

**Il downstream nazionale
tra presente e futuro:**
un percorso condiviso con la comunità degli utenti

Mappe dinamiche di combustibile da dato iperspettrale

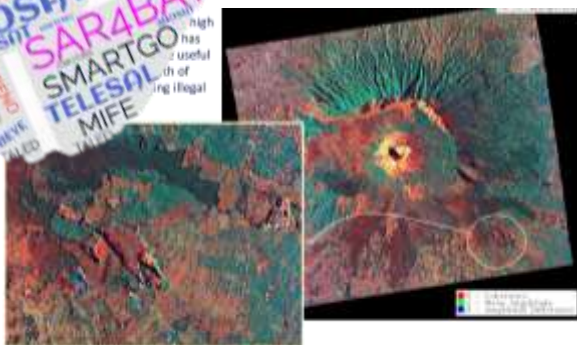
Salvatore Falanga Bolognesi (ARIESPACE srl)

Aurigemma R., De Michele C., Hirn B., Pisacane V., Ravellino F.,
Schiano lo Moriello S. e F. Ferrucci

Gruppo di lavoro



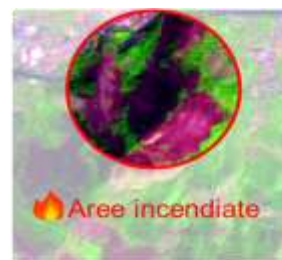
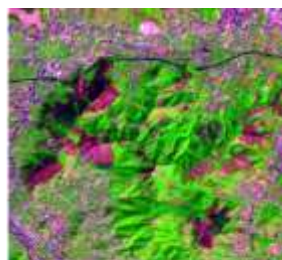
PMI nata nel 2000, specializzata nella realizzazione di applicazioni spaziali e sistemi ICT. L'azienda ha realizzato diversi sistemi di telecontrollo e monitoraggio, per comuni e altre autorità territoriali.



PMI nata nel 2006, specializzata nello sviluppo di soluzioni operative per la gestione delle risorse idriche, agro-forestali e degli impianti mediante l'utilizzo di dati di osservazione della Terra.



Mappa delle aree incendiate
Parco Nazionale del Vesuvio (2017)



Àree percorse da incendio
Parco Regionale di Diecimare – Immagini satellitari in falsi colori



PMI nata nel 2003, ha sviluppato SW e servizi per: previsione e prevenzione incendi, simulazione incendi e inquinamento atmosferico da gas e/o aerosol, early warning (rilevamento Hot-Spot incendi e vulcani), damage assessment (aree percorse dal fuoco, aree inondate) e monitoraggio ambientale (amianto, acque). IES Consulting detiene i diritti di sfruttamento di due brevetti nel campo dell'Osservazione della Terra.



Contesto di riferimento

Nelle attività di gestione degli incendi, la caratterizzazione geografica e temporale della vegetazione, in termini di **massa di combustibile** effettivamente disponibile, riveste fondamentale importanza.

La mappa del combustibile esistente a livello europeo, distribuita da Copernicus come parte del servizio EFFIS, contiene 42 classi vegetali assegnate alle categorie #1-10 dei modelli di comportamento del fuoco NFFL (Anderson, 1982; si applica solo alla stagione degli incendi estivi). Tuttavia, l'ultima versione della mappa, aggiornata nel 2017, è derivata da dati a media risoluzione spaziale e ha una scala nominale di **1/500.000**.

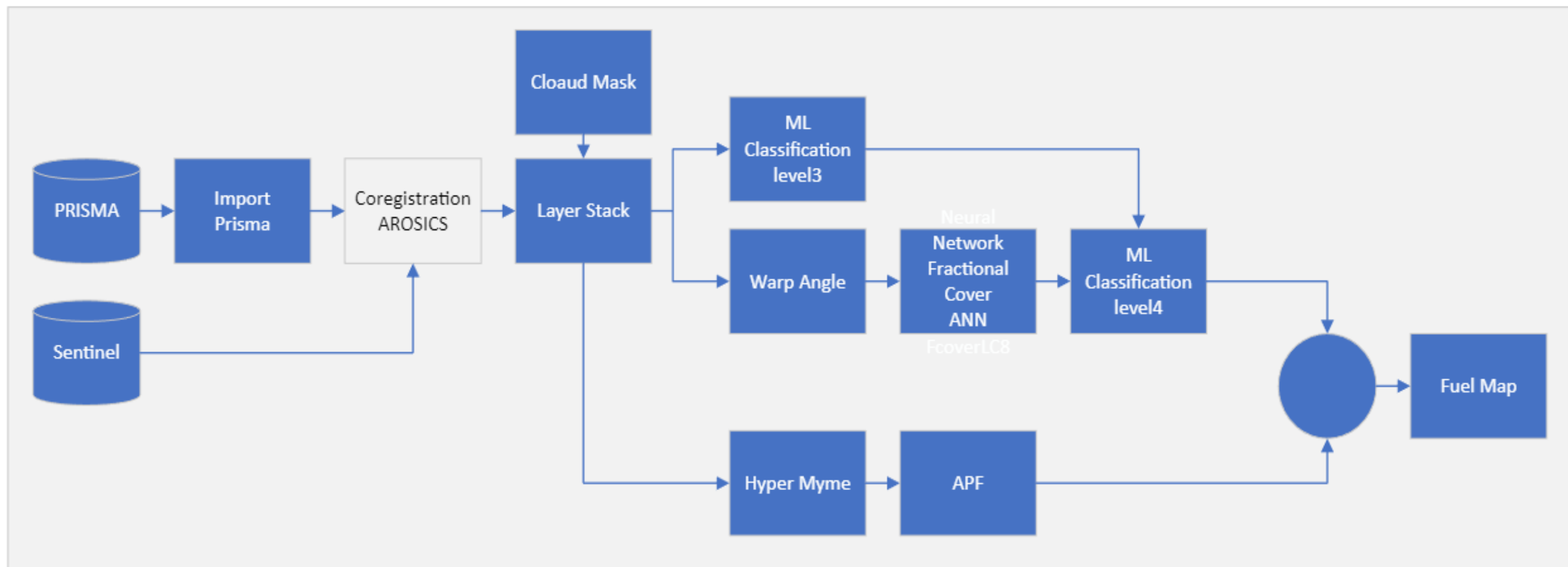
Si ritiene che una scala del combustibile appropriata per la maggior parte delle attività legate agli incendi sia dell'ordine di 1/50.000 o migliore, una cifra compatibile con la risoluzione di 30 metri dei dati forniti dal sensore HYC a bordo di PRISMA.

Il progetto **HYPERFUEL** (iniziato a metà 2022, con completamento previsto a metà 2024) ha l'obiettivo di creare **Mappe del Combustibile basate su PRISMA con frequenza stagionale** e di testare l'affidabilità degli aggiornamenti **frequenti del combustibile** sfruttando dati multispettrali con la stessa/simile risoluzione spaziale (Sentinel-2/MSI e/o Landsat-OLI) e tassi di visita quasi settimanali.

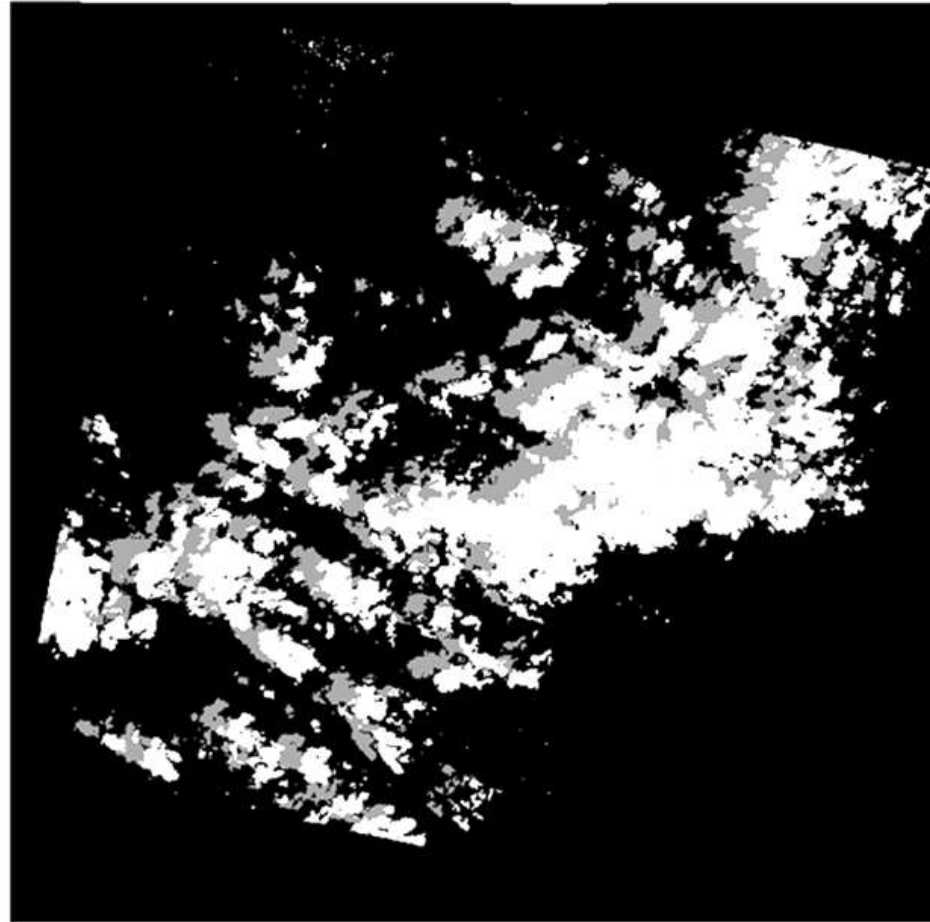
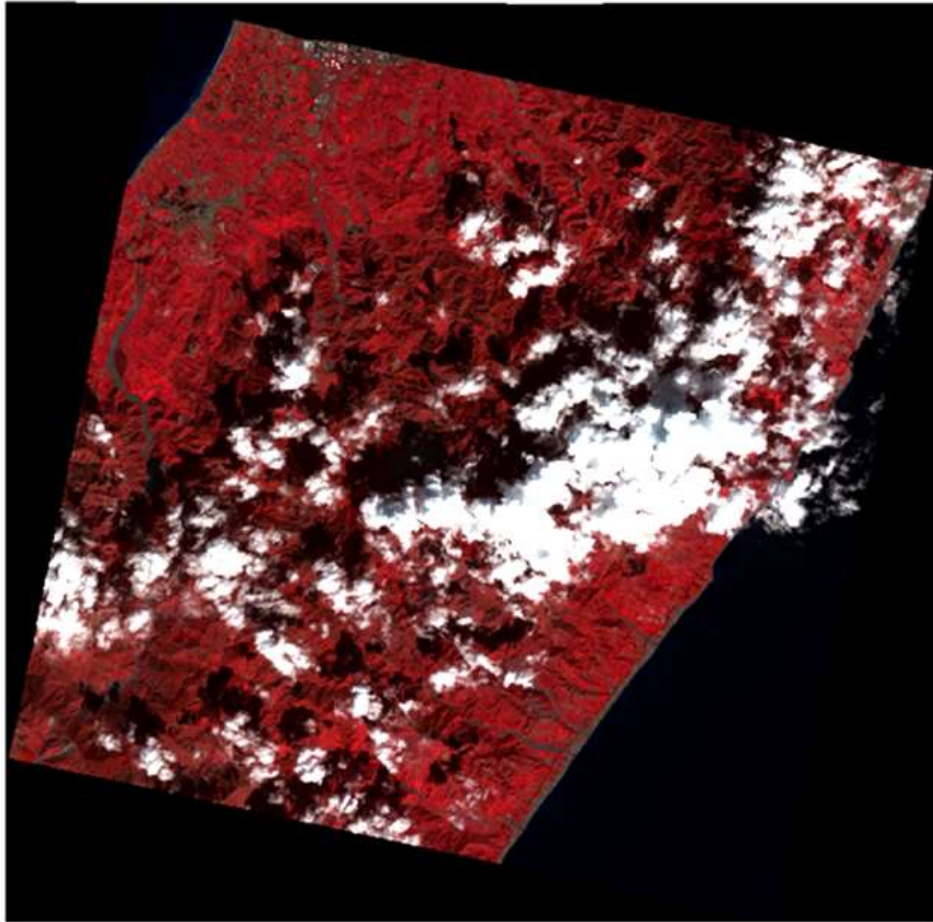
Obiettivi del progetto HyperFuel

1. Sfruttare i dati iperspettrali di PRISMA (in futuro PRISMA e SHALOM) per la mappatura dei combustibili vegetali con un **miglioramento previsto di un ordine di grandezza** rispetto alle mappe attualmente disponibili, e ciò **per tutto l'anno**.
2. Utilizzare **PRISMA in combinazione con MSI e/o OLI** per la creazione di **mappe dinamiche dei combustibili**.
3. Adattare la mappatura non supervisionata per la stima dell'impatto degli incendi sulla vegetazione, precedentemente sviluppata per dati multispettrali (brevettata 2003-2012), a PRISMA Iperspettrale.
4. Utilizzare PRISMA per la **mappatura delle aree interessate dagli incendi con diversi livelli di danni** che coinvolgono differenti tipi di vegetazione, e creare **librerie spettrali** di aree interessate dagli incendi per vari tipi di fuoco (a corona, di superficie, ecc.).
5. Fornire agli utenti potenziali mappe dei combustibili continuamente aggiornate per utilizzarle come input nelle **simulazioni quantitative della propagazione del fronte dell'incendio e degli aerosol derivati dai prodotti della combustione**.

Flusso di lavoro



Miglioramento dell'algoritmo di rilevamento delle nuvole/ombre



Legend



Nuvole



- Bande (Coastal/Aerosol, Red, SWIR2) Landsat 8/9
- Regressione simbolica [Boisbunon et al., 2021]

Ombre prodotte dalle nuvole

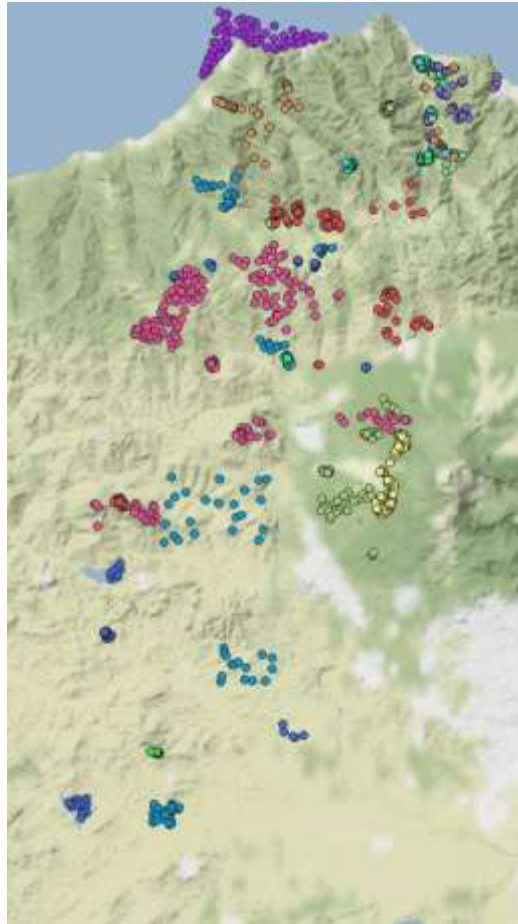


- Stima delle ombre prodotte dalle nuvole [Luo et al., 2008; Zhu and Woodcock, 2012; Fisher, 2013]

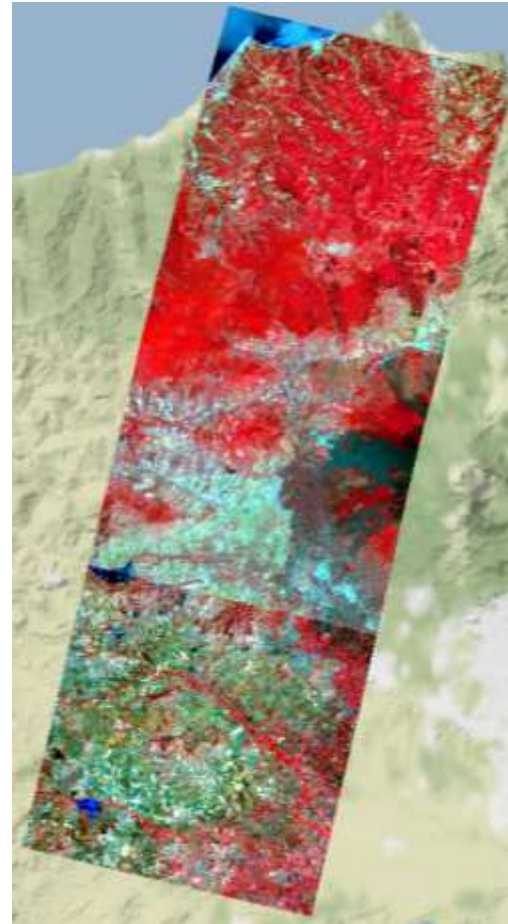
Classificazione

Legenda

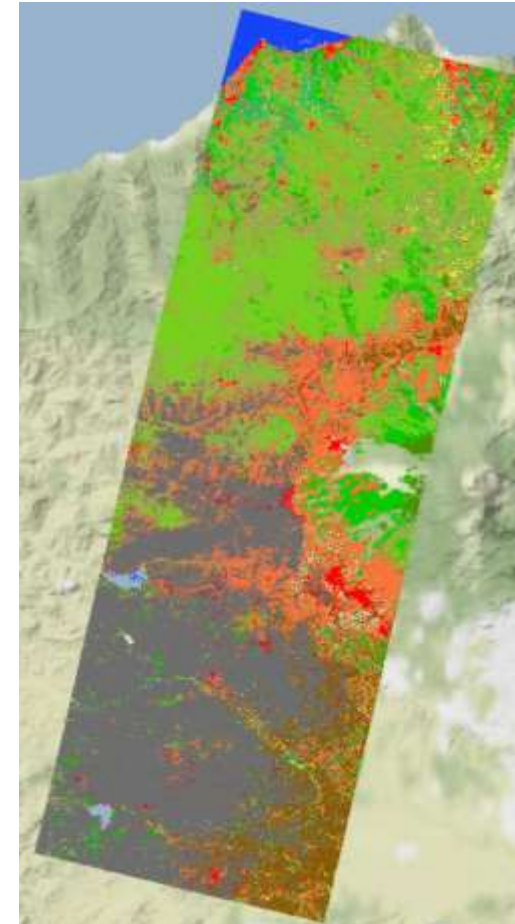
- arbusteti [126]
- Aree urbane tessuto continuo [100]
- Aree urbane tessuto discontinuo [103]
- corpi idrici (lago) [76]
- corpi idrici (mare) [71]
- Foreste aghifoglie sempreverde [100]
- Foreste latifoglie decidue [210]
- Foreste latifoglie sempreverde [100]
- suolo nudo [103]
- Superfici in materiale naturale (roccia) [108]
- Terreni coltivati erbacei [40]
- Terreni coltivati legnosi (alberi e arbusteti) [41]



Verità collezionate



Dato co-registrato



Classificazione, basata su
Random Forest (OA=92%)

Legenda

- 2 - Arbusteti
- 41 - Terreni coltivati erbacei
- 42 - Terreni coltivati legnosi (alberi e arbusteti)
- 61 - Aree urbane tessuto discontinuo
- 62 - Aree urbane tessuto continuo
- 72 - suolo nudo
- 74 - Superfici in materiale naturale (roccia)
- 111 - Foreste latifoglie sempreverde
- 112 - Foreste latifoglie decidue
- 121 - Foreste aghifoglie sempreverde
- 711 - corpi idrici (mare)
- 712 - corpi idrici (lago)

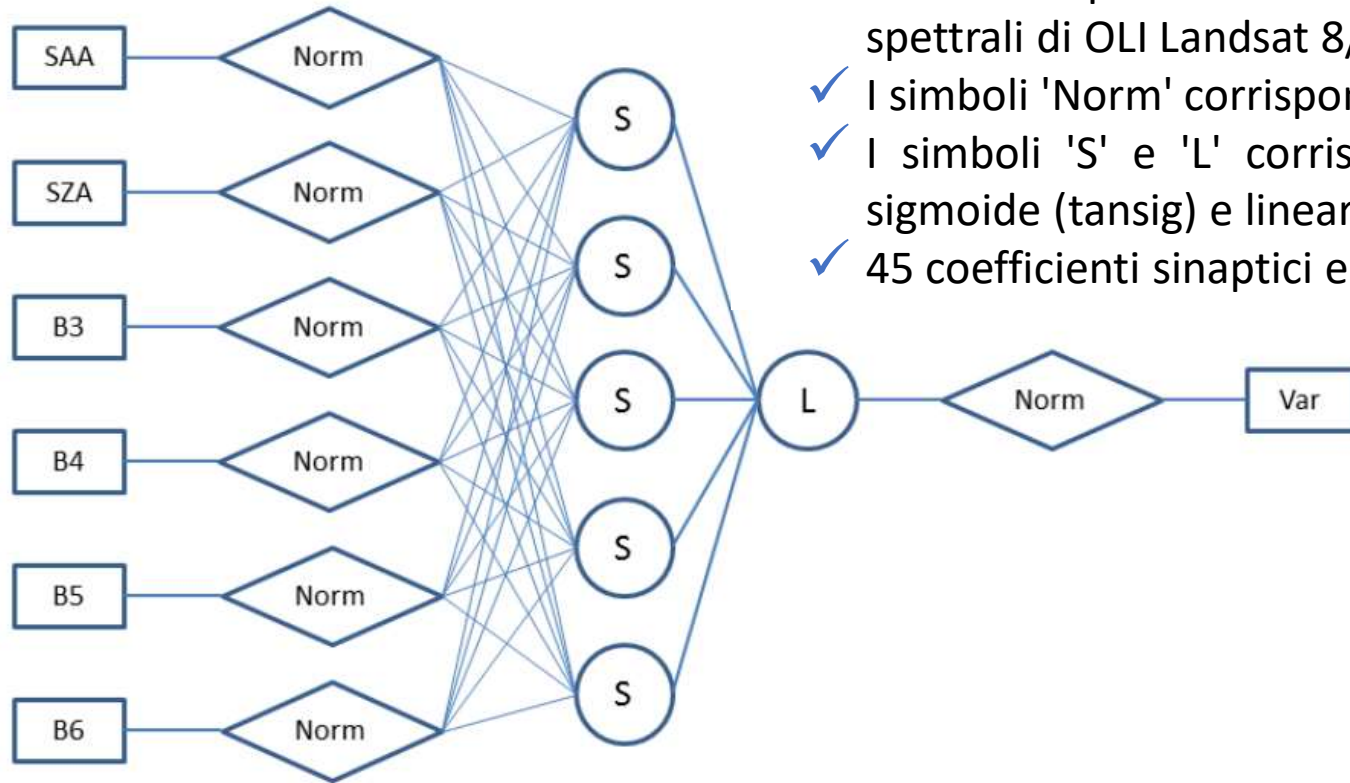
Basata su algoritmi di Machine Learning per le classi di copertura/uso del suolo presenti nelle aree di studio. L'analisi di sensibilità è stata condotta utilizzando sei algoritmi di classificazione (*).

(*). Falanga Bolognesi S., E. Pasolli, O.R. Belfiore, C. De Michele and G. D'Urso. 2020. Harmonized Landsat 8 and Sentinel-2 Time Series Data to Detect Irrigated Areas: An Application in Southern Italy. Remote Sens. 12, 1275; DOI:10.3390/rs12081275

Fractional vegetation cover

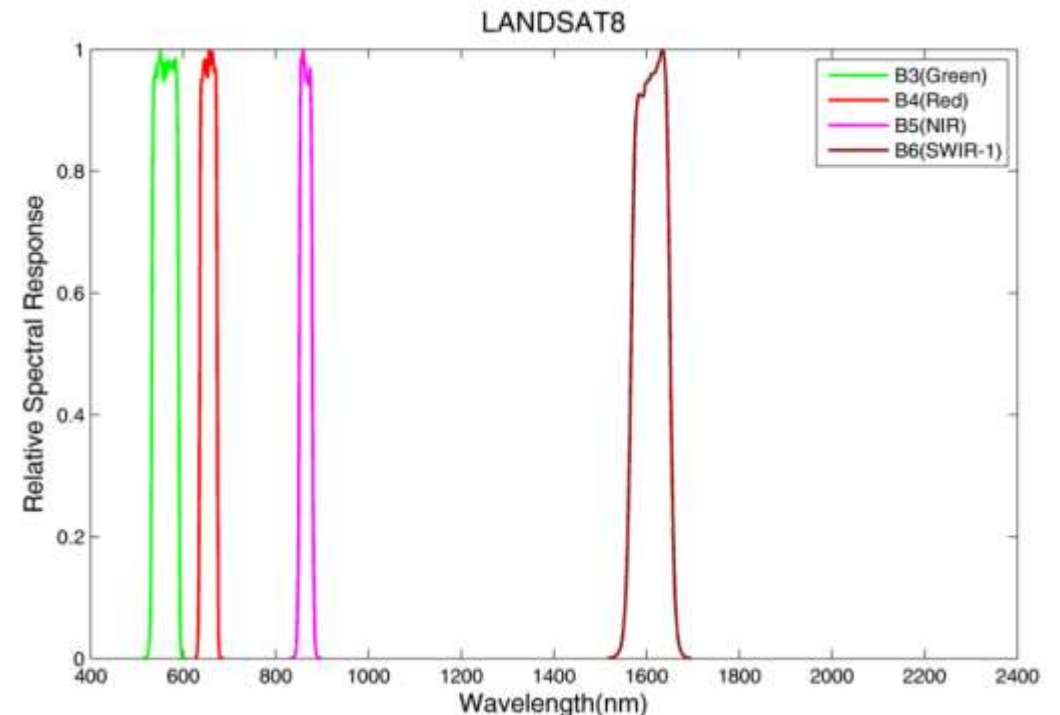
Struttura della rete neurale artificiale (ANN) by INRA:

- ✓ 1 strato nascosto con 5 neuroni e 1 uscita lineare.
- ✓ 6 dati di input normalizzati $\cos(SAA)$, $\cos(SZA)$ e le riflettanze TOC nelle 4 bande spettrali di OLI Landsat 8/9.
- ✓ I simboli 'Norm' corrispondono al processo di normalizzazione.
- ✓ I simboli 'S' e 'L' corrispondono rispettivamente alle funzioni di trasferimento sigmoide (tansig) e lineare dei neuroni.
- ✓ 45 coefficienti sinaptici e 6 coefficienti di bias.



Implementazione:

- Norm: normalizzazione degli input: $X^* = 2 \cdot (X - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) - 1$
- Avvio della ANN: $Y = \text{Tansig}(x) = 2 / (1 + \exp(-2x)) - 1$
- Denormalizzazione dell'output: $Y = 0.5 \cdot (Y^* + 1) \cdot (Y_{max} - Y_{min}) + Y_{min}$



Ricampionamento spettrale HYC a OLI (esempio)

Fuel Map – Modello, Dati e Processo

Start Fuel Model:

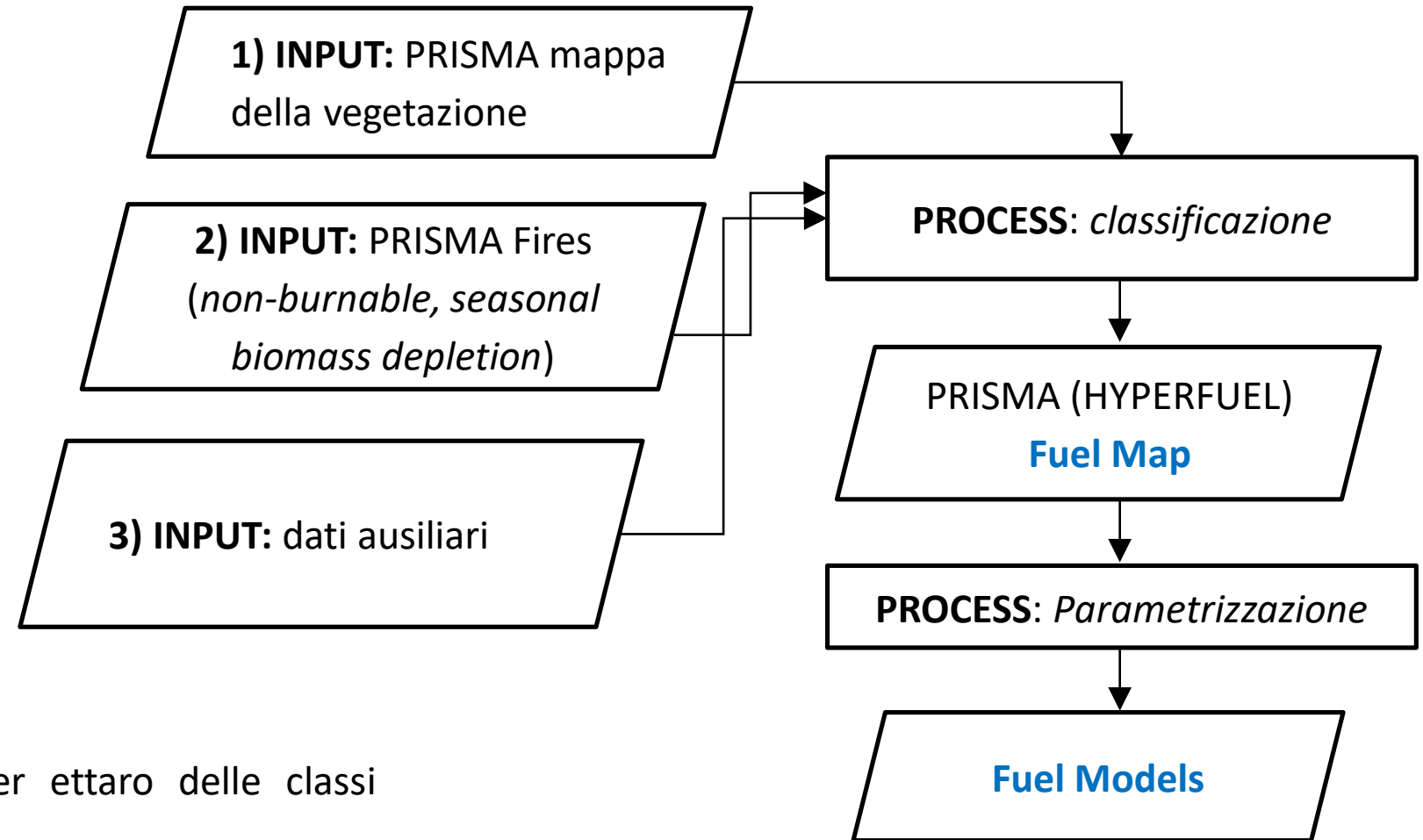
- **FBFM40** standard (40 models)

Dati di osservazione della Terra:

- PRISMA/HYC livello L2D
 - Sentinel-2/MSI
- oppure
- Landsat/OLI

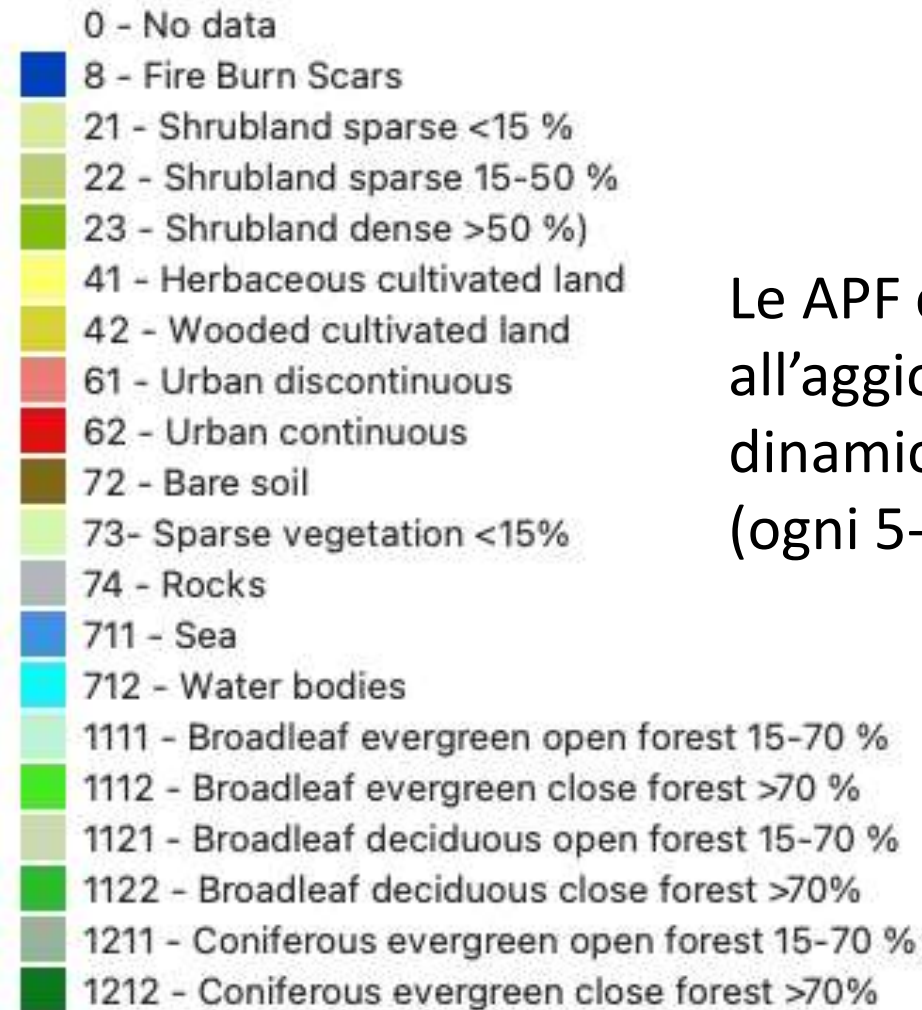
Dati ausiliari:

- **Materia secca**/ettaro;
- **Densità di copertura** (percentuale per ettaro delle classi vegetali selezionate)
- Altezza della vegetazione
- **Precipitazione** (per la crescita stagionale di arbusti ed erbai)



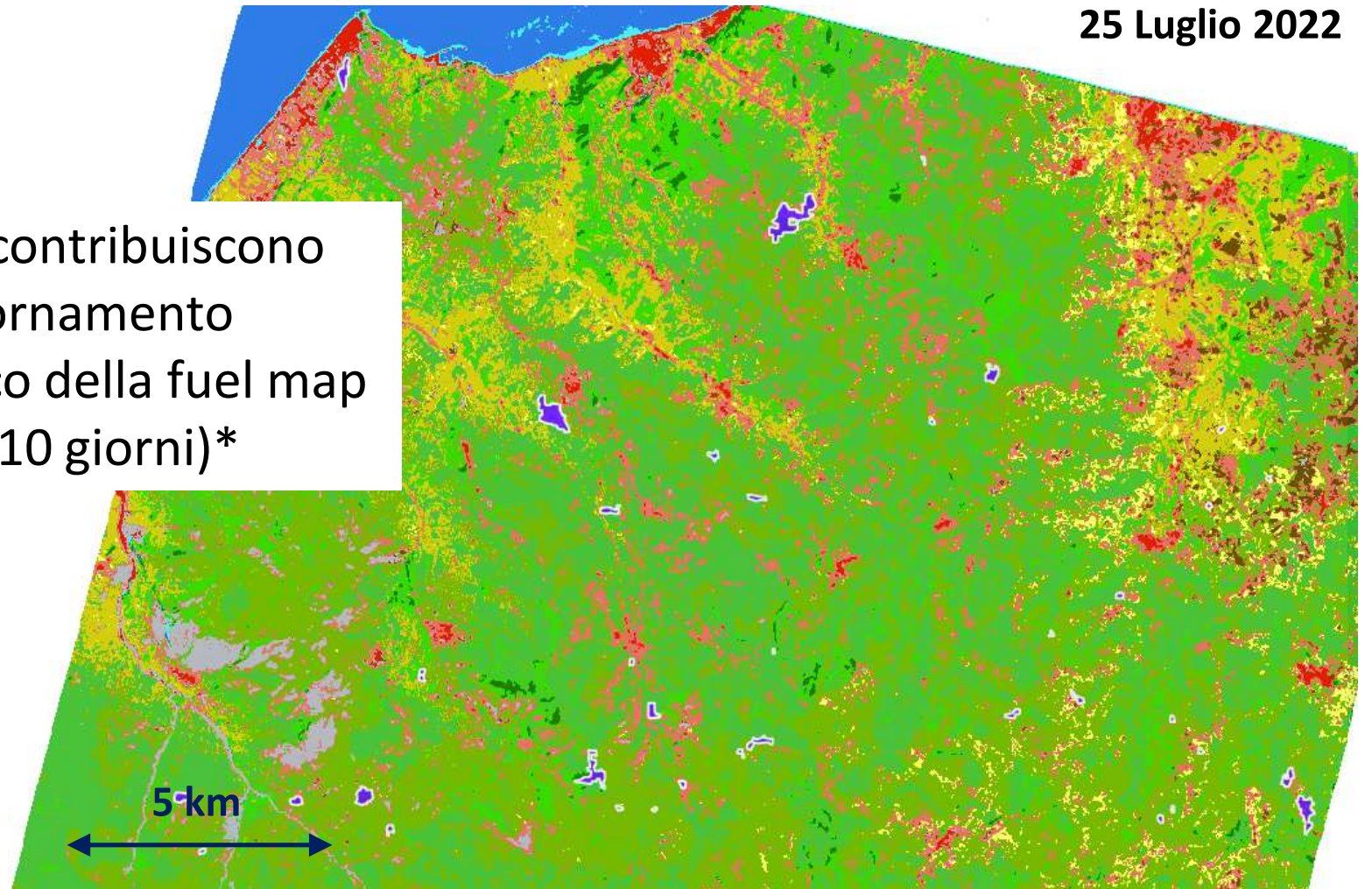
FBFM40 è l'insieme avanzato di 40 modelli di combustibile adatti alla caratterizzazione per tutte le stagioni dei combustibili vegetali.

Variazione del Combustibile da analisi Multitemporale: riduzione biomassa per effetto di incendi



25 Luglio 2022

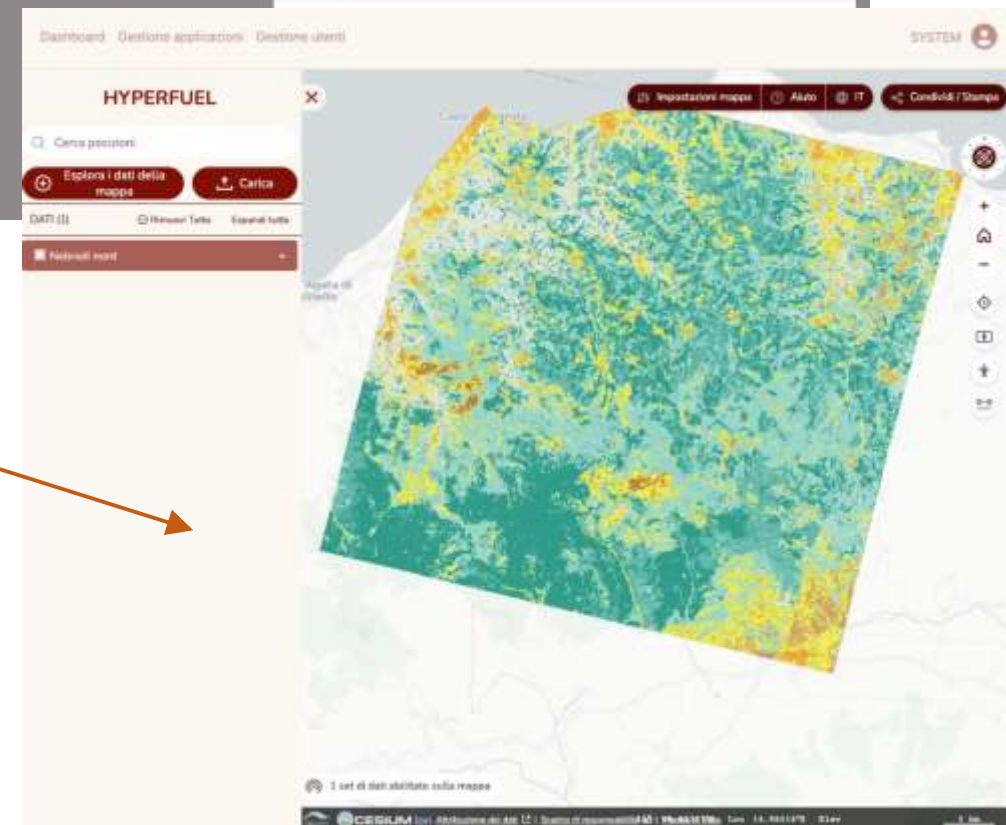
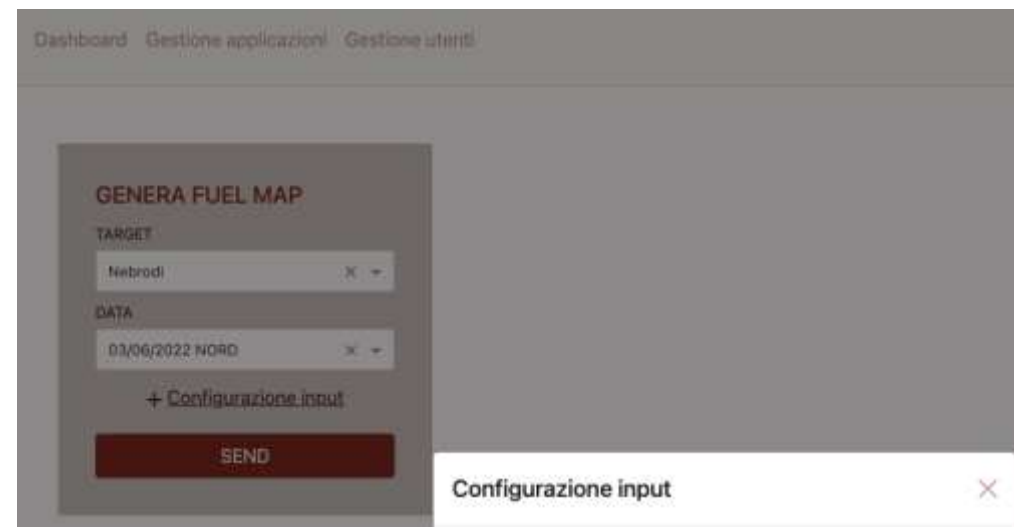
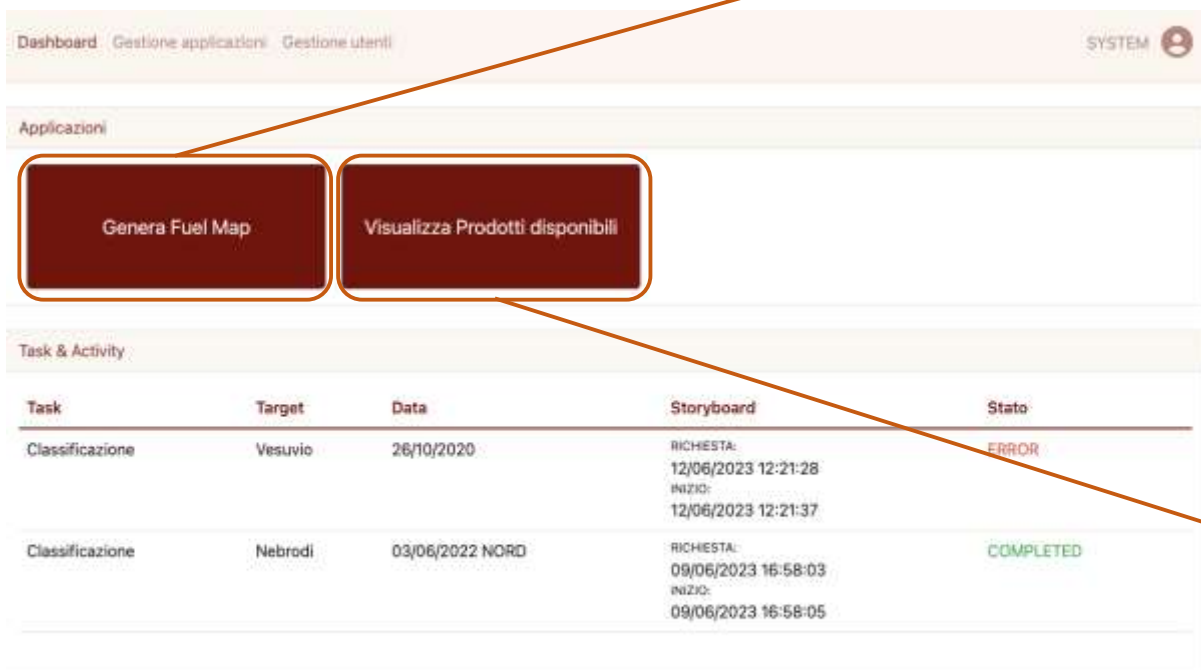
Le APF contribuiscono
all'aggiornamento
dinamico della fuel map
(ogni 5-10 giorni)*



*In funzione della disponibilità di dato PRISMA/Sentinel-2/Landsat 8

Prototipo

Il prototipo di HYPERFUEL include una dashboard per visualizzare i prodotti esistenti o crearne di nuovi.



I prodotti di HYPERFUEL sono/saranno:

- ✓ pubblicati dopo un completo processo di elaborazione e convalida del prodotto
- ✓ consultabili in un geocatalogo
- ✓ visualizzabili nel portale WebGIS
- ✓ scaricabili tramite un servizio WMS