

JOURNAL of SUSTAINABLE DESIGN

Eco Web Town

Rivista semestrale on line | Online Six-monthly Journal ISSN 2039-2656

Edizione Spin Off SUT - Sustainable Urban Transformation

#26



EWT/EcoWebTown

Rivista semestrale on line | Online Six-monthly Journal

Rivista scientifica accreditata ANVUR

ISSN: 2039-2656

Edizione Spin Off SUT - Sustainable Urban Transformation
Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara
Registrazione Tribunale di Pescara n° 9/2011 del 07/04/2011

Direttore scientifico/*Scientific Director*

Alberto Clementi

Comitato scientifico/*Scientific committee*

Pepe Barbieri, Paolo Desideri, Gaetano Fontana,
Mario Losasso, Anna Laura Palazzo, Franco Purini,
Mosè Ricci, Michelangelo Russo, Fabrizio Tucci

Comitato editoriale/*Editorial committee*

Tiziana Casaburi, Marica Castigliano, Claudia Di Girolamo,
Monica Manicone, Giuseppe Marino, Maria Pone, Domenico Potenza,
Ester Zazzero

Caporedattore/*Managing editor*

Filippo Angelucci

Segretaria di redazione/*Editorial assistant*

Claudia Di Girolamo

Coordinatore redazionale/*Editorial coordinator*

Ester Zazzero

Web master

Giuseppe Marino

Traduzioni/*Translations*

Tom Kruse

26

II/2022

http://www.ecowebtown.it/n_26/

INDICE

- 1 Ancora innovazioni alla prova | Alberto Clementi
6 Manifesto programmatico EWT | Comitato editoriale EWT

ALCUNI INDIRIZZI PER IL FUTURO DI EWT

- 12 L'azione e la parola. I mondi divergenti dell'urbanistica contemporanea | Pier Carlo Palermo
39 Terza missione | Pepe Barbieri
44 Innovazioni nella Amministrazione pubblica | Gaetano Fontana
58 Programmi e progetti di continuità ecologica | Anna Laura Palazzo
66 Multidimensionalità, convergenze e interazioni disciplinari nel progetto urbano | Mario Losasso
71 Il progetto della città come strumento di innovazione sociale | Marica Castigliano
73 Transizione per la transizione. La ricerca dalle Università: una nuova epoca? | Maria Pone

DIECI ANNI DI EWT

- 79 Interdisciplinarietà del progetto urbano: anticipazioni e sfide aperte da EcoWebTown | Filippo Angelucci

Call for paper:

TRAIETTORIE DI RICERCA INTERDISCIPLINARI E PROGETTO URBANO

- 89 PINQUA Rione San Gaetano, Napoli | Paola Scala
99 Resilienza urbana: il futuro dei centri commerciali | M.F. Ottone, D. Riera,
A. Damiani
114 Un protocollo "data-driven" per interventi di rigenerazione urbana circolare | Giuliano Galluccio
127 Conoscere il microclima urbano | Gaia Turchetti

RECENSIONI

- 137 Anello verde. Roma, paesaggio con figure
Recensione di Anna Laura Palazzo
140 Renzo Piano, G124. Metodo, progetti, contaminazioni
Recensione di Tiziana Casaburi
149 Biennale Architettura 2023 Il Laboratorio del Futuro/Laboratory of the Future
Recensione di Domenico Potenza



Conoscere il microclima urbano.

Una riflessione operativa per Roma verso uno *Urban Digital Twin*.

Gaia Turchetti

Parole chiave: Monitoraggio microclimatico; città storica; gemello digitale; città di Roma; Cambiamento climatico (max 5)

Keywords: Microclimatic monitoring; historical city; digital twin; city of Rome; Climate change (max 5)

Abstract:

IT) Per comprendere la variabilità e i cambiamenti in atto, è fondamentale la capacità di osservare e comprendere ogni componente del bilancio energetico del tessuto urbano dalla scala locale a quella globale, basandosi sul monitoraggio e l'analisi dei fattori climatico-ambientali, come base per corrette operazioni di pianificazione, soprattutto in vista della costruzione di modelli dinamici simulati che dovranno aiutare nella descrizione del territorio e nella sua trasformazione. La ricerca e la sperimentazione condotta sulla città di Roma qui presentata rientrano nell'ottica di fornire non solo dati e informazioni utili per la conoscenza dei fattori coinvolti, ma sono anche occasione di riflessione per la costruzione di modelli simulati dinamici secondo una logica *digital twin*.

EN) *In order to understand the variability and changes taking place, the ability to observe and understand each component of the energy balance of the urban fabric, from the local to the global scale, is fundamental, based on the monitoring and analysis of climatic-environmental factors, as a basis for correct planning operations, especially in view of the construction of simulated dynamic models that will help in the description of the territory and its transformation. The research and experimentation conducted on the city of Rome presented here are part of the aim of providing not only useful data and information for the knowledge of the factors involved, but they are also an opportunity for reflection for the construction of simulated dynamic models according to a digital twin logic.*

Introduzione

La città rappresenta un terreno fertile di sperimentazione in cui valutare, in maniera multiscale e multisetoriale, rischi, opportunità e soprattutto impatti ed azioni verso una neutralità climatica al 2050. Per consentire questa multisetorialità e multiscale è necessario porre alla base dei processi in atto un solido e capillare sistema di raccolta e monitoraggio dei dati che consenta una sempre costante innovazione di processo e prodotto verso l'attivazione di un efficace ed efficiente *smart environment*, base per realizzare la duplice transizione verde e digitale attesa (EC, 2020).

Lo sviluppo di sistemi per l'acquisizione di dati e statistiche tempestivi, di qualità, aperti e disaggregati è una delle sfide più importanti ed essenziali da superare per comprendere, gestire e mitigare gli effetti umani, sociali ed economici della policrisi che stiamo attraversando, progettare risposte a breve, medio e lungo termine, aumentarne la

compatibilità a livello internazionale. (IPCC, 2022a, 2022b; SNPA 2022; Legambiente, 2022; ICLEI, 2021, 2020), monitorarne gli sviluppi e valutarne i rischi emergenti e le vulnerabilità chiave legate alle proiezioni del cambiamento climatico. (OECD/UN-Habitat, 2022)

Tempi, strumenti e metodologie operative sono elementi su cui riflettere e sperimentare per migliorare il processo operativo che dalla raccolta dei dati porta alla definizione del progetto, nell'ambito di un percorso conoscitivo che, se vuole essere significativo, dovrà includere anche una trasformazione- 'ponderata'- dei tessuti storici e consolidati che caratterizzano le città, in particolare le città italiane, tessuti nei quali le logiche progettuali dovranno necessariamente essere ricalibrate in funzione delle peculiarità da tutelare come patrimonio collettivo e dove quindi l'attenta anamnesi dei fattori primari, come quelli climatico-ambientali, è basilare per l'attivazione di qualsiasi processo di trasformazione.

Verso una definizione di *urban digital twin*: l'importanza del dato climatico-ambientale

La città ha sempre più una duplice natura, fisica e digitale e la sfida del prossimo futuro sarà legata al monitoraggio e quindi comprensione e orientamento di flussi metabolici bidirezionali in cui le persone sono attori fondamentali (Ratti, 2020). In questo scenario, i dati svolgono un ruolo chiave nella pianificazione delle politiche urbane, quali fattori basilari per conoscere e valutare la qualità dello spazio, correlati a fattori economici, sociali e culturali, necessario punto di partenza per analisi multidimensionale e multicriteriale dei processi di transizione in atto, con lo scopo di fornire un criterio di valutazione e benchmarking delle prestazioni ambientali dei tessuti urbani.

L'analisi della qualità climatico-ambientale, fluidodinamica, termo-energetica e la valutazione delle interazioni con gli aspetti formali e dimensionali del costruito e dei sistemi insediativi, partono, infatti, dalla conoscenza del dato come una delle operazioni basilari per un corretto intervento progettuale alle diverse scale che, se in *concinnitas* con un ambiente storico o consolidato, non può prescindere da questo tipo di anamnesi, che si va a sommare alle indagini e valutazioni già più consolidate a livello operativo, sin dalle prime fasi del progetto, per la localizzazione delle criticità e individuazione delle potenzialità, base conoscitiva di un sistematico e costruttivo confronto interdisciplinare, da cui trarre una lettura progettuale del problema.

L'Earth Observation, la Geoinformation & Geomatic e le Information&Communication Technology, collegate al rilevamento dei territori rappresentano indubbiamente una base significativa per il processo conoscitivo dalla macro scala alla scala locale, a cui si affiancano metodi 'intermedi' prevalentemente collegati a strumenti 'di prossimità', ovvero strettamente relazionati ad un limitato campo di azione, dalla scala locale alla micro scala.

Per valutare la struttura 'climaticamente equilibrata' di una città, come emerge chiaramente dalla valutazione dello stato dell'arte ed anche direttamente dal lavoro di ricerca condotto, è necessario optare per una integrazione tra i vari sistemi di analisi, cercando di definire una metodologia condivisibile che possa sistematizzarli ed ottimizzarne le potenzialità per ottenere un risultato che sia al contempo attendibile e di facile e veloce acquisizione nell'ottica di una valutazione speditiva del contesto. Solo una combinazione efficace di raccolta di dati storici, monitoraggio continuo in tempo reale (tradizionale o basato su IoT), simulazioni dinamiche di scenari previsionali complessi (anche su cloud e HPC), permetterà, infatti, di costruire, ottimizzare, innovare scenari, gestire rischi potenziali ed eventi estremi, fornire nuovi servizi e facilitare la partecipazione e il coinvolgimento dei cittadini. (Mims, 2021)

Sperimentazioni urbane come modelli per Roma Capitale

Nella logica di un *infill* urbano che ottimizzi l'efficienza del sistema urbano in ottica di *mixité* funzionale e prossimità verso una transizione energetica *green* (Tucci, Altamura, Cecafozzo,

Turchetti, 2023), le città stanno sperimentando scenari innovativi che conciliano le esigenze energetico-ambientali-climatiche con standard di qualità della vita urbana e con processi decisionali complessi basati su una transizione digitale che sia al servizio del cambiamento. Tappa fondamentale di questo processo di costruzione di scenari operativi e gestionali è necessariamente rintracciabile nella definizione dell'agenda politica della città, che indirizzi con strategie a breve, medio e lungo termine verso obiettivi di neutralità climatica e carbonica prefissati. Città come Zurigo (Schrotter et al., 2020) e Rennes (RUDI, Rennes Urban Data Interface), per non parlare di Singapore (NRF Virtual Singapore) che rappresenta uno degli esempi più avanzati, stanno strutturando modelli geospaziali che, oltre a indicazioni morfometriche e morfologiche, ospitano dati climatici, emissioni di CO2, rumore, inquinanti, etc..., monitorati tramite sensori e software in grado di mappare le proprietà fisiche e biofisiche del territorio. Modelli che parallelamente simulano scenari previsionali e indirizzano verso interventi di trasformazione che tengano conto della mappatura del rischio e dell'esposizione dei cittadini agli estremi climatici, come per il caso di Helsinki (Hämäläinen, 2021), orientando anche le scelte sociali relazionate al consumo energetico. Questi modelli, verso una definizione più completa e complessa di *digital twin*, dovranno contenere (Mims, 2021):

- dati descrittivi dei sistemi complessi (tra cui anche dati climatico-ambientali);
- dati diagnostici, per la comprensione dei nessi causa/effetto tra le interazioni possibili;
- dati predittivi, per la definizione degli scenari dei rischi;
- dati prescrittivi, per l'orientamento delle politiche urbane;
- dati partecipativi, per condividere e testare i vari scenari progettuali emersi nel processo.

Nel panorama italiano, significativa è la sperimentazione della città di Prato che propone l'articolazione di modelli su logica *digital twin* correlati ad aspetti ambientali e energetici del costruito a diverse scale (NextGenerationPrato, 2021): una di dettaglio, per simulare il comportamento biofisico di porzioni definite di tessuto urbano, ed una generale, per valutare le interazioni tra atmosfera e biosfera, come strumento di supporto decisionale multicriteria nei processi di rigenerazione della città e del suo territorio.

È soprattutto grazie all'accuratezza dei dati raccolti in maniera 'tradizionale' o attraverso sistemi *realtime* IoT o satellitari che le diverse componenti del gemello digitale possono essere pianificate, aggiornate e validate digitalmente. Solo, infatti, dal confronto tra dato reale e dato simulato è possibile calibrare e validare il modello, consentendo di ridurre quanto possibile la discordanza individuata tra scenario reale e simulato, discordanza che può compromettere una corretta lettura e comprensione dei possibili benefici e/o danni determinati dai diversi fattori concomitanti, tra cui quelli climatico ambientali, nonché alterare il calcolo di indicatori e indici che aiutano i decisori nella gestione dei processi.

Roma come Prato – selezionata tra le 100 città dell'UE che parteciperanno alla missione per divenire città climaticamente neutre e intelligenti entro il 2030 – dovrà agire come centro di sperimentazione e innovazione, esempio per le altre città europee entro il 2050.

Dal dato al modello in logica *Urban Digital Twin*: una riflessione operativa per Roma

Roma, tra le città più densamente costruite del panorama italiano, presenta una varietà molto ampia di tessiture urbane le cui peculiarità contribuiscono alla definizione di scenari climatico-ambientali differenti in relazione alla tipologia di tessuto ed alle varie superfetazioni intercorse nei secoli. La complessità della Capitale se da un lato rappresenta uno svantaggio, dall'altro potrebbe rappresentare una potenzialità, quale campo variegato di sperimentazione nel quale mettere a sistema ricerche, studi e indagini che hanno nei decenni interessato il territorio della Capitale, nonché sperimentazioni sul campo (come

quelle presentate in questo contributo) che possono fornire (a diverse scale) informazioni utili per una lettura sistemica.

Un database per la città storica

La città di Roma è una delle realtà urbane maggiormente studiate anche a livello climatico. Dai più vecchi studi di Grillini (1978), Colacino, Baldi e dall'Osso(1978- 1991- 1998) e Lavagnini (1982), a studi più recenti di Bonacquisti, Casale, Palmieri, Siani (2006); Cantelli, Monti, Leuzzi (2008); Fabrizi, Bonafoni, Biondi (2010); Fanchiotti, Carnielo (2011); Pelliccioni, Monti, Gariazzo, Leuzzi (2012); Salvati, Palme, Chiesa & Kolokotroni (2020), nonché l'analisi del rischio del Cmcc (Spano, 2021) -per citarne alcuni-, Roma è stata oggetto di indagine sui fattori climatici, strettamente correlati alla lettura del fenomeno di UHI, che ci restituiscono una immagine anche storica del dato alla mesoscala, con alcune carenze, però, relative alla conoscenza del dato locale e micro.

Partendo da questi presupposti la ricerca si è voluta concentrare sulla conoscenza del microclima di specifici tessuti rappresentativi della città storica della Capitale, cercando di affrontare da un duplice punto di vista il tema climatico-ambientale in ottica progettuale: uno teorico, con l'individuazione e sperimentazione di sistemi avanzati di raccolta e analisi dei dati; uno operativo-sperimentale, volto sia all'acquisizione di dati al *canopy layer* – ovvero raccolto dalle stazioni meteorologiche posizionate in ambito urbano o extraurbano-, sia all'acquisizione a valutazione dei dati al *pedestrian level* – con la progettazione ed esecuzione di campagne 'speditive' in situ che interessano a diverse scale aree urbane caratterizzanti diversi tessuti storici e consolidati della città-. Ciò per comprendere come ed in che misura la conformazione dello spazio urbano incida sui fattori climatici e sulla loro conseguente lettura e in che modo la forma urbana può contribuire ai processi verso un *net zero carbon city*. (WEF, 2021)

Le ricerche e le indagini condotte dal 2016 ad oggi hanno consentito la definizione di un iniziale *database* specifico per la città di Roma (ricostruendo le condizioni microclimatiche di diversi siti analizzati), utile per valutare l'influenza diretta del costruito sui singoli fattori climatici e localizzando problematicità e debolezze in relazione a dati spaziali (morfologici e morfometrici) ben definiti.

Si è partiti dalla raccolta e sistematizzazione dei dati dalle principali stazioni meteorologiche urbane, a cui si è stata affiancata la raccolta di dati sul campo al *pedestrian level*. Questi ultimi sono stati raccolti grazie alla sperimentazione, in collaborazione con il CNR IDASC, di 'campagne di misurazione speditiva', così definite in quanto effettuate con strumentazione manuale, di più facile reperibilità e immediatezza nella lettura dei risultati, condotte in 10 aree selezionate nella città storica di Roma (fig.1). Le 10 aree sono state selezionate in quanto rappresentative di una diversa tessitura del tessuto urbano caratterizzante la città storica di Roma, così come definita e perimetrata nelle tavole del PRG.

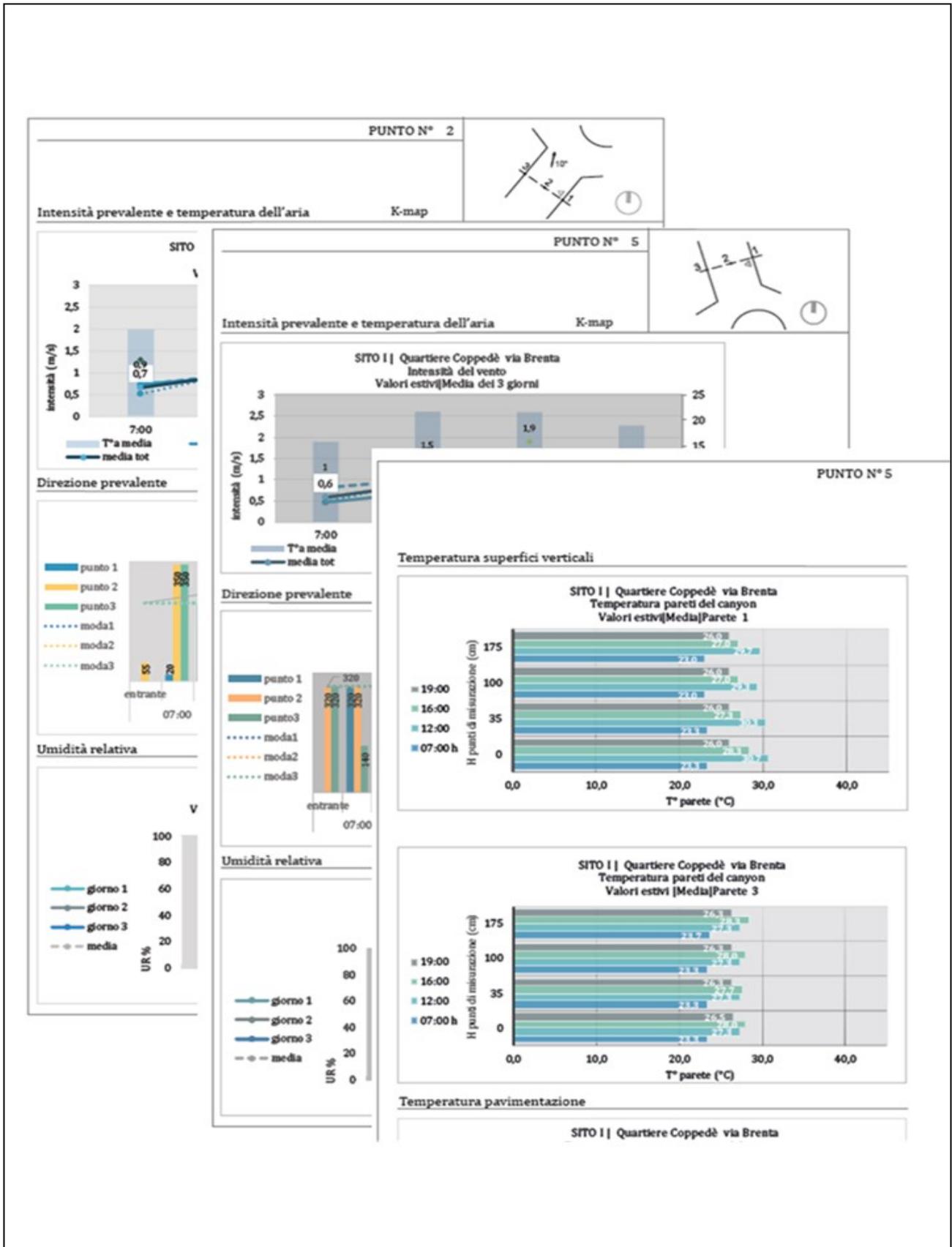
La costruzione delle campagne speditive ha previsto una ferrea sistematizzazione del processo per l'ottimizzazione dei tempi e delle risposte, portando alla definizione di schede di sintesi e alla successiva costruzione di un *database* specifico per diversi tessuti storici (fig.2), quale utile strumento per ottimizzare un processo progettuale consapevole, fondamentale passo per la conoscenza del microclima della Capitale. Ciò ha permesso di relazionare il dato al *canopy layer* -valido per l'intero perimetro urbano- con le specifiche peculiarità di singoli tessuti.



ELENCO DELLE AREE SELEZIONATE:

A. P.ZZA FONTANELLA BORGHESE Rione Campo Marzio	D. VIA ANICA - VIA DEI GENOVESI Rione Trastevere	G. P.ZZA DELL'IMMACOLATA Quartiere San Lorenzo	I. P.ZZA MINCIO Quartiere Coppedè
B. P.ZZA CINQUE SCOLE Rione Sant'Angelo	E. VIA BONCOMPAGNI -Sede Arpa Rione Ludovisi	H. P.ZZA MATTEI Rione Sant'Angelo	L. P.ZZA CAPRERA Quartiere Trieste
C. P.ZZA IN PISCINULA Rione Trastevere	F. VIA PIAVE- VIA SICILIA (interno mura) Rione Ludovisi		

(Fig. 1) Le 10 aree selezionate nell'ambito della città storica di Roma. © G. Turchetti



(Fig. 2) Schede di campagna e relativo database climatico. © G. Turchetti

La costruzione di modelli semplificati per la città storica

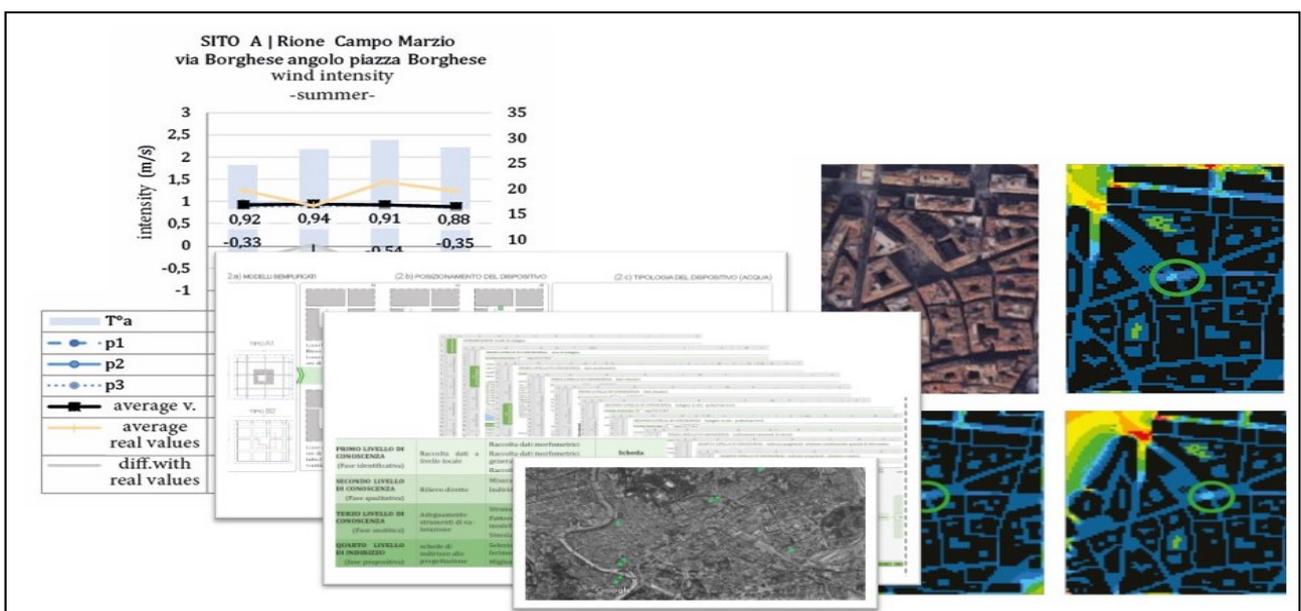
Al primo step della ricerca ne è seguito un secondo volto alla costruzione di potenziali modelli di analisi che potessero essere utili per una valutazione speditiva dell'azione progettuale.

L'importanza, infatti, dei dati raccolti, letti in ottica progettuale, va rintracciata nella loro estrema utilità nei processi di costruzione e validazione di modelli simulativi che, ricostruendo schematicamente il tessuto urbano, consentono di capire ed esplorare rapidamente diversi e variegati scenari trasformativi, migliorativi delle condizioni climatico-ambientali esistenti. Questi modelli – sempre più orientati a logiche di *digital twin* –, basandosi potenzialmente anche su algoritmi di *machine-learning* e intelligenza artificiale, potranno aiutare i decisori nel processo che, dalla caratterizzazione del sistema ambientale di contesto, alla costruzione di un quadro di riferimento dei sistemi tecnologici oggetto della sperimentazione (*input modelling*), alla definizione di scenari alternativi di intervento in relazione ai risultati simulativi dinamici (*simulation*), porta alla formulazione del modello di intervento adattivo ai diversi contesti (*output modelling*) (Tucci, Cecafosso, Caruso Turchetti, 2020).

I modelli costruiti nell'ambito della ricerca (fig.3) rispettano gli stessi rapporti morfometrici del tessuto reale, desunti dall'analisi dei tessuti della città di Roma (Turchetti, 2023) ma, nell'ottica di definire uno strumento speditivo di valutazione dell'intervento, presentano delle normalizzazioni funzionali a fornire al progettista – con una certa approssimazione determinata dell'incidenza del fattore morfologico che potrà essere analizzato in successivi livelli di approfondimento – un valore percentuale orientativo di miglioramento atteso per ciascuno scenario.

La sperimentazione su questi modelli semplificati e la loro validazione, sebbene limitata e su piccola scala, potrà facilitare, in successive fasi di sviluppo della ricerca, la costruzione di modelli complessi che, basandosi sulle esperienze di costruzione e validazione di questi modelli semplificati, potranno riprodurre l'intero centro storico della città di Roma e strutturarsi in ottica *digital twin*.

Questo obiettivo è in linea con le sfide che interesseranno la Capitale nei prossimi decenni, in un percorso conoscitivo verso la definizione – con tempi e modalità diversificate – di modelli climatici ed energetici simulativi dinamici (Nativi et al, 2020), che alcune città italiane selezionate tra le “100 Climate-Neutral and Smart Cities” stanno già sperimentando, modelli in grado di riprodurre il comportamento ambientale generale biofisico e biochimico del tessuto urbano e quindi le interazioni tra atmosfera, vegetazione e qualità dell'aria con le esigenze dell'abitare.



(Fig. 3) La costruzione del modello semplificato. © G. Turchetti

Conclusioni

La costruzione di modelli simulativi dinamici in logica *digital twin* quali sistemi di supporto alle analisi di vulnerabilità e alle valutazioni degli scenari di intervento – che integrino la descrizione degli invasi urbani e le loro interazioni con eventi climatici estremi –, è indubbiamente un obiettivo che sempre più città ricercano ma che richiede la definizione di sistemi complessi e tempi abbastanza lunghi di realizzazione.

Partire da modelli semplificati e che analizzino specifiche e selezionate porzioni di tessuto urbano, rappresentative di aree più vaste, rappresenta, quindi, un primo gradino per la costruzione di questi modelli complessi a scala urbana, consentendo da un lato di ottimizzare i tempi e dall'altro definire un processo di validazione per step dei modelli, con una gestione e implementazione più veloce e dinamica. Questo è maggiormente valido quando, analizzando tessuti storici, è necessario trovare un equilibrio tra innovazione e tutela, tra la tecnologia dell'architettura e le tecniche di conservazione delle *facies* urbane, integrando nel discorso anche conoscenze di climatologia e fisica ambientale.

La ricerca, qui brevemente presentata, vuole, in questo scenario, presentare una sperimentazione interdisciplinare che si è basata anche sul confronto con diverse professionalità coinvolte (progettisti, fisici e conservatori) che, partendo dalla conoscenza del dato climatico-ambientale come base per corrette operazioni di pianificazione, arriva alla costruzione di modelli dinamici simulati semplificati che, nel tempo, attraverso un processo di sintesi ragionato, potranno aiutare nella definizione di modelli complessi che inglobino porzioni sempre più complesse e articolate del tessuto urbano.

In questi modelli la fase di monitoraggio non deve essere sequenziale rispetto a quella di implementazione, bensì parallela e iterativa, in quanto i dati possono fornire informazioni tempestive rispetto all'efficacia dell'azione, consentendo ai progettisti/responsabili di apportare modifiche in corso d'opera in risposta ai problemi evidenziati dal monitoraggio *ex ante*, *in itinere* ed *ex post*.

Lungi, quindi, dal considerare lo strumento come fine della ricerca e della sperimentazione, è necessario porre l'accento su potenzialità ma anche su problematicità emergenti, in un campo di indagine relativamente nuovo, a partire dalla difficoltà di costruzione e gestione dei dati e dei modelli fino alla loro comunicazione quale strumento del processo partecipativo di trasformazione. La conoscenza dei fattori climatico-ambientali deve quindi essere analizzata da diversi punti di vista per un'azione critico-propositiva di trasformazione 'microclimaticamente sostenibile' e integrabile dello spazio urbano, non ad esclusivo appannaggio di discipline 'altre' da quella di chi pianifica e gestisce il territorio, ma parte di un percorso formativo e professionale, per instaurare un corretto dialogo tra gli stakeholder e trarre da questo dialogo una lettura progettuale del problema. La ricerca e la sperimentazione sul campo qui presentata rientrano quindi nell'obiettivo di fornire non solo dati e informazioni utili per la conoscenza del territorio urbano, ma anche occasione favorevole per incoraggiare l'alfabetizzazione verso lo studio e la comprensione dei fenomeni climatico-ambientali della città, come base conoscitiva di un dialogo costruttivo.

Riferimenti bibliografici

Bonacquisti V., Casale G.R., Palmieri S., Siani A.M. (2006). "A canopy layer model and its application to Rome", *Science Total Envir.* 364: 1-13

Cantelli A., Monti P., Leuzzi G. (2008). "A subgrid surface scheme for the analysis of the urban heat island of Rome", *Croatian Meteorol Journal* 43 (1): 354-358

Colacino M. Dell'Osso (1978). "The logical Atmospheric Circulation in the Rome Area: surface observations. Bound", *Lay.Meteorol* 14: 133-151

Colacino M., Baldi M. (1991). *La climatologia della città di Roma*. Roma: CNR

- Colacino, M. (1998). "Considerazioni in tema di clima urbano". *Nimbus* 13-14: 8-9
- Colacino M., Lavagnini A. (1982). Evidence of the Urban Heat Island in Rome by Climatological Analyses. *Arch. for meteorol., geophys. and bioclimat.* 31: 87-97
- EC (European Commission) (2020), *Proposed Mission: 100 Climate-neutral Cities by 2030 – by and for the Citizens. Report of the Mission Board for climate-neutral and smart cities*, Luxembourg, Publ. Office European Union.
- Fabrizi R., Bonafoni S., Biondi R. (2010). "Satellite and ground-based sensors for the Urban Heat Island analysis in the city of Rome", *Remote Sensing* 2(5): 1400-1415
- Fanchiotti, Carnielo (2011). *Impatto di cool material sulla mitigazione dell'isola di calore urbana e sui livelli di comfort termico negli edifici*. Report RdS/2011/145. ENEA
- Grillini B. (1978). "Il clima urbano di Roma: la temperatura", *Rivista di meteor.aeron.V.XXXVIII* (4): 325-341
- Hämäläinen, M. (2021), "Urban development with dynamic digital twins in Helsinki city", *IET Smart Cities*. 3(4): 201–210
- ICLEI (2021), *ICLEI in the Urban Era: Our Vision for a Sustainable Urban World*, ICLEI – Local Governments for Sustainability, Bonn, available at https://e-lib.iclei.org/publications/ICLEI_in_the_Urban_Era_2021.pdf
- ICLEI (2020), *Daring cities 2020: know more, act better, lead together*, ICLEI – Local Governments for Sustainability, Bonn, available at https://e-lib.iclei.org/publications/ICLEI_Daring_Cities_2020_Report.pdf
- IPCC (2022a), *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. The Working Group III report, Intergovernmental Panel on Climate Change*, available at <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- IPCC (2022b), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. The Working Group II, Intergovernmental Panel on Climate Change*, available at <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- Legambiente (2022), Il clima è già cambiato. Gli impatti di siccità e caldo estremo sulle città, i territori e le persone. Rapporto 2022 dell'Osservatorio di Legambiente CittàClima, available at <https://cittaclima.it/wp-content/uploads/2022/11/Rapporto-CittaClima-2022.pdf>
- Mims (2021), *Le città a impatto climatico zero: strategie e politiche*. available at: https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/notizia/2022-10/STEMI_Le%20citt%C3%A0%20a%20impatto%20climatico%20zero_ITA_v1.pdf (accessed Feb. 2023)
- Nativi, S., Delipetrev, B. and Craglia, M., (2020), *Destination Earth: Survey on "Digital Twins" technologies and activities, in the Green Deal area*, Publ. Office European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-25160-6, doi:10.2760/430025, JRC122457
- NextGenerationPrato (2021), *NextGenerationPrato. Documento di indirizzo per il recovery fund*, available at: <https://www.pratocircularcity.it/it/next-generation-prato/pagina1942.html> (accessed Feb. 2023)
- NRF Virtual Singapore, available at: <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> (accessed March 2023)
- OECD/UN-Habitat (2022), *Intermediary Cities and Climate Change: An Opportunity for Sustainable Development*, OECD Publishing, Paris, available at <https://doi.org/10.1787/23508323-en>
- Pelliccioni A., Monti P., Gariazzo C., Leuzzi G. (2012). "Some characteristics of the urban boundary layer above Rome, Italy, and applicability of Monin–Obukhov similarity", *Environ Fluid Mech* 12:405-428
- Ratti, C., Claudel, M. (2019). "SENSEable City – conversation" in Del Signore, M., Riether, G., *Urban machines: public space in a digital culture*, pp.208-213
- RUDI, Rennes Urban Data Interface, available at: <https://uia-initiative.eu/en/uia-cities/rennes-metropole> (accessed March 2023)
- Salvati A., Palme M., Chiesa G. & Kolokotroni M. (2020) "Built form, urban climate and building energy modelling: case-studies in Rome and Antofagasta", *J.Buil. Perfor. Sim.*, 13:2, 209-225
- Schrotter, G., Hürzeler, C. (2020), "The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning", *PFG* 88, 99-112
- SNPA, (2022), *Città in transizione: i capoluoghi italiani verso la sostenibilità ambientale. Documento di Valutazione Integrata della Qualità dell'ambiente urbano*. Report SNPA 30/2022 available at

https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2022/07/DVI_2022_Citta-in-transizione_finale.pdf (accessed Feb. 2023)

Spano D., Mereu V., et al., (2021), *Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane*, DOI: 10.25424/cmcc/analisi_del_rischio_2021

Tucci, F., Altamura P., Cecafosso, V., Turchetti, G. (2023), *Verso la neutralità climatica di architetture e città green. Approcci, indirizzi, strategie, azioni*. Franco Angeli, Milano. ISBN 9788835150459

Tucci, F., Cecafosso, V., Caruso, A., Turchetti, G. (2020), *Adattamento ai cambiamenti climatici di architetture e città green, Assi strategici, indirizzi, azioni d'intervento per la resilienza dell'ambiente costruito*, FrancoAngeli, Borgoricco. ISBN 9788835109525

Turchetti, G. (2023), "Rome Local Climate Zone (RLCZ): strumento di supporto decisionale per la città storica". *TECHNE, J.Tech, for Arch. and Env.*25

WEF (2021), *Net Zero Carbon Cities: An Integrated Approach*, available at: <https://www.weforum.org/reports/net-zero-carbon-cities-an-integrated-approach/> (accessed Feb. 2023)

JOURNAL of SUSTAINABLE DESIGN
Eco Web Town

Rivista semestrale on line | Online Six-monthly Journal
Edizione Spin Off SUT - Sustainable Urban Transformation
Rivista scientifica semestrale on line accreditata ANVUR



ISSN 2039-2656

#26

II/2022

www.ecowebtown.it/n_26/

