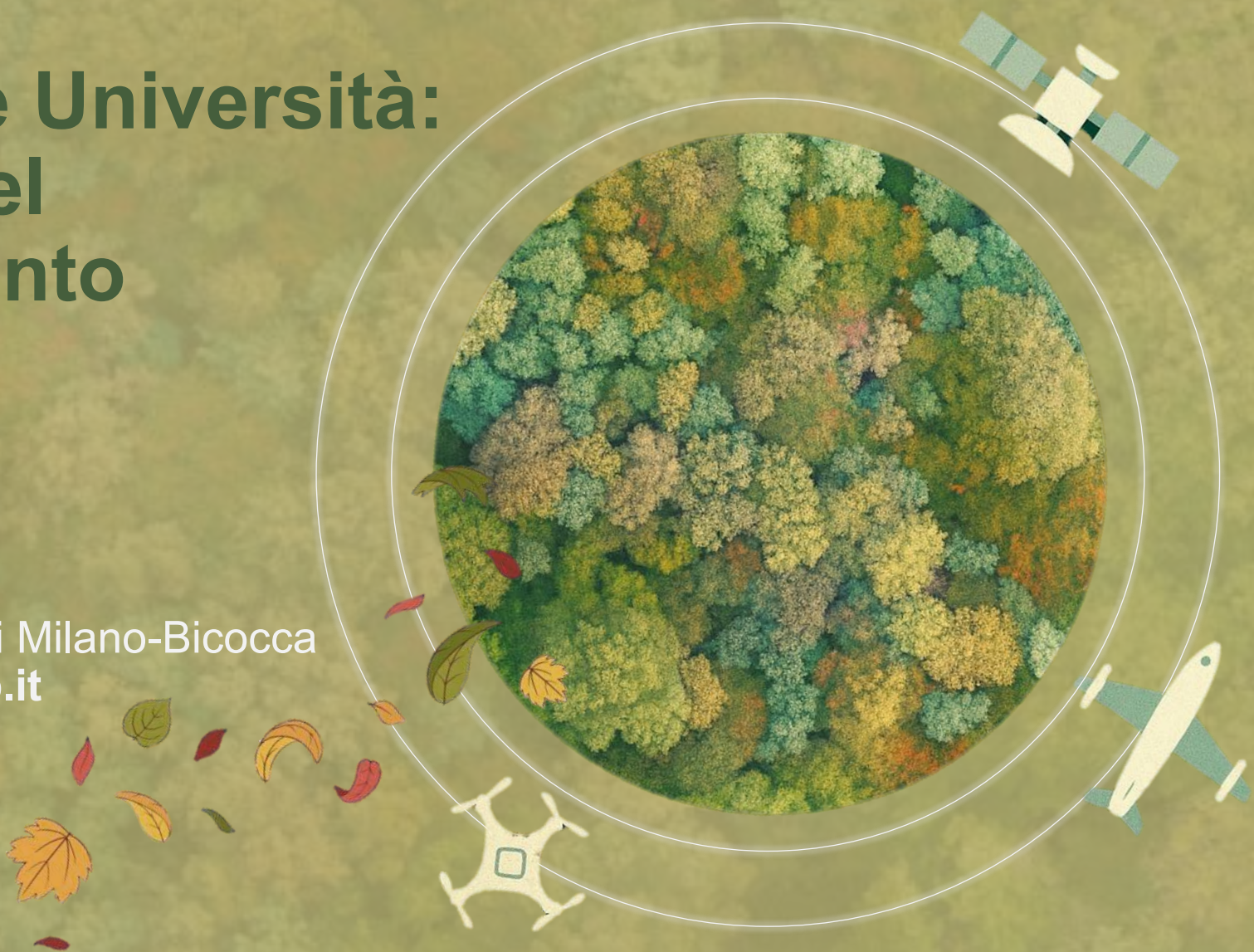




Il ruolo delle Università: l'esempio del telerilevamento

Micol Rossini

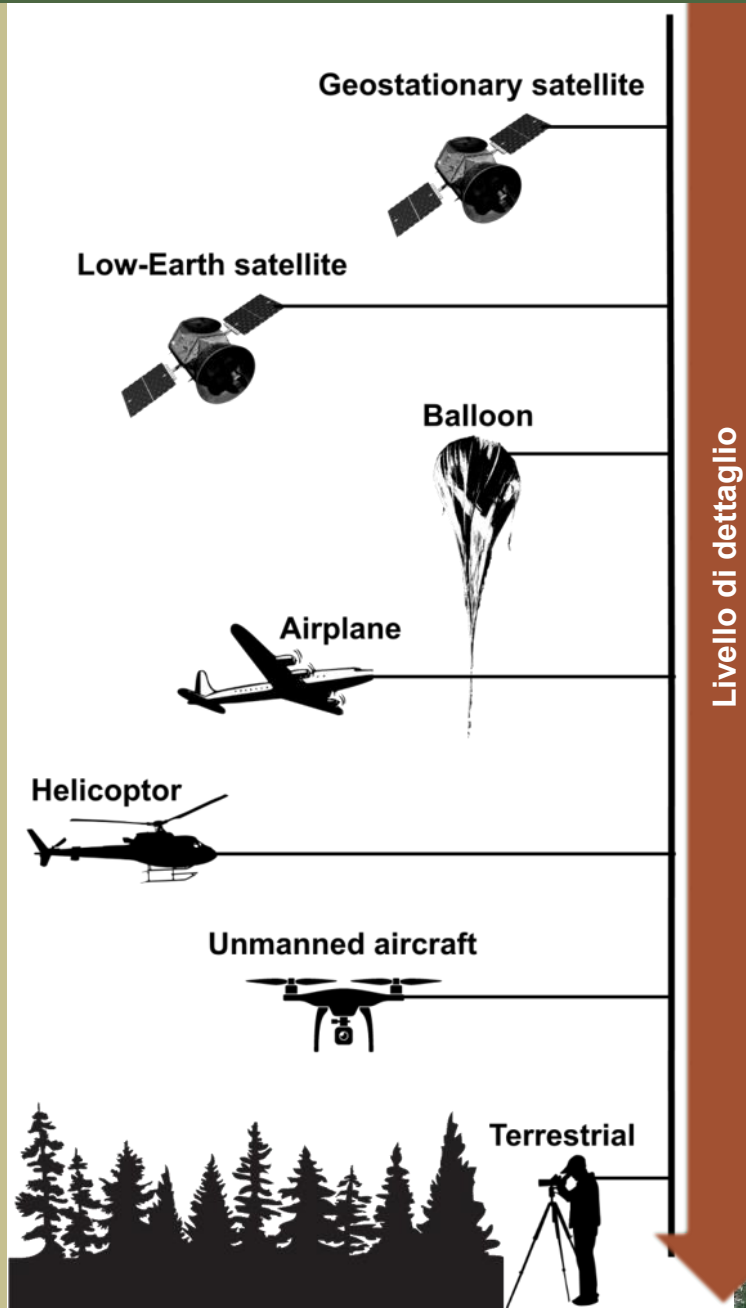
Università degli Studi di Milano-Bicocca
micol.rossini@unimib.it



Cos'è il telerilevamento multi-scala?

Il telerilevamento è l'insieme delle tecniche che permettono di **raccogliere informazioni su un oggetto** o un fenomeno a distanza, grazie a **sensori** montati su piattaforme come satelliti, aerei, droni.

I **sensori** rilevano l'energia riflessa o emessa dalle superfici a **diverse lunghezze d'onda** lungo lo spettro elettromagnetico, spesso includendo la **luce visibile**.



Il contributo del telerilevamento al progetto F4F

Analisi delle condizioni vegetative degli habitat forestali

Obiettivi:

- Monitoraggio retrospettivo delle condizioni vegetative forestali nei quattro Parchi attraverso l'analisi di indice di area fogliare (LAI) e clorofilla
- Identificazione di aree vulnerabili e resilienti rispetto a stress climatici ed eventi estremi

Strumenti:

- Serie temporale di immagini satellitari

Output primario:

- Banca dati condivisa opensource consistente in mappe di anomalia, mappe di vulnerabilità e mappe di resilienza

Monitoraggio della morfologia e della struttura dei querceti

Obiettivi:

- Verificare se caratteristiche di popolamento, individuali o di uso del suolo rendano i querceti di farnia maggiormente vulnerabili allo schianto

Strumenti:

- **ALS** (Airborne Laser Scanning da drone) – rilievi ad alta risoluzione per descrivere la struttura verticale e la densità del popolamento
- **TLS** (Terrestrial Laser Scanning) – rilievi a terra per acquisire in dettaglio la geometria e la stabilità degli alberi

Output primario:

- Modello tridimensionale di bosco



Monitoraggio delle condizioni vegetative degli habitat forestali

Missione: Copernicus (ESA) per l'Osservazione della Terra

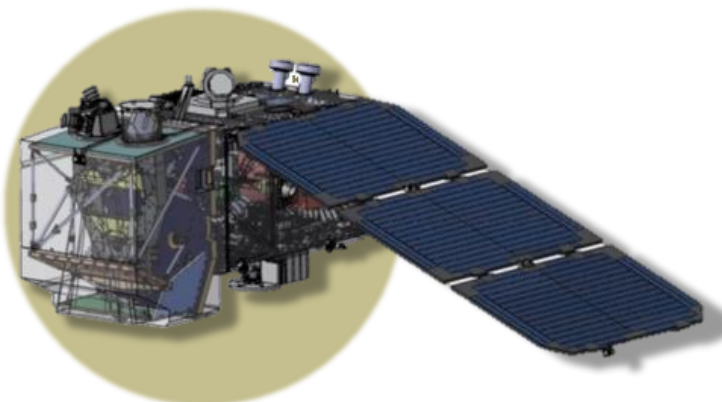
Satelliti: Sentinel -2A e 2B sulla stessa orbita

Copertura: globale, con tempo di rivisitazione di 5 giorni

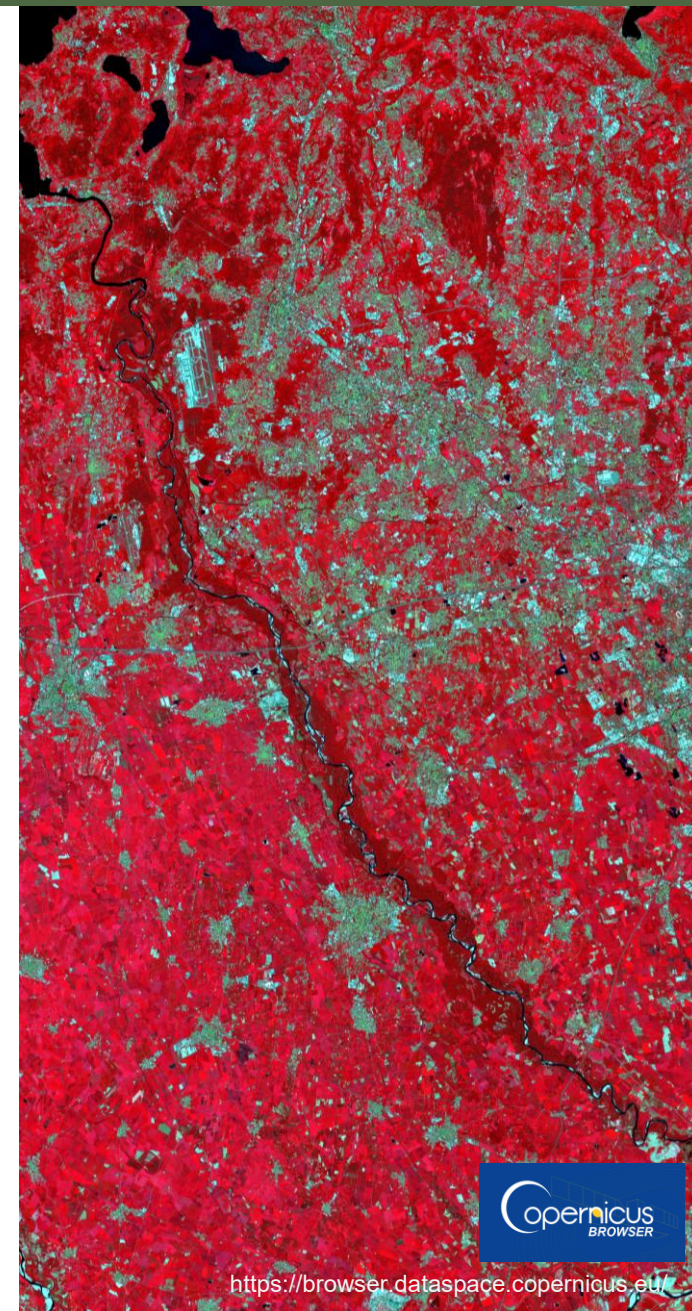
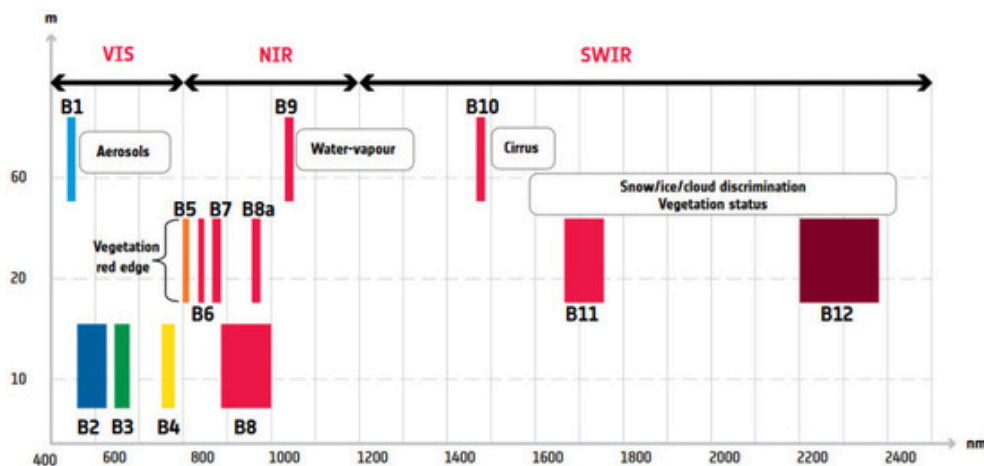
Sensore: Multispettrale (MSI)

Bande spettrali: 13 (dal VIS al NIR/SWIR)

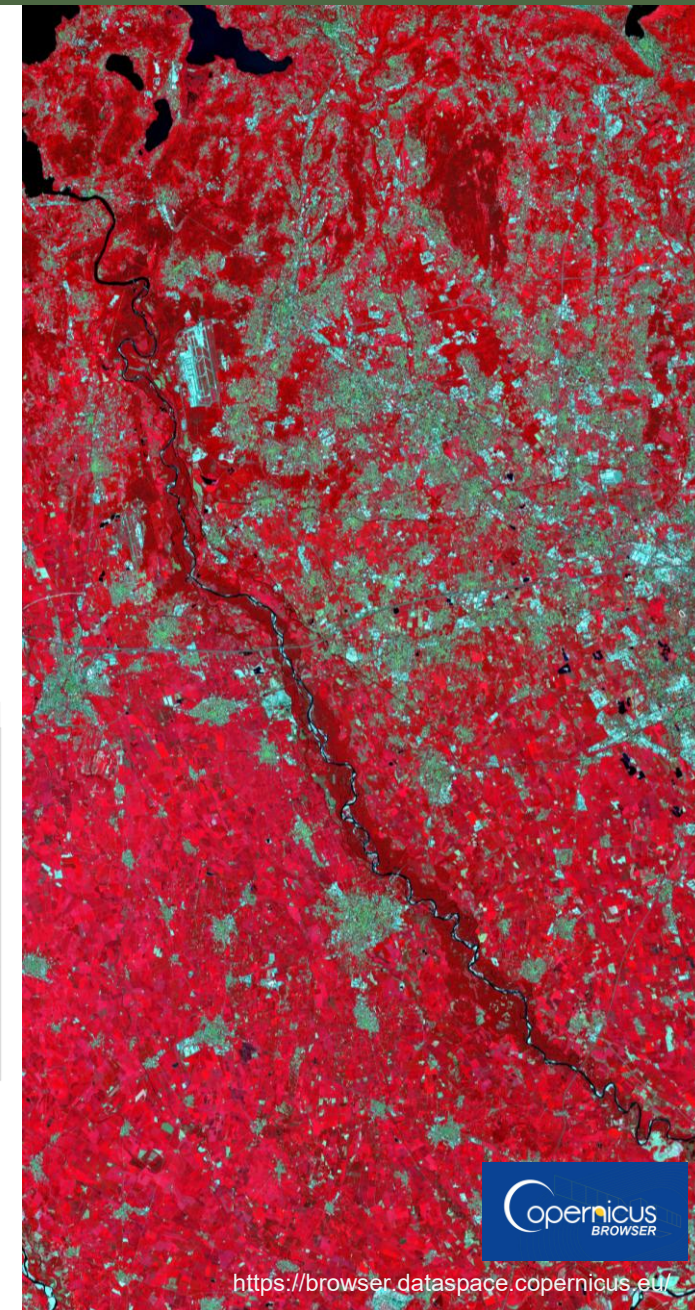
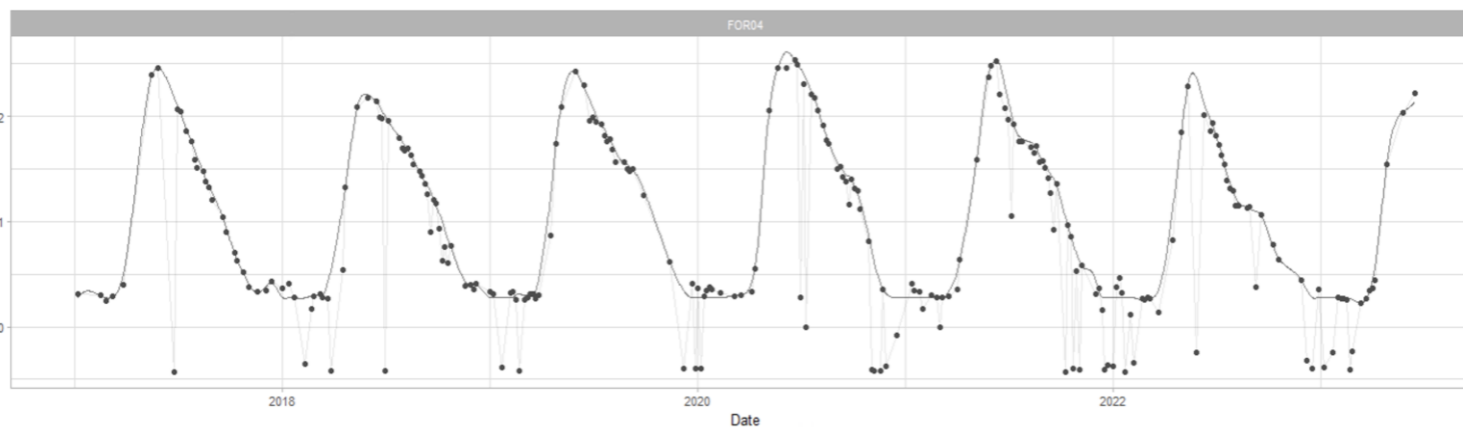
Sentinel-2



Credits: EADS Astrium



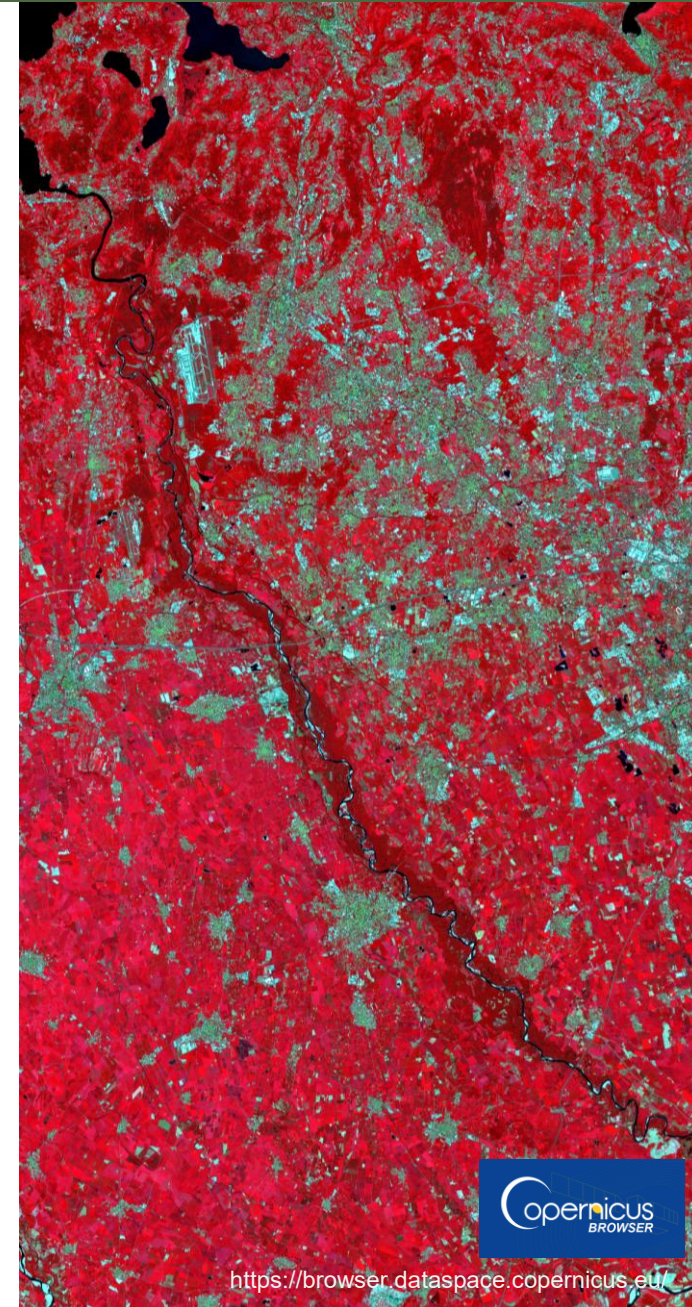
- ✓ Download e pre-processing delle immagini Sentinel-2
- ✓ Estrazione di parametri biofisici della vegetazione: Leaf Area Index (LAI), contenuto di clorofilla della chioma (CCC) e contenuto idrico della chioma (CWC)
- ✓ Creazione di serie temporali giornaliere dei parametri vegetazionali per ciascuna area forestale campionata



- ✓ Download e pre-processing delle immagini Sentinel-2
- ✓ Estrazione di parametri biofisici della vegetazione: Leaf Area Index (LAI), contenuto di clorofilla della chioma (CCC) e contenuto idrico della chioma (CWC)
- ✓ Creazione di serie temporali giornaliere dei parametri vegetazionali per ciascuna area forestale campionata
- ✓ Calcolo delle anomalie standardizzate rispetto alla media del periodo di riferimento

Std. daily anomaly

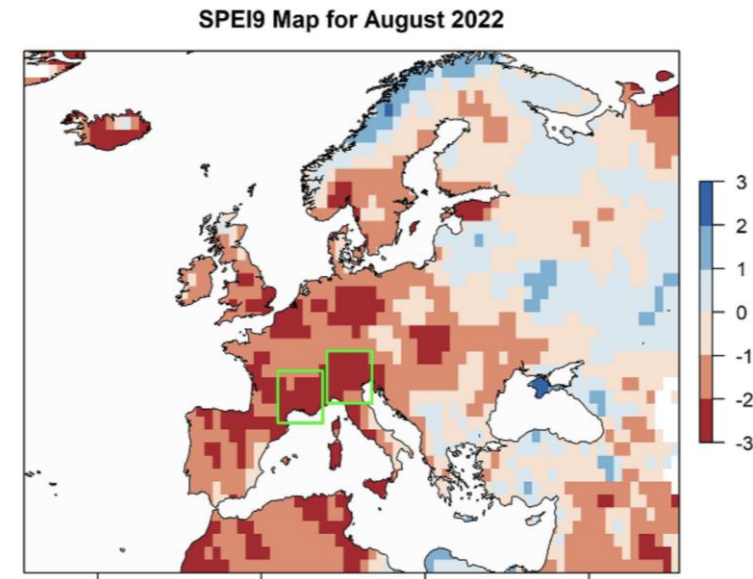
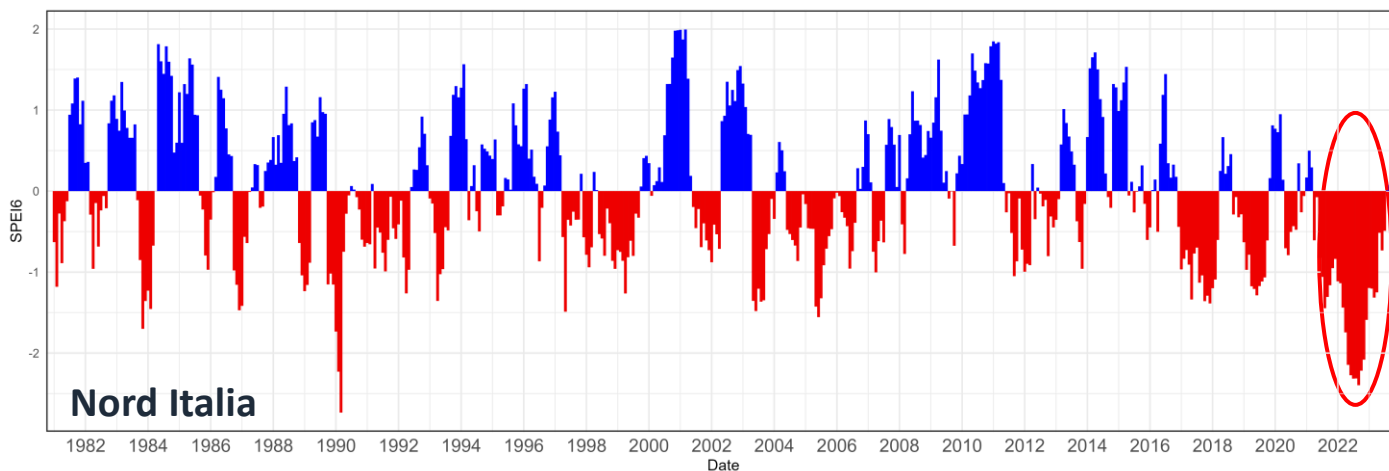
$$= \frac{\text{anomaly at pixel } (x, y) \text{ time } t - \text{multi year daily average at pixel } (x, y)}{\text{multi year standard deviation at the pixel } (x, y)}$$



Impatto della siccità estrema 2022 sulle foreste del Parco del Ticino

Valutare l'impatto spaziale e temporale della siccità estrema del 2022 sulle foreste del Parco del Ticino mediante l'analisi di immagini Sentinel-2 dal 2017 al 2022

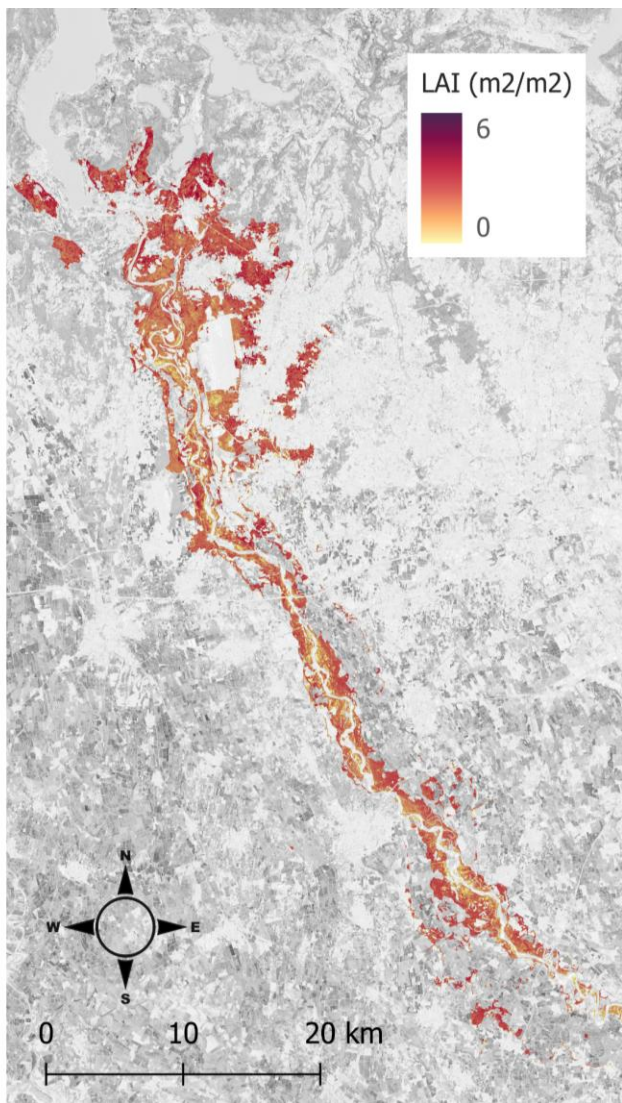
La siccità è diventata uno dei principali fattori di stress per il funzionamento del sistema Terra ed è prevista un'intensificazione sia nella frequenza sia nell'intensità degli eventi



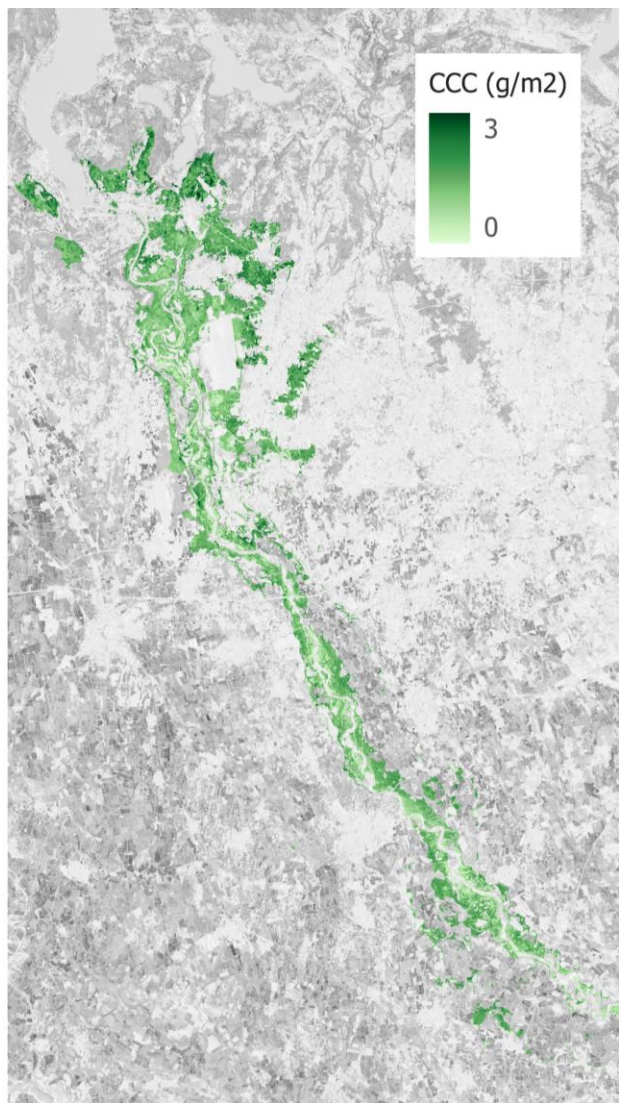
Faranda et al., 2023

Valori negativi record dell'Indice Standardizzato di Precipitazione-Evapotraspirazione a 9 mesi (SPEI9) nell'agosto 2022

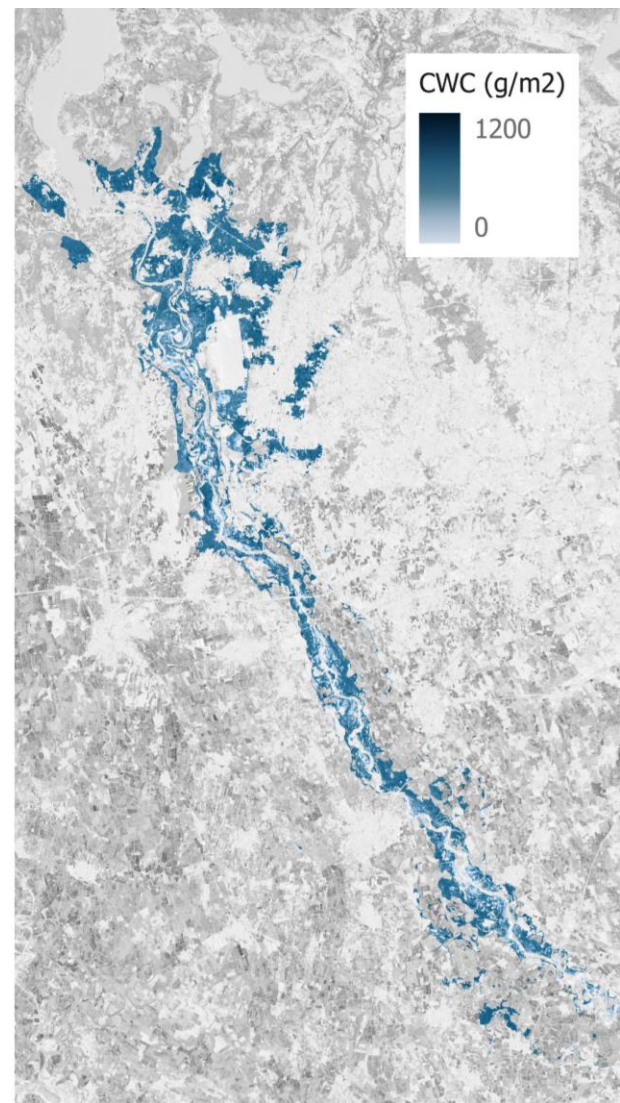
Mappe di parametri biofisici (Giugno 2022)



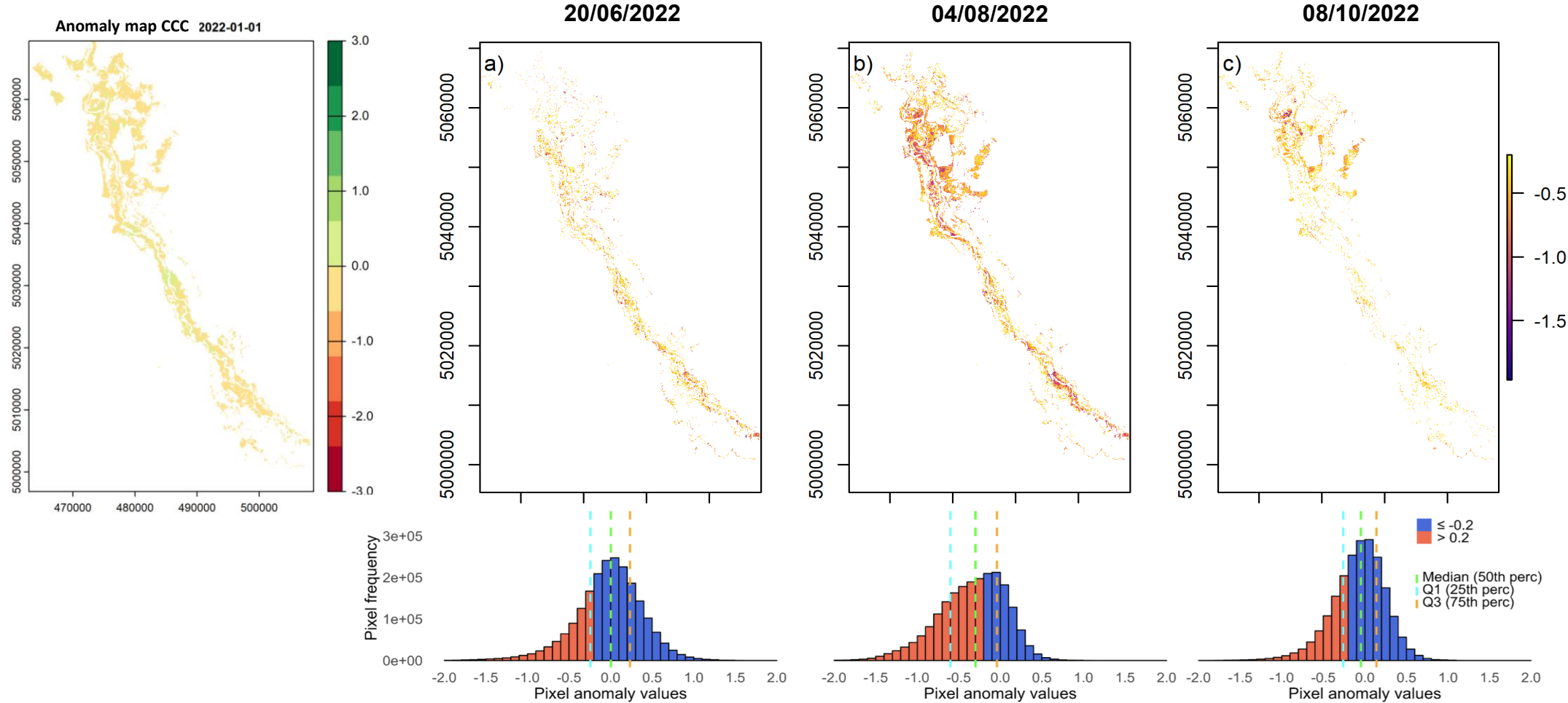
R^2 0.75, nRMSE 11.5%



R^2 0.82, nRMSE 13.6%



R^2 0.64, nRMSE 28.8%



Analisi delle condizioni vegetative degli habitat forestali

Obiettivi:

- Monitoraggio retrospettivo delle condizioni vegetative forestali nei quattro Parchi attraverso l'analisi di indice di area fogliare (LAI) e clorofilla
- Identificazione di aree vulnerabili e resilienti rispetto a stress climatici ed eventi estremi

Strumenti:

- Serie temporale di immagini satellitari

Output primario:

- Banca dati condivisa opensource consistente in mappe di anomalia, mappe di vulnerabilità e mappe di resilienza

Monitoraggio della morfologia e della struttura dei querceti

Obiettivi:

- Verificare se caratteristiche di popolamento, individuali o di uso del suolo rendano i querceti di farnia maggiormente vulnerabili allo schianto

Strumenti:

- **ALS** (Airborne Laser Scanning da drone) – rilievi ad alta risoluzione per descrivere la struttura verticale e la densità del popolamento
- **TLS** (Terrestrial Laser Scanning) – rilievi a terra per acquisire in dettaglio la geometria e la stabilità degli alberi

Output primario:

- Modello tridimensionale di bosco





Airborne Laser Scanning da drone

Sistema LiDAR Zenmuse L1 montato su UAV DJI Matrice 300 RTK



Utilizza tecnologie di posizionamento RTK e integrazione IMU/GNSS per georeferenziare automaticamente le nuvole di punti 3D ad alta precisione durante il rilievo drone

Terrestrial Laser Scanning

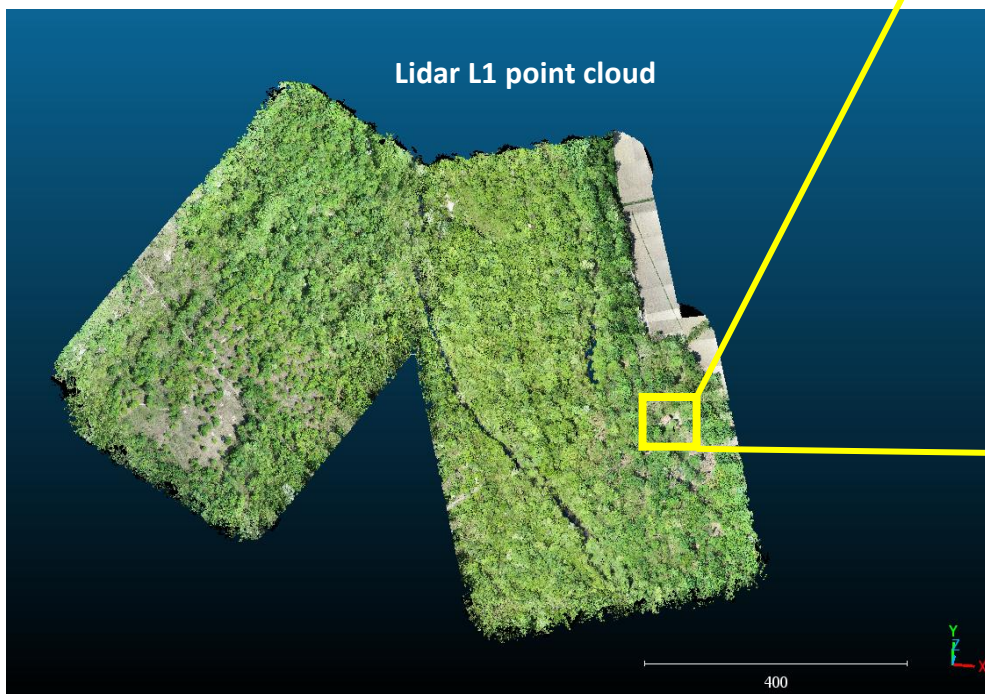
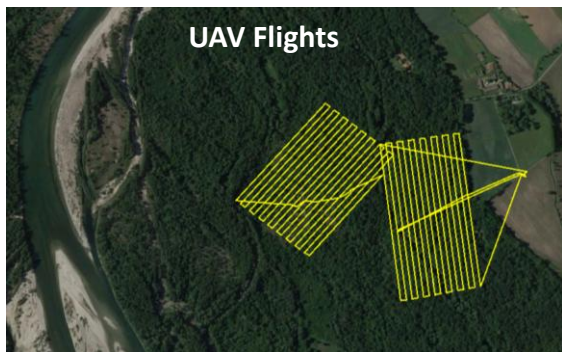
Sistema Mobile Laser Scanner ZEBHorizon GeoSLAM



Utilizza tecnologia SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) per georeferenziare ed allineare automaticamente i punti

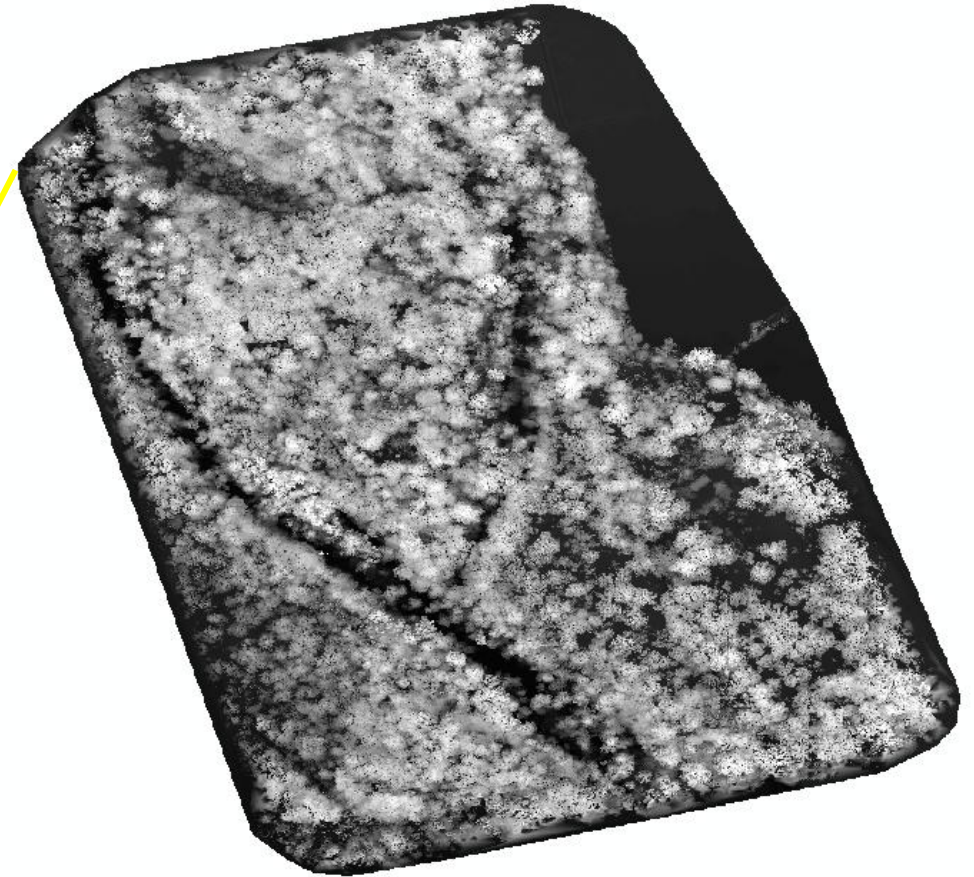
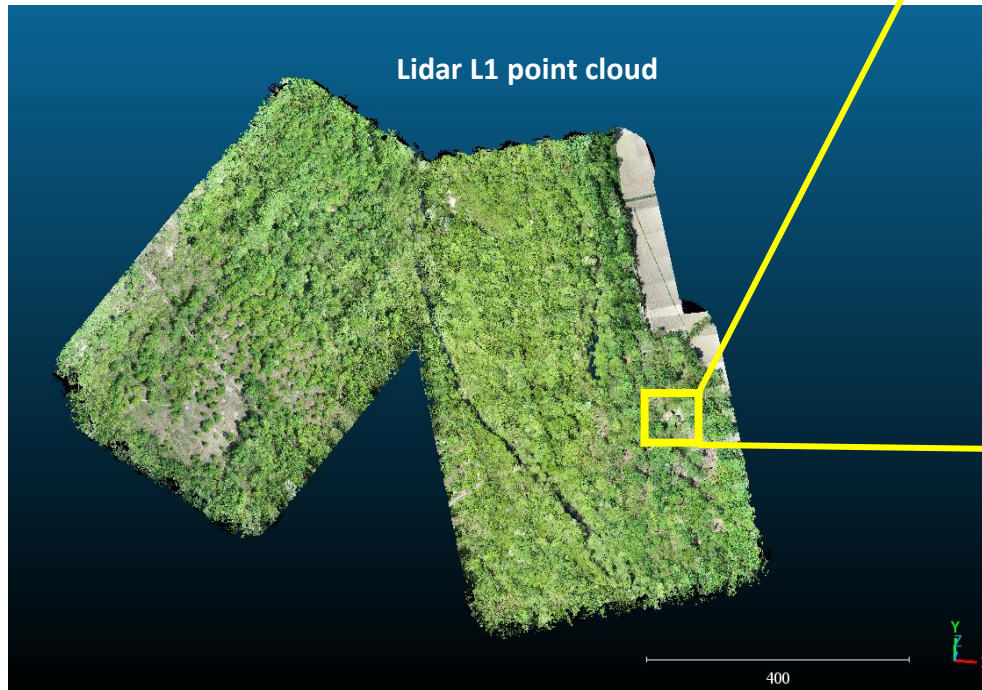
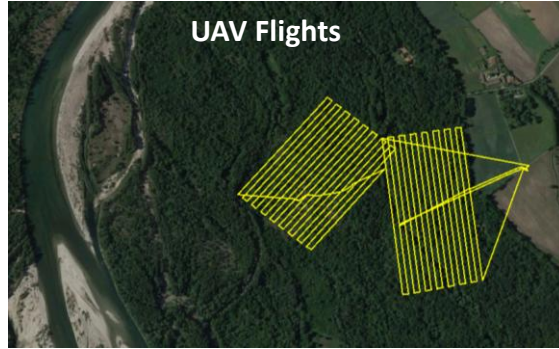
Monitoraggio strutturale delle foreste - drone

FOR EST 4 FUTURE



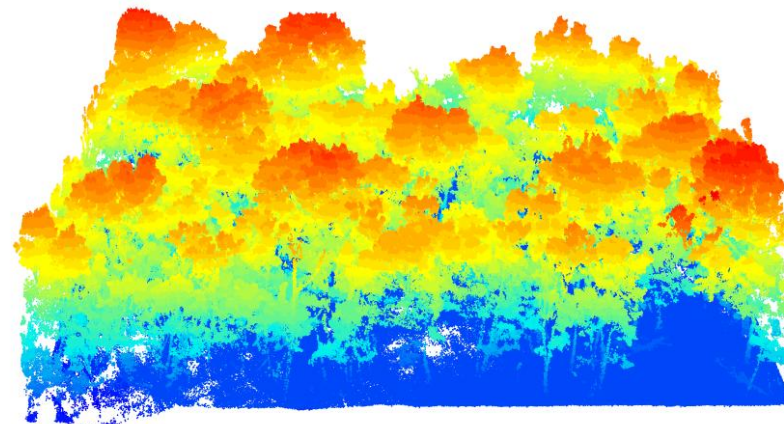
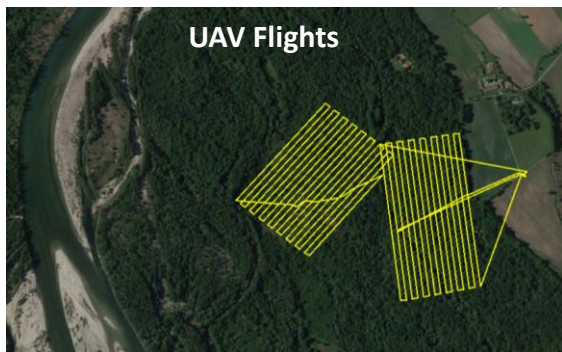
Monitoraggio strutturale delle foreste - drone

FOREST 4 FUTURE



Modello digitale della superficie

Monitoraggio strutturale delle foreste - drone

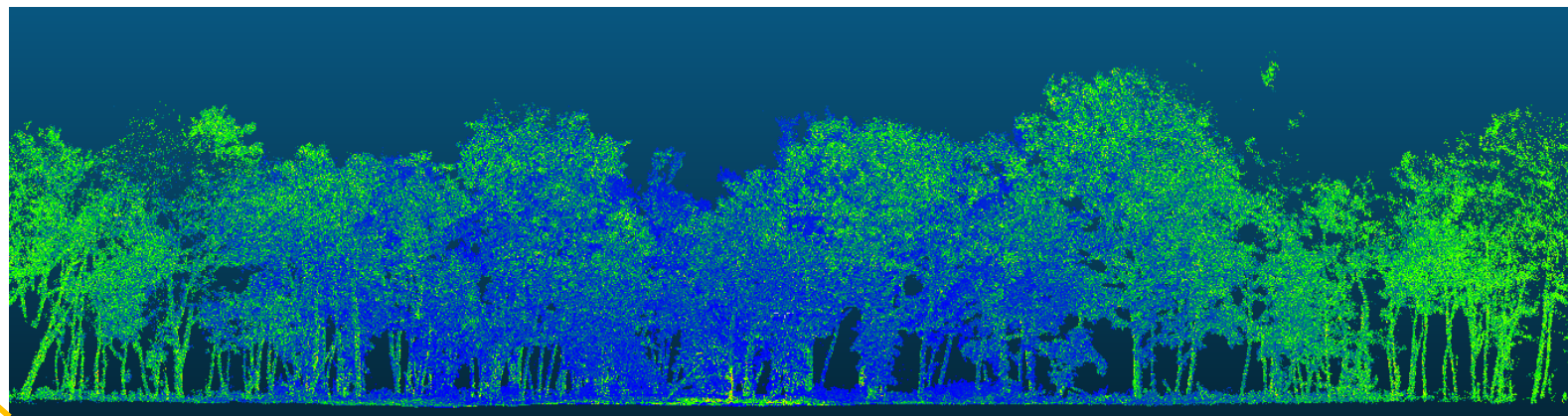
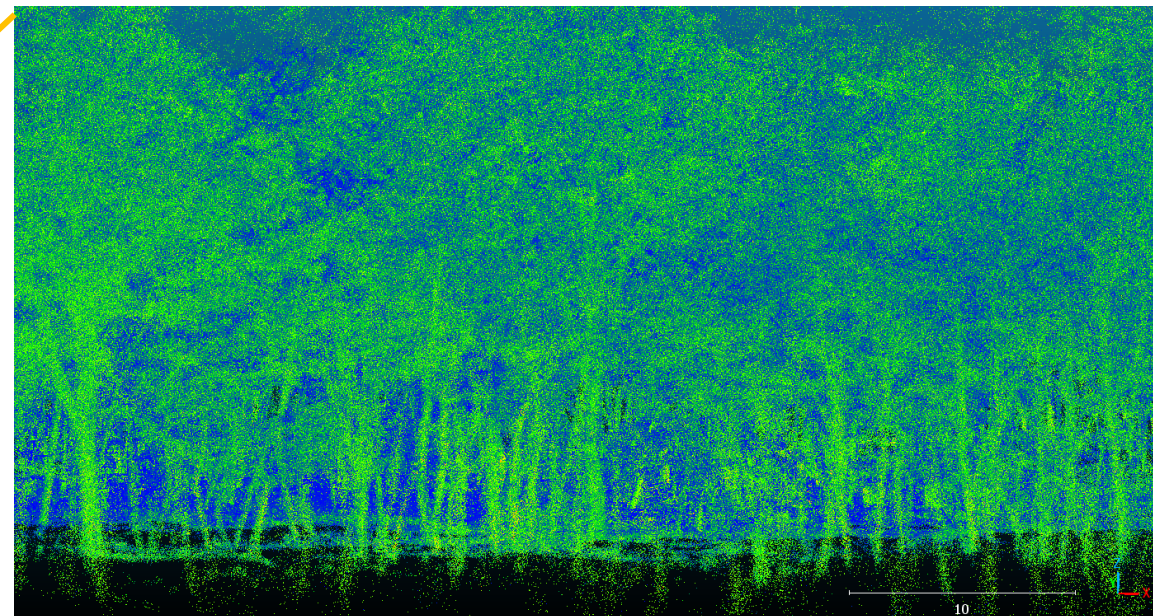


- Posizione dell'albero
- Altezza dell'albero
- Diametro, area e volume della chioma

Monitoraggio strutturale delle foreste - TLS



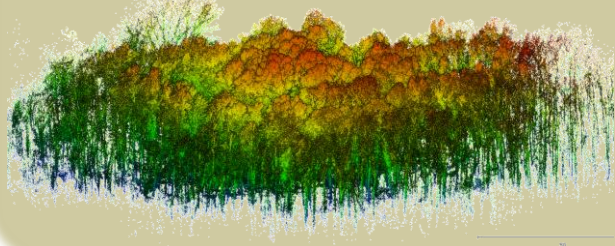
GeoSlam 3D model



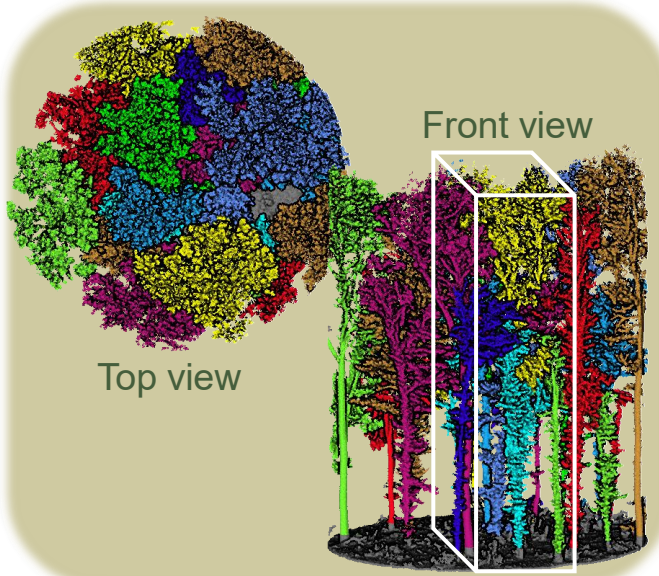
Monitoraggio strutturale delle foreste - TLS



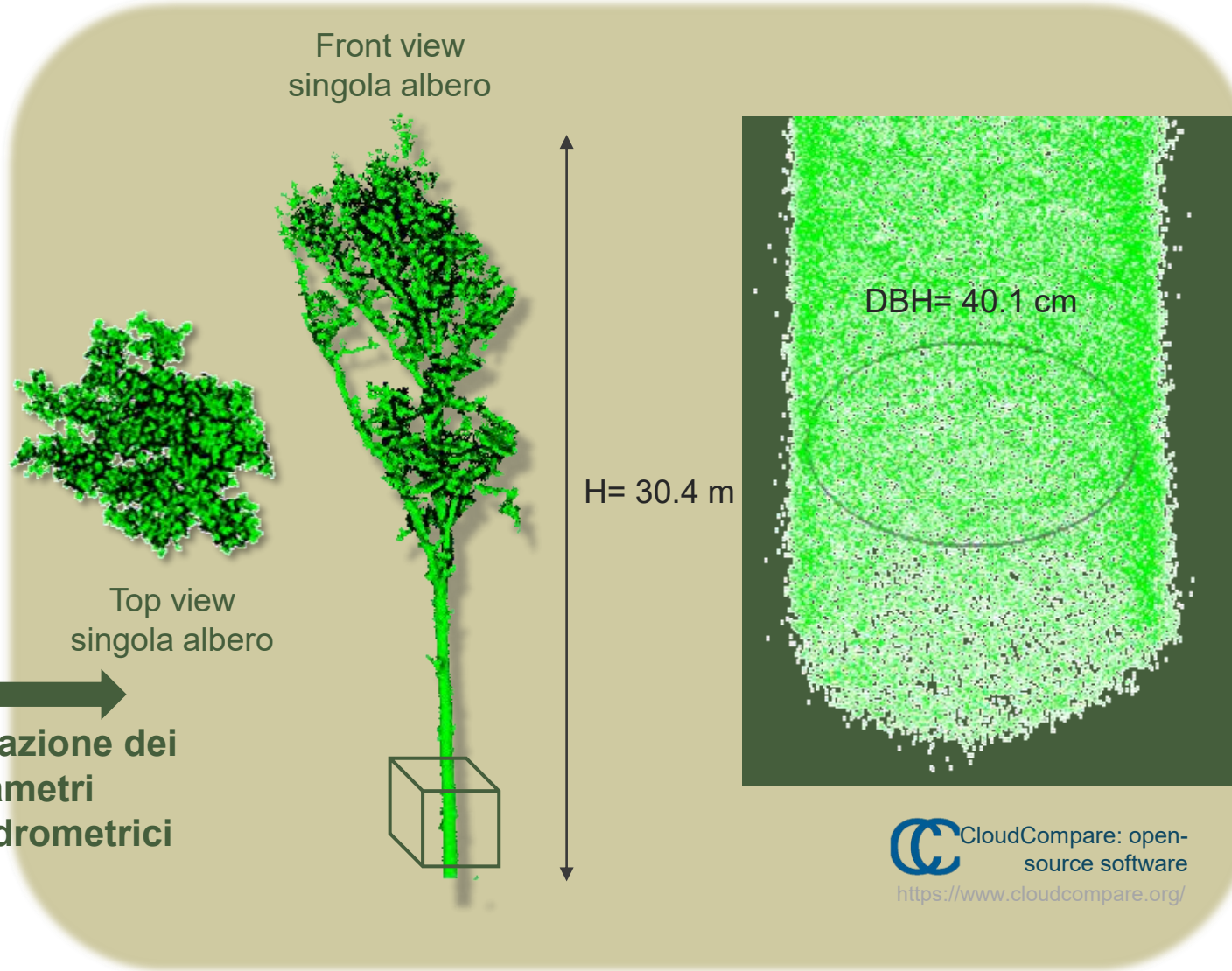
Nuvola di punti 3D



Segmentazione delle chiome



Estrazione dei parametri dendrometrici



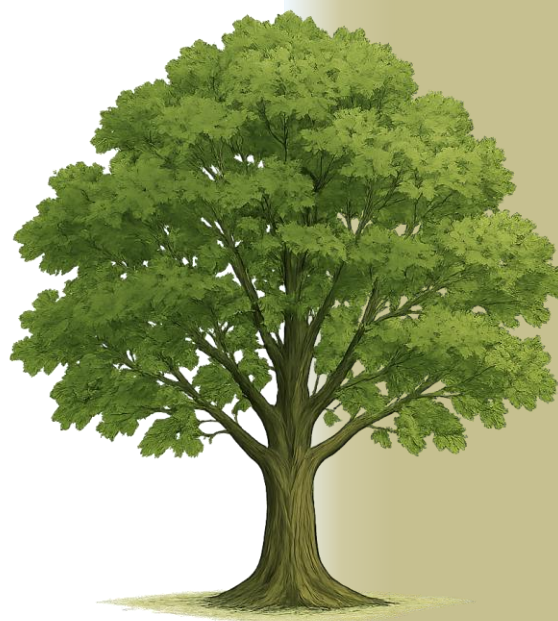
- Posizione dell'albero
- Diametro dell'albero
- Diametro, area e volume della chioma
- Altezza dell'albero

Analisi delle condizioni vegetative degli habitat forestali

- Mappe annuali di anomalia della vegetazione (LAI, clorofilla, contenuto idrico).
- Identificazione di aree forestali vulnerabili e resilienti agli stress climatici.
- Banca dati open source a supporto della gestione e del restauro forestale.

Monitoraggio della morfologia e della struttura dei querceti

- Produzione di rilievi ALS e TLS per analizzare struttura, morfologia e stabilità dei querceti di farnia.
- Identificazione di indicatori strutturali di vulnerabilità agli schianti da vento.
- Sviluppo di strumenti e modelli a supporto della prevenzione e gestione forestale.



Grazie per l'attenzione!

Micol Rossini
Università degli Studi di Milano-Bicocca
micol.rossini@unimib.it

