

La termodinamica delle città

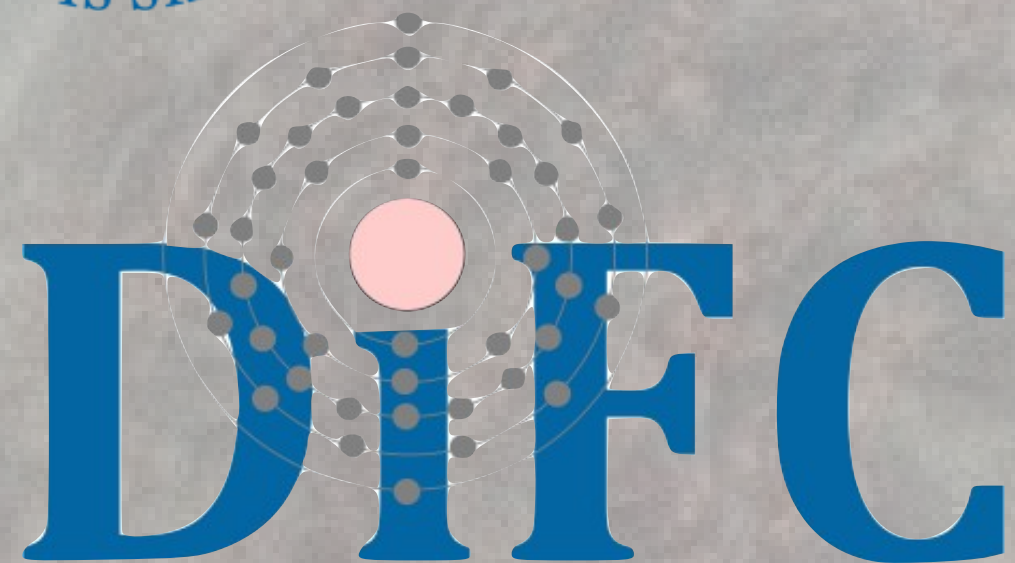
12 novembre 2025

**Nuovi Ecosistemi per ambienti urbani
ed equilibrio climatico: costruire il
Piano di Adattamento della Città di
Palermo**



**Università
degli Studi
di Palermo**

Paolo Pagano



**Centro di Sostenibilità
e Transizione Ecologica**



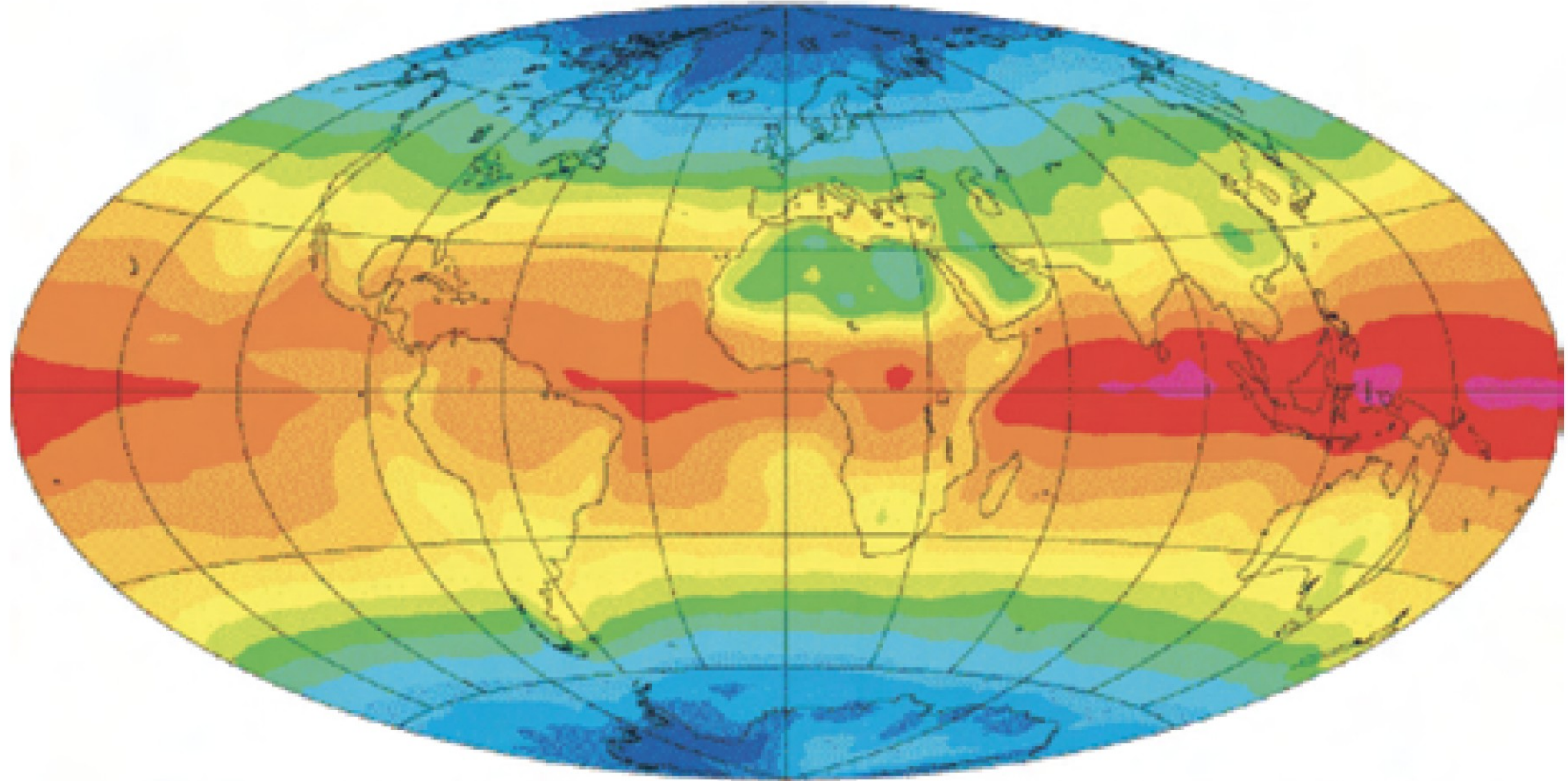
Conférence sur les ~~Nations Unies~~ ~~Changements~~ Climatiques

COP21/CMP11

this is binding



Net Radiation



-180 -150 -120 -90 -60 -30 0 30 60 90 120 150

W m⁻²

Isole di calore (UHI) ed ondate di calore

Frequenza e intensità in aumento

Europa in 40 anni di clima estremo

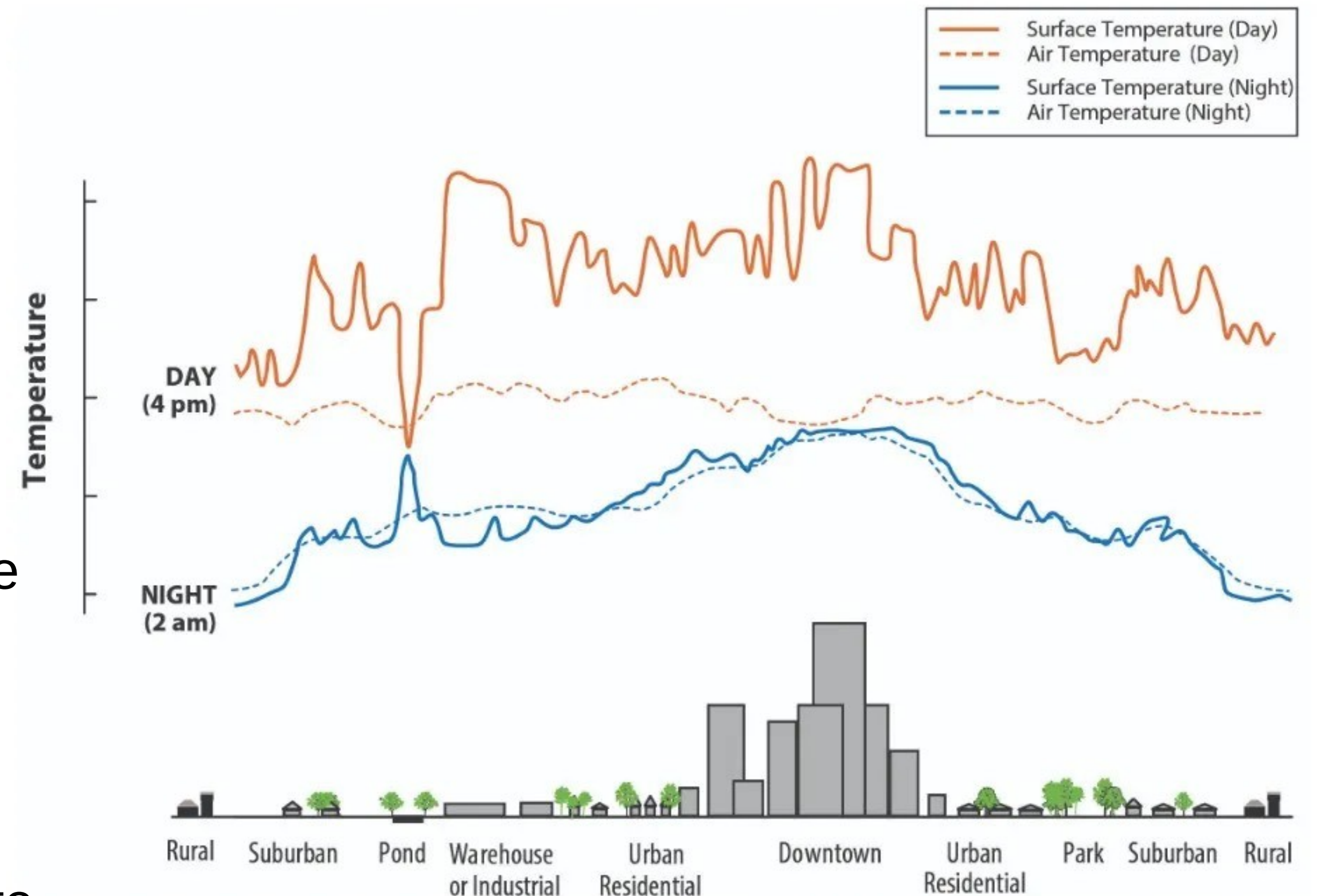
500 miliardi di euro di perdite

85.000-145.000 vittime

85% delle quali causate dalle ondate di calore

Aumento dell'esposizione urbana

1,7 miliardi di persone potenzialmente esposte
al calore urbano estremo

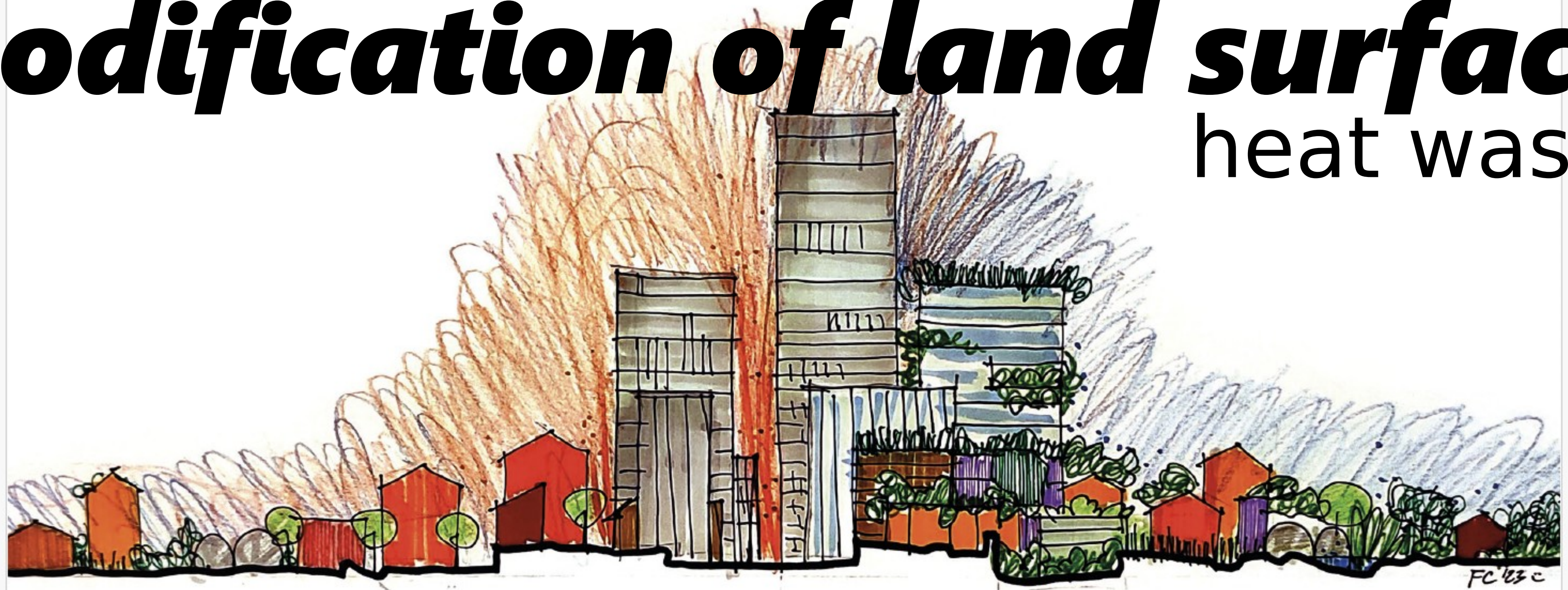




SCIENCE FOR POLICY BRIEF

The Future of Cities Series

modification of land surface heat waste



EU cities and heat extremes



Differente riflessività dei materiali

Alterazione della convezione atmosferica

Presenza di pareti urbane

Costruzioni di che trattengono il calore

Produzione di energia

Manca di zone verdi ed acqua

Capacità termica dei volumi urbani

A thermal map of a city skyline, likely representing heat capacity or temperature distribution. The image shows various buildings and structures in different colors: red and orange for high heat capacity, yellow and green for moderate, and blue and black for low. The background is a dark, textured blue.

Il cemento trattiene
2000 volte il calore
dell'aria

Inversione del gradiente di temperatura

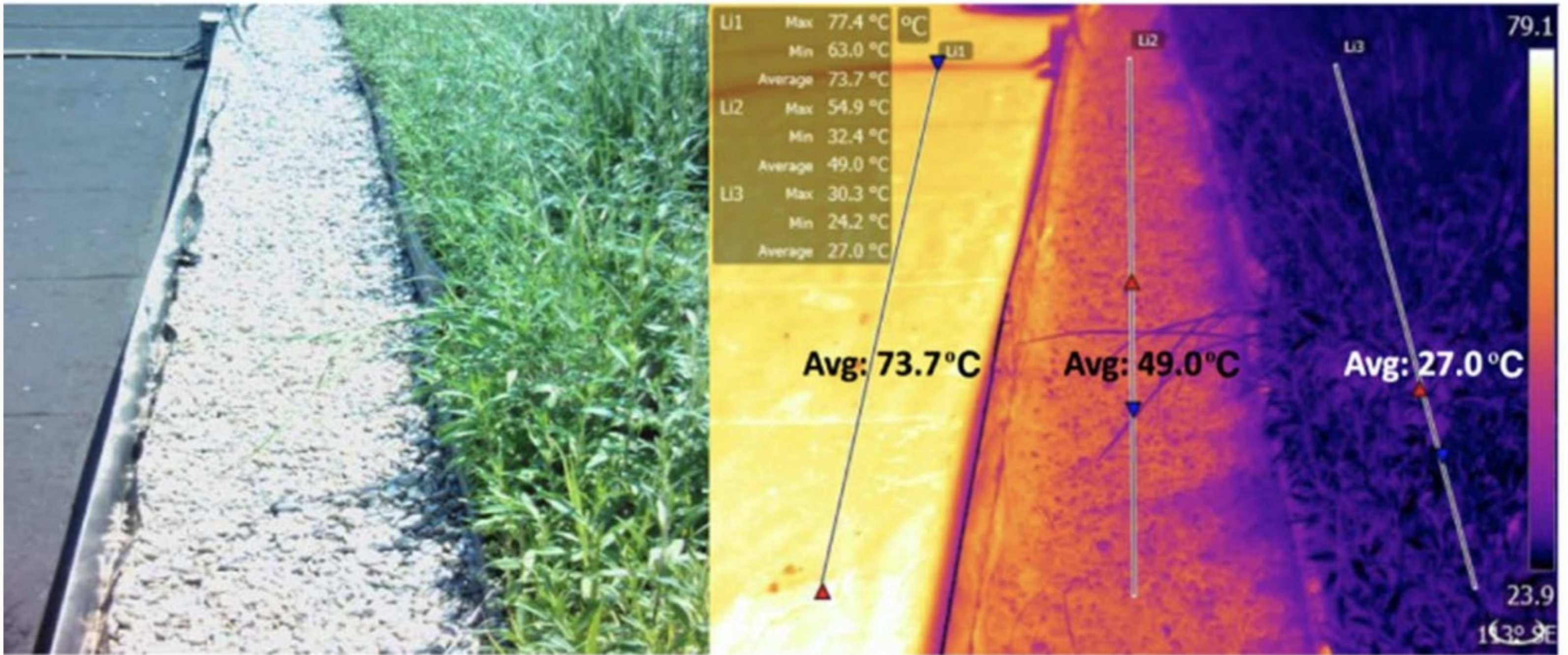
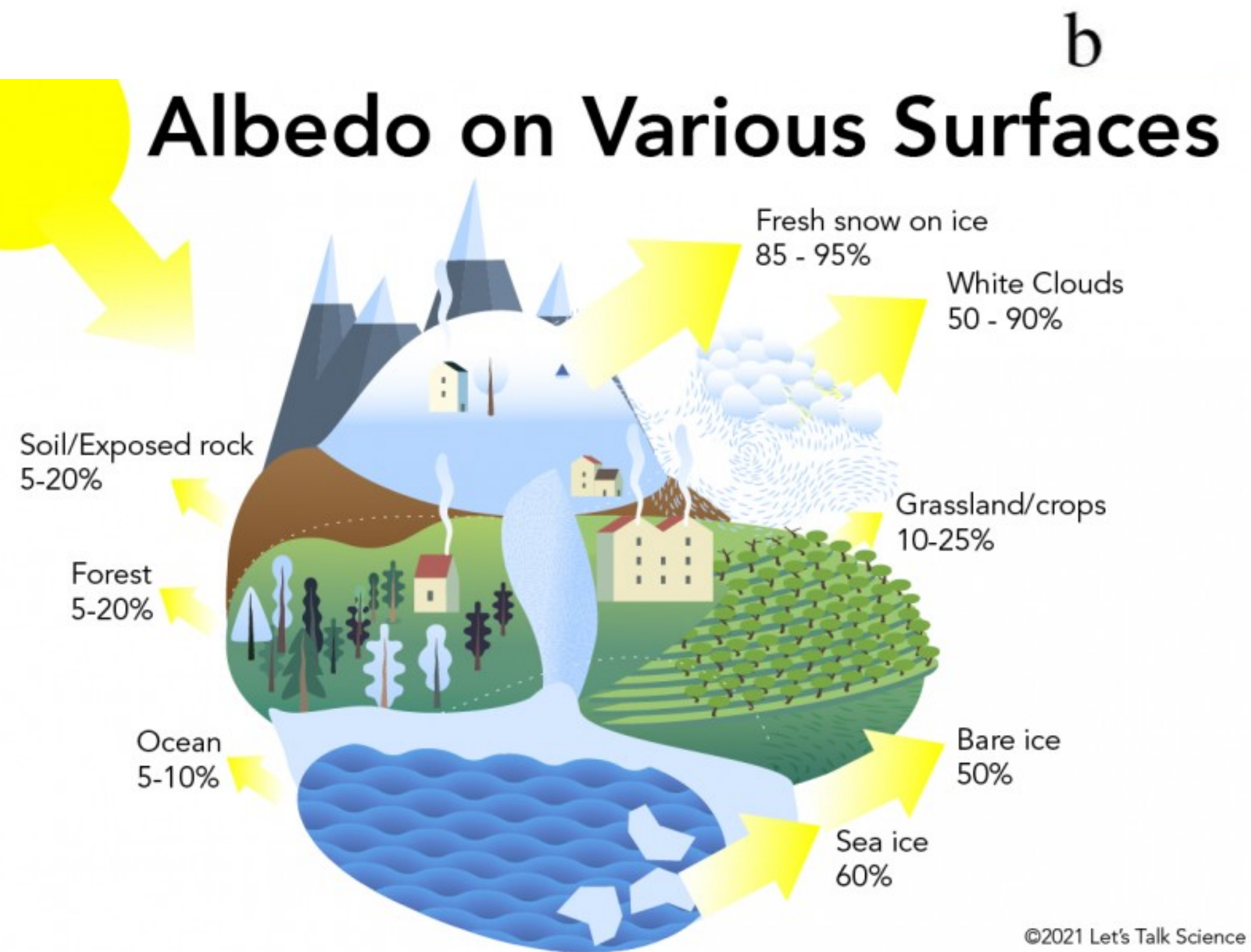
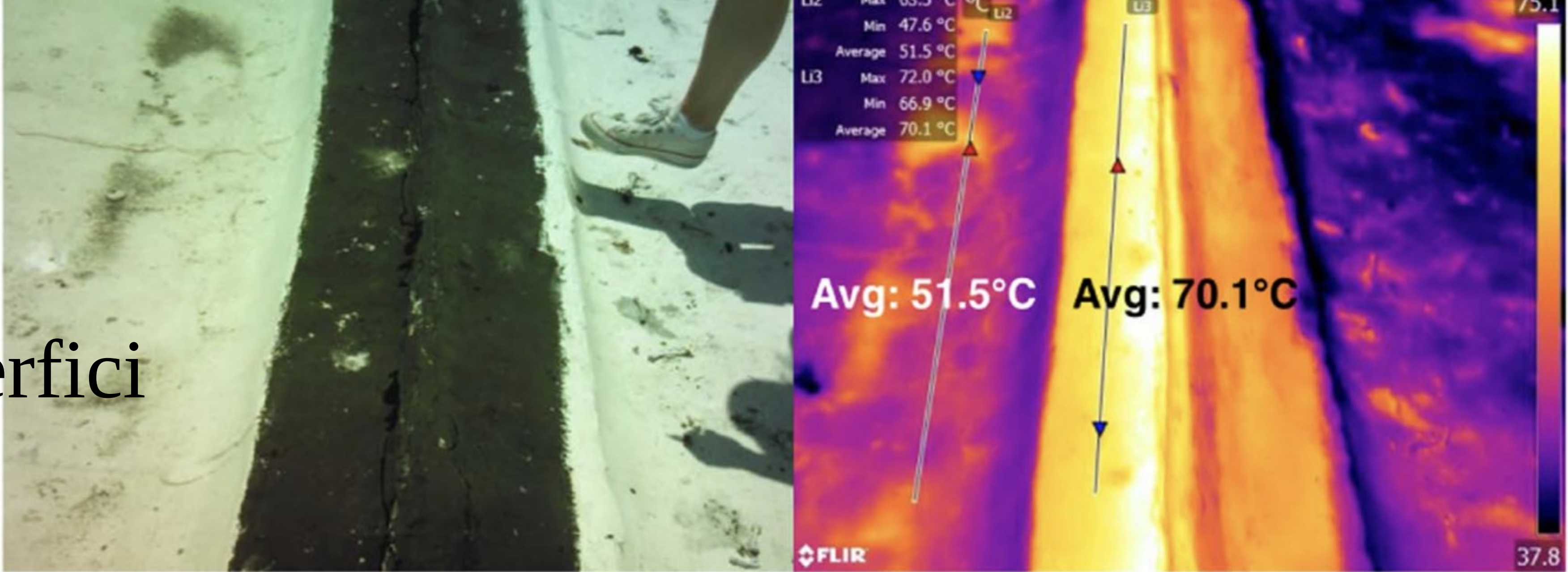
Blocco della convezione nelle ore notturne

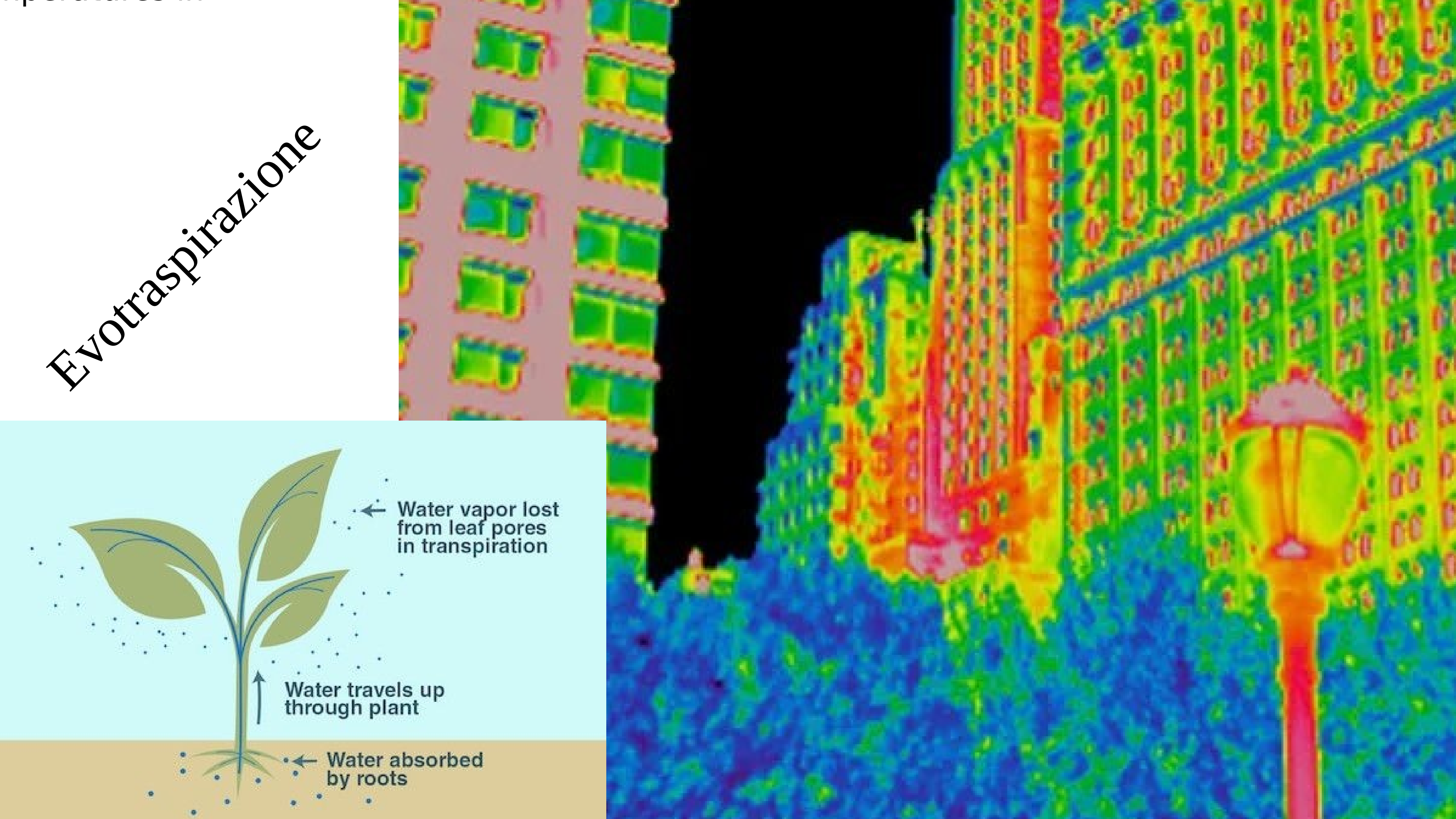
le città restano calde

la qualità dell'aria peggiora

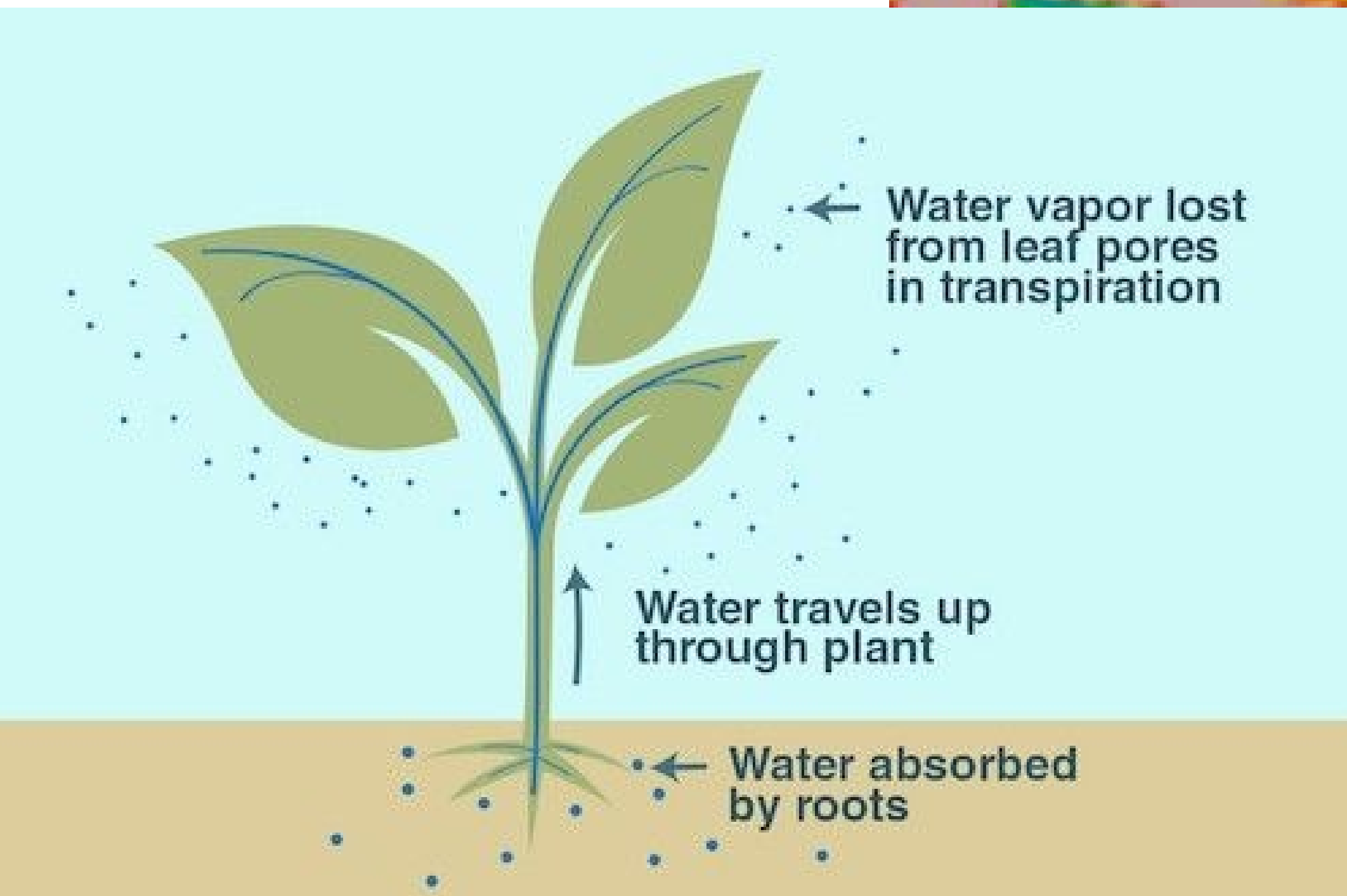


Albedo delle superfici

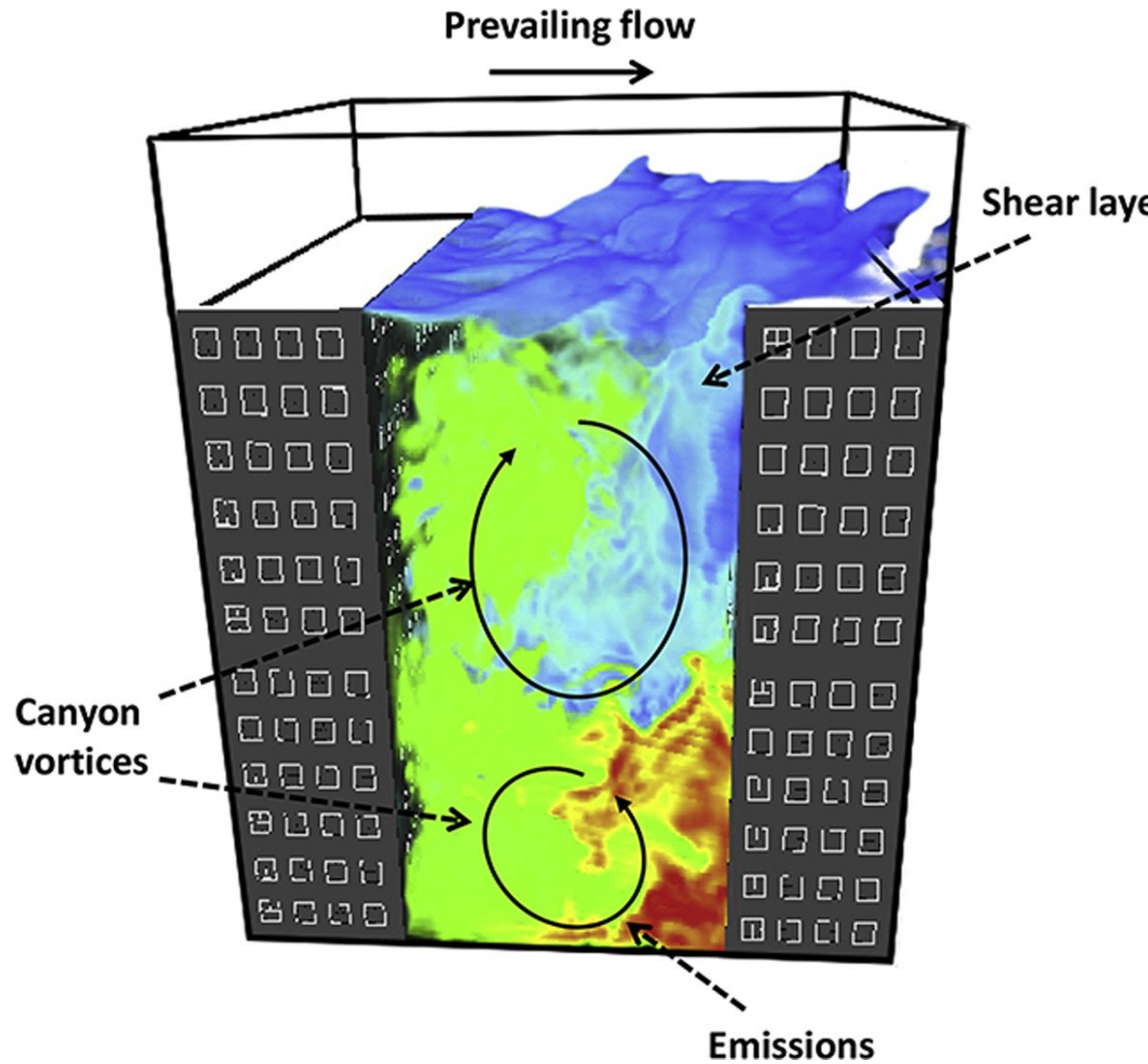




Evotraspirazione



Urban Canyons



Calore prodotto

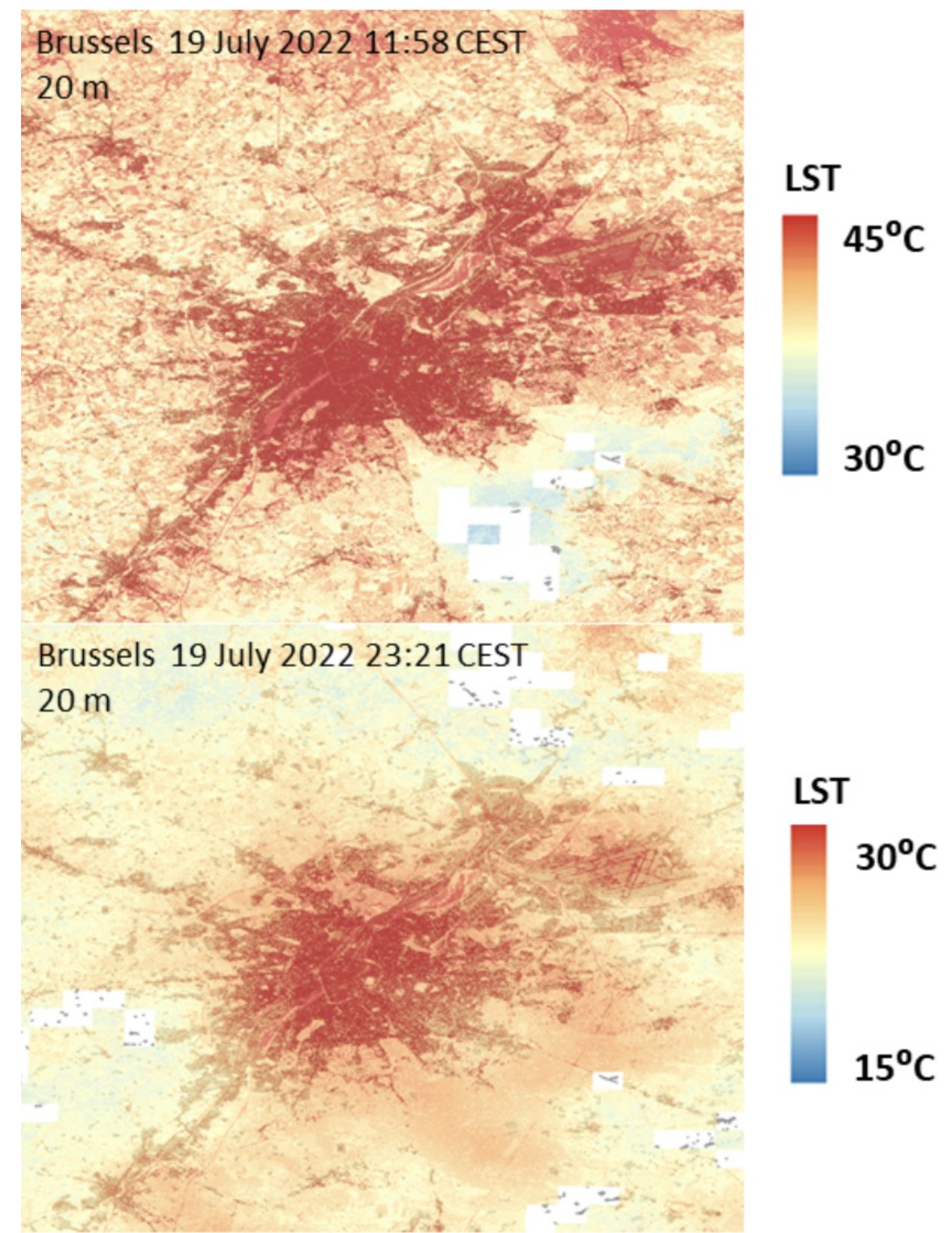
10%



Isole di calore... ...e quindi?

Fino a 10°C più caldo e mediamente
intorno a 4 °C e 6 °C

Un grado in più di temperatura su una città sono
440 milioni di kWh, cioè il consumo elettrico di
Roma in un mese



Isole di calore, chi?

Urban Heat Island and Vulnerable Population. The Case of Madrid

Carmen Sánchez-Guevara Sánchez, Miguel Núñez Peiró
and F. Javier Neila González

un impatto sproporzionato sulle popolazioni vulnerabili e sui gruppi emarginati (i.e anziani, bambini piccoli, le persone affette da malattie croniche, nonché le persone a basso reddito, disoccupate e senza fissa dimora)

Le comunità vulnerabili tendono a concentrarsi in quartieri urbani densamente popolati, esse sono più esposte al fenomeno dell'UHI.

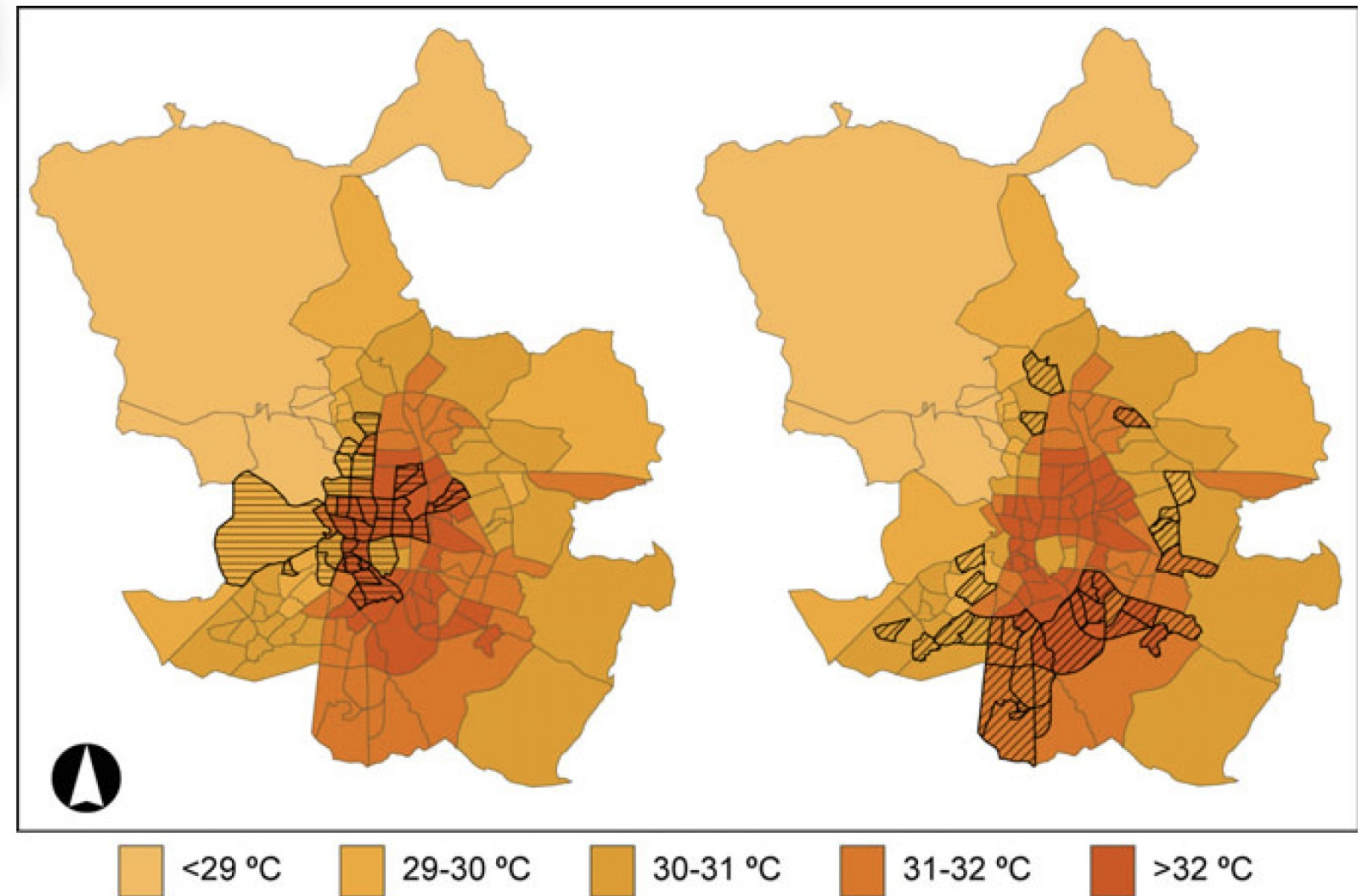


Fig. 3 UHI of Madrid during summer nighttime and neighbourhoods with a proportion of single households over the fourth quartile (*left*) and neighbourhoods with a population with low educational level over the fourth quartile (*right*)

Isole di

un impatto sproporzio
vulnerabili e sui grup
bambini piccoli, le pe
croniche, nonché le p
disoccupate e senza

Le comunità vulnera
quartieri urbani densa
più esposte al fenom

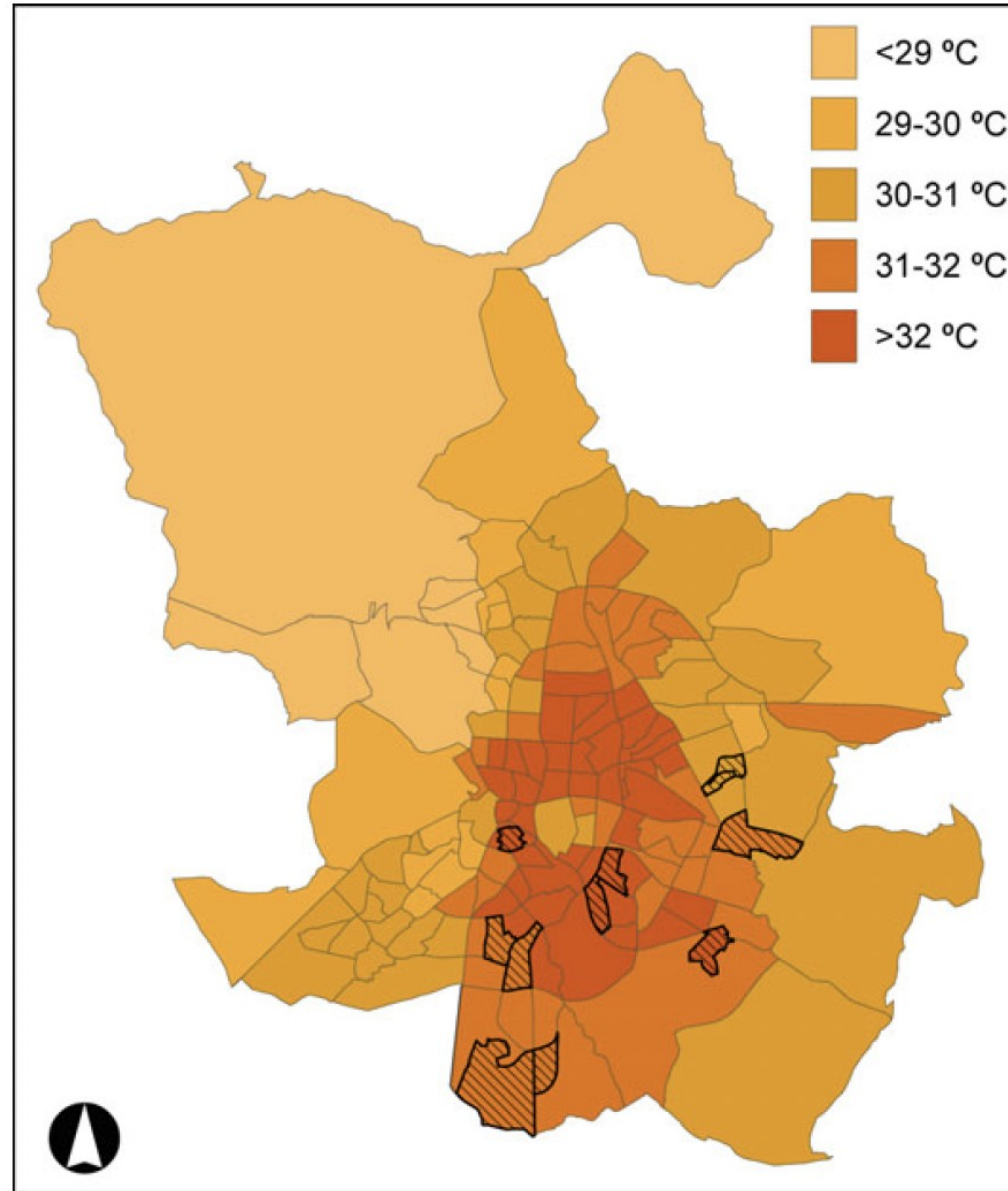
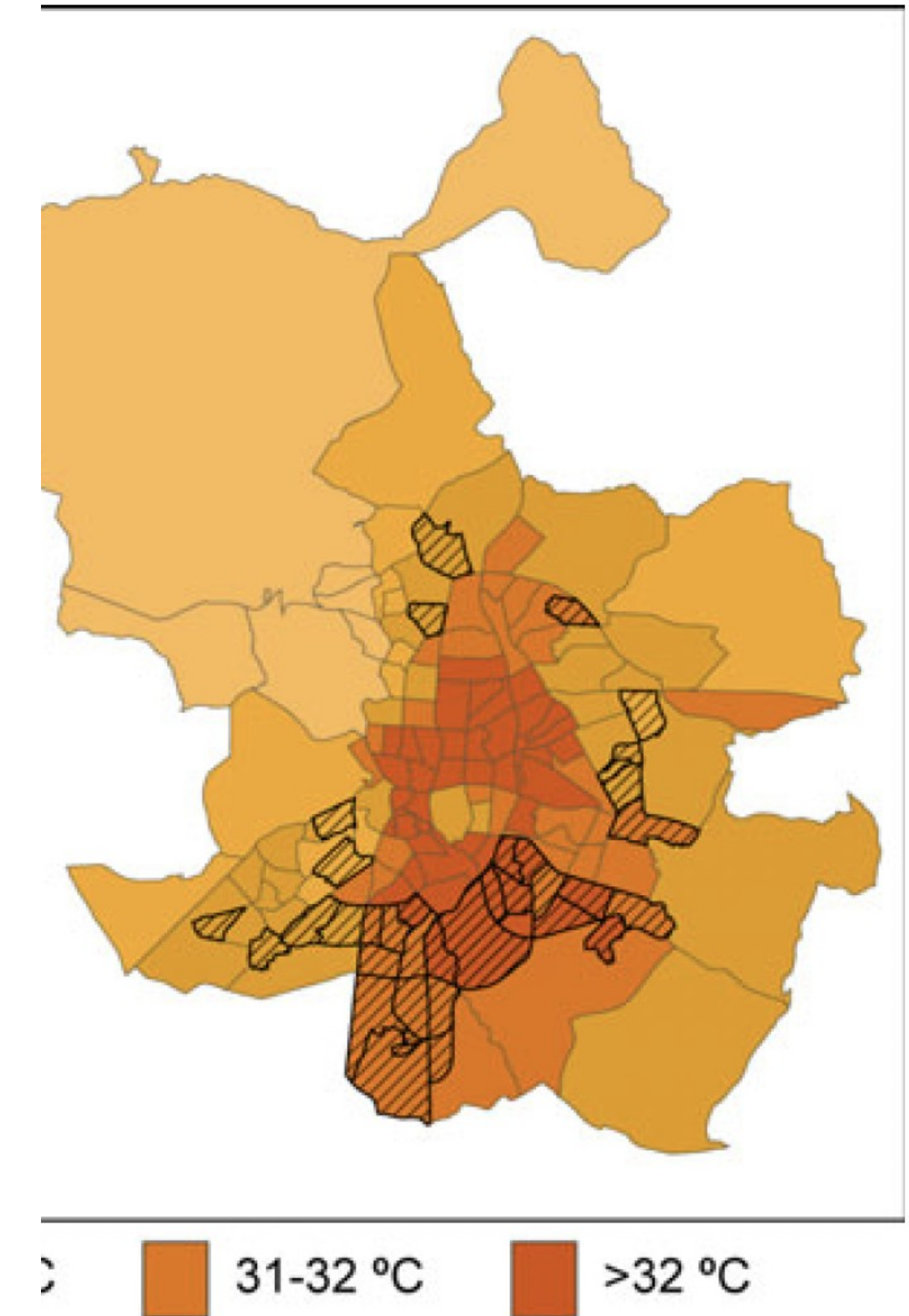


Fig. 7 UHI of Madrid during summer nighttime and severe vulnerable neighbourhoods according to selected indicators

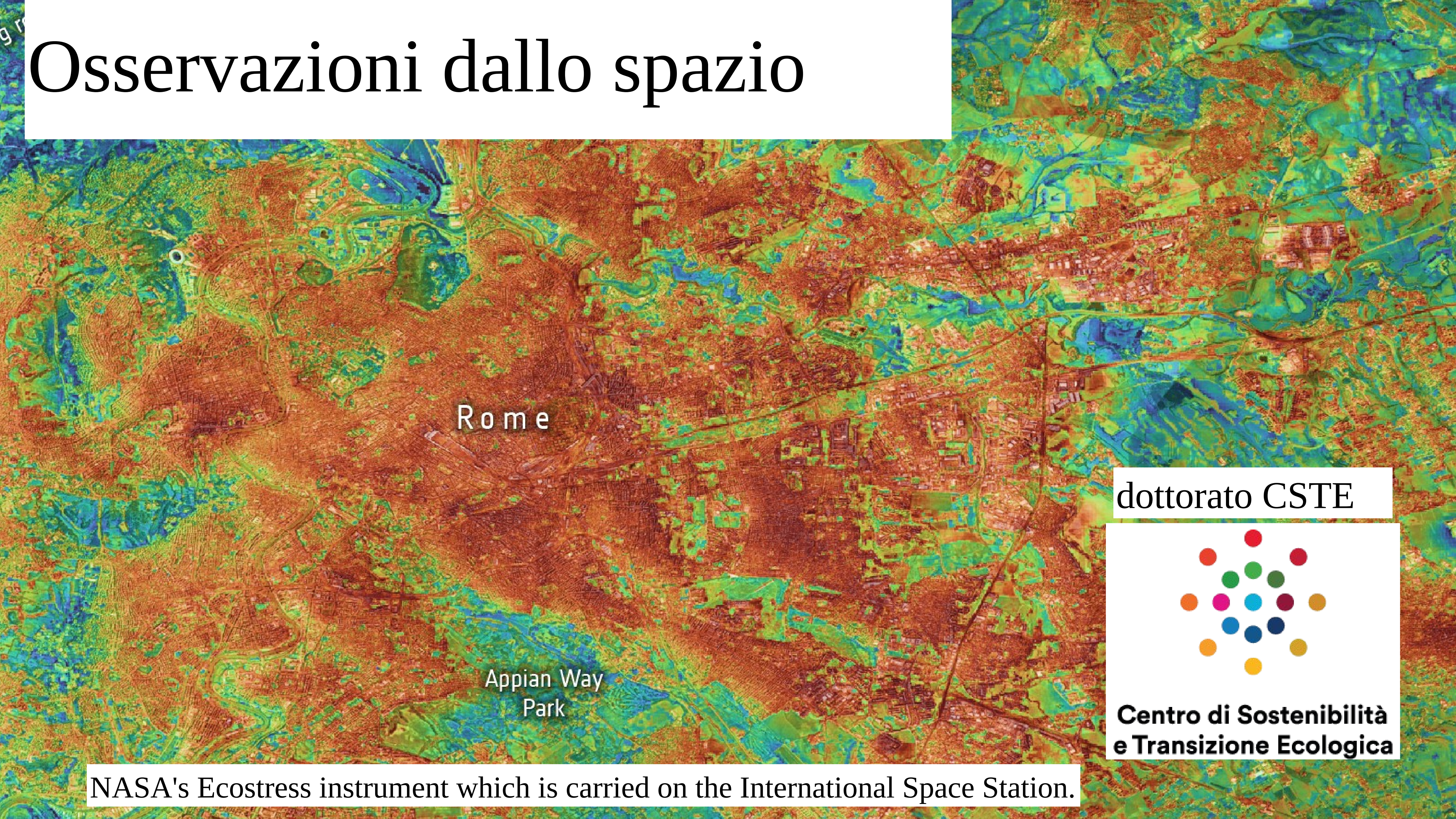
Urban Heat Island and Vulnerable ulation. The Case of Madrid

on Sánchez-Guevara Sánchez, Miguel Núñez Peiró
Javier Neila González



neighbourhoods with a proportion of single
neighbourhoods with a population with low

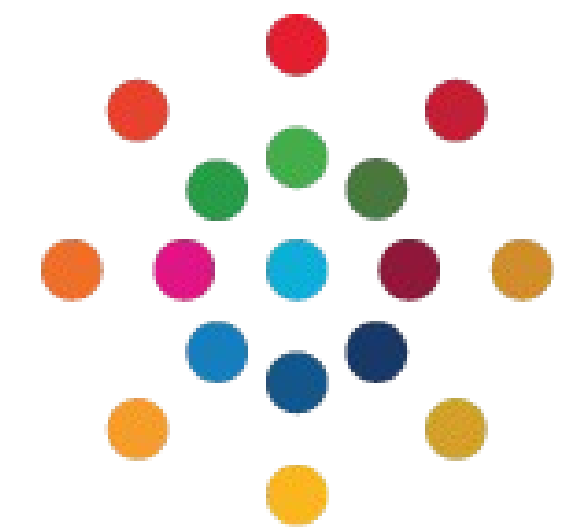
Osservazioni dallo spazio



Rome

Appian Way
Park

dottorato CSTE



**Centro di Sostenibilità
e Transizione Ecologica**

NASA's Ecostress instrument which is carried on the International Space Station.

Sentinel-2

26 July 2023 scoppiano
diversi incendi intorno a
Palermo.



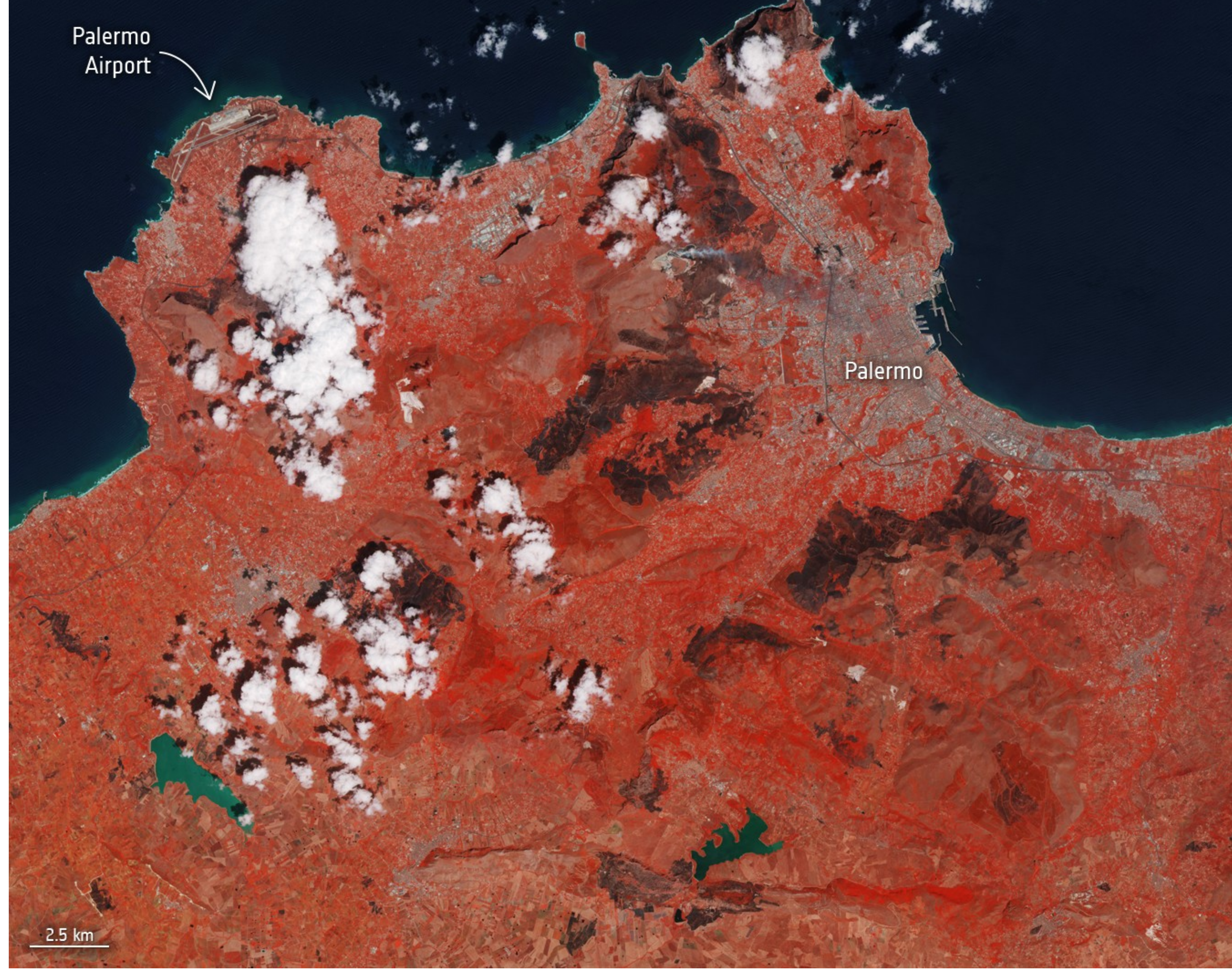
Sentinel-2

26 July 2023 scoppiano diversi incendi intorno a Palermo.

Osservazioni nel vicino infrarosso evidenziano la vegetazione in tonalità di rosso.

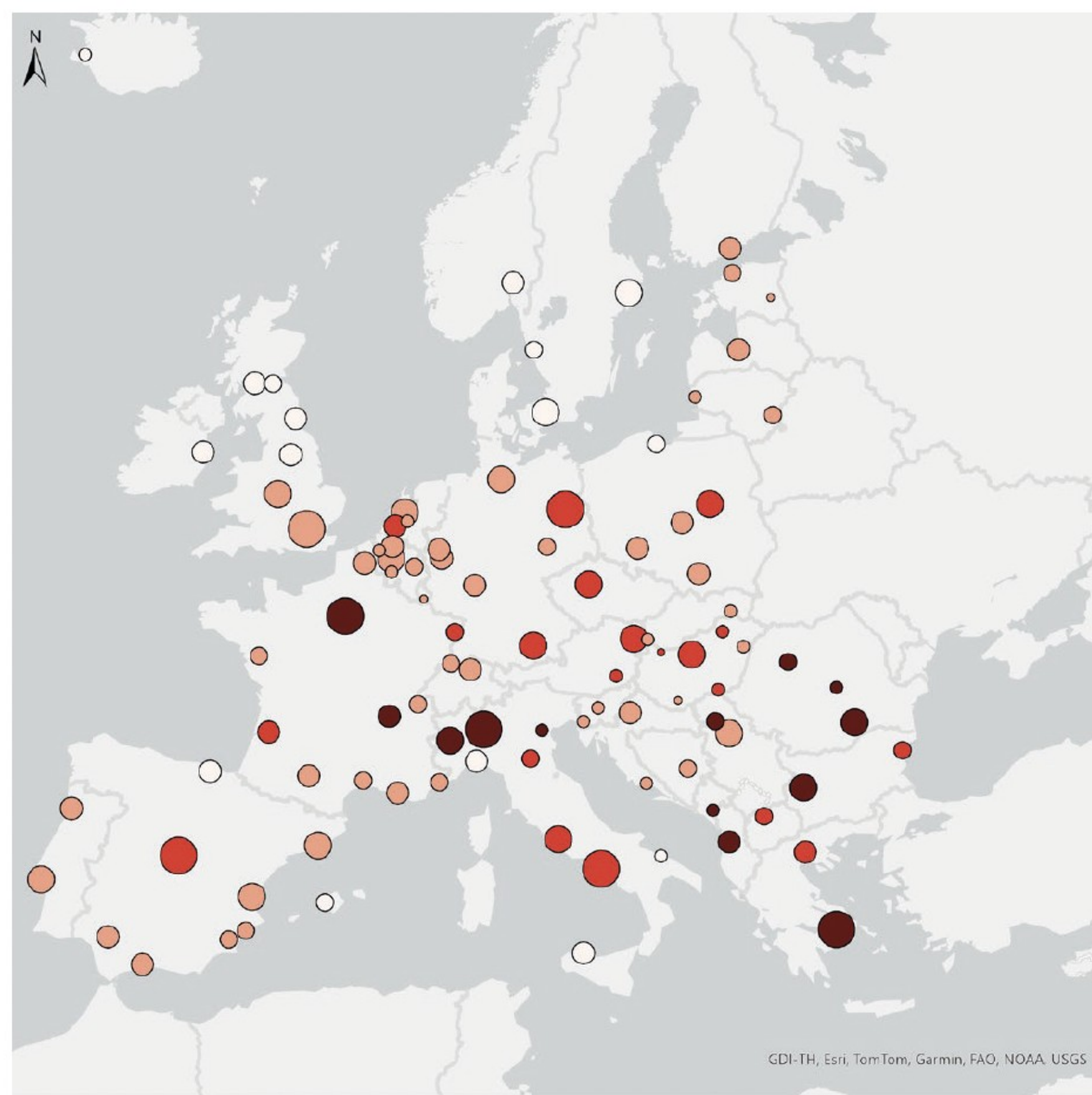
Le zone bruciate possono essere facilmente osservate e misurate.

Da una stima preliminare ed immediata circa 6000 ettari di vegetazione sono stati perduti.



Isole di calore in Europa

Figure 1 – Urban Heat Island intensity per city



Urban Centre population

- < 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 2 500 000
- ≥ 2 500 000

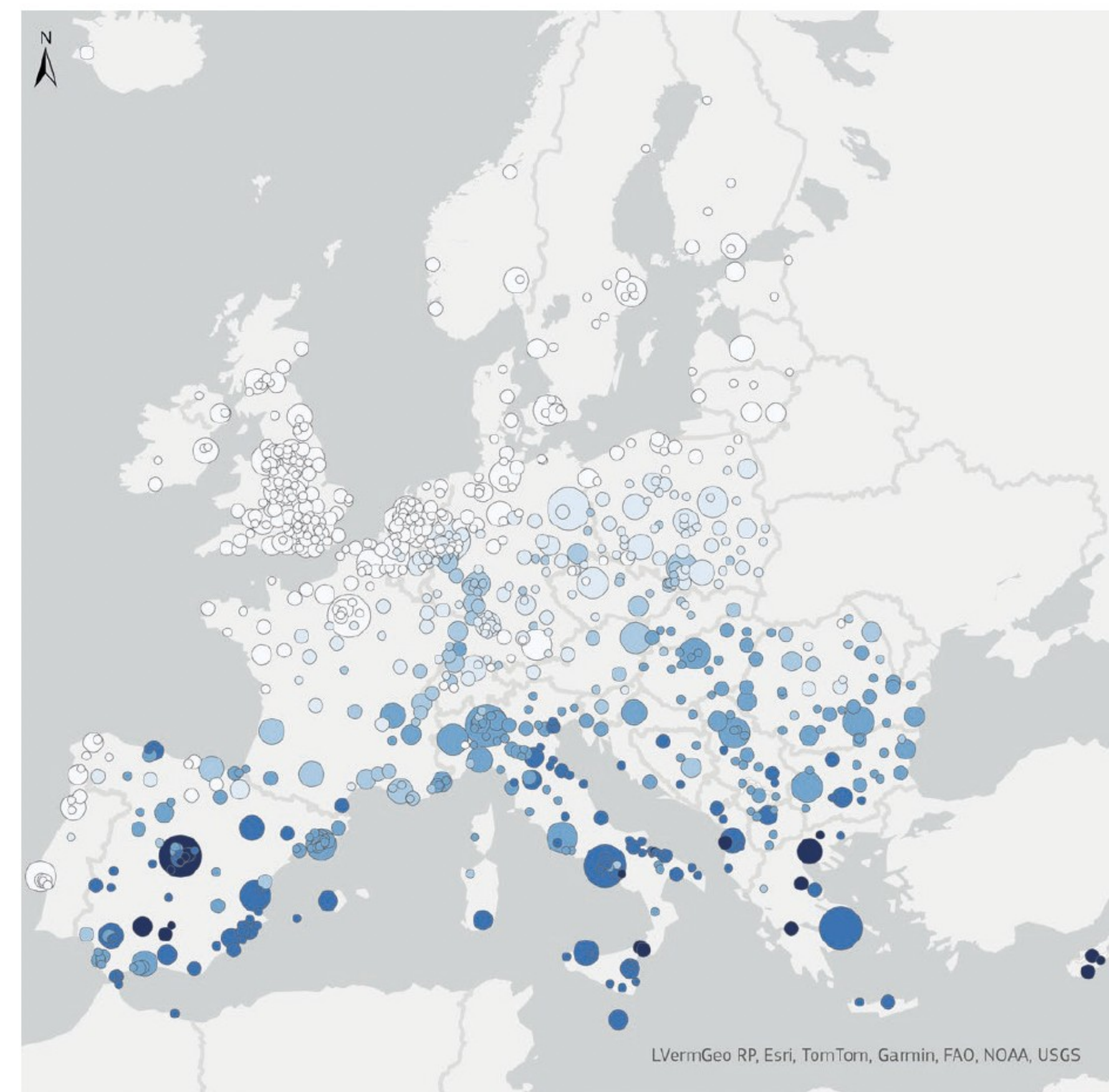
UHI intensity
in °C (90th
percentile)

- < 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- > 2

*Source: Authors'
elaboration on DG REGIO
population data and
on data by European
Environment Agency
(2020)*

0 300 600km

Figure 2 – Cooling Degree Days per city



Urban Centre population

- < 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 2 500 000
- ≥ 2 500 000

CDD index

- < 25
- 25 - 50
- 50 - 200
- 200 - 350
- 350 - 500
- ≥ 500

*Source: Authors'
elaboration on DG REGIO
population data and DG
JRC PVGIS data (2022)*

0 300 600km

Isole di calore cosa fare?

Integrare e potenziare le infrastrutture verdi, ad esempio promuovendo l'uso di pareti e tetti verdi e aumentando il numero di alberi e superfici vegetate.

Introdurre spazi d'acqua e corsi d'acqua nelle aree pubbliche e fornire acqua potabile alla popolazione, oltre a rendere più efficiente l'uso dell'acqua.

Ristrutturazione e rinnovamento degli edifici con isolamento e persiane, nonché utilizzo di materiali riflettenti, come la vernice bianca, su strade ed edifici.

Promuovere l'agricoltura urbana.

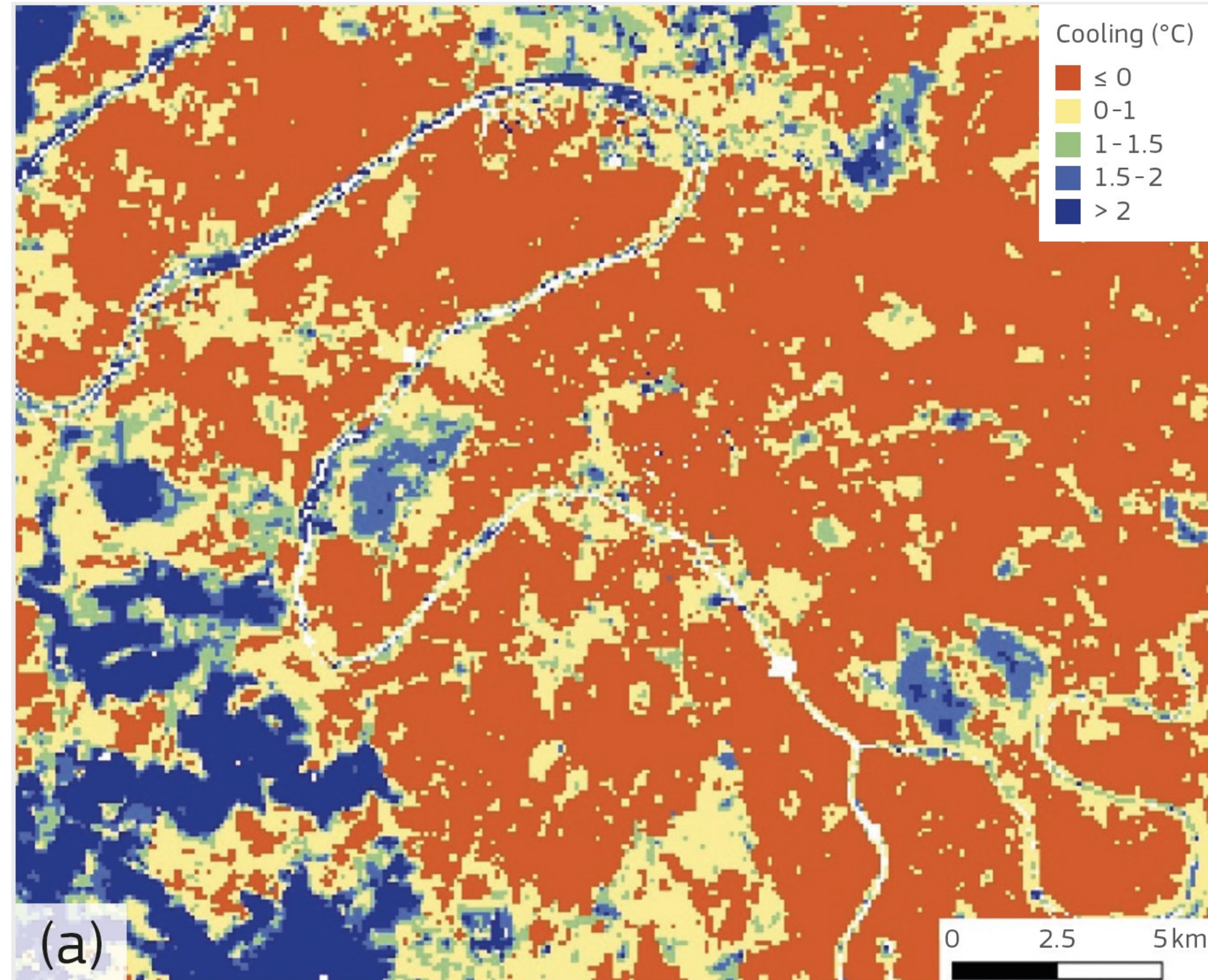
Isole di calore, cosa fare?

In uno studio condotto in oltre 600 città europee, è stato analizzato il ruolo degli spazi verdi urbani nella riduzione della temperatura dell'aria.

Ad esempio, nella città di Parigi, gli alberi urbani riducono la temperatura dell'aria di 0,8 °C in media, con picchi fino a 7 °C.

Jardin des Tuileries e il Jardin des Plantes, nel centro della città, nonché il Bois de Vincennes e il Bois de Boulogne ai confini est e ovest della città.

E comunque esiste la conduzione termica...

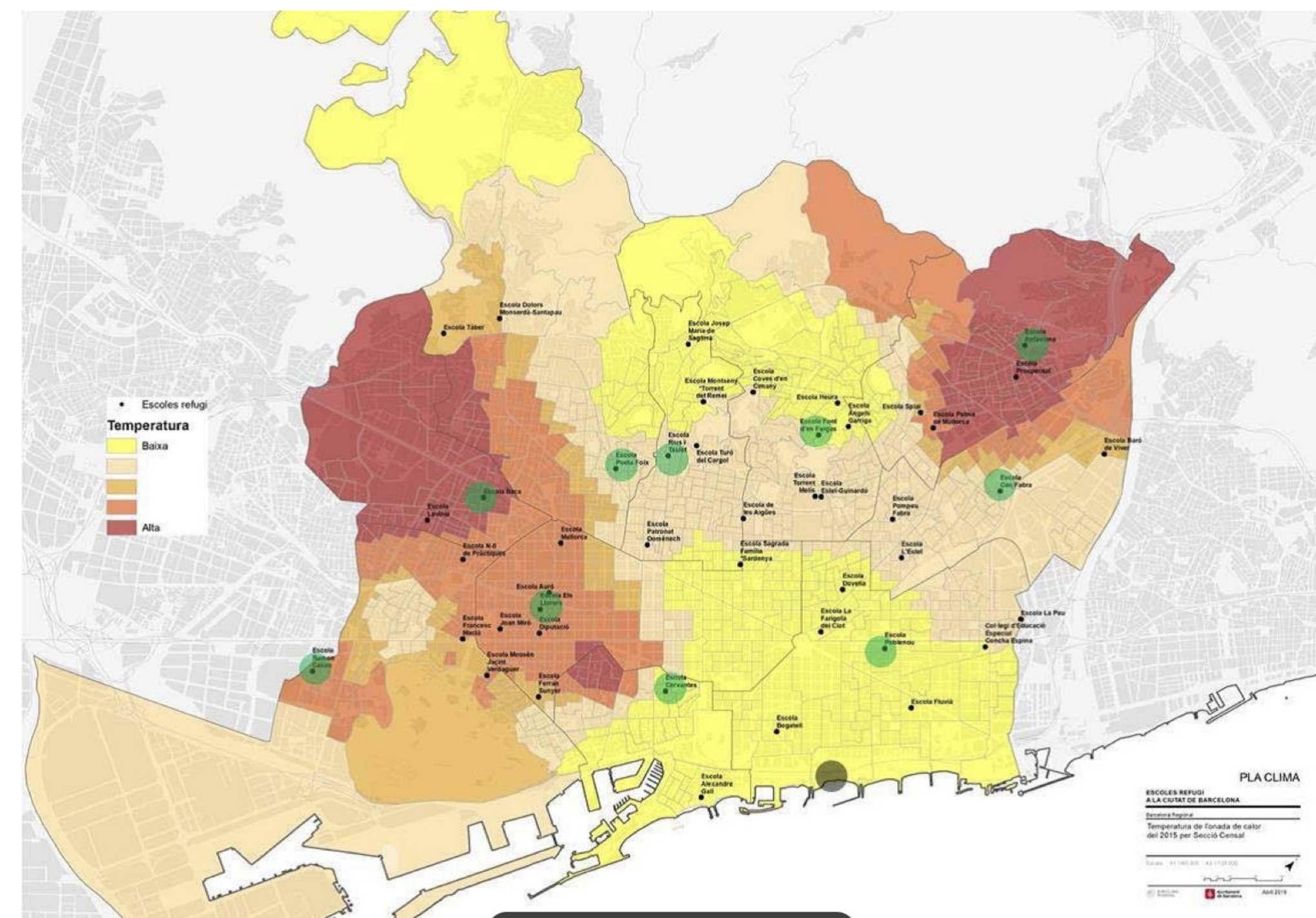
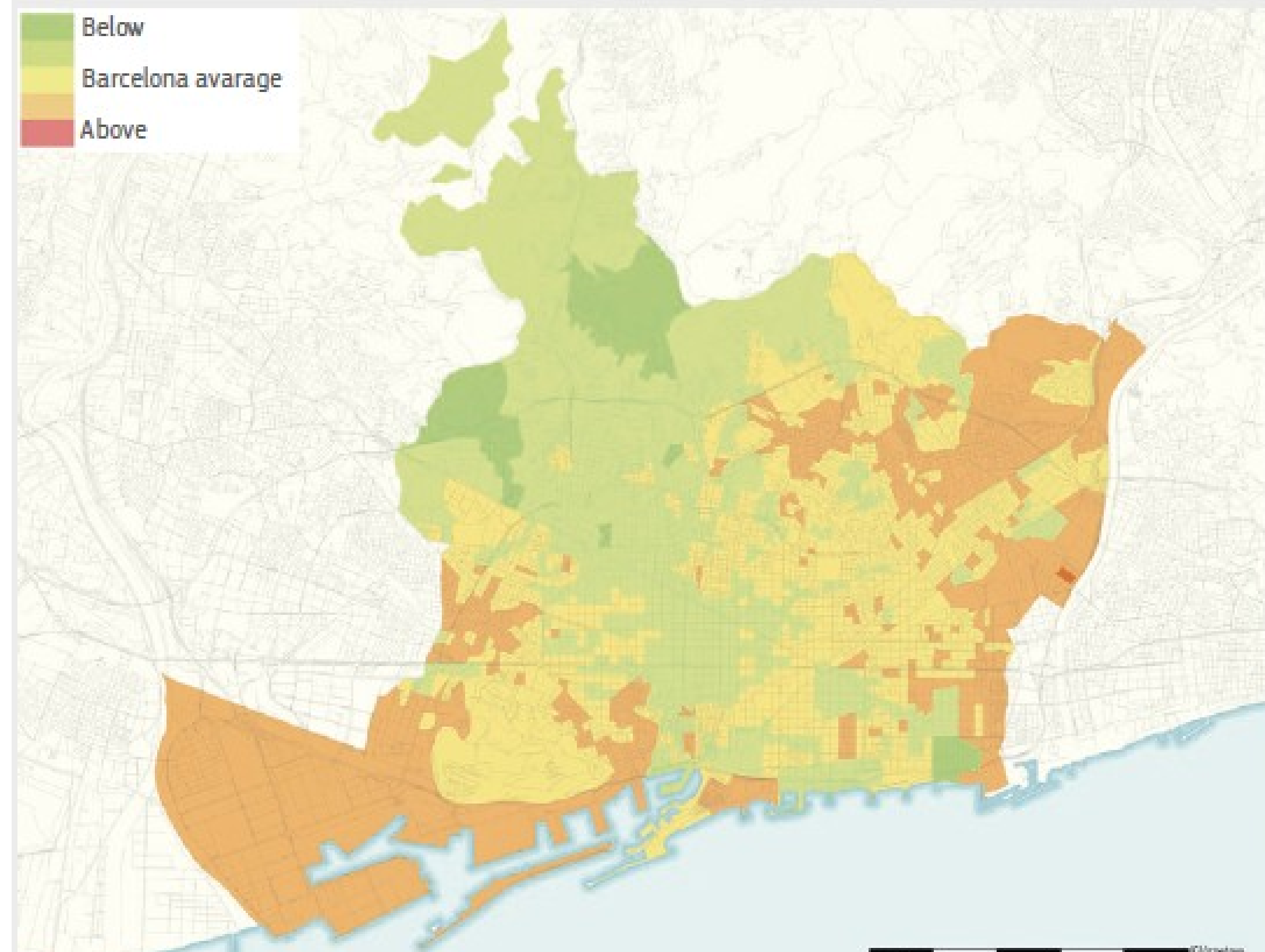


Climate Shelters (Barcelona)

10 scuole selezionate

popolazione più vulnerabile

Figure 3 – Barcelona spatial vulnerability to heatwaves



I rifugi climatici sono aree nelle scuole dove vengono fatti interventi per migliorare l'adattamento della città al cambiamento climatico. Questi rifugi climatici migliorano la vita delle persone che frequentano la scuola e vengono aperte al pubblico quando la scuola è chiusa.

Interventi
blue (acqua)
verdi (più ombra e vegetazione)
grigi (infrastrutturali)

more to nature.

Torino, Mirafiori Sud
proGireg
<https://progireg.eu/>

Terreno rigenerato
Agricoltura urbana e giardini
Acquaponica
Mura e tetti verdi
Corridoi verdi accessibili
Biodiversità per impollinazione

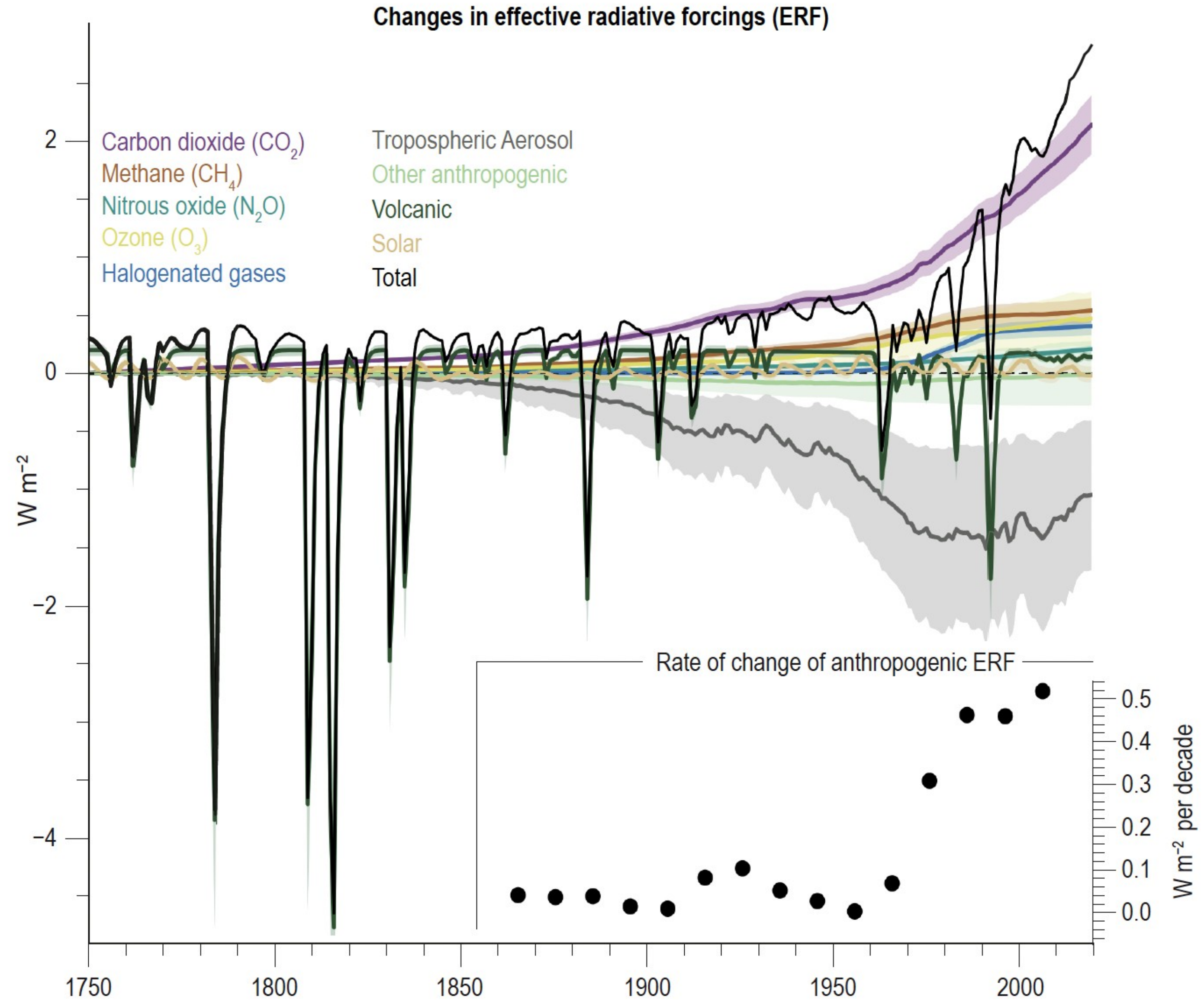
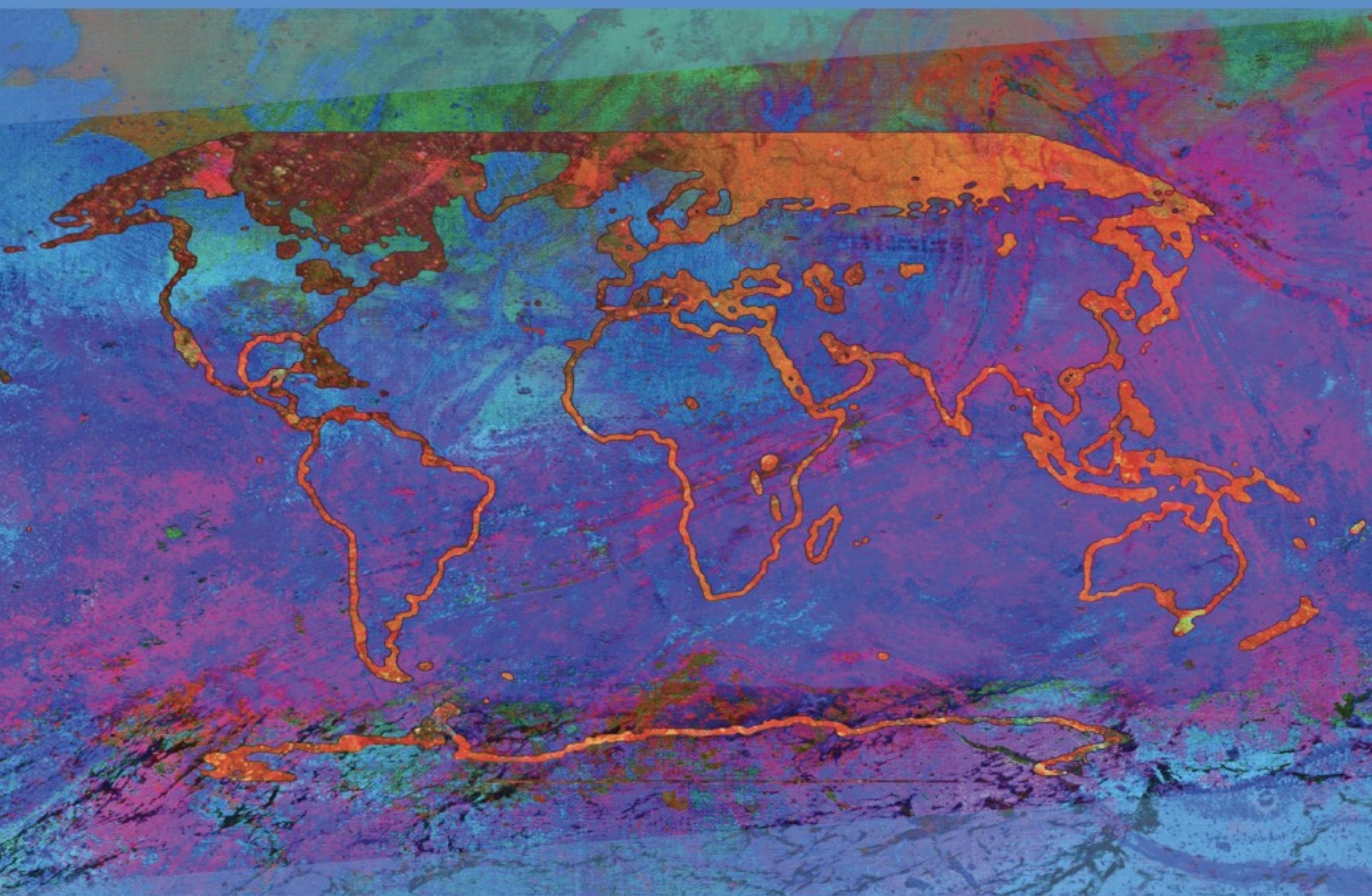


New soil production in
Sangone Park



Climate Change 2021

The Physical Science Basis



Conclusioni

