

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 ACOCELLA (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 GALLEGRO ROCA (University of Granada, Spain), MARIA LUISA GERMANÀ (University of Palermo, Italy), VICENTE GUALLART (IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Spain), JAVIER GARCIA-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 RONSIVALLE (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 Sposito***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 fondi 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](https://www.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 Martin, M. (2024), “Spazi pubblici della transizione energetica – Un progetto a Nepi per il New European Bauhaus | Public spaces of the energy transition – A design in Nepi for the New European Bauhaus”,

- 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].