



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE E AMBIENTALE

Utilizzo di strumenti GIS e di Osservazione della Terra per lo studio dell'isola di calore urbana

Prof. **Giovanna Venuti**, Dott. **Alberto Vavassori**

Politecnico di Milano

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano

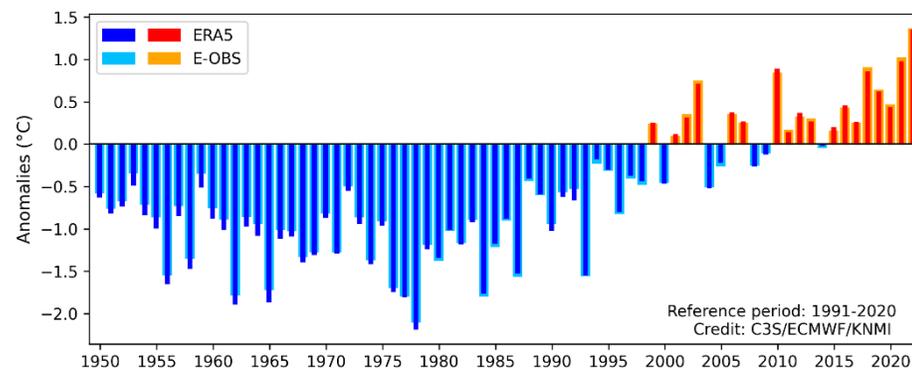
14/02/2025 | Verona

Il benessere verde delle nostre città: alla ricerca di dati, bisogni e sperimentazioni progettuali

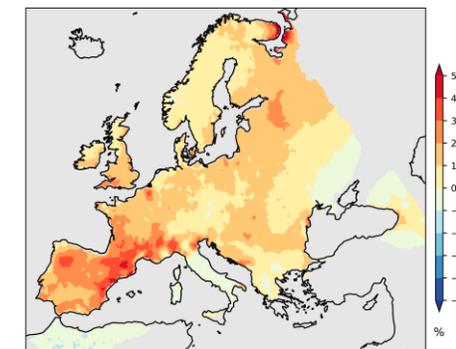
Contesto

L'Europa è stata identificata come hot spot del cambiamento climatico, sperimentando una crescente frequenza di ondate di calore

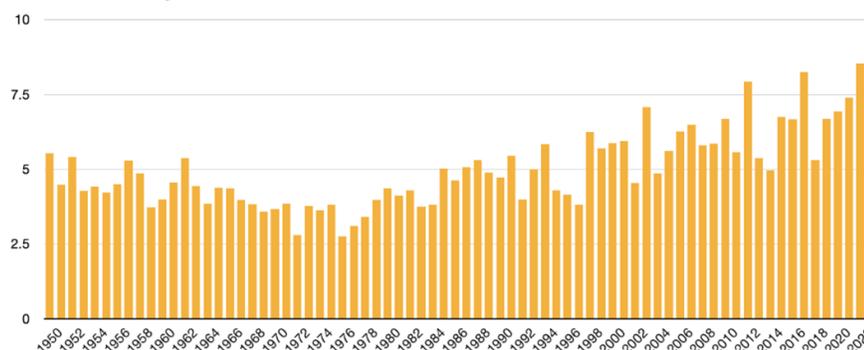
Anomalie di temperatura estive in Europa



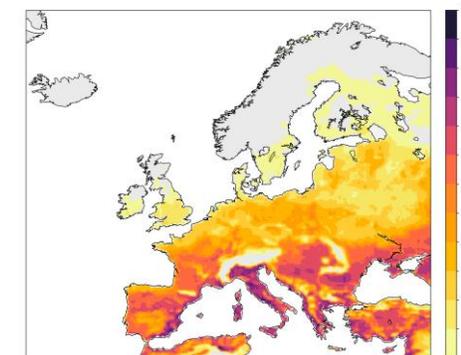
Anomalia del numero di giornate 'calde' nell'estate 2022 (periodo riferimento 1991-2020)



% di giorni con forte 'heat stress' in estate – Europa meridionale



Numero di giorni con forte 'heat stress' ($32^{\circ} < \text{UTCI} < 38^{\circ}\text{C}$) nel 2022

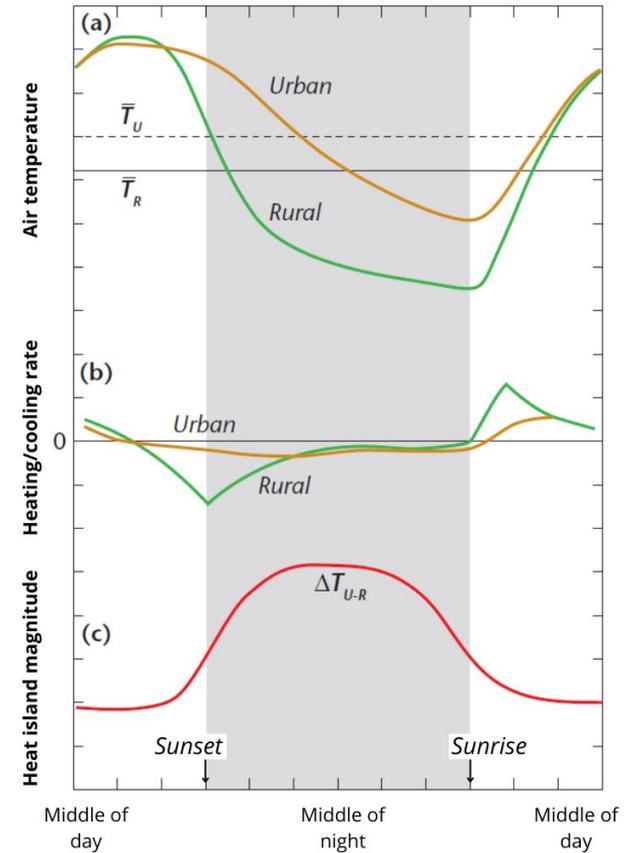
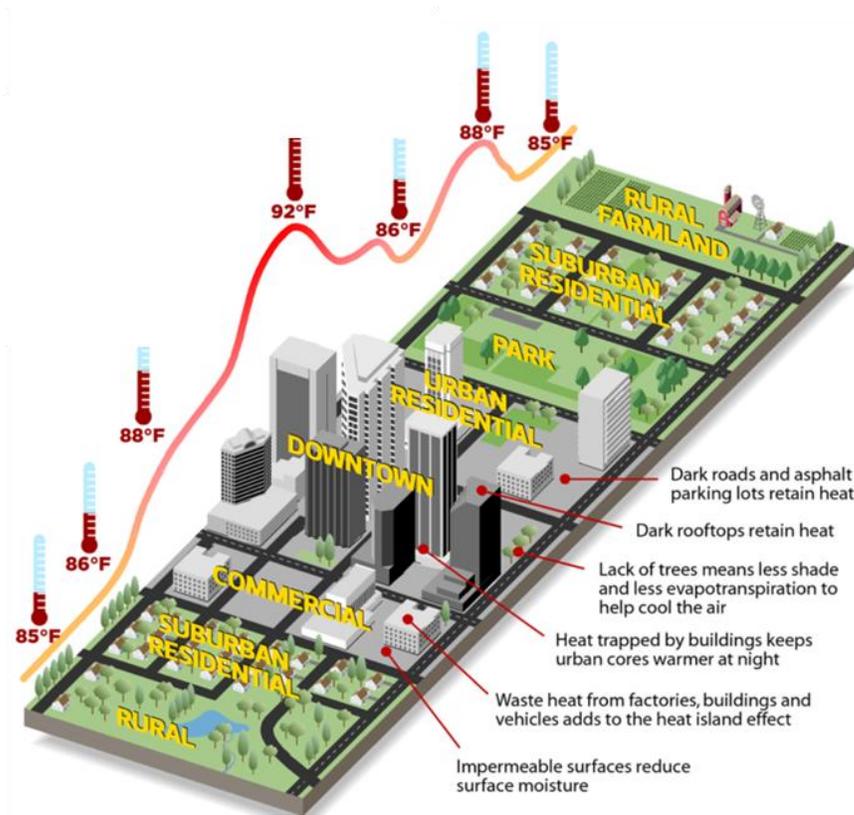


Questo fenomeno, insieme alla crescente urbanizzazione, intensifica l'**Isola Urbana di Calore** (Urban Heat Island, UHI)

Contesto

L'UHI si riferisce al fenomeno per cui le temperature nelle aree urbane sono più alte delle aree periurbane e rurali circostanti

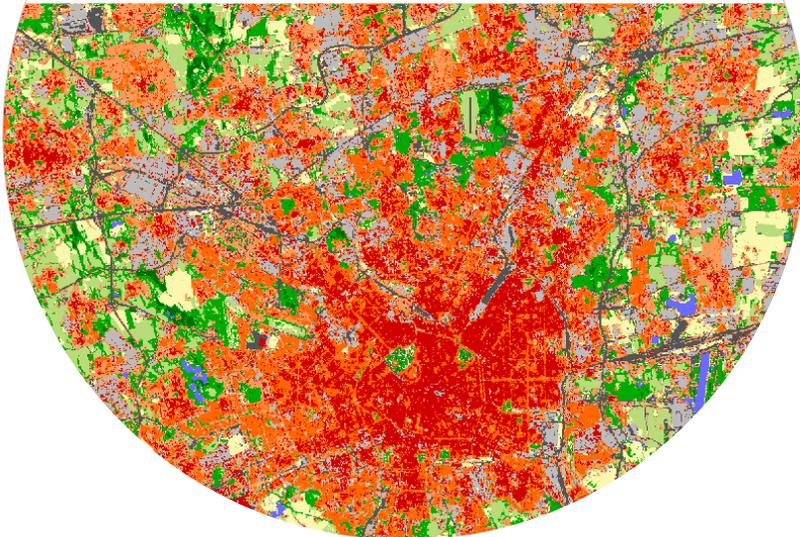
L'UHI è legato alla morfologia urbana e alla copertura del suolo ed è più intenso dopo il tramonto



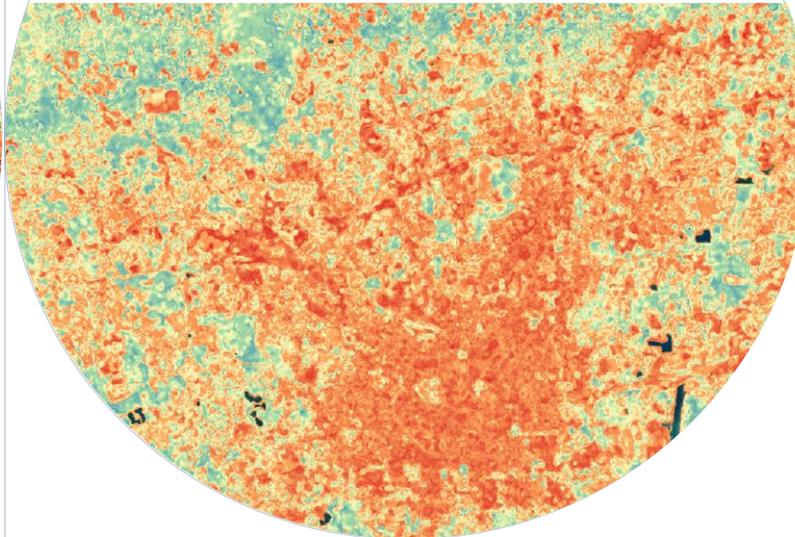
SOURCE: D.S. Lemmen and F.J. Warren, Climate Change Impacts and Adaptation

Contributo di GIS e OT allo studio dell'isola di calore: alcuni esempi

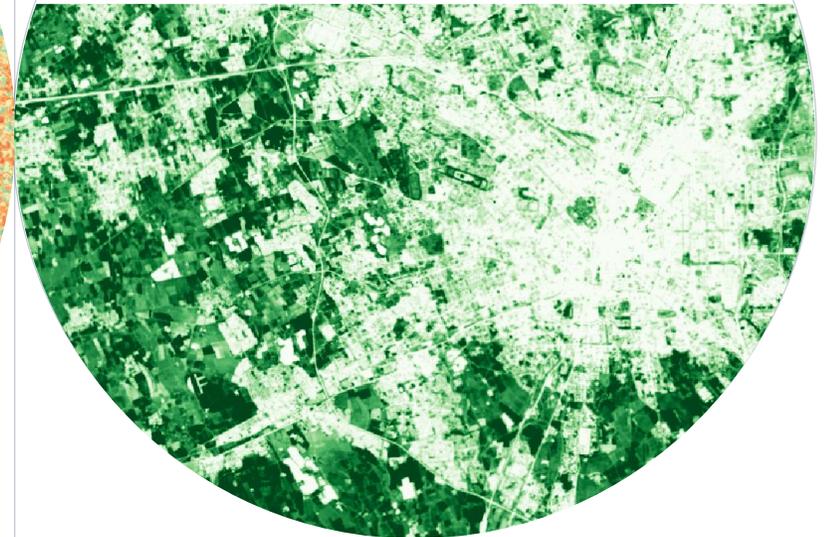
1. Mappatura delle Zone Climatiche Locali (LCZ) con un metodo combinato GIS / OT



2. Mappatura della temperatura dell'aria con dati geospaziali e di OT



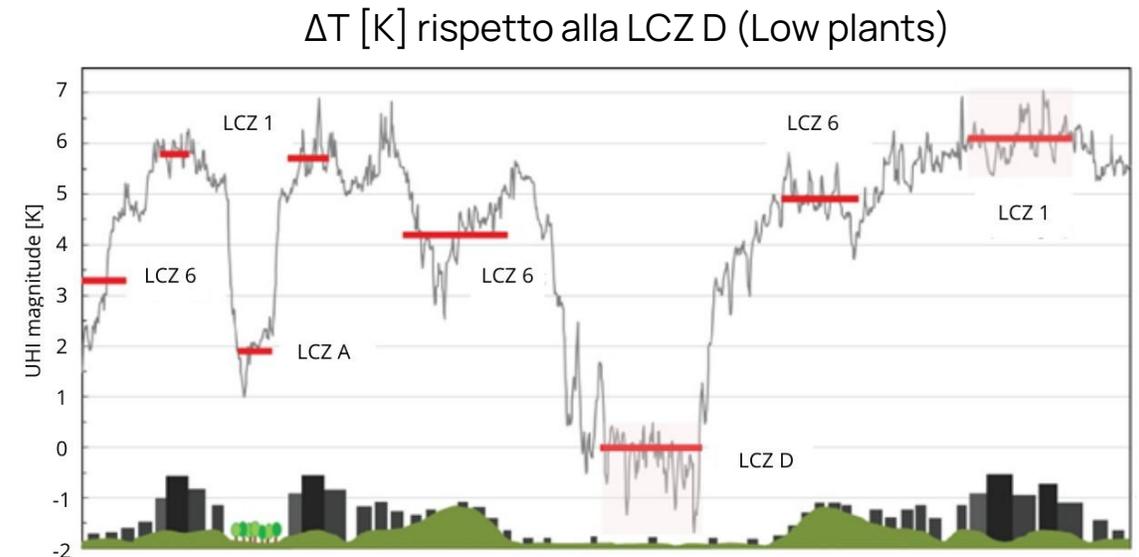
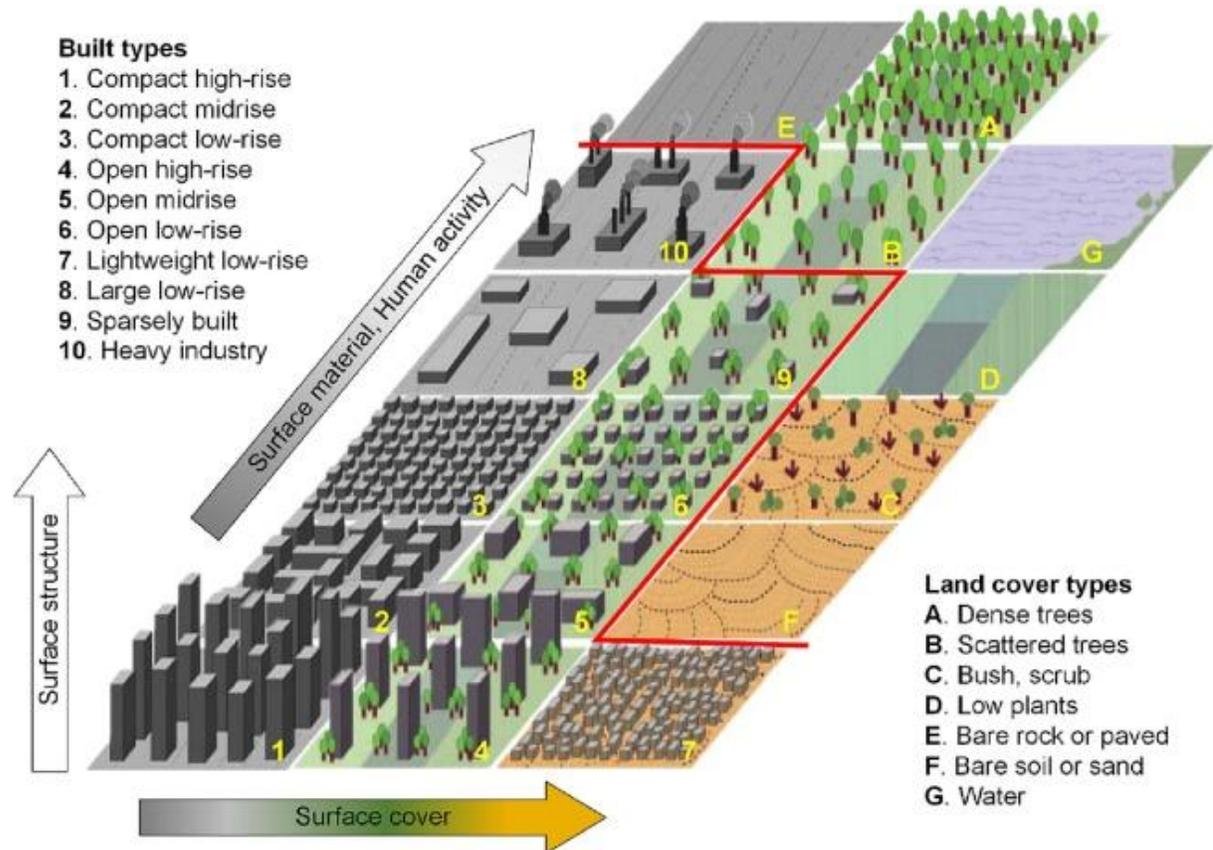
3. Mappatura dei materiali di superficie e valutazione della correlazione con la Land Surface Temperature (LST)



Mappatura delle Zone Climatiche Locali (LCZ) con un metodo combinato GIS / OT

Il sistema delle Zone Climatiche Locali (LCZ)

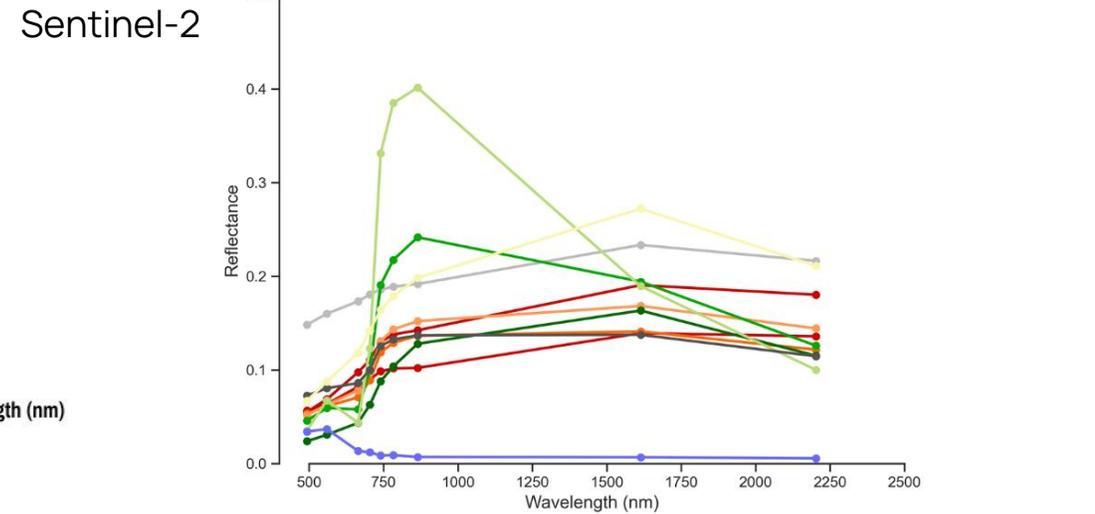
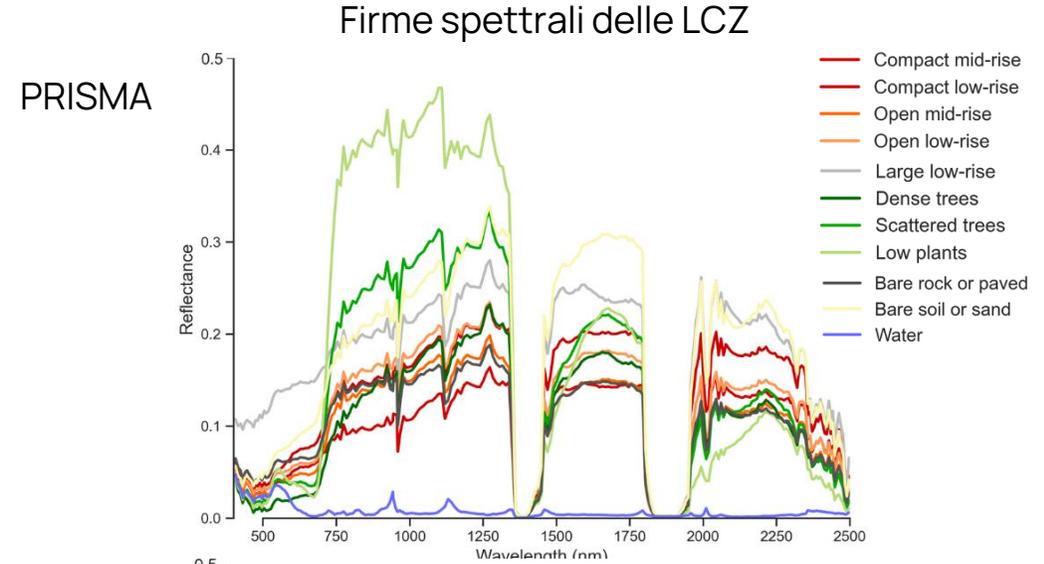
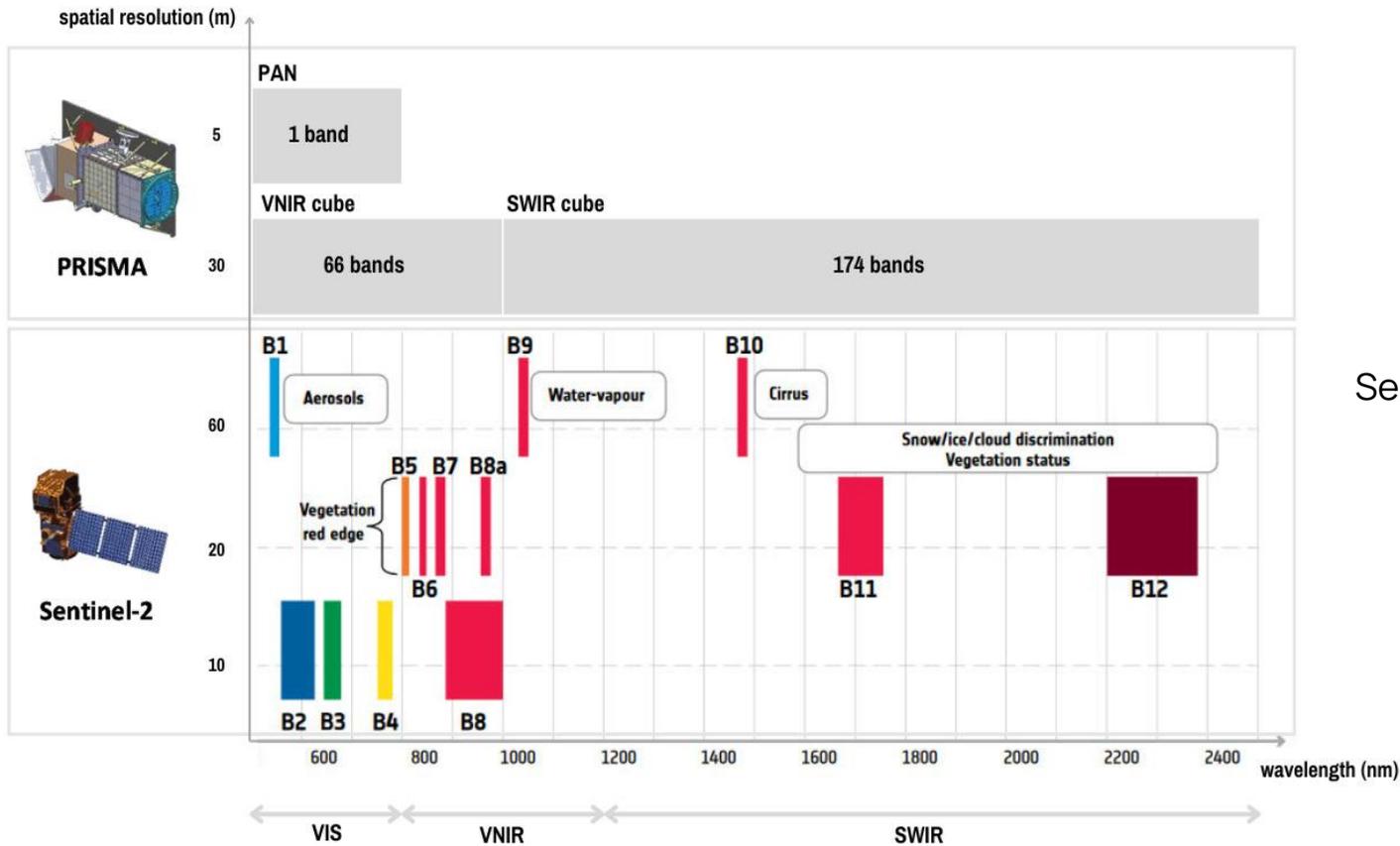
- Il sistema delle LCZ è alla base dell'analisi dell'UHI
- Le classi LCZ sono definite in base alla **morfologia urbana** e alla **copertura del suolo**
- Le classi LCZ hanno proprietà fisiche e termiche misurabili (**Urban Canopy Parameters, UCP**)



Dati satellitari: immagini Sentinel-2 e PRISMA



Immagini iperspettrali PRISMA dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e multispettrali Sentinel-2 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA)

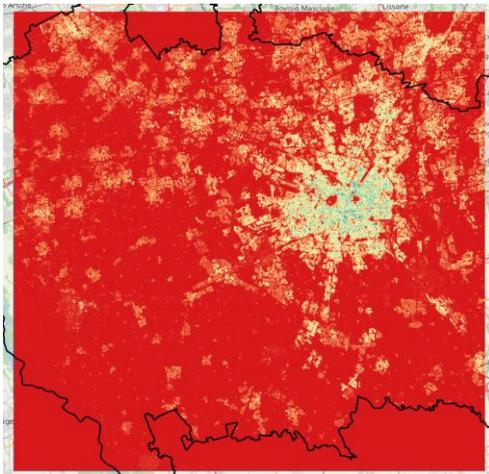


Dati geospaziali

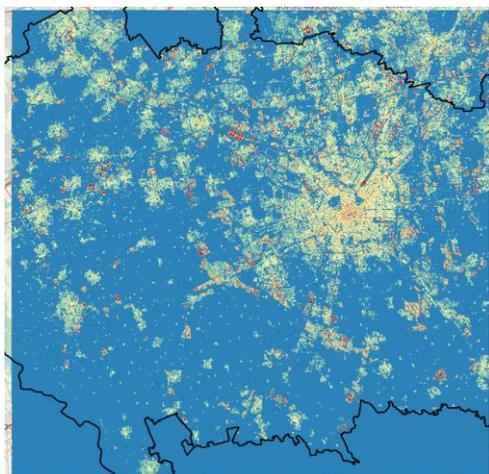
I parametri di morfologia urbana (Urban Canopy Parameter, UCP) sono stati calcolati a partire da diversi dati geospaziali:

Dato	Fonte	Risoluzione
Database geo-topografico (edificato)	Geoportale Regione Lombardia	1:2.000 (scala)
Copernicus Imperviousness Density	Copernicus Land Monitoring Service	10m
ETH Global Sentinel-2 Canopy Height	Google Earth Engine Catalog	10m
ALOS DSM: Global v3.2	Google Earth Engine Catalog	30m

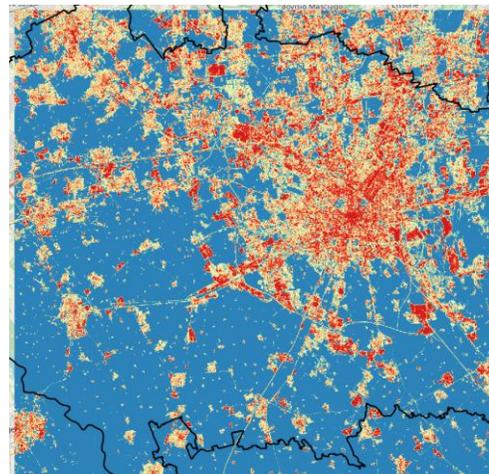
Sky View Factor



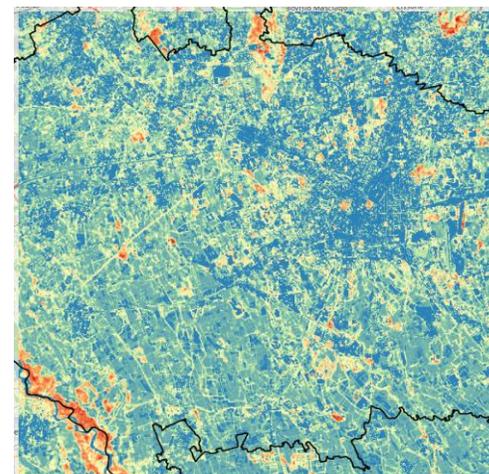
Building Surface Fraction



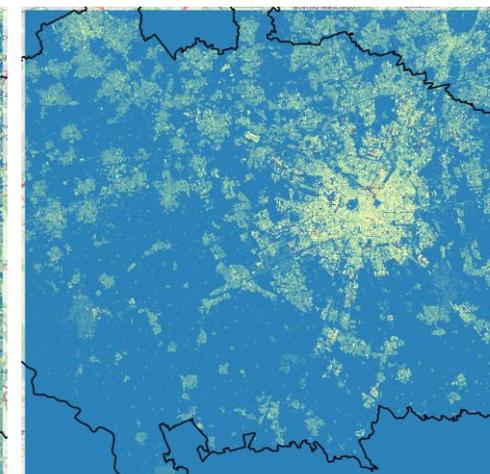
Impervious Surface Fraction



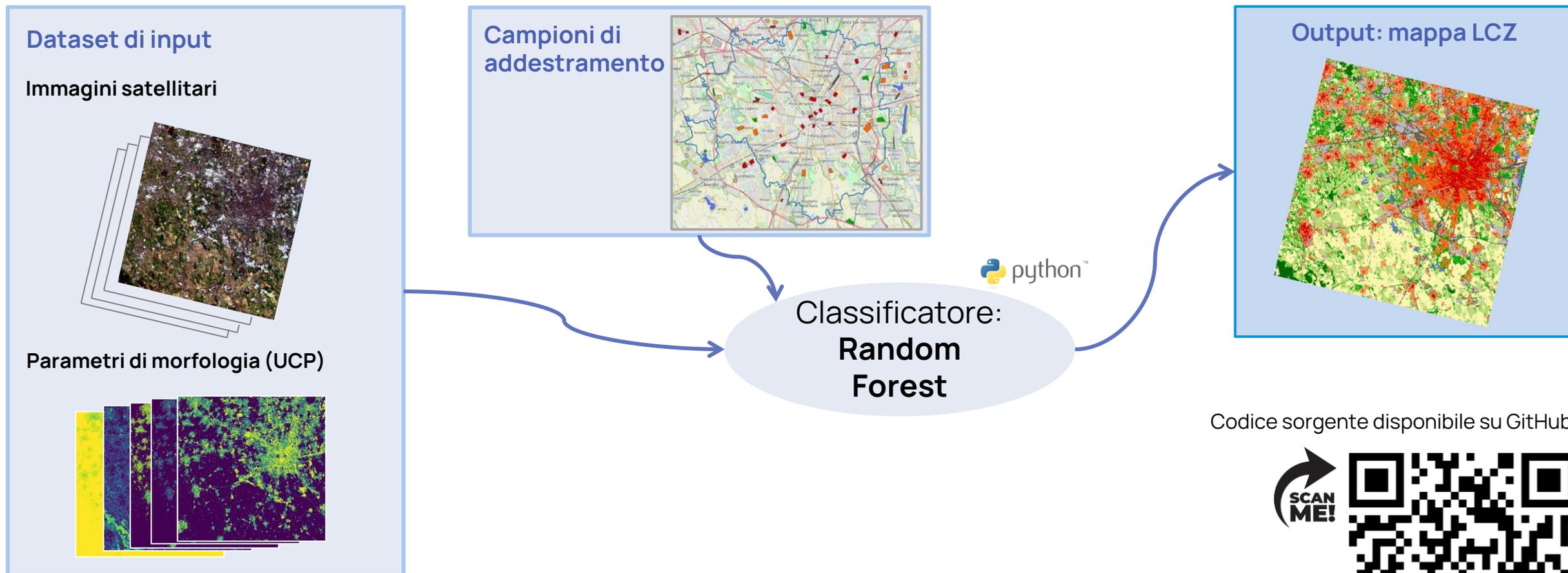
Tree Canopy Height



Building Height



Metodo combinato GIS / OT

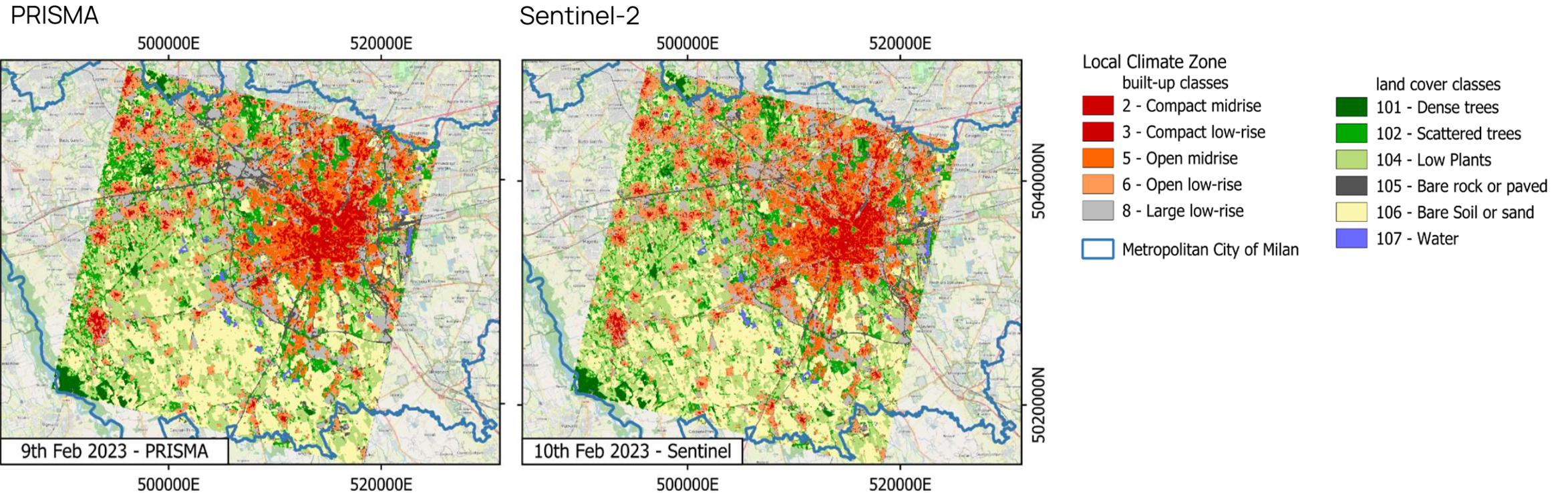


Codice sorgente disponibile su GitHub



Risultati

Esempio: febbraio 2023



Dall'analisi delle mappe LCZ emerge che:

- il dato iperspettrale **PRISMA** **migliora l'accuratezza di classificazione** riducendo la confusione tra le classi;
- il metodo proposto è più performante dell'approccio LCZ-Generator (stato dell'arte).

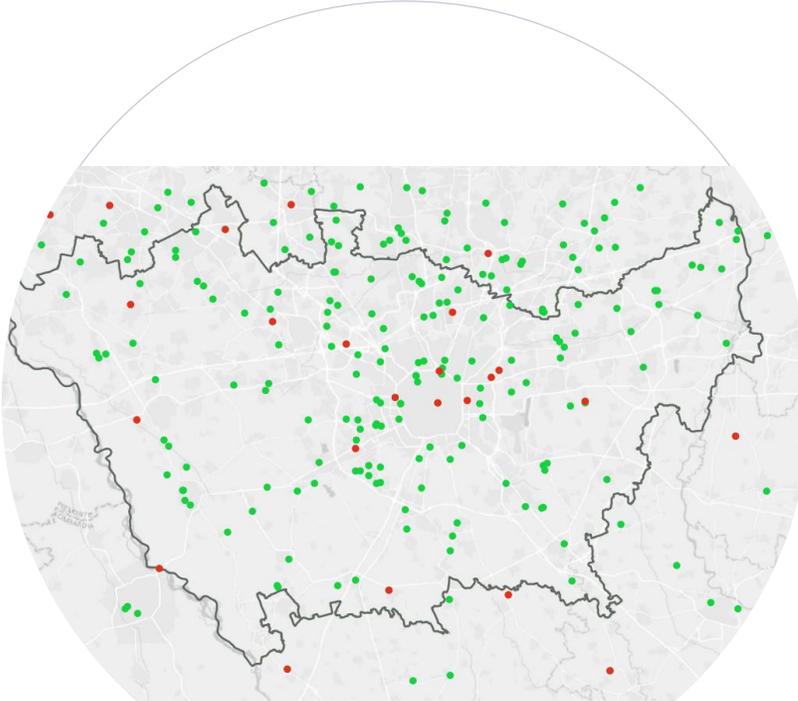
Mappatura della temperatura dell'aria con dati geospaziali e di OT

Dati geospaziali e di OT

Dati di temperatura dell'aria

Fonti:

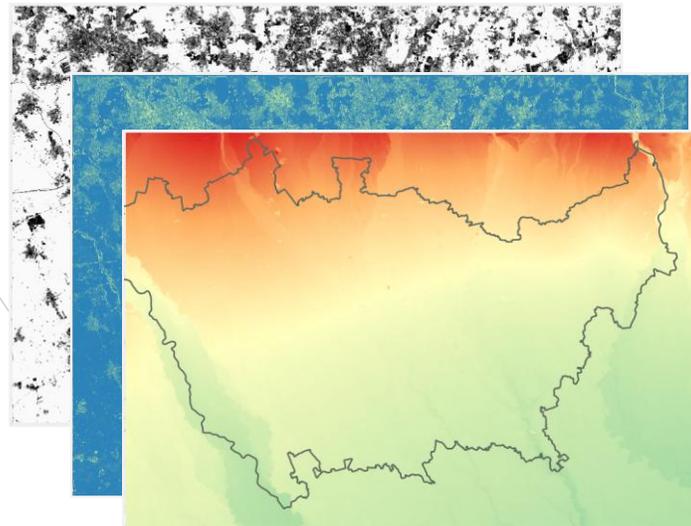
- ARPA Lombardia (ufficiali)
- Netatmo (rete amatoriale)



Dati GIS / OT (predittori)

Dati utilizzati come predittori:

- elevazione (DTM)
- sky view factor
- bande SWIR di Sentinel-2
- soil moisture
- Imperviousness density
- LCZ



Regressione

- Suddivisione in training/testing
- Applicazione di un algoritmo di regressione di ML (Random Forest)
- Valutazione dell'errore di regressione



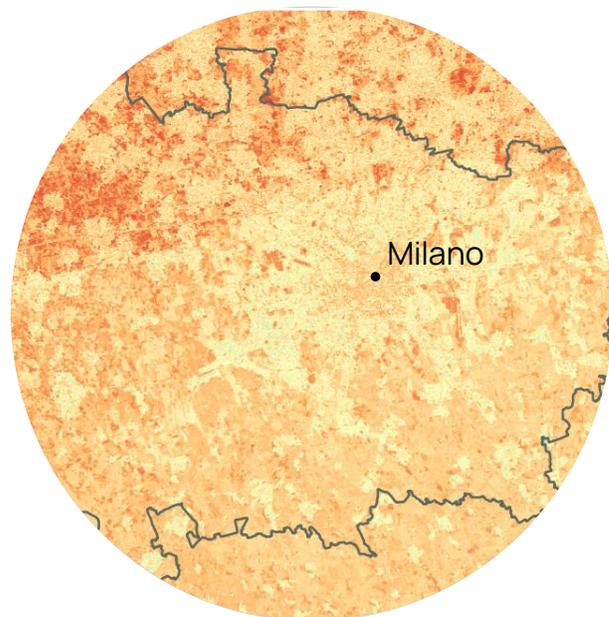
Risultati

Esempio di regressione per un episodio di ondata di calore: 14-18 gennaio 2022

- Mappatura dell'evoluzione giornaliera della temperature dell'aria
- L'UHI segue un ciclo diurno, raggiungendo la massima intensità dopo il tramonto; durante le ore più calde, è assente

Ore: 14:00-16:00 (**pomeriggio**)

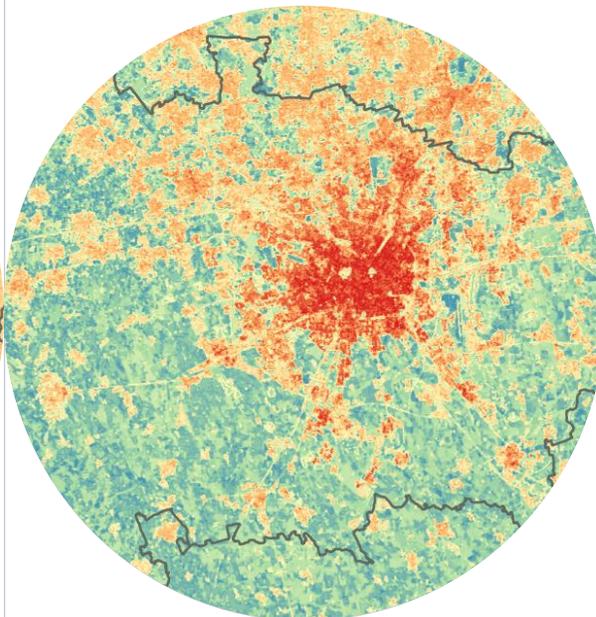
RMSE: 1.22 °C



7 13 °C

Ore: 18:00-20:00 (**sera**)

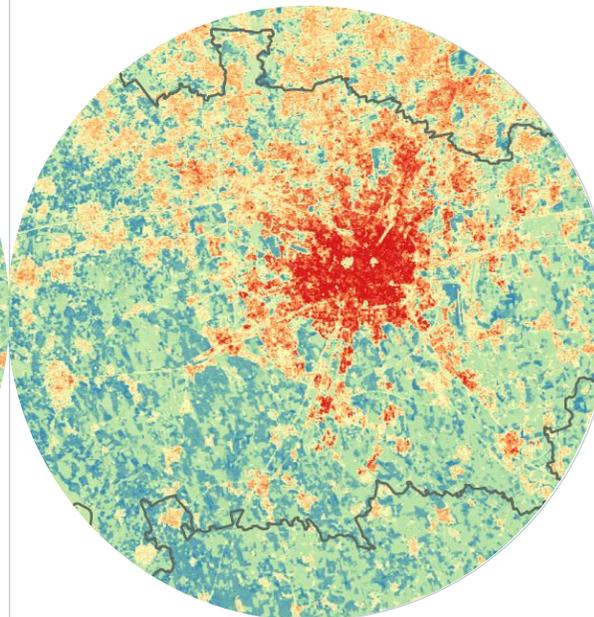
RMSE: 1.33 °C



3.5 9.5 °C

Ore: 21:00-00:00 (**notte**)

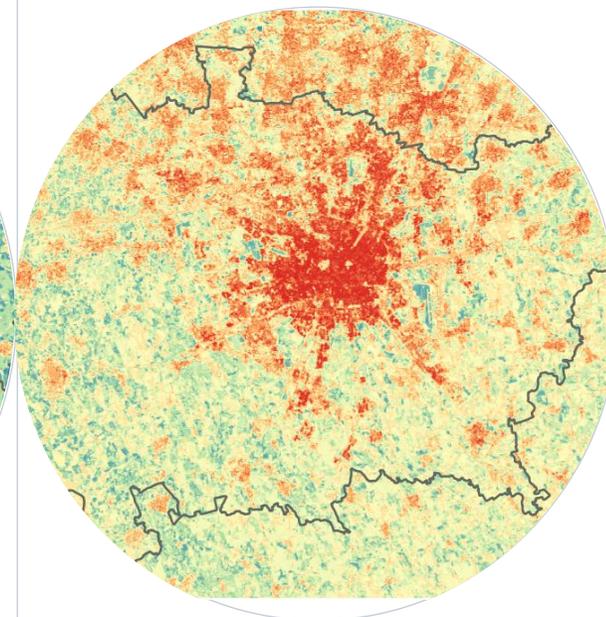
RMSE: 1.51 °C



1.5 7.5 °C

Ore: 4:00-6:00 (**mattino**)

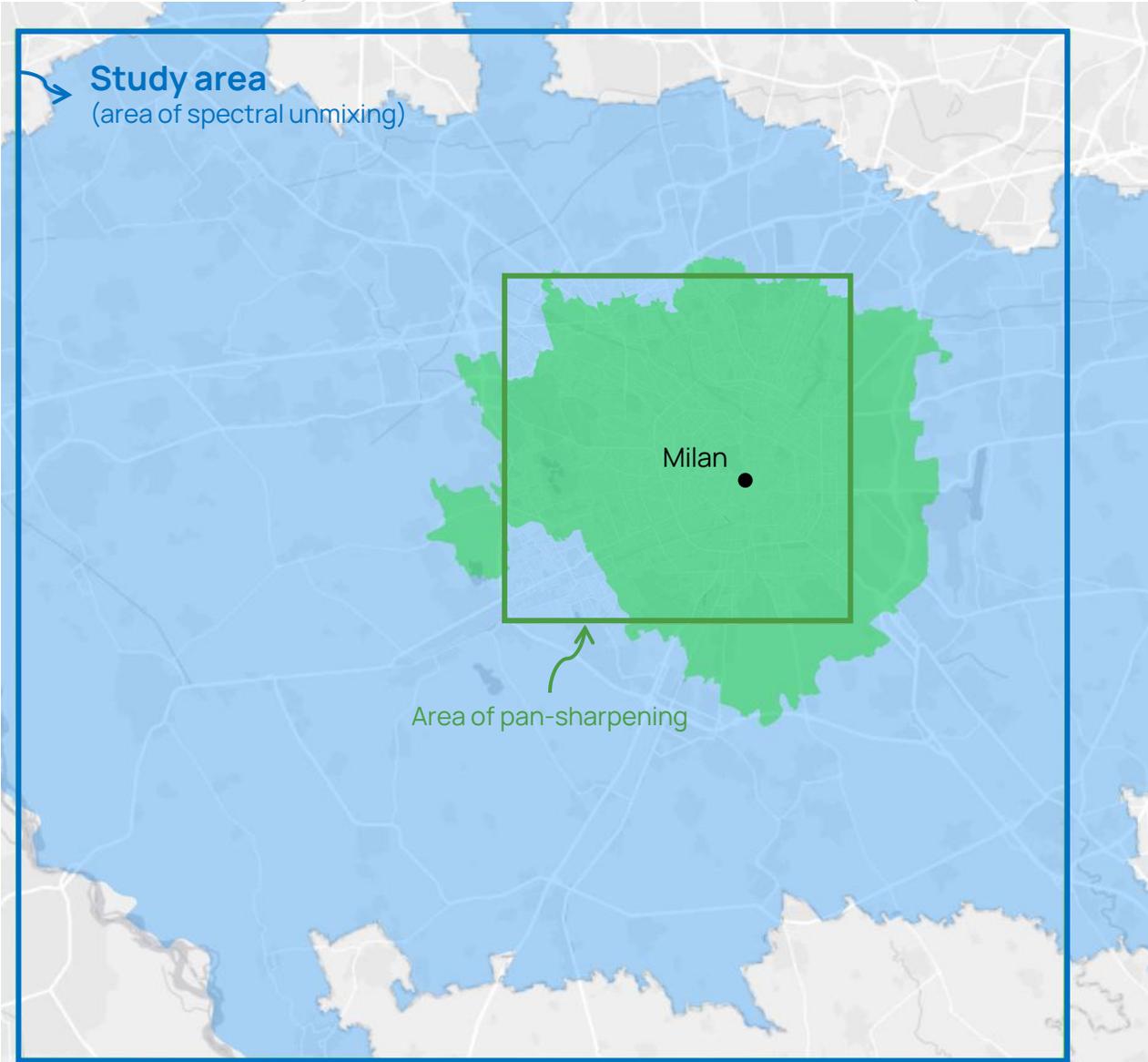
RMSE: 1.52 °C



-2 4 °C

Mappatura dei materiali di superficie e valutazione della correlazione con la Land Surface Temperature (LST)

Caso di studio



Scopo: quali materiali di superficie contribuiscono ai valori più alti di Land Surface Temperature (LST)?



Immagini satellitari

- Immagine iperspettrale PRISMA - 8 agosto 2023
- Immagine multispettrale Landsat 9 (Collection 2 Level 2), banda dell'infrarosso termico B10 - 13 agosto 2023

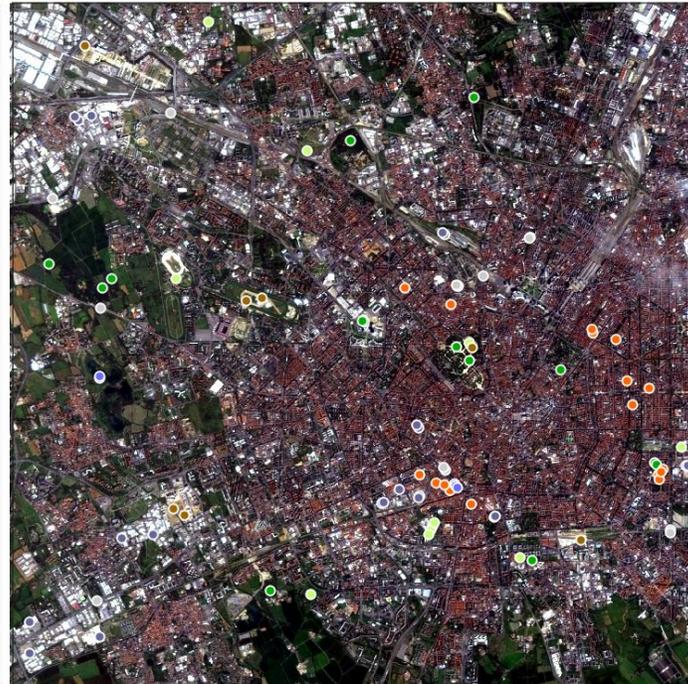
Metodologia

- Applicazione di un algoritmo di pan-sharpening per portare l'immagine PRISMA a 5m
- Estrazione di pixel corrispondenti a materiali di superficie (endmember)

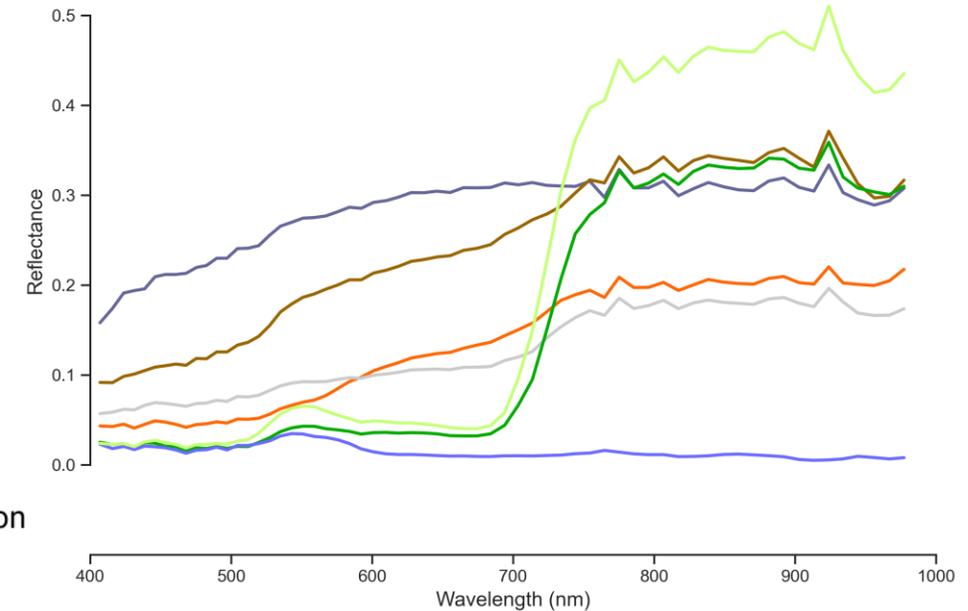
PRISMA originale (30m)

PRISMA pan-sharpened (5m)

Firme spettrali dei materiali di superficie (endmember)



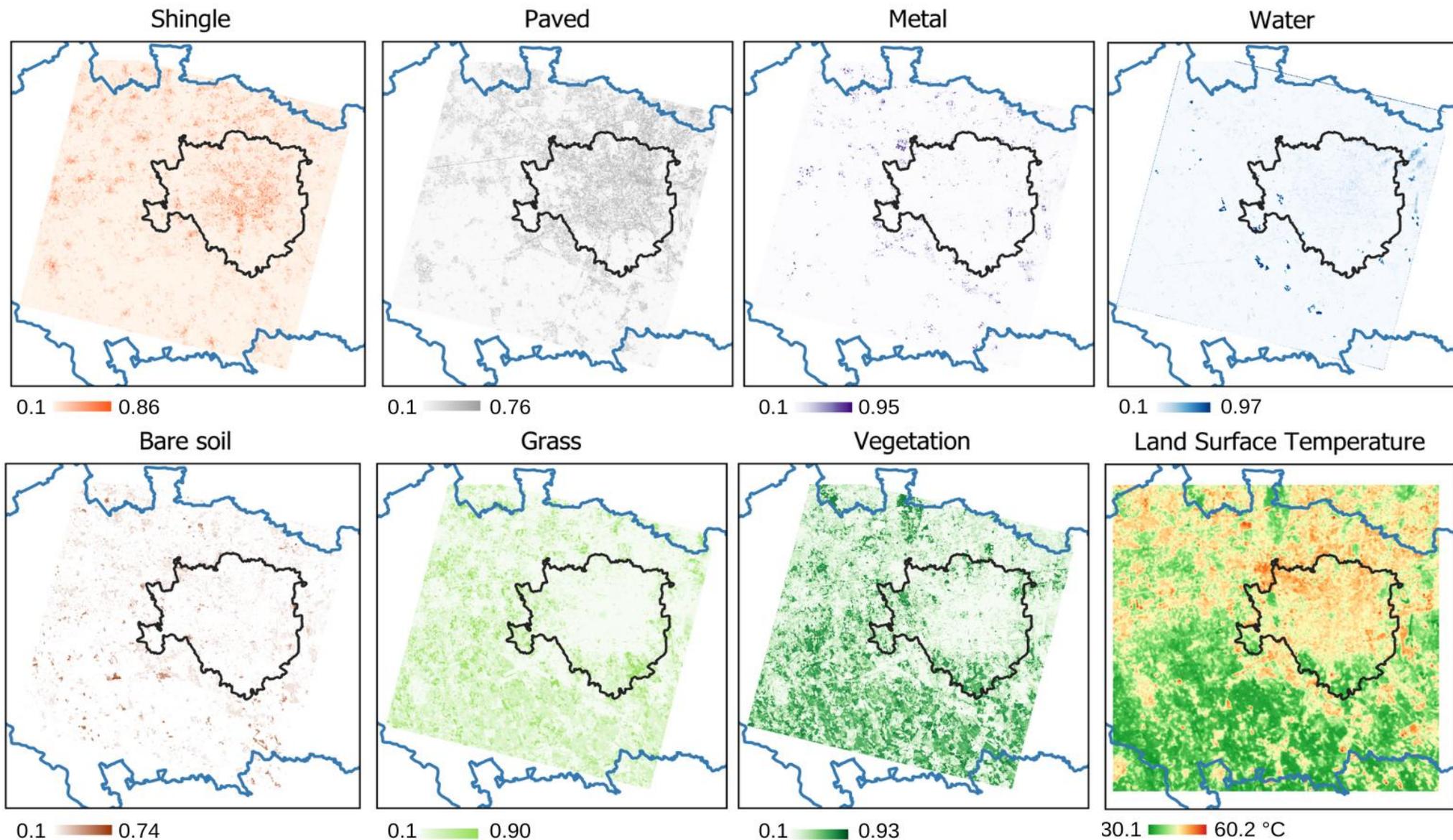
- shingle
- metal
- paved
- bare soil
- vegetation
- grass
- water



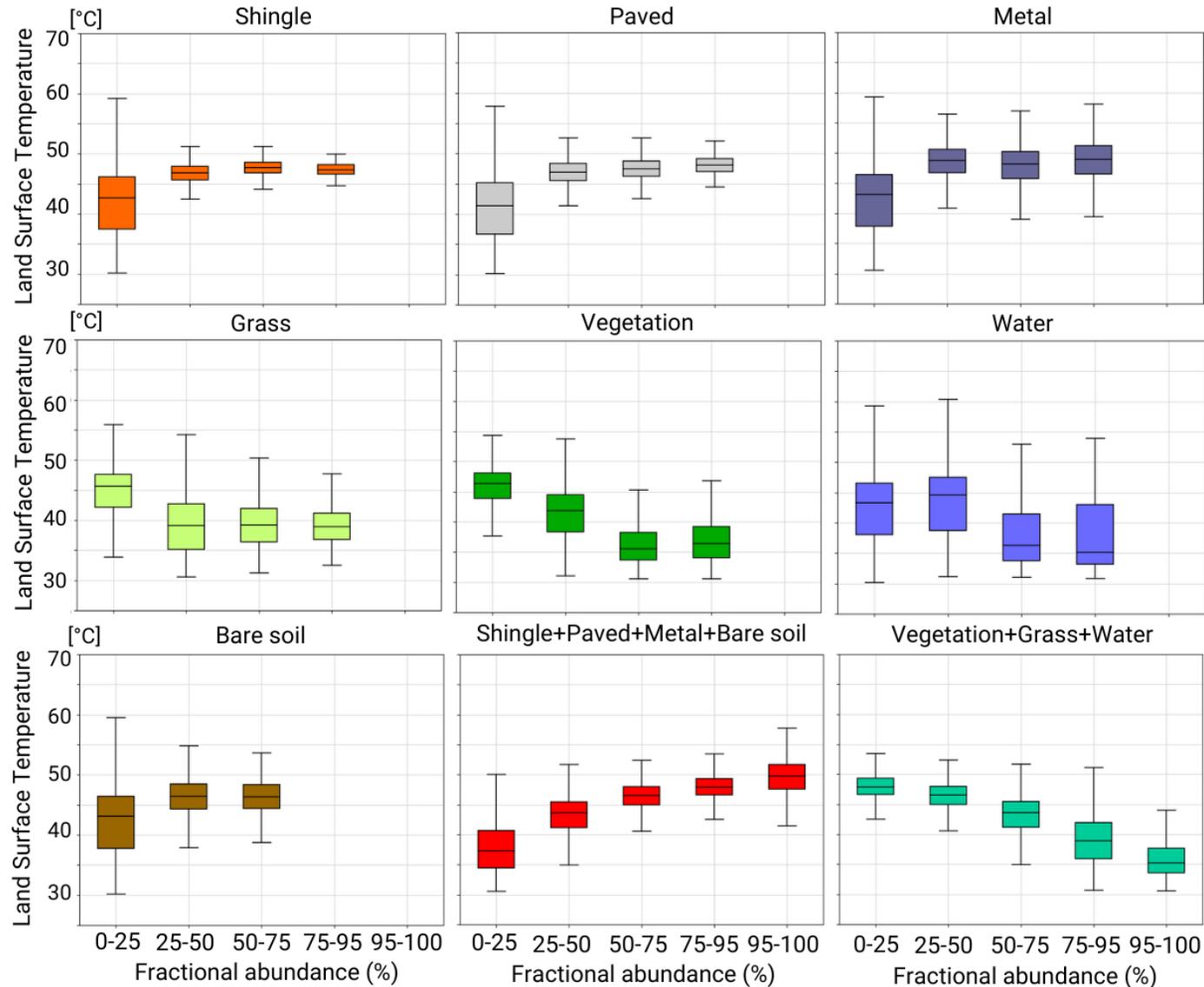
Risultati

Applicazione di un algoritmo di spectral unmixing: **stima dell'abbondanza dei materiali di superficie**

Abbondanza dei materiali confrontata con la LST ricavata dall'immagine Landsat 9



Risultati



Come cambia la LST all'aumentare dell'abbondanza dei materiali?

LST mediana aumenta di
+6.3°C per **cemento/asfalto**
+5.4°C per **metallo**
 quando la loro frazione aumenta da 0-25% a 75-95%

LST mediana diminuisce di
-6.2°C per **vegetazione**
-3.7°C for **prato**
 quando la loro frazione aumenta da 0-25% a 75-95%

Grazie per l'attenzione

Prof. Giovanna Venuti – giovanna.venuti@polimi.it

Dott. Alberto Vavassori – alberto.vavassori@polimi.it