

# L'intelligenza artificiale per la città a 15 minuti: una proposta per innovare la pianificazione dei servizi a Milano

*Artificial Intelligence for the 15-Minute City: A Proposal to Innovate Service Planning in Milan*

**Francesco Berni**

Università per stranieri di Perugia

[bdesign.24@gmail.com](mailto:bdesign.24@gmail.com)

ORCID ID: 0000-0002-1360-3164

**Andrea Bartolini**

Singapore ETH Centre

ORCID ID: 0000-0001-8011-5454

[andrea.bartolini@sec.ethz.ch](mailto:andrea.bartolini@sec.ethz.ch)

Received: August 2025 / Accepted: December 2025 | © 2025 Author(s).

This article is published with Creative Commons license CC BY-SA 4.0 Firenze University Press.

DOI: 10.36253/contest-16693

## Abstract

The '15-minute city' represents a reinterpretation of a consolidated disciplinary paradigm, rediscovered during the pandemic as a response to the need for proximity in urban systems. In Europe, many experiments have focused on sustainable mobility and public spaces, while the integration of services has proven more complex, hindered by the lack of empirical tools and interoperable data. The future challenge lies in moving beyond traditional urban planning standards by adopting data-driven approaches to ensure accessible services and maximize social impact. This contribution explores the potential of artificial intelligence as a lever to innovate service planning, starting from the case of Milan. The city provides a relevant field of investigation, where the local authority is experimenting with new service planning tools in a context marked by heated public debate and inquiries centered on the relationship between private transformations and collective interests.

**Keywords:** Urban Regeneration, Tools And Techniques, Spatial Planning, Semantic Interoperability

## 1. Obiettivi, metodologia e risultati attesi

La città dei quindici minuti rappresenta oggi un importante campo di sperimentazione come paradigma progettuale per la rigenerazione dei sistemi urbani (Moreno, 2024), all'interno del quale è possibile misurare le potenzialità innovative introdotte dall'intelligenza artificiale. Si tratta di una modalità di ripensamento dei tessuti urbani che affonda le sue radici nella storia della pianificazione moderna, con particolare riferimento al concetto di *'neighborhood unit'* di Clarence Perry (Perry, 1929) e a una vasta gamma di applicazioni: dalle città giardino di Howard, ai quartieri londinesi di Abercrombie, fino agli isolati razionalisti della Brasilia progettata da Lucio Costa e Oscar Niemeyer (Benevolo, 1999). Spesso ricondotta alle unità di vicinato delle città storiche europee, questa solida impostazione morfologica ha tuttavia incontrato maggiori difficoltà nella definizione funzionale degli spazi, basata su modelli predittivi di tipo razional-comprendivo fondati su standard urbanistici teorici e bacini di utenza astratti (Hall, 1996).

Negli ultimi decenni, l'integrazione crescente di dati e l'evoluzione di strumenti come l'intelligenza artificiale hanno favorito lo sviluppo di innovazioni sperimentali sia sul piano teorico che nelle applicazioni pratiche della disciplina urbanistica (Batty, 2013), in particolare per quanto riguarda la pianificazione dei servizi<sup>1</sup>. Questo processo può partire, innanzitutto, dall'innovazione degli strumenti e dei processi propri del settore pubblico. Come superare l'approccio previsionale tradizionale, astratto e fondato su standard e bacini teorici di utenza, in favore di soluzioni elaborate a partire dai dati effettivamente disponibili presso gli enti locali?

L'obiettivo del presente contributo è rispondere a tale quesito, esplorando il potenziale dell'intelligenza artificiale come leva di innovazione nei processi di pianificazione urbanistica, attraverso la capacità delle macchine di apprendere dai dati per supportare la costruzione di un quadro coerente dell'offerta e della domanda di servizi in un determinato quartiere oggetto di trasformazione.

Il caso studio analizzato è la città di Milano, interessata da rilevanti interventi di rigenerazione urbana che coinvolgono ex scali ferroviari e aree dismesse. La scelta di questo contesto territoriale si lega a diversi fattori: la presenza di numerosi progetti di trasformazione urbana che rappresentano un laboratorio fertile per testare nuove soluzioni tecnologiche, l'attivazione di un progetto pilota dedicato alla revisione della pianificazione dei servizi attraverso processi *'data driven'*, e la disponibilità di competenze specifiche che consentono all'amministrazione comunale di innovare le proprie pratiche al di là delle attività ordinarie. Per fare questo, il Comune di Milano ha attivato un tavolo di lavoro interno nel 2022, con la finalità di definire dei fabbisogni in termini di servizi e funzioni di interesse pubblico in aree della città oggetto di trasformazione (Berni et al., 2025). Nello specifico, l'ambito di applicazione del lavoro è relativo ai processi negoziali legati agli iter autorizzativi per l'approvazione dei piani attuativi di iniziativa privata ma con possibile estensione anche ad interventi diretti di trasformazione urbana. I proponenti del presente contributo<sup>2</sup> si posizionano rispetto all'oggetto di ricerca da una prospettiva tangente al processo analitico in un'ottica di ricerca-azione con il risultato atteso di produrre una proposta metodologica indipendente volta a migliorare i risultati sin qui raggiunti, valutandone, altresì, vantaggi e limitazioni.

## 2. La sfida: Ripensare i servizi nella 'Milano a 15 minuti'

La città di Milano ha previsto tra i suoi obiettivi principali, la riconfigurazione del tessuto urbano secondo il paradigma della città a 15 minuti aprendo delle sperimentazioni che hanno riguardato anche la pianificazione delle funzioni e servizi urbani nei quartieri (Berni et al., 2025). Questa visione si contestualizza all'interno di una città che rappresenta oggi una delle principali porte di accesso per capitali, competenze e investimenti esteri in Italia, esercitando un forte magnetismo anche nei confronti di altri contesti urbani del paese (Bonomi, 2008). Altri territori interni e città industriali come Genova hanno pagato il prezzo più alto della ristrutturazione economica

---

<sup>1</sup>Alcuni esempi hanno riguardato lo sviluppo di artefatti quali knowledge models basati su semantic web technologies ed ontologie sono stati dimostrati nelle loro applicazioni a supporto della rappresentazione e fruizione di master plans e regolamenti urbanistici (Silvennoinen et al., 2023), come anche della pianificazione di piste ciclabili tramite armonizzazione di metriche valutative (Grisiute et al., 2024).

<sup>2</sup>In dettaglio, il primo relatore è stato coinvolto nella fase di avvio delle prime sperimentazioni applicative in alcuni piani attuativi della città (Piazza d'Armi, Scalo Farini e Bruzzano). In relazione ai risultati e limiti riscontrati nella suddetta esperienza, è stata sviluppata una successiva proposta di avanzamento di natura indipendente curata da entrambi i redattori del presente contributo con la finalità di innovare il processo di pianificazione dei servizi milanese attraverso l'applicazione dell'intelligenza artificiale. Per ulteriori dettagli rispetto alla sperimentazione originale, si rimanda a Berni F., Castellanza S., Monti B. 2025, *Progettare la prossimità: processi data driven nel disegno dei servizi urbani a Milano*, Atti XXVI Conferenza SIU Napoli, V.4, Planum Publisher.

globale (Gainsforth, 2025). Tuttavia, la posizione di centralità pone una sfida complessa: governare le dinamiche di trasformazione in modo da ridistribuire le opportunità generate e, al contempo, mitigare le esternalità negative sulle fasce più vulnerabili della popolazione, attraverso una governance integrata e sensibile ai contesti locali (Balducci et al., 2017). Negli ultimi anni, tuttavia, Milano — al pari di altre città globali (Sassen, 1991) — ha visto crescere le disuguaglianze sociali, l'espulsione di residenti a causa di fenomeni di *'super gentrificazione'* (Lees, 2010; Minton, 2017) e una marcata crisi abitativa. Si tratta di fattori che hanno compromesso il benessere collettivo e la qualità della vita urbana (Barbacetto, 2025; Tozzi, 2023) come emerso anche nel recente dibattito pubblico che ha interessato l'edilizia milanese e gli scandali giudiziari che hanno coinvolto direttamente i vertici dell'amministrazione comunale.

### **2.1 Gli interventi di trasformazione e le pratiche negoziali**

L'elevata attrattività immobiliare della città ha determinato una proliferazione di interventi di trasformazione urbana, nonché l'acquisto e la ristrutturazione di un ingente patrimonio abitativo privato. In sintesi, è possibile ricondurre i principali processi di trasformazione urbana degli ultimi anni a quattro tipologie:

- a) Interventi sperimentali privati su aree pubbliche, promossi attraverso programmi internazionali di rigenerazione urbana come *Reinventing Cities*, coordinato dalla rete C40 guidata da *Bloomberg Associates*, di cui Milano fa parte insieme ad altre metropoli globali con alcuni interventi significativi che tuttavia stentano ancora a decollare come il progetto Aria presso gli ex-macelli di Molise Calvairate a cura di Redo sgr e il rifacimento di piazzale Loreto coordinato da *Nhood Italia*.
- b) Interventi pubblici promossi dal Comune di Milano, sostenuti da risorse significative del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Fondo Complementare e da altre risorse europee, nazionali e regionali, anche in vista delle Olimpiadi Invernali Milano-Cortina 2026 come il progetto Move San Siro per il recupero degli spazi del quartiere San Siro con il 'Programma innovativo della qualità dell'abitare' (PINQUA), la Biblioteca Europea di Informazione e Cultura (BEIC) e gli interventi nel quartiere Santa Giulia.
- c) Progetti di rigenerazione urbana promossi da operatori privati, in particolare nelle aree dismesse ancora presenti nel tessuto urbano milanese compresi gli ex scali ferroviari cittadini di cui fanno parte i grandi progetti di trasformazione di scalo Farini e Porta Romana oggetto di concorsi internazionali ispirati al prototipo realizzato di Porta Nuova diventato manifesto iconico della Milano globale con i grattacieli di piazza Gae Aulenti, il Bosco Verticale e la biblioteca degli alberi ma anche oggetto di forti critiche per la privatizzazione dello spazio urbano e il contributo legato all'innesto di processo di gentrificazione urbana negli ex quartieri popolari limitrofi come Isola (Diappi, 2009).
- d) Interventi di densificazione urbana a guida privata, spesso realizzati tramite interventi di demolizione e ricostruzione. In molti casi queste operazioni sono avvenute in assenza di una pianificazione attuativa con una potenziale violazione della legge urbanistica fondamentale sollevando aspre critiche in merito alla capacità delle istituzioni di governare efficacemente gli impatti urbanistici e sociali generati (Tozzi, 2023) con successive polemiche estese anche a livello nazionale attorno al cosiddetto decreto *'salva Milano'* (Granata, 2025), emblematico delle tensioni tra interessi pubblici e dinamiche speculative. Il caso forse più emblematico è quello della realizzazione di Torre Milano, un grattacielo con destinazione residenziale di circa 24 piani in via Stresa.

In un contesto come quello milanese, caratterizzato da una forte frequenza di trasformazioni urbane, si pone con urgenza la questione di come garantire standard adeguati di servizi e qualità urbana attraverso un dialogo strutturato con gli attori privati.

In sintesi, cosa può essere richiesto al privato nel processo negoziale nell'ambito del percorso di pianificazione attuativa affinché il suo intervento sia realmente utile al quartiere e alla città?

La questione è molto complessa considerando come il fabbisogno di nuovi servizi può rispondere ad esigenze contingenti o previsionali con un alto grado di rischio in virtù di variabili di contesto sempre più incerte ed imprevedibili.

A questo si aggiunge l'obsolescenza del modello 'classico' di pianificazione dei servizi fondato sul calcolo dello standard urbanistico in funzione di bacini di utenza 'astratti' cioè fondati su stime grossolane che risultano inadeguate in base agli stili di vita attuali connotati da un'alta mobilità e flessibilità sociale.

Il Comune di Milano ha tentato negli ultimi anni di superare il modello 'tradizionale' nella pianificazione dei servizi attraverso l'istituzione di un gruppo interno con competenze multidisciplinari e la definizione di un processo metodologico di lavoro (Berni et al., 2025).

L'obiettivo è quello di massimizzare le potenzialità generate dalla grande mole di dati disponibili con informazioni dettagliate sulla composizione sociale di un certo contesto ancorate ai singoli civici degli edifici. Tutto questo permette la produzione di analisi e proiezione mirate per prevedere servizi di interesse generale *'tailor made'* aderenti alle esigenze del territorio attraverso un approccio *'data driven'* fondato su dati georeferenziati.

## **2.2 La sperimentazione 'Scalo Farini' e limiti riscontrati**

Una prima sperimentazione è stata sviluppata internamente al Comune su alcune aree di trasformazione con particolare riferimento allo scalo Farini<sup>3</sup> interessato da un progetto di rigenerazione urbana promosso da operatori privati (c) attraverso due piani attuativi di iniziativa privata adiacenti.

Il primo passaggio metodologico è la costruzione della *service area* calcolata attraverso l'applicazione di algoritmi di *networking* che restituiscono, a partire dal baricentro dell'area di trasformazione, i percorsi a piedi della durata di 15 minuti. Di fatto viene definito un perimetro di riferimento su cui avviare le indagini che spesso travalicano le divisioni amministrative dei nuclei identitari locali<sup>4</sup> e municipi.

Il sistema elabora un grafo stradale ed i corrispondenti estremi identificando un poligono all'interno del quale vengono individuati tutti i servizi pubblici e privati oltre civici a cui corrisponde la popolazione residente in anagrafe o possibili utenti di servizi<sup>5</sup>.

L'analisi è finalizzata all'identificazione del *service need* le esigenze di servizi investigando la domanda e l'offerta di servizi nell'area di studio.

L'indagine viene completata considerando anche le operazioni di trasformazione limitrofe in modo da avere un quadro chiaro su cui sviluppare i possibili scenari futuri anche in relazione ai possibili nuovi abitanti insediabili che vengono confrontati con l'offerta presente.

Nel caso dello Scalo Farini, ad esempio, i nuovi interventi previsti dall'attuazione di due piani attuativi contermini prevedono circa 8.176 di abitanti equivalenti<sup>6</sup> con 402.460 mq di superficie utile lorda di cui 272.536 mq a destinazione residenziale. Analizzando l'ambito scolastico ad esempio, la domanda attualmente richiesta nella *service area* risulta coperta per un totale di 4033 iscritti a fronte di 4901 posti disponibili sui diversi ordini di scuola. È presente tuttavia una domanda potenziale derivante dal consistente numero di bambini in età scolare attualmente residenti a cui si deve aggiungere il fabbisogno indotto dalle trasformazioni urbanistiche che prevedono l'insediamento di nuovi residenti che equivalgono potenzialmente a 1.676 bambini in fascia di età compresa tra 0 e 13 anni, di cui 1.289 nella fascia 3-13 e 387 nella fascia 0-3. L'attuale capienza residua delle strutture scolastiche della fascia di età 3-13 anni consentirebbe di accogliere ulteriori 868 alunni. Tuttavia gli spazi sono nella maggior parte dei casi attualmente utilizzati per il potenziamento dell'offerta didattica (es. laboratori, biblioteche, aule di sostegno etc.) mentre per quanto riguarda i servizi all'infanzia comunali della fascia 0-3 anni si rileva una importante pressione sulle liste d'attesa. In sostanza, all'emergere di alcune fasce di popolazione come prevalenti non corrispondono adeguate risposte in termini di servizi esistenti.

I risultati emersi sono la base per la *service proposal* con la prefigurazione di indirizzi progettuali sottoposti alla giunta comunale che delibera così il fabbisogno di un'area identificando delle priorità su cui sviluppare la negoziazione con i privati. Nel caso Farini, ad esempio, la priorità principale indicata è la realizzazione di un *Civic Centre* come luogo di aggregazione per le comunità locali con l'inserimento di servizi scolastici. In sintesi, analizzando l'esperienza metodologica di scalo Farini si riscontrano alcuni limiti operativi<sup>7</sup> che possiamo riassumere nei seguenti punti principali:

---

<sup>3</sup> Lo scalo Farini è una grande area ferroviaria dismessa di 618.733 mq che occupa integralmente il NIL 78 e si colloca, separandoli, tra i quartieri di Dergano e Bovisa a nord, dell'Isola a est, di Ghisolfi e Sarpi a sud-ovest. L'area è interessata principalmente da due piani attuativi parte dell'accordo di programma scali che sottende l'operazione con le unità Scalo e Valtellina. Le aree sono disciplinate dall'Accordo di Programma per la trasformazione urbanistica degli scali ferroviari dismessi, approvato dalla Regione Lombardia in data 23 giugno 2017. Il piano prevede alcune attrezzature pubbliche che riguardano la realizzazione di parco e spazi pubblici, il riuso di un grande spazio produttivo per funzioni di interesse generale, la realizzazione di edifici residenziali a corte e una torre a uffici.

<sup>4</sup> Milano è divisa in 88 aree dette 'nuclei d'identità locale' previste dal Piano di governo del Territorio che rappresentano un'ulteriore suddivisione territoriale del Comune di Milano corrispondendo alle unità minime di programmazione.

<sup>5</sup> Nello specifico, il sistema attinge principalmente da database di proprietà del Comune di Milano gestiti in modo integrato tra le diverse direzioni dell'ente che si occupano di aggiornare seguendo un protocollo condiviso.

<sup>6</sup> Abitanti equivalenti sono calcolati in funzione della superficie utile lorda prevista.

<sup>7</sup> Rimane sullo sfondo dei limiti descritti, la questione della discrezionalità decisionale in quanto le analisi svolte restano comunque degli strumenti di supporto che non eliminano del tutto gli eventuali conflitti tra interessi pubblici e privati che possono annidarsi all'interno di tali processi. A questo si aggiunge la difficoltà tecnica di analizzare in modo sistematico, la crescente mobilità sociale

- a) Interoperabilità vincolata dalla presenza di informazioni e dati che rimangano separati nei fatti registrando una certa difficoltà nell'essere integrati all'interno di dataset e altri strumenti avanzati che possono fornire un valido supporto alle pratiche di pianificazione urbanistica come nel caso dei *digital twin* e altre piattaforme di monitoraggio.
- b) Governance e partecipazione limitata rappresentano un aspetto critico del processo di lavoro che può essere integrato con informazioni non esclusivamente fondate sui dati quantitativi di natura numerica. L'ingaggio della cittadinanza, in un contesto segnato da crescenti difficoltà anche in relazione alle polemiche che ruotano recentemente intorno all'edilizia milanese, potrebbe risultare un valido completamento del quadro analitico sviluppato nella service area.
- c) Estensione e scalabilità condizionata dalla dichiarata intenzione del modello di concentrarsi rispetto alla dimensione di quartiere considerato come baricentro analitico e previsionale dell'intero impianto. Tutto questo permette infatti di intervenire solo su un pezzo del processo negoziale con il privato non considerando funzioni urbane di rango superiore. Al tempo stesso, l'estensione del modello anche ad interventi di minor portata<sup>8</sup> rispetto alle grandi operazioni di trasformazione risulta insostenibile in termini di carico di lavoro necessario.
- d) Aggiornamento e automazione parziale del modello rende alquanto complesso il suo utilizzo intensivo. Questo aspetto è legato alla richiamata consistenza del carico di lavoro necessario per la raccolta e analisi del dato che implica uno sforzo da concentrare solo in casi eccezionali con limitate possibilità di automazione di alcune parti del processo.

In base ai limiti emersi, l'intelligenza artificiale può intervenire per migliorare l'attività di pianificazione per quanto concerne i servizi? Se sì, con quali vantaggi e limitazioni?

### 3. L'intelligenza artificiale e la pianificazione dei servizi

Per rispondere alla domanda precedente, è utile ricordare come la pianificazione di servizi, faccia leva su un ampio ventaglio di strumenti digitali, in grado di assistere esperti e non, in vari compiti e attraverso diverse fasi della valutazione di una data scelta progettuale, o nella gestione di sistemi già esistenti.

La crescente disponibilità di dati urbani e di strumenti *hardware* e *software* sta sostenendo l'urbanistica nel migliorare comunicazione, collaborazione e capacità di gestione di grandi quantità di informazioni, anche in tempo reale (Stratigea et al., 2015). Alla base vi è la modellazione, ossia la costruzione di rappresentazioni semplificate della città per simulare, analizzare e comunicare fenomeni complessi. I primi modelli dinamici, sviluppati da Batty (1971, 2020), hanno mostrato come simulazioni matematiche possano descrivere le interazioni tra economia, spazio e società. Parallelamente, i *Geographic Information Systems (GIS)* hanno reso possibile la rappresentazione digitale 2D e 3D delle informazioni geografiche (Tomlinson, 1969), con applicazioni che spaziano dalle analisi spaziali a processi partecipativi (Hu et al., 2015). La modellazione della forma urbana si è evoluta verso geometrie tridimensionali basate su regole morfologiche, oggi potenziate da tecniche di *machine learning* (Chaillou, 2019). Strumenti più integrati, come i *planning e decision support systems*, combinano funzioni analitiche e simulazioni in dashboard interattive per visualizzare dati geo-spaziali e temporali a supporto dei processi deliberativi (Stead, 2021). I *digital twins* ampliano tali capacità con gemelli virtuali dinamici connessi a banche dati urbane, abilitando analisi predittive e monitoraggi continui (Schrotter, Hürzeler, 2020). Infine, il *City Information Modeling (CIM)* integra dati geometrici con componenti socio-economiche, climatiche e infrastrutturali, pur restando vincolato da limiti di interoperabilità e calcolo (Stojanovski, 2018). Nel complesso, questi strumenti costituiscono un ecosistema interconnesso: GIS e modelli urbani alimentano CIM e *digital twins*, i modelli di sistema sostengono i supporti decisionali, e la modellazione della forma contribuisce a visualizzazione e progettazione esplorativa. La digitalizzazione della pianificazione urbana appare così come un processo unitario di modellazione multilivello, in cui diverse astrazioni della città si sovrappongono per mettere in evidenza le specificità dei contesti urbani in modo da rendere le politiche, le strategie e le azioni maggiormente aderenti ai luoghi.

Nonostante i menzionati sviluppi quanto a disponibilità di dati e strumenti, ci sono ancora difficoltà a sfruttare appieno tutto il potenziale che ne viene offerto. Una delle cause di tali difficoltà è da trovarsi nella frammentazione di tali informazioni, in dataset e modelli, ed in know-how specifico distribuito tra vari attori. Il recente avvento di

---

connessa a stili di vita sempre più dinamici che si esprimono nella difficoltà nel considerare i 'city user' che rappresentano degli attori importanti nel contesto milanese.

<sup>8</sup> Cfr. 2.1

nuovi e più avanzati approcci e strumenti basati su Intelligenza Artificiale (IA), e la crescente disponibilità di capacità di calcolo, possono però essere un valido aiuto nel colmare il divario tra potenziali benefici ed attuale pratica urbanistica.

### **3.1 Quale intelligenza per la pianificazione?**

Il termine intelligenza artificiale (IA) oggi è ampiamente diffuso con una pluralità di approcci e tecniche anche se spesso viene confuso nell'uso quotidiano, con applicazioni specifiche come i modelli linguistici di grandi dimensioni. Per maggiore chiarezza, diverse tassonomie hanno proposto una suddivisione dei metodi e strumenti dell'IA in domini accomunati da obiettivi simili (Sarker, Iqbal, 2022; European Commission, 2020). In particolare, la Commissione Europea individua cinque macro-domini principali:

- a) **Apprendimento (Learning):** riguarda la capacità dei sistemi di migliorare le proprie prestazioni a partire dai dati. Include i metodi classici di machine learning (ad es. regressione lineare e logistica, clustering, alberi decisionali, support vector machines) e le tecniche più avanzate di deep learning (reti neurali profonde, convolutional neural networks per immagini, recurrent neural networks per serie temporali). Qui si collocano anche i Large Language Models (LLM), come GPT, che apprendono da enormi corpora testuali per generare o riassumere testi.
- b) **Pianificazione (Planning):** concerne la progettazione e l'ottimizzazione di sequenze di azioni per raggiungere un obiettivo. Esempi includono algoritmi di ricerca e ottimizzazione (constraint satisfaction, genetic algorithms, reinforcement learning applicato a decisioni sequenziali), fino ad arrivare a sistemi complessi come robot autonomi, droni e veicoli a guida autonoma.
- c) **Comunicazione (Communication):** si riferisce alla capacità delle macchine di comprendere e generare linguaggio naturale. Le tecniche di natural language processing (NLP) spaziano dall'analisi del sentiment alla traduzione automatica, dai chatbot ai modelli conversazionali (tra cui gli stessi LLM).
- d) **Percezione (Perception):** riguarda i metodi che permettono ai sistemi di interpretare il mondo attraverso i sensi artificiali. Rientrano qui la computer vision (riconoscimento facciale, rilevamento di oggetti, ricostruzioni 3D), l'analisi video e l'audio processing (riconoscimento vocale, sintesi vocale, analisi di suoni ambientali o musica).
- e) **Ragionamento (Reasoning):** si focalizza sulla trasformazione dei dati in conoscenza e sull'inferenza di nuove informazioni. Le tecniche comprendono la rappresentazione della conoscenza (ontologie, grafi semantici), i sistemi basati su regole, il case-based reasoning e la logica descrittiva. Questo ambito è particolarmente rilevante per il nostro lavoro, poiché costituisce la base delle Semantic Web Technologies (SWT) (Hitzler et al., 2009), che permettono di strutturare e collegare dati in modo esplicito, interoperabile e interpretabile dalle macchine.

Dopo aver delineato i principali domini dell'IA, è proprio nell'ambito del ragionamento che si collocano le Semantic Web Technologies (SWT), le quali offrono strumenti particolarmente adatti a trattare la complessità informativa dei contesti urbani. Le SWT si fondano sull'idea di rendere i dati non solo accessibili e collegati tra loro, ma anche arricchiti di significato, in modo da poter essere rielaborati ed interpretati da calcolatori. Attraverso ontologie condivise e strutture a grafo basate su triple Resource Description Framework (RDF), è possibile rappresentare formalmente concetti e relazioni, garantendo interoperabilità tra domini diversi e capacità di inferenza automatica. In questo modo, i dati statici e frammentati possono essere trasformati in sistemi dinamici di conoscenza interrogabili e aggiornabili, capaci di supportare applicazioni complesse e interdisciplinari.

### **3.2 Rappresentazioni semantiche ed interoperabilità dei dati per la pratica urbanistica**

La pratica urbanistica, caratterizzata da una forte componente interdisciplinare e quindi diffusa, può beneficiare secondo von Richthofen et al (2022) delle capacità di gestione e ragionamento automatici resi possibili dalle SWT. Seguendo tale studio, si riporta una classificazione con quattro meta-pratiche rilevanti per la pianificazione urbana in termini di rappresentazione, valutazione, proiezione e sintesi, evidenziando esempi di applicazione delle SWT in ognuna di esse.

Più in generale, queste tecnologie possono supportare un ampio ventaglio di applicazioni legate al controllo e alla pianificazione di sistemi fisici nel mondo reale, grazie alla rappresentazione esplicita delle connessioni logiche tra domini informativi (Lim et al., 2022).

Un caso emblematico di applicazione di questo approccio è il progetto Cities Knowledge Graph, sviluppato a Singapore (CKG, 2023) come risultato di una collaborazione fra centri di ricerca locali. Il progetto si è concentrato sull'interoperabilità dei dati urbani tramite Semantic Web Technologies (SWT), per capire come semplificare le

attività di pianificazione urbana in modo innovativo e integrato. L'obiettivo era rendere dati molto diversi tra loro — demografici, spaziali, infrastrutturali o ambientali — interrogabili e aggiornabili in un'unica piattaforma digitale, superando la frammentazione tra strumenti tradizionali e il ricorso massivo a verifiche manuali. Va sottolineato come l'impatto e la struttura del progetto siano stati profondamente radicati nelle peculiarità di Singapore, una città-stato le cui sfide urbanistiche sono strettamente collegate alle condizioni imposte da una alta densità urbana legata a stretti vincoli di superficie disponibile, e impatti del cambiamento climatico già osservabili. L'iniziativa ha avuto l'obiettivo di superare la frammentazione dei tradizionali strumenti di pianificazione, trasformando dati statici e disgiunti in sistemi dinamici di conoscenza, interrogabili e aggiornabili, capaci di supportare scenari di pianificazione più accurati, integrati e reattivi. All'interno del progetto di ricerca *Cities Knowledge Graph* (CKG), diversi lavori hanno contribuito a costruire un sistema semantico per la rappresentazione della conoscenza urbanistica di Singapore. Da un lato, sono stati sviluppati modelli ontologici per formalizzare la normativa urbanistica e tradurla in procedure computabili: *OntoZoning* per rappresentare i vincoli di zonizzazione (Silvennoinen et al., 2023), un modello semantico-spaziale per automatizzare il calcolo della Gross Floor Area (Grišiūtė et al., 2023), e infine un framework 3D che integra regole urbanistiche e parametri edilizi in ontologie estese come *OntoPlanningRegulations* e *OntoBuildableSpace*, capaci di generare un vero e proprio "3D Master Plan" della città (Grišiūtė et al., 2025).

Parallelamente, altri contributi si sono concentrati sull'infrastruttura tecnologica necessaria a rendere questi dati interrogabili e utilizzabili in applicazioni pratiche. Attraverso la trasformazione del formato CityGML in un knowledge graph semantico (*OntoCityGML*), la definizione di agenti intelligenti per l'importazione, gestione ed esportazione dei dati, e lo sviluppo di interfacce basate su architettura multi-agente, è stato possibile creare un ambiente dinamico, interoperabile e facilmente utilizzabile (Chadzynski et al., 2021; 2022; 2023).

Il risultato finale del progetto è stato una suite di strumenti software con interfaccia grafica collegata a un database semantico che integra il knowledge graph urbano di Singapore. Tale piattaforma è stata concepita per consentire a urbanisti e system planners di svolgere analisi complesse in modo più efficiente, riproducibile e robusto, semplificando attività tradizionalmente laboriose come la verifica della conformità dei lotti o la valutazione del potenziale edificatorio.

In questo contesto, è importante distinguere chiaramente tra knowledge models e applicazioni che li utilizzano. Tutti gli esempi riportati in questa sezione — dalla rappresentazione delle norme urbanistiche con modelli ontologici, alla generazione di dataset tridimensionali, fino agli strumenti di interrogazione e visualizzazione come il Programmatic Plot Finder — condividono un elemento comune: alla base delle rispettive funzionalità vi è sempre un knowledge model formalizzato. Esso costituisce l'output primario dei processi di modellazione organizzando, connettendo e rendendo interrogabili domini informativi eterogenei, abilitando una pluralità di applicazioni possibili, che possono poi tradursi in indicatori, analisi spaziali, verifiche di conformità o strumenti decisionali.

Pertanto, tale contributo si colloca deliberatamente a monte di tali applicazioni né proponendo un singolo strumento operativo, né anticipando quali analisi specifiche debbano essere sviluppate su di esso. Al contrario, l'approfondimento riguarda il passaggio fondativo della costruzione di un knowledge model urbano dedicato alla città dei 15 minuti come artefatto stabile, estendibile e aggiornabile nel tempo, che possa fungere da infrastruttura semantica condivisa su cui innestare, ora e in futuro, diverse applicazioni volte a scopi specifici.

#### **4. Ontologie e database semantici a supporto della pianificazione dei servizi a Milano**

A partire dall'esperienza sviluppata a Singapore con il progetto *Cities Knowledge Graph*, qui proponiamo un adattamento di tali metodologie al contesto di Milano, in particolare riguardo alla pianificazione dei servizi in ottica di città a 15 minuti.

L'adozione di approcci semantici e basati su AI richiede un investimento iniziale non trascurabile insito nel processo di rendere interoperabili basi di dati frammentarie. Questo 'costo' si giustifica quando i benefici ottenibili siano tangibili, come dimostrato dal caso di Singapore, dove la formalizzazione semantica ha permesso di automatizzare verifiche che in precedenza richiedevano operazioni manuali lunghe e complesse. Al tempo stesso, l'efficacia di tali strumenti dipende dalla capacità di interpretarli alla luce delle esigenze specifiche del contesto locale: serve competenza urbanistica per individuare i processi da semplificare e sensibilità al contesto per legarli alle peculiarità di ciascuna città.

Nel caso della città dei 15 minuti, ciò significa affrontare una sfida intrinsecamente complessa che richiede di consultare e mettere in relazione potenzialmente una pluralità di fonti: dataset geospaziali, statistiche socio-demografiche, documenti normativi e regolamentari, indicatori di accessibilità e qualità urbana. Questa

frammentazione non riguarda solo i formati, ma anche i linguaggi e le logiche con cui i diversi attori descrivono la città. È proprio in questo contesto che l'impiego di approcci AI basati su *Semantic Web Technologies* si rivela strategico, poiché consente di superare l'eterogeneità dei dati e dei saperi, ricostruendo nello spazio digitale le connessioni logiche e funzionali che nel mondo fisico esistono in maniera naturale. Nella realtà urbana, infatti, gli edifici, le persone, le infrastrutture e i collettivi non sono entità isolate, ma elementi costantemente in relazione attraverso processi e fenomeni complessi.

Nel momento in cui questi legami vengono trasposti in forma digitale, il rischio è che si perdano o si indeboliscano a causa della frammentazione dei dataset e della separatezza delle competenze disciplinari. Le tecnologie semantiche consentono di recuperare in parte tali relazioni rendendole esplicite e creando rappresentazioni digitali del mondo urbano che risultano sufficientemente fedeli alla realtà e integrate. Applicate al contesto della città a 15 minuti, queste rappresentazioni costituiscono una nuova base di conoscenza, interoperabile e condivisa tra settori diversi, sulla quale fondare analisi, valutazioni e decisioni di pianificazione.

#### **4.1 Una proposta metodologica in quattro fasi**

Percorrendo la metodologia basata su ontologie recentemente proposta da Grišiūtė et al. (2025) per la pianificazione dell'uso del suolo in 3D, qui ne proponiamo un adattamento e una generalizzazione in base all'oggetto della ricerca. L'approccio si articola in quattro fasi sequenziali (fig. 1) che, pur essendo cicliche e soggette a continua revisione nella pratica, forniscono una cornice chiara per il passaggio dai dati grezzi a strumenti operativi per la pianificazione:

- a) Raccolta dei dati. La prima fase consiste nel raccogliere ed aggregare informazioni eterogenee provenienti da fonti potenzialmente frammentate in origine. Nel caso della città dei 15 minuti, questo significa raccogliere dati geospaziali utilizzando informazioni presenti nel sistema informativo territoriale su uso del suolo e reti di mobilità, statistiche demografiche, localizzazione dei servizi, indicatori ambientali e documenti normativi e altri dispositivi (es. Piano di governo del territorio, Piano dei servizi, Regolamento del verde, etc.). La sfida principale non è compensare la scarsità di dati, ma lavorare sulla loro dispersione costruendo una base coerente ed interoperabile a partire da fonti eterogenee.
- b) Interpretazione, modellazione e progettazione. I dati devono essere successivamente armonizzati e resi semanticamente consistenti. È in questa fase che emerge l'importanza di definire in maniera chiara gli obiettivi in funzione delle *competency questions* (Katsumi, Fox, 2020): vale a dire le domande guida che definiscono in modo esplicito quali aspetti si intendono comprendere dai dati e come orientare la costruzione dei modelli semantici. Esempi di tali domande, nel contesto della città a 15 minuti, potranno essere: 'che cosa si intende per servizi essenziali', 'quali soglie di accessibilità devono essere considerate' e 'quali tipologie di uso del suolo possono coesistere all'interno dello stesso lotto'. L'interpretazione richiede un processo di armonizzazione per allineare scale, risolvere incongruenze a livello di definizioni e stabilire categorie e relazioni che saranno poi formalizzate in una ontologia che potrà attingere da tipologie esistenti (es. edificio, *land use*, sistema, urbano; Katsumi, Fox, 2020) e altre da sviluppare ex-novo (Aracri et al., 2018).
- c) Costruzione delle rappresentazioni semantiche. Le conoscenze armonizzate vengono quindi formalizzate all'interno di strutture ontologiche ed espresse tramite SWT. In questa fase diventa cruciale individuare ontologie esistenti in grado di rappresentare le informazioni necessarie, oppure svilupparne di nuove qualora non siano disponibili modelli adeguati. Le ontologie, infatti, forniscono la struttura concettuale necessaria per organizzare l'informazione, in questo caso in senso specifico riguardo entità urbane e le loro relazioni, e che rende possibile formulare risposte coerenti alle *competency questions* definite in precedenza. A partire da tali strutture è possibile costruire dei *knowledge graphs* interoperabili, ovvero strutture dati che collegano in modo esplicito e formale i diversi frammenti d'informazione, rendendo esplicito come questi si integrino e come rappresentino le relazioni tra le componenti urbane. Ad esempio, possono rappresentare come le aree residenziali si collegano ai nodi di mobilità, oppure come le norme urbanistiche vincolano la localizzazione e la fruizione dei servizi. In questo senso, le rappresentazioni semantiche non costituiscono semplici contenitori di dati, ma modelli del sistema urbano che ne riflettono la logica e le regole di funzionamento, garantendo al tempo stesso coerenza semantica e riutilizzabilità tra domini e applicazioni diverse.
- d) Restituzione e visualizzazione delle applicazioni. Infine, i *knowledge graphs* sviluppati costituiscono la base informativa da cui possono originare numerose applicazioni a supporto della pianificazione urbana. Le tipologie di strumenti che si possono costruire sono molteplici e coprono un ampio spettro di funzioni: dalla visualizzazione delle informazioni, tramite *dashboard* interattive e *digital twins* che consentono di esplorare e comunicare lo stato del sistema urbano; a strumenti quantitativi di rendicontazione, che riportano in forma

numerica indicatori sintetici su accessibilità, distribuzione dei servizi o performance ambientali; fino ad arrivare a simulatori di scenari e piattaforme di supporto alle decisioni, che permettono a pianificatori e cittadini di valutare alternative e compromessi in maniera trasparente e basata su dati.

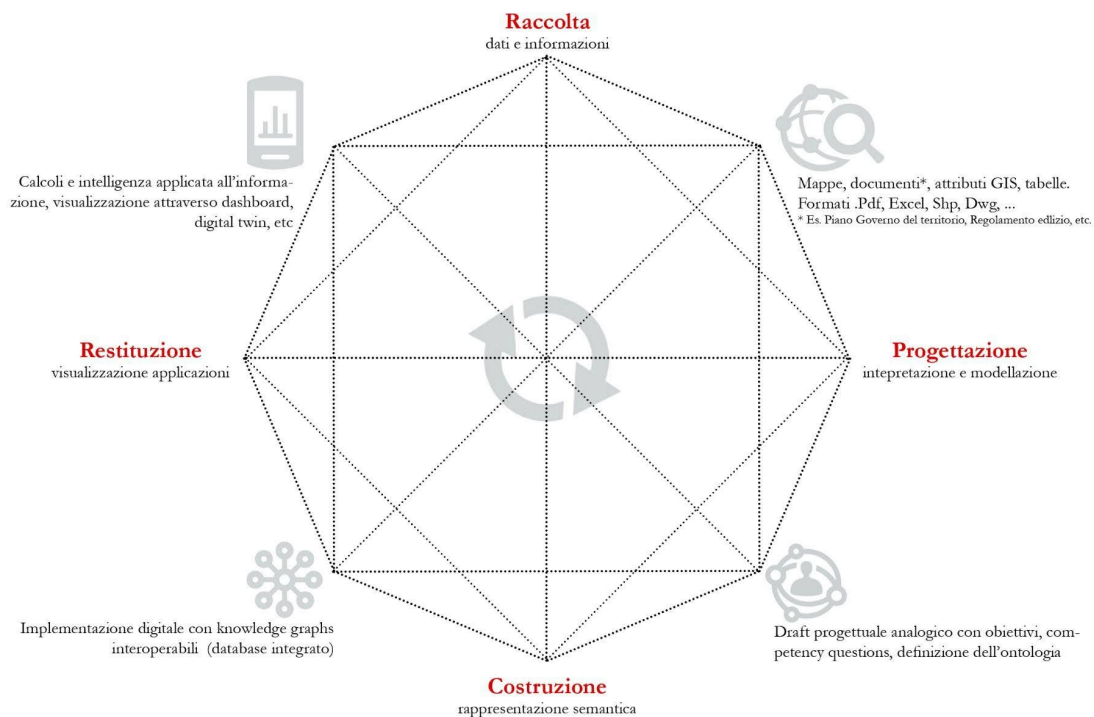


Fig. 1: Schema metodologico proposto (Credit: Francesco Berni e Andrea Bartolini)

Un ulteriore punto di forza di questo approccio è che i *knowledge graph* non rappresentano soltanto un'applicazione finale, ma essendo una base dati interoperabile sono in grado di supportare altri strumenti anch'essi basati su IA. Una rappresentazione semantica coerente e integrata può infatti sostenere altre tipologie di strumenti come già menzionato, quali algoritmi di *machine learning* per l'analisi e l'inferenza sui dati, così come tecniche di *reinforcement learning* per il supporto a decisioni complesse. In questo senso, il valore delle tecnologie semantiche non si limita a superare la frammentazione dei dati, ma apre la strada a un ecosistema più ampio di applicazioni di IA, rendendole più robuste, trasparenti e trasferibili al contesto della pianificazione urbana. È proprio a questo punto che l'impatto dell'approccio diventa tangibile: una volta raccolti, interpretati e modellati semanticamente i dati, diventa possibile porre e affrontare interrogativi direttamente rilevanti per la pratica di pianificazione trasformando dati frammentati in conoscenze operative con un collegamento diretto tra modellazione astratta e risultati concreti di politica urbana.

## 5. Conclusioni

L'implementazione del paradigma della 'città a 15 minuti' nella realtà implica una serie di criticità attuative. Tra queste rientra sicuramente la previsione di servizi e funzioni urbane. Si tratta di una tematica che richiede una maggiore complessità progettuale e attuativa rispetto ad interventi di natura spaziale su cui una municipalità può avere margini di manovra superiori. Tuttavia, una possibilità per incidere nella sfera immateriale dei servizi potenziando fattivamente la dotazione urbana di un determinato quartiere può scaturire da interventi previsti nella pianificazione attuativa durante la pratica negoziale tra pubblico e privato. Questo ragionamento vale sicuramente per alcune città attrattive italiane anche se può risultare impercorribile per altre realtà territoriali marginali e periferiche del nostro paese. Milano, ad esempio, ha sviluppato una metodologia di lavoro per individuare il fabbisogno di servizi in una determinata 'service area' collegata a grandi progetti di trasformazione

urbana come l'intervento di 'Scalo Farini'. Questo tentativo di superare approcci previsionali fondati su standard e bacini teorici di utenza, in favore di soluzioni elaborate a partire dai dati effettivamente disponibili presso gli enti locali, presenta tuttavia, una serie di limiti applicativi. Essi riguardano soprattutto le forti limitazioni nella scalabilità del modello che può riguardare la previsione di servizi di rango superiore alla scala di quartiere e interventi di minor portata rispetto alle grandi operazioni di trasformazione. Risulterebbe insostenibile quindi, un'estensione diffusa ad altre tipologie di interventi (cfr. 2.1) in termini di carico di lavoro necessario, considerando anche, la parziale capacità attuale di aggiornamento e automazione. A questo si aggiungono due ordini di problemi: da un lato, la vincolata interoperabilità, essendo le informazioni separate nei fatti e dall'altro, criticità nel processo pianificatorio che non prevede la possibilità di integrare informazioni scaturite dall'ingaggio e la partecipazione della cittadinanza<sup>9</sup>.

Pertanto, un possibile avanzamento del modello milanese può essere rappresentato dall'applicazione dell'intelligenza artificiale alla pianificazione dei servizi attraverso il ricorso ad ontologie e *knowledge graph* che può rivelare i seguenti vantaggi:

- a) Facilità di integrazione delle informazioni superando la 'classica' frammentazione del dato attraverso una base semantica coerente e interrogabile fondata su una interoperabilità che consente di collegare domini diversi in un unico linguaggio condiviso (es. demografia, mobilità, servizi, normativa, etc.). A questo si aggiunge la possibilità di integrare dati e informazioni in tempo reale rendendo dinamico il processo di aggiornamento (es. mobilità, sensori urbani, open data, etc.).
- b) Scalabilità e possibile riuso intensivo in quanto una volta impostata l'ontologia, può essere applicata a più casi, dalla piccola alla grande scala, con aggiornamenti che possono richiedere un moderato impegno lavorativo sul lungo periodo.
- c) Supporto decisionale dotato di maggior solidità grazie alle inferenze semantiche che permettono scenari con maggiore trasparenza, confrontabili e riproducibili nei limiti intrinseci dello strumento che al di là del bene e del male detiene un certo grado di discrezionalità decisionale non eliminando del tutto gli eventuali conflitti tra interessi pubblici e privati. In tal senso, le decisioni restano pur sempre soggette a negoziazioni e rapporti di forza esistenti. In altre parole, lo strumento non è mai neutro ma è sempre supportato da una visione politica a monte che, in questo caso, deve essere legata auspicabilmente al potenziamento della 'città pubblica'. Questo delicato punto richiama pertanto il ruolo del pianificatore urbano nell'interpretazione e contestualizzazione dei risultati ottenuti rispetto ad un contesto locale non riducibile ad un processo tecnico di natura razional comprensivo. In questo senso diventa fondamentale l'ingaggio della cittadinanza per includere diversi punti di vista, esperienze sensibili e condividere un percorso di trasformazione da sviluppare in modo integrato e aperto.
- d) Generatività dell'approccio che permette una connessione con l'ecosistema AI nel suo complesso in quanto i *knowledge graph* possono alimentare altri algoritmi ampliando lo spettro delle possibili di elaborazione (es. machine learning, simulazioni predittive, etc.).

Per quanto concerne i possibili limiti dell'approccio proposto per la città di Milano, rimane molto significativo l'investimento iniziale per quanto ammortizzabile nel lungo periodo confinando questa tecnologia a contesti urbani di grandi dimensioni e dotati dei necessari investimenti con la disponibilità di notevoli risorse anche in termini di tempo e competenze specialistiche per definire le ontologie, armonizzare i dati e costruire la base semantica. A questo si aggiunge la necessità di competenze professionali rare a cavallo tra urbanistica, informatica, data science con un rischio di scarsa capacità di mantenimento sul medio lungo periodo all'interno della pubblica amministrazione. Un ulteriore punto è rappresentato dalla contestualizzazione della tecnologia e la dipendenza dalle variabili del contesto. I modelli ontologici devono essere adattati alle specificità locali (es. normative, sistemi informativi comunali, pratiche amministrative, etc.) che possono rendere molto complesso il percorso di implementazione dello strumento con il rischio di uno sforzo eccessivo nella sua effettiva applicazione. Per queste ragioni, l'AI non rappresenta una soluzione immediata, ma una prospettiva strategica di medio-lungo periodo. Il suo valore risiede nella capacità di innovare i processi di pianificazione dei servizi rendendoli più dinamici, integrati e trasparenti, purché sia accompagnata da un rafforzamento delle capacità istituzionali e da una governance capace di coniugare tecnologie, interessi pubblici e partecipazione civica.

---

<sup>9</sup> Si tratta di un elemento importante da contestualizzare anche rispetto al recente dibattito pubblico sulle criticità del modello di pianificazione urbanistica milanese e le accuse di forte sbilanciamento verso interessi privati (Barbacetto, 2025; Tozzi, 2023) connesse anche alle inchieste giudiziarie attualmente in corso.

## Bibliografia

- Aracri R.M., Radini R., Scannapieco M., Tosco L. 2018, Using ontologies for official statistics: the Istat experience, in I. Garrigós, M. Wimmer (a cura di), *Current Trends in Web Engineering*, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham, pp. 166–72, doi: 10.1007/978-3-319-74433-9\_15.
- Balducci A., Fedeli V., Curci F. 2017, *Oltre la metropoli*, Guerrini e Associati, Milano.
- Barbacetto G. 2025, *Contro Milano. Ascesa e caduta di un modello di città*, Paper First, Roma.
- Batty M. 1971, Modelling cities as dynamic systems, «Nature», 231(5303), pp. 425–28, doi:10/fgdwvd.
- Batty M. 2013, *New science of cities*, Mit Press, Cambridge US.
- Batty M. 2020, Defining complexity in cities, in D. Pumain (a cura di), *Theories and models of urbanization*, Lecture Notes in Morphogenesis, Springer, Cham, pp. 13–26, doi:10.1007/978-3-030-36656-8\_2.
- Benevolo L., 1999, *Storia dell'architettura moderna*, Laterza, Bari
- Berni F., Castellanza S., Monti B. 2025, Progettare la prossimità: processi data driven nel disegno dei servizi urbani a Milano, «Atti XXVI Conferenza SIU Napoli», V.4, Planum Publisher.
- Brenner N. 2016, *Stato, spazio e urbanizzazione*, Guerrini e Associati, Milano.
- Bonomi A. 2008, *Milano ai tempi della moltitudine*, Mondadori, Milano.
- Chadzynski A., Krdzavac N., Farazi F., Lim M.Q., Li S., Grišiūtė A., Herthogs P., et al. 2021, Semantic 3D city database — an enabler for a dynamic geospatial knowledge graph, «Energy and AI», 6, 100106, doi: 10.1016/j.egyai.2021.100106.
- Chadzynski A., Li S., Grišiūtė A., Chua J., Hofmeister M., Yan J., Tai H.Y., et al. 2023, Semantic 3D city interfaces — intelligent interactions on dynamic geospatial knowledge graphs, «Data-Centric Engineering», 4, e20, doi: 10.1017/dce.2023.14.
- Chadzynski A., Li S., Grišiūtė A., Farazi F., Lindberg C., Mosbach S., Herthogs P., Kraft M. 2022, Semantic 3D city agents — an intelligent automation for dynamic geospatial knowledge graphs, «Energy and AI», 8, 100137, doi: 10.1016/j.egyai.2022.100137.
- Chaillou S. 2021, AI and architecture: an experimental perspective, in *The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture*, Routledge, London, 22 pp.
- Chase J., Crawford M., Kaliski J. 1999, *Everyday urbanism*, Monacelli Press, New York.
- Cities Knowledge Graph. 2023, <https://fcl.ethz.ch/research/research-projects/cities-knowledge-graph.html> (30/08/2025).
- Diappi L. 2009, *Rigenerazione urbana e ricambio sociale*, Angeli, Milano
- Donolo C. 1997, *L'intelligenza delle istituzioni*, Feltrinelli, Milano
- European Commission — Joint Research Centre. 2020, AI Watch: Defining Artificial Intelligence: Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence, Publications Office, Luxembourg, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/382730> (30/08/2025).
- Gainsforth, S. 2025, *L'Italia senza casa: Politiche abitative per non morire di rendita*, Laterza, Roma.
- Granata E., Lanzani A., Longo A., Coppola A. 2024, Necrologio per l'urbanistica? Se per cercare di salvare Milano si mette a rischio tutta l'Italia, «Gli Stati Generali», Milano.
- Grišiūtė A., Silvennoinen H., Li S., Chadzynski A., Raubal M., Kraft M., von Richthofen A., Herthogs P. 2023, A semantic spatial policy model to automatically calculate allowable gross floor areas in Singapore, in M. Turrin, C. Andriotis, A. Rafiee (a cura di), *Computer-Aided Architectural Design. INTERCONNECTIONS: Co-Computing Beyond Boundaries*, Communications in Computer and Information Science, Springer, Cham, pp. 455–69, doi: 10.1007/978-3-031-37189-9\_30.
- Grišiūtė A., Wiedemann, N., Herthogs, P., & Raubal, M. (2024). An ontology-based approach for harmonizing metrics in bike network evaluations. *Computers, Environment and Urban Systems*, 113, 102178. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2024.102178>
- Grišiūtė A., Raubal M., Herthogs P. 2025, 3D land use planning: making future cities measurable with ontology-driven representations of planning regulations, «AGILE: GIScience Series», 6, pp. 1–17, doi:10.5194/agile-giss-6-3-2025.
- Hall P. 1996, *Cities of Tomorrow: An Intellectual History of Urban Planning and Design in the Twentieth Century*, Blackwell, Oxford.

- Hitzler P., Krötzsch M., Rudolph S. 2009, Foundations of semantic web technologies, CRC Press, Boca Raton.
- Hu Y., Lv Z., Wu J., Janowicz K., Zhao X., Yu B. 2015, A multistage collaborative 3D GIS to support public participation, «International Journal of Digital Earth», 8(3), pp. 212–34, doi:10.1080/17538947.2013.866172.
- Katsumi M., Fox M. 2020, iCity transportation planning suite of ontologies.
- Lees L. 2010, Super-gentrification: the case of Brooklyn Heights, New York City, Routledge, London.
- Lim M.Q., Wang X., Inderwildi O., Kraft M. 2022, The World Avatar — a world model for facilitating interoperability, in O. Inderwildi, M. Kraft (a cura di), Intelligent Decarbonisation, Lecture Notes in Energy, Springer, Cham, pp. 39–53, doi:10.1007/978-3-030-86215-2\_4.
- Manzini E. 2018, Politiche del quotidiano. Edizioni di Comunità, Roma
- Minton, A. 2017, Big Capital: Who is London for?, Penguin Books, London.
- Moreno C. 2024, La città dei 15 minuti. Per una cultura urbana democratica, Add editore, Torino
- Ostrom E. 1990, Governing the commons: the evolutions of Institutions for collective actions, Cambridge University Press, Cambridge.
- Perry C. A. 1929, Regional Survey of New York and its Environs, Neighborhood and Community Planning, New York, Vol. VII.
- Sarker I.H. 2022, AI-based modeling: techniques, applications and research issues towards automation, intelligent and smart systems, «SN Computer Science», 3(2), 158, doi:10.1007/s42979-022-01043-x.
- Sassen S. 1991, The global city, Princeton University Press, Princeton (NJ).
- Scott P. 1999, The research-policy gap, «Journal of Education Policy», 14(3), pp. 317–37.
- Silvennoinen H., Chadzynski A., Farazi F., Grišiūtė A., Shi Z., von Richthofen A., Cairns S., et al. 2023, A semantic web approach to land use regulations in urban planning: the OntoZoning ontology of zones, land uses and programmes for Singapore, «Journal of Urban Management», doi: 10.1016/j.jum.2023.02.002.
- Schrotter G., Hürzeler C. 2020, The digital twin of the city of Zurich for urban planning, «PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science», 88(1), pp. 99–112, doi:10.1007/s41064-020-00092-2.
- Stead D. 2021, Conceptualizing the policy tools of spatial planning, «Journal of Planning Literature», 36(3), pp. 297–311, doi: 10.1177/0885412221992283.
- Stojanovski T. 2018, City information modelling (CIM) and urban design – morphological structure, design elements and programming classes in CIM, in «Proceedings of eCAADe», Łódź, pp. 507–16, doi: 10.52842/conf.ecaade.2018.1.507.
- Stratigea A., Papadopoulou C.-A., Panagiotopoulou M. 2015, Tools and technologies for planning the development of smart cities, «Journal of Urban Technology», 22(2), pp. 43–62.
- Tomlinson R.F. 1969, A geographic information system for regional planning, «Journal of Geography (Chigaku Zasshi)», 78(1), pp. 45–48, doi: 10.5026/jgeography.78.45.
- Tozzi L. 2023, L'invenzione di Milano. Culto della comunicazione e politiche urbane, Cronopio, Napoli.
- Von Richthofen A., Herthogs P., Kraft M., Cairns S. 2022, Semantic city planning systems (SCPS): a literature review, «Journal of Planning Literature», 37(1), pp. 1–18, doi: 10.1177/08854122211068526.