

Tecniche di realizzazione ed utilizzabilità di mappature e rilievi speditivi per analisi di impatto e gestione di uno scenario emergenziale: impieghi operativi di UAV

Franco Feliziani ^(a), Onofrio Lorusso ^(b), Andrea Ricci ^(c), Andrea Massabò ^(d), Andrea Di Lolli ^(e), Alessandro Colangeli ^(f), Mattia Fiorini ^(g)

^(a) Uff. Coord. Soccorso Aereo, via Cavour 5 – 00100 Roma, franco.feliziani@vigilfuoco.it

^(b) Comando Prov.le VVF, via Legnani 2 – 21100 Varese, onofrio.lorusso@vigilfuoco.it

^(c) Comando Prov.le VVF, via G.Strato 2 – 18100 Imperia, andrea.ricci@vigilfuoco.it

^(d) Comando Prov.le VVF, via A.Albertazzi 2 – 16149 Genova, andrea.massabo@vigilfuoco.it

^(e) Comando Prov.le VVF, C.so Reg.Margherita 330 – 10143 Torino, andrea.dilolli@vigilfuoco.it

^(f) Comando Prov.le VVF, Via Diaz, 3, 64100 Teramo, alessandro.colangeli@vigilfuoco.it

^(g) Comando Prov.le VVF, via Nizza 35 – 17100 Savona, mattia.fiorini@vigilfuoco.it

Testo abstract esteso

La risposta del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (CNVVF) in caso di grande evento emergenziale, nelle primissime fasi è fortemente condizionata alla rapida comprensione della portata e della gravità dell'evento.

L'impiego di Unmanned Aerial Vehicle (UAV) del Nucleo Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR) dei Vigili del Fuoco, unitamente alle tecniche ed alle procedure operative standard nate e perfezionate durante il grande evento del Sisma dell'Italia Centrale del 2016 e successivamente durante la campagna Antincendio Boschivo del 2017, consente di avere, in brevissimo tempo, immagini e dati in grado di alimentare il processo di gestione dell'evento, di decision-making e di dispiegamento delle risorse, ottimizzandone l'impiego. Inoltre, nelle fasi successive consente di guidare la risposta operativa attraverso un apporto costante di informazioni essenziali per una corretta ed efficiente gestione.

Durante le varie fasi dell'emergenza sono richieste differenti precisioni dei rilievi, da cui derivano differenti tempi di realizzazione e differenti procedure operative di impiego, che hanno sempre l'obiettivo di evitare o minimizzare l'esposizione al rischio per gli operatori impiegati nei rilievi o nei sopralluoghi e di usare tali informazioni per progettare e pianificare azioni mitigatrici durante le operazioni di soccorso o finalizzate alla messa in sicurezza del territorio e degli scenari.

Un caso di studio esemplificativo di quanto sopra descritto è lo scenario emergenziale relativo al crollo del viadotto autostradale "Polcevera" del 14 Agosto 2018 a Genova, in cui la componente SAPR del CNVVF è stata da subito dispiegata ed integrata efficacemente nel dispositivo di soccorso.

Nelle prime fasi dell'emergenza, in cui l'attività prevalente era quella di ricerca e salvataggio delle vittime (SAR – Search And Rescue) mediante squadre Urban Search And Rescue (USAR), l'impiego degli UAV ha avuto come obiettivo

la verifica delle condizioni dello scenario, attraverso sopralluoghi speditivi, al fine di salvaguardare la sicurezza degli operatori vigifuoco.

In aggiunta sono stati effettuati voli per la realizzazione di modelli 2D/3D speditivi dello scenario sui quali poter individuare eventuali ulteriori obiettivi e pianificare le attività SAR.

Pertanto, in coordinamento con l'attività di volo degli aeromobili *manned* impegnati nel soccorso e nel trasporto dei feriti per assicurare la giusta priorità ai voli senza creare condizioni di rischio, sono stati effettuati voli periodici realizzare mappe che consentissero il monitoraggio della rapida evoluzione dello scenario.

La precisione richiesta dai prodotti dei voli di questa prima fase (mappe speditive) è dell'ordine del metro $O([m])$, e viene ottenuta utilizzando solamente le informazioni geografiche presenti nei *tag* delle foto realizzate dagli UAV (e quindi dai GPS di bordo), il che consente anche di ridurre i tempi al minimo necessario ai voli (pianificazione + volo) ed alla successiva elaborazione senza punti di appoggio a terra.

A valle di tale attività SAR, è emersa la necessità di verificare la capacità di deflusso della sezione idraulica residua del torrente Polcevera, in quanto buona parte del crollo ha interessato l'alveo del torrente. In questa seconda fase, gli UAV del nucleo SAPR VVF sono stati impiegati per la realizzazione periodica di modelli digitali della superficie (DSM) dell'alveo, in modo da consentire alla fondazione di Ricerca CIMA (incaricata dal Dipartimento di protezione Civile per la parte idraulica) di poter calcolare con precisione la capacità di deflusso residua del torrente, realizzare ed analizzare modelli di inondazione (i dati DSM prodotti dagli UAV sono stati usati per alimentare i modelli idraulici), e di poter conseguentemente pianificare e monitorare l'attività di sgombero delle macerie. Particolarmente rilevante in questa fase post-emergenziale è stata la contrapposta necessità dell'Autorità Giudiziaria di avere il tempo necessario all'analisi ed alla reperazione dei materiali del crollo. Mediante gli stessi modelli DSM, modelli 2D/3D, foto e video georeferenziati, realizzati mediante UAV è stato possibile garantire anche questa esigenza.

In questa fase le precisioni richieste dai prodotti dei voli degli UAV del nucleo SAPR sono più spinte, dell'ordine del centimetro $O([cm])$, e sono state ottenute mediante l'appoggio di punti a terra GPS RTK.

La disponibilità di modelli 3D e 2D realizzati in tempi successivi dello stesso scenario, ha reso possibile l'analisi multitemporale di alcune fasi di gestione dell'emergenza, rendendo disponibili, al personale preposto al monitoraggio delle attività, mappe differenziali di superficie (ottenute come differenza di due DSM successivi), nonché informazioni relative a volumi e materiali movimentati durante tutte le fasi dell'emergenza.

Sono stati inoltre resi disponibili, a tutte le competenze e le specialità VVF intervenute (SAF, TAS, PG, etc..), modelli 3D dell'area, aggiornati periodicamente, impiegati per georeferenziare le operazioni svolte e per analizzare lo scenario aggiornato, per attività di pianificazione, ricerca elementi o riferimenti, nonché controllo, verifica e monitoraggio.

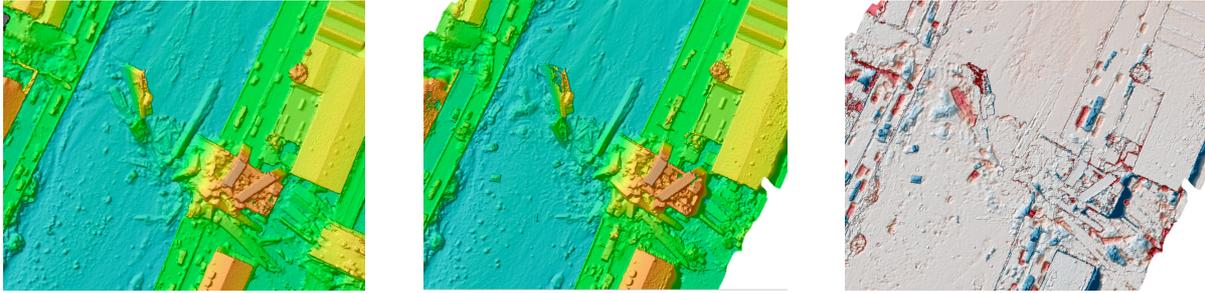


Figura 1 - A sinistra è mostrato il DSM di una porzione del torrente Polcevera relativa al 14 Agosto, al centro il DSM della medesima porzione il 22 Agosto 2018. La differenza matematica dei due DSM precisamente georeferenziati con precisione anche in quota permette di produrre (a sinistra) una mappa di differenze molto utile (in blu i volumi aggiunti, in rosso i volumi rimossi)



Figura 2 - modello 3D creato con 1039 immagini del 22 Agosto 2018, georeferenziato con 28 punti a terra (errore medio 4 [cm])

Riferimenti bibliografici

Chiabrando F., Maschio P., Lingua A., Patrucco G., Sammartano G., Spanò A., Teppati Losè L., Di Lolli A., Feliziani F., Firrincieli M., Fiorini M., Lorusso O., (2017), "Analisi multi-temporali sulle aree del terremoto del centro Italia. Un approccio image based a Pescara del Tronto", *Atti del Workshop UAV & SAR: using drones in rescue operations*, 29 Marzo, Roma

Chiabrando F., Maschio P., Lingua A., Sammartano G., Spanò A., Teppati Losè L., Di Lolli A., Feliziani F., Firrincelli M., Fiorini M., Lorusso O., (2017), "Modelli 3d metrici da uav per l'emergenza: supporto alle valutazioni preliminari qualitative del danno. Il caso del terremoto in centro Italia 2016", *Atti del Workshop UAV & SAR: using drones in rescue operations*, 29 Marzo, Roma

Feliziani F., Lorusso O., Ricci A., Di Lolli A., Massabò A., Colangeli A., Fiorini M., (2017), "Modelli 2D e 3D in scenari emergenziali : impieghi operativi di UAV per la pianificazione delle attività di ricerca e soccorso e per le valutazioni preliminari su edifici ad elevato sviluppo verticale", *Atti del Workshop UAV & SAR: using drones in rescue operations*, 29 Marzo, Roma

Feliziani F., Lorusso O., Bernabei G., Monterosso M., Mastropietro B., Cicchelli I., (2017), "Modello di integrazione del settore SAPR VVF nel dispositivo di soccorso aereo del CNVVF in risposta a calamità nazionali: Attivazione del Nucleo SAPR VVF nell'ambito del Reparto Volo Temporaneo VVF istituito presso il COA VVF di Cittareale", *Atti del Workshop UAV & SAR: using drones in rescue operations*, 29 Marzo, Roma

Day D., Weaver W., Wilsing L., (2016), "Accuracy of UAS Photogrammetry: A comparative Evaluation", *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol.82(12):909-914.

Feliziani F., Lorusso O., Bernabei G., Corrao S., Galli F., Bonifazi P., Mastropietro B., (2016), "Progetto di impiego operativo dei Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR) nel CNVVF", *Atti del Convegno Valutazione e Gestione del Rischio negli Insediamenti Civili e Industriali (VGR)*, 11-15 Settembre, Roma.

Qi J., Song D., Shang H., Wang N., (2016), "Search and Rescue Rotary-Wing UAV and its application to the Lushan Ms 7.0 Earthquake", *Journal of field robotics*, 33(3), 220-321.

Svaty Z., (2014), "Use of close-range photogrammetry in forensic science", *XIIIth Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics*, June 29th – July 2nd, Czech Republic