ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Soluzioni basate sulla Natura (NBS) per la mitigazione del calore in città

Maria Elena Bini

Dottoranda

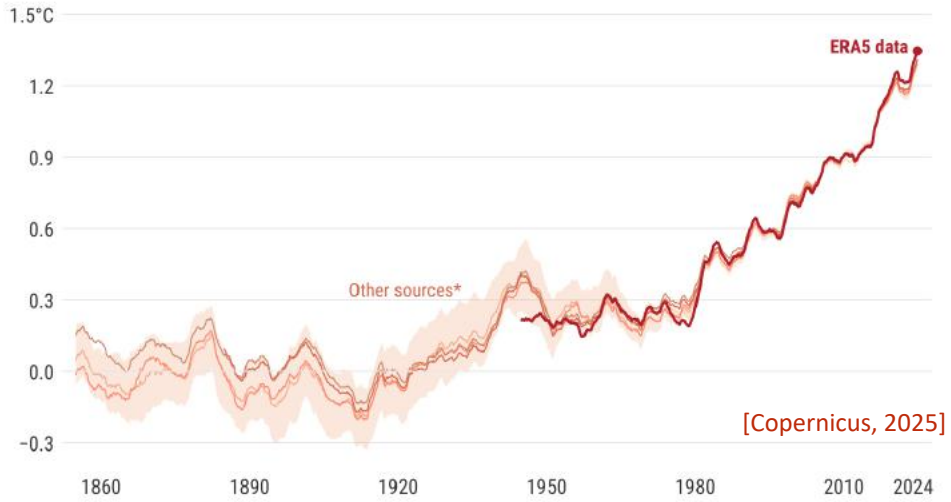
Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali - DICAM

Contesto

Cambiamento climatico: alterazione a lungo termine delle temperature e dei modelli meteorologici. (*UN*)

Tra le **cause** di natura antropica: uso di combustibili fossili, gas fluorurati e fertilizzanti azotati (gas a effetto serra), deforestazione, allevamento di bestiame.

Temperatura superficiale globale



Gli effetti del cambiamento climatico si manifestano in modo eterogeneo, influenzando ecosistemi, attività economiche e salute pubblica.

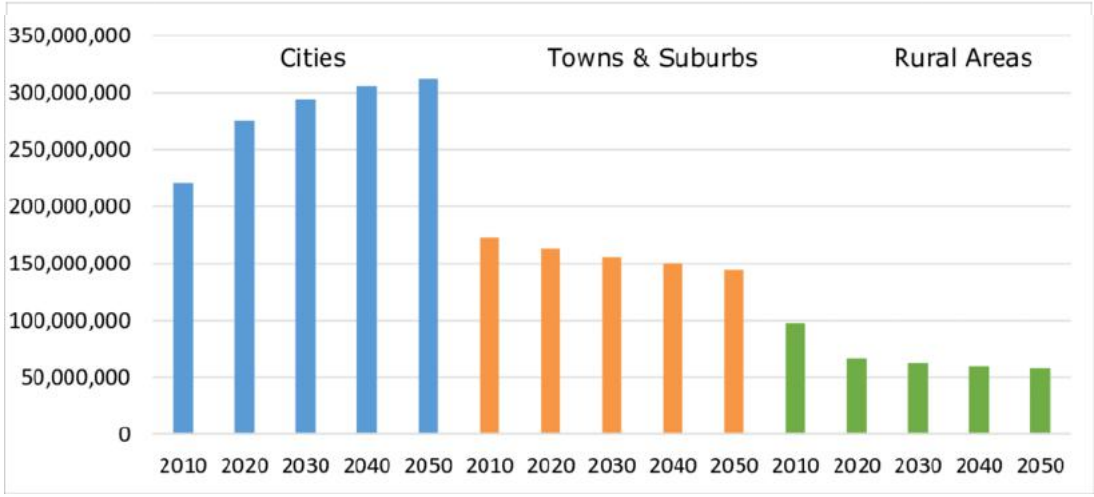
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Criticità dell'ambiente costruito

Nel 2024 l'Unione Europea ha raggiunto i **449,3 milioni di abitanti**. (*Eurostat*)

Il **75%** della popolazione dell'UE vive in insediamenti urbani. Il **tasso di urbanizzazione** in Europa sarà dell'83,7% nel 2050. (*EC*)

Popolazione europea per anno e grado di urbanizzazione



[Kompil et al., 2015]

Criticità:

- Impermeabilizzazione del suolo
- Carenza di spazi pubblici vegetati
- Infrastrutture grigie poco adattabili
- Elevata densità edilizia
- Inquinamento atmosferico e acustico

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Conseguenze del cambiamento climatico in città

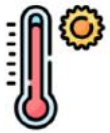
Perdita di biodiversità

Aumento del rischio di siccità

Maggior frequenza di eventi estremi (es. inondazioni e alluvioni)

Aumento della domanda energetica per sistemi di raffreddamento

Danni alla salute e aumento della mortalità



Aumento delle temperature

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

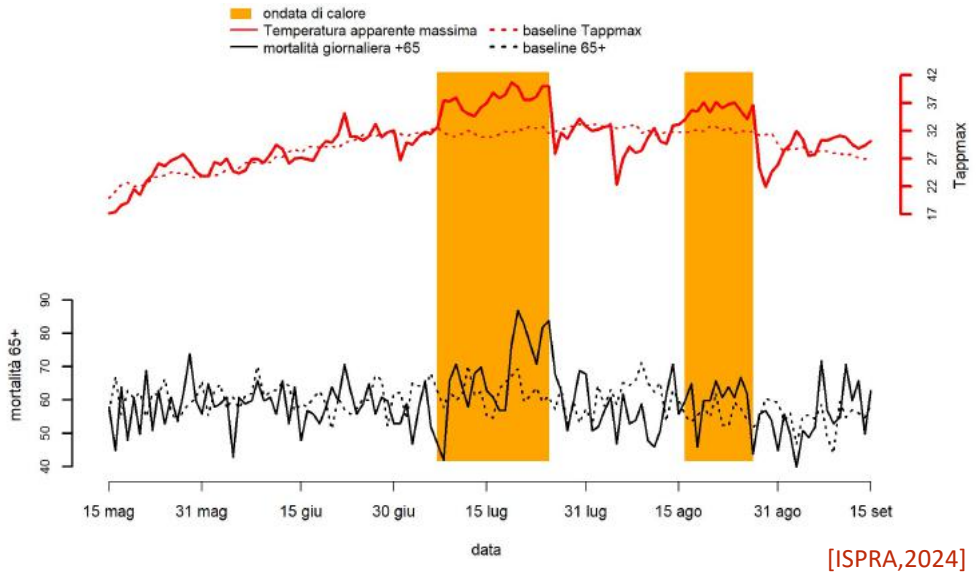
Ondata di calore

Le **ondate di calore** o *heat waves* (*HW)* consistono in periodi prolungati di caldo anomalo in cui le temperature massime e minime sono insolitamente elevate per una determinata località. (*WMO*)

Fenomeni naturali pericolosi che amplificano i rischi legati alla salute e all'economia, tra cui l'aumento della mortalità, la siccità, gli incendi e le perdite agricole.

Nel 2024 l'Europa ha vissuto l'anno più caldo mai registrato. *(EC)*

Impatto delle ondate di calore sulla popolazione (65+)



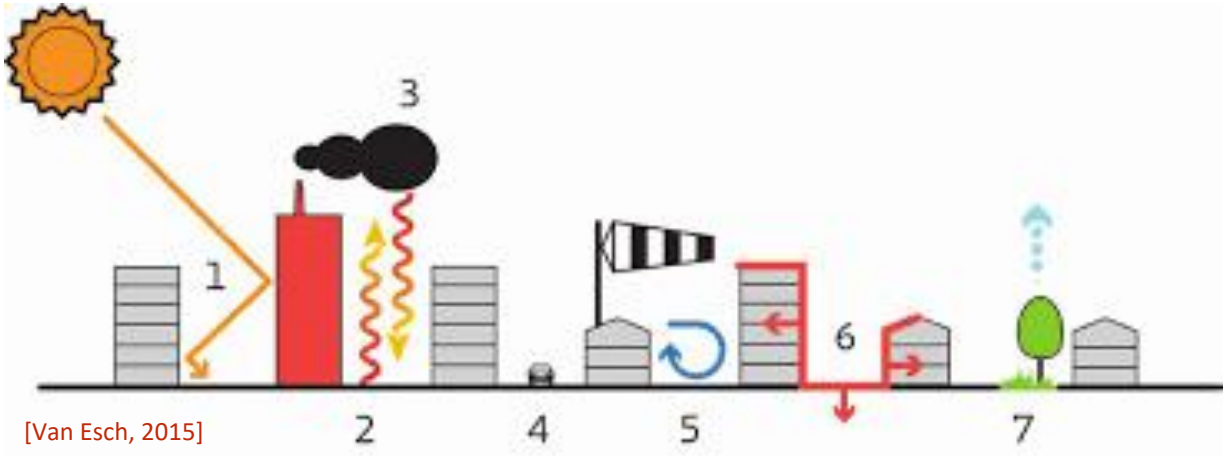
[ISPRA,2024]

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Isola di calore urbana

L'**isola di calore urbana** o *urban heat island (UHI)* è un fenomeno microclimatico che provoca temperature dell'aria più elevate nelle aree urbane rispetto alle aree rurali circostanti.

Principali cause dell'UHI



[Van Esch, 2015]

- Maggiore **assorbimento della radiazione solare** da parte delle infrastrutture grigie
- Maggiore **intrappolamento della radiazione solare** a causa della riflessione degli edifici
- **Emissioni** antropiche
- Ridotta **velocità del vento**
- **Minore evapotraspirazione** del terreno

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Interazioni in città

Effetto dell'UHI durante la notte

[Masson et al., 2020]

UHI e inquinamento atmosferico

- Ristagno dell'aria e aumento delle concentrazioni di inquinanti
- Creazione di inquinanti tramite reazioni chimiche in aria
- Inquinanti provenienti dai sistemi di condizionamento

UHI e danni alla salute

- Riduzione delle capacità psico-fisiche
- Sintomi di maggiore entità o aggravamento di patologie preesistenti
- Disturbi cardiovascolari

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Mitigazione e adattamento: il ruolo della vegetazione

Diverse **strategie**:

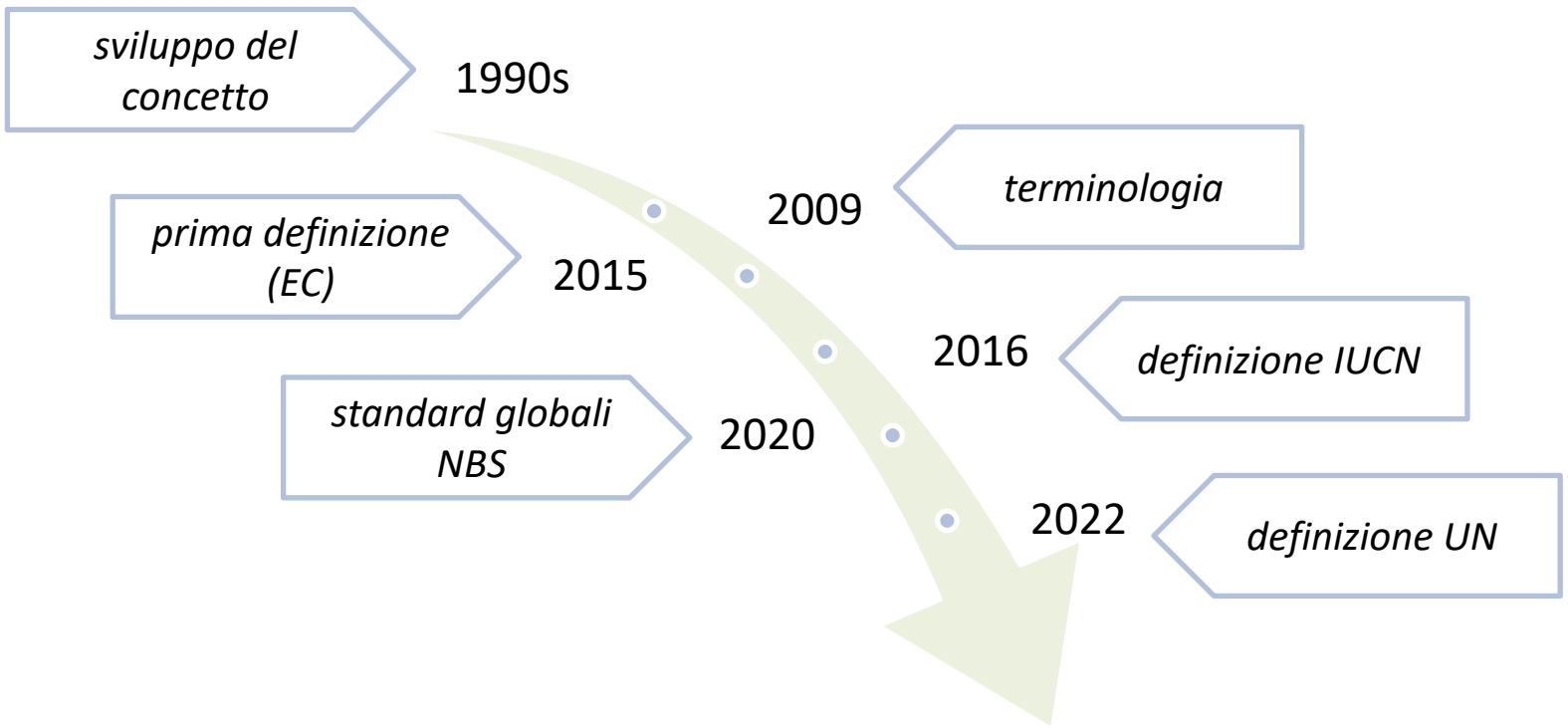
- Modificare la geometria urbana
- Utilizzare materiali e colorazioni ad alta riflessione della radiazione solare
- Favorire la ventilazione del tessuto urbano
- Sensibilizzazione e protocolli di allerta
- Bilanciare il rapporto tra aree grigie e aree verdi

La presenza di **vegetazione** mitiga i fenomeni di calore estremo grazie a:

- Minor assorbimento della radiazione solare
- Evapotraspirazione
- Ombreggiatura

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Nature-Based Solutions (NBS)



Le **Soluzioni basate sulla Natura** o *Nature-Based Solutions (NBS)* sono:

«Azioni volte a proteggere, conservare, ripristinare, utilizzare in modo sostenibile e gestire ecosistemi naturali o modificati terrestri, d'acqua dolce, costieri e marini che affrontino le sfide sociali, economiche e ambientali in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benessere umano, servizi ecosistemici, resilienza e benefici per la biodiversità»

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

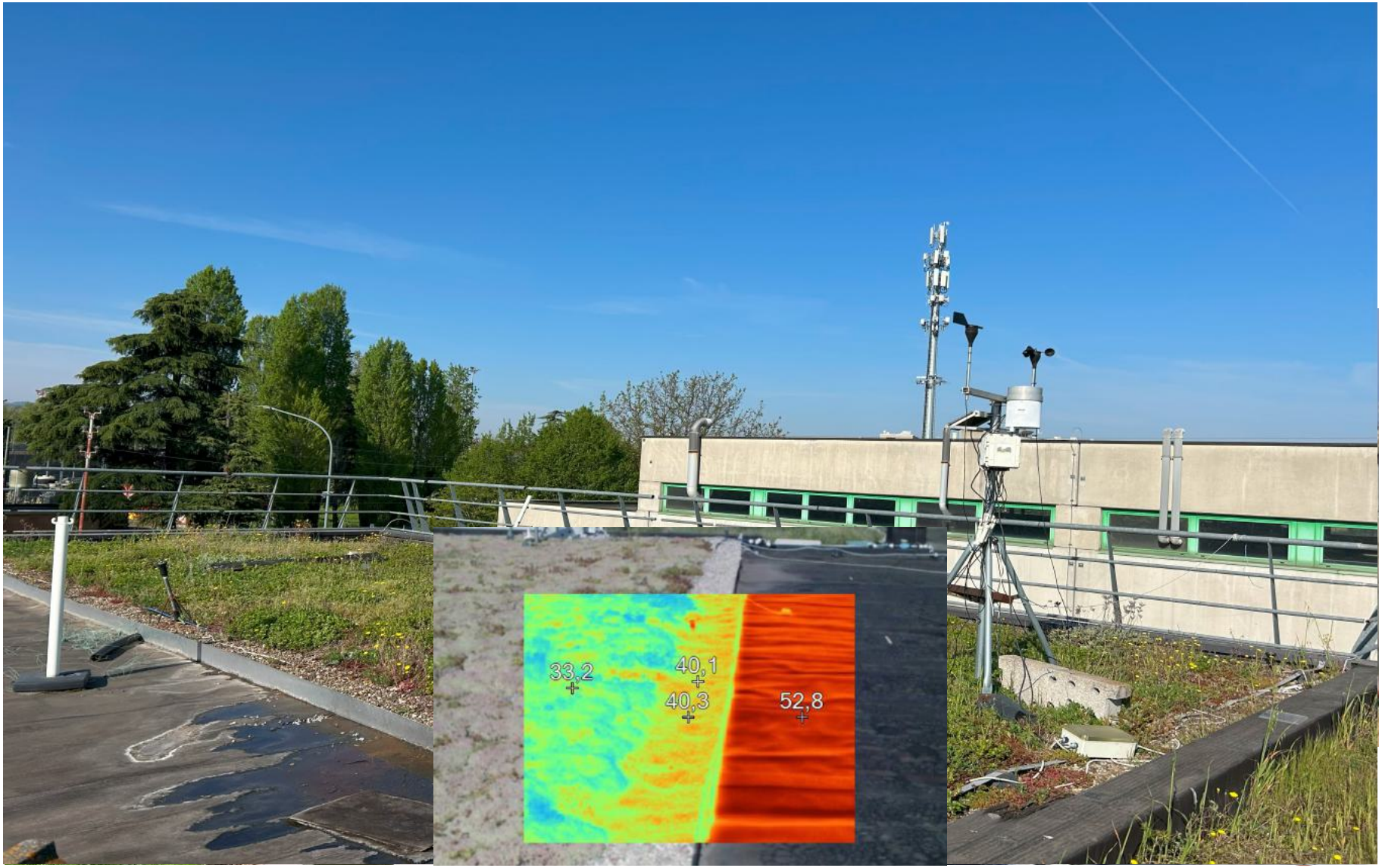
Multifunzionalità delle NBS

[IUCN, 2020]

- Mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici
- Riduzione del rischio di catastrofi naturali
- Sviluppo economico e sociale
- Salute umana
- Sicurezza alimentare
- Sicurezza idrica
- Perdita di biodiversità e degrado ambientale

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Esempi di NBS



Sfide e benefici

Le Nature-Based Solutions sono in grado di:

- Preservare e sostenere ecosistemi e biodiversità
- Ridurre le temperature
- Migliorare la qualità dell'acqua e dell'aria
- Ridurre l'erosione costiera
- Avere valore estetico, economico ed educativo

A limitarne il potenziale:

- Mancanza di politiche specifiche
- Mancanza di dati economici e di analisi di mercato
- Divario tra i risultati della ricerca e l'attuazione pratica
- Conoscenza pubblica limitata
- Quantificazione numerica dei molteplici benefici
- Scalabilità e replicabilità

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Conclusioni

Il calore estremo rappresenta una **sfida crescente** per l'ambiente e la salute pubblica, con **impatti su scala globale e locale**.

Le **aree urbane**, in particolare, sono **punti critici** a causa della combinazione tra ondate di calore e isola di calore urbana.

Le **Soluzioni basate sulla Natura** offrono risposte promettenti, ma richiedono progettazione, gestione e manutenzione adeguate **per garantire benefici duraturi**.

Sviluppare strategie efficaci di mitigazione e adattamento climatico richiede **conoscenza scientifica**, sensibilizzazione diffusa e **coinvolgimento attivo della cittadinanza**.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Fonti

- Copernicus, 2025 https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/temperature
- Kompil, Mert & Aurambout, Jean-Philippe & Barranco, Ricardo & Barbosa, Ana Luisa & Jacobs-Crisioni, Chris & Pisoni, Enrico & Zulian, Grazia & Vandecasteele, Ine & Trombetti, Marco & Vizcaino, Pilar & Vallecillo, Sara & Silva, Filipe & Baranzelli, Claudia & Rivero, Ines & Perpiñá Castillo, Carolina & Polce, Chiara & Maes, Joachim & Lavalle, Carlo. (2015). European cities: territorial analysis of characteristics and trends. An application of the LUISA Modelling Platform (EU Reference Scenario 2014) doi: 10.2788/737963
- Icone slide 3, 4: https://www.flaticon.com/
- Immagini slide 8, 12: https://www.freepik.com/
- ISPRA, 2024 https://indicatoriambientali.isprambiente.it/it/clima/ondate-di-calore-e-mortalita
- Van Esch, Marjolein. (2015). Designing the Urban Microclimate. A framework for a design-decision support tool for the dissemination of knowledge on the urban microclimate to the urban design process. A+BE: Architecture and the Built Environment. 5. doi: 10.7480/abe.2015.6
- Masson, V., Lemonsu, A., Hidalgo, J., & Voogt, J. (2020). Annual Review of Environment and Resources Urban Climates and Climate Change, vol 45. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-083623
- IUCN (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. First edition. Gland, Switzerland: IUCN. ISBN: 978-2-8317-2058-6 DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en
- Foto slide 11 (in ordine da sinistra in alto): produzione di Maria Elena Bini, https://naturalwalkingcities.com/green-corridors-essential-urban-walking-and-natural-infrastructure/, https://flowstobay.org/data-resources/plans/sustainable-streets-master-plan/burlingame-donnelly-avenue-rain-garden/, https://unalab.eu/en/node/202, http://dx.doi.org/10.37247/PAS.1.2020.26, https://envirotecmagazine.com/2021/10/12/a-nature-based-adaptive-approach-to-boosting-coral-restoration/, https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100611, produzione di Maria Elena Bini, produzione di Maria Elena Bini

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Grazie per l'attenzione

Maria Elena Bini

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali - DICAM

mariaelena.bini2@unibo.it

www.unibo.it