



La progettazione degli edifici cambia insieme al clima

Climatologi, architetti e ingegneri insieme per promuovere scelte sostenibili e resilienti nelle attività professionali della città di Milano

➤ a cura di **DOTT.SSA CRISTINA LAVECCHIA***

*Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo

L'atmosfera urbana è uno degli ambienti più complessi dal punto di vista meteo climatico: è una "collezione di milioni di microclimi". Le variazioni orizzontali e verticali di temperatura e umidità dell'aria, radiazione solare e ventilazione possono essere significative anche a distanza di pochi metri e fortemente influenzate dalle caratteristiche geometriche, strutturali e funzionali del tessuto urbano (**Figura 1**). In molte attività professionali di tipo progettuale e gestionale riferite all'ambito urbano, i dati climatici locali sono neces-

sari per il dimensionamento e per l'analisi costo/benefici dell'opera. Si pensi, ad esempio, alla progettazione del sistema edificio-impianto o all'efficientamento energetico del parco edilizio esistente. Saper scegliere e valutare la bontà e la consistenza dei dati climatici a disposizione rispetto alla scala spazio-temporale del progetto, nonché stabilire la loro coerenza con tutti gli altri dati in ingresso progettuali, diviene essenziale ai fini di stabilire il livello di prestazione attesa e quantificarne successivamente la *performance* reale (consumi energetici, *comfort indoor*).

Le valutazioni di *performance ante e post operam* sono tanto più necessarie in un periodo di veloce alterazione del clima, quale quello attuale, e di impatti climatici già ora evidenti e misurabili nelle nostre stesse città: ondate di calore estive e precipitazioni brevi e molto intense.

CLIMATOLOGIA PER ATTIVITÀ PROFESSIONALI

Il **Progetto ClimaMi** “*Climatologia per le attività professionali e l’adattamento ai cambiamenti climatici urbani nel milanese*” è divenuto operativo a inizio 2019 con l’intento di rafforzare la conoscenza e la consapevolezza delle dinamiche del clima in ambiente urbano e far sì che l’adattamento al cambiamento climatico locale sia considerato un fattore prioritario nelle attività professionali pubbliche e private quotidiane (www.progettoclimami.it). Il progetto – promosso da Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo – ha come partner Fondazione Ordine degli Architetti e PPC della Provincia di Milano, Fondazione Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano e Fondazione Lombardia per l’Ambiente, ed è co-finanziato su base annuale da Fondazione Cariplo. Esso mira a fornire, a uso dei professionisti e relativamente al bacino aerologico milanese, uno **Strumento Informativo Clima Urbano (SI-CU)** che, alla fine del primo anno di attività, si compone di:

- un **Database Climatologico** relativo a 19 stazioni meteorologiche urbane e riferito al periodo 2012-2018 che, oltre alle usuali statistiche climatiche, contiene gli indicatori climatici utilizzati dai professionisti direttamente come dati di *input* nei calcoli progettuali, nella modellistica o come supporto alle decisioni (in totale 94 indicatori climatici per 6 settori di attività professionali);
- **Linee Guida** procedurali di orientamento e indirizzo sul significato e sull’utilizzo di dati e indicatori climatici nei vari campi applicativi e in area urbana, che mirano tra l’altro a unificare i lessici tecnici di settore relativamente alla tematica clima;
- **seminari tecnici e corsi di capacity building** per professionisti, appositamente progettati per trasferire conoscenza sulla climatologia in ambiente urbano e per:
 - comprendere le caratteristiche spaziali e temporali dei differenti indicatori climatici disponibili e le relative implicazioni;
 - valutare le incertezze associate;
 - scegliere i dati climatici coerenti con gli altri dati di input, il contesto e gli scopi dell’attività professionale specifica;

Il SI-CU è gratuitamente disponibile *online* sul sito di progetto.

Il periodo scelto dal progetto ClimaMi per restituire gli indicatori climatici, ovvero il lasso temporale 2012-2018, è legato sia alla scelta delle stazioni meteorologiche considerate (stazioni urbane della rete nazionale *Climate Network* di proprietà di Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo (www.fondazioneomd.it/climate-network), ma soprattutto all’andamento temporale delle temperature nelle nostre città negli ultimissimi decenni. In **Figura 2**, l’andamento delle temperature medie annue registrate in Milano Centro dalla fine dell’Ottocento a oggi mostra a partire dagli anni ’80 del secolo scorso una repentina e inequivocabile tendenza all’aumento al di là di ogni normale variabilità meteorologica interannuale (l’oscillazione dei valori medi di temperatura, in blu, al di sopra e al di sotto della media climatica, in verde). Come si vede nel grafico, il clima è divenuto successivamente instabile tanto che ci si sta chiedendo se l’usuale trentennio di riferimento (**CLINO** – *CLImatological NOrmal*), indicato dall’Organizzazione Mondiale della Meteorologia come periodo per la definizione e il calcolo del clima locale, abbia ancora un senso per determinati scopi operativi come il dimensionamento di un impianto di

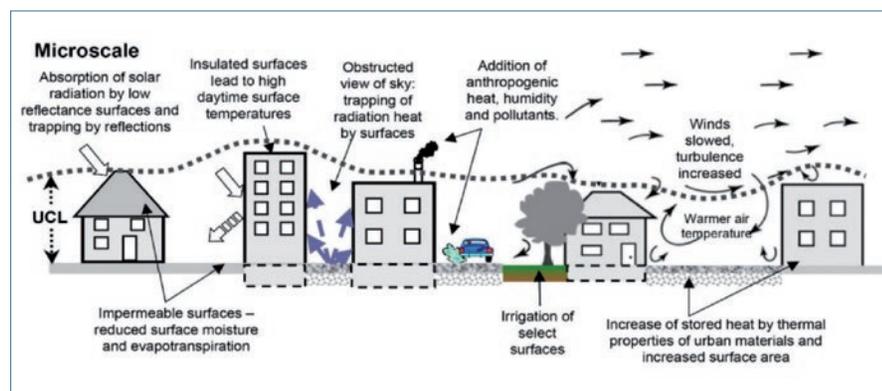


FIGURA 1 – Atmosfera urbana e sua complessità

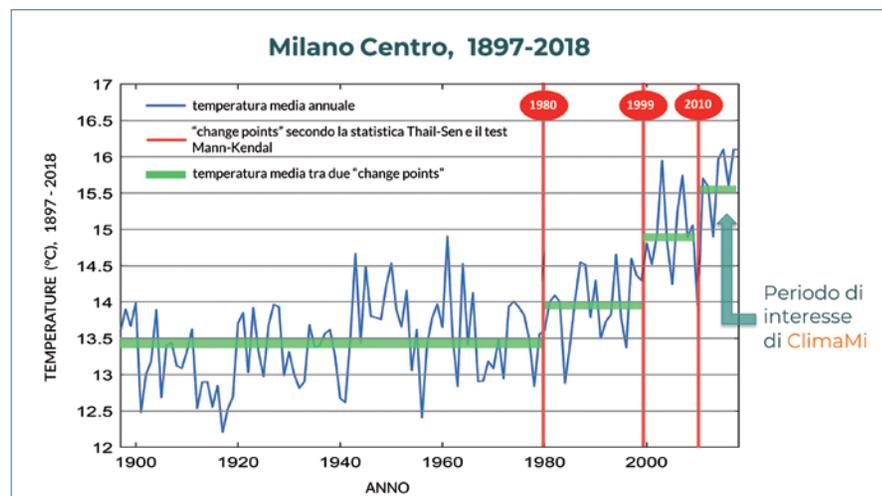
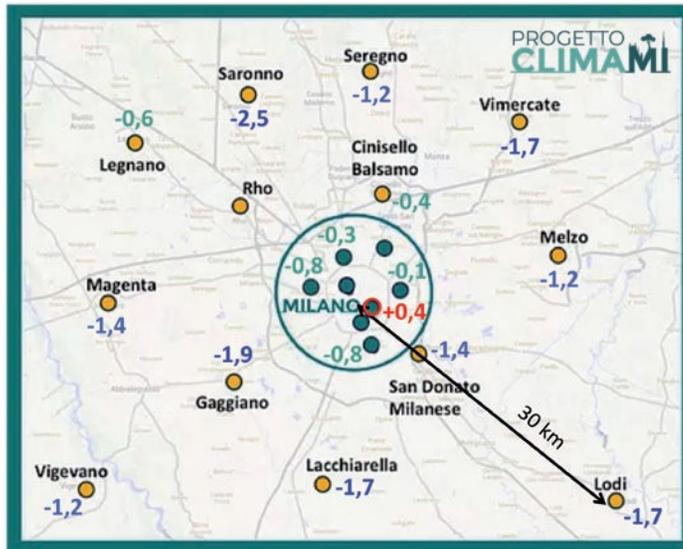


FIGURA 2 – Andamento della temperatura media annuale in Milano

DATABASE CLIMAMI: INDICATORI

Oltre ai valori medi ed estremi mensili e annuali di temperatura, precipitazioni, umidità relativa, velocità e direzione del vento, radiazione solare, sono presenti nel Database ClimaMi i seguenti indicatori:

- il **giorno medio mensile**, ovvero i 24 valori medi orari delle variabili meteorologiche fondamentali rappresentativi dell'andamento giornaliero medio per ciascun mese dell'anno, utile nella fase di analisi parametrica della progettazione;
- la **temperatura esterna invernale di progetto per gli edifici con involucro pesante o normale**, per il dimensionamento degli impianti tecnici per la climatizzazione invernale quale il calcolo della potenza di picco dell'impianto di riscaldamento (Figura 3);
- la **temperatura esterna invernale di progetto per gli edifici con involucro leggero**, per il dimensionamento degli impianti tecnici per la climatizzazione invernale;
- la **temperatura esterna estiva di progetto**, per il dimensionamento degli impianti tecnici per la climatizzazione estiva, corrispondente alla media delle temperature massime giornaliere nel periodo estivo;
- l'**escursione giornaliera di temperatura - massima assoluta e media delle massime** - per diversi dettagli temporali (decadale, mensile, stagionale e annuale);
- la **radiazione solare media giornaliera e massima estiva e invernale**, per il calcolo del carico dei sistemi di raffrescamento, della quantità di calore che l'involucro edilizio è in grado di guadagnare dall'esterno attraverso le superfici vetrate, del dimensionamento di sistemi passivi/attivi di riscaldamento, per la progettazione di sistemi fotovoltaici e la valutazione del livello di illuminamento naturale;



TEMPERATURA ESTERNA INVERNALE DI PROGETTO - edifici normali e pesanti

FIGURA 3 - Temperature di progetto invernali per involucri normali/pesanti

climatizzazione che dovrà funzionare da qui ai prossimi 20-30 anni. L'andamento misurato a Milano caratterizza, con propri valori di media e tendenze all'aumento, molte città da nord a sud della penisola [rif. Rapporto ISTAT 2018 "Anni 2002-2016. Temperatura e Precipitazione nelle principali città" | <https://bit.ly/34ocuXA>; Rapporto Legambiente CittàClima 2019 "Il clima è già cambiato" | <https://bit.ly/2PNJzXA>].

CLIMA E SETTORI PROFESSIONALI

Nel progetto sono stati analizzati vari settori di attività professionale che hanno uno stretto legame con il clima e che afferiscono alle aree di possibile e auspicabile intervento in chiave di adattamento delle città agli impatti del cambiamento climatico. Tra questi riveste una particolare rilevanza l'attività di **progettazione del sistema edificio-impianto**. In tale ambito l'analisi delle condizioni climatiche locali è indispensabile per minimizzare il consumo energetico dell'edificio e massimizzare le condizioni di benessere dei suoi occupanti. Si applica sia alle nuove costruzioni che al parco edilizio già esistente per il **dimensionamento degli impianti** di climatizzazione, di involucro e finestrature nonché nei **processi di diagnosi, monitoraggio e ottimizzazione delle prestazioni energetiche**. Oltre alle prestazioni energetiche dell'edificio e alle associate emissioni di gas climalteranti, un altro fattore sta diventando sempre più importante e inizia a essere considerato in ambito di pianificazione urbanistica: il **benessere microclimatico dello spazio pubblico esterno** che viene influenzato da forme, dimensioni, materiali e funzioni dell'edificio stesso. Il set di indicatori climatici forniti da ClimaMi per lo specifico settore di attività è funzionale all'analisi bidirezionale delle influenze reciproche clima-edificio che caratterizza l'ambiente urbano e la sua sostenibilità nonché resilienza in termini di adattamento ai cambiamenti climatici già in atto. Quando si parla di consumi energetici in ambito urbano si fa riferimento, inoltre, a una molteplicità di attività relazionate ai cosiddetti consumi HVAC (*Heating, Ventilation, Air Conditioning*) che interessano trasversalmente il settore dell'industria, il terziario e quello residenziale: la **contabilizzazione energetica** (contrattualistica e fatturazione dei consumi energetici, tra cui i contratti servizio energia e i contratti a prestazioni energetiche garantite);

SEGUE A PAGINA 68 >>>

- ■ la rosa dei venti in 16 settori, in aggiunta alla direzione prevalente e alla velocità media del vento, con dettaglio mensile e stagionale oltreché annuale, per un calcolo più dettagliato della resistenza termica dell'involucro edilizio [coefficienti di convezione] del carico per infiltrazione attraverso l'involucro;
- i Gradi Giorno riferiti alla stagione termica invernale del territorio coperto da ClimaMi (15 ottobre – 15 aprile, DPR 412/93) – **Figura 4**;
- i Gradi Giorno Estivi, riferiti alla stagione termica estiva (giugno-agosto) [Lavecchia et al., "I gradi giorno pesano in bolletta. L'importanza di un corretto monitoraggio del clima nelle aree urbane per il risparmio energetico", Casa&Clima n. 48];
- l'indice Humidex, indicatore dell'effetto combinato di temperatura e umidità dell'aria sulla percezione del calore da parte dell'uomo; un indicatore utile a caratterizzare la qualità microclimatica dello spazio esterno urbano è il numero medio annuo di giorni in cui è stata superata la soglia oraria di disagio termoigrometrico di 35°C [WMO-WHO, "Heatwaves and Health: Guidance on warning-system development", 2015 | <https://bit.ly/35mpXQ0>] – **Figura 5**.

Alcuni di questi indicatori sono utilizzati nelle attività di diagnosi/efficientamento energetico e di ottimizzazione nella gestione degli impianti di riscaldamento, quali:

- l'analisi del rapporto Clima/Potenza Termica Edificio (PTE), ovvero l'analisi del consumo energetico o del fabbisogno di calore dell'edificio per stagione termica invernale in funzione della temperatura esterna (metodo UNI EN 15603);
- l'analisi del consumo unitario per Grado Giorno o Consumo per Unità Climatica (CUC).

l'efficientamento energetico (certificazioni e diagnosi energetiche); la gestione e monitoraggio del consumo energetico (indicatori di prestazione energetica IPE, Benchmark interni/esterni). Anche in queste attività, l'utilizzo di indicatori climatici (principalmente temperatura dell'aria e gradi giorno invernali ed estivi) aggiornati e specificamente riferiti all'ambito urbano di interesse sono fondamentali per la corretta valutazione degli obiettivi e dei risultati delle azioni progettuali, gestionali e di efficientamento intraprese. <



FIGURA 4 – Gradi giorno

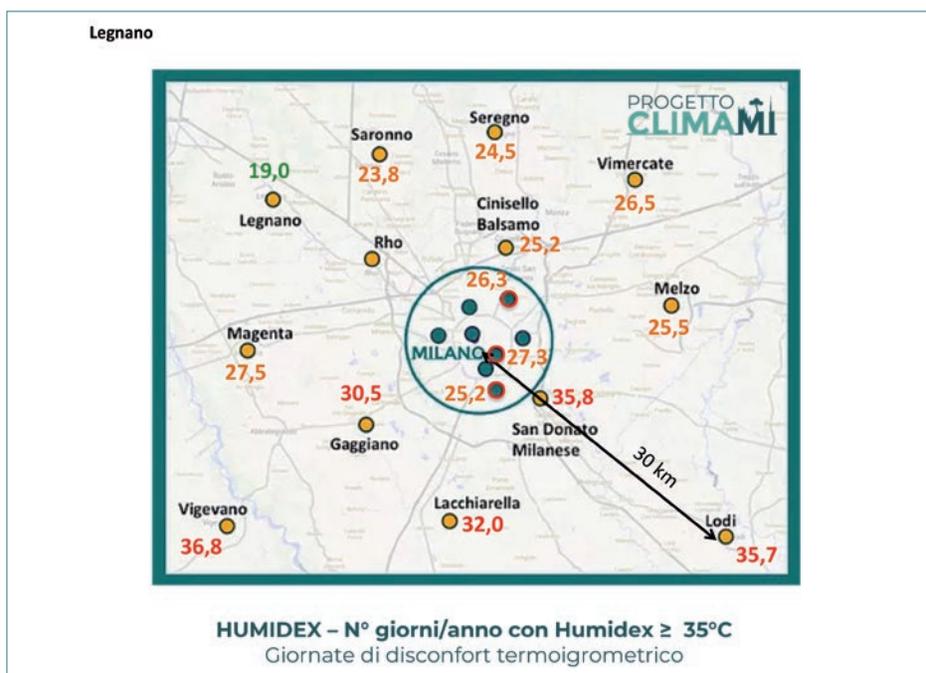


FIGURA 5 – Humidex