



**Dottorato in
Ambiente, risorse e sviluppo sostenibile
XXXIX ciclo
Ph.D. Project
*GIS e Telerilevamento per lo studio delle isole
di calore in ambiente urbano***

Tutor
Prof. Paola Mercogliano

Ph.D. Student
Davide Morale

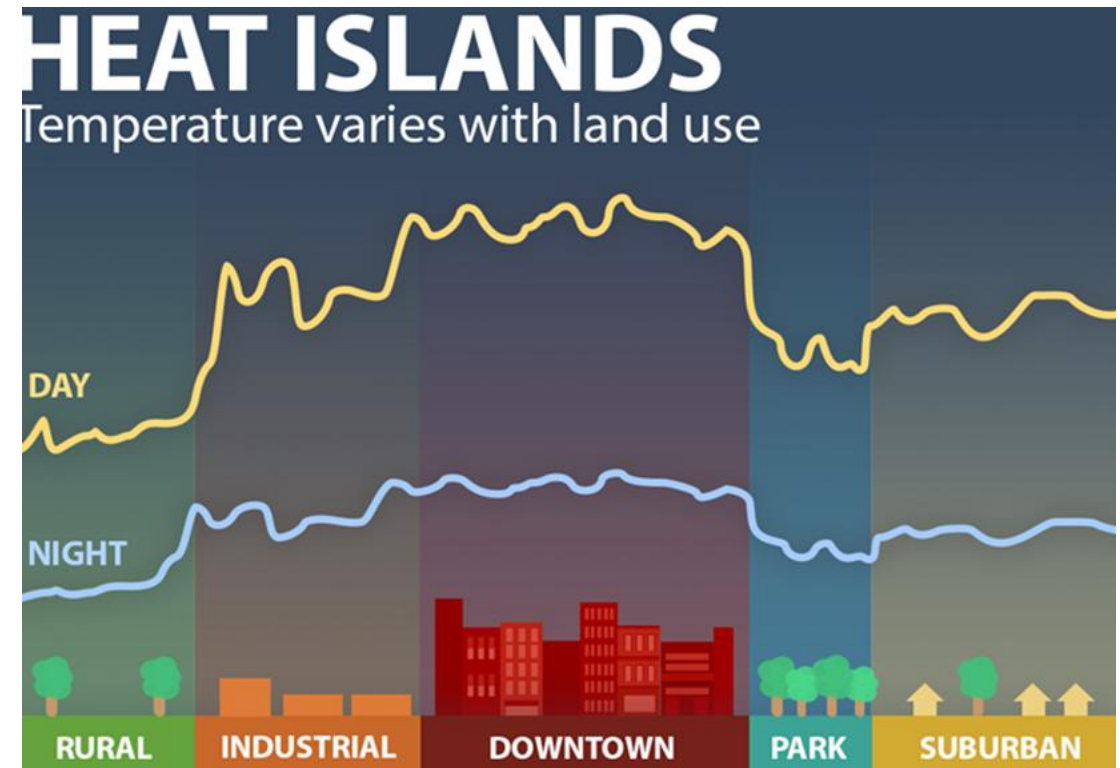
www.cmcc.it

davide.morale@cmcc.it

Palermo 21 Maggio 2025



L'obiettivo di questo progetto di dottorato, sviluppato nell'ambito del PNC-Clima, è individuare la metodologia più efficace per la determinazione della Land Surface Temperature (LST) e delle isole urbane di calore attraverso tecniche di telerilevamento in ambiente GIS, al fine di fornire indicazioni utili nell'analisi del nesso tra Calore e Salute.



Urban Heat Island (UHI)
(Image source: Climate central)

- Un'isola urbana di calore rappresenta un'area urbana molto più calda delle aree suburbane e rurali circostanti (Oke*).
- La formazione delle isole urbane di calore dipende da vari fattori che si possono riassumere in:
 1. Riduzione delle aree verdi;
 2. Tipologia di materiale da costruzione;
 3. Traffico ed emissioni industriali;
 4. Topografia urbana.

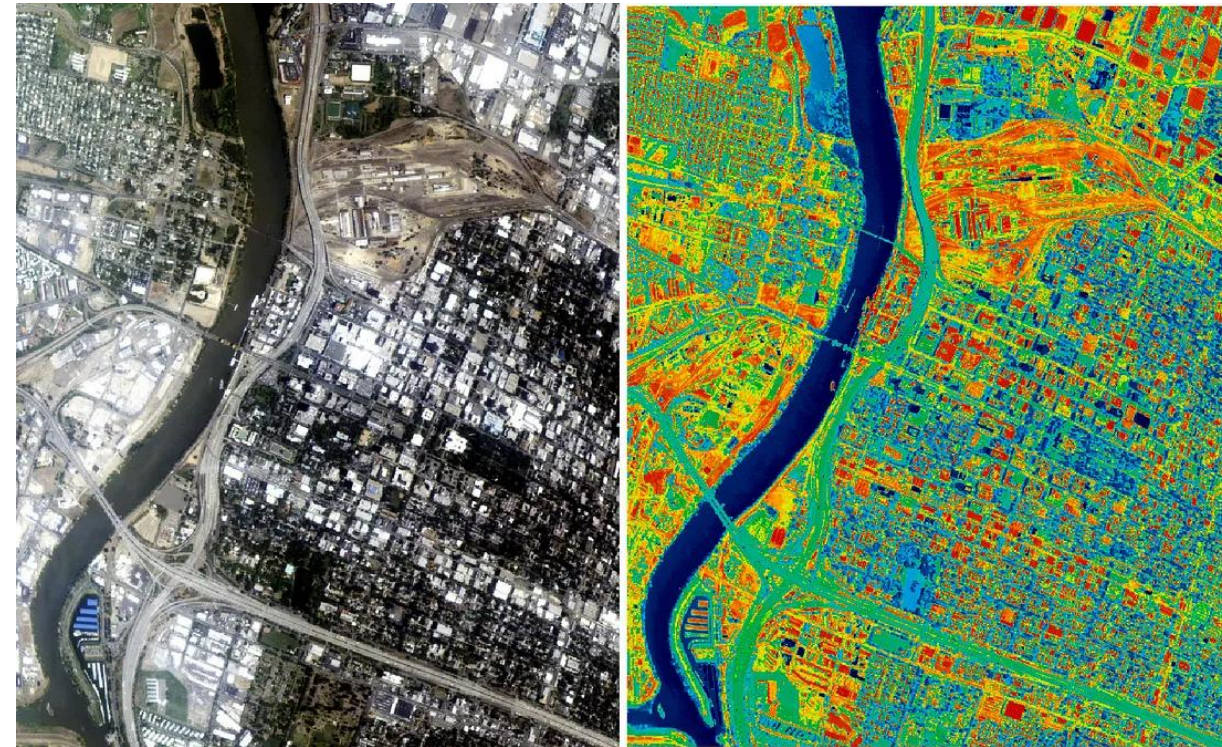


Immagine termica di Sacramento
(Image source: NASA)

*Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat island. Atmospheric Environment (1967), 7(8), 769-779.

- Per identificare e valutare le isole urbane di calore si utilizzano dati satellitari da sensori termici, che permettono di ricavare la Land Surface Temperature (LST).
- Le piattaforme satellitari maggiormente utilizzate sono:

Satellite	Risoluzione spaziale	Risoluzione temporale	Lunghezza d'onda sensori termici (μm)
<i>Landsat-9</i>	<i>30 metri</i>	<i>1 settimana</i>	<i>10.60-11.19 11.50-12.51</i>
<i>MODIS</i>	<i>1 Km</i>	<i>1-2 giorni</i>	<i>10.78-11.28 11.77-12.27</i>

- Derivazione della LST tramite Split Window Algorithm (Skokovic*), basato su due bande termiche e vapore acqueo totale utili per ridurre gli effetti atmosferici.
- Calcolo della differenza di temperatura tra aree urbane e aree suburbane/rurali circostanti a partire dalla LST.

*D. Skokovic, J.A. Sobrino, J.C. Jiménez Muñoz, G. Soria, Y. Julien, C. Mattar, and J. Cristóbal, "Calibration and validation of land surface temperature for Landsat8-TIRS sensor TIRS Landsat-8 characteristics. Land product validation and evolution", ESA/ESRIN 2014, p. 27.

$$UHI = LST_{\text{Urbano}} - LST_{\text{suburbano-rurale}}$$

In funzione dei valori ottenuti da tale differenza si possono determinare le aree maggiormente esposte al fenomeno UHI considerando la classificazione proposta da Amorim*:

Valori UHI	Intensità isola di calore
<2°C	<i>Differenza termica contenuta, mitigata da vegetazione o clima favorevole.</i>
2°C-4°C	<i>Effetto isola di calore percepibile, ma meno intenso.</i>
4°C-6°C	<i>Magnitudo elevata, comune in aree urbane con scarsa ventilazione e vegetazione.</i>
>6°C	<i>Isola di calore di magnitudo molto forte</i>

Classificazione isole urbane di calore

* Amorim, M. C. D. C. T., Dubreuil, V., & Amorim, A. T. (2021). Day and night surface and atmospheric heat islands in a continental and temperate tropical environment. Urban Climate, 38, 100918.

Caratteristiche Caso Studio

- L'area studio evidenzia un'ampia variabilità nell'uso del suolo, utile per analizzare le dinamiche termiche tra zone urbanizzate e aree suburbane e rurali.
- Circa il 9% della popolazione risiede in quartieri a rischio durante ondate di calore prolungate*.

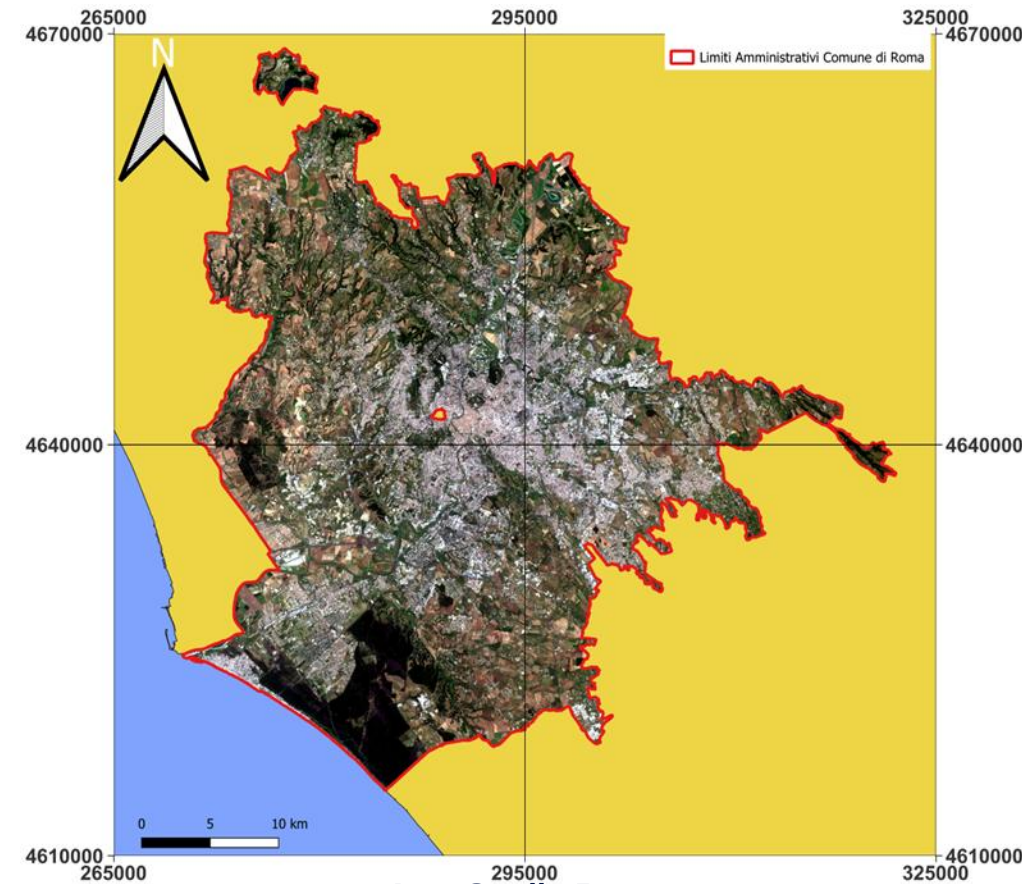
Dataset

- Immagini Landsat 9 con risoluzione spaziale di 30 m.

Giorni Investigati

Derivati da screening di dati meteorologici:

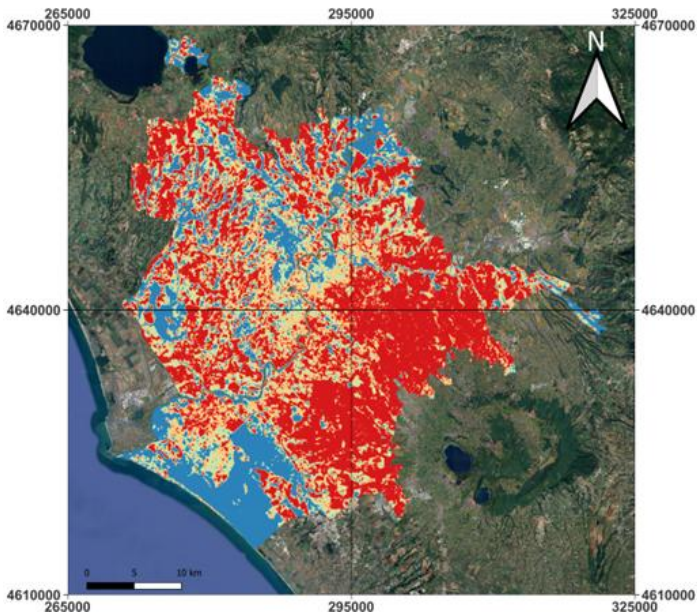
15/06/2024, 17/07/2024, 10/08/2024.



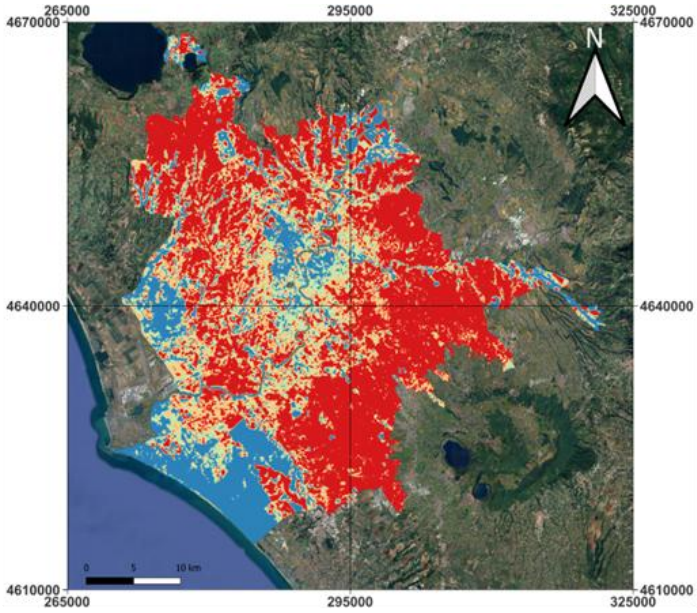
Composizione RGB Landsat 9- visualizzazione a colori reali

* Comune Roma – Sintesi strategia adattamento climatico.

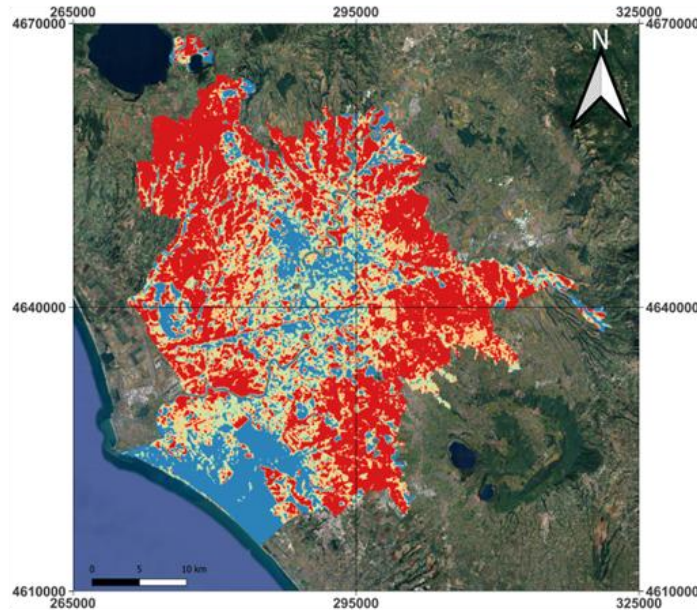
UHI<2°C 2°C<=UHI<4°C 4°C<=UHI<6°C UHI>6°C



15/06/2024

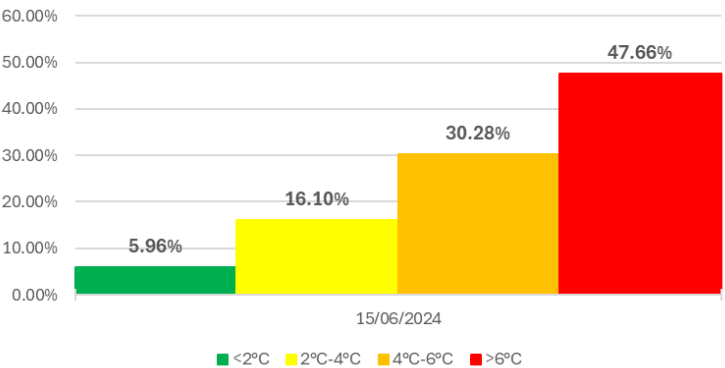


17/07/2024

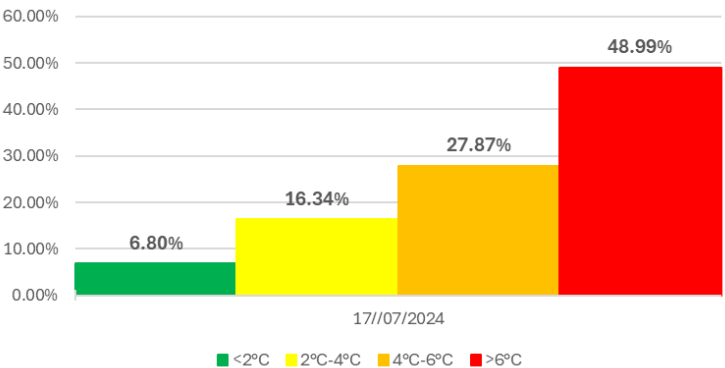


10/08/2024

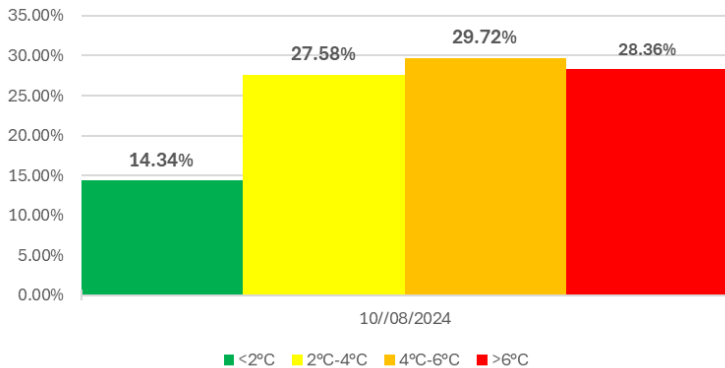
15/06/2024-Classificazione UHI aree urbane



17/07/2024-Classificazione UHI aree urbane

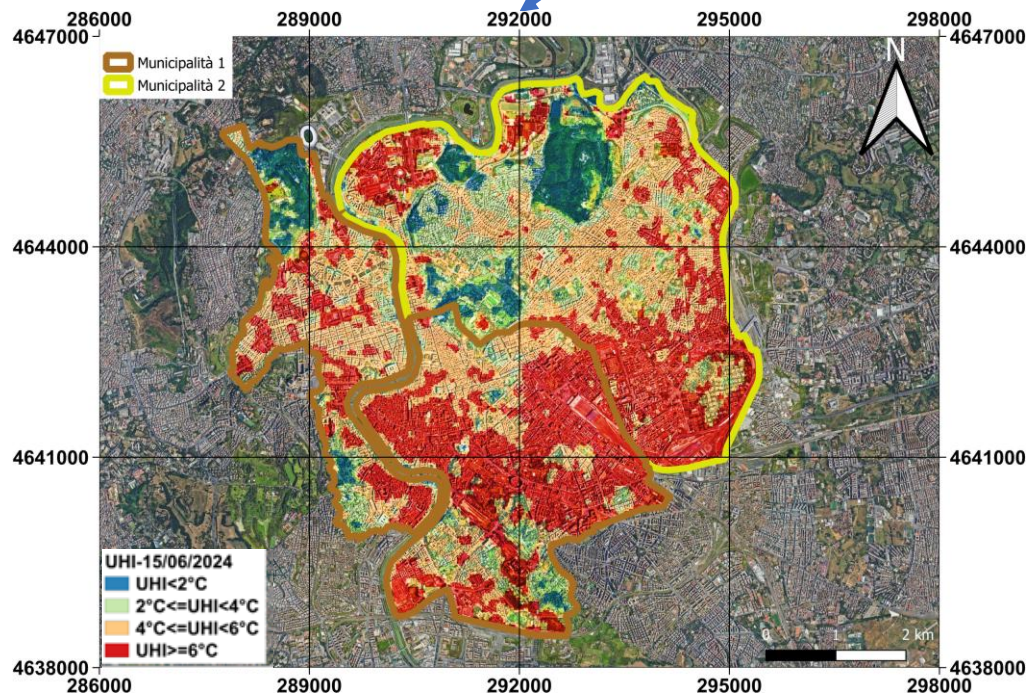
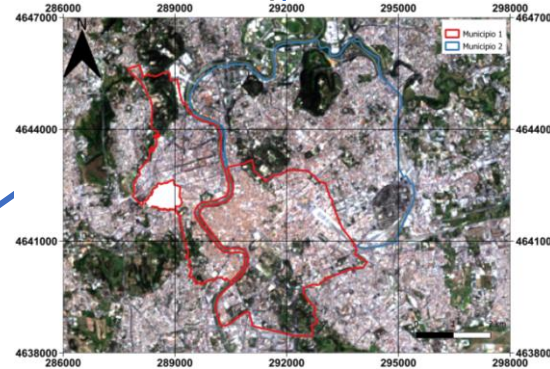


10/08/2024-Classificazione UHI aree urbane

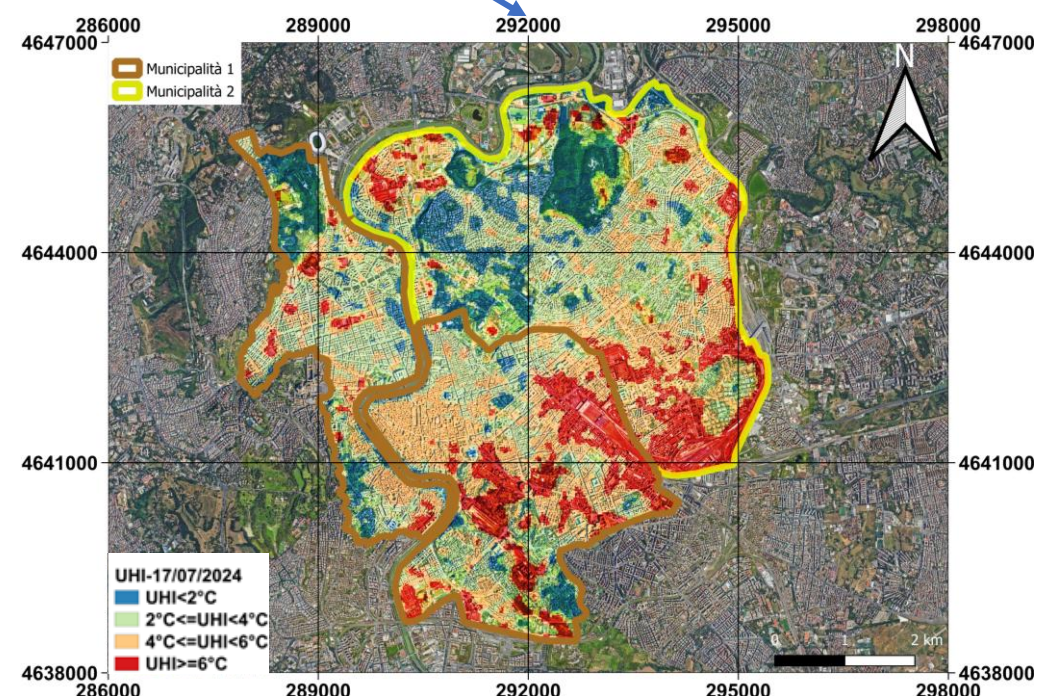


Caso Studio - Dettaglio Municipalità 1 e 2

Inquadratura territoriale
Municipalità 1 e 2



15/06/2024



17/07/2024

- Validazione della metodologia utilizzata per derivare la Land Surface Temperature, attraverso il confronto con tecniche già consolidate in letteratura e mediante raccolta di dati in situ, indispensabile per valutare l'accuratezza delle misurazioni.
- Analisi della relazione tra le diverse risoluzioni spaziali dei satelliti impiegati, con l'obiettivo di ottimizzare la risoluzione temporale dei dati, essenziale per supportare in modo più efficace l'analisi dei modelli epidemiologici e la valutazione dell'impatto del calore sulla salute pubblica.
- Applicazione delle metodologie analizzate ad altri casi studio previsti dal progetto PNC-Clima e sviluppo di articoli scientifici.



cmcc

Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

www.cmcc.it

