PROAMBIENTE
innovation & environment

TECNOPOLO
BOLOGNA~CNR
EMILIA-ROMAGNA

Analisi microclimatica per la rigenerazione urbana

L'**isola di calore urbana** è una delle principali criticità ambientali delle città e, nel contesto di cambiamento climatico, contribuisce a intensificare il **disagio termico**, con effetti negativi sulla salute e sulla fruizione degli spazi pubblici outdoor.
Nel laboratorio **PROAMBIENTE** del **Tecnopolo Bologna CNR** utilizziamo **ENVI-met**, uno dei software più avanzati per la **modellazione microclimatica 3D**, per valutare in modo integrato l'efficacia degli progetti urbani sulla mitigazione dell'isola di calore.

"Simuliamo il microclima per prevedere l'impatto dei progetti urbani sul comfort termico"

Laboratorio	PROAMBIENTE
Area di specializzazione	Edilizia e Costruzioni, Energia e Sostenibilità, Salute e Benessere
Referenti	Geremia Avellini, Maria Teresa Salomoni
Keyword	Isola calore urbana, Nature-Based Solutions, Simulazione microclimatica urbana, ENVI-met

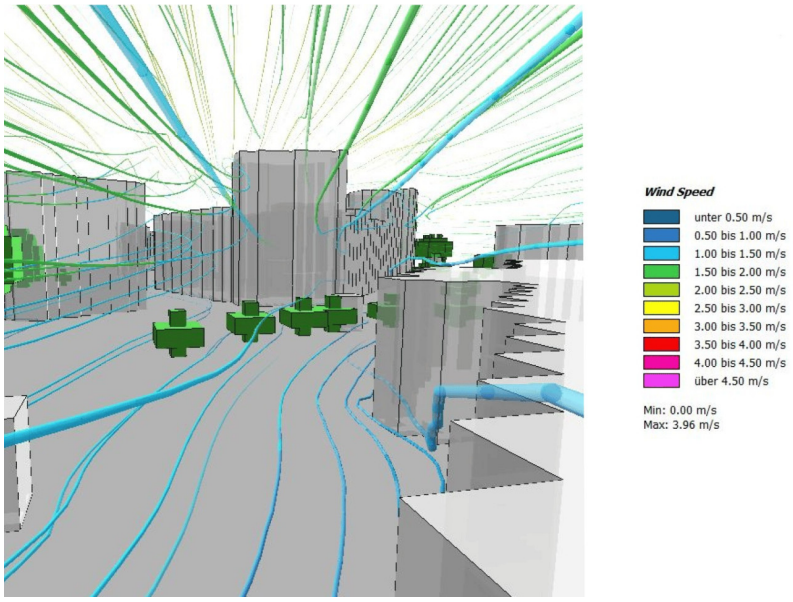


Fig. 1: Flussi d'aria rappresentati su ENVI-met

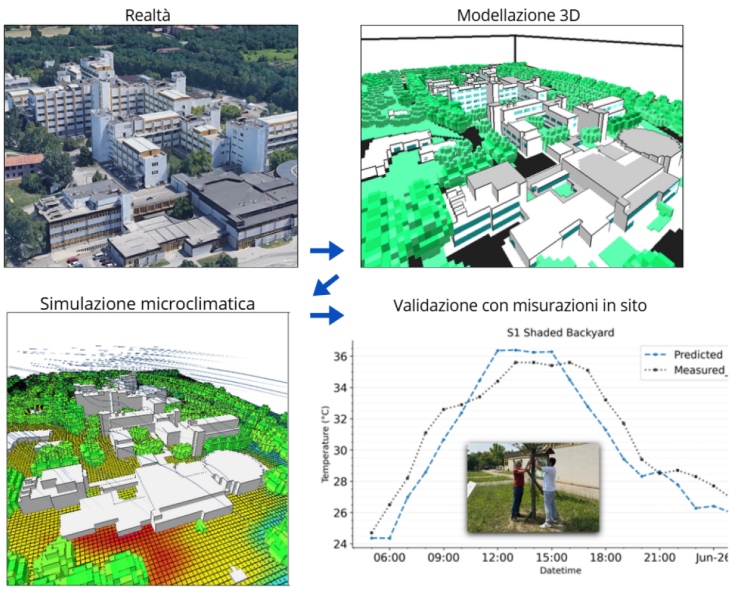


Fig. 2: Workflow: acquisizione dati urbani, ricostruzione 3D dell'area, simulazioni microclimatiche e confronto tra scenari di progetto, con validazione tramite sensori di temperatura installati in sito.

Descrizione

Il **paesaggio urbano** è un sistema complesso di superfici con proprietà radiative, termiche, igrometriche e aerodinamiche diverse che, in combinazione con la loro disposizione geometrica, producono una grande varietà di **differenze microclimatiche**, ovvero condizioni atmosferiche locali che possono variare sensibilmente da un luogo all'altro.

Per ricostruire questa complessità utilizziamo il modello **ENVI-met**, che simula in **3D** i principali processi fisici alla base del **microclima urbano**. Progettato per avere una risoluzione tra **1 e 10 m** e per simulare periodi di **24–48 ore**, ENVI-met è ideale per rappresentare come diversi scenari urbani rispondono a eventi come un'ondata di calore estiva.

Le simulazioni restituiscono **mappe ad alta definizione** delle principali variabili microclimatiche (temperatura dell'aria, umidità relativa, vento, temperatura delle superfici), da cui è possibile derivare indici biometeorologici come la **PET**, che sintetizzano le condizioni di comfort termico percepito.

Per assicurarne l'affidabilità, **validiamo** i risultati con misure in campo di temperatura dell'aria raccolte tramite una rete di sensori installati nell'area di indagine.

Il confronto tra lo stato attuale e diversi scenari di progetto consente infine di valutarne l'**efficacia microclimatica** e di integrare queste evidenze tra i criteri progettuali, a supporto di una rigenerazione urbana climaticamente resiliente.

Aspetti innovativi

Il cambiamento climatico sta rendendo il microclima urbano una variabile centrale nella progettazione. Le città si trasformano, le ondate di calore aumentano, e la domanda di spazi pubblici più vivibili cresce rapidamente. ENVI-met offre uno strumento avanzato per affrontare queste sfide:

- permette di ridurre lo stress termico,
- ottimizzare le Nature-Based Solutions,
- valutare i servizi ecosistemici legati al microclima,
- diminuire i consumi energetici dovuti al raffrescamento o al riscaldamento degli edifici,
- diminuire l'inquinamento dell'aria.

Con ENVI-met, i principi del **sustainable urban planning** e della **climate adaptation** diventano operativi e misurabili.

Applicazioni

Le simulazioni ENVI-met trovano applicazione presso:

- Comuni e Pubbliche Amministrazioni, per supportare la pianificazione urbana (PUG, PUMS, Piani del Verde) e contrastare l'isola di calore.
- Studi di architettura e urbanistica, per progettare spazi pubblici climaticamente consapevoli.
- Professionisti del verde e paesaggisti, per valutare e ottimizzare i benefici delle Nature-Based Solutions.
- Gestori di grandi aree e campus (università, ospedali, poli direzionali/industriali), per migliorare la fruibilità degli spazi outdoor e ridurre i consumi energetici degli edifici.

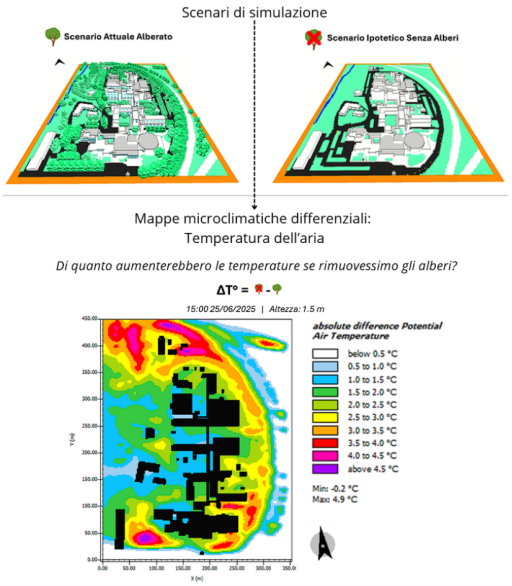


Fig. 3: Scenari ENVI-met per l'Area CNR di Bologna: stato attuale con alberature vs scenario ipotetico senza alberi, e mappa della variazione di temperatura dell'aria (ore 15) risultante dalla loro rimozione.

Partner coinvolti	Istituto di Bioeconomia del CNR di Bologna (**IBE-CNR**)
Tempi di realizzazione	1 mese/persona
Livello di maturità tecnologica	TRL 8 - sistema completo e validato
Valorizzazione applicazione	Per garantire **risultati affidabili** e utili alla progettazione, il servizio è supportato da attività complementari: 1. **Analisi preliminare** Uso di dati satellitari per caratterizzare contesto urbano, superfici e vegetazione. 2. **Validazione con misure in campo** Reti di sensori di temperatura e umidità posizionati in punti rappresentativi, per verificare le simulazioni sul territorio.

Esempio di applicazione

Per testare la metodologia abbiamo applicato ENVI-met all'area Territoriale della Ricera del CNR di Bologna.

Abbiamo simulato due scenari: lo **stato di fatto**, con alberature, e uno **scenario ipotetico** privo di esse.
I risultati mostrano che la rimozione delle alberature comporterebbe in estate un aumento della temperatura dell'aria di **3 - 4,5 °C** nelle zone oggi ombreggiate, come parcheggi alberati e cortili tra gli edifici.
La validazione ha mostrato che il modello rappresenta in modo affidabile le condizioni reali della temperatura dell'aria, con uno scarto medio di circa **1,5 °C** tra i dati simulati e misurati e una corretta riproduzione dell'eterogeneità spaziale delle condizioni termiche del sito.

PROAMBIENTE



PROAMBIENTE S.C.r.l. è un Laboratorio di Ricerca industriale del Tecnopolo Bologna CNR, accreditato alla Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna e associato a 5 Clust-ER regionali (Greentech, Agrifood, Build, Tourism, Urban). Nasce nel 2003 come organismo di ricerca senza finalità di lucro, a partecipazione pubblico-privata (CNR, UNIFE e 9 imprese della Regione).

La responsabilità di PROAMBIENTE è avvicinare le imprese al mondo della ricerca proponendo processi di Trasferimento Tecnologico e servizi di Ricerca industriale. La sua mission è creare innovazione per conoscere e proteggere l'ambiente, tramite azioni di monitoraggio e proposte di soluzioni sostenibili per le tematiche acqua, adattamento climatico, agricoltura, aria, energia e mobilità sostenibile. Grazie a una stretta collaborazione con il CNR, l'Ecosistema dell'innovazione e i soci, sviluppa prodotti e offre servizi che rispondono alle esigenze attuali e future del mondo industriale e imprenditoriale. Inoltre, partecipa a varie progettualità regionali, nazionali ed europee per contribuire allo sviluppo ambientale, economico e sociale. In 10 anni, PROAMBIENTE ha partecipato a 28 progetti di ricerca, fornito più di 150 servizi alle imprese e assunto 27 ricercatori.

Il settore fondamentale è quello dello sviluppo di nuovi sensori, strumentazioni e piattaforme di misura, nonché la messa a punto di sistemi integrati di acquisizione ed elaborazione dati orientati alla soluzione di problematiche e sfide ambientali. Oltre allo sviluppo di tecnologie, PROAMBIENTE offre una vasta gamma di servizi e consulenze mettendo in campo strumentazioni, laboratori e know-how.

Sito web	http://www.consorzioproambiente.it
Direttore	Antonella Poggi
Data pubblicazione	27/11/2025