

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE

occorso agli aeromobili

**Van's RV8 marche I-LOVI e Van's RV7 marche I-AMEL,
Tortoreto Lido (TE),
31 maggio 2015**

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

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

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

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

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

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

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

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

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

GLOSSARIO

(A): Aeroplane.

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

AME: Aeromedical Examiner, esaminatore aeromedico.

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

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.

CAP: Club aviazione popolare.

CHT: Cylinder Head Temperature, temperatura della testata cilindri.

DA: Display Authorisation.

ECG: elettrocardiogramma.

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

ENAC: Ente nazionale per l'aviazione civile.

FIC: Flight Information Center, Centro informazioni di volo.

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

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

MAP: Manifold Absolute Pressure.

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

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

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

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

PA: prescrizione di aeronavigabilità.

PIC: Pilot in Command, pilota con le funzioni di comandante.

PPL: Private Pilot Licence, licenza di pilota privato.

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

RPM: Rounds Per Minute, giri al minuto.

SAR: Search and Rescue, ricerca e soccorso.

SB: Service Bulletin.

SEP: Single Engine Piston, abilitazione per pilotare aeromobili monomotore a pistoni.

S/N: Serial Number.

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

UTC: Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.

VDL: limitazione apposta sul certificato medico: l'interessato deve indossare lenti correttive per una corretta visione a distanza e portare un paio di occhiali di riserva.

VDS: volo da diporto o sportivo (ad es. deltaplani, ultraleggeri, parapendio, ecc.).

VFR: Visual Flight Rules, regole del volo a vista.

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

Le foto e la documentazione richiamate nel testo sono riportate negli **allegati "A", "B" e "C"** alla relazione.

INCIDENTE

aeromobile Van's RV8 marche I-LOVI e Van's RV7 marche I-AMEL

Tipi degli aeromobili e marche	Velivolo Van's RV8 marche I-LOVI, velivolo Van's RV7 marche I-AMEL.
Data e ora	31 maggio 2015, ore 14.28 UTC.
Luogo dell'evento	Tratto di mare antistante Tortoreto Lido (TE), coordinate approssimative 48°48'09"N, 13°56'5"E.
Descrizione dell'evento	<p>Durante la manifestazione aerea denominata "Spiaggia d'argento", due dei quattro velivoli costituenti la pattuglia acrobatica "Quei Bravi Ragazzi" (QBR) collidevano in volo durante l'effettuazione di un passaggio in formazione denominato "a specchio", quinta delle 10 figure previste dal programma della pattuglia. A seguito dei gravi danni riportati nella collisione, il velivolo I-LOVI, posizionato superiormente ed in volo rovescio, precipitava in mare inabissandosi con il pilota a bordo, mentre il pilota del velivolo I-AMEL, posizionato in basso nella formazione, riusciva ad effettuare un ammaraggio di emergenza nel tratto di mare prossimo alla battigia del lungomare di Alba Adriatica. A seguito dell'incidente, il pilota del velivolo I-LOVI decedeva, mentre il pilota del velivolo I-AMEL riportava lievi ferite.</p>
Esercenti degli aeromobili	RV8 marche I-LOVI: persona fisica. RV7 marche I-AMEL: persona fisica.
Natura del volo	Volo acrobatico ed in formazione.
Persone a bordo	RV8 marche I-LOVI: pilota. RV7 marche I-AMEL: pilota.
Danni agli aeromobili	<p><i>RV8 marche I-LOVI.</i> A seguito della collisione in volo, il velivolo I-LOVI riportava il distacco della semiala sinistra, un accentuato danneggiamento del trave e dei comandi di coda, la frantumazione del <i>canopy</i>. All'impatto con la superficie marina si realizzava una fortissima compressione delle strutture anteriori del velivolo, con distruzione pressoché totale del velivolo (allegato "A", foto 15, 16, 17).</p> <p><i>RV7 marche I-AMEL.</i> A seguito della collisione in volo, l'aeromobile riportava estesi danni sul bordo di attacco e sulla superficie del flap della semiala sinistra (allegato "A", foto 34), estesi danni ad entrambe le pale dell'elica (allegato "A", foto 35). Successivamente, in fase di ammaraggio di emergenza, il velivolo si ribaltava rispetto</p>

all'asse trasversale (allegato "A", foto 33), con compressione della parte anteriore del velivolo e danneggiamenti dei piani di coda (allegato "A", foto 36). Il *canopy*, precedentemente aperto dal pilota prima dell'ammarraggio, durante il ribaltamento si richiudeva. Nelle fasi successive al ribaltamento, il pilota, ancora all'interno dell'abitacolo, nell'intento di trovare una via di uscita dallo stesso rompeva il trasparente del *canopy*, riuscendo ad uscire dal velivolo.

Altri danni

Il pilota dell'I-LOVI decedeva successivamente all'impatto con la superficie del mare. A seguito dell'ammarraggio, il pilota dell'I-AMEL riportava alcune lievi contusioni ed il ferimento di una mano nelle fasi di rottura del trasparente del *canopy* ed abbandono del velivolo. Nessun danno a terzi in superficie.

Informazioni relative al personale di volo

RV8 marche I-LOVI.

Pilota di sesso maschile, età 47 anni, nazionalità italiana.

In possesso di PPL (A), con abilitazioni SEP (land), amatoriale Van's RV8, volo acrobatico, in corso di validità; radiotelefonista in lingua italiana.

In possesso anche di attestato per il pilotaggio di apparecchi VDS con abilitazione al pilotaggio di apparecchi VDS c.d. "avanzati" (aveva al suo attivo circa 3000 ore di volo su pendolari, tre assi e ala rotante VDS).

In possesso di certificato medico di classe seconda con scadenza 23.10.2016, in corso di validità.

È stata acquisita la cartella medica del pilota in possesso dell'AME che ha rilasciato il certificato medico, contenente il referto di visita medica, l'elettrocardiogramma sostenuto in data 24.10.2014, analisi del sangue e delle urine datate 22.10.2014.

Sul libretto di volo del pilota è stata riportata l'attività fino al 27 febbraio 2015: a tale data il totale delle ore volate era pari a 154h (112h 56' come PIC), di cui 62h 49' su velivolo RV8.

Dal libretto del velivolo I-LOVI risulta che il pilota, nonché proprietario dello stesso, avesse iniziato a volare sull'aeromobile in questione quando quest'ultimo aveva già accumulato 120h 30' di volo.

Alla data del 2.2.2015 l'aeromobile aveva totalizzato 305 ore di volo totali. Dai dati recuperati dall'*Engine Monitor* del velivolo risultano essere stati effettuati molti voli dall'I-LOVI che, però, non trovano registrazione sul libretto pilota. L'*Engine Monitor* ha registrato, dal 2 febbraio fino al momento dell'incidente, voli per circa 28h complessive; sommando queste ore a quanto totalizzato al 2.2.2015 (305h), le ore totali dell'aeroplano, al momento dell'incidente, assommano a circa 333h.

Dalle testimonianze acquisite fra i membri della pattuglia acrobatica QBR non risulta che sul velivolo I-LOVI avessero volato altri piloti al di fuori di quello deceduto.

Alla luce di quanto sopra, le ore effettivamente volate dal pilota deceduto risulterebbero decisamente superiori a quelle trascritte

sul suo libretto, avendo presumibilmente volato tutte le ore effettuate dal velivolo I-LOVI fino all'incidente, circa 212 ore (333h – 120h 30'); questo porterebbe a circa 300h le ore di volo totali ed a circa 260 le ore di volo come PIC.

RV7 marche I-AMEL.

Pilota di sesso maschile, età 43 anni, nazionalità italiana.

In possesso di PPL (A), con abilitazione SEP (land) in corso di validità; radiotelegrafia in lingua italiana.

In possesso anche di attestato per il pilotaggio di apparecchi VDS con abilitazione istruttore "tre assi" (con circa 500 ore di volo totali all'attivo).

In possesso di certificato medico di classe seconda con scadenza 17.7.2015, in corso di validità, con limitazione VDL.

Alla data del 22.5.2015 aveva totalizzato circa 1309h 49' di volo totali (1125h 29' come PIC), di cui 944h su velivolo RV7.

**Informazioni relative
agli aeromobili ed ai
propulsori**

RV8 marche I-LOVI.

Il velivolo Van's RV8 marche I-LOVI, numero di costruzione 82041, è un velivolo di costruzione amatoriale secondo quanto definito dall'Annesso II del regolamento CE n. 216/2008; il Regolamento tecnico dell'ENAC prevede, per l'impiego di tali aeromobili, il rilascio di un permesso di volo, senza necessità di presentare il certificato di omologazione di tipo per il suo ottenimento.

Si tratta di un velivolo biposto in tandem, ad ala bassa, monomotore, in struttura metallica e carrello di atterraggio fisso in configurazione convenzionale (ruotino in coda).

Ha le seguenti dimensioni: lunghezza 6,40 m, altezza 1,70 m, apertura alare 7,32 m; MTOM di 816 kg. Nel caso di volo acrobatico, la MTOM è fissata a 725,74 kg, con limiti strutturali di +6g e -3g.

Il motore installato è un Superior XP IO360 B1AA2, S/N 04598, ad iniezione di carburante, con potenza massima di 180 hp e 2700 RPM massimi.

Installa un'elica bipala a giri costanti mod. Hartzell HC-C2YR-1BFP, con pale mod. F7497-2.

I-LOVI era stato sottoposto a visita ENAC di collaudo e prima certificazione presso l'aeroporto di Venegono (VA) in data 27.7.2005. Era stato successivamente sottoposto ad una serie di modifiche e prove in volo volte all'ottenimento di un permesso di volo, che ne autorizzasse l'impiego in manovre acrobatiche basiche, giusto quanto previsto dalla casa costruttrice. In data 24.9.2014 era stata effettuata, con esito favorevole ed a cura dell'associazione Club Aviazione Popolare (CAP), la visita per il rilascio del citato permesso di volo. Lo stesso CAP proponeva a ENAC il rilascio del permesso in questione in data 10.10.2014. Il permesso di volo veniva quindi rilasciato dall'ENAC in data 21.10.2014.

Il velivolo I-LOVI era dotato di impianti di bordo tali da renderlo

idoneo al volo acrobatico.

Dalla documentazione tecnica curata dal CAP e presentata in sede di rilascio del permesso di volo e dalle verifiche tecniche effettuate sul relitto del velivolo, è stato possibile verificare che sull'I-LOVI erano installati: un sistema di lubrificazione del motore RAVEN Aircraft Corp. USA, un impianto carburante dotato di una pompa elettrica (*boost pump*), una pompa meccanica, alimentazione del carburante ad iniezione, un sistema idoneo allo sfiato ed alimentazione carburante in volo rovescio, posizionato all'interno del serbatoio carburante sinistro.

Sull'aeromobile era stata effettuata la manutenzione programmata alle scadenze previste: in particolare, in data 10.2.2015 erano state effettuate l'ispezione annuale e l'ispezione delle 50h, ad ore totali aeromobile 305h.

Al momento dell'incidente l'aeromobile aveva totalizzato circa 333h di volo totali.

Il *Programma di manutenzione* approvato per l'I-LOVI prevedeva come operatori di manutenzione riconosciuti:

- il proprietario, per l'effettuazione della piccola manutenzione e la manutenzione di cellula e motore;
- una ditta certificata, per la revisione generale e per l'applicazione di PA e SB sull'impianto carburante e motore.

RV7 marche I-AMEL.

Il velivolo Van's RV7 marche I-AMEL, numero di costruzione 71846, è un velivolo di costruzione amatoriale secondo quanto definito dall'Annesso II del regolamento CE n. 216/2008.

Velivolo biposto a posti affiancati, ad ala bassa, monomotore, in struttura metallica e carrello di atterraggio fisso in configurazione convenzionale (ruotino in coda).

Ha le seguenti dimensioni: lunghezza 6,26 m, altezza 1,79 m, apertura alare 7,70 m; MTOM di 816 kg.

Il motore installato è un Lycoming O-360-A1A, S/N L-398878-36A, a carburatore, con potenza massima di 180 hp a 2700 RPM massimi.

Installa un'elica bipala a giri costanti, Hartzell HC-c2YR-1BFP, S/N CH40403B.

Il velivolo era in possesso di permesso di volo emesso per la prima volta in data 5.9.2005 e successivamente rinnovato il 7.12.2012, con scadenza 6.12.2015.

Il velivolo aveva totalizzato, al momento dell'incidente, circa 944h.

Le attività manutentive, sia orarie sia calendariali, erano state effettuate alle scadenze previste.

Il velivolo non era autorizzato al volo acrobatico; conseguentemente, durante le esibizioni, veniva impiegato soltanto per il volo in formazione, non per l'esecuzione di manovre acrobatiche.

Informazioni sul luogo dell'evento

L'incidente è avvenuto nel tratto di mare antistante Tortoreto Lido (TE), durante la fase di allineamento dei due velivoli alla *display line*, allestita per i partecipanti alla manifestazione aerea denominata "Spiaggia d'argento", di fronte al lungomare "Marconi" del confinante Comune di Alba Adriatica.

Più precisamente, la collisione in volo fra i due velivoli è avvenuta poco prima del gruppo di boe "Sud" della *display line* (dettagli dell'area della manifestazione sono riportati di seguito).

Informazioni meteorologiche

Il giorno della manifestazione, le condizioni meteorologiche presenti sul campo di esibizione erano le seguenti: assenza di copertura nuvolosa, visibilità superiore ai 10 km, vento da 030° con intensità di 8 nodi, temperatura di 24 °C, presenza di alta pressione.

Altre informazioni

Organizzazione della manifestazione aerea.

La manifestazione aerea denominata "Spiaggia d'argento" faceva parte del programma delle manifestazioni aeronautiche 2015 pubblicato dall'Aero Club d'Italia.

Promossa dal Comune di Alba Adriatica ed organizzata dall'Aero Club di Pescara, prevedeva alcuni sorvoli, "Dimo-SAR" ed esibizioni di pattuglie, fra cui il team QBR e la Pattuglia acrobatica nazionale dell'Aeronautica militare italiana, quest'ultima in chiusura del programma della manifestazione.

L'Aero Club d'Italia provvedeva, con nota del 13.4.2015, alla nomina del Direttore della manifestazione, che era in possesso dei requisiti richiesti dallo stesso Aero Club d'Italia.

La manifestazione era stata organizzata nel rispetto di quanto previsto dalla circolare ENAC OPV-19 "*Manifestazioni aeree*", dalla "*Guida per la pianificazione, la programmazione, l'organizzazione, l'esecuzione ed il controllo di manifestazioni aeree*" adottata dall'Aero Club d'Italia, nonché dalle normative dell'Aeronautica militare inerenti la partecipazione della Pattuglia acrobatica nazionale (ISV 13 ed. 2001 e SMA-GEN-005 del giugno 2011). Essa aveva avuto tutte le autorizzazioni previste (autorizzazione ENAC del 18.5.2015, autorizzazione prefettizia del 28.5.2015).

L'area contenente il campo di esibizione della manifestazione, lunga 4 km e larga 2 km, era stata interdetta a bagnanti e natanti civili con ordinanza della locale Capitaneria di porto.

L'area della manifestazione – avente una estensione orizzontale di 5 km di raggio dal centro dell'area ed una estensione verticale dal suolo sino a 6000 piedi AMSL – era definita da apposito NOTAM, valido dalle ore 13.30 locali del 30 maggio alle 17.00 locali del 31 maggio 2015. All'interno della stessa, l'attività di volo doveva essere autorizzata da Pescara APP, in coordinamento con Brindisi FIC.

Display line e campo di esibizione della manifestazione erano rispondenti ai requisiti posti dall'Aeronautica militare nei casi di

esibizione della Pattuglia acrobatica nazionale.

Le boe di segnalazione della *display line* (un gruppo boe “Sud”, due gruppi boe “Centro”, un gruppo boe “Nord”) erano distanti 230 m dalla linea di costa; i gruppi boe “Nord” e “Sud” distavano, rispettivamente, 1500 m dai gruppi boe “Centro”.

I partecipanti alla manifestazione dovevano tenersi in contatto radio con Pescara TWR e APP, nonché con il Direttore della manifestazione attraverso “Biga Alba”, sulla frequenza di 123.850 MHz.

Il Direttore della manifestazione aveva distribuito alcuni giorni prima a tutti gli enti interessati, agli equipaggi ed ai singoli piloti copia del documento “*Norme per le Operazioni di Volo*”, contenente, tra l’altro, i parametri per la sicurezza relativi al carburante minimo, le quote da osservare nell’area della manifestazione, le distanze minime dal pubblico, le minime meteorologiche e delle condizioni del mare, i NOTAM emessi, ecc.

Il contenuto del predetto documento era stato oggetto di specifico *briefing* tenuto dal Direttore della manifestazione ai componenti del team QBR, sabato 30 maggio, prima delle prove in volo.

Lo stesso *briefing* veniva presentato agli altri partecipanti alla manifestazione domenica 31 maggio mattina, presso l’Aero Club di Pescara.

Addestramento della pattuglia QBR.

La pattuglia acrobatica QBR si era costituita ed aveva iniziato l’addestramento circa un anno prima dell’incidente.

La formazione era composta da 4 velivoli Van’s:

- RV8 marche I-LOVI, velivolo numero 1, capo-formazione e solista acrobatico;
- RV7 marche I-AMEL, velivolo numero 4 e fanalino di coda;
- RV7 marche I-RVBL e RV7 marche I-WANT, laterali della formazione.

I piloti della pattuglia avevano avuto precedenti esperienze come singoli in voli in formazione ed acrobatici. Come pattuglia avevano sostenuto un corso teorico a terra e pratico in volo, durato alcuni mesi e tenuto da un pilota di notevole esperienza e competenza nel volo acrobatico ed in formazione.

Molti degli addestramenti come pattuglia erano stati svolti sull’aviosuperficie di Sassuolo, dove era stato possibile riprodurre le distanze ed i riferimenti al suolo utilizzati per le manifestazioni aeree.

La formazione a “specchio” era stata provata in addestramento almeno 50 volte dal numero 1 della pattuglia, in volo rovescio nella figura, e dal numero 4, nella figura di velivolo sottostante.

La pattuglia aveva partecipato precedentemente ad alcune manifestazioni aeree, limitandosi però a passaggi in formazione.

Il programma, così come presentato agli organizzatori della manifestazione denominata “Spiaggia d’argento”, veniva volato

per la prima volta in una manifestazione aerea.

Il programma era stato provato nella giornata di venerdì 29 maggio 2015 sulla aviosuperficie di Sassuolo ed il giorno dopo, sabato 30 maggio, nell'area della manifestazione aerea durante le prove generali della stessa. Gli appartenenti alla pattuglia avevano ricevuto un unico rilievo da parte del Direttore della manifestazione, che, via radio e durante le prove del sabato, aveva notato una minima infrazione delle distanze minime dal pubblico in fase di virata della formazione.

Le procedure relative alle varie figure costituenti il programma erano state riviste per l'ultima volta dalla pattuglia la mattina del giorno dell'incidente sulla aviosuperficie di Corropoli.

Programma pattuglia e descrizione formazione a “specchio”.

Il programma di volo della pattuglia QBR era costituito da un ingresso in formazione nell'area di esibizione e da 10 successive figure; la quinta di queste era la figura denominata a “specchio” (allegato “B”, figura 4).

Quest'ultima figura veniva volata ad una velocità di circa 130/135 nodi, con il velivolo/pilota in volo rovescio sottoposti a g negativi (circa -2g). In tale figura il pilota sostiene il velivolo, in volo livellato rovescio, attraverso il mantenimento della barra in avanti ed un assetto del velivolo con il muso alcuni gradi sopra l'orizzonte per generare portanza in presenza di un'ala fortemente asimmetrica. Il pilota del velivolo sottostante, leggermente sfilato rispetto alla verticale del velivolo in volo rovescio, cura la corretta separazione fra i due elementi della formazione.

Nello specifico, la figura prevedeva una *holding* del n. 4 sullo stadio di Giulianova, in attesa dell'arrivo del n. 1 sul mare. Il pilota di quest'ultimo chiamava il «Pronto alla vira!» per annunciare l'effettuazione del mezzo tonneau che lo avrebbe portato in volo rovescio, «Vira!» per effettuare il rovesciamento lungo il prolungamento dell'asse della *display line* della manifestazione; in questo tratto veniva raggiunto dal velivolo n. 4. Il pilota di quest'ultimo curava il corretto allineamento e la separazione fra i due elementi della formazione.

Questa formazione, con il n. 1 in volo rovescio ed il n. 4 in posizione sottostante e leggermente sfilata rispetto alla verticale, veniva mantenuta per tutta la *display line*, ad una quota non inferiore ai 330 piedi, fino al superamento del gruppo di boe denominate “Nord”. A questo punto il capo formazione chiamava nuovamente il «Pronti alla vira!», «Libera», in cui il n. 4 riduceva velocità per “sfilarsi” ulteriormente dalla verticale del velivolo in volo rovescio. Successivamente, alla chiamata «Vira!», il velivolo del capo formazione si riportava in volo diritto, comandando il rovesciamento del velivolo sull'asse del *roll* attraverso una rotazione a sinistra. Tale tipo di manovra, in particolare il rovesciamento per il ripristino dell'assetto diritto e livellato del velivolo in volo rovescio, era stato provato durante

l'addestramento della pattuglia con l'obiettivo di effettuare tale rovesciamento senza perdita di quota, per preservare la separazione verticale fra i due elementi della formazione.

Era stato anche pianificato fra i due componenti della formazione come effettuare un *breakaway* della stessa nel caso in cui fossero sopravvenuti inconvenienti durante la formazione, consistente nel comando «*Rompere!*», con il n. 4 che avrebbe virato a destra mentre il n. 1 avrebbe rollato a sinistra, sempre senza perdere quota.

Sequenza fotografica della collisione.

La sequenza fotografica della collisione (allegato "A", foto da 1 a 11; le foto 12, 13 e 14 sono particolari, rispettivamente, delle foto 1, 2 e 10) è stata effettuata da un punto sulla costa prossimo al gruppo boe "Sud" (allegato "B", figura 5).

Dalla sequenza è possibile apprezzare con maggiore definizione rispetto ai filmati acquisiti:

- il comando a picchiare presente sull'equilibratore del velivolo I-LOVI, mentre è in volo livellato rovescio (allegato "A", foto 1 e 12);
- equilibratore in posizione neutra e deflessione degli alettoni (allegato "A", foto 2, 3 e 13), nel momento in cui il velivolo I-LOVI inizia a perdere quota e a ruotare in senso antiorario. La deflessione degli alettoni è presente fino a circa metà della rotazione, ritornano in posizione neutra prima della collisione (allegato "A", foto 3, 4 e 5).

Il punto iniziale di collisione per il velivolo I-LOVI è il trave di coda subito dopo l'attacco della semiala destra, per l'I-AMEL l'elica ed il bordo di attacco della semiala sinistra (allegato "A", foto 5 e 6).

A seguito della collisione, il velivolo I-LOVI perde la semiala sinistra con significativa perdita di carburante. Subisce inoltre il quasi tranciamento del trave di coda e la frantumazione del *canopy* (allegato "A", foto 7 e 8).

Risultano evidenti i segni del contatto fra la cofanatura superiore del motore con l'elica dell'I-AMEL e un forte danneggiamento all'altezza del pannello portastrumenti; il pilota risulta ancora vincolato al sedile e con il corpo e la testa a contatto con il bordo destro dell'abitacolo.

Condizione dei relitti.

RV8 marche I-LOVI.

Il relitto principale e la semiala sinistra sono stati recuperati dal fondale marino il giorno successivo all'incidente (allegato "A", foto 15).

Dal relitto principale sono stati rimossi, sciacquati in acqua distillata e trasportati immersi nella stessa, i seguenti apparati per successivo conferimento ai laboratori dell'ANSV:

1. Avmap Ultra;
2. AvMap EKp4;

3. *Engine Monitor* EI CGR-30P.

È stato possibile estrarre dati utili all'investigazione esclusivamente dalle memorie solide dell'*Engine Monitor* (allegato "A", foto 22), a cui viene dedicato un successivo paragrafo.

Il relitto presenta segni di forte compressione delle strutture anteriori, piegamento verso il dietro di una delle pale dell'elica senza evidenti danni rotazionali all'impatto, passo delle pale prossimo al minimo, forte compressione del bordo l'attacco della semiala destra (allegato "A", foto 16 e 17).

Risultano presenti e molto evidenti i segni sulle cappottature motore superiori del contatto fra il velivolo e l'elica dell'I-AMEL.

Il gruppo manette motore/elica, del tipo a tre leve *throttle-RPM-mixture*, con comando frizione comune ai tre leverismi (allegato "A", foto 24), è andato distrutto all'impatto.

Sul *fuel servo* del motore veniva riscontrata la *mixture control lever* con una apertura di circa 70° (*full rich* ad una apertura di 80°) e la *throttle lever* aperta per circa 12° (*full open* a 70°) (allegato "A", foto 18 e 19).

Il comando RPM, che arriva sul *RPM governor*, essendo quest'ultimo dotato di una molla che porta i giri al massimo in caso di rottura o danneggiamento dei cinematismi di trasmissione del comando, non fornisce evidenze affidabili.

Il selettore serbatoio carburante risulta selezionato sul serbatoio sinistro (allegato "A", foto 20), serbatoio su cui è stata verificata l'applicazione della modifica che consente il pescaggio e lo sfiato del carburante durante il volo rovescio. Evidenza di tale modifica è stata trovata fra i resti del serbatoio alare sinistro (allegato "A", foto 21).

RV7 marche I-AMEL.

Sul relitto del velivolo sono presenti estesi danni sul bordo di attacco e sulla superficie del flap della semiala sinistra (allegato "A", foto 34), estesi danni ad entrambe le pale dell'elica (allegato "A", foto 35), compressione della parte anteriore del velivolo e danneggiamenti dei piani di coda (allegato "A", foto 36). Dalla parte scorrevole del *canopy* risulta mancante una porzione centrale del trasparente.

Ritrovamento e recupero delle videocamere.

Entrambi i velivoli installavano a bordo videocamere digitali a alta definizione, in grado di registrare su memoria solida. Sul velivolo I-LOVI la videocamera era installata all'interno dell'abitacolo (allegato "A", foto 23) e rivolta verso il pilota, sull'I-AMEL alla base dello stabilizzatore verticale (allegato "A", foto 36).

Le ricerche della videocamera installata nell'abitacolo dell'I-LOVI sono state effettuate nei giorni successivi all'incidente, senza successo.

La memoria solida appartenente alla videocamera è stata recapitata alcuni giorni dopo l'incidente, in forma anonima ed in busta chiusa, nella cassetta della corrispondenza dell'abitazione privata di un militare della Capitaneria di porto di Giulianova. La telecamera installata sul velivolo I-AMEL è stata invece rimossa dallo stesso il giorno dell'incidente (allegato "A", foto 37 e 38).

Contenuto dei filmati.

RV8 marche I-LOVI.

I filmati prelevati dalla memoria della videocamera riportano in due distinti *file* il volo da dopo il decollo all'impatto. Successivamente all'impatto, la videocamera, pur continuando a registrare, viene proiettata al di fuori dell'abitacolo e cade in mare, depositandosi sul fondo dello stesso.

Come indicato dalle fotografie relative all'abitacolo dell'I-LOVI e come verificato dai filmati, la videocamera era installata all'interno dello stesso abitacolo, sul montante anteriore destro ed era rivolta verso il pilota, inquadrandone la figura fino a livello braccio destro ed avambraccio sinistro, mani escluse.

Dalla visione degli ultimi 30 secondi precedenti la collisione, emergono i seguenti elementi:

- nel momento in cui, da volo livellato il velivolo viene comandato in volo rovescio, il corpo ed il capo sono portati attivamente dal pilota in posizione "interna" alla rotazione del velivolo;
- nei primi 20/21 secondi in volo rovescio si nota un atteggiamento del pilota molto attento e vigile, testimoniato da una mobilità oculare accentuata (*scanning* continuo strumenti/orizzonte/esterno velivolo) ed espressività del volto;
- a partire dai 5/6 secondi precedenti la collisione, si nota un atteggiamento di apparente passività del pilota, indicato da una generale fissità dello sguardo, assenza di movimenti facciali ed assenza di qualsiasi reazione emotivo/espressiva alla perdita di quota e rotazione del velivolo; tale passività permane fino all'impatto del velivolo con l'elica del velivolo sottostante;
- circa 1 secondo prima dell'impatto si nota il passaggio da una condizione di volo di g negativi ad una di g positivi, indicato dalla caduta verso il basso delle parti libere dei cinghiaggi di vincolo e del corpo verso il sedile;
- evidente arretramento del braccio destro e dell'avambraccio sinistro, contestuale al passaggio dalla condizione antigravitazionaria a gravitazionaria;
- inizio della perdita di quota e rotazione antioraria del velivolo, contestualmente al passaggio da g negativi a positivi ed arretramento sia del corpo che delle braccia;
- corpo e testa vanno a posizionarsi nella parte destra dell'abitacolo, in posizione "esterna" rispetto alla

rotazione descritta dal velivolo.

È stata condotta un'analisi sullo spettro (rappresentazione frequenze/tempo) della parte audio del video, la quale ha consentito di ricostruire il seguente comportamento del motore durante gli ultimi 21,5 secondi circa del volo, fino a quando la telecamera non viene proiettata al di fuori dell'abitacolo.

Da questa analisi, la velocità di rotazione del motore appare costante intorno ai 2810 RPM, fino a 9,60 secondi del filmato, quando si evidenzia un minimo e quasi istantaneo calo dei giri da 2810 a 2760. Successivamente i giri si ristabiliscono a 2810 RPM fino a 19,60 secondi, quando avviene un calo di giri più marcato, da 2810 a 2520, valore raggiunto a 20,80 secondi, momento in cui avviene l'impatto fra I-LOVI e I-AMEL, che proietta fuori dall'abitacolo la videocamera (allegato "B", figura 8).

Fino al momento dell'impatto, non vi è indicazione audio di un progressivo od istantaneo malfunzionamento a carico del motore. Oltre agli RPM motore è stato possibile isolare ed analizzare anche la frequenza di rotazione della pompa carburante motore, senza rilevare malfunzionamenti a carico della stessa fino al momento della riduzione degli RPM, a cui segue una analoga riduzione giri della pompa (allegato "B", figura 10).

RV7 marche I-AMEL.

L'analisi del video prelevato dalla memoria della videocamera installata alla base della deriva conferma quanto dichiarato dal pilota dell'I-AMEL riguardo alle azioni da lui compiute successivamente alla collisione.

Riguardo alla dinamica con cui la collisione si è realizzata, è possibile apprezzare la deflessione, già evidenziata dalla sequenza fotografica, degli alettoni del velivolo I-LOVI, con il destro deflesso verso il basso, il sinistro verso l'alto, posizioni coerenti con la rotazione antioraria dello stesso velivolo (allegato "C", fotogrammi 10 e 11).

Altri filmati.

Sono stati acquisiti diversi filmati relativi all'incidente e girati da spettatori presenti alla manifestazione.

Da questi filmati è stato possibile estrarre ulteriori evidenze, non apprezzabili dai video prelevati dalle telecamere installate sui velivoli coinvolti nell'incidente.

RV8 marche I-LOVI: il velivolo cade in acqua con un impatto sostanzialmente frontale (allegato "C", fotogrammi da 5 a 9).

RV7 marche I-AMEL: il pilota tenta, immediatamente prima della collisione, una manovra di scampo, virando alla propria destra per cercare di evitare la collisione con il velivolo I-LOVI proveniente dalla sua sinistra (allegato "C", fotogrammi da 1 a 4).

Soccorsi.

Per entrambi i velivoli l'arrivo dei soccorsi sul luogo dell'impatto

(I-LOVI) e quello dell'ammarraggio (I-AMEL) è stato tempestivo; nel caso dell'I-AMEL i soccorritori hanno contribuito fattivamente all'evacuazione del pilota.

Autopsia ed indagini mediche.

Il giorno 3 giugno 2015 è stata effettuata l'autopsia sul corpo del pilota deceduto da parte di un medico legale e di un tossicologo forense.

Nei giorni successivi è stata effettuata l'analisi istologica sui tessuti dei principali organi, l'analisi macroscopica del cuore, l'analisi tossicologica.

Tali analisi hanno consentito di determinare quanto segue in ordine al pilota del velivolo I-LOVI.

- Il pilota è morto per annegamento.
- Il complesso delle lesioni traumatiche sono riferibili ad impatto frontale del velivolo contro la superficie marina e sono precedenti all'annegamento.
- Il corpo presenta nella parte anteriore, sul viso e sulle braccia numerose e minute lesioni, presumibilmente ascrivibili alla frammentazione del *canopy* avvenuta durante la collisione.
- La presenza di lacerazioni nella parte sotto-mentoniera è indicativa della presenza del casco di volo allacciato al momento dell'impatto in acqua.
- Le fratture presenti su mani, braccia, gambe e piedi sono indicative del contatto degli arti con i comandi di volo al momento dell'impatto con l'acqua.
- Positività alla caffeina con una concentrazione della stessa nel sangue di nessun interesse tossicologico, mentre non risultano identificate molecole organiche di interesse tossicologico o farmacologico. In particolare, è risultata negativa la ricerca di sostanze stupefacenti e psicotrope e dell'alcolemia.
- Il pilota era affetto da cardiopatia complessa consistente in "miocardiopatia ipertrofica" e "coronaria discendente anteriore intramiocardica", idonee a determinare improvviso scadimento della validità psicofisica.
- L'ipertrofia miocardica è stata verosimilmente determinata da una importante ipertensione arteriosa sistemica, che, se non trattata, è in grado di causare "malori" per eccessi ipertensivi legati a condizioni di particolare stress o a particolari posture assunte (come quella a "testa in giù").
- La presenza della coronaria discendente anteriore intramiocardica può causare la morte improvvisa del soggetto quando ricorrano determinati presupposti individuati dalla scienza medica, riscontrati nel pilota deceduto.

La relazione medico-legale concludeva come segue: «Si

conclude ritenendo che sia la cardiopatia acquisita che quella congenita erano idonee a determinare improvviso scadimento della validità psicofisica del pilota [*omissis*, nome del pilota] di grado tale da rendere possibile la perdita di controllo del velivolo.».

L'ANSV, nell'ambito della propria inchiesta, avvalendosi della collaborazione in essere con altri soggetti istituzionali, ha ritenuto opportuno chiedere un parere ad un collegio medico, formato da specialisti in medicina legale, neurologia e cardiologia.

Tale collegio medico ha esaminato: la documentazione medica acquisita dall'ANSV in corso di inchiesta (in particolare, la documentazione relativa agli accertamenti per il rinnovo del certificato medico di classe seconda, tra cui il referto di visita medica, il certificato medico di classe seconda, l'ECG, gli esami del sangue e delle urine); la relazione autoptica; i video ripresi dalla videocamera installata all'interno del velivolo I-LOVI e sul velivolo I-AMEL; foto ad alta risoluzione della collisione in volo, informazioni sull'esecuzione della manovra "a specchio".

Le conclusioni specialistiche a cui il collegio medico è pervenuto, in ordine al pilota del velivolo I-LOVI, sono le seguenti.

- L'interpretazione sistematica del tracciato ECG ha fatto emergere una «scarsa progressione dell'onda R (*poor R wave progression*) nelle precordiali destre», che, in assenza di una valutazione anamnestica e clinica del soggetto o comparazione con precedenti tracciati, non consente di affermare con certezza la presenza di patologie ad essa associabili, fra cui la "cardiomiopatia ipertrofica" (emersa in sede di autopsia); quindi, la diagnosi fatta dal medico AME di «ECG normale» (in occasione dell'ultima visita medica per il rinnovo del certificato medico di classe seconda) risulta non incompatibile con l'analisi dell'ECG, al quale è stata data una interpretazione di mera variante fisiologica, priva di significato patologico, verosimilmente in virtù di altri elementi clinico-strumentali e anamnestici derivanti dalla visita medica effettuata.
- La mimica facciale del pilota risulta presente in tutte le fasi di volo, comprese quelle immediatamente precedenti la collisione, sebbene alterata dalle sollecitazioni sui tessuti molli del volto prodotte dalla posizione antigravitaria. In particolare viene notato un "ammiccamento" un secondo prima dell'inizio della manovra di chiusura sul velivolo sottostante, postura della testa-collo congrua e coerente durante la manovra di chiusura, risposta mimica reattiva al momento dell'impatto.
- Non esistono elementi di certezza che consentano di

affermare che il pilota sia andato incontro ad incapacitazione acuta in volo per cause cardiache, pur essendo egli portatore di una condizione potenzialmente incapacitante, verosimilmente misconosciuta.

Testimonianze.

Le testimonianze che seguono sono state utili ai fini dell'inchiesta.

Pilota dell'I-AMEL: ha riferito quanto segue.

- La sera precedente tutti gli appartenenti alla pattuglia avevano cenato insieme, consumando un pasto leggero a base di pesce e bevuto un calice di vino ciascuno.
- Tutti i membri della pattuglia avevano effettuato il pieno di carburante (154 l per il velivolo RV8) nelle rispettive aviosuperfici di partenza e non avevano effettuato rifornimento di carburante sulla aviosuperficie di rischieramento (Corropoli); su questa aviosuperficie era stato effettuato esclusivamente il ripristino del livello di olio lubrificante motore a cura dei singoli elementi della pattuglia.
- Il pilota dell'I-LOVI prediligeva in maniera particolare il volo rovescio e si esercitava in questa forma di volo frequentemente.
- A sua conoscenza, il velivolo I-LOVI veniva sempre pilotato dal proprietario e non aveva notizia di altri piloti che possano averlo pilotato.
- La manovra di chiusura effettuata dal velivolo I-LOVI sull'I-AMEL è avvenuta in maniera assolutamente improvvisa e difforme rispetto a quanto previsto in sede di pianificazione ed esercitazione della manovra di *breakaway*, senza alcuna comunicazione/esclamazione via radio da parte del pilota dello stesso I-LOVI.
- Durante l'addestramento alla manovra a "specchio" non aveva mai rilevato una perdita di quota in fase di ribaltamento sull'asse del *roll* da parte del pilota del velivolo leader al termine della stessa figura.
- Dopo l'impatto con il velivolo I-LOVI, realizzava di avere un assetto a picchiare di circa 30/40°. Accortosi di poter ancora governare il velivolo nonostante i danni visibili alla semiala e flap sinistri, decideva di effettuare un ammaraggio di emergenza su un tratto di mare parallelo alla costa e prossimo alla riva, per evitare, quanto più possibile, l'uso dei comandi di volo e massimizzare le possibilità di sopravvivenza post impatto.
- La decisione di effettuare un ammaraggio e non un atterraggio su una parte di spiaggia libera da bagnanti era stata presa per non rischiare alcun coinvolgimento degli spettatori sottostanti; inoltre, avendo in passato frequentato un *water egress training*, era confidente di

- riuscire ad abbandonare il velivolo, anche se in acqua.
- Nella fase finale del volo, prima dell'ammarraggio, portava il velivolo alla minima velocità di sostentamento, decidendo di effettuare un ammaraggio senza flap per evitare il rischio di un azionamento asimmetrico degli stessi.
- Prima dell'ammarraggio stringeva le cinture di imbraco, apriva il *canopy* e si toglieva la cuffia microfonica.
- Appena prima dell'impatto con l'acqua effettuava il *cut-off* del carburante per minimizzare il rischio di incendio post impatto.
- Successivamente all'impatto, avvenuto toccando inizialmente l'acqua con il ruotino posteriore, a causa del ribaltamento del velivolo il *canopy* si richiudeva. A questo punto sganciava le imbracature e cercava di rompere il trasparente del *canopy*, aiutato in questo dall'azione esercitata dai primi soccorritori, che, nel tentativo di sollevare la semiala sinistra, crinavano il trasparente, che veniva da lui definitivamente frantumato per poter fuoriuscire dall'abitacolo, nel frattempo invaso dall'acqua.

Pilota I-RVBL: ha riferito quanto segue.

- Il pilota I-LOVI effettuava di persona la manutenzione sul proprio velivolo, come da programma di manutenzione approvato.
- Lo stesso pilota dell'I-LOVI aveva effettuato una regolazione degli RPM massimi superiore al valore nominale di 2700 RPM.
- Ha confermato quanto detto dal pilota dell'I-AMEL riguardo alla passione del pilota dell'I-LOVI per il volo rovescio, che praticava soventemente.
- Effettuavano spesso attività di volo sulla aviosuperficie di Siena e non ricorda di attività di volo svolta sull'I-LOVI da piloti diversi dal proprietario dello stesso.

Istruttore di volo in formazione ed acrobatico che aveva contribuito all'addestramento della pattuglia QBR.

- Tutti i componenti della formazione avevano seguito con passione e profitto il corso teorico e pratico.
- Il programma della pattuglia non presentava particolari difficoltà di condotta in volo, essendo costituito, nella sua quasi totalità, da figure in formazione a sviluppo orizzontale e mancando dal programma figure a sviluppo verticale, decisamente più complesse da effettuare.
- I membri della formazione avevano dimostrato di poter volare le figure costituenti il programma con la necessaria competenza e capacità.
- Il pilota dell'I-LOVI, in qualità di solista, aveva mostrato buone capacità nella condotta in volo; in qualità di capo

formazione, aveva mostrato di essere in grado di esercitare la necessaria *leadership* sui componenti la pattuglia.

Analisi Engine Monitor presso NTSB.

L'*Engine Monitor* (EM) mod. EI CGR-30P rimosso dal velivolo I-LOVI è stato portato dall'ANSV presso i laboratori del NTSB (allegato "A", foto da 25 a 32): esso è stato trasportato, immerso in acqua demineralizzata, a mezzo di idoneo contenitore.

Le attività svolte sull'apparato sono consistite essenzialmente nello smontaggio, pulizia, decontaminazione ed asciugatura delle schede elettroniche interne all'apparato. È stata rimossa da una scheda una memoria solida (SD), da cui è stato possibile leggere e recuperare i dati di 68 voli effettuati dall'I-LOVI, fra cui i voli relativi alla prova del sabato ed all'esibizione della domenica 31 maggio.

Per ogni volo l'EM registra i seguenti parametri: data, ora UTC, AMPS, VOLTS, RPM, MAP, CHT, EGT, OIL PRESS, OIL TEMP, FUEL PRESS.

Nel volo relativo all'incidente (allegato "B", figure 6 e 7), la registrazione di tutti i dati termina repentinamente ad ore 14.28'45.5" (UTC).

Nei secondi prima della collisione, il motore del velivolo I-LOVI funzionava a pieni giri (2810, superiore ai giri max di 2700 RPM), un valore di MAP di 21 inHg; gli altri dati registrati risultano nella norma e coerenti con il regime di funzionamento del motore.

Il valore di FUEL PRESS indica un calo della stessa da 25 PSI a 14,6 PSI negli ultimi 5 secondi di registrazione.

È stato possibile sincronizzare il plottaggio dei dati recuperati dall'*Engine Monitor* con l'analisi dell'audio della videocamera interna all'abitacolo (allegato "B", figura 8), grazie alla lieve caduta da 2810 a 2750 RPM, verificatasi circa 6,5 secondi prima dell'interruzione della registrazione dati *Engine Monitor*, 10 secondi prima dell'impatto fra i due velivoli e la proiezione fuori bordo della videocamera.

Grazie a questa sincronizzazione è stato possibile determinare come l'EM termini di registrare i dati motore circa 3,5 secondi prima della collisione fra i due velivoli (allegato "B", figura 9).

Analisi

Organizzazione della manifestazione aerea e piloti.

I piloti coinvolti nell'incidente erano in possesso dei prescritti titoli aeronautici e del livello di esperienza minimo richiesto dalla normativa ENAC (OPV-19), consistente in un minimo di 200 ore totali e 100 come PIC.

Proprio con riferimento ai requisiti richiesti ai piloti per potersi esibire in manifestazioni aeree, l'ANSV ha ritenuto opportuno emanare, nel 2015, una raccomandazione di sicurezza (*raccomandazione ANSV-3/SA/2/15*), che è stata pubblicata nel sito web dell'ANSV (www.ansv.it), nella cartella

“Raccomandazioni di sicurezza”.

La raccomandazione in questione, indirizzata all'ENAC, suggerisce quanto segue: «Le vigenti disposizioni nazionali relative allo svolgimento delle manifestazioni aeree presentano, sotto il profilo della *safety*, delle criticità, sia per quanto concerne i requisiti richiesti ai piloti per la partecipazione alle stesse, sia per quanto concerne i requisiti che debbono avere i direttori di manifestazioni aeree. L'ANSV, alla luce degli elementi raccolti a seguito di inchieste su incidenti occorsi durante manifestazioni aeree ad aeromobili dell'aviazione civile e di un esame approfondito della normativa vigente in tema di manifestazioni aeree, raccomanda di prevedere, anche sull'esempio del CAP 403 “Flying displays and special events: A guide to safety and administrative arrangements” della UK CAA, che i piloti che intendano esibirsi nel corso di manifestazioni aeree siano in possesso di un apposito titolo, denominato “DA” (*Display Authorisation*). Tale titolo deve poter prevedere anche una estensione dello stesso nel caso in cui si intenda effettuare volo in formazione con altri aeromobili. In tale contesto si raccomanda, conseguentemente, di rivedere anche i requisiti richiesti dalla OPV-19 per i piloti che intendano esibirsi nel corso di manifestazioni aeree.».

La manifestazione aerea denominata “Spiaggia d'argento” è risultata organizzata in maniera conforme alle normative in vigore ed aveva ricevuto tutte le previste autorizzazioni. In particolare, i *briefing* relativi alle norme ed alla sicurezza delle esibizioni sono stati estesi a tutti gli interessati da parte del Direttore della manifestazione aerea.

Proprio con riferimento alla figura del “Direttore di manifestazione aerea”, l'ANSV ha ritenuto opportuno emanare, nel 2015, una raccomandazione di sicurezza (*raccomandazione ANSV-4/SA/3/15*), che è stata pubblicata nel sito web dell'ANSV (www.ansv.it), nella cartella “Raccomandazioni di sicurezza”.

La raccomandazione in questione, indirizzata all'Aero Club d'Italia, suggerisce quanto segue: «Le vigenti disposizioni nazionali relative allo svolgimento delle manifestazioni aeree presentano, sotto il profilo della *safety*, delle criticità, sia per quanto concerne i requisiti richiesti ai piloti per la partecipazione alle stesse, sia per quanto concerne i requisiti che debbono avere i direttori di manifestazioni aeree. L'ANSV, alla luce degli elementi raccolti a seguito di inchieste su incidenti occorsi durante manifestazioni aeree ad aeromobili dell'aviazione civile e di un esame approfondito della normativa vigente in tema di manifestazioni aeree, raccomanda una rivisitazione complessiva, da effettuarsi preferibilmente in collaborazione con l'ENAC, sia dei requisiti previsti per poter svolgere la funzione di direttore di manifestazione aerea, sia dei poteri attribuiti allo stesso per inibire l'esibizione in volo a coloro che non siano in possesso, oltre che dei titoli aeronautici previsti, anche dei livelli di

professionalità richiesti per il tipo di manovre da effettuare.».

Il sistema dei soccorsi presente sul campo di esibizione si è dimostrato pronto ed efficace, intervenendo con tempismo, sia per l'inabissamento dell'I-LOVI, sia per l'ammarraggio dell'I-AMEL.

Livello di addestramento dei piloti della pattuglia QBR.

Il programma presentato dalla pattuglia QBR prevedeva figure e forme di volo certamente basiche e senza uno sviluppo verticale delle stesse. La stessa formazione a specchio, pur spettacolare, non richiede un addestramento al volo in formazione o acrobatico particolarmente avanzato. L'addestramento sostenuto dalla pattuglia e la pregressa esperienza maturata dai singoli piloti risultavano adeguati, anche alla luce delle testimonianze acquisite, per l'effettuazione del programma presentato.

L'addestramento effettuato sull'aviosuperficie di Sassuolo durante l'autunno e l'inverno precedenti l'incidente è stato svolto, come riferito all'ANSV, in condizioni ambientali generalmente meno favorevoli rispetto a quelle presenti durante la manifestazione "Spiaggia d'argento".

Velivolo RV8 marche I-LOVI: aspetti tecnici.

Considerate le testimonianze acquisite relative al rifornimento effettuato presso le rispettive aviosuperfici di appartenenza (154 l per il velivolo RV8) e considerata l'attività di volo svolta (2h 13') dall'ultimo rifornimento effettuato, il velivolo I-LOVI, al momento dell'incidente, aveva una quantità di carburante a bordo prossima ai 75 l.

Considerata l'assenza di bagaglio a bordo ed il peso a vuoto dell'aeromobile pari a 511 kg, al momento dell'incidente il velivolo I-LOVI presentava un peso prossimo ai 656 kg (511 kg di peso a vuoto + 90 kg peso del pilota + 55 kg peso del carburante), quindi inferiore a quello massimo consentito per l'effettuazione di attività acrobatica (726 kg).

Il velivolo I-LOVI era equipaggiato in maniera idonea all'effettuazione del volo acrobatico, in particolare per il volo rovescio; riguardo a tali sistemi installati a bordo, non risultano evidenze di malfunzionamenti degli stessi precedentemente al volo e durante lo stesso. In particolare, il selettore carburante, trovato selezionato sul serbatoio sinistro, consentiva all'aeromobile il pescaggio di carburante dall'unico serbatoio modificato, per consentire l'alimentazione del motore in volo rovescio. Il posizionamento del comando *throttle* sul *fuel servo* potrebbe essersi modificato a seguito dell'impatto con la superficie del mare. Stante la direzione di impatto dell'I-LOVI, frontale con la superficie del mare, la leva della *throttle* si sarebbe eventualmente dovuta spostare in avanti, accentuando in tal modo la sua apertura. L'apertura di questo comando, misurata

sui leverismi presenti sul *fuel servo*, è di circa 12° sui 70° di apertura massima, rispondente a una potenza motore prossima ad IDLE, non sufficiente al sostentamento in volo e non coerente con i dati registrati dall'*Engine Monitor* (2810 RPM, 21 inHg di MAP) e con l'analisi audio del video dell'I-LOVI (2810 RPM). I dati di cui sopra sono indicativi di una potenza applicata prossima al 70% (126 hp).

La posizione non coerente del comando *throttle* con i dati registrati fino a pochi secondi prima della collisione, potrebbe essere dovuta all'impatto fra la leva *throttle* e parti della cabina al momento dell'impatto o, altrimenti, all'involontaria riduzione da parte del pilota nella fase in cui avviene l'arretramento di corpo e braccia, corrispondente all'inizio della caduta dell'aeromobile.

L'arretramento della mano sui comandi motore spiegherebbe anche la riduzione degli RPM avvenuta contemporaneamente all'inizio della caduta del velivolo. La conformazione del gruppo manette consente infatti a mano e dita di agire sia sulla *throttle* sia sul comando RPM con relativa facilità.

Il comando della *mixture*, in posizione a circa 70% della massima apertura (*full rich*), sembrerebbe invece essere compatibile con i dati registrati dall'EM: le temperature cilindri registrate (circa 335 °F), MAP (21 inHg) e EGT (circa 1420 °F).

A differenza del comando *throttle* e RPM, quest'ultimo è di più difficile azionamento, nel caso di arretramento della mano posta sul gruppo manette motore.

Attraverso la sincronizzazione dei tempi fra l'audio/video dell'I-LOVI e dell'*Engine Monitor* è stato possibile appurare come i dati di quest'ultimo cessino di essere registrati, in maniera istantanea, 3,5 secondi prima della collisione fra i due velivoli.

È ragionevole ipotizzare quale causa del termine della registrazione la collisione fra i due velivoli ed in particolare i danni arrecati dalle eliche dell'I-AMEL alla zona del pannello portastrumenti dell'I-LOVI.

La ditta costruttrice dell'EM ha chiarito che i dati vengono presentati in tempo reale al pilota, mentre è possibile che si verifichi una latenza nel passaggio degli stessi dati dal *buffer* dell'apparato al salvataggio dei stessi sulla memoria solida. Questa latenza può arrivare ad alcuni secondi ed è direttamente proporzionale alla quantità di dati che l'EM si trova ad elaborare in quel momento ed alla frequenza con cui i dati vengono campionati. Sull'apparato in questione, il campionamento dati era stato selezionato dal pilota e proprietario sulla frequenza più elevata disponibile (tre campionamenti al secondo); è quindi ipotizzabile che l'assenza di registrazione di dati da circa 3 secondi prima della collisione sia dovuta a questa latenza nel passaggio dati dal *buffer* alla memoria solida dell'EM.

I dati registrati dall'EM e relativi alle fasi immediatamente precedenti la collisione sono coerenti con un regime motore di 2810 giri, una velocità di 130/135 nodi e una *throttle* con

apertura pari a circa il 70% di potenza motore.

Il dato di *fuel press* che scende da 25 a 14,6 PSI è comunque superiore alla pressione minima riportata nei documenti di certificazione del motore (14 PSI), richiesta dal *fuel servo* per garantire una idonea portata di carburante agli iniettori nel caso di massimo flusso carburante/potenza richiesta.

L'analisi del file audio ha consentito di determinare sostanzialmente tre elementi: l'interruzione della registrazione dati EM circa 3,5 secondi prima della collisione, il calo di giri da 2810 a 2520 circa 1 secondo prima della collisione, l'assenza di segnali di malfunzionamento precedenti a tale calo a carico del motore e della pompa carburante installata sullo stesso.

Del primo elemento si è discusso precedentemente.

Riguardo al calo di giri, esso si verifica nel momento in cui il velivolo passa da g negativi a positivi ed è contemporaneo all'arretramento del corpo e braccia del pilota. Per le considerazioni fatte sopra, è ragionevolmente ipotizzabile che il calo di giri sia ricollegabile ad un arretramento del comando RPM, portato indietro, probabilmente insieme al comando *throttle*, dall'arretramento involontario della mano sinistra.

Pilota velivolo I-LOVI: aspetti medico-legali.

Grazie alla visione dei due video recuperati dalla memoria della videocamera presente nell'abitacolo dell'I-LOVI è stato possibile vedere come la posizione in volo rovescio sia stata tenuta per circa 26 secondi; durante i primi 21 secondi, il pilota dell'I-LOVI ha costantemente mosso la testa, effettuato *scanning* visivo sugli strumenti ed all'esterno del velivolo, agito sui comandi per le correzioni del caso.

Un diverso atteggiamento emerge invece negli ultimi 5 secondi prima della collisione: lo sguardo appare fisso verso l'esterno del velivolo, associato ad una generale mancanza di espressività del volto, nessuna apparente reazione dall'inizio della perdita di quota, virata e collisione.

In particolare, manca qualsiasi reazione emotiva durante la perdita di quota.

È opportuno ricordare che in volo invertito i comandi di volo vengono tenuti in posizione centrata (pedaliera) e la barra di comando in avanti per acquisire, attraverso l'equilibratore, un assetto di alcuni gradi in *nose up* e sostenere in tal modo aerodinamicamente un velivolo come lo RV8, con profilo alare fortemente asimmetrico, in volo rovescio. Mancando un comando trim dei comandi di volo, tale assetto va costantemente tenuto dal pilota con una continua pressione sui comandi; un rilascio della barra di comando dalla posizione a picchiare porta il velivolo ad un abbassamento del muso e ad una perdita di quota.

Una perdita di quota così repentina non è spiegabile con l'abbassamento degli RPM (da 2810 a 2520); quest'ultimo,

qualora non fosse stato comandato volontariamente o meno dal pilota, ma fosse stato il frutto di una inefficienza intervenuta sul velivolo, sarebbe stato contrastabile attraverso l'applicazione di comando ulteriormente in avanti a picchiare, una deflessione ulteriore dell'equilibratore e conseguente guadagno di quota ed aumento di separazione verticale fra il velivolo in volo rovescio e quello sottostante.

Dalle fotografie e dai filmati disponibili è possibile notare come le superfici di comando del velivolo I-LOVI, nel momento in cui inizia la caduta e la rotazione, siano coerenti con l'abbassamento del muso velivolo e conseguente perdita di quota (equilibratore in posizione neutra, allegato "A", foto 13) e manovra di "chiusura" effettuata dal velivolo I-LOVI verso l'I-AMEL (deflessione positiva dell'alettone destro e negativa del sinistro, allegato "A", foto 13).

Il pilota I-LOVI praticava il volo rovescio spesso ed aveva, a detta degli altri membri della pattuglia, sviluppato una spiccata familiarità con questa forma di volo. Le modalità di interruzione o conclusione della figura, discusse e concordate con l'altro pilota ed esercitate durante l'addestramento della pattuglia, prevedevano comunicazioni verbali, arretramento del velivolo I-AMEL, rimessa dal volo rovescio del velivolo I-LOVI senza perdita di quota da parte di quest'ultimo.

Una manovra di rottura della formazione, qualora fosse stata effettuata coscientemente dal pilota, realizzata in maniera così improvvisa, senza alcuna comunicazione, con una sensibile perdita di quota pur sapendo della ridotta separazione verticale con il velivolo sottostante, non pare coerente con l'addestramento ricevuto, con la familiarità da parte del pilota dell'I-LOVI con questa forma di volo, con le modalità concordate ed esercitate (almeno 50 prove effettuate per la formazione "a specchio") per l'interruzione o termine della stessa.

Riguardo alle condizioni fisiche del pilota dell'I-LOVI, i dati a disposizione consistono, essenzialmente, nelle risultanze dell'autopsia e nel parere del collegio medico, rilasciato, su richiesta dell'ANSV, per avere una valutazione in ordine all'accettabilità del tracciato dell'ECG (effettuato in occasione dell'ultima visita per il rinnovo del certificato medico di classe seconda) ed alla sospetta "amimicità" del pilota.

L'autopsia ha rilevato che il pilota era affetto da cardiopatia complessa consistente in "miocardiopatia ipertrofica" e "coronaria discendente anteriore intramiocardica", idonee a determinare improvviso scadimento della validità psicofisica. L'ipertrofia miocardica è stata verosimilmente determinata da una importante ipertensione arteriosa sistemica, che, se non trattata, è in grado di causare "malori" per eccessi ipertensivi

legati a condizioni di particolare stress o a particolari posture assunte (come quella a “testa in giù”).

La presenza della coronaria discendente anteriore intramiocardica può causare la morte improvvisa del soggetto quando ricorrano determinati presupposti individuati dalla scienza medica.

Secondo la relazione medico-legale il quadro clinico delineato era idoneo a determinare un improvviso scadimento della validità psicofisica del pilota, con conseguente possibile perdita di controllo dell’aeromobile.

La figura a “specchio”, effettuata durante la prima effettuazione del programma della pattuglia in una manifestazione aerea, certamente presentava per il pilota un fattore di stress elevato, unito ad una postura sicuramente disagiata, ancorché lungamente esercitata: quindi erano presenti i fattori di rischio potenzialmente in grado di causare i “malori” richiamati nella relazione medico-legale. In un contesto come quello testé delineato, un “malore” potrebbe aver compromesso, sia pure temporaneamente, le facoltà percettive e cognitive del pilota. L’ipotesi di un “malore” sopravvenuto negli ultimi secondi di volo rovescio appare peraltro coerente con le risultanze provenienti dai filmati (mancanza di reazione alla perdita di quota e rotazione) e con la possibile non volontaria azione sui comandi di volo (rilascio della posizione della *cloche* e parziale arretramento degli RPM e della *throttle*).

L’ipotesi di morte improvvisa non risulta invece suffragata dalle evidenze disponibili: la causa della morte del pilota dell’I-LOVI è dipesa infatti da annegamento successivo alla caduta in acqua.

A seguito di preciso quesito formulato dall’ANSV in ordine alla possibilità di riscontrare, in occasione della visita medica per il rinnovo del certificato medico di classe seconda, le patologie evidenziate dall’autopsia, il collegio medico ha precisato che la scarsa progressione dell’onda R nelle precordiali destre rilevata dall’interpretazione sistematica del tracciato ECG non consente di affermare con certezza la presenza di patologie ad essa associabili, in assenza di una valutazione anamnestica e clinica del soggetto o comparazione con precedenti tracciati. Quindi, la diagnosi fatta dal medico AME di «ECG normale» non era incompatibile con l’analisi dello stesso ECG, al quale il suddetto medico AME aveva ragionevolmente dato una interpretazione di mera variante fisiologica, priva di significato patologico, verosimilmente in virtù di altri elementi clinico-strumentali e anamnestici derivanti dalla visita medica effettuata.

Per quanto concerne invece la sospetta “amimicità” del viso del pilota dell’I-LOVI, l’analisi per singoli fotogrammi (60 per ogni secondo) del video ad alta definizione del velivolo I-LOVI, effettuata sugli ultimi secondi di volo rovescio fino alla collisione, confermano una staticità di espressione facciale e una fissità dello sguardo, che contrastano con quelli invece presenti

nei primi 20 secondi circa in volo rovescio.

Durante la rotazione antioraria precedente la collisione, il corpo ed il capo del pilota non vengono sostenuti dallo stesso all'interno della rotazione stessa, come istintivamente un pilota tende a fare e come lo stesso pilota dell'I-LOVI aveva fatto nella prima rotazione, dove, da volo livellato dritto, si era portato in volo rovescio. Il corpo ed il capo tendono invece ad adagiarsi sul lato cabina esterno alla rotazione che l'aeroplano sta effettuando, in maniera appunto anti-istintiva.

La reazione espressiva identificata al momento dell'impatto sembra piuttosto essere dovuta al forte impatto fra i due velivoli ed alla deformazione conseguente non solo dei tessuti molli del viso del pilota dell'I-LOVI, ma anche dei tessuti visibili del braccio destro, deformazioni coerenti con la direzione di impatto e confermate dalla proiezione verso destra ed in alto del capo del pilota nei due fotogrammi relativi all'impatto fra i due velivoli, prima che l'elica del velivolo I-AMEL colpisse la videocamera interna all'abitacolo dell'I-LOVI.

Proprio con riferimento agli accertamenti necessari per la effettuazione del volo acrobatico, l'ANSV ha ritenuto opportuno emanare, nel 2015, una raccomandazione di sicurezza (ANSV-2/SA/1/15), che è stata pubblicata nel sito web dell'ANSV (www.ansv.it), nella cartella "Raccomandazioni di sicurezza".

La raccomandazione in questione, indirizzata all'ENAC, suggerisce quanto segue: «Alla luce [*omissis*] delle evidenze acquisite dall'ANSV in occasione di alcune inchieste di sicurezza relative ad incidenti in cui sono deceduti piloti impegnati nello svolgimento di attività di volo acrobatico, si raccomanda di prevedere, per i piloti che intendano conseguire l'abilitazione al volo acrobatico o che siano già titolari della stessa, l'effettuazione dell'accertamento sanitario secondo i dettami stabiliti dal regolamento AC con, in aggiunta, almeno i seguenti accertamenti specialistici: 1) elettrocardiogramma da sforzo (in occasione della visita medica per il conseguimento dell'abilitazione al volo acrobatico e successivamente ad ogni visita medica di rinnovo/riconvalida del certificato medico); 2) esame clinico, da parte di uno specialista otorinolaringoiatra, della funzionalità vestibolare ed effettuazione delle relative prove caloriche (alla visita medica per il conseguimento dell'abilitazione al volo acrobatico e successivamente, ad ogni visita medica di rinnovo/riconvalida del certificato medico).

Al fine di cui sopra si raccomanda conseguentemente all'ENAC di presentare con la massima urgenza all'EASA una richiesta di deroga coerente con le indicazioni sopra riportate, così come consentito dall'art. 14 del regolamento CE n. 216/2008 e successive modificazioni.».

Cause

La causa dell'incidente è verosimilmente attribuibile ad una incapacitazione del pilota ai comandi del velivolo I-LOVI,

probabilmente temporanea, intervenuta nei secondi precedenti la collisione. Tale incapacitazione ha fortemente influenzato le capacità percettive, cognitive e di pilotaggio del pilota, causando il rilassamento involontario degli arti sui comandi di volo, la conseguente modifica di assetto del velivolo e la collisione con il velivolo sottostante.

Raccomandazioni di sicurezza

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, l'ANSV non ritiene necessario emanare raccomandazioni di sicurezza aggiuntive a quelle già emanate e riportate nell'analisi della presente relazione d'inchiesta.

Elenco allegati

Allegato "A":	documentazione fotografica.
Allegato "B":	figure.
Allegato "C":	fotogrammi estratti dai filmati.

Nei documenti riprodotti in allegato è salvaguardato l'anonimato delle persone coinvolte nell'evento, in ossequio alle disposizioni dell'ordinamento vigente in materia di inchieste di sicurezza.

Sequenza fotografica collisione in volo



Foto 1.



Foto 2.



Foto 3.



Foto 4.



Foto 5.



Foto 6.



Foto 7.



Foto 8.



Foto 9.



Foto 10.



Foto 11.



Foto 12: I-LOVI in volo livellato rovescio (deflessione equilibratore a picchiare).



Foto 13: I-LOVI (caduta muso e inizio rotazione: alettoni a ruotare, equilibratore in posizione neutra).



Foto 14: I-LOVI (danneggiamenti cofanatura superiore motore, pilota vincolato e con testa appoggiata a bordo cabina destro).



Foto 15: recupero relitto principale velivolo I-LOVI.



Foto 16: relitto principale velivolo I-LOVI.



Foto 17: deformazioni bordo di attacco semiala destra velivolo I-LOVI.

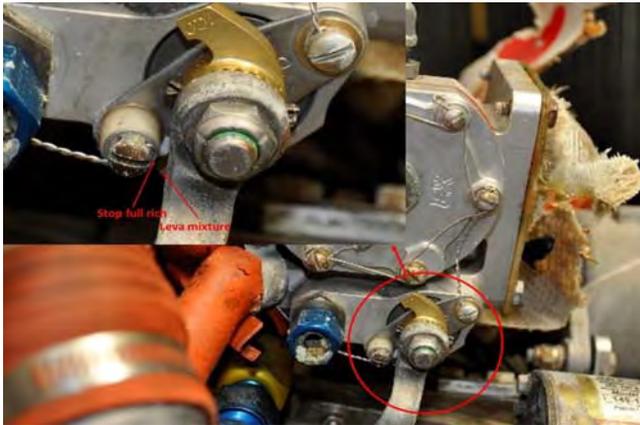


Foto 18: I-LOVI, apertura comando *mixture*.

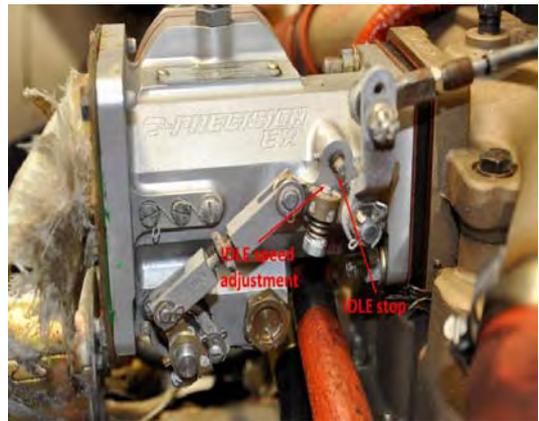


Foto 19: I-LOVI, apertura comando *throttle*.



Foto 20: I-LOVI, posizione selettore serbatoio carburante.



Foto 21: I-LOVI, serbatoio carburante sinistro.



Foto 22: I-LOVI, posizionamento *Engine Monitor*.



Foto 23: I-LOVI, posizionamento videocamera.



Foto 24: gruppo manetta uguale a quello montato sull'I-LOVI.



Foto 25: apertura contenitore acqua demineralizzata.



Foto 26: apertura e separazione schede registratore I-LOVI.

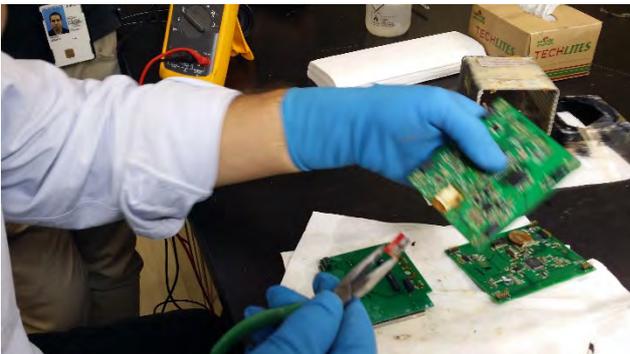


Foto 27: rimozione memoria solida.



Foto 28: memoria solida rimossa dal registratore I-LOVI.

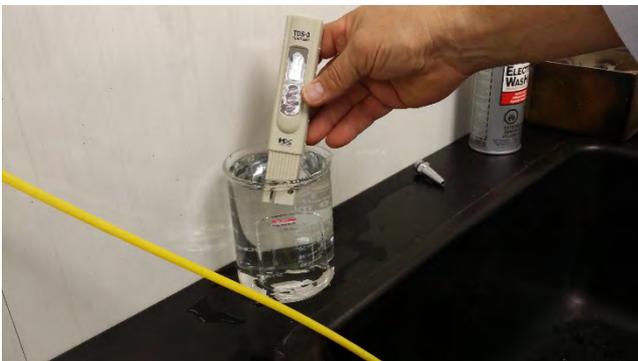


Foto 29: verifica rilascio contaminanti memoria solida.



Foto 30: asciugatura memoria e schede.



Foto 31: apparato "read only" per lettura memoria solida.



Foto 32: lettura dati memoria solida.



Foto n. 33: I-AMEL, ribaltamento durante ammaraggio. Foto 34: I-AMEL, danni bordo di attacco semiala sin.



Foto 35: I-AMEL, danni frontali e danneggiamento pale. Foto 36: I-AMEL, posizionamento videocamera.



Foto 37: I-AMEL, rimozione videocamera.



Foto 38: I-AMEL, videocamera.



Figura 1: area esibizione manifestazione aerea” Spiaggia d’argento”.

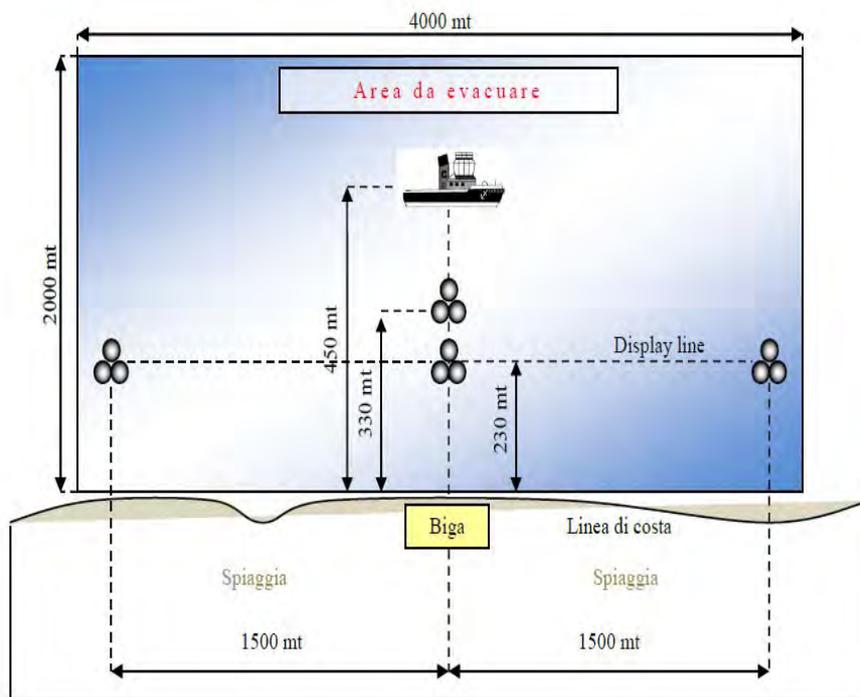


Figura 2: area oggetto di NOTAM e restrizioni da parte Capitaneria di porto (tratta dal *Manuale di Supporto per le Manifestazioni delle Freccie Tricolori* – vers. 2015).

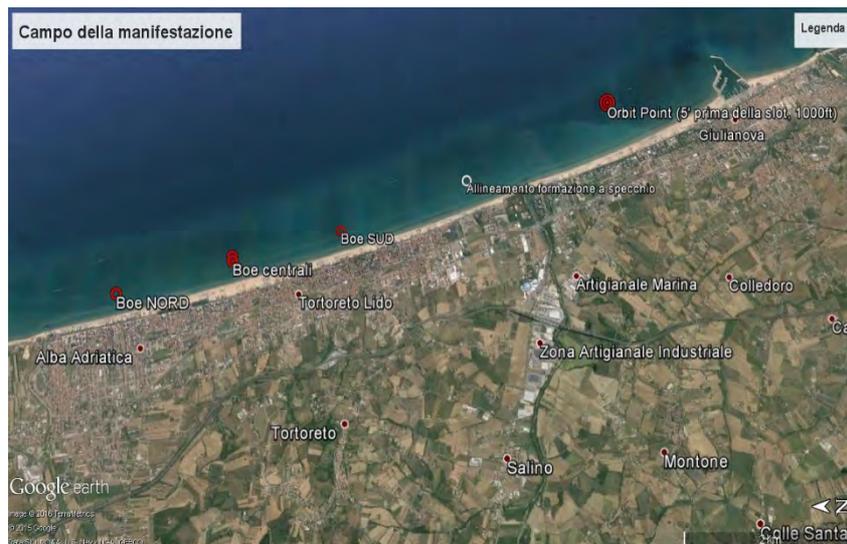
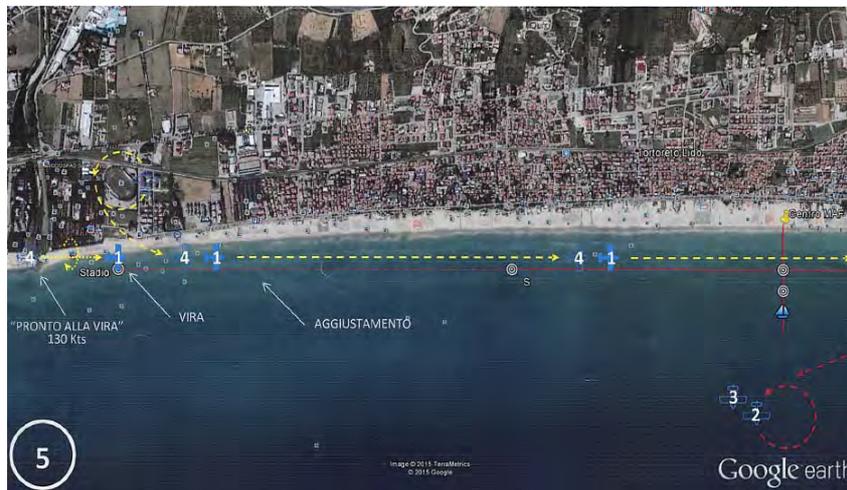


Figura 3: posizionamento *Orbit Point* rispetto alla *display line*.



SPECCHIO

Figura 4: figura “a specchio”, n. 5 del programma pattuglia “Quei Bravi Ragazzi”.

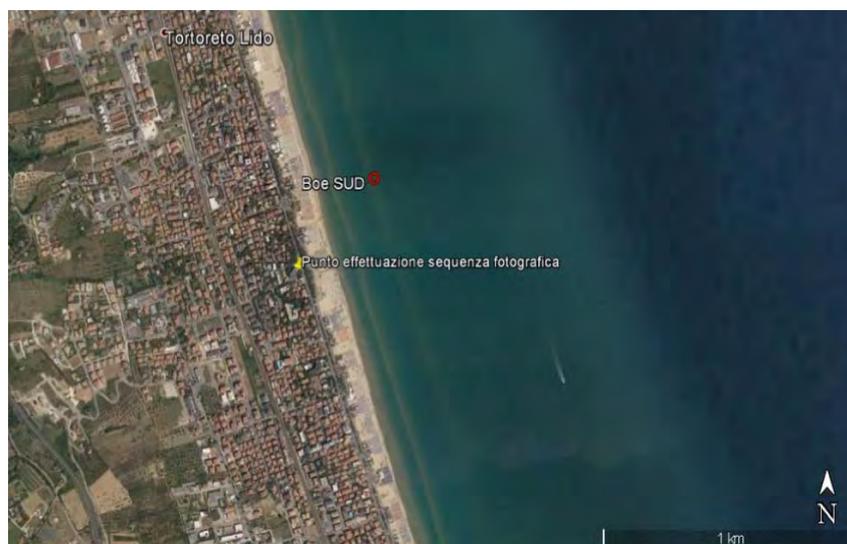


Figura 5: posizione ripresa sequenza fotografica incidente.

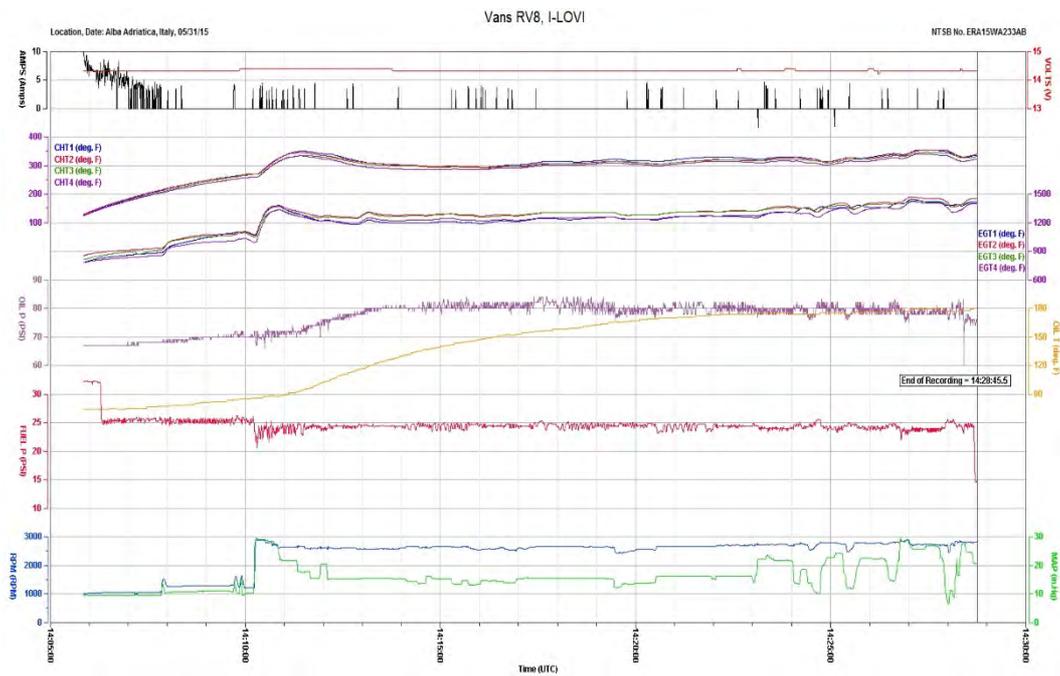


Figura 6: I-LOVI, parametri EM intero volo.

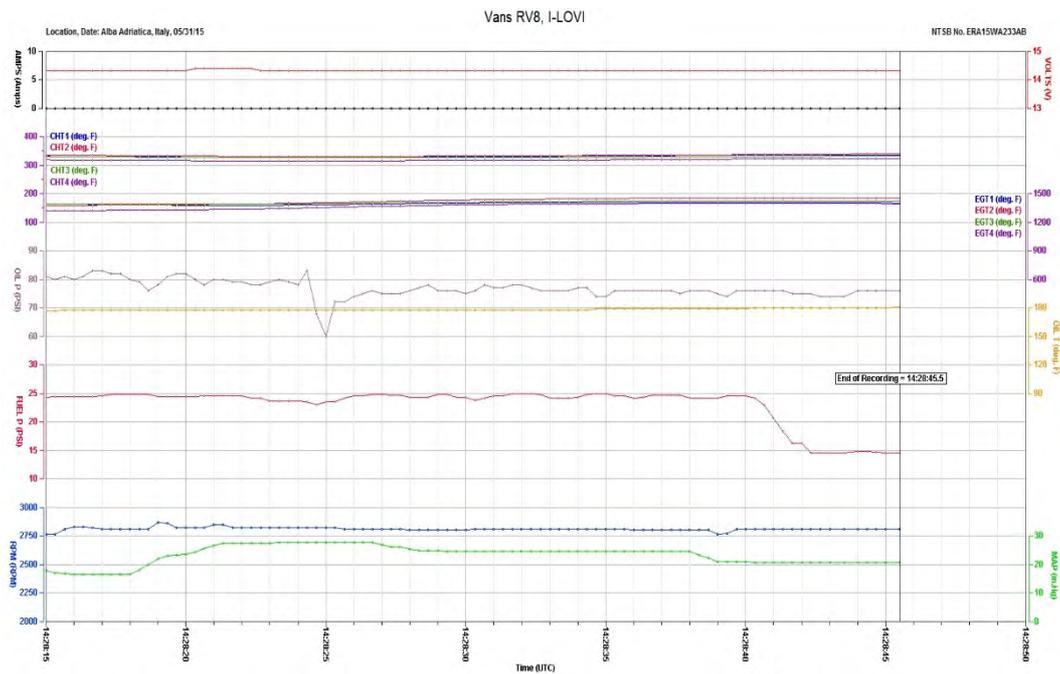


Figura 7: I-LOVI, parametri EM ultimi 30 secondi.

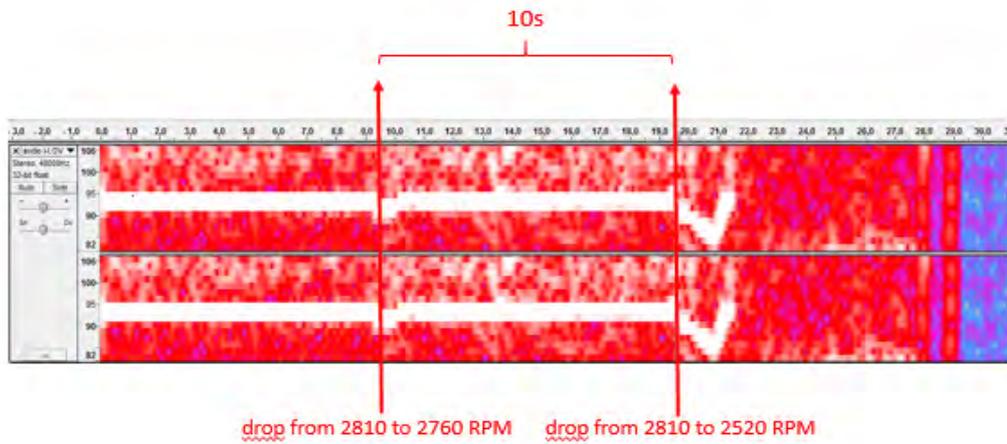


Figura 8: I-LOVI, analisi audio RPM fino ad impatto, filmato videocamera.

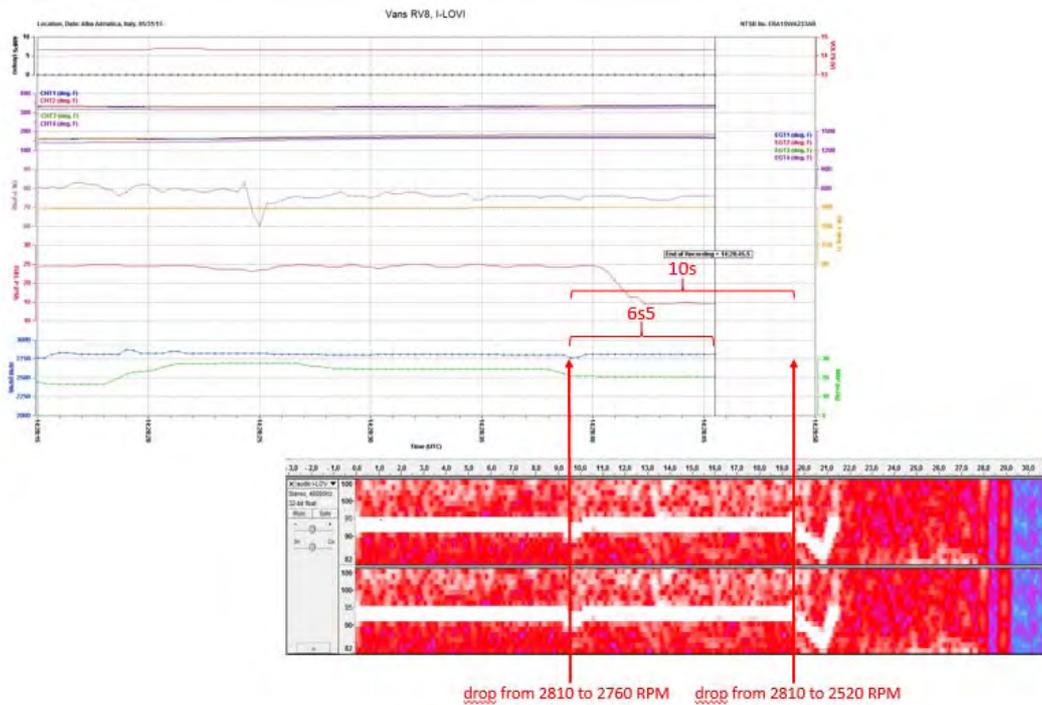


Figura 9: I-LOVI, sincronizzazione parametri EM ultimi 30 secondi ed analisi audio RPM.

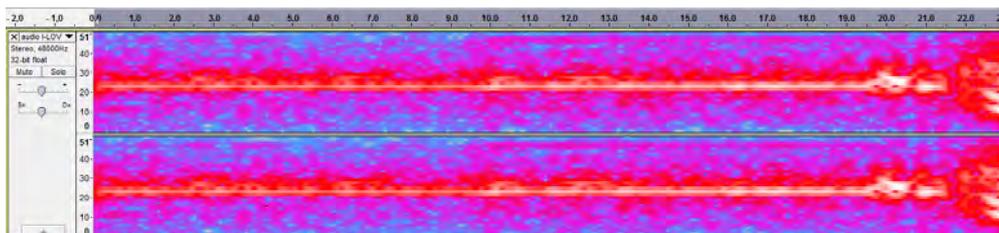


Figura 10: I-LOVI, analisi audio pompa carburante fino ad impatto.

Fotogrammi estratti da filmati

Manovra di scampo I-AMEL



Fotogramma 1.



Fotogramma 2.



Fotogramma 3.



Fotogramma 4.

Caduta in acqua I-LOVI



Fotogramma 5.



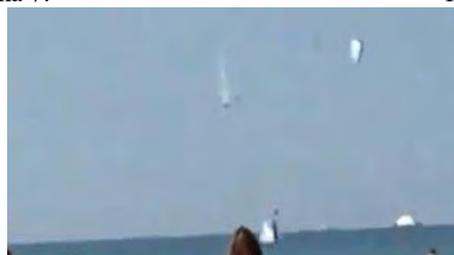
Fotogramma 6.



Fotogramma 7.



Fotogramma 8.



Fotogramma 9.



Fotogramma 10: I-LOVI, deflessione *down* alettone destro.



Fotogramma 11: I-LOVI, deflessione *up* alettone sinistro.