



Foresta**zione**

Comprendere il calore urbano isole di calore, eventi estremi e strategie di adattamento

Mattia Scalas
Fondazione CMCC



cmcc

**Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici**

Fondazione CMCC è un **centro di ricerca internazionale** che studia l'**interazione** tra **cambiamenti climatici** e **società**.

Il CMCC promuove la ricerca sul clima attraverso analisi multidisciplinari con l'integrazione di **modellistica climatica**, **valutazione degli impatti** ed **economia ambientale**, sostenendo azioni di adattamento e mitigazione **basate sulla scienza**.



**Tre istituti di ricerca
multidisciplinare**



Quattro programmi strategici



**Un centro di calcolo
specializzato**



Due centri specializzati



Istituto per la Previsione
del Sistema Terra



Istituto Europeo
sull'Economia e l'Ambiente

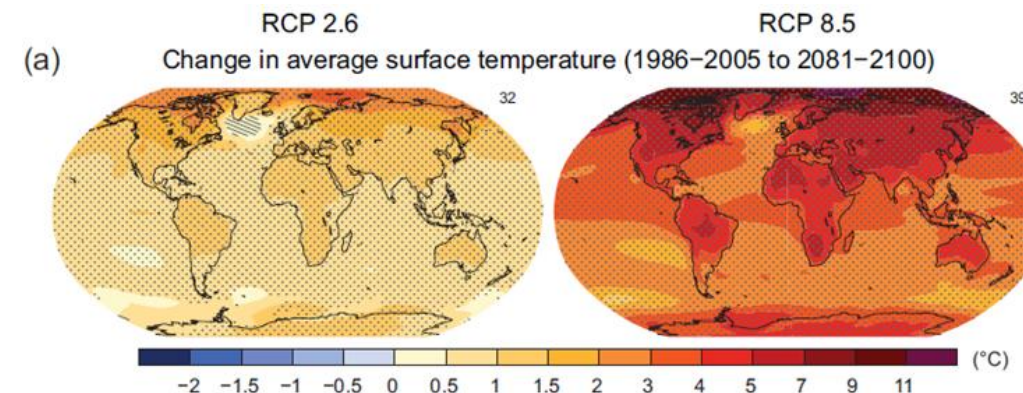


Istituto per la Resilienza Climatica

Divisione REMHI: *REgional Models and geo-Hydrological Impacts*

Meteo e clima non sono la stessa cosa.

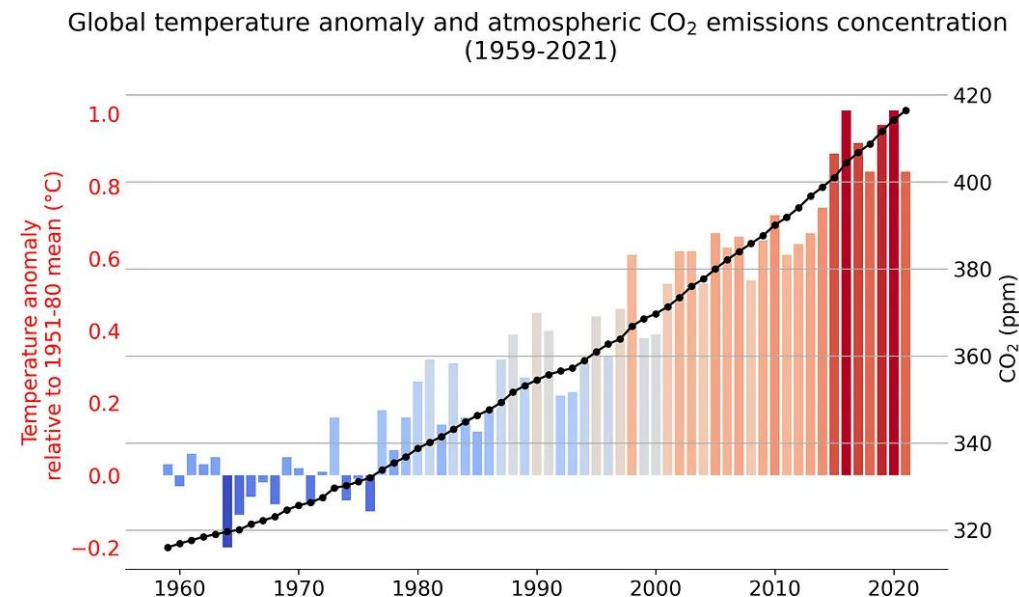
- Il **meteo** è lo stato giornaliero dell'atmosfera e la sua variazione a breve termine. Minuti, ore, giorni, settimane.
- Il **clima** è l'insieme delle condizioni meteorologiche che caratterizzano un'area geografica nel lungo periodo.



Sopra, il meteorologo Adam Krueger, FOXLA | Sotto, immagine della European Environment Agency

Il **clima** viene descritto sulla base di proprietà statistiche.

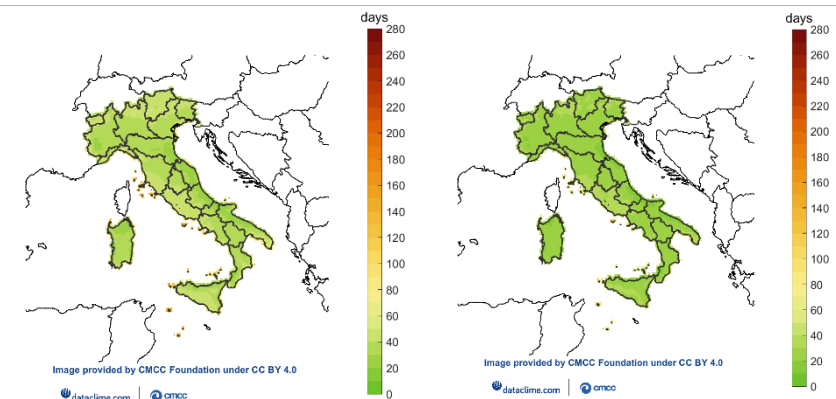
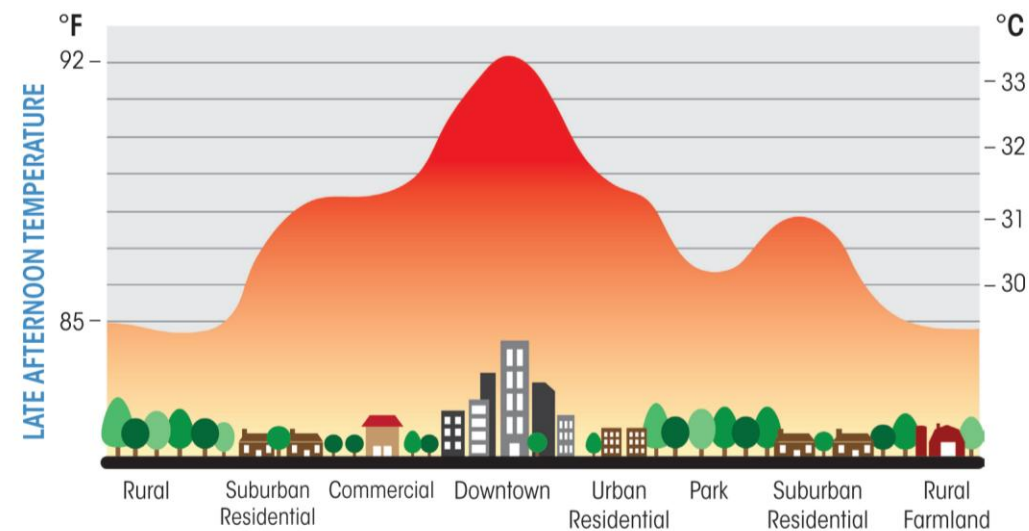
- ▶ Si parla di **cambiamento climatico** quando si osservano variazioni statisticamente significative e persistenti dello stato medio del clima o della sua variabilità.
- ▶ A partire dall'industrializzazione del XIX e XX secolo, l'emissione di gas climalteranti ha innescato un **cambiamento climatico su scala globale**, con **effetti misurabili e differenziati** a livello territoriale.
- ▶ L'aumento dell'intensità e dei periodi di calore estremo è uno degli effetti più evidenti del processo.



Andamento delle anomalie di temperatura e concentrazione di CO₂ | Himalaya Shrestha, via Medium

Una differenza importante:

- **L'ondata di calore** è un fenomeno meteorologico la cui maggiore intensità, frequenza e durata alle nostre latitudini è un effetto evidente del cambiamento climatico.
- **L'isola di calore urbano** è il fenomeno per cui le città sono più calde delle campagne circostanti.



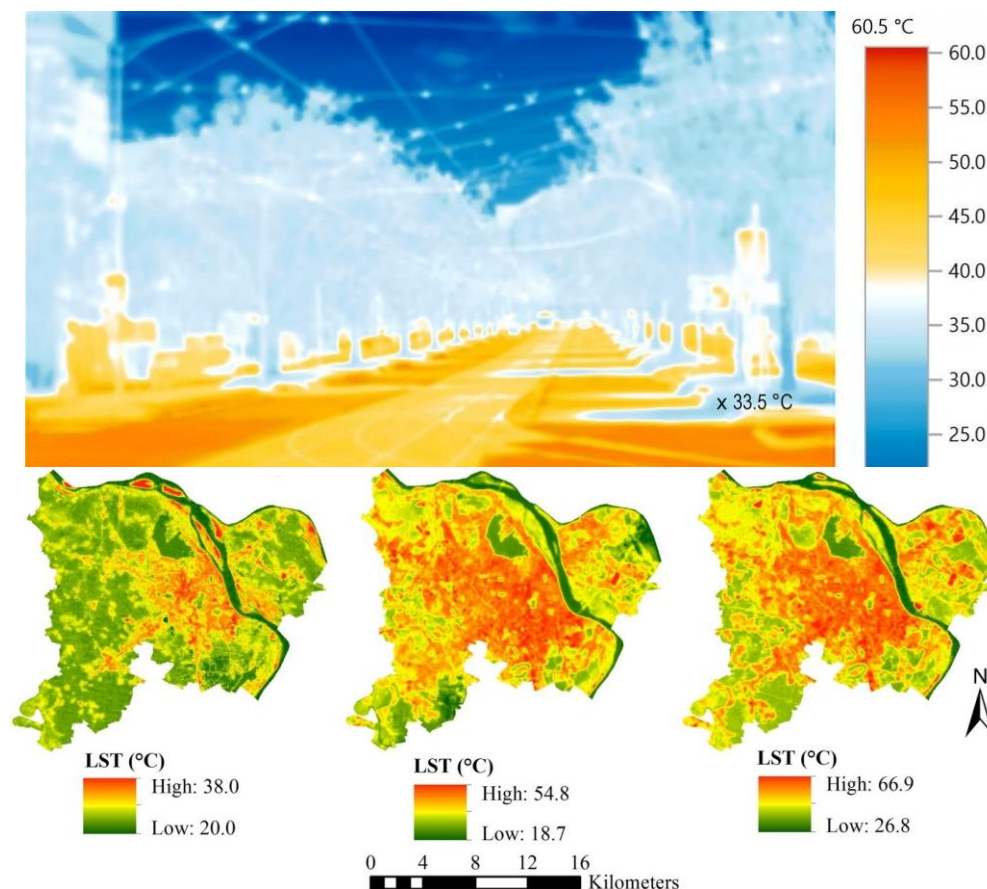
Sopra, Temperatura e tipologie di tessuto urbano nell'isola di calore. Sotto, indice WSDI (CMCC)

L'isola di calore è una caratteristica intrinseca del tessuto urbano, determinato dalla presenza di superfici impermeabili, materiali lapidei e volumi che ostacolano la circolazione dell'aria e favoriscono l'accumulo di calore.

- In termini di equazione del Rischio, l'ondata di calore è un **Pericolo**, mentre l'isola di calore è una **Vulnerabilità**.

$$\text{Rischio} = \text{Pericolo}_{\text{ondata di calore}} \times \text{Esposizione} \times \text{Vulnerabilità}_{\text{isola di calore}}$$

- L'**Esposizione** è la presenza di persone o cose che possono essere affette negativamente dal Pericolo.

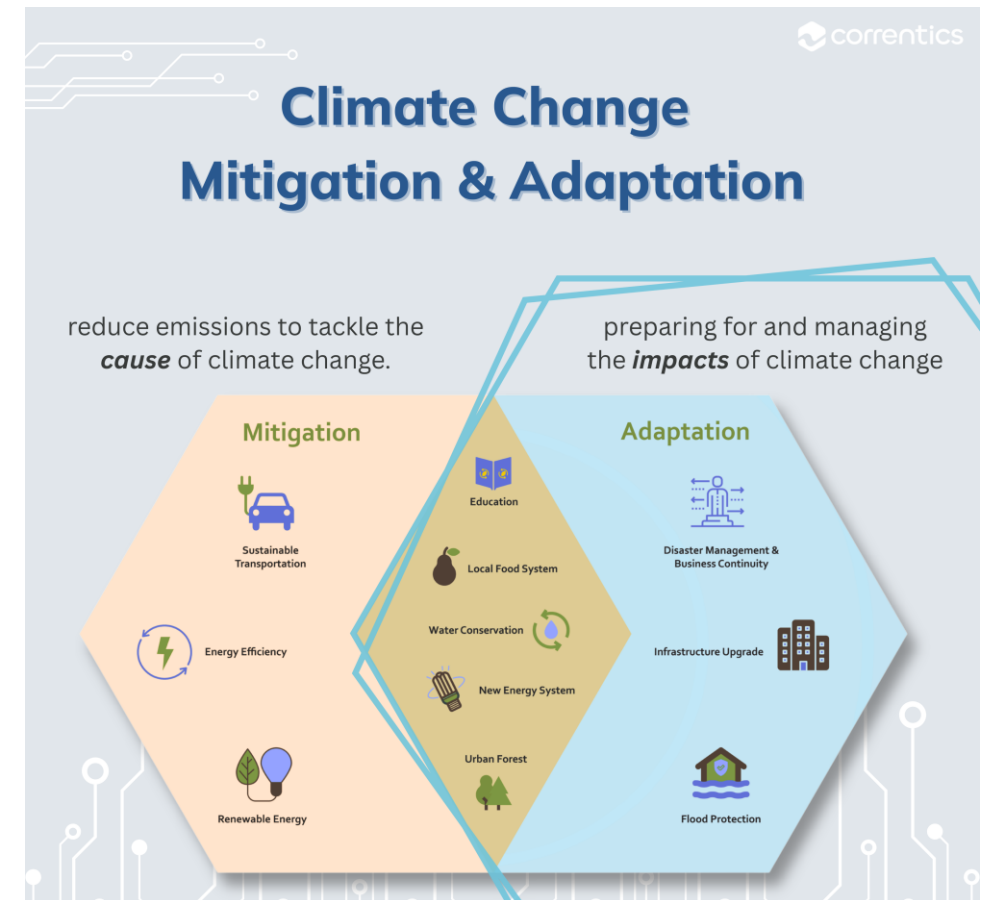


Sopra, una strada vista dalla termocamera (e2designLab) | Sotto, variazione della temperatura al suolo nel tempo, Hanoi (Vietnam) 1996, 2007, 2016 (Nguyen, 2020)

Da questa considerazione derivano altri due concetti:

- La **Mitigazione** è l'insieme delle iniziative volte a ridurre le cause del cambiamento climatico (de facto, le emissioni).
- L'**Adattamento** è l'insieme delle azioni che modifica i sistemi naturali o umani per ridurre gli impatti negativi del cambiamento climatico o sfruttarne le opportunità.

In contesti ingegneristici, urbanistici e di protezione civile il termine *mitigazione* talvolta viene usato nell'accezione IPCC di *adattamento*.



Differenza tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici (Correntics).

Cosa succede quando ondate di calore sempre più frequenti, intense e prolungate colpiscono isole di calore urbane?

In altre parole, cosa succede quando il calore estremo arriva in quartieri densamente popolati, in presenza di popolazione vulnerabile e caratterizzati da forme urbane e spazi pubblici che accumulano calore?

Il calore all'interno della città impatta in modo differente:

- La distribuzione spaziale delle aree più calde dipende da condizioni microclimatiche specifiche.
- Gli impatti dipendono da cosa si trova nelle zone in esame: popolazione anziana, persone con malattie croniche e condizioni di disagio socio-economico sono tipicamente associate a una maggiore vulnerabilità.

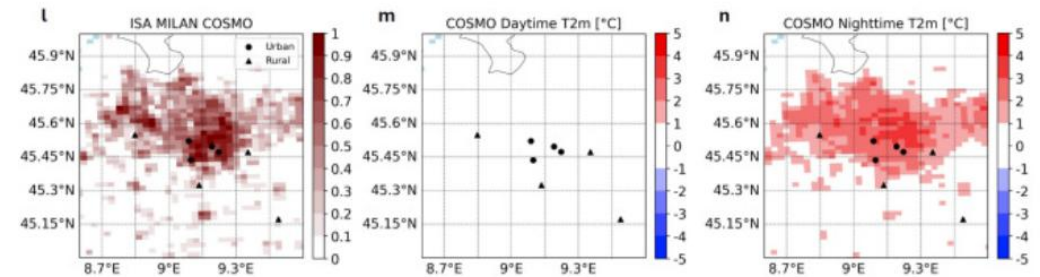
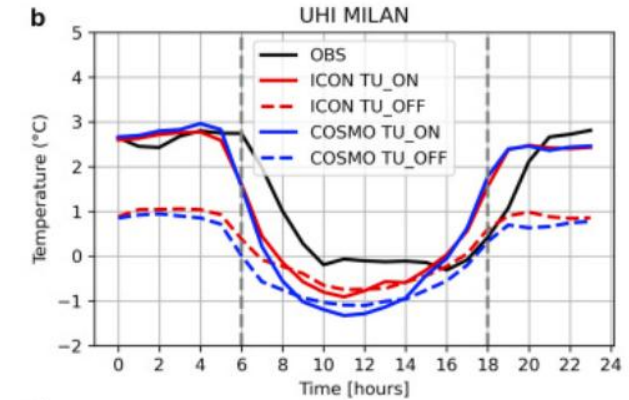


Campagna proteggiamoci dal caldo 2025 del Ministero della Salute

Per individuare le zone più calde della città si può procedere con diversi approcci:

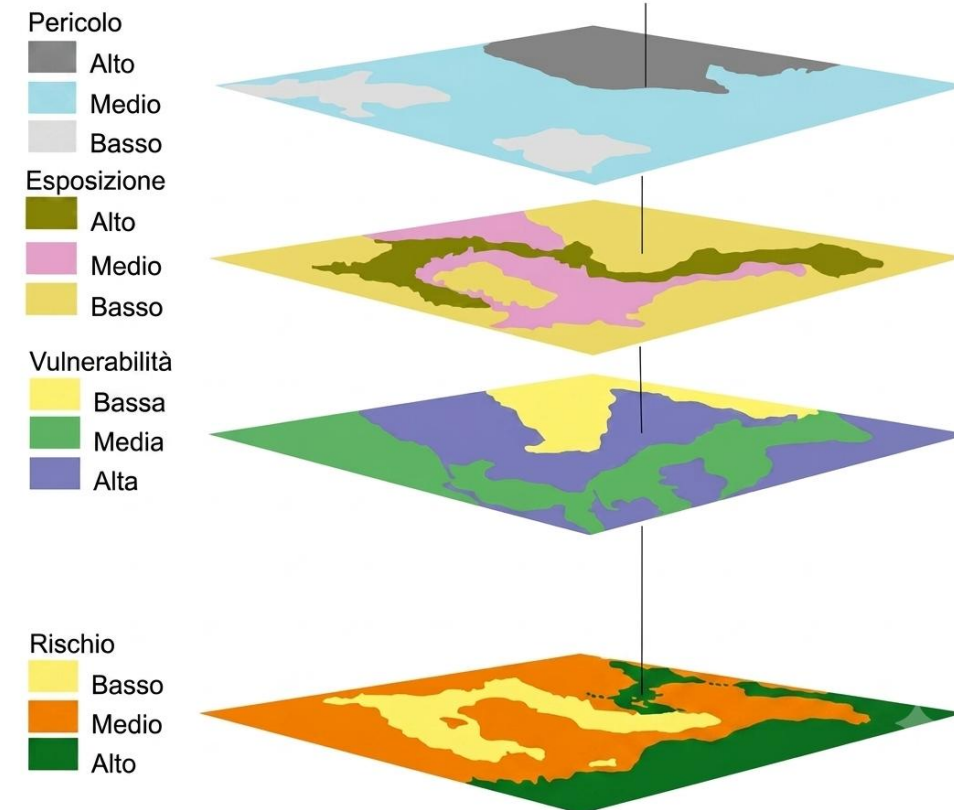
- Simulazione climatica e micro (rianalisi e scenario)
- Analisi delle immagini satellitari
- Approcci indiretti, ad esempio legando il calore al grado di impermeabilizzazione del suolo e al tipo di materiali.

Una parte consistente della ricerca punta a potenziare i modelli meteorologici con speciali '*moduli città*', per mappare e prevedere il calore estremo con precisione sempre maggiore, quartiere per quartiere.



Sopra, indici di calore urbano a Milano ottenuti con ICON e COSMO e confrontati con OBS. Sotto, differenze di temperatura dell'aria a 2 m di giorno e di notte, rappresentate in funzione della superficie impermeabile.

- La stima del rischio avviene intersecando i dati sulle condizioni climatiche e indicatori socioeconomici. Esempio:
- Temperatura massima apparente (modello), *Pericolo*
 - Aree residenziali, *Esposizione*
 - Intensità di isola urbana di calore (satellite), *Vulnerabilità*
 - Popolazione con più di una patologia cronica, *Vulnerabilità*



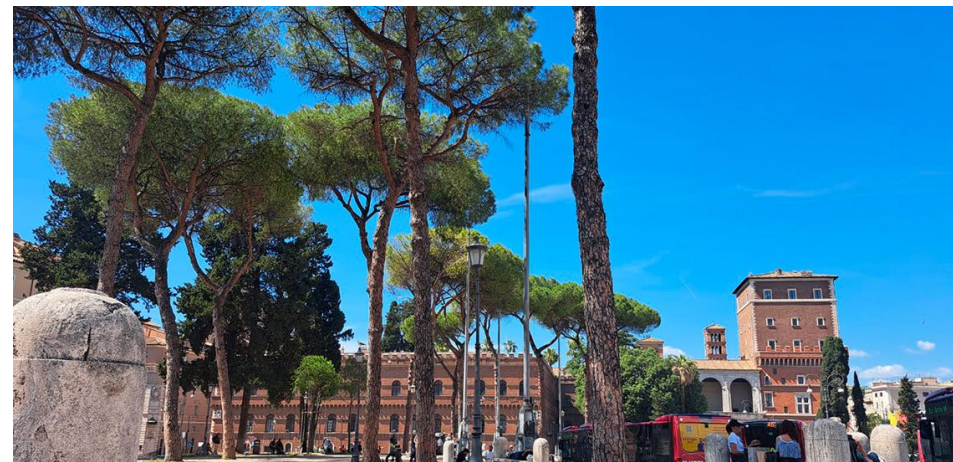
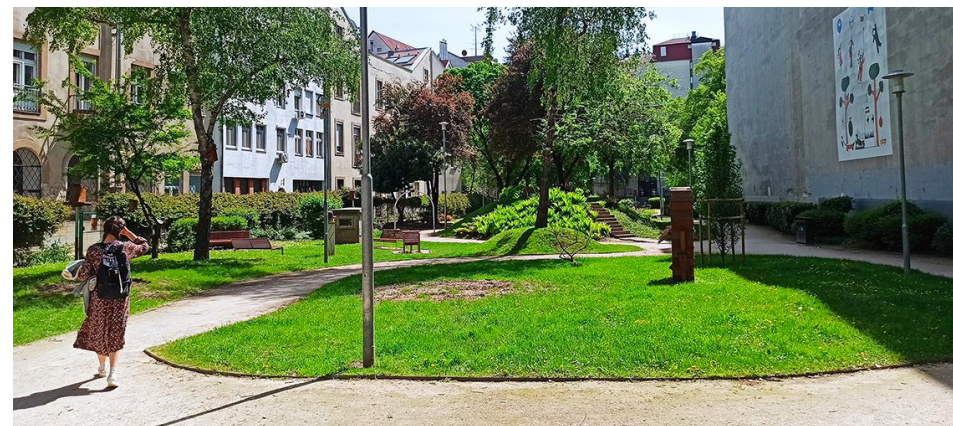
Metodologia di determinazione del rischio attraverso la sovrapposizione di indicatori (AI Gemini derivata da Tas, 2016)

I dati possono contribuire a guidare le decisioni, ottimizzando la definizione delle priorità per le misure di adattamento:

- ▶ Forestazione (tipica Nature Based Solution, NBS)
- ▶ Pavimentazioni riflettenti
- ▶ Rifugi climatici
- ▶ Soft measures: governance, sensibilizzazione, interventi economici.

Tipicamente, queste misure riducono la vulnerabilità delle aree urbane al calore estremo.

Spesso, i vantaggi vanno oltre l'adattamento al cambiamento climatico (ottica co-benefit).



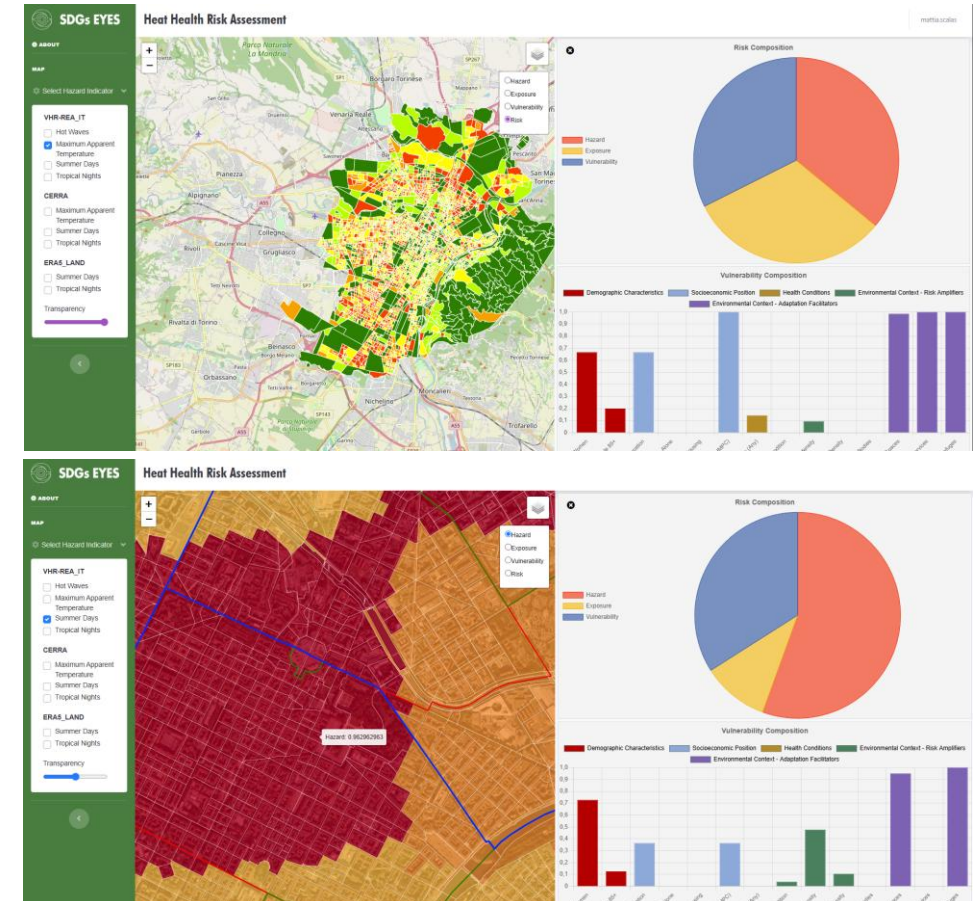
Sopra, Pocket park a Budapest. Sotto, Piazza Venezia, Roma (ENEA; foto Alessandro Sebastiani, E. Salvatori)

SDGs-Eyes – Pilot 2, Torino



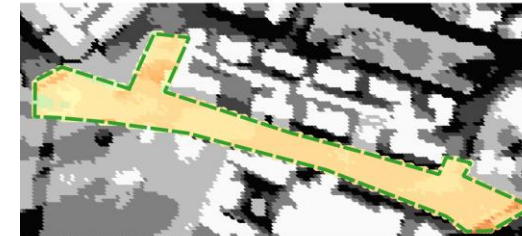
Piattaforma interattiva per la visualizzazione dei livelli di rischio rispetto al calore per un campione di popolazione esposta costituito dagli over 65.

- Nove indicatori di pericolo climatico da rianalisi CMCC
- Quattordici indicatori di vulnerabilità:
 - Demografia
 - Situazione socioeconomica
 - Salute (ASL Torino 3)
 - Contesto ambientale – amplificatori di rischio
 - Contesto ambientale – facilitatori di adattamento
- Gli indicatori sono stati pesati e assemblati sulle sezioni statistiche della città e resi fruibili via applicativo web.

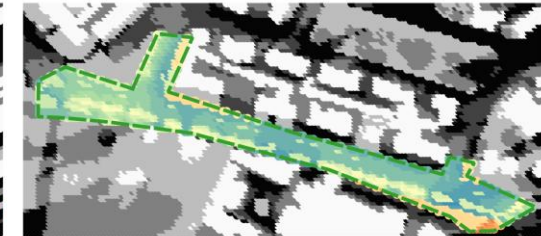


Realizzazione di simulazioni del microclima di Via Metastasio, ex ante ed ex post interventi di adattamento.

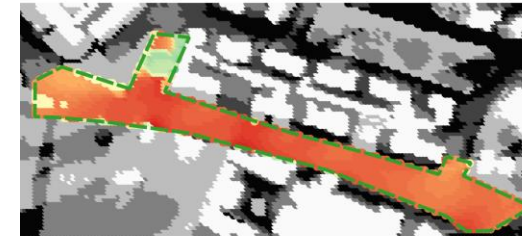
- Gli interventi di forestazione e sostituzione delle pavimentazioni hanno ridotto la temperatura al suolo e migliorato l'indice termico universale del clima (UTCI).
- I miglioramenti sono particolarmente evidenti nelle ore più calde della giornata, con un potenziale effetto positivo sull'accessibilità pedonale dell'area.



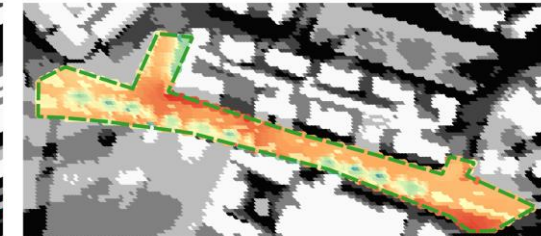
2019-25-06 6 AM ex ante



2019-25-06 6 AM ex post



2019-25-06 12 AM ex ante



2019-25-06 12 AM ex post



Pre intervento

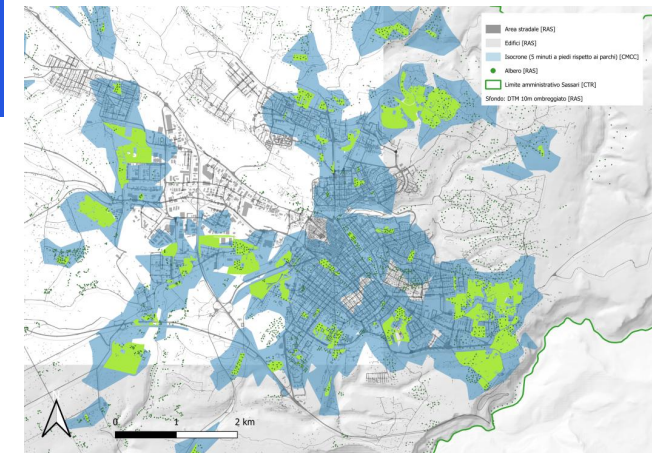
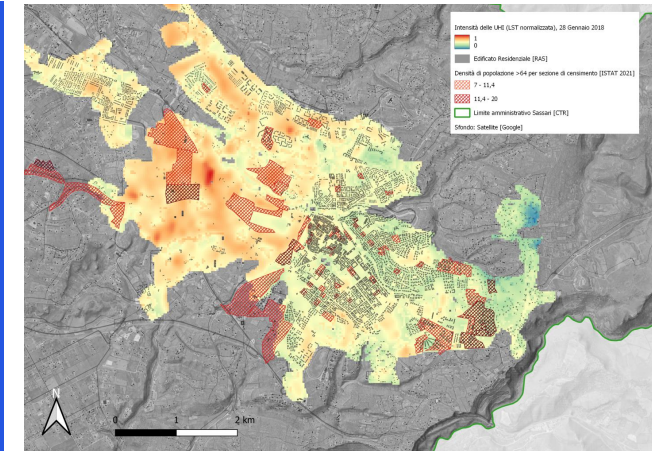


Post intervento

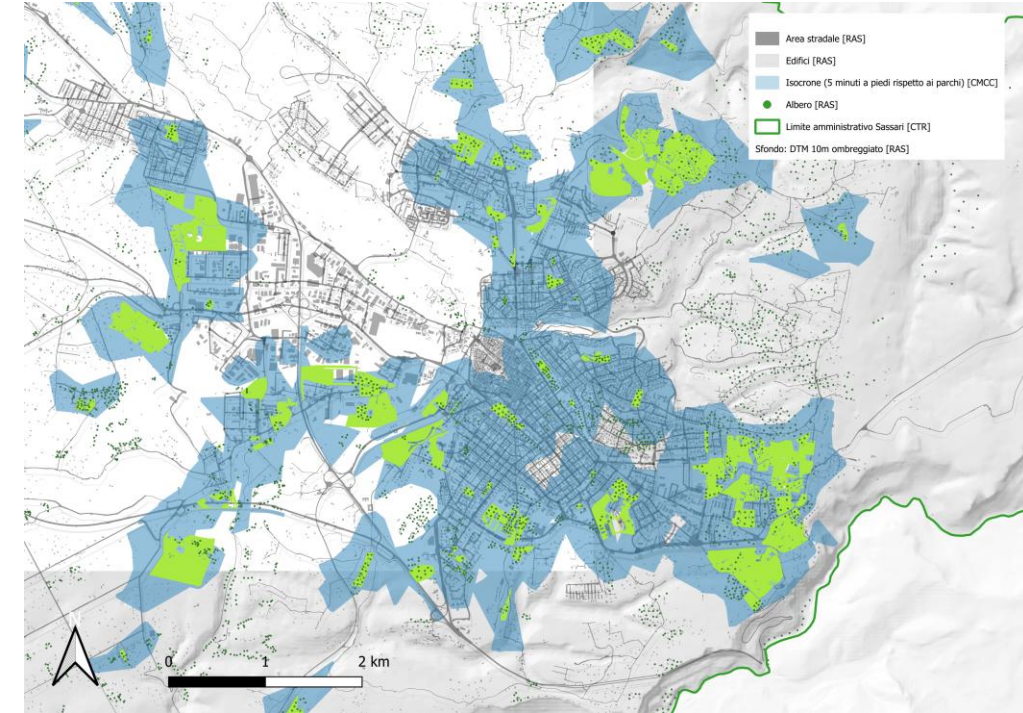
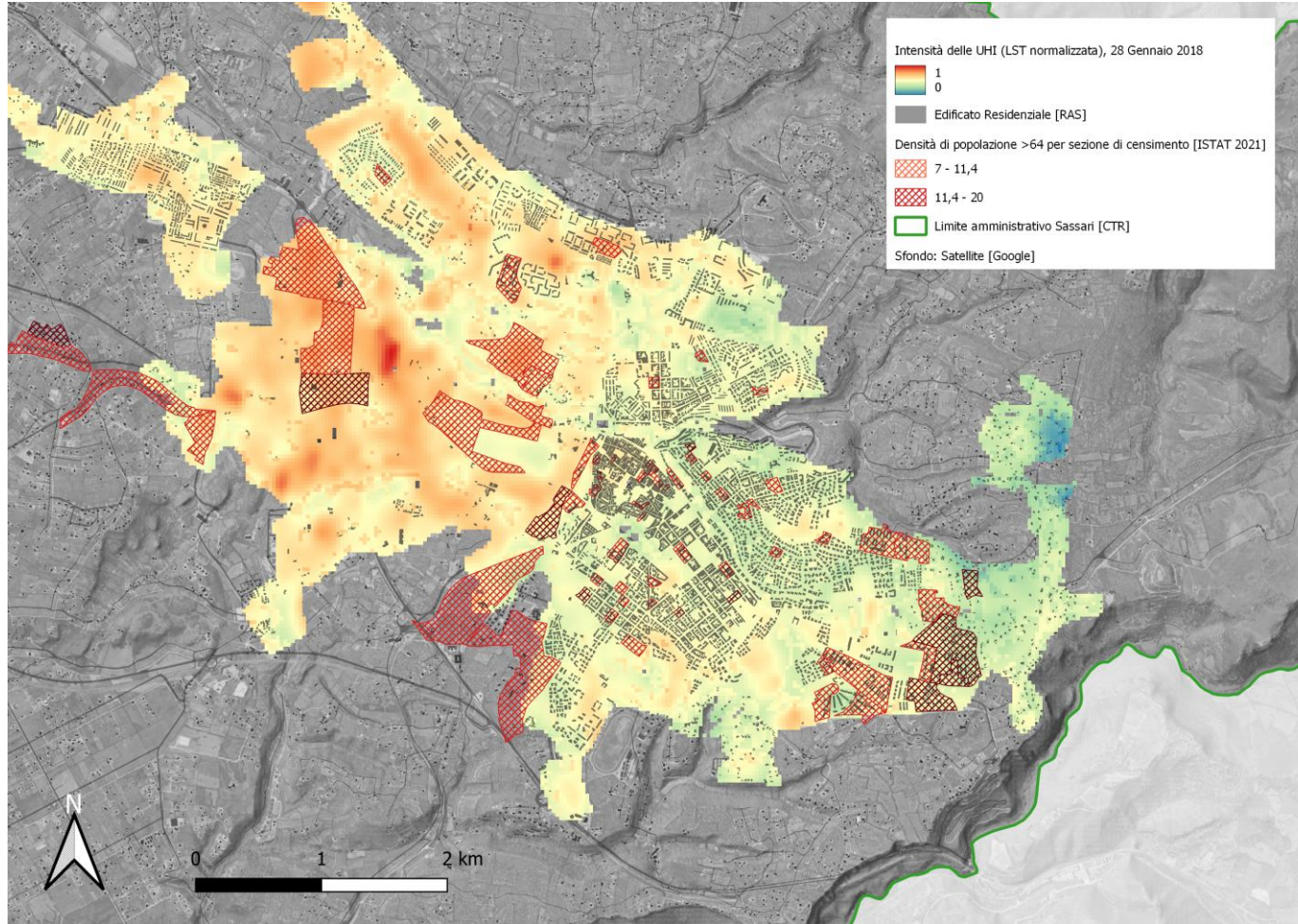
Simulazioni microclimatiche in Via Metastasio, Brescia (CMCC). Sotto, Via Metastasio pre e post intervento

Affiancamento all'amministrazione nella realizzazione del Piano Locale di Adattamento.

- Profilo climatico della città
 - Ricostruzione del periodo di riferimento 1991-2020
 - Scenari climatici (RCP) e clima futuro atteso
- Ondate di calore e rischio salute
 - Indicatori di vulnerabilità e cartografia tematica
 - Potenziali rifugi climatici
 - Accessibilità pedonale alle aree verdi



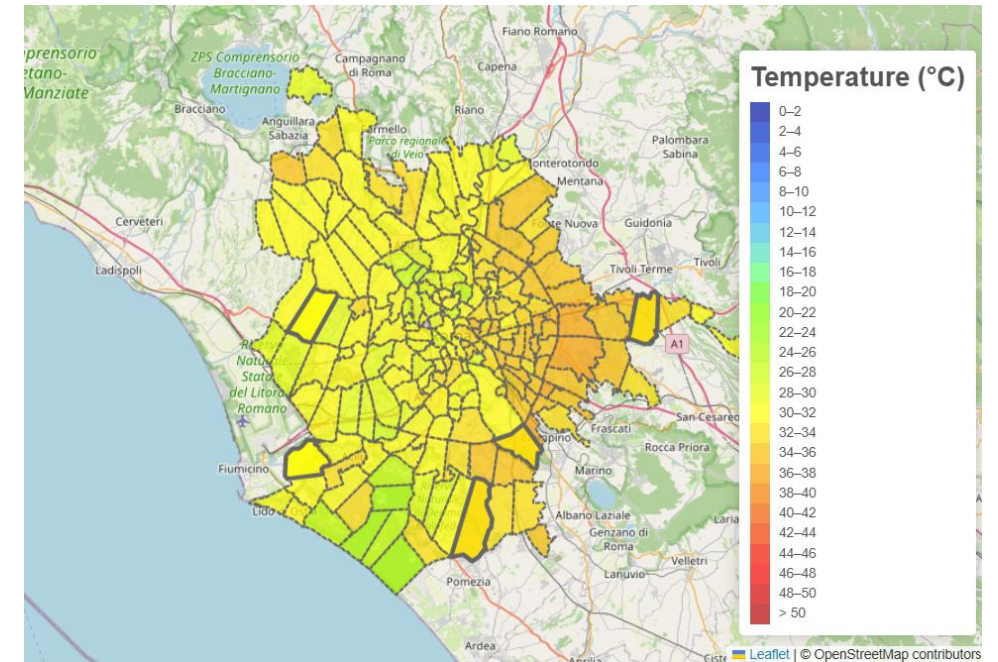
Piano di Adattamento, Sassari



Servizio di monitoraggio degli indicatori climatici sviluppati nella Strategia di Adattamento di Roma Capitale, ad aggiornamento semestrale:

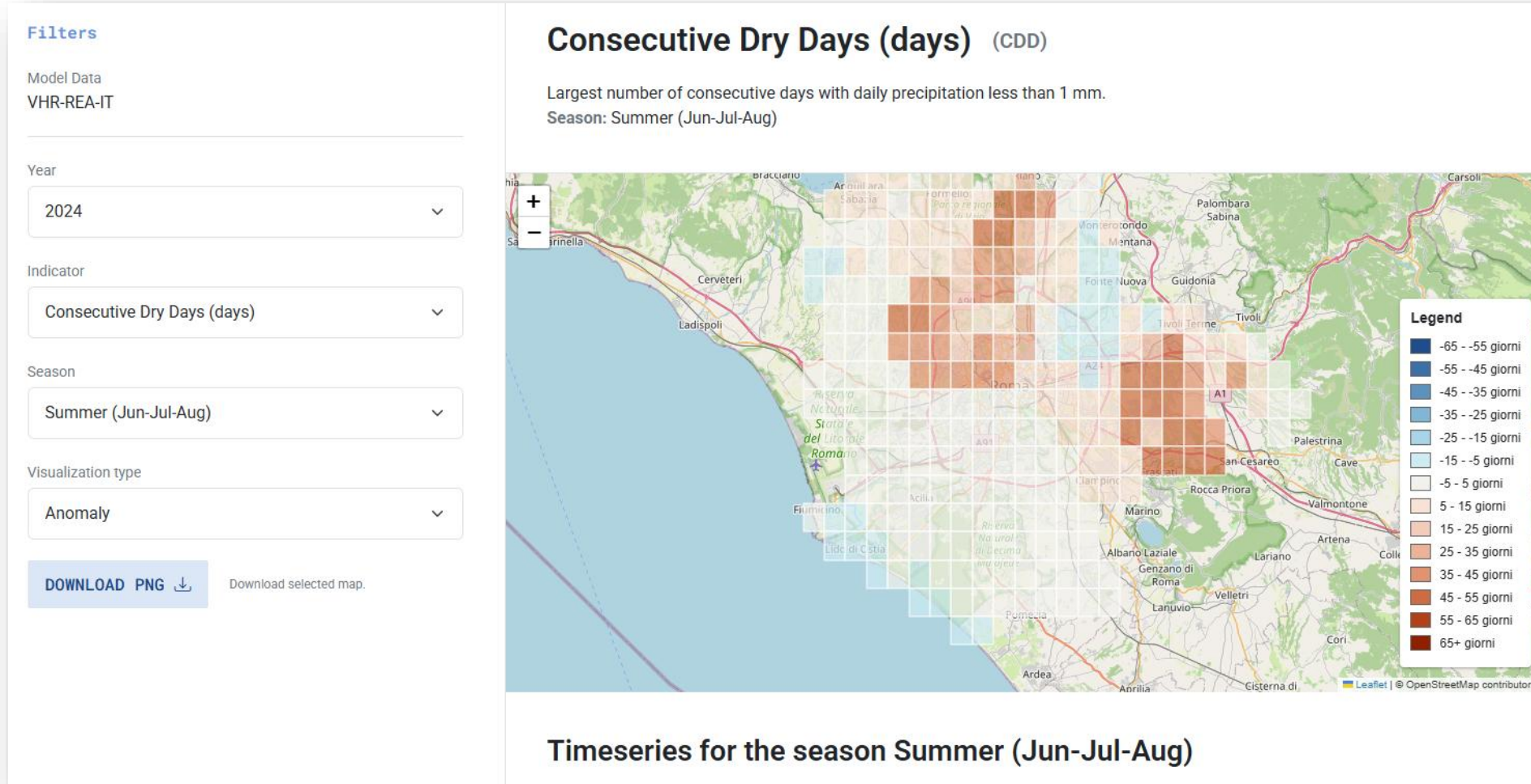
- Stazioni meteorologiche
- Dataset CMCC ad altissima risoluzione (2 km)
- Immagini satellitari
- Proiezioni climatiche

Il servizio è accessibile attraverso la piattaforma Dataclime, sviluppata dalla Divisione REMHI-CMCC per aiutare nel processo di trasformazione dei dati climatici in informazione utile, e su misura per il supporto alla decisione.



La piattaforma di monitoraggio degli indicatori climatici sviluppata da CMCC per Roma Capitale (CMCC)

Monitoraggio indicatori, Roma



Accedi a
Dataclime

Conclusioni

- ▶ Il cambiamento climatico impone di integrare strategie mirate in tutte le policy. Il calore colpisce i quartieri in modo disomogeneo a livello spaziale e socio-economico.
- ▶ La pianificazione guidata dai dati permette di ottimizzare i fondi, intervenendo esattamente dove serve di più
- ▶ Il verde urbano si distingue non solo per l'efficacia nel mitigare il calore, ma per la sua capacità di generare molteplici benefici simultanei.



Parco urbano di Cheonggyecheon, Corea del Sud (National Geographic)



Forestazione

Contatti:



mattia.scalas@cmcc.it



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



**Città
metropolitana
di Milano**