



# RILIEVO TOPOGRAFICO CON GPS E DRONE

EDOARDO FABIANI, SANDRO MARANO, MARIO URBANI

Utilizzare il drone per la topografia è un metodo che non sostituisce quelli tradizionali, ma risulta complementare a questi ultimi e, inoltre, consente un importante risparmio di tempo in relazione alla quantità ed alla qualità dei dati acquisiti in campagna. Oltre alla possibilità di lavorare comodamente presso il proprio studio analizzando e gestendo i dati raccolti nel sito del rilievo.

Gli autori si proponevano di verificare l'accuratezza di un rilievo topografico eseguito con un drone in confronto con i punti omologhi misurati con strumentazione GPS e, sulla base dei risultati emersi dal rilievo illustrato in queste pagine, la conclusione è che la simbiosi di rilevamento stazione totale, GPS e drone è vincente per il rilievo topografico considerando la precisione e l'innumerabile quantità di dati a disposizione.

**D**a molto tempo si parla sempre più spesso dell'esecuzione di rilievi topografici con l'ausilio di apparecchi A.P.R., convenzionalmente conosciuti con l'appellativo di drone.

Il drone è un velivolo che ha a bordo una macchina fotografica ed ha la possibilità, attraverso svariate applicazioni, di pianificare le missioni di volo con estrema semplicità e con una buona precisione.

È evidente che l'utilizzo di tale mezzo per l'esecuzione di rilievi topografici di dettaglio potrebbe lasciare dei dubbi circa la sua precisione rispetto a strumenti di misurazione, per così dire, più tradizionali.

Lo scopo del presente articolo è quello di confrontare l'accuratezza di un rilievo topografico eseguito con un drone ed il confronto tra punti omologhi misurati con strumentazione GPS.

Abbiamo quindi effettuato il rilievo topografico di un sito in provincia di Roma, nelle immediate vicinanze dell'uscita "Castel Madama" dell'Autostrada Roma/Aquila, costituito da una porzione di terreno di circa 2,5 ettari di forma rettangolare con un dislivello di circa 16 ml.

La strumentazione usata è stata un drone DJI Phantom 4 Advance e GPS STONEX S9 GNSS Rover- STONEX S9 GNSS Base - CONTROLLER Getac - RADIO GDL2.

Sono stati collocati in posizione diffusa sull'area di rilievo sette marker (che sono dei target poggiati a terra e costituiti da semplici cartoni molto visibili di dimensioni 50 x 50 che individuano un chiodo topografico posto al loro centro).

Alle ore 10, dopo il sopralluogo preliminare per stabilire il posizionamento dei marker, si è proceduto alla pianificazione di volo impostando due missioni di circa 200 foto destinate a coprire circa 1 ettaro di terreno ciascuna, scegliendo di far volare il drone a 50 m di quota, con un GSD di 2.33 cm/px.

Le missioni del drone hanno avuto una durata di circa 15 minuti ciascuna ed alle ore 11 sono state completate, compreso anche un volo panoramico con video 4k.

Contemporaneamente è iniziato il rilievo GPS dei target con metodo RTK con Base/Rover. Alle ore 11,40 le operazioni di campagna si sono concluse.

Finita la fase di rilevamento in campagna, si è passati all'elaborazione dei dati rilevati, ossia delle foto acquisite dal drone e dei dati GPS relativi ai marker.

Lo sviluppo delle ortofoto ha richiesto un'elaborazione al computer di circa 5 ore (software usato Agisoft Metashape e Cloud Compare), per arrivare alla generazione di una nuvola di punti (point cloud), ovvero un insieme di punti caratterizzati dalla loro posizione in un sistema di coordinate e da eventuali valori di intensità, colore, profondità, ecc. ad essi associati.). Il rilievo eseguito è risultato costituito da 25 milioni di punti con coordinate X,Y,Z note.

Lo sviluppo del rilievo GPS finalizzato al calcolo delle coordinate locali dei marker misurati ha impiegato tempi non significativi. In sintesi:

*Dati statistici:*

- *Rilievo in campagna 100 minuti;*
- *Elaborazione Computer 5 ore;*
- *Gestione dati 30 minuti.*

Risulta evidente che con l'impiego di pochissimo tempo in campagna e con il vantaggio di poter acquisire punti anche in zona impervie di difficile od impossibile accesso, è possibile eseguire un rilievo tridimensionale di circa 25 milioni di punti (1250 punti al mq) con una precisione di circa 3 cm piano-altimetrica.

*Gestione dei dati e tavole sviluppate:*

1. *Nuvola di 25 milioni di punti avente coordinata x,y,z e colore;*
2. *Modello 3d mesh HD triangoli;*
3. *Ortofoto aerea alta risoluzione accuratezza in autocad 3 cm;*
4. *Profili e sezioni infinite.*

È chiaro che tale metodologia di rilevamento non è sempre applicabile poiché in alcune zone non c'è la possibilità di utilizzare il drone, sia per motivi geomorfologici/naturali, sia per motivi di sicurezza in zone con alta densità di persone.

Ma è sicuramente vero che nelle zone di periferia collinari o comunque in zone con scarsa frequentazione di persone e mezzi, il drone offre indiscussi vantaggi rispetto al rilievo tradizionale, considerando il tempo impiegato in relazione alla quantità ed alla qualità dei dati acquisiti in campagna. Resta indiscussa la potenzialità interessantissima di generare comodamente presso lo studio professionale una nuvola di punti con un quadro completo 3D del sito di rilievo, dalla quale estrapolare i punti di interesse in qualsiasi momento oltre ad avere la possibilità di gestire il rilievo a 360 gradi e confrontare, in tempi successivi, le eventuali modificazioni del modello matematico del terreno rilevato.

## **PROCEDURA E CALCOLO DELL'ERRORE**

L'esperienza dei risultati emersi dal rilievo qui illustrato, fugge qualsiasi dubbio sull'affidabilità del metodo di rilievo con drone.

Nel rilievo in questione abbiamo fissato 7 marker a terra, rilevati mediante GPS, calcolandone le coordinate locali X,Y,Z.; nell'elaborazione ab-

MARKER	X	Y	Z	NOTE
108	45,350	44,327	2,291	PUNTO NUVOLA
108	45,305	44,329	2,206	PUNTO GPS
DIFFERENZE	0,045	-0,002	0,085	
MARKER	X	Y	Z	NOTE
105	70,666	29,566	1,717	PUNTO NUVOLA
105	70,692	29,550	1,785	PUNTO GPS
DIFFERENZE	-0,026	-0,016	0,068	
PUNTO	X	Y	Z	NOTE
103	12,597	48,557	0,894	PUNTO NUVOLA
103	12,651	48,459	0,976	PUNTO GPS
DIFFERENZE	-0,054	-0,098	-0,082	
PUNTO	X	Y	Z	NOTE
100	0,093	0,086	0,411	PUNTO NUVOLA
100	0,000	0,000	0,000	PUNTO GPS
DIFFERENZE	-0,093	0,086	0,411	

biamo parametrizzato utilizzando il software Metashape di fotoscansioni, soltanto 5 marker, ossia abbiamo imposto al software di “parametrizzare” la nuvola di punti in funzione delle coordinate locali dei 5 marker. Dopo l’elaborazione della nuvola di punti generata, l’abbiamo importata nel software open source Cloud Compare, ed abbiamo estrapolato le coordinate dei marker non elaborati, facendo molta attenzione a catturare con la massima accuratezza i punti/marker interessati. È importante che i punti/marker siano ben visibili e di inequivocabile individuazione, considerando che sono presenti 1250 punti a mq. Inoltre, a maggior riprova, abbiamo confrontato anche due

punti non segnalati, ovvero il punto 103 (GPS) e il punto 100 (la stazione Base del GPS).

Giunti a questa fase abbiamo comparato le coordinate locali dei marker non inseriti nella elaborazione della nuvola dei punti, con le coordinate degli stessi prelevate dal software.

Il risultato è mediamente di 3.2 cm precisione planimetrica e 5.2 cm precisione altimetrica.

In conclusione possiamo affermare che la simbiosi di rilevamento stazione totale, GPS e drone è vincente per il rilievo topografico considerando la precisione e l’innumerabile quantità di dati a disposizione.