

# Non solo dal cielo.

## “The Winegrover”

di Eduardo de Francesco



Fig. 1 - Il Rover nel 2018 (Agrivision).

**In questo articolo introduciamo a livello teorico e generico un approccio in cui, sfruttando la collaborazione di un drone aereo e del nostro drone, si possono aggiungere alle mappe aeree layer che contengono informazioni rilevabili soltanto da terra. In questo contesto il Rover che proponiamo potrebbe essere utilizzato come carrier di sensori di diversa natura (georadar, nasi elettronici, camere multispettrali, ecc...) che potrebbe registrare informazioni a terra e legarle alle immagini aeree. Il rover che proponiamo, avendo capacità anfibe potrebbe essere utilizzato anche per rilevazioni in zone umide, fiumi, laghi e in mare aperto. Chiunque sviluppi tecnologie di rilevamento e sensori di qualsiasi natura potrebbe utilizzare la nostra piattaforma come carrier teleguidato per mappare le informazioni di interesse in specifiche aree.**

**L'**agricoltura di precisione è significativamente influenzata dall'uso dei droni aerei e dalla loro capacità di interpretare lo stato della vegetazione. Le tecniche di analisi sono adeguatamente mature, derivando dall'algorithmica sviluppata per le analisi da satellite, modelli poi modificati ed adattati per una visione ripresa da una quota molto più bassa. Sono significativamente cresciute le capacità dei sensori e dei sistemi di posizionamento, ma nella sostanza, tuttavia, gli algoritmi che sono alla base degli indici vegetativi, sono rimasti legati alla capacità di interpretare la visione dall'alto.

Il progetto Agridrone Vision conclusosi con successo a fine 2019, basato su un veicolo terrestre di nuova generazione

(Rover), ha avuto tra i suoi principali obiettivi il tema dell'osservazione in orizzontale (vista corrispondente al tradizionale punto di vista dell'agricoltore) la cui algorithmica non risulta al momento trattata in modo così esaustivo come quella verticale da drone.

Va infatti considerato che ogni pianta non è soltanto un puntino dall'alto, ma ha un suo sviluppo verticale derivato dallo stato del terreno, dalla vegetazione alla base della pianta, dalla parte bassa del tronco, dalla parte bassa della chioma, da quella media e da quella alta.

Ogni parte contribuisce in modo diverso alla salute della pianta e l'osservazione delle differenti parti può permettere un'analisi più completa ed arrivare a sintesi difficilmente realizzabili con la sola osservazione dall'alto.

Va inoltre considerato che mentre dall'alto è possibile effettuare solo osservazioni diurne, perché è necessaria un'illuminazione che non può essere altro che quella solare (assunzione vera se si escludono infrarosso termico e dati radar), dal basso si può fare anche una osservazione notturna andando ad esaminare caratteristiche che sono vere od osservabili solo in assenza di radiazione solare (ad esempio la bioluminescenza).

In alcuni casi l'osservazione aerea non è per altro effettuabile come nel caso di uve a tendone, nel sotto chioma boschivo, nelle serre, ed in generale in tutti quei casi in cui la chioma della pianta copre il terreno.

## Funzionamento

Il funzionamento del Rover è basato su un principio molto semplice.

Due grandi ruote contengono al proprio interno dei pendoli, che ruotano intorno ad un'asse centrale. Spostando il pendolo si sposta il baricentro della ruota che di conseguenza si muove per recuperare il nuovo equilibrio. Elemento centrale è il pendolo che è allo stesso tempo elemento motore e carico utile del veicolo.

Nel pendolo sono contenuti i motori che provvedono a farlo ruotare rispetto alla ruota e le batterie che alimentano i motori. In questo senso, elementi tipicamente negativi dei veicoli quali il peso del motore, della trasmissione e delle batterie, diventano elementi positivi perché contribuiscono alla spinta.

Le dimensioni delle ruote sono tali da permettere il galleggiamento dell'intero insieme e quindi il nuovo veicolo può operare sia su terreno che in acqua, senza cambiare assetto. Inoltre, caratteristica fondamentale, può operare su qualsiasi tipo di superficie mista intermedia: acquitrino, neve, fango, offrendo quindi una capacità di movimentazione in ambienti difficili normalmente vietati ai veicoli, se non estremamente specializzati. Il Rover non ha necessità di

cambiare assetto o di essere dotato di particolari dispositivi per operare in tali ambienti.

Le proporzioni dell'intero veicolo sono scalabili in funzione dell'ambiente previsto, ciò senza variane il principio di funzionamento. L'attuale versione, ottimizzata per operare all'interno delle vigne, ha una ruota da 120 cm di diametro ed una larghezza di 130 cm.

## Carichi utili

Il Rover ha la possibilità di portare carichi utili quali sensori o merci in tre aree:

1. Nel corpo centrale tra le due ruote
2. Lateralmente alle due ruote
3. Nei pendoli all'interno delle ruote

La soluzione migliore è la terza (nei pendoli) poiché in questo caso il carico contribuisce alla spinta e quindi al movimento. È da considerare che le grandi ruote sono realizzate in polimero e pertanto operano come una sorta di "Radome" per tutti i sensori e gli apparati basati sulla radiofrequenza proteggendoli al contempo dalle aggressioni ambientali esterne (chimiche, biologiche, termiche).

La prima e la seconda ipotesi si usano tipicamente nei casi in cui

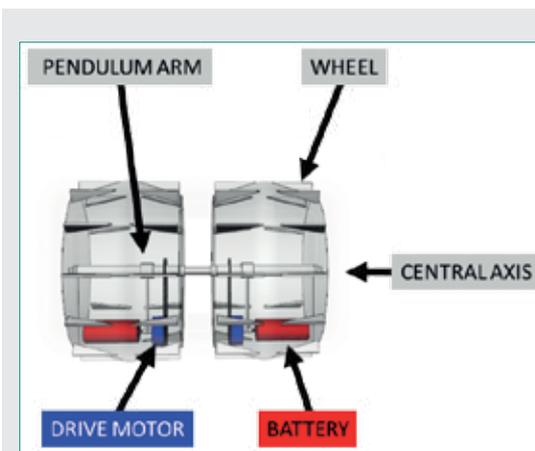


Fig. 2 - Elementi principali del Rover.

il sensore è di tipo visuale o si è in presenza di un attuatore.

Le aree interne possono operare anche come contenitori per la raccolta di materiali esterni come, ad esempio, macchie di petrolio in mare derivanti da perdite di petroliere o da disastri ecologici.

## Caratteristica anfibia

Le due grandi ruote, che forniscono la spinta di galleggiamento, sono dotate di lame di plastica o pseudopinne che permettono una propulsione e quindi il movimento in acqua. Le ruote si muovono indipendentemente permettendo quindi di far ruotare il Rover e dirigere la spinta dove richiesto. Questa caratteristica è fondamentale per orientare il Rover in direzione

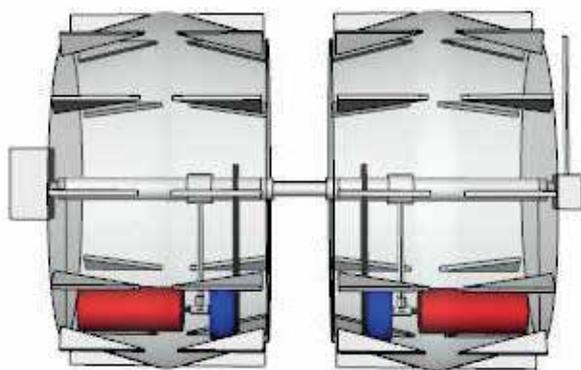


Fig. 3 - Il Rover con carico utile laterale.

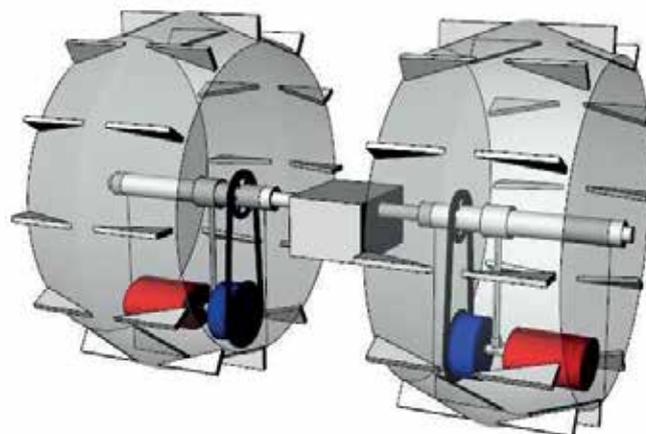




Fig. 4 - Il Rover con carico utile centrale.

opposta allo scarroccio (ossia al vettore combinato composto dal vento e dalle correnti) e permettergli di mantenere il punto in acqua con la precisione ottenuta dal sistema di geolocalizzazione (tipicamente il GPS stesso). Le ruote proteggono gli apparati interni dall'ambiente marino.

#### Principali caratteristiche

- Caratteristiche anfibe senza cambiare assetto
- Basso impatto al suolo: le grandi ruote garantiscono un largo appoggio su terreni molli o cedevoli, il fattore galleggiamento interviene negli ambienti acquitrinosi riducendo l'impatto sul materiale biologico sottostante.
- Capacità di antiribaltamento derivante dal bassissimo baricentro
- Ecologico perché basato su propulsione elettrica



Fig. 5 - Il Rover nel 2020 (Winegrover).



Fig. 6 - La fusione dei dati (Orizzontale/Verticale).

- Ecologico in quanto non sversa: tutto è contenuto all'interno
- Elevata autonomia dovuta al bassissimo consumo energetico richiesto per spostarsi
- Elevatissima mobilità: può ruotare su se stesso sia su terra che in acqua
- All terrain: due grandi ruote, entrambe motrici e sterzanti combinate con il basso impatto al suolo gli permettono di affrontare terreni complessi
- Ognitempo: non risente di fenomeni meteorologici quali pioggia, grandine, nebbia o neve. Data la leggerezza e la dimensione è però più sensibile al vento di altri veicoli.
- Protegge i suoi sensori ponendoli all'interno delle ruote
- Sostenibile, bassa manutenzione
- Economico rispetto a veicoli con caratteristiche equivalenti

Il Rover è coperto da tre brevetti di una società del gruppo, e per la sola componente agricola è oggi battezzato "Winegrover" (the Wine Green Rover) parafrasando la parola inglese Winegrover che significa "coltivatore di vino" o vignaiolo in italiano.

Il nome è anche il titolo di un progetto europeo LIFE2020 in atto per la sperimentazione del veicolo in campo agricolo.

#### Droni aerei e droni terrestri

I droni aerei ed il Rover terrestre condividono molti aspetti tecnologici. Entrambi hanno la necessità di navigare usando il GPS e quindi la georeferenziazione è un tema comune ad entrambi. Nel caso dei Rover terrestri la georeferenziazione ha probabilmente più challenging in quanto il Rover si deve muovere in ambienti più ristretti quale ad esempio il filare di una vigna dove l'errore di pochi decimetri può comportare l'impatto del Rover sulle piante. L'affidabilità dell'informazione GPS è pertanto centrale nelle applicazioni dei robot terrestri.

Riprendendo il tema "non solo dal cielo", sfruttando la collaborazione di un drone aereo e di rover, si possono aggiungere alle mappe aeree dei layer tematici che contengono informazioni rilevabili soltanto da terra.

Una opportuna algoritmica per coordinare i due sistemi di geolocalizzazione (Drone e Rover) minimizzando gli errori è in fase di sviluppo in collaborazione con l'Università di Roma 3. Alcuni dei possibili layer sono:

1. Visione RGB orizzontale
2. Visione NIR orizzontale
3. Infrarosso termico orizzontale
4. Visione notturna su specifici spettri di illuminazione

5. Stimolazione in notturna di bioluminescenza
6. Layer chimico
  - a. Analisi di campioni delle piante
  - b. Analisi di campioni del suolo
  - c. Analisi delle componenti gassose
7. Layer Fisico
  - a. Pendenza del terreno e sue variazioni nel tempo
  - b. Consistenza del terreno
  - c. Rilevazioni delle temperature puntuali
8. Layer elettrico
  - a. Conducibilità
  - b. Reattanza alle varie frequenze
9. Analisi stratificata del terreno
  - a. Georadar
  - b. Carotaggio
  - c. Echosounding
10. Analisi campi magnetici
  - a. Microdevianze degli headings
  - b. Presenza di sostanze ferromagnetiche nel suolo
  - c. Ritrovamento mine o ordigni bellici
11. Ambienti fluviali e palustri
  - a. Analisi chimica e delle temperature
  - b. Analisi degli inquinanti
12. Ambienti costieri
  - a. Acquacoltura, analisi dei patogeni
  - b. Acquacoltura analisi dei nutrienti
13. Etc...

È facile intuire che il rover può affrontare ed essere l'elemento abilitante per la ricerca su vari temi dei quali è fatto accenno nella figura sottostante. Una volta acquisite le nuove informazioni si pone il problema della loro integrazione (data fusion), in una tematica che può essere analizzata in una visione di "Big data" al crescere del numero di layer di cui tener conto, delle dimensioni dell'area da classificare e del periodo temporale di analisi. Si realizza una matrice multidimensionale e si pone la



Fig. 7 - La capacità anfibia.

necessità di individuare nuovi indici sintetici. Il numero di dati potenzialmente raccolti dal Rover è elevatissimo, questi dati strutturati per layer, si possono assumere a valori di terabyte. Risulta evidente che questi dati non sono trasferibili in tempo reale dal Rover a unità di processo poste a terra in quanto il sistema di comunicazioni non sostiene e non può sostenere il flusso di dati che sarebbe richiesto per trasferire continuamente i dati dai sensori ad un'area attrezzata per il calcolo. Anche le promesse del 5G non sono sufficienti a sostenere questo tipo di comunicazione che in ogni caso risulterebbe estremamente onerosa da un punto di vista economico. Non è quindi possibile effettuare questo calcolo a distanza ed occorre sintetizzare sul posto e quindi sul Rover stesso le informazioni tramite opportuni algoritmi. A questa sfida il Rover, differenzialmente da un drone aereo, può rispondere con la sua capacità fisica di disporre di spazio, di capacità di carico e di potenza elettrica per ospitare e sostenere la capacità di calcolo necessaria, caratteristica che gli permette di affrontare il calcolo "in situ" realizzando un'analisi in realtime e non solo "ex post". Questa funzione è fondamentale poiché, parafrasando il linguaggio del mondo medico, permette di potere far coincidere

il momento della diagnosi con quello di una potenziale terapia. La terapia almeno in campo agricolo, sfrutta ancora una volta la capacità del Rover di trasportare risorse (tipicamente chimica allo stato liquido) capaci di realizzare una prima pronta risposta alla causa del danno che spesso è un agente patogeno. Questa capacità oggi potrebbe essere anche una risposta ad eventuali nuove pandemie, realizzando una nuova strategia di sanificazione delle aree, soprattutto quelle critiche come ospedali, impianti sportivi, aree di aggregazione. Questa è la sfida e l'opportunità che il nuovo Rover pone nella sua ottica "non solo dal cielo".

#### PAROLE CHIAVE

AGRICOLTURA DI PRECISIONE; DRONI; GEO

#### ABSTRACT

We present an approach in which, by exploiting the collaboration of an aerial drone and our autonomous amphibious Rover, data layers containing information detectable only from the ground can be added to the aerial maps detected by an aerial drone. In this context, the Rover could be used as a carrier of sensors of different nature (georadar, electronic noses, multi-spectral cameras, etc ...) which could record information on the ground and link them to aerial images. The rover, having amphibious capabilities, could also be used for surveys in wetlands, rivers, lakes and in the open sea. Anyone who develops sensing technologies and sensors could use this platform as a remote-controlled carrier to collect and map information of amphibious or unsafe (chemical, biological, thermal, nuclear, even social ...) areas. We call it the Horizontal/Vertical data integration.

#### AUTORE

EDUARDO DE FRANCESCO  
E.DEFRANCESCO@SETELGROUP.IT  
SETEL GROUP

# Il drone a supporto della pianificazione degli scavi nella cava di sabbia della “Montagna Bianca” in Polonia

di Topcon Positioning Group



La fotogrammetria da drone, la soluzione scelta per il rilievo di un'importante cava di sabbia in Polonia che fornisce un prodotto siliceo di altissima qualità, ha garantito risultati di elevata precisione e affidabilità e un notevole risparmio dei tempi, in uno scenario che, data la mutevole geometria, poneva sfide impegnative da affrontare.

**T**KSM Biala Góra, conosciuta anche come la “cava di sabbia della montagna bianca”, è il più grande fornitore di sabbia d'Europa. Situata a Biala Góra, una località nel cuore della Polonia a circa 100 km a sud di Varsavia, è famosa per la qua-

lità della sua sabbia, impiegata per diversi scopi importanti, come la produzione di vetro. La cava è di proprietà di Quarzwerke Group, un noto produttore di minerali grezzi. Questa azienda a conduzione familiare vanta la combinazione di materie prime di alta qualità

con tecnologie di lavorazione moderne ed efficienti, al fine di garantire risultati precisi nel modo più sostenibile possibile.

## Ispezione accurata

Poiché una cava è in costante cambiamento ed evoluzione, l'ispezione accurata delle scorte è fondamentale. È per questo che Quarzwerke Group ha deciso di esplorare nuovi orizzonti della tecnologia. Grazie al drone Intel Falcon 8+ di Topcon per l'ispezione delle scorte della cava, l'azienda è in grado di raccogliere dati precisi ed efficienti in tempo reale, che a loro volta consentono di programmare gli scavi in modo adeguato.

La vasta gamma di prodotti provenienti dalla cava include la sabbia silicea, che viene sottoposta a un lungo processo meccanico per un'ampia serie di applicazioni. Queste



Fig. 1 - La White Mountain Sand Mine è il più grande fornitore europeo di sabbia di alta qualità.

sabbie silicee raffinate e di alta qualità di TKSM Biala Góra vengono fornite principalmente all'industria chimica, del vetro, della fonderia e della chimica delle costruzioni. L'eccezionale qualità della materia prima assicura l'utilizzabilità universale del prodotto finale, ma per ottenere questo risultato di alta qualità i volumi devono essere misurati con precisione al millimetro.

Ispezionare una cava così grande non è un'impresa facile, così nel giugno 2019 l'appaltatore indipendente Paweł Grad, che esegue rilievi della cava dal 2013, ha deciso di avvalersi dell'aiuto di Topcon.

Paweł ha dichiarato: "L'ispezione della cava è un lavoro estremamente impegnativo, complesso e dispendioso in termini di tempo e spesso siamo soggetti a enormi vincoli temporali, dal momento che di solito abbiamo solo pochi giorni a disposizione prima di presentare i dati a Quarzwerke Group. Il proprietario è impegnato attivamente nell'ispezione della cava e siamo alla continua ricerca di soluzioni per ottimizzare il processo e renderlo il più efficiente possibile. Per questo investire nel Falcon 8+ è stata una decisione comune".

Piotr Matyjasek, manager di Topcon Positioning Poland, ha commentato: "Il drone Falcon™ 8+ fornisce immagini precise ad alta risoluzione in spazi ristretti e ambienti difficili, il che lo rende lo strumento ideale per eseguire calcoli volumetrici e ispezioni fotografiche della cava."



Fig. 2 - Utilizzando il drone Intel Falcon 8+ di Topcon per ispezionare le scorte nella cava, i cavatori sono ora in grado di raccogliere dati accurati ed efficienti in tempo reale.

#### Massima sicurezza

Falcon 8+ è dotato dei migliori sensori del settore, di smorzamento attivo delle vibrazioni e di un camera mount stabilizzato automaticamente per prestazioni affidabili su qualsiasi terreno. Il sistema aereo a pilotaggio remoto (SAPR) ad ala rotante è inoltre in grado di acquisire immagini da tutte le prospettive, fornendo al contempo la flessibilità necessaria per un decollo immediato e un atterraggio morbido.

Paweł ha aggiunto: "La sicurezza era una grande priorità per noi, dal momento che la cava è molto vicina a una base militare dove opera l'aeronautica polacca. Ci sono spesso elicotteri che vanno avanti e indietro, per questo abbandonare le tecniche di rilevamento tradizionali in favore di una soluzione APR rappresentava una prospettiva poco praticabile per noi, ma il team tecnico di Topcon è stato di grandissimo supporto. Ha reso questa transizione davvero facile, offrendoci formazione su ogni aspetto, dalla piattaforma al software, dal flusso di lavoro alle normative: ora siamo in

possesso di una licenza di pilota APR.

"Dall'ottenimento dei dati fotografici iniziali alla presentazione delle informazioni topografiche all'investitore, l'intero processo è ora semplice ed efficiente. Questa soluzione ha completamente rivoluzionato il nostro flusso di lavoro. Inoltre, Falcon 8+ è molto facile da utilizzare ed è caratterizzato da bassa rumorosità ed emissioni ridotte, per questo il nostro impatto sull'ambiente circostante è minimo".

#### Elaborazione efficiente dei dati

La chiave per il successo del flusso di lavoro topografico è rappresentata da Bentley ContextCapture. Questo software è in grado di produrre rapidamente anche i modelli 3D più impegnativi delle condizioni esistenti per progetti infrastrutturali di tutti i tipi, derivati da semplici fotografie o nuvole di punti. Senza dover ricorrere ad attrezzature costose e specializzate, è possibile creare rapidamente e utilizzare mesh 3D di elevato dettaglio di rap-



Fig. 3 - Il Falcon 8+ è dotato di sensori di prima classe, smorzamento attivo delle vibrazioni e camera mount stabilizzato automaticamente per prestazioni solide su qualsiasi terreno.

presentazione della realtà, fornendo così un contesto preciso del mondo reale di supporto alla progettazione, alla costruzione e alle decisioni operative, per tutta la durata del progetto. Ciò comporta numerosi benefici per Quarzwerke Group e per l'appaltatore. L'elaborazione ibrida in ContextCapture consente la creazione di modelli mesh della cava immediatamente utilizzabili in fase di progettazione, che combinano il meglio di entrambi i mondi, con la versatilità e la praticità della fotografia ad alta risoluzione

ne integrate, dove necessario, dall'ulteriore precisione delle nuvole di punti risultanti dalla scansione laser.

Nel complesso, Falcon 8+ e Bentley ContextCapture hanno consentito di ridurre il tempo di acquisizione e di elaborazione dei dati provenienti dalla cava. L'intero processo è ora almeno due volte più rapido, mentre la precisione e la qualità dei dati sono notevolmente superiori grazie alla capacità dell'apparecchiatura di misurare milioni di punti di un singolo oggetto.

Paweł conclude: "La combinazione della tecnologia Topcon e del costante supporto del team hanno completamente cambiato la nostra modalità di esecuzione dei rilievi topografici: il flusso di lavoro ora è più efficiente e i risultati più precisi. Continueremo a utilizzare queste soluzioni nella cava e nei progetti in tutta Europa per gli anni a venire".

Per maggiori informazioni su Topcon, visitare la pagina web [www.topconpositioning.com/it](http://www.topconpositioning.com/it).

#### PAROLE CHIAVE

DRONI; APR; SURVEY; PHOTOGRAMMETRY; ACCURACY

#### ABSTRACT

The challenge of measuring with constant accuracy, a changing and constantly evolving natural scenario, such as a sand mine can be. Quarzwerke Group, the company that owns the quarry, however, has clear ideas in this regard: rely on a partner, not only serious and reliable, but also technologically advanced, who immediately sees in drone photogrammetry the fastest, most effective, but above all high precision, and with the support of TPI, Topcon's Polish dealer for more than 30 years, the new inspection techniques of the sand mine, famous for the quality of the supplied product, have guaranteed the mutual satisfaction of client and contractor.

#### AUTORE

TOPCON POSITIONING GROUP  
TPI-INFO@TOPCON.COM

# Gter

Innovazione  
in Geomatica,  
Gnss e Gis

[www.gter.it](http://www.gter.it) [info@gter.it](mailto:info@gter.it)

