

# **RELAZIONE D'INCHIESTA**

**INCIDENTE OCCORSO ALL'AEROMOBILE  
ASW 27-18E marche D-KGSA,  
località Fiamignano (RI),  
9 agosto 2009**

## INDICE

INDICE	1
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA TECNICA	3
PREMESSA	4
CAPITOLO I - INFORMAZIONI SUI FATTI	5
1.1. STORIA DEL VOLO	5
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE	6
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE	6
1.4. ALTRI DANNI	6
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE	6
1.5.1. Equipaggio	6
1.5.2. Esperienza di volo	7
1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE	7
1.6.1. Caratteristiche tecniche generali	7
1.6.2. Dati tecnico-amministrativi	8
1.6.3. Gestione tecnica	8
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE	8
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE	9
1.9. COMUNICAZIONI	9
1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO	10
1.11. REGISTRATORI DI VOLO	10
1.11.1. Descrizione apparati e condizioni di ritrovamento	10
1.11.2. Operazioni di scarico dei dati	11
1.11.3. Analisi dei dati registrati	13
1.12. ESAME DEL RELITTO	17
1.12.1. Luogo dell'incidente	17
1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami	17

1.12.3. Esame del relitto	18
1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA	21
1.14. INCENDIO	21
1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA	22
1.15.1. Sistema cinture di sicurezza	22
1.15.2. Emergency Locator Transmitter (ELT)	23
1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE	24
1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI	24
1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	24
1.18.1. Tracciato di volo di altri piloti in gara	24
1.18.2. Esecuzione della pesata prima del volo	25
1.18.3. Centro di gravità in volo, velocità di stallo, raggio minimo di virata	26
1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI	28
CAPITOLO II - ANALISI	29
2. IPOTESI DI BASE SULLA DINAMICA DELL'EVENTO	29
2.1. AMBIENTE	31
2.2. MACCHINA	31
2.3. UOMO	33
CAPITOLO III - CONCLUSIONI	36
3.1. EVIDENZE	36
3.2. CAUSA PROBABILE E FATTORI CONTRIBUTIVI	37
CAPITOLO IV - RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA	38
4.1. RACCOMANDAZIONI	38
4.2. RACCOMANDAZIONE ANSV-7/994-9/1/A/10	38

## **OBIETTIVO DELL'INCHIESTA TECNICA**

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

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

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

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

***“Le relazioni e i rapporti d'inchiesta e le raccomandazioni di sicurezza non riguardano in alcun caso la determinazione di colpe e responsabilità”*** (art. 12, comma 4, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66), ma hanno il solo scopo di fornire insegnamenti idonei a prevenire futuri incidenti.

L'inchiesta in questione è precedente all'entrata in vigore del regolamento (UE) n. 996/2010.

## **PREMESSA**

L'incidente si è verificato il giorno 9 agosto 2009, alle ore 12.30 UTC (14.30 locali), nei pressi di Fiamignano (RI), ed ha interessato il motoalante ASW27-18E marche di immatricolazione D-KGSA. Il motoalante, che partecipava ad una competizione, è precipitato al suolo, causando la morte del pilota, cittadino austriaco ed unico occupante.

L'apparato FLARM (sistema anti collisione), installato a bordo, ha permesso di accertare che negli istanti antecedenti l'impatto il motoalante stava seguendo un volo in spirale nel tentativo di sfruttare una corrente ascensionale.

L'Agenzia è venuta a conoscenza dell'evento il giorno stesso dell'incidente.

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo, ai sensi dell'art. 827 del codice della navigazione, ha condotto l'inchiesta tecnica in conformità con quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (Chicago, 1944).

# **CAPITOLO I**

## **INFORMAZIONI SUI FATTI**

### **1.1. STORIA DEL VOLO**

Il 9 agosto 2009 l’Agenzia nazionale per la sicurezza del volo ha ricevuto la notifica che il motoalante marche d’immatricolazione D-KGSA risultava disperso mentre partecipava alla gara “Coppa Internazionale del Mediterraneo”, competizione organizzata dalla Federazione italiana volo a vela (nel seguito FIVV) ed autorizzata con ordinanza ENAC n.18/09.

In particolare, il motoalante era decollato dall’aeroporto di Rieti alle ore 13.19 locali per una delle gare della suddetta competizione (day 5).

Alle ore 14.30, orario che come si vedrà nel seguito è stato identificato grazie alla decodifica dell’apparato FLARM di bordo (sistema anti collisione), il motoalante precipitava al suolo, causando la morte del pilota, cittadino austriaco ed unico occupante.

Alle ore 19.15 locali, il direttore di gara, constatato il mancato rientro del motoalante, avviava le procedure di ricerca e soccorso.

Le attività di soccorso sono state coordinate dal servizio SAR (Search and Rescue) dell’Aeronautica militare ed alle ricerche hanno partecipato fino a cinque elicotteri, di cui uno del SAR dell’Aeronautica militare, due del Corpo forestale dello Stato, uno dei Vigili del fuoco ed uno della Protezione civile.

Le ricerche sono proseguite fino al giorno 12 agosto, quando il relitto del motoalante è stato avvistato tra le montagne nelle vicinanze di Fiamignano (RI), in un’area impervia e di difficile accesso via terra.

Ad individuare la posizione del relitto ha contribuito la ricostruzione del tracciato di volo del motoalante D-KGSA, desunta dagli apparati FLARM di bordo installati sugli altri alianti che partecipavano alla gara.

L’ANSV, che era in contatto con i responsabili di gara, è stata prontamente informata del ritrovamento del relitto alle ore 15.30 circa del giorno 12 agosto ed è stato possibile coordinare con i Vigili del fuoco di Ciampino l’immediato trasporto in elicottero dell’investigatore incaricato direttamente sul luogo dell’incidente.

## 1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

<i>lesioni</i>	<i>equipaggio</i>	<i>passengeri</i>	<i>altri</i>
mortali	1	0	-
gravi	0	0	-
lievi/nessuna	0	0	-

## 1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

Il motoaliante è andato completamente distrutto.

## 1.4. ALTRI DANNI

L'incidente non ha prodotto danni a terzi in superficie.

## 1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

### 1.5.1. Equipaggio

Pilota: età 45 anni, maschio, nazionalità austriaca.

Licenza di pilotaggio: licenza di pilota di aliante in corso di validità n. 14.759 emessa in data 21.11.1991 dall'Autorità per l'aviazione civile austriaca.

Abilitazioni: tutti i tipi di aliante; trasporto di un passeggero; traino e decollo autonomo con motoaliante.

Visita medica: visita medica di seconda classe in corso di validità.

### **1.5.2. Esperienza di volo**

Non è stato possibile rinvenire il libretto di volo del pilota. In ogni caso, sulla base delle informazioni acquisite tramite il National Safety Office (Gliding Section) austriaco e tramite i libretti di volo degli alianti utilizzati dal pilota negli ultimi mesi, è stato possibile ricostruire con buona approssimazione l'esperienza di volo del pilota, come di seguito indicato.

Ore di volo totali: 918h 44'.

Ore totali sul tipo: 38h 5'.

Ultimi 6 mesi sul tipo: 38h 5'.

Si evidenzia che il pilota, nei sei mesi precedenti il giorno dell'incidente, era passato dal pilotaggio di alianti della classe 15 metri (in particolare, modello Alexander Schleicher ASW 28) a quelli della classe 18 metri (modello Alexander Schleicher ASW 27-18E).

Le ore accumulate sulla classe 18 metri sono state totalizzate volando esclusivamente sul motoalante marche d'immatricolazione D-KGSA.

Il pilota aveva inoltre partecipato ad altre competizioni ed in particolare:

- Austrian Nationals 2009, su modello ASW 28;
- AAC Alpe Adria Cup 2008, su modello ASW 28;
- Austrian Nationals 2007, su modello ASW 28;
- Austrian Nationals 2004, su modello ASW 28;
- Austrian Nationals 2003, su modello LS4.

## **1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE**

### **1.6.1. Caratteristiche tecniche generali**

Il motoalante marche D-KGSA è un modello ASW 27-18E, di classe 18 metri, costruito dalla Alexander Schleicher GmbH & Co.

Il modello, anche identificato in termini commerciali ASG29E, è un monoposto equipaggiato con motore SOLO 2350, avente massa massima al decollo di 600 kg.

Il motoalante in questione, costruito nel 2007, ha volato come aeromobile di prova nel periodo dal 16.1.2007 al 17.3.2009 con un "EASA permit to fly", in attesa di rilascio del "Type Certificate".

In data 17.3.2009 è stato rilasciato il certificato di conformità aeromobile (Aircraft Statement of Conformity), in accordo al "Type Certificate" n. EASA.A.220 issue 02, mentre

in data 6.4.2009 il motoalante marche D-KGSA è stato immatricolato come modello ASW 27-18E e nella stessa data è stato rilasciato il relativo certificato di navigabilità.

Si evidenzia quindi che le ore di volo totali riportate nel seguito sono quelle accumulate a partire dalla data di costruzione.

#### **1.6.2. Dati tecnico-amministrativi**

Marche di immatricolazione:	D-KGSA.
Tipo di aeromobile:	ASW 27-18E.
Costruttore:	Alexander Schleicher GmbH & Co.
Numero di costruzione:	29502.
Anno di costruzione:	2007.
Certificato di navigabilità:	N. 35275 (emesso il 6.4.2009).
Motore:	SOLO 2350, S/N 909.
Elica:	Schleicher AS2F1-3/L100-56-N2, S/N 2510.
Massa massima al decollo:	600 kg.
Carico alare massimo:	57,1 kg/m <sup>2</sup> .
Ore totali motoalante:	544h 4'.

Le ore di volo sopra indicate sono state desunte dal libretto del motoalante, le cui registrazioni arrivano fino al giorno 26.7.2009 e non tengono quindi conto degli eventuali ulteriori voli effettuati negli ultimi 14 giorni prima dell'incidente.

#### **1.6.3. Gestione tecnica**

Il programma di manutenzione del motoalante, riportato nel documento "Maintenance Manual" sezione 7 (Periodic Inspections), prevede un'ispezione di tipo annuale obbligatoria. Tale ispezione, benché non fosse richiesta nel periodo in cui il motoalante ha volato con un "permit to fly", è stata comunque eseguita sia in data 3.7.2008 sia in data 17.3.2009.

### **1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE**

Le condizioni meteorologiche nella zona, all'orario dell'incidente, risultavano in fase di evoluzione, da una iniziale condizione di buona visibilità e vento lieve verso una condizione di peggioramento a causa di una perturbazione in arrivo dal versante adriatico. I bollettini segnalavano la presenza di temporali e fenomeni isolati di bassa visibilità in corrispondenza dei rilievi montuosi.

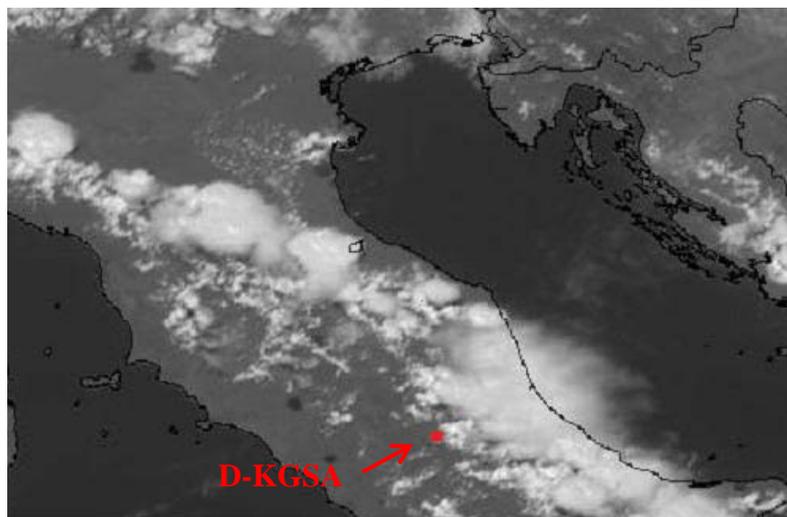


Foto n. 1: immagine satellitare ore 14.30 locali del 9.8.2009 indicante la posizione del relitto.

L'analisi dell'immagine satellitare scattata alle 14.30 locali del 9.8.2009 (foto n. 1), corrispondente ad ora e data dell'incidente, mostra che la posizione del relitto si trova proprio al confine della perturbazione in arrivo.

Si è inoltre acquisita la dichiarazione di uno dei piloti partecipanti alla gara che, sulla base di quanto determinato dal tracciato di volo dell'apparato FLARM installato sul proprio aliante, si trovava a meno di 4 km di distanza dal motoaliante D-KGSA al momento dell'incidente.

Il pilota ha dichiarato che: «l'altezza delle basi dei cumuli era superiore ai 2200 (QNH) e vi era una copertura di circa 5/6 ottavi. L'instabilità della massa d'aria era elevata ma, dove sono passato io, in prossimità del punto e del momento dell'incidente, non pioveva e ricordo di non aver visto fenomeni meteo pericolosi».

## **1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE**

Non pertinente (n.p.).

## **1.9. COMUNICAZIONI**

L'ordinanza ENAC 18/09, con cui è stato approvato lo svolgimento delle gare di volo a vela "Coppa Internazionale del Mediterraneo", prevede, all'articolo 8, un preciso riferimento alle comunicazioni radio durante le fasi di decollo e di atterraggio. In particolare è indicato che:

- durante le gare, i decolli e gli atterraggi degli aeromobili e degli alianti siano gestiti interamente dalla direzione di gara sulla frequenza 122.650 MHz;
- sia cura del direttore di gara, durante lo svolgimento delle gare, mantenere il continuo contatto radio con l'AFIU di Rieti sulla frequenza 123.050 MHz.

Per quanto riguarda le comunicazioni tra alianti in volo, il “Regolamento nazionale per le gare di volo a vela” della FIVV, nella sezione E (norme di sicurezza), par. E.1.8, prevede che:

- siano vietate le comunicazioni fra concorrenti ed altri aeromobili in volo, se non per ragioni di sicurezza;
- le comunicazioni tra concorrenti debbano essere limitate ed avere ad oggetto motivi di sicurezza.

La direzione di gara ha confermato che per la gara del giorno 9.8.2009 non esisteva alcuna registrazione di comunicazioni radio tra alianti in volo, né tra alianti e direzione di gara.

## **1.10. INFORMAZIONI SULL’AEROPORTO**

N.p.

## **1.11. REGISTRATORI DI VOLO**

### **1.11.1. Descrizione apparati e condizioni di ritrovamento**

In considerazione del fatto che il motoalante D-KGSA stava partecipando ad una competizione, risultavano installati a bordo i seguenti apparati non obbligatori:

- ZANDER Data Logger (P/N GP941, S/N 5EH): lo scopo unico dell’apparato è registrare alcuni parametri di volo per finalità sportive (foto n. 2);
- FLARM (P/N 231018-15000, S/N F79320): lo scopo dell’apparato è di costituire un sistema di avviso anti-collisione con altri alianti in volo; allo stesso tempo registra alcuni parametri di volo per finalità sportive (foto n. 3).

I parametri di volo registrati da entrambi gli apparati possono essere scaricati visualizzando il tracciato del volo effettuato unitamente al valore acquisito dai parametri stessi negli intervalli temporali dati dalla frequenza di registrazione.

Entrambi gli apparati presentavano, al ritrovamento, segni di danneggiamenti da impatto. In particolare il Data Logger è stato ritrovato dall’investigatore ANSV sotto il terreno.

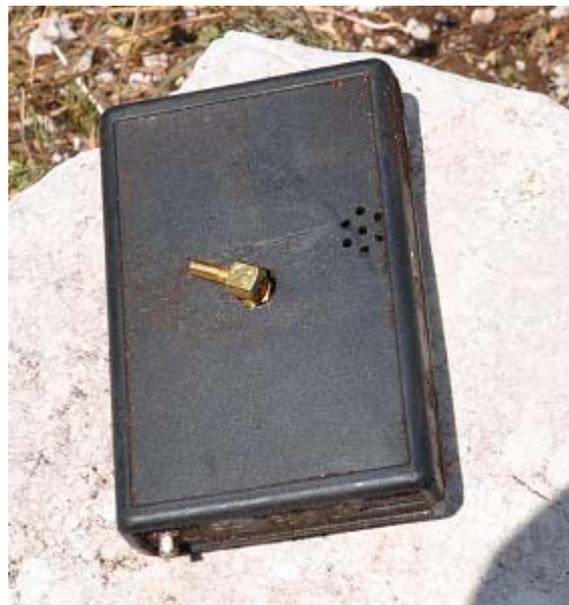


Foto n. 2: ZANDER Data Logger P/N GP941, S/N 5EH. Foto n. 3: FLARM P/N 231018-15000, S/N F79320.

### **1.11.2. Operazioni di scarico dei dati**

In data 14.8.2009 è stato eseguito, presso la sede della FIVV di Rieti, un primo tentativo di scarico dati collegando direttamente gli apparati ad un PC, con esito negativo.

In data 19.8.2009 si è proceduto al tentativo di scarico dati dell'apparato ZANDER Data Logger (P/N GP941, S/N 5EH) presso la società costruttrice ZANDER (Muhwinkl, Germania). In questa occasione sono stati effettuati, alla presenza di personale ANSV, vari interventi di officina, ed in particolare:

- tentativo di fornire energia al Logger attraverso una batteria esterna funzionante;
- accesso diretto al circuito della batteria dopo taglio dell'involucro metallico;
- identificazione del micro switch (P/N NAIS AV4444J) separato dal supporto, che dimostrava il suo intervento con l'avvenuta cancellazione della memoria. Infatti l'apparato è dotato di questo sistema di cancellazione della memoria per evitare la manomissione dei dati di gara, che interviene nel caso in cui si tenti di aprire l'involucro.



Foto n. 4: interventi di officina su apparato ZANDER.

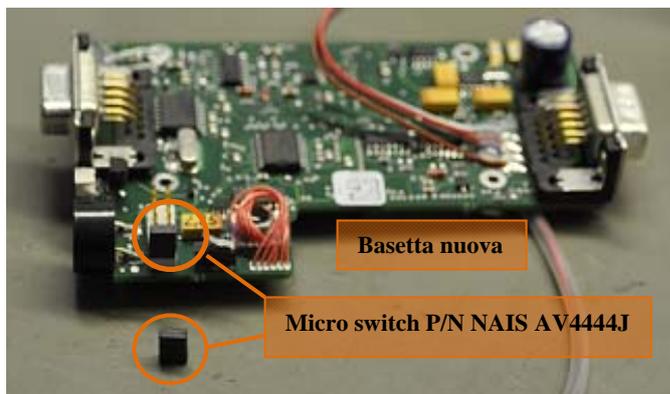


Foto n. 5: dettaglio micro switch P/N NAIS AV4444J.

I tentativi di scarico dei dati registrati dall'apparato ZANDER si sono quindi conclusi con esito negativo.

In data 20.8.2009 si è proceduto al tentativo di scarico dati dell'apparato FLARM (P/N 231018-15000, S/N F79320) presso la società costruttrice FLARM (Zurigo, Svizzera), tramite interventi di officina, di seguito riassunti:

- installazione di un display funzionante;
- alimentazione elettrica utilizzando un circuito gemello nuovo (S/N F65868, 0620911972);
- tentativo di scarico tramite memoria SD esterna, con esito negativo;
- connessione diretta del "chip" di memoria al circuito gemello; l'attività ha consentito di escludere il "chip" di memoria dalla propria circuiteria danneggiata, collegandolo direttamente ad un circuito funzionante; è stato quindi possibile lo scarico dei dati relativi agli ultimi tre voli registrati dall'apparato, compreso quello dell'incidente.

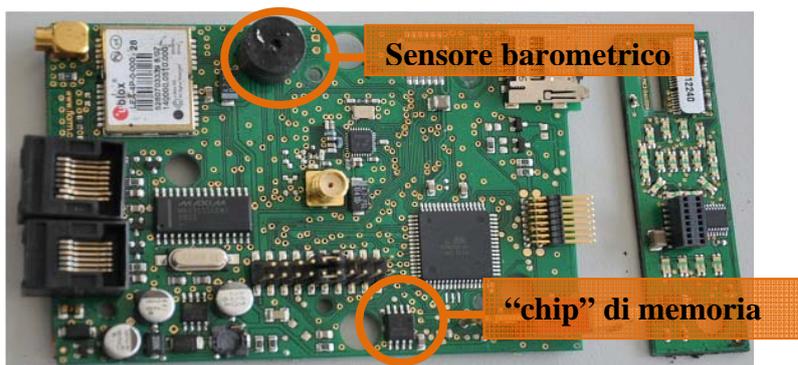


Foto n. 6: circuito stampato del FLARM installato su D-KGSA.

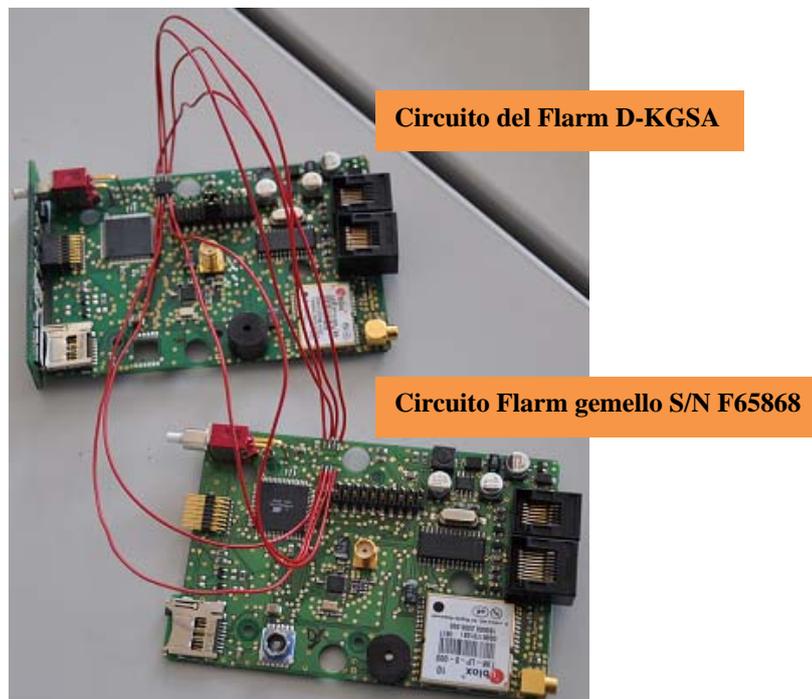


Foto n. 7: ponte di collegamento del "chip" di memoria ad un circuito gemello nuovo.

### 1.11.3. Analisi dei dati registrati

L'analisi dei dati di volo è stata effettuata presso l'ANSV sulla base del file dei dati scaricati dal costruttore dell'apparato FLARM. E' stato quindi possibile visualizzare il tracciato dell'ultimo volo, di cui si riporta nell'immagine seguente (figura n. 1) la parte relativa alle ultime fasi di volo.



Figura n. 1: tracciato del volo D-KGSA in corrispondenza degli ultimi istanti di volo.

Si evidenzia che la frequenza di registrazione dei parametri è pari ad una registrazione ogni 4 secondi e che gli unici parametri misurati sono latitudine, longitudine, altitudine barometrica e altitudine GPS, mentre gli altri parametri sono derivati (velocità, variometro, ecc.).

Il costruttore FLARM ha inoltre effettuato un'analisi riguardante i satelliti in ricezione, finalizzata ad acquisire informazioni supplementari, con particolare riferimento all'assetto del motoalante al momento dell'incidente.

Considerando che il FLARM è installato sul pannello strumenti e che il segnale GPS è schermato dalla fusoliera, non è possibile intercettare il segnale che al dato istante provenga da un satellite per il quale la fusoliera sia frapposta tra l'antenna GPS del FLARM e il satellite stesso. Ciò permette quindi di stimare l'assetto del motoalante analizzando i satelliti che ad ogni istante sono in ricezione.

Una seconda analisi permette invece di stimare la traiettoria e la velocità di rotazione durante la virata.

Con i presupposti di cui sopra, i dati registrati dall'apparato permettono di trarre alcune osservazioni oggettive, utili alla ricostruzione dell'incidente.

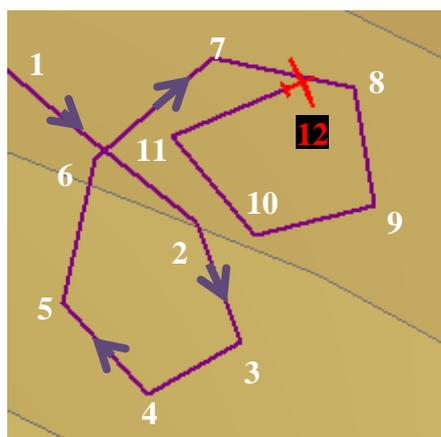


Figura n. 2: ultime dodici registrazioni del volo del D-KGSA.

Nei secondi antecedenti l'ultima registrazione il motoalante D-KGSA stava cercando di intercettare una termica: ciò sarebbe dimostrato dal fatto che il tracciato FLARM mostra una traiettoria di virata ad anello in verso orario, parametro velocità in diminuzione, velocità di salita (variometro) in aumento.

I parametri significativi, registrati e derivati, disponibili per le ultime dodici registrazioni numerate in ordine crescente a partire dall'ingresso nella termica, come da immagine precedente, sono riportate nella tabella seguente.

<b>Identificativo registrazione</b>	<b>Ora locale</b>	<b>Quota GPS (m)</b>	<b>Quota barometrica (m)</b>	<b>Velocità GPS (km/h)</b>	<b>Velocità indicata IAS (km/h)</b>	<b>Variometro (m/s)</b>
<b>1</b>	<b>14:29:16</b>	<b>2003</b>	<b>1889</b>	<b>174</b>	<b>150,5</b>	<b>4,9</b>
<b>2</b>	<b>14:29:20</b>	<b>2035</b>	<b>1917</b>	<b>153</b>	<b>134,6</b>	<b>7,0</b>
<b>3</b>	<b>14:29:24</b>	<b>2061</b>	<b>1945</b>	<b>153</b>	<b>134,6</b>	<b>7,0</b>
<b>4</b>	<b>14:29:28</b>	<b>2048</b>	<b>1934</b>	<b>119</b>	<b>114,7</b>	<b>-1,5</b>
<b>5</b>	<b>14:29:32</b>	<b>2043</b>	<b>1933</b>	<b>142</b>	<b>128,4</b>	<b>1,3</b>
<b>6</b>	<b>14:29:36</b>	<b>2057</b>	<b>1944</b>	<b>157</b>	<b>136,4</b>	<b>4,9</b>
<b>7</b>	<b>14:29:40</b>	<b>2085</b>	<b>1972</b>	<b>150</b>	<b>127,3</b>	<b>6,0</b>
<b>8</b>	<b>14:29:44</b>	<b>2107</b>	<b>1992</b>	<b>134</b>	<b>120,7</b>	<b>2,5</b>
<b>9</b>	<b>14:29:48</b>	<b>2097</b>	<b>1992</b>	<b>124</b>	<b>121,0</b>	<b>0,8</b>
<b>10</b>	<b>14:29:52</b>	<b>2073</b>	<b>1998</b>	<b>127</b>	<b>121,3</b>	<b>-9,1</b>
<b>11</b>	<b>14:29:56</b>	<b>2009</b>	<b>1919</b>	<b>137</b>	<b>115,1</b>	<b>-28,8</b>
<b>12</b>	<b>14:30:00</b>	<b>1861</b>	<b>1768</b>	<b>nr</b>	<b>nr</b>	<b>nr</b>

In particolare, si evidenzia che nelle ultime tre registrazioni disponibili il motoalante parte da una quota GPS di 2073 m per arrivare dopo 4 secondi a quota 2009 m e dopo altri 4 secondi a quota 1861 m, per un totale di 212 m di quota persi in soli 8 secondi, di cui 148 m persi negli ultimi 4 secondi. All'ultima registrazione la quota GPS residua disponibile prima dell'impatto risultava di circa 630 m (Above Ground Level).

L'esame delle registrazioni relative alla quota, identificate con il numero progressivo 7, 8, 9, 10, mostra che mentre la quota GPS è in diminuzione, quella barometrica è in lieve aumento. Si è interpellato il costruttore dell'apparato al fine di comprendere se questo fenomeno potesse essere causato da una variazione termica associabile a condizioni meteo locali, come ad esempio l'insorgere di una corrente d'aria fredda discendente. Il costruttore ha puntualizzato che l'altitudine barometrica non è rilevata tramite presa statica esterna, bensì tramite un sensore barometrico interno all'apparato stesso, che misura la pressione statica interna alla cabina ed è quindi sensibile a fenomeni di disturbo, quali apertura/chiusura del finestrino, della "vent valve" o variazioni di velocità, a cui ricondurre il fenomeno osservato.

Date la frequenza di registrazione e la quota a cui è stato trovato il relitto, è evidente che sono mancanti alcune registrazioni prima dell'impatto finale. Il costruttore dell'apparato non dispone di dati esatti per spiegare questo fenomeno, che può essere attribuito, con tutta probabilità, ad un ritardo nell'immagazzinamento del dato nella memoria.

Si nota che l'ultima registrazione disponibile risale alle ore 14.30.00 locali e corrisponde ad una posizione geografica N42°17'12'', E13°11'34'', distante meno di 200 m in proiezione

sul piano orizzontale dal punto finale d'impatto; si può quindi affermare che l'orario dell'impatto sia collocabile, con ottima approssimazione, intorno a tale ora.

Prendendo in considerazione l'esito dell'esame relativo alle posizioni satellitari (figura n. 3), si evidenzia che all'ultima registrazione disponibile delle 14.30.00 corrisponde una condizione per cui l'antenna GPS ha ricevuto le posizioni dei soli satelliti tra SW-NW-NE, ma nessuno di quelli tra SW-SE-NE e nessuno di quelli posizionati al centro del cielo identificati con numero 09 e 27. Ciò è una chiara indicazione che, in questo istante, l'antenna GPS e quindi l'asse verticale del motoaliante si trovavano in direzione circa parallela al suolo ed orientati verso Nord Ovest, con una tendenza dell'asse verticale a puntare verso il suolo (ovvero verso una condizione di volo rovescio), in quanto il satellite identificato 09, con posizione al centro del cielo, non è in ricezione. Non è possibile però conoscere allo stesso istante l'orientamento della prua del motoaliante, che potrebbe quindi aver assunto una posizione corrispondente a qualsiasi rotazione intorno all'asse verticale.

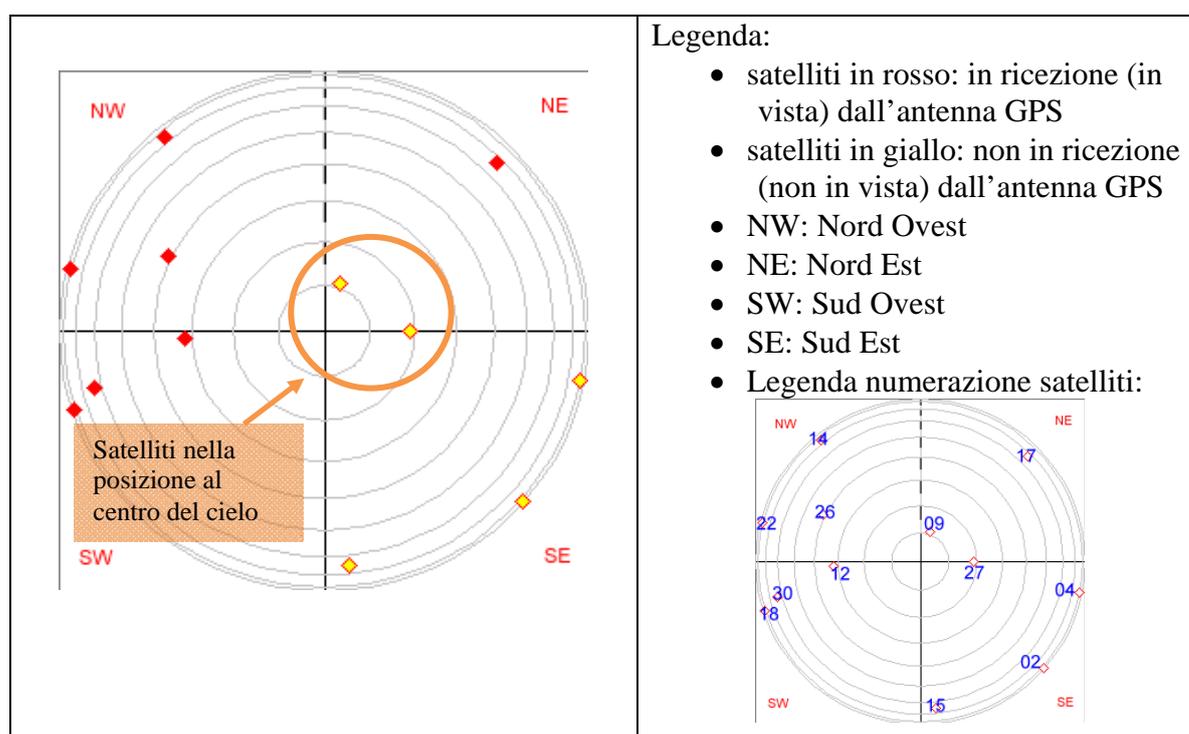


Figura n. 3: analisi delle posizioni satellitari.

Alla registrazione 14.30.00, secondo i dati stimati dal costruttore dell'apparato FLARM, corrisponde una traiettoria orientativa nella direzione  $130^\circ$  ed una velocità di rotazione in verso orario pari a  $24^\circ/\text{s}$ .

Osservando la traiettoria circolare eseguita nel secondo ed ultimo anello prima dell'interruzione delle registrazioni è possibile stimare in via qualitativa il raggio della virata in circa 100-110 metri.

## 1.12. ESAME DEL RELITTO

### 1.12.1. Luogo dell'incidente

L'area dell'incidente si presenta molto impervia ed è caratterizzata da rilievi montuosi. L'accesso via terra è possibile con un mezzo fuoristrada percorrendo una strada sterrata ed arrivando a circa 200 m dal punto d'impatto, che può essere poi raggiunto a piedi.

La zona di primo impatto, le cui coordinate sono N42°17'09.3'' E13°11'26.6'', si trova ad una quota di 1230 m, quasi alla sommità di un rilievo montuoso in una radura antistante una zona boschiva.

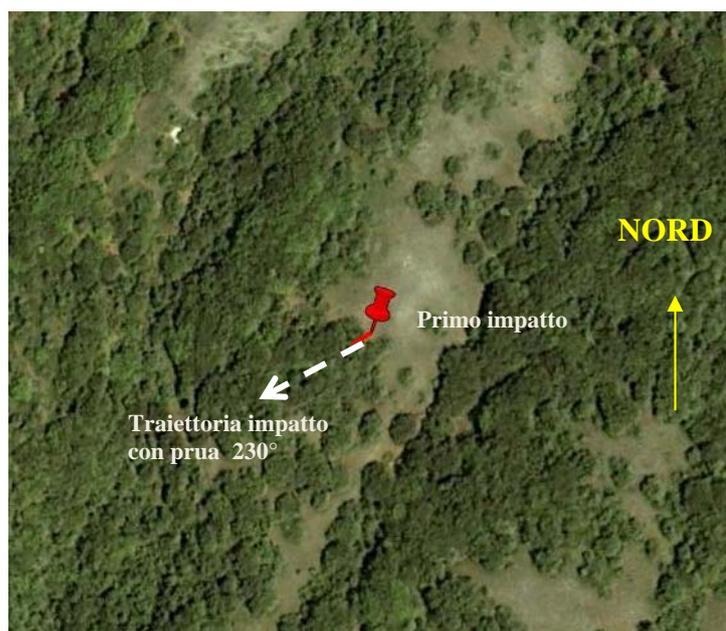


Foto n. 8: immagine satellitare del punto d'impatto.

### 1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami

I rottami risultavano concentrati in un settore circolare di raggio pari a circa 20 metri, disposto simmetricamente rispetto alla traiettoria d'impatto ed avente apertura angolare complessiva di circa 30°.

E' stato possibile identificare i resti dei principali componenti del motoalante, tra cui il complessivo motore/elica, semiali destra e sinistra, piani di coda, ruota principale e posteriore, pannello strumenti, seduta pilota, tettuccio. Si segnala inoltre che al momento del sopralluogo era ancora possibile percepire un vago odore di carburante in alcune zone del relitto e che non era presente alcuna traccia di incendio, di bruciature, né di colpi da fulmine. Alcuni cablaggi si presentavano esternamente anneriti come se fossero bruciati, ma in realtà risultavano in tale condizione per la presenza di fango.

A seguito del primo impatto al suolo, il motoalante è stato proiettato all'interno della zona boschiva colpendo prima un cespuglio, a distanza di circa due metri dal primo punto d'impatto e poi, dopo ulteriori due metri circa, un gruppo di alberi ravvicinati con fusti di diametro approssimativo di 30 cm. L'energia cinetica acquisita durante la caduta è stata assorbita in piccola parte nel primo impatto al suolo ed in maniera prevalente nell'impatto contro gli alberi a distanza ravvicinata, per effetto del quale il motoalante è andato completamente distrutto.

L'impatto al suolo ha lasciato una traccia centrale riconducibile alla fusoliera inferiore con una penetrazione nel terreno stimata in 15 cm e lievi tracce a sinistra e destra della precedente riconducibili all'impatto delle semiali.

Il terreno al punto d'impatto aveva una composizione asciutta e compatta. Nella zona circostante non erano visibili altre tracce di contatti con cime di alberi.

La posizione di rottura dei rami dei cespugli e la direzione in cui sono stati proiettati i rottami ha permesso di stimare la direzione d'impatto con una prua di circa 230°.

Il segno delle tracce al suolo e la posizione della cabina permettono di asserire che l'assetto d'impatto risultava con semiali pressoché livellate ed assetto a picchiare di circa 20° con il suolo. Considerando la lieve pendenza della zona d'impatto (circa 10°) si presume che l'assetto di "nose down" all'impatto fosse contenuta entro i 30°.

La condizione generale dei resti del motoalante e le tracce al suolo dimostrano che si è avuto un impatto ad altissima energia cinetica.

### **1.12.3. Esame del relitto**

In occasione del sopralluogo operativo, è stato effettuato un esame di dettaglio dei resti del motoalante inclusivo di una ricomposizione, per quanto possibile, della struttura principale e dei comandi di volo, dei quali non è stato possibile verificare in alcun modo la funzionalità.

Si riportano di seguito i rilevamenti effettuati sui principali componenti.

*Motore/elica.* Il complessivo è stato divelto dalla struttura e proiettato a valle del punto d'impatto per circa dieci metri. Si evidenzia che il motore non era in funzione al momento dell'impatto, in quanto le pale dell'elica non presentano deformazioni. Nel corso della gara infatti è vietato l'azionamento del motore se non per motivi di emergenza.



Foto n. 9: complessivo motore/elica.

*Semiala sinistra.* I resti si trovavano posizionati alla sinistra del punto d'impatto, circa due metri a valle dello stesso. La ricomposizione della semiala ha permesso di identificare la presenza della *winglet* sinistra e di parti riconducibili agli alettoni, flap e diruttori, di cui non è stato possibile determinare in alcun modo le posizioni al momento dell'impatto.

*Semiala destra.* I resti si trovavano sulla destra del punto d'impatto, circa 6 metri a valle dello stesso. La ricomposizione della semiala ha permesso di identificare la presenza della *winglet* destra e di parti riconducibili agli alettoni, flap e diruttori, di cui non è stato possibile determinare in alcun modo le posizioni al momento dell'impatto.

*Troncone di coda.* E' stato proiettato centralmente a valle del punto d'impatto, colpendo un gruppo di alberi e separandosi in più parti. La ricomposizione dei piani di coda ha permesso di verificare la presenza dei resti di deriva, timone, stabilizzatori ed equilibratori.



Foto n. 10: ricomposizione troncone di coda.



Foto n. 11: posizione troncone di coda e zona centrale di fusoliera dopo l'impatto.

*Zona centrale di fusoliera.* La zona centrale di fusoliera, la cabina e il pannello strumenti sono stati completamente distrutti dall'impatto. Sono stati identificati vari frammenti del tettuccio. La ruota principale si è separata dalla struttura. Sono stati identificati una parte del serbatoio carburante andato distrutto, un peso utilizzato per il centraggio ed una batteria.

*Strumenti di navigazione.* La strumentazione di bordo è stata proiettata nella vegetazione. Si segnala, in particolare, che il variometro presentava la lancetta bloccata ad indicare un rateo di discesa pari a 2 m/s.

*Dispositivi di emergenza.* Il blocco centrale della cintura di sicurezza è l'elemento del motoaliante ritrovato più lontano dal primo punto di impatto, ad una distanza da quest'ultimo di circa 20 m. L'elemento si presentava svincolato sia dalle cinture ventrali che dagli spallacci, aspetto sul quale si sono eseguiti degli approfondimenti riportati nel seguito della relazione.



Foto n. 12: variometro bloccato su 2 m/s a scendere.



Foto n. 13: blocco centrale di ancoraggio delle cinture di sicurezza.

*Apparati LOGGER e FLARM.* Sono stati recuperati l'apparato FLARM (P/N 231018-15000, S/N F79320) e lo ZANDER Data Logger (P/N GP941, S/N 5EH): entrambi presentavano segni di danneggiamenti da impatto.

In considerazione del fatto che il modello ASW 27-18E non è approvato per condizioni di volo che possano comportare colpi da fulmine (rif. "Flight Manual" cap. 4.5.3), è stata effettuata una ulteriore verifica sul relitto, eseguita in data successiva al sopralluogo operativo, al fine di ispezionare nuovamente in maniera accurata tutte le parti superficiali dei rottami del motoalante alla ricerca di eventuali segni di colpi da fulmine o bruciature, senza che ve ne sia stata trovata traccia.

### **1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA**

Il pilota aveva superato la visita medica di seconda classe per l'idoneità psicofisica ed il relativo certificato era in corso di validità.

E' stata effettuata l'autopsia sul corpo del pilota il cui esito, a causa dei traumi da impatto e dei giorni trascorsi prima del ritrovamento, non ha permesso di accertare se ci possa essere stato un malore all'origine dell'incidente.

### **1.14. INCENDIO**

N.p.

## 1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

### 1.15.1. Sistema cinture di sicurezza

A seguito del ritrovamento, sul sito dell'incidente, del gancio centrale di ancoraggio delle cinture di sicurezza svincolato delle cinture stesse, sono stati eseguiti degli approfondimenti con il coinvolgimento del costruttore del componente.



Foto n. 14: cinture svincolate dal blocco centrale.



Foto n. 15: cinture vincolate al blocco centrale.

Si precisa che le condizioni del relitto erano tali che non sussisteva alcuna possibilità di sopravvivenza per il pilota a seguito dell'impatto. Gli accertamenti effettuati hanno avuto quindi lo scopo di verificare se le cinture fossero state sganciate dal pilota prima dell'impatto, a testimonianza di un possibile tentativo di evacuazione di emergenza con paracadute.

L'ispezione di dettaglio del complesso ha evidenziato quanto segue.

- *Cinture ventrali*: al ritrovamento si presentano scollegate dalla struttura del motoaliante ed i perni di ancoraggio alla struttura riportano segni di deformazione a flessione. Le cinture ed i ganci di ancoraggio al blocco centrale non presentano alcun segno visibile di rottura o deformazione.
- *Spallacci*: gli spallacci risultano ancora vincolati nell'estremità superiore alla barra di sostegno facente parte della struttura del motoaliante. Gli spallacci ed i ganci di ancoraggio al blocco centrale non presentano segni visibili di rottura o deformazione.
- *Gancio centrale di ancoraggio delle cinture*: presenta 5 luci per inserimento degli ancoraggi, di cui 2 nella parte superiore per ancoraggio degli spallacci, 2 rispettivamente all'estremità destra e sinistra per ancoraggio delle cinture ventrali ed uno nella parte inferiore per ancoraggio di una eventuale ulteriore cintura centrale, non prevista nel caso del motoaliante D-KGSA. I meccanismi di aggancio interno, per quanto visibile, non presentano segni di deformazione. E' stata verificata la funzionalità del meccanismo di

aggancio e sgancio utilizzando spallacci e cinture ventrali. Si è verificato che alla rotazione del meccanismo di sgancio tutte le cinture vengono rilasciate, ad eccezione della ventrale destra. In corrispondenza di quest'ultima si è visto che il dente interno di ritegno, a differenza dello stesso dente situato negli altri alloggiamenti, non si abbassa all'atto della rotazione del meccanismo di sgancio.

Le evidenze di cui sopra sono state condivise con il costruttore del componente che ha confermato, sulla base della documentazione fotografica e video, la corretta funzionalità dell'assieme. In particolare, i denti di ritegno interni sono collegati a molle e vengono abbassati per effetto della rotazione del meccanismo di sgancio, ad eccezione di quello collegato ad una delle cinture ventrali (la destra nel caso in questione), che resta in posizione per impedire che il blocco centrale resti libero e svincolato quando si sganciano le cinture. Il blocco centrale può essere liberato anche dalla cintura agganciata al dente fisso utilizzando un'attrezzatura specifica.

Il costruttore ha reso noto che in un incidente di aliante occorso in Austria nel 1997 si è verificato, analogamente a quanto successo nel caso dell'incidente del motoaliante D-KGSA, il ritrovamento del meccanismo centrale delle cinture di sicurezza ad alcuni metri di distanza dal relitto. Le indagini eseguite in quell'occasione dall'autorità investigativa competente, tramite anche prove dinamiche, hanno confermato che sotto l'effetto di un impatto ad alta energia nella parte posteriore del gancio si può avere il rilascio delle cinture, compresa quella che normalmente resta agganciata al dente interno fisso. Infatti, dato che tutti i denti interni sono collegati ad una molla, sotto certe condizioni estreme di impatto gli stessi possono essere simultaneamente azionati, come se si fosse agito sul meccanismo di sgancio.

#### **1.15.2. Emergency Locator Transmitter (ELT)**

L'ELT è un apparato che permette la localizzazione di un aeromobile in condizioni di emergenza, trasmettendo un segnale che, a seconda della tipologia di apparato, può essere sulla frequenza 121.5 MHz, oppure simultaneamente sui 121.5 MHz e 406 MHz. La frequenza 121.5 MHz, dal febbraio 2009, è stata eliminata dalla ricezione delle apparecchiature satellitari, ma il segnale resta radiogoniometrabile dalle apparecchiature di soccorso e utile a calibrare e rendere più efficiente l'azione delle forze SAR.

L'Annesso 10 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, previsione 5.1.4, prevede un limite temporale fissato al 1° gennaio 2005, dopo il quale gli ELT dovevano essere in grado di trasmettere simultaneamente su 121.5 MHz e 406 MHz.

COSPAS-SARSAT è il sistema satellitare mediante il quale è possibile localizzare il mezzo aereo (o anche marittimo/terrestre) che, dotato di un trasmettitore, si trovi in situazione di pericolo e necessiti di soccorso. Il segnale d'allarme lanciato dall'ELT viene captato da uno dei satelliti del sistema ed inviato a terra, dove una rete di stazioni riceventi lo elabora fino ad ottenere l'indicazione delle coordinate del luogo d'invio del segnale stesso.

Il motoalante D-KGSA non era dotato di apparato ELT.

Il "Regolamento nazionale per le gare di volo a vela" della FIVV indica, alla sezione B "Requisiti generali", par. B.2.2, che è fortemente raccomandata l'installazione a bordo di un apparato ELT o di un PLB (Personal Locator Beacon).

Nel corso dell'inchiesta si è appreso che un amico del pilota ha ritrovato un apparato ELT sul carrello per il trasporto del motoalante D-KGSA e quindi, trattandosi di un dispositivo asportabile, è presumibile che il pilota del D-KGSA, pur avendo l'intenzione di utilizzarlo, abbia dimenticato di installarlo a bordo.

In Italia, oltre che sugli aeromobili adibiti al trasporto pubblico, l'installazione dell'ELT è prevista come obbligatoria per gli aeromobili che effettuino voli VFR notturni. Inoltre, come indicato nella Circolare ENAC n. 39A, è ancora ammessa in Italia l'installazione di ELT operanti indistintamente sui 406.0 MHz oppure sui 121.5 MHz, benché quest'ultimo segnale non sia più ricevibile dalle apparecchiature satellitari, ma utilizzabile esclusivamente dai mezzi SAR.

Per quanto riguarda l'obbligatorietà dell'installazione dell'ELT, si segnala che l'ANSV emise la raccomandazione di sicurezza n. ANSV-33/88-04/1/A/07, in cui raccomandava all'ENAC di valutare la possibilità di rendere obbligatoria l'installazione del dispositivo ELT su tutti gli aeromobili, indipendentemente dal loro utilizzo e dal tipo di volo.

## **1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE**

N.p.

## **1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI**

N.p.

## **1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI**

### **1.18.1. Tracciato di volo di altri piloti in gara**

Sono stati acquisiti i tracciati di volo di tutti i piloti che hanno partecipato alla gara nel giorno 9.8.2009. Incrociando i tracciati di volo (figura n. 4) è stato possibile verificare che

altri due piloti hanno seguito una rotta del tutto simile a quella del motoaliante marche D-KGSA: in particolare, anche loro hanno intercettato una termica in un'area corrispondente a quella dell'incidente, come evidenziato dai tracciati nell'immagine seguente.

I suddetti due piloti hanno intercettato la termica rispettivamente alle ore 14.10 e 14.15, ovvero appena quindici minuti prima che sopraggiungesse il motoaliante D-KGSA e precipitasse al suolo mentre eseguiva una manovra simile.

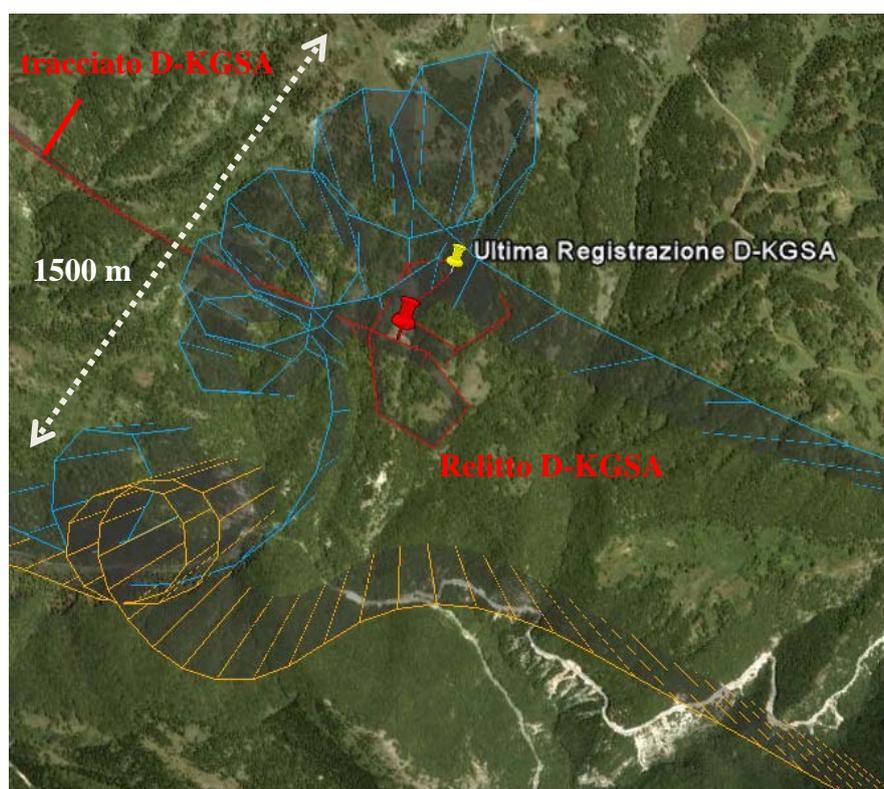


Figura n. 4: tracciato del volo del D-KGSA confrontato con quello di altri due aeromobili che si trovavano nelle vicinanze del luogo dell'incidente.

### 1.18.2. Esecuzione della pesata prima del volo

Il giorno dell'incidente, prima dell'inizio della gara, il pilota era stato casualmente selezionato per la pesata a campionatura, come previsto dal "Regolamento nazionale per le gare di volo a vela", sezione A "Norme generali", par. A.3.3. La pesata ha scopo di controllo sportivo, affinché i piloti rispettino i limiti di peso massimo previsto per ogni classe.

La pesata viene eseguita utilizzando una bilancia, il cui allineamento orizzontale è verificato con una livella. L'aliante, scollegato da qualsiasi vincolo esterno, viene pesato con il paracadute posato sul sedile all'interno dell'abitacolo, senza il pilota e con entrambe le ruote poggiate al suolo. In particolare, vengono effettuate due pesate separate, di cui una sulla ruota principale ed una sulla ruota di coda. Successivamente viene pesato il pilota in

tenuta di volo.

L'esito della pesata sul motoalante D-KGSA il giorno dell'incidente è risultato il seguente:

ruota principale:	444 kg;
ruota di coda:	47,5 kg;
pilota:	92,5 kg;
massa totale ad decollo:	584 kg.

### **1.18.3. Centro di gravità in volo, velocità di stallo, raggio minimo di virata**

Sono stati eseguiti alcuni approfondimenti, con la collaborazione del costruttore Alexander Schleicher, sulle caratteristiche aerodinamiche del modello ASW 27-18E, mirate ad identificare eventuali anomalie nell'esecuzione dell'ultima manovra eseguita prima dell'impatto.

In particolare, si è chiesto al costruttore di stimare la posizione del centro di gravità in volo sulla base dei dati della pesata effettuata prima della gara. Per ottenere questo risultato il costruttore ha eseguito delle prove di pesata, utilizzando un modello di motoalante identico, al fine di replicare la condizione di caricamento del motoalante D-KGSA il giorno dell'incidente e poter conseguentemente calcolare la posizione del centro di gravità in volo. Il costruttore, nel sottolineare che queste misure e calcoli presentano considerevoli margini di imprecisione, ha dichiarato che: «it is clear that the glider flew close to the rearmost c.g.-position. It might have been outside the limits, but it must not have necessarily been there.» («è chiaro che l'alante ha volato vicino alla posizione più arretrata del c.g. Avrebbe potuto essere fuori dai limiti, ma non deve esserlo stato necessariamente»).

I calcoli hanno infatti permesso di stimare una possibile posizione del centro di gravità in volo all'interno dei limiti ammessi ma, considerando la non accuratezza dei dati di pesata e l'imprecisione intrinseca nella metodologia di ricostruzione a posteriori della posizione del centro di gravità in volo, questo poteva essere addirittura fuori dai limiti ammessi per il volo, anche se ciò non è dimostrabile a posteriori.

Per la posizione del centro di gravità in volo il Flight Manual riporta nel par. 2.7 i limiti ammessi, mentre nel capitolo 6 sono incluse procedure ed esempi per calcolarne la posizione ed i valori massimi dei diversi possibili carichi imbarcabili. E' anche presente una specifica avvertenza di mantenere la posizione del centro di gravità nei limiti previsti per una condotta di volo sicura.

Relativamente alla velocità di stallo, il Flight Manual del modello ASW 27-18E, specifica

che il suo valore durante il volo in spirale (*circling flight*) aumenta rispetto al valore previsto per il volo rettilineo all'aumentare dell'angolo di *bank*. Il valore della velocità di stallo in volo rettilineo è fornito nello stesso manuale in funzione della massa e della configurazione dei flap. Come si è evidenziato in precedenza, la massa al decollo per il motoalante D-KGSA era vicina al limite massimo dei 600 kg, mentre la posizione dei flap al momento dell'impatto non è stata determinata a causa dello stato del relitto. In ogni caso le condizioni operative previste dal manuale di volo indicano che i flap vanno posizionati su "1" per volo ad alta velocità, mentre su "5" o "6" durante il volo in termica.

Sulla base delle considerazioni precedenti, si riportano nella seguente tabella i valori della velocità di stallo, riferiti alla velocità indicata (IAS) e calcolati partendo dai dati del Flight Manual per le configurazioni di flap ed angolo di *bank* di cui si farà riferimento nel seguito della relazione.

<b>VELOCITA' DI STALLO IAS (km/h)</b>					
<b>ASW27-18E classe 18 m, massa totale 600 kg</b>					
<b>FLAP</b>	<b>Bank 0°</b>	<b>Bank 30°</b>	<b>Bank 45°</b>	<b>Bank 60°</b>	<b>Bank 75°</b>
<b>1</b>	<b>96</b>	<b>102,7</b>	<b>114,2</b>	<b>135,4</b>	<b>192,0</b>
<b>5</b>	<b>82</b>	<b>87,7</b>	<b>97,6</b>	<b>115,6</b>	<b>164,0</b>
<b>6</b>	<b>81</b>	<b>86,7</b>	<b>96,4</b>	<b>114,2</b>	<b>162,0</b>

Per quanto riguarda le caratteristiche del modello ASW 27-18E relativamente all'innescio della vite, il Flight Manual specifica che partendo dal volo in spirale, al verificarsi di una vite incipiente, la perdita di quota può raggiungere i 100 m, con un assetto a picchiare compreso tra i 10° ed i 50°.

Peraltro, come specificato dallo stesso manuale di volo, in caso di stallo si può avere una caduta d'ala tanto più pronunciata quanto più è arretrata la posizione del centro di gravità e quanto più positiva è la posizione dei flap.

Per il modello ASW 27-18E l'avviso stallo, in linea con quanto previsto dai requisiti certificativi della Certification Specification (CS) 22, par. 22.207, è dato per il tramite delle qualità aerodinamiche della macchina, che comportano l'insorgere del fenomeno di *buffeting* (vibrazione della struttura) al raggiungimento di velocità indicate che il Flight Manual riporta essere di circa il 7-10% superiori alla velocità di stallo.

Il costruttore Alexander Schleicher ha inoltre fornito dei diagrammi utili a valutare i raggi di virata per le varie configurazioni flap e velocità in funzione del rateo di discesa (*sink rate*), per una massa totale di 600 kg. Osservando in termini qualitativi i valori del raggio di virata, si evince che tale parametro assume in condizioni normali valori inferiori ai 90 m.

## **1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI**

N.p.

## CAPITOLO II

### ANALISI

#### 2. IPOTESI DI BASE SULLA DINAMICA DELL'EVENTO

Prendendo in considerazione gli elementi acquisiti nel corso dell'inchiesta, è possibile affermare che l'incidente sia occorso mentre il motoaliente D-KGSA tentava di intercettare una corrente ascensionale e che nel corso della manovra in volo circolare si sia determinato un evento improvviso, che non ha lasciato tempo al pilota di attuare eventuali azioni di emergenza.

L'accadimento di un evento improvviso è suffragato da una serie di evidenze:

- repentina perdita di quota;
- all'impatto il motore non era in movimento (pale dell'elica non danneggiate);
- il pilota non ha effettuato alcuna comunicazione radio di allarme;
- la cappottina non è stata aperta per tentare un lancio con il paracadute;
- la posizione finale d'impatto dista meno di 200 m in proiezione sul piano orizzontale dal punto in cui, alle ore 14.30.00 locali, si è avuta l'ultima registrazione dell'apparato FLARM di bordo.

In particolare, prendendo in esame le quote relative alle ultime due registrazioni dell'apparato FLARM, che come si è detto sono acquisite ad intervalli di 4 secondi, si può stimare che la componente di velocità verticale in caduta fosse dell'ordine di 37 m/s. Assumendo che il moto sia proseguito con la stessa modalità e considerando che la quota residua all'ultima registrazione risultava di circa 630 m, si può stimare grossolanamente che siano intercorsi meno di 20 secondi tra l'ultima registrazione e l'impatto. Questa considerazione conferma quindi il verificarsi di un evento improvviso all'origine dell'incidente.

Particolarmente significativa in questa ottica è l'analisi effettuata dal costruttore FLARM in merito alla posizione dei satelliti in ricezione, che ha permesso di determinare l'assetto del motoaliente in corrispondenza dell'ultima registrazione, allorquando si stima che l'asse verticale fosse orientato parallelamente al suolo con tendenza a puntare verso il basso, a dimostrazione di un assetto tendente al volo rovescio.

Considerando anche che:

- il punto finale d'impatto è posizionato internamente alla proiezione sul piano orizzontale della traiettoria circolare che stava seguendo il motoaliente, come mostrato dalla figura n. 5;
- il rateo di virata all'ultima registrazione risulta di 24 °/s in verso orario, ovvero lo stesso verso secondo cui il motoaliente stava percorrendo la traiettoria circolare;

- la componente verticale della velocità aveva acquisito un valore dell'ordine di 37 m/s; si può affermare che, mentre il motoalante percorreva la traiettoria circolare, si è presumibilmente verificata una improvvisa perdita di controllo con conseguente ingresso in vite. L'insorgere della vite può essere ragionevolmente ricondotto ad uno stallo aggravato durante la virata, causato da perdita di portanza della semiala interna e conseguente caduta secondo una traiettoria a spirale.

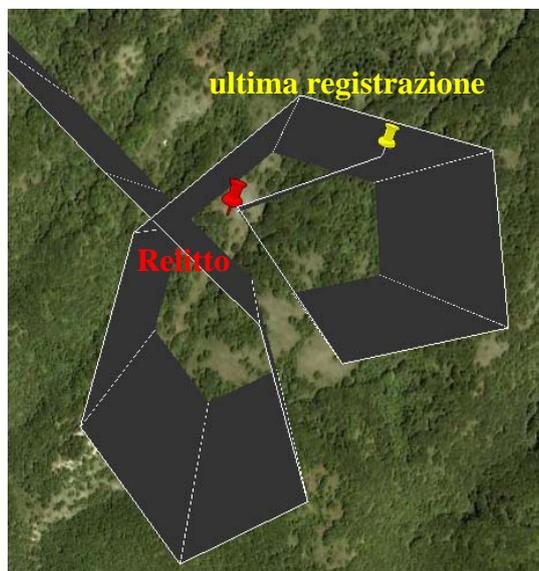


Figura n. 5: posizione del relitto rispetto all'ultima registrazione.

L'esame del relitto e delle tracce al suolo mostra che l'impatto è avvenuto con semiali pressoché livellate e con un angolo a picchiare di circa  $30^\circ$ , mentre l'indicazione del variometro all'impatto risultava di 2 m/s a scendere. Tali osservazioni, per quanto approssimative, fanno ritenere che nelle ultime fasi di volo ci sia stata una uscita dalla dinamica di caduta in spirale, che può essere stata indotta da un'azione del pilota o dalla naturale tendenza aerodinamica della macchina.

Sul sito dell'incidente si è riscontrato che tutte le cinture di sicurezza, compresa quella ventrale destra collegata al dente fisso del blocco centrale, risultavano sganciate. Gli approfondimenti eseguiti con il costruttore del componente hanno permesso di attribuire con tutta probabilità questo fatto ad uno sgancio non comandato delle cinture per effetto dell'impatto ad altissima energia, come anche dimostrato da un evento analogo occorso in passato. Peraltro, la procedura da utilizzare per il lancio prevede di sganciare prima il tettuccio e solo successivamente le cinture di sicurezza. Considerando che i frammenti di tettuccio erano presenti sul luogo d'impatto appare quindi difficile immaginare che le cinture siano state sganciate dal pilota in un estremo e tardivo tentativo di lancio.

L'indagine dell'evento è stata quindi mirata ad esplorare quali eventi improvvisi avrebbero potuto innescare la perdita di controllo del mezzo:

1. fattore ambiente: condizioni meteorologiche, oppure ostacoli improvvisi;
2. fattore macchina: avaria o cedimento strutturale;
3. fattore umano: malore o errore.

## **2.1. AMBIENTE**

Gli aspetti ambientali che potrebbero aver influenzato l'evento sono costituiti dalle condizioni meteorologiche e dalla rotta che il motoalante D-KGSA stava seguendo nel corso della competizione.

Il fattore meteorologico - ancorché fossero presenti delle condizioni di instabilità - non pare abbia influito sul determinarsi dell'incidente. In particolare, un altro pilota partecipante alla gara, che al momento dell'incidente si trovava a meno di 4 chilometri di distanza, pur riportando una instabilità elevata della massa d'aria, ha dichiarato che, per quanto da lui riscontrato nella zona, non erano presenti fenomeni di pioggia o altri fenomeni meteorologici pericolosi. L'analisi del relitto, che non presenta tracce di bruciature o colpi da fulmine, permette anche di escludere questa fattispecie di evento.

Si è poi verificato, analizzando i tracciati degli altri piloti in gara, che due piloti hanno seguito una rotta del tutto simile a quella del motoalante D-KGSA, intercettando anch'essi una termica nella stessa zona, rispettivamente 15 e 20 minuti prima dell'incidente. Ciò, oltre ad escludere ulteriormente possibili fenomeni meteorologici pericolosi, dimostra che la rotta seguita dal pilota del motoalante D-KGSA non presentava di per sé elementi di criticità.

Per quanto sopra si esclude che il fattore ambiente possa aver contribuito al determinarsi dell'incidente.

## **2.2. MACCHINA**

L'analisi della documentazione tecnica del motoalante D-KGSA non ha evidenziato anomalie riconducibili alla gestione tecnica dell'aeromobile.

L'osservazione del relitto ha mostrato che tutti i rottami risultavano concentrati in un'area ristretta in prossimità del punto d'impatto e proiettati a valle dello stesso, a dimostrazione che non si è avuto distacco di parti in volo; si esclude quindi l'ipotesi di cedimenti strutturali.

Per quanto riguarda la funzionalità dei comandi di volo, lo stato del relitto non ha permesso di verificare la funzionalità degli stessi e benché l'ipotesi di un'avaria improvvisa che possa aver generato la perdita di controllo non possa essere del tutto esclusa, si ritiene un'ipotesi del tutto improbabile.

Si sono quindi effettuate alcune valutazioni in merito alla condizione di volo con cui il motoalante ha affrontato la termica.

La velocità del motoalante nelle ultime fasi di volo è stata confrontata con le velocità di stallo caratteristiche dei vari assetti di virata (angolo di *bank*) a parità di massa e configurazione dei flap. Come si è già detto, le condizioni operative previste dal manuale di volo indicano per le posizioni estreme dei flap che questi vanno posizionati su “1” per volo ad alta velocità, mentre su “5” o “6” durante il volo in termica.

Si è quindi presa in esame una configurazione del motoalante ritenuta simile a quella presente al momento dell'incidente, ovvero massa di 600 kg e posizione flap “6”, che è quella massima impostabile dal pilota per affrontare la termica; nel grafico seguente si desume che per questa configurazione sussista un margine di sicurezza tra le velocità registrate e quelle di stallo ai vari angoli di *bank*.

Va comunque precisato che le velocità registrate dall'apparato FLARM, sia per la velocità GPS, sia per la velocità indicata (IAS), rappresentano parametri derivati e quindi da considerare puramente indicativi.

Per completezza di analisi, si può considerare che tale margine di sicurezza verrebbe meno nel caso in cui la termica fosse stata affrontata con configurazione flap “1”, in cui ad un angolo di *bank* dell'ordine dei 45° sarebbe intervenuto lo stallo.

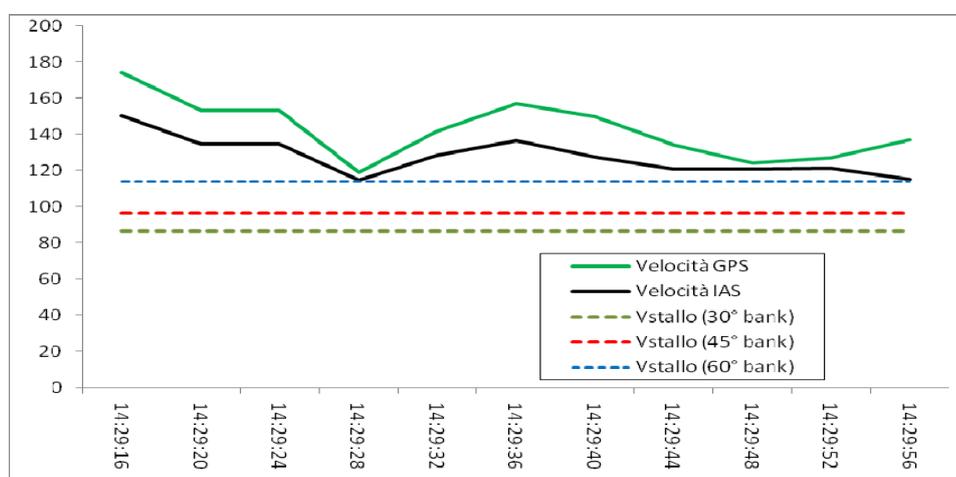


Figura n. 6: confronto tra velocità registrate e velocità di stallo in virata, con flap in posizione "6".

Si può quindi concludere che, alle condizioni di volo previste dal “Flight Manual”, sulla base delle velocità registrate, considerando una corretta impostazione dei flap, lo stallo non si sarebbe potuto verificare come effetto della velocità con cui è stata affrontata la termica.

Anche l'analisi relativa ai valori del raggio di virata con cui è stata affrontata la termica non ha evidenziato anomalie.

Dal punto di vista del comportamento aerodinamico, gli approfondimenti effettuati in merito alla posizione del centro di gravità in volo hanno invece permesso di accertare che la sua posizione era molto arretrata e presumibilmente collocabile nell'intorno del limite posteriore ammesso per il volo.

La non accuratezza dei dati di pesata e l'imprecisione intrinseca nella metodologia di ricostruzione a posteriori della posizione del centro di gravità in volo permette di poter ragionevolmente ipotizzare che quest'ultimo potesse trovarsi persino al di fuori del limite posteriore.

Tale configurazione di volo può essere stata prodotta nel tentativo di portare il motoalante ad una massa vicina a quella massima ammessa per il volo con la finalità presumibile di massimizzarne le prestazioni di gara. Ciò è confermato dal piccolissimo scarto esistente tra i 584 kg totali misurati prima del decollo rispetto ai 600 kg di massa massima ammessi.

Una motivazione concreta del possibile determinarsi di una perdita di controllo può essere quindi attribuita ad una configurazione di volo non prevista dal "Flight Manual", il cui effetto, basandosi sulla dinamica ipotizzata per l'incidente, sembrerebbe riconducibile all'insorgere di uno stallo della semiala interna alla virata con conseguente ingresso in vite.

L'analisi dell'intero tracciato di volo mostra che a partire dal decollo dall'aeroporto di Rieti il motoalante aveva affrontato quattro termiche e l'incidente si è verificato mentre affrontava la quinta. Partendo dall'ipotesi dell'errato bilanciamento del motoalante, non è possibile stabilire con certezza quale fattore abbia determinato la perdita di controllo proprio nella quinta termica affrontata, ma in condizioni prossime all'equilibrio dinamicamente instabile (caratteristiche di una posizione del centro di gravità esterna al limite posteriore ammesso per il volo) una variazione anche minima rispetto alle manovre affrontate nelle termiche precedenti potrebbe aver determinato l'insorgere della perdita di controllo.

Peraltro, come specificato dallo stesso manuale di volo, in caso di stallo si può avere una caduta d'ala tanto più pronunciata quanto più è arretrata la posizione del centro di gravità e quanto più positiva è la posizione dei flap, condizioni che, come si è detto, si può ragionevolmente affermare che sussistessero entrambe al momento dell'incidente.

## **2.3. UOMO**

Relativamente al fattore umano si è analizzata l'ipotesi di un malore e di un errore.

L'autopsia eseguita non ha permesso di trarre informazioni in merito all'ipotesi del malore. La dinamica dell'impatto e le tracce al suolo fanno ritenere, come già evidenziato, che nelle ultimissime fasi di volo ci sia stata l'uscita dalla dinamica di caduta a spirale, ma non è possibile

affermare con assoluta certezza se ciò sia stato dovuto ad un'azione del pilota o alla naturale tendenza aerodinamica della macchina, per cui l'ipotesi del malore non può essere in alcun modo esclusa, benché si ritenga poco probabile. Peraltro, il fatto che il motoaliente avesse iniziato un volo in spirale è certamente attribuibile ad un'azione intenzionale del pilota, in quanto corrisponde ad una diminuzione di velocità e variometro in salita, per cui un eventuale malore sarebbe da collocare proprio nella fase più critica del volo in spirale riducendone ulteriormente la probabilità.

Per quanto riguarda l'ipotesi dell'errore, si è dato per assunto quanto già considerato nel paragrafo precedente in merito all'insorgere di una perdita di controllo causata da una posizione del centro di gravità al di fuori dei limiti ammessi per cercare di comprendere possibili relazioni con le azioni del pilota.

Innanzitutto si è analizzata l'esperienza di volo del pilota, che vantava un totale di circa 920 ore di volo, di cui meno di una quarantina su alianti della classe 18 metri.

Si è accertato che nel periodo precedente il pilota volava prevalentemente su alianti della classe 15 metri ed in particolare sul modello Alexander Schleicher ASW 28. Dal confronto delle caratteristiche, si nota che la massa massima di quest'ultimo modello è di 525 kg a cui corrisponde un carico alare di  $50 \text{ kg/m}^2$ , contro i 584 kg del motoaliente D-KGSA il giorno dell'incidente, a cui corrisponde un carico alare di  $55,6 \text{ kg/m}^2$ . Inoltre, relativamente ai comandi di volo, il modello ASW 28 è privo di flap mentre il modello ASW 27-18E è dotato di flap a 6 posizioni.

Quanto sopra testimonia come il pilota non avesse elevata familiarità con il comportamento aerodinamico della macchina con particolare riferimento alle condizioni di massa presenti il giorno dell'incidente.

Tale considerazione può giustificare una difficoltosa valutazione da parte del pilota del fenomeno di *buffeting* (vibrazione strutturale), che ragionevolmente si è verificato prima dell'insorgere dello stallo, avvenuto in maniera quasi improvvisa proprio per le considerazioni effettuate sulle condizioni di centraggio. Queste ultime hanno oltretutto determinato una difficoltà nella manovra di rimessa dalla vite pur avendo una considerevole quota residua a disposizione, superiore ai 600 metri a partire dall'ingresso in vite.

In particolare, come si è detto, il manuale di volo del motoaliente indica che, attuando le adeguate azioni correttive sui comandi, la perdita di quota per stallo durante il volo in spirale (*circling flight*) può essere dell'ordine dei 100 m, a dimostrazione dell'ampio margine di sicurezza che era disponibile in occasione dell'incidente.

Si presume quindi che il pilota, nella convinzione di poter recuperare il mezzo, abbia continuato ad esercitare tentativi senza successo di rimessa dalla vite perdendo gran parte della quota

disponibile, fino ad una probabile ripresa di controllo negli ultimissimi istanti di volo, quando ormai l'impatto risultava inevitabile per la conformazione dei rilievi montuosi.

## **CAPITOLO III**

### **CONCLUSIONI**

#### **3.1. EVIDENZE**

- Il relitto del motoalante è stato avvistato tre giorni dopo l'incidente, tra le montagne, nelle vicinanze di Fiamignano (RI), in un'area impervia e di difficile accesso via terra.
- I documenti dell'aeromobile erano in corso di validità.
- L'analisi della documentazione tecnica del motoalante D-KGSA non ha evidenziato anomalie riconducibili alla gestione tecnica dell'aeromobile.
- L'osservazione del relitto ha mostrato che tutti i rottami risultavano concentrati in un'area ristretta in prossimità del punto d'impatto e proiettati a valle dello stesso, a dimostrazione che non si è avuto distacco di parti in volo; si esclude quindi l'ipotesi di cedimenti strutturali.
- Per quanto riguarda la funzionalità dei comandi di volo, lo stato del relitto non ha permesso di verificare la funzionalità degli stessi e benché l'ipotesi di un'avaria improvvisa che possa aver generato la perdita di controllo non possa essere del tutto esclusa, si ritiene un'ipotesi del tutto improbabile.
- Gli approfondimenti effettuati in merito alla posizione del centro di gravità in volo hanno permesso di accertare che la sua posizione era molto arretrata e presumibilmente collocabile nell'intorno del limite posteriore ammesso per il volo.
- I documenti del pilota erano in corso di validità.
- Dall'esame dell'attività svolta emergerebbe che il pilota non avesse una elevata familiarità con il comportamento aerodinamico della macchina con particolare riferimento alle condizioni di massa presenti il giorno dell'incidente.
- L'autopsia sulla salma del pilota non ha permesso di accertare se ci possa essere stato un malore all'origine dell'incidente.
- Le condizioni meteorologiche nella zona, all'orario dell'incidente, risultavano in fase di evoluzione, da una iniziale condizione di buona visibilità e vento lieve verso una condizione di peggioramento a causa di una perturbazione in arrivo dal versante adriatico. I bollettini segnalavano la presenza di temporali e fenomeni isolati di bassa visibilità in corrispondenza dei rilievi montuosi.

### **3.2. CAUSA PROBABILE E FATTORI CONTRIBUTIVI**

Dall'analisi degli elementi raccolti e delle evidenze riscontrate si può ragionevolmente affermare che l'incidente sia avvenuto durante una fase di volo in spirale avente la finalità di intercettare una termica e sia derivato da una improvvisa perdita di controllo dell'aeromobile a seguito dello stallo della semiala interna alla virata, con conseguente caduta in vite.

All'evento può aver contribuito una posizione del centro di gravità molto arretrata e presumibilmente collocabile nell'intorno del limite posteriore ammesso per il volo (se non al di fuori dei limiti ammessi per il volo): tale circostanza, nonostante la quota disponibile dopo la perdita di controllo dell'aeromobile, avrebbe reso oltremodo difficoltosa la rimessa dalla vite, avvenuta probabilmente quando l'impatto con il suolo era ormai inevitabile.

Non è stato possibile accertare se ci possa essere stato un malore del pilota all'origine dell'incidente, ancorché questa ipotesi, alla luce degli elementi raccolti, si ritenga poco probabile.

## CAPITOLO IV

### RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

#### 4.1. RACCOMANDAZIONI

Alla luce delle evidenze raccolte è parso opportuno emanare la seguente raccomandazione di sicurezza.

#### 4.2. RACCOMANDAZIONE ANSV-7/994-9/1/A/10

**Motivazione:** l'inchiesta ha evidenziato che sono stati necessari tre giorni interi di attività SAR, effettuati con esteso impiego di mezzi, per individuare il relitto del motoalante D-KGSA. Il ritrovamento è stato oltretutto facilitato dal fatto che il motoalante stava partecipando ad una competizione ed erano disponibili dati relativi alla possibile ubicazione del relitto ricavati dai sistemi FLARM installati su altri alianti in gara. Al riguardo, relativamente alla installazione del dispositivo ELT (Emergency Locator Transmitter), l'ANSV aveva emesso nel corso del 2007 la raccomandazione di sicurezza n. ANSV-33/88-04/1/A/07, la quale così recitava:

*«Motivazione:* il relitto dell'aeromobile è stato localizzato in ritardo. L'installazione dell'ELT (Emergency Locator Transmitter) non è attualmente richiesta, nella generalità dei casi, dalla normativa vigente in Italia, per gli aeromobili non adibiti al trasporto pubblico.

*Destinatario:* Ente nazionale per l'aviazione civile.

*Testo:* fatto salvo quanto già previsto dalla normativa vigente in materia di installazione dell'ELT, si raccomanda di considerare la possibilità di rendere obbligatoria l'installazione del dispositivo in questione su tutti gli aeromobili, indipendentemente dal loro tipo di utilizzo e dal tipo di volo.».

A fronte di tale raccomandazione, l'ENAC evidenziava che la normativa relativa all'ELT sarebbe stata rivista sulla base di un emendamento all'Annesso 6, Parte II (International General Aviation), alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, che richiede l'installazione di un ELT su qualsiasi aeromobile a partire dal 1° luglio 2008. In considerazione del Regolamento (CE) n. 216/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 febbraio 2008, recante regole comuni nel settore dell'aviazione civile e che istituisce l'Agenzia europea per la sicurezza aerea (EASA) e ne definisce le relative competenze, l'ENAC contestualmente rimandava l'applicazione del suddetto requisito alla verifica degli aggiornamenti normativi che sarebbero stati emessi sull'argomento da parte EASA.

Sul punto l'ANSV ha effettuato una verifica dello stato attuale della normativa vigente in altri Stati europei ed extra europei in materia di ELT; da tale verifica è emerso che in diversi Stati è già previsto che l'ELT:

- debba essere obbligatoriamente installato su qualsiasi aeromobile, inclusi ultraleggeri, alianti e mongolfiere; in Francia, limitatamente ad ultraleggeri, alianti e mongolfiere, è accettato in sostituzione dell'ELT un PLB (Personal Locator Beacon);
- debba essere in grado di trasmettere simultaneamente sulle frequenze 121.5 MHz e 406 MHz.

**Destinatario:** Ente nazionale per l'aviazione civile.

**Testo:** ancorché l'aeromobile incidentato fosse immatricolato in Germania, la relativa inchiesta fornisce lo spunto sostanzialmente per reiterare la citata raccomandazione di sicurezza n. ANSV-33/88-04/1/A/07. In particolare, si raccomanda di:

- rendere obbligatoria l'installazione del dispositivo ELT in linea con quanto previsto dall'Annesso 6 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, prendendo in considerazione l'ipotesi di estendere tale obbligatorietà a tutte le tipologie di aeromobili, inclusi quindi gli alianti, valutando eventualmente per questi ultimi la possibilità di ricorrere ad un PLB (Personal Locator Beacon);
- rendere obbligatorio, in linea con quanto previsto dall'Annesso 10 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, nei casi in cui sia richiesta l'installazione dell'ELT, l'utilizzo di un dispositivo in grado di trasmettere simultaneamente sulle frequenze 121.5 MHz e 406 MHz.