

ARTICLE INFO

Received	18 March 2024
Revised	20 April 2024
Accepted	27 April 2024
Published	30 June 2024

GREEN ROOM

Un dispositivo architettonico e urbano per l'efficientamento energetico e il comfort ambientale

GREEN ROOM

An architectural and urban device for energy efficiency and environmental comfort

Luigi Coccia, Sara Cipolletti, Gianmarco Corvaro

ABSTRACT

L'articolo presenta una sperimentazione progettuale svolta all'interno della ricerca PNRR VITALITY, fondata sui temi della sostenibilità e della qualità degli spazi di vita. Considerate le opportunità di innovazione espresse dalla transizione energetica, conseguita anche attraverso soluzioni rigenerative basate sulla natura, mirate alla riduzione dei consumi e delle emissioni di CO₂, la metodologia conduce all'ideazione del dispositivo spaziale multiscalare Green Room: azione di decremento volumetrico associata alla infiltrazione vegetale applicata su parti significative di edifici e spazio aperto in tre aree campione del medio-adriatico. A partire dai dati morfologici, tipologici e climatici e gestendo processi computazionali di simulazione, la sperimentazione mira ad un aggiornamento degli strumenti progettuali alla scala architettonica e urbana, ponendo in relazione indoor e outdoor, al fine di ottenere benefici sia sull'ambiente che sul benessere delle persone.

The article presents a design experiment conducted within the research PNRR VITALITY based on the issues of sustainability and the quality of living spaces. Considering the innovation opportunities expressed by the energy transition, also achieved through nature-based regenerative solutions, aimed at reducing consumption and CO₂ emissions, the methodology leads to the conceptualisation of the multiscalar spatial device Green Room: a volumetric decrement action associated with vegetative infiltration applied to significant parts of buildings and open spaces in three sample areas of the Adriatic-Mediterranean region. Starting from morphological, typological, and climatic data and managing computational simulation processes, the experiment aims to update design tools at the architectural and urban scale, establishing a relationship between indoor and outdoor spaces to achieve benefits for the environment and people's well-being.

KEYWORDS

transizione energetica, rigenerazione urbana, riqualificazione edilizia, greening, retrofit energetico

energy transition, urban regeneration, building upgrading, greening, energy retrofit

Luigi Coccia, Architect and PhD, is a Full Professor in Architectural and Urban Composition at the SAAD School of Architecture and Design of the University of Camerino (Italy). His research activities primarily focus on the territorialisation of urban and rural phenomena, investigating settlement and infrastructural themes about landforms. Mob. +39 329/26.09.994 | E-mail: luigi.coccia@unicam.it

Sara Cipolletti, Architect and PhD, is a Research Fellow in Landscape Architecture at the SAAD School of Architecture and Design of the University of Camerino (Italy). Her research activities mainly revolve around landscape architecture, investigating landscape transformations in urban and rural contexts, and exploring production, heritage, and leisure issues. Mob. +39 347/95.89.796 | E-mail: sara.cipolletti@unicam.it

Gianmarco Corvaro, Architect and PhD Candidate at the SAS School of Advanced Studies – International Doctoral School, Curriculum in Architecture, Theories, and Design, University of Camerino (Italy). His research activities primarily focus on landscape transformations produced by new renewable energy infrastructures, with particular emphasis on photovoltaic systems. Mob. +39 349/75.07.138 | E-mail: gianmarco.corvaro@unicam.it



Il progetto di ricerca PNRR VITALITY (Abruzzo-Marche-Umbria) – Ecosistema Innovazione, Digitalizzazione e Sostenibilità per l'economia diffusa nel Centro Italia¹ si occupa di migliorare la sostenibilità e la qualità di vita nell'era della transizione digitale, verde ed energetica, requisito che accomuna tutti i progetti PNRR, ed è volto a sviluppare e trasferire innovazione sia nelle aree urbane che nelle aree rurali al fine di rendere più competitivi i sistemi produttivi regionali.

All'interno di questo ampio contesto di ricerca, l'Università di Camerino affronta, attraverso le attività dello Spoke 6, il tema della 'sostenibilità degli ambienti di vita e del benessere della persona'²; in particolare il Work Package 1 pone al centro delle sperimentazioni della transizione digitale, verde ed energetica gli ambienti di vita interni ed esterni dei territori urbanizzati, i quali sono fortemente implicati nei processi di riqualificazione edilizia e rigenerazione urbana. Ragionando sugli effetti determinati dagli accelerati processi di antropizzazione che negli ultimi decenni hanno interessato vaste aree del territorio si prende atto che di fatto la sostenibilità è stata raramente perseguita: il soddisfacimento dei bisogni espressi dalle generazioni del recente passato ha decisamente compromesso quello delle generazioni del prossimo futuro.

Già 40 anni fa il Rapporto Our Common Future (UN, 1987) firmato da Brundtland dichiarava 'la sfida urbana' come centrale nel dibattito su ambiente e sviluppo. Gli habitat urbani sono infatti i contesti all'interno dei quali oggi si riscontrano maggiormente fenomeni quali: il sovraconsumo (inteso come utilizzo eccessivo delle risorse, soprattutto delle fonti fossili) sicuramente una delle cause principali della crisi ambientale, dell'innalzamento della CO₂ derivante dalla combustione e del riscaldamento globale; il degrado ambientale e il deterioramento dei centri urbani; gli effetti disastrosi dovuti ai cambiamenti climatici, tutti eventi estremamente connessi tra loro.

Secondo Brundtland le città del futuro dovranno mostrare grande capacità di produrre e gestire le proprie infrastrutture urbane, gli spazi, i servizi e gli alloggi, in un'ottica di sostenibilità sempre più connessa a quella dell'innovazione, poiché in molti casi questi obiettivi dovranno essere realizzati in condizioni di incertezza, di grandi difficoltà economiche e diminuzione delle risorse rispetto ai bisogni e all'aumento delle aspettative.

La relazione tra indoor e outdoor negli spazi dell'abitare diviene la chiave interpretativa e progettuale per una valutazione integrata degli spazi urbani e architettonici e per indirizzare strategie di intervento innovative sul patrimonio edilizio esistente, volte ad aumentare il comfort ambientale, l'efficiamento energetico e il benessere della persona. Nei processi di rigenerazione urbana e riqualificazione ambientale gli spazi indoor e outdoor vengono spesso indagati separatamente, con approcci che, anche se ispirati al miglioramento della qualità dell'abitare, non riescono a esplorare la complessità e l'interdipendenza delle diverse componenti. Ciò non favorisce lo sviluppo di soluzioni ideali per il raggiungimento degli obiettivi di prestazione ambientale e mitigazione climatica, sicurezza ed efficienza delle infrastrutture tecnologiche e risparmio energetico, tantomeno una lettura integrata di tutti questi aspetti (Tucci and Cefafosso, 2020).

Il presente contributo illustra alcuni risultati della ricerca PNRR VITALITY dello Spoke 6, Work Package 1, dell'Università di Camerino, che mira a un rinnovamento degli strumenti di indagine e di progetto nell'ottica di una auspicata rigenerazione architettonica e urbana. A partire dall'innovazione e dalla sostenibilità, paradigmi per la transizione digitale, verde ed energetica nei territori urbanizzati, il contributo esamina la relazione tra gli spazi indoor e outdoor, come condizione per la qualità e il benessere degli ambienti, giungendo alla predisposizione di alcune strategie progettuali per la riqualificazione del patrimonio abitativo esistente e dello spazio pubblico, indirizzate alla neutralità climatica in quanto contribuiscono alla riduzione della fabbisogno energetico e al risparmio dei consumi.

Perseguendo tale obiettivo, il contributo focalizza l'attenzione sul dispositivo progettuale della Green Room applicato alla scala architettonica e urbana e ne verifica l'efficacia in tre aree campione nel territorio medio-adriatico. Attraverso l'analisi di dati climatici e aspetti materici con l'ausilio di software di simulazione computazionale il contributo giunge a delineare alcuni scenari progettuali, esito della metodologia adottata, su cui si sviluppano le conclusioni.

Indoor e outdoor nella nozione di comfort e benessere degli spazi abitativi

Nel primo numero della rivista *Domus*, Giò Ponti (1928) utilizza la parola 'comfort' per esprimere un concetto ben più ampio di una esigenza di necessità, comodità e organizzazione di servizi e tecnologie a cui lo spazio dell'abitare deve rispondere. Ponti richiama la parola italiana 'conforto' che restituisce il senso di benessere che si realizza quando la casa offre al suo abitante la possibilità di 'aprirsi fuori', relazionarsi con l'esterno e di comunicare con la natura godendo di riposanti visioni.

Da ciò scaturiscono alcune 'invenzioni' dell'abitare: 'lo spazio della casa riesce all'aperto' con portici, verande, terrazze, balconi, logge, altane e belvedere; tali soluzioni si presentano come spazi filtro tra la casa e il mondo esterno, spazi estroversi che aggiungono qualità abitativa e permettono di introiettare artificialmente brandelli di verde, accogliere la luce, filtrare i raggi solari e proteggere dal freddo.

La ricerca sul rapporto indoor-outdoor coniuga dati ambientali, abitudini domestiche e sociali; gli sviluppi progettuali trovano un riscontro in contesti geografici e climatici specifici, come nel caso del bacino mediterraneo in cui alcuni riferimenti, ancorati alla tradizione, sono stati reinterpretati dalla cultura modernista (Barber, 2020; Serghides, 2010) che, sotto l'impulso di una maggiore richiesta di abitazioni, ha saputo integrare concetti spaziali e questioni igienico-sanitarie con l'ausilio di nuove tecnologie e materiali costruttivi.

All'interno di queste ricerche, oltre all'articolazione planimetrica e alla organizzazione distributiva degli ambienti, sono rivisitati alcuni elementi dello spazio abitativo come le coperture, l'attacco a terra, le superfici finestrate e le pareti verticali, che svolgono il ruolo non tanto di separazione ma di relazione con l'esterno mettendo in contatto l'uomo con il paesaggio e di conseguenza rinnovando il senso dell'abitare.

Terragni, Libera, Figini e Pollini sono solo alcuni tra gli architetti italiani del '900 che attraverso

le loro opere hanno sviluppato il tema dando spessore spaziale e profondità al piano della facciata mediante l'uso di griglie di ordine superiore o inferiore e di ritmi lineari, configurando tracciati che agiscono secondo corrispondenze geometriche semplici o complesse tra telai strutturali e sistemi di bucaure (Figini, 1950), disposte secondo logiche dettate dalla configurazione degli ambienti interni e dalle relazioni percettive con l'esterno (Coppetti, 2017).

Il rapporto tra interno ed esterno associato al tema dell'abitare svolge un ruolo centrale nella sperimentazione progettuale con approfondimenti su soluzioni basate sulla natura e sui sistemi passivi (Olgyay, 1981; Gangemi, 1994; Davidová, Barath and Dickinson, 2023; El-Hitami, Mahall and Serbest, 2023), sempre più orientati a sfruttare la radiazione solare, il controllo della luce, l'esposizione ai venti e l'introduzione e gestione di materiali vegetali, fino a valutare sistemi di sicurezza atti a preservare gli spazi domestici da intrusioni indesiderate.

La relazione tra indoor e outdoor è pertanto incaricata di incidere sulla qualità e sul benessere degli spazi di vita (Protasoni, 2020) e di riconfigurare l'organismo edilizio e le sue interazioni con lo spazio urbano, ponendosi a fondamento dei processi rigenerativi che puntano alla riqualificazione dell'esistente e del comfort abitativo anche nell'ottica della transizione energetica e del contrasto ai cambiamenti climatici.

La ricerca recepisce il concetto di 'in-between' associato ai luoghi nei quali si attuano le relazioni tra gli edifici e i contesti, tra gli elementi nuovi e preesistenti, tra le persone e gli spazi (Spirito, 2016); include inoltre il concetto di 'spazio intermedio' che offre una chiave di lettura dello spazio tra dimensione privata e dimensione pubblica (Bassanelli, 2015) e conduce all'approfondimento dell'idea di pertinenza e di interstizio per una neutralità climatica (Tucci, Altamura and Pani, 2023), definizioni che si traducono in segni architettonici: un salto di quota, un trattamento della superficie, un elemento di delimitazione, una schermatura.

Indoor e outdoor nei processi di rigenerazione urbana e di efficientamento energetico

Gli architetti sono chiamati oggi ad affrontare progettualemente la crisi climatica e la scarsità delle risorse agendo su nuove costruzioni ma anche operando sul corpo della città, con interventi sul patrimonio edilizio esistente (Dixon et alii, 2014). A ciò sono stati indirizzati recenti Programmi di riqualificazione urbana sostenuti da incentivi economici, tra cui i bonus ristrutturazioni edilizie³: attraverso implementazioni impiantistiche e l'utilizzo di dispositivi 'epidermici', applicati prevalentemente alle facciate degli edifici, si è ottenuto un innalzamento della classe energetica dei fabbricati, ma raramente un incremento della qualità architettonica dello spazio domestico e ancor meno di quella urbana.

La comunità scientifica ha spesso sostenuto tesi decisamente più avanzate, ritenendo che per incidere sulla qualità dell'habitat antropizzato sia necessario intervenire «[...] non per sommatoria di interventi puntuali, come lo sono stati per decenni quelli, seppur virtuosi, alla scala dell'efficientamento di singoli edifici, ma in maniera sistematica sul tessuto urbano e su parti significative di esso» (Tucci and Cefafosso, 2020, p. 256). È indub-

bio che la riqualificazione sul singolo edificio generi un impatto positivo nell'ambiente circostante (Olivieri, 2022; Canovas and De Andrés, 2023), ma l'effetto sarebbe amplificato se l'azione progettuale coinvolgesse la dimensione pubblica, semi-pubblica e privata dello spazio.

La relazione tra indoor e outdoor torna ad essere fondamentale alla scala dell'edificio e alla scala urbana nei processi di rigenerazione urbana e riqualificazione edilizia rispetto a fenomeni che interessano le aree urbanizzate come quelli riguardanti i Cambiamenti Climatici (CC) e l'Isola di Calore Urbana (ICU), collegate al processo di transizione energetica.

Tra le principali cause che determinano i CC e l'ICU sono diffusamente riconosciute la densità edilizia, lo squilibrio tra spazio edificato e spazio aperto, la progressiva riduzione del verde nella città, le sempre più estese superfici asfaltate o cementificate che hanno un basso coefficiente di albedo e il calore antropogenico, derivante da tutte quelle attività umane quali il traffico veicolare e i processi di combustione e funzionamento degli impianti di riscaldamento e raffrescamento che richiedono un consistente fabbisogno energetico e disperdono calore nell'ambiente esterno (Chiesa and Palme, 2018).

Le sfide espresse dalle recenti ricerche scientifiche sulla mitigazione dei CC e dell'ICU non riguardano solamente l'individuazione di alcune buone pratiche esplicitate attraverso l'utilizzo di accorgimenti tecnologici capaci di produrre effetti positivi rilevabili, come la riduzione della temperatura in alcune aree critiche, ma anche la predisposizione di azioni di mitigazione climatica capaci al contempo di determinare qualità dello spazio interno ed esterno, privato e pubblico (Pone, 2021). Alla base di tali azioni si pone un sostanziale ripensamento del rapporto tra artificio e natura che indirizza una progettualità sempre più multidisciplinare, capace di integrare professionalità differenti e competenze specifiche verso il riequilibrio ambientale e la coesione sociale (Perini, Mosca and Giachetta, 2021).

Nell'ultimo decennio è cresciuto il riconoscimento del ruolo che può svolgere la natura nel risolvere un'ampia varietà di questioni riguardanti i processi di rigenerazione architettonica e urbana (Lepore, 2024; Sposito, 2022; Dessi et alii, 2018; Perini, 2013). Le Nature-based Solutions (NbS) sono azioni ispirate e supportate dalla natura che, opportunamente combinate, forniscono benefici ambientali, sociali ed economici all'interno dei contesti urbani, concorrendo ad aumentare la resilienza delle città (Clemente et alii, 2022). Le NbS potrebbero apportare miglioramenti anche sulle spazialità architettoniche urbane in chiave ecologica e sostenibile con un ripensamento del rapporto tra interno ed esterno: lo spazio esterno potrebbe essere assunto come proiezione dello spazio interno e la città sarebbe così riconfigurata come una sequenza di 'interni urbani', spazi appropriati alla persona e adeguati al vivere sociale, dotati di qualità, identità e unicità (Colombo, 2015; De Capua and Errante, 2019).

Solo a partire da una preliminare intenzione di rinnovare l'idea di spazio associato all'abitare, le diffuse sperimentazioni sui CC e sull'ICU, basate sulla comparazione tra dati microclimatici rilevati e dati microclimatici determinati dall'applicazione di dispositivi di mitigazione, assumono valenza ar-

chitettonica scongiurando un utilizzo meccanico e automatico delle NbS, pilotato dai software.

I temi del benessere e della salute riguardano la qualità architettonica e urbana e non solo una scelta delle più adatte soluzioni di mitigazione; per raggiungere questo obiettivo è necessario riconoscere specificità morfologiche dei luoghi e complessità dei molti scenari urbani che articolano la città contemporanea, in cui si sceglie di predisporre azioni di intervento (Pone, 2023). I criteri compositivi guidano la scelta oculata dei dispositivi da adottare, la modalità di trattamento delle superfici, la disposizione degli elementi in funzione delle peculiarità di ogni sito e dei servizi presenti in loco; tutto ciò viene criticamente valutato prima di elaborare un progetto di mitigazione climatica (Perini, Mosca and Giachetta, 2021).

Approccio metodologico | La metodologia assume un ruolo centrale nello studio intrapreso, basandosi sul confronto interdisciplinare interno al gruppo, sull'acquisizione di dati urbani e climatici e sulla loro interpretazione, sull'elaborazione progettuale come opportunità di sperimentare soluzioni attraverso le quali valutare criticamente gli esiti dei dispositivi adottati.

L'indagine focalizza l'attenzione su tre distinti contesti urbani del medio-adriatico che si offrono come aree campione, espressione di possibili situazioni ricorrenti all'interno dei territori antropizzati che comprendono tessuti urbani consolidati e tessuti urbani di recente formazione caratterizzati da una differente densità edilizia (Fig. 1). Le tre aree campione sono state sottoposte a una preliminare indagine conoscitiva indirizzata all'approfondimento di due distinti fenomeni: il fenomeno urbano e il fenomeno microclimatico.

Le indagini tipologiche e morfologiche urbane hanno offerto spunti nel riconoscimento della struttura formale associata ai tre contesti presi in esame, che convergono nello studio esteso delle Local Climate Zone (LCZ), le quali intercettano i dati urbani più rilevanti per i cambiamenti climatici (Demuzere, Kittner and Bechtel, 2021). Le indagini climatiche hanno messo in luce variabili meteorologiche, parametri legati alla percezione del comfort, criticità e fluttuazioni durante le stagioni, anch'esse associate alle specificità contestuali. Ciò che accomuna queste due indagini, profondamente diverse, è la misurazione dei fenomeni indagati, mentre ciò che spinge la ricerca è la possibilità di mettere in relazione maggiormente i diversi fattori, urbani e climatici, per evidenziare le vulnerabilità, individuare unità urbane di intervento all'interno dei territori e verificare il progetto (Magliocco and Oneto, 2023).

Nei tre distinti contesti sono state rilevate le misure dello spazio chiuso e dello spazio aperto, gli indici di copertura, i materiali, la presenza del verde, la densità della popolazione e delle attività umane, ma anche le misure dello spazio abitativo dedotte dall'analisi tipologica degli edifici campione. Le misure climatiche sono rilevate in modo diretto e indiretto, da sistemi satellitari, come nel caso del Land Surface Temperature (LST), o da strumenti di simulazione, come l'Urban Weather Generator (Chiesa and Palme, 2018), e sono restituite attraverso mappature e diagrammi, elaborati in griglie, pixel cromatici dislocati sulle superfici prese in esame, associati a gradienti di temperatura.

Software di simulazione avanzati, come Envi-Met e Ladybug, sono stati impiegati per sviluppare analisi mirate alla valutazione del comfort termico, in particolare entro le tre unità spaziali specifiche, individuate nelle piazze parcheggio. I sistemi parametrici associano caratteristiche materiche, morfologiche e meteo-climatiche, verificano le scelte progettuali nello spazio aperto e alla scala dell'edificio, restituendo scenari ante e post.

L'indagine tipologica e morfologica è elaborata attraverso rappresentazioni planimetriche, piante, prospetti e sezioni dei fabbricati analizzati, disegni che mettono in luce una strutturazione dello spazio fissata anche in questo caso attraverso una griglia assunta come schema direttivo. La griglia è strumento di registrazione dei fenomeni analizzati ma anche dispositivo di indirizzo dell'azione progettuale; recependo le informazioni dedotte dall'indagine tipologica, morfologica e climatica, si costruisce la griglia di riferimento dedotta dall'edificio preso in esame ed estesa allo spazio aperto antistante. La griglia delimita i campi di azione, le unità di superficie, orizzontale e verticale, su cui operare progettualmente al fine di migliorare le qualità spaziali, architettoniche, urbane e ambientali: su di esse agiscono le NbS che producono effetti sul comfort indoor e outdoor.

I campi di azione, sanciti dalla tipologia edilizia e confermati dalla tipologia strutturale, mostrano la loro virtualità nella riqualificazione architettonica dell'edificio preso in esame; essi definiscono i punti di attivazione del dispositivo spaziale Green Room che agisce in tempi diversi con un progressivo coinvolgimento degli abitanti, partendo dallo spazio privato e propagando la sua azione sullo spazio pubblico, attraverso una sperimentazione progettuale che si mostra come un sistema aperto piuttosto che come una composizione chiusa.

Il dispositivo Green Room | Il dispositivo Green Room veicola una modalità di azione all'interno dei territori urbanizzati attivando un processo rigenerativo, inter-scalare e diffuso, ancorato alla specificità dei contesti topografici: la Green Room è concepita come uno spazio aperto, di sosta o di passaggio, in cui la vegetazione si insinua e attecchisce nelle cavità generate da un preliminare processo di sottrazione, un processo inverso a quello di incremento, auspicato dalle recenti politiche economiche nel settore dell'edilizia, come il Piano Casa⁴. La proposta di decremento volumetrico è supportata dal progressivo calo demografico attestato dalle rilevazioni del censimento permanente della popolazione e di conseguenza della riduzione dei componenti del nucleo familiare⁵ a fronte di una dimensione generosa delle unità abitative, risalenti per buona parte agli anni '60 e '70, che compongono il patrimonio edilizio oggetto di riqualificazione architettonica.

Il dispositivo applicato ai manufatti edilizi agisce sulle facciate, sulle pertinenze e sui tetti e produce spazi aperti abitabili, corti, patii, porticati, loggiati, conducendo a un innalzamento della qualità dello spazio domestico: gli edifici diventano porosi (Velardi, 1992) e accolgono cavità attraverso le quali la luce e l'aria, filtrati dalla vegetazione, penetrano negli spazi interni.

La Green Room è dunque un'estensione all'aperto dello spazio domestico, un microcosmo naturale, un giardino d'inverno, in grado, attraverso la vegetazione e strategie solari passive, di rea-

lizzare condizioni microclimatiche di benessere termoisometrico e risparmio energetico, migliorando il comfort offerto dal verde all'interno della casa (DeKay and Brown, 2014; DeKay and Tornieri, 2023): meno volume edilizio e più volume vegetale. Il dispositivo applicato alla morfologia urbana amplifica il processo di sottrazione di materia, da intendersi in questo caso come erosione strategica delle superfici impermeabili, manti di asfalto o cemento che hanno occultato il suolo (Coccia, 2005), rendendole permeabili. In questo caso l'effetto della Green Room si manifesta come ridisegno dello spazio aperto della città entro il quale si iscrive il sistema di stanze verdi private ricavate all'interno dei volumi edilizi.

Il processo erosivo e l'insinuazione del verde conducono a una progressiva dissoluzione degli oggetti all'interno dei contesti mettendo in crisi le tradizionali dicotomie interno-esterno, aperto-chiuso, figura-sfondo (Spirito, 2016).

The Green Room è il titolo di un'opera di Henri Matisse del 1916: un tavolino tondo con un vaso di fiori in primo piano su uno sfondo verde in cui pavimento e parete si confondono. Su questo sfondo si apre una finestra da cui spunta un'area verde che inquadra un esterno, ancora una entità contraddistinta dal colore verde, una tonalità diversa da quella utilizzata per l'interno, la stessa di quella del vaso sul tavolino. Nel 1947 Matisse dipinge The Red Room, in cui la composizione è la stessa,

cambiano i colori; il rapporto tra interno ed esterno è un tema ricorrente nella ricerca pittorica di Matisse. L'interno e l'esterno appaiono fusi l'uno nell'altro, il pittore può finalmente respirare dall'interno lo stesso profumo degli alberi dall'esterno. Dialogando con il frate Rayssiguier, Matisse afferma: «Prima, tra il mio atelier e l'esterno non c'era una continuità completa [...]. C'era una piccola sfasatura tra la natura e ciò che io facevo; ad esempio, io facevo il mare, ma mentre dipingevo non sentivo l'odore del mare» (cit. in Tazartes, 2004, p. 166); adesso non c'è più nessuna sfasatura tra interno ed esterno perché l'artista, mentre dipinge, si identifica totalmente nella natura e può respirare la sua atmosfera. La sperimentazione progettua-

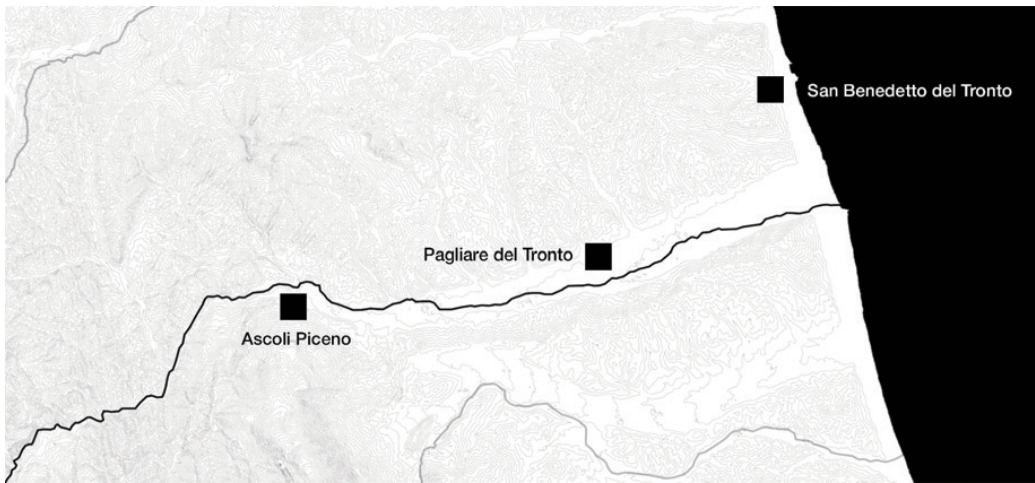


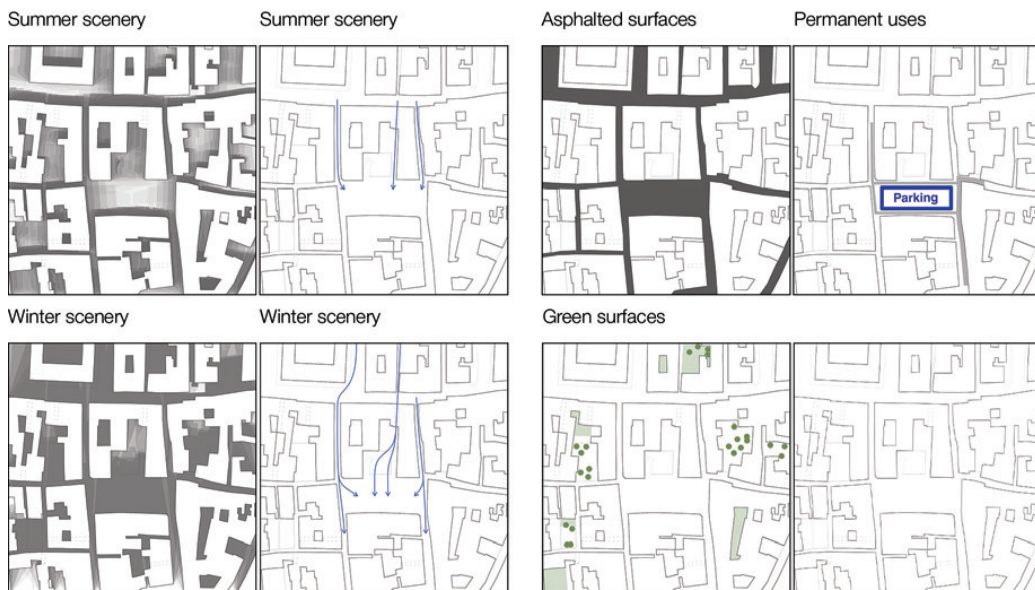
Fig. 1 | Territorial framework of the Valle del Tronto and identification of the study areas (credit: the Authors, 2024).

Fig. 2 | Study areas: Piazza della Viola in Ascoli Piceno, Piazza Kennedy in Pagliare del Tronto, and Piazza Marche in San Benedetto del Tronto (credit: the Authors, 2024).

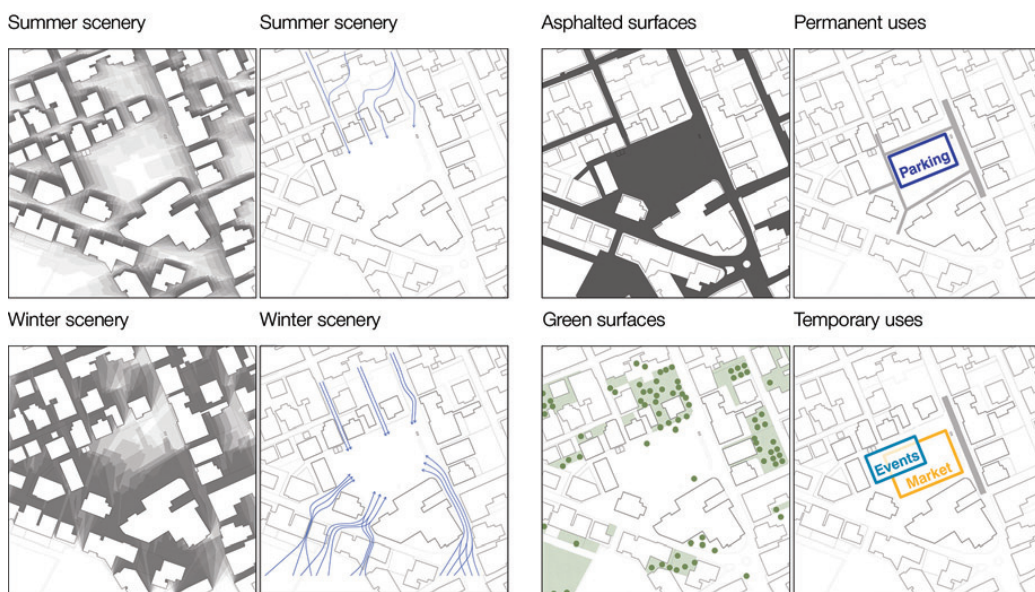
Fig. 3 | Views of the study areas (credit: the Authors, 2024).



1.



2.



3.



le si avvale di vari riferimenti e tra questi le opere d'arte contribuiscono ad ampliare l'immaginario; sul tema della Green Room la ricerca pittorica condotta da Matisse ha consentito di comprendere le potenzialità del dispositivo proposto nella rigenerazione architettonica e urbana.

Casi studio e sperimentazioni progettuali | I tre contesti spaziali, assunti come casi studio, coincidono con tre piazze parcheggio localizzate in tre distinti ambiti territoriali urbani dislocati lungo l'asse fluviale del fiume Tronto nel territorio medio-adriatico. All'interno di un insediamento diffuso che coinvolge la fascia costiera e propagandosi nelle vallate trasversali al mare raggiunge i nuclei storici, questi tre contesti spaziali, pur nella loro specificità, presentano caratteri di generalità. La piazza parcheggio ricorre nella metropoli diffusa medio-adriatica e assume connotazioni differenti nei contesti urbani consolidati, localizzati prevalentemente nell'entroterra, e in quelli di recente formazione, localizzati nelle aree di fondovalle e lungo la costa.

Le criticità architettoniche e climatiche rilevate nelle tre aree studio e le sperimentazioni progettuali condotte, opportunamente comparate, offrono spunti di riflessione nei processi di rigenerazione architettonica e urbana (Figg. 2, 3).

Il primo caso studio è Piazza della Viola nel Centro storico di Ascoli Piceno, il secondo è Piazza Kennedy a Pagliare del Tronto, il terzo è Piazza Marche a San Benedetto del Tronto. I tre contesti urbani sono stati indagati rispetto a struttura morfologica, attività antropiche e microclimatiche (Fig. 4). Ascoli Piceno è una città segnata da un tessuto storico ancorato alla fondazione risalente all'età romana; Pagliare del Tronto è un piccolo insediamento di recente formazione disposto nel fondovalle in prossimità di uno svincolo infrastrutturale; San Benedetto del Tronto è una città costiera che si è sviluppata a partire dal secondo dopoguerra.

Al fine di sperimentare il comfort outdoor e indoor, l'azione progettuale nei tre casi studio agisce sullo spazio aperto della piazza e sullo spazio chiuso di un edificio campione, opportunamente selezionato, su di essa prospiciente (Fig. 5). In ciascuno dei casi studio le due entità spaziali, la piazza e l'edificio, non instaurano relazioni reciproche (non sono stati concepiti all'interno di un progetto urbano coerente e tantomeno unitario) ma si mostrano come fatti autonomi: gli edifici, a prevalente destinazione residenziale, ricalcano tipologie locali ricorrenti, mentre le piazze si presentano come vuoti urbani, spazi sottratti alla edificazione.

Pur nelle differenti connotazioni degli ambiti contestuali che li accolgono, indubbiamente più marcate nell'area del centro storico e meno nelle aree del fondovalle e della costa, i tre casi studio mostrano caratteri di generalità e sono assunti come campo di sperimentazione per la messa a punto di una possibile strategia di rigenerazione architettonica e urbana.

Ad Ascoli Piceno la griglia si ancora alla strut-

Fig. 4 | Analysis of the open space of Piazza della Viola (1) in Ascoli Piceno, Piazza Kennedy (2) in Pagliare del Tronto, and Piazza Marche (3) in San Benedetto del Tronto: shadows, winds, materials, and uses (credit: the Authors, 2024).

tura del Palazzo Bonaccorsi in cui si prevedono piccoli interventi di riqualificazione energetica (Fig. 6). Oltre alla realizzazione di un androne passante tra Via dei Bonaccorsi e Piazza della Viola, si prevede una Green Room al secondo livello del palazzo trasformando una camera stretta e lunga in una serra bioclimatica a doppia altezza che metta in relazione l'appartamento con il lastrico solare. La griglia disegna lo spazio aperto della piazza definito da una sovrapposizione di placche matericamente differenziate, una delle quali, lievemente ruotata e depressa, si presenta come un frammento di bosco nel centro storico, uno spazio che contribuisce a mitigare la temperatura elevata dello spazio aperto (Tzortzi and Lux, 2022).

A Pagliare del Tronto la griglia è scaturita dall'analisi di un fabbricato che insiste su Via Alcide de Gasperi e si affaccia sulla Piazza Kennedy (Fig. 6). L'edificio è contraddistinto da un telaio in cemento armato e si presta a un esercizio di sottrazione volumetrica per la realizzazione di Green Room. La geometria della griglia, dedotta dall'analisi del fabbricato, si estende alla piazza antistante che conserva la sua vocazione originaria, quella di essere uno spazio adibito a parcheggio ma anche destinato a mercato settimanale e a ospitare eventi. Sulla piazza si attiva un processo di rimozione del manto di asfalto e di messa in luce del suolo occultato.

La griglia genera campi, superfici matericamente differenziate: pavimentazioni chiare determinano un innalzamento dell'albedo; tappeti verdi svolgono un ruolo drenante per le acque meteoriche; alberature ad alto fusto ombreggiano lo spazio aperto. Un pergolato e un terrapieno boschivo, oltre che definire le aree di passaggio e di sosta, agiscono ancora come dispositivi climatici.

A San Benedetto del Tronto la sperimentazione coinvolge un imponente edificio residenziale che si attesta ancora sulla piazza parcheggio (Fig. 6). Anche qui la griglia è determinata dalla scansione strutturale del fabbricato entro la quale si iscrivono i campi interessati dalla sottrazione volumetrica per la realizzazione di Green Room. Ulteriori campi della facciata, su cui si registra un forte irraggiamento solare, sono rivestiti da un involucro in doghe di legno; altri campi sono rivestiti dalla vegetazione. La geometria di questa ossatura rigenerativa viene riproposta nel disegno della piazza che è immaginata come una grande placca che si solleva dal suolo divenendo copertura di un parcheggio ipogeo. Sull'estradosso della copertura un riparto di terra determina una bolla vegetale che contribuisce a mitigare la temperatura della piazza. Dal parcheggio sottostante l'aria rinfrescata viene canalizzata nei vani scala producendo una mitigazione climatica degli spazi indoor. Un ulteriore elemento bioclimatico è definito dal tetto verde e da un pergolato che concorrono a definire uno spazio semi pubblico sulla sommità del fabbricato.

Le tre proposte progettuali descritte sono il risultato di una sperimentazione più ampia che ha portato alla elaborazione di diversi scenari: per ogni area studio sono state sviluppate e comparate tre soluzioni possibili. La coerenza tipologica e morfologica di ciascuna soluzione e i benefici bioclimatici ottenuti dall'applicazione dei dispositivi adottati hanno condotto alla scelta dei tre progetti presentati.

Casi studio e verifiche degli scenari | Le verifi-

che condotte si sono mostrate significative: la valutazione del livello di comfort termico outdoor, attraverso l'Indice Universale del Clima Termico (UTCI – Universal Thermal Climate Index), permette di stimare il comfort fisiologico in funzione degli scambi termici derivanti dalle caratteristiche climatiche, materiche e geometriche del sito, consentendo di identificare le condizioni termiche sfavorevoli e di valutare l'efficacia delle strategie di progetto. Le simulazioni sono state effettuate considerando le variabili climatiche di un giorno rappresentativo dei tre contesti analizzati, tra quelli più critici, in un periodo di osservazione di 5 anni, al fine di recepire la risposta microclimatica di discomfort termo-igrometrico sia per lo scenario estivo che per quello invernale.

Il software Envi-met ha generato le rappresentazioni dettagliate dello stato attuale e gli scenari confermano la vulnerabilità delle piazze parcheggio. Queste aree si sono rivelate critiche all'interno del contesto urbano a causa delle condizioni termiche estremamente avverse, con valori di UTCI che raggiungono indici di sensazione termica percepita anche di 36 °C (Fig. 7).

La valutazione dell'impatto delle proposte di intervento sul comfort termico dell'area garantisce una mitigazione della temperatura percepita, grazie alle operazioni di erosione del manto di copertura e di trattamento vegetale del suolo emerso, su cui sono state piantate nuove specie arboree per l'ombreggiamento, e di sostituzione delle pavimentazioni esistenti attraverso l'uso di materiali con maggiore albedo al fine di ridurre l'assorbimento di calore. Per la verifica del comfort alla scala edilizia con il software Ladybug sono stati valutati gli scenari estivi e invernali pre e post progetto su tre edifici campione, collocati nelle aree oggetto di studio, la cui esposizione è risultata più svantaggiosa (Fig. 8).

I software di simulazione ambientale sono stati utilizzati separatamente non considerando i benefici reciproci e quelli legati a ombreggiamento sugli edifici ed evapotraspirazione di piante e alberi; pertanto le simulazioni sottostimano le condizioni di comfort indoor e outdoor, raggiungibili con il dispositivo della Green Room.

Nel caso studio di Ascoli Piceno, è stata effettuata la scelta della serra bioclimatica, un volume a doppia altezza che occupa la sommità del fabbricato. Questo dispositivo è stato pensato con l'obiettivo di catturare e immagazzinare la radiazione solare, in modo che durante l'inverno, la struttura funga da serra solare e rilasci gradualmente energia all'interno dell'edificio, contribuendo a mantenere una temperatura confortevole; durante la stagione estiva la presenza della vegetazione all'interno della serra gioca un ruolo fondamentale nel ridurre l'impatto delle radiazioni solari dirette sull'edificio, comportando un netto miglioramento delle condizioni di comfort ambientale all'interno dell'abitazione.

Nel caso studio di San Benedetto si è valutata l'efficacia delle strategie passive per sfruttare l'energia solare sull'edificio nel periodo invernale attraverso le stanze verdi, che fungono da magazzini termici: la comparazione tra lo stato ante e post-intervento evidenzia un accumulo di calore che si crea nelle Green Room di progetto, il quale viene conservato e distribuito in modo controllato negli spazi abitativi. Nel periodo estivo il comfort ambientale viene raggiunto non solo attraverso le

Green Room ma anche con apposite schermature che proteggono l'edificio dall'irraggiamento solare diretto.

Nel caso studio di Pagliare del Tronto si è considerata l'opzione di sottrarre volume sulla facciata di un fabbricato la cui esposizione è risultata piuttosto critica. Questa decisione è stata presa con l'obiettivo di ridurre l'irraggiamento solare durante la stagione estiva, contenendo il surriscaldamento. La Green Room interna all'edificio e i processi di erosione vegetale estesi nello spazio aperto integrati insieme contribuiscono a mitigare le condizioni di discomfort.

Conclusioni | Il rapporto tra indoor e outdoor, sia alla scala dell'edificio che a quella urbana, è una chiave interpretativa che si mostra efficace per innovare le analisi interpretative e i dispositivi progettuali volti al benessere degli spazi di vita e alla rigenerazione dei territori antropizzati, vulnerabili ai cambiamenti climatici e all'isola di calore urbano. La metodologia sperimentata si inserisce nel dibattito scientifico attuale poiché spinge a indagare, in modo integrato, i fenomeni urbani e climatici e a esplorare soluzioni generali e specifiche al tempo stesso, comunque conformate ai contesti locali. Partendo da una analisi tipo-morfologica di tre territori presi in esame e da uno studio del comportamento energetico di un edificio campione nonché delle condizioni microclimatiche dello spazio aperto (piazza parcheggio) su cui esso insiste, è possibile prefigurare nuovi scenari architettonici e urbani avvalendosi del supporto delle tecnologie digitali. Al fine di migliorare le prestazioni degli spazi e i benefici da essi offerti in termini di qualità della vita, benessere e salute degli abitanti, la sperimentazione progettuale si avvale di azioni ispirate e supportate dalla natura.

Le analisi dell'UTCI e le simulazioni ambientali elaborate con il supporto del software Envi-met, nonché la verifica del comfort sugli edifici campione gestita dal software Ladybug, hanno prodotto risultati utili alla valutazione dello stato di fatto e di progetto per l'innalzamento della qualità climatica dello spazio indoor e outdoor.

L'impossibilità di gestire simultaneamente il comfort termico dello spazio esterno e di quello interno può essere ritenuta un limite per la ricerca incentrata sulla messa a punto del dispositivo Green Room, ma la possibilità di colmare questa carenza schiude a futuri sviluppi della ricerca stessa. È stato dunque necessario un doppio esercizio di calcolo, dello stato di fatto e di progetto, per ciascuna area studio, uno incentrato sullo spazio aperto e uno sullo spazio coperto, i cui esiti, non totalmente esaustivi e integrabili, sono stati comunque valutati e interpretati nella elaborazione progettuale. La proposta progettuale sviluppata per ciascuna area studio deve ritenersi quella ottimale tra le diverse soluzioni sperimentate e sottoposte a verifica del comfort climatico.

Un punto di forza della ricerca è espresso dall'intenzione di stabilire una distanza da un approccio progettuale automatico in cui la soluzione formale sia dedotta dai dati o generata dai software. Nell'intento di mitigare i cambiamenti climatici e innalzare la qualità degli ambienti architettonici e degli spazi urbani è necessario, per gli sviluppi futuri, un aggiornamento non solo dei software ma anche una revisione degli strumenti e dei metodi su cui si fonda la cultura progettuale a partire da

un rinnovamento dello spazio architettonico tra tipologia edilizia e morfologia urbana e, in modo specifico, tra spazio privato e spazio pubblico (Fig. 9).

Il dispositivo Green Room sperimentato nelle tre aree del territorio medio-adriatico può essere applicato anche in altri contesti in cui la vegetazione, infiltrandosi nello spazio privato e propagandosi nello spazio pubblico, sia in grado di innescare un processo rigenerativo della città esistente concorrendo alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici. La 'piazza parcheggio' è una figura spaziale reiterata in diversi territori urbanizzati, investiti dalla seconda metà del Novecento in poi da profonde trasformazioni sociali ed economiche, che hanno depositato sui suoli spazi con scarsa qualità e varietà dei materiali, ideati senza una visione progettuale in dialogo con i manufatti edilizi che circoscrivono l'ambiente e con una presenza delle auto in sosta, tutti caratteri facilmente rintracciabili che ne determinano l'individuazione.

Per il futuro della ricerca il dispositivo della Green Room potrà essere sperimentato anche in una visione sistemica maggiore, che coinvolga e assimili più di un episodio di infiltrazione vegetale e decremento volumetrico nei tessuti urbanizzati presi in esame o che agisca in altri elementi strutturanti lo spazio aperto in relazione al costruito, come nel caso delle geometrie lineari delle strade.

È stato dimostrato che le piante e gli alberi possono aiutare a contenere l'aumento delle temperature che negli ultimi anni si è registrato nelle aree urbane; quindi piantare alberi e arbusti, introdurre siepi o realizzare tetti e pareti verdi producono benefici ai fini della regolazione delle temperature e dei consumi energetici (Ferrini and Del Vecchio, 2021). Trees for Cities è una campagna lanciata dalla FAO nel 2018 e il tema dell'inverdimento dei territori antropizzati è al centro del dibattito⁶: la natura, se reintrodotta nella città, può agire in modo efficace, performante e persino meno oneroso di altre soluzioni nel ridurre l'impatto dei cambiamenti climatici, nel contenimento del consumo energetico e nel rendere l'ambiente urbano più resiliente (Dessi et alii, 2018; Ferrini and Gori, 2021). Ma per gli sviluppi di queste tesi si richiede una progettualità compositiva-architettonica e tecnologico-climatica, come dimostrato nella trattazione dell'articolo incentrato sulla sperimentazione del nuovo dispositivo spaziale Green Room, in grado di attivare congiuntamente e coerentemente una rigenerazione architettonica e urbana.

All'interno di una visione ecologica e ambientale connessa alla transizione energetica il progetto architettonico e urbano si adegua ma non perde la sua innata vocazione, ossia il suo essere fondamentalmente una pratica intellettuale, un pensiero tradotto in forma, un esercizio conoscitivo e creativo al tempo stesso che, pur avvalendosi di sistemi parametrici, dati e software di simulazione, si muove all'interno di un ampio immaginario culturale, fonte di ispirazione, come dimostrato dai richiami all'architettura e all'arte: la Green Room di Matisse ha offerto spunti di riflessione sulla interazione tra interno ed esterno e sulla sperimentazione della soglia ripensando al concetto di limite fisico e mentale dello spazio.

ization, and Sustainability for the Widespread Economy in Central Italy¹ focuses on improving sustainability and quality of life in the era of digital, green, and energy transition, a requirement shared by all PNRR projects. It aims to develop and transfer innovation in urban and rural areas to make regional production systems more competitive.

Within this broad research context, the University of Camerino addresses, through the activities of Spoke 6, the theme of 'sustainability of living environments and individual well-being'²; in particular, Work Package 1) places at the centre of the experiments the digital, green, and energy transition of the indoor and outdoor living environments of urbanised territories, which are heavily involved in building redevelopment and urban regeneration processes. Reflecting on the effects determined by the accelerated anthropisation processes that have affected vast areas of the territory in recent decades, it is noted that sustainability has rarely been pursued: meeting the needs expressed by past generations has decidedly compromised those of future generations.

Forty years ago, the Our Common Future Report (UN, 1987) signed by Brundtland declared 'the urban challenge' as central in the debate on environment and development. Urban habitats are indeed the contexts within which phenomena such as overconsumption (understood as excessive use of resources, especially fossil fuels) are most evident, undoubtedly one of the main causes of the environmental crisis, CO₂ emissions from combustion, and global warming; environmental degradation and deterioration of urban centres; and disastrous effects due to climate change, all events highly interconnected.

According to Brundtland, the cities of the future must demonstrate the remarkable capacity to produce and manage their urban infrastructures, spaces, services, and housing with an increasingly sustainable perspective connected to that of innovation since, in many cases, these goals must be achieved under conditions of uncertainty, great economic difficulties, and decreasing resources compared to needs and increasing expectations.

The relationship between indoor and outdoor spaces in living environments becomes the interpretative and design key for an integrated evaluation of urban and architectural spaces and to direct innovative intervention strategies on existing building stock to increase environmental comfort, energy efficiency, and individual well-being. In urban regeneration and ecological redevelopment processes, indoor and outdoor spaces are often investigated separately, with approaches that, even if inspired by improving living quality, must explore the complexity and interdependence of the different components. This does not favour the development of ideal solutions for achieving environmental performance and climate mitigation objectives, safety and efficiency of technological infrastructures, and energy savings, let alone an integrated reading of all these aspects (Tucci and Cecafozzo, 2020).

This contribution illustrates some results of the PNRR VITALITY research of Spoke 6, Work Package 1, of the University of Camerino, which aims at renewing investigation and design tools with a view to desired architectural and urban regeneration. Starting from innovation and sustainability, paradigms for digital, green, and energy transition in urbanised territories, the contribution examines the relation-

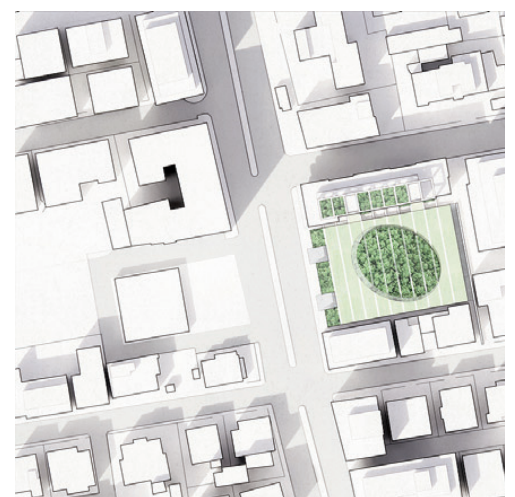
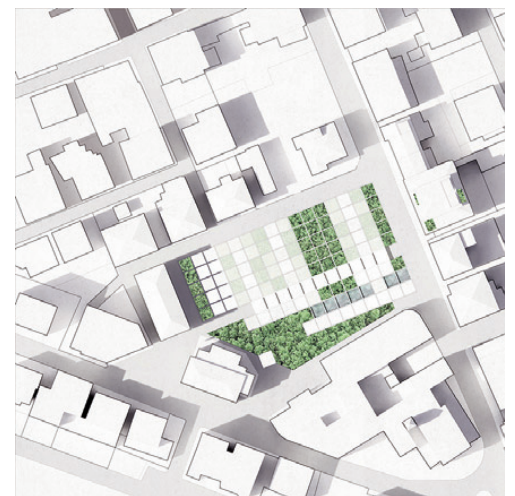
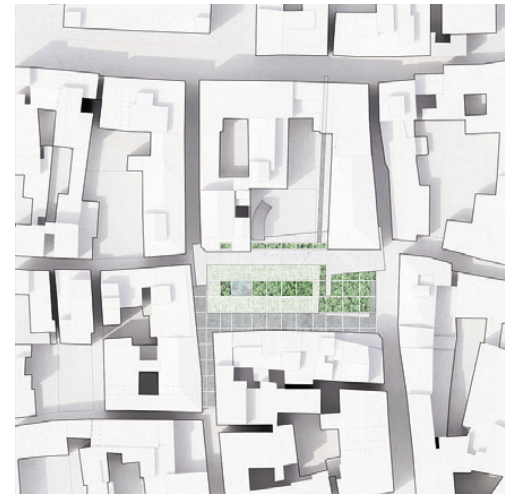
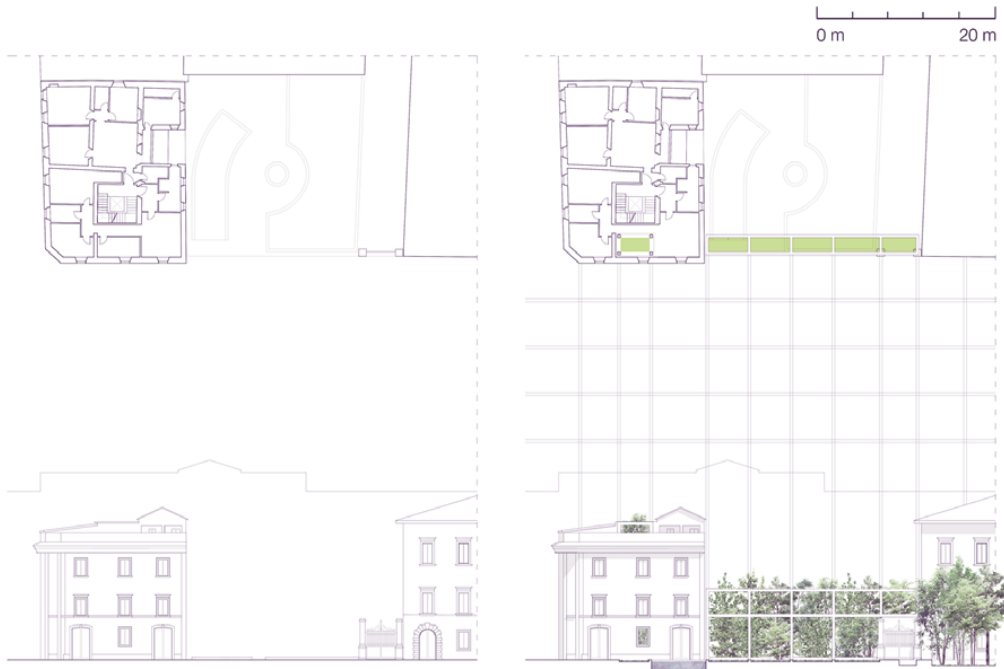


Fig. 5 | Planivolumetric representation of the three study areas (credit: the Authors, 2024).

Next page

Fig. 6 | Palazzo Bonaccorsi in Piazza della Viola (1) in Ascoli Piceno, Building in Piazza Kennedy (2) in Pagliare del Tronto, and Building in Piazza Marche (3) in San Benedetto del Tronto: comparison between the current state of affairs and project (credit: the Authors, 2024).

1.



2.



3.



ship between indoor and outdoor spaces as a condition for the quality and well-being of environments, leading to the preparation of some design strategies for the redevelopment of existing housing stock and public space, aimed at climate neutrality as they contribute to reducing energy demand and consumption savings.

Pursuing this objective, the contribution focuses on the design device of the Green Room applied at the architectural and urban scale and verifies its effectiveness in three sample areas in the Adriatic-Mediterranean region. Through the analysis of climatic data and material aspects with the aid of computational simulation software, the contribution delineates some design scenarios and the outcome of the adopted methodology on which the conclusions are developed.

Indoor and outdoor in the notion of comfort and well-being in living spaces

In the first issue of *Domus* magazine, Giò Ponti (1928) uses the word 'comfort' to express a concept much broader than a need for necessity, convenience and organisation of services and technologies to which the living space must respond. Ponti refers to the Italian word 'conforto', which conveys the sense of well-being achieved when the home offers its inhabitant the possibility to 'open up', relate to the outside, and communicate with nature while enjoying restful views.

This gives rise to several 'inventions' of living: 'the space of the house succeeds outdoors' with porches, verandas, terraces, balconies, loggias, altans and belvederes; such solutions present themselves as filter spaces between the house and the outside world, extroverted spaces that add to the quality of living and allow for the artificial introjection of shreds of greenery, welcoming light, filtering sunlight and protecting against the cold.

Research on the indoor-outdoor relationship combines environmental data and domestic and social habits; design developments are matched in specific geographic and climatic contexts, as in the case of the Mediterranean basin, where some references, anchored in tradition, have been reinterpreted by modernist culture (Barber, 2020; Serghides, 2010), which, under the impulse of increased demand for housing, has been able to integrate spatial concepts and sanitation issues with the help of new technologies and construction materials.

Within these researches, in addition to the planimetric articulation and distributive organisation of rooms, some elements of the living space such as roofs, ground attachment, window surfaces and vertical walls are revisited, which play the role not so much of separation but of relationship with the outside by putting people in contact with the landscape and consequently renewing the sense of living.

Terragni, Libera, Figini and Pollini are just some of the Italian architects of the 20th century who through their works developed the theme by giving spatial thickness and depth to the façade plane through the use of higher or lower order grids and linear rhythms, configuring paths that act according to simple or complex geometric correspondences between structural frames and systems of holes (Figini, 1950), arranged according to logics dictated by the configuration of the interior spaces and the perceptual relations with the outside (Coppetti, 2017).

The relationship between indoors and outdoors associated with the theme of living plays a central role in design experimentation with insights into nature-based solutions and passive systems (Olgyay, 1981; Gangemi, 1994; Davidová, Barath and Dickinson, 2023; El-Hitami, Mahall and Serbest, 2023), which are increasingly oriented toward harnessing solar radiation, light control, exposure to winds, and the introduction and management of plant materials, up to evaluating security systems designed to preserve domestic spaces from unwanted intrusions. The relationship between indoors and outdoors is therefore in charge of affecting the quality and well-being of living spaces (Protasoni, 2020) and reconfiguring the building organism and its interactions with the urban space, setting itself as the foundation of regenerative processes that aim at the redevelopment of the existing and living comfort also with a view to the energy transition and the fight against climate change.

The research incorporates the concept of 'in-between' associated with the places in which the relationships between buildings and contexts, between new and pre-existing elements, and between people and spaces are enacted (Spirito, 2016); it also includes the concept of 'in-between space' that offers a key to interpret space between private and public dimensions (Bassanelli, 2015) and leads to the deepening of the idea of pertinence and interstice for climate neutrality (Tucci, Altamura and Pani, 2023), definitions that are translated into architectural signs: a change in level, a surface treatment, a boundary element, a shielding.

Indoor and outdoor in urban regeneration and energy efficiency processes | Architects are currently challenged to address climatic crises and resource scarcity by acting on new constructions but also by intervening in the urban fabric and working on existing building stock (Dixon et alii, 2014). This has been the focus of recent urban redevelopment programs supported by economic incentives, including building renovation bonuses³. Through plant implementations and 'epidermal' devices, mainly applied to building facades, there has been an increase in the energy class of buildings, but rarely an increase in the architectural quality of domestic space, and even less in urban quality.

Yet, the scientific community has often argued decidedly more advanced theses, arguing that in order to impact the quality of the anthropised habitat, it is necessary to intervene «[...] not by summation of punctual interventions, as those, albeit virtuous, at the scale of the efficiency upgrading of individual buildings have been for decades, but in a systematic way on the urban fabric and significant parts of it» (Tucci and Cecafozzo, 2020, p. 256). It is undeniable that refurbishing individual buildings generates a positive impact on the surrounding environment (Olivieri, 2022; Canovas and De Andrés, 2023), but the effect would be amplified if the design action involved the public, semi-public and private dimensions of the space.

The relationship between indoors and outdoors remains fundamental at the building scale and the urban scale in urban regeneration and building redevelopment processes concerning phenomena affecting urbanised areas, such as those concerning Climate Change (CC) and Urban Heat Island (UHI), linked to the energy transition process. Among the leading causes that determine

CC and UHI are widely recognised to be building density, the imbalance between built and open space, the progressive reduction of green space in the city, the increasingly large asphalt or cemented surfaces that have a low albedo coefficient, and anthropogenic heat, resulting from all those human activities such as vehicular traffic and the processes of combustion and operation of heating and cooling systems that require substantial energy requirements and dissipate heat to the external environment (Chiesa and Palme, 2018).

The challenges posed by recent scientific research on CC mitigation and UHI do not only concern the identification of some best practices explicated through the use of technological devices capable of producing detectable positive effects, such as the reduction of temperature in some critical areas, but also the preparation of climate mitigation actions capable at the same time of determining the quality of indoor and outdoor space, private and public (Pone, 2021). Underlying these actions is a substantial rethinking of the relationship between artifice and nature that directs an increasingly multidisciplinary design, capable of integrating different professionalisms and specific skills toward environmental rebalancing and social cohesion (Perini, Mosca and Giachetta, 2021).

Recognition of the role that nature can play in solving a wide variety of issues concerning architectural and urban regeneration processes has grown over the past decade (Lepore, 2024; Spósito, 2022; Dessi et alii, 2018; Perini, 2013). Nature-based Solutions (NbS) are nature-inspired and nature-supported actions that, when appropriately combined, provide environmental, social, and economic benefits within urban contexts, contributing to increasing the resilience of cities (Clemente et alii, 2022). NbS could also bring improvements to urban architectural spatialities ecologically and sustainably by reaching a reconsideration of the relationship between interior and exterior: the external space could be taken as a projection of the interior space, and the city would thus be reconfigured as a sequence of 'urban interiors,' spaces appropriate to the person and adequate for social living, endowed with quality, identity and uniqueness (Colombo, 2015; De Capua and Errante, 2019).

Only starting from a preliminary intention to renew the idea of space associated with living, the widespread experiments on CC and UHI, based on the comparison between sensed microclimatic data and microclimatic data determined by the application of mitigation devices, assume architectural value by averting a mechanical and automatic use of NbS, driven by software.

Well-being and health issues concern architectural and urban quality and not only a choice of the most suitable mitigation solutions; to achieve this goal, it is necessary to recognise morphological specificities of places and complexities of the many urban scenarios that articulate the contemporary city, in which one chooses to prepare intervention actions (Pone, 2023). Compositional criteria guide the judicious choice of the devices to be adopted, the way surfaces are treated, and the arrangement of elements according to the peculiarities of each site and the services present on site; all this is critically evaluated before developing a climate mitigation project (Perini, Mosca and Giachetta, 2021).

Methodological approach | Methodology plays

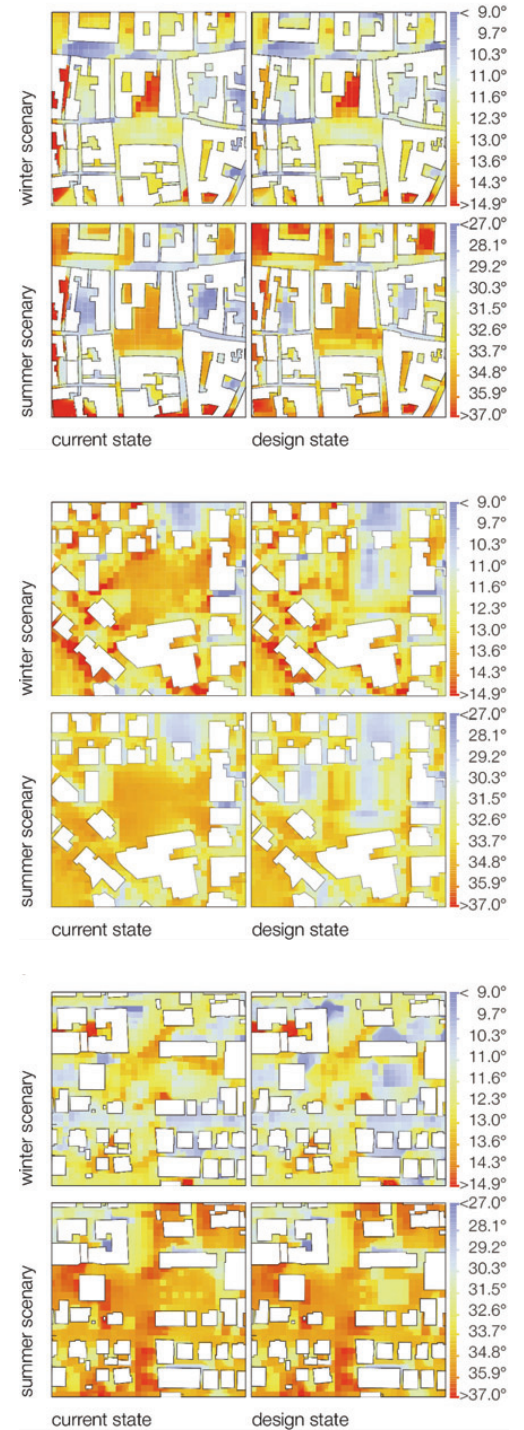
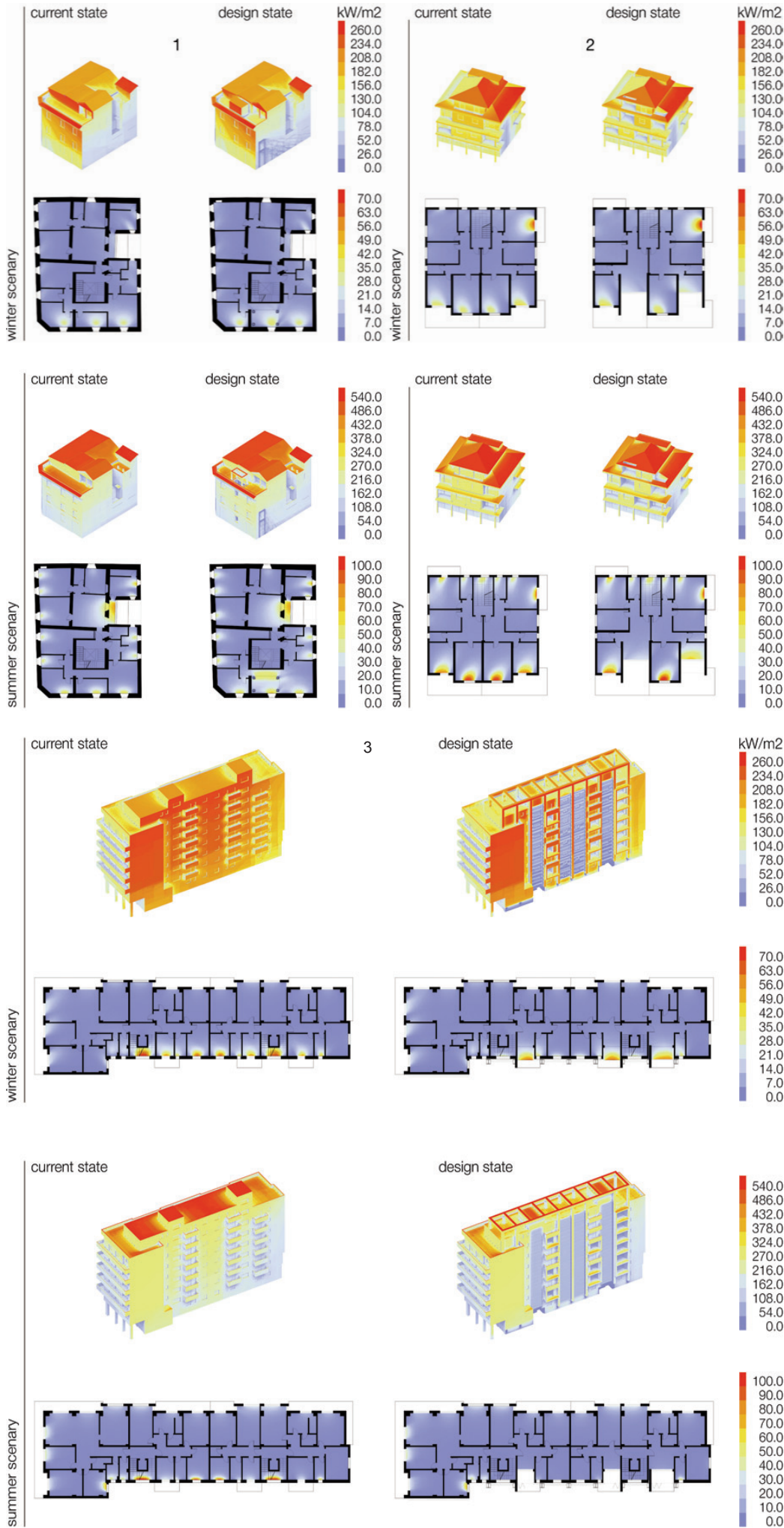


Fig. 7 | Microclimatic simulations of the open space of Piazza della Viola (1) in Ascoli Piceno, Piazza Kennedy (2) in Pagliare del Tronto, and Piazza Marche (3) in San Benedetto del Tronto: comparison between current and design state of the UTCI parameter (°C) at 14:00 on 10 January 2020 and 26 June 2020 (credit: the Authors, 2024).

Next page

Fig. 8 | Solar radiation analysis for Palazzo Bonaccorsi in Piazza della Viola (1) in Ascoli Piceno, Building in Piazza Kennedy (2) in Pagliare del Tronto, and Building in Piazza Marche (3) in San Benedetto del Tronto: comparison between current and design state of the UTCI parameter (°C) at 14:00 on 10 January 2020 and 26 June 2020 (credit: the Authors, 2024).



a central role in the study undertaken, relying on interdisciplinary discussion within the group, the acquisition of urban and climatic data and their interpretation, and design elaboration as an opportunity to test solutions to evaluate the adopted devices' outcomes critically.

The investigation focuses attention on three distinct urban contexts of the mid-Adriatic region that are offered as sample areas, expressing possible recurring situations within the anthropised territories that include established urban fabrics and newly formed urban fabrics characterised by different building density (Fig. 1). The three sample areas were subjected to a preliminary cognitive investigation directed to the in-depth study of two distinct phenomena: the urban phenomenon and the microclimatic phenomenon.

Urban typological and morphological surveys offered insights into the recognition of the formal structure associated with the three contexts examined, which converge in the extended study of Local Climate Zones (LCZs), which intercept urban data most relevant to climate change (Demuzere, Kittner and Bechtel, 2021). Climate surveys have highlighted meteorological variables, parameters related to the perception of comfort, criticality and fluctuations during the seasons, which are also associated with contextual specificities. What these two profoundly different surveys have in common is the measurement of the phenomena investigated, while what drives the research is the possibility of relating the different factors, urban and climatic, more closely in order to highlight vulnerabilities, identify urban units of intervention within territories and verify the design (Magliocco and Oneto, 2023).

Measures of enclosed and open space, coverage indices, materials, the presence of greenery, population density and human activities, as well as measures of living space deduced from the typological analysis of sample buildings, are surveyed in the three distinct contexts. Climate measurements are collected directly and indirectly, either from satellite systems, as in the case of Land Surface Temperature (LST), or from simulation tools, such as the Urban Weather Generator (Chiesa and Palme, 2018), and are returned through mappings and diagrams, processed into grids, chromatic pixels displaced on the surfaces surveyed, associated with temperature gradients.

Advanced simulation software, such as Envi-Met and Ladybug, has been used to develop analyses to assess thermal comfort, particularly within the three specific spatial units identified in the parking plazas. Parametric systems associate material, morphological, and weather-climate characteristics, verify design choices in the open space (at the building scale) and return ante and post scenarios.

The typological and morphological investigation is elaborated through planimetric representations, floor plans, elevations and sections of the analysed buildings, drawings that highlight a structuring of space also fixed, through a grid assumed as a directive scheme. The grid is a tool for recording the phenomena analysed but also a device for directing design action. Transposing the information deduced from the typological, morphological and climatic survey, the grid is constructed deduced from the building under consideration and extended to the open space in front of it. The grid delimits the fields of action, the surface units, horizontal and vertical, on which to operate design-wise

in order to improve spatial, architectural, urban and environmental qualities. Nature-based Solutions (NbS) act on them, producing indoor and outdoor comfort effects.

The fields of action, sanctioned by the building typology and confirmed by the structural typology, show their virtualities in the architectural redevelopment of the building under consideration; they define the activation points of the Green Room spatial device that acts at different times with progressive involvement of the inhabitants, starting from the private space and propagating its action on the public space, through a design experimentation that shows itself as an open system rather than a closed composition.

The Green Room device | The Green Room device conveys a way of acting within urbanised territories by activating a regenerative, inter-scaled and widespread process, anchored to the specificity of topographical contexts. The Green Room is conceived as an open space of rest or passage, in which vegetation insinuates itself and takes root in the cavities generated by a preliminary process of subtraction, an inverse process to that of increase, advocated by recent economic policies in the building sector, such as the Piano Casa⁴. The proposed volumetric decrease is supported by the progressive demographic decline attested by the permanent population census surveys and, consequently, the reduction of household members⁵ in the face of the generous size of the housing units, dating for the most part from the 1960s and 1970s, that make up the housing stock undergoing architectural redevelopment.

The device applied to the buildings acts on the facades, outbuildings and roofs and produces open habitable spaces, courtyards, patios, porches, and loggias, leading to an improvement in the quality of domestic space: buildings become porous (Velardi, 1992) and accommodate cavities through which light and air, filtered by vegetation, penetrate into interior spaces. The Green Room is thus an outdoor extension of the domestic space, a natural microcosm, a winter garden, capable, through vegetation and passive solar strategies, of creating microclimatic conditions of thermo-hygro-metric well-being and energy saving, improving the comfort offered by greenery inside the house (DeKay and Brown, 2014; DeKay and Tornieri, 2023): less building volume and more plant volume. The device applied to urban morphology amplifies the process of subtraction of matter, to be understood as the strategic erosion of impermeable surfaces, asphalt or concrete pavements that have concealed the soil (Coccia, 2005), making them permeable. In this case, the Green Room effect manifests itself as a redesign of the city's open space within which the system of private green rooms created within the building volumes is inscribed. The erosive process and the insinuation of greenery lead to a progressive dissolution of objects within contexts by undermining the traditional dichotomies of inside-outside, open-closed, figure-background (Spirito, 2016).

The Green Room is the title of a 1916 work by Henri Matisse: a small round table with a vase of flowers in the foreground against a green background in which floor and wall blend. Against this background is a window from which a green area emerges, framing an exterior, again an entity marked by the colour green, a different shade from that

used for the interior, the same as that of the vase on the small table. In 1947 Matisse painted *The Red Room*, in which the composition is the same, but the colours change; the relationship between inside and outside is a recurring theme in Matisse's pictorial research.

The inside and the outside appear to merge into each other, and the painter can finally breathe from the inside the same scent of the trees from the outside. Dialoguing with Brother Rayssiguier, Matisse says, «Before, between my atelier and the outside, there was no complete continuity [...]. There was a small mismatch between nature and what I was doing; for example, I was making the sea, but while I was painting, I could not smell the sea» (quoted in Tazartes, 2004, p. 166); now there is no longer any mismatch between inside and outside because the artist, while painting, identifies himself totally with nature and can breathe its atmosphere.

The design experimentation uses various references and works of art contribute to broadening the imagery; on the Green Room theme, Matisse's pictorial research provided insight into the potential of the proposed device in architectural and urban regeneration.

Case studies and design experimentation | The three spatial contexts, taken as case studies, coincide with three parking plazas located in three distinct urban territorial areas along the Tronto River shaft in the mid-Adriatic territory. Within a dispersed settlement that involves the coastal strip and propagating in the valleys transversal to the sea reaches the historic cores, these three spatial contexts, although in their specificity, present characters of generality. The parking square recurs in the diffuse mid-Adriatic metropolis and takes on different connotations in the consolidated urban contexts, located mainly inland and in those of recent formation, located in the valley floor areas and along the coast.

The architectural and climatic criticalities detected in the three study areas and the design experiments conducted, appropriately compared, offer insights into architectural and urban regeneration processes (Fig. 2, 3).

The first case study is Piazza della Viola in the old town of Ascoli Piceno; the second is Piazza Kennedy in Pagliare del Tronto; the third is Piazza Marche in San Benedetto del Tronto. The three urban contexts were investigated regarding morphological structure, human activities, and microclimatic conditions (Fig. 4). Ascoli Piceno is a city marked by a historical fabric anchored in the foundation dating back to the Roman age; Pagliare del Tronto is a small settlement of recent formation arranged in the valley bottom near an infrastructural junction; San Benedetto del Tronto is a coastal city that has developed since the Second World War.

In order to experiment with outdoor and indoor comfort, the design action in the three case studies acts on the open space of the square and the enclosed space of a suitably selected sample building facing it (Fig. 5). In each of the case studies, the two spatial entities, the square and the building, do not establish reciprocal relationships (they were not conceived within a coherent, let alone unified, urban design) but show themselves as autonomous facts: the buildings, predominantly residential, trace recurring local typologies, while the squares show themselves as urban voids, spaces removed from the building.

Despite the different connotations of the contextual environments that accommodate them, undoubtedly more pronounced in the old town area and less so in the valley bottom and coastal areas, the three case studies show characters of generality and are taken as a field of experimentation for the development of a possible strategy of architectural and urban regeneration.

In Ascoli Piceno, the grid is anchored to the structure of Palazzo Bonaccorsi where small energy redevelopment interventions are planned (Fig. 6). In addition to the construction of a walkway between Via dei Bonaccorsi and Piazza della Viola, a Green Room is planned on the second level of the building by transforming a narrow and long room into a double-height bioclimatic greenhouse that connects the apartment to the solar slab. The grid outlines the open space of the square defined by an overlap of materially differentiated plates, one of which, slightly rotated and depressed, looks like a forest fragment in the old town; this space helps mitigate the high temperature of the open space (Tzortzi and Lux, 2022).

In Pagliare del Tronto, the grid arises from the analysis of a building located on Via Alcide de Gasperi and overlooking Piazza Kennedy (Fig. 6). A reinforced concrete frame distinguishes the building and lends itself to a volumetric subtraction exercise for the creation of Green Rooms. The geometry of the grid, deduced from the analysis of the building, extends to the square in front of it, which retains its original vocation of being a space used for parking but also for weekly markets and hosting events. On the square, a process of removing the asphalt surface and highlighting the concealed ground is activated.

The grid generates fields and materially differentiated surfaces: light-coloured pavements bring about a rise in albedo; green carpets play a draining role for stormwater; tall trees shade the open space. A wooded pergola and embankment, in addition to defining areas of passage and rest, still act as climatic devices.

In San Benedetto del Tronto, the experimentation involves a massive residential building that still stands on the parking plaza (Fig. 6). Here, too, the grid is determined by the structural scanning of the building within which the fields involved in volumetric subtraction are inscribed for the realisation of Green Room. Additional fields of the façade, on which there is intense solar radiation, are covered by a wooden slat envelope; other fields are covered by vegetation.

The geometry of this regenerative framework is re-proposed in the plaza's design, which is imagined as a large plaque that rises from the ground, becoming a cover for an underground parking lot. On the extrados of the cover, earth-fill results in a vegetated bubble that helps to mitigate the plaza's temperature. Cooled air from the parking lot below is channelled into the stairwells, producing climatic mitigation of indoor spaces. An additional bioclimatic element is defined by the green roof and a pergola that contribute to defining a semi-public space at the top of the building.

The three described design proposals result from a broader experimentation that led to different scenarios: three possible solutions were developed and compared for each study area. Each solution's typological and morphological consistency and the bioclimatic benefits obtained from applying

the adopted devices led to the selection of the three projects presented.

Case studies and scenario verification | The verifications conducted were shown to be significant: the assessment of the level of outdoor thermal comfort, through the Universal Thermal Climate Index (UTCI), allows the estimation of physiological comfort as a function of thermal exchanges resulting from the climatic, material and geometric characteristics of the site, allowing the identification of unfavourable thermal conditions and the evaluation of the effectiveness of design strategies. Simulations were carried out considering the climatic variables of a representative day of the three analysed contexts, among the most critical ones, over a 5-year observation period, in order to transpose the microclimatic response of thermo-hygrometric discomfort for both summer and winter scenarios.

The Envi-met software generated detailed representations of the current state, and the scenarios confirm the vulnerability of the parking plazas. These areas were found to be critical within the urban context due to extremely adverse thermal conditions, with UTCI values reaching perceived thermal sensation indices as high as 36 °C (Fig. 7).

The assessment of the impact of the proposed interventions on the thermal comfort of the area ensures mitigation of the perceived temperature, thanks to the operations of erosion of the cover and vegetative treatment of the emerged soil, on which new tree species were planted for shading, and replacement of the existing pavements through the use of materials with higher albedo in order to reduce heat absorption. For comfort verification at the building scale using Ladybug software, pre- and post-project summer and winter scenarios were evaluated on three sample buildings, located in the study areas, whose exposure was most disadvantageous (Fig. 8). Environmental simulation software was used separately without considering mutual benefits and those related to shading on buildings and evapotranspiration of plants and trees; therefore, the simulations underestimate indoor and outdoor comfort conditions, achievable with the Green Room device.

In the case study of Ascoli Piceno, the choice was made for the bioclimatic greenhouse, a double-height volume occupying the top of the building. This device was designed to capture and store solar radiation so that, during the winter, the structure acts as a solar greenhouse and gradually releases energy inside the building, helping to maintain a comfortable temperature; during the summer season, the presence of vegetation inside the greenhouse plays a key role in reducing the impact of direct solar radiation on the building, leading to a marked improvement in the environmental comfort conditions inside the home.

In the case study of San Benedetto, the effectiveness of passive strategies to harness solar energy on the building during the winter period through green rooms, which act as thermal reservoirs, was evaluated: the comparison between pre- and post-intervention states highlights a heat accumulation created in the project's Green Rooms, which is stored and distributed in a controlled manner in the living spaces. In the summer, environmental comfort is achieved through the Green Rooms and specific shading devices that protect the building from direct solar irradiation.

In the case study of Pagliare del Tronto, the option of subtracting volume on the facade of a building whose exposure was quite critical was considered. This decision was made to reduce solar radiation during summer and contain overheating. The Green Room inside the building and extensive plant erosion processes in the open space are integrated to mitigate discomfort.

Conclusion | The relationship between indoor and outdoor, at both the building and urban scales, is an interpretive key that is shown to be effective in innovating interpretive analyses and design devices aimed at the well-being of living spaces and the regeneration of anthropised territories vulnerable to climate change and the urban heat island. The methodology tested fits into the current scientific debate as it pushes to investigate, in an integrated way, urban and climatic phenomena and to explore general and specific solutions simultane-

ously conformed to local contexts. Starting from a type-morphological analysis of three territories examined and a study of the energy behaviour of a sample building as well as of the microclimatic conditions of the open space (parking plaza) on which it insists, it is possible to prefigure new architectural and urban scenarios using the support of digital technologies. In order to improve the performance of spaces and the benefits they provide in terms of quality of life, well-being and health of inhabitants, design experimentation uses actions inspired and supported by nature.

The UTCI analysis and environmental simulations developed with the support of Envi-met software, as well as comfort verification on sample buildings managed by Ladybug software, produced results that helped evaluate the actual design state for raising the climatic quality of indoor and outdoor space. The inability to simultaneously manage the thermal comfort of outdoor and indoor space may

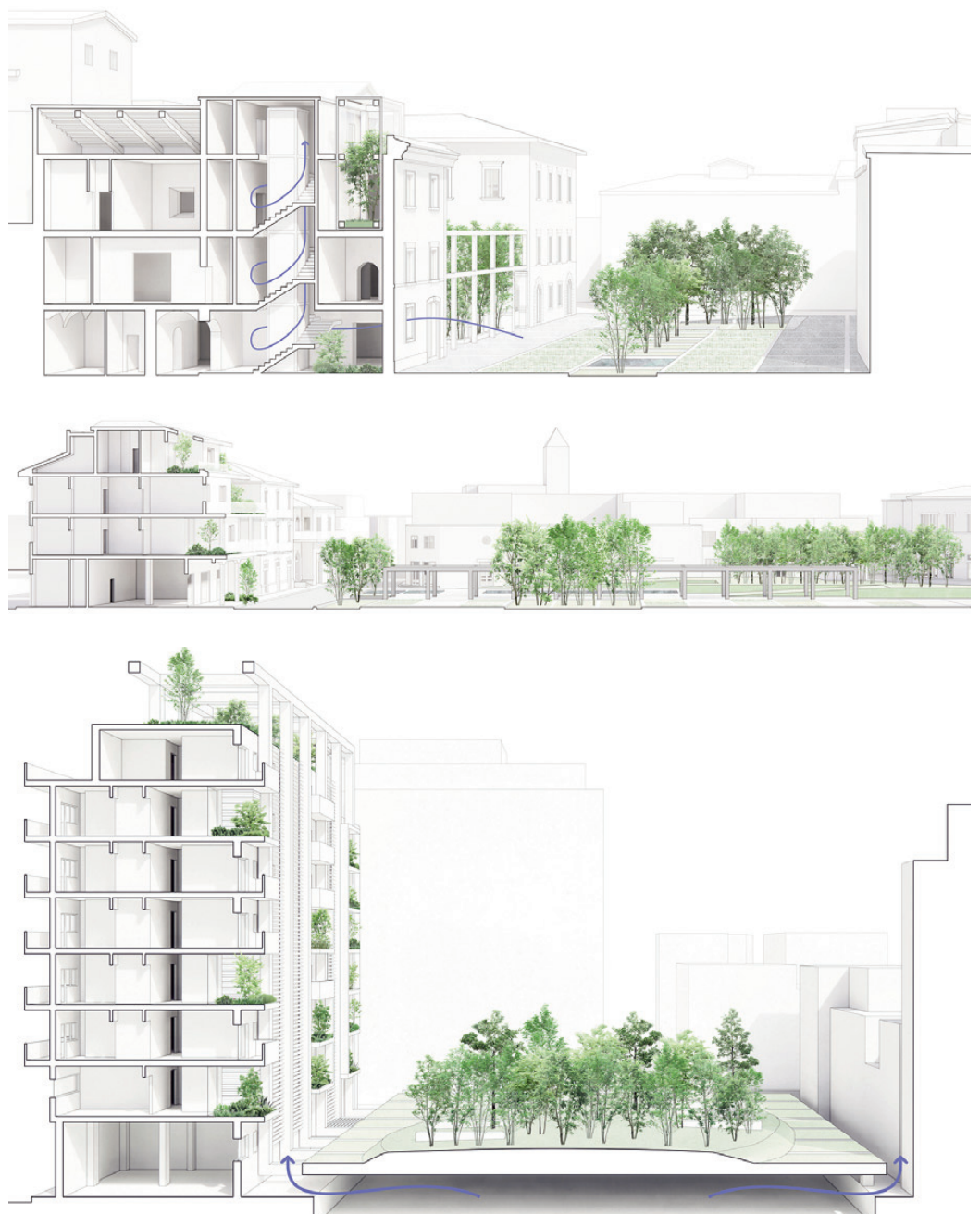


Fig. 9 | Project, perspective section of Piazza della Viola (1) in Ascoli Piceno, Piazza Kennedy (2) in Pagliare del Tronto, and Piazza Marche (3) in San Benedetto del Tronto (credit: the Authors, 2024)

be considered a limitation for the research focused on developing the Green Room device, but the possibility of filling this gap opens up future developments in the research itself. Therefore, it was necessary to carry out a double calculation exercise of the actual and design state for each study area: one focused on the open space and one on the covered space, the outcomes of which, not exhaustive and integrable, were nevertheless evaluated and interpreted in the design development. The design proposal developed for each study area should be considered optimal among the different solutions tested and submitted for climate comfort verification.

A strength of the research is expressed by the intention to establish a distance from an automatic design approach in which the formal solution is deduced from data or generated by software. In an effort to mitigate climate change and raise the quality of architectural environments and urban spaces, an updating not only of software but also a revision of the tools and methods on which design culture is based is necessary for future developments, starting with a renewal of architectural space between building typology and urban morphology and, specifically, between private and public space (Fig. 9).

The Green Room device experimented in the three areas of the mid-Adriatic territory can also be applied in other contexts in which vegetation, infiltrating private space and propagating into public space, is able to trigger a regenerative process of the existing city by contributing to mitigation and adaptation to climate change. The 'parking plaza' is a spatial figure reiterated in various urbanised territories, invested since the second half of the twentieth century by profound social and economic transformations, which have deposited on the soil spaces with poor quality and variety of materials, conceived without a design vision in dialogue with the building artefacts that circumscribe the envi-

ronment and with a presence of parked cars, all easily traceable characters that determine its identification.

For the future of the research, the Green Room device can also be experimented with in a more excellent systemic vision, involving and assimilating more than one episode of vegetal infiltration and volumetric decrease in the urbanised fabrics examined or acting in other structuring elements of the open space in relation to the built, as in the case of the linear geometries of streets.

It has been shown that plants and trees can help contain the rise in temperatures recorded in urban areas in recent years; therefore, planting trees and shrubs, introducing hedges or building green roofs and walls produce benefits for the regulation of temperatures and energy consumption (Ferrini and Del Vecchio, 2021).

Trees for Cities is a campaign launched by the FAO in 2018, and the issue of greening of anthropised territories is at the centre of the debate⁶: nature, if reintroduced in the city, can act effectively, perform and even less onerously than other solutions in reducing the impact of climate change, curbing energy consumption and making the urban environment more resilient (Dessi et alii, 2018; Ferrini and Gori, 2021) and contribute to the energy transition. But for developing these theses, a compositional-architectural and technological-climatic design is required, as demonstrated in the discussion of the article focused on the experimentation of the new Green Room spatial device, capable of jointly and consistently activating architectural and urban regeneration.

Within an ecological and environmental vision related to the energy transition, architectural and urban design adapts but does not lose its innate vocation, namely its fundamentally intellectual practice, a thought translated into form, a cognitive and creative exercise at the same time that, while using

parametric systems, data, and simulation software, moves within a broad cultural imaginary, a source of inspiration, as demonstrated by references to architecture and art: Matisse's Green Room has provided food for thought on the interaction between interior and exterior and on the experimentation of the threshold, rethinking the concept of physical and mental limits of space.

Acknowledgements

The contribution is the result of a collective reflection by the Authors. L. Coccia and S. Cipolletti conducted and developed the theoretical and applied research, G. Corvaro coordinated the design experimentation, and G. Giostra conducted the reconnaissance in the three study areas. F. Ademaj, S. Lo Coco, and D. Mancini collaborated on the micro-climatic verifications.

Notes

1) VITALITY – Ecosystem, Innovation, Digitalization, and Sustainability for the Diffused Economy in Central Italy – Abruzzo, Marche, Umbria, is a project financed under the Mission 'From Research to Enterprise' of the National Recovery and Resilience Plan (Mission 4, Component 2, Investment 1.5) and involves the participation of 24 Entities including Universities, Research Institutions, and Private Entities from Abruzzo, Marche, and Umbria. Acknowledge financial support from PNRR MUR project ECS_0000041-VITALITY – CUP J13C22000430001.

2) The University of Camerino's intervention focuses on four main themes concerning: a) digital, green and energy

transition of indoor and outdoor living environments, b) building safety and resilience, c) intelligent furniture systems with life-saving function, d) innovative software tools for digital transition of living environments. In particular, the investigation topic of Work Package 1) is Context: Indoor and outdoor at the centre of the digital and green transition of living environments.

3) In Italy, building renovation bonuses are regulatory measures for tax deductions applicable to home renovation interventions, including some specifically related to energy requalification and green area requalification in private buildings.

4) In Italy, the Housing Plan, introduced by Article 11 of Legislative Decree 112/2008, provides a series of measures aimed at increasing the real estate assets, both with new constructions and with the recovery of existing ones. For more information, see the webpage: normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legge:2008;112~art11 [Accessed 15 March 2024].

5) For more information, see the webpage: istat.it/it/archivio/267094 [Accessed 24 April 2024].

6) The literature on the greening of urbanised territories and updates on the debate regarding climate change and the use of plant material is extensive. For more information,

see: treecitiesoftheworld.org/; nature.com/commsenv/ [Accessed 24 April 2024].

References

- Barber, D. A. (2020), *Modern Architecture and Climate – Design before Air Conditioning*, Princeton University Press, Princeton.
- Bassanelli, M. (2015), "Interno, Esterno – Lo spazio soglia come nuovo luogo della domesticità | Interior, Exterior – The threshold as a new place of domesticity", in *BDC | Bollettino Del Centro Calza Bini*, vol. 5, issue 2, pp. 315-326. [Online] Available at: doi.org/10.6092/2284-4732/4065 [Accessed 15 March 2024].
- Canovas, A. and De Andrés, J. (2023), "Soluzioni locali per sfide globali – L'edilizia residenziale come catalizzatore della transizione ecologica | Solving global challenges locally – Collective housing as a catalyst for ecological transition", in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 13, pp. 67-74. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1352023 [Accessed 15 March 2024].
- Chiesa, G. and Palme, M. (2018), "Valutare la vulnerabilità urbana ai cambiamenti climatici e alle isole di calore

urbano | Assessing climate change and urban heat island vulnerabilities in a built environment”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 15, pp. 237-245. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-22086 [Accessed 15 March 2024].

Clemente, C., Palme, M., Mangiatordi, A., La Rosa, D. and Privitera, R. (2022), “Il verde urbano nella riduzione dei carichi di raffrescamento – Simulazioni nel clima Mediterraneo | Urban green areas in the reduction of cooling loads – Simulations in the Mediterranean climate”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 11, pp. 182-191. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11162022 [Accessed 15 March 2024].

Coccia, L. (2005), *L'Architettura del Suolo*, Alinea Editrice, Firenze.

Colombo, C. F. (2015), “La città come una sequenza di interni – Un approccio ecologico alla progettazione dello spazio pubblico | The City as a sequence of interiors – An ecological approach to the design of public space”, in *BDC | Bollettino Del Centro Calza Bini*, vol. 5, issue 2, pp. 371-388. [Online] Available at: doi.org/10.6092/2284-4732/4069 [Accessed 15 March 2024].

Coppetti, B. (2017), *Orizzonti del Progetto – Esperienze di Architettura – L'edificio residenziale milanese del '900*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna.

Davidová, M., Barath, S. and Dickinson, S. (2023), “Ambienti culturali con prospettive non solo umane – Prototipazione attraverso ricerca e formazione | Cultural environments with more-than-human perspectives – Prototyping through research and training”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 165-178. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/13142023 [Accessed 15 March 2024].

De Capua, A. and Errante, L. (2019), “Interpretare lo spazio pubblico come medium dell'abitare urbano | Interpreting public space as a medium for urban liveability”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 148-161. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/6142019 [Accessed 15 March 2024].

Dekay, M. and Brown, G. Z. (2014), *Sun, Wind and Light – Architectural Design Strategies*, John Wiley & Sons, Hoboken (NJ).

DeKay, M. and Tornieri, S. (2023), “Schemi per la progettazione esperenziale – Combinare pensiero modulare e teoria integrale | Experiential design schemas – Combining modular thinking with integral theory”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 14, pp. 40-49. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1422023 [Accessed 15 March 2024].

Demuzere, M., Kittner, J. and Bechtel, B. (2021), “LCZ Generator – A Web Application to Create Local Climate Zone Maps”, in *Frontiers in Environmental Science*, vol. 9, pp. 1-18. [Online] Available at: doi.org/10.3389/fenvs.2021.637455 [Accessed 15 March 2024].

Dessi, V., Farnè, E., Ravanello, L. and Salomoni, M. T. (2018), *Rigenerare la città con la natura – Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna. [Online] Available at: territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rigenerare_la_citta_con_la_natura_2_ed.pdf/ [Accessed 15 March 2024].

Dixon, T., Eames, M., Hunt, M. and Lannon, S. (eds) (2014), *Urban retrofitting for sustainability – Mapping the transition to 2050*, Routledge, London.

El-Hitami, H., Mahall, M. and Serbest, A. (2023), “Ecologia dello spazio – Progetto architettonico e relazioni transfrontaliere | An ecology of space – Architectural design for transboundary relationships”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 153-164. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/13132023 [Accessed 15 March 2024].

Ferrini, F. and Del Vecchio, L. (2021), *Resistenza Verde – Manuale di difesa ambientale*, Elliot, Roma.

Ferrini, F. and Gori, A. (2021), “Cities after Covid-19 – How trees and green infrastructures can help shaping a sustainable future”, in *Ri-Vista | Ricerca per l'Architettura del*

Paesaggio, vol. 19, issue 1, pp. 182-191. [Online] Available at: doi.org/10.13128/rv-8553 [Accessed 24 April 2024].

Figini, L. (1950), *L'elemento verde e l'abitazione*, Libraccio, Milano.

Gangemi, V. (ed.) (1994), *L'Ambiente risanato – La bioarchitettura per la qualità della vita*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.

Lepore, M. (2004), *Progettazione bioclimatica in ambito urbano*, Aracne editrice, Roma.

Magliocco, A. and Oneto, G. (2023), “Configurazioni spaziali nell'analisi ambientale urbana – Il contributo dell'isola di calore | Spatial configurations in urban environmental analysis – The role of the heat island effect”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 14, pp. 216-223. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/14182023 [Accessed 18 March 2024].

Olgyay, V. (1981), *Progettare con il Clima – Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Padova.

Olivieri, F. (2022), “Progettazione simbiotica per un ecosistema urbano resiliente | Symbiotic design for a resilient urban ecosystem”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 40-49. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1132022 [Accessed 15 March 2024].

Perini, K. (2013), *Progettare il verde in città – Una strategia per l'architettura sostenibile*, FrancoAngeli, Milano.

Perini, K., Mosca, F. and Giachetta, A. (2021), “Urban regeneration – Benefits of nature-based solutions | Rigenerazione urbana – Benefici delle nature-based solution”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 9, pp. 166-173. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/9162021 [Accessed 15 March 2024].

Pone, M. (ed.) (2023), *Climactions – La mitigazione dell'Isola di Calore Urbana tra salute e pratiche di rigenerazione*, Quodlibet.

Pone, M. (2021), “Il progetto dello spazio pubblico per l'urban health e l'adattamento climatico – La ricerca CLIMATIONS”, in *Eco Web Town | Journal of Sustainable Design*, n. 24, pp. 76-87. [Online] Available at: ecowebtown.it/n_24/pdf/11_EWT_24_Maria_PONE_stampa_76-87.pdf [Accessed 15 March 2024].

Ponti, G. (1928), “La casa all'italiana”, in *Domus*, vol. 1, p. 7. [Online] Available at: laboratoriodistoria.files.wordpress.com/2013/03/g-ponti-articoli-e-immagini.pdf [Accessed 15 March 2024].

Protasoni, S. (2020), “L'elemento verde e l'abitazione nella città in quarantena | The green element and housing in the quarantined city”, in *FAMagazine | Ricerche e Progetti sull'Architettura e la Città*, vol. 52-53, pp. 178-183. [Online] Available at: doi.org/10.12838/fam/issn2039-0491/n52-53-2020/530 [Accessed 15 March 2024].

Serghides, D. K. (2010), “The Wisdom of Mediterranean Traditional Architecture Versus Contemporary Architecture – The Energy Challenge”, in *The Open Construction and Building Technology Journal*, vol. 4, pp. 29-38. [Online] Available at: openconstructionbuildingtechnologyjournal.com/contents/volumes/V4/TOBCTJ-4-29/TOBCTJ-4-29.pdf [Accessed 24 April 2024].

Spirito, G. (2016), *Forme del vuoto – Cavità, concavità e fori nell'architettura contemporanea*, Gangemi Editore, Roma.

Sposito, C. (2022), “Strategie ecosistemiche e infrastrutture verdi in simbiosi con il costruito | Ecosystem strategies and green infrastructures in symbiosis with the built environment”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 11, pp. 3-13. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1102022 [Accessed 15 March 2024].

Tazartes, M. (2004), *I capolavori*, Milano, Rizzoli Skira.

Tucci, F. and Cecafosso, V. (2020), “Retrofitting dello spazio pubblico per la qualità ambientale ed ecosistemica di città più Green | Retrofitting public space for the environmental and ecosystem quality of greener cities”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 19, pp. 256-270. [Online] Available at: doi.org/10.13128/techne-7827 [Accessed 15 March 2024].

Tucci, F., Altamura, P. and Pani, M. M. (2023), “Modulare le dinamiche urbane in chiave climatica – Spazi intermedi e neutralità climatica | Modulating urban dynamics from a climate perspective – In-between spaces and climate neutrality”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 14, pp. 204-215. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/14172023 [Accessed 15 March 2024].

Tzortzi, J. N. and Lux, M. S. (2022), “Rinverdire i centri storici – Il ruolo dello spazio pubblico nell'infrastruttura verde di Milano | Renaturing historical centres – The role of private space in Milan's green infrastructure”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 11, pp. 226-237. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11202022 [Accessed 15 March 2024].

UN – United Nations (1987), *Our Common Future – Report of the World Commission on Environment and Development*. [Online] Available at: sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf [Accessed 15 March 2024].

Velardi, C. (ed.) (1992), *La città porosa – Conversazioni su Napoli*, Cronopio, Napoli.