

**Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria 2014-2020**  
**Misura 16 – Sottomisura 16.2**

**Progetto: “PRECISOLIVO”**  
**OLIVICOLTURA DI PRECISIONE**  
**PER LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA E AMBIENTALE**  
**DEGLI OLIVETI TRADIZIONALI UMBRI**

**S.A.L. 2 di fine progetto**

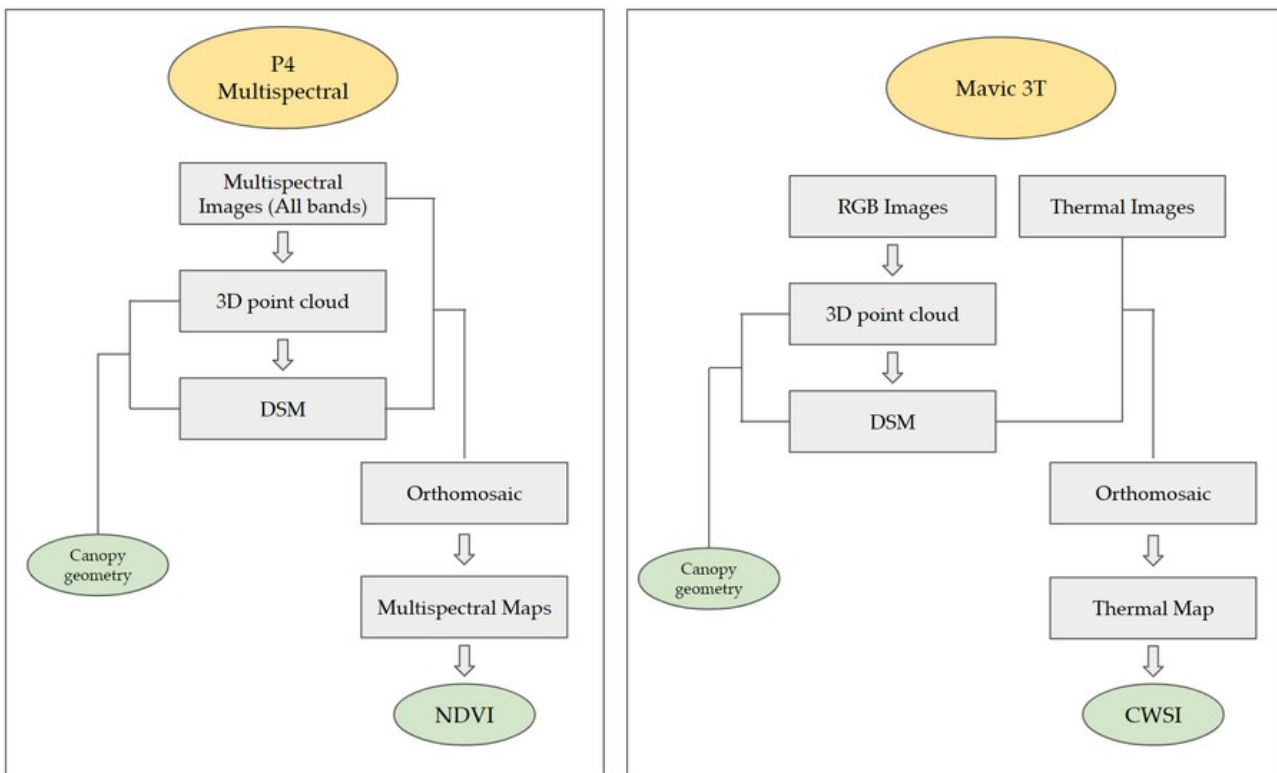
**Allegato E - APPENDICE WP4**

**Attività 4 del progetto:**  
**Elaborazione dei modelli interpretativi dei dati**

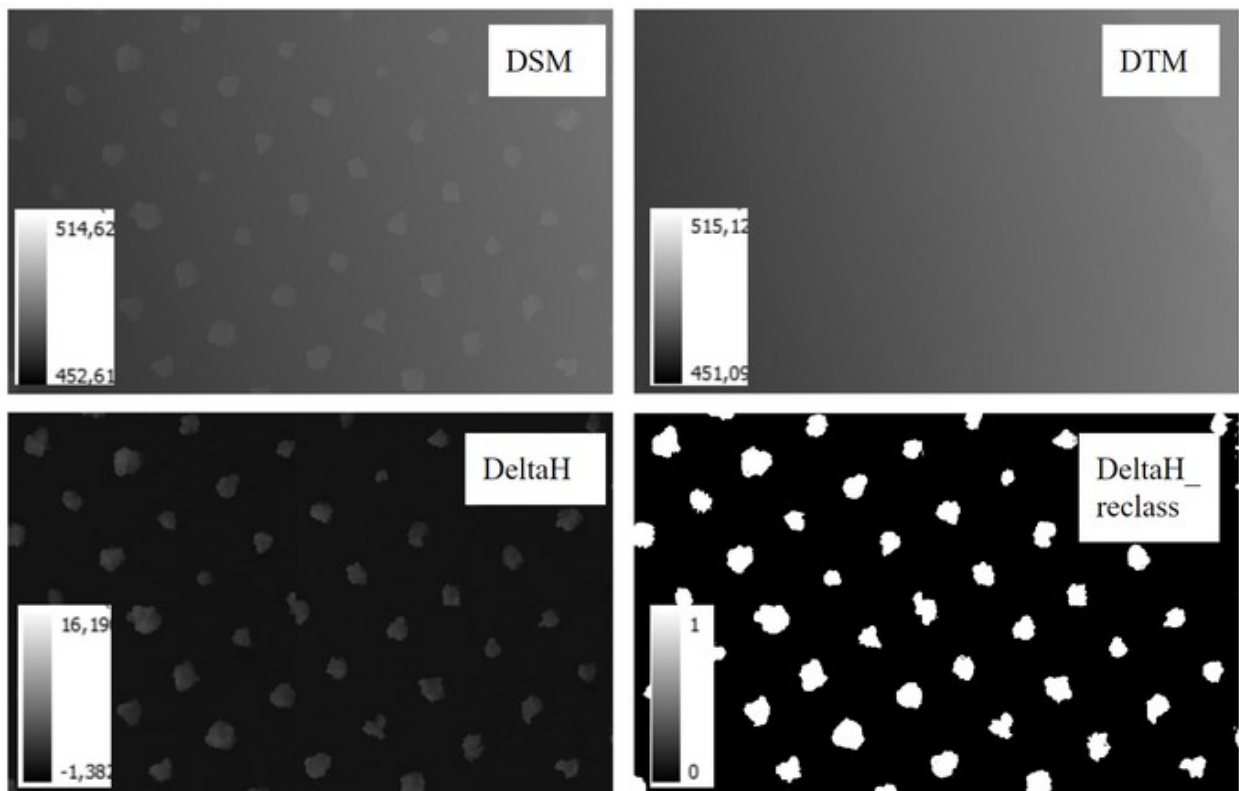
Dall'elaborazione delle immagini acquisite con drone si sono ottenuti i seguenti prodotti:

- una nuvola di punti 3D, ovvero un insieme di punti rappresentanti l'area acquisita caratterizzati dalle coordinate X, Y e Z riferite ad un particolare sistema di riferimento;
- un DSM (Digital Surface Model), ovvero un modello digitale (generalmente in formato raster) di tutto ciò che è presente sul territorio rilevato;
- un'ortofoto, ovvero un mosaico delle singole immagini correttamente dimensionato e riferito ad un particolare Datum e sistema di riferimento;
- dal drone multispettrale una mappa multispettrale da cui poter ottenere diversi indici di vegetazione;
- dal drone termico una mappa delle temperature.

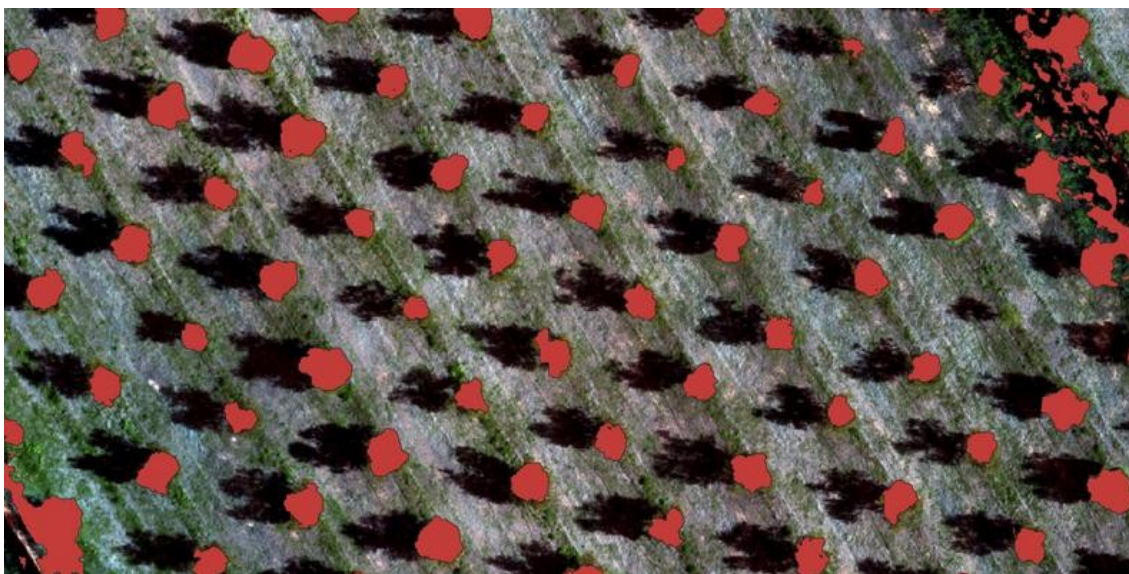
Tali prodotti sono stati estratti tramite il software Agisoft Metashape per tutte le epoche di misura e per tutti gli oliveti indagati. Lo schema seguente esplicita gli step operativi seguiti per ottenere le ortofoto (multispettrale e termica), gli indici di vegetazione, le mappe termiche e le misure vegetative (altezza della pianta, altezza del tronco, altezza, superficie e volume della chioma).



- Dalla nuvola di punti complessiva, tramite il software Cyclone 3DR è stata estratta la nuvola di punti del terreno;
- Tramite il software QGis dalla nuvola del terreno è stato estratto un DTM (Digital terrain Model);
- Sempre in ambiente GIS, dalla sottrazione 'pixel per pixel' tra il DSM e il DTM è stato ottenuto un modello delle differenze di elevazione (DeltaH) rappresentante esclusivamente le chiome;
- Il modello delle differenze è stato riclassificato in modo da evidenziare solo i pixel appartenenti alle chiome (DeltaH\_reclass);

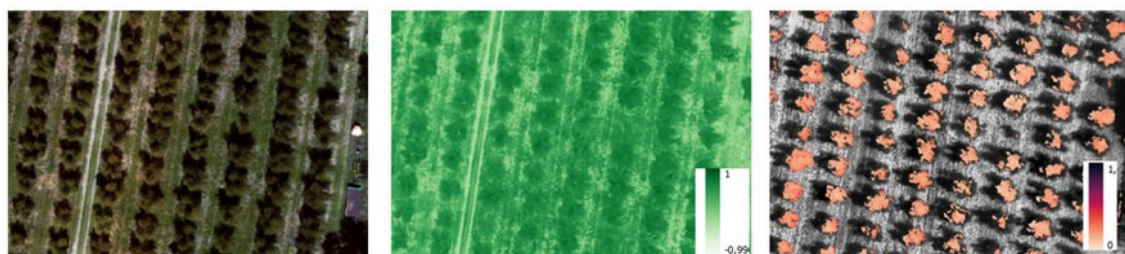


È stata infine eseguita una conversione del modello DeltaH\_reclass, da file raster a file vettoriale, ottenendo i poligoni delle chiome (immagine seguente).



### **Interpretazione dei risultati**

Dalle ortofoto multispettrali sono stati successivamente generati alcuni indici di vegetazione, tra cui NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), GNDVI (Green - Normalized Difference Vegetation Index), NDRE (Normalized Difference Red Edge Index), MTCI (Meris Terrestrial Chlorophyll Index), NDWI (Normalized Difference Water Index), CCCI (Canopy Chlorophyll Content Index) dalla cui interpretazione si possono ottenere importanti informazioni relative alla vigoria e al contenuto di clorofilla della pianta. Dalle ortofoto termiche, invece, sono state ottenute le mappe termiche delle aree indagate e il coefficiente CWSI (Crop Water Stress Index) che indica eventuale presenza di stress idrico. A titolo di esempio si riportano di seguito le mappe NDVI e CWSI relative all'appezzamento Ze.Flor A.

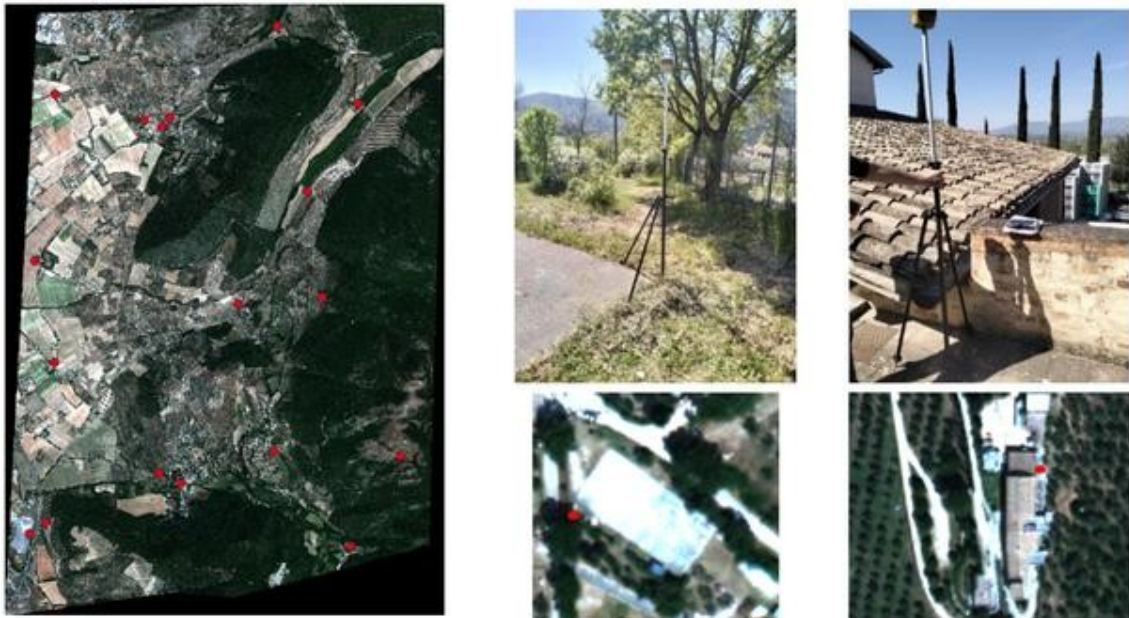


*Da sinistra Ortofoto, NDVI e CWSI*

Per quanto riguarda invece le caratteristiche geometriche degli olivi, è stata utilizzata la nuvola di punti 3D, misurando altezza della pianta, altezza del tronco, altezza, superficie e volume della chioma.

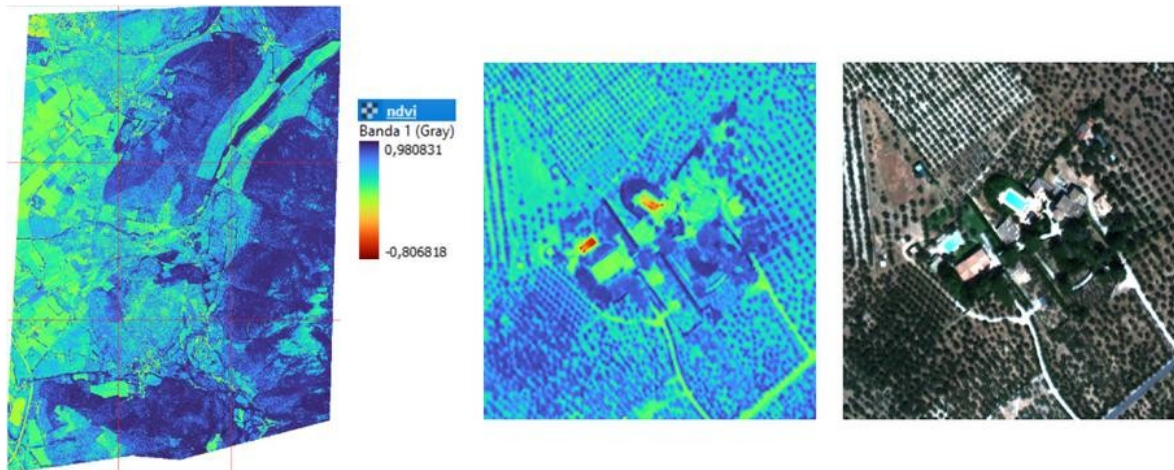
## **Indici multispettrali ed estrazione delle caratteristiche geometriche tramite immagini satellitari ad alta risoluzione**

Un'ulteriore elaborazione ha previsto l'utilizzo di una immagine satellitare multispettrale ad alta risoluzione spaziale (30 cm) acquisita dal satellite WorldView 3. L'immagine, ripresa a luglio del 2023 e messa a disposizione del progetto nel 2024, è stata processata con il software Catalyst relativamente alle elaborazioni fotogrammetriche, ovvero correzione geometrica e ortorettifica, per le quali è stato necessario rilevare un certo numero di punti di appoggio con tecnica GNSS in modalità NRTK ed estrarre un Modello digitale dell'elevazione da Cartografia tecnica regionale (scala 1:5000).



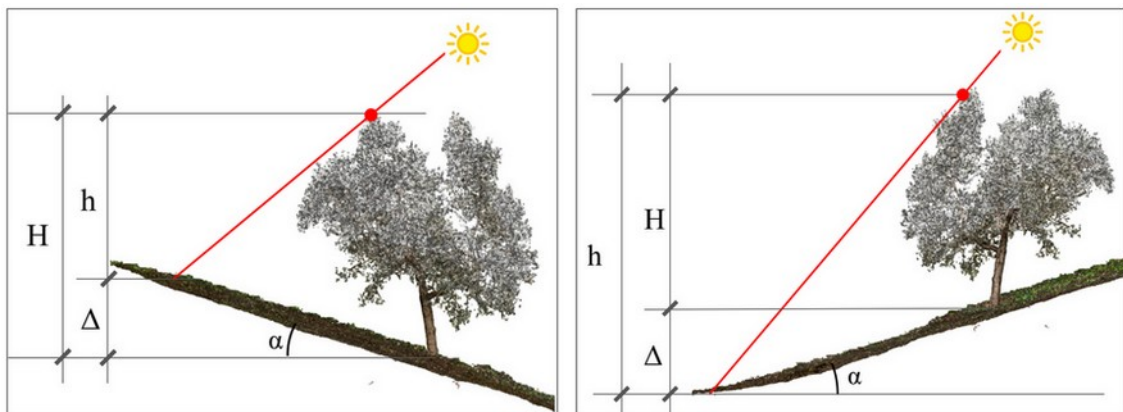
*Posizione ed esempi dei punti di appoggio rilevati (punti rossi)*

Dalla correzione geometrica e dall'ortorettifica dell'immagine si è ottenuta un'ortofoto multispettrale di tutta l'area di interesse le cui 8 bande spettrali (Red, Green, Blue, Red Edge, Yellow, Coastal, NearInfraRed, NearInfraRed 2) possono essere combinate tra loro per l'estrazione di mappe quali ad esempio gli indici di vegetazione.



Da sinistra: mappa NDVI, particolare NDVI, ritaglio dell'ortofoto

Altra elaborazione ha riguardato la misura di grandezze geometriche quali l'altezza della pianta e la superficie della chioma sull'ortofoto satellitare; in particolare l'altezza della pianta potrà essere valutata misurando l'ombra sull'ortofoto, conoscendo la posizione del sole (azimut e angolo di elevazione) al momento dell'acquisizione dell'immagine e la pendenza del terreno.



Infine l'area della proiezione al suolo della chioma viene valutata utilizzando algoritmi di classificazione multispettrale supervisionata.