Presidenza del Consiglio dei Ministri
DRP 0004962 P-4.20.20
del 21/11/2025
62479157

NN 6, n. 201

Il Ministro
per i rapporti con il Parlamento

Roma, 21 novembre 2025

Caro Presidente,

trasmetto, ai sensi dell'articolo 12 del decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66, la relazione d'inchiesta, predisposta dall'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo, relativa all'incidente occorso all'elicottero AS350 B3 marche di identificazione I-TNLD, in prossimità dell'aeroporto Caproni di Trento (TN), il 2 luglio 2021.

Cordialmente,

Sen. Luca Ciriani

Firmato digitalmente da
CIRIANI LUCA
C=IT
O=PRESIDENZA
CONSIGLIO DEI MINISTRI

On. Lorenzo FONTANA
Presidente della Camera dei deputati
ROMA

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

ANSV AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'elicottero
AS350 B3 marche di identificazione I-TNLD,
in prossimità aeroporto Caproni di Trento (TN)
2 luglio 2021

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (ANSV), istituita con il decreto legislativo 25 febbraio 1999 n. 66, è 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, 4 e 5 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).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

GLOSSARIO

AFIU: Aerodrome Flight Information Unit, Ente informazioni volo aeroportuale.
AIB: Antincendio boschivo.
ANSV: Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.
ARC: Airworthiness Review Certificate, certificato di revisione dell'aeronavigabilità.
BEA: Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation civile, Autorità investigativa francese per la sicurezza dell'aviazione civile.
CAMO: Continuing Airworthiness Management Organization, organizzazione per la gestione continua della aeronavigabilità.
CAVOK: condizioni di visibilità, copertura nuvolosa e fenomeni del tempo presente migliori o al di sopra di soglie o condizioni determinate.
COA: certificato di operatore aereo, vedi anche AOC.
COAN: certificato di operatore aereo antincendio.
CPL: Commercial Pilot Licence, licenza di pilota commerciale.
CRM: Crew Resource Management, si definisce come l'uso efficace, da parte dell'equipaggio di volo, di tutte le risorse disponibili, al fine di assicurare operazioni di volo efficienti ed in sicurezza.
DECU: Digital Engine Control Unit.
EASA: European Aviation Safety Agency.
EBCAU: Engine Back-Up Control Ancillary Unit, unità di back-up per il controllo del motore.
EECU: Electronic Engine Control Unit, unità di controllo elettronico del motore.
ELT: Emergency Locator Transmitter, apparato trasmittente per la localizzazione di emergenza.
ENAC: Ente nazionale per l'aviazione civile.
ENAV SPA: Società nazionale per l'assistenza al volo.
FADEC: Full Authority Digital Engine Control, sistema automatico di controllo dei parametri e prestazioni di un motore aeronautico.
FDM: Flight Data Monitoring.
FDR: Flight Data Recorder, registratore di dati di volo.
FT: Foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.
(H): Helicopter.
HESLO: External slinging operations, operazioni con elicotteri con carico esterno.
HFM: Helicopter Flight Manual.
HMU: Hydro Mechanical Unit.
IDLE: posizione delle leve che comandano la potenza dei motori corrispondente al minimo regime.
IPI: Istruzioni permanenti interne.
IR: Instrument Rating, abilitazione al volo strumentale.
KT: Knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.
LMT: Local Mean Time, orario locale.
MM: Maintenance Manual.
MTOM: Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo.
MHZ: Megahertz.
N1/NG: Gas generator rotation speed.
N2/NPT: Power turbine rotation speed.
NR: Main rotor speed of rotation.
NM: Nautical Miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).
OPC: Operator Proficiency Check.
P3: Air pressure in combustion chamber.
PEA: Piano di emergenza aeroportuale.
P/N: Part Number.
QNH: regolaggio altimetrico per leggere al suolo l'altitudine dell'aeroporto.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

RWY: Runway, pista.
SL: Service Letter.
S/N: Serial Number.
SPO: Specialized Operations, operazioni specializzate.
SRUR: Safety Recommendation of Union-wide Relevance.
T1: Temperatura ambiente utilizzata dal DECU.
T4: Temperatura rilevata all'uscita della turbina HP.
TETRA: TErrestrial Trunked Radio, è uno standard di comunicazione digitale.
TSN: Time Since New, ore da nuovo.
TSO: Time Since Overhaul, ore dal ripristino.
UTC: Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.
VEMD: Vehicle and Engine Multifunction Display.
VFR: Visual Flight Rules, regole del volo a vista.
VVF: Vigili del fuoco.

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.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

INCIDENTE
elicottero AS350 B3 marche di identificazione I-TNLD

Tipo dell'aeromobile e marche

Eurocopter (oggi Airbus Helicopters) AS350 B3 marche di identificazione I-TNLD.



Foto 1: l'elicottero AS350 B3 marche I-TNLD (fonte jetphotos.com).

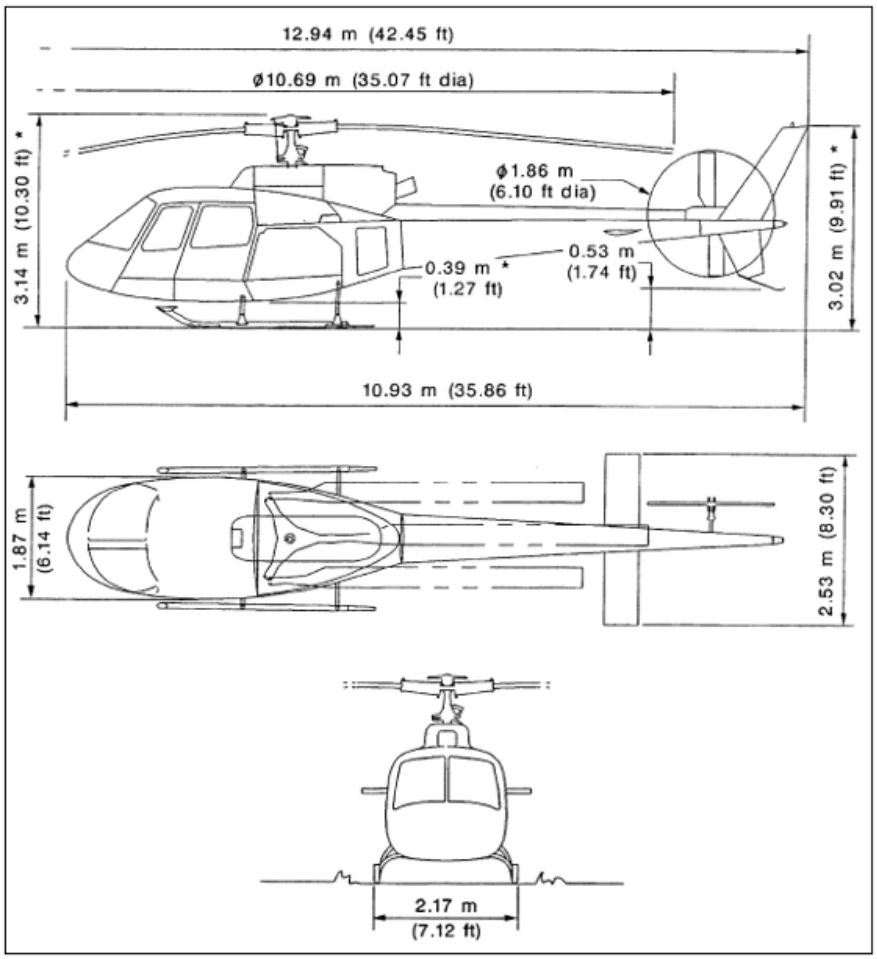


Figura 1: dimensioni elicottero I-TNLD (estratto dell'HFM).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Data e ora

2 luglio 2021, ore 17.30’ UTC (ore 19.30’ LMT).

Luogo dell’evento

In prossimità dell’aeroporto Caproni di Trento (LIDT). Coordinate: 46°2’15.9”N - 11°7’27.9”E. Elevazione 190 m.

Descrizione dell’evento

Il volo in questione costituiva la tratta di rientro in VFR, al termine dell’attività di lavoro aereo svolto durante la giornata in Borgo Valsugana.

L’elicottero aveva effettuato un atterraggio presso Vigolo Vattaro (TN) per sbarcare uno dei due coadiutori dell’equipaggio ed era da poco ripartito per la base di Trento (distante circa 3 NM). Subito dopo il decollo, il pilota riscontrava l’accensione della spia rossa GOV accompagnata dal gong[1] in cuffia e dalla scritta FLI FAILED sul VEMD[2].

Per mantenere i parametri entro i limiti, durante la risoluzione dell’avaria, il pilota guadagnava circa 2000 ft di quota e, una volta ripreso il controllo dell’elicottero, proseguiva il volo. Dopo aver effettuato il sottovento e la virata base, in contatto con l’AFIU di Trento, a circa 300 ft di quota, avvertiva un repentino calo di giri sul rotore principale e iniziava una manovra di autorotazione portando l’elicottero ad impattare su un’area relativamente libera da ostacoli.

Il tragitto di volo, dal decollo al punto di impatto è indicato, in forma semplificata, nella foto che segue.

[1] Il gong suona ogni qualvolta si illumina una spia rossa, come specificato sull’HFM: «The gong sounds each time a red warning light illuminates».

[2] L’indicazione di FLI FAILED sul VEMD indica una anomalia di almeno uno dei parametri di Ng, t4 e torque, come riportato nell’HFM: «FLI FAILED ---> CHECK PARAM - - - One parameter (Ng, t4, torque) is abnormal». Essa può essere causata dall’avaria dell’*engine governor*: «Governing failure (red GOV warning) can also cause loss of Ng and torque indications».

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

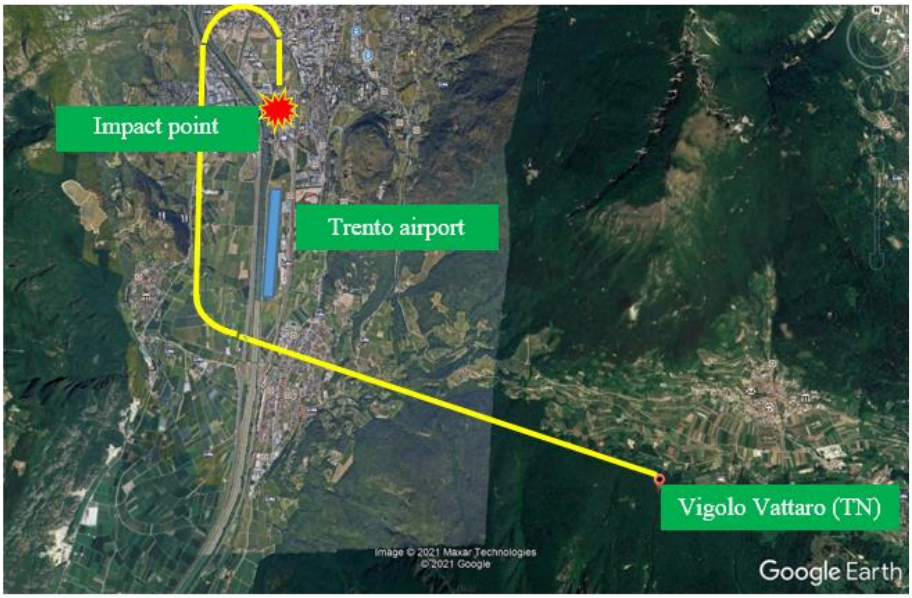


Foto 2: punto di impatto e zona di decollo rispetto all'aeroporto Caproni di Trento
con rotta semplificata (su cartografia Google Earth).

Durante l'atterraggio la coda dell'elicottero impattava contro un albero di piccole dimensioni e la carlinga si arrestava su una aiuola nei pressi della strada SS12.

Il coadiutore riusciva ad evacuare l'elicottero autonomamente mentre il pilota veniva soccorso da alcuni passanti. Entrambi venivano condotti in ospedale dove venivano ricoverati, risultando feriti gravi.

Esercente dell'aeromobile

Provincia Autonoma di Trento, Nucleo elicotteri VVF.

Natura del volo

Lavoro aereo (Commercial Operations – SPO), trasferimento operativo.

Persone a bordo

Due: un pilota, un tecnico (coadiutore).

Danni all'aeromobile

L'elicottero è risultato seriamente danneggiato a causa dell'atterraggio pesante, dell'impatto con la vegetazione e del *blade strike* generato dalle oscillazioni innescatesi per il fenomeno di *ground resonance* a seguito dell'incidente (foto 3).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



Foto 3: punto di arresto dell'elicottero I-TNLD e particolare dei danni subiti.

Altri danni

Nessuno.

Informazioni relative al personale di volo

Pilota: età 41 anni, nazionalità italiana.

In possesso di CPL(H), in corso di validità.

Abilitazioni in corso: AS350/EC130, AW109 (IR); *Mountain aerial work*, *paradropping*, radiotelefonia in lingua italiana e in lingua inglese (livello 4).

In possesso di certificato medico di classe prima.

Al proprio attivo aveva totalizzato, alla data dell'incidente, 3867h 28' di volo, di cui 3617h su AS350. Negli ultimi 12 mesi aveva volato 221h e negli ultimi 30 giorni circa 32h 30'. Dal 16.06.2021 il pilota aveva quasi esclusivamente operato con l'elicottero I-TNLD.

Aveva preso servizio presso l'operatore in data 1.5.2021 ed effettuato l'addestramento previsto per il *conversion course* (Flight crew e per operazioni COAN) e il *difference training* nel periodo dal 3.5.2021 al 7.5.2021.

Aveva effettuato l'addestramento CRM in data 1.3.2021 presso la ditta dove operava precedentemente.

Aveva effettuato l'*operator proficiency check* (OPC) per attività SPO/HESLO e AIB in data 18.05.2021 su-AS350 B3, con marche di identificazione I-TNAA. Durante il *check* con l'esaminatore TRE sono state effettuate, tra l'altro, le manovre relative a "*Flight and engine malfunctions*". Tuttavia, l'I-TNAA aveva un sistema di *engine governor* e manopola *twist-grip* sul collettivo diverso da quello installato sull'elicottero I-TNLD e che verrà illustrato in seguito.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Nel periodo immediatamente successivo all'OPC, aveva volato prevalentemente sull'elicottero I-TNAA e, dal 16.06.2021 fino alla data dell'incidente, esclusivamente sull'elicottero I-TNLD.

Coadiutore: età 56 anni, nazionalità italiana.
Impiegato da circa 22 anni presso il gruppo elicotteri con le mansioni di tecnico coadiutore per lavoro aereo e HEMS. Aveva effettuato corsi sugli elicotteri SA313/SA318 (Aluette), SA315 (Lama), AS350 (Ecureuil) e AS365 (Dauphin).

Informazioni relative all'aeromobile ed al propulsore

L'AS350 B3 è un elicottero multiruolo leggero a struttura metallica, con carrello a pattino e MTOM di 2250 kg, prodotto dalla Eurocopter (oggi Airbus Helicopters). È equipaggiato con un motore Turbomeca (oggi Safran) Arriel 2B ed ha un rotore tripala con diametro di 10,69 m (figura 1).
L'esemplare I-TNLD era stato immatricolato nel 2001 con il S/N 3383 per conto della Provincia Autonoma di Trento, che ne era diventata anche l'esercente.
La Provincia di Trento era accreditata di COA, COAN e CAMO per la gestione della navigabilità continua ed era autorizzata da ENAC ad effettuare operazioni commerciali specializzate ad alto rischio.
La documentazione tecnico-operativa è risultata regolare, con validità dell'ARC, al 22.5.2022.
L'elicottero era dotato di un VEMD e di un DECU (foto 4 e 5) in grado di registrare i dati relativi alle avarie e/o superamento dei parametri normali di funzionamento del propulsore.

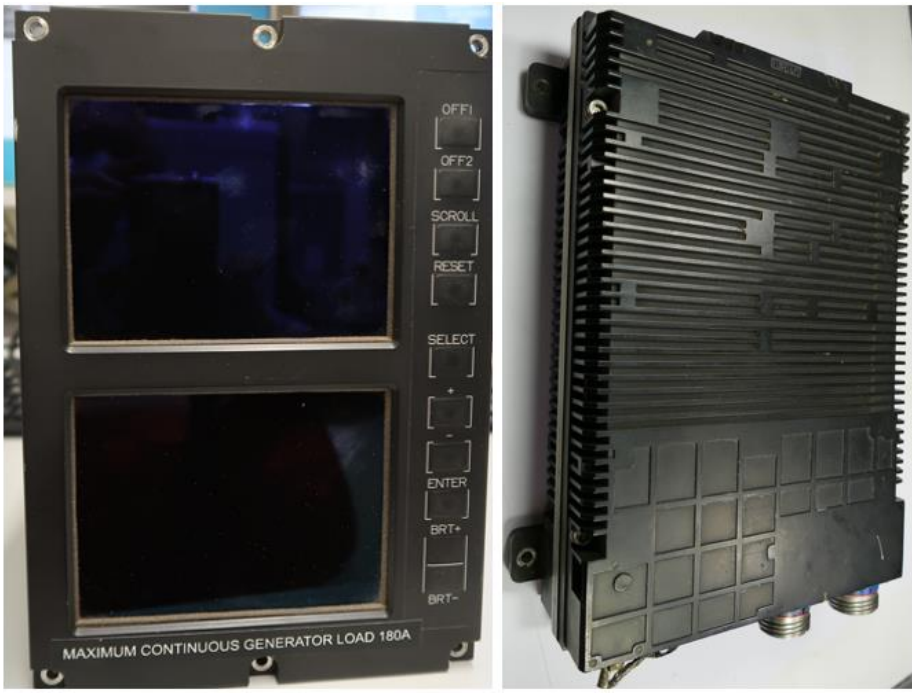


Foto 4, 5: apparati VEMD e DECU disinstallati dall'elicottero I-TNLD.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Da quanto riportato dalla documentazione tecnica rinvenuta, il VEMD P/N B19030MD05 e S/N 3026 era stato installato sull'elicottero I-TNLD in data 02.05.2019, a 5695 ore di funzionamento dell'elicottero.
Il DECU, P/N 70BMB01020 e S/N 892, era stato installato e collegato al motore S/N 22029 il 2 dicembre 2009, a 6436 ore di funzionamento del motore.
L'elicottero, alla data del 2.7.2021 aveva totalizzato 6387h 47' di volo e 35737 atterraggi; aveva volato circa 22h 30' dall'ultima ispezione (50h), eseguita il giorno 21.6.2021.
Il propulsore Arriel 2B (S/N 22029) aveva accumulato 9828 h 47' di volo.
L'ultima registrazione periodica era stata effettuata in data 1.7.2021 a 9820h 52'. Il power check registrato in data 7.5.2021 a 9786h 07' risultava regolare.

Il giorno dell'incidente, l'elicottero era stato rifornito alle 17:20 LMT con 220,4 lt di carburante. Al momento dell'incidente, l'elicottero ne aveva circa 120 kg, come confermato dalle fotografie scattate al VEMD dall'equipaggio in cui si nota la spia GOV RED accesa (si veda il paragrafo "Testimonianze").

L'elicottero AS350 con marche I-TNAA, su cui il pilota aveva effettuato l'OPC, è anch'esso registrato nella flotta dell'operatore.

I due elicotteri si differenziano per le modifiche MOD No 073254[3] e No 073084 relative al sistema di *engine governor* e alla manopola *twist-grip* posta sul collettivo: il sistema installato sul I-TNAA era stato aggiornato, mentre l'I-TNLD era equipaggiato da un *engine governor* e *twist-grip* "pre-MOD".
La modifica riguarda i comandi della velocità di rotazione della turbina di potenza del motore e quindi del rotore. In modalità automatica e in assenza di avarie, il sistema di controllo del motore mira a mantenere la velocità di rotazione della turbina di potenza (e quindi dei giri NR) al valore nominale.
Per disegno, in entrambe le versioni dell'*engine governor*, è previsto che al verificarsi dell'avaria GOV RED, il software del DECU blocchi l'attuatore che controlla il flusso di carburante nella posizione in cui si è verifica l'avaria e invii il segnale per l'accensione della relativa spia nel *cockpit*; da quel momento, in un elicottero pre-MOD, il pilota controlla manualmente il flusso di carburante tramite la manopola *twist-grip* posto sul collettivo, che agisce direttamente sull'HMU del motore (figura 2).

[3] La MOD No 073254 è stata oggetto della Service Letter No. 1702-71-05 del 12.04.2006 riportata nella Information notice No. 2169-I-67 Rev.0 del 15.06.2010.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

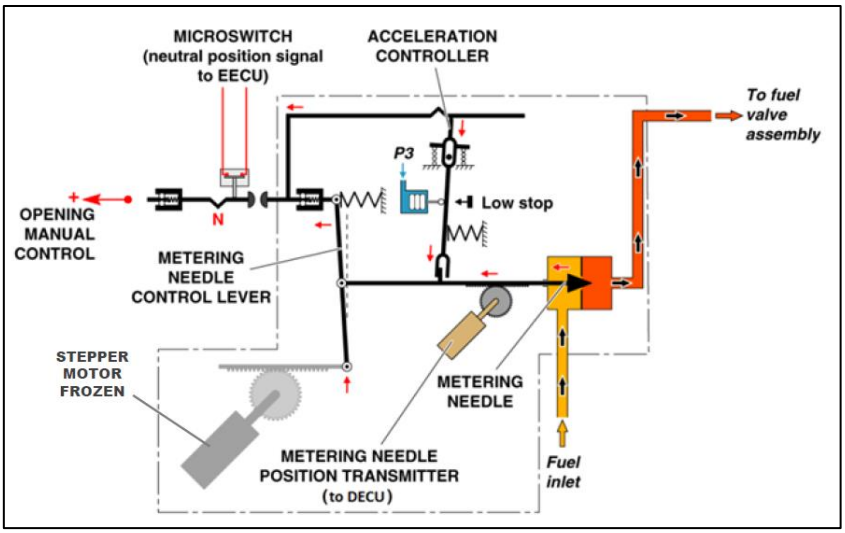


Figura 2: diagramma *Fuel Control* in *manual mode* per motore Arriel 2B (fonte Safran helicopter Engines).

La modifica n. 073254, a cui era stato sottoposto l'elicottero I-TNAA, consiste nella sostituzione del motore Arriel 2B con il motore Arriel 2B1. Con l'Arriel 2B, in caso di RED GOV, come detto, il pilota deve controllare manualmente il flusso di carburante (ciò vale sia prima che dopo la modifica n. 073084). D'altra parte, l'HMU dell'Arriel 2B1 non ha più alcuna funzione di controllo manuale del flusso di carburante, poiché è stato sostituito dall'EBCAU. Pertanto, con la modifica n°073254, in caso di RED GOV, il pilota non deve più controllare manualmente il flusso di carburante perché l'EBCAU subentra nel controllo della velocità della turbina di potenza del motore (e quindi dei giri NR).

La modifica n° 073084 è invece relativa alla tipologia *di twist-grip* installata e le sue funzioni. In particolare, la *twist-grip* pre MOD è dotata di un meccanismo di sblocco da azionare prima di effettuare variazioni sul flusso di carburante (Figura 3 e 4).



Figura 3: comandi *engine governor* e *twist-grip* installati sull'I-TNLD (estratto della Service Letter No. 1702-71-05).

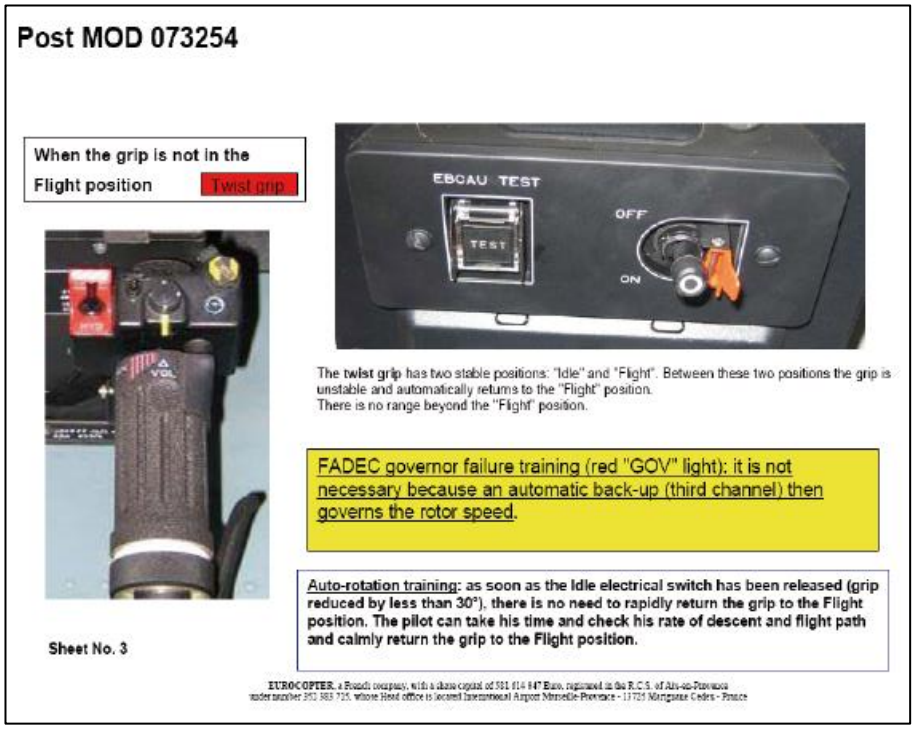


Figura 4: comandi *engine governor* e *twist-grip* installati sull'I-TNAA (estratto della Service Letter No. 1702-71-05).

In particolare, la SL no. 1702-71.05 specifica quanto segue:

- «Consequence of a total governor failure (red GOV light): The fuel is frozen at its value at the moment of the failure».
- «Fuel flow control after failure: manually controlled by the pilot using the *twist-grip*, which mechanically actuates the fuel metering unit of the HMU»
- «Twist grip (pre-MOD No. 073084):

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

All the positions are stable.

The grip has two ranges, one to reduce the fuel flow and one to increase the fuel flow, separated by a disengageable mechanical stop.

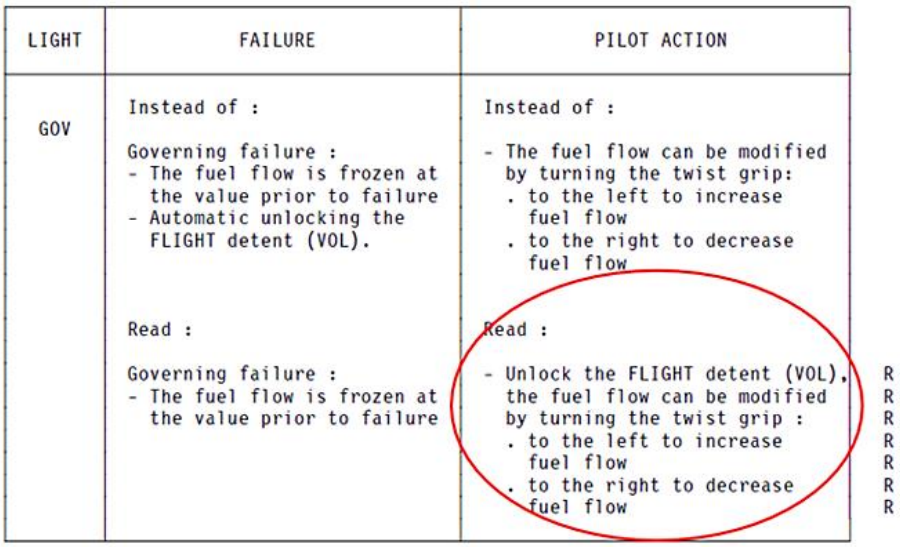
The grip has three operating modes:

- *Normal "Flight" mode*:
  - The grip is in the "Flight" position against the disengageable stop.
- *"Mixed" mode with DECU active*:
  - in the reduced position (reduced by more than approximately 30°, for a maximum of 45°), the grip activates an electrical switch which sets the engine to idle NG (zero power) via the DECU,
  - during reduction, between the "Flight" position and the "fully reduced" position, the grip controls the metering unit of the HMU but the fuel flow is still governed by the DECU,
  - the (amber) "TWIST GRIP" and amber "GOV" lights are illuminated.
- *"Manual Back-up" mode (with DECU inactive):*
  - DECU inactive (actual total governor failure or failure simulated by the Auto/Manu switch set to Manual) with the red "GOV" light illuminated,
  -the grip controls the HMU metering unit and directly adjusts the fuel flow in the increase range or reduction range,
  - the (amber) "TWIST GRIP" light is illuminated».

La procedura di emergenza per l'avaria GOV RED, relativa alla fattispecie "Manual Back-up" mode (with DECU inactive), riportata nell'HFM dell'elicottero I-TNLD (pre-MOD) prevede che il pilota effettui le seguenti azioni:

- Sboccare il *FLIGHT detent* (VOL), l'immissione di carburante può essere modificata girando il *twist-grip*:
  -a sinistra per incrementare il flusso;
  -a destra per ridurre il flusso.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



LIGHT	FAILURE	PILOT ACTION	
GOV	Instead of : Governing failure : - The fuel flow is frozen at the value prior to failure - Automatic unlocking the FLIGHT detent (VOL).	Instead of : - The fuel flow can be modified by turning the twist grip: . to the left to increase fuel flow . to the right to decrease fuel flow	
	Read : Governing failure : - The fuel flow is frozen at the value prior to failure	Read : - Unlock the FLIGHT detent (VOL), the fuel flow can be modified by turning the twist grip : . to the left to increase fuel flow . to the right to decrease fuel flow	R R R R R R R

Figura 5: estratto del HFM relativo all'avaria GOV RED.

Tale procedura prevede lo sblocco del nottolino sia per la riduzione che per l'aumento del *fuel flow e* nasce dall'esigenza di semplificare le azioni da svolgere in condizioni di emergenza. Da una analisi del sistema effettuata con i costruttori di elicottero e motore, si è appurato, tuttavia, che lo sblocco del nottolino sulla *twist-grip*, seppur non espressamente specificato nel HFM o nella SL, è necessario solo qualora sia necessario incrementare il *fuel flow* oltre a quello in essere al momento dell'avaria.

La SL menzionata riporta, inoltre, l'esigenza di effettuare un addestramento specifico per l'avaria totale del sistema di *engine governor* (RED GOV) e impone che detto addestramento debba essere svolto con un istruttore esperto.

La procedura di addestramento specificata nel HFM prevede di effettuare la simulazione di avaria all'*engine governor* (tramite l'interruttore MAN/AUTO, che si trova sul pannello strumenti sul cielo dell'abitacolo) in condizioni di volo stabili e, successivamente, di applicare la procedura di emergenza prevista dal manuale stesso.

Sulla base di massa, quota e temperatura esterna è possibile utilizzare il seguente diagramma estratto dall'HFM per stimare l'*avoidance zone*, ovvero la zona nella quale una corretta manovra di autorotazione **non** avrebbe comunque esito positivo.

In maggior dettaglio, considerando la seguente figura:

- Il punto A è ad una altezzadi 8 ft e velocità nulla (fisso);
- Il punto B è ad una altezza di 25 ft ed una airspeed di 40 kt (fisso);
- Il punto C è definito da una altezza costante di 100 ft ed una airspeed definita in funzione della altitudine e del peso dell'aeromobile al momento dell'incidente.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

- Il punto D è definito da una airspeed nulla ed una altezza variabile in funzione della altitudine e del peso dell'aeromobile.

Per il volo dell'evento stimiamo il peso e l'altitudine come segue, considerando la temperatura esterna:

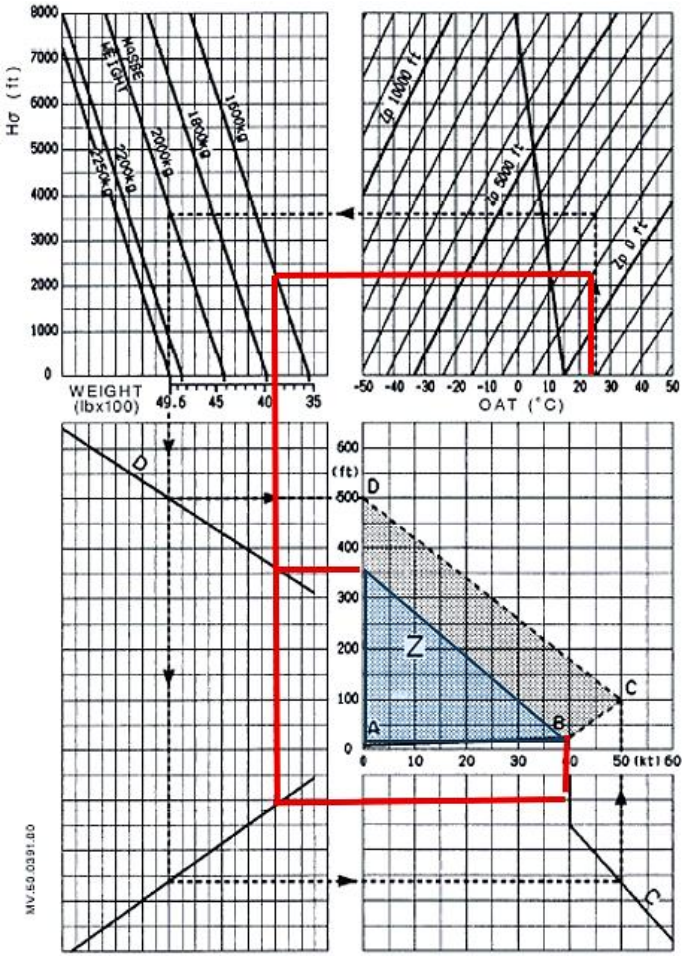
- OAT: 24.2 °C (si veda paragrafo *Attività di scarico dati dell'apparati VEMD e DECU installati a bordo dell'elicottero*);
- massa dell'elicottero: due persone a bordo, 170 kg[4] e 140 kg di carburante (si veda anche il paragrafo *Testimonianze*) in aggiunta alla *empty mass* – circa 1510 kg.
- Quota: l'altitudine del luogo dell'evento è 190 m (623 ft) a cui si aggiunge l'altezza stimata di 300 ft (si veda anche il paragrafo *Testimonianze* in aggiunta) – circa 923 ft.

Sulla base dei suddetti valori di riferimento si può stimane il diagramma altezza velocità per la condizione verificatasi nell'incidente, evidenziato con il triangolo blu in semitrasparenza nella seguente immagine.

Considerando la velocità tenuta al momento dell'evento, di circa 65 kt (come riportato dal pilota nel paragrafo suddetto), in relazione all'area individuata con la suddetta procedura, si ritiene che l'elicottero fosse al di fuori dell'*avoidance zone*.

[4] AMC2 CAT.POL.MAB.100(d) Mass and balance, loading (AMC/GM to Annex IV (Part-CAT) to Commission Regulation (EU) No 965/2012 on air operations).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Informazioni sul luogo dell'evento

La posizione finale dell'elicottero a seguito dell'incidente era una aiuola nei pressi della SS12 in posizione 46° 2' 15.9" N - 011° 7' 27.9" E, con elevazione 190 m (foto 6).



Foto 6: stato e posizione di ritrovamento del relitto dopo l'incidente.

A seguito dell'incidente, un elicottero del 118 ha sorvolato la zona per calare i soccorritori. In tale occasione, il flusso d'aria del rotore principale ha spostato alcune parti del relitto, modificando, in parte, le evidenze della distribuzione dei rottami.

Le tracce presenti al suolo indicavano che il primo punto di impatto era a circa 20 m dal punto di arresto finale: scaglie di vernice gialla rinvenute in tale posizione erano riconducibili allo sfregamento dell'asta di protezione della trave di coda. I pattini lasciavano alcuni segni pochi metri più avanti, in corrispondenza del marciapiede che delimita l'aiuola.

Informazioni meteorologiche

Le condizioni di visibilità e copertura delle nubi, al momento dell'incidente, erano ottimali (CAVOK), il QNH era 1013 mbar. Il vento, al momento della prima chiamata radio dell'I-TNLD, era calmo, in seguito veniva riportato, dall'operatore AFIU dell'aeroporto di Trento, con provenienza da Sud, intensità 7 nodi. Temperatura di circa 24° C (si veda anche il paragrafo *Attività di scarico dati dell'apparati VEMD e DECU installati a bordo dell'elicottero*).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Esame del relitto.

L'elicottero si presentava in assetto livellato ma con ingenti deformazioni da impatto.

I pattini di atterraggio venivano entrambi rinvenuti parzialmente solidali al corpo dell'elicottero e piegati verso l'esterno (foto 8 e 9).



Foto 8, 9: particolari delle deformazioni sui pattini di atterraggio.

Le tracce riscontrate sul trave di coda e le deformazioni subite da una delle pale del rotore principale (foto 10) erano compatibili con un *tail strike.*



Foto 10: particolari delle deformazioni da impatto sulla pala (blu) del rotore principale.

La tipologia di rottura è coerente con il fatto che l'albero motore stesse ancora ruotando al momento dell'impatto (foto 11).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



Foto 11: particolare del trave di coda e della rottura dell'albero di trasmissione del moto al rotore di coda.

La pala che è entrata in contatto con la coda risultava la più danneggiata e, oltre alle tracce di impatto riscontrabili sul bordo di attacco (ovale rosso in foto 12), evidenziava una rottura alla radice, in prossimità del punto di attacco con la testa del rotore (freccia rossa in foto 13). Le altre due pale presentavano, sul ventre, segni di impatto con la vegetazione (rettangoli rossi in foto 12).

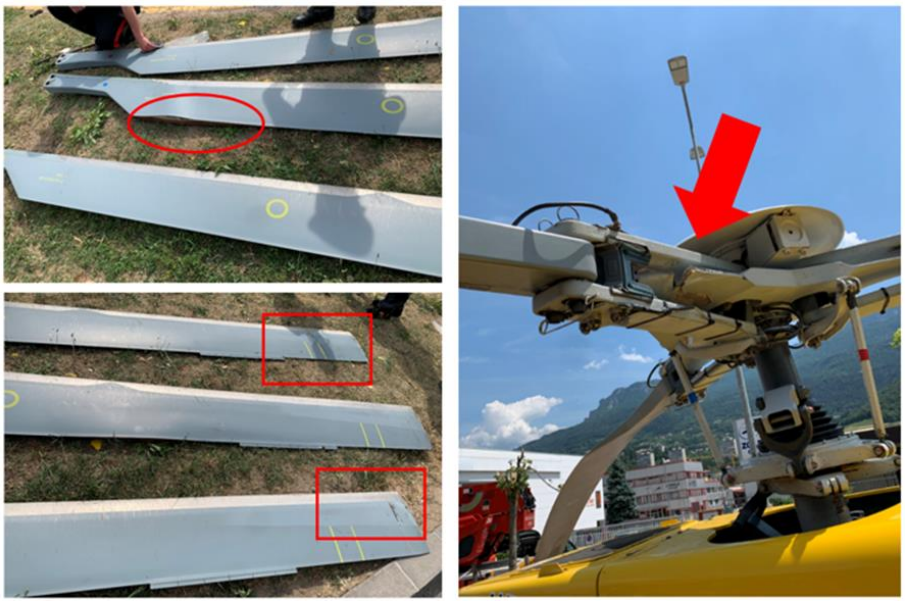


Foto 12, 13: particolari dei danneggiamenti subiti dalle pale del rotore principale.

Nel corso del sopralluogo si verificava anche la continuità del moto ruotando meccanicamente la turbina di potenza, accessibile tramite il cono di scarico, e verificando il movimento del gruppo rotore (foto 14 e 15).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



Foto 14 e 15: particolari dello stadio rotorico della turbina accessibile attraverso il cono di scarico.

Una volta aperti gli sportelli di accesso al vano motore, veniva osservata la condizione del propulsore (foto 16 e 17) che presentava solo lievi danneggiamenti post impatto e segni di contatto con la struttura esterna dell'elicottero (nell'ovale rosso in foto 17).



Foto 16, 17: vista destra e sinistra del motore.

Il castello della trasmissione del rotore principale evidenziava alcune deformazioni (ovale rosso in foto18) ma risultava ancora solidale con la struttura del pavimento (foto 19, 20).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



Foto 18, 19, 20: trasmissione del rotore principale.

Il rotore di coda veniva ritrovato in prossimità dell'albero tranciato, con vegetazione ancora presente sulle pale (foto 21).



Foto 21: particolari del rotore di coda.

La cabina si presentava gravemente danneggiata dall'impatto con il suolo e il conseguente fenomeno della risonanza al suolo (*ground resonance*). La calotta in plexiglass era completamente distrutta e il cielo della cabina era collassato verso il basso (foto 22).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

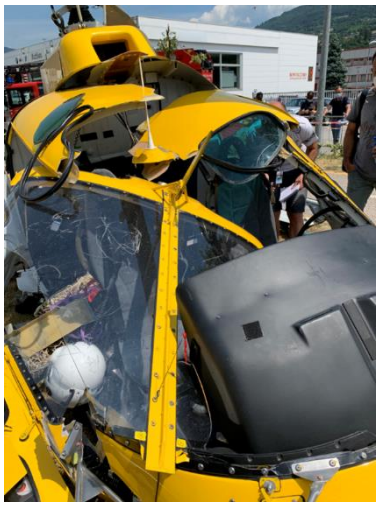


Foto 22: particolare della cabina dell'elicottero.

Sul cruscotto non si riscontravano particolari evidenze, mentre sulla piantana centrale si constatava il comando a pressione della *fuel pump* acceso (foto 23).



Foto 23: piantana centrale e del comando della *fuel pump*.

Il selettore del controllo dell'*engine governor* posto sul cielo cabina risultava in posizione AUTO (ovale rosso in foto 24), la *twist-grip* era nella posizione "MIN" e il nottolino sulla *twist-grip* risultava inserito nella posizione "*locked*" (freccia rossa in foto 25). Il selettore "OFF/IDLE/FLIGHT" veniva rinvenuto nella posizione "OFF" con la guardiola alzata. La *fuel shut-off lever* era in posizione attivata (retratta/*pulled back).*

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



Foto 24, 25: posizione degli interruttori relativi al *governor* dell'elicottero.

Altre informazioni

Comunicazioni T-B-T.

Di seguito l'estratto delle comunicazioni intercorse tra il pilota e l'AFIU di Trento sulla frequenza 119.650 MHz:

17:23:30 I-TNLD: Trento buona sera TNLD.

LIDT: LD Trento avanti.

17:23:42 LIDT: LD da Trento avanti.

I-TNLD: AS 50 sull'E2 rientra a Trento.

LIDT: Copiato riporta il finale 36 il vento calmo QNH 1013.

17:26:29 I-TNLD: Finale 36 LD.

LIDT: Ok adesso vento da sud 7 nodi.

I-TNLD: Si guarda faccio un sottovento destro 36[5] abbiamo un'avaria all'*engine governor*.

LIDT: Come preferisci vento Sud 7 nodi e devo allertare il servizio antincendi?

I-TNLD: Si grazie.

17:29:28 LIDT: LD Trento (si sente in sottofondo il suono dell'ELT diffuso dall'altoparlante della radio impostata sulla frequenza 121.500 MHz).

L'operatore AFIU, vedendo l'elicottero scomparire dietro gli alberi a Nord della pista, contattava immediatamente un altro traffico in volo per richiedere se avesse l'elicottero I-TNLD in vista.

Alle 17:32:41 detto traffico comunicava di aver visto l'elicottero caduto in prossimità della rotonda in finale RWY 18 e forniva informazioni in merito allo stato dell'elicottero e dell'equipaggio.

[5] In realtà il pilota intendeva effettuare un sottovento destro RWY18.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

L'operatore AFIU iniziava immediatamente i coordinamenti per l'emergenza secondo le procedure previste dal PEA e dalla IPI.

Testimonianze.

L'ANSV ha raccolto le seguenti testimonianze.

Pilota.

Il pilota dichiarava all'ANSV che nella giornata del volo terminato con l'incidente erano state effettuate numerose rotazioni per oltre 4 ore di volo. L'elicottero non evidenziava nessun rumore, vibrazione o sintomo di malfunzionamento. Nei controlli prevolo del volo terminato con l'incidente non venivano evidenziavate anomalie. Veniva inoltre riferito che:

- l'elicottero decollava da Baito Campivelo con circa 140 kg di carburante.
- La durata del trasferimento per Trento era di circa 10' ed era previsto atterrare a Vigolo Vattaro per sbarcare il secondo coadiutore.
- Sbarcato quest'ultimo, l'elicottero decollava alla volta di Trento e pochi secondi dopo il decollo si accendeva la spia rossa GOV accompagnata dal gong[6] in cuffia e dalla scritta FLI FAILED sul VEMD.
- I giri rotore incrementavano improvvisamente e molto velocemente e si accendeva l'allarme "alti giri" in cuffia. Per contrastare questo improvviso ed inaspettato aumento di giri, il pilota agiva sul comando collettivo aumentando il passo e successivamente mettendo il selettore del controllo motore su MAN. Sbloccava quindi il nottolino sulla manopola *twist-grip* ed agiva sulla manetta in senso di decelerazione per garantire i giri in arco verde in volo livellato. Queste operazioni facevano guadagnare molta quota all'elicottero, arrivando a circa 4500ft (da 2200 ft, elevazione del terreno al decollo).
- Una volta che l'elicottero era nuovamente sotto controllo, il pilota comunicava alla torre l'avvicinamento all'aeroporto, il controllore comunicava vento calmo.
- Dopo aver impostato una lenta discesa, il pilota decideva, vista la calma di vento di estendere verso Sud per effettuare un atterraggio il più piatto possibile ed una traiettoria libera da ostacoli e centri abitati, atterrando per la pista RWY36.
- Il pilota comunicava alla torre l'avaria, il controllore riportava 7 nodi di vento da Sud.
- Il pilota reputava che 7 nodi in coda fossero eccessivi per un atterraggio in avaria, comunicava pertanto l'intenzione di fare un sottovento destro per pista RWY18 per non sorvolare centri abitati.
- Il pilota ed il tecnico continuavano a monitorare i parametri di volo.

[6] Il gong suona ogni qualvolta si illumina una spia rossa, come specificato sull'HFM: «The gong sounds each time a red warning light illuminates».

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

- Il sottovento viene effettuato ad una velocità di 80 kt, la quota di circa 1200 ft, tutti i parametri erano in arco verde, il carburante era circa 120 kg.
- Veniva eseguita la virata base molto dolce in leggera discesa, i parametri erano ok. L'elicottero si allineava per pista RWY 18 ed incrementava la discesa, mantenendo comunque un variometro sotto i 200 ft al minuto per garantire un atterraggio piatto.
- Dopo alcuni secondi, i giri rotore iniziavano a decrescere molto rapidamente come se il motore si fosse portato in IDLE. L'altezza da terra era inferiore ai 300 ft e la velocità attorno ai 65 kt. L'allarme bassi giri rotore iniziava a suonare e il pilota impostava l'autorotazione.
- Il punto in cui si trovava l'elicottero era prossimo a numerosi ostacoli, tra cui capannoni, distributori carburante, tangenziale e ferrovia non offrendo, quindi, molti punti per effettuare un atterraggio d'emergenza "sicuro".
- Il tecnico indicava al pilota un triangolo di prato e quest'ultimo decideva di atterrare li. Il prato era circondato da piccole piante e da pali. Il pilota eseguiva una *flare* e la coda impattava contro la cima di un alberello. Il pilota riportava l'elicottero orizzontale ed applicava tutto il collettivo possibile. L'impatto con il terreno era brusco ma l'elicottero era sufficientemente orizzontale da non capovolgersi.
- Il pilota sveniva per qualche minuto. Quando si riprendeva non riusciva a respirare per lo sterno fratturato, il tecnico era a terra a circa 15 metri di distanza dall'elicottero, dolorante ma cosciente. Tre passanti avevano aiutato il pilota ad uscire dal relitto e lo sdraiavano a terra.
- Nel merito della posizione su ON della *fuel pump*, osservata durante il sopralluogo operativo, era dovuta ad una dimenticanza del pilota, che aveva omesso di spegnere l'interruttore dopo la messa in moto.

Coadiutore.

Il tecnico coadiutore ha confermato quanto dichiarato dal pilota e ha fornito alcune informazioni aggiuntive di seguito sintetizzate:

- Dopo l'incidente egli era dolorante ma vigile e riusciva ad uscire dalla cabina rotolando sotto le pale ancora in movimento. Immediatamente veniva soccorso da un passante mentre il pilota aveva perso i sensi nell'abitacolo.
- Dopo un minuto scarso arrivavano i soccorsi.
- L'allerta rossa GOV si accendeva 20" circa dopo il decollo.
- Il coadiutore confermava l'azionamento su MAN del selettore MAN/AUTO dell'*engine governor* dopo circa 2'.
- Il coadiutore confermava che le azioni svolte nel cockpit durante l'emergenza sono state coordinate tra i due membri dell'equipaggio.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

- Il coadiutore forniva due fotografie dello schermo del VEMD con i dati di volo, scattate nella zona collinare appena stabilizzato l'elicottero dopo l'emergenza (foto 26, 27).

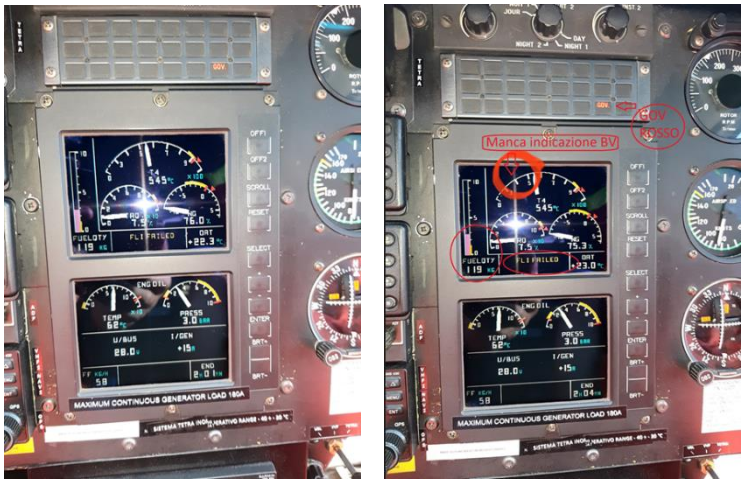


Foto 26, 27: fotografie dello schermo del VEMD scattate dal tecnico coadiutore durante il volo.

Le fotografie rappresentavano i seguenti parametri:

- Spia "GOV" rossa illuminata.
- Velocità indicata ≈ 83 kt.
- Messaggio "FLI FAIL".
- NG = 75.3 %.
- Torque = 7.5%.
- T4 = 545 °C.
- Engine oil pressure = 3 bars.
- Engine oil temperature = 62°C.
- Bleed valve indicator non illuminato[7] .
- Fuel Quantity: 119 kg.

Operatore AFIU di Trento.

Contestualmente al sopralluogo sul luogo dell'incidente, si è raccolta la testimonianza dell'operatore in servizio al momento dell'incidente. Egli ha descritto gli avvenimenti riportando il contatto iniziale con l'I-TNLD che si dirigeva verso l'aeroporto con l'intenzione di atterrare. L'operatore indicava il vento calmo e la pista preferenziale per l'atterraggio RWY36. Al secondo contatto radio, quando l'elicottero si stava posizionando per un finale RWY36, l'operatore notava che il vento era variato in

[7] Il valore di NG pari a 75.3% è al di sotto della soglia per l'apertura della bleed valve, tuttavia, dalla fotografia, la bandierina corrispondente non è visibile nella parte alta a sinistra del monitor. Da un approfondimento tecnico effettuato sulla base delle fotografie scattate dall'equipaggio, SafranHE ha confermato che per la logica dei segnali di input/output relativi all'attivazione dell'avaria red "GOV", l'indicazione della bleed valve è inibita. Di conseguenza, l'indicazione di red "GOV" spiega l'assenza di visualizzazione della bandierina.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

intensità e direzione e comunicava al pilota "vento da sud, 7 nodi". A questo punto il pilota richiedeva di portarsi in sottovento per effettuare un atterraggio per pista RWY18 per un'avaria all'*engine governor*.

L'operatore AFIU chiedeva al pilota se fosse necessario allertare il servizio antincendi e il pilota rispondeva in maniera affermativa.

Altro traffico in circuito manteneva quindi la posizione per dare la precedenza all'I-TNLD, sebbene non avesse dichiarato emergenza.

Una volta in finale per pista RWY18, l'operatore AFIU notava l'elicottero perdere quota velocemente e scomparire dietro gli alberi. Sentiva immediatamente il segnale dell'ELT attivatosi automaticamente all'urto con il suolo.

Vigili del fuoco di Trento.

Diversi Vigili del fuoco hanno descritto le attività di soccorso effettuate pochi minuti dopo l'incidente. Esse erano mirate all'assistenza del personale di bordo dell'I-TNLD e alla messa in sicurezza dell'elicottero stesso.

In particolare, il primo vigile del fuoco a raggiungere il relitto ha dichiarato di aver azionato una leva nera con un blocco di protezione rosso posizionata sul cielo dell'abitacolo che, per quello che poteva comprendere, era la leva di chiusura carburante. Nella stessa posizione, egli disattivava l'interruttore della messa in moto[8].

Svolgeva quindi ulteriori azioni con i colleghi per la messa in sicurezza dell'elicottero, spargendo schiuma estinguente nel vano motore e nella zona di prato circostante. Infine, veniva rimossa la batteria da un collega.

Analisi video acquisiti.

Sono stati acquisiti i video registrati dalla telecamera posizionata presso un distributore di benzina, da un testimone che si trovava presso un autolavaggio e da uno dei soccorritori.

Dal primo video si evince la traiettoria di discesa dell'elicottero poco prima dell'impatto. Si possono notare una velocità di discesa elevata ed un assetto cabrato dell'elicottero (sequenza foto 28).

[8] Le leve indicate potrebbero essere quelle relative al comando AUTO/MAN dell'*engine governor* e OFF/IDLE/FLIGHT raffigurate in figura 3 e che si trovano sul pannello strumenti sul cielo dell'abitacolo.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



Foto 28: sequenza fotogrammi registrati dalla telecamera posta nei pressi della stazione di servizio.

Il secondo video riprende l'elicottero a terra, con le pale del rotore principale in movimento e il troncone di coda già separato. Dopo pochi secondi, le oscillazioni incrementano vistosamente in seguito all'innesco del fenomeno di *ground resonance* provocando consistenti danneggiamenti alla cabina e alla struttura dell'elicottero.

Nelle immagini si vede, successivamente il pilota, con casco rosso, privo di sensi chino in avanti.

Poco dopo, l'intervento dei soccorritori quando il rotore era ormai fermo.

Rotta seguita dall'elicottero.

I dati relativi alla rotta seguita dall'elicottero I-TNLD sono stati registrati dal dispositivo Inspector Fireless[9].

Il sistema ha registrato 2 percorsi dalle 13.30 del 2.7.2021. In particolare:

- Percorso 1 di 27 km, 11', (Figura 6).
- Percorso 2 di 97 km, 1h 32', (Figura 7).

[9] *Inspector* è una piattaforma di strumenti innovativi a supporto della decisione, della gestione del territorio, della flotta di Protezione Civile e delle emergenze. Gli applicativi *Inspector* consentono l'accesso in tempo reale a molte basi dati eterogenee distribuite sul territorio (come sensori meteo, idrometri, webcams). *Inspector* permette inoltre di localizzare, tracciare e interagire con la flotta e i dispositivi TETRA della Protezione Civile. Il primo applicativo "*Inspector fireless*", personalizzato per i Vigili del Fuoco, è nato nel 2014 e dopo un anno di sperimentazione è ufficialmente operativo dalla fine del 2015 al comando del Corpo dei Vigili del Fuoco permanenti di Trento. Dal 2016 il sistema viene distribuito a tutte le Unioni Distrettuali dei Vigili del Fuoco Volontari congiuntamente con i terminali TETRA di nuova generazione.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

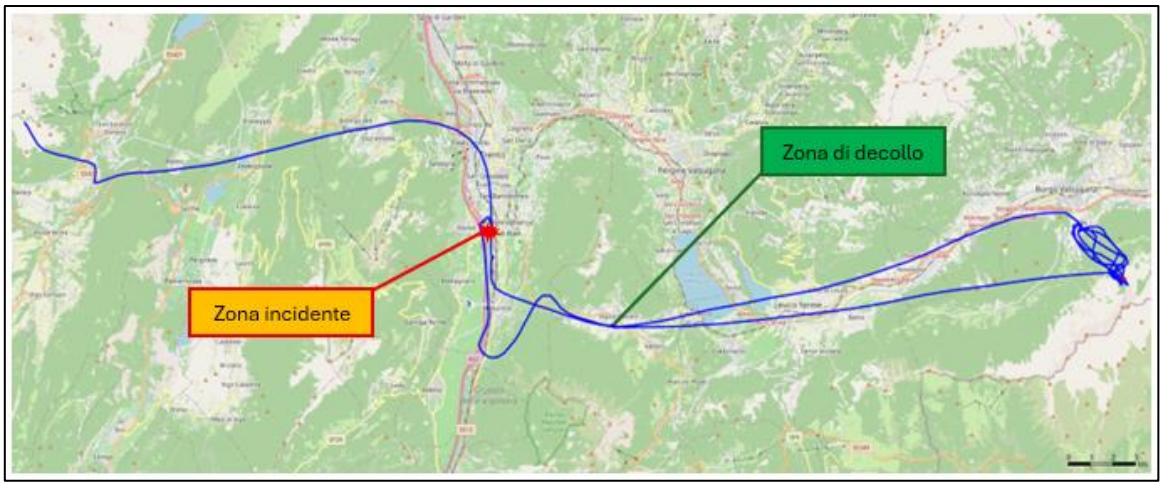


Figura 6: rotta dell'elicottero registrata dal sistema *Inspector fireless*.

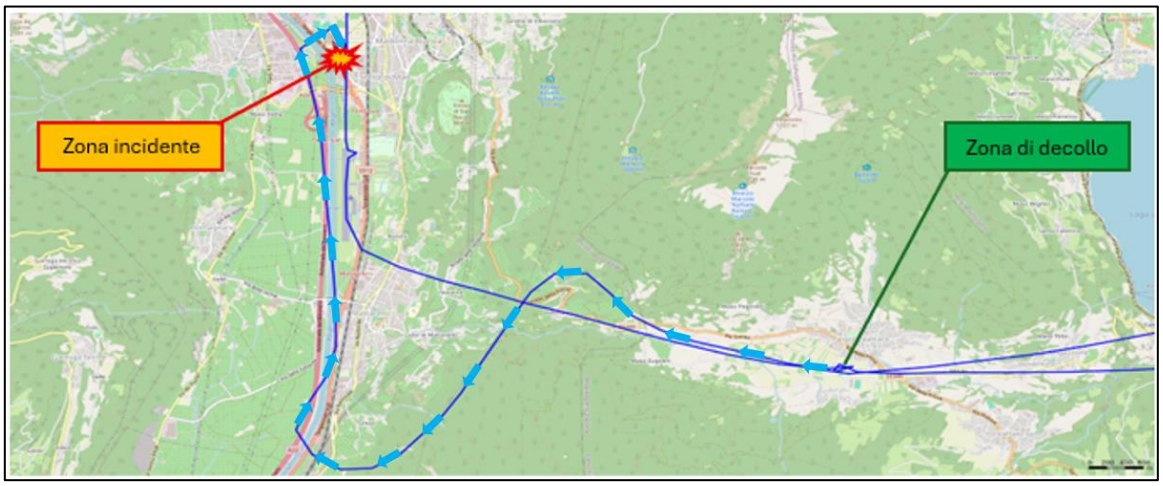


Figura 7: segmento della rotta dell'elicottero dal decollo da Vigolo Vattaro fino all'incidente (su supporto *Inspector fireless).*

In questa ultima figura viene rappresentata la fase del volo dove si innesca l'avaria GOV rossa. In particolare, si può notare la sosta a Vigolo Vattaro per sbarcare uno dei due coadiutori e la rotta di rientro all'aeroporto di Trento. Come dichiarato dal pilota, dopo aver ripristinato la manovrabilità dell'elicottero a seguito dell'avaria, egli si posiziona inizialmente per un lungo finale RWY36 per poi effettuare un sottovento destro per pista RWY18, dopo che l'operatore AFIU di Trento aveva riportato vento da Sud, 7 kt.

La figura 8 evidenzia il punto in cui l'elicottero ha effettuato l'atterraggio di emergenza.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

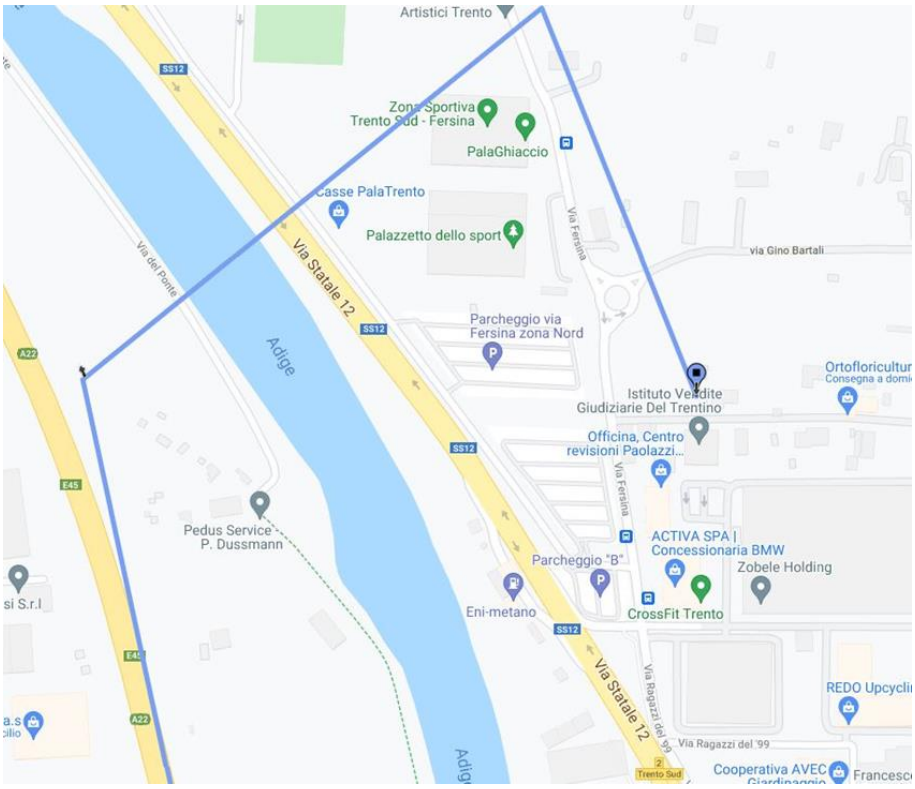


Figura 8: fase finale della rotta dell'elicottero prima dell'incidente (su supporto *Inspector fireless*).

Attività di scarico dati dell'apparati VEMD e DECU installati a bordo dell'elicottero.

La memoria dell'apparato VEMD mostrava, in aggiunta ai dati relativi al volo terminato con l'incidente, anche la registrazione dei seguenti voli:

- Volo #7726: 59'
- Volo #7725: 15'
- Volo #7724: 4h 01'
- Volo #7723: 48'
- Volo #7722: 1h 01'

Nell'ambito di tali voli non sono state registrate avarie.

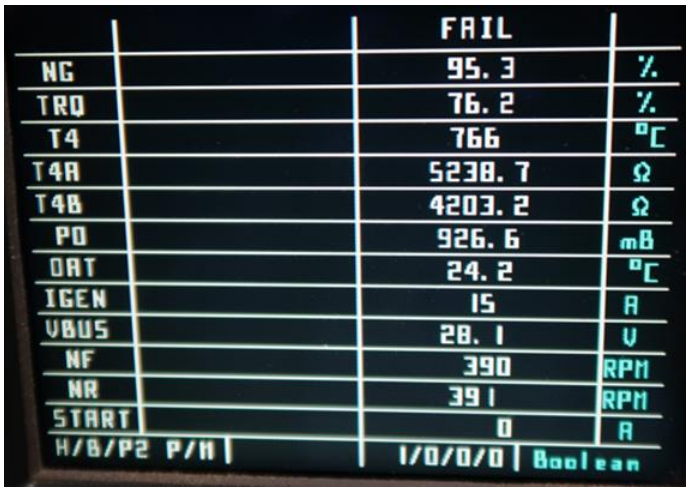
Il volo terminato con l'incidente era il #7727. I dati di interesse estrapolati sono i seguenti:

- Durata del volo[10]: 13'. Essi includono il tempo dal momento dell'accensione del motore al suo effettivo spegnimento. Da rilevare che, dalle testimonianze acquisite, l'elicottero è rimasto in moto per alcuni minuti dopo l'incidente.

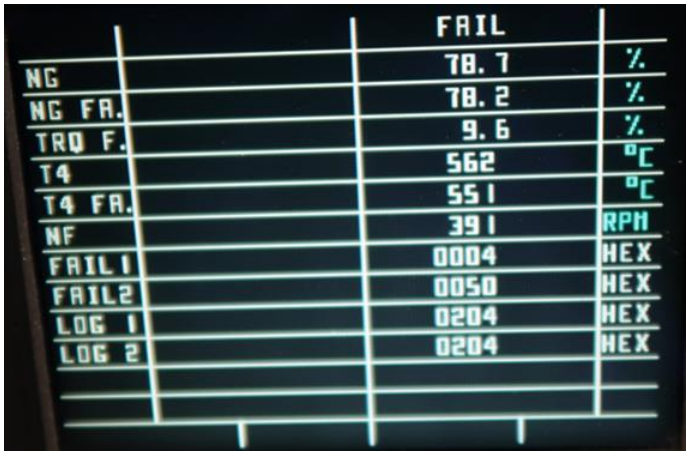
[10] Il contatore della durata del volo del VEMD si avvia quando la velocità del generatore di gas del motore (NG) supera il 10% o la velocità del rotore principale è superiore a 70 giri/min. Il contatore si ferma e il volo viene chiuso quando la velocità del generatore di gas (NG) è inferiore al 10% e la velocità del rotore principale è inferiore a 70 giri/min. Il DECU, analizzato in seguito, ha una logica leggermente diversa per i tempi di volo.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

- Al tempo 7’38” il VEMD ha registrato tre messaggi di failure: “Invalid NFL”, “*Failure of NF B sensor*”, “*Failure of NF A sensor*”. Come conseguenza dell’avaria dei due sensori della turbina libera (*Free Turbine sensors failure*) è comparsa l’allerta “GOV” di colore rosso (RED GOV) sul pannello di allerta, accompagnata da allarme sonoro (GONG).



- Al tempo 9’41” l’apparato ha registrato il messaggio "*Switch engine control*” (FADEC selector).



- Al tempo 11’41” il VEMD ha registrato il messaggio “FLI LOSS” che, come precedentemente detto, indica una perdita temporanea di uno o più dati di volo. Poiché non risultano altre anomalie dopo questo tempo, è verosimile ritenere che questo tempo possa coincidere con il momento dell’impatto al suolo.

I parametri motore registrati sono stati i seguenti:

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN



	-0h06mn	FAIL	
NG	93.5	87.3	%
TRQ	62.1	37.2	%
T4	752	637	°C
T4A	5238.7	5238.7	Ω
T4B	4203.2	4203.2	Ω
PO	909.4	975.5	mB
OAT	23.5	28.4	°C
IGEN	15	15	A
VBUS	28.1	28.1	V
NF	389	391	RPM
NR	389	373	RPM
START	0	0	A
H/B/P2 P/N	I/O/O/O	I/O/O/O	Boolean

Ulteriori elementi di interesse verificati durante l'estrapolazione dei dati sono stati:

- L'apparato non ha registrato nessun "*over limit*" nel volo in questione o in quelli precedenti.
- Tutti i "*Power check*" effettuati sull'elicottero risultavano nei limiti.

Lo scarico dei dati del DECU ha evidenziato i seguenti malfunzionamenti:

- Al tempo DECU 8'08": una *failure* associata al segnale T1 a livello di sistema operativo (OSS[11]) (nessun effetto sul controllo del propulsore) e una *failure* associata all'incongruenza dei sensori N2, con conseguente accensione della spia "GOV" di colore rosso (RED GOV) sul pannello di allerta, accompagnata da allarme sonoro (GONG)[12].
- Al tempo DECU 10'10": 3 *failures* associate al selettore Flight/Idle/Stop e una *failure* associata all'incongruenza dei sensori N2.
- Al tempo DECU 13'48": 8 *failures,* tra le quali, entrambe le fonti di alimentazione elettrica (batteria di bordo e alternatore) presumibilmente riconducibili all'impatto dell'elicottero con il suolo.

In conclusione, l'analisi del DECU ha confermato le informazioni estratte dal VEMD. In particolare, che l'avaria "RED GOV" è stata dovuta ad una differenza tra i dati dei due sensori della turbina libera.

Ulteriori analisi tecniche.

Sono stati svolti ulteriori approfondimenti volti a:

[11] The OSS (Operating System Software) is the program that manages the DECU hardware resources as well as the interfaces between the DECU hardware and the application program (i.e. the Control System Software, CSS). Fonte "SAFRAN Investigation report".

[12] Da sottolineare che i tempi di VEMD e DECU differiscono di circa 30" in quanto i parametri di inizio e fine volo non sono gli stessi. Il DECU considera inizio del volo l'accensione dell'apparato stesso che avviene quando la batteria viene posta su ON, mentre il VEMD prende il tempo durante la fase di accensione del propulsore. Uno sfasamento di circa 48" risulta anche in fase di chiusura del volo per gli stessi motivi sopra descritti.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

- verificare lo stato dei cablaggi e dei relativi connettori, dei sensori NPT e del DECU, nonché il collegamento tra il DECU e i sensori NPT;
- escludere possibili problematiche nella fase finale del volo correlate all'impianto del carburante e, in particolare del HMU.

Tale attività si è svolta come segue:

- Verifica della posizione della manopola "*twist-grip*" in cabina di pilotaggio su "*MIN*" (*idle*) (foto 29).



Foto 29: posizione della manopola *twist-grip* dopo l'incidente su "*MIN*" (*idle)*.

- Smontaggio pannellatura del ventre dell'elicottero per accesso alla linea dei comandi verso il motore e verifica della posizione del comando carburante sia sulla puleggia sottostante che all'ingresso dell'HMU. Si è constatata la continuità, la connessione e la posizione su "*MIN*" (*idle*) (foto 30, 31).

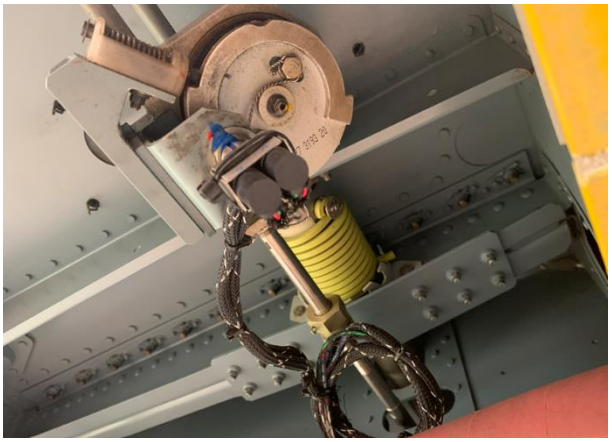


Foto 30: posizione su "*MIN*" (*idle*) della puleggia sotto il pavimento cabina.



Foto 31: posizione del regolatore carburante dell'HMU su "*MIN*" (*idle*).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

- Spostamento della manopola "*twist-grip*" da "*MIN*" (*idle*) a "*flight mode*" ("*vol*") e verifica connessione e rispondenza sull'HMU (foto 32).




Foto 32, 33: spostamento della manopola "Twist grip" dalla posizione "vol" a "max".

- Verifica continuità elettrica dall'HMU al DECU.
- Spostamento della manopola t*wist-grip* nelle posizioni "*MIN*" (*idle*), "*flight mode*" ("*vol*") e "*Max*" o emergenza con sblocco del nottolino rosso sulla manopola *twist-grip* e verifica connessione e rispondenza sull'HMU (foto 33, 34). In tale contesto è stato osservato un punto di maggiore frizione nella rotazione nel passaggio tra "*flight*" e "*Max"*.



Foto 34: posizione del regolatore carburante dell'HMU, corrispondente a "Max" o emergenza.

- Smontaggio HMU (P/N 0292862590, S/N 241B) e imballaggio della stessa con apposizione sigilli per l'invio presso il costruttore del motore per successive attività di indagine.
- Controllo di continuità elettrica e di resistenza di linea dei cablaggi e sensori NPT.
- Smontaggio sensori NPT (S/N 288 e 359) e relativi cablaggi (foto 35, 36).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

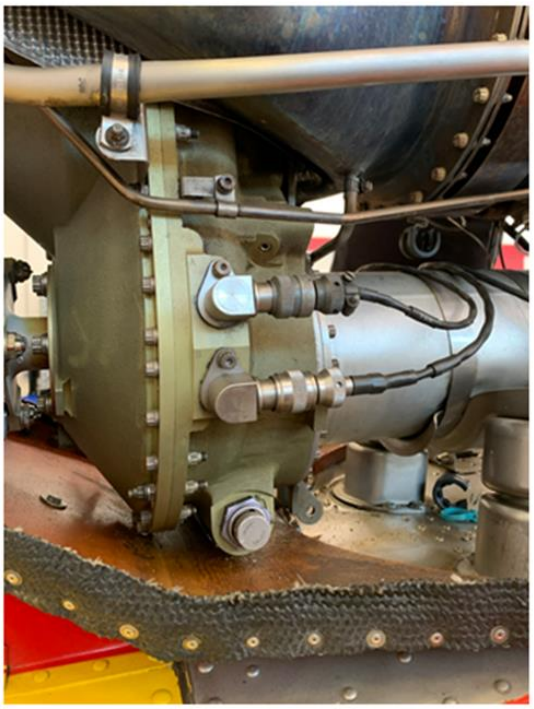
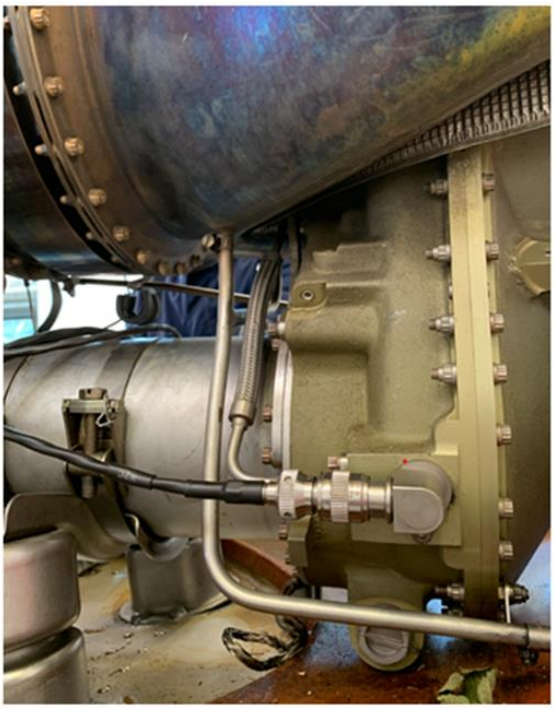



Foto 35, 36: smontaggio sensori NPT e relativi cablaggi.

- Imballaggio e apposizione sigilli su contenitore cablaggi e sensori NPT per l'invio presso il costruttore del motore per successive attività di indagine.
- Verifica di assenza di particelle magnetiche nel tappo magnetico (foto 37).



Foto 37: verifica tappo magnetico.

In conclusione, le attività pianificate si sono svolte regolarmente senza evidenziare particolari difformità.

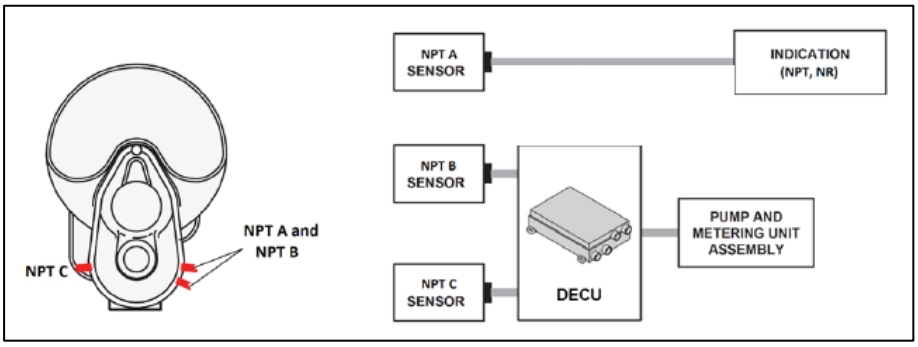
Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

I componenti sopra menzionati sono stati sottoposti ad ulteriori accertamenti:

1) Analisi discrepanza segnale NPT.

Il motore è dotato di 3 sensori NPT situati nella parte inferiore del riduttore.

Il segnale di un sensore (NPT_A) è collegato all'avionica. Non viene utilizzato dal DECU per il controllo del motore e non può generare alcun messaggio di discrepanza nella DECU. I sensori NPT_B e NPT_C sono collegati a due circuiti stampati indipendenti di ingresso nel DECU. Se validi, i due segnali sono utilizzati dal DECU per il controllo del motore. Eventuali discrepanze con uno o entrambi i sensori possono portare a messaggi di malfunzionamento registrati nel DECU.

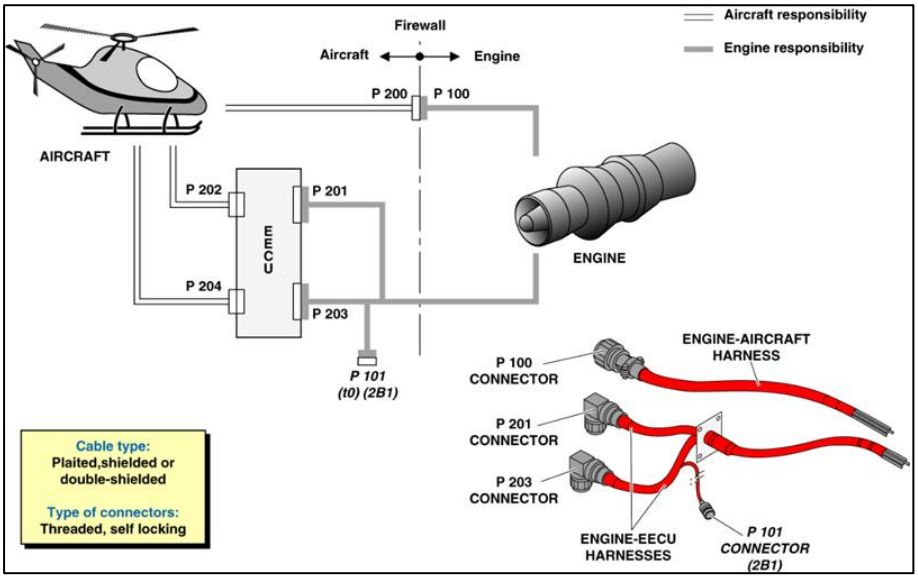


Il segnale NPT_A è trasportato dal cablaggio collegato al connettore P100 nel vano motore a livello del *firewall*. Un altro cablaggio (fornito dal costruttore dell'aeromobile) trasporta il segnale dal firewall all'avionica.

Il segnale NPT_B è trasportato dal cablaggio collegato al connettore P203 del DECU.

Il segnale NPT_C è trasportato dal cablaggio collegato al connettore P201 del DECU.

Si noti che i segnali NPT_B e NPT_C sono identificati come NFB e NFA nel VEMD e N2B e N2A nel DECU e sono deputati a monitorare i valori di N2.



Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

L'indagine sul messaggio incoerente del segnale NPT registrato sia nel DECU che nel VEMD ha riguardato i seguenti aspetti[13]:

- Connettività del segnale NPT nel DECU.
- Collegamenti tra i cablaggi e il DECU
- Connessioni tra i sensori NPT e i rispettivi cablaggi.
- Cablaggio da motore-DECU collegato al connettore P201 del DECU.
- Cablaggio motore-DECU collegato al connettore P203 del DECU.
- Sensore NPT_B.

2) *Test DECU.*

L'apparato è stato testato utilizzando uno specifico banco con un software dedicato di interfaccia motore. Il corretto funzionamento del banco di prova è stato dimostrato con un DECU di test.

Il programma di prova intendeva verificare il corretto funzionamento del sensore NPT del DECU e verificare se il messaggio "N2" (con il relativo segnale di allerta rosso "GOV") potesse essere riprodotto durante il test. Durante i test, il valore di NPT è stato variato artificialmente mentre il DECU veniva fatto funzionare in un ambiente soggetto a forti vibrazioni simulanti il funzionamento del motore in tutte le condizioni di volo e a diverse temperature controllate, da -40°C a +70°C.

Tutti i controlli hanno dato risultati soddisfacenti. Non è stato riscontrato alcun guasto. La verifica dei connettori non ha rivelato alcuna discrepanza.

3) *Esame cablaggi (control and indication harness).*

I cablaggi sono stati rinvenuti correttamente installati sul motore e non presentavano alcuna anomalia. Dall'analisi documentale delle parti, è risultato che essi erano stati prodotti nel giugno 1998 ed erano stati installati sul motore nel luglio 1998 a 0 (zero) ore di funzionamento del motore. Essi erano rimasti sul motore fino alla loro rimozione dopo l'incidente.

I connettori P201 e P203 sono stati collegati a un dielettrimetro e la resistenza di messa a terra delle linee per i sensori NPT_B e NPT_C è stata controllata una dopo l'altra senza rilevare anomalie.

[13] I collegamenti tra il DECU e i cablaggi sono stati controllati sul relitto dopo l'incidente, quando il DECU è stato rimosso a fini investigativi. Non sono state individuate discrepanze.
Il connettore del sensore NPT_C è stato svitato e riserrato in occasione del controllo manuale dell'HMU.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Un multimetro digitale è stato successivamente collegato a entrambi i connettori P201 e P203 per misurare la resistenza della bobina dei sensori NPT. Per entrambi i sensori, la resistenza della bobina è risultata conforme alle specifiche: 200 Ω < R < 300 Ω.

Entrambi i sensori NPT sono stati quindi scollegati dal cablaggio e la resistenza di messa a terra di quest'ultimo è stata misurata nuovamente senza rilevare discrepanze.

In conclusione, il test ha dato risultati soddisfacenti, tranne che per la presenza di un leggero deposito di grasso sugli anelli interni dei connettori dei sensori rilevata dall'analisi al microscopio.

4) *Esame sensori NPT.*

I sensori NPT si trovavano sul riduttore ed erano correttamente collegati al DECU con i connettori serrati.

I sensori sono stati rimossi dalla *engine reduction gearbox* (Modulo 5), rimanendo solidali al cablaggio.

Dalla documentazione tecnica rinvenuta, risulta che entrambi i sensori NPT sono stati installati sul motore in data 11 novembre 2002 a 3526 ore di funzionamento del motore.

Una volta completati i controlli sui cablaggi, descritti al punto precedente, i sensori NPT sono stati scollegati ed esaminati e testati separatamente.

- Sensore NPT_B: buone condizioni della *sensor's head* e nessun risultato da segnalare. Nessuna indicazione di contatto con la *phonic wheel* (ingranaggio di uscita del riduttore). Quando è stato rimosso dal motore, la parte cilindrica del corpo del sensore inserita nell'alloggiamento del riduttore ha evidenziato la presenza di alcune particelle metalliche molto fini. Le dimensioni e la quantità di particelle non rappresentano un'usura significativa nel riduttore e non influiscono sulla funzione di misurazione della velocità del sensore. I *pin* e la parte filettata del connettore erano in buone condizioni. Tuttavia, è stato notato un leggero deposito di grasso sulle filettature del diametro esterno del connettore.
- Sensore NPT_C: buone condizioni della *sensor's head* e nessun risultato da segnalare. Nessuna indicazione di contatto con la *phonic wheel.* I *pin* e la parte filettata del connettore erano in buone condizioni. Tuttavia, alla base dei pin è stato notato un po' di contaminazione con grasso. Si è notato anche un deposito di grasso sulle filettature del diametro esterno del connettore.

Per testare la risposta dinamica dei sensori NPT è stato utilizzato il banco prova progettato per controllare i sensori. L'attrezzatura può ospitare due dimensioni di ruote foniche: una con 36 denti e l'altra con 50 denti.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

La tensione di uscita prodotta dai sensori è stata misurata con un multimetro digitale in grado di visualizzare la forma della sinusoide del segnale tramite un oscilloscopio.
Tutti i risultati dei test sono rientrati nelle specifiche, tranne quello del sensore NPT_B testato con la ruota fonica a 36 denti a 8120 Hz, che ha superato di 1,3 V i criteri. Tuttavia, questo valore è stato ritenuto non significativo e i test sono stati considerati accettabili.

Oltre alle prove suddette, si è deciso di eseguire le stesse prove ad una frequenza di 6500 Hz, che corrisponde alla frequenza prodotta dai denti dell'ingranaggio di uscita del riduttore quando la turbina di potenza ruota alla velocità nominale del 100%. Per queste prove aggiuntive è stata utilizzata la ruota fonica a 36 denti.
In conclusione, il test dei due sensori NPT ha dimostrato che essi erano operativi e che le misurazioni eseguite erano accettabili rispetto alle specifiche.

5) *Esame funzioni di controllo manuale del HMU.*

Secondo quanto è risultato dalla documentazione tecnica, l'ultima attività manutentiva effettuata sull'HMU dell'elicottero risale al giugno 2018, al raggiungimento del limite calendariale. In detta occasione, l'HMU aveva totalizzato 3260 ore TSN e 961 ore TSO di funzionamento ed era stata ispezionata, riparata e testata, resettando il limite calendariale. Era stata successivamente installata sul motore dell'I-TNLD in data 25.10.2019 a 9341 ore di funzionamento del motore. Alla data dell'incidente, l'HMU aveva totalizzato 3260 ore TSN e 1448 ore TSO di funzionamento.
L'esame visivo dell'HMU e dei vari connettori ha evidenziato che erano tutti in buone condizioni. La cavità del filtro del carburante è stata controllata ed è risultata pulita da qualsiasi contaminazione visibile. L'indicatore di intasamento del filtro del combustibile non era fuoriuscito.
I numerosi e approfonditi test eseguiti al banco prova sono stati valutati seguendo la procedura di accettazione dell'HMU. Essi hanno prodotto i seguenti risultati:

- i tentativi di determinare il flusso di carburante quando la spia rossa "RED GOV" si è accesa durante il volo non hanno prodotto risultati attendibili e utilizzabili;
- i test volti a determinare il flusso di carburante al momento dell'accensione della spia rossa "GOV" durante il volo non hanno dato risultati attendibili;
- tutti i valori di flusso di carburante e le letture dell'angolo del *resolver* in direzione dell'accelerazione sono risultati conformi alle specifiche;

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

- tutti i valori di flusso di carburante e le letture dell'angolo del *resolver* nella direzione di decelerazione sono risultati conformi alle specifiche;
- il valore massimo di flusso di carburante era conforme alle specifiche;
- il risultato del test per l'interruzione dell'alimentazione dell'attuatore era conforme alle specifiche;
- la regolazione dell'interruttore di posizione neutra era conforme alle specifiche;
- le prove di regolazione *non-extinction stop* sono risultate conformi alle specifiche;
- il funzionamento del limitatore di accelerazione massima è risultato conforme alle specifiche;
- i risultati dei test del limitatore di carico rotante sono risultati conformi alle specifiche;
- i risultati dei test dinamici del *acceleration controller* sono risultati conformi alle specifiche;
- i risultati del test del flusso massimo di carburante sono risultati conformi alle specifiche;
- i valori del flusso di carburante in decelerazione erano conformi alle specifiche;
- il ritorno alla posizione neutra dopo il test di arresto manuale è stato conforme alle specifiche;
- la tenuta aria/combustibile della camera P3 è stata confermata;
- l'HMU non presentava perdite;
- il filtro carburante non era ostruito e non presentava contaminazioni significative.

Analisi tempi di volo e FTL.

L'attività dell'equipaggio il giorno dell'incidente era iniziata alle ore 08.00 (LMT) circa. Dalla dichiarazione del pilota è emerso che, durante la giornata, l'attività era stata interrotta dopo circa 4 ore di volo per una breve pausa pranzo e riprendeva per altri 15' circa di attività e rientro alla base di Trento. Intorno alle 18.00 (LMT) l'equipaggio decollava nuovamente da Trento per una ulteriore attività di circa un'ora, atterrava ed effettuava una sosta di circa 20', ridecollava per Vigolo Vattaro per sbarcare il secondo coadiutore. L'avaria RED GOV si verificava dopo il decollo da questa località e l'incidente avveniva intorno alle ore 19.30 (LMT).

L'impegno dell'equipaggio nella giornata dell'incidente si può quindi riassumere in:

- Tempo di volo (*flight time*): 5h 30' circa.
- Tempo di servizio (*duty time*): 11h 30' circa.

Esaminando l'OM dell'operatore, nella Part A – Attachment 8, relativo alle attività SPO, vengono indicati i limiti di tempi di volo. In particolare, il documento riporta:

- 6 ore di volo nelle 24 ore per operazioni SPO
  oppure
- 5 ore di volo nelle 24 ore nel caso il pilota svolga operazioni miste (SPO/CAT/HEMS)

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

e

- 25 ore di volo in 7 giorni consecutivi.

Sono comunque applicati i limiti cumulativi HEMS per l'attività nei 7/28/365 giorni riportati nel capitolo 7 dell'OM Parte A.

L'OM dell'operatore, alla data dell'incidente, non prevedeva limitazioni in termini di servizio di volo (*duty time*) nelle 24 ore (Edizione 1 – Rev.27).
In seguito, detto documento veniva emendato con l'edizione 2 (Rev.0), in cui venivano modificati alcuni parametri e inserite le limitazioni relative al *duty time* anche per le attività SPO, riportate nella tabella seguente:

DAYS	SINGLE PILOT	
	FLIGHT TIME	DUTY TIME
1	6 (5 if employed in mixed operations HEMS-SPO)	13
7	24	91
28 (consecutive)	50	182
365 (consecutive)	600	2000

Informazioni relative alla sopravvivenza.

Il pilota è riuscito a condurre l'elicottero in autorotazione verso una aiuola nei pressi della testata pista dell'aeroporto di Trento. Gli occupanti sono stati immediatamente soccorsi dai passanti. Il coadiutore è uscito autonomamente. Ad ogni modo la TWR aveva visto l'evento accadere e l'ELT si è attivato. Per quanto sopra, la catena di allertamento ha funzionato correttamente e si è svolta in tempi contenuti.
Le deformazioni subite dai pattini di atterraggio, entrambi rinvenuti parzialmente solidali al corpo dell'elicottero e piegati verso l'esterno (foto 7, 8), e dai sedili dell'equipaggio, nonché il terreno soffice hanno, in parte, attutito l'impatto mitigandone le conseguenze sugli occupanti.

Analisi

Condotta del volo e dinamica dell'incidente.

Il volo dell'incidente costituiva l'ultima breve tratta di rientro dopo aver sbarcato uno dei due coadiutori nei pressi del paese di Vigolo Vattaro (TN) a circa 3 NM dall'aeroporto Caproni di Trento, sede dell'operatore.
L'attività dell'equipaggio era iniziata alle ore 08.00 (LMT) con circa 4h 15' di volo per un primo lavoro di trasporto materiale nei pressi di Sclemo e rientro alla base di Trento. Nel tardo pomeriggio

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

l’equipaggio riprendeva l’attività rifornendo l’elicottero e decollando intorno alle 18.00 (LMT) per una ulteriore ora di volo con rotazioni tra Olle e Baito Campivelo. Dopo una pausa di circa 20’, l’elicottero decollava da Baito Campivelo per Vigolo Vattaro.

Secondo le dichiarazioni raccolte, durante l’intera giornata, l’equipaggio non notava alcun tipo di anomalia nella condotta dell’elicottero.

I voli #7726, #7725 e #7724 scaricati dal VEMD sono in linea con quanto dichiarato dal pilota in merito alla attività svolta nella giornata prima del volo dell’incidente (#7727).

Dal dispositivo Inspector Fireless è stato possibile estrapolare i dati registrati dopo le 13.30 del 2.7.2021 che corrispondono, di massima, a quelli degli apparati VEMD e DECU, aggiungendo le informazioni relative alla rotta percorsa (figure 6-8)

Sbarcato il coadiutore, l’elicottero ripartiva alla volta di Trento.

Pochi secondi dopo il decollo da Vigolo Vattaro, si accendeva la spia rossa GOV accompagnata dal gong in cuffia e dalla scritta FLI FAILED sul VEMD.

I dati scaricati dal VEMD indicano che, in quel momento (al tempo DECU 8’08”), il motore stava producendo una potenza coerente con le condizioni di volo con NG = 95,4%, NPT = 100,5%, coppia = 78%.

Da quel momento in poi, per la logica di sistema, il valore NPT inviato al VEMD è stato congelato all'ultimo valore valido.

Il DECU ha, di fatto, inviato il segnale "RED GOV" alla cabina di pilotaggio e ha smesso di controllare il flusso di carburante bloccando l'attuatore (*stepper motor*), come identificato dalla modalità "*total failure*" sul VEMD.

A questo punto, il flusso di carburante al gas generator poteva essere gestito solo dalle azioni del pilota sulla *twist-grip*.

Dalla dichiarazione del pilota si evince che i giri rotore siano incrementati improvvisamente e molto velocemente e si sia acceso l’allarme alti giri in cuffia. Per contrastare questo improvviso ed inaspettato aumento di giri, il pilota agiva sul comando collettivo aumentando il passo ed impostando una manovra di salita. Essa si rendeva necessaria in quanto l’avaria aveva “congelato” il *fuel flow* ad un valore compatibile con i parametri di decollo/salita iniziale.

La descrizione di ciò che è accaduto dopo l’accensione dell’indicazione RED GOV e delle azioni intraprese dal pilota per contrastare il fenomeno di *overspeed* indicano che il pilota non ha agito prontamente sulla manopola *twist-grip* per ridurre la potenza come previsto dalla procedura di emergenza riportata sul manuale di volo.

Successivamente, da quanto dichiarato, egli spostava il selettore del controllo *engine governor* su MAN. Va notato che l'azione intrapresa dal pilota di selezionare MAN sul pannello di comando del

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

engine governor sul cielo della cabina non è prevista dal manuale di volo ed è senza effetto nella situazione di reale inefficienza del sistema (RED GOV). Detto selettore viene infatti utilizzato solo in addestramento per simulare l'avaria prevista dal manuale di volo.

Il pilota, secondo quanto da lui dichiarato, sbloccava il nottolino della *twist-grip* ed agiva sulla stessa in senso di decelerazione per mantenere i giri in arco verde in volo livellato, in aderenza a quanto previsto dalla procedura di emergenza dell'HFM relativa alla tipologia di *engine governor* di cui l'I-TNLD era equipaggiato.

L'operazione di riacquisizione del controllo dell'elicottero faceva, tuttavia, guadagnare oltre 2000 ft di quota, arrivando a circa 4500 ft (l'elevazione della piazzola da cui era decollato era di circa 2200 ft). A questo punto, il pilota comunicava all'operatore AFIU di essere in avvicinamento all'aeroporto, quest'ultimo rispondeva riportando, inizialmente, vento calmo.

Dopo aver impostato una lenta discesa, il pilota decideva, vista la calma di vento di estendere la rotta verso Sud per effettuare un atterraggio il più piatto possibile e mantenere una traiettoria libera da ostacoli e centri abitati, atterrando per la pista RWY36.

Poco dopo il pilota comunicava all'AFIU l'avaria e l'operatore riportava un aggiornamento dell'intensità e direzione del vento (7 nodi di vento da Sud).

Secondo quanto dichiarato, il pilota reputava che 7 nodi di vento in coda fossero eccessivi per un atterraggio in avaria, comunicava pertanto l'intenzione di fare un sottovento destro per pista RWY18 per non sorvolare centri abitati.

Secondo i dati registrati dal VEMD circa 2' dopo l'accensione della spia rossa "GOV", (al tempo DECU 10'10") i parametri motore erano NG = 78,7% e Torque = 9,6%.

Ciò indica che, in quel momento, il motore funzionava con una potenza ridotta del *gas generetor*, a causa della bassa richiesta di flusso di carburante sulla manopola *twist-grip*. Il basso valore di coppia potrebbe corrispondere alla bassa richiesta di potenza del rotore principale.

Con l'avaria RED GOV, se il pilota non esegue altre azioni sulla manopola *twist-grip*, i movimenti della leva del collettivo non hanno alcun effetto sui giri NG.

Infatti, il DECU blocca l'attuatore e la potenza del motore dipende solo dalla gestione manuale del flusso di carburante da parte del pilota tramite la manopola *twist-grip*. Considerando che i test e le prove effettuate hanno dimostrato che il motore e le sue componenti funzionavano correttamente, il basso numero di giri NG può essere attribuito solo a una bassa richiesta di flusso di carburante determinata da una corrispondente posizione della manopola *twist-grip*.

D'altra parte, il basso valore di coppia può dipendere dalla bassa richiesta di potenza del rotore principale (legata alla posizione del collettivo).

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Questi dati sono coerenti con quelli rilevati nelle foto del display VEMD scattate dal coadiutore durante il volo e poi consegnate all'ANSV.

Il valore di NG pari a 75.3% è al di sotto della soglia per l'apertura della bleed valve, tuttavia, dalla fotografia, la bandierina corrispondente non è visibile nella parte alta a sinistra del monitor. Come è stato indicato precedentemente, la mancata visualizzazione è dovuta alla logica di sistema dell'avaria dell'*engine governor*.

Il controllo del motore, in questa fase, è rimasto in modalità "*total failure*" e la posizione dell'attuatore (*stepper motor*) è rimasta congelata. Il flusso di carburante al gas generator doveva ancora essere gestito dal pilota con la manopola *twist-grip*.

Secondo quanto riportato nella sua dichiarazione, il pilota ha quindi impostato la virata base molto dolce in leggera discesa, con i parametri previsti per quella fase. L'elicottero si allineava per pista RWY 18 ed incrementava la discesa, mantenendo comunque un variometro sotto i 200 ft al minuto per garantire un atterraggio piatto. Dopo alcuni secondi, i giri rotore iniziavano a decrescere molto rapidamente come se il motore si fosse portato in *idle*. La quota da terra era inferiore ai 300 ft e la velocità attorno ai 65 kt. L'allarme bassi giri rotore iniziava a suonare e il pilota impostava l'autorotazione ed atterrava nella posizione di ritrovamento.

L'inchiesta di sicurezza non ha potuto accertare in maniera incontrovertibile se il pilota, in questa fase, abbia correttamente agito sulla manopola *twist-grip* e, in particolare, sul nottolino di sblocco che, in fase di sopralluogo dopo l'incidente, veniva ritrovato inserito nella posizione "*locked*".

È possibile, tuttavia, che il pilota, a seguito di un incremento di collettivo e una mancata o tardiva azione sulla manopola *twist-grip*, si sia trovato in una condizione di bassi giri. L'aumento di *fuel flow* potrebbe non essere stato possibile a causa del mancato azionamento dello sblocco da parte del pilota o, qualora questo fosse stato attuato, dalla sensazione di resistenza rilevata sulla manopola *twist-grip* nel passaggio a Max/Emergency. Detta resistenza, seppur non precludendo la rotazione della manopola *twist-grip*, infatti, potrebbe aver ingenerato nel pilota l'erronea sensazione di non poter andare oltre.

Il pilota ha riportato che al momento in cui è stata impostata l'autorotazione l'elicottero si sarebbe trovato in una condizione, 65 kt/300 ft, al di fuori della *avoidance zone*, il che costituisce presupposto per eseguire con esito positivo una autorotazione.

Dai due video acquisiti nel corso dell'inchiesta si evincono la traiettoria di discesa ad una velocità variometrica elevata. Dalle immagini è inoltre possibile notare un assetto cabrato dell'elicottero e la dinamica dell'impatto al suolo con il motore in moto e l'innesco del fenomeno di risonanza al suolo (*ground resonance*) mentre il rotore era ancora in funzione.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

L’urto della coda e di almeno una delle pale del rotore principale con la pianta sita in prossimità del punto di atterraggio e la violenza dell’impatto al suolo hanno probabilmente causato l’interferenza del rotore principale con il trave di coda.

A questo punto le azioni di equipaggio e soccorritori risultano confuse, tuttavia, dalla dichiarazione del primo Vigile del fuoco che ha raggiunto l’elicottero, si deduce che egli abbia azionato le leve relative al comando AUTO/MAN dell’*engine governor* (ininfluente ai fini della messa in sicurezza) e OFF/IDLE/FLIGHT (che spegne, di fatto, il motore) che si trovano sul pannello strumenti sul cielo dell’abitacolo. Ciò spiegherebbe la posizione di ritrovamento dell’interruttore su AUTO dopo l’incidente, quando, dalle dichiarazioni dell’equipaggio si evincerebbe che fosse stato spostato su MAN durante la gestione dell’avaria. Non si può, peraltro escludere una interferenza con il comando AUTO/MAN dell’*engine governor* sul pannello strumenti da parte del casco del pilota, sul quale sono state rinvenute tracce di colore rosso.

Fattore tecnico.

Lo stato di manutenzione dell’elicottero, desumibile dalla sua documentazione, è risultato in linea con quanto previsto dalla normativa in vigore.

Le evidenze acquisite, tra cui il video dopo l’impatto, le testimonianze, i dati scaricati dal VEMD e dal DECU dell’elicottero e gli accertamenti tecnici sull’HMU dimostrano che il motore stesse producendo potenza al momento dell’impatto.

Tuttavia, è stato accertato nel corso dell’inchiesta di sicurezza, che l’avaria RED GOV sia stata causata da una incongruenza dei segnali provenienti dai sensori NPT. Infatti l’indagine tecnica che ha portato a controlli sul cablaggio e sui connettori, nonché sui sensori NPT e sulla DECU, ha permesso di determinare che l'origine del RED GOV non provenisse dai sensori NPT stessi, bensì da uno *split* (incongruenza) tra i segnali dei due sensori NTP elaborati dal software della DECU.

Detto malfunzionamento è stato plausibilmente temporaneo, in quanto non è stato possibile riprodurlo durante le analisi tecniche effettuate presso il costruttore del motore. Il cosiddetto “*split*” è stato sufficiente a innescare la problematica all’*engine governor* dell’elicottero, obbligando, quindi, l’equipaggio a seguire la procedura di emergenza.

Peraltro, la condizione di RED GOV è irreversibile durante il volo, ovvero non può essere resettato durante il volo, anche se le condizioni che lo hanno causato non sono più presenti.

Durante le verifiche effettuate in occasione dello smontaggio dei sensori NPT e dell’HMU, è stato riscontrato che la manopola *twist-grip* presentava una certa resistenza nella rotazione della stessa oltre la posizione “Max” emergenza, senza tuttavia precludere la rotazione della stessa. Si è quindi ipotizzato che detta resistenza potesse avere erroneamente convinto il pilota di aver raggiunto l’escursione massima della manopola *twist-grip*.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Il costruttore del motore ha fatto presente che due sistemi a molla nell'HMU garantiscono la marcatura della posizione neutra della tacca. Uno si trova nel meccanismo interno e l'altro nel limitatore di carico rotante. Per progettazione, i due marcatori della tacca di neutro generano una piccola coppia resistiva ogni volta che il controllo manuale dell'HMU viene estratto dalla tacca di neutro e ciò potrebbe spiegare il leggero punto di resistenza. Inoltre, c'è un altro sistema a molla situato all'estremità della leva del collettivo che viene bloccata quando si trova in posizione "Vol" (che corrisponde alla posizione della tacca neutra dell'HMU). Questo sistema aggiunge una ulteriore piccola coppia resistiva quando la *twist-grip* viene ruotata dalla posizione di "Vol".

Fattore ambientale.

Le condizioni meteorologiche risultavano compatibili con l'attività VFR schedulata.

L'informazione relativa al cambio della direzione del vento, passata dall'operatore AFIU, ha generato nel pilota una rivalutazione della precedente pianificazione, portandolo ad estendere il volo con un sottovento destro per RWY18, in modo da portarsi ad effettuare un atterraggio contro vento.

Fattore umano.

Il pilota aveva all'attivo una significativa esperienza, con oltre 3800h di volo, di cui circa 3600h su AS350.

Aveva svolto nell'anno precedente una regolare e consistente attività di volo, accumulando 221h, di cui oltre 30h nei 30 giorni precedenti. Era a conoscenza delle procedure normali e di emergenza e delle caratteristiche del tipo di elicottero AS350B3, su cui aveva completato l'addestramento previsto per il *conversion course* e il *difference training*, dopo aver preso servizio presso l'operatore pochi mesi prima.

Aveva effettuato la *operator proficiency check* per attività SPO/HESLO e AIB in data 18.05.2021 su un elicottero dello stesso tipo di quello dell'incidente (AS350 B3, con marche I-TNAA), ma che installava a bordo un sistema di *engine governor* e *twist-grip* diverso da quello installato sull'elicottero I-TNLD.

I due elicotteri, dal punto di vista della condotta del volo in condizioni normali, risultavano sostanzialmente identici, ad eccezione della procedura di messa in moto.

Nel caso di insorgenza dell'avaria al *engine governor*, i due elicotteri presentavano, tuttavia, procedure diverse per la gestione dell'avaria.

Non essendo state implementate le modifiche n°073254 e n°073084, l'*engine governor* dell'elicottero I-TNLD era sprovvisto di un sistema ausiliario di controllo automatico del *fuel flow* (EBCAU) e utilizzava una manopola *twist-grip* che richiedeva un azionamento manuale per la riduzione e/o l'incremento del rateo di *fuel flow* in caso di RED GOV.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

La procedura di emergenza per l'avaria RED GOV riportata sul HFM-prevedeva, infatti, che il pilota sbloccasse il nottolino sulla *twist-grip* (FLIGHT detent - VOL) e girasse la manopola *twist-grip*, a sinistra per incrementare il flusso e a destra per ridurlo.

Non si può quindi escludere che la diversa tipologia di gestione dell'emergenza sui due elicotteri in forza all'operatore, possa avere avuto un effetto sulla condotta dell'elicottero da parte del pilota durante l'emergenza, al punto da generare incertezza o confusione nel corso delle azioni correttive effettuate dal pilota per la gestione dell'avaria.

Infatti, come è stato riportato precedentemente, la documentazione dell'elicottero evidenzia l'esigenza di effettuare un addestramento specifico per l'avaria totale del sistema di *engine governor* (RED GOV) attraverso l'interruttore MAN/AUTO e impone che detto addestramento debba essere svolto con un istruttore esperto e in condizioni di volo stabili. È plausibile, quindi, che il pilota, non avendo sperimentato una simulazione di detta avaria in fase di decollo/salita e/o avvicinamento/atterraggio, si sia trovato ad affrontare una situazione diversa e più impegnativa rispetto a quella indicata nelle modalità addestrative dell'avaria all'*engine governor*.

Da quanto si evince dalle dichiarazioni del pilota e del coadiutore, i criteri del CRM durante l'emergenza sarebbero stati seguiti, con il controllo incrociato delle azioni da svolgere e un proattivo contributo del coadiutore nella scelta del luogo di atterraggio. In particolare, sono risultate molto utili, ai fini dell'inchiesta di sicurezza, le fotografie scattate durante il sottovento, evidenziando, tra l'altro, una buona consapevolezza situazionale e la convinzione di riuscire a gestire l'emergenza senza dover effettuare un atterraggio immediato.

La decisione di estendere il sottovento per effettuare un lungo finale per pista RWY18 dopo aver ricevuto l'informazione sulla provenienza ed intensità del vento da parte dell'operatore AFIU, confermerebbe una buona consapevolezza situazionale ed una certa tranquillità a bordo dell'elicottero.

Non si può, tuttavia, escludere che abbia influito sulla capacità di gestione dell'emergenza la fatica operazionale dell'equipaggio, che, sebbene rientrasse ancora nei limiti previsti dal OM, aveva effettuato circa 11h 30' di servizio, di queste circa 5h 30' di volo, con numerose rotazioni, sia di materiale che personale.

Al momento in cui è stata avviata l'autorotazione, le condizioni di altezza/velocità erano tali da consentire, in linea teorica, un esito positivo.

Tuttavia, è verosimile considerare una non immediata reazione alla situazione dovuta all'elevato carico cognitivo del pilota, impegnato a gestire l'autorotazione e allo stesso tempo determinare il punto ideale dove atterrare.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

È inoltre da evidenziare che la manovra di ingresso in autorotazione, pur comportando danni strutturali e ferite agli occupanti, ha consentito comunque di limitare conseguenze ancora più gravi al personale a bordo, ed a terzi.

Cause

La causa dell'incidente è da ascrivere verosimilmente ad una gestione non ottimale della manovra di autorotazione.

Questa si è resa necessaria a seguito di un momentaneo malfunzionamento, presumibilmente dovuto a uno "*split*" (incongruenza) tra i segnali NPT del sistema di *engine governor,* che ha causato l'allarme RED GOV nella cabina di pilotaggio.

Ciò ha richiesto al pilota di gestire il flusso di carburante in modalità manuale secondo quanto previsto dal manuale dell'elicottero nella sezione "*Emergency procedures*" nelle fasi immediatamente antecedenti al rientro all'aeroporto di Trento.

In tale contesto hanno ragionevolmente contribuito all'accadimento dell'evento i seguenti fattori:

- la possibile fatica operazionale dell'equipaggio dopo un tempo di servizio di circa 11h 30' e un tempo di volo di 5h 30';
- il possibile momentaneo disorientamento generato nel pilota dalle diverse procedure applicabili ai due elicotteri su cui aveva recentemente volato per la gestione dell'avaria RED GOV;
- la complessa gestione di un'avaria che richiede una particolare coordinazione e prontezza d'intervento anche a causa dell'azionamento manuale del controllo del flusso combustibile al motore.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN

Raccomandazioni di sicurezza

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, l'ANSV ritiene opportuno emanare la seguente raccomandazione di sicurezza.

RACCOMANDAZIONE ANSV-6/422-21/1/A/25

Tipo della raccomandazione: -.

Motivazione: la documentazione dell'elicottero evidenzia l'esigenza di effettuare un addestramento specifico per l'avaria totale del sistema di *engine governor* (RED GOV) e impone che detto addestramento debba essere svolto con un istruttore esperto.

Tuttavia, viene indicato di effettuare la simulazione di avaria al *engine governor* (attraverso lo switch MAN/AUTO) in condizioni di volo stabili, mentre l'avaria occorsa all'elicottero I-TNLD si è presentata in fase di decollo.

Quanto sopra in un contesto in cui ad un singolo tipo di elicottero sono associate due diverse procedure per la gestione dell'avaria dell'*engine governor*.

Destinatario: Airbus Helicopters.

Testo: ANSV raccomanda di considerare l'inserimento nel programma di addestramento dell'elicottero AS350B3 pre MOD 073254 e pre MOD 073084, nella maniera ritenuta più opportuna (i.e. lezione teorica e/o simulatore di volo) i casi di avaria totale dell'*engine governor* in decollo e/o altre condizioni critiche.

Camera dei Deputati ARRIVO 21 novembre 2025 Prot: 2025/0001997/TN