

# 36<sup>a</sup> ASSEMBLEA ANNUALE SILPA

Società Italiana Laboratori Pedologici Agrochimici

Saint Christophe (AO) 29-30 Maggio 2025

Loc. La Maladiere, 39 - 11020 Saint Christophe (AO)



## "Tecnologie UAV per il supporto alla conoscenza e gestione del territorio"

Federico Grosso

ARPA Valle d'Aosta – A.O. Sostenibilità Ambientale e Cambiamenti Climatici

Nucleo SAPR ARPA Valle d'Aosta

ARPA Valle d'Aosta

A.O. Sostenibilità Ambientale e Cambiamenti Climatici

Nucleo SAPR ARPA Valle d'Aosta



Criosfera



Neve  
Ghiaccio  
Permafrost

## effetti del cambiamento climatico



Ecosistemi



Assorbimento CO2  
Variazioni fenologiche  
Monitoraggio degli  
ecosistemi alpini

Nucleo SAPR ARPA Valle d'Aosta



acquisire dati ad alta risoluzione spaziale e temporale  
Necessità di raggiungere zone impervie e difficilmente accessibili  
rilievi frequenti, flessibili e a basso costo  
integrare o sostituire misure terrestri e satellitari  
Possibilità di utilizzare diverse tipologie di sensori

# Principi generali

## I sistemi UAV/UAS Unmanned Aerial Vehicle/System

utilizzare un velivolo

per portare in un specifico  
punto o area di rilievo

uno o più sensori

dedicati all'acquisizione di dati

da cui derivare informazioni

- SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto)
- APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto)
- RPAS (Remotely Piloted Aircraft System)

RILIEVO



DATI



INFORMAZIONI

# Cenni sulla metodologia



Quadricotteri/esacotteri



Ala fissa

- Volo automatico pre-programmato su area d'interesse
- Acquisizione in automatico di dati georeferenziati con **SENSORE SPECIFICO**
- Elaborazione dati → Ortomosaici (RGB – MULTI SPETTRALI), DEM, Nuvole di Punti

## Principali sensori (*payload*)

- Camere RGB

rilievi fotogrammetrici, ispezioni visive (foto/video)

- Camere multispettrali

Per agricoltura di precisione, vegetazione, stress idrico

- LiDAR (Light Detection and Range)

rilievi 3D ad alta precisione, anche in presenza di vegetazione

- Termocamere (IR)

monitoraggio termico, ricerca persone

# Definizione dell'area e programmazione del volo



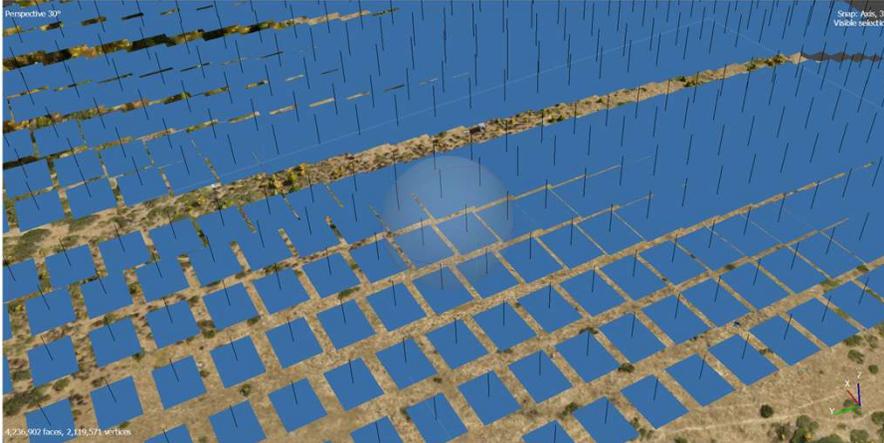
Definizione dell'area di interesse e calcolo della rotta di rilievo (terrain follow – DSM)



- Estensione dell'area
  - Altezza di volo
  - Velocità di volo
  - Livello di dettaglio
- 
- Fotogrammetria: dimensione cm/pix
  - LiDAR: punti per metro quadro

# Esempi di prodotti di output

- Ortomosaici RGB



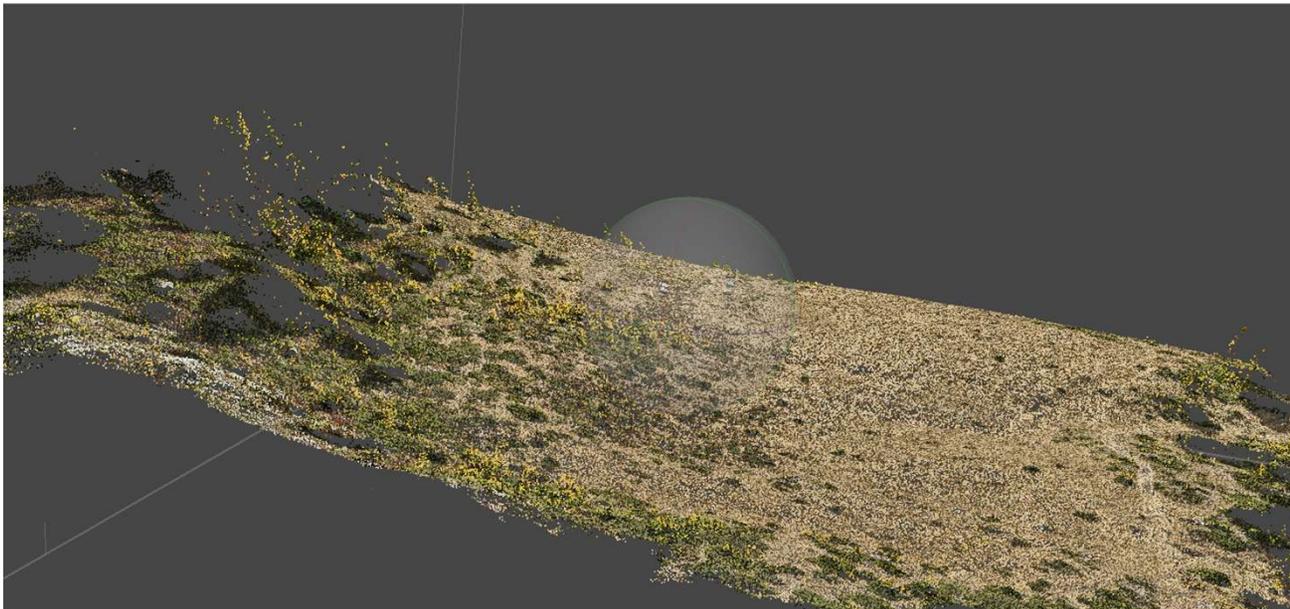
Sequenza di foto



allineamento delle immagini rilevando punti omologhi per ricostruire la posizione delle camere



generare una nuvola di punti omologhi  
(punti che posso ritrovare su più immagini contigue – ne calcola la posizione xyz )



## Esempi di prodotti di output

- Ortomosaici RGB



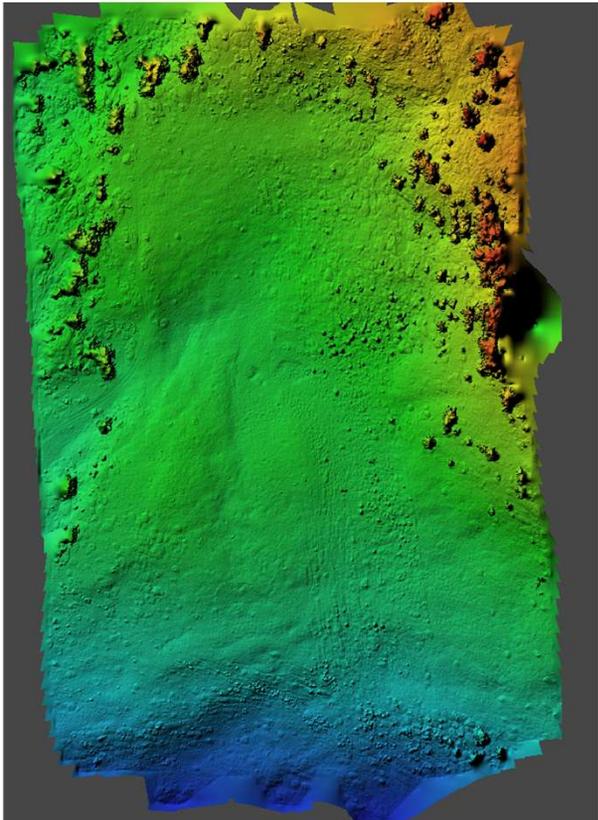
# Esempi di prodotti di output

- DEM digital elevation model

Partendo da nuvola di punti omologhi



Crea un modello 3D



DSM



# Esempi di prodotti di output

- Ortomosaici multispettrali



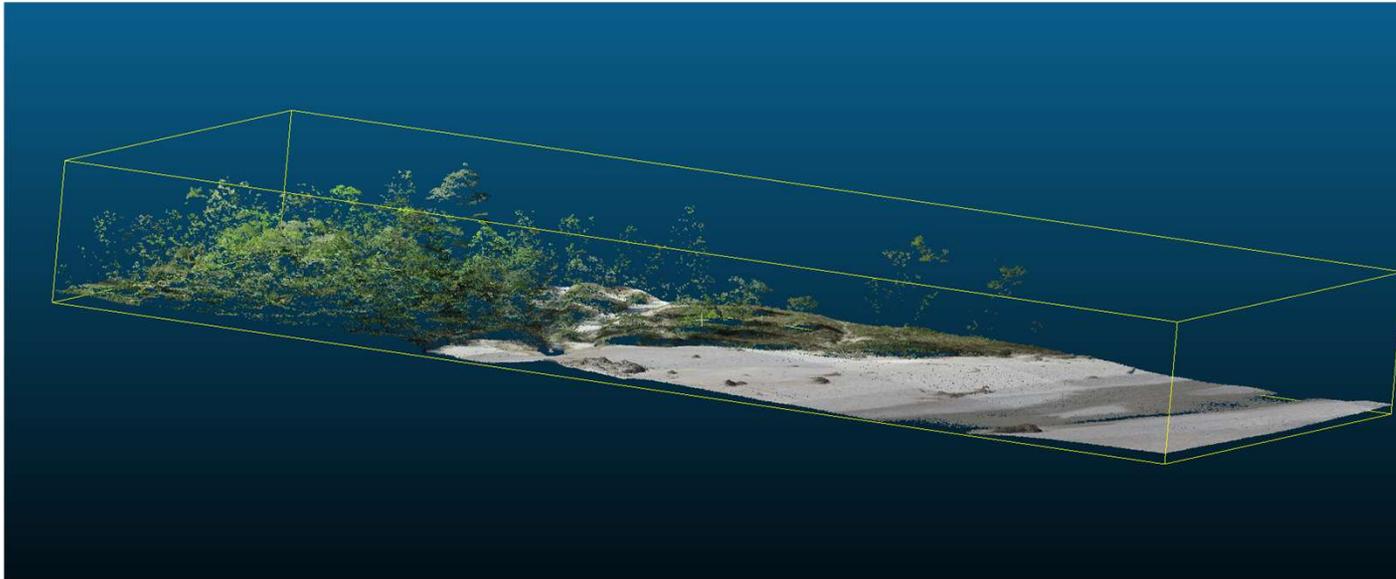
NIR infrarosso vicino

allineamento delle immagini rilevando punti omologhi per ricostruire la posizione delle camere

Utilizzo di sensori che rilevano anche altre bande oltre al VISIBILE

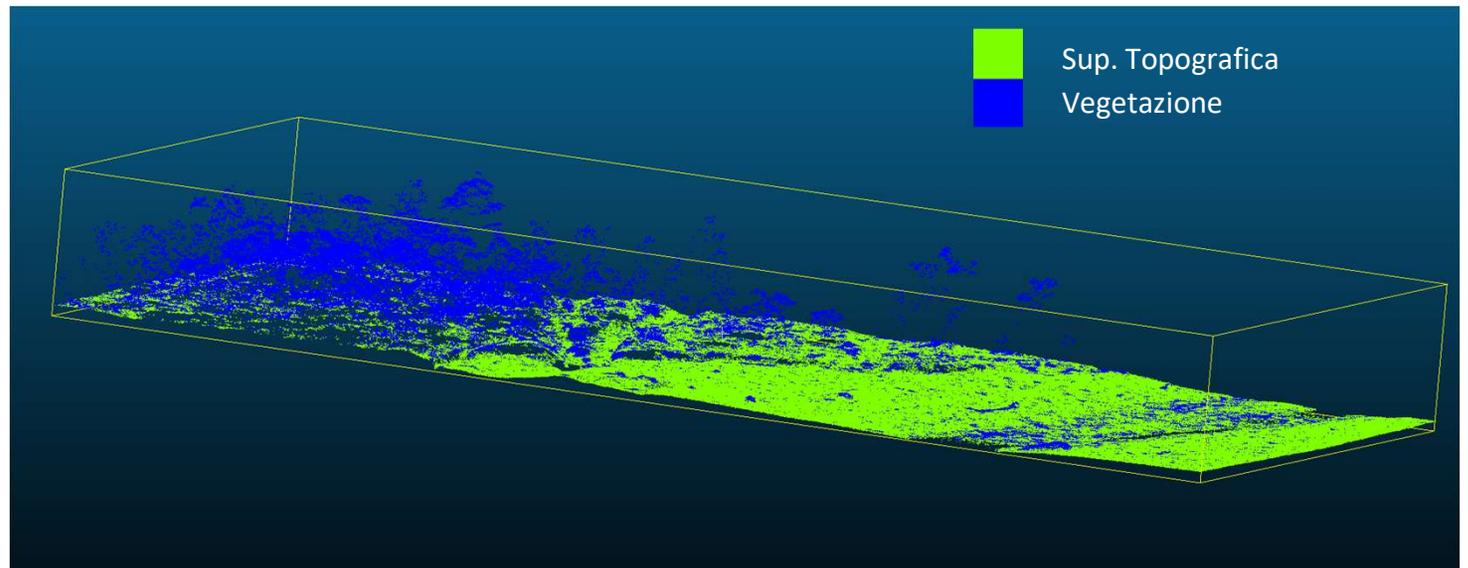
# Esempi di prodotti di output

- Nuvole di punti



Nuvola colorata RGB

Classificazione





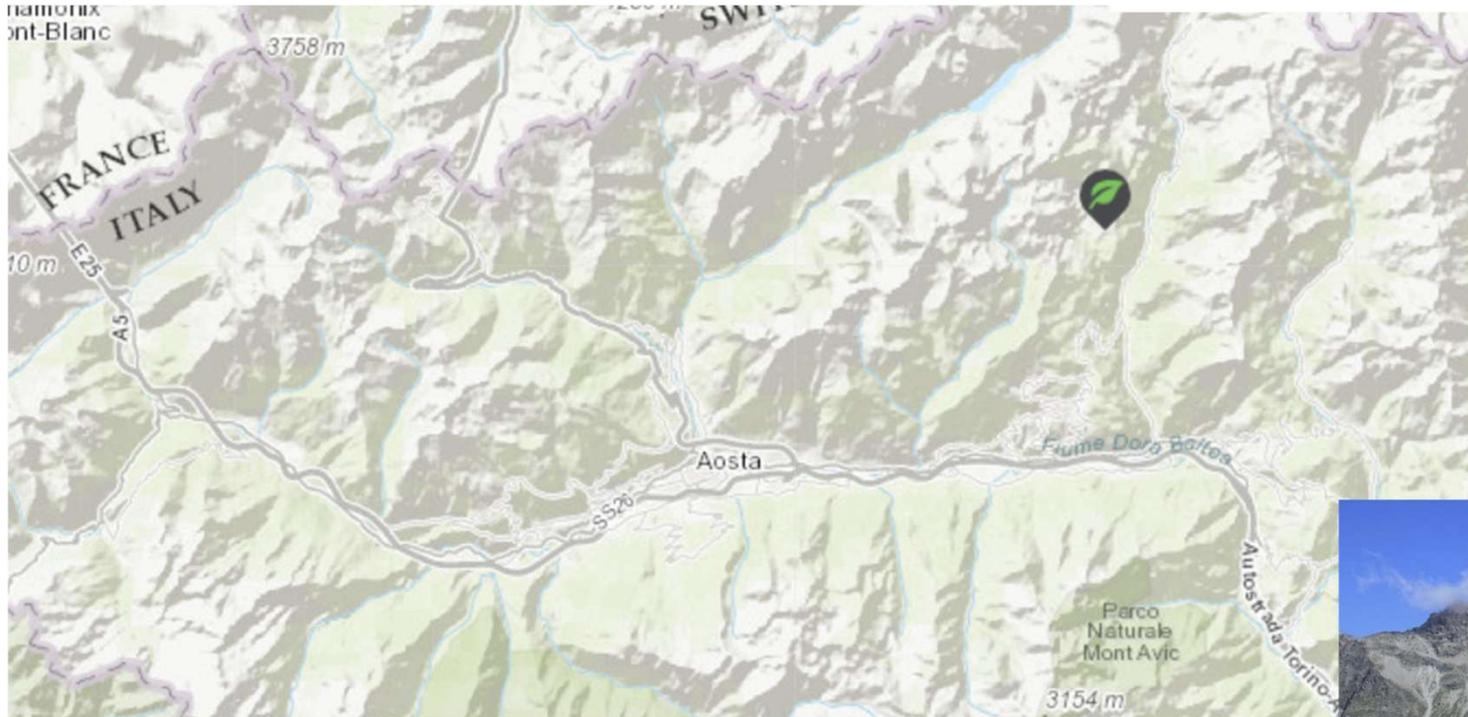
**1** praterie alpine

# RICOLONIZZAZIONE PASCOLI ALPINI

- analisi della dinamica in  $f(x)$  CC e delle variazioni di uso del suolo (abbandono)
- Sito pascolato fino ai primi anni 2000, attualmente in fase di ripopolamento
- velocità e intensità del processo



## IT-Tor Associated ICOS Ecosystem Station

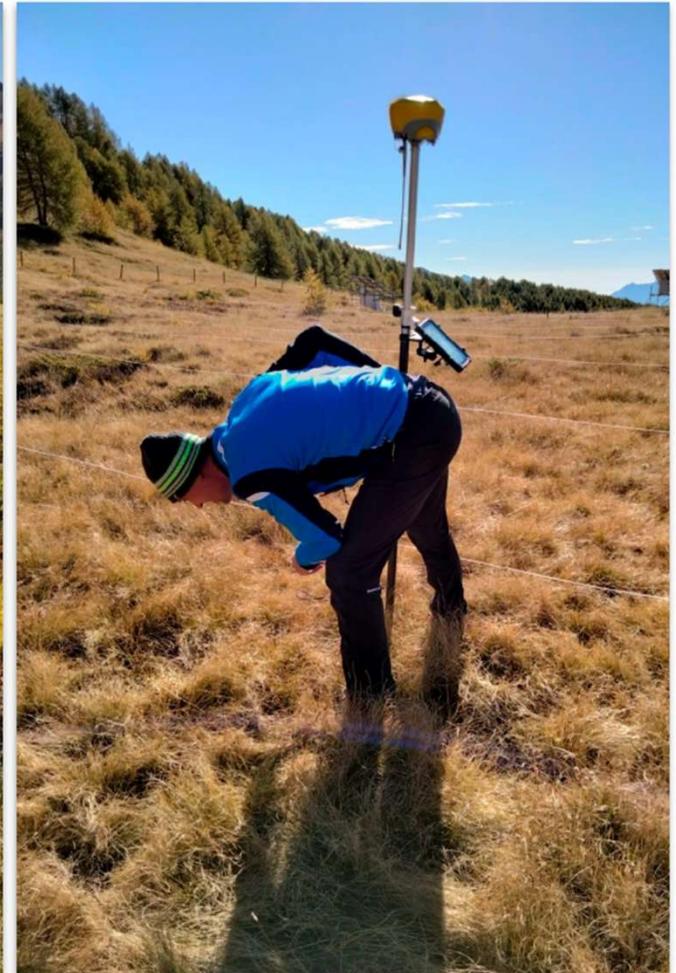


Circa 1,20 ha

# RICOLONIZZAZIONE PASCOLI ALPINI

- analisi della dinamica in f(x) CC e variazioni di uso del suolo

- Rilievo GPS → 5/6 GG (3/4 op) → ogni 3 anni Circa 1,20 ha



# RICOLONIZZAZIONE PASCOLI ALPINI

- Rilievo UAS → 30/45 min (1 op) → ogni anno



2012



2019



2023

Circa 1,20 ha

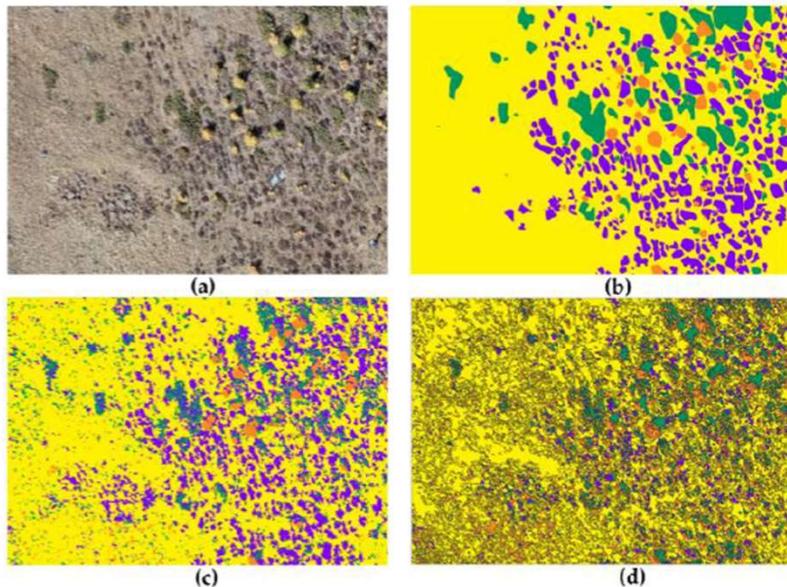
# RICOLONIZZAZIONE PASCOLI ALPINI

- strumenti di classificazione semi-automatica delle immagini per la perimetrazione e quantificazione delle diverse essenze vegetali

 *remote sensing*

Article  
**Using UAV Imagery to Detect and Map Woody Species Encroachment in a Subalpine Grassland: Advantages and Limits**

Ludovica Oddi <sup>1,\*</sup>, Edoardo Cremonese <sup>2</sup>, Lorenzo Ascari <sup>1</sup>, Gianluca Filippa <sup>2</sup>, Marta Galvagno <sup>2</sup>, Davide Serafino <sup>1</sup> and Umberto Morra di Cella <sup>2</sup>



September 2019



**Figure 6.** Same portion of the original high-resolution (1 cm) image (a) and of the most accurate classification maps obtained through photo-interpretation (b), pixel-based classification (c) and object-based classification (d).

# RICOLONIZZAZIONE PASCOLI ALPINI

- analisi della dinamica in  $f(x)$  CC e variazioni di uso del suolo
- supporto alla modellistica di distribuzione e CAL/VAL classificazione immagini satellitari

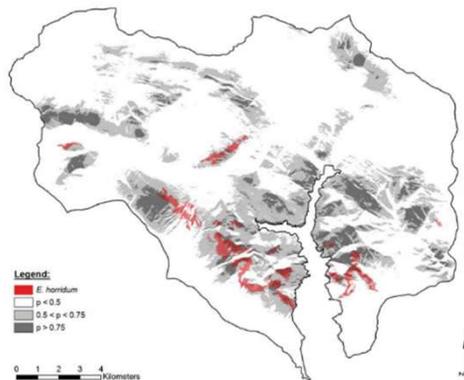


Figure 2. Potential distribution map of *E. horridum* obtained by the GLM model with the representation of two probability: in light-grey for  $0.5 < P < 0.75$  and in dark-grey for  $0.75 < P$ . The *E. horridum* distribution for 2003 is represented in red.

*Echinospartum horridum* (Ginestrone spinoso) - infestante

(Pirenei spagnoli)

Parco Naturale Ordesa y Monte Perdido in collaborazione col **Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi** di UniTO

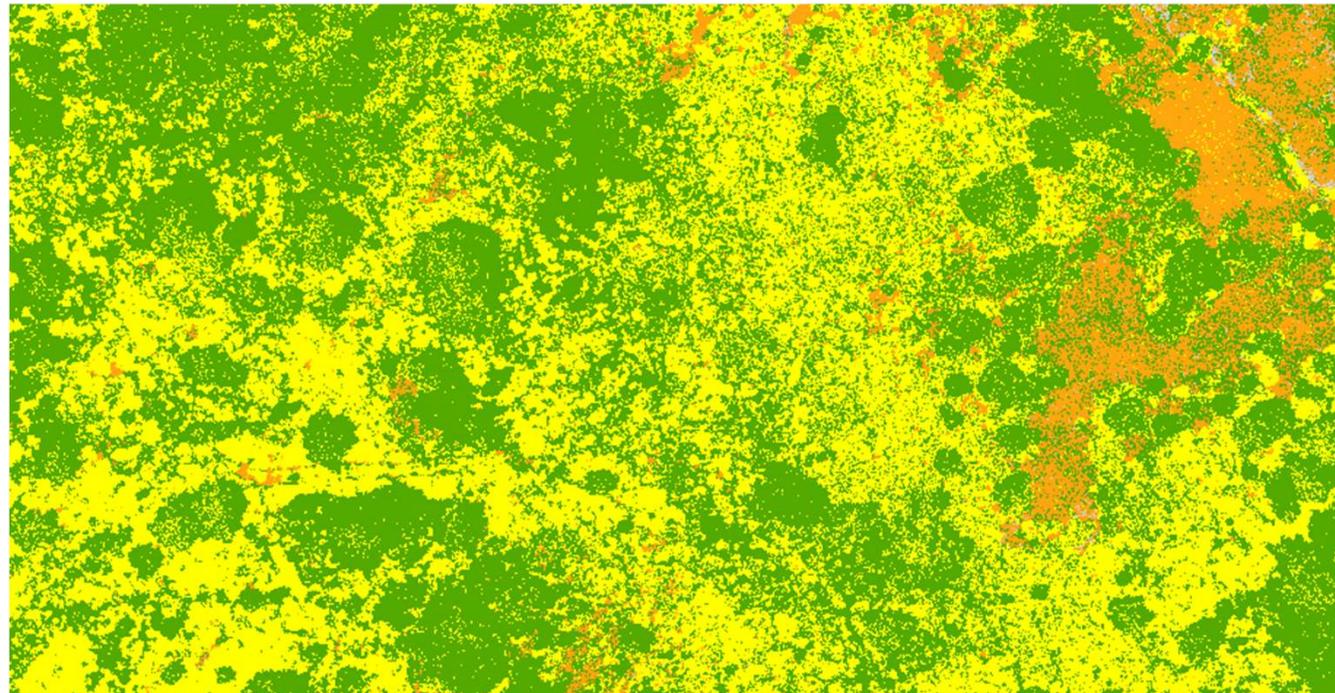
# RICOLONIZZAZIONE PASCOLI ALPINI



Ortomosaico RGB  
3 cm/px

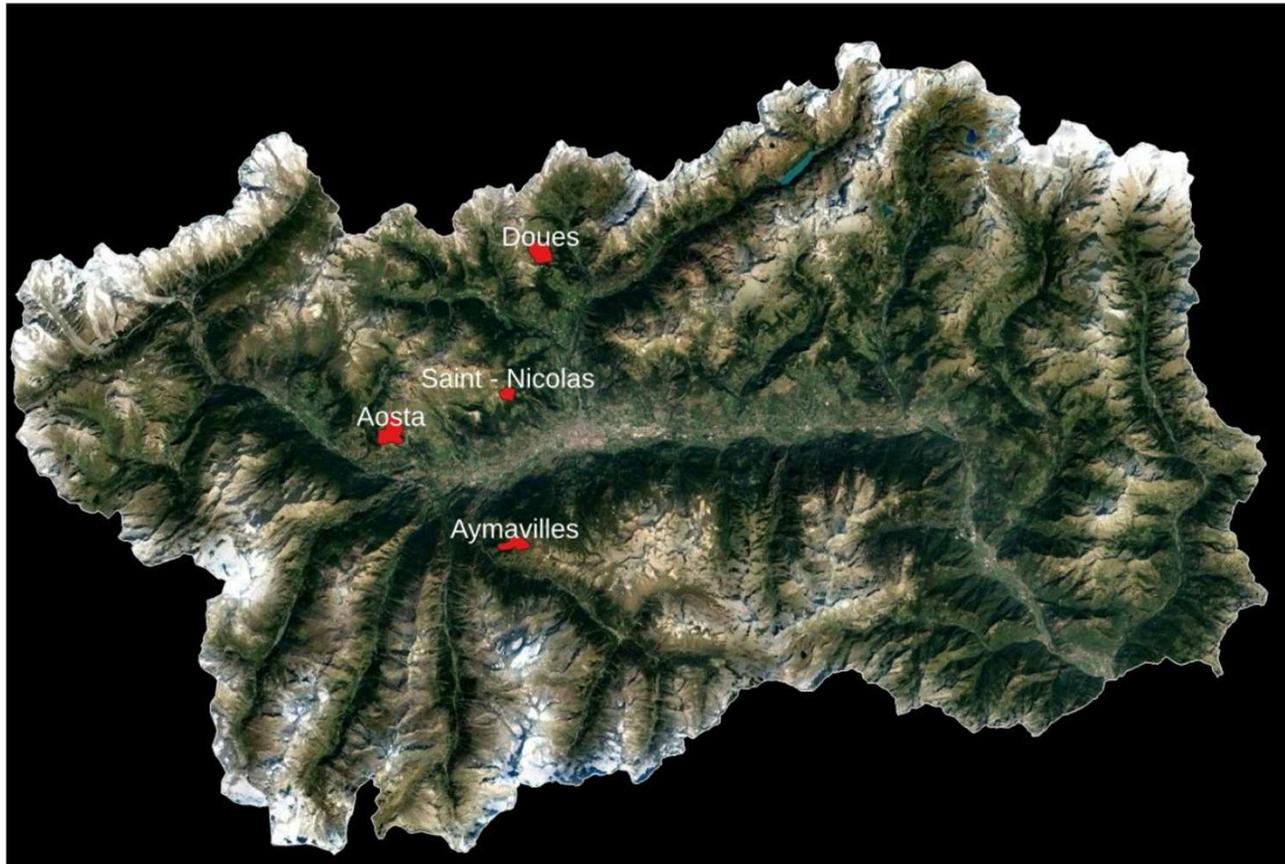
Tool di  
classificazione  
semiautomatica

Perimetrazione e  
quantificazione delle aree  
interessate da essenza  
infestante



# MIGLIORAMENTO MAPPATURA AREE ARBUSTIVE e ERBACEE

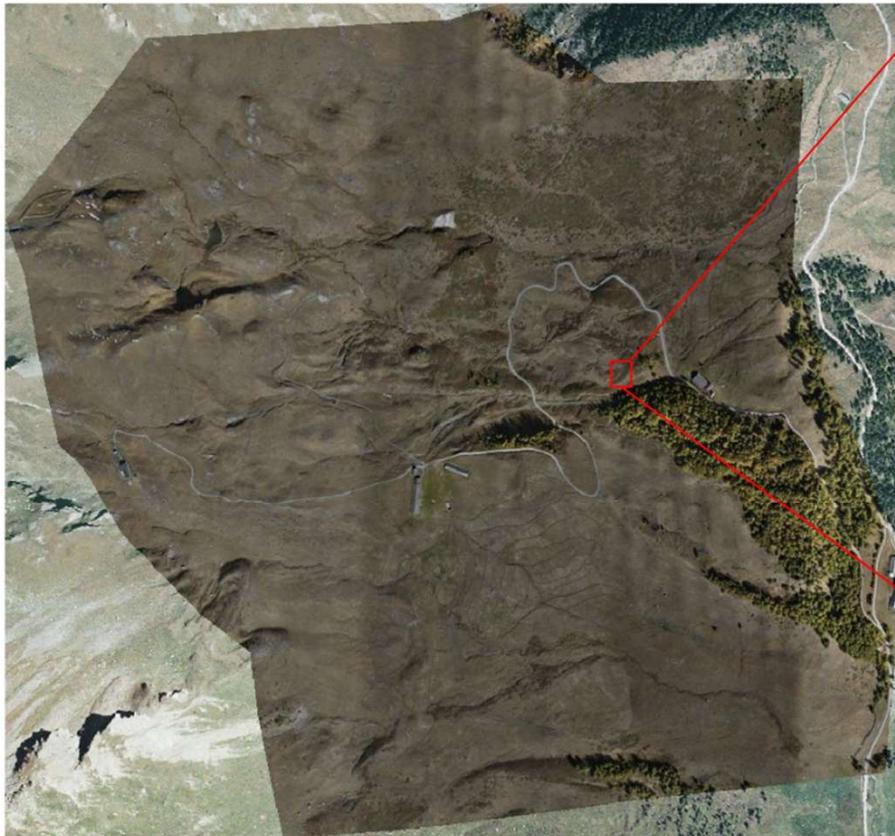
- supporto a Ass. Agricoltura per fascicoli AGEA (dichiarazione superfici pascolate) e miglioramento della mappatura delle aree destinate a PLT (Pratiche Locali Tradizionali)
- rilievi APR utilizzati per VAL mappa pascoli & mappa arbusti da immagini del Programma Copernicus (Sentinel2) e analizzare le fonti di errore nei fascicoli (particelle)



# MIGLIORAMENTO MAPPATURA AREE ARBUSTIVE e ERBACEE

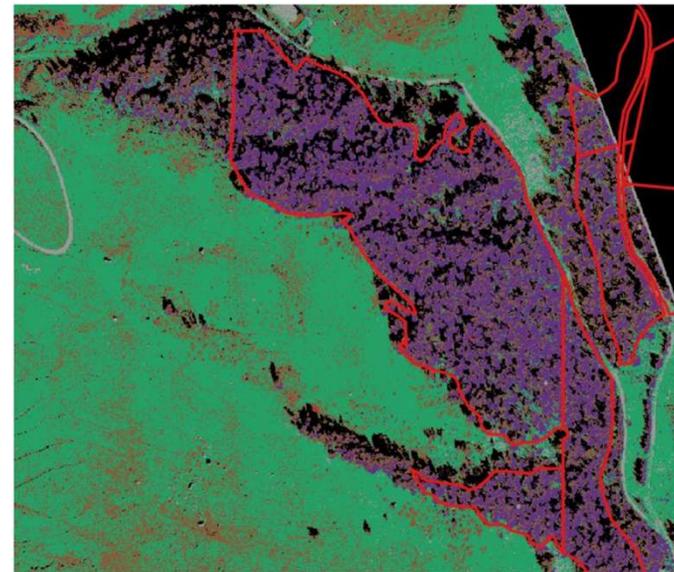
- rilievi APR

Doues



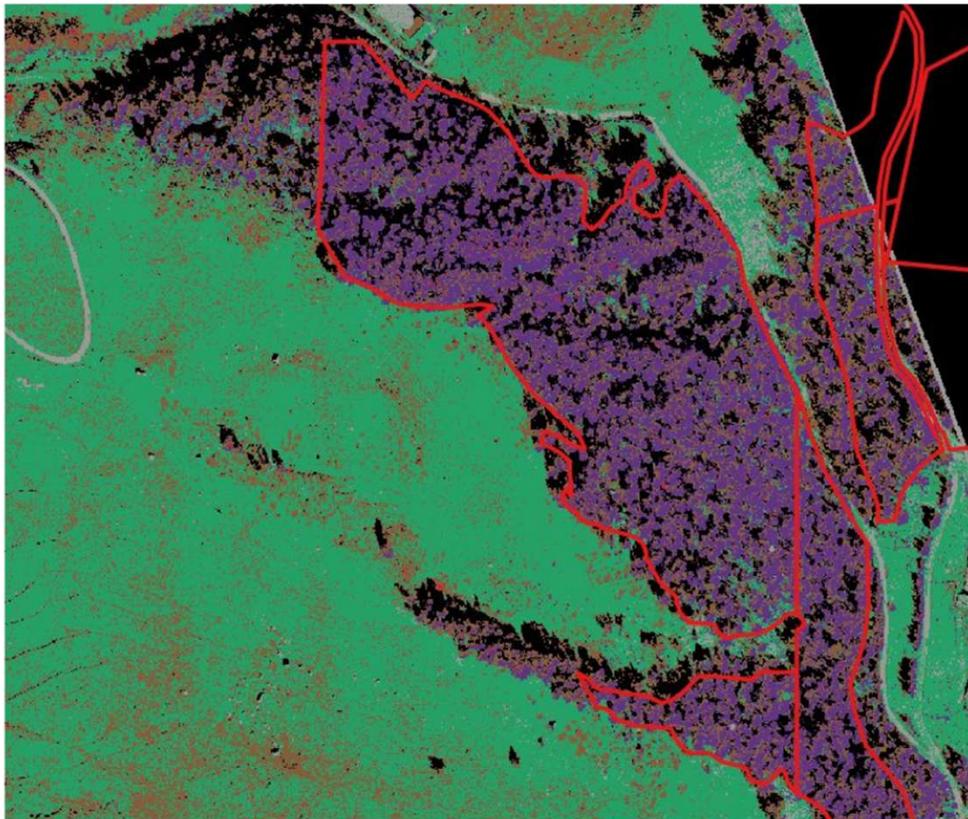
# MIGLIORAMENTO MAPPATURA AREE ARBUSTIVE e ERBACEE

- supporto a Ass. Agricoltura per fascicoli AGEA (dichiarazione superfici pascolate) e miglioramento della mappatura delle aree destinate a PLT
- rilievi APR utilizzati per VAL mappa pascoli, mappa arbusti da immagini Sentinel2 e analizzare le fonti di errore nei fascicoli (particelle)



# MIGLIORAMENTO MAPPATURA AREE ARBUSTIVE e ERBACEE

- supporto a Ass. Agricoltura per fascicoli AGEA (dichiarazione superfici pascolate) e miglioramento della mappatura delle aree destinate a PLT
- rilievi APR utilizzati per VAL mappa pascoli, mappa arbusti da immagini Sentinel2 e analizzare le fonti di errore nei fascicoli (particelle)



analisi scala regionale A.1		analisi dettaglio UAV A.2	
SAU dich [ha]	1.6		
SAU eff [ha]	0.3		
grass [%]	7.41	grass [%]	3.1
TCD media [%]	69	tree [%]	74
TCD var [%]	14	shrubs [%]	21.4

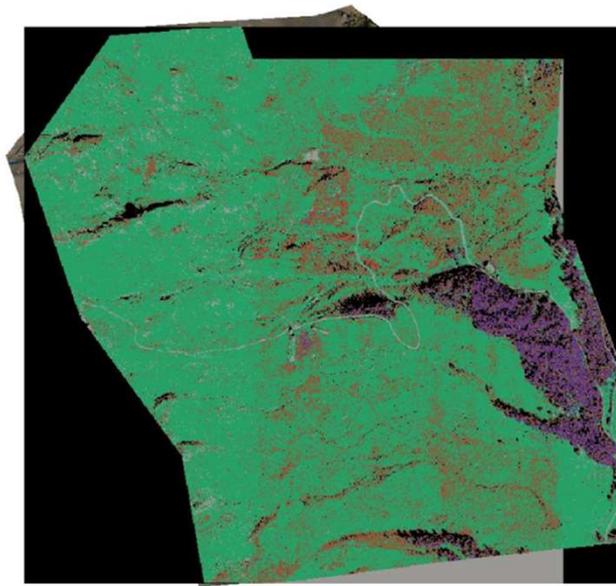
# MIGLIORAMENTO MAPPATURA AREE ARBUSTIVE e ERBACEE

- supporto a Ass. Agricoltura per fascicoli AGEA (dichiarazione superfici pascolate) e miglioramento della mappatura delle aree destinate a PLT
- rilievi APR utilizzati per VAL mappa pascoli, mappa arbusti da immagini Sentinel2 e analizzare le fonti di errore nei fascicoli (particelle)

rilievo UAV



classificazione UAV 25 cm



mappa prato-pascoli



# 1 praterie alpine

- supporto alle strutture competenti nel miglioramento degli strati informativi disponibili per gestione della risorsa pascoliva (contributi AGEA, finanziamenti PSR, ...)
- analisi dinamiche della vegetazione di montagna (abbandono)
- miglioramento mappe derivate da satellite
- attività di ricerca
- ....



2  
foreste

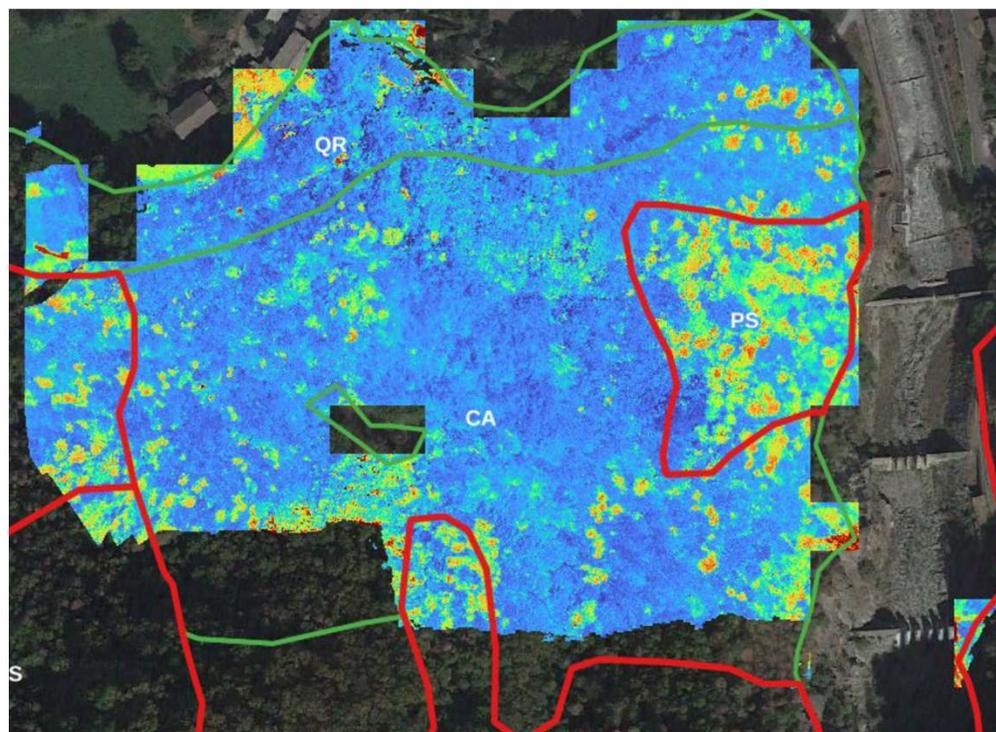
# MONITORAGGIO FENOMENI DI DEPERIMENTO



Value	Legend
SP	Formazioni legnose riparie
RB	Robineti
QR	Querceti di roverella
QV	Querceti di rovere
CA	Castagneti
PS	Pinete di pino silvestre
BS	Boscaglie pioniere e d'invasione
AN	Alneti planiziali e montani
AF	Acero-tiglio-frassineti
FA	Faggete
AB	Abetine
PE	Peccete
PN	Pinete di pino uncinato
LC	Lariceti e cembrete
OV	Arbusteti subalpini
AS	Arbusteti planiziali, collinari e montani
RI	Rimboschimenti

# MONITORAGGIO FENOMENI DI DEPERIMENTO

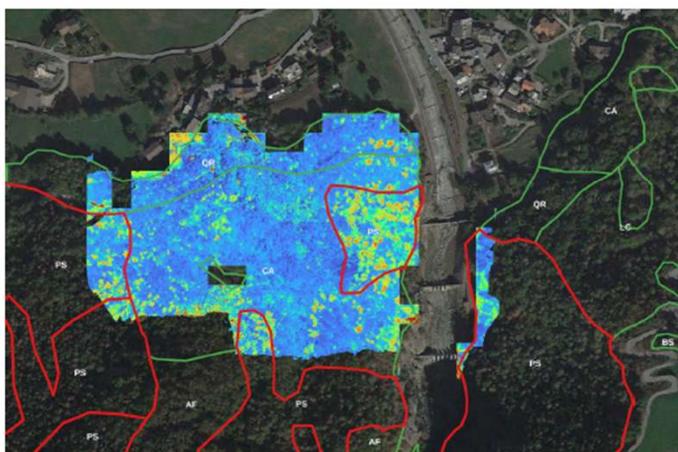
Pollein: NDVI giugno 2023



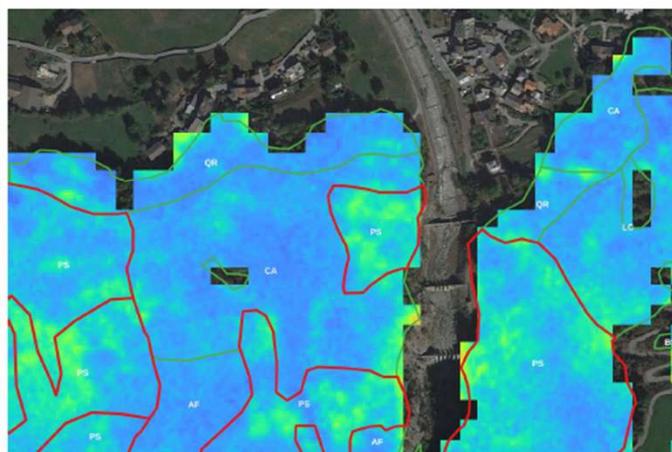
UAV (~ 5 cm)

planet (3 m)

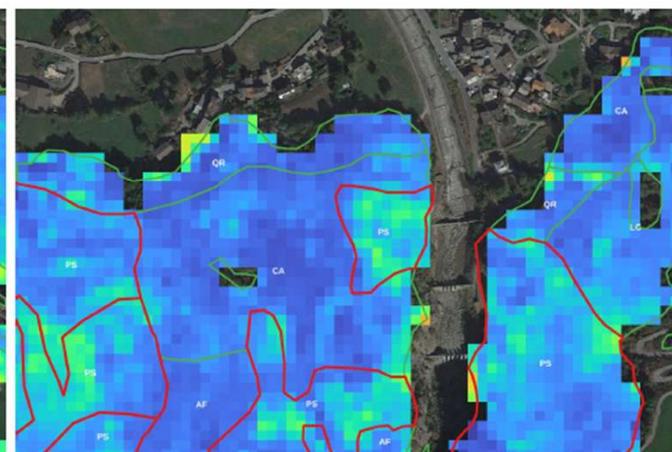
S2 (10m)



230624

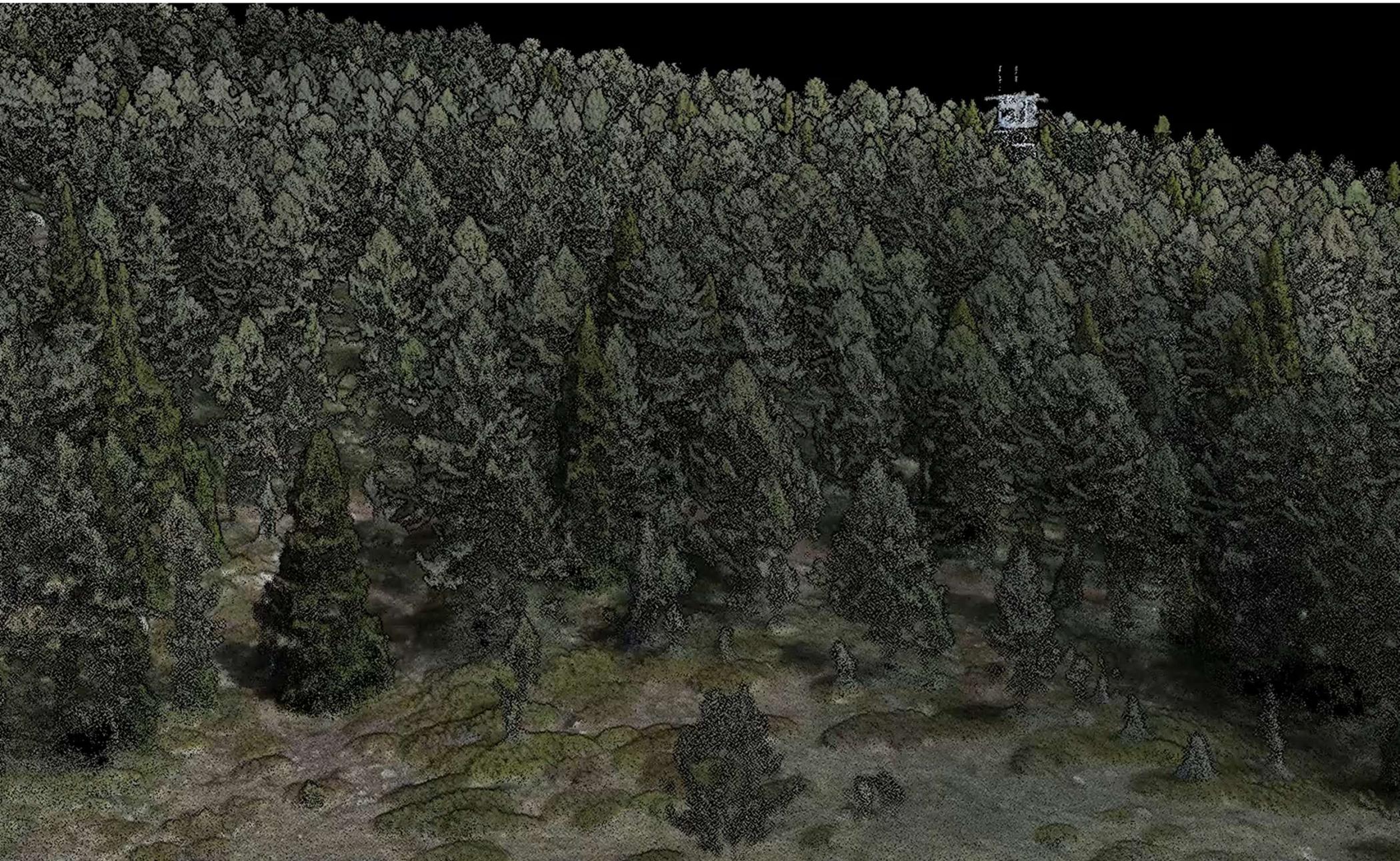


230615



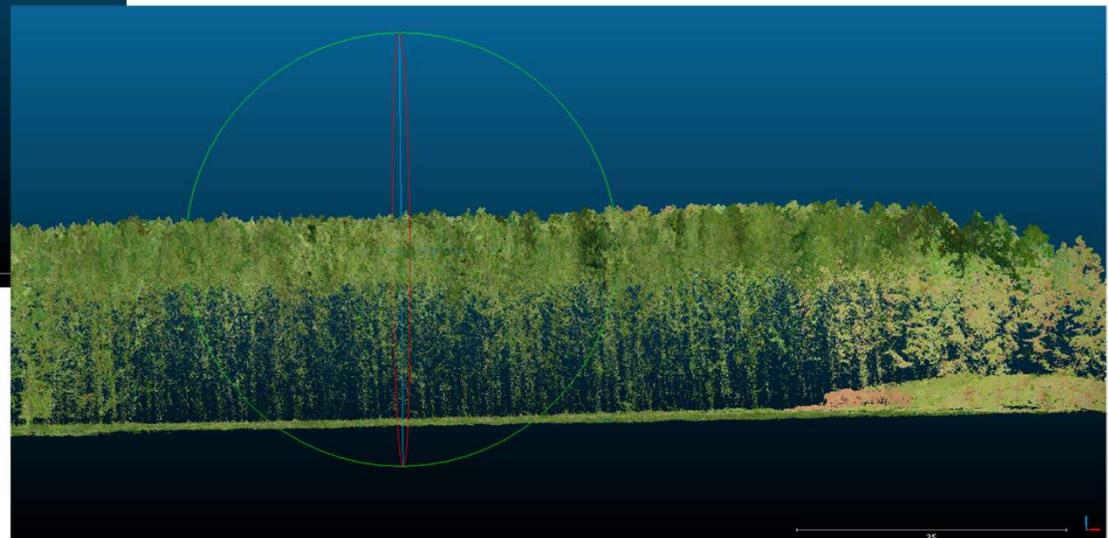
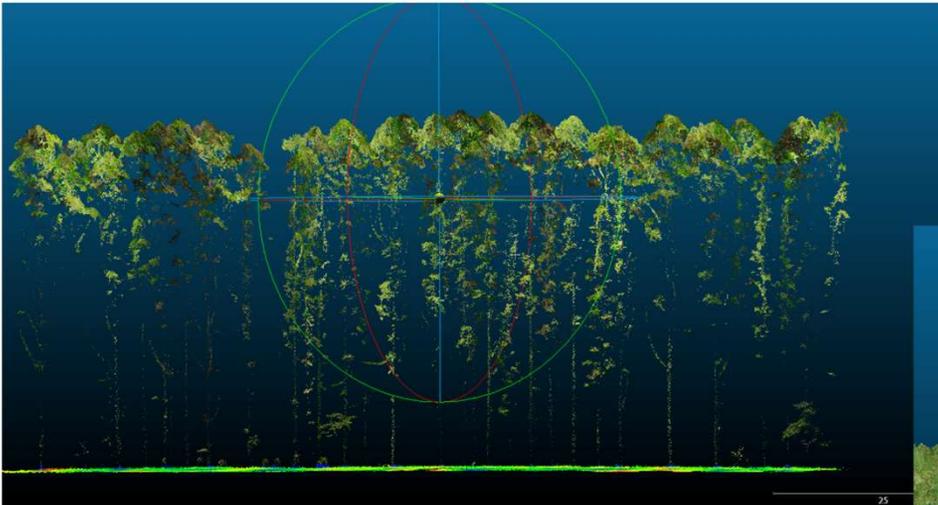
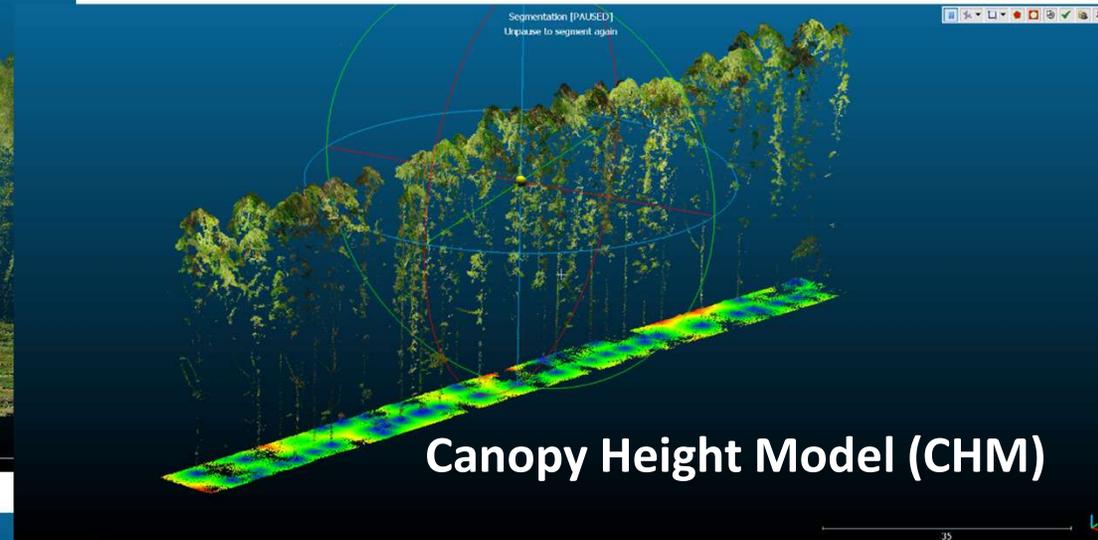
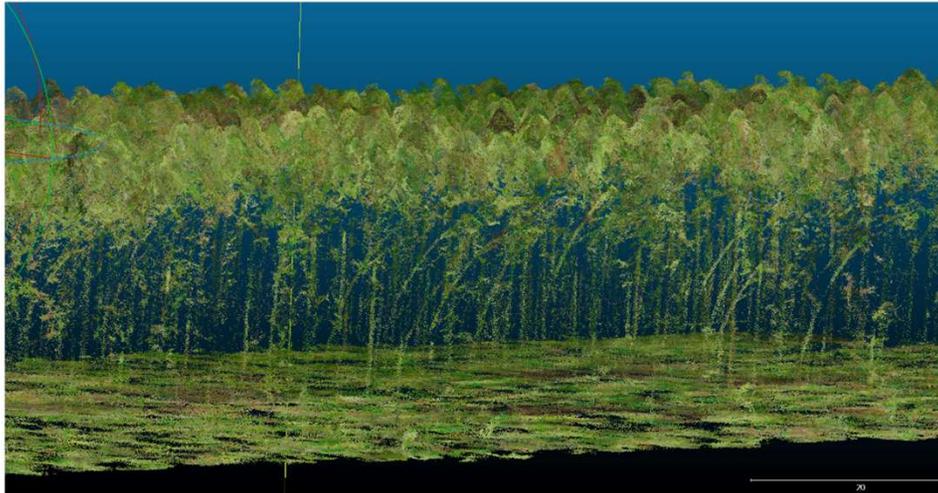
230623

# CARATTERIZZAZIONE VEGETAZIONE



# CARATTERIZZAZIONE VEGETAZIONE

## Mediante nuvole di punte LiDAR



# CARATTERIZZAZIONE VEGETAZIONE

Basic
Advanced
Expert
About

Normalize point cloud

Clean noise on dtm

Format of output tabular data

CSV  XLSX

Normalized height field name

Stripe Upper Limit  meters

Stripe Lower Limit  meters

Pruning Intensity  0-5



**3DFin**  
Forest inventory

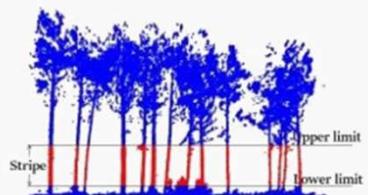
This program implements an algorithm to detect the trees present in a ground-based 3D point cloud from a forest plot, and compute individual tree parameters: tree height, tree location, diameters along the stem (including DBH), and stem axis.

It takes a .LAS/.LAZ file as input, which may contain extra fields (.LAS standard or not). Also, the input point cloud can come from terrestrial photogrammetry, TLS or mobile (e.g. hand-held) LS, a combination of those, and/or a combination of those with UAV-(LS or SfM), or ALS.

After all computations are done, it outputs several .LAS files containing resulting point clouds and a XLSX file storing tabular data. Optionally, tabular data may be output as text files instead of the Excel spreadsheet if preferred.

Further details may be found in next tabs and in the documentation.

**Stripe**



Region where one should expect mostly stems.

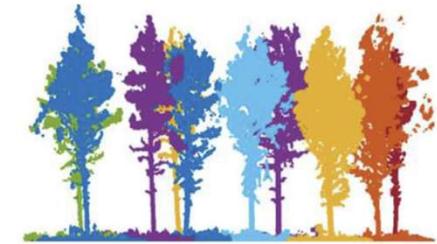
**Original cloud**



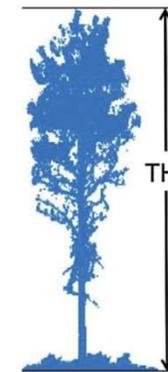
**Height-normalized cloud**



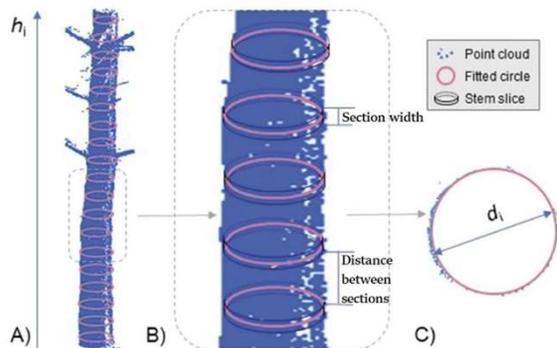
3DFin is able to normalize heights automatically, but also allows using already height-normalized point clouds.



*Trees individuation*



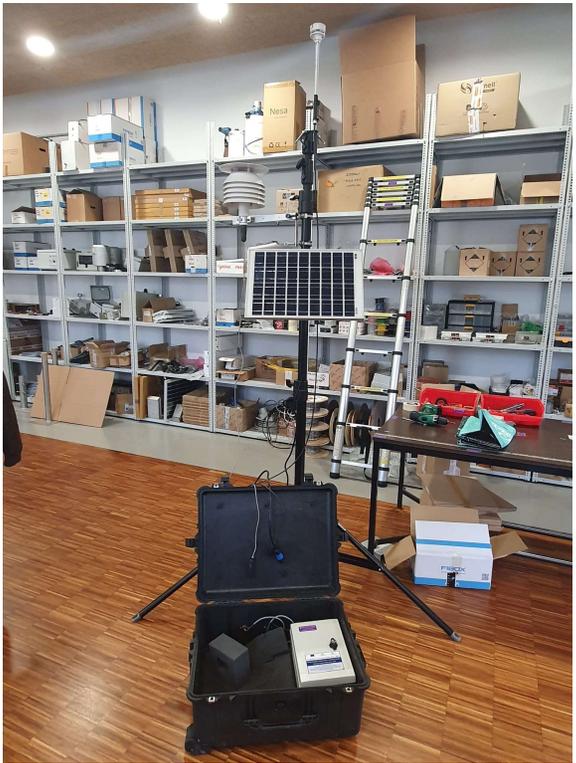
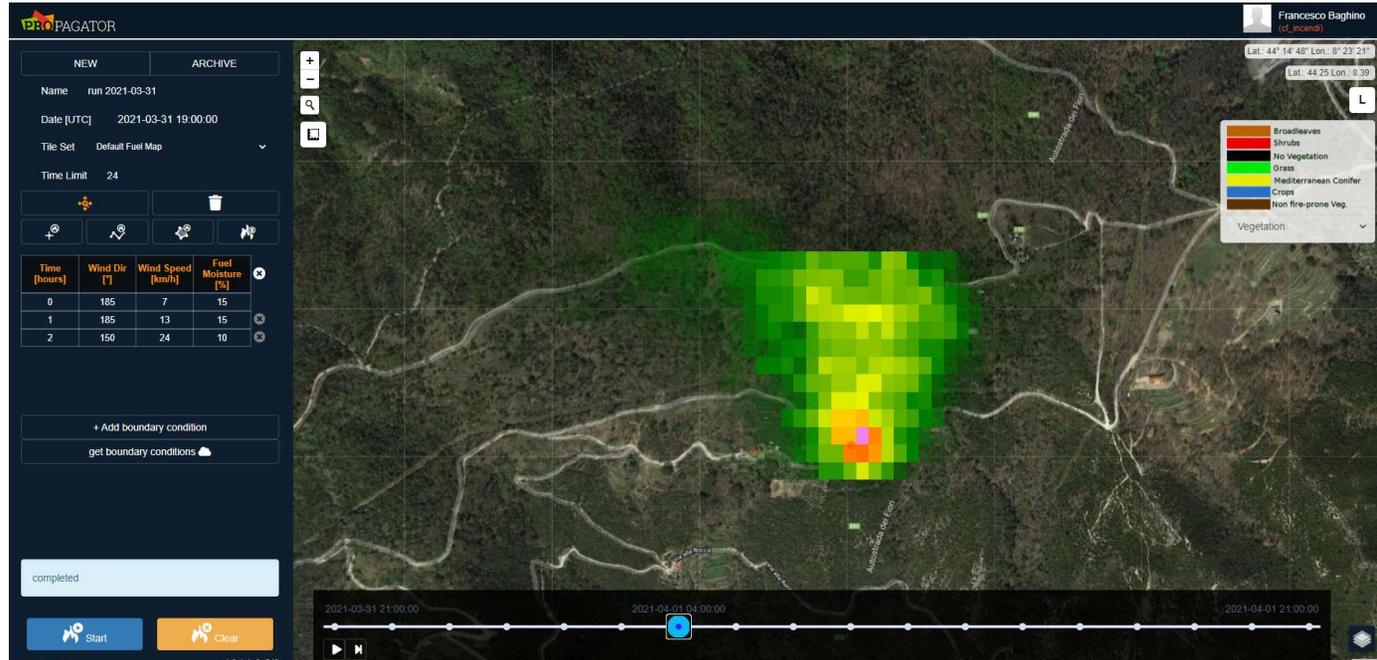
*Total trees high*



*Section along the stem*

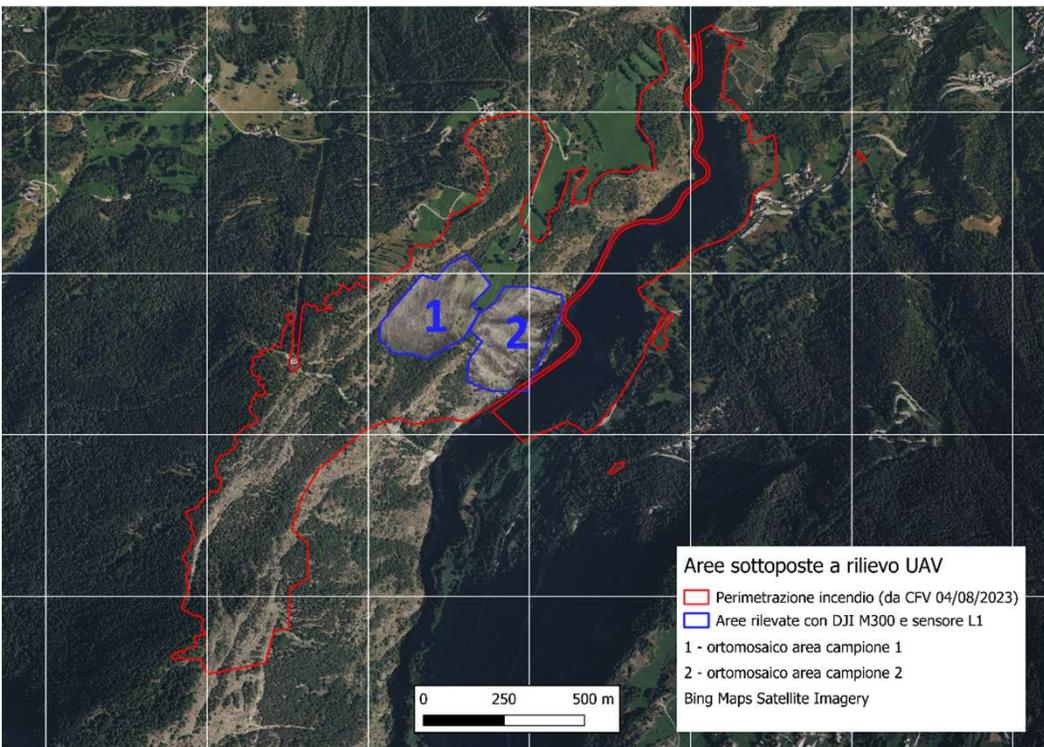
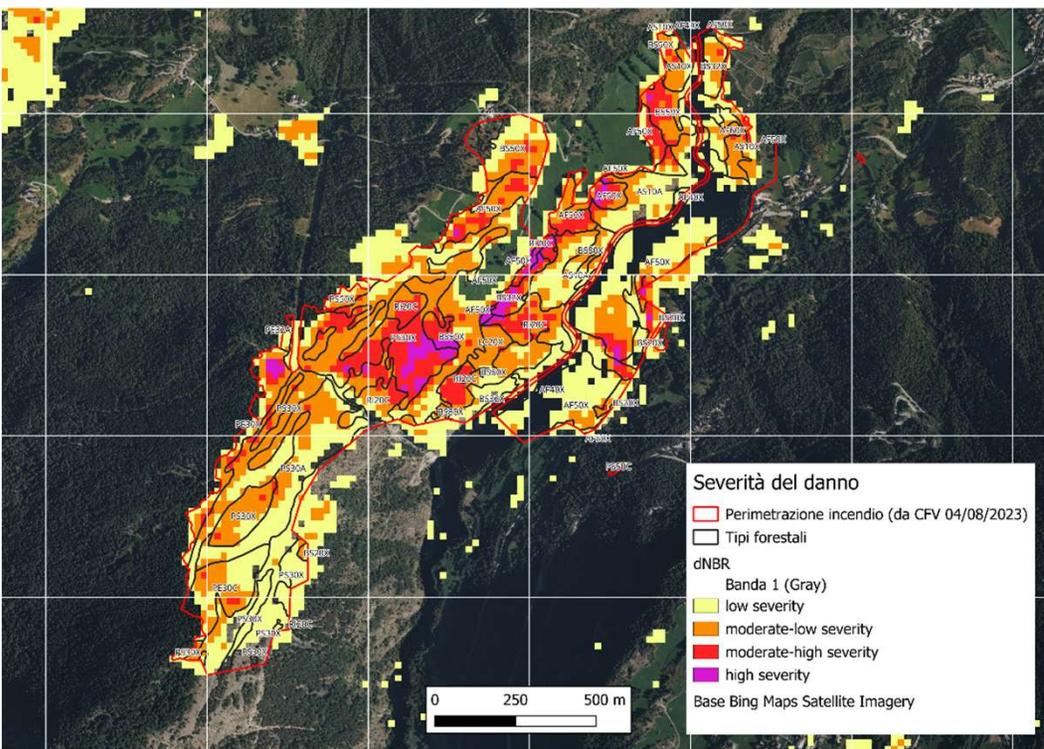
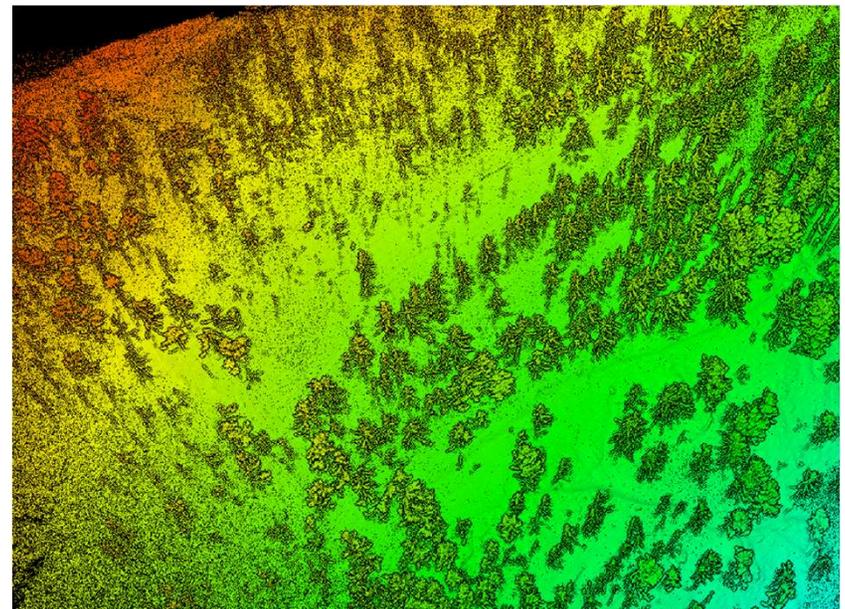


Supporto alla Direttore Operazioni Spegnimento  
 in corso di evento (sotto coordinamento di VVF)  
 + supporto con specifici strumenti tecnologici



## INCENDIO BOSCHIVO

Supporto all'analisi di evento, rischio residuo, supporto alla progettazione di interventi di ripristino



## 2 foreste

- supporto alle strutture competenti per lo sviluppo di metodologie di monitoraggio
- mappatura di fenomeni di deperimento per fitopatie
- valutazione impatto di danni biotici e abiotici
- caratterizzazione della vegetazione (struttura verticale e orizzontale, stima della biomassa, ...)
- attività di ricerca
- ....



# 3 Emergenze ambientali

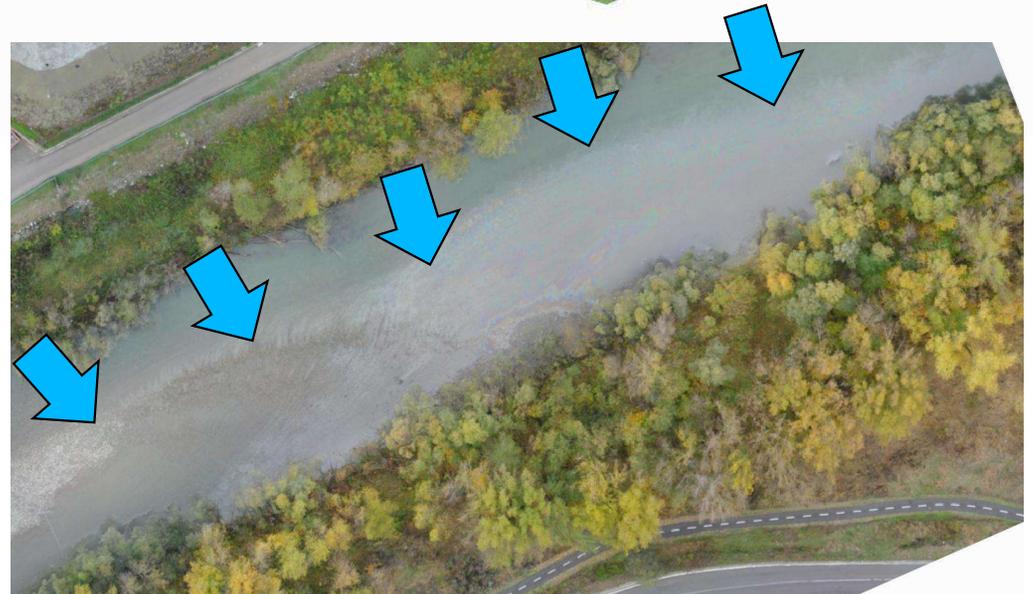
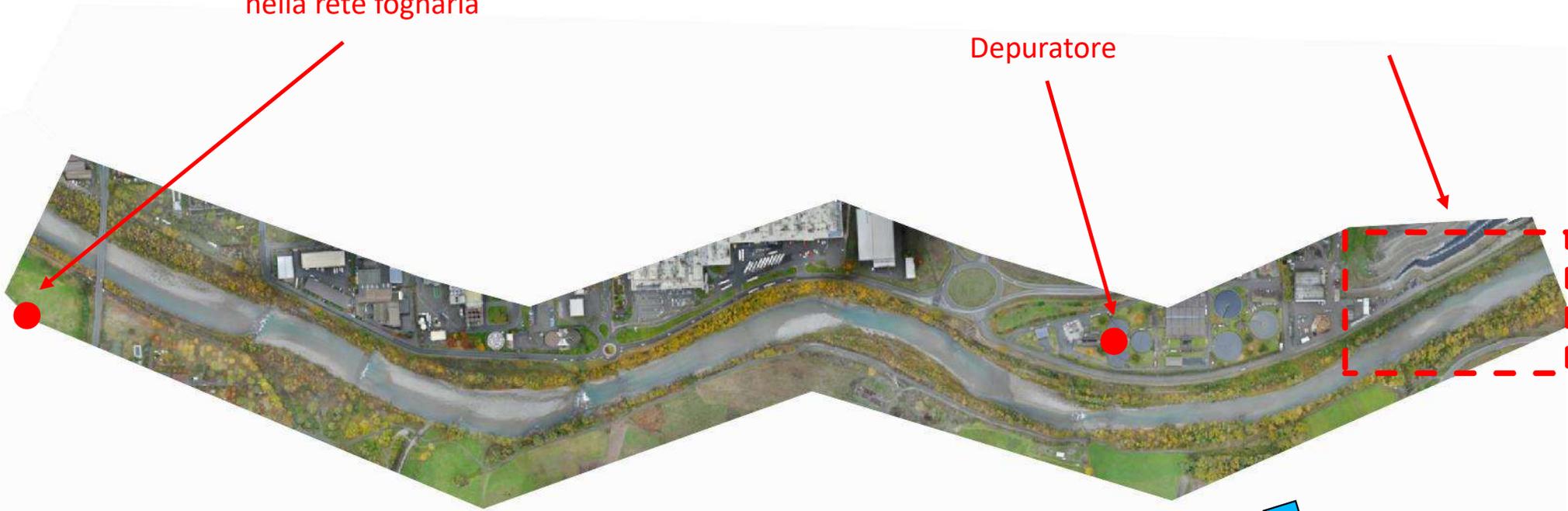
# SVERSAMENTO DI IDROCARBURI

Dora Baltea – 02/03 novembre 2018 (ispezione + ortomosaico HR RGB)

Origine dello sversamento e ingresso  
nella rete fognaria

Evidenza di idrocarburi in  
superficie

Depuratore



**3** Emergenze ambientali

# 3 Emergenze ambientali

- supporto alle strutture competenti per una rapida localizzazione e mappatura dell'evento
- Aiuto nell'individuazione e progettazione degli interventi di arginatura e successiva bonifica
- ....



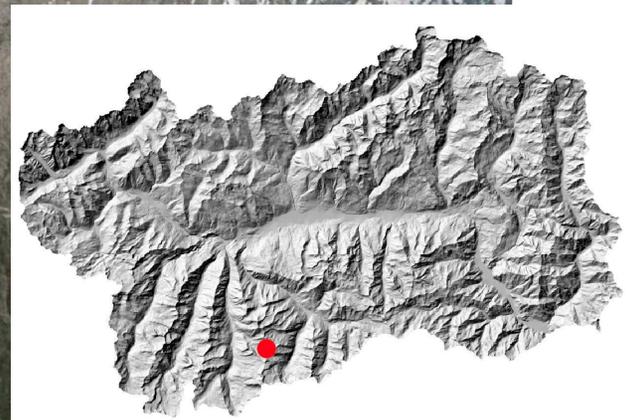
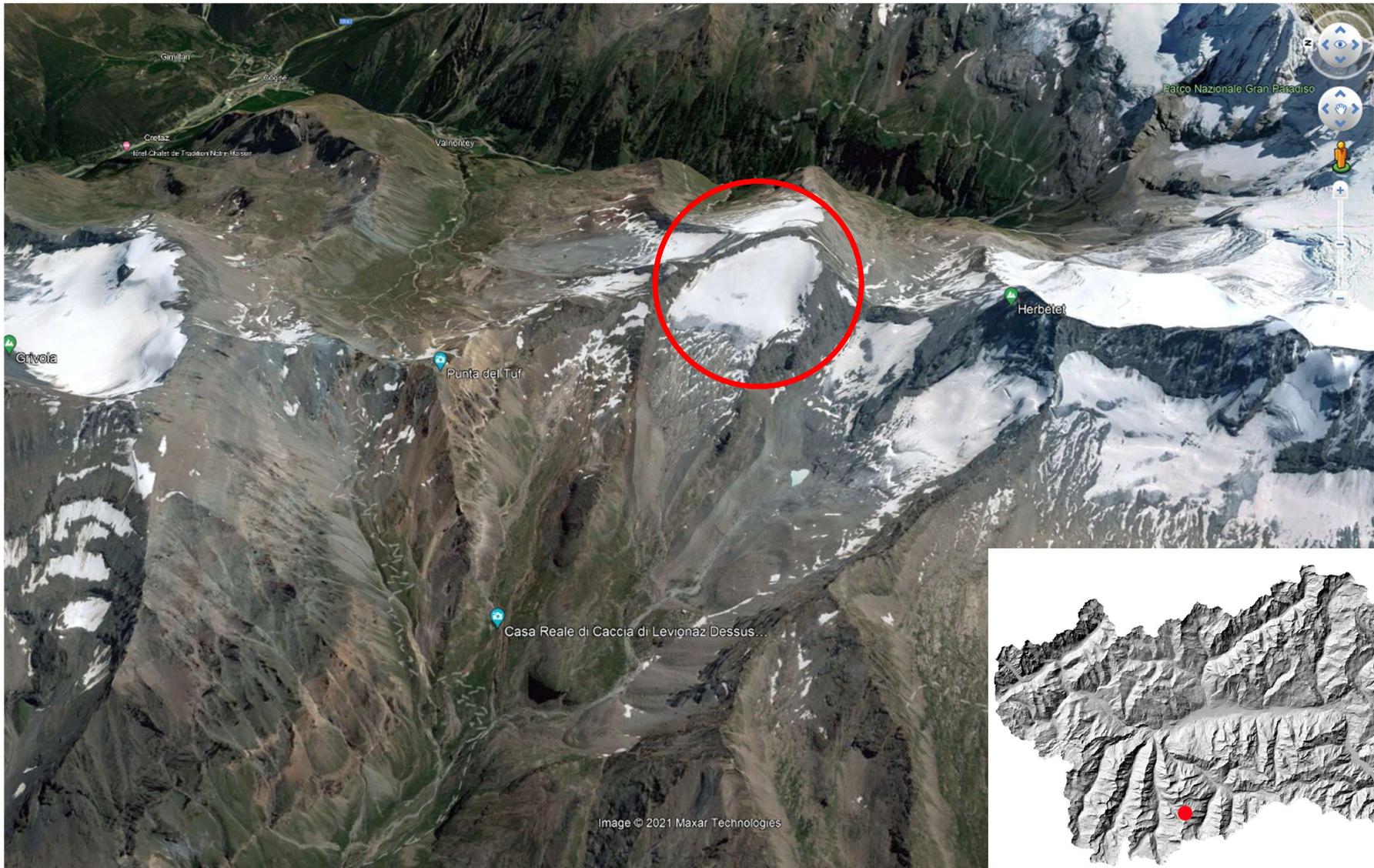
4 ghiacciai

# GHIACCIAIO di TIMORION

Gruppo del Gran Paradiso – Valsavaranche (AO)

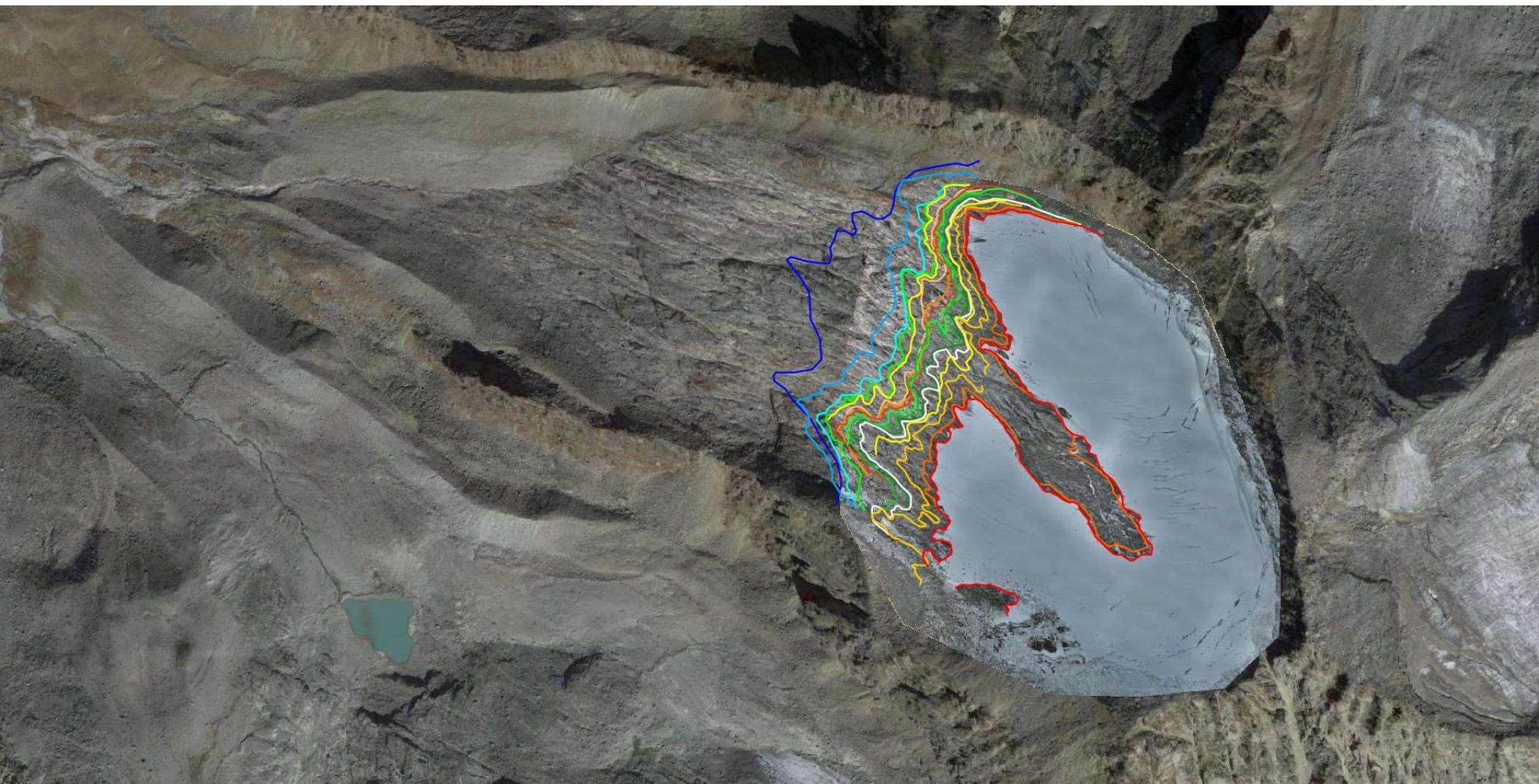
Quota (2023): 3.176 [3.107 (1991)] – 3.478 m

Esposizione: NW - Area (2023): 0,33 kmq

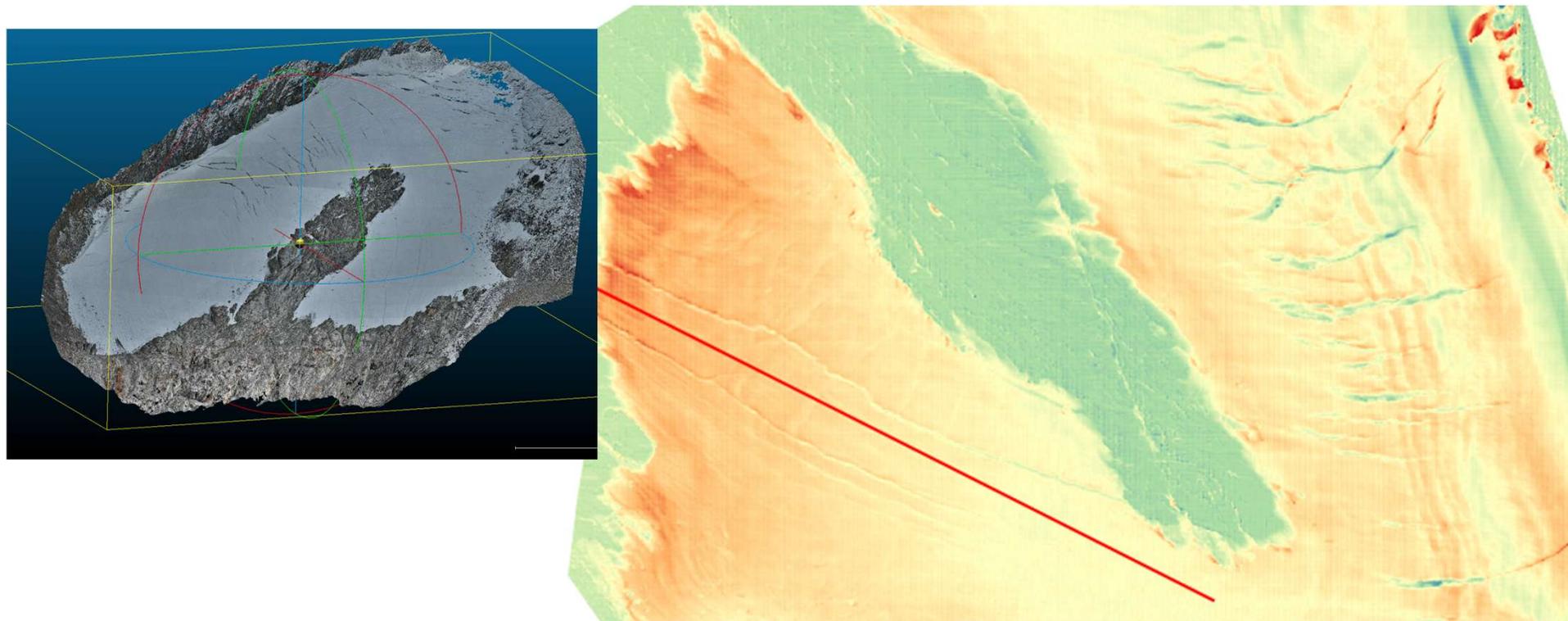


## Variazioni frontali

$\Delta$  fronte: 291 m in 33 anni  
arretramento medio: 8,8 m/anno  
arretramento 2022-23: 8 m (@110° da C.S.)

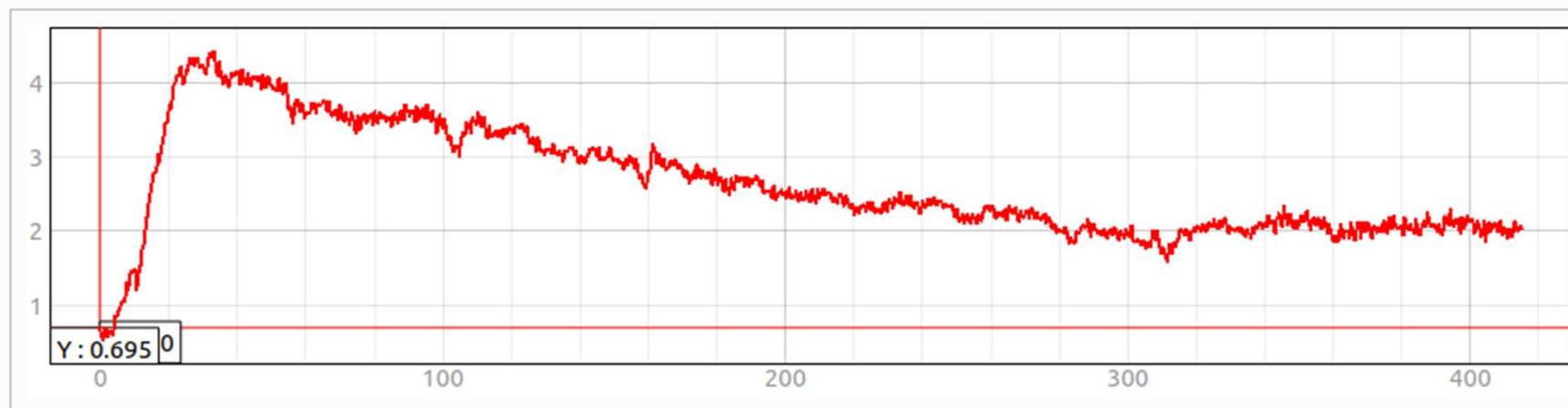


# Bilancio di massa dei ghiacciai e stima delle risorse idriche immagazzinate



Profile Tool

Profile Table Settings



# Modelli di collaborazione

## IL NUCLEO SAPR della Valle d'Aosta



# La rete dei Nuclei SAPR del SNPA



- HOME
- CHI SIAMO ▾
- CONSIGLIO SNPA ▾
- TEMI ▾
- DATI ▾
- PUBBLICAZIONI ▾
- TERRITORI ▾
- COMUNICAZIONE ▾
- EVENTI ▾
- URP E PARTECIPAZIONE ▾
- RICERCA AVANZATA ▾



**Droni Snpa per il monitoraggio ambientale**

# La rete UAS dei Centri di Competenza del DPC (EX.LOMB.EST2023)



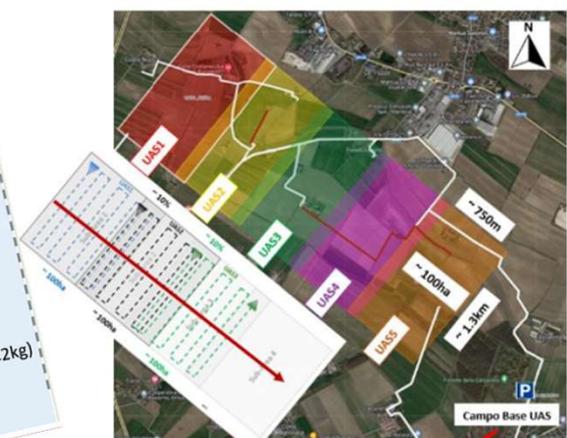
**EUCENTRE**  
FOR YOUR SAFETY



**TE-1: EXE 1 (mar 10 Ott)**  
rilievo con UAS omogenei - no RTK

1. INGV (PISA): Ph4 Pro
2. CNR: Ph4 Pro v2 / mavic 2
3. Arpa Cal: Mavic 2EA
4. CIMA: Mavic Enterprise 2
5. ARPA VDA: Ph 4 Pro

Sc. operativo: circa A2 (MTOM <2kg)  
Vel > 5 m/s (10m/s)  
Buffer 50m



ALIAS per comunicazioni radio: **CAMPO BASE**

# Grazie per l'attenzione

**Federico Grosso**

ARPA Valle d'Aosta – A.O. Sostenibilità Ambientale e Cambiamenti Climatici

Nucleo SAPR ARPA Valle d'Aosta

[f.grosso@arpa.vda.it](mailto:f.grosso@arpa.vda.it)

