

Smart City

Prospettive di ricerca

a cura di
Renata Paola Dameri
Monica Bruzzone

Innovazione, economia, territorio

3

Responsabile Collana

Renata Paola Dameri
(Università di Genova)

Comitato scientifico

Roberto Garelli
(Università di Genova)

Clara Benevolo
(Università di Genova)

Monica Bruzzone
(Università di Genova)

Davide Mezzino
(Università Telematica Internazionale UniNettuno)

Aldo Loiaconi
(Imprenditore)

Smart City

Prospettive di ricerca

Atti del Convegno “Smart city. Stato dell’arte e prospettive di ricerca”
Genova, DAD, Università di Genova, 26 giugno 2023.

a cura di
Renata Paola Dameri
Monica Bruzzone



è il marchio editoriale dell'Università di Genova



Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto *RAISE - Robotics and AI for Socio-economic Empowerment* finanziato dall'Unione europea - *NextGenerationEU*.
This work was carried out within the framework of the project RAISE - Robotics and AI for Socio-economic Empowerment and has been supported by European Union - NextGenerationEU.

I contributi qui pubblicati sono stati selezionati dal Comitato Scientifico del Convegno:
Paola Dameri, Laura Gaggero, Marco Fossa, Valentina Di Gregorio, Niccolò Casiddu.
The contributions published here have been selected by the Scientific Committee of the Conference: Paola Dameri, Laura Gaggero, Marco Fossa, Valentina Di Gregorio, Niccolò Casiddu.

© 2024 GUP

I contenuti del presente volume sono pubblicati con la licenza
Creative commons 4.0 International Attribution-NonCommercial-ShareAlike.



Alcuni diritti sono riservati

ISBN 978-88-3618-277-0
e-ISBN (pdf) 978-88-3618-278-7

Pubblicato a ottobre 2024

Realizzazione Editoriale
GENOVA UNIVERSITY PRESS
Via Balbi 5, 16126 Genova
Tel. 010 20951558
e-mail: gup@unige.it
<https://gup.unige.it>

Sommario

Premessa: Smart city. Stato dell'arte e modelli di sviluppo nell'Università di Genova <i>Renata Paola Dameri</i>	11
Robotica e intelligenza artificiale per l'engagement dei cittadini in Smart city più inclusive <i>Niccolò Casiddu, Silvia Pericu, Claudia Porfirione, Francesco Burlando, Federica Maria Lorusso</i>	17
Verso un piano d'azione partecipato per lo sviluppo di una Città Circolare <i>Francesca Pirlone, Ilenia Spadaro, Federica Paoli</i>	31
Le strategie di economia circolare per la città smart e sostenibile <i>Paola Dameri, Monica Bruzzzone</i>	43
Habitat Urbani: strategie e tecnologie per l'ambiente. L'attività del gruppo di ricerca Ecosystemics. Dipartimento Architettura e Design <i>Adriano Magliocco, Maria Canepa, Andrea Giachetta, Katia Perini, Linda Buondonno, Francesca Mosca, Gabriele Oneto, Margherita Pongiglione</i>	57
Bello e possibile. Il contributo della biodiversità vegetale al miglioramento degli ecosistemi urbani <i>Enrica Roccotiello, Mirca Zotti, Simone Di Piazza, Mariasole Calbi, Marta Pianta, Clara Conte, Silvia Priarone, Mauro Mariotti</i>	69

Le facciate dipinte di Palazzo Doria Invrea e Palazzo Spinola Farruggia del <i>carrubeus maior</i> tra Cinque-Seicento. Verso la loro restituzione in una nuova lettura delle architetture monumentali della città di Genova <i>Federica Burlando</i>	83
Sicurezza e inclusione come caratteristiche essenziali della Smart city <i>Patrizia Vipiana</i>	95
Intelligenza artificiale e robotica: profili di responsabilità civile in materia di tutela dei soggetti fragili <i>Valentina Di Gregorio</i>	105
Platform Urbanism. Per una città dove dati e cittadini si incontrino <i>Manuel Gausa, Nicola Valentino Canessa, Emanuele Sommariva, Chiara Centanaro</i>	117
Le Dashboard urbane per la Smart governance. Il caso Controllo Dinamico <i>Paola Dameri, Monica Bruzzzone</i>	129
Le nuove tecnologie al servizio del cittadino: Smart city e diritti fondamentali <i>Matteo Turci</i>	143
Uso di algoritmi da parte della pubblica amministrazione <i>Matteo Timo</i>	153
Localizzazione e scelta ottimali di stazioni di ricarica per veicoli elettrici impiegati nella logistica urbana <i>Stefano Bracco, Silvia Siri</i>	163

Pianificazione e controllo di autobus elettrici automatizzati nelle Smart city <i>Stefano Bracco, Cecilia Pasquale, Simona Sacone, Silvia Siri</i>	175
Smart city e profili di diritto amministrativo nel prisma della democrazia amministrativa <i>Piera Maria Vipiana</i>	187
Il rapporto tra amministrazione e nuove tecnologie nel contesto della Smart city. Brevi spunti di riflessione in tema di adattamento <i>Giovanni Botto</i>	197
Gli strumenti tecnologici della security all'interno della Smart city. Spunti di riflessione a partire dal contesto italiano <i>Lorenzo Sottile</i>	211
Profili biografici degli autori	223

Premessa:

Smart city. Stato dell'arte e modelli di sviluppo nell'Università di Genova

Renata Paola Dameri

Il tema 'Smart city' si è venuto ad affermare nel corso degli ultimi vent'anni, a indicare una strategia urbana che utilizza le tecnologie maggiormente innovative per realizzare città capaci di migliorare la qualità della vita dei suoi abitanti e frequentatori, supportando le traiettorie di sviluppo economico-sociale e preservando contemporaneamente l'ambiente dall'impatto delle attività urbane.

Nella definizione di Smart city troviamo insito il carattere di trasversalità e interdisciplinarietà che la qualifica. Infatti, un ruolo chiave è svolto dalla tecnologia, che abbraccia ingegneria e informatica, ma centrale è anche il ruolo svolto da architettura e urbanistica, in ottica di pianificazione degli edifici e degli spazi urbani che siano sostenibili e a misura d'uomo. Se da un lato la Smart city deve mirare allo sviluppo economico e sociale, il che coinvolge discipline quali la sociologia, l'economia e il management, dall'altro deve anche conciliare lo sviluppo con la difesa dell'ambiente e ciò richiede l'impegno di naturalisti e ambientalisti. Infine, *last but not least*, la città e lo sviluppo della Smart city richiedono di essere governati, non si può prescindere quindi dalle scienze politiche e giuridiche per il buon governo della città e per la

regolamentazione dei rapporti tra cittadini e delle attività di imprese e organizzazioni pubbliche e private.

L'Università di Genova, nella sua natura di università generalista, può affrontare tutte le tematiche connesse con le Smart city. Tuttavia, l'articolazione di UniGe in Scuole e Dipartimenti monodisciplinari rende talvolta difficile vedere la trasversalità delle tematiche e il modo in cui si intrecciano tra loro. Per questo motivo si è deciso di organizzare la I Conferenza UniGe su *Smart city. Stato dell'arte e prospettive di ricerca*. Lo scopo di questa conferenza è duplice. Da un lato, raccogliere le attività di ricerca in corso all'interno dell'Università di Genova sul tema Smart city, redigendo una sorta di inventario che fosse al contempo anche una mappa dei docenti impegnati e delle diverse discipline coinvolte. Mappa perché permette a tutti i docenti UniGe di 'navigare' nelle tematiche smart affrontate e potenzialmente individuare opportunità di collaborazione. L'altro scopo è fornire una possibilità di contaminazione tra le diverse discipline sotto il cappello dell'unico tema. Una contaminazione utile ad ampliare il punto di vista di tutti i ricercatori a discipline diverse dalle proprie, che nella Smart city si intrecciano e fertilizzano a vicenda.

La call ha avuto un ottimo riscontro. Sono arrivati sedici abstract, da quattro delle cinque Scuole di UniGe. Nessuna delle tematiche chiave era assente: ingegneria, scienze naturali, architettura e urbanistica, economia e management, scienze politiche e scienze giuridiche erano rappresentate da uno o più contributi. Anche la conferenza, che si è svolta per tutta la giornata del 26 giugno 2023, ha avuto una elevata partecipazione e tutti hanno seguito con attenzione le presentazioni dei colleghi di discipline e dipartimenti diversi dal proprio.

Inoltre, la Conferenza ha permesso di definire lo stato dell'arte della ricerca in tema Smart city, con particolare riferimento all'uso di tecnologie e strategie urbane per la migliore qualità della vita di tutti, in ottica della massima inclusione. Tale stato dell'arte è parte integrante delle attività di ricerca e knowledge transfer del progetto *PNRR RAISE - Robotics and AI for Socio-Economic Empowerment*. RAISE è un ecosi-

stema dell'innovazione, che intende basarsi sui risultati della ricerca in essere per approfondirli e avvicinarli alla società civile: imprese, cittadini, pubbliche amministrazioni.

Il successo dell'iniziativa ha portato ad assumere due decisioni. La prima, rendere la Conferenza UniGe sulla Smart city un appuntamento annuale, in cui monitorare l'evoluzione della ricerca sui temi chiave in ottica trasversale e interdisciplinare. La seconda, pubblicare gli atti della conferenza in modo che diventino strumento documentale consultabile oltre la giornata di conferenza. Anche in questo caso, la risposta è stata molto positiva: quasi tutti i partecipanti hanno dato la propria disponibilità a fornire un paper per il volume. Alcuni contributi alla conferenza sono stati sdoppiati in due paper per poter meglio affrontare le tematiche presentate.

Il presente volume raccoglie diciotto contributi, derivanti dalla selezione degli abstract effettuata dal Comitato scientifico della conferenza. Un comitato scientifico interdisciplinare e autorevole, composto oltre che dalla sottoscritta, Delegata alla Smart city e docente di Economia aziendale, dalla prof. Laura Gaggero, Prorettrice alla ricerca e docente di Georisorse, dal Prof. Marco Fossa, Delegato all'offerta formativa internazionale e docente di Fisica Tecnica, dal prof. Niccolò Casiddu, Direttore del Dipartimento Architettura e Design e docente di Disegno industriale e dalla prof. Valentina Di Gregorio, Coordinatrice del corso di studio in Servizio sociale e docente di Diritto privato.

I contributi nella loro varietà sottolineano perfettamente il carattere interdisciplinare della Smart city ma anche la contaminazione tra tematiche che emerge dai temi trattati dai diversi paper. Aspetti tecnici e sociali si intrecciano nel paper di Casiddu et al. *Robotica e intelligenza artificiale per l'engagement dei cittadini in Smart city più inclusive* che coniuga intelligenza artificiale e coinvolgimento dei cittadini per città inclusive, così come nel contributo di Pirlone et al. *Verso un Piano d'Azione Partecipato per lo sviluppo di una Città Circolare* in tema di partecipazione dei cittadini per la pianificazione urbana della città circolare.

E sempre in tema di città circolare, sostenibilità ambientale e sviluppo economico si intrecciano nel paper di Dameri e Bruzzone *Le strategie di economia circolare per la città smart e sostenibile* così come sostenibilità e tecnologia ricorrono nel paper di Magliocco et al. *Habitat Urbani: strategie e tecnologie per l'ambiente. L'attività del gruppo di ricerca Ecosystemics. Dipartimento Architettura e Design* in tema di strategie e tecnologie per le città smart, ma anche nei paper di Roccotiello et al. *Bello e possibile. Il contributo della biodiversità vegetale al miglioramento degli ecosistemi urbani* che esamina come la componente vegetale urbana svolga un ruolo ecosistemico che migliora la città donandole bellezza.

La bellezza viene richiamata anche dal contributo di Burlando *Le facciate dipinte di Palazzo Doria Invrea e Palazzo Spinola Farruggia del carrubeus maior tra Cinque-Seicento. Verso la loro restituzione in una nuova lettura delle architetture monumentali della città di Genova* che ci ricorda come la città smart, tecnologicamente progredita, possa utilizzare le tecnologie anche per la conservazione e il restauro del proprio patrimonio storico-artistico, patrimonio di cui Genova è così ricca.

Un termine che ricorre più volte nei capitoli del volume è la parola 'inclusione' o suoi sinonimi: non solo il già citato paper di Casiddu et al. richiama alla città smart come città inclusiva; anche il contributo di Patrizia Vipiana *Sicurezza e inclusione come caratteristiche essenziali della Smart city* ricorda che la città smart è la città di tutti, nessuno escluso e il paper di Di Gregorio *Intelligenza artificiale e robotica: profili di responsabilità civile in materia di tutela dei soggetti fragili* ci porta a riflettere su come le tecnologie più innovative come intelligenza artificiale e robotica, applicate al contesto urbano, debbano fungere da leva di inclusione soprattutto per i soggetti più fragili.

Più contributi poi ci ricordano che la città è smart nella misura in cui si pone al servizio del cittadino. Ne parlano Gausa et al. nel loro paper *Platform Urbanism. Per una città dove dati e cittadini si incontrino* che si sofferma sul trattamento dei dati come fonte preziosa per una progettazione della città a misura d'uomo, ma anche Dameri e Bruzzone-

ne nel contributo *'Le Dashboard urbane per la Smart governance. Il caso Controllo Dinamico'* in cui affrontano il tema delle piattaforme dati come strumento a supporto delle policy locali mirate al miglioramento della qualità della vita per il cittadino a 360°. Turci affronta il tema dal punto di vista giuridico nel suo contributo *'Le nuove tecnologie al servizio del cittadino: Smart city e diritti fondamentali'*, ricordando che la tecnologia deve essere strumento di supporto e non di negazione dei diritti. Timo analizza il modo in cui la PA può e deve usare adeguatamente l'AI rispettando i diritti dei cittadini nel contributo *'Uso di algoritmi da parte della pubblica amministrazione'*.

Sono poi numerosi i contributi che legano tecnologia e policy locali, anche in ottica di sostenibilità sociale e ambientale. Due lavori, uno di Bracco e Siri *'Localizzazione e scelta ottimali di stazioni di ricarica per veicoli elettrici impiegati nella logistica urbana'* e l'altro di Bracco et al. *'Pianificazione e controllo di autobus elettrici automatizzati nelle smart city'* affrontano il tema della Smart mobility, non solo dal punto di vista tecnico ma rispetto al modo in cui la mobilità costituisce servizio al cittadino e strumento di inclusione e supporto alla qualità della vita urbana.

Altri tre lavori si soffermano sul ruolo delle norme giuridiche per garantire una città innovativa, smart e rispettosa dei diritti dei cittadini: il contributo di Piera Vipiana *'Smart city e profili di diritto amministrativo nel prisma della democrazia amministrativa'* collega le scelte degli amministratori locali alla realizzazione di una città smart e democratica; il paper di Botto *'Il rapporto tra amministrazione e nuove tecnologie nel contesto della Smart city. Brevi spunti di riflessione in tema di adattamento'* mette in relazione tra loro aspetti tecnologici, giuridici e sociali; infine il lavoro di Sottile *'Gli strumenti tecnologici della security all'interno della Smart city. Spunti di riflessione a partire dal contesto italiano'* richiama la nostra attenzione sul tema della sicurezza urbana come contesto in cui utilizzare le tecnologie per rendere le città più sicure e migliorare così la qualità della vita e il benessere dei cittadini.

Robotica e intelligenza artificiale per l'engagement dei cittadini in Smart city più inclusive

*Niccolò Casiddu, Silvia Pericu, Claudia Porfirione,
Francesco Burlando, Federica Maria Lorusso¹*

Abstract

L'articolo esplora l'importanza dell'utilizzo dei sistemi tecnologici basati sulla robotica e dell'intelligenza artificiale (IA) nel contesto urbano, anche ai fini dell'avvio di pratiche di progettazione urbana partecipativa per una città più inclusiva. Attraverso l'analisi di casi studio esistenti, si evidenzia come sia oggi giorno fondamentale il ruolo di tali soluzioni tecnologiche, anche e soprattutto in relazione al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) italiano, il quale considera la rivoluzione digitale come uno dei pilastri per il progresso urbano. L'interazione e la partecipazione dei cittadini rappresentano infatti elementi chiave di una pianificazione urbana basata su evidenze concrete, in quanto capaci di fornire strumenti per sviluppare nuovi servizi personalizzati, adattivi e responsivi. Raccogliendo i dati urbani per una comprensione più accurata delle dinamiche cittadine, sensori intelligenti, robotica e intelligenza artificiale permettono di monitorare e gestire in modo ef-

¹ DAD, Dipartimento Architettura e Design, Università di Genova.

ficiente i flussi di traffico, l'energia, la gestione dei rifiuti e altri aspetti critici per una città intelligente.

Il paper si concentra e analizza criticamente alcune installazioni sullo spazio pubblico che utilizzano strategie innovative di coinvolgimento dei cittadini: il potenziale di tali strumenti risulta, infatti, elemento di grande interesse, in un'ottica per cui la partecipazione basata sull'utilizzo di sistemi tecnologici avanzati è punto di partenza per lo sviluppo di città più inclusive e adattabili al cambiamento. I benefici di tale approccio si riflettono in una maggiore soddisfazione dei cittadini, una migliore qualità della vita e una maggiore sostenibilità delle città stesse, che possono così diventare un insieme di luoghi e servizi che, grazie ai dati, dalle persone è capace di adattarsi in tempo reale alle esigenze delle stesse.

Keywords

engagement, inclusione, co-design, user-experience, urban design.

1. Introduzione

Il progresso tecnologico e digitale dovuto all'incremento di sistemi tecnologici avanzati basati sulla robotica e sull'intelligenza artificiale (IA) entra sempre più prepotentemente quale protagonista nella gestione dei servizi delle nostre città, offrendoci la possibilità di renderle più smart e inclusive.

A oggi ci si domanda quali siano le possibilità di sviluppo di tali strumenti ai fini degli obiettivi della sostenibilità enunciati nell'obiettivo 11 dell'Agenda 2030 – Città e comunità sostenibili – e soprattutto come tutte le categorie di cittadini possano essere incluse grazie alle nuove tecnologie in città sempre più smart.

L'obiettivo di questo articolo è quello di analizzare alcune strategie di coinvolgimento in cui la tecnologia permette un ruolo attivo dei cittadini, seguendo un concetto di smart city in riferimento a modelli

che prevedono la centralità dei cittadini e dei loro modi di fruire della città invece che dell'infrastruttura tecnologica (Formia, Ginocchini & Ascari, 2021).

L'idea di una tecnologia quale medium di relazione tra gli abitanti e lo spazio, inteso come entità ibrida al contempo fisica e digitale (Ratti, Claudel, 2017) ci permette di comprendere come robotica e IA possono diventare gli assi portanti per una efficace valorizzazione degli spazi urbani. Attualmente la combinazione di sensori intelligenti, robotica e intelligenza artificiale offre l'opportunità di rendere le città più efficienti e sostenibili attraverso la gestione e il monitoraggio in modo puntuale di una serie di aspetti cruciali per una città intelligente, come ad esempio, i flussi di traffico, l'energia e la gestione dei rifiuti. In effetti, l'adozione di sistemi tecnologici avanzati consente di raccogliere dati urbani in modo accurato, fornendo una comprensione dettagliata delle dinamiche cittadine e facilitando la pianificazione urbana basata su evidenze concrete (Bibri & Krogstie, 2017).

Inoltre, in diverse sperimentazioni in corso l'impiego di sistemi tecnologici sensorizzati e interattivi promuove l'interazione tra cittadinanza e istituzioni, consentendo la creazione di servizi personalizzati, adattivi e responsivi (Oruma et al., 2022).

Nell'evoluzione degli scenari futuri la partecipazione dei cittadini può rappresentare un elemento chiave nella pianificazione delle scelte, oltre che nella gestione, arrivando addirittura a prefigurare una piena inclusione degli utenti nelle decisioni progettuali che riguardano il loro ambiente di vita (Rjab & Mellouli, 2021).

I benefici di tale approccio si riflettono, quindi, in una maggiore soddisfazione dei cittadini, una migliore qualità della vita e una maggiore sostenibilità delle città stesse, che possono così diventare un insieme di luoghi e servizi che raccolgono dati dalle persone e si adattano in tempo reale alle esigenze delle stesse.

Il progetto RAISE acronimo di *Robotics and AI for socio-economic empowerment*, appartenente al PNRR, persegue l'idea che la rivoluzione digitale rappresenti uno dei pilastri per il progresso delle nostre

smart city e, in linea con l'obiettivo, vuole sviluppare soluzioni efficaci sul territorio ligure quale ecosistema di dispositivi e servizi intelligenti interconnessi che servono le comunità e gli individui, mettendo al centro quest'ultimi con le loro capacità per la creazione di comunità più consapevoli, sostenibili e resilienti.

L'obiettivo specifico del progetto è l'ideazione di soluzioni tecnologiche, basate sulla robotica e l'AI, che permettano il superamento delle barriere dell'accessibilità, compensando disabilità o deficit sensoriali o cognitivi, con l'obiettivo di facilitare l'accesso alla mobilità, alle esperienze culturali, alla formazione, all'istruzione, al tempo libero o all'intrattenimento, e migliorando le interazioni sociali. Per esplorare criticamente le possibilità dell'interazione tra cittadini e tecnologia è stata condotta una ricerca ad ampio raggio di circa sessanta casi studio di realizzazioni in diverse smart city del panorama mondiale. Si tratta di installazioni tecnologiche temporanee o fisse, applicazioni e device, capaci di coinvolgere attivamente gli utenti e permettere una piena fruizione di uno spazio pubblico dinamico e partecipato (Gausa, 2020).

Le installazioni analizzate sono state sviluppate per le più diverse finalità, dal gioco alla sicurezza, alla riconoscibilità di spazi e percorsi con il *wayfinding*, alla possibilità di rendere disponibili informazioni, alla disseminazione di temi ecologici o al più semplice miglioramento dell'accessibilità di un luogo. Allo stesso modo sono state usate le più disparate tecnologie, che di volta in volta hanno fatto riferimento a interfacce tattili, sonore, visive o di altro genere in modo da connettere le due realtà fisica e digitale ai fini preposti di interazione sociale.

L'interesse ai fini del presente paper è quello, però, di definire quali sono le modalità dell'interazione, andando a riconoscere di volta in volta la portata innovativa di nuovi modi di coinvolgimento attivo e partecipazione delle persone grazie alla tecnologia.

Sono state individuate tre modalità di interazione che rappresentano elemento di interesse per possibili sviluppi.

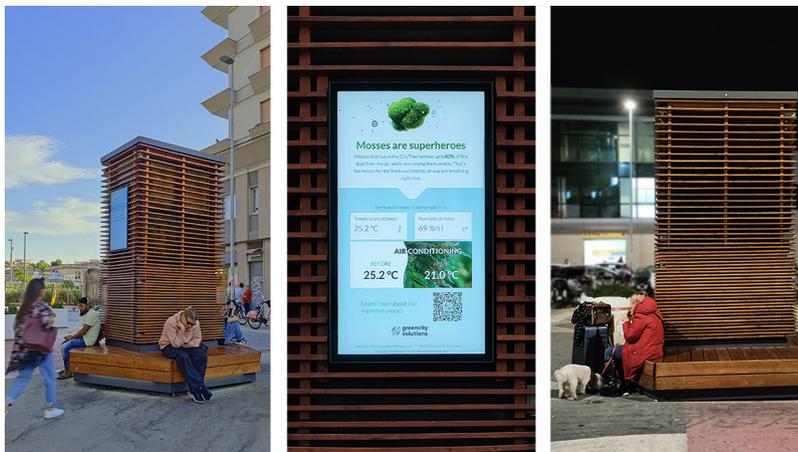


Fig. 1: Il progetto *CityTree* inserito nella città di Bari (foto a cura di Federica Maria Lorusso).

2. Tecnologia, gioco e psicologia comportamentale: Dancing Traffic Light

Come visto in precedenza, la tecnologia sta assumendo un ruolo sempre più centrale negli ambienti che ci circondano e può contribuire a modellare i comportamenti e le scelte quotidiane delle persone. In particolare, la teoria dei *nudge* – o spinte gentili – ampiamente diffusa in psicologia sperimentale, suggerisce che piccoli cambiamenti nell'ambiente o nelle interazioni sociali possono indurre le persone a fare scelte più salutari, etiche o sostenibili (Thaler & Sunstein, 2014). La tecnologia, con la sua capacità di favorire l'interazione delle persone e produrre stimoli multisensoriali, può svolgere un ruolo chiave nel favorire questi *nudge* comportamentali. L'uso della tecnologia per favorire una spinta gentile può essere particolarmente efficace quando si tratta di incoraggiare i cittadini a determinati comportamenti desiderabili nel loro stile di vita quotidiano. Ad esempio, è possibile incentivare le persone a comportamenti etici e sostenibili, o a scelte volte a migliorare il loro benessere, come una maggiore attività fisica.

Per perseguire questi obiettivi attraverso l'utilizzo della tecnologia, ci si può avvalere di diversi strumenti come la *gamification* che svolge un ruolo cruciale nell'engagement tecnologico, contribuendo a rendere le esperienze digitali più coinvolgenti e gratificanti. La *gamification* è l'uso di elementi di gioco, come punti, badge, sfide, *leaderboard* e ricompense in contesti non ludici, utilizzati al fine di motivare e coinvolgere le persone. Questi elementi sono progettati per attivare la motivazione intrinseca delle persone, spingendole a partecipare attivamente e a perseverare in un'attività desiderata (Hamari et al., 2014). Il gioco, che secondo Baricco (2018) è divenuto ormai schema fondativo della nostra società, contribuisce a coinvolgere le persone in un'esperienza ludica e a renderle così più inclini a intraprendere azioni che altrimenti potrebbero sembrare noiose o onerose, poiché gli utenti si sentono in questo modo motivati a competere con gli altri o a lavorare insieme per raggiungere obiettivi comuni.

Tutti gli aspetti trattati finora diventano quindi centrali nella progettazione di Smart city ingaggianti che mirino non solo a risolvere le problematiche dei cittadini, bensì a rendere questi ultimi protagonisti attivi nello sviluppo di ambienti di vita giocosi e piacevoli (Atanasova & Naydenov, 2020).

I benefici della *gamification* in ambito urbano sono ampiamente dimostrati da numerosi progetti e ricerche che mostrano come un ambiente cittadino giocoso possa favorire comportamenti positivi da parte dei cittadini. Allo stesso modo, si è visto come nella *gamification* il movimento sia uno dei fattori che influenza maggiormente i comportamenti degli utenti, poiché ingaggia le persone sia dal punto di vista cognitivo sia da quello emozionale, favorendo una risposta positiva di questi ultimi (Ozkan Bekiroglu et al., 2022).

Tra i vari progetti proposti, un esempio concreto è rappresentato da *Dancing Traffic Light*²: un semaforo intelligente progettato per intrattenere

² Informazioni più dettagliate del progetto *Dancing Traffic Light* sono reperibili all'indirizzo: <https://www.red-dot.org/project/the-dancing-traffic-light-12642> visitato in data 02/10/2023.

i pedoni impazienti mentre attendono il segnale verde agli incroci stradali. Il funzionamento di questo innovativo semaforo si basa su una telecamera situata nelle vicinanze dell'incrocio, che registra i movimenti dei pedoni. La tecnologia di cattura del movimento elabora questi dati e riproduce il movimento dei pedoni sul display del semaforo, creando un'esperienza di intrattenimento unica durante l'attesa. Il progetto, realizzato dalla casa automobilistica Smart a Lisbona nel 2014, si inserisce nel filone delle ricerche che dimostrano come un miglioramento della User Experience degli attraversamenti pedonali, anche solo attraverso l'inserimento di un countdown del tempo rimanente prima della luce verde, può aumentare significativamente il rispetto del semaforo stesso da parte degli utenti (Frank et al., 2015). *Dancing Traffic Light* si basa su progetti precedenti, come la scala-piano installata da Volkswagen nel 2009, che invitava le persone a scegliere le scale normali, piuttosto delle scale mobili, attraverso un feedback sonoro negli scalini. Traendo spunto da tale uso proficuo del movimento, l'iniziativa di Smart riprogetta quanto fatto nella città tedesca di Hildesheim, dove nel 2012 sono stati installati in corrispondenza degli attraversamenti pedonali dei dispositivi che permettevano ai pedoni posti ai due lati della strada di giocare in attesa del verde (Nijholt, 2017).

L'operazione fatta da Smart nel progetto *Dancing Traffic Light* si rivela quindi molto interessante, presentando vantaggi evidenti, come l'incremento della soddisfazione dei pedoni, la potenziale riduzione dello stress durante l'attesa e l'incentivo verso l'attività fisica. Vi sono, tuttavia, alcuni limiti all'impiego di questa interessante iniziativa. In primo luogo, le persone con problemi cognitivi o di daltonismo potrebbero avere difficoltà a comprendere il significato del semaforo in movimento o potrebbero sentirsi confusi, il che potrebbe aumentare il rischio di incidenti stradali. Inoltre, persone che hanno difficoltà cognitive potrebbero scambiare il simbolo in movimento per un invito ad attraversare anziché rimanere fermi durante l'attesa.

In conclusione, sebbene si è visto come la tecnologia possa offrire soluzioni innovative per migliorare la qualità dell'esperienza degli utenti nel vivere la città, come nel caso dei pedoni agli attraversamenti, è

sempre bene ricordare che non esiste una soluzione adattabile a tutti i contesti ma è necessario progettare considerando le diverse esigenze e limitazioni della popolazione per garantire città sicure e inclusive.

3. Sentiment analysis e spazio pubblico: Public Face

La tecnologia utilizzata negli spazi pubblici urbani sta progressivamente affondando le proprie radici nella sfera sentimentale quotidiana della popolazione. Attraverso la costante acquisizione di dati, l'estrazione di opinioni e la successiva 'sentiment analysis' si è infatti in grado di comprendere i pensieri e le emozioni delle persone in relazione a uno specifico contesto territoriale, alle sue risorse, strutture, prodotti e servizi ivi presenti. Il fine ultimo di questo processo è accrescere consapevolezza circa i possibili interventi che potrebbero essere applicati per risolvere le problematiche urbane in modo più mirato ed efficace (Verma, 2022).

Nello specifico, il processo operativo del sentiment analysis si concentra sull'analisi dei testi pubblicati online dagli utenti con l'obiettivo di identificare il tono emotivo dei messaggi. Ciò consente di determinare se le opinioni espresse su un determinato servizio siano di carattere positivo, negativo o neutro, per poi sfruttare i risultati ottenuti per migliorare la qualità del servizio offerto. Difatti, la sentiment analysis mette in luce i sentimenti degli utenti finali, fornendo un quadro rappresentativo delle aspettative, prospettive e interessi dei cittadini. Tale processo permette di categorizzare i sentimenti in maniera dettagliata: ad esempio, felicità, tristezza, paura, rabbia o sorpresa, tutti sentimenti che negli spazi pubblici urbani possono divenire elemento da comunicare e resi visibili mediante installazioni ludiche e dinamiche.

Il progetto scultoreo 'Public Face' nasce dalla collaborazione artistica e di ricerca tra gli artisti tedeschi Julius von Bismarck, Benjamin Maus e Richard Wilhelmer. Alimentato dall'analisi dell'umore dei passanti, è un esempio concreto di come il risultato del processo del sentiment analysis possa essere condiviso in tempo reale con la cittadinanza.

A partire dal 2010 l'installazione interattiva è stata temporaneamente posta in cima ad alcuni edifici e ponti delle città di Lindau, Berlino, Vienna, Stoccarda e Amburgo per riflettere l'umore collettivo delle diverse comunità locali.

Nel dettaglio, Public Face raffigura un'imponente faccina di cinque metri di diametro, le cui dimensioni la rendono non solo parte dello skyline urbano, ma anche elemento iconico e identitario delle città che la ospitano. Realizzata con tubi di acciaio e neon mobili, la sua caratteristica distintiva è la dinamicità. Difatti, il viso cambia espressione, da felice a triste, da sorpresa ad arrabbiata a intervalli di tempo programmati grazie a un algoritmo che elabora le espressioni facciali delle persone che si trovano di fronte all'installazione stessa. In particolare, alla base del suo funzionamento vi sono le immagini registrate dalle telecamere di sicurezza che riprendono i visi e gli stati d'animo dei passanti, trasferendo i dati raccolti all'installazione. Nel mentre un algoritmo sviluppato dall'Istituto Fraunhofer traduce le espressioni facciali in emozioni e riproduce sull'installazione un ritratto astratto e mutevole basato sull'umore generale della città. Ciò permette di comunicare nello spazio pubblico le emozioni medie dei passanti dando vita a un'esperienza coinvolgente e reattiva per l'intera comunità.

In definitiva, Public Face è un'installazione interattiva che trasferisce lo smile dal contesto del personal computer allo spazio pubblico urbano, richiamando l'attenzione sul tema della privacy e della sorveglianza nell'era digitale. Infatti, nonostante la dolcezza del grande smile, non va dimenticato che la sua reazione è alimentata dai dati provenienti dallo spazio pubblico continuamente monitorato. A tal proposito gli ideatori invitano a riflettere sul confine sempre più labile tra la sfera privata e quella pubblica in una società in cui si è inconsapevolmente e costantemente esposti a una serie di algoritmi e di sistemi di sorveglianza, sottolineando che a causa delle sempre più frequenti tecnologie digitali potremmo assistere a una progressiva scomparsa della nostra privacy. D'altro canto, è evidente che le molteplici informazioni finora trasmesse al pubblico mediante installazioni interattive e mobili urbani rendo-

no le nostre Smart city sempre più immerse in reti di dati accessibili e fruibili da chiunque, trasformando al contempo lo spazio pubblico in un luogo più attraente e partecipativo.

4. Relazioni possibili uomo-natura: CityTree

Si assiste oggi al moltiplicarsi di pratiche che intrecciano una relazione tra design e il patrimonio ambientale, che propongono soluzioni di rigenerazione ambientale, spaziale e sociale, esplorando così nuove relazioni possibili tra uomo e natura in un senso più ampio. L'evoluzione dei bisogni delle comunità vede sempre più l'unione tra il luogo della socialità e il luogo naturale, quale attore vivente della Smart city. Nelle soluzioni nature-based il tema della robotica e dell'AI sono condizione necessaria al mantenimento e alla gestione del patrimonio verde anche ai fini della mitigazione degli effetti del cambiamento climatico.

In questa direzione 'CityTree' è un'installazione su spazio pubblico di una startup tedesca, Green City Solutions, che mediante l'utilizzo di alberi urbani artificiali, composti da filtri biotecnologici per le polveri sottili, purifica l'aria inquinata. Difatti il dispositivo è stato progettato appositamente per ridurre i livelli di inquinamento atmosferico in quelle aree urbane nelle quali piantare alberi non è più sufficiente, o comunque non risulta essere semplice come il posizionamento di questa installazione.

Nel dettaglio, CityTree si compone di una torre di purificazione, una panchina, un sistema di sensori e tecnologie IoT e uno schermo LED informativo atto a condividere i dati in tempo reale.

A oggi viene installato in alcune aree strategiche di molte città in tutto il mondo con l'obiettivo di riportare la natura negli spazi urbani, migliorare la qualità dell'aria riducendone gli inquinanti e restituire, laddove sia necessario, nuovi spazi di aggregazione che forniscano un ambiente di vita più sano e vivibile agli abitanti delle città.

Secondo gli ideatori, tale dispositivo fornisce un'efficienza ambientale di 275 alberi, occupando meno dell'1% dello spazio. In particolare,

la struttura in legno autoportante alta quattro metri, tre di larghezza e due di profondità, ospita al suo interno filtri nature-based realizzati con colture di muschio capaci di attirare e catturare fino al 53% di polveri sottili, biossido di azoto e gas di ozono presenti nell'aria.

Inoltre, l'installazione è completamente autosufficiente grazie a serbatoi che raccolgono l'acqua piovana destinata all'irrigazione e pannelli solari che forniscono energia elettrica ai sistemi tecnologici e di ventilazione interna. In aggiunta, il sistema di sensori e tecnologie IoT permette di monitorare la salute del muschio, misurare l'umidità del terreno, la temperatura circostante e la qualità dell'acqua, consentendo di contrastare le isole di calore mediante l'abbassamento della temperatura nelle immediate vicinanze fino a 4°C e migliorare di conseguenza l'intera area urbana coinvolta.

5. Conclusioni

L'articolo raccoglie prospettive e analizza nuovi modelli di interazione con l'ambiente urbano mediati dalle tecnologie e riconferma il ruolo centrale del benessere dei cittadini e della qualità di vita, capace al tempo stesso di 'influenzare' e di essere 'influenzata' dall'ambiente. Il rapporto tra individuo e ambiente è un tema al centro del dibattito contemporaneo, che si riflette negli studi di svariate discipline, dall'Architettura al Design, alla Psicologia ambientale, all'Antropologia, all'Urbanistica. Si assiste a una trasformazione degli spazi pubblici che esplorano l'importanza della partecipazione sociale attiva grazie a nuove strategie di ingaggio in differenti fasi del processo progettuale finalizzate a migliorare l'inclusione degli individui nel contesto urbano.

Agire sul contesto, interagendo con un sistema digitale o con un altro tipo di media attraverso le percezioni sensoriali, produce valore e crea una connessione con i luoghi capace di superare anche i limiti fisici. Per questo motivo negli ultimi anni sono aumentate le iniziative volte a rigenerare gli spazi urbani per rispondere alle esigenze e ai bisogni delle comunità che trasformano le città in maniera temporanea

o permanente. In questo contesto i designer assumono il ruolo di facilitatori o attivatori della trasformazione, guidano gli stakeholders nel processo di definizione di spazi e servizi fino alla prototipazione e al test delle soluzioni da cui traggono dati e feedback.

Il coinvolgimento è la base di questi progetti ad alto livello di interazione, che spesso assumono caratteristiche infrastrutturali, ovvero portano alla creazione di spazi, condizioni sociali, culturali ed economiche che consentano a loro volta ad altri progetti di generarsi.

Data la natura olistica della percezione, l'uso della tecnologia può aiutare a progettare ambienti più vivibili e inclusivi, stimolando il gioco e le spinte gentili per incoraggiare i cittadini a comportamenti virtuosi.

6. Attribuzioni

Gli autori desiderano esplicitare che il progetto RAISE è frutto di un lavoro condiviso con tutti gli attori coinvolti nell'ecosistema dell'innovazione ligure. Tuttavia, a titolo non esaustivo, si desidera menzionare i membri del gruppo di lavoro UniGE-DAD che hanno collaborato alla ricerca e in particolare: il Prof. Manuel Gausa, il Dott. Emanuele Sommariva, il Dott. Nicola Canessa e la Dott.ssa Chiara Centenaro.

Sebbene il paper sia frutto di una riflessione condivisa degli autori si riporta la seguente attribuzione: *Abstract* è da attribuirsi a Niccolò Casiddu, *Introduzione* è da attribuirsi a Silvia Pericu, *1_Tecnologia, gioco e psicologia comportamentale: Dancing Traffic Light* è da attribuirsi a Francesco Burlando, *2_Sentiment analysis e spazio pubblico: Public Face* è da attribuirsi a Federica Maria Lorusso, *3_Relazioni possibili uomo-natura: City tree* è da attribuirsi a Silvia Pericu e Federica Maria Lorusso, *Conclusioni* è da attribuirsi a Claudia Porfirione.

Bibliografia

- Ascari, M., Formia, E. & Ginocchini, G. (2021). *Attivare processi di empowerment dei cittadini. I dati per leggere i bisogni individuali e collettivi della società*, MD Journal, 11, pp. 52-61.
- Atanasova, A., & Naydenov, K. (2020). *The innovative approaches for the development of smart city*, in *Smart Geography: 100 Years of the Bulgarian Geographical Society*, Springer, pp. 237-245.
- Baricco, A., (2018). *The Game*. Einaudi Editore.
- Bibri S.E, Krogstie J., (2017). *Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review*, in: "Sustainable Cities and Society", Vol. 31.
- Breazeal, C., Dautenhahn, K., & Kanda, T. (2016). *Social robotics*, in *Springer handbook of robotics*, pp. 1935-1972.
- Camocini, B., & Dominoni, A. (2022). *Engaging Spaces: How to increase social awareness and human wellbeing through experience design*. FrancoAngeli.
- Frank, A., Schneider, F., Meschtscherjakov, A., & Stadon, J. (2015). *Advanced traffic light interface: countdown timers to increase user experience*, in *Adjunct Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, pp. 56-61.
- Gausa Navarro, M. (2020). *Towards Resili(g)ence. Città intelligenti, paesaggi resilienti*. GUP.
- Gerosa, G., Manciaracina, G. M., & Andrea, G. (2023). *MULTIPLE-SCALARITIES. Environmental systems as a combination of interior design, services, communication and technologies*, FrancoAngeli.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). *Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification*, in *2014 47th Hawaii international conference on system sciences*, pp. 3025-3034. IEEE.
- Nijholt, A. (2017). *Playable cities: a short survey*, in *2017 6th International Conference on Informatics, Electronics and Vision & 2017 7th International Symposium in Computational Medical and Health Technology (ICIEV-ISCMT)*, pp. 1-6. IEEE.

- Oruma, S. O., Sánchez-Gordón, M., Colomo-Palacios, R., Gkioulos, V., & Hansen, J. K. (2022). *A systematic review on social robots in public spaces: Threat landscape and attack surface*, Computers, 11(12), p. 181.
- Ozkan Bekiroglu, S., Ramsay, C. M., & Robert, J. (2022). *Movement and engagement in flexible, technology-enhanced classrooms: investigating cognitive and emotional engagement from the faculty perspective*. Learning Environments Research, pp. 1-19.
- Ratti, C., Claudel, M. (2017). *La città di domani. Come le reti stanno cambiando il futuro urbano*. Einaudi Editore.
- Rjab, A. B., & Mellouli, S. (2021). *Smart city in the era of artificial intelligence and internet of things: promises and challenges*. Smart city and smart governance: towards the 22nd century sustainable city, pp. 259-288.
- Thaler, R., & Sunstein, C. R. (2014). *Nudge. La spinta gentile: La nuova strategia per migliorare le nostre decisioni su denaro, salute, felicità*. Feltrinelli Editore.
- Verma, S. (2022). *Sentiment analysis of public services for smart society: Literature review and future research directions*. Government Information Quarterly, 39(3), 101708. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101708>

Verso un piano d'azione partecipato per lo sviluppo di una Città Circolare

Francesca Pirlone, Ilenia Spadaro, Federica Paoli¹

Abstract

La pianificazione urbanistica assume un ruolo importante al fine di trasformare le città esistenti in circolari, attraverso strumenti concreti e grazie al coinvolgimento e alla co-progettazione con i suoi stakeholders. Il paper riporta alcune ricerche volte alla pianificazione di una città sostenibile e, in particolare, di una città circolare attraverso la definizione di un Piano d'azione circolare e partecipato. Il tema della città circolare è attualmente molto dibattuto in letteratura come una possibile strategia per raggiungere la sostenibilità nelle aree urbane. Tuttavia, essendo un tema di recente sviluppo, presenta ancora numerosi aspetti da approfondire e implementare. Dalla ricerca sulla ricognizione dello status quo delle città emerge che poche sono quelle realmente circolari e pertanto, a oggi, non è possibile una vera comparazione. Alcune città hanno messo in atto azioni circolari, in quanto più sensibili di altre realtà, ma mancano strategie che si concretizzino in strumenti, ad

¹ DICCA, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale, Università di Genova.

esempio Piani d'azione a livello urbano. Nella ricerca sono stati identificati i temi prioritari per una città (mobilità, rifiuti, energia, cibo, ...), che devono essere considerati nel Piano. Quest'ultimo intende basarsi su aspetti oggettivi e partecipativi. Per quanto riguarda gli aspetti oggettivi, fondamentali sono gli indicatori volti a misurare la circolarità di una città. La partecipazione riveste invece un ruolo strategico nella strutturazione del Piano non solo per la raccolta o proposta di buone pratiche ma anche per la condivisione e la sensibilizzazione di tutti gli attori coinvolti nel processo, fino ad arrivare all'attore principale, la popolazione, attorno alla quale una città dovrebbe essere progettata. Per chiudere il ciclo di vita della città è necessario ragionare su ciascuno dei temi sopraindicati, attraverso l'impiego di buone pratiche, ma anche sulle loro possibili interrelazioni in termini di chiusura del ciclo dei materiali che si possono recuperare. I diversi flussi del metabolismo urbano devono chiudersi. Il paper intende riportare una prima applicazione relativa alla pianificazione della chiusura del ciclo di vita di un caso studio in Liguria.

Keywords

pianificazione urbanistica, rigenerazione urbana, circolarità.

1. Introduzione

Il tema della circolarità, e in particolare della sua applicazione alle realtà urbane, ha acquisito negli ultimi anni una crescente attenzione nel panorama scientifico e politico, soprattutto nel contesto europeo. A oggi si assiste alla crisi dell'attuale modello economico, che risulta incompatibile con l'offerta di risorse naturali a disposizione, la transizione verso un'economia di tipo circolare appare dunque come una delle migliori soluzioni in un'ottica di sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Bisogna dunque orientarsi verso nuove soluzioni che devono necessariamente essere mirate a ridurre il consumo di risorse attraverso un loro

uso più efficiente. In particolare, le città risultano entità chiave per la sperimentazione e la successiva applicazione di tale transizione in vista della creazione di una città circolare; esse, infatti, presentano un'elevata concentrazione di risorse, capitale e personale all'interno di un relativamente piccolo territorio geografico e operano al centro del sistema economico globale fondato sul modello economico lineare. Tuttavia, gran parte della letteratura scientifica si concentra principalmente sul concetto di economia circolare. Infatti, poiché questo concetto è insito nella definizione di città circolare, ha spesso portato l'attenzione scientifica a focalizzarsi solo su concetti economici e ingegneristici, come la minimizzazione della produzione di rifiuti in ambiti come l'energia, l'ambiente costruito, la mobilità, ecc., trascurando la necessità di costruire una visione organica e spaziale. Le città e le loro aree periurbane, invece, possono essere luogo di sperimentazione di tale visione, contribuendo non solo a ridurre i propri impatti negativi sugli ecosistemi, ma diventando veri e propri luoghi di trasformazione e innovazione. I principi dell'economia circolare possono essere estesi all'intero modo di progettare le nostre città e riconfigurare il rapporto tra città e natura. In quest'ottica le città, intese come 'forza positiva' di trasformazione, non si limitano a ridurre i propri impatti negativi, ma diventano agenti attivi di miglioramento sia per la qualità della vita dei cittadini sia per gli ecosistemi su cui fanno affidamento. Bisogna inoltre considerare che le soluzioni da proporre e testare non sono solo di carattere tecnico e tecnologico, ma di riconfigurazione della governance dei processi, dei sistemi di gestione e di campagne di sensibilizzazione. Infatti, poiché questa visione di città circolare, come insieme di valori, norme, concetti e attori, rappresenta un concetto relativamente nuovo e, di conseguenza, richiede ulteriori spiegazioni, la natura dei sistemi circolari richiede lo sforzo collettivo dei governi, delle imprese e dei consumatori. Pertanto, l'economia circolare dovrebbe essere parte integrante dei piani di sviluppo delle città e delle regioni al fine di ottenere ecosistemi circolari sani (Lakatos, et al., 2021). Le città circolari sono la sfida che riguarda la complessità dei territori urbani, che possono essere considerati come sistemi complessi

di altri numerosi sottosistemi: rifiuti, acqua, edifici, ciclo alimentare, energia, mobilità, ecc. Un approccio integrato e sistemico è quindi volto a definire strategie, metodologie, strumenti e tecnologie per migliorare le prestazioni ambientali delle città, per massimizzare gli impatti sociali ed economici positivi e stimolare i cambiamenti necessari in termini di cultura e mentalità. La sfida che infatti si pone dinnanzi è quella di individuare una strategia che consenta il passaggio a una città di tipo circolare e che, attraverso strumenti quali ad esempio Piani d'azione a livello urbano, permetta una facile riproduzione e applicazione della stessa a diverse realtà. Infatti, dalle prime analisi si constata che poche sono le città realmente circolari e pertanto, a oggi, non è possibile una vera comparazione. Alcune città hanno messo in atto azioni circolari in quanto più sensibili di altre realtà; mancano però strategie che si concretizzino in strumenti efficaci. Tale piano dovrebbe basarsi su aspetti oggettivi e partecipati (Paoli, Pirlone, Spadaro 2021-2023). Per quanto riguarda gli aspetti oggettivi, fondamentali sono gli indicatori volti a misurare la circolarità di una città. Tali indicatori sono fondamentali nelle diverse fasi di costruzione di un Piano urbano: inizialmente per la fase conoscitiva e analitica, poi per definire obiettivi e scegliere le azioni di tipo circolare migliori e infine per il monitoraggio del Piano e delle buone pratiche previste in esso (Paoli, Pirlone, & Spadaro, 2022). Riguardo alle azioni è fondamentale che siano efficaci, sostenibili in termini di impatto, adattate al territorio in cui sono inserite e partecipate, quindi conosciute e volute dalla popolazione. La partecipazione riveste infatti un ruolo strategico nella strutturazione del Piano non solo per la raccolta o proposta di buone pratiche ma anche per la condivisione e la sensibilizzazione di tutti gli attori coinvolti nel processo, fino ad arrivare all'attore principale, la popolazione, attorno alla quale una città dovrebbe essere progettata. Dunque, in tale contesto la pianificazione urbanistica assume un ruolo importante al fine di trasformare le città esistenti in circolari, attraverso strumenti concreti e grazie al coinvolgimento e la co-progettazione con i suoi stakeholders per avviare un processo di rigenerazione urbana sostenibile.

2. Verso un Piano d'azione per la città circolare

Come anticipato nel paragrafo 1, è necessario definire strumenti che mettono a sistema strategie e buone pratiche in una visione di città circolare, come un Piano d'azione circolare partecipato in accordo ad *Agenda 2030*. Tale strumento è fondamentale per la transizione verso città circolari capaci di garantire una sostenibilità ambientale, sociale ed economica, e una buona qualità della vita, benessere, nuova socialità e vivibilità ai suoi abitanti. Nella ricerca portata avanti dagli autori la strutturazione della metodologia per la creazione del Piano è attualmente in una fase di elaborazione che si sta testando in alcuni casi pilota. Nel Piano è importante proporre una serie di iniziative interrelate per definire un quadro coerente e strategico all'interno del quale prodotti, servizi e modelli economici sostenibili siano la norma e consentano di trasformare i modelli di consumo evitando la produzione intensiva di rifiuti.

La ricerca definisce le linee guida per la predisposizione del Piano d'Azione per una città circolare. L'approccio proposto identifica inizialmente le tematiche prioritarie a livello urbano: mobilità, rifiuti, energia, cibo, ambiente costruito, acqua. Il Piano prevede un'articolazione in cinque fasi più una sesta 'Sensibilizzazione e partecipazione', trasversale alle altre, per sottolineare l'importanza di

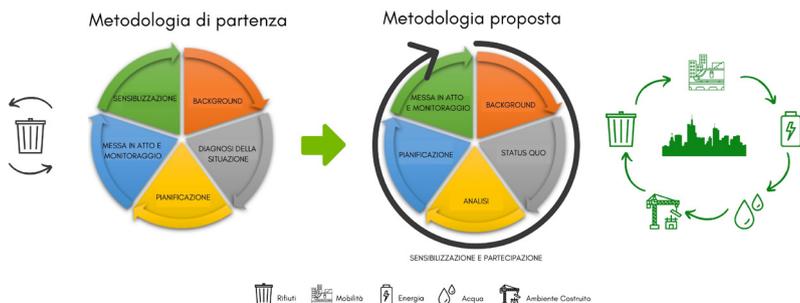


Fig. 2. Fasi del Piano d'Azione per una città circolare.

un approccio partecipato volto a raggiungere il pieno consenso e collaborazione da parte di tutti gli attori (specie della popolazione). In Fig. 2 si riporta la strutturazione del Piano proposto a partire da una metodologia che l'equipe di ricerca, in precedenza, ha sviluppato nell'ambito di alcuni progetti europei aventi a oggetto la gestione sostenibile dei rifiuti.

La struttura del Piano descritta è pensata per essere applicata a ciascuno dei temi prioritari a livello urbano. Per chiudere il ciclo di vita della città è necessario inizialmente ragionare su ciascuno di questi temi attraverso l'uso di buone pratiche che chiudano il ciclo di vita dei prodotti e servizi della specifica tematica, successivamente sulla loro possibile chiusura mettendo in relazione i diversi cicli di vita.

Per quanto riguarda l'ambiente urbano, è necessaria una visione complessiva per affrontare il metabolismo urbano nel suo complesso e creare non solo sistemi specifici di economia circolare, ma anche un sistema globale di gestione delle risorse per la biosfera urbana (Langergraber, et al., 2020).

Nell'ambito della ricerca, a seguito della raccolta e analisi della letteratura vigente, è stato predisposto un database di buone pratiche circolari e casi virtuosi che riportano soluzioni dove la chiusura dei cicli di vita è anche trasversale ai diversi settori. Il database predisposto vuole essere uno strumento utile al fine di presentare/catalogare le eventuali buone pratiche da replicare anche ad altre realtà urbane (v. tab.1).

Buona pratica	Descrizione	Tematiche Prioritarie coinvolte	Paese
Plastic Road	<p>Infrastruttura sostenibile che utilizza plastica riciclata come materiale di partenza per la realizzazione delle superfici carrabili. Al termine del loro ciclo di vita gli elementi che costituiscono la strada possono essere nuovamente riciclati e riutilizzati.</p> <p>Tale soluzione consente di sostituire il conglomerato bituminoso con cui si realizzano attualmente le superfici carrabili con plastica riciclata. Sostituendo le pavimentazioni di tipo tradizionale con quelle Plastic Road si stima una riduzione del 72% delle emissioni di CO2.</p>	<p>Mobilità, Rifiuti</p>	<p>Paesi Bassi</p>
Pneumatici per pavimentazioni stradali	<p>Riciclo di pneumatici al fine di ricavare la gomma per la realizzazione di playground e pavimenti antitrauma.</p>	<p>Rifiuti, Ambiente Costruito</p>	
Rebrick	<p>Progetto per il riciclo di mattoni usati con lo scopo di una gestione più sostenibile dei rifiuti da demolizione edile. Il riciclo dei mattoni usati avviene tramite lo smistamento automatizzato dei rifiuti da demolizione, e la successiva separazione e pulizia. Si stima che il loro riutilizzo permetta un risparmio di emissioni di 2kg di CO2 per mattone, inoltre ogni mattone riciclato e riutilizzato nella fase costruttiva consente il risparmio di 0,5 kg di emissioni di CO2 rispetto a uno non riciclato.</p>	<p>Ambiente Costruito, Rifiuti, Energia</p>	<p>Danimarca</p>

SolaRoad	Progetto che mira a trasformare le strade pubbliche in una fonte di energia pulita e rinnovabile. Consiste nella ripavimentazione del manto stradale con celle solari che convertono la luce solare in energia pulita da utilizzare per l'illuminazione stradale o per alimentare semafori e veicoli elettrici nonché per fornire corrente alle abitazioni.	Mobilità, Ambiente Costruito, Energia	Paesi Bassi
Pavagen	Sistema che funziona trasformando l'energia cinetica dei passi in energia elettrica. In particolare, la pressione esercitata dai piedi sul pavimento consente alla superficie di abbassarsi di alcuni millimetri per poi ritornare nella posizione iniziale. L'energia cinetica prodotta dall'abbassamento e rialzo della mattonella viene trasformata in energia elettrica ed eventualmente accumulata per un utilizzo successivo. Le mattonelle sono realizzate per l'80% attraverso l'uso di materiali riciclati.	Ambiente Costruito, Energia	Regno Unito
Viva Smart Bench	Panchine per arredo urbano interamente realizzate in plastica riciclata, connesse in Wi-Fi (per offrire informazioni in tempo reale su servizi di mobilità, traffico, emissioni CO ₂ , condizioni meteo,..) e dotate di pannelli fotovoltaici utili per offrire energia per la ricarica di bici o di dispositivi elettronici.	Rifiuti, Ambiente Costruito, Energia, Mobilità	Italia
...

Tab. 1. Estrapolazione Database buone pratiche.

3. Prima applicazione al caso studio di Rapallo

Nel presente paragrafo si riporta una sintesi di una prima applicazione dell'approccio metodologico presentato relativamente alla proposta di buone pratiche utili alla chiusura trasversale dei settori chiave a livello urbano. Il caso studio è Rapallo in provincia di Genova. Per la definizione del Piano d'Azione circolare di Rapallo, si intendono approfondire i diversi temi prioritari proposti nell'approccio con il fine ultimo di pianificare un processo di rigenerazione urbana di chiusura del ciclo di vita sia per i temi sia per la città nel suo complesso. Ripercorrendo le diverse fasi previste nella ricerca vengono proposte azioni sostenibili per progetti che l'amministrazione sta portando avanti.

Grazie al DPCM 21 gennaio 2021 che ha previsto un contributo agli enti locali per investimenti in progetti di rigenerazione urbana (volti alla riduzione di fenomeni di marginalizzazione e degrado sociale per un importo complessivo di cinque milioni di euro), Rapallo ha previsto un intervento per l'intero immobile di Villa Tigullio. Trattandosi di un edificio vincolato ai sensi delle norme sopra dettagliate, tutti i lavori sono stati definiti in coerenza alle raccomandazioni MIBAC per gli interventi sui beni storico architettonici. In tale ottica sono stati individuati interventi che interessano soprattutto l'ambito dell'adeguamento impiantistico e della riqualificazione architettonica, con particolare riferimento al restauro delle facciate esterne, alla revisione con parziale integrazione dei manti di copertura e al restauro dei cornicioni e degli elementi decorativi, in passato spesso sacrificati a mere esigenze funzionali. L'intervento di restauro persegue il miglioramento del decoro, dell'agibilità e abitabilità, anche ai fini della messa in sicurezza e il miglioramento della fruibilità dei locali, anche da parte di portatori di handicap, con particolare riferimento ad alcuni interventi definiti come prioritari. Poiché tale immobile dispone anche di un ampio parco circostante, si propone di creare uno spazio studio tramite la disposizione di ampi tavoli e panchine 'Viva Smart Bench' (v. Tab.1).

Sempre grazie ai contributi del DPCM 21 gennaio 2021, l'Amministrazione ha previsto una riqualificazione del Teatro Auditorium delle Clarisse che andrà a implementare la promozione di tutte quelle attività culturali che, conseguentemente, apporteranno un notevole incremento di sviluppo dei servizi sociali, educativi, didattici e ricreativi di interesse pubblico. Il teatro-auditorium delle Clarisse è l'unico immobile attualmente presente nel territorio comunale, idoneo a ospitare spettacoli teatrali e concerti, utilizzato anche per conferenze, convegni e congressi. La soluzione proposta è volta a un completo rinnovamento alla struttura che, oltre a presentare criticità a livello manutentivo, necessita di un ammodernamento degli impianti con adeguamento alle normative di sicurezza e prevenzione specifiche per i locali adibiti a pubblici spettacoli. Si propone il rifacimento del pavimento tramite la messa in posa di mattonelle 'Pavegen' (v. Tab.1) e il successivo utilizzo dell'energia elettrica prodotta per l'illuminazione del palcoscenico.

Infine, per quanto riguarda un progetto di riqualificazione della passeggiata a mare, per completare il progetto in essere, si propone il rifacimento della parte pedonale che costeggia il mare con l'inserimento di pannelli solari 'SolaRoad' (v. Tab.1), attraverso i quali recuperare energia elettrica utilizzabile per l'impianto di illuminazione sito lungo la passeggiata.

4. Conclusioni

Per la definizione di un Piano d'azione circolare uno degli aspetti su cui concentrarsi è quello delle buone pratiche. Tale studio si inserisce in un progetto più ampio in cui si intende rispondere alla necessità di pianificare strategie di circolarità, partendo da una buona pianificazione degli interventi sul territorio, applicando gli aspetti della circolarità ai temi prioritari a livello urbano e aggiornando gli strumenti di governance per chiudere il ciclo nei vari settori chiave che insistono a livello urbano. Questo processo non dovrebbe avvenire esclusivamente a senso unico, con un approccio top-down da parte delle strutture amministra-

tive, ma lo scenario futuro che si auspica è quello partecipato attraverso un contributo di tipo bottom-up in quanto la partecipazione riveste un ruolo strategico nella strutturazione del Piano non solo per la raccolta o proposta di buone pratiche, ma anche per la condivisione e la sensibilizzazione di tutti gli attori coinvolti nel processo, fino ad arrivare all'attore principale, la popolazione, attorno alla quale una città dovrebbe essere progettata. Tale sinergia di comportamenti individuali e collettivi, di decisioni economiche, politiche e di sviluppo tecnologico potranno trasformare le attuali aree urbane in città davvero sostenibili e circolari.

5. Attribuzioni

Sebbene il paper sia frutto di una riflessione condivisa degli autori si riporta la seguente attribuzione: 1 è da attribuirsi a Federica Paoli e Ilaria Spadaro, 2 è da attribuirsi a Federica Paoli e Francesca Pirlone, 3 è da attribuirsi a Francesca Pirlone, Ilaria Spadaro, Federica Paoli, 4 è da attribuirsi a Federica Paoli. Il lavoro di Paoli è stato condotto nell'ambito del Dottorato nazionale in Sustainable Development and Climate change (www.phd-sdc.it).

Bibliografia

- Lakatos, E., Yong, G., Szilagyi, A., Clinci, D., Georgescu, L., Iticescu, C., & Cioca, L.-I. (2021), in *Conceptualizing Core Aspects on Circular Economy in Cities*. Sustainability.
- Langergraber, G., Pucher, B., Simperler, L., Kisser, J., Katsou, E., Buehler, D., Garcia Mateo, M. C., & Atanasova, N. (2020), in *Implementing nature-based solutions for creating a resourceful circular city*. Blue-Green Systems.
- Paoli, F., Pirlone, F., & Spadaro, I. (2022), in *Indicators for the Circular City: A Review and a Proposal*. Sustainability.

Le strategie di economia circolare per la città smart e sostenibile

Paola Dameri, Monica Bruzzone¹

Abstract

A supporto della realizzazione di città smart e sostenibili è emerso nel corso degli ultimi anni il concetto di economia circolare. Applicata al contesto urbano, l'economia circolare genera il concetto di 'città circolare', ovvero della città che implementa modelli di produzione, distribuzione e consumo che mirano a chiudere il loop produttivo, minimizzando il consumo delle risorse naturali, ma garantendo la sostenibilità economica e sociale dell'ecosistema urbano. La città di Genova, grazie al programma 'Lighthouse City', ha intrapreso un percorso di definizione della propria strategia di città circolare, definita 'Genova C-City 2050'. Il caso specifico ha consentito di esaminare da un lato le relazioni tra i concetti teorici di economia circolare e le implementazioni specifiche di città circolari, dall'altro i fattori critici di successo di una strategia urbana di città circolare. Dal case study emerge sia la necessità di interagire in modo stretto e concertato con il territorio e la cittadinanza, per trasformare un concetto a valore universale in una strategia

¹ DIEC, Dipartimento di Economia, Università di Genova.

specifica, sia pure la necessità di analizzare il territorio a livello micro-dimensionale e di implementare azioni strategiche che consentano di mettere a fattor comune l'economia del territorio, le filiere produttive, la partecipazione e il profilo culturale di cittadini e imprese.

Keywords

Città circolare, economia circolare, Smart city, processi, filiere, territorio, cittadini.

1. Introduzione

Le città sono da sempre un luogo di attrazione per persone e imprese, in quanto offrono ampie possibilità di sviluppo economico e sociale. Tuttavia, esse sono anche fonte di impatto ambientale, sia in termini di consumo di risorse naturali sia in termini di emissione di agenti inquinanti e produzione di rifiuti (Williams, 2019).

Nel corso degli ultimi vent'anni, il concetto di Smart city si è venuto via via affermando, come strategia urbana che utilizza la tecnologia per migliorare la vita nelle città e ridurre l'impatto ambientale urbano (Benevolo e Dameri, 2013). Parallelamente, si è sviluppato anche il concetto di città circolare, ovvero della città che adotta processi di economia circolare per ridurre il proprio impatto ambientale (Paiho et al., 2020). I due filoni si sono tra loro intrecciati e sovrapposti, principalmente nel perseguire la sostenibilità ambientale nelle aree urbane.

La realizzazione della circolarità nelle città richiede cambiamenti profondi delle abitudini e delle attività economiche e sociali, la partecipazione corale di tutti gli attori e la regia della politica locale (Prendeville et al, 2018). Richiede quindi la definizione di strategie di circolarità urbana a medio e lungo termine che sappiano includere tutti gli stakeholder e stabilire un equilibrio tra la sostenibilità economica, quella sociale e quella ambientale.

Scopo del presente lavoro è indagare sulla struttura e sulle modalità di definizione e implementazione delle strategie urbane di economia circolare, utilizzando Il caso C-City, relativo alla definizione della strategia di economia circolare della città di Genova. Esso consente di definire una strategia generale di economia circolare urbana che, mediante processi bottom-up di coinvolgimento degli stakeholder, può essere adattata a tutte le città del contesto economico occidentale.

2. Le basi scientifiche: economia circolare e città circolare

Il concetto di economia circolare ha le proprie radici nella dicotomia tra sviluppo economico e sostenibilità ambientale (Baker, 2015). Il concetto di sviluppo sostenibile viene definito come lo sviluppo economico che realizza le aspettative presenti, senza compromettere la possibilità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni (Rapporto Brundtland, United Nations 1987); ciò implica un uso sostenibile delle risorse naturali, ovvero che consenta la rigenerazione di tali risorse.

L'economia circolare definisce processi economici sostenibili, quelli che minimizzano il consumo di risorse naturali e le emissioni inquinanti e la produzione di rifiuti, chiudendo il tradizionale processo produttivo lineare take-make-dispose (prendi-produci-butta via) grazie alla re-immissione nel ciclo produttivo degli elementi che al termine della vita utile presentano un valore residuo da sfruttare (Kirchherr et al., 2017).

La città circolare consiste nell'adozione, da parte della città, dei principi e dei processi dell'economia circolare (Paiho et al., 2020), nell'ottica della città smart e sostenibile (Moggi e Dameri, 2021; Marin e De Meulder, 2018). L'adozione non è un processo semplice né immediato, richiede una forte leadership politica, la definizione di strategie di medio-lungo termine e il coinvolgimento di tutti gli attori e stakeholder (Prendeville et al., 2018).

Il livello urbano è significativo per l'adozione di processi di economia circolare, non solo come risposta alle sfide dell'urbanizzazione,

ma anche perché è nel contesto urbano che si svolgono molte attività di produzione e soprattutto di consumo (Benevolo e Dameri, 2023). Inoltre, i governi locali hanno in carico attività centrali per l'economia circolare, quali la gestione dei rifiuti, il trasporto pubblico locale, l'urbanistica, ma anche l'organizzazione del commercio e dei mercati rionali, la pianificazione energetica, la gestione del verde pubblico... (Bolger e Doyon, 2019).

Tuttavia, l'implementazione della città circolare non può derivare solo dalla somma di azioni locali circolari: essa invece, per essere efficace, deve scaturire da una strategia di medio-lungo termine integrata con le aspettative dei cittadini, l'orientamento politico del governo locale e le specificità della città. Richiede quindi un processo di pianificazione strategica su cui la letteratura non ha ancora indagato adeguatamente.

3. Metodologia della ricerca: case study e approccio bidirezionale

Il presente lavoro si basa su un case study (Yin, 2009) condotto mediante la metodologia dell'*action research* supportata da *interventionist approach* (Dumay, 2011). Il caso riguarda la realizzazione del progetto C-City, ovvero della strategia di economia circolare per la città di Genova con orizzonte temporale 2050. Inoltre, l'attività di ricerca è fondata su un approccio bidirezionale al fine di coniugare letteratura scientifica con specificità locale.

L'approccio bidirezionale coniuga l'analisi top-down della letteratura internazionale e delle best practices con il coinvolgimento bottom-up di attori e stakeholder della città circolare. Da un lato, l'analisi della letteratura scientifica e dei report delle implementazioni di città circolari a livello mondiale consente di stabilire le basi teoriche su cui sviluppare la strategia. Dall'altro però, il confronto con la base permette di sviluppare una strategia che, seppure solida scientificamente e basata sulle migliori pratiche internazionali, sia allineata con i bisogni, le aspettative, le criticità e i punti di forza della città. Troppo spesso,

infatti, i modelli di città smart, sostenibile, circolare, sviluppati ‘a tavolino’ risultano perfetti dal punto di vista teorico, ma sostanzialmente inapplicati perché non rispondenti alle specifiche esigenze locali, e non condivisi appieno dalla cittadinanza.

Partendo dall’analisi di letteratura e best practice è stato possibile costruire una base di sapere, che è stata presentata e messa a confronto con panel di esperti, amministratori locali, imprenditori, cittadini. Il risultato è stata la definizione delle linee guida specifiche per l’economia circolare della città di Genova.

Il ricorso ad action research e interventionist approach è dovuto al fatto che le autrici del presente lavoro hanno svolto in parallelo attività di ricerca e di implementazione del progetto strategico C-City; questo approccio si rivela particolarmente utile per applicare conoscenza in contesti nuovi e inesplorati, mediante un processo ciclico di analisi della teoria preesistente, implementazione della teoria, osservazione dei risultati conseguiti e costruzione di un nuovo quadro teorico. Nel caso specifico, si è costruito un quadro teorico nuovo in tema di definizione della strategia di economia circolare urbana, non presente in letteratura. L’applicazione dell’action research è stata resa inoltre possibile dal confronto continuo con gli operatori del Comune di Genova (commitente del lavoro) e con i panel di stakeholder che hanno consentito un continuo e critico confronto sulle soluzioni proposte.

Il caso si è sviluppato a partire da marzo 2022 fino a giugno 2023.

4. La strategia C-City

Il processo di action research sopra descritto ha permesso di conseguire un doppio risultato: da un lato, è stata definita la strategia di economia circolare per la città di Genova anno 2050; dall’altro, si è costruito un quadro teorico relativo alla strategia di economia circolare urbana che, mediante adeguati processi bottom-up di coinvolgimento degli attori, potrà essere implementato in modalità *tailored* anche in altre città.

Il framework teorico sviluppato è rappresentato in Figura 3; la strategia di economia circolare urbana è costituita da quattro dimensioni tra loro intersecate: Processi, Territorio, Soggetti, Filiere.

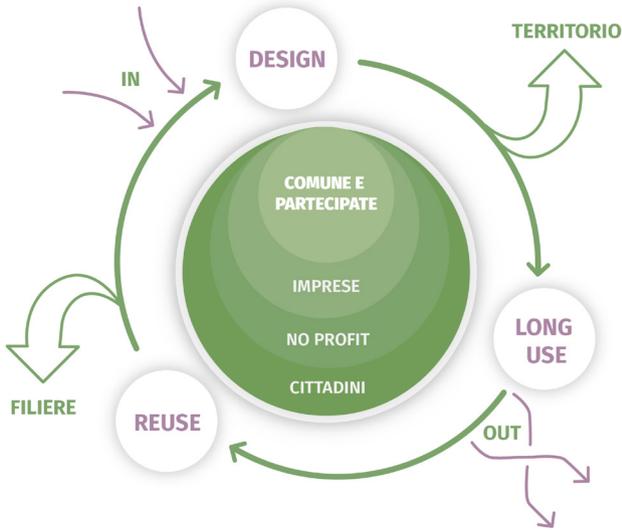


Fig. 3. Il framework teorico C-City (fonte: elaborazione degli autori, supporto grafico del Comune di Genova)

4.1 Processi

L'economia circolare è un paradigma economico che intende agire sul processo lineare di produzione e consumo. Lo scopo è modificare tale processo al suo interno per impattare positivamente sulle fasi di input e output, riducendo sia il consumo di risorse naturali (input) sia la produzione di rifiuti e inquinamento (output). La chiusura del ciclo mediante il riutilizzo degli elementi che nell'economia lineare sono considerati rifiuti non può avvenire senza una profonda trasformazione dei processi e delle attività che compongono il ciclo economico della produzione e del consumo.

Nella letteratura, i processi circolari sono etichettati con la lettera 'R' e danno luogo a modelli delle 6R, 7R, fino a 9R. Tale modello, il più ampio, include le seguenti attività o comportamenti: Refuse,

Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover.

Come implementare queste attività nel contesto urbano? Il confronto con gli attori ha innanzitutto evidenziato la necessità di una semplificazione; l'analisi della letteratura ha permesso di evidenziare gli elementi comuni alle attività sopra elencate. Gli aspetti comuni possono essere ricondotti a tre comportamenti circolari:

- Allungare il più possibile la vita utile dei beni (Long Use) mediante attività di riparazione, rigenerazione, rifinalizzazione, rinnovo, al fine di sfruttarne completamente l'utilità, ridurre il bisogno di nuovi beni e quindi il consumo di materie prime e anche la produzione di rifiuti (per esempio riparare gli elettrodomestici);
- Riutilizzare i beni o i componenti dei beni (Reuse), mediante riuso, recupero e riciclo, cercando di valorizzare al massimo l'utilità residua che può essere reimmessa nel processo produttivo (per esempio ricorrendo al mercato dell'usato);
- Ripensare completamente i modelli di produzione e consumo (Design) in modo da renderli nativamente circolari, grazie alla riduzione degli sprechi ma anche alla riduzione dei consumi stessi (per esempio usare meno il mezzo di trasporto privato a favore del mezzo pubblico per ridurre il consumo di carburanti e la produzione di inquinamento).

Design, Long Use, Reuse, costituiscono l'ossatura della strategia circolare urbana, dentro alla quale possono essere inserite le azioni e le politiche circolari, facendo riferimento alle diverse filiere di produzione e consumo. A solo titolo di esempio, si pensi alla filiera del trasporto urbano: come una adeguata politica circolare basata sull'allungamento della vita utile dei mezzi di trasporto pubblico mediante rigenerazione, sul recupero dell'usato o sul passaggio alla mobilità elettrica, ma anche l'incentivazione del trasporto pubblico locale a scapito del mezzo privato, costituiscano una strategia circolare di lungo termine in cui la città e la sua governance svolgono un ruolo cruciale.

4.2 Territorio

La città è costituita su un territorio, inteso sia in termini fisici sia amministrativi. Il territorio urbano, con la sua estensione e le sue criticità, costituisce un elemento chiave per l'implementazione della strategia di economia circolare.

In termini fisici, il territorio e quanto di naturale vi insiste sopra sono una risorsa da preservare e di cui ridurre il consumo: da questo punto di vista, le politiche di piano regolatore urbano costituiscono uno strumento chiave di economia circolare, non solo in ottica di riduzione del consumo di suolo, ma anche in termini di rigenerazione.

Sempre in termini fisici, il territorio con le sue complessità e caratteristiche costituisce un elemento di ostacolo agli insediamenti abitativi e produttivi, alla mobilità e influenza l'implementazione di azioni e processi circolari.

In termini amministrativi, il perimetro della città e i confini delle politiche urbane sono rilevanti, non solo a livello di Comune o di Città metropolitana, ma anche a livello dimensionale più basso, di Municipio e soprattutto di quartiere. La disposizione dei servizi pubblici e privati sul territorio influenza le attività di produzione e consumo e l'impatto ambientale che ne consegue. La città monocentrica costringe a spostamenti, a consumo ingente di suolo, a concentrazione di attività produttive, ad allungamento delle catene di approvvigionamento e consumo. Inoltre, alcune attività economiche sono convenienti se collocate in contesti territoriali di piccole dimensioni: si pensi a tutti gli esercizi commerciali di prossimità e allo sviluppo di attività quali i mercati rionali, le botteghe di riparazione, i mercatini dell'usato.

La progettazione della città circolare assume quindi l'aspetto di una micro-progettazione in cui il territorio è elemento chiave per la transizione verso la circolarità dei processi di produzione, distribuzione e consumo.

4.3 I soggetti

Nel contesto urbano operano molteplici soggetti che, per le finalità del presente lavoro, possono essere classificati in quattro categorie: soggetti politici locali, imprese, organizzazioni non-profit, cittadini. Ciascuno di questi soggetti svolge un ruolo imprescindibile per la realizzazione della strategia circolare urbana.

Il soggetto politico locale – il Comune di Genova nel nostro caso – svolge il ruolo centrale, di regia politica, economica, sociale. Innanzitutto, il Comune come ente politico territoriale detiene il potere di programmazione sul territorio e di imposizione fiscale per alcuni ambiti (imposte sugli edifici, sui rifiuti, sui servizi, etc.). Mediante atti politici, tassazione, incentivi, programmazione, ... il Comune può adottare politiche molto incisive per la circolarità urbana.

Inoltre, il Comune può agire direttamente con le proprie società partecipate: aziende di trasporto pubblico locale, gestione dei rifiuti, produzione e distribuzione di energia, rigenerazione urbana, manutenzione del verde, incubazione d'impresa ... possono essere gestite in modalità circolare e svolgere un ruolo di apripista nei confronti di altre imprese.

Le imprese costituiscono un secondo soggetto di primaria importanza per la realizzazione delle strategie di economia circolare. In città operano imprese di tutte le dimensioni, in genere concentrate nei settori dei servizi e della distribuzione, essendo spesso la produzione delocalizzata fuori dai centri urbani. La transizione verso l'economia circolare non può ovviamente prescindere dalla trasformazione dei processi produttivi in ottica circolare. Da un lato le imprese devono muoversi verso nuovi modelli di business, circolari e convenienti, superando la dicotomia business-ambiente, dall'altro sono chiamate a realizzare la propria vision di responsabilità sociale d'impresa. L'ente politico può svolgere un ruolo informativo, di supporto, di *moral suasion*, ma anche di incentivo verso processi circolari o di penalizzazione fiscale o divieto verso processi inquinanti.

Dal canto loro, i cittadini devono mutare le proprie abitudini di acquisto e consumo per spostarsi verso comportamenti più sostenibili e

circolari; ciò deve essere facilitato sia da attività di formazione e sensibilizzazione svolte dall'ente locale, sia da una progettazione del territorio che mette a disposizione e rende convenienti la riparazione, lo scambio dell'usato, la compravendita di pezzi di ricambio.

In questo disegno complessivo, un ruolo chiave è svolto dalle organizzazioni non-profit, che possono sia promuovere comportamenti e valori circolari, sia intervenire direttamente nei processi di produzione, distribuzione e consumo circolare, soprattutto nelle fasi iniziali della transizione, in cui l'economia circolare in quanto sistema di nicchia può risultare non conveniente sia per le imprese, sia per i consumatori.

L'economia circolare urbana risulta quindi come un sistema corale in cui l'ente politico svolge un fondamentale lavoro di regia, ma tutti devono essere partecipi e coinvolti per favorire il cambiamento. Infatti, per rendere economicamente conveniente l'economia circolare è necessario, da un lato, sostenerla fino a che non vi sia la massa critica sufficiente, dall'altro intervenire nel sistema economico locale per orchestrare un diverso modello di creazione, distribuzione e appropriazione del valore che eviti il fallimento del mercato.

4.4 Le filiere

Il framework di strategia circolare sopra descritto ha elementi generici, va poi definito concretamente per ciascuna filiera produttiva. Infatti, per modificare i processi di produzione, distribuzione e consumo, è necessario agire lungo ciascuna filiera, che presenta le proprie specificità.

Non tutte le filiere sono ugualmente impattanti, facilmente modificabili in ottica circolare, né importanti per la città. È necessario quindi analizzare le filiere più rilevanti e impattanti nel contesto urbano per definire le priorità d'azione della strategia di economia circolare.

L'analisi della città e delle best practices internazionali evidenzia alcune filiere di importanza primaria per tutti i sistemi urbani: filiera alimentare, delle costruzioni, della mobilità, della produzione e consumo di energia.

Accanto a queste, vanno prese in considerazione le filiere più rilevanti per ciascuna città, che sono collegate al profilo economico-produttivo della città stessa e sono quindi diverse da città a città. Nel caso di Genova, l'economia del mare con le sue diverse filiere, dalla pesca alla cantieristica navale, al turismo nautico, e il turismo più in generale, che sta assumendo per la città un peso sempre più rilevante. Vale la pena inoltre di prendere in considerazione anche la filiera del tessile, per il suo enorme impatto ambientale e perché nelle città è presente non tanto per quanto riguarda i processi di produzione, ma principalmente per le attività di consumo e conseguente produzione di rifiuti.

Ciascuna filiera dovrà essere esaminata e riprogettata tenendo presenti i pilastri sopra descritti: i processi, i soggetti coinvolti e il modo in cui le attività si dispongono sul territorio urbano.

5. L'implementazione della strategia

Una volta definita la strategia di economia circolare urbana, si passa alla sua implementazione. Ciò richiede di definire azioni, tempi, modi, attori, risorse.

Come si è detto, la transizione verso una economia circolare è un processo lento e profondo, che richiede tempi lunghi. Malgrado ciò, vi sono azioni più semplici e immediate, che possono essere implementate nel breve termine. Le priorità sono quindi dettate dalle filiere più importanti e dalle azioni più immediate. Più sistematicamente, l'implementazione della strategia di economia circolare nella città può avvenire nel breve, medio o lungo termine.

Nel breve termine, stabilite le filiere prioritarie, mediante un'analisi dello stato dell'arte della filiera sarà possibile definire il percorso per la trasformazione circolare e individuare le azioni pilota che diventano prototipi da realizzare e analizzare per elaborare nuovi modelli replicabili e scalabili. In questa prima fase prevalgono i comportamenti di riciclo, ma si fanno sempre più strada attività di riparazione, riuso, riduzione degli sprechi.

Nel medio termine, è necessario individuare i progetti successivi da intraprendere e le azioni da prefigurare per agire nel medio periodo sull'economia circolare della filiera. Ciò richiede la pianificazione di interventi e azioni per cambiare i modelli di riferimento. Prevalgono attività di ripensamento della filiera e dei comportamenti di produzione, distribuzione e consumo.

Nel lungo termine, sarà infine necessario comprendere quali progetti successivi è possibile realizzare per cambiare atteggiamento e abitudini di produttori e consumatori e quali azioni prefigurare per raggiungere l'economia circolare della filiera. Ciò richiede l'anticipazione di modelli per cambiare i comportamenti e atteggiamenti.

Bibliografia

- Baker, S., (2015). *Sustainable development*. Routledge
- Benevolo, C., & Dameri, R. P. (2013). *La Smart city come strumento di green development. Il caso di Genova Smart city*, in *Impresa Progetto-Electronic Journal of Management*, 3.
- Benevolo, C., & Dameri, R. P. (2023). *Circular City Tourism: Defining Local Policies for Sustainable Tourism in Cities*, in *International Conference on Tourism Research*, 6, (1), pp. 43-50.
- Bolger, K., & Doyon, A. (2019). *Circular cities: exploring local government strategies to facilitate a circular economy*. *European planning studies*, 27 (11), pp. 2184-2205.
- Dumay, J. (2011). *Intellectual capital and strategy development: An interventionist approach*. *VINE*, 41(4), pp. 449-465.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*, in *Resources, conservation and recycling*, pp. 127, 221-232.
- Marin, J., & De Meulder, B. (2018). *Interpreting circularity. Circular city representations concealing transition drivers*, in *Sustainability*, 10 (5), p. 1310.
- Moggi, S., & Dameri, R. P. (2021). *Circular business model evolution: Stakeholder matters for a self-sufficient ecosystem*, in *Business Strategy and the Environment*, 30 (6), pp. 2830-2842.

- Paiho, S., Mäki, E., Wessberg, N., Paavola, M., Tuominen, P., Antikainen, M., ... & Jung, N. (2020). *Towards circular cities-Conceptualizing core aspects*, in *Sustainable Cities and Society*, 59, 102143.
- Prendeville, S., Cherim, E., & Bocken, N. (2018). Circular cities: Mapping six cities in transition. *Environmental innovation and societal transitions*, 26, pp. 171-194.
- Raworth, K. (2017). *Doughnut economics: seven ways to think like a 21st-century economist*. Chelsea Green Publishing.
- United Nations General Assembly (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.
- Williams, J. (2019). *Circular cities: Challenges to implementing looping actions*, in *Sustainability*, 11 (2), p. 423.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*, 5th ed., Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Habitat Urbani: strategie e tecnologie per l'ambiente. L'attività del gruppo di ricerca Ecosystemics. Dipartimento Architettura e Design

*Adriano Magliocco, Maria Canepa, Andrea Giachetta,
Katia Perini, Linda Buondonno, Francesca Mosca,
Gabriele Oneto, Margherita Pongiglione¹*

Abstract

Architettura non è solo studio dello spazio, della forma, rapporto col contesto culturale. Architettura oggi è anche porre attenzione all'azione antropica e alle sue ricadute sull'ambiente inteso come habitat dell'uomo e delle altre forme viventi. Il presente testo vuole riassumere le attività più recenti del gruppo di ricerca 'Ecosystemics', nato all'interno del Dipartimento Architettura e Design, costituito da docenti e ricercatori del settore della Tecnologia dell'Architettura, con l'intento di affrontare i temi e le sfide attuali della nostra società, con particolare riferimento al raggiungimento degli obiettivi posti secondo i principi dello sviluppo sostenibile e della resilienza urbana. L'architettura può e deve dare un contributo non solo in termini culturali, o di mero soddisfacimento di esigenze funzionali, ma anche al miglioramento della

¹ DAD, Dipartimento Architettura e Design, Università di Genova.

qualità ambientale, lavorando insieme a tutti i settori necessari, con essi interfacciandosi e se necessario, ibridandosi.

Keywords

economic, social and environmental sustainability, climate change, nature-based solutions.

1. Introduzione

Il concetto di sviluppo sostenibile, come enunciato nell'ormai lontano 1987 nel Rapporto Brundtland (United Nations, 1987), partendo da una visione strettamente legata al problema della disponibilità delle risorse per le attuali e future generazioni, con le diverse connotazioni di tutela ambientale ed equità socio-economica, ha avuto ricadute su tutti i settori dell'economia ma, più recentemente, si è 'ibridato' con i principi della resilienza, con particolare riferimento alle strategie di adattamento e mitigazione rispetto ai cambiamenti climatici. Questo perché la complessità dei cambiamenti climatici in atto sul nostro pianeta ha ricadute sempre più forti sul raggiungimento degli obiettivi più recentemente, ed estesamente, esplicitati nei 17 Sustainable Development Goals (United Nations, 2015).

Il mondo della pianificazione e della progettazione architettonica si è trovata a dover filtrare obiettivi e metodiche progettuali attraverso un più stretto dialogo e collaborazione con professionisti di settori che un tempo generalmente non venivano direttamente coinvolti nei processi insediativi, come ecologi e biologi² (McHarg, 1969). Dal punto di vista della ricerca accademica, quella del mondo dell'urbanistica e dell'architettura è da sempre a cavallo tra ricerca di innovazione e attività diretta

² Anche se ci sono casi illustri di pianificatori attenti alle ricadute su assetto geologico e naturalistico già negli anni '60 del secolo scorso, come Ian McHarg.

sul territorio (oggi, in certi casi, la chiamiamo Terza Missione). In particolare, docenti e ricercatori del settore della Tecnologia dell'Architettura, sono da sempre coinvolti nel portare le tematiche della sostenibilità nell'attività di ricerca e di didattica (Attaianese, Losasso 2022).

Il gruppo di ricerca dal nome collettivo Ecosystemics (www.ecosystemics.eu), attivo all'interno del Dipartimento Architettura e Design – SSD ICAR/12 Tecnologia dell'Architettura – nasce dall'interesse verso i temi della sostenibilità ambientale nel progetto di architettura secondo un approccio 'bioclimatico', partecipando, ad esempio, a progetti PRIN (Scudo, 2013), e ad attività progettuali con enti pubblici (Giachetta 2012)³, oltre che lavorando su una scala più ampia (Magliocco, 2014).

Nell'affrontare i sempre più attuali rapporti fra progettazione edilizia e degli spazi aperti in un'ottica di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico, l'attività di ricerca del gruppo si è concentrata sulle *Nature-based Solutions* per la riduzione del runoff, il miglioramento della qualità dell'aria, il miglioramento del comfort termico, l'aumento della biodiversità urbana.

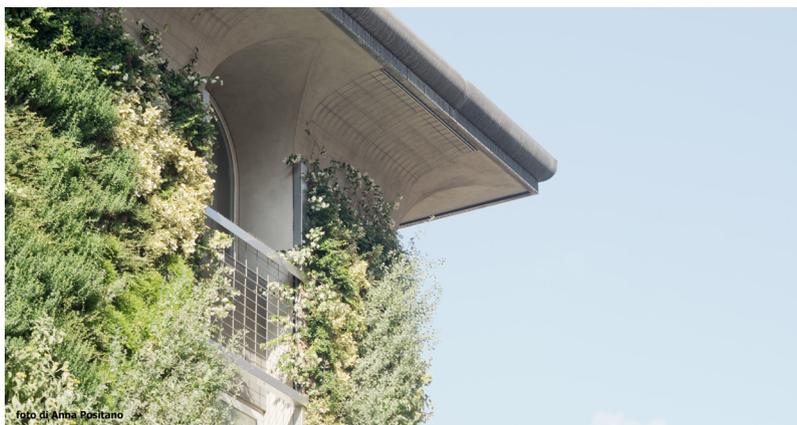


Fig.4. Dettaglio della facciata verde realizzata con INPS Liguria. (foto di Anna Positano)

³ Il termine 'architettura bioclimatica' si riferisce principalmente all'approccio progettuale che punta a migliorare l'ambiente naturale e costruito sfruttando le condizioni bioclimatiche locali (Widera, 2015).

2. Le Nature-based Solutions e la collaborazione con gli enti pubblici per l'adattamento ai cambiamenti climatici

Uno dei primi lavori di ricerca di particolare interesse, anche per il numero di articoli scientifici che ha generato, è l'ideazione e il monitoraggio della facciata verde realizzata con INPS Liguria sull'edificio, di proprietà dell'ente, sito in via Ciro Menotti, a Genova Sestri Ponente, a partire dal 2014. Obiettivo era quantificare le prestazioni di una facciata verde in clima mediterraneo, in termini di capacità di trattenimento delle polveri sottili (Perini et al., 2017), riduzione del carico termico sulla facciata nella stagione estiva (Perini et al., 2016), accettazione da parte della cittadinanza di una soluzione di facciata ancora poco impiegata nel nostro paese, almeno 10 anni fa (Magliocco, Perini, 2015), sostenibilità in termini di costi-prestazioni energetico-ambientali⁴ (Rosasco, Perini, 2016).

Più recentemente, il gruppo di ricerca – con il ruolo di *subcontractor* del Comune di Genova per il progetto 'Horizon 2020' denominato 'UNaLAB' – ha coordinato il monitoraggio del progetto pilota 'Parco Gavoglio' collaborando con il DICCA (prof. Lanza), il DIFI (prof. Prati) e il DISTAV (prof.ssa Roccotiello). Il parco, oltre a fornire una necessaria area di sfogo per il quartiere Lagaccio a Genova, è stato realizzato utilizzando diverse soluzioni di infrastrutture verdi e blu. Il gruppo, oltre ad avere svolto attività di coordinamento e contatto con il Comune di Genova, si è concentrato sulla parte relativa all'indagine riguardante accettazione e riconoscimento delle

⁴ Sul tema degli involucri verdi, più recentemente è stato depositato il brevetto MOSSKIN per la realizzazione di rivestimenti orizzontali e verticali in muschio (con la prof.ssa Roccotiello del DISTAV), con l'obiettivo di individuare soluzioni di verde verticale che, per costi realizzativi e manutentivi, siano maggiormente sostenibili delle consuete facciate verdi spesso costose sotto diversi punti di vista.

nature-based solutions) e all'incremento del valore immobiliare, insieme al prof. Rosasco (DAD) e agli psicologi della società V.I.E. srl, Francesco Piccinno e Michele Masini. Lo studio del comportamento dell'utente ha lo scopo di analizzare l'effetto che ha la vicinanza di un parco urbano e i reali benefici che scaturiscono dal suo utilizzo. Le Nature Based Solutions sono infatti soluzioni in grado di migliorare la sostenibilità dei sistemi urbani, come soluzioni di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico⁵.

Come subcontractor di Città Metropolitana di Genova, nell'ambito del progetto 'Proterina3 Evolution' (programma Interreg Marittimo IT-FR) il gruppo di ricerca ha progettato e monitorato (con la collaborazione del prof. Luca Lanza) un rain garden a Campomorone per definirne le caratteristiche idrologiche nel contesto climatico. Nell'ambito dello stesso progetto ha realizzato le linee guida 'Infrastrutture verdi per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Strategie e indicazioni progettuali per la gestione sostenibile delle acque meteoriche urbane nell'area mediterranea nord-occidentale'. (AAVV, 2020).

Incrementare la presenza della vegetazione in città non ha solo l'obiettivo di migliorare la gestione delle acque piovane. La riduzione dell'effetto 'isola di calore', grazie alla capacità delle piante di ombreggiare edifici e strade e di assorbire energia attraverso la evapotraspirazione, può avere un diretto effetto sulla salute dei cittadini (Heaviside et al., 2017). Nell'ambito del progetto 'Climactions', finanziato dal Ministero della Salute, il gruppo di ricerca ha collaborato con Regione Liguria e con la prof.ssa Roccotiello del DISTAV, per simulare preventivamente l'efficacia di un piccolo progetto pilota volto a evidenziare come sia possibile ridurre l'effetto 'isola di calore' con piccoli interventi di inverdimento distribuiti negli angusti spazi connettivi dei quartieri genovesi.

⁵ https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/nature-based-solutions_en

Altro progetto in cui il Dipartimento ha partecipato, come partner, attraverso l'attività del gruppo Ecosystemics è 'Strumenti, governance e formazione per la strategia di adattamento ai cambiamenti climatici in un'ottica di sviluppo sostenibile' a seguito della vittoria del 'Bando per promuovere progetti di ricerca a supporto dell'attuazione della strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile' del MATTM, con capofila Fondazione CIMA e altro partner il Centro Servizi per il Ponente Ligure di UNIGE, collaborando con Regione Liguria, al fine di fornire indicazioni a supporto della Strategia regionale di adattamento ai CC.

3. Città e natura: i progetti europei

Tra gli obiettivi che l'Europa si è data c'è quello di supportare la biodiversità sia in ambiente urbano sia rurale, attraverso l'utilizzo di strategie progettuali sia qualitative sia quantitative (CBD, 2019). Tra i progetti più recenti vi è 'ECOLOPES ECOlogical building enveLOPES' (<https://ecolopes.org/>), programma 'H2020 Future and Emerging Technologies' (FET), che vede in partenariato, oltre ad UNIGE, TU Munich capofila, TU Wien, Technion, McNeal, e Studio Animal Aided Design. In ECOLOPES si propone un cambiamento radicale per la progettazione dell'ambiente urbano: superando il concetto di minimizzare l'impatto negativo delle attività antropiche e del costruito sull'ambiente, il progetto si concentra su un nuovo approccio progettuale basato sulla coesistenza di diverse specie viventi, compresi gli esseri umani, in modo che possano co-evolversi all'interno della città. L'approccio proposto prevede che l'edificio sia integrato in modo ecosistemico con l'intorno. L'*ecolope* sarà uno spazio abitativo multispecie per quattro tipi di abitanti: umani, piante, animali e microbiota.

Al fine di supportare la biodiversità, che fornisce fondamentali servizi ecosistemici all'uomo, l'introduzione di elementi naturali nello spazio urbano risulta essere una delle soluzioni più rilevanti e a impatto immediato (Aronson et al., 2017). A causa della frequente mancanza di spazio a terra, nelle città europee densamente costruite, un ruolo importante

possono averlo anche le infrastrutture verdi integrate negli edifici, come coperture e facciate verdi. Il clima mediterraneo pone qualche ostacolo in più nella gestione del verde integrato. Da queste riflessioni è nato il progetto 'BIG4LIFE (Building-integrated Greenery): Collaborative xeriscaping-based maintenance and monitoring in Mediterranean cities', coordinato dall'università di Lleida (prof. Gabriel Perez) con partner, oltre a UNIGE: Consorci Centre de Ciència i Tecnologia Forestal Spain, Hellenic Open University (EL), Teb Verd SCCL (ES), Vertical Ecosistema S.L (ES), Sempergreen BV (NL), Solucions Eixverd (SL).

L'attività di ricerca universitaria ha normalmente ricadute sulla didattica ordinaria, specialmente nei SSD caratterizzanti. È però necessario trovare spazi e risorse per momenti di approfondimento sulle tematiche di attualità al fine di permettere agli studenti, oltre che ad avere una buona preparazione di base, di comprendere quali siano le dinamiche e le sfide che la nostra società sta affrontando. Nell'ambito del progetto 'Green Skills for Cities' (<https://greenskills4cities.eu/>), programma Erasmus+, il gruppo di ricerca fa parte del partenariato coordinato dal Wirtschafts Universitat Wien (Università di Economia e Business), con l'Institute for Advanced Architecture of Catalonia IAAC e l'Associazione Europea per la Democrazia Locale ALDA, con obiettivo la diffusione della conoscenza delle Nature-based Solutions per il miglioramento della qualità ambientale nello spazio urbano.

4. Sostenibilità economica e sociale: i progetti di cooperazione transfrontaliera

Quando si tratta di ricerca nell'ambito dell'architettura non sempre è facile separare – forse diversamente da altri ambiti di studio – ciò che intendiamo come ricerca da ciò che chiamiamo Terza Missione. I progetti di cooperazione transfrontaliera hanno come obiettivo la condivisione di esperienze e la messa in comune di strumenti e metodiche, al fine di allineare sempre più le regioni europee sullo stato dell'arte rispetto ai diversi temi di lavoro su cui l'Europa sta concentrando i pro-

pri sforzi. Pur non essendo progetti di ricerca, è difficile per i docenti universitari non inserire almeno alcuni elementi di sperimentazione. Questi progetti sono sicuramente un ambito interessante per lavorare sulla sostenibilità economica e sociale.

Il gruppo di ricerca Ecosystemics negli ultimi anni ha partecipato a bandi Interreg Marittimo Italia Francia, con successo: tre progetti (di cui uno come capofila, alternandosi con la *Chambre des Métiers et de l'Artisanat de la Région PACA*) sul tema del supporto all'artigianato artistico (*Art Lab Net*, *Art Lab Experiences*, *Art Lab Services*). Tali progetti, il cui esito è stato pubblicato in convegni e in riviste, si sono concentrati su attività a sostegno delle imprese del settore, anche per evidenziare le criticità legate alla sopravvivenza in un mercato globale che offre molteplici opportunità, ma sottopone gli attori del settore a una competizione estenuante. Riconoscendo il giusto valore delle competenze tecniche dei laboratori artigianali, valorizzando la competitività produttiva nazionale e sostenendo il settore dell'artigianato, è possibile contribuire al raggiungimento degli 'Obiettivi di Sviluppo Sostenibile'; infatti, l'attività artigianale, soprattutto nel settore artistico, è in grado di soddisfare le richieste dell'SDG 5 – Uguaglianza di genere e dell'SDG 8 – Lavoro dignitoso e crescita economica (Parodi, Magliocco, 2023).

Sempre, nell'ambito del 'Programma Interreg Marittimo Italia Francia', dal 2015, i componenti del gruppo Ecosystemics sono stati responsabili scientifici per il Dipartimento DAD, in entrambi i casi Capofila, di altri due progetti: il Progetto Me.R, Mediterraneo in Rete/Méditerranée en réseau e il Progetto SOFIA, Servizi per un'Ospitalità Fruibile, Inclusiva e Accogliente/Services pour un accueil Ouvert, Facile et Inclusif. Nell'ultimo bando del Programma Interreg Marittimo Italia Francia (2021-27), il gruppo Ecosystemics ha inoltre vinto, per il Dipartimento DAD-Unige di afferenza, sempre come Capofila, il finanziamento del 'Progetto Femmes Libres'. Questi tre progetti sono tutti legati ai temi dello sviluppo sostenibile in chiave economico-sociale. Il progetto 'Me.R' ha messo in rete imprenditori italiani e francesi nell'ambito delle filiere del turismo sostenibile, delle energie rinnovabili, delle tecnologie green e

alle biotecnologie. Il Progetto 'SOFIA' era rivolto agli operatori turistici e mirato all'acquisizione da parte loro di nuove 'expertises' in materia di turismo accessibile e fruibile. Il 'Progetto Femmes Libres' (finanziato nel 2023) intende favorire l'accesso all'impiego e alla creazione di attività economicamente sostenibili per le donne vittima di violenza di genere, attraverso lo sviluppo e la sperimentazione pilota di un piano di azione casa-lavoro fondato su modelli di cohousing e coworking. In tutti e tre i casi, i progetti sono basati su una forte connessione di aspetti etici, tecnici e di mercato (Giachetta, Buondonno, 2023) nella convinzione che le iniziative per uno sviluppo sostenibile sociale del territorio debbano essere in grado di sostenersi economicamente in modo credibile.

5. Conclusioni

Victor Olgyay, nel suo celebre testo *Design with Climate* (1962), ricordava che per affrontare il problema del controllo climatico negli edifici sono necessarie diverse professionalità: climatologiche, biologiche, ingegneristiche. È quindi sempre stato evidente come tentare di rendere gli insediamenti umani compatibili con le dinamiche e i cicli della natura necessiti di molte competenze diverse. Sembra però sempre più evidente come sia necessario non solo mettere diverse professionalità intorno a un tavolo, ma in qualche modo 'ibridarsi', comprendendo reciprocamente obiettivi e motivazioni, in certi casi anche acquisendo capacità e metodiche, senza pretendere di sostituirsi a chi ha maggior competenza, in quanto problemi complessi necessitano di processi non più solo multi-disciplinari, ma inter-disciplinari e persino trans-disciplinari. Citando Morin (2020) 'In altri termini, se la storia ufficiale della scienza è quella della disciplinarità, un'altra storia, legata e inseparabile, è quella della inter-poli-trans-disciplinarità'. Ebbene se il mondo dell'architettura, una non-disciplina, è da sempre obbligatoriamente inter-disciplinare, è evidente dai progetti del gruppo Ecosystemics come sia sempre più necessario confrontarsi con una condivisione di intenti e non solo di risultati.

Bibliografia

- AAVV. (2020), *Infrastrutture verdi per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Infrastructures écologiques pour l'adaptation aux changements climatiques*. Città Metropolitana di Genova - Dipartimento Architettura e Design. Modus Operandi Editore.
- Aronson, M. F., Lepczyk, C. A., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., MacIvor, J. S., Nilon, C. H., & Vargo, T. (2017). *Biodiversity in the city: Key challenges for urban green space management*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15 (4), pp. 189–196, <https://doi.org/10.1002/fee.1480>
- Attaianesi, E., Losasso, M. (2022) a cura di. *La ricerca nella progettazione ambientale, gli anni 1970-2008*. Maggioli Editore.
- CBD. (2019). *Indicators for the post-2020 global biodiversity framework*. <https://www.cbd.int/sbstta/sbstta-24/post2020-indicators-en.pdf>
- Giachetta, A. (2012). *Solar retrofitting in social housing: a case study in Savona*, in *TECHNE* 4/2012, <https://doi.org/10.13128/Techne-11537>
- Giachetta, A., Buondonno, L. (2023). *SOFIA: An Interreg Italy-France Project to Promote Accessible Tourism*. 19th Annual International Conference on Tourism (Athens, 6 June 2023). ATINER's Conference Paper Series, No: TOU2023-2753, pp. 2241-2891.
- Heaviside, C., Macintyre, H., & Vardoulakis, S. (2017). *The urban heat island: Implications for health in a changing environment*, in *Current environmental health reports*, 4(3), pp. 296–305.
- Magliocco, A. (2014). *La valutazione ambientale tra piano e progetto. Relazioni interscalari negli interventi insediativi*. Alinea.
- Magliocco, A., Perini, K. (2015). *The perception of green integrated into architecture: installation of a green facade in Genoa, Italy*, in *AIMS Environmental Science*. <https://dx.doi.org/10.3934/environsci.2015.5.899>
- McHarg, I.L. (1969). *Design with Nature*. <https://www.ibs.it/design-with-nature-libro-inglese-ian-l-mcharg/e/9780471114604>
- Morin, E., (2020). *La testa ben fatta. Riforma dell'insegnamento e riforma del pensiero*. Raffaello Cortina Editore.

- Olgyay, V. (1962). *Design with climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism*, Princeton University press.
- Parodi, L., Magliocco, A. (2023). *Interreg Program to support artistic craftsmanship as cultural richness*. 29th international sustainable development research society (ISDRS) conference 2023, in Half-way Through Agenda 2030: Assessing the 5Ps of SDGs (People, Planet, Prosperity, Peace, and Partnership) Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Malaysia, 2023, pp. 865-870.
- Perez, G., Perini, K. (2018). *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. Elsevier.
- Perini, K., Magliocco, A., Giulini, S. (2016). *Vertical greening systems evaporation measurements: does plant species influence cooling performances?* in International Journal of Ventilation, <https://dx.doi.org/10.1080/14733315.2016.1214388>
- Perini, K., Ottel , M., Giulini, S., Roccotiello, E. (2017). *Quantification of fine dust deposition on different plant species in a vertical greening system*, in Ecological Engineering 100, 2017, pp. 268-276 <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.032>
- Rosasco, P., Perini, K., (2016). *Is greening the building envelope economically sustainable? An analysis to evaluate the advantages of economy of scope of vertical greening systems and green roofs*, in Urban Forestry & Urban Greening 20, pp. 328-337.
- Scudo, G. (2013) a cura di. *Tecnologie solari integrate nell'architettura*. Wolters Kluwer.
- United Nations. (1987). *Our Common Future Report of the World Commission on Environment and Development*.
- United Nations. (2015). *Sustainable Development Goals | United Nations Development Programme*. https://www.undp.org/sustainable-development-goals/below-water?gclid=Cj0KCQjwwvilBhCFARIsADvYi7LwZm-TrGYAUA2JeQnn8ZhJ7KZms7U7MoQRNjVLgZihxwujaWLoh74aArUXEALw_wcB
- Widera, B. (2015). *Bioclimatic architecture*, in Journal of Civil Engineering and Architecture Research, 2, pp. 567-578.

Bello e possibile. Il contributo della biodiversità vegetale al miglioramento degli ecosistemi urbani

Enrica Roccotiello, Mirca Zotti, Simone Di Piazza, Mariasole Calbi, Marta Pianta, Clara Conte, Silvia Priarone, Mauro Mariotti¹

Abstract

La biodiversità urbana, con particolare riferimento alle componenti vegetale e fungina, non è un semplice arricchimento in aree verdi nel contesto del costruito. Si tratta di un ben più complesso concetto che deve coniugare forma e funzione, servizi ecosistemici e miglioramento della rete dei viventi, monitoraggio, conservazione e gestione della componente biotica e sua implementazione attraverso la costituzione o il rafforzamento delle reti trofiche e il ripristino delle funzioni ecologiche.

Il contributo presentato rappresenta una sintesi delle attività del laboratorio di Botanica Ambientale del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita, con l'apporto essenziale di colleghi di diverse discipline e formazioni, a supporto della biodiversità urbana e, più in generale, di tutti i contesti fortemente alterati da attività di tipo

¹ DISTAV, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova.

antropico che rappresenta spesso il maggior *driver* di cambiamento in contesti artificializzati. Pur rappresentando meno dell'1% della superficie terrestre, le città ospitano più del 50% della popolazione mondiale e lavorare su quella che si potrebbe denominare 'l'infrastruttura smart dei viventi' rappresenta sempre più una sfida alla conservazione e all'implementazione della biodiversità locale, che necessita di un forte approccio transdisciplinare.

Keywords

biodiversità urbana, biomonitoraggio, biorisanamento, ecologia urbana, fitorisanamento, Nature-based Solution.

1. Introduzione

Gli agglomerati urbani e peri-urbani rappresentano contesti fortemente antropizzati e artificializzati del tutto peculiari; sono composti da un mix di habitat diversi ed eterogenei, frammentati e fortemente influenzati da fattori fisici, socio-economici, abiotici e biotici. Essi includono, in proporzioni variabili, diversi ecosistemi anche molto distinti, quali foreste, laghi, fiumi, aree agricole, ecc. (Maes et al. 2020). Pur rappresentando meno dell'1% della superficie terrestre (Schneider et al. 2009) in essi vive più del 50% della popolazione mondiale (IPCC, 2022). Le aree urbane densamente costruite presentano, pertanto, numerose problematiche, tra le quali una scarsa qualità dell'aria (European Environment Agency, 2018), il fenomeno isola di calore, un'estrema alterazione delle superfici, impermeabili e a basso albedo, nonché un complessivo deterioramento delle risorse idriche e degli ecosistemi (ISPRA, 2019).

Per queste ragioni risulta strategico intervenire sulle città per aumentarne la qualità di vita con misure che prendano in considerazione, in primo luogo, la biodiversità locale in quanto in grado di fornire servizi ecosistemici fondamentali.

Gli inverdimenti urbani ad alta biodiversità risultano quindi una buona strategia per migliorare la qualità ambientale alleviando queste problematiche, grazie alla naturale mitigazione del fenomeno isola di calore, alla riduzione delle polveri sottili e degli inquinanti aerodispersi, alla riduzione del deflusso superficiale delle acque meteoriche e al miglioramento del benessere psico-fisico (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Numerosi studi dimostrano che l'implementazione di aree e/o infrastrutture verdi a elevata biodiversità contribuisce ad aumentare la resilienza e l'adattabilità urbana, favorendo l'instaurazione e il mantenimento delle reti trofiche tra i viventi, assolvendo alle loro funzioni ecologiche e ottimizzando la fornitura di servizi ecosistemici (Maes et al. 2020) (Fig. 5). In questi ultimi decenni, la Comunità Europea (European Commission, 2023) (Commissione europea, 2021) (European Commission, 2022), gli enti pubblici e i soggetti privati si sono mossi e si stanno muovendo, con diversi gradi di consapevolezza, in questa direzione, ma l'attuazione concreta di queste politiche di riqualificazione ambientale risulta, a oggi, ancora troppo lenta. Se da una parte si assiste a un incremento significativo dell'attenzione pubblica su tematiche ambientali relazionabili alla qualità di vita, alla ricerca di una sempre maggiore biofilia nel contesto urbano e all'introduzione di Nature-based Solution (NbS) che assumano anche una valenza fortemente simbolica (si veda ad esempio il Bosco Verticale di Milano, il Condominio 24 Verde a Torino, ecc.), molto resta da fare nelle traduzioni pratiche di queste sensibilità e politiche nel contesto cittadino capaci di rendere le aree urbanizzate realmente 'smart' anche dal punto di vista di quella che si potrebbe denominare 'infrastruttura dei viventi'.

Inoltre, inserire il verde in un contesto urbano non è sufficiente a ottenere automaticamente un miglioramento della qualità ambientale. Impiegare specie non idonee, potenzialmente invasive, allergeniche o non del tutto coerenti con la vegetazione locale potrebbe portare, nel migliore dei casi, a una cattiva performance dell'NbS e, nel peggiore

degli scenari, alla diffusione di specie alloctone che potrebbero scalzare quelle native, con un effetto domino sugli ecosistemi e pesanti ripercussioni, anche economiche, in termini di disservizi ecosistemici. Da non perdere dunque di vista è il contesto in cui le NbS si inseriscono, fondamentale per costruire un sistema del verde coerente e ridurre la frammentazione urbana degli habitat.



Fig. 5. Facciata verde del Deposito ATM di Milano Giambellino impiegata per il miglioramento della qualità dell'aria.

2. Azioni concrete per una riqualificazione ambientale che renda smart gli ecosistemi urbani

Numerosi risultano gli ambiti in cui è necessaria una ricerca applicata in campo botanico e micologico per la riqualificazione di ecosistemi fortemente plasmati e alterati dall'attività antropica ai fini di una loro riqualificazione ambientale. Vengono di seguito riferite una serie di attività del gruppo di ricerca e di coinvolgimento della società civile per fornire conservazione, supporto e miglioramento della biodiversità urbana in un'ottica di *green smart strategy*.

2.1 Mitigare il fenomeno isola di calore attraverso una pianificazione del verde smart

Nella pianificazione delle aree verdi, anche in infrastruttura, si osserva frequentemente l'uso di poche specie, spesso esotiche a portamento prettamente arboreo. I software di modellizzazione climatica applicabili agli spazi urbani si basano su database delle specie vegetali spesso non coerenti con le reali dimensioni della pianta, di una sua riduzione volumetrica in relazione agli stress urbani e non hanno filtro per la presenza di specie esotiche, anche invasive. Nell'ambito della mitigazione mirata del fenomeno isola di calore che consideri l'impiego delle specie autoctone, è stata realizzata una checklist di caratteri per l'individuazione di specie da impiegarsi in diversi ambiti, tra cui la modellizzazione del verde. È stato sviluppato un progetto di rigenerazione con Nbs a Genova in un quartiere caratterizzato da rilevanti problemi di salute e benessere. Le prestazioni di tre scenari progettuali per un hotspot cittadino, che includono specie vegetali selezionate con un approccio sistemico e pavimentazioni leggere, sono state analizzate in termini di miglioramento del microclima mediante il software 'ENVI-met V4.4.5'. I risultati mostrano benefici diversi sul microclima rispetto allo stato attuale a seconda dei diversi scenari: una diminuzione dell'Universal Thermal Comfort Index di 1,3 °C, una riduzione della temperatura media radiante di 5 °C, un aumento dell'umidità relativa di 1,8% e una progressiva diminuzione della velocità del vento sono rilevati in modo direttamente proporzionale al graduale aumento del verde all'interno degli scenari. Lo studio si è basato sulla ri-parametrizzazione delle caratteristiche delle specie vegetali nel database ENVI-met per raggiungere un elevato livello di accuratezza, consentendo una più realistica simulazione microclimatica a beneficio di inverdimenti mirati e del comfort dei cittadini (Perini et al.,2022). A valle di tale modellizzazione, è stato eseguito un intervento a verde da parte del Comune di Genova nell'area oggetto di valutazione (progetto CCM Climactions).

2.2 Sviluppare involucri edilizi vegetali a basso costo e impatto ambientale.

Laddove non sia possibile eseguire inverdimenti estesi nel contesto cittadino a causa dei ridotti spazi al suolo in tessuti densamente costruiti, l'impiego di involucri edilizi verdi (facciate e coperture verdi) risulta particolarmente adatto in quanto non sottrae spazio al piano di calpestio (Dover, 2018), fornisce protezione termica e acustica all'edificio (Wong NH et al., 2010) e svolge un'azione di sistemi passivi per il risparmio energetico (Coma et al., 2017), contribuendo a rendere l'edificio maggiormente sostenibile (Ottele, Perini, Fraaij et al., 2011). Tuttavia, i costi di installazione e manutenzione di questi sistemi, calcolati per la loro durata di vita, non sono sempre bilanciati dai benefici forniti a livello economico (Perini, Rosasco, 2013). L'ideazione di involucri verdi leggeri e multifunzione risulta dunque strategica sia per una vasta applicazione di tali sistemi sia per una loro migliore efficienza.

Studi recenti hanno evidenziato la potenziale applicabilità dei muschi a protezione degli edifici e di altre superfici urbane (Park, Murase, 2008). Inoltre, studi sull'inserimento dei muschi sui tetti verdi dimostrano una buona gestione delle acque meteoriche in alcune specie di muschio (Anderson, et al., 2010), la capacità di diminuire le temperature superficiali, il contributo fornito alla mitigazione del fenomeno isola di calore (Khalid et al., 2017), caratteristiche di maggiore durevolezza e resistenza, leggerezza e facile manutenzione, rispetto alle piante vascolari nei sistemi a verde pensile (Burszta-Adamiak et al. 2019). In particolare, un recente studio (Perini K et al., 2020) ha evidenziato le prestazioni di alcune specie di muschio e la loro potenziale applicabilità su superfici orizzontali e verticali con performance interessanti anche nel contesto climatico mediterraneo e costi piuttosto contenuti rispetto ai sistemi di verde verticale attualmente in commercio.

A questo scopo è stato sviluppato un involucro muscinale la cui formulazione è stata brevettata (Roccotiello E., Perini K., et al., 2020). A seguire è stato sviluppato un pannello per rivestimento di involucri edilizi denominato 'MosSkin' (progetto PoC San Paolo) leggero, versatile e con

buone prestazioni termiche e di captazione del particolato atmosferico, attualmente in fase di studio per essere scalabile a grandi superfici.

Questa soluzione si inserisce nel solco della ricerca e dello sviluppo per la produzione industriale di nuovi materiali per l'edilizia con applicazioni assai disparate, oltre a quelle dell'edilizia residenziale o del rivestimento di edifici industriali, fruibili anche per situazioni di inverdimento temporaneo quali ad esempio i pannelli delle aree di cantiere o per l'inverdimento di superfici anche estese quali muraglioni di contenimento.

2.3 Applicare il dinamismo della vegetazione a involucri edilizi multispecie

Allargando la visuale, sebbene le innovazioni nel campo delle applicazioni botaniche al contesto del costruito siano molteplici, gli attuali approcci per rendere le città più sostenibili e vivibili mirano a ridurre l'impatto delle città sulla componente biotica, perpetuando la dicotomia uomo-natura (Canepa M., et al. 2022). Un cambio di prospettiva radicale è proposto, per esempio, dai progetti di 'Future and Emerging Technologies-H2020'. Tra questi, ECOLOPES (www.ecolopes.eu) presenta una visione radicalmente nuova nei confronti degli involucri verdi, pensati come multispecie, per diversi tipi di fruitori (uomo, animali, piante, microbiota), in grado di co-evolvere con il contesto urbano e di interagire con la componente naturale già presente in città (Weisser et al., 2023).

Se da una parte l'innovazione si muove verso materiali e soluzioni sempre più performanti nel contesto urbano, dall'altra, perché sia veramente efficace e *cost-effective*, è fondamentale avere una visione ecosistemica della città, che si proietti su un mercato volto al miglioramento della qualità di vita e alla riconnessione di tutte le componenti in essa presenti, abiotiche e biotiche. Solitamente questo aspetto esula dalla progettazione e pianificazione del verde urbano. Considerare tale dinamismo consentirebbe di prevederne l'evoluzione nel tempo e ottimizzarne la gestione. A tale scopo, nell'ambito del progetto 'H2020-ECOLOPES' si sta sviluppando un modello ecologico che consente di raggruppare e modellizzare gruppi funzionali delle piante e la loro evo-

luzione nel tempo, nonché le loro interazioni con le altre componenti biotiche e abiotiche, con il fine ultimo di fornire scenari di inverdimento per diversi tipi di involucri edilizi sulla base degli obiettivi di progettazione e di valutare come la componente vegetale di questi involucri possa evolvere nel tempo (Calbi et al., 2023). I gruppi funzionali sono stati definiti a livello globale utilizzando più di 19000 specie e sono basati sui tratti funzionali più frequentemente misurati nelle piante (area fogliare specifica, altezza, contenuto fogliare di azoto o fosforo, etc.) (Kattge, et al., 2020), afferiscono alle dimensioni ecologiche più importanti (competizione, demografia, habitat, disturbo, etc.). Questi gruppi possono essere usati non solo nel modello ecologico di ECOLOPES, ma anche in altri studi di modellizzazione della componente vegetale a livello globale, regionale o locale.

In tale ambito, si stanno anche monitorando involucri edilizi preesistenti tramite studi ed esperimenti volti a valutare il processo di colonizzazione e il dinamismo delle comunità vegetali su infrastrutture a verde pensile in relazione alle caratteristiche del substrato e alla manutenzione eseguita (Pianta et al., 2023). Tali dati, quasi del tutto mancanti in letteratura, in particolare per quanto riguarda l'area mediterranea, rappresentano un primo riferimento sia per i decisori e i pianificatori, sia per le aziende costruttrici di tali infrastrutture.

2.4 Valutare l'efficacia delle NbS urbane a scala locale

Sempre più applicate al contesto urbano, le NbS necessitano di un sistema di monitoraggio univoco tramite indicatori a scala locale per valutarne nel tempo efficacia e performance.

Il monitoraggio delle NbS sviluppate nel parco Urbano della ex Caserma Gavoglio (H2020 UnaLab) ha consentito di identificare gli indici e gli indicatori potenzialmente impiegabili per valutare i servizi ecosistemici delle NbS in termini di biodiversità locale (flora e fauna), evapotraspirazione e captazione di CO₂. Si è evidenziato che tutti i *Key Performance Indicator* (KPIs) valutati indicano una condizione di bassa biodiversità in termini sia di abbondanza sia di ricchezza specifica per

insetti, avifauna e piante. Ciò è probabilmente legato ai tempi di ripristino dell'area urbana, che necessita di più tempo per consentire una buona colonizzazione da parte di una popolazione stabile di animali e per superare lo stress da impianto. Tale monitoraggio, eseguito su diversi anni, fornisce un supporto conoscitivo per attività di implementazione e gestione adeguate alle Nbs per un loro più rapido sviluppo (Priarone et al., 2023). L'approccio metodologico sviluppato potrà essere sfruttato a livello europeo per consentire comparazioni per tipologie di NbS volte a fornire diversi servizi ecosistemici attraverso il monitoraggio degli stessi indici, consentendo la verifica della replicabilità dell'approccio.

2.5 Progettare NbS mirate alla mitigazione dell'inquinamento

Le NbS possono contribuire in modo significativo alla mitigazione dell'inquinamento di aria, acqua e suolo e possono essere ottimizzate a questo scopo. Nonostante tali benefici a livello urbano siano ampiamente riconosciuti, altrettanto ampi sono i possibili campi di applicazione di queste soluzioni, alcuni dei quali ancora poco esplorati. Tra questi troviamo il loro eventuale utilizzo in contesti inquinati in città, mediante l'impiego di piante adeguatamente selezionate per la tipologia di inquinante da mitigare in un'ottica di riqualificazione del sito stesso. Pertanto, il fitorisanamento, approccio basato sull'uso delle piante ai fini di estrazione e rimozione di inquinanti o della loro immobilizzazione nel suolo (Berti, Cunningham, 2000), rappresenta una delle metodologie da associare alle NbS in contesti urbani garantendo sia un basso impatto ambientale, sia un vantaggio per il benessere dei cittadini.

È stata dunque coniugata l'esperienza maturata nell'ambito del monitoraggio della qualità dell'aria applicata alle NbS (Perini et al., 2017) e monitoraggio facciata verde Milano Giambellino (progetto 'Clever Cities') con una mappatura del verde da valutare con indici internazionali (es. APTI-Air Pollution Tolerance Index) al fine di pianificare inverdimenti di mitigazione mirati al miglioramento della qualità di vita nelle città portuali (progetto 'PNC SALPIAM').

A questi studi si associa l'esperienza di fito-risanamento e micro-risanamento con applicazione al contesto urbano delle tecniche di bonifica (PRIN 2007 e 2004) con rimozione e recupero di metalli preziosi e terre rare da materiali di scarto (Patent internazionale) (Zotti et al. 2015) e di ottimizzazione della capacità di colonizzazione da parte delle piante di substrati artificializzati e contaminati, mediante potenziamento del microbiota del suolo.

Aspetto cruciale riguarda la possibilità di gestire suoli e acque urbani contaminati dalla fase di captazione dei metalli dal suolo, che richiede alcuni processi specifici a livello di apparato radicale e rizosfera. In tale contesto, l'impiego di un pool di microorganismi batterici e fungini può giocare un ruolo chiave sia nell'alleviare lo stress da metallo sia nell'aumentare la captazione dello stesso da parte della pianta, con una partita che si gioca a più livelli e con diversi organismi riconducibili a regni diversi, dal suolo alla foglia (Rosatto et al. 2021) (Priarone, Romeo, et al. 2023) (Roccotiello 2021). In tali interazioni pianta-suolo, il microbiota rizosferico rappresenta un elemento chiave su diversi livelli e compare in tutti temi dei progetti strategici per l'agricoltura, l'uso del suolo, la riduzione dei pesticidi e dei fertilizzanti e il miglioramento delle colture (Roccotiello 2021).

2.6 Formare nuove figure professionali e coinvolgere la società civile

In parallelo al contributo alla pianificazione e all'ideazione di una strategia urbana sostenibile volte a favorire la biodiversità locale rendendo smart le città, è necessario fornire un supporto alla formazione a tutti i livelli, dagli studenti universitari (Erasmus KA Green Skills for Cities www.greenskills4cities.eu) nonché un supporto alla formazione a tutti i livelli di coinvolgimento: dagli studenti universitari ai docenti di asili nido e scuole dell'infanzia per la fascia d'età 0-5 ('Ortobimbi', progetto 'DISTAV-DISFOR', con Comune di Genova) e di grado superiore (progetto 'Botanica e Big Data' in collaborazione con DIBRIS, DIFI, DISFOR; laboratori nell'ambito del PNRR RAISE P6 Basic AI & Robotics skills for secondary schools).

3. Conclusioni

Il *green deal* europeo e le relative strategie e gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle nazioni unite rendono evidente che per il miglioramento della biodiversità locale in ambito cittadino sia sempre più necessario non solo un approccio interdisciplinare bensì, soprattutto, un approccio transdisciplinare, che consenta di gestire con mentalità nuova, molteplicità di visioni e unitarietà di intenti le diverse alterazioni del contesto urbano e delle aree sottoposte a numerose pressioni antropiche. Se numerose e ambiziose restano le sfide per far fronte ai cambiamenti in atto, è anche vero che le numerose competenze necessarie allo sviluppo del miglioramento della biodiversità urbana e la messa a sistema delle conoscenze risultano imprescindibili per il miglioramento della qualità ambientale con il ripristino delle funzioni ecologiche e per la formazione di professioni green e il coinvolgimento della società civile.

Bibliografia

- Anderson, M., Lambrinos, J., & Schroll, E. (2010). The potential value of mosses for stormwater management in urban environments. *Urban Ecosystems*, 13(3), 319-332.
- Berti, W. R., & Cunningham, S. D. (2000). Phytostabilization of metals. In I. Raskin & B. D. Ensley (Eds.), *Phytoremediation of toxic metals: Using plants to clean-up the environment* (pp. 71-88). John Wiley & Sons, Inc.
- Burszta-Adamiak, E., Fudali, E., & Kolasińska, K. (2019). A pilot study on improving the functioning of extensive green roofs in city centers using mosses. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences*, 28(1), 118-130.
- Calbi, M., Turcato, C., & Perini, K. (2023, September 3-8). A novel framework to generate global plant functional groups for ecological modelling [Conference presentation]. *LAVS 65th Annual Symposium*, Coffs Harbour, NSW, Australia.
- Canepa, M., Mosca, F., Barath, S., Changenet, A., Hauck, T. E., Ludwig, F., Roccotiello, E., Pianta, M., Selvan, S. U., Vogler, V., & Perini, K.

- (2022). Ecolopes beyond greening: A multi-species approach for urban design. *AGATHÓN*[*International Journal of Architecture, Art and Design*, 11(Online), 238–245.
- Commissione Europea, Direzione generale dell’Ambiente. (2021). *Strategia dell’UE sulla biodiversità per il 2030 – Riportare la natura nelle nostre vite*. Ufficio delle pubblicazioni dell’Unione europea. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>.
- Coma, J., Perez, G., de Gracia, A., Burés, S., Urrestarazu, M., & Cabeza, L. F. (2017). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. *Building and Environment*, 111, 228–237.
- Dover, J. W. (2018). Introduction to urban sustainability issues: Urban ecosystem. In *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability* (pp. 3–15). Elsevier.
- European Commission, Directorate-General for Communication. (2023). *Green Deal Europeo – Conseguire gli obiettivi climatici dell’UE per il 2030*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2775/914932>.
- European Commission, Directorate-General for Environment. (2022). *Nature restoration law – For people, climate, and planet*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/86148>.
- European Commission: Joint Research Centre, Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Condé, S., Vallecillo, S., Barredo, J., Paracchini, M. L., et al. (2020). *Mapping and assessment of ecosystems and their services: An EU ecosystem assessment* (JRC120383). <https://doi.org/10.2760/757183>.
- European Environment Agency. (2018). *Air quality in Europe*.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>.
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. (2019). *XV Rapporto sulla qualità dell’ambiente urbano*.
- Kattge, J., Bönsch, G., Díaz, S., Lavorel, S., Prentice, I. C., Leadley, P., Tautenhahn, S., et al. (2020). TRY plant trait database–Enhanced coverage and open access. *Global Change Biology*, 26(1), 119–188.

- Khalid, A. A., Katoh, Y., Katsurayama, H., Murase, H., & Park, J. E. (2017). Thermal relaxation by sunagoke moss green roof in mitigating urban heat island. *International Journal of Civil & Environmental Engineering*, 17(6).
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). <https://www.millenniumassessment.org>.
- Ottel , M., Perini, K., Fraaij, A. L. A., Haas, E. M., & Raiteri, R. (2011). Comparative life cycle analysis for green façades and living wall systems. *Energy and Buildings*, 43(12), 3419–3429. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.010>.
- Park, J. E., & Murase, H. (2008). Evapotranspiration efficiency of sunagoke moss mat for the wall greening on the building. In *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2008* (pp. 3612–3621).
- Perini, K., Calise, C., Castellari, P., & Roccotiello, E. (2022). Microclimatic and environmental improvement in a Mediterranean city through the regeneration of an area with nature-based solutions: A case study. *Sustainability*, 14(10), Article 5847. <https://doi.org/10.3390/su14105847>.
- Perini, K., Castellari, P., Giachetta, A., Turcato, C., & Roccotiello, E. (2020). Experiencing innovative biomaterials for buildings: Potentialities of mosses. *Building and Environment*, 172, Article 106708.
- Perini, K., Ottel , M., Giulini, S., Magliocco, A., & Roccotiello, E. (2017). Quantification of fine dust deposition on different plant species in a vertical greening system. *Ecological Engineering*, 268–276. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.032>.
- Perini, K., & Rosasco, P. (2013). Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*, 70, 110–121.
- Pianta, M., Mariotti, M., Zotti, M., Turcato, C., Perini, K., & Roccotiello, E. (2023, February 9–10). Spontaneous plant communities within a Mediterranean green roof [Conference presentation]. *CYBO 2023 – Conference for Young Botanists*, Bolzano, Italy.
- Priarone, S., Di Domenico, M., Campailla, S., Turcato, C., & Roccotiello, E. (2023, February 9–10). Quantifying ecosystem services within urban nature-based solutions in the city of Genoa [Conference presentation]. *CYBO Conference*, Bolzano, Italy.

- Priarone, S., Romeo, S., Di Piazza, S., Rosatto, S., Zotti, M., Mariotti, M., & Roccotiello, E. (2023). Effects of bacterial and fungal inocula on biomass, ecophysiology, and uptake of metals of *Alyssoides utriculata* (L.) Medik. *Plants*, 12(3), Article 554. <https://doi.org/10.3390/plants12030554>.
- Rosatto, S., Mariotti, M., Romeo, S., & Roccotiello, E. (2021). Root and shoot response to nickel in hyperaccumulator and non-hyperaccumulator species. *Plants*, 10(3), Article 508. <https://doi.org/10.3390/plants10030508>.
- Rosatto, S., Cecchi, G., & Roccotiello, E., et al. (2021). Frenemies: Interactions between rhizospheric bacteria and fungi from metalliferous soils. *Life*, 11(4), Article 273. <https://doi.org/10.3390/life11040273>.
- Roccotiello, E., Perini, K., Castellari, P., Giachetta, A., & Turcato, C. (2020). Sistema per l'inverdimento di aree urbane costituito da composizione muscinale e pannello di substrato/supporto [Patent No. 10202000018562]. Brevetto nazionale.
- Schneider, A., Friedl, M., & Potere, D. (2009). A new map of global urban extent from MODIS satellite data. *Environmental Research Letters*, 4. Map data available at: <http://sage.wisc.edu/people/schneider/research/data.html>.
- Weisser, W. W., Hensel, M., Barath, S., Culshaw, V., Grobman, Y. J., Hauck, T. E., Joschinski, J., Ludwig, F., Mimet, A., Perini, K., Roccotiello, E., Schloter, M., Shwartz, A., Hensel, D. S., & Vogler, V. (2023). Creating ecologically sound buildings by integrating ecology, architecture and computational design. *People and Nature*, 5(1), 4–20. <https://doi.org/10.1002/pan3.10411>.
- Wong, N. H., Tan, A. Y. K., Tan, P. Y., Chiang, K., & Wong, N. C. (2010). Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, 45, 411–420.
- Zotti, M., Cardinale, A., Giovine, M., Carbone, C., Di Piazza, S., Cecchi, G., & Mariotti, M. (2015). MI.PRE.ME (Metodo per recuperare metalli preziosi e terre rare da materiali di scarto). *Domanda numero*: 102015000041404, deposito 03/08/2015.

Le facciate dipinte di Palazzo Doria Invrea e Palazzo Spinola Farruggia del *carrubeus maior* tra Cinque-Seicento. Verso la loro restituzione in una nuova lettura delle architetture monumentali della città di Genova

Federica Burlando¹

Abstract

La restituzione di affreschi e dipinti risulta ancora un tema assai dibattuto per via della complessità dell'opera d'arte, in termini cromatici, di struttura e infine di dimensione. Tra le best practices per i beni culturali, la tecnologia digitale costituisce un ottimo strumento di indagine e il restauro virtuale favorisce anche una più estesa accessibilità al bene. Il degrado urbano caratterizza alcune aree cittadine, tra queste l'antica via San Luca, parte del *carrubeus maior* cioè lo storico asse viario alle spalle della Ripa Maris. Palazzo Gio Batta e Nicolò Spinola Farruggia, ivi situato, presenta una facciata principale molto deteriorata: grazie al restauro virtuale e alla ricerca di fonti documentali è stato possibile ripristinare alcuni frammenti chiarendone la lettura iconografica. In via

¹ DIRAAS, Dipartimento di italianistica, romanistica, antichistica, arti e spettacolo, Università di Genova.

del Campo, invece, Palazzo Antonio Doria Invrea campeggia sulla piazzetta con ornamenti e architetture dipinte; la facciata è stata oggetto di diversi ammodernamenti e parte di essa risulta priva di decorazioni. Durante la fase di rielaborazione digitale si è deciso principalmente di arricchire la partitura decorativa e architettonica, rendendo anche meglio definite alcune figure.

Keywords

fonti, affreschi, architettura, restauro virtuale.

1. Introduzione alle facciate dipinte del *carrubeus maior*

Lo studio dei monumenti per l'applicazione delle tecnologie digitali segue le direttive tracciate nella 'Carta di Londra' del 2009, ulteriormente precisate in quella di Siviglia nel 2011. Nei casi di palazzo Spinola Farruggia in via San Luca 14 e Doria Invrea in via del Campo 7 e 9 si è ricorso all'interpretazione diretta dei resti *in loco* e la loro comprensione è avvenuta attraverso lo studio delle testimonianze scritte e iconografiche. Purtroppo per entrambe le residenze, in virtù dello stato di conservazione e frammentarietà delle fonti documentarie, il restauro virtuale ha comportato lo studio e il reintegro solo di alcune decorazioni di epoca tardo-manierista, proto-barocca e parti di finte architetture.

Le facciate dipinte prese in considerazione sono riconducibili a due esemplari emblematici del complesso panorama artistico della *Genua picta* tra Cinque-Seicento, significativi anche per l'urgenza di interventi volti a risanare il degrado urbano di tali aree. Attraverso una campagna fotografica digitalizzata si è documentato lo stato della maggior parte dei lacerti ancora presenti, sia tramite la produzione di ortofoto sia tramite fotografie da diverse angolazioni poi rielaborate durante la post produzione. Lo studio di un'appropriata anastilosi virtuale gode di un ampio margine di discrezionalità e permette, oltre alla conservazione dell'attuale stato dell'arte del bene, anche una fruibilità miglio-

re, preservandone l'autenticità e dunque *risemantizzando l'espressione del tempo* (Carta del Restauro, 1972)²; il restauro virtuale comporta quindi un delicato compito di selezione all'interno di uno sfaccettato palinsesto storico-artistico della realtà monumentale. La condivisione da parte dello studioso con la comunità di immagini restaurate comporta comunque una scelta consapevole e di responsabilità, il cui esito condiziona il sapere pubblico e quindi la memoria collettiva.

Grazie alla ricostruzione storico-documentaria sappiamo che tali dimore erano sorte nell'area nota come *carrubeus maior* o vico dritto, cioè l'asse viario alle spalle della *Ripa Maris*, poi smembrato in via del Campo, piazza Fossatello, via San Luca, via Banchi e San Pietro della Porta sino a piazza Invrea nei pressi della nuova Cattedrale di San Lorenzo. Tale infrastruttura costituiva la più significativa arteria commerciale della città vecchia, situata parallelamente alla costa e, anche dopo la realizzazione di *Strada Nuova*, rimane in mano a famiglie come i Pallavicini, i Centurione e i Grimaldi, ma anche gli Spinola di San Luca, i De Mari e i Cattaneo in buona parte di ascendenza vescovile³.

Tra le guide genovesi, *l'Anonimo del 1818* si sofferma poco su via del Campo, nominando alcune delle più note residenze ivi situate, che descrive come strada rettilinea caratterizzata da ricche dimore nobiliari: «La bella strada del Campo dalla piazza de la Darsina in rettilinea da ponente a levante fra duplice fila di vasto, elevati, e ricchi palagi alla piazza Fossatello dirigersi»⁴ e accenna solamente a «un altro gran palazzo già del

² Le istanze promosse dalla 'Carta del Restauro' del 1972 confermano all'interno del settore restaurativo l'applicazione di metodologie di tipo filologico, derivanti dalla consapevolezza che le nuove prassi debbano avere uno sguardo discrezionale sulla realtà storico-monumentale, anche stimolate dall'urgenza di preservare l'autenticità del monumento senza trascurare i 'segni del tempo'.

³ E. Poleggi 1998, pp. 75-96.

⁴ E. Poleggi 1969, p. 104.

marchese quondam Carlo Spinola»⁵ che Ennio Poleggi identifica con la magione Doria Invrea al civico 9. A tal riguardo Cristina Sanguineti nel suo contributo *Un caso emblematico: palazzo Doria Invrea*⁶ documenta che la *gens* Invrea è diventata proprietaria di immobili e spazi promuovendo un profondo rinnovamento edilizio⁷ pure con la realizzazione di piazza del Campo (1544-47), che ne accresce il potere e il prestigio, confermati anche dall'iscrizione del palazzo in tutti i *Rolli* conosciuti e dall'appartenenza della famiglia al casato dei Doria già a partire dal 1528.

2. La memoria e la salvaguardia per i beni monumentali

Sia via del Campo sia la vicina San Luca hanno origine romana e hanno costituito un'area fondamentale per gli esercizi commerciali e i cantieri portuali nonché di collegamento dei principali snodi politici e religiosi: la prima Cattedrale di Genova, San Siro, e a levante piazza San Giorgio, sino a terminare nella zona di Fassolo, sede di Palazzo del Principe. Sempre l'*Anonimo del 1818* racconta di via San Luca e la descrive come strada dalle dimensioni troppo esigue; menziona inoltre la facciata della magione degli Spinola, sorta su rovine medievali, visibile solo da distante, riprendendo quanto scritto da Carlo Giuseppe Ratti⁸ nel 1780: «Tali sono il palazzo Spinola di contro alla piazzetta di Pellicceria», da cui ancora oggi è godibile un'interessante vista dell'affresco all'altezza dell'ultimo piano e poi continua: «che ha una porta ornata in marmi dal Vasoldi. Gli affreschi della facciata sono i più moderni del Badaracco e gli altri, dimostranti alcuni avvenimenti succeduti nell'incendio

⁵ E. Poleggi 1969, p. 107.

⁶ C. Sanguineti 2004.

⁷ S. Rulli 2018.

⁸ Secondo Carlo Giuseppe Ratti, si vedono ancora le scene di Andrea Ansaldo, raffiguranti «alcuni avvenimenti succeduti nell'incendio di Troja»: C.G. Ratti 1780, p. 138.

di Troia, d'Ottavio Semini, che ha parimenti dipinto al di dentro nella sala un Concilio di dei»⁹.

Tra i viaggiatori illustri, lo scrittore statunitense Marc Twain annota tra le principali cause di degrado delle facciate l'esposizione alle intemperie, all'incuria e al trascorrere del tempo¹⁰. Sempre in pieno XIX secolo, l'erudito Federico Alizeri osserva che le pitture murali vengono cancellate anche in occasione di 'ristori', cioè restauri o ammodernamenti¹¹; se nell'esempio di palazzo Spinola Farruggia si conserva la documentazione fotografica di fine Ottocento, del restauro del Badaracco non sembrano rimanere evidenti tracce. Le superfici dei palazzi risultano mal conservate soprattutto in corrispondenza delle zone d'angolo, perché sono maggiormente esposte a correnti d'aria e a pioggia battente che ne causano il degrado.

Tra le fonti Ennio Poleggi, nel suo commento all'*Anonimo* del 1818, evidenzia come l'edificazione del palazzo voluto da Nicolò Spinola, si erga su resti medievali ancora visibili in facciata nel grande portico gotico al piano terra e compaia nei *Rolli*, a nome di *Gio Batta Spinola*¹². Dalla documentazione più accreditata risulta pure che le narrazioni maggiormente significative ornassero generalmente i piani alti della facciata principale in modo da essere fruibili anche da lontano. In tale contesto gli episodi di Ottavio Semino vengono documentati per la prima volta nel 1674 da Raffaele Soprani¹³, mentre quelli di Andrea Ansaldo¹⁴, a lui attribuiti da

⁹ E. Poleggi 1969, cit. p. 137.

¹⁰ M. Twain 1869, p. 140.

¹¹ G. Rotondi Terminiello, P. Brambilla Barcellona 1984.

¹² E. Poleggi 1998, p. 83.

¹³ Sulla descrizione di palazzo Nicolò Spinola si legga: R. Soprani 1674, p. 63; Carlo Giuseppe Ratti annota invece il degrado degli affreschi in facciata: «Questa facciata è quasi perduta» in R. Soprani, C. G. Ratti 1768, p. 68.

¹⁴ La fortuna critica dell'Ansaldo accresce con la disamina di Carlo Giuseppe Ratti che ne rilegge l'attività secondo il carattere prospettico; mentre Roberto Longhi è stato il primo tra i conoscitori a studiare l'opera del pittore voltrese con l'articolo

Carlo Giuseppe Ratti nel 1780¹⁵, si collocano nel versante meridionale della facciata (Fig. 6).

All'altezza del piano nobile la decorazione è a sua volta articolata in due registri con scene figurate nella parte inferiore e divinità in quella superiore; al terzo piano campeggiano ancora alcuni episodi di storia antica, in prevalenza nella parte meridionale della facciata.

Tra le raffigurazioni Franco Renzo Pesenti suggerisce l'interpretazione di alcune scene del sottotetto¹⁶, partendo dall'affaccio settentrionale di fronte a vico Pellicceria, quelle meglio conservate: il duello di Achille ed Enea ancora sotto le mura di Troia; Mercurio che, inviato da Giove, rimprovera Enea di attardarsi presso Didone; Enea si prepara per la partenza; infine, il congedo di Enea da Didone.

3. Leggere la forma: ornamenti e architetture dipinte della tarda maniera

Nel sestiere di via Prè, all'interno della consorzeria Invrea, invece, sorge l'altro palazzo oggetto di studio, anch'esso fondato su antiche schiere medievali. Il proprietario, Antonio Invrea, ambasciatore del re di Francia Enrico II, si distingue storicamente come membro di prestigio nell'industria serica; non è un caso che la Francia tentasse di stabilire legami economico-politici anche col patriziato genovese che per quest'ultimo rappresentava immediate occasioni di clientela.

Verso il riposo pubblicato nel 1917 per la rivista 'Pagine dell'arte': in Soprani R., Ratti C.G., *Vite de' pittori, scultori, ed architetti Genovesi*, Genova, 1768, p.68.

¹⁵ Anche Federico Alizeri nella sua *Guida illustrativa del cittadino e del forestiero per la città di Genova e sue adiacenze* del 1875, documenta storie e fregi che sarebbero dei fratelli Semino e alcuni rifacimenti del Badaracco: «Se ne veggono reliquie sull'alto, e improntate del loro gusto migliore; degne però che 'si distinguano da certi spazj inferiori che a supplire le injurie del tempo vi colori il Badaracco in età più moderna». F. Alizeri 1875, p. 136.

¹⁶ F. R. Pesenti 1984; P. Boccardo 1982 e L. Magnani 1982.

Nella decorazione pittorica murale è ben leggibile la consueta successione spaziale di dettami manieristi: il bugnato al piano terreno, finte architetture, festoni di frutta e figure monocrome abbigliate all'antica, probabilmente *Cesari* e una frammentaria scritta in latino marcapiano tra il primo e il secondo piano nobile. Tale iscrizione viene realizzata in pieno Seicento, in omaggio all'elezione al dogato dell'illustre Luca Maria Invrea (1681-1683)¹⁷ poi Priore della Cappella di San Giovanni Battista nella Cattedrale di San Lorenzo. I versi, se associati all'emblema della Madonna Regina di Genova ad ornamento del portale d'ingresso, costituiscono probabilmente un'esortazione a trasmettere ai posteri opere splendide o imprese memorabili, compiute per la madrepatria: «(S)PLENDIDA...(TRA)NSMITTATIS AD (P)OSTEROS ET... IUM... RV...GENUENS...(P)ATRIAE PEPERUNT». L'apparato decorativo sui modi del Semino recupera la statuaria antica e le architetture dipinte molto diffuse all'epoca come nella prestigiosa residenza di Stefano Squarciafico, poi Doria Invrea nella piazza omonima; in entrambi i casi ricorre a un tipo di portale chiaramente connotato da elementi classici¹⁸; tale gusto viene reinterpretato dalla cultura del tempo secondo una nuova sensibilità cristiana già a partire dalla seconda metà del XV secolo. Nel tardo manierismo genovese risulta prevalere un'edilizia residenziale con facciate scandite da ampie finestre timpanate, polifore o partiture architettoniche di alessiana memoria che ivi trovano puntuale riscontro tra un gioco di architetture reali e simulate, attestando la fortuna di un prototipo di facciata ulteriormente diffuso con la raccolta di disegni del Rubens, pubblicati nell'opera *Palazzi antichi e moderni di Genova, raccolti e designati da Pietro Paolo Rubens* e conservati nel Fondo R.I.B.A.¹⁹.

¹⁷ S. Buonadonna e M. Marcenaro 2018, p. 152. Per tale interpretazione si parte dalla lettura fornita da C. Sanguineti (C. Sanguineti 2004).

¹⁸ L. Müller Profumo 1992.

¹⁹ Il *corpus* dei disegni dell'artista fiammingo, da cui sono state tratte le

4. Brevi osservazioni e alcune proposte di restauro virtuale

In occasione dell'elaborazione virtuale, per palazzo Doria Invrea si è operato aggiungendo alcuni dettagli scomparsi ed eliminando i graffiti e altri elementi incoerenti: da partiture architettoniche sino a generiche sagome di *Armati* ed eroi, cercando di pulire l'immagine digitale, realizzando fotoritocchi, ripristino di alcuni brani figurativi e armonizzando la struttura visiva nel suo complesso. Tra le buone pratiche è sempre auspicabile operare su diversi livelli di immagini sovrapponibili in modo da conservare l'originalità del materiale stesso; a seconda delle esigenze, per lavorare nella fase di *editing*, è necessario applicare gradi diversi di trasparenza e opacità, anche permettendo la visualizzazione delle parti originali. Per l'integrazione delle lacune gli strumenti della maschera e della selezione del colore hanno consentito di intervenire sulle immagini per analogia, sempre nel rispetto dei canoni critici brandiani. Parimenti si è operato nell'elaborazione digitale della facciata della dimora Spinola Farringham, soffermandosi sugli affreschi attribuiti all'Ansaldo del versante meridionale (Fig. 7). Il materiale digitalizzato verrà poi utilizzato ai fini dell'elaborazione di una modellazione tridimensionale, tramite la tecnica di *imaging, Structure from motion* (Sfm), allo scopo della ricostruzione virtuale di parte delle facciate dipinte. Il restauro digitale può costituire dunque una peculiare scelta di restituzione e un significativo strumento d'indagine sia nella fase progettuale del restauro materiale, sia nel processo di conoscenza favorito da una più estesa accessibilità al bene.

incisioni del celebre volume, si conserva presso la biblioteca del Royal Institute of British Architects (R.I.B.A). P. P. Rubens 2016 (1652); M. Labò 2003 (1970).



Fig. 6 A. Ansaldo *Duello di Achille ed Enea* prima metà XVII sec. Genova, (particolare) fronte del palazzo Spinola Farruggia, sottotetto (fotografia di Antonio Figari, autore di www.isegetideivicolidigenova.com).



Fig. 7 Ricostruzione virtuale dell'affresco *Duello di Achille ed Enea*. Genova, fronte del palazzo Spinola Farruggia, sottotetto.

Bibliografia

- Alizeri, F. (1875). *Guida illustrativa del cittadino e del forestiero per la città di Genova e sue adiacenze*, tipi di edizioni di Luigi Sambolino.
- Battini, C. (2007). *Bump, displacement e normal map: metodologie di rappresentazione a confronto*, in Esperienze di studio nell'ambito del dottorato. Materia e geometria sezione dottorato 16/2007, pp. 161-169.
- Bitossi, C. (1990). *Unione e disunione nel patriziato fra Cinque e Seicento*, in *Il governo dei Magnifici. Patriziato e politica a Genova tra Cinque e Seicento*, ECIG Editore, pp. 31-78.
- Bitossi, C. (1990). *Pochi tra i pochi. Patriziato e cariche di governo 1576-1657*, in *Il governo dei Magnifici. Patriziato e politica a Genova tra Cinque e Seicento*, ECIG Editore, pp. 79-137.
- Boccardo, P. (1982). *Testimonianze per le facciate perdute*. In Rotondi Terminiello, G., & Simonetti, F., *Genua picta: proposte per la scoperta e il recupero delle facciate dipinte*. Catalogo della mostra Genova Commenda di S. Giovanni di Prè, 15 apr.- 15 giu. 1982, Sagep Editori, pp. 46-56.
- Boccardo, P., & Di Fabio C. (1999). *El Siglo de los Genoveses e una lunga storia d'arte e splendori del Palazzo dei Dogi*, Electa Editore.
- Brandi, C. (1963) *Teoria del restauro* (ed. 2000), Einaudi Editore.
- Buonadonna, S., & Marcenaro M. (2018). *Rosso Doge. I Dogi della Repubblica di Genova dal 1339 al 1797*, De Ferrari Editore.
- Canziani, A., & Napoleoni, L. (2005). *La materia e l'immagine della trasformazione nella conservazione delle facciate dipinte*, in *Sulle pitture murali. riflessioni, conoscenze, interventi*. Atti del convegno di studi Bressanone, 12-15 lug. 2005, Edizione Arcadia Ricerche, pp. 813-818.
- Caraffini, M. (2004). *Osservazioni sull'architettura delle facciate di via del Campo*, in Bozzo, G., *Via del Campo a Genova*, LOG edizioni, pp. 97-109.
- Gavazza, E. (1982). *L'immagine della città nel suo spazio privato*, in Rotondi Terminiello, G., & Simonetti, F., *Genua picta: proposte per la scoperta e il recupero delle facciate dipinte*. Catalogo della mostra Genova Commenda di S. Giovanni di Prè, 15 apr.- 15 giu. 1982, Sagep Editori, pp. 19-32.
- Labò, M. (2003). *I Palazzi di Genova di P.P. Rubens e altri scritti d'architettura*. (I ed. 1970). Nuova Editrice Genovese Il Libro.

- Limoncelli, M. (2023). *Sources of Research for the Virtual Reconstruction of Ancient Monuments: The Case of Architectural Models*, in Ferdani, D., Demetrescu, E., Cavalieri, M., *Interpreting and visualizing the past through virtual archeology: from site to museum experience., Digital restoration and virtual reconstructions*. Springer International Publishing.
- Magnani, L. G. (1982). *Iconografie antiche e significati come messaggio della committenza*, in Rotondi Terminiello, G., & Simonetti, F., *Genua picta: proposte per la scoperta e il recupero delle facciate dipinte*. Catalogo della mostra Genova Commenda di S. Giovanni di Prè, 15 apr.-15 giu. 1982, Sagep Editori, pp. 33-45.
- Müller Profumo, L. (1992). *Archeologia e mito nel Rinascimento genovese*, in Le pietre parlanti. L'ornamento nell'architettura genovese 1450-1600, Banca Carige Cassa di Risparmio, pp. 129-159.
- Pesenti, F. R. (1984). *Per l'analisi della facciata di Palazzo Spinola-Farruggia*, in Rotondi Terminiello, G., & Simonetti, F., *Facciate dipinte: conservazione e restauro*. Conservazione restauri. Atti del convegno di studi, Genova, 15-17 apr. 1982, Sagep Editori, pp. 205-212.
- Poleggi, E. (1969). *Descrizione della città di Genova da un anonimo del 1818*. Note a cura di Poleggi, E., & Poleggi, F. C., Sagep Editori.
- Poleggi, E. (1998). *Una reggia repubblicana. Atlante dei palazzi di Genova 1576-1664*, Allemandi.
- Poleggi E. (2004). *L'invenzione dei rolli. Genova città di palazzi*. Catalogo della mostra a cura di Poleggi, E., & Di Fabio, C., Genova Palazzo Tursi 29 mag.-5 sett. 2004, Palazzo Ducale S.p.a., Skira Editrice.
- Priarone, M. (2011). *Andrea Ansaldo 1584-1638*, Sagep Editori.
- Ratti, C. G. (1768). *Le vite de' Pittori, Scultori e Architetti Genovesi di Raffaello Soprani patrizio genovese Soprani*, in *Genova appresso Ivone Gravier Libraio Francese MDCCLXVIII*, tomo I, stamperia Casamara, Dalle Cinque Lampadi.
- Ratti, C.G. (1780). *Istruzione di quanto può vedersi di più bello in Genova in pittura, scultura e architettura*, Genova: presso Ivone Gravier, MDCCLXXX, stampe di Felice Repetto in Canneto, 1780.
- Rotondi Terminiello, G., Brambilla Barcillon, P. (1982). *Deterioramento e reintegrazione: una problematica ricorrente*, in Rotondi Terminiello, G.,

- & Simonetti, F., *Genua picta: proposte per la scoperta e il recupero delle facciate dipinte*, catalogo della mostra Genova Commenda di S. Giovanni di Prè, 15 apr.-15 giu. 1982, Sagep Editori, pp. 121-127.
- Rotondi Terminiello, G., Brambilla Barcellona P. (1984). *Metodologie per il recupero di alcune facciate dipinte*, in Rotondi Terminiello, G., & Simonetti, F., *Facciate dipinte: conservazione e restauro. Conservazione restauro. Atti del convegno di studi Genova*, Genova 15-17 apr. 1982, Sagep Editori, pp. 137-140.
- Rubens, P. P. (2016). *Palazzi antichi e moderni di Genova, raccolti e designati da Pietro Paolo Rubens* (ed. 1652), Tormena Editori.
- Rulli, S. (2018). *Committenza, architettura e città nei Rolli*, in Rossi, A., Santamaria, R., *Superbe carte. I Rolli dei Palazzi di Genova* con saggi di Fiore, V., Lercari, A., Montanari, G., Rulli, S., Santamaria, R., Paginaria edizioni, pp. 109-119.
- Sanguineti, C. (2004). *Un caso emblematico: palazzo Doria Invrea*, in Bozzo, G., *Via del Campo a Genova*, ed. LOG, pp. 83-96.
- Soprani, R., (1674). *Le Vite de pittori, scoltori, et architetti genovesi. E de Forastieri, che in Genova operarono. Con alcuni Ritratti de gli stessi. Opera postuma Dell'Illustrissimo Signor Raffaele Soprani nobile genovese. Aggiuntavi la vita dell'Autore per opera di Gio Nicolo Cavana, patritio genovese. Dal medesimo dedicate all'Illustrissimo Signor, Luca de Fornari gentilhuomo genovese*, in Genova: Per Giuseppe Bottaro, e Gio Battista Tiboldi Copagni, MDCLXXIV, Con licenza de Superiori.

Sitografia

- Twain, M. (1869). *The innocents abroad: the new pilgrim's progress*: https://archive.org/details/bub_gb_ffjyA7FJorUC.

Sicurezza e inclusione come caratteristiche essenziali della Smart city

Patrizia Vipiana¹

Abstract

Il presente contributo analizza due aspetti fondamentali della Smart city, anche se a volte non risultano adeguatamente considerati: per un verso, la sicurezza nella duplice accezione di *safety*, intesa quale assenza di danni suscettibili di verificarsi accidentalmente per eventi naturali o errori umani non evitabili, e di *security*, intesa quale assenza di condizioni critiche suscettibili di essere causate intenzionalmente dalla condotta umana; per altro verso, l'inclusione, realizzata attraverso policies che prevengano l'emarginazione sociale e coinvolgano gli abitanti della Smart city nell'adozione delle scelte relative a essa, in modo da renderla una smart community. Il contributo inoltre esamina i nessi tra sicurezza e inclusione, per cui la Smart city si configura come città sicura e inclusiva, e infine evidenzia che tali aspetti, correlati al concetto di sostenibilità, concorrono a configurare la Smart city anche come città sostenibile.

¹ DISPI, Dipartimento di scienze politiche e internazionali, Università di Genova.

Keywords

Smart city, sicurezza, inclusione, *smart community*, sostenibilità.

1. Sicurezza e inclusione riguardo alle Smart city

Prima di analizzare la sicurezza e l'inclusione nella Smart city, merita chiarire il significato di quest'ultima, anche se deve sottolinearsi la difficoltà di fornire una definizione giuridica precisa della Smart city (Delle Cave, 2021): il sostantivo 'city' indica un contesto urbano avente dimensioni medio-grandi e l'aggettivo 'smart' designa l'elevato contenuto tecnologico che caratterizza le infrastrutture – come trasporti e comunicazioni – della città, per rendere più veloci ed efficienti le attività che vi si svolgono e migliorare la qualità della vita degli abitanti.

Le Smart city sono ampiamente considerate a vari livelli, dall'Organizzazione delle Nazioni Unite (<https://www.unhabitat.org/programme/people-centered-smart-cities>), dall'Unione europea (ad es. <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu>) e altresì in molti Stati tra cui l'Italia: tuttavia la legislazione italiana menziona non le 'città intelligenti', bensì le 'comunità intelligenti' o 'smart communities' citate dall'art. 47, comma 2-bis, lett. a) del decreto-legge n. 5/2012 come convertito in legge n. 35/2012 e previste in maniera più ampia dall'art. 20 del decreto-legge n. 179/2012 convertito in legge n. 221/2012. Quest'ultima espressione è preferibile perché prescinde dal carattere geografico, cioè il territorio della città, e accentua quello sociale, ossia l'insieme delle persone che abitano in essa; per il vero, la legislazione italiana non usa frequentemente neppure il vocabolo 'città' – ad es. art. 18 del decreto legislativo n. 267/2000 sul conferimento del titolo di città –, preferendo a esso il termine 'Comune' che è l'ente territoriale di livello minore, anche se in anni recenti si è cominciato a studiare il diritto delle città (Gigliani, 2021) accanto al diritto comunale di antica tradizione. Comunque, proprio a livello comunale, è notevolmente cresciuta l'attenzione per il fenomeno delle Smart city (l'Associazione Nazionale dei

Comuni Italiani ha istituito l'Osservatorio nazionale Smart city ANCI: www.osservatoriosmartcity.it ove è reperibile il 'Vademecum per la città intelligente'), tanto che esse «costituiscono il nuovo paradigma dello sviluppo urbano» (Gaspari, 2019, p. 71).

Nella cospicua letteratura scientifica sulla Smart city e altresì nel linguaggio comune vengono prevalentemente individuate, quali caratteristiche distintive della *smartness*, soprattutto la connettività diffusa e la elevatissima digitalizzazione di comunicazioni e servizi, ossia fattori – da cui discende l'introduzione in rete di un'enorme quantità di dati – suscettibili di configurare la Smart city come «ubiquitous city», città onnipresente in grado di controllare gli individui (Carloni, 2016, p. 246); invece la sicurezza e l'inclusione non sono considerate (ad esempio dal report *Mapping Smart city in the EU* redatto per conto del Parlamento europeo nel 2014 che elenca altre dimensioni della Smart city: Smart economy, Smart mobility, Smart environment, Smart people, Smart living, Smart governance) oppure vengono ritenute mere finalità che la Smart city deve perseguire.

Nel presente contributo si cercherà di evidenziare che sicurezza ed inclusione assumono invece una notevole e specifica rilevanza nell'ambito della Smart city, configurandosi come caratteri essenziali della medesima; inoltre si tenterà di sottolineare il significativo nesso intercorrente fra sicurezza e inclusione, in quanto una città sicura è altresì inclusiva e viceversa.

2. La sicurezza 'della' e 'nella' Smart city

Iniziando dalla sicurezza, osserviamo anzitutto che 'in generale' essa ha due accezioni (indicate in inglese con due vocaboli diversi): sicurezza come assenza di danni, suscettibili di verificarsi accidentalmente per eventi naturali o errori umani non evitabili (*safety*, che attiene a un profilo tecnico) e sicurezza come assenza di condizioni critiche di varia natura, suscettibili di essere causate intenzionalmente dalla condotta umana (*security*, che attiene a un profilo che si potrebbe definire politico-giuridico).

Tali due accezioni si esplicano altresì nella Smart city, ma in diversa misura a seconda che si consideri la sicurezza ‘della’ Smart city o la sicurezza ‘nella’ Smart city.

La sicurezza ‘della’ Smart city consiste nell’integrità delle sue infrastrutture, che può essere minacciata sia da guasti accidentali a esse (sicurezza intesa come *safety*) sia da attacchi intenzionali alle medesime da parte di hackers (sicurezza intesa come *security*).

Riguardo ai guasti accidentali alle infrastrutture, occorre garantire la sicurezza (*safety*) di queste con strumenti tecnici, applicati nella Smart city, ma predisposti a un livello più elevato rispetto ad essa, cioè a livello statale o addirittura sovranazionale: si fa riferimento all’uso di apparecchi (droni, sistemi di videosorveglianza) e di tecnologie sofisticate (*Internet of Things, Big Data Analytics*). L’uso di queste strumentazioni volte a garantire la sicurezza della Smart city deve, a sua volta, rispettare regole tecniche, le quali garantiscano la sicurezza delle strumentazioni medesime, ossia regole risultanti dal processo di standardizzazione tecnologica a livello internazionale; esse, riguardo all’Italia, sono menzionate dall’art. 71, comma 1-ter, del decreto legislativo n. 82/2005 ‘Codice dell’amministrazione digitale’.

Riguardo agli attacchi intenzionali alle infrastrutture, occorre garantire la sicurezza (*security*) riguardo alle medesime attraverso misure previste da atti giuridici adottati a un livello più elevato della Smart city, cioè statale o sovrastatale, e suscettibili di concernere anche ambiti diversi da essa: si ha riguardo alle misure contro gli attacchi cyber, regolate ad esempio dalla direttiva dell’Unione europea n. 2016/1148 ‘NIS-Network and Information Security’, alla quale in Italia è stata data attuazione con decreto legislativo n. 65/2018.

La Smart city, in quanto iperconnessa, si rivela assai vulnerabile quindi ha bisogno che sia tutelata la sua sicurezza, sia in senso di *safety* che di *security*: come è evidente, la sicurezza risulta non una delle molteplici finalità che la Smart city deve perseguire, ma una condizione che dev’essere garantita a essa e quindi una sua caratteristica “essenziale” (Sessa, 2020).

La sicurezza ‘nella’ Smart city consiste nella condizione di tranquillità in cui vivono i suoi abitanti, che può essere minacciata soprattutto da atti volontari, ad esempio di delinquenza: la sicurezza ‘nella’ Smart city si esplica principalmente come *security*; merita evidenziare che tale forma di sicurezza risulta significativa perché essa è perseguibile in gran parte al livello della Smart city, attraverso misure rientranti nell’attività di *governance* di essa.

In assenza di una disciplina giuridica sulla sicurezza nella Smart city, può ritenersi ivi applicabile la normativa sulla sicurezza urbana contenuta nell’art. 4 decreto-legge n. 14/2017, convertito in legge n. 48/2017, il quale definisce tale forma di sicurezza come «bene pubblico che afferisce alla vivibilità [...] delle città, da perseguire anche attraverso interventi di [...] recupero [...] dei siti degradati, l’eliminazione dei fattori di [...] esclusione sociale, la prevenzione della criminalità, [...] l’affermazione di più elevati livelli di coesione sociale».

La sicurezza nella Smart city può essere garantita: da un lato, attraverso il controllo dei movimenti degli individui con sistemi di videosorveglianza e di riconoscimento facciale, anche se l’uso di tali sistemi, comportando una massiccia acquisizione di dati personali, può ledere i diritti degli individui, anzitutto quello alla riservatezza; dall’altro lato, mediante la realizzazione di interventi volti a promuovere la tranquilla convivenza di coloro che abitano nella Smart city e quindi la loro coesione sociale.

Può dunque concludersi che la sicurezza, tanto ‘della’ Smart city quanto ‘nella’ Smart city, si rivela un carattere necessario di quest’ultima (ad es. Paliotta, 2020). Se entrambe le forme di sicurezza sono indispensabili, deve però rilevarsi come tra esse, più che la prima, sia la seconda a ricollegarsi alla tematica, presa in esame nell’immediato prosieguo, dell’inclusione come carattere essenziale della città intelligente.

3. L’inclusione all’interno della Smart city

Passando all’inclusione, osserviamo che il perseguimento di essa è significativo per la Smart city, che intende realizzare un’elevata qualità di vita di tutti i suoi abitanti, al fine di prevenire la segregazione spazia-

le e l'emarginazione sociale: proprio sotto il profilo dell'inclusione, la Smart city viene in rilievo come smart community.

Tuttavia, la Smart city non sempre riesce a realizzare pienamente l'inclusione, rischiando così di rivelarsi una «utopia» che dà per scontata «la reale [...] inclusione di tutti i cittadini» (Toti, 2000, p. 16).

Per un verso, possono verificarsi fenomeni di esclusione involontaria: nella Smart city, caratterizzata da un alto grado di digitalizzazione, è suscettibile di verificarsi il fenomeno del *digital divide* ossia l'emarginazione di quanti non usano i dispositivi informatici (Fracchia e Pantalone, 2015) o perché non li possiedono, come gli individui che vivono in zone periferiche degradate, o perché non sono in grado di usarli, come alcune categorie di persone, come quelle molto anziane. Al fine di non escludere tali soggetti, occorre che la Smart city estenda la digitalizzazione di coloro che vivono nel suo territorio per soddisfare le esigenze delle varie categorie sociali, soprattutto di quelle più fragili, nei vari ambiti tra cui mobilità e servizi sanitari.

Per altro verso, possono verificarsi fenomeni di esclusione volontaria: nella Smart city, siccome la pervasività della digitalizzazione comporta un'ampia conoscibilità dei dati personali, si profila il rischio che gli individui rifiutino di usare dispositivi informatici o si sottraggano all'applicazione di strumenti tecnologici – come i sistemi di riconoscimento facciale – ritenuti lesivi della loro riservatezza o semplicemente non condividano l'obiettivo della smartness. Allo scopo di evitare questa forma di autoesclusione, occorre che la Smart city renda affidabile l'uso dell'intelligenza artificiale in modo da garantire i diritti delle persone (sulla «trustworthy AI, connessa alla protezione dei diritti fondamentali» Fasano, 2022, p. 58), ma altresì coinvolga queste ultime nell'adozione delle scelte fondamentali da assumere: tale coinvolgimento degli abitanti della Smart city nell'elaborazione delle policies relative a essa (Urbano, 2019) è suscettibile di configurare una Smart citizenship, (Sartori, 2015; Caporale, 2020) indispensabile ad una piena inclusione.

Le due suddette forme di garanzia dell'inclusione mirano a perseguire un alto livello di coesione sociale, anche se possono scontrarsi con

ostacoli di vario tipo: più che di compiuta inclusione, dovrebbe parlarsi di inclusività cioè di tendenziale inclusione, ossia impegno a realizzare l'inclusione con la maggior ampiezza possibile.

4. La Smart city come città sicura e inclusiva

Come si è sottolineato nei paragrafi precedenti, la sicurezza e l'inclusione risultano non solo finalità perseguite dalla Smart city, ma anche sue caratteristiche fondamentali: esse inoltre sono correlate fra loro, nel senso che tendenzialmente una città sicura è inclusiva e viceversa.

Infatti, una città sicura è anche inclusiva in quanto, non avendo problematiche riguardanti la sicurezza, risulta idonea a integrare al suo interno il più ampio numero di persone.

All'inverso, una città inclusiva è anche sicura poiché, realizzando un'ampia coesione sociale, previene l'insorgere delle problematiche derivanti dai fenomeni di marginalizzazione, come gli episodi di delinquenza e il degrado urbano (la 'Carta di Lipsia sulle città europee sostenibili', adottata nella riunione dei ministri per lo Sviluppo urbano e la coesione territoriale il 24-25 maggio 2007 afferma: «Una politica di integrazione [...] è la migliore garanzia per il mantenimento della sicurezza nelle nostre città»).

Per il vero, a una più attenta disamina, delle due correlazioni sopra menzionate la seconda – città inclusiva-sicura – deve ritenersi pacifica, mentre la prima – città sicura-inclusiva – potrebbe non verificarsi sempre: ad esempio non si verifica qualora la Smart city utilizzi massicciamente i sistemi per garantire la sicurezza e, nel contempo, marginalizzi alcune categorie di individui.

Il nesso tra sicurezza e inclusione risulta esplicitamente sottolineato all'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile elaborata nell'ambito delle Nazioni Unite (oggetto della risoluzione adottata dall'Assemblea generale dell'ONU il 25 settembre 2015), elencante i diciassette 'Sustainable Development Goals' (SDG) ossia gli obiettivi di sviluppo sostenibile da perseguire entro il suddetto anno: l'obiettivo n. 11 prefigura

la creazione di «città e comunità sostenibili» e specifica che ciò consiste nel rendere «le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili»; alla luce di tale obiettivo, il concetto di sostenibilità è da intendersi non solo nei significati economico e ambientale, ma in un senso più ampio (Fracchia e Pantalone, 2015), comprendente sia la sicurezza sia l'inclusione e, invero, entrambe queste caratteristiche rilevano nel definire (ad es.: Antoniazzi, 2019; Caporale, 2015) la Smart city come città sostenibile.

Bibliografia

- Antoniazzi, S. (2019). *Smart city: diritto, competenze e obiettivi (realizzabili?) di innovazione*, in www.federalismi.it, 10, pp. 1-24.
- Caporale, M. (2015). *L'attuazione delle smart city. Competenze e coordinamento tra livelli di governo*, in *Le istituzioni del federalismo*, pp. 949-973.
- Caporale, M. (2020). *Dalle smart city alla cittadinanza digitale*, in www.federalismi.it, 2, pp. 30-47.
- Carlone, E. (2016). *Città intelligenti e agenda urbana: le città del futuro, il futuro delle città*, in *Munus*, 2, pp. 235-269.
- Delle Cave, G. (2021). *“Comunità intelligenti”, enti locali, mobilità sostenibile: la Smart city al cospetto del potere pubblico*, in *Il diritto dell'economia*, 2, pp. 385-400.
- Fasano, G. (2022). *Gestione dell'algoritmo in ambito pubblico: le smart city quale crocevia di diritti fondamentali*, in www.federalismi.it, 29, pp. 40-58.
- Ferrari, G.F. a cura di (2020). *Smart city. L'evoluzione di un'idea*. Mimesis ed.
- Fracchia, F., Pantalone, P. (2015). *Smart city: condividere per innovare (e con il rischio di escludere?)*, in www.federalismi.it, 22, pp. 2-27.
- Gaspari, F. (2019). *Città intelligenti e intervento pubblico*, in *Il diritto dell'economia*, 1, pp. 71-110.
- Giglion, G. (2021). *Verso un diritto delle città. Le città oltre il Comune*, in Carlone, E., Cortese, F. *Diritto delle autonomie territoriali*. Wolters Kluwer, pp. 267-284.

- Paliotta, A.P. (2020). *Le politiche innovative di sicurezza nelle città tra tecnologie di riconoscimento e smart city.* , in Sinapsi, 2, pp. 98-119.
- Sartori, L. (2015). *Alla ricerca della Smart citizenship*, in Le Istituzioni Del Federalismo, pp. 927-948.
- Sessa, M. (2020). *Smart Safe city. Criticità e prospettive sociali*, in Rivista trimestrale di scienza dell'amministrazione, 3, pp. 1-14.
- Toti, A.M.P. (2020). *Inclusioni ed esclusioni sociali. Utopie e distopie della Smart city*, in Rivista trimestrale di scienza dell'amministrazione, 3, pp. 1-17.
- Urbano, G. (2019). *Le "Città intelligenti" alla luce del principio di sussidiarietà*, in Le istituzioni del federalismo, pp. 463-483.

Intelligenza artificiale e robotica: profili di responsabilità civile in materia di tutela dei soggetti fragili

Valentina Di Gregorio¹

Abstract

A partire dai primi anni di questo millennio, i progressi scientifici nel campo della tecnologia hanno aperto nuovi scenari che hanno generato interrogativi in tema di responsabilità per l'uso di devices tecnologici, robotici e per l'impiego dell'intelligenza artificiale (AI) nel campo della tutela delle persone fragili (malati, persone con disabilità, anziani, persone in povertà). Il legislatore europeo non ha ancora dettato una disciplina della materia che è ormai indispensabile per individuare i criteri di imputazione della responsabilità in caso di danni prodotti dalle nuove tecnologie e stabilire regole di risarcimento e di prevenzione efficaci, attualmente ricavate dalle disposizioni vigenti in ciascun ordinamento nazionale. Lo studio analizza le proposte legislative europee valutandone le possibili ripercussioni nell'ordinamento interno ai fini di delineare un apparato di regole a tutela delle persone che vivono in una Smart city, proponendo soluzioni che favoriscano lo sviluppo tecnologico senza determinare la violazione dei diritti fondamentali.

¹ IGI, Dipartimento di giurisprudenza, Università di Genova.

Keywords

intelligenza artificiale, robotica, disabilità, persone, cittadini, diritti fondamentali, riservatezza.

1. Introduzione

I settori in cui si avverte maggiormente l'impatto della tecnologia sono: la salute delle persone, la tutela dei soggetti fragili, il mondo del lavoro, i rapporti sociali, i trasporti, l'ambiente.

Nell'ambito della sanità, le implicazioni dell'AI e della robotica si avvertono soprattutto nell'uso di robot intelligenti che operano per mezzo di algoritmi di intelligenza artificiale sul piano diagnostico, terapeutico (ove rientrano anche le tecniche chirurgiche) e riabilitativo; nondimeno il tema riveste un'importanza peculiare nel settore dell'assistenza personale a soggetti che necessitano di un supporto nelle attività quotidiane a causa delle loro condizioni personali di ordine patologico o per ragioni di disabilità o motivi di invecchiamento. Le nuove tecnologie, attraverso algoritmi, riducono l'errore umano, svolgendo attività di alta precisione anche a distanza dal paziente e dalla persona e agevolando la lettura e la valutazione dei dati raccolti ai fini della diagnosi e della scelta della terapia.

Sono sempre più estesi gli ambiti di applicazione delle tecnologie sopra citate nel campo della tutela del diritto alla salute dei cittadini che ne traggono vantaggio sotto il profilo della precisione e dei tempi di esecuzione delle attività svolte a loro favore. Ne fanno parte, tra le altre, le tecniche adottate con i dispositivi medici elettronici o robotizzati, come i *devices* chirurgici, utilizzati in telechirurgia o cyberchirurgia, distinti in diversi livelli di automazione in grado di analizzare la scena chirurgica e riconoscere l'anatomia del paziente in modo più preciso rispetto alle capacità umane e la robotica intelligente in campo riabilitativo, posta in essere da *personal assistant* che seguono il paziente tenendo conto dei suoi progressi e modulando l'intervento attraverso

il sistema di adattamento all'ambiente e il ricorso a metodi di *self learning*. In questo campo sono di grande rilievo, sotto il profilo della tutela del paziente, anche i nuovi sistemi diagnostici che, fondati sull'AI e sulla base dei dati raccolti, attraverso la comparazione di innumerevoli altri casi, compiono una diagnosi proponendo una terapia, oltre ai dispositivi che svolgono un'attività di monitoraggio dello stato di salute della persona, i c.d. *wearable devices*, incorporati, ad esempio, in uno *smartwatch*. Ancora, fanno parte dei sistemi ad alta tecnologia, basati su tecniche di intelligenza artificiale, i droni, che possono essere utili sia per consegnare medicinali alle persone con difficoltà di deambulazione, consegnare posta o piccoli oggetti alla collettività, sia in ambito ambientale, ove possono svolgere un ruolo importante per spegnere incendi, così come tutti i sistemi tecnologici che permettono alle persone di avviare coltivazioni non solo nei giardini e nei campi, ma anche nelle abitazioni delle persone con l'effetto della riduzione delle emissioni derivanti dal trasporto, aumentando l'efficienza della città. In ambito lavorativo e sociale l'utilizzo di robot consente di affidare alle macchine operazioni che potrebbero comportare dei rischi per l'uomo e nel campo dei trasporti il progressivo inserimento nel mercato delle *driverless cars* o *self driving cars* dovrebbe ridurre il numero degli incidenti.

Ai benefici che può presentare una macchina rispetto al comportamento umano sotto il profilo dell'efficienza, del risparmio economico, dell'innalzamento del livello dei servizi, della precisione, della sicurezza e, quindi, della riduzione della percentuale di errore, si contrappongono tuttavia incertezze sull'imputazione della responsabilità in caso di danni derivanti da difetto di progettazione (ideazione dell'algoritmo) del robot o del *device* o di programmazione (sviluppo del codice che realizza l'algoritmo), da vizi delle componenti che si sottraggono al controllo del sistema, deviando dal modello prefigurato o da difetti dei meccanismi di autoapprendimento che agiscono in maniera difforme da quanto previsto originariamente. Altri aspetti critici sono costituiti anche dai rischi di illegittimo impossessamento e di sfruttamento illecito di una massa di dati personali, ottenuti in modo legittimo per

finalità determinate, tramite sistemi che li conservano, li profilano e li elaborano anche quando la divulgazione o la comunicazione a terzi non è stata autorizzata o, situazione ancora più grave, quando il dato è riconducibile al suo titolare.

2. Il quadro legislativo

In campo sanitario, sul piano legislativo, in materia di dispositivi medici, nel 2017 è stato emanato il Regolamento 745/2017/(UE) del Parlamento e del Consiglio europeo del 5.4.2017 (*Medical Device Regulation*), entrato in vigore il 25.5.2017 e applicabile dal 26.5.2020, finalizzato a garantire il buon funzionamento del mercato interno per quanto riguarda i dispositivi medici, un livello elevato di protezione della salute dei pazienti e degli utilizzatori e la fissazione di standard elevati di qualità e sicurezza, ma non esiste ancora una normativa sui device basati sull'AI.

Al tema della robotica e dell'intelligenza artificiale, a partire dal 2017, sono state dedicate alcune risoluzioni emanate dall'Unione europea, mentre la proposta di regolamento del 2021 sulle regole armonizzate in tema di intelligenza artificiale, che tengono conto dei risvolti anche di natura etica delle nuove tecnologie (c.d. AI Act) è attualmente in fase di approvazione. Contestualmente sono state redatte una proposta di direttiva del Parlamento e del Consiglio 'relativa all'adeguamento delle norme in materia di responsabilità civile extracontrattuale all'intelligenza artificiale' (direttiva sulla responsabilità civile da intelligenza artificiale) (COM/2022/496) e una proposta di direttiva del Parlamento e del Consiglio 'relativa all'adeguamento delle norme in materia di responsabilità civile extracontrattuale all'intelligenza artificiale' (direttiva sulla responsabilità civile da intelligenza artificiale, COM/2022/496), complementare alla proposta di direttiva di cui al testo è anche la proposta di direttiva del parlamento europeo e del consiglio sulla responsabilità per danno da prodotti difettosi (COM/2022/495 final) che si aggiungono alla proposta di regolamento del 2021, descrivendo, tuttavia, un testo non del tutto coerente con quest'ultima.

Le tematiche affrontate dai progetti dell'UE riguardano i rischi relativi alla sicurezza intesa come *safety*, che può essere intaccata dal malfunzionamento o da errori derivanti da difetti di progettazione o di programmazione o da vizi delle componenti meccaniche o elettroniche *firmware* (quale microprogramma che controlla le schede elettroniche a più basso livello) e software che si sottraggono al controllo o che influiscono sull'eventuale processo di apprendimento automatico della macchina, ma anche come *security*, possibile oggetto di *vulnus* per effetto dell'illiceità della raccolta, del trattamento e della divulgazione dei dati personali ricavati dall'uso dei *devices* tecnologici e degli strumenti di AI anche tramite attacchi e minacce informatiche (*cybersecurity*). A tali problematiche si aggiungono le difficoltà connesse alla vulnerabilità della persona che si interfaccia con un robot intelligente nei confronti del quale possono scaturire forme di dipendenza psicologica, soprattutto quando l'aspetto esteriore della macchina evoca la fisionomia umana. Laddove i parametri d'impostazione di uno strumento tecnologico consentano un risparmio dei costi e una maggiore precisione e sicurezza dell'attività, la raccolta e la gestione dei dati devono comunque essere realizzate in modo da lasciare inalterato il diritto del singolo alla protezione di tali dati riservati: un'altra fonte legislativa importante per la regolazione delle questioni che scaturiscono dall'AI e dalla robotica è quindi il Regolamento Generale sulla protezione dei dati (GDPR n. 679/2016 e successivo decreto attuativo n. 101/2018).

In campo sanitario, biomedico e farmacologico, le implicazioni pratiche si colgono nel quadro del controllo dei rischi e della tutela del paziente contro i danni derivanti dall'utilizzo di apparecchiature, dispositivi e robot medici, dal ricorso a farmaci 'su misura' e dalla necessità di fronteggiare i possibili pregiudizi generati dalla disponibilità dei dati sanitari dei pazienti che, nel costituire il materiale di supporto della ricerca, delle diagnosi (spesso fondate su meccanismi di *deep learning*) o delle decisioni terapeutiche del medico, rappresentano pur sempre un pericolo per la circolazione di informazioni riservate. Anche la bioingegneria, da intendersi come scienza che utilizza le metodologie

e le tecnologie dell'ingegneria per risolvere problemi nell'ambito della medicina, della biologia e delle scienze della vita, attraverso l'acquisizione di biosegnali, bioimmagini, la conservazione e l'elaborazione di dati a scopo clinico, può essere fonte di rischi per la protezione dei dati personali, quando non vengano rispettati i diritti fondamentali dell'individuo garantiti dalla Costituzione e segnatamente nel campo della riservatezza.

Quando si tratta di *healthcare* e tutela delle persone fragili, uno dei principali obiettivi dell'Unione europea consiste nell'identificazione dei ruoli e delle responsabilità di tutti i soggetti coinvolti nell'attività a favore dei cittadini. Segnatamente nel campo della robotica, l'attenzione è concentrata, oltre che sui robot impiegati per l'assistenza di anziani e disabili (robot *personal assistant*), sui robot chirurgici, progettati per svolgere interventi di alta precisione, secondo il principio di 'autonomia supervisionata', in virtù del quale la programmazione iniziale della cura del paziente e la scelta finale sull'esecuzione spettano sempre a un chirurgo umano; allo stesso principio sono soggetti anche i robot usati per l'autodiagnosi (benché sottoposti al controllo del medico), essenziali per la riduzione dei costi sanitari. Il quadro è completato dalle protesi robotiche e dai sistemi *cyberfisici* (CPS) che possono essere collocati o impiantati sul corpo del paziente, per i quali si rende necessario l'accesso continuo alla manutenzione e all'aggiornamento del software e cui sono correlati rischi di *hacking*, cancellazione o disattivazione della memoria del dispositivo, con possibili risvolti negativi sul piano della protezione della vita e della salute della persona. Il tema si intreccia con quello sociale, psicologico e filosofico, considerato che il ruolo del robot assistente domestico rappresenta certamente un traguardo soprattutto per le persone sole, ma pone qualche dubbio sia sotto il profilo della prevenzione di danni alla persona, sia sotto quello dei rischi del coinvolgimento emotivo che può colpire l'utilizzatore che presentano risvolti di tipo sociologico e psicologico.

3. Danni e responsabilità

Riguardo ai possibili danni derivanti dall'utilizzo di tecnologie avanzate basate sulla robotica o sull'intelligenza artificiale, l'applicazione delle regole del sistema civilistico comporta che quando il danno è provocato dall'uso negligente o imperito del dispositivo da parte del medico o da altro professionista dedicato all'attività, la soluzione potrebbe essere rinvenuta nell'art.2043 del codice civile che sancisce la responsabilità dell'autore dell'illecito che ha provocato il danno ingiusto con dolo o colpa (vale a dire con negligenza, imprudenza o imperizia). È quanto disposto, riguardo alla responsabilità degli enti sanitari, anche dall'art.7 della legge sulla responsabilità medica n°24/2017, che imputa la responsabilità a titolo extracontrattuale al medico della struttura presso la quale il paziente ha ricevuto la cura o è stato sottoposto ad intervento, mentre attribuisce all'ente una responsabilità a titolo contrattuale ex artt. 1218 e 1228 c.c.

Altre norme invocabili sono gli artt.2049, 2050, 2051 del codice civile che delineano una responsabilità senza colpa dell'agente (c.d. oggettiva) per fatto dei dipendenti, per danni da attività pericolosa o per danni da custodia di cose, o (tale richiamo sembra più adeguato) le disposizioni di cui agli artt. 114 - 126 del codice del consumo (d. lgs. n°206 del 2005 e successive modifiche), sulla responsabilità del produttore. L'applicazione delle ultime norme citate, nell'uso di strumenti di intelligenza artificiale e robotica, favorisce il consumatore - soggetto che per legge non può essere un'azienda, né un professionista che agisce nel quadro della sua attività, ma un singolo utente- ammettendo una sorta di responsabilità "presunta", che viene affermata sulla base della prova del collegamento causale tra il difetto del prodotto (e non del prodotto stesso) e il danno subito, consentendo, tuttavia, al fabbricante (o fornitore) di liberarsi dalla responsabilità scegliendo tra una vasta gamma di cause, *ivi* compreso il c.d. 'rischio di sviluppo' (art. 118 lett. e). Tale scriminante esonera da responsabilità il produttore (o il fornitore se il produttore non sia individuato) quando lo stato delle cono-

scienze scientifiche, nel momento in cui il prodotto è stato messo in circolazione, non consentiva di considerare il prodotto difettoso. La scelta tra i due regimi (responsabilità oggettiva o responsabilità presunta) è determinante, sia dal lato del danneggiato, perché nel distribuire tra le parti l'onere probatorio, agevola o complica, a seconda della soluzione adottata, il suo compito nell'ottenere tutela, sia dal lato del danneggiante, perché incentiva o scoraggia le iniziative di sviluppo economico delle imprese che operano nel campo della tecnologia, condizionandole all'applicazione di criteri di responsabilità più o meno rigidi.

Quando si tratti di *devices* sanitari, poiché in medicina è il paziente che assume il ruolo di soggetto terzo rispetto alla struttura sanitaria o al professionista utilizzatore a subire le conseguenze dannose originate dall'uso di strumentazioni robotiche o da diagnosi errate per vizi di programmazione dell'algoritmo, si dubita che la tutela possa essere accordata con il ricorso alla disciplina sulla responsabilità del produttore, perché essa regola i danni da utilizzo del prodotto nel rapporto diretto produttore-utilizzatore e non i danni derivanti a terzi causati dall'utilizzatore del prodotto difettoso (il medico o l'ente sanitario), per i quali dovrebbe restare responsabile quest'ultimo, salvo rivalsa nei confronti del produttore. Si può pensare al caso dell'errore nell'algoritmo del *device* che compie la diagnosi o dosa la medicina da assumere che imporrebbe al paziente di rivolgersi non al fornitore del bene, ma a un altro soggetto con cui non ha alcun rapporto, incontrando notevoli difficoltà ad azionare il rimedio; l'interlocutore diretto del paziente è invece l'azienda sanitaria o il singolo professionista che a sua volta potrà rivalersi sul soggetto che ha fornito lo strumento difettoso sulla base della normativa in tema di responsabilità contrattuale e, sussistendone i presupposti, extracontrattuale.

Le perplessità sul punto aumentano quando si tratti di macchine *self-learning* che apprendono dall'esperienza processando i dati e adattandosi all'ambiente, capaci di porre in essere comportamenti originariamente imprevisi o imprevedibili; la particolarità dello strumento tecnologico impone, in questo caso, di ricercare regole che consentano

di identificare il soggetto responsabile all'interno della catena causale. Allo stato attuale, finché le macchine dotate di autoapprendimento si muoveranno secondo un programma inserito nel robot o nel dispositivo basato su una funzione creata dall'uomo, nel caso di anomalia del sistema di autoapprendimento, la vittima che utilizza lo strumento senza l'intermediazione del sanitario o dell'assistente umano potrà richiedere il risarcimento all'impresa che ha prodotto o immesso il bene sul mercato e sarà quest'ultima, laddove ne ricorrano i presupposti, a ribaltare gli effetti negativi dell'errore sul programmatore dell'algoritmo che ha delineato il sistema fonte di danno, quindi su colui che, secondo la risoluzione, è 'il formatore' del robot o della macchina, il programmatore del sistema operativo (così anche la Risoluzione sopra citata, art. 56). Anche il settore della responsabilità per prodotto difettoso è soggetto in questo momento a un'analisi dell'UE che ha redatto una proposta di direttiva mirata a modificare le regole sul tema (Proposta di Direttiva del parlamento europeo e del consiglio del 28.9.2022 sulla responsabilità per danno da prodotti difettosi COM/2022/495 final).

4. La prospettiva legislativa europea e il panorama delle soluzioni possibili

La proposta di Regolamento dell'UE del 2021 prescrive specificamente il principio della 'sorveglianza umana' (art. 14) per i sistemi appartenenti alla categoria di sistemi di AI 'ad alto rischio' (art. 6) che era stata già elaborata, nella relazione introduttiva della risoluzione del 2020 (cons. 13, 14) e ripresa nel testo della proposta (art. 3, 4), allo scopo di individuare i sistemi immessi sul mercato caratterizzati da un elevato potenziale di danno connesso all'ambito specifico in cui essi sono utilizzati e del grado di autonomia decisionale a essi ascritto per i quali sono previste specifiche prescrizioni da parte dei soggetti che li immettono nel mercato e una valutazione della conformità *ex ante* (Finocchiaro, 2020; Salanitro, 2020; D'Adda, 2022).

La risoluzione, considerato che la partecipazione di più soggetti al processo produttivo, ciascuno dotato di una propria funzione (produzione, programmazione, edizione, configurazione del software), contribuisce a rendere particolarmente difficile l'identificazione del soggetto che ha il controllo del rischio associato al sistema o l'accertamento di quale *input* o quale dato erroneo abbia provocato il malfunzionamento e il danno, suggerisce l'adozione di un sistema di responsabilità solidale degli operatori coinvolti, graduata sul rischio assunto per ciascuna attività (con la specifica identificazione e definizione, come si è detto, di un sistema ad 'alto rischio') e la previsione della risarcibilità del danno alla persona, alla salute, all'integrità fisica, sia sotto il profilo patrimoniale che non patrimoniale.

Nell'ambito dei rischi inerenti l'impiego delle nuove tecnologie di robotica e intelligenza artificiale è esplicitamente menzionato, nelle risoluzioni, anche il pericolo di interferenze illecite di terzi o di violazione delle regole su accesso ai dati personali, che pur dovendo essere incentivato, considerato l'elevato livello di circolazione dei dati e di comunicazione posto in essere da applicazioni e apparecchi informatici, deve mostrarsi coerente con la legislazione vigente sul versante europeo e interno (Pizzetti, 2018; D'Acquisto, 2021).

Nella relazione alla proposta di direttiva del 2022 si specifica che per alleviare i problemi riscontrati dai danneggiati è opportuno adottare una strategia che «alleggerisce l'onere della prova per le azioni connesse all'IA e con la previsione di un meccanismo di revisione e prevede la revisione mirata in materia di responsabilità oggettiva, eventualmente abbinata alla copertura assicurativa obbligatoria».

L'ambito di applicazione, secondo l'articolo 1 della direttiva, concerne

le domande di risarcimento del danno causato da un sistema di IA nel quadro di azioni civili di responsabilità extracontrattuale, qualora tali azioni siano intentate nell'ambito di regimi di responsabilità per colpa, ossia, in particolare, regimi che prevedono la responsabilità legale di risarcire i danni causati da un'azione o un'omissione intenzionalmente lesiva o colposa.

Riguardo all'elemento soggettivo dato dalla colpa, identificabile nella non conformità a un obbligo di diligenza a norma del diritto dell'Unione o nazionale, viene stabilita, nella norma dedicata alla presunzione del nesso di causalità, sempre per agevolare l'onere della prova del danneggiato – a favore del quale non è prevista una forma di responsabilità oggettiva – una «presunzione relativa mirata di causalità» in relazione al «nesso di causalità tra la non conformità e l'output prodotto dal sistema di IA o la mancata produzione di un output da parte del sistema di IA che ha cagionato il danno» (art. 4, comma 1 e 2), con l'effetto di suscitare perplessità sul regime proposto rispetto al diritto interno.

Applicando queste regole alla Smart city, ove il benessere dei cittadini, può essere promosso e rafforzato nell'impiego di adeguate regole di governo delle nuove tecnologie al servizio delle persone, si deve porre in evidenza come all'arricchimento di risorse basate sull'AI e sulla robotica deve corrispondere un apparato di sicurezza che, da un lato, consenta un welfare del cittadino, ottenuto con la rapidità, precisione, disponibilità degli strumenti utilizzabili sotto i profili sopra indicati e, dall'altro, detti regole che garantiscano la sicurezza.

Un nuovo paradigma nel campo della tutela dei soggetti fragili dovrebbe quindi tenere conto della necessità di una valutazione del rischio di danno in rapporto al livello di automazione e al grado di sofisticazione dei sistemi/prodotti/processi/servizi a oggi conosciuti, considerando le diverse gradazioni, calibrate secondo tabelle istitutive dei presupposti di conformità e indicative della tipologia e delle caratteristiche tecnologiche del sistema e accreditare una disciplina che, anche basata su un sistema di presunzioni, preservi la fiducia del paziente nella tecnologia, fornendo al contempo tutti gli strumenti necessari a garantire un'adeguata tutela in caso di violazione dei suoi diritti.

Bibliografia

- Al Mureden, E., Calabresi, G. (2021). *Driverless cars. Intelligenza artificiale e futuro della mobilità*. Bologna: Il Mulino.
- Alpa, G., (2020). *Diritto e intelligenza artificiale*. Pisa: Pacini.
- D'Acquisto, G., (2021). *Intelligenza artificiale. Elementi*. Torino: Giappichelli.
- D'Adda, A. (2022). Danni «da robot» (specie in ambito sanitario) e pluralità di responsabili tra sistema della responsabilità civile ed iniziative di diritto europeo. *Rivista di diritto civile*, (5), 805-837.
- Di Gregorio, V., (2022). Intelligenza artificiale e robotica: profili di responsabilità civile in campo sanitario. *Danno e Responsabilità*, (1), 51-60.
- Finocchiaro, G. D. (2020). Intelligenza artificiale e responsabilità. *Contratto e impresa*, 36(2), 713-731.
- Gabrielli, E., Ruffolo, U., (2019). *Intelligenza artificiale e responsabilità*. *Giur. it.* numero unico.
- Palmerini, E., (2013). *The interplay between law and technology, or the Robolaw project in context, Law and technology. The challenge of regulating technological development*. Pisa.
- Pardolesi, R., & Arnaudo, L. (2023). Ecce robot. Sulla responsabilità dei sistemi adulti di intelligenza artificiale. *Danno e Responsabilità*, (4), 409-417.
- Perlingieri, C. (2015). L'incidenza dell'utilizzazione della tecnologia robotica nei rapporti civilistici. *Rassegna di diritto civile*, (4/2015), 1235-1246.
- Ruffolo, U., (2017). *Intelligenza artificiale e responsabilità*. Milano: Giuffrè.
- Salanitro, U. (2020). Intelligenza artificiale e responsabilità: la strategia della Commissione europea. *Rivista di diritto civile*, 66(6), 1246-1276.
- Sartor, G., (2022). *L'intelligenza artificiale e il diritto*. Torino: Giappichelli.

Platform Urbanism. **Per una città dove dati e cittadini si incontrino**

*Manuel Gausa, Nicola Valentino Canessa,
Emanuele Sommariva, Chiara Centanaro¹*

Abstract

La digitalizzazione dei servizi e l'implementazione di applicazioni che si basano sui Big Data stanno diventando una costante nel sistema della governance pubblica. A fine di migliorare le prestazioni e i tempi di risposta per i servizi al cittadino, molte amministrazioni stanno considerando l'adozione del concetto di Smart City attraverso l'uso di tecnologie per l'analisi dei dati.

Sempre più spesso, le città intelligenti stanno rendendo i loro dati disponibili al pubblico, creando la possibilità di gestione open-sourcing di alcuni dati analitici. Questo significa che i cittadini, sia dilettanti sia professionisti, possono accedere ai dati open-sourced e fornire intuizioni inaspettate.

La promessa della città intelligente dovrebbe essere più che hotspot WiFi e bidoni della spazzatura parlanti. Senza dubbio, l'ottimizzazione delle infrastrutture fisiche per fornire mobilità intelligente, servi-

¹ DAD, Dipartimento di Architettura, Università di Genova.

zi urbani intelligenti ed energia intelligente fa parte della storia della Smart city. Ma per essere degna di questo nome, una città intelligente dovrebbe anche utilizzare la tecnologia per promuovere un migliore processo decisionale.

Decisioni più intelligenti si ottengono utilizzando la scienza dei dati, la scienza comportamentale e la tecnologia digitale per consentire un processo decisionale migliore, meno centralizzato e più empiricamente informato. L'installazione di sensori che raccolgono dati per ottimizzare le prestazioni dei dispositivi fisici è parte di ciò che serve per realizzare la città intelligente. Percorrere l'ultimo miglio implica l'uso della tecnologia per attingere alla più grande risorsa della città: i suoi cittadini.

Keywords

progetto urbanistico, rigenerazione urbana, co-design, platform urbanism, data-citizen.

1. Introduzione

La città delle informazioni è una città ricca di dati. Capire e utilizzare questi dati è una delle sfide più interessanti per rendere la pianificazione delle nostre città qualcosa di più dinamico, ma anche più vicino alle esigenze in continuo mutamento della cittadinanza, non dimenticando la gestione dei rischi e la conservazione e valorizzazione del patrimonio naturale e culturale di cui sono fatti i nostri territori.

Come GIC-lab (gruppo di ricerca ufficiale del Dipartimento DAD, fondato nel 2010 da Manuel Gausa) abbiamo spesso indagato il rapporto tra città e nuove tecnologie, partendo dal progetto di ricerca, finanziato dalla Comunità Europea 'KA-AU' (Knowledge Alliance for Advanced Urbanism, www.ka-au.net), il progetto Resili(g)ence (Gausa M., 2020), per un approccio ai rischi urbani legato al concetto di resilienza + intelligenza (digitale e sociale), fino ad arrivare al progetto 'RAISE' (Robotics and AI for Socio-economic Empowerment) attual-

mente in corso e che vede coinvolti diversi Dipartimenti di UniGe, IIT e CNR.

La letteratura sull'argomento è vastissima e spesso di grande interesse per specifici casi studio, ma altrettanto spesso riguarda tematiche soprattutto informatiche legate alla gestione produzione dei dati, il che porta nell'immaginario collettivo a vedere i dati che la città produce come qualcosa di non davvero utilizzabile ai fini della pianificazione, ma più come qualcosa che serve a far funzionare le nostre città, ad esempio gestendo i semafori o informandoci sui ritardi degli autobus. Tutt'altro, i dati possono essere gestiti e selezionati per essere utilizzati per la pianificazione, per rendere le nostre città più evolute e dinamiche, per rispondere più velocemente alle esigenze dei propri cittadini.

L'altra considerazione che va fatta è che molti dei casi studio più interessanti non sono oggi in letteratura scientifica, ma sono piattaforme autonome, o di start-up innovative o di multinazionali che generano e gestiscono dati, e che quindi hanno la facilità e la convenienza di rendere questi dati più attrattivi, di più facile lettura e più fruibili e utilizzabili.

Questo è un po' il cuore del discorso, vedremo molteplicità di tipologie di dati e molteplicità di utilizzi, e l'utilizzo migliore che se ne può fare per la città è probabilmente usare un dato, magari mischiato a un altro, per qualcosa per cui non era stato pensato di rilevarlo.

Come dicevamo questo volume non può affrontare tutti gli argomenti in maniera esaustiva, quindi parte da una base di cinque testi chiave che fotografano aspetti precisi di questo contesto culturale e urbano.

Per capire come le città contemporanee possono essere rappresentate, abbiamo la ricerca di Ricky Burdett e Philipp Rode che nel 2018 pubblicano *Shaping Cities in an Urban Age* (Burdett, Rode, 2018) capitolo potremmo dire conclusivo di una sequenza di volumi *The Endless City* (2007), *Living in the Endless City* (2011) e *Transforming Urban Economies* (2013), che raccontano questa trasformazione della città come elemento dinamico raccontabile e appunto rappresentabile attraverso i dati.

Un quadro più chiaro dei ‘protocolli evolutivi’ della città e più in generale dell’architettura tra il 1990 e il 2020 lo troviamo all’interno del volume di Manuel Gausa e Jordi Vivaldi del 2021 *The threefold logic of advanced architecture* (Gausa, Vivaldi, 2021), che crea una vera e propria mappa evolutiva che si muove tra ‘conformative, distributive and expansive protocols’, con un interessantissimo quadro generale su come la progressione tecnologica ha portato allo scenario architettonico e urbano contemporaneo.

Rispetto al quadro generale della città contemporanea intesa come un luogo che già è in grado di recepire i dati e che guarda già al domani, sono due i libri ‘breviario’ da avere sottomano entrambi del 2017.

Da un lato *La città di domani* di Carlo Ratti e Matthew Claudel (Ratti, Claudel, 2017) che in una modalità molto discorsiva, aperta ad un pubblico ampio, sintetizza lavori sulla città digitale e sulle reti con lo scopo di ingaggiare il lettore a vedere le opportunità della città del futuro.

Dall’altro lato *Augmented City* di Maurizio Carta (Carta, 2017) che illustra le dieci sfide della città aumentata, che guardano non solo alla città dei dati, ma anche ai componenti necessari ad aumentare il potenziale innovativo e creativo della città, in modo che possa agire da piattaforma abilitante delle capacità umane, acceleratore di empowerment e moltiplicatore di capitale umano.

In ultimo, per non perdere l’orizzonte della città e non dimenticare tutti gli aspetti e le sfaccettature che la compongono e non pensare che la città intelligente debba essere per forza o solo la città dei dati, risulta molto interessante il testo del 2001 *Principles of Intelligent Urbanism* di Christopher C. Benninger (Benninger, 2001), che con i suoi dieci principi (natura, tradizione, tecnologie appropriate, convivialità, efficienza, scala umana, matrici di opportunità, integrazione regionale, bilanciamento dei movimenti e trasparenza istituzionale) ci mostra le città, anche quelle dei dati, come un luogo potenzialmente ‘felice’.

Questi sono cinque capisaldi da utilizzare come ancore in questo viaggio, per non perdere troppo la rotta, in un mare burrascoso pieno di dati e informazioni.

Nel volume vedremo, oltre a un inquadramento generale, ambiti specifici in cui di dati generati o collezionati possono diventare risorsa importantissima per leggere e capire la città da un lato e dall'altro per sviluppare nuovi progetti e nuove verifiche urbane.

2. Urban Platform. Strumenti per la partecipazione urbana

Sempre più spesso, le città intelligenti stanno rendendo i loro dati disponibili al pubblico, creando la possibilità di gestione open-sourcing di alcuni dati analitici. Questo significa che i cittadini, sia dilettanti sia professionisti, possono accedere ai dati open-sourced e fornire intuizioni inaspettate.

L'avvento dei social network, come Facebook, Google+ e renren.com, e l'emergere di applicazioni di comunicazione per telefoni cellulari, come WhatsApp, hanno cambiato il modo in cui le persone comunicano, in particolare nei paesi con un'alta diffusione di Internet.

Allo stesso modo questi strumenti di comunicazione hanno il potenziale per modellare la pianificazione (urbana) ora e nel prossimo futuro. In particolare, il requisito della partecipazione pubblica nei processi di pianificazione potrebbe beneficiare del coinvolgimento delle persone attraverso i social network, ovviamente nei limiti di riuscire a produrre una vera partecipazione attiva e non solo ostativa.

È interessante notare, da un lato, che i ricercatori in 'Participatory GIS' (PGIS) hanno da tempo sviluppato ed esplorato approcci basati sul web alla partecipazione pubblica; tuttavia, le agenzie che vogliono o sono obbligate per legge a raccogliere e considerare l'opinione pubblica come parte del loro processo decisionale hanno raramente adottato, e tanto meno implementato, questi GIS partecipativi basati sul web, probabilmente a causa degli investimenti economici da sostenere.

D'altra parte, le città hanno recentemente riconosciuto le possibilità che gli strumenti di feedback basati sul web offrono; in particolare per quanto riguarda le città sicure e pulite, come dimostra l'adozione di piattaforme come l'internazionale fixmystreet.org, il tedesco 'Maerker' (maerk-er.brandenburg.de).

Tuttavia, solo una piccola parte delle agenzie e dei dipartimenti di pianificazione delle principali città globali ha esplorato le possibilità che si aprono quando si utilizzano i social network per la partecipazione alle attività di pianificazione (Harcourt, 2015). Questo è curioso vista l'esperienza che hanno avuto gli attivisti politici, che hanno adottato i social network per promuovere la loro causa, o che ha avuto la polizia, utilizzando i social network per aiutare le indagini sul crimine soprattutto all'estero.

Probabilmente le piattaforme più ampiamente adottate per l'impegno del Web 2.0 (oggi ormai forse 3.0 o 4.0) tra città e agenzie con un focus spaziale/mappa sono state Ushahidi.com, una piattaforma partecipativa di informazione sulle crisi, fixmystreet.com, e shareabouts.org per la segnalazione della sicurezza stradale e l'assegnazione di parcheggi per biciclette. Aggiungiamo a questa lista la più recente piattaforma nordamericana MindMixer che permette di discutere questioni di pianificazione con i cittadini o Communitymatters.org che offre una lista abbastanza completa di strumenti web per il coinvolgimento pubblico online.

Potremmo dire che le piattaforme legate alla pianificazione si suddividono così:

- pagine web per informare le persone sulle attività di pianificazione;
- piattaforme per la segnalazione di problemi da parte dei cittadini;
- social network generici che permettono ai vicini di discutere e organizzarsi;
- piattaforme che si concentrano sul porre domande ai cittadini su questioni di pianificazione (con domande poste dal governo della città).



Fig. 8. Sperimentazione alla ex-Caserma Gavoglio a Genova della urban data platform SuperBarrio.

In generale molti sono gli esempi di strumenti di partecipazione attiva digitale, con visualizzazioni 3D (es. SuperBarrio-IAAC, Istituto di Architettura Avanzata di Catalunya, Fig. 8, con cui nel caso genovese sulla Caserma Gavoglio ha collaborato anche il GIC-Lab), o con Doodle al posto dei questionari cartacei, o semplicemente con documentazione on-line facilmente reperibile.

I bisogni di ricerca, in particolare da una prospettiva tecnica per quello che viene comunemente chiamato *e-planning*, sono verso strumenti di supporto all'utente (educazione), progettazione/visualizzazione dell'interfaccia utente, modelli e metriche di valutazione, strumenti per pianificare scenari, strumenti di votazione ed esportazione dei giudizi e infine strumenti *mobile* (Canessa, 2021).

3. Cittadini sensorizzati e sensibili.

L'aumento delle piattaforme di dati urbani apre la possibilità di potenziare tutti i partecipanti agli ecosistemi delle città per contribuire alla tripla linea di fondo di una città: sociale, ambientale ed economica.

Una città che sta attualmente implementando la sua piattaforma di dati urbani è Rotterdam dove stanno costruendo un cosiddetto 'gemello digitale' ampio a tutta la città che permetterà a diversi soggetti interessati di impegnarsi in nuovi modi nella gestione ma anche nella collaborazione territoriale. Per esempio, i cittadini saranno autorizzati a co-progettare la città con gli urbanisti, che possono testare idee, possibilità e altro nella piattaforma. Gli ingegneri saranno in grado di uti-

lizzare il gemello digitale per visualizzare le infrastrutture sotterranee, mentre lavorano sul campo. E molti altri casi d'uso sono previsti per la piattaforma di dati urbani e il gemello digitale.

Una città diventa più intelligente solo se tutti questi dati e analisi si traducono in decisioni e risultati migliori per i residenti, che in qualche modo rispondono come una sorta di intelligenza collettiva. Gruppi di persone, tra cui famiglie, eserciti e team di lavoro, hanno sempre esibito vari gradi di intelligenza collettiva. Questa si manifesta anche nei gruppi di animali: sciami di insetti e stormi di uccelli sono capaci di aggregare le informazioni raccolte dai singoli membri del gruppo per trovare cibo e luoghi di nidificazione.

Thomas Malone, il fondatore del MIT Collective Intelligence Center (Van der Aalst, Hinz, Weinhardt, 2019), sottolinea spesso che la tecnologia Internet permette nuove forme di intelligenza collettiva che erano impossibili solo pochi decenni fa. Wikipedia è un esempio ben noto: un prodotto ampio, letteralmente enciclopedico, prodotto da migliaia di individui dispersi che operano con un controllo centrale minimo. È una forma potente di intelligenza collettiva, ma ancora guidata da azioni manuali.

Il mondo automatizzato dell'Internet of Things (IoT) ci permette di portare il punto ancora più avanti. I cittadini dotati di telefoni cellulari in grado di catturare, trasmettere e ricevere informazioni formano un balletto digitale da marciapiede, contribuendo con bit localizzati di conoscenza, idee e opinioni che portano a decisioni più intelligenti.

Un esempio classico è l'applicazione di navigazione Waze, dove, condividendo attivamente le segnalazioni attraverso l'app o semplicemente tenendola aperta durante la guida, gli utenti mappano il traffico in tempo reale, individuando congestioni, misuratori di velocità, incidenti e altri pericoli. I guidatori devono solo aprire l'app e inserire la loro destinazione, e il sistema attinge a questa conoscenza dalla folla, guidando ogni utente verso il miglior percorso possibile. I flussi di informazioni bidirezionali abilitati dal cloud computing e

dalla tecnologia mobile permettono ai conducenti di auto-organizzarsi in un modo che era impossibile anche solo pochi anni fa. Come gli uccelli in uno stormo, le auto e i conducenti connessi all'IoT ora mostrano abitualmente un alto grado di intelligenza collettiva (Barns, 2018).

Il vero potere della tecnologia è la sua capacità di facilitare il processo di co-creazione.

La tecnologia non solo permette la raccolta di dati dai cittadini connessi ma offre anche nuovi modi di raccogliere idee e opinioni per ottenere una forma letterale della 'saggezza delle folle'. I sondaggi Wiki, che si evolvono in base agli input di chi risponde, sono un primo esempio. I sondaggi Wiki sono adattabili, in quanto suscitano nuove possibili risposte al sondaggio da parte dei partecipanti. Di conseguenza, è possibile, e in effetti abbastanza comune, che 'risposte' che non erano venute in mente ai progettisti del sondaggio arrivino in cima alla lista.

La città di New York ha lanciato il suo primo sondaggio wiki nell'ottobre 2010 in concomitanza con una serie di incontri comunitari durante la preparazione di 'PlaNYC 2030', un piano di sostenibilità per tutta la città. I funzionari della città hanno posto una domanda: «Quale pensi sia un'idea migliore per creare una New York più verde e più grande?» Hanno seminato il sondaggio con 25 possibili risposte. Nel corso di circa quattro mesi, 1.436 intervistati hanno contribuito con 31.893 risposte e 464 nuove idee, tra cui otto delle prime dieci idee classificate. Solo due delle prime dieci erano tra le idee iniziali.

Man mano che si condividono più dati, l'intelligenza collettiva può dare potere a tutti, dai funzionari comunali ai singoli cittadini, dai gruppi civici alle università. Le città possono aumentare le opportunità di questa intelligenza collettiva usando la tecnologia IoT per raccogliere più dati e rendendo disponibili più dati pubblici in forma utilizzabile.

4. Conclusioni

La promessa della città intelligente dovrebbe essere più che hotspot WiFi e bidoni della spazzatura parlanti. Senza dubbio, l'ottimizzazione delle infrastrutture fisiche per fornire mobilità intelligente, servizi urbani intelligenti ed energia intelligente fa parte della storia della Smart city. Ma per essere degna di questo nome, una città intelligente dovrebbe anche utilizzare la tecnologia per promuovere un migliore processo decisionale.

Con il GIC-lab in questi anni abbiamo avuto modo di sperimentare processi, metodi e prototipi di elementi sensorizzati, al fine di far dialogare lo spazio pubblico e i cittadini in una trasformazione urbana più consapevole, con un passaggio da una città sensorizzata a una città sensibile, combinando intelligenza artificiale e sociale.

Decisioni più intelligenti si ottengono utilizzando la scienza dei dati, la scienza comportamentale e la tecnologia digitale per consentire un processo decisionale migliore, meno centralizzato e più empiricamente informato. L'installazione di sensori che raccolgono dati per ottimizzare le prestazioni dei dispositivi fisici è parte di ciò che serve per realizzare la città intelligente. Percorrere l'ultimo miglio implica l'uso della tecnologia per attingere alla più grande risorsa della città: i suoi cittadini.

Questo significa spostare l'attenzione dai piani top-down per ottimizzare le infrastrutture fisiche e assicurarsi di includere le persone nel modello di Smart city. Dopo tutto, l'obiettivo finale è quello di rendere la città un posto migliore in cui vivere, non solo un fornitore più efficiente di infrastrutture.

Da un lato quindi le piattaforme dei dati urbani sono strumenti che sono davvero propri della Smart city, perché servono alla gestione e alla collezione di informazioni, ma dall'altro le vere piattaforme interessanti sono quelle di partecipazione dei cittadini che possono da un lato essere attive costantemente per la segnalazione dei problemi selezionati e dall'altro essere attivate come strumento urbanistico in certe fasi decisorie di trasformazione urbana.

5. Attribuzioni

Il lavoro di ricerca è stato condotto all'interno di uno dei filoni di ricerca del GIC-lab.

Sebbene il paper sia frutto di una riflessione condivisa degli autori si riporta la seguente attribuzione: 1 è da attribuirsi a Manuel Gausa, 2 è da attribuirsi a Nicola Canessa e Chiara Centanaro, 3 è da attribuirsi a Emanuele Sommariva, 4 è da attribuirsi a Emanuele Sommariva e Chiara Centanaro.

Bibliografia

- Barns, S. (2018). *Smart city and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance*, in *City, Culture and Society*, 12, pp. 5-12.
- Benninger, C. (2001). *Principles of Intelligent Urbanism*, in *Ekistics*, 412, pp. 39-65.
- Burdett, R., Rode, P. (2018). *Shaping Cities in an Urban Age*, Phaidon.
- Canessa, N. (2021). *Data City. Nuove tecnologie per la pianificazione della città*, Listlab.
- Carta, M. (2017). *Augmented City. A paradigm shift*, Listlab.
- Gausa, M., Vivaldi, J. (2021). *The threefold logic of advanced architecture*, Actar D.
- Gausa, M. (2020). *Resili(g)ence. Smart city / Resilient Landscape*, Actar D.
- Harcourt, B. (2015). *Exposed: Desire and Disobedience in the Digital Age*, Harvard University Press.
- Ratti, C., Claudel, M. (2017). *La città di domani. Come le reti stanno cambiando il futuro urbano*, Einaudi.
- Van der Aalst, W., Hinz, O., Weinhardt, C. (2019). *Big Digital Platforms. Growth, Impact, and Challenges*, in *Baus Inf. Syst. Eng.*, 1, pp. 645-648.

Le Dashboard urbane per la Smart governance. Il caso Controllo Dinamico

Paola Dameri, Monica Bruzzone¹

Abstract

Nella città attuale assumono valenza via via più significativa framework e dashboard, come strumenti innovativi che consentono di monitorare l'evoluzione della città nei settori chiave di sviluppo e supportare le strategie di governance. La necessità di interpretare la città attraverso i dati parte dal presupposto che la maggior parte dei fenomeni e delle azioni trasformative che la interessano non sono misurabili in maniera diretta, ma possono essere compresi attraverso indicatori. Nell'anno 2019 il Comune di Genova, attraverso l'Action Plan 2030, ha avviato con il Dipartimento di Economia dell'Università di Genova un progetto di ricerca per la costruzione di una dashboard di monitoraggio urbano finalizzato a supportare la governance cittadina. Obiettivo principale della ricerca è la costruzione di un modello replicabile, robusto, flessibile e trasparente, adeguato sia a monitorare le dinamiche evolutive della città, sia a orientare le scelte strategiche di governance urbana, analizzando i diversi settori non solo verticalmente, a partire da una

¹ DIEC, Dipartimento di Economia, Università di Genova.

tradizionale suddivisione in ambiti disciplinari, ma anche trasversalmente, misurando il peso che i diversi temi strategici hanno su alcune nozioni e concetti che orientano le policy internazionali.

Keywords

City Dashboard, Framework, Governance Urbana.

1. Premessa

La città attuale è un organismo multidimensionale in cui convergono e interagiscono una pluralità di fenomeni, processi e soggetti, interni ed esterni (Huang et al, 2009). Tale complessità cresce parallelamente allo sviluppo urbano e rende progressivamente più difficile leggere e interpretare con modalità tradizionali i processi di sviluppo. Emerge pertanto il bisogno di produrre strumenti innovativi per supportare la lettura e l'implementazione della Smart city, sia se si privilegia un approccio trasversale, che considera la città come fenomeno composto da una molteplicità di aspetti che agiscono simultaneamente, sia quando si prende in considerazione l'evoluzione nel tempo delle tematiche strategiche. Lo stesso approccio può essere utilizzato anche per analizzare la città come organismo composto da parti caratterizzate, che assecondano un modello di sviluppo policentrico.

Dagli anni novanta, dopo la 'Dichiarazione di Rio sull'ambiente e lo sviluppo' (ONU, 1992; Innes and Booher 2000; Holden 2006; Behn 2014; Kitchin et al. 2015), per analizzare e comprendere la pluralità di processi che impattano sulla città e sui suoi abitanti si ricorre all'uso di dati, indicatori e descrittori. Molti fattori che incidono sul fenomeno urbano non possono infatti essere misurati in maniera diretta, ma vanno compresi indirettamente, utilizzando dati che calcolano la portata dei fenomeni a partire dagli impatti che questi generano in settori misurabili (Borsekova et al., 2018; Lazaroiu & Roscia, 2012). Negli ultimi anni si assiste a un incremento significativo nella produ-

zione teorica dei frameworks, che alimentano urban dashboard e urban platform, strumenti che hanno lo scopo di organizzare e aggregare dati mediante strumenti informatici che favoriscono letture trasversali e interpretazioni della realtà urbana. Anche se a oggi mancano definizioni condivise, si parla comunemente di framework per definire le architetture logiche che organizzano e aggregano i dati, in modo da facilitare la comprensione della città e favorire processi governance che rispondono alle sue reali necessità (Bruzzone, Dameri, De Martini, 2021). Si parla di invece di dashboard per definire le piattaforme informatiche che danno concretezza alla costruzione teorica dei framework, si sviluppano in parallelo con la crescita del settore IT e, mediante l'applicazione di algoritmi complessi (e più di recente anche grazie a strumenti di Intelligenza Artificiale), permettono di visualizzare i dati e interagire con essi per interrogarli e ricombinarli, con l'obiettivo di generare nuova conoscenza sulla città attuale (Dameri, 2017). La letteratura scientifica conferma come l'adozione di tali strumenti sia particolarmente utile per analizzare le dinamiche evolutive della città intesa come organismo unitario e plurale, che evolve nel tempo. Tuttavia, nella prassi, l'utilizzo di questi strumenti non è ancora sufficientemente diffuso e raramente si diventa supporto concreto alle scelte di governance o alla partecipazione attiva dei cittadini (Dameri, 2017; Ortega-Fernandez et al. 2020).

2. Il progetto Controllo Dinamico

‘Controllo Dinamico’ è un progetto di Urban dashboard che vuole proporre un modello innovativo sia per l'approccio teorico adottato sia per la duplice finalità che si pone: controllare e monitorare le dinamiche evolutive della città e supportare la governance. Il suo sviluppo deriva da un progetto di ricerca applicata nell'ambito del protocollo d'intesa tra Direzione Sviluppo Economico del Comune di Genova e Dipartimento di Economia dell'Università di Genova, in attuazione alla Strategia Lighthouse-Genova città Faro, a partire da due orizzonti

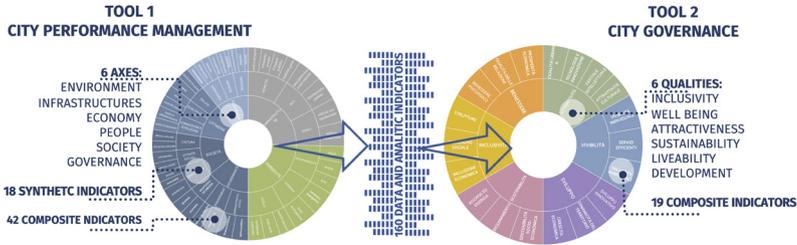


Fig. 9. Il Framework Controllo Dinamico (fonte: elaborazione degli autori)

temporali di previsione: il medio termine delineato dall'Agenda per il 2030 e il lungo periodo che ha come obiettivo la riduzione di emissioni di CO₂ orientata al 2050.

Il progetto è concepito e sviluppato sia nella parte teorica sia negli strumenti metodologici, dall'Università di Genova, che, d'intesa con l'Ente pubblico, ha anche supportato le fasi di implementazione del modello informatico e validato la piattaforma digitale sviluppata dal partner tecnologico. Controllo Dinamico è un progetto stratificato, che ha richiesto un approccio articolato in 5 fasi: 1. la ricerca scientifica 2. l'analisi del contesto urbano di riferimento: Genova 3. l'elaborazione del framework teorico e del modello di aggregazione dei dati 4. l'implementazione del dataset 5. e infine la realizzazione di una piattaforma informatica intuitiva e accessibile, sia da parte dei tecnici sia dei decisori politici.

1. Il primo step di ricerca parte dall'analisi della letteratura scientifica, dallo studio dei framework teorici e delle dashboard urbane, elaborati da enti, istituti di ricerca e organismi internazionali quali ad esempio OECD, ONU, Worldbank etc. Lo studio è orientato a individuare punti di forza e di debolezza che qualificano i migliori casi internazionali di Dashboard, elaborate sia per monitorare le dinamiche evolutive della città, sia per supportare le strategie di governance locale, in ottica di trarre modelli replicabili.

2. Il secondo step di analisi di contesto, sviluppato in stretta collaborazione con l'Ente, pone al centro dell'interesse le specificità e unicità della città di Genova, organismo urbano a forte vocazione policentrica,

indagando le sue esigenze alla scala della città, ma anche alle dimensioni dei quartieri. Lo studio prova a colmare una lacuna che, come si vedrà nel successivo capitolo 3, è stata riscontrata nella letteratura scientifica internazionale, che spesso trascura la scalabilità dei modelli (Dameri Bruzzone, 2023). La città di Genova è stata pertanto analizzata a partire dalle diverse dimensioni spaziali (la città, i municipi, le ex circoscrizioni), e con una profondità temporale di cinque anni, ritenuta coerente con l'obiettivo di riscontrare le dinamiche evolutive di fenomeni significativi e gli impatti prodotti dall'attivazione delle policies urbane. In questa fase si è scelto di applicare un modello innovativo, che ha integrato l'approccio top-down, più diffuso nei casi applicativi internazionali, anche in quanto incentrato sul punto di vista del committente, con l'approccio bottom-up, avvalorato dalla letteratura scientifica, ma ancora scarsamente applicato. Controllo Dinamico ha giovato dell'attivazione di tavoli di confronto attivati dall'Ente, tra tecnici, professionisti e rappresentanti della cittadinanza attiva, che hanno consentito di individuare ed esplorare tematiche critiche e dimensioni prevalenti della città, integrando il punto di vista dell'ente con una pluralità ben organizzata di bisogni e di istanze.

3. Il terzo step di costruzione del framework e del modello teorico ha messo a sistema le caratteristiche funzionali delle migliori Dashboard analizzate con le caratteristiche strutturali e i bisogni specifici di Genova, emersi dalle indicazioni dell'Ente e dai tavoli tematici. Da tale approccio è stato concepito uno strumento fortemente innovativo, che ha utilizzato i modelli internazionali in maniera non neutrale, ma adeguandoli alle esigenze e caratteristiche rilevate nella città di Genova. Dall'approccio integrato top-down e bottom-up, sono stati identificati sei settori disciplinari, intesi come strutture verticali quantitative per la comprensione della città, di maggiore interesse per fotografare lo stato lo stato attuale di Genova e per monitorarne l'evoluzione. Tali sei ambiti, definiti 'Assi', sono l'ambiente, le infrastrutture, l'economia, la governance, le persone e la società. Inoltre, sono stati definiti sei settori strategici, considerati come strutture trasversali qualitative, necessarie a

riscontrare gli obiettivi delle policies locali nel medio e lungo periodo. Questi sei ambiti, definiti 'Qualità', sono l'inclusività, il benessere, l'attrattività, la vivibilità, la sostenibilità, lo sviluppo. Assi e Qualità configurano i punti di partenza per la costruzione del framework teorico che può essere considerato un *unicum* nel panorama internazionale in quanto si compone di due strumenti paralleli e complementari.

Il primo strumento (Assi) monitora la città aggregando in maniera tematica dati e indicatori, per osservare le dinamiche evolutive della città nel tempo, con l'obiettivo di confrontare la situazione di Genova rispetto alle altre undici città italiane con una popolazione superiore ai 250.000 abitanti. Il secondo strumento (Qualità) nasce come supporto alla governance urbana, per esaminare nel dettaglio il raggiungimento progressivo degli obiettivi politici di medio e lungo termine, verificandone l'andamento negli anni e misurando i risultati dell'applicazione delle policies nell'arco di tempo esaminato. Anche in questo caso la struttura è impostata sul *benchmarking* tra i dodici Grandi Comuni italiani.

4. Le caratteristiche del framework alla base di Controllo Dinamico puntano all'eccellenza in alcuni dei settori chiave rilevati nelle dashboard. Il primo riguarda la robustezza del modello, ossia la capacità del database di essere completamente implementato con dati disponibili: un fattore qualitativo ritenuto particolarmente significativo per dare funzionalità al progetto. I dati sono ulteriormente selezionati con attenzione a garantire profondità temporale e capacità di confronto tra le dodici città. La trasparenza e neutralità dei dati conferisce ulteriore solidità allo strumento che si basa sulla selezione di fonti accreditate e istituzionali, e sceglie di impiegare solo open-data, ritenuti maggiormente trasparenti in quanto facilmente verificabili. Con tali criteri sono stati selezionati i 160 indicatori alla base del framework. Dati e indicatori, opportunamente ricombinati e aggregati, alimentano i due framework paralleli che permettono sia di generare conoscenza sulla città, sia di eseguire il *benchmarking* tra città. La prima parte del framework sono gli Assi, che aiutano il monitoraggio della città e la seconda parte sono le Qualità che supportano i processi decisionali dell'ente pubblico. L'elaborazione

degli indicatori compositi e sintetici, che implementano le due anime del framework e il metodo di calcolo utilizzato per la loro aggregazione, sono strategici nella costruzione della dashboard e propedeutici alla successiva fase operativa del progetto: lo sviluppo dello strumento informatico. Il modello dati implementato dall'Università si compone quindi di una matrice di 160 indicatori analitici per cinque anni per dodici città, che configura un sistema di indicatori compositi e sintetici delineando una mappa articolata (cfr paragrafo 3). L'implementazione costante del dataset è eseguita annualmente dal Centro Studi Statistici del Comune di Genova e validata scientificamente dall'Università. In questa fase sono state verificate tutte le fonti dati, sono stati contattati gli enti di ricerca ed elaborazione dei dati e degli indicatori e si è proceduto a popolare la matrice di 160 indicatori per cinque anni per dodici città, individuando proxy per i pochissimi dati non disponibili, sia pure adottando algoritmi di interpolazione per popolare alcuni dati omessi o lacunosi, per alcune serie temporali o per alcune città.

5. Il quinto e ultimo step di sviluppo della piattaforma informatica e costruzione dell'interfaccia digitale d'uso, è stato elaborato dal partner tecnologico, ossia l'azienda Liguria Digitale, e validato scientificamente dall'Università di Genova. Tale fase ha recepito sia il dataset sia il metodo di calcolo sviluppati dall'Università per aggregare i dati e li ha applicati al database che ha così raggiunto un livello di implementazione pari al 100%, conseguendo anche in questo caso un risultato difficilmente raggiunto nei framework esaminati in ambito internazionale. Inoltre, la struttura della dashboard, rispecchiando i due strumenti elaborati dal framework, ha permesso di elaborare uno strumento basato su un doppio registro, ossia che da un lato monitora la città di Genova, il suo andamento assoluto e in confronto con gli altri Grandi Comuni italiani, e dall'altro affronta trasversalmente i temi di policy, permettendo di approfondire le dinamiche evolutive della città nel tempo, in maniera flessibile e interoperabile.

La metodologia applicata nei vari step del processo progettuale ha permesso di conseguire alcuni risultati significativi. In particolare, la

ricerca scientifica propedeutica alla progettazione ha portato a un avanzamento sullo stato dell'arte in merito alla definizione dei framework come strumenti per il monitoraggio e la governance, sia rispetto alla definizione di urban dashboard, che si compone di indicatori analitici e sintetici organizzati in maniera gerarchica, sui quali è possibile operare confronti, per giungere a definire indici di sintesi.

3. L'analisi scientifica. Stato dell'arte e fondamenti culturali

L'analisi dello stato dell'arte nella produzione delle Urban dashboard è stato ritenuto indispensabile a comprendere la reale efficacia degli strumenti informatici di visualizzazione e di lettura della città, e per favorire il loro uso operativo, facendo tesoro dei punti di forza individuati nei migliori casi internazionali, e mettendo in atto strategie per superare le criticità rilevate. L'analisi di 78 paper scientifici elaborati negli ultimi dieci anni, tratti dal database della ricerca scientifica 'Scopus', insieme all'osservazione di oltre trenta urban dashboard elaborate da enti di ricerca, Università, centri di ricerca e istituzioni di comprovata autorevolezza a livello internazionale, ha permesso di comprendere con maggiore evidenza il ruolo e le caratteristiche delle dashboard come strumenti di monitoraggio e gestione. Una più mirata selezione di 21 casi, effettuata a partire da criteri scientifici (Dameri Bruzzone, 2023), è stata esaminata nel dettaglio grazie a una matrice basata sui quattro elementi costitutivi delle dashboard: l'architettura del framework; gli strumenti applicativi; le caratteristiche dei dati e la capacità di implementazione; infine, i destinatari e gli obiettivi dello strumento.

I risultati della ricerca hanno permesso di accertare l'utilità delle dashboard quali strumenti informatici innovativi che evolvono di pari passo con lo sviluppo delle IT, per offrire una conoscenza stratificata della città, fornendo consapevolezza sul livello di crescita raggiunto e sui trend di sviluppo rilevati. Rapportando la pro-

duzione scientifica all'indagine sulle dashboard urbane, si rilevano tuttavia alcune distanze ancora da colmare tra l'approccio teorico e la realtà degli strumenti esaminati. Ad esempio, i paper scientifici accentuano il ruolo dell'engagement dei cittadini sia come destinatari sia come risorse nelle fasi di co-progettazione, mentre, nei casi esaminati, è raro riscontrare il coinvolgimento attivo della cittadinanza, soprattutto nei momenti ideativi e nell'implementazione partecipata del modello. Inoltre, nei documenti scientifici e nella reportistica, emerge come molte dashboard, per quanto dotate di framework solidi e dotati di piattaforme innovative, risultino difficili da implementare con dati reali. La letteratura favorisce una selezione qualitativamente rilevante di dati affidabili, robusti, raccolti da fonti autorevoli, incoraggiando modelli caratterizzati da profondità spaziale che consentono la lettura evolutiva dei fenomeni e la scalabilità territoriale. Quest'ultima può fornire infatti elementi rilevanti per implementare i modelli di città policentrica. Tuttavia nella realtà, molti strumenti, pur basandosi su indicatori interessanti, non investono risorse nel popolamento dei dati, rendendo difficile l'implementazione del modello nel tempo e limitandone pertanto l'utilizzo.

4. Le caratteristiche del modello teorico. L'unicità del Framework Controllo Dinamico

Le fasi di progettazione del modello sono meritevoli di approfondimento per argomentare l'unicità di Controllo Dinamico come strumento innovativo sia per l'obiettivo pratico di misurare e confrontare verticalmente e trasversalmente la città, sia per la struttura adottata, che incoraggia un impiego flessibile e interattivo dei dati. Una tale complessità, tuttavia, se da un lato è efficace per superare lo strumento statico dei ranking, dall'altro può generare confusione nella lettura.

ASSE STRATEGICO	CATEGORIA (indicatori sintetici liv. 2)	TEMA (indicatori sintetici liv. 1)	
A. AMBIENTE	A.1 Suolo	A.1.1 Ambiente costruito	
		A.1.2 Aree verdi	
		A.1.3 Eventi estremi	
	A.2 Energia	A.2.1 Fonti energetiche	
		A.2.1 Consumo energetico	
	A.3 Inquinamento	A.3.1 Aria	
		A.3.2 Acqua	
	B. INFRASTRUTTURE	B.1 Edifici	B.1.1 Edilizia residenziale
			B.1.2 Edilizia non residenziale
B.2 Reti		B.2.1 Distribuzione utilities	
		B.2.2 Telefonia e internet	
B.3 Mobilità		B.3.1 Mobilità green	
		B.3.2 Trasporti pubblici	
		B.3.3 Trasporto privato	
		B.3.4 Porti e Aeroporti	
C. ECONOMIA		C.1 Persone	C.1.1 Reddito
	C.1.2 Disagio Economico		
	C.1.3 Lavoro		
	C.2 Imprese	C.2.1 Solidità	
		C.2.2 Competitività	
		C.2.3 Innovatività	
	C.3 Territorio	C.3.1 Tessuto imprenditoriale	
		C.3.2 Dinamicità economica	
		C.3.3 Innovazione	
D. CITTADINI	D.1 Formazione e istruzione	D.1.1 Livello di alfabetizzazione	
		D.1.2 Livello di istruzione	
	D.2 Salute	D.2.1 Condizioni di Salute	
		D.2.2 Sanità	
	D.3 Qualità della vita	D.3.1 Abitare	
		D.3.2 Work-life balance	

E. SOCIETÀ	E.1 Demografia	E.1.1 Popolazione
		E.1.2 Densità
		E.1.3 Sostenibilità
	E.2 Cultura	E.2.1 Offerta culturale
		E.2.2 Domanda culturale
	E.3 Attività Sociali	E.3.1 Volontariato
		E.3.2 Attività Civiche
F. GOVERNANCE	F.1 Amministrazione civica	F.1.1 Finanza pubblica
		F.1.2 Spesa pubblica
	F.2 Engagement	F.2.1 Engagement politico
		F.2.2 Fiducia dei cittadini
	F.3 Giustizia e sicurezza	F.3.1 Giustizia
		F.3.2 Sicurezza

Tabella 2. La struttura gerarchica del framework Controllo Dinamico (fonte: elaborazione degli autori).

La selezione dei 160 indicatori analitici, in coerenza con le definizioni dell'European Environment Agency (Frederiksen, Kristensen, 2008), identifica i valori rappresentativi dei fenomeni da studiare. La selezione degli indicatori ha tenuto in considerazione i dati adeguati a confrontare gli obiettivi di crescita di Genova, con le prestazioni degli altri undici Grandi Comuni, offrendo una profondità temporale all'indagine, riferita al periodo 2016-2022. Inoltre tutti gli indicatori sono popolati. Questa scelta, se da un lato ha indebolito il modello teorico, costringendo a escludere alcuni indicatori significativi, ma che non garantivano l'implementazione totale del framework, d'altro canto si è rivelata uno dei punti di unicità, in quanto soddisfa l'esigenza di funzionalità, giungendo a un livello qualitativo raramente riscontrato nella letteratura scientifica e nei casi analizzati.

Nella successiva fase il framework si è concentrato sull'esame della città in modalità trasversale, in modo da osservare la sua l'evoluzione e i livelli di crescita rispetto alle strategie urbane applicate dal Comune di Genova e orientate al 2030 e al 2050. Con questo

scopo i 160 indicatori di partenza sono stati nuovamente aggregati seguendo un diverso criterio. Questo descrive la crescita di Genova a partire da sei Qualità, che la città è chiamata a implementare nel medio e lungo periodo seguendo le indicazioni delle agende internazionali. Tali qualità stabilite dalla Strategia dell'Ente (Lighthouse city, 2018), sono: l'attrattività, la vivibilità, lo sviluppo, la sostenibilità, l'inclusività, il benessere. Ogni qualità è stata a propria volta articolata in 19 indicatori sintetici, ognuno dei quali è alimentato da un subset di dati o di indicatori analitici opportunamente ricombinati, come evidenziato in Tabella 3.

QUALITÀ URBANA	INDICATORI SINTETICI
1. ATTRATTIVITÀ	1.1 Qualità Urbana
	1.2 Tecnologie e Innovazione
	1.3 Capitale Intellettuale
	1.4 Attrattività Culturale
2. VIVIBILITÀ	2.1 Vivibilità Individuale
	2.2 Servizi Efficienti
	2.3 Salubrità Ambientale
3. SVILUPPO	3.1 Sviluppo Innovativo
	3.2 Dinamicità del Territorio
	3.3 Crescita Economica
4. SOSTENIBILITÀ	4.1 Risorse ed Energia
	4.2 Inquinamento
	4.3 Sostenibilità Socio-Economica
5. INCLUSIVITÀ	5.1 Strutture
	5.2 Inclusione Sociale
	5.3 Inclusione Economica
6. BENESSERE	6.1 Prosperità Economica
	6.2 Qualità delle Relazioni
	6.3 Benessere Psicofisico

Tabella 3. Controllo Dinamico. Il Framwork per la Governance (fonte: elaborazione degli autori).

L'aver definito due strumenti all'interno di Controllo Dinamico rappresenta una novità assoluta nel panorama delle dashboard urbane. La definizione degli Assi delinea le dimensioni strategiche comuni a tutte le città. La definizione delle Qualità invece segue le linee politiche definite dal governo urbano e peculiari della città analizzata. Questo doppio livello di analisi permette di superare una delle principali debolezze riscontrate nei case study analizzati, ovvero la rigidità. Controllo Dinamico invece, grazie alla possibilità di analizzare gli stessi indicatori secondo due criteri diversi, garantisce uno strumento capace di garantire l'osservazione dei fenomeni, ma anche di supporto alle decisioni politiche. Inoltre, alcune caratteristiche del framework, dall'approccio misto top-down e bottom-up, alla scalabilità, alla capacità di attivare un confronto dinamico che supera la staticità dei ranking, concorrono all'innovatività scientifica del modello.

Bibliografia

- Barns, S. (2018). *Smart city and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance*. City, culture and society, 12, pp. 5-12.
- Behn, R. D. (2014). *The PerformanceStat Potential: A Leadership Strategy for Producing Results*. Brookings Institution Press.
- Borsekova, K., Koróny, S., Vaňová, A., & Vitálišová, K. (2018). *Functionality between the size and indicators of smart city: A research challenge with policy implications*. Cities, 78, pp. 17-26.
- Bruzzone, M., Dameri, R. P., & Demartini, P. (2021). *Resilience reporting for sustainable development in cities*. Sustainability, 13(14), 7824.
- Dameri, R. P. (2017). *Urban smart dashboard. Measuring Smart city performance*, in Dameri R.P., *Smart city Implementation: Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems*, Springer International, pp. 67-84.
- Dameri, R., & Bruzzone, M. (2024, June). *A Bidirectional Research Method to Design a Smart City Evaluation System*, in European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies (Vol. 23, No. 1, pp. 43-50).

- Frederiksen, P., & Kristensen, P. (2008). *An indicator framework for analysing sustainability impacts of land use change*. Sustainability Impact Assessment of land use changes, pp. 293-304.
- Holden M. (2006), *Urban indicators and the integrative ideals of cities*, in Cities, Vol. 23, No. 3, pp. 170-183.
- Huang, S-L, Yen, C-T, Budd, W and Chen, L-L (2009) *A Sensitivity Model (SM) approach to analyze urban development in Taiwan based on sustainability indicators*. Environ. Impact Asses, 29(2), pp. 116–125.
- Innes J., Boher D.E (2000), *Indicators for Sustainable Communities: A Strategy Building on Complexity Theory and Distributed Intelligence*. Planning Theory & Practice, 1(2), pp. 173-186.
- Jing, C., Du, M., Li, S., & Liu, S. (2019). *Geospatial dashboards for monitoring Smart city performance*. Sustainability, 11(20), 5648.
- Kitchin, R., Lauriault, T. P., & McArdle, G. (2015). *Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards*. Regional Studies, Regional Science, 2(1), pp. 6-28.
- Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2018). *Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities—An experiment on stockholm*. Land use policy, 71, pp. 24-35.
- Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). *Definition methodology for the smart city model*. Energy, 47(1), pp. 326-332.
- Matheus, R., Janssen, M., & Maheshwari, D. (2020). *Data science empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart city*. Government Information Quarterly, 37(3), 101284.
- ONU (1992), Conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo, Vertice della Terra di Rio de Janeiro
- Ortega-Fernández, A., Martín-Rojas, R., & García-Morales, V. J. (2020). *Artificial intelligence in the urban environment: Smart city as models for developing innovation and sustainability*. Sustainability, 12(19), 7860.
- Zdraveski, V., Mishev, K., Trajanov, D., & Kocarev, L. (2017). *ISO-standardized Smart city platform architecture and dashboard*. IEEE Pervasive Computing, 16(2), pp. 35-43.

Le nuove tecnologie al servizio del cittadino: Smart city e diritti fondamentali

*Matteo Turci*¹

Abstract

Individuate le nuove tecnologie la cui introduzione e implementazione caratterizza il fenomeno delle c.d. Smart city, il contributo si interroga circa l'impatto di tali apporti dell'innovazione sui diritti fondamentali di cittadini in una duplice prospettiva: quella virtuosa che vede la tecnologia come strumento per ampliare i diritti del cittadino e garantirne l'effettività e quella rimediale che ricerca le possibili compressioni dei diritti toccati dallo strumento dell'innovazione.

Keywords

nuove tecnologie, cittadini, diritti fondamentali, effettività, riservatezza, uguaglianza.

L'integrazione della tecnologia nella gestione della città ha trasformato nel tempo la visione dello spazio urbano, spostandone il baricentro

¹ IGI, Dipartimento di giurisprudenza, Università di Genova.

verso la c.d. ‘Smart city’, nozione che mira a riassumere la tensione del contesto urbano all’innovazione nella politica territoriale ed economica nell’utilizzo delle risorse e nella tutela dell’ambiente (Antoniazzi, 2019).

La città appare in effetti sempre più popolata da cittadini, sia pure da strumenti tecnologici che vanno via via componendo un’inedita dimensione urbana in cui i modelli tradizionali della città (e del vivere umano) sono chiamati a coesistere con la rete in una costante integrazione tra spazio digitale e spazio reale (Paolucci & Pollicino, 2023).

Amnesso e non concesso che il fenomeno possa assumere una definizione univoca, la Smart city pare individuare quell’insieme di strategie di pianificazione urbanistica, correlate all’innovazione e alle potenzialità delle nuove tecnologie, tese migliorare la qualità della vita dei cittadini, alimentando una crescita economica sostenibile, attraverso una sapiente gestione delle risorse e ricorrendo a una governance partecipativa (Toni, 2021).

Sin dalla prima rivoluzione industriale gli sviluppi tecnologici e scientifici hanno portato, del resto, all’emersione di nuove forme e manifestazioni dei diritti fondamentali già riconosciuti dalle Costituzioni (automazione, elettrificazione, diagnostica per immagini, ecc).

Anche le trasformazioni imposte alla società dalle tecnologie digitali sono di portata e vastità tale da rendere difficoltosa ogni elencazione. Ogni azione umana ha oggi un *modus operandi* diverso da quello che aveva prima dell’inizio della rivoluzione informatica: nella ‘rete’

non ci si limita a esprimersi o a prendere cognizione dell’altrui espressione, ma si fa o si può fare anche molto altro: si studia e si lavora, si fruisce di un servizio pubblico e si adempie a obblighi, ci si riunisce e ci si associa, si esercita la libertà di iniziativa economica e si esplica la propria libertà sessuale. L’elenco è, come è chiaro, puramente indicativo... (Passaglia, 2014).

Se il fine della città intelligente è quello di condurre a un generale innalzamento della qualità dei servizi offerti al cittadino, quali il traspor-

to (pubblico e non), la distribuzione energetica, la cura della persona, la salute, il monitoraggio dell'ambiente, la risposta alle emergenze e le attività sociali e, più in generale, per le imprese coinvolte e lo sviluppo di meccanismi virtuosi sia in relazione ai servizi sia alla riprogettazione della città del futuro (Pedrazzi, 2017), detto passaggio non pare poter avvenire se non mettendo in relazione le infrastrutture materiali con il capitale umano, intellettuale e sociale, facendo sì che quest'ultimo assuma un ruolo centrale nel modello di pianificazione urbana intelligente. È del resto innegabile che innovazione e nuove tecnologie rappresentino importanti strumenti nelle sfide climatiche, nella gestione efficiente degli spazi urbani, nello sviluppo sostenibile, ecc... Il successo in tali sfide passa tuttavia dal radicale ripensamento dell'assetto urbano, della mobilità dei cittadini e delle infrastrutture.

Tra le tecnologie maggiormente rilevanti per la Smart city si annoverano le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ITC), che consentono la connessione e lo scambio di informazioni tra le diverse infrastrutture e servizi urbani, nella finalità di agevolare l'utilizzo degli stessi da parte dei cittadini e facilitare le persone con fragilità. Ad esempio, la creazione di una rete di comunicazione ad alta velocità permette la connessione dei dispositivi e l'accesso ai servizi online semplificando l'accesso ai servizi pubblici e privati, mentre le infrastrutture di rete avanzate facilitano la raccolta e l'analisi dei dati provenienti da varie fonti, consentendo una gestione più efficiente delle risorse e dei servizi urbani.

In questo contesto l'intelligenza artificiale (AI) svolge un ruolo chiave nella Smart city, potendo essere impiegata in settori come la sicurezza pubblica, la gestione del traffico, la pianificazione urbana, i trasporti, consentendo la creazione di sistemi tecnologici avanzati, basati su algoritmi. Tra le possibili applicazioni si possono citare i sistemi di videosorveglianza basati sull'AI, in grado di rilevare automaticamente comportamenti sospetti o incidenti, migliorando la sicurezza dei cittadini; i sistemi di AI possono essere utilizzati altresì per ottimizzare la gestione del traffico, prevedendo e gestendo in tempo reale i flussi di veicoli per ridurre la congestione stradale.

All'interno di una città moderna e innovativa anche l'Internet delle cose (IoT) permette la connessione e la comunicazione tra dispositivi fisici, sensori e sistemi informatici di cui anche i cittadini possono usufruire per interagire con l'ambiente urbano in modi innovativi. Le Smart home, per fare un esempio, consentono ai cittadini di controllare e gestire in remoto gli elettrodomestici, il riscaldamento e l'illuminazione, migliorando l'efficienza energetica e il comfort abitativo.

Anche nell'ambito della sanità, AI e robotica possono contribuire a monitorare in tempo reale i parametri vitali dei cittadini/pazienti e inviare segnalazioni agli operatori sanitari in caso di emergenza. La robotica, in particolare, si presta a molteplici impieghi nell'automazione dei servizi, con applicazioni di rilievo nell'ambito dei trasporti e della sanità ove l'utilizzo di robot migliora tanto l'accessibilità dei servizi, offrendo servizi di prossimità anche in assenza di personale, quanto l'efficacia degli stessi, aumentandone la precisione e riducendo i margini di rischio dettati da errori dell'operatore umano.

Dall'angolo visuale del giurista l'interrogativo principio posto dallo sviluppo e dall'implementazione di simili meccanismi è quale impatto esse abbiano sui diritti fondamentali della persona e, in particolare, del cittadino.

La più rilevante forma di impatto della tecnologia in tale ambito è l'emersione di diritti fondamentali nuovi. Ciò avviene secondo due possibili e distinte linee evolutive: nuovi diritti sorgono per proteggere la persona dai possibili rischi derivanti dall'interazione con le nuove tecnologie, mentre altri nascono a garanzia dell'accessibilità alle nuove opportunità generate dalle tecnologie stesse rispetto a diritti preesistenti.

Nel nostro ordinamento tale fenomeno non sta avvenendo attraverso il tradizionale meccanismo della riforma costituzionale (al contrario di quanto avvenuto in altri paesi quali il Messico che ha varato una ampia riforma costituzionale nel 2005), né su *imprimatur* della giurisprudenza costituzionale (Antoniazzi, 2019).

Al contrario, le principali innovazioni hanno origine nel contesto

euro-unitario, tanto per il tramite degli atti normativi dell'Unione europea (si pensi tra tutte alle norme in materia di riservatezza), quanto attraverso fondamentali decisioni della Corte di giustizia.

Secondo la *summa divisio* ipotizzata tra questi nuovi diritti fondamentali, figli della società digitale, si possono considerare diritti e libertà di protezione verso i rischi delle nuove tecnologie: il diritto alla protezione dei dati personali, che si articola ormai in una serie di facoltà ben distinte fra loro, ciascuna delle quali è talora qualificata come un diritto autonomo; il diritto all'oblio, una particolare forma di protezione dei dati personali, che ha acquisito una sua autonomia concettuale; il diritto a non essere oggetto di decisioni automatizzate o diritto fondamentale a non essere 'colpiti' da decisioni 'esclusivamente' algoritmiche, che sta emergendo di recente di fronte all'uso degli algoritmi come base di decisioni amministrative pregiudizievoli.

Sull'altro fronte, anche le dottrine più scettiche riconoscono oggi nuovi diritti fondamentali, di natura comparabile ai diritti sociali in quanto volti a garantire a tutti i cittadini parità di accesso a strumenti oggi giorno imprescindibili per l'esercizio della maggior parte dei diritti fondamentali: tra tutti il diritto di accesso a Internet, che ha trovato riconoscimento a livello costituzionale nell'art. 3, comma 6, della Costituzione messicana e del quale si è molto discusso in vari ordinamenti, fra cui l'Italia.

L'entusiasmo per le prospettive di miglioramento della vita dei cittadini offerti dall'utilizzo di queste nuove tecnologie non deve tuttavia esimere dall'esame dei possibili rischi a esse connaturati, la cui corretta gestione è elemento fondamentale e dirimente per indirizzare il potenziale tecnologico verso un benessere socio-economico diffuso e non limitarlo a – ulteriore – strumento di sperequazione sociale.

Il rischio primario sollevato dall'impiego delle accennate tecnologie è la violazione dei diritti dei cittadini, con particolare riferimento alla privacy informatica e alla raccolta di informazioni visive, tramite apparecchiature o sistemi di intelligenza artificiale. Si è del resto osservato che il comun denominatore di ogni elemento della Smart city non sono solo

i dati, ma anche i rischi alla tutela dei diritti fondamentali degli individui ed è appunto in queste vulnerabilità che si sostanziano le questioni aperte sulla regolazione della Smart city (Pollicino & Edwards, 2016).

Tutte le tecnologie evidenziate, infatti, implicano per il rispettivo funzionamento di accedere a, nonché raccogliere, una moltitudine di dati. Il trattamento massivo di dati personali può mettere a rischio la sicurezza dei cittadini: ad esempio, il monitoraggio costante dei trasporti pubblici tramite sistemi di geolocalizzazione può consentire la raccolta di informazioni sensibili sui cittadini, come gli spostamenti abituali, i luoghi frequentati e le persone simultaneamente ivi presenti.

Nella Smart city, inoltre, prevalgono gli elementi governati da soggetti privati (o da tecnologie da questi sviluppate e/o gestite) facendo della versione 'digitale' di quegli spazi tradizionalmente pubblici, degli «pseudo private places».

In questo innovato contesto, infatti, i diritti usualmente garantiti dall'entità statale (quali il diritto all'informazione, il diritto di libertà di espressione, il diritto alla cultura, il diritto all'identità e all'autonomia, il diritto all'autodeterminazione, il diritto alla privacy) divengono mediati da soggetti privati.

Si staglia quindi il problema sia di individuare come presidiare il reale godimento dei diritti del cittadino mediati dal privato, sia come mitigare e regolare l'ingerenza dell'attore privato nei meccanismi caratterizzanti la Smart city. Nella città intelligente, che tutto vede e processa e in cui il cittadino diventi parte integrante dell'ambiente ibrido assumendo, allo stesso tempo, il ruolo di user, cliente e cittadino, come possono attuarsi il diritto all'identità, all'autodeterminazione o alla privacy?

Diviene necessario trovare un punto di equilibrio tra integrazione di intelligenze artificiali e robotica nel tessuto urbano per fini di governance e adozione di argini verso la creazione di un invasivo sistema di sorveglianza a scapito dei diritti dei singoli.

In questa prospettiva tutelare l'identità personale e la riservatezza dei cittadini nella dimensione 'intelligente' delle città, presidiando la facoltà di aggirarsi liberamente per lo spazio urbano senza il rischio

di ingiustificate intrusioni nella sfera privata, realizza la sostanza della nozione di privacy così prefigurata da Warren e Brandeis (Warren & Brandeis, 1890).

Nello spazio giuridico europeo esiste una specifica normativa (GDPR n. 679/2016 e codice della privacy n. 206/2003 e ss.aa.) che impone il rispetto di precise regole di condotta volte a proteggere la riservatezza dei cittadini, consentendo al contempo il trattamento sicuro ed efficiente dei dati e delle informazioni personali.

Obiettivo principale di tale normativa è riconoscere il diritto alla protezione dei dati personali e qualificarlo come diritto fondamentale degli interessati, non dotandolo di una tutela assoluta, ma aprendolo al confronto con la sua funzione nella società, bilanciato con altri diritti fondamentali, conformemente con il principio di proporzionalità, compresi i diritti collettivi e sociali perseguiti attraverso alcune delle tecnologie della Smart city ricordate.

Taluni dei principi che reggono il sistema tratteggiato dal GDPR, peraltro, spingono a una riflessione in rapporto al contesto di cui si discorre. Ad esempio, il Considerando 39 al regolamento fissa il principio della minimizzazione in forza del quale è richiesto di ridurre, non solo in termini quantitativi, ma anche qualitativi, i confini del trattamento del dato personale e di adoperare delle cautele, attraverso misure come la pseudonimizzazione, per diminuire la facilità con cui i dati possono essere collegati agli individui.

In astratto, tuttavia, tale principio sembra difficilmente conciliabile con la Smart city, le cui tecnologie portanti presuppongono una raccolta massiva di dati grezzi attraverso IoT e la loro conservazione su cloud per poter rendere al meglio i loro servizi alla cittadinanza e alle amministrazioni. L'esposizione alla raccolta massiva di dati personali appare, dunque, punto nodale per la corretta implementazione di città 'intelligenti' a misura di cittadino, laddove la *datafication* è una caratteristica centrale della Smart city e genera molteplici fonti di rischio per i dati personali e la loro confidenzialità. Si pensi infatti ai problemi di privacy biometrica rispetto alla propria salute poste dall'interazione con

sistemi di assistenza sanitaria intelligenti, ovvero ai profili di privacy territoriale posti dalla sensorizzazione dei mezzi di trasporto pubblico e così alle ulteriori e analoghe preoccupazioni che sorgono in relazione alla collocazione di sensori nell'arredo urbano.

Un altro rischio importante è rappresentato dalla discriminazione digitale, che si estrinseca in una duplice dimensione: iniquità e disomogeneità nell'accesso alle tecnologie e dalla c.d. 'discriminazione algoritmica'.

L'omessa garanzia di pari accesso alle nuove tecnologie può creare divari digitali tra cittadini, acuendo disuguaglianze o generandone di nuove, tanto nell'accesso ai servizi essenziali (sanità, trasporti, istruzione), quanto nelle opportunità di partecipazione. Si pensi al massivo passaggio 'in digitale' dei servizi dell'anagrafe che ha avuto l'effetto collaterale di ostacolare, in un primo momento, l'accesso a tali servizi alle fasce di cittadinanza non interconnesse.

I sistemi basati sull'Intelligenza Artificiale possono, poi, essere soggetti a bias discriminatori con effetti negativi su gruppi definiti di cittadini. Ad esempio, un algoritmo utilizzato per selezionare i candidati per un impiego potrebbe erroneamente privilegiare determinate caratteristiche inconferenti con la funzione, portando a discriminazioni basate su genere, etnia o altre caratteristiche protette. In effetti la possibilità per i sistemi di AI di accedere a volumi illimitati di dati può portare a limitare la libertà di autodeterminazione dei cittadini i quali, nel compiere un'azione o nell'esprimere un'opinione (ad esempio religiosamente o politicamente connotate), si dovranno misurare con il rischio che la loro manifestazione ideologica possa un domani essere utilizzata da un sistema algoritmico per escluderli dall'accesso a un impiego pubblico o privato, a un servizio, a un concorso, ecc.

In questo scenario spetta al giurista individuare i diritti da tutelare rispetto alle possibili derive dell'evoluzione tecnologica e digitale e delle relative applicazioni, selezionando le fonti normative più idonee per affrontare le questioni che ne scaturiscono con l'individuazione di idonei rimedi anche in via preventiva e promuovendo l'adozione di interventi normativi che colmino eventuali lacune esistenti anche in un'ottica *de iure condendo*.

Bibliografia

- Antoniazzi, S. (2019). Smart City: diritto, competenze e obiettivi (realizzabili?) di innovazione. *Federalismi. it*, (10), 1-24.
- Edwards, L. (2016). Privacy, security and data protection in smart cities: A critical EU law perspective. *Eur. Data Prot. L. Rev.*, 2, 28.
- Paolucci, F., & Pollicino, O. (2023). Intelligenza urbana e tutela dei diritti fondamentali. Antinomia o complementarità nella nuova stagione algoritmica? *MEDIA LAWS*, (3), 137-157.
- Passaglia, P. (2014). *Internet nella Costituzione italiana: considerazioni introduttive*. In Nisticò, M., Passaglia, P. (2014). *Internet e Costituzione*. Giappichelli, 1-55.
- Pedrazzi, G. (2017). Big urban data nella smart city. Dai dati degli utenti ai servizi per il cittadino. In Ferrari, G.F., *La prossima città*, Mimesis, 757-776.
- Toni, F. (2013). Smart city: innovazione e sostenibilità. *EAI Energia, Ambiente, Innovazione*, 5, 35-40.
- Warren, S. D., Brandeis, L. D. (1890). The Right to Privacy. *Harvard Law Review*, 4, 193-220.

Uso di algoritmi da parte della pubblica amministrazione

*Matteo Timo*¹

Abstract

Il contributo prende in esame la tematica dell'uso dell'informatica e, in particolare, degli algoritmi da parte delle pubbliche amministrazioni. L'impiego di algoritmi ha, infatti, imposto l'analisi di differenti problematiche, le quali si collocano tra due estremi: da un lato, l'opportunità di impiegare siffatti strumenti al fine di agevolare l'azione amministrativa, ma, da un altro lato, la necessità di comprendere quali siano i canoni di un uso legittimo dei medesimi. A tal scopo, appare di primaria importanza l'analisi della giurisprudenza amministrativa: il Consiglio di Stato ha, infatti, avuto occasione di definire meglio taluni principi che devono essere rispettati nell'intento di garantire l'uso legittimo degli algoritmi in seno alle attività amministrative.

Keywords

algoritmi, pubblica amministrazione, tecnologia, digitalizzazione, software.

¹ DIGI, Dipartimento di giurisprudenza, Università di Genova.

L'impiego di nuove tecnologie, tra le quali software o, più in generale, algoritmi, consente alla pubblica amministrazione di accedere a una nuova dimensione nella gestione dei processi decisionali, in particolare allorché siffatte decisioni si debbano tradurre in atti amministrativi che concernono la gestione di rischi o atti di pianificazione attinenti al governo di situazioni fattuali complesse.

In tale contesto, emerge con preponderanza la dimensione della resilienza delle pubbliche amministrazioni. Quale possibile metodologia dell'azione amministrativa, di essa è stato affermato che «non è un obiettivo ma un atteggiamento, una modalità comportamentale che trova nel diritto il suo terreno elettivo, e in virtù della quale i valori incorporati nei principi giuridici e gli interessi tutelati resistono al cambiamento e si rafforzano» (Iacovone, 2018).

È possibile, pertanto, tracciare alcuni punti dell'uso dei c.d. 'algoritmi' o più semplicemente di strumenti automatizzati di assunzione delle decisioni, nell'ambito del procedimento amministrativo: con altre parole, occorre domandarsi in che misura sia legittimo applicare la cosiddetta 'decisione algoritmica' all'insieme di norme giuridiche che regolano l'attività amministrativa e, in primo luogo, alla legge n. 241/1990.

Negli ultimi anni, è emerso un orientamento della giurisprudenza amministrativa, del legislatore stesso e della scienza giuridica improntato a una spiccata apertura alla c.d. 'digitalizzazione'.

È, tuttavia, opportuno delineare una *summa divisio* dal momento che il discorso si potrebbe prestare a fraintendimenti. Nell'obiettivo generico della 'digitalizzazione' coesistono, infatti, quantomeno due anime. Per un verso, vi sono obiettivi, per così dire, 'alti', ossia quelli dell'intelligenza artificiale, dei processi decisionali ipoteticamente autonomi dalla mente umana. Per un altro verso, vi sono obiettivi 'più bassi', quali: l'interoperabilità dei sistemi (es. PRG e strumenti del SUE, o più in generale del modello degli sportelli unici), l'effettiva disponibilità di risorse telematiche, l'aggiornamento professionale e la vera e propria formazione informatica dei dipendenti pubblici.

Di questa duplicità vi è sentore nel PNRR, ove la digitalizzazione - la vecchia informatizzazione - ha un carattere trasversale ed è anche obiettivo, così come nell'‘Agenda per la semplificazione 2022-26’ (coordinata al PNRR stesso), nella quale semplificazione e digitalizzazione divengono un binomio, ma anche dove si prendono in considerazione esigenze pratiche dell'amministrazione pubblica: es. modello *only once*.

Giova, a ogni modo, fare un passo indietro e osservare come l'insieme dei contributi della dottrina e delle pronunce dei giudici amministrativi abbia concorso alla formulazione di categorie giuridiche e di istituti tradizionali del diritto amministrativo, quali: il provvedimento, il procedimento, la discrezionalità.

Dall'esame di dottrina e giurisprudenza recenti emerge come le menzionate categorie non si prestano a interpretazioni uniformi. A quanto appena riportato deve aggiungersi una ‘mutazione’ in corso di evoluzione da tempo nel nostro come in tutti gli altri ordinamenti. Tale processo ha subito un'accelerazione che non era pensabile solo trent'anni orsono: ci si vuole riferire al processo che attiene alla possibilità e, conseguentemente, alla legittimità, dell'impiego di strumenti informatici al fine di attuare – in tutto o in parte – compiti prima esercitati esclusivamente dal funzionario persona fisica.

In letteratura (Galetta, Corvalán, 2019) si è parlato di ‘amministrazione 4.0’, o di ‘quarto modello di amministrazione’, ove per primo modello è da intendersi quello dell'amministrazione otto-novecentesca totalmente cartacea; per secondo, quello coadiuvato dai computer, dai programmi di videoscrittura e dalle iniziali forme di telecomunicazione (quali il *fax*); per terzo modello, quello della prima digitalizzazione e dematerializzazione dei dati, resa possibile dall'impiego di internet nelle normali attività amministrative.

L'amministrazione di ‘quarta generazione’ sarebbe quella connotata da ‘alto grado di automazione e di interconnessione’, derivante dall'implementazione delle tecniche di scambio e di conservazione dematerializzate delle informazioni, dall'aumento esponenziale della capacità di

calcolo dei processori e dalla predisposizione di programmi informatici sempre più sofisticati.

In altre parole, si tratterebbe della ‘società dell’algoritmo’ (Cavallaro, Smorto, 2019), ove l’impiego di software (o ‘programmi’) – riconducibili alla c.d. ‘intelligenza artificiale’ – ha comportato l’affermarsi di moduli operativi automatizzati, non semplicemente idonei a compiere in poco tempo complesse operazioni di calcolo, bensì muniti della capacità di apprendere dai propri errori e, in qualche misura, di emulare il funzionamento della mente umana.

Tutto ciò si riverbera sulle pubbliche amministrazioni e sui gestori di pubblici servizi, sia nel *management* in tempo reale dei rapporti pubblico-privato (si pensi all’impiego sempre più massiccio di canali d’informazione digitale per comunicare, per l’appunto, i provvedimenti di protezione civile o in materia di gestione delle emergenze), sia nella profilazione di scenari di consumo o di gestione delle risorse di approvvigionamento, sia nella cura di specifici interessi pubblici tramite appositi procedimenti amministrativi automatizzati; sia, infine, nell’implementazione della resilienza delle pubbliche amministrazioni al ricorrere situazioni di carattere straordinario.

I tratti problematici della materia concernono diversi aspetti: in primo luogo, la legittimità dell’impiego di un software che autonomamente appronti il contenuto decisionale di un provvedimento amministrativo; in secondo luogo, l’imprescindibilità di taluni principi che l’amministrazione ‘digitale’ deve rispettare al fine di rendere conoscibile e imparziale il procedimento elettronico operato; in terzo luogo, la problematica per cui l’utilizzo di algoritmi possa essere esteso alle decisioni discrezionali della pubblica autorità.

Sul punto, il Consiglio di Stato, discostandosi da un orientamento assunto dalla giurisprudenza di primo grado (anche del TAR del Lazio), ha osservato che un «più elevato livello di digitalizzazione dell’amministrazione pubblica sia fondamentale per migliorare la qualità dei servizi resi ai cittadini e agli utenti», e che, innanzitutto, gli studi in materia hanno evidenziato che l’impiego di software non sempre con-

duce a scelte neutre e, secondariamente, come non si stia trattando né di un'innovativa forma di esternalizzazione della volontà pubblica, mediante 'atto amministrativo informatico', né di nuovi metodi di partecipazione dei cittadini alle decisioni pubbliche, né di strumentazioni per lo scambio di dati tra amministrazioni. Di converso, il Consiglio di Stato intravede la c.d. 'rivoluzione 4.0', ove «il procedimento di formazione della decisione amministrativa [è] affidato a un software».

In questo senso, il Consiglio di Stato:

1. riconosce la legittimità di processi decisionali automatizzati;
2. consente l'uso di processi decisionali algoritmici anche nell'attività amministrativa c.d. 'discrezionale', a maggior ragione se trattasi di discrezionalità 'tecnica';
3. delimita l'ambito d'operatività degli algoritmi sotto due profili: quello della piena conoscibilità e quello della necessaria 'imputabilità all'organo titolare del potere'.

A tal fine, ponendo come cardine, gli artt. 13 e seguenti del Reg. UE n. 2016/67912, il Consiglio di Stato elabora tre principi della decisione algoritmica:

1. 'principio di conoscibilità': applicabile alle decisioni pubbliche delle amministrazioni e dei soggetti privati, riconosce – in diretta applicazione dell'art. 42 Carta di Nizza – un diritto a conoscere dell'esistenza del procedimento amministrativo totalmente automatizzato e a ricevere informazioni comprensibili sulla sua logica di funzionamento;
2. 'principio di non esclusività della decisione algoritmica', che impone l'esistenza di un 'contributo umano' idoneo a verificare la decisione informatica;
3. 'principio di non discriminazione algoritmica', strettamente connesso al trattamento dei dati, richiede che il titolare appronti misure volte a evitare errori e inesattezze nella profilazione e

nella conservazione dei dati, con derivante obbligo di rettifica al ricorrere di incongruenze o inesattezze.

Con le parole del Consiglio di Stato (Sez. VI, n. 8472/2019), si può giungere alla conclusione che

Nell'impiego di algoritmi ai fini di processi decisionali totalmente automatizzati il diritto dell'Unione europea impone che lo strumento informatico sia pienamente conoscibile al destinatario del provvedimento, sia sottoposto al controllo umano e non sia discriminatorio dei dati personali oggetto di trattamento (precedente sentenza n. 2270/2019 e decisione conforme successiva del 2020).

Da ultimo è, infatti, possibile precisare come il Consiglio di Stato (Sez. VI, n. 8472/2019) abbia individuato con maggiore dettaglio il principio di conoscibilità dell'algoritmo – e, quindi, della medesima decisione algoritmica – affermando il diritto di ognuno “a conoscere l'esistenza di processi decisionali automatizzati che lo riguardino e in questo caso a ricevere informazioni significative sulla logica utilizzata”.

Siffatto principio, ad avviso della Sezione VI assume una formulazione generale, di modo che si possa assumere una altrettanto generalizzata applicazione a tutte le decisioni assunte dalla pubblica amministrazione, anche nell'ipotesi in cui l'autore della decisione medesima sia un soggetto formalmente privato, ma equiparato alla pubblica amministrazione nell'esercizio del potere pubblico. Tale ricostruzione è supportata dal collegamento fra il principio enunciato dal Consiglio di Stato e l'art. 42 della 'Carta europea dei diritti fondamentali', il quale riconosce il 'diritto ad una buona amministrazione' (*Right to a good administration*), nel momento in cui siffatto articolo impone all'amministrazione procedente, ogniqualvolta essa intenda adottare una decisione nei confronti di una persona determinata, di assicurare l'accesso alla documentazione a disposizione e di esplicitare le ragioni della decisione.

Più nel dettaglio, il Consiglio di Stato, nella sentenza da ultimo richiamata, ha statuito che

Il principio, in esame è formulato in maniera generale e, perciò, applicabile sia a decisioni prese da soggetti privati che da soggetti pubblici, anche se, nel caso in cui la decisione sia presa da una p.a., la norma del Regolamento costituisce diretta applicazione specifica dell'art. 42 della Carta Europea dei Diritti Fondamentali ('Right to a good administration'), laddove afferma che quando la Pubblica Amministrazione intende adottare una decisione che può avere effetti avversi su di una persona, essa ha l'obbligo di sentirla prima di agire, di consentirle l'accesso ai suoi archivi e documenti, ed, infine, ha l'obbligo di "dare le ragioni della propria decisione".

Tale diritto alla conoscenza dell'esistenza di decisioni che ci riguardino prese da algoritmi e, correlativamente, come dovere da parte di chi tratta i dati in maniera automatizzata di porre l'interessato a conoscenza, va accompagnato da meccanismi in grado di decifrarne la logica. In tale ottica, il principio di conoscibilità si completa con il principio di comprensibilità, ovvero sia la possibilità, per riprendere l'espressione del Regolamento, di ricevere «informazioni significative sulla logica utilizzata».

Lo stesso principio deve trovare applicazione nell'ipotesi in cui l'amministrazione assuma la suddetta decisione con l'impiego di algoritmi: in tal caso, l'interessato dovrà essere messo nella condizione di avere conoscenza della logica sottesa alla decisione automatizzata.

Similmente, il Consiglio di Stato si è soffermato in dettaglio sul principio di 'non esclusività della decisione algoritmica', desunto anch'esso dal diritto dell'Unione europea e in particolare dall'art. 22 del regolamento UE n. 679/2016, sostenendo che

Nel caso in cui una decisione automatizzata "produca effetti giuridici che riguardano o che incidano significativamente su una persona", questa ha diritto a che tale decisione non sia basata unicamente su tale

processo automatizzato (art. 22 Reg.). In proposito, deve comunque esistere nel processo decisionale un contributo umano capace di controllare, validare ovvero smentire la decisione automatica. In ambito matematico e informativo il modello viene definito come HITL (Human In The Loop), in cui, per produrre il suo risultato è necessario che la macchina interagisca con l'essere umano.

Infine, quanto al terzo principio enunciato dalle sentenze oggetto di questa breve disamina e, in particolare, quello relativo alla 'non discriminazione algoritmica', il Consiglio di Stato lo desume parimenti dal regolamento dell'Unione europea n. 679 del 2016, in materia di protezione dei dati personali: la Sezione VI, a tal riguardo, precisa come non sia sufficiente che l'algoritmo sia conoscibile e che sia sempre possibile un controllo umano, ma è altresì imprescindibile che nel suo concreto funzionamento l'algoritmo non produca effetti discriminatori.

Letteralmente il Consiglio di Stato ha affermato che

In terzo luogo, dal considerando n. 71 del Regolamento 679/2016 il diritto europeo trae un ulteriore principio fondamentale, di non discriminazione algoritmica, secondo cui è opportuno che il titolare del trattamento utilizzi procedure matematiche o statistiche appropriate per la profilazione, mettendo in atto misure tecniche e organizzative adeguate al fine di garantire, in particolare, che siano rettificati i fattori che comportano inesattezze dei dati e sia minimizzato il rischio di errori e al fine di garantire la sicurezza dei dati personali, secondo una modalità che tenga conto dei potenziali rischi esistenti per gli interessi e i diritti dell'interessato e che impedisca tra l'altro effetti discriminatori nei confronti di persone fisiche sulla base della razza o dell'origine etnica, delle opinioni politiche, della religione o delle convinzioni personali, dell'appartenenza sindacale, dello status genetico, dello stato di salute o dell'orientamento sessuale, ovvero che comportano misure aventi tali effetti. In tale contesto, pur dinanzi a un algoritmo conoscibile e comprensibile, non costituente l'unica motivazione della decisione, occorre

che lo stesso non assuma carattere discriminatorio. In questi casi, come afferma il considerando, occorrerebbe rettificare i dati in “ingresso” per evitare effetti discriminatori nell’output decisionale; operazione questa che richiede evidentemente la necessaria cooperazione di chi istruisce le macchine che producono tali decisioni.

Bibliografia

- Cavallaro M.C., Smorto G. (2019). *Decisione pubblica e responsabilità dell’amministrazione nella società dell’algoritmo*, in www.federalismi.it, 3.
- Galetta D.-U., Corvalán J.G. (2019). *Intelligenza artificiale per una pubblica amministrazione 4.0? Potenzialità, rischi e sfide della rivoluzione tecnologica in atto*, in www.federalismi.it, 3.
- Iacovone, G. (2018). *Patrimonio culturale e resilienza nelle politiche pubbliche*, in Giani, L., D’Orsogna, M., Police, A., *Dal diritto dell’emergenza al diritto del rischio*, Editoriale scientifica Napoli, pp. 219-236.

Localizzazione e scelta ottimali di stazioni di ricarica per veicoli elettrici impiegati nella logistica urbana

Stefano Bracco¹, Silvia Siri²

Abstract

L'elettificazione dei consumi energetici nelle città coinvolge *in primis* il settore dei trasporti dove i tradizionali veicoli alimentati a combustibile fossile sono destinati a essere sostituiti da veicoli ibridi e veicoli 'full electric', dotati di batterie e motori elettrici. Tale trasformazione riguarda non solo i veicoli privati dei cittadini, automobili e scooter, ma soprattutto i mezzi per il trasporto pubblico e quelli adibiti al trasporto merci. Veicoli elettrici a servizio della logistica urbana possono essere ricaricati in hub di ricarica dotati di stazioni di ricarica alimentate da impianti che producono energia elettrica da fonte rinnovabile, rendendo sostenibile tutta la filiera del trasporto merci. Il presente capitolo illustra lo stato dell'arte dell'impiego di veicoli elettrici in ambito logi-

¹ DITEN, Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni, Università di Genova.

² DIBRIS, Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei sistemi, Università di Genova.

stico e propone una metodologia per la progettazione ottimale di hub di ricarica 'green' a servizio degli operatori logistici.

Keywords

ottimizzazione, veicoli elettrici, stazioni di ricarica, fonti rinnovabili, logistica dell'ultimo miglio.

1. Introduzione

La tutela dell'ambiente è una delle più importanti sfide che la nostra società è attualmente chiamata ad affrontare. Tra le attività che coinvolgono l'uomo, il trasporto stradale è sicuramente una delle principali fonti di inquinamento ambientale (EEA, E., 2019), ed è pienamente riconosciuta ormai la necessità di azioni urgenti per ridurre il suo impatto sull'ambiente. I governi e le istituzioni di tutto il mondo stanno cercando di contrastare il surriscaldamento globale fissando nuovi obiettivi da raggiungere nei prossimi decenni. L'Unione europea ha accelerato lo sviluppo della mobilità elettrica attraverso l'emanazione di importanti direttive e atti legislativi, basti ricordare la Direttiva 2014/94/UE sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi (DAFI), il 'Green Deal' e le misure alla base del 'Fit for 55', il 'Next Generation EU plan' e il 'Sustainable and Smart Mobility Strategy and Action Plan' che prevede entro il 2030 almeno 30 milioni di veicoli a emissioni zero in circolazione sulle strade europee. La Commissione europea ha inoltre fissato la riduzione del 90% delle emissioni dei trasporti come uno degli obiettivi climatici da raggiungere entro il 2050, ponendo così una sfida enorme per l'intera comunità.

Una rapida transizione verso la mobilità elettrica può rappresentare una reale opportunità per raggiungere questi obiettivi, purché l'elettrificazione del settore dei trasporti sia accompagnata da un mix di generazione elettrica sempre più 'green', basato principalmente sull'impiego di sistemi di generazione elettrica da fonte idraulica, solare ed eolica.

La transizione verso la propulsione elettrica sembra tuttavia piuttosto complessa, non solo in termini di approvvigionamento energetico, ma anche dal punto di vista della capacità di stoccaggio dell'energia e, di conseguenza, di autonomia dei veicoli. A causa della massiccia diffusione dei veicoli elettrici e dei punti di ricarica sulla rete stradale, l'impatto dei sistemi di ricarica dei veicoli elettrici sulle reti elettriche di distribuzione deve essere valutato e mitigato applicando strategie di ricarica intelligenti, cosiddette di 'smart charging', anche implementando nuove tecnologie come il 'vehicle-to-grid' e il 'vehicle-to-building' (Yong, Ramachandaramurthy, Tan e Mithulananthan, 2015) che consentono di gestire i veicoli come sistemi di accumulo in grado di scambiare energia bidirezionalmente con la rete elettrica nazionale e con gli edifici.

In combinazione con una rete di distribuzione intelligente dell'energia, i veicoli elettrici potrebbero diventare parte della transizione verso la mobilità intelligente delle nostre città, che sempre più spesso si stanno configurando come 'smart city' (Docherty, Marsden e Anable, 2018) caratterizzate da sistemi più sostenibili in cui le tecnologie sono impiegate per generare e condividere dati, per migliorare le prestazioni dei veicoli e la gestione delle infrastrutture, nonché per rendere più accessibile ed efficiente il servizio di trasporto per gli operatori, gli utenti e tutti gli altri attori coinvolti. Inoltre, le flotte di veicoli elettrici e le relative infrastrutture di ricarica possono interagire con gli impianti a fonti rinnovabili e gli edifici, diventando così soggetti attivi all'interno dei mercati dell'energia elettrica (Firouzi, Nazar, Shafie-khah e Catalão, 2023).

2. Stato dell'arte sui problemi di pianificazione per la mobilità elettrica in sistemi logistici urbani

In seguito al notevole incremento del commercio elettronico, la distribuzione dell'ultimo miglio (*last-mile delivery*) sta diventando sempre più importante nelle aree urbane di tutto il mondo e risulta sempre più urgente trovare soluzioni per la pianificazione e il controllo delle flotte di veicoli impiegati in tali attività. I crescenti volumi di consegne da effettuare presso

i diversi clienti in città aumentano, infatti, il numero di mezzi che entrano nei centri urbani, incrementando il traffico, l'inquinamento e l'impatto negativo sulla salute. La *survey* proposta da Boysen, Fedtke e Schwerdfeger (2021) analizza molti lavori scientifici che applicano metodi di ottimizzazione per la consegna dell'ultimo miglio e classifica le diverse opzioni di consegna in varie categorie, in base al tipo di punti di stoccaggio utilizzati, al sistema di trasporto adottato e all'opzione di consegna finale.

Tra le tipologie di mezzi da impiegare per la consegna *last-mile*, l'impiego di mezzi elettrici rappresenta una soluzione sempre più frequente, soprattutto per le aree centrali della città, ossia nei centri storici, dove spesso vi sono anche restrizioni alla circolazione per mezzi alimentati da motori a combustione interna. Patella, Grazieschi, Gatta, Marcucci e Carrese (2020) presentano una rassegna completa della letteratura sui lavori scientifici che investigano l'adozione di veicoli ecologici nel trasporto merci urbano, prestando particolare attenzione al commercio elettronico. I risultati principali di tale analisi indicano che i veicoli ecologici sono competitivi nelle consegne urbane, ma sono ancora necessari incentivi per la loro diffusione nelle città. L'uso di veicoli che, oltre a essere elettrici, siano anche dotati di elevata automazione a bordo (veicoli a guida autonoma) risulta la soluzione più promettente per la logistica dell'ultimo miglio del prossimo futuro.

Per quel che concerne gli approcci di ottimizzazione per la pianificazione della mobilità elettrica per la logistica dell'ultimo miglio, esistono diversi lavori scientifici che trattano questi aspetti e che possono essere classificati a seconda del tipo di decisioni da prendere. Da una parte si trovano lavori che permettono di prendere decisioni di tipo strategico, ossia di lungo periodo, come la localizzazione e il dimensionamento dei punti di ricarica, oggetto di questo capitolo. Tra questi si può citare, ad esempio, il lavoro di *survey* proposta da Ahmad, Iqbal, Ashraf e Marzband (2022) che analizza tutti gli approcci sviluppati per la localizzazione ottimale dei punti di ricarica per veicoli elettrici, con particolare riferimento all'impatto sulla rete di distribuzione elettrica. In Frade, Ribeiro, Gonçalves e Antunes (2011) è riportato invece uno

studio sulla localizzazione delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici in un'area di Lisbona, caratterizzata da una forte concentrazione di popolazione e da un elevato livello di occupazione. Piazza, Bracco, Delfino e Siri (2021) propongono una metodologia per la progettazione ottimale di infrastrutture di ricarica alimentate da fonte rinnovabile e utilizzate per ricarica una flotta di veicoli, anche in car-sharing, a servizio di un campus universitario ospitante anche piccole e medie imprese.

Dall'altra parte esistono approcci di pianificazione operativa, in cui le principali decisioni sono relative all'instradamento dei veicoli e alla loro ricarica durante il tragitto. Per esempio, in Li, Lim, Tan, Lee e Tseng (2020) viene trattato il problema dell'instradamento dei veicoli elettrici per la distribuzione logistica urbana nel contesto della *sharing economy*, tenendo conto delle carbon tax e dei prezzi dell'energia elettrica variabili nel tempo. Zhang, Gajpal, Appadoo, Abdulkader (2018) propongono un modello di programmazione matematica e un approccio euristico per il problema di instradamento di veicoli elettrici che devono ricaricarsi lungo la tratta a causa di capacità limitate della batteria, al fine di minimizzare il consumo energetico dei veicoli. Un problema analogo è affrontato da Bac e Erdem (2021) che prendono in considerazione anche la presenza di finestre temporali per la consegna. La maggior parte di questi modelli di pianificazione operativa dell'instradamento dei veicoli non considerano nel dettaglio la gestione operativa delle infrastrutture energetiche e assumono modelli semplificati di calcolo dei consumi energetici dei mezzi in movimento. Numerosi sono i modelli matematici che propongono Energy Management Systems (EMS) per la gestione ottimale della ricarica di mezzi elettrici sfruttando una generazione locale di energia da fonte rinnovabile, anche in combinazione con sistemi di batterie di accumulo. Bracco e Fresia (2023) propongono un EMS per la gestione dei flussi energetici in un edificio postale intelligente dotato di un impianto fotovoltaico, un eolomotore di piccola taglia e una stazione di ricarica per veicoli elettrici; lo studio mette in luce i vantaggi tecnico-economici dell'installazione e il ruolo che possono avere i veicoli elettrici all'interno di edifici sostenibili.

3. Metodologia proposta per la progettazione ottimale di hub di ricarica

Un problema decisionale molto importante per i sistemi di mobilità elettrica nelle Smart city riguarda l'ubicazione e la scelta ottimale delle stazioni di ricarica. In questo capitolo, in particolare, si considera una flotta di veicoli elettrici utilizzati per consegnare prodotti in diverse aree di una città, quali corrieri, veicoli per servizi postali e così via.

Le principali decisioni da prendere riguardano la posizione degli hub di ricarica all'interno della città e il tipo e il dimensionamento delle tecnologie energetiche (moduli fotovoltaici, sistemi di accumulo a batteria e così via) da installare in queste aree. Si ipotizza che possano essere installate diverse infrastrutture di ricarica a seconda dell'area della città: in particolare, i depositi dei mezzi nelle aree periferiche possono essere dotati di stazioni di ricarica di tipo 'DC fast chargers', 'AC chargers' e 'V2G chargers' utilizzate principalmente per la ricarica notturna, mentre le aree interne possono essere dotate di stazioni di ricarica solo di tipo 'DC fast chargers' per ridurre i tempi di ricarica che possono avvenire tra una consegna e l'altra. I sistemi di generazione a fonte rinnovabile contribuiscono a soddisfare il fabbisogno elettrico degli edifici a servizio dell'hub (uffici, magazzini, locali tecnici, aree di sosta per i mezzi, ecc.) e la domanda elettrica dei veicoli. Inoltre, quando in un prossimo futuro le tecnologie V2G e V2B diventeranno totalmente operative, sarà possibile utilizzare i veicoli in sosta come sistemi di generazione di energia elettrica da fornire agli edifici o da immettere in rete.

Il problema della localizzazione e della progettazione ottimale può essere formalizzato tramite un modello di programmazione lineare a variabili miste-interi. La città oggetto di studio è suddivisa in aree tramite un'opportuna procedura di zonizzazione (si veda Fig. 10) e viene quindi rappresentata attraverso un grafo orientato, in cui i nodi rappresentano le diverse aree della città mentre gli archi rappresentano le connessioni tra queste aree. Si suppone che il decisore sia il proprietario tanto della flotta di veicoli elettrici quanto degli hub di ricarica. L'oriz-

zonte temporale del modello matematico è di un anno discretizzato in un insieme di giorni tipo, a loro volta suddivisi in intervalli della durata di 15-30 minuti. Si considera che ciascun veicolo possa assumere uno dei seguenti stati: parcheggiato in un'area; connesso a una stazione di ricarica in un'area; in servizio in un'area (ossia in fase di soddisfacimento della domanda di trasporto); in trasferimento tra un'area e un'altra. Ciascuna giornata è suddivisa in due fasce orarie: quella lavorativa, in cui gli autisti sono in turno e in cui ciascun veicolo può effettivamente assumere uno dei quattro stati precedentemente citati, e quella non lavorativa, in cui ciascun veicolo può essere solo connesso o parcheggiato nel deposito a cui è associato.

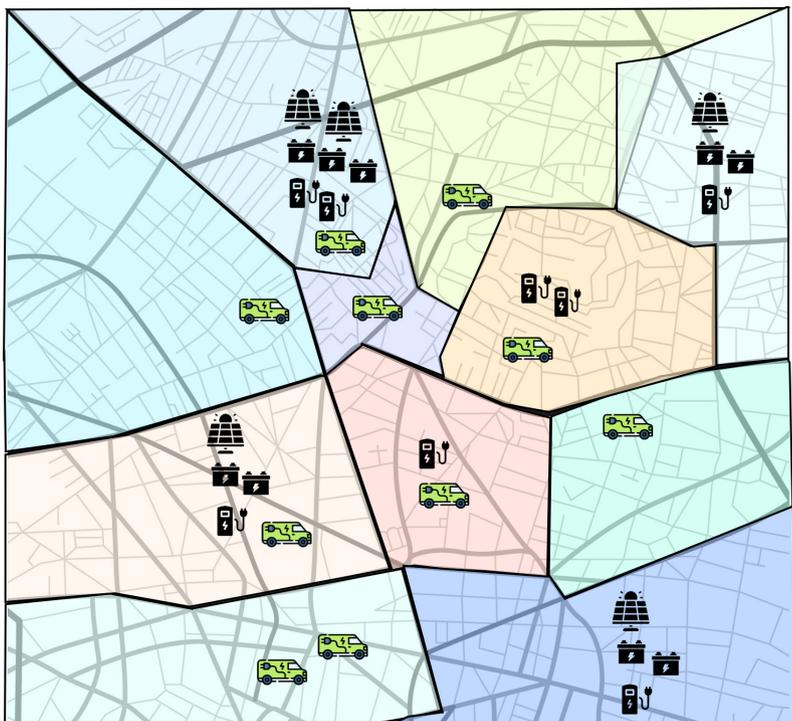


Fig. 10. Schema di zonizzazione di una città con possibili installazioni di infrastrutture di ricarica.

I principali input del modello sono:

- domanda di trasporto della flotta logistica nelle diverse aree urbane;
- distanze e tempi di percorrenza tra le diverse aree urbane;
- dati tecnici relativi alle infrastrutture di ricarica (tipologie di punti di ricarica, tipologie di connettori disponibili, potenza massima erogabile da ciascun punto di ricarica);
- dati tecnici relativi alle tecnologie energetiche (tipologia di moduli fotovoltaici e taglia, tipologia di eolomotore e taglia, tipologia di batteria di accumulo e relativa taglia);
- dati ambientali (profili di irradianza solare, profili di velocità del vento, temperatura ambiente);
- dati tecnici relativi agli hub di ricarica (spazi a disposizione per l'installazione delle unità di generazione elettrica, dei sistemi di accumulo e delle infrastrutture di ricarica, profili di carico degli edifici presenti all'interno degli hub);
- dati tecnici relativi all'interazione degli hub di ricarica con la rete elettrica di distribuzione (potenza massima scambiabile con la rete elettrica pubblica);
- dati tecnici relativi ai veicoli (taglia della batteria, possibilità di essere ricaricati sia in corrente continua sia alternata, abilitazione al servizio V2G e V2B, massima potenza di carica, minimo stato di carica della batteria);
- parametri economici (costi di acquisto e manutenzione delle tecnologie, costi di acquisto e vendita dell'energia elettrica).

I principali output del modello sono:

- variabili di attivazione degli hub di ricarica;
- numero di moduli fotovoltaici da installare in ciascun hub;
- numero di batterie da installare in ciascun hub;
- numero e tipologie delle stazioni di ricarica da installare in ciascun hub;

- variabili dinamiche di funzionamento delle tecnologie energetiche (potenza erogata dagli impianti alimentati a fonte rinnovabile, potenza scambiata con i sistemi di accumulo);
- variabili dinamiche relative alla posizione e allo stato di ciascun veicolo (condizione operativa, stato di carica della batteria);
- variabili dinamiche relative alle fasi di carica e scarica (in caso di V2G) dei veicoli presso le diverse stazioni (potenza trasferita ai veicoli, potenza erogata in rete dai veicoli);
- variabili dinamiche su acquisto e vendita dell'energia in rete (potenza scambiata con la rete elettrica di distribuzione in prelievo o immissione).

L'ubicazione e la progettazione ottimale delle stazioni di ricarica, nonché il dimensionamento delle unità di generazione e accumulo, sono determinate con l'obiettivo di minimizzare i costi netti totali sostenuti in un anno, calcolabili come la somma di costi di acquisto e installazione (i cosiddetti CAPEX) e di costi operativi (OPEX), tenendo anche conto di ricavi derivanti, ad esempio, dalla vendita di elettricità in rete. Il modello può essere utilizzato non solo per progettare in modo ottimale le stazioni di ricarica e gli impianti energetici, ma anche per applicare strategie di ricarica intelligente per i veicoli elettrici, che tengano conto sia di aspetti economici (tariffe variabili dell'elettricità) sia tecnologici (surplus di produzione di energia da fonte rinnovabile, disponibilità di energia all'interno dei sistemi di accumulo stazionario, ecc.).

Numerosi sono i vincoli che legano tra loro le variabili decisionali del modello matematico e che formalizzano i legami fisici tra di essi e i dati di ingresso del modello. Giusto a titolo esemplificativo, si può ricordare la dipendenza della produzione fotovoltaica dall'irradianza solare e dalla modalità di installazione dei moduli (angoli di tilt e azimuth), il legame tra la produzione eolica e il profilo di velocità del vento, nonché la dipendenza della potenza di ricarica dei veicoli dallo stato di carica della loro batteria. Altri vincoli riguardano il bilancio energetico dell'edificio (equivalenza tra la somma delle potenze ero-

gate e quelle assorbite) o i limiti di potenza scambiabile tra il singolo hub e la rete elettrica di distribuzione. Infine, è opportuno ricordare anche i numerosi vincoli che descrivono l'instradamento dei veicoli e le varie condizioni logiche necessarie per garantire, ad esempio, che un veicolo possa essere ricaricato se e solo se si trova connesso a una stazione di ricarica. I numerosi vincoli impiegati e il ricorso a molte variabili binarie, per la definizione dei vari stati di funzionamento di tecnologie e veicoli, e soprattutto la scelta del numero di giorni tipici che caratterizzano l'anno in esame, impattano sulle dimensioni del modello e, di conseguenza, sui tempi di calcolo. È sempre quindi opportuno trovare il 'giusto' compromesso tra la capillarità con la quale si descrivono i vari componenti del modello matematico e il tempo di calcolo.

3. Conclusioni

La progettazione di sistemi logistici urbani sostenibili si basa sia sull'impiego di veicoli a basso impatto ambientale sia su edifici adibiti a magazzini e uffici dotati dei più moderni accorgimenti nell'ambito dell'efficientamento energetico. L'installazione di impianti di generazione elettrica, di piccola-media taglia, abbinati a sistemi di accumulo e infrastrutture di ricarica smart (in grado di implementare logiche di *smart charging* e tecnologie V2G e V2B) consentono di ridurre notevolmente i costi di approvvigionamento energetico e il relativo impatto ambientale. Una progettazione intelligente di tali sistemi deve basarsi su metodologie robuste che utilizzino una stima affidabile dei fabbisogni energetici delle utenze e della domanda di trasporto. I modelli matematici di ottimizzazione rappresentano uno dei migliori strumenti per la definizione di nuovi scenari di mobilità sostenibile integrata con fonti energetiche rinnovabili nell'ambito di nuovi modelli comportamentali dei soggetti coinvolti.

4. Attribuzioni

Ricerca finanziata nell'ambito del 'Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza', Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4 "Potenziamento strutture di ricerca e creazione di 'campioni nazionali di R&S' su alcune Key Enabling Technologies" finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU. Codice CN00000023 – Titolo 'Sustainable Mobility Center (Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile – CNMS)'.

Bibliografia

- Ahmad, F., Iqbal, A., Ashraf, I., & Marzband, M. (2022). *Optimal location of electric vehicle charging station and its impact on distribution network: A review*, in Energy Reports, 8, pp. 2314-2333.
- Bac, U., & Erdem, M. (2021). *Optimization of electric vehicle recharge schedule and routing problem with time windows and partial recharge: A comparative study for an urban logistics fleet*, in Sustainable Cities and Society, 70, 102883.
- Boysen, N., Fedtke, S., & Schwerdfeger, S. (2021). *Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective*, in Or Spectrum, 43, pp. 1-58.
- Bracco, S., & Fresia, M. (2023). *Energy Management System for the Optimal Operation of a Grid-Connected Building with Renewables and an Electric Delivery Vehicle*, in IEEE EUROCON 2023-20th International Conference on Smart Technologies. IEEE, pp. 472-477.
- Docherty, I., Marsden, G., & Anable, J. (2018). *The governance of smart mobility. Transportation Research Part A*, in Policy and Practice, 115, pp. 114-125.
- EEA, E. (2019). *Transport: Increasing Oil Consumption and Greenhouse Gas Emissions Hamper EU Progress Towards Environment and Climate Objectives*, in Agenzia Europea do Ambiente, 12.
- Firouzi, M., Nazar, M. S., Shafie-khah, M., & Catalão, J. P. (2023). *Integrated framework for modeling the interactions of plug-in hybrid electric vehicles aggregators, parking lots and distributed generation facilities in electricity markets*, in Applied Energy, 334, 120703.

- Frade, I., Ribeiro, A., Gonçalves, G., & Antunes, A. P. (2011). *Optimal location of charging stations for electric vehicles in a neighborhood in Lisbon, Portugal*, in Transportation Research Record, 2252 (1), pp. 91-98.
- Li, Y., Lim, M. K., Tan, Y., Lee, Y., & Tseng, M. L. (2020). *Sharing economy to improve routing for urban logistics distribution using electric vehicles*, in Resources, Conservation and Recycling, 153, 104585.
- Patella, S. M., Grazieschi, G., Gatta, V., Marcucci, E., & Carrese, S. (2020). *The adoption of green vehicles in last mile logistics: A systematic review*, in Sustainability, 13 (1), p. 6.
- Piazza, G., Bracco, S., Delfino, F., & Siri, S. (2021). *Optimal design of electric mobility services for a Local Energy Community*, in Sustainable Energy, Grids and Networks, 26, 100440.
- Yong, J. Y., Ramachandaramurthy, V. K., Tan, K. M., & Mithulananthan, N. (2015). *A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects*, in Renewable and sustainable energy reviews, 49, pp. 365-385.
- Zhang, S., Gajpal, Y., Appadoo, S. S., & Abdulkader, M. M. S. (2018). *Electric vehicle routing problem with recharging stations for minimizing energy consumption*, in International journal of production economics, 203, pp. 404-413.

Pianificazione e controllo di autobus elettrici automatizzati nelle Smart city

Stefano Bracco¹, Cecilia Pasquale, Simona Sacone, Silvia Siri²

Abstract

La mobilità elettrica rappresenta un elemento cruciale per attuare la transizione verso sistemi di trasporto sostenibili e intelligenti. Oltre al crescente utilizzo di veicoli elettrici a uso privato, il trasporto pubblico svolge un ruolo significativo in questa transizione, come testimoniato dalla crescente presenza di autobus elettrici in molti centri urbani. Allo stesso tempo, un'altra innovazione tecnologica sta ridisegnando il settore dei trasporti, ossia l'automazione dei veicoli. Questi progressi aprono la strada a un futuro di città intelligenti o 'smart city' in cui il trasporto pubblico sarà costituito da flotte di veicoli elettrici e automatizzati. Per gestire questi veicoli in modo efficace, sono essenziali modelli che rappresentino al meglio la dinamica degli autobus e siano in grado di stimare il loro consumo energetico. Questi modelli costituiscono la base

¹ DITEN, Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni, Università di Genova.

² DIBRIS, Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei sistemi, Università di Genova.

per la progettazione di algoritmi di controllo per ottimizzare la velocità degli autobus e i tempi di sosta/ricarica in tempo reale.

Keywords

modelli di traffico, modelli di consumo energetico, schemi di controllo, autobus elettrici automatizzati.

1. Introduzione

La mobilità è una componente fondamentale nella progettazione delle città intelligenti (Jia, Panetto, Macchi, Siri, Weichhart e Xu, 2022). Tutte le moderne città si stanno rinnovando in modo radicale e propongono sistemi di mobilità intelligente in grado di migliorare l'efficienza e la sostenibilità ambientale delle aree urbane. La mobilità elettrica per il trasporto pubblico rappresenta una delle tendenze più importanti verso le Smart city, come dimostra la crescente presenza di autobus elettrici in tutto il mondo. Oltre all'elettrificazione, un altro importante progresso tecnologico che coinvolge i sistemi di trasporto riguarda lo sviluppo delle tecnologie legate ai veicoli connessi e autonomi. Anche il trasporto pubblico sta seguendo questa tendenza verso un livello di automazione sempre più spinto.

Gli autobus elettrici automatizzati offrono diversi vantaggi rispetto agli autobus tradizionali. Tra questi vale la pena citare la riduzione dell'impatto ambientale, il miglioramento della sicurezza, il maggior comfort per i passeggeri e il minor disturbo per i residenti nelle vicinanze, oltre a una maggiore efficienza complessiva. Tuttavia, gli autobus elettrici hanno un costo di investimento iniziale più elevato rispetto agli autobus diesel di dimensioni e prestazioni analoghe. Questa spesa iniziale può essere compensata, tuttavia, se si considerano i minori costi di manutenzione e la maggiore efficienza nel tempo.

L'obiettivo di questo capitolo è quello di affrontare alcune questioni importanti nella gestione degli autobus elettrici automatizzati del prossi-

mo futuro, ossia la definizione di modelli e algoritmi di controllo per la determinazione dei profili di velocità e dei tempi di sosta e ricarica ottimali.

2. Sistemi di ricarica intelligente

È possibile suddividere gli autobus elettrici tra quelli a lunga percorrenza e quelli a breve. Gli autobus a lunga percorrenza hanno batterie più grandi (250-660 kWh) e un'autonomia di oltre 200 km, per cui in genere si ricaricano solo durante le soste prolungate. Gli autobus a breve percorrenza hanno batterie più piccole (50-250 kWh), che vengono ricaricate sia durante le soste sia durante il viaggio. Gli autobus elettrici consumano generalmente tra 0,76 e 2,79 kWh/km, con un consumo medio di 1,65 kWh/km.

Il metodo tipico di ricarica degli autobus elettrici è noto come 'depot charging' e consiste nel caricare l'autobus durante la notte a 25-150 kW per almeno cinque ore. La ricarica avviene tramite un cavo collegato a una stazione di ricarica CA/CC o tramite un pantografo. La ricarica in deposito richiede spazio per l'installazione delle stazioni di ricarica e di sottostazioni elettriche per gestire l'elevata potenza totale impegnata dal deposito.

Un'altra opzione è il cosiddetto 'opportunity charging', che prevede la ricarica parziale degli autobus al capolinea tramite un pantografo, in un tempo di 10-15 minuti circa. Ciò consente una ricarica più breve dell'autobus a fine giornata, con una necessità quindi di potenza inferiore rispetto ai sistemi di ricarica notturna. La potenza di ricarica è di 150-160 kW e consente agli autobus di avere batterie più piccole, riducendo il peso e aumentando lo spazio a bordo per i passeggeri. Tuttavia, tale sistema richiede l'installazione di sottostazioni elettriche e infrastrutture di ricarica presso le aree di sosta.

Il cosiddetto 'flash charging' permette una ricarica rapida presso le fermate situate lungo il percorso, mentre i passeggeri salgono e scendono, consentendo all'autobus di arrivare al capolinea o al deposito con uno stato di carica della batteria di circa il 40-50%. Questo riduce

il tempo di ricarica completa a soli tre-cinque minuti, rendendolo paragonabile ai tempi di rifornimento degli autobus diesel. La potenza di ricarica fornita è di circa 500-600 kW e viene erogata attraverso un sistema a pantografo.

Le ricariche di tipo ‘wireless charging’ e ‘overhead conductive charging in motion’ rappresentano altre possibilità. In particolare, il primo metodo prevede la ricarica induttiva, per cui l’autobus allinea il suo ricevitore wireless (posizionato nella parte inferiore) con una bobina di ricarica posizionata sotto la superficie stradale. La potenza di ricarica è di circa 50-250 kW. Questo metodo ha un impatto visivo minimo, ma richiede interventi strutturali e di manutenzione sul manto stradale. Il secondo metodo è utilizzato dai filobus con catenaria aerea, normalmente presente sul 20-40% del percorso, affidandosi all’alimentazione a batteria per il resto del viaggio.

Le infrastrutture di ricarica sono connesse alla rete elettrica nazionale; quindi, la ricarica incontrollata e simultanea di molti veicoli può causare problemi alla rete di distribuzione, quali congestioni e degrado della qualità del servizio. Questi problemi hanno portato all’implementazione di metodi di controllo e ottimizzazione della ricarica per gestire la domanda di energia dei veicoli, con l’obiettivo di massimizzare il potenziale della rete elettrica e dei sistemi di ricarica, soddisfacendo al contempo le richieste degli utenti. Questi metodi prevedono la ricarica dei veicoli elettrici quando c’è un’eccedenza di elettricità prodotta da fonti rinnovabili, quando la rete è meno congestionata, come nelle ore notturne, o quando i prezzi dell’energia elettrica sono bassi. Le strategie di questo tipo sono chiamate ‘smart charging’ e consentono di gestire la ricarica dei veicoli sulla base del prezzo dell’energia e dello stato della rete elettrica, migliorando complessivamente la gestione della rete ed evitando picchi di domanda (Bracco, Delfino e Piazza, 2022).

Nel futuro della mobilità elettrica, anche le tecnologie Vehicle-to-Grid (V2G) e Vehicle-to-Building (V2B) svolgeranno un ruolo cruciale. La tecnologia V2G consente ai veicoli sia di immagazzinare sia di eroga-

re energia, rendendo i veicoli elettrici protagonisti attivi anziché passivi all'interno del sistema elettrico nazionale. Gli autobus elettrici, ad esempio, possono caricarsi durante le ore non di punta e poi scaricare l'energia nella rete durante i picchi di domanda, generando potenzialmente ricavi nei mercati dell'energia. Analogamente, la tecnologia V2B può ottimizzare la gestione dell'energia negli edifici sostenibili, permettendo uno scambio bidirezionale di energia fra il singolo veicolo e l'edificio. L'integrazione di mobilità elettrica, energie rinnovabili, sistemi di accumulo ed edifici intelligenti è fondamentale per il futuro delle Smart city.

3. Stato dell'arte su problemi di pianificazione e controllo di autobus elettrici automatizzati

L'adozione di autobus di nuova generazione nelle Smart city presenta nuove sfide non solo in termini di tecnologie adottate, ma anche dal punto di vista dei metodi di pianificazione e controllo in tempo reale. I metodi tradizionali di pianificazione e controllo degli autobus (Ibarra-Rojas et al. 2015) devono essere adattati per tenere conto dei requisiti di ricarica (Perumal et al. 2022) e delle caratteristiche di automazione di questi veicoli (Tian et al. 2022). La pianificazione di una flotta di autobus prevede tipicamente tre livelli: strategico (a lungo termine), tattico (a medio termine) e operativo (a breve termine). Inoltre, sono necessari schemi di controllo per prendere decisioni su flotte di autobus in base alle condizioni misurate in tempo reale nel sistema. Come evidenziato in (Perumal et al. 2022), i metodi di pianificazione e di controllo sviluppati per gli autobus convenzionali devono tenere conto delle esigenze e caratteristiche specifiche degli autobus elettrici.

Nella pianificazione strategica di autobus elettrici, le decisioni a lungo termine riguardano la progettazione delle linee di transito, la scelta dell'equipaggiamento dei veicoli e dell'infrastruttura di ricarica, l'ubicazione delle stazioni di ricarica e la determinazione delle dimensioni della flotta di autobus. La pianificazione tattica, invece, coinvolge decisioni relative alla frequenza del servizio e agli orari. Queste decisio-

ni possono essere adattate per tenere conto dei requisiti energetici degli autobus elettrici, considerando, ad esempio, orari più flessibili. Le decisioni strategiche e tattiche possono essere ulteriormente estese tenendo conto del loro impatto sulla rete di distribuzione, come descritto in (Alamatsaz et al. 2022). A livello di pianificazione operativa, l'attenzione si sposta sulla programmazione dei veicoli e degli equipaggi. Con gli autobus elettrici, la programmazione dei veicoli diventa particolarmente critica a causa della dipendenza dalla disponibilità dell'infrastruttura di ricarica e nasce l'esigenza di adottare strategie di 'smart charging'.

Per quanto riguarda il controllo in tempo reale, le principali strategie di controllo si possono distinguere in due categorie:

- 'station control strategies', che prevedono l'attuazione di azioni di controllo alle fermate. Queste azioni possono includere la sosta prolungata degli autobus alle fermate per migliorare la regolarità del servizio, nonché l'impiego di strategie di 'stop-skipping' per aumentare la velocità degli autobus e ridurre al minimo i tempi di attesa dei passeggeri;
- 'inter-station control strategies', che vengono applicate mentre l'autobus viaggia tra due fermate. Queste strategie possono riguardare il controllo della velocità degli autobus o l'implementazione di misure per regolare i tempi dei semafori in modo da dare priorità al passaggio degli autobus.

Se si fa riferimento specificatamente agli autobus elettrici, fattori come le condizioni di guida, le condizioni del traffico e la presenza di semafori diventano cruciali da tenere in considerazione. Molte strategie di controllo per gli autobus elettrici si concentrano sul controllo agli incroci, basandosi su strategie di 'eco-driving'. Tali strategie consistono nel determinare il profilo di velocità ottimale degli autobus al fine di ridurre al minimo il consumo di energia, considerando la dinamica del veicolo, le caratteristiche della strada e le condizioni del traffico, e garantendo al contempo un servizio di trasporto pubblico efficiente.

4. Controllo di autobus elettrici automatizzati basato su previsioni di traffico

La maggior parte degli approcci di controllo per autobus elettrici automatizzati presenti nella letteratura scientifica non tiene conto dell'influenza delle condizioni del traffico sui percorsi degli autobus, il che è ragionevole quando sono disponibili corsie riservate per il trasporto pubblico. Tuttavia, in situazioni in cui le corsie riservate sono assenti, come in alcune linee di autobus urbane ed extraurbane, questa ipotesi non è più valida. In questi scenari, diventa essenziale che le strategie di controllo tengano conto delle previsioni sulle condizioni del traffico, sia per stimare i tempi di percorrenza sia per determinare il consumo energetico. Questa sezione si concentra sugli algoritmi di controllo per autobus elettrici automatizzati che operano su strade senza corsie dedicate, dove l'interazione con il traffico non può essere trascurata. L'obiettivo è ottimizzare la velocità, i tempi di sosta e/o i tempi di ricarica degli autobus elettrici automatizzati in tempo reale, considerando le condizioni di traffico misurate e prevedendo le condizioni di traffico che l'autobus incontrerà lungo il suo percorso. Gli schemi di controllo discussi di seguito includono strategie di controllo in cui le decisioni comportano la determinazione della velocità ottimale per il percorso, nonché dei tempi di sosta e di ricarica alle fermate, come proposto da Pasquale, Sacone, Siri e Ferrara, 2022a).

4.1 Modelli di previsione

Per effettuare una progettazione e un controllo efficaci degli autobus elettrici automatizzati, è necessario disporre di modelli attendibili. In particolare, sono di interesse modelli che considerino i due seguenti aspetti fondamentali:

- il comportamento dinamico degli autobus quando interagiscono con altri veicoli sulla strada, attraverso modelli di traffico;
- il consumo energetico degli autobus in funzione dei loro sposta-

menti e della presenza di stazioni di ricarica, attraverso modelli di consumo energetico.

Come già detto, per pianificare e controllare gli autobus elettrici automatizzati, è molto importante rappresentare la loro interazione con gli altri veicoli presenti sulla strada. Infatti, in assenza di corsie dedicate, vi è una doppia interazione degli autobus con il traffico, poiché essi influenzano il traffico circostante e, allo stesso tempo, sono influenzati dalle condizioni di traffico. I modelli di traffico giocano quindi un ruolo cruciale. Essi possono essere classificati in: modelli di traffico microscopici, che forniscono un alto livello di dettaglio, rappresentando la dinamica e le interazioni dei veicoli tramite equazioni dinamiche specifiche per ogni veicolo; modelli di traffico macroscopici, che descrivono la dinamica del traffico a livello aggregato, utilizzando variabili come la densità, la velocità media e il flusso; modelli di traffico mesoscopici, che offrono un livello intermedio di dettaglio e rappresentano l'eterogeneità dei conducenti e dei veicoli in termini probabilistici.

Quando si vuole rappresentare esplicitamente il comportamento dinamico degli autobus all'interno della rete di trasporto, un approccio adeguato è quello di combinare modelli di traffico microscopici (per rappresentare gli autobus come entità individuali) con modelli di traffico macroscopici (per i restanti veicoli), come fatto ad esempio da Pasquale, Sacone, Siri e Ferrara (2022b).

Il consumo energetico degli autobus elettrici, invece, è influenzato da vari fattori, tra cui le caratteristiche del veicolo, le condizioni atmosferiche, il numero di passeggeri a bordo, il comportamento del conducente, la pendenza della strada, le condizioni di traffico, il consumo dell'impianto di condizionamento e altro ancora. Recentemente sono stati sviluppati numerosi modelli di consumo energetico per gli autobus elettrici. Ad esempio, Bracco, Bianco, Siri, Barbagelata, Casati e Siri (2021) integrano un modello di consumo per autobus elettrici con un modello di traffico microscopico per generare profili di velocità che tengano conto di diverse condizioni di traffico e comportamenti dei conducenti.

4.2 Problemi di controllo ottimo basato sulla previsione delle condizioni di traffico

Durante il tragitto degli autobus, possono verificarsi eventi imprevisti, come tempi di attesa più lunghi per i passeggeri, guasti alle infrastrutture di ricarica o incidenti stradali. Per affrontare efficacemente queste situazioni, è utile adottare schemi di controllo online che combinino la previsione del traffico e le misurazioni in tempo reale. Uno schema di controllo generale è mostrato in Fig. 11, dove un algoritmo di controllo sfrutta i dati provenienti dai sensori stradali (ad esempio densità, velocità media, flusso), dai veicoli connessi (ad esempio posizione, velocità) e dai sensori dell'autobus (ad esempio stato di carica della batteria, posizione, velocità) per determinare il profilo di velocità ottimale e i tempi di sosta/ricarica ottimali alle fermate.

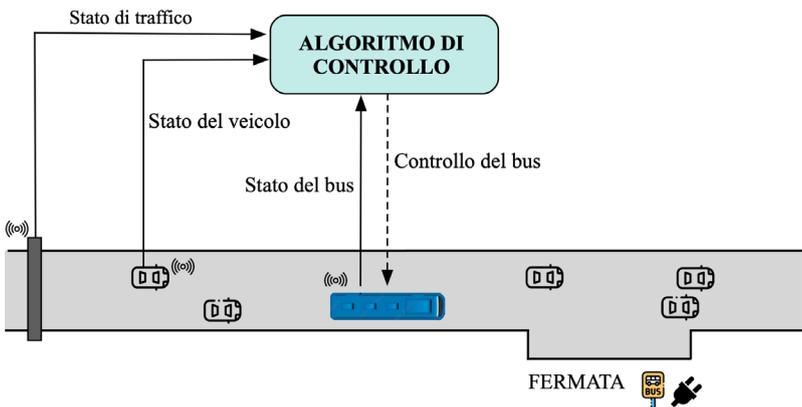


Fig. 11. Schema di controllo di un autobus.

Lo schema di controllo proposto in Pasquale, Sacone, Siri e Ferrara (2022a) è composto da due moduli principali, il primo basato su un modello di previsione del traffico, che permette di effettuare una previsione dello stato del traffico sulla strada, e il secondo che risolve un problema di controllo ottimo multi-obiettivo. Questo problema di controllo è stato formalizzato come un problema di programmazione

lineare-quadratico a variabili miste e permette di determinare le variabili di controllo, cioè la velocità e i tempi di sosta/ricarica alle fermate, tenendo conto della previsione delle condizioni di traffico e dei vincoli legati all'esecuzione del servizio di trasporto pubblico. Gli obiettivi di controllo prevedono la minimizzazione delle deviazioni dall'orario, il raggiungimento di un adeguato livello di carica alla fine del percorso e la minimizzazione delle variazioni di velocità. Questo problema di ottimizzazione multi-obiettivo viene risolto trasformando la funzione multi-obiettivo in una funzione scalare che è costituita da una somma pesata degli obiettivi. Lo schema di controllo viene eseguito a ogni istante temporale dell'orizzonte di pianificazione considerato.

Nello schema di controllo proposto da Pasquale, Sacone, Siri e Ferrara (2023a), invece, le variabili di controllo sono determinate attraverso un approccio lessicografico in cui la priorità ai diversi obiettivi viene determinata dinamicamente durante il percorso dell'autobus, dando la precedenza all'orario o al livello energetico finale in base a una condizione che verifica, in tempo reale, se si prevede che l'autobus sia in ritardo o meno alla fermata successiva. In Pasquale, Sacone, Siri e Ferrara (2023b) è stata analizzata la natura multi-obiettivo del problema proposto in Pasquale, Sacone, Siri e Ferrara (2022a) ed è stata determinata la 'frontiera di Pareto' in diversi scenari.

Questi schemi di controllo possono essere ulteriormente estesi quando ci sono più autobus che condividono la stessa linea e le stesse infrastrutture di ricarica; in questo caso, i percorsi degli autobus devono essere pianificati congiuntamente e i loro algoritmi di controllo possono essere integrati. Ciò corrisponde all'implementazione di schemi di controllo distribuiti in cui i controllori possono scambiare informazioni e prendere decisioni in modo collaborativo. Lo sviluppo di tali schemi, che devono fornire soluzioni efficienti per i percorsi degli autobus e garantire l'efficienza computazionale, rappresenta una sfida significativa per la ricerca futura in questo ambito.

5. Conclusioni

Gli autobus elettrici e automatizzati hanno un grande potenziale per migliorare il trasporto pubblico nelle città intelligenti, aumentando la connettività e offrendo un'esperienza di viaggio più efficace e sostenibile. In termini di modellizzazione, è necessario integrare i modelli di traffico e di consumo energetico, che tradizionalmente sono stati sviluppati separatamente. Allo stesso tempo, gli algoritmi di controllo dovrebbero concentrarsi sulla gestione degli autobus in tempo reale, sfruttando tecnologie come la comunicazione tra veicoli e l'integrazione con altri sistemi di gestione della mobilità e dell'energia presenti nelle città intelligenti, con l'obiettivo di garantire l'accessibilità, la connettività, l'inclusione e una migliore qualità della vita per i residenti delle città.

Bibliografia

- Alamatsaz, K., Hussain, S., Lai, C., & Eicker, U. (2022). *Electric Bus Scheduling and Timetabling, Fast Charging Infrastructure Planning, and Their Impact on the Grid: A Review*, in *Energies*, 15 (21), 7919.
- Bracco, S., Bianco, G., Siri, S., Barbagelata, C., Casati, C., & Siri, E. (2021). *Simulation models for the evaluation of energy consumptions of electric buses in different urban traffic scenarios*, in 2021 Sixteenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), IEEE, pp. 1-6.
- Bracco, S., Delfino, F., Piazza, G. (2022), *Il ruolo della mobilità elettrica nelle reti del futuro*, in *AEIT*, 11, pp. 6-12.
- Ibarra-Rojas, O. J., Delgado, F., Giesen, R., & Muñoz, J. C. (2015). *Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review*, in *Transportation Research Part B: Methodological*, 77, pp. 38-75.
- Jia, Q. S., Panetto, H., Macchi, M., Siri, S., Weichhart, G., & Xu, Z. (2022). *Control for smart systems: Challenges and trends in smart city*, in *Annual Reviews in Control*, 53, pp. 358-369.
- Pasquale, C., Sacone, S., Siri, S., & Ferrara, A. (2022a). *Traffic-Prediction-Based Optimal Control of Electric and Autonomous Buses*, in *IEEE Control Systems Letters*, 6, pp. 3331-3336.

- Pasquale, C., Sacone, S., Siri, S., & Ferrara, A. (2022b). *Optimal charging and speed control of electric buses based on traffic flow predictions*, in 2022 IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA), IEEE, pp. 1011-1016.
- Pasquale, C., Sacone, S., Siri, S., & Ferrara, A. (2023a). *Decentralized Control of Intercity Electric Automated Buses via Time-Varying Objective Prioritization*, in 2023 62nd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), IEEE, pp. 4130-4135.
- Pasquale, C., Sacone, S., Siri, S., & Ferrara, A. (2023b). *Multi-objective optimization of electric automated bus trajectories based on the ε -constraint method*, in 2023 31st Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), IEEE, pp. 472-477.
- Perumal, S. S., Lusby, R. M., & Larsen, J. (2022). *Electric bus planning & scheduling: A review of related problems and methodologies*, in European Journal of Operational Research, 301(2), pp. 395-413.
- Tian, Q., Wang, D. Z., & Lin, Y. H. (2022). *Optimal deployment of autonomous buses into a transit service network*, in Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 165, 102865.

Smart city e profili di diritto amministrativo nel prisma della democrazia amministrativa

*Piera Maria Vipiana*¹

Abstract

Il contributo si prefigge lo scopo di delineare i principali aspetti correlati allo sviluppo della Smart city nell'ottica del diritto amministrativo. Alla luce del profilo di diritto amministrativo generale, assurge all'esame della dottrina, del legislatore e della giurisprudenza il tema della 'governance partecipata'. Invero, se la city per diventare smart e rafforzare tale status deve affrontare cambiamenti, talvolta anche radicali, molto rilevante è il ruolo del cosiddetto 'cittadino attivo', protagonista dei meccanismi di democrazia amministrativa, implementati grazie all'AI.

Keywords

democrazia amministrativa, smartness, pubblica amministrazione, intelligenza artificiale, partecipazione.

¹ DIGI, Dipartimento di giurisprudenza, Università di Genova.

1. Inquadramento

La creazione di una Smart city o comunque la trasformazione di una città – che a mio avviso va intesa anche come agglomerato abitato in genere – in senso smart necessita, contemporaneamente, fondi, idee progettuali, capacità gestionali, conoscenze tecnico scientifiche, nonché leggi idonee, un contesto programmatico e pianificatorio propizio, un'azione efficiente e snella delle pubbliche amministrazioni e buone prassi amministrative in grado di tradurre le idee nella realtà.

In tale quadro è evidente che occorre che siano coinvolti vari settori scientifici: fra essi, un ruolo rilevante è ricoperto dal diritto amministrativo. In tal senso piani, programmi, atti amministrativi generali e, conseguentemente, provvedimenti amministrativi che costituiscono, nel loro complesso, un'azione amministrativa che – purché sempre nell'ambito del rispetto delle fonti normative e nel perseguimento dell'interesse pubblico che giustifica il conferimento del potere di porre in essere gli atti summenzionati – non crei ostacoli alla creazione di una Smart city, ma costituisca un volano per la sua istituzione e per il suo miglioramento.

In questo breve scritto, costituente una sorta di introduzione al ruolo del diritto amministrativo in relazione alle Smart city, si prenderanno in esame, sinteticamente, talune delle possibili connessioni fra tale settore del diritto e la Smart city, per poi incentrarci sul ruolo, per quest'ultima, della democrazia amministrativa nelle sue varie declinazioni e nei suoi innumerevoli profili problematici, anche connessi con le sfide digitali proprie delle Smart city.

2. Smart city e diritto amministrativo

Innanzitutto l'ottica del diritto pubblico e, in particolare, del diritto amministrativo in un'analisi ricostruttiva e propositiva delle Smart city, impone lo studio delle funzioni amministrative e dei servizi amministrativi in ordine alle Smart city.

Uno degli esponenti della dottrina più autorevoli e uno dei fondatori del diritto amministrativo, Massimo Severo Giannini scriveva «In principio sono le funzioni ...»: nel senso che le questioni organizzative, del personale e procedurali sono accessorie a quelle sostanziali, relative, appunto, alle funzioni.

Ad esempio, una città smart deve presentare efficienti servizi, come quelli di trasporto pubblico locale, protezione civile, raccolta dei rifiuti, approvvigionamento idrico, pulizia delle strade e così via.

Al contempo, è essenziale un corretto svolgimento delle funzioni amministrative: a titolo esemplificativo, si può affermare che sarebbe inutile una efficiente rete di trasporto pubblico locale, magari attraverso l'uso di mezzi che sfruttano energie alternative, qualora i mezzi di trasporto siano la sede di crimini o, più in generale, di episodi di degrado urbano. Pertanto il corretto esercizio della funzione di sicurezza pubblica risulta fondamentale.

Altrettanto rilevante è l'esercizio delle funzioni legate all'efficiente – oltre che legittimo, ovviamente – governo del territorio, nelle sue componenti urbanistica, edilizia, paesaggistica, ambientale, di prevenzione dei danni naturali, eccetera. Naturalmente una città oggetto di una cementificazione selvaggia, con uno scempio di valori paesaggistici e poco curante delle esigenze legate alla tutela dell'ambiente non può essere una città smart.

Nell'ottica dell'affermazione di quest'ultima occorre ripensare ogni funzione amministrativa e ogni servizio amministrativo. Ovviamente l'analisi, nell'ambito della ricerca, non potrà essere esaustiva, ma dovrà svilupparsi sulla base di talune funzioni e di taluni servizi più significativi.

Inoltre le funzioni amministrative e i servizi amministrativi, in una città veramente smart, dovranno essere improntati a tre caratteristiche, che costituiscono altrettanti aspetti trasversali rispetto alle funzioni.

1. In primo luogo, l'uso degli strumenti di intelligenza artificiale, fondamentali per la creazione e l'implementazione della città intelligente attraverso funzioni amministrative e servizi amministrativi smart.

2. In secondo luogo, occorre tenere in considerazione i possibili apporti collaborativi fra i soggetti pubblici e quelli privati. Invero, la concreta implementazione di una Smart city (o comunque l'evoluzione di una città in senso smart) richiede fondi, idee progettuali, conoscenze tecnico-scientifiche in grado di tradurre le idee nella realtà e capacità gestionali. Gli apporti di questi quattro fattori, oppure di uno o più fra essi, possono provenire dalla collaborazione fra i soggetti pubblici competenti a porre in essere le funzioni e i servizi che stanno alla base della Smart city, da un lato, e i soggetti privati in grado di porre sul campo tali apporti, dall'altro lato. Ne consegue la rilevanza, per una Smart city, del Partenariato Pubblico Privato (PPP) – come è dimostrato da interessanti studi anche di diritto comparato – sia che quest'ultimo venga inteso in senso improprio e generico, sia che lo si consideri nella sua accezione giuridica specialistica. Da quest'ultimo punto di vista, risulta ineludibile un'approfondita analisi del nuovo codice dei contratti pubblici del 2023, che detta disposizioni, in parte innovative, sul partenariato pubblico-privato e, in particolare, sulla finanza di progetto (al riguardo cfr. il saggio di P.M. Vipiana, di prossima pubblicazione).
3. In terzo luogo, evidente è il carattere indispensabile, per una Smart city, degli strumenti di democrazia amministrativa. Ciò per una ragione molto semplice: la creazione di una città smart o comunque il miglioramento di essa in senso smart richiede scelte, a volte anche radicali, come l'istituzione di zone a traffico limitato, magari sulla base dell'applicazione di algoritmi, che possono essere causa, oltre che di evidenti vantaggi, anche di qualche inconveniente (quali la riduzione dei parcheggi, anche per i residenti, e il minor afflusso di clienti in alcuni esercizi commerciali). È palese che è meglio se tali scelte siano volute o comunque accettate consapevolmente dai cittadini. Da qui la rilevanza degli strumenti di democrazia amministrativa, sui quali, sempre nell'ottica della Smart city, saranno svolte nelle seguenti pagine talune brevissime e preliminari considerazioni.

3. Il ruolo, per la Smart city, della democrazia amministrativa nelle sue plurime declinazioni

Per comprendere le potenzialità della democrazia amministrativa nell'ambito di una Smart city occorre puntualizzare i rapporti fra questo tipo di democrazia e la democrazia cosiddetta 'politica'.

Per un verso, nelle scelte amministrative (e quindi caratterizzate dalla discrezionalità e non dalla libertà nei fini), la democrazia rappresentativa ha un ambito di applicazione limitato, mentre la democrazia amministrativa o è deliberativa/partecipativa o non è democrazia, ossia non esiste. Per un altro verso, la democrazia politica serve a scegliere persone, mentre la democrazia amministrativa – quella che normalmente viene chiamata democrazia deliberativa, ma che sarebbe meglio definire dibattimentale – serve a fare scelte sulle decisioni (come ha magistralmente sintetizzato Sabino Cassese).

Molto efficacemente è stato scritto, da Gregorio Arena (che parafrasava Churchill), che nei sistemi di democrazia rappresentativa le teste si contano, non si rompono (cioè, le decisioni si prendono a maggioranza ed è vietato usare la violenza), mentre nella democrazia deliberativa le teste (o meglio, il loro contenuto) si cambiano e poi eventualmente si contano.

Vari sono i contenuti della democrazia amministrativa e tale varietà si apprezza appieno in una Smart city (per i precedenti e i seguenti rilievi cfr., pure per citazioni bibliografiche, Vipiana, 2017).

Innanzitutto, la democrazia amministrativa si può atteggiare a 'democrazia del proporre,' nel senso che alcune scelte della pubblica amministrazione (si pensi alla creazione di un campo da basket in un parco pubblico) possono direttamente discendere da petizioni, esposti o altri atti, variamente determinati, di soggetti privati che hanno interesse.

In secondo luogo, si può concretamente configurare la 'democrazia amministrativa dell'introdurre materiale utile all'istruttoria' o – laddove consentito – 'del contribuire a decidere'.

Infine, si può avere la ‘democrazia del fare’ oppure la ‘democrazia anche del fare’, come risulta da recenti esperienze: in particolare quelle che, supportate da ‘Labsus’ (laboratorio di sussidiarietà), sulla base dell’applicazione del principio costituzionale di sussidiarietà orizzontale, sono sfociate in documenti rilevanti quali il ‘Regolamento sulla collaborazione tra cittadini e amministrazione per la cura e la rigenerazione dei beni comuni urbani’, adottati da alcuni Comuni. In tali casi, per un fine specifico (quale la pulizia di un parco pubblico) oppure per operazioni più generali, come quelli attinenti alla pulizia del verde pubblico dell’intero territorio comunale.

La democrazia amministrativa o comunque istituti a essa ricollegabili sono previsti in varie fonti del diritto. Per semplicità si possono annoverare due gruppi di casi. Per un verso, quelli di cui alle disposizioni dettate dalla legge n. 241/1990 (sulle quali cfr., pure per ulteriori riferimenti, Vipiana, *L’attività*, 2017), che in particolare disciplina, come noto, istituti di partecipazione al procedimento amministrativo. Al riguardo Lorenzo Acquarone sottolineava che Mario Nigro – nel suo discorso di insediamento quale Presidente della Sottocommissione incaricata di stilare la bozza di riforma del procedimento amministrativo – aveva indicato, fra gli obiettivi fondamentali, la «democratizzazione del procedimento amministrativo» che avrebbe portato a «porre fine agli autoritarismi e alle imperscrutabilità dei comportamenti amministrativi». Per un altro verso, si tratta di istituti la disciplina dei quali si rinviene in altra normativa.

A titolo esemplificativo una rilevante figura è il dibattito pubblico (sul quale, in relazione al rilevante problema della viabilità, v. Vipiana, 2023): questo istituto, previsto già dall’art. 22 del codice dei contratti pubblici del 2016, è ora disciplinato dall’art. 40 del nuovo codice di cui al d. lgs. n. 36/2023.

Inoltre un istituto partecipativo rilevante è stato previsto da disposizioni che erano state adottate per risolvere l’annosa questione del rinnovo delle concessioni demaniali marittime a uso turistico-ricreativo: si tratta di disposizioni, a quanto consta mai applicate, della legge di

bilancio per il 2019 (l. 30 dicembre 2018, n. 145): sulla base delle risultanze dei lavori svolti dalle amministrazioni competenti per materia è avviata una procedura di consultazione pubblica, nel rispetto dei principi e delle previsioni di cui alla l. 241/1990, in merito alle priorità e modalità di azione e intervento per la valorizzazione turistica delle aree insistenti sul demanio marittimo.

Sussistono altresì casi ascrivibili alla democrazia amministrativa, ma non previsti espressamente in sede normativa: si tratta delle cosiddette ‘arene deliberative’ o delle ‘consultazioni pubbliche’, di interesse scientifico tale che in materia esistono pure lavori monografici (come quello di Molaschi, 2018).

4. Le principali problematiche legate alla democrazia amministrativa in relazione alla nascita e all’implementazione della Smart city

I vari istituti ascrivibili alla democrazia amministrativa possono dar adito a problemi applicativi che, se non vengono risolti o perlomeno attutiti, possono sminuire o addirittura eliminare l’utilità degli istituti medesimi (in materia cfr. Vipiana, 2017).

Quanto alle modalità di funzionamento di tali istituti, occorre evitare ciò che secondo Sabino Cassese (Cassese, 2011) è il primo inconveniente della partecipazione, perché più interno alla struttura amministrativa: l’appesantimento procedimentale che ne consegue. A tal fine è evidente che un accorgimento utile per evitare tale appesantimento sarebbe il ricorso agli strumenti elettronici.

Quanto alla durata dei meccanismi partecipativi, sarebbe opportuno prevedere limiti temporali massimi entro i quali gli apporti dei partecipanti devono intervenire, ossia configurare una precisa scansione temporale dell’espressione di essi.

Quanto al momento procedimentale in cui gli istituti di democrazia amministrativa intervengono, sarebbe necessario una loro collocazione temporale prima e durante il momento decisionale. Infatti «Solo se la c.d.

democrazia deliberativa attiene alla decisione, e non soltanto all'istruttoria, si può parlare di democrazia diretta» (come ha scritto Fabio Merusi).

Quanto poi agli esiti dell'apporto della democrazia partecipativa, si può immaginare che il decisore possa determinarsi in maniera in tutto o in parte difforme rispetto agli esiti della procedura decisionale partecipata, ma che debba motivare.

Infine, una questione aperta e, per così dire, prodromica a quelle alle quali si è appena accennato, è quella sull'opportunità che i fenomeni in questione restino privi di regolamentazione formale oppure, al contrario, sulla tendenziale necessità che occorra una disciplina espressa dei profili fondamentali di essi.

Su quest'ultimo punto, ovviamente, non esiste una risposta univoca. Certo, la previsione come obbligatorio di un istituto di democrazia amministrativa in determinati casi e la relativa regolamentazione appaiono utili. Tuttavia, ciò non dovrebbe tarpare le ali alla possibilità per i cittadini, di inventare ulteriori forme di democrazia amministrativa. Molto significativo appare quanto si era scritto alcuni anni fa in dottrina: «quella di 'democrazia partecipativa' sembra [...] una figura insuscettibile di esser racchiusa in schemi precisi, e mostra una continua (e forse inarrestabile) tensione evolutiva verso nuove formule e nuove epifanie» (Romano Tassone, 2008).

5. Il 'nuovo cittadino' della Smart city

Grazie alla concreta applicazione degli istituti di democrazia amministrativa ai quali si è fatto cenno, anche in base all'utilizzo degli strumenti dell'intelligenza artificiale si forma, potremmo dire, il 'nuovo cittadino' della Smart city, che è una persona attiva, informata su quanto accade nella sua comunità, pronto ad assumere iniziative per modificarne gli aspetti negativi e per incrementare quelli positivi; è pure un soggetto digitalmente esperto e quindi in grado di utilizzare gli strumenti informatici al fine di partecipare appieno alla vita amministrativa della sua città.

Si è osservato in dottrina che la traduzione nella realtà dei modelli di una democrazia amministrativa e soprattutto di una democrazia partecipativa, comporta il ruolo attivo del cittadino che da ‘soggetto amministrato’ diventa sempre di più ‘co-amministratore’.

Affinché ciò avvenga non basta però che gli strumenti di democrazia partecipativa siano previsti, anche con modalità agili come quelle informatiche, e non basta nemmeno che anche ulteriori modalità di democrazia amministrativa siano concretamente inventati e tradotti nella pratica da altri soggetti.

Invero, J. Morand-Deville (2011) ha rilevato:

si les citoyens de la démocratie participative ont de nouveaux droits ils ont aussi de nouveaux devoirs: celui de s’informer, celui de discuter, questionner, débattre, celui de participer. La ‘bonne administration’ exige certes de bons administrateurs mais aussi et surtout de bons citoyens.

In altri termini, occorre che il cittadino della Smart city, al fine di operare concretamente per il suo carattere smart, abbia concretamente la volontà di mettersi in gioco e di utilizzare concretamente i vari istituti, regolamentati o no, di democrazia amministrativa.

In epoca non recente Feliciano Benvenuti, in particolare nella breve ma incisiva monografia del 1994 *Il nuovo cittadino. Tra libertà garantita e libertà attiva* – peraltro tuttora molto attuale – teorizza il concetto di ‘demarchia’. Si tratta di una sfida molto importante dei nostri tempi: per creare e rafforzare la *smartness* di una città occorre il ruolo attivo di ogni suo cittadino, il quale, messo a conoscenza degli istituti di democrazia amministrativa e degli strumenti di intelligenza artificiali utili per attuarli, divenga parte attiva in tutti i profili che si sono presi in esame sopra.

Bibliografia

- Benvenuti, F. (1994). *Il Nuovo cittadino. Tra libertà garantita e libertà attiva*, Marsilio.
- Cassese, S., (2011). *La partecipazione al procedimento amministrativo in Italia e fuori dall'Italia, ovvero la democrazia amministrativa*, in Annuario DRASD 2011 (a cura di R. Balduzzi). Giuffrè, pp. 212 ss.
- Merusi F. (2012). *La legalità amministrativa. Altri sentieri interrotti*, Il Mulino.
- Molaschi, V., (2018). *Le arene deliberative. Contributo alle nuove forme di partecipazione nei processi di decisione pubblica*. Editoriale Scientifica.
- Morand-Deville, J. (2011). *Vers une démocratie administrative délibérative. Consultation, concertation, participation.*, in Foro AMM. TAR, 12, pp. 4179 ss.
- Romano Tassone, A., (2008). *“Il nuovo cittadino” di Feliciano Benvenuti tra diritto ed utopia*, in Dir. Amm., 2, pp. 313 ss.
- Vipiana, P.M., (2017). I nodi della democrazia amministrativa. In *Scritti In Memoria Di Antonio Romano Tassone* (a cura di: F. Astone, M. Calderera, F. Manganaro, F. Saitta, N. Saitta, A. Tigano). Editoriale Scientifica, pp. 2927 ss.
- Vipiana, P.M., (2017). *L'attività amministrativa ed i regimi amministrativi delle attività private*. Cedam Wki.
- Vipiana, P.M., (2023). *VAS, VIA e dibattito pubblico sulla realizzazione delle autostrade*. In *Le autostrade. La linea diritta e le linee del diritto*, Atti del convegno di Camogli, 20 e 21 maggio 2022 (a cura di D. Granara). Giappichelli, pp. 45 ss.
- Vipiana, P.M., (di prossima pubblicazione). *Il rilievo del project financing e, in generale, del PPP nella realizzazione di una Smart city*.

Il rapporto tra amministrazione e nuove tecnologie nel contesto della Smart city. Brevi spunti di riflessione in tema di adattamento

Giovanni Botto¹

Abstract

Posto che la Smart city è sia una città in cui la tecnologia rappresenta lo strumento attraverso il quale raggiungere obiettivi di sostenibilità – non solo ambientale, ma anche sociale, culturale e via dicendo – sia una città amministrata in maniera intelligente, vi è un profilo di grande interesse per lo studioso del diritto pubblico e, in particolare, del diritto amministrativo: il rapporto tra la Smart city e le politiche di adattamento ai cambiamenti climatici. Come noto, la comunità scientifica afferma, quantomeno in via maggioritaria, che gli effetti del riscaldamento globale presentano un’inerzia che renderà inevitabile, per decenni, la necessità di far fronte a condizioni climatiche inusitate; la città intelligente del prossimo futuro, pertanto, dovrà necessariamente essere una città adattata e adattabile agli effetti del cambiamento climatico. La tematica in questione è vastissima, ma, al fine di contenere l’intervento entro limiti ragionevoli, sarà preso in considerazione un problema che si pone

¹ DIGI, Dipartimento di giurisprudenza, Università di Genova.

al centro di quell'intreccio tra scienza, tecnica, politica e diritto, che rappresenta il nocciolo della nozione di Smart city: l'utilizzo da parte delle amministrazioni pubbliche dei c.d. 'early warning systems', strumenti di grandissima utilità, ma non esenti da criticità sotto il profilo giuridico, nonché delle modalità della loro concreta attuazione.

Keywords

amministrazione, città, smartness, adattamento, clima.

1. La difficile definizione giuridica di Smart city

Dal punto di vista definitorio, la nozione di Smart city pone problemi di non poco momento, in ragione della complessità semantica di tale espressione, cui consegue un'inevitabile incertezza normativa e una attività classificatoria essenzialmente fondata su canoni non giuridici.

A ciò deve aggiungersi come il fenomeno in oggetto presenti una natura per così dire in 'divenire', con conseguenze non secondarie per lo studioso del diritto – soprattutto interno – «abituato di regola ad affrontare entità connotate da una certa staticità, riconducibili a categorie giuridiche definite dalla normativa o dalla giurisprudenza» (Timo, 2020).

I fattori succintamente richiamati permettono di concordare con chi ha osservato che l'esame delle città intelligenti debba imprescindibilmente avere un approccio comparatistico (Ferrari, 2020), non tanto fondato, come ovvio, sul confronto di diversi ordinamenti, quanto, piuttosto, sul simultaneo esame di fattori, dimensioni e indici espressivi del grado di *smartness* raggiunto da una data città, fattori tra cui rientrano: la mobilità, l'impiego di tecniche dematerializzate di comunicazione, l'offerta di servizi online, la gestione dei rifiuti e delle risorse, ma anche la dimensione sociale e partecipativa. In altri termini, è possibile notare come le definizioni di Smart city mutino al cambiare degli elementi che coloro che le studiano decidono di tenere in maggiore considerazione o ai quali attribuiscono speciale priorità.

Pertanto, a seconda dei casi, verranno a configurarsi classificazioni maggiormente incentrate sull'aspetto tecnologico, altre caratterizzate dall'attenzione nei confronti della sostenibilità ambientale, altre ancora che valorizzeranno l'elemento commerciale e, infine, non mancheranno definizioni focalizzate sulla coesione sociale e sulla partecipazione attiva della cittadinanza.

Ad esempio, a livello italiano, è stato notato come la classificazione di Forum PA punti alla trasversalità

analizzando fattori che variano dalla solidità economica alla ricerca e innovazione, dal lavoro all'attrattività turistico-culturale, all'ambiente, dal consumo di suolo alla qualità dell'aria e dell'acqua, dall'energia alla partecipazione civile, dall'istruzione all'inclusione sociale, dal verde alla mobilità sostenibile. (Ferrari, 2020).

Laddove, invece, lo *Smart city Index* di EY

ricorre in grande prevalenza a dati strettamente tecnici, a cominciare dal versante delle tecnologie in senso stretto, come infrastrutture e reti, applicazioni e sensoristica (Ferrari, 2020).

A ben vedere, però, si tratta di classificazioni o – con le parole del Professor Ferrari – di *rankings* che, pur dando conto del grado di *smartness* di una città, non forniscono un dato solido da cui iniziare ad analizzare, quantomeno nella prospettiva del giurista, il concetto di Smart city.

Per questa si ritiene utile – nella prospettiva dello studioso di diritto pubblico – fare un passo indietro e riallacciare il discorso a categorie più consolidate, che ci preservino dal rincorrere la continua evoluzione di un fenomeno che, per sua stessa natura, non può che essere *in fieri*.

Si anticipa sin d'ora che, svolte alcune riflessioni inerenti alla matrice giuridica fondamentale della c.d. 'città intelligente', si procederà a individuare alcune implicazioni circa il concreto rapporto tra amministrazione e nuove tecnologie, nel contesto, paradigmatico, dell'adat-

tamento ai cambiamenti climatici, che rappresenta una delle questioni fondamentali del nostro tempo e riunisce in un unico argomento l'opportunità di fare un uso 'pubblico' della tecnica e dell'informatica all'esigenza di affidare un ruolo di centralità ai poteri pubblici e all'amministrazione nella gestione cittadina dei rischi ambientali.

2. Il rapporto con la nozione di sviluppo sostenibile e il collegamento con il principio di buona amministrazione

Alla luce di quanto poc'anzi osservato, è opportuno, innanzitutto, svolgere due considerazioni di massima. In primo luogo, la matrice fondamentale del concetto di Smart city – al di là delle diverse componenti che possono valorizzarsi, da quella digitale a quella ecologica, da quella sociale a quella democratica – si può individuare nel principio dello sviluppo sostenibile; un legame genetico che, a ben vedere, risulta dimostrato dai fattori dominanti della città intelligente: innovazione tecnologica, crescita economica e tutela dell'ambiente e delle comunità umane (Ferrero, 2015).

Oggi deve notarsi che la nozione di sviluppo sostenibile, di matrice prettamente ambientale – tanto che pure le prime considerazioni in materia di Smart city avevano una forte connotazione ambientale – si sta evolvendo nel senso di una sua emancipazione da detta sfera, per divenire il paradigma di tutte le politiche pubbliche (Fracchia, Vernile, 2022), in parte in ragione della trasversalità del valore ambientale, in parte grazie alla rinomata capacità del diritto ambientale di essere l'incubatrice di principi e strumenti che, in un secondo momento, sono in grado di diventare generali. L'esempio più classico non può che essere quello relativo al 'principio di precauzione' (Titomanlio, 2018; nonché De Leonardis, 2005).

In altre parole, con specifico riferimento al principio dello sviluppo sostenibile, deve evidenziarsi come esso, oggi, sia un'entità particolarmente complessa, che assume sfumature di significato differenti a se-

conda del contesto in cui è declinato. Con riferimento a quello cittadino, ad esempio, la città sostenibile è sia quella le cui esigenze si conciliano e non contrastano con quella di tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, sia quella in cui il benessere degli individui che la abitano ricopre una posizione centrale, configurandosi quale luogo privilegiato di estrinsecazione della personalità di ciascuno. Non deve dimenticarsi, infatti, il nesso ineludibile che lega la nozione di sostenibilità e il principio personalistico di cui all'art. 2 della Costituzione.

La Smart city, pertanto, in ragione del rapporto che condivide con il principio dello sviluppo sostenibile, si pone al centro di tale processo evolutivo, ben potendosi affermare che all'espandersi della moderna nozione di sostenibilità corrisponde un'espansione dei potenziali ambiti di applicazione della c.d. 'smartificazione'.

Circa la seconda considerazione, la dottrina ha evidenziato come i possibili approcci ordinamentali al tema della Smart city siano due: un modello bottom-up, tipicamente americano, e un modello top-down, tipicamente europeo (Ferrero, 2015).

La differenza risiede nel fatto che il modello europeo pone l'accento sul ruolo dei poteri pubblici nell'implementazione delle soluzioni cittadine intelligenti, laddove quello americano, fondato sulla libertà di iniziativa economica, pare richiedere al legislatore di creare le condizioni normative necessarie all'innovazione, lasciando lo sviluppo concreto della medesima alle dinamiche del settore privato.

L'approccio italiano, chiaramente, rispecchia il modello europeo, affidando al legislatore – ma anche e soprattutto alle pubbliche amministrazioni – un ruolo di primaria importanza.

Dalle due riflessioni a carattere generale che si sono svolte – la prima inerente al legame tra città intelligente e qualità della vita in senso ampio (non solo ambientale); la seconda inerente al ruolo di primaria importanza che il modello europeo di città smart affida all'amministrazione pubblica – è possibile trarre una prima deduzione in relazione al rapporto tra diritto amministrativo e Smart city: esiste un collegamento diretto tra quest'ultima e il principio di buona amministrazione, il qua-

le, dedotto precipuamente a partire dall'art. 41 della Carta dei diritti fondamentali dell'Unione europea (c.d. Carta di Nizza) e specificato dalla l. n. 241/1990, rappresenta un'estensione del principio di buon andamento, già espresso dall'art. 97 della Costituzione, e implica non solo che l'amministrazione debba svolgere le funzioni che la legge le attribuisce in maniera efficace, efficiente ed economica, ma pure che il suo ruolo sia funzionale a perseguire il benessere collettivo, nonché a garantire le condizioni fondamentali affinché i soggetti del diritto possano perseguire il proprio, personale, ideale di felicità.

Peraltro, il rapporto tra amministrazione e qualità della vita dei cittadini – riassunto nella bella espressione 'buona amministrazione' – non è nuovo agli studiosi del diritto amministrativo, che non hanno mancato di evidenziare che «il diritto amministrativo concorre in misura decisiva nella realizzazione del principale fine di ogni società a capitalismo maturo, ossia nella creazione delle indispensabili condizioni di benessere della persona» (Giuffrida, 2012).

Quanto detto, nella prospettiva che ci riguarda, risulta utile poiché permette di comprendere meglio il rapporto che deve sussistere, nel contesto della Smart city, tra tecnologia e governance.

La tesi non può che essere la seguente: l'utilizzo delle nuove tecnologie – e del digitale in particolare – non rende automaticamente 'intelligenti' le città in cui vengono implementate. La *smartness*, infatti, è un risultato che si raggiunge solamente ove dette tecnologie siano introdotte in via funzionale al raggiungimento di vari e diversificati obiettivi di sostenibilità, nell'ottica della crescente bontà dell'azione amministrativa.

3. Adattamento ai cambiamenti climatici e Smart city

Come si è anticipato – e come è stato opportunamente sottolineato dalla Professoressa Vipiana nel corso del suo intervento, con riferimento alla centralità delle funzioni amministrative nell'ambito della teoria della Smart city

l'analisi, nell'ambito della ricerca, non potrà essere esaustiva, ma dovrà svilupparsi sulla base di talune funzioni e di taluni servizi più significativi [...] Rilevante [tra gli altri] è l'esercizio delle funzioni legate al corretto governo del territorio, nelle sue componenti urbanistica, edilizia, paesaggistica, ambientale, di prevenzione dei danni naturali (P.M. Vipiana, in *Questo volume*).

In effetti, uno degli ambiti in cui il tema del rapporto tra innovazione tecnologica, funzioni amministrative e società civile – rapporto che, a ben vedere, trova una definizione alquanto soddisfacente proprio nella locuzione Smart city – è certamente quello dell'adattamento ai cambiamenti climatici, che, come si avrà brevemente modo di dire, coinvolge per l'appunto la maggior parte delle funzioni amministrative, richiede ampia consapevolezza della società civile e fa grande uso dell'innovazione tecnologica.

Come ormai noto ai più, infatti, la comunità scientifica afferma, quantomeno in via maggioritaria, che gli effetti innescati dall'emissione in atmosfera di gas serra, *in primis* il riscaldamento del pianeta, presentano un'inertza che, anche a fronte di rigorosissime ed efficaci politiche di mitigazione, renderà inevitabile, per decenni, la necessità di far fronte a eventi climatici estremi.

La città intelligente del prossimo futuro, pertanto, dovrà necessariamente essere una città adattata e adattiva agli effetti del cambiamento climatico.

Una parte degli studiosi del tema in questione afferma la nascita di una vera e propria *climate change adaptation law* (McDonald, McCormack, 2021) e non esitano ad affermare la necessità di adottare leggi che abbiano direttamente a oggetto l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Secondo altra parte degli studiosi (tra gli altri Meyers, 2021), invece, attualmente non sarebbe riscontrabile un vero e proprio diritto dell'adattamento ai cambiamenti climatici, inteso come branca a sé stante, e ciò non sarebbe nemmeno auspicabile, in quanto le particolari

esigenze dell'adattamento non si presterebbero a una classica regolazione top-down, ma richiederebbero un approccio più flessibile.

Secondo quest'ultima corrente di pensiero, pertanto, sarebbe necessario adattare l'ordinamento giuridico alla mutata situazione climatica piuttosto che adottare nuove leggi, o un corpo di leggi, sull'adattamento. Le principali ragioni poste a fondamento di tale impostazione sono due: in primo luogo, non è facile individuare un rapporto causale indettabile tra il cambiamento climatico e specifici eventi; in secondo luogo, a differenza della mitigazione, che si concentra su un oggetto ben preciso (la riduzione delle emissioni), l'adattamento richiede un'azione a tutti i livelli di governo e riguarda essenzialmente tutte le branche del diritto e della regolazione. Si tratta di quell'approccio che viene spesso definito come *'mainstreaming adaptation'*.

Inoltre, si potrebbe aggiungere, l'adattamento richiede regole capaci di adattarsi a condizioni nuove e non prevedibili. In tal senso, taluni hanno sottolineato come la necessità di adeguarsi ai cambiamenti climatici ponga in crisi la stessa nozione di stabilità del diritto (Ruhl, Salzman, 2013), rendendo necessaria una legislazione e un'amministrazione adattive.

Quanto detto non può che riverberarsi sull'amministrazione dell'adattamento e sul rapporto tra essa e gli strumenti tecnici a sua disposizione.

Se i cambiamenti climatici mettono in crisi la relativa stazionarietà dei sistemi naturali, rendendo i fenomeni severi meno prevedibili che in passato, è evidente che anche il modello con cui i poteri pubblici affrontano detti problemi deve modificarsi di conseguenza, sposando un approccio che, pur non abbandonando una tensione preventiva, si caratterizzi per una maggiore modulabilità, scalabilità e adattività.

Pertanto, nel contesto dell'adattamento ai cambiamenti climatici, da un lato il ruolo dei poteri pubblici riconquista una forte centralità, richiedendo forme di gestione nuove. Dall'altro, l'intreccio fra amministrazione e tecnica assume una forma nuova e interessante, in cui l'utilizzo della seconda diviene strumentale alla metamorfosi, in senso adattivo, della prima.

Non è un caso, ad esempio, che già oggi, nell'ambito dell'azione di protezione civile intesa in senso ampio, l'investimento tecnologico avvenga soprattutto in relazione a strumenti di monitoraggio e di allertamento preventivo, piuttosto che su tecnologie di messa in sicurezza del territorio, le quali potrebbero rivelarsi, oltre che eccessivamente onerose, non in grado di rispondere ai repentini mutamenti dei sistemi naturali stessi.

In altri termini, se il cambiamento climatico impone una transizione verso un modello di amministrazione dei rischi naturali diverso rispetto al passato, la 'smartificazione' delle comunità – che nel modello europeo, come si è detto, vede i poteri pubblici quali protagonisti – dev'essere necessariamente in linea con tale obiettivo. Solo in tal modo è possibile aspirare all'effettività dell'azione amministrativa e, di conseguenza, a una 'buona amministrazione', nel senso che si è detto, del rischio.

A ciò si deve aggiungere che il nesso tra smartificazione, sostenibilità e principio di buona amministrazione fa emergere un altro elemento di grande interesse relativamente al rapporto tra tecnologie e p.a.: l'importanza dell'integrazione tra gli elementi dell'innovazione e il contesto sociale di riferimento. Vale a dire, in virtù delle considerazioni che si sono svolte, che non è la digitalizzazione in sé a determinare la creazione di una città intelligente, ma la sua funzionalizzazione a una migliore azione amministrativa, secondo le esigenze di ogni ambito, nonché alla messa in comunicazione di società civile e p.a., nell'ottica dell'effettività.

Un esempio, sempre nell'ambito delle misure di adattamento, di tale stato di cose sono proprio i c.d. '*early warning systems*' (EWS) o sistemi di allertamento preventivo, particolarmente interessanti nel contesto d'interesse, in quanto, di primo acchito, potrebbero sembrare un oggetto di discussione eminentemente tecnico, ma, a ben vedere, sono strumenti che mettono in rilievo la necessità del loro innesto in un corretto processo sociale, improntato alla formazione e all'informazione.

In effetti, è lo stesso Consiglio dei Ministri ad affermare che

le attività di allertamento e quelle di allarme pubblico risentono di limiti correlati all'incertezza connessa ai fenomeni naturali, alla cono-

scienza scientifica imperfetta, alle capacità tecnologiche disponibili, e a vincoli derivanti dalla disponibilità delle risorse umane, strumentali e finanziarie, nonché dalle circostanze in cui le attività di valutazione e decisionali si concretizzano, sovente in contesti di urgenza ed emergenza che richiedono decisioni immediate. Pertanto, è necessario assicurare il miglior assetto organizzativo, strutturale e funzionale, nei contesti e con i limiti indicati, tenuto conto che il Sistema d'allertamento di protezione civile e IT-Alert non sono salvifici in sé, ma sono finalizzati, in ragione di un determinato probabile evento, ad attivare a livello territoriale e individuare una più specifica azione di protezione e tutela della collettività e del singolo, nel più generale contesto della pianificazione di protezione civile e di una condotta personale di consapevolezza dei rischi e di adozione costante di misure di prevenzione e salvaguardia (Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 23 ottobre 2020 - Allertamento di protezione civile e sistema di allarme pubblico IT-Alert).

In particolare, infatti, l'art. 2, c, 4 del codice della protezione civile stabilisce che sono attività di prevenzione non strutturale di protezione civile quelle concernenti:

1. l'allertamento del Servizio nazionale, articolato in attività di preannuncio in termini probabilistici, ove possibile e sulla base delle conoscenze disponibili, di monitoraggio e di sorveglianza in tempo reale degli eventi e della conseguente evoluzione degli scenari di rischio;
2. la pianificazione di protezione civile, come disciplinata dall'articolo 18;
3. la formazione e l'acquisizione di ulteriori competenze professionali degli operatori del Servizio nazionale;
4. l'applicazione e l'aggiornamento della normativa tecnica di interesse;
5. la diffusione della conoscenza e della cultura della protezione

- civile, anche con il coinvolgimento delle istituzioni scolastiche, allo scopo di promuovere la resilienza delle comunità e l'adozione di comportamenti consapevoli e misure di autoprotezione da parte dei cittadini;
6. l'informazione alla popolazione sugli scenari di rischio e le relative norme di comportamento nonché sulla pianificazione di protezione civile;
 7. la promozione e l'organizzazione di esercitazioni e altre attività addestrative e formative, anche con il coinvolgimento delle comunità, sul territorio nazionale al fine di promuovere l'esercizio integrato e partecipato della funzione di protezione civile, che possono prevedere scambi di personale delle componenti territoriali e centrali per fini di aggiornamento, formazione e qualificazione del personale addetto ai servizi di protezione civile;
 8. le attività di cui al presente comma svolte all'estero, in via bilaterale, o nel quadro della partecipazione dell'Italia all'Unione europea e a organizzazioni internazionali, al fine di promuovere l'esercizio integrato e partecipato della funzione di protezione civile;
 9. le attività volte ad assicurare il raccordo tra la pianificazione di protezione civile e la pianificazione territoriale e le procedure amministrative di gestione del territorio per gli aspetti di competenza delle diverse componenti.

Anche da una lettura superficiale della disposizione citata, perciò, risulta evidente come il Legislatore abbia inserito l'allertamento e l'allarme in un quadro più ampio, in cui l'informazione, la formazione e il coinvolgimento della popolazione devono andare di pari passo con l'innovazione tecnologica.

Gli studi in materia di EWS (tra gli altri, Kelman, Glantz, 2014) paiono confermare tale prospettiva. L'enfasi che necessariamente deve porsi sul processo sociale, infatti, contrasta con l'idea secondo cui i sistemi di allarme rapido comprendono solo l'apparecchiatura tecnica

che rileva un evento di pericolo e invia i relativi parametri alle autorità ai fini del processo decisionale. Il sistema degli EWS deve invece includere le autorità decisionali e i loro processi decisionali, insieme a molti altri aspetti sociali prima e dopo il verificarsi di un evento pericoloso.

Di più, gli studiosi hanno posto in evidenza come, sovente, tali sistemi falliscano non a causa di difetti tecnici del sistema, ma a causa dell'inadeguatezza del processo sociale in cui coloro che diffondevano gli avvisi e le informazioni hanno comunicato consigli sbagliati basati sulle informazioni di pericolo disponibili, aggravando così la vulnerabilità delle persone (Kelman & Glantz, 2014).

In altri termini, disporre di informazioni costantemente aggiornate e di mezzi di comunicazione tecnologicamente avanzati non implica automaticamente la capacità di saperli utilizzare proficuamente a fini di gestione dei rischi ambientali e naturali. Si tratta, a ben vedere, di questioni che imporrebbero di riaffrontare, alla luce delle innovazioni tecnologiche più recenti, il complesso tema dell'informazione ambientale e del suo ruolo ordinamentale e sociale.

4. Brevi considerazioni a carattere conclusivo

Conclusivamente, pertanto, il presente, breve contributo, vuole porre in evidenza alcuni elementi basilari del rapporto sussistente tra diritto amministrativo e teoria della Smart city: in primo luogo, la sussistenza di un legame tra quest'ultima e il principio dello sviluppo sostenibile, che, in virtù della sua capacità espansiva, contribuisce a definire, seppur in maniera dinamica, i confini entro i quali la pubblica amministrazione debba occuparsi del tema; in secondo luogo, la riconducibilità della questione inerente alla città intelligente nell'alveo del principio di buona amministrazione, che rende opportuno considerare la smartificazione delle comunità quale strumento di implementazione del principio personalistico nel contesto cittadino, garantendo sempre maggiori possibilità di partecipazione alla vita pubblica dell'urbe.

Dalle due considerazioni che precedono, le quali riallacciano la tematica in discussione a categorie e principi classici del diritto amministrativo, deriva evidentemente la necessità di porre al centro dell'amministrazione cittadina smart la persona umana, nei confronti delle cui esigenze l'implementazione delle nuove tecnologie deve porsi in un ruolo di strumentalità, fungendo da ponte tra gli individui, anche nelle loro composizioni aggregate, e gli apparati di governance.

Infine, le concise riflessioni svolte in tema di adattamento e sistemi di allertamento, oltre che volte a far emergere una dimensione della *smartness* che, sovente, rimane in disparte, sono direttamente funzionali a sottolineare come l'utilizzo delle nuove tecnologie per l'espletamento delle funzioni pubbliche non rappresenti e non debba essere intesa quale panacea, ma quale occasione di addivenire a una effettiva applicazione di principi fondamentali, come quello di sussidiarietà, soprattutto nella sua accezione orizzontale, nonché, con riferimento allo specifico tema dei rischi naturali, di precauzione.

Tracciando un chiusura circolare rispetto all'incipit delle presenti riflessioni, pertanto, si potrebbe dire che nell'ottica dell'amministrativista il lavoro sulla nozione di Smart city, pur difficile da afferrare, debba concentrarsi sul triplice rapporto fra gli interessi pubblici meritevoli di tutela nel contesto cittadino (da individuarsi anche alla stregua del principio di sostenibilità), le funzioni amministrative che vengono in gioco e l'esigenza, collocata in seno alla società civile, di partecipazione all'esercizio delle stesse. L'utilizzo pubblico delle tecnologie, perciò, non può che essere funzionale alla proficua instaurazione di questo legame, e solo in tal modo il processo di innovazione delle città e della loro amministrazione potrà avvenire secondo un canone di efficacia, evitando inutili sprechi di risorse pubbliche.

Bibliografia

- De Leonardis, F. (2005). *Il principio di precauzione nell'amministrazione di rischio* (pp. 1-404). Giuffrè.
- Ferrari, G. F. (2020). Smart city: l'evoluzione di un'idea. In *Smart city. L'evoluzione di un'idea* (pp. 13-22). Mimesis Edizioni.
- Ferrero, E. (2015). Le smart cities nell'ordinamento giuridico. *Il foro amministrativo*, (4), 1267-1286.
- Fracchia, F., & Vernile, S. (2022). Lo sviluppo sostenibile oltre il diritto ambientale. *Le Regioni*, 50(1-2), 15-45.
- Giuffrida, A. (2012). *Il «diritto» ad una buona amministrazione pubblica e profili sulla sua giustiziabilità* (Vol. 26). Giappichelli Editore.
- Kelman, I., & Glantz, M. H. (2014). Early warning systems defined. *Reducing disaster: Early warning systems for climate change*, 89-108.
- McDonald, J., & McCormack, P. C. (2021). Rethinking the role of law in adapting to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(5), e726.
- Mayer, B. (2021). Climate change adaptation and the law. *Virginia Environmental Law Journal*, 39(2), 141-176.
- Ruhl, J. B., & Salzman, J. (2012). Climate change meets the law of the horse. *Duke LJ*, 62, 975.
- Timo, M., (2021). *Dialogo e collaborazione nelle smart cities: la dimensione orizzontale della sussidiarietà e la partecipazione, in Le smart cities al tempo della resilienza* (pp. 59-88). Mimesis Edizioni.
- Titomanlio, R. (2018). *Il principio di precauzione fra ordinamento europeo e ordinamento italiano*. Giappichelli Editore.

**Gli strumenti tecnologici della security
all'interno della Smart city.
Spunti di riflessione a partire dal contesto italiano**
Lorenzo Sottile¹

Abstract

La multidimensionalità della sicurezza rischia di essere ‘sacrificata’ dalla forza espansiva della *security* e dagli strumenti tecnologici impiegati per la sua garanzia. Una realtà in costante mutamento come la città richiede continue innovazioni per assicurare un livello idoneo di prevenzione e repressione di reati e, in tal senso, le tecnologie di sorveglianza hanno assunto sempre maggior rilievo sin dagli anni '90.

Lo scopo di questo contributo è analizzare i principali profili giuridici relativi ai sistemi adottati dai Comuni italiani, approfondendo nello specifico le questioni problematiche che attengono alle telecamere di sorveglianza, ai sistemi di aeromobili a pilotaggio remoto (c.d. droni), alle *bodycam* e alle tecnologie di riconoscimento facciale.

Anzitutto, si evidenzierà la tendenza del *decision maker* a intervenire tardivamente e non sempre con fonti adeguate e con una disciplina

¹ DISPI, Dipartimento di scienze politiche e internazionali, Università di Genova.

puntuale; in secondo luogo, si cercherà di indagare gli elementi di compatibilità e di contrasto con un ampio ventaglio di diritti fondamentali, anche attraverso i provvedimenti adottati dall'Autorità garante per la protezione dei dati personali; infine, si aprirà una riflessione sulla direzione intrapresa dalle politiche statali e sub-statali in tema di *security* nello spazio urbano.

Keywords

security, videosorveglianza, droni, bodycam, tecnologie di riconoscimento facciale.

1. Il ruolo della security nella città intelligente

Ogni città è un organismo (Piccinato, 1988) a sé stante, la cui trama è caratterizzata da un'evoluzione storica e da particolari fattori di natura economica, sociale e giuridica che consentono, tendenzialmente, di distinguerla dalle altre città. Negli ultimi vent'anni, tuttavia, le realtà urbane sono state accomunate da un processo di radicale mutamento che ne ha cambiato il volto, determinando la convergenza verso la realizzazione di obiettivi condivisi che vengono ricompresi nell'ampio concetto di Smart city.

Infatti, l'avvento delle tecnologie dell'informazione e della telecomunicazione ha rappresentato una spinta propulsiva, avviata e alimentata dall'Unione Europea (Delle Cave, 2023), per la trasformazione delle città in poli di sperimentazione (Sessa, 2020) di soluzioni intelligenti volte a migliorare la qualità della vita di coloro che le abitano.

Nonostante la centralità oramai riconosciuta alla Smart city nel dibattito politico e nella letteratura scientifica di varie discipline, non esiste a oggi una definizione univoca che permetta di delineare con chiarezza i suoi confini (Albino, Berardi, Dangelico, 2015). Invero, diversi studi hanno tentato di fornire un quadro delle principali caratteri-

stiche delle Smart city; tra questi, un certo grado di apprezzamento viene riconosciuto al progetto di ricerca *Smart city - Ranking of European medium-sized cities* che ha avuto il merito di elaborare sei dimensioni della *smartness*: *Smart economy*, *Smart people*, *Smart governance*, *Smart mobility*, *Smart environment* e *Smart living*. In sintesi, si tratta di un nuovo modo di 'pensare' la città, uno spazio in cui lo sviluppo sostenibile viene perseguito attraverso elementi quali la partecipazione attiva dei cittadini, le risorse ambientali, il ridisegno dell'assetto territoriale e la mobilità intelligente.

In tale contesto ben si comprende come le tecnologie e l'utilizzo di dati siano divenuti condizioni indispensabili nella costruzione di una città 'orizzontale', ove i servizi e gli aspetti relativi alla gestione dello spazio urbano vengono potenziati all'insegna della trasparenza e dell'efficienza, e si attribuisce un ruolo primario agli stessi cittadini. Non è casuale il fatto che, stante l'assenza di una nozione giuridica di Smart city (Antoniazzi, 2019), il termine compaia, per la prima volta nell'ordinamento italiano, sotto forma di 'comunità intelligenti' (art. 20 del decreto-legge 18 ottobre 2012, n. 179), a ulteriore conferma della citata dimensione inclusiva e non verticistica.

Pertanto, proprio l'attenzione all'innalzamento degli standard qualitativi della vivibilità (Ferrero, 2015) ha portato lo Stato ad accogliere con favore soluzioni 'decentralizzate' come il partenariato pubblico privato e interventi che prevedono un maggiore coinvolgimento degli enti locali per il raggiungimento delle finalità enunciate.

Ad ogni modo, la Smart city è «in parte realtà e in parte progetto utopico» (Costa, 2018): è dunque opportuno ricordare che, in presenza di risorse limitate e di esigenze variabili a seconda dei contesti urbani analizzati, le politiche locali selezioneranno investimenti diretti solamente verso alcuni settori a scapito di altri, decidendo di proporsi soltanto determinati risultati. Di conseguenza, ci muoviamo in un terreno costellato di prassi, tutt'altro che uniforme. È possibile, però, riscontrare un dato costante di tutte le esperienze delle Smart city: la priorità riconosciuta al tema della sicurezza, da intendersi sia come *sa-*

fety sia come *security*. Con la prima accezione si è soliti riferirsi al profilo tecnico della sicurezza delle persone da rischi accidentali; il secondo significato interessa il profilo giuridico-politico della prevenzione e del contrasto di atti illeciti.

Da un lato, la sicurezza rappresenta un elemento ‘nativo’ della Smart city, in quanto in una città sicura i cittadini nutriranno totale fiducia nei confronti delle infrastrutture smart, sostenendo così la loro implementazione (Sessa, 2020); dall’altro, la sicurezza può svolgere un ruolo strumentale, garantendo, in astratto, la realizzazione di tutte le coordinate della Smart city.

Tale ‘incontro’ non assicura, tuttavia, la pacifica coesistenza tra due concetti multidimensionali come sicurezza e Smart city, i cui confini possono subire notevoli estensioni o compressioni. Le principali criticità emergono con riferimento al profilo della *security*, che ha dimostrato, per mezzo dell’ingresso e del conseguente sviluppo delle tecnologie di sorveglianza, una forza espansiva in grado di ‘oscurare’ gli altri obiettivi associati alla città intelligente.

Le esigenze (reali o presunte) di prevenzione e repressione dei reati hanno, difatti, spostato gli investimenti e il focus delle politiche nazionali e locali su queste tecniche di controllo, assecondando un cieco e acritico affidamento nella tecnologia (Paone, 2020).

La lente delle tecnologie di sorveglianza, affermatesi a partire dagli anni novanta come strumenti cardinali della *security*, risulta perciò indispensabile per comprendere le ‘crepe’ che si celano dietro ai processi di innovazione delle realtà urbane e le conseguenze negative che possono generarsi sul piano giuridico.

Le telecamere di videosorveglianza, i sistemi di aeromobili a pilotaggio remoto (c.d. droni), le *bodycam* e le tecnologie di riconoscimento facciale rappresentano, difatti, le principali manifestazioni della città che osserva, creando forme sempre più pervasive di monitoraggio e portando alla luce una serie di problematichità che interrogano, in particolar modo, la scienza giuspubblicistica: basti pensare a tematiche quali la gestione della spesa pubblica, il corretto utilizzo delle fonti del

diritto, l'obsolescenza normativa e la tenuta dei diritti e delle libertà fondamentali enunciati nel testo costituzionale.

I paragrafi che seguono si soffermeranno, quindi, solamente sulle ambiguità correlate a questi strumenti che hanno ostacolato, e tuttora intralciano, il percorso verso la realizzazione di una città smart.

2. Le telecamere di videosorveglianza: un solo strumento per risolvere i problemi della Smart city?

La stagione delle tecnologie di sorveglianza è stata inaugurata in Italia già verso la fine degli anni novanta, quando i Comuni iniziarono a mostrare interesse per l'installazione di sistemi di videocamere a circuito chiuso negli spazi pubblici, ossia apparecchiature che operano in modo continuativo per la registrazione e/o rilevazione di immagini, eventualmente associate a suoni, relative a persone identificabili (Frosini, 2011).

In un primo momento, i problemi emersi erano legati soprattutto all'assenza di una normativa sulla videosorveglianza, motivo per il quale fu necessario trovare un quadro normativo di riferimento nel decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196 (c.d. Codice privacy) e negli atti del Garante per la protezione dei dati personali.

Come evidenziato dalla stessa autorità indipendente nei due pareri resi ai Comuni di Milano e di Romano di Lombardia nel 1997 e nel 1998, destava perplessità l'attivazione di sistemi di videosorveglianza che incidessero su un dato personale come la propria immagine senza un sistema articolato di garanzie che potesse tutelare la riservatezza e altri diritti dei soggetti interessati dal trattamento. Gli interventi successivi del Garante sono stati ancor più puntuali, andando a enunciare, all'interno dei Provvedimenti del 29 aprile 2004 e dell'8 aprile 2010, i principi e gli adempimenti che le attività di videosorveglianza avrebbero dovuto rispettare.

Questa cautela non è stata tuttavia accompagnata dallo stesso atteggiamento delle politiche locali che, a partire dai primi anni duemila, hanno beneficiato del trasferimento di funzioni dallo Stato alle regioni

e agli enti locali per adottare tali strumenti di controllo come principali soluzioni per il contrasto alla criminalità, al punto che oggi è possibile affermare che le videocamere rappresentano «l'opzione tecnologica più praticata in Italia» (Paliotta, 2020) negli spazi pubblici.

In particolar modo, la loro diffusione è stata favorita dalla conversione in legge del decreto-legge 23 febbraio 2009, n. 11 il quale, ai commi 7 e 8 dell'art. 6, aveva previsto l'utilizzo dei sistemi di videosorveglianza in luoghi pubblici o aperti al pubblico da parte dei Comuni per la tutela della sicurezza urbana; aggiungendo, inoltre, che la conservazione dei dati raccolti dovesse essere limitata a sette giorni, salvo speciali esigenze.

La significativa proliferazione delle telecamere non è, invero, da correlare solamente all'avvento di una specifica disposizione normativa, bensì anche all'instaurazione di un paradigma di prevenzione situazionale ereditato dai Paesi del Nord Europa. Accanto alla funzione di *detection* delle videocamere, un ruolo di rilievo viene infatti riconosciuto alle finalità di deterrenza e di attenuazione della percezione di insicurezza dei cittadini.

Gran parte delle risorse finanziarie a disposizione degli enti locali sono state, quindi, destinate all'installazione e all'implementazione di questi sistemi, senza un investimento parallelo per indagini orientate a un'analisi del rapporto tra costi e benefici.

Accanto alle criticità sin qui evidenziate, come i rischi per la privacy dei cittadini, la lunga assenza di una disciplina in materia e l'inesistenza di studi sui risultati attesi, non può sottovalutarsi la questione della corretta gestione della spesa pubblica che emerge in relazione alla videosorveglianza; a maggior ragione se si considera che i fondi del Ministero dell'interno per l'installazione delle tecnologie in oggetto, destinati ai Comuni che hanno sottoscritto i Patti per la sicurezza urbana, sono in continuo aumento: basti pensare che l'art. 35-quinquies della legge 1 dicembre del 2018, n. 132 ha incrementato l'autorizzazione di spesa di 17 milioni di euro per il 2020, di 27 milioni per il 2021 e di 36 milioni per il 2022.

Pertanto, è necessario riflettere su quest'aspetto della spesa pubblica, dal momento che i costi non riguardano solo il montaggio di questi impianti, ma anche la loro manutenzione e il personale altamente qualificato deputato al controllo. Inoltre, non può sottacersi il fatto che studi condotti altrove hanno dimostrato come l'efficacia della videosorveglianza non sia indipendente dal contesto fisico-spaziale ove viene applicata, non prescinda dalla tipologia di reato commesso e dispieghi effetti positivi solo se sia parte di un piano di sicurezza generale che tenga in considerazione tutte le condizioni ambientali del luogo selezionato (Nobili, 2021).

3. L'inedita scelta delle fonti per la disciplina dei sistemi di aeromobili a pilotaggio remoto e delle *bodycam*

Oltre ai sistemi di telecamere a circuito chiuso, altre tecnologie di sorveglianza hanno fatto ingresso nelle città per il perseguimento degli obiettivi relativi alla *security*, ossia la prevenzione e il contrasto degli atti illeciti. Si tratta dei sistemi di aeromobili a pilotaggio remoto (SAPR), comunemente denominati droni, e delle *bodycam*.

Tali strumenti verranno trattati congiuntamente poiché condividono due rilevanti criticità che attengono alle fonti normative prescelte e al grado di tutela di alcuni diritti fondamentali.

L'utilizzo dei droni da parte delle Forze di Polizia per le finalità di pubblica sicurezza, con particolare riferimento al terrorismo, alla prevenzione dei reati di criminalità organizzata e ambientale, è stato previsto dall'art. 5, comma 3-sexies del decreto-legge 18 febbraio 2015, n. 7, poi modificato dall'art. 35-sexies del decreto-legge 4 ottobre 2018, n. 113. La conversione in legge di tali provvedimenti ha poi fornito una stabile base normativa per l'impiego di queste tecnologie; tuttavia, il rinvio a un Decreto del Ministero dell'interno – da emanare di concerto con i Ministri della difesa, dell'economia e delle finanze e delle infrastrutture e dei trasporti, sentito l'Ente nazionale per l'aviazione civile – per la disciplina delle modalità di utilizzo dei SAPR ha notevolmente depotenziato la salvaguardia di eventuali diritti fondamentali

coinvolti, quali il diritto alla protezione dei dati personali, il diritto alla riservatezza delle persone riprese, la libertà di circolazione e la libertà di riunione (Bonazzi, Lamon, 2021).

Inoltre, allo scarso livello di tutela che può essere offerto da un decreto ministeriale, si aggiunge il silenzio dello stesso Decreto del Ministero dell'interno del 13 giugno 2022 in ordine alle specifiche garanzie di cui potrebbero disporre i soggetti ripresi dal drone. Pertanto, stanti le criticità evidenziate, si dovrebbe riflettere sui molteplici usi che potrebbero essere esplorati dalle tecnologie in questione per il raggiungimento dei traguardi della Smart city, senza abbandonarsi alla forza attrattiva delle sole finalità di pubblica sicurezza.

Le problematiche dell'inadeguatezza della fonte prescelta e dell'insufficiente salvaguardia dei diritti che possono essere interessati dagli strumenti di sorveglianza si possono riscontrare altresì con riferimento alle *bodycam*.

La disciplina delle videocamere indossabili è, difatti, contenuta all'interno della circolare nr. 555/III-OP/DIV.1° e delle Linee guida del Ministero dell'interno del 18 gennaio 2022. In questo caso manca, *ab origine*, una previsione legislativa che fondi la disciplina delle tecnologie in esame. Se è pur vero che le modalità operative siano ben delineate all'interno degli atti ministeriali, allo stesso tempo non può eludersi la necessità di una normativa primaria laddove il funzionamento delle *bodycam* incida in maniera determinante sul diritto alla riservatezza, alla protezione dei dati personali, ma anche sulle libertà collettive connesse alla libera manifestazione del pensiero.

Infatti, da quanto si apprende dagli atti ministeriali, che pur stabiliscono puntualmente le modalità operative e di conservazione dei dati raccolti, le *bodycam* dovranno essere attivate solamente in presenza di «concrete e reali situazioni di pericolo di turbamento dell'ordine e della sicurezza pubblica o quando siano perpetrati fatti costituenti reato». Di conseguenza, alla luce delle osservazioni del Garante privacy, si può dedurre che il loro impiego avverrà durante eventi e manifestazioni pubbliche, con alte probabilità che il trattamento di dati rive-

li le opinioni politiche, sindacali e religiose dei partecipanti. Sebbene il Garante abbia reso un parere positivo sull'adozione delle *bodycam*, specificando soltanto che a esse non potranno essere integrati sistemi di riconoscimento facciale, non rassicura la presenza di un ulteriore strumento di sorveglianza tra le opzioni della *security*, che moltiplica il controllo all'interno della Smart city senza tenere in considerazione i diritti e le libertà potenzialmente vulnerate.

4. La mancata unione tra le tecnologie di riconoscimento facciale e la Smart city

La nuova frontiera della sorveglianza è incarnata da un altro *tool* di recente diffusione: le tecnologie di riconoscimento facciale (TRF). Si tratta di tecnologie biometriche che permettono di estrarre i c.d. 'punti fiduciari' dall'immagine di un volto per confrontarli con le immagini presenti in un *database* al fine di ricercare possibili corrispondenze. Le potenzialità di questi strumenti sono estremamente vaste, soprattutto alla luce di un'azione pervasiva che non prevede alcun contatto materiale con l'interessato. Ne discende che il loro utilizzo più insidioso potrebbe avvenire in relazione alle attività di monitoraggio degli spazi pubblici e di *law enforcement*, che corrispondono agli ambiti di maggior interesse per le amministrazioni comunali.

Se, da un lato, non si sottovalutano i significativi benefici che potrebbero essere apportati in termini di prevenzione e contrasto della criminalità all'interno della Smart city, dall'altro, non possono ignorarsi i pericoli a cui sarebbero sottoposti i diritti e le libertà fondamentali dei cittadini: basti pensare, a titolo di esempio, al diritto all'identità personale, alla riservatezza, alla protezione dei dati personali, all'uguaglianza in senso formale (a causa dei *bias* degli algoritmi), alla libertà di riunione e a quella di associazione (Mobilio, 2021).

L'esistenza di una normativa specifica di livello primario che descriva puntualmente le situazioni in cui sia ammesso il ricorso alle TRF, i profili di responsabilità per i soggetti preposti al loro utilizzo e l'elenco dei

diritti che possono essere compresi determinerebbe un'apertura verso un loro limitato impiego. A oggi, però, il legislatore non ha prodotto alcuna disciplina *ad hoc*, in attesa dell'adozione del Regolamento sull'IA.

A fronte dell'utilizzo di un sistema di riconoscimento facciale *ex post* denominato 'SARI-Enterprise' da parte delle Forze di Polizia, questa inerzia avrebbe potuto portare all'inserimento delle TRF nei contesti cittadini per esigenze di sicurezza. Tuttavia, due importanti interventi hanno impedito il rischioso legame tra le TRF e le Smart city: inizialmente, il provvedimento del Garante privacy del 26 febbraio 2020 con cui si intimava al Comune di Como l'immediato spegnimento delle telecamere che erano state implementate con i software di riconoscimento facciale; in un secondo momento, la moratoria, stabilita prima con legge 3 dicembre 2021, n. 205, poi con legge 3 luglio 2023, n. 87, che ha esteso sino al 31 dicembre 2025 la sospensione dell'utilizzo di impianti di videosorveglianza che impiegano sistemi di riconoscimento facciale in luoghi pubblici o aperti al pubblico da parte delle autorità pubbliche o di soggetti privati.

5. Brevi spunti finali

Dalle riflessioni sin qui svolte emerge come le coordinate tracciate dalla Smart city rischino di appiattirsi per il perseguimento dei soli obiettivi di *security*. È in questo campo che la *smartness* ha disvelato le sue più grandi criticità. Difatti, il sogno di una città in cui l'innovazione sia il mezzo per realizzare condizioni di vita ottimali e l'uguaglianza dei cittadini sembra sfumare dinanzi alle problematiche evocate dalle tecnologie di sorveglianza.

I continui investimenti destinati a esse hanno infatti dimostrato una banalizzazione dei problemi urbani, sulla scorta della convinzione che esclusivamente le politiche di prevenzione e repressione dei reati potessero rappresentare le fondamenta per il corretto funzionamento delle infrastrutture smart. Ciò ha comportato l'ottenimento di risultati opposti rispetto a quelli sperati: il benessere del-

le comunità che abitano le città è stato sostituito da un controllo sempre più pervasivo che ha portato all'elusione di alcuni aspetti giuridici essenziali.

Inoltre, l'assenza o l'inadeguatezza della base normativa deputata a regolamentare l'utilizzazione degli strumenti menzionati ha originato un quadro frammentato ove i diritti e le libertà fondamentali sono stati esposti a gravi pericoli. Le strategie di prevenzione situazionale hanno così oscurato le politiche di prevenzione sociale, causando l'ingrandimento delle disuguaglianze tra i cittadini, determinate da fattori quali le aree della città abitate e frequentate e la partecipazione a eventi che si svolgono negli spazi pubblici.

In conclusione, gli effetti negativi dell'evoluzione delle tecnologie di sorveglianza e della posizione che hanno ricoperto nei contesti urbani sembrano aver distolto l'attenzione del decisore locale dalle altre finalità della Smart city, oltre ad aver evidenziato una certa obsolescenza del diritto a fronte dei rapidissimi ritmi dell'innovazione.

Occorrerebbe, dunque, pensare a una diversa gestione della spesa pubblica e scegliere le finalità da perseguire avendo maggiore riguardo agli effettivi benefici che possono prodursi, magari 'politicizzando' il concetto di Smart city, rimasto finora troppo neutro.

Bibliografia

- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, M.R. (2015). *Smart city: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives*, in *Journal of Urban Technology*, p. 2.
- Antoniazzi, S. (2019). *Smart city: diritto, competenze e obiettivi (realizzabili?) di innovazione*, in federalismi.it, p. 8.
- Bonazzi, M., & Lamon, M. (2021). *I droni a supporto della pubblica sicurezza*, in *Rivista di Diritto dell'Economia, dei Trasporti e dell'Ambiente*, 19, pp. 186 ss.
- Costa, P. (2018). *La sicurezza della global city. Prassi globale e critica costituzionale*, in Costituzionalismo.it, 2, p. 102.

- Delle Cave, G. (2023). *Smart city, diritto alla città e pianificazione c.d. "intelligente"*, in federalismi.it, pp. 47 ss.
- Ferrero, E. (2015). *Le smart city nell'ordinamento giuridico*, in *Il Foro Amministrativo*, 4, p. 1269.
- Frosini, A. (2011). *La disciplina generale della videosorveglianza*, in M. Alovisio, D. Burroni, A. Frosini & E.O. Policella (Eds.), *Videosorveglianza e privacy*, Expert, pp. 13-14.
- Mobilio, G. (2021). *Tecnologie di riconoscimento facciale. Rischi per i diritti fondamentali e sfide regolative*, Editoriale Scientifica, pp. 57 ss.
- Nobili, G.G. (2021). *Los sistemas de videovigilancia para prevenir la delincuencia: lecciones aprendidas*, in *Constructos Criminológicos*, 1 (1), pp. 102 ss.
- Paliotta, A.P. (2020). *Le politiche innovative di sicurezza nelle città tra tecnologie di riconoscimento e smart city*, in *Sinapsi*, 2, p. 116.
- Paone, S. (2020). *Great Expectations: note critiche sulla Smart city*, in *Rivista Trimestrale di Scienza dell'Amministrazione. Studi di teoria e ricerca sociale*, 4, p. 8.
- Piccinato, L. (1988). *La progettazione urbanistica: la città come organismo*. Marsilio.
- Sessa, M. (2020). *Smart Safe city. Criticità e prospettive sociali*, in *Rivista Trimestrale di Scienza dell'Amministrazione. Studi di teoria e ricerca sociale*, 3, pp. 1-3.

Profili biografici degli autori

Giovanni Botto

Dottorando (PON ricerca e innovazione) in Diritto amministrativo nel Dottorato in *Security, risk and vulnerability* – Curriculum *Security and law* dell'Università di Genova. Ha portato a termine con esito positivo il tirocinio presso l'autorità giudiziaria (TAR per la Regione Liguria).

Stefano Bracco

Professore Associato di Sistemi Elettrici per l'Energia presso il DITEN dell'Università di Genova.

Monica Bruzzone

Assegnista di Ricerca RAISE presso il DIEC, Dipartimento di Economia, Università di Genova.

Linda Buondonno

Dottorando, si occupa di processi cognitivi e strumenti digitali in architettura.

Federica Burlando

Specializzando presso la Scuola di Specializzazione in Beni Storico-Artistici del dipartimento DIRAAS, Università degli Studi di Genova.

Francesco Burlando

Designer e Assegnista di Ricerca presso Unige-DAD. Svolge attività di ricerca in merito alla progettazione di sistemi tecnologici accessibili e inclusivi.

Maria Canepa

RTDA Pon-Green, si occupa di adattamento al cambiamento climatico nello spazio urbano nell'ambito del DAD, Università di Genova.

Nicola Valentino Canessa

Ricercatore di Urbanistica al DAD, Università di Genova, membro del GIC-lab.

Niccolò Casiddu

Architetto, PO e Direttore presso Unige-DAD. Svolge attività di ricerca orientata alle tematiche della progettazione accessibile e inclusiva.

Chiara Centanaro

Assegnista di Urbanistica sul progetto RAISE al DAD, Università di Genova e membro del GIC-lab.

Clara Conte

Dottorando presso il DISTAV, Università di Genova.

Paola Dameri,

Professore associato di Economia aziendale presso il DIEC, Dipartimento di Economia, Università di Genova.

Valentina Di Gregorio

Professore associato di diritto privato Dipartimento di Giurisprudenza, Università di Genova.

Simone Di Piazza

Ricercatore presso il DISTAV, Università di Genova.

Manuel Gausa

Professore ordinario di Urbanistica al DAD, Università di Genova, fondatore del GIC-lab e dell'Istituto IAAC|BCN.

Andrea Giachetta

Professore associato, svolge ricerca sulla tecnologia in architettura al DAD, Università di Genova.

Adriano Magliocco

Professore ordinario, si occupa di sostenibilità ambientale in architettura al DAD, Università di Genova.

Mauro Mariotti

Professore ordinario presso il DISTAV, Dipartimento di scienze della terra, dell'ambiente e della vita, Università di Genova.

Francesca Mosca

Dottorando, studia le prestazioni ambientali delle nature-based solutions presso il DAD, Università di Genova.

Federica Paoli

Dottorando in Sustainable Development and Climate change (IUSS Pavia) presso il DICCA, Università di Genova.

Gabriele Oneto

Dottorando, si occupa di analisi geospaziale e modellazione digitale degli ambienti urbani.

Cecilia Pasquale

Ricercatore di Automatica presso il DIBRIS dell'Università di Genova.

Silvia Pericu

Architetto, PA presso Unige-DAD. Si occupa di Design per la valorizzazione del territorio in relazione a salute, sicurezza e sostenibilità.

Katia Perini

Professore associato presso il DAD, Università di Genova, si occupa di Nature-based Solutions e infrastrutture verdi in architettura.

Marta Pianta

Dottorando presso il DISTAV, Università di Genova.

Francesca Pirlone

Professore Ordinario in Tecnica e Pianificazione Urbanistica, Referente UniGe per la città circolare.

Margherita Pongiglione

Architetto, PhD in ingegneria strutturale, post-doc e docente a contratto.

Claudia Porfirione,

Designer e RTT presso Unige-DAD. Svolge attività di ricerca sui temi dell'inclusione e dell'innovazione tecnologica.

Enrica Roccotiello

Biologo, botanico ambientale, autore di oltre cento pubblicazioni. Premio Melograno FIDAPA Genova Due-BPW 2023.

Simona Sacone

Professore Ordinario di Automatica presso il DIBRIS, Università di Genova.

Silvia Siri

Professore Associato di Automatica presso il DIBRIS, Università di Genova.

Emanuele Sommariva

Professore associato di Urbanistica al DAD, Università di Genova, membro del GIC-lab.

Lorenzo Sottile

Dottorando in Istituzioni di diritto pubblico nel Dottorato in Scienze sociali, Curriculum di Scienze politiche dell'Università di Genova.

Ilenia Spadaro

Ricercatore in Tecnica e Pianificazione Urbanistica presso il DICCA, Università di Genova.

Matteo Timo

Professore associato di Diritto amministrativo presso il DIGI, Università di Genova, abilitato alle funzioni di professore ordinario.

Matteo Turci

Assegnista di ricerca in Diritto Privato, Dipartimento di Giurisprudenza, Università di Genova.

Patrizia Vipiana

Professore ordinario di Istituzioni di diritto pubblico, presso il DISPI, Università di Genova.

Piera Maria Vipiana

Professore ordinario di Diritto amministrativo presso il DIGI, Università di Genova, già magistrato ordinario.

Mirca Zotti

Professore associato presso il DISPI, Università di Genova.

*Collana **Innovazione, economia, territorio***

1. Simonetta Ronco, *Le nuove sfide dell'agroalimentare. Famiglia e agrifood*, 2022; ISBN 978-88-3618-178-0, e-ISBN (pdf) 978-88-3618-179-7.
2. *Dialoghi di economia, cultura e turismo*, a cura di Renata Paola Dameri, Clara Benevolo, Monica Bruzzone, 2024; e-ISBN (pdf) 978-88-3618-255-8.
3. *Smart City. Prospettive di ricerca*, a cura di Renata Paola Dameri, Monica Bruzzone, 2024; ISBN 978-88-3618-277-0, e-ISBN (pdf) 978-88-3618-278-7.

Renata Paola Dameri è Professore associato in Economia aziendale e Prorettore all'internazionalizzazione e alla Smart city dell'Università di Genova; è stata assessore alle Politiche sociali del Comune di Genova e consulente per l'OCSE e l'European Commission. È direttore del corso di perfezionamento in Smart city, e del master internazionale in Entrepreneurship.

Monica Bruzzone, Architetto e PhD, è Research fellow all'Università di Genova e docente in Master e Corsi di Alta Formazione sui temi della Smart city, della città Circolare e della transizione digitale del territorio e del patrimonio culturale. Ha insegnato progettazione della Smart city all'Università di Parma e Progettazione Architettonica alle Università di Parma e Genova, dove ha svolto attività di ricerca.

Il termine Smart city indica una strategia urbana che impiega le tecnologie innovative per migliorare la qualità della vita nelle città e ridurre l'impatto ambientale. È un tema trasversale a molteplici discipline, dall'ingegneria all'economia, dalle scienze giuridiche e politiche alle scienze ambientali. Trasversali sono anche le applicazioni finalizzate alla smartness urbana, che riguardano una molteplicità di ambiti: l'energia e la transizione energetica, la mobilità, la digitalizzazione delle imprese e della pubblica amministrazione, l'imprenditorialità innovativa, i processi decisionali partecipati e trasparenti, la digitalizzazione del patrimonio culturale.

Il volume raccoglie in forma di saggio una selezione di contributi presentati nel convegno interdisciplinare "Smart City. Stato dell'arte e prospettive di ricerca" (Università di Genova, DAD, 26 giugno 2023). Dalla lettura dei saggi emerge lo stato dell'arte sul tema, si evidenziano le eccellenze di ricerca, si gettano le basi per un percorso di confronto tra i diversi ambiti disciplinari che si interessano di Smart city.

e-ISBN: 978-88-3618-278-7