

CONTENT

CESARE SPOSITO, FRANCESCA SCALISI (EDITORIAL)	<i>Riflessioni e traiettorie di ricerca interdisciplinari sulla transizione energetica</i> Reflections and trajectories for interdisciplinary research on the energy transition	3
GIORGIO PEGHIN	<i>Verso una transizione culturale dei paesaggi energetici – Tra responsabilità e necessità</i> Towards a cultural transition of energy landscapes – Between responsibility and necessity	18
PANOS MANTZIARAS	<i>La previsione strategica urbana nel contesto europeo – Le lezioni di Ginevra e Lussemburgo</i> Urban strategic foresight in European territories – Lessons from Geneva and Luxembourg	30
ALESSANDRA BATTISTI, ANGELA CALVANO	<i>Hydrogen Valleys – Scenari di transizione energetica e sviluppo locale per città medie</i> Hydrogen Valleys – Energy transition and local development scenarios for medium-sized cities	48
XAVIER CASANOVAS, JOSÉ A. ALONSO CAMPANERO TIZIANA CAMPISI	<i>Patrimonio culturale e transizione energetica – Una lezione dal passato</i> Cultural heritage and energy transition – A lesson from the past	58
ALESSANDRO VALENTI, FRANCESCA SCALISI, CESARE SPOSITO LAURA DELLAMOTTA, ALESSANDRO MASSERDOTTI	<i>Energia, tecnologia emotiva e valore culturale dei dati – Creare consapevolezza nell'utente con lo storytelling</i> Energy, emotional technology and cultural value of data – Creating user awareness through storytelling	70
DAVID NESS	<i>La decarbonizzazione degli edifici sarà sufficiente? Limitare e ridistribuire l'aumento di superficie costruita</i> Will decarbonising buildings be enough? Constrain and redistribute growth in floor area	84
GIUSEPPE MARSALA, GIULLA RENDA	<i>Postprodurre il moderno – Lineamenti per una transizione energetica intesa come transizione architettonica</i> Post-producing the modern – Guidelines for an energy development as an architectural transition	98
DAVIDE DEL CURTO, ANDREA GARZULINO ANNA TURRINA	<i>Sostenibilità e transizione energetica – Prospettive per un approccio integrato al patrimonio costruito</i> Sustainability and energy transition – Perspectives for an integrated approach to the built heritage	114
CLAUDIA PIRINA, GIOVANNI COMI VINCENTO D'ABRAMO	<i>Per una transizione progettuale – Composizione e progetto del verde per la città contemporanea</i> For a design transition – Green composition and design for the contemporary city	124
LUCA MONTUORI, STEFANO CONVERSO MARTA RABAZO MARTÍN	<i>Spazi pubblici della transizione energetica – Un progetto a Nepi per il New European Bauhaus</i> Public spaces of the energy transition – A design in Nepi for the New European Bauhaus	138
MARIA AZZALIN	<i>Indicatore Smart Readiness per l'edilizia – Asset digitali per la transizione energetica</i> Smart Readiness for buildings – Digital asset for energy transition	148
DANILA LONGO, BEATRICE TURILLAZZI, ROSSELLA ROVERSI STEFANO LILLA, CARLO ALBERTO NUCCI ET ALII	<i>Gemello digitale urbano e modellazione energetica – Esperienze e analisi di casi d'uso</i> Urban Digital Twin and Energy Modeling – Experiences and case study analyses	160
ANDREA BOERI, DANILA LONGO SAVERIA OLGA MURIELLE BOULANGER, MARTINA MASSARI	<i>Contratto di Cittadinanza Energetica e transizione delle città europee</i> Energy Citizenship Contract and European cities transition	170
RENATA VALENTE, LOUISE ANNA MOZINGO ROBERTO BOSCO, SAVINO GIACOBBE	<i>Gestione integrata delle risorse naturali in contesti urbani sostenibili</i> Integrated natural resource management in sustainable urban context	180
SERENA BAIANI, PAOLA ALTAMURA GAIA TURCHETTI, GIADA ROMANO	<i>Transizione energetica e circolare del patrimonio industriale – Il caso dell'ex SNIA a Roma</i> Energy and circular transition of the industrial heritage – The Ex SNIA case in Rome	190
CAROLA CLEMENTE, FRANCESCO MANCINI ANNA MANGIATORDI, MARIANGELA ZAGARIA	<i>Riqualificazione e decarbonizzazione di edifici scolastici – Il CIS Roma Scuole Verdi</i> Deep renovation and decarbonisation of school buildings – The CIS Roma Scuole Verdi	204
JULIA NERANTZIA TZORTZI, MARIA STELLA LUX NATALIA PARDO DELGADO	<i>Infrastrutture verdi urbane in America latina – Una strategia per i cortili di Bogotà</i> Urban Green Infrastructure in Latin America – A strategy for Bogota courtyards	216
ROBERTA ZARCONE, FEDERICA NAVA FABRIZIO TUCCI	<i>Mitigazione del clima e comfort umano – Uno strumento per la modellazione e simulazione di supporto alle decisioni</i> Climate mitigation and human comfort – A decision-support modeling and simulation tool	228
LUIGI COCCIA, SARA CIPOLETTI GANMARCO CORVARO	<i>Green Room – Un dispositivo architettonico e urbano per l'efficiamento energetico e il comfort ambientale</i> Green Room – An architectural and urban device for energy efficiency and environmental comfort	238
ELISABETTA PALUMBO, ROSA ROMANO PAOLA GALLO	<i>Strategie life cycle thinking per la realizzazione di scuole nZEB</i> Life cycle thinking strategies for constructing nZEB schools	252
GIANCARLO PAGANIN, CINZIA TALAMO NAZLY ATTA, ELISA TINELLI	<i>Riuso di componenti edilizi – Sistema di valutazione a supporto delle decisioni negli interventi di redistribuzione interna</i> Reuse of building components – Assessment system to support decisions in indoor re-layout interventions	266
ANNA OSELLO, MATTEO DEL GIUDICE ANGELO JULIANO DONATO, ANDREA FRATTO	<i>Verso la Neutralità Climatica – Il ruolo chiave del Digital Twin nell'Industria 5.0</i> Towards Climate Neutrality – The key role of the Digital Twin in Industry 5.0	276
DAVIDE BRUNO, STEFANIA PALMIERI, RICCARDO PALOMBA FELICE D'ALESSANDRO, MARIO BISSON	<i>Infrastrutture di mobilità intelligenti e sostenibili – Un nuovo sistema di connessioni urbane</i> Smart and sustainable mobility infrastructure – A new system of urban connections	286
DAVIDE CRIPPA, BARBARA DI PRETE RAFFAELLA FAGNONI, CARMELO LEONARDI	<i>Distretti energetici collaborativi – Laboratori urbani per un'energia di prossimità</i> Collaborative energy districts – Urban workshops for proximity energy	296
STEFANO FOLLESA, MARTINA CORTI DILETTA STRUZZIERO, AURORA PILUSO	<i>Design del sistema alimentare per comunità resilienti – Agricoltura urbana e spazi sostenibili</i> Food system design for resilient communities – Urban agriculture and sustainable spaces	306
ANNA PAOLA VACANTI, CARMELO LEONARDI	<i>Tecnologia, energia e tempo – Percorsi sperimentali per il design di tecnologie appropriate</i> Technology, energy, and time – Experimental paths for the design of appropriate technology	316
CHIARA OLIVASTRI, GIOVANNA TAGLIASCO	<i>Servizi per il riuso e il riparo – L'allestimento tra touchpoints e infrastrutture relazionali</i> Services for reuse and repair – The arrangement between touchpoints and relational infrastructures	324
MICHELE ZANNONI, LAURA SUCCINI LUDOVICA ROSATO, VERONICA PASINI	<i>Transitional industrial designer – La responsabilità di progettisti e imprese per una transizione sostenibile</i> Transitional industrial designer – The responsibility of designers and companies for a sustainable transition	332
ROSSANA GADDI, LUCIANA MASTROLONARDO	<i>Micro-reti locali per la transizione verde della filiera della lana</i> Local micro-networks for green transition of the wool supply chain	344

15

International Journal of Architecture Art and Design

15 | 2024

AGATHÓN | INNOVABILITY | TRANSIZIONE ENERGETICA | INNOVABILITY | ENERGY TRANSITION

INNOVABILITY
TRANSIZIONE ENERGETICA

INNOVABILITY
ENERGY TRANSITION

DEMETRA
Ce.Ri.Med.
CENTRO DOCUMENTAZIONE E
RICERCA EURO-MEDITERRANEA



PALERMO
UNIVERSITY
PRESS

ISSN online
2532-683X



ISSN print 2464-9309

15
2024

AGATHÓN

International Journal
of Architecture, Art and Design

ISSN print: 2464-9309 – ISSN online: 2532-683X

AGATHÓN is indexed on



Promoter
DEMETRA Ce.Ri.MED.
Centro Documentazione e Ricerca Euro-Mediterranea
Euro-Mediterranean Documentation & Research Center

Publisher
Palermo University Press
Via Serradifalco n. 78 | 90145 Palermo (ITA)
E-mail: info@newdigitalfrontiers.com

Il vol. 15 è stato stampato nel Giugno 2024 da
Issue 14 was printed in June 2024 by
FOTOGRAF s.r.l.
viale delle Alpi n. 59 | 90144 Palermo (ITA)

AGATHÓN è un marchio di proprietà di Cesare Sposito
AGATHÓN is a trademark owned by Cesare Sposito



Scientific Directors
GIUSEPPE DE GIOVANNI, CESARE SPOSITO (University of Palermo, Italy)

Managing Director
MICAELA MARIA SPOSITO

International Scientific Committee

ALFONSO ACOCCELLA (University of Ferrara, Italy), JOSE BALLESTEROS (Polytechnic University of Madrid, Spain), SALVATORE BARBA (University of Salerno, Italy), FRANÇOISE BLANC (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, France), ROBERTO BOLOGNA (University of Firenze, Italy), TAREK BRIK (University of Tunis, Tunisia), TOR BROSTRÖM (Uppsala University, Sweden), JOSEP BURCH I RIUS (University of Girona, Spain), MAURIZIO CARTA (University of Palermo, Italy), ALICIA CASTILLO MENA (Complutense University of Madrid, Spain), PILAR CHIAS NAVARRO (Universidad de Alcalá, Spain), JORGE CRUZ PINTO (University of Lisbon, Portugal), MARIA ANTONIETTA ESPOSITO (University of Firenze, Italy), EMILIO FAROLDI (Polytechnic University of Milano, Italy), FRANCESCA FATTA ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), FRANCISCO JAVIER GALLEGO ROCA (University of Granada, Spain), MARIA LUISA GERMANÀ (University of Palermo, Italy), VICENTE GUALLART (IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Spain), JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO (Polytechnic University of Madrid, Spain), FAKHER KHARRAT (Ecole Nationale d'Architecture et d'Urbanisme, Tunisia), MOTOMI KAWAKAMI (Tama Art University, Japan), WALTER KLASZ (University of Art and Design Linz, Austria), PAOLO LA GRECA (University of Catania, Italy), INHEE LEE (Pusan National University, South Korea), MARIO LOSASSO ('Federico II' University of Napoli, Italy), MARIA TERESA LUCARELLI ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), CRISTIANA MAZZONI (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Belleville, France), RENATO TEOFILO GIUSEPPE MORGANTI (University of L'Aquila, Italy), STEFANO FRANCESCO MUSSO (University of Genova, Italy), OLIMPIA NIGLIO (University of Pavia, Italy), MARCO ROSARIO NOBILE (University of Palermo, Italy), PATRIZIA RANZO ('Luigi Vanvitelli' University of Napoli, Italy), LAURA RICCI ('Sapienza' University of Roma, Italy), ANDREA ROLANDO (Polytechnic University of Milano, Italy), DOMINIQUE ROUILLARD (National School of Architecture Paris Malaquais, France), ROBERTO PIETROFORTE (Worcester Polytechnic Institute, USA), CARMINE PISCOPO ('Federico II' University of Napoli, Italy), LUIGI SANSONE (Art Reviewer, Milano, Italy), ANDREA SCIASCIA (University of Palermo, Italy), FEDERICO SORIANO PELAEZ (Polytechnic University of Madrid, Spain), BENEDETTA SPADOLINI (University of Genova, Italy), CONRAD THAKE (University of Malta), FRANCESCO TOMASELLI (University of Palermo, Italy), MARIA CHIARA TORRICELLI (University of Firenze, Italy), FABRIZIO TUCCI ('Sapienza' University of Roma, Italy)

Editor-in-Chief

FRANCESCA SCALISI (University of Palermo, Italy)

Editorial Board

SILVIA BARBERO (Polytechnic University of Torino, Italy), CARMELINA BEVILACQUA ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARIO BISSON (Polytechnic University of Milano, Italy), TIZIANA CAMPISI (University of Palermo, Italy), CHIARA CATALANO (National Centre of Research – IRET, Italy), CLICE DE TOLEDO SANJAR MAZZILLI (University of São Paulo, Brazil), GIUSEPPE DI BENEDETTO (University of Palermo, Italy), ANA ESTEBAN-MALUENDA (Polytechnic University of Madrid, Spain), RAFFAELLA FAGNONI (IUAV, Italy), ANTONELLA FALZETTI ('Tor Vergata' University of Roma, Italy), ELISA MARIAROSARIA FARELLA (Bruno Kessler Foundation, Italy), RUBÉN GARCÍA RUBIO (Tulane University, USA), MANUEL GAUSA (University of Genova, Italy), PILAR CRISTINA IZQUIERDO GRACIA (Polytechnic University of Madrid, Spain), DANIEL IBAÑEZ (IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Spain), PEDRO ANTÓNIO JANEIRO (University of Lisbon, Portugal), MASSIMO LAURIA ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), INA MACAIONE (University of Basilicata, Italy), FRANCESCO MAGGIO (University of Palermo, Italy), FERNANDO MORAL-ANDRÉS (Universidad Nebrija in Madrid, Spain), DAVID NESS (University of South Australia, Australia), ELODIE NOURRIGAT (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Montpellier, France), ELISABETTA PALUMBO (University of Bergamo, Italy), FRIDA PASHAKO (Municipality of Tirana, Albania), JULIO CESAR PEREZ HERNANDEZ (University of Notre Dame du Lac, USA), PIER PAOLO PERRUCCIO (Polytechnic University of Torino, Italy), ROSA ROMANO (University of Firenze, Italy), DANIELE RONSIIVALLE (University of Palermo, Italy), MONICA ROSSI-SCHWARZENBECK (Leipzig University of Applied Sciences, Germany), DARIO RUSSO (University of Palermo, Italy), MICHELE RUSSO ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARICHELIA SEPE ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARCO SOSA (Zayed University, United Arab Emirates), ZEILA TESORIERE (University of Palermo, Italy), ANTONELLA TROMBADORE (World Renewable Energy Network, UK), ALESSANDRO VALENTI (University of Genova, Italy), GASPARE MASSIMO VENTIMIGLIA (University of Palermo, Italy), ANTONELLA VIOLANO ('Luigi Vanvitelli' University of Campania, Italy), ALESSANDRA ZANELLI (Polytechnic University of Milano, Italy)

Assistant Editors

MARIA AZZALIN ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy)
GIORGIA TUCCI (University of Genova, Italy)

Graphic Designer

MICHELE BOSCARINO

Executive Graphic Designer

ANTONELLA CHIAZZA, PAOLA LA SCALA

Web Editor

PIETRO ARTALE

Il Journal è stampato con il contributo degli Autori che mantengono i diritti sull'opera originale senza restrizioni.
The Journal is published with fund of the Authors whom retain all rights to the original work without any restrictions.

AGATHÓN adotta il sistema di revisione del double-blind peer review con due Revisori che, in forma anonima, valutano l'articolo di uno o più Autori. I saggi nella sezione 'Focus' invece non sono soggetti al suddetto processo di revisione in quanto a firma di Autori invitati dal Direttore Scientifico nella qualità di esperti sul tema.

The AGATHÓN Journal adopts a double-blind peer review by two Referees under anonymous shape of the paper sent by one or more Authors. The essays on 'Focus' section are not subjected to double-blind peer review process because the Authors are invited by the Scientific Director as renowned experts in the subject.

AGATHÓN | International Journal of Architecture Art and Design

Issues for year: 2 | ISSN print: 2464-9309 | ISSN online: 2532-683X

Registrazione n. 12/2017 del 13/07/2017 presso la Cancelleria del Tribunale di Palermo

Registration number 12/2017 dated 13/07/2017, registered at the Palermo Court Registry

Editorial Office

c/o DEMETRA Ce.Ri.MED. | Via Filippo Cordova n. 103 | 90143 Palermo (ITA) | E-mail: redazione@agathon.it

AGATHÓN è stata inclusa nella lista ANVUR delle riviste di classe A per l'area 08 e i settori 08C1, 08D1, 08E1 e 08E2 a partire dal volume 1 del 2017.

AGATHÓN has been included in the Italian ANVUR list of Class A Journals for area 08 and sectors 08C1, 08D1, 08E1 and 08E2 starting from volume no. 1, June 2017.

Per le attività svolte nel 2023 relative al double-blind peer review process, si ringraziano i seguenti Revisori:

As concern the double-blind peer review process done in 2023, we would thanks the following Referees:

EMANUELE WALTER ANGELICO (University of Palermo), **FILIPPO ANGELUCCI** (University of Chieti-Pescara), **LAURA ANSELM**I (Polytechnic University of Milano), **ERNESTO ANTONINI** (University of Bologna), **EUGENIO ARBIZZANI** ('Sapienza' University of Roma), **VENANZIO ARQUILLA** (Polytechnic University of Milano), **SERENA BAIANI** ('Sapienza' University of Roma), **GINEVRA BALLETT**O (University of Cagliari), **ADOLFO BARRATTA** (University of Roma Tre), **MICHELA BAROSIO** (Polytechnic University of Torino), **OSCAR EUGENIO BELLINI** (Polytechnic University of Milano), **ROBERTO BOLOGNA** (University of Firenze), **GIANLUCA BURGIO** ('Kore' University of Enna), **RICCARDO BUTINI** (University of Firenze), **RENATO CAPOZZI** ('Federico II' University of Napoli), **GIOVANNI COCCO** (University of Cagliari), **GIOVANNI CONTI** (Polytechnic University of Milano), **VINCENZO CRISTALLO** ('Sapienza' University of Roma), **VALERIA D'AMBROSIO** ('Federico II' University of Napoli), **FEDERICA DAL FALCO** ('Sapienza' University of Roma), **PAOLA DE JOANNA** ('Federico II' University of Napoli), **SALVATORE DI DIO** (University of Palermo), **EMILIA GARDA** (Polytechnic University of Torino), **CLAUDIO GERMAK** (Polytechnic University of Torino), **ANDREA GIACHETTA** (University of Genova), **MATTEO IEVA** (Polytechnic University of Bari), **ANTONINO LABALESTRA** (Polytechnic University of Bari), **LUCA LANINI** (University of Palermo), **ROBERTO LIBERTI** ('Luigi Vanvitelli' University of Campania), **SABRINA LUCIBELLO** ('Sapienza' University of Roma), **LUCIANA MACALUSO** (University of Palermo), **CARLO MARTINO** ('Sapienza' University of Roma), **PASQUALE MEI** (University of Palermo), **ANNA BRUNA MENEGHINI** ('Sapienza' University of Roma), **MARTINO MILARDI** ('Mediterranea' University of Reggio Calabria), **LUIGI MOLLO** ('Luigi Vanvitelli' University of Campania), **MASSIMO MUSIO-SALE** (University of Genova), **EMANUELE PALAZZOTTO** (University of Palermo), **INGRID PAOLETTI** (Polytechnic University of Milano), **GABRIELLA PERETTI** (Polytechnic University of Torino), **SILVIA PERICU** (University of Genova), **ADELLINA PICONE** ('Federico II' University of Napoli), **CLAUDIO PIFERI** (University of Firenze), **RICCARDO POLLO** (Polytechnic University of Torino), **MANUELA RAITANO** ('Sapienza' University of Roma), **LAURA RICCI** ('Sapienza' University of Roma), **GIUSEPPE RIDOLFI** (University of Firenze), **CHIARA RIZZI** (University of Basilicata), **VALENTINA ROGNOLI** (Polytechnic University of Milano), **PAOLA SCALA** ('Federico II' University of Napoli), **ANTONELLO MONSÙ SCOLARO** (University of Sassari), **ETTORE SESSA** (University of Palermo), **ANDREA TARTAGLIA** (Polytechnic University of Milano), **ENZA TERSIGNI** ('Federico II' University of Napoli), **NICOLETTA TRASI** ('Sapienza' University of Roma), **MARCO TRISCIUOGGIO** (Polytechnic University of Torino), **GIUSEPPE TROMBINO** (University of Palermo), **NICOLETTA TRASI** ('Sapienza' University of Roma), **DAVIDE TURRINI** (University of Ferrara), **ALBERTO ULISSE** ('Gabriele D'Annunzio' University of CHIETI-PESCARA), **RENATA VALENTE** ('Sapienza' University of Roma), **CALOGERO VINCI** (University of Palermo), **THEO ZAFFAGNINI** (University of Ferrara).

Editoriale | Editorial**Cesare Spósito***Co-Scientific Director**Associate Professor of Architectural Technology
University of Palermo***Arch. Ph.D. Francesca Scalisi***Editor-in-Chief**Assistant Professor of Design
University of Palermo***Riflessioni e traiettorie di ricerca interdisciplinari sulla transizione energetica**
Reflections and trajectories for interdisciplinary research on the energy transition

Il Volume 15 di AGATHÓN segue i precedenti su Innovability[®] | Transizione Digitale e Innovability[®] | Transizione Ecologica, consapevoli della sua incalzante attualità, ma anche del portato che la proposta di una triplice chiave di interpretazione suggerisce. Nell'introduzione ai volumi 12 e 13 abbiamo richiamato il Rapporto Brundtland del 1987 nel quale si affermava la necessità di una nuova sostenibilità dello sviluppo per l'Umanità (UN, 1987) e si faceva velato riferimento alla 'teknè', cioè alla capacità di elaborazione da parte dell'Uomo di elementi presenti sul Pianeta tali da poter diventare risorse ancora sconosciute o non impiegabili con le tecnologie dell'epoca. Ambiente e Tecnologia si fronteggiano e dialogano da sempre, sicché quello che oggi chiamiamo ambiente (naturale) è già in sé frutto di un'antropizzazione perdurante e profonda della zoosfera, diventata fragile antroposfera. Nella nostra antroposfera in equilibrio instabile tra ricerca dell'artificio e volontà di tutela del Pianeta, la pandemia da Covid-19 ci ha fatto capire, tra l'altro, come il progetto della sostenibilità dello sviluppo sia un obiettivo criptico, di cui non conosciamo realmente i contorni e nel quale non possiamo operare solo in termini conservativi.

Abbiamo chiarito il significato del termine 'innovability'[®], prima in uso nell'ambito delle scienze economiche e sociali, al quale si attribuisce una rinnovata forza propulsiva per un nuovo paradigma di sviluppo che esprime una delle sfide più cruciali del nostro tempo e la necessità di una 'solidale' convergenza tra le due istanze inderogabili della 'innovazione' e della 'sostenibilità', come se fossero opposte e contrastanti: al di là del termine impiegato, in un momento storico caratterizzato da emergenze ambientali, sociali ed economiche, l'Umanità promuove una sua prerogativa, l'uso delle 'cose' che la natura ci mette a disposizione per farne altro dalla loro primaria funzione (innovazione), consapevole che quelle risorse non sono inesauribili (sostenibilità). In questo contesto, che deve guardare sempre avanti, occorre progettare le nostre migliori azioni politiche e di sistema per promuovere la necessità di innovare usando bene e in modo consapevole le risorse del Pianeta. Ursula von der Leyen, nel suo discorso di investitura a Presidente della Commissione Europea nel 2019, ha chiarito che 'la trasformazione verde e quella digitale sono sfide indissociabili'; in quest'ottica l'European Green Deal (European Commission, 2019a), la Next Generation EU (European Parliament, 2020) e il New European Bauhaus (European Commission, 2021a), così come gli altri Piani nazionali (ad esempio il PNRR in Italia; Ministero dello Sviluppo Economico, 2021), assumono importanza strategica sia nel definire, in modo chiaro e univoco, le traiettorie di sviluppo futuro di un'Europa ecologica, digitale, coesa e resiliente, sia nel correggere i principali squilibri presenti nel vecchio continente, facendo convergere – pur nella eterogeneità delle condizioni degli Stati Membri – le aspettative e le istanze, di ordine generale, comuni e condivise, di cittadini e imprese. Un fil rouge quello della 'transizione' che unisce temi e dibattiti che investono al tempo stesso la scienza e la tecnologia ma anche la filosofia, l'antropologia, l'ecologia e l'economia, declinati attraverso i tanti aggettivi specialistici che ne definiscono ambiti sempre più circoscritti eppur più aperti a logiche di transdisciplinarietà, in una sorta di speciazione delle discipline e del linguaggio che richiamano nomi come Bateson, Compton, Catton and Dunlap, Carpo, Kelly, Solis, Negroponte, e ancora Jonas, Morin, Floridi, Caffo.

In questo scenario, in cui l'antropologia digitale si riconosce nel termine 'anticipazione', nella capacità di interagire con il flusso continuo dell'innovazione per costruire un nuovo ecosistema digitale, l'innovazione trova la sua collocazione ideale, si espande e si evolve superando la capacità di mettere l'uomo e i suoi bisogni al centro delle nuove proposte di valore. Questa nuova forma di 'innovazione sostenibile' non può che avere come priorità, congiunte e contemporanee, il benessere sociale e quello ambientale, tali da facilitare una transizione etica e sostenibile a beneficio dell'intera comunità (WEF, 2022a). La trasformazione antropica dello spazio è un'azione energivora che incrementa il livello di entropia, ancora molto distante da sistematici quanto diffusi approcci di tipo 'cradle to cradle' o rispettosi delle risorse non rinnovabili. Il tema non riguarda quindi gli statuti disciplinari quanto piuttosto aspetti di interdisciplinarietà e trasversalità finalizzati a orientare e favorire una 'ripresa' resiliente, sostenibile e inclusiva. La complessità del tema 'innovability'[®] è una delle sfide del nostro secolo poiché, se da un lato più voci evidenziano come la 'transizione ecologica' può orientare eticamente le opportunità del digitale e il report The European Double Up (Accenture, 2021) sostiene che la 'transizione digitale' si configura come strumento in grado di avviare processi condivisi altrimenti più lenti da attivare, meno pervasivi e probabilmente meno performanti, dall'altro il matrimonio tra 'verde' e 'blu' lascia intravedere non pochi problemi e contraddizioni (Floridi, 2020) fino a ipotizzare l'impossibilità di attuare la 'transizione ecologica' insieme alla 'transizione digitale' e alla 'transizione energetica' (Caffo, 2021). Ecco allora che, affinché il nuovo paradigma 'innovability' (con la sua triplice chiave di interpretazione e declinazione dei possibili approcci scientifici di ricerca e di operatività) possa trovare la massima espressione ed essere effettivamente attuato, occorre introdurre strumenti (materiali e immateriali) adeguati, nuovi, trasversali, interscalari e interdisciplinari; allo stesso tempo, appare essenziale operare per costruire e alimentare un rapporto di complementarità strategica tra ecologia, energia e digitale, un'osmosi di approcci, avanzamenti, sperimentazioni e risultati all'interno di una visione di progresso condivisa e di obiettivi comuni.

Gli obiettivi della neutralità climatica entro il 2050 e della riduzione delle emissioni di CO₂ del 55% (rispetto al livello del 1990) entro il 2030 (European Commission, 2019b, 2021b) pongono all'Unione Europea, e ancor più al resto del mondo, una serie di questioni complesse tra cui un sensibile aumento della produzione di energia 'pulita' da fonti alternative e rinnovabili, la riduzione della povertà energetica, una maggiore sicurezza delle forniture energetiche e una drastica riduzione della dipendenza dalle importazioni di energia; parallelamente si mira a favorire una crescita economica moderna disaccoppiata dall'uso di risorse non rinnovabili, la creazione di nuovi posti di lavoro e a generare benefici per l'ambiente e la salute, obiettivi questi con inevitabili implicazioni culturali, politiche, economiche, produttive, tecnologiche

e sociali da affrontare sia all'interno dei propri confini sia in ambito di politica estera. Nonostante i diversi provvedimenti legislativi comunitari e nazionali e le cospicue risorse finanziarie stanziare in tre principali assi delle politiche climatiche (riduzione delle emissioni e dei consumi, incremento dell'efficienza energetica e aumento della quota di rinnovabili) non sembra abbiano avuto gli effetti virtuosi sperati.

I recenti Report dell'IPCC (2022a, 2023) mettono a nudo la dura verità sullo stato del clima e confermano l'urgenza di agire, segnalano che le politiche messe in atto a partire dal 2020 porteranno a un aumento della temperatura globale di 3,2 °C a fine secolo e individuano nel 2025 il limite massimo in cui iniziare a ridurre le emissioni globali. Gli stessi Report indicano che sono già disponibili gli strumenti per invertire l'attuale tendenza, ma sottolineano l'importanza di agire in modo sistemico, attraverso misure trasversali, tra cui quelle di adattamento e mitigazione equamente distribuite nelle regioni a rischio, e con processi decisionali inclusivi, trasparenti e partecipativi: in questo scenario gli aspetti legati all'energia rivestono un ruolo strategico. La transizione energetica sarà certamente costosa; secondo il World Energy Outlook 2021 (IEA, 2021) per centrare l'obiettivo di neutralità climatica al 2050 sono necessari 4.000 miliardi di dollari all'anno, un investimento ingente che deve essere gestito in modo ragionato e oculato, valutando tutte le opzioni possibili ed evitando di intraprendere soluzioni costose dall'efficacia incerta. Nel frattempo il Congresso degli Stati Uniti nel 2022 ha varato le tre leggi sul clima (Inflation Reduction Act, Bipartisan Infrastructure Law, CHIPS and Science Act) che impegnano più di 500 miliardi di dollari in crediti d'imposta, garanzie sui prestiti e altri investimenti per la transizione energetica, mentre l'Unione Europea con Repower EU e Fit for 55 ha promosso un Piano da 300 miliardi di euro, di cui 225 in finanziamenti e sovvenzioni e 75 miliardi in prestiti.

La transizione energetica è quindi complessa e difficile da attuare perché coinvolge 'tutto' ed è necessaria 'ovunque' ma anche perché a livello globale il consumo di energia primaria è in costante aumento da almeno mezzo secolo (Ritchie and Roser, 2020). Ogni attività umana richiede energia e produce gas serra e se Stati Uniti ed Europa rappresentano aree geografiche virtuose nella produzione di energia da fonti rinnovabili, il 75% della popolazione mondiale vive in economie emergenti come Brasile, Cina, India e Sudafrica che oggi sono responsabili di due terzi delle emissioni totali di gas serra, mentre la Cina da sola ne emette più di un quarto: da qui la necessità di pensare a livello globale invece che locale poiché il cambiamento climatico non è solo un pericolo in sé ma rappresenta – per dirla alla Amitav Ghosh (2017) – un 'moltiplicatore di minacce' che stressa e amplifica non solo l'instabilità e l'insicurezza già presenti in alcune aree del mondo, ma anche l'economia globale: secondo il World Economic Forum (WEF, 2021) lo scenario più catastrofico con un aumento della temperatura fino a 3,2 °C potrebbe spazzare via fino al 18% del PIL mondiale già entro la metà del secolo; tutto questo naturalmente con costi ingenti anche in termini di vite umane. Il presente è quindi connotato da una forte incertezza sulla stabilità e validità dei sistemi tecnologici, economici, produttivi, energetici e infrastrutturali dai quali la società dipende nelle pratiche quotidiane (De Certeau, 2011) e nelle dinamiche di produzione e riproduzione sociale (Lefebvre, 2016); in ragione di ciò gli studiosi concordano sul ruolo strategico della ricerca e sull'importanza della sperimentazione e dello scambio di buone pratiche in un'economia 'pulita' basata sull'uso efficiente di risorse non rinnovabili e sull'eco-innovazione di processi, prodotti e soluzioni progettuali (Höpfl et alii, 2022) per abbattere la produzione di emissioni di CO₂.

I contributi pubblicati nel Volume 15 di Agathón restituiscono approcci, strategie, misure e azioni differenti per avviare una transizione energetica capace di affrontare le sfide dei cambiamenti climatici, evidenziando la necessità di una visione sistemica fondata su una prassi metodologica di tipo interdisciplinare, multiscale e intersettoriale capace di integrare contemporaneamente saperi, professionalità, discipline e settori di produzione differenti (talvolta apparentemente poco affini) per razionalizzare e ottimizzare, combinando tecnologie tradizionali e innovative, da un lato, tutti gli aspetti che entrano in gioco nell'intervento trasformativo e nelle sue dimensioni di processo, di progetto e di prodotto, dall'altro, i flussi di materia in entrata e in uscita perché siano 'almeno' equivalenti. La prevalenza dei contributi pubblicati in letteratura scientifica sulla Transizione Energetica si fonda sul presupposto che, in un'era tra le più critiche per il nostro Pianeta, caratterizzata da importanti cambiamenti territoriali e climatici con rilevanti risvolti sociali, economici, produttivi e insediativi, l'uomo deve ribaltare il proprio punto di vista 'antropocentrico' in favore di una visione nella quale non è più il 'soggetto ordinatore' ma uno dei tanti componenti di un complesso ecosistema costituito da esseri viventi e umani, flora e fauna.

Perseguire il solo obiettivo di riduzione degli impatti ambientali senza riconsiderare un uso meno indiscriminato delle risorse naturali e non rinnovabili e la loro rilevanza per la nostra sopravvivenza sembra un modo semplicistico di affrontare il problema poiché non mette in discussione il modello di sviluppo che ha generato l'attuale stato di emergenza; ciò in ragione del fatto che il cambiamento climatico è uno dei sei limiti planetari che richiedono un'attenzione urgente e che anche altri, tra cui la perdita di biodiversità, sono stati già superati (Rockström et alii, 2023). Mentre la risposta all'emergenza climatica viene spesso enfatizzata in termini di 'decarbonizzazione', promuovendo una transizione energetica basata sulle energie rinnovabili e sul miglioramento dell'efficienza energetica dell'ambiente costruito, il recente riconoscimento – da parte dell'IPCC (2022b) e della COP28 tenutasi negli Emirati Arabi nel 2023 – dell'importanza del carbonio incorporato ha stimolato un approccio basato sulla 'sufficienza' per ridurre il consumo di nuovo suolo, le emissioni di carbonio, la perdita di biodiversità e le disuguaglianze e per rispondere alle esigenze degli utenti con i nuovi servizi resi possibili dalla digitalizzazione (Ness, 2024).

Altri documenti di politiche internazionali e nazionali, tra in Italia il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (MASE, 2023), individuano per l'adattamento e la mitigazione dei cambiamenti climatici azioni di tipo 'soft', che non richiedono interventi strutturali e materiali diretti, ma che sono comunque propedeutiche alla realizzazione di questi ultimi: esse contribuiscono alla causa climatica tramite azioni di informazione e sensibilizzazione, sviluppo di processi organizzativi e partecipativi e gover-

nance, agendo sulla domanda di energia attraverso cambiamenti socio-culturali e comportamentali. Le azioni 'soft', robuste, flessibili e di immediata realizzazione, richiedono un minor impegno finanziario e hanno un carattere di urgenza, dovendo creare le condizioni ottimali di governo del territorio, per una efficace pianificazione e la successiva attuazione di interventi strutturali. Una 'alfabetizzazione climatica' attraverso programmi educativi e informativi sulla portata della sfida climatica e dei rischi dovuti ai consumi eccessivi di energia e risorse naturali può aumentare la consapevolezza che anche il singolo può dare il proprio contributo. In quest'ottica sono da leggersi i recenti allestimenti di Dotdotdot (Valenti et alii, 2024) e i Centri del Riuso e del Riparo all'interno della rete Surpluse il cui allestimento assume la funzione di touchpoint di un servizio, con il duplice fine di stimolare nuovi comportamenti all'interno di una comunità e di attivare uno spazio critico di riflessione tra ambiti disciplinari differenti a supporto delle strategie di sostenibilità ed economia circolare (Olivastri and Tagliasco, 2024).

Se è acclarato che il cambiamento climatico è un fenomeno globale che manifesta i propri effetti a livello locale e regionale, un recente Rapporto dell'ISPRA (2023) rileva che le città, pur coprendo solo il 2% della superficie terrestre, sono responsabili del 70% delle emissioni di gas serra di tutto il Pianeta, spinte dall'elevato impiego di energia del settore edilizio e dei trasporti. Al contempo le città sono luoghi molto fragili e vulnerabili ai cambiamenti climatici, esposte ad eventi meteorologici estremi sempre più frequenti con livelli di rischio un tempo inimmaginabili. In questi luoghi si concentra quindi la ricerca di strategie, percorsi, misure e azioni per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici con un approccio che mutua la centralità dell'uomo con quella dell'ecosistema. Significative a tal proposito sono le consultazioni internazionali che nell'ultimo decennio sono state tenute a Ginevra e Lussemburgo nell'ambito del processo di transizione ecologica avviato dalle due città. Superando la statica visione della tradizionale 'pianificazione' che delinea un obiettivo specifico per un orizzonte 'chiuso', le consultazioni promuovono la 'previsione strategica' capace di orientare – senza dare per assoluti dati, analisi e raccomandazioni – le comunità locali verso percorsi di sviluppo a zero emissioni di carbonio. In particolare la consultazione Lussemburgo in Transizione (LIT) rappresenta una evoluzione della prima in quanto ha permesso di formulare 'visioni' più informate e avanzate per l'organizzazione futura delle aree e dei territori urbani, spaziando dalla scala regionale a quella dei singoli edifici; concentrandosi più sul percorso che non sui risultati, LIT ha consentito di mettere a punto gli indicatori chiave per gestire la transizione e responsabilizzare gli stakeholder (Mantziaras, 2024). In chiave di previsione e prefigurazione di scenari, diverse sono le metodologie che indagano le relazioni fra progetto e futuro / anticipazione (Design for Public Utilities, Radical Design, Design Thinking, Human-centred Design, Speculative Design, Responsible Design, Design for Social Innovation, Systemic Design e Design for Sustainable Behavior, Design for Sustainability Transition) spaziando dalla micro alla macro scala, dal punto di vista materiale e immateriale. Altre due metodologie sono il Transition Design e l'Advanced Design, due approcci che integrano alla sostenibilità una dimensione chiave della transizione che è la circolarità, modificando continuamente prospettiva fra bisogni dell'utente e implicazioni sistemiche del processo di sviluppo: le transizioni rimangono 'aperte' e speculative per evolversi sulla base delle conoscenze acquisite in un determinato punto temporale. In tale ottica prende corpo una nuova figura professionale con competenze avanzate in studi di anticipazione e transizione, una spiccata consapevolezza critica sulle implicazioni sociali e ambientali del progetto e una capacità di contribuire allo sviluppo di modelli per 'visioni' improntate a circolarità, sostenibilità, responsabilità e transizione in un ambiente in costante mutamento (Zannoni et alii, 2024).

Un altro tema di rilevante interesse per la transizione energetica è quello delle 'smart cities' e della loro capacità 'resili(g)ente' (Gausa, 2019), nella misura in cui possono rappresentare un modello di sviluppo sostenibile anche per le infrastrutture di mobilità e indirizzare verso modelli a-spaziali nei quali le geometrie complesse delle reti tecnologiche si innestano nei modelli urbani preesistenti. Nello specifico, in un'ottica di neutralità carbonica e climatica, si evidenziano le potenzialità delle 'reti stradali urbane intelligenti' – reti di mobilità della 'smart city' sulle quali intervengono sinergicamente qualità e caratteristiche tanto di infrastrutture quanto di dispositivi materiali e immateriali – e in particolare dei 'veicoli intelligenti autonomi', una tipologia di mezzo di locomozione basato su IoT e big data. La loro natura ibrida sovrverte le tradizionali divisioni tra mobilità privata e pubblica e tra percorsi pedonali e percorsi veicolari, consentendo di ridefinire un nuovo rapporto strada / edificio, ma anche una nuova visione della mobilità basata su tecnologie innovative con ridotte emissioni inquinanti di cui sono sperimentazioni rilevanti quelle di Woven City in Giappone, estesa su settanta ettari e attraversata da veicoli autonomi futuristici che viaggiano a velocità diverse fornendo una pluralità di servizi agli utenti, e di Gwangmyeong in Corea del Sud, con i suoi 'smart trams', veicoli autonomi dall'aspetto tradizionale ideati come piccole stanze autonome in movimento in cui svolgere funzioni collettive e itineranti, capaci di definire un nuovo modello mobilità basato sul concetto di 'spazio flessibile', integrazione tra 'spazio fisico' e 'spazio digitale' (Bruno et alii, 2024).

Una ulteriore questione di rilievo per lo sviluppo delle città è da mettere in relazione con le previsioni dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Agricoltura e l'Alimentazione (FAO) sull'aumento della domanda alimentare di circa il 60% entro il 2050 e con il riconoscimento nel 2019 dell'importanza dell'Agricoltura urbana all'interno del quadro per l'Agenda Alimentare Urbana per la sua capacità multifunzionale di fornire cibo fresco e soddisfare i bisogni nutrizionali di base attraverso la coltivazione di frutta e verdura, con numerosi benefici diretti e indotti su salute e sicurezza alimentare (Marino et alii, 2020). In ragione del fatto che entro il 2050 i due terzi della popolazione mondiale vivrà nelle città (United Nation, 2022) e che l'impatto visibile dei cambiamenti climatici e dei recenti conflitti mondiali sui sistemi agricoli comporta un calo della produttività agricola (BCFN and MUFPP, 2018), sembra necessario strutturare filiere produttive che consentano alle città un livello minimo di autosufficienza alimentare attraverso metodi e modalità di produzione agricola interne al perimetro urbano. Le esperienze di rigenerazione urbana, di tipo bottom-up avviate da abitanti attivi, con la realizzazione di giardini comunitari (Orchard Park) per la

produzione alimentare, si sono mostrate iniziative capaci di generare diversi benefici, dalla produzione di cibo resiliente e sostenibile alla riduzione delle distanze di approvvigionamento, dalla riduzione degli sprechi all'aumento della coesione sociale, promuovendo consapevolezza e valorizzando una nuova identità culturale nel contesto delle sfide sostenibili, sociali e ambientali del nuovo millennio (Follesa et alii, 2024). È da rilevare che le tecniche di produzione agricola hanno un peso rilevante sulla questione energetica a tal punto che oggi la comunità scientifica riaccende l'interesse per le 'tecnologie appropriate' la cui definizione ha radici profonde nel contesto post-coloniale degli anni Sessanta: la necessità di fornire sostegno ai Paesi allora definiti del Terzo Mondo spinse Ernst Friedrich Schumacher (1974) a introdurre la definizione sottolineando l'importanza di sviluppare tecniche adeguate alle risorse e necessità di ciascun contesto locale che fossero altresì efficienti, replicabili e rispettose di diverse culture e ambienti. L'obiettivo di allora di adottare una tecnologia più efficiente delle pratiche indigene, ma più economica rispetto a quella industriale per favorire investimenti locali e decentralizzazione, è oggi esteso a mettere a punto approcci sostenibili ed equi, di riconnessione con i cicli naturali e dal basso consumo energetico come l'orticoltura indoor, la coltura idroponica, l'agricoltura verticale, la permacultura, il low-tech e il solarpunk quali punto di partenza per di un paradigma progettuale 'energy-driven' (Vacanti and Carmelo, 2024).

All'interno del dibattito scientifico e rispetto alla transizione energetica il Patrimonio con valenza storico-culturale emerge come un pilastro fondamentale della 'innovability', suggerendo una importante lezione desunta dalla cultura architettonica e tecnico-costruttiva in ambito mediterraneo, le cui tipologie edilizie e tecnologie tradizionali passive si rilevano particolarmente efficaci nell'efficientamento energetico degli edifici. Tuttavia il valore storico-culturale di un Bene non lo sottrae alle nuove sfide della contemporaneità rigettando a priori l'implementazione di nuove tecnologie finalizzate a ridurre l'impatto ambientale e massimizzarne le prestazioni energetiche: gli esempi delle Cattedrali di Gloucester e York e della Sala delle Udienze Paolo VI nella Città del Vaticano dimostrano come una simbiosi tra passato e presente sia possibile e l'installazione di pannelli fotovoltaici non è solo auspicabile ma necessaria per proiettare il Patrimonio verso un futuro più sostenibile (Casanovas, Campanero and Campisi, 2024).

Il binomio Patrimonio Culturale ed efficienza energetica è centrale nel dibattito internazionale e per orientare gli interventi sul Patrimonio l'ex Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo (MiBACT) ha promosso le Linee di Indirizzo per il Miglioramento dell'Efficienza Energetica nel Patrimonio Culturale (Battisti et alii, 2015): a partire dalla Legge 9 gennaio 1991 n. 10, dal Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192 e dalla Direttiva 2010/31/UE (The European Parliament and the Council of the European Union, 2010), il testo affronta il tema della diagnosi energetica quale fase conoscitiva preliminare alla scelta delle soluzioni più efficaci al fine di 'evitare effetti negativi sulla conservazione delle caratteristiche distintive' del Patrimonio. Per perseguire le transizioni ecologica ed energetica dei processi edilizi possiamo utilizzare anche altri strumenti tra cui i Criteri Ambientali Minimi (Ministero della Transizione Ecologica, 2022), i materiali dotati di 'conformità CAM', le etichettature di prodotto e i passaporti digitali di prodotto con l'obiettivo di valorizzare il contenuto minimo di riciclato, la biodegradabilità, l'ecocompatibilità, il basso contenuto di composti organici volatili e la tracciabilità dei materiali (Curto, Garzulino and Turrina, 2024).

I siti industriali dismessi costituiscono un particolare tipo di Patrimonio che può assumere la valenza di risorsa strategica per il raggiungimento degli obiettivi di transizione energetica ed economia circolare. In particolare il loro riuso adattivo può creare la condizione sia per conservare la memoria delle attività originarie, sia per attivare nuovi cicli, attraverso azioni di rigenerazione con nuove funzionalità, valorizzando le testimonianze per metterle al servizio della comunità locale, ma anche attraverso un ecosistema circolare finalizzato a gestire i flussi materici, energetici ed ecologici tramite la produzione di energia a zero emissioni da scarti o rifiuti, il riuso di componenti e materiali da decostruzione e il 'reversible building design' (Baiani et alii, 2024). Il progetto di rigenerazione di queste aree dismesse all'interno di agglomerati urbani di medie dimensioni può essere reinterpretato dalle comunità locali anche come potenziale rete energetica, sviluppando logiche di consumo di suolo zero e processi di retro-innovazione; tale opportunità trova supporto nella Strategia Europea sull'Idrogeno (European Commission, 2021c) e nel Piano REPowerUE (European Commission, 2022a) poiché si prevede che entro il 2050 l'idrogeno rinnovabile troverà applicazione a diverse scale, dai cluster locali agli hub territoriali Hydrogen Valleys intesi come comunità di produzione locale di idrogeno da fonti energetiche rinnovabili decentralizzate, di stoccaggio, di trasporto a breve distanza e di utilizzo per scopi diversificati (Battisti and Calvano, 2024).

Di questi particolari Beni può essere considerato non solo il patrimonio architettonico ma anche i rapporti tra l'architettura e il suo paesaggio, tra l'ambiente costruito e i sistemi territoriali, valorizzando le caratteristiche ecologiche dei siti che per la città costituiscono un importante serbatoio di biodiversità; in questi casi l'azione di 'riconversione' supera quella di 'sostituzione' delle funzioni e diviene 'ricucitura' delle relazioni nella prospettiva di ridisegno complessivo della città. Una riflessione sul tema la stimolano numerosi interventi – l'area industriale di Gruze, l'ex-Gasometro nella Città di Münster, il Campus Malaga, l'Ecoboulevard a Vallecas, il Lyon Confluence e l'Île Seguin a Parigi, solo per citarne alcuni – che, seppur con il loro carattere eterogeneo per temi, modi e linguaggi, hanno in comune il merito di affrontare contestualmente il tema del riuso, della rinaturalizzazione dei suoli e del verde come paradigma di un progetto che colloca il sistema paesaggistico e territoriale al centro della discussione (Pirina, Comi and d'Abramo, 2024). Gli orizzonti di decarbonizzazione e di neutralità climatica pongono anche a tutto il Patrimonio edilizio del '900 e della città moderna questioni che lo coinvolgono in una riqualificazione energetica sia aggiornando i propri statuti e riformulando i principi compositivi su aggetti, portici, corti, loggiati, schermature, flessibilità d'uso, variabilità di funzioni e tridimensionalità di tetti e facciate, per governare attraverso gli elementi naturali (acqua, luce e vegetazione) la complessità della condizione contemporanea (Marsala and Renda, 2024), sia facendo tesoro delle esperienze maturate con la tipologia edilizia della Scuola.

In particolare ci si riferisce alle strategie 'circolari' utilizzate per la demolizione e ricostruzione della Scuola 'Cino da Pistoia' nel Comune di Pistoia (IT) che garantiscono consumi energetici pari allo zero (at-

traverso scelte di involucro e di impianto adeguate) e ottimizzano gli impatti globali (incorporati e operativi) del suo intero ciclo di vita (Palumbo, Romano and Gallo, 2024) e al progetto CIS Roma Scuole Verdi (Clemente et alii, 2024) in cui 111 edifici scolastici distribuiti nei 15 Municipi del Comune di Roma sono stati oggetto di interventi tecnologici finalizzati al miglioramento della prestazione energetica globale del sistema edificio / impianto (mediamente di quattro classi energetiche), all'abbattimento delle emissioni di CO₂ (in media del 56% circa), alla riduzione del fabbisogno di energia primaria totale in generale (in media del 46% circa) e all'aumento della quota di produzione di energia rinnovabile (in media del 20% circa); tali risultati assumono particolare rilevanza se si considera l'impatto che le soluzioni progettuali hanno non tanto sul singolo edificio, quanto sugli immobili nel loro complesso rispetto a una programmazione a larga scala degli interventi. Un altro progetto pilota sviluppato su un Istituto di istruzione superiore del Comune di Giugliano in Campania (IT) ha utilizzato la Scuola come hub e fulcro di una comunità perimetrata secondo logiche di raggi di influenza, bacini di utenza e risorse comuni gestibili; i risultati ottenuti dal progetto dimostrano come sia possibile mettere in campo con un approccio sistemico adeguate soluzioni ambientali per la gestione integrata e condivisa di energia, il potenziamento della vegetazione e delle superfici drenanti e il riciclo delle acque meteoriche (Valente et alii, 2024), con benefici per tutta la comunità di riferimento.

Innovazione tecnologica e partecipazione attiva dei cittadini costituiscono due fattori chiave attraverso cui è possibile raggiungere gli ambiziosi obiettivi di decarbonizzazione; in tal senso le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) definiscono validi modelli per promuovere la transizione verso un sistema energetico competitivo improntato alla decarbonizzazione, democratizzazione e decentralizzazione del settore. Due esempi virtuosi sono Hannover e Amsterdam, precursori di modelli sperimentali di distretti energetici replicabili e trasferibili in altri contesti, poiché sensibilità diffusa, opportunità politica e necessità economica sembrano ormai convergere ed essere pronte per rispondere alla sfida sociale e progettuale della contemporaneità. Il confronto dei due esempi con quelli più tradizionali fa emergere una innovazione di modello che va nella direzione del 'distretto energetico collaborativo' e dell'infrastruttura 'peer to peer', mutando il concetto di comunità energetica da 'scambiatore di energia indiretto' in forme decentralizzate dove tutta l'energia consumata è prodotta localmente da micro-comunità sempre più consapevoli e organizzate in distretti autosufficienti (Crippa et alii, 2024). Particolari forme innovative di comunità sono quelle che, ispirate al programma del New European Bauhaus, favoriscono l'interconnessione di persone, flora, fauna e mondo geofisico, ovvero di ecosistemi, storie, tecnologie, istituzioni e culture (Chakrabarty, 2009), coniugando politiche di azione per il clima e 'pratiche e comportamenti' di rispetto dell'ecosistema. Esempio è il progetto della Lighthouse di Nepi in cui, attraverso la sinergia di scienza, innovazione, arti e culture, si avvia una trasformazione del territorio e dello spazio pubblico che acquisisce 'potere abilitante' verso la 'consapevolezza energetica' promuovendo pratiche di condivisione che mirano alla costituzione di comunità (anche) energetiche nelle quali l'attenzione non è tanto rivolta alle performance quanto ai comportamenti che la comunità stessa promuove (Montuori, Converso and Rabazo Martin, 2024).

Se i casi citati costituiscono buone pratiche replicabili che possono accelerare il raggiungimento degli obiettivi di neutralità carbonica e climatica, esistono barriere 'strutturali' che ne possono ostacolare la diffusione prime tra tutte la mancata partecipazione dei cittadini, fortemente auspicata e promossa dalla Commissione Europea, e la scarsa rappresentatività dei diversi gruppi sociali, soprattutto quelli più fragili. Una soluzione sembra offrirlo il concetto di cittadinanza energetica (Montalvo et alii, 2021) che, pur abbracciando i complessi sistemi energetico-tecnologico e sociale, può dotarsi di uno strumento e di un modello analitico per abilitare la governance, monitorarne l'impatto, gestire le complesse dinamiche sociali in gioco, fornire informazioni adeguate a guidare le decisioni e a rendere più 'leggibili' i dati energetici: l'Energy Citizenship Contract, sviluppato dal progetto H2020 – GRETA, appare utile allo scopo soprattutto per la sua adattabilità in contesti diversi (Boeri et alii, 2024). Il potenziale delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) può essere sfruttato anche nel settore produttivo, soprattutto driver per quelle aree interne caratterizzate da spopolamento, isolamento e debolezza economica, attraverso una valorizzazione delle risorse di tipo circolare e rigenerativo, promuovendo la filiera corta, investendo nelle energie rinnovabili e nell'economia verde, valorizzando il patrimonio per sviluppare modelli di turismo sostenibile, agevolando la digitalizzazione e rafforzando la collaborazione tra pubblico e privato. La valorizzazione delle attività rurali ad alto valore aggiunto richiede tuttavia di affinare e integrare azioni di elevata complessità, mettendo a rete conoscenze e competenze innovative dal punto di vista imprenditoriale, tecnologico e sociale. Al riguardo una sperimentazione promettente sembra essere quella in corso a Taranta Peligna (Chieti, IT) che mira a valorizzare la filiera della lana attraverso un approccio sistemico, co-progettuale e di collaborazione tra Enti, Istituzioni e comunità locali: soluzioni innovative e sostenibili al pari di processi tradizionali concorrono a strutturare una rete per rigenerare un'economia locale a impatto ridotto, dando vita a una comunità energetica, a centri di lavaggio sostenibili e a un Osservatorio di rete (Gaddi and Mastrodonardo, 2024).

Il rapporto tra infrastruttura e paesaggio rappresenta una delle questioni critiche ancora irrisolte, soprattutto in alcuni contesti culturali come quello italiano: le infrastrutture per la produzione energetica sono infatti considerate, per le loro dimensioni ed estensioni nell'ambiente naturale, come elemento che deturpa profondamente il territorio. Occorre quindi avviare una riflessione sul tema richiamando Thrän, Gawel e Fiedler (2020) secondo i quali i 'paesaggi energetici' riassumono i modelli paesaggistici tradizionali, le potenzialità delle risorse rinnovabili, le unità di conversione e le relative infrastrutture, ma anche le comunità che li 'abitano' e li 'vivono' a vario titolo e i processi socio-economici ad esse correlati; allo stesso tempo i paesaggi energetici sono in grado di garantire molteplici funzioni come la produzione di cibo e materiali, la protezione della natura e la biodiversità. In una tale ottica questi particolari paesaggi condividono un sistema di nodi di produzione e di reti di trasmissione e distribuzione dell'energia che possono integrarsi con i contesti esistenti, in quanto storicamente determinati, e costituire un altro 'corpus' infrastrutturale da prendere in considerazione nel progetto rispetto alla dimensione 'percettiva' – oggi questione privilegiata dalle norme di tutela paesaggistica – ma anche nel 'disegno del suolo' e nella correlazione tra suolo, architetture

ra e paesaggio, come dimostrato dai progetti dei parchi eolici de l'Auleda e di Roseto Valfortore o i parchi agrivoltaici nella regione catalana di Penedès e a Castellfollit del Boix (Peghin, 2024).

Decarbonizzazione e neutralità climatica rappresentano due sfide complesse che non possono essere affrontate senza mettere in gioco la sostenibilità di processi, progetti, soluzioni e azioni per generare benefici all'intero ecosistema. Gli strumenti digitali si stanno affermando come fattore chiave per affrontare la complessità di tali sfide ed elemento di valore del nuovo ecosistema globale, tanto che la fondazione World Economic Forum (WEF, 2022b) ha stimato che il loro impiego potrebbe consentire una potenziale riduzione del 15% delle emissioni globali di carbonio. Il loro utilizzo può essere trasversale a tutte le scale del progetto, finanche a quella urbana dove gli elementi che contribuiscono alle emissioni di gas a effetto serra sono molteplici e variegati. In questo contesto emergono le potenzialità del Gemello Digitale Urbano (GDU) che sembra fornire un quadro olistico e interconnesso di ogni aspetto della vita in città e, di conseguenza, della gestione delle aree urbane, attraverso modelli, scenari e simulazioni utili a prevedere e attivare misure e politiche guidate dai dati. Tuttavia se da un lato al fulcro di questa trasformazione c'è la convergenza di tecnologie avanzate e 'mature', come l'Intelligenza Artificiale, l'Internet of Things, la Realtà Aumentata e i modelli BIM, dall'altro rimangono da risolvere questioni legate alla raccolta e integrazione dei dati, al superamento dei problemi di privacy e all'abilitazione di una governance multi-stakeholder. Mentre in Europa i primi esempi di GDU sono rintracciabili a Helsinki, Zurigo, Amsterdam e Dublino, in Italia la Città di Bologna sta sperimentando, attraverso i progetti H2020 GRETA e +CityxChange, il suo Gemello Digitale con l'obiettivo di definire un framework metodologico di modellazione energetica, abilitato da un prototipo semplificato ma incrementale di GDU che consente di generare analisi e simulazioni calibrate su obiettivi più ampi della decarbonizzazione (Longo et alii, 2024).

Digitalizzazione e tecnologie innovative possono migliorare l'efficienza e la flessibilità della produzione industriale, promuovendo il concetto di 'fabbrica intelligente' basato su un nuovo ecosistema fabbrica-uomo capace di restituire informazioni di varia natura, dalla gestione del fabbricato e dei processi produttivi al comfort dei lavoratori, ottimizzando le risorse utilizzate per ridurre produzione di rifiuti ed emissioni climateranti. In tal senso sono di interesse quelle ricerche che mirano a mettere a punto una procedura di interoperabilità per trasferire il dato da una piattaforma di modellazione proprietaria (BIM authoring) a quelle di analisi specifica (Building Energy Models – BEMs): attraverso GD, big data, realtà estesa e algoritmi di Intelligenza Artificiale, con l'integrazione di sensori intelligenti, piattaforme basate su Gemelli Digitali Energetici e interfacce grafiche user-friendly che migliorano l'interoperabilità è possibile generare un'attività semi-automatica propria dell'Industria 5.0 in grado di prefigurare diversi scenari predittivi e programmati di una specifica attività (Osello et alii, 2024). Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione hanno rivoluzionato l'economia, l'industria e le società del nostro tempo trovando applicazione anche negli spazi urbani in cui l'innovazione e la sostenibilità si integrano per creare un nuovo modo di vivere nelle città. Proprio in questo ambito, del quale bisogna riconoscere la natura dinamica e in continua evoluzione, può trovarsi la soluzione per affrontare la cogente sfida sui cambiamenti climatici, in quanto esso rappresenta una complessa interfaccia tra l'uomo e l'ambiente circostante. Tale complessità può essere risolta con la sinergia tra un approccio integrato e multi-scalare che prende in esame le relazioni tra macro e micro-scala, dal livello urbano fino al dettaglio costruttivo, e l'utilizzo di modelli di valutazione e indicatori (Azzalin, 2024). Questi ultimi possono supportare le decisioni nella simulazione dei microclimi urbani basati sulla modellazione fisica dei fenomeni climatici al fine di migliorare il comfort individuale, raggiungere gli obiettivi di prestazione ambientale, mitigazione climatica, contenimento dei consumi energetici, sicurezza ed efficienza delle infrastrutture tecnologiche, degli spazi aperti e degli edifici e valutare il grado di circolarità e i benefici ambientali conseguibili, ad esempio, attraverso il riuso di oggetti o di componenti edilizi in progetti di riqualificazione del costruito (Coccia, Cipolletti and Corvaro, 2024; Zarcone, Nava and Tucci, 2024; Tzortzi, Lux and Pardo Delgado, 2024; Paganin et alii, 2024).

Il quadro teorico e sperimentale presentato restituisce una sintesi dei temi trattati nel Volume 15 di AGATHÓN che dimostra come le transizioni energetica, ecologica e digitale possano contribuire sinergicamente al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione e neutralità climatica. I contributi pubblicati in forma di saggi e ricerche appaiono coerenti con il 2022 Strategic Foresight Report (European Commission, 2022b) basato sulla relazione del JRC dal titolo Towards a Green and Digital Future – Key Requirements for Successful Twin Transitions in the European Union (Muench et alii, 2022) e fondato sui concetti chiave di: a) transizioni 'gemelle', come chiave di volta per un futuro sostenibile, equo e competitivo; b) transizione 'giusta', per una diffusa accettazione delle soluzioni verdi e digitali al fine di mitigare i consumi e migliorare l'efficienza; c) 'approccio integrato' alle sfide, per massimizzare i benefici delle sinergie e gestire meglio i rischi. Dai contributi pubblicati emerge la necessità di un cambio di paradigma che, da un lato, si caratterizzi per un approccio improntato alla 'sufficienza' (rispetto a nuova occupazione di suolo e realizzazione di nuove costruzioni) e all'economia circolare (per limitare l'uso di risorse non rinnovabili) capace di sfruttare le potenzialità delle tecnologie per nuovi servizi resi possibili dalla digitalizzazione, dall'altro, si fonda su una nuova consapevolezza degli utenti dei limiti del Pianeta perseguibile attraverso azioni 'soft' urgenti, robuste, flessibili e di facile realizzazione in quanto richiedono un minor impegno finanziario.

Se comunità energetiche, produzione di energia rinnovabile da idrogeno e filiere produttive possono contribuire alla mitigazione delle emissioni di gas a effetto serra, l'ingente patrimonio immobiliare esistente costituisce un ambito su cui è possibile intervenire con efficacia, anche laddove abbia una valenza storico-culturale, utilizzando strumenti come i gemelli digitali o metodologie di analisi capaci di valutare ex ante gli impatti sull'ecosistema e di prefigurare scenari per città, edifici e processi produttivi volti a uno sviluppo sostenibile e compatibile con gli obiettivi improcrastinabili fissati per il 2030 e il 2050. Queste sono alcune delle strategie, dei percorsi, delle misure e delle azioni che è possibile mettere in campo

sfruttando la disponibilità delle ingenti risorse finanziarie stanziata dai governi per le transizioni, stimolando la sensibilità degli amministratori locali, valorizzando le abilità e le competenze trasversali di tecnici e operatori del settore, ma anche e soprattutto facendo leva sulla consapevolezza degli utenti rispetto ai rischi derivanti dai cambiamenti climatici affinché si attivi una loro risposta ‘comportamentale’ sui consumi di energia e di risorse naturali non rinnovabili.

Volume 15 of AGATHÓN follows on from its predecessors on Innovability[®] | Digital Transition and Innovability[®] | Ecological Transition, aware of its pressing topicality but also of the scope that the proposal of a threefold key of interpretation suggests. In the introduction to Volumes 12 and 13, we referred to the Brundtland Report of 1987, which stated the need for a new sustainability of development for Humanity (UN, 1987) and made a veiled reference to ‘teknè’, i.e. Man’s ability to process elements present on the Planet in such a way that they could become resources as yet unknown or not usable with the technologies of the time. Environment and Technology have always faced each other and dialogued so that what we now call the (natural) environment is already the result of an enduring and profound anthropisation of the zoosphere, which has become a fragile anthroposphere. In our anthroposphere, in an unstable balance between the quest for artifice and the desire to protect the Planet, the Covid-19 pandemic has made us realise, among other things, how the project of sustainable development is a cryptic objective, the contours of which we do not really know and in which we cannot operate solely in conservative terms.

We have clarified the meaning of the term ‘innovability’[®], formerly in use in the economic and social sciences, which is attributed to a renewed driving force for a new paradigm of development that expresses one of the most crucial challenges of our time and the need for a ‘solidary’ convergence between the two inescapable instances of ‘innovation’ and ‘sustainability’, as if they were opposites and contrasts: beyond the term used, in a historical moment characterised by environmental, social and economic emergencies, Humanity promotes one of its prerogatives, the use of the ‘things’ that nature makes available to us to do something other than their primary function (innovation), aware that those resources are not inexhaustible (sustainability). In this context, which must always look forward, we must design our best political and systemic actions to promote the need to innovate by using the Planet’s resources well and consciously. Ursula von der Leyen, in her inauguration speech as President of the European Commission in 2019, made it clear that ‘green and digital transformation are inseparable challenges’; with this in mind, the European Green Deal (European Commission, 2019a), the Next Generation EU (European Parliament, 2020) and the New European Bauhaus (European Commission, 2021a), as well as other national plans (e.g. NPRR in Italy; Ministero dello Sviluppo Economico, 2021), assume strategic importance both in defining, clearly and unambiguously, the trajectories of future development of an ecological, digital, cohesive and resilient Europe, and in correcting the main imbalances present in the old continent, bringing together – despite the heterogeneous conditions of the Member States – the expectations and demands, of a general, common and shared order, of citizens and businesses. A common thread, that of ‘transition’, which unites themes and debates involving both science and Technology, but also philosophy, anthropology, ecology and economics, declined through the many specialised adjectives that define increasingly circumscribed areas and yet more open to the logic of transdisciplinarity, in a sort of speciation of disciplines and language that recalls names such as Bateson, Commoner, Catton and Dunlap, Carpo, Kelly, Solis, Negroponte, and even Jonas, Morin, Floridi, and Caffo.

In this scenario, in which digital anthropology recognises itself in the term ‘anticipation’, in the ability to interact with the continuous flow of innovation to build a new digital ecosystem, innovation finds its ideal location, expands and evolves beyond the ability to put man and his needs at the centre of the new value propositions. This new form of ‘sustainable innovation’ cannot but have joint and concurrent social and environmental well-being as its priorities, such as facilitating an ethical and sustainable transition for the entire community’s benefit (WEF, 2022a). The anthropogenic transformation of space is an energy-intensive action that increases entropy, which is still a long way from systematic and widespread ‘cradle to cradle’ or non-renewable resource-friendly approaches. Therefore, the issue is not about disciplinary statutes but aspects of interdisciplinarity and transversality aimed at guiding and fostering a resilient, sustainable and inclusive ‘recovery’. The complexity of the ‘innovability’[®] theme is one of the challenges of our century since, while several voices highlight how the ‘ecological transition’ can ethically steer the opportunities of the digital and the report The European Double Up (Accenture, 2021) argues that the ‘digital transition’ is a tool capable of initiating shared processes that would otherwise be slower to activate less pervasive and probably less performing; on the other hand, the marriage between ‘green’ and ‘blue’ leaves one glimpsing not a few problems and contradictions (Floridi, 2020) to the point of hypothesising the impossibility of implementing the ‘ecological transition’ together with the ‘digital transition’ and the ‘energy transition’ (Caffo, 2021). Hence, in order for the new ‘innovability’ paradigm (with its threefold interpretation and declination of the possible scientific approaches to research and operations) to find its fullest expression and effectively implement it, we need to introduce appropriate, new, transversal, cross-cutting and interdisciplinary (material and immaterial) tools; at the same time, it seems essential to work to build and nurture a relationship of strategic complementarity between ecology, energy and digital, osmosis of approaches, advances, experiments and results within a shared vision of progress and common goals.

The goals of climate neutrality by 2050 and the reduction of CO₂ emissions by 55% (compared to the 1990 level) by 2030 (European Commission, 2019b, 2021b) pose the European Union, and even more so the rest of the world, with several complex issues, including a significant increase in ‘clean’ energy production from alternative and renewable sources, the reduction of energy poverty, greater security of energy supply and a drastic decrease in dependence on energy imports; at the same time, the aim is

to foster modern economic growth decoupled from the use of non-renewable resources, the creation of new jobs, and to generate environmental and health benefits, objectives with inevitable cultural, political, economic, production, technological and social implications to be addressed both within one's borders and in foreign policy. Despite various European and national legislative measures and considerable financial resources allocated, the three principal axes of climate policies (reducing emissions and consumption, increasing energy efficiency and increasing the share of renewable energies) have yet to have the desired virtuous effects.

Recent IPCC (2022a, 2023) Reports lay bare the hard truth about the state of the climate and confirm the urgency to act, pointing out that policies implemented from 2020 onwards will lead to a global temperature increase of 3.2 °C by the end of the century and identifying 2025 as the upper limit at which to start reducing global emissions. The same Reports indicate that the tools to reverse the current trend are already available but underline the importance of acting systemically through cross-cutting measures, including adaptation and mitigation measures evenly distributed in regions at risk and with inclusive, transparent and participatory decision-making processes. In this scenario, energy aspects play a strategic role. The energy transition will undoubtedly be costly; according to the World Energy Outlook 2021 (IEA, 2021), an annual 4,000 billion dollars is necessary to reach the 2050 climate neutrality target, a considerable investment that must be managed in a reasoned and judicious manner, evaluating all possible options and avoiding costly solutions of uncertain effectiveness. In the meantime, the United States Congress 2022 passed the three climate laws (Inflation Reduction Act, Bipartisan Infrastructure Law, CHIPS and Science Act), engaging over 500 billion dollars in tax credits, loan guarantees and other investments for the energy transition, while the European Union with Repower EU e Fit for 55 promoted a 300 billion euro Plan, of which 225 billion in grants and loans and 75 billion in loans.

The energy transition is, therefore, complex and challenging to implement because it involves 'everything' and is needed 'everywhere' but also because globally, primary energy consumption has been steadily increasing for at least half a century (Ritchie and Roser, 2020). Every human activity requires energy and produces greenhouse gases, and while the United States and Europe represent virtuous geographic areas in the production of energy from renewable sources, 75% of the world's population lives in emerging economies such as Brazil, China, India and South Africa, which are now responsible for two-thirds of total greenhouse gas emissions. At the same time, China alone emits more than a quarter, hence the need to think globally rather than locally since climate change is not only a danger in itself but represents – in the words of Amitav Ghosh (2017) – a 'threat multiplier' that stresses and amplifies not only the instability and insecurity already present in some areas of the world but also the global economy: according to the World Economic Forum (WEF, 2021) the most catastrophic scenario with a temperature rise of up to 3.2 °C could wipe out up to 18% of the world's GDP already by mid-century; all this of course with huge costs also in terms of human lives. The present is, therefore, characterised by significant uncertainty about the stability and validity of the technological, economic, production, energy and infrastructure systems on which society depends in its daily practices (De Certeau, 2011) and the dynamics of production and social reproduction (Lefebvre, 2016); because of this, scholars agree on the strategic role of research and the importance of experimentation and the exchange of good practices in a 'clean' economy based on the efficient use of non-renewable resources and the eco-innovation of processes, products and design solutions (Höpfl et alii, 2022) to reduce CO₂.

The contributions published in Volume 15 of AGATHÓN return different approaches, strategies, measures and actions to initiate an energy transition capable of facing the challenges of climate change, highlighting the need for a systemic vision based on an interdisciplinary, multi-scalar and intersectoral methodological practice capable of simultaneously integrating knowledge, professionalism disciplines and different production sectors (sometimes apparently unrelated) to rationalise and optimise, by combining traditional and innovative technologies, on the one hand, all the aspects that come into play in the transformative intervention and its process, project and product dimensions, and, on the other, the incoming and outgoing material flows so that they are 'at least' equivalent. The preponderance of the contributions published in the scientific literature on Energy Transition rests on the assumption that, in one of the most critical moments for our Planet, characterised by significant territorial and climatic changes with relevant social, economic, productive and settlement implications, man must overturn his 'anthropocentric' point of view in favour of a vision in which he is no longer the 'authorising subject', but one of the many components of a complex ecosystem composed of living and human beings, flora and fauna.

Pursuing the sole objective of reducing environmental impacts without reconsidering a less indiscriminate use of natural and non-renewable resources and their relevance to our survival seems a simplistic way of approaching the problem since it does not question the development model that has generated the current state of emergency; this is because climate change is one of the six planetary limits that require urgent attention and that others, including the loss of biodiversity, have already been overcome (Rockström et alii, 2023). While the response to the climate emergency is often emphasised in terms of 'decarbonisation', promoting an energy transition based on renewable energy and improving the energy efficiency of the built environment, the recent recognition – by the IPCC (2022b) and the COP28 held in the United Arab Emirates in 2023 – of the importance of embodied carbon has stimulated a 'sufficiency' approach to reducing new land consumption, carbon emissions, biodiversity loss and inequalities, and to respond to user needs with the latest services made possible by digitisation (Ness, 2024).

Other international and national policy documents, including in Italy the National Plan for Adaptation to Climate Change (MASE, 2023), identify 'soft' actions for climate change adaptation and mitigation, which do not require direct structural and material interventions but are, however, preparatory to their

implementation: they contribute to the climate cause through information and awareness-raising actions, development of organisational and participatory processes and governance, acting on energy demand through socio-cultural and behavioural changes. The ‘soft’ actions, which are robust, flexible and immediately implementable, require less financial commitment and have a character of urgency, as they have to create the optimal governance conditions for effective planning and subsequent implementation of structural interventions. ‘Climate literacy’ through educational and information programmes on the magnitude of the climate challenge and the risks due to excessive energy consumption and natural resources can raise awareness that the individual can contribute. The recent Dotdotdot set-ups (Valenti et alii, 2024) and the Reuse and Shelter Centre within the Surpluse network, whose set-up acts as a touch-point of service with the dual purpose of stimulating new behaviours within a community and activating a critical space of reflection between different disciplinary fields in support of sustainability strategies and circular economy (Olivastrì and Tagliasco, 2024), should be read in this light.

Although we know that climate change is a global phenomenon that manifests its effects at the local and regional level, the recent ISPRA (2023) Report notes that cities, although covering only 2% of the earth’s surface, are responsible for 70% of the planet’s greenhouse gas emissions, due to the high-energy consumption of the building and transport sector. At the same time, cities are very fragile and vulnerable to climate change, exposed to increasingly frequent extreme weather events with once unimaginable levels of risk. The search for strategies, pathways, measures and actions to mitigate and adapt to climate change focuses here on an approach that borrows the centrality of man from that of the ecosystem. Significant in this regard are the international consultations held over the past ten years in Geneva and Luxembourg as part of the ecological transition process initiated by the two cities. Overcoming the static vision of traditional ‘planning’ that outlines a specific objective for a ‘closed’ horizon, the consultations promote a ‘strategic foresight’ capable of guiding – avoiding providing data, analysis and recommendations as absolutes – local communities towards zero-carbon development paths. In particular, Luxembourg in Transition (LiT) consultation represents an evolution of the former insofar as it allowed for the formulation of more informed and advanced ‘visions’ for the future organisation of urban areas and territories, ranging from the regional scale to that of individual buildings; by focusing more on the pathway than on the results, LiT allowed for the development of key indicators to manage the transition and empower stakeholders (Mantziaras, 2024). In terms of forecasting and prefiguring scenarios, several methodologies investigate the relationships between design and the future / anticipation (Design for Public Utilities, Radical Design, Design Thinking, Human-centred Design, Speculative Design, Responsible Design, Design for Social Innovation, Systemic Design and Design for Sustainable Behavior, and Design for Sustainability Transition) ranging from the micro to the macro scale, from the material and immaterial point of view. Two other methodologies are Transition Design and Advanced Design, two approaches that integrate sustainability with a key dimension of transition, which is circularity, continually shifting perspectives between user needs and systemic implications of the development process: transitions remain ‘open’ and speculative to evolve based on knowledge acquired at a given point in time. In this perspective, a new professional figure takes shape with advanced skills in anticipation and transition studies, a marked critical awareness of the social and environmental implications of design, and an ability to contribute to the development of models for ‘visions’ marked by circularity, sustainability, responsibility and transition in a constantly changing environment (Zannoni et alii, 2024).

Another topic of interest relevant to the energy transition is that of ‘smart cities’ and their ‘resili(g)ent capacity’ (Gausa, 2019), insofar as they can also represent a sustainable development model for mobility infrastructures and move towards a-spatial models in which the complex geometries of technological networks engage with pre-existing urban models. Specifically, from the perspective of carbon emissions and climate, we highlight the potential of ‘smart urban road networks’ – ‘smart city’ mobility networks on which the qualities and characteristics of both infrastructures and tangible and intangible devices intervene synergistically – and in particular of ‘smart autonomous vehicles’, a type of means of locomotion based on IoT and big data. Their hybrid nature subverts the traditional divisions between private and public mobility and between pedestrian and vehicular routes, allowing for the redefinition of a new road / building relationship and a new vision of mobility that relies on innovative technologies with reduced pollutant emissions. Relevant experiments include those of Woven City in Japan, extended over seventy hectares and traversed by futuristic autonomous vehicles travelling at different speeds and providing a plurality of services to users, and Gwangmyeong in South Korea, with its ‘smart trams’, autonomous vehicles with traditional appearance designed as small autonomous moving rooms in which to perform collective and itinerant functions, capable of defining a new mobility model based on the concept of ‘flexible space, integration between ‘physical space’ and ‘digital space’ (Bruno et alii, 2024).

Another critical issue for urban development is related to the UN Food and Agriculture Organisation’s (FAO) predictions of an increase in food demand of about 60% by 2050 and the recognition in 2019 of the importance of Urban Agriculture within the framework for the Urban Food Agenda for its multifunctional capacity to provide fresh food and meet basic nutritional needs through the cultivation of fruit and vegetables, with numerous direct and induced benefits on health and food security (Marino et alii, 2020). By 2050, two-thirds of the world’s population will live in cities (United Nations, 2022). The visible impact of climate change and recent global conflicts on agricultural systems will lead to a decline in agricultural productivity (BCFN and MUFPP, 2018), it seems necessary to structure production chains that allow cities a minimum level of food self-sufficiency through agricultural methods and modes of production within the urban perimeter. Bottom-up urban regeneration experiences initiated by active inhabitants, with the creation of community gardens (Orchard Park) for food production, are initiatives capable of generating different benefits, from resilient and sustainable food production to the reduction of supply

distances, from the reduction of waste to the increase of social cohesion, promoting awareness and enhancing a new cultural identity in the context of the sustainable, social and environmental challenges of the new millennium (Follesa et alii, 2024).

It is noteworthy that agricultural production techniques weigh heavily on the energy question to such an extent that today, the scientific community is rekindling interest in 'appropriate technologies', the definition of which has deep roots in the post-colonial context of the 1960s: the need to provide support to countries then defined as Third World countries prompted Ernst Friedrich Schumacher (1974) to introduce the definition by emphasising the importance of developing techniques suited to the resources and needs of each local context that were also efficient, replicable and respectful of different cultures and environments. The goal of adopting technology that is more efficient than Indigenous practices but cheaper than industrial technology to promote local investment and decentralisation now extends to the development of sustainable and equitable approaches of reconnecting with natural cycles and low energy consumption, such as indoor horticulture, hydroponics, vertical agriculture, permaculture, low-tech and solarpunk, as a starting point for an 'energy-driven' design paradigm (Vacanti and Carmelo, 2024).

Within the scientific debate concerning the energy transition, the Heritage with historical-cultural value emerges as a fundamental pillar of 'innovability', suggesting a vital lesson deduced from the architectural and technical-constructive culture in the Mediterranean area, whose traditional passive building types and technologies are particularly effective in the energy efficiency of buildings. However, the historical and cultural value of an asset does not remove it from the new challenges of contemporaneity by rejecting a priori the implementation of new technologies aimed at reducing its environmental impact and maximising its energy performance: the examples of Gloucester and York Cathedrals and the Paul VI Audience Hall in the Vatican City show how symbiosis between past and present is possible and the installation of photovoltaic panels is not only desirable but necessary to project Heritage towards a more sustainable future (Casanovas, Campanero and Campisi, 2024).

The binomial Cultural Heritage and energy efficiency is central in the international debate, and to guide interventions on Heritage, the former Ministry for Cultural Heritage and Activities and Tourism (MiBACT) promoted the Guidelines for the Improvement of Energy Efficiency in Cultural Heritage (Battisti et alii, 2015): starting from Legge 9 gennaio 1991 n. 10, Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192 and Directive 2010/31/EU (The European Parliament and the Council of the European Union, 2010), the text addresses the issue of energy diagnosis as a preliminary cognitive phase to the choice of the most effective solutions to 'avoid negative effects on the conservation of the distinctive features' of the Heritage. To pursue ecological and energy transitions of building processes, we can also use other tools such as Minimum Environmental Criteria (Ministero della Transizione Ecologica, 2022), materials with 'CAM compliance', product labelling and digital product passports to enhance minimum recycled content, biodegradability, eco-compatibility, low volatile organic compound content and traceability of materials (Curto, Garzulino and Turrina, 2024).

Disused industrial sites constitute a particular type of heritage that can take on the value of a strategic resource for achieving the objectives of energy transition and circular economy. In particular, their adaptive reuse can create the condition both to preserve the memory of the original activities and to activate new cycles through regeneration actions with new functionalities, enhancing the testimonies to put them at the service of the local community, but also through a circular ecosystem aimed at managing material, energy and ecological flows through the production of zero-emission energy from waste or refuse, the reuse of components and materials from deconstruction and 'reversible building design' (Baiani et alii, 2024). The regeneration of these brownfield sites within medium-sized urban agglomerations can also be reinterpreted by local communities as a potential energy network, developing zero land consumption logic and retro-innovation processes; this opportunity finds support in the European Hydrogen Strategy (European Commission, 2021c) and the REPowerUE Plan (European Commission, 2022a) as by 2050 renewable hydrogen will be applied at different scales, from local clusters to Hydrogen Valleys territorial hubs understood as communities of local hydrogen production from decentralised renewable energy sources, storage, short-distance transport and use for diversified purposes (Battisti and Calvano, 2024).

Of these particular assets, one can consider not only the architectural heritage but also the relationships between the architecture and its landscape, between the built environment and territorial systems, enhancing the ecological characteristics of sites that, for the city, constitute a significant reservoir of biodiversity; in these cases, the action of 'reconversion' goes beyond that of 'substitution' of functions and becomes 'stitching up' of relationships in the perspective of the overall redesign of the city. Numerous interventions stimulate reflection on this theme – the industrial area of Gruze, the ex-Gasometer in the City of Münster, the Malaga Campus, the Ecoboulevard in Vallecas, the Lyon Confluence and the Île Seguin in Paris, to name but a few – which, although heterogeneous in terms of themes modes and languages, have in common the merit of contextually addressing the theme of reuse, soil renaturalisation and greenery as a paradigm of a project that places the landscape and territorial system at the centre of the discussion (Pirina, Comi and d'Abramo, 2024).

The horizons of decarbonisation in 2030 and climate neutrality in 2050 also pose themes and issues to the entire 20th-century building heritage and the modern city that involve it in an energy requalification both by updating its statutes and reformulating the compositional principles on overhangs, porticoes, courtyards, loggias, and screens, flexibility of use, variability of functions and three-dimensionality of roofs and façades, to govern through the natural elements of water, light and vegetation the complexity of the contemporary condition (Marsala and Renda, 2024), as well as by building on the experience gained with the School's building typology. In particular, we refer to the 'circular' strategies used for the demolition and reconstruction of the 'Cino da Pistoia' School in the Municipality of Pistoia (IT) that guarantee

zero energy consumption (through appropriate envelope and system choices) and optimise the global impacts (embedded and operational) of its entire life cycle (Palumbo, Romano and Gallo, 2024) and to the CIS Rome Green Schools project (Clemente et alii, 2024) in which 111 school buildings distributed in the 15 Municipalities of the Municipality of Rome underwent technological interventions aimed at improving the overall energy performance of the building / plant system (by an average of four energy classes), reducing CO₂ emissions (by an average of about 56%) reducing the total primary energy demand in general (by an average of about 46%) and increasing the share of renewable energy production (by an average of about 20%); These results are particularly relevant when considering the impact that design solutions have not so much on the individual building, but on the buildings as a whole with respect to large-scale planning of interventions. Another pilot project developed on an institute of higher education in the municipality of Giugliano in Campania (IT) used the school as the hub and fulcrum of a perimeter community according to the logic of spokes of influence, catchment areas and manageable common resources; the results obtained from the project show how it is possible to field with a systemic approach appropriate environmental solutions for the integrated and shared management of energy, the enhancement of vegetation and draining surfaces and the recycling of rainwater (Valente et alii, 2024), with benefits for the entire community.

Technological innovation and active citizen participation are two critical factors through which the ambitious decarbonisation goals are achievable; in this sense, Renewable Energy Communities (RECs) define valuable models to promote the transition to a competitive energy system marked by the decarbonisation, democratisation and decentralisation of the sector. Two virtuous examples are Hanover and Amsterdam, forerunners of experimental models of energy districts, since widespread awareness, political expediency and economic necessity now seem to converge and respond to the social and planning challenges of the contemporary world. The comparison of the two examples with more traditional ones reveals a model innovation that goes in the direction of the 'collaborative energy district' and the 'peer to peer' infrastructure, mutating the concept of energy community from 'indirect energy exchanger' into decentralised forms where all the energy consumed is produced locally by micro-communities that are increasingly aware and organised into self-sufficient districts (Crippa et alii, 2024).

Particularly innovative forms of community are those that, inspired by the New European Bauhaus programme, foster the interconnection of people, flora, fauna and the geophysical world, i.e. ecosystems, histories, technologies, institutions and cultures (Chakrabarty, 2009), combining climate action policies and ecosystem-friendly 'practices and behaviours'. One example is the Lighthouse of Nepi project in which, through the synergy of science, innovation, arts and culture, a transformation of the territory and public space takes place that acquires an 'enabling power' towards 'energy awareness', promoting sharing practices that aim at the constitution of (also) energy communities in which the focus is not so much on performance as on the behaviour that the community itself promotes (Montuori, Converso and Rabazo Martín, 2024).

If the cases cited constitute replicable good practices that can accelerate the achievement of carbon and climate neutrality objectives, there are 'structural' barriers that can hinder their diffusion; first of all, the lack of citizen participation strongly desired and promoted by the European Commission, and the poor representativeness of the various social groups, especially the most fragile ones. A solution seems to be offered by the concept of energy citizenship (Montalvo et alii, 2021), which, while embracing the complex energy-technological and social systems, can provide itself with a tool and an analytical model to enable governance, monitor its impact, manage the complex social dynamics at play, provide adequate information to guide decisions and make energy data more 'readable': the Energy Citizenship Contract, developed by the H2020 – GRETA project, appears useful for the purpose especially for its adaptability in different contexts (Boeri et alii, 2024). The potential of Renewable Energy Communities (RECs) can also be harnessed in the production sector, especially drivers for those inland areas characterised by depopulation, isolation and economic weakness, through a circular and regenerative valorisation of resources, promoting short supply chains, investing in renewable energy and the green economy, valorising heritage to develop sustainable tourism models, facilitating digitalisation and strengthening public-private collaboration. The valorisation of high-added-value rural activities, however, requires the refinement and integration of highly complex actions, networking innovative knowledge and skills from the entrepreneurial, technological and social points of view. In this regard, promising experimentation seems to be the one underway in Taranta Peligna (Chieti, IT), which aims to valorise the wool supply chain through a systemic, co-designing and collaborative approach between local authorities, institutions and communities: innovative and sustainable solutions on a par with traditional processes contribute to structuring a network to regenerate a local economy with a reduced impact, giving rise to an energy community, sustainable washing centres and a network observatory (Gaddi and Mastrodonardo, 2024).

The relationship between infrastructure and landscape represents one of the critical unresolved issues, especially in some cultural contexts such as Italy's: energy production infrastructures are considered, due to their size and extension in the natural environment, as an element that deeply disfigures the territory. It is, therefore, necessary to start reflecting on the issue, recalling Thrän, Gawel and Fiedler (2020), according to whom 'energy landscapes' summarise traditional landscape models, the potential of renewable resources, conversion units and related infrastructures, but also the communities that 'inhabit' and 'live' them in various capacities and the socio-economic processes related to them; at the same time, energy landscapes can guarantee multiple functions such as the production of food and materials, nature protection and biodiversity. From such a perspective, these particular landscapes share a system of energy production nodes and energy transmission and distribution networks that can integrate with existing contexts, as they are historically determined, and constitute another infrastructural 'corpus' to be taken into account in the project concerning the 'perceptive' dimension – today a

privileged issue in landscape protection regulations – but also in the ‘soil design’ and the correlation between soil, architecture and landscape, as demonstrated by the projects of the Auleda and Roseto Valfortore wind farms or the agri-voltaic parks in the Catalan region of Penedès and Castellfollit del Boix (Peghin, 2024).

Decarbonisation and climate neutrality are two complex challenges that can only come about by considering the sustainability of processes, projects, solutions and actions to generate benefits for the entire ecosystem. Digital tools are emerging as a critical factor in addressing the complexity of these challenges and an element of value in the new global ecosystem, so much so that the World Economic Forum (WEF, 2022b) has estimated that their use could potentially enable a 15% reduction in global carbon emissions. Their use can be transversal at all scales, even in urban scales, where the elements contributing to greenhouse gas emissions vary. In this context, the potential of the Urban Digital Twin (UDT) emerges, which seems to provide a holistic and interconnected picture of every aspect of city life and, consequently, of the management of urban areas through models, scenarios and simulations helpful in predicting and activating data-driven measures and policies. However, at the core of this transformation is the convergence of advanced and ‘mature’ technologies, such as Artificial Intelligence, the Internet of Things, Augmented Reality and BIM models, and issues related to data collection and integration, overcoming privacy issues and enabling multi-stakeholder governance remain to be solved. While in Europe the principal examples of GDUs are to be found in Helsinki, Zurich, Amsterdam and Dublin, in Italy the City of Bologna is experimenting, through the H2020 projects GRETA and +CityxChange, its Digital Twin to define a methodological framework for energy modelling, enabled by a simplified but incremental GDU prototype, which allows for the generation of analyses and simulations calibrated on broader decarbonisation objectives (Longo et alii, 2024).

Digitisation and innovative technologies can improve the efficiency and flexibility of industrial production, promoting the concept of the ‘smart factory’ based on a new factory-man ecosystem capable of returning information of various kinds, from building and process management to worker comfort, optimising the resources used to reduce waste production and climate-changing emissions. In this sense, of interest are those researchers that aim to develop an interoperability procedure to transfer data from a proprietary modelling platform (BIM authoring) to specific analysis platforms (Building Energy Models – BEMs) through GD, big data, extended reality and Artificial Intelligence algorithms, with the integration of intelligent sensors, platforms based on Digital Energy Twins and user-friendly graphic interfaces that improve interoperability, it is possible to generate a semi-automatic activity typical of Industry 5.0 capable of prefiguring different predictive and programmed scenarios of a specific activity (Osello et alii, 2024). Information and communication technologies have revolutionised the economy, industry and societies of our time, finding applications in urban spaces, where innovation and sustainability combine to create a new way of experiencing cities. It is precisely in this sphere, whose dynamic and constantly evolving nature must be recognised, that the solution to the cogent challenge of climate change may lie, as it represents a complex interface between man and his environment. This complexity becomes solvable with the synergy of an integrated, multi-scalar approach that examines macro- and micro-scale relationships, from the urban level down to building detail and utilises assessment models and indicators (Azzalin, 2024). The latter can support decision-making in the simulation of urban microclimates based on the physical modelling of climatic phenomena to improve individual comfort, achieve the objectives of environmental performance, climate mitigation, energy consumption containment, safety and efficiency of technological infrastructures, open spaces and buildings, and assess the degree of circularity and ecological benefits achievable, for example, through the reuse of objects or building components in-built redevelopment projects (Coccia, Cipolletti and Corvaro, 2024; Zarcone, Nava and Tucci, 2024; Tzortzi, Lux and Pardo Delgado, 2024; Paganin et alii, 2024).

The theoretical and experimental framework here presents a synthesis of the issues addressed in Volume 15 of AGATHÓN, demonstrating how energy, ecological and digital transitions can contribute synergistically to achieving the goals of decarbonisation and climate neutrality. The contributions published in the form of essays and research papers appear consistent with the 2022 Strategic Foresight Report (European Commission, 2022b) based on the JRC report entitled *Towards a Green and Digital Future – Key Requirements for Successful Twin Transitions in the European Union* (Muench et alii, 2022) and founded on the fundamental concepts of (a) ‘twin’ transitions, as the key to a sustainable, fair and competitive future; (b) ‘just’ transition, for widespread acceptance of green and digital solutions to mitigate consumption and improve efficiency; (c) ‘integrated approach’ to challenges, to maximise the benefits of synergies and better manage risks. From the published contributions, it emerges the need for a paradigm shift that, on the one hand, is characterised by a ‘sufficiency’ approach (regarding new land occupation and new constructions) and a circular economy (to limit the use of non-renewable resources) capable of exploiting the potential of technologies for the new services made possible by digitisation, and on the other hand, relies on new user awareness of the limits of the Planet, pursuable through ‘soft’ urgent actions that are robust, flexible and easy to implement as they require a lower financial commitment.

We assume that community energy renewable energy production from hydrogen and production chains can help mitigate greenhouse gas emissions. In that case, the vast existing real estate heritage is an area in which it is possible to intervene effectively, even where it has a historical and cultural value, using tools such as digital twins or analysis methodologies capable of assessing ex-ante the impacts on the ecosystem and prefigure scenarios for cities, buildings and production processes aimed at sustainable development and compatible with the urgent objectives set for 2030 and 2050. These are some of the strategies, pathways, measures and actions that can take place by exploiting the availability of

the substantial financial resources allocated by governments for transitions, stimulating the sensitivity of local administrators and enhancing the skills and transversal competencies of technicians and operators in the sector, but also and above all by raising users' awareness of the risks posed by climate change, to activate their 'behavioural' response to the consumption of energy and non-renewable natural resources.

References

- Accenture (2021), *The European Double Up – A twin strategy that will strengthen competitiveness*. [Online] Available at: accenture.com/_acnmedia/PDF-144/Accenture-The-European-Double-Up.pdf [Accessed 30 June 2024].
- Azzalin, M. (2024), “Indicatore Smart Readiness per l'edilizia – Asset digitali per la transizione energetica | Smart Readiness for buildings – Digital asset for energy transition”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 148-159. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15112024 [Accessed 30 June 2024].
- Baiani, S., Altamura, P., Turchetti, G. and Romano, G. (2024), “Transizione energetica e circolare del patrimonio industriale – Il caso dell'ex SNIA a Roma | Energy and circular transition of the industrial heritage – The Ex SNIA case in Rome”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 190-203. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15152024 [Accessed 30 June 2024].
- Battisti, A., Bellisario, M. G., Carbonara, G., D'Amico, S., De Santoli, L., Mercalli, M., Rubino, C., Scoppola, F., Banchini, R., Soragni, U. and Bladescu, I. (2015), *Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel Patrimonio culturale – Architettura, centri e nuclei storici ed urbani*. [Online] Available at: soprintendenzapdve.beniculturali.it/la-soprintendenza-informa/atti-di-indirizzo/linee-guida-di-indirizzo-per-il-miglioramento-dellefficienza-energetica-nel-patrimonio-culturale/ [Accessed 30 June 2024].
- Battisti, A. and Calvano, A. (2024), “Hydrogen Valleys – Scenari di transizione energetica e sviluppo locale per città medie | Hydrogen Valleys – Energy transition and local development scenarios for medium-sized cities”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 48-57. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1532024 [Accessed 30 June 2024].
- BCFN and MUFPP (2018), *Food and Cities – The role of cities for achieving the sustainable development goals*. [Online] Available at: foodpolicymilano.org/wp-content/uploads/2019/10/food_cities.pdf [Accessed 30 June 2024].
- Boeri, A., Longo, D., Boulanger, S. O. M. and Massari, M. (2024), “Contratto di Cittadinanza Energetica e transizione delle città europee | Energy Citizenship Contract and European cities transition”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 170-179. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15132024 [Accessed 30 June 2024].
- Bruno, D., Palmieri, S., Palomba, R., D'Alessandro, F. and Bisson M. (2024), “Infrastrutture di mobilità intelligenti e sostenibili – Un nuovo sistema di connessioni urbane | Smart and sustainable mobility infrastructure – A new system of urban connections”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 286-295. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15232024 [Accessed 30 June 2024].
- Caffo, L. (2021), “Dalla carne al digitale, la svolta ecologica è impossibile senza capire quanto consumiamo”, interview by Orlando, V. E., in *La Repubblica*, 27/12/2021. [Online] Available at: repubblica.it/green-and-blue/2021/12/27/news/la-scienza_produce_solo_dati_ma_per_interpretarli_servono_i_filosofi_-331086511/ [Accessed 30 June 2024].
- Casanovas, X., Alonso Campanero, J. A. and Campisi, T. (2024), “Patrimonio culturale e transizione energetica – Una lezione dal passato | Cultural heritage and energy transition – A lesson from the past”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 58-69. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1542024 [Accessed 30 June 2024].
- Chakrabarty, D. (2009), “The climate of history – Four theses”, in *Critical Inquiry*, vol. 35, issue 2, pp. 197-222. [Online] Available at: doi.org/10.1086/596640 [Accessed 30 June 2024].
- Clemente, C., Mancini, F., Mangiatordi, A. and Zagaria, M. (2024), “Riqualificazione e decarbonizzazione di edifici scolastici – Il CIS Roma Scuole Verdi | Deep renovation and decarbonisation of school buildings – The CIS Roma Scuole Verdi”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 204-215. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15162024 [Accessed 30 June 2024].
- Coccia, L., Cipolletti, S. and Corvaro, G. (2024), “Green Room – Un dispositivo architettonico e urbano per l'efficiamento energetico e il comfort ambientale | Green Room – An architectural and urban device for energy efficiency and environmental comfort”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 238-251. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15192024 [Accessed 30 June 2024].
- Crippa, D., Di Prete, B., Fagnoni, R. and Leonardi, C. (2024), “Distretti energetici collaborativi – Laboratori urbani per un'energia di prossimità | Collaborative energy districts – Urban workshops for proximity energy”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 296-305. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15242024 [Accessed 30 June 2024].
- De Certeau, M. (2011), *The Practice of Everyday Life*, University of California Press, Berkeley.
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192, “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 222 del 23/09/2005, Suppl. Ordinario n. 158. [Online] Available at: gazzettaufficiale.it/eli/id/2005/09/23/005G0219/sg [Accessed 30 June 2024].
- Del Curto, D., Garzulino, A. and Turrina, A. (2024), “Sostenibilità e transizione energetica – Prospettive per un approccio integrato al patrimonio costruito | Sustainability and energy transition – Perspectives for an integrated approach to the built heritage”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 98-113. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1582024 [Accessed 30 June 2024].
- European Commission (2022a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – REPowerEU Plan*, document 52022DC0230, 230 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN [Accessed 30 June 2024].
- European Commission (2022b), *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council – 2022 Strategic Foresight Report Twinning the green and digital transitions in the new geopolitical context*, document 52022DC0289, COM/2022/289 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:289:FIN [Accessed 30 June 2024].
- European Commission (2021a), *New European Bauhaus – Shaping more beautiful, sustainable and inclusive forms of living together*. [Online] Available at: europa.eu/new-european-bauhaus/index_en [Accessed 30 June 2024].
- European Commission (2021b), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Forging a Climate-Resilient Europe – The new*

EU Strategy on Adaptation to Climate Change, document 52021DC0082, 82 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:52021DC0082 [Accessed 30 June 2024].

European Commission (2021c), *Communication from the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A Hydrogen Strategy for a Climate-neutral Europe*. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301 [Accessed 30 June 2024].

European Commission (2019a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – The European Green Deal*, document 52019DC0640, 640 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN [Accessed 30 June 2024].

European Commission (2019b), *Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Review of progress on implementation of the EU Green Infrastructure Strategy*, document 52019DC0236, 236 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:236:FIN [Accessed 30 June 2024].

European Parliament (2020), *Next Generation EU – A European instrument to counter the impact of the coronavirus pandemic*. [Online] Available at: [europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2020\)652000](http://europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2020)652000) [Accessed 30 June 2024].

Floridi, L. (2020), *Il verde e il blu – Idee ingenue per migliorare la politica*, Raffaello Cortina Editore, Milano.

Follesa, S., Corti, M., Struzziero, D. and Piluso, A. (2024), “Design del sistema alimentare per comunità resilienti – Agricoltura urbana e spazi sostenibili | Food system design for resilient communities – Urban agriculture and sustainable spaces”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 306-315. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15252024 [Accessed 30 June 2024].

Gaddi, R. and Mastrolonardo, L. (2024), “Micro-reti locali per la transizione verde della filiera della lana | Local micro-networks for green transition of the wool supply chain”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 344-353. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15292024 [Accessed 30 June 2024].

Gausa, M. (2019), “Resili(g)ence – Città Intelligenti / Paesaggi Resilienti | Resili(g)ence – Smart Cities / Resilient Landscape”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 6, pp. 14-25. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/622019 [Accessed 30 June 2024].

Ghosh, A. (2017), *La grande cecità – Il cambiamento climatico e l'impensabile*, Neri Pozza, Vicenza.

Höpfel, L., Pilla, D., Köhl, F., Burkhard, C., Lienhard, J. and Ludwig, F. (2022), “Tree- façades – Integrating trees in the building envelope as a new form of Façade Greening”, in Scalisi, F., Sposito, C. and De Giovanni, G. (eds), *On sustainable built environment between connections and greenery*, Palermo University Press, Palermo, pp. 192-213. [Online] Available at: doi.org/10.19229/978-88-5509-446-7/7112022 [Accessed 30 June 2024].

IEA – International Energy Agency (2021), *2020 Global Status Report for Buildings and Construction – Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. [Online] Available at: wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34572/GSR_ES.pdf?sequence=3&isAllowed=y [Accessed 30 June 2024].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2023), *Climate Change 2023 – Synthesis Report – Summary for Policymaker*. [Online] Available at: ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf [Accessed 30 June 2024].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022a), *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability – Summary for Policymakers*, Switzerland. [Online] Available at: ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf [Accessed 30 June 2024].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022b), *Climate Change 2022 – Mitigation of climate change*, Working Group III 6th Assessment Report. [Online] Available at: ipcc.ch/report/ar6/wg3/ [Accessed 30 June 2024].

ISPRA (2023), *Verso città resilienti – Gli interventi del Programma sperimentale per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano*, Quaderni Ambiente e Società, n. 23. [Online] Available at: isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/verso-citta-resilienti-gli-interventi-del-programma-sperimentale-per-l-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-in-ambito-urbano [Accessed 30 June 2024].

Legge 9 gennaio 1991 n. 10, “Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 13 del 16/01/1991, Suppl. Ordinario n. 6. [Online] Available at: gazzettaufficiale.it/eli/id/1991/01/16/091G0015/sg [Accessed 30 June 2024].

Lefebvre, H. (2016), *The production of space* [or. ed. *La production de l'espace*, 1974], Blackwell, Malden (MA).

Longo, D., Turillazzi, B., Roversi, R., Lilla, L., Nucci, C. A., Piccinini, A. and Costa, A. (2024), “Gemello digitale urbano e modellazione energetica – Esperienze e analisi di casi d'uso | Urban Digital Twin and Energy Modeling – Experiences and case study analyses”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 160-169. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15122024 [Accessed 30 June 2024].

Marsala, G. and Renda, G. (2024), “Postprodurre il moderno – Lineamenti per una transizione energetica intesa come transizione architettonica | Post-producing the modern – Guidelines for an energy development as an architectural transition”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 98-113. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1572024 [Accessed 30 June 2024].

Mantziaras, P. (2024), “La previsione strategica urbana nel contesto europeo – Le lezioni di Ginevra e Lussemburgo | Urban strategic foresight in European territories – Lessons from Geneva and Luxembourg”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 30-47. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1522024 [Accessed 30 June 2024].

Marino, D., Antonelli, M., Fattibene, D., Mazzocchi, G. and Tarra, S. (2020), *Cibo, città, sostenibilità – Un tema strategico per l'Agenda 2030*, ASVIS, Roma. [Online] Available at: iris.uniroma1.it/handle/11573/1477879?mode=complete [Accessed 30 June 2024].

MASE – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. [Online] Available at: mase.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-pnacc [Accessed 30 June 2024].

Ministero della Transizione Ecologica (2022), “Decreto 23 giugno 2022 – Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi (22A04307)”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 183 del 06/08/2022. [Online] Available at: gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/08/06/22A04307/sg [Accessed 30 June 2024].

Ministero dello Sviluppo Economico (2021), *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*. [Online] Available at: governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf [Accessed 30 June 2024].

Montalvo, C., Schindwein, L., Ruggieri, B. and Kantel, A. (2021), *Framework for research on energy citizenship emergence structure and dynamics – D1.1 of the Horizon 2020 project GRETA*, EC grant agreement no. 101022317, The Hague, The Netherlands. [Online] Available at: projectgreta.eu/wp-content/uploads/2022/01/GRETA_D1_1_Energy-citizenship-emergence-framework_v1_0.pdf [Accessed 30 June 2024].

Montuori, L., Converso, S. and Rabazo Martín, M. (2024), “Per una transizione progettuale – Composizione e progetto del verde per la città contemporanea | For a design transition – Green composition and design for the contemporary city”, in

- Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 138-147. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15102024 [Accessed 30 June 2024].
- Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M. and Scapolo, F. (2022), *Towards a green and digital future – Key requirements for successful twin transitions in the European Union*, JRC129319, Publications Office of the European Union, Luxembourg. [Online] Available at: data.europa.eu/doi/10.2760/977331 [Accessed 16 March 2024].
- Ness, D. (2024), “La decarbonizzazione degli edifici sarà sufficiente? Limitare e ridistribuire l’aumento di superficie costruita | Will decarbonising buildings be enough? Constrain and redistribute growth in floor area”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 84-97. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1562024 [Accessed 30 June 2024].
- Olivastri, C. and Tagliascio, G. (2024), “Servizi per il riuso e il riparo – L’allestimento tra touchpoints e infrastrutture relazionali | Services for reuse and repair – The arrangement between touchpoints and relational infrastructures”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 324-331. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15272024 [Accessed 30 June 2024].
- Osello, A., Del Giudice, M., Donato, A. J. and Fratto, A. (2024), “Verso la Neutralità Climatica – Il ruolo chiave del Digital Twin nell’Industria 5.0 | Towards Climate Neutrality – The key role of the Digital Twin in Industry 5.0”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 276-285. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15222024 [Accessed 30 June 2024].
- Paganin, G., Talamo, C., Atta, N. and Tinelli, E. (2024), “Riuso di componenti edilizi – Sistema di valutazione a supporto delle decisioni negli interventi di redistribuzione interna | Reuse of building components – Assessment system to support decisions in indoor re-layout interventions”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 266-275. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15212024 [Accessed 30 June 2024].
- Palumbo, E., Romano, R. and Gallo, P. (2024), “Strategie life cycle thinking per la realizzazione di scuole nZEB | Life cycle thinking strategies for constructing nZEB schools”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 252-265. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15202024 [Accessed 30 June 2024].
- Peghin, G. (2024), “Verso una transizione culturale dei paesaggi energetici – Tra responsabilità e necessità | Towards a cultural transition of energy landscapes – Between responsibility and necessity”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 18-29. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1512024 [Accessed 30 June 2024].
- Pirina, C., Comi, G. and d’Abramo, V. (2024), “Per una transizione progettuale – Composizione e progetto del verde per la città contemporanea | For a design transition – Green composition and design for the contemporary city”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 124-137. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1592024 [Accessed 30 June 2024].
- Ritchie, H. and Roser, M. (2020), “CO₂ emissions – How much CO₂ does the world emit? Which countries emit the most?”, in *OurWorldInData.org*, revised in January 2024. [Online] Available at: ourworldindata.org/co2-emissions [Accessed 16 March 2024].
- Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S., Abrams, J., Andersen, L. et alii (2023), “Safe and just Earth system boundaries”, in *Nature*, vol. 619, article 7968, pp. 102-111. [Online] Available at: doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8 [Accessed 30 June 2024].
- Schumacher, E. F. (1974), *Small is beautiful – Economics as if people mattered*, Sphere, London.
- The European Parliament and the Council of the European Union (2010), *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*, document 32010L0031. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32002L0091 [Accessed 30 June 2024].
- Thrän, D., Gawel, E. and Fiedler, D. (2020), “Energy landscapes of today and tomorrow”, in *Energy, Sustainability and Society*, vol. 10, article 43, pp. 1-3. [Online] Available at: doi.org/10.1186/s13705-020-00273-2 [Accessed 30 June 2024].
- Tzortzi, J. N., Lux, M. S. and Pardo Delgado, N. (2024), “Infrastrutture verdi urbane in America Latina – Una strategia per i cortili di Bogotá | Urban Green Infrastructure in Latin America – A strategy for Bogota courtyards”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 216-227. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15172024 [Accessed 30 June 2024].
- Vacanti, A. and Carmelo, L. (2024), “Tecnologia, energia e tempo – Percorsi sperimentali per il design di tecnologie appropriate | Technology, energy, and time – Experimental paths for the design of appropriate technology”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 316-323. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15262024 [Accessed 30 June 2024].
- UN – United Nations (1987), *Report of the World Commission on Environment and Development – Our Common Future*. [Online] Available at: sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf [Accessed 30 June 2024].
- United Nations – Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022), *World Population Prospects 2022 – Summary of Results*, UN DESA/POP/2022/TR/NO.3. [Online] Available at: un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org/development/desa/pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf [Accessed 30 June 2024].
- Valente, R., Mazingo, L. A., Bosco, R. and Giacobbe, S. (2024), “Gestione integrata delle risorse naturali in contesti urbani sostenibili | Integrated natural resource management in sustainable urban context”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 180-189. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15142024 [Accessed 30 June 2024].
- Valenti, A., Scalisi, F., Sposito, C., Dellamotta, L. and Masserdotti, A. (2024), “Energia, tecnologia emotiva e valore culturale dei dati – Creare consapevolezza nell’utente con lo storytelling | Energy, emotional technology and cultural value of data – Creating user awareness through storytelling”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 70-83. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1552024 [Accessed 30 June 2024].
- WEF – World Economic Forum (2022a), *The Global Risks Report – 17th Edition – Insight Report*. [Online] Available at: weforum.org/reports/global-risks-report-2022/in-full [Accessed 30 June 2024].
- WEF – World Economic Forum (2022b), “A digital silver bullet for the world – Digitalization”, in *weforum.org*, 19/05/2022. [Online] Available at: weforum.org/agenda/2022/05/a-digital-silver-bullet-for-the-world/ [Accessed 30 June 2024].
- WEF – World Economic Forum (2021), “This is how climate change could impact the global economy”, in *weforum.org*, 28/06/2021. [Online] Available at: weforum.org/agenda/2021/06/impact-climate-change-global-gdp/ [Accessed 30 June 2024].
- Zannoni, M., Succini, L., Rosato, L. and Pasini, V. (2024), “Transitional industrial designer – La responsabilità di progettisti e imprese per una transizione sostenibile | Transitional industrial designer – The responsibility of designers and companies for a sustainable transition”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 332-343. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15282024 [Accessed 30 June 2024].
- Zarcone, R., Nava, F. and Tucci, F. (2024), “Mitigazione del clima e comfort umano – Uno strumento per la modellazione e simulazione di supporto alle decisioni | Climate mitigation and human comfort – A decision-support modeling and simulation tool”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 228-237. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/15182024 [Accessed 30 June 2024].

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 bucatore (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 progettuale

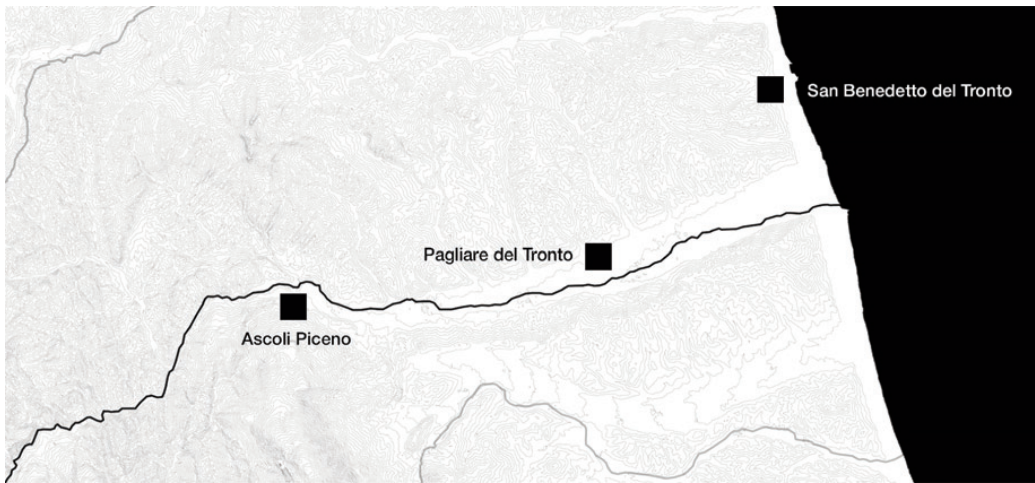


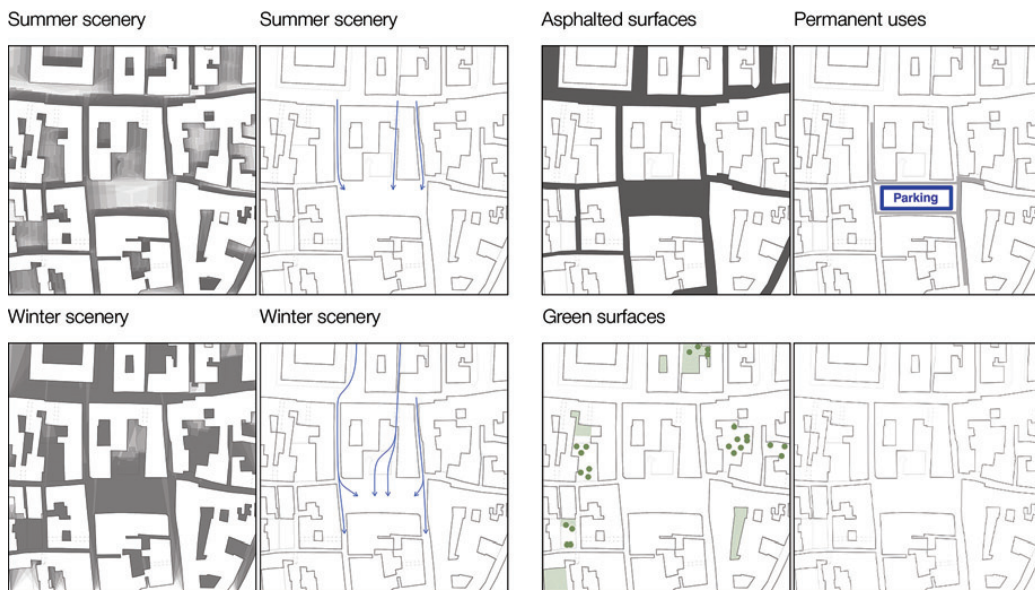
Fig. 1 | Territorial framework of the Valle del Tronto and identification of the study areas (credit: the Authors, 2024).

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).

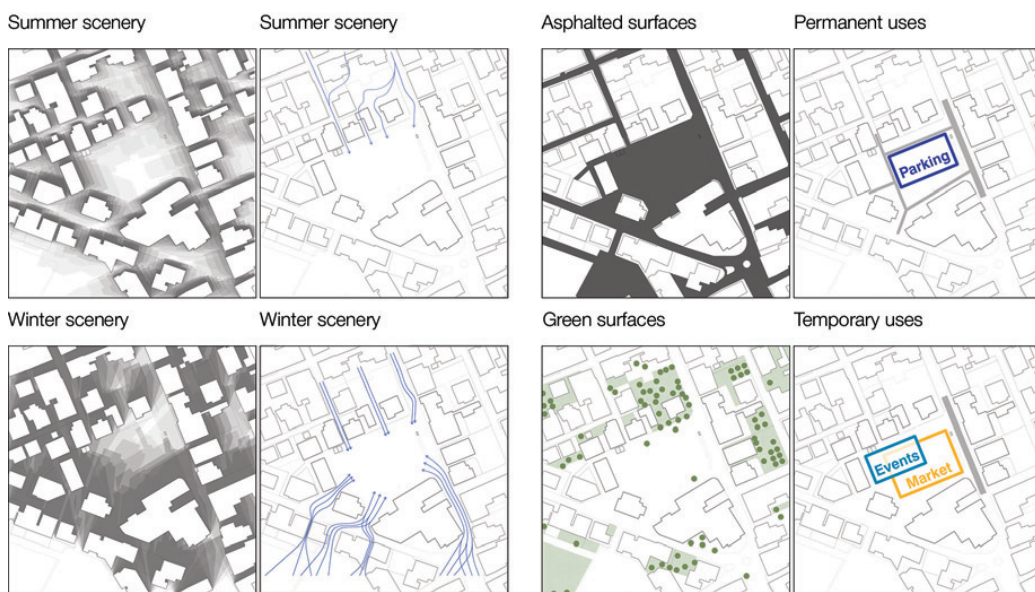
Fig. 3 | Views of the study areas (credit: the Authors, 2024).



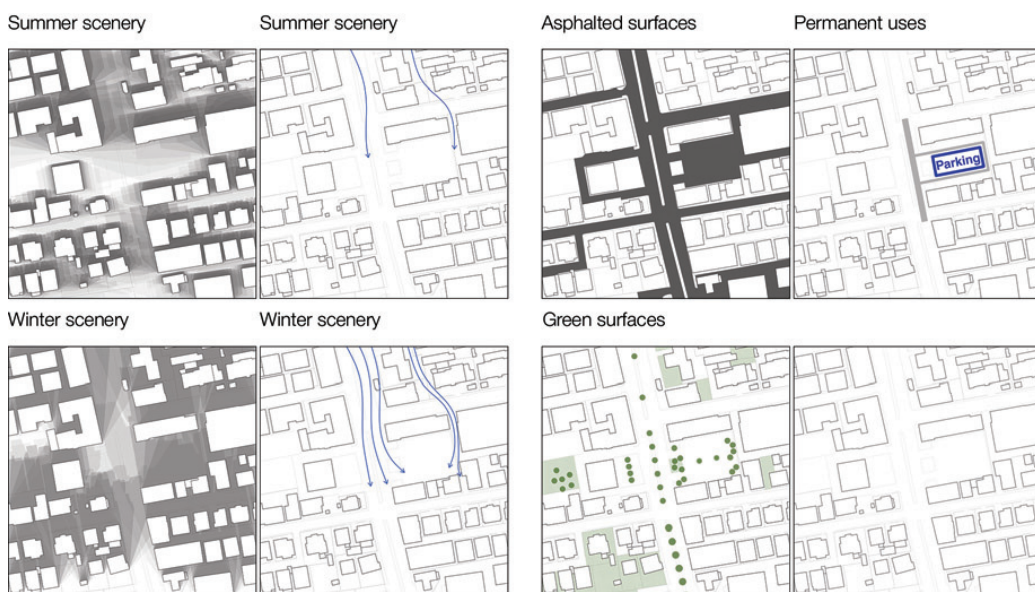
1.



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-

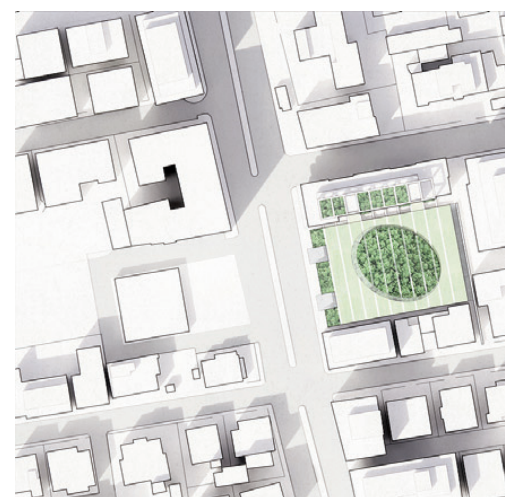
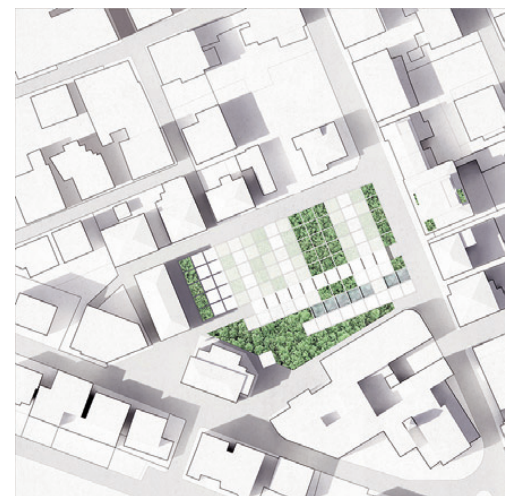
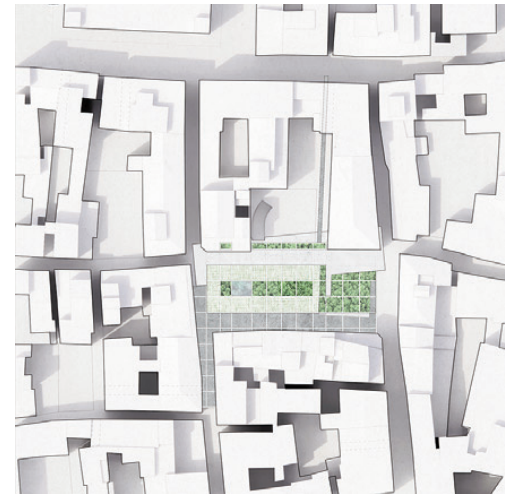
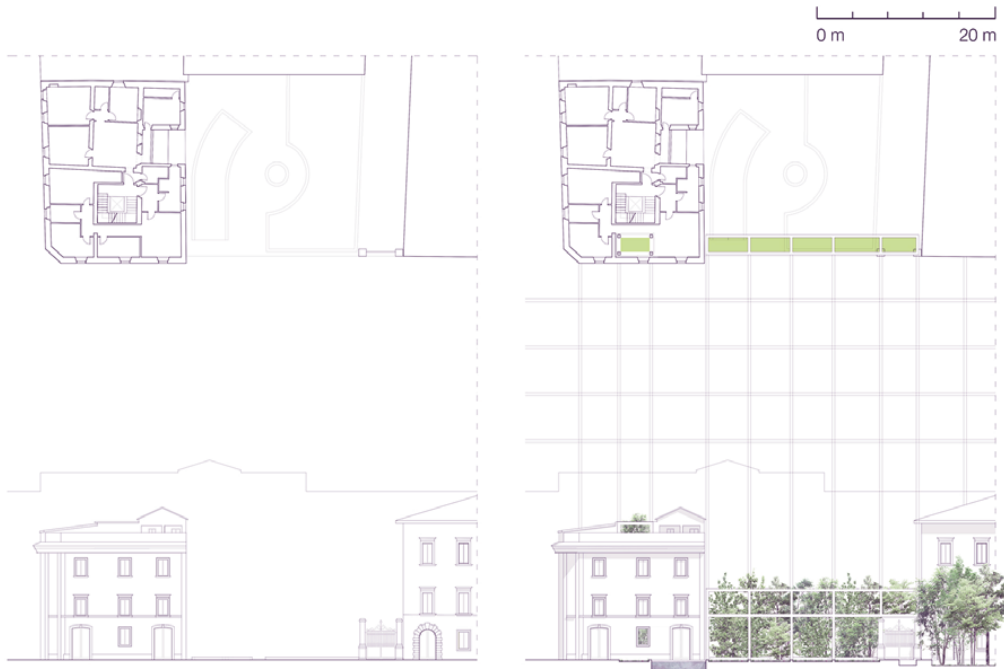


Fig. 5 | Planivolumetric representation of the three study areas (credit: the Authors, 2024).

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

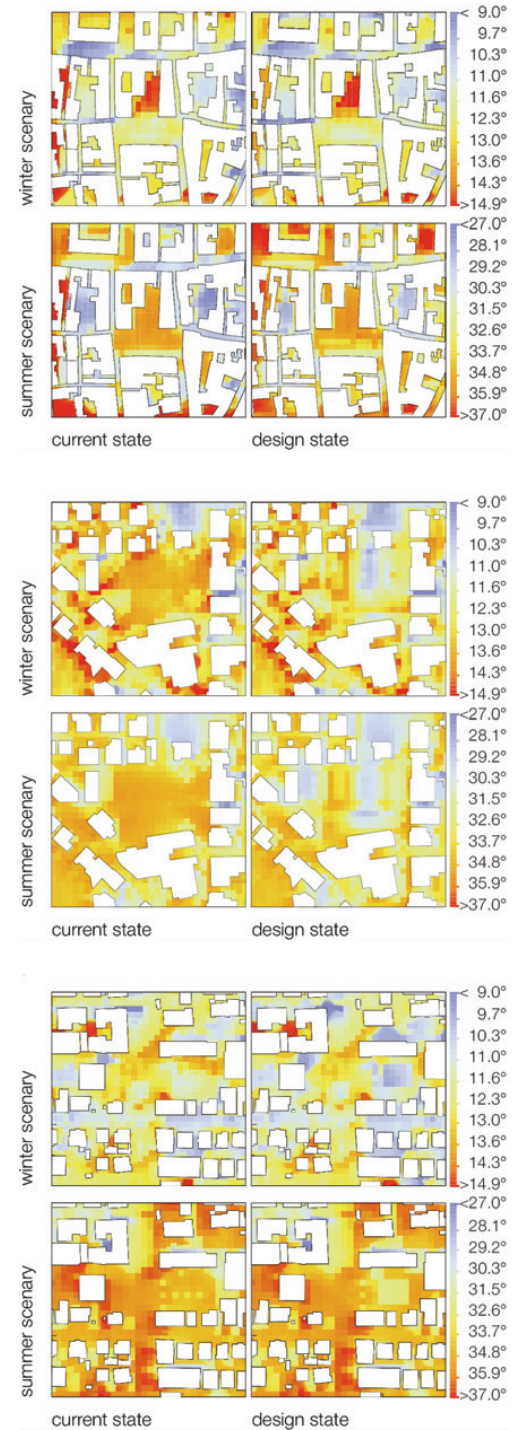
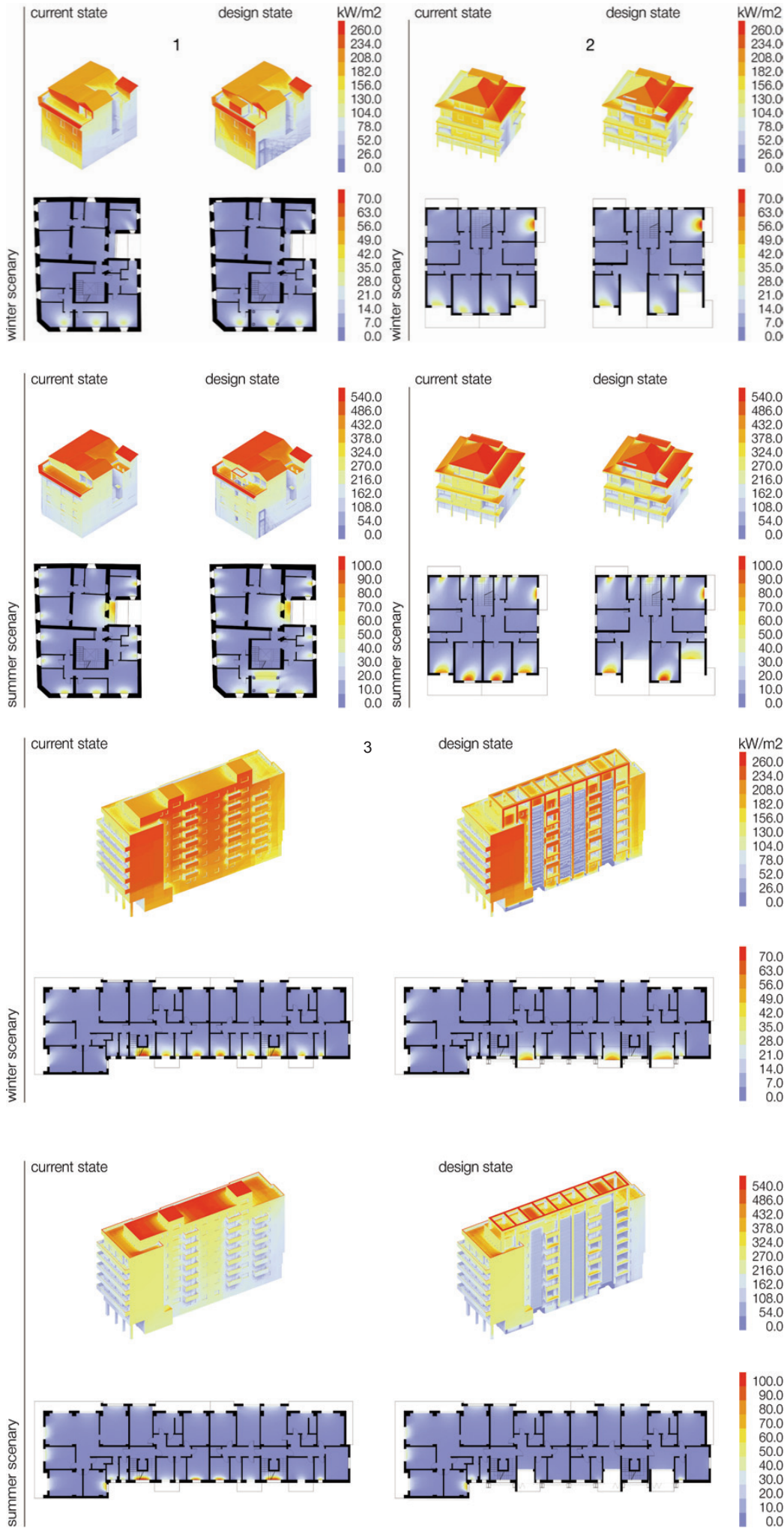


Fig. 7 | Microclimatic simulations of the open space of Piazza della Viola (1) in Ascoli Piceno, Piazza Kennedy (2) in Pagliare del Tronto, and Piazza Marche (3) in San Benedetto del Tronto: comparison between current and design state of the UTCI parameter (°C) at 14:00 on 10 January 2020 and 26 June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

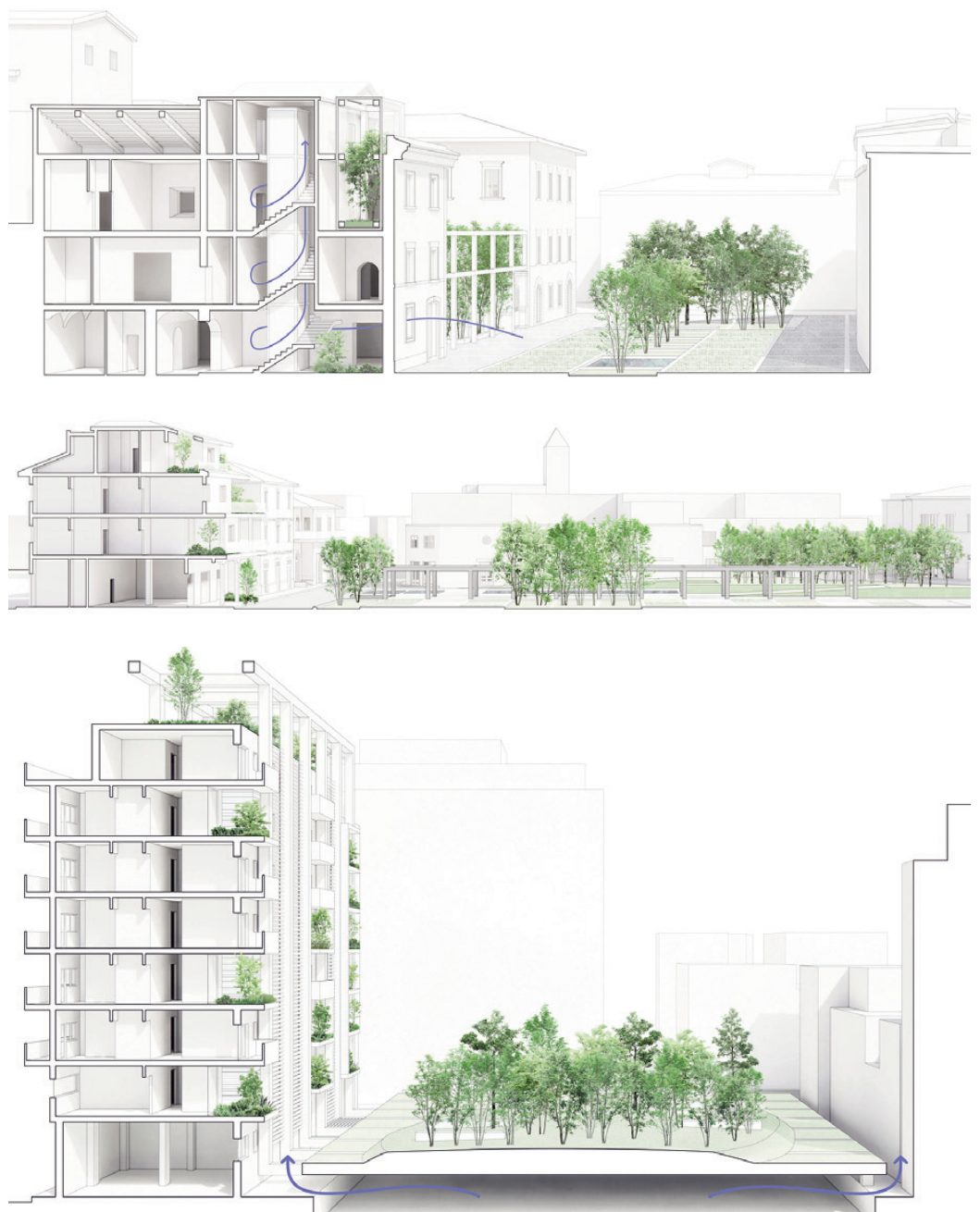


Fig. 9 | Project, perspective section of Piazza della Viola (1) in Ascoli Piceno, Piazza Kennedy (2) in Pagliare del Tronto, and Piazza Marche (3) in San Benedetto del Tronto (credit: the Authors, 2024)

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.

