POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Morfologia urbana e microclima - Urban Morphology and Microclimate

Original
Morfologia urbana e microclima - Urban Morphology and Microclimate / Trane, M., Calorio, F., Pollo, R.. - In: OFFICINA. - ISSN 2384-9029. - ELETTRONICO. - 42(2023), pp. 66-75.

Availability:
This version is available at: 11583/2981565 since: 2023-09-04T11:20:02Z

Publisher:
Anteferma edizioni

Published
DOI:

Terms of use:

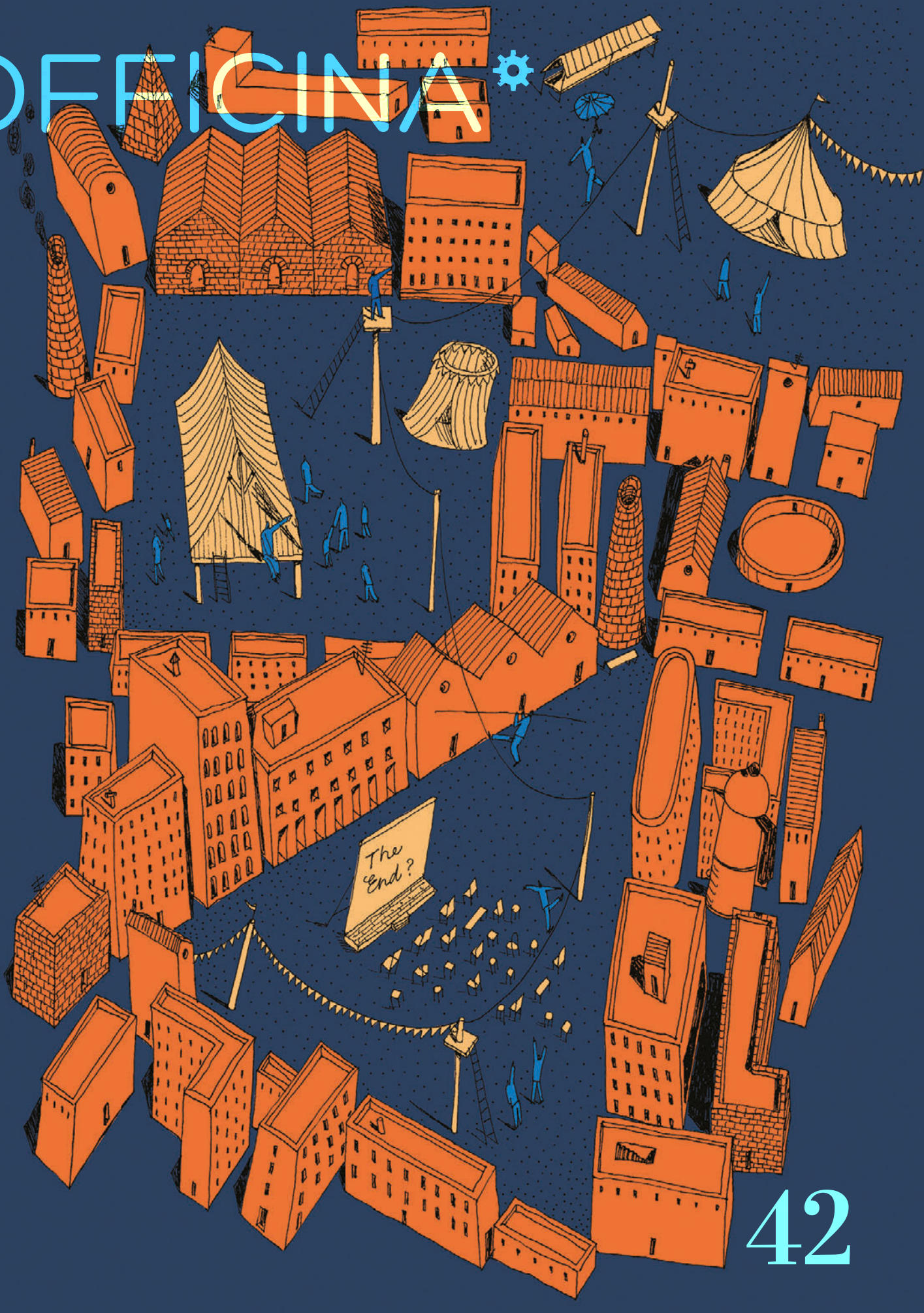
This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

28 November 2026

OFFICINA

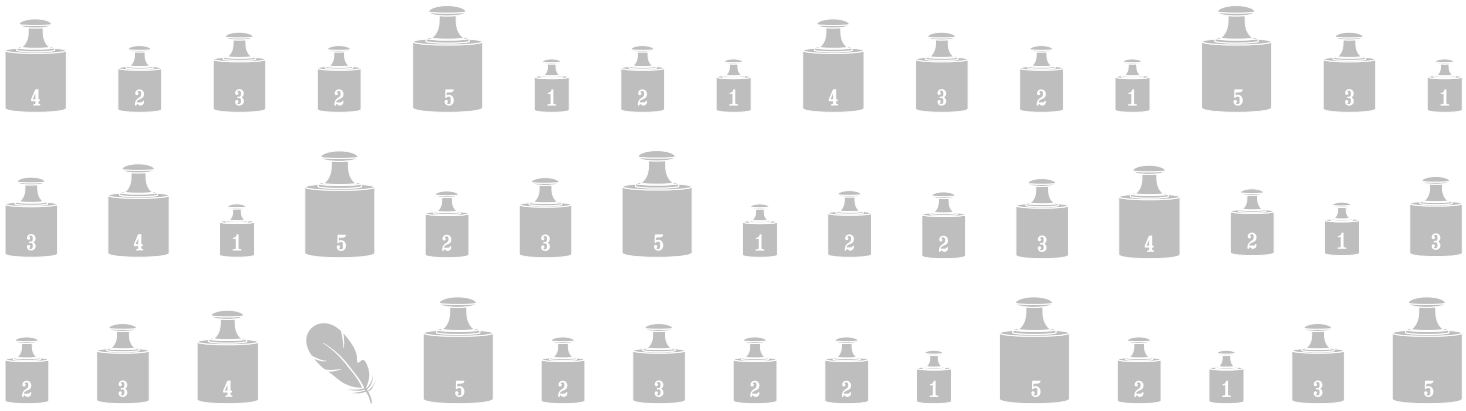


42

ISSN 2532-1218 n. 42, luglio-agosto-settembre 2023 Transizioni

The Public Show
di Raffaele Capasso

La città è un agglomerato di edifici, in cui gli spazi vuoti si fanno largo a fatica con le loro geometrie. È proprio qui che viene messa in scena, come in uno spettacolo, la vita, di piazza in piazza, metro dopo metro.



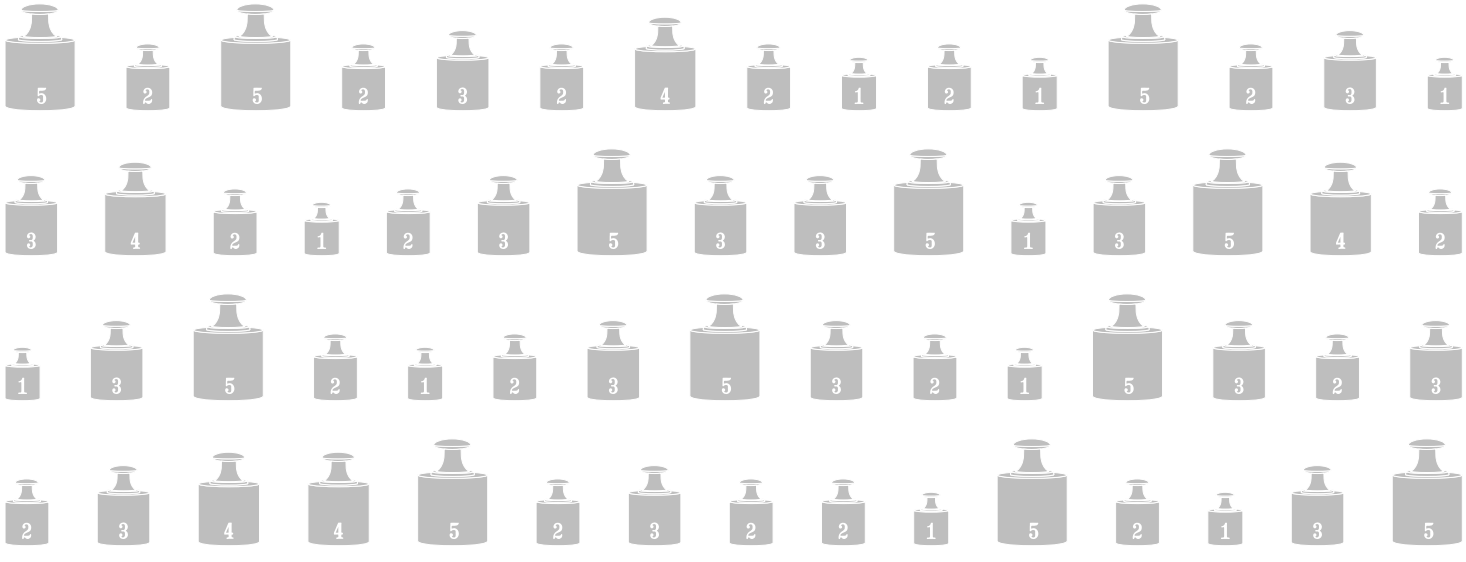
Il peso delle transizioni

Il termine transizione indica una qualche forma di passaggio, di trasformazione, sia in senso dinamico, prevedendo cioè un'evoluzione della situazione in atto, sia in senso statico, rappresentando una condizione intermedia tra due distinti momenti.

Il concetto è applicato in molte scienze quali la chimica, dove indica gli stati della materia a più alta energia, la mineralogia, dove indica rocce dalle caratteristiche ibride e cangianti, la fisica, dove indica il passaggio da uno stato a un altro, o la termodinamica, dove indica un passaggio di fase al raggiungimento di un valore critico. Tutte queste accezioni, sebbene diverse e specifiche, sono accomunate da una caratteristica condivisa: lo stato di transizione è uno stato instabile, un punto di massima reattività caratterizzato da fenomeni di mutamento repentini e talvolta violenti, spesso difficili da controllare o da prevedere. Il luogo della transizione è quindi irrequieto, esplosivo, carico di potenziale e, come ogni luogo di tale natura, è centro di reazioni capaci di modificare il corso degli eventi.

Il concetto di transizione è applicato anche nelle scienze umane e in particolare trova spazio nell'ambito dei rapporti sociali tra le persone, in cui assume il significato di trasformazione personale, spesso rivolta alla crescita dell'individuo o al rinnovamento negli stili e modi di vita; una spinta al cambiamento che però, come tutte le ripartenze, porta con sé un fardello latente, insito nella natura stessa del concetto di transizione: un carico di responsabilità per ciò che è stato e che ora non è più.

Che la transizione sia un processo obbligato o una scelta, essa comporta in ogni caso una presa di posizione verso ciò viene lasciato indietro e, come ci dicono i Beatles in *Carry that weight*, scritta probabilmente in riferimento alla fine della loro carriera come gruppo, non sarà di certo un trasporto leggero, ma un bagaglio da portarsi dietro per lungo tempo perché, se è vero che le cose cambiano, è altresì vero che qualcosa di ciò che è stato resta per sempre. *Emilio Antoniol*



Stefania Mangini

Direttore editoriale Emilio Antoniol
Direttore artistico Margherita Ferrari
Comitato editoriale Letizia Goretti, Stefania Mangini, Rosaria Revellini
Comitato scientifico Federica Angelucci, Stefanos Antoniadis, Sebastiano Baggio, Matteo Basso, Eduardo Bassolino, MariaAntonia Barucco, Martina Belmonte, Viola Bertini, Giacomo Biagi, Paolo Borin, Alessandra Bosco, Laura Calcagnini, Federico Camerin, Piero Campalani, Fabio Cian, Sara Codarin, Silvio Cristiano, Federico Dallo, Doriana Dal Palù, Francesco Ferrari, Paolo Franzo, Jacopo Galli, Silvia Gasparotto, Gian Andrea Giacobone, Giovanni Graziani, Francesca Guidolin, Beatrice Lerma, Elena Longhin, Antonio Magarò, Filippo Magni, Michele Manigrasso, Michele Marchi, Patrizio Martinelli, Cristiana Mattioli, Fabiano Micocci, Mickeal Milocco Borlini, Magda Minguzzi, Massimo Mucci, Maicol Negrello, Corinna Nicosia, Maurizia Onori, Valerio Palma, Damiana Paternò, Elisa Pegorin, Laura Pujia, Silvia Santato, Roberto Sega, Gerardo Semprebon, Chiara Scanagatta, Chiara Scarpitti, Giulia Setti, Francesca Talevi, Oana Tiganea, Ianira Vassallo, Luca Velo, Alberto Verde, Barbara Villa, Paola Zanotto, Elisa Zatta
Redazione Davide Baggio, Luca Ballarin, Giulia Conti, Martina Belmonte, Silvia Micali, Arianna Mion, Libreria Marco Polo, Sofia Portinari, Marta Possiedi, Tommaso Maria Vezzosi
Web Emilio Antoniol
Progetto grafico Margherita Ferrari

Proprietario Associazione Culturale OFFICINA*
e-mail officina.rivista@gmail.com
Editore anteferma edizioni S.r.l.
Sede legale via Asolo 12, Conegliano, Treviso
e-mail edizioni@anteferma.it

Stampa AZEROprint, Marostica (VI)
Tiratura 150 copie

Chiuso in redazione il 25 luglio 2023, tra tuoni e fulmini, e chicchi di grandine
Copyright opera distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

L'editore si solleva da ogni responsabilità in merito a violazioni da parte degli autori dei diritti di proprietà intelletuale relativi a testi e immagini pubblicati.

Direttore responsabile Emilio Antoniol
Registrazione Tribunale di Treviso
n. 245 del 16 marzo 2017
Pubblicazione a stampa ISSN 2532-1218
Pubblicazione online ISSN 2384-9029

Accessibilità dei contenuti online www.officinajournal.it

Prezzo di copertina 10,00 €
Prezzo abbonamento 2023 32,00 € | 4 numeri

Per informazioni e curiosità
www.anteferma.it
edizioni@anteferma.it

OFFICINA*

"Officina mi piace molto, consideratemi pure dei vostri"
Italo Calvino, lettera a Francesco Leonetti, 1953

Trimestrale di architettura, tecnologia e ambiente
N.42 luglio-agosto-settembre 2023

Transizioni

Il dossier di OFFICINA*42 – Transizioni è a cura di Eduardo Bassolino e Viviana Saitto.

Hanno collaborato a OFFICINA* 42:
Raul Armando Amoros Hormazabal, Marianna Ascolese, Eduardo Bassolino, Roshan Borsato, Alberto Calderoni, Federico Calorio, Patrizia Cannas, Raffaele Capasso, Alberto Cervesato, Martina Gaia Corradini, Alberto Collet, Davide Crippa, Jacopo De Blasio, Barbara Di Prete, Paolo Di Prima, Anna Dordolin, Azzurra M. Galeota, Andrea Iorio, Massimo Mucci, Miriam Pappalardo, Paolo Pasteris, Alberta Piselli, Riccardo Pollo, Enrico Polloni, Viviana Saitto, Giulia Sodano, Matteo Trane, Marco Ugolini.

OFFICINA è un progetto editoriale che racconta la ricerca. Tutti gli articoli di OFFICINA* sono sottoposti a valutazione mediante procedura di double blind review da parte del comitato scientifico della rivista. Ogni numero racconta un tema, ogni numero è una ricerca. OFFICINA* è inserita nell'elenco ANVUR delle riviste scientifiche per l'Area 08.*

OFFICINA*
anteferma
PREALPI SANBIAGIO BANCA DI CREDITO COOPERATIVO
GRUPPO CASSA CENTRALE CREDITO COOPERATIVO ITALIANO



Transizioni

Transactions

n·42·lug·ago·set·2023

The Public Show
Raffaele Capasso

INTRODUZIONE
6 **Trans-action. Nuovi scenari per lo spazio in transizione** Trans-action. New Scenarios for Space in Transition
Eduardo Bassolino, Viviana Saitto

10 **No man's land**
Marianna Ascolese, Alberto Calderoni

20 **Microcosmi** Microcosms
Patrizia Cannas

30 **Procrear Buenos Aires**
Alberto Cervesato

38 **Gli spazi temporanei dell'ascesi** The Temporary Spaces of Ascesis
Azzurra M. Galeota

46 **Verso l'urbanistica della gentilezza** Toward the Urbanism of Kindness
Martina Gaia Corradini, Davide Crippa, Barbara Di Prete, Paolo Pasteris

56 **Il parkour: tra denuncia e ri-significazione dello spazio urbano** Parkour: between Denunciation and Re-signification of Urban Space
Marco Ugolini, Alberta Piselli

66 **Morfologia urbana e microclima** Urban Morphology and Microclimate
Matteo Trane, Federico Calorio, Riccardo Pollo

INFONDO
76 **Stati cuscinetto**
di Stefania Mangini

ESPLORARE
4 *a cura di Massimo Mucci e Davide Baggio*

PORTFOLIO
78 **L'urgenza del progetto** The Urgency of the Project
Andrea Iorio

IL LIBRO
84 **Valtur fra progetto e paesaggio** Valtur between Projects and Landscape
Davide Baggio

I CORTI
86 **SENSHome Threshold: dispositivo-soglia per spazi sensibili** SENSHome Threshold: threshold device for sensitive spaces
Anna Dordolin

88 **Five Screens with Computer: transizione autodistruttiva** Five Screens with Computer: Auto-destructive Transition
Jacopo De Blasio

L'IMMERSIONE
90 **Frutteto e Food-forest** Orchard and Food-forest
Giulia Sodano

SOUVENIR
94 **Salto** Leap
di Letizia Goretti

TESI
96 **Re/Mind the gap**
Paolo Di Prima, Miriam Pappalardo

IN PRODUZIONE
100 **La sostenibilità come strategia di competitività aziendale** Sustainability as a Corporate Competitiveness Strategy
Roshan Borsato, Enrico Polloni

AL MICROFONO
102 **Luca Serasini. Pedagogia, arte e ambiente: Land Art come attività educativa** Luca Serasin. Pedagogy, Art and Environment: Land Art as an Educational Activity
Raul Armando Amoros Hormazabal

CELLULOSA
106 **Verso la foresta**
a cura dei Librai della Marco Polo

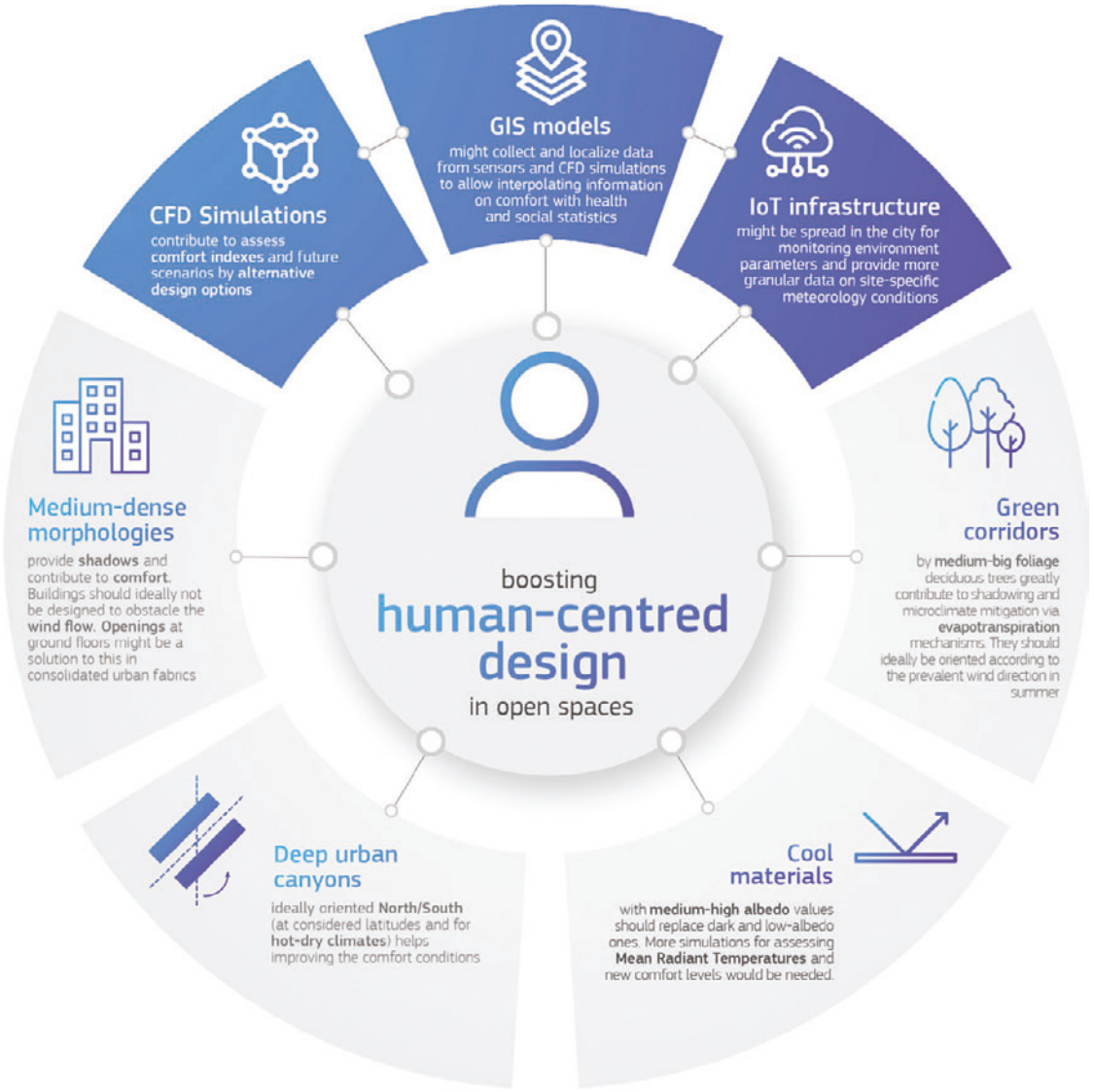
(S)COMPOSIZIONE
107 **Spostamenti**
Emilio Antoniol

Matteo Trane
Dottorando in Urban and Regional Development, Politecnico di Torino.
matteo.trane@polito.it

Federico Calorio
Dottore magistrale in Architettura.
federico.calorio97@gmail.com

Riccardo Pollo
Professore associato in Tecnologia dell'architettura, Politecnico di Torino.
riccardo.pollo@polito.it

Morfologia urbana e microclima



01. Strategie prioritarie (in grigio) ed elementi abilitanti digitali (in blu) rispetto alla promozione del comfort negli spazi aperti urbani | Priority strategies (grey) and digital enablers (blue) for promoting comfort in open urban spaces. *Matteo Trane*

Il progetto performance-based per la promozione del comfort: un confronto nel quartiere Regio Parco a Torino

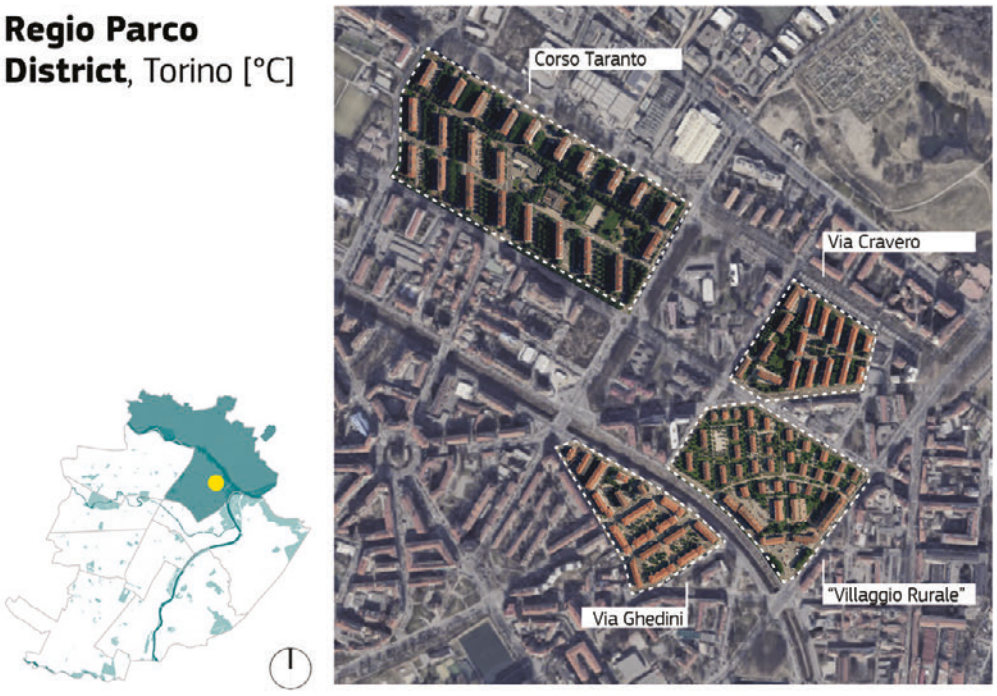
Urban Morphology and Microclimate *This paper seeks to compare four morphological fabrics, differing in layout, density, and percentage of greenery, within the Regio Parco district of Turin, with a focus on the user comfort in the residential open spaces. This comparison is based on advanced microclimate simulations and reports on selected environmental variables (air and surface temperatures, wind speed) and the PET index. In the Conclusions, we introduce a framework combining priority strategies and digital enablers to design urban open spaces that might further promote comfort.**

Il contributo propone un'analisi comparativa di quattro tessuti morfologici, differenti per impianto, densità e percentuale di verde, all'interno del distretto Regio Parco a Torino, con un focus rispetto al comfort per l'utente negli spazi aperti di pertinenza. Il confronto si basa su simulazioni microclimatiche avanzate rispetto ad alcune variabili ambientali (temperature dell'aria, delle superfici, velocità del vento) e l'indice PET. Viene infine introdotto un *framework* che combina strategie prioritarie ed elementi digitali abilitanti per progettare spazi urbani che favoriscano il comfort.*

Introduzione

L'effetto Isola di Calore Urbana (UHI, dall'inglese *Urban Heat Island*) è definito come la differenza, in termini di equilibrio termico, tra le aree urbanizzate e le aree rurali, legato alle caratteristiche morfologiche e costruttive dell'ambiente urbano (Oke, 1987), responsabile dell'aumento dei carichi di raffrescamento degli edifici e della diminuzione del comfort per l'utente negli spazi aperti (Lai *et al.*, 2019). Molte strategie possono essere attuate per mitigare le conseguenze dell'UHI, in particolare in relazione alla sostituzione delle superfici orizzontali e verticali in favore di materiali con maggiore albedo – sebbene la radiazione solare immediatamente riflessa e l'aumento della temperatura media radiante, per la presenza di superfici eccessivamente chiare, può aumentare la sensazione di discomfort (Bassolino, 2016) –, al dimensionamento di edifici e spazi aperti e al loro orientamento, all'implementazione dell'infrastruttura verde urbana e di soluzioni *nature-based* (Trane *et al.*, 2021). In particolare, aumentare l'ombreggiamento (attraverso morfologie urbane dense e l'incremento delle alberature) costituisce una delle strategie più efficaci per raffrescare gli ambienti urbani e garantire maggiore comfort, sebbene la disposizione del verde e degli edifici non debba ostacolare il passaggio del vento (Zhao *et al.*, 2018). Ad ogni modo, le condizioni ambientali alla scala micro-urbana sono anche funzione delle zone climatiche e della localizzazione geografica degli ambiti indagati (Ahmadi *et al.*, 2022). Le relazioni che intercorrono tra le variabili che determinano le qualità ambientali e il comfort all'interno di uno spazio pubblico urbano sono dunque complesse, multiscalari e non sempre controllabili attraverso il progetto.

Diventa pertanto fondamentale quantificare l'impatto che soluzioni alternative di mitigazione del microclima urbano possano determinare in termini di comfort per l'utente, in relazione alla densità del costruito, alla qualità delle superfici e alla disposizione della vegetazione e tenute in considerazione le caratteristiche meteorologiche specifiche del contesto in



02. Localizzazione del distretto Regio Parco a Torino e individuazione dei lotti per la simulazione microclimatica | The Regio Parco district in Turin and the plots within for the microclimate simulation. *Federico Calorio e Matteo Trane*

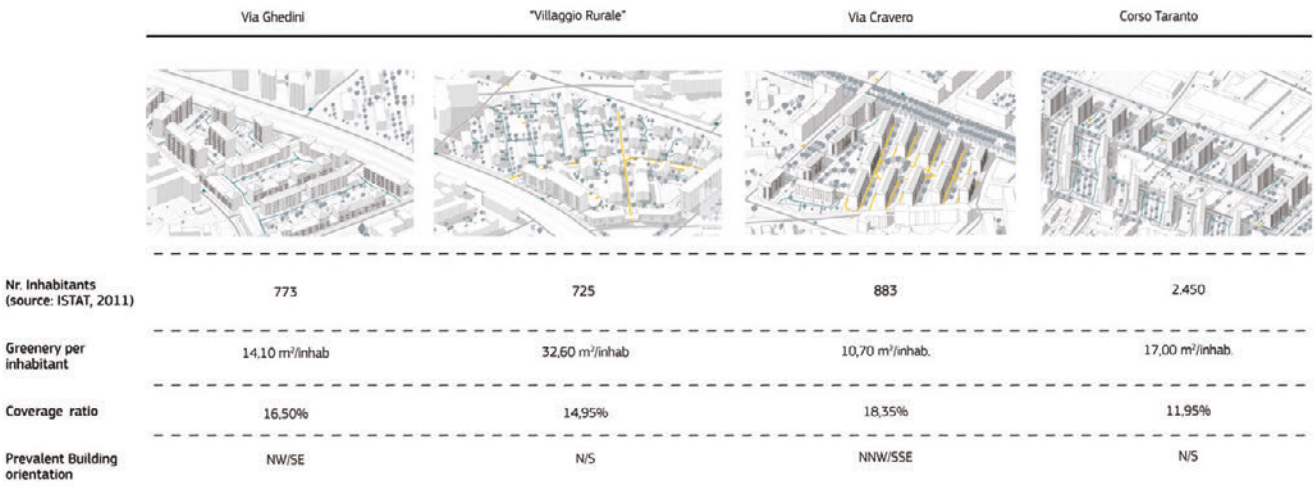
esame. L'utilizzo di modelli Computazionali Fluido-Dinamici (CFD) per simulazioni microclimatiche avanzate alla scala del distretto e dei *building block* costituisce un campo di interesse per architetti, ingegneri e pianificatori, che consente di comunicare in maniera efficace agli stakeholder interessati l'impatto di soluzioni progettuali alternative rispetto al miglioramento della qualità ambientale (Lobaccaro *et al.*, 2022).

Sebbene le ricerche nell'ambito della relazione tra morfologia urbana e microclima costituiscano un filone di studi consolidato, queste riguardano solitamente archetipi morfologici (ad esempio: confronti tra edifici a corte e in linea, con un determinato rapporto H/W altezza/larghezza dei canyon urbani, con diverso orientamento, ecc.). Il contributo propone un'analisi comparativa di quattro differenti tessuti morfologici urbani[1] in un caso studio specifico all'interno del distretto Regio Parco a Torino, con un focus rispetto al comfort negli spazi aperti residenziali di pertinenza. Il secondo paragrafo introduce la metodologia adottata e i lotti in esame, mentre i risultati vengono presentati e discussi nel terzo paragrafo, con particolare riferimento alla relazione tra indice di comfort e orientamento, morfologia, superfici urbane. Nel paragrafo *Conclusioni*, sulla base delle riflessioni emerse, viene introdotto un *framework* di strategie prioritarie per la mitigazione del microclima rispetto alla promozione del comfort, in cui la dimensione del digitale (legata alle simulazioni avanzate, al monitoraggio ambientale e all'utilizzo di sistemi informativi geografici GIS) emerge come elemento abilitante la progettazione di spazi urbani *human-centred* (img. 01).

Approccio e metodi

Il caso studio in esame, una porzione del **distretto Regio Parco a Torino**, si trova nella VI Circoscrizione urbana a nord-est della città (img. 02). Nato nel XVI secolo, quando il suo territorio era adibito a parco e tenuta agricola dei Savoia, il quartiere ha subito, ancora nel XX secolo, notevoli trasformazioni urbanistiche, fino alla Variante n. 200 del 2009 che prevede la riqualificazione di aree industriali dismesse e la realizzazione della futura seconda linea metropolitana. Negli anni Sessanta, in particolare, molti isolati di Edilizia Residenziale Pubblica (ERP) venivano realizzati in una fase di rapida espansione urbana, gestiti in seguito dall'Agenzia Territoriale per la Casa del Piemonte (ATC). L'influenza dell'epoca modernista sui modelli di costruzione delle periferie, le tipologie costruttive (principalmente prefabbricazione) e gli standard urbanistici adottati hanno comportato un rapporto tra abitanti e metri quadri di **verde pubblico maggiore rispetto alla media urbana** (17,83 m^2/ab). All'interno del distretto, sono stati identificati quattro quartieri, caratterizzati da tipi morfologici, densità edilizia, rapporto verde/abitante, indice di permeabilità eterogenei (img. 03). Un lotto presenta un impianto a corte chiusa, mentre gli altri tre sono costituiti prevalentemente da edifici in linea.

Le simulazioni microclimatiche sono state condotte attraverso l'utilizzo del *software* ENVI-Met 4.4, un modello CFD in grado di simulare differenti processi atmosferici e caratteristiche dell'ambiente termico micro-urbano



03. Viste assonometriche e dati statistici dei lotti | Axonometric views and statistic of the plots. *Federico Calorio e Matteo* Trane

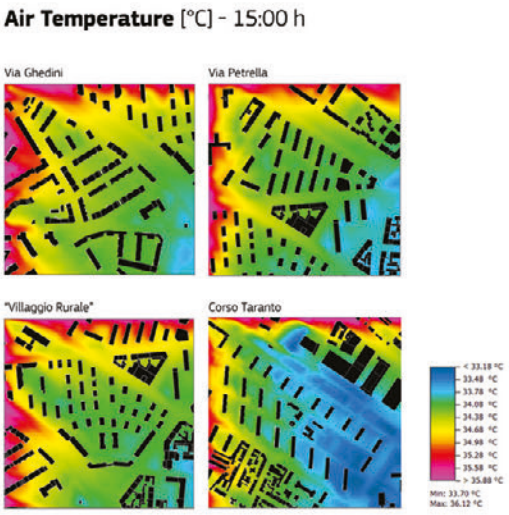
mediante la valutazione delle interazioni tra superfici costruite e vegetali all'interno dello *Urban Canopy Layer*, lo strato inferiore dell'atmosfera compreso tra il suolo e l'altezza degli edifici. Il processo di simulazione presuppone la modellazione degli ambiti considerati e la gestione delle condizioni microclimatiche al contorno. La modellazione è stata effettuata su una griglia con risoluzione molto elevata, pari a 2x2x1 m (assi xyz) per ottenere delle mappe con il migliore grado di dettaglio possibile in relazione alle capacità *hardware* disponibili. I dati per la modellazione delle superfici orizzontali verdi e asfaltate (con diverso grado di usura e, quindi, albedo), la selezione delle specie arboree e l'altezza degli edifici sono state estrapolate dal **database GIS del Geoportale di Torino**. Per quanto riguarda la gestione delle condizioni microclimatiche al contorno, sono stati utilizzati i dati del giorno più caldo del 2019 rilevati dalla stazione meteorologica ARPA più vicina all'area. I risultati di seguito riportati riguardano la temperatura dell'aria (TA) [°C], le temperature superficiali (TS) [°C], la velocità del vento (WS) [m/s], e l'indice di comfort PET (*Physiological Equivalent Temperature*) [°C] relativi alle ore 15:00, in cui i valori più elevati di discomfort sono stati riscontrati. In particolare, l'utilizzo della PET consente di considerare la temperatura radiante, la velocità dell'aria e la pressione vapore in relazione al soggetto considerato (attività fisica, tipo di abbigliamento, età) e per vari livelli di intensità di stress termico (Matzarakis and Mayer, 1996). Sebbene le simulazioni abbiano restituito specifici range di valori per le variabili ambientali considerate, le legende sono state armonizzate in fase di estrazione delle mappe, in modo da rendere la comparazione più diretta.

Risultati e discussioni

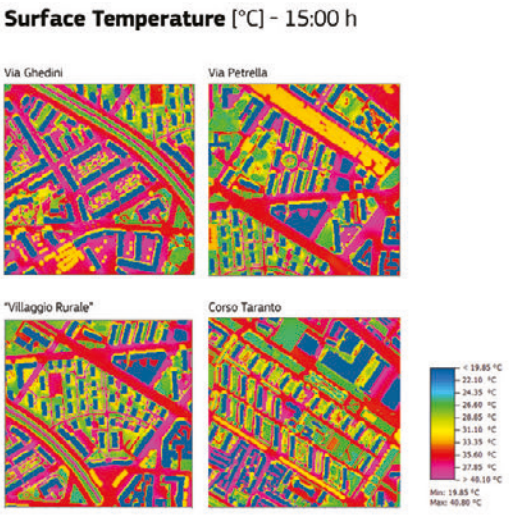
I risultati delle simulazioni per TA, TS, PET e WS delle ore 15:00 sono riportati rispettivamente nelle imgg. 04, 05, 06, 07. Per quanto riguarda la TA, i valori minimi e massimi assoluti sono stati riscontrati entrambi nel lotto di corso Taranto (33,2°C e 36,2°C). Per quanto riguarda la PET, il valore minimo (moderato stress termico) è stato individuato nel lotto di corso Taranto (34,4°C), il valore massimo (stress termico estremo) è stato riscontrato nel lotto di via Ghedini (60,4°C).

La presenza di alberature ad ampia chioma è l'elemento maggiormente in grado di mitigare il microclima

Il valore di WS più elevato è stato individuato nei lotti di via Ghedini e Villaggio Rurale (3,7 m/s), mentre il valore più basso viene individuato nel lotto di corso Taranto, sebbene le condizioni di comfort qui siano generalmente migliori. Per quanto riguarda le TS, il valore massimo (45,8°C) è sta-



04. Temperatura dell'aria, ore 15:00 | Air Temperature at 15:00. *Federico Calorio e Matteo* Trane



05. Temperature superficiali, ore 15:00 | Surface temperatures at 15:00. *Federico Calorio e Matteo*

to riscontrato nel lotto "Villaggio Rurale", ma sono mediamente più alte nel lotto di via Ghedini, dove si registrano anche le peggiori condizioni di comfort. Di seguito, le condizioni di comfort vengono discusse nello specifico rispetto ad alcune variabili morfologiche e tecnico-costruttive dei lotti in esame.

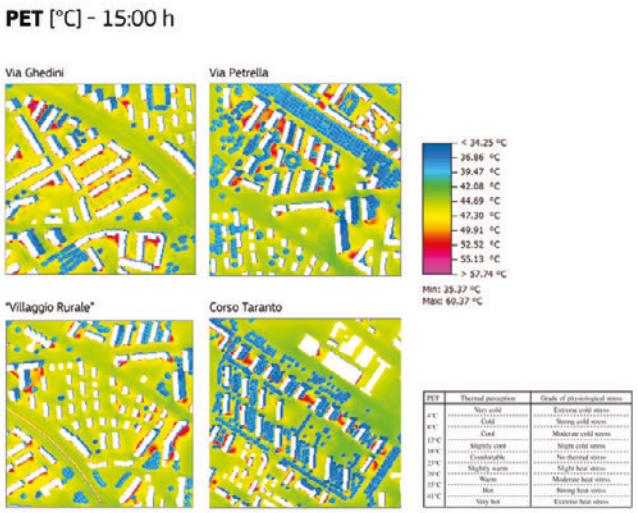
Comfort e orientamento

Per quanto riguarda l'influenza dell'orientamento rispetto alle variabili ambientali considerate, questo rappresenta in generale un elemento decisivo per schermare gli apporti solari nella stagione sovrariscaldata. L'orientamento prevalente nei lotti considerati è riconducibile all'asse Nord/Sud (con l'eccezione di via Ghedini, Nord-Ovest/Sud-Est), pertanto questo non costituisce una variabile discriminante in questo studio. Ad ogni modo, precedenti ricerche riportano che, alle latitudini considerate, l'orientamento delle strade Nord/Sud sia da preferire rispetto all'orientamento Est/Ovest, in quanto in grado di fornire un ombreggiamento più prolungato negli spazi aperti (Pollo *et al.*, 2020). Inoltre, le strade orientate parallelamente rispetto alla direzione prevalente dei venti consentono un più efficace raffrescamento convettivo per via di una maggiore velocità dell'aria, dunque una maggiore sensazione di comfort. Considerata la direzione del vento utilizzata come condizione meteorologica al contorno (237°C)[2], la simulazione dimostra come, all'interno degli spazi pertinenziali in tutti i lotti, la ventilazione sia quasi nulla e la disposizione degli edifici non consenta di incanalare l'aria, la cui velocità aumenta invece nei grandi assi viari, dove, anche per via di alberature di dimensioni maggiori e di una loro disposizione parallela rispetto alla direzione del vento, i valori di PET sono decisamente più favorevoli (cfr. corso Taranto).

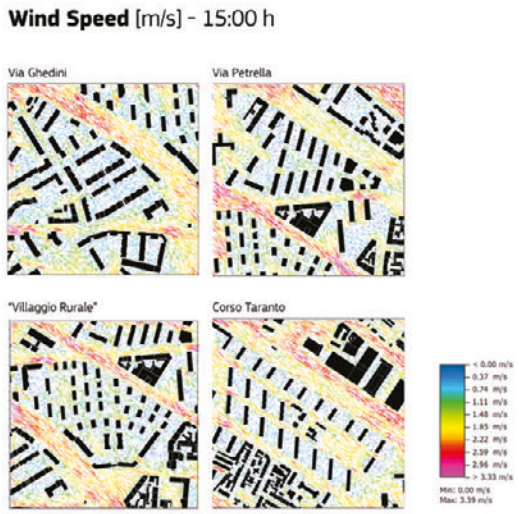
Un approccio performance-based al progetto deve tenere in considerazione il clima locale come elemento stesso del progetto

Comfort e morfologia urbana

Considerando che l'impianto della città segue prevalentemente la matrice Nord/Sud e Nord-Ovest/Sud-Est (nei tessuti urbani consolidati), e che la direzione del vento utilizzata come condizione microclimatica al contorno costituisce una delle direzioni prevalenti dei venti a Torino nella stagione estiva, soluzioni alternative per incanalare il vento potrebbero riguardare la realizzazione di spazi permeabili al passaggio dell'aria nei piani terra degli edifici e l'incremento dei corridoi verdi. Valori di PET con basso o



06. Indice di comfort PET, ore 15:00 | PET comfort index at 15:00. *Federico Calorio e Matteo* Trane



07. Velocità del vento, ore 15:00 | Wind speed at 15:00. *Federico Calorio e Matteo Trane*

moderato stress termico negli spazi pertinenziali dei lotti vengono riscontrati, in aggiunta, nelle zone maggiormente ombreggiate, dovute all'altezza degli edifici (cfr. corso Taranto, con edifici fino a undici piani). Negli altri lotti analizzati, le condizioni di comfort all'interno degli spazi aperti pertinenziali non beneficiano dell'ombreggiamento degli edifici, di altezza minore. Dato l'impianto in linea dei lotti di via Cravero, corso Taranto e "Villaggio Rurale" e l'altezza contenuta degli edifici di via Ghedini a corte chiusa, la disposizione dell'edificato non origina dei veri e propri canyon urbani profondi, che, nei climi caldo-secchi, comportano generalmente condizioni di comfort migliori (Pollo *et al.*, 2020).

Comfort e qualità delle superfici

Per quanto riguarda la qualità delle superfici, l'indice di permeabilità è più basso all'interno del lotto di via Ghedini in relazione alle poche aree verdi presenti. Sebbene oggetto di recente riqualificazione, che ha comportato il rifacimento delle corti interne, il lotto di via Ghedini presenta i valori di discomfort e di TA più elevati all'interno degli spazi residenziali di pertinenza rispetto agli altri lotti. Al contrario, l'ambito di corso Taranto e del "Villaggio Rurale" presentano indici di permeabilità di circa il 33%, con maggiori superfici verdi orizzontali. Tuttavia, le alberature presenti nel lotto di corso Taranto, con fusti e chiome di maggiore dimensione, contribuiscono maggiormente all'incremento del comfort per l'utente. In corrispondenza delle TS più elevate, in particolare nei lotti di via Ghedini e via Cravero (con maggiore presenza di superfici impermeabili e materiali con bassa albedo), le condizioni di comfort registrate sono generalmente peggiori. Ad ogni modo, sebbene gli spazi pertinenziali tra gli edifici del lotto del "Villaggio Rurale" siano principalmente permeabili, l'assenza di alberature con ampia chioma e uno scarso ombreggiamento (dovuto ad una bassa densità edilizia) determinano una situazione di discomfort diffusa. Anche le TA, in questo lotto, sono più elevate rispetto a quelle riscontrate negli altri lotti con impianto in linea, sebbene inferiori rispetto a quelle simulate nel lotto di via Ghedini (img. 08).

Limiti

Tra i limiti dell'approccio adottato, menzioniamo la necessità di condurre la simulazione in modalità *Simple Forcing* in ENVI-met sulla base dei dati meteorologici disponibili, ovvero utilizzando valori di input orari per TA e umidità relativa, ma forzando la velocità e la direzione del vento, utilizzando solo i valori della prima ora disponibile del giorno di riferimento. In aggiunta, una porzione di contesto rispetto ai singoli lotti è stata inclusa nella modellazione, ma, con maggiore disponibilità *hardware*, sarebbe stato opportuno effettuare le simulazioni per un periodo superiore alle 24 ore, per poter minimizzare i possibili errori ai "bordi" dei modelli dovuti alla loro inerzia iniziale.

Conclusioni

Sebbene, sulla scorta dei risultati presentati, non sia possibile determinare quale delle morfologie urbane in esame sia in grado di garantire condizioni di comfort considerevolmente migliori, le simulazioni microclimatiche hanno evidenziato alcune differenze sostanziali tra gli ambiti analizzati. Le condizioni di comfort più favorevoli sono riscontrabili nei lotti in cui sono presenti edifici in linea con altezze maggiori. Tuttavia, non è possibile affermare che un impianto in linea garantisca migliori condizioni di comfort, poiché questo non rende solitamente possibile la creazione di canyon urbani profondi e non garantisce adeguato ombreggiamento (cfr. lotto "Villaggio Rurale") a meno di edifici molto alti e di una distanza ridotta tra questi (cfr. lotto di via Cravero), ovvero di una maggiore densità dell'edificato. La ricerca condotta, pertanto, conferma che per migliorare le condizioni di comfort all'interno degli spazi aperti pertinenziali e alle latitudini considerate siano da preferire:

- morfologie urbane dense compatte che consentano un maggiore grado di ombreggiamento;
- la disposizione di alberi caducifoglie ad ampia chioma in modo da incanalare il vento a seconda della sua direzione prevalente durante la stagione estiva, in quanto principale elemento in grado di mitigare il microclima all'interno di aree urbane periferiche (come quella considerata), solitamente meno dense rispetto al tessuto storico;
- spazi aperti collocati in corrispondenza di canyon urbani profondi orientati preferibilmente secondo l'asse Nord/Sud;
- una maggiore permeabilità degli edifici ai piani terra per il deflusso dell'aria, una strategia implementabile anche in tipi morfologici consolidati, laddove l'incremento delle alberature e delle superfici permeabili è raramente attuabile;
- la sostituzione delle superfici con bassa albedo, poiché nelle aree con temperature superficiali più elevate si registrano solitamente anche i valori di PET meno favorevoli.

L'utilizzo di modelli Computazionali Fluido Dinamici per la valutazione degli scenari supporta l'individuazione di strategie specifiche di adattamento

Queste strategie costituiscono un approccio integrato, i cui benefici per una progettazione *human-centred* degli spazi aperti potrebbero essere massimizzati se adottate in combinazione, sebbene la verifica di soluzioni progettuali alternative mediante ulteriori simulazioni resti necessaria.



08. Proposta esplorativa per la riqualificazione dell'interno delle corti nel lotto di Via Ghedini - Via Gallina | Exploratory design proposal for the upgrade of the inner courtyard in Via Ghedini - Via Gallina. *Federico Calorio e Matteo Trane*

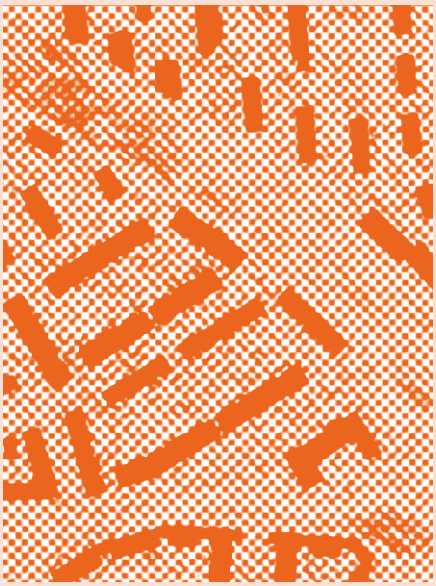
Infatti, data l'eterogeneità (di forme, rapporti, superfici, elementi naturali e condizioni meteorologiche) dell'ambiente urbano persino alla scala del singolo distretto, l'approccio adottato dimostra come rimanga importante approfondire le relazioni che intercorrono tra la disposizione degli edifici nello spazio, gli ambienti esterni e le condizioni microclimatiche specifiche rispetto alla promozione del comfort. L'utilizzo delle tecnologie abilitanti, in particolare dei modelli CFD nel campo della simulazione degli indici di comfort, si configura come principale elemento abilitante nei processi di progettazione e riqualificazione *performance-based* alla scala micro-urbana, in grado di supportare esperti e stakeholder nella valutazione degli scenari e delle strategie alternative. In aggiunta, simulazioni più accurate necessitano di dati di input (legati alle condizioni meteorologiche locali) a una maggiore risoluzione spazio-temporale. In tal senso, la raccolta di dati attraverso un'infrastruttura digitale diffusa per il monitoraggio dei parametri ambientali (Giovanardi *et al.*, 2020) e la loro geolocalizzazione in modelli GIS e "digital twin" costituirebbero un'ulteriore e definitiva spinta rispetto alla promozione di un approccio *performance-based* al progetto per il comfort (img. 01), stante la necessità di considerare il clima alla scala locale come elemento stesso del progetto della città nel contesto di una transizione giusta.*

NOTE

1 – La ricerca è svolta nell'ambito del Progetto PRIN 2017 "TECH-START" (*key enabling TECHnologies and Smart environmenT in the Age of gReen economy. Convergent innovations in the open space/building system for climaTe mitigation*). Principal Investigator: Prof. Arch. M. Losasso. Associated Investigator (Politecnico di Torino): Prof. Arch. R. Pollo.
2 – I dati sono stati reperiti dall'Arpa Piemonte. In arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici (ultima consultazione luglio 2021).

BIBLIOGRAFIA

– Ahmadi, S., Yeganeh, M., Baradan Motie, M., Gilandoust, A. (2022). The role of neighborhood morphology in enhancing thermal comfort and resident's satisfaction. *Energy Reports*, n. 8., pp. 9046-56.
– Bassolino, E. (2016). *Climate adaptive design strategies for the built environment*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura, XXVIII Ciclo.
– Giovanardi, M., Giusto, E., Pollo, R. (2020). Infrastrutture digitali nei componenti di involucro per la gestione degli edifici. In Perriccioli, M. et al. (a cura di), *Design in the Digital Age. Technology, Nature, Culture.* Sant'Arcangelo di Romagna: Maggioli, pp. 243-48.
– Lai, D., Liu, W., Gan, T., Liu K., Chen, Q. (2019). A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces. *Science of the Total Environment*, n. 661, pp. 337-53.
– Lobaccaro, G., De Ridder, K., Acero, J.A., Hooyberghs, H., Lauwaet, D., Maiheu, B., Sharma, R., Govehovitch, B. (2021). Applications of Models and Tools for Mesoscale and Microscale Thermal Analysis in Mid-Latitude Climate Regions - a Review. *Sustainability*, n. 13(22), 12385.
– Matzarakis, A., Mayer, H. (1996). Another Kind of Environmental Stress: Thermal Stress. WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control. *NEWSLETTER*, n. 18, pp. 7-10.
– Oke, T.R. (1987). *Boundary layer climates* (II ed.). London: Methuen & Co. Ltd.
– Pollo, R., Biolchini, E., Squillacioti, G. Bono, R. (2020). Designing the Healthy City – An Interdisciplinary Approach. *SMC Sustainable Mediterranean Construction*, n.12, pp. 150-155.
– Trane, M., Giovanardi, M., Pollo, R., Martoccia, C. (2021). Microclimate design for micro-urban design. A case study in Granada, Spain. *SMC Sustainable Mediterranean Construction*, vol.14, pp. 149-55.
– Zhao, Q., Sailor, D.J., Wentz, E.A. (2018). Impact of tree locations and arrangements on outdoor microclimates and human thermal comfort in an urban residential environment. *Urban Forestry & Urban Greening*, n. 32, pp. 81-91.



Matteo Trane, Federico Calorio, Riccardo Pollo

Urban Morphology and Microclimate

Performance-based design for promoting comfort: a comparison in the Regio Parco district, Turin

Introduction

The Urban Heat Island effect (UHI) is defined as the difference, in terms of thermal balance, between urbanized and rural areas, in relation to the morphological and constructive characteristics of the built environment (Oke, 1987) which are responsible for increased cooling loads in buildings and decreased user comfort in open spaces (Lai *et al.*, 2019). Many strategies can be implemented to mitigate the consequences of UHI, particularly in relation to the replacement of horizontal and vertical surfaces in favor of materials with higher albedo. However, reflected solar radiation and increased mean radiant temperature due to excessively light surfaces can eventually exacerbate the comfort conditions for the user (Bassolino, 2016). Besides, the sizing of buildings and open spaces, their orientation, and the implementation of urban green infrastructure and nature-based solutions are effective strategies for mitigating the climate at local scale as well (Trane *et al.*, 2021). In particular, increasing shading (by medium-dense urban morphologies and new tree planting) is one of the most effective strategies for cooling urban environments and ensuring greater comfort, although the layout of greenery and buildings should not hinder the passage of wind (Zhao *et al.*, 2018). In any case, environmental conditions at the micro-urban scale are also a function of the climatic zones and geographical location of the areas investigated (Ahmadi *et al.*, 2022). Thus, the relationships between the variables that determine environmental qualities and comfort within an urban public space are complex, multiscalar, and not always manageable through design only.

Therefore, it is essential to quantify the impact that alternative urban microclimate mitigation solutions can determine in terms of user comfort, in relation to buildings density, surface quality and vegetation layout. Besides, the specific meteorological characteristics of the context under assessment should be taken into high consideration as well. The use of Computational Fluid-Dynamic (CFD) models for advanced microclimate simulations at the district and building block scales is a field of interest for architects, engineers, and planners. Indeed, models support professionals to effectively communicate to interested stakeholders the impact of alternative design solutions with respect to improving environmental quality (Lobaccaro *et al.*, 2022).

Although research in the area of the relationship between urban morphology and microclimate constitutes an established strand of studies, these usually concern morphological archetypes (e.g., comparisons between courtyard and in-line buildings, with a given H/W height/width ratio of urban canyons, with different orientation etc.). This paper proposes a comparative analysis between four different urban morphological fabrics in a real-world case study within the Regio Parco district, Turin (Italy)[1] with a focus on the comfort within pertaining residential open spaces. The second section introduces the methodology adopted and the plots modelled, while the results are presented and discussed in the third paragraph, with particular reference to the relationship between comfort index and orientation, morphology, and urban surfaces. In the paragraph *Conclusions*, based on the highlights that emerged, we introduce a framework of prioritized strategies for microclimate mitigation and comfort promotion, in which the digital domain (linked to advanced simulations, environmental monitoring, and the use of informative geographic systems GIS) enables the design of human-centred urban spaces (img. 01).

Materials and methods

The case study in exam, in the Regio Parco district in Turin, is located in the 6th urban "Circoscrizione", northeast of the city (img. 02). Built in the 16th century, when its territory was used as a park and agricultural estate of the Savoy family, the district has undergone, still in the 20th century, considerable urban transformations, until Variant No. 200 of 2009, which provides for the redevelopment of former industrial sites and the construction of the second subway line (to date unrealized). In the 1960s, in particular, many Public Residential Housing blocks were being built during a phase of rapid urban expansion, later managed by the Piedmont Territorial Housing Agency (ATC). The influence of the modernist era on suburban construction patterns, building types (mainly prefabrication) and urban standards adopted resulted in a higher ratio of inhabitants to square meters of public green space than the urban average (17.83 m^2/inhab.). Within the district, four plots were identified, characterized by heterogeneous morphological types, density, green/inhabitant ratio, and permeability index (img. 03). One plot has a closed court layout, while the other three consist mainly of in-line buildings.

Microclimate simulations were conducted through the use of ENVI-Met 4.4 software, a CFD model capable of simulating different atmospheric processes and characteristics of the micro-urban thermal environment by evaluating the interactions between built surfaces and vegetation within the Urban Canopy Layer, the lower layer of the atmosphere between the ground and the height of buildings. The simulation process presupposes the modeling of the areas considered and the management of microclimatic conditions on the boundary. The modeling was carried out on a very high-resolution grid of 2x2x1 m (x-y-z axes) to obtain maps with the best possible degree of detail in relation to the available hardware capabilities. Data for modeling horizontal green and asphalt surfaces (with different degree of wear and, therefore, albedo), tree species selection, and building height were extracted from the GIS database of the Turin Geoportal (link 03). Regarding the management of microclimatic conditions at the boundary, data from the hottest day of 2019 taken from the ARPA weather station closest to the area were used. The maps in the next section report on Air Temperature (TA) [°C], Surface Temperatures (TS) [°C], Wind Speed (WS) [m/s], and Physiological Equivalent Temperature (PET) [°C] comfort index related to 3:00 pm hours, where the highest discomfort values were found. Specifically, the use of PET allows to consider radiant temperature,

air velocity, and vapor pressure in relation to the subject considered (physical activity, type of clothing, age) and for various levels of heat stress intensity (Matzarakis and Mayer, 1996). Although the simulations returned specific ranges of values for the specific environmental variables considered, the legends were harmonized when extracting the maps to make the comparison direct.

Results and discussions
Simulation results for TA, TS, PET, and WS of 3:00 pm hours are shown in image 03, 04, 05, 06, respectively. As for TA, the absolute minimum and maximum values were both found in the Corso Taranto plot (33.2°C and 36.2°C). As for the PET, the minimum value (moderate thermal stress) was found in the Corso Taranto plot (34.4°C), the maximum value (extreme thermal stress) was found in the Via Ghedini plot (60.4°C). The highest WS value was identified in the Via Ghedini and "Rural Village" plots (3.7 m/s), while the lowest value is identified in the Corso Taranto plot, although comfort conditions here are generally better. As for TS, the highest value (45.8°C) was found in the "Rural Village" plot, but they are on average higher in Via Ghedini, where the worst comfort conditions are also recorded. Below, comfort conditions are discussed specifically with respect to some morphological and technical-constructive variables of the plots analyzed.

Comfort and orientation
As for the influence of orientation with respect to the environmental variables considered, this is generally a decisive element in shielding solar inputs in the overheated season. The prevailing orientation in the plot considered can be associated to the NS (North-South) axis (with the exception of Via Ghedini, NW/SE). As such, it is not a discriminating variable for this study. In any case, previous research reports that, at the latitudes considered, the NS orientation of streets is preferred over the EW orientation, as it can provide more shading and for longer in open spaces (Pollo *et al.*, 2020). In addition, roads oriented parallel to the prevailing wind direction provide more effective convective cooling due to higher air velocity, thus better comfort. Given the wind direction used as a meteorological boundary condition[2] (237°C), the simulation shows that, within the residential open spaces in all plots, ventilation is almost nil and the arrangement of buildings does not allow air to be channeled. The WS actually increases in the major roads, where, also due to larger foliage and their arrangement parallel to the considered wind direction, PET values are significantly lower (see Corso Taranto).

Comfort and urban morphology
Considering that the layout of the city predominantly follows the NS and NW/SE matrix (in consolidated urban fabrics), and that the wind direction used as boundary microclimatic condition constitutes one of the prevailing wind directions in Turin in summer, alternative solutions to channel the wind could involve the creation of spaces permeable to the passage of air in the ground floors of buildings and the increase of "green corridors". PET values with low or moderate thermal stress in residential spaces within the plots are related to the most shaded areas due to the height of the buildings (see in Corso Taranto, with buildings up to eleven stories). In the other lots analyzed, comfort conditions within the residential open spaces do not benefit from the shading of the buildings as they are lower. Given the in-line layout of the Via Cravero, Corso Taranto and "Rural Village" plots and the low height of the Via Ghedini buildings with closed courtyards, the building layout does not originate true deep urban canyons, which, in hot-dry climates, generally result in better comfort conditions (Pollo *et al.*, 2020).

Comfort and surfaces
Regarding surface quality, the permeability index is lowest in the Via Ghedini plot as the few green areas are present. Although this plot has been recently gone under redevelopment, which involved the redesign of the interior courtyards, it has the highest discomfort values and TA. In contrast, the Corso Taranto and "Rural Village" area have permeability indices of about 33 percent, with greater horizontal green areas. However, the trees in the Corso Taranto plot, with larger foliage and canopies, contribute more to increase the user comfort. At higher TS, particularly in the Via Ghedini and Via Cravero plots (with greater presence of impermeable surfaces and low albedo materials), the comfort conditions appear as generally worse. In any case, although the open spaces between buildings in the "Rural Village" plot are mainly permeable, the absence of trees with large foliage and poor shading (due to low building density) result in widespread discomfort. TA, in this lot, is also generally higher than those found in the other lots with in-line planting, although less high than those simulated in the Via Ghedini plot (img. 08).

Limits
The approach adopted faces several limits. First, we had to run the simulation in Simple Forcing mode in ENVI-met based on the available meteorological data, i.e., using hour input values for TA and Relative Humidity but "forcing" the initial WS and direction of the reference day. In addition, some context around the analyzed plots was included in the modeling, but, with more hardware availability, it would have been better to run the simulations for a period longer than 24 hours in order to minimize possible "border errors" of the models due to their initial inertia.

Conclusions
Although, on the basis of the results, it is not possible to determine which of the urban morphologies under consideration provides considerably better comfort conditions, the microclimatic simulations revealed some differences among the plots analyzed. The most favorable comfort conditions are in plots where there are in-line buildings with greater heights. However, it is not possible to say that an in-line system provides better comfort conditions, as this does not usually make it possible to create deep urban canyons and does not ensure adequate shading (see "Rural Village" plot), unless there are very tall buildings and a small distance between them (see Via Cravero plot), i.e., higher building density. This research, therefore, confirms that to improve comfort conditions within the residential open spaces and at the latitudes considered, the following strategies are most effective:
- dense compact urban morphologies allow a greater degree of shading;
- deciduous tree with wide foliage and placed to channel the wind according to its prevailing direction during the summer season are the main factor to can mitigate the microclimate in urban peripheries (like the case study analyzed), where the urban fabric is usually less dens than historic centres;
- open spaces are to be ideally placed within deep urban canyons oriented according to the NS axis;
- increased permeability of buildings at ground floors for wind passing through can be implemented even in consolidated morphological types where tree planting and permeable surface increasing are hard;
- surfaces should be replaced by medium-high albedo materials, since areas with higher surface temperatures usually also have the worst PET values.

These strategies might constitute an integrated approach, whose benefits for human-centered design of open spaces could be maximized if adopted in combination. However, alternative design solutions by further simulations should ideally be performed. Indeed, given the heterogeneity (of forms, ratios, surfaces, natural elements, and weather conditions) of the urban environment, even within a district, this approach demonstrates that it still remains important to investigate the relationships between the layout of buildings in space, outdoor environments, and specific microclimatic conditions with respect to the promotion of comfort. The use of enabling technologies, particularly CFD models in the field of comfort index simulation, emerges as a main enabler in performance-based design and redevelopment processes at the micro-urban scale, as it might support experts and stakeholders in evaluating alternative scenarios and strategies. In addition, more accurate simulations require input data (related to local weather conditions) at a higher space-temporal resolution. In this sense, the collection of data through a widespread digital infrastructure for monitoring environmental parameters (Giovanardi *et al.*, 2020) and their geolocation in GIS and "digital twin" models would be a further and final push with respect to promoting a performance-based approach to design for comfort (img. 01), given the need to consider climate at the local scale as an element of design cities in the context of a just transition.*

NOTES
1 – This paper is part of the PRIN 2017 "TECH-START" Project (*key enabling TECHnologies and Smart environmenT in the Age of gReen economy. Convergent innovations in the open space/building system for climaTe mitigation*). Principal Investigator: Prof. Arch. M. Losasso. Associated Investigator (Politecnico di Torino): Prof. Arch. R. Pollo.
2 – The data was obtained from Arpa Piemonte. In arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici (last consulted July 2021).