

● PRIMA ESPERIENZA EFFETTUATA IN BASILICATA

Impiego di droni e 5G per un'agricoltura smart

di Paola D'Antonio, Erina Ferro, Costanza Fiorentino

L settore agricolo riveste una grande importanza nella definizione delle politiche socio-economiche di governo del territorio e per questo motivo è molto importante dotarsi di strumenti di analisi che permettano di conoscere il territorio in maniera approfondita, tenendo conto delle complesse relazioni esistenti fra i suoi elementi.

Vantaggi offerti dai droni

Se i sensori possono essere applicati anche su trattori e attrezzature il **vantaggio che possono offrire i droni in agricoltura è quello di poter operare dove il trattore non può passare**, cioè con colture in atto e già sviluppate, come il mais. In questo caso l'impiego del drone va correlato al **vantaggio economico offerto**, che dipende dal valore dell'informazione fornita e dal costo per procurarla.

Nel caso di colture estensive caratterizzate da basso reddito, l'unico modo per ridurre i costi è quello di migliorare l'efficienza del servizio incrementando le superfici coinvolte nell'osservazione. Peraltro oggi in Italia l'impiego di veicoli autonomi a bassa quota è di fatto precluso da Enac che impone la presenza a terra di un pilota dedicato (anche solo per mero controllo). Ciò riduce di molto i vantaggi conseguibili da un'economia di scala, ma non li elimina completamente. Più problematica l'autonomia dei velivoli a rotore spesso limitata a qualche decina di minuti di volo, anche se sul mercato stanno «planando» droni per agricoltura con autonomie che sfiorano l'ora, pur con costi d'acquisto contenuti.

Impieghi dei droni

I droni sono oggi sinonimo di innovazione in agricoltura, ma **il drone è solamente un mezzo di trasporto. A fare la differenza è l'oggetto che il drone porta in campo**. Può essere un'at-

Grazie alle tecnologie di rilievo con drone è possibile ottenere un dettaglio spaziale elevato delle informazioni. Servono però, in particolare, una riduzione dei costi di gestione e un miglioramento della capacità interpretativa delle informazioni raccolte; in questo modo i droni e l'agricoltura di precisione possono diventare uno strumento competitivo per la nostra agricoltura

trezzatura per il rilascio di insetti utili o di fertilizzanti fogliari.

Camere multispettrali, termiche e iperspettrali sono i sensori che più comunemente (in questo ordine) vengono trasportati nel cielo dai droni.

L'utilizzo primario delle camere multispettrali è quello di raccogliere dati sulla riflettanza delle foglie della coltura per ricavare poi degli indici di vigore vegetale. I mezzi che possono trasportare questi (e altri) sensori sono: satelliti, aerei, droni, trattori. Nel caso di immagini multispettrali è possibile ricavare indici vegetativi sintetici legati al vigore della coltura, mentre, utilizzando immagini iperspettrali, è possibile ottenere informazioni più nel dettaglio.

Tipologie costruttive dei droni

Dal punto di vista costruttivo, in

agricoltura i velivoli ad ala rotante (figura 1) sono certamente i più adatti per effettuare attività in zone con una complessa orografia del territorio, dove le manovre di decollo e atterraggio verticali permettono una maggiore sicurezza. Inoltre, le piattaforme ad ala rotante hanno una maggiore semplicità di utilizzo, dato che possono volare anche a velocità più basse senza correre il pericolo di entrare in stallo, mentre l'ala fissa deve volare sempre a una velocità superiore alla minima di sostentamento.

Diverse sono le modalità con cui un drone, amatoriale o seguendo il protocollo Enac, può sorvolare un campo e fotografare l'area. È evidente che **basse velocità di volo e basse altezze di volo richiedono più tempo per il rilievo, ma consentono una migliore risoluzione delle immagini (tabella 1).**



Foto 1a e b Foto da drone (pilota Arturo Argentieri, CNR-ISASI). L'area di studio: un campo di trifoglio messo a disposizione da Masseria del Parco (La Martella, Matera). La concimazione è stata effettuata in febbraio al dosaggio di 0, 35 e 50 kg/ha. Si sottolinea che si è trattato principalmente di un test di sistema

TABELLA 1 - Moduli e costi di utilizzo del drone

Velocità (km/ora)	10 (bassa)	20 (alta)
Capacità di copertura (minuti/ha)	10-15	5-10
Costo volo drone amatoriale (euro/ha)	20-50	10-30
Costo volo drone protocollo Enac (euro/ha)	70-110	30-50

Impiegare il drone a basse velocità di volo e a basse altezze permette di ottenere una risoluzione delle immagini migliore anche se è necessario più tempo per effettuare i rilievi.

Droni e 5G

Nell'ambito della sperimentazione 5G Bari-Matera, e in particolare nella sezione dedicata all'agricoltura di precisione, sono state sperimentate tecniche innovative di concimazione a rateo variabile per le colture cerealicole.

La sperimentazione, coordinata da Paola D'Antonio dell'Università degli studi della Basilicata, ha avuto come partner: Tim, che ha finanziato il progetto e si è occupata della gestione della rete 5G; il Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr), che ha messo a disposizione un Sapr (Sistema aeromobile a pilotaggio remoto) dotato di camera multispettrale; Digimat spa (Matera), che ha prodotto le mappe di prescrizione per la fertilizzazione a rateo variabile; TopCon, che ha messo a disposizione le macchine agricole dotate

di guida autonoma ed il software (ancora in fase di test) in grado di leggere e gestire le mappe di prescrizione in remoto, minimizzando l'intervento dell'operatore a bordo della macchina.

Questa sperimentazione è risultata innovativa sia dal punto di vista degli algoritmi di analisi dei dati acquisiti da Uav (Unmanned aerial vehicle, Veicolo aereo senza pilota) sia per le tecniche e tecnologie di trasmissione e connessione tra Uav, cloud di analisi e macchine spandiconcime (foto 1a e b).

Il drone impiegato nella prova

L'Uav (foto 2) dotato di camera multispettrale ha volato sull'area di studio acquisendo i dati alla risoluzione spaziale di 0,5 m circa e trasferendoli in «near-real-time» (tempo reale) al cloud di analisi. Il Sapr usato è un Matrice 600 Pro equipaggiato con sensore multispettrale Micasense Rededge-M v.2.0, sensore RGB e modem 5G. La camera multispettrale è dotata di 5 sensori che acquisiscono, rispettivamente, nelle bande spettrali del rosso, giallo, blu, vicino infrarosso (NIR), e RED-EDGE. Quindi il drone acquisisce, per ogni scatto, 5 immagini in formato tiff, ossia un'immagine (pari circa 2,5 Mbyte) per banda spettrale. Per un terreno di 6,7 ha (foto 1b), con un volo di 15 minuti del drone a 60 m di quota, la camera multispettrale genera 9 Gbyte di

TABELLA 2 - Possibili ricavi dall'utilizzo dei droni per l'applicazione agricoltura di precisione




Coltura	Spese (euro/ha)	Risparmio possibile (euro/ha)
Vite	6.500-7.200	400
Pomodoro	6.300-7.000	320
Barbabietola	1.500-2.000	170
Mais	1.000-1.300	110
Fumento	800-900	80

dati, da cui l'esigenza di avere un collegamento 5G tra Sapr e CED Digimat.

Gli algoritmi di analisi

I fotogrammi acquisiti dal drone sono stati trasferiti al cloud di elaborazione mediante rete 5G, quindi i dati sono stati corretti, mosaicati e ritagliati al fine di ottenere un'immagine multispettrale dell'area di studio. In figura 2a è mostrata la mappa di vigore della vegetazione all'epoca della concimazione. Una volta terminata la fase di «pre-processing» il Dss sviluppato da Digimat Spa ha prodotto le mappe di prescrizione a rateo variabile (figura 2b). Si tratta di un sistema innovativo dotato di algoritmi in grado di integrare informazioni relative all'interazione suolo-pianta-atmosfera. Digimat sta sviluppando un sistema web-GIS che esporrà sul proprio sito internet (www.digimat.it), in tal modo, gli operatori del settore, potranno richiedere

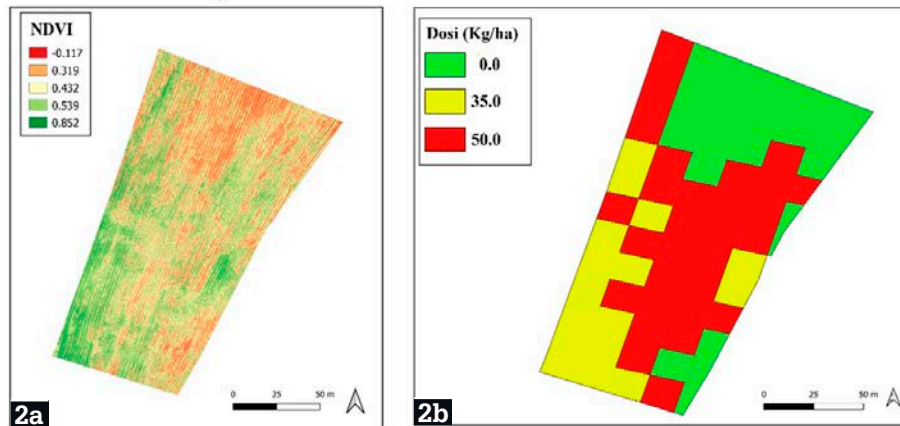
FIGURA 1 - Tipologie di droni e caratteristiche (1)

Tipologia	Peso (g)	Batterie (n.)	Autonomia (minuti)	Resistenza al vento (m/sec)	Temperatura operativa (°C)	Payload	
Multielicotteri inoffensivi	<250	1	15-20	5	0-40	RGB nel visibile, preinstallato	
Solitamente sono quadricotteri che utilizzano prettamente la loro videocamera preinstallata dal fornitore e non è possibile avere ulteriori payload/sensori. Sono molto usati per scopi ludici, di educazione o per semplici ispezionamenti in ambito VISIVO (RGB)							
Multielicotteri professionale	>2.000-<2.500	1	15-30	10	0-40	Di vario genere ma preinstallato	
Questa categoria include attività professionale, ludiche e non, con cui è possibile eseguire voli automatici. La maggior parte dei multielicotteri inclusi in questa categoria hanno funzionalità avanzate di fotogrammetria aerea							
Multielicotteri industriali	<2.500	multiple	25-45	10	0-40	Payload	
Questa categoria include attività professionale, ludiche e non con cui è possibile eseguire voli automatici e utilizzare, nei limiti del loro MTOM (massa operativa al decollo), altri payload/sensori. La maggior parte dei multielicotteri inclusi in questa categoria hanno funzionalità avanzate di fotogrammetria aerea. Sono in grado di ospitare diversi sensori, payload, e sono largamente utilizzati per ispezionamenti e rilievi aerei di vario genere							

(1) Tutti i dati citati in figura sono a scopo riepilogativo date le esigenze di mercato in larga espansione.

Tutti i piloti di multielicotteri devono osservare il regolamento ENAC - Mezzi aerei di pilotaggio remoto. Ed.3: http://www.enac.gov.it/sites/default/file/allegati/2019-Nov/Regolamento_Mezzi_Aerei_a_Pilotaggio_Remoto_Ed_3_11112019.pdf

FIGURA 2 - Mappa di vigore della vegetazione (a) all'epoca della concimazione e mappa di prescrizione per la fertilizzazione a rateo variabile (b) elaborate da Digimat



direttamente le mappe di prescrizione. Si tratterà di un sistema di semplice utilizzo e interoperabile con tutte le macchine spandiconcime. Occorre sottolineare che la mappa di prescrizione è stata prodotta a risoluzione spaziale compatibile con le proprietà del mezzo spandiconcime e in particolare alla risoluzione di 36 × 36 m.

Il sistema è stato predisposto in modo che alle mappe di prescrizione venissero integrate le mappe degli ostacoli qualora presenti in campo. Infatti, parallelamente all'elaborazione delle mappe di prescrizione, gli algoritmi di intelligenza artificiale del Cnr, a partire dalle immagini RGB, hanno rilevato la presenza di eventuali ostacoli presenti sul terreno. In foto 3 è riportato un esempio di un'immagine ripresa dal Sapr in cui un passeggiatore viene rilevato e identificato come oggetto estraneo e quindi un potenziale ostacolo per la trattoria. Gli ostacoli presenti in campo vengono individuati e le loro coordinate vanno a modificare la mappa di prescrizione della macchina agricola. Una volta generata la mappa di prescrizione definitiva, que-

sta viene inviata alla trattoria tramite collegamento 5G.

Gli istituti del Cnr impegnati nella sperimentazione in questione sono: l'Istituto di scienza e tecnologie dell'informazione (Isti) e l'Istituto di fisiologia clinica (Ifc), entrambi dell'area della ricerca del Cnr di Pisa (nelle persone dei ricercatori Erina Ferro, Claudio Vairo e Claudio Gennaro per l'Isti-Cnr e Andrea Berton, pilota Sapr, per Ifc-Cnr) e l'Istituto di scienze applicate e sistemi intelligenti (Isasi), sede secondaria di Lecce (nella persona di Arturo Argentieri, pilota Sapr).

Impiego dei droni in Italia

La sperimentazione condotta conferma che le tecnologie di rilievo con drone in agricoltura consentono di ottenere un elevato dettaglio spaziale delle informazioni, garantendo una più efficiente gestione della variabilità spaziale e colturale, utilizzando le giuste dosi di input o intervenendo nei tempi e nelle modalità giuste. Tutto questo si ripercuote in termini di **maggiore sostenibilità della coltivazione e in particolare dei costi di gestione.**

Vantaggi dell'impiego dei droni

È evidente che il discorso può variare con le tipologie di colture, ma da una valutazione sperimentale, integrata dalla bibliografia è possibile evidenziare interessanti risparmi rispetto alle previsioni di spesa con i sistemi di agricoltura tradizionale (tabella 2).

Queste nuove tecnologie permettono di valutare lo stato fisiologico della vegetazione con tutta una serie di vantaggi reali:

- consentono misure non distruttive, che possono essere ripetute su ogni pianta del campo e in momenti successivi della stagione vegetativa;
- non richiedono contatto con la coltura;
- si basano su fenomeni istantanei, permettendo misure rapide e idonee a essere effettuate anche da veicoli in movimento.

I droni per l'agricoltura, potrebbero diventare in futuro più efficienti e meno costosi, e quindi divenendo competitivi rispetto ai mezzi terrestri. Oggi, in molti casi, il costo dell'informazione fornita dai droni è da 2 a 6 volte più alta di quella recuperata a terra. D'altra parte, il trattore, per svolgere le diverse operazioni, deve transitare sull'intera superficie e, quindi, il «costo del trasporto» dei sensori è già assorbito dall'operazione.

Concludendo, è importante vedere l'utilizzo del drone come una grande opportunità per l'agricoltura anche economica con margini elevati quando:

- i dati sono georeferibili;
- l'azienda mette in atto idonei interventi di agricoltura di precisione;
- le superfici hanno una grande variabilità spaziali.

Ma affinché il drone possa svolgere un ruolo importante in agricoltura è necessario che avvenga:

- una riduzione dei costi di gestione del drone rispetto ai mezzi terrestri (migliorando l'autonomia, creando consorzi di agricoltori);
- un potenziamento dei droni operativi, cioè di quelli che eseguono l'intervento di dispositivi di distribuzione più efficaci e leggeri, di un supporto agronomico completo;
- un ampliamento della tipologia delle informazioni rilevabili a distanza;
- un miglioramento della capacità interpretativa delle informazioni raccolte (cioè la correlazione fra informazione fisica e problematica agronomica).

Quest'ultima condizione, che è poi una realtà forte dell'agricoltura italiana, ci lascia supporre che i droni e l'agricoltura di precisione possano diventare uno strumento innovativo e competitivo per la nostra agricoltura e i nostri prodotti made in Italy.

Paola D'Antonio

Università degli studi della Basilicata

Erina Ferro

Direttore di Ricerca

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione (ISTI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Area della Ricerca del CNR di Pisa

Costanza Fiorentino

Digimat spa Matera



Esempio di ostacolo rilevato in campo dagli algoritmi di analisi del CNR-ISTI (algoritmi di AI a cura di Claudio Gennaro e Claudio Vairo del CNR-ISTI)