

IV° WEBINAR | Viticoltura di precisione: all'origine della variabilità intra-parcellare del vigneto

Rilievo della variabilità intra-parcellare, strumenti e risoluzioni

Missione Ricerca e produzione scientifica

Diffusione e promozione

Trasferimento tecnologico



Piero
Toscano



Najwane
Hamie



Riccardo
Dainelli



Alessandro
Matese



Leandro
Rocchi

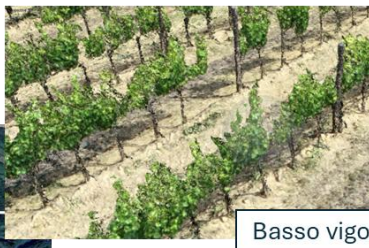


Filippo Di
Gennaro



Variabilità spaziale

- Differenze all'interno della parcella
- Effetto suolo, topografia, microclima
- Impatto sulla produzione e sulla gestione di input agronomici



Basso vigore



Alto vigore

Variabilità temporale

- Alterazioni dinamiche durante il ciclo colturale
- Legata a clima, gestione agronomica, fenologia
- Effetto sulla maturazione e sulla produzione



- La comprensione della **variabilità** spaziale e temporale è fondamentale per applicare tecniche di **agricoltura di precisione** e ottimizzare la gestione del vigneto.
- Lo studio della variabilità richiede una serie di **osservazioni per identificare le differenze** tra zone dell'apezzamento.
- L'analisi di tale variabilità consente di **localizzare zone omogenee** (MHZs) caratterizzate da **potenziali vegeto-produttivi distinti**.
- Queste zone permettono l'applicazione di **strategie gestionali differenziate** per ottimizzare la produttività della coltura.

Gestire la variabilità: uniformare o enfatizzare le differenze?



Viticultura convenzionale ←

→ Viticoltura di precisione



1- ACQUISIZIONE DI DATI DI MONITORAGGIO GEORIFERITI

REMOTE SENSING
Drone | Aircraft | Satellite



PROXIMAL SENSING
Wireless Sensor Network



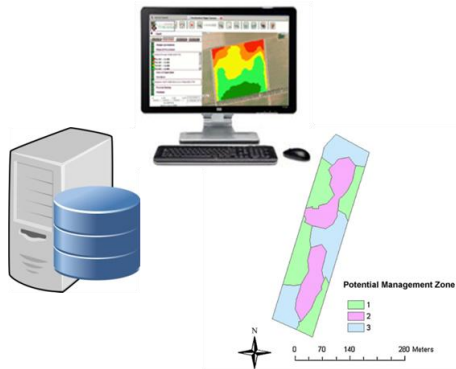
Georeferenced sampling

On-the-go crop/soil monitoring



2 - ANALISI DATI

GEODATABASE
DSS | MAPPE di PRESCRIZIONE

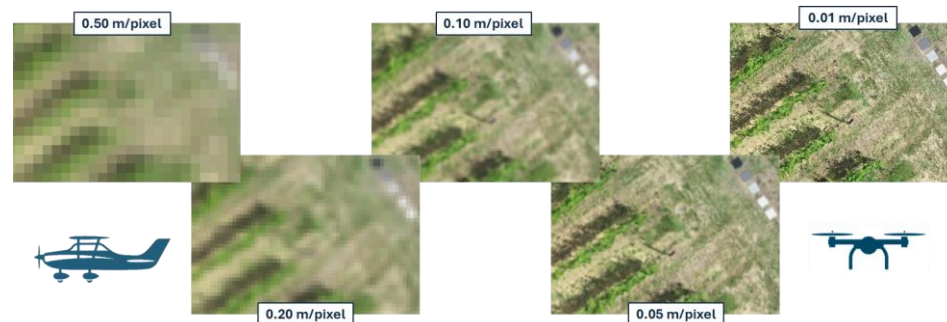


3 - GESTIONE SITO-SPECIFICA

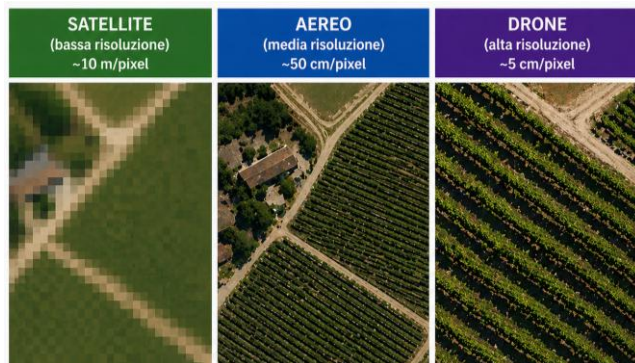


La scelta della piattaforma di monitoraggio dipende da diversi fattori:

- **Estensione** dell'area da monitorare
- **Risoluzione temporale** (tempistica e **frequenza** dei rilievi)
- **Risoluzione spaziale** (Livello di **dettaglio** richiesto)
- **Costi** sostenibili



Risoluzione spaziale - dimensione del pixel



Satellite

- Copertura ampia scala
- Alta frequenza temporale
- Risoluzione spaziale media-bassa



Aereo

- Buon compromesso tra scala e dettaglio
- Costi elevati
- Utilizzato per rilievi specifici



Drone

- Altissima risoluzione spaziale
- Flessibilità e acquisizioni on-demand
- Ideale per analisi intra-parcellare

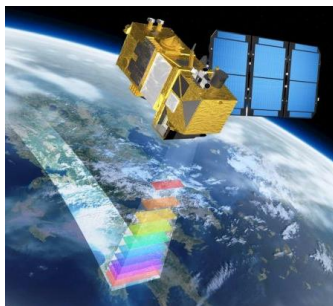


Tra le piattaforme satellitari disponibili per lo studio della variabilità in vigneto, **Sentinel2 (2A - 2B - 2C)** del Programma Copernicus dell'Agencia Spaziale Europea (ESA), operativa dal 2015, rappresenta una svolta.



European Space Agency

sentinel-2



- Dati **GRATUITI**
- Frequenza acquisizione: **5 giorni**
- Risoluzione spaziale: 10m, 20m, 60m
- 13 bande spettrali: VNIR & SWIR

- Monitoraggio multi-temporale della vegetazione
- Supporta modelli di difesa fitosanitaria, fenologia e gestione delle concimazioni
- Rischio copertura nuvolosa e disponibilità immagini
- Performance satelliti commerciali vs gratuiti



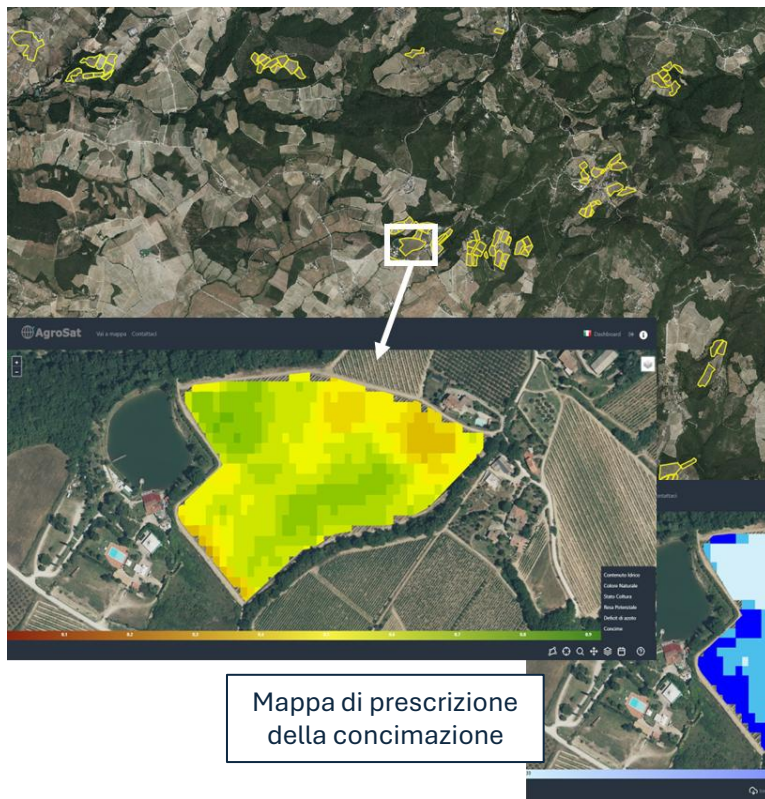
Satellite – Identificazione di zone diverse in vigneto



AgroSat

www.agrosat.it

Supporto nell'analisi multi temporale e nella
identificazione di zone omogenee



Mappa di prescrizione della concimazione

Test e validazione delle **mappe di prescrizione** per la fertilizzazione del vigneto generate dalla piattaforma di supporto alle decisioni **AGROSAT**, basate sulla variabilità spaziale del vigore fornita dalle mappe **Sentinel2 NDVI**.



AgroSat
www.agrosat.it

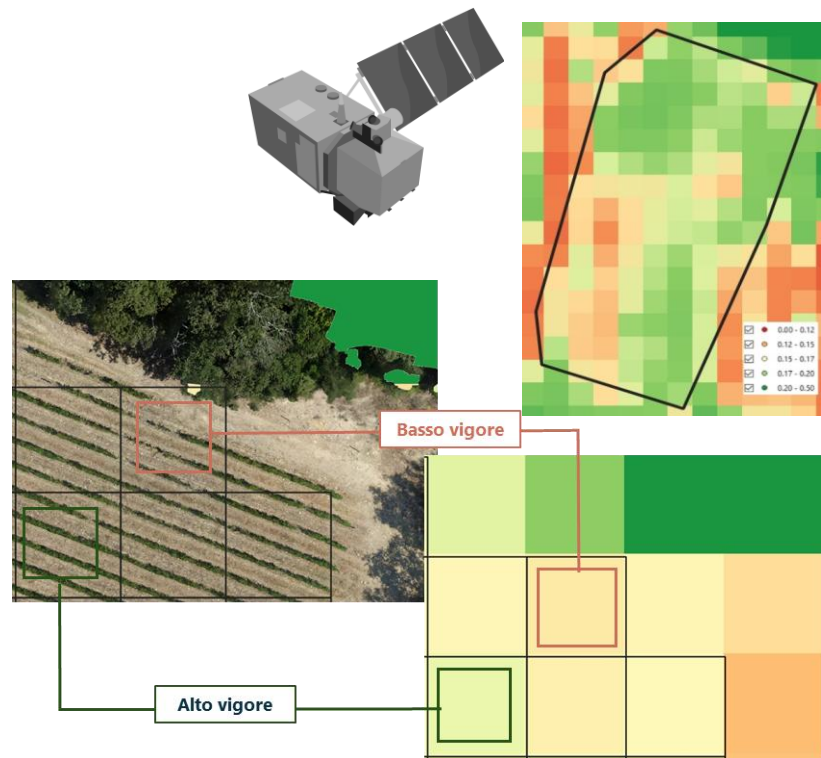
- Nei vigneti a spalliera, il segnale spettrale è una combinazione della **riflettanza della chioma e dell'interfila** (suolo nudo o inerbito).

Satellite

- Distingue chioma vs suolo e variazioni generali di vigoria
- Adatto per analisi a scala aziendale o territoriale
- Non consente di distinguere dettagli fini (es. filari singoli, grappoli)

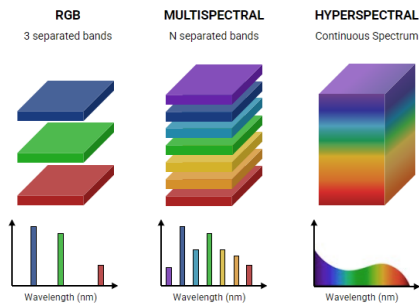
Drone

- Alta risoluzione: distingue singole piante e struttura della chioma
- Possibile identificare dettagli fini (es. lacune, densità fogliare)
- In condizioni ottimali, può supportare il conteggio dei grappoli



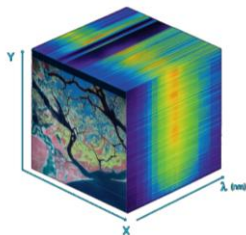
Tipi di sensori di monitoraggio

- Sensori RGB
- Sensori multispettrali
- Sensori iperspettrali



L'imaging spettrale integra:

- Risoluzione spaziale (x, y)
- Risoluzione spettrale (λ)



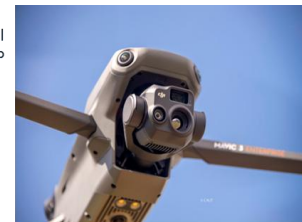
UAV- Soluzioni di ultima generazione



Mavic 3 RGB (M3E) – DJI
RGB 20MP + 12MP



Mavic 3 T (M3T) – DJI
Camera Termica + RGB 20MP



Matrice 600 – DJI
Camera iperspettrale SPECIM AFX10 & AFX17

Mavic 3 M (M3M) – DJI
Camera Multispettrale + RGB 20MP



Matrice 300 – DJI
Zenmuse L2 - Lidar and RGB 20MP



Contenuto

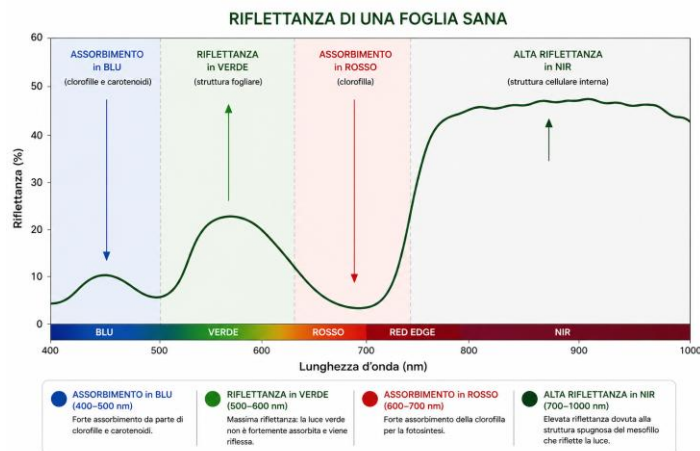
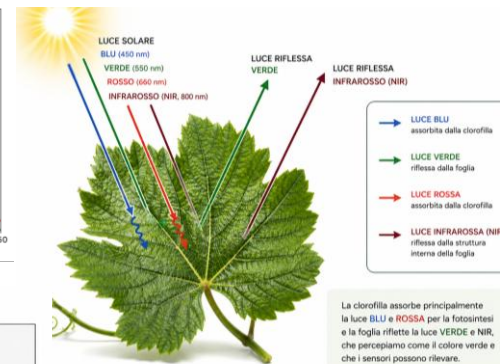
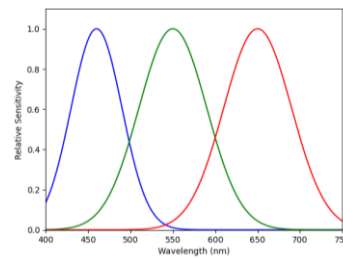
- Acquisiscono immagini nel visibile (400–700 nm)
- Informazione simile alla visione umana

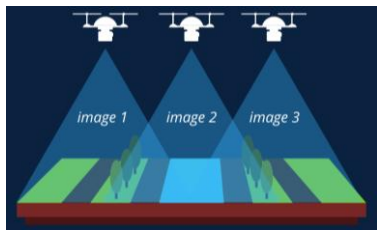
Informazioni

- Struttura del vigneto (filari, fallanze)
- Copertura vegetale
- Sintomi visibili di stress o malattie
- Stima qualitativa del vigore

Limiti

- Informazione limitata sullo stato fisiologico
- Sensibile alle condizioni di luce





Le immagini RGB, acquisite con forte **sovrapposizione**, vengono elaborate tramite software di fotogrammetria che identificano punti comuni tra immagini, consentendo la **ricostruzione 3D** della chioma dei vigneti.



Dettaglio dello sviluppo vegetativo estratto dal modello 3D

Maggio



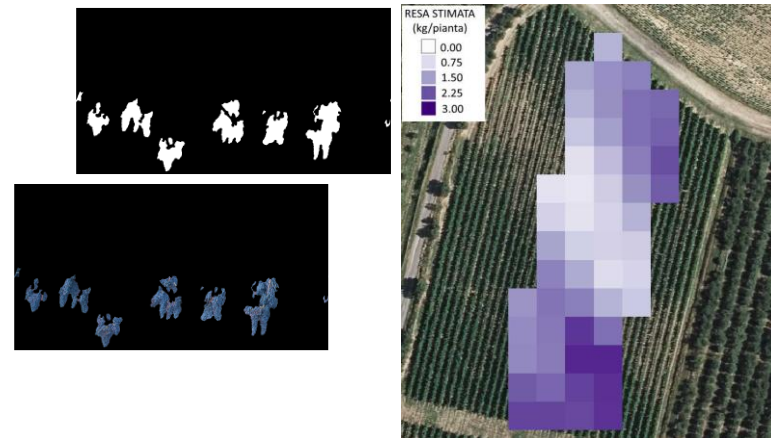
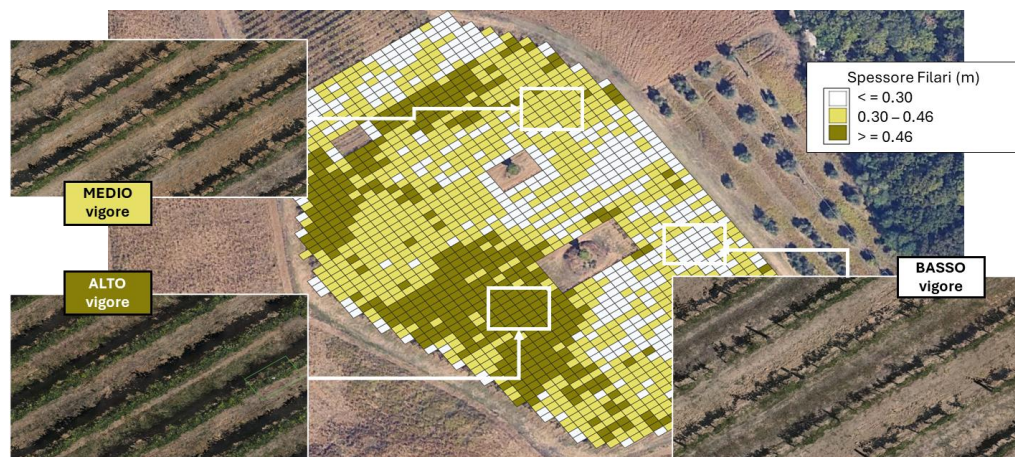
Giugno



Ricostruzione di un modello digitale del vigneto navigabile a 360°

- Caratterizzazione **geometrica** della chioma
- Stima delle **rese**

Elaborazione di **indici geometrici** della chioma dal modello 3D
(Altezza – Spessore – Volume)



Contenuto

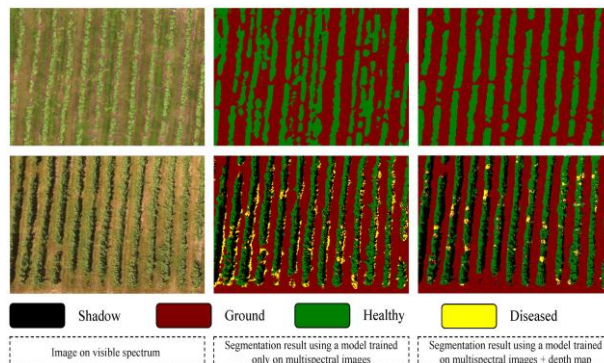
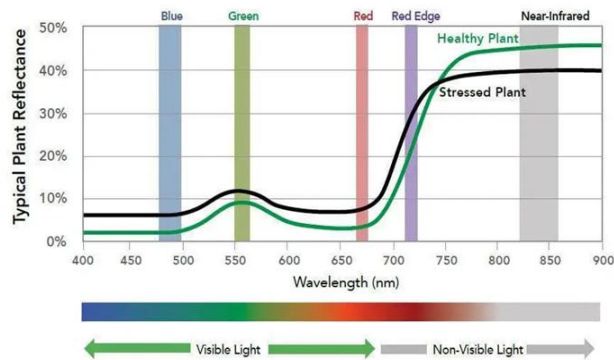
- Acquisiscono poche bande specifiche (Blue, Green, Red, Red Edge, NIR)

Informazioni

- Indici di vegetazione (NDVI, NDRE)
- Vigore vegetativo
- Stress nutrizionale
- Variabilità intra-parcellare

Limiti

- Risoluzione spettrale limitata
- Informazione limitata sullo stato fisiologico





Dettaglio dello sviluppo vegetativo delle viti in zone ad alto e basso vigore identificate attraverso il calcolo dell'indice vegetativo NDVI



Contenuto

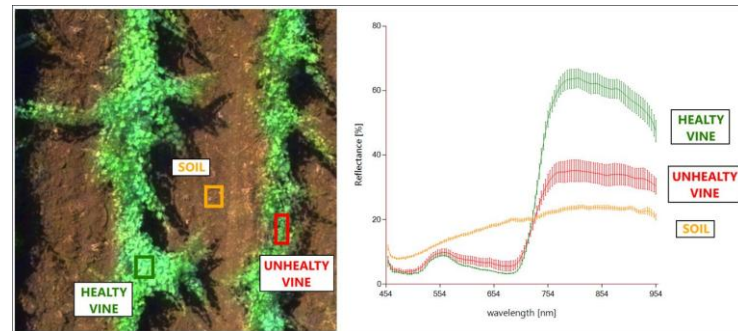
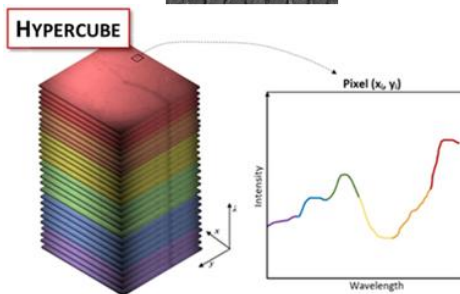
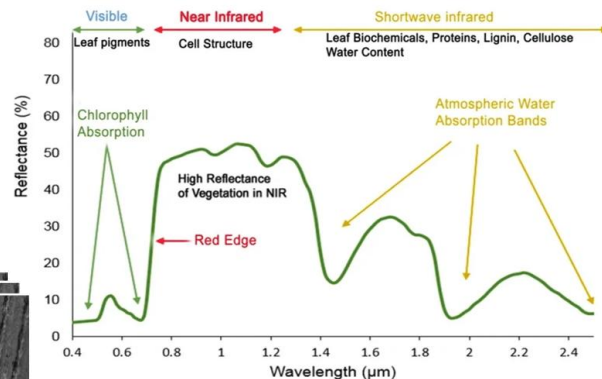
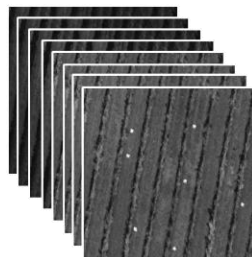
- Acquisiscono centinaia di bande strette
- Informazione spettrale molto dettagliata

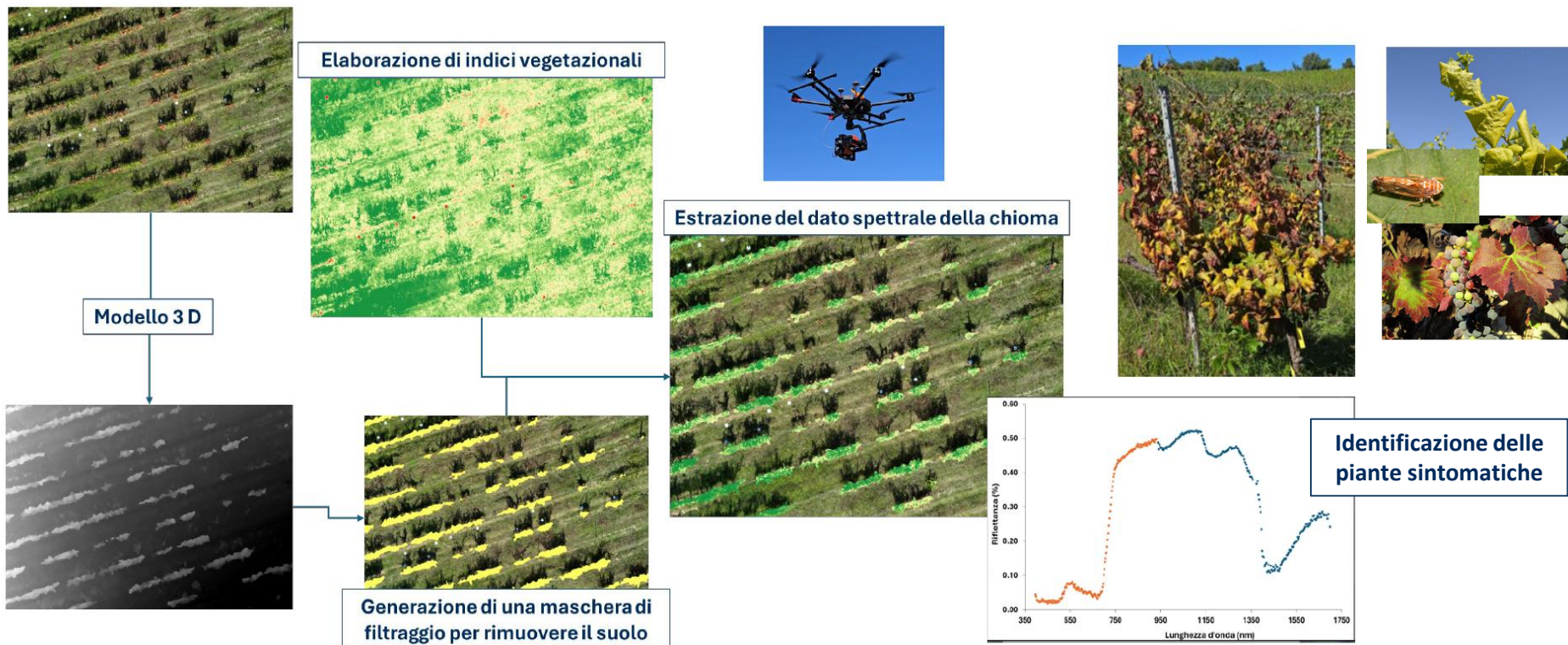
Informazioni

- Contenuto di clorofilla
- Stato nutrizionale (N, pigmenti)
- Stress precoce (prima dei sintomi visibili)
- Rilevamento malattie

Limiti

- Costi elevati
- Elevata complessità di analisi

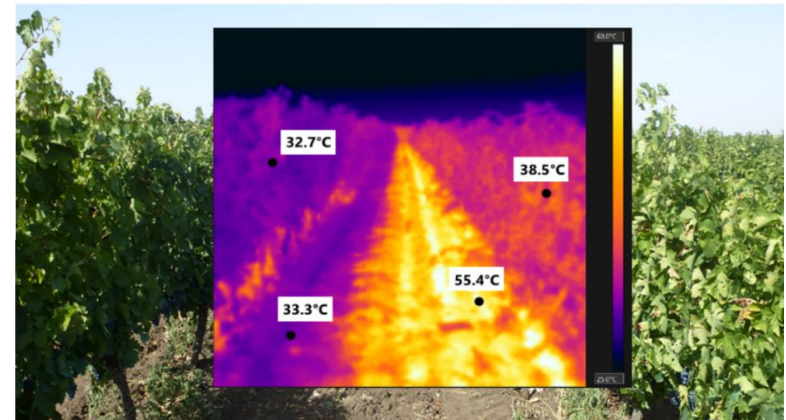
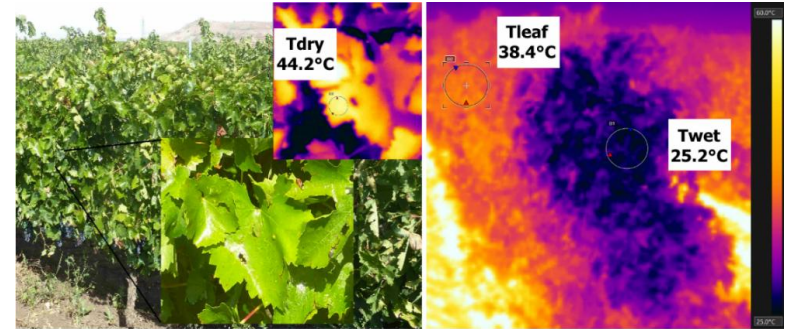




Una conseguenza importante della chiusura degli stomi in condizioni di stress idrico è la riduzione della dissipazione del calore attraverso la traspirazione e, quindi, l'aumento della temperatura fogliare.



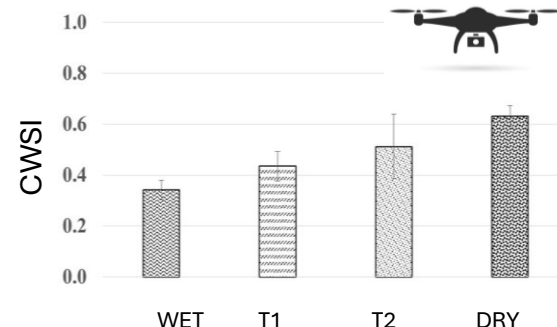
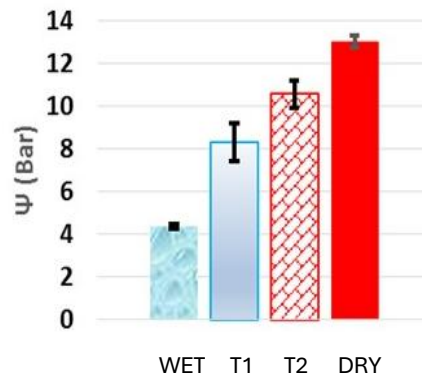
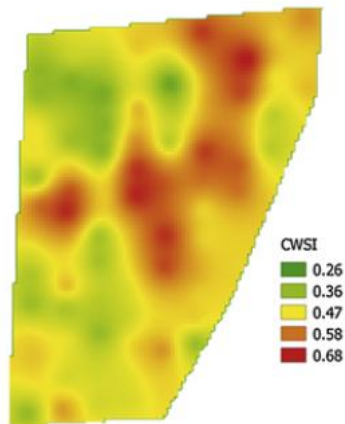
Il telerilevamento termico ad alta risoluzione tramite UAV consente di identificare **alterazioni termiche della superficie fogliare** legate a condizioni di **stress idrico**, ben correlati con il potenziale idrico fogliare.



L'emissività fogliare registrata nell'infrarosso termico consente la stima dello stress idrico correlato alla temperatura fogliare, attraverso il calcolo del **CWSI (Crop Water Stress Index)** utilizzando l'equazione:

$$CWSI = (T_{leaf} - T_{wet}) / (T_{dry} - T_{wet})$$

Il **CWSI** è ben correlato con il **potenziale idrico fogliare** e la **conduttanza stomatica**, dimostrando un grande potenziale nel monitorare le variazioni istantanee della disponibilità idrica all'interno di un vigneto.





Najwane Hamie, PhD

Istituto per la BioEconomia
Consiglio Nazionale delle Ricerche

najwanehamie@cnr.it | salvatorefilippo.digennaro@cnr.it