



Esperienze Copernicus in Valle d'Aosta

Umberto Morra di Cella, Giovanni Agnesod

E. Cremonese, M. Isabellon, S. Gabellani (*), P. Fiorucci (*)

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Valle d'Aosta

(*) Fondazione CIMA – Centro internazionale in monitoraggio ambientale

Workshop del Forum Nazionale degli Utenti Copernicus

Monitoraggi e controlli ambientali

18 ottobre 2018 - Roma



- Premessa
- Copernicus in ARPA VdA:
 - idrologia
 - ghiacciai
 - vegetazione/ecosistemi
 - incendi
- Ground Motion Service
- Conclusioni



... una **rivoluzione** nelle attività di monitoraggio della nostra Agenzia ...



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni



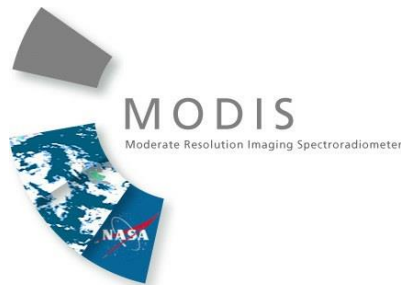
- elevata **risoluzione temporale** → monitoraggio “giornaliero”
- alta **risoluzione spaziale** → capacità di osservare fenomeni di dettaglio
- elevata **risoluzione spettrale** → ampia gamma di applicazioni
- flusso di dati in continuo miglioramento: delay fra acquisizione e disponibilità delle immagini
- ampia comunità di utenti → ++ esperienze, ++ conoscenza
- prodotti e servizi supportati da ampia documentazione
- dato *free*

- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

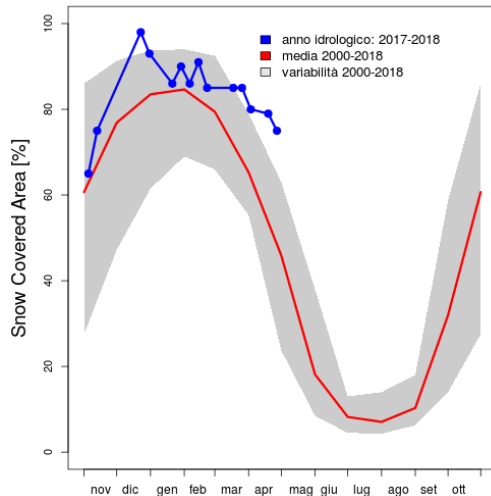


- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

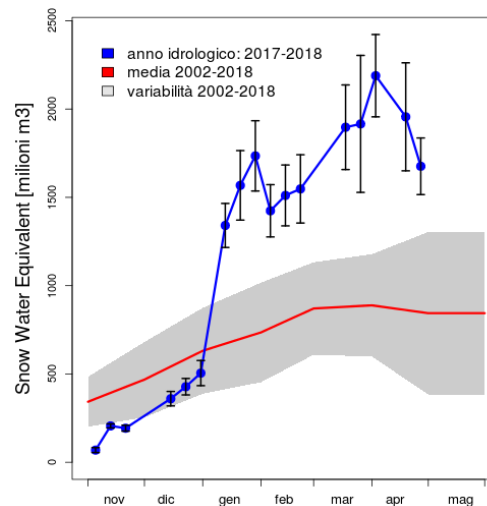
• **S2** → modellistica idrologica a scala regionale



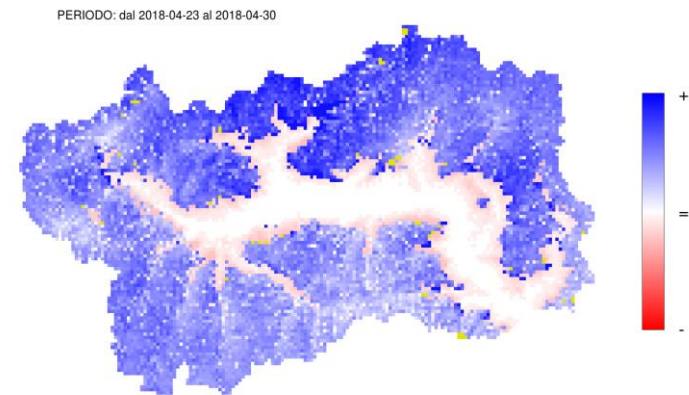
- ++ risoluzione geometrica (FSC)
- ++ risoluzione temporale



• **SCA**



• **SWE**



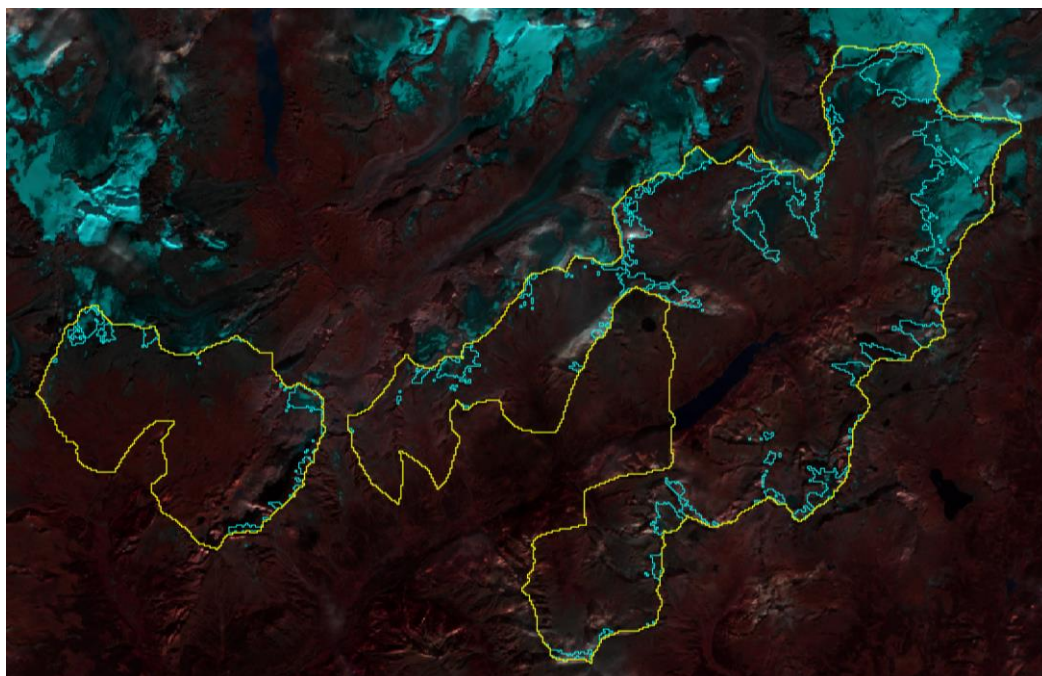
• **SWE anomaly**

- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

- **S2** → modellistica idrologica a scala locale (produzione idroelettrica)
 - mappatura ed evoluzione della copertura nevosa tramite classificazione di prodotti Sen2cor L2A (S2A e S2B – tiles T32TLR e T32TMR) – RGB 8 (11) – 4 - 3)
 - (in alternativa) mappa snow cover Theia MAJA CNES L2B products
 - confronto con neve modellata (GEOtop hydrological model): accumulo (inverno) e fusione (estiva)

- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

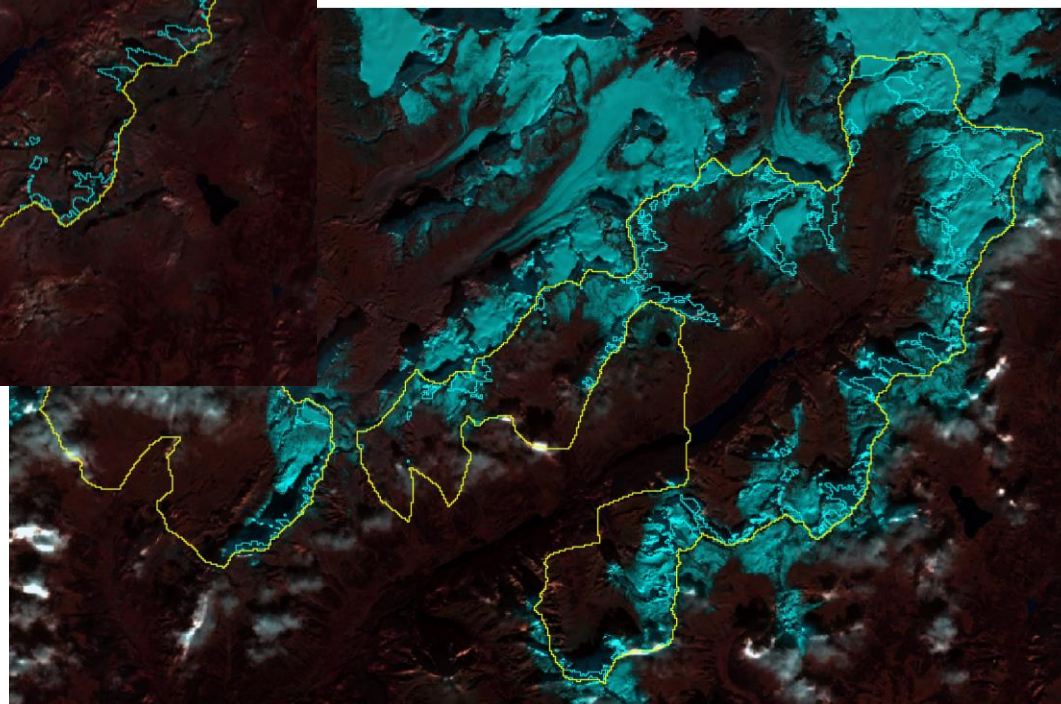
- **S2** → modellistica idrologica a scala locale (produzione idroelettrica)



20180922

Bacino Place Moulin (134 kmq)

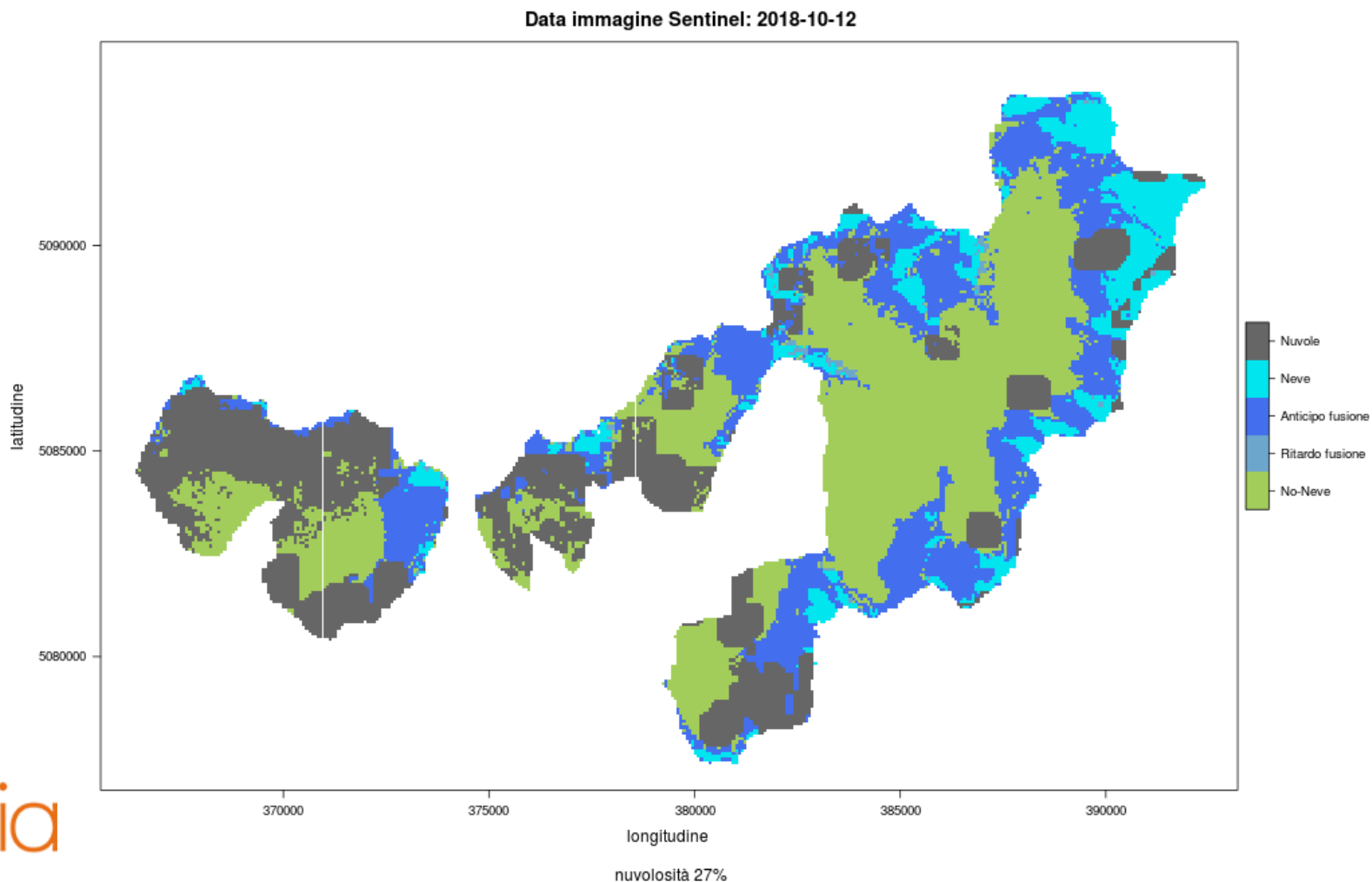
20181012



- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

- **S2** → modellistica idrologica a scala locale (produzione idroelettrica)

20181012

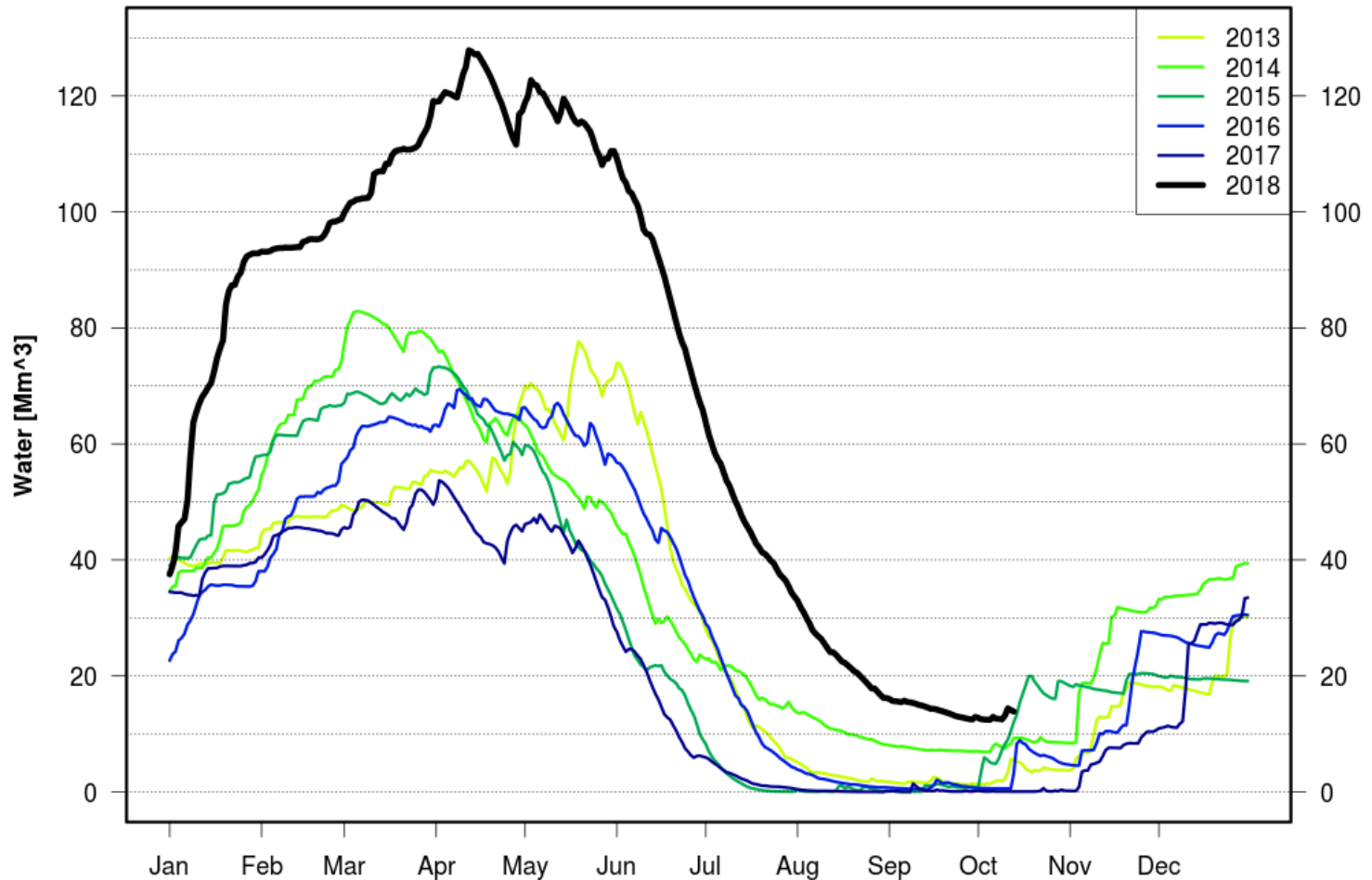


- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

- **S2** → modellistica idrologica

VP: evoluzione SWE (13/10/2018 23:00)

SWE resid. 10.8%



- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

• S2 → monitoraggio dei ghiacciai alpini

world glacier monitoring service

under the auspices of: ICSU (WDS), IUGG (IACS), UNEP, UNESCO, WMO



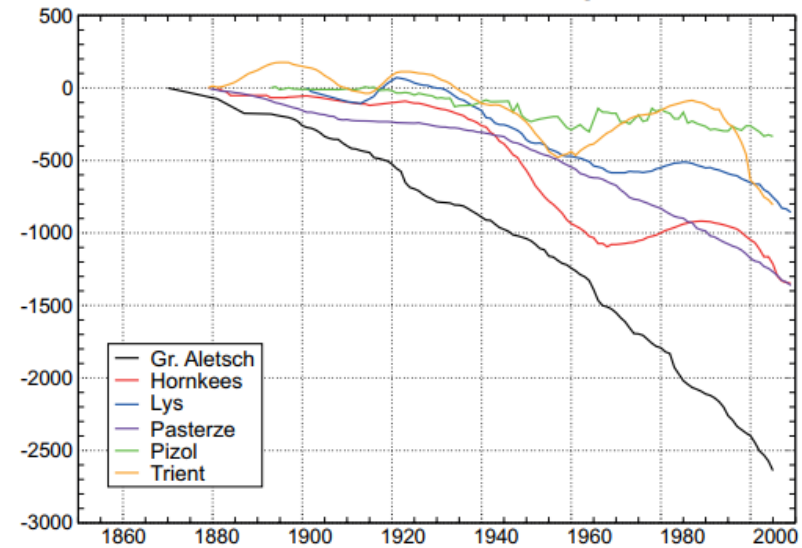
Gruppo montuoso Mountain group	Numero ghiacciai Nuovo Catasto Number of glaciers New Inventory	Numero ghiacciai Catasto CGI Number of glaciers - CGI Inventory	Area Nuovo Catasto (km ²) Cumulative area - New Inventory (km ²)	Area Catasto CGI (km ²) Cumulative area - CGI Inventory (km ²)	Variazione n' ghiacciai Change in number of glaciers	Variazione area (km ²) Area change (km ²)	Variazione area (%) Area change (%)
GRAN PARADISO	40	48	23.38	34.32	-8	-10.94	-32%
GRANDE SASSIERE-RUTOR	68	59	28.53	42.44	9	-13.91	-33%
MONTE BIANCO	31	31	36.82	41.15	0	-4.33	-11%
GRAND COMBIN	17	18	4.03	7.84	-1	-3.81	-48%
CERVINO	24	33	15.88	26.62	-9	-10.74	-40%
MONTE ROSA	12	15	25.09	28.54	-3	-3.45	-12%
TOTAL	192	204	133.73	180.91	-12	-47.18	-26%

Distribuzione, area e variazioni dei ghiacciai valdostani suddivisi per gruppi montuosi. Le variazioni prendono in considerazione l'intero campione, non solo i ghiacciai comuni ai due catasti
Area and changes affecting the Aosta Valley glaciers sorted according to the mountain groups where they are located (the whole sample is considered, not only the glaciers common to the two records of data)

• variazioni delle superfici glaciali e mappatura (catasti)

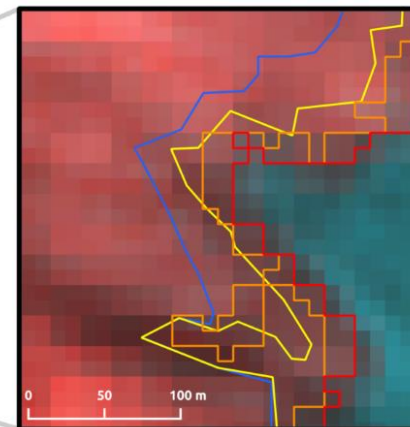
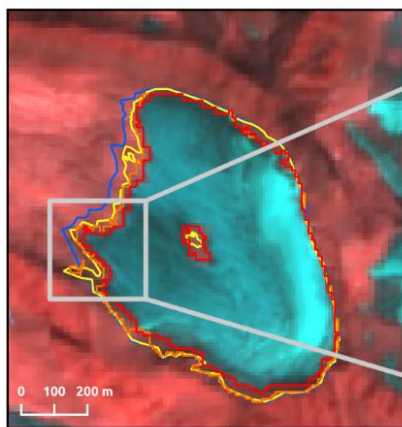
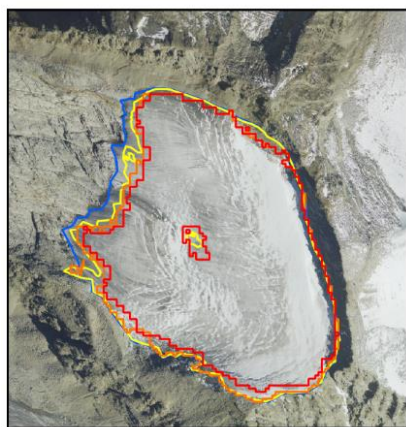
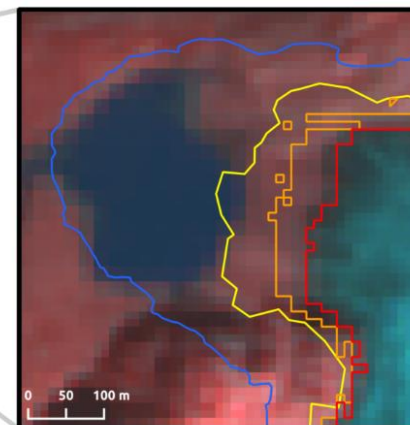
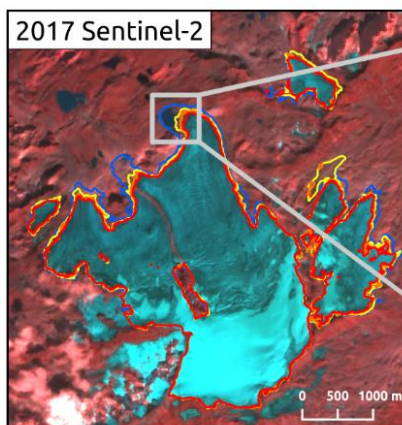
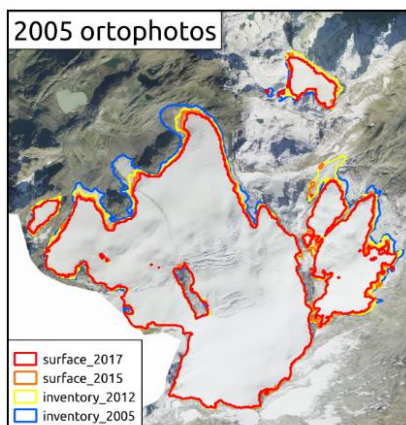
• evoluzione delle fronti glaciali

11 Central Europe



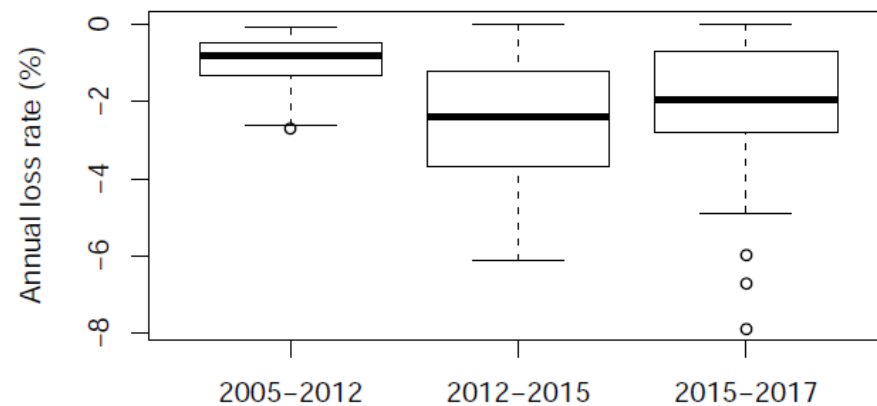
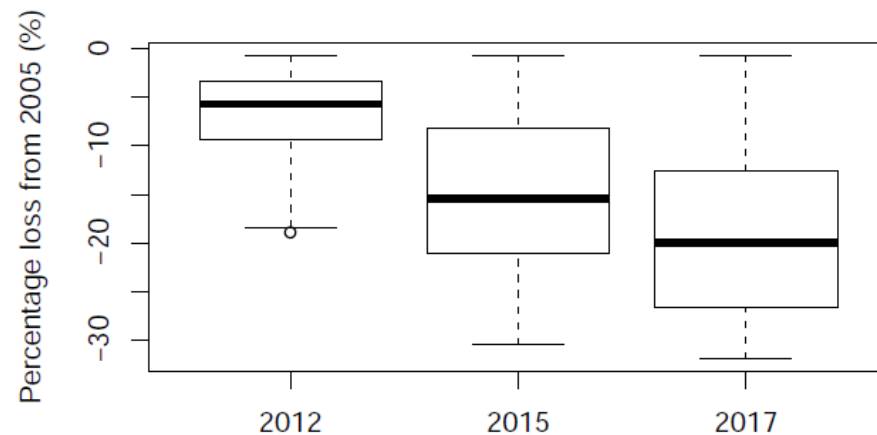
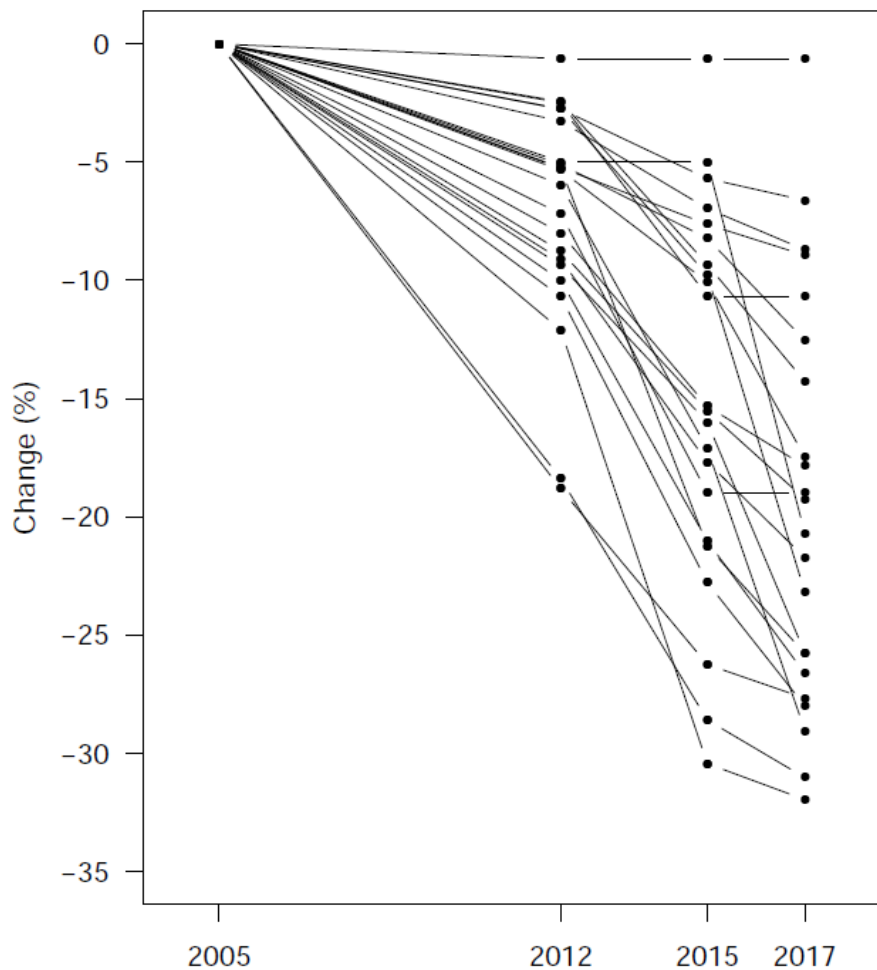
- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

- **S2** → monitoraggio dei ghiacciai alpini (classificazione supervised, bande 8/11 – 4 - 3)



- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

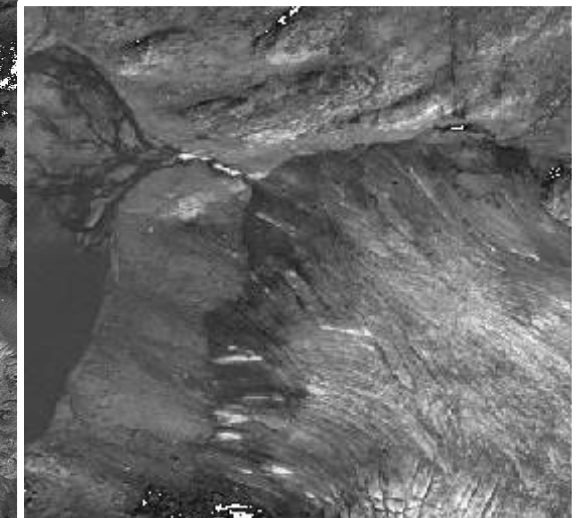
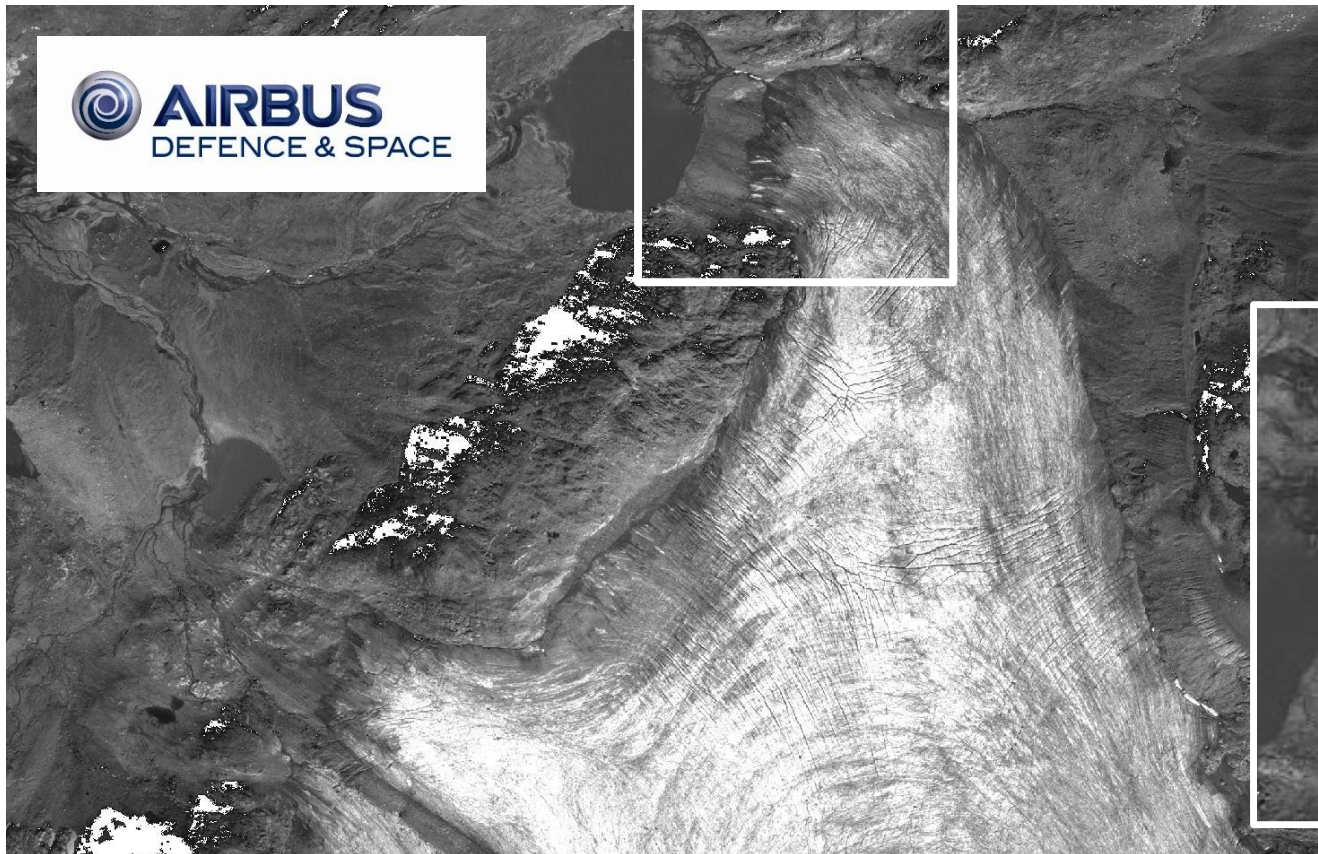
- **S2** → monitoraggio dei ghiacciai alpini



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

- **S2** → monitoraggio dei ghiacciai alpini

per specifiche applicazioni o analisi di maggiore dettaglio ($\Delta < 10$ m):
altissima risoluzione (es. Pleiades) o SAPR

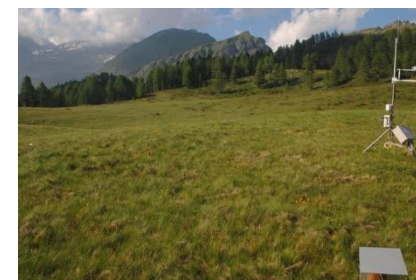
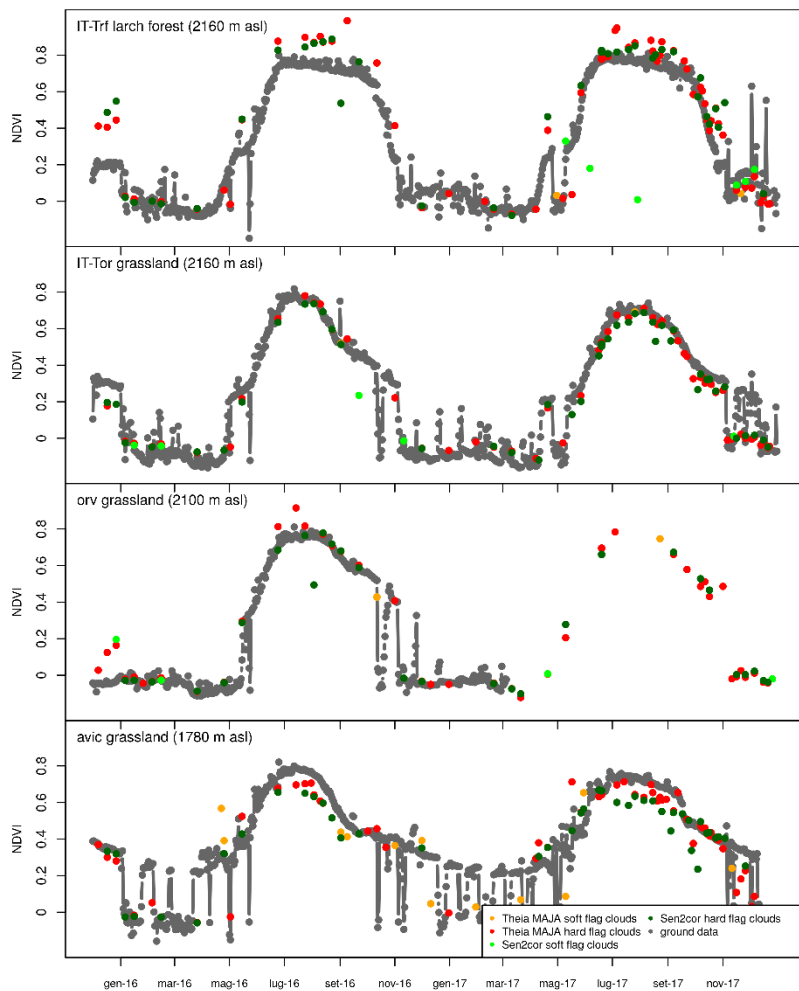


- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

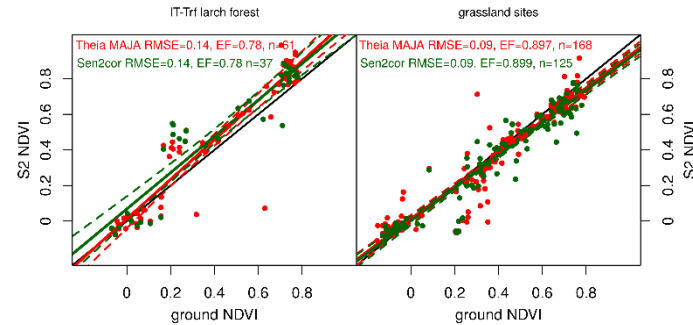
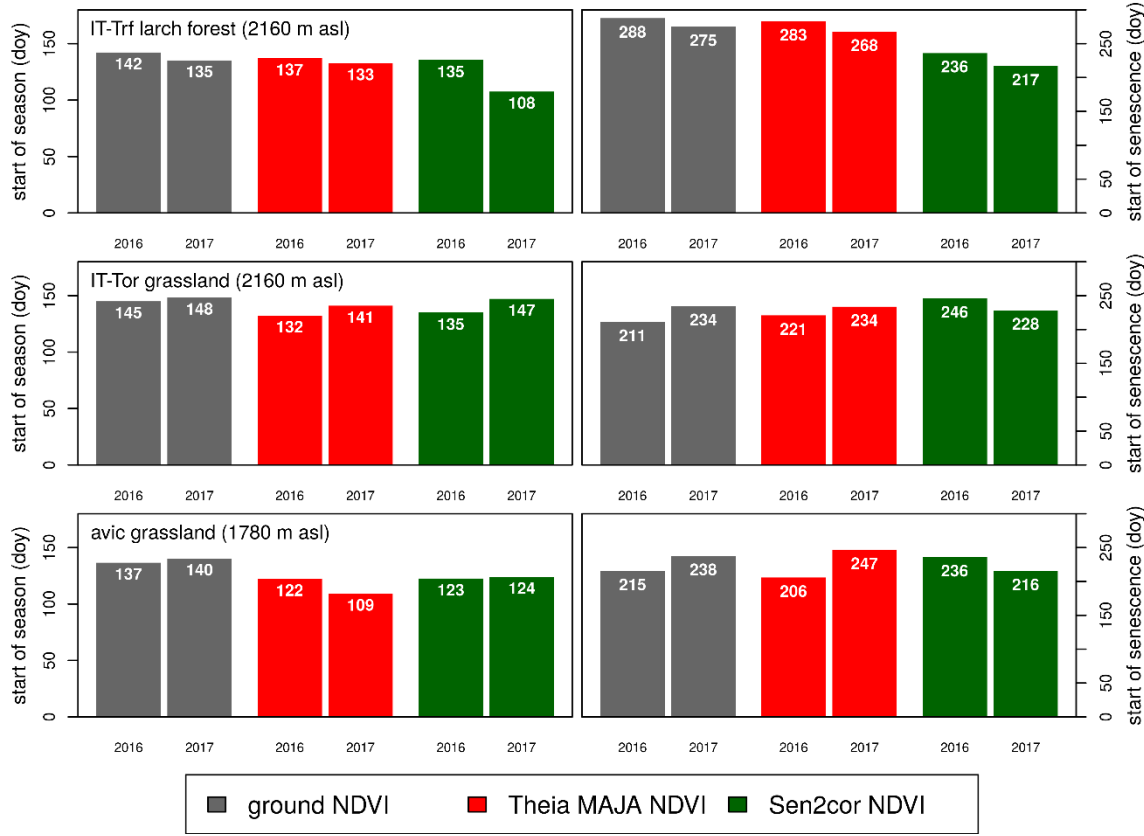
• **S2** → monitoraggio della fenologia e produttività ecosistemi (VIs)



Le traiettore stagionali **S2 NDVI** sono altamente correlate con **ground NDVI**

- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

• **S2** → monitoraggio della fenologia e produttività ecosistemi (NDVI)

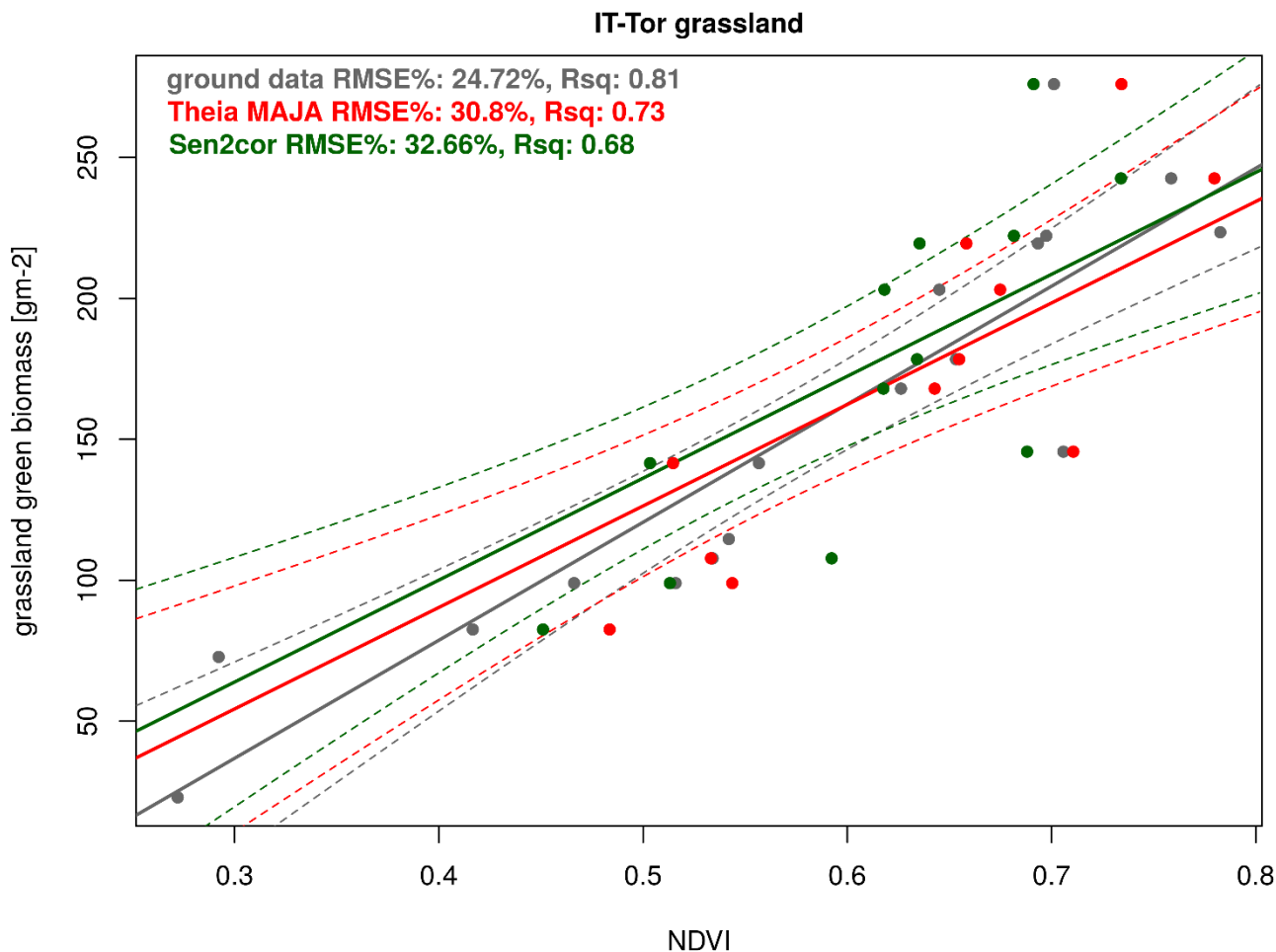


La stima delle fasi fenologiche tramite **S2** richiede ulteriori approfondimenti.

Il prodotto **Theia MAJA L2A** risulta essere più accurato rispetto a **Sen2Cor** a causa della differente correzione atmosferica e classificazione delle nuvole che riduce la risoluzione temporale del dato.

- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

- **S2** → monitoraggio della fenologia e produttività ecosistemi (NDVI)

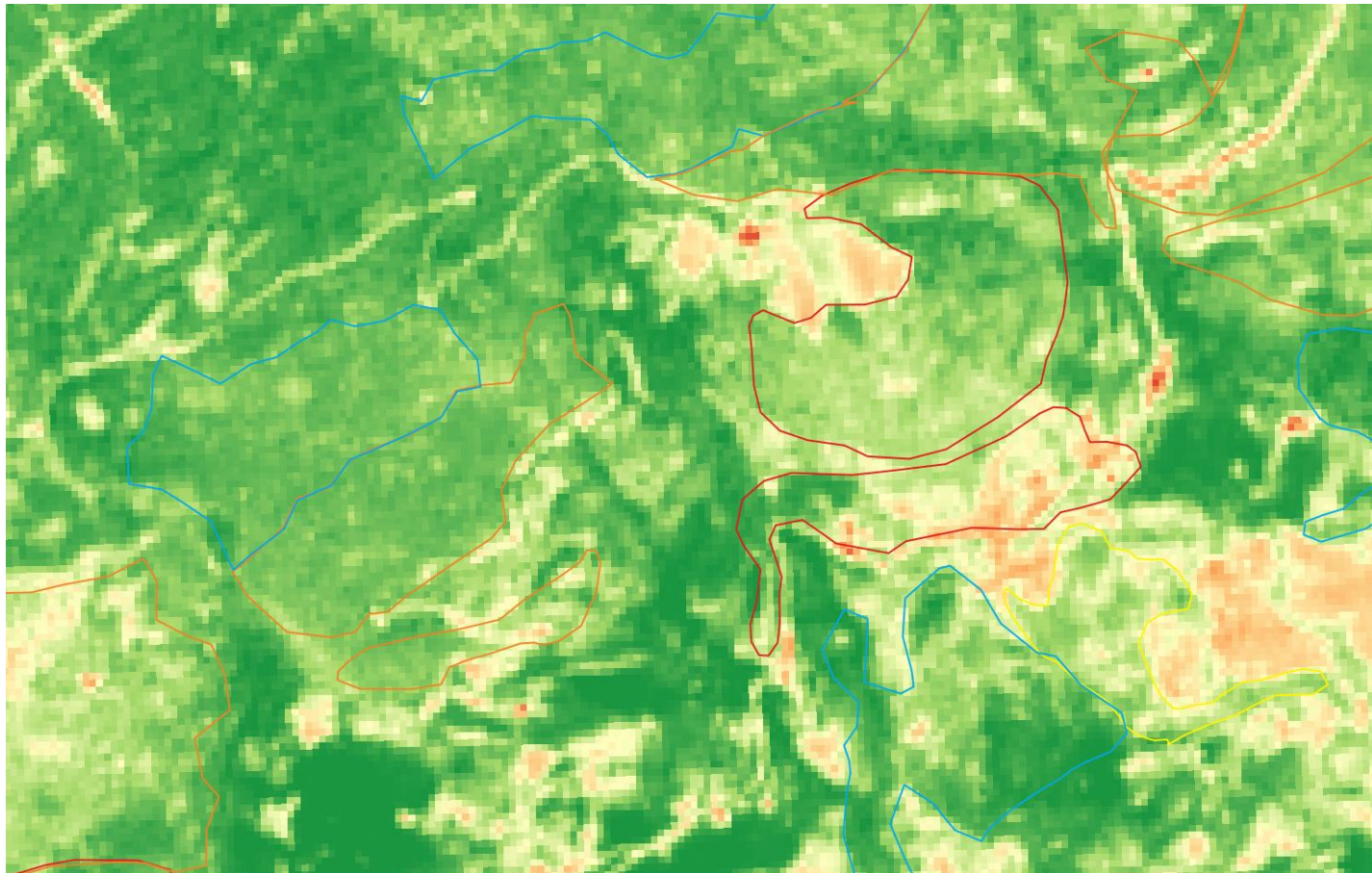


La relazione fra biomassa (misure distruttive di campioni prelevati nel 2016 e 2017) e **S2 NDVI** è in linea con quanto ottenuto con **ground NDVI**.

La biomassa può essere stimata dai dati NDVI con RMSE% attorno al **30%**.

- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

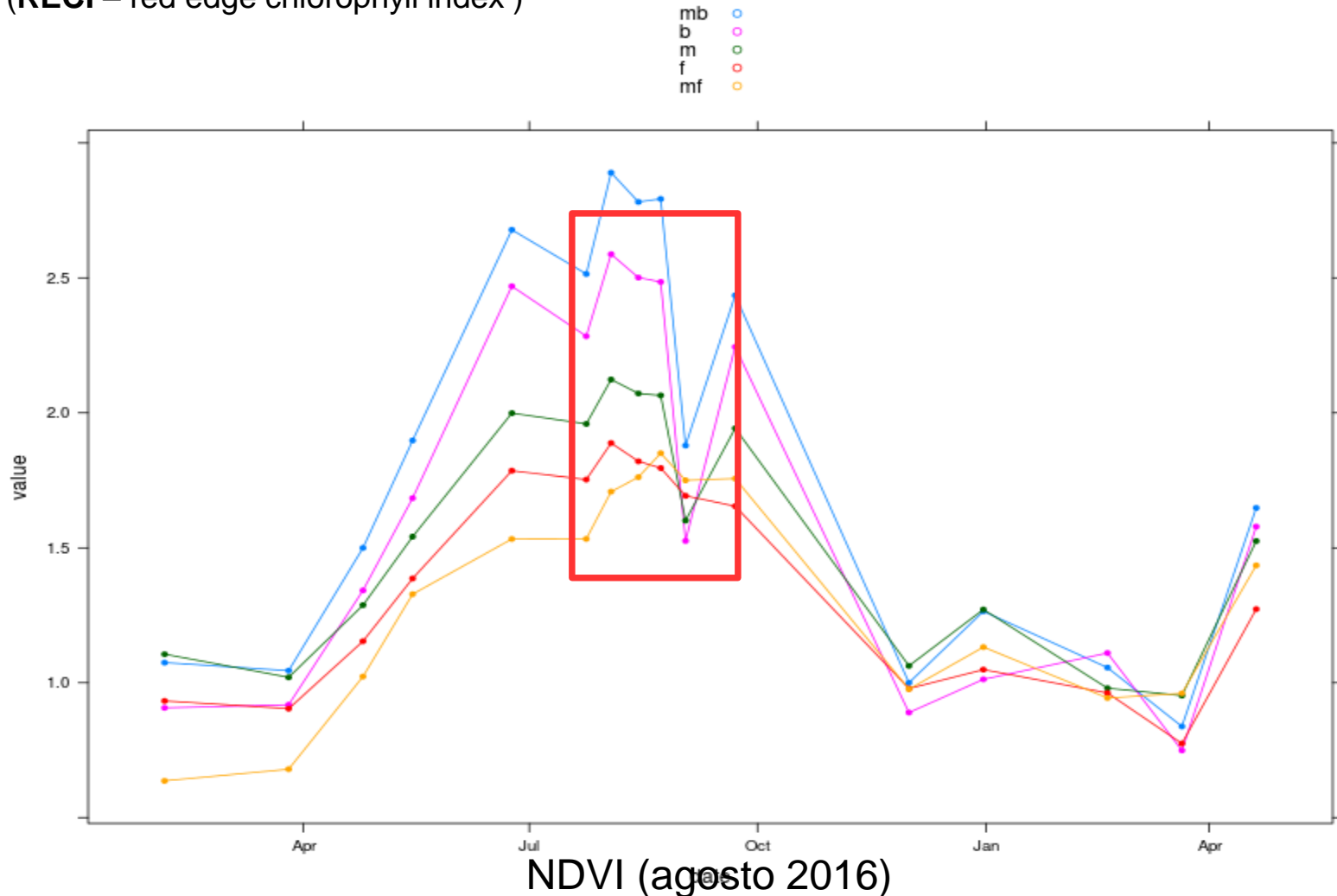
- **S2** → monitoraggio e mappatura di fenomeni di deperimento forestale (RECI – red edge chlorophyll index)



NDVI (agosto 2016)

- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

- **S2** → monitoraggio e mappatura di fenomeni di deperimento forestale (RECI – red edge chlorophyll index)



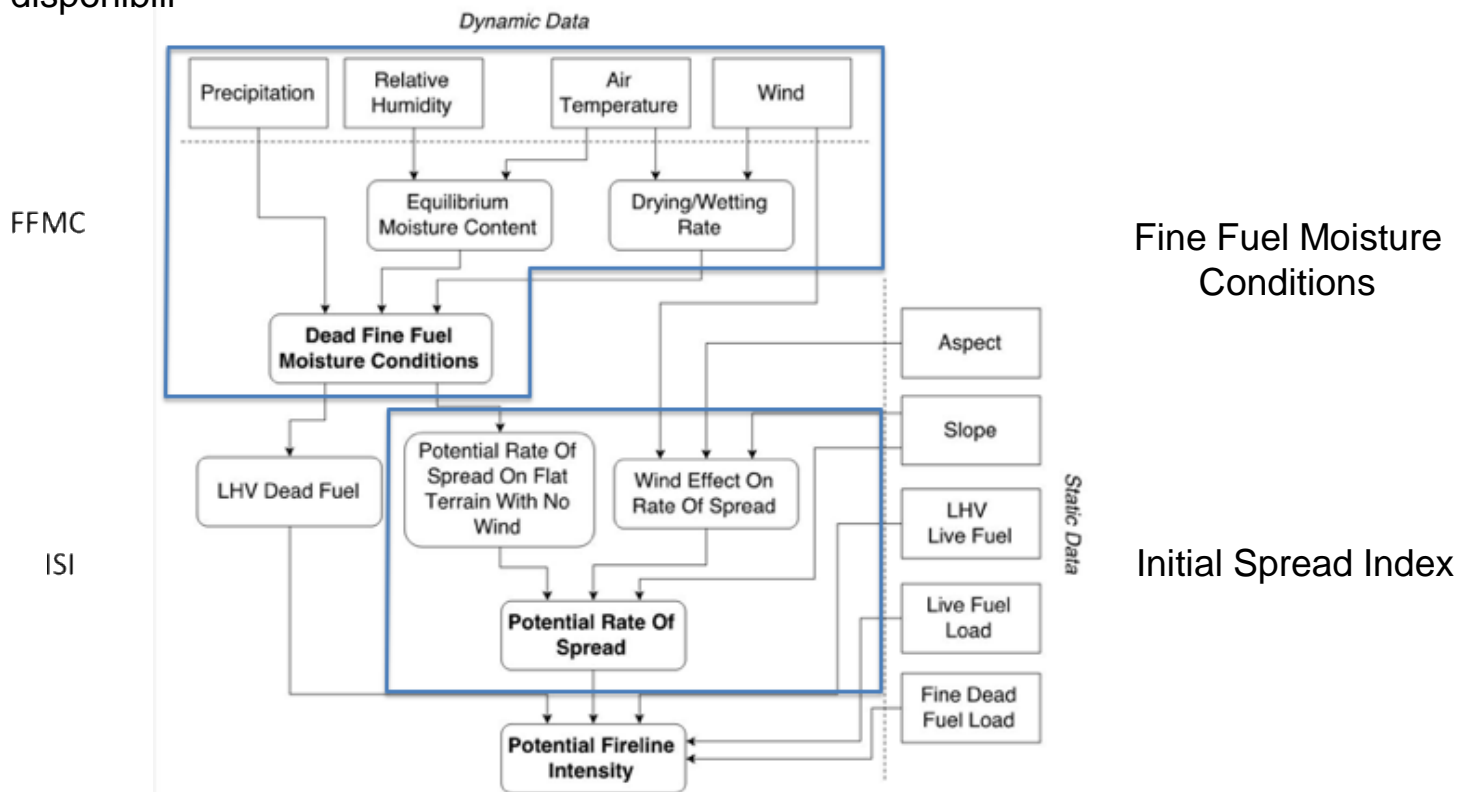
- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

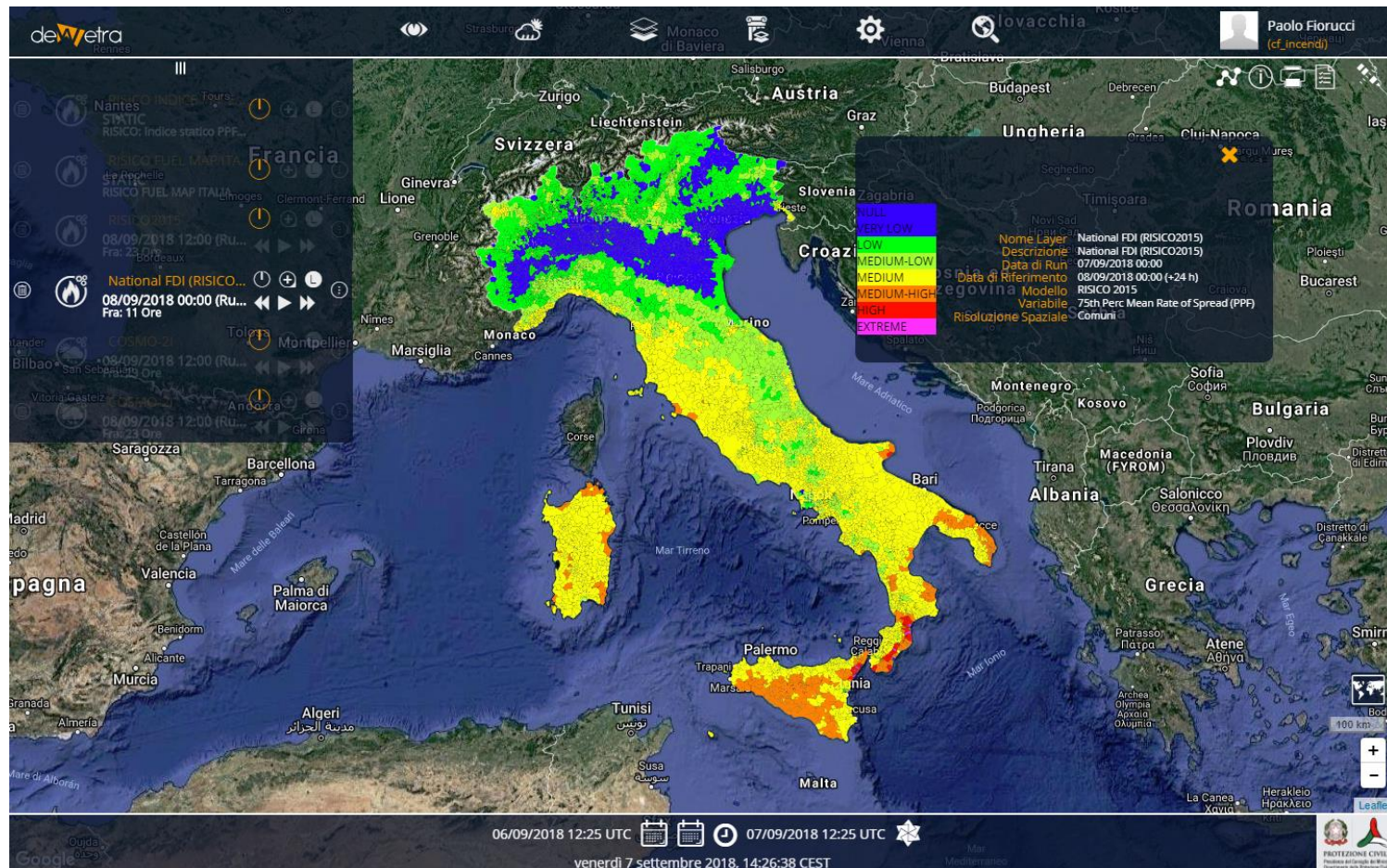
- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO – RISchio Incendi e COordinamento)

Il modello RISICO (sviluppo CIMA) è adottato dal 2003 dal Centro funzionale centrale dal Dipartimento della Protezione civile nazionale per la realizzazione del bollettino incendi e per la ottimale distribuzione delle risorse disponibili



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

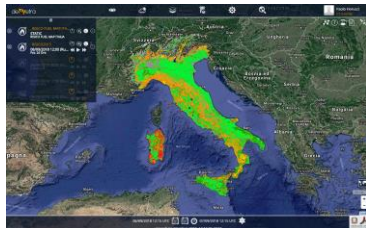
- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)
- output: INDICE DI PERICOLO GIORNALIERO (aggregazione giornaliera mappe 3h su limiti ammin.)



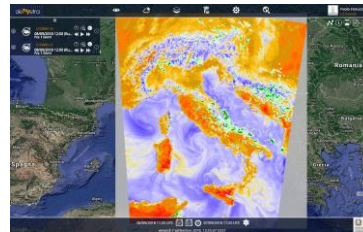
- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

• **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)

Tipi di vegetazione



50% della copertura vegetale assimilati a vegetazione erbacea
Sempre considerata totalmente disseccata



METEO
previsioni + osservazioni

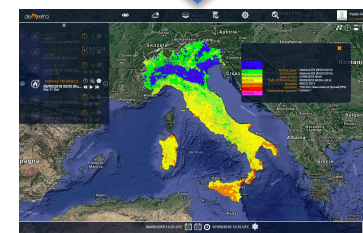


3h FFMC
(50% erbacee disseccate)



3 h ISI

Mappe statiche stagionali
probabilità di innesco

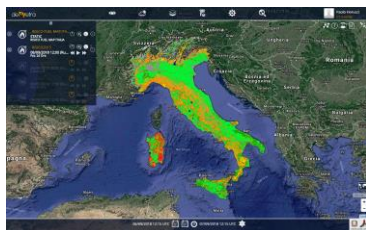


Indice di pericolo
giornaliero

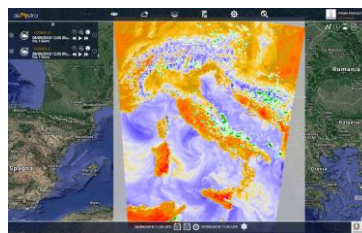
- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)

«Tipi di vegetazione»



50% della copertura vegetale assimilati a vegetazione erbacea
Sempre considerata
totalmente disseccata



METEO
previsioni + osservazioni

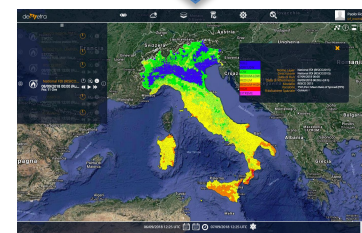


3h FFMC
(50% erbacee disseccate)



3 h ISI

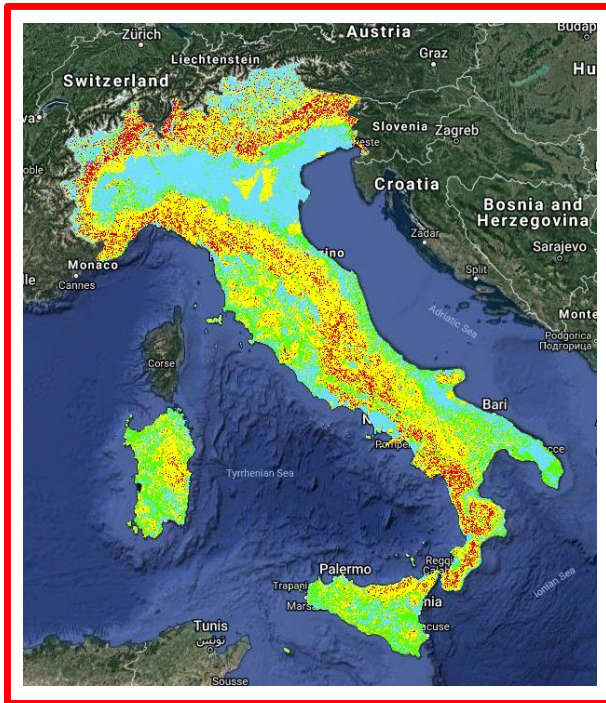
Mappe statiche stagionali
probabilità di innesco



Indice di pericolo
giornaliero

- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

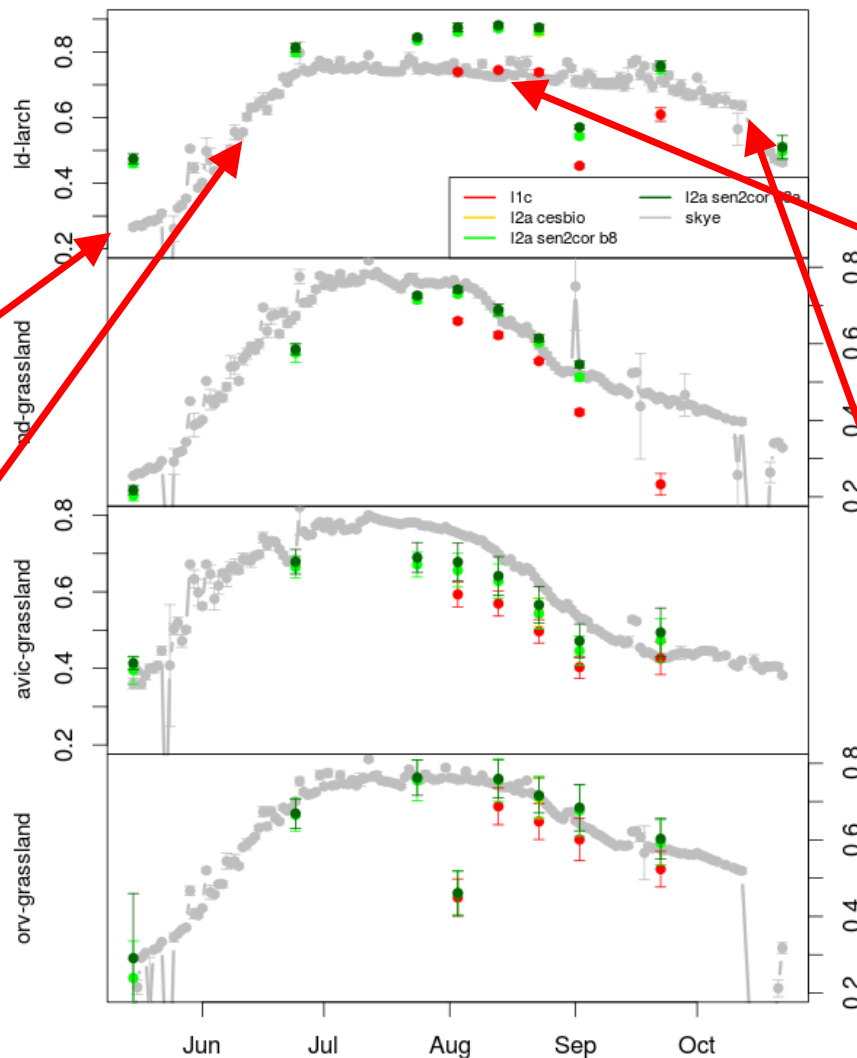
- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)



- **OBJ:** integrare la dinamica della vegetazione → ridurre sovrastima dell'indice di pericolo giornaliero

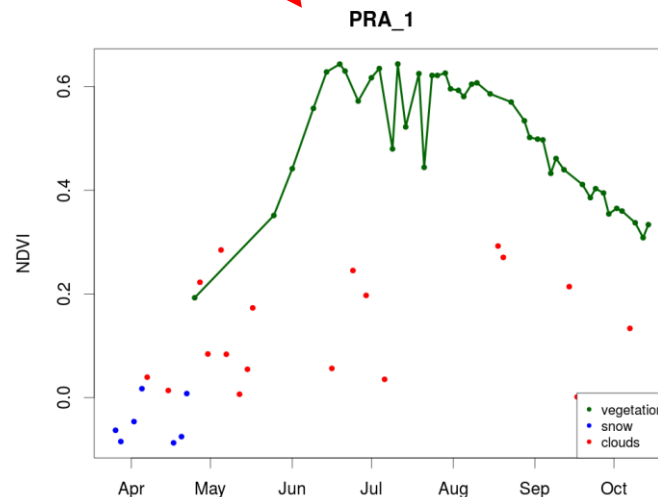
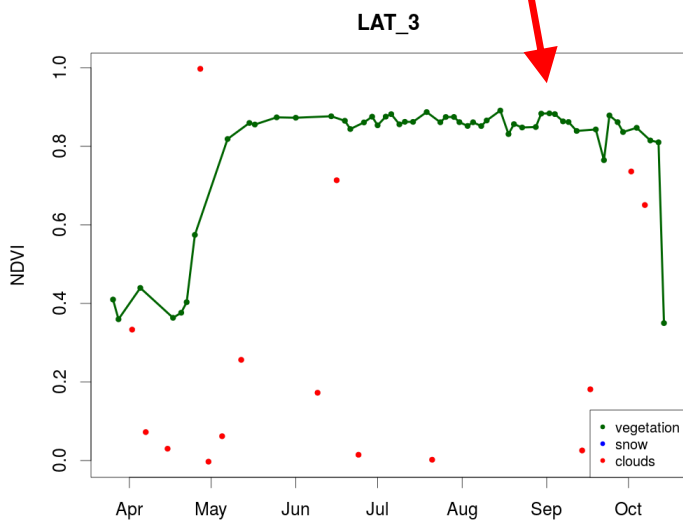
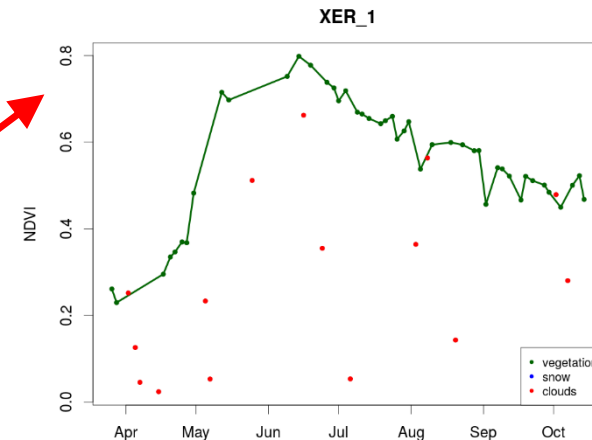
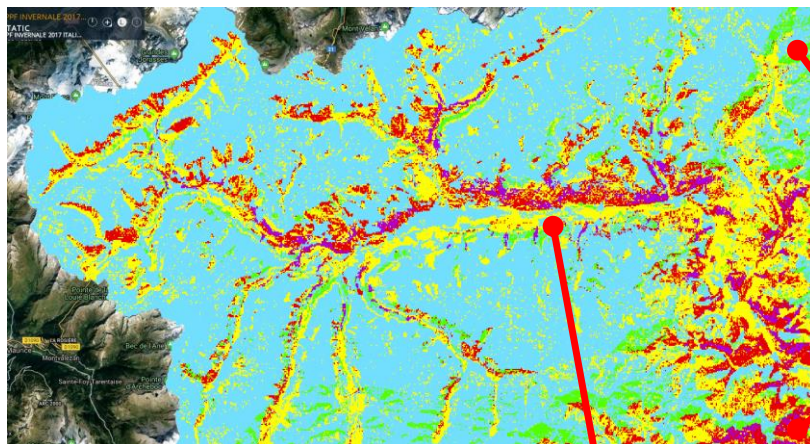
- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

• S2 → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)



- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

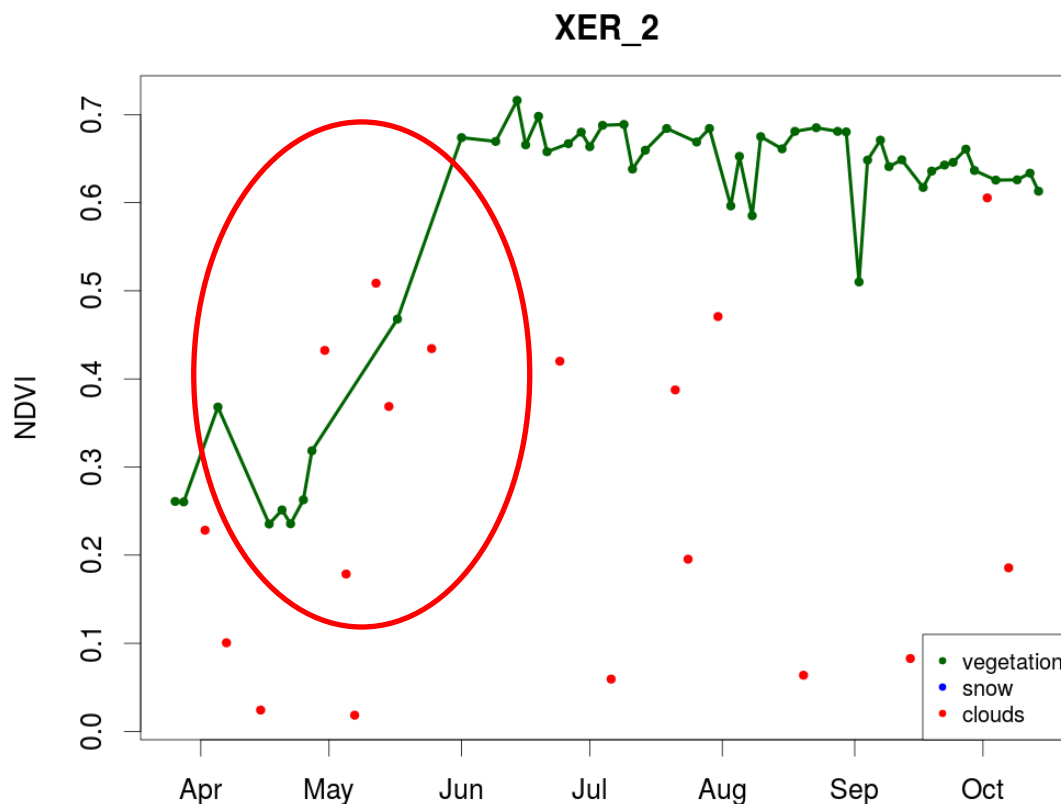
- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)

Timeseries S2A, S2B NDVI 2018

Impatto della copertura nuvolosa durante le transizioni rapide primaverili e autunnali



necessario sviluppare metodo di gapfilling (simulazione traiettoria VI con machine learning guidato da driver meteo)



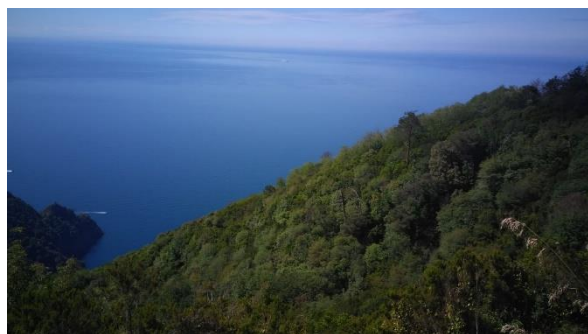
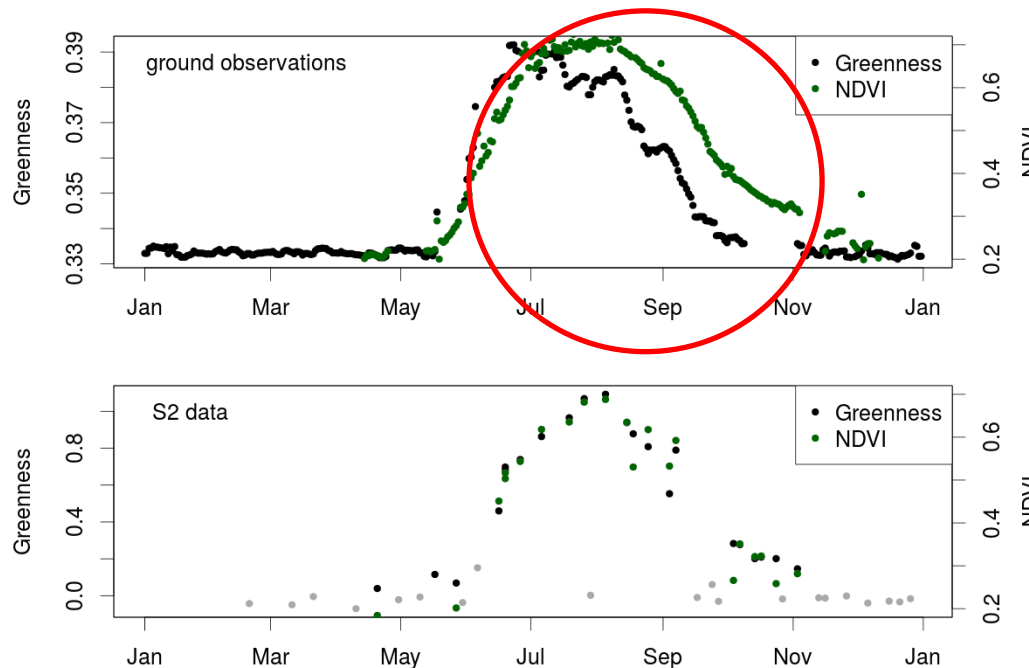
- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)

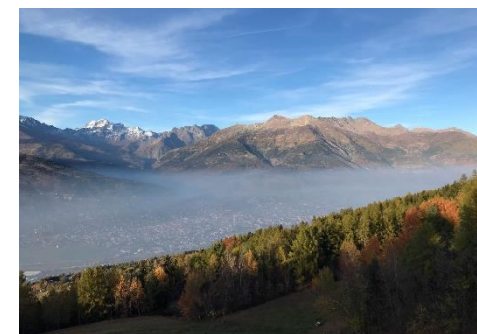
Importanza della selezione VI

In alcuni PFT (es praterie) NDVI non è un buon indicatore dello sviluppo di materiale secco (troppo dipendente dalla biomassa).

Indici più vicini alla dinamica del “verde” e variabili in funzione del tipo di vegetazione (?).



(sn) Cala Oro (Portofino - GE): macchia mediterranea. 100 m slm

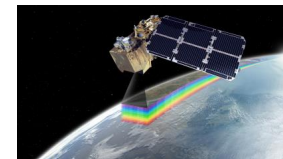
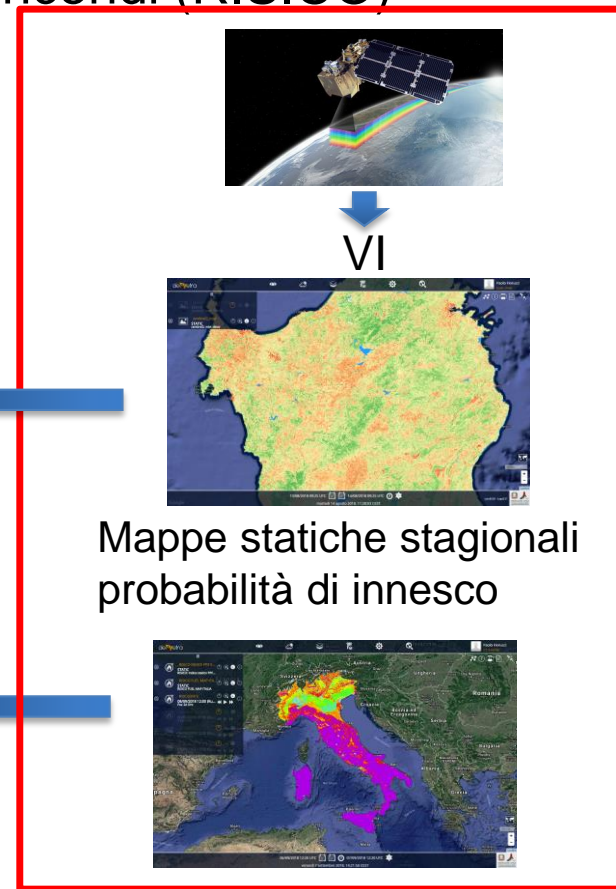
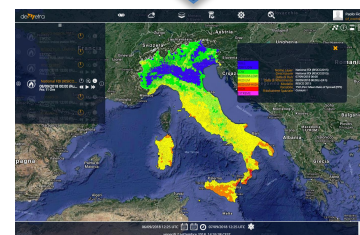
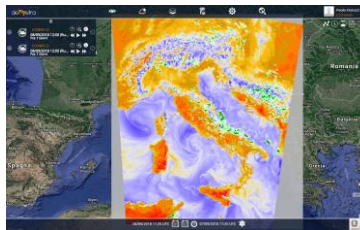
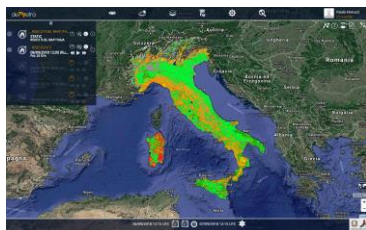


(dx) Torgnon (AO): lariceto subalpino. 2.100 m slm

- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

• **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)

«Tipi di vegetazione»



VI



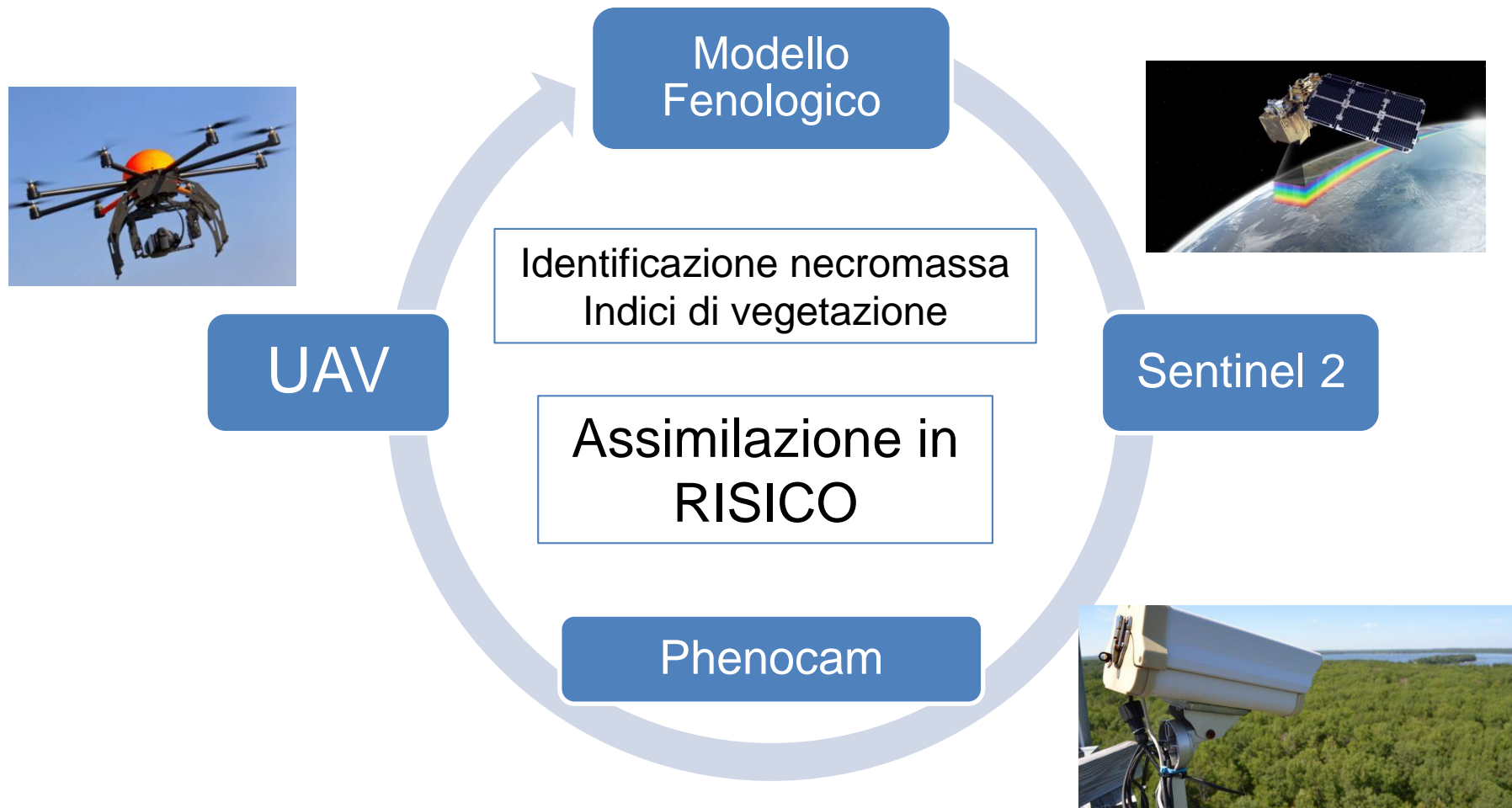
Mappe statiche stagionali
probabilità di innesco



Indice di pericolo
giornaliero

- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

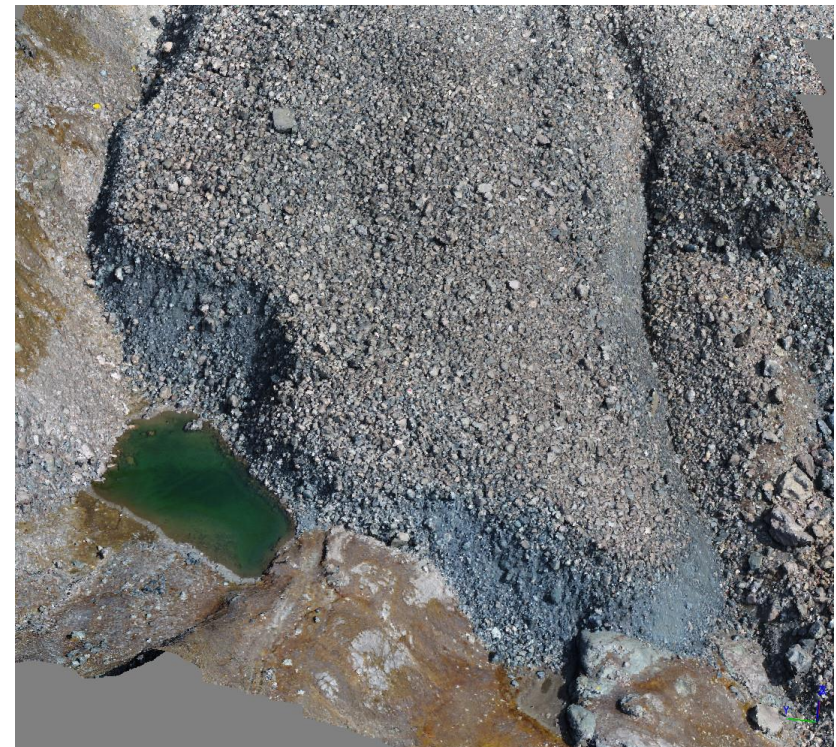
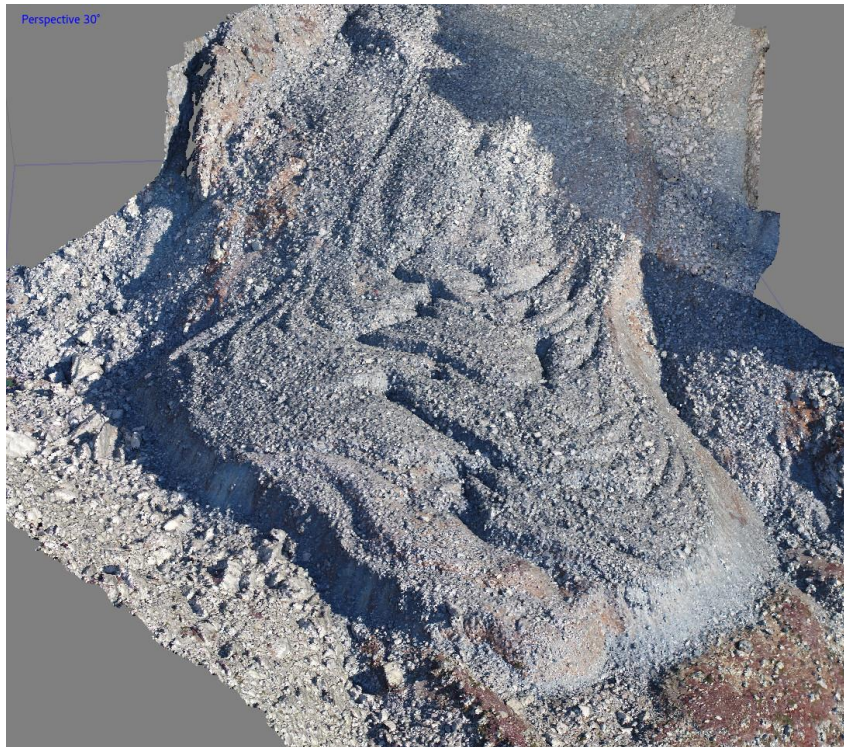
- **S2** → supporto alla previsione del pericolo incendi (RISICO)



- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

- **S1 / S3 → ?**

END USER (S1 - GMS) di prodotti e servizi realizzati in Copernicus e possibili **contributors** per VAL/CAL



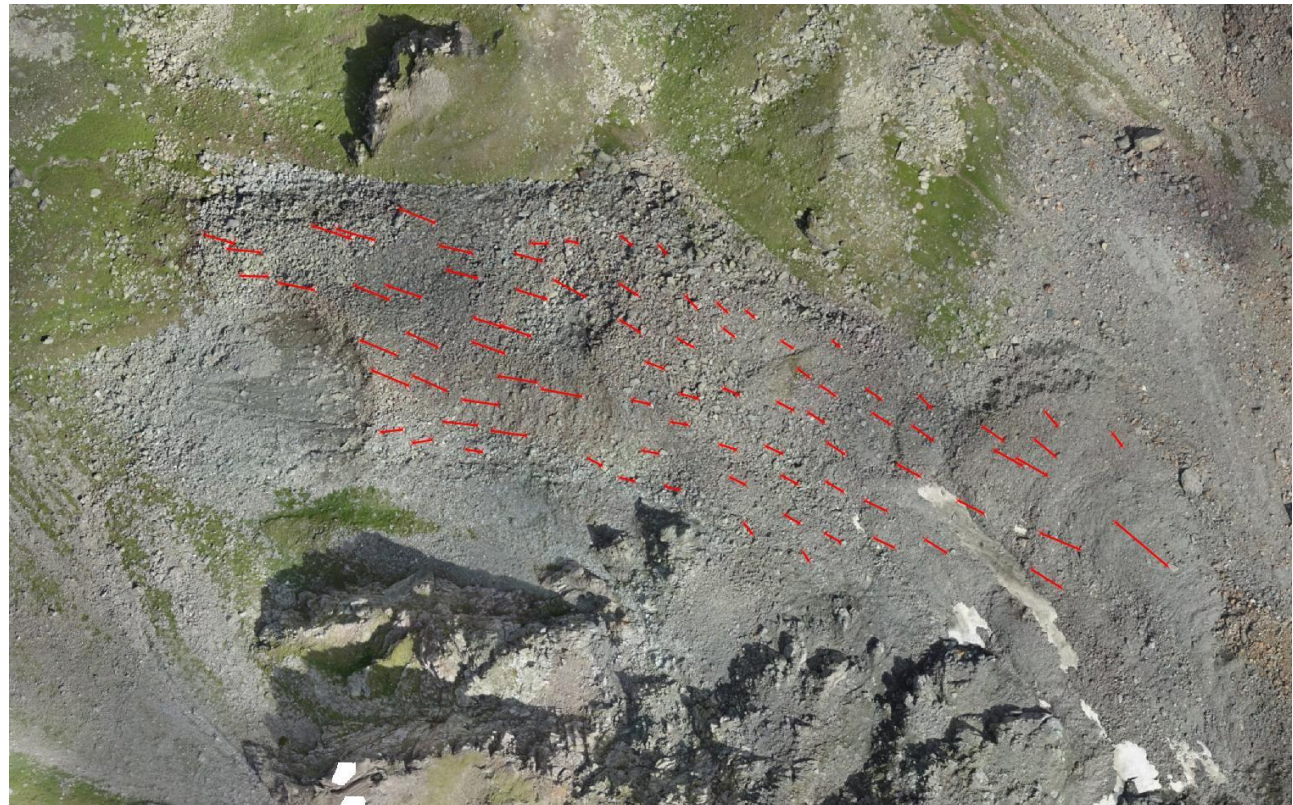
- Premessa
- **Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi**
- Conclusioni

- **S1 / S3 → ?**

END USER (S1 - GMS) di prodotti e servizi realizzati in Copernicus e possibili **contributors** per VAL/CAL



dal 2012
misure di spostamento
superficiali di versanti
pochi siti (👉) ma misure
distribuite e alta precisione (👍)



- Premessa
- Il monitoraggio: idrologia, ghiacciai, vegetazione, incendi
- Conclusioni

CONCLUSIONI

Non è indolore **adattare le catene di processing** e i metodi di analisi ai nuovi dati (es. da MODIS a S2)

Occorre **adeguare dotazioni HW e SW** alla grande mole di dati che si genera: cambiare approccio all'accesso al dato: è veramente sempre necessario il download delle immagini?

→ acceso alle immagini → accesso ai dati → accesso ai servizi

Rispettare i **limiti dello strumento**: risoluzione spaziale e errore di posizionamento pongono limiti ad alcune applicazioni

Tecniche di data fusion (es. S1 vs S2) e applicazioni «fantasiose» possono **migliorare ulteriormente** l'impiego dei prodotti

CONCLUSIONI





www.arpa.vda.it/climate_change/

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

u.morradicella@arpa.vda.it