

innovAZIONI

1 2026

per la SOSTENIBILITÀ
LOCALE





INDICE

Il tema di questo numero: Smart city data-driven: dati, piattaforme e intelligenza artificiale per le politiche urbane sostenibili	1
L'intervista: SPINE - Smart Public transport Initiative for climate Neutral cities in Europe.....	3
Le buone pratiche selezionate dalla banca dati GELSO:	
- LIFE ESCAPOS - Environmental energy for Strategic CApillary urban PolicieS....	7
- USAGE - Urban Data Space for Green Deal	10
- SKET Monitor - Smart Knowledge Driven Environmental and Territorial Monitoring	13
- ELABORATOR - The European Living Lab on designing sustainable urban mobility towards climate neutral cities	15
L'approfondimento: Progetto GAIA - A Perugia due osservatori all'avanguardia per il territorio urbano.....	18
Eventi e news	24

Redazione: Ilaria Leoni, Stefania Viti, Alessandra Luzi - Area Valutazioni economiche, contabilità e sostenibilità ambientale, percezione e gestione sociale rischi ambientali.

Progetto grafico: Sonia Poponessi - Area per la comunicazione istituzionale, la divulgazione ambientale, eventi pubblici e comunicazione interna.

Per scriverci: buonepratichegelso@isprambiente.it

In copertina: digital twin di Perugia. Fonte <https://wise.town/portfolio-items/perugia-smart-city/>

Smart city data-driven: dati, piattaforme e intelligenza artificiale per le politiche urbane sostenibili

Negli ultimi anni, il concetto di smart city ha conosciuto una profonda evoluzione: da visione prevalentemente tecnologica, centrata sull'adozione di soluzioni digitali per l'efficienza dei servizi urbani, a paradigma complesso e integrato, in cui i dati rappresentano una leva strategica per orientare le politiche pubbliche verso la sostenibilità ambientale, sociale ed economica. In questo contesto, l'approccio *data-driven* si afferma come elemento chiave per supportare decisioni informate, trasparenti e adattive, capaci di rispondere alla crescente complessità dei sistemi urbani.

La disponibilità sempre più ampia di dati - provenienti da sensori IoT, piattaforme digitali, open data, sistemi satellitari e contributi dei cittadini - consente oggi alle amministrazioni locali di osservare in tempo reale fenomeni urbani, monitorare l'efficacia delle politiche e pianificare interventi mirati. Tuttavia, la mera raccolta dei dati non è sufficiente: è necessario sviluppare infrastrutture digitali adeguate, modelli di governance chiari e competenze diffuse per trasformare i dati in conoscenza utile e, soprattutto, in azioni concrete. È proprio in questo passaggio - dalla disponibilità del dato alla sua capacità di orientare le decisioni - che si gioca la reale innovazione delle politiche urbane. Le piattaforme urbane integrate rappresentano uno degli strumenti principali di questa trasformazione. Esse consentono di aggregare e interoperare dati eterogenei, favorendo una visione sistemica della città e abilitando servizi innovativi in settori quali la mobilità, l'energia, la gestione dei rifiuti, la qualità dell'aria e la sicurezza urbana. In parallelo, l'intelligenza artificiale offre nuove opportunità per analizzare grandi volumi di dati, individuare pattern complessi e supportare processi decisionali avanzati, ad esempio attraverso modelli predittivi e sistemi di supporto alle decisioni.

Questo scenario si inserisce in un quadro normativo europeo e nazionale in rapida evoluzione, che mira a

promuovere un uso responsabile, sicuro e sostenibile dei dati e delle tecnologie digitali. A livello europeo, il Green Deal e la strategia per la transizione digitale delineano un percorso integrato verso città intelligenti e climaticamente neutre. Strumenti come il Data Governance Act e il Data Act puntano a facilitare la condivisione e il riutilizzo dei dati, garantendo al contempo diritti, sicurezza e fiducia.

In Italia, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) rappresenta un'occasione per rafforzare le infrastrutture digitali, promuovere l'interoperabilità dei dati pubblici e sostenere progetti di innovazione urbana. Inoltre, il quadro delineato dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID) e dal Dipartimento per la Trasformazione Digitale contribuisce a definire standard, linee guida e strumenti operativi per la gestione e valorizzazione dei dati pubblici.

Non meno rilevante è il tema della governance dei dati, che implica la definizione di ruoli, responsabilità e processi condivisi tra diversi attori: amministrazioni, imprese, centri di ricerca e cittadini. La costruzione di ecosistemi collaborativi e aperti è infatti condizione essenziale per sfruttare appieno il potenziale dei dati, favorendo al contempo trasparenza, partecipazione e inclusione.

Questo numero di InnovAzioni si propone di esplorare il ruolo dei dati, delle piattaforme e dell'intelligenza artificiale nel supportare politiche urbane sostenibili, attraverso una selezione di esperienze, strumenti e buone pratiche. L'obiettivo è offrire una lettura trasversale e operativa del tema, mettendo in luce opportunità, criticità e condizioni abilitanti per una trasformazione digitale delle città che sia realmente al servizio della sostenibilità e del benessere delle comunità locali.

L'intervista di apertura è incentrata sul progetto europeo **SPINE - Smart Public transport Initiative for climate Neutral cities in Europe**, nato con l'intento di rendere il trasporto pubblico urbano più efficiente, accessibile e sostenibile. L'iniziativa si propone di supportare l'attuazione dei principali piani di mobilità urbana

sostenibile, puntando sia alla riduzione delle emissioni sia al miglioramento complessivo dei servizi offerti ai cittadini. Tra le azioni previste rientrano la realizzazione di hub multimodali, capaci di integrare diverse modalità di trasporto e lo sviluppo di soluzioni MaaS (Mobility as a Service), affiancate da piattaforme digitali e applicazioni dedicate agli utenti. Il progetto include inoltre strumenti innovativi come i Living Labs, che favoriscono la sperimentazione in contesti reali e i Digital Twin, modelli virtuali utili per analizzare e ottimizzare i sistemi urbani.

Il progetto **LIFE ESCAPOS** rappresenta un esempio avanzato di approccio data-driven applicato alla pianificazione ambientale urbana. Attraverso l'integrazione di dati provenienti da sensori in situ, open data e modelli di simulazione microclimatica, il progetto sviluppa una piattaforma in grado di analizzare le dinamiche urbane a scala molto fine, fino al livello di isolato. La sperimentazione nel quartiere Firenze Nova ha fornito una base conoscitiva solida per progettare interventi mirati di adattamento climatico. L'approccio consente inoltre di simulare scenari e valutare ex-ante gli effetti delle soluzioni, come infrastrutture verdi o interventi di depavimentazione. Un elemento distintivo è il coinvolgimento attivo dei cittadini nella raccolta dei dati, che rafforza la dimensione partecipativa e la consapevolezza sui temi ambientali.

Analogamente, il progetto **USAGE – Urban Data Space for Green Deal** promuove un approccio data-driven integrando informazioni da diverse fonti (sensori, IoT, osservazione della Terra e dati dei cittadini) in un'infrastruttura interoperabile secondo i principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). La piattaforma consente di elaborare dati eterogenei e trasformarli in informazioni utili per la gestione dei rischi climatici e ambientali. Le soluzioni sono testate in quattro città pilota europee, tra cui Ferrara, dove vengono applicate per analizzare isole di calore urbano, eventi meteorologici estremi e biodiversità, migliorando le strategie di adattamento climatico.

Il progetto **SKET Monitor – Smart Knowledge Driven Environmental and Territorial Monitoring** è un progetto di ricerca che sviluppa strumenti digitali per supportare

la gestione sostenibile del territorio attraverso l'analisi dei dati. Coordinato dall'Università di Sassari nell'ambito del programma FAIR (PNRR), affronta sfide come urbanizzazione, cambiamenti climatici e vulnerabilità infrastrutturale. Il progetto realizza un sistema basato su Digital Twin che integra dati da sensori, archivi geografici e modelli di simulazione. Grazie all'intelligenza artificiale, la piattaforma permette di monitorare fenomeni ambientali, individuare rischi e simulare scenari futuri, supportando le decisioni pubbliche. Le soluzioni sono testate nella città di Alghero, laboratorio reale per la gestione del rischio e la pianificazione sostenibile, con un modello replicabile in altri territori.

Il progetto **ELABORATOR – The European Living Lab on designing sustainable urban mobility towards climate neutral cities** introduce un modello innovativo per la pianificazione della mobilità urbana sostenibile, basato su living lab e sperimentazioni in contesti reali. L'approccio combina raccolta dati, tecnologie leggere e processi partecipativi, coinvolgendo cittadini e stakeholder nella co-progettazione delle soluzioni. Il caso di Milano evidenzia come questo approccio possa supportare decisioni più informate e inclusive, contribuendo all'evoluzione dei Piani Urbani della Mobilità Sostenibile in chiave data-driven e adattiva.

L'approfondimento illustra il progetto **GAIA (Green Areas and Seismic Observatories)** ed è un'iniziativa che unisce tecnologia, ambiente e sicurezza urbana. Prevede la realizzazione di una rete integrata di sensori intelligenti distribuiti sul territorio per monitorare in tempo reale sia l'attività sismica sia lo stato delle aree verdi urbane. I dati raccolti vengono analizzati tramite sistemi di intelligenza artificiale e integrati con informazioni satellitari, consentendo di individuare criticità, prevenire rischi e migliorare la gestione del territorio. I sensori sono progettati per essere sostenibili, spesso alimentati da energie rinnovabili, e permettono un controllo continuo di edifici, suolo e vegetazione. L'obiettivo è supportare le amministrazioni nelle decisioni, aumentare la sicurezza dei cittadini e promuovere modelli di città intelligenti, resilienti e attente all'ambiente.

SPINE – Smart Public transport Initiative for climate Neutral cities in Europe

Il progetto europeo SPINE mira a rendere il trasporto pubblico urbano più intelligente, accessibile e sostenibile, contribuendo alla neutralità climatica delle città europee. Co-finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon Europe, coinvolge 39 partner, tra cui 11 città (tra cui Bologna), aziende, università e centri di ricerca, sotto il coordinamento della società greca INLECOM. Bologna è una delle quattro città pilota insieme ad Anversa, Las Palmas e Tallinn, mentre altre città europee replicheranno le soluzioni sviluppate.

Con una durata di quattro anni (fino al 31 dicembre 2026), il progetto supporta l'attuazione dei principali piani urbani della mobilità sostenibile, puntando a ridurre le emissioni e migliorare i servizi. Tra le azioni previste: sviluppo di hub multimodali, soluzioni MaaS, piattaforme digitali, app per i cittadini e strumenti innovativi come Living Labs e Digital Twin.

Abbiamo chiesto all'Ing. Luca Bellinato, Responsabile U.I. Sistemi per la Mobilità – Settore Mobilità Sostenibile e Infrastrutture – Dipartimento Lavori Pubblici, Verde e Mobilità, di descriverci gli interventi realizzati e i risultati ottenuti.



Bologna Mazzini Bike station

Può descrivere le principali caratteristiche del progetto SPINE, illustrare i risultati attesi alla conclusione del progetto ed indicare i partner coinvolti e le tempistiche previste per la sua realizzazione?

Il progetto è volto all'aumento dell'uso del Trasporto Pubblico attraverso il miglioramento dell'accesso alle soluzioni intermodali, concentrando in particolare

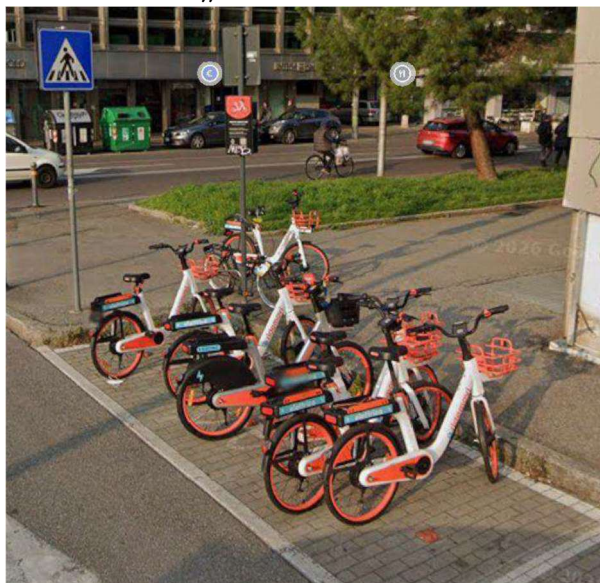
l'intervento su tre Centri di Mobilità Urbana individuati nelle stazioni di Casteldebole, Corticella e Mazzini.

Rendere più piacevole e più appetibile l'uso del trasporto pubblico, anche integrato a soluzioni di mobilità condivisa, è l'ambizione di SPINE, soprattutto presso le categorie di utenti che a tutt'oggi incontrano più difficoltà/barriere.

Il principale risultato atteso è una diversione modale più favorevole all'utilizzo di forme di mobilità più sostenibili con l'obiettivo di ridurre le emissioni climalteranti, in coerenza anche con il Climate City Contract della missione europea che coinvolge le Climate Neutral Cities, di cui Bologna è parte.

La composizione del partenariato comprende 4 città leader Bologna, Anversa (BE), Las Palmas (ES), Tallinn (Estonia), e 7 follower, Barreiro (PT), Valladolid (ES), Zilina (SK), Sibenik (HR), Heraklion (ES), Gdynia (PL) e Rouen (FR). Il consorzio è guidato dalla società greca di ricerca e sviluppo INLECOM INNOVATION, è composto da 39 beneficiari e coinvolge, oltre alle 11 città europee,

anche operatori specializzati nei servizi per i trasporti (tra questi l'azienda francese Instant System, leader nel settore del MaaS, IBI ARCADIS, esperta di SaaS, Mobyx per soluzioni Software), centri di ricerca e università (Università dell'Egeo e le Università di Anversa, Danzica, Zilina e Halmstadt)).



Bike sharing parking lots (already existing)

Ci illustra le attività di maggiore rilievo che interessano il Comune di Bologna?

Il Comune di Bologna, con la collaborazione di SRM - Reti e Mobilità, sta implementando le azioni previste nel PUMS/PGTU, valorizzando il ruolo della città nell'attuazione degli obiettivi della Missione 100 città a impatto climatico zero entro il 2030.

Bologna ha concentrato l'intervento sul 3 Centri di Mobilità delle Stazioni di Casteldebole, Corticella e Mazzini, già interessati da interoperabilità bus più treno: gli interventi sono tesi a rendere questi luoghi più accessibili migliorando l'esperienza dell'utente attraverso varie soluzioni. Le attività sono state sviluppate organizzando forme di progettazione partecipata con i principali stakeholder e gli alunni delle scuole più prossime alle tre stazioni. In particolare si è provveduto all'installazione di schermi digitali e totem interattivi plurilingua con informazioni in tempo reale

sui servizi bus e treno, e alla riorganizzazione degli spazi in modo da mettere a sistema e rendere riconoscibili e accessibili differenti servizi di trasporto: stalli di sosta dedicati a ricarica elettrica, car sharing e bike sharing, ciclostazione per il parcheggio protetto di biciclette, realizzazione di segnaletica "non convenzionale" secondo le più recenti sperimentazioni di wayfinding.



Car sharing park lots

È stata inoltre sviluppata un'App come servizio di MaaS planner (orizzontale) che consente di calcolare soluzioni di viaggio, tra un'origine e una destinazione urbana, che concatenano differenti modalità di trasporto.

A supporto della pianificazione della mobilità, è stata implementata una Smart City Platform che permette di integrare, attraverso API, dati provenienti da varie fonti, in modo da poter calcolare e monitorare i KPI fissati col progetto SPINE. Gli indicatori aggregati di performance si riferiscono a Trasporto Pubblico, Mobilità Sostenibile e Ambiente.

Altri partner di progetto hanno elaborato modelli di simulazione del traffico per individuare soluzioni di efficientamento della priorità semaforica per il trasporto pubblico, già in uso da tempo presso la Centrale Semaforica.

Sono emerse eventuali criticità nella fase attuale del progetto e, ove presenti, in che modalità sono state affrontate e risolte?

Ad oggi il progetto può considerarsi nella sua fase finale. L'impegno più rilevante è consistito nel coordinamento di diversi attori, progetti e finanziamenti.

Il progetto ha coinvolto, a vario titolo, numerosi soggetti pubblici e privati. Istituzioni e agenzie metropolitane:

Città Metropolitana di Bologna (Linee guida per gli hub di mobilità);

- SRM (Agenzia metropolitana per la Mobilità e partner di progetto);
- Fondazione Innovazione Urbana Rusconi Ghigi (Processo partecipativo con scuole e stakeholder);
- U.O. Trasformazioni Urbane e ciclabilità (Bikestation a Mazzini e Casteldebole);
- Agenda digitale e sistemi informativi (Integrazione dati e connettività Lepida);
- Operatori di servizi di mobilità;
- Corrente (operatore di car sharing);
- Ridemovi (operatore di bike sharing);
- Bomob (gestore piano sosta e ciclostazioni);
- TPER (dati in tempo reale servizi bus, tessere ricaricabili);
- Trenitalia-Tper (dati in tempo reale servizi ferroviari);
- Fornitori per lo sviluppo delle attività di progetto;
- Airis (società di ingegneria di supporto all'implementazione del progetto);
- Mexage (sviluppo software di gestione e contenuti digitali);

- City Green Light (impresa aggiudicataria appalto lavori).



Digital kiosk - real time bus and train service

Può delineare i risultati attesi e valutare i possibili effetti su altre politiche, nonché le eventuali condizioni necessarie per futuri sviluppi?

Tutte le attività sviluppate dagli uffici tecnici, non sono altro che l'implementazione di misure e azioni volte al raggiungimento degli obiettivi fissati da PUMS e PGU. Anche il progetto SPINE concorre e contribuisce in misura proporzionale al raggiungimento dei seguenti obiettivi di piano:

- promozione del trasporto pubblico;
- promozione della mobilità pedonale e ciclabile,

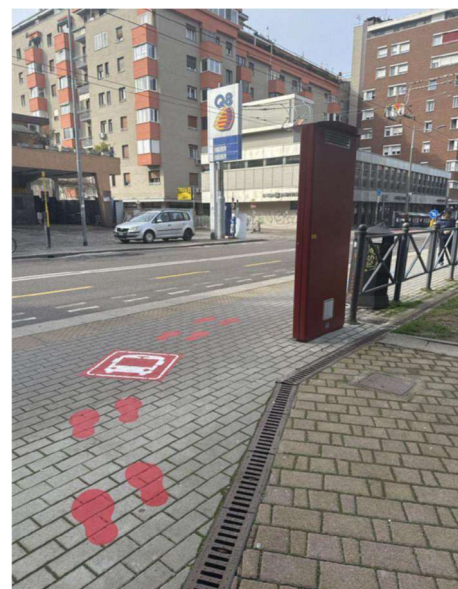
- riduzione degli inquinamenti atmosferico ed acustico;
- risparmio energetico;
- miglioramento delle condizioni di circolazione;
- miglioramento della sicurezza stradale.

Per il mantenimento e l'implementazione di tali soluzioni, in futuro, è necessario un costante impegno nel reperimento di risorse per finanziare progetti di questo tipo.

È possibile esprimere una valutazione circa la replicabilità del progetto in altri contesti e segnalare l'eventuale predisposizione di strumenti utili al trasferimento dell'esperienza?

A livello locale l'intenzione è quella di capitalizzare le buone pratiche acquisite con il Living Lab riproponendo le soluzioni più efficaci anche negli altri sei Centri di Mobilità nel Comune di Bologna, compatibilmente con la disponibilità di risorse a cui si è fatto cenno.

A livello europeo, il Comune di Bologna si è candidato con successo per il ruolo di "Champion City" nel programma "CIVITAS replication and Deployment programme", per condividere con la città di Osmangazi, in Turchia, le buone pratiche sviluppate con questo progetto, sulla tematica relativa ai Centri di Mobilità. Lo scambio di esperienze è programmato per gli inizi di ottobre 2026.



Way finding



Il progetto **LIFE ESCAPOS - Environmental energy for Strategic Capillary urban PolicieS** si inserisce nel quadro delle iniziative europee volte a supportare la transizione verso città climaticamente neutre e resilienti, attraverso un uso avanzato dei dati e strumenti innovativi di supporto alle decisioni. L'obiettivo principale è sviluppare e testare un approccio integrato per la pianificazione energetico-ambientale urbana che sia capace di operare a scala capillare, ossia a livello di quartiere e di singolo isolato, superando i limiti delle pianificazioni tradizionali spesso troppo aggregate.

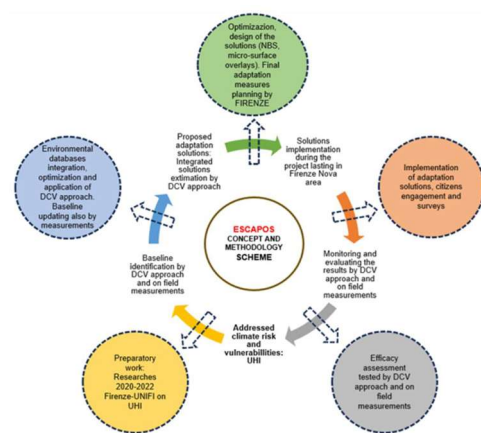
Il progetto sviluppa un'infrastruttura conoscitiva che integra dati di monitoraggio, open data urbani e simulazioni microclimatiche, trasformando il dato in uno strumento operativo per la decisione pubblica. In questo senso, ESCAPOS rappresenta un esempio concreto di approccio data-driven applicato alla sostenibilità urbana, in cui l'analisi quantitativa supporta la costruzione di scenari e la valutazione ex-ante degli interventi.

Accanto alla dimensione tecnologica, il progetto attribuisce un ruolo centrale agli aspetti sociali e partecipativi, promuovendo il coinvolgimento degli attori locali nei processi di rilevamento dei dati e di co-progettazione e favorendo una maggiore consapevolezza dei cittadini rispetto alle dinamiche energetiche e ambientali che caratterizzano gli spazi urbani.

ATTIVITÀ

Le attività progettuali si sono concentrate sullo sviluppo e sull'applicazione di una piattaforma integrata in grado di raccogliere, elaborare e restituire dati ambientali e urbani a scala fine, combinando informazioni provenienti da sensori in situ, banche dati esistenti e modelli di simulazione. Questo sistema consente di

analizzare in modo dettagliato le condizioni microclimatiche e i consumi energetici, fornendo un supporto operativo alla pianificazione urbana, da integrare con la Smart City Control Room del Comune.

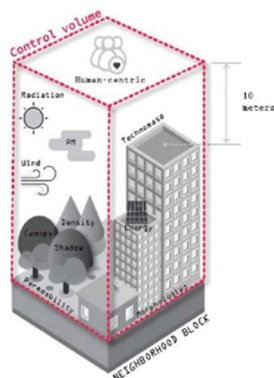


Schema concettuale e metodologico di ESCAPOS. Fonte: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/3143/1/012022/pdf>

Nel caso pilota del Comune di Firenze, le attività si sono concentrate sul **quartiere di Firenze Nova** (Quartiere 5), selezionato come area rappresentativa per la presenza di caratteristiche tipiche delle periferie urbane contemporanee, quali elevata densità edilizia, presenza di aree industriali e capannoni e una significativa vulnerabilità ai fenomeni di surriscaldamento urbano. L'area di studio si estende indicativamente tra la stazione ferroviaria di Rifredi e viale Guidoni e comprende un sistema eterogeneo di spazi, che include tessuti residenziali, aree produttive e spazi aperti come il Giardino Lippi.

All'interno di questo contesto, il progetto ha adottato un approccio capillare, articolando l'analisi su diversi micro-contesti urbani, selezionati per rappresentare differenti condizioni morfologiche e funzionali. Questo approccio è stato implementato attraverso unità territoriali

elementari (**Dynamic Control Volumes**), che consentono di analizzare e simulare i fenomeni energetici e ambientali a scala molto fine.



Schema concettuale del Dynamic Control Volume (DCV). Fonte: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/3143/1/012022/pdf>

Parallelamente, sono state condotte campagne di monitoraggio microclimatico in condizioni reali, con la partecipazione dei cittadini, per la raccolta di dati su temperatura dell'aria, umidità, radiazione solare e ventilazione, utilizzati sia per l'analisi delle condizioni esistenti sia per la validazione dei modelli. Le attività sono state accompagnate da momenti di confronto con stakeholder locali e cittadini, finalizzati alla condivisione dei risultati e alla definizione partecipata di possibili scenari di intervento.

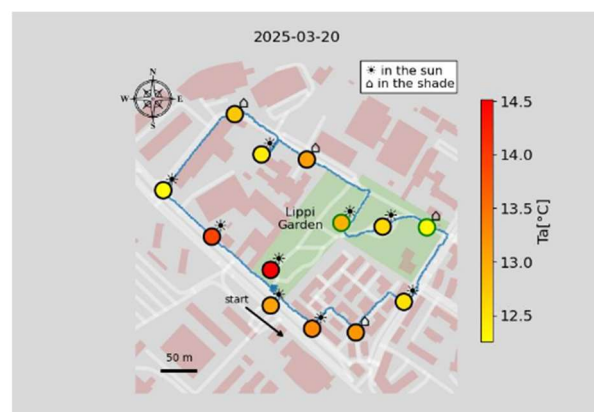


Sensori ambientali in versione portatile per la misurazione della temperatura (dell'aria e radiante), dell'umidità relativa e della qualità dell'aria.. Fonte: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/3143/1/012022/pdf>

RISULTATI/IMPATTI

I risultati del progetto confermano l'efficacia di un approccio data-driven nella comprensione e nella gestione dei fenomeni microclimatici urbani. Le analisi condotte nell'area pilota hanno evidenziato una marcata variabilità spaziale delle condizioni termiche, con differenze di temperatura anche significative tra micro-contesti urbani contigui, in funzione della tipologia edilizia, dei materiali e della presenza di vegetazione.

Le campagne di monitoraggio e le simulazioni hanno permesso di quantificare il contributo di specifiche configurazioni urbane al fenomeno delle isole di calore, mostrando come le aree maggiormente impermeabilizzate e prive di ombreggiamento possano registrare incrementi sensibili della temperatura dell'aria nei periodi estivi.



Rappresentazione grafica della mappa del percorso con indicatori relativi alla temperatura misurata in ciascuna Posizione. Fonte: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/3143/1/012022/pdf>

I modelli sviluppati hanno inoltre consentito di simulare scenari di intervento e di valutarne gli effetti in termini quantitativi, evidenziando il potenziale di soluzioni basate sulla natura e di interventi di riqualificazione urbana nel ridurre sia le temperature locali sia i fabbisogni energetici per il raffrescamento degli edifici.

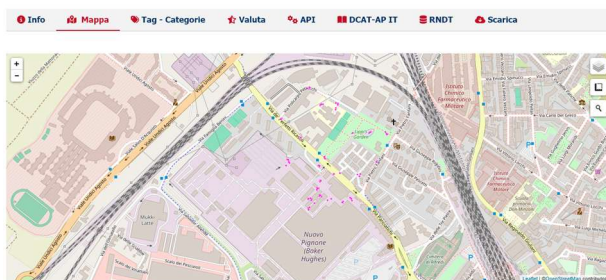
Le prime azioni di mitigazione climatica avviate nell'area pilota mostrano anche una quantificazione fisica degli interventi: sono stati realizzati interventi di depavimentazione per circa 3000 metri quadrati in ambiti scolastici e spazi pubblici, accompagnati dalla piantumazione di nuove alberature e dall'introduzione di

superfici drenanti. Altri interventi sono in corso di realizzazione nella zona di via Panciatichi, affrontando un 'hot spot' termico di livello 3 grazie alla collaborazione con partner privati come Baker Hughes.

Dal punto di vista della governance, il progetto ha prodotto una piattaforma integrata che rende accessibili dati complessi e scenari previsionali, facilitando l'adozione di decisioni informate da parte dell'amministrazione.

In questo quadro, un ulteriore risultato rilevante è rappresentato dalla messa a disposizione di dataset ambientali ad alta risoluzione, pubblicati in formato aperto attraverso il portale open data del Comune di Firenze, che includono dati microclimatici rilevati in situ e informazioni derivate dalle simulazioni, favorendo la trasparenza, il riuso e lo sviluppo di ulteriori applicazioni e analisi da parte di soggetti terzi.

Dataset: Life Escapos - Misurazioni mobili



Visualizzazione su mappa del dataset "Misurazioni mobili". Fonte: https://opendata.comune.fi.it/page_dataset_show?id=escapos_mobile_measurements

TRASFERIBILITÀ

L'approccio sviluppato da LIFE ESCAPOS presenta un elevato potenziale di trasferibilità ad altri contesti urbani, grazie alla sua natura modulare e all'utilizzo integrato di dati di diversa provenienza. La combinazione tra monitoraggio in situ, open data e modellazione microclimatica può essere adattata a città con caratteristiche differenti, consentendo di replicare il modello anche in contesti con risorse limitate, a condizione che siano disponibili competenze tecniche adeguate.

L'esperienza del Comune di Firenze evidenzia come l'innovazione data-driven debba essere accompagnata da processi di capacity building e da pratiche partecipative, affinché i dati diventino effettivamente leve per politiche urbane più efficaci, condivise e orientate alla sostenibilità.



Il progetto **USAGE - Urban Data Space for Green Deal**, nell'ambito del programma europeo Horizon, si propone di strutturare e implementare dataset e sistemi informativi a sostegno delle azioni prioritarie su cambiamento climatico, economia circolare, inquinamento zero e biodiversità.

Prevede la strutturazione di un 'data space' a livello urbano con quattro realtà pilota dimostratrici in Europa e rappresenta un esempio virtuoso di utilizzo dei dati al servizio della sostenibilità, mostrando come la collaborazione tra settore pubblico, privato e comunità possa generare soluzioni innovative con un impatto reale e misurabile sulla qualità della vita e sull'ambiente.

Il progetto USAGE si inserisce nell'agenda politica dell'Unione Europea, che individua nella duplice transizione, ecologica e digitale, i suoi pilastri. In particolare, per raggiungere gli obiettivi del Green Deal, la Commissione europea indica come necessario un approccio "data-driven", cioè basato su dati e informazioni puntuali (Strategia europea sui dati, 2020), per mettere in campo politiche ambientali co-progettate dalle pubbliche amministrazioni in collaborazione con cittadini, organizzazioni della società civile e imprese, supportate da innovazioni sia tecnologiche sia sociali.

Il 'data space' è concepito come un ecosistema dinamico in cui i dati provenienti da fonti diverse vengono condivisi in maniera automatica e sicura ed elaborati collettivamente.

L'obiettivo principale di USAGE è rendere accessibili, interoperabili e riutilizzabili i dati climatici e ambientali a livello urbano secondo i principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Questi principi sono fondamentali perché garantiscono che i dati siano reperibili e utilizzabili sia da sistemi automatici sia da utenti esperti, facilitando la combinazione di

informazioni eterogenee provenienti da osservazione della Terra, Internet of Things (IoT), fonti autorevoli e dati crowd-sourced.

Il progetto mira a creare un'infrastruttura decentralizzata di data space per consentire politiche basate su dati robusti e condivisi, facilitando l'analisi e la pianificazione delle azioni locali in risposta ai cambiamenti climatici.

ATTIVITÀ

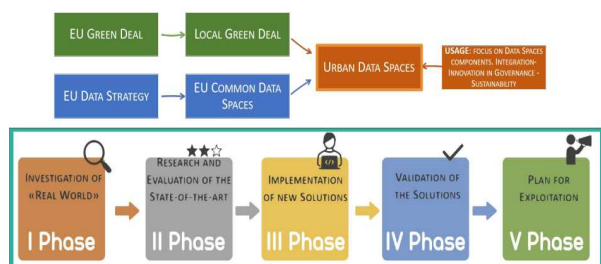
USAGE sviluppa un insieme di attività integrate finalizzate alla progettazione e alla sperimentazione di uno spazio dati urbano affidabile sicuro e interoperabile. Le attività riguardano l'applicazione di strumenti tecnologici e modelli di governance per la raccolta, l'elaborazione e la condivisione di dati ambientali e climatici, con l'obiettivo di renderli utilizzabili a supporto delle politiche e delle decisioni a livello locale.

Una fase centrale del progetto consiste nell'analisi delle esigenze delle aree urbane in relazione agli obiettivi del Green Deal e della Strategia europea per i dati, al fine di individuare casi d'uso rilevanti e sviluppare soluzioni tecniche e organizzative adeguate ai contesti urbani coinvolti.

USAGE promuove inoltre modelli di governance dei dati orientati a garantire qualità, affidabilità e controllo delle informazioni, favorendo al tempo stesso la collaborazione tra amministrazioni pubbliche, imprese, centri di ricerca e organizzazioni della società civile.

Dal punto di vista tecnologico, il progetto sviluppa strumenti basati su analisi avanzate dei dati e tecnologie di Intelligenza Artificiale per integrare informazioni provenienti da diverse fonti, come sensori ambientali,

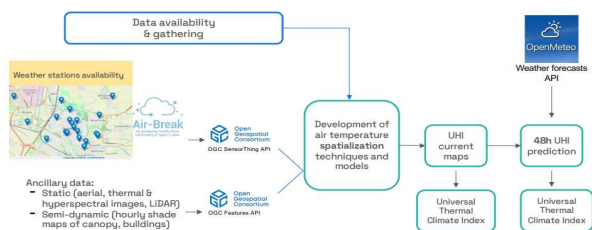
reti IoT e sistemi di osservazione della Terra, a supporto dei processi decisionali e dello sviluppo di servizi urbani data-driven.



Workflow del progetto USAGE. Fonte https://presentations.copernicus.org/EGU24/EGU24-9662_presentation.pdf

Le soluzioni vengono sperimentate in quattro città europee: Ferrara, Graz (Austria), Leuven (Belgio) e Saragozza (Spagna), che rappresentano contesti urbani differenti. In questi casi pilota i dati vengono raccolti, armonizzati e analizzati per verificare l'efficacia degli strumenti sviluppati e valutarne l'applicabilità operativa a supporto delle politiche di sostenibilità e adattamento climatico.

Nel caso pilota italiano, il Comune di Ferrara partecipa al progetto affrontando temi come le isole di calore urbano, la gestione di eventi meteorologici estremi, in particolare gli allagamenti dovuti a piogge intense, e la biodiversità urbana. Per ciascuno di questi ambiti, l'Amministrazione integra diverse tipologie di dati ambientali provenienti da osservazione della Terra, sensori ambientali e reti IoT, sviluppando strumenti e metodologie utili a supportare la pianificazione urbana basata su evidenze e a migliorare le decisioni strategiche a scala locale.



Valutazione dell'Urban Heat Island (UHI) - Ferrara. Fonte https://adrforum.eu/sites/default/files/2024-11/USAGE_ADRF_Oprea.pdf

RISULTATI/IMPATTI

Il progetto USAGE promuove un approccio data-driven alle politiche ambientali urbane, favorendo decisioni informate basate su dati affidabili e integrati. L'adozione dei principi FAIR consente di migliorare l'accessibilità e l'utilizzo dei dati ambientali, contribuendo a superare le barriere tecniche e organizzative che tradizionalmente limitano la condivisione delle informazioni a livello locale.

Attraverso la sperimentazione nelle città pilota, il progetto contribuisce a migliorare la comprensione delle esigenze informative delle amministrazioni locali in relazione alle priorità del Green Deal europeo. Le attività svolte hanno portato alla definizione di casi d'uso specifici per i diversi contesti urbani e all'identificazione dei requisiti tecnici e dei fabbisogni informativi necessari per supportare le politiche climatiche e ambientali a livello cittadino. La realizzazione di infrastrutture e archivi di dati interoperabili, insieme allo sviluppo di strumenti basati su analisi avanzate dei dati e tecnologie innovative, permette di integrare informazioni provenienti da fonti diverse - come osservazione della Terra, sensori ambientali e reti IoT - migliorando la capacità dei decisori pubblici di monitorare fenomeni urbani, individuare vulnerabilità territoriali e pianificare interventi di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

Tra i risultati del progetto rientrano inoltre la definizione di criteri e indicatori di validazione, nonché procedure e strumenti per la valutazione delle soluzioni sviluppate nei casi pilota. Questi elementi costituiscono una base metodologica utile per altre città interessate a sviluppare spazi dati urbani analoghi, favorendo la replicabilità delle soluzioni e la loro diffusione in diversi contesti urbani europei.

TRASFERIBILITÀ

Una delle caratteristiche principali di USAGE è la replicabilità e scalabilità delle sue soluzioni. Gli strumenti e le metodologie sviluppati non sono destinati esclusivamente alle quattro città pilota, ma possono essere applicati in altri contesti urbani europei. La struttura modulare dell'architettura dei dati unita

all'adozione di standard di interoperabilità per i dati ambientali e climatici facilita l'integrazione di informazioni eterogenee nelle strategie locali di pianificazione urbana e nelle politiche di risposta ai cambiamenti climatici. Ciò consente alle amministrazioni di combinare dati provenienti da sensori IoT, reti di monitoraggio ambientale, osservazioni satellitari e fonti open data, supportando decisioni più informate e coerenti con le priorità locali.

In questo contesto, l'area pilota di Ferrara rappresenta un caso applicativo significativo, in cui le soluzioni sviluppate vengono utilizzate per integrare dati ambientali complessi e supportare la pianificazione urbana, offrendo un modello operativo trasferibile ad altri contesti urbani.

La collaborazione tra partner di diversi paesi, tra cui enti pubblici, università, centri di ricerca e imprese tecnologiche, ha permesso di definire pratiche e metodologie condivise, standardizzando approcci alla raccolta, all'elaborazione e alla validazione dei dati. Questo rafforza la capacità delle amministrazioni di adottare approcci data-driven, migliorando l'efficienza dei processi decisionali e promuovendo politiche urbane sostenibili e replicabili in contesti differenti.

Inoltre, la documentazione dei casi pilota e delle soluzioni sviluppate costituisce una base metodologica e tecnica che altre città possono consultare e utilizzare per implementare propri data space urbani, accelerando la diffusione di pratiche innovative e la co-progettazione di strumenti a supporto della resilienza urbana e della sostenibilità ambientale.



Il progetto **SKET Monitor - Smart Knowledge Driven Environmental and Territorial Monitoring**, nasce per affrontare la crescente complessità del governo del territorio, sempre più sollecitata dall'urbanizzazione, dai cambiamenti climatici e dalla fragilità delle infrastrutture. È un'iniziativa di ricerca che trasforma l'analisi dei dati in strumenti operativi di supporto alle processi decisionali, fornendo alle amministrazioni e agli stakeholder soluzioni avanzate per la gestione sostenibile del territorio.

Coordinato dal Laboratorio AIMET (*Artificial Intelligence and Formal Methods Lab*) dell'Università degli Studi di Sassari nell'ambito dell'ecosistema di innovazione FAIR - *Future AI Research* (Spoke 9 "Green-aware AI") e finanziato dal PNRR, SKET Monitor sviluppa soluzioni digitali avanzate per osservare e analizzare le dinamiche territoriali, supportando la transizione verso modelli di Smart City basati sui dati.

Il progetto prevede la creazione di un sistema intelligente di monitoraggio che integra in un Digital Twin dati provenienti da sensori, archivi geografici e modelli di simulazione. Grazie all'integrazione di tecnologie di intelligenza artificiale, rappresentazione della conoscenza e analisi predittiva, la piattaforma elabora e interpreta le informazioni raccolte, offrendo alle amministrazioni pubbliche strumenti tempestivi e affidabili per comprendere i fenomeni territoriali.

Un elemento chiave è la sperimentazione in contesti reali, come la città di **Alghero**, scelta come laboratorio territoriale per testare strumenti e prototipi dedicati alla gestione del rischio, alla tutela del patrimonio culturale e naturale e alla valorizzazione sostenibile dei territori sotto pressione turistica. Questo approccio favorisce l'integrazione tra ricerca e governance locale e promuove l'utilizzo di tecnologie data-driven come supporto ai processi decisionali.

ATTIVITÀ

Nel corso del suo sviluppo, SKET-Monitor ha realizzato una serie di attività di ricerca e sviluppo volte a costruire un'infrastruttura informativa territoriale integrata, aggregando informazioni ambientali eterogenee provenienti da sensori distribuiti sul territorio, database cartografici ufficiali e altre fonti geospaziali. Questi dati sono stati armonizzati in una piattaforma digitale che alimenta un modello dinamico del territorio (*Digital Twin*), capace di rappresentare in forma virtuale lo stato e l'evoluzione di fenomeni ambientali.

La piattaforma consente di simulare scenari evolutivi, come la distribuzione del rischio ambientale, l'impatto di eventi naturali o pressioni antropiche, e le potenziali conseguenze di interventi di pianificazione prima della loro attuazione, offrendo agli amministratori locali strumenti di analisi preventiva e supporto alle decisioni.

Un elemento centrale delle attività è lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie di Intelligenza Artificiale e Rappresentazione della Conoscenza (*Knowledge Representation and Reasoning*), progettate per identificare pattern, tendenze e segnali di allarme precoce nei flussi di dati raccolti. Questi strumenti potenziano la capacità di risposta delle istituzioni locali nella gestione dei rischi, nella tutela del patrimonio culturale e naturale e nella promozione di politiche di governo del territorio basate su evidenze.

In parallelo alla costruzione dell'infrastruttura digitale, il progetto ha avviato attività di sperimentazione in contesti reali, utilizzando il territorio della città di Alghero come laboratorio per testare prototipi e strumenti operativi. Questa sperimentazione ha permesso di verificare in condizioni reali l'efficacia delle soluzioni sviluppate e di migliorare i metodi di integrazione dei dati, le capacità di simulazione predittiva e le modalità di

visualizzazione delle informazioni a supporto della governance locale.



Evento "Intelligenza Artificiale a supporto delle politiche pubbliche - Cittadini, dati e territorio: Alghero come laboratorio sperimentale", organizzato dall'Università degli Studi di Sassari e dal Laboratorio AIMET (Artificial Intelligence and Formal Methods Lab). Fonte <https://www.facebook.com/photo/?fbid=12222161146092014&set=pcb.122221611362092014>

RISULTATI/IMPATTI

Il progetto SKET Monitor ha contribuito al consolidamento di una piattaforma di governance territoriale basata sull'analisi dei dati, fornendo ai decisori pubblici strumenti utili per la pianificazione sostenibile del territorio, la protezione dell'ambiente e la gestione di aree sensibili dal punto di vista paesaggistico e culturale.

Il progetto è stato riconosciuto come uno strumento innovativo per rafforzare le capacità previsionali e decisionali delle amministrazioni locali, in particolare in contesti caratterizzati da forte pressione turistica, esigenze di conservazione del patrimonio e rischio ambientale. L'integrazione tra dati territoriali, modelli di simulazione e sistemi smart consente di migliorare la comprensione dei fenomeni e di supportare politiche pubbliche più informate ed efficaci.

La sperimentazione ad Alghero ha permesso di testare le soluzioni sviluppate in condizioni reali, verificando l'efficacia degli strumenti di monitoraggio e predizione. L'approccio data-driven adottato da SKET Monitor ha favorito la collaborazione tra enti locali e stakeholder, contribuendo a strategie di gestione più informate e

sostenibili, con benefici concreti per residenti, visitatori e patrimonio territoriale.



Presentazione risultati, strumenti e prospettive legati a modelli di governance data-driven, sui temi del monitoraggio territoriale, del benessere dei cittadini e dell'innovazione nei servizi pubblici, con riferimento particolare sui risultati di C-WISE e SKET-Monitor. Fonte <https://www.instagram.com/p/DSSLKdQCKhe/>

TRASFERIBILITÀ

L'approccio di SKET-Monitor è facilmente trasferibile ad altri contesti urbani e territoriali che affrontano vulnerabilità ambientali o pressioni antropiche elevate, come aree costiere o centri storici con forte attrazione turistica. L'uso di un Digital Twin territoriale integrato con modelli di intelligenza artificiale applicati all'analisi dei dati ambientali, consente di creare un modello replicabile e scalabile, adattabile a città di diverse dimensioni e complessità.

Questa piattaforma offre alle amministrazioni locali la possibilità di monitorare rischi in tempo reale, valutare scenari futuri e anticipare possibili criticità, supportando processi decisionali e interventi di pianificazione in chiave sostenibile. Inoltre, l'approccio facilita l'integrazione tra dati scientifici, osservazioni sul campo e politiche pubbliche, promuovendo strategie di gestione più coordinate e consapevoli, applicabili a contesti diversi senza richiedere infrastrutture aggiuntive.



Il progetto **ELABORATOR The European Living Lab on designing sustainable urban mobility towards climate neutral cities** si inserisce nel contesto delle politiche europee per la transizione verso città climaticamente neutre, affrontando una delle principali sfide delle città contemporanee: ripensare il modo in cui i servizi e le infrastrutture di trasporto vengono progettati, gestiti e mantenuti, mettendo al centro le opinioni e le esigenze degli utenti e delle parti interessate.

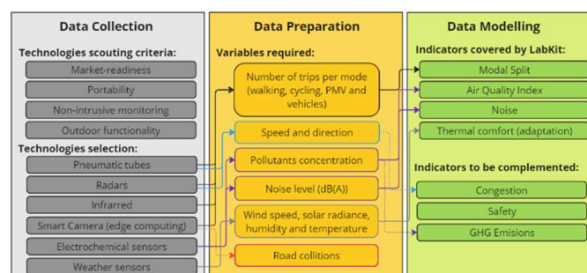
ELABORATOR persegue questo obiettivo attraverso un approccio integrato, data-driven e fortemente partecipativo valorizzando il potenziale dei dati e delle tecnologie digitali a supporto delle politiche urbane.

Il progetto applica un modello innovativo basato su Living Lab urbani, in cui amministrazioni, cittadini, ricercatori e stakeholder co-progettano e testano soluzioni di mobilità sostenibile in contesti reali. L'obiettivo è generare conoscenze operative e dati empirici utili a supportare decisioni pubbliche più efficaci, trasparenti e orientate all'impatto. Particolare attenzione è rivolta ai gruppi vulnerabili, spesso esclusi dai processi decisionali e maggiormente esposti agli effetti negativi del traffico e dell'inquinamento.

ATTIVITÀ

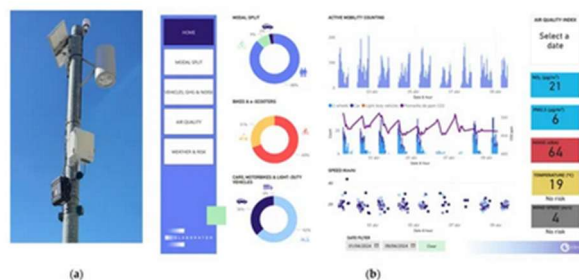
Nel corso della prima fase di implementazione (2023-2025), il progetto ELABORATOR ha concentrato le proprie attività sulla costruzione di un'infrastruttura metodologica e operativa per la sperimentazione nei Living Lab urbani, con un forte investimento sulla raccolta, gestione e interoperabilità dei dati. In particolare, sono stati sviluppati e testati strumenti innovativi di monitoraggio, tra cui i cosiddetti Labkit, veri e propri "laboratori portatili" progettati per raccogliere dati in situ durante gli interventi di mobilità urbana. I Labkit consentono di integrare diverse tipologie di dati - tra cui parametri ambientali (ad esempio qualità

dell'aria), osservazioni dirette dello spazio pubblico e contributi degli utenti - permettendo una raccolta flessibile e contestuale alle sperimentazioni.



Quadro concettuale per la progettazione del Labkit. Fonte: "Design and Testing of a Portable Laboratory for Evaluating the Effect of Local Urban Mobility Interventions"
<https://zenodo.org/records/18267495>

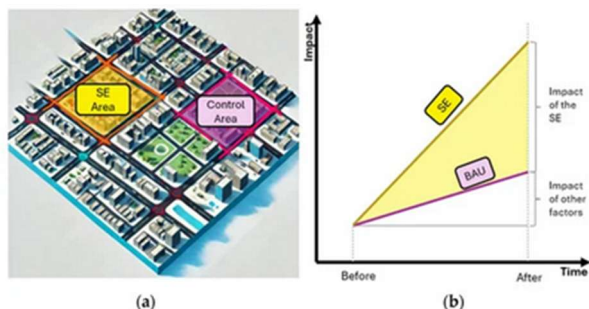
Basati su tecnologie leggere e non invasive, come sensori ambientali e strumenti digitali per la raccolta partecipata dei dati, essi supportano il monitoraggio degli interventi e il coinvolgimento attivo dei cittadini. Le prime applicazioni hanno affrontato anche le criticità metodologiche derivanti dalla necessità di tradurre dimensioni qualitative, come la sicurezza percepita o il comfort, in indicatori misurabili, confermando la necessità di approcci integrati tra discipline tecniche e scienze sociali.



(a) Test Labkit e (b) esempio di visualizzazione basata sui dati raccolti a Saragozza. Fonte: "Street Experiments Across EU Cities: An Exploratory Study on Leveraging Data for Urban Mobility Impact Evaluation"
<https://www.mdpi.com/2071-1050/17/8/3622>

Un elemento centrale del progetto sono gli "Street Experiments": si tratta di interventi temporanei, a scala locale, che permettono di testare in modo rapido e

reversibile soluzioni di redistribuzione dello spazio stradale, riduzione del traffico veicolare e miglioramento della sicurezza per utenti vulnerabili. Gli street experiments sono accompagnati da un sistema di valutazione che integra diverse fonti informative e che confronta l'area di intervento con aree di controllo.



Quadro di valutazione dell'impatto ambientale degli Street Experiments (SE): (a) approccio spaziale e (b) approccio temporale. Fonte: "Street Experiments Across EU Cities: An Exploratory Study on Leveraging Data for Urban Mobility Impact Evaluation" <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/8/3622>

Nel caso di Milano, città "Lighthouse" del progetto, tali sperimentazioni si concentrano su interventi di riqualificazione dello spazio pubblico e di miglioramento della ciclabilità, anche in relazione ai principali poli attrattori urbani. Gli interventi mirano a incrementare la sicurezza e la qualità percepita degli spazi, ad esempio attraverso la riorganizzazione delle sezioni stradali, l'introduzione di infrastrutture ciclabili e la riduzione dei conflitti tra utenti della strada. In questo contesto, gli street experiments costituiscono anche una base empirica per alimentare modelli di analisi più avanzati - Decision Support System (DSS) - contribuendo alla costruzione di strumenti di supporto alle decisioni in grado di valutare l'efficacia delle diverse opzioni di intervento.

RISULTATI

Il progetto ha già raggiunto risultati sul piano metodologico e nella costruzione delle basi informative necessarie alla valutazione degli interventi. È stato definito un quadro metodologico condiviso per la valutazione degli interventi, basato su indicatori coerenti con i principali standard europei, tra cui i Sustainable Urban Mobility Indicators (SUMI). Tale approccio consente

di combinare dimensioni ambientali, sociali e di sicurezza, introducendo anche elementi legati all'inclusività e alla percezione degli utenti.

Sono stati sviluppati i primi dataset sperimentali raccolti nei Living Lab, attraverso l'impiego dei Labkit e di strumenti di citizen science. Questi dataset integrano dati ambientali, osservazioni sui comportamenti nello spazio pubblico e contributi qualitativi derivanti dal coinvolgimento diretto degli utenti, offrendo una base conoscitiva più articolata rispetto ai sistemi di monitoraggio tradizionali.

Sul lato della partecipazione, è stato elaborato il Co-creation Playbook, che costituisce uno strumento metodologico centrale per guidare i Living Lab nell'attivazione di processi partecipativi strutturati, articolati in fasi successive (preparazione, co-definizione, co-creazione e co-valutazione) e finalizzati al coinvolgimento attivo di cittadini, stakeholder e gruppi vulnerabili nella progettazione degli interventi di mobilità



Living Lab di Trikala (Grecia). Fonte: <https://www.elaborator-project.eu/>

Le metodologie e gli strumenti sviluppati da ELABORATOR potranno supportare l'elaborazione e l'aggiornamento dei Piani Urbani della Mobilità Sostenibile (PUMS), favorendo un uso più sistematico dei dati e una maggiore integrazione tra analisi tecniche e processi partecipativi. In questo senso, il progetto sta contribuendo a delineare un approccio più data-driven e adattivo alla pianificazione della mobilità urbana.

TRASFERIBILITÀ

Uno degli aspetti più rilevanti del progetto ELABORATOR riguarda la sua vocazione alla replicabilità e al trasferimento delle soluzioni sviluppate nei contesti pilota verso altre realtà urbane. In questa prospettiva, il progetto ha avviato un processo strutturato di scambio tra le città “Lighthouse” e le città “Follower”, basato su meccanismi di twinning e apprendimento reciproco.

Tra gli elementi maggiormente trasferibili si evidenziano i Labkit, che rappresentano strumenti modulari per la raccolta dati in situ, adattabili a diverse scale urbane e a differenti tipologie di intervento. Analogamente, il quadro metodologico per la valutazione – fondato sull’integrazione tra indicatori quantitativi e dimensioni qualitative – costituisce un riferimento replicabile per altre città impegnate nello sviluppo di politiche di mobilità sostenibile.

Un ulteriore elemento chiave è rappresentato dall’approccio partecipativo dei Living Lab, che promuove il coinvolgimento attivo di cittadini e stakeholder nella co-progettazione delle soluzioni. Le prime attività di trasferimento nelle città follower indicano come questo modello possa essere adattato anche in contesti con minore esperienza in processi partecipativi, contribuendo a rafforzare la capacità istituzionale e la qualità delle decisioni pubbliche. Nel complesso, ELABORATOR delinea un modello operativo replicabile, in grado di supportare la diffusione di pratiche data-driven e inclusive nella pianificazione urbana europea.

Progetto GAIA– A Perugia due osservatori all'avanguardia per il territorio urbano



L'approfondimento che segue raccoglie i contributi dei principali partner coinvolti nel progetto GAIA (Green Areas and Selsmic ObservAtories), progetto collaborativo di R&D finanziato dal POR FESR 2021-2027 della Regione Umbria, che, grazie a competenze complementari di natura scientifica, tecnologica e gestionale, hanno guidato e sviluppato le diverse attività progettuali.

A rappresentarli sono:

- *Per l'Università degli Studi di Perugia: Gabriele Costante, Responsabile scientifico della convenzione di ricerca tra il Dipartimento di Ingegneria e TeamDev s.r.l.*
- *per TeamDev srl: Luciano Concezzi, Direttore R&D e Responsabile del progetto; Daniele Diodati, Ricercatore Senior, AI Expert, Responsabile delle attività di ricerca; Andrea Astolfi, Project Manager;*
- *Per Wisepower s.r.l.: Valentina Bacchettini, Responsabile del progetto; Luca Castellini, Responsabile tecnico-scientifico per le attività di ricerca;*

Le loro testimonianze offrono una visione articolata e approfondita degli obiettivi, delle metodologie e dei risultati conseguiti, evidenziando il valore strategico della sinergia tra impresa e ricerca accademica nello sviluppo di soluzioni innovative per il monitoraggio sismico e la valorizzazione sostenibile del territorio.



Il progetto **GAIA (Green Areas and selsmic observAtories)** si configura come un'iniziativa di ricerca

industriale e sviluppo sperimentale orientata alla realizzazione di un sistema integrato per il monitoraggio urbano sviluppato in un progetto che ha visto coinvolto il **Comune di Perugia**. L'approccio proposto si basa sull'impiego sinergico di sensoristica distribuita, modelli avanzati di analisi dei dati e piattaforme digitali di supporto decisionale (Decision Support System – DSS), con l'obiettivo di migliorare la gestione della sicurezza, della sostenibilità e della resilienza dei contesti urbani, con particolare

riferimento al rischio sismico e alla gestione del verde urbano.

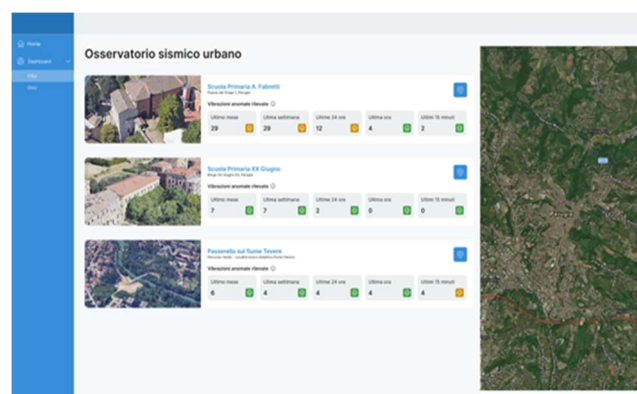
Il progetto si inserisce nel più ampio contesto della trasformazione digitale della pubblica amministrazione e risponde alla crescente esigenza di strumenti data-driven per il governo del territorio. In questo quadro, GAIA introduce un paradigma innovativo fondato sull'integrazione di tecnologie Internet of Things (IoT), architetture cloud ed edge computing, algoritmi di intelligenza artificiale e dati provenienti dall'osservazione della Terra, con l'obiettivo di trasformare grandi quantità di dati eterogenei in conoscenza operativa a supporto dei processi decisionali.

Dal punto di vista architeturale, il sistema GAIA è basato su una rete di sensori intelligenti distribuiti sul territorio urbano e organizzati secondo logiche IoT. Tali dispositivi sono progettati per acquisire in modo continuo dati ambientali e strutturali e sono dotati di capacità di elaborazione locale, tipiche dei sistemi di edge computing. L'utilizzo di tecnologie di energy harvesting consente inoltre l'autoalimentazione dei sensori, riducendo in modo significativo i costi di manutenzione e migliorando la sostenibilità complessiva del sistema.

I dati acquisiti vengono trasmessi a una piattaforma cloud scalabile, all'interno della quale vengono integrati, analizzati e resi disponibili tramite dashboard interattive. Il paradigma adottato è quello del **cloud continuum**, che prevede una distribuzione delle capacità computazionali tra dispositivi edge e infrastruttura cloud, permettendo di ottimizzare la latenza, il volume dei dati trasmessi e l'efficienza complessiva del sistema. Un ulteriore elemento distintivo è rappresentato dall'impiego di tecniche di feature extraction e modelli di machine learning direttamente a livello di sensore, che consentono di filtrare e sintetizzare i dati grezzi prima della trasmissione, migliorando la qualità dell'informazione e riducendo il carico computazionale a valle.

Il sistema GAIA si articola in due componenti principali, rappresentate da altrettanti osservatori prototipali: l'Osservatorio Sismico Urbano (OSU) e l'Osservatorio del Verde Urbano (OVU), ciascuno focalizzato su specifici domini applicativi ma integrati all'interno di un'unica architettura.

L'Osservatorio Sismico Urbano (OSU) è finalizzato al monitoraggio strutturale degli edifici e alla valutazione del rischio sismico in ambiente urbano. Esso si basa su una rete di sensori accelerometrici e multi-parametrici in grado di rilevare vibrazioni, deformazioni e condizioni ambientali, permettendo un'analisi dinamica del comportamento delle strutture.



L'elemento di innovazione principale risiede nella possibilità di superare gli approcci tradizionali basati sulla microzonazione sismica, introducendo una logica di **nanozonazione**, che consente una caratterizzazione molto più dettagliata e localizzata degli effetti sismici. Questo approccio permette di ottenere mappe di scuotimento ad alta risoluzione e di supportare interventi mirati di prevenzione e manutenzione.

Parallelamente, l'OSU integra tecniche di Structural Health Monitoring (SHM) con modelli predittivi, consentendo di individuare precocemente segnali di degrado strutturale attraverso l'analisi dell'evoluzione temporale di parametri dinamici quali frequenze proprie, forme modali e coefficienti di smorzamento. In questo modo, il sistema contribuisce a una gestione più efficiente del rischio e alla pianificazione di interventi manutentivi basati su evidenze quantitative.

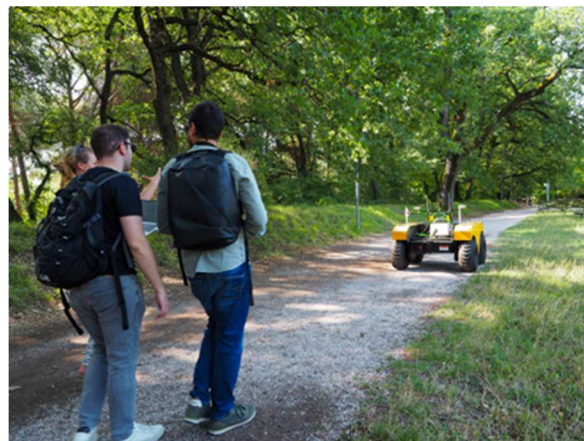
L'Osservatorio del Verde Urbano (OVU) è invece dedicato alla caratterizzazione e al monitoraggio delle aree verdi urbane e del patrimonio arboreo. Il sistema integra dati provenienti da sensori installati in situ, immagini satellitari (Earth Observation), rilievi LiDAR e sensori mobili, permettendo una rappresentazione multi-scala del territorio.



Attraverso l'elaborazione integrata di tali dati, è possibile monitorare la stabilità e lo stato fitosanitario degli alberi, analizzare fenomeni di dissesto idrogeologico, valutare la qualità dell'aria e l'inquinamento acustico, nonché ricostruire modelli tridimensionali della struttura arborea e classificare automaticamente le specie vegetali.

Un ulteriore elemento di innovazione all'interno del progetto GAIA è rappresentato dall'impiego di **piattaforme robotiche mobili** per l'acquisizione di dati ad altissima risoluzione. In particolare, è stato sperimentato l'utilizzo di un robot terrestre dotato di un sistema integrato di sensori, tra cui camere RGB, sensori multispettrali, tecnologia LiDAR e moduli GPS per la georeferenziazione. Questa configurazione consente di effettuare rilievi dinamici e ripetibili nel tempo, migliorando significativamente la qualità e la

granularità delle informazioni raccolte rispetto alle sole acquisizioni statiche.



Dal punto di vista metodologico, l'utilizzo del robot introduce un livello avanzato di automazione nei processi di monitoraggio, riducendo la necessità di interventi manuali e aumentando la scalabilità delle operazioni di rilievo. I dati acquisiti vengono utilizzati per alimentare modelli di machine learning e algoritmi predittivi per classificare le specie arboree, contribuendo alla costruzione di un sistema analitico evoluto in grado di supportare la gestione preventiva del verde urbano. L'integrazione della piattaforma robotica rappresenta quindi un passo significativo verso l'adozione di tecnologie autonome per il monitoraggio territoriale, rafforzando l'approccio data-driven del progetto.

Entrambi gli osservatori sono integrati nella piattaforma digitale **WiseTown**, che costituisce il livello applicativo del sistema GAIA. La piattaforma consente la visualizzazione, l'interrogazione e l'analisi dei dati attraverso dashboard tematiche, fornendo strumenti avanzati di supporto decisionale. L'integrazione di dati ambientali, strutturali e territoriali in un unico ambiente digitale consente di superare la frammentazione informativa tipica dei sistemi urbani e di adottare un approccio sistemico alla gestione della città. In questo contesto, GAIA contribuisce alla realizzazione di un vero e proprio **digital twin urbano**, capace di rappresentare dinamicamente lo stato del

territorio e di supportare simulazioni e analisi predittive.

Il progetto si fonda su una collaborazione sinergica tra tre partner principali, ciascuno portatore di competenze specifiche e complementari: TeamDev, WisePower e il Dipartimento di Ingegneria di UNIPG

All'interno del progetto GAIA, il ruolo di **TeamDev Ecosystem** evolve oltre lo sviluppo software per configurarsi come **attore chiave nell'orchestrazione dell'intero ecosistema digitale**. Il contributo tecnico si è concentrato sull'integrazione e la strutturazione di flussi informativi provenienti da sorgenti eterogenee: **sensori IoT, dati satellitari, rilievi ad alta risoluzione e sistemi mobili**.

Tale processo di valorizzazione del dato è confluito nell'evoluzione della piattaforma **WiseTown**, che costituisce il layer applicativo del progetto. In questo contesto, TeamDev ha curato la progettazione e l'implementazione dei **moduli verticali** dedicati ai due osservatori, sismico e del verde urbano, garantendone l'integrazione nativa all'interno dell'architettura esistente. Un pilastro distintivo del lavoro riguarda lo sviluppo di **algoritmi di intelligenza artificiale**. Particolare attenzione è stata data alle tecniche di **feature extraction** per trasformare i dati in **indicatori significativi e utili**, questo approccio infatti ha lo scopo di individuare anomalie e costruire modelli predittivi sia per il monitoraggio strutturale sia per la gestione del verde urbano. Inoltre, TeamDev ha operato nel riconoscimento delle specie arboree da immagini RGB tramite: la costruzione di un dataset di addestramento mediante estrazione automatica dal portale **Global Biodiversity Information Facility** (GBIF, gbif.org), e lo sviluppo di modelli di **Deep Learning** per la classificazione delle specie a partire dalle immagini, in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia.

Le dashboard integrate in WiseTown sono state ingegnerizzate per consentire una lettura immediata dei fenomeni monitorati, offrendo strumenti avanzati di **interrogazione, analisi temporale e generazione di**

alert. L'obiettivo è supportare decisioni rapide e informate, riducendo drasticamente la distanza tra il dato tecnico e l'azione amministrativa. In questa prospettiva, GAIA abilita l'evoluzione di WiseTown verso un modello di **digital twin urbano**: un ambiente integrato in cui dati ambientali, strutturali e territoriali convergono per supportare una gestione del territorio proattiva, segnando un passaggio concreto verso **modelli di governance urbana basati sui dati**.

Wisepower è responsabile della componente hardware e della sensoristica, sviluppando dispositivi IoT innovativi basati su tecnologie MEMS e sistemi di energy harvesting. L'adozione di soluzioni autoalimentate e wireless rappresenta un elemento distintivo rispetto allo stato dell'arte, consentendo una maggiore flessibilità di installazione e una significativa riduzione dei costi operativi. Wisepower contribuisce inoltre allo sviluppo di algoritmi embedded per l'elaborazione locale dei dati, migliorando l'efficienza complessiva del sistema.

All'interno del progetto GAIA, Wisepower è responsabile dello sviluppo della componente hardware e della sensoristica avanzata, contribuendo in modo determinante alla realizzazione della rete IoT distribuita per il monitoraggio del territorio urbano.

In particolare, Wisepower progetta e realizza dispositivi intelligenti basati su tecnologie MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems), in grado di rilevare parametri fisici e ambientali con elevata precisione e affidabilità. Tali sensori sono concepiti per applicazioni in ambito strutturale e ambientale, risultando idonei all'installazione su edifici, infrastrutture e alberature, anche in contesti complessi o difficilmente accessibili.

Un elemento distintivo dell'approccio Wisepower è rappresentato dall'integrazione di sistemi di energy harvesting, che rendono i dispositivi completamente autoalimentati, e dall'adozione di comunicazioni wireless. Questa combinazione consente di eliminare la necessità di cablaggi e di ridurre drasticamente gli interventi manutentivi legati alla sostituzione delle batterie, permettendo installazioni rapide, scalabili e a

basso impatto ambientale. Ne deriva una significativa riduzione dei costi operativi e una maggiore flessibilità nell'implementazione della rete di monitoraggio.

Parallelamente, Wisepower sviluppa algoritmi embedded per l'elaborazione locale dei dati direttamente a bordo dei dispositivi. Questo approccio di edge computing consente di effettuare una prima analisi dei segnali acquisiti, riducendo il volume di dati trasmessi, ottimizzando i consumi energetici e migliorando la tempestività nella rilevazione di eventuali anomalie. L'elaborazione distribuita contribuisce inoltre ad aumentare l'affidabilità complessiva del sistema e la qualità delle informazioni raccolte.

Grazie all'integrazione tra sensoristica avanzata, autonomia energetica ed elaborazione intelligente dei dati, Wisepower abilita una rete di monitoraggio efficiente, scalabile e sostenibile, rappresentando un elemento tecnologico chiave per il successo del progetto GAIA.

L'Università degli Studi di Perugia (UniPG), attraverso il Dipartimento di Ingegneria, svolge il ruolo di partner scientifico all'interno del progetto GAIA. L'obiettivo primario di UniPG è l'impiego di strategie di deep learning e machine learning (Intelligenza Artificiale) per l'elaborazione dei dati acquisiti da una piattaforma robotica terrestre autonoma, al fine di rilevare, classificare e localizzare il patrimonio arboreo.

L'elaborazione dei dati si basa sulla fusione di diverse fonti di informazione provenienti dai sensori a bordo del robot. Durante il monitoraggio, il sistema acquisisce e processa i flussi provenienti da telecamere RGB (e di profondità RGB-D), sensori LiDAR 3D per la percezione spaziale, e sensori inerziali (IMU).

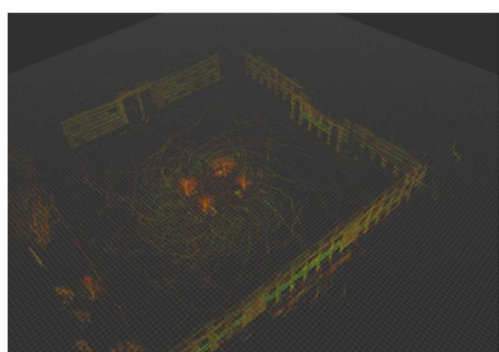
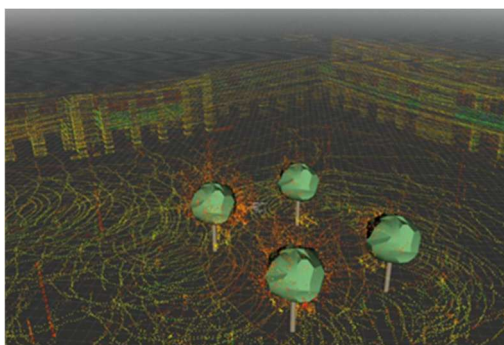
Per quanto concerne l'analisi della vegetazione, il sistema applica algoritmi di deep learning per rilevare gli alberi e i tronchi nelle immagini (mediante modelli di Deep Learning di Segmentazione e Object Detection), per poi classificarne la specie arborea attraverso reti neurali convoluzionali (CNN) addestrate

all'identificazione visiva. Una volta classificate, le piante vengono localizzate spazialmente combinando gli algoritmi di localizzazione del robot (inclusa approccio per l'odometria basata su LiDAR) con gli algoritmi di mappatura 3D (SLAM). Questa integrazione permette di posizionare e georeferenziare accuratamente ogni singolo albero rispetto all'ambiente circostante.

A validazione delle tecnologie sviluppate, sono già stati condotti con successo esperimenti di acquisizione dati in scenari reali, dimostrando la capacità della piattaforma di operare in ambienti outdoor. Infine, poiché il progetto si sta avviando verso la sua conclusione, le dimostrazioni finali del sistema completo sono attualmente in preparazione per i prossimi mesi.

Il contributo di UniPG garantisce la solidità scientifica del progetto e favorisce l'innovazione metodologica.





Siti Web:

<http://www.teamdevecosystem.it/>

<https://www.wisepower.it/>

<https://wise.town/>

Nel complesso, GAIA rappresenta un avanzamento significativo nello stato dell'arte dei sistemi di monitoraggio urbano, introducendo un approccio integrato che combina sensoristica avanzata, intelligenza artificiale e piattaforme digitali. Dal punto di vista scientifico, il progetto contribuisce allo sviluppo di nuovi modelli di integrazione dei dati multi-sorgente, tecniche avanzate di analisi predittiva e architetture distribuite basate su cloud continuum. Dal punto di vista applicativo, esso si configura come un modello replicabile e scalabile, in grado di supportare politiche di resilienza urbana, adattamento ai cambiamenti climatici e gestione sostenibile del territorio.

In conclusione, il progetto GAIA dimostra come la convergenza tra tecnologie digitali, ricerca scientifica e collaborazione tra imprese e istituzioni possa generare soluzioni innovative per la gestione intelligente del territorio, contribuendo alla trasformazione delle città in sistemi complessi, adattivi e orientati ai dati.



Impatta Disrupt Il Festival dell'Innovability
13-15 aprile
Roma
<https://festivalimpatta.it/>



Green Economy Festival
17-19 aprile
Parma
<https://www.greeneconomyfestival.it/>



**International Conference on Climate Change:
Impacts & Responses**
20-22 aprile
Rodi, Grecia
<https://on-climate.com/2026-conference>



Energy Cities Annual Forum
28-30 aprile
Guimarães, Portogallo
<https://energy-cities.eu/fr/forum-annuel/>



Festival dello Sviluppo Sostenibile
6-22 maggio
<https://2026.festivalsvilupposostenibile.it/>



Zero Emission Mediterranean
14-16 maggio
Roma
<https://www.zeroemission.show/>



**Simposio sull'economia circolare e l'urban
mining**
20-22 maggio
Procida
<https://www.sumsymposium.it>



**Circonomia - Festival Internazionale
dell'Economia Circolare e della Transizione
Ecologica**
22-23 maggio
Alba
<https://circonomia.it/>



Forum Compraverde Buygreen
27-28 maggio
Roma
<https://www.forumcompraverde.it/>



Climate-Neutral and Smart Cities Mission Conference
27-29 maggio
Torino
<https://netzerocities.eu/cities-mission-conference-2026/>



GREEN MED EXPO & SYMPOSIUM
27-29 maggio
Napoli
<https://www.greenmedsymposium.it/>



Green Week
3-4 giugno
Brussels, Belgio
https://green-week.event.europa.eu/index_en



The Festival of the New European Bauhaus
9-13 giugno
Brussels, Belgio
https://new-european-bauhaus.europa.eu/events/festival_en



European Urban Resilience Forum
17-19 giugno
Guimarães, Portogallo
<https://urbanresilienceforum.eu/>