

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'aeromobile a pilotaggio remoto
AWHERE marche I-UASF,
poligono militare di Nettuno (Roma),
12 giugno 2018

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

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

Ogni incidente e ogni inconveniente grave occorso ad un aeromobile dell'aviazione civile è sottoposto ad inchiesta di sicurezza, nei limiti previsti dal combinato disposto di cui ai paragrafi 1, 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).

GLOSSARIO

- AGL:** Above Ground Level, al di sopra del livello del suolo.
- AIP:** Aeronautical Information Publication, Pubblicazione di informazioni aeronautiche.
- ANSV:** Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.
- BVLOS:** Beyond Visual Line of Sight, operazioni condotte ad una distanza che non consente al pilota remoto di rimanere in contatto visivo diretto e costante con il mezzo aereo, che non consente di gestire il volo, mantenere le separazioni ed evitare collisioni.
- CPL:** Commercial Pilot Licence, licenza di pilota commerciale.
- ENAC:** Ente nazionale per l'aviazione civile.
- FCS:** Flight Control System.
- FT:** Foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.
- FTS:** Flight Termination System.
- GPS:** Global Positioning System, sistema di posizionamento globale.
- GS:** Ground Speed, velocità al suolo.
- (H):** Helicopter.
- IR:** Instrument Rating, abilitazione al volo strumentale.
- KT:** Knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.
- MTOM:** Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo.
- RADALT:** quota radaraltimetrica.
- SFC:** Surface, superficie.
- SITUATIONAL (o SITUATION) AWARENESS:** si definisce come tale la percezione degli elementi ambientali in un determinato intervallo di spazio e di tempo, la comprensione del loro significato e la proiezione del loro stato nell'immediato futuro.
- S/N:** Serial Number.
- TAE:** Terrain Above Elevation.
- TAWS:** Terrain Awareness Warning System.
- UAS:** Unmanned Aerial System.
- UCS:** UAS Control System.
- UTC:** Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.
- VLOS:** Visual Line of Sight, operazioni condotte entro una distanza, sia orizzontale che verticale, tale per cui il pilota remoto è in grado di mantenere il contatto visivo continuativo con il mezzo aereo, senza aiuto di strumenti per aumentare la vista, tale da consentirgli un controllo diretto del mezzo per gestire il volo, mantenere le separazioni ed evitare collisioni.

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

INCIDENTE

aeromobile a pilotaggio remoto AWHEREO marche I-UASF

Tipo dell'aeromobile e marche	Elicottero a pilotaggio remoto AWHEREO marche I-UASF (foto 1, in allegato "A") ¹ .
Data e ora	12 giugno 2018, intorno alle ore 15.42' UTC.
Luogo dell'evento	Poligono militare di Nettuno, Nettuno (Roma).
Descrizione dell'evento	<p>L'incidente è occorso durante un volo finalizzato all'esecuzione del test 2.3.5 (<i>cross speed/turn coordinator control gain tuning</i>) del <i>Flight Test Program</i> autorizzato da ENAC con conseguente rilascio del <i>Permit to Fly</i>.</p> <p>Il volo, in particolare, è stato condotto all'interno del tratto di mare adiacente al poligono militare di Nettuno.</p> <p>Durante il terzo volo prova della giornata, l'elicottero, in fase di rientro alla piazzola di decollo/atterraggio, mentre era in virata, impattava contro la vegetazione più alta presente lungo la costa, precipitando al suolo.</p>
Esercente dell'aeromobile	Sistemi Dinamici SpA.
Natura del volo	Attività sperimentale per ricerca e sviluppo.
Persone a bordo	Nessuna.
Danni all'aeromobile	Danneggiamenti nella parte anteriore, al rotore principale e a quello di coda, al trave di coda (foto 1).
Altri danni	Non risultano danni a terzi in superficie.
Informazioni relative all'equipaggio	<p>L'equipaggio era costituito dai seguenti quattro membri.</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>UCS Operator</i> (PIC): maschio, 47 anni di età, nazionalità italiana. In possesso di CPL (H), in corso di validità. Abilitazioni: IR, Test Flight Rating. Visita medica di classe prima, in corso di validità. Esperienza di volo circa 5000h di volo totali, di cui 9h 53' sul tipo di aeromobile.• <i>Backup Operator</i> (per operazioni VLOS).• <i>2 Flight Test Engineer</i>.

All'interno della *ground control station*, oltre al PIC e ai due *Flight Test Engineer*, erano presenti tre *Flight Control Engineer* e il responsabile delle Operazioni volo. All'esterno della medesima *ground control station*, invece, era posizionato

¹ Tutte le foto e le figure richiamate sono riportate nell'allegato "A" alla presente relazione.

il citato *Backup Operator*, impiegato per la parte del volo in VLOS.

Informazioni relative all'aeromobile ed al propulsore

L'AWHERO marche I-UASF, S/N 003, è un elicottero a pilotaggio remoto, costruito dalla Sistemi Dinamici SpA (Leonardo Helicopters). Le sue caratteristiche principali sono le seguenti: lunghezza 3,70 m; altezza 1,20 m; diametro del rotore principale 4 m; MTOM 205 kg.

Informazioni sul luogo dell'evento

L'incidente è occorso all'interno del poligono militare di Nettuno, ricadente nella zona di spazio aereo definita P8/A "Torre Astura" (AIP Italia ENR 5.1.1-1), che va da SFC a 3000 piedi AGL.

L'elicottero, in particolare, è stato rintracciato in una zona caratterizzata dalla presenza di una fitta vegetazione, con alberi anche ad alto fusto (foto 2 e 3).

Informazioni meteorologiche

Le condizioni meteorologiche, al momento dell'incidente, erano le seguenti: visibilità superiore ai 10 km; vento proveniente da 270°, intensità 10 nodi; temperatura esterna 28 °C.

Altre informazioni

Dinamica dell'incidente.

L'incidente è occorso durante un volo prova, il terzo della giornata. L'elicottero aveva raggiunto una velocità di 40 nodi GS (punto prova test card n. 158), ad una radalt di 90 piedi, sperimentando con successo la funzione di controllo Ny (punto prova test card n. 170). Tale funzione controlla l'accelerazione laterale al superare di una soglia di velocità, impostata nel volo dell'incidente a 30 nodi GS.

Una volta raggiunta la distanza prevista di circa 2000 m dalla *ground control station* e dalla piazzola di decollo/atterraggio (poste in prossimità tra loro), sulla linea di costa, l'equipaggio – avendo rilevato l'esito positivo della efficacia della funzione di controllo Ny (annullamento angolo di rollio nella fase rettilinea del volo disallineando *track* ed *heading*) – decideva di far rientrare l'elicottero, invertendo la rotta dello stesso. Tale inversione veniva inserita sul pannello virtuale, tramite tastiera alfanumerica; conseguentemente, il sistema di controllo impostava una virata coordinata per raggiungere il valore predisposto di rotta in termini di *heading* (direzione Nord-Ovest).

Durante l'esecuzione della predetta virata, il pilota riceveva dallo specialista FCS la richiesta di impostare la rotta per il rientro sulla piazzola non più in termini di *heading* (come già in esecuzione), ma sotto il formato di *course* (l'autopilota tende a mantenere una direzione rispetto al suolo indipendentemente dall'*heading* reale verso cui si muove l'aeromobile). Da *test card* tale passaggio di modalità sarebbe dovuto avvenire prima

del superamento della velocità di *trigger* di 30 nodi (costituente il punto prova n. 157).

Per eseguire il citato cambiamento di modalità si imponeva, conseguentemente, il momentaneo arresto della virata su una *heading* intermedia, l'accesso al pannello di inserimento dati *course*, l'inserimento del valore con la tastiera alfanumerica e il riavvio della virata. L'esecuzione di questa operazione richiedeva alcuni secondi, durante i quali l'elicottero si allontanava dalla rotta pianificata, avvicinandosi alla costa.

Il *Backup Operator* (posto al di fuori della *ground control station*) comunicava, via radio, che l'elicottero stava attraversando la linea di costa, richiamando anche l'attenzione sulla bassa quota dello stesso. La visualizzazione dei dati all'interno della *ground control station* confermava tale situazione. Durante il proseguimento della virata avveniva l'impatto dell'elicottero con la vegetazione più alta presente in prossimità della costa.

Prima di lasciare la *ground control station*, il PIC azionava il FTS, per scongiurare il pericolo di mantenere il motore in moto con elicottero a terra o tra gli arbusti.

Testimonianze.

L'ANSV ha acquisito molteplici testimonianze utili alla ricostruzione della dinamica dell'evento, tra le quali si riportano, in particolare, le seguenti.

Pilot in Command.

Il PIC ha fornito un dettagliato resoconto delle attività poste in essere durante il volo conclusosi con l'incidente.

Il decollo in maniera automatica aveva stabilizzato l'elicottero in modalità *hover* a 30 piedi di altezza; a questo punto veniva ingaggiata la modalità di controllo a mezzo *joystick* (*low speed*), che permette variazioni di quota, *heading* e velocità longitudinale e laterale sino a 10 nodi GS. La quota radalt veniva aumentata fino a 60 piedi e venivano svolti i test pianificati in *hovering*.

Successivamente la modalità di controllo veniva variata da *joystick-low speed* a *joystick-high speed*, con incremento della quota radalt sino a 90 piedi. Tenuto conto del fatto che il mantenimento della quota barometrica non era disponibile e che il volo si sarebbe svolto in parte su terra (decollo e atterraggio) e in parte sulla linea di costa/mare, veniva presa la decisione di selezionare il mantenimento della quota su GPS. A questo punto, tramite il *joystick*, veniva impostata una virata a sinistra e una accelerazione sino a 15 nodi GS, mantenendo una traiettoria parallela alla battigia in direzione Sud-Est.

Stabilizzato l'elicottero sulla rotta desiderata, si transitava dal controllo con il *joystick* a quello mediante la tastiera alfanumerica presente nella *ground control station*: ciò avrebbe

permesso di inserire valori digitali molto precisi all'interno dell'applicazione di controllo.

Giunto l'elicottero alla distanza di circa 2000 m dalla *ground control station* e dalla piazzola di decollo/atterraggio, sulla linea di costa, veniva invertita la rotta, per farlo rientrare.

Durante la virata, il PIC riceveva dal *team* di prova la richiesta di impostare la rotta per il rientro sulla piazzola di decollo/atterraggio non più in termini di *heading*, ma sotto il formato *course*.

All'interno della *ground control station* i dati confermavano quanto riportato dal *Backup Operator (Safety Pilot)*, cioè che l'elicottero stava attraversando la linea di costa.

Nella seconda parte della virata avveniva l'impatto dell'elicottero contro la vegetazione.

Dalla conversazione avuta con il pilota parrebbe evincersi che lo stesso abbia notato di aver superato la linea di costa, ma che non abbia avuto la sensazione di essere in prossimità della vegetazione.

Flight Test Engineer.

Uno dei *Flight Test Engineer* ha riportato che, durante il volo conclusosi con l'incidente, stava monitorando costantemente i parametri strutturali dell'aeromobile, senza però notare nulla di anomalo, neanche in termini di superamento delle soglie di carico. Di tanto in tanto osservava anche gli assetti di volo e la traiettoria dell'elicottero tramite il monitor del PIC.

Ha precisato di non essere in contatto radio con il *Backup Operator*, ma di aver percepito, ad un certo punto, che stesse succedendo qualcosa, perché qualcuno aveva fatto notare che la quota radalt dell'elicottero stava rapidamente scendendo. A quel punto, vedeva soltanto foglie attraverso la telecamera installata sull'elicottero e nello stesso istante si bloccavano tutti i dati che stava monitorando in telemetria.

Responsabile delle Operazioni volo.

Il responsabile delle Operazioni volo ha evidenziato che all'interno dello *shelter* di comando e controllo, pur percependo una traiettoria "anomala" dell'elicottero, non vi era alcun elemento di preoccupazione. Tutti i parametri erano infatti nella norma, la quota radalt era di 90 piedi e attraverso la telecamera posta nel muso dell'elicottero non si aveva la percezione della presenza di ostacoli davanti allo stesso.

Tuttavia, nel giro di qualche secondo dalla chiamata del *Backup Operator*, dopo la quale il PIC aveva provato a comandare una salita dell'elicottero, si notava una rapidissima decrescita del dato radaraltimetrico (praticamente fino a zero) e attraverso la predetta telecamera compariva del fogliame, facendo così evincere l'impatto dell'AWHERO con la vegetazione.

Successivamente iniziavano le operazioni di ricerca dell'aeromobile sulla base dell'ultimo punto GPS trasmesso.

Flight Control Engineer.

Uno dei *Flight Control Engineer* presenti nella *ground control station* ha riferito quanto segue.

Subito dopo il decollo sono state eseguite alcune accelerazioni/decelerazioni longitudinali e laterali attorno al punto di decollo. Al termine di questa prima fase veniva impostato un riferimento di GS longitudinale di 31 nodi, così da mantenere l'elicottero stabile nella modalità *turn coordination*. Dalla *front camera* si percepiva come in quella condizione di volo l'elicottero fosse decisamente stabile senza oscillazioni sugli assetti.

Dopo che l'elicottero aveva percorso qualche minuto di navigazione sul mare, il pilota comandava una virata per riportare l'elicottero verso la stazione a terra. Subito dopo la virata, il testimone sentiva pervenire dalle cuffie indossate dai suoi colleghi (lui non le indossava) la comunicazione radio con la quale il *Backup Operator (Safety Pilot)* richiamava l'attenzione sul fatto che l'elicottero si trovava a bassa quota. A questo punto, guardava la quota indicata dal radaraltimetro posizionato nella UCS, che, nel giro di pochi secondi, scendeva da 90 a 70 piedi. Richiamava pertanto l'attenzione dei presenti su tali dati, ma, quasi nello stesso momento, attraverso le immagini trasmesse dalla telecamera installata sull'elicottero, rilevava la presenza delle foglie di alberi.

Analisi

Accertamenti effettuati ed evidenze acquisite.

Le persone presenti nella *ground control station* hanno sostanzialmente riportato che il volo, sino al momento dell'incidente, si era svolto in modo regolare e che i parametri di volo non avevano evidenziato criticità.

Dalle dichiarazioni acquisite è emersa la generale sensazione che coloro che stavano gestendo/monitorando il volo nella *ground control station* non avessero la percezione che l'elicottero, durante la fase della virata di rientro, stesse volando in prossimità della vegetazione.

Al riguardo, è stato appurato che il sistema AWHERE non disponeva di un TAWS. Inoltre, non era disponibile un simulatore su cui praticare un addestramento completo e integrato per i membri di equipaggio: era infatti possibile simulare soltanto il comportamento dell'elicottero in termini di esecuzione delle leggi di controllo impartite, ma non di associare queste ultime ad un profilo orografico reale. Ad ogni modo, la missione era stata pianificata sul mare, proprio per evitare problematiche legate agli ostacoli al suolo. L'effettuazione della virata in modalità *course* era stata preventivata anche con la finalità di limitare la traslazione verso la costa.

Ciò nonostante, l'esecuzione di punti della *test card* nell'ordine diverso da quanto prestabilito ha indotto l'effettuazione della

transizione tra la modalità di volo *heading* a quella *course* durante la manovra di virata per il rientro. Ciò ha comportato un ritardo nel compimento della stessa, che si è aggiunto a quello dovuto all'inserimento, via tastiera, della rotta desiderata, inducendo così un avvicinamento alla costa.

Il campo visivo fornito dalla telecamera di bordo, limitato rispetto a quello presente in un elicottero *manned*, non ha consentito all'equipaggio nella *ground control station* di avere una adeguata *situational awareness*, tale da indurre il pilota a porre in essere, con successo, azioni volte ad evitare la collisione con la vegetazione.

Va comunque rilevato che attraverso i dati forniti dal radaraltimetro emergeva in maniera evidente la progressiva perdita di quota dell'elicottero: la consapevolezza di tale situazione, all'interno della *ground control station*, è stata però effettivamente acquisita soltanto dopo l'avviso lanciato, via radio, dal *Backup Operator*, nonché da uno dei *Flight Control Engineer* presenti proprio nella *ground control station*.

Successivamente all'incidente, al fine di evitare il ripetersi di eventi analoghi, il sistema AWHEREO è stato dotato di una serie di funzionalità, volte ad incrementare il grado di consapevolezza dell'equipaggio in relazione alla posizione di eventuali ostacoli presenti lungo il percorso seguito dall'aeromobile.

Le funzioni implementate sono le seguenti (figure 2 e 3).

- *TAE*: per evidenziare le aree della mappa in cui la differenza tra quota attuale dell'aeromobile ed elevazione del terreno sia inferiore ad una data soglia.
- *Terrain Profile*: per visualizzare, avendo inserito i dati di elevazione, il profilo del terreno nella direzione di volo dell'aeromobile fino ad una distanza fissata, oppure fino al primo punto di impatto.
- *Elevation Banding*: per evidenziare, avendo inserito i dati di elevazione, in scala cromatica le zone del terreno a seconda della loro elevazione.
- *Terrain Check*: per evidenziare sulla mappa eventuali punti di impatto con il terreno per ciascuna *leg* di un piano di volo editato ed impedire il salvataggio/*upload* del *flight plan* elaborato in cui siano riscontrati punti di impatto con il terreno.

Fattore tecnico.

Le evidenze acquisite hanno permesso di appurare che all'accadimento dell'incidente non hanno contribuito fattori tecnici correlati a malfunzionamenti del sistema avionico.

L'esame del relitto ha consentito di escludere ipotesi di malfunzionamento meccanico o cedimenti strutturali.

Fattore ambientale.

Le condizioni meteorologiche, il giorno dell'incidente, erano buone e non presentavano particolari criticità per l'esecuzione del volo.

Fattore umano.

L'equipaggio dell'aeromobile era costituito, come già precisato, dall'UCS Operator (PIC), dal *Backup Operator* e da due *Flight Test Engineer*. Tutti erano in possesso dei requisiti e della esperienza necessari per la gestione del volo in questione. In particolare, il PIC aveva al proprio attivo una considerevole attività di volo, in ambito militare, su elicotteri *manned*.

All'interno della *ground control station*, oltre al PIC e ai due *Flight Test Engineer*, erano presenti, come già precisato, tre *Flight Control Engineer* e il responsabile delle Operazioni volo. All'esterno della *ground control station*, invece, era posizionato il *Backup Operator*, impiegato per la parte del volo in VLOS.

Nella medesima *ground control station* il campo di vista dell'equipaggio, per le operazioni BVLOS (durante le quali è occorso l'incidente), era ottenuto tramite le immagini trasmesse dalla telecamera collocata frontalmente nell'elicottero (foto 4). Tale visuale, rispetto a quella che realmente si avrebbe su un elicottero *manned*, risulta minore, in particolare nelle fasi di volo in cui l'orientamento differisca sostanzialmente da quello della traccia percorsa rispetto al suolo, così come avvenuto nell'evento (nell'ultima fase di volo 29° di differenza, figura 1).

La percezione della perdita di quota dell'elicottero si è avuta soltanto dopo l'avviso lanciato, via radio, dal predetto *Backup Operator*, che ha indotto i presenti all'interno della *ground control station* ad effettuare un controllo immediato della quota radalt, quando ormai, però, la situazione era diventata irrecuperabile.

Cause

Alla luce delle evidenze raccolte è possibile ritenere che la causa dell'incidente sia principalmente riconducibile ad un fattore progettuale. In particolare, in sede di progettazione del sistema non sono stati tenuti in debito conto gli effetti di un campo visivo limitato in relazione ad una modalità di volo traslato, con ampie differenze tra *heading* e traccia percorsa rispetto al suolo. Mentre veniva eseguita la virata in modalità *course* la visuale esterna rilanciata dalle immagini della telecamera collocata sull'elicottero, limitata rispetto a quella che realmente si avrebbe a bordo di un elicottero *manned*, non ha consentito al PIC e a coloro che erano nella *ground control station* di ottenere una adeguata percezione visiva della prossimità dell'aeromobile alla vegetazione della costa.

Non si può escludere che all'accadimento dell'evento possa anche aver contribuito la criticità di monitoraggio, da parte di coloro che si trovavano nella predetta *ground control station*, dei dati di quota forniti dal radaraltimetro.

Raccomandazioni di sicurezza

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, nonché delle azioni già intraprese dal costruttore dell'elicottero in questione, l'ANSV non ritiene necessario emanare raccomandazioni di sicurezza.

Elenco allegati

Allegato "A": documentazione fotografica

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



Foto 1: AWHERE marche I-UASF, con i danneggiamenti subiti in occasione dell'incidente.



Foto 2: luogo dove è stato rinvenuto il relitto dell'I-UASF.



Foto 3: relitto dell'I-UASF all'interno della vegetazione dove è stato rinvenuto.



Foto 4: esempio di visualizzazione dei dati sul pannello di controllo presente nella *ground control station*.

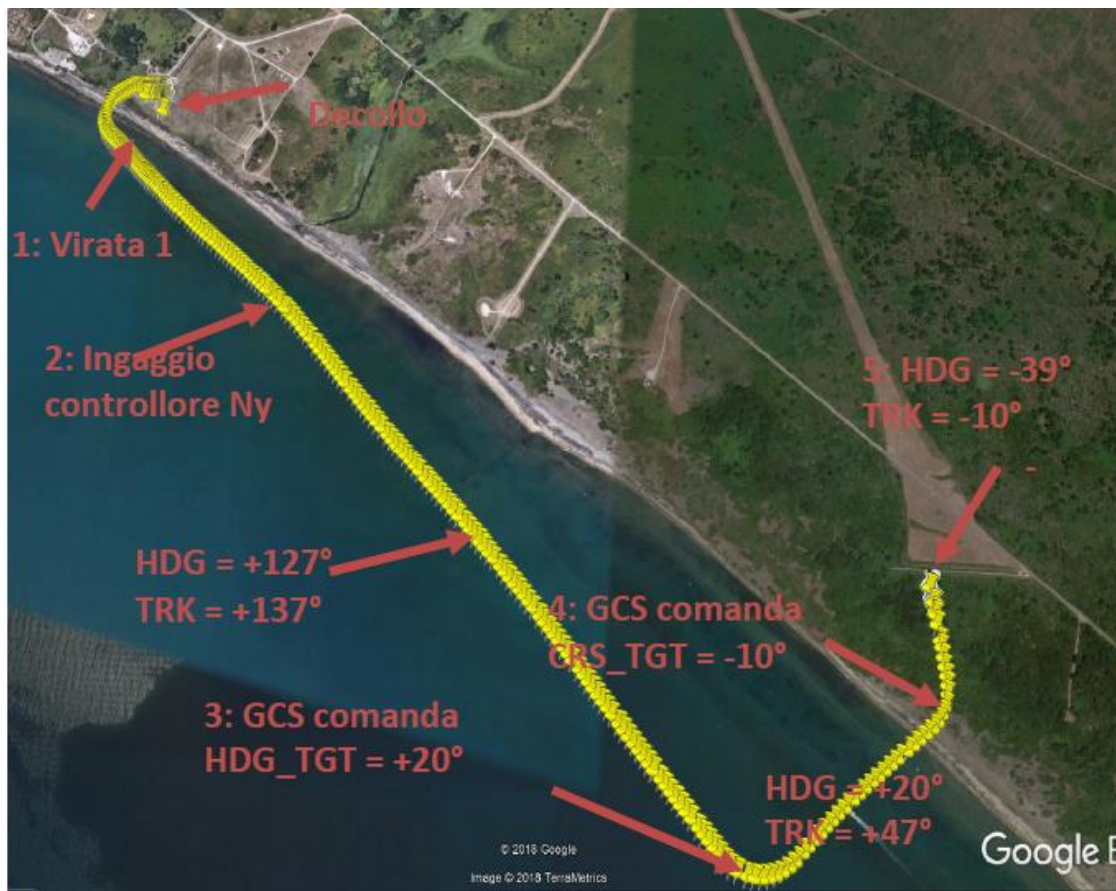


Figura 1: luogo di caduta dell'I-UASF e traiettoria percorsa durante il volo conclusosi con l'incidente (su supporto Google Earth).

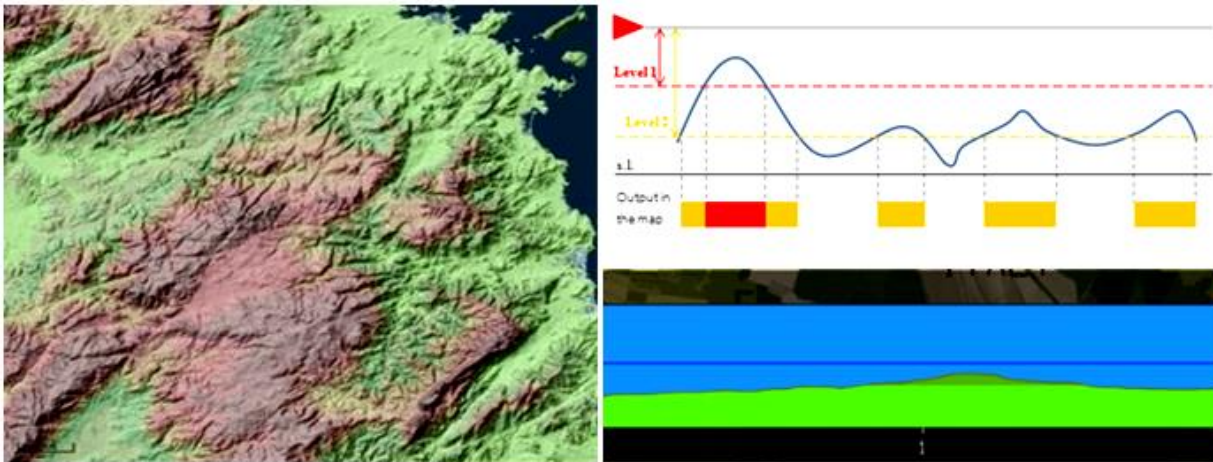


Figura 2: funzioni TAE, *Terrain Profile* e *Elevation Banding*.

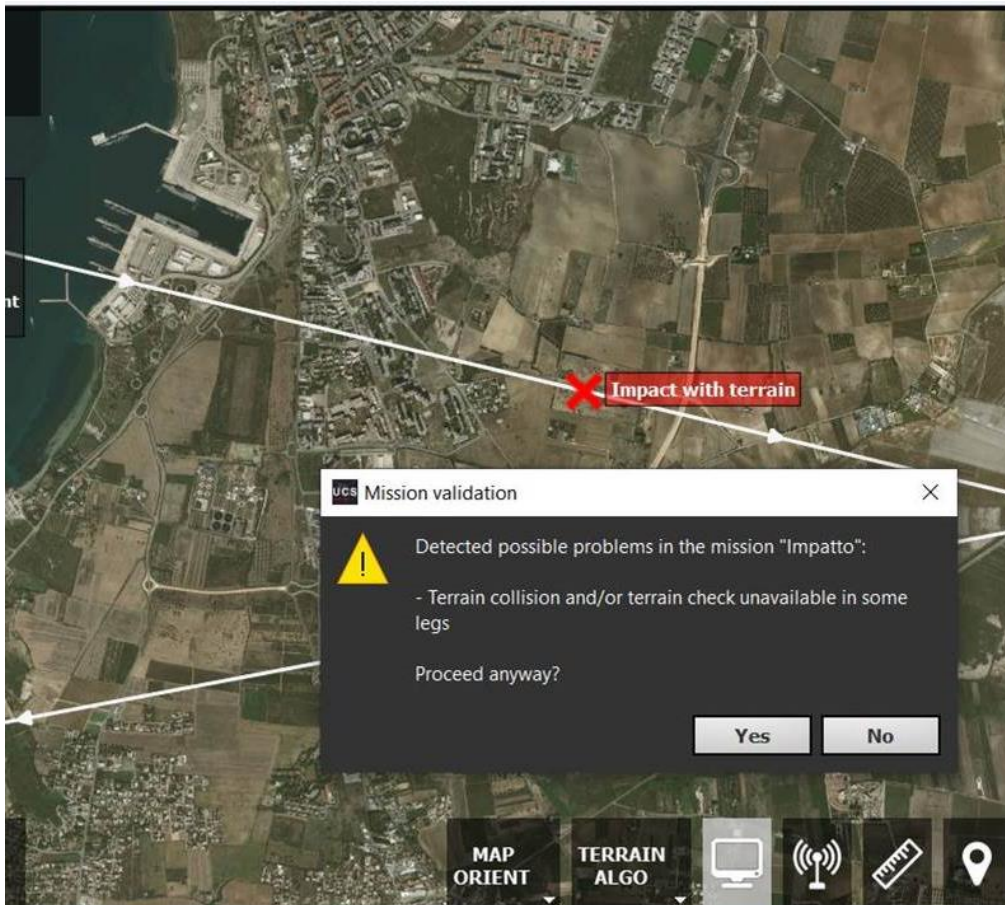


Figura 3: funzione *Terrain Check*.