

Convegno finale del progetto **Pascal-Ando**

Monitoraggio del pascolo, tecnologie innovative e qualità del latte
- Attività in Alpe Andossi

Rilievi multispettrali della vegetazione

Pricca N., Gasparini A., Mascetti G., Cabassi G.

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, centro zootecnia ed acquacoltura

Fuccella R. – *Università degli studi di Milano Bicocca*

Chiavenna,
14 dicembre 2022



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI
2014 2020



Regione
Lombardia

Comunità Montana
della Valchiavenna

TELERILEVAMENTO AL PASCOLO

COS'E':

Tecnica che permette di ottenere informazioni relative all'oggetto di studio (vegetazione) attraverso sensori non a contatto con l'oggetto stesso

PERCHE':

Studiare la variabilità spazio-temporale della vegetazione

COME:

Attraverso un'analisi veloce e non distruttiva dello stato della coltura utilizzando soprattutto sensori ottici

QUANDO:

Durante la stagione di alpeggio (satellite o manuale), prima e dopo il pascolamento (drone)

Informazioni acquisibili tramite telerilevamento

DISCRIMINARE LO STADIO FENOLOGICO

- in base a cambiamenti di valori di riflettanza in specifiche lunghezze d'onda nel vicino infrarosso

STIMARE AREE PASCOLATE

- in base a variazioni dei valori di indici vegetazionali prima e dopo il passaggio degli animali

DISCRIMINARE PRESENZA DI SPECIE VEGETALI INDESIDERATE

- in base a immagini ad alta risoluzione è possibile individuare aree non pascolabili

STRESS IDRICO

- principalmente attraverso sensori termici, ma è possibile evidenziare situazioni di stress grazie a valori di riflettanza in specifiche lunghezze d'onda nel lontano infrarosso

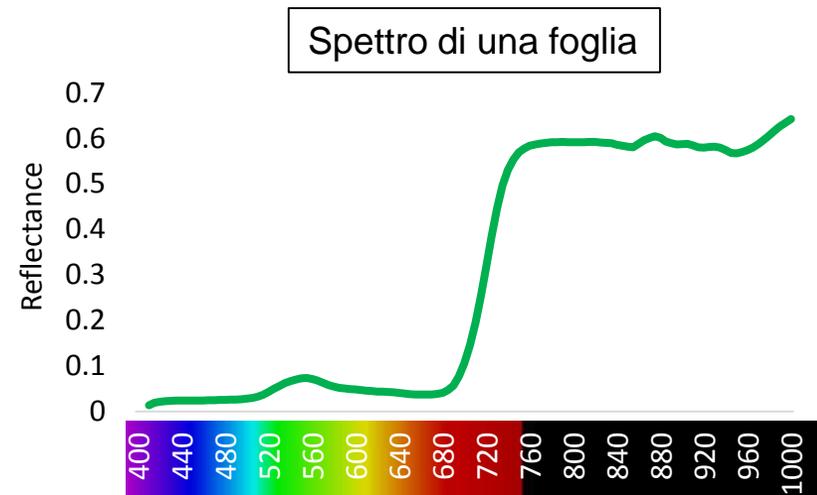
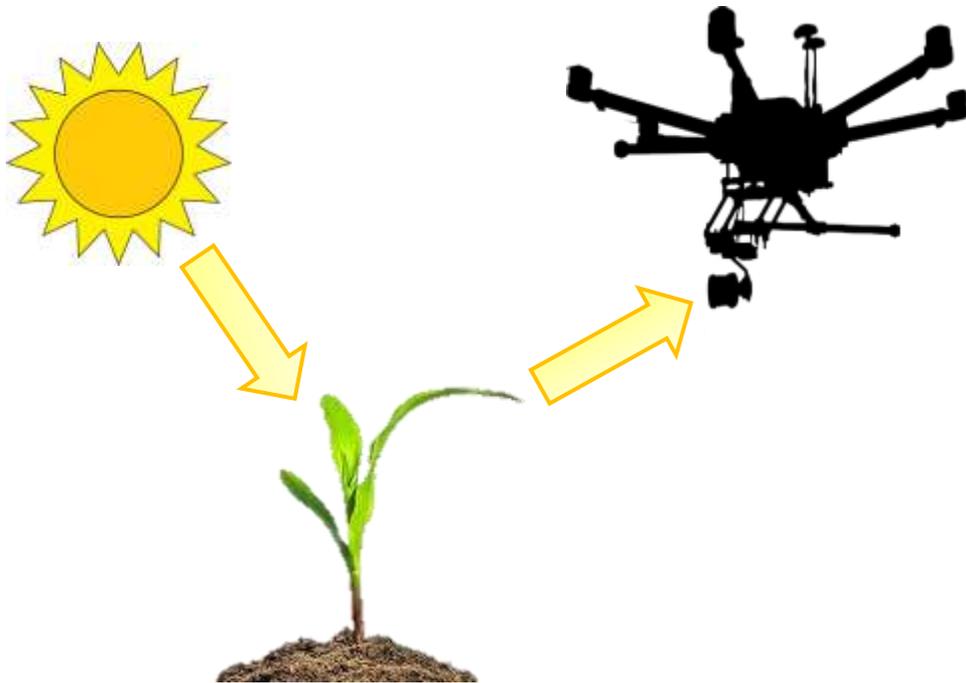
CLASSIFICAZIONE DELLE AREE

- Sulla base di immagini RGB è possibile stimare l'incidenza di aree non pascolabili e vegetazione non utilizzabile dagli animali

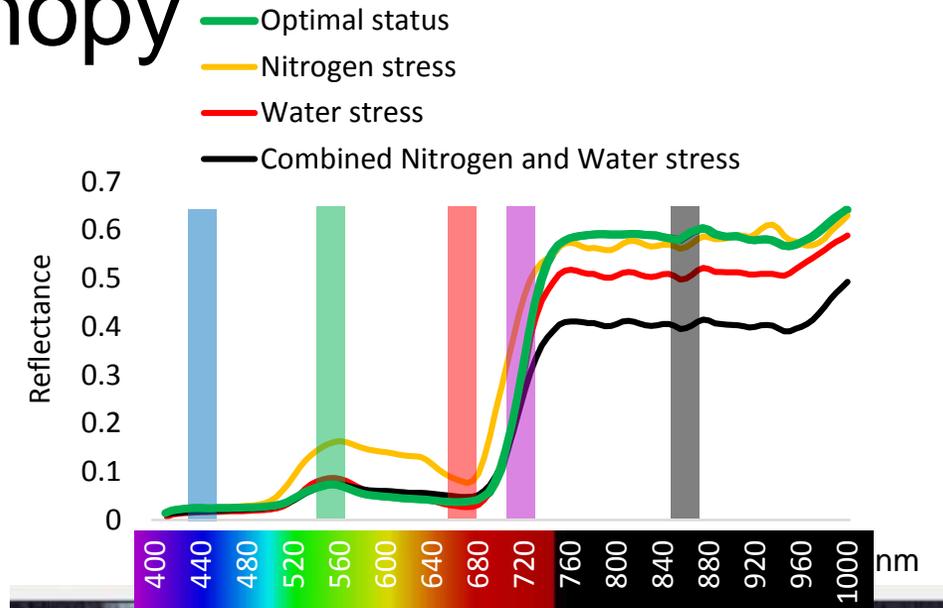
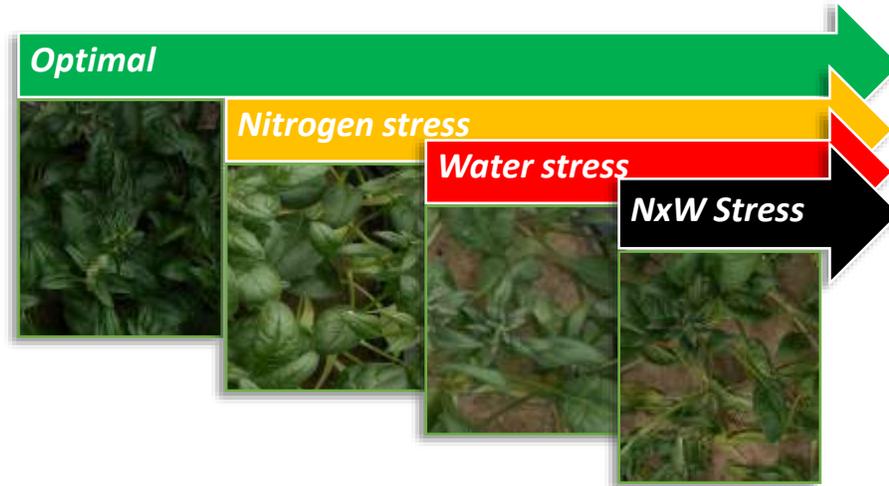
Modalità di analisi

- **Riflettanza:**

Il detector (presente su drone o satellite) riceve la radiazione luminosa che viene riflessa dalla superficie del campione (pianta).

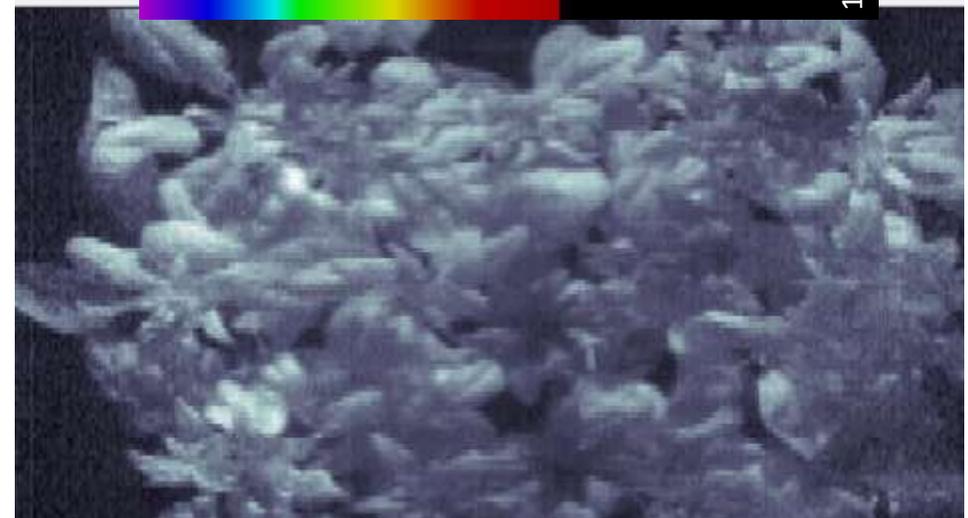


Spettro di riflettanza della canopy



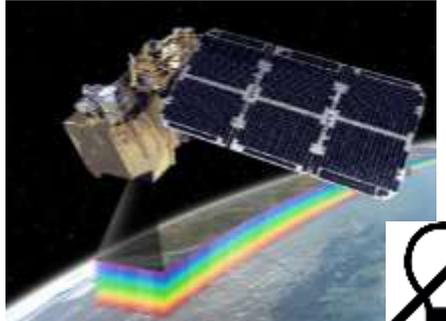
INDICI VEGETAZIONALI:

$$NDVI = \frac{(NIR - ROSSO)}{(NIR + ROSSO)}$$



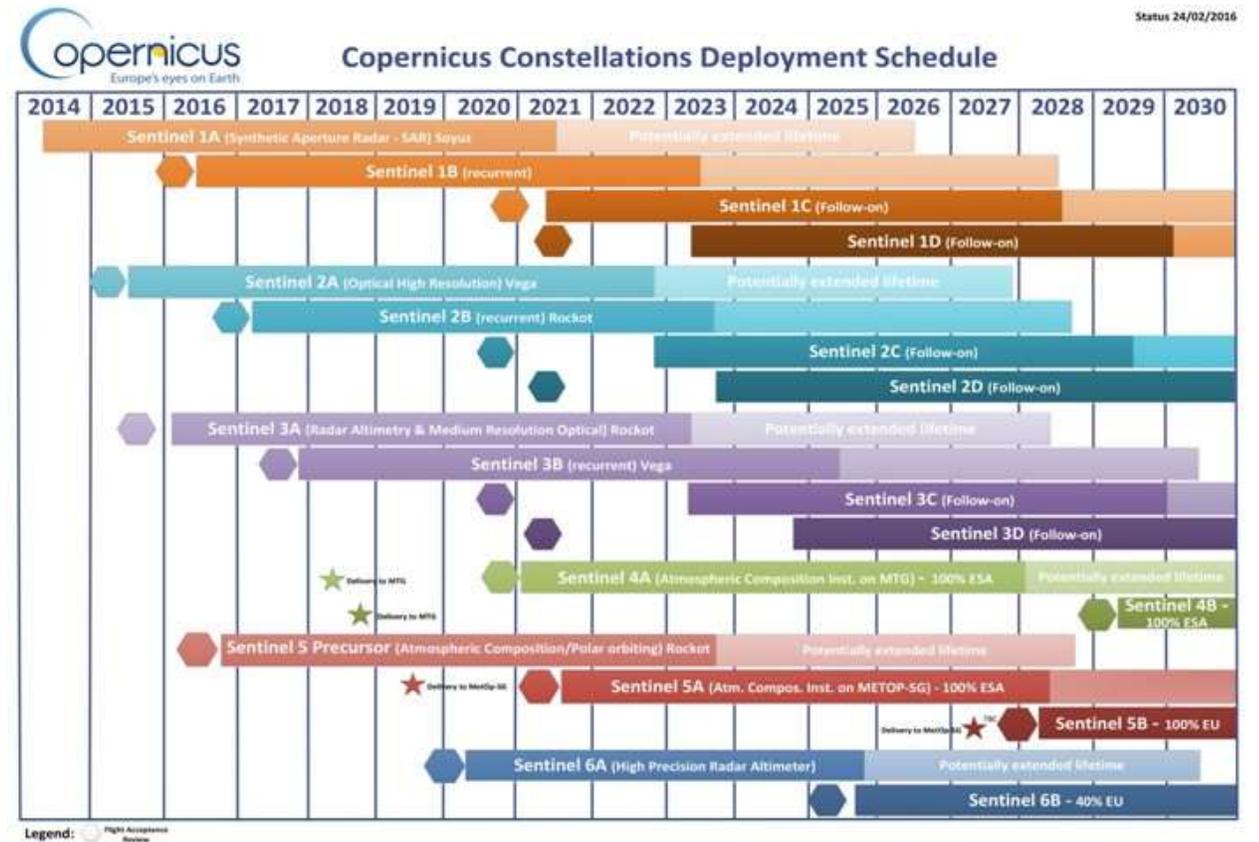
Sistemi per il monitoraggio ottico delle colture: piattaforme

MANUALI	
 	 

TRATTORI	SAPR	SATELLITI
 	 	 

Monitoraggio da satellite: il progetto Copernicus

- Progetto di osservazione satellitare della Terra lanciato nel 1998 dalla Commissione Europea
- Ha lo scopo di fornire gli strumenti per il rilevamento e la gestione dei dati sullo stato di salute del pianeta
- È previsto il lancio di sei coppie di satelliti, chiamati Sentinelle, specializzati in precise applicazioni

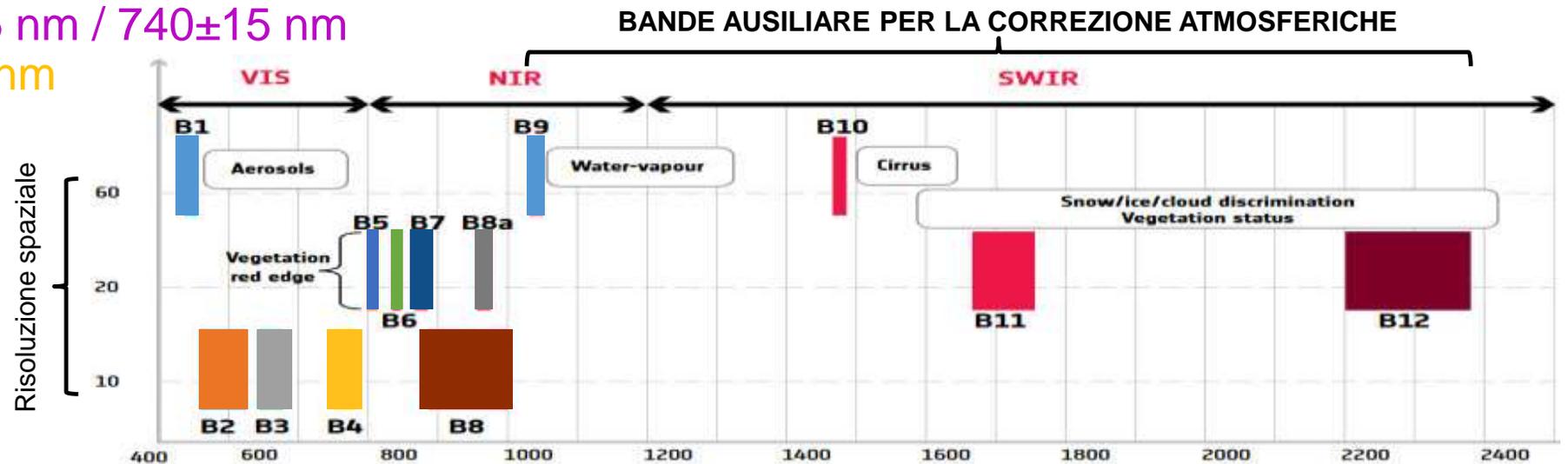


Sentinel-2



Sentinel-2 nasce per monitorare le terre emerse del pianeta con due satelliti identici (2A e 2B) in grado di acquisire immagini su 13 bande:

- Blu = 490 ± 65 nm
- Verde = 560 ± 35 nm
- Rosso = 665 ± 30 nm
- NIR = 842 ± 115 nm / 865 ± 20 nm
- Red-Edge = 705 ± 15 nm / 740 ± 15 nm
- SWIR = 2190 ± 180 nm



Sentinel-2



- Sentinel 2A in orbita da giugno 2015, sentile 2B da marzo 2017.
- Con due satelliti la risoluzione temporale è di un'acquisizione ogni 5 gironi.
- Contribuisce ad attività di monitoraggio terrestre con immagini multispettrali.
- Risoluzione radiometrica a 12 bit (4096 livelli di intensità).
- I prodotti sono disponibili a due livelli di elaborazione (1C e 2A), organizzati in granuli di dimensione 100x100 km e contenenti tutte le bande spettrali ed i metadati.
- I dati sono elaborabili su piattaforma SNAP, gratuita e sviluppata da ESA, con una serie di toolbox dedicati per il calcolo di parametri biofisici (es. LAI, fAPAR, ecc.), di indici radiometrici (vegetazione, suolo, acqua, ecc.), ed altri scopi.

Utilizzo di immagini satellitari

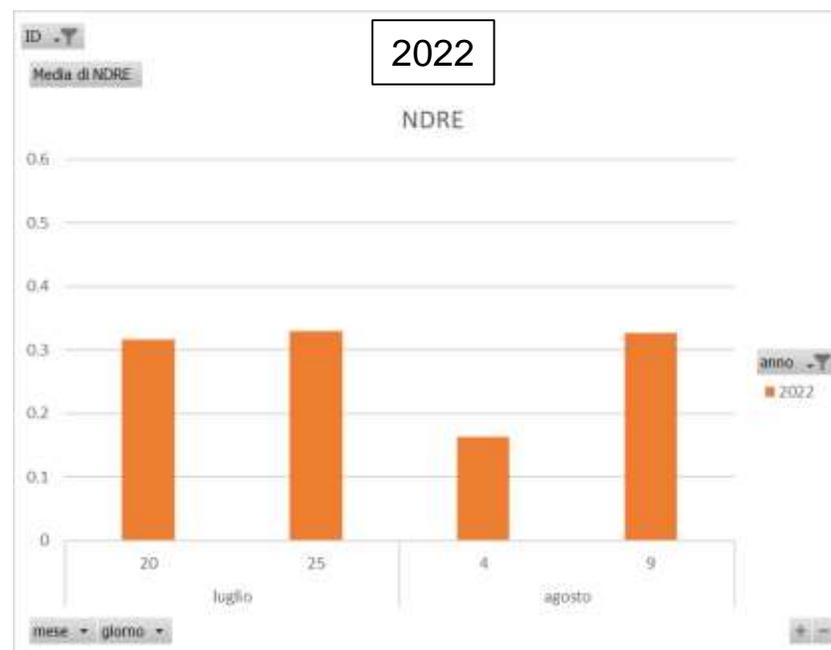
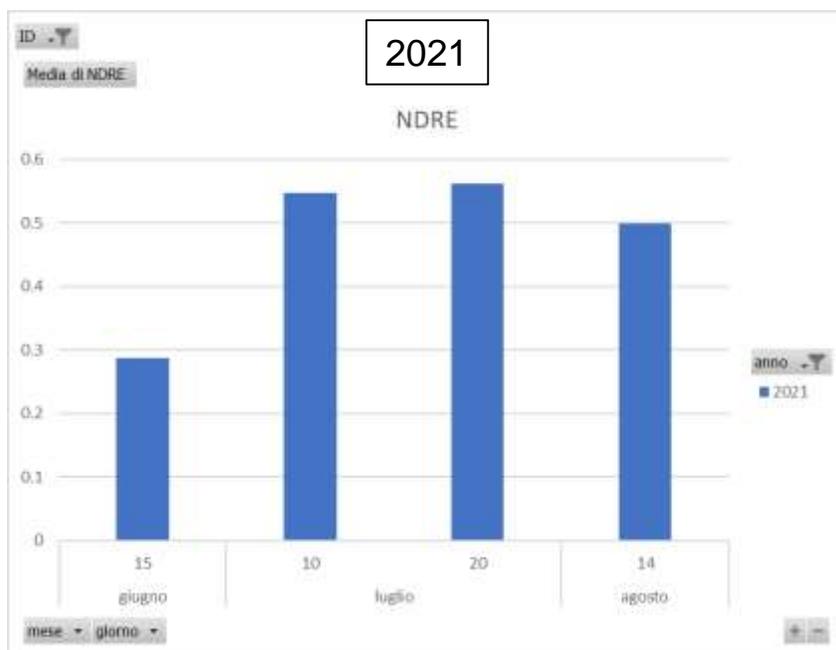


Satelliti utilizzati: Sentinel 2

Risoluzione temporale: 5 giorni
Risoluzione spaziale: 10 metri
Numero di bande spettrali: 12

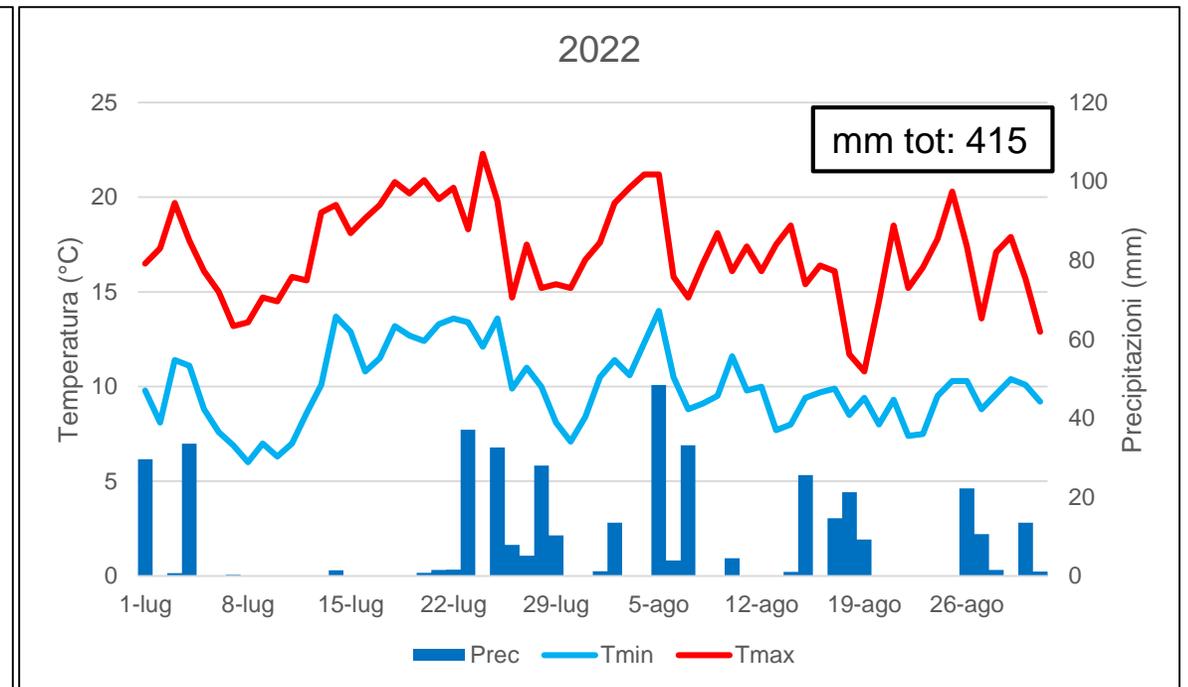
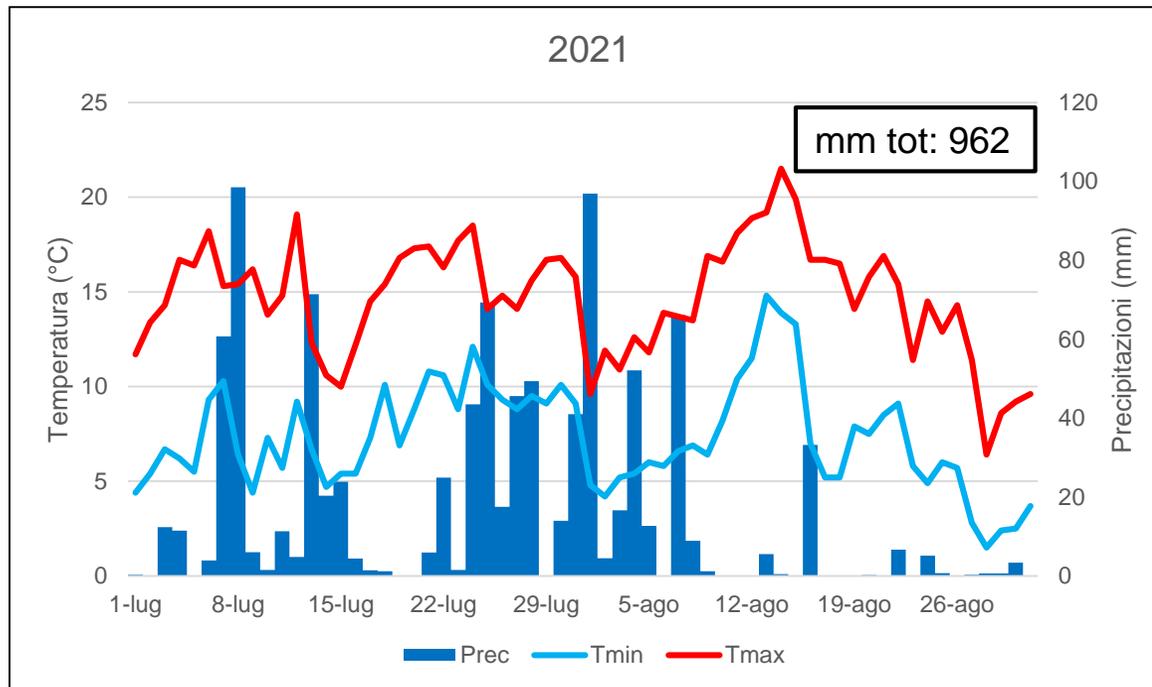
Monitoraggio andamento indici

È stato monitorato l'andamento degli indici vegetazionali durante i due anni di attività.
Sono emersi gli effetti sulla vegetazione del diverso carico di pioggia caduta nel 2021 e nel 2022



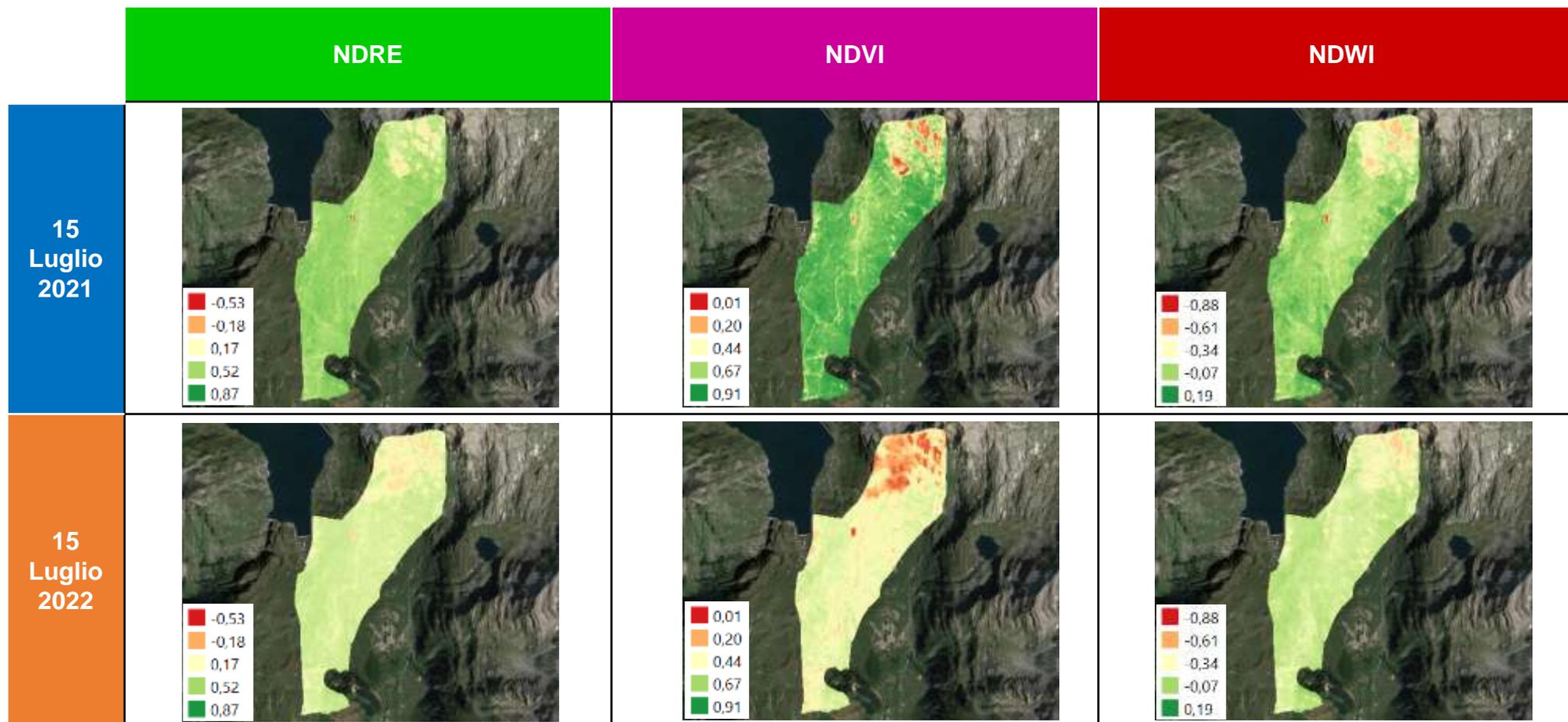
$$NDRE = \frac{NIR - RedEdge}{NIR + RedEdge}$$

Il meteo agli Andossi



Come evidenziano i grafici delle precipitazioni, l'annata **2022** è caratterizzata da una **importantissima condizione siccitosa** che si ripercuote sullo sviluppo della vegetazione del pascolo.

Indici da immagini satellitari



I valori di indici vegetazionali del 2022 sono sensibilmente inferiori rispetto al 2021

Indice NDWI

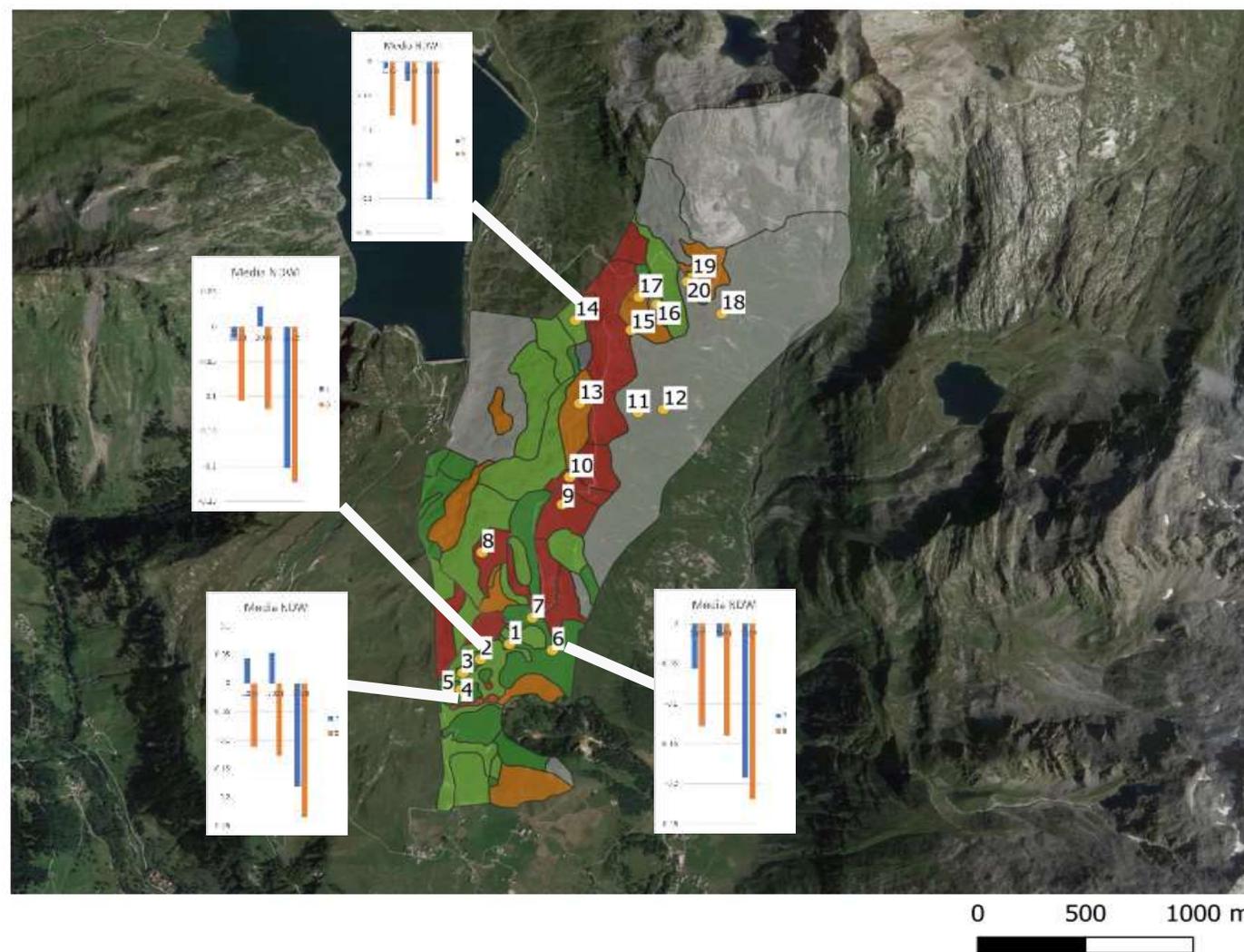
$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

- Riferimento satellite
- Indice foraggero
 - Buono
 - Mediocre
 - Ottimo
 - Scarso
 - Area non pascolabile

Google Satellite

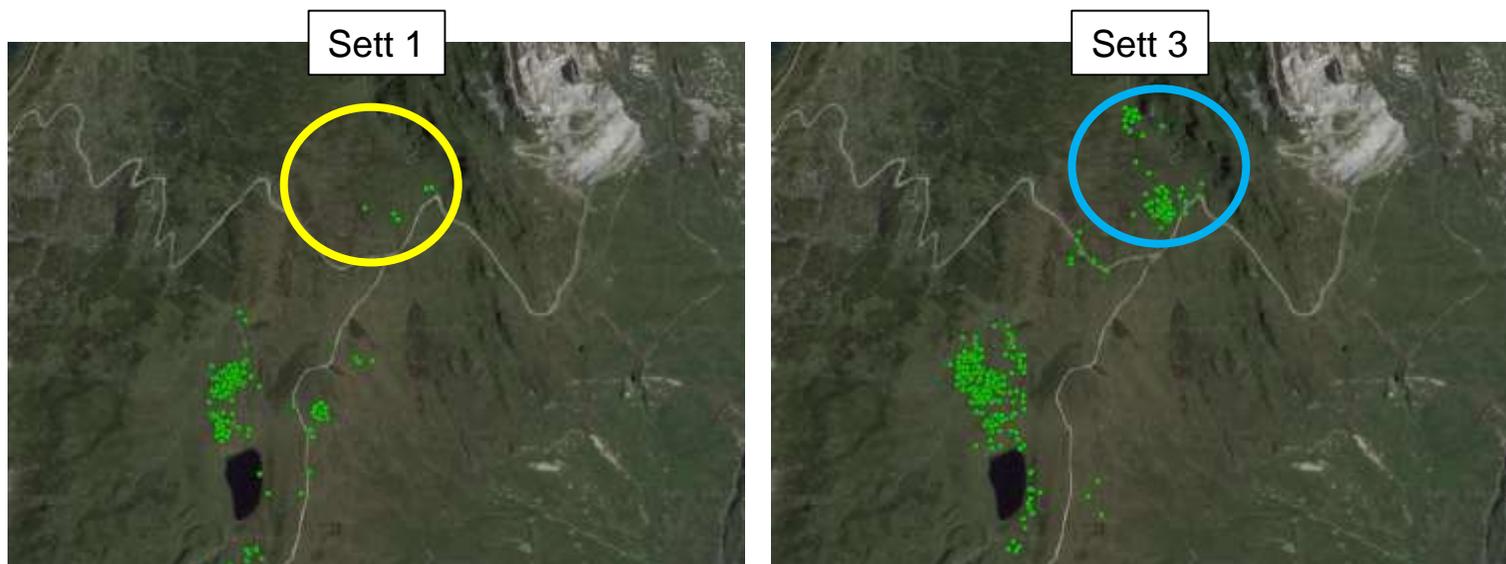
Anno

- 2021
- 2022

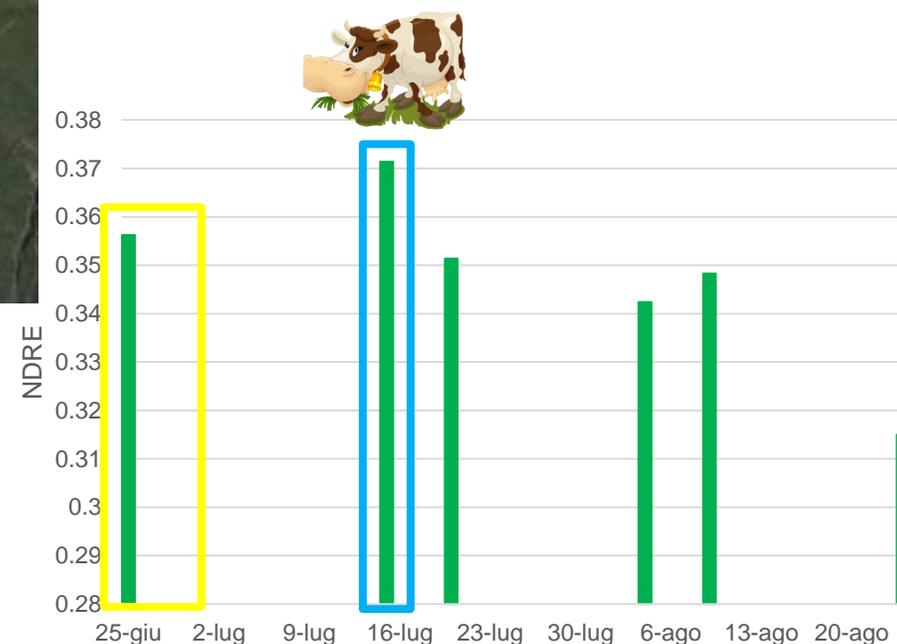


L'indice NDWI è correlato al contenuto idrico nelle foglie. A valori negativi viene associato uno stress idrico nelle piante. Il 2021 è caratterizzato da una prima parte di stagione migliore da questo punto di vista.

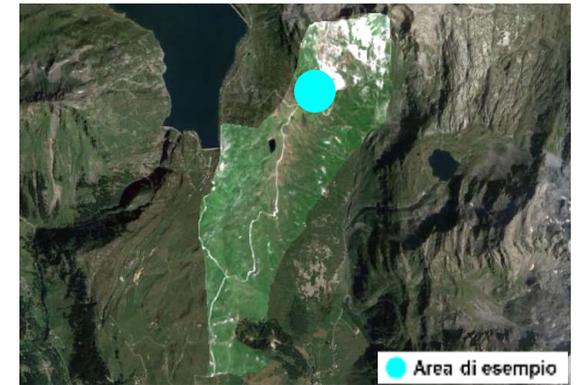
Le zone di alimentazione seguono lo sviluppo vegetazionale



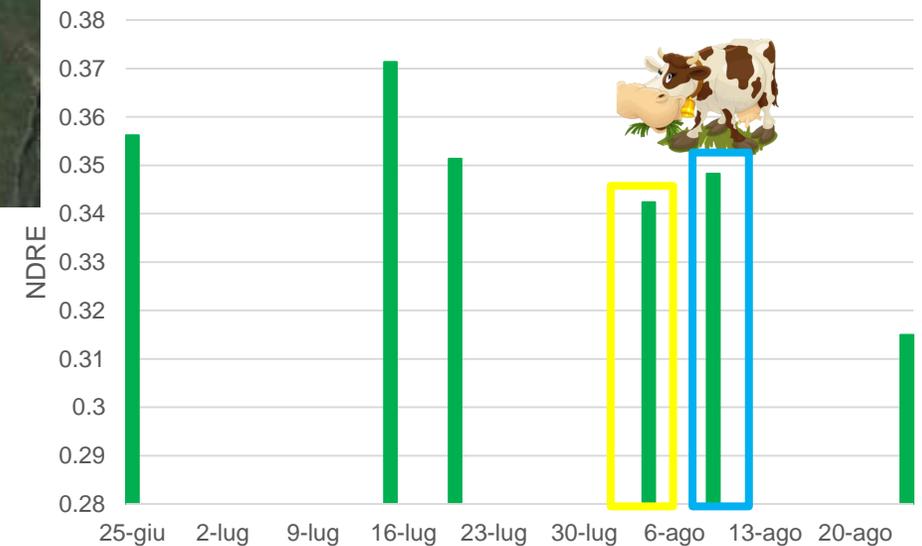
Dai rilievi GPS è emerso lo sviluppo del comportamento degli animali durante la stagione di alpeggio. Le diverse aree frequentate sono caratterizzate da un valore di indice vegetazionale più elevato e quindi da una maggior disponibilità di biomassa



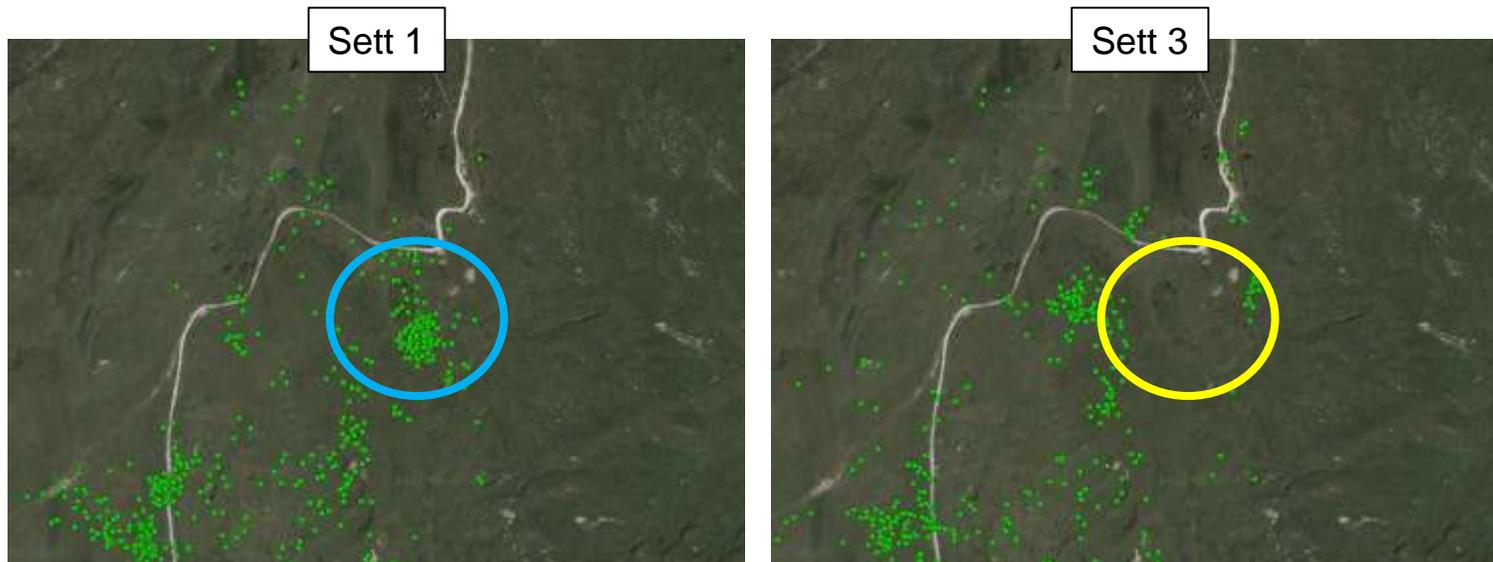
Le zone di alimentazione seguono lo sviluppo vegetazionale



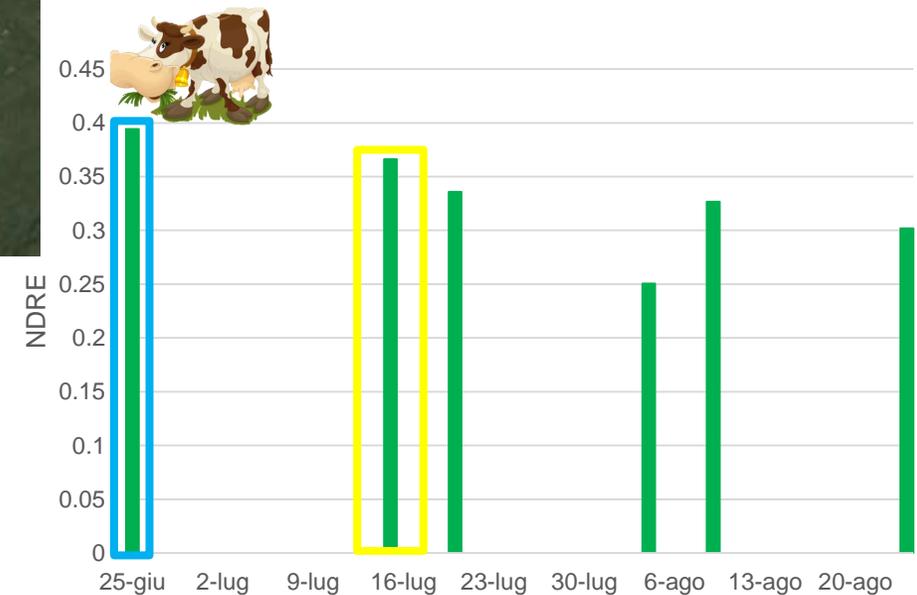
Le medesime aree vengono abbandonate e successivamente rivisitate con il crescere della vegetazione.
Tale andamento è rilevabile con i dati satellitari.



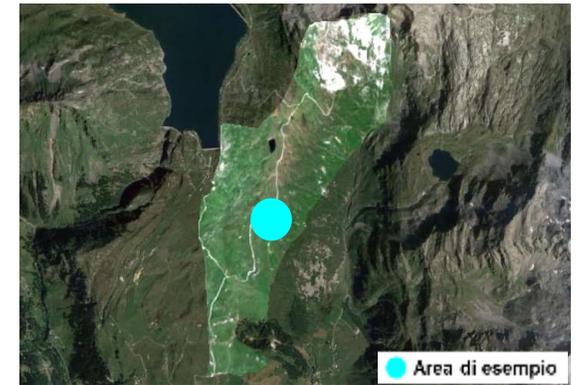
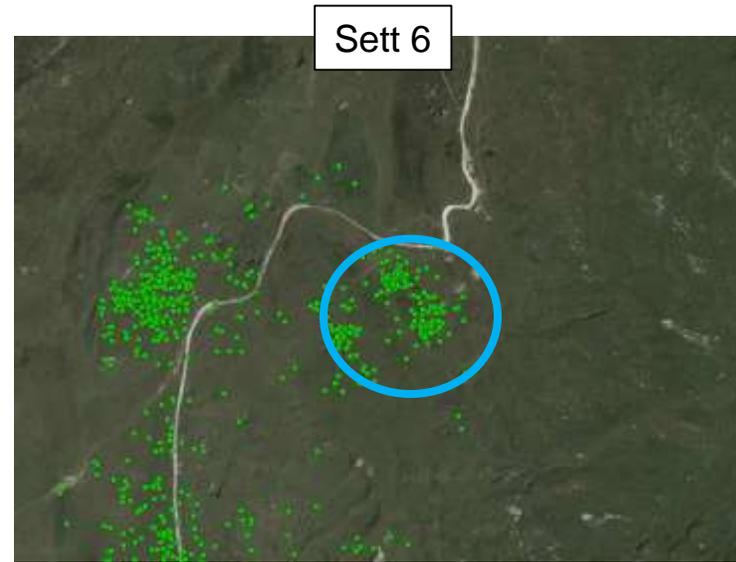
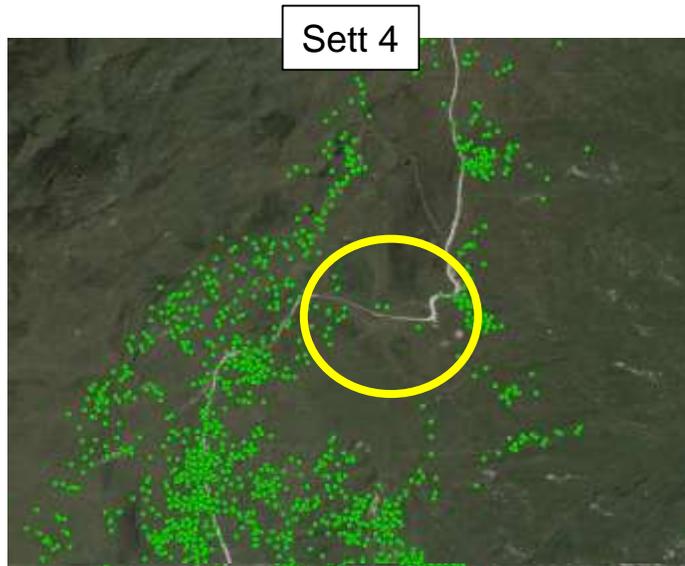
Le zone di alimentazione seguono lo sviluppo vegetazionale



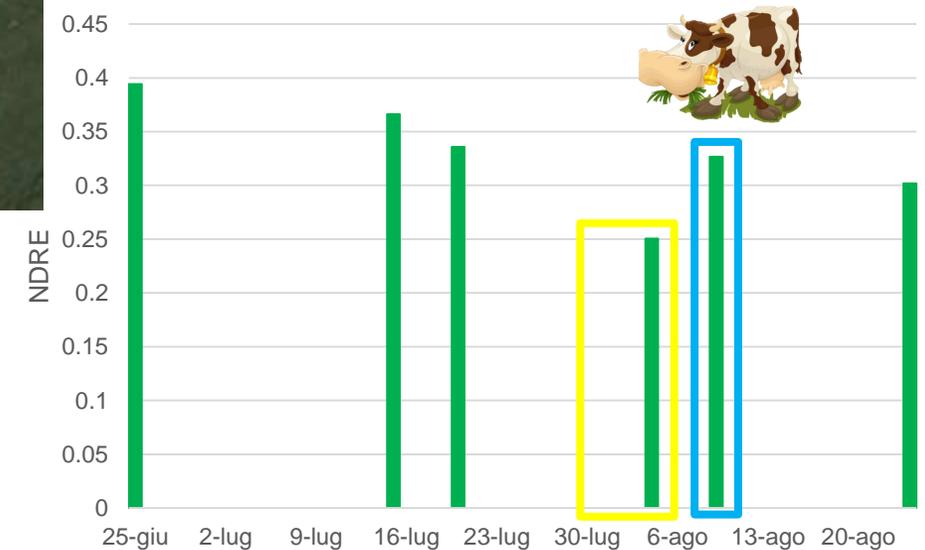
Un comportamento analogo è riscontrabile anche in altre zone del pascolo.



Le zone di alimentazione seguono lo sviluppo vegetazionale



Un comportamento analogo è riscontrabile anche in altre zone del pascolo.



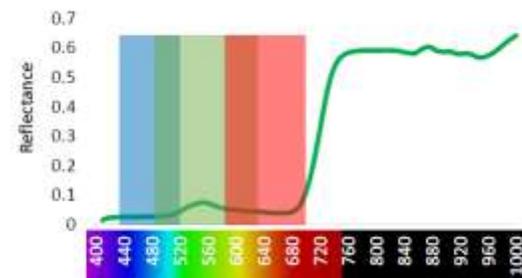
Rilievi tramite SAPR (drone)

Sony α 6000



24.3 MP: immagine 3 bande, 8 bit per banda, JPEG file

Bande larghe e sovrapposte

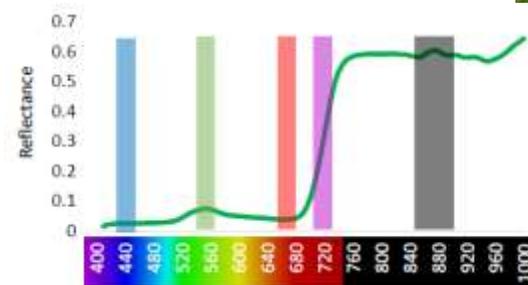


MICASENSE Red-Edge



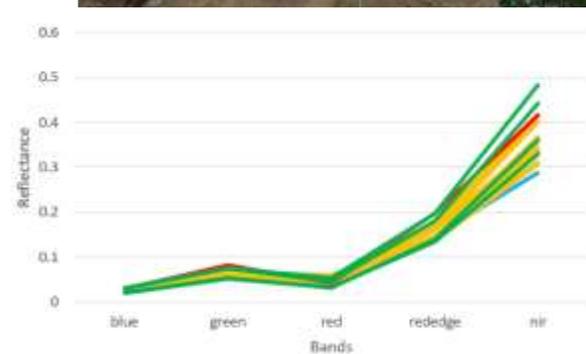
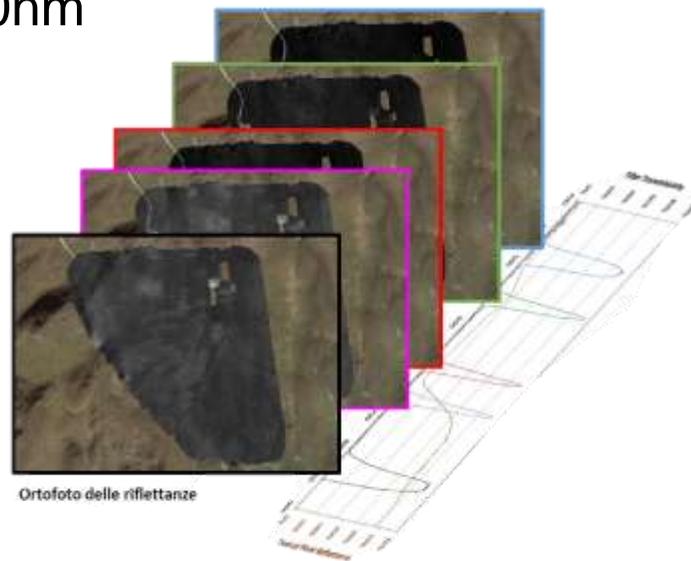
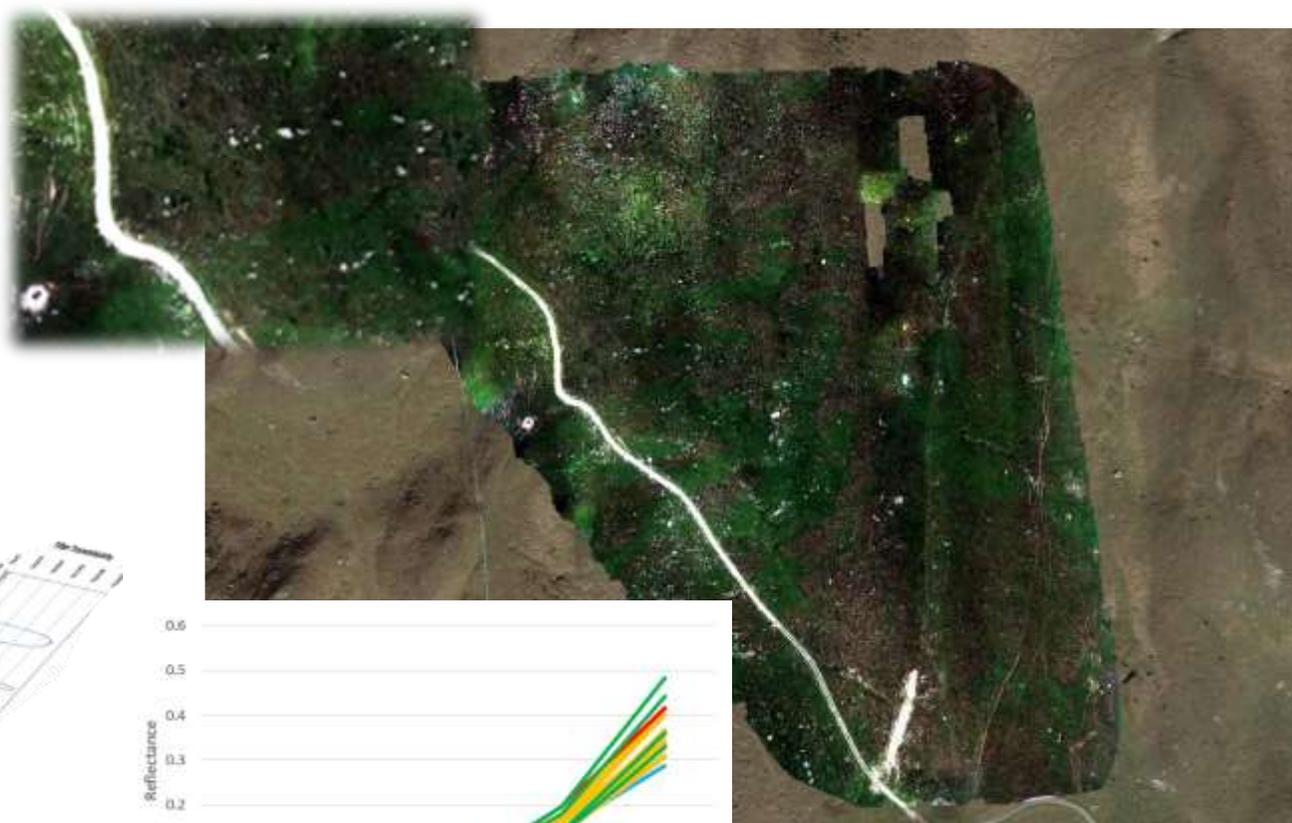
1.2 MP: 5 immagini 12-bit, TIFF files non compressi

Bande strette e separate



Micasense Red-edge

- Blu= $475\pm 20\text{nm}$
- Verde= $560\pm 20\text{nm}$
- Rosso= $668\pm 10\text{nm}$
- Red-Edge= $717\pm 10\text{nm}$
- NIR= $840\pm 40\text{nm}$



Legenda:
 NAR MAGRO - NARDETO
 RNR MAGRO - NARDETO (+)
 PIN PINGUE
 CAL DFI CAL CARF

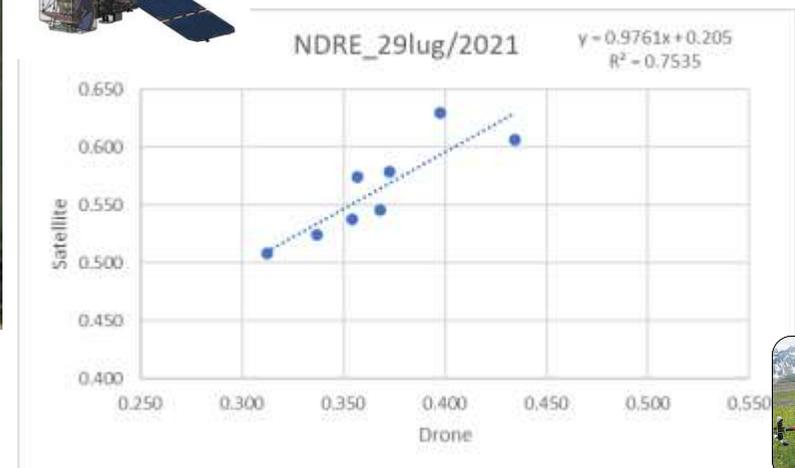
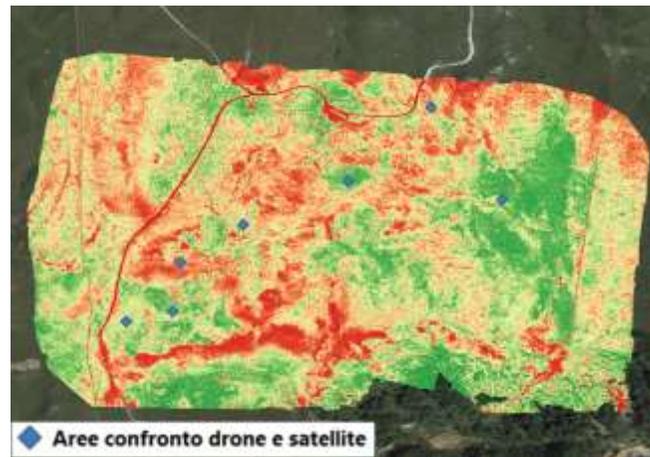
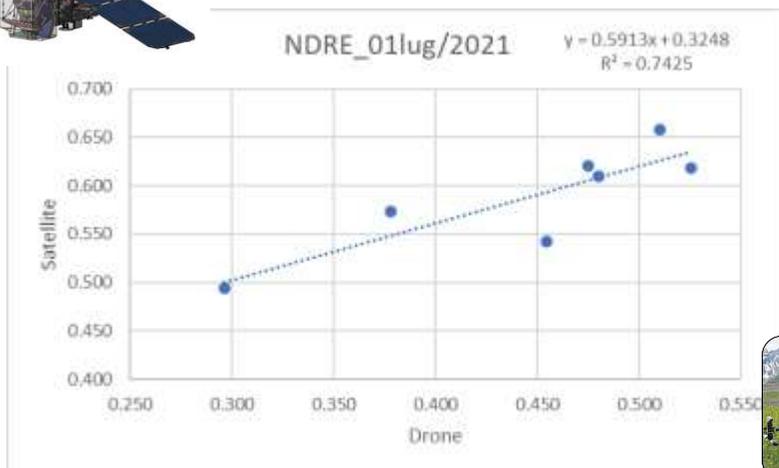
Confronto indici vegetazionali acquisiti con drone e satellite



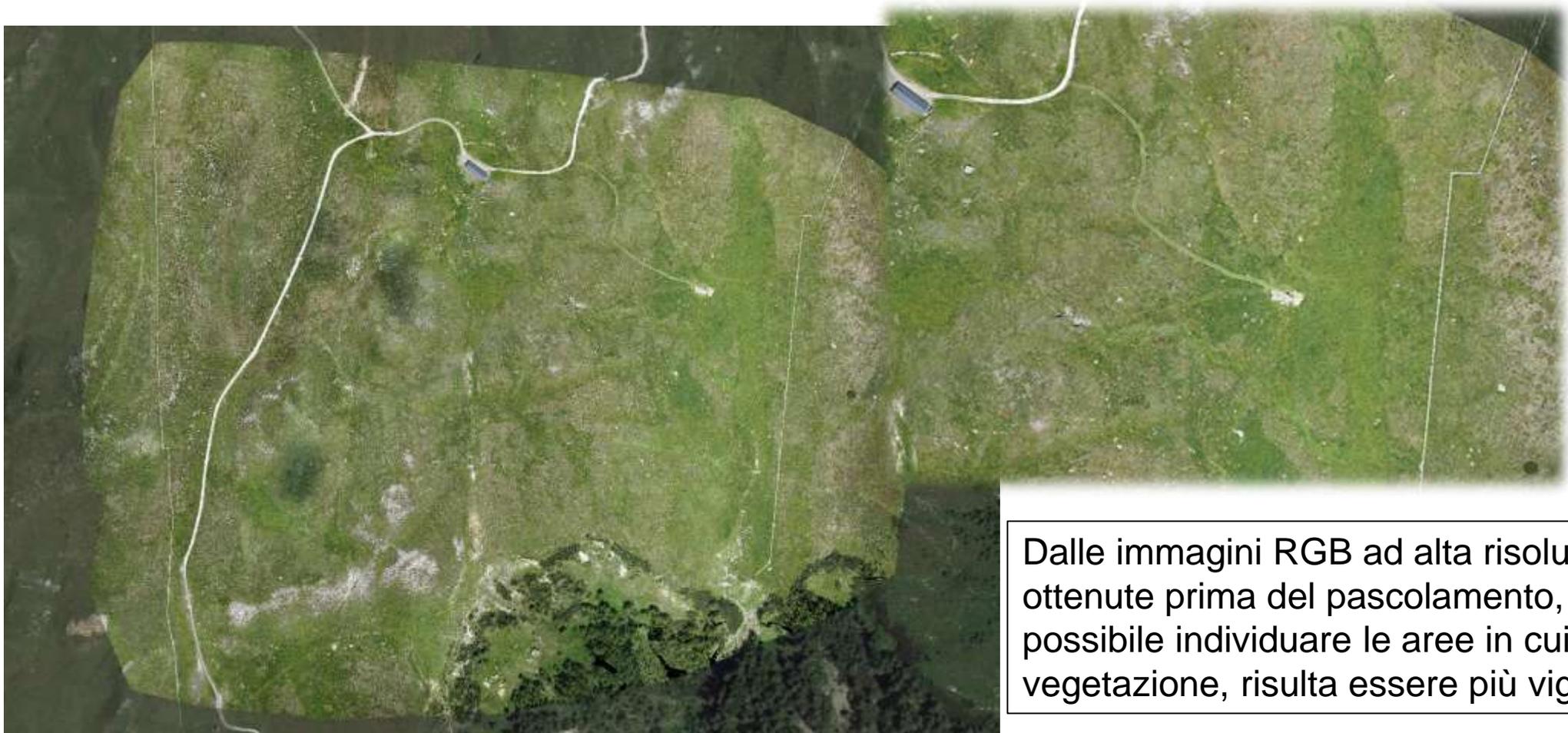
Poche bande spettrali più strette
 Pixel nell'ordine di pochi cm
 Area monitorata minore
 Meno sensibile alle condizioni meteo



Più bande spettrali più larghe
 Pixel nell'ordine 10m
 Area monitorata molto estesa
 Immagini non sempre disponibili

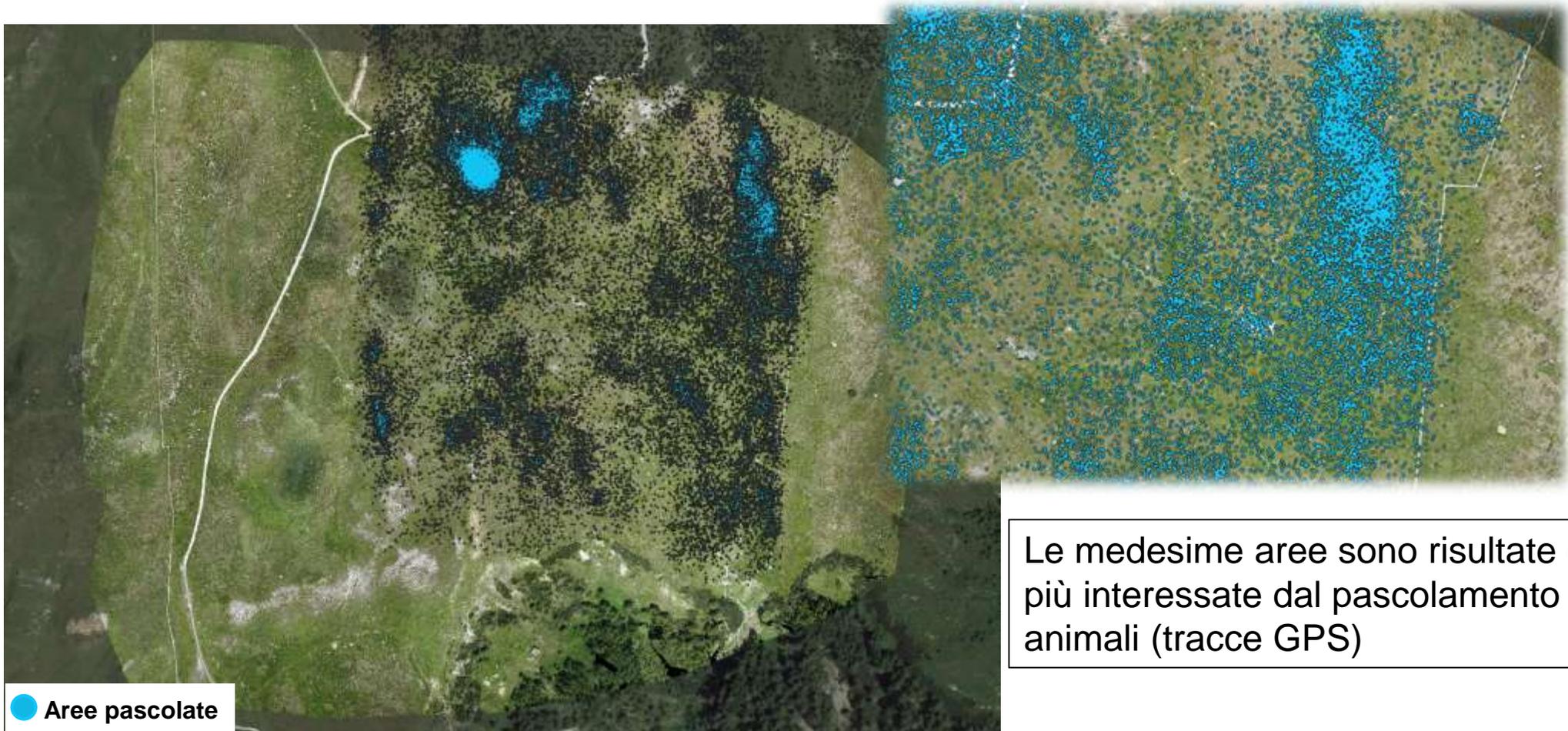


Le aree più interessate dal pascolamento



Dalle immagini RGB ad alta risoluzione, ottenute prima del pascolamento, è possibile individuare le aree in cui la vegetazione, risulta essere più vigorosa

Le aree più interessate dal pascolamento



Le medesime aree sono risultate essere le più interessate dal pascolamento degli animali (tracce GPS)

Rilievo pre-pascolamento

Analizzando una mappa di indice vegetazionale prima e dopo l'epoca di alpeggio, emergono le **aree più interessate** dagli animali

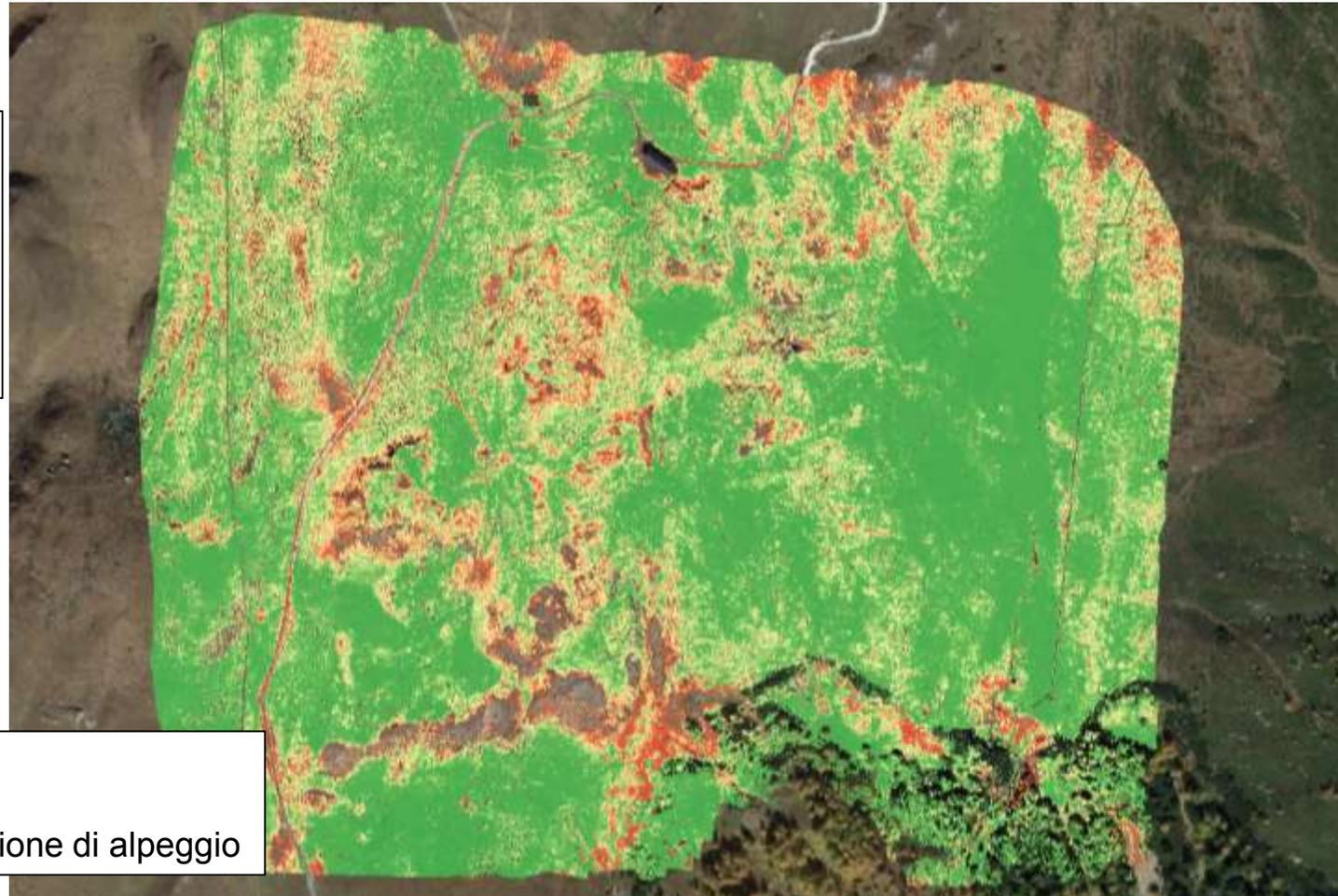


Immagine di indice NDRE
Ottenua da sorvolo tramite SAPR
Effettuato prima dell'inizio della stagione di alpeggio

Rilievo post-pascolamento

Analizzando una mappa di indice vegetazionale prima e dopo l'epoca di alpeggio, emergono le **aree più interessate** dagli animali

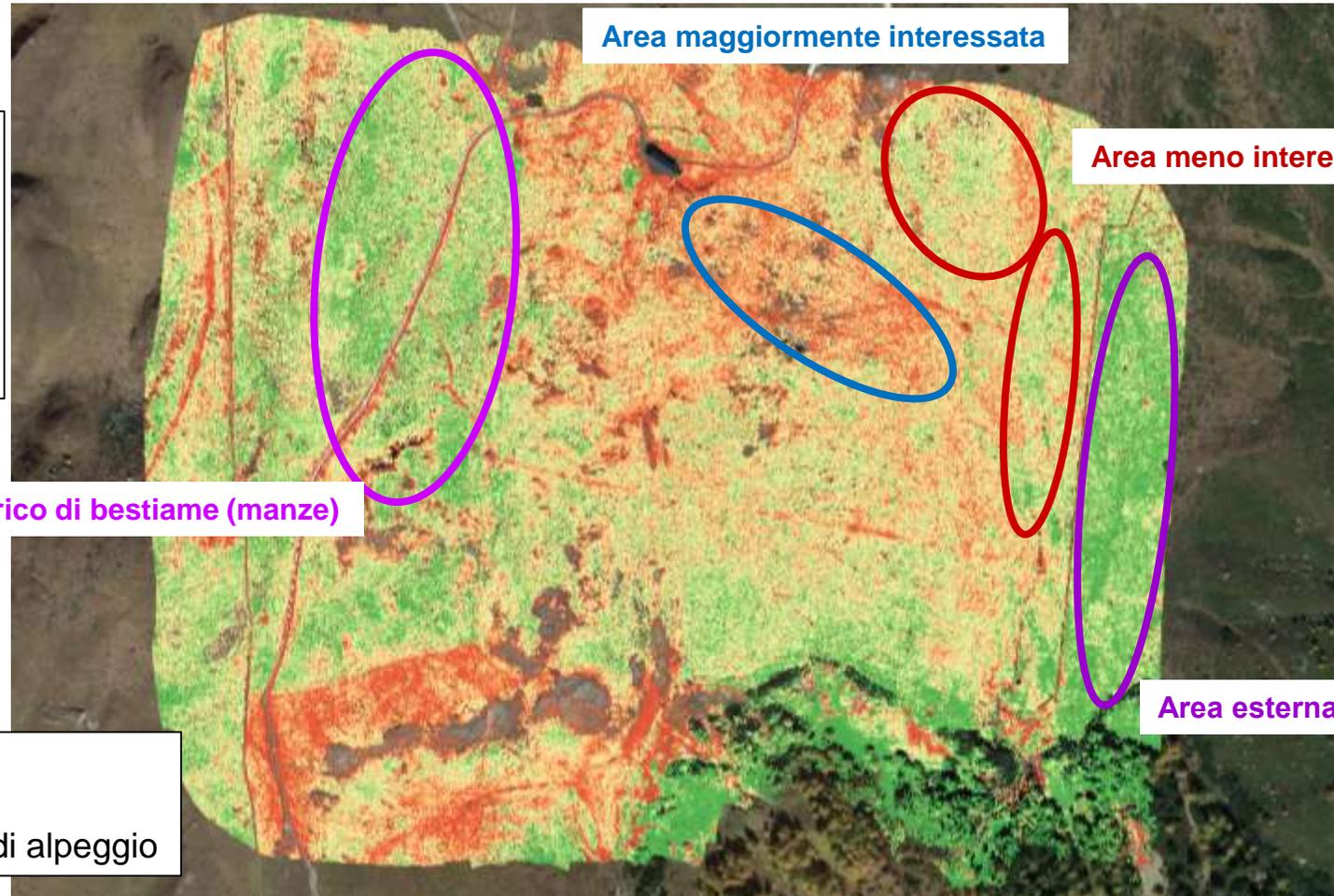
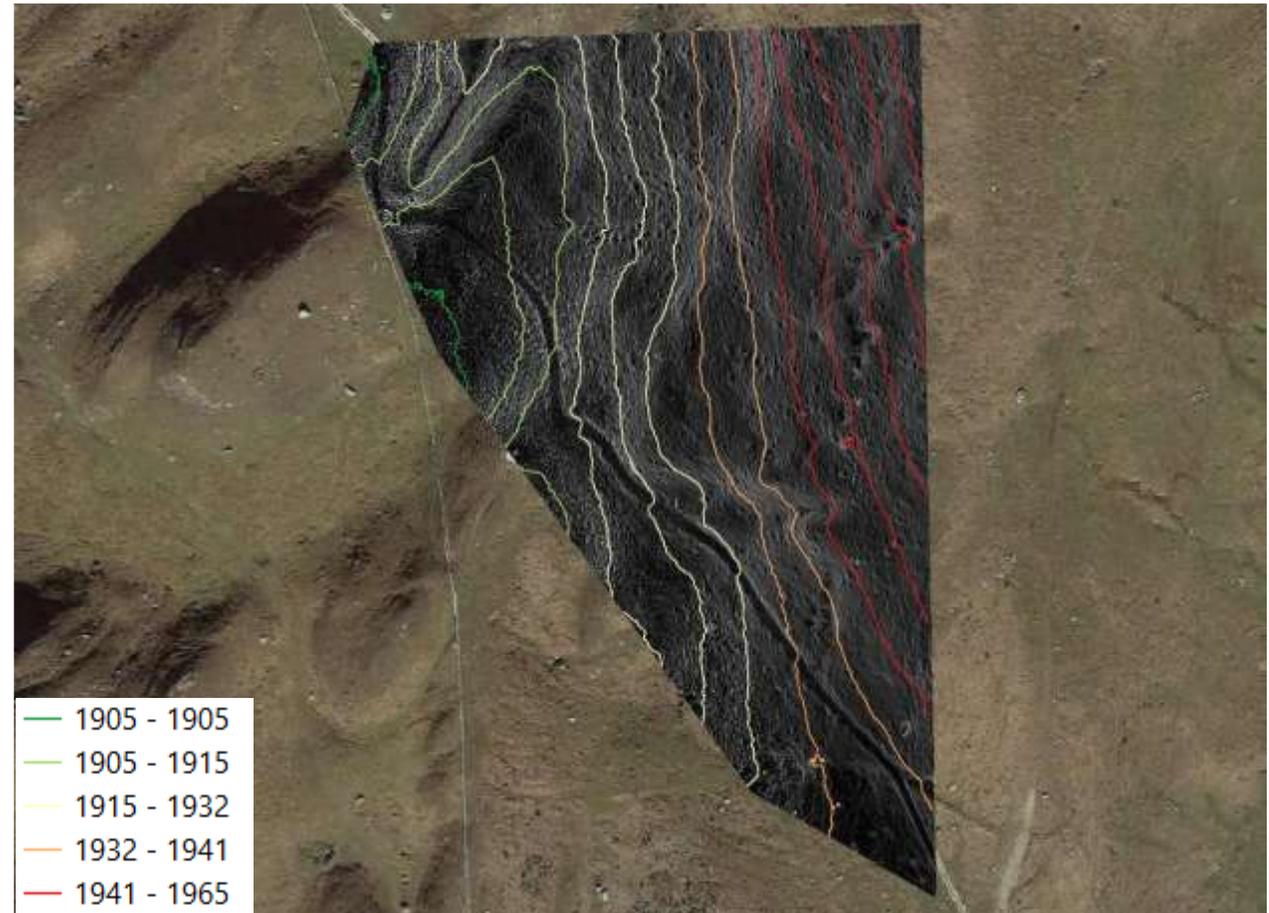


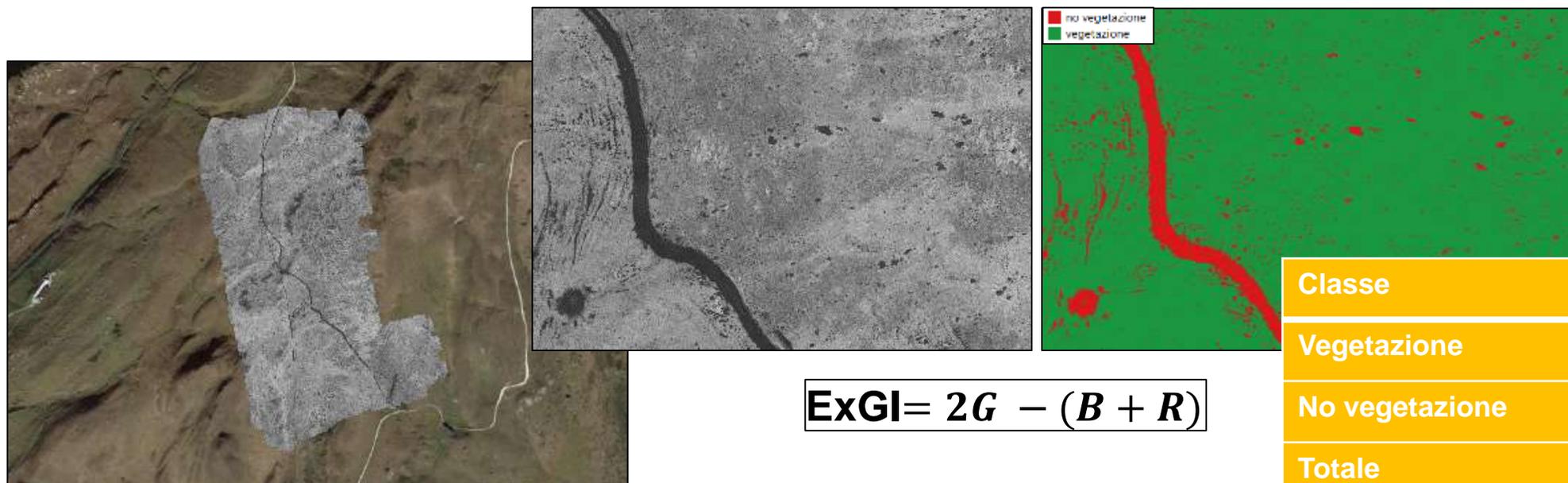
Immagine di indice NDRE
Ottenua da sorvolo tramite SAPR
Effettuato al termine della stagione di alpeggio

Rilievo della pendenza del pascolo

Dalle ortofoto è possibile elaborare un DEM (Modello di Elevazione Digitale) con cui stimare l'altitudine delle aree pascolate, ma anche le zone di maggior pendenza ed asperità che possono essere pericolose per gli animali



Classificazione delle immagini per la stima delle superfici



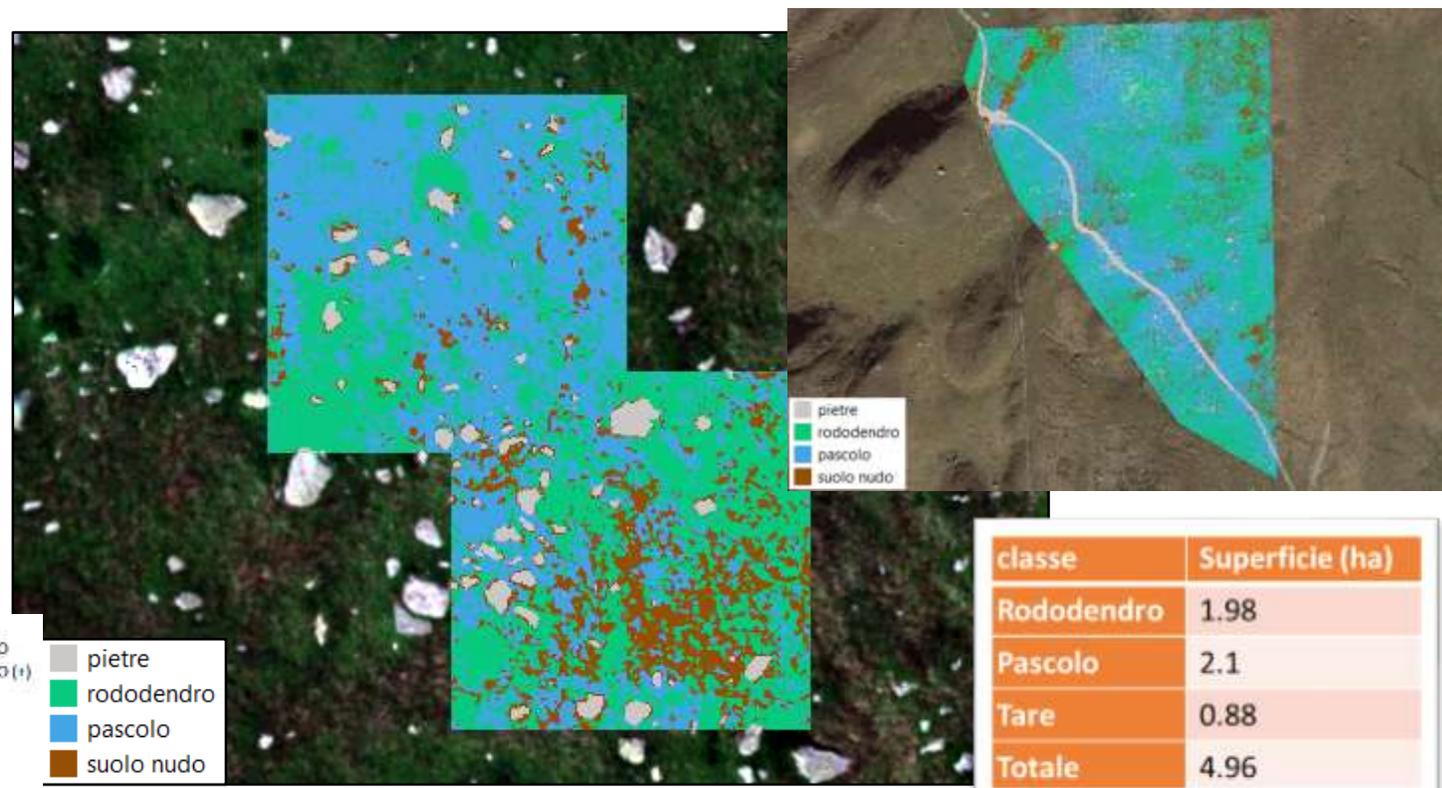
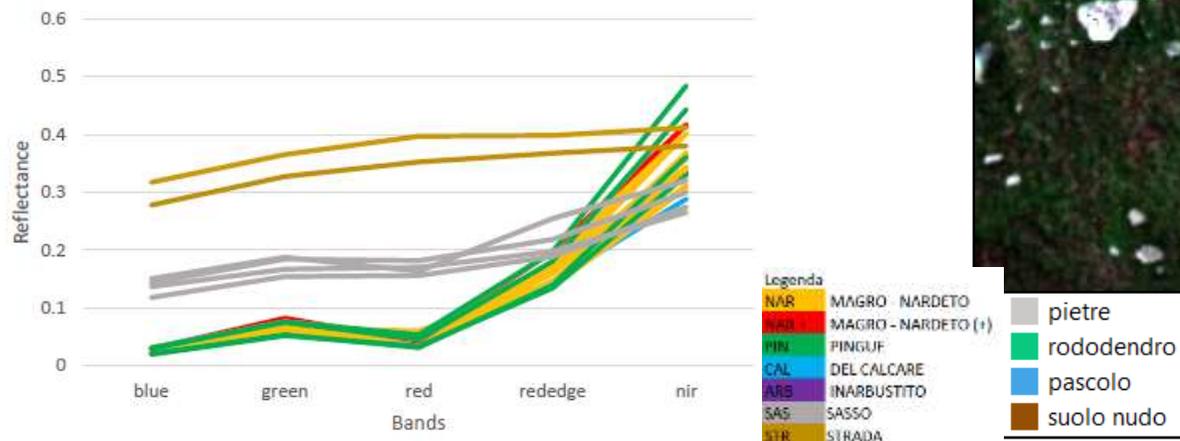
$$\text{ExGI} = 2G - (B + R)$$

È possibile utilizzare le immagini ad **alta risoluzione** per **stimare la superficie** coperta da **vegetazione** e l'incidenza delle **tare** (strade, massi, fabbricati).

Classificazione delle immagini per la stima delle superfici

È stata applicata una **classificazione** supervisionata delle immagini per individuare quattro macro-classi e **stimare la superficie ricoperta da pascolo**:

- Tare
- Suolo nudo
- Rododendro (arbusti)
- Pascolo



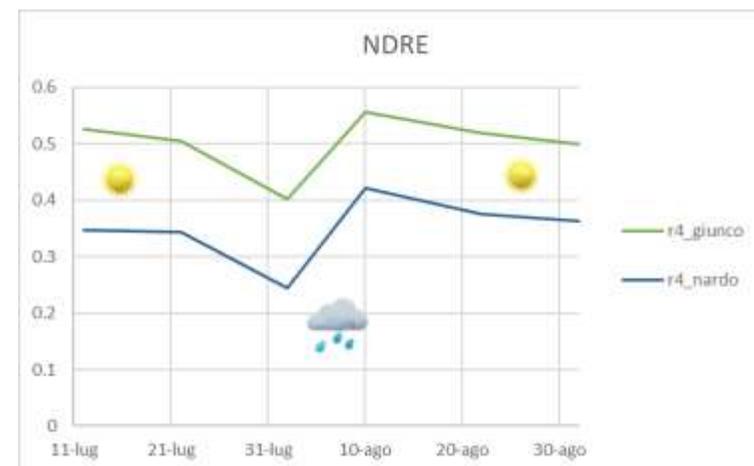
classe	Superficie (ha)
Rododendro	1.98
Pascolo	2.1
Tare	0.88
Totale	4.96

Monitoraggio multispettrale a terra

Rilievo di indici vegetazionali utilizzando una camera a cui è possibile applicare filtri specifici per le lunghezze d'onda selezionate.

Le immagini sono state acquisite sulle medesime aree di esclusione ad intervalli di 10 giorni per studiare l'andamento della crescita vegetale

Il monitoraggio a terra ha mostrato la stretta correlazione tra l'andamento degli indici vegetazionali e le condizioni climatiche ed ha evidenziato l'importanza dello **studio dello stadio fenologico delle specie vegetali** per stimare il momento ideale del carico del bestiame



Conclusioni

- Il monitoraggio dei pascoli tramite **immagini satellitari** può rivelarsi un utile strumento per **individuare le aree in cui la vegetazione si sviluppa precocemente** e permettere di **determinare l'epoca ottimale di caricamento** ed eventualmente di organizzare recinti per il confinamento degli animali.
- **I rilievi tramite drone** si sono rivelati strumenti utili per uno studio nel dettaglio di aree relativamente vaste e ne hanno permesso una più corretta **stima delle tare** e delle **superfici realmente pascolabili** dagli animali.
- Col proseguimento delle attività progettuali, in caso di finanziamento del progetto Pascoliamo, queste tecniche saranno applicate anche agli alpeggi **Teggiate** e **Groppera**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

