

CENTRO STUDI

 **TIM**



**L'ITALIA DELLE CITTÀ INTELLIGENTI
E SOSTENIBILI**

CENTRO STUDI



Con il contributo scientifico di



Consiglio Nazionale
delle Ricerche



POLITECNICO
MILANO 1863
SCHOOL OF MANAGEMENT



osservatori.net
digital innovation

Centro Studi TIM

con il contributo scientifico di

CNR Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti – DIITET

Osservatorio Smart City e Osservatorio Startup Intelligence Politecnico di Milano

Roma, 7 marzo 2023

Introduzione

La Smart City ha acquistato sempre maggiore rilevanza sia nel dibattito pubblico sia nell'interesse degli investitori e delle istituzioni pubbliche.

Le motivazioni ricadono nella ormai vasta disponibilità di soluzioni tecnologiche da un lato, dall'altro nel crescente interesse verso la sostenibilità ambientale, sociale ed economica che è emerso nell'ultimo decennio, grazie anche all'impulso di istituzioni quali le Nazioni Unite. In Italia a partire dal 2010 è nato il progetto BES a cura dell'ISTAT, per misurare il benessere equo e sostenibile, con l'obiettivo di integrare gli indicatori delle attività economiche (primo fra tutti il PIL, Prodotto Interno Lordo) con le dimensioni del benessere, con misure relative alle disuguaglianze e alla sostenibilità. L'importanza crescente è testimoniata dal fatto che dal 2016 il BES è parte della programmazione economica.

L'obiettivo portato avanti con questo report è triplice:

- illustrare il concetto di Smart City, l'importanza economica e sociale, le tecnologie e gli attori principali, nonché le prospettive di sviluppo anche dal punto di vista di mercato;
- esplicitare e quantificare gli impatti sull'ambiente urbano e la vita dei cittadini. La valutazione in termini economici degli impatti della Smart City può consentire sia al decisore pubblico sia al cittadino di meglio comprendere l'importanza dello sviluppo e dell'applicazione delle tecnologie dedicate. Tuttavia, solo alcuni aspetti possono al momento essere convertiti in valore economico per mancanza di una letteratura scientifica di riferimento su ciascuno dei numerosi aspetti impattati dalla Smart City;
- evidenziare il quadro scientifico ed evolutivo che consentirà alle città di diventare sempre più smart, fornendo strumenti di valutazione che consentano agli amministratori pubblici di assumere decisioni efficaci ed efficienti con maggiore contezza degli impatti su tutti gli elementi della sostenibilità.

Grazie al contributo di partner di eccellenza, quali CNR - Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti - DIITET e gli Osservatori Smart City e Osservatori Startup Intelligence del Politecnico di Milano, abbiamo cercato di dare un quadro completo sugli aspetti sopra enunciati.

In ultimo giova ricordare che l'apporto delle start-up è fondamentale, come laboratorio e fucina di idee e soluzioni che intercettano esigenze note, servite con strumenti innovativi, e bisogni emergenti dunque nuovi per loro stessa natura. Per aiutare le start-up a crescere è stata proposta la TIM SMART CITY CHALLENGE, dei cui risultati in appendice è riportata una sintesi.

Buona lettura.

Indice

CAPITOLO 1 6

Che cosa è una Smart City 6

I principali elementi di scenario che promuovono lo sviluppo delle Smart City 12

Le città hanno un impatto rilevante sull'ambiente..... 13

L'obiettivo di sviluppo sostenibile n° 11 delle Nazioni Unite riguarda le Smart City 14

Finanziamenti pubblici..... 15

Il PNRR e le Smart City 16

Come è costruita una Smart City 21

Le Telecomunicazioni e le tecnologie della Smart City 24

LPWA Network 24

Wireless MBus 169 MHz..... 25

La tecnologia 5G..... 26

La Fibra Ottica..... 26

Un'infrastruttura di rete interoperabile nativamente 27

Le applicazioni delle Smart City 29

Il mercato internazionale 34

CAPITOLO 2 38

Le Smart City in Italia 38

Il valore del Mercato..... 40

I ranking delle città 42

Le startup che cambiano il volto delle città e degli edifici smart..... 52

L'importanza del 5G nella trasformazione digitale delle città... 55

CAPITOLO 3 57

Un panorama ancora frammentato 57

I progetti di Smart City..... 57

La mobilità smart nelle città italiane 61

I progetti realizzati – Use case 63

La mobilità urbana 63

Venezia – la Smart Control Room 63

Firenze – Il progetto di Smart City Control Room 64

Roma - Progetto Roma Data Platform 65

Mobilità, turismo e sicurezza..... 66

Novara Smart City..... 66

Destinazione Assisi 67

Smart Parking 67

Mantova – Smart Parking..... 68

Cassonetti intelligenti – i progetti di Cremona e Mantova..... 69

CAPITOLO 4 70

La sostenibilità nelle Smart City 70

Il traffico: la congestione del traffico urbano 70

I benefici di IoT e 5G 73

Il traffico: l'impatto economico e sociale degli incidenti..... 74

La situazione in Italia 76

I benefici di IoT e 5G 77

L'ambiente urbano: la qualità dell'aria 80

I benefici di IoT e 5G.....	84
L'ambiente urbano: la gestione del ciclo dei rifiuti.....	86
L'ambiente urbano: l'inquinamento luminoso.....	92
I benefici di IoT e 5G.....	97
Impatti sulla sostenibilità dell'IoT e 5G: riepilogo.....	98
Nota metodologica	100
<i>I benefici di IoT e 5G su congestione del traffico.....</i>	100
<i>I benefici di IoT e 5G su sugli incidenti stradali</i>	101
<i>I benefici di IoT e 5G sulla qualità dell'aria</i>	101
<i>I benefici di IoT e 5G sulla gestione dei rifiuti.....</i>	102
<i>I benefici di IoT e 5G sui costi di illuminazione</i>	103
CAPITOLO 5.....	104
La sicurezza – le videocamere ..	104
CAPITOLO 6.....	108
Policy per le Smart City: verso un approccio olistico	108

Strategie ed ambiti di applicazione: favorire un approccio più orizzontale, superando barriere normative e vincoli settoriali	108
Tecnologie e dati: una regia per integrare un panorama complesso e disaggregato	110
Risorse finanziarie e public procurement: trovare un punto di equilibrio tra efficienza e trasparenza.	111

CAPITOLO 7.....114

La prospettiva dell'Urban Intelligence.....	114
Smart City e Intelligent City	114
I Gemelli Digitali per l'Urban Intelligence	120
Rafforzare la partecipazione civica e il dialogo multi-attore	132

APPENDICE.....138

TIM Smart City Challenge	138
--------------------------------	-----



CAPITOLO 1

Che cosa è una Smart City



Con il termine **Smart City** si intende una concezione della realtà urbana che travalica i confini tecnologici e propone una visione ampia che spazia dalla mobilità all'efficienza energetica, dall'eGovernment alla partecipazione attiva dei Cittadini.



Obiettivo ultimo delle iniziative in ambito **Smart City** è l'innalzamento degli standard di **sostenibilità, vivibilità e dinamismo economico** delle **città del futuro**

La Smart City è un luogo in cui le reti e i servizi tradizionali sono resi più efficienti con l'uso delle tecnologie digitali e delle telecomunicazioni a vantaggio dei suoi abitanti e delle imprese.

In realtà con il concetto di Smart City si intende sempre più oggi una concezione della realtà urbana che travalica i confini tecnologici, e propone una visione più ampia, collocando la città come progetto o evoluzione verso un vivere moderno e sano, sostenibile, sicuro, e a sostegno dei cittadini e delle imprese, nelle loro più diverse esigenze, sia del vivere quotidiano, del lavoro, della partecipazione alla vita sociale e comunitaria, delle relazioni con la pubblica amministrazione.

La Smart City è una città che gestisce le risorse in modo intelligente, mira a diventare economicamente sostenibile ed energeticamente autosufficiente, ed è attenta alla qualità della vita e ai bisogni dei propri cittadini. È, insomma, uno spazio territoriale che sa stare al passo con le innovazioni e con la rivoluzione digitale, ma anche sostenibile e attrattiva.

Pertanto, una città intelligente va oltre l'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) per un migliore utilizzo delle risorse e minori emissioni. Significa reti di trasporto urbano più intelligenti, approvvigionamento idrico potenziato e strutture per lo smaltimento dei rifiuti e modi più efficienti per illuminare e riscaldare gli edifici. Significa anche un'amministrazione cittadina più interattiva e reattiva, spazi pubblici più sicuri e soddisfare le esigenze di una popolazione che invecchia.



Che cosa è

La Smart City è una città intelligente «4.0» che:

- gestisce le risorse in modo intelligente,
- tende a diventare economicamente sostenibile ed energeticamente autosufficiente,
- ha come obiettivo il miglioramento della qualità della vita e l'attenzione ai bisogni dei propri cittadini



I problemi che affronta

Le città intelligenti affrontano una serie diversificata di problemi, come trasporti efficienti, edifici e case intelligenti e migliorati, un utilizzo ottimale dell'energia e migliori servizi amministrativi



Gli ambiti su cui impatta

Le città intelligenti comprendono diversi settori come l'assistenza sanitaria, i trasporti, l'acqua, la vita assistita, la sicurezza e l'energia (elettrica, gas, carbone)

Le applicazioni di Smart City appartengono a diversi ambiti di impiego e impattano in diverso modo gli aspetti della qualità della vita.

Tali applicazioni, infatti, influenzano le diverse dimensioni della qualità della vita degli individui, ossia le modalità di lavoro, la loro sicurezza, un migliore e più efficace impiego del tempo, la loro salute, l'ambiente in cui vivono e la sua qualità, la capacità di relazione e il livello di partecipazione sociale e civica, e, in generale, il costo della vita.

In tal senso è possibile misurare o stimare l'efficacia di questi strumenti, considerando i diversi ambienti urbani in cui essi si calano.

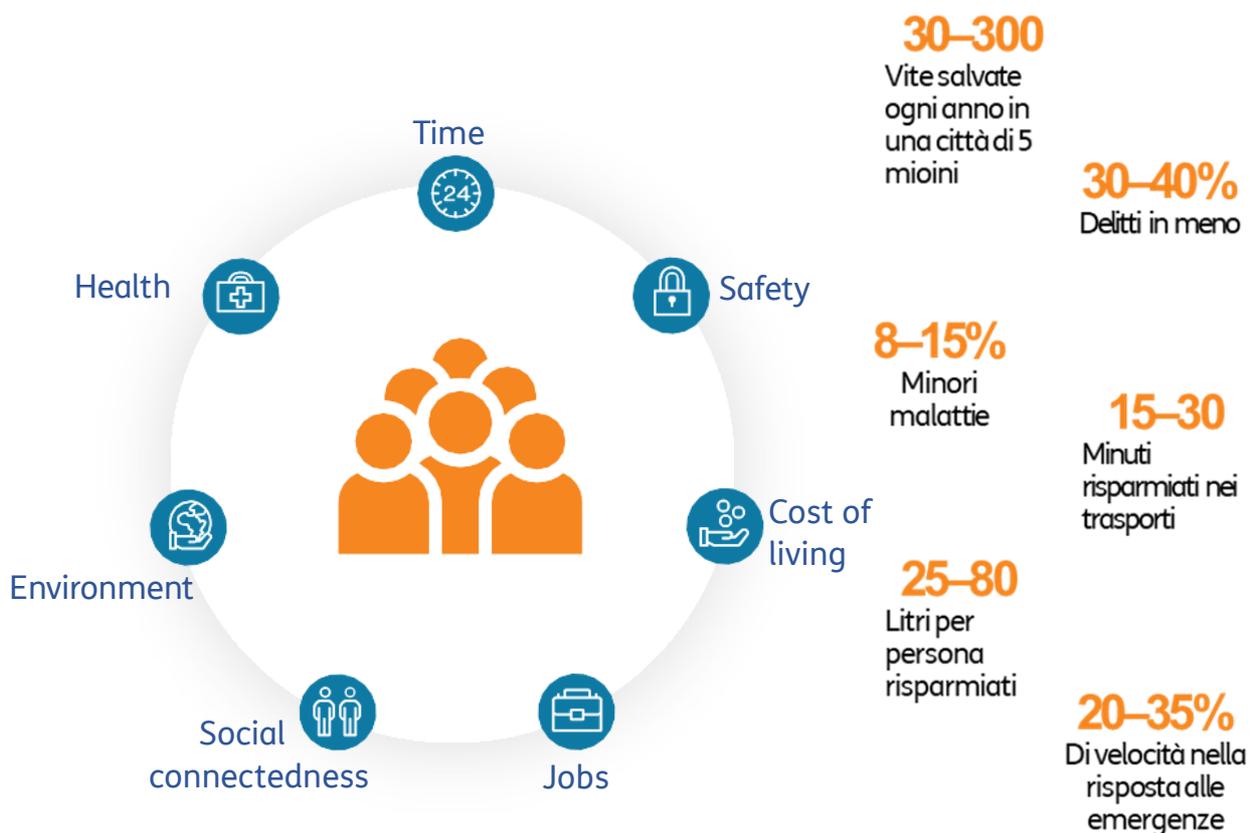
La proliferazione di sensori situati in tutti i possibili ambiti urbani fornirà alle amministrazioni informazioni in tempo reale su ciò che sta accadendo nelle loro città.

Sebbene in passato la disponibilità di “maggiori” o “migliori” informazioni non abbia sempre coinciso con una gestione urbana più efficiente, il progressivo sviluppo delle tecnologie di analisi dei Big Data potrà certamente mettere a disposizione strumenti in grado di individuare tempestivamente gli aspetti critici (traffico, incidenti, sicurezza), pianificare

Che cosa è una Smart City

meglio i processi (raccolta rifiuti, lavori di manutenzioni, gestione arredi urbani e aree verdi) e trasformare la vita nelle città in modo più rispondente alle attese dei cittadini.

Su questo punto McKinsey prova a dare una risposta. Partendo da case studies e rapporti di ricerca precedenti e ipotizzando diversi livelli di adozione di soluzioni di Smart City – a seconda del diverso livello di maturità – stima che gli indicatori di qualità della vita urbana possano registrare miglioramenti tra il 10% ed il 30%.¹



Si ritiene, ad esempio, che già l'attuale generazione di applicazioni per città intelligenti aiuterebbe a compiere progressi significativi verso il raggiungimento del 70% degli obiettivi delle città di Sviluppo Sostenibile.

¹ McKinsey Global Institute *Smart Cities: digital solutions for a more livable future* – June 2018

I benefici individuati da McKinsey² sono classificati in 7 ambiti:

Sicurezza

ovvero una serie di applicazioni e di disponibilità di dati per migliorare i tempi di risposta alle emergenze, la sorveglianza e contribuire alla riduzione della criminalità. Utilizzando tali applicazioni e dati in modo intenso si stima che si potrebbero ridurre le vittime di omicidi, traffico stradale e incendi dell'8-10% (pari a circa 300 vite ogni anno in una città grande come Rio), gli episodi di aggressione, rapina e furto con scasso potrebbero essere ridotti del 30-40%.

Il dispacciamento ottimizzato e i semafori sincronizzati potrebbero ridurre i tempi di risposta alle emergenze del 20-35%.

Migliore gestione del tempo nella mobilità urbana

ovvero strumenti di governo del traffico, delle manutenzioni stradali e dei vari sistemi di trasporto, o applicazioni e dati a disposizione dei cittadini, per rendere i loro spostamenti quotidiani meno complicati e stressanti, per ridurre il tempo perso nelle congestioni del traffico soprattutto delle grandi città, e che sono fondamentali per la qualità della vita.

Entro il 2025, le città che implementano applicazioni di mobilità intelligente potrebbero ridurre i tempi di spostamento in media del 15-20%, con lavoratori che potrebbero guadagnare dai 20 ai 30 minuti ogni giorno.

Le applicazioni sono numerose, e includono l'uso di segnaletica digitale, sincronizzazione intelligente dei semafori, o app mobili per fornire informazioni in tempo reale sui ritardi del trasporto pubblico o tempi stimati di percorrenza per permettere ai cittadini di adattare i propri percorsi al volo, sensori IoT sull'infrastruttura per predire necessità di manutenzione stradale, utilizzi di sistemi di pagamenti più rapidi e integrati (mezzi pubblici, taxi, ride sharing), indicazioni sui parcheggi disponibili.

Salute

ovvero quanto la tecnologia nell'assistenza sanitaria in continua evoluzione offre alle città, campi di applicazione unici ed efficaci, anche per la densità e la scala offerte dalle città.

Con tali applicazioni al massimo effetto, è possibile ridurre l'indicatore DALY (ossia gli anni di vita persi o "non vissuti" a causa delle malattie) dell'8-15%, a

² McKinsey Global Institute *Smart Cities: digital solutions for a more livable future* – June 2018

seconda del punto di partenza di ciascuna località e delle sue sfide di salute pubblica sottostanti.

Il trattamento delle malattie croniche con monitoraggio remoto dei pazienti possono ridurre il carico sanitario nelle città ad alto reddito di oltre il 4%.

L'indice DALY si può ridurre del 5% la mortalità infantile con interventi mirati basati su dati e analisi sulla salute materna e infantile. Un altro 5% di riduzione si può ottenere utilizzando sistemi di sorveglianza delle malattie infettive e dell'evoluzione delle epidemie in rapida evoluzione.

La telemedicina inoltre offre nuovi modi per interagire con i pazienti, fornendo ad esempio consulenze cliniche in videoconferenza, facilitando la ricerca di cura nelle città a basso reddito con carenza di medici.

Ambiente, più sano e sostenibile

ossia la riduzione tramite l'uso della tecnologia dell'impatto ambientale dato dalla crescente urbanizzazione, industrializzazione e livello di consumi nelle città. L'implementazione di una gamma di applicazioni potrebbe ridurre le emissioni del 10-15%, ridurre il consumo di acqua del 20-30% e ridurre il volume di rifiuti solidi pro capite del 10-20%.

I sistemi di automazione degli edifici commerciali possono ridurre le emissioni di poco meno del 3%. Se applicati negli edifici delle abitazioni, ci sarebbe un ulteriore 3% di riduzione. Anche la tariffazione intelligente dell'energia sposterebbe i consumi in ore fuori picco, riducendo l'impatto inquinante. Inoltre, tutte le applicazioni che migliorano la mobilità, riducono le congestioni di traffico e migliorano il transito di mezzi i quali di conseguenza ridurrebbero significativamente le emissioni, e con esse migliorerebbe la qualità dell'aria. L'informazione condivisa sulla qualità dell'aria in tempo reale con il pubblico permetterebbe di adottare misure protettive, riducendo potenzialmente gli effetti negativi sulla salute del 3-15%, a seconda degli attuali livelli di inquinamento.

Per quanto riguarda l'acqua, si potrebbe arrivare dai 25 agli 80 litri di acqua consumata in meno al giorno. Il monitoraggio del suo consumo può infatti spingere le persone verso il risparmio, con riduzione del consumo del 15%. L'implementazione di sensori e analisi della rete di distribuzione può ridurre le perdite fino al 25%.

Sul fronte dei rifiuti, la tecnologia potrebbe ridurre ulteriormente il volume dei rifiuti solidi non riciclati, ad esempio con il monitoraggio digitale e il pagamento mirato agli utenti dello smaltimento dei rifiuti, in base alla esatta

quantità e tipo che buttano via. La riduzione complessiva potrebbe quindi arrivare dai 30 ai 150 kg di rifiuti in meno prodotti.

Coesione sociale

La survey condotta da McKinsey ha mostrato come l'uso di piattaforme o applicazioni digitali potrebbe raddoppiare la quota di residenti che si sentono in contatto con la comunità locale e triplicare la quota che si sente in contatto con il governo locale.

Si possono infatti costruire canali di comunicazione tra cittadini e amministrazioni cittadine, per segnalare problemi, raccogliere dati o valutare questioni di pianificazione, o stimolare legami tra vicini, mobilitare azioni su questioni specifiche e fornire supporto durante le emergenze.

Impatto positivo sull'occupazione

Sebbene le tecnologie elimineranno direttamente alcuni posti di lavoro, come lavori amministrativi e operativi nel campo del governo della città, esse ne creeranno altri come ruoli di manutenzione, guida autoveicoli e lavori associati a cantieri temporanei. Nuove figure professionali dovranno emergere per la gestione delle piattaforme digitali e l'analisi dei dati.

La digitalizzazione della PA (es. concessione di licenze commerciali, permessi e la dichiarazione dei redditi) può liberare le imprese locali dalla burocrazia, migliorando il clima imprenditoriale.

Una serie di tecnologie per le Smart City potrebbe avere un impatto netto leggermente positivo sull'occupazione, aumentandolo dell'1-3% entro il 2025.

Costo della vita

Le applicazioni in una Smart City possono offrire vantaggi in termini di qualità della vita, e creare anche risparmi fino al 3% sulle spese annuali correnti.

Infatti, una migliore gestione del suolo e delle aree edificabili potrebbe portare a un abbassamento dei prezzi delle case, oppure una vita più sana o in ambienti meno inquinati porterebbe a risparmi in spese sanitarie.

Anche le applicazioni per la mobilità contribuiscono a risparmi di costo, come l'e-hailing, o le applicazioni di condivisione che consentono ad alcune persone di rinunciare alla proprietà di veicoli privati.

I principali elementi di scenario che promuovono lo sviluppo delle Smart City

La maggior parte della popolazione mondiale vive in aree urbane (56% nel 2021³) e tale quota è in costante crescita.

La crescita attesa della popolazione mondiale (che nonostante le recenti previsioni di rallentamento potrebbe comunque raggiungere i 9,7 miliardi di individui al 2050⁴) ed il graduale spostamento delle persone dalle aree rurali verso le zone con maggiori possibilità di lavoro e di opportunità, determinerà un aumento della popolazione urbana di circa 2,5 miliardi di individui, soprattutto in Asia e Africa⁵. La popolazione urbana al 2050 costituirà il 66% della popolazione mondiale⁶.

Popolazione Urbana e Rurale nel mondo ⁷



³ Aggiornamento 2021 di The World Bank su European Nation – 2018 Revision of World Urbanization Prospect

⁴ 2022 Revision of World Population Prospects https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf

⁵ European Nation – 2018 Revision of World Urbanization Prospect

⁶ Proiezione United Nation - World Urbanization Prospects

⁷ Proiezione United Nation - World Urbanization Prospects

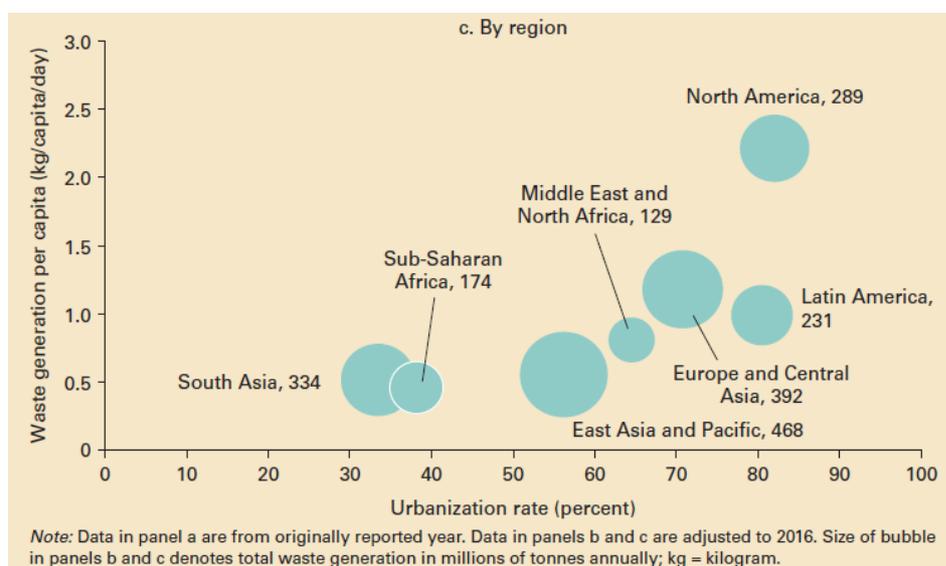
Le città hanno un impatto rilevante sull'ambiente

La rapida crescita urbana rappresenta un'importante opportunità, ma pone anche delle sfide all'attuazione di un ambizioso programma di sviluppo urbano che cerca di rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili.

Dal punto di vista dell'impatto sull'ambiente, le città sono infatti responsabili di:

- **Oltre il 75% della produzione dei rifiuti**

La generazione di rifiuti aumenta anche con l'urbanizzazione. I paesi e le economie ad alto reddito sono più urbanizzati e generano più rifiuti pro capite e in totale. A livello regionale, il Nord America, con il tasso di urbanizzazione più elevato dell'82%, genera 2,21 chilogrammi pro capite al giorno, mentre l'Africa sub-sahariana chiude la classifica con 0,46 chilogrammi ⁸.



- **80% delle emissioni di gas serra**

La prevista crescita della popolazione, con conseguente aumento dell'espansione urbana (in media, già oggi la copertura del suolo urbano si espande al doppio del tasso di crescita della popolazione urbana) potrebbe far salire ulteriormente il contributo mondiale delle città alla produzione di emissioni, a meno di interventi politici deliberati per frenare l'espansione urbana⁹.

⁸ Worldbank 2018 – *What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*

⁹ IPCC Special Report on global warming

■ 75% del consumo di energia

Oggi, le aree urbane ospitano il 55% della popolazione mondiale e consumano quasi il 75% dell'approvvigionamento energetico primario globale¹⁰. Le stime indicano che la popolazione urbana al 2050 dovrebbe ospitare quasi il 70% della popolazione mondiale e questo potrebbe accrescere ulteriormente la domanda energetica urbana, che andrà ben oltre il livello attuale.

L'obiettivo di sviluppo sostenibile n° 11 delle Nazioni Unite riguarda le Smart City

Nell'ambito degli obiettivi di sviluppo sostenibile, fissati nel 2015 dalle Nazioni Unite per indicare alla comunità mondiale 17 traguardi da raggiungere entro il 2030 per costruire un futuro più equo dal punto di vista sociale, economico ed ambientale¹¹, uno dei punti – il Sustainable Development Goal SDG 11, "Città e comunità sostenibili" - è dedicato alle città, che devono essere rese più sicure, resilienti, inclusive e sostenibili.

L'evoluzione verso la Smart City degli ambienti urbani non è quindi solo una necessità, ma anche un obiettivo mondiale, dal momento che la trasformazione delle città in ambienti intelligenti è in grado di cogliere i risultati fissati dalle Nazioni Unite.

Non a caso, la UNECE (Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite) definisce una città intelligente e sostenibile anche come “una città innovativa che utilizza le TIC [Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione] e altri mezzi per migliorare la qualità della vita, l'efficienza delle operazioni e dei servizi urbani, e competitività, garantendo al tempo stesso che soddisfi le esigenze delle generazioni presenti e future per quanto riguarda gli aspetti economici, sociali, ambientali e culturali”¹².

Per monitorare il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile l'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (ITU) in collaborazione con altre organizzazioni delle Nazioni Unite ha sviluppato alcuni indicatori chiave di prestazione (KPI) per città intelligenti e sostenibili che li aiuteranno a monitorare i loro progressi verso i loro SDG. I KPI includono 92 indicatori (core e advanced) che coprono le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile: economica, ambientale e socioculturale.

I KPI comprendono i seguenti temi: ICT, trasporti, produttività, infrastrutture, pianificazione del territorio, innovazione, qualità dell'aria, acqua e servizi igienico-sanitari, rifiuti, spazi

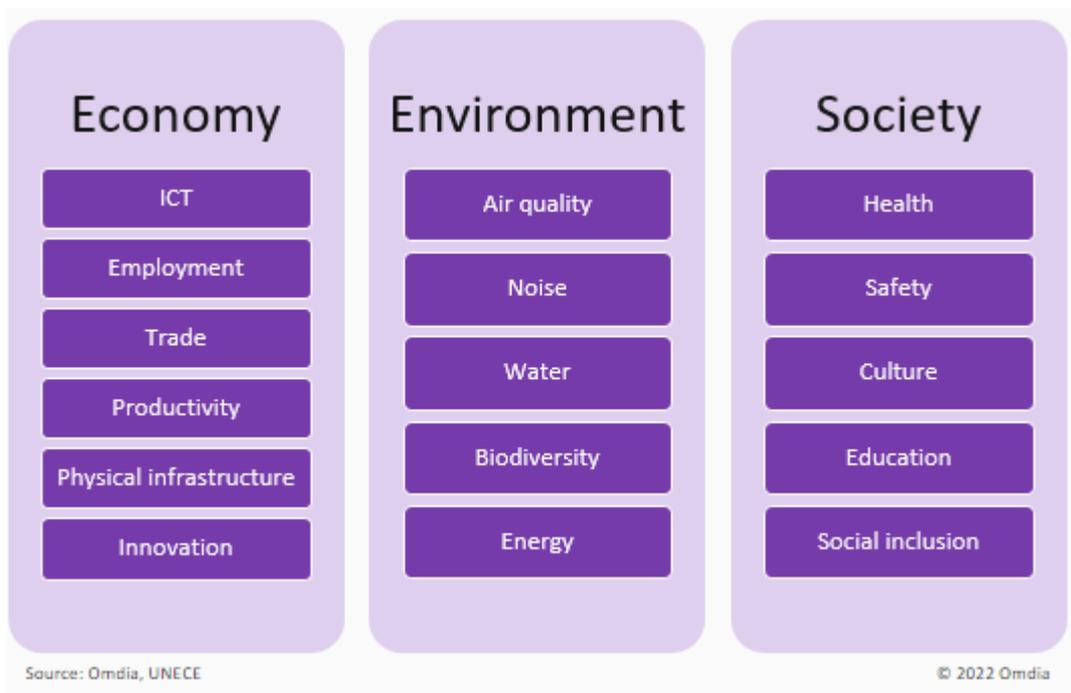
¹⁰ Nazioni Unite 2016

¹¹ 2030 Agenda for Sustainable Development Goal

¹² <https://unece.org/housing/sustainable-smart-cities>

pubblici, energia, istruzione, salute, cultura, sicurezza, alloggio, alimentazione e inclusione sociale.

I KPI per valutare le Smart City sostenibili¹³



Finanziamenti pubblici

Sono sempre più ingenti i finanziamenti pubblici per lo sviluppo sostenibile delle realtà urbane.

Nel programma Horizon 2020, l'Unione Europea aveva stanziato oltre 85 miliardi di euro dal 2014 al 2020. Anche nel nuovo progetto Europeo Horizon Europe (100 miliardi di euro 2021-2027) una voce importante di spesa è dedicata alle Smart City. Infatti, Climate neutral & Smart city è una delle 5 Mission Areas, con l'obiettivo di sostenere, promuovere e mostrare 100 città europee nella loro trasformazione sistemica verso la neutralità climatica entro il 2030 e trasformare queste città in centri di innovazione per tutte le città, a vantaggio della qualità della vita e della sostenibilità in Europa¹⁴.

Altro fattore rilevante è l'integrazione tra organizzazioni pubbliche e private che devono essere orientate al medesimo obiettivo. Una città intelligente è infatti un luogo che sa integrare al meglio tutte le proprie risorse, a prescindere dalla provenienza. In quest'ottica, una delle principali piattaforme che a livello europeo mira a congiungere i progetti legati

¹³ Omdia, *Internet of Things as an Enabler for Sustainable Smart Cities*, 2022

¹⁴ https://ec.europa.eu/info/horizon-europe/missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en

allo sviluppo delle città intelligenti con industrie, PMI, investitori, ricercatori ed altri stakeholder è lo **Smart Cities Marketplace**. Fino ad oggi lo Smart Cities Marketplace è riuscito a mobilitare €616,3 milioni su 127 proposte finanziabili ricevute, coinvolgendo 17 network di investitori. Secondo quanto riportato sul portale della Commissione Europea, il numero totale dei progetti ricevuti è 227, mentre il Paese che ad oggi ha fatto registrare più progetti è la Spagna (35), seguita da Svezia e Italia (a pari merito con 18), Paesi Bassi (17), Germania e Francia (16 ciascuna)¹⁵.

A questi programmi si aggiunge il NextGenerationEU, il piano di finanziamento da 750 miliardi di euro (di cui 672,5 resi disponibili dal Fondo per la Ripresa e Resilienza) disegnato dall'Europa, al fine di contrastare gli effetti economici e sociali dovuti alla pandemia di coronavirus e rendere l'Unione Europea post COVID-19 più verde, digitale, resiliente e in grado di affrontare le sfide attuali e future.

In questa prospettiva, tutti i Paesi Membri hanno presentato alla Commissione Europea un piano di azioni e di riforme da finanziare nel rispetto dei vincoli richiesti dall'Europa: almeno il 20% dei fondi destinati al digitale ed il 37% alle misure per la transizione climatica.

Gli interventi previsti, disegnati per raccogliere i benefici delle transizioni verde e digitale, si articolano nelle quattro dimensioni Sostenibilità ambientale, Produttività, Equità e stabilità macroeconomica.

Tra gli esempi di riforme e investimenti proposti dalla Commissione, vi sono

- quelli per strutturare e coordinare gli sforzi per rendere la mobilità urbana più pulita, più intelligente, più sicura e più giusta, in linea con la strategia di mobilità sostenibile,
- quelli per il miglioramento dell'efficienza energetica, la ristrutturazione delle costruzioni e delle abitazioni, le politiche climatiche, sociali, di efficienza delle risorse, e per l'economia circolare.

Tali esempi di investimento proposti dall'Europa, insieme al generale obiettivo della transizione digitale, possono aprire ulteriori spazi di investimento per le amministrazioni locali nello sviluppo delle Smart City, come insieme di applicazioni volte appunto al miglioramento delle condizioni di vita, a una mobilità sostenibile, a una economia circolare, al miglioramento ambientale delle città.

Il PNRR e le Smart City

Favorire una migliore inclusione sociale riducendo l'emarginazione e le situazioni di degrado sociale, promuovere la rigenerazione urbana attraverso il recupero, la ristrutturazione e la rifunionalizzazione ecosostenibile delle strutture edilizie e delle aree

¹⁵ <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/>, dati aggiornati al 23 febbraio 2023

pubbliche, nonché sostenere progetti legati alle Smart City, con particolare riferimento ai trasporti ed al consumo energetico. Per raggiungere tali obiettivi, con il D.L. 6 novembre 2021 sono stati assegnati ai progetti Smart City per il periodo 2022-2026 nel complesso oltre 10 miliardi di euro. Di questi, sono stati destinati alle città metropolitane quasi 2,5 miliardi di euro, in attuazione della linea progettuale «Piani Integrati – M5C2 – Investimento 2.2», nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza.

Con decreto del Ministero dell'interno del 6 dicembre 2021 è stato approvato il modello con il quale le Città Metropolitane interessate potranno individuare gli interventi finanziabili, nel limite massimo delle risorse assegnate dall'allegato 1 dell'articolo 21, comma 3, D.L. n. 152/2021.

Per attuare tali piani si prevede «una pianificazione urbanistica partecipata, con l'obiettivo di trasformare territori vulnerabili in città smart e sostenibili, limitando il consumo di suolo edificabile».

Gli obiettivi sono diversi: ricucire il tessuto urbano ed extra-urbano, colmando deficit infrastrutturali e di mobilità, recuperare spazi urbani e aree già esistenti allo scopo di migliorare la qualità della vita, promuovere processi di partecipazione sociale e imprenditoriale. I progetti dovranno inoltre restituire alle comunità una identità attraverso la promozione di attività sociali, culturali ed economiche.

La fetta più grande delle risorse (assegnate in base alla popolazione residente e alla vulnerabilità sociale e materiale, misurata attraverso un apposito indice) va alla città metropolitana di Napoli (351 milioni di euro), seguita da Roma Capitale (330 milioni), Milano (277), Torino (234), Palermo (196), Catania (186), Bari (182), Firenze (157), Bologna (157), Genova (141), Venezia (140), Messina (132), Reggio Calabria (119) e Cagliari (101).

I progetti oggetto di finanziamento riguardano investimenti volti al miglioramento di ampie aree urbane degradate, per la rigenerazione e rivitalizzazione economica, con particolare attenzione alla creazione di nuovi servizi alla persona e alla riqualificazione dell'accessibilità e delle infrastrutture, permettendo la trasformazione di territori vulnerabili in città intelligenti e sostenibili, attraverso:

- a) la manutenzione per il riuso e la rifunionalizzazione ecosostenibile di aree pubbliche e di strutture edilizie pubbliche esistenti per finalità di interesse pubblico;
- b) il miglioramento della qualità del decoro urbano e del tessuto sociale e ambientale, anche mediante la ristrutturazione degli edifici pubblici, con particolare riferimento allo sviluppo e potenziamento dei servizi sociali e culturali e alla promozione delle attività culturali e sportive;
- c) interventi finalizzati a sostenere progetti legati alle Smart City, con particolare riferimento ai trasporti ed al consumo energetico, volti al miglioramento della qualità ambientale e del profilo digitale delle aree urbane mediante il sostegno alle tecnologie digitali e alle tecnologie con minori emissioni di CO₂.

Le Città Metropolitane hanno presentato entro il 7 marzo 2022 il modello esclusivamente per interventi di valore non inferiore a 50 milioni di euro. Con il decreto del 22 aprile 2022 il Ministero delle Finanze, di concerto con il Ministero dell'Interno, ha pubblicato i progetti delle città metropolitane suscettibili di finanziamento con fondi PNRR e fondi complementari. Di seguito l'elenco.

Piani Urbani integrati ammessi al finanziamento¹⁶

Città Metropolitana	Titolo Piano Urbano Integrato (PUI)	Numero di abitanti nell'area di intervento	Risparmio consumi energetici (MWh/annuo)	Importo PUI ¹⁷ ('000 €)	Importo quota cofinanziamento ('000 €)	Totale Piano Integrato ('000 €)
BARI	"IDENTITÀ È COMUNITÀ"	587.939	4.749	112.419	890	113.310
	"VERDE METROPOLITANO" PAESAGGIO / FORESTAZIONE / EDUCAZIONE AMBIENTALE / QUALITÀ DELLA VITA / CARBON LOW	270.126	566	69.548	616	70.164
	Totale PUI BARI	858.065	5.315	181.967	1.506	183.473
BOLOGNA	RETE METROPOLITANA PER LA CONOSCENZA. LA GRANDE BOLOGNA	479.693	170.456	157.338	15.731	173.068
CAGLIARI	ANELLO SOSTENIBILE PIANO URBANO INTEGRATO DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI CAGLIARI	419.959	641	101.228	4.028	105.256
CATANIA	«RECUPERO E RIQUALIFICAZIONE DI AREE DEGRADATE DEI COMUNI DEL CALATINO»	134.386	1.832	51.478	-	51.478
	CTA, UNA SINTESI TRA MARGINI URBANI	359.000	250.000	134.009	-	134.009
	Totale PUI CATANIA	493.386	251.832	185.487	-	185.487
FIRENZE	SPORT E BENESSERE – NEXT RE_GENERATION FIRENZE 2026	209.013	1.893	71.609	102.773	174.382
	NEXT RE_GENERATION FIRENZE 2026-PROPOSTA 2: CULTURA E INCLUSIONE SOCIALE	210.931	763	85.627	10.258	95.885
	Totale PUI FIRENZE	419.944	2.656	157.236	113.031	270.266
GENOVA	DA PERIFERIE A NUOVE CENTRALITÀ URBANE: INCLUSIONE SOCIALE NELLA CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA	198.260	867	141.208	-	141.208

¹⁶ Decreto Interministeriale del 22 aprile 2022 del Ministero delle Finanze, di concerto con il Ministero dell'Interno, e Decreto del Ministero dell'Interno del 21 dicembre 2022 - Rettifica Allegato n.2 "Dettaglio PUI" al Decreto Interministeriale del 22 aprile 2022.

¹⁷ art. 21 del D.L. 152/2021, convertito con modificazioni dalla legge n. 233 del 2021

Che cosa è una Smart City

Città Metropolitana	Titolo Piano Urbano Integrato (PUI)	Numero di abitanti nell'area di intervento	Risparmio consumi energetici (MWh/annuo)	Importo PUI ¹⁸ ('000 €)	Importo quota cofinanziamento ('000 €)	Totale Piano Integrato ('000 €)
MESSINA	CITTA' DEL RAGAZZO	8.500	1.000	55.660	-	55.660
	AREE ESTESE A VALENZA AMBIENTALE, CULTURALE E TURISTICO-SOCIALE	50.000	1.392	76.493	-	76.493
	Totale PUI MESSINA	58.500	2.392	132.153	-	132.153
MILANO	COME IN - SPAZI E SERVIZI DI INCLUSIONE PER LE COMUNITÀ METROPOLITANE	709.548	6.741	66.114	10.045	76.159
	CITTÀ METROPOLITANA SPUGNA	814.127	126	50.194	-	50.194
	CAMBIO: 70 CHILOMETRI DI SUPERCICLABILI ALL'INTERNO DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO	553.738	4.861	50.068	-	50.068
	MICA - MILANO INTEGRATA, CONNESSA E ACCESSIBILE	1.352.000	635.941	110.917	-	110.917
	Totale PUI MILANO	3.429.413	647.669	277.293	10.045	287.338
NAPOLI	"RESTART SCAMPIA_UN NUOVO ECOQUARTIERE NELL'AREA DELL'EX LOTTO M"	1.000	4.622	70.000	-	70.000
	RIQUALIFICAZIONE DELL'INSEDIAMENTO DI TAVERNA DEL FERRO	1.300	2.582	52.000	-	52.000
	UNA RINNOVATA IDEA DI ABITARE RESILIENTE NELL'AREA DEI CAMPI FLEGREI E DEL GIUGLIANESE: UN PIANO DI RIGENERAZIONE DIFFUSO	352.327	573	52.510	-	52.510
	SMART CITY NAPOLI NORD: UNA NUOVA MOBILITÀ SOSTENIBILE	439.430	6.412	52.952	-	52.952
	UN NUOVO SISTEMA PER LO SPORT E L'INCLUSIONE SOCIALE PER L'AREA INTERNA VESUVIO-NOLANA	189.413	826	52.717	-	52.717
	UN RINNOVATO RAPPORTO CON IL MARE: SINERGIE E RETI SOSTENIBILI TRA LE AREE INTERNE E I COMUNI COSTIERI	556.246	878	70.972	-	70.972
	Totale PUI NAPOLI	1.539.716	15.893	351.151	-	351.151
PALERMO	"PALERMO: METROPOLI APERTA, CITTÀ PER TUTTI"	1.027.590	42.521	196.177	1.954	198.131

¹⁸ art. 21 del D.L. 152/2021, convertito con modificazioni dalla legge n. 233 del 2021

Che cosa è una Smart City

Città Metropolitana	Titolo Piano Urbano Integrato (PUI)	Numero di abitanti nell'area di intervento	Risparmio consumi energetici (MWh/annuo)	Importo PUI ¹⁹ ('000 €)	Importo quota cofinanziamento ('000 €)	Totale Piano Integrato ('000 €)
REGGIO CALABRIA	ASPROMONTE IN CITTA' UNA CITTÀ METROPOLITANA VERDE, SOSTENIBILE, INCLUSIVA E SMART	471.125	13.336	118.596	-	118.596
ROMA	POLO DELLA SOLIDARIETÀ CORVIALE	15.870	1.806	50.044	-	50.044
	POLI CULTURALI, CIVICI E DI INNOVAZIONE	846.290	7.213	90.975	-	90.975
	POLO DEL BENESSERE SANTA MARIA DELLA PIETÀ	316.777	1.588	50.082	-	50.082
	POLI DI SPORT, BENESSERE E DISABILITÀ	284.245	58	59.337	-	59.337
	POLO DELLA SOSTENIBILITÀ - MOBILITÀ ED ENERGIE - TOR BELLA MONACA	106.491	3.717	79.874	-	79.874
	Totale PUI ROMA	1.569.673	14.382	330.312	-	330.312
TORINO	“TORINO METROPOLI AUMENTATA”: ABITARE IL TERRITORIO	732.571	22.010	120.553	29.277	149.830
	PIÙ - PIANO INTEGRATO URBANO DELLA CITTÀ DI TORINO	861.636	699	113.395	-	113.395
	Totale PUI TORINO	1.594.207	22.709	233.948	29.277	263.225
VENEZIA	PIÙ SPRINT (PIANO INTEGRATO URBANO PER SPORT RIGENERAZIONE INCLUSIONE NEL TERRITORIO METROPOLITANO VENEZIANO)	695.494	1.954	139.637	194.155	333.793

Parliamo di finanziamenti complessivi di 2.722.306.571€ per 31 progetti, di cui 2.352.579.932€ con risorse del PNRR.

Le proposte progettuali presentate tra l'altro hanno previsto:

- la possibilità di partecipazione dei privati, attraverso il «Fondo Ripresa Resilienza Italia» nel limite massimo del 25 per cento del costo totale dell'intervento;
- la presenza facoltativa di start-up di servizi pubblici nella proposta progettuale;
- la co-progettazione con il terzo settore.

¹⁹ art. 21 del D.L. 152/2021, convertito con modificazioni dalla legge n. 233 del 2021

Come è costruita una Smart City

Abbiamo visto il valore del concetto di Smart City e la interconnessione delle sue componenti. Ciascuna componente fa parte della struttura della città, che per essere “smart” deve essere interfuzionante e basata su dati, gestione ed analisi degli stessi. Necessita quindi di una vera e propria architettura informatica che consenta di raccogliere i dati dai sensori apposti e poi interpretarli con analytics dedicati e in grado di aumentare la conoscenza dei fenomeni tramite l’analisi congiunta di informazioni raccolte da sensori diversi e talvolta per finalità originariamente diverse.

L’architettura della Smart City può essere esemplificata in diversi layer secondo la metodologia adottata da EY²⁰. Si struttura in:

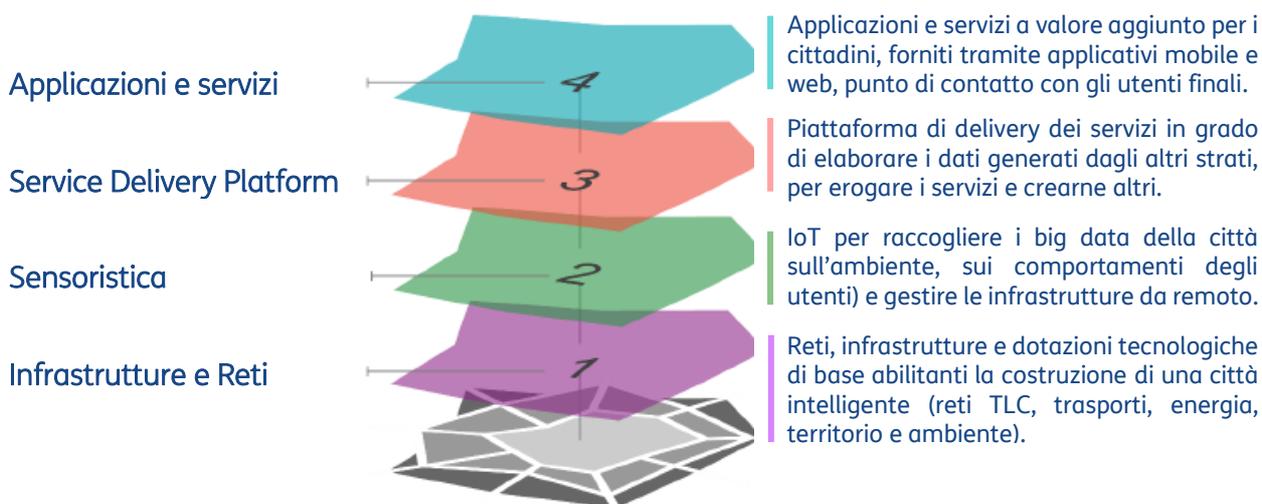
- 4 strati integrati (Infrastrutture e reti, Sensoristica, Service Delivery Platform, Applicazioni e Servizi), attraverso i quali viene progettata e realizzata la Smart City;
- 2 ambiti aggiuntivi, che riguardano da un lato la capacità della città di fornire una cornice di visione strategica e di pianificazione al percorso intrapreso verso la Smart City (Vision e Strategia), dall’altro la qualità della vita risultante dalla fruizione e dalla percezione dei servizi smart da parte dei cittadini (Smart citizen e vivibilità della città).

Questa struttura a strati consente di offrire una panoramica quanto più completa possibile del fenomeno ampio, complesso e in continua transizione della smartness urbana, inquadrando i molteplici ambiti in cui quest’ultima si declina, dalla mobilità all’energia, dalla Pubblica Amministrazione alla sanità.

In questo lavoro non intendiamo utilizzare gli indicatori sottesi a ciascuno strato od ambito, che EY utilizza per stabilire una valutazione e un ranking delle Smart City, ma illustriamo i 4 strati come esemplificazione della struttura tecnologica e digitale che risulta essere fondante per la Smart City.

²⁰ Booklet Smart City – Milano nel contesto europeo, n. 3/2020, a cura di Centro Studi Assolombarda – EY

I 4 layer architetturali della Smart City²¹



1. Infrastrutture e Reti

Il primo layer rappresenta le fondamenta su cui si basano tutti i servizi e le attività della Smart City. È il layer delle reti, delle infrastrutture e delle dotazioni tecnologiche abilitanti per la costruzione di una città intelligente come trasporti, telecomunicazioni, energia.

In questo ambito, rientrano il 5G, le connessioni Wi-Fi e Li-Fi, la banda larga e ultra-larga per quanto riguarda le telecomunicazioni, nonché la disponibilità di Cloud e di architetture di rete distribuite. Ne fanno parte anche i parcheggi di scambio, le colonnine di ricarica elettrica e le infrastrutture di servizi quali acqua, gas, elettricità.

2. Sensoristica

Questo secondo layer riguarda le reti di sensori e i dispositivi IoT necessari per raccogliere e analizzare i big data della città riguardanti l'ambiente (aria, acqua...), il comportamento degli utenti e lo stato delle infrastrutture in modo di poter attivare una gestione e manutenzione da remoto.

Parliamo quindi dei sensori utili allo smart metering, al controllo dei sottoservizi, alla localizzazione dei mezzi della sharing mobility, i transponder per l'ottimizzazione del trasporto pubblico, altri per l'ottimizzazione della gestione di rifiuti e aree verdi.

I sensori possono ad esempio rilevare la sicurezza degli edifici, possono essere integrati nella illuminazione pubblica a LED e agire per il controllo ambientale, per la rete stradale e il monitoraggio del traffico o della mobilità.

²¹ Booklet Smart City – Milano nel contesto europeo, n. 3/2020, a cura di Centro Studi Assolombarda – EY

3. Service Delivery Platform

La piattaforma di *delivery* dei servizi deve essere in grado di elaborare e valorizzare i big data del territorio generati dagli altri strati per migliorare i servizi esistenti e crearne di nuovi. Deve agire come una centrale operativa, capace di interfacciare flussi di informazioni provenienti da fonti diverse, aggregarli e dare loro un nuovo significato. Ovvero prendere le informazioni da una stessa fonte, ad esempio una videocamera, ed utilizzarle per finalità diverse, come la sicurezza, il controllo del traffico, lo smart parking.

4. Applicazioni e servizi

Il quarto strato, l'ultimo, riguarda la creazione di servizi a valore aggiunto per i cittadini tramite applicativi mobile e web, punto di contatto con gli utenti finali. In questa sfera rientrano tutti gli aspetti legati a sanità, turismo, mobilità e government (es. sistemi di identificazione) che devono necessariamente innestarsi e integrarsi con gli altri tre livelli.

Il percorso verso la costruzione di una Smart City deve essere finalizzato a creare una infrastruttura di base interconnessa e un'unica piattaforma di *delivery* dei servizi in grado di elaborare le informazioni trasmesse dai sensori per erogare servizi a valore aggiunto per i cittadini, contribuendo a migliorarne la qualità della vita.

Le Telecomunicazioni e le tecnologie della Smart City

Fin qui abbiamo descritto la necessità per le Smart City di monitorare e analizzare l'ambiente urbano con sensori e dispositivi adeguati. In realtà ciascuno smartphone in uso all'interno di una città può diventare un sensore, in grado ad esempio di dare informazioni sui flussi di movimento degli abitanti.

Ciò significa che milioni di sensori potranno caricare i dati provenienti dalle strade, dagli edifici e da dispositivi IoT nel cloud perché possano essere analizzati per ottimizzare la gestione della città. Questo permetterà di generare un'immagine digitale dell'ecosistema della città purché tutte le sorgenti dei dati siano ben interconnesse. Anche le automobili a guida autonoma hanno bisogno di un ecosistema cittadino intelligente perché, in realtà, non sono completamente autonome. Si basano, infatti, sull'esistenza di un sistema di scambio dati permanente, illimitato e pressoché in tempo reale, con le strade, le infrastrutture, gli altri utenti della strada e l'ambiente circostante. Questo processo genera molti terabyte di dati ogni giorno che debbono essere trasmessi e raccolti tramite reti di telecomunicazioni fra i sensori.

Quali sono, dunque le tecnologie di comunicazione M2M su cui si basa la costruzione di una Smart City?

LPWA Network

Per la costruzione di reti di sensori IoT ci sono diverse alternative wireless, che rientrano nella famiglia delle cosiddette Low Power Wide Area (LPWA) Network, vale a dire tecnologie di trasmissione dati ad alta densità di dispositivi, bassi costi, ampia copertura basso consumo energetico, che consenta eventualmente alle batterie non alimentate dalla rete elettrica una durata decennale.

La scelta è spesso demandata alla amministrazione cittadina o alla Public Utility che ha in gestione la maggior parte dei servizi essenziali della città.

La scelta della tecnologia su cui si basa la rete è ampia e non esiste una soluzione unica per tutti i tipi di necessità o applicazione. La società di ricerche Navigant Research ha valutato le diverse tecnologie wireless per ognuna delle principali funzioni che sono potenzialmente richieste, ad esempio, da una Smart City.

Le tecnologie prese in considerazione sono:

SigFox: in questa tecnologia la comunicazione è a senso unico, non bidirezionale, e la velocità di trasferimento dati è molto bassa. SigFox si adegua bene a scenari in cui sensori devono comunicare una limitata quantità di dati sporadicamente, dove la latenza non è un fattore critico. L'impossibilità di inviare dati ai dispositivi può essere un fattore limitante in alcuni ambiti di utilizzo, per esempio in tutti quei casi in cui è necessario aggiornare il firmware dei dispositivi on the air.

Che cosa è una Smart City

LoRaWAN: un protocollo di comunicazione wireless proprietario ad ampio raggio (Long Range) utilizzato in molte applicazioni IoT nella Smart City. È stata sviluppata per consentire la trasmissione dati a bassa frequenza su lunghe distanze, tra sensori e attuatori dell'Internet delle cose. LoRaWAN opera al di fuori dello spettro LTE e tende a offrire latenze mediamente superiori rispetto alle tecnologie precedentemente citate, ma può vantare consumi ancora più ridotti, tanto che un dispositivo può essere alimentato per 15 anni dalla stessa batteria, e un TCO (Total Costo of Ownership) inferiore. Viene molto apprezzata nel settore delle utility, come gas e acqua, dove la latenza non è fondamentale.

NB-IoT o Narrowband IoT è una tecnologia di connettività molto versatile. È basata su LTE (4G) ed è a standard 3GPP, per questo comune a tutti gli operatori di telecomunicazioni mobili. Si rivela particolarmente adatta per garantire connettività IoT in applicazioni che non prevedono la trasmissione o ricezione continua di informazioni, ed è ideale per garantire connettività in ambienti chiusi, come fabbriche o smart building. Il suo punto di forza è la grande densità di dispositivi supportati, sino a un massimo di 50.000 per singola cella. Utilizzando solo una porzione limitata dello spettro radio, NB-IoT permette di tenere bassi i consumi, tanto che una singola batteria può alimentare un dispositivo anche per 10 anni. In Italia copre l'intero territorio nazionale.

Tecnologie di connessione e Wireless Sensor Network per Smart City²²

TECNOLOGIA	CONTROLLO LUCI	MONITORAGGIO AMBIENTALE	MONITORAGGIO TRAFFICO	SMART PARKING	CONTROLLO SEMAFORI
SigFox	****	***	**	**	*
LoRaWAN	****	****	***	**	*
NB-IoT	****	****	***	**	**
3G-4G	**	**	**	**	**
5G	****	****	****	****	****

*= inadatto **=poco adatto ***= accettabile ****= adatto

Wireless MBus 169 MHz

La tecnologia Wireless MBus è un protocollo standard europeo EN sviluppato specificamente per applicazioni di metering (la “M” sta ad indicare “Metering”)²³. Il

²² Elaborazione Centro Studi TIM su dati Navigant Research

²³ European Committee for Standardization, «EN 13757-4,» 2011.

protocollo prevede due tipi di meccanismi di comunicazione a livello applicativo, uno in cui il contatore si risveglia a tempi prestabiliti per comunicare i dati di lettura verso il concentratore (Access Timing) e uno in cui il contatore al suo risveglio viene notificato della presenza di comandi a lui diretti per cui instaura un colloquio verso il concentratore (Synchronous Transmission).²⁴ Secondo le indicazioni di ARERA²⁵ è un protocollo preferenziale per la raccolta delle informazioni dai contatori gas e può essere utilizzato anche come rete multiservizio, in combinazione anche con la trasmissione 868 Mhz, quest'ultima spesso utilizzata per il monitoraggio dei contatori acqua e dei contabilizzatori di calore. È adatta a scambio dati con bassa richiesta di banda, e la bassa frequenza di lavoro dovrebbe permettere di raggiungere distanze maggiori e risentire meno dell'attenuazione di eventuali ostacoli, anche se si è verificato che l'utilizzo in aree urbane è possibile raggiungere distanze 2-3 volte inferiori rispetto a quelle raggiungibili in zone suburbane a parità di condizioni. Il tema delle aree raggiungibili attraverso l'installazione di un concentratore o ripetitore è cruciale in fase di business planning: il fattore di concentrazione e il numero di dispositivi raggiungibili, siano essi contatori, sensori, ed altri, permette di ottimizzare la copertura radio e dunque prevedere costi e ricavi ottenibili dal dispiegamento della rete.

La tecnologia 5G

Lo standard di telefonia cellulare 5G, in confronto alla tecnologia 4G/LTE attualmente installata, incrementa la velocità del flusso di dati tra veicoli, smartphone, macchine, data center, edifici, sensori, dispositivi e controlli di ogni genere di un fattore pari a 50-100, per ogni concepibile utilizzo collegato alla Smart City.

5G può offrire risposte praticamente in tempo reale con una latenza molto contenuta e si può basare sull'utilizzo di bande a varie frequenze, anche più alte delle altre tecnologie, con un contemporaneo aumento dell'efficienza. I prerequisiti per tutto ciò sono anzitutto la creazione di piccole celle in numero circa dieci volte maggiore rispetto a quello necessario per la copertura radio attuale, inoltre la realizzazione di collegamenti in fibra ottica tra tutte queste nuove antenne e la rete esistente che, a sua volta, dovrà espandersi, ancora in tecnologia ottica, perché sia in grado di gestire il massivo flusso di dati generato dalle città intelligenti e della loro crescente popolazione.

La Fibra Ottica

Un aspetto cruciale spesso non preso in considerazione quando si discute sulle Smart City è rappresentato dalla connettività fisica, il cablaggio tra le postazioni di antenna, gli switching centrali ma anche i data center sopra e sotto l'asfalto.

I cavi rappresentano le fondamenta della Smart City. Le tecnologie intelligenti non possono distribuire i dati se non sono connesse in rete. Anche se è vero che le connessioni tra

²⁴ *Notiziario Tecnico Telecom Italia, n° 3/2013, Dallo Smart Metering alla Smart Urban Infrastructure.*

²⁵ <https://www.arera.it/it/operatori/smartmetering.htm>

L'utente finale e la rete sono in parte realizzate con tecnologia wireless, tra l'antenna ricevente e la rete deve essere implementato un robusto e moderno cablaggio in Fibra Ottica. Il servizio di informazioni TechTarget scrive: "probabilmente la sfida più importante per le Smart City è rappresentata dalla complessità della connettività." E il McKinsey Global Institute aggiunge: "prima che una città possa definirsi smart deve essere cablata."

Anche le stazioni base 5G e le mini-celle radio devono essere integrate nella rete in FO. Uno studio dei consulenti Deloitte conclude che, "Le fibre ottiche sono la linfa vitale del 5G".

Il Journal of Internet Services and Application conferma: "Quando un'applicazione per Smart City viene utilizzata universalmente, genera un enorme volume di traffico di dati che può portare a seri problemi di prestazioni per la sottostante infrastruttura di rete." Le architetture di rete per le Smart City esigono un concetto di pianificazione aperta perché il traffico dati è destinato a continuare la sua crescita dinamica ancora per decenni.

Un'infrastruttura di rete interoperabile nativamente

Le reti wireless e cablate non possono più essere dimensionate indipendentemente le une dalle altre. Le reti Fiber-to-the-Antenna (FTTA) e Fiber-to-the-Home (FTTH) nel futuro si svilupperanno insieme. In termini di pianificazione, la soluzione ideale è la creazione di una Universal Fiber Grid (UFG) che possa supportare tutte le potenziali applicazioni. Avere linee separate per singole funzioni molto presto rappresenterà una soluzione appartenente al passato come, per esempio, le linee per controllare i semafori, l'illuminazione stradale, gli hotspot WiFi, le videocamere di sorveglianza e il controllo delle linee elettriche. Inoltre, con l'approccio tradizionale, è necessario scavare ripetutamente le strade delle città per aggiungere queste linee alle loro infrastrutture. È molto più conveniente pensare fin da subito in chiave di "rete" e mettere insieme le varie funzioni già nello stadio di pianificazione. In questo senso gli interventi sul territorio devono essere coordinati, in accordo fra la pubblica amministrazione e i fornitori di infrastruttura.

Il piano per la creazione di una Smart City deve includere la creazione di una rete di comunicazione e di trasporto dati in fibra ottica fittamente interconnessa e deve prevedere la graduale sostituzione di tutte le reti obsolete. La pianificazione della rete deve coprire un intervallo di tempo tra i 20 e i 30 anni; è importante tanto quanto la pianificazione delle infrastrutture per l'acqua, le fognature, l'elettricità e il gas.

A livello di rete, solo una infrastruttura in fibra ottica correttamente dimensionata, uniforme e scalabile può assicurare con continuità le prestazioni necessarie. Deve essere in grado di crescere parallelamente alla città e alle sue esigenze. Le fibre ottiche rappresentano l'unica soluzione per gestire il traffico dati atteso a tutto campo e virtualmente in tempo reale tra apparati terminali mobili, veicoli, l'intero campo delle applicazioni IoT e gli abbonati alla rete.

Mini data center "su misura" e compatti alla periferia delle reti (edge data center) sono indispensabili per lo sviluppo futuro di tutto ciò che può essere definito come applicazioni "sensibili alle temporizzazioni" come, per esempio, le operazioni chirurgiche controllate a

Che cosa è una Smart City

distanza o la guida autonoma dei veicoli in città. Le interazioni tra i dispositivi terminali e la rete non possono durare più di qualche nanosecondo cioè, per quanto possibile, i dati devono poter essere processati praticamente in tempo reale rispetto all'azione che li ha generati e con bassa latenza; un flusso di informazioni quasi istantaneo è indispensabile. Questa tipologia di data center con connessioni in Fibra Ottica ridondate dovrebbe essere disponibile ogni 5-15 km.

Le applicazioni delle Smart City

Nella pratica, quindi, il concetto di Smart City si esplica attraverso un insieme di applicazioni e sistemi a disposizione di cittadini, imprese e amministrazione per ottenere i benefici che questo nuovo modello di sviluppo e gestione della vita di una città promette.

Considerato che lo scenario di crescente urbanizzazione della popolazione, della urgente necessità di limitare l'impatto ambientale, e di consentire ai cittadini in questo contesto un livello di vita non solo adeguato, ma sostenibile e sano, il numero di applicazioni, sperimentazioni e implementazioni di sistemi assimilabili al concetto di Smart City è numeroso, variegato e in rapida diffusione a livello planetario.

Le varie applicazioni delle Smart City si possono classificare in Smart "Ambiti", sulla base delle loro caratteristiche e del tipo di benefici che generano. In letteratura o nei ormai numerosi studi che cercano di spiegare e tracciare le traiettorie evolutive delle Smart City sono proposte varie ontologie.

Di seguito riportiamo quella dello European Smart City Project²⁶ che categorizza le applicazioni in 6 gruppi:

Smart Living e Smart People

In questi due ambiti, qui riportati insieme, ricadono le applicazioni che consentono al cittadino di vivere la propria quotidianità e il contesto di relazioni offerte dalla città in modo nuovo, più efficace e accessibile. Per Smart People si intendono anche le competenze informatiche necessarie a fruire dei servizi digitali, al lavoro abilitato da utilizzo di mezzi ICT (ad es. come il molto attuale smart working), l'accesso a istruzione e formazione, la gestione delle capacità all'interno di una società inclusiva che migliora la creatività e promuove l'innovazione.

In ambito sanitario, le soluzioni di **Smart Health** (o e-health) permettono la fruizione dei servizi sanitari, o il monitoraggio del proprio stato di salute, o di ottenere gli opportuni suggerimenti e indicazioni per una vita sana.

In ambito culturale, le applicazioni di **Smart Culture** favoriscono l'accesso ai servizi e al patrimonio culturale e di formazione, la mediazione culturale, proponendo nuovi modelli di fruizione con la creazione di esperienze digitali, e coinvolgendo la partecipazione attiva dei cittadini, che ne possono diventare anche protagonisti.

²⁶ <http://www.smart-cities.eu/> e *Mapping Smart Cities in EU*
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf)

Un fondamentale ambito di applicazioni riguarda lo **Smart Building**, ossia le soluzioni che incrementano la qualità abitativa, ma anche la riduzione dell'impatto ambientale degli edifici, in termini di risorse consumate, rifiuti prodotti, generazione di gas serra. Per l'importanza che gli edifici possono avere nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità, le applicazioni di Smart Building sono spesso associate al cluster di Smart Environment

Smart Economy

Per Smart Economy si intendono le attività e le tecnologie di e-business ed e-commerce sviluppate e operate all'interno delle città, per incrementare la produttività, fornire servizi avanzati di produzione, e l'innovazione abilitata dalle TLC, nonché nuovi prodotti, nuovi servizi e modelli di business. La Smart Economy implica anche interconnessione locale e globale e radicamento internazionale con flussi fisici e virtuali di beni, servizi e conoscenza.

Smart Governance

Nella Smart Governance ricadono le applicazioni, consentite dalle infrastrutture ICT, dai processi intelligenti e dai dati raccolti, per la gestione e il controllo della città, in termini di servizi e interazioni che collegano e integrano organizzazioni pubbliche, private, civili, in modo che la città possa funzionare in modo efficiente ed efficace come un unico organismo. In tale ambito importante sono i partenariati pubblici, privati e civili e la collaborazione con diversi soggetti interessati che lavorano insieme per perseguire obiettivi intelligenti a livello di città.

Nella Smart governance inoltre è importante l'accesso ai dati e la loro disponibilità in modalità Open, anche per poter coinvolgere i cittadini e incrementare il livello di partecipazione nei processi decisionali della città. In tale contesto, ad esempio, ricadono servizi quali gli sportelli digitali (per poter dialogare con il comune o i servizi amministrativi), le app di segnalazione (per notificare disservizi o necessità di interventi di manutenzione), le notifiche ai cittadini per il calendario di raccolta dei rifiuti ingombranti.

Smart Mobility

Per Smart Mobility si intende la gestione e l'uso intelligente dei sistemi di trasporto, la mobilità ottimizzata e sostenibile delle persone e dei beni, integrati e supportati dalla ICT. Nel concetto di mobilità intelligente rientra quindi la sicurezza personale, per viaggi sicuri in condizioni ambientali migliori, e con minore impatto ambientale, durate di trasferimento più brevi e

confortevoli, con mezzi interconnessi alla rete e tra loro, che possa comprendere tram, autobus, treni, metropolitane, automobili, biciclette e pedoni, con scenari di percorso anche multimodali.

La Smart Mobility integra la tecnologia ICT con le infrastrutture per la mobilità tradizionali (parcheggi, segnaletica stradale e semaforica, veicoli), con le nuove tecnologie e infrastrutture sostenibili (veicoli elettrici e a basso impatto ambientale, reti di ricarica) e con i nuovi modelli di utilizzo (ad esempio con i servizi di condivisione di mezzi come car o bike sharing), a beneficio di un migliore accesso e qualità della mobilità delle persone

La disponibilità, la raccolta e la diffusione dei dati in tempo reale è un elemento fondamentale per la progettazione e l'utilizzo dei servizi di mobilità intelligente. Le informazioni opportune e in tempo reale (raccolte da sensori, fornite dai veicoli, o anche dagli stessi utenti), opportunamente elaborate, possono essere utilizzate dai cittadini per risparmiare tempo e migliorare l'efficienza degli spostamenti, soprattutto del pendolarismo, risparmiando sui costi e riducendo le emissioni di CO2. Queste informazioni poi possono essere utilizzate dai gestori delle reti di trasporto per migliorare i servizi e fornire feedback agli utenti.

Smart Environment

Per Smart Environment si intende la progettazione e la pratica della gestione delle risorse ambientali per le città intelligenti.

Le risorse ambientali sono proprietà comune che richiedono azione attive da parte del governo della città ma anche dei singoli individui. Nelle Smart City la loro gestione richiede una combinazione sincrona e costante di sistemi di e-democrazia, e-governance e IOT (Internet of Things).

La gestione intelligente delle risorse ambientali **utilizza l'ICT, l'Internet of Things, la Smart Governance della città (e-governance) e l'Internet of People (e-Democracy)**, ossia il coinvolgimento attivo dei cittadini attraverso la tecnologia, **insieme a strumenti di gestione delle risorse convenzionali** per ottenere una gestione e uno sviluppo coordinato, efficace ed efficiente, e la conservazione delle risorse ambientali.

Per Smart Environment si includono diversi ambiti di soluzioni:

- la **misurazione, controllo e monitoraggio dell'inquinamento**, attraverso strumenti di rilevazione delle emissioni e della qualità dell'aria,
- la progettazione o ristrutturazione di edifici e servizi (**Smart Building**), dotandoli di processi automatizzati di controllo degli impianti, della

struttura e dell'utilizzo dell'edificio (energia, riscaldamento e condizionamento, ventilazione, sicurezza, videosorveglianza, rifiuti, ...), gli edifici verdi

- pianificazione urbana, del verde e degli spazi aperti,
- efficienza nell'uso, riutilizzo o sostituzione delle risorse, incluso il consumo del suolo.
- **Le Smart Utilities**, ossia
 - applicazioni e sistemi per la gestione intelligente e sostenibile dell'energia (**Smart Energy Management**), comprese le energie rinnovabili, le reti energetiche abilitate per le TIC,
 - la gestione dei rifiuti (**Smart Waste Management**), i sistemi di drenaggio e di gestione delle risorse idriche, monitorati per valutare il sistema, ridurre l'inquinamento e migliorare la qualità dell'acqua (**Smart Water Management**)
- Un esempio importante e anche già molto diffuso sono anche i servizi urbani di illuminazione stradale, o **Smart Lighting**, con i pali della luce spesso utilizzati in modo poliedrico, ad esempio per la connettività diffusa, o come stazioni di rilevamento del livello di inquinamento o di controllo del territorio – per sorveglianza, monitoraggio del traffico, dei flussi di persone/veicoli)

Smart Security

La sicurezza nella Smart City è un tema cruciale. Mantenere la sicurezza, salvaguardare l'incolumità dei propri cittadini è in cima alla scala degli obiettivi.

Al primo posto tra gli obiettivi di una città sicura ci deve quindi essere la diminuzione della criminalità e la gestione delle situazioni di rischio in condizioni di emergenza (un terremoto, un'alluvione o una pandemia come quella del coronavirus).

- **Gestione emergenze:**

Su questo fronte, un modello efficace si deve basare sull'utilizzo e sull'integrazione di diverse tecnologie, risorse e processi e, soprattutto, su una forte cooperazione tra autorità, istituzioni e soggetti (Forze dell'Ordine e Protezione Civile, ad esempio). La capacità di reazione e l'ottimizzazione degli sforzi in una situazione di allarme o di emergenza deve essere massima. Una rete di sensori che diano lo stato delle strade, dei sottoservizi, per prevenire ad esempio dilavamento del

sottosuolo e voragini può aiutare a costruire reazioni real time in emergenza.

- **Videosorveglianza e control room per città più sicure**

Sul fronte tecnologico, le telecamere di videosorveglianza a elevate prestazioni e i sistemi TVCC, integrati con dispositivi IoT, reti di sensori e software dedicati per la rilevazione e l'analisi dei dati, danno la possibilità di individuare eventi insoliti, di riconoscere persone ricercate o all'analisi degli ambienti urbani in tempo reale, magari nelle zone considerate più a rischio.

Che in una Smart City, l'uso di tecnologie di sicurezza e videosorveglianza in rete possa migliorare i livelli di sicurezza pubblica è una certezza. È infatti un settore in forte crescita, con stime di incremento degli investimenti in queste attrezzature da parte delle Amministrazioni Locali del 25-30% nei prossimi 2-3 anni²⁷. L'efficacia delle telecamere di videosorveglianza è incrementata dall'utilizzo di soluzioni di control room e algoritmi di Intelligenza Artificiale, che consentono di controllare in modo incrociato numerose telecamere e incrociare i dati con i sensori di prossimità.

²⁷ Smart city: cos'è, come funziona, caratteristiche ed esempi in Italia • Lumi (lumi4innovation.it)

Il mercato internazionale

Secondo analisi della società Omdia, alcune applicazioni delle Smart City rappresentano già casi aziendali comprovati (ad esempio, CCTV connesse, illuminazione stradale intelligente, ecc.). In molte regioni e paesi, i governi stanno rendendo disponibili fondi pubblici per iniziative di città intelligenti. La disponibilità iniziale del 5G nelle città, inoltre, stimolerà fornitori di servizi e fornitori nel cercare come banchi di prova per le applicazioni e la tecnologia 5G.

I dispositivi per le città intelligenti passeranno da 117 milioni di dispositivi nel 2018 a 399 milioni entro il 2023. La proiezione al 2025 vede superare nel mondo i 500 milioni di dispositivi²⁸. Questi includono pali luminosi intelligenti (smart lighting), dispositivi di parcheggio intelligenti (smart parking), le telecamere di sorveglianza connesse e altri dispositivi di pubblica sicurezza, il trasporto urbano intelligente, la gestione dei rifiuti connessa e il monitoraggio ambientale.

Se fino ad oggi il mercato prevalente è stato il Nord America seguito da Europa e Asia, la diffusione di questi dispositivi e delle associate applicazioni nei prossimi anni avverrà soprattutto in Asia, sebbene Nord America e Europa rappresenteranno comunque mercati importanti.

Ciò è dovuto al fatto che l'Asia ha un gran numero di "megapoli", con una popolazione elevata e in rapida crescita. Sono quindi molto presenti e sentite le problematiche urbane di energia e ambiente, da cui deriva un bisogno significativo di Smart City.

Inoltre, essendoci molte aree in Asia con città in crescita ed elevati tassi di costruzione edilizia o sviluppo urbano, si determina un ambiente perfetto per distribuire tali dispositivi e applicazioni, in quanto implementare tali soluzioni su siti greenfield è generalmente più semplice rispetto alle soluzioni di retrofitting in città ed edifici esistenti, come invece frequente in Europa e America.

In ultimo, il crescente investimento in reti di telecomunicazioni di ultima generazione degli operatori di telecomunicazioni asiatici, primo fra tutti il 5G, favorirà la rapida diffusione delle soluzioni.

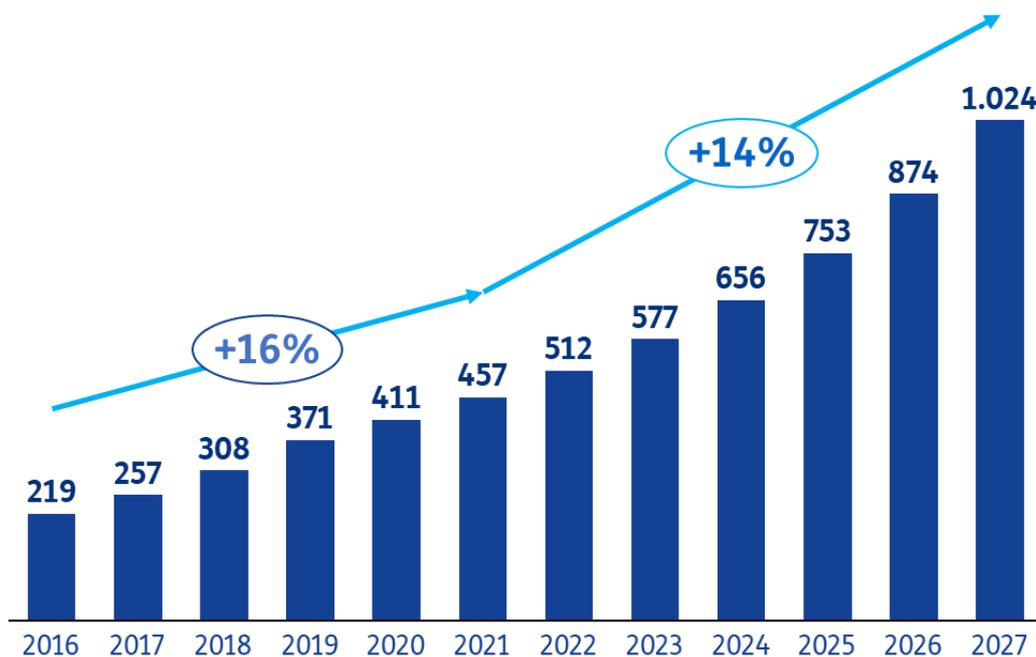
Secondo Markets and Markets, il mercato è più che raddoppiato tra il 2016 e il 2021, in termini di valore di beni e servizi associati inclusi i servizi e i ricavi da connettività, e continuerà a crescere nei prossimi anni, fino a superare i 1.000 miliardi di dollari nel 2027²⁹.

Nelle città intelligenti, la crescita del mercato sarà guidata da una maggiore penetrazione dei dispositivi e, indirettamente, da nuovi servizi associati, i cosiddetti servizi al cittadino, quali ad esempio i lampioni connessi utilizzati per abilitare servizi aggiuntivi, oltre quelli della gestione intelligente dell'illuminazione connessa.

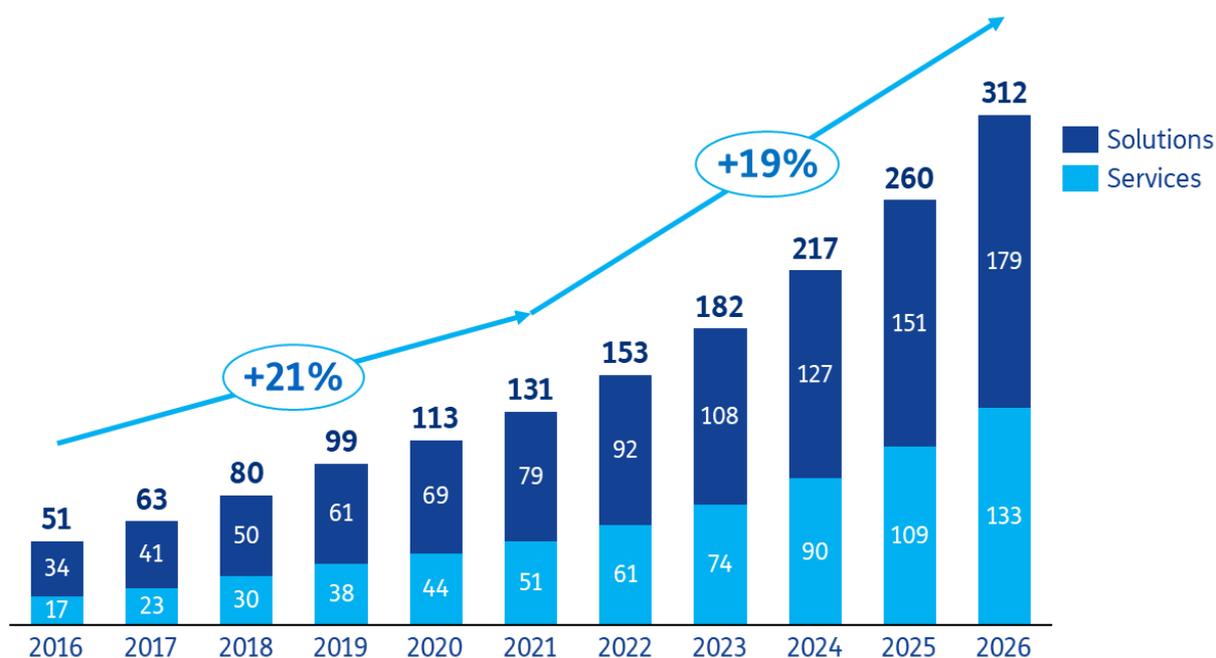
²⁸ *Internet of Things Forecast: Smart Cities and Buildings, 2018–23, OMDIA*

²⁹ *Smart Cities Market, 2022, MarketsandMarkets*

Mercato Smart City a livello mondiale (\$Mrd)³⁰



IoT/ICT nel mercato Smart City a livello mondiale, per tipo di offerta (\$Mrd)³¹



³⁰ Smart Cities Market, 2022, MarketsandMarkets

³¹ Smart Cities Market, 2022, MarketsandMarkets

Che cosa è una Smart City

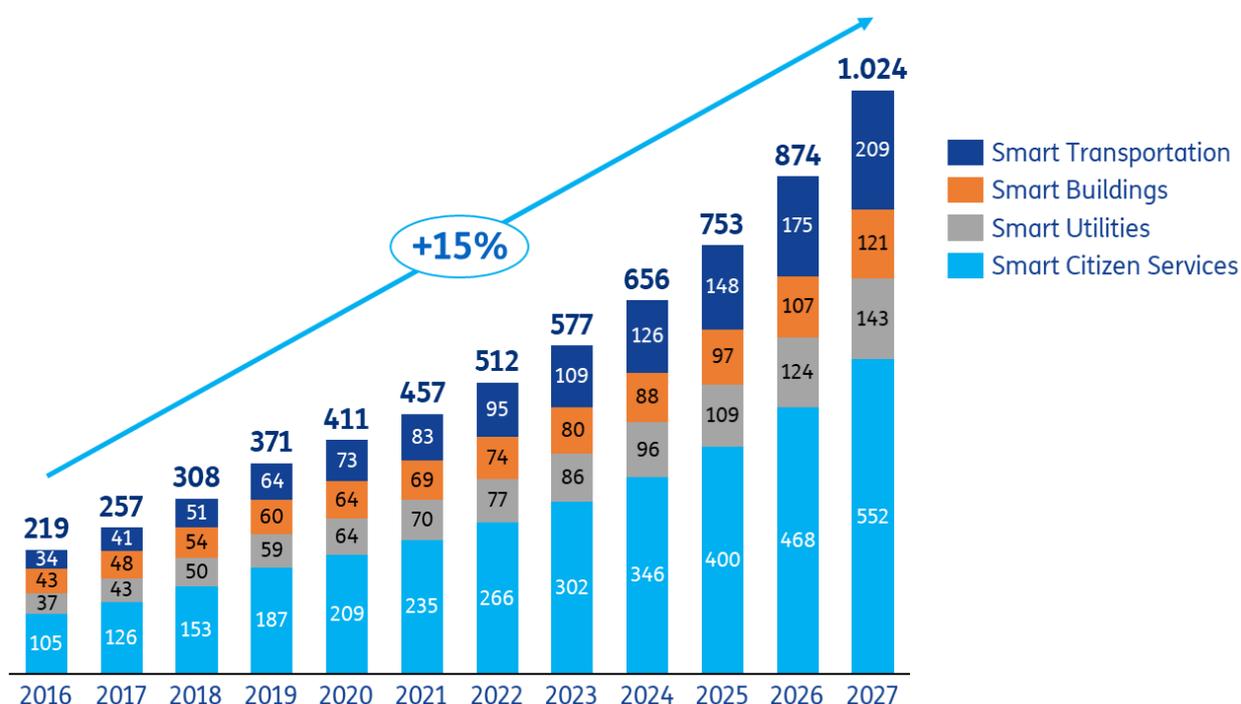
I ricavi derivanti da servizi IoT nelle città intelligenti rappresentano solo una parte dei ricavi, la maggior parte dei quali deriva dalla gestione di piattaforme, applicazioni, servizi e dispositivi e costi di integrazione e consulenza. Per la componente servizi i servizi professionali, quali consulenza, deployment e system integration, supporto e assistenza, valgono circa il doppio dei Managed services, dimostrando come la componente industriale prevalga sull'outsourcing.

Per quanto riguarda le soluzioni, la componente relativa a Network management si riduce progressivamente come valore percentuale delle soluzioni, passando dal 18% del 2020 al 14% del 2026, a vantaggio di un incremento nel data management e nella reportistica e analisi dei dati stessi.

Secondo IDC ³², i casi d'uso che contribuiscono maggiormente alla spesa nel periodo di 2018-2023 sono smart grid, sorveglianza visiva fissa, trasporto pubblico avanzato, illuminazione intelligente e gestione intelligente del traffico. Questi cinque casi d'uso rappresentano più della metà di tutte le spese per le città intelligenti.

Secondo MarketsandMarkets, i maggiori sviluppi si avranno nell'ambito Smart Transportation, e soprattutto negli Smart Citizen services, che ricomprendono Smart Healthcare, Smart Education, Smart Public Safety, Smart Street Lighting, ed eGovernance.

Focus Mercato Smart City a livello mondiale (\$Mrd)³³



³² IDC's Worldwide Semiannual Smart Cities Spending Guide, 2018H2, May 2019

³³ Smart Cities Market, 2022, MarketsandMarkets

Che cosa è una Smart City

Proprio Smart Healthcare avrà il maggiore sviluppo sia come incremento sia come fatturato, ed importanti in termini di fatturato saranno i servizi di eGovernance. Lo Smart Street Lighting vedrà un incremento composto molto elevato, ma su numeri di mercato limitati. Questo a rafforzare l'idea che la città del futuro avrà sempre di più al centro servizi inclusivi, dedicati alla salute e al welfare del cittadino e alla migliore gestione amministrativa delle città, in ottica sostenibilità a tutto tondo.

CAPITOLO 2

Le Smart City in Italia

Ci sono tipicamente due approcci con cui le città si riferiscono al tema delle Smart City:

- verticale (decisamente più diffuso) che affronta uno o più specifici aspetti legati alla dimensione urbana come la mobilità, l'energia, i trasporti;
- sistemico, che si riferisce alla città nel suo insieme, nelle sue diverse dimensioni, considerandola un sistema sociotecnico in grado di sostenere e abilitare l'innovazione.

In Italia vivevano in area urbana nel 2021 44,5 milioni di abitanti (75,5% della popolazione), e saranno 45,3 milioni nel 2050 (83,5% della popolazione)³⁴.

Il nostro paese ha un particolare tessuto urbano, caratterizzato da:

- solo 14 città con più di 200.000 abitanti;
- altre 30 città con più di 100.000 abitanti, di cui una sola non è comune capoluogo di provincia, Giugliano in Campania;
- una diffusa presenza di città medie;
- l'85% dei Comuni con meno di 10.000 abitanti³⁵.

Di questo fanno parte le **14 città metropolitane**, "enti territoriali di area vasta" che hanno sostituito le province omonime.

La Legge 7 aprile 2014 n.56 (Legge Delrio³⁶) disciplina le dieci città metropolitane delle regioni a statuto ordinario, i cui territori coincidono con quelli delle preesistenti province: Roma Capitale, Torino, Milano, Venezia, Genova, Bologna, Firenze, Bari, Napoli e Reggio Calabria.

A queste si aggiungono le quattro città metropolitane delle regioni a statuto speciale: Cagliari³⁷, Catania, Messina, Palermo³⁸.

Le città metropolitane comprendono oltre il 36% dell'intera popolazione italiana coprono il 15,4% del territorio italiano e comprendono il 15,9% dei comuni³⁹.

³⁴ Dati ISTAT 2022

³⁵ <http://dati.istat.it/index.aspx?queryid=19101> dati aggiornati al 1° gennaio 2022

³⁶ Legge 7 aprile 2014 n.56, "Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n.81 dello stesso giorno

³⁷ Legge Regionale 4 febbraio 2016 n.2, "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna", pubblicata sul BURAS n.6 dell'11/02/2016

³⁸ Legge Regionale 4 agosto 2015 n.15, "Disposizioni in materia di liberi Consorzi comunali e Città metropolitane", pubblicata nella GURS n.32 del 7/8/2015 e ss.mm.ii. (LR n.5/2016, LR n.8/2016)

³⁹ Dati ISTAT 2022

Le Città Metropolitane italiane ⁴⁰

Città Metropolitana		Popolazione residenti al 01/01/2022	Superficie km ²	Densità abitanti/km ²	Numero Comuni	
Denominazione	Comune capoluogo					
1.	Città Metropolitana di ROMA CAPITALE	Roma (2.744.945 ab.)	4.216.874	5.363	786	121
2.	Città Metropolitana di MILANO	Milano (1.352.454 ab.)	3.214.630	1.575	2.040	133
3.	Città Metropolitana di NAPOLI	Napoli (914.406 ab.)	2.988.376	1.179	2.535	92
4.	Città Metropolitana di TORINO	Torino (841.971 ab.)	2.208.370	6.827	323	312
5.	Città Metropolitana di BARI	Bari (315.966 ab.)	1.226.784	3.863	318	41
6.	Città Metropolitana di PALERMO ^[2]	Palermo (630.170 ab.)	1.208.991	5.009	241	82
7.	Città Metropolitana di CATANIA	Catania (298.994 ab.)	1.077.515	3.574	302	58
8.	Città Metropolitana di BOLOGNA	Bologna (388.087 ab.)	1.010.812	3.702	273	55
9.	Città Metropolitana di FIRENZE	Firenze (361.349 ab.)	987.260	3.514	281	41
10.	Città Metropolitana di VENEZIA	Venezia (250.588 ab.)	836.916	2.479	338	44
11.	Città Metropolitana di GENOVA	Genova (559.072 ab.)	817.402	1.834	446	67
12.	Città Metropolitana di MESSINA	Messina (219.104 ab.)	603.229	3.266	185	108
13.	Città Metropolitana di REGGIO CALABRIA	Reggio Calabria (171.246 ab.)	522.127	3.210	163	97
14.	Città Metropolitana di CAGLIARI ^[1]	Cagliari (148.267 ab.)	421.688	1.249	338	17
Totale Città Metropolitane			21.340.974	46.638	458	1.268
% su Italia			36,2%	15,4%	-	15,9%
Italia (n. residenti)			58.983.122	302.068	195	7.978

Le città metropolitane sono state destinatarie dei fondi europei del Piano Operativo Nazionale (PON) Città Metropolitane 2014-2020, e si sono dimostrate di attrarre anche rilevanti investimenti privati, come ad esempio quelli delle compagnie di car sharing o bike sharing.

⁴⁰ Dati ISTAT 2022

Lo sviluppo dei progetti Smart City risente naturalmente di questa situazione peculiare, caratterizzata da significative difformità che, semplificando, si può schematizzare come segue:

- un nucleo di grandi città (Genova, Torino, Bari, Milano, Firenze) le quali, in particolare grazie alla spinta dei bandi italiani ed europei, hanno avviato percorsi strutturati verso la Smart City attraverso un approccio “olistico” di messa a sistema di progetti e interventi in ottica unitaria, nonché di meccanismi di governance multilivello fra attori pubblici, del mondo produttivo, del mondo bancario, della ricerca e della cultura;
- un numero significativo di Comuni, soprattutto medi, che negli anni hanno sperimentato e messo a regime interventi di grande qualità su settori specifici (mobilità sostenibile, e-government, efficientamento energetico, valorizzazione del patrimonio culturale, gestione integrata dei dati) e che ora iniziano a operare in direzione dell’integrazione con gli altri ambiti di intervento cittadino;
- contesti urbani e di area vasta che, soprattutto a causa di un significativo divide territoriale, dimensionale e infrastrutturale, appaiono ancora in ritardo rispetto all’adozione di modelli di pianificazione e interventi basati sull’integrazione delle reti, dei servizi e degli attori territoriali.⁴¹

Il valore del Mercato

L’attenzione alla Smart city è andata crescendo negli ultimi anni, e si sono moltiplicati i progetti relativi ad uno o più aspetti specifici della città.

Secondo una survey del Politecnico di Milano, al 2019 solo il 42% dei comuni con più di 15.000 abitanti aveva attivato almeno un progetto di Smart city nei 3 anni precedenti, un dato comunque in aumento del 6% rispetto a quanto rilevato nel 2018.

In particolare, il 31% aveva avviato 1 o 2 progetti, e solo l’11% aveva attivato un numero di progetti maggiore. Ben il 58% dei comuni al di sopra dei 15.000 abitanti non aveva attivato alcun progetto nel triennio⁴².

Dopo la Pandemia Covid-19 è cambiata la concezione della città. L’incremento della digitalizzazione, per quanto forzato, il ripensamento del lavoro che ha portato al largo utilizzo dello smart working, la maggiore attenzione all’ambiente e all’economia circolare, ha fatto sì che l’attenzione alla Smart City sia contestualmente cresciuta.

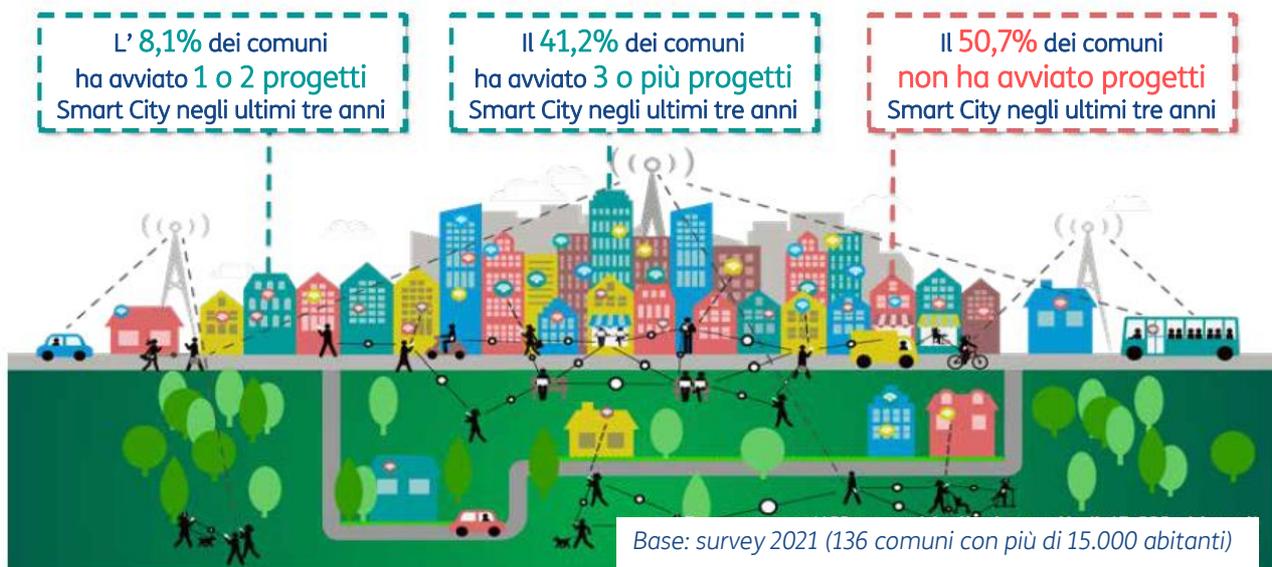
⁴¹ VADEMECUM PER LA CITTÀ INTELLIGENTE, Osservatorio Nazionale Smart City di ANCI in collaborazione con ForumPA, 2013

⁴² L’Italia delle Smart City. Progetti, Driver di Adozione e barriere da superare, Osservatorio Smart City Politecnico di Milano, Ricerca 2019-2020

Le Smart City in Italia

Vediamo infatti nel grafico sottostante come sia diminuito al 50,7% il numero di comuni che non ha intrapreso alcun progetto di Smart City, mentre è significativamente aumentata la percentuale dei comuni che ne hanno attivati più di due, rispettivamente 8,1% ha avviato uno o due progetti e il 41,2% tre o più progetti, con un sostanziale ribaltamento delle percentuali dei due gruppi rispetto alla survey precedente.

Progetti avviati nei comuni italiani > 15mila abitanti ⁴³



Secondo una survey su comuni italiani realizzata dall'Osservatorio Internet of Things del Politecnico di Milano negli anni 2020-2021, nei comuni al di sotto dei 15.000 abitanti la Smart City è ritenuta di grande o fondamentale importanza per il 42% degli amministratori e nel 31% dei Comuni è presente una figura dedicata, mentre per le città con un numero di abitanti superiore a 15.000 la Smart City è un tema fondamentale o molto rilevante per l'80% degli intervistati, e nel 72% dei comuni è presente una figura dedicata⁴⁴.

La maggiore attenzione riservata al tema dagli amministratori italiani e dalle aziende del settore è ben evidenziata nell'andamento crescente del valore del mercato.

A fronte di un valore che negli anni 2012 – 2014 rappresentava non più del 2-3% del mercato IoT⁴⁵, negli ultimi anni si è assistito a una progressiva crescita che, nonostante la

⁴³ Smart City: il punto di vista dei comuni italiani, Osservatorio Smart City Politecnico di Milano, ricerca 2021-2022, report maggio 2022.

Il "progetto" citato nel grafico va inteso come concetto di area applicativa: nel progetto attuato possono essere comprese più aree applicative o "progetti".

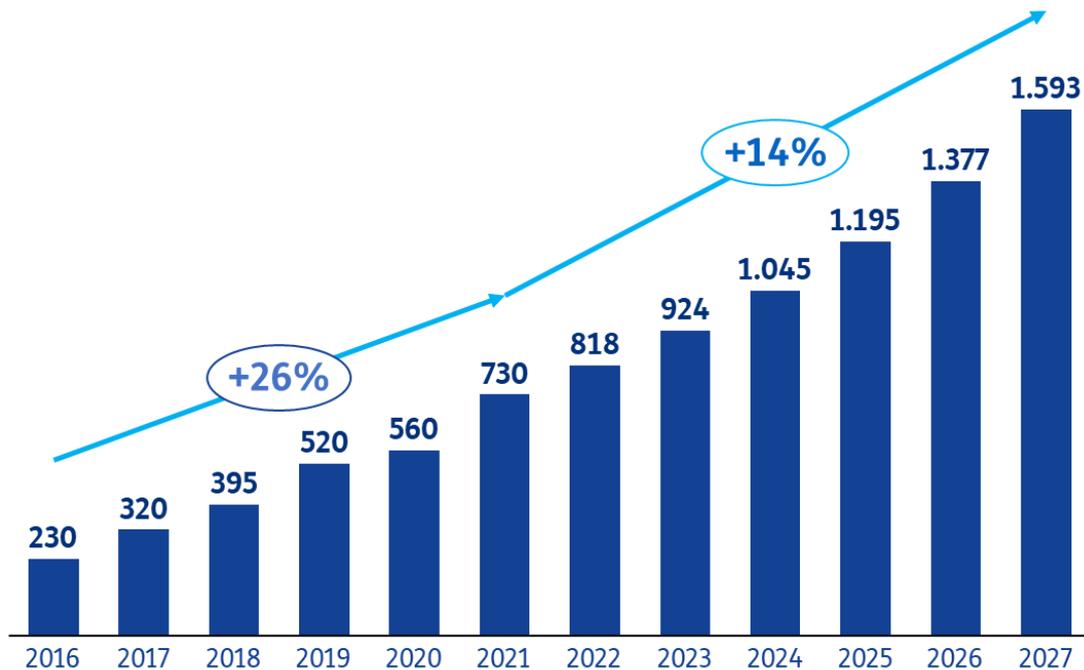
⁴⁴ Smart City: il punto di vista dei comuni italiani, Osservatorio Smart City Politecnico di Milano, ricerca 2021-2022, report maggio 2022.

Base Survey 452 comuni italiani, di cui 316 comuni <15.000 abitanti e 136 comuni >15.000 abitanti.

⁴⁵ Dati Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano, rapporti dal 2013 al 2015

presumibile battuta d'arresto legata alla pandemia del Covid-19, raggiungerà oltre 1 miliardo di euro nel 2025.

Mercato Smart City Italia (€Mio) ⁴⁶



Nella programmazione europea 2014-2020 (Ue Horizon 2020) le opportunità di finanziamento per progetti legati direttamente o indirettamente alle Smart City arrivavano a 456,6 miliardi di euro.

Il punto di riferimento per la partecipazione ai finanziamenti europei sono i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile 2030 dell'Onu. La “European innovation partnership on smart city and communities”, un'iniziativa della Commissione Ue, ha elaborato una guida per il migliore accesso ai fondi stanziati per le città Smart. La metodologia di lavoro riportata nella guida è stata testata con successo in cinque città europee, fra cui Parma, ma alla sua realizzazione hanno contribuito anche Firenze, La Spezia, Milano, Pisa e Genova.

I ranking delle città

Identificare gli interventi di Smart City e le Smart City in Italia è un'operazione elaborata da diversi punti di vista. L'obiettivo tipicamente è quello di elaborare un ranking che evidenzi le differenze fra le città italiane in base ai driver analizzati, per vedere gli scostamenti e le azioni da intraprendere, mettendo in evidenza le best practices.

⁴⁶ Elaborazioni Centro Studi TIM su dati Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano. I dati fino al 2021 sono a consuntivo da report Politecnico di Milano.

Di seguito passiamo in rassegna i principali lavori di classificazione, evidenziando i principali elementi di differenza.

Lo ‘**Human Smart City Index 2022**’ di EY presenta una evoluzione rispetto allo Smart City Index elaborato in precedenza da EY.

Secondo la società, infatti, la pandemia ha innescato un ripensamento delle città, che vengono ora percepite come delle comunità, mettendo di nuovo al centro il cittadino che ne utilizza i servizi con differenti finalità a seconda del momento: il cittadino è visto quindi come un city-user perché è anche un lavoratore, uno studente, un imprenditore, un pendolare, un paziente, un turista. In tutte queste forme, il cittadino chiede che la città sia riprogettata in modo più facile e più rispondente ai suoi bisogni. Scrive EY: “Se la Human City è la città a misura di persona, la Human Smart City è la città che ri-progetta infrastrutture e servizi coniugando centralità del cittadino, innovazione tecnologica e sostenibilità”.⁴⁷

Nel modello adottato da EY questo richiede che vi sia una corrispondenza tra la Smart City readiness (il modo in cui una città progetta ed offre servizi) e le decisioni individuali e collettive dei city-user sull’utilizzo delle risorse della città, in modo da costruire dei percorsi sostenibili di sviluppo urbano a partire dalle tre reti principali della città: trasporto, energia e ambiente.

L’analisi si sviluppa attraverso tre assi strategici:

Transizione ecologica

ovvero quanto le infrastrutture delle città sono sostenibili, nelle diverse componenti del trasporto e mobilità, dell’energia, dell’ambiente (acque, verde e rifiuti);

Transizione digitale

Che comprendono le infrastrutture digitali (UBB, 5G, sensoristica), gli ecosistemi di servizi e piattaforme digitali, la presenza di incubatori, spazi di co working , fab lab, centri di ricerca.

Inclusione sociale

La capacità da parte dell’amministrazione dell’ascolto dei cittadini (eParticipation), di comunicare e rendere partecipi i city-user delle attività della città (Digital engagement, anche tramite Social Network), le politiche

⁴⁷ EY Human Smart City Index 2022

sociali attuate (bilancio sociale, spese, servizi on line) e la fornitura di servizi sanitari.

Questi ambiti vengono esaminati attraverso 456 indicatori, e raggruppati nelle due macrofamiglie identificate come rilevanti ai fini dell'analisi: la readiness, ovvero la capacità degli amministratori di rispondere alle esigenze degli stakeholders, e il comportamento dei city user in relazione alle azioni messe in campo.

L'analisi prende in considerazione 109 città italiane, i capoluoghi di provincia, e mette a confronto il risultato degli indicatori in ciascuno dei 3 filoni evidenziati, mostrando anche l'evoluzione negli anni.

Lo studio mette in relazione tra di loro i punteggi di Readiness e di Comportamento, evidenziando che alcune città mostrano dei profili sbilanciati in una o nell'altra direzione, e quindi degli approcci alla «human city» molto differenti. Lo sbilanciamento a favore della Readiness riguarda città medie del centro nord o grandi città del sud che negli ultimi anni hanno investito sulla Smart City ma non hanno ancora raccolto comportamenti virtuosi dei cittadini, che sono ancora poco coinvolti; viceversa sono le città piccole a presentare un alto punteggio nei Comportamenti quasi che il comportamento positivo dei cittadini vada ad anticipare i risultati ottenibili con gli investimenti in digitalizzazione e transizione ecologica. In effetti, l'aver inserito una variabile focalizzata sugli aspetti di inclusione e di comportamento fa risaltare le città medie e piccole che presentano una struttura più “a misura d'uomo” e recuperano una parte del gap rispetto alle città più grandi.

Lo studio prende anche in considerazione le filiere produttive, ed in particolare valuta la concentrazione degli addetti per territorio individuando, per ciascuna filiera, i territori con un numero di occupati superiore alla media territoriale della filiera stessa, e quindi territori-traino per la filiera. Le province sono state così valutate rispetto alla “Human smartness”, e le filiere produttive inserite nella matrice Readiness/Comportamenti. Infine, viene analizzata anche la relazione fra le valutazioni ottenute dai territori in cui le filiere produttive sono collocate e la valutazione delle filiere stesse. I risultati, forse non troppo sorprendenti alla luce delle considerazioni precedenti, evidenziano solo che cinque filiere (sulle 17 considerate) superano il valore medio nazionale: si tratta delle filiere (quali Technology & Telco, Produzione Automotive, Dispositivi Medici, Farmaceutico. Media & Entertainment) che sono maggiormente concentrate nelle aree metropolitane del Nord e del Centro: Milano, Torino, Roma, Bologna e più diffusamente nell'area dell'Emilia, e che negli ultimi anni, complice la pandemia da Covid-19, hanno fatto registrare una significativa trasformazione digitale, transizione ecologica e inclusione sociale.

ICity Rank è la classifica della città italiane, elaborata ogni anno da Forum Pubblica Amministrazione (FPA) e giunta al 11° anno.

Misura la capacità di adattamento delle città nel percorso per diventare Smart City, ovvero città funzionali, ecologiche, ma anche più vivibili e gestibili, e soprattutto capaci di promuovere uno sviluppo sostenibile reagendo ai cambiamenti in atto attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie. L'indice e la graduatoria di ICR a partire dal 2017 erano stati costruiti a partire da 6 indici (e relative classifiche) dedicati alle 6 dimensioni in cui si può declinare la qualità urbana:

- solidità economica
- mobilità sostenibile
- tutela ambientale
- qualità sociale
- capacità di governo
- trasformazione digitale

I 6 indici erano, a loro volta, elaborati a partire da oltre 100 indicatori (che utilizzavano più di 250 variabili).

Il modello di riferimento dell'indice è in costante evoluzione, seguendo le evoluzioni della Smart City stessa, che è passata da una fase di progetti pilota e innovazione a una fase di introduzione, adozione e consolidamento.

Per ICR 2022 l'indice di trasformazione digitale è basato sul calcolo di un indice numerico, ottenuto come media aritmetica dei risultati ottenuti in 8 ambiti di analisi, che sintetizzano oltre 150 variabili, tratte da fonti qualificate o da specifiche rilevazioni effettuate da FPA.

Servizi on-line

La diffusione della possibilità per cittadini e imprese di accedere ai servizi delle amministrazioni locali tramite la rete è la prima delle trasformazioni digitali esaminate in ICR.

App municipali

Servizi di comunicazione e informazione dei cittadini in tempo reale rivolti in particolare ai device mobili.

Piattaforme abilitanti

Piattaforme digitali nazionali abilitanti che favoriscono l'accesso agli strumenti resi disponibili on-line dalle amministrazioni, il riferimento è nello specifico a Pago-PA e a SPID.

Social PA

L'utilizzo dei social media come strumento di comunicazione con i cittadini e gli utilizzatori della città (esempio, pendolari, turisti) prende in considerazione 7 social media, quali Facebook, YouTube, Twitter, LinkedIn, Messenger, Instagram e Telegram.

Open data

È relativo ai dataset pubblicati e alla loro interoperabilità, nonché alla facilità di accesso.

Apertura

Sostituisce l'indicatore di trasparenza utilizzato nelle edizioni precedenti al 2019 ed è basato sulle dichiarazioni di accessibilità e dalla raggiungibilità delle informazioni nei siti web delle PA locali, nonché sul riuso SW e all'utilizzo del cloud.

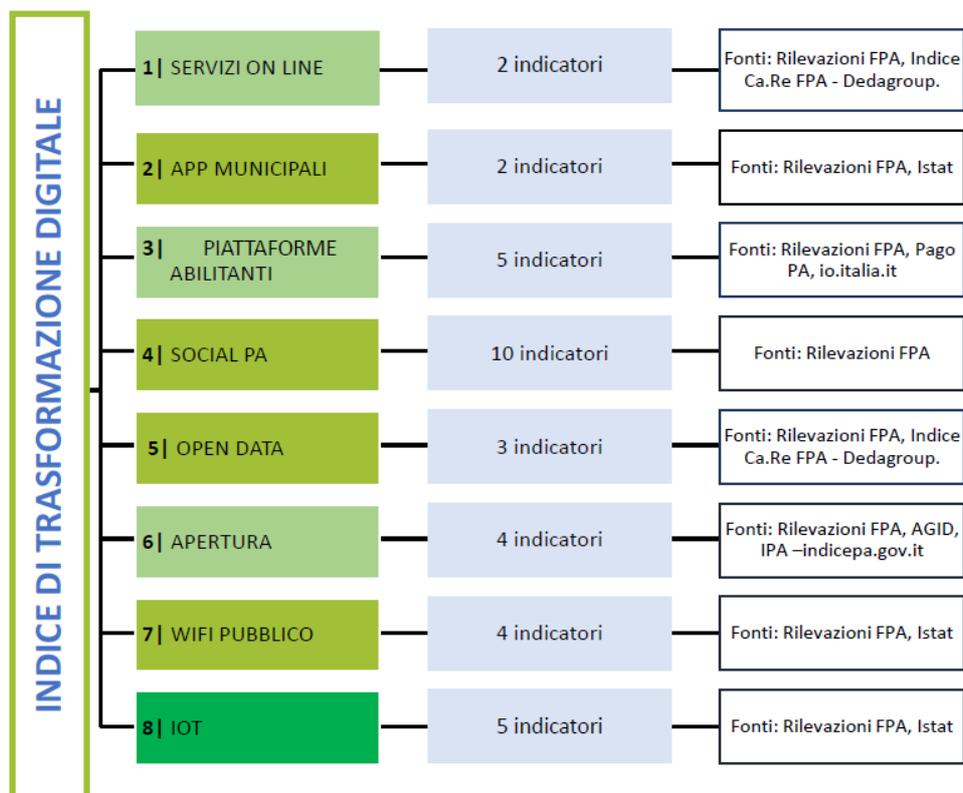
Wi-Fi pubblico

Tiene conto dell'intensità, vale a dire dei punti di accesso ogni 100.000 abitanti, della densità, ovvero dei punti Wi-Fi per Km², della comunicazione e informazione data ai cittadini e agli utenti delle città sull'esistenza e l'utilizzo della rete, e sul collegamento ad altre reti sovracomunali.

IoT e tecnologie di rete

Riguarda le trasformazioni digitali che stanno investendo il sistema dei servizi urbani, in particolare illuminazione pubblica, rete semaforica e sistemi di raccolta dei rifiuti, ma anche infomobilità e gestione del verde.

Il modello di riferimento delle rilevazioni di ICity Rank 2022⁴⁸



Durante il 2020, probabilmente come conseguenza della pandemia e del lockdown, il processo di trasformazione digitale delle città italiane e delle loro amministrazioni ha ricevuto un’accelerazione che ha consentito di superare resistenze organizzative e culturali che avevano frenato lo sviluppo negli anni precedenti. Spesso sono state proprio le innovazioni digitali a consentire di gestire situazioni critiche limitandone l’impatto e favorendo risposte fondate sulla partecipazione di cittadini e associazioni. Nel 2022 il processo di trasformazione digitale si è andato consolidando, da un lato grazie alla maggiore diffusione ed utilizzo delle piattaforme abilitanti come Spid, PagoPA, AppIO, dall’altro per effetto del supporto finanziario e operativo delle istituzioni centrali, dato fra l’altro anche con le risorse del PNRR.

Nonostante si sia nel complesso ridotta la distanza tra le prime città della graduatoria e le ultime, segno di una diffusione generalizzata del modello Smart City, la fotografia 2022 è ancora una volta quella di un’Italia divisa in 3 dal punto di vista geografico, con poche eccezioni: il primo terzo della classifica è dominato dalle città del nord, la parte centrale dalle appartenenti al resto del Centronord e quella finale dalle città del Mezzogiorno.

Il carattere dimensionale delle città ha un peso rilevante: nessuna città con meno di 50.000 abitanti entra nella fascia più elevata della graduatoria.

⁴⁸ ICity Rank, Rapporto annuale 2022 – Indice di trasformazione Digitale, Forum PA in collaborazione con Enel X e Tiscali.

Le città che ottengono un punteggio pari o superiore a 70 sono definite “Città digitali” e sono 26. Le città del Sud presenti sono Cagliari (top ten), Palermo, Bari e Lecce (new entry di quest’anno, insieme a Cesena, Padova, Siena, Vicenza).

Nel complesso le città digitali coprono il 57% dei 17,5 milioni dei residenti nei comuni capoluogo. Solo il 3% della popolazione complessiva dei comuni capoluogo risiede in città con un punteggio di trasformazione digitale critico, ovvero inferiore a 30.

Nel 2023 grazie ai fondi PNRR sul digitale, per la gran parte misure standard, costruite principalmente a vantaggio di chi aveva accumulato maggiore ritardo, sarà possibile una maggiore omogeneizzazione della maturità digitale sul territorio.

Il rapporto annuale di Legambiente **Ecosistema urbano** sulla vivibilità ambientale dei comuni capoluogo è giunto alla 29° edizione, realizzato in collaborazione con Ambiente Italia e Il Sole 24 ore.

Questo rapporto non è principalmente mirato ad identificare quanto sia smart una città, ma, raccogliendo ed osservando il livello di sostenibilità di un ambiente urbano, può cogliere nel tempo gli effetti della graduale trasformazione digitale delle città.

I parametri che determinano la classifica delle performance ambientali dei Comuni capoluogo sono 18 che coprono 6 principali aree tematiche (aria, acqua, rifiuti, mobilità, energia e ambiente urbano) e prevedono l’assegnazione di un punteggio massimo teorico di 100 punti, costruito caso per caso sulla base di obiettivi di sostenibilità.

I punteggi assegnati per ciascun indicatore identificano il tasso di sostenibilità della città reale rispetto a una città ideale (esiste almeno un capoluogo che raggiunge il massimo dei punti assegnabili per ognuno degli indici considerati).

La media del punteggio dei capoluoghi sale appena e si attesta a 53,41%, ad un passo da quella dello scorso anno (53,05%).

Nessuna città supera il punteggio di 80 su 100, a differenza di quanto era accaduto con Trento in pieno periodo pandemico.

Il rapporto del 2022 mette in luce che per le 105 città prese in considerazione, sui fronti dell’aria e dei rifiuti (che incidono per il 20% ciascuno sul risultato finale dello studio rispetto al peso del 25% assegnato alla mobilità), parametri che, a causa della pandemia, erano migliorati talvolta in maniera significativa, piuttosto che attestarsi su un “New normal” sono invece tornati a una normalità determinata dal mancato mutamento delle principali situazioni strutturali.

I dati analizzati riguardano le performance ambientali specifiche su:

Le Smart City in Italia

- inquinamento,
- raccolta differenziata,
- rete idrica,
- trasporto pubblico,
- mobilità,
- fonti rinnovabili.

Primo fra tutti l'inquinamento atmosferico: per le polveri sottili (PM10), come per il 2019 e 2020, è rispettato ovunque il valore limite per la protezione umana fissato da una direttiva comunitaria in una media annua di 40 microgrammi per metro cubo e aumenta il numero di capoluoghi in cui la media annua di tutte le centraline è a livelli inferiori al valore obiettivo per la salute indicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (media annua di 20 µg/mc). Anche rispetto ai superamenti annui del limite dei 50 µg/mc, la situazione migliora rispetto al 2020. Scende il valore medio delle concentrazioni di biossido di azoto (NO2), solo in una città viene superato il limite di legge, anche se è in aumento il valore medio relativo a tutti i capoluoghi. Il valore medio delle centraline che rilevano le concentrazioni di ozono (O3) supera la soglia di protezione della salute umana nel 45% dei comuni che hanno fornito il dato.

Migliora, in linea con il trend degli ultimi anni, la percentuale media di raccolta differenziata dei rifiuti nei capoluoghi, che si attesta su un valore medio di 61,5%, oltre due punti percentuali in più rispetto al 2020 e tre rispetto al 2019. L'obiettivo di legge del 65% fissato per il 2012 è stato raggiunto da 52 città. Dieci capoluoghi superano la soglia dell'80%.

Torna invece a salire la produzione dei rifiuti prodotti – il valore medio arriva a 526 kg pro capite, quasi ai livelli pre-pandemia (erano 514 kg pro capite nel 2020 e, appunto, 530 nel 2019).

Il trasporto pubblico, dopo il crollo generale evidenziato lo scorso anno con i dati post-pandemia fa registrare qua e là timidi miglioramenti, conferma però per i capoluoghi performance generali molto lontane da una piena ripresa, e comunque non è riorganizzato in modo da contrastare la marginalizzazione dei territori periferici, che incidono in maniera più significativa sulle popolazioni più fragili, quelle che vivono nelle aree periurbane; rallenta la crescita del numero di vetture immatricolate in ambito urbano che si attesta poco sotto il dato medio dello scorso anno, ma il parco auto resta tra i più alti d'Europa. Piccoli segni positivi arrivano dalla crescita nei dati della ciclabilità (km di piste e infrastrutturazione) e dalla diffusione del solare (termico o fotovoltaico) installato su edifici pubblici, il cui valore medio tocca i 5,41 kW/1.000 abitanti. Per quanto riguarda le perdite idriche, rimangono all'incirca costanti le città dove più del 30% dell'acqua viene dispersa (passando da 53 del 2020 a 52 nel 2021), mentre il valore medio dell'acqua che viene dispersa si conferma al 36,0%.

Legambiente evidenzia i gap politico-amministrativi da colmare per realizzare un ecosistema urbano a misura di cittadino, e nel fare questo va oltre il ranking delle città

capoluogo, per allargare lo sguardo e proporre un nuovo concetto di civiltà urbana più in linea con quanto fissato nei 17 ESG delle Nazioni Unite.

Per questo, oltre a stilare la classifica delle città più virtuose, il rapporto mette in risalto le iniziative dedicate ben riuscite, come best practices da imitare per gli altri centri urbani. L'obiettivo è di dare un contributo alla riflessione globale sul futuro delle città, partendo dalle esperienze positive, da chi è riuscito negli anni a realizzare significative azioni e cambiamenti in chiave green. Quest'anno sono in tutto 17 le buone pratiche premiate da Ecosistema Urbano, tutte soprattutto relative a mobilità sostenibile, verde urbano e riqualificazione di aree urbane e percorsi di inclusione.⁴⁹

Il Digital Strategy Report 2019 di Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano è focalizzato su “Smart City e Digital Energy in Italia: un quadro d'insieme, di luci e ombre”.

Il rapporto prende in esame un campione di 15 città, considerate le più “smart” di Italia, e fa il punto sui progetti realizzati nell'ambito dell'efficientamento energetico. In particolare, fa una mappatura dell'evoluzione e del posizionamento temporale dei progetti intrapresi, per individuare il diverso livello di maturità e di penetrazione delle soluzioni in ambito cittadino.

I pilastri su cui poggia l'analisi del rapporto sono tre:

- #1 Living**, a livello sia pubblico che privato, quindi declinabile in:
 - Smart Building
 - Smart Lighting

- #2 Mobility**, riguarda le soluzioni e le infrastrutture per la mobilità, e dunque:
 - Smart Mobility
 - Mobility sharing
 - Trasporto pubblico
 - Infrastruttura

- #3 Environment**, che riguarda la produzione di energia, le infrastrutture di rete, la gestione dei rifiuti:
 - Rinnovabili

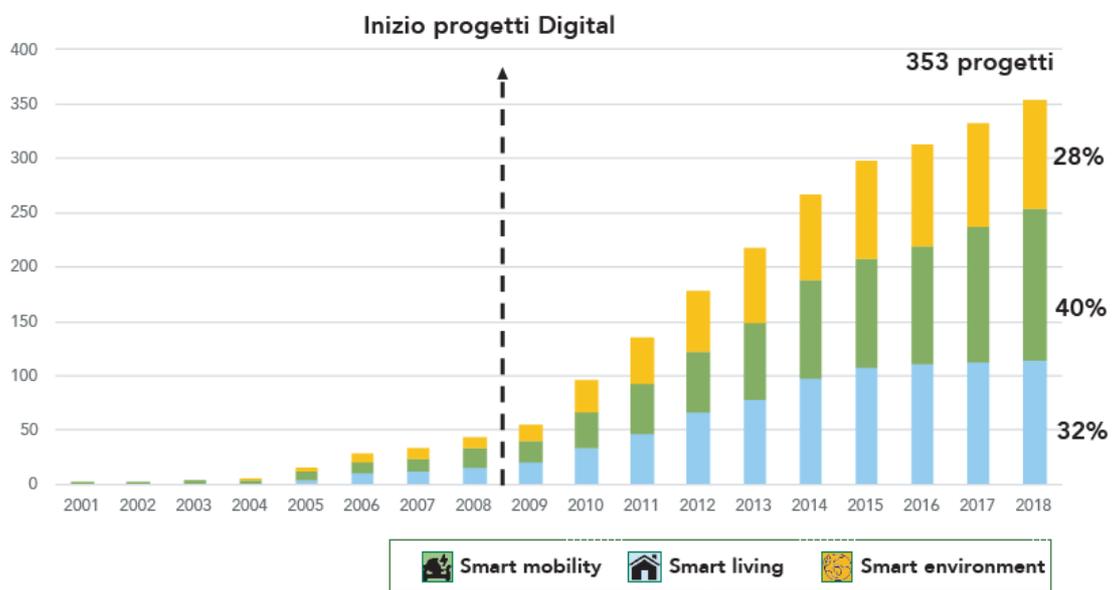
⁴⁹ Ecosistema Urbano 2020, 2021 2022, Legambiente in collaborazione con Ambiente Italia e Il Sole 24 ore

Le Smart City in Italia

- Teleriscaldamento
- Smart grid & Storage
- Waste management

Nell'ambito di questi tre ambiti sono stati identificati i progetti chiave di trasformazione, sia a livello cittadino sia a livello italiano. In Italia sono stati individuati 353 progetti attivi, riconducibili prevalentemente al comparto energia, che si possono inquadrare, a seconda delle caratteristiche, nei tre diversi ambiti.⁵⁰

Distribuzione dei progetti di Smart City sui 3 pillar⁵¹



Nonostante questo rapporto sia riferito al 2019, mostra comunque dei tratti di interesse, dal momento che è in grado di mostrare un diverso processo di adozione delle tecnologie da parte delle città, in funzione della loro dimensione. Le città grandi hanno seguito strategie diverse, ma hanno adottato una medesima strategia d'azione, concentrandosi in partenza su un solo ambito per poi aggiungere progetti d'innovazione negli altri. Le città più piccole hanno invece immediatamente ragionato in un'ottica meno focalizzata, sviluppando progetti su più ambiti contemporaneamente. Questo approccio multifocalizzato risulta essere il più efficace per la transizione delle città verso la Smart City.

⁵⁰ Digital Strategy Report 2019 di Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano

⁵¹ Digital Strategy Report 2019 di Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano

Le startup che cambiano il volto delle città e degli edifici smart

Le evidenze dello studio dell'Osservatorio Internet of Things e dell'Osservatorio Startup Intelligence del Politecnico di Milano

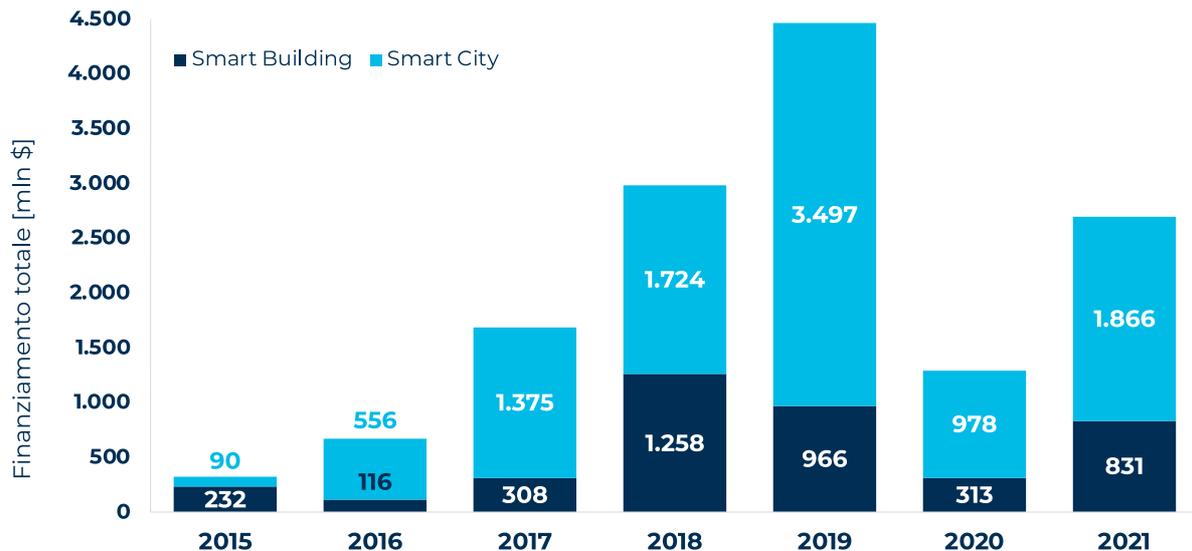
Il contesto generato dalla pandemia Covid-19, e non solo, ha accentuato la rilevanza della sostenibilità ambientale e della digitalizzazione, temi che trovano naturale applicazione all'interno di edifici e città. Sia nel contesto italiano che nel panorama internazionale si sta guardando con sempre maggiore interesse all'adozione di tecnologie digitali in grado di efficientare i consumi degli edifici, ridurre le emissioni inquinanti, migliorare la mobilità dei cittadini e rendere le città dei luoghi più sicuri. La frontiera dell'innovazione della Smart City e dello Smart Building è infatti in rapida evoluzione, con sempre più startup innovative che stanno trovando in questi mercati importanti opportunità di business.

Nel corso della Ricerca sono state analizzate 307 startup IoT a livello mondiale che hanno sviluppato soluzioni in ambito Smart City o Smart Building. Di queste, 212 hanno ricevuto finanziamenti da parte di investitori istituzionali (69%) negli ultimi 3 anni, raccogliendo complessivamente 8,5 miliardi di dollari, con una media pari a circa 39,9 milioni di dollari per startup. Dal punto di vista finanziario sono gli Stati Uniti a fare la voce grossa, con un totale di 3.749 milioni di dollari raccolti (44% dei finanziamenti totali) e mediamente 49 milioni di dollari ricevuti da ogni startup. L'Italia, invece, risulta ancora indietro, dimostrando difficoltà nella raccolta di finanziamenti (37 milioni di dollari raccolti, 0,4% dei finanziamenti totali, 3 milioni di dollari in media a startup).

Guardando al numero di aziende che operano in ciascun ambito, emerge una prevalenza di startup afferenti al mondo Smart City (58% contro il 42% Smart Building), che raccolgono complessivamente 10 miliardi di dollari (contro i 4 miliardi raccolti dalle startup Smart Building). Questa differenza è in parte dovuta alla distribuzione del numero di startup e in parte al finanziamento medio più elevato ottenuto dalle startup che hanno sviluppato iniziative per la città intelligente (82,7 milioni di dollari per startup Smart City vs 38,3 milioni per startup Smart Building).

A cura degli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

Le Smart City in Italia



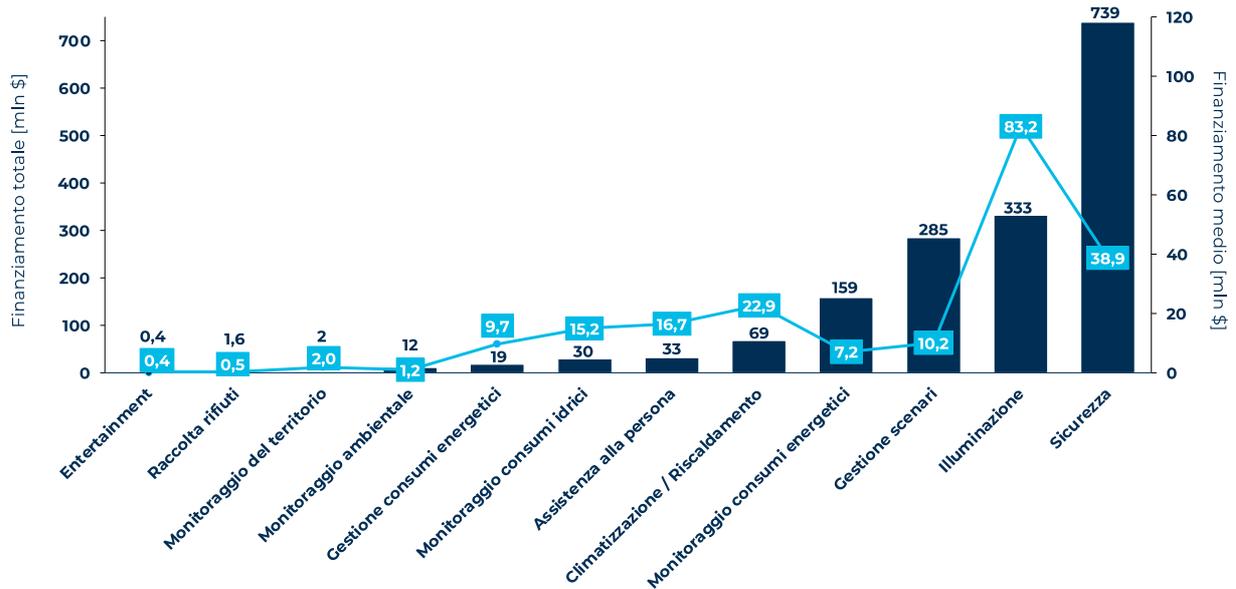
Base: 227 startup finanziate

A livello di offerta, la componente software risulta essere quella su cui le startup puntano maggiormente: presa singolarmente (16% del totale), abbinata ad un servizio (17%) o proposta sul mercato insieme ai dispositivi hardware (24% e primo posto in graduatoria). La percentuale relativa a quest'ultima tipologia di offerta cresce ancora se si considera solamente l'ambito applicativo Smart Building: il 40% delle startup che si occupano di edifici intelligenti, infatti, propone il pacchetto hardware + software. Statisticamente rilevante anche la quota di startup che prevede nella propria offerta la presenza di tutte e tre le voci contemporaneamente (hardware + software + servizio, 14% del totale).

I prodotti/servizi offerti dalle startup sono stati ulteriormente classificati sulla base delle principali funzionalità di riferimento. Per le startup Smart Building, la Gestione degli scenari è la funzionalità più diffusa, rappresentando il 25% del totale. A seguire, si trovano il Monitoraggio dei consumi energetici (23%) e la Sicurezza (16%). Pur occupando il terzo posto, la Sicurezza è la funzionalità che presenta il più alto valore di finanziamenti totali, con 739 milioni di dollari raccolti negli ultimi 3 anni. Considerando invece i finanziamenti medi, sono le startup che si occupano di Illuminazione a ricevere i finanziamenti maggiori, con 83,2 milioni di dollari per startup, valore di gran lunga superiore ai 38,9 milioni per startup operanti in ambito Sicurezza, seconde se si guarda ai finanziamenti medi.

A cura degli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

Le Smart City in Italia



Base: 102 startup Smart Building finanziate negli anni 2019-2021

In ambito Smart City, il tema della mobilità è uno dei più gettonati, trovando spazio principalmente nelle applicazioni di Trasporto privato, Gestione del traffico, Gestione dei parcheggi e Trasporto pubblico, che in totale rappresentano il 52% del campione. Si riscontra poi una certa corrispondenza tra grado di diffusione e finanziamenti ricevuti da startup operanti in ambito mobilità. Trasporto pubblico e privato, infatti, sono le funzionalità che presentano il più alto valore di finanziamenti totali, con rispettivamente 2,7 e 2,6 miliardi di dollari raccolti negli ultimi tre anni. Lo stesso trend si osserva per i finanziamenti medi, con le due tipologie di trasporto che dominano la classifica delle funzionalità più finanziate.



A cura degli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

L'importanza del 5G nella trasformazione digitale delle città

Il 5G rappresenta uno dei driver più importanti di trasformazione delle città in ambienti smart. L'obiettivo di questa analisi è stimare l'impatto dell'IoT in generale e del 5G in particolare nell'ambiente Smart City.

In effetti, le città contengono un gran numero di persone e aziende che sono già relativamente connesse digitalmente attraverso diverse tecnologie di comunicazione fisse e wireless. La capacità trasformativa del 5G è tuttavia impareggiabile rispetto alle tecnologie precedenti, in quanto consente non solo comunicazioni più rapide (enhanced Mobile BroadBand), ma in ambito Smart City permette di abilitare i servizi che richiedono scambio di grandi moli di dati (Machine-Type Communications) e quelli che invece necessitano di bassissime latenze (ultra-Reliable & Low Latency Communications), intendendo con questo un tempo di reazione nell'ordine degli 1-5 millisecondi.

Il principale vantaggio del 5G non è quindi nel migliorare la comunicazione e la disponibilità di informazioni, quanto la possibilità di rendere possibili nuove classi di servizi. In questo lavoro prenderemo tuttavia in esame solo quelle che hanno un impatto in termini di sostenibilità ambientale migliorata dall'impiego di tecnologie 5G, declinata attraverso le direttrici seguenti:

- la mobilità urbana pubblica e privata;
- l'ambiente, inteso come qualità dell'aria, impatto della gestione del ciclo dei rifiuti e dell'inquinamento luminoso.

La stretta dipendenza tra queste due direttrici è evidente.

A livello europeo il trasporto urbano è responsabile di circa un quarto delle emissioni di CO₂ del settore dei trasporti e il 69% degli incidenti stradali avviene nelle città.⁵² La graduale eliminazione dall'ambiente urbano dei veicoli "alimentati con carburanti convenzionali"⁵³ è uno dei fattori che possono maggiormente contribuire alla riduzione della dipendenza dal petrolio, delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico e acustico. Ciò dovrà essere integrato dallo sviluppo di adeguate infrastrutture per la ricarica/rifornimento dei nuovi veicoli. un trasporto migliore grazie alle comunicazioni wireless potenziate può offrire grandi vantaggi nel ridurre la congestione, e ciò dovrebbe successivamente portare a riduzioni del consumo di idrocarburi e minori emissioni e CO₂ nelle città.

Nelle città il passaggio a modalità di trasporto meno inquinanti è facilitato dalla minore varietà di veicoli necessari e dall'elevata densità della popolazione. Vi è una più ampia disponibilità di alternative di trasporto pubblico come pure la possibilità di spostarsi a piedi

⁵² LIBRO BIANCO - Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile COM (2011)

⁵³ L'espressione "alimentati con carburanti tradizionali" si riferisce ai veicoli che impiegano motori non ibridi a combustione interna.

o in bicicletta. Le città patiscono maggiormente i problemi di congestione, scarsa qualità dell'aria ed esposizione all'inquinamento acustico.

I principali benefici derivanti da una riduzione della congestione del traffico possono essere la riduzione del rumore e dei problemi di inquinamento. Una riduzione dell'inquinamento e del particolato può essere particolarmente utile per coloro che vivono in città e che hanno patologie respiratorie. Inoltre, una corretta gestione del ciclo dei rifiuti consente la fruizione di un ambiente urbano più sano e vivibile. Una riduzione dell'illuminazione, o meglio un suo utilizzo mirato, contribuiscono in buona parte alla sostenibilità dei centri urbani.

Già da queste considerazioni iniziali, si rende evidente che la complessità della Smart City sta non solo nella molteplicità di obiettivi per i diversi stakeholder, nelle scelte tecnologiche alternative che possono essere valutate e attuate, ma anche e soprattutto nella necessità di interoperabilità, nella molteplicità di funzioni e servizi che i sensori installati (da soli o in collaborazione fra loro) possono fornire e le informazioni, dirette e di secondo livello, che interagendo tra loro possono generare. Tutte queste variabili e opportunità devono essere valutate dal decisore cittadino in relazione ai costi da sostenere, gli obiettivi da raggiungere e il tempo necessario. Si parla perciò di Urban Intelligence, che ha l'obiettivo di aiutare il decisore cittadino a valutare gli impatti che diverse soluzioni e strategie hanno sulla Smart City, e che vedremo in modo più approfondito in una monografia dedicata, a cura del CNR, al termine di questo lavoro.

CAPITOLO 3

Un panorama ancora frammentato

I progetti di Smart City

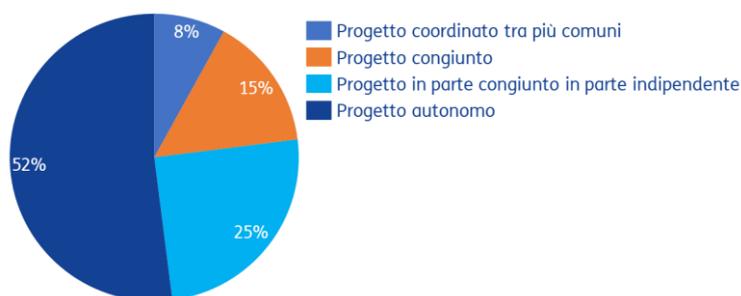
Il primo dato positivo da registrare è la diminuzione dei test di progetto e il passaggio a progetti esecutivi. Sicuramente questo il primo dato che emerge dalle analisi annuali degli osservatori del Politecnico di Milano sulla Smart City. Infatti, a fine 2019 i progetti esecutivi risultavano essere il 39% del totale nuovi progetti, con una crescita del 19% rispetto al triennio 2016-2018.⁵⁴

I progetti diffusi in ambito italiano hanno visto spesso come promotore e coordinatore/committente l'istituzione pubblica, vale a dire il comune. Spesso però, nei progetti che coinvolgono città piccole, questo ruolo non è rivestito unicamente dall'amministrazione locale, ma da un coordinamento che coinvolge diversi comuni, spesso coadiuvato dal partner di progetto.

Inoltre, come dicevamo, sono spesso ancora progetti SILOS, vale a dire che non fanno parte di un programma esteso di trasformazione urbana, ma insistono su uno specifico ambito.

Queste considerazioni trovano riscontro anche nelle ricerche dell'Osservatorio del Politecnico di Milano. Secondo una survey del Politecnico di Milano pubblicata a inizio 2020⁵⁵, infatti, nel triennio 2016-2018 più della metà dei progetti erano a sé stanti, e degli altri poco più della metà sono programmi congiunti a 360° realizzati dal singolo comune. Il 10% nasceva dal coordinamento fra più comuni. Nella ricerca pubblicata lo scorso anno la situazione non è di molto mutata, evidenziandosi anche una relazione diretta fra la realizzazione di progetti in autonomia e le piccole dimensioni del comune.

Tipologie di progetti avviate nei comuni italiani ⁵⁶



⁵⁴ L'Italia delle Smart City. Progetti, Driver di Adozione e barriere da superare, Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano, Ricerca 2019-2020

⁵⁵ L'Italia delle Smart City. Progetti, Driver di Adozione e barriere da superare, Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano, Ricerca 2019-2020

⁵⁶ Smart City: il punto di vista dei comuni italiani, ricerca 2021-2022, Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano, report maggio 2022.

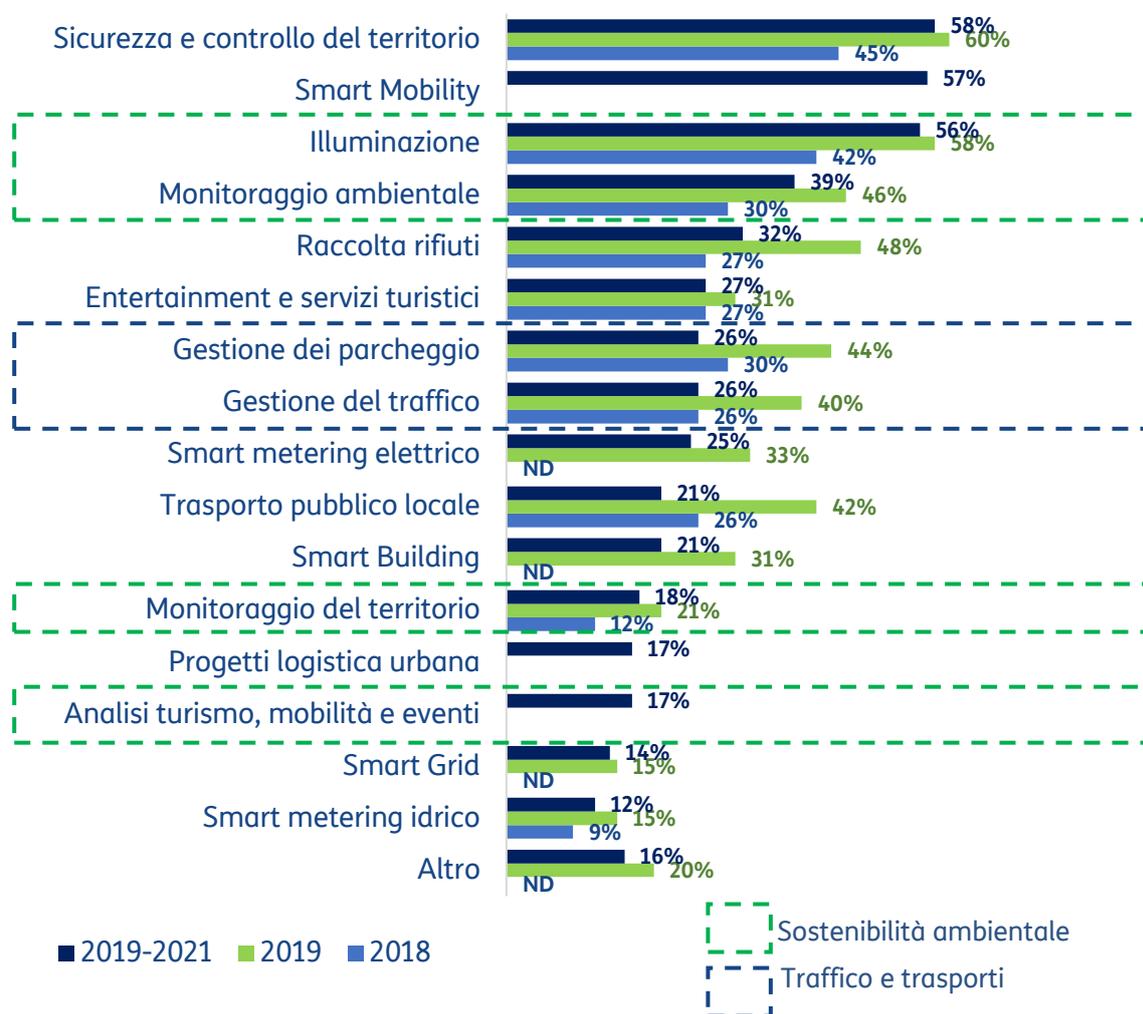
Progetti e Use case

Sono dunque ancora pochi i programmi di Smart City integrati, mentre aumenta l'innovatività dei progetti adottati.

Vediamo quali sono, sempre secondo il Politecnico di Milano, le tipologie di progetto su cui le città hanno maggiormente investito. Le due priorità per le città sono sicurezza e illuminazione, che già nel report dell'anno precedente erano segnalate come le due aree di maggiore interesse.

Rispetto alla crescita del 2019 sul 2018, si mettono in evidenza le aree relative alla sostenibilità, che hanno avuto i maggiori incrementi YoY: Raccolta dei rifiuti +21%, Monitoraggio ambientale +16%, Monitoraggio del territorio +9%.

Gli ambiti dei progetti ⁵⁷

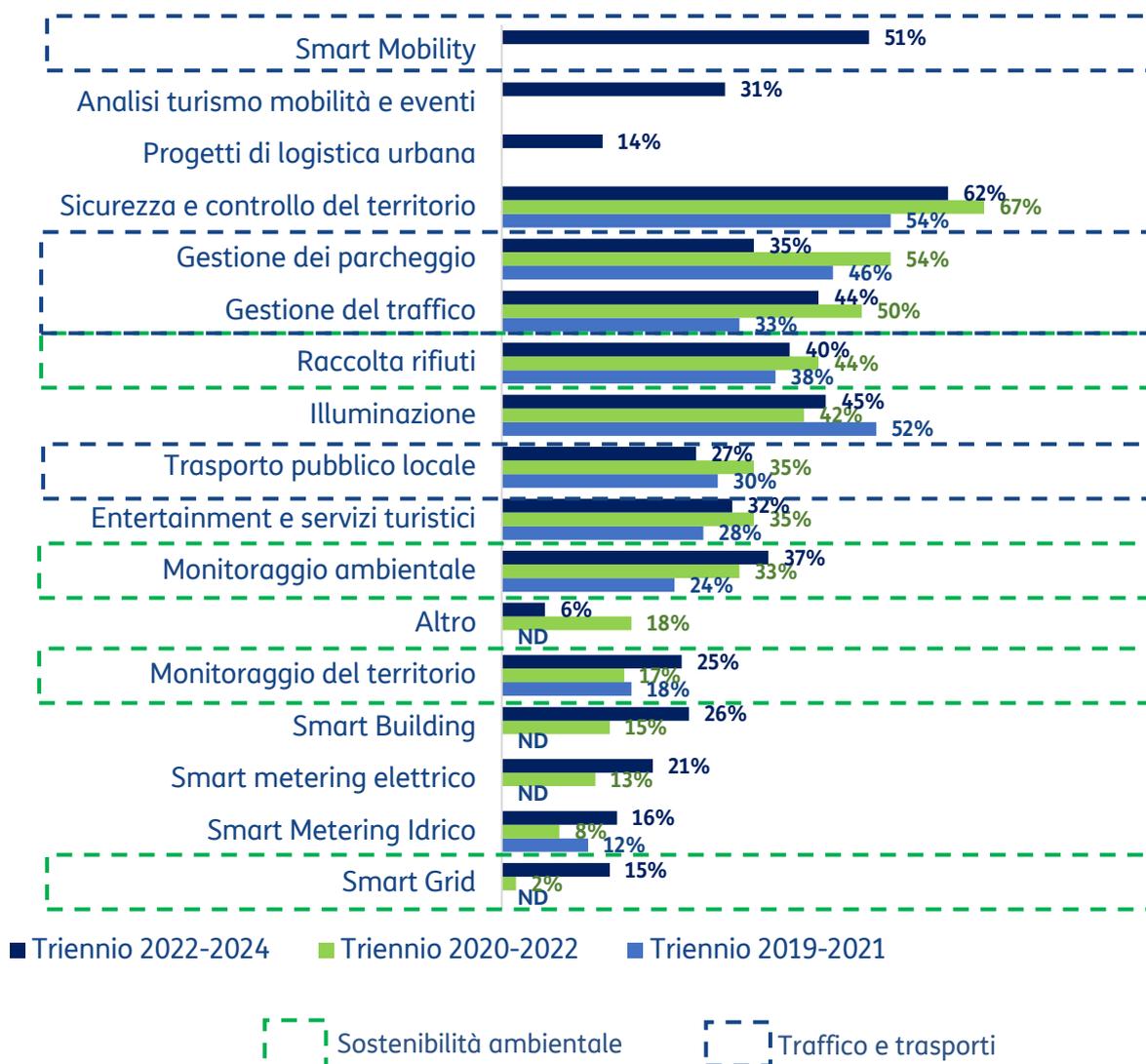


⁵⁷ Survey Politecnico di Milano 2019, base: 94 progetti avviati da 48 comuni italiani > 15mila abitanti; Survey Politecnico di Milano 2018, base: 107 comuni italiani > 15mila abitanti, e Smart City: il punto di vista dei comuni italiani, ricerca 2021-2022, Osservatorio Smart City Politecnico di Milano, report maggio 2022. Da notare che: Smart Metering elettrico nel Report 2019-21 è solo Smart metering, Smart metering idrico nel rapporto 2019 era "Gestione delle risorse idriche". Per similitudine sono stati avvicinati.

Progetti e Use case

I temi della mobilità sostenibile e del traffico da un lato, e della sostenibilità ambientale dall'altro sono secondi solo alla sicurezza, anche se in realtà questa è a volte usata proprio per scoraggiare comportamenti devianti specialmente in ambito ambientale (ad esempio discariche occasionali lungo strada). Da notare che nel nuovo report sono apparse nuove categorie di progetti, quelli della Smart Mobility, che probabilmente vanno anche parzialmente in sostituzione a progetti di Trasporto pubblico locale, Progetti in ambito Turistico, in relazione con eventi e mobilità, e i nuovi progetti di logistica urbana.

Priorità di investimento per il prossimo triennio⁵⁸



⁵⁸ Survey Politecnico di Milano 2019, base: 94 progetti avviati da 48 comuni italiani > 15mila abitanti; Survey Politecnico di Milano 2018, base: 107 comuni italiani > 15mila abitanti; e Survey Politecnico di Milano 2021-2022, base 107 comuni italiani.

Per quanto riguarda invece le priorità espresse dalle municipalità relativamente ai progetti da avviare nel prossimo triennio, le iniziative si focalizzeranno ancora una volta sulla sicurezza, ma risultano in crescita sia le tematiche legate al traffico e alla sua gestione, sia le tematiche ambientali. In grande crescita i progetti di gestione del traffico urbano, di analisi del turismo, mobilità ed eventi, e quelli relativi alla raccolta rifiuti. Diventano sempre più sfumati i confini fra ottimizzazione ed efficientamento della mobilità, controllo e risparmio energetico, e tutela dell'ambiente e sostenibilità ambientale, spesso soluzioni che impattano ciascuna sugli altri temi.

Andando ad analizzare le motivazioni per le scelte di intervento, l'Osservatorio ha riscontrato che il driver maggiore è dare un miglior servizio ai cittadini ed introdurre nuovi servizi, con una discreta variabilità rispetto alla dimensione del comune. Se infatti il miglioramento dei servizi è il driver principale sia per i comuni al di sopra che per quelli al di sotto dei 15mila abitanti (rispettivamente 63% e 73%), il dare servizi nuovi è più importante per i comuni più grandi, con il 46% di risposte a fronte del 35% dei comuni al di sotto dei 15.000 abitanti. Si può dire che ci sia una maggiore consapevolezza delle nuove opportunità di servizio offerte dall'utilizzo di tecnologie IoT rispetto agli precedenti, sostenuta dall'interesse per la sostenibilità ambientale, in crescita negli ultimi anni, che raggiunge un picco del 43% nei comuni più grandi e si attesta al 31% in quelli minori, dopo essere cresciuta in generale dal 30% del 2018 al 38% del 2019.⁵⁹

Le città maggiori evidenziano anche i vantaggi che i progetti Smart City possono dare nel miglioramento della governance cittadina: infatti il 22% cita il miglioramento della capacità decisionale. La comprensione di come avere sotto controllo una dashboard con i dati della città possa aiutare nella gestione migliore della stessa comincia dunque a farsi strada, come vedremo anche più avanti negli Use case. Ostativa ancora è invece la mancanza di sufficienti competenze (67%), mancanza di comprensione del valore dei dati (38%) e mancanza di adeguati strumenti IT (38%)⁶⁰. Dalla ricerca emerge anche che i comuni faticano a rivolgersi a modalità di finanziamento più innovative rispetto a quelle tradizionali. In particolare, il 42% e il 38 % rispettivamente dei comuni minori e maggiori dichiara di volere fare ricorso a risorse interne senza la presentazione di un business plan⁶¹. Del resto dalle interviste effettuate durante la survey del 2019, emergeva come la maggior

⁵⁹ *L'Italia delle Smart City. Progetti, Driver di Adozione e barriere da superare, Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano, Ricerca 2019-2020; Smart City: a che punto siamo in Italia, Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano, Ricerca 2018-2019; Smart City: il punto di vista dei comuni italiani, ricerca 2021-2022, Osservatorio Smart City Politecnico di Milano, report maggio 2022.*

⁶⁰ *Smart City: il punto di vista dei comuni italiani, ricerca 2021-2022, Osservatorio Smart City Politecnico di Milano, report maggio 2022.*

⁶¹ *Smart City: il punto di vista dei comuni italiani, ricerca 2021-2022, Osservatorio Smart City Politecnico di Milano, report maggio 2022.*

parte dei comuni non sapessero valutare gli impatti in termini di sostenibilità e di risparmio dei costi degli interventi, né in fase previsionale né a consuntivo⁶².

Ciò, in una fase in cui i finanziamenti del PNRR sono disponibili sia per la Transizione ecologica, sia per la Digitalizzazione della PA, sia per la realizzazione di infrastrutture sostenibili, diventa una criticità la capacità o meno dei comuni di presentare progetti esecutivi e di consuntivarli come richiesto dalla normativa.

La mobilità smart nelle città italiane

Le evidenze dello studio dell'Osservatorio Connected Car & Mobility del Politecnico di Milano

Il tema Smart Mobility continua ad essere centrale per i comuni italiani: quasi 9 comuni su 10 (88%) con popolazione superiore ai 15.000 abitanti lo considerano rilevante o fondamentale⁶³. La pandemia ha contribuito a rafforzare il livello di attenzione con cui i comuni guardano alla mobilità intelligente: per il 42% dei rispondenti ha reso ancor più prioritario il tema, mentre solo il 5% lo ritiene meno “urgente” rispetto al passato.

Alla crescente rilevanza del tema, si affianca un aumento della diffusione di iniziative per la Smart Mobility: i comuni che hanno avviato progetti passano dal 41% nel 2019, al 50% nel 2020, fino al 59% nel 2021. Se da un lato è importante testare nuove soluzioni, tecnologie e modelli di business in un ambito di frontiera come la Smart Mobility, dall'altro occorre avere il coraggio di trasformare la moltitudine di progetti pilota in soluzioni a regime, in grado di portare valore alla municipalità e ai cittadini. Ad ora, infatti, 1 progetto su 2 si trova ancora in una fase embrionale di sperimentazione.

La Smart Mobility deve la sua crescente attenzione anche agli ingenti investimenti previsti, definiti a livello nazionale in questi anni. Un esempio su tutti è il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), tramite il quale sono stati già stanziati oltre 60 miliardi di euro da distribuire tra il 2021 e il 2026, destinati alla mobilità smart e alle infrastrutture abilitanti⁶⁴. Riducendo il perimetro alla sola mobilità sostenibile e intelligente, gli investimenti raggiungono comunque una quota significativa, pari a 14,3 miliardi di euro (cfr. Figura 4: Smart Mobility & PNRR). Tra questi, rientrano ad esempio: il rinnovo delle flotte di treni e bus verdi (3,7 miliardi di euro), la realizzazione di sistemi di monitoraggio dinamico per il controllo da remoto di ponti, viadotti e tunnel (1 miliardo), l'adozione di soluzioni di mobilità a idrogeno (0,9 miliardi), lo sviluppo di infrastrutture di ricarica elettrica (0,7 miliardi), il rafforzamento della mobilità ciclistica (0,6 miliardi) e il Mobility as a Service (MaaS, 40 milioni).

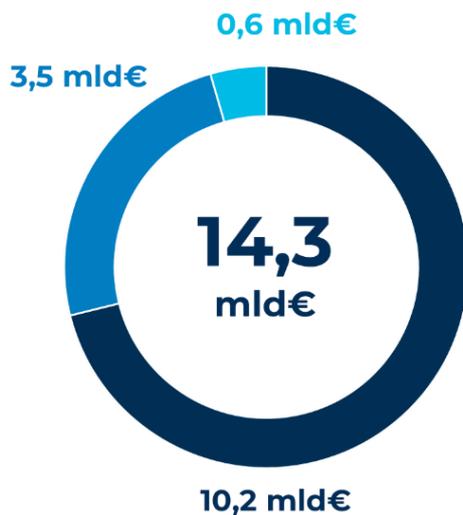
A cura degli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

⁶² L'Italia delle Smart City. Progetti, Driver di Adozione e barriere da superare, Osservatorio Internet of Things Politecnico di Milano, Ricerca 2019-2020.

⁶³ Fonte: survey inviata ad oltre 700 comuni italiani con più di 15.000 abitanti (tasso di risposta: 15%), Sett. 2021, Osservatorio Connected Car & Mobility del Politecnico di Milano

⁶⁴ Con infrastrutture abilitanti si fa riferimento, ad esempio, a 5G, alta velocità, ammodernamento treni/porti/aeroporti.

In linea con quanto emerso negli scorsi anni, la mancanza di risorse economiche e di competenze si confermano le principali barriere all'avvio dei progetti Smart Mobility. Il tema delle competenze è sempre più sentito dai comuni italiani, arrivando a ricoprire il primo posto in graduatoria e trovando consenso in ben il 69% dei comuni intervistati (+8%). La carenza di risorse economiche vede invece una riduzione rispetto alla rilevazione precedente, scendendo al secondo posto (58%, -10%), forse anche già in vista dei fondi stanziati dal PNRR. A seguire, si segnalano le difficoltà legate alla burocrazia: il 34% dei comuni indica infatti la "macchina amministrativa" come uno dei principali ostacoli (+25%).



Mobilità sostenibile

Missioni	mld€
Bus elettrici	0,3
Idrogeno	0,9
Rinnovabili e batterie	1
Rinnovo flotte bus e treni verdi	3,7
Sviluppo infrastrutture di ricarica elettrica	0,7
Sviluppo trasporto rapido di massa	3,6

Smart City / Gestione infrastrutture

Missioni	mld€
Piani urbani Integrati	2,5
Strade sicure	1

Micromobilità & MaaS

Missioni	mld€
Mobility as a Service	0,04
Rafforzamento mobilità ciclistica	0,6

Le opportunità del PNRR per la Smart Mobility / Fonte Osservatori Digital Innovation – Politecnico di Milano (www.osservatori.net)

Al quarto posto tra le barriere troviamo la difficoltà di coordinamento tra i comuni e gli altri attori coinvolti (29%, +6%). Analizzando le collaborazioni in atto, sono già oggi molteplici gli attori con cui i comuni entrano in contatto, a conferma che i progetti Smart Mobility non sono a carico solo della Pubblica Amministrazione: le aziende municipalizzate si confermano il primo attore coinvolto (61%), seguite da altri comuni, in un contesto più esteso di "smart land" (44%), fornitori di servizi di sharing (28%), forze dell'ordine (26%) e università e centri di ricerca (23%). Guardando ai dati sulle collaborazioni future, il supporto di startup innovative (56%), aziende di consegna (30%) e operatori stradali (25%) si conferma molto rilevante per lo sviluppo di nuovi progetti nei prossimi anni.

Uno dei temi centrali quando si parla di barriere all'avvio di progetti rimane quello dei dati. Ciò che emerge oggi è però uno scenario a luci e ombre: da un lato è positivo che oltre la metà dei comuni coinvolti nell'indagine abbia iniziato a utilizzare i dati raccolti (59% nel 2021 vs 44% nel 2020); dall'altro lato, c'è ancora tanto lavoro da fare per un loro utilizzo proficuo. Infatti, ben 3 comuni su 5 che utilizzano i dati raccolti lo fanno per finalità interne (61%), mentre solo nel 27% dei casi i dati sono condivisi con altre società pubbliche o private, e nel 12% sono utilizzati per offrire servizi ai cittadini.

A cura degli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

I progetti realizzati – Use case

La mobilità urbana

Abbiamo visto che un aspetto fondamentale per il miglioramento della qualità della vita dei cittadini è il miglioramento della mobilità urbana.

Per Smart Mobility si intende l'insieme di soluzioni per rendere intelligente l'uso dei sistemi di trasporto, ottimizzando percorsi, riducendo i tempi di trasferimento, rendendo più sicuri gli spostamenti, e riducendo l'impatto ambientale

Tra gli use case più diffusi tra le iniziative di Smart City, quelle legate alla mobilità sono indubbiamente quelle prioritariamente indirizzate.

In Italia, ad esempio, sono state realizzate Control Room per il monitoraggio della città, degli spostamenti delle persone, e del traffico e della mobilità in generale, pubblica e privata.

Venezia – la Smart Control Room

A settembre 2020 è stata presentata a Venezia la Smart Control Room e la nuova sede della Polizia locale⁶⁵.

La Smart Control Room raccoglie dati e flussi video provenienti dalle diverse centrali e sensori dislocati sul territorio e dalle varie strutture che hanno all'interno della struttura un pool di operatori esperti: ACTV/AVM, Centro Maree, Comune, Polizia Locale, Protezione Civile, Venis e Veritas. I dati forniti dai sensori vengono armonizzati anche con quelli provenienti dalle celle telefoniche e circa 400 telecamere di videosorveglianza presenti sul



territorio veneziano. Tutte queste informazioni vengono rappresentate visivamente sui video-wall della Control Room, consentendo agli operatori di verificare eventuali esigenze di intervento in tempo reale. Permettono ad esempio di determinare il numero delle persone presenti in città, le tipologie di barche nei canali, i passaggi dei mezzi pubblici (stradali e acquei), il controllo del flusso turistico, fino

⁶⁵ <https://live.comune.venezia.it/it/2020/09/invio-corretto-isola-nuova-del-tronchetto-oggi-la-presentazione-della-nuova-sede-della>

alle previsioni meteo e la situazione dei parcheggi.



La Smart Control Room di Venezia è quindi una sorta di “torre di controllo” nella quale confluisce in tempo reale un’imponente quantità di dati: dal numero delle persone presenti in città al numero e tipologia di barche nei canali della città storica, dai passaggi ed eventuali ritardi dei mezzi pubblici stradali e acquei al controllo del flusso turistico, dalle previsioni meteorologiche alla situazione dei parcheggi. Tutti questi dati vengono poi rielaborati con tecnologia Big Data e di Intelligenza Artificiale, garantendo il rispetto della privacy, al fine di attivare strumenti predittivi utili alla governance della città e del suo territorio e che consentono di ottimizzare i servizi pubblici e progettarne di nuovi, basandosi su dati scientifici.

Firenze – Il progetto di Smart City Control Room

La città di Firenze ha approvato il progetto definitivo finanziato con i fondi europei per un miglioramento ed efficientamento della mobilità urbana, attraverso la Smart City Control Room, una super centrale operativa di gestione della Firenze Smart City, di cui la smart mobility rappresenta la prima anima.

La Smart City Control Room sarà uno spazio fisico dotato di tutti i sistemi di controllo della mobilità della città, con grandi video-wall, postazioni con videotermini per gli operatori e un grande tavolo da cui il coordinatore gestirà anche il ‘cervellone’ del traffico grazie a strumenti già operativi come la rete dei sensori per misurare il flusso di veicoli in circolazione sulle strade cittadine, il sistema di controllo remoto dei semafori, l’interfacciamento del sistema di controllo della tramvia con quello degli impianti semaforici cittadini, la comunicazione in tempo reale di criticità sulla circolazione dovuti ad incidenti o interventi urgenti, il sistema di monitoraggio dello stato di occupazione dei parcheggi di struttura, la disponibilità della posizione in tempo reale dei bus.

Sarà possibile così monitorare la situazione della mobilità in tempo reale in modo da intervenire in caso di necessità. I dati saranno disponibili anche su If, la App di infomobilità ufficiale del comune di Firenze, in modo che il cittadino sia parte attiva della mobilità.

Qui saranno disponibili a tutti gli operatori presenti nella sala le interfacce dei sistemi di gestione che interessano la rete viaria: supervisore del traffico, piattaforma di infomobilità IF, controllo dell'illuminazione pubblica, sistema informativo delle manutenzioni stradali, Cityworks e Geoworks per le ordinanze, collegamenti con altre centrali operative operanti sul territorio comunale, rete di telecamere per il monitoraggio del traffico.

Nella Control Room troveranno spazio le postazioni principali degli operatori dei vari soggetti gestori dei servizi pubblici a Firenze e della mobilità (come Silfi, il gestore del Global Service, SAS, Polizia Municipale, Publiacqua, Toscana Energia, GEST, ATAF, servizio multicanale dello 055055, ALIA, etc.) la stessa Polizia Municipale.⁶⁶

Roma - Progetto Roma Data Platform

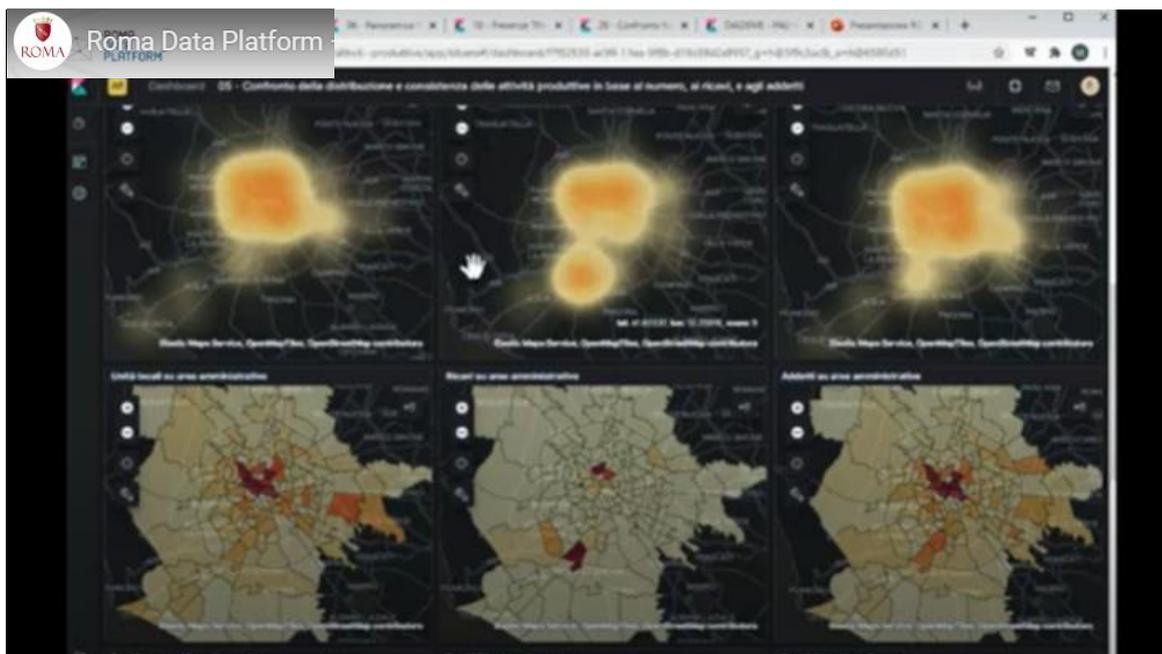
Roma Data Platform⁶⁷ è la nuova piattaforma che fornisce un “cruscotto” di controllo per visualizzare in modo integrato e simultaneo i dati che riguardano gli aspetti fondamentali della vita quotidiana di una grande città: parliamo del numero delle persone presenti in città e dell'analisi del flusso turistico, delle previsioni meteo, la situazione dei parcheggi in tempo reale, i passaggi dei mezzi pubblici e il flusso attraverso i varchi delle ZTL ma anche la consistenza delle attività economiche, con livelli di dettaglio avanzati e molto altro.

⁶⁶ <https://www.comune.fi.it/comunicati-stampa/firenze-smart-city-la-centrale-di-gestione-e-monitoraggio-trova-casa-accanto - gennaio 202>

https://www.comune.fi.it/system/files/2020-09/Scheda_2_2_1f.pdf

<https://www.snap4city.org/download/video/barc19/fi/video-REPLICATE-CdF.mp41>

⁶⁷ <https://www.gruppotim.it/it/innovazione/news-innovazione/Roma-data-platform.html>



La Data Platform permette di raccogliere e analizzare in maniera simultanea una moltitudine di dati anche su base geolocalizzata, sfruttando l'integrazione di dati pubblici e privati. Il tutto con l'obiettivo di supportare istituzioni e imprese nelle scelte strategiche di investimento e sviluppo, e di migliorarne i processi decisionali.⁶⁸

Mobilità, turismo e sicurezza

Novara Smart City

Il Comune di Novara ha scelto di implementare applicazioni multicanale e multiplatforma che riguardano i seguenti settori: turismo, cultura e sicurezza.

Nell'ambito dedicato a cittadini e turisti, integrando anche le piattaforme esistenti, un'applicazione mobile (App) fornisce informazioni su iniziative turistico-culturali e di ticketing per l'accesso e la fruizione dei servizi museali e culturali della città e per la promozione e l'utilizzo di sale e spazi disponibili presso le strutture comunali. La soluzione consente inoltre al cittadino di interagire in maniera innovativa, semplice ed efficace con il Comune attraverso l'utilizzo di un apposito modulo di segnalazioni.

Con l'obiettivo di valorizzare, promuovere ed incrementare la sicurezza sul territorio, è stata realizzata un'applicazione dedicata alla videosorveglianza che gestisce ed interagisce con il sistema di videocamere ubicate nel comune.

⁶⁸ <https://www.gruppotim.it/it/innovazione/news-innovazione/Roma-data-platform.html>

Attraverso l'analisi dei big data dei flussi di movimento della popolazione, rilevazioni in ambito di turismo, cultura e sicurezza del territorio. Il tutto nel pieno rispetto di quanto previsto dalle normative vigenti in materia di privacy. Sarà così possibile, ad esempio, monitorare gli spostamenti di abitanti e visitatori per ottimizzare i trasporti, la mobilità urbana e la sicurezza, prevedere i volumi di persone durante gli eventi e gli itinerari seguiti dai turisti, oppure individuare le aree che necessitano di una particolare offerta turistica⁶⁹.

Destinazione Assisi

È il nome del sistema di rilevazione delle presenze turistiche sviluppato dalla Città di Assisi e dai suoi partner tecnologici. L'obiettivo è tracciare un identikit qualitativo e quantitativo dei turisti, studiandone la provenienza, profilandoli in base a caratteristiche sociologiche e identificare i percorsi e i luoghi più visitati, per meglio gestire i flussi e orientare in modo efficace ed efficiente le attività, i servizi offerti e la promozione del territorio. È basato sull'analisi big data dei flussi di movimento della popolazione ottenuti tramite dati mobili.⁷⁰

Smart Parking

Una delle iniziative più efficaci nel miglioramento della gestione del tempo dei cittadini e del miglioramento del traffico urbano, nonché della riduzione delle emissioni è dato dallo smart parking, ossia da quel sistema informativo rivolto ai cittadini della disponibilità e localizzazione di un parcheggio disponibile in una data area.

Alla base dello smart parking c'è la tecnologia IoT: i sensori di parcheggio, installati in corrispondenza delle aree di sosta, comunicano infatti con una piattaforma centrale sfruttando un'infrastruttura wireless. Una App distribuita ai cittadini è così in grado di segnalare il posto auto disponibile più vicino all'utente, oltre che al tempo necessario per raggiungerlo. In genere queste applicazioni consentono anche di effettuare il pagamento della tariffa di parcheggio attraverso lo smartphone, potendo anche limitarla al tempo effettivo di durata della sosta.

⁶⁹ Nota Stampa TIM 15 febbraio 2019

⁷⁰ <https://www.assisinews.it/economia/destinazione-assisi-in-citta-linnovativo-progetto-per-rilevare-le-presenze-con-i-cellulari/>

Mantova – Smart Parking

Un esempio in corso è stato lanciato dalla città di Mantova⁷¹.

Per questo il Comune di Mantova, l'Università di Modena e Reggio Emilia e un gruppo di partner pubblici e privati hanno lavorato congiuntamente per la realizzazione del progetto di Smart Parking. L'obiettivo è monitorare e comunicare agli automobilisti la disponibilità, in tempo reale, degli spazi di parcheggio nel centro urbano, rendendo più fluido il flusso del traffico, riducendo i tempi di ricerca del parcheggio e permettendo maggiori trasparenza e precisione nel pagamento delle tariffe di sosta.

La soluzione sarà prima testata nel centro di Mantova, in corso Vittorio Emanuele, grazie a 66 sensori connessi a una rete dedicata, che permetterà al Comune di valutare il funzionamento del servizio.

Tra le funzionalità previste ci sarà la possibilità per l'amministrazione di monitorare aspetti come l'occupazione in tempo reale delle aree di sosta, la disponibilità e la durata media del posteggio.

La App fornirà agli utenti anche le informazioni relativi alle stazioni di ricarica per le vetture elettriche, e si potranno verificare da remoto eventuali abusi come la sosta irregolare nelle aree di ricarica, spesso occupate da veicoli non elettrici.

Analoghi progetti sono stati sviluppati anche in altre città, come Bergamo e Cagliari.



⁷¹ Politecnico di Milano 2020 – L'Italia Delle Smart City - Progetti, Driver Di Adozione E Barriere Da Superare

Cassonetti intelligenti – i progetti di Cremona e Mantova

Uno dei principali problemi di smaltimento rifiuto in ambito pubblico, è in città associato alla gestione dei cestini distribuiti un po' ovunque. L'utilizzo di Smart Bin, ovvero di cestini intelligenti risolvere il problema del loro riempimento, e il conseguente risparmio di utilizzo di carburante per i mezzi di raccolta.

Infatti, lo Smart bin si accorge attraverso una serie di sensori del livello e del tipo di riempimento del cassonetto in tempo reale. Avendo preso nota della frequenza e dell'orario di utilizzo, invia i dati raccolti a un sistema informativo centrale, che può ottimizzare così il processo di raccolta dei rifiuti, riducendo l'impiego di risorse e mezzi. Da una parte quindi si migliora il servizio agendo tempestivamente sui cassonetti pieni, dall'altra si migliora l'ambiente per la riduzione dei trasferimenti di raccolta, e per la minimizzazione del tempo di permanenza dei rifiuti nel cassonetto.

Altri benefici indotti dalla quantità di dati raccolti sono una maggiore conoscenza georeferenziata del territorio riguardo a consumi e produzione dei rifiuti, la possibilità di monitorare l'attività di raccolta, e permettere un miglioramento continuo del servizio.

La soluzione si basa su tecnologie particolarmente efficienti dal punto di vista energetico che permettono al contenitore intelligente di operare per anni, senza bisogno di collegarlo alla rete elettrica, grazie a sensori e sistemi di comunicazione IoT a basso consumo, con batterie di lunga durata ed a software di controllo ottimizzati.

Iniziative di questo genere ad esempio realizzate dal Comune di Mantova (Citybin) e dai Comuni di Milano, Brescia, Bergamo e Cremona (Progetto Smart Bin, circa 13.000 cestini intelligenti).

CAPITOLO 4

La sostenibilità nelle Smart City

Il traffico: la congestione del traffico urbano

La congestione del traffico urbano è uno dei principali problemi delle città. Esso impatta pesantemente sulla qualità della vita e sulla salute dei cittadini, portandosi dietro numerose conseguenze oggetto di studi.

Il tempo perso nel traffico è una delle principali conseguenze. Secondo il **Global card scorecard** di Inrix, la classifica che analizza **mobilità e congestione urbana in oltre 1.000 città** in 50 Paesi nel mondo, **Palermo** è decima in classifica a livello globale e **terza in Europa**, con 121 ore perse nel traffico per automobilista. Molte altre città italiane si trovano nelle purtroppo nella parte alta della classifica, fra cui **Roma**, 13esima a livello globale (e 5° in Europa) con 107 ore perse nel traffico, **Torino**, 29esima (86 ore perse) e **Milano**, in 61esima posizione con 59 ore⁷². Con la maggior parte dei paesi in tutto il mondo che hanno allentato le restrizioni COVID-19, il 2022 avrebbe dovuto essere un anno di ricomparsa più vicino alle norme comportamentali del 2019 – incontri sociali, concerti, feste, luoghi di lavoro e studio riaperti senza vincoli. Eppure, quella tendenza è stata interrotta quando i prezzi del petrolio hanno iniziato a salire in tutto il mondo e sono stati ulteriormente esacerbati dall'invasione dell'Ucraina da parte della Russia. Secondo quanto rilevato da Inrix, da gennaio a giugno il prezzo della normale benzina per motori è aumentato del 49% e il prezzo del gasolio è aumentato di poco più del 55%, secondo il Bureau of Transportation Statistics degli Stati Uniti. Mentre i prezzi sono leggermente diminuiti nella seconda metà dell'anno e hanno chiuso il 2022 il 58% in più rispetto ai livelli pre-COVID 19. L'aumento dei prezzi del carburante e l'inflazione hanno avuto un impatto economico negativo significativo su salari reali, pendolarismo, costi dei viaggi aerei, movimento delle merci, catena di approvvigionamento e hanno portato a un aumento dei costi di beni e servizi in tutto il mondo. INRIX ha rilevato che il tipico conducente statunitense che si reca al lavoro ha speso oltre 1.325 USD per il carburante nel 2022, rispetto ai 1.010 USD nel 2021.

Secondo il TOM TOM Traffic Index 2021 la prima città italiana in graduatoria mondiale è Palermo al 36esimo posto con 82 ore perse e il 36% di congestione, seguita da Roma (54° con 75 ore perse e 33% di congestione), Messina (61° con 73 ore perse e 32% di congestione), Catania e Napoli (rispettivamente 80° e 85° con il 30% e il 29% di congestione). In classifica Palermo è comunque in compagnia di Parigi (37° posto con 82h

⁷² Inrix, Global Traffic Scorecard 2022

perse e 36% di congestione), e Roma di Londra (55° posto, 75h e 33% di congestione)⁷³. Fra l'altro un report del 2012 del Grattan Institute mette in relazione il tempo perso nel traffico urbano con una diminuzione dei contatti sociali. Sembra che 10 minuti spesi su strada equivalgano ad un 10% in meno di rapporti umani stabiliti.⁷⁴

Un indicatore della congestione del traffico è dato dal numero di autovetture private circolanti: nel 2021 nelle città metropolitane circolavano ca. 15 milioni di veicoli (il 33,5% del totale nazionale)⁷⁵ in un territorio pari però al 15,4% del territorio nazionale⁷⁶. Di queste, oltre 13,5 milioni erano autovetture private (34% del totale nazionale)⁷⁷.

Un traffico congestionato porta anche aumenti degli incidenti, utilizzo non necessario di risorse energetiche per spostarsi, peggioramento della qualità dell'aria e della qualità ambientale.

La congestione del traffico ha forti impatti anche sull'inquinamento acustico delle città. Si stima che nel 2030 l'inquinamento acustico prodotto dal traffico sarà più intenso del 7,8% nelle aree urbane e del 16,4% in quelle extraurbane, rappresentando una seria minaccia sanitaria per circa 120 milioni di persone (erano 109 milioni nel 2017). In alcune città italiane la percentuale di popolazione esposta a livelli oltre i limiti di tollerabilità sanitaria supera il 50%. Per mitigare gli effetti dell'inquinamento acustico la UE raccomanda diverse strategie come l'aumento delle aree di quiete e delle aree pedonali e la trasformazione dell'assetto urbanistico delle città per allontanare le arterie a grande traffico dalle abitazioni. La direttiva 2002/49 CE sul rumore ambientale, che prevede mappature acustiche e piani di azione per la riduzione dell'inquinamento acustico, resta ancora non completamente implementata da tutti i Paesi europei: l'Italia risulta in procedura di infrazione dal 2013⁷⁸.

Alcuni ricercatori hanno condotto uno studio su 25 capitali europee, pubblicato su Environment International, per valutare la responsabilità dell'inquinamento acustico sulla salute delle persone. Sono stati presi in considerazione i parametri fissati per L'Unione Europea da una raccomandazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) di 53 dB Lden. Sono stati valutati due esiti primari di salute: disturbo da rumore elevato e cardiopatia ischemica (IHD) per gli adulti esposti a livelli di rumore superiori a 55 dB Lden. Il valore mediano delle persone con disturbi derivanti dal rumore da traffico si pone a 8,8%, a Roma è del 11,5%. I morti per IHD correlata all'inquinamento acustico nelle capitali

⁷³ TOM TOM Traffic Index 2021

⁷⁴ Social Cities, Grattan Institute 2012

⁷⁵ Dati ACI 2022

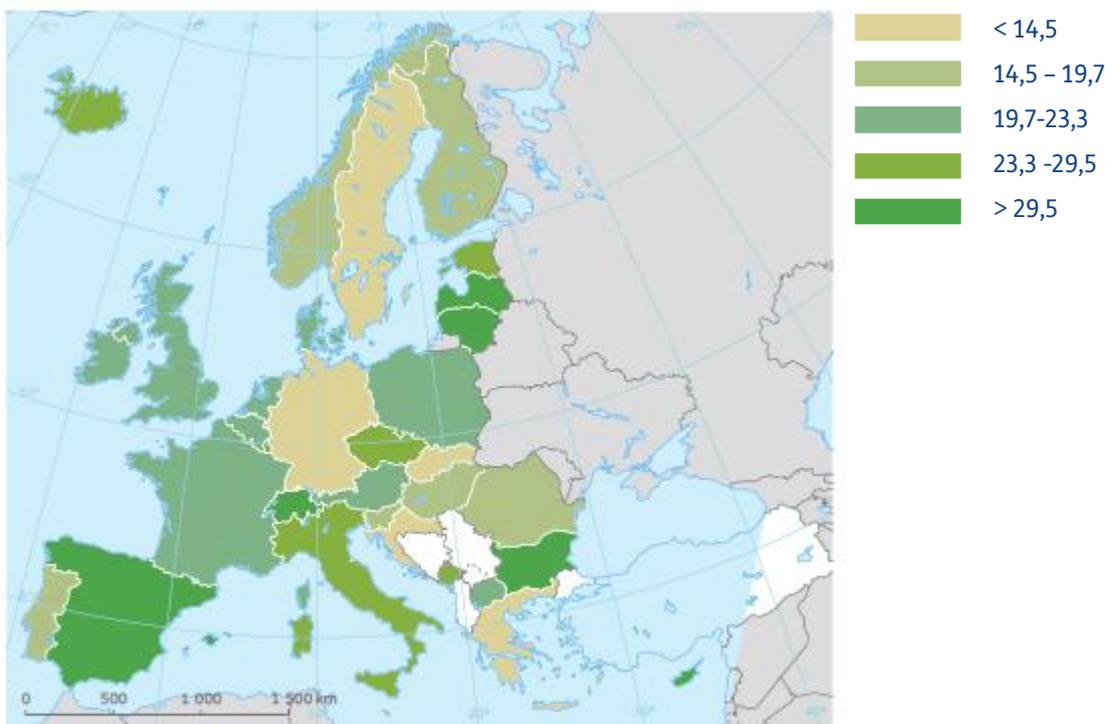
⁷⁶ Dati ISTAT 2023

⁷⁷ Dati ACI 2022

⁷⁸ <https://www.assoacustici.it/4815/procedure-di-infrazione-europee-sul-rumore-ancora-aperte/>

europee considerate sono stati stimati globalmente in 3.608 persone, evitabili applicando i parametri consigliati da OMS⁷⁹.

Popolazione Paesi UE esposta a elevati livelli medi di fono inquinamento stradale (val %) ⁸⁰



Sono state studiate varie soluzioni negli anni per scoraggiare l'utilizzo del mezzo privato, anzitutto potenziando la rete del trasporto pubblico, sostituendo i veicoli destinati al trasporto collettivo via via con modelli con alimentazioni meno inquinanti, fino al bus elettrico, e incoraggiando il trasporto intermodale. UITP, l'associazione internazionale dei trasporti pubblici, stima che nel 2030 il 52% dei bus che circoleranno nelle città del mondo saranno elettrici ⁸¹.

Il COVID-19 ha cambiato in modo significativo il modo e il momento in cui le persone scelgono di viaggiare. Alcune città e paesi hanno registrato aumenti significativi del ciclismo, mentre altri hanno registrato diminuzioni. Nella maggior parte delle aree urbane, l'uso del trasporto pubblico è ancora al di sotto dei livelli del 2019, anche se il numero di

⁷⁹ *Impact of road traffic noise on annoyance and preventable mortality in European cities: A health impact assessment*, AA.VV., pubblicato su *Environment International*, Volume 162, April 2022, 107160.

⁸⁰ *Unequal exposure and unequal impacts: social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe*, 2019, Agenzia Europea per l'Ambiente

⁸¹ *Ecosistema urbano 2020*, Legambiente

passenger in autobus è aumentato più rapidamente di quello in treno.⁸² In quest'ottica diverse città hanno adottato zone con traffico con limite di velocità a 30 km/h, che, oltre a moderare il traffico ed aumentare la sicurezza per pedoni e ciclisti, aiuta a ridurre l'uso dell'auto privata e incentiva la mobilità attiva e il trasporto pubblico.⁸³

Di fondamentale importanza è quindi intervenire sul traffico e sulla mobilità, rendendola più smart e intuitiva. Infatti, le innovazioni in questo ambito funzionano se vengono messe a sistema, collegate da una piattaforma comune che raccolga i dati e coordini, o aiuti a coordinare, i vari aspetti.

Un vantaggio chiave, che ha avuto molteplici impatti, e ne avrà ancora di maggiori con l'introduzione del 5G, è stato il miglioramento della gestione del traffico stradale facilitato da una migliore comunicazione wireless, in quanto consente di coordinare meglio le reti di trasporto:

- Un maggiore accesso alle informazioni in tempo reale da parte dei viaggiatori dovrebbe consentire tempi di percorrenza più rapidi all'interno e tra le città.
- Un maggiore accesso alle informazioni in tempo reale da parte dei fornitori di servizi di trasporto dovrebbe consentire un migliore coordinamento tra le diverse modalità di trasporto nelle sezioni di trasporto multimodali.
- Maggiori informazioni sui flussi di traffico e sui viaggi dovrebbero consentire ai controllori del traffico di gestire meglio il traffico in tempo reale e ridurre la congestione.
- Migliori informazioni sul traffico d'altro canto dovrebbero consentire ai conducenti di evitare percorsi congestionati e completare i viaggi più rapidamente.

Comunicazioni wireless potenziate (e costi ridotti e / o connettività più affidabile) offrono opportunità di crescita nello sviluppo di piattaforme informative. Le nuove piattaforme dovrebbero essere architetture ibride altamente scalabili che combinano elementi di database e tecnologie di ricerca al fine di rendere dinamico e ad hoc l'accesso alle informazioni.

I benefici di IoT e 5G

Una delle funzionalità uniche fornite dal 5G è il supporto per lo scambio di dati in reti M2M/IoT su larga scala. Ciò consentirà una migliore gestione del traffico dai sensori stradali e dati in tempo reale dai veicoli.

⁸² Inrix, *Global Traffic Scorecard 2022*

⁸³ *European Transport Safety Council, 2019*

La congestione negli Stati membri dell'UE a 28 si trova generalmente all'interno e intorno alle aree urbane e costa circa 100 miliardi di euro, pari all'1% del PIL dell'UE, ogni anno. Tale costo comprende carburante, costi operativi del veicolo più una rivalutazione monetaria dei costi del tempo. Il Center for Economics and Business Research riferisce che questi costi aumenteranno del 50% tra il 2013 e il 2030⁸⁴. Ciò equivale a un tasso di crescita annuale composto del 2,41 per cento, che comporterebbe un costo di congestione di 133 miliardi di euro nel 2025 e di 150 miliardi di euro nel 2030 per l'Unione Europea.

Rapportando questo dato all'Italia, con un PIL 2022 di 1.889 Mrd di euro⁸⁵ significa che se nel 2022 la congestione delle aree urbane è stata pari all'1% del PIL, ha comportato oltre 18 Mrd€ persi nel 2022. Considerando lo stesso tasso di crescita annuale composto del 2,41% come per l'Unione Europea, verifichiamo che il costo di congestione nel 2027 sarà di circa 24 miliardi di euro, pari a circa l'1% del PIL previsto per l'Italia nel 2027⁸⁶.

Kearney prevede che uno dei vantaggi dell'accesso dinamico ai dati IoT sarà una riduzione della congestione del 10%⁸⁷. Considerando in modo prudentiale che il 60% della congestione del traffico avvenga in area urbana⁸⁸, e la citata **riduzione del 10% delle congestioni** dovuta in parti uguali al 5G e al 4G e al potenziamento della distribuzione e dell'uso dei sensori, possiamo concludere che **per l'Italia** le Smart city possono presentare un vantaggio economico di ca. 1,1 miliardi di euro nel 2023 e **1,4 miliardi € nel 2027**, con un **valore cumulato 2023-2027 di circa 6,5 miliardi di euro**.

Il traffico: l'impatto economico e sociale degli incidenti

Strettamente connessa al traffico è l'incidentalità, ovvero il numero di incidenti che si verificano ogni anno in città.

Uno dei più importanti benefici derivanti dall'utilizzo delle funzionalità 5G, riconosciuto; ma raramente quantificati negli studi sulle città intelligenti, sono i benefici derivanti da una migliore gestione del traffico. Le funzionalità di scambio di dati 5G e l'analisi dei dati offrono la possibilità di ridurre la congestione del traffico, identificare i punti neri del traffico e ridurre gli incidenti.

⁸⁴ <http://www.cebr.com/reports/the-future-economic-and-environmental-costs-of-gridlock>

⁸⁵ International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, October 2022.

⁸⁶ 2.186,16 miliardi di euro, secondo International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, October 2022

⁸⁷ The internet of things: a new path to European prosperity, January 04, 2016

<https://www.middle-east.kearney.com/digital/article/-/insights/the-internet-of-things-a-new-path-to-european-prosperity>

⁸⁸ 5G Impact Europe_EC

I vantaggi derivanti dalla riduzione del traffico sono stati esaminati nella sezione precedente. Questa sezione si concentra sui benefici quantitativi derivanti dalla riduzione degli incidenti. Il 5G sarà importante, ma bisogna anche riconoscere che anche i sensori sui veicoli avranno un ruolo nella riduzione degli incidenti. Molti di questi sensori "in auto" saranno in grado di funzionare indipendentemente dall'integrazione con una rete o piattaforma 5G.

In UE27, il livello complessivo di mortalità stradale è stato di 45 morti per milione di abitanti nel 2021 rispetto a 66 per milione nel 2011, confermandosi di gran lunga la regione più sicura al mondo per quanto riguarda la sicurezza stradale⁸⁹. Anche se la Commissione ritiene che gli eccezionali risultati di riduzione del 2020 e del 2021 siano stati in gran parte una conseguenza dei blocchi dovuti al Covid-19 e delle misure associate. Non vi è alcuna garanzia che questi progressi possano essere mantenuti con un ritorno alla normalità. Nell'UE nel periodo 2012-2021 sono stati evitati 57.095 morti sulla strada, rispetto al numero che si sarebbe registrato se ogni anno fosse stato mantenuto lo stesso numero del 2011.

Inoltre, la Commissione stima che, per ogni perdita di vita, altre sei persone subiscano gravi lesioni con conseguenze che cambiano la vita (circa 120.000 persone nel 2021). **Il costo esterno/sociale degli incidenti stradali è stato calcolato in circa 280 miliardi di euro, pari a circa il 2% del PIL dell'UE.**⁹⁰

L'attribuzione di un valore monetario alla prevenzione della perdita di vite umane può essere discutibile eticamente, ma consente di valutare i costi e i benefici delle misure di sicurezza stradale in modo oggettivo per stanziare nel modo più efficace risorse generalmente limitate.

L'Unione europea ha l'ambizioso obiettivo a lungo termine di avvicinarsi all'azzeramento del numero di vittime entro il 2050⁹¹ ("Vision Zero"), e lo stesso obiettivo dovrà essere raggiunto per i feriti gravi.

Del resto con l'approvazione della **dichiarazione di La Valletta**⁹² del marzo 2017 nelle conclusioni del Consiglio, per la prima volta i ministri dei Trasporti dell'UE avevano fissato anche un **obiettivo relativo alla riduzione dei feriti gravi**, ovvero dimezzare il numero di feriti gravi nell'UE entro il 2030 rispetto ai dati del 2020. Sono stati inoltre proposti nuovi obiettivi intermedi relativi alla riduzione del 50 % del numero di vittime sulle strade tra il 2020 e il

⁸⁹ *Ranking EU progress on road safety - 16th Road Safety Performance Index Report, European Transport Safety Council (ETSC), June 2022*

⁹⁰ *Road safety: Europe's roads are getting safer but progress remains too slow, comunicato stampa EU Commission-mobility and transport - 11 giugno 2020*

⁹¹ *Commissione europea (2011), libro bianco "Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile", COM (2011) 144 final.*

⁹² *Consiglio dell'Unione europea (2017), conclusioni del Consiglio sulla sicurezza stradale con cui si approva la dichiarazione di La Valletta (La Valletta, 28-29 marzo 2017), 9994/17, <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9994-2017-INIT/it/pdf>.*

2030 e alla riduzione del 50 % del numero di feriti gravi nello stesso periodo, come raccomandato nella dichiarazione di La Valletta.

Il Rapporto ETSC sottolinea come non siano ancora uniformi nei diversi Paesi europei la definizione o i metodi di conteggio degli stessi; pertanto, non è possibile confrontare il numero di feriti gravi tra i diversi Paesi. I pochi dati utilizzabili mostrano una decrescita più lenta rispetto al numero dei morti: nell'ultimo decennio i feriti gravi sarebbero diminuiti solo del 18,5% circa.

Mentre le prestazioni degli Stati membri nel campo della sicurezza stradale stanno convergendo, i dati del 2021 dimostrano che fra i paesi europei ci sono differenze molto marcate, la mortalità differisce di un fattore quasi quattro volte tra i gruppi di paesi con il rischio più alto e quello con il rischio più basso.

La Norvegia rimane il leader con 15 vittime della strada per milione di abitanti, segue Malta con 17 morti per milione abitanti nel 2021. In Svezia, Svizzera, Danimarca e Regno Unito, la mortalità stradale è inferiore a 27 morti per milione. La più alta mortalità stradale è in Romania e Bulgaria con rispettivamente 92 e 81 morti per strada per milione di abitanti. Alcuni Stati hanno compiuto enormi progressi: Norvegia e Lituania hanno dimezzato la mortalità nel decennio 2011-2021, molti altri stati hanno avuto riduzioni di circa il 30%, mentre le peggiori performance sono di Romania e Paesi Bassi con un calo del 12%.

Il Consiglio europeo per la sicurezza dei trasporti ha stimato che il valore monetario di un **incidente mortale** nel 2011 è stato di **1,84 milioni di euro**. Nel 2004 ci sono stati 1,16 milioni di incidenti stradali nei 15 paesi dell'UE, con un valore medio di un incidente di € 112.000. Utilizzando questo valore per incidenti stradali, **il costo degli incidenti stradali nel 2025** (per il 2025 sono stimati 739mila incidenti stradali nell'Unione Europea) **è stimato a 82,8 miliardi di euro e per il 2030 è stimato a 71,8 miliardi di euro**⁹³.

La situazione in Italia

Anche in Italia la situazione pandemica e le misure per contenerla hanno influenzato l'andamento dell'incidentalità stradale e della mobilità. Nel 2021 si sono verificati in Italia 151.875 incidenti stradali con lesioni a persone (+28,4% rispetto al 2020); le vittime sono state 2.875 (+20,0%) e i feriti 204.728 (+28,6%). I valori sono tutti in crescita rispetto al 2020 ma ancora in diminuzione nel confronto con il 2019 (-9,4% vittime, -15,2% feriti e -11,8% incidenti), che aveva già registrato segnali positivi rispetto agli anni precedenti, con una riduzione dei morti sulle strade (-4,8%), e in diminuzione anche incidenti e feriti (rispettivamente -0,2% e -0,6%). Il tasso di mortalità stradale passa da 40,3 a 48,6 morti ogni milione di abitanti tra il 2020 e il 2021, da 52,6 del 2019, per cui il nostro Paese passa

⁹³ 16th Road Safety Performance Index Report, European Transport Safety Council (ETSC), June 2022

dal 12° al 13° posto della graduatoria europea. Rispetto al 2010, le vittime della strada diminuiscono del 30,1%.⁹⁴

Per quanto riguarda le vittime, le categorie che hanno registrato le diminuzioni meno consistenti sono state quelle dei motociclisti (-18,0% dal 2001, -26,8% dal 2010, -0,4% dal 2019), dei ciclisti (-37,4% dal 2001, -13,6% dal 2010, -9,5% dal 2019) e dei pedoni (-54,4% dal 2001, -24,2% dal 2010, -11,8% dal 2019). Ciclomotoristi e automobilisti hanno ottenuto i maggiori guadagni in termini di riduzione della mortalità negli ultimi 20 anni grazie a una molteplicità di fattori, tra i quali la sensibilizzazione a un corretto utilizzo del casco e dei dispositivi di sicurezza e i notevoli progressi della tecnologia per la costruzione di dispositivi di sicurezza dei veicoli. Resta da vedere come la sempre più diffusa circolazione dei mezzi di micromobilità elettrica, a zero emissioni, quali monopattini elettrici (che hanno assunto lo stato di “veicolo” con la legge di bilancio n.160 del 27 dicembre 2019, assimilandoli alle biciclette anche in termini di norme di circolazione. Anche il decreto Infrastrutture (D.L. 121/2021) ha introdotto modifiche nel Codice della Strada per la loro circolazione) impatterà nei prossimi anni, vista la fragilità dei guidatori.

Il costo sociale degli incidenti stradali 2021 secondo la metodologia di calcolo⁹⁵ e i parametri⁹⁶ indicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, a prezzi attualizzati al 2022⁹⁷, risulta pari a 18,2 miliardi di euro, l'1% del Pil nazionale, dai 21,4 miliardi del 2010 (-21% in 10 anni). I costi sociali degli incidenti stradali costituiscono una stima del danno economico subito dalla società a causa di tali eventi.

Il danno economico non è rappresentato da una spesa diretta sostenuta dalla società, ma è la quantificazione economica degli oneri che, a diverso titolo, gravano sulla stessa a seguito delle conseguenze causate da un incidente stradale.

I benefici di IoT e 5G

Circa il 50 % dei decessi a seguito di incidenti stradali si verifica sul posto nei minuti immediatamente successivi all'evento o durante il tragitto e prima dell'arrivo in ospedale. Per quanti arrivano in ospedale, il 15 % dei decessi avviene nelle 4 ore successive all'incidente, mentre il 35 % oltre le 4 ore⁹⁸. Soccorsi post-incidente (si intendono cure mediche iniziali prestate dopo un incidente sul luogo del sinistro, durante il trasporto in un centro medico) efficaci, come il trasporto rapido presso strutture adeguate con l'assistenza

⁹⁴ Incidenti stradali - Anno 2021, ACI-ISTAT

⁹⁵ Costi Sociali dell'Incidentalità Stradale - Anno 2019, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Dipartimento per i Trasporti, la Navigazione ed i Sistemi Informativi e Statistici - Direzione Generale per la Sicurezza Stradale

⁹⁶ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Direzione Generale per la Sicurezza Stradale, 2012. “Studio di valutazione dei Costi Sociali dell'incidentalità stradale”

⁹⁷ Elaborazione Centro Studi TIM su dati Il valore della moneta in Italia dal 1861 al 2021, ISTAT. Per il 2022 sono state aggiunte le variazioni gen 2022-dic 2022 ultimo indice FOI senza tabacchi pubblicato dall'ISTAT.

⁹⁸ Commissione europea (2018), sintesi dell'Osservatorio europeo della sicurezza stradale sui soccorsi post-incidente.

di personale qualificato, riducono le conseguenze delle lesioni. Vari studi indicano che una riduzione da 25 a 15 minuti del tempo intercorrente tra l'incidente e l'arrivo dei servizi medici di emergenza potrebbe ridurre di un terzo i decessi ⁹⁹.

Per questo motivo l'Unione Europea ha introdotto la presenza obbligatoria del dispositivo di sicurezza eCall in ogni nuovo modello di auto e veicolo commerciale che viene omologato per la vendita sul mercato europeo a partire dal 2018 e il possibile ampliamento della sua applicazione a altre categorie di veicoli. Il sistema eCall è una chiamata di emergenza che può essere eseguita manualmente dai passeggeri del veicolo tramite un pulsante (ad esempio il pulsante SOS) all'interno della vettura o automaticamente mediante l'attivazione dei sensori di bordo qualora si verifichi un grave incidente stradale. Quando viene attivato, il dispositivo eCall di bordo genera una chiamata di emergenza che trasmette sia la voce che i dati fondamentali (l'esatta ubicazione, il momento dell'incidente, il numero di identificazione del veicolo e la direzione seguita) direttamente al centro di emergenza più vicino¹⁰⁰. Inoltre, sono allo studio sistemi innovativi per trasportare più rapidamente le persone ferite verso le strutture di soccorso o portare più celermente soccorso medico sul luogo dell'incidente, ad esempio tramite droni.

Secondo uno studio Kearney, l'utilizzo della telematica e dei sensori connessi con il 5G potrebbe portare a una riduzione del 30% degli incidenti stradali¹⁰¹.

Una migliore gestione del traffico e lo scambio di dati 5G tra le auto comporteranno una riduzione degli incidenti, ma **secondo un rapporto della Commissione Europea ciò comporterà una riduzione solo del 5% degli incidenti stradali**¹⁰².

Considerando il numero di incidenti con lesioni che avvengono in area urbana¹⁰³, il numero di decessi a causa di detti incidenti e il numero dei feriti causati dagli stessi incidenti, abbiamo attribuito a ciascun evento un valore quale quello stimato dal MIT nel 2010¹⁰⁴ rivalutato a prezzi correnti¹⁰⁵, sommati i dati risultanti ed applicato la percentuale prudenziale di riduzione del 5% dovuta al 5G come già citato.

Le capacità di dati 5G e le tecnologie IoT consentiranno di ridurre il numero di vittime della strada di oltre 300 morti e oltre 39.000 feriti in incidenti stradali su strade urbane negli anni

⁹⁹ Sánchez-Mangas, García-Ferrer, de Juan, Arroyo (2010), "The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response?", *Accident Analysis and Prevention* (2010)

¹⁰⁰ https://europa.eu/youreurope/citizens/travel/security-and-emergencies/emergency-assistance-vehicles-ecall/index_it.htm

¹⁰¹ Kearney. 2016. *L'Internet of Things: un nuovo percorso verso la prosperità europea*

¹⁰² *Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe, EC-2016*

¹⁰³ *Incidenti stradali - Anno 2021, ACI-ISTAT*

¹⁰⁴ *Costi Sociali dell'Incidentalità Stradale - Anno 2019, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - dipartimento per i trasporti, la navigazione ed i sistemi informativi e statistici - Direzione Generale per la Sicurezza Stradale*

¹⁰⁵ *Elaborazione Centro Studi TIM basate su serie storica IL VALORE DELLA MONETA IN ITALIA DAL 1861 AL 2021, ISTAT, e per il 2022 sulla la variazione da dicembre 2021 a Dicembre 2022 dell'ultimo indice FOI senza tabacchi pubblicato dall'ISTAT.*

2023-2027, riducendo nel contempo gli incidenti con feriti di circa 30.000 eventi, con una riduzione del costo complessivo degli incidenti stradali di circa €3 miliardi cumulati al 2027, di cui circa 577 milioni di euro nel solo 2027.

L'ambiente urbano: la qualità dell'aria

La grande maggioranza dei cittadini europei vive in un ambiente urbano, con oltre il 60% della popolazione che vive in aree urbane con oltre 10.000 abitanti. Questo vuol dire che la vita quotidiana avviene nelle stesse aree e viene condivisa la stessa infrastruttura per la mobilità.

La mobilità urbana rappresenta il 37% di tutte le emissioni di CO₂ del trasporto stradale¹⁰⁶ e fino al 70% degli altri inquinanti prodotti dai trasporti¹⁰⁷.

Come abbiamo già detto, le città europee affrontano sempre più problemi causati dai trasporti e dal traffico. La questione di come migliorare la mobilità riducendo allo stesso tempo la congestione, gli incidenti e l'inquinamento è una sfida comune a tutte le principali città europee. La congestione nell'UE si trova spesso all'interno e intorno alle aree urbane e costa quasi 100 miliardi di EUR, o l'1% del PIL dell'UE, ogni anno¹⁰⁸. Trovare risposte a queste sfide dovrebbe essere uno dei principali obiettivi delle amministrazioni locali.

Un trasporto urbano efficiente ed efficace può contribuire in modo significativo al raggiungimento degli obiettivi in un'ampia gamma di settori politici per i quali l'UE ha una competenza consolidata. Il successo delle politiche e degli obiettivi politici concordati a livello dell'UE, ad esempio sull'efficienza del sistema di trasporto dell'UE, gli obiettivi socioeconomici, la dipendenza energetica o il cambiamento climatico, dipende in parte dalle azioni intraprese dalle autorità nazionali, regionali e locali.

La mobilità nelle aree urbane è anche un importante facilitatore per la crescita e l'occupazione e per lo sviluppo sostenibile nelle aree dell'UE.

Ma un'aria pulita è essenziale anche per la salute dei cittadini: l'Agenzia Europea dell'Ambiente stima che, nel 2020, nell'Unione quasi 250.000 morti siano stati attribuibili al superamento dei valori di PM_{2,5} raccomandati dall'OMS, e che il 96% della popolazione europea sia esposta a valori superiori a tali soglie¹⁰⁹.

In Italia, secondo il monitoraggio effettuato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, la mortalità prematura dovuta all'inquinamento atmosferico nel 2020 ha creato oltre **68mila vittime di morti premature dovute all'esposizione eccessiva ad inquinanti** atmosferici come le polveri sottili e in particolare il Pm_{2,5} (52.303 vittime), gli ossidi di azoto, in particolare l'NO₂ (11.158 vittime), e l'ozono troposferico o O₃ (5.077 vittime).¹¹⁰

¹⁰⁶ http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_working_document_en.pdf

¹⁰⁷ https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility_en

¹⁰⁸ https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility_en

¹⁰⁹ <https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution/health/air-pollution>

¹¹⁰ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2022-country-fact-sheets/italy-air-pollution-country>

Secondo Legambiente l'Italia è in cronica emergenza da inquinamento atmosferico e i dati dei superamenti giornalieri dei limiti di legge per il Pm10 del 2020 lo evidenziano: sono 35, su 96 di cui si hanno i dati disponibili, le città capoluogo che vanno in almeno una centralina di monitoraggio oltre il limite giornaliero previsto per le polveri sottili (stabilito in 35 giorni in un anno solare con una media giornaliera superiore ai 50 microgrammi per metro cubo). Undici le città nelle quali si sono avuti più del doppio dei giorni di superamento dei limiti¹¹¹. Nel 2021, anno di ripresa dopo il Covid-19, la situazione non è migliorata, anzi: complice anche il clima, il 2021 è stato uno degli anni meno piovosi e più caldi nella storia delle rilevazioni meteo in Italia, delle 102 città per le quali era disponibile il dato, solo 5 rientravano nei parametri fissati dall'OMS per il PM10, con una riduzione necessaria delle concentrazioni di polveri per le altre città stimabile intorno al 33%, per poter attestarsi nei limiti più stringenti dell'OMS. Per il PM2.5, la parte più fina delle polveri sottili e quella che desta maggiori preoccupazioni dal punto di vista della salute, l'obiettivo di riduzione delle concentrazioni a livello nazionale era addirittura del 61% non essendo nessuna delle città analizzata entro i valori suggeriti dell'OMS. Mentre per l'NO2 l'obiettivo di riduzione doveva essere del 52% visto che solo 5 capoluoghi rientravano nei parametri OMS.¹¹² Nel rapporto autunnale, che analizzava l'andamento dei primi 10 mesi del 2022, ancora una volta Legambiente ha evidenziato che la situazione non è migliorata. Nel dossier, che ha preso in esame 13 città, di cui 9 sono capoluoghi del rapporto selezionati per partecipare alla Missione europea per la neutralità climatica al 2030, si è evidenziato che nessuna città ha rispettato in media il valore suggerito dall'OMS per la tutela della salute per quanto riguarda il PM10 (15 microgrammi/metro cubo), per il PM2.5 (5 microgrammi/ metro cubo) e per l'NO2 (10 microgrammi/metro cubo), al di là dei numerosi sforamenti della soglia che rappresentano i momenti più acuti di una situazione cronica.¹¹³

L'ultimo aggiornamento conferma la situazione. Nel 2022 sono 29 le città, tra quelle di cui si hanno a disposizione i dati, che hanno superato il limite di 35 giorni di sforamento previsti per il PM10.¹¹⁴

I giorni di superamento del Pm10 sono un campanello d'allarme dello smog, mentre le medie annuali di Pm10 rappresentano la cronicità dell'inquinamento e sono il parametro di riferimento per la tutela della salute, come indicato dalle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità che stabilisce in 20 microgrammi per metro cubo la media annuale per il Pm10 da non superare. La normativa Europea oggi stabilisce in 40 microgrammi per

¹¹¹ Mal'Aria di città, 2021, Legambiente

¹¹² Mal'Aria di città, febbraio 2022, Legambiente

¹¹³ Mal'Aria, verso città mobilità emissioni zero, ottobre 2022, dossier di Legambiente realizzato nell'ambito della campagna europea Clean Cities.

¹¹⁴ Mal'Aria di città, cambio di passo cercasi, gennaio 2023, dossier di Legambiente realizzato nell'ambito della campagna europea Clean Cities.

metro cubo la media annuale per il Pm10 da non superare, ma il limite di 20 microgrammi per metro cubo sarà imposto dal 2030.

Nel 2022 sono state 72 le città italiane, delle 95 di cui si avevano a disposizione i dati, (il 76% del campione analizzato) che hanno fatto registrare una media annuale superiore a quanto indicato dall'OMS.¹¹⁵

Anche per il PM2.5 delle 85 città di cui si aveva a disposizione il dato, ben 71 (l'84% del campione) nel 2022 hanno registrato valori superiori a quelli previsti al 2030 dalla prossima direttiva (10 µg/mc¹¹⁶ contro i 25 µg/mc). Per il biossido di Azoto (NO₂), il nuovo limite di 20 µg/mc (valido dal 2030) sarebbe stato superato dalle concentrazioni registrate nel 2022 da 57 città su 94 (il 61%), che invece non hanno superato il limite legislativo attuale.¹¹⁷

La Commissione Europea ha comminato all'Italia due procedure di infrazione per il mancato rispetto dei limiti normativi previsti dalle Direttiva europea per il Pm10 e gli ossidi di azoto, a cui si è aggiunta a novembre 2020 una nuova lettera di costituzione in mora da parte della Commissione Europea in riferimento alle eccessive concentrazioni di particolato fine (Pm2,5), in quanto sono state giudicate "non sufficienti" le misure adottate dal nostro Paese per ridurre nel più breve tempo possibile tali criticità.

Questo anche se secondo l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca per l'Ambiente (ISPRA) in realtà c'è stata una costante diminuzione delle emissioni di gas serra dal 1990 (anno base di riferimento) al 2019 (-19%), che passano quindi da 519 a **418 milioni di tonnellate di CO2 equivalente** (dato 2019, -2,4% YoY)¹¹⁸. La diminuzione è dovuta alla crescita negli ultimi anni della produzione di energia da fonti rinnovabili (idroelettrico ed eolico), all'incremento dell'efficienza energetica nei settori industriali e alla riduzione dell'uso del carbone. Nonostante i miglioramenti nella composizione della generazione dell'energia, i settori della produzione di energia e dei trasporti restano responsabili di circa la metà delle emissioni nazionali di gas climalteranti.

Da notare che i trasporti mostrano invece un incremento del proprio peso del 3,2% rispetto al 1990, e ciò riflette il trend osservato nel consumo di combustibile per il trasporto su strada e che, nel periodo di riferimento, registra un aumento delle percorrenze complessive (veicoli-km) di circa il 22%¹¹⁹.

Il lockdown e le restrizioni imposte dalla pandemia di Covid-19 hanno avuto impatto anche sui gas serra. Infatti, secondo le stime preliminari dell'ISPRA, nel 2020 c'è stato il 9,8% in

¹¹⁵ Mal'Aria di città, cambio di passo cercasi, gennaio 2023, dossier di Legambiente realizzato nell'ambito della campagna europea Clean Cities.

¹¹⁶ Microgrammi per metro cubo.

¹¹⁷ Mal'Aria di città, cambio di passo cercasi, gennaio 2023, dossier di Legambiente realizzato nell'ambito della campagna europea Clean Cities.

¹¹⁸ National Inventory Report 2021, ISPRA

¹¹⁹ National Inventory Report 2021, ISPRA

meno di emissioni di Co2 rispetto al 2019, con un calo del ben 16,8% nel settore dei trasporti.

La graduale eliminazione dall'ambiente urbano dei veicoli "alimentati con carburanti convenzionali"¹²⁰ è uno dei fattori che possono maggiormente contribuire alla riduzione della dipendenza dal petrolio, delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico e acustico. Ciò dovrà essere integrato dallo sviluppo di adeguate infrastrutture per la ricarica/rifornimento dei nuovi veicoli.

Se fosse possibile ridurre la congestione nelle città, ciò avrebbe un certo numero di effetti "knock-on". Viaggi più rapidi dovrebbero ridurre il consumo di carburante (idro-carbonio ed elettricità). Questo a sua volta dovrebbe portare a riduzione delle emissioni dei veicoli e ciò dovrebbe ridurre l'inquinamento generale e da CO2. Parliamo della città dei "15 minuti", ma anche da miglioramenti nella pianificazione dei trasporti e dell'evoluzione degli stessi in senso multimodale che sarà facilitato da una maggiore disponibilità di dati e una maggiore accessibilità agli stessi da parte di amministrazioni e cittadini. Un migliore accesso alle informazioni e alla comunicazione dovrebbe portare a una maggiore condivisione delle auto (sia il noleggio di veicoli a breve termine che la condivisione del viaggio dei pendolari) e quindi una migliore ottimizzazione delle risorse automobilistiche nelle città.

Le tecnologie di guida connessa e automatizzata miglioreranno in modo significativo i flussi di traffico, ridurranno l'incidenza di situazioni critiche, ottimizzeranno la gestione degli scenari corrispondenti, alleggeriranno la pressione sui conducenti e sull'ambiente e sosterranno l'occupazione e la crescita. Insomma, trasporti puliti e con riduzione di CO2, un migliore ambiente di vita, in particolare per chi soffre per asma e malattie bronchiali.

Il tempo in più passato in auto a causa del traffico è stimato per l'Italia in media a 24%, con circa 37 ore a persona l'anno perse nel traffico (peggio di noi in Europa solo Belgio e Regno Unito, rispettivamente con 38 e 46 ore perse), secondo l'annuale ranking che fa il centro studi di Tomtom¹²¹ su oltre 400 città nel mondo. Anche in questo caso il Covid-19 ha giovato, abbassando il tempo perso nel traffico nel 2020 di circa il 50%, mentre i primi mesi del 2020 erano in linea con gli anni precedenti¹²².

¹²⁰ L'espressione "alimentati con carburanti tradizionali" si riferisce ai veicoli che impiegano motori non ibridi a combustione interna.

¹²¹ https://www.agi.it/data-journalism/tempo_perso_traffico-6074418/news/2019-08-26/#:~:text=Precisamente%20perdiamo%2037%20ore%20all,previsto%20in%20assenza%20di%20congestione.

¹²² https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/italy-country-traffic

I benefici di IoT e 5G

Il danno economico causato da una tonnellata aggiuntiva di emissioni di anidride carbonica - spesso indicato come il "costo sociale" del carbonio - è stato stimato a 32€ per ogni tonnellata di CO₂ dalla statunitense Environmental Protection Agency (EPA) (37 USD per tonnellata), ma una successiva ricerca di un team di Stanford ha stimato questo valore a ben 197€ per tonnellata di CO₂ (220 USD).¹²³ Si prevede che questi danni assumeranno varie forme, tra cui una diminuzione dei raccolti agricoli, danni alla salute umana e una minore produttività dei lavoratori, tutti legati al cambiamento climatico. La National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NAS) degli Stati Uniti nel 2017 ha pubblicato un rapporto che ha aggiornato le stime del "social cost of carbon" (SCC) dell'EPA. Secondo il rapporto della NAS, il costo sociale della CO₂ è di circa \$40 per tonnellata di CO₂ emessa nel 2015, ma potrebbe variare da \$12 a \$62 per tonnellata, a seconda degli scenari di cambiamento climatico e delle valutazioni dei rischi. Il rapporto ha anche suggerito che il costo sociale della CO₂ dovrebbe essere regolarmente rivalutato e aggiornato in base alle nuove conoscenze scientifiche e all'evoluzione delle politiche climatiche.¹²⁴

La Social Cost of Carbon Initiative¹²⁵ di RFF (Resources for Future¹²⁶), istituita con l'obiettivo di migliorare la base scientifica degli SC-GHG (social cost of greenhouse gases), ha pubblicato nel settembre 2022 una stima della SC-CO₂ di \$ 185 per tonnellata metrica di CO₂.¹²⁷ Tuttavia, la stessa RFF nel gennaio 2023 ha riconosciuto come il migliore studio scientifico sul tema quello effettuato dall'EPA¹²⁸, che fissa il costo sociale per tonnellata metrica di CO₂ in un range fra **120 e 340 USD per l'anno 2020**¹²⁹, con valori crescenti fino al 2080.

Consideriamo inoltre che secondo una ricerca del 2019¹³⁰, **l'uso di tecnologie di gestione del traffico** potrebbe **ridurre** le emissioni di CO₂ del **15-20% in media** in tutto il mondo, risparmiando tra 3 e 5 gigatonnellate di emissioni di CO₂ entro il 2050.

In particolare, il rapporto sottolinea che l'ottimizzazione del flusso del traffico attraverso l'uso di algoritmi intelligenti di gestione del traffico, la promozione di forme di mobilità sostenibile come il car sharing e il bike sharing, e la promozione dell'adozione di veicoli a

¹²³ <https://news.stanford.edu/news/2015/january/emissions-social-costs-011215.html>

¹²⁴ *Valuing Climate Changes*, 2017, NAS

¹²⁵ Istituita nel 2017 come uno sforzo collaborativo multi-istituzionale tra RFF e UC Berkeley, con ulteriori contributori della Duke University, della Harvard University, della Princeton University e dell'Università di Washington

¹²⁶ Resources for the Future is an independent, nonprofit research institution in Washington, DC.

¹²⁷ Lo studio pubblicato sulla rivista peer-reviewed *Nature* nel settembre 2022 (Rennert et al. 2022), ha utilizzato GIVE, sviluppato da Rennert et al. 2022, per produrre stime SC-GHG per altri anni di emissione e per gli altri due principali GHG: metano e protossido di azoto, tutti disponibili su <https://www.rff.org/publications/data-tools/scc-explorer/>

¹²⁸ <https://www.rff.org/publications/testimony-and-public-comments/updated-estimates-of-the-social-cost-of-greenhouse-gases-for-usage-in-regulatory-analysis/>

¹²⁹ pag 81 EPA External Review Draft of Report on the Social Cost of Greenhouse Gases: Estimates Incorporating Recent Scientific Advances, 2023, https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-11/epa_scghg_report_draft_0.pdf

¹³⁰ *Urban Mobility System Upgrade*, World Economic Forum, 2019

basse emissioni di carbonio, possono contribuire significativamente alla riduzione delle emissioni di CO2 nel trasporto urbano.

Se quindi consideriamo la **percentuale attribuibile a movimenti stradali in ambito urbano** dei 418 milioni di tonnellate di CO2 generate in Italia in un anno (la percentuale di produzione di CO2 dovuta a veicoli è 23,3%¹³¹, generata in ambito urbano il 37%¹³²), vediamo **quanta di questa CO2 è attribuibile al tempo in eccesso** passato nel traffico (24%)¹³³, e a questo **appliciamo il valore più basso dell'intervallo del vantaggio** che possiamo ottenere adottando sistemi intelligenti di gestione del traffico (vale a dire il 15%), calcoliamo che possiamo **risparmiare la generazione di quasi 1,3 milioni di tonnellate di CO2 l'anno**.

Per valutare l'influenza del 5G e dell'IoT in questo processo di ottimizzazione ambientale abbiamo considerato le capacità di scambio dinamico di dati 5G dai sensori come responsabili della metà della riduzione della congestione¹³⁴, pari a circa **650mila tonnellate di CO2 l'anno**.

Considerando il valore minimo della forbice stimata dall'EPA per gli anni 2023 -2027 come costo sociale di una tonnellata di CO2, le funzionalità di 5G e IoT potranno fornire benefici ambientali, grazie alla **riduzione di congestione del traffico** nelle Smart City, per **84,5 milioni di euro nell'anno 2027, con un risparmio cumulato di circa 405 milioni di euro**¹³⁵.

¹³¹ Le emissioni dal trasporto stradale in Italia, ISPRA 2019

¹³² http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_working_document_en.pdf

¹³³ 5G Impact Europe_EC

¹³⁴ 5G Impact Europe_EC

¹³⁵ Cambio Euro/USD del dicembre 2022

L'ambiente urbano: la gestione del ciclo dei rifiuti

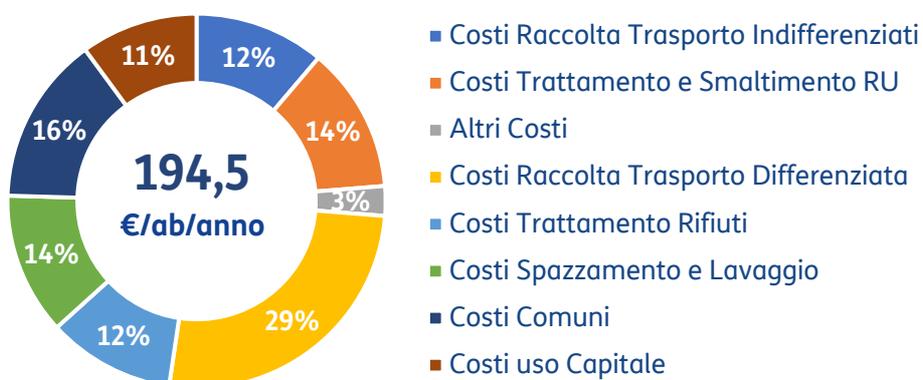
La gestione dei Rifiuti Urbani (RU) è un'attività critica che porta con sé risvolti economici, ambientali e sociali.

Nel 2021 in Italia sono stati prodotti 29.618.238 kg di rifiuti urbani, vale a dire che ogni abitante ha prodotto in media 502,1 kg di Rifiuti Urbani, con un percentuale di differenziata pari al 64%¹³⁶: oggi la sfida è gestirne la differenziazione, la raccolta, il trattamento e lo smaltimento in modo sempre più efficiente.

A livello Italia il costo di gestione dei RU da raccolta indifferenziata e differenziata è simile, ma, se scomponiamo i costi, possiamo vedere la maggiore incidenza del costo per la raccolta differenziata rispetto al costo della indifferenziata.

In particolare, il costo di gestione dei rifiuti indifferenziati è composto per il 15,8% dai costi di trattamento e smaltimento, per il 13,3% dai costi di raccolta e trasporto e per il 2,5% da altri costi; il costo di gestione dei rifiuti differenziati è invece, composto per il 23,8% dai costi di raccolta e per l'8,3% dai costi di trattamento e riciclo¹³⁷.

Dettaglio composizione Costi di RU per abitante¹³⁸



Il maggior costo di raccolta e trasporto è fortemente impattato dalla necessità di un diverso mezzo per ciascuna tipologia, per cui la mancata ottimizzazione dei percorsi e della raccolta sono fattori che incidono maggiormente.

Ad ogni amministrazione è chiesto di rispettare obiettivi via via più stringenti, mirati alla riduzione della produzione complessiva di rifiuti, all'aumento del recupero e del riciclaggio

¹³⁶ Report ISPRA Rifiuti Urbani 2022

¹³⁷ Report ISPRA Rifiuti Urbani 2022

¹³⁸ Elaborazioni Centro Studi TIM su Report ISPRA Rifiuti Urbani 2022

e all'incremento di metodologie di smaltimento sostenibili. Questi cambiamenti saranno trainati dallo sviluppo di Internet of Things e da modelli di economia circolare e Smart City.

La gestione dei rifiuti può essere associata a una “piramide rovesciata” (o gerarchia) che ordina le diverse modalità di trattamento dei rifiuti sulla base del livello di sostenibilità associato ai diversi layer. In particolare, l'articolo 4 della Direttiva Europea del 2008 relativa al Quadro Rifiuti declina cinque livelli di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione dei rifiuti, che deve essere applicata dagli Stati membri per incoraggiare le opzioni che danno il miglior risultato ambientale complessivo¹³⁹:

- #1 Prevenzione:** prevenire e ridurre la produzione di rifiuti
- #2 Riutilizzo:** allungare la vita utile dei prodotti prima che diventino rifiuti
- #3 Recupero di materia:** riciclare materiali di scarto in prodotti, materiali o sostanze, sia per l'uso originale che per altri scopi (es. compostaggio):
- #4 Recupero energetico:** permettere ai rifiuti di sostituire altri materiali che sarebbero stati utilizzati per assolvere una particolare funzione (produzione di biogas o termovalorizzazione)
- #5 Smaltimento:** smaltire i rifiuti attraverso il conferimento in discarica.

A queste cinque opzioni corrispondono i 5 layer della piramide, ai quali sono associati livelli decrescenti di sostenibilità.

¹³⁹ Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008

La “piramide rovesciata” delle diverse modalità di gestione dei rifiuti¹⁴⁰



La logica di pianificazione dei rifiuti a livello europeo sopra delineata si fonda sulla constatazione che la produzione di rifiuti e la loro gestione (tra cui lo smaltimento in discarica e il recupero tramite riciclaggio) rappresentino uno dei problemi più significativi ed urgenti da affrontare (sia in termini di importanza che di complessità) in campo ambientale, all'interno di una strategia di sviluppo sostenibile definito dal noto Rapporto *Minimizzare la produzione Massimizzare il recupero di materia Massimizzare il recupero di Energia Minimizzare il ricorso in discarica* Brundtland (1987) come quella forma di sviluppo che “soddisfa i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri”.

La prevenzione (o riduzione) dei rifiuti - intesa come quell'insieme di azioni progettuali, tecnologiche e organizzative che consentono di diminuire la formazione di rifiuto per unità di prodotto (o più correttamente, per unità di servizio funzionale) - essendo in grado di minimizzare i rifiuti che entrano nel ciclo della produzione e del consumo, è in grado di ridurre conseguentemente gli impatti ambientali connessi all'intera filiera di gestione del rifiuto non prodotto, a partire dalla riduzione degli impatti derivanti dalle fasi della raccolta, al trasporto, al trattamento, al recupero fino allo smaltimento finale.

L'utilizzo di sistemi digitali consente di applicare la TAP, o tariffazione puntuale. È il sistema di tariffazione che:

- è tra gli strumenti più idonei ad assicurare la corretta applicazione della gerarchia europea per la gestione dei rifiuti, dalla prevenzione allo smaltimento,

¹⁴⁰ *Il ruolo-chiave-delle-multiutility-per-il-rilancio-sostenibile-dei-territori-italiani*, The European House – Ambrosetti, 2020

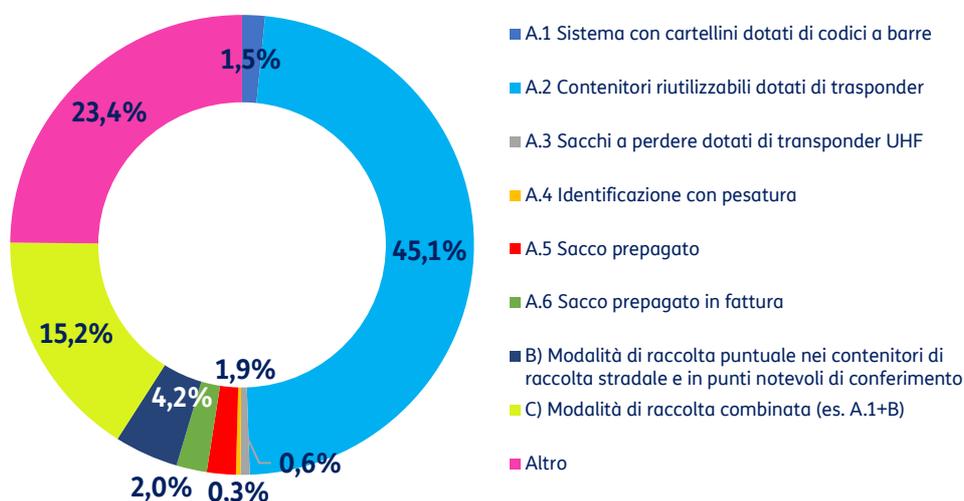
- Risponde pienamente ai principi europei “chi inquina paga” e “paga per quello che butti (PAYT - “Pay-As-You-Throw”)",
- È basato sull'utilizzo di sistemi di rilevazione e quantificazione della produzione dei rifiuti, riferiti a ogni singola utenza-servita.
- Applica soluzioni sostenibili di gestione dei rifiuti, per perseguire l'obiettivo della riduzione della produzione dei rifiuti urbani.

Secondo l'indagine ISPRA i Comuni italiani che, nel 2021, adottano il sistema di tariffazione puntuale (TP) del servizio di gestione dei rifiuti urbani sono 1.198, con una popolazione complessiva di 8.268.861 abitanti, pari rispettivamente al 15,0% del totale dei Comuni italiani e al 14% della popolazione nazionale (Censimento ISTAT 2021).

La dimensione comunale è importante: solo 12 hanno un numero di abitanti compreso tra 50k e 150k, solo 2 hanno più di 150mila abitanti.

Le soluzioni adottate sono diverse, ma tutte basate su diverse forme tecnologiche che consentono sia di verificare la quantità del rifiuto sia l'attribuzione al cittadino, sia la raccolta differenziata. C'è anche un contenimento dei costi: il costo annuo per abitante è stato di 180,5€ (invece di 194,5 della media nazionale)¹⁴¹.

Tipologia di raccolta nei comuni a tariffazione puntuale, anno 2021



Secondo uno studio di Frost&Sullivan¹⁴², ci sono 5 trasformazioni digitali legate all'utilizzo di nuove tecnologie nelle Smart City che sono destinate a creare nuove opportunità per il

¹⁴¹ Report ISPRA Rifiuti Urbani 2022

¹⁴² The Impact of Digital Transformation on the Waste Recycling Industry, Frost&Sullivan, January 2018

settore del recupero e riciclaggio dei rifiuti, e che potrebbero generare 3,6 miliardi di dollari di fatturato a livello globale:

1. L'utilizzo di sistemi di tracciamento dei rifiuti, ad esempio attraverso sistemi RFID e sensori IoT in grado di monitorare il livello di riempimento dei cassonetti, il volume dei materiali e i quantitativi di carta, vetro, plastica e altro che si stanno riciclando.
2. Lo sviluppo e l'adozione di soluzioni smart come cassonetti intelligenti, camion per i rifiuti intelligenti, robotica, app, strumenti analitici e software
3. Lo sviluppo di business model innovativi basati sulla servitizzazione (XaaS).
4. La focalizzazione sul consumatore e sulla sua customer experience in modo da costruire un rapporto stretto e interattivo con i propri cittadini e coinvolgerli più attivamente nel processo di raccolta, riciclaggio e gestione rifiuti.
5. L'adozione di strumenti personalizzati e di fondi per spingere la richiesta di analisi dei dati, di tecnologie Internet of Things e l'utilizzo del cloud computing.

La rivoluzione digitale è destinata a modificare anche il servizio della gestione rifiuti, un ambito cruciale per una Smart City che punta a essere sostenibile ed efficiente, oltre che digitale. Cassonetti connessi e smart bin, soluzioni intelligenti per la gestione logistica dei rifiuti, dispositivi smart presso gli impianti di smaltimento e riciclaggio, sistemi cloud per la raccolta e l'elaborazione dei data sulle operazioni di raccolta differenziata.

I tre elementi distintivi che impattano sui costi della raccolta e producono un deciso risparmio per i gestori, le pubbliche amministrazioni e i cittadini sono:

SMART BIN

- dispositivi connessi all'IoT e la tecnologia Big Data sono destinati a svolgere un ruolo fondamentale nel futuro della gestione dei rifiuti. Attualmente, l'esempio più noto di infrastruttura di Smart Waste Management è lo Smart Bin.
- Lo Smart Bin è un dispositivo connesso, dotato di sensori alimentati che monitorano l'utilizzo dei contenitori e incoraggiano la gestione sostenibile dei rifiuti. Il monitoraggio è relativo a riempimento, produzione di percolato, temperatura, movimento, svuotamento, livello batterie
- Può essere un contenitore progettato ad hoc o un contenitore tradizionale dotato di sensori

OTTIMIZZAZIONE DEL PERCORSO DI RACCOLTA (Fleet management)

- Smart Bin invia segnali ai sistemi di monitoraggio gestiti dai comuni e dalle società di gestione dei rifiuti. Ciò significa che i percorsi di raccolta dei rifiuti possono essere organizzati per ottimizzare la capacità dei contenitori e, in ultima analisi, ridurre il livello di rifiuti stradali.

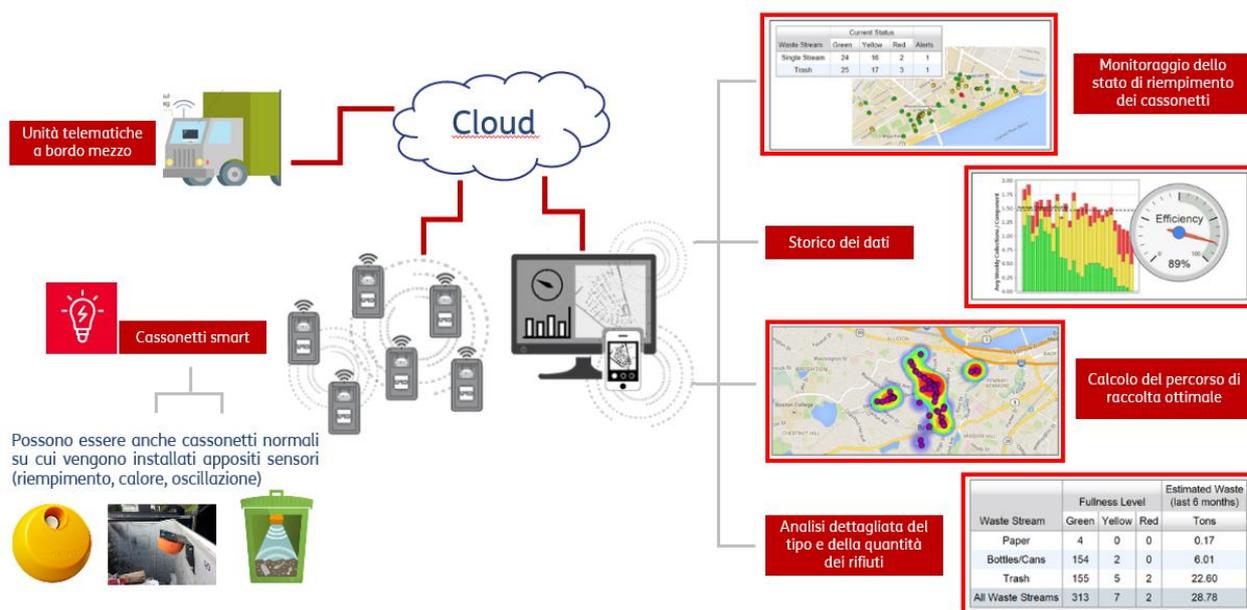
La sostenibilità

- Altri vantaggi di una pianificazione del percorso informata includono la riduzione dei costi del carburante per le società di gestione dei rifiuti e la riduzione dell'orario di lavoro dei dipendenti.
- Inoltre, in ottica Smart City i percorsi possono essere inseriti in una piattaforma control room, così da ottimizzare i percorsi anche in relazione al traffico urbano.
- Questa tecnologia è già stata implementata in molte città come Singapore, Dubai e Hong Kong. Nella maggior parte dei casi, gli attori sono società del settore privato.

ASSET MANAGEMENT

- La tecnologia Smart Bin può essere utilizzata anche per informare i membri del pubblico dell'importanza del riciclaggio. I sensori che rilevano il contatto umano attivano visualizzazioni di informazioni che promuovono il corretto riciclaggio dei passanti.
- Inoltre, raccogliendo dati su quante volte i contenitori vengono svuotati, le famiglie e i comuni possono essere più informati sui rifiuti, consentendo una maggiore comprensione di come si possa essere in grado di ridurre la produzione di rifiuti e contribuire a risultati sostenibili.

Esemplificazione di Waste Management in logica Smart City¹⁴³



Soluzioni in campo hanno portato ad un saving del 50% sui costi di raccolta e gestione rifiuti. Considerando che i soli costi di raccolta e trasporto per i rifiuti prodotti in Italia nel 2021 sono stati poco meno di 4,3 miliardi di euro, è facile capire l'impatto che una

¹⁴³ Elaborazioni Centro Studi TIM su dati vari

ottimizzazione della raccolta e dei percorsi di trasporto attuata con sensoristica e reti 5G può avere sul sistema economico dei rifiuti.

Il presupposto è che **le capacità di scambio dinamico di dati 5G potrebbero essere responsabili della metà della riduzione dei costi di raccolta.**

A partire dal dettaglio della composizione dei costi per RU, calcoliamo che il **costo di raccolta di rifiuti differenziati e indifferenziati è pari a circa 4,27 miliardi di euro l'anno¹⁴⁴**. Consideriamo però i soli abitanti delle aree urbane (escludendo quindi gli abitanti delle zone rurali, che sono il 24,5% della popolazione¹⁴⁵), per cui il costo di raccolta e trasporto dei RU differenziati e indifferenziati è **circa 3,25 miliardi nell'anno 2021¹⁴⁶**. L'efficientamento del sistema può consentire un **risparmio di circa 1,6 miliardi l'anno**. Da questi, **utilizzando la quota di efficienza dovuta al 5G nell'ambito della logistica (pari al 2%)¹⁴⁷**, si può dedurre che **l'impatto del 5G e IoT sulla riduzione dei costi di trasporto e raccolta rifiuti al 2027 sarà di quasi 32 milioni €, per un risparmio cumulato su cinque anni di circa 160 milioni di euro.**

L'ambiente urbano: l'inquinamento luminoso

L'espressione "inquinamento luminoso" indica la dispersione verso l'alto della luce artificiale, che con la crescita delle zone urbane e industriali è diventato un fenomeno sempre più diffuso. La causa principale è da ricercare nell'impiego di apparecchi non schermati che dirigono parte del flusso luminoso direttamente verso il cielo.

La luce emessa da lampioni, edifici, insegne, automobili, navi, fuochi d'artificio e altre fonti luminose artificiali viene diffusa nel cielo dalle particelle presenti nell'atmosfera. A causa di questo fenomeno, i cieli di alcune città risultano illuminate a giorno anche dopo il tramonto. In questo modo la visibilità degli oggetti celesti è ridotta: nelle aree più inquinate del mondo, come a Singapore e in Kuwait, il 99,5% delle stelle risulta invisibile. L'inquinamento luminoso interessa soprattutto le città, ma non solo. Infatti, anche una piccola cittadina può illuminare il cielo a decine di chilometri di distanza.

Il fenomeno si può dividere in 4 categorie:

- Il bagliore urbano è l'alone luminoso che appare sulle aree abitate di notte. È dovuta alle particelle presenti nell'aria che riflettono la luce;

¹⁴⁴ Anno di riferimento 2021, Elaborazioni centro studi TIM su dati ISPRA e ISTAT (per la popolazione)

¹⁴⁵ ISTAT, 2021

¹⁴⁶ Anno di riferimento 2021, Elaborazioni centro studi TIM su dati ISPRA e ISTAT (per la popolazione)

¹⁴⁷ 5G Impact Europe_EC

- Lo sconfinamento luminoso si ha quando i raggi luminosi si disperdono in aree esterne alla zona che dovrebbe essere illuminata. Ad esempio, è il caso della luce di un lampione che illumina un giardino vicino;
- Il "glare" (l'abbagliamento) è la luminosità data dagli impianti di illuminazione che emettono luce orizzontalmente;
- La sovra illuminazione è l'uso di luci laddove non sono necessarie, ad esempio in edifici vuoti.

L'inquinamento luminoso comporta danni alla fauna e all'uomo, connessi fra l'altro a una alterazione della produzione di melatonina¹⁴⁸. Circa l'80% della popolazione mondiale, e il 99% degli europei, vive in zone con inquinamento luminoso, con conseguenze significative sulla propria salute. Secondo due recenti studi pubblicati sulla rivista Science, nel decennio 2011-2021 l'inquinamento luminoso sarebbe cresciuto in modo significativo, in Europa del 6,5% all'anno e in Nord America del 10,4%: questi aumenti sono più rapidi di quanto indicato dalle misurazioni satellitari condotte da diversi ricercatori.¹⁴⁹

Per limitare l'inquinamento luminoso si può agire a livello delle città ma anche nelle case. La regola generale è illuminare il meno possibile, ma esistono altre soluzioni mirate:

- Usare fonti di luce basse e schermate in modo che la luce non si disperda verso l'alto. Secondo gli studi, nelle lampade non schermate o direzionate soltanto il 40% della luce viene sfruttato: il resto si disperde nell'atmosfera;
- Usare sensori di movimento, timer o altri espedienti perché le luci esterne si spengano quando non sono utili;
- Spegnerle le luci negli edifici, soprattutto di notte. È raccomandato spegnerle un'ora prima di coricarsi per una buona igiene del sonno;
- Preferire LED a bassa temperatura o lampade al sodio, tra le più efficienti esistenti, preferibilmente di colori caldi. Di notte è consigliato l'uso di illuminazione rossa, che interferisce meno con l'organismo;
- Usare tende per evitare che la luce si disperda fuori casa la sera. Questo riduce anche le collisioni degli uccelli con i vetri.

Molte città hanno adottato un programma a luci spente per le sere in cui gli uccelli migrano e sempre più paesi stanno mettendo in atto soluzioni per ridurre l'inquinamento luminoso. La sostenibilità dell'illuminazione è anche uno degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 dell'ONU, che stima che se in tutto il mondo venissero impiegate lampadine più efficienti risparmierebbero 120 miliardi di dollari ogni anno.

¹⁴⁸ *Artificial Light at Night: State of the Science 2022, International Dark-Sky Association*

¹⁴⁹ *Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022, Kyba et al., Science gen 2023, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abq7781> e Light pollution is skyrocketing, F.Falchi e S. Barà, Science gen 2023, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adf4952>*

Negli ultimi anni, quindi, sono state messe a punto norme e regolamenti che hanno l'obiettivo di limitare questo fenomeno di dispersione, nell'illuminazione pubblica e, più in generale, in tutte le luci utilizzate in esterno.

Limitare il problema significa anche un risparmio energetico e quindi economico. Infatti, dal momento che la luce artificiale è prodotta per la maggior parte grazie all'uso di combustibili fossili, la riduzione dell'inquinamento luminoso comporterebbe anche un calo dell'inquinamento atmosferico.

Che succede in Italia?

Secondo uno studio¹⁵⁰ pubblicato nel 2019 sul *Journal of Environmental Management*, l'Italia è tra i Paesi europei dove la quantità di luce utilizzata pro-capite è più elevata, insieme a Portogallo e Spagna. La ricerca mette in relazione per la prima volta l'inquinamento luminoso con la densità di popolazione residente e al Pil, creando una mappa che elegge come più virtuosi gli Stati dell'Europa centrale e orientale. Sulle 1.359 province europee della classifica, Napoli, Bolzano e Genova sono le uniche a posizionarsi nella prima metà, mentre ben 58 province italiane si trovano agli ultimi posti.

Secondo il GSE (il Gestore dei servizi energetici) il 2% dei consumi nazionali di energia è rappresentato da quella utilizzata per illuminare le città, e l'illuminazione pubblica costituisce una delle voci più consistenti della spesa energetica dei Comuni, tra il 20% e il 30% della spesa.

Il consumo italiano è rimasto sostanzialmente stabile nel periodo 2007 – 2019 (nel 2007 il consumo era pari a circa 6.000 GWh) mentre è crollato a 5.146 GWh nel 2020, probabilmente a seguito della crisi pandemica e la spesa italiana per illuminazione pubblica nel 2017 è stata pari a 1,7 miliardi di euro, che nel 2019 è salita a 1,8 miliardi di euro. Nel 2016 la spesa pro capite in Italia è stata di 28,7 euro, molto più alta della media dei principali paesi europei (16,8 euro), di Francia (20,3 euro), Regno Unito (14,2 euro) e Germania (5,8 euro)¹⁵¹. Anche nel 2019 si è riscontrata la medesima situazione, con una spesa pro-capite per illuminazione pubblica in Italia di 30,5 euro, molto più elevata rispetto ad Austria (24,6), Francia (22,7) e Germania (4,8 euro), mentre, secondo l'Osservatorio dei conti pubblici italiani, nel nostro Paese il consumo di energia elettrica pro-capite per l'illuminazione pubblica è il doppio della media europea¹⁵².

¹⁵⁰ F.Falchi, R.Furgoni, T.A.Gallaway, N.A.Rybnikova, B.A.Portnov, K.Baugh, P.Cinzano, C.D.Elvidge, *Light pollution in Usa and Europe: The good, the bad and the ugly*, *Journal of Environmental Management*, Volume 248, 15 October 2019, 109227

¹⁵¹ *Illuminazione pubblica: spendiamo troppo*, di Carlo Cottarelli, Diego Bonata, Fabio Falchi, Riccardo Furgoni e Carlo Valdes, Osservatorio CPI – Università Cattolica del Sacro Cuore, maggio 2018

¹⁵² *LED: una soluzione per l'illuminazione pubblica in Italia?*, di Diego Bonata, Fabio Falchi, Luca Favero, Emma Rosenfeld, Alejandro Sanchez, Osservatorio Conti Pubblici Italiani (OCPI), giugno 2022

In Italia sono presenti circa 10 milioni di punti luce per l'illuminazione pubblica, di cui più della metà datati o non a norma, all'incirca 1 ogni 6 abitanti¹⁵³. Quattro milioni le tonnellate di CO2 emesse ogni anno¹⁵⁴. Secondo lo studio, per riqualificare l'intero parco lampioni occorrerebbero tre miliardi di euro.

Circa il 60 per cento dei comuni italiani negli ultimi anni hanno sostituito le lampade al sodio dei lampioni con lampadine a Light Emitting Diodes (LED). I LED sono oggi le sorgenti più efficienti in quanto sono in grado di convertire oltre il 50% in più di potenza elettrica (watt) in luce (lumen) rispetto alle lampade al sodio, abbassando quindi notevolmente sia il costo sia il consumo di energia elettrica¹⁵⁵. Oggi la stima è che in Italia ci siano circa 3,5 milioni di lampioni a LED¹⁵⁶. La sostituzione delle sorgenti luminose con lampade LED è una misura di efficientamento energetico che può ridurre i consumi, e dunque i costi, del 40%-60%, specie se usata in associazione a moderne tecnologie e innovazioni, come telegestione e rilevatori di movimento.

Significa aumentare la potenza dell'illuminazione (e il costo relativo) quando serve, grazie a sensori di movimento in grado di recepire il passaggio di pedoni o veicoli (TAI, Traffic Adaptive Installation), o utilizzare sensori FAI (Full Adaptive Installation, che combinano le informazioni del traffico con quelle meteorologiche e di luminosità dell'ambiente), per regolare le lampade a LED installate. È anche possibile inserire orologi astronomici regolabili da remoto nei quadri elettrici che controllano i punti luce, per potere regolare gli orari di accensione e spegnimento.

L'utilizzo di alcuni di questi accorgimenti, quindi il **passaggio all'illuminazione pubblica adattiva** (che, come detto, permette di adattare il livello di illuminazione stradale e illuminamento in base alle condizioni reali del traffico, del meteo e del momento della giornata, tramite sensori e telecamere dedicati), hanno già dato risultati importanti indicando che i **risparmi ottenibili potrebbero essere anche maggiori, compresi tra il 60 e l'80%**.

La diffusione di lampioni LED finora ha dato risultati inferiori al previsto nel contenimento dei costi, per due ordini di ragioni:

- è poco diffuso in Italia l'utilizzo di tecnologie adattive con sensori di tipo TAI o FAI, che porterebbero maggiori benefici;

¹⁵³ Dati GSE

¹⁵⁴ <https://www.engie.it/newsroom/news/come-migliorare-inquinamento-luminoso/#:~:text=11%20milioni%20di%20punti%20luce%20per%20l'illuminazione%20pubblica%20in,%25%20di%20energia%20all'anno.>

¹⁵⁵ LED: una soluzione per l'illuminazione pubblica in Italia?, di Diego Bonata, Fabio Falchi, Luca Favero, Emma Rosenfeld, Alejandro Sanchez, Osservatorio Conti Pubblici Italiani (OCPI), giugno 2022

¹⁵⁶ <https://www.cogeserenergia.it/it/illuminazione-pubblica-10-milioni-di-punti-luce-in-italia-quantita-led>

- il minor costo dei LED ha incentivato l'installazione di nuovi punti luce, comportando quindi un maggior consumo.

Ci sono anche problemi ambientali. Ad oggi, sono state quasi esclusivamente impiegate sorgenti a LED bianche, a luce fredda da 4000K o superiore. Le sorgenti a LED calde, da 3000K o inferiore, hanno un'efficienza quasi analoga e una qualità della luce e una eco-sostenibilità molto superiore¹⁵⁷. I LED bianchi sono infatti associati a un maggior inquinamento luminoso dato che emettono un'elevata quantità di luce blu, che impatta sui bioritmi di animali ed esseri umani.

Le misure di taglio dei costi e di risparmio energetico **richiedono investimenti**. In primis per l'ammodernamento degli impianti e l'utilizzo di lampioni LED. Ma anche in altre tecnologie, come sensori di movimento e sensori intelligenti, sistemi di smart lighting, dispositivi IoT, videocamere, sistemi di monitoraggio dei consumi energetici.

I pali della luce possono essere dispositivi fondamentali della Smart City con conseguenti economie di gestione, montando opportuni dispositivi per il controllo della qualità dell'aria e delle condizioni climatiche, sistemi di collegamento Wi-Fi, dispositivi di controllo del traffico e gestione dei parcheggi ma anche sistemi di videosorveglianza per la sicurezza pubblica. I lampioni intelligenti possono monitorare gli edifici storici per prevenire crolli e possibili terremoti, possono rilevare il fumo e prevenire gli incendi. Possono inoltre trasformarsi in colonnine di ricarica per i veicoli elettrici¹⁵⁸.

Greenlight¹⁵⁹ è il progetto di ANAS per l'illuminazione stradale e l'efficientamento energetico sulle autostrade, in particolare nelle gallerie. L'obiettivo è quello di ridurre i consumi e ottimizzare gli impianti, attraverso la sostituzione dei vecchi corpi illuminanti con sistemi a LED di ultima generazione provvisti di un sistema di controllo puntuale per permetterne la regolazione. Inoltre, con la pubblicazione del Decreto Smart Road (aprile 2018), il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti sta spingendo verso un nuovo concetto di strada intelligente che faciliti la comunicazione con i veicoli segnalando in tempo reale informazioni sul traffico e su possibili incidenti, rilevando le condizioni meteo e i punti di congestione stradale, gestendo accessi, parcheggi e rifornimenti presso i distributori piuttosto che facilitando l'intervento in caso di emergenze. E anche in questo caso ANAS sta portando avanti le prime sperimentazioni.

A Livorno, invece, è in fase di studio e realizzazione un modello di Smart City dotato di un ecosistema intelligente che si appoggerà sulla rete elettrica utilizzando i lampioni a LED e i

¹⁵⁷ LED: una soluzione per l'illuminazione pubblica in Italia?, di Diego Bonata, Fabio Falchi, Luca Favero, Emma Rosenfeld, Alejandro Sanchez, Osservatorio Conti Pubblici Italiani (OCPI), giugno 2022

¹⁵⁸ Illuminazione pubblica: spendiamo troppo, di Carlo Cottarelli, Diego Bonata, Fabio Falchi, Riccardo Furgoni e Carlo Valdes, Osservatorio CPI - Università Cattolica del Sacro Cuore, maggio 2018

¹⁵⁹ <https://www.stradeanas.it/it/sostenibilit%C3%A0/i-principi-della-sostenibilit%C3%A0/tutela-dellambiente/energia#:~:text=Il%20progetto%20pluriennale%20%23greenlight%20si,caratterizzati%20da%20elevata%20efficienza%20energetica>.

semafori come pali intelligenti, insieme a sensoristica e telecamere. Alla base vi è quindi un importante lavoro di ridefinizione e progettazione dell'illuminazione pubblica. La riqualificazione di Livorno rientra nel progetto ES-PA – Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione¹⁶⁰ di ENEA che si basa sull'utilizzo di tecnologie come Big Data e Internet of Things e che vuole creare un modello urbano replicabile in altre città.

I benefici di IoT e 5G

Limitando l'analisi alla sola **sostituzione delle lampade tradizionali** dell'illuminazione pubblica **con la tecnologia LED** con gestione intelligente dell'illuminazione, **e considerato in modo prudente un risparmio iniziale di solo il 40%**, crescente nel corso degli anni fino all'**80% di massima efficienza**, ipotizziamo di **sostituire tutte le lampade** tradizionali a sodio con lampade **a LED in modo lineare** nel corso degli anni 2023 -2027.

L'operazione dovrebbe riguardare i **6,5 milioni** di pali della luce ancora da trasformare. Tuttavia, in questo lavoro consideriamo **solo quelli urbani**. Utilizzando come parametro la percentuale di popolazione che vive in area urbana (grande, media o piccola città) e non la popolazione che vive in aree rurali (24,5% degli italiani)¹⁶¹, parliamo di poco più di **4,9 milioni di pali della luce**.

Effettuando tale sostituzione, **il primo anno verrebbero risparmiati poco più di 268mila MWh**¹⁶², corrispondenti a un **risparmio di spesa di circa 97 milioni di euro**¹⁶³, e a una **mancata emissione di CO2 equivalente di poco più di 74mila tonnellate per anno**.

Abbiamo inoltre considerato un aumento dell'efficientamento dovuto all'introduzione di sistemi di illuminazione pubblica adattiva come quelli prima descritti, in modo che al termine del quinquennio i valori di risparmio considerati si allineino a quanto proposto come meccanismo di valutazione per la **European Enterprise Climate Cup**¹⁶⁴, secondo il quale **il consumo complessivo di una lampada LED di illuminazione pubblica è di 1/5 rispetto ad una di illuminazione tradizionale**.

Dunque, **nel 2027 il risparmio sarebbe di ca. 2mila GWh**, corrispondenti a un **risparmio di spesa di circa 726 milioni di euro**¹⁶⁵, e a una **mancata emissione di CO2 equivalente di ca.**

¹⁶⁰ <https://www.espa.enea.it/#:~:text=Il%20Progetto%20ES%20DPA%20%E2%80%9CEnergia,amministrativa%20e%20tecnica%20delle%20pubbliche>

¹⁶¹ ISTAT 2021

¹⁶² SOS COMUNI - Emergenza Energetica: Linee guida per la ricalibrazione di accensioni e spegnimenti temporanei e la razionalizzazione dell'Illuminazione pubblica, <https://cielobuio.org/sos-comuni-emergenza-energetica-linee-guida-per-ricaribrazione-accensioni-e-spegnimenti-temporanei-e-razionalizzazione-dellilluminazione-pubblica/>

¹⁶³ Il riferimento è il prezzo ARERA per Kwh del 20 gennaio 2023

¹⁶⁴ <https://www.ecee.org/events/calendar/event/european-enterprises-climate-cup-2016/>

¹⁶⁵ Il riferimento è il prezzo ARERA per Kwh del 20 gennaio 2023

1,48 milioni di tonnellate. Il risparmio complessivo nel quinquennio sarebbe di 1,95 miliardi di euro, mentre il costo dell'operazione ammonterebbe a circa 2,3 miliardi di euro.

Non sono considerati gli utilizzi differenziati e integrati propri della Smart City ottenibili dotando i pali dei lampioni di altri sensori.

Impatti sulla sostenibilità dell'IoT e 5G: riepilogo

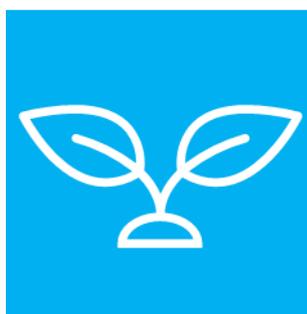
Fin qui abbiamo sviluppato alcuni dei principali impatti delle tecnologie legate abilitatrici della Smart City e in particolare quelle legate all'IoT, alle reti LPWA e alle reti di ultima generazione, in particolare il 5G.

Lo sforzo è stato di quantificare i vantaggi in termini economici e di miglioramento delle emissioni di CO2 in vista del raggiungimento degli obiettivi fissati per il nostro paese e per l'intera Unione Europea per il 2030 e il 2050.

Naturalmente non sono gli unici benefici raggiungibili. In particolare, se si fa riferimento all'utilizzo di sistemi quali Urban intelligence e Digital twin risulta evidente come la possibilità di modellizzare e valutare opzioni alternative, sulla base dei dati raccolti dalla città intelligente, crei un fenomeno win-win, per cui più dati -> migliore scelte -> maggiore efficienza -> minori impatti -> maggiore sostenibilità e migliore qualità della vita, e si potrebbe continuare.

Tuttavia, non ci sono ad oggi sistemi di misurazione univocamente accettati per misurare i benefici derivanti dall'impiego di sistemi di IoT, Urban Intelligence e AI.

Riepiloghiamo qui di seguito quanto calcolato con riferimento a diversi studi scientifici e proposte metodologiche.



Costo di congestione delle aree urbane

Comprende:

- Costo del carburante
- costi operativi del veicolo
- rivalutazione monetaria dei costi del tempo

Risparmio economico anno 2027

Ca. 1,4 Mdr €

Risparmio cumulato 2023-2027

Ca. 6,5 Mrd €



Costo degli incidenti stradali con feriti

Comprende:

- Evento incidente stradale con ferito in area urbana
- Feriti in area urbana
- Morti per incidente stradale in area urbana

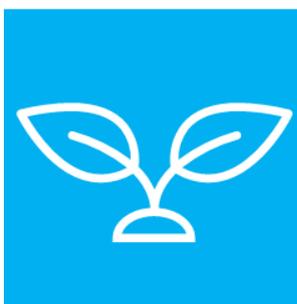
Riduzione di oltre 300 morti e 39mila feriti, e 30mila eventi in meno negli anni '23-'27

Risparmio economico anno 2027

Ca. 577 Mio €

Risparmio cumulato 2023-2027

Ca. 3 Mrd €



Risparmio di CO2 da congestione nelle aree urbane

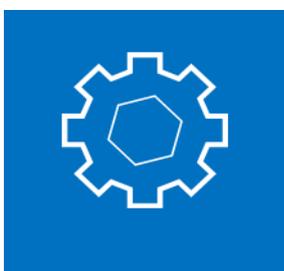
Ca. 430mila tonnellate di CO2
l'anno

Risparmio economico anno 2027

85,5 Mio €

Risparmio cumulato 2023-2027

405 Mio €



Costo della raccolta dei rifiuti

Comprende:

- Ottimizzazione dei percorsi di raccolta

Risparmio economico anno 2027

32 Mio €

Risparmio cumulato 2023-2027

Ca. 160 Mio €



Costo dell'illuminazione stradale

Comprende:

- Sostituzione lampade tradizionali con lampade a LED
- Interessati 4,91 milioni di pali della luce urbani.

Risparmio primo anno di 268mila MWh, pari a 74mila tonnellate di CO2 equivalente in meno

Risparmio economico anno 2027

Ca. 726 Mio €

Risparmio cumulato 2023-2027

Ca. 1,95 Mrd €

Nota metodologica

I benefici di IoT e 5G su congestione del traffico

La valutazione dei benefici derivante dal 5G sulla congestione del traffico considera i seguenti elementi:

- stima del valore del costo della congestione come 1% del valore del PIL.
- Stima del PIL Italia 2022 da International Monetary Fund¹⁶⁶, pari a 1.889,3 mrd €
- Crescita dei costi di congestione del 50% tra 2013 e 2030 (fonte Center for Economics and Business Research¹⁶⁷), ossia CAGR 2.41%
- Stima riduzione della congestione come vantaggio dato dall'uso della tecnologia IoT pari al 10% (fonte Kearney¹⁶⁸)
- Stima della quota in area urbana della congestione del traffico pari al 60% (fonte Commissione Europea¹⁶⁹)

Il beneficio del primo anno viene quindi determinato moltiplicando $A \times B \times D \times E$.

I benefici degli anni successivi di stimano incrementando tale valore iniziale con il tasso in C, ossia del 2,41% annuo.

¹⁶⁶ International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, October 2022

¹⁶⁷ <http://www.cebr.com/reports/the-future-economic-and-environmental-costs-of-gridlock>

¹⁶⁸ The internet of things: a new path to European prosperity, January 04, 2016

<https://www.middle-east.kearney.com/digital/article/-/insights/the-internet-of-things-a-new-path-to-european-prosperity>

¹⁶⁹ 5G Impact Europe_EC

I benefici di IoT e 5G su sugli incidenti stradali

La valutazione in merito ai benefici derivante dal 5G sugli incidenti stradali considera i seguenti elementi:

- A. Valore dell'incidente come costo esterno/sociale di decesso o ferimento (costo morale, costo medico e costo generale dei danni generati) nell'incidente con lesioni. Tali costi unitari sono stati determinati dal MIT¹⁷⁰ con valuta 2010:
 - a. persona deceduta in un incidente stradale: 940.291 € (perdita di produzione) + 561.734 € (sofferenza morale) + 1.965 € (assistenza medica) = 1.503.990€.
 - b. persona ferita in un incidente stradale: costo totale (comprensivo di perdita di produzione, sofferenza morale e cure mediche) è di 42.219 €.
 - c. Il costo generale di un sinistro è, invece, ipotizzato pari a 10.986 €.
 - d. Tali valori sono poi stati attualizzati al 2022 secondo l'indice Istat (ultimo indice FOI senza tabacchi)¹⁷¹
- B. Numerosità degli incidenti derivato dalla serie storica nel Report Incidenti Stradali 2021 dell'Istat.
- C. Stima della quota urbana degli incidenti, determinata attraverso la classificazione degli incidenti per tipologia di strada su cui sono avvenuti (strade urbane, autostrade e raccordi, strade extraurbane) dal medesimo report. Da tale serie storica si evince una % di incidenza su strade urbane nell'ultimo quinquennio 2017-2021 pari a 74% degli indenti totali, 43% degli incidenti mortali totali, 70% degli incidenti con feriti totali.
- D. Numerosità degli incidenti negli anni prospettici in trend dalla serie storica, da cui si evince una riduzione degli incidenti (CAGR del -2,8% per incidenti con morti, -2,6% per incidenti con feriti, -2,3% per incidenti con lesioni)
- E. Stima della riduzione degli incidenti per effetto del 5G, pari a un valore prudenziale del 5%, in analogia alla riduzione della congestione del traffico

Dalla moltiplicazione dei parametri di cui sopra si evince il beneficio cumulato nel periodo 2023-2027 derivanti dall'utilizzo del 5G, pari a una riduzione di 313 morti, 39.150 feriti e un minor costo sociale di circa 3,04 mld

I benefici di IoT e 5G sulla qualità dell'aria

La valutazione dei benefici derivante dal 5G sulla qualità dell'aria considera i seguenti elementi:

- A. CO₂ prodotto in Italia dai mezzi di trasporto, pari a 418 milioni di tonnellate¹⁷².
- B. Quota % di CO₂ dei mezzi di trasporto riferita ai soli veicoli stradali pari al 23,3%¹⁷³

¹⁷⁰ Costi Sociali dell'Incidentalità Stradale – Anno 2019, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - dipartimento per i trasporti, la navigazione ed i sistemi informativi e statistici - Direzione Generale per la Sicurezza Stradale

¹⁷¹ Elaborazione Centro Studi TIM basate su serie storica IL VALORE DELLA MONETA IN ITALIA DAL 1861 AL 2021, ISTAT, e per il 2022 sulla la variazione da dicembre 2021 a Dicembre 2022 dell'ultimo indice FOI senza tabacchi pubblicato dall'ISTAT.

¹⁷² National Inventory Report 2021, ISPRA

¹⁷³ Le emissioni dal trasporto stradale in Italia, ISPRA 2019

- C. Quota % di mobilità stradale dei veicoli in ambito urbano pari al 37%¹⁷⁴
- D. Quota % di tale traffico urbano relativo a tempo in eccesso rispetto al tempo utile di spostamento pari al 24%¹⁷⁵
- E. Beneficio dei meccanismi intelligenti di gestione del traffico in termini di riduzione % delle emissioni di CO2 causate dalla congestione del traffico in un range che va dal 15% al 20%¹⁷⁶, qui considerato prudentemente pari al 15%
- F. Quota % di questo beneficio da meccanismi intelligenti di gestione del traffico attribuibile al 5G e IoT pari al 50%¹⁷⁷
- G. "Costo sociale" del carbonio pari a 120€ a tonnellata di CO2¹⁷⁸

Moltiplicando i parametri di cui sopra si ottiene un beneficio di minori emissioni di CO2 pari a 430 mila tonnellate di CO2 dovuti al 5G, equivalente a un minore costo sociale annuo di 76,3 Mln €

I benefici di IoT e 5G sulla gestione dei rifiuti

La valutazione dei benefici derivante dal 5G sulla gestione dei rifiuti considera i seguenti elementi:

- A. Trend storico della quantità dei Rifiuti Urbani annui prodotti in Italia e della % associata di raccolta differenziata¹⁷⁹.
- B. Previsione della quantità dei Rifiuti Urbani annui prodotti e della % associata di raccolta differenziata applicando i CAGR storici rispettivi ai valori del 2021.
- C. Costi unitari per abitante di trasporto della raccolta differenziata e di quella indifferenziata¹⁸⁰
- D. Evoluzione del numero di abitanti in Italia (ISTAT) con proiezione secondo trend storico
- E. Stima dell'efficientamento della raccolta e trasporto da analisi dei risultati di diverse soluzioni in campo, pari al 50%¹⁸¹
- F. Quota dell'efficientamento attribuibile al 5G pari alla quota di efficienza dovuta al 5G nell'ambito della logistica, ossia il 2%¹⁸²

Moltiplicando tali parametri negli anni di previsione 2023-2027 si ottiene un beneficio cumulato del 5G sui costi di raccolta e trasporto dei rifiuti urbani pari a 211,8 mln €

¹⁷⁴ http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_working_document_en.pdf

¹⁷⁵ 5G Impact Europe_EC

¹⁷⁶ Urban Mobility System Upgrade, World Economic Forum, 2019

¹⁷⁷ 5G Impact Europe_EC

¹⁷⁸ pag 81 EPA External Review Draft of Report on the Social Cost of Greenhouse Gases: Estimates Incorporating Recent Scientific Advances, 2023, https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-11/epa_scghg_report_draft_0.pdf

¹⁷⁹ Report ISPRA Rifiuti Urbani 2022

¹⁸⁰ Elaborazioni Centro Studi TIM su Report ISPRA Rifiuti Urbani 2022

¹⁸¹ Elaborazioni Centro Studi TIM su dati vari

¹⁸² 5G Impact Europe_EC

I benefici di IoT e 5G sui costi di illuminazione

La valutazione dei benefici derivante dal 5G sulla gestione dei rifiuti, si limita a valutare i benefici per sostituzione delle lampade tradizionali dei lampioni stradali con lampade con tecnologia a LED. Si considerano quindi i seguenti elementi:

- A. Numero di pali della luce con ancora lampade tradizionali pari a 6,5 milioni^{183 184}
- B. % di tali pali della luce in area urbana 75,5% (pari alla % della popolazione in area urbana), pari a 4,9 milioni di pali della luce con lampade tradizionali¹⁸⁵
- C. Ipotesi di lavoro: sostituzione con progressione lineare in 5 anni di tali pali (981 k pali l'anno)
- D. Consumo annuo di un palo della luce tradizionale pari a 683 kWh annui¹⁸⁶
- E. Incremento dell'efficienza nella sostituzione, dal 40% il primo anno 2023, fino al 80% nel 2027 (valore indicato di efficienza nella sostituzione dall' European Enterprise Climate Cup¹⁸⁷)
- F. Grammi di CO2 prodotti per kWh consumato pari a 276,3g¹⁸⁸
- G. Costo medio per kWh consumato pari a 0,361 €¹⁸⁹

Dalla opportuna moltiplicazione di tali parametri si calcola il minor consumo di kWh di energia per ciascun anno, e l'associata minor produzione di tonnellate di CO2 e le rispettive valorizzazioni.

¹⁸³ Dati GSE

¹⁸⁴ <https://www.cogeserenergia.it/illuminazione-pubblica-10-milioni-di-punti-luce-in-italia-quantita-a-led>

¹⁸⁵ Elaborazione Centro Studi TIM su dati popolazione urbana ISTAT 2021

¹⁸⁶ Calcolato su dati in Guida emergenza energetica per i comuni in <https://cielobuio.org/sos-comuni-emergenza-energetica-linee-guida-per-ricalibrazione-accensioni-e-spegnimenti-temporanei-e-razionalizzazione-dellilluminazione-pubblica/>

¹⁸⁷ <https://www.ecee.org/events/calendar/event/european-enterprises-climate-cup-2016/>

¹⁸⁸ SPRA ambiente Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali paesi europei ed. 2020

¹⁸⁹ ARERA: tariffa regolata del kWh al 20 gennaio 2023 nel mercato tutelato.

CAPITOLO 5

La sicurezza – le videocamere

Negli ultimi anni si è fatto largo impiego di installazione di videocamere di videosorveglianza, sia nel privato sia nel pubblico, per diversi motivi, fra cui spiccano la richiesta di sicurezza della popolazione e la prevenzione di eventi vandalici o criminosi.

Nel privato la soluzione più immediata è quella relativa ai sistemi antintrusione **integrati con l'analisi video**, che offrono una sorveglianza di livello elevato e automatizzata, con allarmi in tempo reale e video dell'evento inviato alla società o l'autorità preposta al monitoraggio, processo che consente alle autorità interessate di fornire risposte rapide e precise.

Nelle Smart City ci sono diverse tipologie di applicazioni, collegate spesso all'adozione e allo sviluppo di sistemi di Intelligenza artificiale (AI) che consentono di evidenziare gli eventi significativi senza un monitoraggio costante.

I sistemi di telecamere fisse stradali (ad esempio sui pali della luce) o montate sul veicolo vengono utilizzati per eseguire diversi tipi di rilevamento delle anomalie del traffico. Le applicazioni includono avviso di deviazione dalla corsia, rilevamento dei pedoni e sistemi di avviso adattivi.

Nella gestione e sorveglianza del traffico, gli algoritmi di rilevamento e tracciamento dei veicoli vengono utilizzati per identificare incidenti ed eventi specifici. Tali sistemi sono diffusi nelle applicazioni delle città intelligenti, anche per la raccolta dei parametri del traffico, il conteggio dei veicoli, il pedaggio basato su video, l'analisi del flusso del traffico e la comprensione del comportamento. Altri casi d'uso includono il rilevamento degli incidenti, il rilevamento dei veicoli autostradali e la classificazione dei veicoli (profiling). L'identificazione del veicolo basata sulla visione utilizza il riconoscimento automatico della targa e il rilevamento delle caratteristiche del veicolo (colore, tipo) per identificare e contare i singoli veicoli utilizzando le telecamere. Il software di identificazione del veicolo rileva innanzitutto il veicolo con il rilevamento degli oggetti, individua la targa e infine legge la targa utilizzando il riconoscimento ottico dei caratteri.

Il rilevamento e il tracciamento di veicoli o oggetti in movimento utilizzati in combinazione con il riconoscimento delle targhe e gli algoritmi di classificazione delle immagini sono utilizzati nell'analisi intelligente dei parcheggi per identificare e monitorare l'occupazione di più posti auto sovrapponendo alle immagini reali la visione artificiale degli spazi.

Parlando in modo più specifico di sicurezza, l'identificazione di eventi anomali che emergono attraverso l'esame dei feed delle telecamere in diretta di una città può innescare un'azione preventiva contro incendi incipienti, comportamenti turbolenti, rapine e altre

emergenze come incidenti stradali, assembramenti pericolosi, riconoscimento di minacce (ad esempio la presenza di armi), rilevamento di persone che stanno annegando e rilevamento di persone ferite o cadute, nonché problemi diffusi quali l'abbandono dei rifiuti su strada.

La sorveglianza visiva può ovviamente essere effettuata da persone in un centro di controllo, ma, specialmente aumentando il numero di videocamere installate, massimizza la sua efficienza utilizzando i moderni sistemi di visione AI, che si integrano con quasi tutti i sistemi di monitoraggio CCTV e VMS.

Un altro aspetto critico della sicurezza è il rilevamento di oggetti abbandonati. Implica l'uso di sistemi automatizzati in grado di rilevare qualsiasi oggetto lasciato in aree pubbliche o private senza intervento umano. Un modello di deep learning può essere addestrato per rilevare oggetti come borse, scatole, pacchi e altri oggetti che potrebbero rappresentare potenziali minacce alla sicurezza.

La sorveglianza in tempo reale contribuirà notevolmente alla capacità dei comuni di monitorare gli incidenti, il comportamento della folla, i modelli di traffico e altre attività negli spazi pubblici. La risposta immediata alle violazioni del distanziamento sociale e di altre misure preventive nell'era del Covid 19 è diventata un aspetto particolarmente significativo della videosorveglianza in diretta.

La videosorveglianza è quindi un efficace strumento in grado di aumentare la percezione di sicurezza dei cittadini e può rappresentare un concreto supporto tecnologico in grado di catturare le immagini di un evento penalmente rilevante identificando i responsabili dei reati.

Eppure, l'attività di video sorveglianza per i Comuni è delicata e deve rispettare **regole precise**, per evitare che l'amministrazione incappi in **sanzioni** che in alcuni casi possono essere davvero molto salate: controllare ogni mossa dei cittadini, infatti, è un privilegio e un diritto che molte Pubbliche Amministrazioni hanno in virtù di un **interesse superiore di sicurezza urbana e pubblica**, ma questo non può e non deve avvenire a discapito dei diritti e delle libertà fondamentali dei singoli. Vediamo quindi quali sono le norme ed i requisiti da rispettare affinché un impianto di videosorveglianza pubblico sia a norma di legge (e a prova di sanzioni).

Il Garante della privacy ha emanato una serie di principi a tutela dei soggetti privati per chi si dota di servizi di videosorveglianza:

Principio di liceità: la videosorveglianza deve avvenire nel rispetto, oltre che della disciplina in materia di protezione dei dati personali, di altre norme sull'installazione di apparecchi audiovisivi;

Principio di necessità: va escluso l'uso superfluo, eccessivo e ridondante delle apparecchiature;

Principio di proporzionalità: gli impianti di videosorveglianza possono essere installati solo quando altre misure sono state insufficienti o inattuabili.

Principio di finalità: gli scopi perseguiti devono essere determinati, espliciti e legittimi.

Per quanto riguarda le finalità di **sicurezza pubblica**, il trattamento dei dati tramite video sorveglianza è una prerogativa dei Comuni che, ai sensi del **d.l. 11/2009**, possono utilizzare impianti per la tutela della sicurezza urbana in luoghi pubblici o aperti al pubblico, ovvero riprendendo le strade e le piazze.

La norma, tuttavia, si deve necessariamente coordinare con il Reg. UE 679/2016, il **GDPR**, Regolamento Europeo sulla Protezione dei Dati Personali, che ha stabilito una serie di limiti al trattamento a carico dei Titolari (la Pubblica Amministrazione che installa il dispositivo) ed a favore degli interessati (i cittadini), in particolare in merito ai **tempi di conservazione**, alle **finalità** del trattamento ed ai **requisiti tecnici degli impianti**. In sostanza, il Comune che decida di installare un impianto di video sorveglianza se ne assume tutte le responsabilità, accettando di porre in essere una attività giuridicamente rischiosa (il trattamento dei dati) e obbligandosi a porre in essere tutte le misure tecniche ed organizzative necessarie, in ossequio al principio di **accountability** e di **privacy by design**.

Ancora, poiché gli impianti di videosorveglianza pubblica servono anche ad una finalità di sicurezza in senso stretto, cioè alla prevenzione e repressione della criminalità, i Titolari del trattamento (i Comuni in persona dei sindaci pro tempore) possono stipulare appositi **patti per la sicurezza** e mettere a disposizione anche di **Polizia di Stato e Carabinieri** gli impianti di telecontrollo. In questa particolare eventualità, si applica la **Direttiva UE 680/2016**, recepita dal nostro ordinamento dal **d.lgs. 51/2018**, disposizione legislativa che pone deroghe ad alcuni principi fondamentali del GDPR a favore dei soggetti che svolgono indagini in ambito di sicurezza urbana (ivi compresa la Polizia Locale).

I Comuni, prima di installare un qualsiasi impianto di video sorveglianza con video o foto camere, foto trappole o qualsiasi altro strumento idoneo alla ripresa dei cittadini su aree pubbliche, devono necessariamente svolgere una **valutazione di impatto**. La valutazione di impatto, (**D.P.I.A.**, cioè **Data Protection Impact Assessment nell'originale inglese**) prevista dall'art. 35 del GDPR, è un processo volto a descrivere il trattamento, valutarne la necessità e la proporzionalità e a gestire gli eventuali rischi per i diritti e le libertà delle persone derivanti dal trattamento. Inoltre, devono adottare un **Regolamento comunale di applicazione specifica per questo decreto legislativo**, per evitare di trovarsi nella paradossale situazione di non poter utilizzare le immagini delle telecamere di sicurezza perché non installate a norma o perché in contrasto con quanto stabilito dal GDPR.

Nel regolamento devono essere indicati la **retention policy**, ovvero per quanto tempo le immagini verranno conservate e per quali finalità vengono raccolte, e i **soggetti autorizzati** al prendere visione delle immagini (formalmente designati ed appositamente formati a

carico del Titolare del trattamento, che è sempre il Comune), non solo genericamente per quanto riguarda il GDPR, ma specificamente per quanto attiene al trattamento in esame, e se ci si avvale di una società esterna è d'obbligo la nomina a **responsabile esterno del trattamento ex art. 28**. Infine, devono essere stilate le apposite **informative**, che devono contenere i requisiti previsti dall'art. 13 del Regolamento.

È necessaria un'**informativa breve**, che deve essere esposta nell'area videosorvegliata, anche tramite cartellonistica, che deve comunque contenere come minimo i dati del Titolare del trattamento, le finalità del trattamento, i tempi di conservazione e le modalità di esercizio dei diritti degli interessati, ed un rimando ad una informativa completa, che può essere contenuta, ad esempio, sul sito del Comune.

Per quanto riguarda l'applicazione di queste norme, al giugno 2022 il **71% delle sanzioni** irrogate dal Garante per la protezione dei dati personali dall'entrata in vigore del GDPR riguardava **Enti Pubblici** e si stimava che il **92%** delle telecamere installate violasse la normativa sulla privacy.¹⁹⁰

Non risulta possibile, per mancanza di studi dedicati, la quantificazione economica degli impatti dell'utilizzo delle videocamere di sorveglianza, con i collegati sistemi di AI, per finalità di sicurezza pubblica, ma è certo che sempre più le amministrazioni pubbliche e i cittadini facciano ricorso a questo strumento per migliorare il senso di sicurezza nelle città, come risulta anche dai dati relativi ai progetti pubblici più diffusi presentati più sopra in questo lavoro.

¹⁹⁰ <https://www.lagazzettadeglientilocali.it/la-videosorveglianza-nei-comuni-istruzioni-per-un-impianto-a-norma-di-legge-e-a-prova-di-sanzioni.html>

CAPITOLO 6

Policy per le Smart City: verso un approccio olistico

Nonostante le prospettive in termini di soluzioni e impatti attesi dalla trasformazione intelligente degli ambienti urbani si stiano ormai delineando in modo abbastanza chiaro, sotto diversi aspetti le Smart City rappresentano un ecosistema ancora in via di costruzione.

La concretizzazione effettiva di tale scenario non dipende in effetti solo da fattori tecnologici, ma chiama il decisore pubblico a governare in modo attivo il progetto di realizzazione di una Smart City e questo richiede quasi sempre una innovazione in termini procedurali, gestionali, normativi e burocratici su diversi ambiti.

Strategie ed ambiti di applicazione: favorire un approccio più orizzontale, superando barriere normative e vincoli settoriali

Installare sensori e rendere intelligenti parti di “arredo urbano” è un primo passo importante nella realizzazione di una Smart City. Tuttavia, dare un senso ai dati raccolti in modo sinergico e significativo è una sfida altrettanto cruciale. Come abbiamo avuto modo di evidenziare nei capitoli precedenti, una Smart City si presenta come un ecosistema articolato e complesso, sul quale insistono diversi ambiti di applicazione, ciascuno con le sue logiche, i suoi processi, le sue modalità di funzionamento. Finora, ciascuno di questi ambiti è stato per lo più trattato come un segmento verticale. L'eccessiva frammentazione dovuta a fattori tecnici (es. diversi standard, dati raccolti in modo difforme, ecc.), favorita anche da aspetti normativi e da lentezze burocratiche, rende quasi impossibile progettare soluzioni trasversali.

Possono essere fatti diversi esempi in questo senso:

Come abbiamo raccontato nel capitolo dedicato, tutte le città sono oggi monitorate da una fitta rete di **telecamere di videosorveglianza** per una serie di ragioni differenti (telecamere di sicurezza, controllo varchi ZTL, monitoraggio traffico stradale, video-trappole contro l'abbandono dei rifiuti in discariche abusive, ecc.). Questo insieme di oggetti rappresenta nei fatti una vasta rete di sensori di osservazione che, con il supporto di algoritmi di intelligenza artificiale potrebbero fornire dei dati al sistema che innesca le azioni necessarie (es. richieste interventi di sicurezza, riorganizzazione dei tempi dei sistemi semaforici, ecc.) in tempi molto più brevi rispetto a quelli della reazione umana con effetti positivi notevoli (si pensi alla necessità di interventi rapidi o preventivi in materia di sicurezza o alla necessità

di rendere più scorrevole il traffico cittadino in funzione nei veicoli circolanti nelle diverse fasce giornaliere). Questa traiettoria di sviluppo è resa oggi complicata anche dalle diverse normative in materia di conservazione dei dati (limitata alle 24 ore per alcuni tipi di utilizzi, per periodi temporali più lunghi in altri).

Gli oggetti smart richiedono **alimentazione elettrica** e questa necessità può provocare un rallentamento dei tempi di realizzazione delle reti di sensori in aree non servite dalla rete di distribuzione dei gestori elettrici. Peraltro, tale circostanza può anche cambiare da un comune ad un altro a causa di differenti normative locali che regolano l'installazione delle linee elettriche. Alcune di queste necessità possono essere superate utilizzando tecnologie e reti già presenti, come ad esempio le infrastrutture di telecomunicazione che dispongono una rete capillare e presente ovunque che può essere utilizzata come struttura a sostegno dei servizi Smart City o le Low Power Wide Area Network.

Peraltro, il passaggio ad un sistema di progettazione più trasversale e meno settoriale può mettere in evidenza eventuali “pezzi” mancanti nel mosaico:

La maggiore efficienza energetica sarà senza dubbio uno degli effetti positivi di una Smart City, sia in termini di energia risparmiata attraverso la gestione ottimale dei flussi, sia attraverso il maggiore impiego di energia verde. In questa prospettiva, una parte dell'energia necessaria alla Smart City sarà quella autoprodotta dalle diverse **comunità energetiche cittadine**, associazioni che uniscono consumatori e produttori di energia pulita su base locale e che attraverso sistemi di generazione basati su fonti rinnovabili, possono contribuire al fabbisogno elettrico distribuendo i benefici dell'autoproduzione. È però necessario che i sistemi di monitoraggio dell'energia prodotta ed immessa in rete siano in grado di fornire rilevazioni puntuali e certificabili in modo istantaneo. Oggi questa operazione è lasciata a sistemi tradizionali, basati su logiche settoriali e non ideati per dare risposte efficaci a questa necessità. Al contrario, la velocità ed i tempi di risposta immediati dovuti alla bassa latenza e la sua pervasività come soluzione applicata al mondo delle Smart City, rendono il 5G un fattore di abilitazione delle comunità energetiche, che – in combinazione con cloud e IoT – può agevolare la creazione di reti fisiche e virtuali a supporto della produzione, distribuzione e dispacciamento ed intermediazione dell'energia elettrica. Gli algoritmi di analisi dei big data possono inoltre fornire in modo istantaneo l'analisi dei flussi comunicativi ed energetici a supporto del gestore della singola comunità e fornire gli strumenti per valutare, ad esempio, le quantità auto-consumate e di quelle eccedentarie, prendere decisioni strategiche per il risparmio energetico e favorire una riduzione delle emissioni di CO₂.

Questi esempi evidenziano che il decisore pubblico, sia locale sia nazionale, è chiamato a compiere scelte che favoriscano la trasversalità e il superamento delle barriere normative, anche innescando veri e propri cambiamenti radicali, al fine di incentivare un più rapido decollo delle Smart City.

Tecnologie e dati: una regia per integrare un panorama complesso e disaggregato

Le soluzioni innovative per le “città intelligenti” richiedono la disponibilità di diversi tipi di informazioni da una varietà di fonti. Ciò significa che milioni di sensori potranno caricare i dati provenienti dalle strade, dagli edifici, da dispositivi IoT fissi o mobili in un sistema cloud perché possano essere analizzati per ottimizzare la gestione della città.

Questo genera una “immagine digitale” dell’ecosistema della città, indicata spesso come “**digital twin**” o gemello digitale, come ampiamente descritto nel capitolo dedicato alla Urban Intelligence.

Questo modello digitale può essere utilizzato per monitorare e controllare i processi in atto tempestivamente: l’efficienza dei sistemi di trasporto e quella energetica, la sicurezza delle infrastrutture ed altro ancora. I digital twin possono essere utilizzati per ottenere una visione complessiva della città e migliorare le decisioni di pianificazione e di progettazione dei servizi. Possono essere utilizzati per monitorare il buon funzionamento dei dispositivi e fornire informazioni su come e dove investire per ottenere la massima efficienza e risparmiare costi. Tuttavia, **questa evoluzione richiede una “regia tecnologica”** che deve saper combinare le diverse tessere del mosaico e deve essere in grado di comprendere le logiche di una molteplicità di soggetti: imprese IoT, fornitori di servizi cloud, operatori di telecomunicazione, aziende con soluzioni di Intelligenza Artificiale in grado di estrarre valore dalla grande mole di dati raccolti, attori nel settore della cybersecurity, start-up innovative. In passato molte città assegnavano il compito di gestire tutti questi aspetti alle utilities locali, senza che queste possedessero le giuste competenze trasversali per poter assolvere questo compito.

È necessario inoltre assicurare che le informazioni siano trattate nel rispetto delle norme sulla privacy degli individui, evitando che i dati possano essere utilizzati da attori non completamente allineati agli obblighi imposti dalle normative europee in materia. Ci sono iniziative nate negli ultimi anni, come il progetto **Gaia-X**, che sono in grado di conciliare la raccolta e la gestione di dati ed informazioni in modo conforme ai valori europei. Un’altra iniziativa appena annunciata da parte di alcuni tra i più grandi operatori di telecomunicazione europei è il progetto **TrustPID** che consente di identificare gli utenti senza utilizzare cookies e informazioni sensibili, evitando la raccolta indiscriminata dei dati da parte delle piattaforme internazionali che oggi dominano l’offerta di servizi internet.

Un terzo punto di attenzione è relativo al contributo delle città intelligenti alla riduzione dell’impronta di carbonio, che rappresenta una linea di approfondimento importante, nell’ambito delle politiche europee per il raggiungimento della neutralità climatica. Il Green Deal Europeo lanciato dalla Commissione Von der Leyen nel 2019 attribuisce un ruolo

centrale alle tecnologie digitali, in grado di sostenere la transizione ecologica attraverso – solo per citare alcuni esempi - l’ottimizzazione dei flussi di traffico, la riduzione dei consumi energetici degli edifici, l’attivazione di processi circolari. Questo è reso possibile anche dalla progressiva sostituzione delle infrastrutture di comunicazione tradizionali con le nuove reti basate su fibra e 5G e dalla diffusione di soluzioni definite “data driven” o “data center” dalla Commissione (sensori, soluzioni IoT, Intelligenza Artificiale, sistemi Cloud). Se da un lato queste tecnologie permettono un maggior controllo su processi e settori, d’altro canto determinano anche una proliferazione di apparati e strumenti digitali ed un cambiamento degli stili di utilizzo che portano ad un incremento dell’energia utilizzata. Si pone quindi il tema di misurare l’effetto netto della digitalizzazione, ancora di più per le soluzioni dedicate alla trasformazione digitali degli ambienti urbani, dal momento che le città sono oggi uno dei luoghi a maggior richiesta energetica e con più alta emissione di CO₂. È anche per questo che è nata la **European Green Digital Coalition** (EGDC), un raggruppamento di 26 aziende del settore ICT, impegnate ad anticipare al 2040 il raggiungimento dell’obiettivo della neutralità climatica. La EGDC si pone l’obiettivo di sviluppare metodologie per identificare in modo inequivocabile le “soluzioni digitali green” ed ha individuato le Smart City come uno degli “use case” per giungere ad una metodologia standardizzata per misurarne l’impronta di carbonio e definire delle metriche appropriate. La necessità di tracciare tali sviluppi in modo preciso, seguendo dei criteri che in futuro potrebbero diventare stringenti, pone un ulteriore ambito di lavoro su cui si dovrà misurare la trasformazione digitale delle città, rendendo ancora più evidente la necessità di godere di un fattore di scala importante per governare la complessità di gestione delle Smart City.

Risorse finanziarie e public procurement: trovare un punto di equilibrio tra efficienza e trasparenza.

I fondi europei del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) rappresentano una grande opportunità di trasformazione del nostro Paese in chiave digitale e green e le Smart City rappresentano un capitolo di investimento importante e significativo. A questi si affiancano i finanziamenti messi a disposizione da **Horizon Europe indirizzati alle 100 città selezionate** per tracciare la rotta alle altre e sperimentare modelli di città intelligente da estendere alle altre realtà. Tra le 100 città europee ne sono state selezionate anche 9 italiane: Bergamo, Bologna, Firenze, Milano, Padova, Parma, Prato, Roma e Torino che non solo potranno usufruire dei fondi messi a disposizione dal programma, ma anche di risorse supplementari partecipando ad altre iniziative collegate nonché di consulenza specializzata per identificare progetti e strategie di abbattimento delle emissioni e di riduzione dell’impronta di carbonio.

Le risorse quindi non mancano. La principale criticità è quella di riuscire a concretizzare le iniziative. Questo richiede cambiamenti sul piano gestionale ed organizzativo, privilegiando il raggiungimento degli obiettivi anche attraverso un ripensamento dei processi tradizionali.

Sfortunatamente, la pianificazione urbana intelligente secondo un approccio integrato ed olistico è ancora oggi molto limitata. La maggior parte dei progetti è infatti ancora concepita e realizzata a livello settoriale. La separazione della gestione urbana in diversi dipartimenti ne ostacola la cooperazione e il coordinamento tra loro. Ciò potrebbe essere risolto assegnando le competenze di Smart City a un unico Dipartimento incaricato di sviluppare progetti integrati coordinando gli altri ambiti coinvolti (ad esempio mobilità, istruzione, pianificazione urbana e sicurezza ecc.).

Un approccio così frammentato è anche riconducibile da schemi e opportunità di finanziamento a loro volta specifici ai diversi ambiti, poiché i fondi pubblici (compresi i fondi dell'UE) sono generalmente concessi a livello settoriale. Inoltre, **non tutte le tipologie di fondi sono gestite dalla stessa istituzione** (alcuni fondi sono concessi a livello comunitario, altri a livello nazionale o locale e altri ancora possono essere concessi da soggetti privati), quindi mettere insieme i diversi tasselli può rivelarsi complicato e non sempre fattibile. Una maggiore fluidità può portare ad una riprogettazione degli appalti pubblici che potranno essere pianificati e progettati in modo diverso rispetto al passato, in modo da consentire di cogliere delle sinergie tra le diverse classi di servizi e/o interventi che insistono sugli stessi ambiti e/o oggetti di arredo urbano. A Londra, ad esempio, si è sfruttata l'opportunità nata dalla riparazione dei lampioni urbani per trasformarli in stazioni di ricarica per auto elettriche.

Anche in Italia viene posto da più parti il tema di un **ripensamento del codice degli appalti pubblici** che al momento tende a privilegiare la trasparenza ed il controllo rispetto alla velocità di esecuzione delle opere. Chiaramente tale attenzione cerca di evitare il diffondersi di fenomeni corruttivi e di pratiche illecite, ma allo stesso tempo contribuisce in modo importante ad aumentare i tempi di realizzazione delle opere. I tempi di realizzazione delle opere superiori ai 100 milioni di euro superano i 15 anni, un tempo inconciliabile con la rapidità imposta dallo sviluppo tecnologico e – peraltro – anche dal rispetto dei tempi imposti dal PNRR.

Inoltre, come evidenziato anche dall'ultimo osservatorio dell'ANCE, in Italia si sta osservando un **rallentamento della spesa in conto capitale dei comuni** nel terzo trimestre del 2022, (-1% rispetto all'anno precedente), non solo per le criticità legate al rincaro dei materiali, ma anche per la scarsa capacità amministrativa degli enti che si trovano a gestire una notevole mole di risorse e progetti complessi in tempi molto ristretti.

Le Smart City rappresentano una sfida complessa da gestire e richiedono soluzioni innovative che trovino un punto di equilibrio tra rapidità, efficienza da un lato e necessità

di supervisione e coerenza con obiettivi di interesse pubblico dall'altro. Tale sintesi può essere in particolare raggiunta attraverso una specializzazione di compiti all'interno di uno stesso partenariato pubblico-privato dove il settore pubblico può prendere in carico la fase iniziale di "progettazione", lasciando al settore privato la guida delle fasi operative e di attuazione, garantendo allo stesso tempo un forte ruolo di monitoraggio e valutazione.

CAPITOLO 7

La prospettiva dell'Urban Intelligence

Autori: Roberto Malvezzi, Giordana Castelli*

Il presente capitolo è stato redatto dagli autori sulla base dei risultati delle ricerche portate avanti dal gruppo di lavoro del progetto Strategico “Urban Intelligence” del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche): Emilio Fortunato Campana (Direttore Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti – DIITET), Daniela Cabiddu, Emilio Fortunato Campana, Giordana Castelli, Amedeo Cesta, Mario Ciampi, Riccardo De Benedictis, Giuseppe De Pietro, Matteo Diez, Giovanni Felici, Roberto Malvezzi, Barbara Masini, Marco Montuori, Michela Mortara, Riccardo Pellegrini, Diego Maria Pinto, Paolo Ravazzani, Andreas Scalas, Stefano Silvestri, Michela Spagnuolo, Giuseppe Stecca, Lucanos M. Strambini, Gabriella Tognola, Paolo Ventura.

* *Coordinatore del Progetto Strategico del CNR “Urban Intelligence”*

Smart City e Intelligent City

Il presente studio ha evidenziato diversi tratti salienti nei trend di sviluppo della Smart City in Italia, tra cui è utile mettere in evidenza i seguenti aspetti per poter delineare una prospettiva di evoluzione delle tendenze attuali:

- si tratta di uno sviluppo promosso (e guidato) prevalentemente dalle Pubbliche Amministrazioni delle città italiane di ogni dimensione;
- è uno sviluppo spesso caratterizzato da approcci “a silos”, sia in relazione alla tipologia di progetti sviluppati, ancora non sempre ispirati a un'integrazione funzionale, sia anche rispetto agli assi strategici stessi che vengono perseguiti;
- comincia a farsi strada l'idea che la Smart City possa costituire un valido supporto alle attività di governance urbana, grazie alla capacità di dare sempre maggiore valore alla disponibilità di dati di buona qualità.

La prospettiva dell'Urban Intelligence (UI) esplorata in questo capitolo intende affrontare questi aspetti in maniera esplicita. Secondo Komninos (2020)¹⁹¹, l'Intelligent City costituisce una dimensione della smartness urbana orientata a rafforzare competenze e capacità in vista di un miglioramento dei suoi processi decisionali e di governance; si tratta di un approccio che vede nelle soluzioni digitali un fattore abilitante per favorire un dialogo e un confronto multi-attore, multi-livello e multi-disciplinare indispensabile per poter affrontare le sfide urgenti che assillano le città del mondo contemporaneo.

¹⁹¹ Komninos N. Panori A., Kakderi C., 2021, “The Smart City Ontology 2.0: Assessing the components and interdependencies of city smartness”, Preprints, doi:10.20944/preprints202108.0101.v1

È in questa direzione che muove il progetto strategico “Urban Intelligence” (UI) del CNR¹⁹², il quale propone lo sviluppo di un ecosistema di tecnologie digitali integrate che, puntando al superamento dell’approccio per silos ancora diffuso nelle città italiane, possano supportare efficacemente la governance urbana nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità definiti da documenti di politica internazionale come l’Agenda ONU 2030, l’Agenda Urbana di UN-Habitat e l’Agenda Urbana Europea. La possibilità di raggiungere uno sviluppo pienamente sostenibile, infatti, dipende in larga parte dalla gestione dei processi urbani: questo impone di adottare una prospettiva di integrazione dei domini sociali, economici, ambientali e spaziali della sostenibilità, e questo è possibile solo intraprendendo un percorso di innovazione urbana su più livelli con l’obiettivo di:

- sviluppare approcci e politiche integrate per la sostenibilità urbana;
- potenziare il quadro di conoscenze sulla città, soprattutto di tipo multi-disciplinare;
- coordinare le innovazioni tecnologiche con quelle a livello di governance;
- rafforzare in maniera strutturale l’inclusione e la partecipazione civica.

Il progetto strategico UI risponde a queste sollecitazioni non solo con un programma di sviluppo di tecnologie innovative a servizio delle città. Esso propone innanzitutto una strategia di accompagnamento delle città italiane a dotarsi di quelle competenze e capacità digitali necessarie ad affrontare le sfide della sostenibilità. A questo scopo, UI guarda alla città come a un sistema complesso, dinamico ed evolutivo (Batty, 2008)¹⁹³ il cui insieme è molto più dell’unione delle sue parti, e il cui comportamento complessivo non discende immediatamente dalle leggi che descrivono il comportamento dei singoli componenti; con il risultato che un sistema complesso è difficile da prevedere attraverso approcci deterministici, in quanto per sua stessa natura genera risultati imprevedibili, che spesso rimangono nascosti ad una osservazione locale o settoriale (Parisi, 2021)¹⁹⁴. Proprio in questo i sistemi complessi si differenziano da quelli semplici o complicati, i quali sono caratterizzati da un numero di componenti anche ampio (come nel caso dei meccanismi per gli orologi), che però interagiscono tra di loro in modo prevedibile.

Le ragioni della difficoltà dell’uomo a interagire con i sistemi complessi sono state identificate da Perrow (1984)¹⁹⁵ in due ordini principali. Vi sono ragioni di tipo tecnico, legate ad esempio alla difficoltà di gestire ed elaborare grandi quantità di informazioni: si tratta di una difficoltà che i progressi recenti, tra i quali gli avanzamenti della *Smart City*, hanno consentito in parte di colmare (si pensi all’IoT e ai *Big Data*, al *Data Science*, o all’*High*

¹⁹² Progetto coordinato dal Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l’Energia e i Trasporti (DIITET) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

¹⁹³ Batty M., 2008, “Cities as Complex Systems: Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies”, UCL Working Papers Series, paper n. 131

¹⁹⁴ Parisi G., 2021, *In un volo di storni. Le meraviglie dei sistemi complessi*, Rizzoli editore

¹⁹⁵ Perrow C., 1984, *Normal accidents: Living with high-risk technologies*, New York: Basic Books

Performance Computing). Il secondo ordine è invece identificato da Perrow nella difficoltà umana di “dare senso” a fenomeni complessi che, presentando quadri informativi apparentemente eterogenei e contraddittori, rendono difficile estrapolare interpretazioni univoche; come se l'uomo faticasse a trovare un orientamento nella complessità, e faticando ad orientarsi, ne risentisse la sua capacità di comprendere, e quindi, di prendere buone decisioni. In questa direzione muovono gli studi del premio nobel Parisi, orientati a investigare i fenomeni complessi nei termini di un'indagine multi-scala grazie alla quale rintracciare le connessioni nascoste tra i comportamenti locali e quelli globali di un sistema.

L'importanza del *sense-making* è un campo nel quale le tecnologie possono certamente fornire un ausilio prezioso, ma che da sole faticano a soddisfare (ad esempio, l'enorme quantità di dati generata da una Smart City può essere di per sé un elemento problematico, se questi dati non sono già orientati fin dall'inizio a soddisfare un fabbisogno di conoscenza che persegue un obiettivo chiaro di politica urbana). Ed è proprio in questo campo che entra in gioco l'idea dell'Urban Intelligence.

Assumere il punto di vista dei sistemi complessi comporta, prima di tutto, di reimpostare le modalità di conoscenza tradizionale, superando la collezione di saperi specialistici in favore di una comprensione più profonda delle modalità con cui i singoli livelli e componenti della città si connettono e si influenzano l'uno con l'altro, in particolar modo alla luce degli obiettivi sollecitati dalla sfida della sostenibilità. Questo si traduce nella necessità di mettere meglio a fuoco le correlazioni tra i vari fenomeni urbani, evidenziando quei *comportamenti emergenti*¹⁹⁶, imprevedibili e anche impensabili, che scaturiscono come naturale conseguenza delle reazioni che le città sviluppano in risposta alle sollecitazioni, più o meno pianificate, cui sono sottoposte. In secondo luogo, significa approfondire la natura dei comportamenti complessi alla luce del significato che essi assumono per quelli che sono i principali attori della città, ovvero i suoi abitanti e cittadini, portando ad emergere il sostrato motivazionale profondo, anche emozionale, che costituisce la matrice principale, l'orizzonte di senso in cui si radicano le azioni messe in campo dai diversi gruppi sociali e dalle reti relazionali che costituiscono il corpo di una comunità locale: a partire dalla semplice fruizione degli spazi, dei servizi e delle opportunità che la città offre, fino al gioco degli interessi talora contrapposti che s'intrecciano nelle trame attraverso cui una città evolve e si trasforma.

L'ecosistema di strumenti digitali proposto da UI a questo scopo si distingue dallo stato dell'arte del panorama delle soluzioni *Smart City* nei seguenti punti qualificanti¹⁹⁷:

¹⁹⁶ Grieves M., Vickers J., 2017, “Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems”, in Kahlen F. J., Flumerfelt S., Alves A. (eds.), *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems: new findings and approaches*, Springer

¹⁹⁷ Castelli G. et al., 2022, “Urban Intelligence: toward the Digital Twin of Matera and Catania”, 2022 Workshop on Blockchain for Renewables Integration (BLORIN), Palermo, Italy, pp. 132-137
doi: 10.1109/BLORIN54731.2022.10028437

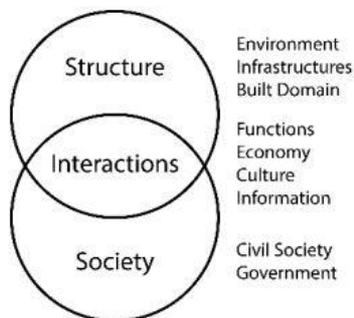
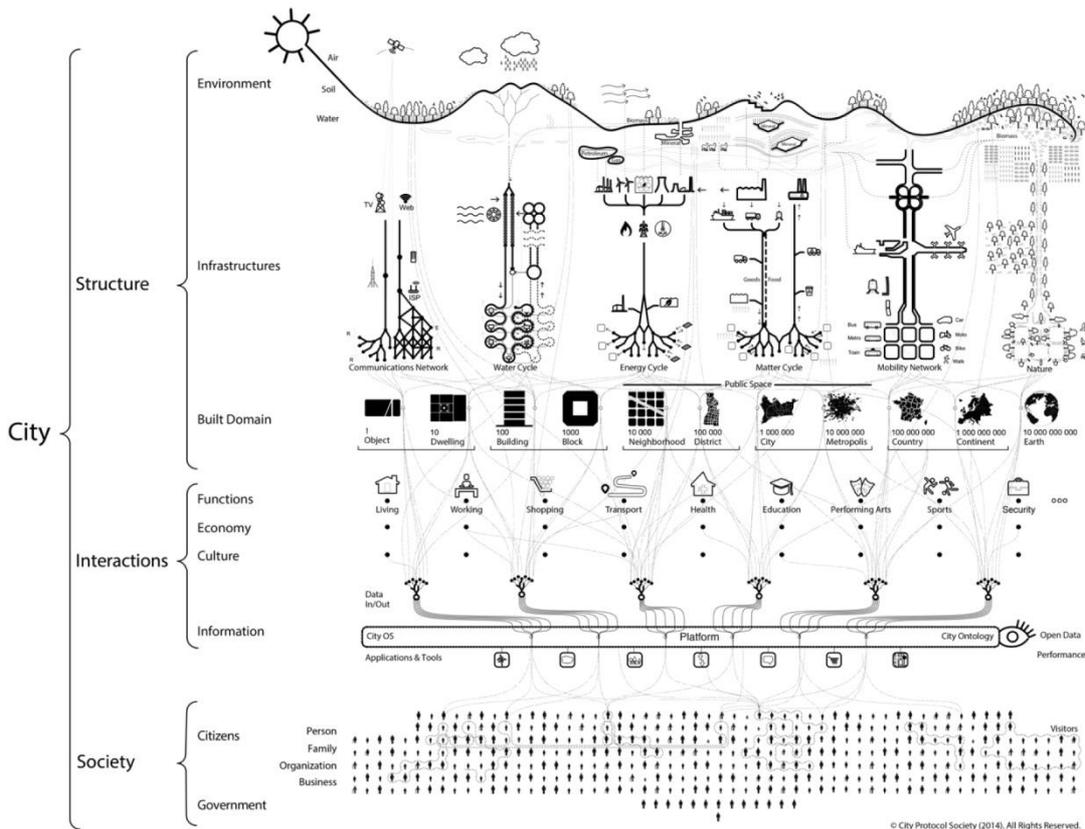
- è pienamente funzionale alle esigenze di governo della città orientate verso una maggiore sostenibilità dei suoi processi e dinamiche;
- abilita analisi complesse e interdipendenti dei livelli tematici e dei (sotto)sistemi di una città, anche grazie all'adozione di tecniche di Intelligenza Artificiale;
- è costruito nativamente per interfacciarsi con le tecnologie 5G e IoT, e per supportare scenari altamente complessi e dinamici;
- è aperto alla dimensione umana e sociale delle città, che integra al suo interno pratiche partecipative di coinvolgimento civico e di dialogo multi-attore coi portatori di interesse, anche grazie all'adozione di strumenti digitali dedicati;
- è modulare, che può essere applicato alternativamente a porzioni limitate di un sistema urbano, a un numero limitato di livelli tematici/(sotto)sistemi, a un numero limitato di interazioni tra livelli/(sotto)sistemi, favorendo la sostenibilità economica e gestionale di un'implementazione iniziale dell'UI, e lasciando aperta la possibilità di successive estensioni legate alle priorità dell'agenda urbana e digitale locale.

Grazie a queste caratteristiche, UI favorisce l'evoluzione degli schemi di governance urbana attuali nella direzione di una maggior trasparenza, oggettività, integrazione, adattabilità, e condivisione dei processi di *policy-* e *decision-making* in un'ottica multi-settore e multi-livello. Questo impone di assumere fin dall'inizio una prospettiva di lettura integrata della città, definendo da un lato la sua sintassi a livello di sistema complesso, e dall'altro evidenziando il ruolo preciso che ciascun componente riveste al suo interno. Esperienze internazionali come quella del City Protocol (2015)¹⁹⁸, guidato alla città di Barcellona, possono costituire un utile riferimento in questa direzione.

¹⁹⁸ City Protocol, 2015, CPA-I_001-v2_City Anatomy

City Protocol guarda alla città come ad un ecosistema caratterizzato dall'interazione di una società (in questo caso, gli abitanti della città) e la struttura urbana (ovvero il loro habitat); per ciascuna di queste tre categorie il Protocollo individua, analizza e descrive gli elementi più rilevanti, mettendone in luce le principali dinamiche e le differenze, ed esaminandone le parti costitutive.

Schema dell'anatomia urbana secondo il City Protocol ¹⁹⁹



L'approccio integrato di UI si riflette anche nelle modalità di interazione tra le soluzioni digitali messe a disposizione della città. Partendo dai sistemi conoscitivi, basati ad esempio su serie storiche o su dati in tempo reale, vengono definiti dei servizi così detti "atomici" che, ad un primo livello, consentono di dare risposte a problemi tematici puntuali, caratteristici dell'approccio Smart City tradizionale.

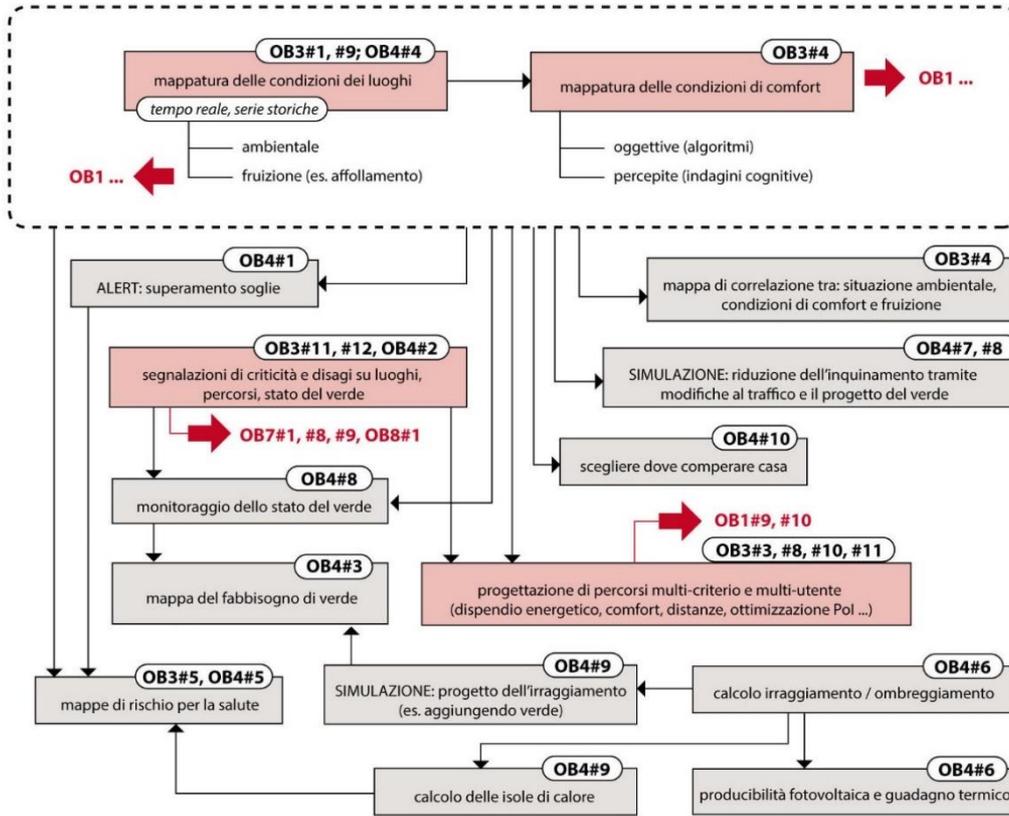
¹⁹⁹ Fonte: City Protocol, 2015, "CPA-I_001-v2_City Anatomy"; copyright: © City Protocol Society (2015-2016), all rights reserved, <https://cityprotocol.cat/politica-de-privadesa/>

Schema logico-concettuale multi-obiettivo per l'Urban Intelligence²⁰⁰

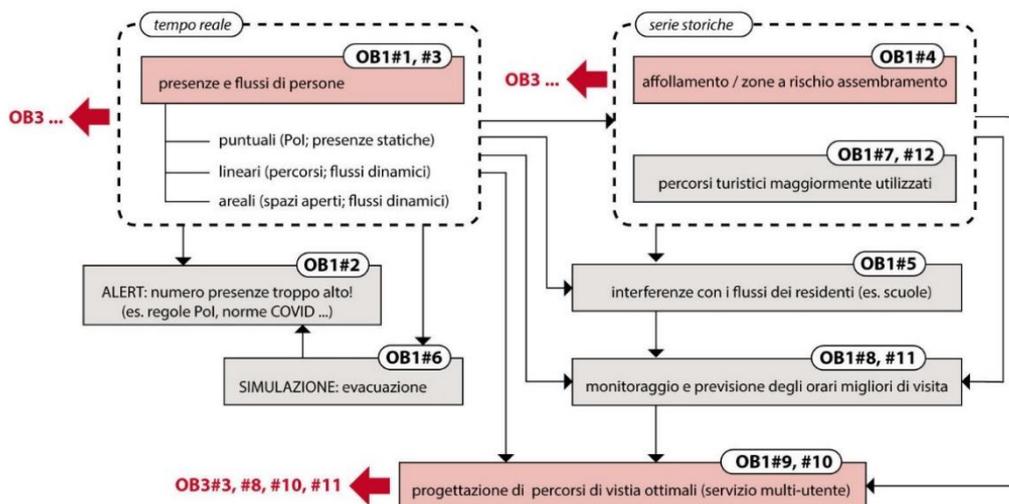
OBIETTIVO 3: Migliorare il comfort ambientale degli spazi aperti urbani ad uso di turisti e cittadini (sportivi)

+

OBIETTIVO 4: Monitoraggio dello stato dell'ambiente urbano



OBIETTIVO 1: Monitoraggio del flusso turistico in città (pedonale)



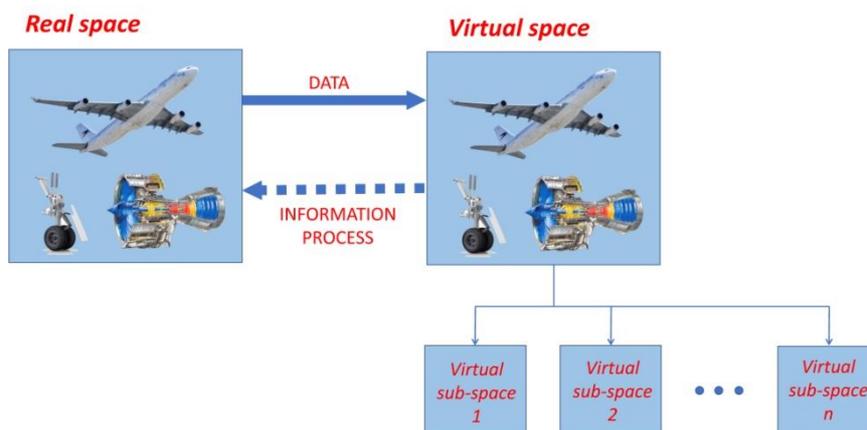
²⁰⁰ Fonte: R. Malvezzi et al., 2022, Report n. 1.5.3 del progetto "Casa delle Tecnologie Emergenti di Matera"

Ad un livello più elevato, questi servizi atomici erogano elaborazioni delle informazioni che concorrono progressivamente a nutrire servizi più complessi, sviluppando una architettura relazionale articolata, che consente di costruire risposte a problemi multi-disciplinari in grado di agire trasversalmente tra obiettivi tematici differenti. Lo schema alla pagina precedente illustra un esempio di architettura UI relativa a obiettivi tematici quali la gestione dei flussi turistici pedonali, il comfort negli spazi pubblici e la qualità dell'ambiente urbano, dove i singoli elementi sono i singoli servizi, le linee di flusso definiscono le reti di relazioni (input-output) tra di essi, mentre le frecce in rosso segnalano le connessioni interdisciplinari tra servizi (segnati in rosa) che consentono di guardare a questa architettura come a un sistema tridimensionale capace di supportare la simulazione di scenari integrati e complessi.

I Gemelli Digitali per l'Urban Intelligence

Lo strumento principale con cui UI intende mettere a disposizione delle città il proprio ecosistema di soluzioni digitali è quello dei "Gemelli Digitali Urbani". Quello del Gemello Digitale (GD), in senso generale, è un concetto introdotto nel 2002 con il nome di "Information Mirroring Model" (Grieves, 2016)²⁰¹, ad intendere una copia virtuale di un processo reale capace di aggiornarsi automaticamente in modo da riflettere, ad ogni momento, lo stato attuale del fenomeno reale.

Schema concettuale dell'Information Mirroring Model ²⁰²



²⁰¹ Grieves M., 2016, "Origins of the Digital Twin Concept", working paper

²⁰² Fonte: elaborazione da Grieves, 2016

Si dice in questo senso che un Gemello Digitale è “accoppiato” (*coupled*) al fenomeno che riproduce, attraverso un flusso continuo di dati e informazioni provenienti da reti sensoristiche avanzate, che gli permettono di aggiornarsi in tempo reale al variare del fenomeno gemellato. Per questa ragione si fa riferimento ai GD anche come a dei “*cyber-physical systems*” composti da tre elementi: il fenomeno reale, la sua copia virtuale, e la rete delle connessioni tra i due. Questa è anche la differenza di base tra un Gemello Digitale e una rappresentazione virtuale, o un modello 3D: questi ultimi, infatti, si limitano a rappresentare lo stato di un fenomeno a un dato momento - quello in cui viene realizzato il modello. Il potenziale insito nella tecnologia dei Gemelli Digitali è strettamente legato allo sviluppo delle tecnologie digitali come il 5G e le reti IoT, l'Intelligenza Artificiale (AI), la Data Science, l'High Performance Computing (HPC); grazie a queste, infatti, i GD sono in grado di acquisire nel tempo una grande quantità di informazioni sul fenomeno reale, e su questa base, di svolgere analisi approfondite su come questo si evolva e cambi nel tempo, anche alla luce degli stimoli esogeni, e quindi, di effettuare stime più precise su come potrà continuare ad evolversi nel futuro. Inoltre, essi permettono di simulare un gran numero di operazioni sul fenomeno reale in riferimento a ciascun punto della sua storia, e quindi, di testare e programmare determinate azioni anche in modalità asincrona, e senza dover intervenire sul fenomeno stesso. In questo senso, un GD non è solo uno strumento di simulazione: ambisce ad essere una “estensione intelligente” di un fenomeno reale nello spazio virtuale, attraverso la quale viene di fatto a modificarsi l'evoluzione naturale di quel fenomeno, grazie al flusso continuo di informazioni di feedback derivanti dalle attività di *processing* dei dati in ingresso nel GD, le quali generano un continuo *loop* di apprendimento e ottimizzazione.

Per queste ragioni, i DT hanno trovato inizialmente una grande applicazione in campo industriale; in anni più recenti, questa tecnologia ha trovato una sempre più vasta applicazione anche al tema delle città, portando a sviluppare il concetto specifico dei Gemelli Digitali Urbani (GDU). Secondo Elliot (2019)²⁰³ sono numerosi i vantaggi che le città possono acquisire in questo modo:

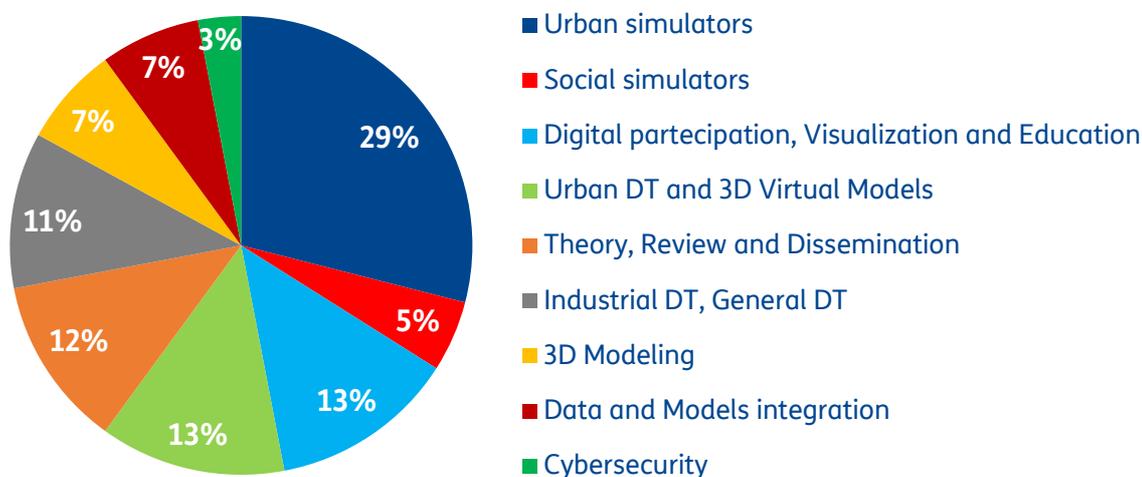
- acquisire nuove conoscenze sui processi, le dinamiche e le infrastrutture urbane;
- rafforzare la collaborazione attraverso un vasto ecosistema di portatori di interesse, generando nuovo valore per tutti gli abitanti;
- migliorare la mobilità e la sicurezza negli spazi urbani;
- migliorare la pianificazione urbana e la visualizzazione dei progetti;
- rafforzare la resilienza urbana, grazie a migliori capacità di predizione, risposta e recupero;

²⁰³ <https://www.gim-international.com/case-study/seven-ways-cities-benefit-from-digital-twins>

- coinvolgere la comunità locale in modo interattivo;
- adottare iniziative di open data, favorendo lo scambio e l'utilizzo di informazioni di qualità.

Infatti, la bibliografia sui GDU a livello internazionale è in continua crescita. Un'analisi della letteratura scientifica citata nel *survey paper* di (Ketzler et al., 2020)²⁰⁴, il quale prende in esame circa 140 pubblicazioni sul tema, ha messo in risalto il panorama sui temi di maggiore interesse.

Temi dalla letteratura scientifica²⁰⁵

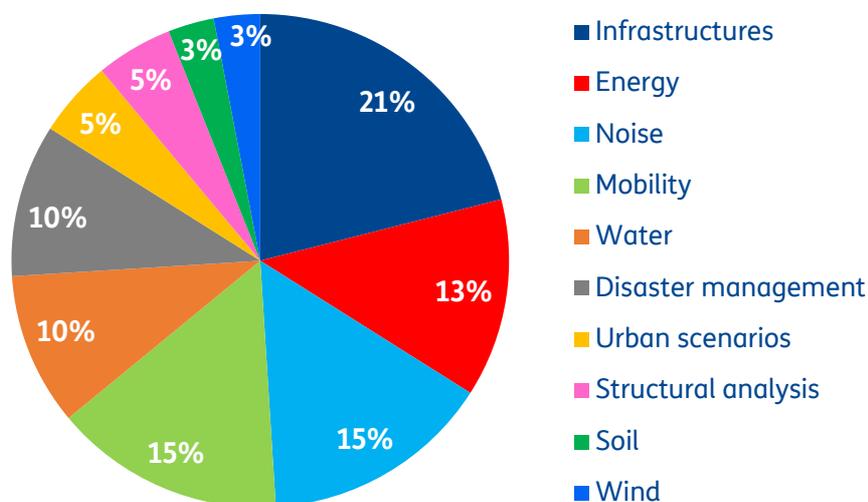


La simulazione di sistemi, processi e dinamiche urbane costituisce il campo di ricerche più citato, seguito dalle tematiche relative alla partecipazione digitale, alla visualizzazione e modellazione 3D alla scala urbana. Restringendo il campo al caso specifico dei simulatori, lo scenario mostrato nel grafico sottostante evidenzia come i temi maggiormente esplorati siano relativi alle infrastrutture, all'energia, al rumore, alla mobilità, all'acqua e alla gestione dei disastri.

²⁰⁴ Ketzler B., Naserentin V., Latino F., Zangelidis C., Thuvander L., Logg A., 2020, "Digital Twins for Cities: A State of the Art Review", *Built Environment* 46(4):547-573

²⁰⁵ Fonte: analisi ed elaborazioni di R. Malvezzi (DIITET-CNR, 2021) sulla base di Ketzler et al., 2020

Tipologie di Urban simulator²⁰⁶



Questo studio, certamente non esaustivo della bibliografia esistente, è però sufficientemente illustrativo dei principali trend di ricerca in atto. Emergono come piuttosto marginali, a livello generale, le ricerche sui temi dell’integrazione di dati e modelli, così come a livello dei simulatori, lo sviluppo di scenari alla scala urbana.

La tabella sottostante mostra invece i risultati di un’indagine comparata su alcuni rilevanti casi studio di GDU a livello internazionale (Caprari et al., 2022)²⁰⁷, che ne riporta le principali caratteristiche in termini di scala, obiettivi, tecnologie, sperimentazioni, punti di forza e debolezza. Lo studio ha evidenziato come vi sia ancora una distanza tra l’utilizzo esperto di questi strumenti e la loro effettiva capacità di innescare processi di coinvolgimento delle comunità locali sufficientemente rappresentativi nei processi conoscitivi, proiettivi e decisionali relativi alle trasformazioni urbane. Al tempo stesso, ha evidenziato una scarsa connessione tra gli strumenti e le informazioni messe a disposizione delle città da un lato, e il livello delle strategie urbane dall’altro, che invece necessitano di esplorazioni quali-quantitative dei diversi contesti, di introspezione nei bisogni e nei modi di sentire delle comunità locali, e di una consapevolezza delle loro debolezze strutturali. Infine, ha messo in evidenza un ruolo ancora emergente dell’AI di tecnologie come l’Intelligenza Artificiale nello sviluppo di analisi complesse.

²⁰⁶ Fonte: analisi ed elaborazioni di R. Malvezzi (DIITET-CNR, 2021) sulla base di Ketzler et al., 2020

²⁰⁷ Caprari G., Castelli G., Montuori M., Camardelli M., Malvezzi R. 2022, “Digital Twin for Urban Planning in the Green Deal Era: A State of the Art and Future Perspectives”, *Sustainability*, 14(22):14893. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142214893>

Indagine comparativa di GDU a livello internazionale²⁰⁸

	Case studies			
	Cambridge	Zurich Dublin, Helsinki	Herrenberg	Singapore
DT Types	Static and managerial	Dynamic-evolutive	Dynamic-evolutive and collaborative	Dynamic-evolutive
Scale	Supra-municipal	City, sub-areas, district	City	City-State
Purposes	Multi-level governance and platform for cooperation between planning levels	Data-driven preventive assessment, creation of simulative and predictive scenarios for sustainable urban development policies/actions	Consensus building, involvement of interested citizens, democratisation of decision-making processes	Development of a high-tech decision support platform
Technologies	GIS-processing	GIS-BIM, Laser Scanner, UAV (Unmanned aerial vehicle), IoT, software Open Source	GIS-BIM, Lidar, IoT, AR/VR, software Open-Source	GIS-BIM, high-resolution satellite imagery, Lidar, Remote Sensing, Deep Learning, Machine Learning, AI
Experiments	Traditional urban planning surveys prior to the elaboration of the project; simulation of local energy demand in a 'what if' scenario of electric mobility considering future housing and work policies	Simulations of crisis and prevention scenarios (floods and run-off, thermal stress, exposure to pollutants) aimed at developing site-specific strategies Urban microclimate analysis (ventilation, shadow study, solar radiation)	Augmented reality applications (AR/VR) in public events and workshops App development for data collection (VGI); mobility and traffic simulations for awareness-raising on anthropogenic pollution issues	Climate simulations from city-scale (City-GML) to building-scale (BIM) with different application tools integrated in DT; 3D tree census with semi-automated technological procedures; maximum accuracy of the built environment (LOD3)
Strengths	DT as an instrument of coordination between planning levels; Strategic analysis of the local governance structure; Involvement of citizen representatives	High-tech 3D model Simulations in critical climate scenarios DT models in open data	Multi-participatory activities; Advanced technological tools (AR/VR) + GeoApp data collection (VGI); Simulations from sensors data	Realistic DT (LOD 3) and advanced Technological instrumentation; Open-space characterisation (3D vegetation); - Macro-micro energy/climate scenarios from measured and simulated data
Weaknesses	Undeveloped virtual 3D model Limited simulation capabilities	Morphology of open space not taken into account; General low interoperability and users' involvement (workshops, tools, feedback, and reports); Few simulations from IoT-synchronised data	Lack of proactive proposals and/or scenarios; Lack of relationship with government and territorial governance	Risk of lack of data transparency (proprietary software) - Lack of a co-design system and/or participatory processes

Il concetto di GDU portato avanti secondo il paradigma dell'Urban Intelligence affronta le limitazioni messe in evidenza da queste indagini rafforzando le capacità di integrazione di diversi scenari e diversi layers del Gemello. Esso inoltre estende il processo di *accoppiamento* oltre le infrastrutture ed i flussi, coinvolgendo anche i fruitori della città e le loro interazioni, mettendone in evidenza abitudini e specifiche preferenze. Queste caratteristiche permettono di guardare ai GDU per l'UI come a dei "cyber-physical-social systems" (Notcha et al., 2020)²⁰⁹ che, evolvendo con la città ed apprendendo da essa, consentono di comprendere più a fondo la complessità delle sue dinamiche anche al loro

²⁰⁸ Fonte: analisi ed elaborazioni di R. Malvezzi (DIITET-CNR, 2021) sulla base di Ketzler et al., 2020

²⁰⁹ Nocht T., Wan L., Schooling J. M., Parlikad A. K., 2020, "A Socio-Technical Perspective on Urban Analytics: The Case of City-Scale Digital Twins", *Journal of Urban Technology*, DOI: 10.1080/10630732.2020.1798177

variare. In particolare, grazie alle inedite potenzialità offerte dalle nuove tecnologie digitali in termini di analisi e predizione (intelligenza artificiale e *machine learning*), simulazione (*high performance computing*), ottimizzazione e supporto alle decisioni (*multi-objective* e *multi-disciplinary optimization*, *multi-criteria analysis*), i GDU consentono di (Castelli et al, 2020)²¹⁰:

- sviluppare sistemi integrati ed intelligenti di gestione che, utilizzando dati raccolti e informazioni ottenute da differenti fonti (sia da serie storiche che in tempo reale) offrano funzionalità di aggregazione e analisi in tempo reale dei dati;
- sviluppare un modello digitale olistico della città, flessibile e adattativo, che consente di simulare, valutare e governare le necessarie trasformazioni dei diversi sistemi e sottosistemi in base alle esigenze di sicurezza e qualità della vita;
- costruire un modello predittivo che, monitorando costantemente l'evoluzione dello stato dei sistemi, possa anticipare il comportamento del sistema e gli scenari più probabili verso i quali il sistema evolve.

In particolare, i GDU consentono di rafforzare la *governance* urbana su una doppia scala temporale:

- la scala operativa, istantanea o di breve periodo, rafforzandone la capacità di reagire con maggiore prontezza ed efficacia a nuove criticità ed emergenze;
- la scala strategica del medio-lungo periodo, rafforzandone la capacità di generare politiche per la sostenibilità più lungimiranti e stabili.

La figura seguente illustra nel dettaglio il modello concettuale del GDU sopra riassunto.

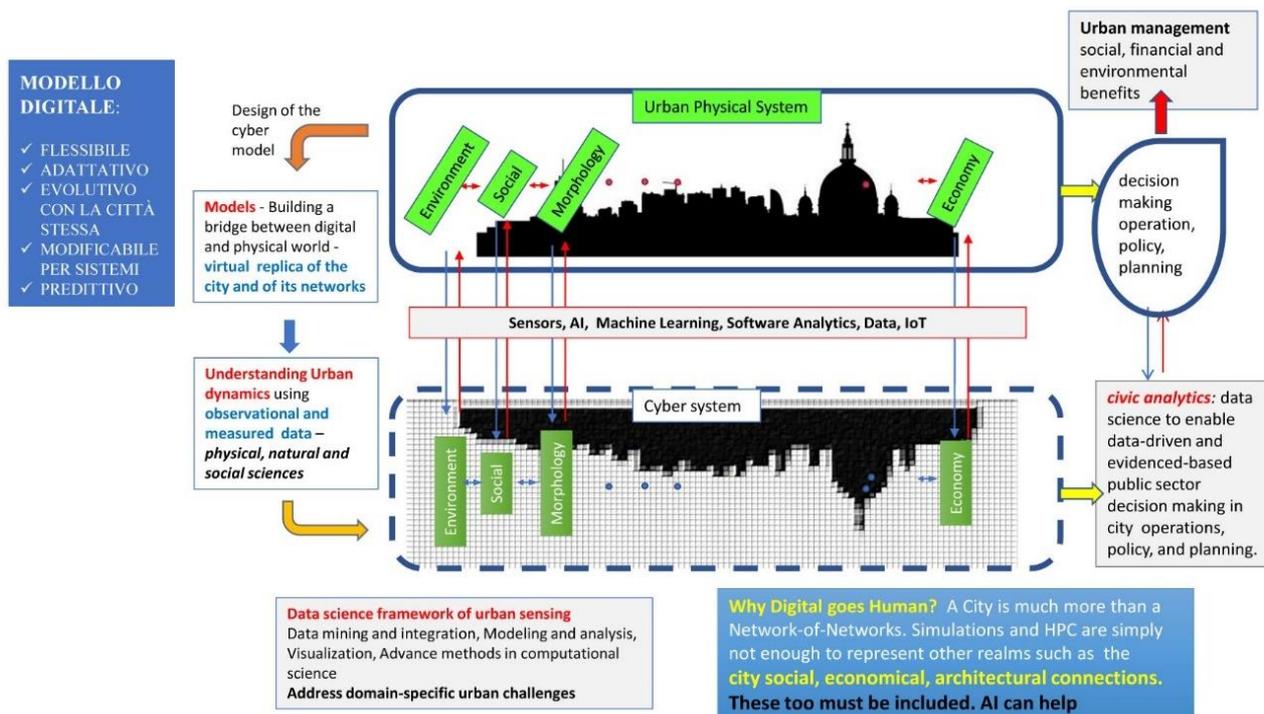
Per raggiungere questi risultati, il GDU è organizzato in tre livelli principali (Castelli et al, 2022):

- *il livello dei dati*, composto dalle diverse fonti di conoscenza della città, come le reti di sensori, i database collegati, e il Data Lake che gestisce l'immagazzinamento, il *pre-processing* e la distribuzione dei dati;
- *il livello dell'analisi*, in cui avviene la modellazione, inclusa quella 3D, la simulazione e l'elaborazione dei dati relativi ai diversi (sotto)sistemi della città;
- *il livello del decision-making*, che supporta decisioni sia di livello operativo, sia di livello strategico, attraverso l'impiego di modelli matematici, logici o simulativi dei diversi sistemi coinvolti e la loro combinazione multidisciplinare.

²¹⁰ Castelli G, Spagnuolo M., Tognola G., Ravazzani P., Rinaldi G., Cesta A., Diez M., Padula M., De Pietro G., 2020, LV-UI: il Gemello Digitale per lo sviluppo sostenibile ed intelligente della città, Report Tecnico DIITET-CNR

Completa il sistema del GDU una *dashboard* multi-utente che consente la visualizzazione di informazioni o la fruizione di servizi calibrati per ciascun profilo di *end-user*. L'architettura complessiva del GDU è dunque rappresentata nell'immagine seguente.

Il modello concettuale di GDU dell'Urban Intelligence ²¹¹



Il GDU per l'UI si configura quindi come un "sistema di sistemi", nel quale la modellazione dei diversi (sotto)sistemi urbani avviene nella forma di Gemelli Digitali Tematici (GDT), ciascuno caratterizzato da simulatori, dati, modelli e servizi dedicati, riguardanti i temi più importanti per l'agenda urbana locale, come la mobilità, la qualità ambientale e dell'aria, i consumi energetici, il patrimonio culturale, ecc. I GDT sono integrati nel livello di ordine superiore, il quale assume la funzione di una porta di accesso sia per interrogazioni semplici rivolte ai singoli Gemelli Tematici, sia per quelle complesse svolte attraverso i moduli del livello più alto. In particolare, questo livello comprende i seguenti moduli:

- **Urban Sensing Engine (USE)**, che include un sistema esperto per ragionare in ottica di regole "if-then", ed uno strumento deliberativo per supportare la pianificazione di azioni (es. relative alla manutenzione);

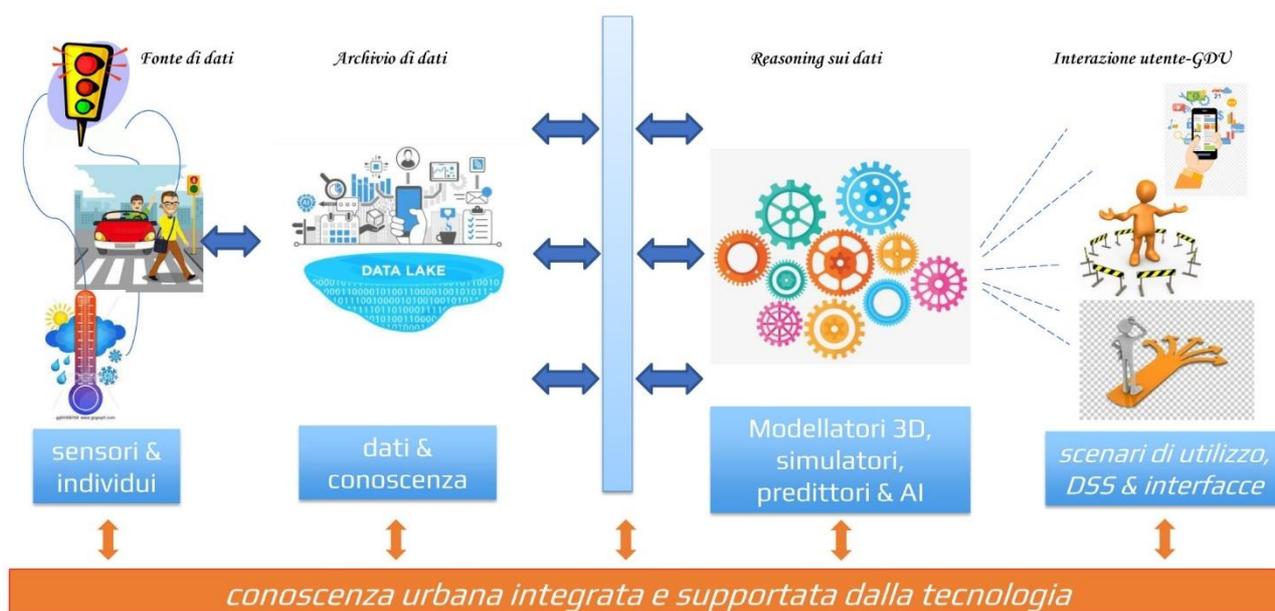
²¹¹ Fonte: Castelli et al, 2020

Focus: Urban Intelligence

- Analisi della correlazione tra i dati prodotti ai diversi livelli tematici, finalizzata alla estrazione di conoscenze ed alla previsione, e basata su tecniche di *AI* e *machine learning statistico*;
- Componente in grado di generare scenari complessi e di valutarli in modo implicito tramite algoritmi di ottimizzazione multi-obiettivo e multi-disciplinare (MDO);
- *Decision Support System* (DSS) basato sulla valutazione comparativa di scenari complessi generati automaticamente o sottoposti dall'utente, anche qui grazie all'impiego di metodi di ottimizzazione e analisi multi-criterio (MCA).

La figura seguente illustra l'architettura complessiva del GDU, evidenziando i diversi livelli di cui si compone.

Architettura del GDU per l'Urban Intelligence²¹²



Una tale architettura consente sia di modellare i (sotto)sistemi urbani in maniera indipendente l'uno dall'altro, sia di generare una conoscenza integrata capace di supportare l'implementazione di politiche basate su dati e evidenze certe, e finalizzate al raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda ONU 2030. Quest'opera di integrazione della Smart City viene perseguita nel GDU in tre direzioni: *a livello di dati*, grazie a un Data Lake in grado di gestire, pre-processare e distribuire qualunque tipologia di dato ai servizi di livello superiore; *a livello di analisi*, grazie ad una piattaforma ICT in grado di connettere e

²¹² Fonte: CNR-IMATI, 2022

far dialogare tra di loro i modelli e i servizi relativi ai diversi ambiti tematici; a livello di *decision-making*, grazie alla possibilità di attingere a tutte queste risorse per costruire modelli dei sottosistemi e, tramite questi modelli, generare e confrontare tra di loro scenari complessi.

L'architettura del GDU si pone dunque in continuità con lo schema di Smart City descritto nel presente studio, rispetto al quale essa introduce due ulteriori (sotto)livelli. Il primo è il layer geometrico, il quale è chiamato a rappresentare la morfologia del costruito. A seconda degli obiettivi di utilizzo, tale morfologia può essere modellata in diversi modi:

- attraverso “nuvole di punti” ovvero un elevato numero di punti geo-localizzati ottenuti tipicamente tramite un campionamento con tecniche di rilievo LiDAR o fotogrammetriche;
- utilizzando “mesh superficiali”, ovvero composte da punti e poligoni, che possono essere utilizzate per una migliore resa grafica e per la risoluzione di problemi che coinvolgono la superficie degli oggetti (come per il calcolo dell'ombreggiatura); i punti generati in questo caso sono tipicamente in numero minore rispetto alle nuvole di punti, in modo da ridurre gli oneri computazionali;
- mediante “mesh volumetriche”, ovvero composte da punti e poliedri, che possono essere utilizzate per le simulazioni basate su modelli fisici; la risoluzione, in questo caso, è tipicamente molto inferiore rispetto ai due casi precedenti.

Il layer geometrico del GDU non costituisce non solo una rappresentazione 3D dell'ambiente costruito, ma soprattutto una preziosa fonte di informazioni che possono essere ricavate anch'esse attraverso diverse modalità:

- misurazione geometrica o analisi fotografica dei contesti urbani;
- annotazione semantica del costruito, grazie alla quale è possibile identificare porzioni di geometria (edifici, strade, arredi, ecc.) a cui associare informazioni localizzate sul modello;
- simulazioni dinamiche in ambiente 3D (ad esempio la diffusione di inquinanti o dell'irraggiamento solare).

L'adozione dello standard CityGML²¹³ per la modellazione 3D (in particolare la nuova versione 3.0), grazie alla possibilità di definire differenti Levels of Details (LoD) del costruito, consente di mettere a disposizione dei servizi digitali del GDU la geometria urbana di volta in volta ottimale per i diversi utilizzi, dove il LoD0 rappresenta il DTM (Digital Terrain Model) arricchito semanticamente, fino alle rappresentazioni 3D complete e dettagliate degli edifici (LoD3).

²¹³ City Geography Markup Language, sviluppato dall' Open Geospatial Consortium (OGC)
Link: <https://www.ogc.org/standard/citygml/>

Levels of Details (LoD) secondo lo standard CityGML 3.0²¹⁴



Il secondo livello aggiuntivo è quello d'ordine superiore in cui avviene l'integrazione, progressiva e modulare, dei diversi gemelli digitali accoppiati ai singoli sotto-sistemi della città. Questa caratteristica è il principale fattore di innovazione dell'approccio UI, e si basa sulla capacità di sviluppare ed impiegare metodi di analisi, modellazione e risoluzione basati su competenze di frontiera in diverse discipline scientifiche, e di dotarsi degli strumenti computazionali necessari a rendere i modelli dei diversi sotto-sistemi parte di un tutto organico. Questo obiettivo può infatti essere raggiunto solo attraverso la corretta combinazione di una grande mole di dati, dell'intelligenza computazionale necessaria per estrarne informazioni utili – aggirando il fenomeno del *data deluge*, e dello sviluppo di modelli ed algoritmi multi-disciplinari in grado di integrare le diverse facce di un problema di city governance con la necessaria precisione.

Questo raffronto consente di inquadrare la prospettiva dell'Urban Intelligence delineata in questo capitolo come una evoluzione potenziale dell'idea stessa di *Smart City*, in grado di offrire alle città italiane l'opportunità di dotarsi nel tempo di strumenti digitali innovativi, calibrandone e commisurandone la progressiva adozione in base ad un'attenta valutazione dei benefici via via ottenuti, e dei percorsi di innovazione e adeguamento della PA necessari allo scopo. Proprio in questo, infatti, si esprime il valore strategico del progetto di UI: nella sua capacità di proporre un percorso di innovazione che consenta di implementare nel tempo un'agenda digitale flessibile, partendo da un nucleo iniziale di sperimentazione in campo *Smart City*, e aggiungendo via via nuove soluzioni, temi e livelli fino ad evolvere veri e propri GDU, sempre più complessi.²¹⁵

²¹⁴Fonte: Open Geospatial Consortium, 2021, "OGC City Geography Markup Language (CityGML) 3.0 Conceptual Model Users Guide", link: <https://docs.ogc.org/guides/20-066.html#overview-section-levelsofdetail>; copyright: © 2021.09.13, Open Geospatial Consortium, Inc. All Rights Reserved. <http://www.ogc.org/ogc/document>

²¹⁵ Questa cornice strategica per un'innovazione adattiva e modulare delle capacità di governance delle città italiane è stata presentata dal DIITET-CNR a UrbanPromo Digital 2021, con l'evento: "Tecnologie digitali come fattori abilitanti per la governance urbana" (co-organizzato dal CNR), che ha visto confrontarsi le esperienze sull'Urban Intelligence con quelle di altre città italiane nel campo dei SIT Intelligenti, delle Smart Control Rooms e degli Urban Digital Centers (link al programma: <https://urbanpromo.it/2021/eventi/tecnologie-digitali-come-fattori-abilitanti-per-la-governance-urbana/>)

Il modello del Gemello Digitale, infatti, grazie ai suoi presupposti intrinseci di scalabilità, interoperabilità, adattabilità e modularità, costituisce una piattaforma espandibile su quattro livelli di scala: territoriale (gemellando solo una parte della città e poi aggiungendone altre), della complessità (iniziando con un numero limitato di layer, da espandere in seguito secondo le necessità), della integrazione (incrementando via via il numero di interazioni tra sotto-sistemi considerati dal Gemello), ed infine della sensibilità (usando reti sensoristiche con densità e tipologia variabile). Queste quattro scale, o dimensioni, possono essere estese partendo da una piattaforma iniziale relativamente semplice da progettare e realizzare, ed evolvendola in forme più articolate, arricchendo il Gemello di complessità, profondità e utilità. Questo potrà consentire di applicare il modello UI alle città italiane operando all'inizio parallelamente ai metodi tradizionali di gestione e imparando da essi, affiancando e integrando i progetti *Smart City* eventualmente già presenti, per poi esplorare progressivamente le capacità nuove implicite nell'uso e nell'implementazione di uno strumento così potente.

Il progetto di UI non si esaurisca nella scala urbana, che pure costituisce il suo campo di applicazione iniziale: l'orizzonte della sostenibilità, così come delineato dall'Agenda 2030, investe infatti un ordine di scala superiore, guarda a “un mondo in cui l'umanità vive in armonia con la natura”. La sostenibilità delle nostre città non può essere conseguita rimanendo nei perimetri delle aree urbanizzate: investe in maniera paritaria la gestione dei territori in cui le città sono inserite. È dai territori che le città traggono il proprio sostentamento, in termini di nutrienti, risorse ed energie che alimentano i loro flussi metabolici; è nei territori, nella loro biodiversità e nella capacità di erogare servizi ecosistemici, che va cercata a monte una risposta ai problemi della resilienza urbana; ed è nei territori, nei loro ambienti naturali e nei loro paesaggi culturali, che va identificata una componente essenziale per il benessere della vita dell'uomo.

A questo scopo, il 14 marzo del 2022 il DIITET-CNR²¹⁶ ha organizzato, insieme ai Dipartimenti DSSTTA²¹⁷ e DiSBA²¹⁸, e in collaborazione con il MAECI²¹⁹, l'evento “Land-City-Sea-scape Intelligence”,²²⁰ che ha avuto luogo nella cornice del Padiglione Italia di Expo Dubai, e che ha visto i ricercatori dei tre Dipartimenti discutere insieme ad ospiti degli Emirati Arabi e ai giovani ricercatori del CNR sulle prospettive multi-disciplinari e sistemiche per un utilizzo razionale e sostenibile delle risorse del pianeta. L'evento è servito ad approfondire una nuova idea di “intelligenza” nei campi della Terra, della Città e del Mare, basata sull'impiego di tecnologie innovative (inclusa quella dei Gemelli Digitali), e finalizzata a favorire un'integrazione tra questi campi di ricerche in termini di generazione e analisi di dati e

²¹⁶ DIITET: Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti del CNR

²¹⁷ DSSTTA: Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente del CNR

²¹⁸ DiSBA: Dipartimento Scienze Bio-Agroalimentari del CNR

²¹⁹ Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale

²²⁰ Link al programma dell'evento: <https://www.isafom.cnr.it/images/COMUNICAZIONE/Locandine/EXPO.pdf>

Link alla registrazione video dell'evento: <https://www.youtube.com/watch?v=gcaWuefQuxg>

informazioni, di simulazione di scenari predittivi, e supporto al *decision making*. I risultati ottenuti hanno consentito di mettere a fuoco un ampio set di riflessioni, prospettive e obiettivi comuni, che hanno portato a individuare le seguenti direzioni di ricerca e sviluppo condivise, collegate tra di loro da quella che è stata definita come “la sfida della complessità”; queste direzioni di ricerca olistica costituiscono l’orizzonte di sviluppo futuro per il progetto strategico dell’Urban Intelligence.²²¹

Better knowledge

riguarda lo sviluppo di nuovi approcci e soluzioni per accrescere le conoscenze. A tal fine serve comprendere esattamente cosa sapere e perché; serve collocare nello spazio con precisione le informazioni e aggiornarle a ritmi adeguati; serve potenziare la capacità predittiva sull’evoluzione dei fenomeni; serve e adottare approcci sistemici in grado di analizzare in modo integrato le loro interconnessioni, superando approcci settoriali o parziali.

Better tools

riguarda lo sviluppo di strumenti tecnologici adeguati ad affrontare la sfida della complessità. A tal fine, serve definire traiettorie ben definite di innovazione che partano da un’accurata valutazione dei fabbisogni reali, da un’attenta valutazione delle priorità, e dalla chiara individuazione degli obiettivi da perseguire.

Better societies

riguarda il ruolo delle persone e delle comunità all’interno del sistema “Land-City-Sea”. A tal fine, serve comprendere meglio i bisogni reali delle persone, conoscere i loro linguaggi e comportamenti, in modo da sviluppare soluzioni che possano essere capite, adottate e usate con successo dalle comunità locali; serve evolvere le piattaforme digitali in vere e proprie “infrastrutture sociali” in grado di incidere sui comportamenti e le abitudini consolidate, favorendo in tal modo il progresso delle comunità locali.

²²¹ L’evento di Dubai ha trovato un ulteriore momento di sviluppo ad UrbanPromo Digital 2022, con l’evento co-organizzato dal CNR: “Le forme del futuro: tecnologie digitali a supporto della resilienza territoriale”; nel corso della giornata, i ricercatori dei tre Dipartimenti del CNR presenti a Dubai hanno partecipato ai panel di discussione, formati ciascuno da esponenti del mondo della ricerca, dell’amministrazione, dell’impresa e della finanza, e dedicati ai temi del cambiamento climatico, dell’agricoltura, la mobilità e la governance innovativa. Questi panel sono stata l’occasione per approfondire le riflessioni avviate a Dubai rispettivamente sui temi del Mare, della Terra, della Città, e di un’Intelligenza digitale intersettoriale. Qui i link al programma delle sue sessioni dell’evento:

<https://urbanpromo.it/2022/eventi/le-forme-del-futuro-tecnologie-digitali-pima-sess/>

<https://urbanpromo.it/2022/eventi/le-forme-del-futuro-tecnologie-digitali-seconda-sess/>

Rafforzare la partecipazione civica e il dialogo multi-attore

Nei paragrafi precedenti ha preso forma l'idea che il paradigma dell'Urban Intelligence non costituisca solo un progetto di innovazione tecnologica, ma ambisca a farsi promotore, grazie allo sviluppo delle tecnologie digitali, di un vero e proprio **processo di innovazione urbana** finalizzato a perseguire in maniera integrata gli obiettivi di sostenibilità. A questo scopo, UI mette in campo un approccio avvolgente, che vede su di un versante, la costruzione di uno strumento tecnologico avanzato (il GDU), e sull'altro l'implementazione di un percorso di interazione sociale finalizzato a maturare una profonda condivisione e consapevolezza dei risultati raggiunti ad ogni livello del processo, non tanto tramite la ricerca di un'arena consensuale o concertativa, ma piuttosto mediante la valorizzazione delle diversità e anche dei conflitti tra le diverse anime della comunità locale, intesi come una fonte indispensabile di una conoscenza più densa e articolata del dinamismo urbano.

Obiettivo principale dell'approccio partecipativo di UI è quello di far crescere, all'interno della società civile, la cultura per ricominciare ad ascoltare gli abitanti, pensandoli come gli attori fondamentali per il futuro delle città. A questo scopo, il progetto strategico UI propone una metodologia che prevede l'attivazione di "Laboratori di cultura urbana e di consapevolezza civica" declinati attraverso strumenti e linguaggi differenti in relazione ai diversi gruppi di riferimento. Punto di partenza del percorso consiste nella comprensione del valore e del significato che i luoghi e gli spazi pubblici di una città rivestono per i suoi stessi abitanti, al fine di mettere in risalto comportamenti e relazioni altrimenti invisibili all'occhio esperto. Un'indagine di questo tipo, ispirata all'approccio del "*community mapping*", consente di esplorare quel retroterra di motivazioni, di chiavi di lettura, di presupposti sociali e culturali, di esperienze e di proiezioni che costituiscono la *mappa cognitiva* di riferimento per una comunità locale, ed esercitano dunque una grande influenza sul suo modo di interagire con il contesto urbano (Malvezzi, 2021)²²². Il risultato di questo percorso è duplice: da un lato, esso consente di disegnare nuove geografie urbane che costituiscono il complemento ideale della conoscenza formale e oggettiva della città, così come estrapolata dai sistemi di conoscenza della Smart City; dall'altro, esso punta a stimolare una maggiore affezione e cura dell'ambiente comune, un maggior rispetto e condivisione di pratiche sociali, una migliore proiezione verso prospettive di sviluppo locale sostenibile in relazione a tutti i campi fondamentali con cui oggi questo termine deve essere declinato. L'approccio partecipativo promosso da UI si basa su tre principi fondamentali (Malvezzi, Castelli e Camardelli, 2022)²²³:

²²² Malvezzi R., 2021, "Per un'urbanistica cognitiva: il percorso d'ascolto per il documento preliminare d'indirizzo di Borbona", *Territorio* 97:113-122, DOI: 10.3280/TR2021-097015

²²³ Malvezzi R., Castelli G., Camardelli M., 2022, *Il programma partecipativo per il Gemello Digitale di Matera*, Report Tecnico DIITET-CNR

- la multi-dimensionalità, così come definita nella Carta di Lipsia, in cui viene proposta l'integrazione delle quattro dimensioni: storico/estetica/morfologica, ambientale, economica, sociale della città, e nella Raccomandazione UNESCO del 2012 sul Paesaggio Storico Urbano, dove è centrale un approccio basato sull'interrelazione tra le forme fisiche e l'organizzazione spaziale, le caratteristiche naturali ed ambientali, i valori sociali, culturali ed economici;
- la multi/inter-disciplinarietà rispetto alle diverse componenti che rappresentano il concetto di "patrimonio territoriale" (storico, archeologico, architettonico, ambientale, territoriale, paesistico, socio-economico), la quale richiede l'attivazione di diverse competenze, professionalità e strumenti che cooperino per l'individuazione di azioni integrate e strategie processuali;
- l'integrazione di un percorso di co-creazione culturale che miri ad azioni/interazioni continue lungo tutta la durata del processo, stimolando feedback, controlli, monitoraggi e aggiustamenti quale garanzia di flessibilità e adattabilità necessaria per la sostenibilità del *policy-making*.

Un simile percorso di interazione sociale non si esaurisce nell'estrazione di dati o informazioni giacenti in maniera latente nel corpo vivo della comunità, né nella convergenza verso scenari progettuali o trasformativi: costituisce un vero e proprio percorso di co-creazione di conoscenza esperienziale e di orizzonti di senso che, come tali, non risiedono solo nel portato *ex-ante* dei singoli partecipanti, ma abbisognano di una interazione di tipo sociale per maturare il loro lento comporsi, e per divenire patrimonio riconosciuto e condiviso di una comunità. Dinamicità e dimensione inter-relazionale vengono dunque poste a fondamento del contesto partecipativo: questo obiettivo può essere perseguito evitando ad esempio di stabilire rigide procedure di gestione e controllo delle modalità e degli esiti del percorso, puntando invece a favorire una partecipazione aperta a qualunque esito e innesto quale presupposto per la formazione di reti inedite di relazioni generative e solidali tra gli abitanti e le Amministrazioni, restituendo agli abitanti la possibilità di reinventarsi, e creando fertilità nelle discussioni sugli obiettivi che il Gemello è chiamato ad analizzare. Un percorso di questo tipo può trovare a sua volta nelle tecnologie digitali un formidabile supporto; in particolare, UI include nativamente soluzioni PPGIS (*Public Participation GIS*) che consentono di svolgere indagini geo-riferite di vasta scala all'interno della comunità locale. Il corpus di informazioni costruito in questo modo costituisce già esso stesso un layer informativo, di tipo partecipativo, direttamente integrabile sia nel Data Lake che nei servizi posti ad ogni ordine di livello.

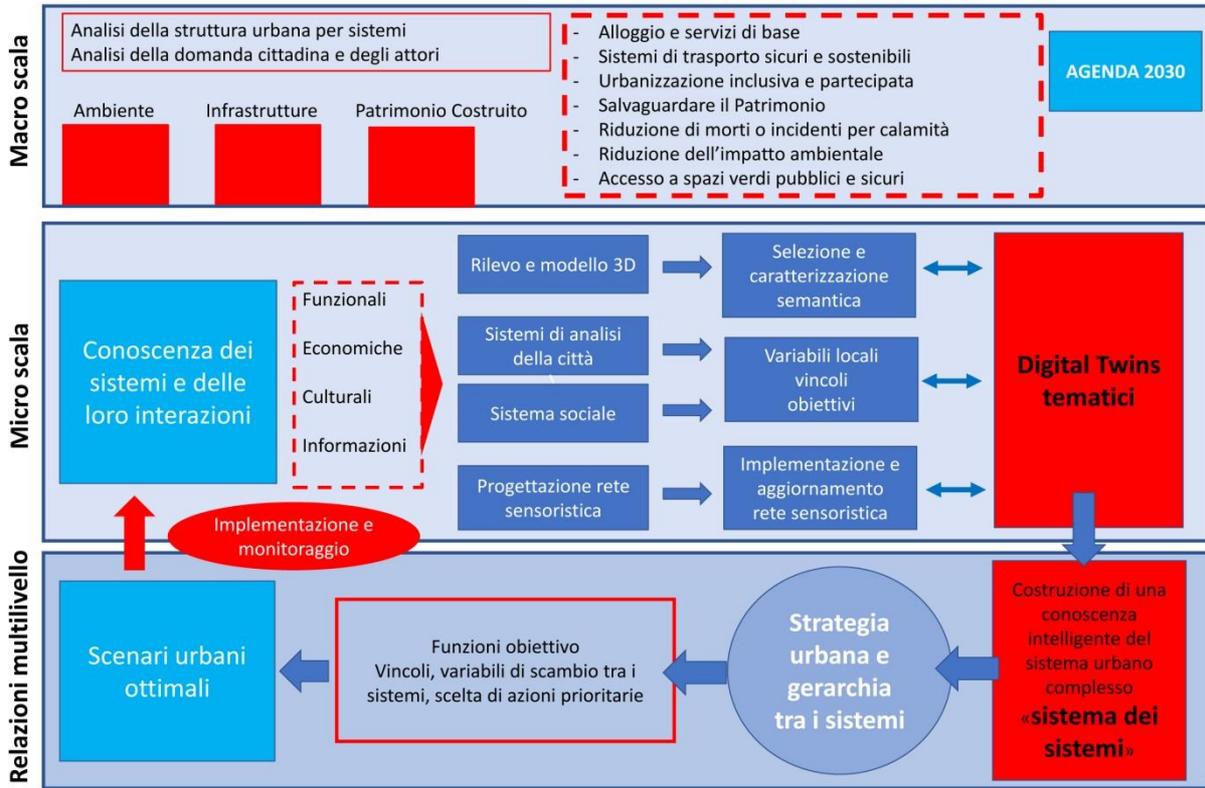
La partecipazione civica è parte di un dialogo multi-attore più ampio promosso da UI, che trova nel GDU una piattaforma in grado di mettere a disposizione al tempo stesso

giacimenti informativi articolati, dinamici e integrati, interfacce di confronto con i diversi gruppi di riferimento della comunità locale, e strumenti analisi, simulazione e *decision-making* multi-disciplinare. Queste risorse consentono per la prima volta di promuovere un'innovazione profonda anche nelle tradizionali pratiche di pianificazione urbanistica, intrecciandole con i nuovi strumenti digitali in modo da costituire un vero e proprio processo “cyber-urbanistico”, rappresentato qui sotto (Castelli e Malvezzi, 2022)²²⁴.

La virtuosità di questo processo di urbanistica intelligente consiste innanzitutto nel saper gestire in maniera ottimale le relazioni multi-scala sia a livello di conoscenza che di impalcato strategico. In particolare, la costruzione del processo prende avvio con la messa a fuoco dei principali obiettivi della strategia urbana locale, ispirati dall'Agenda ONU 2030 e in particolare dal Goal 11 dedicato a “rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili”. A questa messa a fuoco di carattere generale (macro-scala) corrisponde la costruzione di un sistema di conoscenza pre-orientato da questi obiettivi, e finalizzato ad approfondire tutti i livelli tematici della città toccati dalla strategia. Questa operazione corrisponde, a livello del GDU, nella modellazione e caratterizzazione semantica dei contesti urbani, nell'attivazione di un'opportuna rete sensoristica, nella raccolta di informazioni di tipo partecipativo, e nella modellazione dei (sotto)sistemi/ambiti tematici di riferimento. Su questa base è possibile svolgere le prime analisi interne a ciascun ambito (micro-scala), con il fine di individuare per ciascuno di essi la trama delle relazioni e delle variabili endogene ed esogene che ne influenzano i cambiamenti; grazie a questa prima fase del processo è possibile infine mettere a fuoco gli obiettivi specifici di qualità da perseguire per ciascun ambito tematico.

²²⁴ Castelli G., Malvezzi R., 2022, “I gemelli digitali per le città: riflessioni e prospettive”, final paper, XIII GSINU - Giornate di Studio INU, 16.12.2022, Blended event (in press)

La struttura interscalare del processo di Urbanistica Intelligente ²²⁵

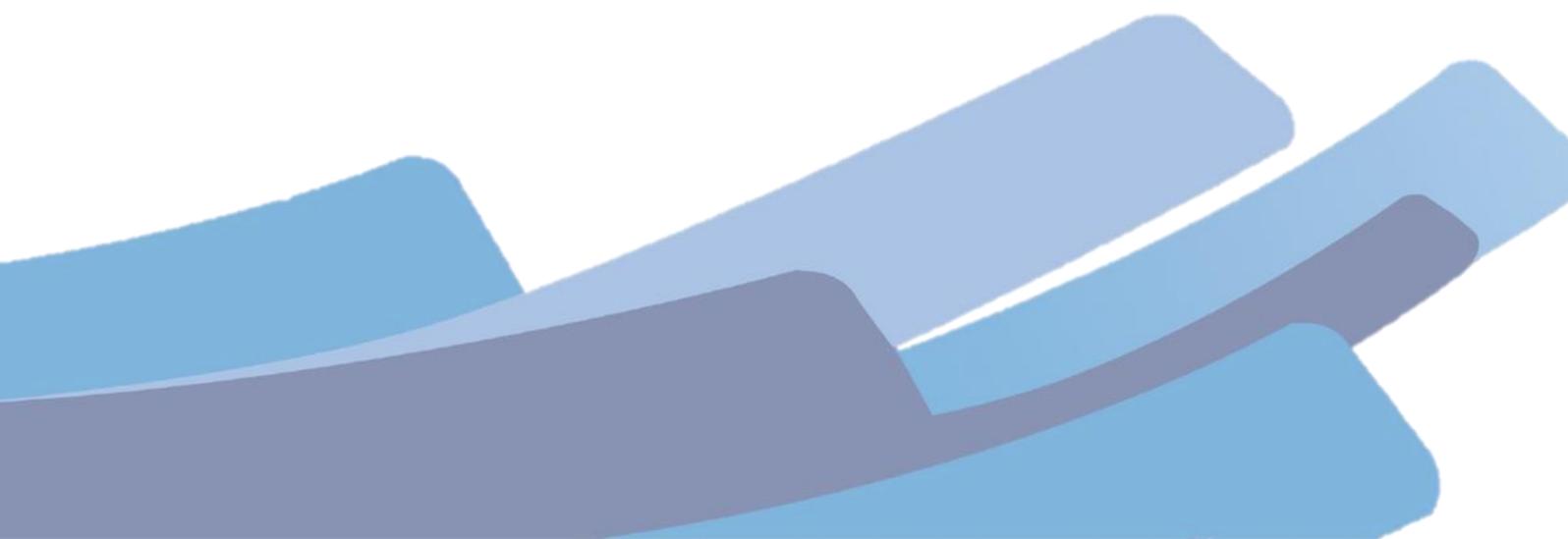


La fase successiva riguarda la costruzione di una conoscenza complessa della città, tramite l'utilizzo degli strumenti di analisi intelligente (multi-disciplinare) messi a disposizione del GDU, che consentono di comprendere meglio la rete e le dinamiche delle influenze trasversali tra i diversi ambiti tematici; su questa base è possibile mettere a fuoco una possibile gerarchia tra i (sotto)sistemi in funzione degli obiettivi strategici generali, e di articolare una strategia urbana complessiva in grado di coordinare gli obiettivi di qualità individuati per ciascun ambito. In questa fase viene assunta un'ottica multi-livello, nella quale possono essere testati diversi possibili set di azioni prioritarie, basati a loro volta su diversi sistemi di vincoli e variabili di scambio tra i sistemi (micro-scala); in questo modo è possibile sviluppare scenari urbani integrati tra di loro alternativi, che possono produrre risultati differenti rispetto agli obiettivi di macro-scala e agli indicatori adottati per descriverli. Il confronto tra le diverse opzioni può guidare la PA e in generale, la rete coinvolta nella governance urbana, a scegliere lo scenario considerato ottimale, e su questa base, a finalizzare la propria strategia urbana definendo, a cascata, azioni prioritarie, gerarchie, e i relativi vincoli interni al sistema.

²²⁵ Elaborazione da Castelli e Malvezzi., 2022

Il processo dell'urbanistica intelligente si avvale del GDU anche come un potente strumento di monitoraggio per l'attuazione del piano o della strategia, grazie alla disponibilità di feedback sincroni o asincroni derivanti sia dalle reti dei sensori, sia dai percorsi di interazione sociale attivati.

A questo scopo, va sottolineato come gli obiettivi dell'Agenda 2030 non costituiscano solo una cornice per orientare lo svolgimento di un processo urbanistico: la compresenza di indicatori di livello generale e di altri, di natura volontaria e specifica, consentono una stima preliminare degli obiettivi di qualità da perseguire, e quindi, un attento e coerente monitoraggio sugli effetti e gli impatti conseguenti dall'attuazione delle politiche urbane, sia alla macro che alla micro-scala. Grazie a questo, è possibile mantenere vivo l'impalcato di una strategia urbana, intercettando per tempo comportamenti emergenti e reazioni inattese che sono consustanziali alla natura delle città come sistemi complessi, e aggiornando di conseguenza gli strumenti e i dettagli attuativi inizialmente previsti. Il processo di urbanistica intelligente è dunque un processo adattivo, che si sviluppa attraverso cicli perenni di auto-apprendimento che consentono ad un sistema di governance di trovare lungo la strada le soluzioni di volta in volta migliori per il perseguimento ottimale degli obiettivi di sostenibilità.



APPENDICE

TIM Smart City Challenge

Nello studio abbiamo evidenziato come le start-up svolgano un ruolo centrale nell'innovazione legata alle Smart City. TIM ha lanciato a fine ottobre 2022 "TIM Smart City Challenge", un'iniziativa di TIM Open Innovation per costruire le città del futuro insieme ad alcuni dei principali player del mondo dell'industria, dell'innovazione e della ricerca, supportando i Comuni e le Regioni italiane nell'adozione di modelli di gestione virtuosi.

La sfida lanciata da TIM ad aziende italiane e internazionali ha favorito infatti la creazione di un ecosistema italiano delle Smart City anche grazie alla collaborazione con Associazione Osservatorio BikeEconomy, CNR Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti – DIITET, Edison NEXT, eFM, Intesa Sanpaolo Innovation Center, Osservatorio Startup Intelligence Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Gestionale.

La collaborazione con altri partner ha l'obiettivo di unire le forze dei principali attori nell'ambito Smart City per favorire e accelerare ulteriormente il percorso di trasformazione delle città italiane verso le città del futuro, grazie ad esperienza e asset che possono essere messi a disposizione del Paese, abilitando modelli di gestione delle città italiane che diventano in questo modo più facilmente scalabili e replicabili su tutto il territorio. Lo scopo di TIM e dei suoi partner è di migliorare il portafoglio di offerta per le Smart City, arricchire ulteriormente i servizi a supporto delle amministrazioni, studiare l'evoluzione delle città e recepire le esigenze di ogni singolo comune grazie all'attivazione di nuove collaborazioni con aziende innovative che offrono soluzioni di Smart City

Per favorire il go to market e lo scaling delle soluzioni più promettenti, TIM mette a disposizione dell'ecosistema Smart City, delle aziende innovative e dei suoi clienti le esperienze e le conoscenze in ambito Smart City, acquisite anche grazie all'implementazione della piattaforma di "intelligenza urbana" TIM Urban Genius in diversi comuni italiani di dimensioni eterogenee, tra cui ad esempio Venezia e Cairo Montenotte. Grazie alla natura aperta, alla capacità di coprire in ottica end-to-end i principali aspetti legati alla gestione delle città, TIM Urban Genius si configura come elemento abilitante in grado di integrare rapidamente servizi verticali di terze parti, arricchendo ulteriormente i servizi a supporto delle amministrazioni.

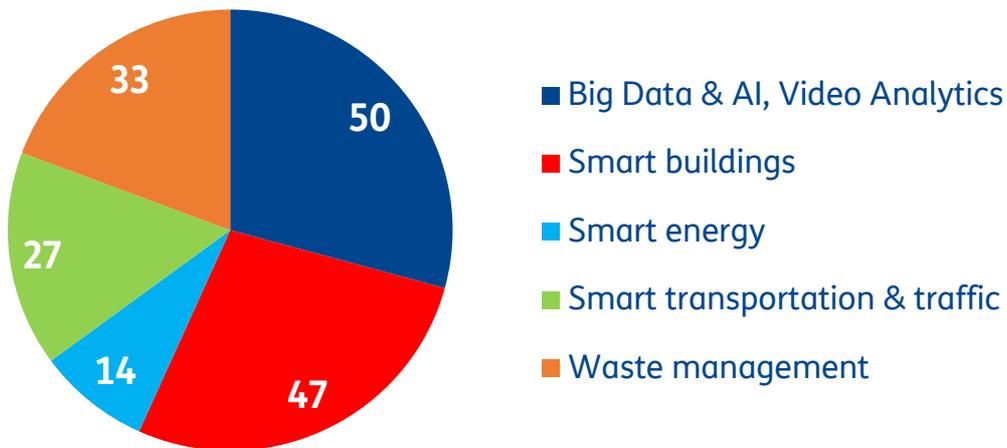
I risultati:

Attraverso la TIM Smart City Challenge abbiamo raccolto 168 application, con soluzioni proposte da start-up, PMI, scaleup nazionali e/o internazionali distribuite nei seguenti vertical:

Big Data & AI, Video Analytics,
Smart transportation & traffic,
Waste management,

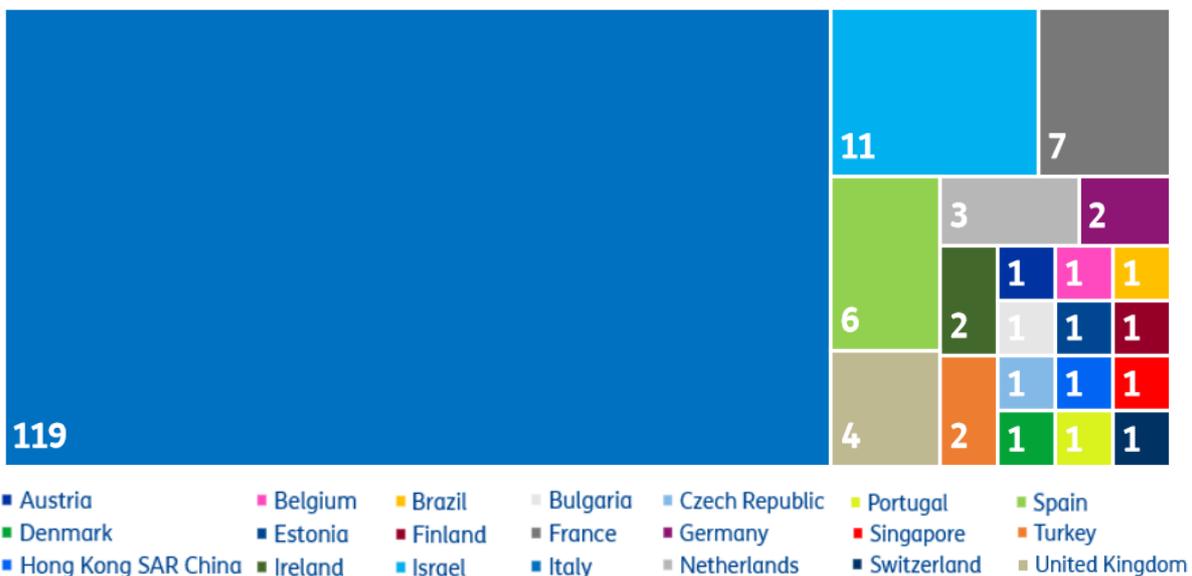
Smart energy,
Smart buildings.

I vertical delle soluzioni presentate



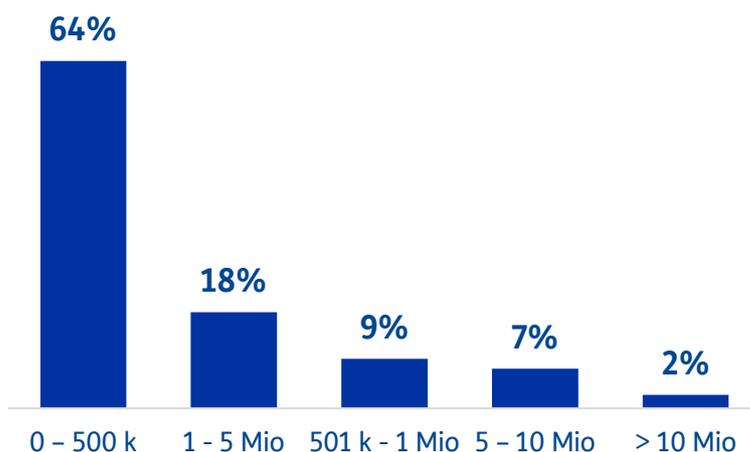
Il 71% delle application proviene dal territorio italiano, con una forte localizzazione su Milano, Roma e Torino, seguite da una buona presenza di società israeliane, francesi e spagnole.

I paesi di provenienza delle candidate Smart City Challenge



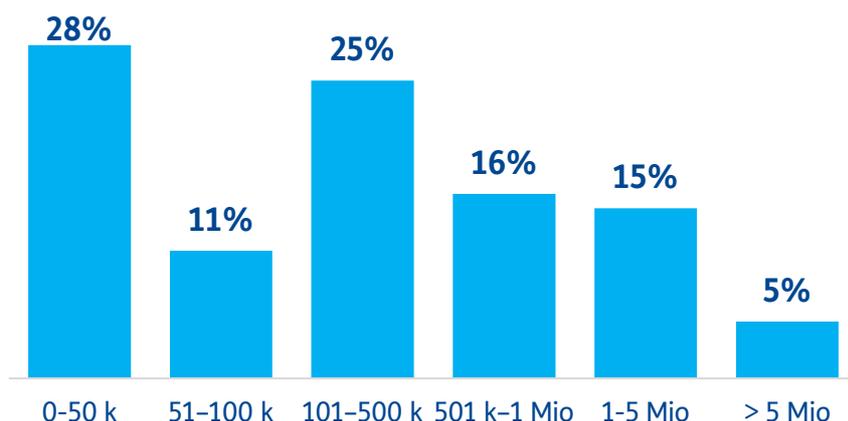
Entrando nel dettaglio delle candidature il 68% delle start-up con soluzioni Big Data & AI, Video Analytics e l'82% delle startup con soluzioni Smart Transportation & Traffic provengono da Italia e Israele, mentre le soluzioni di Waste Management sono quasi interamente presidiate dall'Italia eccezion fatta per 3 soluzioni provenienti da Olanda, Inghilterra e Danimarca.

Finanziamenti ricevuti dalle candidate Smart City Challenge



Il 64% delle società hanno ricevuto finanziamenti fino a 500mila euro, mentre il 27% ha ricevuto finanziamenti complessivi di oltre 1 milione di euro. Di queste, la gran parte sono ubicate in Italia, Israele e Francia.

Classi di Fatturato delle candidate Smart City Challenge



Sono 32 le società che nell'anno precedente alla challenge hanno fatturato oltre 1 Milione di euro. Il 44% propongono soluzioni su Big Data & AI, Video Analytics e, a seguire, il 22% soluzioni relative allo Smart Building.

Le start-up vincitrici:

- **Mine Crime rende le città più sicure**, raccogliendo e geolocalizzando i dati sugli illeciti urbani, abilitando l'adozione di strumenti di prevenzione a mitigazione dei rischi.
La società ha costruito il più grande database esistente a livello Europeo sul verticale crime con 27 milioni di eventi geolocalizzati e 16 mila banche dati già integrate.
- **Pin Bike incentiva gli spostamenti in bicicletta**, grazie a un sistema brevettato che consente di monitorare e **certifica gli spostamenti urbani in bici** tramite un sensore montato sulla bicicletta.
Il sistema è in questo modo in grado di garantire ai mobility manager di città, aziende e scuole la veridicità dei dati raccolti per il rilascio di incentivi economici.
- **iMOI ha sviluppato la soluzione iCAM3D**, un sistema di rilevamento metrico planimetrico 3D **che consente di semplificare le attività necessarie per i rilievi in caso di incidente stradale**, riducendo l'effort manuale.
È una soluzione intuitiva ed istantanea che consente di ottenere risultati accurati e dettagliati della scena, effettuando una semplice ripresa video della stessa e degli oggetti coinvolti.
- **Utwin è una startup proptech che supporta proprietari e gestori di edifici nell'utilizzo dei dati di edifici e asset**, in modo digitale e sostenibile **consentendo ai clienti di ridurre i costi e i tempi di gestione degli edifici**.
Valorizza i dati degli edifici creandone gemelli digitali per gestire tutte le informazioni in tempo reale e ottimizzare le attività di gestione di asset, strutture, energia e sensori.
- **Foot Analytics consente di monitorare l'utilizzo degli spazi all'interno degli uffici delle aziende** al fine di dimensionarli correttamente e **abilitare una gestione efficace e in tempo reale degli edifici**.
In questo modo è possibile avere piena visibilità dell'utilizzo degli spazi e adottare rapidamente azioni migliorative, ad esempio nel caso di sotto/sovra utilizzo, **migliorando l'esperienza dei dipendenti e ottimizzando i costi di gestione**.
- **G-move produce statistiche sulle persone presenti in una determinata area** (numero, tempo di permanenza, spostamenti), **consentendo di ottimizzare ogni aspetto legato alla gestione degli spazi fisici**, come negozi, aree urbane e mezzi di trasporto.
Grazie a un apposito sensore e all'analisi dell'impronta WiFi degli smartphone, il sistema è in grado di fornire le stesse analitiche che sono popolari nel mondo del web, ma negli spazi fisici.
- **Open Stage ha realizzato un totem tecnologico che** permette di prenotare una «stazione» smart e **consente agli artisti di esibirsi dal vivo in città** di fronte ai propri fan.
Tramite una semplice APP, gli artisti possono prenotare il totem, sbloccare la control box con il mixer all'interno, collegare gli strumenti e dare il via all'esibizione.

Limiti di responsabilità

I dati e le informazioni cui si fa riferimento nel presente documento sono forniti in buona fede e TIM le ritiene accurate. In nessun caso TIM sarà ritenuta responsabile per qualsiasi danno diretto o indiretto, causato dall'utilizzo di queste informazioni.

I dati, le ricerche, le opinioni o i punti di vista espressi da TIM S.p.A non rappresentano dati di fatto. I materiali contenuti in questo documento riflettono le informazioni e le opinioni alla data di pubblicazione originale.

Le informazioni e le opinioni espresse in questo documento sono soggette a modifiche senza preavviso. TIM non ha alcun obbligo o responsabilità di aggiornare i materiali di questa pubblicazione di conseguenza.

TIM non sarà, in nessuna circostanza, responsabile per qualsiasi investimento, decisione commerciale o di altro tipo basata o presa in base ai contenuti di questo documento.

Si ringraziano Markets&Markets e OMDIA per i dati forniti.



CENTRO STUDI

