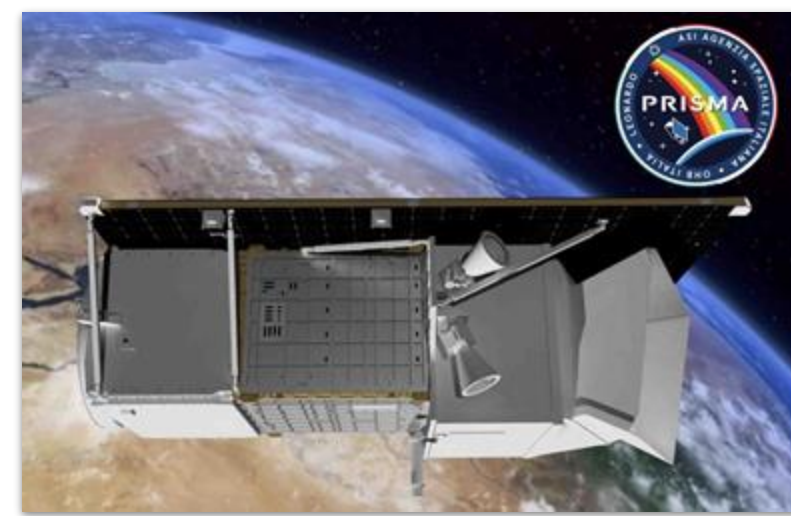




Tecnologie satellitari e analisi multi-rischio: l'esperienza dei progetti I4DP_SCIENCE e prospettive future", Roma , 27 Maggio 2025

PRISMA's role in Active Fire: current capabilities and future trends



Dr. Stefania Amici

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Il ruolo di PRISMA per gli incendi:
capacità attuali e tendenze future

stefania.amici@ingv.it

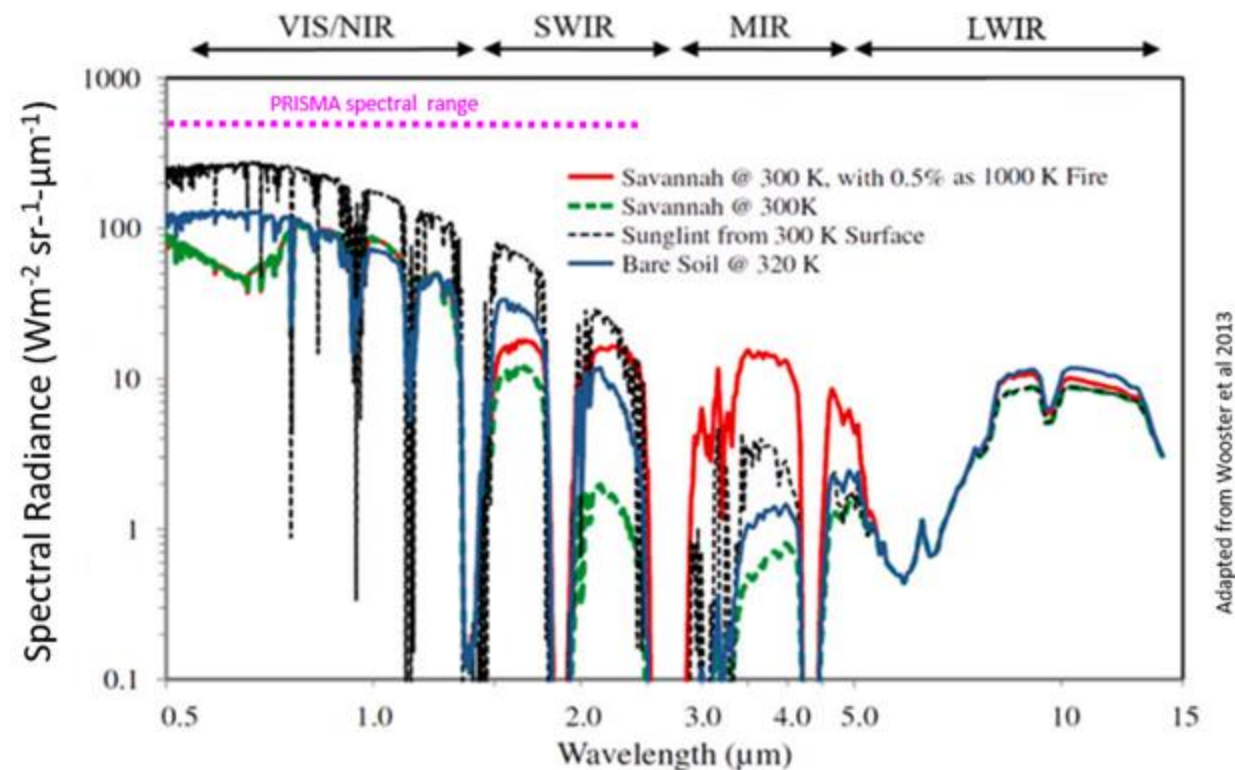
Telerilevamento per incendi boschivi

- **Pre-incendio:** umidità, infiammabilità della vegetazione secca
- **Incendio attivo:** localizzazione dell'incendio, proprietà del fumo, energia dell'incendio
- **Post-incendio:** gravità dell'incendio, rigenerazione dell’ecosistema, cambiamento della copertura del suolo



Incendi attivi dallo spazio

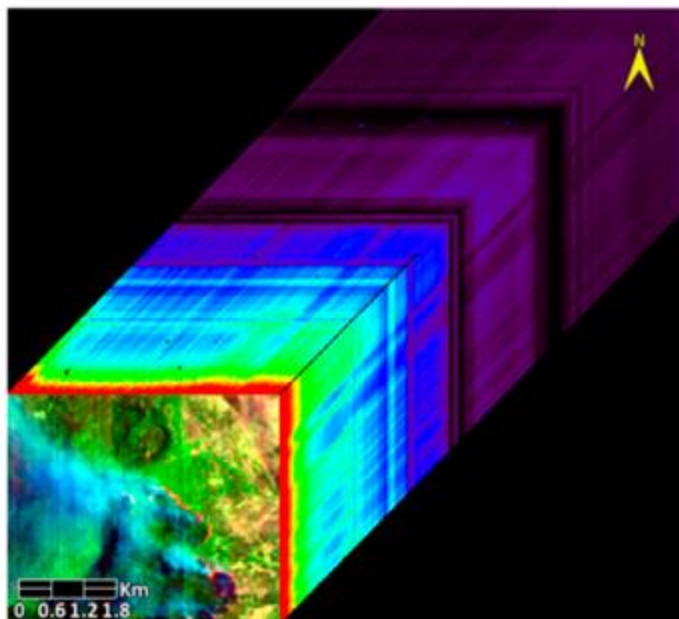
- Gli incendi in fase di combustione attiva emettono nell'infrarosso termico soprattutto a lunghezze d'onda **MIR (3-5 μm)**, che possono essere identificate dall'orbita terrestre.
- Algoritmi di localizzazione sono basati su approccio a soglia fissa che forniscono conteggio di "punti caldi" (ad esempio, prodotti MODIS Justice et al., 2002, Giglio et al., 2003).
- Metodi di rilevamento incendi attivi che utilizzano il **visibile (VIS)**, il **vicino infrarosso (NIR)** ed **infrarosso ad onde corte (SWIR)** Dennison e Roberts, (2009).



Adapted from Wooster et al 2013

Top-of-atmosphere spectral radiance simulated at four different target) using the MODTRAN 5 radiative transfer code. **Simulations for a savannah surface at 300 K;** the same surface but with a 1,000 K fire covering 0.5 % of the ground field-of-view (FOV), specularly reflected sunglint from a 300 K surface; and solar-heated (320 K) bare soil. **The pixel containing the sub-pixel fire shows a signal highly elevated in the MIR (3-5 μm) spectral region compared to all other targets, equivalent to a brightness temperature of around 400 K (Wooster et al. 2012)**

PRISMA: Caratteristiche del sensore



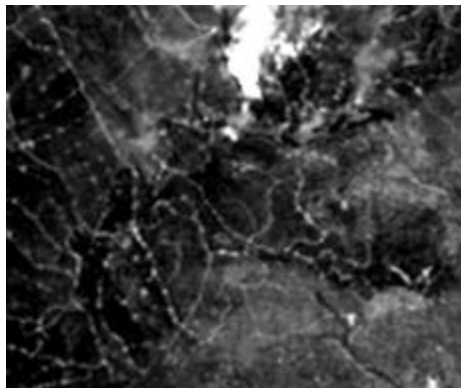
Amici, S. Piscini A. 2021

Characteristic	Value	Notes
Mission Type	Pre-operational and technology demonstrator	Focuses on qualifying hyperspectral payload and developing applications for Earth observation and risk management.
Launch Date	March 22, 2019	
Orbit	Sun-synchronous Low Earth Orbit	Altitude: 614-620 km; Inclination: 97.851° - 98.19°; Local Time of Descending Node (LTDN): 10:30 A.M.; Orbital period: ~97 minutes; Nadir Revisit Time: 29 days (Re-look time: 7 days)
Payload	Hyperspectral Camera (HYC) and Panchromatic Camera (PAN)	The HYC is a prism spectrometer; the PAN provides supplementary imagery.
Spectral Range (HYC)	400 nm - 2505 nm	Covers Visible and Near-Infrared (VNIR) and Short-Wave Infrared (SWIR) regions.
Spectral Bands (HYC)	Total: 237-240 bands	VNIR: 63-66 bands (400 - 1010 nm); SWIR: 171-174 bands (920 - 2505 nm). There is a partial spectral overlap between VNIR and SWIR bands (e.g., VNIR bands 60-63 and SWIR bands 3-6).

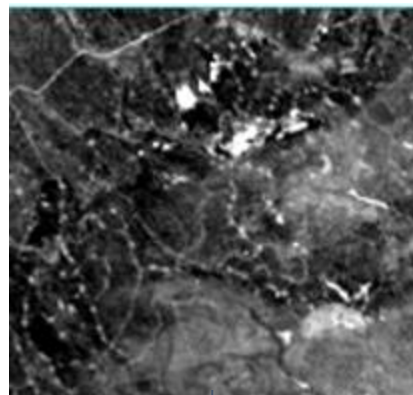
Risultati chiave: numero limitato di incendi attivi nei cataloghi

Implicazioni: focalizzazione su incendi di grandi dimensioni per l'acquisizione su richiesta (acquisizione di sette VU tra il 2021 e il 2025, tasso di successo del 74%)

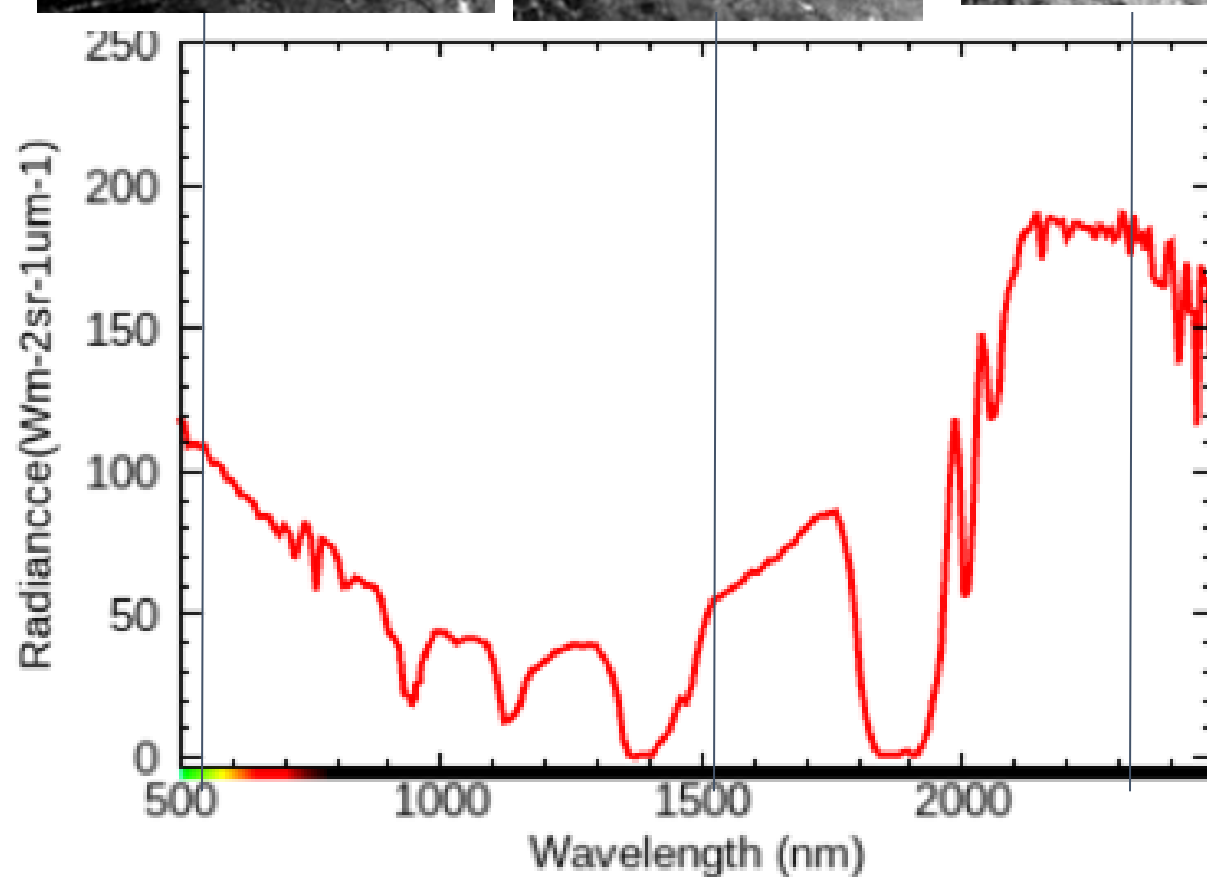
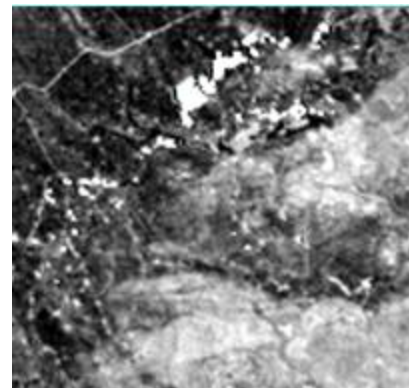
571 nm Fumo



1501 nm Superficie



2252 nm Intensità del fuoco



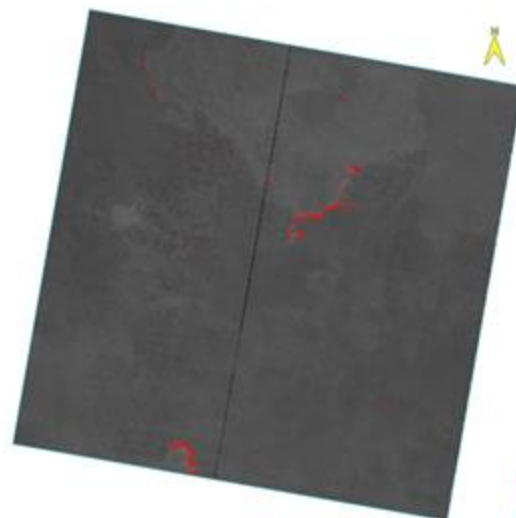
PRISMA: prodotti applicazioni

- Localizzazione dell'incendio
- Classificazione
- Temperatura
- Intensità della combustione attiva

PRISMA: Forest Fire Front

PRISMA: 27 DECEMBER 2019

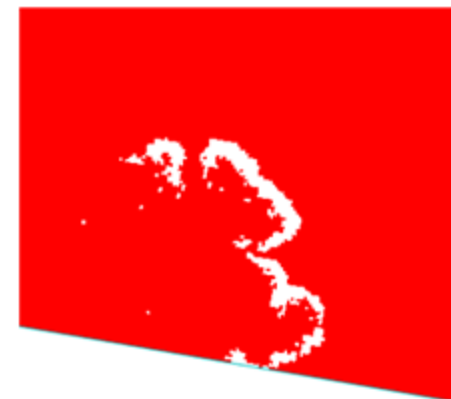
HFDI



Forest Fire Front



VIIRS : 350m



PRISMA 30m

Risultati chiave Utilizzo di PRISMA oltre la sua missione primaria. Localizzazione con dettagli precisi rispetto ai sensori attuali. Caratterizzazione di entrambe le fasi di combustione, con e senza fiamma. Possibilità di aumentare la rivisitazione con acquisizione ad alta priorità. Soglia coerente in tutti gli ecosistemi. Localizzazione dell'incendio a una risoluzione migliore.

Implicazioni: localizzazione di piccoli incendi da pratiche agricole, modulo COS disponibile, velocità computazionale, validatore per IA e migliorare l'addestramento.

Amici S., Piscini A., 2021

Comparative study

Analisi critica dell'indice spettrale per gli incendi dallo spazio utilizzando PRISMA, ENMAP ed EMIT

Table 1. Instruments specifications of hyperspectral instrument on PRISMA, EnMap and EMIT.

Feature	PRISMA	EnMap	EMIT	Unit
Swath width	30	30	80	km
Spatial resolution	30 (VIS-SWIR) 5 (PAN)	30 (VIS-SWIR) -	60 (VIS-SWIR) -	m
Spectral channels	VNIR 66 channels, (0.40–1.010) SWIR 174 channels (0.920–2.50) PAN 1 channel (400-700)	VNIR 88 channels (0.42–1.00) SWIR 154 channels (0.900–2.450) -	380 – 2500 nm	μm
Spectral band width	VNIR (0.009–0.013) SWIR (0.009–0.0145)	VNIR (0.009–0.013) SWIR (0.009–0.0145)	0.0074	μm
Altitude	615	650		km
Revisit time	29 days(nadir) and 7 days (off nadir)	21 days (nadir) and 4 days (off nadir)	daily	-
Radiometric accuracy	Better than 5%, (absolute)	<5%	?	-

Figure 4b.

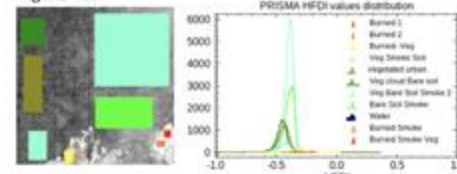


Figure 1. PRISMA Bootleg fire- Oregon North image. a) HFDI in the background and ROIs overlapped; b) the graph shows the HFDI values distribution for each class.

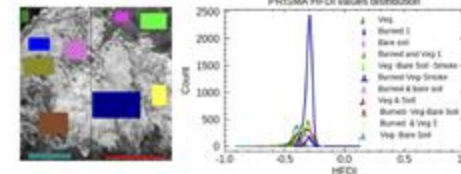


Figure 2. PRISMA Oregon South image. a) HFDI in the background and ROIs overlapped; b) the graph shows the HFDI values distribution for each class.

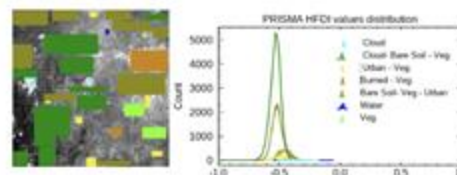


Figure 3. PRISMA 5-8-2021, agriculture burn Sicily. a) HFDI in the background and ROIs overlapped; b) show the HFDI values distribution for each class.



Figure 4. PRISMA 12-8-2023, Canada a) False color composite using SWIR PRISMA bands c) HFDI map in grey tones; in red the HFDI values greater than -0.1 allow to locate pixels likely to contain burning fire.

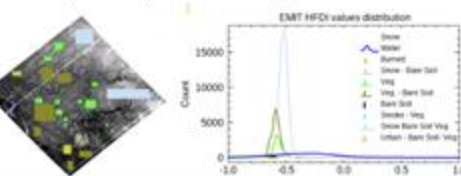
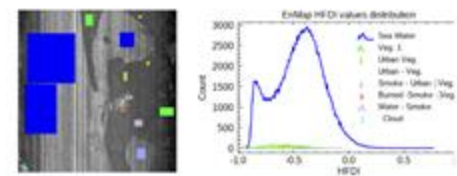


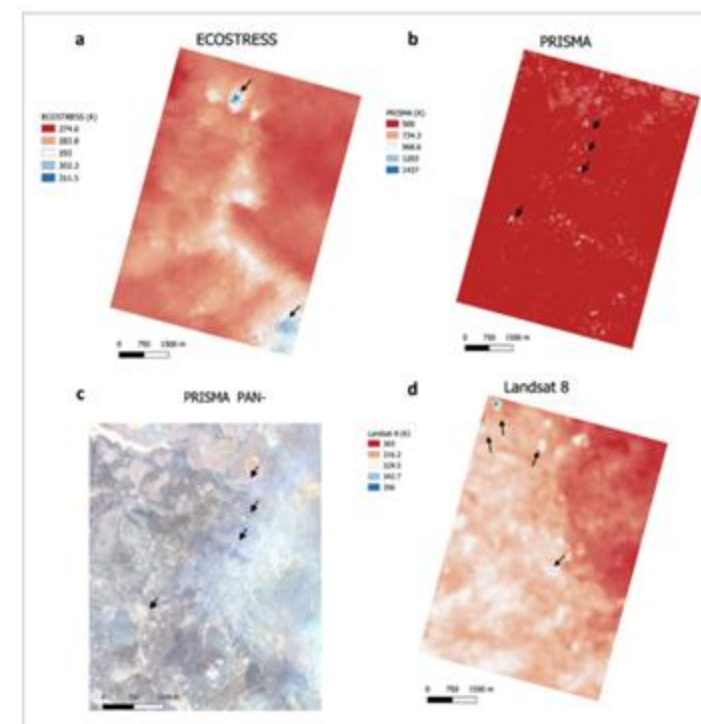
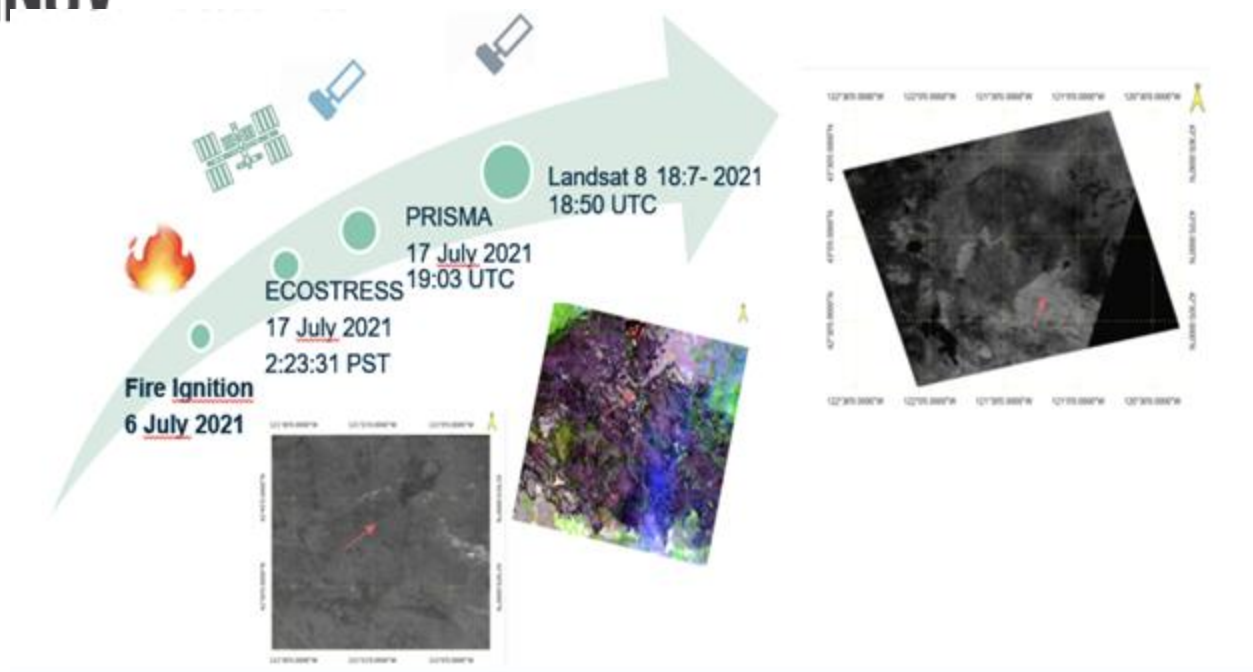
Figure 4. PRISMA 12-8-2023, Canada a) False color composite using SWIR PRISMA bands c) HFDI map in grey tones; in red the HFDI values greater than -0.1 allow to locate pixels likely to contain burning fire.

Risultati chiave: l'FFF con EnMap ed EMIT è più sensibile all'acqua rispetto a PRISMA

Implicazioni: prestazioni di PRISMA più vicine ad AVIRIS in volo, FFF meno sensibile all'acqua rispetto a EnMap ed EMIT, soglie di PRISMA coerenti su diversi ecosistemi

Amici S., AGU Fall Meeting, Washington DC, 9-13 December 2024

Stima della Temperatura



Risultati chiave: L'indice di incendio iperspettrale per i dati PRISMA è stato utilizzato per creare una mappa di rilevamento degli incendi boschivi del Bootleg Fire, Oregon 2021. Le alte temperature degli incendi boschivi sono state stimate applicando *linear mixture analysis* ai dati PRISMA.

Implicazioni: Approccio multisensore per l'evoluzione della temperatura a maggiore risoluzione spaziale, mappatura migliorata di incendi e fiamme, tracciamento più rapido.

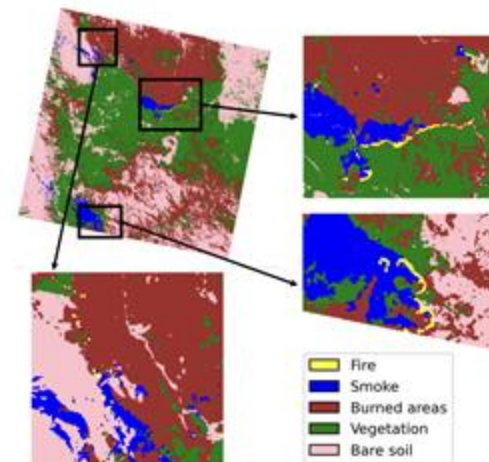
Amici S., Spiller D., Ansalone L., Miller L., 2022

a, b, d mappa della temperatura in Kelvin per ECOSTRESS, PRISMA e Landsat
c Composizione RGB a falsi colori c nelle bande NIR-SWIR, immagini PRISMA *pansharpened* a 5 m

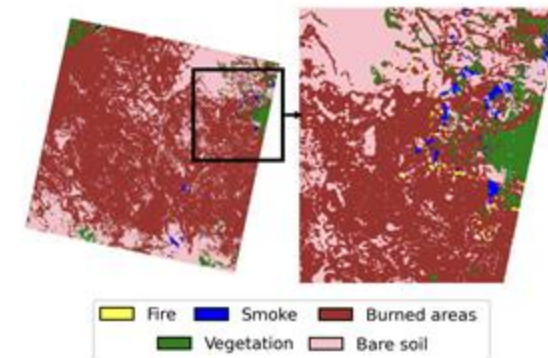
Intelligenza artificiale per incendi boschivi con PRISMA

L'addestramento e i test sulla regione australiana hanno avuto successo, raggiungendo punteggi di precisione, recall e F1 intorno 0.98.

In secondo luogo, abbiamo eseguito **transfer training** analizzando i risultati delle inferenze del modello su un'immagine acquisita in Oregon nel 2021, sull'incendio Bootleg. In questo caso, la precisione del nostro modello è dell'85%, mentre recall e precisione si aggirano intorno all'80%.



La segmentazione si riferisce all'intera AOI australiana e a tre aree ingrandite



Risultati dell'intera AOI dell'Oregon e di un'area ingrandita attorno agli incendi boschivi attivi.

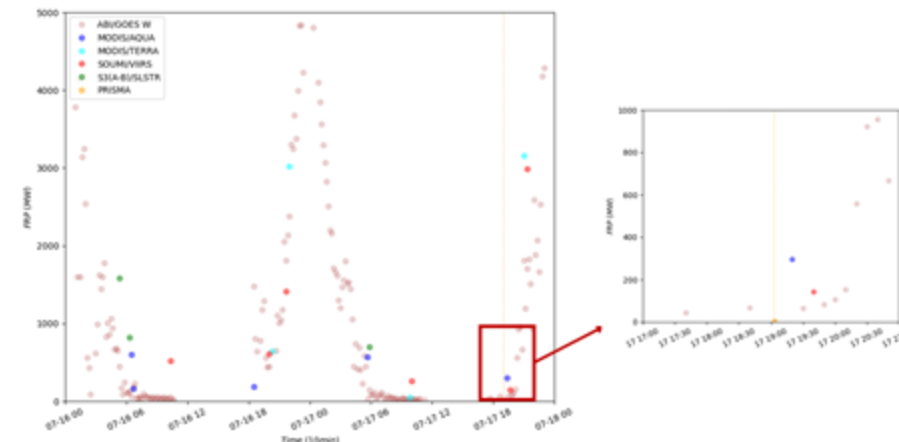
Risultati chiave: Segmentazione, transfer learning

Implicazioni: sviluppo di nuovi algoritmi per PRISMA seconda generazione

Spiller, D. Amici, S., Ansalone, L., IEEE 12th Workshop on Hyperspectral Imaging 2022.

Spiller D. Carbone A. Amici S., Thangavel K., Sabatini, R., LaNeve G., Remote Sens. 2023 15(19), 4855; <https://doi.org/10.3390/rs15194855>

- Intensità FRP
- Acquisizione notturna
- ComeonBoard PSG!
- Incendi attivi ed Edge Computing
- Cloud mask



FRP misurato da: ABI a bordo del satellite geostazionario GOES W (in marrone, ogni 10 minuti) e dagli altri sensori satellitari LEO (MODIS/AQUA e TERRA in ciano e blu, SOUMI/VIIRS in rosso e S3(A/B)/SLSTR in verde).

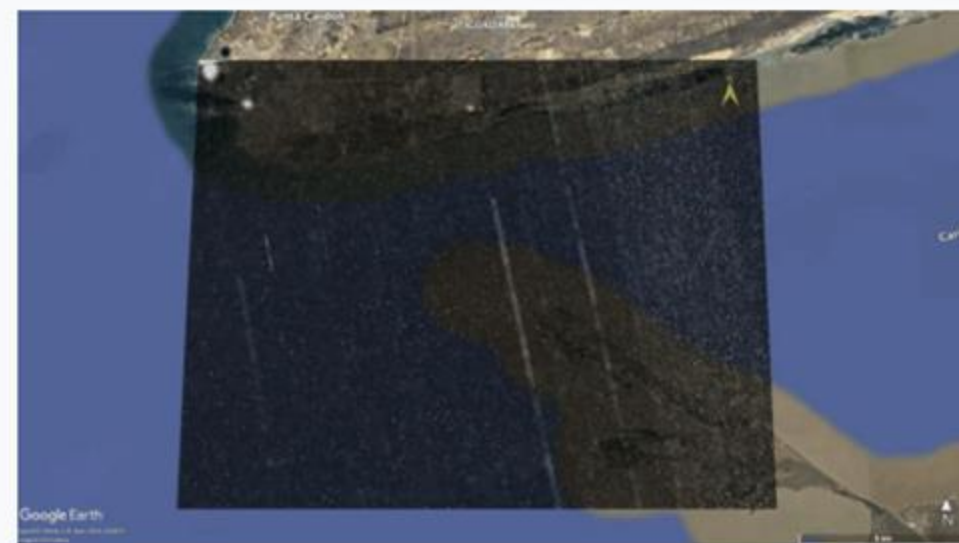
Risultati chiave: FRP con dati diurni sottostimato, IA ed Edge Computing per ComeonboardPSG!

Implicazioni: sinergia con altre missioni, nuovi prodotti a valore aggiunto, acquisizioni notturne. <https://sites.google.com/ingv.it/comeonboardpsg/home>

Ringraziamenti

- Progetto Prodotti prototipali della missione operativa
- Progetto ComeonBoardPSG!
- E. Lopinto, A. Montuori, M. Picchiani, P. Sacco, S. Zoffoli, D. Tapete.
- D. Spiller and Comeonboard PSG!team

PRISMA DETECTS THE GAS FLARES IN VENEZUELA ►



Grazie per l'attenzione

