



Telerilevamento multispettrale da drone per il monitoraggio delle colture in Agricoltura di Precisione



Carlo Greco

7 Novembre 2024

AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Nasce negli USA CON il seguente motto:

do the right thing, at the right place, at the right time

OBIETTIVO MIGLIORARE: [EPQRS]

1. l'*E*fficienza nell'uso dei fattori della produzione
2. la *P*roductività delle colture
3. la *Q*ualità dei prodotti
4. la *R*editività degli agricoltori
5. la *S*ostenibilità della produzione agricola





Gestione sito-specifica e controllo delle operazioni colturali

3



Monitoraggio e Registrazione dei dati

1

Ciclo dell'agricoltura di precisione

Analisi, elaborazione e Pianificazione

2



Monitoraggio e Registrazione dei dati



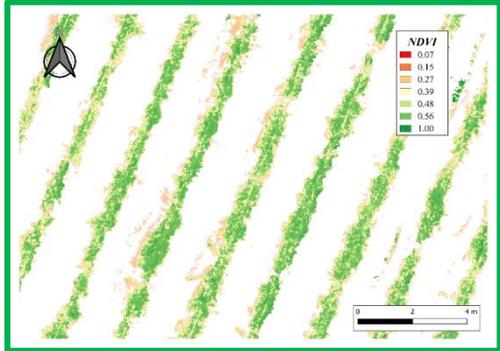
AMBIENTE

PIANTA

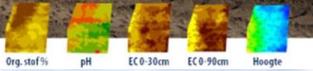
SUOLO



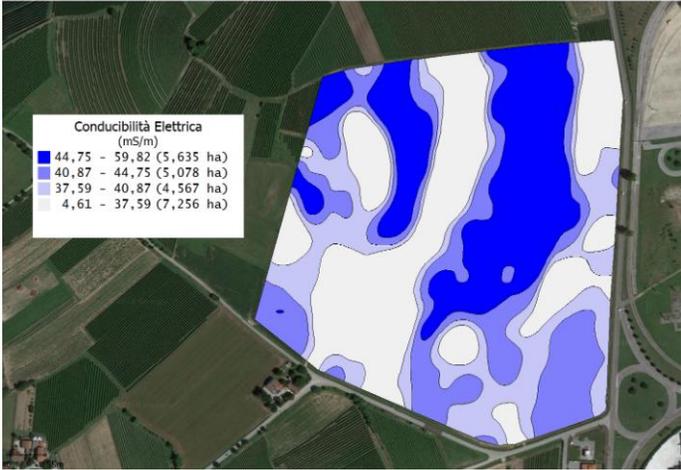
Pioggia
Temperatura
Umidità
Vento
Radiazione solare



- Indici vegetativi



Sostanza Organica
pH
Conducibilità elettrica

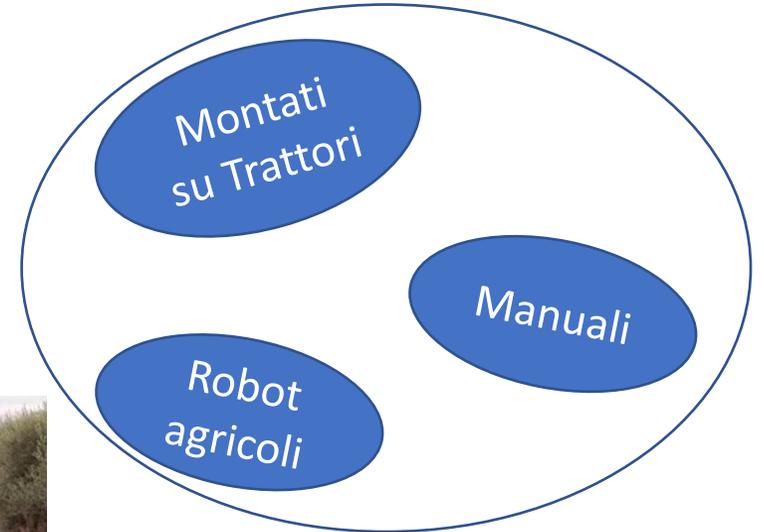
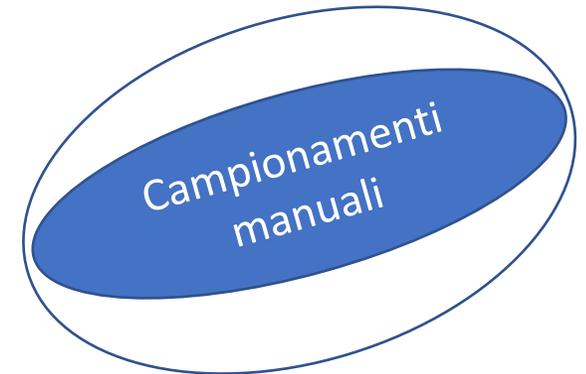
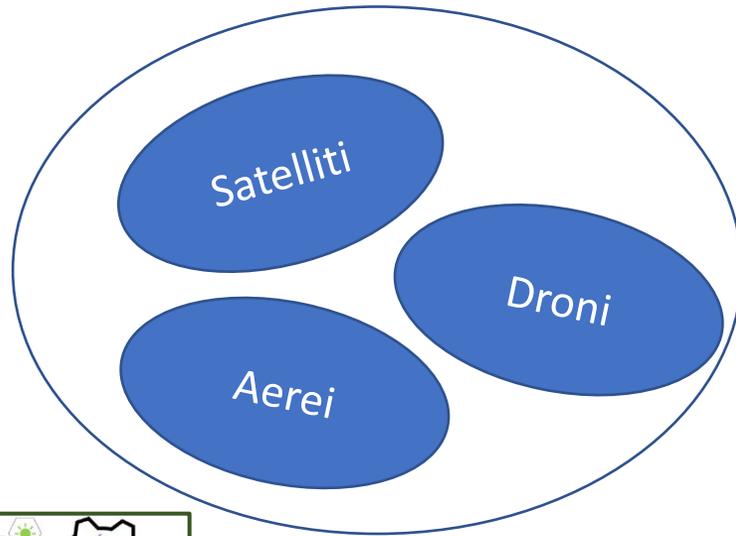


Piattaforme d'acquisizione



Remote

Prossimali



Principali SENSORI

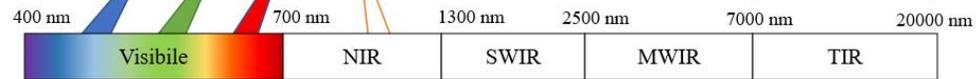
Multispettrali



Camere multispettrali



Camere termiche



Termici

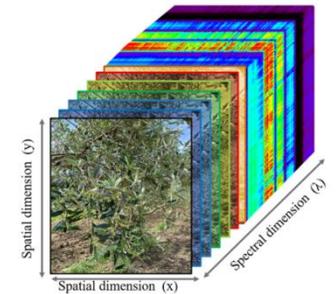
RGB



Camere RGB



Camere Iperspettrali



Iperspettrali

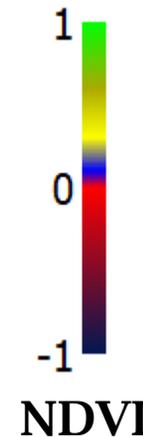
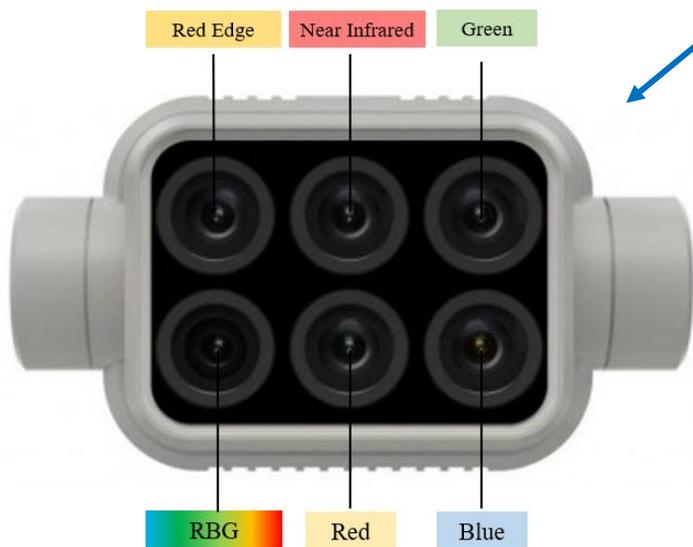


CAMERA MULTISPETTRALE SU DRONE



Phantom 4 (DJI)

Bands	Center of band wavelength [nm]	Spectral Resolution [nm]
Blue	450	±16
Green	560	±16
Red	650	±16
Red Edge	730	±16
Nir	840	±26



$$\frac{(\rho_{Nir} - \rho_{Red})}{(\rho_{Nir} + \rho_{Red})}$$

NDVI
Normalized Difference Vegetation Index

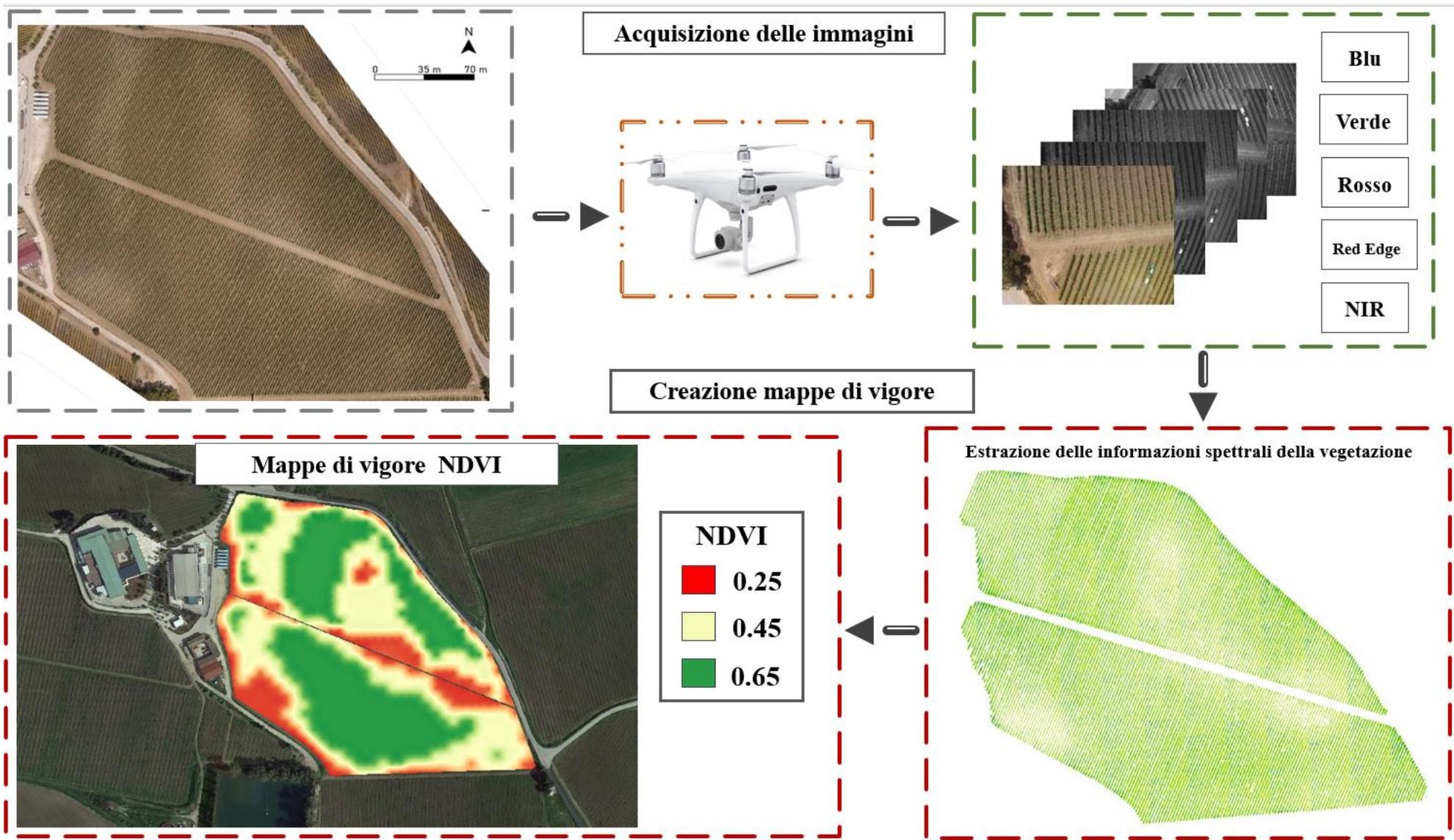


PIANO DI VOLO

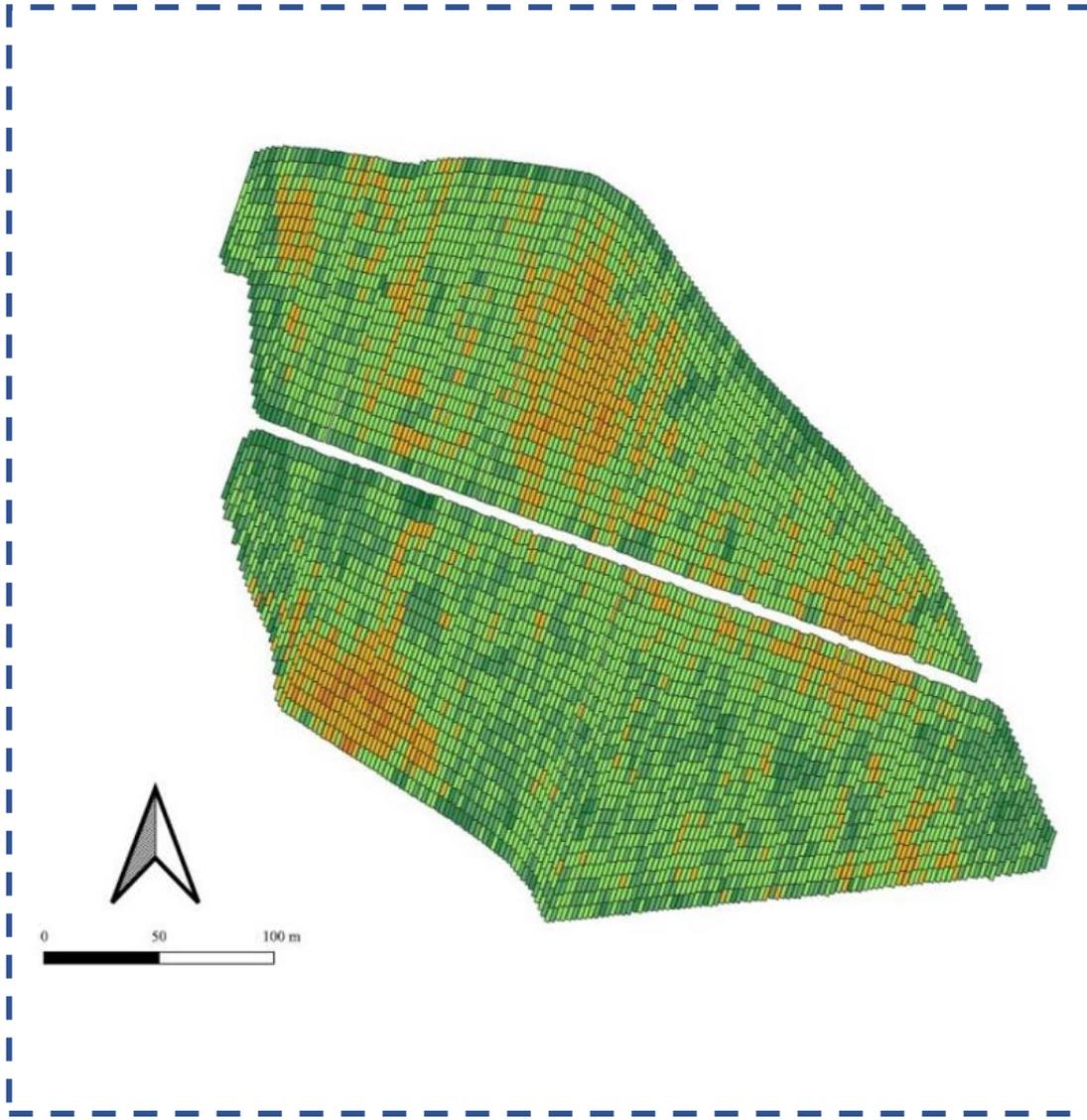


SETTING
Risoluzione [cm/px]
Quota di volo [m]
Overlap [%]
Area [ha]
Tempo [min]
Batterie [n]
Foto [n]

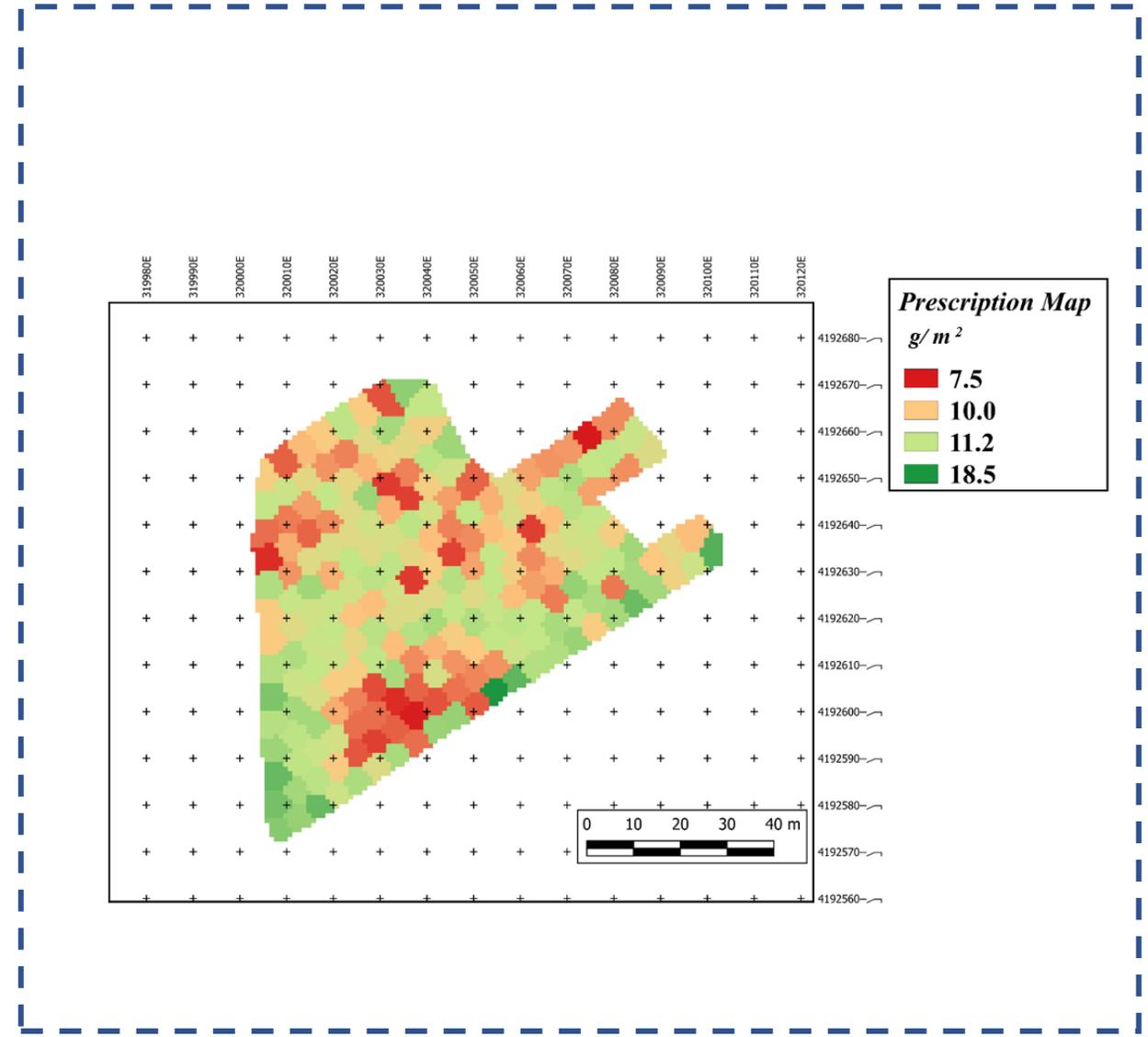
Impiego di sensori multispettrali per una agricoltura 4.0



Mappe di Prescrizione



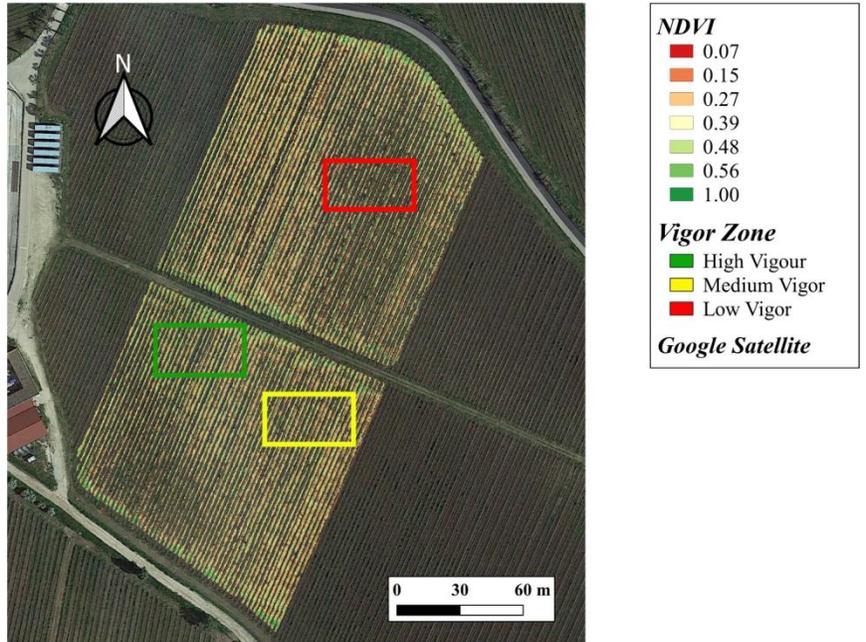
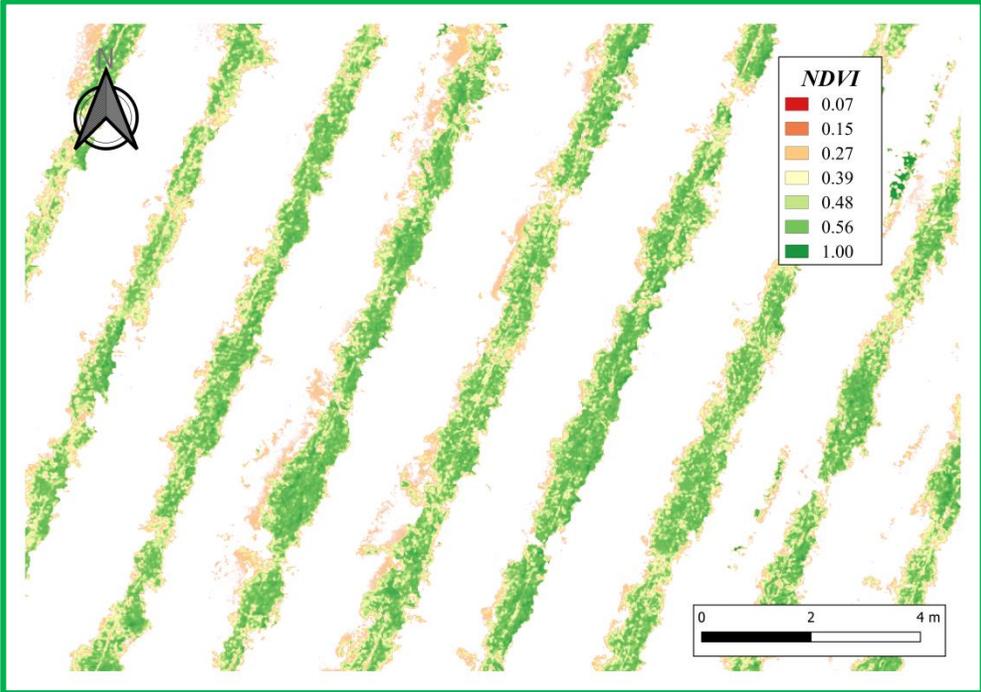
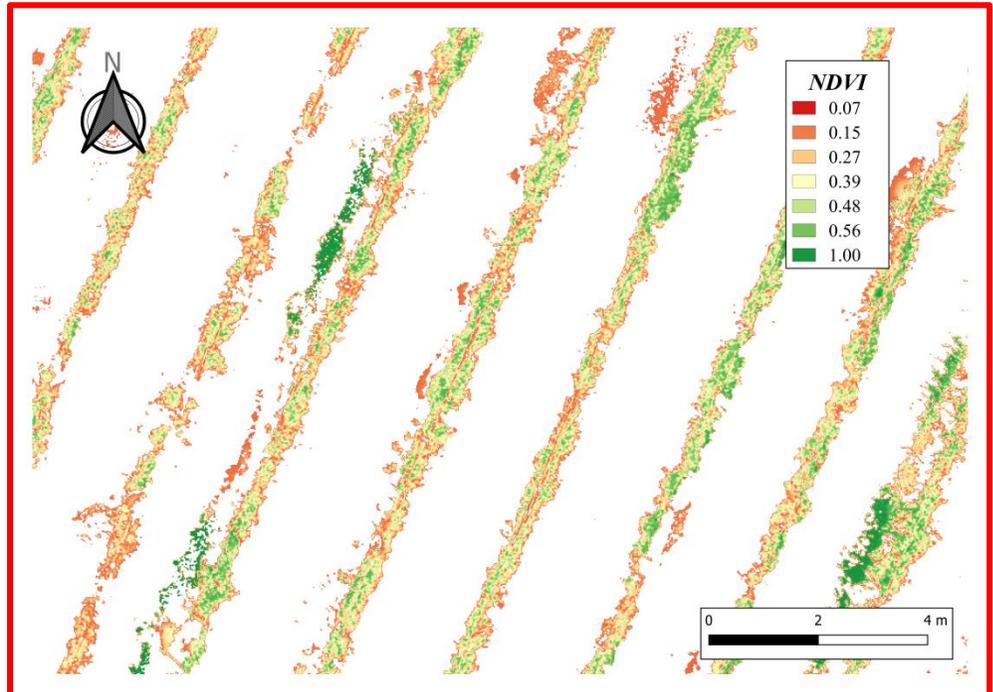
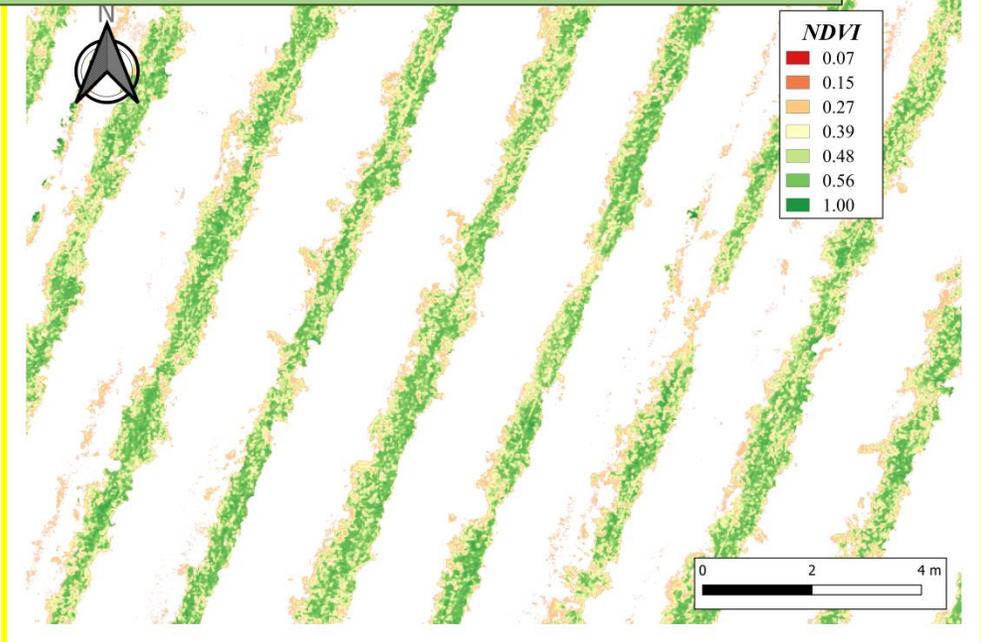
Vigneto



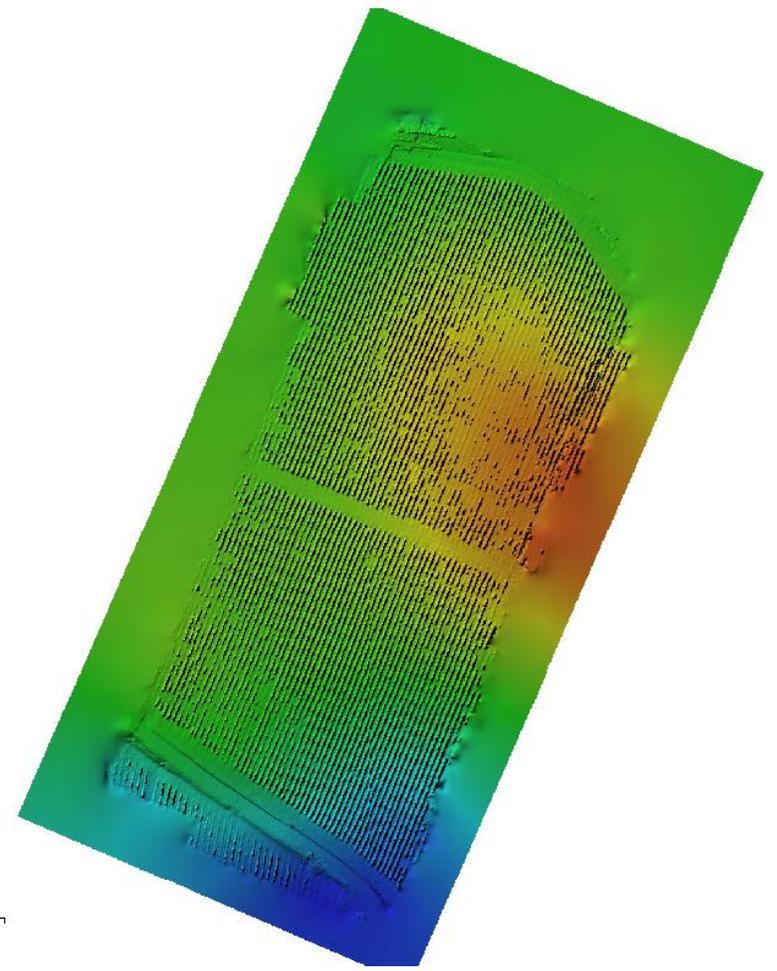
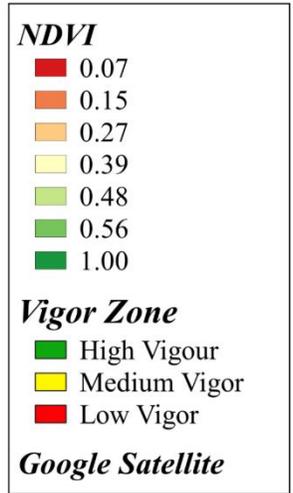
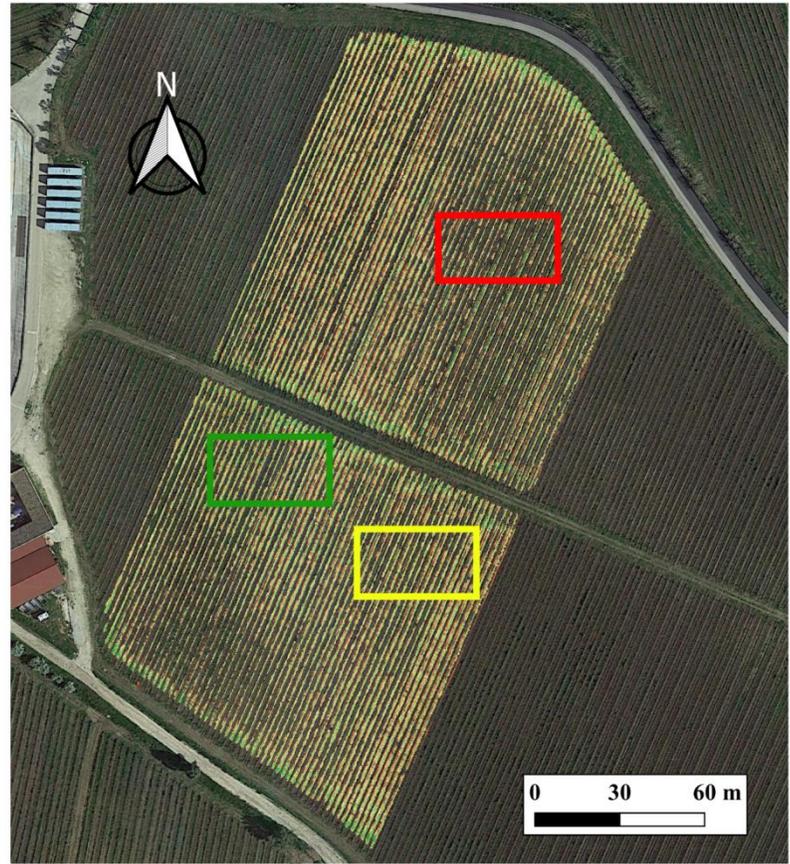
Oliveto



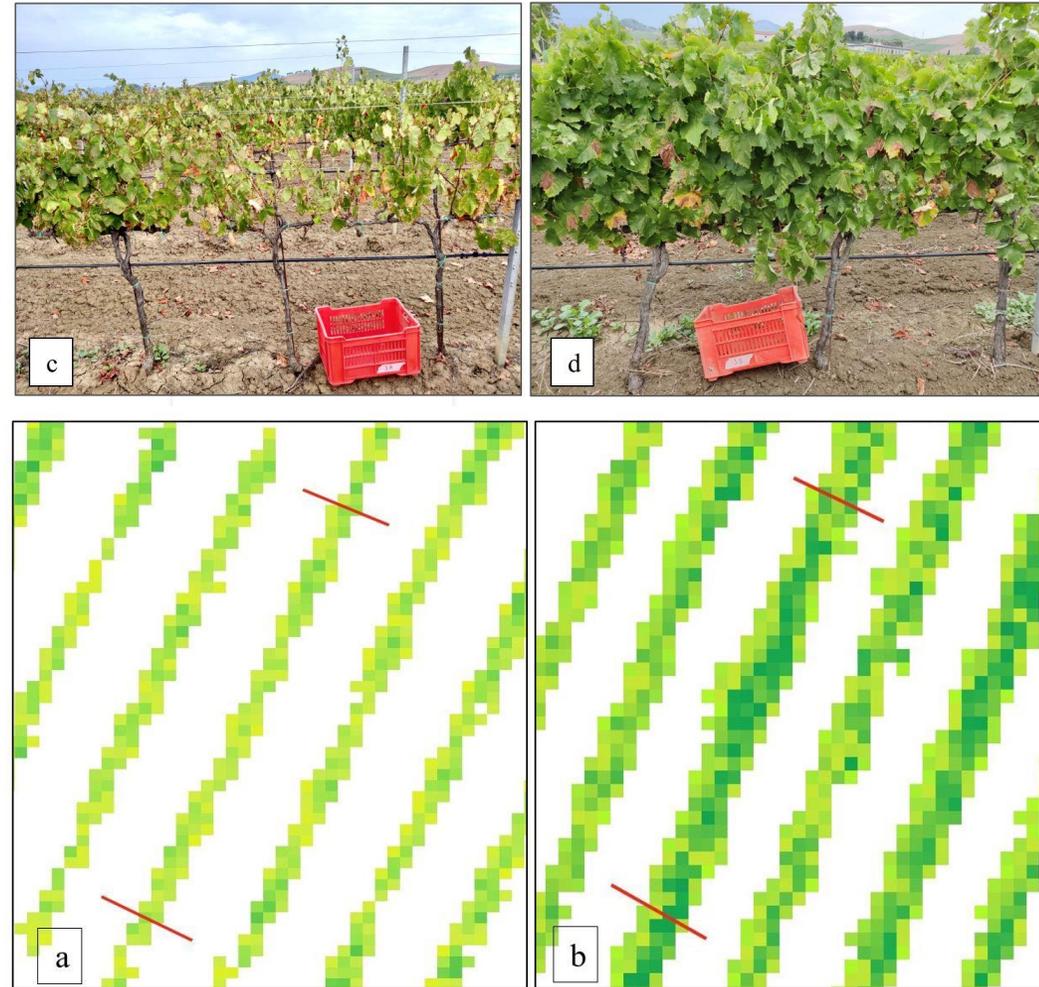
Impiego di sensori multispettrali per una agricoltura 4.0



Modello di Elevazione Digitale

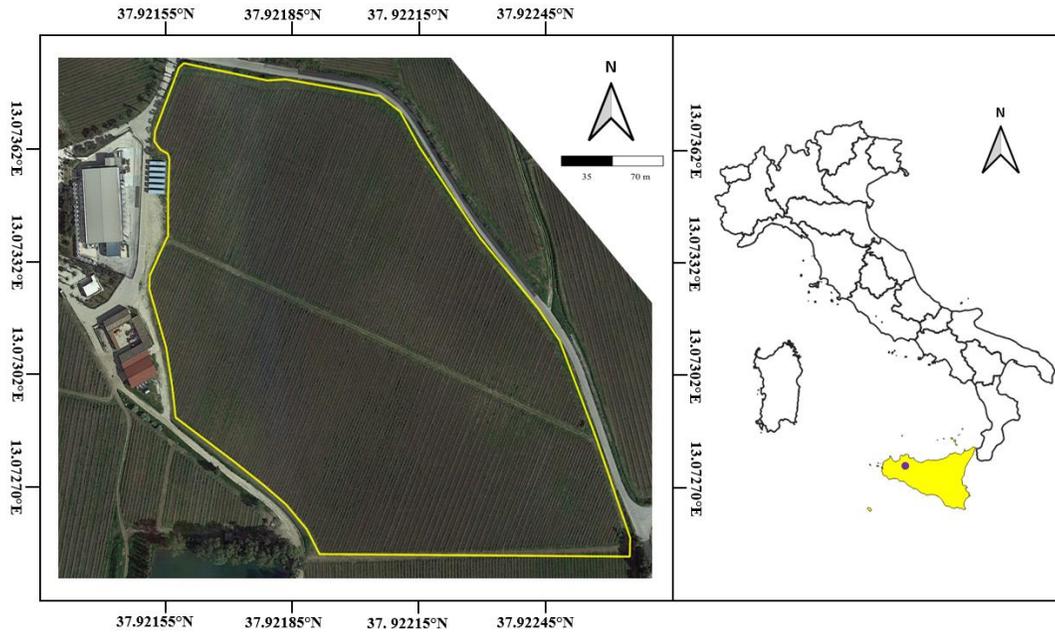


Risultati

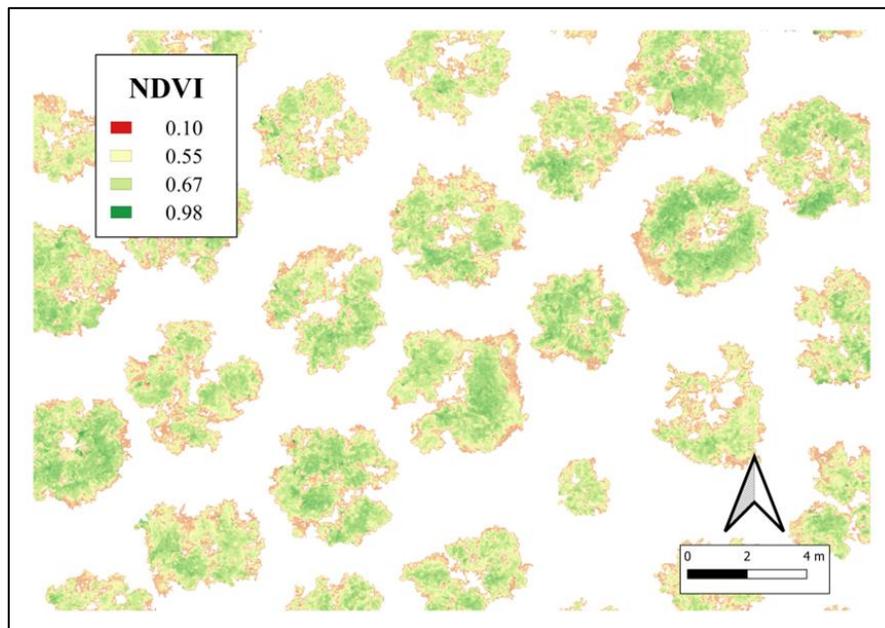


Sezione dei filari del vigneto in zone a basso vigore (LV) (a) e ad alto vigore (b) individuati tramite QGIS;

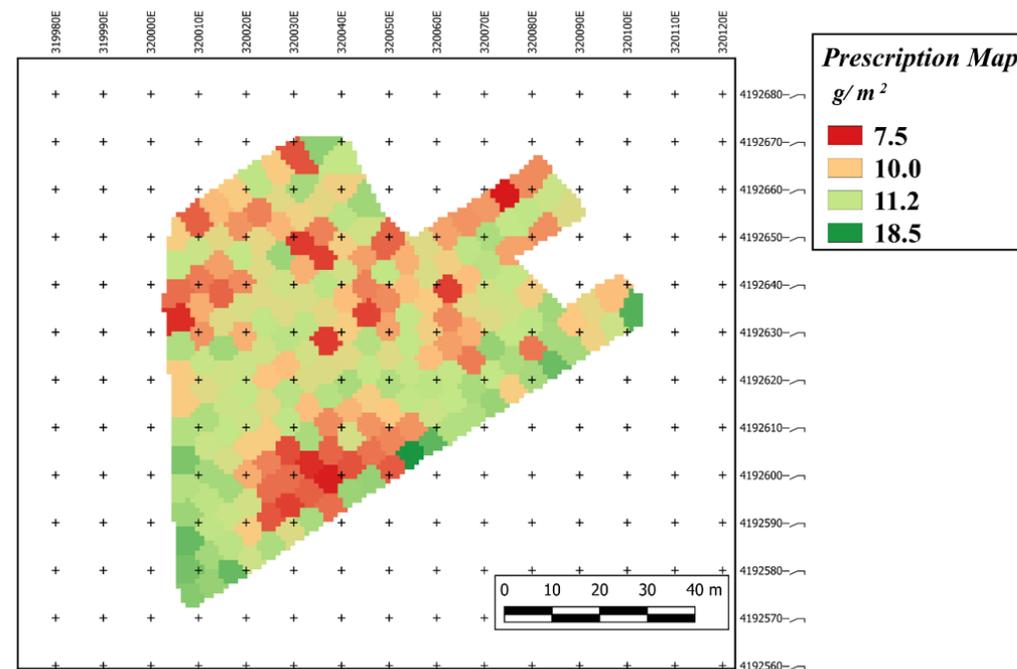
Diverso sviluppo del vigneto in zone a basso vigore (LV) (c) e ad alto vigore (d);



Creazione ed elaborazione delle mappe di base dei diversi parametri.



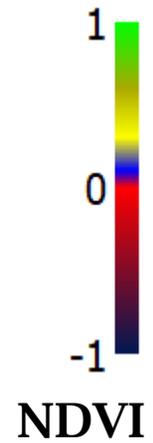
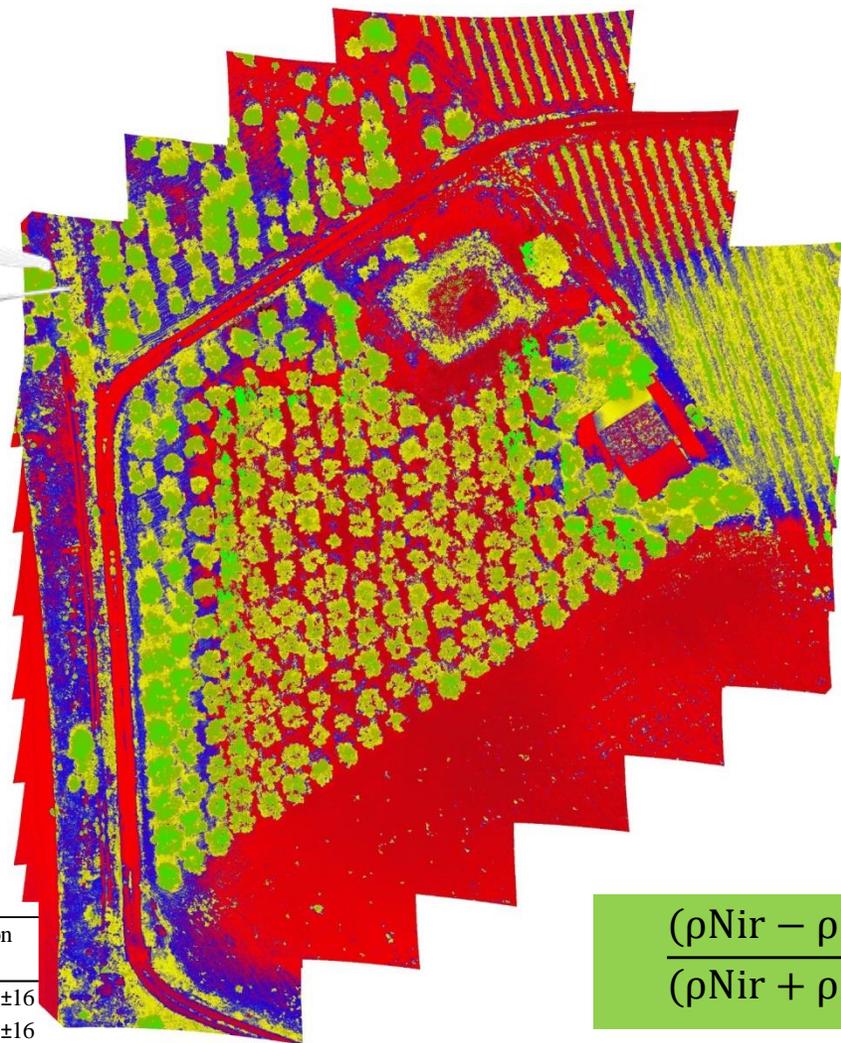
Mappa di prescrizione



Olivicoltura 4.0: Piattaforme Remote e Prossimali per la Gestione Smart delle Aziende Olivicole

Visibile

Phantom 4 (DJI)



Bands	Center of band wavelength [nm]	Spectral Resolution [nm]
Blue	450	±16
Green	560	±16
Red	650	±16
Red Edge	730	±16
Nir	840	±26

$$\frac{(\rho_{Nir} - \rho_{Red})}{(\rho_{Nir} + \rho_{Red})}$$

NDVI

Normalized Difference Vegetation Index



Modello di Elevazione Digitale (DEM)



1
0
-1
NDVI

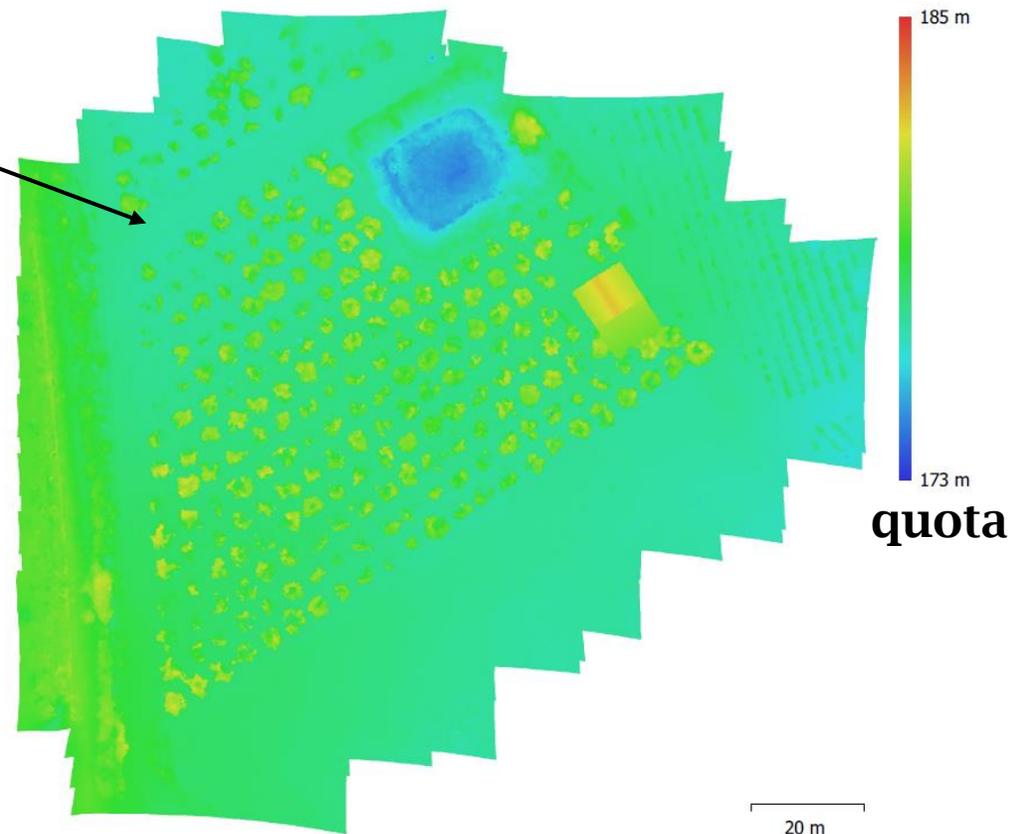
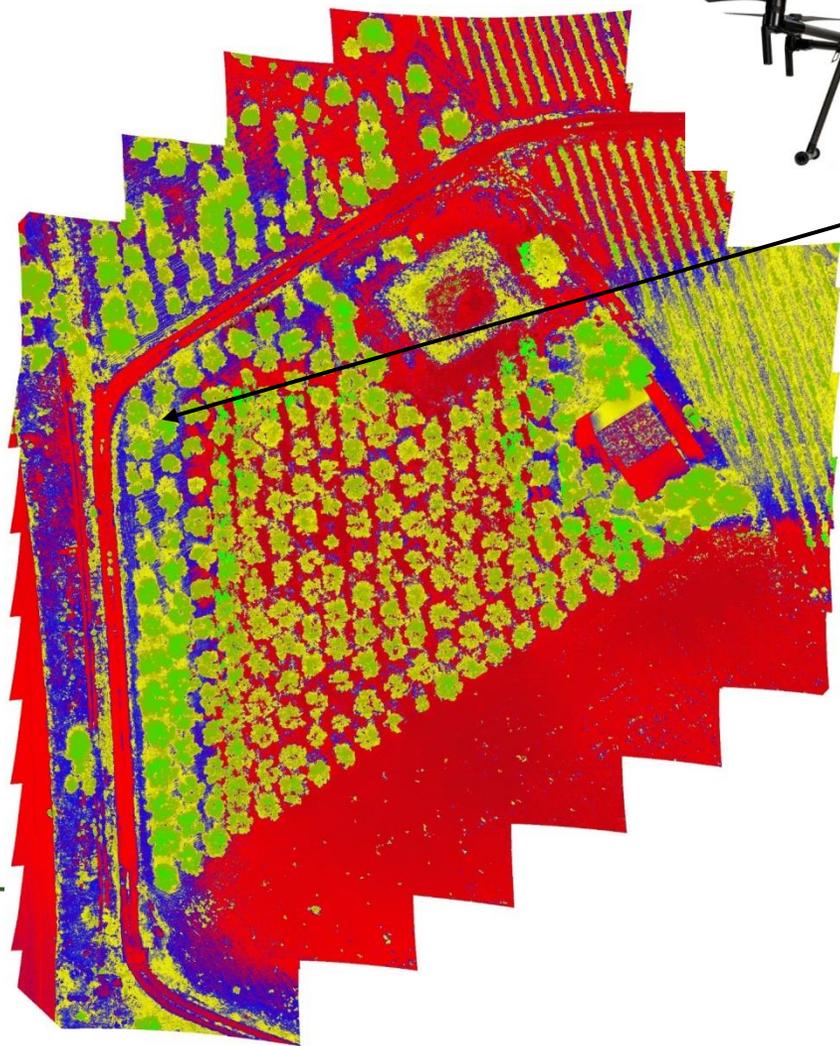
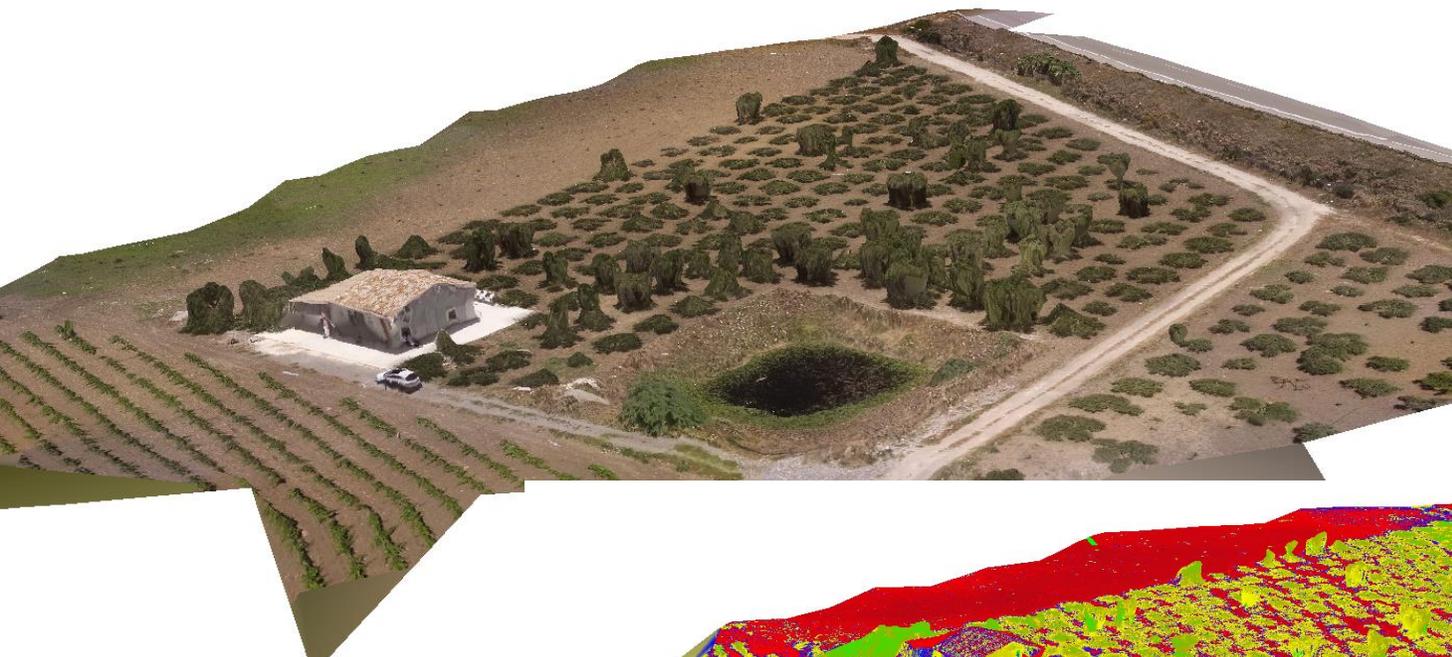


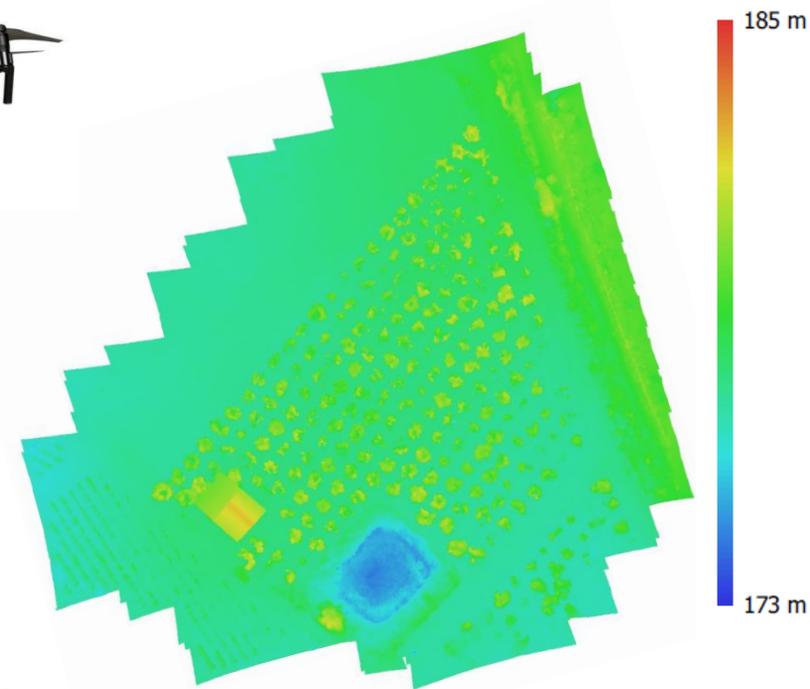
Fig. 4. Modello di elevazione digitale ricostruito.



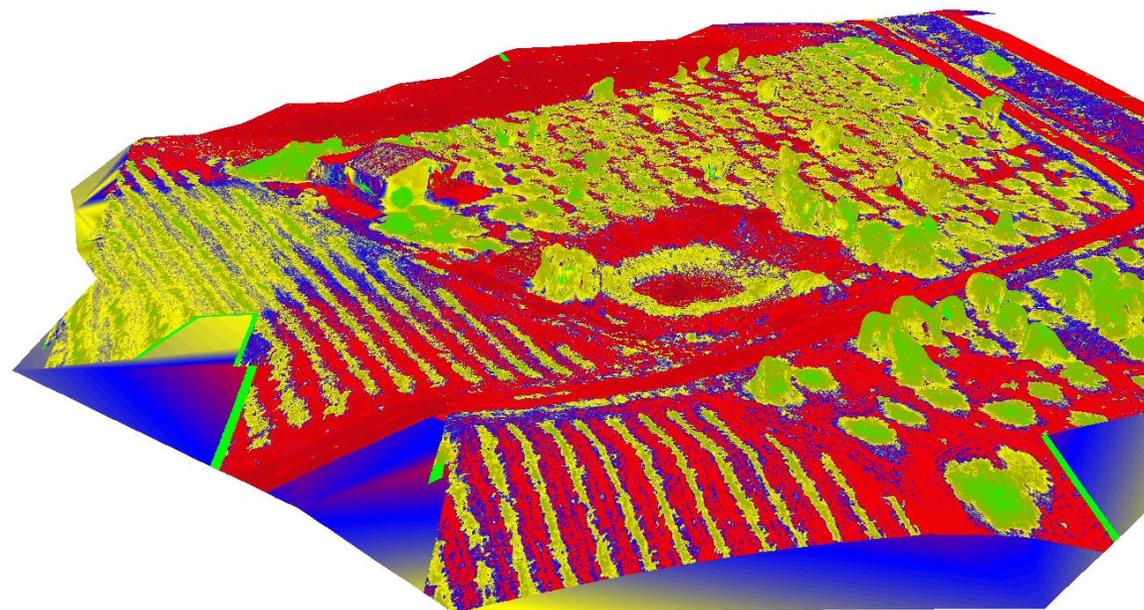
Olivicoltura 4.0: Piattaforme Remote e Prossimali per la Gestione Smart delle Aziende Olivicole



VISIBILE 3D



DEM



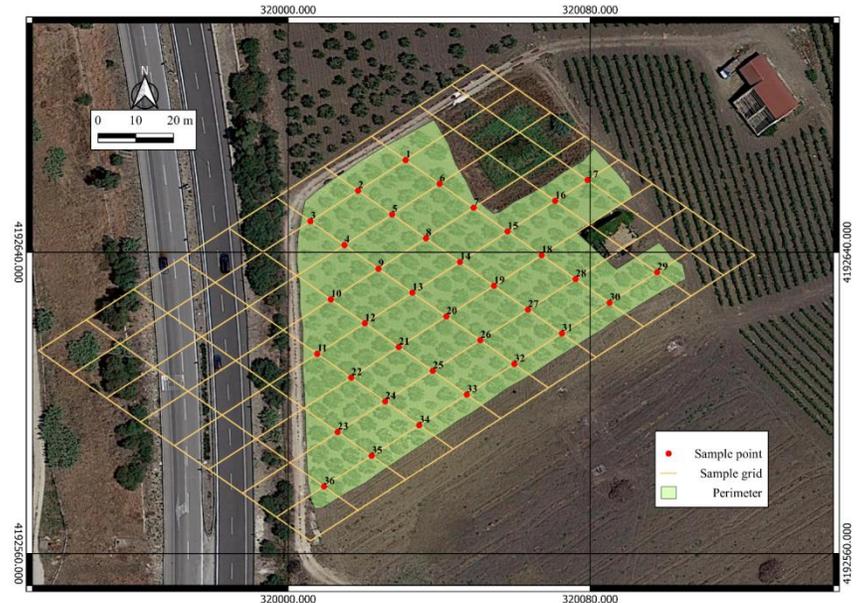
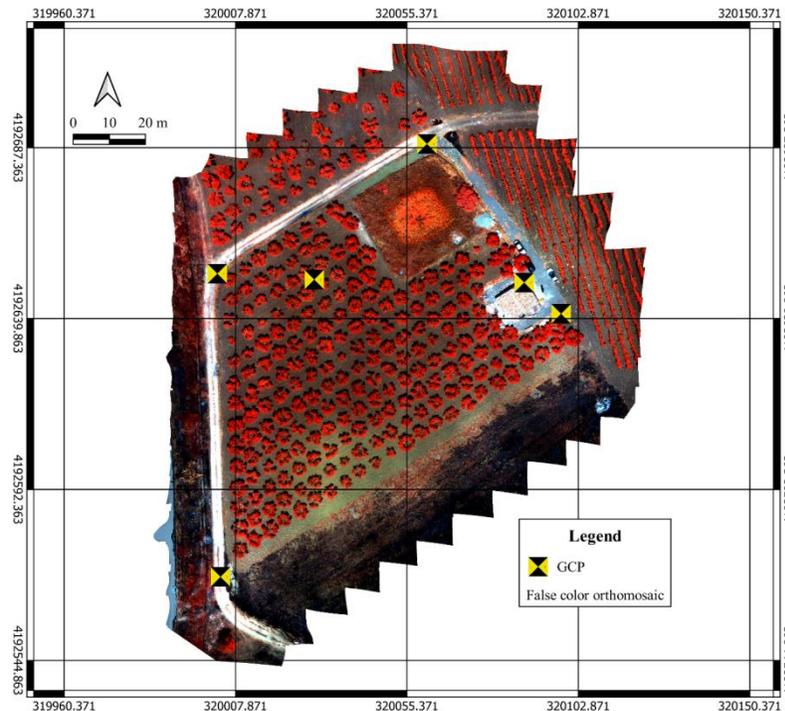
NDVI 3D





Rilevamento delle condizioni *Pedologiche*, *Spettrali* della coltura (Indici di vegetazione), *Nutrizionali* (Analisi fogliare) e di *Crescita* (vigoria) delle Piante.

Piano di volo e creazione dell'ortomosaico per la determinazione delle condizioni spettrali e biofisiche



Griglia di campionamento delle variabili pedologiche e dello stato nutrizionale

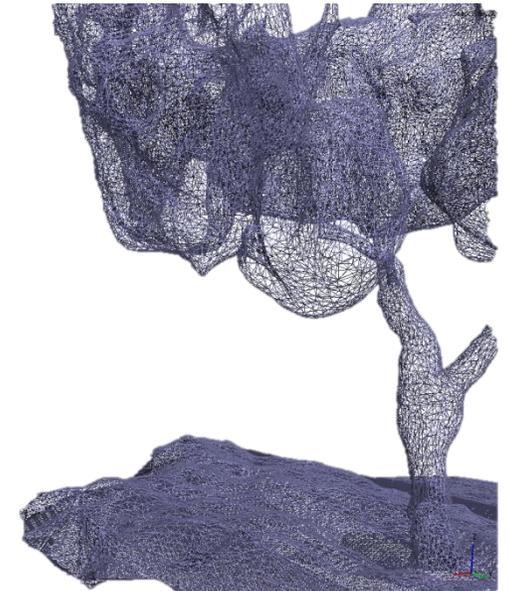
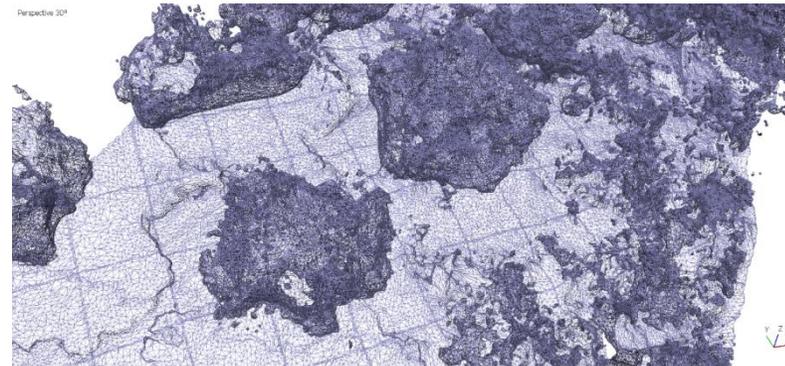


Olivicoltura 4.0: Piattaforme Remote e Prossimali per la Gestione Smart delle Aziende Olivicole

A seconda della tipologia di piattaforma e di sensore che applichiamo, siamo in grado di stimare sulla COLTURA principalmente le condizioni **Biometriche**.



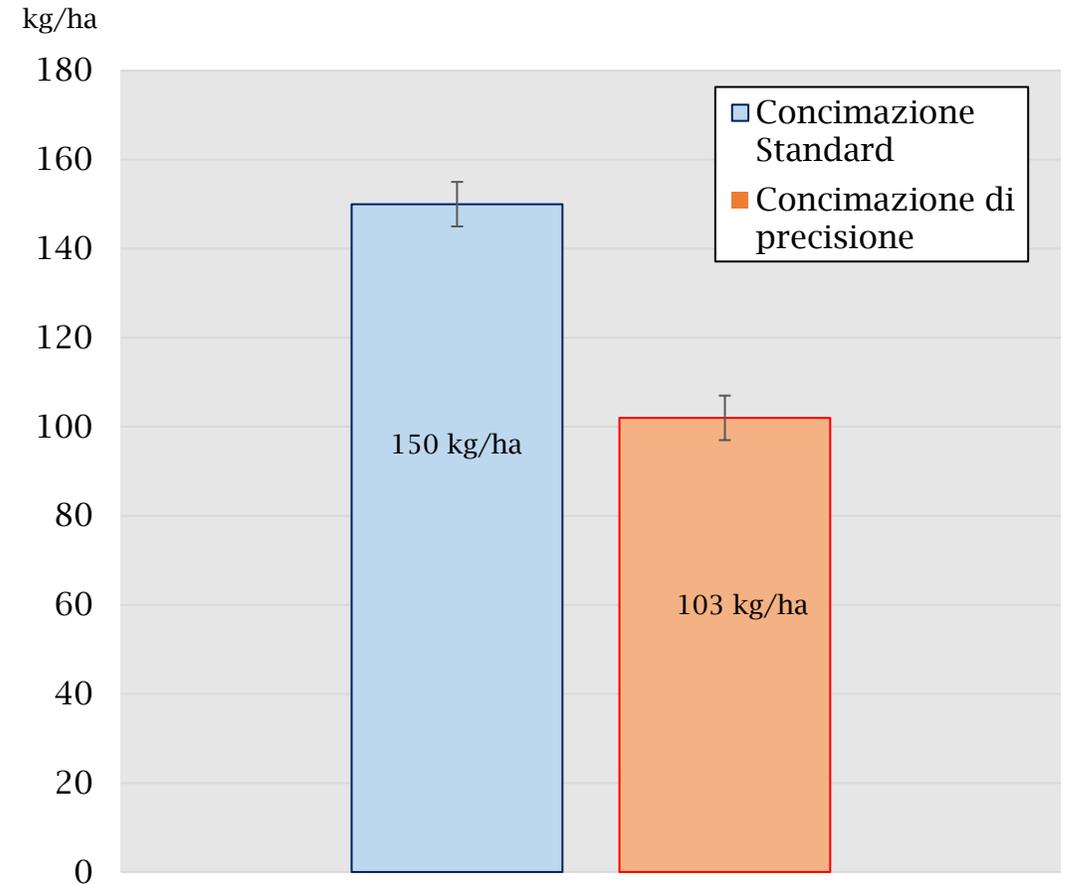
Volume, Area, LAI, Altezza della canopy



Trattamento a rateo variabile

Il trattamento a rateo variabile del concime azotato ha consentito un risparmio di prodotto del 31%.

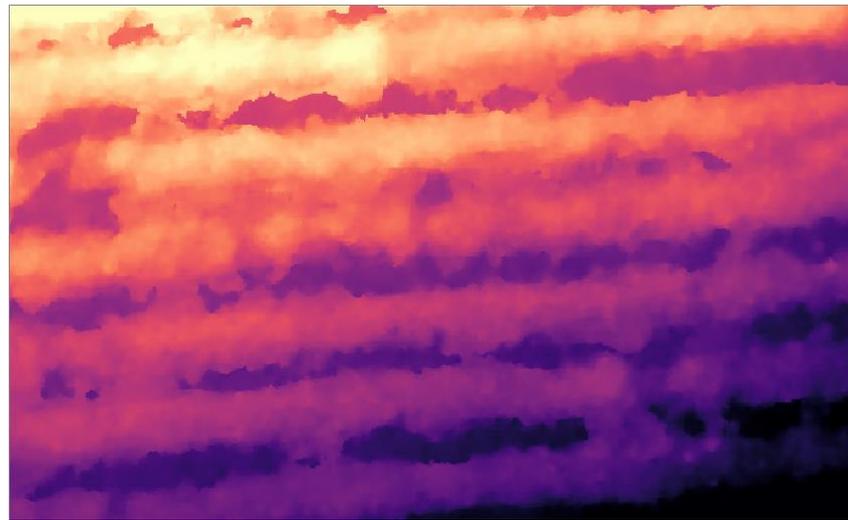
Il risparmio di concime si traduce in un **minore impatto ambientale**, una **minore usura delle macchine** e una maggiore tempestività dell'operazione colturale. Quest'ultime due voci, determinano indirettamente un'ulteriore riduzione dei costi.



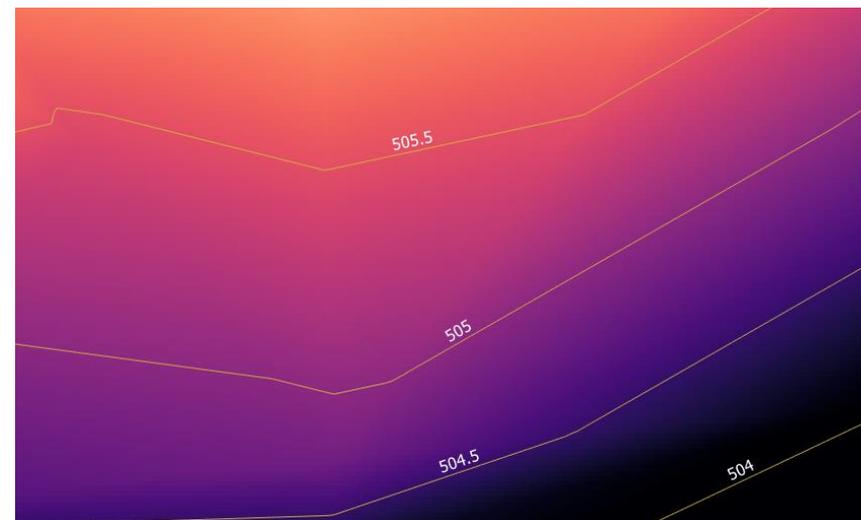
Metodologia applicativa

Stima della biomassa attraverso telerilevamento multispettrale da drone



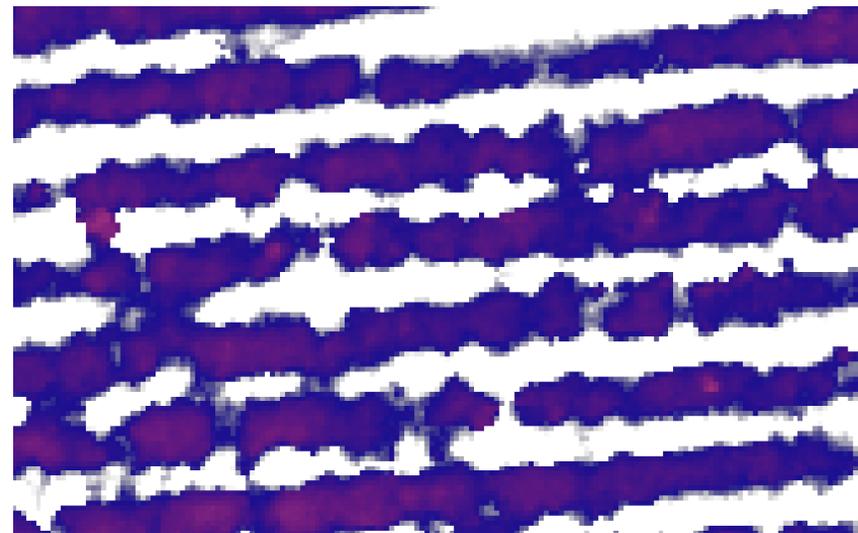


DSM



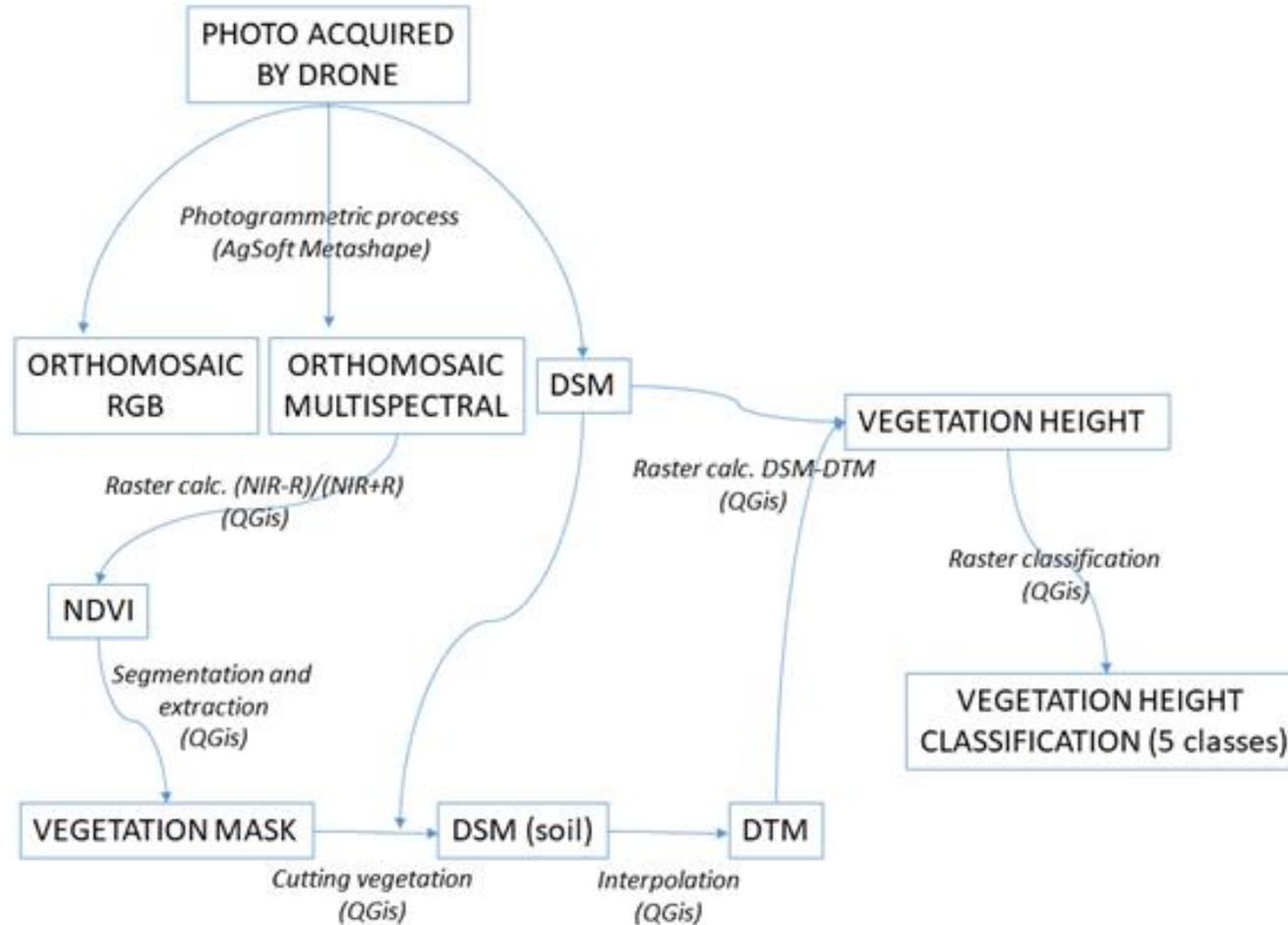
DTM

=

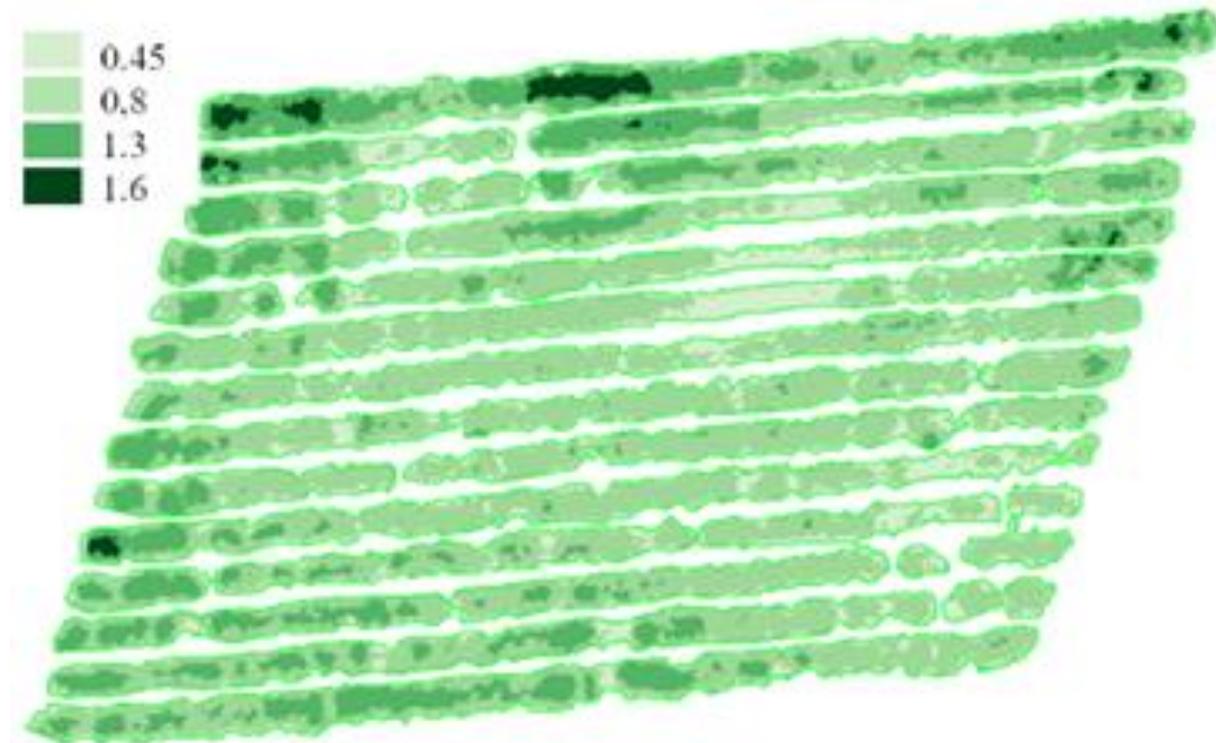
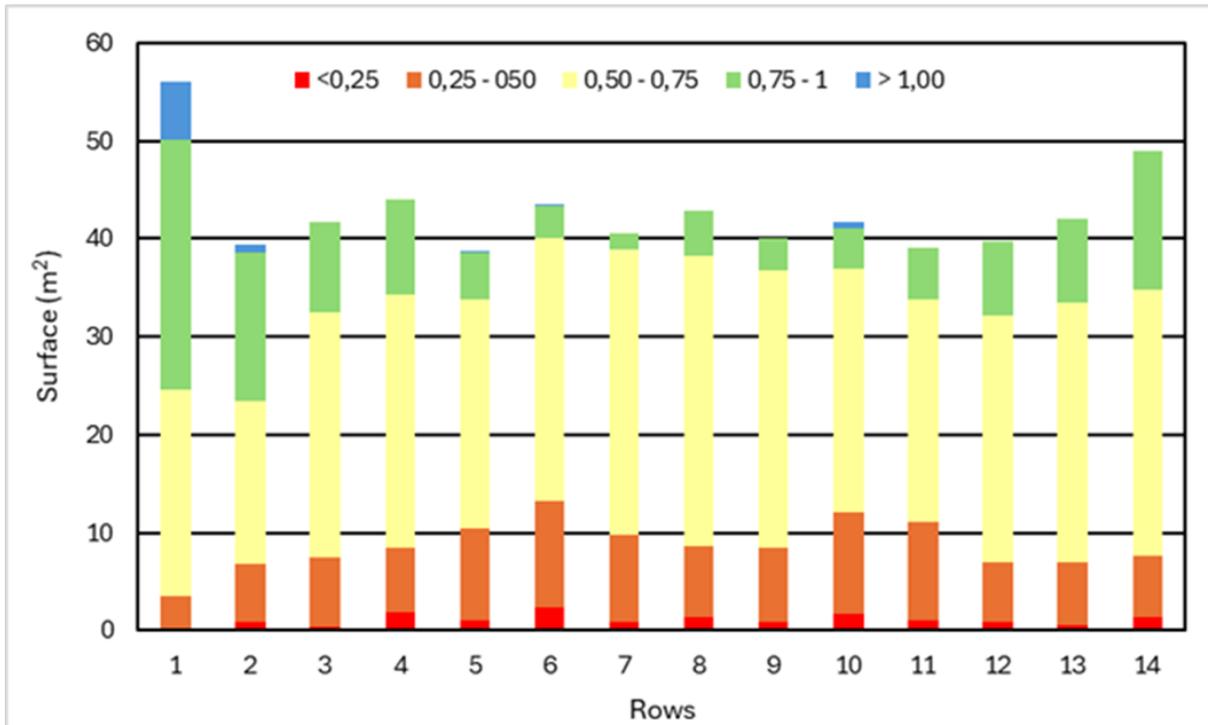


H Canopy

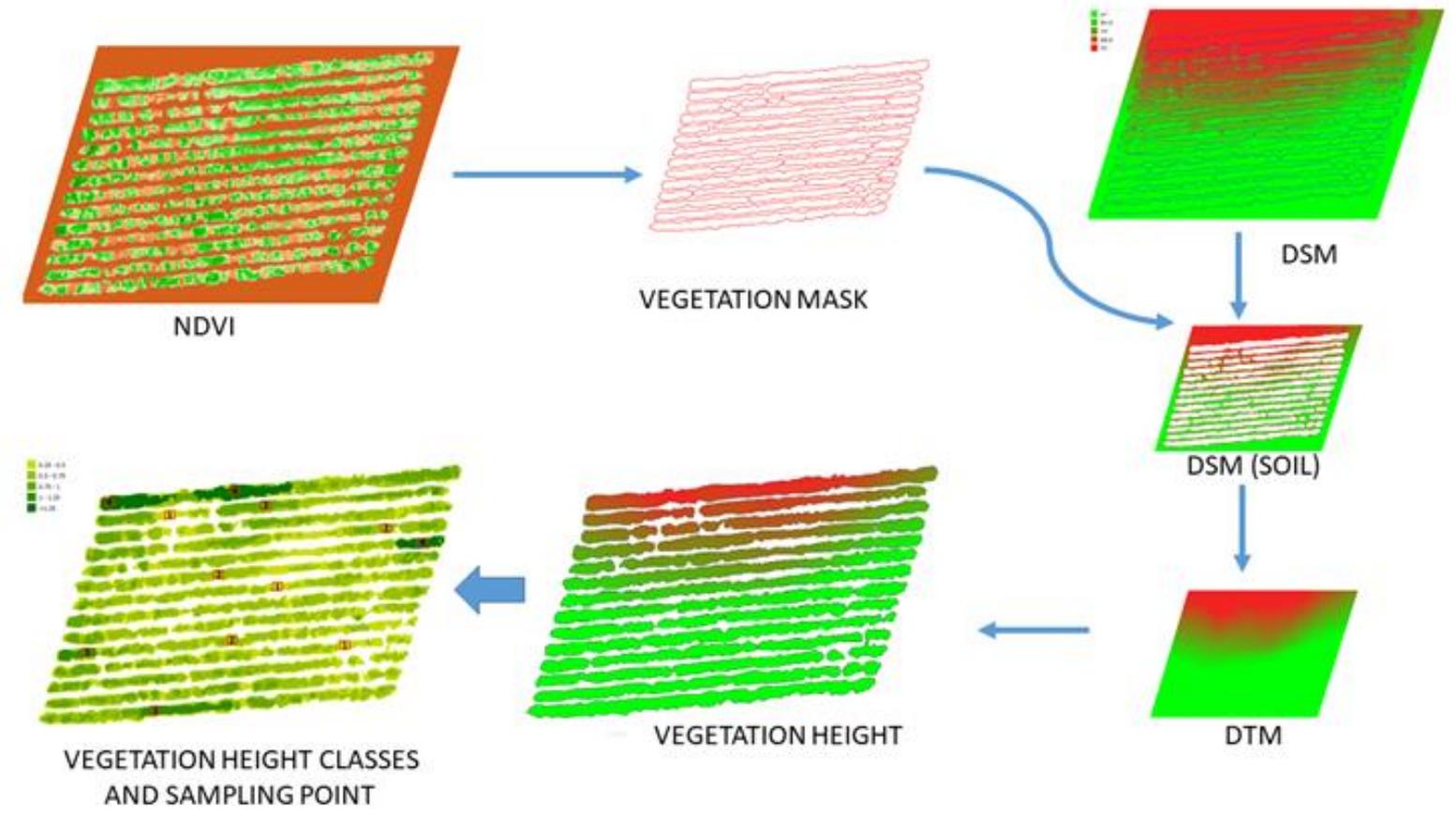
Schema del processo applicato per arrivare alla determinazione dell'altezza della canopy e alla classificazione delle aree omogenee.



Distribuzione della superficie vegetale tra le classi di altezza in diversi filari (a sinistra) e mappa di produzione del rendimento (kg m^2) (a destra).



Risultato del processamento per determinare le classi di altezza della vegetazione e localizzare il punto di campionamento (1 m²).

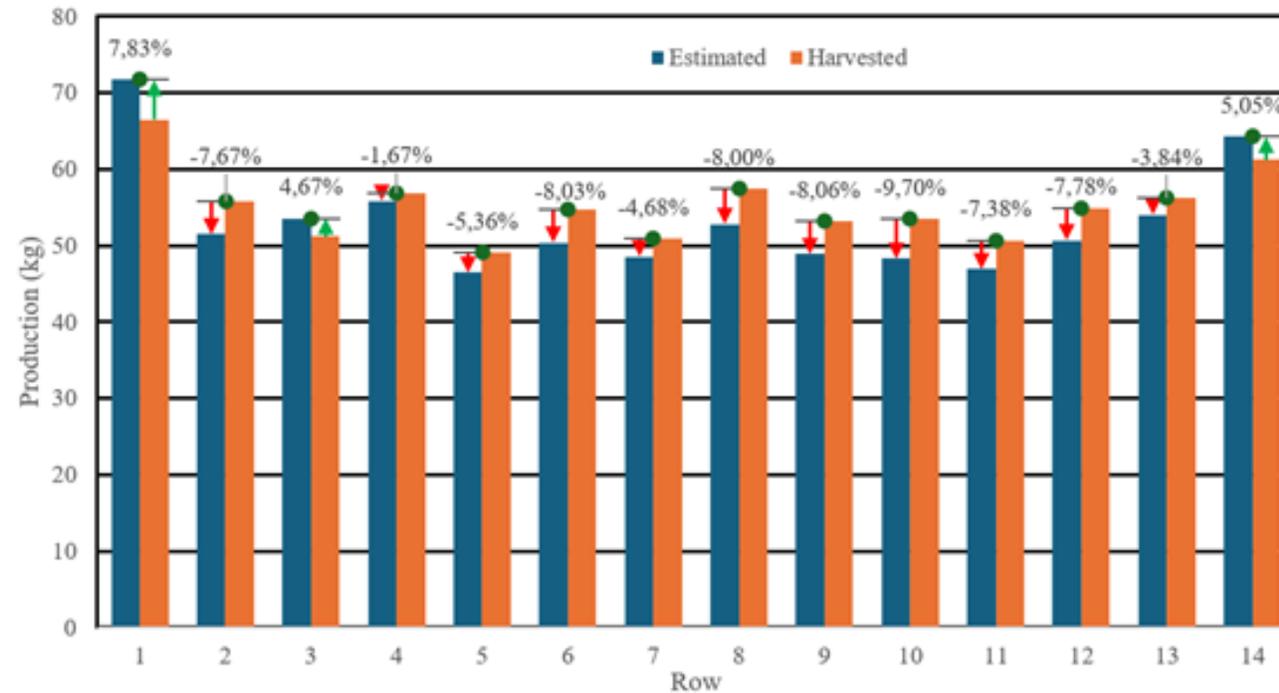


Sample point result

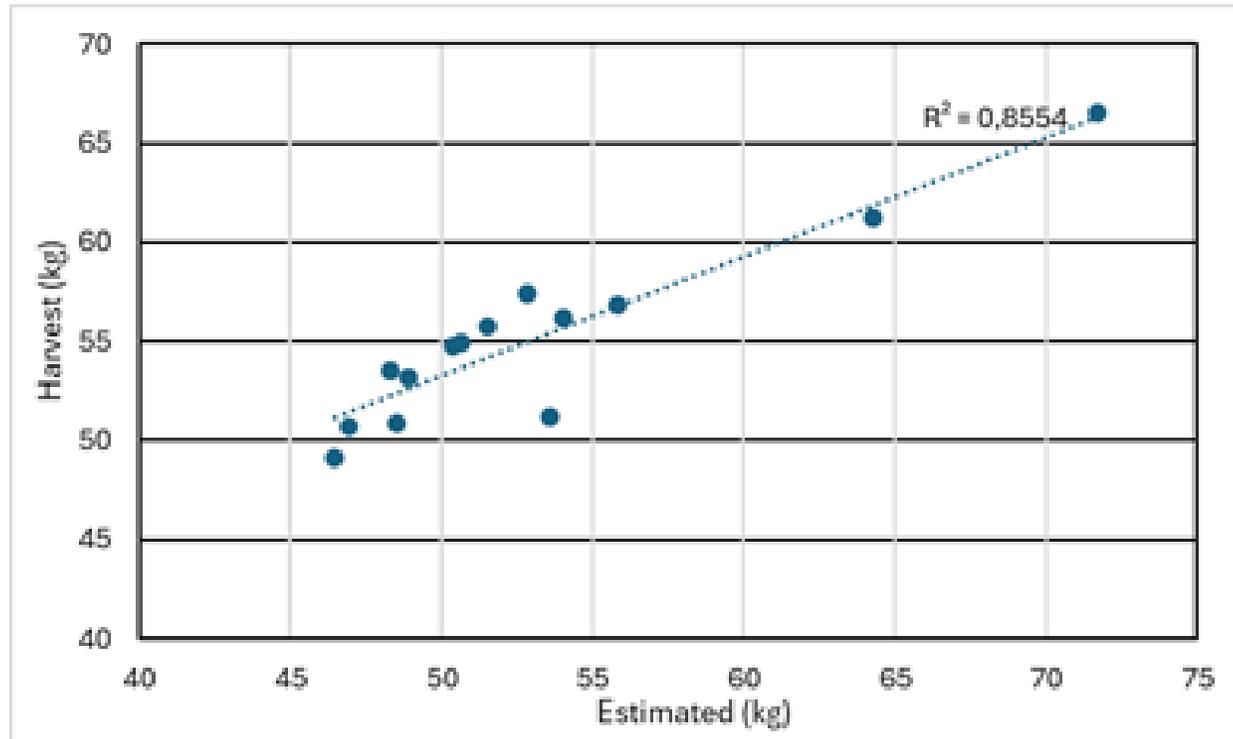
Peso della biomassa presente nei punti di campionamento distinti per ogni classe di altezza e alle 3 repliche. I valori medi sono stati utilizzati per la stima della produzione

Height classes	S1	S2	S3	Mean
0.25 - 0.5	0,42	0,44	0,49	0,45
0.5 - 0.75	0,73	0,86	0,84	0,81
0.75 - 1	1,39	1,2	1,35	1,31
1 - 1.25	1,56	1,59	1,72	1,62

Confronto tra la produzione stimata e la produzione determinata alla raccolta, distinta per singoli filari (kg) e relativi errori (%). La freccia rossa rappresenta una sottostima del peso della biomassa derivata dai dati UAV, mentre la freccia verde indica una sovrastima.



Correlazione tra la produzione prevista e la raccolta effettiva per ciascun filare.



L'analisi del **Canopy Height Model (CHM)** può essere condotta per valutare il ruolo fondamentale della **modellazione della superficie nel determinare l'altezza finale delle piante.**

L'altezza della chioma, derivata dai modelli di superficie, è stata misurata per il **monitoraggio e la stima della biomassa.** In generale, i risultati sono promettenti e potranno fornire informazioni preziose per gli agricoltori nella **scelta delle decisioni (DSS).**

Questa metodologia può essere utilizzata per stimare la biomassa prima della raccolta in condizioni premature, studiando un numero ridotto di aree di prova sul campo. La tecnologia **di telerilevamento UAV** può svolgere un ruolo cruciale nel monitoraggio e nella gestione delle colture. I futuri sforzi di ricerca dovrebbero concentrarsi sull'applicazione di questa tecnica a varie applicazioni agricole.

Quali sono le PRINCIPALI pratiche agronomiche possono essere gestite con tecnologia 4.0 in modalità sito-specifica nel vigneto?

TRATTAMENTI FITOSANITARI

FERTILIZZAZIONE

IRRIGAZIONE



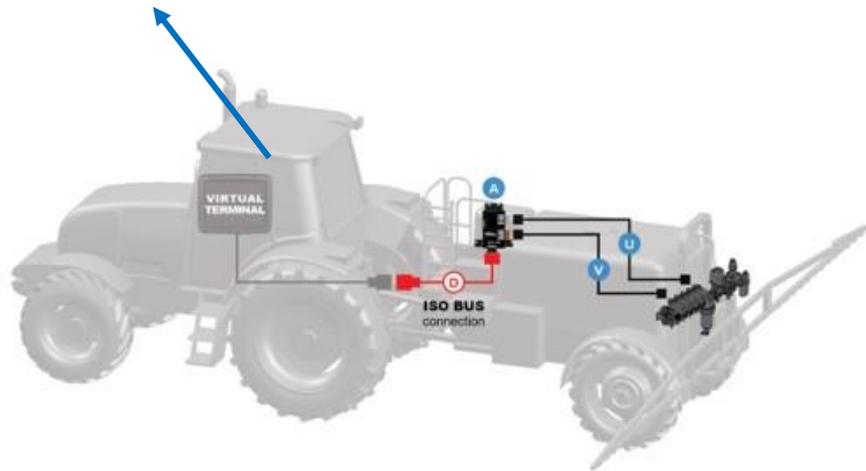
CHIOMA IN 3D PER LA DISTRIBUZIONE SPAZIALMENTE VARIABILE DEI FITOFARMACI



Volume, Area, LAI, Altezza della canopy

FERTILIZZAZIONE

Rilevamento delle condizioni *Pedologiche*, *Spettrali* della coltura (Indici di vegetazione), *Nutrizionali* (Analisi fogliare) e di *Crescita* (vigoria) delle Piante.



CASO APPLICATIVO PER LA GESTIONE DELLA
FERTILIZZAZIONE A RATEO VARIABILE



IRRIGAZIONE DI PRECISIONE

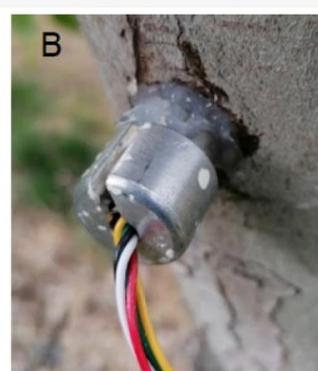
CLIMA



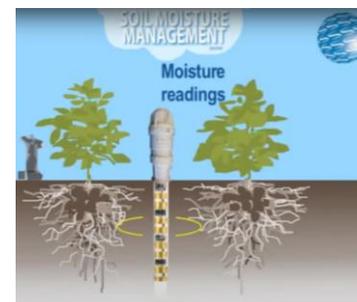
PIANTA



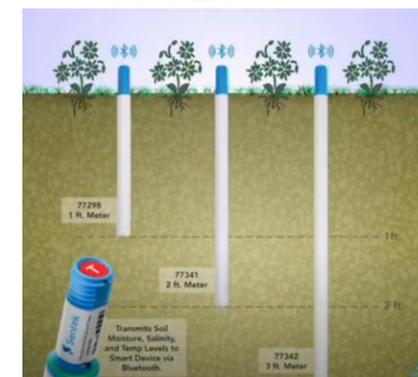
FloraPulse: the most accurate irrigation guidance for orchards and vineyards



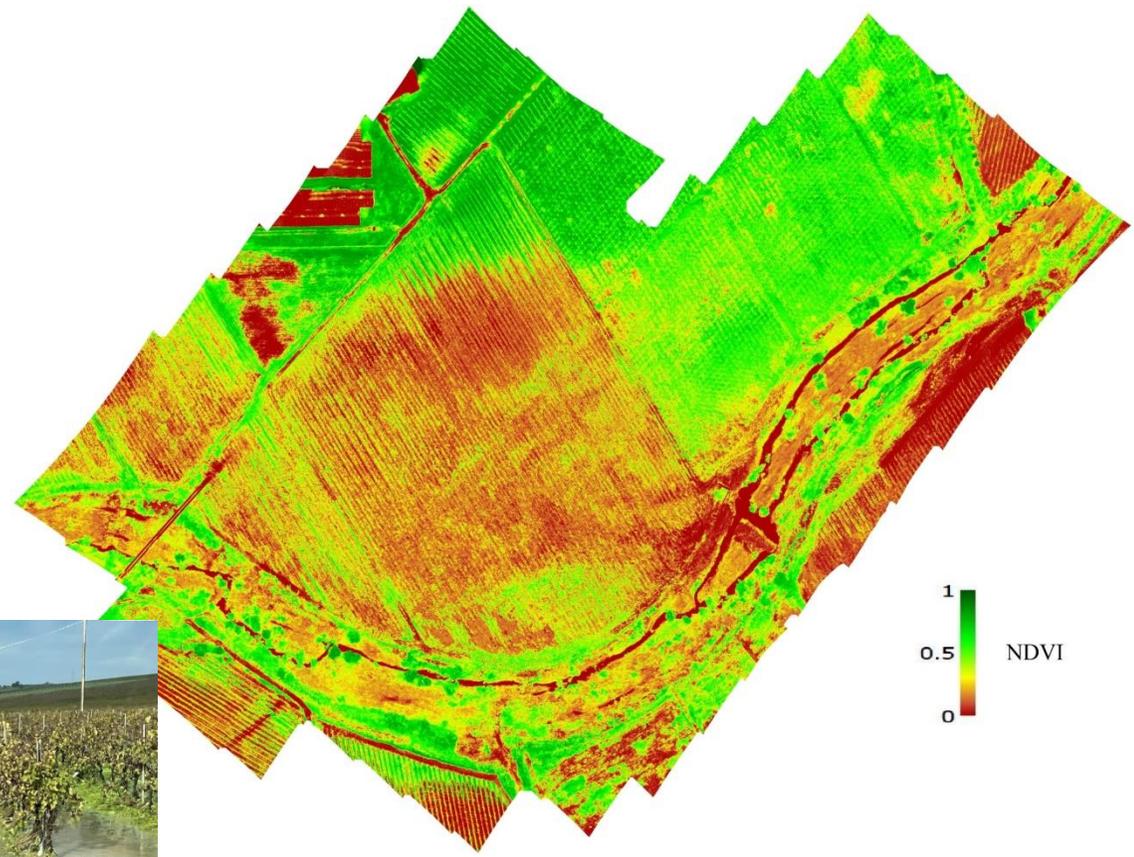
Fornisce letture di umidità, salinità e temperatura nel profilo di suolo 0-90 cm.



SUOLO



DANNI DA ESONDAZIONE FIUME

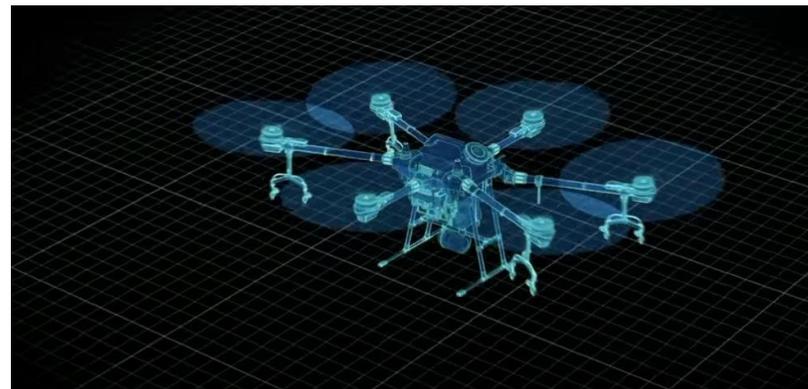


VISIBILE

MAPPA DI VIGORE NDVI



Difesa da Drone



FUTURO



$$\text{Cap. Lav.} = V \times L \times 10^{-1} = 20 \text{ km/h} \times 6,5 \text{ m} \times 10^{-1} = 13 \text{ ha/h}$$



CONCLUSIONI

Applicazione dell'Agricoltura 4.0

- Figura professionale presente nel territorio
(Laurea Magistrale in Agricoltura di Precisione)
- Giovani imprenditori agricoli
- Parco macchine moderno con trattore dotato di sistema ISOBUS con monitor nel posto di guida in grado di leggere le mappe di prescrizione
- Macchine operatrici con sistema ISOBUS per la distribuzione dei fattori produttivi spazialmente variabile



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

