APPROCCIO DI VALUTAZIONE SISTEMICA PER LA PROGETTAZIONE URBANA

INDICATORI URBANI PER MISURARE LA RESILIENZA DELLE CITTÀ

Politecnico di Torino

Politecnico di Torino

Dipartimento di Architettura e Design
Laurea Magistrale in Architettura per la Sostenibilità
A.a. 2023/2024

Approccio di valutazione sistemica per la progettazione urbana

Indicatori urbani per misurare la resilienza delle città

Relatrice
Anna Osello

Corelatrice
Francesca Maria Ugliotti

Candidate
Mihaela Cristina Dumbrava
s308470
Sara Rinelli
s315891

A voi, che avete reso questo traguardo possibile.

Alla mia famiglia che non ha mai smesso di credere in me. Grazie per ogni incoraggiamento, per ogni parola di conforto e per la fiducia incrollabile che mi avete trasmesso. Siete stati il mio rifugio nei momenti difficili e la mia forza quando tutto sembrava impossibile.

Alla mia collega e compagna di viaggio, Sara, che ha condiviso con me non solo questa sfida, ma anche momenti di difficoltà, risate e speranza. Grazie per la pazienza con cui hai sopportato le mie ansie e per l'entusiasmo con cui hai accolto le mie idee. Questo lavoro è il frutto della nostra collaborazione, della nostra determinazione e del nostro supporto reciproco.

Alla Professoressa Francesca Ugliotti, che ci ha guidate con attenzione, gentilezza e straordinaria professionalità. Grazie per averci spronate a dare il meglio di noi stesse, per averci sostenute con passione e per aver creduto nelle nostre capacità. Il suo supporto è stato fondamentale per rendere questo traguardo possibile.

A chi oggi non è più fisicamente con me, ma che sento sempre vicino. Siete stati e sarete per sempre la mia luce, la mia guida silenziosa e il ricordo più caro che porto nel cuore. A voi dedico ogni piccolo successo, ogni passo avanti, con la speranza di avervi resi orgogliosi.

E infine, a me stessa. A quella parte di me che non si è mai arresa, neppure quando il peso delle difficoltà sembrava insostenibile. A quella parte di me che ha saputo conciliare studio, lavoro e vita personale, capace di rialzarsi, trasformando le cadute in lezioni e le sfide in opportunità di crescita. Questo traguardo non è solo un punto di arrivo, ma il simbolo della forza, della resilienza e della determinazione che ho scoperto in me stessa.

A tutti voi, e a me, dedico questa tesi che non è solo il frutto di ore di studio, ma il simbolo di un cammino ricco di significato, segnato da legami, ricordi e speranze che

MIHAELA

All'architettura.

A Torino, il luogo in cui ho trovato me stessa e al quale apparterrà sempre una parte di me.

Alla mia collega Mihaela, per aver sempre creduto in noi ed avermi inspirato ogni giorno. Alle nostre risate e momenti di gioia, che questo possa essere solo l'inizio di qualcosa di speciale.

Alla Professoressa Francesca Ugliotti, che con enorme pazienza e gentilezza ci ha guidate in questo lungo percorso. Una fonte inesauribile di energia e motivazione che prenderemo sempre ad esempio.

Ad Emanunele, la persona che più di tutti ha avuto la piazienza di ascoltarmi e cosigliarmi. Colui che ha creduto in me dal primo istante e che ogni giorno continua a farlo dandomi la forza di lottare per tutto questo.

Ai miei compagni di viaggio, a chi ne ha fatto parte e a chi oggi è ancora qui. La famiglia che ha riempito di colore questi anni.

A Maria Concetta, che mi ha accompagnata dal primo istante.
L'amica che auguro a tutti di avere.
Alla tua dolcezza.

A chi invece, da lontano, ha sempre tifato per me e che ogni volta, era pronto a riaccogliermi come non me ne fossi mai andata.

Alla mia famiglia, senza il quale oggi non sarei qui. Il faro da cui volevo tornare e la spinta che mi ha fatta ripartire ogni volta. A mia madre, che mi ha insegnato ad essere sempre un passo avanti ma a non sentirmi mai avanti a nessuno. A mio padre, da cui ho imparato ad essere sempre curiosa e a non pormi mai limiti. Ai miei fratelli, Federico e Alice, la melodia che ha rallegrato anche le giornate più silenzione.

A te, a cui oggi avrei voluto mettere questa corona. Tu che ci sei sempre stata e che oggi hai deciso di guardarmi farcela dal punto più alto, con la vista migliore.
Ti dedico ogni mio singolo successo.

A me stessa, per essermi lasciata accompagnare e supportare da tutti voi.

Grazie

SARA

ABSTRACT

ITA

La progettazione urbana resiliente rappresenta oggi un approccio fondamentale per affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici e dai rischi ambientali. Tuttavia, la sua complessità e i suoi obiettivi a lungo termine rendono evidente la necessità di una pianificazione e un adattamento continuo che agisca il più possibile sul presente. Questa tesi si propone dunque di sviluppare una strategia metodologica per la progettazione urbana resiliente, fondata sull'integrazione dei principi della resilienza e delle smart city, per poter rispondere in modo efficace e sostenibile alle pressioni ambientali, sociali ed economiche a cui le città sono sottoposte. L'approccio metodologico elaborato si basa su un processo di valutazione sistemica che ha permesso l'analisi dei fattori di vulnerabilità delle aree urbane, consentendo così di evidenziare le criticità infrastrutturali e di sviluppare delle soluzioni innovative per migliorare la resilienza dei centri urbani. Un elemento fondamentale di questo approccio è stato l'uso di indicatori specifici che consentano di monitorare e misurare, sia quantitativamente che qualitativamente, l'efficacia delle strategie adottate. In questo modo, è stato possibile effettuare una valutazione accurata della resilienza dei casi studio analizzati, supportando l'individuazione di pratiche e strategie comuni per l'aumento della resilienza urbana . L'approccio sviluppato si dimostra particolarmente utile non solo per la valutazione di progetti ma anche di aree urbane già consolidate e come strumento di supporto alla progettazione stessa, per indirizzare le scelte progettuali verso una maggiore adattabilità alle sfide future, nel rispetto delle esigenze locali e globali. Questa metodologia è stata applicata al caso del recupero dell'ex Manifattura Tabacchi di Torino, un'area particolarmente strategica per la comunità locale, ma caratterizzata da complessità e da fragilità strutturali e sociali. Dopo un'accurata valutazione delle vulnerabilità dell'area, la metodologia ha permesso di definire dei target specifici da raggiungere, al fine di elaborare una proposta progettuale resiliente che risponda alle necessità sociali ed ecologiche del contesto, valorizzando l'integrazione di soluzioni sostenibili e innovative.

ABSTRACT

ING

Resilient urban design is now a key approach to addressing the challenges posed by climate change and environmental risks. However, its complexity and long-term objectives make clear the need for continuous planning and adaptation that acts as much as possible on the present. This thesis therefore aims to develop a methodological strategy for resilient urban design, based on the integration of resilience and smart city principles, in order to respond effectively and sustainably to the environmental, social and economic pressures cities face. The methodological approach developed is based on a systemic assessment process that allowed the analysis of the vulnerability factors of urban areas, thus enabling the highlighting of critical infrastructural issues and the development of innovative solutions to improve the resilience of urban centres. A key element of this approach was the use of specific indicators to monitor and measure, both quantitatively and qualitatively, the effectiveness of the strategies adopted. In this way, it was possible to make an accurate assessment of the resilience of the case studies analysed, supporting the identification of common practices and strategies for increasing urban resilience . The approach developed proves to be particularly useful not only for the assessment of projects but also of established urban areas and as a tool to support design itself, in order to direct design choices towards greater adaptability to future challenges, respecting local and global needs. This methodology was applied to the case of the recovery of the former Manifattura Tabacchi in Turin, an area particularly strategic for the local community, but characterised by complexity and structural and social fragility. After an accurate assessment of the vulnerabilities of the area, the methodology allowed the definition of specific targets to be reached, in order to elaborate a resilient project proposal that responds to the social and ecological needs of the context, enhancing the integration of sustainable and innovative solutions.

Disastro dell'alluvione del maggio 2023 in Emilia Romagna.

INDICE

0. INTRODUZIONE 017
0.1 OBIETTIVI DELLA RICERCA 018
0.2 APPROCCIO METODOLOGICO 020

1. VISIONE GLOBALE 026
1.1 GLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO 028
1.2 CRISI IDRICA 030
1.3 CRISI ATMOSFERICA 034
1.4 CRISI ECOLOGICA 037

2. INTERDIPENDENZE 039
2.1 IL CONCETTO DI CITTA' 040
2.2 NUOVE IDENTITÀ URBANE 044
2.3 METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE 046
2.3.1 Ambientale 046
2.3.2 Tecnologico 047
2.3.3 Sociale 047
2.4 CONSIDERAZIONI 059

3. ADATTABILITÀ 061
3.1 UN NUOVO PARADIGMA SOCIALE 062
3.2 SOCIETÀ 5.0 064
3.3 SMART CITIES 067
3.4 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI UNA SMART CITY 072
3.4.1 Smart Economy 074
3.4.2 Smart Environment 075
3.4.3 Smart Governance 075
3.4.4 Smart Living 076
3.4.5 Smart Mobility 077
3.4.6 Smart People 078

3.5 LIMITI TEORICI E PRATICI 079
3.5.1 Dipendenza e vulnerabilità delle infrastrutture 080
3.5.2 Previsioni inaffidabili 080
5.5.3 Disparità socioeconomiche 080
3.5.4 Limiti fisici e urbanistici 081
3.5.5 Incertezza nelle governance 082
3.5.6 Sostenibilità 082
3.6 NECESSITÀ DI ADATTAMENTO 085

4. INTEGRAZIONE 087
4.1 RESILIENZA 088
4.2 CARATTERISTICHE PRINCIPALI 095
4.2.1 Preparazione 098
4.2.2. Mitigazione 098
4.2.3 Risposta 099
4.2.4 Recupero 100
4.3 INTEGRAZIONE: RESILIENZA INTELLIGENTE 101
4.4 ANALISI DELLE SINGERIE TRA GLI OBIETTIVI 105
4.4.1 Ambito economico 109
4.4.2 Ambito istituzionale 109
4.4.3 Ambito ambientale 110
4.4.4 Ambito sociale 111
4.5 TECNOLOGIE COME DRIVER PER LA RESILIENZA URBANA 113
4.5.1 L'influenza invisibile dell'IoT sul tessuto urbano 115
4.5.2 Il Digital Twin nella costruzione di Smart City resilienti 122
4.5.3 Realtà Virtuale per potenziare la resilienza e l'accessibilità 128

5. STRATEGIE COMUNI 132

5.1 CASI STUDIO: RESILIENZA 133

5.1.1 Comparazione dei casi studio 143

5.2 CASI STUDIO: SMART CITY 145

5.2.1 Comparazione dei casi studio 155

5.3 CONSIDERAZIONI 157

6. DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO 158

6.1 DEFINIZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE 159

6.2 PRESSIONI 162

6.3 GOAL 164

6.3.1 Preparazione 165

6.3.2 Circolarità 165

6.3.3 Mitigazione 165

6.3.4 Adattamento 165

6.4 TARGET 166

6.5 INDICATORI 169

7. APPLICAZIONE PER LA COMPARAZIONE 175

7.1 VALUTAZIONE E COMPARAZIONE DI PROGETTI 176

7.1.1 Valutazione dei progetti 176

7.1.2 Comparazione 196

8. APPLICAZIONE PER LA PROGETTAZIONE 199

8.1 TORINO EX INDUSTRIALE 200

8.1.1 Torino ex capitale 200

8.1.2 Aree industriali dismesse 202

8.1.3 Manifattura tabacchi e Fimit 204

8.2 VISIONE GLOBALE: INQUADRAMENTO DEL CONTESTO STRATEGICO 206
8.2.1 Agenda 2030 e lo sviluppo di città sostenibili e resilienti 206
8.2.2 Target 12.5: economia circolare 209
8.2.3 Target 11.a: nuove reti 211
8.2.4 Target 11.b: città resilienti e sostenibili 213
8.3 VISIONE GLOBALE: INQUADRAMENTO DEL CONTESTO URBANO 218
8.3.1 Inquadramento e ondate di calore 218
8.3.2 Rischio idrogeomorfologico 220
8.4 INTERDIPENDENZE: FATTORI CHIAVE 224
8.4.1 Educazione 227
8.4.2 Pianificazione urbana 228
8.4.3 Riduzione rischio 232
8.4.4 Riduzione 233
8.4.5 Mobilità 234
8.5 ADATTABILITÀ: RESILIENZA DELL'AREA 236
8.5.1 Preparazione 236
8.5.2 Circolarità 238
8.5.3 Mitigazione 239
8.5.4 Adattamento 241
8.6 OUTPUT: "MANIFUTURA" 244
8.6.1 Valutazione preparazione 268
8.6.2 Valutazione circolarità 278
8.6.3 Valutazione mitigazione 290
8.6.4 Valutazione adattamento 298
8.6.5 Valutazione complessiva 300

9. CONCLUSIONI 301

10. BIBLIOGRAFIA 305

"La tecnica non è solo un insieme di mezzi per ottenere determinati scopi, ma è l'essenza del mondo contemporaneo, una forza autonoma e autoreferenziale che orienta l'intera esistenza umana verso un nuovo destino, allontanandola dalle certezze e dai significati tradizionali. L'architettura,
come manifestazione della tecnica, non può che riflettere questa trasformazione radicale della realtà, rivelando come ogni costruzione sia inevitabilmente influenzata dal potere della tecnica stessa."

(Emanuele Severino, Tecnica e Architettura, Milano, Mimesis Edizioni, 2021)

INTRODUZIONE

00

OBIETTIVI DELLA RICERCA

00.1

La progettazione resiliente è uno strumento tanto efficace quando complesso, che richiede il tempo necessario per una profonda trasformazione, in quanto uno dei principi implicati è proprio l'adattamento ai cambiamenti. I rischi climatici e gli scenari sempre più catastrofici dimostrano però la necessità sempre più urgente di una radicale capacità di adattamento, al quale però non è possibile arrivare in tempi brevi.

Proprio per questo, risulta evidente come sia necessario uno strumento in grado di poter intervenire sui rischi non ancora critici. Il lavoro di questa tesi si inserisce in questo panorama, cercando di sviluppare una strategia metodologica per la progettazione urbana resiliente, ottenuta dall'integrazione dei principi della resilienza e delle smart city. Per l'elaborazione di questa metodologia è stato fondamentale identificare e analizzare i fattori di vulnerabilità delle aree urbane, offrendo spunti sulle criticità delle infrastrutture stesse.

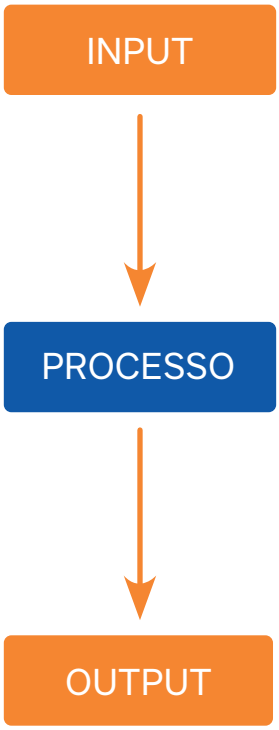
Lo scopo di questo approccio è lo sviluppo di una metodologia che integri soluzioni innovative e sostenibili per migliorare la resilienza dei centri urbani, includendo strategie per la migliore gestione delle risorse e i più avanzati approcci progettuali. Nello specifico, si è cercato di definire uno strumento metodologico per la misurazione e il monitoraggio della resilienza dei contesti urbani e delle proposte progettuali, attraverso l'utilizzo di indicatori specifici. L'utilizzo di questi permette infatti di valutare in maniera quantitativa ma anche qualitativa l'efficacia delle strategie adottate per rispondere alle pressioni a cui le città sono sottoposte per effetto del cambiamento climatico.

L'approccio, proprio per la sua struttura, si presta ad essere utilizzato sia per la valutazione di contesti urbani consolidati, ma anche per la scelta di proposte progettuali e come supporto alla progettazione stessa. In quest'ultimo caso, si è utilizzata la metodologia elaborata al fine di delineare una strategia progettuale per il recupero dell'ex Manifattura Tabacchi di Torino, luogo nevralgico per la comunità locale ma con caratteristiche particolari che ne rendono complessa la rifunzionalizzazione.

Dopo l'individuazione delle fragilità e criticità dell'area, l'applicazione di questo approccio ha permesso di identificare degli obbiettivi specifici da raggiungere, al fine di elaborare la proposta più resiliente e adatta al contesto analizzato, sulla base di una valutazione quantitativa e qualitativa dei cambiamenti apportati.

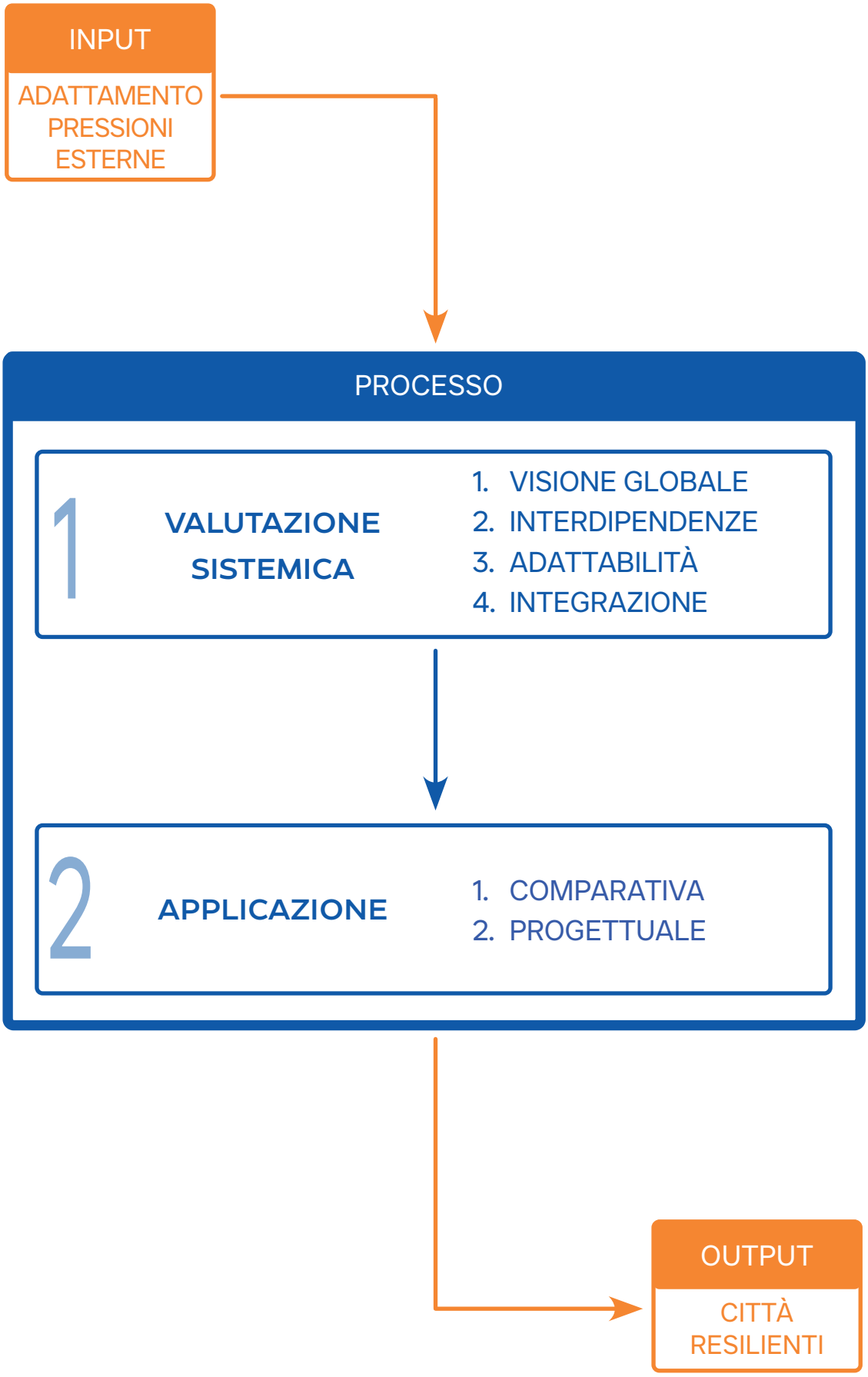
APPROCCIO METODOLOGICO

00.2



Il termine "resilienza," ampiamente utilizzato quanto complesso, indica la capacità di reagire prontamente a eventi imprevisti e di ripristinare le proprie funzionalità in maniera rapida e senza significative compromissioni. Data la complessità della progettazione urbana in contesti sempre più fragili, risulta evidente come sia sempre più necessaria la valutazione accurata di questa capacità nei progetti, per poterne identificare in anticipo i punti di debolezza e migliorarne la risposta.

Nello specifico di questa tesi, è stata utilizzata una valutazione di tipo sistemica, che ci ha permesso di analizzare in modo integrato i vari aspetti del sistema urbano, tenendo in considerazione le interconnessioni e le dinamiche interne tra i diversi fattori. Nell'ambito della progettazione resiliente questo approccio è stato fondamentale per comprendere le vulnerabilità delle città in relazione a fenomeni più complessi come la crisi ambientale e sociale.


INPUT
ADATTAMENTO
PRESSIONI
ESTERNE
PROCESSO
1
VALUTAZIONE
SISTEMICA
1. VISIONE GLOBALE
2. INTERDIPENDENZE
3. ADATTABILITÀ
4. INTEGRAZIONE
2
APPLICAZIONE
1. COMPARATIVA
2. PROGETTUALE
OUTPUT
CITTÀ
RESILIENTI

Partendo dalla condizione sempre più evidente di incapacità di gestione delle crisi naturali da parte dei nostri sistemi urbani, si è proceduto con un approccio olistico, attraverso un processo combinato di ricerca e sperimentazione. Nella prima parte della tesi, la valutazione sistemica ha permesso di comprendere e analizzare gli aspetti che compongono il complesso sistema urbano:

1. VISIONE GLOBALE

La valutazione è partita da un'analisi generale delle pressioni naturali esterne, quali la crisi idrica, atmosferica ed ecologica, per poter comprendere più affondo le dinamiche che infragiliscono le città.

2. INTERDIPENDENZE

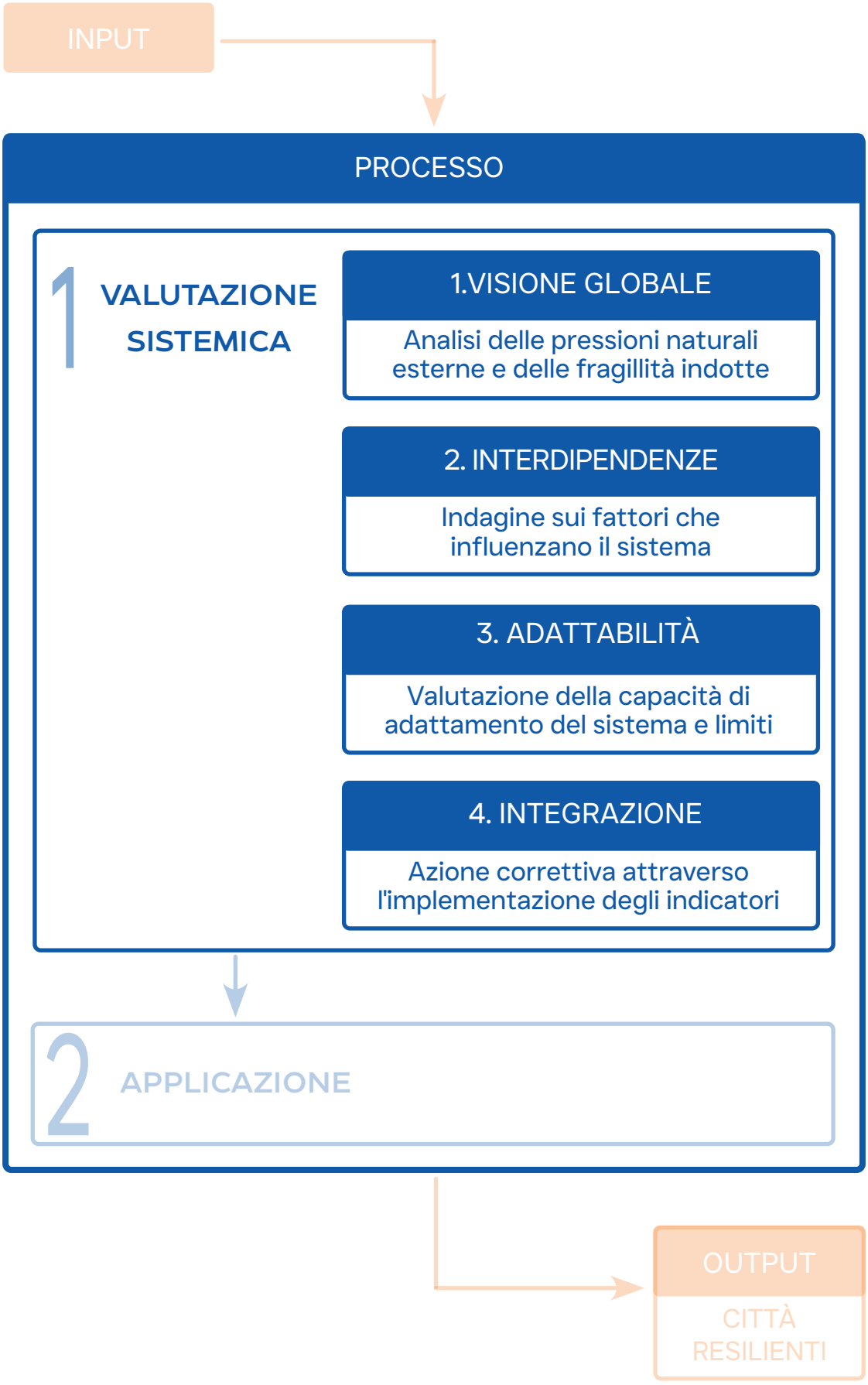
Successivamente, tramite l'analisi del concetto di città è stato possibile individuare i fattori interni che ne influenzano l'identità, definendo delle categorie di appartenenza delle definizioni attuali (Ambiente, Comunità e Tecnologia). Queste categorie possono essere intese come delle dimensioni di risposta alle pressioni precedentemente individuate, fornendo la possibilità di classificare le pratiche di risoluzione più utilizzate per combattere gli effetti del cambiamento climatico.

3. ADATTABILITÀ

Attraverso l'analisi del concetto di "Società 5.0" è stato possibile indagare l'ambito sociale ed il suo rapporto con la tecnologia. Questo nuovo paradigma permette infatti di comprendere come l'ambito tecnologico non sia una vera e propria dimensione di risposta, ma piuttosto un tramite tra quello sociale e ambientale. Quest'integrazione risulta molto evidente durante l'analisi delle smart city, modello oggi molto ambito dalle città, in cui partecipazione e tecnologia si fondono per la creazione di comunità più smart e sostenibili, ma i quali limiti, in termini di capacità di adattamento, risultano molto evidenti di fronte ad eventi sempre più estremi.

4. INTEGRAZIONE

Per poter implementare questa incapacità, è stato infine indagato il concetto di "resilienza", per poter comprendere e costruire una strategia basata sui concetti che definiscono un sistema "resiliente". Attraverso i concetti chiave come "preparazione" e "mitigazione" e l'analisi di alcuni casi studio è stato possibile sviluppare un sistema applicativo, basato su indicatori, in grado di misurare l'effettiva resilienza di un contesto o progetto.


INPUT
PROCESSO
1 VALUTAZIONE SISTEMICA
1.VISIONE GLOBALE
Analisi delle pressioni naturali esterne e delle fragillità indotte
2. INTERDIPENDENZE
Indagine sui fattori che influenzano il sistema
3. ADATTABILITÀ
Valutazione della capacità di adattamento del sistema e limiti
4. INTEGRAZIONE
Azione correttiva attraverso l'implementazione degli indicatori
2 APPLICAZIONE
OUTPUT
CITTÀ RESILIENTI

Dopo questa prima fase di analisi, utile per l'identificazione degli indicatori, si è sperimentata la sua applicazione in due modalità differenti:

1. COMPARATIVA

In questa prima applicazione sono stati comparati i casi studio analizzati precedentemente per la definizione degli indicatori. Sulla base di questi ultimi è stato creato un sistema articolato per goal con dei target specifici per ogni obbiettivo, che hanno permesso la categorizzazione degli indicatori. Il sistema di valutazione si basa su una scala nominale che offre una panoramica qualitativa e quantitavia del raggiungimento degli obbiettivi prefissati. In questo modo è stato possibile comparare dei casi studio, molto diversi tra di loro, sulla base del grado di resilienza degli stessi.

2. PROGETTUALE

Successivamente all'applicazione comparativa, si è proceduto con la sperimentazione a supporto della progettazione dei contesti urbani, con un focus particolare sull'area dell'ex Manifattura Tabacchi. Quest'area è stata scelta sulla base di criteri specifici come la vulnerabilità idrica e sociale, la cui valutazione può essere misurata attraverso gli indicatori. Successivamente alla valutazione del contesto consolidato, è stata adottata una strategia costruita per cercare di raggiungere tutti i target identificati e dunque i goal necessari per la costruzione di città più smart e resilienti.

INPUT
PROCESSO
1
VALUTAZIONE SISTEMICA
2
APPLICAZIONE
COMPARATIVA
Analisi comparativa dei casi studio basata sugli indicatori identificati, finalizzata alla valutazione delle differenze e dei gradi di conseguimento degli obiettivi
PROGETTUALE
Supporto nella fase progettuale per l'orientamento verso l'aumento della resilienza attraverso l'utilizzo degli indicatori per la comparazione tra stato di fatto e progetto
OUTPUT
CITTÀ RESILIENTI

VISIONE GLOBALE

FRAGILITÀ

"La fragilità delle città moderne si manifesta quando la natura reclama i suoi spazi, ricordandoci quanto siamo piccoli di fronte alla sua forza."

- Jane Jacobs

01

[Fig.1] Immagine del recente disastro provocato dalle alluvioni del 29 e 30 ottobre 2024 a Valencia. Fonte: il manifesto

[Fig.2] Grave siccità prolungata in Sicilia, settembre 2024. Fonte: PalermoToday

GLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

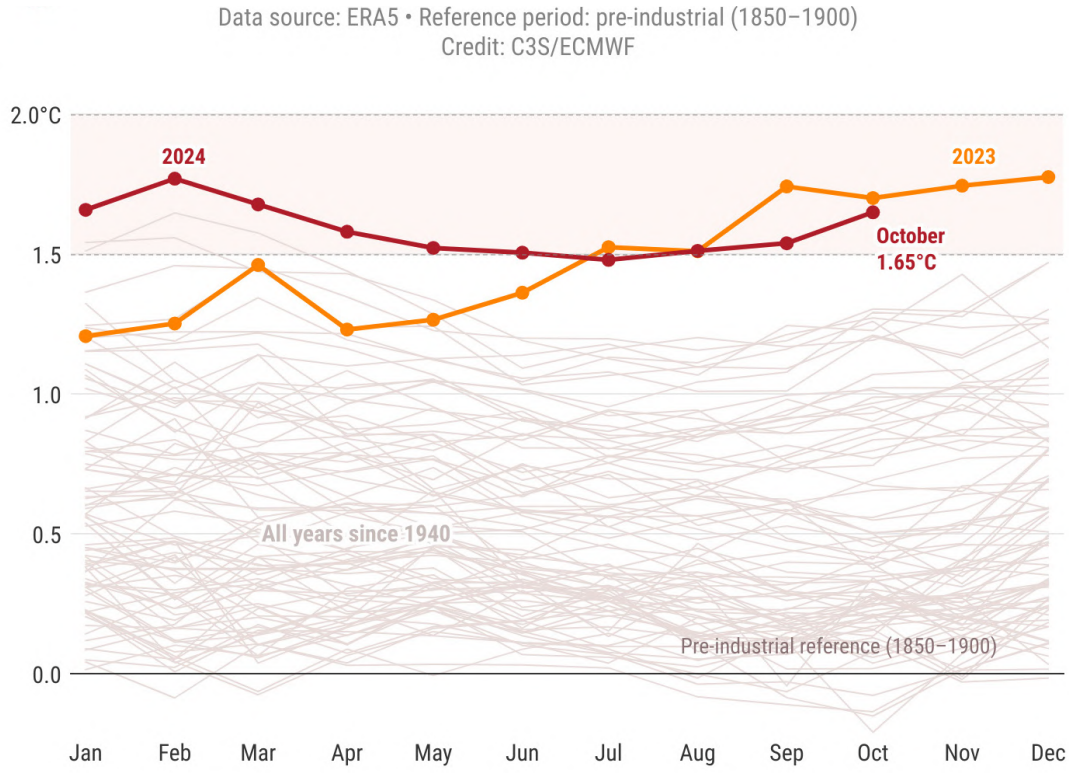
01.1

I dati più recenti sul cambiamento climatico[1] evidenziano come il 2024 sia in procinto di diventare l'anno più caldo mai registrato nella storia, con temperature superficiali sopra la media del XX° secolo [fig.3], raggiungendo il record del secondo settembre più caldo di sempre. Secondo l'ultimo rapporto del WMO[2], le probabilità che la temperatura media annuale globale superi temporaneamente il limite, stabilito durante l'Accordo di Parigi del 2015, di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali è pari all'80%, dato che sulla base delle previsioni del World Meteorological Organization potrebbe rimanere invariato per i prossimi quattro anni, comportando disastri naturali sempre più frequenti e impatti sempre più gravi soprattutto nelle regioni più vulnerabili.

Le manifestazioni del cambiamento climatico diventano sempre più complesse e imprevedibili, e i suoi effetti van-

[1] National Centers for Environmental Information (NOAA), *September 2024 Global Climate Report*, Settemnre 2024. (ultima consultazione 3 novembre 2024). URL: https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202409

[2] World Meteorological Organization (WMO), *WMO Global Annual to Decadal Climate Update (2024-2028)*, (ultima consultazione 3 novembre 2024) URL: https://wmo.int/publication-series/wmo-global-annual-decadal-clima te-update-2024-2028



[Fig.3] Anomalie mensili della temperatura globale dell'aria superficiale. Fonte: National Centers for Environmental Information (NOAA)

no ben oltre l'aumento delle temperature medie globali[3]. Esso, infatti, influenza le condizioni atmosferiche, altera gli ecosistemi naturali mettendo a rischio la sicurezza ambientale e la salute umana. Questi eventi sempre più estremi, come uragani, ondate di calore, precipitazioni violente e improvvise stanno mettendo a dura prova l'ambiente naturale e quello costruito, richiedendo soluzioni sempre più complesse e urgenti.

Tra tutte le manifestazioni, l'attualità della crisi idrica trova un riscontro drammatico nei recenti disastri che hanno colpito le regioni Italiane, come l'Emilia-Romagna, e la Spagna, mettendo in luce come il cambiamento climatico stia intensificando questi fenomeni, alterando sempre più frequentemente periodi di siccità prolungata a episodi di violente precipitazioni. L'alternanza di questi fenomeni estremi accentua quelli che già sono gli effetti del surriscaldamento globale, dalla perdita di capacità di ritenzione idrica dei terreni all'infertilità degli stessi, compromettendo irreversibilmente l'agricoltura e gli ecosistemi.

[3] Alessandro Minigher, Stefano Cirilli, Renzo Mosetti, "*I cambiamenti climatici*", Rapporto OM del Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Tireste N.189 (Settembre 2019) ULR: https://arts.units.it/retrieve/e2913fdd-147a-f688-e053-3705fe0a67e0/ROM_187_I_cambiamenti_climatici.pdf

CRISI IDRICA

01.2

La crisi idrica è a tutti gli effetti un'emergenza mondiale, in quanto circa 3,6 miliardi di persone vivono in condizioni di carenza di acqua, numero che sembra destinato ad aumentare a 5 miliardi entro il 2050.[4] Il 2023 è stato infatti l'anno più caldo mai registrato, provocando periodi di prolungata siccità e inondazioni in diverse parti del mondo. Studi recenti dimostrano come il cambiamento climatico stia incidendo notevolmente sulla disponibilità delle risorse idriche[5], soprattutto in Europa, che di fatto è il continente che si sta riscaldando più velocemente al mondo. Questo, insieme alla gestione inadeguata delle risorse idriche sta compromettendo i cicli di approvvigionamento idrico, rendendo sempre più difficile l'accesso e la gestione idrica. Inoltre, l'incremento della popolazione e la crescente domanda di acqua per l'uso agricolo e industriale stanno aggravando ulteriormente il problema.

[4] United Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), *Water for prospetiry and peace,* The United Nations World Water Development Report 2024. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388948

[5] European Environment Agency, *European Climate Risk Assessment. Executive summary.* (Gennaio 2024). DOI: https://doi.org/10.2800/204249

[Fig.4] Immagine di uno dei vasti incendi in Grecia. Agosto 2023. Foto di: Aris Mesinnis

[Fig.5] Progetto fotografico Sink/Rise per la denuncia dell'emergenza climatica nelle isole Fiji. Foto di: Nick Brandt

In Italia, l'esempio più evidente è la Sicilia, che si trova a dover affrontare una grave crisi idrica da ormai diversi anni. La scarsità delle precipitazioni e l'inadeguatezza delle infrastrutture di approvvigionamento e gestione delle risorse hanno portato alla diminuzione critica dei livelli degli invasi dell'isola. Più del 51% delle infrastrutture risultano obsolete, con la più alta percentuale di dispersione nazionale.[6] Questo dato ci fa comprendere come l'inadeguatezza delle infrastrutture di trasporto sia un enorme problematica da affrontare. Un altro volto di questo aspetto sono gli incendi, che stanno destabilizzando le comunità e innescando massicce migrazioni. Inoltre, la distruzione della vegetazione e della copertura arborea aggrava l'erosione del suolo, riducendo la ricarica delle acque sotterranee e contribuendo alla scarsità della risorsa. La perdita di copertura arborea diminuisce la capacità del suolo di regolare il microclima, amplificando gli effetti della siccità stessa.

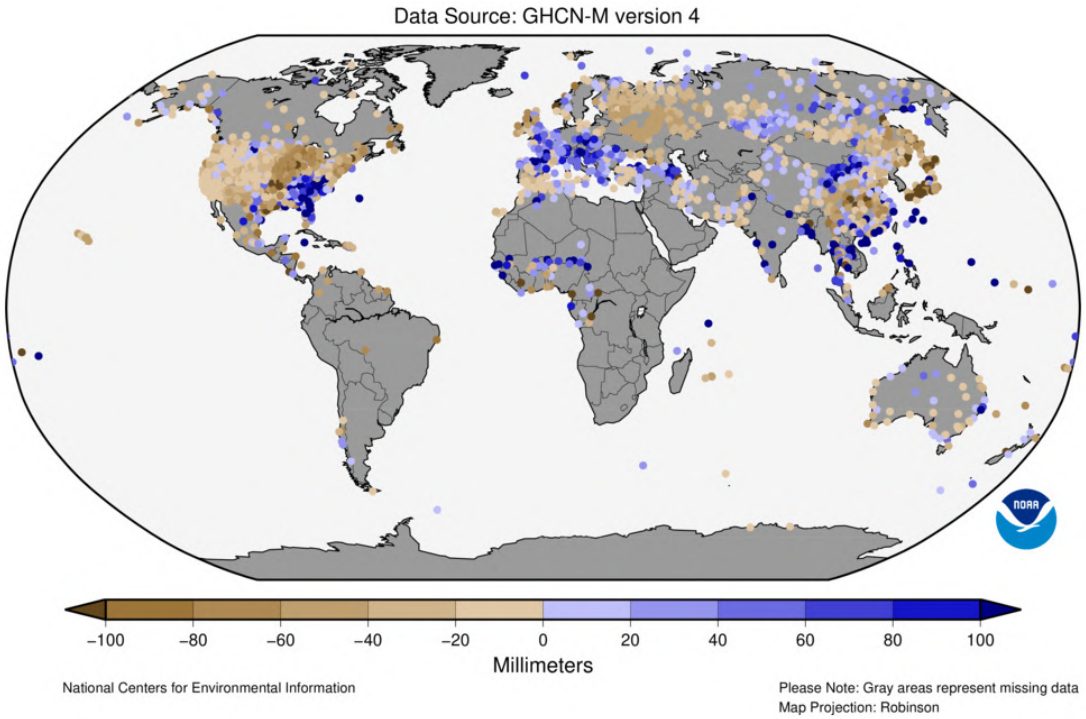
Questo fenomeno, sempre più amplificato dal cambiamento climatico, non solo compromette gli ecosistemi locali ma aumenta anche le emissioni di gas serra, alimentando un circolo vizioso che accelera il surriscaldamento globale.

L'altro rovescio della medaglia vede invece l'eccesso dell'acqua come una grave minaccia. In prima battuta, per effetto dell'aumento delle temperature, il rapido scioglimento dei ghiacciai sta comportando un importante innalzamento del livello del mare, mettendo irrimediabilmente a rischio le coste di tutta la terra. Le stime più recenti[7] suggeriscono infatti che nel migliore degli scenari, entro la fine del secolo sarà previsto un aumento dai 30 agli 80 cm.

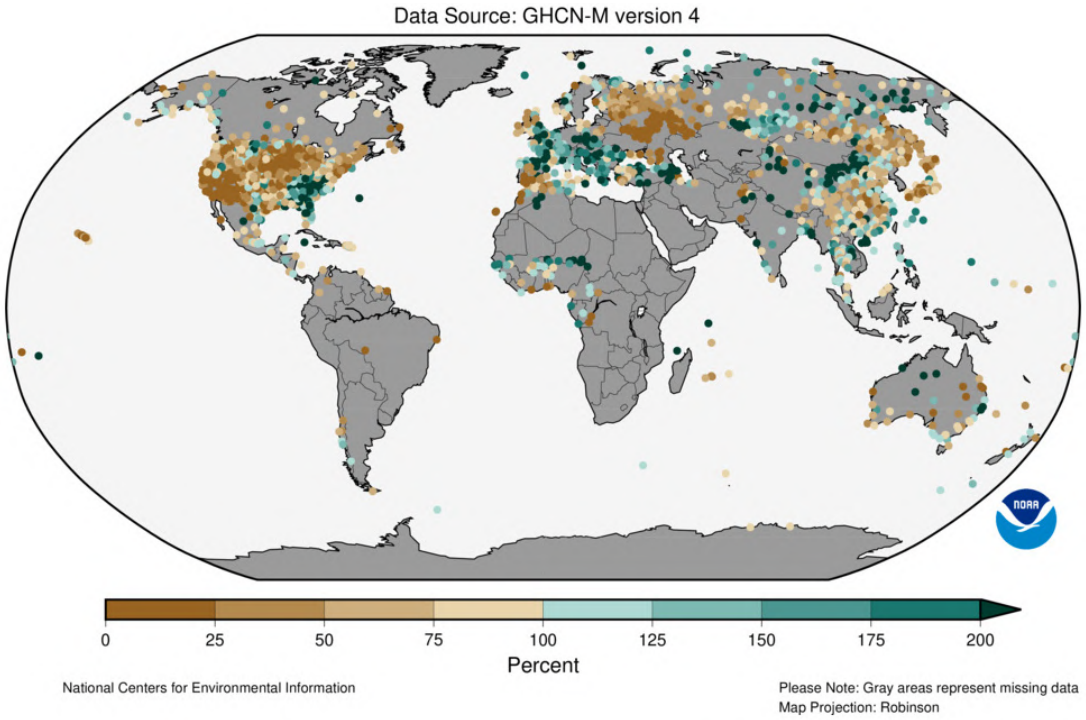
Altra causa delle frequenti inondazioni sono le alluvioni. Eventi estremi come quelli accaduti recentemente in Spagna non sono più così rari, ma anzi, l'intensità [Fig.6] e la frequenza con il quale si verificano [Fig.7] fanno comprendere come queste siano ormai un problema reale ed attuale anche in Europa. Vaste aree edificate, inadeguatezza delle infrastrutture e assenza di una pianificazione accentuano solo quelli che sono gli effetti già devastanti di questi fenomeni, andando ad intensificare quelli non critici e di conseguenza indebolendo il sistema urbano nella risposta a quelli gravi.

[6] Istat, *Le statistiche dell'Istat sull'acqua - Anni 2020-2023*, Marzo 2024 (ultima consultazione 3 novembre 2024). URL: https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/03/Report-GMA-Anno-2024.pdf

[7] IPCC, *Special Report on the Ocean And Cryosphere in a Changing Climate*. (ultima consultazione 5 novembre 2024). URL: https://www.ipcc.ch/srocc/



[Fig.6] Anomalie delle precipitazioni solo sulla terraferma di settembre 2024. Fonte: National Centers for Environmental Information (NOAA)



[Fig.7] Percentuale di precipitazioni solo terrestri di settembre 2024 rispetto alla norma. Fonte: National Centers for Environmental Information (NOAA)

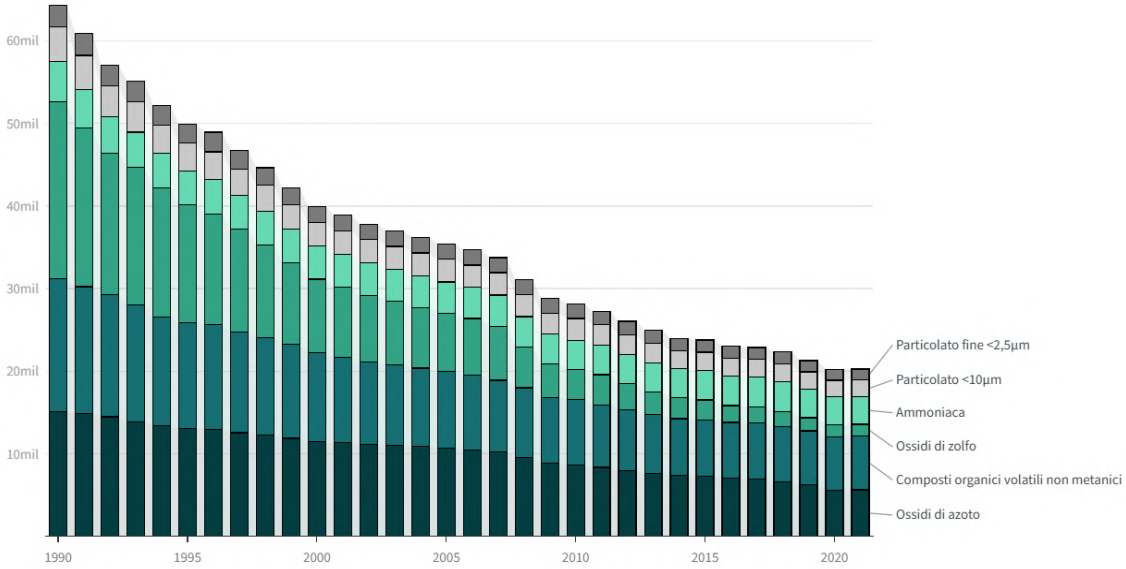
CRISI ATMOSFERICA

01.3

Un'altra crisi altrettanto evidente la cui causa è quasi invisibile all'occhio umano è quella atmosferica. Il buco dell'ozono e l'inquinamento atmosferico sono due delle principali problematiche, in quanto fortemente responsabili della compromissione della salute umana e della biodiversità, oltre che del cambiamento climatico.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, circa 7 milioni di persone muoiono ogni anno a causa dell'esposizione agli inquinanti atmosferici.[8] La concentrazione elevata di sostanze come particolato fine (PM2.5 e PM10), ossido di azoto e biossido di zolfo sono responsabili dell'aumento di malattie respiratorie e cardiovascolari, oltre che alla formazione di tumori polmonari e disturbi neurologici. Dagli anni '80, grazie alle misure rigorose adottate dall'UE per ridurre l'inquinamento atmosferico, le emissioni dei principali inquinanti atmosferici sono quindi diminuite in modo significativo. [Fig. 8]

[8] World Health Organization, *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. (Settembre 2021)

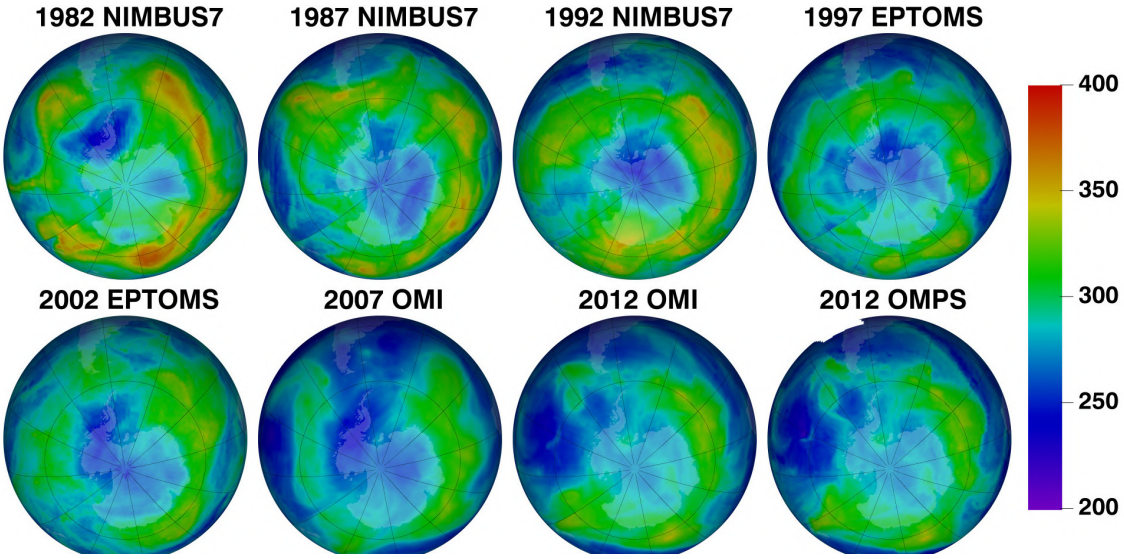


[Fig.8] Evoluzione dei sei principali inquinanti atmosferici tra il 1990 e il 2021. Fonte: Agenzia europea dell'ambiente (AEA)

In particolare, dal 1990 risultano diminuiti drasticamente (93%)[9] le emissioni di ossidi di zolfo, prodotte principalmente dalle centrali termoelettriche a carbone, impianti industriali e processi di produzione chimica, responsabili dei problemi respiratori ma anche delle piogge acide.

Nonostante questa tendenza positiva, le città continuano ad essere luoghi fortemente inquinati, soprattutto per effetto della presenza dei particolati fini, prodotti dalla combustione dei carburanti fossili e dagli incendi, ma anche da processi come l'erosione degli pneumatici, che in combinazione con un'alta concentrazione di materiale biogenico come pollini e spore fungine, risultano estremamente nocivi soprattutto per le categorie più fragili. La conformazione orografica risulta un altro fattore chiave, poiché, oltre alla densità delle città che devia ed impedisce il naturale confluire del vento, le catene montuose e le particolari conformazioni vallive favoriscono l'accumulo di inquinanti nell'atmosfera. In Italia, un esempio evidente di questo effetto è la pianura padana, nel quale la conformazione geomorfologica e le condizioni climatiche comportano soprattutto durante i periodi inverali, per effetto dell'inversione termica e la scarsa ventilazione, un aumento importante della concentrazione di inquinanti nell'aria.

[9] Agenzia europea dell'ambiente (AEA), *Europe's air quality status 2024, Luglio* 2024 (ultima consultazione 5 novembre 2024). URL: https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2024



[Fig.9] Evoluzione del buco dell'ozono tra il 1982 e il 2012. Fonte: Nasa

Un'altra significativa manifestazione della crisi atmosferica è il buco dell'ozono. Lo strato di ozono funziona infatti da schermo solare, in grado di filtrare i raggi ultravioletti nocivi per la salute umana e ambientale.[10] Di fatti, l'aumento delle radiazioni UV-B danneggia la vegetazione compromettendone la capacità di assorbimento della CO_2. Inoltre, questo effetto aumenta la produzione di gas naturalmente emessi dagli oceani, responsabili in parte della regolazione della temperatura terrestre. Attualmente grazie alle misure adottate con il Protocollo di Montreal, il 28 settembre di quest'anno è stata raggiunta la settima dimensione più piccola registrata dal 1992, confermando una tendenza positiva che alimenta le speranze di una sua chiusura definitiva entro la metà di questo secolo. Nonostante questi progressi, la concentrazione di clorofluorocarburi (CFC), rimane ancora elevata data la loro durabilità nel tempo, contribuendo insieme agli idrofluorocarburi (HFC) al riscaldamento globale.

Questi dati mostrando una tendenza relativamente positiva, ma non ancora sufficiente per una risoluzione totale delle problematiche in questione. Risulta dunque fondamentale l'implementazione di ulteriori sforzi, nella pianificazione urbana come nelle singole attività quotidiane.

[10] Nasa, *Ozon Hole Continues Healing in 2024*, Settembre 2024 (ultima consultazione 5 novembre 2024). URL:https://earthobservatory.nasa.gov/images/153523/ozone-hole-continues-healing-in-2024

CRISI ECOLOGICA

01.4

Anche la crisi climatica rappresenta una sfida significativa, caratterizzata da dinamiche interconnesse che stanno alterando drasticamente gli ecosistemi e il clima del nostro pianeta. Tra questi, la distruzione degli habitat è uno dei volti più critici e preoccupanti. La crescente necessità di risorse e spazi antropizzati sta comportando la perdita di habitat fondamentali per l'equilibrio naturale. La distruzione di foreste, zone umide e l'enorme varietà di specie vegetali che ne fanno parte contribuisce all'alterazione dei cicli dell'acqua, portando all'aumento del verificarsi di fenomeni come la siccità e le inondazioni. Inoltre, è stimato come l'impatto del genere umano stia accelerando tra le 100 e le 1000 volte il processo di estinzione naturale delle specie.[11]

L'acidificazione degli oceani causata dall'assorbimento della CO_2 atmosferica, che sappiamo essere sempre più in aumento, contribuisce a questo tragico processo. A causa

[11] UN Environment, *Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented' Species Extinction Rates 'Accelerating'*, Maggio 2019 (ultima consultazione 5 novembre 2024). URL: https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/natures-dangerous-decline-unprecedented-species-extinction-rates

[Fig.9] Discarica di Dandora, Nairobi. Foto di : Freddie del Curatolo

dell'eccessiva presenza di anidride carbonica, il ph degli oceani si sta sempre più abbassando, aumentando l'acidità del 15% dal 1985 al 2021,[12] valore che sta compromettendo irreversibilmente la sopravvivenza di specie fondamentali come molluschi e plankton.

A questo processo si aggiunge la produzione incontrollata di rifiuti che finiscono in mare. Ogni anno infatti, tra le 4,8 e 12,7 milioni di tonnellate di riufiti di plastica finiscono solo nei mari, insieme a pesticidi e altre sostanza chimiche che contribuiscono ad accentuare gli effetti devastanti dell'acidificazione sull'habitat marino. La cifra dei rifiuti che potenzialmente potrebbero essere prodotti nei prossimi 30 anni secondo la tendenza di crescita della popolazione mondiale, dovrebbe salire a 3,4 miliardi di tonnellate, con un aumento del 73%. Questo dato è il risultato di una pessima gestione dei rifiuti, nonostante gli sforzi compiuti verso un'amministrazione più consapevole. L'impatto di questo dato ha ripercussioni drastiche sull'inquinamento atmosferico e delle risorse idriche, comportando inoltre una perdita ancor più preziosa in termini di materie prime.

[12] Karina von Schuckmann, Lorena Moreira, Marilaure Grégoire, Marta Marcos, Joanna Staneva, Pierre Brasseur, Gilles Garric, Piero Lionello, Johannes Karstensen, Griet Neukermans, *8th edition of the Copernicus Ocean State Report (ORS8)*, Copernicus Publications, V.4-osr8, 2024. DOI: https://doi.org/10.5194/sp-4-osr8

INTERDIPENDENZE

IDENTITÀ

"L'identità di una città non è un'entità fissa, ma una costruzione che si reinventa costantemente attraverso le esperienze dei suoi abitanti e le interazioni con il mondo esterno."

- Henri Lefebvre

02

IL CONCETTO DI CITTA'

02.1

Le città, per come le conosciamo oggi, sono il prodotto di un complesso processo evolutivo influenzato da fattori sociali, tecnologici e culturali. Questi luoghi sono infatti il riflesso della società umana e della sua sempre più intricata e vulnerabile struttura.

Per comprendere questo articolato fenomeno, prima ancora di ripercorrerne l'evoluzione storica, bisognerebbe indagare sull'etimologia della parola stessa, per comprenderne la chiave di lettura. Essa, dal latino *Civitas,*[13] indica precisamente un "Centro abitato di notevole estensione, con edifici disposti più o meno regolarmente, in modo da formare vie di comoda transitabilità, selciate o lastricate o asfaltate, fornite di servizi pubblici e di quanto altro sia necessario per offrire condizioni favorevoli alla vita sociale", definizione che ci permette di evidenziare la complessità dei fattori che ne definiscono l'identità. La *Sociĕtas*[14] è infatti un insieme di individui uniti da uno scopo collettivo

[13] Enciclopedia Treccani, *Città*. (ultima consultazione 13 ottobre 2024). URL:https://www.treccani.it/vocabolario/citta/

[14] Ibidem

superiore, legati da rapporti naturali, economici o culturali.

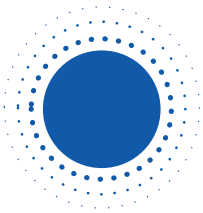
Sin dai primi insediamenti, le città hanno assunto un'organizzazione caratterizzata principalmente da un centro riconoscibile di aggregazione e dalla presenza di spazi comuni, adattandosi e mutando in base alle esigenze delle società che le vivevano.

Già in epoche lontane come il Neolitico, le prime comunità stabili presentavano forme embrionali di organizzazione urbana, arrivando ad evolversi fino ai primi veri esempi documentati di città in Mesopotamia ed Egitto. Luoghi come Uruk e Ur erano infatti sofisticati centri di scambio commerciale, caratterizzate da un centro amministrativo e religioso circondato da edifici pubblici e privati. Altri esempi come Menfi e Tebe, mostrano come la presenza di una risorsa naturale come il Nilo potesse diventare una potente infrastruttura per lo svolgimento di attività culturali e commerciali. Le polis dell'Antica Grecia erano i principali centri dell'organizzazione sociale e politica, strutturate intorno alle agorà, luoghi centrali per lo svolgimento di attività sociali e commerciali. Le grandi città romane, caratterizzate dai loro grigliati stradali, erano il fulcro delle attività militari e amministrative, con i loro forum, ampie piazze utilizzate per le assemblee pubbliche e mercati.

L'organizzazione centrale è stata dunque il modello urbanistico principale per i primi quattromila anni di storia urbana, fino al periodo del Medioevo, in cui le città si trasformarono rapidamente in organi più complessi, organizzati in modo disordinato attorno a cattedrali e castelli fortificati, che divennero i nuovi centri di commercio e pellegrinaggio religioso. La risposta a questo disordinato sviluppo fu la ripresa della rigorosità classica durante il Rinascimento, che permise lo sviluppo di una pianificazione più ordinata e simmetrica ma soprattutto più attenta all'estetica e alla funzionalità, ridando centralità ai luoghi pubblici per lo svolgimento di attività sociali.

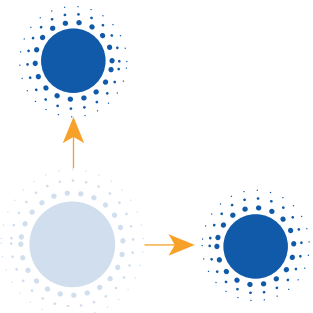
Con l'avvento della Rivoluzione Industriale, l'urbanizzazione accelerò in maniera repentina, cambiando per sempre il concetto di città per com'era conosciuto fino a quel momento. La nascita delle nuove tecnologie comportò il passaggio da un'economia prevalentemente agricola e artigianale ad un'economia di massa, ad un'eco-

1 Antichità



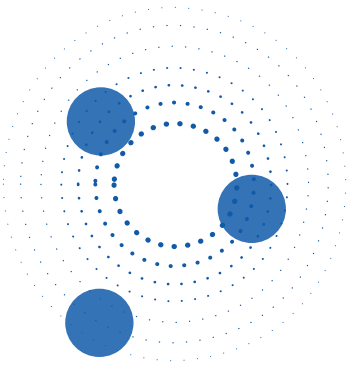
Presenza di un unico centro ben definito (di solito il centro religioso o amministrativo). In questo schema, la città si sviluppa intorno a un punto centrale.

2 Epoca Moderna



Presenza di più centri che si sviluppano attorno a distretti industriali o quartieri specifici.

3 Epoca attuale



Assenza di un centro dominante. Le città moderne tendono a essere più disperse e decentralizzate, con vari nodi di attività, tipici delle città metropolitane e delle periferie interconnesse.

[Fig.10] Schematizzazione del processo evolutivo del centro urbano

nomia di massa, modificano il modo in cui i prodotti venivano consegnati agli utenti, grazie alla concentrazione delle attività industriali direttamente all'interno del tessuto urbano. Questo alimentò inevitabilmente l'afflusso di lavoratori dalle aree rurali, la nuova classe operaia, provocando un'esponenziale crescita demografica al quale si accostò l'urgente necessità di nuovi quartieri residenziali che erano diventati i nuovi centri urbani, le fabbriche. Questi luoghi erano infatti il nuovo cuore pulsante delle città operaie, ma al contrario delle centralità antiche, questi non rappresentavano più luoghi ricchi e sfarzosi, bensì aree povere con condizioni sanitarie spesso precarie, alimentate da un processo di segregazione spaziale basato prettamente sullo status sociale. Difatti, i quartieri più benestanti erano situati non più nel centro sociale e commerciale, ma bensì nelle aree verdi lontane dalle zone industriali, comportando un cambiamento radicale dell'identità delle nuove città moderne. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, specialmente le città occidentali furono segnate dalla suburbanizzazione, effetto di un'ulteriore frammentazione delle città moderne, sempre più basate sull'ottimizzazione delle funzioni e dell'ef-

ficienza, per cui si tendeva a dividere nettamente le diverse funzioni. Ciò comportò la creazione di aree settorializzate, destinate a funzioni definite e isolate tra loro, allontanandosi completamente dal concetto originario di città. Questo processo di dispersione ebbe una battuta d'arresto nell'ultimo ventennio del XX secolo, quando la chiusura delle industrie nelle aree urbane diede il via ad un importante processo di rigenerazione urbana, ancora oggi in atto, e di ridefinizione di una nuova identità con un volto più sostenibile.

Oggi, questo forte processo di modernizzazione ha portato alle città per come le conosciamo ora, articolate costellazioni di vuoti circondate da un pattern variegato di edificato. Questa conformazione, seppur frutto di un fortissimo processo di abbandono, rappresenta un'occasione di ridefinizione dell'identità urbana, arrivando ad una terza evoluzione, quella policentrica. Il recupero di questi spazi, frutto dell'evoluzione tecnologica, potrebbe consistere nella creazione di nuovi centri urbani all'interno della stessa città, permettendo proprio grazie allo sviluppo tecnologico attuale, di definire nuove centralità fondamentali per la società. Il concetto di città si sta infatti velocemente evolvendo per far fronte alle sfide attuali, mirando ad essere sempre più flessibili e sostenibili, grazie all'utilizzo delle tecnologie avanzate che permettono di gestire le risorse in modo più consapevole, perseguendo la ricerca di un equilibrio tra crescita economica, sostenibilità e qualità della vita.

Risulta dunque evidente come il concetto di città sia strettamente legato ai temi di innovazione tecnologica, qualità della vita e sostenibilità, fattori che hanno profondamente modificato l'idea di "città" e portato alla nascita di molteplici concetti urbani, sempre più legati alle strategie di adattamento e mitigazione degli effetti del cambiamento climatico. Urbanizzazione sostenibile, pianificazione resiliente, sono solo alcuni degli strumenti alla base dei nuovi prototipi di città che si stanno affermando.[15] Questo cambiamento rispecchia un paradigma globale in cui l'urbanizzazione non è più un processo lineare, ma un percorso dinamico e adattivo, in grado di rispondere alle sfide del cambiamento climatico e delle nuove necessità sociali.

[15] Henri Lefebvre, *The Urban Revolution*, University of Minnesota Press, 2003

NUOVE IDENTITA' URBANE

02.2

Oggi le città sono ecosistemi complessi, in cui sostenibilità, tecnologia e benessere sociale sono le chiavi di lettura di sistemi urbani sempre più alla ricerca di una dimensione ideale di risposta alle sempre più frequenti e impattanti pressioni. Alcune individuano questa risposta nell'integrazione delle tecnologie intelligenti, altre nella gestione consapevole delle risorse, portando negli anni alla nascita di molteplici definizioni di città, ognuna rappresentativa dei differenti approcci. Analizzando queste definizioni è possibile categorizzarle in tre ambiti di risposta ben evidenti:

- Ambientale
- Tecnologico
- Sociale

L'innovazione tecnologia e il processo di rigenerazione delle città sono infatti strettamente legati, a tal punto da poter affermare che all'origine dei tanti tipi di città ci siano state delle "rotture qualitative"[16] della vita e dell'organizza-

[16] Alberto Gasparini, Paolo Guidicini, *Innovazione tecnologia e nuovo ordine urbano,* Milano, Franco Angelini, 1990, p. 17

[Fig.11] Nuovola di parole chiave

zione dello spazio, proprio per effetto dell'utilizzo delle nuove tecnologie. Le tecnologie sono infatti in grado di modificare e innovare il sistema in cui vengono utilizzate, in questo caso quello sociale, portando ad una lettura più organizzativa e meno macchinistica della tecnologia stessa. Nel tempo, ha trasformato il volto urbano, volto che nel futuro sarà strettamente caratterizzato dalle tecnologie della comunicazione, in grado di compensare il problema della distanza spaziale e dell'accessibilità[17] e da quelle "green", che contribuiscono in modo significativo al raggiungimento di uno sviluppo più sostenibile.

[17] Alberto Gasparini, Paolo Guidicini, *Innovazione tecnologia e nuovo ordine urbano,* Milano, Franco Angelini, 1990, p. 17-25

METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE

02.3

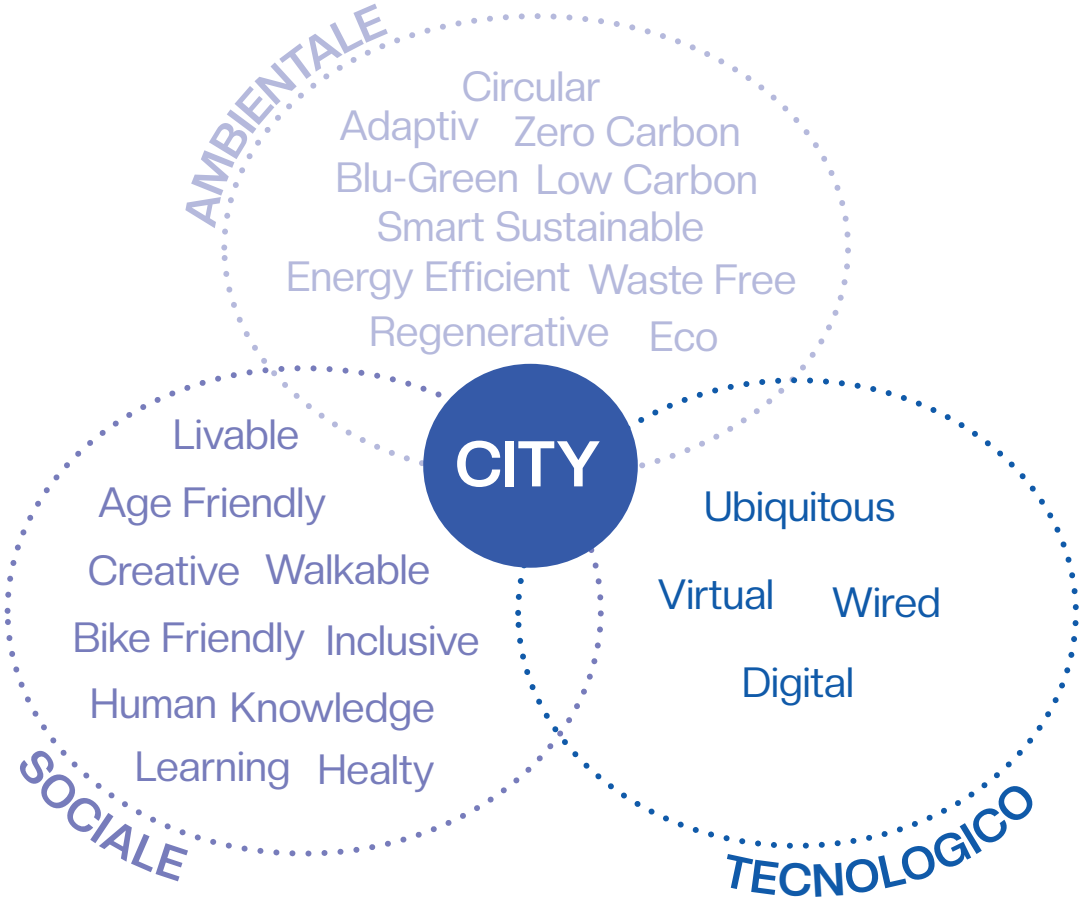
Le definizioni individuate sono state classificate in base ai tre ambiti precedentemente descritti per delinearne la sfera di risposta.

L'analisi delle definizioni ha permesso di estrapolare delle parole chiave per sintetizzare le pratiche messe in atto per raggiungere i goal prefissati.

Le azioni individuate saranno successivamente utilizzate per individuare degli indicatori in grado di misurare in maniera concreta gli effetti di tali operazioni. Questi indicatori si porranno alla base della strategia da elaborare, sia come strumenti di valutazione dello stato di fatto, sia per la comparazione post progettuale.

2.3.1 AMBIENTALE

Rientrano in questo ambito tutte quelle definizioni il cui obbiettivo primario è rispondere agli effetti diretti del cambiamento climatico attraverso l'utilizzo di strategie inspirate ai processi naturali o per mezzo di tecnologie che ne riproducono i benefici.



[Fig.12] Categorizzazione definizioni

2.3.2 TECNOLOGICO

Vi rientrano quelle visioni di città che si concentrano sullo sviluppo e l'applicazione delle tecnologie alla vita di tutti i giorni, per migliorarne la qualità e la governance, talvolta a beneficio dell'ambiente. Definizioni come "*Smart Sustainable City*", puntano infatti ad arrivare più vicino possibile al modello di "città sostenibile".

2.3.3 SOCIALE

A quest'ultimo ambito appartengono tutte quelle definizioni, i quali obbiettivi si concentrano in primis verso il soddisfacimento delle necessità umane, andando a porre particolare attenzione sul benessere fisico e psicologico dell'individuo e sulla ricerca di un'inclusività e accessibilità universale.

DIMENSIONE	DEFINIZIONE	DESCRIZIONE	PAROLE CHIAVE
AMBIENTALE	***ADAPTIVE CITY***	***2024*** "It is a city that, through effective resource management, future-oriented planning, education, knowledge utilization, innovation in governance and industry, decentralized management and a low-carbon economy of carbon, leads to adaptability, resilience, sustainability and flexibility of capacity of individuals, communities, institutions, businesses and systems within a city against all impacts of climate change and reduces their negative consequences." *- Arezoo Yari, Alireza Mashallahi, Hamidreza Aghababaeian, Mohsen Nouri, Nidhi Yadav, Arefeh Mousavi, Shiva Salehi, Abbas Ostadtaghizadeh, Definition and characteristics of climate-adaptive cities: a systematic review, "BMC Public Health", 2024*	Adattabilità Gestione decentralizzata
	BLU - GREEN CITY	***2016*** "A blue-green city aims to recreate a nature-oriented water cycle, while contributing to city amenity by bringing together water management and green infrastructure. This is achieved by combining and protecting the hydrological and ecological values of the urban landscape while providing resilient and adaptive measures to address flood events. [...] The innovative Blue-Green approach to water management in the city aims to meet drainage and urban planning needs through coherent and integrated strategies"	Consumi sostenibili Gestione sostenibile delle risorse idriche Gestione circolare dei rifiuti Efficienza energetica Energie rinnovabili Mobilità

		- Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), 2013-2016, About the Blue-Green Cities Research Project, http://www.blue-greencities.ac.uk/about/about.aspx (ultima consultazione ottobre 2024)	
	CIRCULAR CITY	***2010*** "It is a specific type of urban center that contains within itself all the principles of the circular economy. This type of city aims to eliminate the concept of waste/waste/waste, to keep goods at the highest possible value, at all times, thanks to innovations at all times, thanks to technological innovations and digital. The aim of a circular city is to generate prosperity, increase liveability and improve resilience for the city itself and for its citizens, and at the same time increasingly dissociate the concepts of "value creation" and "consumption of finite resources". " *- Ellen MacArthur Foundation URL:https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/cities/overview*	Adattabilità Gestione decentralizzata
	ECO CITY	***2011*** "It is a human settlement modeled on the self-sustaining resilient structure and function of natural ecosystems. The ecocity provides healthy abundance to its inhabitants without consuming more (renewable) resources than they produce, without producing more waste than they can assimilate, and without being toxic to themselves or nearby ecosystems. The ecological	Circolarità dei rifiuti Gestione sostenibile delle risorse Rigenerazione degli ecosistemi

		impact of its inhabitants reflects lifestyles favorable to the planet; its social order reflects the fundamental principles of fairness, justice and reasonable fairness." *-Ecocity Builders, International Ecocity Framework & Standards, Ecocity World Summit a Montréal, 2011 URL: https://ecocitybuilders.org/what-is-an-ecocity/*	
	ENERGY EFFICIENT CITY	***2016*** "The energy efficient city reflects a cellular model of a self-sufficient city based on the redesign of existing urban areas and the planning of new urban expansions conducted with the effort to reduce electricity consumption and promote widespread integration of solar energy and smart grids ." *- Miguel Amado, Francesca Poggi, António Ribeiro Amado, Energy efficient city: A model for urban planning, "Sustainable Cities and Society", V. 26, 2016, pp 476-485*	Consumi sostenibili Energie rinnovabili
	LOW CARBON CITY	***2017*** "Urban area that adopts strategies to significantly reduce carbon emissions, while maintaining social and economic development." *- Low Carbon City: Strategies and Case Studies, in Abubakar Ismaila, Yakubu Bununu (a cura di), Sustainable Cities and Communities, Springer, 2020for urban planning, "Sustainable Cities and Society", V. 26, 2016, pp 476-485*	Consumi sostenibili Energie rinnovabili Riduzione emissioni CO_2

	RE-GENERATIVE CITY	***2013*** "A regenerative city maintains a symbiotic and mutually beneficial relationship with the surrounding hinterland, not only minimizing environmental impact, but also actively improving and regenerating the productive capacity of the ecosystems on which it depends." *- Girardet Herbert, Schurig Stefan, Woo Fiona, Towards the Regenerative City. Hamburg: World Future Council, Hamburg, 2013*	Adattabilità Carbon-Positive Ciclo chiuso risorse Energie rinnovabili Rigenerazione ecosistema Partecipazione
	SMART SUSTAINABLE CITY	***2017*** "A smart and sustainable city is an innovative city that uses ICTs and other means to improve the quality of life, the efficiency of urban functioning and services and competitiveness, while ensuring the satisfaction of the needs of present and future generations for regarding economic, social, environmental and cultural aspects." *- United for Smart Sustainable Cities, Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities, Ginevra, 2017*	Connessione Consumi sostenibili Gestione sostenibile delle risorse Energie rinnovabili Inclusione digitale Partecipazione Riduzione emissioni CO_2 Trasporti sostenibili
	WASTE FREE CITY	***2016*** "It uses modern technologies, renewable and sustainable resources, prevents waste production and uses the principles of the circular economy that create healthy relationships between nature and human society. " *- Smart Pague Project, Waste-free City, 2016*	Economia circolare No waste

	ZERO CARBON CITY	***2019*** "Cities where no carbon emissions are produced" *- HSBC Centre of Sustainable Finance, Towards the Zero-Carbon City, 2019*	Energia rinnovabile Trasporti sostenibili Zero carbon
SOCIALE	***AGE FRIENDLY CITY***	***2017*** "Una age-friendly city è il risultato di un approccio integrato incentrato sulle esigenze dei cittadini, dove il soddisfacimento delle esigenze dell'utente è l'obiettivo principale del progetto sia di spazi pubblici che privati." *- Lorenzo Savio, Daniela Bosia, Francesca Thiebat, Yu Zhangb, Age-friendly cities: spazio pubblico e spazio privato, TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment, V.14 (2017), 319–327. DOI: https://doi.org/10.13128/Techne-20834*	Accessibilità Benessere Inclusività
	BIKE FRIENDLY CITY	***2011*** "Is a city that creates a favorable environment for the daily use of bicycles. This includes the presence of adequate infrastructure such as cycle paths, support services such as safe bicycle parking, policies that protect cyclists, active promotion of cycling and safety measures for cyclists." *- Copenhagenize, The 2019 Copenhagenize Index of bicycle-friendly cities, 2019*	Benessere Mobilità dolce Riduzione emissioni CO_2
	CREATIVE CITY	***2007*** "Attractive city, which is characterized by the presence of	

		activities linked to the economy of culture and knowledge and, above all, of a class of talented and highly specialized professionals who work with new ideas and new technologies, in currently strategic sectors." *- Richard Florida. The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday life. New York: Basic Books. 2002 URL:http://www.washingtonmonthly.com/features/2001/0205.florida.html.*	Adattabilità progettuale Inclusività Partecipazione
	HEALTY CITY	***1986*** "A healthy city is one that continually creates and improves its physical and social environment and expands community resources that enable people to support each other in performing all functions of life and develop to their fullest potential. WHO/Europe recommends a basic model for a healthy city." *-World Health Organization, Healthy Cities Project, 1986*	Inclusività Istruzione di qualità Gestione sostenibile delle risorse Partecipazione Qualità dell'aria
	HUMAN CITY	***2014*** "A Human City promotes the quality of life of citizens through participatory and inclusive urban design, promotes environmental sustainability and the responsible use of resources, supports social cohesion and the inclusion of all people, encourages the active participation of citizens in decisions that affect their city and creates public spaces that	Inclusività Istruzione di qualità Gestione sostenibile delle risorse Partecipazione

		are safe, accessible and welcoming for all." *- Human Cities, Human Cities Manifesto, 2014* *URL: https://humancities.eu/about/*	
	INCLUSIVE	***2011*** "It is the place where anyone, regardless of economic status, gender, age, race or religion, is allowed to participate productively and positively in the opportunities the city has to offer." *- United Nations Centre fort Human Settlements (UNCHS), 2000*	Accessibilità Assistenza intelligente Inclusività Mobilità dolce Mobilità intelligente Partecipazione Progettazione integrata del verde
	KNOWLEDGE CITY	***2017*** "Knowledge cities are those areas that possess both the human capital that underpins the knowledge economy – knowledge workers – and the infrastructure to use that human capital to create economic value" *- Lawrence Pratchett, Michael Walsh, Richard Hu, Sajeda Tuli, The Knowledge City Index: A Tale of 25 Cities in Australia. ResearchGate, University of Canberra, 2017*	Accessibilità digitale Istruzione di qualità Smart governance
	LEARNING CITY	***2017*** "Una città che apprende promuove l'apprendimento permanente per tutti. Sono basate su uso efficiente delle proprie risorse in ogni settore per pruomovere l'apprendimento inclusivo dall'istruzione di base a quella superiore, rivitalizzazione dell'apprendimento nelle famiglie	Accessibilità digitale Istruzione di qualità Smart governance Smart living

		e nelle comunità, facilitazione dell'apprendimento per e sul posto di lavoro, estensione dell'uso delle moderne tecnologie di apprendimento, miglioramento della qualità e l'eccellenza nell'apprendimento e promozione di una cultura dell'apprendimento per tutta la vita." *- UNESCO Istituto per l'apprendimento permanente, Città che apprendere, 2017*	
	LIVABLE CITY	***2018*** "A "livable city" is an urban environment that provides its residents with a high quality of life through the provision of safe and comfortable housing, access to essential services such as healthcare and education, efficient transport infrastructure, green spaces, security, opportunities economic and a strong sense of community." *- Richard Florida, The New Urban Crisis: How Our Cities Are Increasing Inequality, Deepening Segregation, and Failing the Middle Class—and what we can do about it, Journal of Housing and the Built Environment, 2018*	Accessibilità Adattabilità Inclusività Istruzione di qualità Partecipazione Progettazione integrata del verde Qualità dell'aria
	WALKABLE CITY	***2012*** "A "walkable city" is an urban environment designed to promote and facilitate walking as a primary means of transportation. This city offers safe and accessible infrastructure for pedestrians, such as well-maintained sidewalks, safe crosswalks, low-speed streets, green spaces, and a variety of amenities	Accessibilità Benessere Qualità dell'aria

		and destinations within walking distance of each other." *-Jeff Speck, Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time. Farrar, Straus and Giroux, Documents d'anàlisi geogràfica, Departament de Geografia, Barcelona, 2015* *DOI: 10.5565/rev/dag.274*	
TECNOLOGICO	***CONNECTED CITY***	***2009*** "A connected community that combines broadband communications infrastructure; a flexible, service-oriented IT infrastructure based on open industry standards; and innovative services to meet the needs of governments, citizens and businesses." *- TGregory S. Yovanof , George N. Hazapis, An Architectural Framework and Enabling Wireless Technologies for Digital Cities & Intelligent Urban Environments*	Digital Twin Inclusione digitale Sistemi connessi Monitoraggio ambientale
	INTELLIGENT CITY	***2010*** "A city that has all the information technology infrastructure and infrastructure, including the latest technologies in telecommunications, electronic and mechanical technologies." *- Jalaluddin Abdul Malek, Informative Global Community Development Index of Intelligent City Community Development Index of Intelligent City, In Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology, (2010)*	Digital Twin Inclusione digitale Sistemi connessi Monitoraggio e condivisione dati
	HYBRID CITY	***2011*** "Consists of a reality with its physical entities and real inhabitants and a parallel virtual city of	

		counterparts of real entities and people." *- Jalaluddin Abdul Malek, Informative Global Community Development Index of Intelligent City Community Development Index of Intelligent City, In Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology, (2010)*	Inclusione digitale Sistemi connessi Condivisione dati
	UBIQUITOUS CITY	***2008*** "U-city refers to an ecologically sustainable smart (or knowledge) city, which makes ubiquitous computing available among urban elements, such as people, buildings, infrastructure and open spaces. The U-city is very different from the well-known virtual city. While the virtual city reproduces those urban elements displayed in virtual space, the U-city is created through chips or sensors inserted into those urban elements. A basic unit of the U-city is represented by sensors and sensor networks that continuously communicate with wired or wireless computing devices, embedded in people, buildings, infrastructure and any other feature of urban space. This allows for ubiquitous communication between people, between people and objects, and between objects, where computers or devices are invisible to others.utenti. " *-Hoon Han, Sang Ho Lee, Tan Yigitcanlar, Yoon Taik Leem , Towards ubiquitous city: Concept, planning, and experiences in the Republic of Korea, "ResearchGate". (Gennaio 2008)*	Connessione Inclusione digitale

	VIRTUAL CITY	***2002*** "A virtual city is a "parallel" city made of transactions, communications, information, services, feelings, interpretations, exclusions, expectations, wires, satellites and "bits and bytes", which interacts with the "real" physical city and its citizens . A virtual city is a combination of different physical, cultural and social elements in a complex structure that makes it a parallel city. Therefore, the virtual city is a parallel urban space, with the same complexity, the same objects and the same actions as its physical counterpart." *- Rodrigo José Firmino, Defining and understanding the virtual cities phenomenon, "ResearchGate". (Dicembre 2002)*	Digital Twin Inclusione digitale Sistemi connessi Monitoraggio ambientale
	WIRED CITY	***1987*** "Società centrata sulla comunicazione che utilizzerà le emergenti tecnologie informatiche e di telecomunicazione per raccogliere l'enorme quantità di dati relativi alle famiglie e alle imprese attraverso le "autostrade dell'informazione", con l'obiettivo di incrementare lo sviluppo economico e sociale." *- William H. Dutton, Wired Cities: Shaping the Future of Communications. New York, G.K. Hall & Co., 1987*	Digital Twin Inclusione digitale Sistemi connessi Monitoraggio ambientale

[Fig.13] Tabella di raccolta delle nuove definizioni di città

CONSIDERAZIONI

02.4

Successivamente all'analisi di tutte le definizioni prese in considerazione, emerge da un primo studio come il campo "Tecnologico" non sia propriamente da considerare come ambito di classificazione, in quanto molte definizioni sembrano avere come fine ultimo la tecnologia in sé e non il raggiungimento di un obbiettivo come la sostenibilità sociale o ambientale. Da queste definizioni possono essere dunque estrapolate le strategie e gli strumenti adoperati, studiandone gli effetti sulla società e l'ambiente.

Analizzando gli altri due ambiti, è possibile notare come moltissime definizioni si intersechino e assomiglino, suggerendo che se accorpate e ridefinite, si potrebbe arrivare da 23 definizioni a 10, con definizioni trasversali che intersecano più ambiti, come tutta la sfera tecnologica che potrebbe essere integrata nella Smart Sustainable city, arrivando ad un ulteriore riduzione.

DIMENSIONE	DEFINIZIONE	DESCRIZIONE
AMBIENTALE	1. Adaptive city	Si avvicina di più al concetto di "Città resiliente"
	2. Circular city	Waste free city, Blue green city
	3. Eco city	Regenerative city
	4. Energy efficient city	Energy efficient city
	5. Low carbon city	Low carbon city
	6. Smart sustainable city	Smart sustainable city
	7. Zero carbon city	Zero carbon city
SOCIALE	8. Inclusive city	Age friendly city, Knowledge city, Learning city
	9. Human city	Healty city,Creative city, Livable city
	10. Walkable city	Bike friendly city

[Fig.14] Tabella di accorpamento delle varie definizioni

ADATTABILITÀ

CAMBIAMENTI

"Non è la specie più forte a sopravvivere, né la più intelligente, ma quella più reattiva al cambiamento."

- Charles Darwin

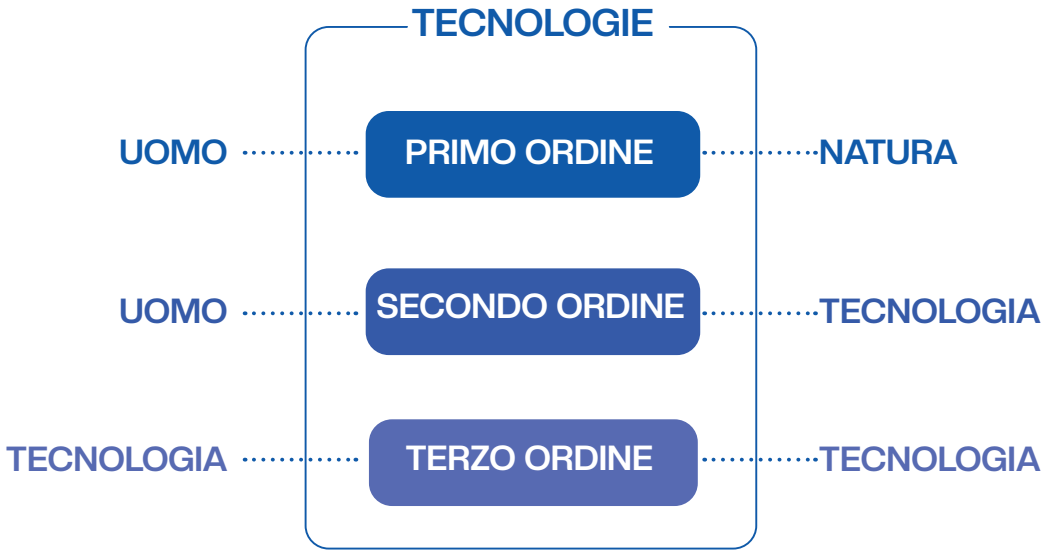
03

UN NUOVO PARADIGMA SOCIALE

03.1

Sin dall'antichità, l'essere umano ha inventato strumenti e tecnologie per modellare l'ambiente circostante, rispondendo alla primordiale necessità di abitare il proprio spazio, in quanto "abitatore del tempo" che deve garantirsi la sopravvivenza.[18] Questa funzione adattiva dimostra come lo storico sodalizio tra uomo e tecnica sia fondamentale per la comprensione del sistema uomo-ambiente, in cui la natura e la tecnica sono strettamente legati proprio grazie all'uomo. Il senso stesso dell'abitare prevede la trasformazione dell'ambiente e l'architettura non è altro che il riflesso della civiltà, il "modo in cui il popolo ha vissuto e interpretato il proprio tempo"[19] messa in atto per mezzo della tecnica. La città diventa un laboratorio in cui le scelte urbane testimoniano il processo di continua evoluzione. L' "essere tra" è una delle caratteristiche principali della tecnologia e questa sua peculiarità permette di individuare tre ordini di appartenenza basati proprio sull'interazione:[20]

[18] Emanuele Severino, *Tecnica e Architettura,* Milano, Mimesis Edizioni, 2021
[19] Ivi, p. 125
[20] Luciano Floridi, *La quarta rivoluzione,* Milano, Raffaello Cortina Editori, 2017, p.29



[Fig.15] I tre ordini della tecnologie

- **Primo ordine:** Sono tra utenti umani e natura, come può essere un ombrello che ci protegge dalla pioggia o un aratro che ci aiuta nella lavorazione della terra.
- **Secondo ordine:** Si collocano tra utenti umani e altre tecnologie, come un cacciavite, che permette di avvitare una vite o le automobili, che ci permettono di circolare sulle strade asfaltate.
- **Terzo ordine:** Collegano tecnologie con altre tecnologie, come l'Internet of Things, che mette in relazione le tecnologie tra loro, rendendole "indipendenti" dall'uomo.

La tecnica infatti non possiede un fine a sé stessa, bensì il suo scopo è quello di incrementare la sua potenza come "mezzo" ed è proprio l'etica secondo cui viene utilizzata che ne compromette i risultati. Difatti, tutte le entità che se ne servono per accrescere il proprio potere non fanno altro che aumentare la capacità di determinazione della tecnica stessa, arrivando a comprometterne il "fine", che diventa di fatto la tecnica.[22]

Questa dinamica evidenzia come la tecnica non si limiti alla risoluzione di problemi o alla velocizzazione dei processi, ma contribuisca alla ricerca di un continuo processo adattivo tra uomo e ambiente. Risulta dunque necessario superare l'idea che la tecnologia sia a "servizio" dell'uomo, ma che di fatto rappresenti uno strumento in grado di sviluppare capacità, inserendosi a trecentosessanta gradi nel processo progettuale e costruttivo[33].

[21] Emanuele Severino, *Tecnica e Architettura*, Milano, Mimesis Edizioni, 2021

[22] Filippo Angelucci, Pietromaria Davoli, *Declinazioni e dimensioni abilitanti della Tecnologia in architettura: un dibattito complesso, TECHNE, V.25 (2023).* DOI: https://doi.org/10.36253/techne-14627

SOCIETÀ 5.0

03.2

Il concetto di "Società 5.0" elaborato nel 2016 dal *5th Science and Technology Basic Plan* in Giappone, si basa su una visione olistica che punta alla costruzione di connessioni tra mondo fisico e digitale per implementare le opportunità di sviluppo personale e per le imprese. Questa nuova era, definita anche come “Super smart society”,[23] si basa sull'utilizzo delle tecnologie avanzate, come l'intelligenza artificiale (IA), i Big Data e l'Internet delle cose (IoT), per affrontare le sfide globali e migliorare la qualità della vita. L’obiettivo è creare una società intelligente centrata sull’uomo, in cui le tecnologie digitali siano messe al servizio delle persone, garantendo un equilibrio tra progresso economico e sostenibilità ambientale. La centralità dell’uomo, ispirata dalla tradizione culturale giapponese, viene ampliata attraverso approcci innovativi. Questi includono una maggiore partecipazione dei cittadini nelle decisio-

[23] Hitachi-UTokyo Laboratory (H-UTokyo Lab.), *Society 5.0, Tokyo,* SpringerOpen, (2020). DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4

ni politiche e sociali, una relazione più inclusiva tra enti pubblici e cittadini e un incremento della collaborazione internazionale. Tali pratiche mirano a costruire una società resiliente, capace di affrontare problemi complessi come l'invecchiamento demografico, le disparità economiche e l'accessibilità ai servizi essenziali. La sinergia con le tecnologie avanzate permette di incrementare i risultati di questo pensiero, in quanto in grado di sfruttare la trasformazione digitale non solo per l'efficienza economica e produttiva, tipica della Società 4.0, ma anche di migliorare la qualità della vita delle persone. La loro applicazione è infatti finalizzata ad una migliore inclusività e sostenibilità sociale, affrontando sfide come l'invecchiamento della popolazione e il benessere dei gruppi sociali più vulnerabili.

Lo schema di funzionamento si basa sulla raccolta di dati dal mondo fisico e la loro elaborazione digitale finalizzata alla proposta di soluzioni per le problematiche individuate. L'innovazione non è nello schema in sé, ma nell'integrazione di più sistemi tra loro. Le informazioni raccolte ed elaborate da sistemi sofisticati come l'AI non si limiteranno a guidare l'operazione di un singolo sistema, ma modelleranno la nostra risposta e le nostre azioni, operando non più a livello tecnologico ma sociale.[24]

Le tecnologie dell'informazione e comunicazione (ICT) vengono reinterpretate non solo come strumenti di connessione, ma come "forze ambientali, antropologiche, sociali e interpretative"[25], che influenzano le strutture culturali e sociali. Esse ridefiniscono il modo in cui pensiamo, ci relazioniamo e comprendiamo la realtà, modellando identità e dinamiche sociali. In questo contesto, la Società 5.0 si pone come un paradigma rivoluzionario che supera la mera digitalizzazione, proponendo una sintesi tra tecnologia e umanesimo, e aspirando a una società in cui il progresso tecnologico vada di pari passo con il benessere collettivo e la sostenibilità.

[24] Bruno Ségales , *"Società 5.0. L'industria del futuro,* tecnologie, metodi e strumenti", Scienza, società e nuove tecnologie, V. 1 (2018). DOI: https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.22002

[25] Luciano Floridi, *La quarta rivoluzione,* Milano, Raffaello Cortina Editori, 2017

[Fig.16] Singapore Gardens by the Bay. Foto: Hu Chen

SMART CITIES

03.3

La rivoluzione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione ha dato alle persone l'opportunità di ridurre la portata dei problemi legati alla crescente urbanizzazione. Negli ultimi dieci anni, i sistemi urbani sono diventati sempre più digitali e basati sull'informazione, segnando un cambiamento fondamentale nella vita dei cittadini e nel modo di governare le città. L'economia, la cultura, il trasporto, l'intrattenimento e tutti gli aspetti delle città sono diventati strettamente legati all'uso della tecnologia. L'integrazione della digitalizzazione delle informazioni all'interno di una città non solo fornisce vantaggi nella quotidianità dei cittadini, ma rende un'infrastruttura e un conglomerato di dati alla base per il processo di sviluppo delle città moderne.[26]

L'attuale crisi demografica, caratterizzata da una rapida crescita della popolazione e da un'intensa urbanizzazione, pone sfide significative alle città moderne. Sempre più si persone nascono o si trasferi-

[26] Prathivadi Bhayankaram Anand, Julio Navío-Marco, *Governance and economics of smart cities: opportunities and challenges*, Telecommunications Policy, V.42 (Novembre 2018). DOI: https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.10.001

scono dalle aree rurali verso le grandi metropoli, aumentando la pressione sulle infrastrutture urbane e sui servizi pubblici. Tuttavia, le nuove tecnologie offrono soluzioni innovative per affrontare tali problemi. In questo contesto, nasce il concetto di smart city,[27] una tipologia di città che utilizza tecnologie avanzate per migliorare la qualità della vita, ottimizzare l'efficienza dei servizi pubblici e promuovere la sostenibilità ambientale. Attraverso l'integrazione di infrastrutture intelligenti e piattaforme di gestione dati, le smart city sono in grado di monitorare e ottimizzare in tempo reale il funzionamento dei sistemi urbani, rispondendo efficacemente alle sfide della modernità.[28]

Questo approccio mira a trasformare i centri urbani in spazi dinamici e interattivi, capaci di adattarsi ai bisogni, [29] in continua evoluzione, dei cittadini e di rispondere alle sfide globali, come il cambiamento climatico e la crescente urbanizzazione. Questi cambiamenti rappresentano due sfide cruciali per la società moderna, fonte di problemi sociali, ambientali ed economici su vasta scala. Risulta dunque evidente che le istituzioni globali debbano adottare soluzioni innovative per far sì che le città possano crescere in modo sostenibile sia dal punto di vista ambientale che economico.

Nonostante l'interesse crescente e i consistenti investimenti rivolti allo sviluppo del concetto di Smart City, manca una definizione universalmente condivisa che ne delimiti con precisione il significato. Questo ha reso il termine “smart city” un concetto ampio e spesso ambiguo, impiegato in maniera variabile a seconda del contesto e delle prospettive dei diversi attori coinvolti. Sebbene molte iniziative legate alle città intelligenti si concentrino su obiettivi come la sostenibilità ambientale, l’efficienza dei servizi e il miglioramento della qualità della vita, l'assenza di una definizione uniforme è il risultato della vasta gamma di idee, approcci e priorità racchiusi in questo concetto. L'analisi di numerose pubblicazioni scientifiche mette in evidenza che, nonostante le differenze, le definizioni di

[27] Tao Huang, Jiang Liu, Yunjie Liu, Helen Tang, F. Richard Yu, Renchao Xie, Junfeng Xie, *A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges,* IEEE Communication, (Febbraio 2019).DOI: https://doi.org/10.1109/COMST.2019.2899617

[28] Ignasi Capdevilla, Matias I. Zarlega, *Smart city or smart citizens? The Barcelona case.* Journal of Strategy and Management, (Agosto 2015).DOI: https://doi.org/110.1108/JSMA-03-2015-0030

[29] Oleg DashkevychBoris, Boris A. Portnov, *Criteria for smart city identification: A systematic literature review.* Sustainability, (Aprile 2022).DOI: https://doi.org/10.3390/su14084448

smart city convergono spesso su due elementi centrali: il miglioramento della qualità della vita dei residenti e il ruolo fondamentale della tecnologia. Quest'ultima viene percepita non solo come un mezzo per risolvere le sfide urbane, ma anche come un fattore abilitante per promuovere l'innovazione e creare città più resilienti e vivibili. Dalla tabella [Fig.17] emerge come, nel tempo, la definizione di smart city ha subito numerose evoluzioni, influenzate dalla complessità del concetto, dalla diversità degli approcci e dalle prospettive dei vari stakeholder coinvolti. Questa variabilità ha impedito l'elaborazione di una definizione univoca di città intelligente condivisa tra tutti i soggetti interessati. Per rendere effettiva l'implementazione e la valutazione delle città intelligenti, è indispensabile sviluppare una comprensione più approfondita e condivisa del concetto.

ANNO	DESCRIZIONE
2010	"A smart city or community aims to improve the well-being of its inhabitants, businesses, visitors, organisations and administrators by providing digital services that contribute to a better quality of life. These smart services can help to better manage resources like energy or water, to monitor and reduce local traffic and pollution or in the work towards greener ways to light and heat buildings. They can also mean a more interactive and responsive city administration, engagement and participation of citizens in decision and policy-making, safer public spaces and meeting the needs of an ageing population and people with disabilities." - *Commissione Europea, (n.d.), Smart Cities and Communities, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/smart-cities-and-communities*
2015	"A smart city is a concept that can be briefly described as cities that 'use information and communication technologies to increase the quality of life of their inhabitants, while contributing to sustainable development" - *Capdevila, I.; Zarlenga, M.I. Smart city or smart citizens? The Barcelona Case. SSRN Electron. J. 2015, 8, 266–282.*

2017	"A smart city uses a combination of data collection, processing and dissemination technologies together with network and computing technologies, as well as data security and privacy measures, fostering innovation in applications. This approach aims to improve the overall quality of life of citizens and covers dimensions such as public services, healthcare, transport, entertainment and government services." - *Gharaibeh, A.; Salahuddin, M.A.; Hussini, S.J.; Khreishah, A.; Khalil, I.; Guizani, M.; Al-Fuqaha, A. Smart Cities: A Survey on Data Management, Security, and Enabling Technologies. IEEE Commun. Surv. Tutorials 2017, 19, 2456–2501*
2019	"A smart city utilizes urban informatics and technologies for providing city services on a larger scale. It offers improved quality of life and a variety of innovative services such as energy, transport, healthcare, etc." - *Shoaib, N.; Shamsi, J.A. Understanding Network Requirements for Smart City Applications: Challenges and Solutions. IT Prof. 2019, 21, 33–40*
2019	"A smart city aims to improve citizens' quality of life and build a sustainable urban environment by using modern advanced information and communication technology (ICT).; A smart city is a system that enhances human and social capital wisely using and interacting with natural and economic resources via technology-based solutions and innovations to address public issues and efficiently achieve sustainable development and high quality of life." - *Xie, J.; Tang, H.; Huang, T.; Yu, F.R.; Xie, R.; Liu, J.; Liu, Y. A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges. IEEE Commun. Surv. Tutorials 2019 IEEE Commun. Surv. Tutorials 2017, 19, 2456–*
2019	"A smart city is an urban area that uses technological or non-technological services or products that: enhance the social and ethical wellbeing of its citizens; provide quality, performance and interactivity of urban services to reduce costs and resource consumption; and increase contact between citizens and government" - *Hammons, R.; Myers, J. Smart Cities. IEEE Internet Things Mag. 2019, 2, 8–9.*

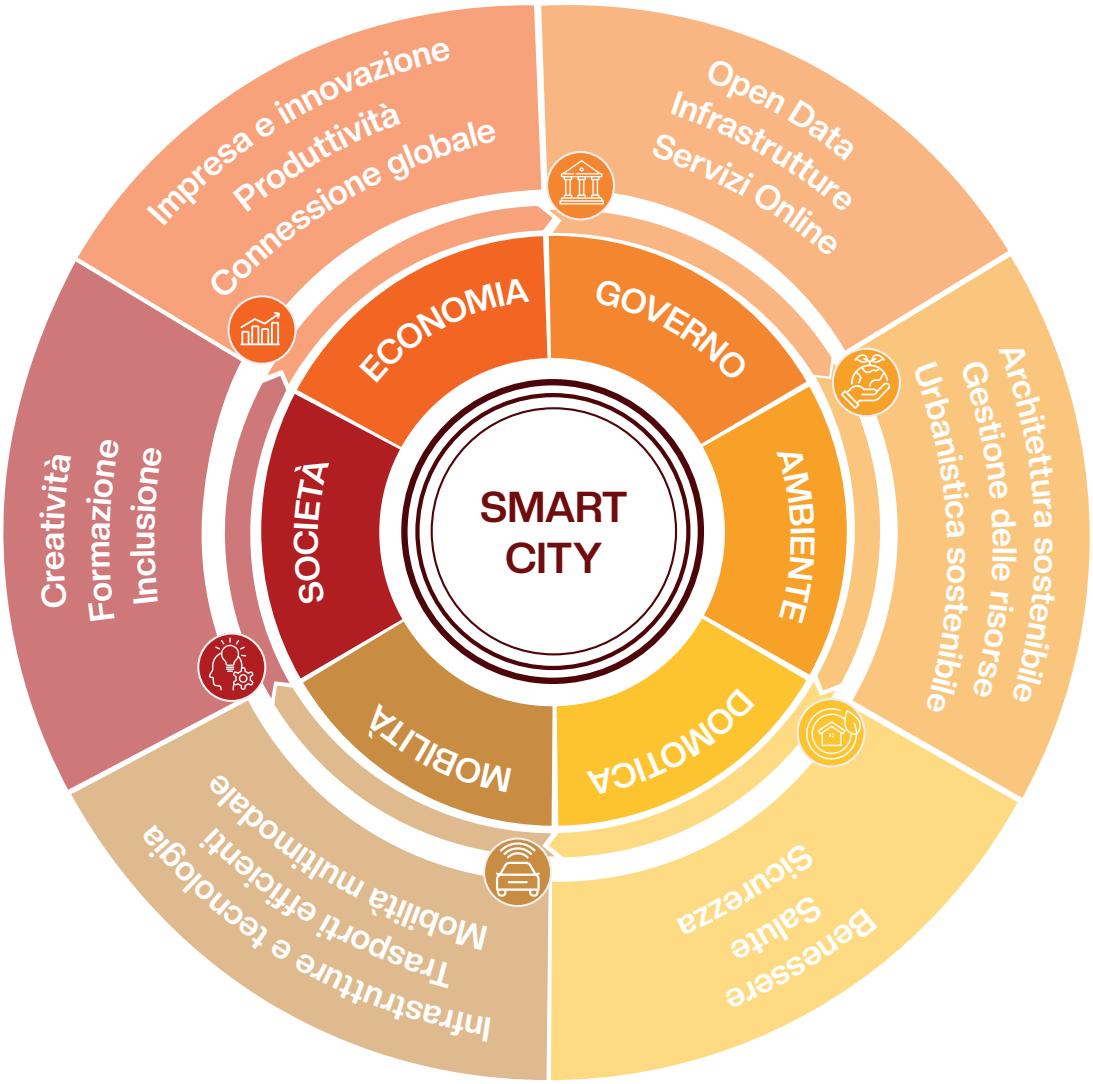
2019	"Cities that contain intelligent things which can intelligently automatically and collaboratively enhance life quality, save people's lives, and act as sustainable resource ecosystems." - *Alsamhi, S.H.; Ma, O.; Ansari, M.S.; Almalki, F.A. Survey on Collaborative Smart Drones and Internet of Things for Improving Smartness of Smart Cities. IEEE 2019*
2021	"A smart city is a complex cyber-socio-technical system where human, cyber artifacts, and technical systems interact together to the purpose of achieving a goal related to the quality of life in urban areas." - *De Nicola, A.; Villani, M.L. Smart City Ontologies and Their Applications: A Systematic Literature Review. Sustainability 2021, 13, 5578.*
2022	"In smart city architecture, information and communication technologies are used to improve living standards and its management by citizens and government." - *Attaran, H.; Kheibari, N.; Bahrepour, D. Toward integrated smart city: A new model for implementation and design challenges.GeoJournal 2022, 87, 511–526.*
2022	"A smart sustainable city is an innovative city that uses information and communication technologies (ICTs) and other means to improve quality of life, the efficiency of urban operations and services, and competitiveness, while ensuring that it meets the needs of the present and future generations concerning economic, social and environmental aspects" - *Singh, D.K.; Sobti, R.; Jain, A.; Malik, P.K.; Le, D. LoRa based intelligent soil and weather condition monitoring with internet of things for precision agriculture in smart cities. IET Commun. 2022, 16, 604–618*
2022	"Smart cities are cities that balance economic, environmental, and societal advances to improve the wellbeing of residents through a widespread introduction of ICT and other technological tools." - *Dashkevych, O.; Portnov, B.A. Criteria for Smart City Identification: A Systematic Literature Review. Sustainability 2022*

[Fig.17] Tabella di raccolta definizioni per il termine "Smart City"

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI UNA SMART CITY

03.4

Nonostante l'assenza di una definizione universale, il concetto di Smart City ha trovato applicazione pratica in numerosi progetti sviluppati da città e paesi di tutto il mondo. Questi progetti cercano di affrontare le sfide dell'urbanizzazione modellando una visione di città intelligente che risponda alle esigenze locali e alle priorità specifiche. Come emerso dall'analisi precedente, le smart city puntano a migliorare la qualità della vita dei cittadini e a risolvere le problematiche urbane attraverso soluzioni basate sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT). Tali soluzioni favoriscono la collaborazione tra attori pubblici e privati, creando partnership strategiche. L'ampio ventaglio di applicazioni del concetto di smart city dimostra la sua rilevanza in molteplici ambiti della vita urbana, contribuendo al carattere multiforme e talvolta ambiguo riscontrato nella letteratura. Questa complessità ha stimolato numerosi studi volti a esplorarne le peculiarità. Tra i quadri di riferimento più utiliz-



[Fig.18] Grafico aree tematiche Smart City

zati, spicca quello proposto da Rudolf Giffinger, che individua sei dimensioni chiave per valutare le prestazioni delle città intelligenti:[30]

- Smart economy
- Smart environment
- Smart governance
- Smart living
- Smart mobility
- Smart people

Questo modello si è affermato come un punto di partenza fondamentale per analizzare il livello di innovazione e sostenibilità delle città. Le sei dimensioni forniscono una struttura flessibile che può essere adattata alle diverse realtà urbane, sottolineando l'importanza di approcci personalizzati per implementare il concetto di smart city.

[30] Rudolf Giffinger, Christian Fertner, Robert Kalasek, Hans Kramar, Nataša Pichler Milanović, Evert Meijers, *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities,* Vienna University of Technology, (Gennaio 2007). URL: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf

3.4.1 SMART ECONOMY

Partendo dal quadro di riferimento per le smart city di Giffinger, l'economia intelligente è descritta come uno dei domini principali delle città intelligenti, caratterizzata da tre prospettive principali:

- La produzione e l'innovazione incoraggiano la crescita economica,
- Una smart city è di per sé un motore economico
- Spirito innovativo

Giffinger ha preso in considerazione fattori quali l'imprenditorialità, lo spirito innovativo, l'inserimento internazionale e la capacità di trasformazione, la produttività e la flessibilità dei mercati del lavoro. La dimensione dello spirito innovativo si riferisce a indicatori come il tasso di occupazione e le politiche mirate a garantire e incentivare l'innovazione e la creatività all'interno delle città. Accanto all'innovazione, l'imprenditorialità gioca un ruolo cruciale, includendo aspetti come il numero di nuove imprese o start-up e i tassi di lavoro autonomo. Questi elementi contribuiscono significativamente a incrementare la produttività e la competitività, favorendo al contempo la creazione di un'immagine economica dinamica e in crescita.[31]

[31] Leonidas G. Anthopoulos, *The Rise of the Smart City,* Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?, (Aprile 2017). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57015-0_2

3.4.2 SMART ENVIRONMENT

La dimensione dell'ambiente riguarda l'uso delle applicazioni ICT per preservare le risorse naturali, ridurre le emissioni di energia e di carbonio e aumentare la sostenibilità ambientale.

All'interno di questo ambiente vengono presi in considerazione diversi aspetti quali:

- **Risorse energetiche** che coinvolgono le fonti di energia rinnovabili per la distribuzione locale dell'energia, le reti intelligenti, la gestione efficiente dell'energia e il controllo delle emissioni di gas serra;
- **Gestione efficiente delle risorse idriche** mediante l'utilizzo di tecnologie avanzate come i sensori che possono prevedere il livello di contaminazione dei corpi idrici ed altre applicazioni di monitoraggio che possono contribuire efficacemente a ridurre il consumo di acqua;
- **Gestione efficiente dei rifiuti** dove le applicazioni basate sull'IoT svolgono un ruolo importante nella raccolta, nello smaltimento, nel riciclaggio e nel recupero dei rifiuti in tempo reale, migliorando così l'ambiente e la qualità della vita dei cittadini nel suo complesso
- **Riduzione dell'inquinamento ambientale** con l'aiuto di sensori che informano sui livelli di inquinamento dell'aria, dell'acqua, del suolo e del rumore per salvaguardare l'ecosistema e garantire la sostenibilità.

Queste informazioni aiutano a elaborare strategie di mitigazione per la riduzione dell'inquinamento nelle città, ma è necessario includere strategie, piani e politiche costruttive per monitorare le risorse e le infrastrutture ICT utilizzate per una gestione ambientale sostenibile.[32]

3.4.3 SMART GOVERNANCE

Questo aspetto affronta più specificamente la collaborazione tra governo, cittadini e altre parti interessate. All'interno di questa categoria viene data molta importanza agli aspetti partecipativi e collaborativi tra gli stakeholder, feedback, votazioni per iniziative e altri compiti burocratici che impartiscono servizi pubblici e sociali migliorando la partecipazione e l'impegno della comunità, migliorando il rapporto tra governo e cittadini mediante la partecipazione attiva al fine di incoraggiare l'innovazione.

[32] Houbakht Attaran, Davoud Bahrepour, Nahid Kheibari, *Toward integrated smart city: a new model for implementation and design challenges,* GeoJournal, (Gennaio 2022). DOI: https://doi.org/10.1007/s10708-021-10560-w

La governance intelligente richiede uno sforzo coordinato, trasversale e multidisciplinare, che fornisca una strategia chiara e le risorse per la trasformazione urbana, garantendo l'interoperabilità tra i sistemi e l'integrazione delle soluzioni per raggiungere gli obiettivi strategici definiti per affrontare la complessità e l'incertezza nella gestione urbana in modo molto più efficiente. Sono dunque necessari quadri giuridici e normativi per la pianificazione, l'implementazione, la privacy degli utenti e la proprietà dei dati affinché il governo crei condizioni fattibili per abilitare e sostenere la propria visione di sviluppo urbano digitale migliorando la qualità di vita dei cittadini e rendendo i processi urbani più efficienti.[33]

3.4.4 SMART LIVING

Questa dimensione comprende fattori che migliorano essenzialmente la qualità della vita dei cittadini mediante due strategie:

- **Strutture abilitate dalle ICT** che vengono utilizzate per rendere gli ambienti intelligenti
- Utilizzo di fattori come l'assistenza sanitaria, la qualità dei mezzi di sussistenza, la conservazione della cultura, il turismo, la sicurezza pubblica, l'equità,la convenienza e la coesione sociale, per implicare una visione

[33] Albert Meijer, Manuel Pedro Rodríguez Bolívar, *Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance*, Internaional Review of Administrative Sciences, (Aprile 2016). DOI: https://doi.org/10.1177/0020852314564308

più integrata dello smart living per una migliore qualità della vita. L'interazione tra i cittadini e gli ambienti intelligenti rende una città sostenibile e l'accettazione dell'adozione di nuove tecnologie da parte dei cittadini consente l'equità intelligente nella vita sostenibile. Un'altra caratteristica di questo ambito è la realizzazione di infrastrutture culturali di alta qualità, per promuovere e motivare le persone a condurre una vita significativa e soddisfatta, promuovendo la dimensione culturale.[34]

3.4.5 SMART MOBILITY

Questa dimensione si concentra sulla mobilità delle persone, un aspetto cruciale per lo sviluppo delle città intelligenti. L'uso di tecnologie innovative e avanzate consente di migliorare l'accessibilità alle informazioni in tempo reale, indipendentemente dalla posizione, ottimizzando le prestazioni e l'attrattività dei sistemi di mobilità urbana. Grazie a queste innovazioni, è possibile integrare soluzioni che rendono il trasporto più efficiente, sostenibile e conveniente, favorendo una maggiore inclusività e accessibilità. La dimensione della mobilità intelligente si caratterizza principalmente per due aspetti chiave:

- **Trasporti**
- **Infrastruttura/gestione/accessibilità delle ICT**

Una città intelligente necessita di un'infrastruttura di trasporto altamente efficiente, che promuova l'utilizzo di diverse modalità di trasporto, dalla mobilità dolce e ciclopedonale ai servizi di car sharing. Queste soluzioni, non solo sono ecologiche, ma risultano anche economicamente vantaggiose per la città, contribuendo alla riduzione dei costi operativi e aumentando l'efficienza del sistema. L'introduzione di tecnologie avanzate in questo contesto, come sensori e telecamere di sorveglianza, consente di raccogliere dati in tempo reale sui veicoli, sulle condizioni stradali e sul volume del traffico. Questi strumenti possono monitorare costantemente il flusso di traffico, rilevare il deterioramento delle infrastrutture e gestire in modo più efficace le situazioni di emergenza. L'adozione di tali tecnologie non solo migliora la gestione del traffico e la sicurezza stradale, ma contribuisce anche alla creazione di un sistema di mobilità moderno, flessibile e sostenibile.[35]

[34] Wojciech KozlowskiKacper Suwar, *Smart City: Definitions, Dimensions, and Initiatives,* European Research Studies Journal, V. 24, (Settembre 2021). DOI: https://doi.org/10.35808/ersj/2442

[35] Andrea Caragliu, Chiara Del Bo, Peter Nijkamp, *Smart Cities in Europe,* European Research Studies Journal, V. 24, (Settembre 2021). DOI: https://doi.org/10.35808/ersj/2442

3.4.6 SMART PEOPLE

Una delle caratteristiche fondamentali di una smart city è il riconoscimento del ruolo centrale delle persone, che sono gli utenti finali delle soluzioni adottate. Questa dimensione enfatizza l'importanza del capitale umano nella gestione e nello sviluppo urbano, poiché le sfide legate all'urbanizzazione possono essere affrontate e risolte mediante soluzioni intelligenti che nascono dalla cooperazione e dalla collaborazione tra le varie parti interessate, inclusi cittadini, amministrazioni locali, imprese e istituzioni. In questo contesto,tutte parti cruciali non solo nel miglioramento dello sviluppo sociale, economico e umano della città, ma anche nell'aggiungere flessibilità e resilienza ai sistemi urbani, permettendo loro di adattarsi e rispondere alle difficoltà e alle sfide impreviste. Le città intelligenti, infatti, non si limitano a implementare tecnologie avanzate, ma puntano a valorizzare l'interazione tra persone e tecnologie, creando un ambiente più inclusivo e dinamico. Questo approccio contribuisce a costruire una città più reattiva, in grado di affrontare le avversità con maggiore efficienza e determinazione, rafforzando il tessuto sociale e stimolando la partecipazione attiva dei cittadini.[36]

[36] Taewoo Nam,Theresa Pardo, *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions,* ACM International Conference Proceeding Series, (Giugno 2011). DOI: https://doi.org/10.1145/2037556.2037602

LIMITI TEORICI E PRATICI

03.5

Le smart city, pur rappresentando uno strumento innovativo ed efficace per affrontare le sfide legate all'urbanizzazione attraverso l'adozione di tecnologie abilitanti, presentano alcuni limiti teorici significativi, specialmente quando vengono analizzate in un contesto di cambiamenti climatici e situazioni estreme.[37] Questi fattori risultano essere particolarmente critici in un periodo in cui il riscaldamento globale è sempre più evidente e le città si trovano ad affrontare sfide senza precedenti. La vulnerabilità alle crisi climatiche solleva interrogativi sulla capacità delle smart city di essere veramente sostenibili e resilienti nel lungo termine, soprattutto se non vengono adottate misure concrete per superare questi limiti. L'adattabilità delle città intelligenti, infatti, dipende non solo dall'innovazione tecnologica, ma anche dalla capacità di integrare le soluzioni con un approccio sociale e politico inclusivo, che tenga conto delle differenze locali e delle necessità specifiche di ogni contesto urbano.

[37] Rudolf Giffinger, Christian Fertner, Robert Kalasek, Hans Kramar, Nataša Pichler Milanović, Evert Meijers, *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities,* Vienna University of Technology, p. 481-496 (Gennaio 2007). URL: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf

3.5.1 DIPENDENZA E VULNERABILITÀ DELLE INFRASTRUTTURE

Come vedremo nei capitoli successivi, le smart city si basano su un sistema di infrastrutture che raccoglie e trasmette una grande quantità di dati e informazioni in tempo reale. Tuttavia, queste infrastrutture risultano vulnerabili agli eventi meteorologici estremi, che possono causare interruzioni nella connettività e compromettere la loro capacità di rispondere in modo efficace. In particolare, fenomeni come ondate di calore, tempeste o inondazioni possono danneggiare le reti di comunicazione, ostacolando il funzionamento delle tecnologie che supportano la gestione della città. Questo riduce la capacità della città di gestire le emergenze in modo tempestivo, mettendo in luce la necessità di rafforzare la resilienza delle infrastrutture urbane.

3.5.2 PREVISIONI INAFFIDABILI

Questi cambiamenti climatici stanno diventando sempre più intensi e imprevedibili. Un nuovo studio della Stanford University[38] mostra che l'aumento delle temperature sta intensificando l'imprevedibilità del meteo. I cambiamenti diffusi nei modelli meteorologici e l'aumento della frequenza e della gravità degli eventi meteorologici estremi sono conseguenze molto documentate del cambiamento climatico globale. Questi scostamenti dalle vecchie norme possono portare tempeste, siccità, ondate di calore e condizioni di incendi boschivi che vanno oltre ciò per cui l'infrastruttura è stata progettata o ciò che le persone si aspettano. Questi sempre più frequenti cambiamenti estremi riducono la capacità delle città di prevenire danni legati a fenomeni climatici inaspettati.Dunque, è fondamentale considerare tale dimensione, poiché la comunità non solo migliora lo sviluppo sociale, economico e umano, ma aggiunge anche flessibilità e resilienza di fronte alle avversità .

3.5.3 DISPARITÀ SOCIOECONOMICHE

Il potenziale delle tecnologie abilitanti nella lotta al cambiamento climatico risulta essere fondamentale per poter andare incontro a questi cambiamenti, tuttavia, attualmente, un terzo della popolazione umana non ha accesso a Internet. Pertanto, non tutti possono prendere parte a tutti i benefici che queste tecnologie e

[38] Stanford Report, *Stanford researcher reveals influence of global warming on extreme weather events has been frequently underestimated,* (ultima consultazione 27 novembre 2024). URL: https://news.stanford.edu/stories/2020/03/climate-change-means-extreme-weather-predicted

la digitalizzazione offrono; esistono ancora differenze significative tra i Paesi nell'accesso e nell'utilizzo di tali strumenti. Le disparità a cui si fa maggiormente riferimento sono i divari digitali di primo e secondo livello, che riguardano l'accessibilità a tali tecnologie e i secondi le competenze, la partecipazione e l'efficacia degli utenti nel maneggiarle. Questa disparità genera disuguaglianze socioeconomiche evidenti, distaccandosi sempre di più dal concetto di sostenibilità che , al contrario, dovrebbe colmare questo divario.

3.5.4 LIMITI FISICI E URBANISTICI

La forte urbanizzazione assieme all'uso intensivo di suolo hanno reso le città sempre più vulnerabili alle condizioni meteorologiche sempre più imprevedibili. Le città non sono preparate a fronteggiare questi eventi climatici a causa del limite fisico delle infrastrutture urbane che sono inadeguate. Nell'ultimo decennio, in Europa, si sono verificati, in maniera sempre più frequente, fenomeni quali:

- **Incendi** solo nell'UE, l'Advance report on Forest Fire in Europe[39] mostra che nel 2023 la superficie bruciata superà mezzo milione di ettari.

[39] Publications Office of the European Union, *Rapporto anticipato sugli incendi boschivi in Europa, Medio Oriente e Nord Africa, JRC TECHNICAL REPORT, (Aprile 2024).* DOI: https://doi.org/10.2760/74873

Finora, nel 2024, si è già registrato quasi il doppio della media di incendi per questo periodo dell'anno. Questi incendi hanno provocato gravi danni ambientali, con circa 20 megatonnellate (Mt) di emissioni di CO_2, pari a quasi un terzo delle emissioni annuali dell'aviazione internazionale nell'UE.

- **Inondazioni:** Nel 2023, secondo le analisi dell'European State of the Climate,[40] un terzo della rete fluviale europea ha visto flussi fluviali superiori alla soglia di piena "elevata" e il 16% supera la soglia di inondazione "grave". Durante diversi periodi dell'anno ci sono state situazioni critiche quali:

- *Maggio 2023, dove le piogge hanno provocato l'esondazione di diversi fiumi nelle regioni italiane dell'Emilia-Romagna e delle Marche;*
- *Agosto 2023, quando le precipitazioni record in Slovenia hanno interessato due terzi del paese.*
- *Settembre 2023 in Grecia, in alcune località, è stata registrata una quantità di pioggia equivalente a quella di un anno medio in meno di un giorno.*

Dunque, nonostante le tecnologie possano aiutare a gestire i rischi derivanti dal cambiamento climatico, rimane il limite fisico delle infrastrutture che devono essere riprogettate su larga scala ed adattarsi a questi fenomeni.

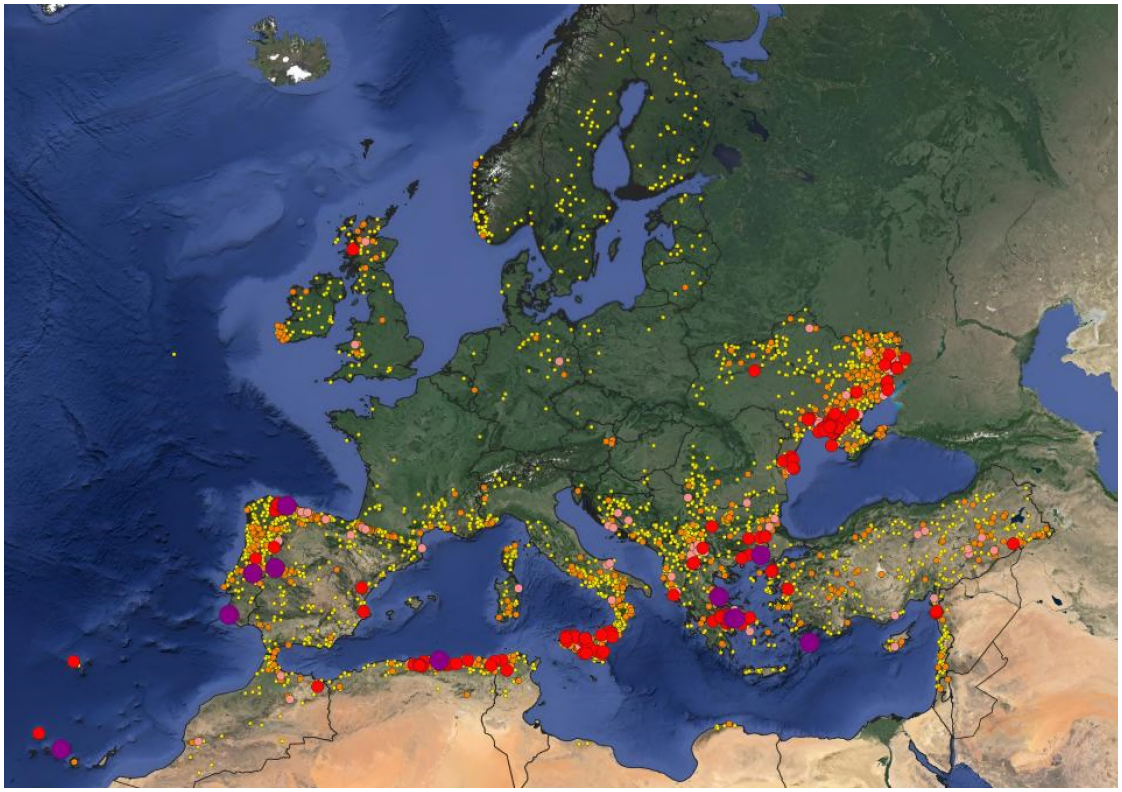
3.5.5 INCERTEZZA NELLE GOVERNANCE

Le smart city presuppongono la collaborazione tra diversi stakeholder, tra cui i governi locali, le imprese private, le istituzioni pubbliche e i cittadini. Durante un evento climatico estremo, la mancanza di un chiaro coordinamento e di un'efficace governance può portare a risposte parziali o addirittura inefficaci. La complessità delle smart city può rappresentare un ostacolo alla gestione centralizzata delle crisi, il che implica che la risposta all'emergenza possa subire ritardi o errori. Quando non si è in grado di coordinare efficacemente le parti interessate coinvolte, il funzionamento della città risulta compromesso.

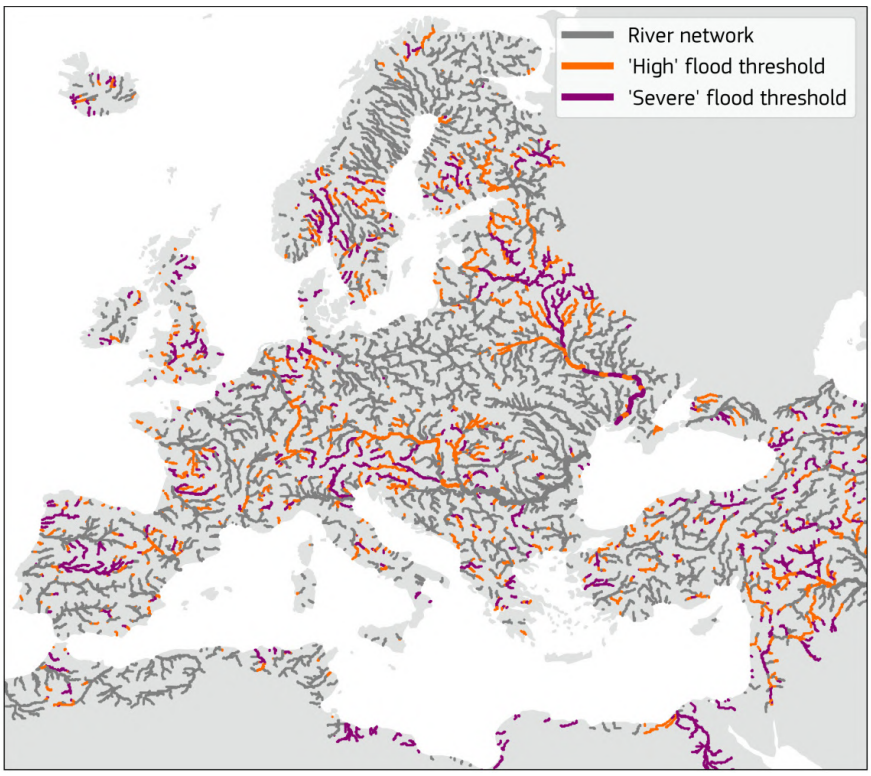
3.5.6 SOSTENIBILITA'

Le tecnologie avanzate sono in sé dei motori di innovazione e progresso, ma il loro sviluppo si basa su infrastrutture che necessitano di un alto consumo energetico sollevando questioni sui livelli reali di sostenibilità. L'industria sta adottando sempre più strategie per ridurre

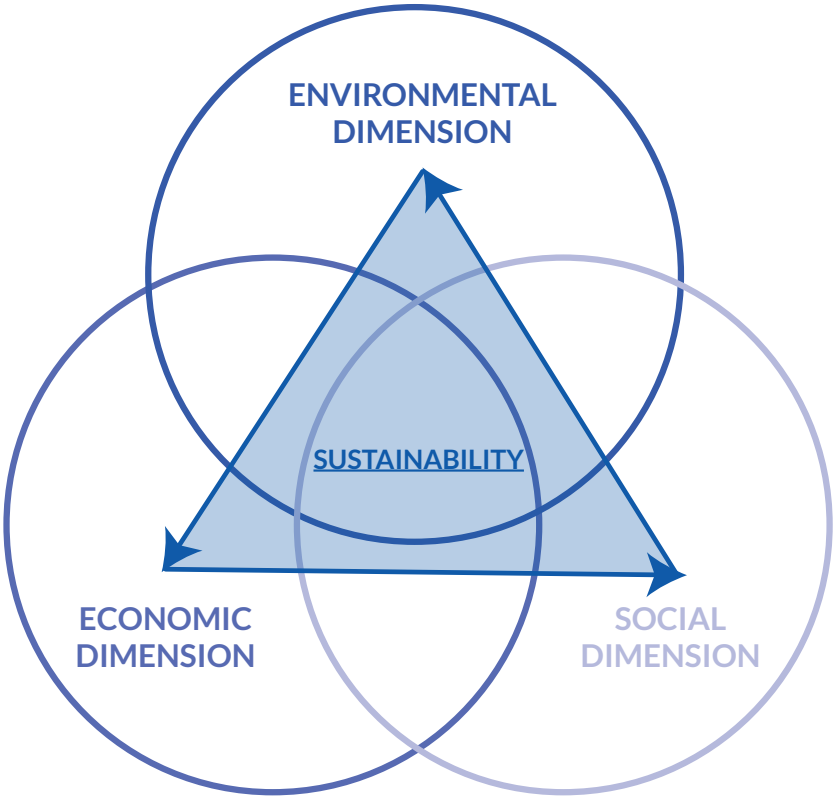
[40] Copernicus Climate Change Service,*European State of the Climate 2023*. (ultima consultazione 7 novembre 2024). URL: https://climate.copernicus.eu/esotc/2023



[Fig.19] Mappatura incendio. Advance report on Forest Fires in Europe, middle East and north Africa 2023



[Fig.20] Mappatura idrogeologica. Fonte: Climate Changing Service, Copernicus.



[Fig.21] Piramide della sostenibilità

l'impatto ambientale, aumentando l'uso di fonti rinnovabili e perfezionando i sistemi di raffreddamento, tuttavia questo aumento delle fonti tecnologiche pone il rischio di superare il potenziale delle energie sostenibili per coprire il fabbisogno di queste risorse. Un fattore cruciale è rappresentato dal punto in cui l'energia consumata dalla tecnologia supera i limiti della sostenibilità.

Nonostante gli sforzi per rendere i sistemi più efficienti dal punto di vista energetico, si impone una domanda etica e pragmatica: è ragionevole continuare a far crescere tecnologie il cui impatto ambientale potrebbe prevalere sui benefici sociali o economici? Per esempio, l'utilizzo di intelligenze artificiali su larga scala richiede un consumo di energia molto elevato, e quindi se da un lato queste tecnologie offrono soluzioni essenziali, dall'altro presentano un costo ambientale elevato. Raggiunto quel punto il costo del progresso, in questo modo, è superiore al costo ambientale. Questo solleva una questione critica e crea l'esigenza di chiedersi se il progresso così concepito possa veramente essere sostenibile nel lungo termine senza modificare l'equilibrio dell'ambientale.

NECESSITA' DI ADATTAMENTO

03.6

Considerando i limiti teorici delle smart city precedentemente discussi, è evidente che per superare tali sfide è necessario un processo di adattamento che non riguardi solo il livello tecnologico, ma che coinvolga anche la pianificazione urbana, le politiche sociali e le strategie di governance. Questo processo deve mirare a garantire la resilienza e la sostenibilità delle città, affrontando le problematiche con un approccio integrato e multidimensionale. In particolare, per far fronte alle difficoltà emergenti e per rispondere adeguatamente agli eventi estremi, è fondamentale adottare misure che assicurino:

- **Infrastrutture resilienti:** che possano resistere agli shock derivanti da eventi climatici estremi, come inondazioni o ondate di calore, senza compromettere il funzionamento della città.
- **Pianificazione urbana flessibile:** che consenta di adattarsi rapidamente ai cambiamenti e alle nuove necessità,

attraverso l'integrazione di misure di mitigazione e adattamento alle sfide future.

- **Coinvolgimento della comunità:** per sensibilizzare i cittadini e creare una cultura della resilienza, in cui le persone possano partecipare attivamente alla gestione delle problematiche urbane.
- **Politiche e governance efficaci:** che promuovano una coordinazione tra i diversi livelli di governo e le parti interessate, favorendo una gestione condivisa e orientata al lungo periodo.

Le città intelligenti, quindi, non solo necessitano di infrastrutture tecnologiche avanzate, ma devono anche basarsi su una pianificazione urbana dinamica, in grado di integrare misure di prevenzione, adattamento e risposta alle emergenze. Ciò implica l'adozione di approcci flessibili, capaci di adattarsi rapidamente alle circostanze in evoluzione, come il cambiamento climatico e le esigenze della popolazione. Una pianificazione che integri misure di adattamento alle sfide ambientali e sociali non solo migliora la gestione dei rischi, ma promuove anche un uso più efficiente delle risorse, riducendo gli impatti negativi sulla vita urbana e sugli ecosistemi.

In questo contesto, è fondamentale che i vari livelli di governo collaborino, ma altrettanto importante è il coinvolgimento diretto della comunità. I cittadini devono essere educati sui rischi e sulle misure di sicurezza che possono adottare per migliorare la resilienza collettiva. La creazione di una cultura della resilienza, che includa la sensibilizzazione e l'educazione riguardo alle emergenze, è essenziale per garantire che ogni individuo sia pronto a rispondere efficacemente in caso di necessità. Inoltre, la promozione di canali di comunicazione aperti tra autorità locali e cittadini è cruciale per una gestione tempestiva e coordinata delle crisi.

Investire in programmi educativi e informativi è dunque fondamentale per garantire che la comunità comprenda le sfide delle città intelligenti e contribuisca attivamente alla loro resilienza. Una popolazione ben informata e preparata è la chiave per affrontare le emergenze e per costruire città più sostenibili e sicure nel lungo periodo.[41]

[41] Richard Tomlinson, *Smart Cities and Climate Change: The Evolution and Curation of Knowledge*. Urban Sustainability Laboratory, V.25 (Aprile 2021). URL: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/uploads/documents/Smart_Cities_Tomlinson_April_2021_FINAL.pdf

INTEGRAZIONE

RESILIENZA

"La resilienza urbana non riguarda solo il superamento delle difficoltà, ma la creazione di soluzioni innovative che rinforzano la comunità e l'ambiente."

- Geoffrey West

04

RESILIENZA

04.1

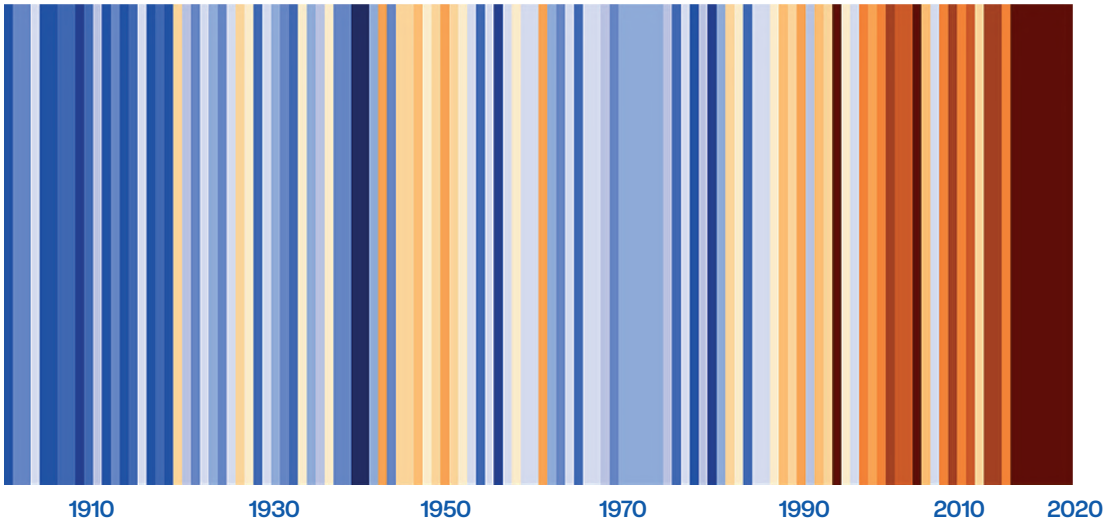
Il cambiamento climatico sta mettendo a dura prova sia l'ambiente naturale che le istituzioni governative. In diverse regioni urbane del mondo, come precedentemente accennato, si osserva un aumento della frequenza e dell'intensità delle inondazioni, attribuibile all'innalzamento del livello del mare, alle eruzioni glaciali e a precipitazioni più intense o prolungate. In altre città, al contrario, si registra una riduzione delle precipitazioni medie, che ha portato a episodi di siccità.[42] Questi fenomeni sono strettamente legati agli effetti del cambiamento climatico. Reckien[43] afferma che:

"il cambiamento climatico è riconosciuto come la più grande minaccia per le nostre società nei prossimi decenni".

A causa di questi cambiamenti, la temperatura urbana continuerà ad aumentare portando a conseguenze negative sui ser-

[42] Richard Tomlinson, *Smart Cities and Climate Change: The Evolution and Curation of Knowledge.* Urban Sustainability Laboratory, V.25 (Aprile 2021). URL: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/uploads/documents/Smart_Cities_Tomlinson_April_2021_FINAL.pdf

[43] Diana Reckien, Felix Creutzig, Blanca Fernandez, Shuaib Lwasa, Marcela Tovar-Restrepo, Darryn Mcevoy, David Satterthwaite, *Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective*, Sage journals, V.29 (Gennaio 2017). DOI: https://doi.org/10.1177/0956247816677778



[Fig.22] Warming Stripes di Ed Hawkins

vizi ecosistemici e sulla salute dei cittadini. Il cambiamento delle temperature e dei modelli di precipitazioni e l'intensificazione della concentrazione di CO_2 avrà un impatto negativo sia sullo spazio urbano che sui servizi ecosistemici, in quanto, questi cambiamenti hanno il potenziale di moltiplicare gli effetti di stress già esistenti, esponendo le città a disastri e rischi più pericolosi. L'impatto di questi rischi causati dai processi di degrado ambientale e dalle lacune nella struttura di governance urbana viene percepito in modo diverso nelle città di tutto il mondo. Le catastrofi future si aggraverebbero ulteriormente se non si inizia ad adottare in tempo azioni giuste. È quindi necessario sviluppare soluzioni integrate per affrontare una vasta gamma complessa di vulnerabilità e rischi nelle aree urbane, introducendo la resilienza nelle città.

Ma cosa si intende esattamente con il termine "resilienza urbana"? Le radici etimologiche della resilienza derivano dalla parola latina *resilio*[44] , che significa "rimbalzare". La resilienza è un concetto multidimensionale utilizzato in diverse discipline, tra cui l'ecologia, le scienze sociali, l'ingegneria e l'economia. La prima introduzione di questo concetto risale al lavoro fondamentale dell'ecologo C.S. Holling sulla resilienza dei sistemi ecologici, in particolare il suo articolo del 1973, che è la pietra miliare della teoria contemporanea della resilienza. Holling definisce la resilienza come:[45]

[44] Dizionario Latino Olivetti, *Resilio,* (ultima consultazione 13 novembre 2024). URL: https://www.dizionario-latino.com/dizionario-latino-italiano.php?lemma=RESILIO100

[45] Diana Reckien, Felix Creutzig, Blanca Fernandez, Shuaib Lwasa, Marcela Tovar-Restrepo, Darryn Mcevoy, David Satterthwaite, *Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective*, Sage journals, V.29 (Gennaio 2017). DOI: https://doi.org/10.1177/0956247816677778

"la dimensione di un dominio di stabilità o la quantità di disturbo che un sistema poteva sopportare prima di passare a una configurazione alternativa"

La questione si complica ulteriormente quando si considera che la resilienza è un concetto ampiamente controverso, con diverse definizioni che variano a seconda del contesto, del campo di applicazione e degli obiettivi delle parti interessate. Questo rende difficile arrivare a una definizione unica e universale che possa essere applicata in ogni settore e situazione. Sebbene la resilienza abbia radici antiche in discipline come la fisica e la psicologia, solo negli ultimi decenni tale concetto è stato introdotto e sviluppato negli studi urbani. Originariamente legato alla capacità di materiali e sistemi di resistere a stress e traumi, il concetto di resilienza si è evoluto, includendo anche aspetti complessi legati all'adattamento sociale, economico e ambientale delle città. Data la molteplicità di interpretazioni, è fondamentale esplorare le diverse definizioni di resilienza presenti nella letteratura per comprenderne le molteplici sfaccettature nel contesto della pianificazione urbana. Questo approccio multidisciplinare permette di analizzare la resilienza non solo come una risposta agli eventi imprevisti, ma anche come una capacità di prepararsi al futuro e di adattarsi alle sfide in evoluzione. Le definizioni esplorate evidenziano che la resilienza urbana non riguarda semplicemente la capacità di riprendersi da eventi traumatici, ma anche quella di evolvere e trasformarsi, superando i limiti attuali e affrontando i cambiamenti futuri con maggiore forza e preparazione. Dalla lettura di queste definizioni, emerge con chiarezza che la resilienza, nel contesto urbano, è la capacità di un ecosistema di mantenere o ripristinare rapidamente le sue funzioni essenziali, anche di fronte a perturbazioni. Non si tratta solo di resistere agli urti, ma di adattarsi ai cambiamenti, trasformando i sistemi che ostacolano l'adattamento e trovando soluzioni per renderli più flessibili e reattivi. In questo senso, la resilienza va oltre la semplice risposta a una crisi: implica un processo continuo di apprendimento e miglioramento che permette alla città di affrontare le sfide attuali e prepararsi per quelle future.[46]

[46] Sara Meerow, Joshua Peter Newell, Melissa Stults, *Defining Urban Resilience: A Review,* Landscape and Urban Planning, vol. 147 (Marzo 2016), pp. 38-49. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

DEFINIZIONE	DIMENSIONE	DESCRIZIONE
RESILIENZA URBANA	***SCIENZE AGRICOLE***	***2003*** "Resilience is the degree to which cities tolerate the change before reorganizing around a new set of structures and processes and depends on the ability of cities to maintain their eco-systemic and human functions simultaneously." - *Alberti Marina, John M. Marzluff, E. Shulenberger, Glenn Bradley, C. Ryan, C. Zumbrunnen, Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems, "Bioscience", V. 53, 2003, pp. 1169–1179.*
	SCIENZE SOCIALI	***2006*** "Urban resilience is the ability of a city to recover from destruction." - *Campanella Thomas J., Urban resilience and the recovery of New Orleans, "Journal of the American Planning Association", V. 72, 2006, pp. 141–146.*
	PSICOLOGIA	***2008*** "Urban resilience refers both to design changes (structural, architectural, spatial planning) and to management and governance measures that aim to prevent or mitigate the physical and social vulnerability of urban areas, to protect life, property, and the economic activity of the city." - *Coaffee Jonathan, P. O'Hare, Urban resilience and national security: The role for planning, "Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning", V. 161, 2008, pp. 173–182.1169–1179.*
	SCIENZE AMBIENTALI	***2009*** "Urban resilience means extending the concept of resilience from technical systems to

		social systems, particularly to cities, and their ability to recover and continue to provide their main functions of life, commerce, industry, government, and social gathering in the face of calamities and other hazards." - *Hamilton W. Alan H., Resilience and the city: the water sector, "Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning", V. 162, 2009, pp. 109–121.*
	SCIENZE AMBIENTALI	***2010*** "A resilient system is a system that can tolerate disturbances by means of characteristics or measures that limit its impacts, reducing or neutralizing damages and disturbances, and allowing the system to respond, recover, and adapt quickly to such disturbances." - *Wardekker J. Arjan, Annemarie de Jong, J. Martijn Knoop, Jeroen P. van der Sluijs, Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes, "Technology Forecasting and Social Change", V. 77, 2010, pp. 987–998.*
	SCIENZE SOCIALI	***2013*** "A more comprehensive definition of a resilient city emphasizes a community's overall ability and ability to withstand stress, survive, adapt, and recover from a crisis or disaster, and move forward quickly." - *Wagner Irene, Pierre Breil, The role of ecohydrology in creating more resilient cities, "Ecohydrology and Hydrobiology", V. 13, 2013, pp. 113–134.*
	SCIENZE AMBIENTAI	***2013*** "A city resilient to disasters can be understood as a city that can successfully support measures to strengthen individuals, communities, and institutions to: (a) reduce or avoid and future risks; (b) reduce current and future susceptibili-

		ty to resist risks; (c) establish mechanisms and functional structures for disaster response; and (d) establish functional mechanisms and structures for disaster recovery." - *Wamsler Christine, Ebba Brink, Cecilia Rivera, Planning for climate change in urban areas: from theory to practice, "Journal of Cleaner Production", V. 50, 2013, pp. 68–81.*
	GESTIONE AZIENDALE	***2013*** "A climate-resilient city is one that can resist climate stress, respond effectively to climate-related risks, and quickly recover from residual negative impacts." - *Henstra Daniel, Toward the climate-resilient city: extreme weather and urban climate adaptation policies in two Canadian provinces, "Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice", V. 14, 2012, pp. 175–194.*
	SCIENZE AGRICOLE	***2016*** "Urban resilience refers to the ability of an urban system and all its socio-ecological and sociotechnical networks to maintain or rapidly return to the desired functions in the face of a disturbance and adapt to change, and to rapidly transform systems that limit capacity adaptive current or future." - *Meerow Sara, Joshua P. Newell, Missy Stults, Defining urban resilience: a review, "Landscape and Urban Planning", V. 147, 2016, pp. 38–49.*
	SCIENZE BIOLOGICHE	***2016*** "Urban resilience can be defined in evolutionary terms as a proactive vision for planning, policy formulation, and strategic direction in which communities play a vital role in resilient place modelling through their active learning ability, robustness, capacity for innovation and adaptability."

		- Mehmood Abdul, Of resilient places: Planning for urban resilience, "European Planning Studies", V. 24, 2016, pp. 407–419.
	INGEGNERIA	***2017*** "Resilience is the ability of individuals, communities, institutions, companies, and systems in a city to survive, adapt, and grow regardless of the type of chronic stress and acute shocks to which they are subject." *- Spaans Mariska, Marcel Waterhout, Building up resilience in cities worldwide—Rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme, "Cities", V. 61, 2017, pp. 109–116.*

[Fig.23] Tabella di raccolta definizioni del termine resilienza

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

04.2

La resilienza di una città o di una comunità si misura dalla sua capacità di affrontare, adattarsi e riprendersi in modo efficace da eventi imprevisti o situazioni di crisi, riuscendo a bilanciare continuità e cambiamento. Per costruire una struttura realmente resiliente, è essenziale considerare una gamma di aspetti che vanno oltre la semplice reazione ai disastri, abbracciando la promozione di uno sviluppo sostenibile, la capacità di innovazione, l'inclusione sociale e una governance efficace.In questo contesto, il collettivo globale Arup,[47] composto da designer, ingegneri ed esperti tecnici, ha identificato quattro principali fattori chiave che rappresentano le fondamenta per rafforzare la capacità di una società di resistere e prosperare di fronte alle difficoltà:

- **Dimensione economica**
- **Dimensione sociale**
- **Dimensione ambientale**
- **Dimensione istituzionale**

[47] Arup, *City Resilience Index: Understanding and Measurin city Resilience,* The Rockfeller Foundation, (Febbraio 2016). URL: https://www.rockefellerfoundation.org/wp-content/uploads/CRI-Revised-Booklet1.pdf

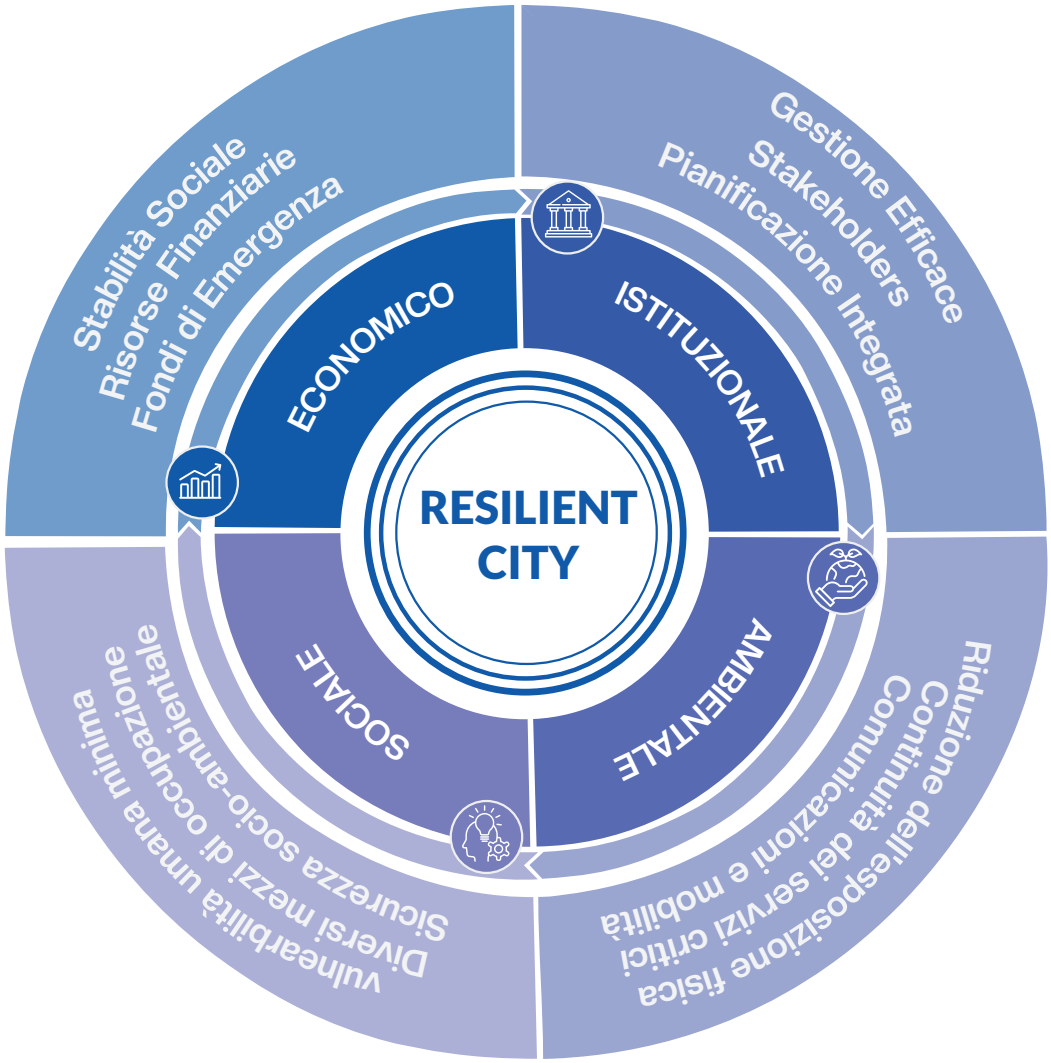
Il primo fattore riguarda la **dimensione economica,** che sottolinea l'importanza di diversificare l'industria e di creare spazio per l'innovazione. Una resilienza economica solida che si basa su un'economia diversificata, in cui diversi settori sono in grado di sostenersi a vicenda in caso di shock economici, e sull'investimento in nuove tecnologie e processi innovativi che migliorano la competitività a lungo termine.

Il secondo fattore è legato alla **dimensione sociale.** Una società resiliente è inclusiva e coesa, dove le reti di cittadini sono attive e le persone hanno accesso alle opportunità economiche e sociali. La coesione sociale e l'inclusività sono fondamentali per costruire una comunità capace di affrontare le crisi con un forte senso di solidarietà, sostenendo i gruppi più vulnerabili e garantendo l'accesso equo alle risorse.

La terza dimensione è **ambientale** e pone l'accento sulla sostenibilità dello sviluppo urbano e sulla disponibilità di infrastrutture adeguate e affidabili. Una città resiliente deve garantire che le sue risorse naturali siano sufficienti e ben gestite, e che le infrastrutture come reti idriche, energetiche e di trasporto siano in grado di resistere a eventi climatici estremi e di adattarsi a cambiamenti futuri

Infine, gli **aspetti istituzionali** giocano un ruolo cruciale nella resilienza. Per essere efficace, una città o una comunità resiliente richiede una leadership chiara e una visione a lungo termine, con risorse pubbliche sufficienti per finanziare iniziative di prevenzione e recupero. È essenziale che ci sia una collaborazione attiva con altri livelli di governo, e che il processo decisionale sia aperto e partecipativo, coinvolgendo cittadini e attori locali in modo trasparente.

Questi quattro fattori — **economico, sociale, ambientale e istituzionale** — forniscono una struttura chiave per valutare e migliorare la resilienza, aiutando le città e le comunità a prepararsi meglio alle sfide future e a garantire una qualità di vita sostenibile e inclusiva per tutti i cittadini. La resilienza urbana incarna dunque un approccio visionario alla pianificazione, alla definizione delle politiche e alla direzione strategica, in cui le comunità giocano un ruolo fondamentale nel modellare luoghi resilienti attraverso l'apprendimento attivo, la robustezza, la creatività e la flessibilità. In tutti i casi, il concetto di resilienza è definito sulla base di alcune o tutte le quattro fasi



[Fig.24] Grafico aree tematiche Resilient city

della gestione dei disastri:[48]

- **Preparazione**
- **Mitigazione**
- **Risposta**
- **Recupero**

La resilienza nelle città, quindi, non tiene conto solo dei rischi naturali, ma anche dei conflitti umani, delle recessioni economiche e dei fallimenti della governance. Ciò rende ancora più imperativo che le città siano resilienti. Per raggiungere la resilienza è necessario un incredibile livello di coordinamento tra i diversi attori della città, come le autorità governative, gli istituti privati, le industrie e la comunità. In seguito, le città resilienti possono gestire i disastri naturali e quelli causati dall'uomo, proteggere le vite dei loro cittadini e promuovere il benessere e la crescita sostenibile delle città e dei suoi abi-

[48] Lukuba Sweya, Suzanne Wilkinson, *Tool development to measure the resilience of water supply systems in Tanzania: Economic dimension*, Jamba: Journal of Disaster Risk Studies, V.13 (Gennaio 2021). DOI: https://doi.org/10.4102/jamba.v13i1.860

tanti.

4.2.1 PREPARAZIONE

Questa fase prevede la formazione e l'educazione delle città e delle comunità. Gli enti locali devono sviluppare piani di emergenza dettagliati, creare reti di comunicazione efficienti e formare cittadini e funzionari per essere pronti a rispondere alle crisi. La EUCPM suggerisce inoltre che una buona preparazione aumenta la fiducia della popolazione nella gestione delle crisi e aiuta nella pianificazione post-crisi.[49] Esercitazioni, piani di evacuazione e sistemi di allerta precoce sono esempi di come una preparazione accurata possa fare una differenza significativa.

Oltre alla formazione e all'educazione delle città e delle comunità, la tecnologia ha un ruolo crescente nella previsione e nella gestione delle emergenze, in quanto ha rivoluzionato il processo di preparazione grazie all'uso dell'Internet degli oggetti (IoT) e del gemello digitale. In particolare, mentre i dispositivi IoT - come i sensori che monitorano le infrastrutture critiche come ponti, edifici e sistemi idrici - possono rilevare le variazioni appena in tempo per prevenire potenziali emergenze, la tecnologia Digital Twin simula le risposte alle emergenze e consente di analizzare vari scenari possibili. Questi gemelli digitali creano repliche digitali di città o infrastrutture e simulano risposte strategiche o operative per analizzare i risultati e le conseguenze di qualsiasi decisione. Ciò consente agli esperti di modificare o creare piani di emergenza osservando come reagirebbe l'infrastruttura.

4.2.2 MITIGAZIONE

La mitigazione è una fase della gestione del rischio di catastrofi che comprende azioni di prevenzione di base per limitare gli effetti negativi di potenziali eventi disastrosi, quali:

- **Mappatura dei rischi**, ovvero l'individuazione di zone esposti a vari eventi catastrofici quali incendi, inondazioni, terremoti;
- **Costruzione di rifugi resilienti** in grado di resistere agli impatti di eventi estremi. Questo include design e materiali che riducono le perdite dovute a disastri naturali, come edifici antisismici o barriere contro le inondazioni;
- **La pianificazione dei disastri urbani,** ovvero la preparazione delle città e delle aree urbane ad affrontare i disastri. Comprende piani di evacuazione, sistemi di

[49] European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations, EU Civil Protection Mechanism, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/eu-civil-protection-mechanism_en.

trasporto e comunicazione resilienti e la riduzione della vulnerabilità di infrastrutture critiche come ospedali e scuole.[50]

4.2.3 RISPOSTA

La fase di risposta immediata inizia subito dopo un disastro per garantire che la vita delle persone sia protetta e sicura. La sua funzione principale è quella di salvare e proteggere le vite umane riducendo al minimo i danni.[51] Questa fase prevede:

- **Organizzazione e mobilitazione delle squadre di emergenza:** Una risposta efficace richiede il dispiegamento di squadre specializzate per mettere in sicurezza le aree pericolose e fornire servizi essenziali. Una rapida mobilitazione è fondamentale per ridurre la perdita di vite umane, soprattutto nel periodo critico immediatamente successivo a un disastro, quando i rischi di lesioni o morte sono più elevati.
- **Fornire assistenza medica:** Uno dei compiti più cruciali durante la risposta immediata è il trattamento delle vittime e la fornitura di assistenza medica.

[50] The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, *Scorecard sulla Resilienza ai Disastri per le Città*, (ultima consultazione 5 novembre 2024). URL: https://mcr2030.undrr.org/sites/default/files/2021-08/UNDRR_Disaster%20resilience%20scorecard%20for%20cities_Preliminary_Italian.pdf?-startDownload=true

[51] FEMA, *National Response Framework*, National Planning Frameworks (ultima consultazione 27 novembre 2024). URL: https://www.fema.gov/emergency-managers/national-preparedness/frameworks/responsefor%20cities_Preliminary_Italian.pdf?startDownload=true

- **Garantire una risposta rapida e coordinata:** per evitare ritardi è necessario una risposta rapida per evitare di mettere in pericolo le persone. Le operazioni di soccorso richiedono un alto livello di coordinamento tra agenzie governative, organizzazioni internazionali e settore privato. Senza un coordinamento efficiente, potrebbero verificarsi duplicazioni di sforzi o, peggio, lacune nella risposta che lascerebbero alcune aree o individui senza aiuti.
- **Coordinamento governativo:** per rispondere efficacemente a un disastro, è necessaria una chiara struttura di comando e controllo. I governi nazionali, regionali e locali devono coordinarsi per garantire la distribuzione delle risorse, la sicurezza e il ripristino delle infrastrutture critiche.

4.2.4 RECUPERO

Il recupero rappresenta la fase conclusiva di un processo di gestione delle emergenze, mirata a riportare le comunità colpite alla normalità. Questa fase, spesso la più lunga, può protrarsi per mesi o addirittura anni e comprende attività complesse come la riparazione delle infrastrutture, il ripristino delle attività economiche e la ricostruzione del tessuto emotivo e sociale della comunità. La delicatezza di questa fase risiede nel fatto che il suo successo non dipende unicamente dalla ricostruzione materiale, ma anche dalla capacità di ristabilire un benessere economico, sociale e psicologico duraturo per tutti i membri della comunità colpita. Una pianificazione accurata e ben strutturata del recupero non solo garantisce un ritorno rapido ed efficace alla normalità, ma contribuisce anche a mitigare il rischio di ulteriori disordini e a costruire una maggiore resilienza per il futuro. In questo contesto, è fondamentale coinvolgere tutti gli attori rilevanti, inclusi cittadini, istituzioni e organizzazioni, al fine di assicurare che il processo di ricostruzione sia inclusivo e risponda ai reali bisogni della comunità.

[Fig.25] Grafico della gestione circolare delle vulnerabilità

INTEGRAZIONE: RESILIENZA INTELLIGENTE

04.3

Dalle precedenti analisi, si possono individuare alcuni punti in comune tra i concetti di Resilient City e Smart City, anche se ciascuno di essi segue una propria traiettoria evolutiva. Come evidenziato dalla precedente letteratura, sia le città resilienti che le smart city condividono l'obiettivo primario di migliorare la qualità della vita combattendo le sfide odierne. Analizzando queste due categorie generali, da un lato, le città resilienti sono ampiamente individuate come iniziative che mirano ad aumentare la capacità di opporsi agli shock, mettono i membri della comunità e gli individui in grado di resistere a queste pressioni esterne, siano esse fisiche, sociali, economiche o onnicomprensive.[52] Dall'altro lato, le città intelligenti si manifestano come iniziative in grado di affrontare le sfide urbane legate alla competitività economica, con un'enfasi crescente sulle questioni di equità sociale e sostenibilità ambientale.[53]

[52] David R. Godschalk., *Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities,* Natural Hazards Review, vol. 4, p. 136-143 (Luglio 2003). DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:3(136)

[53] Antonio De Nicola, Maria Luisa Villani, *Smart City Ontologies and Their Applications: A Systematic Literature Review*, Sustainability, vol. 12, p. 1-23 (Maggio 2021). DOI: https://doi.org/10.3390/su13105578

Integrare la città resiliente e la città intelligente, sviluppando la “Resilient Smart City”, dovrebbe essere il fulcro per il raggiungimento dell’Obiettivo 11 SDGs delle Nazioni Unite.

Nell'ambito delle mega sfide del cambiamento climatico, del deterioramento ambientale, dell'urbanizzazione e dello sviluppo economico, l'obbiettivo sembra essere sempre più chiaro:

“Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili” [54]

Sfruttando le tecnologie e i sistemi intelligenti, le città possono rafforzare le loro capacità di resilienza alle catastrofi attraverso il miglioramento del monitoraggio, della valutazione, della previsione e dell'adattamento dei vari sistemi. Tuttavia, da quanto emerso dalle letture effettuate, gli studi esistenti hanno sempre considerato separatamente smart city e città resiliente e solo pochi studi hanno esplorato l'integrazione di smart city e città resiliente. Per colmare questa lacuna, questo capitolo si propone di esplorare il potenziale dell'integrazione dei concetti di smart city e di città resiliente. per lo sviluppo di città resilienti e intelligenti, in particolare per migliorare la solidità e la qualità della città resiliente e della città intelligente con l'inclusione di tecnologie informatiche e soluzioni intelligenti.

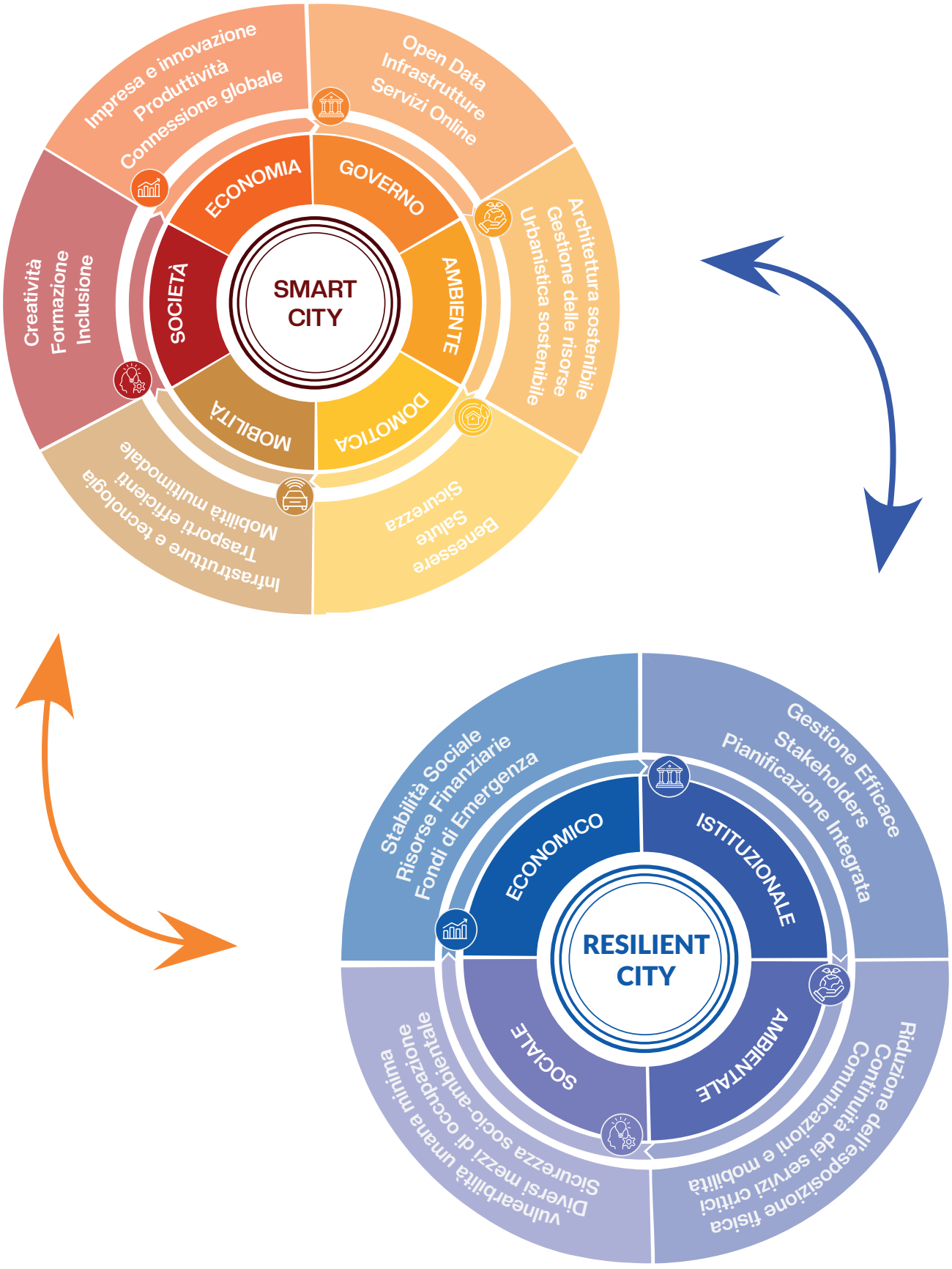
Come detto in precedenza, sia la Smart city che la Resilient city forniscono un percorso per l'ottimizzazione e il miglioramento della città in presenza di diverse sfide. Entrambe presentano aspettative coerenti nel rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili, come richiesto nell' obiettivo 11 degli SDGs delle Nazioni Unite. Entrambe, dunque, possono generare benefici complementari per migliorare la sostenibilità urbana.

Da un lato la smart city è in grado di affrontare un'ampia gamma di problemi urbani, come la scarsità di risorse, la congestione del traffico, l'inquinamento ambientale, per mezzo dell'integrazione tra sviluppo urbano e le tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

[54] Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili.* (ultima consultazione 19 novembre 2024). URL:https://unric.org/it/obiettivo-11-rendere-le-citta-e-gli-insediamenti-umani-inclusivi-sicuri-duraturi-e-sostenibili/

Questo tipo di integrazione si dimostra estremamente efficace nel monitoraggio urbano, grazie alla capacità di rilevare informazioni in tempo reale, analizzarle e integrarle in un sistema centrale che supporta il funzionamento complessivo della città. Tuttavia, nonostante i vantaggi offerti, questa integrazione si rivela insufficiente quando si tratta di affrontare rapidamente disastri urbani e ridurre gli impatti ad essi associati. Di conseguenza, diventa essenziale migliorare la capacità delle smart city di intervenire in caso di calamità, riducendo il divario tra gestione ordinaria e risposta a eventi straordinari. [55] Dall'altro lato, le città resilienti, pur essendo in grado di rispondere e resistere a situazioni avverse come inondazioni urbane, ondate di caldo estremo, emergenze o pandemie, mostrano limiti significativi. Faticano infatti a identificare rapidamente i potenziali disastri, a prevedere tempestivamente i rischi e a prendere decisioni efficaci per fronteggiare gli eventi critici, specialmente quando si affidano a metodi tradizionali. Questo evidenzia la necessità di migliorare la capacità di affrontare le calamità, ottimizzando i tempi di risposta e prevenendo che problematiche iniziali si trasformino in disastri di ampia portata.

[55] Nehmat Singh, Ayyoob Sharifi, *Resilient Cities: Concepts and Underlying Principles*, Resilient Smart Cities, p. 67-92 (Giugno 2022). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_4



[Fig.26] Grafico per l'interazione degli obbiettivi

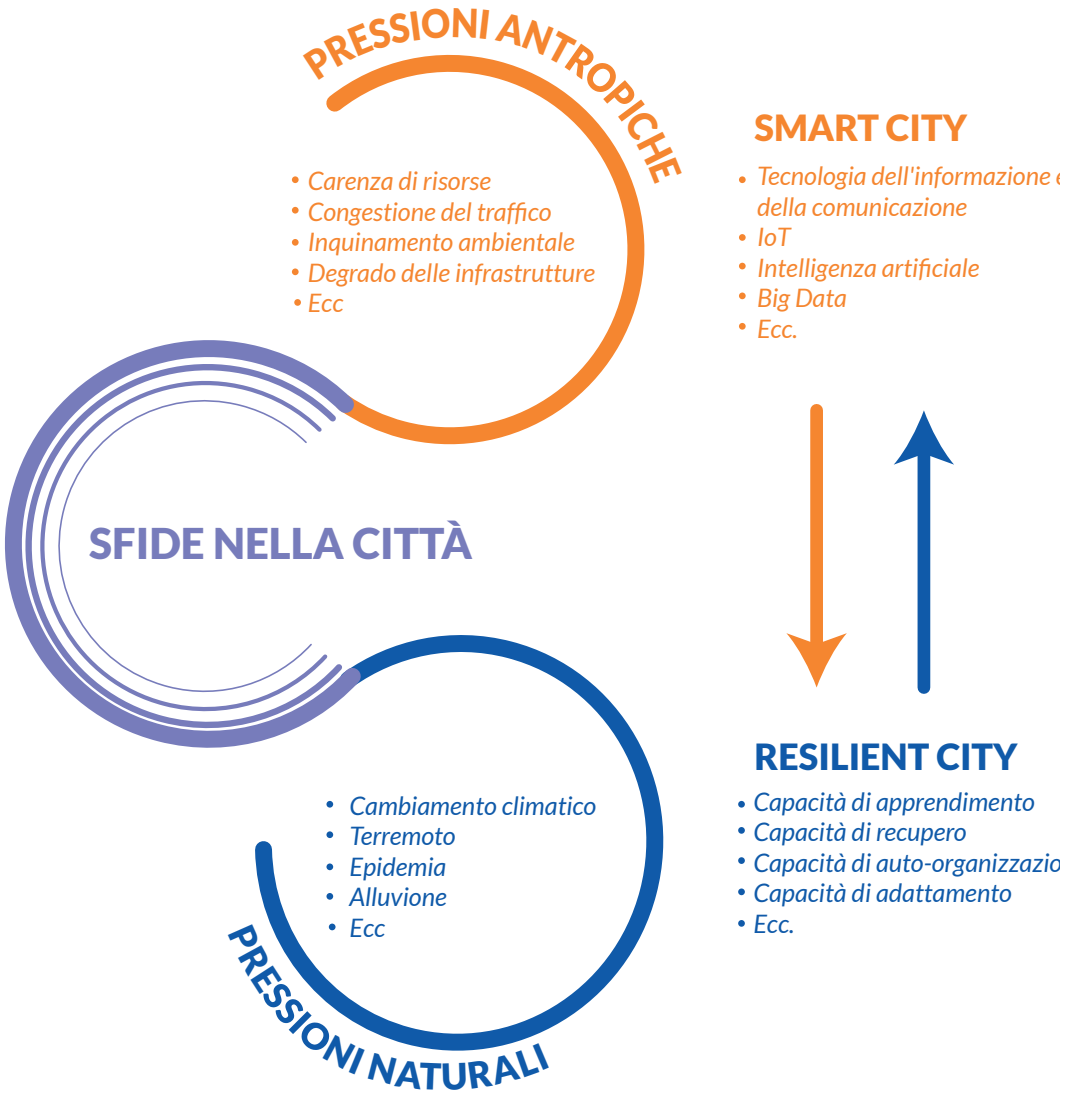
ANALISI DELLE SINERGIE TRA GLI OBIETTIVI

04.4

Questa considerazione è coerente con l'attuale tendenza degli studi sulle città resilienti, in cui i temi principali si sono spostati sulla prevenzione dei disastri leggeri, evitando di enfatizzare eccessivamente il recupero dopo i disastri gravi.[56] Per migliorare le capacità e le prestazioni delle smart city e delle città resilienti c'è la necessita di integrazione tra città resilienti e smart city, ovvero ***"Resilient-Smart City",*** per un modello innovativo di sviluppo urbano e per il supporto a una città per condurre un'edilizia sostenibile a 360 gradi, avvicinandosi così allo scopo dell'obiettivo 11 SDGs. Le smart city e resilient city sono dunque in grado di completarsi a vicenda per raggiungere uno sviluppo urbano sostenibile e resiliente. [Fig.27]

Da un lato, la resilienza fornisce un feedback positivo migliorando l'adattabilità urbana mirata a garantire uno sviluppo sano della città del futuro. Dall'altro lato, la città resiliente non può essere

[56] Sara Meerow, Joshua Peter Newell, Melissa Stults, *Defining Urban Resilience: A Review,* Landscape and Urban Planning, vol. 147 (Marzo 2016).DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

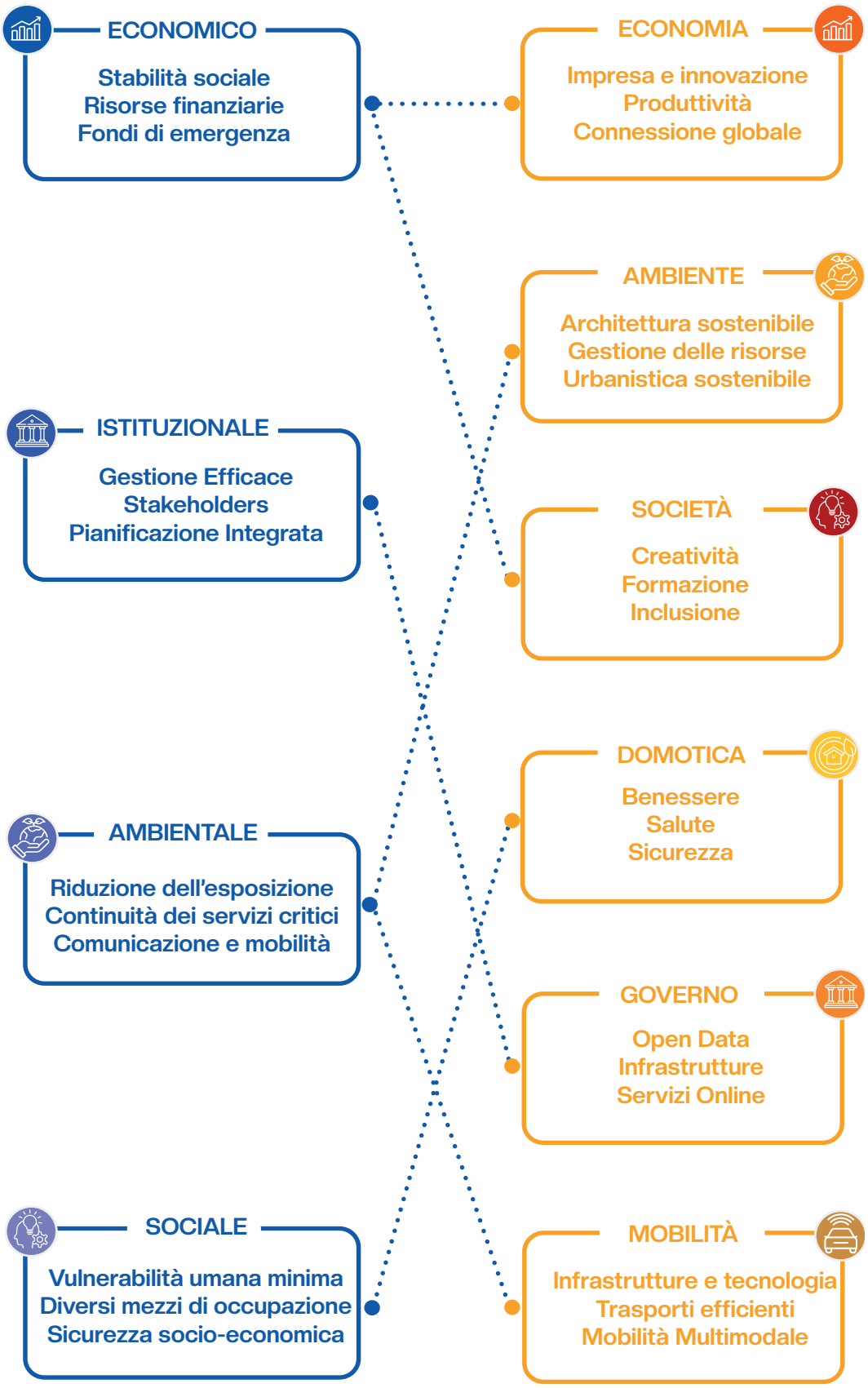


[Fig.27] Promozione dello sviluppo urbano tra Smart City e Resilient City

separata dalla tecnologia di gestione che caratterizza la smart city, dove costituisce un supporto tecnico. La smart city fornisce inoltre, un supporto tecnico per lo sviluppo della città resiliente in termini di tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Le caratteristiche di risposta basate sulla tecnologia della smart city possono essere moduli plug-in di gestione per la città resiliente, compensando quelle che sono le sue carenze. Infatti, l'integrazione delle soluzioni smart city nelle iniziative per le città resilienti riguarda un'ampia gamma di pratiche di valutazione e monitoraggio dei disastri naturali, come il rischio climatico, la gestione dell'informazione delle città,

nonché i sistemi di soccorso e prevenzione e mitigazione del disastro delle città. Ad esempio, durante la pandemia COVID-19 [57], la tecnologia della comunicazione e i big data combinavano i dati rilevanti con l'informazione geospaziale e temporale per tracciare i dati e costruire una piattaforma completa di monitoraggio e diffusione delle informazioni, tale che le persone potessero avere informazioni rilevanti in tempo reale e rilevanti. In questo modo si è offerta la possibilità di rilevare tempestivamente i dati essenziali e impedire la diffusione della pandemia in modo da ridurre al minimo l'impatto negativo. Inoltre, la smart city consente anche di agire a livello preventivo in merito ai disastri, grazie alla sua capacità di monitorare e gestire le infrastrutture, come il trasporto, gli edifici e le loro risorse, per garantirne l'efficienza. Dunque, un sano sviluppo delle smart city richiede un feedback positivo dalla città resiliente. La tecnologia, elemento chiave per lo sviluppo urbano sostenibile, è strettamente legata al miglioramento della resilienza urbana. L'applicazione delle tecnologie, infatti, rafforza la resilienza urbana, generando un circolo virtuoso che migliora la qualità e le prestazioni della smart city. [Fig.28]

[57] Houbakht Attaran, Davoud Bahrepour, Nahid Kheibari, *Toward integrated smart city: a new model for implementation and design challenges*, GeoJournal, (Gennaio 2022). DOI: https://doi.org/10.1007/s10708-021-10560-w



[Fig.28] Grafico di intersezione tra Smart City e Resilient City

4.4.1 AMBITO ECONOMICO

L'economia intelligente promuove fenomeni quali l'innovazione, la flessibilità del lavoro, l'integrazione globale e l'adattabilità, creando un sistema solido ed efficiente. Questo necessita di un continuo apprendimento basato sulla creatività e sulla partecipazione pubblica, promuovendo una cultura urbana resiliente e impegnata. L'implementazione di queste strategie intelligenti mediante l'uso di tecnologie per lo sviluppo digitale, attraggono investimenti, rafforzando la resilienza urbana, soprattutto per la preparazione e il recupero in caso di calamità.[58] La Lakeside Community di Toronto ha attratto molte aziende high-tech leader a livello mondiale grazie ai suoi servizi avanzati di informazione e comunicazione, diventando così uno dei centri di ricerca e di investimento più innovativi del mondo. Grazie alla capacità di attrarre sviluppatori del settore privato per fornire capitale di avviamento, la comunità Lakeside di Toronto ha costruito una nuova struttura di rete all'avanguardia.[59]

4.4.2 AMBITO ISTITUZIONALE

La leadership delle città resilienti si valutano tramite la

[58] Stefania Oliva, LucianaLazzerettl, *Measuring the economic resilience of natural disasters: an analysis of major earthquakes in Japan,* City Cult Soc, V.15 (Giugno 2018). DOI: https://doi.org/10.1016/j.ccs.2018.05.005GeoJournal. 87. 1-16.

[59] Ke Xiong, Ayyoob Sharifi, Bao-Jie He, *Resilient-Smart Cities: Theoretical Insights,* The Urban Book Series Resilient Smart Cities, (Dicembre 2021). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_5

gestione efficace, il coinvolgimento dei cittadini e la pianificazione integrata dello sviluppo. Questo aspetto mira ad istituire misure efficaci come la partecipazione decisionale e la trasparenza per migliorare la gestione e l'accesso all'informazione, consentendo a individui e organizzazioni di agire in modo appropriato, incorporando i principi di diversità, inclusività, equità ed efficienza.[60] Utilizzando le tecnologie è possibile fornire servizi pubblici e integrare sistemi indipendenti in caso di disastri, migliorando la precisione decisionale. Attraverso l'e-government, le piattaforme pubbliche vengono orientate ai servizi per incrementare la qualità della vita e la soddisfazione dei cittadini. Ad esempio, il sito *"Wellbeing Toronto"*[61] permette ai residenti di comprendere meglio la propria comunità e facilita la comunicazione con il governo.

4.4.3 AMBITO AMBIENTALE

Un ambiente intelligente e un ambiente in grado di gestire in modo sostenibile le risorse per migliorare la sicurezza delle infrastrutture e gestire i rischi di degrado ambientale. Ad esempio, Barcellona ha sviluppato un sistema di gestione intelligente dell'energia, sfruttando estensivamente l'energia solare per alimentare edifici, infrastrutture e pannelli informativi, raggiungendo una delle più alte densità di pannelli solari in Europa.[62] A Stoccolma invece sono stati costruiti diversi tipi di cassonetti elettronici, in cui i bidoni sono collegati a tubature sotterranee attraverso le rispettive valvole, per classificare e differenziare i rifiuti. Grazie all'integrazione delle tecnologie è possibile raccogliere e monitorare in tempo reale risorse come l'acqua, l'elettricità e la qualità dell'aria, rispondendo prontamente a eventi negativi e promuovendo la gestione delle risorse e dei rischi ambientali. Ad esempio, le smart grid possono ottimizzare la distribuzione dell'energia e incentivare l'uso di fonti rinnovabili, sostenendo le infrastrutture critiche in situazioni post-disastro.[63] Anche la mobilità intelligente è un aspetto fondamentale di questo ambi-

[60] Robert Wilhelm Siegfried Ruhlandt, *The governance of smart cities: a systematic literature review*, Cities, V.81 (Febbraio 2018), DOI: https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.02.014

[61] City of Toronto, *Wellbeing Toronto*, (ultima consultazione 9 novembre 2024).URL: https://www.toronto.ca/city-government/data-research-maps/neighbourhoods-communities/wellbeing-toronto/

[62] ZIGURAT, *Smart city series: the Barcelona experience,* (ultima consultazione 9 novembre 2024). URL: https://www.e-zigurat.com/blog/en/smart-city-barcelona-experience/

[63] Carmela Gargiulo, Floriana Zucaro, *Smartness and urban resilience. A model of energy saving,* TeMA-JJournal of Land Use, Mobility and Environment (Ottobre 2015). DOI: https://doi.org/10.6092/1970-9870/3661

to in quanto supporta un trasporto sicuro e sostenibile, migliorando l'efficienza dei trasporti e riducendo l'impatto ambienta le. Vienna, ad esempio, con il suo Piano di Trasporto Elettrico, ha migliorato l'uso dei mezzi pubblici e ridotto il traffico e l'inquinamento.

4.4.4 AMBITO SOCIALE

L'aspetto sociale in una città riflette il livello di soddisfazione dei bisogni fondamentali dei cittadini supportato da indicatori come la minima vulnerabilità umana, la diversità dei mezzi di sussistenza e le adeguate protezioni per la salute. Le tecnologie migliorano la resilienza urbana integrando tali sistemi, garantendo ridondanza, robustezza e risposte rapide. Le iniziative "domotiche" della smart city sfruttano questa tecnologia per fornire servizi essenziali come acqua pulita, energia e cibo. Ad esempio, New York[64] monitora i suoi sistemi idrici con sensori, mentre Vienna dispone di stazioni meteorologiche per la previsione dei temporali, migliorando la gestione delle infrastrutture e la resilienza urbana.[65] In termini economici, i poli tecnologici come Toronto creano una notevole occupazione nei servizi informativi, contribuendo in modo significativo alle economie locali.[66]

[64] NYC Hazard Mitigation Plan, *Flooding Hazard Profile,* (ultima consultazione 9 novembre 2024). URL: https://nychazardmitigation.com/documentation/hazard-profiles/flooding/

[65] Cambarysu, *Vienna's Resilience: How Engineering and Urban Planning Mitigate Flood Risks,*(ultima consultazione 9 novembre 2024). URL: https://cambarysu.com/2024/10/02/viennas-resilience-how-engineering-and-urban-planning-mitigate-flood-risks/

[66] Ke Xiong, Ayyoob Sharifi, Bao-Jie He, *Resilient-Smart Cities: Theoretical Insights,* The Urban Book Series Resilient Smart Cities, (Dicembre 2021). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_5

Queste tecnologie offrono importanti vantaggi anche nella gestione delle crisi e nella sicurezza pubblica.

Nel settore sanitario, soluzioni come la telemedicina, implementate in città all'avanguardia come Tokyo e New York, permettono di garantire assistenza continua e a distanza, eliminando la necessità di recarsi fisicamente in ospedale. Questo approccio risulta particolarmente efficace in situazioni di emergenza, come interruzioni nei trasporti o scenari che richiedono distanziamento sociale, come avvenuto durante la pandemia di COVID-19.[67] Tali sistemi non solo migliorano l'accesso ai servizi sanitari immediati, ma contribuiscono anche a rafforzare la resilienza urbana, rendendo le città più preparate a gestire future interruzioni o crisi su larga scala.

[67] Ayyoob Sharifi, Amir Reza Khavarian-Garmsir, Rama Krishna Reddy Kummitha, *Contributions of smart city solutions and technologies to resilience against the COVID-19 pandemic: a literature review*, Sustainability, V.13(14) (Luglio 2021). DOI: https://doi.org/10.3390/su13148018

TECNOLOGIE COME DRIVER PER LA RESILIENZA URBANA

04.5

Le tecnologie abilitanti, conosciute anche come **KETs** (Key Enabling Technology) rappresentano l'insieme di tecnologie avanzate in grado di contribuire allo sviluppo innovativo. Costituiscono la nuova frontiera dell'innovazione e la chiave di lettura di questa nuova rivoluzione industriale, soprattutto in ambito produttivo e urbano.[68] Grazie alla robotica e all'intelligenza artificiale, i sistemi produttivi stanno diventando sempre più efficienti e interconnessi, consentendo il raggiungimento di livelli elevati di rendimento. La loro straordinaria versatilità li rende strumenti essenziali per lo sviluppo di diversi settori, da quello scientifico a quello urbano, dove assumono un ruolo cruciale nel miglioramento della resilienza urbana, sia in ambito climatico che sociale. Queste tecnologie, integrandosi con altre soluzioni innovative, possono anche favorire la transizione verso modelli di sviluppo più sostenibili e inclusivi. Tra le KETs che possono contribuire a questa sfida troviamo:

[68] Ministero dello Sviluppo Economico, *Piano Transizione 4.0*, (ultima consultazione 2 ottobre 2024).URL: https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/guida_industria_40.pdf

1. Internet of Things (IoT) per il monitoraggio ambientale
2. *Big Data*
3. *Smart Grids*
4. *Digital Twin*
5. *Realtà virtuale e Metaverso*
6. *Intelligenza artificiale*

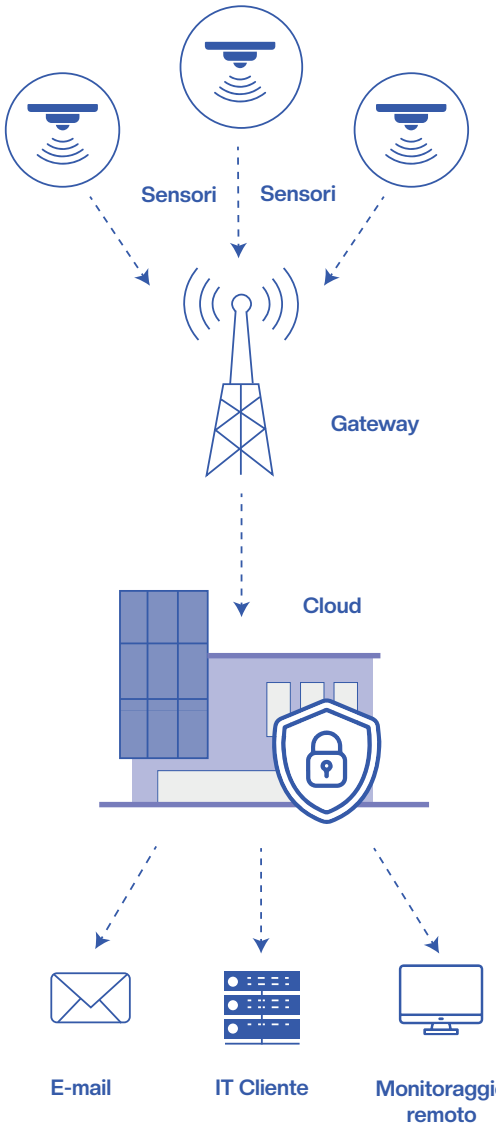
Un ambito di applicazione molto rilevante è sicuramente quello della rigenerazione urbana, dove grazie alla possibilità di ipotizzare scenari, come gli effetti del cambiamento climatico, è possibile studiare e attuare strategie preventive dalla piccola alla grande scala. A livello urbano l'uso di tecnologie come l'intelligenza artificiale, l'IoT e i Digital Twins, permette infatti una migliore sorveglianza e gestione delle emergenze, grazie alla raccolta e allo scambio di informazioni in tempo reale, migliorando sempre di più la capacità delle città di adattarsi e rispondere a situazioni critiche. Un esempio virtuoso dell'utilizzo di queste nuove tecnologie sono i **PEDs** (Positive Energy Districts)[69], quartieri che mirano all' autoproduzione di energia da fonti rinnovabili ma soprattutto alla distribuzione del surplus nel sistema locale. Le tecnologie abilitanti svolgono un ruolo fondamentale nel funzionamento di questi modelli urbani, sfruttando sistemi intelligenti di gestione dell'energia e smart grids che permettono l'ottimizzazione dell'utilizzo, stoccaggio e distribuzione.

Alla scala edilizia, questi strumenti supportano le scelte progettuali con un approccio più attento ai criteri di domanda, permettendo anche di definire modelli circolari ambientali ed economici più sostenibili a partire dal singolo edificio. Sfruttando l'interconnessione, gli edifici possono infatti interagire con l'ambiente circostante, autoregolando i fabbisogni energetici e ipotizzando scenari per migliorare la prevenzione ma anche per ottimizzare i processi costruttivi e manutentivi.

Tutti questi strumenti stanno dunque contribuendo alla creazione di città più intelligenti, sostenibili e resilienti, fornendo le basi per lo sviluppo delle città intelligenti del futuro, ma allo stesso tempo consentendo alle città esistenti di prepararsi meglio ad affrontare e recuperare gli effetti sempre più evidenti del cambiamento climatico.

[69] Francesca De Filippi, Carmelo Carbone, *Positive Energy Buildings and Districts beyond the NZEB paradigm: towards a whole-life approach*, TECHNE, V.26 (2023). DOI: https://doi.org/10.36253/techne-14447

[70] IOT ANALYYTICS, *State of IoT Summer 2024*, General IoT, (Agosto 2024). URL: https://iot-analytics.com/product/state-of-iot-summer-2024/



[Fig.29] Schema funzionamento IoT

4.5.1 L'INFLUENZA INVISIBILE DELL'IOT SUL TESSUTO URBANO

L'Internet of Things, conosciuto come IoT, è una delle tecnologie che più sta cambiando, nonostante la sua invisibile azione, il modo in cui interagiamo nel e con il mondo.

Si sta infatti andando verso uno sviluppo sempre più orizzontale, dove sarà possibile connettere tutto a tutto attraverso protocolli di comunicazione interoperabile, eliminando l'incompatibilità attuale causata da differenze di marca o modello.

Questa rete di oggetti interconnessi consente di raccogliere e scambiare dati tra loro attraverso l'utilizzo di server remoti che accumulano le informazioni ricevute da un sistema articolato di sensori, offrendo un monitoraggio costante e l'automatizzazione in tempo reale, rendendo di fatto questi oggetti "intelligenti" sempre più necessari per far fronte all'aumento della popolazione mondiale e all'urbanizzazione. Inoltre, il costo ridotto e l'alta manutenibilità stanno permettendo una rapida diffusione; attualmente si stimano infatti più di diciotto milioni di dispositivi IoT,[70] dato che evi-

denzia una sempre più crescente e complessa necessità di archiviazione e rielaborazione di una grandissima quantità di dati.

"La memoria non è soltanto una questione di immagazzinamento e di gestione efficiente, è anche una questione di attenta cura per le differenze significative e, quindi, di stabile sedimentazione di una serie ordinata di cambiamenti." [71]

Questi strumenti hanno di fatto un enorme potenziale di raccolta, che permette attraverso un processo di selezione qualitativo e non quantitativo, di costruire attraverso la sedimentazione di questi dati, una storia utile a contestualizzare le risposte alle reali necessità. L'automatizzazione di questi processi costituisce un reale e innovativo passo avanti per la costruzione di un'economia più sostenibile e incentrata nella conservazione delle risorse, tra le cui applicazioni più significative troviamo:

- **Gestione idrica autonoma:** In quanto risorsa essenziale altamente a rischio,[72] l'IoT si pone come strumento chiave in quanto capace di offrire monitoraggio e rilevazione delle perdite idriche, al fine di minimizzare le perdite nelle reti idrauliche e allo stesso tempo di ottimizzarne la distribuzione in base alle reali esigenze.
- **Mobilità intelligente:** Un problema comune a tutte le grandi città come quello del traffico sta attualmente sperimentando nuove soluzioni, dall'installazione di sensori e videocamere intelligenti per il monitoraggio dei veicoli a sistemi integrati RFID[73] per il tracciamento dei parcheggi.[74]
- **Monitoraggio ambientale:** la possibilità di inserire piccoli sensori interconnessi all'interno degli ambienti o all'esterno, inserisce l'IoT in una posizione centrale per il monitoraggio in tempo reale del livello di comfort interno[45] o della percen-

[71] Petr John, Jirí Hynek, Tomáš Hruška, Michal Valný , *Application of Time Series Database for IoT Smart City Platform*, Prague Smart Cities Symposium, (Maggio 2023). DOI: https://doi.org/10.1109/SCSP58044.2023.10146237

[72] UN-Water, *Sustainable development goal 6 synthesis report on water and sanitation,* Blueprint for Acceleration, New York, (Agosto 2023) URL: https://www.unwater.org/sites/default/files/2023-08/UN-Water_SDG6_SynthesisReport_2023.pdf

[73] I sistemi RFID (Radio Frequency Identification)sono in grado di rilevare la presenza di persone o determinati oggetti attraverso l'elettromagnetismo.

[74] Ioanna Zafeiriou , *IoT and Mobility in Smart Cities,* The 3rd World Symposium on Communication Engineering, (Ottobre 2020). DOI: https://doi.org/10.1109/WSCE51339.2020.9275584

tuale di inquinanti presenti nell'aria.[76]

- **Pianificazione e ottimizzazione della gestione delle emergenze:** L'utilizzo di sensori sempre più sofisticati e di ridotte dimensioni, in grado di combinare in un singolo chip potenza di calcolo, comunicazione e monitoraggio, possono essere posizionati in punti strategici per rilevare e comunicare guasti o eventi, con lo scopo di mitigare, prevenire e pianificare la risposta migliore.[77]

Questi esempi forniscono un quadro del potenziale contributo dell'IoT nella sfida al raggiungimento della resilienza urbana, offrendo soluzioni innovative in grado di migliorare la capacità delle città di adattarsi e rispondere efficacemente a cambiamenti e pressioni sempre più impattanti.

Di seguito verranno riportati e analizzati due casi studio virtuosi che evidenziano il contributo significativo dell'IoT attraverso le applicazioni precedentemente riportate. Ogni caso studio riporta una specifica applicazione a diverse scale, per dimostrarne la versatilità e l'impatto sulla resilienza e la risposta dei contesti urbani.

[75] Paul E. Mendez-Monroy, Emmanuel de la Cruz May, Mario Jiménez Torres, Jaime L. Gómez Hernández, M. Canto Romero, Israel Sanchez Dominguez, O. May Tzuc , Ashker Bassam 5, *IoT System for the Continuous Electrical and Environmental Monitoring into Mexican Social Housing Evaluated under Tropical Climate Conditions,J. Sensors*, (Febbraio 2022). DOI: https://doi.org/10.1155/2022/5508713

[76] Punyo Asha, Natrayan L, Geetha B.T, J. Rene Beulah, R. Sumathy, G. Varalakshmi, Neelakandan Subramani, *IoT enabled environmental toxicology for air pollution monitoring using AI techniques,JEnvironmental Research*, (Dicembre 2021). DOI: https://10.1016/j.envres.2021.112574

[77] Gerhard Schrotter, Christian Hürzeler, *The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning*, Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, V.88, p. 99-112 (Febbraio 2020), DOI: https://doi.org/10.1007/s41064-020-00092-2

THE EDGE
Amsterdam, 2014

ESPERIENZA UTENTE MIGLIORATA

EFFICIENZA ENERGETICA

MANUTENZIONE PREDITTIVA

RIDUZIONE DEI COSTI OPERATIVI

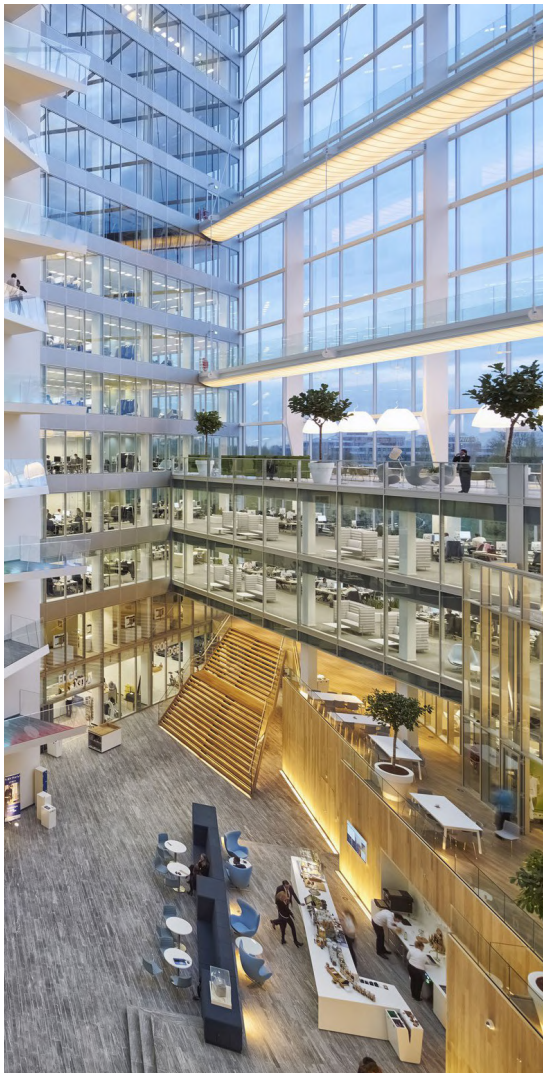
SOSTENIBILITÀ

The Edge[78] è uno *Smart Building* che utilizza l'IoT per la gestione intelligente dell'energia. È connesso grazie a 28.000 sensori che permettono all'edificio di adattarsi continuamente alle esigenze di chi ci abita e alle condizioni ambientali, ottimizzando l'uso delle risorse.

L'energia prodotta tramite i pannelli solari viene sfruttata in maniera intelligente grazie ai sensori che monitorano la luce naturale e regolano automaticamente l'illuminazione a LED per ridurre i consumi. Anche a livello di climatizzazione i sensori permettono di regolare automaticamente riscaldamento e raffrescamento in base alla presenza delle persone. Nello specifico, essendo un edificio per uffici, la modalità *"Hot-desking"*[79] permette di conoscere in tempo reale quali postazioni siano occupate e di regolarne la temperatura e la luminosità, ma anche di ottimizzare le risorse nelle sale riunioni in base ai sensori di occu-

[78] BRE Group, *The Edge, Amsterdam receives BREEAM Award for new office construction* (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL:https://breeam.com/web/bre-group/case-studies/the-edge-amsterdam?p_l_back_url=%2Fbreeam_search%3Fq%3Dthe%2Bedge

[79] Sistema di organizzazione che permette di lavorare su una postazione a scelta e non prefissata



[Fig. 30] Vista interna del The Edge. Fonte: BRE Group

pazione. Le aree più frequenta ad esempio verranno dunque pulite più spesso di quelle che risultano meno sfruttate o inutilizzate, permettendo un risparmio notevole di risorse.

Grazie all'interazione con l'intelligenza artificiale è possibile inoltre usufruire di modelli previsionali che permettono di stabilire quale sarà la percentuale di spazi occupati in un determinato momento. Questo connubio permette inoltre di intervenire autonomamente in base ad anomalie rilevate dal sistema.

Per queste caratteristiche, il The Edge ha ricevuto la certificazione BREEAM[80] *(Building Research Establishment Environmental Assessment Method)* con il punteggio di 98,36%, il più alto mai assegnato, rendendolo di fatto uno degli edifici più sostenibili al mondo.

[Fig. 31] Vista esterna del The Edge. Fonte: BRE Group

[80] BRE Group, *The Edge, Amsterdam receives BREEAM Award for new office construction* (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL:https://breeam.com/web/bre-group/case-studies/the-edge-amsterdam?p_l_back_url=%2Fbreeam_search%3Fq%3Dthe%2Bedge

SMART SANTANDER
Santander, 2010

GESTIONE EFFICIENTE DEI RIFIUTI

MIGLIORAMENTO MOBILITÀ URBANA

MONITORAGGIO E OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI

PARTECIPAZIONE DEI CITTADINI

PIANIFICAZIONE A LUNGO TERMINE

La città di Santander[81] a partire dal 2010, ha avviato una delle prime e più significative iniziative di innovazione tecnologica su larga scala, trasformandosi in un autentico laboratorio urbano attraverso l'impiego IoT. Questo ambizioso progetto, finanziato dall'Unione Europea, ha l'obiettivo di testare e sviluppare soluzioni smart innovative grazie all'implementazione di una rete composta da ben dodicimila sensori. Questi dispositivi permettono un monitoraggio capillare e continuo, aprendo la strada a nuovi approcci nella gestione urbana e nello sviluppo sostenibile della città:

- **Ambientale statico** (CO_2, rumore, presenza di auto e luce) e **mobile** tramite sensori installati su mezzi pubblici
- **Gestione parcheggi Intensità del traffico**
- **Irrigazione** efficiente dei parchi e giardini
- **Rilevamento partecipativo** attraverso informazioni inviate dai cittadini tramite cellulari

[81] José M. Hernández-Muñoz, Luis Muñoz, *The SmartSantander Project*, The Future Internet. Future Internet Assembly 2013: Validated Results and New Horizons, a cura di Ales Galis, Anastasius Gavras. pp. 361-362 (Maggio 2013). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-38082-2

[Fig. 32] Mappa interattiva SmartSantander. Fonte: SmartSantander

[Fig. 33] Screenshot dell'app. Fonte: SmartSantander

Grazie alle migliaia di dati raccolti in tempo reale, il comune può prendere decisioni immediate e mirate all'ottimizzazione dei diversi settori, offrendo un ecosistema urbano intelligente e orientato al miglioramento della qualità della vita e allo sviluppo economico.

La piattaforma **Smart Santander RA**,[82] con all'integrazione della realtà virtuale e del sistema open data ottenuta grazie alla presenza di QR code sparsi per la città, permette ai cittadini locali di essere sempre a conoscenza dei dati raccolti e di poter interagire direttamente con le amministrazioni, segnalando problematiche in tempo reale e partecipando alle iniziative locali.

[82] SmartSantander. URL: https://smartsantander.eu/

4.5.2 IL DIGITAL TWIN NELLA COSTRUZIONE DI SMART CITY RESILIENTI

L'interconnessione tra tecnologie digitali e sistemi fisici è ormai considerata uno dei capisaldi della crescita economica e dello sviluppo urbano. In questo contesto, il Digital Twin si pone come chiave di lettura di questa nuova rivoluzione. In quanto modelli del mondo reale, non sono solo delle semplici riproduzioni statiche, ma richiedono una costante collaborazione e interazione dinamica con il mondo fisico. Attraverso uno scambio continuo e bilaterale di informazioni, questi modelli consentono di monitorare e ottimizzare le operazioni e i processi reali, contribuendo a creare nuove opportunità di miglioramento in ambito di efficienza ma soprattutto di sostenibilità e resilienza. Questa sinergia sta di fatto trasformando il modo in cui le città e le infrastrutture vengono progettate e gestite, abbracciando un approccio sempre più integrato ma sempre volto alla valorizzazione del reale.

Grazie alla possibilità di analisi e integrazione di grandi quantità di dati, questa tecnologia applicata all'ambito urbano permette di:

- Mantenere in **continuo aggiornamento** i digital twins, creando un modello dinamico in grado di interagire continuamente con il mondo fisico. Questa interazione bilaterale consente di ottenere feedback in tempo reale consentendo di raggiungere un livello di accuratezza sempre maggiore
- I**nserimento dei dati** raccolti all'interno di un contesto urbano per favorire l'efficienza nella gestione delle risorse
- Avere una **miglior gestione e ottimizzazione** delle risorse fisiche e dei processi come il trasporto, l'energia e i rifiuti. Ad esempio, nella gestione del traffico, un digital twin può monitorare in tempo reale i flussi veicolari, suggerendo rotte alternative per ridurre la congestione e migliorare la qualità dell'aria
- **Validare le simulazioni** degli scenari e le varie ipotesi elaborate grazie al gemello digitale. Questo consente di progettare in modo proattivo e ridurre il rischio di errori costosi o dannosi.

Il Digital Twin si pone dunque come una tecnologia chiave per l'ottimizzazione in tempo

reale dei processi urbani. L'ottimizzazione continua di questi processi non solo incrementa l'efficienza complessiva delle operazioni urbane, ma contribuisce anche a ridurre gli sprechi, limitare i consumi e gestire in modo più efficace le risorse disponibili. Inoltre, grazie alla sua capacità di monitoraggio in tempo reale e di generare risposte rapide e mirate, il sistema è in grado di affrontare prontamente eventi imprevisti, come guasti infrastrutturali o disastri naturali. Il Digital Twin, attraverso la creazione di simulazioni dettagliate di scenari urbani, offre un ambiente virtuale sicuro in cui testare soluzioni innovative, eliminando il rischio di causare impatti negativi nel mondo reale. Questo strumento supporta i pianificatori urbani nel prendere decisioni più informate e strategiche, basandosi su dati aggiornati e in costante evoluzione. In questo modo, il Digital Twin gioca un ruolo cruciale nella resilienza urbana, migliorando la capacità delle città di adattarsi e rispondere a eventi critici. Al contempo, contribuisce a renderle più efficienti, sostenibili e pronte ad affrontare le sfide future, offrendo un supporto indispensabile per uno sviluppo urbano integrato e resiliente.[83]

[83] Adele Therias, Azarakhsh Rafiee, *City digital twins for urban resilience,* International Journal of Digital Earth, V.16 (Ottobre 2023). DOI: https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2264827

HELSINKI 3D+
Helsinki, 2010

PIANIFICAZIONE URBANA

PARTECIPAZIONE DEI CITTADINI

MONITORAGGIO E OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI

GESTIONE DELLE RISORSE

SIMULAZIONE DI EMERGENZE

Helsinki 3D+ rappresenta un'iniziativa all'avanguardia promossa dalla città di Helsinki, volta alla creazione di un gemello digitale completo della città attraverso la mappatura di oltre 500 km² del territorio urbano. Il progetto si avvale di tecnologie avanzate come la scansione laser e la fotogrammetria per generare modelli estremamente precisi dell'intera città, comprese le aree più complesse. L'obiettivo principale di questa iniziativa è migliorare in modo significativo la pianificazione urbana, promuovere una maggiore sostenibilità e rafforzare la resilienza delle città di fronte a sfide future attraverso:

- **Supporto alla pianificazione** per consentire simulazioni che supportano lo sviluppo delle infrastrutture, la valutazione delle inondazioni, gli studi sul rumore e l'analisi dell'energia solare.
- **Facilitare la partecipazione pubblica** condividendo i modelli e incoraggiando la collaborazione con imprese, università e sviluppatori

[Fig.34] Modello 3D del centro di Helsink. Fonte: Progetto Helsinki 3D+

[Fig.35] Simulazione inondazione. Fonte: Progetto Helsinki 3D+

- **Sostegno agli obiettivi di sostenibilità** con l'obiettivo di di essere neutrale dal punto di vista delle emissioni di carbonio entro il 2035.

Il progetto del gemello digitale fornisce dunque un approccio olistico alla decarbonizzazione, alla resilienza, alle comunità sane e al benessere, grazie anche a diverse iniziative per migliorare la sostenibilità e la qualità della vita che forniscono una visione più approfondita dello stato dei sistemi cittadini, migliorano il processo decisionale e promuovono lo sviluppo di città intelligenti.La città utilizza questo modello per migliorare la pianificazione e l'impegno tra la città, i residenti e gli sviluppatori.[84]

[84] Bentley Systems, *City of Helsinki Expands Digitalization with Citywide Digital Twin*, Bentley Advancing Infrastructure, (2021). URL: https://www.bentley.com/wp-content/uploads/2022/05/CS-City-of-Helsinki-Citywide-Digital-Twin-LTR-EN-LR.pdf

ZURIGO DT
Zurgio, 2010

PIANIFICAZIONE URBANA

MIGLIORAMENTO MOBILITÀ URBANA

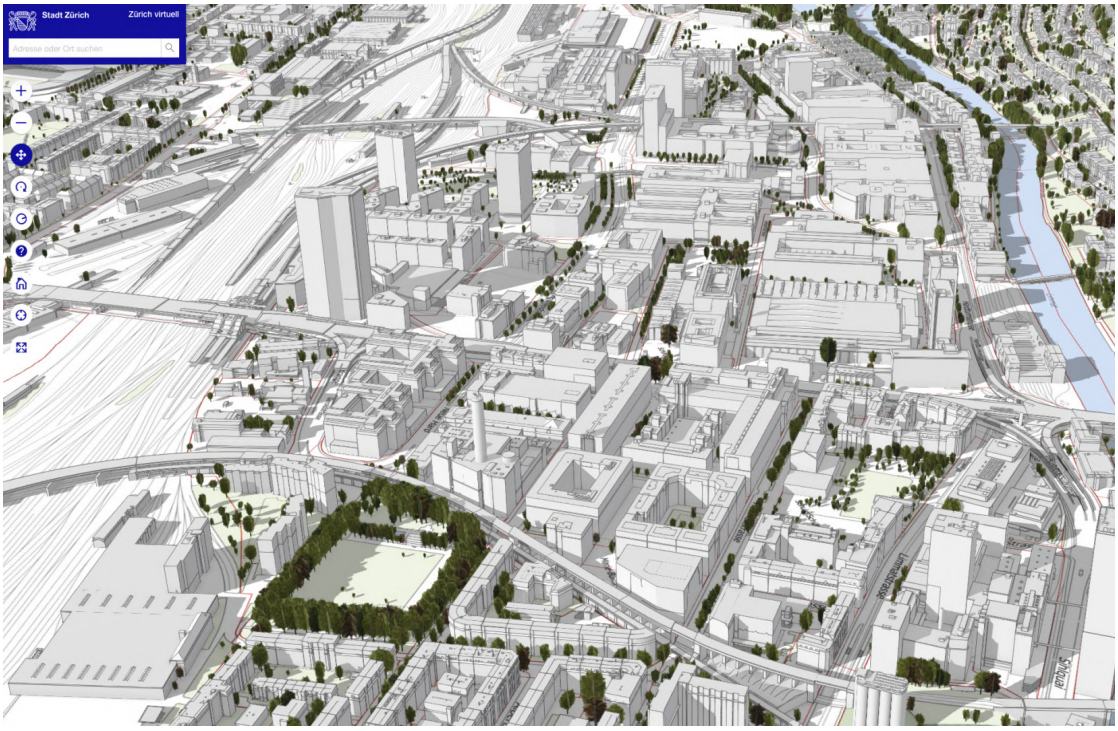
MONITORAGGIO E OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI

PARTECIPAZIONE DEI CITTADINI

GESTIONE BIOCLIMATICA

La città di Zurigo è impegnata nella creazione di una rappresentazione tridimensionale del suo territorio attraverso il progetto del Digital Twin (DT) di Zurigo. Questo innovativo strumento è progettato per affrontare le sfide poste dalla crescente urbanizzazione e dai cambiamenti climatici, offrendo soluzioni concrete e sostenibili. Il modello si propone come un mezzo di pianificazione e comunicazione, in grado di rappresentare e simulare lo sviluppo urbano, sia presente che futuro, attraverso diverse fasi temporali. Grazie al visualizzatore 3D, urbanisti e cittadini possono accedere a strumenti avanzati di pianificazione e a dati tridimensionali, favorendo così la creazione di spazi digitali ideali per sviluppare strategie innovative e sostenibili nelle aree urbane, permettendo di

- **Migliorare la pianificazione urbana** integrando i dati geospaziali, ambientali e climatici nel modello della città, permettendo di simulare scenari di crescita e sviluppo urbano, di valutare l'impatto sul microclima e sulle infrastrutture.



[Fig. 36] Visualizzazione del modello Zurigo 4D. Fonte: Stadt Zürich 4D

[Fig. 36] Simulazione ombra. Fonte: Stadt Zürich 4D

- **Aumentare la partecipazione e la trasparenza** grazie all'utilizzo del Digital Twin che ha facilitato il dialogo tra amministrazioni, progettisti e cittadini.

Grazie al Digital Twin, durante la redazione del piano regolatore "Municipal Structure Plan", ha permesso la creazione di scenari tridimensionali per la crescita urbana, integrando diversi livelli di dati, dalle capacità edificabili agli impatti sul microclima, con successivo rilascio del modello in formato open data, il quale è stato scaricatio da utenti e ricercatori, evidenziando l'importanza dell'accesso ai dati aperti per lo sviluppo urbano.[85]

[85] Gerhard Schrotter, Christian Hürzeler, *The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning*, Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, V.88, p. 99-112 (Febbraio 2020). DOI: https://doi.org/10.1007/s41064-020-00092-2

4.5.3 REALTÀ VIRTUALE PER POTENZIARE LA RESILIENZA E L'ACCESSIBILITÀ

La realtà virtuale (VR) è una tecnologia che permette agli utenti di immergersi in ambienti simulati tridimensionali, generati al computer, offrendo una visione a 360 gradi e dando una prospettiva realistica di ciò che si sta guardando, dando la possibilità di visitare i luoghi senza essere presenti. Questo ambiente può replicare luoghi reali o creare esperienze completamente immaginarie, permettendo una percezione visiva, tattile e uditiva altamente realistica.

L'utilizzo della VR, viene applicata in diversi campi, tra cui la progettazione che ha permesso ai progettisti di visualizzare e testare scenari urbani prima della loro realizzazione. Inoltre, la realtà virtuale offre un'opportunità unica per immergere clienti e stakeholder nel processo di progettazione. Utilizzando visori VR, gli individui possono esplorare spazi architettonici virtuali, camminare attraverso gli edifici e sperimentare in prima persona il layout. Questo livello di coinvolgimento migliora la comunicazione, consentendo ai progettisti di raccogliere feedback preziosi e prendere decisioni informate che portano a risultati di progettazione migliori. Queste caratteristiche fanno si che tale strumento venga sempre più utilizzato per migliorare la resilienza urbana e affrontare sfide legate alla gestione delle emergenze e all'accessibilità in quanto permette una:

- **Pianificazione urbana adeguata** mediante la creazione di modelli virtuali delle città, utili per analizzare impatti ambientali, testare progetti infrastrutturali e pianificare lo sviluppo urbano in modo sostenibile. Ad esempio, i progettisti possono simulare scenari di traffico o di inondazioni per ottimizzare le soluzioni infrastrutturali.
- **Progettazione inclusiva** dove è possibile simulare esperienze di persone con disabilità per progettare ambienti più accessibili garantendo una città sempre più accogliente per tutti i cittadini, eliminando barriere fisiche e sociali.
- **Preparazione precedente all'emergenza** mediante la simulazione di scenari di disastri (incendi, inondazioni), aiutando i cittadini e i soccorritori a compren-

dere meglio i rischi e a pianificare strategie di evacuazione efficaci. Per esempio, i sistemi VR sono stati impiegati per educare il pubblico sui comportamenti da adottare durante un terremoto o per migliorare la gestione dei rischi legati a eventi estremi.

- **Addestramento adeguato** per i soccorritori che possono addestrarsi senza rischiare la propria sicurezza grazie alla simulazione di emergenze realistiche. Questo metodo migliora la reattività e la coordinazione in situazioni critiche.

La realtà virtuale rappresenta quindi uno strumento rivoluzionario nella gestione delle emergenze e nella pianificazione urbana resiliente.[86] Grazie alla sua capacità di creare simulazioni realistiche e interattive, permette di analizzare scenari complessi, migliorare la preparazione alle crisi e ottimizzare le risposte in tempo reale. L'utilizzo della VR favorisce decisioni basate su dati, integrando strategie di resilienza e promuovendo un approccio collaborativo coinvolgendo esperti e cittadini, permettendo di visualizzare scenari futuri per prevedere impatti e di supportare le decisioni durante eventi critici.

[86] Shishir Khanal, Uma Shankar Medasetti, Mustafa Mashal, Bruce Savage, Rajiv Khadka, *Virtual and Augmented Reality in the Disaster Management Technology: A Literature Review of the Past 11 Years*, Frontiers in Virtual Reality, V.3, (Aprile 2022). DOI: https://doi.org/10.3389/frvir.2022.843195

VIRTUAL SINGAPORE

Singapore, 2010

SPERIMENTAZIONE VIRTUALE

FORMAZIONE E SICUREZZA

PARTECIPAZIONE DEI CITTADINI

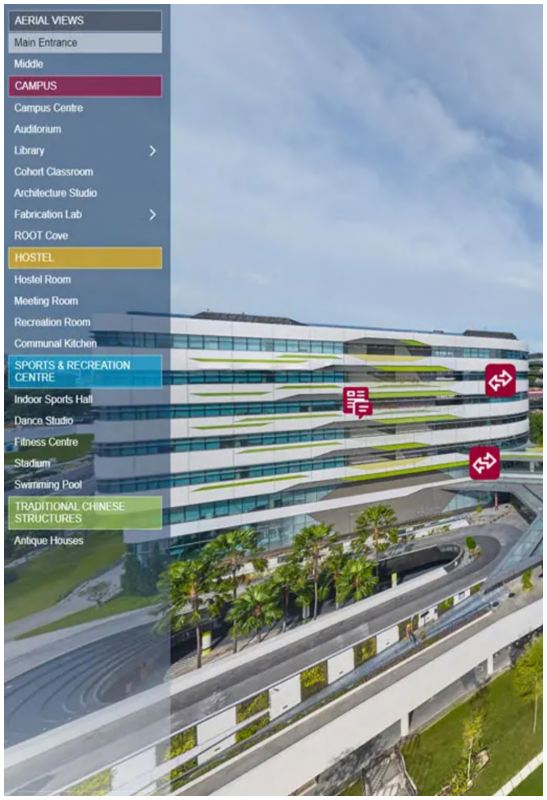
PIANIFICAZIONE A LUNGO TERMINE

PROMOZIONE CULTURALE

Virtual Singapore è un modello urbano tridimensionale avanzato e una piattaforma collaborativa di dati, che integra le mappe 3D dettagliate di Singapore. Questo strumento innovativo è progettato per essere utilizzato da una vasta gamma di utenti, tra cui settori pubblico e privato, ricercatori e cittadini. La piattaforma permette lo sviluppo di strumenti e applicazioni sofisticati per testare nuovi concetti e servizi, favorendo la pianificazione e la ricerca di tecnologie utili a risolvere le sfide emergenti e complesse che la città si trova ad affrontare. Il progetto si distingue per diverse funzionalità principali:

- **Sperimentazione Virtuale** che consente l'esecuzione di simulazioni dettagliate in ambienti virtuali.
- **Test-Bedding virtuale** pensato per convalidare e ottimizzare la fornitura di servizi innovativi.
- **Pianificazione e processo decisionale** offrendo ai cittadini la possibilità di parte-

[Fig.37] Visualizzazione del modello Zurigo 4D. Fonte:



[Fig.38] Tour virtuale dell'Università di tecnologia e design di Singapore. Fonte

cipare alla pianificazione urbana. Essi possono visualizzare come appariranno futuri sviluppi o infrastrutture e fornire feedback in un formato visivamente chiaro e accessibile.

- **Formazione e sicurezza** permettendo di addestrare i soccorritori a rispondere a emergenze come incendi o alluvioni
- **Promozione culturale e turistica** per creare esperienze turistiche e culturali immersive, permettendo ai visitatori di esplorare virtualmente i monumenti storici o partecipare a tour virtuali di aree altrimenti non accessibili.[87]

[87] ILTech Co, *Virtual Singapore*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://iltech.com.vn/en/virtual-singapore.html

STRATEGIE COMUNI

05

CASI STUDIO: RESILIENZA

05.1

Sono stati presi in esame tre casi studio considerati virtuosi in ambito di aumento della resilienza, con lo scopo di analizzarle le strategie utilizzate per aumentare la capacità di adattamento dei contesti urbani. I tre casi studio si concentrano principalmente sulla risoluzione di una grave criticità della crisi idrica, ovvero le inondazioni delle coste. Nello specifico, tutti e tre i casi studio si trovano a dover affrontare la problematica dell'innalzamento del livello del mare, che è combinato ad ulteriori fattori come la subsidenza nel caso newyorkese e l'eccessiva edificazione e cementificazione delle coste.

Queste pratiche, che ai fini dell'analisi verranno definite **"strumenti di azione"**, sono classificate in primo luogo in delle macro aree chiamate "azioni" che sintetizzano il tema d'azione e successivamente secondo una classificazione per ambito di risposta **Ambiente-Tecnologia-Società (ATS)**, basato sul sistema Pressure-State-Response(PSR).[88]

[88] OECD, *Framework of OECD work on environmental data and indicators*, Environment at Glance 2013, (2013). URL: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264185715-3-en.pdf?expires=1732998060&id=id&accname=guest&checksum=B685009C8617C576B7A2A3F82C8A7CAF

LMCR

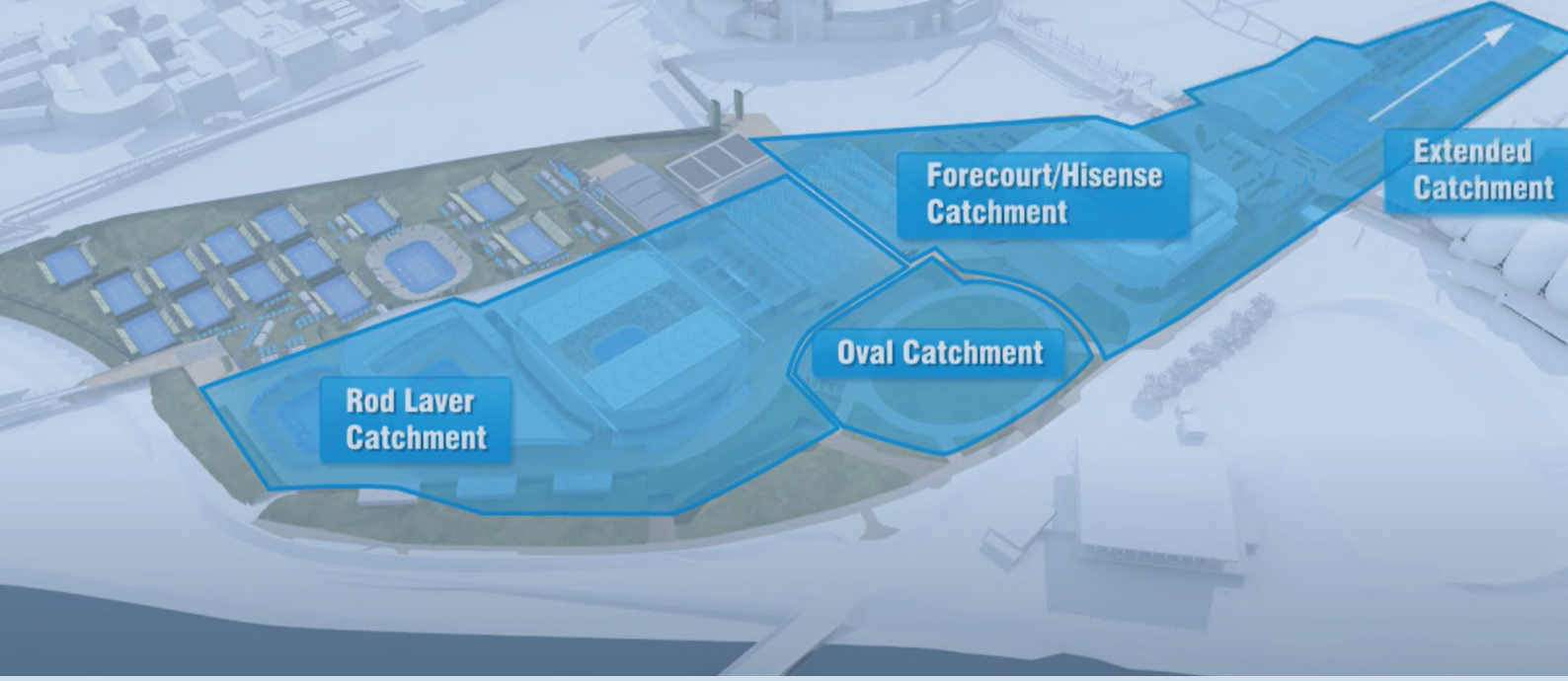
DATI CONOSCITIVI

-Lower Manhattan, New York City, USA
-Scala dell'intervento: zona costiera urbana
-Adattamento e resilienza contro le inondazioni e gli effetti dei cambiamenti climatici.

LMCR (Lower Manhattan Coastal Resiliency) è un progetto di resilienza climatica per proteggere il quartiere dagli effetti dei cambiamenti climatici e dall'innalzamento del livello del mare. Il progetto combina soluzioni infrastrutturali con interventi ecologici per mitigare i rischi di alluvioni, includendo soluzioni di adattamento urbano e contribuendo alla biodiversità locale migliorando la qualità della vita dei residenti. LMCR Manhattan mira inoltre a sensibilizzare la comunità e a promuovere la partecipazione attiva dei cittadini attraverso programmi educativi e spazi pubblici resilienti. Con una combinazione di tecnologia, design urbano e impegno ambientale, LMCR Manhattan rappresenta un modello innovativo di adattamento urbano che bilancia la protezione ambientale con le necessità della vita metropolitana, rendendo New York più resiliente di fronte alle sfide climatiche future.

PRESSIONI

-Inondazioni
-Innalzamento del mare
-Perdita di Biodiversità
-Danni infrastrutturali



Bird's-Eye View Facing South
Illustration of what a resilient waterfront could look like in the future

[Fig.39] Progetto "LCMR" della costa di New York. Fonte: https://edc.nyc/sites/default/files/2024-03/FiDi-Seaport-Climate-Resilience-Master-Plan-03-15-2024.pdf

AZIONE	STRUMENTI DI AZIONE	ATS
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde 2. Vegetazione autoctona	*A*
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Giardini verticali 2. Pavimentazione drenante 3. Tetti verdi	*A*
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Pannelli fotovoltaici	*T*
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Bacini di stoccaggio 2. Ciclo chiuso acque reflue 3. Recupero acqua piovana	*A*
CONSERVAZIONE	1. Recupero edifici esistenti	*T*
EDUCAZIONE	1. Sensibilizzazione della comunità	*S*
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	1. Materiali intellienti 2. Monitoraggio consumi	*T*
MOBILITÀ	1. Bike/Car sharing 2. Percorsi ciclopedonali	*S*
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Linee guida 2. Progettazione infrastrutture 3. Progettazione integrata del verde	*S*
SVILUPPO	1. Collaborazione con Stakeholders	*S*
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione modulare	*T*
RIDUZIONE RIFIUTI	1. Raccolta differenziata	*S*
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale 2. Piano di allerta 3. Sensoristica 4. Simulazioni di emergenza	*T*
RIUSO MATERIALI	1. Riuso materiali da demolizione	*T*

[Fig.40] Tabella riepilogativa delle azioni e strumenti di azione del caso studio LMCR

SEA2CITY

DATI CONOSCITIVI

-Vancouver, Canada
-Scala dell'intervento: zona costiera urbana
-Adattamento della città al cambiamento climatico e all'innalzamento del livello del mare

Sea2City Vancouver è un progetto sperimentale e partecipativo di resilienza urbana che affronta le sfide poste dall'innalzamento del livello del mare e dai cambiamenti climatici. Il progetto mira a proteggere le comunità e le infrastrutture urbane dall'erosione e dalle inondazioni attraverso soluzioni sostenibili e innovative. Prevede la costruzione di infrastrutture flessibili e adattabili al cambiamento del livello del mare, promuove la sensibilizzazione della comunità sul cambiamento climatico e l'importanza dell'adattamento, integrando spazi educativi e percorsi interpretativi lungo la costa. Questa iniziativa rappresenta un modello per la progettazione urbana resiliente, che bilancia la protezione ambientale con le esigenze delle comunità urbane, offrendo un nuovo approccio alla gestione delle coste e alla preparazione alle sfide climatiche future.

PRESSIONI

-Inondazioni
-Innalzamento del mare
-Perdita di Biodiversità
-Erosione costiera

[Fig.41] Sea2City Design Challenge per Vancouver. Fonte: Project Report,2022, Vancouver, BC.

AZIONE	STRUMENTI DI AZIONE	ACT
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Vegetazione filtrate 2. Vegetazione autoctona	*A*
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Pavimentazione drenante	*A*
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Pannelli fotovoltaici	*T*
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Ciclo chiuso acque reflue 2. Recupero acqua piovana 3. Bacini di stoccaggio	*A*
CONSERVAZIONE	1. Recupero edifici esistenti	*T*
EDUCAZIONE	1. Sensibilizzazione della comunità	*S*
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	1. Materiali intelligenti 2. onitoraggio consumi	*T*
MOBILITÀ	1. Percorsi ciclopedonali 2. Bike/Car sharing	*S*
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Progettazione integrata del verde 2. Progettazione delle infrastrutture 3. Linee guida	*S*
SVILUPPO	1. Collaborazione con Stakeholders	*S*
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione adattiva	*T*
RIDUZIONE RIFIUTI	1. Compostaggio 2. Raccolta differenziata	*S*
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale 2. Piano di allerta 3. Sensoristica	*T*
RIUSO MATERIALI	1. Riuso materiali da demolizione	*T*

[Fig.42] Tabella riepilogativa delle azioni e strumenti di azione del caso studio SEA2CITY

VRFLOOD

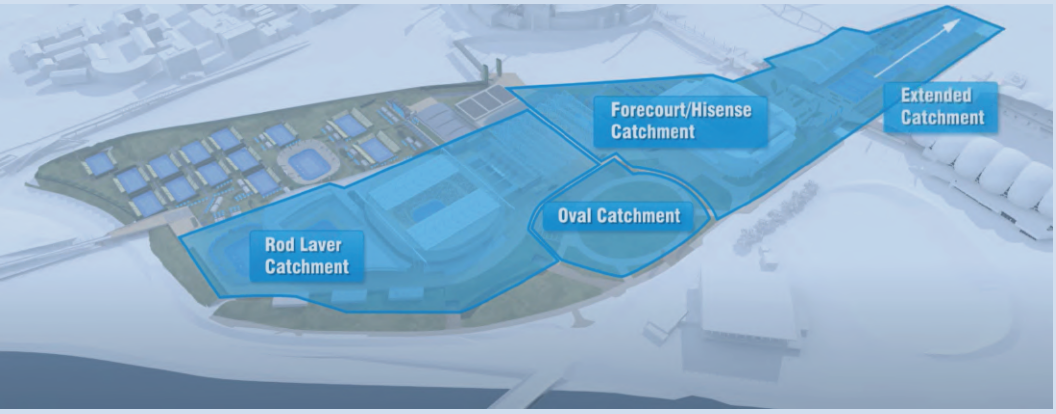
DATI CONOSCITIVI

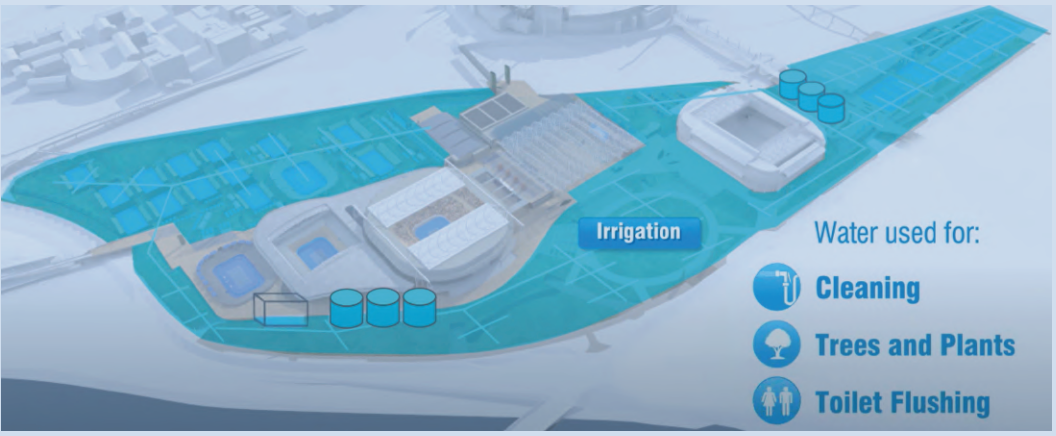
-Melbourne, Australia
-Scala dell'intervento: quartiere
-Gestione sostenibile delle acque piovane e riduzione degli impatti delle inondazioni urbane

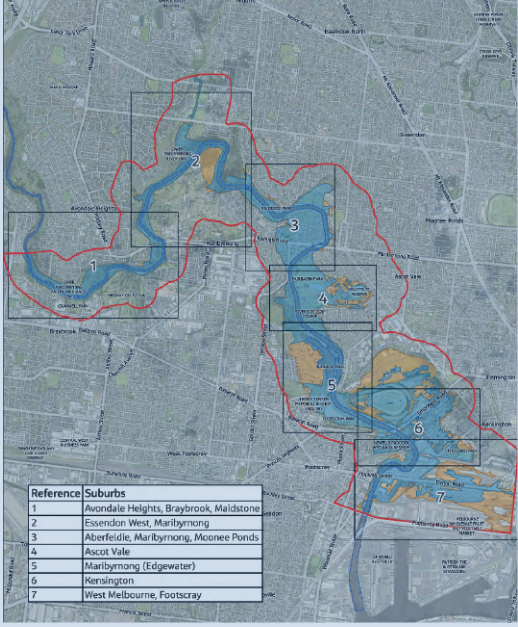
VRFLOOD Melbourne è un progetto innovativo di adattamento e resilienza urbana sviluppato per affrontare i rischi di alluvione e migliorare la sostenibilità ambientale. Questo intervento si concentra sull'implementazione di infrastrutture verdi per assorbire e gestire le acque piovane in modo sostenibile. Il progetto integra l'aumento della biodiversità e il miglioramento della qualità degli habitat. Inoltre, sono state implementate soluzioni di efficientamento energetico e mobilità sostenibile, che riducono l'impatto ambientale e migliorano la qualità della vita per i residenti. VRFLOOD Melbourne rappresenta un modello di città resiliente e sostenibile, focalizzato sul bilanciamento tra le necessità umane e la salvaguardia dell'ambiente, offrendo un esempio replicabile di adattamento urbano ai cambiamenti climatici.

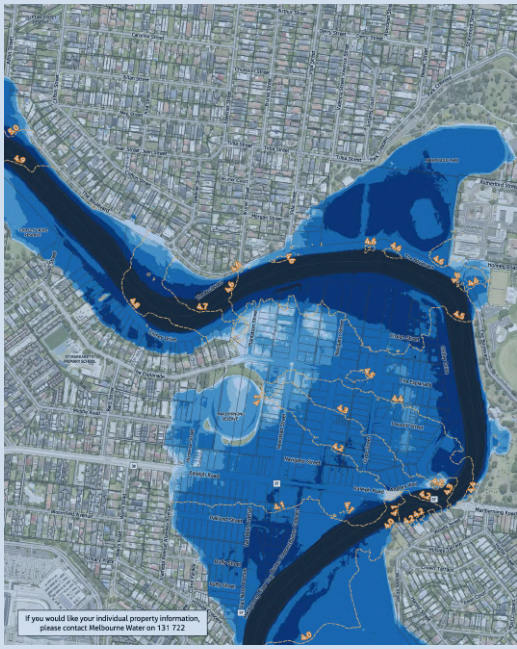
PRESSIONI

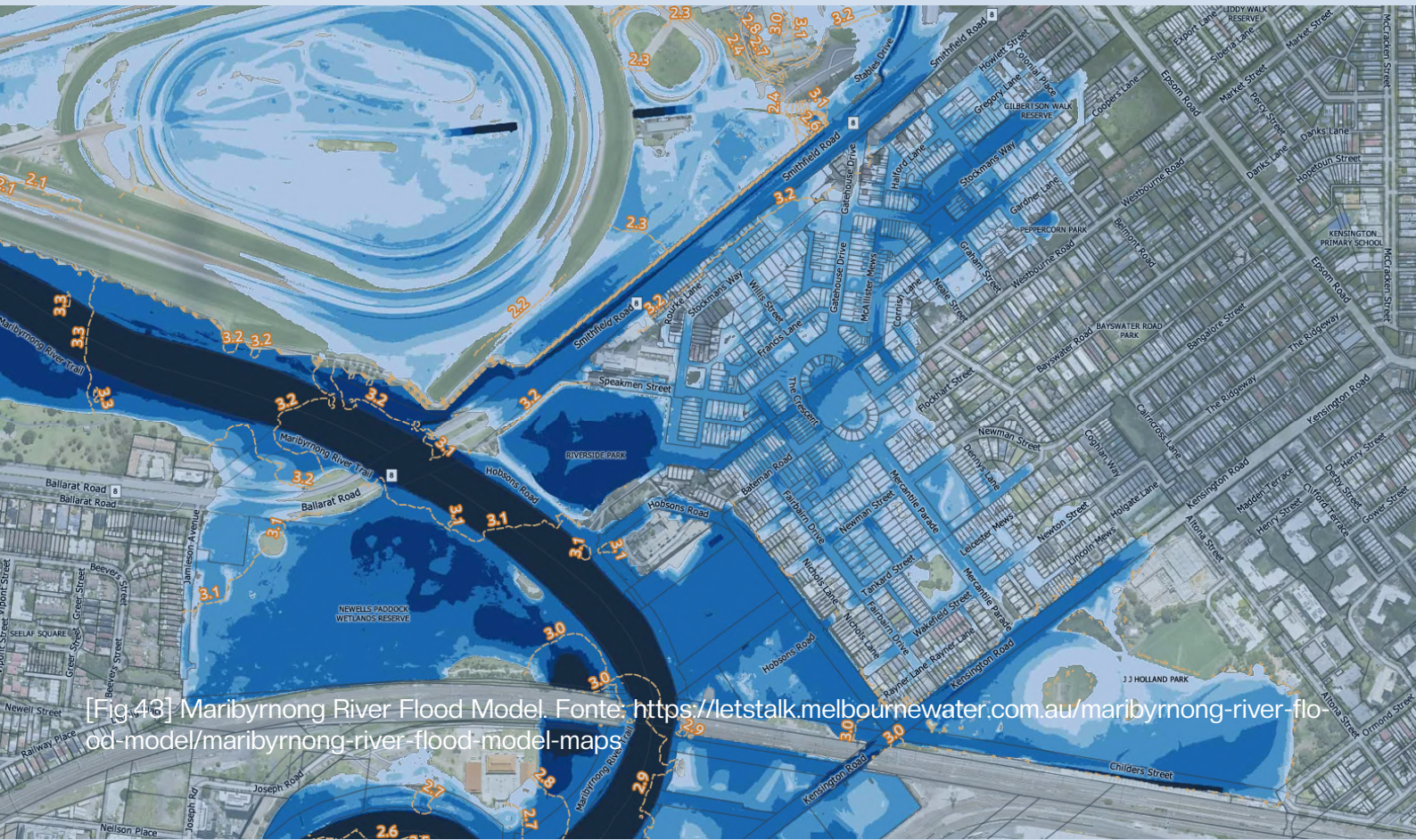
-Inondazioni
-Precipitazioni
-Consumo del suolo
-Perdita di Biodiversità
-Ondate di calore









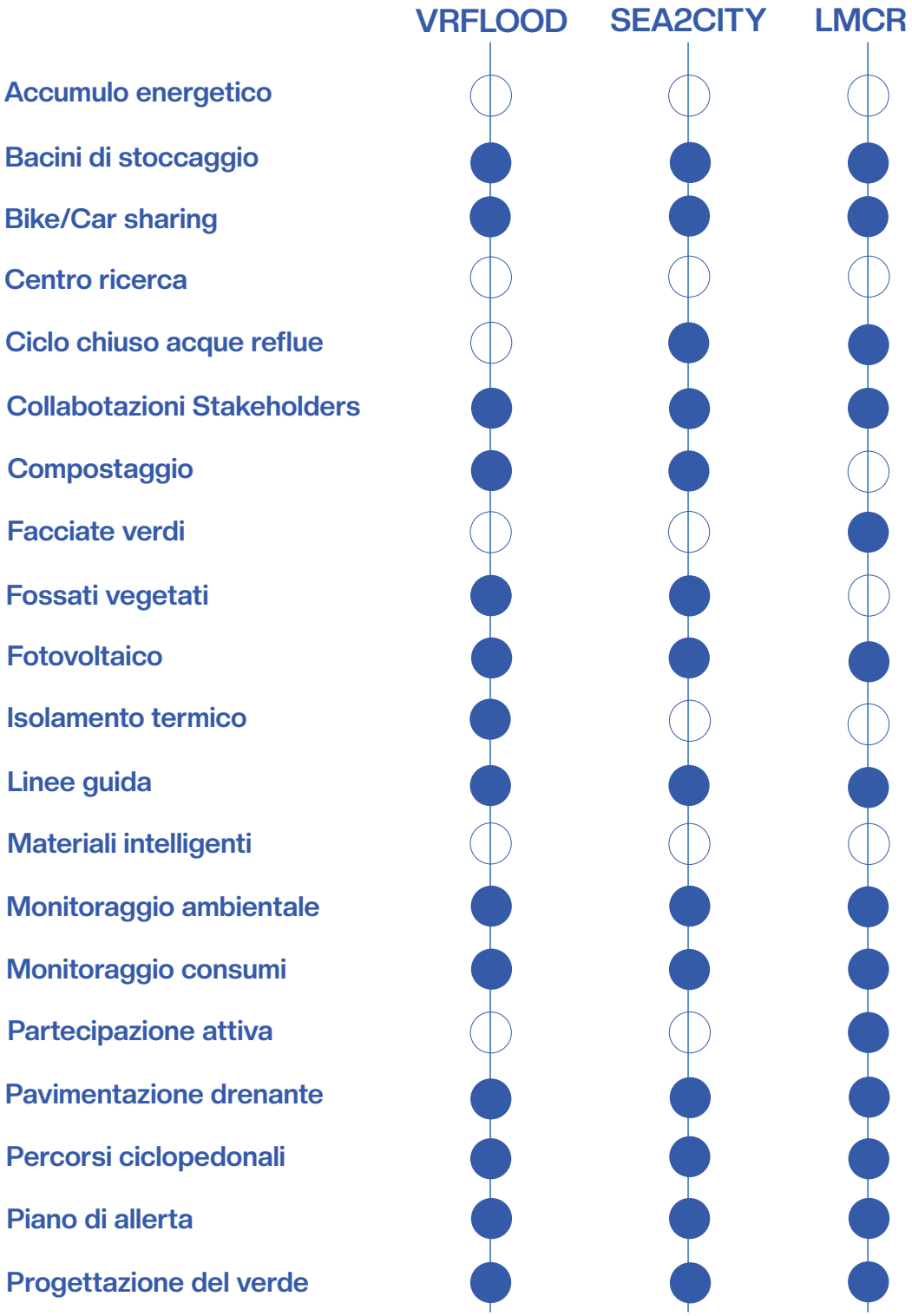


[Fig.43] Maribyrnong River Flood Model. Fonte: https://letstalk.melbournewater.com.au/maribyrnong-river-flood-model/maribyrnong-river-flood-model-maps

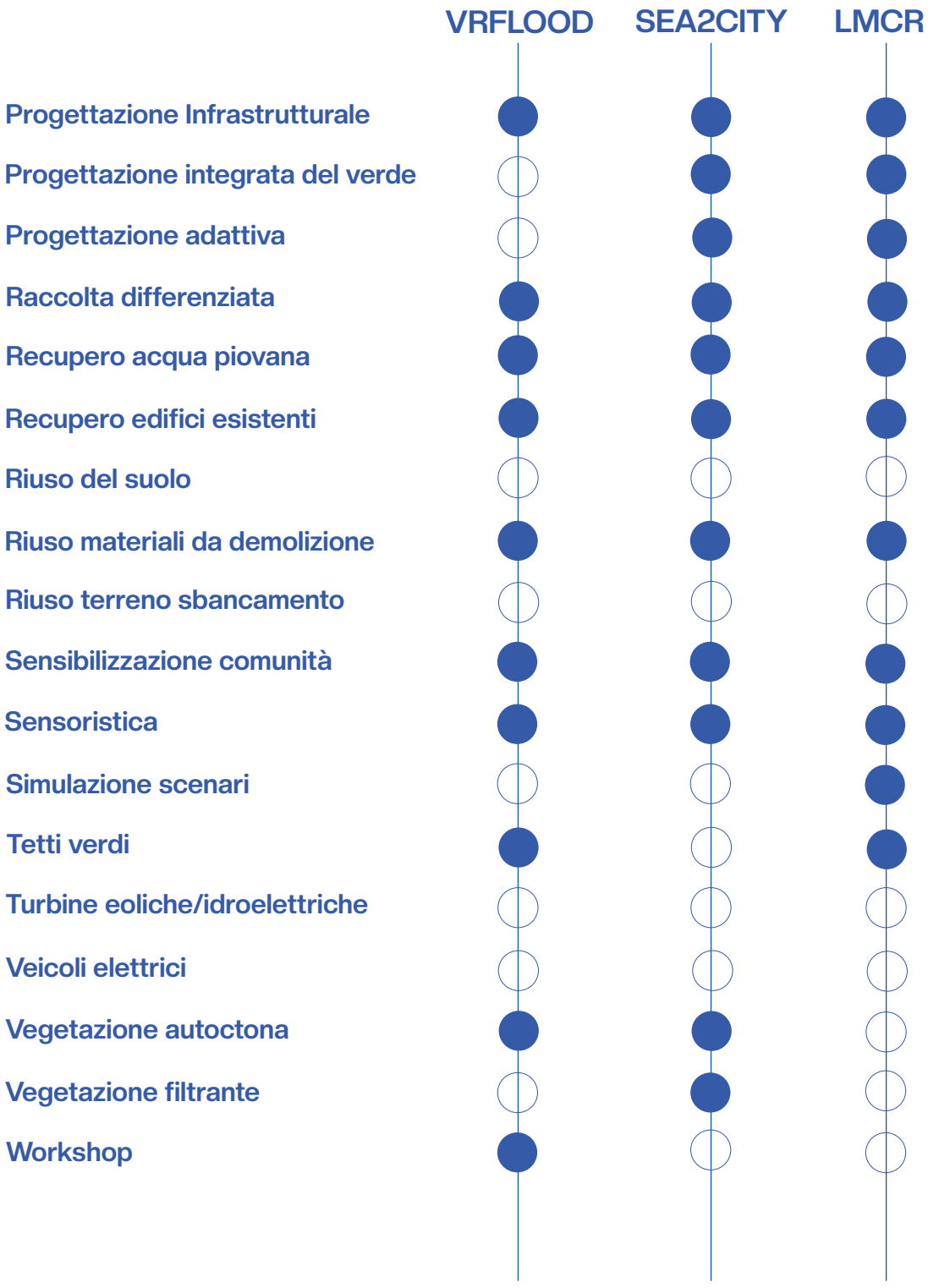
AZIONE	STRUMENTI DI AZIONE	ACT
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde 2. Vegetazione filtrate	*A*
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Pavimentazione drenante	*A*
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Pannelli fotovoltaici	*T*
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Ciclo chiuso acque reflue 2. Recupero acqua piovana 3. Bacini di stoccaggio	*A*
CONSERVAZIONE	1. Recupero edifici esistenti	*T*
EDUCAZIONE	1. Sensibilizzazione della comunità 2. Workshop per la comunità	*S*
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	1. Isolamento termico 2. Monitoraggio consumi	*T*
MOBILITÀ	1. Percorsi ciclopedonali	*S*
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Progettazione delle infrastrutture 2. Linee guida	*S*
SVILUPPO	1. Collaborazione con Stakeholders	*S*
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione modulare	*T*
RIDUZIONE RIFIUTI	1. Compostaggio 2. Raccolta differenziata	*S*
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale 2. Piano di allerta 3. Sensoristicai	*T*
RIUSO MATERIALI	1. Riuso materiali da demolizione	*T*

[Fig.44 Tabella riepilogativa delle azioni e strumenti di azione del caso studio VRFLOOD

5.1.1 COMPARAZIONE DEI CASI STUDIO



[Fig.45] Tabella comparativa dei casi studio


VRFLOOD
SEA2CITY
LMCR
Progettazione Infrastrutturale
Progettazione integrata del verde
Progettazione adattiva
Raccolta differenziata
Recupero acqua piovana
Recupero edifici esistenti
Riuso del suolo
Riuso materiali da demolizione
Riuso terreno sbancamento
Sensibilizzazione comunità
Sensoristica
Simulazione scenari
Tetti verdi
Turbine eoliche/idroelettriche
Veicoli elettrici
Vegetazione autoctona
Vegetazione filtrante
Workshop

CASI STUDIO: SMART CITY

05.2

Come nel caso del sottocapitolo sulla resilienza, sono stati presi in esame tre casi studio considerati virtuosi, con lo scopo di analizzarle le strategie utilizzate nelle smart city. I tre casi studio si concentrano principalmente sulla risoluzione delle sfide odierne attraverso l'utilizzo di strategie appartenenti a sei principi. Al contrario di quanto fatto precedentemente, sono stati scelti tre casi studio differenti, per poter analizzare diversi scenari, dall'riqualificazione di aree ex industriali alla trasformazione di interi quartieri, per poter valutare l'impatto di quste pratiche alle diverse scale.

Come proceduto per il tema della resilienza, troviamo gli **"strumenti di azione"**, classificate in primo luogo in nelle "azioni" che sintetizzano il tema d'azione e successivamente secondo una classificazione per ambito di risposta **Ambiente-Tecnologia-Società (ATS)**, basato sul sistema Pressure-State-Response(PSR).[89]

[89] OECD, *Framework of OECD work on environmental data and indicators*, Environment at Glance 2013, (2013). URL: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264185715-3-en.pdf?expires=1732998060&id=id&accname=guest&checksum=B685009C8617C576B7A2A3F82C8A7CAF

WOVEN CITY

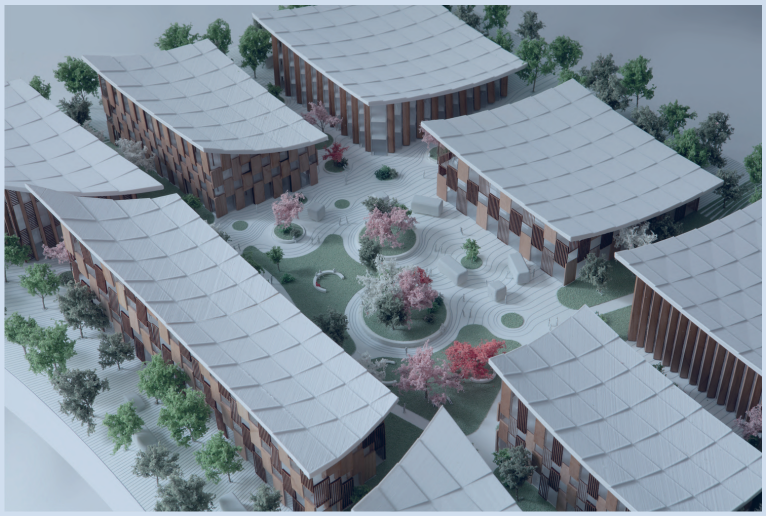
DATI CONOSCITIVI

-Prefettura di Shizuoka, Giappone
-Scala dell'intervento: quartiere
-Recupero dell'ex fabbrica di Toyota a Higashi-Fuji

Woven City è una città sperimentale proposta da Toyota come un laboratorio vivente per testare e sviluppare tecnologie innovative per le smart city del futuro. Situata ai piedi del Monte Fuji in Giappone, la città sarà alimentata da energia pulita e sarà completamente connessa, con veicoli autonomi, robot domestici e sensori integrati nella sua infrastruttura. Il nome "Woven" riflette l'integrazione armoniosa di persone, tecnologia e natura all'interno della città. Toyota prevede di coinvolgere partner esterni, università e sviluppatori per contribuire alla creazione di un ambiente urbano sostenibile e innovativo. La città fungerà da laboratorio per testare soluzioni avanzate in settori come la mobilità, l'energia, l'abitazione e la salute, con l'obiettivo di creare una nuova visione per le città del futuro.

PRESSIONI

-Inquinamento dell'aria
-Inquinamento acustico
-Consumo del suolo
-Ondate di calore
-Innondazioni



[Fig.46] Toyota Woven City. Fonte: https://www.woven-city.global/

AZIONE	STRUMENTI DI AZIONE	ACT
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde 2. Vegetazione autoctona	*A*
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Giardini verticali 2. Pavimentazione drenante 3. Tetti verdi 4. Vegetazione filtrante	*A*
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Impianto accumulo 2. Pannelli fotovoltaici	*T*
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Ciclo chiuso acque reflue 2. Recupero acqua piovana	*A*
EDUCAZIONE	1. Partecipazione attiva 2. Sensibilizzazione della comunità 3. Workshop per la comunità	*C*
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	1. Islamento termico 2. Materiali intelligenti 3. Monitoraggio consumi	*T*
MOBILITÀ	1. Bike/Car sharing 2. Percorsi ciclopedonali 3. Veicoli elettrici	*C*
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Progettazione delle infrastrutture	*C*
SVILUPPO	1. Centro di ricerca 2. Collaborazione con Stakeholders	*C*
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione modulare	*T*
RIDUZIONE RIFIUTI	1. Compostaggio 2. Raccolta differenziata	*C*
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale 2. Piano di allerta 3. Sensoristica	*T*
RIUSO MATERIALI	1. Riuso materiali da demolizione 2. Riuso terreno di sbancamento	*T*

[Fig.47] Tabella riepilogativa delle azioni e strumenti di azione del caso studio Woven City

ZOLLVEREIN ESSEN

DATI CONOSCITIVI

Essen, Renania Settentrionale-Vestfalia, Germania.
-Scala dell'intervento: quartiere
-Recupero dell'ex complesso Industriale Zollverein

L'intervento di riqualificazione dell'Isola di Zollverein ha trasformato un'ex area industriale di estrazione del carbone in un vivace quartiere culturale e turistico. Dichiarato Patrimonio dell'Umanità UNESCO nel 2001, il sito si estende per oltre 100 ettari e integra musei, centri artistici, spazi verdi, percorsi pedonali e ciclabili. I progettisti, tra cui Rem Koolhaas e il team SANAA, hanno mantenuto l'architettura originaria in stile Bauhaus, aggiungendo funzionalità moderne senza alterare le strutture storiche. L'obiettivo è di rendere Zollverein un sito neutrale dal punto di vista climatico entro il 2030, grazie all'uso di tecnologie sostenibili come il recupero del calore dalle vecchie miniere

PRESSIONI

-Inquinamento del suolo
-Consumo del suolo
-Incendi
-Ondate di calore
-Innondazioni

[Fig.48] Zollverein Coal Mine. Fonte: https://www.nrw-tourism.com/a-zollverein-coal-mine

AZIONE	STRUMENTI DI AZIONE	ACT
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde 2. Vegetazione autoctona	*A*
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Pavimentazione drenante 2. Vegetazione filtrante	*A*
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Pannelli fotovoltaici	*T*
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Bacini di stoccaggio 2. Ciclo chiuso acque reflue 3. Recupero acqua piovana	*A*
EDUCAZIONE	1. Sensibilizzazione della comunità	*C*
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	1. Islamento termico 2. Monitoraggio consumi	*T*
MOBILITÀ	1. Percorsi ciclopedonali	*C*
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Progettazione delle infrastrutture	*C*
SVILUPPO	1. Collaborazione con Stakeholders	*C*
RIDUZIONE RIFIUTI	1. Compostaggio 2. Raccolta differenziata	*C*
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale 2. Sensoristica	*T*
RIUSO MATERIALI	1. Riuso materiali da demolizione	*T*

[Fig.49] Tabella riepilogativa delle azioni e strumenti di azione del caso studio Zollverein Essen

SONGDO

DATI CONOSCITIVI

-Songdo, Incheon, Corea del Sud.
-Scala dell'intervento: quartiere
-Sviluppo della città eco-sostenibile e tecnologicamente avanzata

L'intervento di riqualificazione dell'Isola di Zollverein ha trasformato un'ex area industriale di estrazione del carbone in un vivace quartiere culturale e turistico. Dichiarato Patrimonio dell'Umanità UNESCO nel 2001, il sito si estende per oltre 100 ettari e integra musei, centri artistici, spazi verdi, percorsi pedonali e ciclabili. I progettisti, tra cui Rem Koolhaas e il team SANAA, hanno mantenuto l'architettura originaria in stile Bauhaus, aggiungendo funzionalità moderne senza alterare le strutture storiche. L'obiettivo è di rendere Zollverein un sito neutrale dal punto di vista climatico entro il 2030, grazie all'uso di tecnologie sostenibili come il recupero del calore dalle vecchie miniere

PRESSIONI

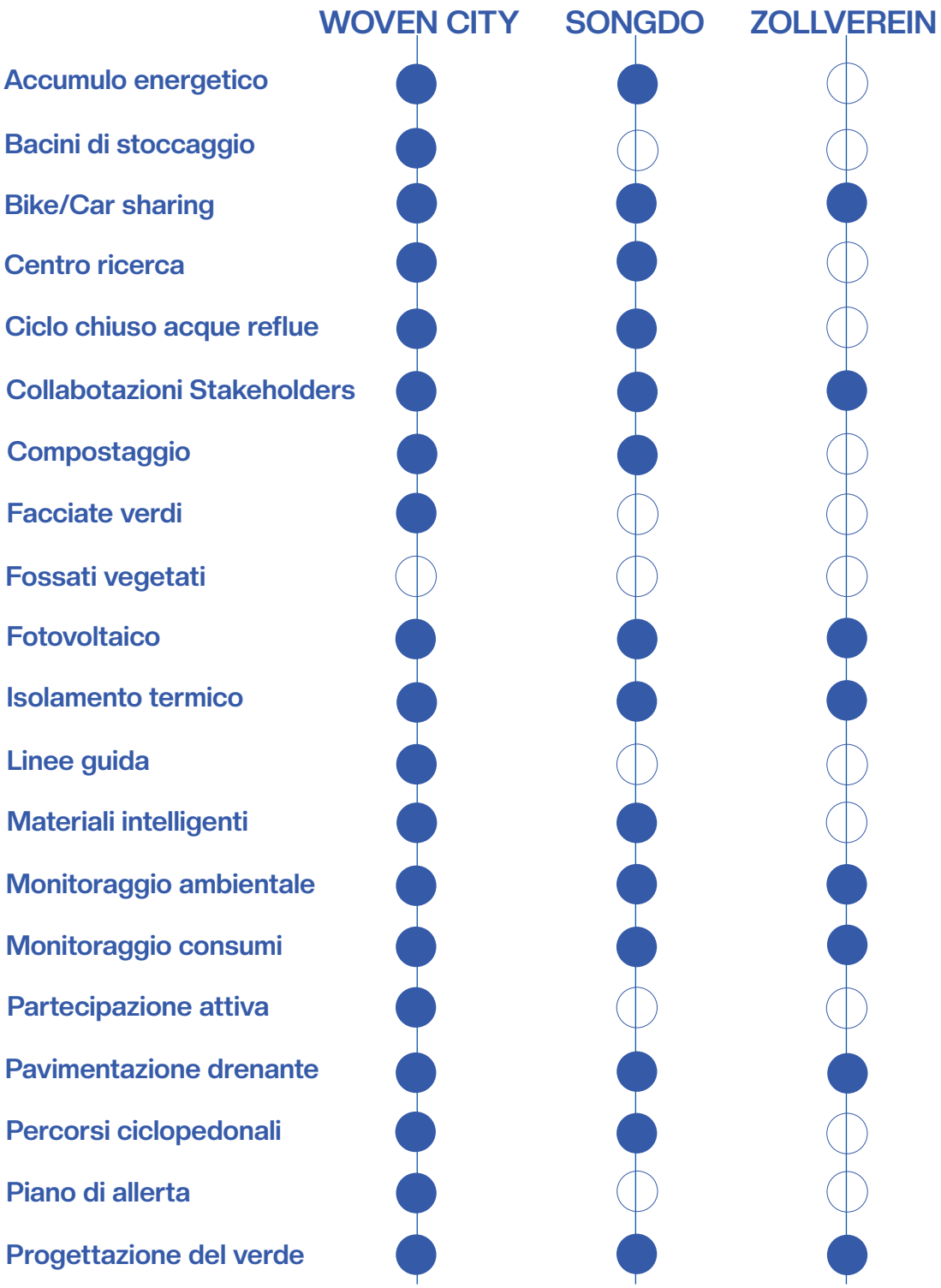
-Inquinamento
-Consumo del suolo
-Ondate di calore
-Innondazioni

[Fig.50] New Songdo City. Fonte: https://www.kpf.com/project/new-songdo-city

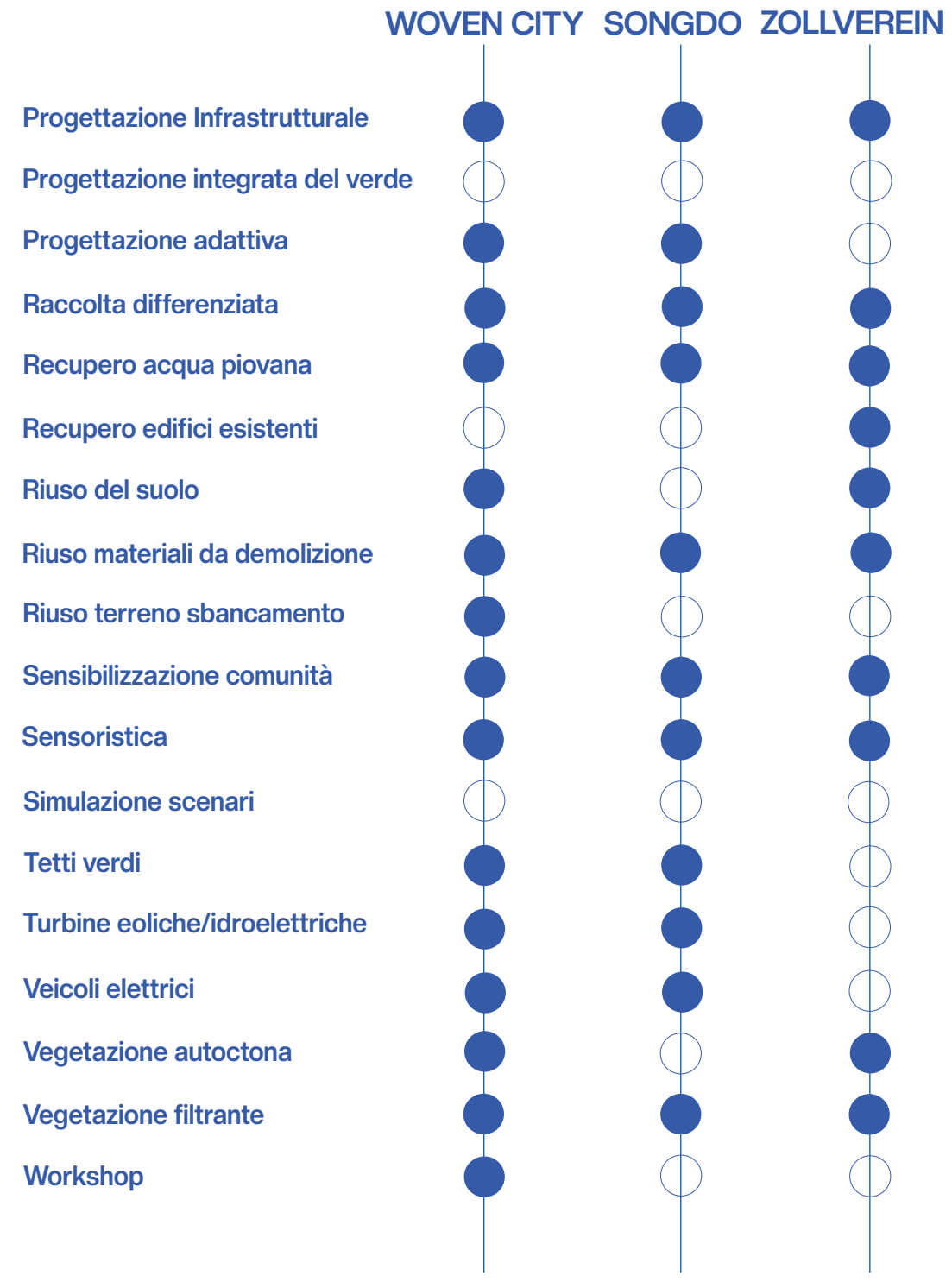
AZIONE	STRUMENTI DI AZIONE	ACT
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde 2. Vegetazione autoctona	*A*
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Pavimentazione drenante 2. Vegetazione filtrante	*A*
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Pannelli fotovoltaici	*T*
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Ciclo chiuso acque reflue 2. Recupero acqua piovana	*A*
EDUCAZIONE	1. Partecipazione attiva 2. Sensibilizzazione della comunità 3. Workshop per la comunità	*C*
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	1. Islamento termico 2. Monitoraggio consumi	*T*
MOBILITÀ	1. Bike/Car sharing 2. Percorsi ciclopedonali 3. Veicoli elettrici	*C*
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Progettazione delle infrastrutture	*C*
SVILUPPO	1. Centro di ricerca 2. Collaborazione con Stakeholders	*C*
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione modulare	*T*
RIDUZIONE RIFIUTI	1. Compostaggio 2. Raccolta differenziata	*C*
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale 2. Piano di allerta 3. Sensoristica	*T*
RIUSO MATERIALI	1. Riuso materiali da demolizione	*T*

[Fig.52] Tabella riepilogativa delle azioni e strumenti di azione del caso studio Songdo City

5.2.1 COMPARAZIONE DEI CASI STUDIO



[Fig.53] Tabella comparativa dei casi studio


WOVEN CITY
SONGDO
ZOLLVEREIN
Progettazione Infrastrutturale
Progettazione integrata del verde
Progettazione adattiva
Raccolta differenziata
Recupero acqua piovana
Recupero edifici esistenti
Riuso del suolo
Riuso materiali da demolizione
Riuso terreno sbancamento
Sensibilizzazione comunità
Sensoristica
Simulazione scenari
Tetti verdi
Turbine eoliche/idroelettriche
Veicoli elettrici
Vegetazione autoctona
Vegetazione filtrante
Workshop

CONSIDERAZIONI

05.3

Dall'analisi svolta emerge una significativa ricorrenza di azioni chiave intraprese sia nell'ambito dell'adattamento che dello sviluppo smart. Questa convergenza evidenzia come i due concetti siano profondamente interconnessi e, in molteplici casi, complementari nel perseguire un obiettivo comune: migliorare le condizioni di vita e la sostenibilità all'interno delle aree urbane. Le azioni individuate non solo riflettono approcci condivisi, ma rappresentano anche una base metodologica per l'identificazione di indicatori utili alla costruzione di un framework applicativo. Tali indicatori saranno fondamentali per strutturare una metodologia che possa supportare lo sviluppo di città più intelligenti e resilienti, capaci di rispondere efficacemente alle sfide presenti e future. I capitoli successivi segnano una transizione dal quadro teorico e analitico verso una dimensione più applicativa, con l'obiettivo di tradurre i risultati dell'analisi in strumenti operativi.

DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO

"Dalla nostra ultima analisi si evince che l'Europa si trova di fronte a rischi climatici urgenti che si acuiscono più rapidamente di quanto le nostre società riescano a prepararsi."

- Leena Ylä-Mononen

06

DEFINIZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE

06.1

Come ormai noto, la resilienza nel contesto urbano rappresenta la fondamentale capacità per le nostre città di rispondere efficacemente a eventi imprevisti e di recuperare senza la compromissione delle funzioni principali. Data la complessità della progettazione urbana in contesti sempre più fragili, risulta evidente come sia sempre più necessaria la valutazione accurata di questa capacità, per poterne identificare in anticipo i punti di debolezza e migliorarne la risposta. Lo strumento elaborato in questa tesi cerca di offrire un sistema di valutazione quantitativo della resilienza urbana, attraverso l'assegnazione di punteggi basati su indicatori specifici. In questo modo, sarà possibile quantificare in modo standardizzato il livello di resilienza, facilitando così il confronto tra diverse proposte progettuali e offrendo la possibilità di ideare anticipatamente interventi che possano migliorarne i risultati previsti.

L'approccio si basa su una valutazione sistemica in grado di poter sfruttare i vantaggi della tecnologia combinandoli ad una progettazione dal forte spirito adattivo e resiliente.

Sulla base delle analisi svolte precedentemente è stato quindi individuato un sistema che a livello strutturale si inspira alla struttura dell'Agenda 2030, i quali criteri di valutazione sono:

1. **PRESSIONI:** Attraverso l'analisi delle fragilità del contesto urbano sono state individuate le pressioni a cui quest'ultimo è più soggetto. Al fine di rendere la dimostrazione più concisa, è stato deciso di focalizzare la spiegazione del sistema sul fenomeno della crisi idrica, considerandolo rappresentativo per l'intera categoria degli effetti del cambiamento cliamtico.

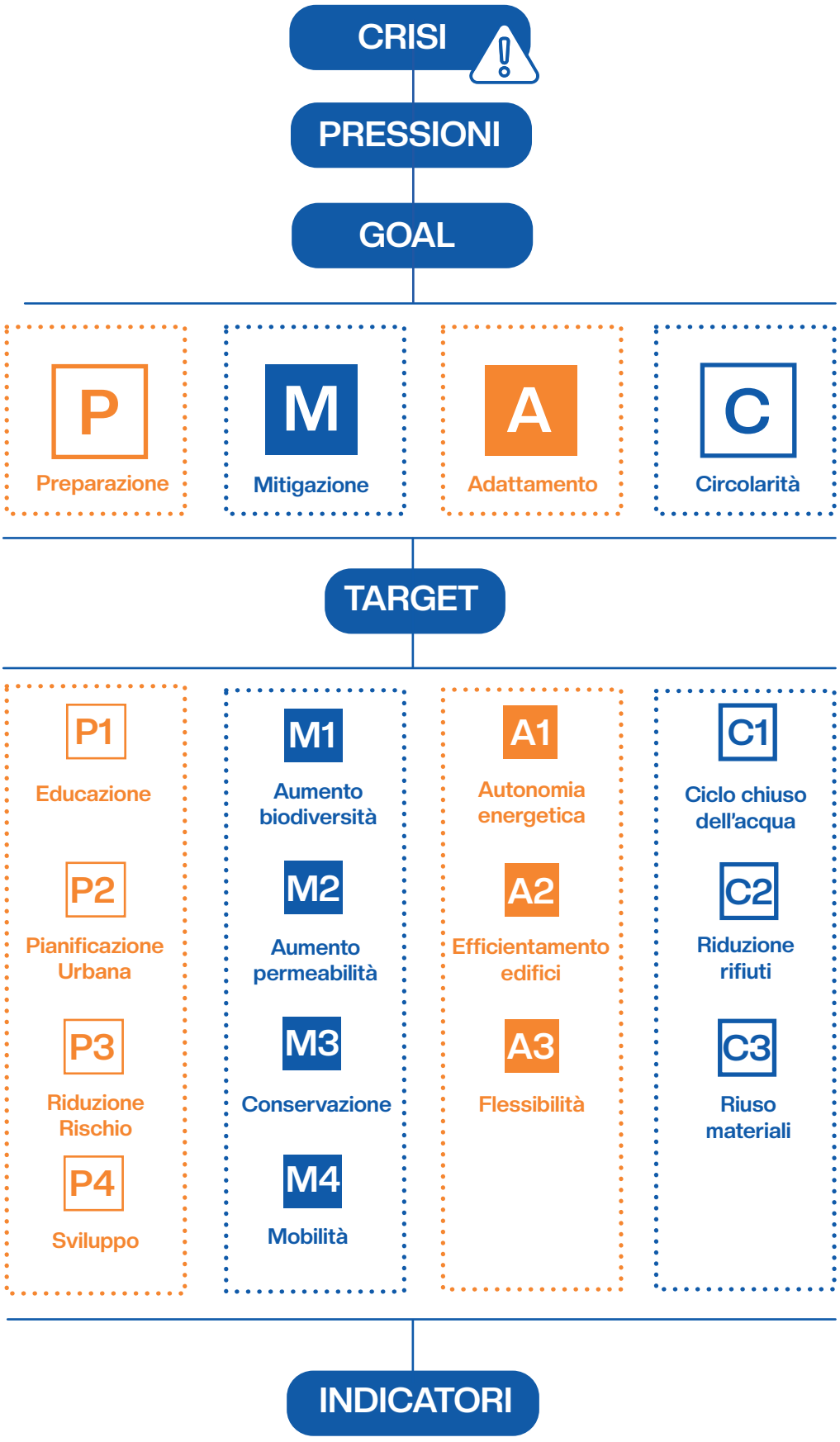
2. **GOAL:** Gli obbiettivi, come gli SdG dell'Agenda 2030, sono stati elaborati per affrontare una vasta gamma di sfide, in questo caso ambientali. Sono stati ottenuti attraverso l'analisi del concetto di "resilienza" e "società 5.0", rispettivamente raffiguranti i volti odierni dell'ambito ambientale e sociale. Attraverso l'estrapolazione dei concetti chiave[90] della resilienza si arriva alla definizione dei quattro goal :

    1. Preparazione
    2. Adattamento
    3. Mitigazione
    4. Riuso

3. **TARGET:** I target di conseguenza rispecchiano i traguardi specifici da raggiungere per ogni obbiettivo, formulati attraverso l'analisi dei precedenti casi studio per essere specifici e misurabili in modo da consentire il tracciamento dei progressi e la valutazione dei risultati attraverso l'assegnazione di un punteggio, ottenuto per l'utilizzo o meno degli strumenti d'azione, definiti "indicatori"

4. **INDICATORI:** Anch'essi ottenuti dalla ricerca svolta sui casi studio, si configurano come delle azioni specifiche, in grado di permettere il raggiungimento del target e quantificarne la riuscita. Ogni target presenta un diverso numero di indicatori, per questo, ai fini della valutazione verrà considerata una scala di valutazione ordinale.

[90] *I concetti chiave della resilienza sono: Preparazione, Mitigazione, Risposta e Recupero.*



[Fig.54] Schema elaborato per la valutazione sistemica della resilienza urbana

PRESSIONI

06.2

Attraverso l'analisi di quanto riportato dal *World Resources Institute*[91], è possibile individuare le pressioni più comuni e impattanti a cui le città sono soggette per effetto del cambiamento climatico:

1. CALDO ESTREMO

L'aumento costante delle temperature rappresenta una criticità molto impattante soprattutto nei contesti urbani, che risentono maggiormente degli effetti di questo innalzamento. La combinazione con fattori antropici come l'alta densità dell'edificato, % di suolo impermeabile sempre più alta e utilizzo di materiali predisposti all'aumento di calore contribuiscono all'effetto isola di calore, enfatizzata dall'assenza di aree naturali all'interno di città sempre più densificate. Questa condizione che aumenta notevolmente i rischi per la salute e gli ecosistemi, peggiora anche gli effetti della siccità, provocata dai prolungati periodi di assenza di precipitazioni.

[91] Eric Mackres , John-Rob Pool , Saif Shabou , Ted Wong , James Anderson , Christopher Gillespie, Sadof Alexander, *New Data Dashboard Helps Cities Build Urban Resilience in a Changing Climate, Luglio 2023.* (ultima consultazione 30 novembre 2024). *URL: https://www.wri.org/update/new-data-dashboard-shows-climate-change-risks-in-cities*

2. INQUINAMENTO ATMOSFERICO

La qualità dell'aria nelle zone urbane sta velocemente tendendo verso livelli sempre più bassi per effetto delle attività antropiche. Polveri sottili, smog e rifiuti tossici sono sempre più concentrati nei centri urbani e i loro effetti stanno portando rapidamente ad una riduzione della sicurezza, sia per le categorie fragili che non. L'impatto sulla salute pubblica lo rende una pressione oltre che ambientale anche sociale, in quanto è un rischio sempre maggiore che tende a crescere in proporzione all'aumento della popolazione urbana per effetto dell'aumento delle necessità.

Inoltre, per effetto dell'enfatizzazione degli eventi estremi, nei periodi molto freddi, per effetto dell'inversione termica, l'aria calda tende a spingere l'aria fredda verso il basso bloccando gli inquinanti verso il suolo, effetto enfatizzato soprattutto nelle città situate in pianura o nelle vallate. soprattutto in periodi particolarmente caldi, l'aria che tende a ristagnare ne peggiora notevolmente la qualità, che uniti agli eventi di calore provocando seri rischi per la salute.

3. INONDAZIONI

Le città situate vicino alle coste o ai corsi d'acqua risultano particolarmente vulnerabili per costituzione, ma negli ultimi anni è sempre più evidente come questa caratteristica non sia più l'unica sufficiente per decretare un rischio idrogeologico elevato. Difatti, l'aumento delle precipitazioni intense sta sovraccaricando i sistemi di drenaggio urbano, già compromessi dalla scarsa capacità di ritenzione idrica dei terreni sempre più stressati. Proprio per questo, oggi nessuna città risulta essere al sicuro, in quanto l'eccessiva impermeabilizzazione del suolo e l'insufficienza delle infrastrutture di gestione contribuiscono ad aumentare il rischio di allagamenti e inondazioni.

4. EPIDEMIE

Studi recenti evidenziano come le temperature sempre più elevate e gli eventi estremi stanno distruggendo gli equilibri naturali, portando alla comparsa di nuove malattie ed epidemie, causate anche dalla comparsa di specie infestanti non presenti fino a quel momento in quell'ecosistema, come nel recente caso di comparsa della dengue nella regione meridionale dell'Europa.[92]

[92] Priya Joi,*The deadly diseases that are spiking because of climate change*, GAVI, Settembre 2023, (ultima consultazione 30 novembre 2024) URL: https://www.gavi.org/vaccineswork/deadly-diseases-are-spiking-because-climate-change

GOAL

06.3

I quattro Goal individuati per la valutazione sono stati ottenuti a partire dall'analisi del concetto di resilienza, dal quale sono stati estrapolati gli elementi chiave (preparazione, mitigazione, risposta e recupero).[93] Da questi concetti emerge come la resilienza agisca su due piani diversi, quello della prevenzione, volto alla riduzione dell'impatto degli eventi e quello del ripristino, che deve essere più rapido e semplice possibile. Il ruolo della progettazione urbana è proprio quello di contribuire più possibile nella fase che precede l'emergenza. Dunque, le azioni di **"preparazione"** e **"mitigazione"** sono state utilizzate come obbiettivi in quanto risultano fondamentali per l'aumento della resilienza dei contesti urbani. Dopo l'analisi sistemica svolta, è emerso inoltre come nel contesto urbano azioni come l'**"adattamento"** e la **"circolarità"** siano due obbiettivi fondamentali per la creazione di sistemi più sostenibili.

[93] Lukuba Sweya, Suzanne Wilkinson, *Tool development to measure the resilience of water supply systems in Tanzania: Economic dimension*, Jamba: Journal of Disaster Risk Studies, V.13 (Gennaio 2021). DOI: https://doi.org/10.4102/jamba.v13i1.860

Dall'analisi svolta precedentemente risulta inoltre evidente come i goal di "preparazione" e "circolarità" appartengano alla dimensione di risposta più sociale, in quanto la maggior parte delle azioni debbano essere intraprese dai governi e dalle comunità locali, mentre gli obbiettivi di "adattamento" e "mitigazione" appartengano ad una dimensione di risposta diretta e più complessa della crisi ambientale. [Fig. 19]

6.3.1 PREPARAZIONE

Questo goal si riferisce allo sviluppo di strategie in grado di rendere le città pronte ad affrontare gli effetti della crisi climatica. I target specifici di questo obbiettivo si concentrano sull'importanza dell'educazione e sensibilizzazione della comunità, sulla pianificazione consapevole, lo sviluppo di strumenti governativi e la costante ricerca per il miglioramento dei risultati.

6.3.2CIRCOLARITÀ

Questo obbiettivo si basa sulla creazione di un modello urbano costruito intorno al concetto di economia circolare, che risulta fondamentale nella progettazione di città sostenibili. Difatti, l'uso efficiente delle risorse può avere un effetto enorme sulla riduzione degli impatti e riduzione della produzione di rifiuti. In quest'ultimo caso, la circolarità permette di avere come conseguenza un'ulteriore disponibilità di risorse preziose, dall'enorme potenziale.

6.3.3 MITIGAZIONE

La mitigazione è un altro goal strategico, in quanto le città sono responsabili di una parte significativa delle emissioni globali. L'adozione di soluzioni naturali e di integrazioni con strumenti tecnologici è la chiave di sviluppo per un approccio efficace.

6.3.4 ADATTAMENTO

L'adattamento in se, risulta essere un obbiettivo chiave per città più resilienti, in quanto la capacità di mutare cioè che esiste in risposta ad una crisi è uno degli scenari quotidiani più probabili per le nostre città.

[Fig.55] Classificazione dei goal

TARGET

06.4

Ognuno dei quattro goal precedentemente illustrati è suddiviso in una serie di target specifici, pensati per tradurre gli obiettivi generali in ambiti di intervento concreti. Questi target, articolati su temi chiave, rappresentano non solo le strategie da adottare per il loro raggiungimento, ma anche gli indicatori attraverso cui è possibile misurare e valutare i progressi compiuti nel tempo.Questi target sono articolati su ambiti chiave, che e corrispondono a delle strategie da adottare per il raggiungimento di tali obbiettivi e che consentono di valutarne il grado di raggiungimento. Per il seguente studio sono stati presi gli strumenti di azione individuati nei sei casi studio precedentemente analizzati e classificati prima per macrotema (goal) e poi per tema specifico (target). Nel contesto specifico della pianificazione urbana resiliente, questi target risultano particolarmente rilevanti per definire strategie per aumentare la resilienza e la sostenibilità delle città.

PREPARAZIONE

P1

EDUCAZIONE

Azioni volte alla sensibilizzazione dei cittadini, delle istituzioni e imprese, con l'obbiettivo di migliorare la risposta alle emergenze

P2

PIANIFICAZIONE URBANA

Creazione di strumenti in grado di guidare la pianificazione verso un approccio più resiliente e in grado di gestire l'aumento della crescita urbana e la gestione delle risorse disponibili

P3

RIDUZIONE RISCHI

Identificazione e gestione preventiva dei rischi climatici e ambientali attraverso tecnologie e preparazione della comunità

P4

SVILUPPO

Promozione della ricerca e dell'integrazione di soluzioni innovative tra politiche e attori

CIRCOLARITÀ

C1

CICLO CHIUSO ACQUA

Attuazione di azioni per la corretta gestione della risorsa idrica e per la riduzione della dispersioni

C2

RIDUZIONE

Azioni volte alla riduzione degli sprechi e della produzione di rifiuti

C3

RIUSO

Promozione delle attività di riuso di materiali in ambito edilizio, con particolare attenzione nei casi di riuso di edifici

PREPARAZIONE

M1

AUMENTO BIODIVERSITÀ
Promozione della biodiversità nelle aree urbane attraverso interventi volti a proteggere e ripristinare gli habitat e la flora e fauna locale

M2

AUMENTO PERMEABILITÀ
Adozione di soluzioni per aumentare la permeabilità del suolo al fine di ridurre i rischi di allagamenti e migliorare la gestione delle acque di prima pioggia

M3

CONSERVAZIONE
Insieme di azioni mirate per la protezione e valorizzazione del patrimonio edilizio e di quello ambientale per garantire la sostenibilità a lungo termine

M4

MOBILITÀ
Incentivazione all'utilizzo dei trasporti pubblici e di modelli più sostenibili come la mobilità dolce e lo sharing

ADATTAMENTO

A1

AUTONOMIA ENERGETICA
Implementazione di sistemi per la produzione e gestione autonoma di energia sostenibile e creazione di modelli di distribuzione e condivisione virtuosa

A2

EFFICIENTAMENTO
Insieme di azioni volte al miglioramento dell'efficienza degli edifici esistenti, per la riduzione dei consumi e delle emissioni

A3

FLESSIBILITÀ
Promozione di una visione più flessibile delle città attraverso strategie specifiche sulla piccola e grande scala

INDICATORI

06.5

Per la valutazione dei target è stato quindi necessario individuare degli indicatori. Nello specifico del nostro caso, gli indicatori estrapolati dall'analisi dei precedenti casi studio, sono gli strumenti d'attuazione dei singoli target, azioni specifiche da intraprendere per il raggiungimento del goal prefissato. Ogni target infatti presenta indicatori specifici, che consentono di pesare e comunicare in modo chiaro i risultati ottenuti, anche in un'ottica di trasparenza in termini di cittadini, enti governativi ed eventuali stakeholders.

I target hanno un numero diverso di indicatori individuati, per questo motivo ai fini della valutazione è stata presa in considerazione una scala ordinale (minimo, moderato, massimo) i quali criteri di assegnazione verranno specificati in uno schema apposito. [Fig. 18] L'assegnazione della valutazione viene data esplicitamente sull'utilizzo o meno di azioni specifiche intraprese in ottica degli indicatori identificati.

TARGET	PUNTEGGIO		
	minimo	moderato	massimo
P1	1 indicatore	2 indicatori	3 indicatori
P2	1 indicatore	2 indicatori	3 indicatori
P3	1 indicatore	2/3 indicatori	4 indicatori
P4	1 indicatore	/	2 indicatori
C1	1 indicatore	2 indicatori	3 indicatori
C2	1 indicatore	/	2 indicatori
C3	1 indicatore	/	2 indicatori
M1	1 indicatore	/	2 indicatori
M2	1/2 indicatori	3/4 indicatori	5 indicatori
M3	1 indicatore	/	2 indicatori
M4	1 indicatore	2 indicatori	3 indicatori
A1	1 indicatore	2 indicatori	3 indicatori
A2	1 indicatore	2 indicatori	3 indicatori
A3	/	/	1 indicatore

[Fig.56] Tabella esplicativa dei criteri di assegnazione delle valutazioni

PREPARAZIONE			
TARGET	**INDICATORI**		**DESCRIZIONE**
EDUCAZIONE	**Partecipazione attiva**	Alto Medio Basso	Alta: Eventi continui e diffusi Media: Iniziative puntuali Bassa: Assenza
	Sensibilizzazione comunità	di che tipo	Consultazioni pubbliche eventi, forum, laboratori tematici, volontariato.
	Workshop	Si/No	Laboratori tematici per aumentare la consapevolezza pubblica.
PIANIFICAZIONE URBANA	**Linee guida**	Si/No	Definiziono di standard e buone pratiche per la progettazione resiliente.
	Progettazione infrastrutturale	Alta Media Bassa	Alta: Gestione straordinari Media: Gestione ordinaria Bassa: Sistemi obsoleti
	Progettazione integrata del verde	di che tipo	Viali alberati, giardini, parchi, orti urbani, tetti verdi, giardini verticali, foreste urbane.
RIDUZIONE RISCHI	**Monitoraggio ambientale**	Si/No	Raccolta e analisi dei dati ambientali per la prevenzione dei rischi.
	Piano di allerta	Si/No	Protocolli per avvisare rapidamente la popolazione dell'imminenza di eventi cri-
	Sensoristica	Si/No	Sensori per la rilevazione in tempo reale delle condizioni critiche. tici.
	Simulazioni scenari	Si/No	Simulazioni di scenari futuri e previsioni
SVILUPPO	**Centro di ricerca**	Si/No	Sperimentazione in loco per la ricerca e lo sviluppo di soluzioni innovative.
	Collaborazione Stakeholder	Alta Media Bassa	Alta: PA, Istruzione e Privati Media: 2/3 soggetti Bassa: 1/3 soggetti

[Fig.57] Tabella indicatori individuati per il goal "Preparazine"

CIRCOLARITÀ			
TARGET	INDICATORI		DESCRIZIONE
CICLIO CHIUSO ACQUA	Bacini di stoccaggio	di che tipo	Bacini di accumulo, detenzione, espansione, laminazione
	Ciclo chiuso acque reflue	Si/No	Ciclo chiuso delle acque reflue attraverso trattamento e riuso
	Recupero acque piovane	Si/No	Raccoltà delle acque di prima pioggia e riuso
RIDUZIONE	Compostaggio	Si/No	Attività di compostaggio dei rifiuti organici
	Raccolta differenziata	Si/No	Attività di raccolta differenziata per la facilitazione del riciclo
RIUSO	Riuso materiali da demolizione	[%]	Quantità di materiale edilizio recuperato
	Riuso terreno sbancamento	[%]	Quantità di terreno riutilizzato dopo lo scavo/sbancamento

[Fig.58] Tabella indicatori individuati per il goal "Circolarità"

MITIGAZIONE			
TARGET	INDICATORI		DESCRIZIONE
AUMENTO BIODIVERSITÀ	Progettazione del verde	Si/No	Integrazione del verde
	Utilizzo di vegetazione autoctona	Si/No	Uso di vegetazioni locali con necessità di bassa manutenzione
AUMENTO PERMEABILIÀ	Facciate verdi	[%]	Quantità di superifici verticali ricoperte di verde
	Fossati vegetati	Si/No	Vegetazione progettata per la gestione delle acque di prima pioggia
	Pavimentazione drenante	[%]	Quantità di superficie pavimentata drenante
	Tetti verdi	[%]	Quantità di superficie orizzontale in quota ricoperta di verde
	Vegetazione filtrante	di che tipo	Utilizzo di specie in grado di depurare l'acqua e l'aria dai contaminanti
CONSERVAZIONE	Recupero edifici esistenti	[%]	Quantità di partimonio edilizio esistente conservato/ recuperato
	Riuso del suolo	Si/No	Ripristino o trasformazione di suolo già impegato precedentemente
MOBILITÀ	Bike/Car sharing	Si/No	Implementazione del servizio di condivisione di bike e auto sul territorio.
	Percorsi ciclopedonali	Alto Medio Basso	Alta: Integrazione Media: Estensione Bassa: Preesistenza
	Veicoli elettrici	[%]	Quantià di colonnine elettriche per inentivare all'utilizzo di veicoli elettrici

[Fig.59] Tabella indicatori individuati per il goal "Mitigazione"

ADATTAMENTO			
TARGET	INDICATORI		DESCRIZIONE
AUTONOMIA ENERGETICA	**Accumulo energetico**	Si/No	Impianti di accumulo per garantire sempre la disponibilità energetica
	Fotovoltaico	[kWhel/a]	Quantità di energia pulita per mezzo del sistema fotovoltaico
	Turbine eoliche/ idroelettriche	[kWhel/a]	Quantità di energia pulita per mezzo del sistema eolico o idrico
EFFICIENTAMENTO	**Isolamento termico**	Si/No	Implementazione dell'isolamento termico degli edifici, come cappottature
	Materiali intelligenti	di che tipo	Materiali a cambiamento di fase, materiali fotovoltaici integrati, vetri intelligenti, ecc.
	Monitoraggio consumi	Si/No	Raccolta dati sui consumi per migliorare la gestione delle risorse
FLESSIBILITÀ	**Progettazione adattiva**	Si/No	Approccio flessibile per il miglioramento della risposta del costruito

[Fig.60] Tabella indicatori individuati per il goal "Adattamento"

APPLICAZIONE PER LA COMPARAZIONE

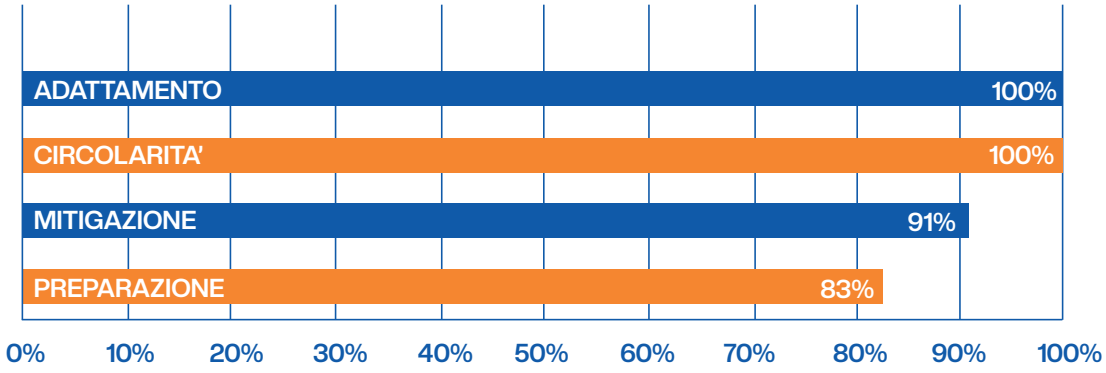
07

VALUTAZIONE E COMPARAZIONE DI PROGETTI

07.1

7.1.1 VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Nella parte successiva di questa tesi, la metodologia elaborata verrà applicata in due modalità differenti. L'approccio elaborato può essere infatti utilizzato sia per la valutazione di contesti consolidati e proposte progettuali, che come supporto alla progettazione stessa. Nel primo caso, sono stati esaminati i sei casi studio precedentemente analizzati per estrapolare i vari indicatori, e comparati tra loro per poter valutare l'efficacia dei progetti stessi in termini di resilienza e sostenibilità. Questo processo può essere inteso come analisi assestante per un confronto comparativo tra più opzioni o parte di un processo più complesso di raccolta dati. I seguenti casi studio suddivisi prima in esempi per le smart city e per le città resilienti verranno in questo caso analizzati insieme, per poter svolgere un confronto globale e comprendere quali approcci siano i più virtuosi per il raggiungimento di smart city resilienti.

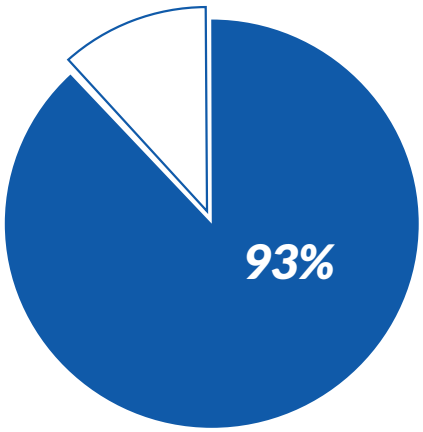


[Fig. 61] Grafico con % di raggiungimento dei singoli obbiettivi

Ogni caso studio sarà accompagnato da una prima scheda in cui tramite un abaco verranno assegnate delle valutazioni ad ogni target e che restituirà graficamente il livello con cui contribuiscono al raggiungimento dell obbiettivo. In questo modo risulta possibile conoscere l'impatto delle singole azioni sul totale e avere una valutazione più specifica dei target

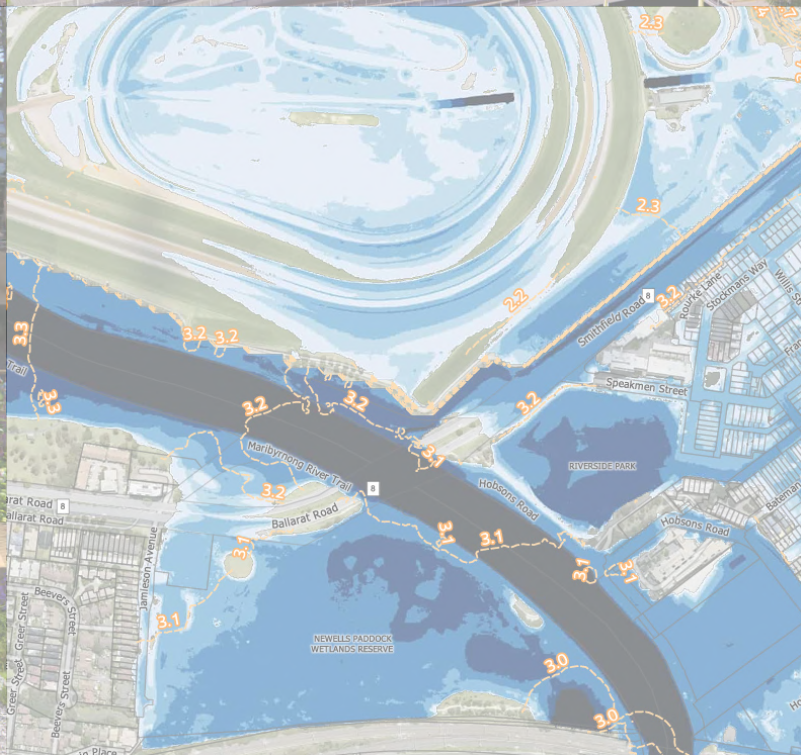
Nella seconda scheda verrà invece riportato un primo grafico [Fig.61] che illustra il grado di avvicinamento del caso studio al completo raggiungimento di ciascun dei quattro obbiettivo individuati per una Smart city resiliente. Per ogni obbiettivo analizzato viene indicata una percentuale di conformità, ottenuta sulla base dei target specifici rispettati.

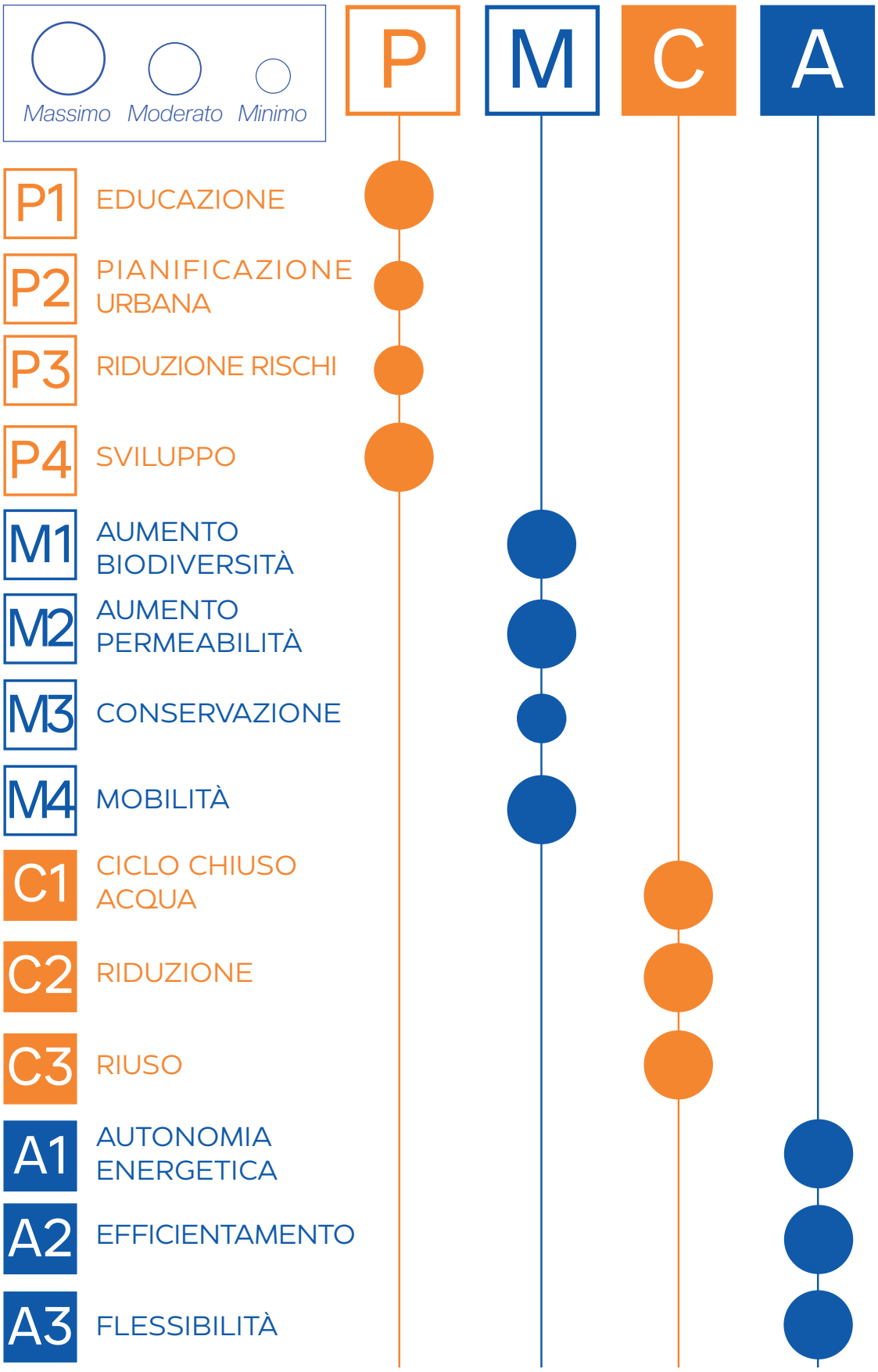
Successivamente, un secondo grafico offre una rappresentazione complessiva della % globale di allineamento del progetto rispetto agli ideali di Smart Resilient city. Attraverso questa analisi, è possibile dunque valutare e ottenere dei dati precisi sulla resilienza complessiva dei progetti ma anche in ottica di specifici obbiettivi, per comprendere meglio quali azioni andare ad implementare.



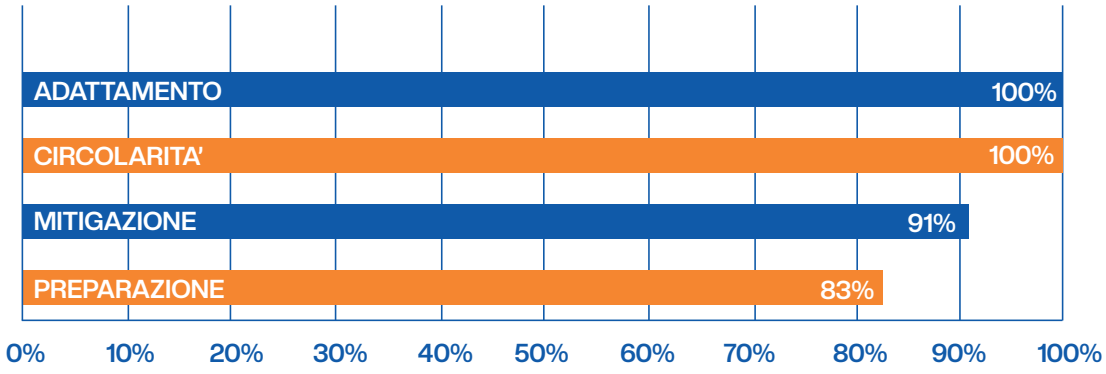
[Fig. 62] Grafico con % di raggiungimento del modello di "smart resilient city"

WOVEN CITY


Smithfield Road
Speakmen Street
Marlbyrnong River Trail
Ballarat Road
Hobsons Road
RIVERSIDE PARK
NEWELLS PADDOCK WETLANDS RESERVE
Jamieson Avenue
Beevers Street
Greer Street



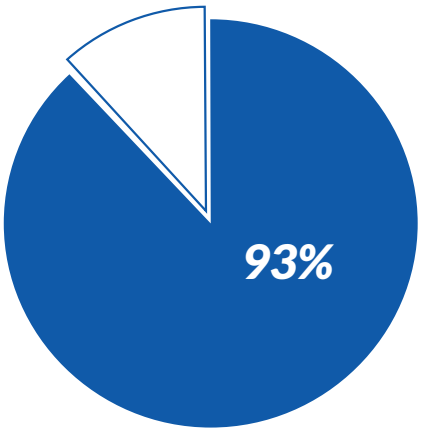
[Fig.63] Abaco di valutazione del caso studio "Woven City"



[Fig. 64] Grafico con % di raggiungimento dei singoli obbiettivi

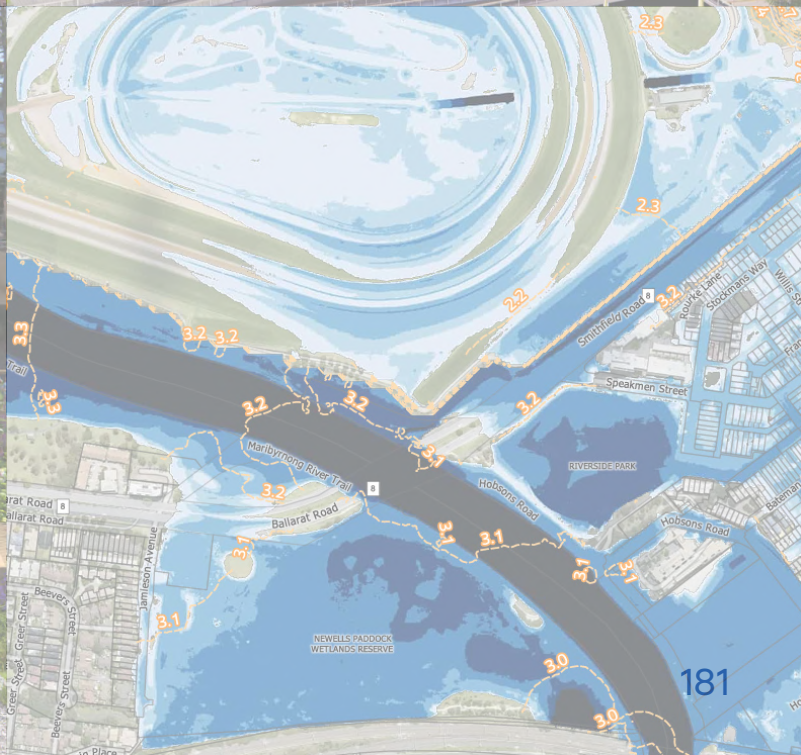
Il primo grafico [Fig. 64] mostra come il progetto di Woven City si orienti fortemente verso un approccio smart e resiliente, con una particolare attenzione agli obbiettivi della circolarità e all'adattamento. L'aspetto tecnologico svolge un ruolo fondamentale in questo caso, soprattutto nell'ambito della mobilità e della governance, con una particolare attenzione anche alla sfera sociale e personale. L'analisi permette inoltre di poter comprendere come, nonostante gli ottimi risultati, sia possibile incrementare azioni a livello di preparazione, magari tramite una pianificazione urbana più estesa, che vada oltre i confini del singolo progetto.

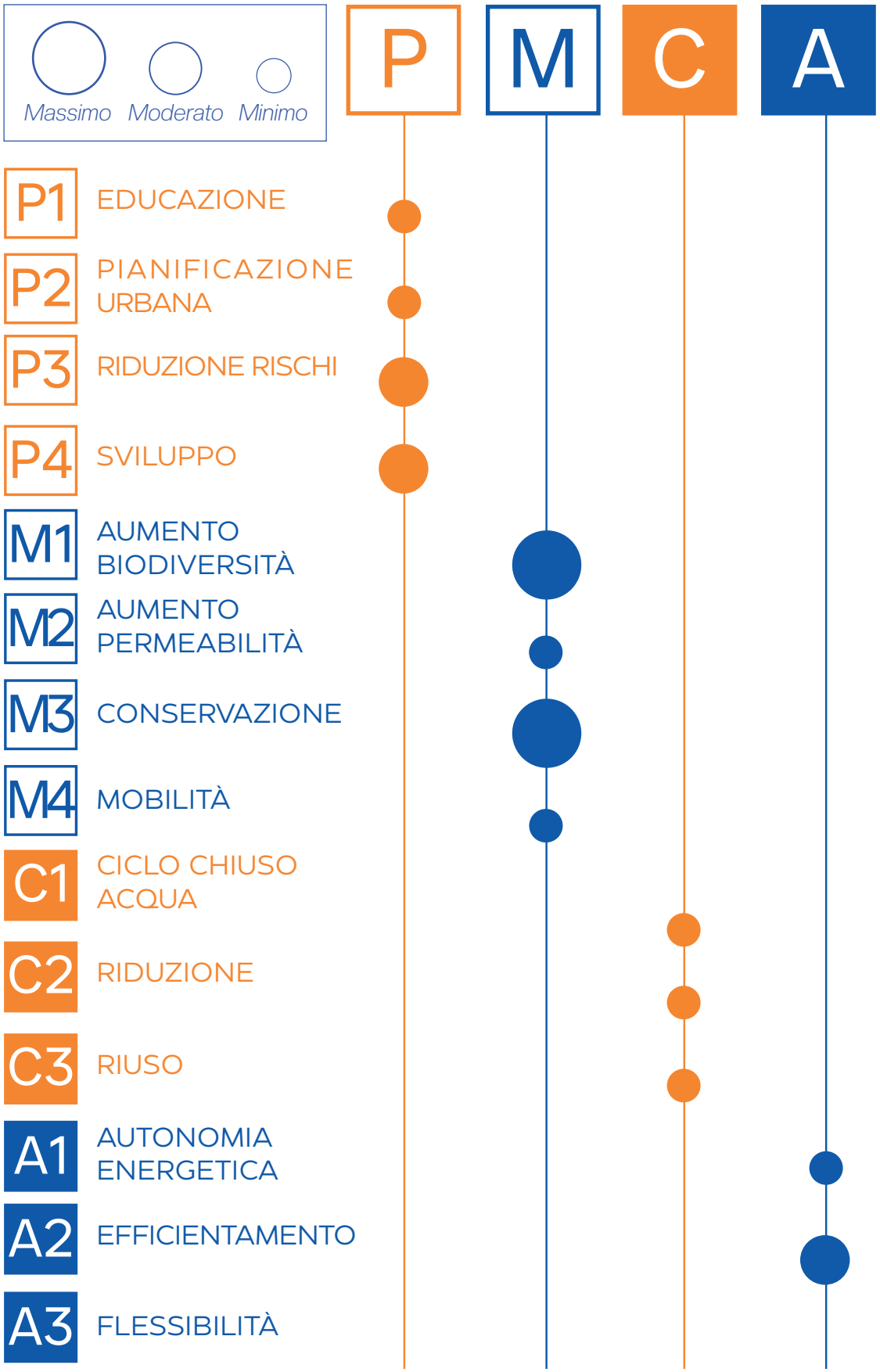
Il grafico successivo [Fig.65] permette di apprezzare come questo progetto raggiunga un livello molto alto di conformità agli obbiettivi definiti, indicando una quasi totale adesione ai principi fondamentali previsti per la smart resilient city e rendendolo il caso studio analizzato più vicino al modello di Smart city resiliente. È importante però tenere in considerazione che in quest'analisi non è stato preso in esame il forte impatto causato dalla demolizione completa degli edifici dell'ex sito industriale.



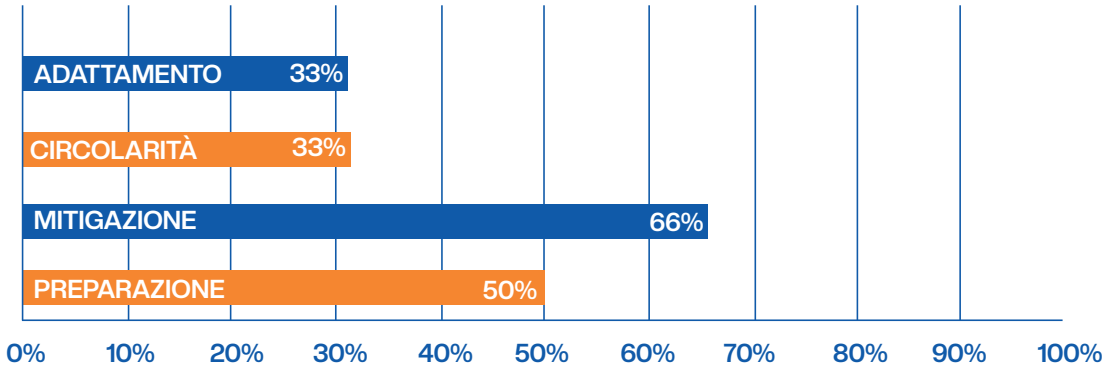
[Fig. 65] Grafico con % di raggiungimento del modello di "smart resilient city"

ZOLLVEREIN


2.3
2.2
3.2
3.3
3.1
3.0
Smithfield Road
Speakmen Street
Merlbyrnong River Trail
Ballarat Road
Hobsons Road
RIVERSIDE PARK
NEWELLS PADDOCK WETLANDS RESERVE

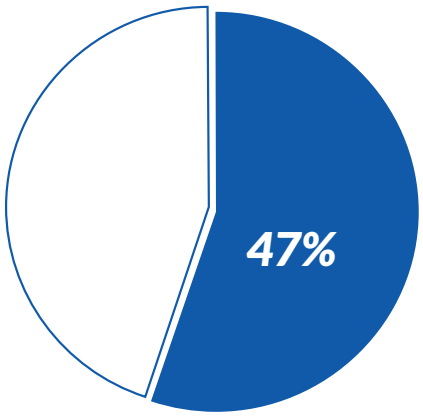


[Fig.66] Abaco di valutazione del caso studio "Zollverein, Essen"



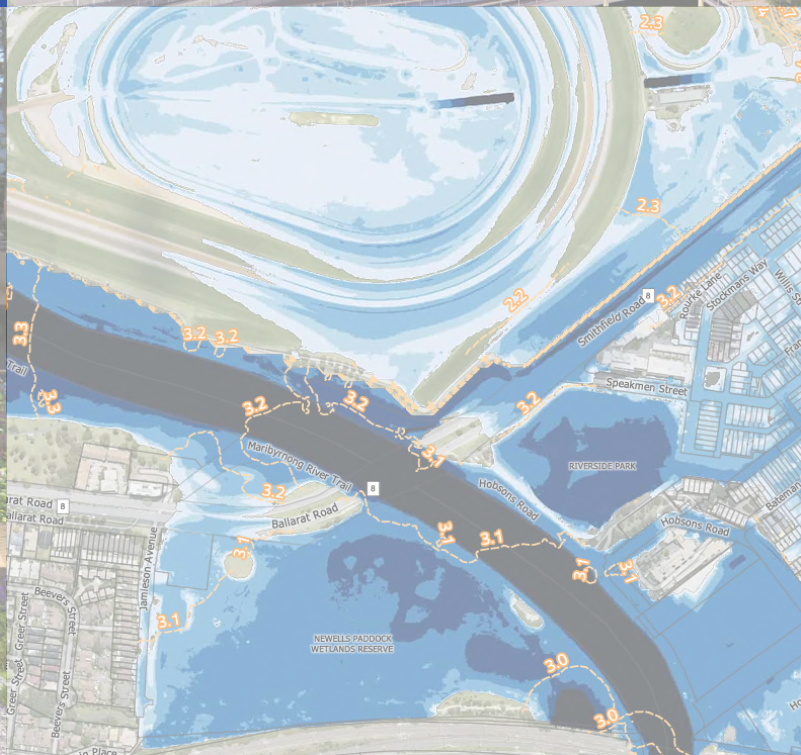
[Fig.67] Grafico con % di raggiungimento dei singoli obbiettivi

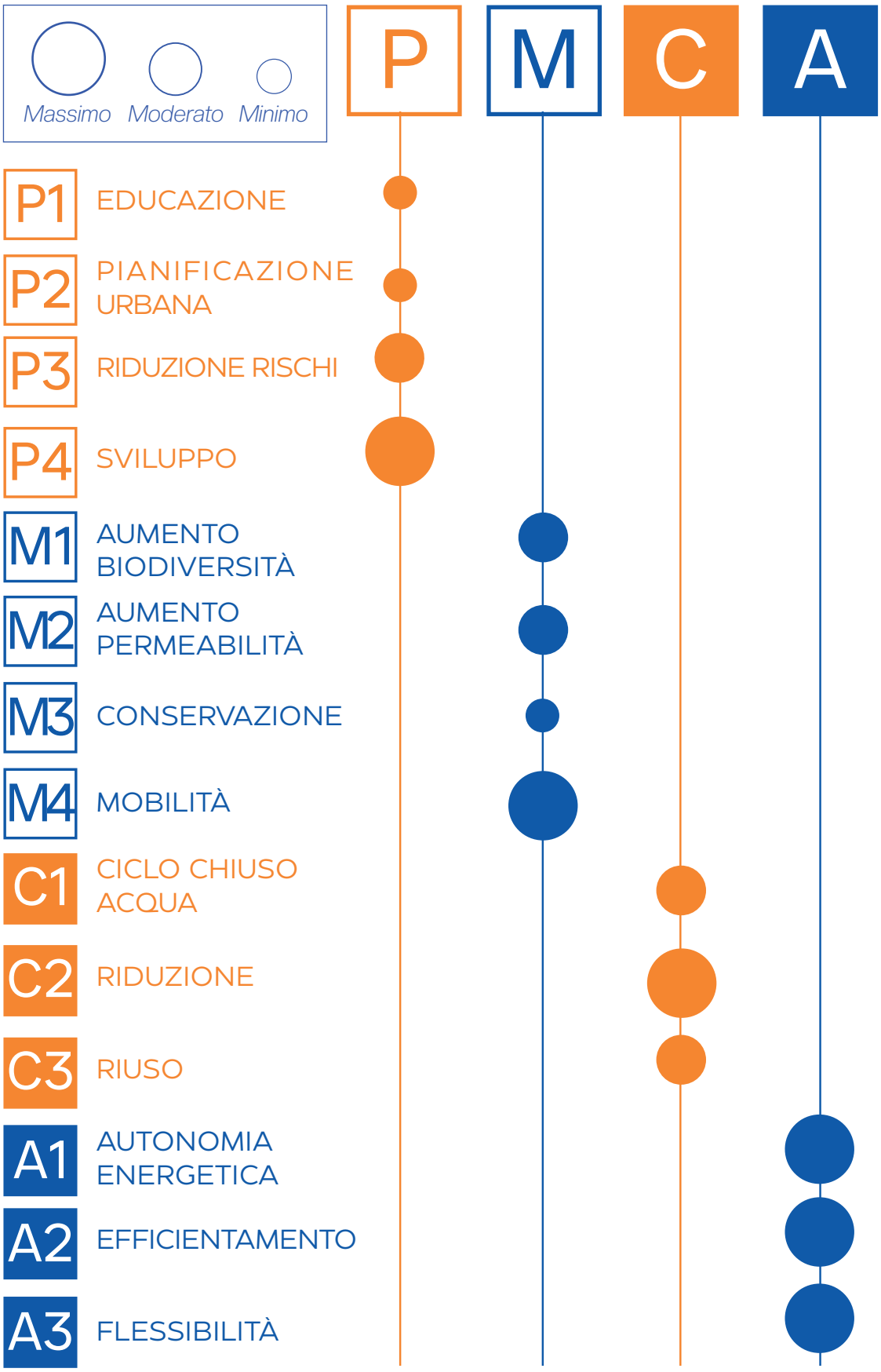
Il primo grafico [Fig.67] mostra un'evidente differenza rispetto al progetto precedentemente analizzato. Nello specifico, questo caso prevede il recupero di un'area ex industriale, con conservazione del patrimonio edilizio, comportando un'automatica riduzione delle possibilità di intervento. Tenendo in considerazione questo elemento e la natura complessa dell'architettura, le azioni soprattutto in ambito di mitigazione risultano quelle più impattanti. Per riequilibrare l'ecosistema circostante sono stati svolti interventi di ripristino ecologiche di miglioramento del microclima. L'aspetto culturale che caratterizza questo luogo offre la possibilità, grazie alla presenza di diversi musei, di riflettere sulla storia e l'impatto delle fabbriche di carbone, testimoniando la grande riconversione della Ruhr da regione mineraria a metropoli moderna. La visione globale [Fig. 68] permette di osservare un livello di conformità pari al 47%, indicando una scarsa adesione ai principi fondamentali previsti per una città intelligente e resiliente. In questo caso è però da considerare la natura dell' intervento fortemente conservativo, che ha permesso di evitare il forte impatto dovuto alla demolizione, che in particolari strutture come questa sarebbe stato causato dalla difficoltà di recupero dei rifiuti da demolizione.



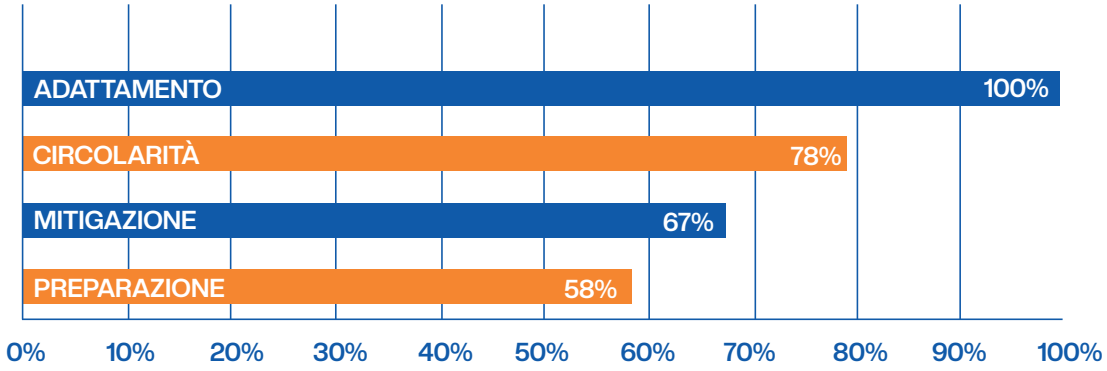
[Fig.68] Grafico con % di raggiungimento del modello di "smart resilient city"

SONGDO


2.3
2.3
2.2
3.2
3.2
3.3
3.3
3.2
3.2
3.2
3.1
3.2
3.1
3.1
3.1
3.1
3.1
3.0
3.0
Smithfield Road
Speakmen Street
Marlbyrnong River Trail
Ballarat Road
Hobsons Road
Hobsons Road
RIVERSIDE PARK
NEWELLS PADDOCK
WETLANDS RESERVE
Jamieson Avenue
Beevers Street
Greer Street



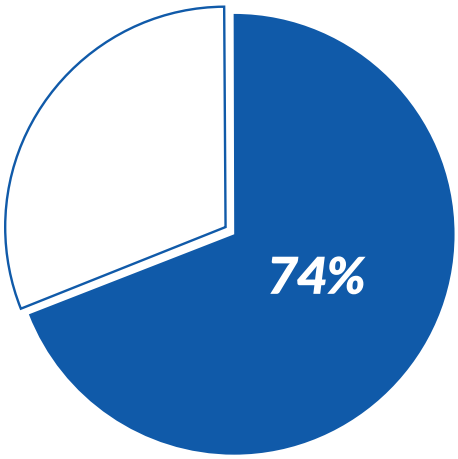
[Fig.69] Abaco di valutazione del caso studio "Songdo"



[Fig.70] Grafico con % di raggiungimento dei singoli obbiettivi

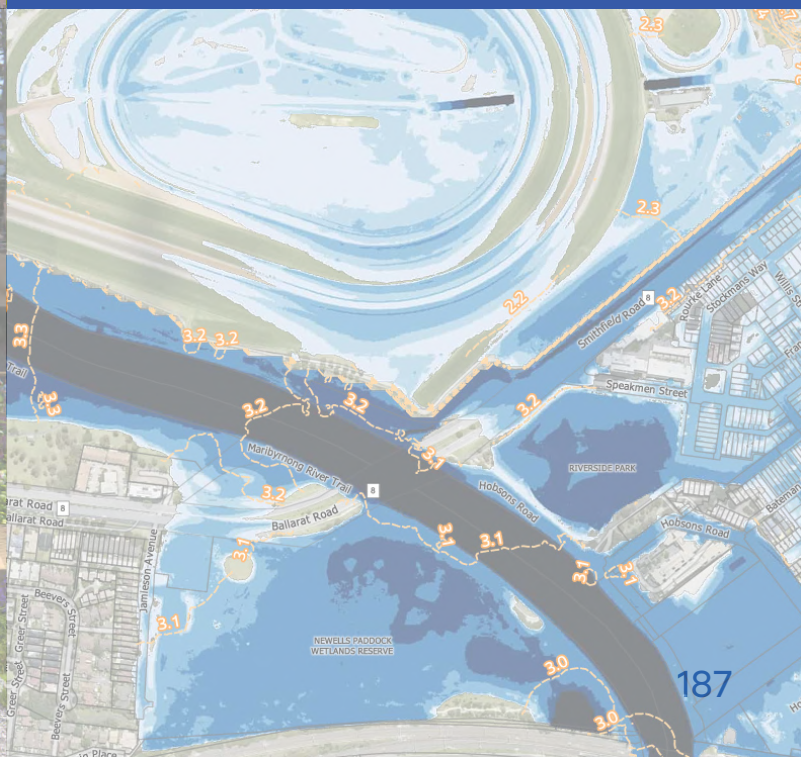
In questo caso, nonostante il progetto nasca con l'obbiettivo di raggiungere gli ideali della smart city, risulta essere particolarmente in linea con alcuni obbiettivi delle città resilienti. Nello specifico è il caso con il più alto raggiungimento dell'goal dell'adattamento, attestandosi ad un valore del 100%, come l'unico altro caso di Woven City. Il progetto attraverso azioni come l'efficientamento delle infrastrutture di trasporto pubblico e degli edifici per il risparmio energetico soddisfa completamente tutti i target di questo obbiettivo. Al contrario, tutti gli altri obbiettivi, seppur rispettati in maniera pienamente sufficiente evidenziano un'importante differenza dell'impatto delle azioni. Nello specifico della preparazione, il valore mostra come le azioni intraprese siano appena sufficienti, evidenziando la necessità di una maggiore attenzione nelle attività di coinvolgimento e sensibilizzazione della comunità

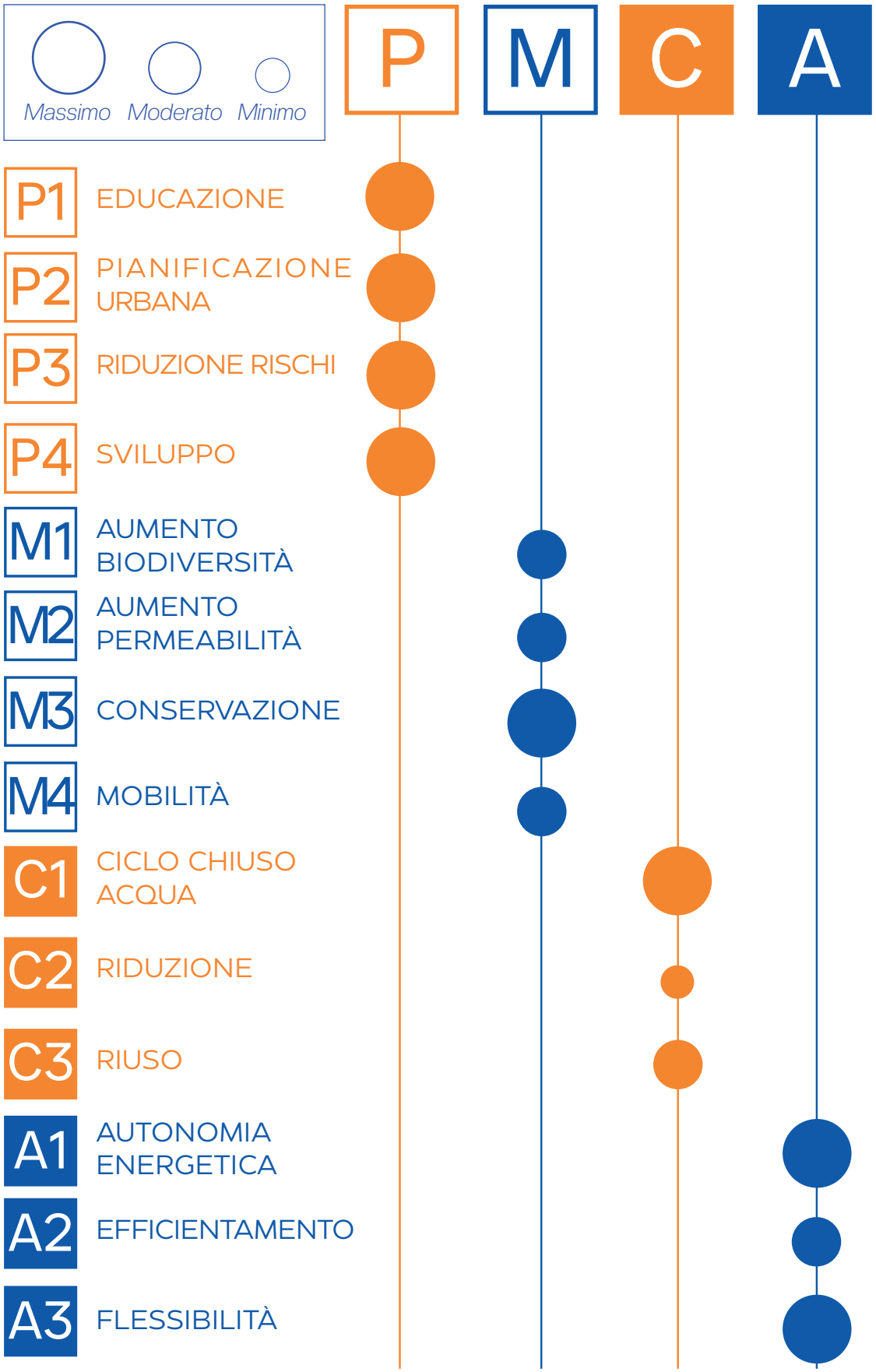
Attraverso l'analisi globale [Fig.72] emerge infatti che il progetto della smart city di Songdo raggiunge un livello di conformità pari al 74%, indicando una buona adesione ai principi fondamentali previsti per una città intelligente e resiliente.



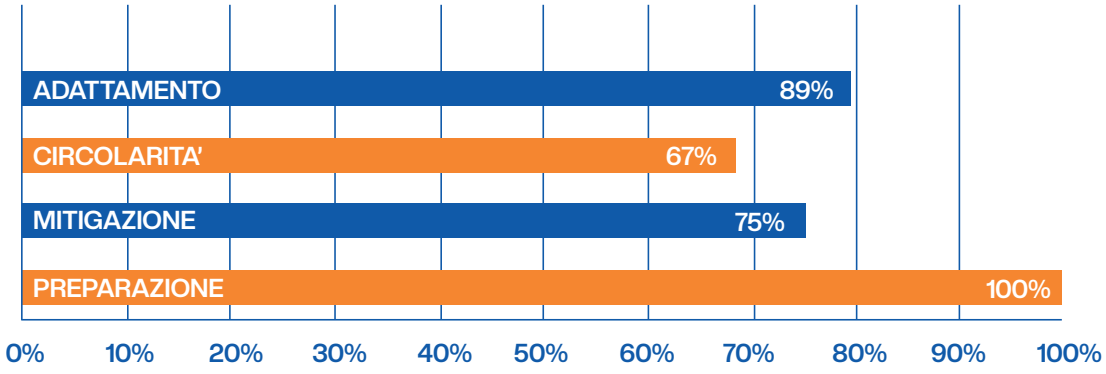
[Fig. 72] Grafico con % di raggiungimento del modello di "smart resilient city"

LMCR


Smithfield Road
Speakmen Street
Maribyrnong River Trail
Hobsons Road
Ballarat Road
RIVERSIDE PARK
NEWELLS PADDOCK WETLANDS RESERVE
Jamieson Avenue
Greer Street
Beevers Street



[Fig.73] Abaco di valutazione del caso studio "LMCR"

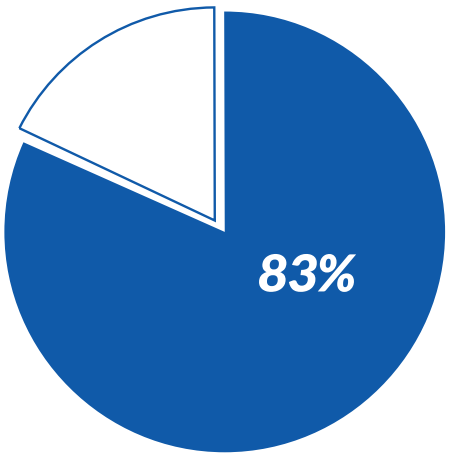


[Fig. 74] Grafico con % di raggiungimento dei singoli obbiettivi

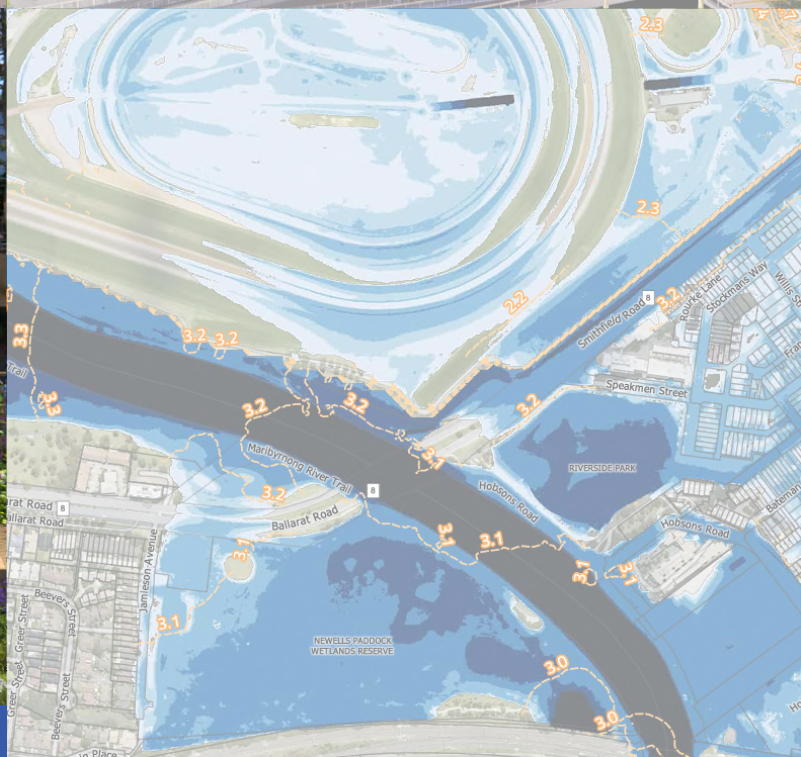
Questo caso studio è uno dei progetti pionieri nella lotta alla resilienza costiera delle città marittime. Dall'analisi [Fig.73] emerge subito il forte impatto del target della preparazione. Workshop, tavoli rotondi ed eventi sono infatti al centro del processo di sensibilizzazione della comunità. Il contributo della comunità è risultato fondamentale per l'ideazione stessa del progetto, in quanto sono stati coinvolti sia stakeholder locali che i cittadini stessi per la definizione delle strategie da seguire. I feedback dei cittadini sono stati infatti dei fattori preziosi per l'integrazione di aree verdi e ricreative all'interno di quest'importante infrastruttura, rafforzando il senso di appartenenza civica e fiducia nelle istituzioni.

A livello più architettonico, si apprezza un importante contributo sull'aspetto dell'adattamento, grazie alla progettazione adattiva che risponde alla necessità primaria di flessibilità della costa di Manhattan. Gli obbietti di circolarità e mitigazione non risultano particolarmente soddisfatti, ma questo è probabilmente dovuto alla natura prettamente infrastrutturale del progetto.

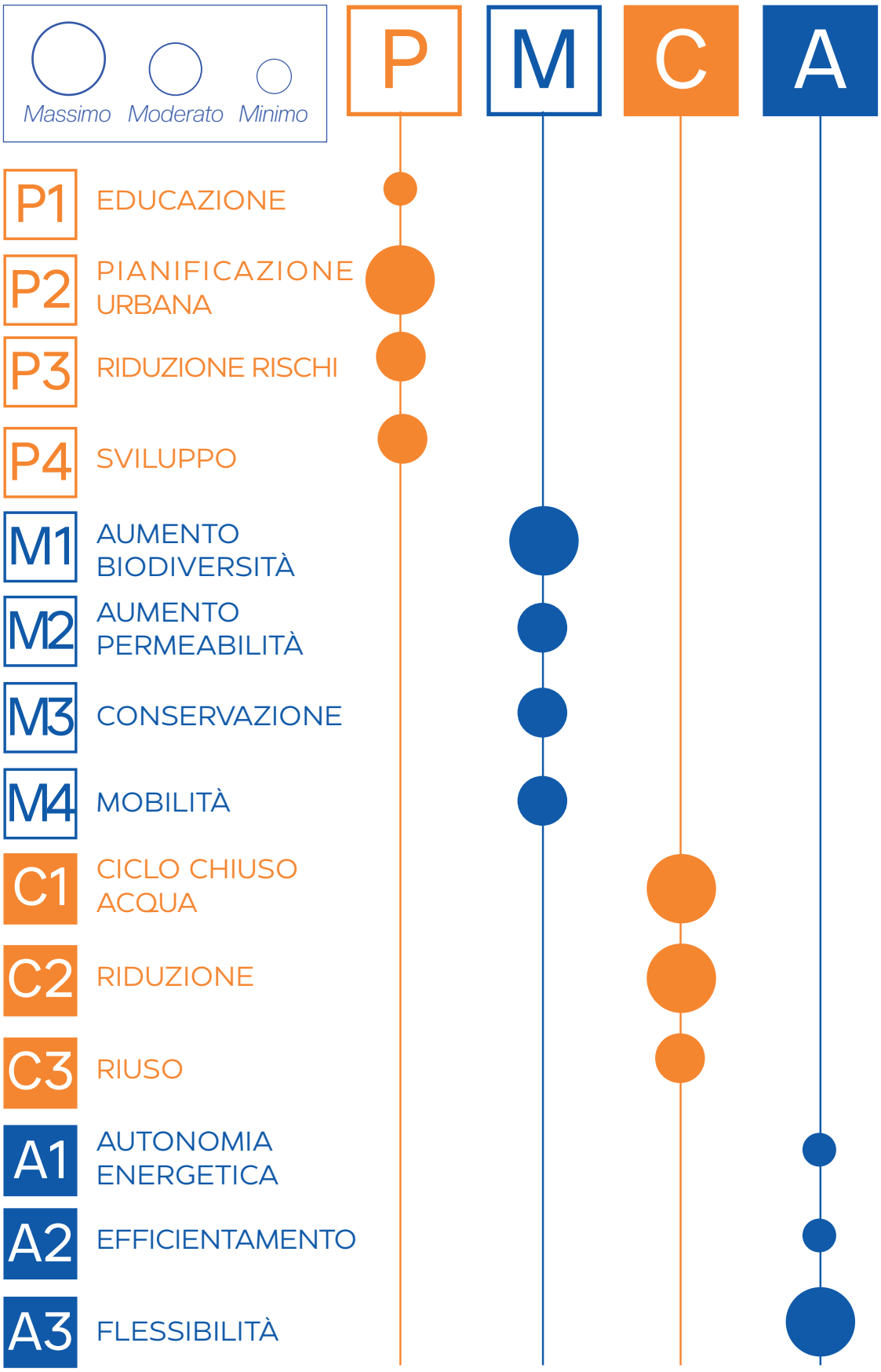
L'analisi globale [Fig. 75] permette dunque di osservare un buon impegno nel raggiungimento globale , con un livello di conformità pari al 83%.



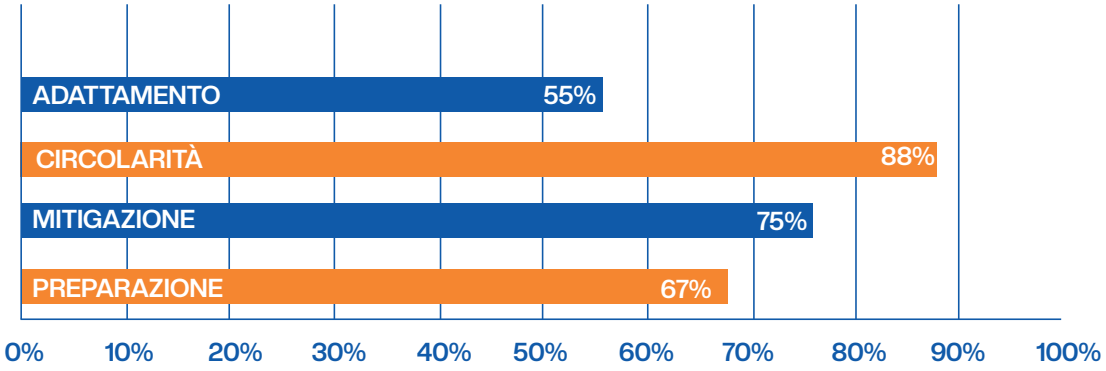
[Fig. 75] Grafico con % di raggiungimento del modello di "smart resilient city"


2.3
2.2
3.2
3.3
3.1
3.0
Smithfield Road
Speakmen Street
Merlbyrnong River Trail
Ballarat Road
Hobsons Road
RIVERSIDE PARK
NEWELLS PADDOCK WETLANDS RESERVE
Jamieson Avenue
Beevers Street

SEA2CITY



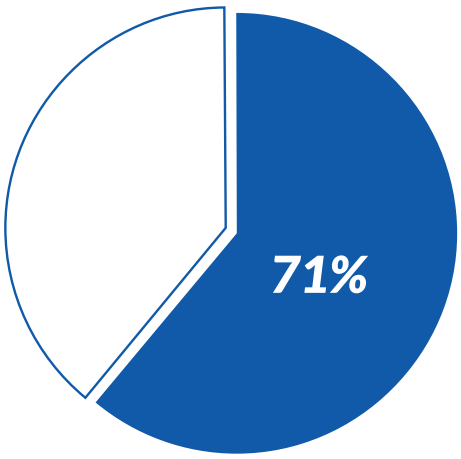
[Fig. 76] Abaco di valutazione del caso studio "SEA2CITY"



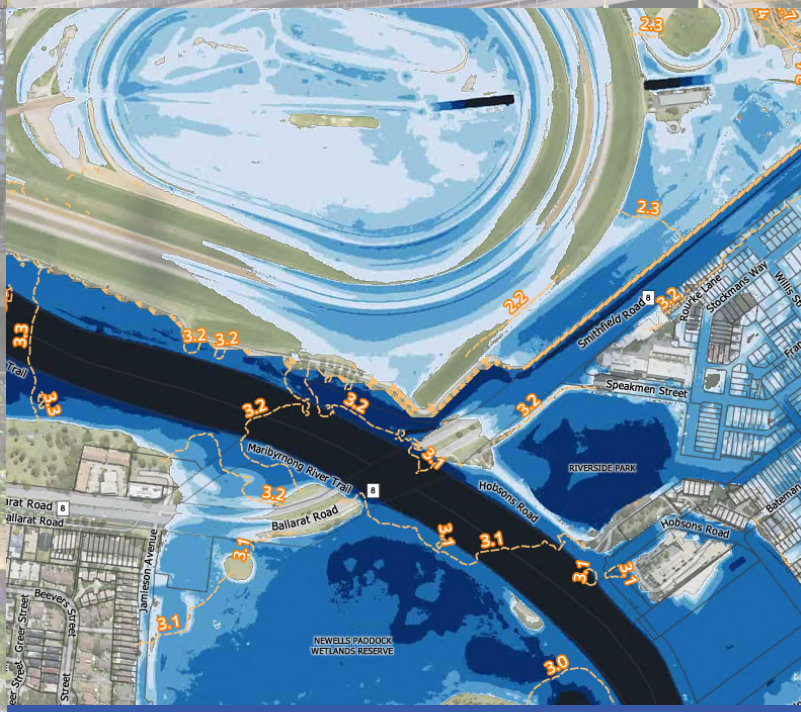
[Fig. 77] Grafico con % di raggiungimento dei singoli obbiettivi

Il secondo progetto nell'ambito della progettazione resiliente delle coste urbane riporta una valutazione globale [Fig.78] quasi uguale a quella della smart city di Songdo, ma attraverso l'analisi dei singoli obbiettivi [Fig. 77] è possibile osservare come tale risultato sia influenzato da azioni differenti. Ciò che emerge è un'inversione delle priorità, con un'attenzione ridotta nell'ambito della mitigazione e dell'adattamento, dove solo la progettazione adattiva permette di raggiungere la sufficienza nella valutazione di quest'ultimo obiettivo, ma invece particolarmente efficace in termini di circolarità. La gestione delle acque in generale risulta ampiamente utilizzata, soprattutto per il miglioramento della gestione delle acque di prima pioggia e la prevenzione di inondazioni. Pratiche di economia circolare e riutilizzo adattivo dei materiali sono al centro delle strategie progettuali, con l'obbiettivo di ridurre i rifiuti e ottimizzare la necessità di risorse naturali e antropiche richieste.

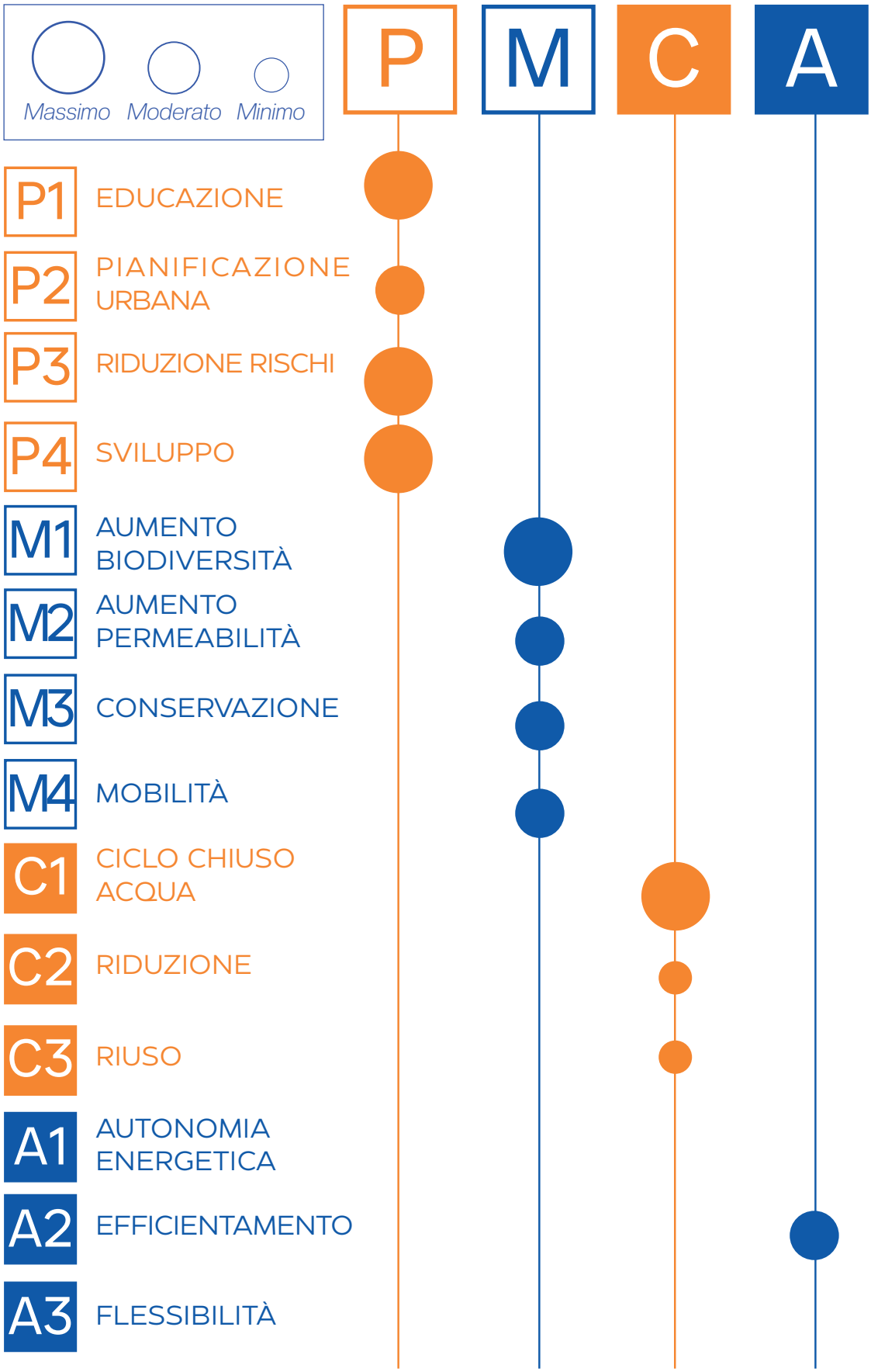
Dunque, seppur la valutazione globale riporti un valore discreto di conformità rispetto agli obbiettivi di una smart city resiliente, quella specifica permette di comprendere come ci siano carenze in uno dei due ambiti fondamentali per la resilienza urbana.



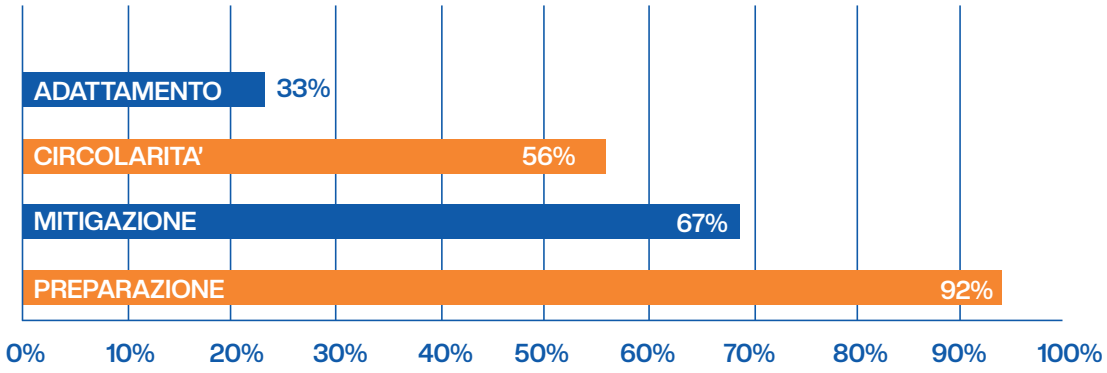
[Fig.78] Grafico con % di raggiungimento del modello di "smart resilient city"


2.3
2.3
2.2
3.3
3.2
3.2
3.2
3.2
3.2
3.2
3.1
3.1
3.1
3.1
3.1
3.0
Smithfield Road
Speakmen Street
Maribyrnong River Trail
Hobsons Road
Ballarat Road
RIVERSIDE PARK
NEWELLS PADDOCK WETLANDS RESERVE

VRFLOOD



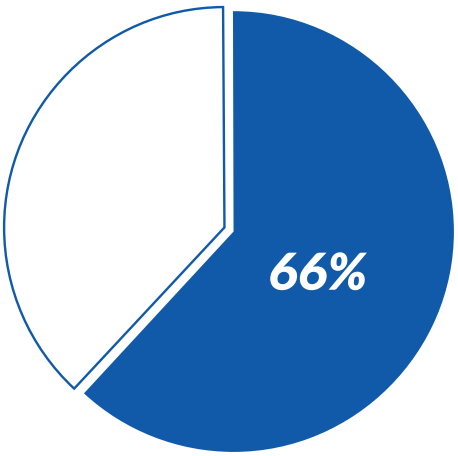
[Fig. 79] Abaco di valutazione del caso studio "VRFLOOD"



[Fig. 80] Grafico xxxx

Dall'analisi secifica degli obiettivi [Fig.80], emerge infatti la particolare rilevanza dell'obbiettivo della preparazione, in quanto praticamente da solo riesce a determinare un raggiungimento sufficiente degli obbiettivi di una smart city resiliente. Il progetto si concentra infatti sulla gestione dei rischi associati alle inondazioni, attraverso l'utilizzo di tecnologie con realtà virtuale e aumentata. Grazie infatti alle esperienze immersive è possibie svolgere delle simulazioni per misurare l'innalzamento dei livelli del mare durante le alluvioni e studiare le risposte umane per poterle migliorare in ottica di un processo di consapevolizzazione. Insieme a queste tecnologie vengono utilizzati algoritmi di calcolo per le previsioni, ma anche sistemi GIS per la mappatura del rischio idraulico, che insieme ai sensori in loco, viene costantemente aggiornato.

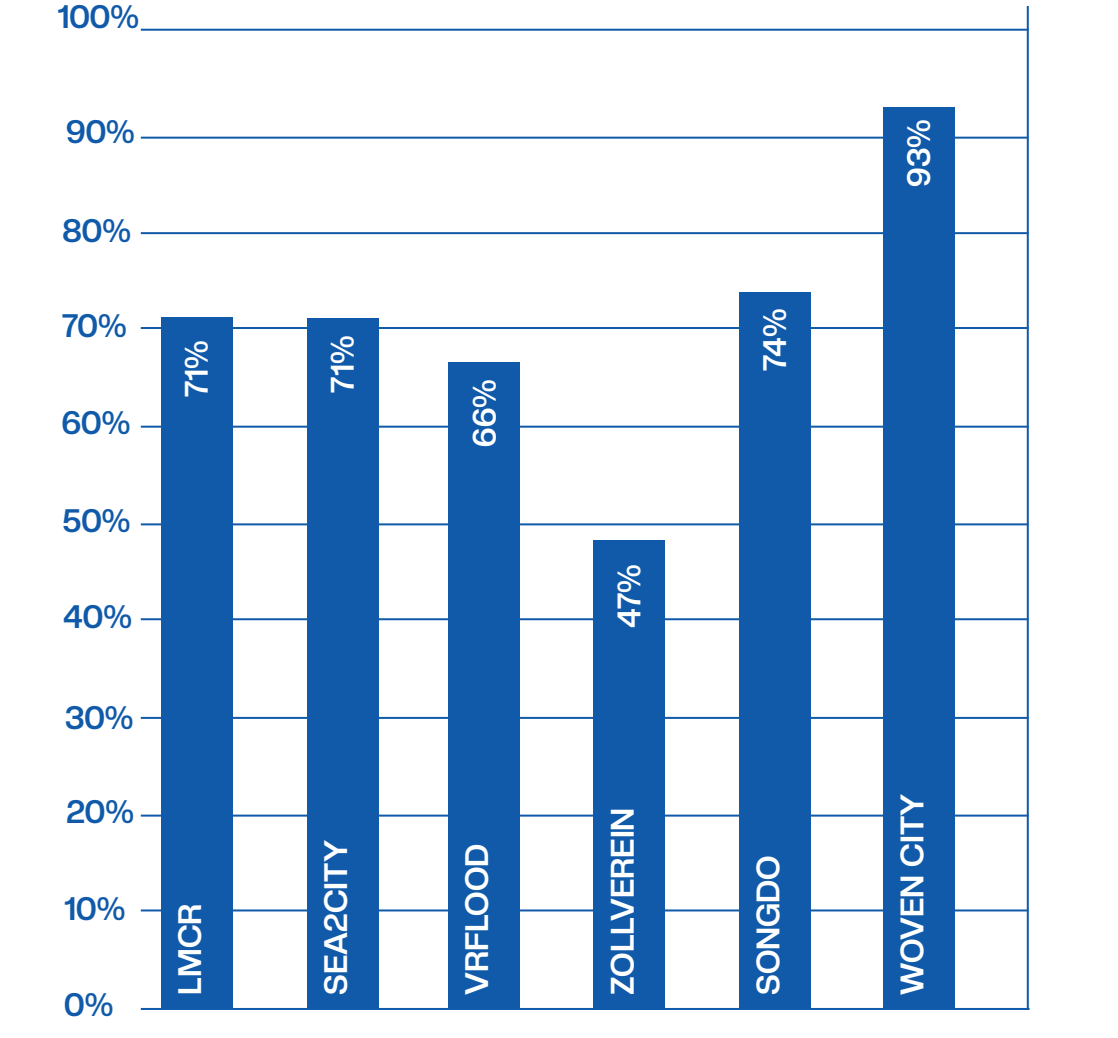
Questo progetto, che tra tutti quelli analizzati riporta il valore più alto per il goal "preparazione", risulta particolarmente utile per comprendere come oltre ad un'importante formazione dei cittadini nell'affrontare eventi critici, sia fondamentale l'utilizzo integrato di tecnologie come l'IoT e la VR per una preparazione efficace.



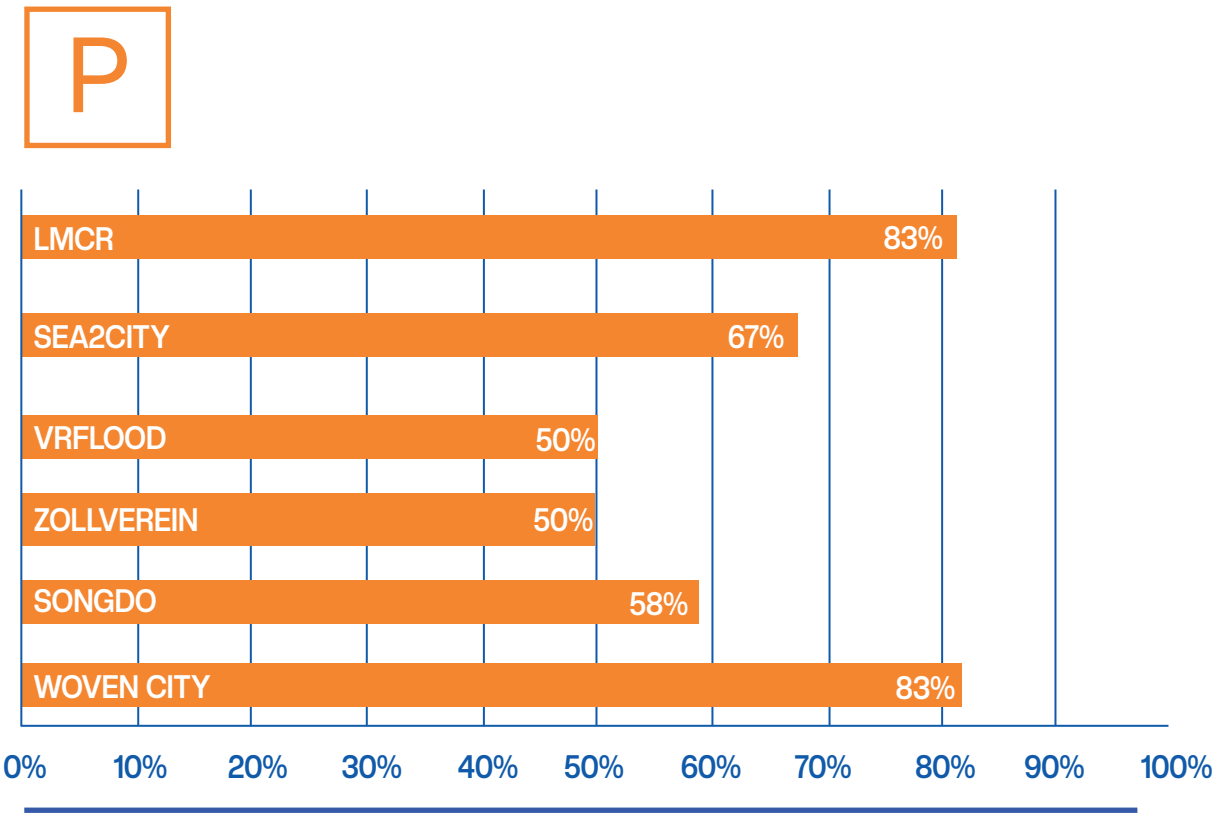
[Fig.81] Grafico con % di raggiungimento del modello di "smart resilient city

7.1.2 COMPARAZIONE

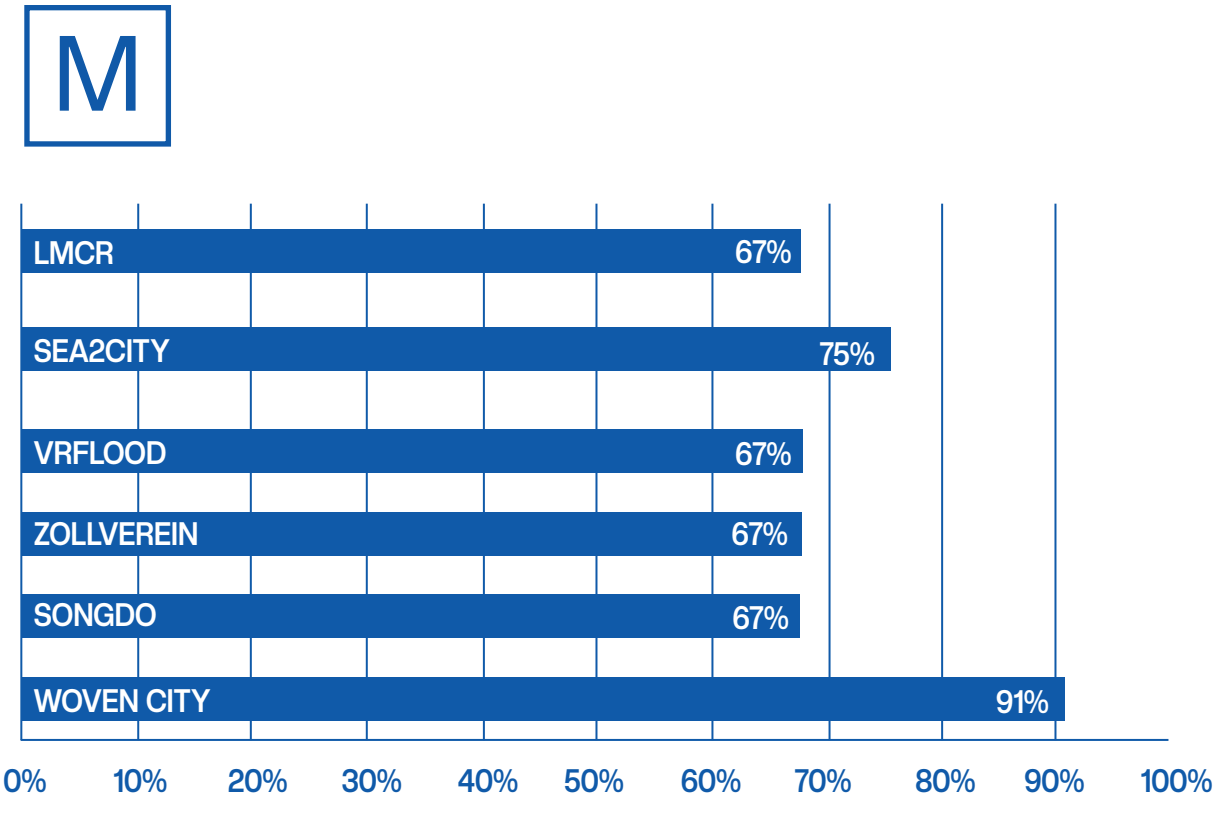
Dalle analisi svolte è possibile comprendere come il caso di Woven City sia il più virtuoso, non considerando quelli che sono gli impatti dovuti alla demolizione e bonifica del sito. Allo stesso modo, il progetto di Zollverein mostra come, nonostante le azioni limitate, la conservazione sia fortemente consigliata in casi particolari. I due casi di LMCR e VRFlood evidenziano invece come la preparazione abbia un impatto fondamentale nell'aumento della resilienza urbana, con una nota di merito nell'utilizzo di KET's come nel secondo caso e in quello di Woven City. Infine, è emerso come sia possibile raggiungere livelli discreti di conformità agli obiettivi di una smart city resilienti, pur concentrandosi su due dei quattro goal, dimostrando però la forte interdipendenza che influisce sul risultato finale.



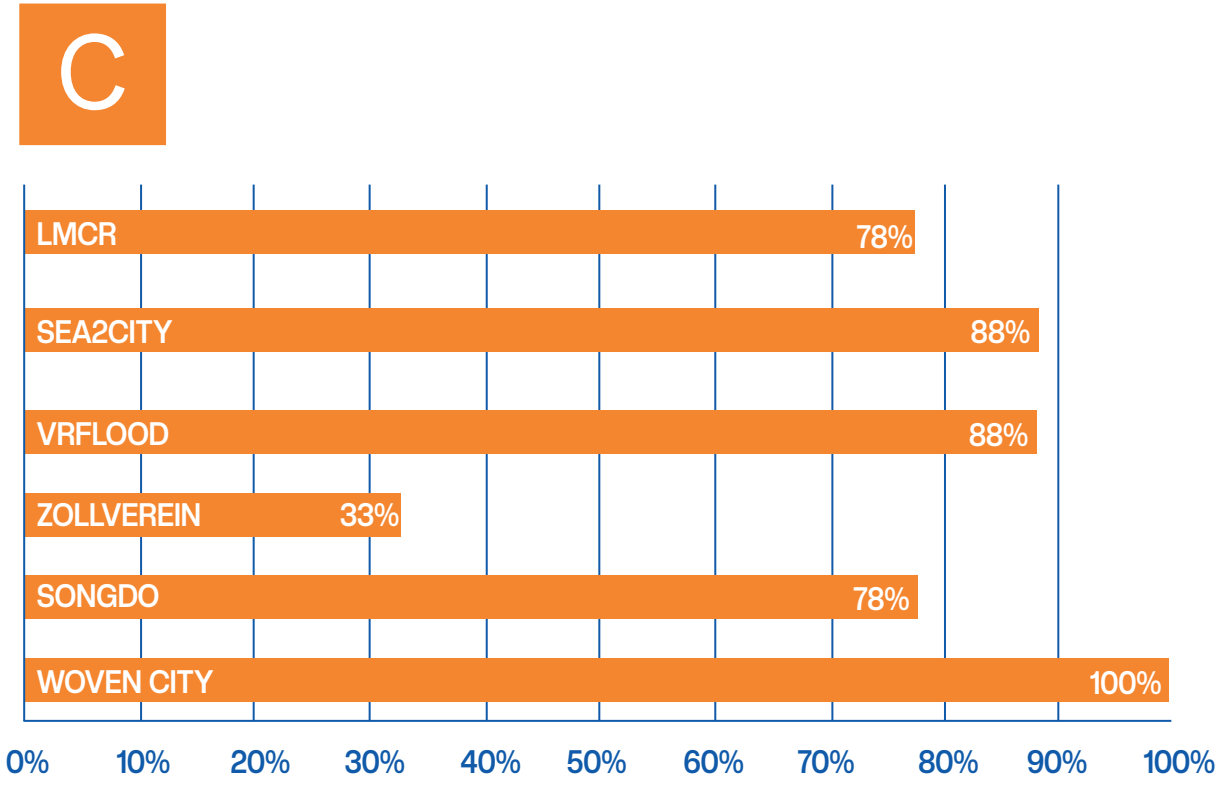
[Fig. 82] Comparazione complessiva del raggiungimento del modello elaborato di smart resilient city



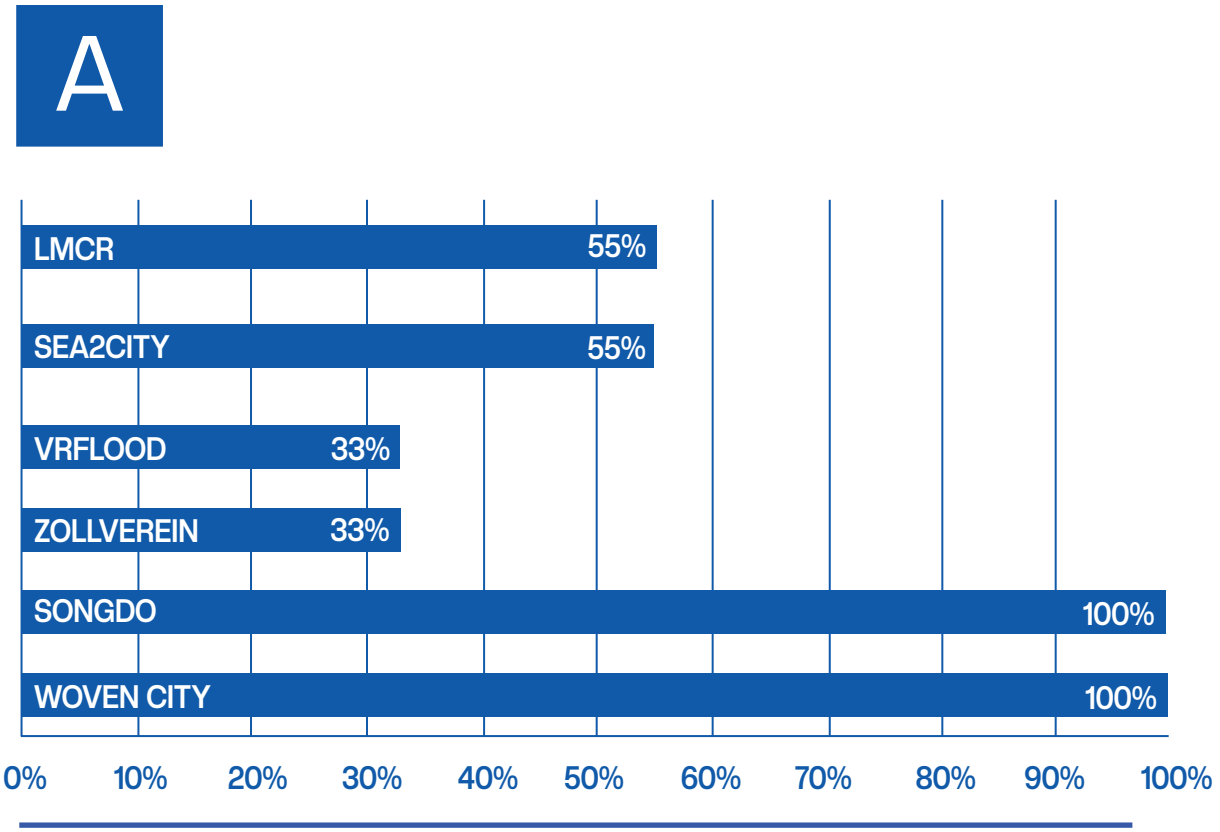
[Fig. 83] Comparazione tra i casi studio del raggiungimento del goal "Prepara-



[Fig. 84] Comparazione tra i casi studio del raggiungimento del goal "Mitigazio-ne"



[Fig.85] Comparazione tra i casi studio del raggiungimento del goal "Circolarità"



[Fig.86] Comparazione tra i casi studio del raggiungimento del goal "Adattamento"

APPLICAZIONE PER LA PROGETTAZIONE

08

TORINO EX INDUSTRIALE

08.1

8.1.1 TORINO EX CAPITALE

Nella seconda metà dell'800, dopo la sua destituzione come capitale del regno, la città di Torino ha iniziato il processo verso la trasformazione che l'ha resa nuovamente una capitale, quella industriale. In poco più di vent'anni, la città spinta dalla prima Esposizione internazionale di Parigi del 1881, decide di ospitare l'evento nel 1884, segnando l'inizio di quella che sarebbe stata la sua completa trasformazione. Volti come Galileo Ferraris, Luigi Lavazza, contribuirono a rilanciare la città, mentre le industrie manifatturiere, alimentari e petrolchimiche arricchivano la città in rapida espansione.[94] Espansione che a causa della sua velocità dovuta all'inarrestabile aumento demografico causato dalle massicce migrazioni, non fu correttamente pianificata. In quegli anni, infatti, Torino era una delle città più popolate d'Italia. L'enorme domanda di alloggi e infrastrutture non permise la redazione di una

[94] Saverio Colella, Mauro Guglielminotti, Stefano Roggero, *La Manifattura Tabacchi di Torino / fotografie di Saverio Colella, Mauro Guglielminotti, Stefano Roggero,* Lai Momo, Torino 1998

[Fig.87] Mappa Esposizione internazionale 1884, Torino. Fonte: Atlante di Torino

strategia di espansione, generando problemi che ancora oggi persistono. Con la FIAT e le industrie metalmeccaniche, simbolo di questo rilancio, quartieri come Falchera e Mirafiori sud furono edificati in tempi record, comportando una qualità inferiore degli edificati e un'assenza totale di servizi. La conseguenza diretta, oltre all'inevitabile isolamento sociale tipico dei quartieri industriali, fu un brutale e sconsiderato utilizzo di suolo, prima con funzioni agricole, che comportò una notevole riduzione delle aree naturali.

Tra queste aree, c'è quella di Regio Parco, che si sviluppa attorno allo stabilimento della Regia Fabbrica del Tabacco, nel Castello di Viboccone, conosciuto oggi come ex Manifattura Tabacchi. Accanto, l'ex FIMIT, un altro simbolo dello sviluppo torinese, era una fabbrica di isolanti, oggi in totale abbandono.[95] A partire dagli anni '70, il declino industriale segnò infatti il rapido abbandono di queste aree, lasciando dei significativi vuoti urbani. Questi luoghi, che per decenni sono stati il motore di questa città, rappresentano oggi dei luoghi estremamente critici, spesso causa di degrado e di abbandono sociale, che in alcuni casi spezzano la continuità del tessuto urbano, generando barriere fisiche e sociali.

La sfida delle città ex-industriali inizia proprio da questi vuoti, risorse dall'importante valore simbolico.

[95] Luca Angeli, Angelo Castrovilli, Carmelo Seminara, *La Manifattura Tabacchi e il suo borgo: 1860-1945,* Associazione culturale Officina della memoria, Torino 1999

8.1.2 AREE INDUSTRIALI DISMESSE

a ***MANIFATTURA TABACCHI 1885-1996***
Originariamente utilizzata per la produzione di tabacco è uno dei landmark più importanti di Torino.

b ***SCALO VALLINO 1848-1974***
L'area dismessa era precedentemente utilizzata come scalo ferroviario, acquistata nel 2015 da FS Sistemi Urbani.

c ***PALAZZO DEL LAVORO 1961-2009***
Progettato dall'architetto Pier Luigi Nervi in occasione Esposizione Internazionale del Lavoro del 1961.

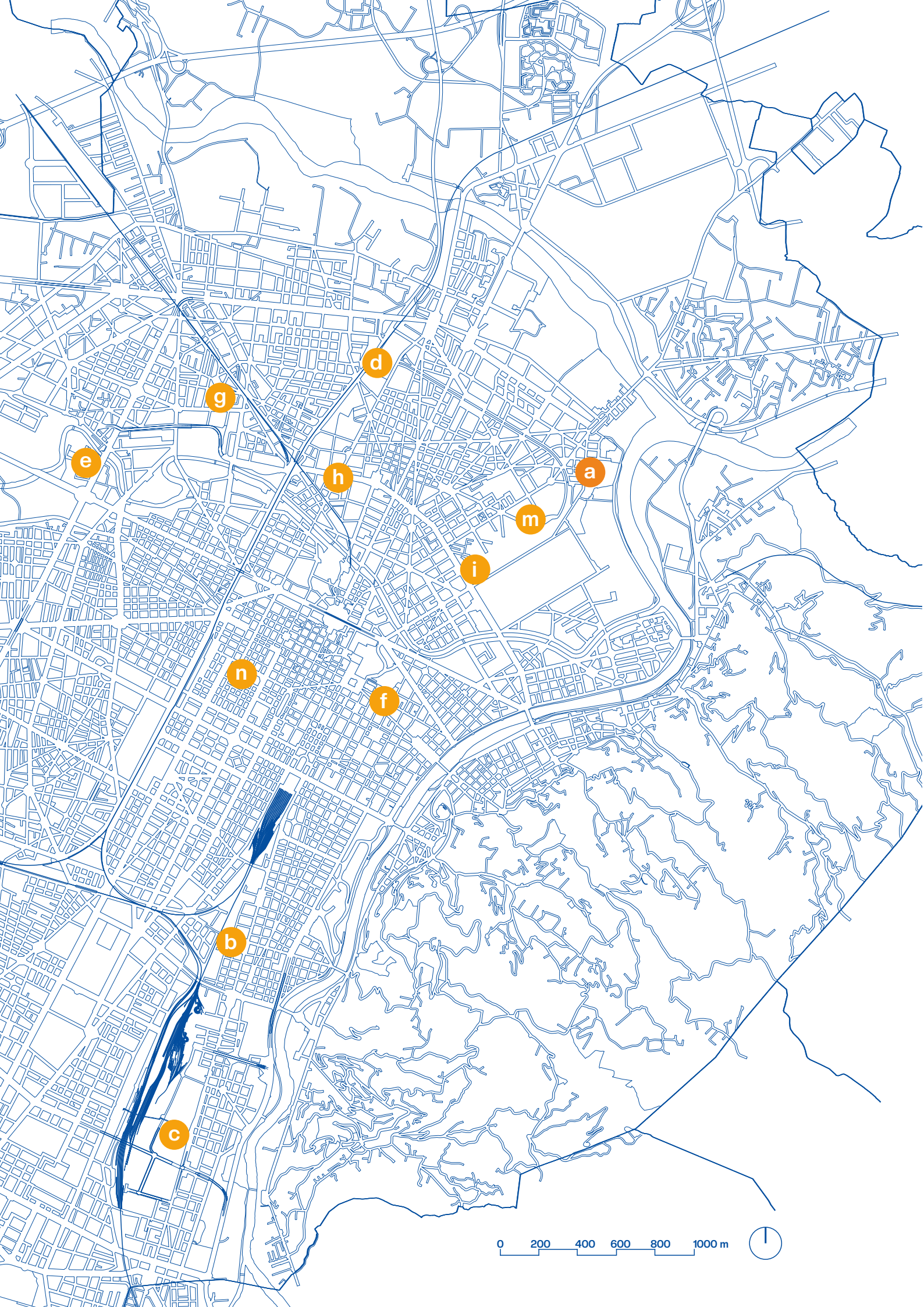
d ***GONDRAND 1960-1980***
Fu una delle principali aziende italiane specializzate in trasporti e spedizioni.

e ***THYSSENKRUPP AST 1889-2010***
Era una delle sedi operative della multinazionale tedesce della produzione siderurgica.

f ***CAVALLERIZZA REALE 1740-1997***
Era una delle sedi operative della multinazionale tedesce della produzione siderurgica.

g ***SUPERGA 1913-2002***
Fu uno storico calzaturificio, iconico produttore di calzature sportive durante il boom economico.

h ***WESTINGHOUSE 1906-2004***
La fabbrica ospitava una delle più grandi industrie specializzate in apparecchiature elettriche e per il settore ferroviario.


d
g
e
h
a
m
i
n
f
b
c
0
200
400
600
800
1000 m

8.1.3 MANIFATTURA TABACCHI E FIMIT

Situata nella 6 circoscrizione di Torino, a nord della città, l'ex Manifattura Tabacchi sorge nell'antica Casina del Viboccone, edificata nel 1580 per volere di Carlo Emanuele I. Nel 1706, a seguito del lungo assedio delle truppe francesi al Ducato di Savoia, Vittorio Amedeo II avviò un piano di riassetto urbanistico volto a rafforzare la città e le sue strutture. In questo contesto emerse la necessità di centralizzare, in un'area facilmente controllabile, le attività di lavorazione e produzione dei beni soggetti a monopolio. L'aumento della domanda di tabacco spinse, nel 1758, Carlo Emanuele III ad affidare all'architetto Benedetto Ferrogio la progettazione di un nuovo complesso industriale, ispirato alle imponenti manifatture reali francesi. Il sito prescelto fu l'antica residenza di caccia del Viboccone, ormai in stato di abbandono a causa dei danni subiti durante l'assedio francese. I lavori iniziati tra la fine del 1758 i primi mesi del 1759, compresero la costruzione di edifici destinati alla fabbricazione delle macine, laboratori, magazzini e il canale derivato dalla Dora, oggi noto come Canale del Regio Parco. Completata nel 1789, la fabbrica era composta da lunghe maniche edilizie, adibite ad alloggi e laboratori, con ampi cortili per la movimentazione dei carri carichi di tabacco. Attorno alla Manifattura sorse, intorno al 1840, un borgo che accompagnò la crescita dell'opificio, diventando così il più grande stabilimento torinese dell'epoca e, dopo l'Unità d'Italia, il secondo più importante del Paese. All'inizio del Novecento, la Manifattura era una vera e propria comunità: ospitava asili nido, una stazione della Guardia di Finanza, officine, mense, alloggi per i dipendenti e strutture ricreative come teatri, sale giochi e bar. A queste si aggiunsero la Scuola materna Umberto I, la Scuola elementare C. Abba e la chiesa di San Gaetano da Thiene. Alla fine degli anni '50, una parte del borgo fu acquistata dalla Fimit, un'azienda specializzata nella produzione di materiali isolanti. La Fimit proseguì l'espansione dello stabilimento, aggiungendo nuovi capannoni fino al 1998, quando il sito venne abbandonata a causa delle forti pressioni economiche dell'azienda, portando così al suo completo abbandono. [96] Oggi l'area completamente in disuso è di proprietà del Comune di Torino.

[96] Università degli Studi di Torino. Divisione Edilizia e Grandi infrastrutture, *Manifattura Tabacchi: Progetto per l'insediamento del centro immatricolazione studenti.* URL:https://www.unito.it/sites/default/files/presentazione_manifattura_tabacchi.pdf

[Fig.88] Immagine Manifattura Tabacchi, 1920 circa . Fonte: Collezione Chiara Devoti

[Fig.89] Immagine ex FIMIT oggi, 2022. Foto di: Gioele Urso

VISIONE GLOBALE: INQUADRAMENTO DEL CONTESTO STRATEGICO

08.2

8.2.1 AGENDA 2030 E LO SVILUPPO DI CITTÀ SOSTENIBILI E RESILIENTI

Resilienza e sostenibilità rappresentano obiettivi fondamentali dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite, un framework globale che orienta le azioni verso la creazione di città più inclusive, sostenibili e resilienti. In particolare, l'obiettivo 11 dell'Agenda, *"Città e comunità sostenibili"*, si propone di promuovere uno sviluppo sostenibile sotto molteplici aspetti, tra cui la mobilità sostenibile, la rigenerazione urbana, l'efficienza energetica e l'uso responsabile delle risorse. Inoltre, attraverso l'adozione di un approccio più partecipativo, che coinvolga attivamente cittadini e stakeholder, e grazie all'utilizzo di tecnologie avanzate, le città possono trasformarsi in veri e propri laboratori di innovazione, sostenibilità e inclusione. Questo sottolinea il ruolo centrale che le città continuano a svolgere come motore dell'evoluzione umana, ribadendo la loro importanza strategica per af-

frontare le sfide globali e costruire un futuro migliore per le prossime generazioni. Torino nello specifico si è sempre configurata come una città dal forte spirito progressista, andandosi ad inserire con carattere nel panorama industriale del 1900. Oggi, molti di quei siti, testimonianza di tale impegno, sono dei grandi vuoti urbani, aree dismesse senza un ruolo se non quello di contribuire alle fratture urbane già in atto. I principali temi su cui si sviluppa la strategia sono stati definiti in base alle linee guida degli SDG 3 *(Good Health and Well-being)*, 6 *(Clean Water and Sanitation)*, 7 *(Affordable and clean energy)*, 9 *(Innovation and infrastructure)*, 11 *(Sustainable Cities and Communities)*, 12 *(Responsible consumption and production)* e 13 *(Climate action)*. Questi temi si articolano nei seguenti punti:

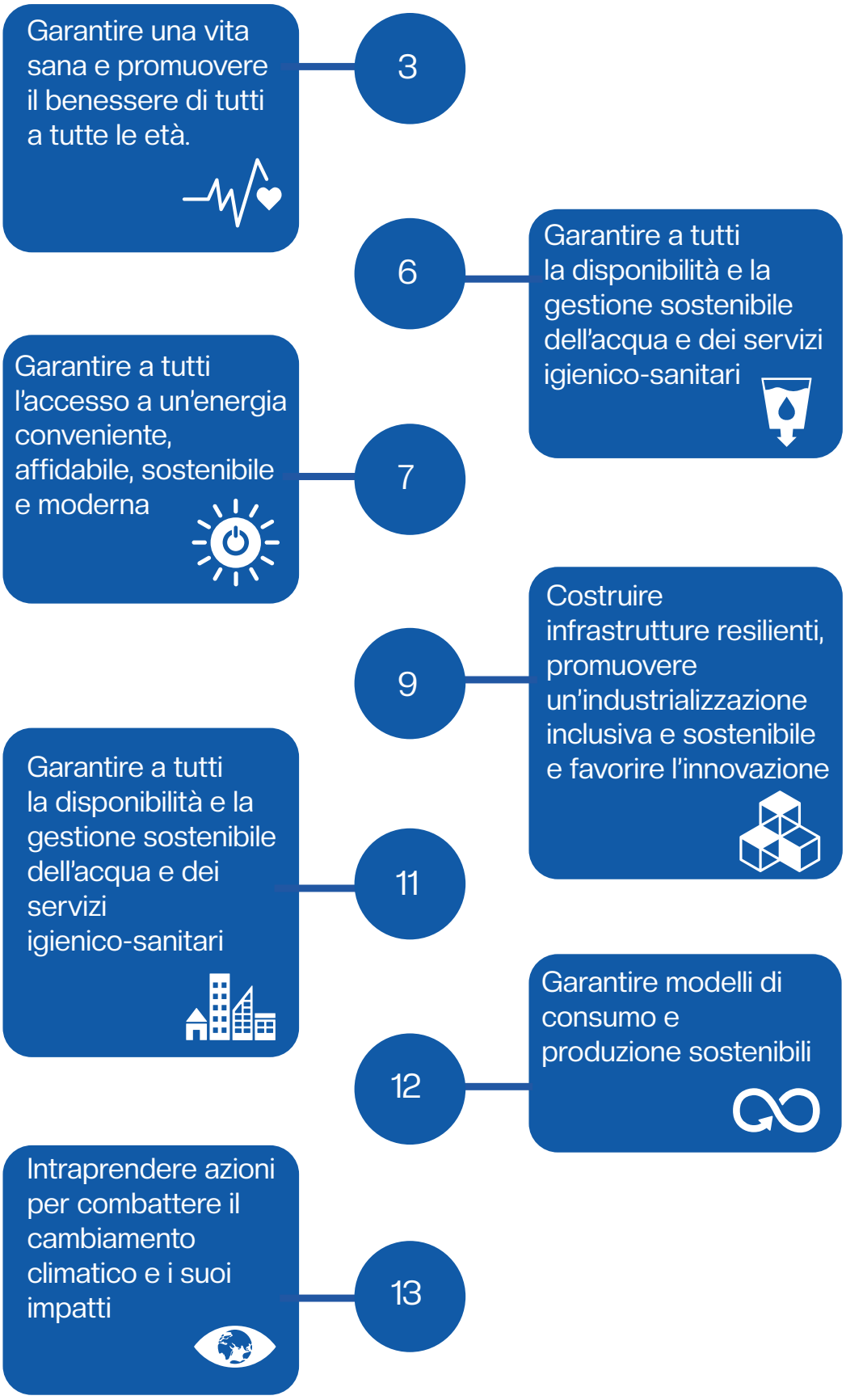
- **Adattamento bioclimatico:** legato agli SDG 6, 12 e 13, si propone di sviluppare soluzioni per abitazioni e ambienti urbani che favoriscano la salute e il benessere delle persone, considerando l'impatto climatico.
- **Riuso circolare:** coinvolge gli obiettivi SDG 11 e 6, promuovendo la gestione sostenibile delle risorse idriche e l'incremento di un'economia circolare.
- **Mitigazione:** si basa sugli SDG 7 e 9, concentrandosi sulla riduzione degli impatti negativi sull'ambiente e sulla salute pubblica, attraverso strategie di mitigazione dei rischi e delle problematiche legate all'ambiente urbano.

Come definito all'inizio di questa tesi, un quarto ambito, che non può essere propriamente definito come tale a causa della sua natura è quello tecnologico. Difatti, per quanto possa essere attuale il tema delle "Smart City", esse possono essere individuate come città che mirano ai tre precedenti obbiettivi, nel quale viene riconosciuto un particolare impiego della tecnologia per il raggiungimento di scopi più importanti. Nonostante questo, l'utilizzo integrato delle tecnologie permette di facilitare il raggiungimento di obbiettivi come l'SDG 7[98], attraverso l'efficientamento energetica nelle infrastrutture urbane e l'SDG 9[99], per lo sviluppo di infrastrutture tecnologiche moderne.

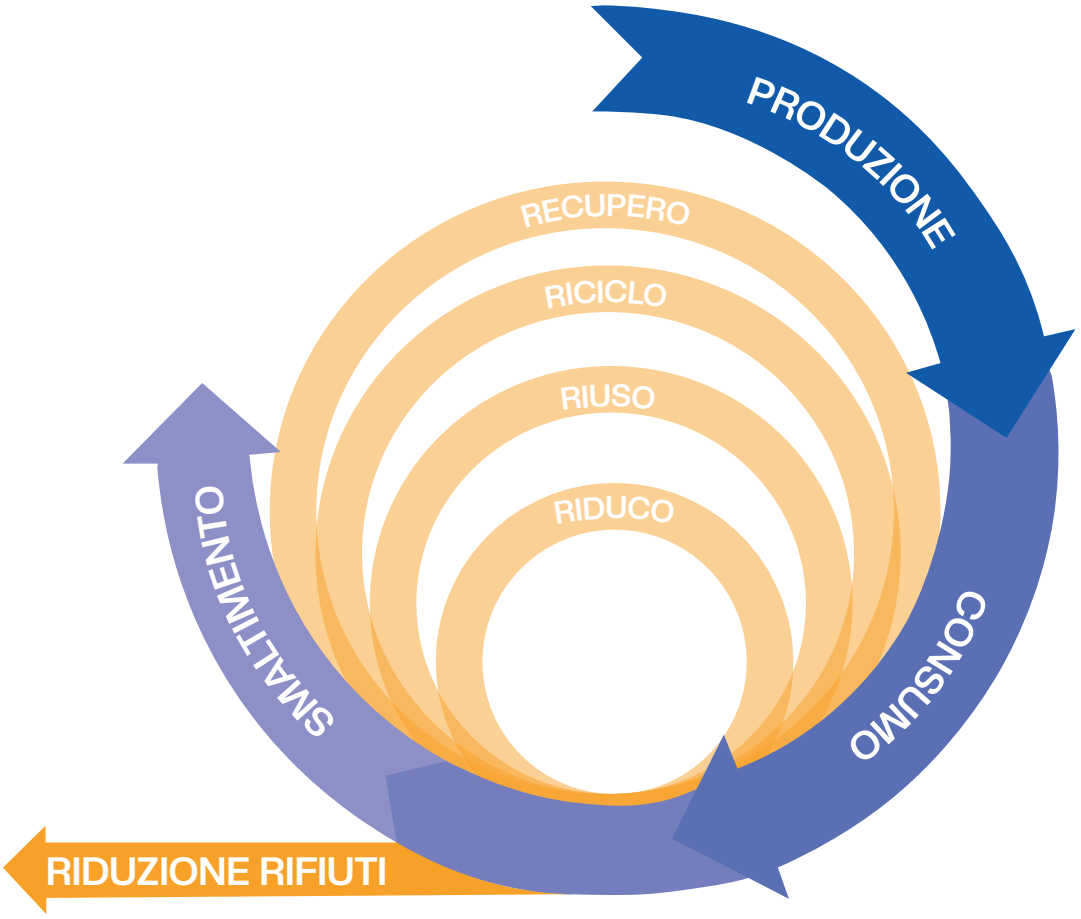
[97] Sara Meerow, Joshua Peter Newell, Melissa Stults, *Defining Urban Resilience: A Review,* Landscape and Urban Planning, vol. 147 (Marzo 2016). DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

[98] Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 9: Industria, innovazione e infrastruttura,* Agenda 2030,(ultima consultazione 30 novembre 2024). URL:https://unric.org/it/obiettivo-9-costruire-uninfrastruttura-resiliente-e-promuovere-linnovazione-ed-una-industrializzazione-equa-responsabile-e-sostenibile/

[99] Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 9: Industria, innovazione e infrastruttura,* Agenda 2030,(ultima consultazione 30 novembre 2024). URL:https://unric.org/it/obiettivo-9-costruire-uninfrastruttura-resiliente-e-promuovere-linnovazione-ed-una-industrializzazione-equa-responsabile-e-sostenibile/



[Fig.90] SDG coinvolti della progettazione resiliente delle città



[Fig.91] Grafico di integrazione dei nuovi modelli circolare

8.2.2 TARGET 12.5: ECONOMIA CIRCOLARE

Il focus delle nuove funzionalità del progetto e le azioni di intervento sull'area si inseriscono particolarmente nel goal 12 dell'Agenda 2030[100], con un focus specifico sull'economia circolare. Questo concetto è ormai al centro delle discussioni che girano intorno alle città, che si vedono sempre più impegnate nell'abbandono del modello tradizionale "produzione, consumo, smaltimento" [Fig.91] in ottica di modelli rigenerativi e sostenibili. L'ottimizzazione delle risorse, il riuso e il riciclo hanno infatti un enorme impatto sia sulla riduzione della produzione di rifiuti che sulla richiesta. Tra le sfide presenti in questo tema, sicuramente quella del coinvolgimento attivo della popolazione è una delle più importanti e complesse, in quanto l'educazione e la sensibilizzazione sono il primo passo per un uso più consapevole delle risorse.

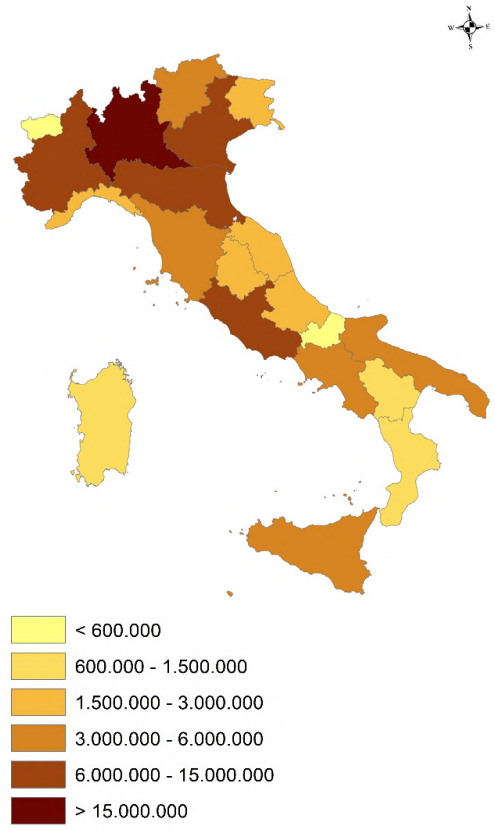
[100] Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 12. Garantire modelli di consumo e produzione sostenibili*, Agenda 2030,(ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://unric.org/it/obiettivo-12-garantire-modelli-sostenibili-di-produzione-e-di-consumo/

[101] ISPRA, *Rapporto rifiuti speciali - Edizione 2024*, pg 17, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-speciali-edizione-2024

[102] Ivi, pg 37-38

[103] Danish Technological Institute, *Woodcircles*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://woodcircles.eu/project/

[104] Città di Torino, *Woodcircles. Integrated, Circular, and Digitally Supported Sustainable Solutions for Waste Minimization and Carbon Storage In Buildings and the Construction Sector*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). ULR: https://www.torinoeuprojects.it/woodcircles/



[Fig. 92] Produzione regionale dei rifiuti speciali non pericolosi da costruzione e demolizione (tonnellate), anno 2022 Fonte: ISPRA

L'ambito edilizio ha un impatto significativo nella produzione di rifiuti. A livello europeo, l'ambito edilizio è responsabile della produzione del 35% di rifiuti totali. Nel 2022, a livello nazionale la produzione di rifiuti speciali non pericolosi da costruzione e demolizione è pari a quasi 80,3 milioni di tonnellate, ovvero più del 53% della produzione totale di rifiuti non pericolosi e il 49% sul totale dei rifiuti speciali.[101] Il Piemonte è terzo alla Lombardia e al Veneto per la produzione di rifiuti pericolosi con quasi 8 milioni di tonnellate registrate nel 2022, quasi 1 milione in più rispetto al 2021.[102]

Dal giugno del 2023, la città di Torino lavora insieme ad altre città europee nel progetto quadriennale "woodcircles"[103] finanziato dall'Unione Europea per lo sviluppo di soluzioni circolari per la filiera del legno in ambito edilizio. Il progetto, che coinvolge oltre 20 stakeholder, promuove la valorizzazione attraverso processi di upcycling dei materiai di scarto del legno destinanti all'incenerimento. Lo scopo finale è quello di promuovere nuove modalità di progettazione basate sui principi dell'economia circolare utilizzando il legno come materiale da costruzione, il tutto coinvolgendo attivamente i cittadini e i partner. [104]

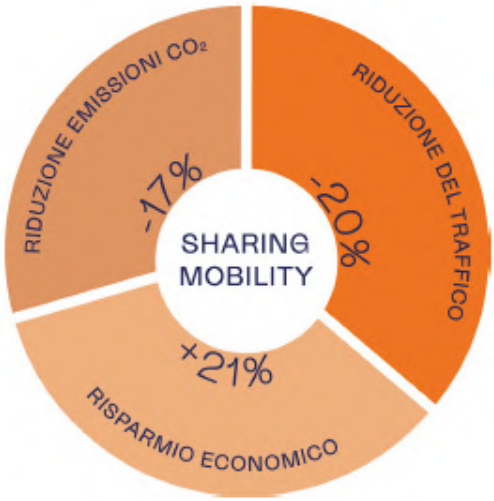
8.2.3 TARGET 11.a: NUOVE RETI

La rifunzionalizzazione dell'area mira a inserirsi in nuovi contesti di carattere nazionale e internazionale, focalizzandosi sulla creazione di nuove reti di carattere urbano e sociale. La creazione e il potenziamento di reti di connessione all'interno del tessuto urbano risulta fondamentale per diversi aspetti; innanzitutto, favoriscono la mobilità efficiente e sostenibile, riducendo il traffico locale e l'inquinamento acustico e ambientale.

Inoltre, la connessione tra più aree strategiche può incentivare lo sviluppo economico, comportando un miglior accesso a servizi, lavoro e opportunità per i residenti. Nel contesto della mobilità sostenibile, la sharing mobility rappresenta un elemento cruciale, trattandosi di un modello di trasporto condiviso che comprende servizi come car sharing, bike sharing e ride sharing.

Oltre a favorire la promozione di una mobilità più consapevole e, lo sharing mobility risulta essere particolarmente utile per il raggiungimento di obbiettivi volti alla sostenibilità, tra cui:

- **Riduzione delle emissioni:** Secondo lo scenario per la decarbonizzazione dei trasporti elaborato dall'Osservatorio, si verificherà un ampliamento di 6,6 milioni di auto elettriche e ibride plug-in entro il 2030. Questo scenario, con un incremento del 30% dell'offerta di trasporto pubblico e di sharing mobility porterebbe a una riduzione di 18 milioni di tonnellate di gas serra.
- **Efficienza urbana:** la micromobilità, ovvero il numero di viaggi effettuati utilizzando servizi di bikesharing, scooter sharing e monopattino sharing, ha superato i 43 milioni nel 2022, pari all'87% del totale del vehicle sharing andando a ridurre il traffico e la congestione, ottimizzando l'uso delle risorse e liberando spazio pubblico.
- **Risparmio economico:** secondo le rilevazioni dell'Osservatorio, nel 2020, il numero di utenti di servizi di car sharing è aumentato del 21%, raggiungendo oltre 2 milioni di iscritti e portando a un risparmio medio annuo per utente di circa 1.300 euro, considerando i costi di gestione e possesso di un'auto privata.



[Fig. 93] Dati sulla riduzione del traffico, emissione di CO_2 e risparmio economico del 2022 rispetto al 2019. Fonte: EuroStat 2022

Nella città di Torino questo strumento risulta attualmente utilizzato e in forte espansione, con un crescente numero di mezzi elettrici a disposizione e abbonamenti combinati con i trasporti pubblici. Nello specifico, i singoli quartieri potrebbero fortemente beneficiare di un'implementazione di questo servizio, con migliorie significative sia in termini di mobilità sostenibile sia di rivitalizzazione economica e ambientale:

- **Aumento dell'attrattività e stimolo per attività economiche,** in quanto la disponibilità di un sistema di car sharing rende l'area più attraente per aziende, startup e nuove attività commerciali. Questa attrattività può accelerare la rinascita economica, portando investimenti e nuove opportunità di lavoro, grazie anche alla diminuzione dei costi legati ai parcheggi e alla gestione delle auto aziendali.
- **Miglioramento dell'immagine della zona e coinvolgimento della comunità** in quanto il car sharing può facilitare il coinvolgimento della comunità, ad esempio con iniziative che promuovono la mobilità sostenibile tra i residenti.

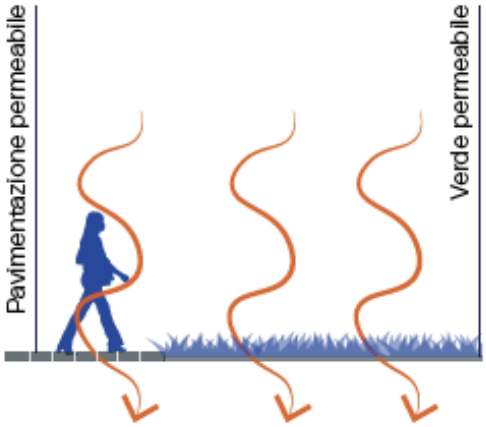
Eventi o campagne di sensibilizzazione sulla mobilità green possono rafforzare il senso di appartenenza e di partecipazione tra chi vive e lavora nella zona.

- **Riduzione della dipendenza dall'auto privata**, promuovendo modalità di spostamento più agili, sostenibili e meno inquinanti. Questa azione si rivela particolarmente vantaggiosa nelle aree ex industriali, dove spesso la rete di trasporto pubblico risulta ancora scarsa o in fase di sviluppo. Investire in alternative come il potenziamento dei trasporti pubblici, la creazione di percorsi pedonali e ciclabili e l'introduzione di servizi di mobilità condivisa può incentivare una significativa riduzione dell'uso delle auto private, contribuendo a diminuire l'inquinamento e migliorare la qualità dell'aria.
- **Ottimizzazione degli spazi pubblici**, che, quando non più necessari per i parcheggi possono essere riconvertiti in aree verdi, piste ciclabili e spazi pubblici per la socialità, migliorando la qualità della vita e favorendo un ambiente più accogliente.

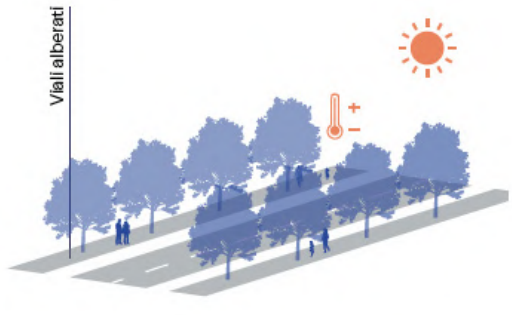
8.2.4 TARGET 11.b: CITTÀ RESILIENTI E SOSTENIBILI

Nel contesto attuale di crescente consapevolezza ambientale, l'approccio all'urbanizzazione e alla gestione delle risorse ha subito una trasformazione significativa. Come visto, l'**economia circolare** risulta essere fondamentale nella lotta contro lo sfruttamento insostenibile delle risorse naturali. Nell'ambito dell'edilizia e della gestione idrica, l'adozione di pratiche che favoriscano il riutilizzo dei materiali di decostruzione e il riuso consapevole dell'acqua rappresenta un fondamentale passo avanti verso un'economia più sostenibile.

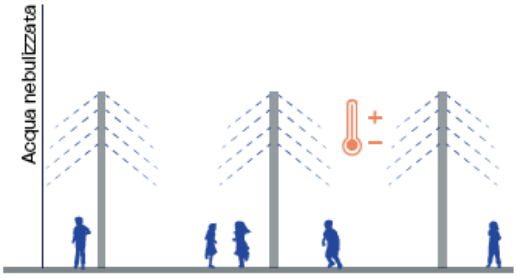
La ristrutturazione e l'adattamento degli edifici esistenti rivestono un ruolo chiave in questo scenario. Difatti, il **recupero di strutture preesistenti** non solo permette di conservare il patrimonio architettonico, ma rappresenta anche un'opportunità per ridurre l'impronta ecologica attraverso l'utilizzo di materiali riciclati ottenuti dal recupero della decostruzione. Questa pratica non solo riduce la produzione di rifiuti da costruzione, ma contribuisce anche a ridurre l'energia necessaria per la realizzazione di nuove costruzioni.



[Fig. 94] Permeabilità del suolo



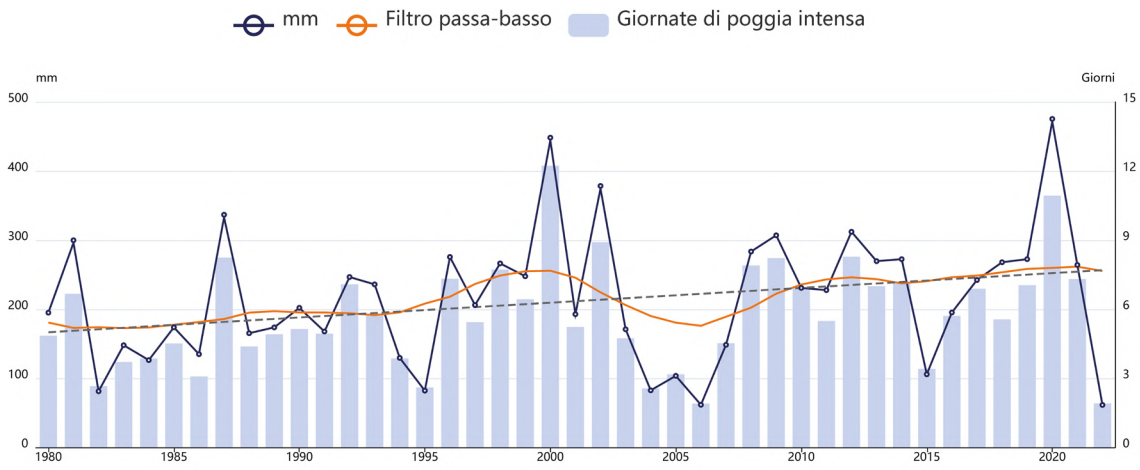
[Fig.95] Mitigazione isola di calore



[Fig. 96] Mitigazione isola di calore

Parallelamente, per affrontare le sfide legate all'urbanizzazione e al cambiamento climatico, la gestione delle risorse idriche riveste un'importanza cruciale. Il ricorso al **riuso consapevole dell'acqua** comporta l'implementazione di sistemi che permettono il trattamento delle acque reflue per scopi non potabili, come l'irrigazione o il riutilizzo nei processi industriali. Questa pratica non solo permette di preservare le risorse idriche limitate, ma riduce anche il carico sui sistemi di approvvigionamento idrico pubblico.

Infine, il totale annuale delle precipitazioni intense in Italia è aumentato negli ultimi 43 anni con circa +90 mm nel 2022 rispetto al 1980 (Fig.1). La crescita delle precipitazioni intense annuali è statisticamente significativa e ha portato ad una maggiore frequenza di inondazioni. L'incremento nel totale annuale delle precipitazioni intense è di circa + 21 mm al decennio che corrisponde a circa + 10 % della media sul trentennio 1981-2010. Da qui il ricorso a sistemi di drenaggio sostenibili, come parchi di infiltrazione, bacini di raccolta delle acque piovane. In aggiunta, **la riduzione dell'isola di calore** in ambito urbano ri-



[Fig. 97] Somma annuale delle precipitazioni giornaliere al di sopra del valore di soglia dal 1980 al 2022. Fonte: Eurac

sulta cruciale per contrastare gli effetti negativi del riscaldamento delle città sempre più dense. Una strategia comune per ridurre questi effetti è l'utilizzo di materiali permeabili, che riducono l'assorbimento di calore e allo stesso tempo permettono una migliore gestione delle acque piovane. I tetti verdi o giardini pensili sono un'altra soluzione efficace, in quanto assorbono energia solare e migliorano la qualità dell'aria. Inoltre, l'inserimento di alberature lungo le strade e la creazione di parchi contribuiscono a fornire ombra, riducendo l'assorbimento di calore e migliorando la ventilazione. Sistemi di irrigazione e di acqua nebulizzata possono essere utilizzati anche per raffreddare l'aria circostante attraverso l'evaporazione dell'acqua. Queste strategie risultano ancora più efficaci se sfruttare simultaneamente, all'interno di una pianificazione integrata e cucita sui singoli casi.

Nello specifico, la città di Torino si è adoperata per realizzare un documento che definisce delle linee guida in questo senso. Il "Piano di Resilienza Climatica"[105] è stato redatto nel luglio del 2020 nell'ambito del piano d'azione "Torino 2030".[106] Questo piano si inserisce in un quadro di risposta ai sempre più frequenti eventi climatici estremi che da anni stanno mettendo il ginocchio la città, soprattutto dal punto di vista idrogeologico. Per contrastare gli effetti di questi fenomeni è stato dunque necessario adottare un nuovo modello di sviluppo e adattamento fondati sulla resilienza climatica ed interventi specifici per contrastare:

[105] Città di Torino, *Piano di Resilienza Climatica,* Torino 2030, (Luglio 2020). URL: http://www.comune.torino.it/torinosostenibile/documenti/200727_Piano_Resilienza_Climatica_allegati.pdf

[106] *Torino Vivibile*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://www.torinovivibile.it/torino-2030/

[Fig.98] Environment Park, 2006 Torino. Fonte: Piano di Resilienza Climatico.

[Fig.99] Esempio di intervento di aumento della permeabilità nel quartierei di Barriera di Milano, Torino. Fonte: Piano di Resilienza Climatico.

- **Clima sempre più caldo:**

Tra le soluzioni più frequentemente adottate per contrastare questa problematica troviamo l'aumento di superfici verdi, anche sugli edifici con pareti e tetti verdi. A Torino, il più importante esempio di utilizzo di questa strategia nell'ambito del progetto Torino 2030 è quello dell'Environmental Park [Fig. 98]. Nello specifico, per valutare l'impatto positivo di questa pratica sono stati implementati due indicatori:

–Superficie di copertura con verde pensile

–Riduzione consumi energetici

- **Gestire gli eventi di precipitazione intensa:**

Il quartiere di Barriera di Milano è stato oggetto di un particolare intervento di riqualificazione degli spazi comuni esterni, con l'inserimento capillare di superfici verdi in grado di aumentare la capacità di raccolta delle acque di prima pioggia [Fig. xx]. Tra gli indicatori inseriti per la valutazione dell'efficacia di quest'intervento troviamo

–Superficie di infiltrazione

–Superficie impermeabilizzata servita da aree di drenaggio

Volume di acqua piovana gestita da aree di drenaggio

Differenza di temperatura tra quella nell'area di intervento e un'area campione a una certa distanza

- **Conservazione e tutela del suolo**:

In previsione della revisione generale del PRGC di Torino, il consumo di suolo dovrebbe essere azzerato, per cercare di minimizzare gli impatti del cambiamento climatico e massimizzare i benefici ambientali. Nello specifico, sono state individuate strategie come la de-impermeabilizzazione del suolo, anche tramite riuso dello stesso, e la ri-naturalizzazione di superfici già consumate. Per il monitoraggio di queste azioni sono stati presi in considerazione i seguenti indicatori:

–Numero di interventi di trasformazione che rispettano l'obiettivo di consumo di suolo netto inferiore o uguale a zero

–Superficie interessata da trasformazione che rispetta l'obiettivo di consumo di suolo netto inferiore o uguale a zero.

VISIONE GLOBALE: INQUADRAMENTO DEL CONTESTO URBANO

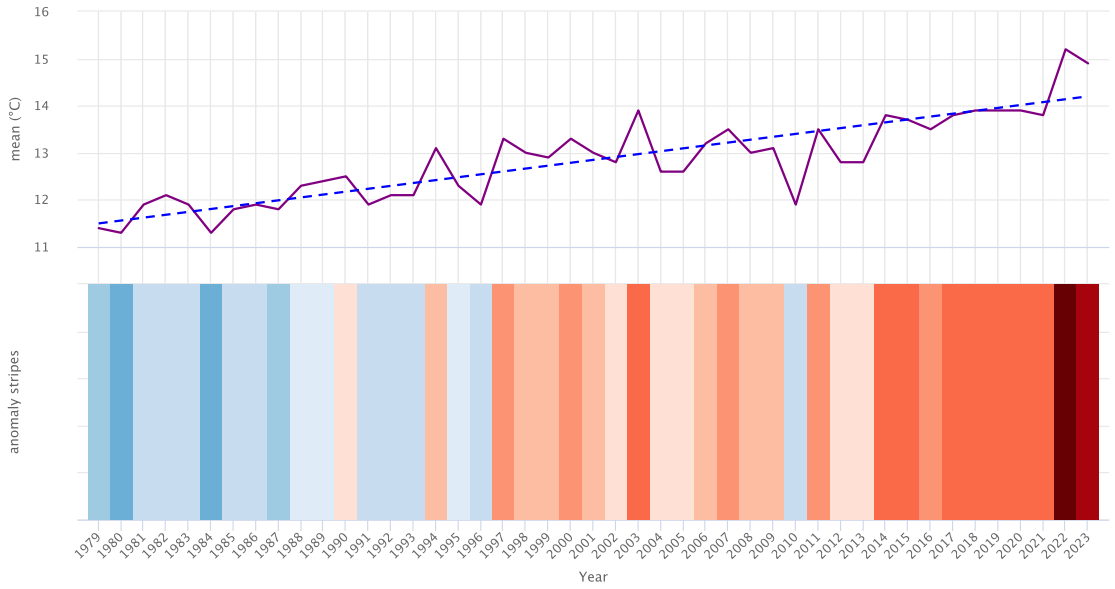
08.3

8.3.1 INQUINAMENTO E ONDATE DI CALORE

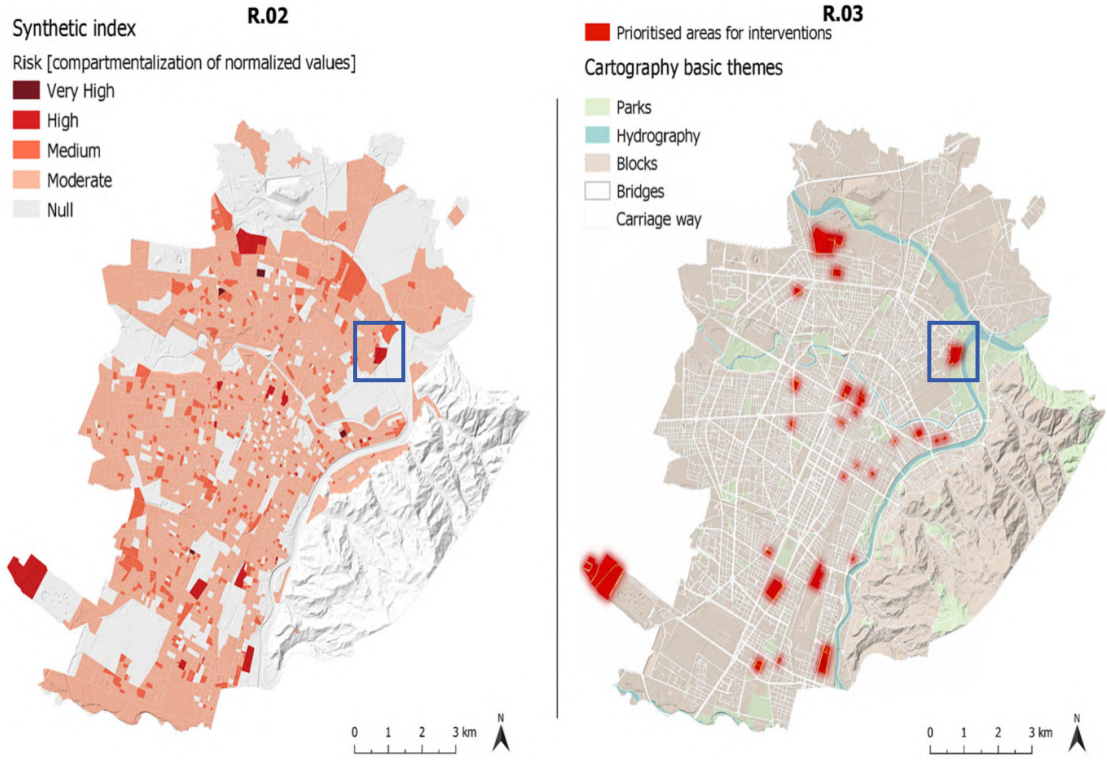
Nella città di Torino, la correlazione tra smog e aumento delle temperature è molto evidente. Nonostante gli sforzi intrapresi dalle amministrazioni, Torino nel 2022 era tra le prime città più inquinate d'Italia.[107] Le temperature elevate contribuiscono ad aggravare la situazione, già molto critica in questa città, creando condizioni ideali per la formazione di ozono troposferico. Nel 2023 è stata registrata un'anomalia superiore quasi di un grado [Fig.101] rispetto al decennio precedente, confermando il trend sempre più preoccupante di forte riscaldamento. Questo fenomeno è ulteriormente aggravato dall'isola di calore urbano, dove uno studio specifico[2] ha consentito di individuare le aree più a rischio e quelle soggette a priorità di intervento, tra cui proprio l'area dell'ex Manifattura Tabacchi. [Fig.102]

[107] Andrea Minutolo, Costanza Frasso, Emiliana Pandolfo, *Mal'Aria di città,* CleanCities, *(Gennaio 2023)* URL: https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Rapporto_Malaria_2023.pdf

[108] Marta Ellena,Giulia Melis, Nicolas Zengarini, Eduardo Di Gangi, Giglielmo Ricciardi, Paola Mercogliano, Giuseppe Costa, *Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at socio-economic factors and built environment characteristics: The Turin case study (Italy),* Urban Climate, V.49, (Maggio 2023). DOI: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101514



[Fig.101] Grafico della variazione della temperatura annuale di Torino dal 1979 al 2023. Fonte: Meteoblue



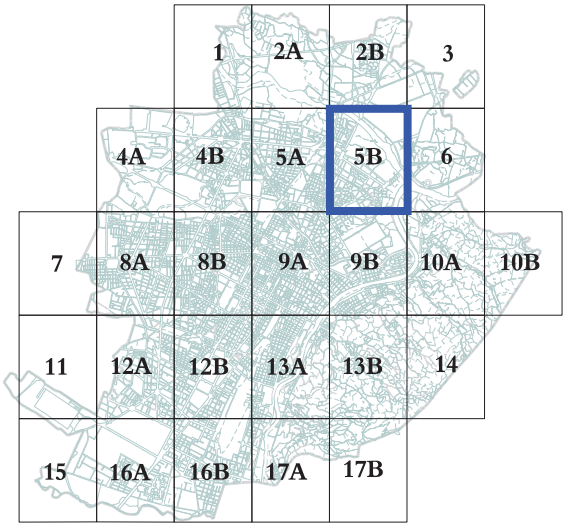
[Fig. 102] Mappa del rischio UHI (R.02) e delle aree con priorità di intervento (R.03) Fonte: "Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at socio-economic factors and built environment characteristics: The Turin case study (Italy)"

8.3.2 RISCHIO IDROGEOMORGOLOGICO

L'area in questione ricade in un ambito che richiedere una particolare attenzione dal punto di visto del rischio idrogeomorfologico. Nella "*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*"[-Fig.103] del P.R.G. viene individuata nella III classe di idoneità all'utilizzazione urbanistica, nella quale sono inserite aree soggette ad allagamento o a inondazione, nello specifico nella sottoclasse IIIb4(P), che comprende aree edificate, appartenenti alla Fascia B, ovvero che sono state parzialmente inondate e sono considerate attualmente inondabili. Il grado di pericolosità è da considerarsi elevato, e per questo i condizionamenti presenti sono:

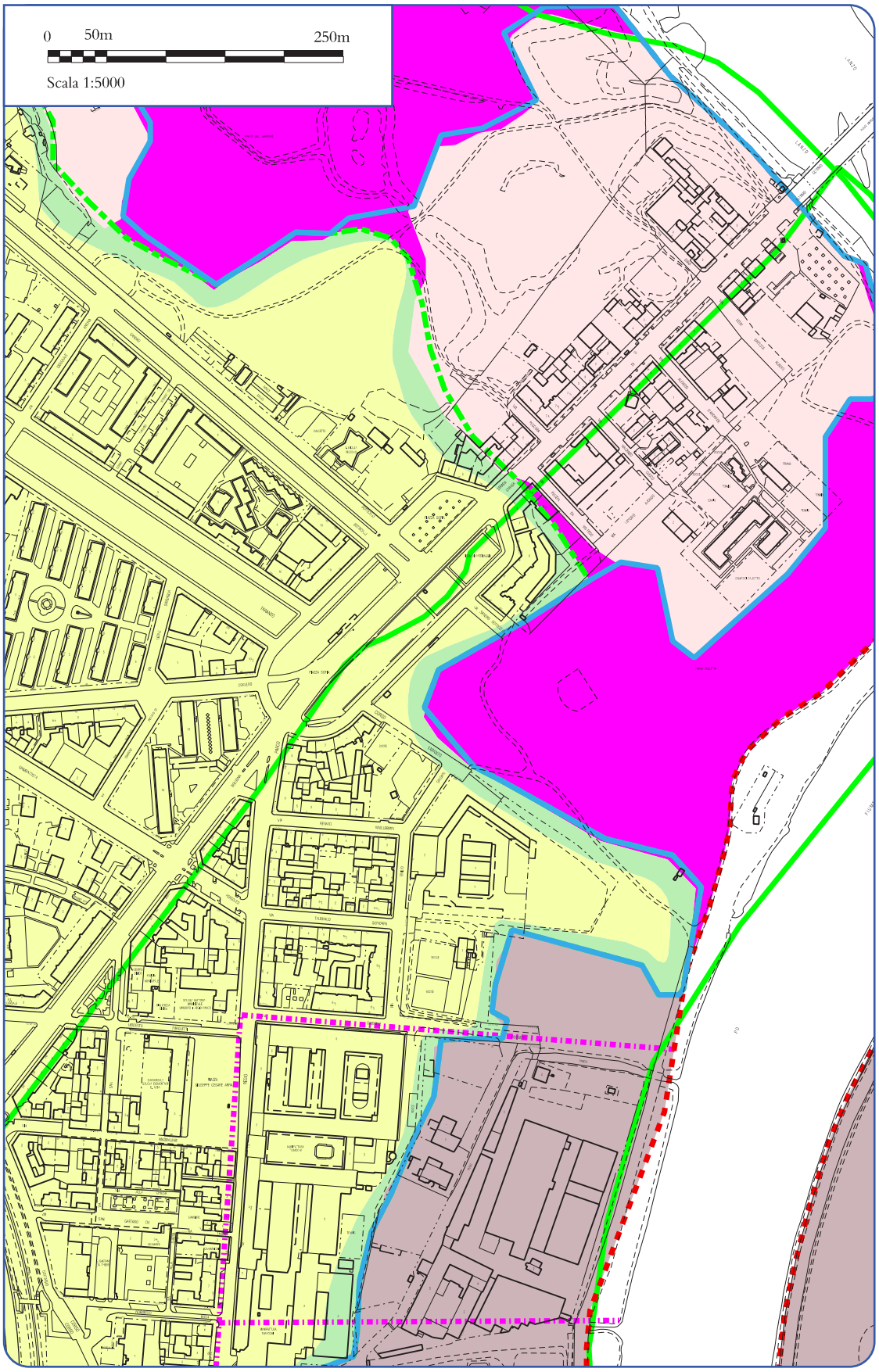
- **ANTROPICI:** Aree edificate
- **IDROGEOMORFOLOGICI:** Aree parzialmente inondate e attualmente inondabili

Tali prescrizioni permettono di fornire un quadro più specifico delle azioni possibili e della particolarità dell'area in questione, ponendo l'accento sulla questione del recupero dell'area dell'Ex stabilimento FIMIT.



	Parte Piana Classi e sottoclassi		Parte Collinare Classi e sottoclassi
	I (P)		
	II (P)		*II1 (C)*
	IIIa (P)		*II2 (C)*
	IIIa1 (P)		*II3 (C)*
	IIIb2 (P)		*IIIa (C)*
	IIIb2a (P)		*IIIa1 (C)*
	IIIb2b (P)		*IIIb1 (C)*
	IIIb3 (P)		*IIIb2 (C)*
	IIIb4 (P)		*IIIb3 (C)*
	IIIb4a (P)		*IIIb4 (C)*
	IIIc (P)		*III4 (C) - Eel*

	Corsi d'acqua soggetti a fascia di rispetto di inedificabilità assoluta di m 10 dal piede dell'argine o sponda naturale
	Limite dell'area soggetta all'onda di piena per collasso dei bacini a artificiali
	Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico PAI approvato con DPCM il 24/05/2001 e s.m.i.
	Limite tra la fascia A e la fascia B
	Limite tra la fascia B e la fascia C
	Limite esterno della fascia C



[Fig. 103] Estratto dell'Allegato Tecnico "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica", Tav. n. 3, foglio n. 5B. Variante P.R.G. Marzo 2008, elaborato aggiornato al 31 Dicembre 2013.

L'area, come tutta la città di Torino, è stata nel corso della sua storia fortemente influenzata dalle inondazioni causate dal Po e dai suoi affluenti, come la Dora. Sul "cippo dei ricordi", collocato in prossimità del Borgo Medievale nel Parco del Valentino, viene riportata l'alluvione considerata la più devastante, quella dell'ottobre 1839, quando il livello del Po raggiunse i 6,2 metri, distruggendo il ponte delle Brenne. Nonostante quanto riportato, l'alluvione del 16 ottobre 2000, dove si toccò un picco molto più basso, intorno ai 5,79, metri, e quella del 2016, furono quelle che causarono più datti. Questo accadde a causa della maggiore densità della popolazione, che ha spinto l'edificato fino alle rive dei fiumi e del dissesto idrogeologico che riduce sempre di più la capacità di ritenzione idrica del suolo.

L'ultimo degli eventi così significativi si è verificato tra il 19 e il 21 maggio del 2023, a seguito degli intensi eventi provocati dalla perturbazione che ha investito gran parte del nord Italia, si è verificato un importante incremento dei livelli idrometrici di diversi torrenti e fiumi, tra cui il Po, il Pellice e la Stura. Nella città di Torino, la persistenza delle precipitazioni e l'incremento del livello di alcuni affluenti come il rio Ghiadone, ha infatti determinato un livello massimo raggiunto del fiume Po intorno ai 3.80 metri, ben oltre di 0.30 m rispetto al livello di guardia, fissato a 4.40 metri.[63] Nonostante l'intensità non sia come quella degli eventi storici descritti, la frequenza sempre maggiore ha destato particolare preoccupazione, portando l'amministrazione a prendere in considerazione interventi come il rinforzo degli argini e la costruzione di barriere. L'ombra delle piene storiche pone però l'accento sulla necessità di piani d'azione sempre più previdenti ed efficaci a lungo termine, rendendo centrale il concetto della resilienza urbana.

Nel Piano di Resilienza Climatica della città vengono infatti stabilite alcune azioni mirate per ridurre i danni provocate dalle inondazioni, che si concentrano principalmente sull'aumento delle infrastrutture verdi e dei sistemi di drenaggio, al fine di aumentare la permeabilità del suolo, già fortemente compromessa.

[109] ARPA, *Rapporto evento 19-21 maggio 2023*, Dipartimento Rischi Naturali e Ambiele, Maggio 2023, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://www.arpa.piemonte.it/pubblicazione/rapporto-devento-19-21-maggio-2023

[Fig.104] Foto dell'alluvione che colpì Piemonte e Val D'Aosta nel 2000, Torino . Fonte: Marok.org

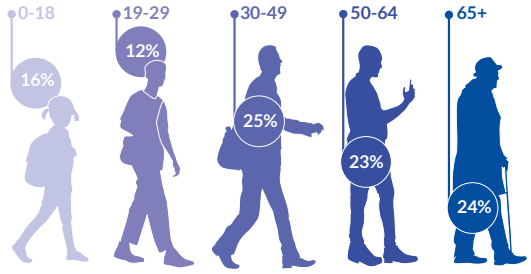
[Fig.105] Piena straordinaria del maggio 2023 : Maurizio Bosio

INTERDIPENDENZE: FATTORI CHIAVE

08.4

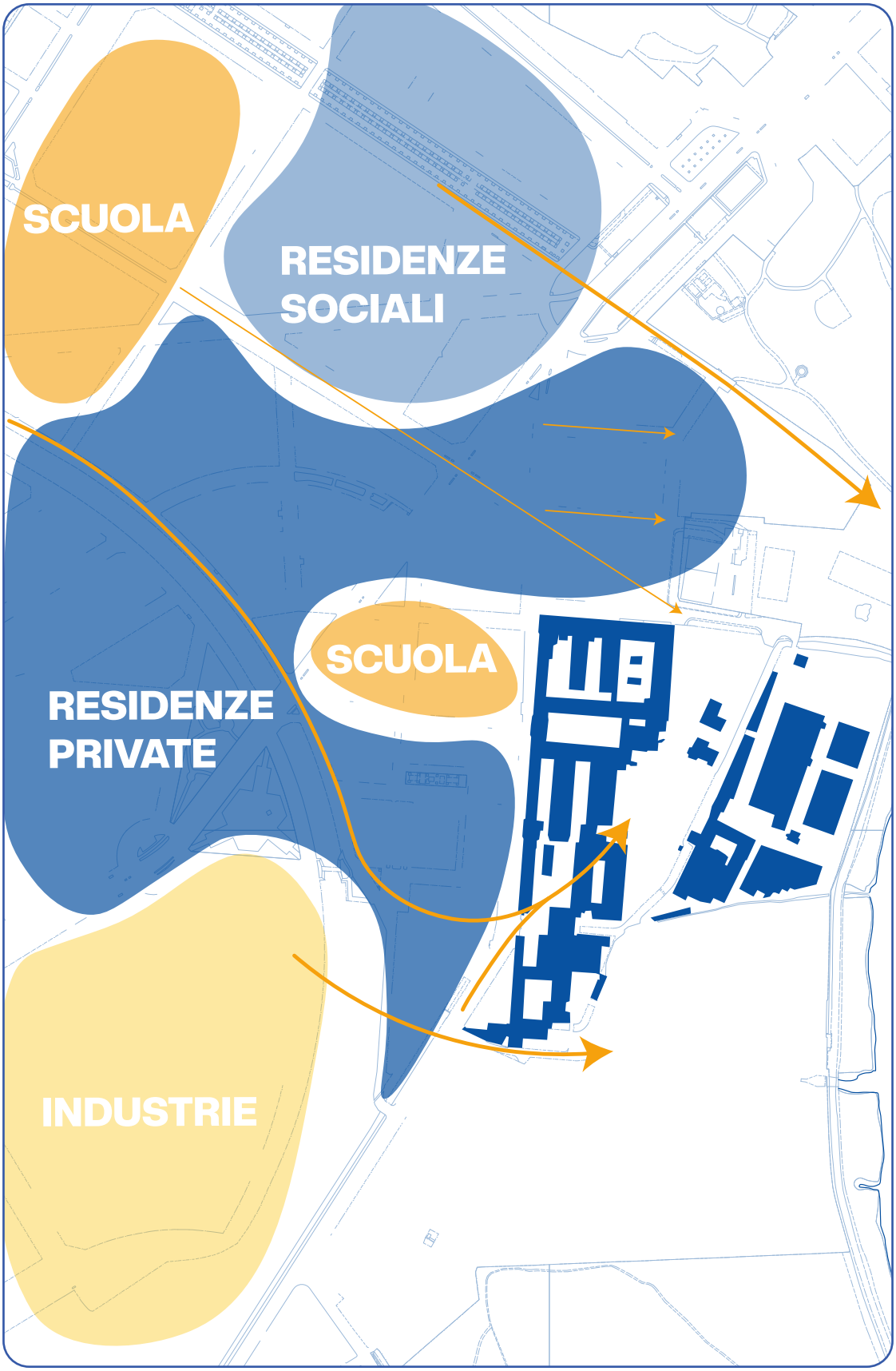
L'area in questione risulta particolarmente complessa per la sua collocazione, in quanto è situata ai margini di due quartieri semiperiferici di Torino, caratterizzato da edilizia prettamente popolare, Regio Parco e Barriera Milano. L'abbandono del complesso dell'ex Manifattura Tabacchi contribuisce ad intensificare gli effetti di isolamento sociale tipici di queste aree,[110] alimentandone il degrado visivo e funzionale della zona.

Dall'analisi dell'area emerge subito come invece la collocazione geografica non rispecchi quella funzionale, in quanto quest'area potrebbe rappresentare un'importante centralità sociale per i due quartieri [Fig.107]. Le aree residenziali con le scuole potrebbero beneficiare della creazione di un nuovo catalizzatore di idee e di opportunità, riconsegnando il ruolo centrale ad un'area che per troppo tempo è stata solo un limite.

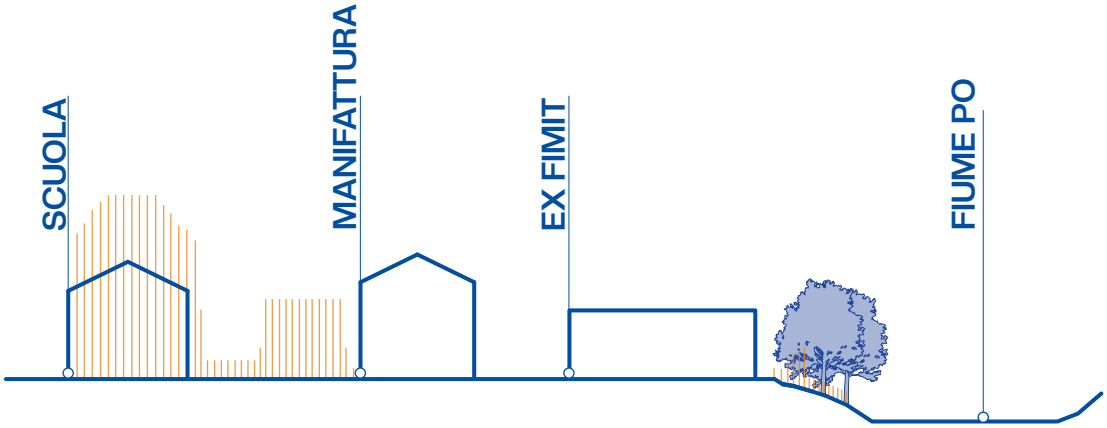


[Fig.106] Grafico età media

[110] Gioele Urso, *Il caso Barriera di Milano arriva in Parlamento: spaccio e degrado preoccupano sempre più,* TorinoToday, Gennaio 2024, (utlima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://www.torinotoday.it/attualita/barriera-milano-interrogazione-sicurezza-appendino-iaria-17-gennaio-2024.html



[Fig.107] Flussi dell'area



[Fig.108] Sezione dell'intensità dei luoghi pubblici

Nel 2022, nella Circoscrizione 6, sono stati stimati circa 104.408 abitanti, attestandosi come uno dei quartieri con la maggior crescita complessiva di residenti, in controtendenza rispetto alla città.[111] Infatti, il dal 1981 al 2019, il numero abitanti della Città di Torino è fortemente diminuito, con una riduzione complessiva pari al 22 %[3]. Questa crescita è fortemente influenzata dalla componente straniera della popolazione, che, come in altre aree della città, tendono a concentrarsi probabilmente sulla base di creazioni di comunità etniche. Analizzando più nello specifico la popolazione di quest'area, emerge come circa il 25.8 % di popolazione sia oltre i 65 anni e solo del 12,7% sotto i 15 anni. Nonostante questo dato, la circoscrizione 6 è quella con l'età media più bassa di Torino, che si attesta intorno ai 45 anni.

L'analisi del sito ha offerto la possibilità di comprendere le dinamiche con il quale l'area viene vissuta, riportando una forte attività di prossimità, provocata dalla presenza della scuola Elementare Giuseppe Cesare Abba, che si pone in netta contrapposizione con l'inattività totale all'interno dell'ex Manifattura.

Il recupero di questo spazio, potrebbe dunque avere una duplice visione funzionale, da un lato permettendo di estendere la forte attività della scuola e dall'altro creare nuovi spazi pubblici, migliorando la vivibilità del quartiere e aumenterebbe il senso di appartenenza.

[111] Osservatorio Mercato del Lavoro. *Torino, Lavoro, Imprese e Competenze a Torino. Rapporto annuale 2023.* URL: http://www.comune.torino.it/lavoroeorientamento/documenti/Rapporto_n.2_OMLT_FINAL.pdf

[112] Torino Metropoli, *Quadro demografico socio-economico,* all.B (Maggio 2021). URL: http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/trasporti-mobilita-sostenibile/dwd/pums/allegati/ALLEGATO_B_-_Quadro_demografico_socio_economico_v10.pdf

8.4.1 EDUCAZIONE

La città di Torino sta lavorando per implementare gli strumenti utili per l'educazione delle comunità ad una maggiore attenzione ai temi della sostenibilità e resilienza. Nell'ambito del piano d'azione "Torino 2030" vengono riportati diversi progetti con lo scopo di raggiungere questo obiettivo.

Nello specifico, con il progetto **"CO-CITY"**,[113] vincitore del bando europeo *Urban Innovative Actions* (UIA), la città promuove la rigenerazione di alcuni quartieri svantaggiati per aumentarne l'inclusione sociale e la resilienza. Forme di amministrazione condivisa vengono messe in pratica attraverso la collaborazione attiva tra cittadini e amministrazione, per rispondere alle esigenze di rigenerazione urbana, tramite proposte progettuali innovative, avanzate dai cittadini stessi. La rigenerazione di spazi abbandonati o poco sfruttati risulta particolarmente strategica se associata al raggiungimento di obbiettivi come la mitigazione degli effetti delle isole di calore e delle abbondanti precipitazioni che hanno caratterizzato i mesi primaverili di quest'anno.

Nell'ambito della sensibilizzazione, con il progetto **"Torino città educativa"** la Città di Torino si impegna nella realizzazione di un Centro Civico in Via Bardonecchia, uno spazio socioeducativo aperto ai cittadini. Saranno presenti spazi per la didattica innovativa, ma anche per l'integrazione di attività sportive e sociali per rimettere al centro della missione educativa la rigenerazione urbana e sociale della città. Sono previsti inoltre la realizzazione di una nuova sede per la promozione della cultura ludica, in cui sperimentazione e tradizione formeranno gli adulti del futuro all'importanza del riuso.

[113] Urban Innovative Actions, *Co-CITY,* (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/turin

[114] Città di Torino,*Torino città educativa,* (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: http://www.comune.torino.it/citedu//

8.4.2 PIANIFICAZIONE URBANA

Sempre nell'ambito del piano d'azione "Torino 2030", nel 2020 è stato redatto il **"Piano di resilienza climatica"**,[114] documento strategico per affrontare le sfide dei cambiamenti climatici della città. Tra i concetti chiave del programma d'azione troviamo la resilienza climatica, l'aumento del drenaggio urbano e la riduzione delle emissioni di CO_2, ma anche altre azioni come i modelli di economia circolare e la progettazione integrata delle infrastrutture verdi. In questo documento vengono individuate 38 azioni per contrastare gli impatti associati al cambiamento climatico. Queste azioni sono classificate con tre livelli:

- **Soft:** sensibilizzazione e formazione
- **Green:** forestazione urbana, tetti verdi, aree drenanti
- **Grey:** interventi infrastrutturali

Nell'ambito delle infrastrutture, tra i progetti in cantiere troviamo la linea 2 della metro. Il progetto dal grande impatto collegherà 32 stazioni, contribuendo al rafforzamento dell'offerta pubblica per il trasporto. L'introduzione di questa nuova linea, che collegherà la città da nord a sud, sarà realizzata con nuovi standard legati all'efficienza dei sistemi antincendio, di telecomunicazioni e controlli in linea del sistema. Questa nuova linea permetterà di ridurre notevolmente il traffico stradale, riducendo conseguentemente la produzione di particolato. Inoltre, il trasporto su rotaia risulta essere uno dei più efficienti al mondo per spostamenti di grandi quantità di persone su lunghe distanze, incentivando ad un maggior sviluppo dei nuovi quartieri collegati. Tra le altre infrastrutture di rilievo, Torino dispone di un patrimonio di verde pubblico molto importante e in linea con gli standard europei e mondiali, ma dalle analisi svolte nell'ambito del **"Piano strategico dell'infrastruttura verde"**[115] del 2020, emerge come invece a livello qualitativo sia necessario un importante investimento, soprattutto per il recupero di moltissime aree verdi che oggi versano in stato di abbandono. Molte aree verdi, come quella in esame, risultano parzialmente progettate, con funzioni che sono state assegnate senza valutare le reali necessità della comunità, portando ad un inevitabile abbandono delle stesse.

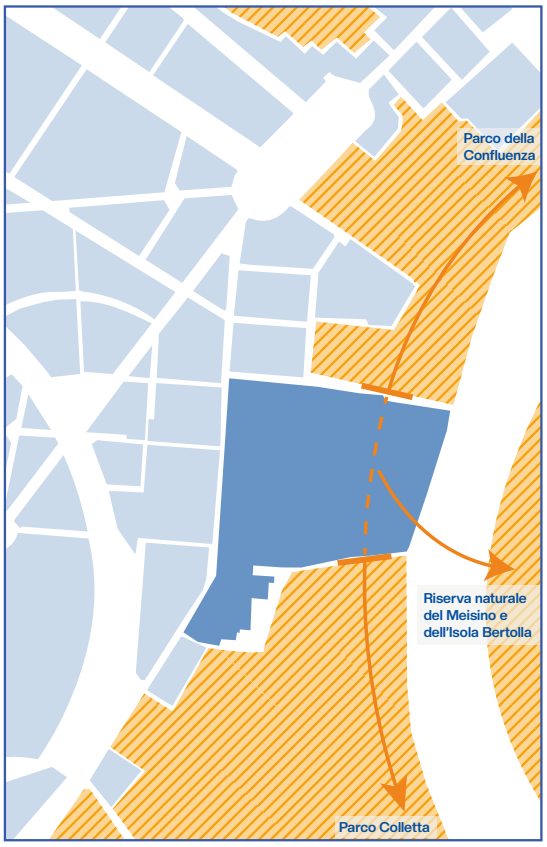
[114] Città di Torino, *Piano di Resilienza Climatica,* Torino 2030, (Luglio 2020). URL: http://www.comune.torino.it/torinosostenibile/documenti/200727_Piano_Resilienza_Climatica_allegati.pdf

[115] Città di Torino, *Piano strategico dell'infrastruttura verde,* (Marzo 2021). URL: http://www.comune.torino.it/verdepubblico/il-verde-a-torino/piano-infrastruttura-verde/

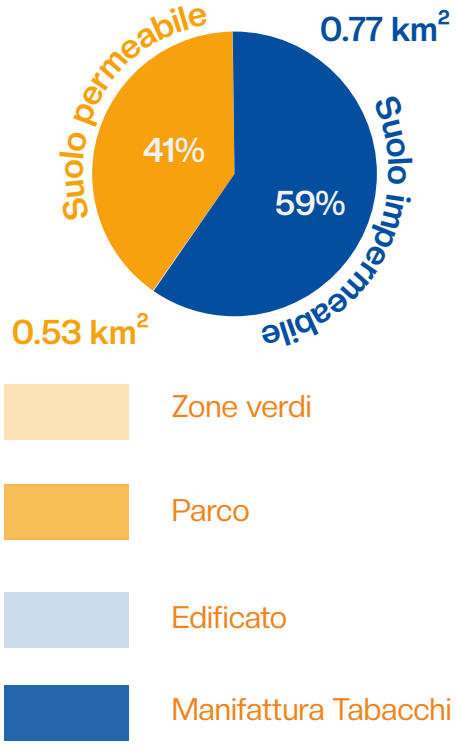
[Fig.109] Carta del sistema del verde, reilaborata sulla base della tav. 01 "Il sistema del verde" delle tavole de Piano Strategico dell'Infrastruttura verde Torinese

Nello specifico dell'area oggetto di studio, si può osservare come ci sia un'alta percentuale di suolo permeabile, pari quasi al 41%, leggermente superiore alla media pari al 37% dell'intero comune. Questo dato è fortemente influenzato dalla presenza del Parco Regio e del Parco della colletta, che fanno parte dell'importante infrastruttura verde lungo il fiume Po. Dall'analisi [Fig. xx] emerge come questi due importanti polmoni verdi siano però frammentati dalla presenza dell'Ex FIMIT, che impedisce quasi completamente la continuità del corridoio ecologico.

Allo stesso modo, il collegamento di queste due aree permetterebbe la creazione di un nuovo spazio da poter destinare a funzioni e attività richieste dai cittadini, con spazi per l'educazione e la sensibilizzazione verso la sensibilità e la resilienza. Si procederebbe così a risollevare il quartiere dal degrado ambientale e sociale nel quale versa da anni, rendendo l'area più attrattiva e vivibile per gli abitanti. Inoltre, la creazione di un nuovo collegamento verde aumenterebbe la percentuale di suolo permeabile, contribuendo in maniera diretta ad una miglior gestione delle acque di prima pioggia.



[Fig. 110] Grafico schematizzato dell'interruzione del corridoio ecologico



[Fig.111] Planometria delle superfici permeabili

8.4.3 RIDUZIONE RISCHIO

Nonostante nell'area non risultino attive azioni per la riduzione dei rischi, la città di Torino, soprattutto negli ultimi anni si stia operando per elabora strategie in grado di far fronte a questa problematica. Dal punto di vista del monitoraggio, si sta portando avanti un'iniziativa particolarmente ambiziosa, che vede protagonista, grazie alla collaborazione con il laboratorio **Future Urban Legacy Lab** (FULL)[116] del Politecnico, la realizzazione di un Digital Twin della città. Questo importante strumento sarà il frutto di un approccio integrato tra BIM e GIS, per una migliore gestione dei dati georeferenziati. Questo strumento avrà il compito di supportare la pianificazione urbana e il monitoraggio delle infrastrutture e degli impatti ambientali ed energetici. Inoltre, grazie alla collaborazione con **ARPA Piemonte**, è possibile integrare ulteriori dati di monitoraggio ambientale,[117] per avere dati costantemente aggiornati su parametri come inquinamento atmosferico. Questa rete di monitoraggio risulta particolarmente utile nel tracciamento in tempo reale dei livelli e della portata dei fiumi, in modo da prevenire le esondazioni.[118] I bollettini emessi permettono al sistema di Protezione Civile di poter aggiornare periodicamente il Piano Comunale di Protezione Civile, in modo da avere simulazioni sempre calibrate sull'effettiva entità delle emergenze. Inoltre, l'azienda torinese **SMAT**, responsabile della gestione idrica della città, con il progetto *"Trasformazione digitale della gestione dei sistemi acquedottistici dell'ATO3 Torinese e riduzione delle perdite idriche"* sta implementando un sistema di circa 50.000 sensori per il monitoraggio della rete idrica. In questo modo sarà possibile rivelare i consumi anomali in modo tale da calibrare interventi mirati per ridurre le dispersioni.

Future Urban Legacy Lab

smat

PIEMONTE Arpa Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

[116] Future Urban Legacy Lab, *Digital Open Urban Twin, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://full.polito.it/research/digital-open-urban-twin/*

[117] ARPA, *Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte 2024*, (*ultima consultazione 30 novembre 2024).* URL: https://www.arpa.piemonte.it/scheda-informativa/rapporto-sullo-stato-dellambiente-piemonte

[118] ARPA, *Rete idrometrica, (ultima consultazione 30 novembre 2024).* URL: https://www.arpa.piemonte.it/scheda-informativa/rete-idrometrica

8.4.4 RIDUZIONE

L'efficienza del servizio di raccolta differenziata a Torino è migliorata negli anni, con un trend in crescita costante. Nel 2023, la città ha raggiunto una percentuale di raccolta differenziata del 57,2%, rispetto al 54,4% del 2022, grazie all'implementazione del sistema porta a porta e all'estensione di servizi di raccolta di prossimità.[119] Questo risultato è significativo, sebbene non abbia ancora raggiunto l'obiettivo del 65% previsto a livello regionale e nazionale. Nell'ambito della sensibilizzazione all'importanza di una raccolta differenziata consapevole, nel 2007 nasce il progetto **REMIDA**[120], nel quartiere di Barriera. Un centro di riuso creativo, che in collaborazione con l'Istituzione Torinese per l'Educazione Responsabile (Iter) promuove l'economia circolare offrendo materiali di scarto provenienti dalle aziende locali per attività didattiche e artistiche. Grazie allo svolgimento di workshop e laboratori vengono coinvolte scuole e organizzazioni sociali. In questo modo, oltre a svolgere un'azione concreta di riduzione degli sprechi e delle risorse, si sensibilizzano i giovani sull'importanza della trasformazione dei rifiuti in risorse.

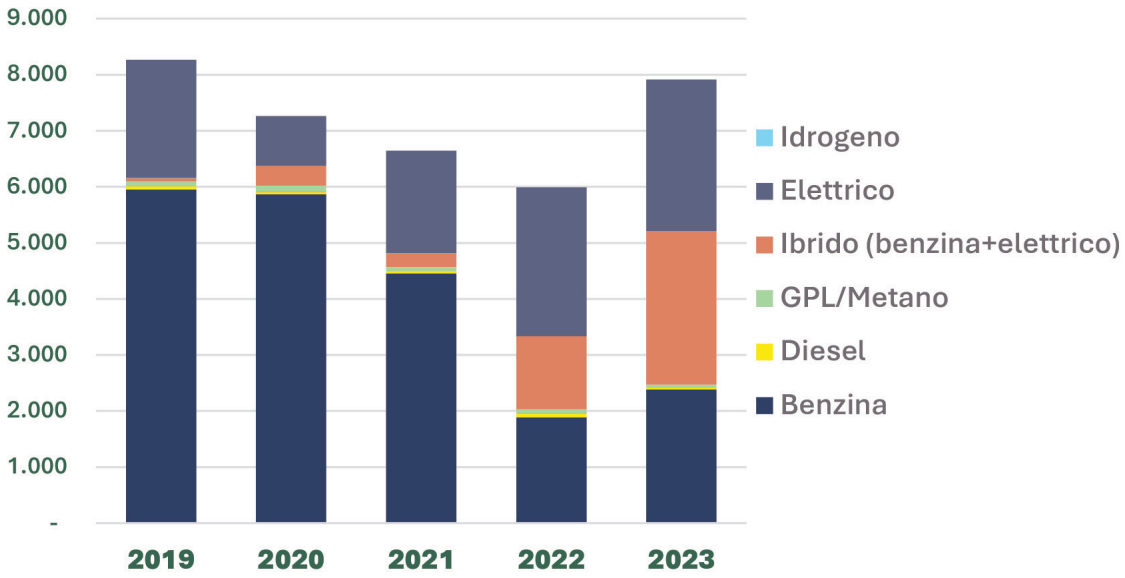
[Fig.112] Magazzino dei materiali. Fonte: REMIDA

[119] Amiat, *Risultati raccolta differenziata*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL:https://www.amiat.it/ciclo-integrato-dei-rifiuti/raccolta-rifiuti/risultati-raccolta-differenziata

[120] ITER, *REMIDA Centro di Riuso Creativo*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: http://www.comune.torino.it/iter/centri/remida-centro-di-riuso-creativo/

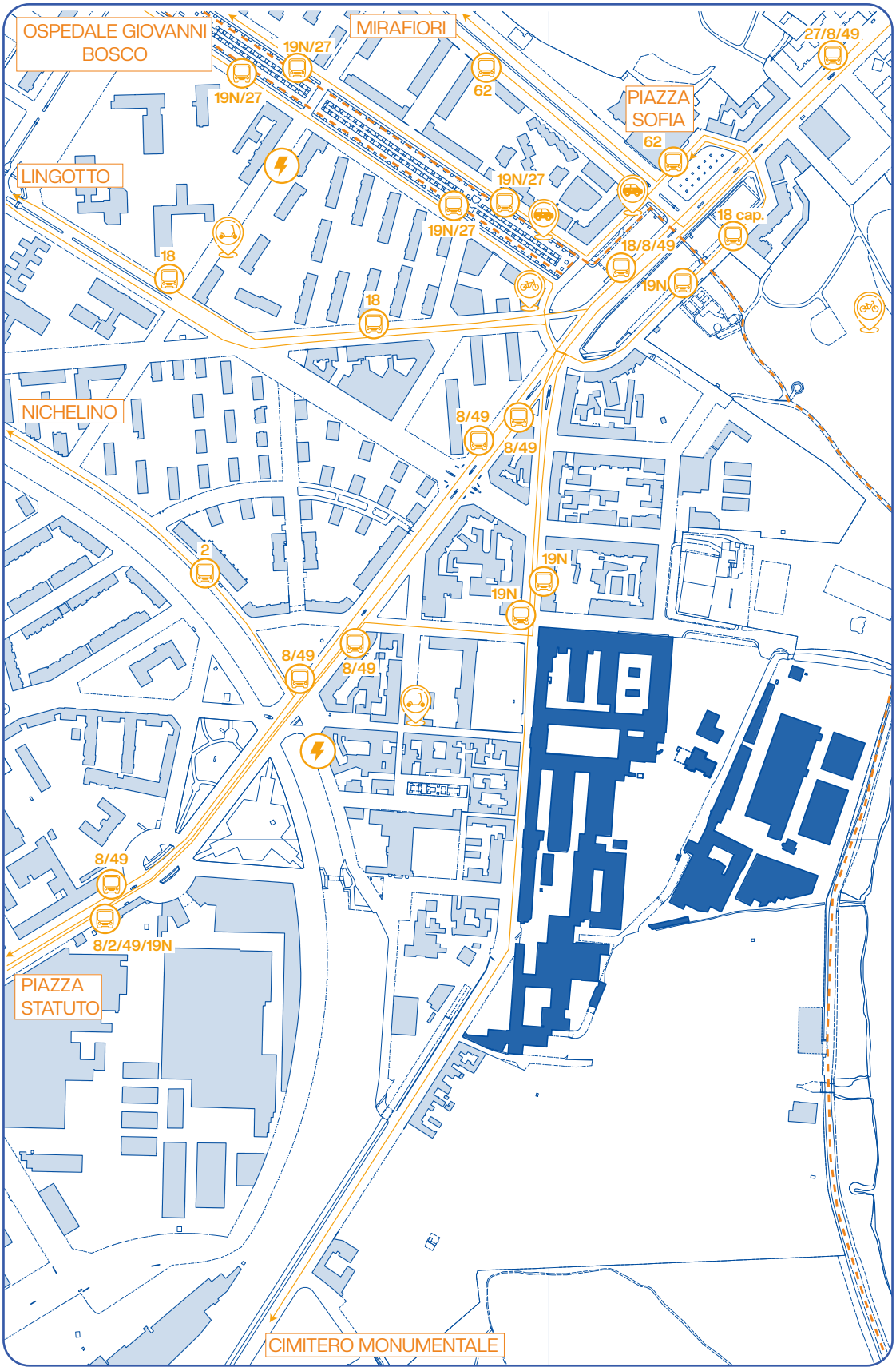
8.4.5 MOBILITÀ

Attualmente, i servizi di sharing sono molto utilizzati nella città di Torino. Esistono attualmente diversi servizi di car sharing "free-floating", ovvero con possibilità di parcheggiare ovunque all'interno dell'area operativa, anche nelle ZTL, che copre circa 45 km² della città di Torino. Tra le principali piattaforme troviamo Enjoy, E+Share Drivalia e ShareNow per le auto e Cooltra per gli scooter elettrici. I dati dell'8° Rapporto nazionale sulla Sharing Mobility del 2024, evidenziano come a partire dal 2021 [Fig.01], ci sia stata una significativa sostituzione dei veicoli a benzina con modelli ibridi ed elettrici, confermando un trend di crescita verso una maggiore sostenibilità ambientale del servizio.[121] È inoltre attiva un'ampia rete che promuove la mobilità sostenibile, attraverso lo share di bici e monopattini, con servizi come Bolt e Lime. Gli effetti positivi di quest'iniziativa, soprattutto dal punto di vista del car sharing elettrico, risultano limitati in aree come quella in esame, in quanto risultano soltanto due stazioni di ricarica in tutta l'area, evidenziando un'importante carenza sia per il servizio cittadino privato che nei luoghi di aggregazione come la scuola e la chiesa.



[Fig. 113] Flotta del carsharing per alimentazione. Fonte: Osservatorio nazionale sharing mobility

[121] Osservatorio Nazionale Sharing Mobility, , *8° Rapporto nazionale sulla Sharing Mobility del 2024*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://osservatoriosharingmobility.it/wp-content/uploads/2024/11/Rapporto-sharing-mobility-2024.pdf



[Fig.114] Carta della mobilità

ADATTABILITÀ: RESILIENZA DELL'AREA

08.5

8.5.1 PREPARAZIONE

La città di Torino si sta adeguando agli standard europei, grazie alla realizzazione di progetti per la partecipazione e la sensibilizzazione sul tema del cambiamento climatico e l'importanza delle azioni quotidiane nella lotta ai disastri ambientali. Questi strumenti possono sicuramente essere implementati, con una diffusione più capillare nella città e soprattutto grazie alla creazione di centralità significative nei quartieri particolarmente complessi. Anche dal punto di vista della pianificazione urbana l'amministrazione ha redatto dei piani in grado di delineare linee guida per la progettazione resiliente, che congiuntamente ad una pianificazione strategica delle infrastrutture può contribuire notevolmente nella sfida della resilienza urbana. Insieme al monitoraggio ambientale e l'implementazione con tecnologie avanzate, la prevenzione può essere ancora più efficace.

TARGET	INDICATORI		
EDUCAZIONE	1. Partecipazione attiva	Si	*"CO-CITY" per Torino 2030*
	2.Sensibilizzazione comunità	Si	*"Torino città educativa" per Torino 2030*
	3.Workshop per la comunità	No	
MODERATO		2/3	
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Linee guida	Si	*"Piano di resilienza climatica"*
	2.Progettazione infrastrutture	Si	*Metro linea 2*
	3.Progettazione integrata del verde	No	
MODERATO		2/3	
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale	Si	*"Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte"*
	2.Piano di allerta	Si	*"Piano provinciale di emergenza"*
	3.Sensoristica	Si	*Sensoristica idrica SMAT*
	4.Simulazione emergenza	No	
MODERATO		3/4	
SVILUPPO	1.Centro di ricerca	No	
	2.Collaborazione Stakeholder	No	
MINIMO		0/2	
		7/12	

[Fig.115] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Preparazione"

8.5.2 CIRCOLARITÀ

Dal punto di vista della circolarità, nell'area risultano assenti particolari modelli circolari, specialmente in ambito idrico. Risulta inoltre insufficiente il sistema di gestione delle acque di prima pioggia. Questa carenza contribuisce ad aumentare il già elevato rischio idrogeologico dell'area, dato dalla vicinanza con il fiume Po ma anche dalla percentuale di suolo impermeabilizzato, che oltre ad essere causato dalla densità dell'edificato, è implementato dalla presenza di vaste superfici pavimentate. L'unico modello di circolarità applicato è la raccolta differenziata, regolamentata da DPR 915 del 10 settembre 1982 e gestita a Torino da Amiat Gruppo Iren.

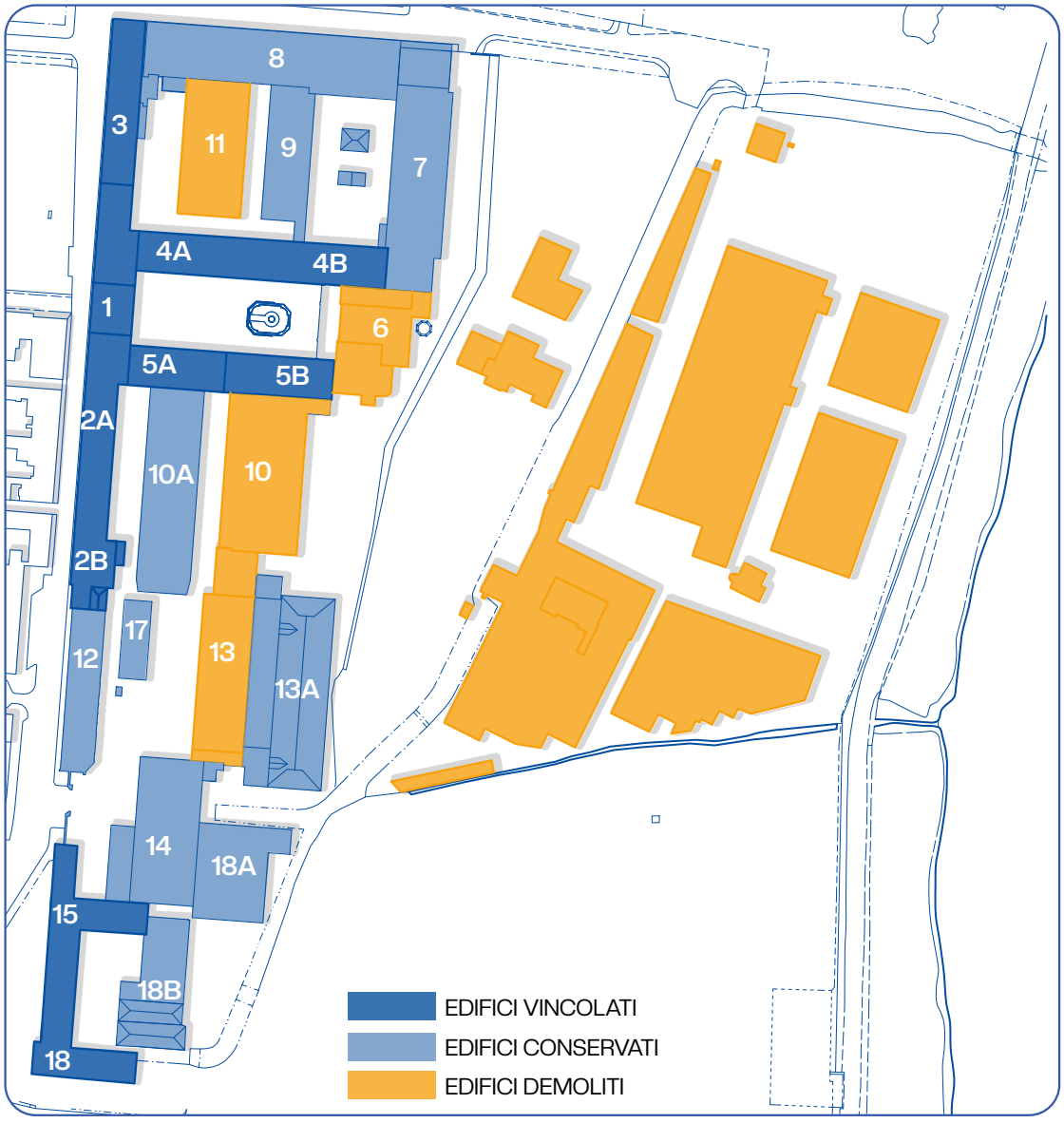
Inoltre, l'assenza di un intervento di recupero in quest'area non permette di definire gli indicatori del target "Riuso", evidenziando il potenziale della trasformazione di quest'area.

TARGET	INDICATORI		
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Bacini di stoccaggio 2.Ciclo chiuso acque reflue 3.Recupero acque piovane	No No No	
/		0/3	
RIDUZIONE	1. Compostaggio 2.Raccolta differenziata	No Si	*Raccolta differenziata*
MINIMA		1/2	
RIUSO	1. Riuso materiali da demolizione 2.Riuso terreno sbancamento	No No	
/		0/3	
		1/7	

[Fig.116] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Circolarità"

8.5.3 MITIGAZIONE

L'area è servita dai servizi di bike e car sharing, ma dispone di solo due stazioni per la ricarica di dispositivi elettrici, disincentivando la mobilità elettrica nell'area, sia in condivisione che privata. In quanto l'area versa in stato di abbandono, non è possibile valutare gli altri tre target del goal "Adattamento". Nello specifico del target "Conservazione", è da segnalare come l'area dell'ex FIMIT, in disuso dal 1998, debba essere sottoposta a bonifica per via della presenza di amianto. Sempre nell'ottica di una rifunzionalizzazione dell'edificio, è importante valutare i vincoli sull'area in questione, in quanto oggetto di interesse come patrimonio industriale significativo per la città.



[Fig.117] Mappa degli edifici vincolati

TARGET	INDICATORI		
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde 2.Utilizzo di vegetazione autoctona	No No	
/		0/2	
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Facciate verdi 2.Fossati vegetati 3.Pavimentazione drenante 4.Tetti verdi 5.Vegetazione filtrante	No No No No No	
/		0/5	
CONSERVAZIONE	1. Recupero edifici esistenti 2.Riuso del suolo	No No	
/		0/2	
MOBILITÀ	1. Bike/Car sharing 2.Percorsi ciclopedonali 3.Veicoli elettrici	Si Si Si	*Servizi di sharing con app* *"Ciclostrada 2Torino-Venezia VENTO"* *Presenza di 2 colonnine di ricarica*
MASSIMO		3/3	

[Fig.118] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Mitigazione"

8.5.4 ADATTAMENTO

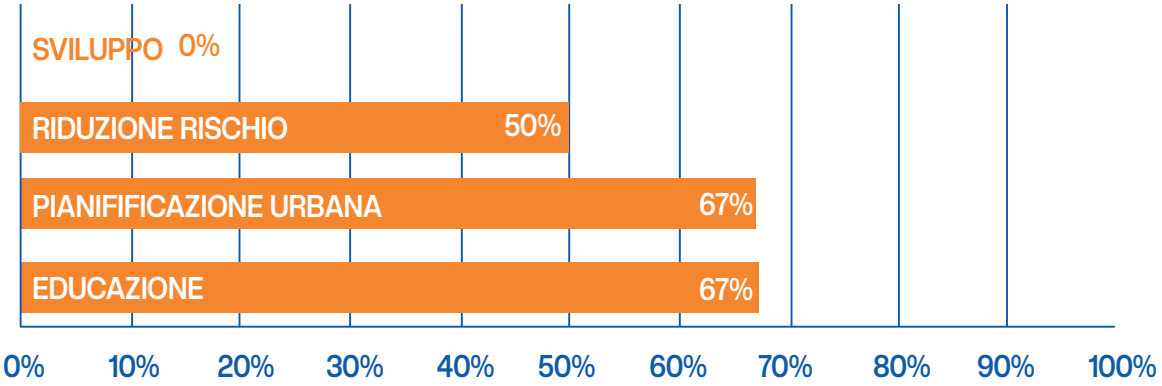
Anche in questo caso, in assenza di progetti attivi nell'area di interesse, non è possibile valutare nessuno dei target specifici dell'adattamento. Data la presenza del fiume si potrebbe ipotizzare l'utilizzo di turbine idroelettriche per la produzione autonoma di energia pulita. Allo stesso modo, questa vicinanza rispecchia un elemento critico, in quanto come visto l'area è soggetta ad allagamenti. Per questo un approccio adattivo per la progettazione del parco risulta una scelta strategica per permettere all'area di evolversi con il tempo e rispondere agli eventi critici.

Inoltre, il recupero degli edifici dovrà essere sostenuto da importanti interventi di efficientamento dal punto di vista termico per permettere una diminuzione della richiesta energetica.

TARGET	INDICATORI		
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Impianti di accumulo 2.Pannelli fotovoltaici 3.Turbine eoliche/idroelettriche	No No No	
/		0/3	
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	1. Isolamento termico 2. Materiali intelligenti 3. Monitoraggio consumi	No No No	
/		0/3	
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione adattiva	No	
/		0/1	
		0/7	

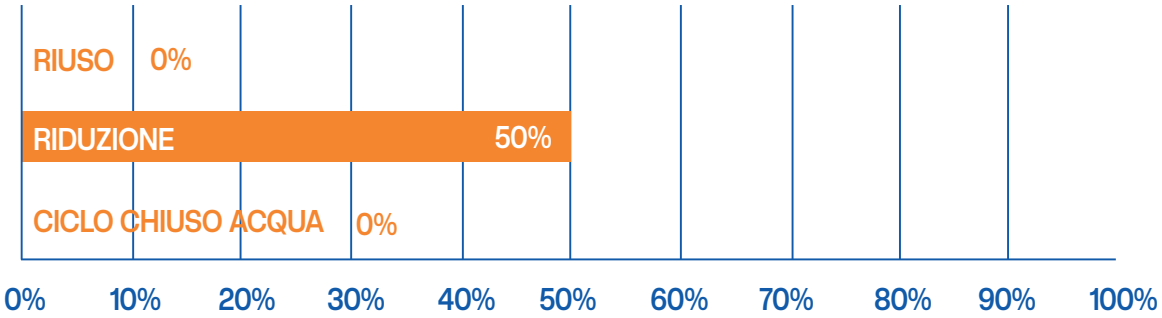
[Fig.119] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Adattamento"

P



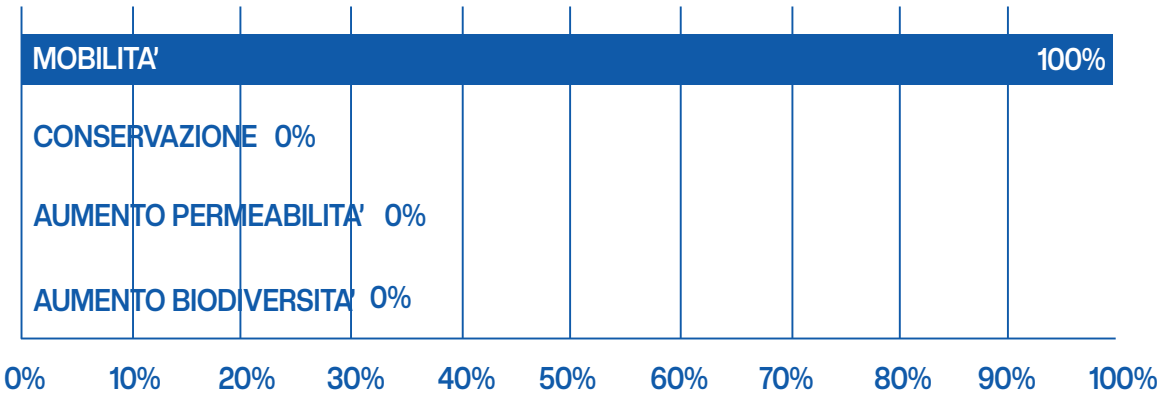
[Fig. 120] Grafico comparativo dei target per il goal "Preparazione"

C



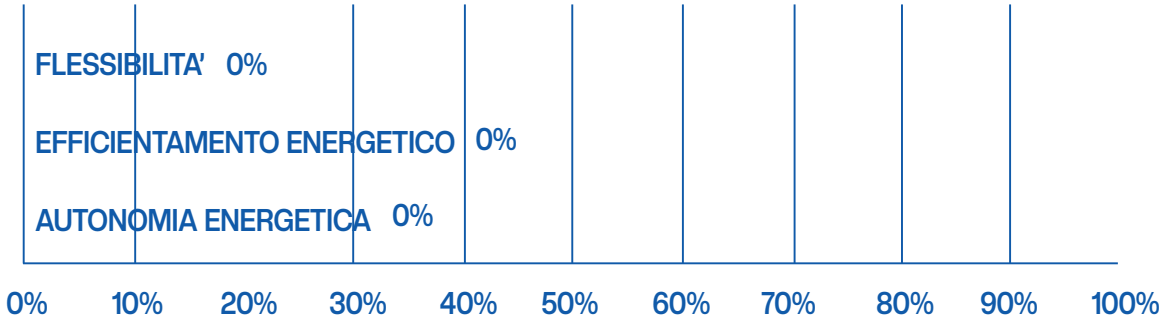
[Fig. 121] Grafico comparativo dei target per il goal "Circolarità"

M

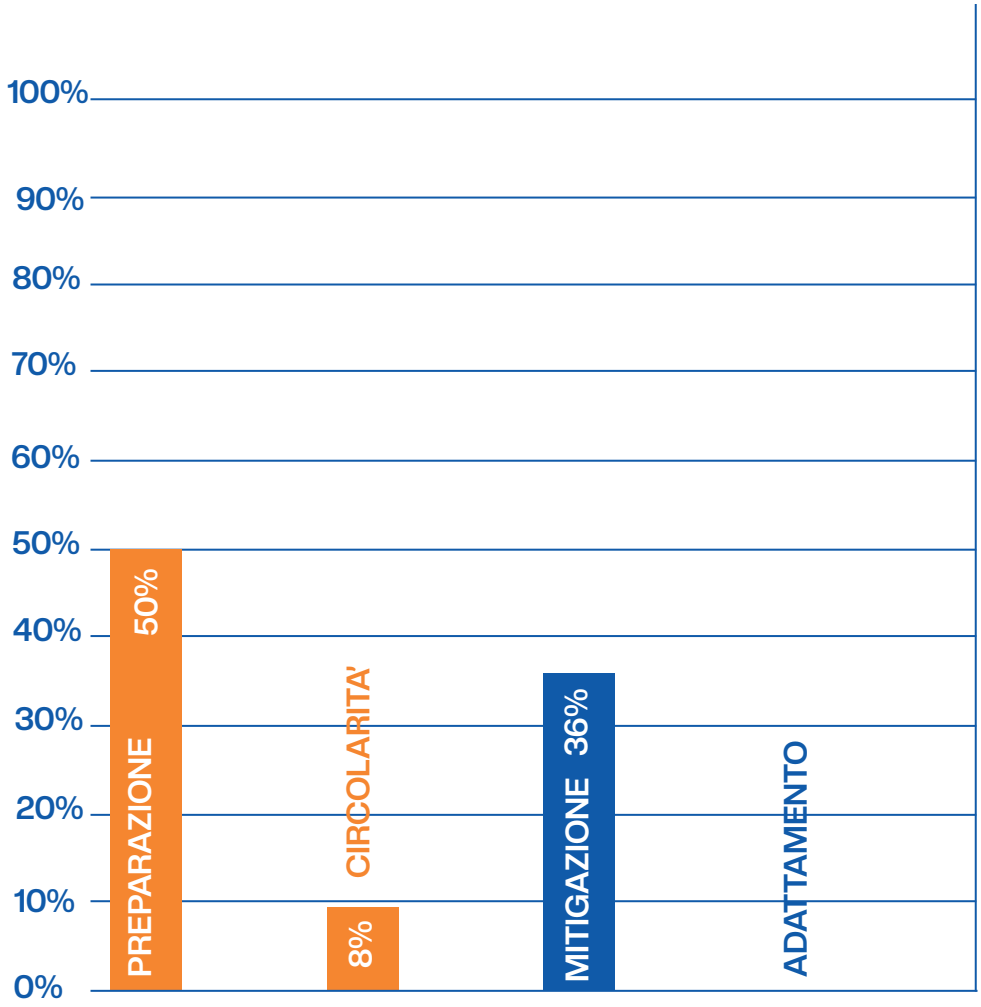


[Fig. 122] Grafico comparativo dei target per il goal "Mitigazione"

A



[Fig.123] Grafico comparativo degli indicatori per il target "Preparazione"

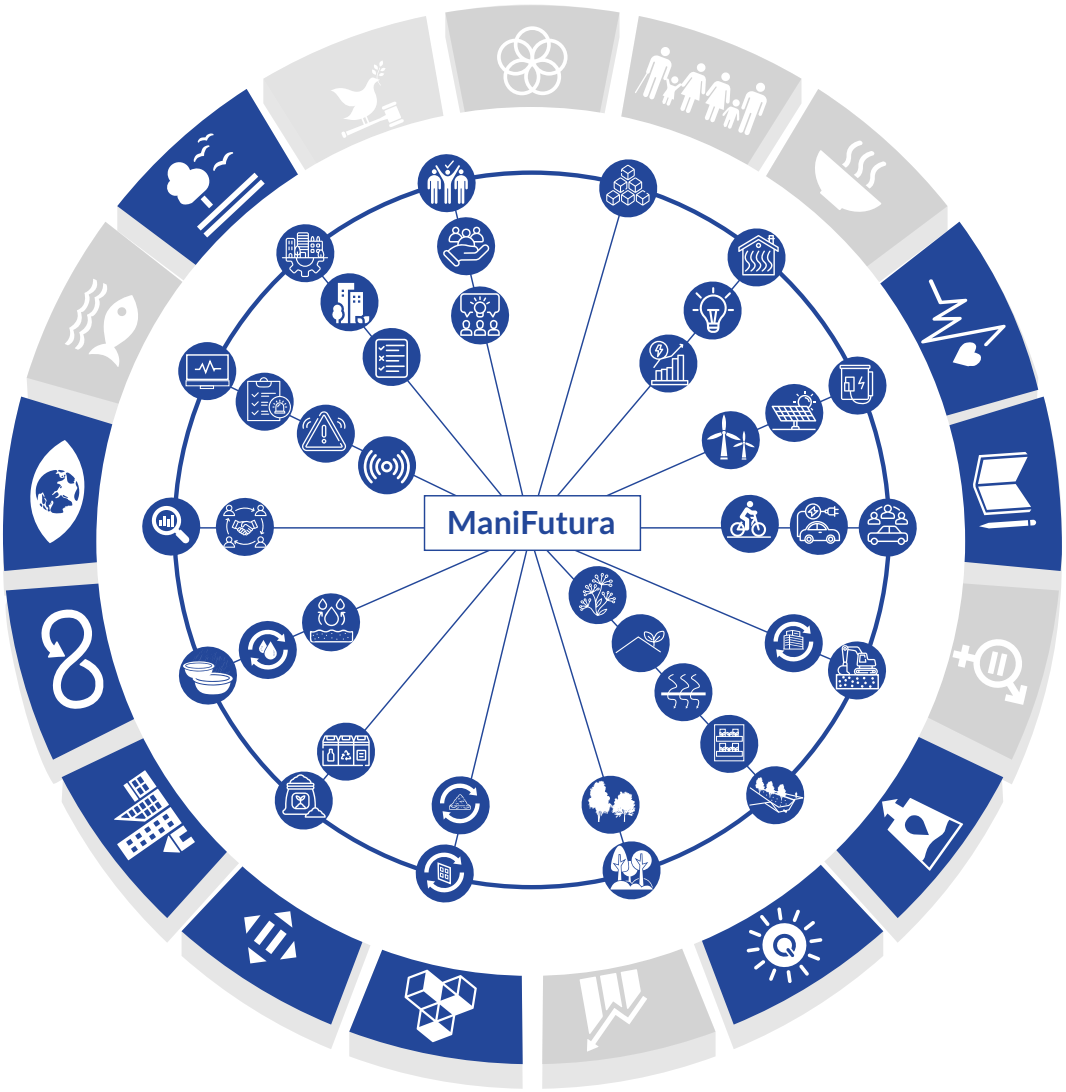


[Fig.124] Grafico comparativo dei goal

OUTPUT: "MANIFUTURA"

08.6

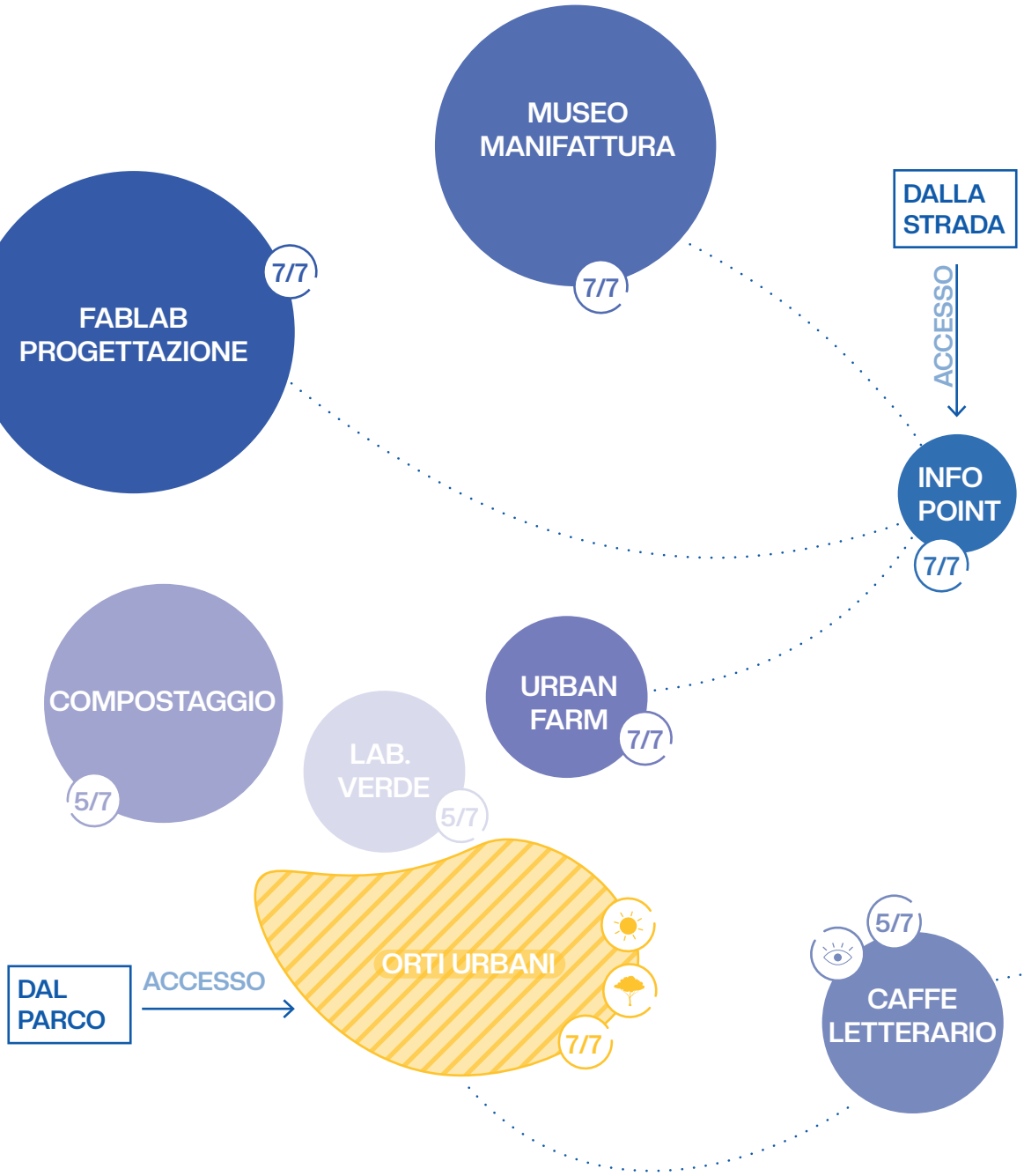
Il programma *"ManiFutura"* si inserisce nel contesto urbano di Torino con l'obbiettivo di recuperare un luogo storicamente importante per la comunità, trasformandolo in un nuovo polo innovativo e dinamico, in grado di rispondere alle sfide del presente e del futuro, grazie alla partecipazione attiva della comunità stessa. Al centro di questa iniziativa si colloca l'hub creativo, in cui imprese, start-up, istituzioni e cittadini potranno collaborare per sviluppare soluzioni basate sul principio dell'economia circolare, il miglioramento della qualità della vita e la capacità delle comunità di adattarsi a eventi critici. Inoltre, la presenza di un urban farm in cui i cittadini potranno sperimentare un'agricoltura più consapevole, affiancata da un laboratorio di compostaggio, promuove ulteriormente un approccio circolare, avvicinando sempre di più la comunità ai benefici di tale modello. Questa realtà sarà supportata da un centro di ricerca, dove lo studio e la

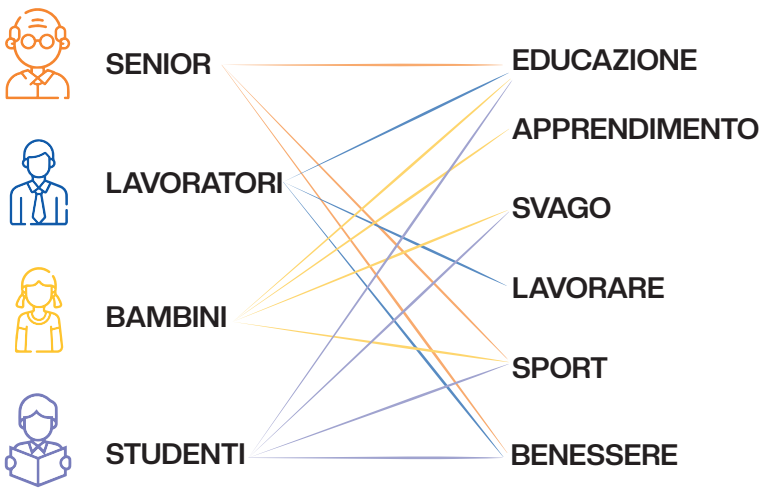


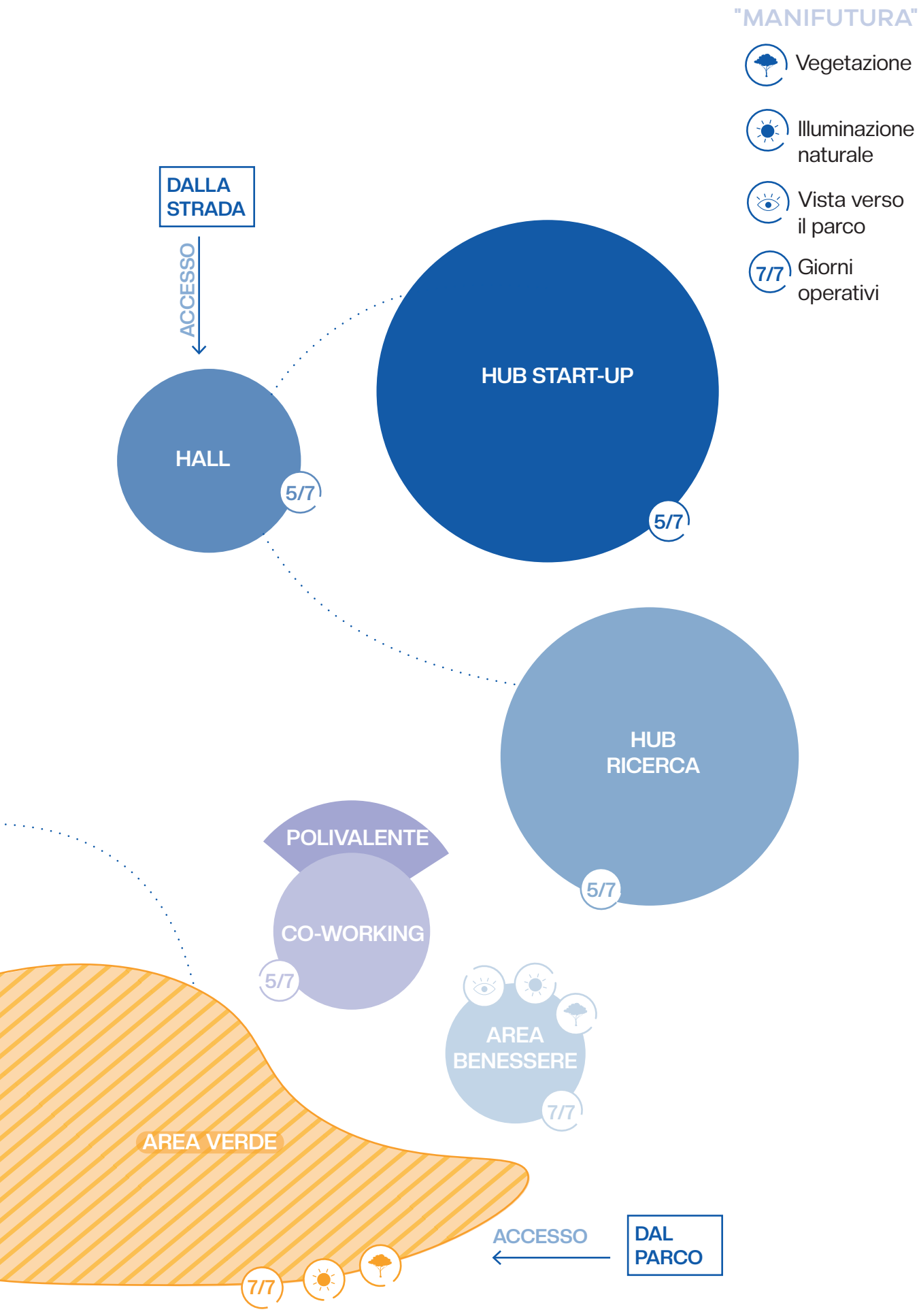
[Fig.125] Gaol dell'Agenda 2030 raggiunti nel programma "ManiFutura"

sperimentazione di nuove tecnologie alimenterà le pratiche di sostenibilità e resilienza urbana testate direttamente all'interno dell'hub. Grazie alla combinazione di creatività, innovazione e impegno per la sostenibilità, l'hub sarà un catalizzatore di idee e azioni che contribuiranno in maniera positiva non solo alla resilienza dell'area di intervento, ma a tutta la Circoscrizione 6 di Torino. *ManiFutura* non è solo un intervento di recupero, ma un progetto pilota in grado di fornire risposte concrete ai cambiamenti climatici e alle sfide sociali. Questi interventi, insieme alla valorizzazione dell'identità architettonica e culturale della Manifattura Tabacchi, rappresenta una visione di rigenerazione urbana più elevata, in cui la memoria del passato si intreccia con le sfide del futuro.

METAPROGETTO

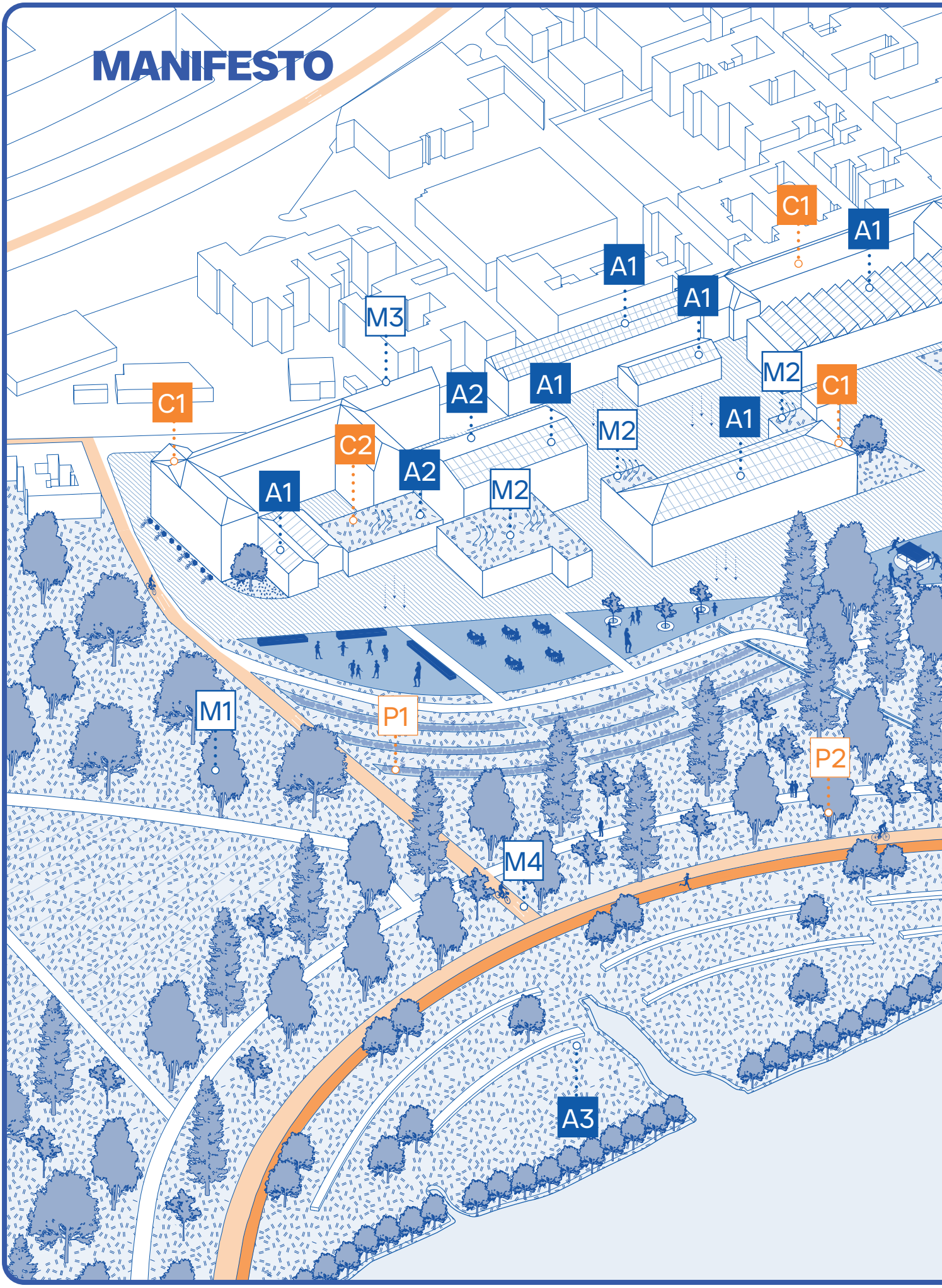


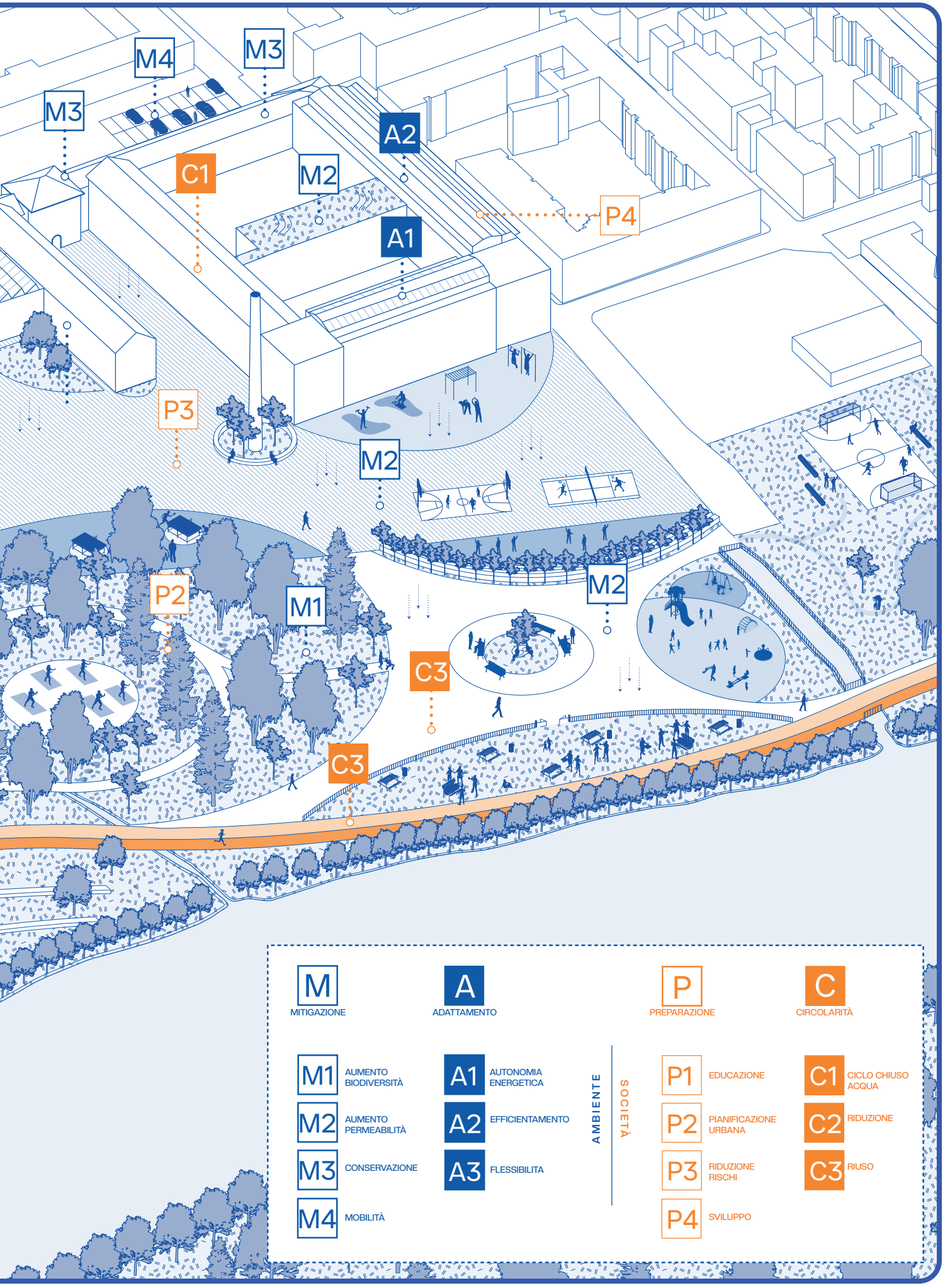




[Fig.126] Metaprogetto

MANIFESTO





M MITIGAZIONE

A ADATTAMENTO

P PREPARAZIONE

C CIRCOLARITÀ

- **M1** AUMENTO BIODIVERSITÀ
- **M2** AUMENTO PERMEABILITÀ
- **M3** CONSERVAZIONE
- **M4** MOBILITÀ

- **A1** AUTONOMIA ENERGETICA
- **A2** EFFICIENTAMENTO
- **A3** FLESSIBILITA

AMBIENTE

SOCIETÀ

- **P1** EDUCAZIONE
- **P2** PIANIFICAZIONE URBANA
- **P3** RIDUZIONE RISCHI
- **P4** SVILUPPO

- **C1** CICLO CHIUSO ACQUA
- **C2** RIDUZIONE
- **C3** RIUSO

INDICE - PITTOGRAMMI

PREPARAZIONE

CENTRO DI RICERCA

Sperimentazione in loco per la ricerca e lo sviluppo di soluzioni innovative

COLLABORAZIONE STAKEHOLDER

Collaborazione tra PA e privati per la pianificazione e realizzazione di interventi coordinati.

LINEE GUIDA

Documenti che definiziono standard e buone pratiche per la progettazione, gestione e manutenzione.

MONITORAGGIO AMBIENTALE

Raccolta e analisi dei dati ambientali per l'identificazione precoce dei potenziali rischi.

PARTECIPAZIONE ATTIVA

Coinvolgimento diretto della popolazione in attività di pianificazione e di ricezione feedback.

PIANO DI ALLERTA

Presenza di protocolli per avvisare rapidamente la popolazione dell'imminenza di eventi critici.

PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURALE

Sviluppo e adeguamento delle infrastrutture urbane per aumentarne il grado di resilienza.

PROGETTAZIONE INTEGRATA DEL VERDE

Uso integrato di viali alberati, giardini, parchi, orti, tetti verdi, giardini verticali, foreste urbane nella progettazione urbana

SENSIBILIZZAZIONE COMUNITÀ

Iniziative di comunicazione per aumentare la consapevolezza pubblica riguardo i rischi ambientali.

SENSORISTICA

Utilizzo di sensori per la rilevazione in tempo reale delle condizioni critiche.

SIMULAZIONI SCENARI

Utilizzo simulazioni per la gestione delle emergenze, come terremoti, tsunami, inondazioni ecc

WORKSHOP

Laboratori tematici per aumentare la consapevolezza pubblica riguardo i rischi ambientali

CIRCOLARITÀ

BACINI DI STOCCAGGIO

Presenza di struzzute per il temporaneo stoccaggio delle acque piovane e di esondazione

CICLO CHIUSO ACQUE REFLUE

Sistema di trattamento e riutilizzo delle acque reflue per ridurre al minimo lo spreco idrico

COMPOSTAGGIO

Attività di raccolta e trasformazione dei rifiuti organici in compost per la fertilizzazione del suolo

RACCOLTA DIFFERENZIATA

Linee guida per l'applicazione della separazione dei rifiuti per facilitare il riciclaggio

RECUPERO ACQUE PIOVANE

Sistemi di raccolta delle acque di prima pioggia per il riutilizzo per attività come l'irrigazione

RIUSO MATERIALI DA DEMOLIZIONE

Recupero dei materiali derivanti dalle demolizioni, riducendo la necessità di nuove risorse e la produzione di rifiuti.

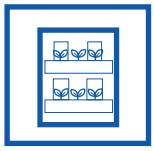
RIUSO TERRENO DI SBANCAMENTO

Riutilizzo del terreno derivante da scavi per la costruzione

MITIGAZIONE

BIKE/CAR SHARING

Implementazione del servizio di condivisione di bike e auto sul territorio



FACCIATE VERDI

Uso di strutture verdi verticali per la mitigazione o il recupero e l'efficientamento di edifici esistenti

FOSSATI VEGETATI

Canali con vegetazione progettata per gestire e filtrare le acque di prima pioggia riducendo gli allagamenti

PAVIMENTAZIONE DREANTE

Uso di pavimentazioni che permettono il filtraggio dell'acqua piovana per ridurre il deflusso superficiale

PERCORSI CICLOPEDONALI

Creazione di percorsi per la mobilità dolce e ai pedoni per incentivare alla riduzione dell'utilizzo delle auto.

PROGETTAZIONE DEL VERDE

Integrazione del verde

RIUSO DEL SUOLO

Ripristino o trasformazione di suolo già impegato precedentemente

RECUPERO EDIFICI ESISTENTI

Recupero per la conservazione del patrimonio architettonico e riduzione del consumo di suolo.

TETTI VERDI

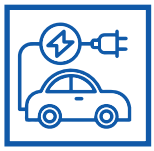
Coperture verdi per migliorare l'isolamento termico, ridurre il deflusso delle acque piovane e l'inquinamento

UTILIZZO DI VEGETAZIONE AUTOCTONA

Inserimento di vegetazioni locali con necessità di bassa manutenzione

VEGETAZIONE FILTRANTE

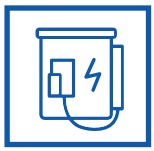
Scelta di specie in grado di depurare l'acqua e l'aria dai contaminanti



VEICOLI ELETTRICI

Inserimento di colonnine elettriche per incentivare all'utilizzo di veicoli elettrici sia privati che in sharing

ADATTAMENTO



ACCUMULO ENERGETICO

Presenza di impianti di accumulo per garantire sempre la disponibilità energetica in condizioni sfavorevoli

FOTOVOLTAICO

Produzione di energia pulita per mezzo del sistema fotovoltaico

ISOLAMENTO TERMICO

Utilizzo di tecniche per l'implementazione dell'isolamento termico degli edifici, come cappottature

MATERIALI INTELLIGENTI

Utilizzo di materiali che rispondono dinamicamente alle condizioni ambientali migliorando le prestazioni

MONITORAGGIO CONSUMI

Raccolta di dati sul consumo energetico per valutare i trend e la gestione delle risorse

PROGETTAZIONE ADATTIVA

Approccio flessibile attraverso l'utilizzo di fasi per il miglioramento della risposta del costruito

TURBINE EOLICHE/ IDROELETTRICHE

Produzione di energia pulita per mezzo del sistema eolico o idrico

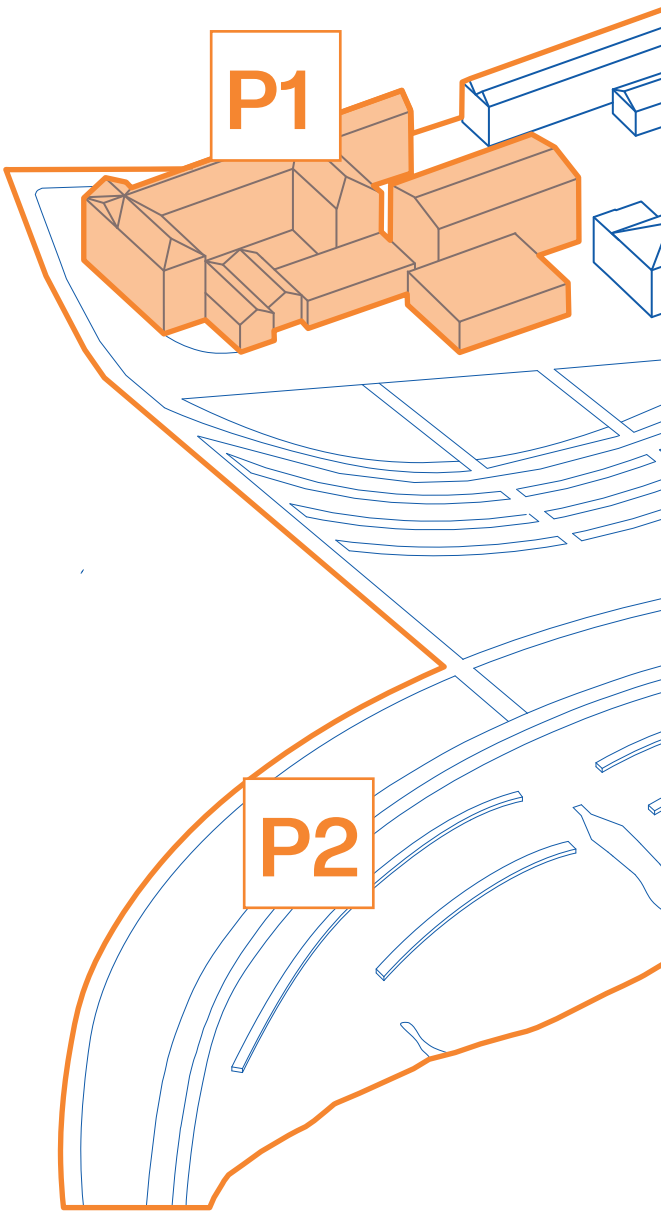
PREPARAZIONE

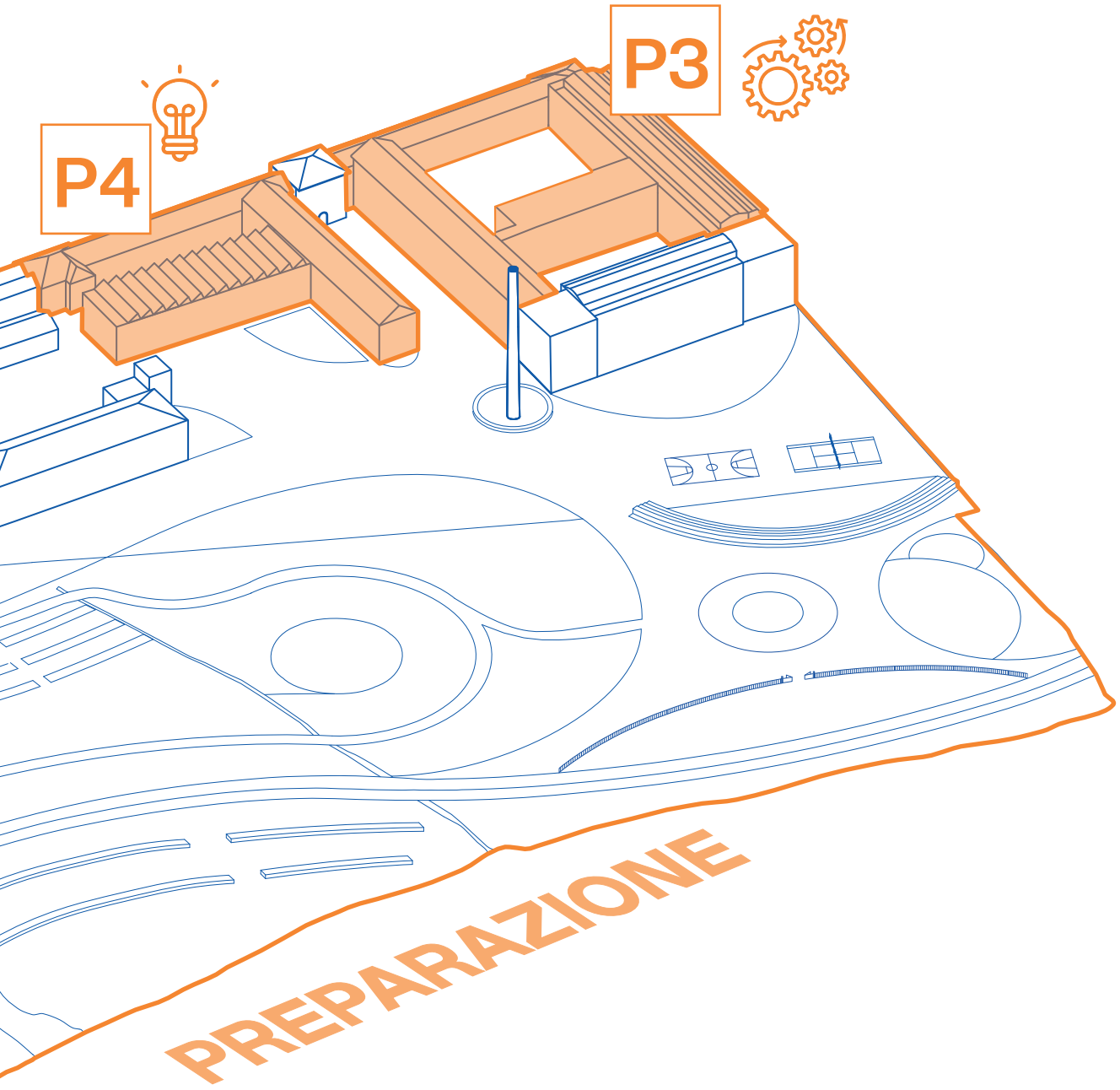
P1 EDUCAZIONE

P2 PIANIFICAZIONE URBANA

P3 RIDUZIONE RISCHIO

P4 SVILUPPO





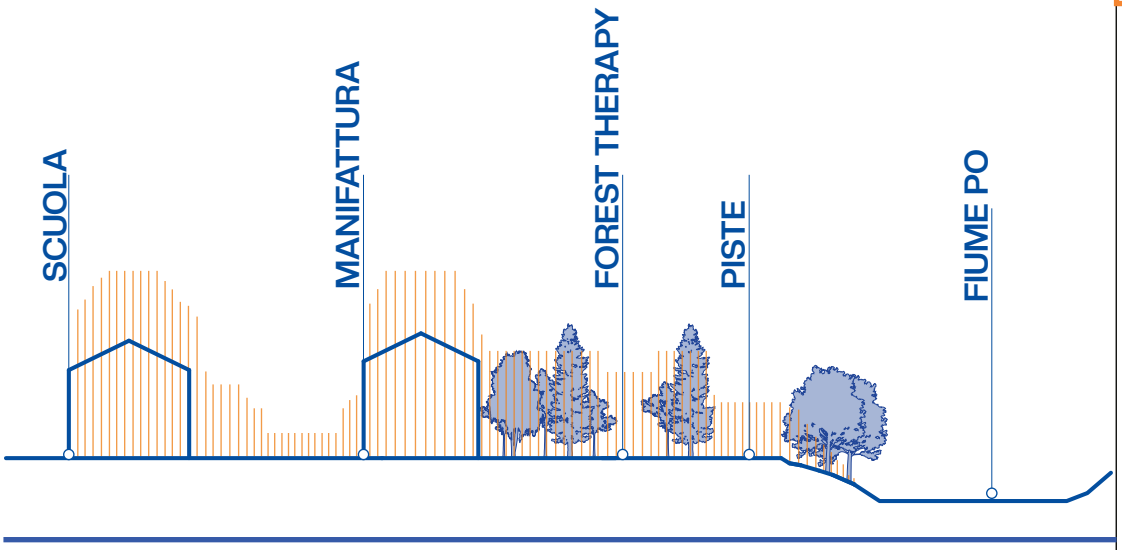
[Fig. 127] Sintesi delle strategie per il goal "Preparazione"

P1. EDUCAZIONE

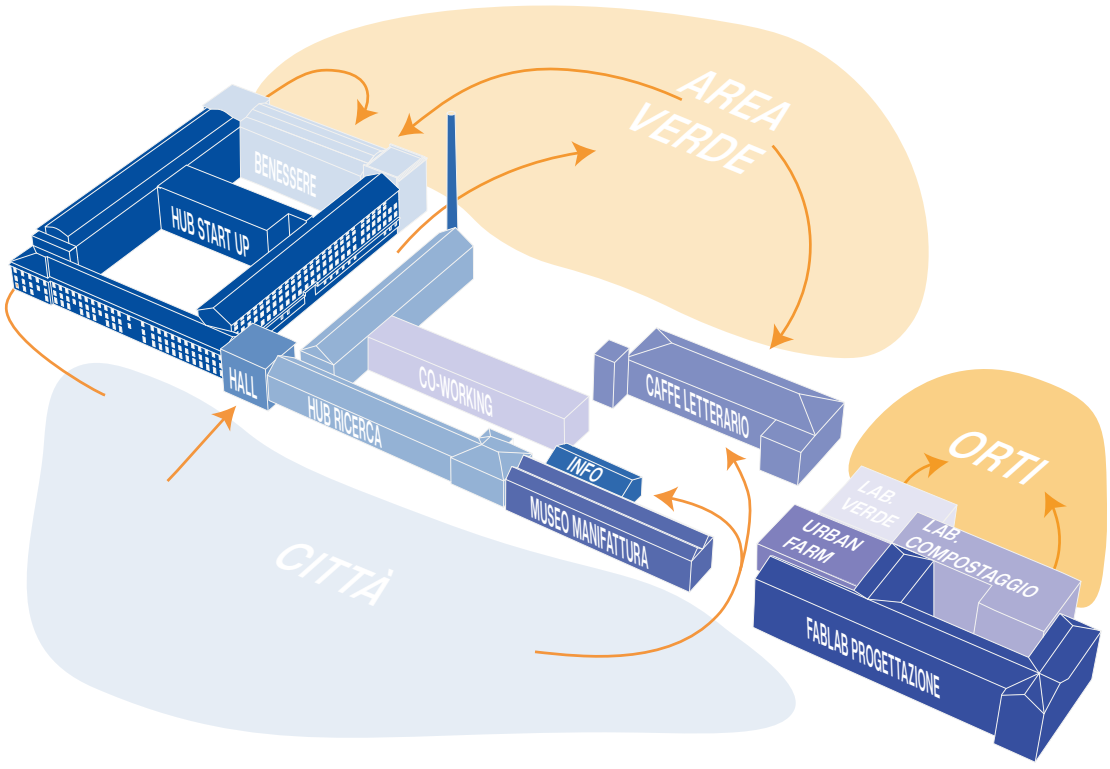
Come analizzato nel corso nella tesi, l'educazione della comunità è una delle prime pietre da collocare se si vuole aumentare in maniera efficace la resilienza di un contesto.
La presenza di funzioni specifiche come l'Incubatore di start-up verdi, l'Urban Farm e un laboratorio di compostaggio risultano fondamentali per la sensibilizzazione e l'educazione della comunità sui temi della resilienza e della sostenibilità. Inoltre, risultano particolarmente efficaci in quanto coinvolgono direttamente i cittadini nel processo di trasformazione urbana. La creazione di una mixitè di funzioni più applicative e altre più di ricerca permette di mantenere una dinamicità fondamentale per la sfida al cambiamento climatico. Funzioni come i laboratori didattici e la FabLab permetteranno infatti di fornire strumenti e competenze per la rigenerazione delle risorse attraverso il concetto del "fai-da-te".
Il progetto prevede inoltre la realizzazione di servizi per la comunità, come un caffé letterario, che rappresenta un ruolo significativo nello sviluppo di una mixité sociale, favorendone il dialogo tra i cittadini e rafforzando il tessuto sociale.
Un'area dedica al benessere arricchisce il programma di rifunzionalizzazione, promuovendo la salute mentale e fisica attraverso l'inserimento di spazi dedicati alle attività sportive e uno sportello di ascolto psicologico, che lavorerà a stretto contatto con l' urban farm per usufruire dei benefici della forest therapy.
Quest'intervento si colloca in modo strategico in quest'area, rafforzando le azioni già in atto da parte della Città di Torino.

TARGET	INDICATORI		
EDUCAZIONE	1. Partecipazione attiva	Si	*"CO-CITY" per Torino 2030*
	2.Sensibilizzazione comunità	Si	*"Torino città educativa" per Torino 2030*
	3.Workshop per la comunità	Si	*Programma "ManiFutura"*
MASSIMA	3/3		

[Fig. 128] Tabella indicatori presenti per il target "Educazione"



[Fig.129] Sezione intensità spazi pubblico



- Hub start-up verdi
- Infopoint
- Hall
- Hub ricerca
- Area Benessere
- FabLab
- Museo Manifattura
- Caffe letterario
- Urban Farm didattico
- Laboratori Compostaggio
- Centro Co-working
- Laboratori didattici

[Fig.130] Assonometria con funzioni

Il progetto prevede inoltre la creazione di un'applicazione di quartiere, con funzionalità specifiche come, monitoraggio dei propri consumi e delle situazioni di pericolo, ma anche per la promozione di eventi e attività dell'hub e nel quartiere. Questo sistema portà essere integrato all'applicazione gratuita **PLANET**, attivo nel quartiere di Mirafiori sud e in corso di sviluppo per Barriera di Milano, San Salvario, per che permette di vivere anche "a distanza" il quartiere e di rimanere costantemente aggiornato sui dati monitorati a livello ambientale e sociale. Sarà costituita da:

CITTÀ - una sezione dedica che mostra i servizi principali della città

COMUNITÀ - uno spazio dedicato alle attività con un calendario eventi

SICUREZZA - un'area dedicata alla segnalazione di eventi pericolosi da parte degli utenti e che allo stesso tempo invii notifiche istantanee per avvisare i cittadini di condizioni ambientali critiche

HOME – una sezione che racconta del quartiere, con una selezione di avvisi e informazioni utili

PROFILO - un'area che riporta dati specifici dell'utente, come consumi e attività a cui si è preso parte

1. Mobilità verde

Car sharing
Con possibilità di verificare la disponibilità e la prenotazione dei veicoli

Bike sharing
Con possibilitàdi verificare la disponibilità

2. Resilienza e adattamento

Informazioni sulle buone pratiche
Forniscono al cittadino indicazioni pratiche per monitorare le spese, quantificare i risparmi e ridurre il consumo di energia domestica

Informazioni eventi
Disponibilità di ndicazioni su tutti gli eventi organizzati dal comune che avvengono all'interno dell'area

SOS
Inviare segnalazioni di pericolo e ricevere notifiche istantanee su situaizoni di pericolo imminente

3. Efficienza energetica

Monitoraggio smart
Monitoraggio smart dei consumi degli abitanti

Planet App

4. Gestione dei materiali sostenibili, economia circolare

Gestione dalla comunità
Gestione delle aree di manutenzione, infromazione sul ciclo di vita del materiale e possibile riuso

5. Crescita verde

Fidelity sistem
Programma di fidelizzazione basato sul comportamento virtuoso. La ricompensa può avvenire sotto forma di “punti fedeltà” fino ad arrivare allo scambio di servizi tra cittadini motivati ad aiutare la comunità

6. Gestione idrica sostenibile

Casa dell’acqua
Sistema che permette di contrastare l’acqua in bottiglia da parte degli utenti , a cui sono connessi diversi vantaggi

7. Biodiversità

Orti collettivi
Orti comunitari per la sensibilizzazione e l'educazione all'autoproduzione

[Fig.131] App di quartiere

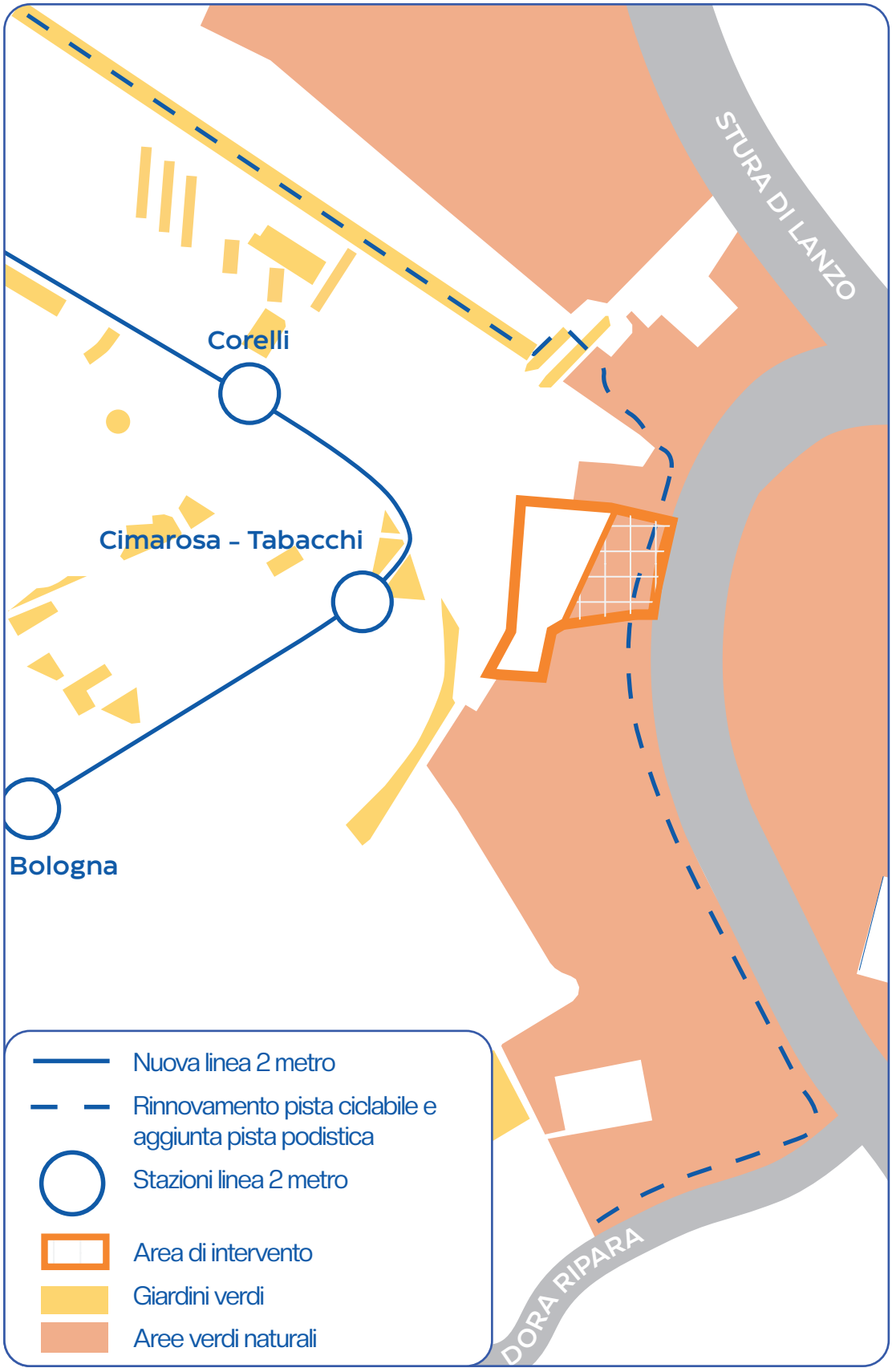
P2. PIANIFICAZIONE URBANA

Nel "Piano di Resilienza Climatica" la riconversione dell'ex FIMIT in un'area verde si inserisce come un tassello strategico che contribuisce a diversi obiettivi chiave legati alla sostenibilità, alla qualità della vita e alla capacità della città di adattarsi alle sfide ambientali e sociali. La progettazione integrata del verde in questo caso permette di raggiungere obiettivi fondamentali per la resilienza urbana. Abbiamo visto come dal punto di vista del calore, l'area nello specifico sia oggetto di priorità massima e il recupero del suolo per la realizzazione di un'area verde riduce l'effetto isola di calore, generando un microclima più fresco e vivibile. Allo stesso modo, le de-impermeabilizzazione dell'area permette una maggior infiltrazione delle acque di prima pioggia, riducendo il rischio di allagamenti.

L'area risulta essere particolarmente strategica a livello di riconnessione dei parchi preesistenti, Parco Colletta e Parco Regio, favorendo la formazione di un corridoio ecologico e comportando tutta una serie di benefici a livello di rigenerazione degli habitat naturali ma anche di mobilità ecologica. Inoltre, la futura realizzazione della Linea 2 della metro permetterà la connessione della Manifattura e il nuovo parco con il resto della città.
Proprio per questo ruolo strategico di connessione, la vicinanza con il *Parco della Confluenza* permette di sfruttarne il nome, sposandone pienamente il significato, che in questo caso richiama la posizione di riconnessione tra, simboleggiando un punto d'incontro tra le aree due naturali e la città.

TARGET	INDICATORI		
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Linee guida	Si	*"Piano di resilienza climatica"*
	2.Progettazione infrastrutture	Si	*Metro linea 2*
	3.Progettazione integrata del verde	Si	*Parco della Confluenza*
MASSIMO	3/3		

[Fig.132] Tabella indicatori presenti per il target "Pianificazione urbana"



[Fig.133] Schema della pianificazione urbana strategica

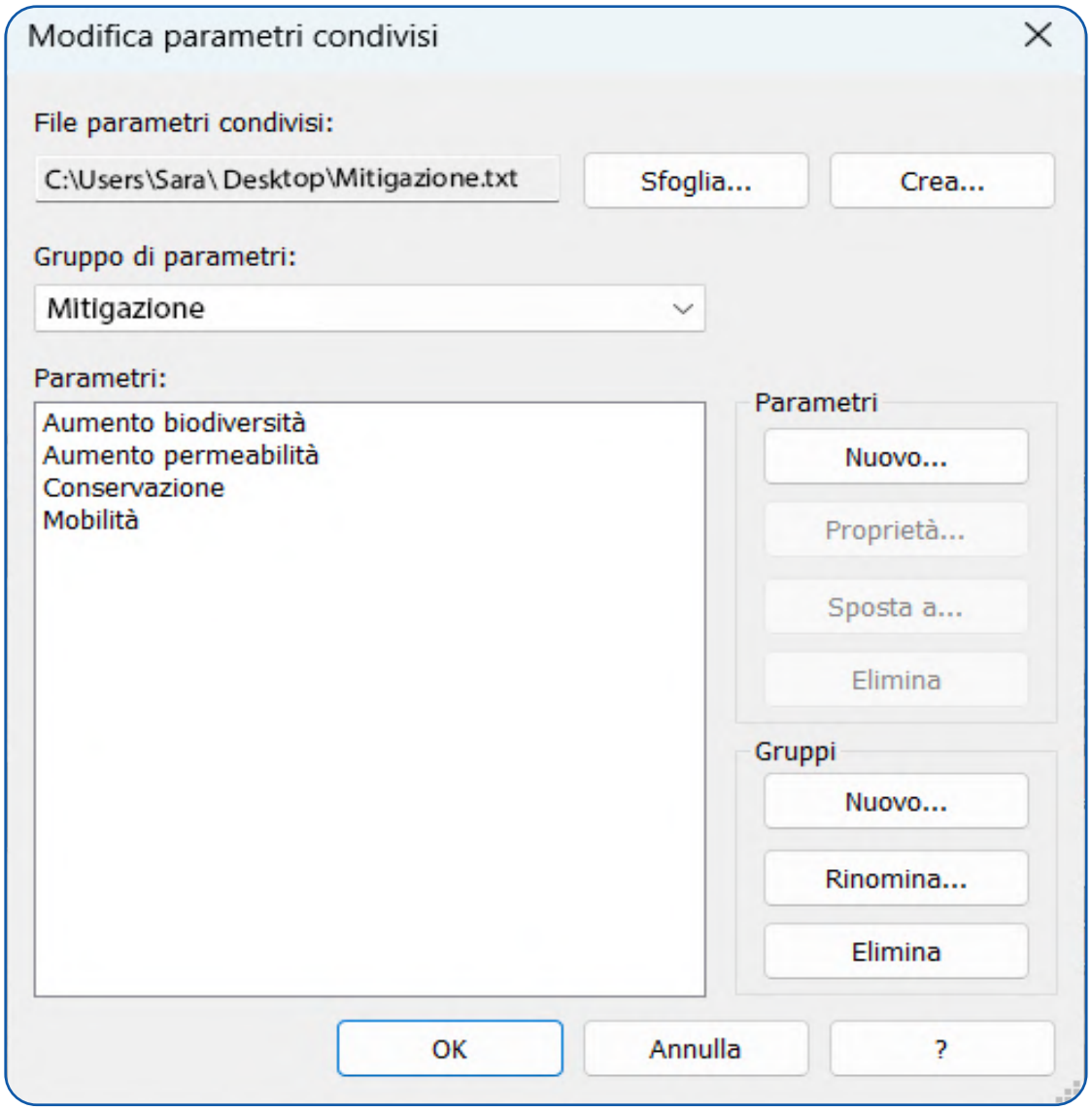
P3. RIDUZIONE RISCHIO

Come analizzato in precedenza, la Città di Torino si sta adoperando con strumenti specifici per la riduzione dei rischi. Nello specifico, nel territorio è presente un efficace sistema di monitoraggio ambientale messo in atto dall'ARPA Piemonte, che aiuta i diversi contesti urbani ad essere aggiornati sui potenziali rischi. Proprio in questo ambito, lo sviluppo di un digital twin potrebbe contribuire a rendere ancora più efficace il monitoraggio. Dai casi studio analizzati, emerge infatti come l'utilizzo di questa tecnologia permetta di sviluppare simulazioni strategiche in vari ambiti:

- **Impatto dei nuovi edifici:** possibilità di simulare l'impatto dei nuovi progetti, come cambiamenti dei flussi di traffico, qualità dell'aria, inquinamento acustico e
- **Regolazione dei consumi:** sulla base di modelli previsionali è infatti possibile simulare i consumi previsti e agire preventivamente nel caso questi siano eccessivi
- **Gestione delle emergenze:** Grazie a questo modello sarà possibile simulare scenari di rischio per ottimizzarne la risposta

In questo modo sarebbe possibile accorciare la fase di analisi e di ricerca progettuale, grazie all'esclusione di alcune soluzioni per mezzo di tali simulazioni. Questa applicazione può essere ulteriormente implementata grazie all'utilizzo della realtà virtuale, consentendo ai diversi professionisti coinvolti di poter valutare concretamente l'impatto delle scelte prese.

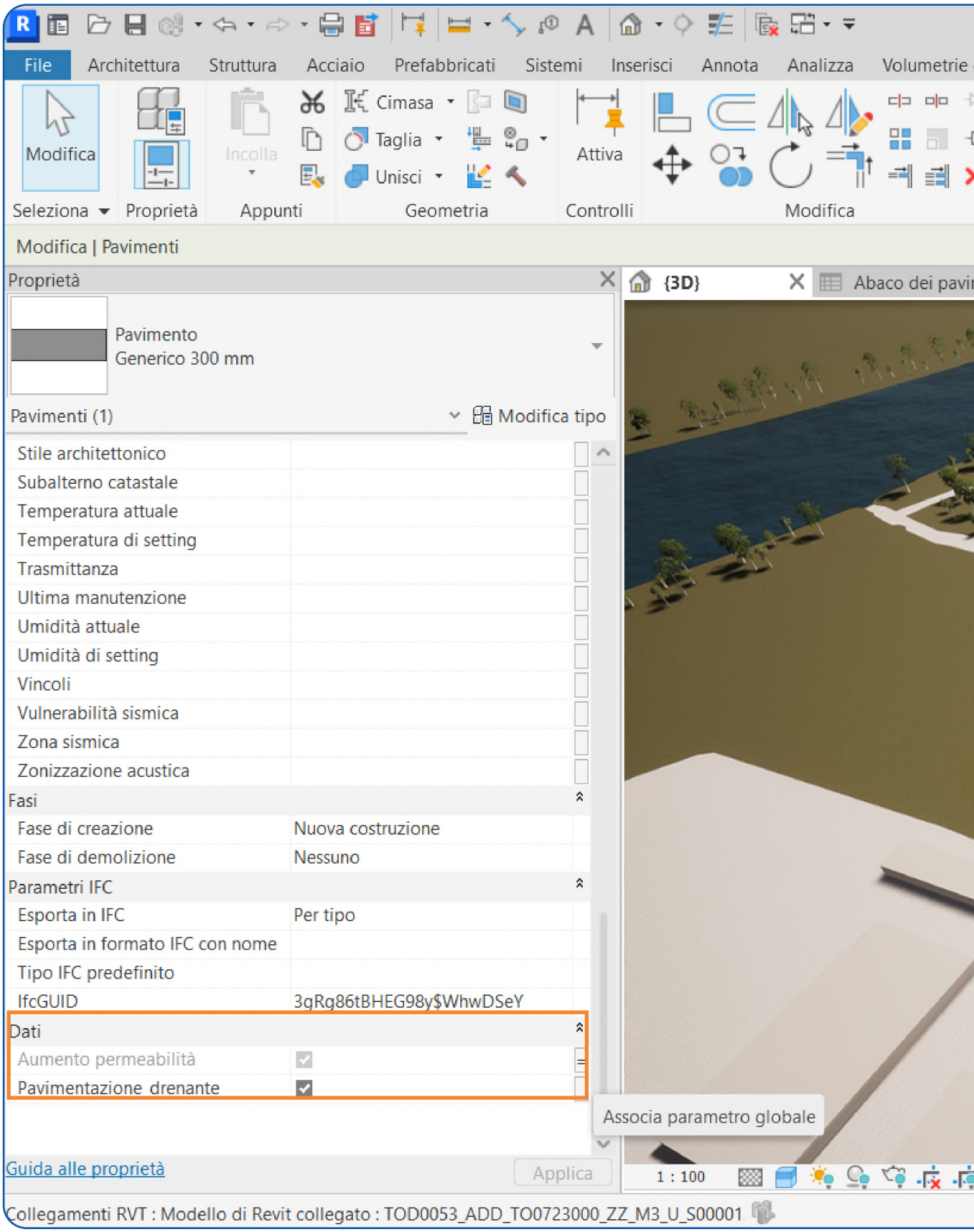
Tale modello rappresenta inoltre uno strumento strategico per il supporto alla progettazione resiliente, attraverso l'integrazione di parametri che permettano la valutazione della resilienza del contesto e della proposta progettuale. Attraverso questi indicatori sarebbe possibile valutare gli ambiti critici di un'area per indirizzare la progettazione ad un approccio olistico, che ne aumenti la capacità di rispondere ad eventi come le inondazioni. Insieme alla simulazione del comportamento del fiume ottenuta grazie ai dati raccolti dall'attività di monitoraggio da parte dell'ARPA, la progettazione potrebbe tenere conto dei possibili scenari di inondazione ed implementare gli ambiti carenti ottenuti dalla valutazione dei parametri.



[Fig.134] Creazione dei parametri appartenenti al target "Mitigazione" su Revit

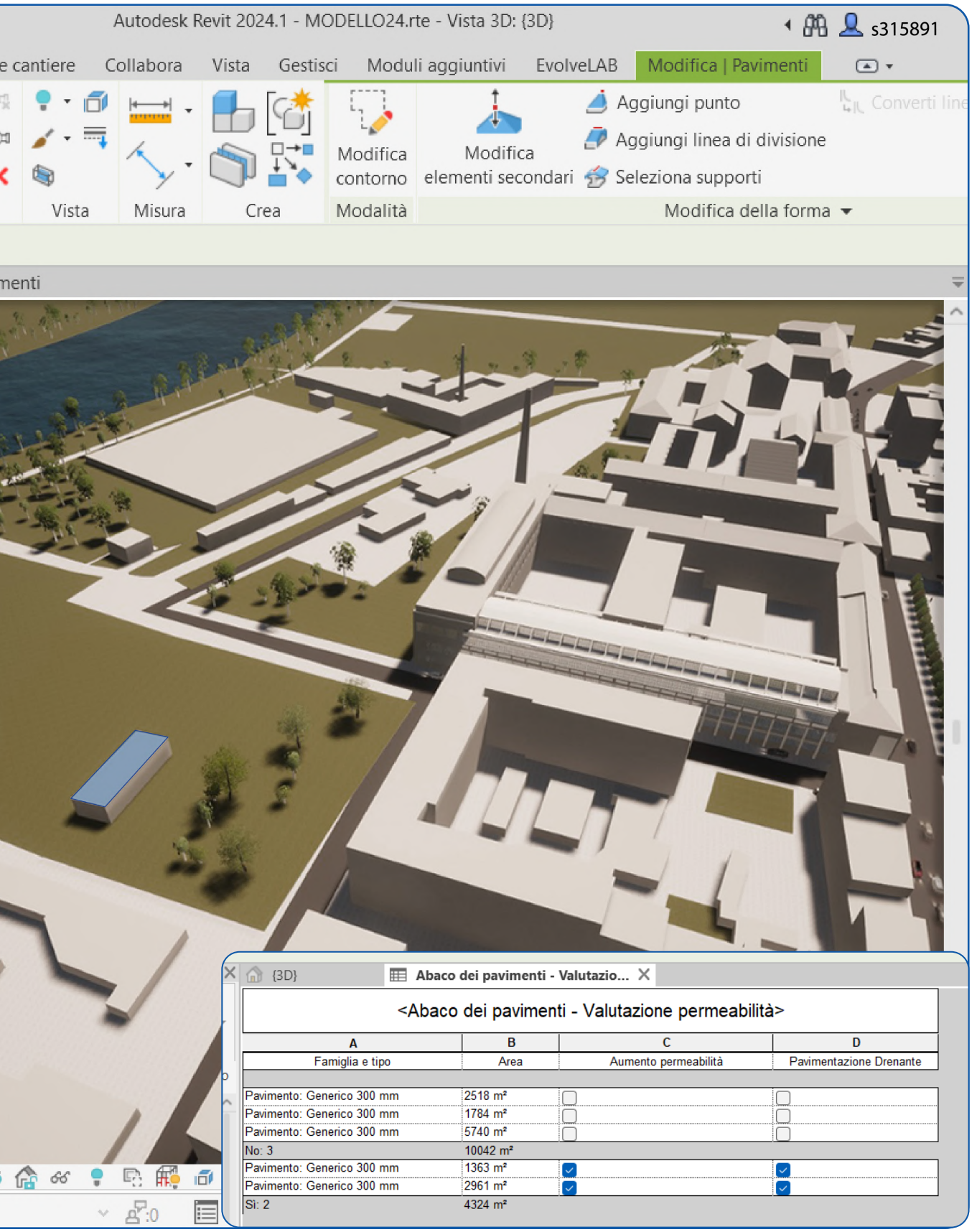
TARGET	INDICATORI		
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale	Si	*"Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte"*
	2.Piano di allerta	Si	*"Piano provinciale di emergenza"*
	3.Sensoristica	Si	*Sensoristica idrica SMAT*
	4.Simulazioni scenari	Si	*Digital Twin*
MASSIMO	4/4		

[Fig.135] Tabella indicatori presenti per il target "Riduzione rischio"



[Fig.136] Integrazione dei parametri di resilienza all'interno del modello BIM sviluppato dal laboratorio "drawing To the Future", DISEG Politecnico di Torino

P3

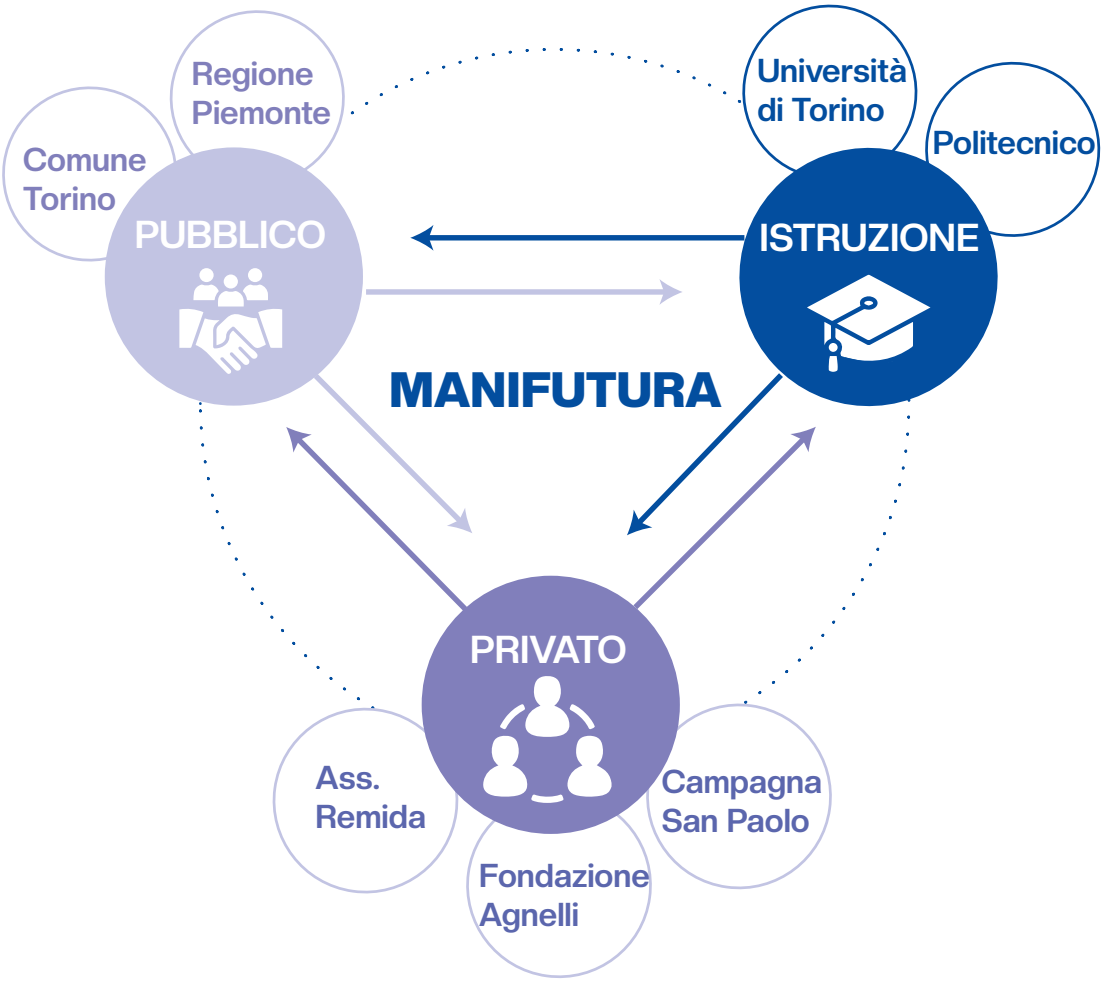

Autodesk Revit 2024.1 - MODELLO24.rte - Vista 3D: {3D}
s315891
e cantiere
Collabora
Vista
Gestisci
Moduli aggiuntivi
EvolveLAB
Modifica | Pavimenti
Aggiungi punto
Aggiungi linea di divisione
Seleziona supporti
Converti line
Modifica contorno
Modifica elementi secondari
Vista
Misura
Crea
Modalità
Modifica della forma
menti
{3D}
Abaco dei pavimenti - Valutazio...
<Abaco dei pavimenti - Valutazione permeabilità>
A
B
C
D
Famiglia e tipo
Area
Aumento permeabilità
Pavimentazione Drenante
Pavimento: Generico 300 mm
2518 m²
Pavimento: Generico 300 mm
1784 m²
Pavimento: Generico 300 mm
5740 m²
No: 3
10042 m²
Pavimento: Generico 300 mm
1363 m²
Pavimento: Generico 300 mm
2961 m²
Sì: 2
4324 m²

P4. SVILUPPO

La creazione di un centro di ricerca svolge un ruolo cruciale nello sviluppo della resilienza urbana. In questo spazio pratiche di sostenibilità e integrazione di tecnologie abilitanti come l'IoT permettono di svolgere azioni concrete a livello di pianificazione urbana. La collocazione in un'area cosi vulnerabile permette di sfruttarne le criticità intrinseche come laboratorio vivente, testando soluzioni e pratiche per migliorare la resilienza di luoghi con vulnerabilità simili. La sua funzione strategica ha anche un effetto positivo di rigenerazione sociale, che permette a questi quartieri semiperiferici della città di collocarsi in una posizione funzionalmente strategica. Svolge infatti un ruolo fondamentale nella preparazione della città alle sfide poste dal cambiamento climatico, favorendo collaborazione e accessibilità in aree sottovalutate.

Oltre agli stakeholder pubblici come il Comune di Torino e la Regione Piemonte, che parteciperebbe alla creazione di un progetto pilota da riapplicare in diversi contesti del territorio, la presenza sul territorio di poli di ricerca come l'Università di Torino e il Politecnico facilita ulteriormente la promozione dello studio degli impatti sociali e ambientali e lo sviluppo di tecnologie e soluzioni. La collaborazione con associazioni territoriali come Remida porterebbe un valore aggiunto, creando una rete capillare di iniziative volte alla sostenibilità e all'economia circolare in tutta la città. L'Unione Europea potrebbe finanziare questo progetto nell'ambito del programma **"LIFE"**,[122] insieme alla Compagnia di San Paolo, molto attiva nella promozione della ricerca e della sostenibilità a Torino e in Piemonte e alla Fondazione Agnelli, impegnata nello sviluppo culturale e sociale.

[122] Commissione europea, *Programma LIFE*, Marzo 2023(ultima consultazione 1 dicembre 2024). URL: https://cinea.ec.europa.eu/document/download/5e50c7f3-b5e8-41c2-81b9-e8e0b812936d_en?filename=Italy_Update_IT_March23.pdf



[Fig.137] Schema degli stakeholder

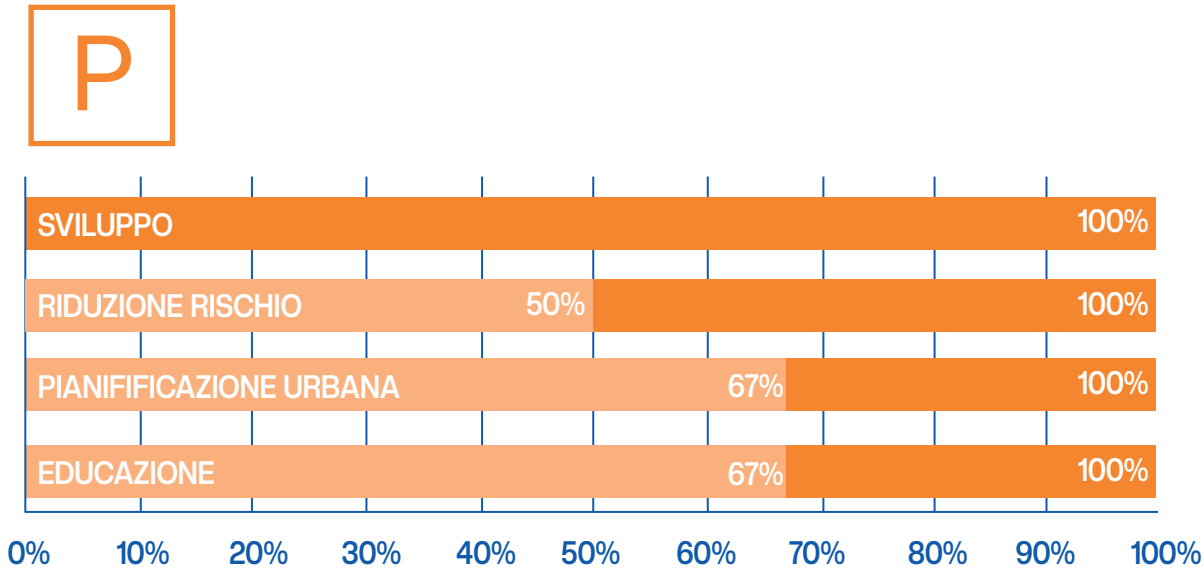
TARGET	INDICATORI		
SVILUPPO	1.Centro di ricerca	Si	*Si*
	2.Collaborazione Stakeholder	Si	*Alta*
MASSIMO	2/2		

[Fig.138] Tabella indicatori presenti per il target "Sviluppo"

8.6.1 VALUTAZIONE PREPARAZIONE

TARGET	INDICATORI		
EDUCAZIONE	1. Partecipazione attiva	Si	*"CO-CITY" per Torino 2030*
	2.Sensibilizzazione comunità	Si	*"Torino città educativa" per Torino 2030*
	3.Workshop per la comunità	Si	*Programma "ManiFutura"*
MASSIMA		3/3	
PIANIFICAZIONE URBANA	1. Linee guida	Si	*"Piano di resilienza climatica"*
	2.Progettazione infrastrutture	Si	*Metro linea 2*
	3.Progettazione integrata del verde	Si	*Parco della Confluenza*
MASSIMO		3/3	
RIDUZIONE RISCHIO	1. Monitoraggio ambientale	Si	*"Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte"*
	2.Piano di allerta	Si	*"Piano provinciale di emergenza"*
	3.Sensoristica	Si	*Sensoristica idrica SMAT*
	4.Simulazioni scenari	Si	*Digital Twin*
MASSIMO		4/4	
SVILUPPO	1.Centro di ricerca	Si	*Si*
	2.Collaborazione Stakeholder	Si	*Alta*
MASSIMO		2/2	
		12/12	

[Fig.139] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Preparazione"



[Fig. 140] Grafico comparativo dei target per il goal "Preparazione"

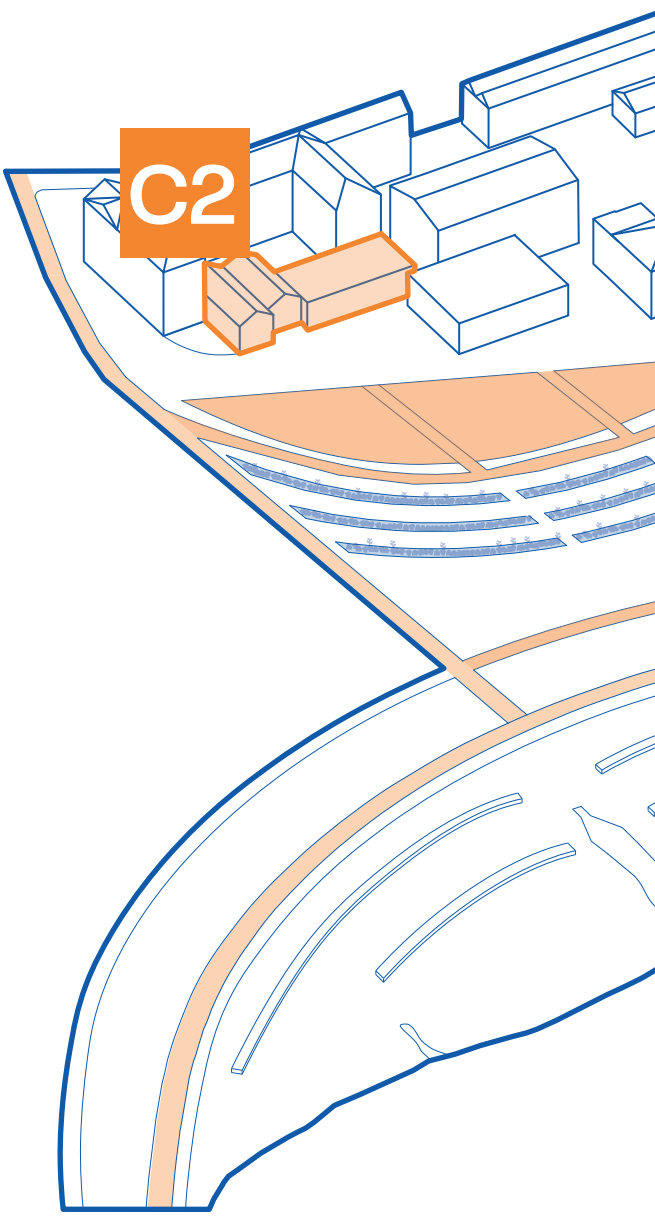
Dall'analisi dello stato attuale emerge come, nell'ambito della "preparazione", Torino disponga già di un livello operativo significativo, con progressi tangibili nella pianificazione urbana e nella sensibilizzazione della comunità. Questa base consolidata ha permesso di sviluppare ulteriori interventi in linea con le azioni precedenti, garantendo continuità strategica ed efficacia operativa. Il programma *"Manifutura"* si integra in questo quadro, con un focus particolare sulla promozione della partecipazione attiva e della responsabilizzazione dei cittadini. Tra le azioni principali, spicca la progettazione di un'area verde strategica che connette i due grandi parchi urbani preesistenti. Questo intervento assolve una duplice funzione: da un lato, favorisce la continuità ecologica attraverso il collegamento delle aree naturali; dall'altro, contribuisce all'integrazione tra spazio urbano e ambiente, promuovendo una visione sostenibile dello sviluppo territoriale. Un elemento cruciale per il coordinamento e il monitoraggio del progetto è l'impiego del Digital Twin, che consente di gestire in modo sistematico e integrato l'ingente mole di dati generata e raccolta. Grazie a questa tecnologia, è possibile simulare scenari, ottimizzare processi decisionali e pianificare interventi mirati con maggiore precisione e tempestività. Inoltre, il coinvolgimento di attori istituzionali e associazioni come *Remida* assicura un approccio multidisciplinare e inclusivo, facilitando la condivisione di competenze, risorse e obiettivi.

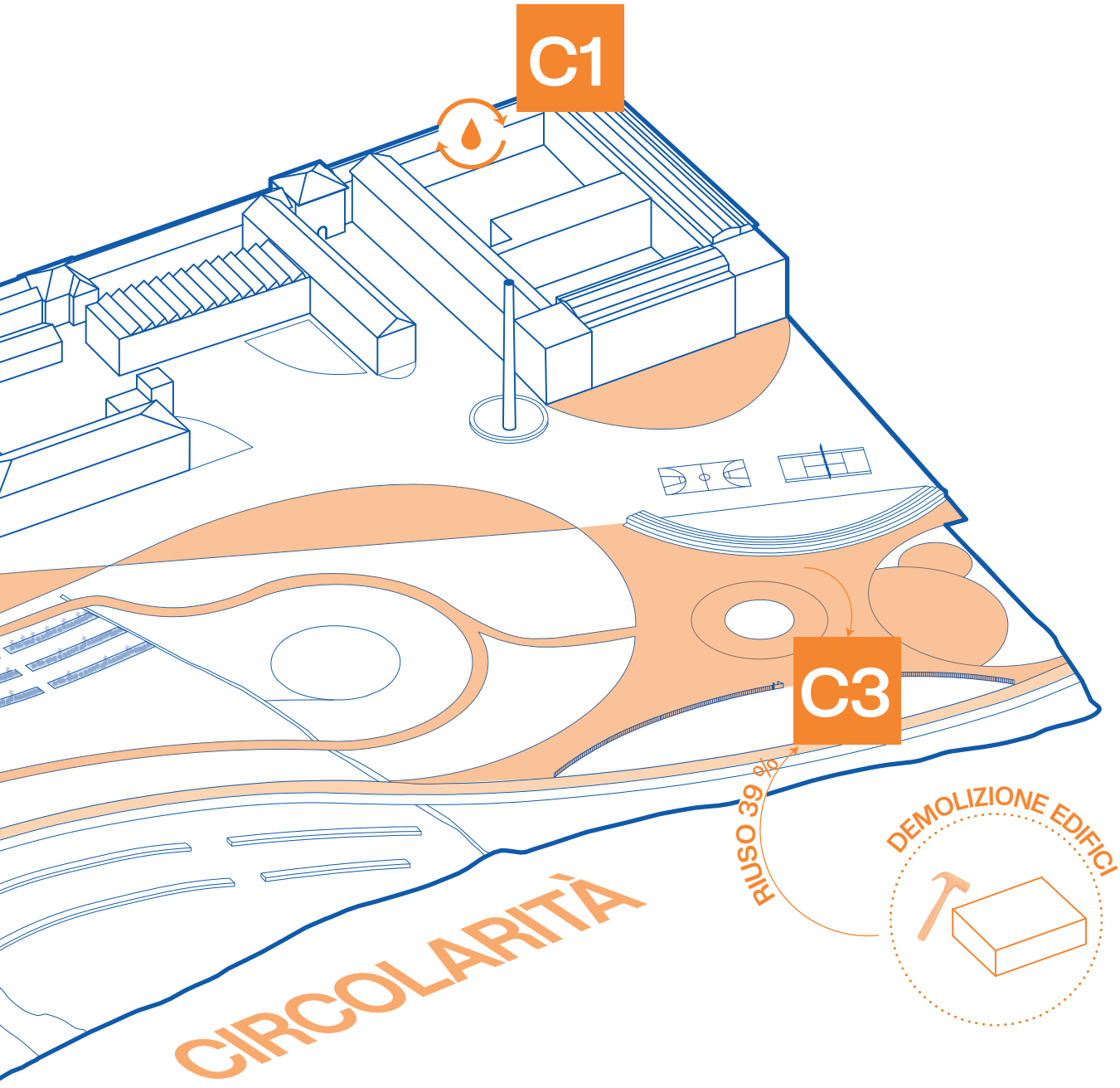
CIRCOLARITÀ

C1 CICLO CHIUSO ACQUA

C2 RIDUZIONE

C3 RIUSO





[Fig.141] Sintesi delle strategie per il goal "Circolarità"

C1. CICLO CHIUSO ACQUE

L'intervento prevede diversi livelli di attuazione per la gestione idrica. A livello puntuale, ogni edificio sarà dotato un sistema di **riutilizzo delle acque reflue,** per ottimizzare l'uso delle risorse idriche. Le acque reflue domestiche, provenienti da lavandini, docce e impianti igienici, saranno trattate attraverso tecnologie avanzate per renderle adatte a un'ampia gamma di utilizzi all'interno degli stessi edifici. Queste acque trattate, saranno riutilizzate, insieme a quelle di prima pioggia recuperate, per l'irrigazione delle aree verdi e degli orti, per il risciacquo dei sanitari, contribuendo a preservare l'acqua potabile e sostenendo una gestione più responsabile delle risorse idriche. Su più ampia scala, la presenza di un bacino di espansione permetterà di contenere temporaneamente l'acqua in eccesso durante le piene del fiume Po, deviandone il flusso e contribuendo alla riserva idrica.

PAVIMENTAZIONE DRENANTE

Utilizzo di pavimentazioni drenanti per consentire la riduzione dei fenomeni di accumulo di flussi superficiali

RAIN GARDENS E BIOSWALES

Utilizzo del verde per il primo trattamento delle acque piovane e la gestione dei flussi superficiali

STOCCAGGIO DELL'ACQUA PIOVANA

Sistema di accumulo per ridurre il fenomeno di runoff

RIDUTTORI DI FLUSSO

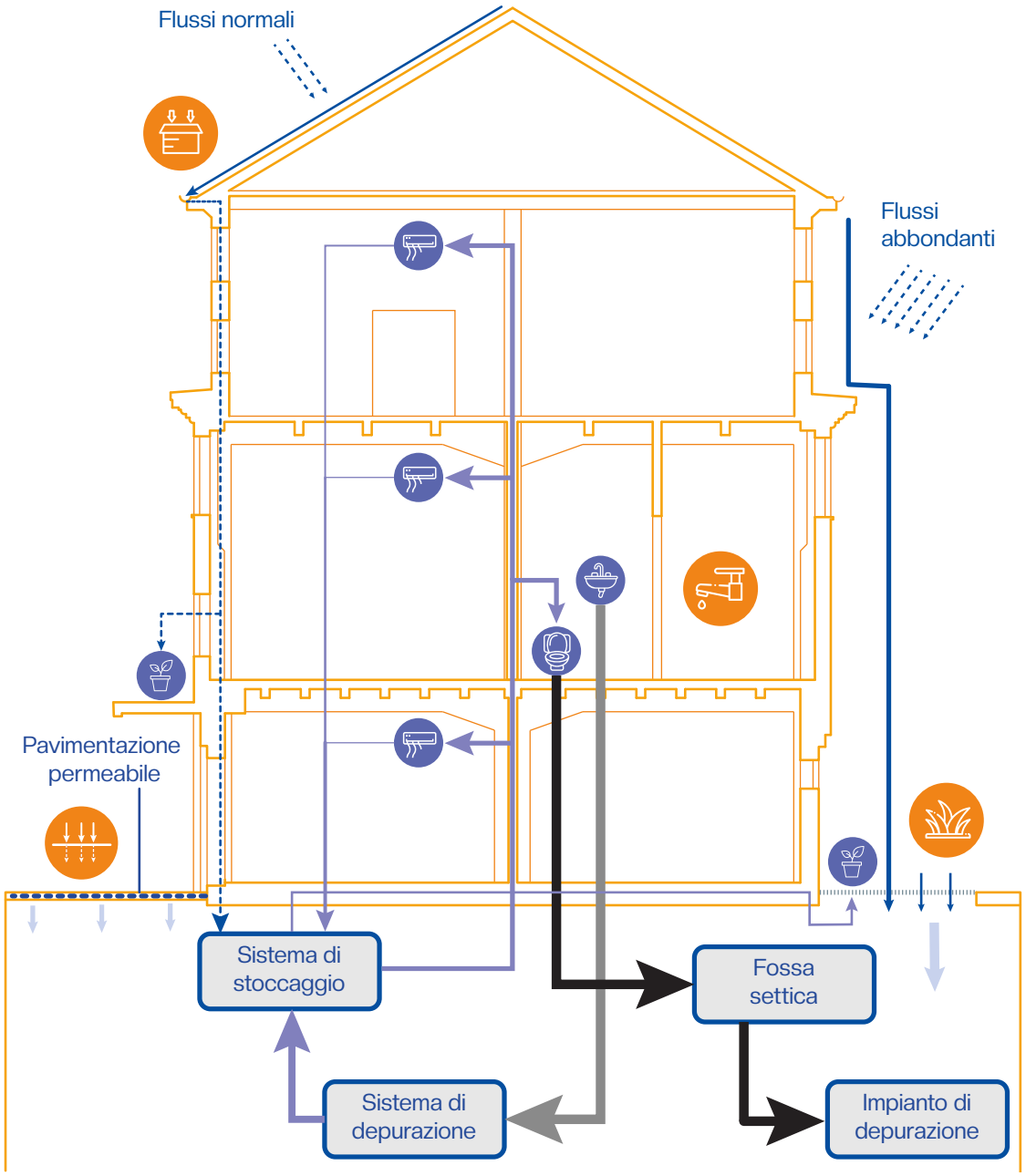
Sistema per la riduzione del volume di acqua erogata

TARGET	INDICATORI		
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Bacini di stoccaggio	Si	Bacini di espansione
	2.Ciclo chiuso acque reflue	Si	Si
	3.Recupero acque piovane	Si	Si
MASSIMO	3/3		

[Fig.142] Tabella indicatori presenti per il target "Ciclo chiuso acqua"

FLUSSI

- Acque di prima pioggia
- Acqua potabile
- Acqua non potabile
- Acque grige
- Acque nere
- Reimmissione in falda

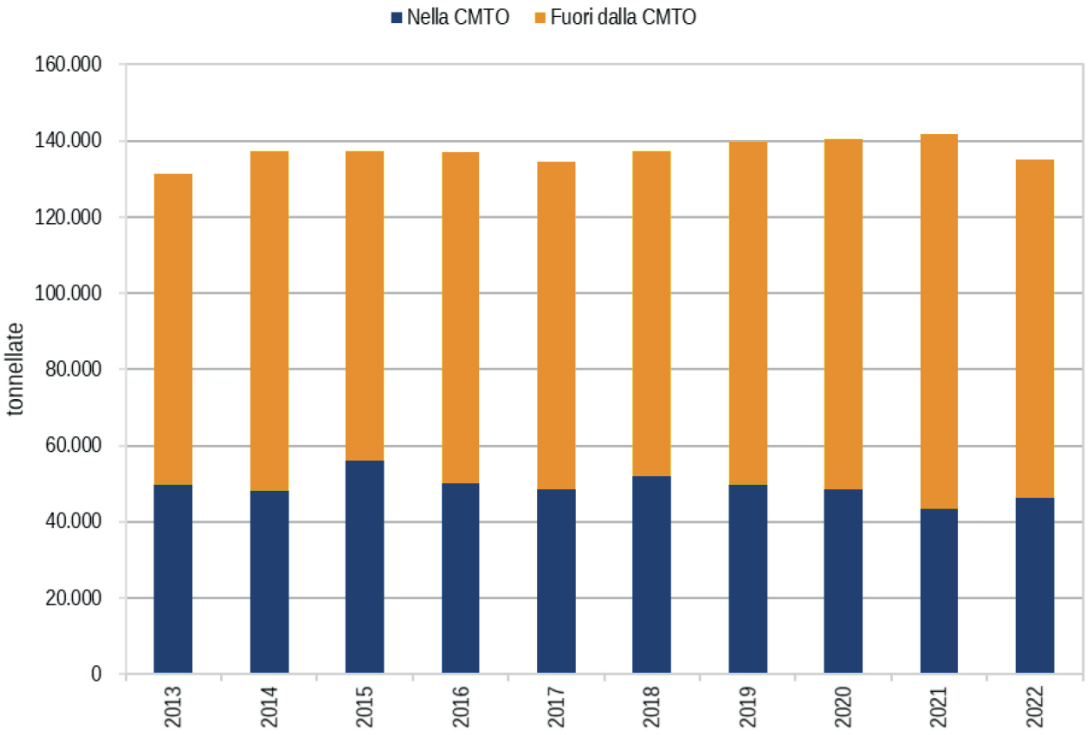


[Fig.143] Schema riuso acqua

C2.RIDUZIONE

L'inserimento di un hub dedicato al compostaggio e all'educazione sulla riduzione della produzione di rifiuti in un parco urbano, in particolare in un'area densamente abitata come questa, potrebbe offrire numerosi benefici ambientali, sociali ed educativi. Questi benefici non solo contribuiscono alla gestione sostenibile dei rifiuti, ma promuovono anche una cultura ecologica tra la comunità.

Il *Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti*[123] riporta come la capacità di trattamento della frazione organica del rifiuto solido urbano (FORSU), che nel 2022 rappresentava circa il 30% della raccolta differenziata, sia insufficiente. Circa il 65% [Fig.144] della frazione organica nel 2022 è stata infatti inviata a trattamenti in impianti localizzati fuori dalla Città Metropolitana di Torino. I dati riportano come dal 2017, il trend del quantitativo di auto compostaggio sia in crescita positiva, incentivando il progetto ad inserirsi in questa crescita al fine di promuovere ulteriormente la pratica dell'auto compostaggio all'interno della comunità.



[Fig.144] Quantitativo di FORSU trattati, 2013-2022

[123] Osservatorio Rifiuti Metropolitano, *Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti, Novembre 2023, (ultima consultazione 1 dicembre 2024)*.URL: http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/ambiente/dwd/rifiuti/Osservatorio_rifiuti/Rapporto_rifiuti_2023/RapportoRifiutiUrbani_CMTO_2023.pdf

[Fig. 145] Schema benefici compostaggio

TARGET	INDICATORI		
RIDUZIONE	1. Compostaggio	Si	*Laboratorio di compostaggio*
	2.Raccolta differenziata	Si	*Raccolta differenziata*
MASSIMO	2/2		

[Fig.146] Tabella indicatori presenti per il target "Riduzione"

C3.RIUSO

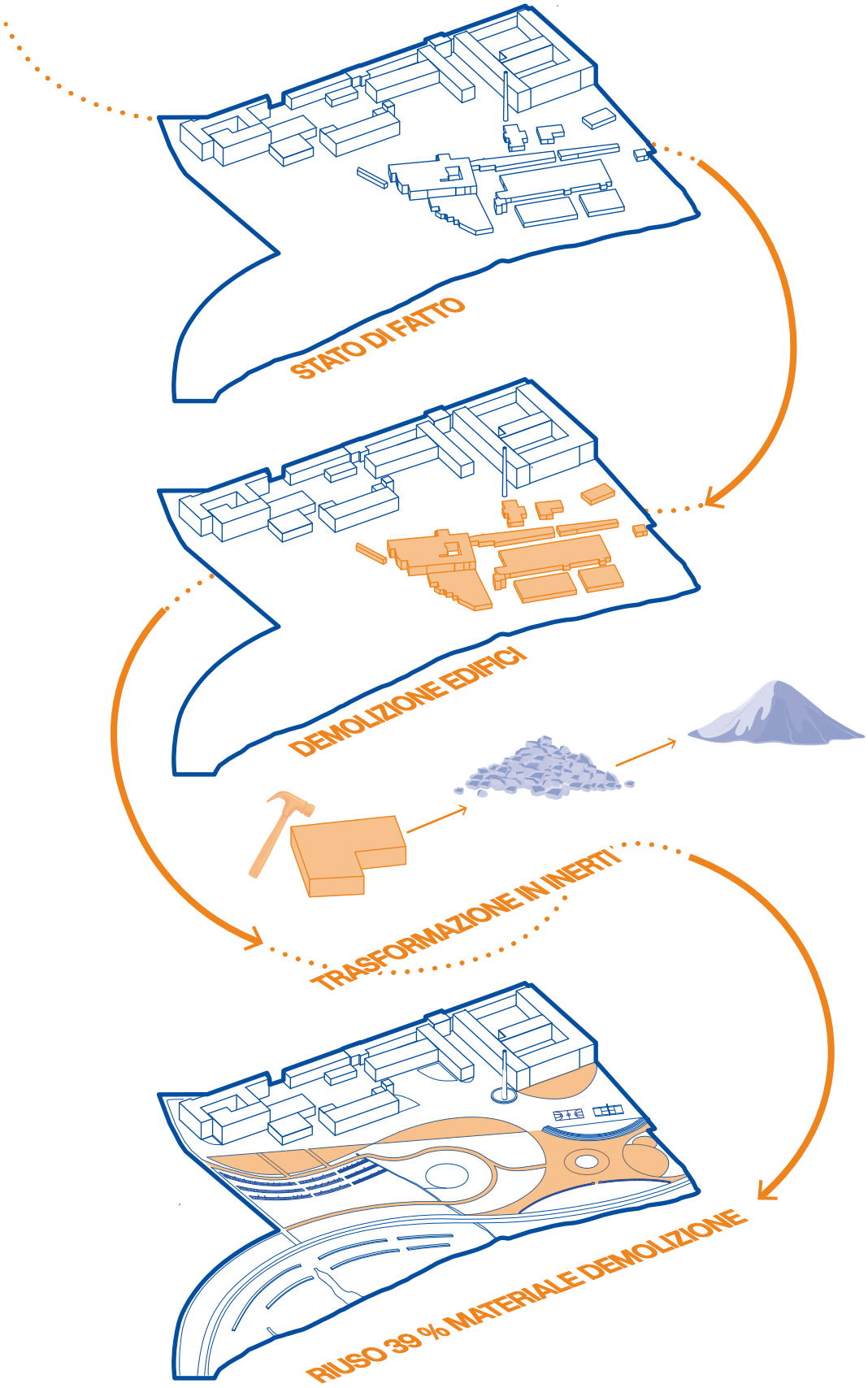
La demolizione di parte degli edifici comporta inevitabilmente la produzione di rifiuti da demolizioni. Per ovviare a questo impatto, una parte di queste risorse verranno reimpiegati come inerti per la realizzazione di una pavimentazione drenante all'interno del parco. Nello specifico, sono stati riutilizzati circa 10 mila m^2 di materiale, pari al 39% del materiale complessivo ottenuto dalla demolizione degli edifici. Per sfruttare al massimo le risorse ottenute dall'intervento di demolizione risultano particolarmente utili queste azioni:

- **Demolizione selettiva:**
  Adottare una demolizione controllata consente di separare i materiali già in fase di smantellamento, facilitandone il riutilizzo o il riciclo
- **Creazione di un magazzino di materiali**
  I componenti recuperati possono essere stoccati e venduti o utilizzati in nuovi progetti.
- **Collaborazione con aziende specializzate**
  Coinvolgere imprese specializzate nel riciclo e nella rigenerazione dei materiali consente di garantire processi più efficienti e sostenibili

L'utilizzo di materiali riciclati contribuisce a rendere il progetto più sostenibile e coerente con la visione del nuovo hub per la resilienza. L'approccio contribuisce infatti a rafforzare i modelli di economia circolare promossi all'interno dell'area, restituendo un'applicazione concreta ai cittadini. Allo stesso modo, tutto il terreno sbancato per realizzare il bacino di espansione è stato reimpiegato nella progettazione del parco.

TARGET	INDICATORI		
RIUSO	1. Riuso materiali da demolizione	Si	39%
	2.Riuso terreno sbancamento	Si	100%
MASSIMO	2/2		

[Fig.147] Tabella indicatori presenti per il target "Riuso"



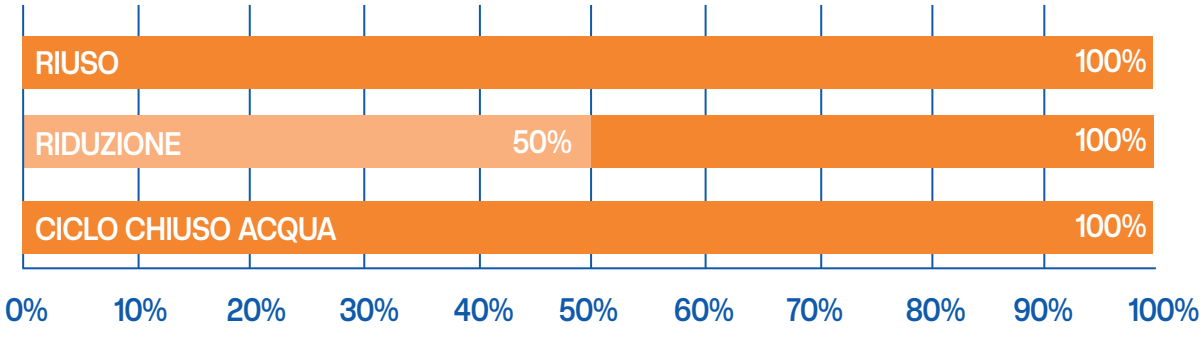
[Fig.148] Schema di riuso circolare dei materiali ottenuti dalle demolizioni

8.6.2 VALUTAZIONE CIRCOLARITÀ

TARGET	INDICATORI		
CICLO CHIUSO ACQUA	1. Bacini di stoccaggio	Si	Bacini di espansione
	2.Ciclo chiuso acque reflue	Si	Si
	3.Recupero acque piovane	Si	Si
MASSIMO		3/3	
RIDUZIONE	1. Compostaggio	Si	*Laboratorio di compostaggio*
	2.Raccolta differenziata	Si	*Raccolta differenziata*
MASSIMO		2/2	
RIUSO	1. Riuso materiali da demolizione	Si	39%
	2.Riuso terreno sbancamento	Si	100%
MASSIMO		2/2	
		7/7	

[Fig.149] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Circolarità"

C



[Fig.150] Grafico comparativo dei target per il goal "Circolarità"

Rispetto al contesto precedente, l'applicazione del principio di circolarità risulta meno sviluppata, evidenziando alcune criticità significative, soprattutto nella gestione delle risorse idriche. Per colmare queste lacune, l'area è stata interessata da un intervento strategico di depavimentazione, che ha permesso di trasformare superfici impermeabili in uno spazio verde multifunzionale. Questa nuova area non solo ha un rilevante impatto ambientale positivo, contribuendo al miglioramento della qualità dell'aria e alla mitigazione delle isole di calore urbane, ma svolge anche un ruolo essenziale nella gestione delle acque del fiume Po. Progettata per comportarsi come una "spugna" naturale, è in grado di assorbire e regolare il deflusso idrico, riducendo in modo significativo il rischio di esondazioni e contenendo i danni potenziali legati agli eventi climatici estremi.

Parallelamente, nella rifunzionalizzazione degli edifici esistenti, sono state adottate soluzioni avanzate per garantire una gestione sostenibile delle risorse idriche. Tra queste spicca l'implementazione di un sistema chiuso per il trattamento delle acque reflue, completato da un sistema di raccolta e stoccaggio delle acque piovane. Questo approccio consente di ottimizzare l'uso dell'acqua, promuovendo una riduzione dei consumi e favorendo il riutilizzo delle risorse, in linea con gli obiettivi di sostenibilità ambientale.

In aggiunta, per affrontare la questione degli sprechi e della produzione di rifiuti, è stato incluso nel progetto un laboratorio di compostaggio. Questa struttura, oltre a trattare i rifiuti organici prodotti localmente, funge da strumento educativo per sensibilizzare la comunità sull'importanza del riciclo e della riduzione degli scarti. Attraverso attività formative e pratiche, il laboratorio intende promuovere una maggiore consapevolezza e partecipazione attiva da parte dei cittadini.

A completare questo quadro, il progetto adotta soluzioni innovative anche nella gestione dei materiali da costruzione. In particolare, i materiali derivanti dalla demolizione di alcuni edifici dismessi sono stati recuperati e riutilizzati per la creazione di una pavimentazione drenante all'interno del parco. Questa scelta non solo riduce la necessità di nuove risorse, ma rappresenta un esempio concreto di economia circolare, dimostrando come i principi di sostenibilità possano essere integrati in ogni fase della progettazione, dalla demolizione alla realizzazione.

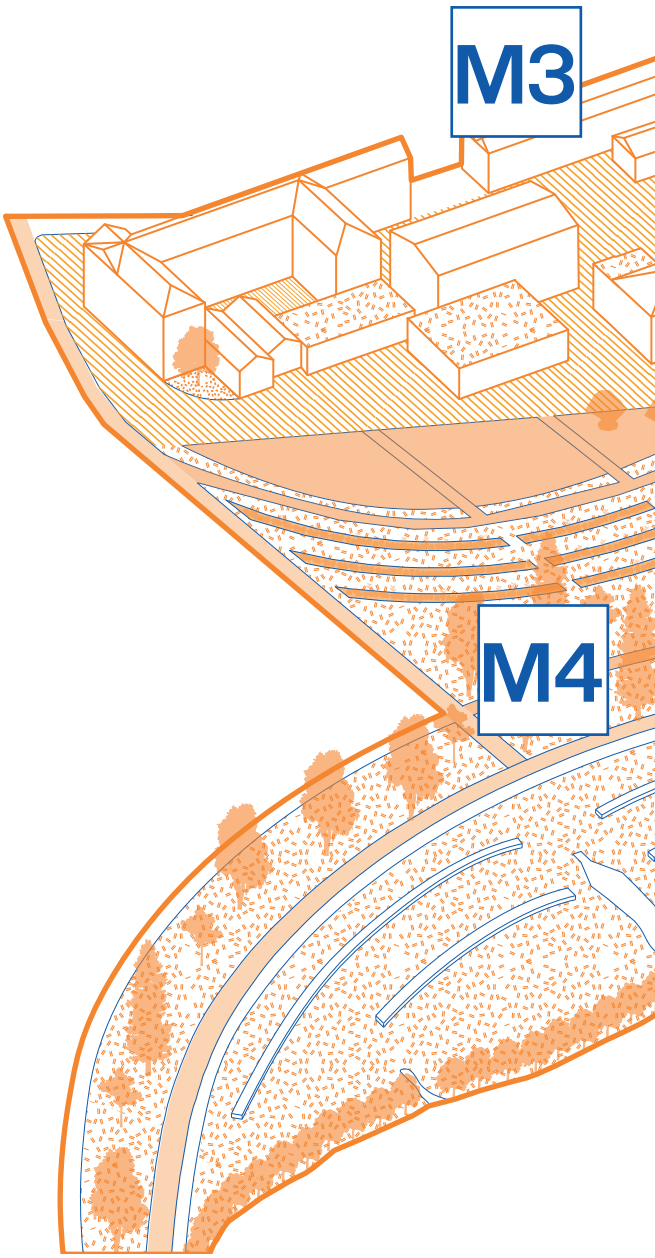
MITIGAZIONE

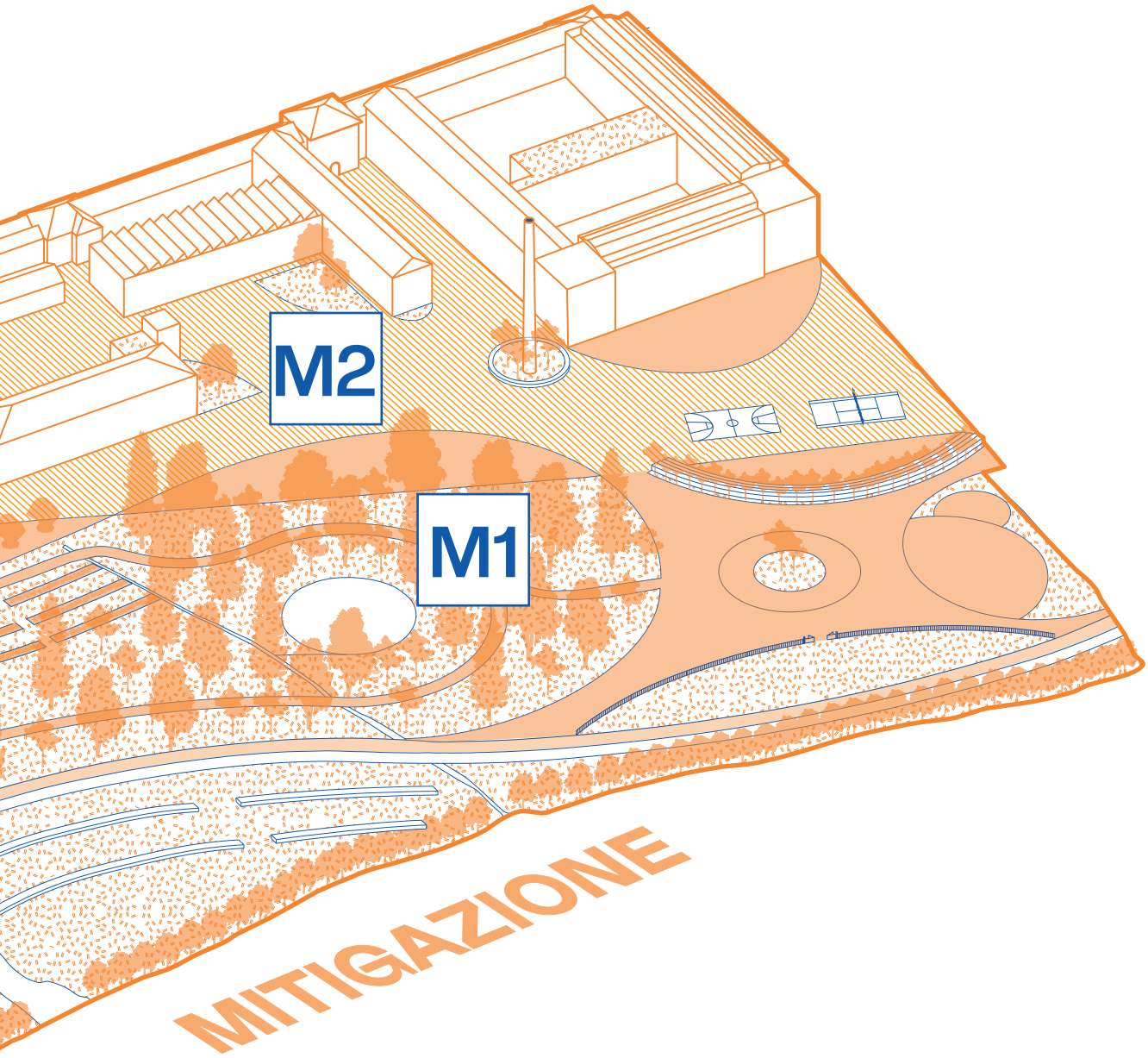
M1 AUMENTO BIODIVERSITÀ

M2 AUMENTO PERMEABILITÀ

M3 CONSERVAZIONE

M4 MOBILITÀ





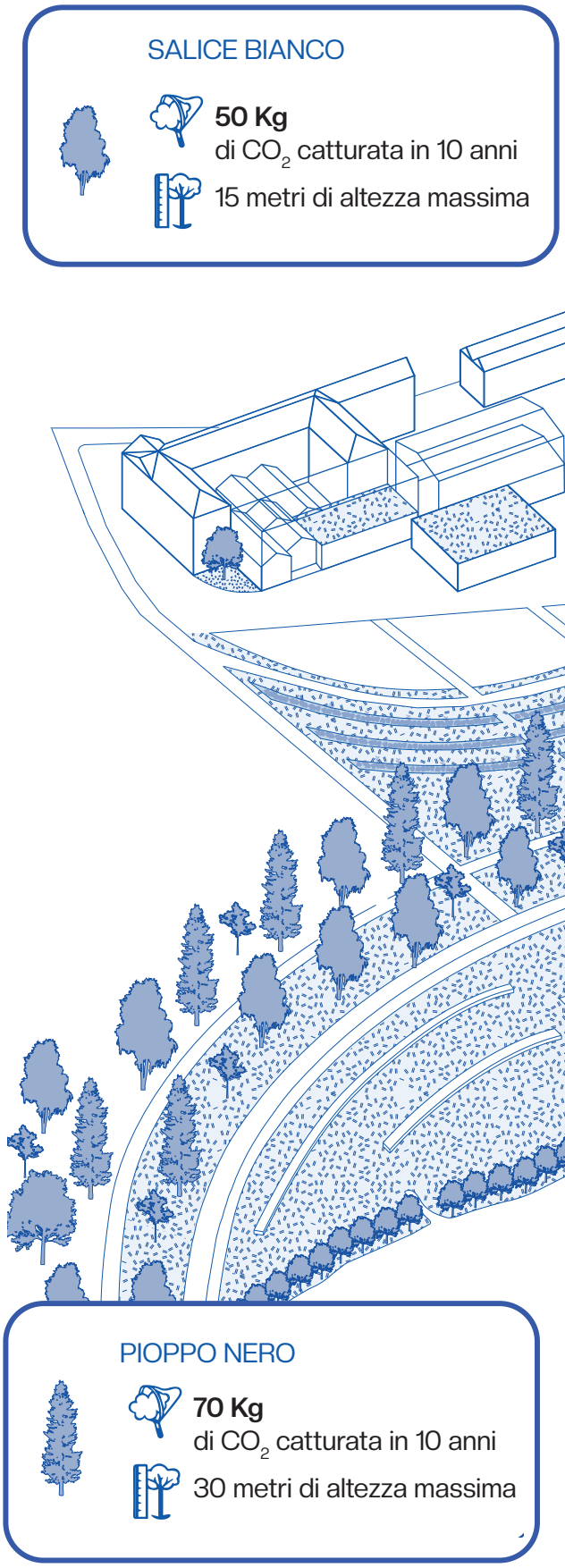
[Fig. 151] Sintesi delle strategie per il goal "Mitigazione"

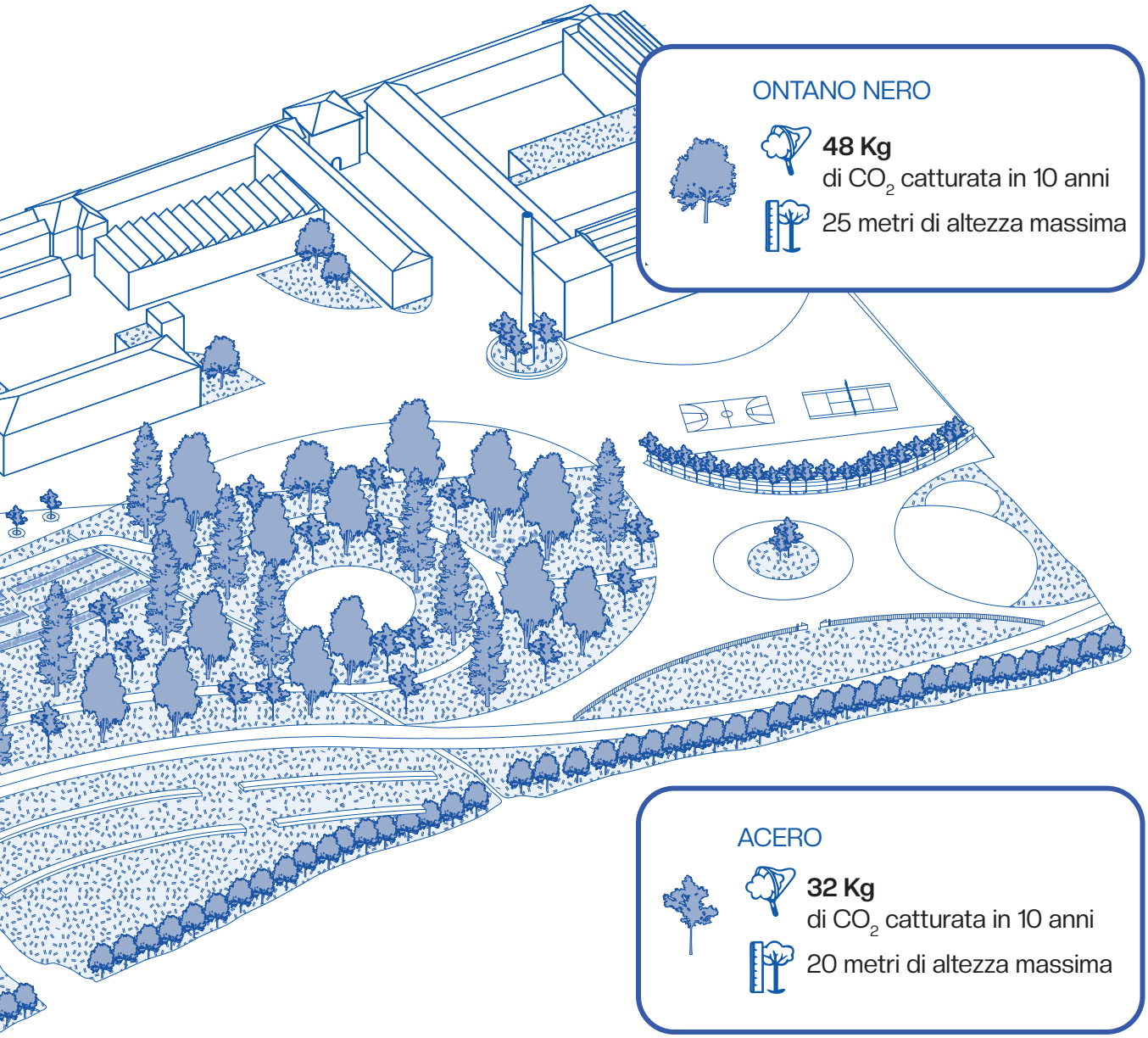
M1. AUMENTO BIODIVERSITÀ

L'aumento della biodiversità e in generale la realizzazione di un parco urbano nell'area della Manifattura Tabacchi offre grandi vantaggi ambientali e sociali. L'introduzione di una diversificata copertura vegetale, che includa alberi, arbusti e piante, non solo crea un habitat sano per la fauna locale e a ridurre l'effetto isola di calore che caratterizza l'area.

- L'**acero** è particolarmente indicato per combattere le isole di calore negli ambienti urbani, con una chioma molto ampia che permette di creare ambienti scenografici e ombreggiati.
- Il **pioppo nero**, il **salice bianco** e l'**ontano nero** sono specie che si adattano molto bene ai terreni umidi tipici delle aree lungo i fiumi, migliorandone la ritenzione idrica e contribuendo all'assorbimento del particolato atmosferico.

Questo approccio non solo favorisce la sostenibilità ecologica, ma crea anche uno spazio dall'importante funzione di sostegno per la salute mentale. Studi dimostrano come la presenza del verde aiuti a sviluppare minori problemi legati alla depressione, soprattutto in contesti sociali fragili dal punto di vista economico.



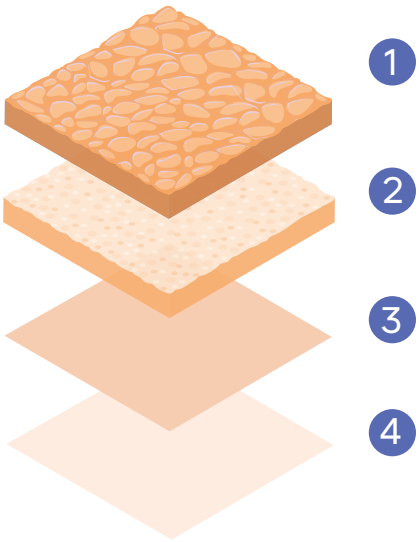


TARGET	INDICATORI		
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde	Si	*Restituzione del un corridoio ecologico*
	2. Utilizzo di vegetazione autoctona	Si	*Riforestazione dell'area di progetto*
MASSIMO	2/2		

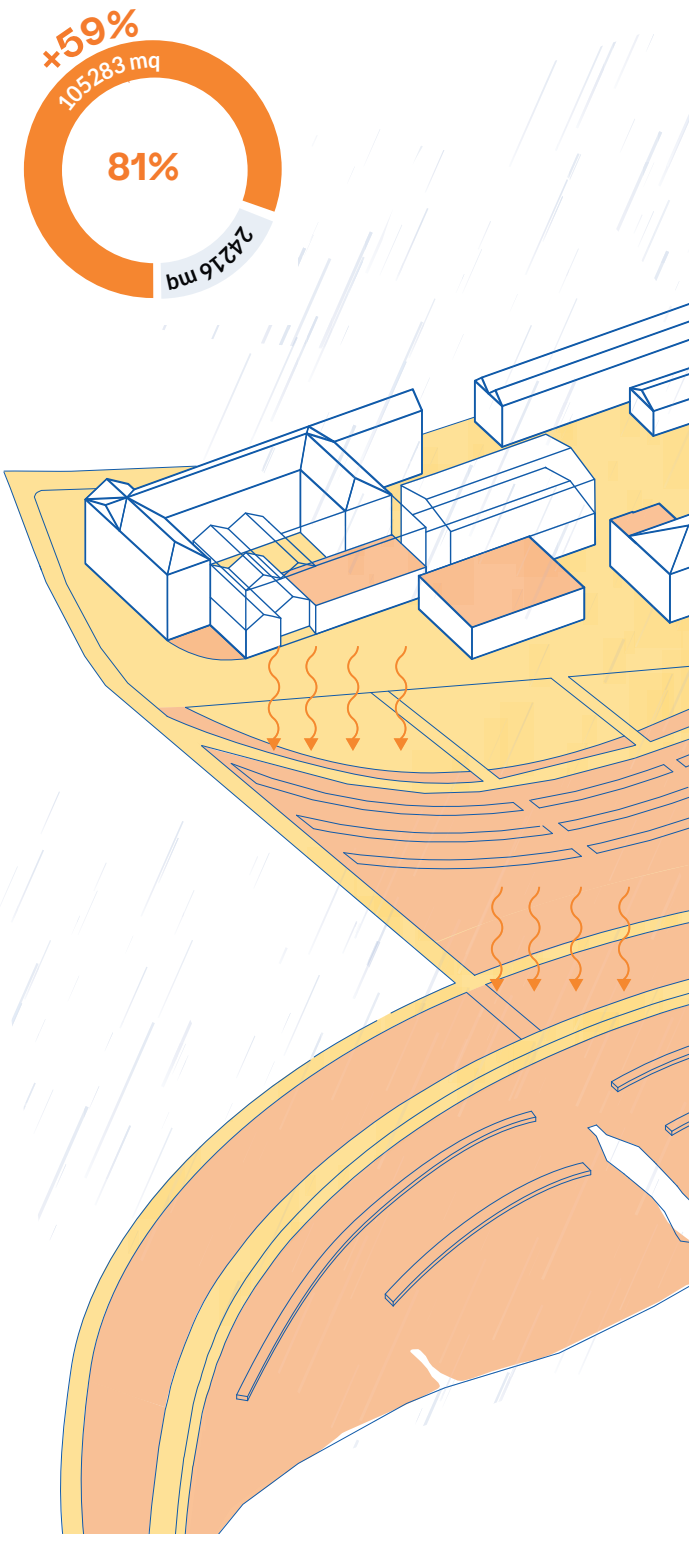
[Fig.152] Tabella indicatori presenti per il target "Aumento biodiversità"

M2. AUMENTO PERMEABILITÀ

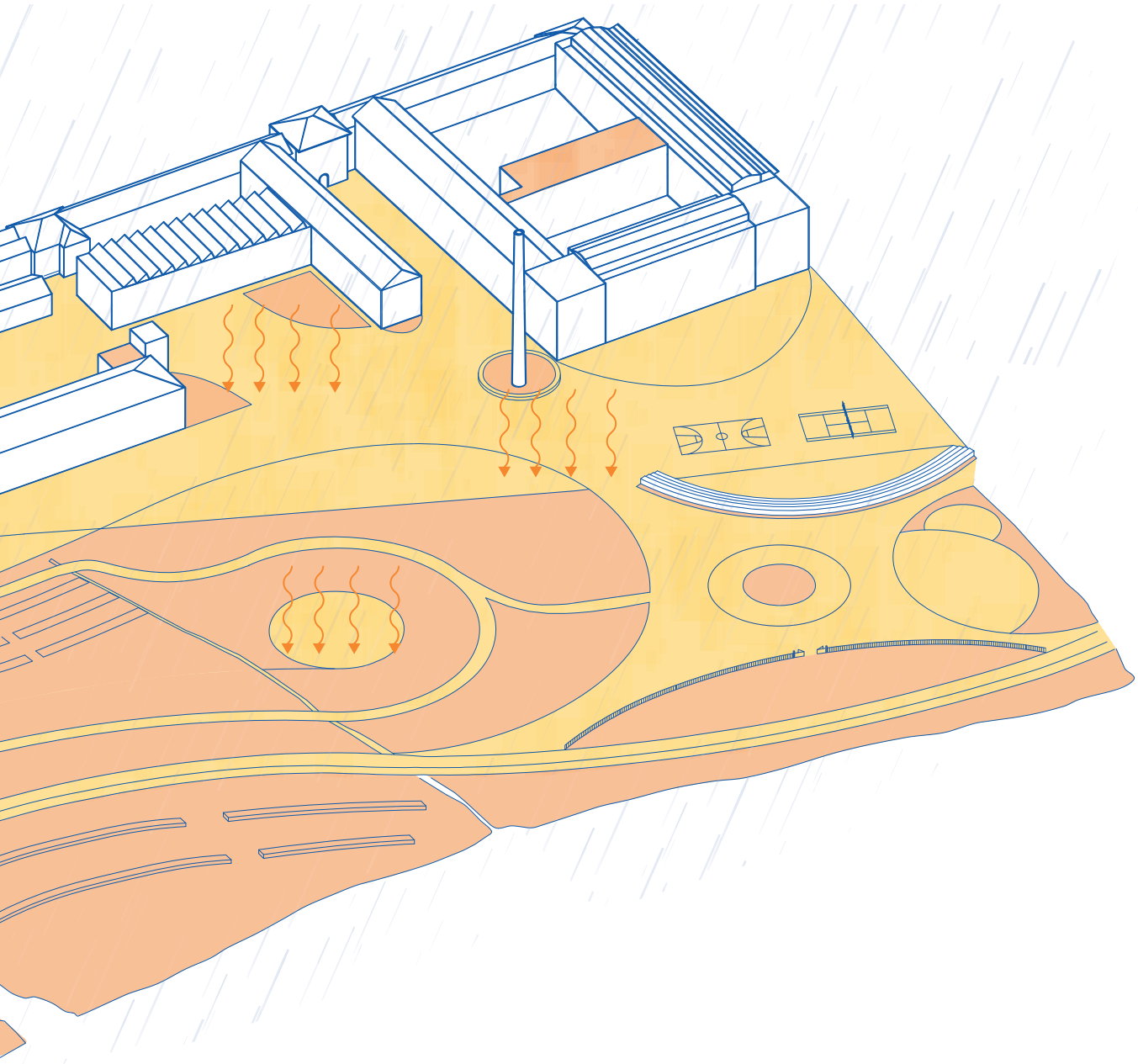
L'intervento prevede la demolizione del suolo costruito nell'area dell'ex FIMIT per lasciar spazio ad un'area naturale, con percorsi altamente permeabili, realizzato con inerti ricavati dal riuso dei materiali ottenuti dalla demolizione stessa. In questo modo sarà possibile avere delle superfici pavimentate che consentono all'acqua di infiltrarsi nel terreno anziché scorrere superficialmente. Questa strategia consente di mitirage l'effetto ruscellamento e di riutilizzare gli inerti ottenuti dalla demolizione valorizzando materiali precedentemente destinati allo smaltimento.



1. Calcestruzzo drenante
2. Aggregato sciolto
3. Geotessile
4. Sottofondo



- Infiltrazione
- Area permeabile verde
- Superfici permeabile verde
- Superficie permeaile pavimentata



TARGET	INDICATORI		
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Facciate verdi	Si	*5%*
	2.Fossati vegetati	Si	*Si*
	3.Pavimentazione drenante	Si	*59%*
	4.Tetti verdi	Si	*12%*
	5.Vegetazione filtrante	Si	*Acero, Ontano nero, Pioppo nero, Salice bianco*
MASSIMO	5/5		

[Fig.153] Tabella indicatori presenti per il target "Aumento permeabilità"

M3. CONSERVAZIONE

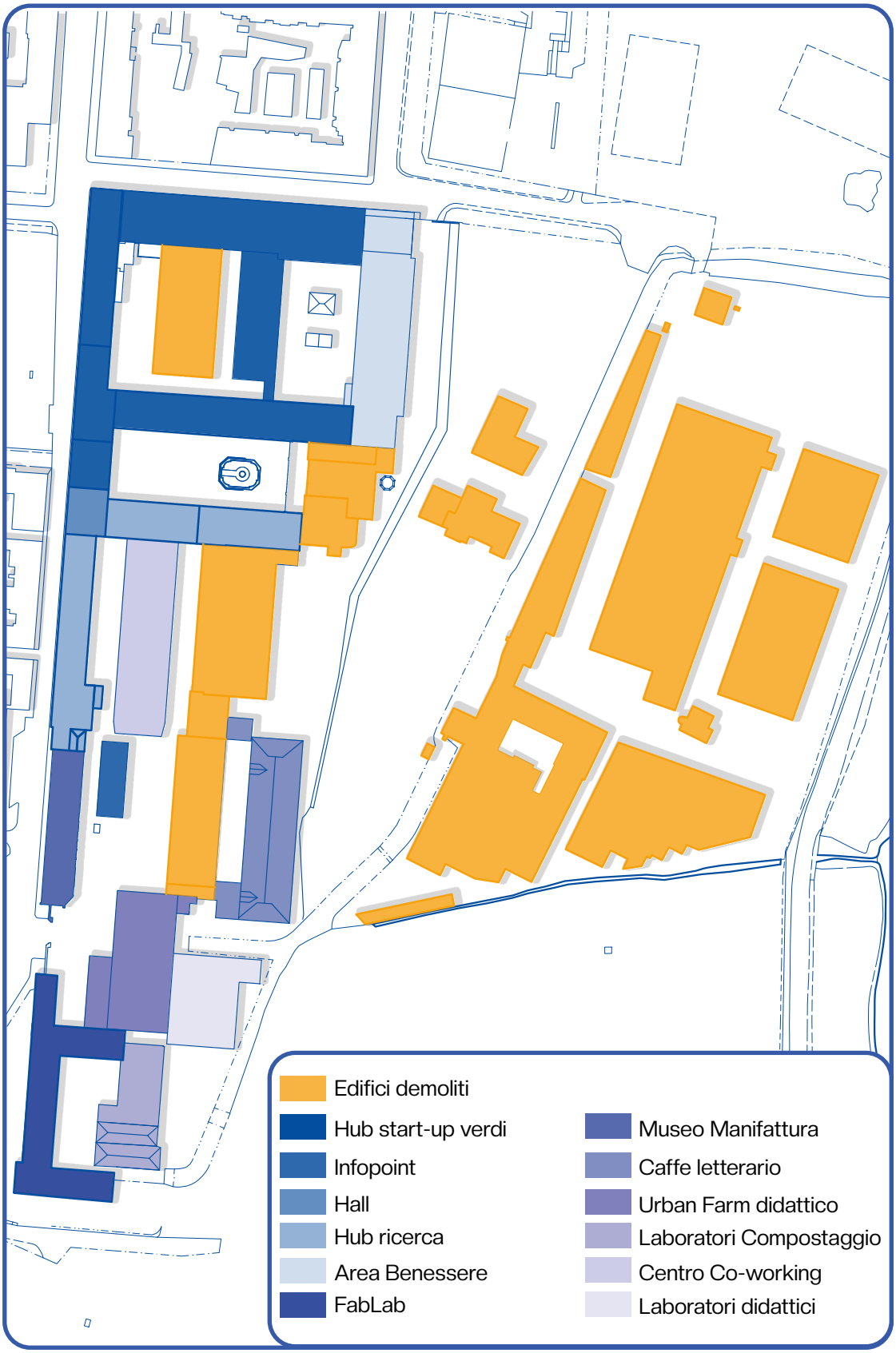
L'impatto positivo generato dalla rifunzionalizzazione di un'area così importante per il quartiere ha una duplice visione positiva, sia in ambito ambientale che socioeconomico. Il recupero del suolo permette infatti di evitare il consumo di nuove aree, andando a preservare habitat e biodiversità. Come analizzato nel caso studio di Woven City, il valore del recupero del suolo viene però fortemente influenzato anche dall'impatto della conservazione o meno del patrimonio edilizio esistente, e allo stesso modo, come per il caso di Zollverein, la conservazione totale a volte può essere un limite per le azioni di intervento. Il progetto per la Manifattura cerca di mediare queste due condizioni, recuperando più del 45% degli edifici esistenti, di cui molto soggetti a vincoli storici. La conservazione di parte di questo patrimonio architettonico riduce drasticamente la riduzione di emissioni legate alla demolizione e alla costruzione di nuove strutture, che accostate all'implementazione di plant based solutions come tetti giardino e infrastrutture verdi permette di ridurre ulteriormente l'impronta di carbonio.

A livello economico e sociale, la rivitalizzazione di questo complesso contribuirebbe ad aumentare il valore immobiliare dell'area, anche grazie alla prossima realizzazione della linea 2 della metropolitana, generando nuovi posti di lavoro e opportunità per le nuove aziende e istituzioni, favorendo la definizione di una nuova identità del quartiere.

Il progetto costituisce dunque un esempio di come il recupero architettonico sia una pratica altamente sostenibile quanto più proporzionata alle possibilità di intervento, e come allo stesso modo, il recupero del suolo sia fondamentale per ridurre l'impatto delle nostre città.

TARGET	INDICATORI		
CONSERVAZIONE	1.Recupero edifici esistenti	Si	*45%*
	2.Riuso del suolo	Si	*Si*
MASSIMO	2/2		

[Fig.154] Tabella indicatori presenti per il target "Conservazione"



[Fig.155] Pianta edifici con funzioni e demoliti

M4. MOBILITÀ

Durante l'elaborazione del progetto il focus principale è stato concentrato sugli abitanti del quartiere e sugli utenti che vivranno tali spazi. La strategia integrata di mobilità del progetto punta dunque a massimizzare la mobilità ciclopedonale e l'accessibilità alle modalità in condivisione, proprio per sostenere i principi di mitigazione dell'impatto legato agli spostamenti generati dal sito. Con questi presupposti si sono definiti i seguenti obiettivi generali:

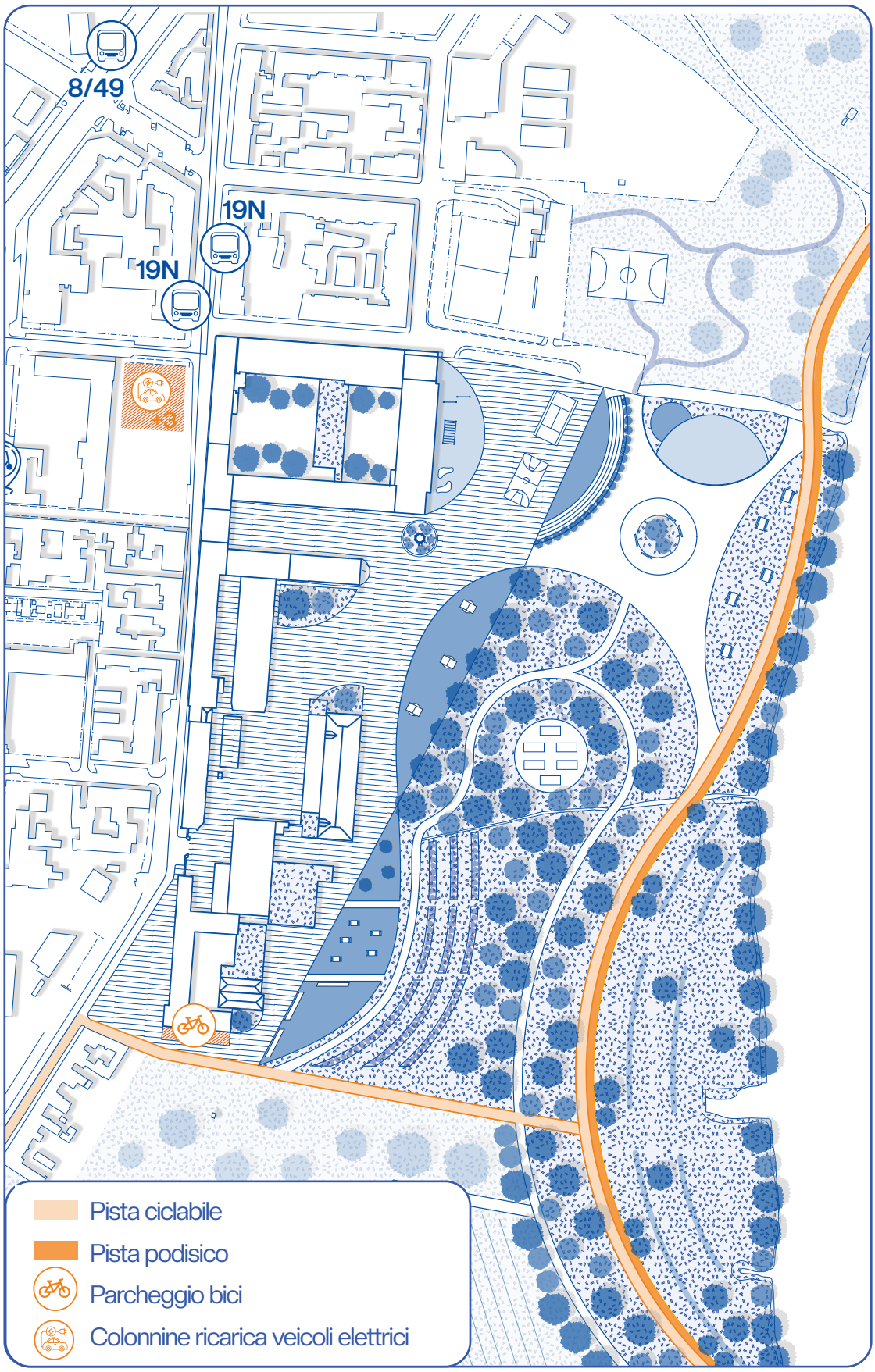
- Massimizzare l'accessibilità dell'area attraverso un'offerta di mobilità sostenibile e differenziata.
- Ridurre gli spostamenti veicolari e conseguentemente, il loro impatto.

Per raggiungere questi risultati, è stata strutturata una proposta strategica organica, il cui fulcro verte sul cambiamento radicale nelle abitudini di mobilità degli utenti. La strategia proposta si articola in maniera sintetica nei seguenti punti:

- Promozione della mobilità attiva e non motorizzata tramite la riqualificazione dell'infrastruttura ciclopedonale con un'implementazione di circa 1.2 km di pista podistica per l'attività motoria in sicurezza
- Promozione dell'uso del trasporto pubblico
- Integrazione e promozione dell'uso dei sistemi di sharing urbani
- Un'area dedicata di veicoli elettrici in condivisione, che possa essere utilizzata per soddisfare tutte quelle necessità di spostamento.

TARGET	INDICATORI		
MOBILITÀ	1. Bike/Car sharing	Si	*Servizi di sharing con app*
	2.Percorsi ciclopedonali	Si	*Implementazione con 1.2 km di pista podistica*
	3.Veicoli elettrici	Si	*Aggiunta di 3 colonnine di ricarica*
MASSIMO	3/3		

[Fig.156] Tabella indicatori presenti per il target "Mobilità"

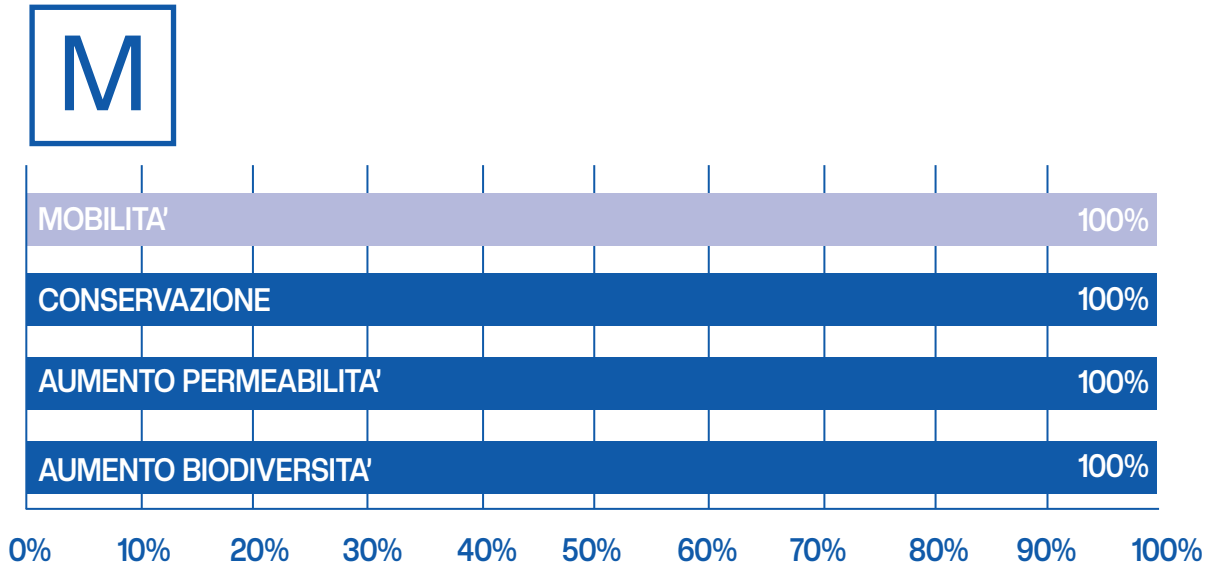


[Fig.157] Pianta con percorsi sharing e ciclopedonali

8.6.3 VALUTAZIONE MITIGAZIONE

TARGET	INDICATORI		
AUMENTO BIODIVERSITÀ	1. Progettazione del verde	Si	*Restituzione del un corridoio ecologico*
	2. Utilizzo di vegetazione autoctona	Si	*Riforestazione dell'area di progetto*
MASSIMO		2/2	
AUMENTO PERMEABILITÀ	1. Facciate verdi	Si	*12%*
	2.Fossati vegetati	Si	*Si*
	3.Pavimentazione drenante	Si	*59%*
	4.Tetti verdi	Si	*5%*
	5.Vegetazione filtrante	Si	*Acero, Ontano nero, Pioppo nero, Salice bianco*
MASSIMO		5/5	
CONSERVAZIONE	1.Recupero edifici esistenti	Si	*45%*
	2.Riuso del suolo	Si	*Si*
MASSIMO		2/2	
MOBILITÀ	1. Bike/Car sharing	Si	*Servizi di sharing con app*
	2.Percorsi ciclopedonali	Si	*Implementazione con 1.2 km di pista podistica*
	3.Veicoli elettrici	Si	*Aggiunta di 3 colonnine di ricarica*
MASSIMO		3/3	
		12/12	

[Fig.158] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Mitigazione"



[Fig. xx] Grafico comparativo dei target per il goal "Mitigazione"

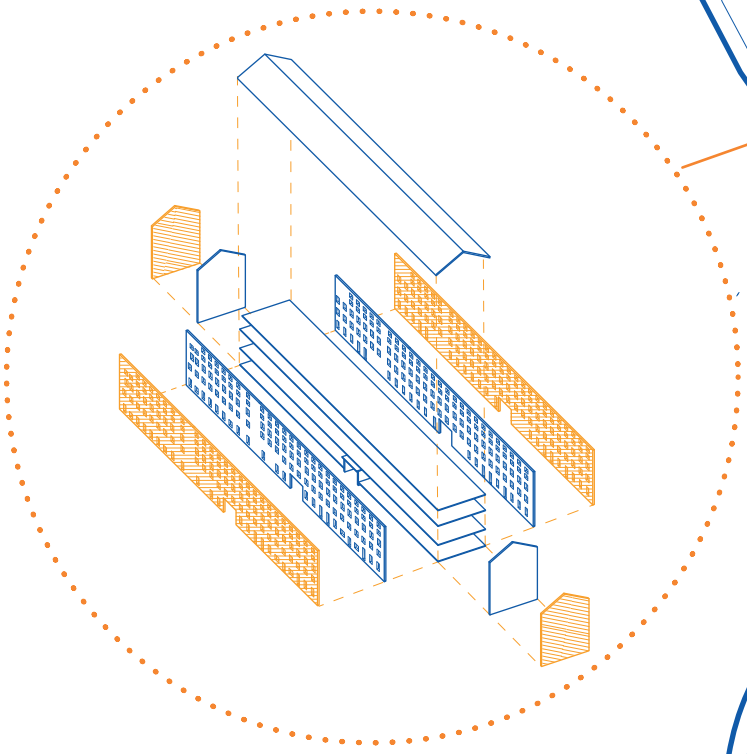
Nell'ambito della mitigazione è stato possibile lavorare maggiormente, in parte grazie allo stato di abbandono in cui versava l'area. Questo contesto ha permesso di attuare trasformazioni i cui benefici sono stati immediatamente visibili. La riconversione dell'area in uno spazio verde è stata il primo passo per affrontare uno dei problemi più critici: l'isola di calore urbano, a cui l'area era particolarmente soggetta. La presenza di ampie superfici verdi ha infatti contribuito a ridurre le temperature locali, migliorando il microclima e aumentando il comfort per i residenti e i visitatori. Questi effetti positivi sono stati ulteriormente amplificati da interventi mirati sugli edifici circostanti, attraverso l'installazione di facciate verdi e tetti verdi. Questi elementi non solo contribuiscono a mitigare l'effetto dell'isola di calore, ma migliorano anche l'efficienza energetica degli edifici, aumentando l'isolamento termico e riducendo i consumi energetici legati al raffrescamento. L'azione di recupero degli edifici e di rigenerazione del lotto, riveste un ruolo cruciale nella lotta contro il consumo di suolo, fenomeno che negli ultimi decenni ha portato a una significativa perdita di spazi naturali e alla frammentazione degli ecosistemi urbani. Sul fronte della mobilità sostenibile, il progetto ha potenziato i servizi di sharing mobility già esistenti, con un'attenzione particolare alla promozione dei mezzi elettrici. Sono state installate nuove colonnine di ricarica distribuite strategicamente sul territorio, incentivando l'uso di veicoli a zero emissioni e rendendo più accessibili soluzioni di trasporto ecocompatibili.

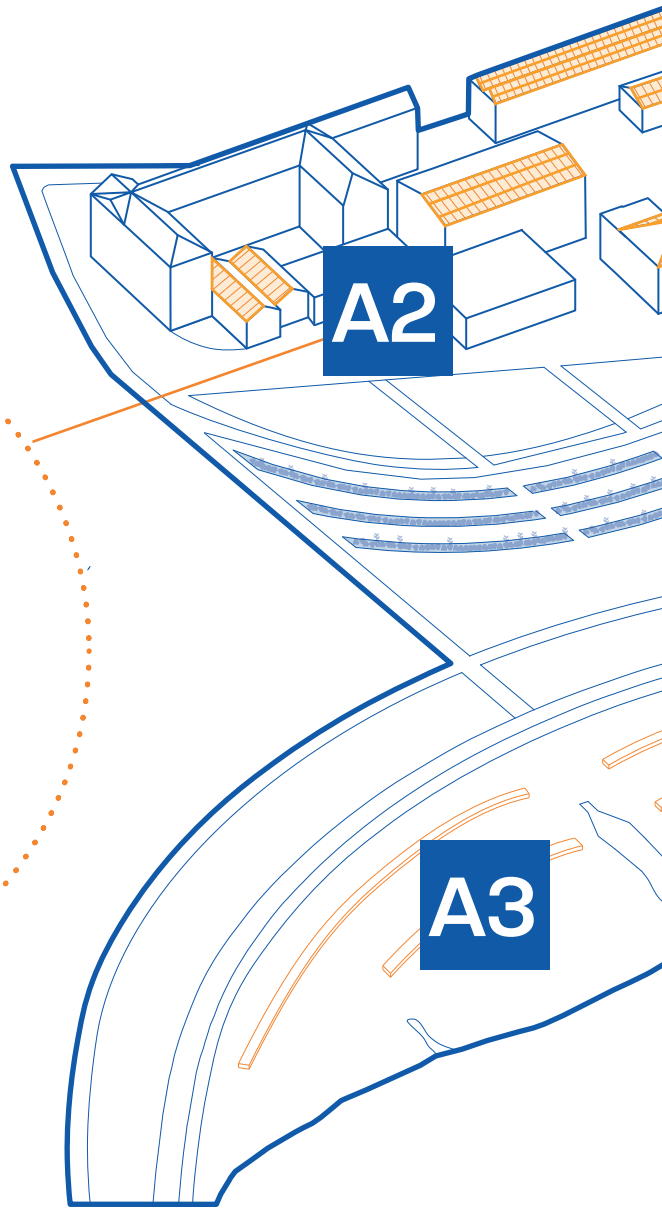
ADATTAMENTO

A1 AUTONOMIA ENERGETICA

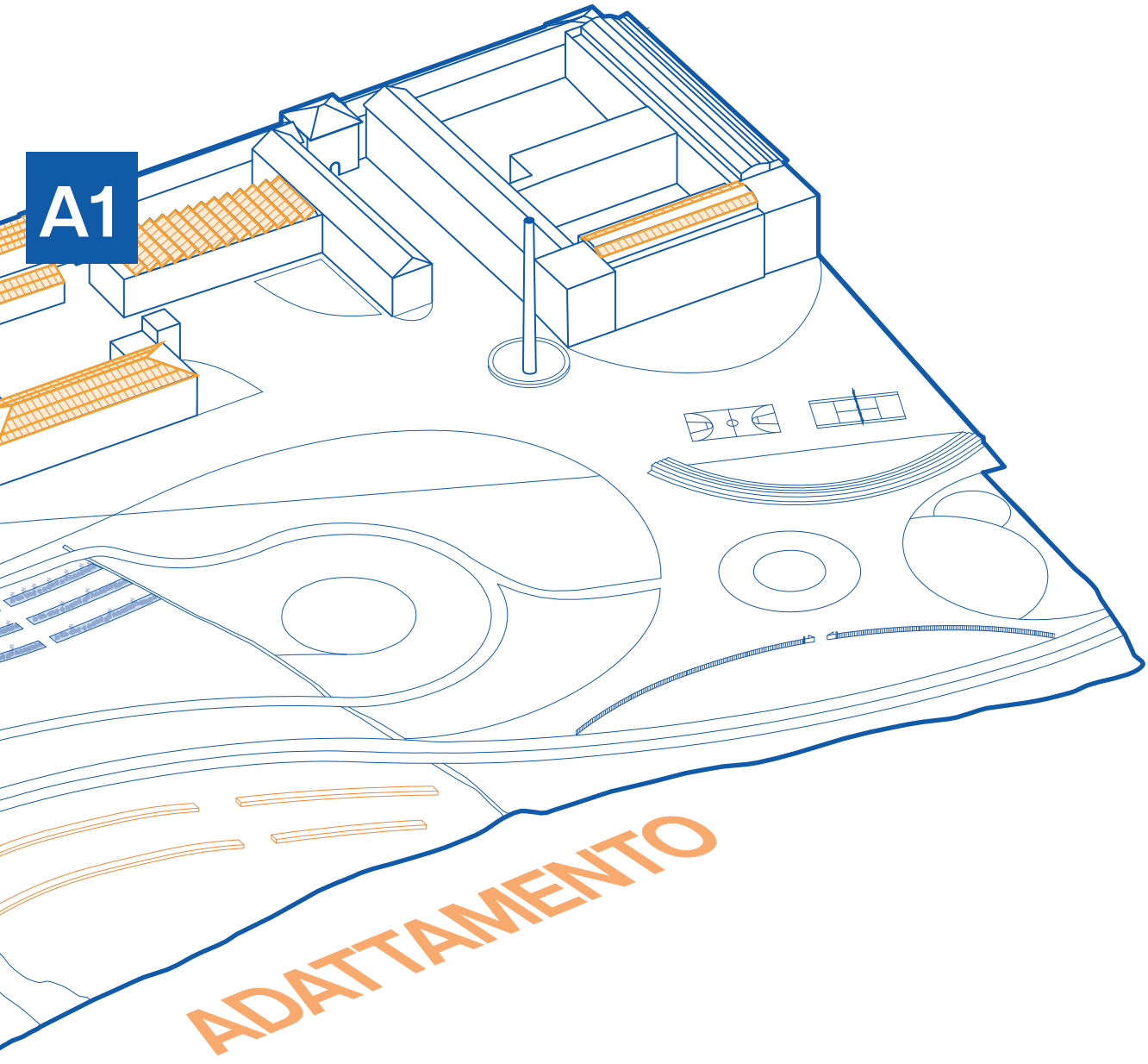
A2 EFFICIENTAMENTO

A3 FLESSIBILITÀ





A

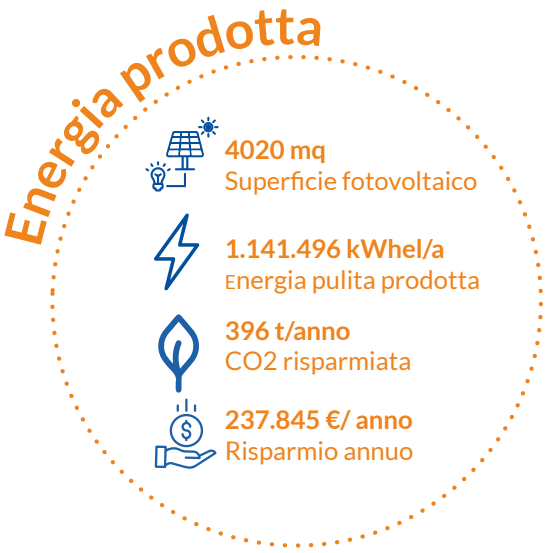


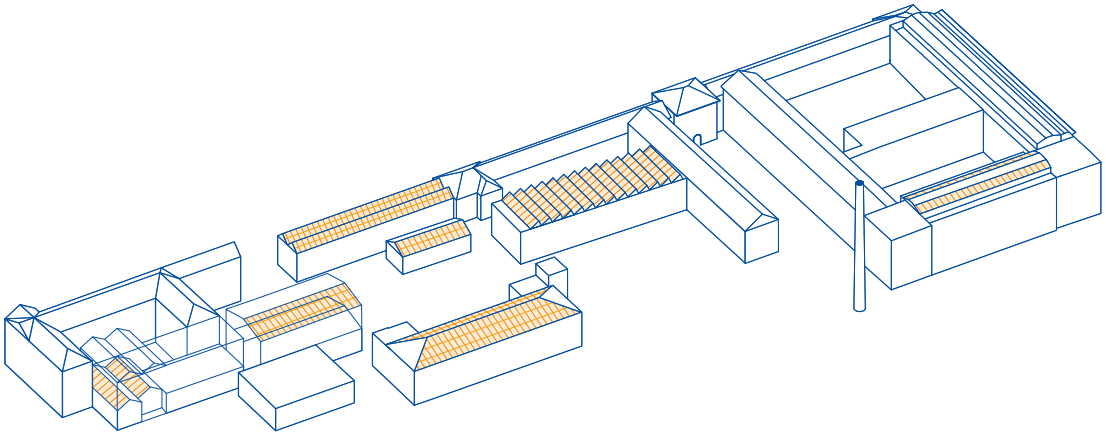
[Fig.160] Sintesi delle strategie per il goal"Preparazione"

A1

A1. AUTONOMIA ENERGETICA

L'integrazione di un sistema fotovoltaico nel progetto permette di rendere in parte autonomo il nuovo polo, contribuendo alla produzione di circa 1.1 milioni di kWhel annui. Questo valore in termini di impronta di carbonio equivale ad una riduzione di 396 tonnellate annue di CO2 e ad un risparmio di circa 237 mila euro annui. L'adozione di questo sistema potrebbe prevedere spazi dimostrativi per educare la comunità locale sulle energie rinnovabili, avvicinandoli a questa realtà sempre più comune.





[Fig.161] Indicazione del posizionamento dei pannelli fotovoltaici

TARGET	INDICATORI		
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Impianto di accumulo	Si	*Si/No*
	2.Pannelli fotovoltaici	Si	%
	3.Turbine eoliche/idroelettriche	No	
MODERATO	2/3		

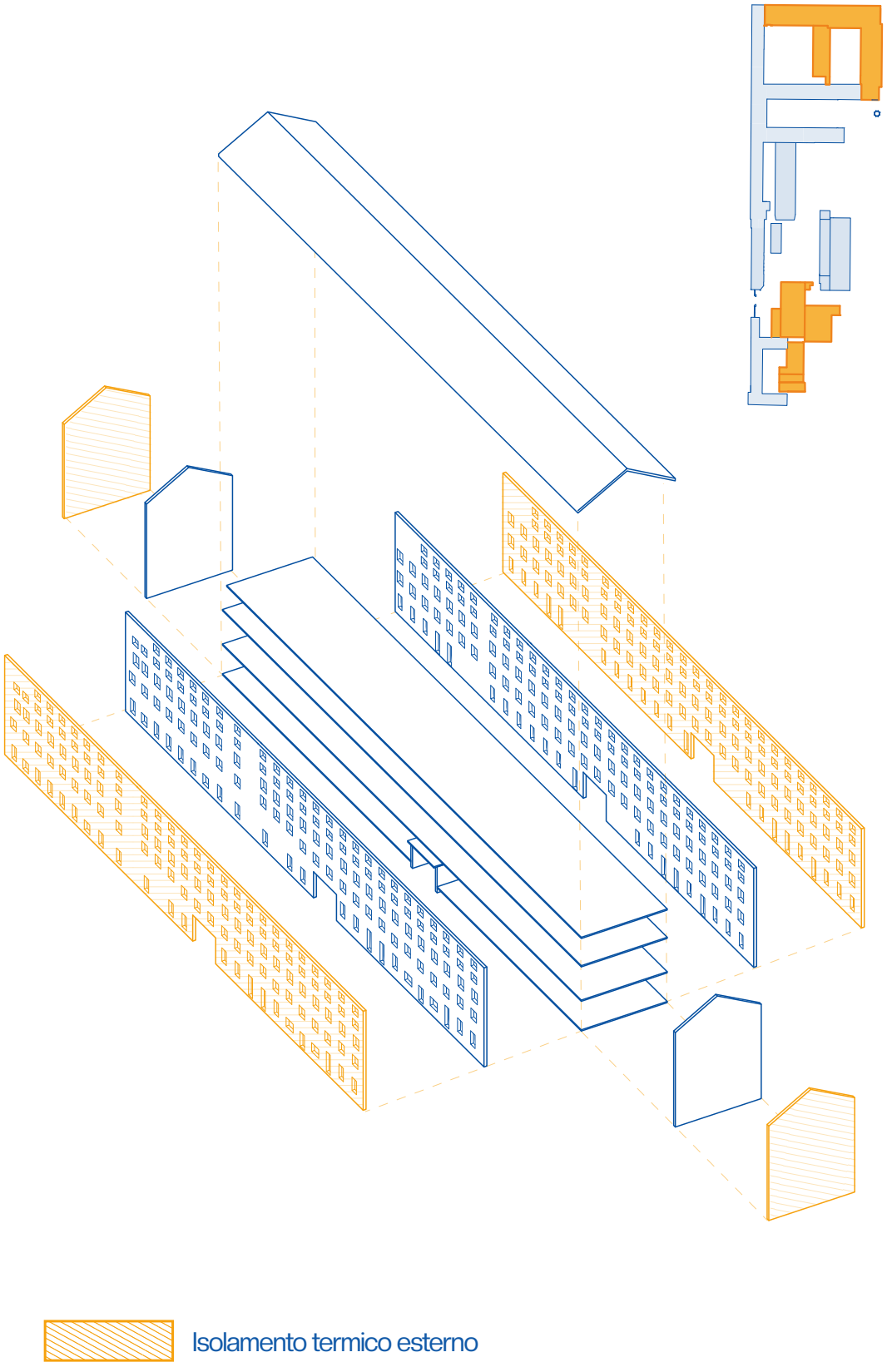
[Fig.162] Tabella indicatori presenti per il target "Autonomia energetica"

A2. EFFICIENTAMENTO

Gli interventi di efficientamento negli edifici non vincolati della Manifattura Tabacchi rappresentano una risposta concreta alle sfide ambientali a cui è sottoposta l'area. Un aspetto fondamentale è l'applicazione di un sistema di isolamento esterno che consente di ridurre significativamente la dispersione termica dell'involucro edilizio, migliorando l'efficienza energetica degli edifici e riducendo i consumi legati al riscaldamento e al raffrescamento. L'isolamento esterno permette inoltre di eliminare i ponti termici, riducendo la formazione di muffe e condense interne, contribuendo così a migliorare il comfort interno e la salubrità degli spazi. Contestualmente, è prevista la sostituzione degli infissi laddove possibile, con l'installazione di serramenti ad alte prestazioni. Questi nuovi infissi, dotati di vetrocamera a bassa emissività e profili altamente isolanti, garantiscono un'efficace barriera contro le dispersioni termiche e migliorano il controllo acustico, creando ambienti più confortevoli e protetti dalle condizioni esterne. Parallelamente agli interventi sull'involucro edilizio, vengono integrate tecnologie avanzate per rendere gli edifici più intelligenti e sostenibili. I sistemi domotici e i sensori per il monitoraggio dei consumi energetici consentono una gestione dinamica delle risorse, ottimizzando le performance in tempo reale e contribuendo alla riduzione delle emissioni di CO_2. Questi sistemi dialogano con il modello BIM che supporta l'intero ciclo di vita dell'edificio, dalla progettazione alla manutenzione, permettendo così di monitorare costantemente le prestazioni energetiche dell'edificio, pianificare interventi di manutenzione predittiva e ottimizzare l'efficienza operativa complessiva.

TARGET	INDICATORI		
EFFICIENTAMENTO	1. Isolamento termico	Si	*Si*
	2.Materiali intelligenti	Si	*Vetri intelligenti*
	3.Monitoraggio consumi	Si	*Si*
MASSIMO	3/3		

[Fig. 163] Tabella indicatori presenti per il target "Efficientamento energetico"

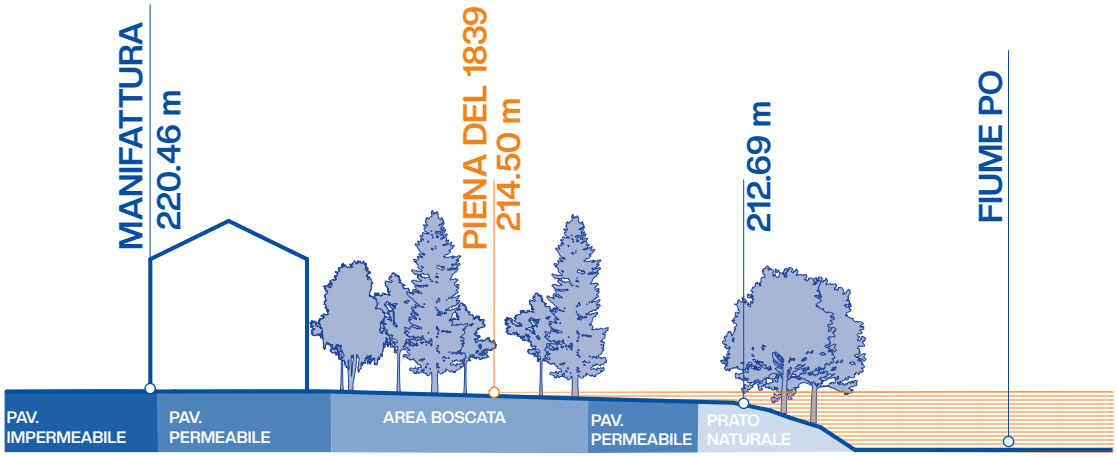


Isolamento termico esterno

[Fig.164] Esploso assonometrico con isolamento esternostrategie di efficientamento

A3. FLESSIBILITÀ

La progettazione adattiva in questo caso ha permesso di avere un approccio flessibile nella pianificazione di quest'area in risposta ai potenziali rischi idrici. Oltre alla flessibilità nell'uso che caratterizza il progetto di rifunzionalizzazione degli spazi interni, il parco è stato progettato per resistere e adattarsi a condizioni estreme, mantenendo invariata la funzionalità dell'area. Dalle analisi preliminari è emerso come il valore massimo di innalzamento mai raggiunto si attesti intorno ad una quota di 6.20 metri, circa 0.80 metri al di sotto della quota al quale si trova l'ex FIMIT. Questo dato permette di comprendere come, nell'eventualità di eventi più intensi, sia fondamentale l'ipotesi di un possibile coinvolgimento del nuovo parco. Proprio in quest'ottica, la progettazione ha tenuto conto del ruolo cruciale di quest'area naturale intermedia. La presenza di un bacino di estensione permette all'acqua in eccesso di incanalarsi in sicurezza. La superfice verde restituita permette di aumentare la capacità di ritenzione idrica e dunque di gestire in maniera migliore gli eventi di esondazione.



[Fig.165] Schema con quota massima di esondazione registrata

TARGET	INDICATORI		
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione adattiva	Si	*Si*
MASSIMO		1/1	

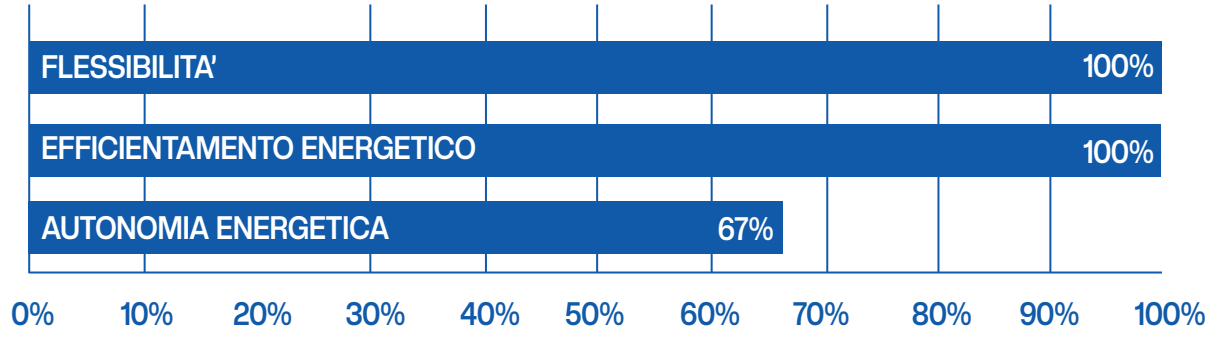
[Fig.166] Tabella indicatori presenti per il target "Flessibilità"

8.6.4 VALUTAZIONE ADATTAMENTO

TARGET	INDICATORI		
AUTONOMIA ENERGETICA	1. Impianto di accumulo 2.Pannelli fotovoltaici 3.Turbine eoliche/idroelettriche	Si Si No	*Si/No* *%*
MODERATO		2/3	
EFFICIENTA-MENTO	1. Isolamento termico 2.Materiali intelligenti 3.Monitoraggio consumi	Si Si Si	*Si* *Vetri intelligenti* *Si*
MASSIMO		3/3	
FLESSIBILITÀ	1. Progettazione adattiva	Si	*Si*
MASSIMO		1/1	
		6/7	

[Fig.167] Tabella riepilogatica degli indicatori presenti per il goal "Adattamento"

A

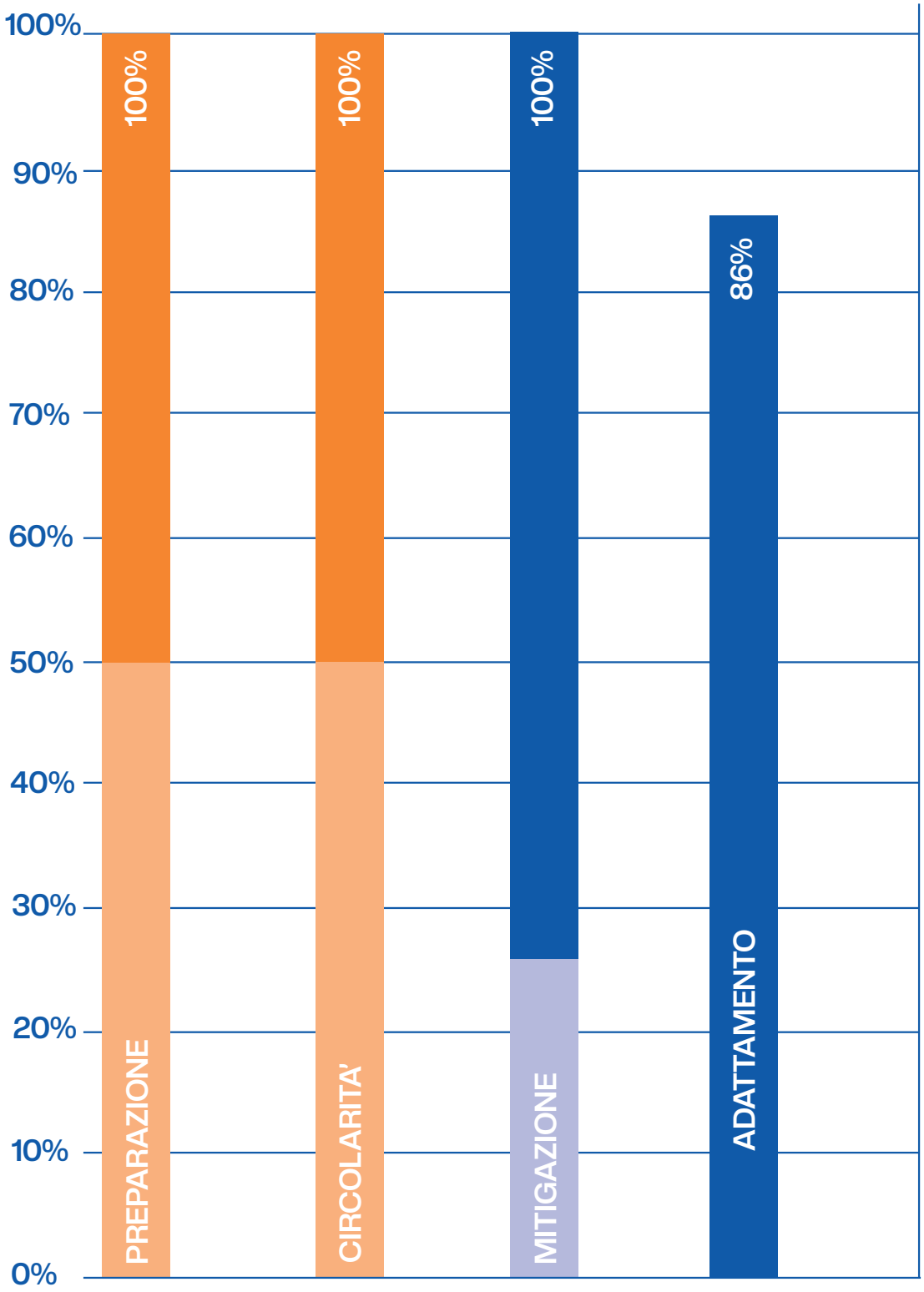


[Fig.168] Grafico comparativo dei target per il goal "Adattamento"

L'obiettivo dell'adattamento è stato considerato il più promettente in termini di potenziale di sviluppo, soprattutto perché, nella fase iniziale, nessuno dei target prefissati risultava raggiunto. Questo ha offerto un'ampia possibilità di intervento, permettendo di integrare soluzioni innovative per rendere l'area più resiliente ai cambiamenti climatici e più efficiente nell'uso delle risorse. Tra gli interventi più significativi, l'installazione di impianti di accumulo e pannelli fotovoltaici ha migliorato sensibilmente l'efficienza energetica degli edifici, riducendo il ricorso a fonti energetiche tradizionali e abbattendo le emissioni di CO_2. Parallelamente, la realizzazione di cappotti termici esterni negli edifici non soggetti a vincoli storici, insieme all'adozione di materiali intelligenti e performanti, ha consentito di ottimizzare l'isolamento termico, diminuendo il fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento. Questi interventi sono stati ulteriormente potenziati attraverso l'introduzione di sistemi di monitoraggio avanzati che, mediante l'analisi in tempo reale dei consumi, regolano automaticamente le necessità energetiche degli edifici, evitando sprechi e garantendo una gestione più sostenibile.

L'approccio adottato abbraccia una visione globale e adattiva, fortemente incentrata sul principio di mutevolezza, una caratteristica fondamentale per i progetti orientati alla resilienza. Questo si traduce nella capacità di operare su diverse scale, dalla flessibilità funzionale degli spazi interni degli edifici fino all'adattabilità del contesto territoriale. Sul piano urbanistico, il parco gioca un ruolo chiave come infrastruttura multifunzionale: non solo funge da area verde rigenerativa per la città, ma si comporta anche come una spugna naturale e una barriera di protezione per l'hub circostante, attenuando gli effetti di piene e inondazioni. L'integrazione di soluzioni adattive è stata progettata per rispondere non solo alle sfide attuali, ma anche a quelle future, creando un ecosistema urbano dinamico e reattivo. Questo approccio non solo migliora la qualità di vita degli abitanti, ma rende l'intero progetto un modello replicabile per altre aree urbane che affrontano problematiche simili, sottolineando l'importanza di un adattamento continuo in risposta alle esigenze mutevoli del territorio e del clima.

8.6.5 VALUTAZIONE COMPLESSIVA



[Fig.169] Grafico comparativo dei goal raggiunti dal progetto

CONCLUSIONI

09

In conclusione, il lavoro di questa tesi ha sottolineato come la progettazione urbana resiliente costituisca un paradigma fondamentale per affrontare le criticità legate ai cambiamenti climatici e alle crescenti pressioni ambientali. Partendo dal presupposto che le strategie urbane richiedano una pianificazione flessibile e un costante adattamento, si è posto l'accento su interventi immediati e mirati, in grado di mitigare efficacemente l'impatto degli eventi estremi, sempre più frequenti nelle città contemporanee. La ricerca è stata effettuata ha posto una particolare attenzione all'individuazione dei fattori ambientali e sociali come elementi fondamentali nella definizione dell'identità urbana. Questi fattori, radicati nella storia e nelle caratteristiche specifiche di ogni città, rappresentano il nostro punto di partenza per comprendere le dinamiche del territorio e progettare strategie mirate per un futuro più sostenibile. L'analisi ha esso in evidenza come l'identità urbana emerge dall'interazione tra l'ambiente, la società e le infrastrutture, configurandosi come un sistema complesso e in costante evoluzione. In questo contesto, la tecnologia ha sempre giocato un ruolo fondamentale, non tanto come agente di trasformazione radicale, quanto come uno strumento indispensabile per supportare e amplificare i processi di adattamento e di sviluppo. In particolare, l'integrazione delle tecnologie trova un'applicazione più concreta nel concetto di smart city, dove queste vengono utilizzate per migliorare l'efficienza dei sistemi urbani, ottimizzare le risorse e favorire la partecipazione attiva delle comunità locali. Un ulteriore sviluppo di questa integrazione tecnologica è il paradigma della società 5.0, che si sta affermando come un'evoluzione delle smart city verso un modello di città "umano-centrico", dove la tecnologia non è solo al servizio dell'efficienza, ma anche del benessere e della qualità della vita. Questo nuovo paradigma mira a superare le sfide sociali ed economiche, utilizzando le tecnologie avanzate come l'intelligenza artificiale, l'Internet delle cose (IoT), e la robotica, per migliorare il benessere sociale, l'inclusività e l'accessibilità. In una società 5.0, le città si trasformano in spazi dove le tecnologie sono strettamente integrate con la vita quotidiana, non solo per ottimizzare i servizi e le risor-

se, ma per promuovere una maggiore interazione sociale e un'armoniosa coesistenza tra l'uomo e l'ambiente. Tuttavia, nonostante i numerosi vantaggi che il modello di smart city apporta in ambito di efficienza e gestione ottimizzata delle risorse, emergono alcuni limiti significativi in termini di adattamento alle crisi e capacità di recupero in scenari estremi o imprevisti. In questo contesto, il modello della smart city non risulta sufficiente a combattere gli effetti del cambiamento climatico, evidenziando la necessità di un'integrazione dei principi di resilienza. Per poter superare questi limiti, è fondamentale ripensare la smart city come una città che non sia solo tecnologicamente avanzata, ma che sia anche in grado di rispondere in modo flessibile, dinamico e sostenibile alle sfide globali. La smart resilient city integra in quest'ottica, queste due dimensioni di risposta, in cui la resilienza diventa lo elemento fondamentale per rafforzare le città, garantendo che l'evoluzione tecnologica avvenga in sinergia con il miglioramento delle condizioni di vita delle comunità e la sostenibilità ambientale. In base a questo modello integrato, l'obiettivo centrale del lavoro svolto è stato sviluppare un metodo di valutazione sistemica in grado di integrare i principi della resilienza con le caratteristiche tecnologiche delle smart city, fornendo risposte sostenibili ed efficaci alle sfide ambientali, sociali ed economiche. L'approccio sviluppato si è quindi fondato su un'analisi preliminare delle vulnerabilità urbane, con l'identificazione delle criticità infrastrutturali e la formulazione di soluzioni innovative per rafforzare la capacità di adattamento e di resistenza dei centri abitati. Sono stati adottati indicatori specifici come strumenti per il monitoraggio e la valutazione quantitativa e qualitativa dell'efficacia di queste strategie. Questi strumenti hanno consentito di analizzare dei casi studio rappresentativi, sviluppando delle linee guida utili sia per la valutazione di progetti esistenti, sia come supporto alla progettazione di nuovi interventi. In quest'ultimo caso, l'approccio è stato applicato per il recupero dell'area dell'ex Manifattura Tabacchi di Torino, una zona considerata strategica per la comunità torinese. L'applicazione della metodologia ha infatti consentito un'analisi approfondita del contesto, permettendo l'identificazione di obiettivi specifici e lo svi-

uppo di una proposta progettuale resiliente, mirata a soddisfare le esigenze sociali e ambientali del territorio. La metodologia proposta si è dunque rivelata uno strumento utile e versatile, evidenziando come un'analisi contestuale mirata e approfondita possa tradursi in soluzioni progettuali efficaci e resilienti, in grado di rispondere simultaneamente alle esigenze sociali, ambientali ed economiche. Il lavoro presentato si pone perciò come contributo al dibattito accademico e operativo sulla resilienza urbana, proponendo un modello metodologico in grado di coniugare l'innovazione tecnologica con i principi di sostenibilità e la valorizzazione delle specificità locali. L'auspicio è che questo metodo possa fungere da base per ulteriori approfondimenti e applicazioni, stimolando il confronto interdisciplinare e incoraggiando una pianificazione urbana che tenga conto non solo della sostenibilità ambientale e dell'inclusività sociale, ma anche della necessità di adattamento e trasformazione in un contesto di crescenti cambiamenti climatici e pressioni globali.

BIBLIOGRAFIA

10

ARTICOLI SCIENTIFICI

A Tao Huang, Jiang Liu, Yunjie Liu, Helen Tang, F. Richard Yu, Renchao Xie, Junfeng Xie, *A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges,* IEEE Communication, (Febbraio 2019).
DOI: https://doi.org/10.1109/COMST.2019.2899617

Petr John, Jirí Hynek, Tomáš Hruška, Michal Valný , *Application of Time Series Database for IoT Smart City Platform*, Prague Smart Cities Symposium, (Maggio 2023).
DOI: https://doi.org/10.1109/SCSP58044.2023.10146237

C Adele Therias, Azarakhsh Rafiee, *City digital twins for urban resilience,* International Journal of Digital Earth, V.16 (Ottobre 2023).
DOI: https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2264827

Arup, *City Resilience Index: Understanding and Measurin city Resilience,* The Rockfeller Foundation, (Febbraio 2016).
URL: https://www.rockefellerfoundation.org/wp-content/uploads/CRI-Revised-Booklet1.pdf

Diana Reckien, Felix Creutzig, Blanca Fernandez, Shuaib Lwasa, Marcela Tovar-Restrepo, Darryn Mcevoy, David Satterthwaite, *Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective*, Sage journals, V.29 (Gennaio 2017).
DOI: https://doi.org/10.1177/0956247816677778

Oleg DashkevychBoris, Boris A. Portnov, *Criteria for smart city identification: A systematic literature review.* Sustainability, (Aprile 2022).
DOI: https://doi.org/10.3390/su14084448

Taewoo Nam,Theresa Pardo, *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions,* ACM International Conference Proceeding Series, (Giugno 2011).
DOI: https://doi.org/10.1145/2037556.2037602

Ayyoob Sharifi, Amir Reza Khavarian-Garmsir, Rama Krishna Reddy Kummitha, *Contributions of smart city solutions and technologies to resilience against the COVID-19 pandemic: a literature review*, Sustainability, V.13(14) (Luglio 2021).
DOI: https://doi.org/10.3390/su13148018

D Filippo Angelucci, Pietromaria Davoli, *Declinazioni e dimensioni abilitanti della Tecnologia in architettura: un dibattito complesso, TECHNE, V.25 (2023).*
DOI: https://doi.org/10.36253/techne-14627

Sara Meerow, Joshua Peter Newell, Melissa Stults, *Defining Urban Resilience: A Review,* Landscape and Urban Planning, vol. 147 (Marzo 2016).
DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

E European Environment Agency, "*European Climate Risk Assessment. Executive summary.*" (Gennaio 2024).
DOI: https://doi.org/10.2800/204249

F OECD (2013),"*Framework of OECD work on environmental data and indicators*", Environment at a Glance 2013: OECD Indicators, (Dicembre 2013).
DOI: https://doi.org/10.1787/9789264185715-en

G Prathivadi Bhayankaram Anand, Julio Navío-Marco, *Governance and economics of smart cities: opportunities and challenges,* Telecommunications Policy, V.42 (Novembre 2018).
DOI: https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.10.001

Albert Meijer, Manuel Pedro Rodríguez Bolívar, *Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance,* Internaional Review of Administrative Sciences, (Aprile 2016).
DOI: https://doi.org/10.1177/0020852314564308

I Alessandro Minigher, Stefano Cirilli, Renzo Mosetti, *I cambiamenti climatici,* Rapporto OM del Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Tireste N.189 (Settembre 2019).
ULR: https://arts.units.it/retrieve/e2913fdd-147a-f688-e053-3705fe0a67e0/ROM_187_I_cambiamenti_climatici.pdf

Ioanna Zafeiriou , *IoT and Mobility in Smart Cities,* The 3rd World Symposium on Communication Engineering, (Ottobre 2020).
DOI: https://doi.org/10.1109/WSCE51339.2020.9275584

Punyo Asha, Natrayan L, Geetha B.T, J. Rene Beulah, R. Sumathy, G. Varalakshmi, Neelakandan Subramani, *IoT enabled environmental toxicology for air pollution monitoring using AI techniques,JEnvironmental Research*, (Dicembre 2021).
DOI: https://10.1016/j.envres.2021.112574

Paul E. Mendez-Monroy, Emmanuel de la Cruz May, Mario Jiménez Torres, Jaime L. Gómez Hernández, M. Canto Romero, Israel Sanchez Dominguez, O. May Tzuc , Ashker Bassam 5, *IoT System for the Continuous Electrical and Environmental Monitoring into Mexican Social Housing Evaluated under Tropical Climate Conditions,J. Sensors*, (Febbraio 2022).
DOI: https://doi.org/10.1155/2022/5508713

M Andrea Minutolo, Costanza Frasso, Emiliana Pandolfo, *Mal'Aria di città,* CleanCities, *(Gennaio 2023)* URL: https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Rapporto_Malaria_2023.pdf

Stefania Oliva, LucianaLazzerettI, *Measuring the economic resilience of natural disasters: an analysis of major earthquakes in Japan,* City Cult Soc, V.15 (Giugno 2018).
DOI: https://doi.org/10.1016/j.ccs.2018.05.005GeoJournal. 87. 1-16.

Marta Ellena,Giulia Melis, Nicolas Zengarini, Eduardo Di Gangi, Giglielmo Ricciardi, Paola Mercogliano, Giuseppe Costa, *Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at socio-economic factors and built environment characteristics: The Turin case study (Italy),* Urban Climate, V.49, (Maggio 2023). DOI: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101514

P World Health Organization, "*Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*", WHO global air quality guidelines (Settembre 2021).
URL: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1

Città di Torino, *Piano di Resilienza Climatica,* Torino 2030, (Luglio 2020).
URL: http://www.comune.torino.it/torinosostenibile/documenti/200727_Piano_Resilienza_Climatica_allegati.pdf

Città di Torino, *Piano strategico dell'infrastruttura verde,* (Marzo 2021). URL: http://www.comune.torino.it/verdepubblico/il-verde-a-torino/piano-infrastruttura-verde/

Francesca De Filippi, Carmelo Carbone, *Positive Energy Buildings and Districts beyond the NZEB paradigm: towards a whole-life approach*, TECHNE, V.26 (2023), DOI: https://doi.org/10.36253/techne-14447

Q Torino Metropoli, *Quadro demografico socio-economico,* all.B (Maggio 2021).
URL: http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/trasporti-mobilita-sostenibile/dwd/pums/allegati/ALLEGATO_B_-_Quadro_demografico_socio_economico_v10.pdf

R

Publications Office of the European Union, *Rapporto anticipato sugli incendi boschivi in Europa, Medio Oriente e Nord Africa, JRC TECHNICAL REPORT, (Aprile 2024).*
DOI: https://doi.org/10.2760/74873

Nehmat Singh, Ayyoob Sharifi, *Resilient Cities: Concepts and Underlying Principles*, Resilient Smart Cities, p. 67-92 (Giugno 2022).
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_4

S Rudolf Giffinger, Christian Fertner, Robert Kalasek, Hans Kramar, Nataša Pichler Milanović, Evert Meijers, *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities,* Vienna University of Technology, (Gennaio 2007).
URL: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf

Wojciech KozlowskiKacper Suwar, *Smart City: Definitions, Dimensions, and Initiatives,* European Research Studies Journal, V. 24, (Settembre 2021).
DOI: https://doi.org/10.35808/ersj/2442

Richard Tomlinson, *Smart Cities and Climate Change: The Evolution and Curation of Knowledge*. Journal of Urban Technology, V.25 (Aprile 2021).
URL: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/uploads/documents/Smart_Cities_Tomlinson_April_2021_FINAL.pdf

Antonio De Nicola, Maria Luisa Villani, *Smart City Ontologies and Their Applications: A Systematic Literature Review*, Sustainability, vol. 12, pp. 1-23 (Maggio 2021).
DOI: https://doi.org/10.3390/su13105578

Ignasi Capdevilla, Matias I. Zarlega, *Smart city or smart citizens? The Barcelona case.* Journal of Strategy and Management, (Agosto 2015).
DOI: https://doi.org/110.1108/JSMA-03-2015-0030

Carmela Gargiulo, Floriana Zucaro, *Smartness and urban resilience. A model of energy saving,* TeMA-JJournal of Land Use, Mobility and Environment (Ottobre 2015).
DOI: https://doi.org/10.6092/1970-9870/3661

Bruno Ségales , *"Società 5.0. L'industria del futuro,* tecnologie, metodi e strumenti", Scienza, società e nuove tecnologie, V. 1 (2018).
DOI: https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.22002

Hitachi-UTokyo Laboratory (H-UTokyo Lab.), *Society 5.0, Tokyo,* SpringerOpen, (2020).
DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4

UN-Water, *Sustainable development goal 6 synthesis report on water and sanitation,* Blueprint for Acceleration, New York, (Agosto 2023) URL: https://www.unwater.org/sites/default/files/2023-08/UN-Water_SDG6_SynthesisReport_2023.pdf
Robert Wilhelm Siegfried Ruhlandt, *The governance of smart cities: a systematic literature review*, Cities, V.81 (Febbraio 2018),
DOI: https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.02.014

T Gerhard Schrotter, Christian Hürzeler, *The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning*, Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, V.88, p. 99-112 (Febbraio 2020),
DOI: https://doi.org/10.1007/s41064-020-00092-2

Leonidas G. Anthopoulos, *The Rise of the Smart City,* Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?, (Aprile 2017).
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57015-0_2

José M. Hernández-Muñoz, Luis Muñoz, *The SmartSantander Project,* The Future Internet. Future Internet Assembly 2013: Validated Results and New Horizons, a cura di Ales Galis, Anastasius Gavras. pp. 361-362 (Maggio 2013).
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-38082-2

Ke Xiong, Ayyoob Sharifi, Bao-Jie He, *Resilient-Smart Cities: Theoretical Insights,* The Urban Book Series Resilient Smart Cities, (Dicembre 2021).
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_5

Lukuba Sweya, Suzanne Wilkinson, *Tool development to measure the resilience of water supply systems in Tanzania: Economic dimension*, Jamba: Journal of Disaster Risk Studies, V.13 (Gennaio 2021).
DOI: https://doi.org/10.4102/jamba.v13i1.860

Osservatorio Mercato del Lavoro. *Torino, Lavoro, Imprese e Competenze a Torino. Rapporto annuale 2023*.
URL: http://www.comune.torino.it/lavoroeorientamento/documenti/Rapporto_n.2_OMLT_FINAL.pdf

Houbakht Attaran, Davoud Bahrepour, Nahid Kheibari, *Toward integrated smart city: a new model for implementation and design challenges,* GeoJournal, (Gennaio 2022).
DOI: https://doi.org/10.1007/s10708-021-10560-w

U David R. Godschalk., *Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities,* Natural Hazards Review, vol. 4, pp. 136-143 (Luglio 2003).
DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:3(136)

V Shishir Khanal, Uma Shankar Medasetti, Mustafa Mashal, Bruce Savage, Rajiv Khadka, *Virtual and Augmented Reality in the Disaster Management Technology: A Literature Review of the Past 11 Years*, Frontiers in Virtual Reality, V.3, (Aprile 2022). DOI: https://doi.org/10.3389/frvir.2022.843195

W United Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), *Water for prospetiry and peace,* The United Nations World Water Development Report 2024 (2024).
URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388948

n° Karina von Schuckmann, Lorena Moreira, Marilaure Grégoire, Marta Marcos, Joanna Staneva, Pierre Brasseur, Gilles Garric, Piero Lionello, Johannes Karstensen, Griet Neukermans, "*8th edition of the Copernicus Ocean State Report (ORS8)*", Copernicus Publications, V.4-osr8 (Settembre 2024).
DOI: https://doi.org/10.5194/sp-4-osr8

BIBLIOGRAFIA

C Patric Geddes, Città in evoluzione, Milano, Il saggiatore, 1970

D Glenda Amayo Caldwell, Carl H. Smith, Edward M. Clift, *Digital Futures and the City of Today. New Technologies and Physical Spaces, Bristol,* Intellect, 2016

H Anna Osello, Francesca Maria Ugliotti, *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0,* Hershey, IGI Global, 2022

I Alberto Gasparini, Paolo Guidicini, *Innovazione tecnologia e nuovo ordine urbano,* Milano, Franco Angelini, 1990

L Massimo Bianchi, Mariangela Giommi, Eugenio Martera, Paolo Setti, *La città domestica. L'evoluzione degli ambienti e degli oggetti per l'uomo*, Firenze, Alinea Editrice, 1991

Saverio Colella, Mauro Guglielminotti, Stefano Roggero, *La Manifattura Tabacchi di Torino / fotografie di Saverio Colella, Mauro Guglielminotti, Stefano Roggero,* Lai Momo, Torino 1998

Luca Angeli, Angelo Castrovilli, Carmelo Seminara*, La Manifattura Tabacchi e il suo borgo: 1860-1945,* Associazione culturale Officina della memoria, Torino 1999

Luciano Floridi, *La quarta rivoluzione,* Milano, Raffaello Cortina Editori, 2017

T Camilla Buzzacchi, Paola Costanzo, Filippo Pizzolato, Technopolis. *La città sicura tra mediazione giuridica e profezia tecnologica*, Giuffrè Francis Lefebvre, Milano 2019

Emanuele Severino, *Tecnica e Architettura,* Milano, Mimesis Edizioni, 2021

Henri Lefebvre, *The Urban Revolution,* Washington, University of Minnesota Press, 2003

SITOGRAFIA

C ITER, *REMIDA Centro di Riuso Creativo*, (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL:http://www.comune.torino.it/iter/centri/remida-centro-di-riuso-creativo/

Enciclopedia Treccani, *Città*, (ultima consultazione 13 ottobre 2024).
URL: https://www.treccani.it/vocabolario/citta/

Bentley Systems, *City of Helsinki Expands Digitalization with Citywide Digital Twin*, Bentley Advancing Infrastructure, (2021).
URL: https://www.bentley.com/wp-content/uploads/2022/05/CS-City-of-Helsinki-Citywide-Digital-Twin-LTR-EN-LR.pdf

Urban Innovative Actions, *Co-CITY,* (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/turin

D Future Urban Legacy Lab,*Digital Open Urban Twin, (ultima consultazione 30 novembre 2024).*
URL: https://full.polito.it/research/digital-open-urban-twin/

E European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations, EU Civil Protection Mechanism, (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/eu-civil-protection-mechanism_en.

Agenzia europea dell'ambiente (AEA), *Europe's air quality status 2024, Luglio* 2024, (ultima consultazione 5 novembre 2024).
URL: https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2024

Copernicus Climate Change Service*, European State of the Climate 2023,* (ultima consultazione 7 novembre 2024).
URL: https://climate.copernicus.eu/esotc/2023

F NYC Hazard Mitigation Plan, *Flooding Hazard Profile,* (ultima consultazione 9 novembre 2024).
URL: https://nychazardmitigation.com/documentation/hazard-profiles/flooding/

OECD, *Framework of OECD work on environmental data and indicators*, Environment at Glance 2013, (2013). (ultima consultazione 9 novembre 2024).
URL: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264185715-3-en.pdf?expires=1732998060&id=id&accname=guest&checksum=B685009C8617C576B7A2A3F82C8A7CAF

I Gioele Urso, *Il caso Barriera di Milano arriva in Parlamento: spaccio e degrado preoccupano sempre più,* TorinoToday, Gennaio 2024, (utlima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://www.torinotoday.it/attualita/barriera-milano-interrogazione-sicurezza-appendino-iaria-17-gennaio-2024.html

L Istat, *Le statistiche dell'Istat sull'acqua - Anni 2020-2023,* Marzo 2024 (ultima consultazione 3 novembre 2024).
URL: https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/03/Report-GMA-Anno-2024.pdf

M Università degli Studi di Torino. Divisione Edilizia e Grandi infrastrutture, *Manifattura Tabacchi: Progetto per l'insediamento del centro immatricolazione studenti.* (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL:https://www.unito.it/sites/default/files/presentazione_manifattura_tabacchi.pdf

N FEMA, *National Response Framework,* National Planning Frameworks, (ultima consultazione 27 novembre 2024).
URL: https://www.fema.gov/emergency-managers/national-preparedness/frameworks/responsefor%20cities_Preliminary_Italian.pdf?startDownload=true

UN Environment, *Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented' Species Extinction Rates 'Accelerating'*, Maggio 2019 (ultima consultazione 5 novembre 2024).
URL: https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/natures-dangerous-decline-unprecedented-species-extinction-rates

Eric Mackres, John-Rob Pool, Saif Shabou , Ted Wong , James Anderson , Christopher Gillespie, Sadof Alexander, *New Data Dashboard Helps Cities Build Urban Resilience in a Changing Climate,* Luglio 2023. (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://www.wri.org/update/new-data-dashboard-shows-climate-change-risks-in-cities

O Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 7: Energia pulita e accessibile*, Agenda 2030,(ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://unric.org/it/obiettivo-7-assicurare-a-tutti-laccesso-a-sistemi-di-energia-economici-affidabili-sostenibili-e-moderni/

Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 9: Industria, innovazione e infrastruttura,* Agenda 2030,(ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL:https://unric.org/it/obiettivo-9-costruire-uninfrastruttura-resiliente-e-promuovere-linnovazione-ed-una-industrializzazione-equa-responsabile-e-sostenibile/

Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili,* Agenda 2030, (ultima consultazione 19 novembre 2024).
URL:https://unric.org/it/obiettivo-11-rendere-le-citta-e-gli-insediamenti-umani-inclusivi-sicuri-duraturi-e-sostenibili/

Ufficio delle Nazioni Unite di Informazione per l'Europa (UNRIC), *Obiettivo 12. Garantire modelli di consumo e produzione sostenibili,* Agenda 2030,(ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://unric.org/it/obiettivo-12-garantire-modelli-sostenibili-di-produzione-e-di-consumo/

P Ministero dello Sviluppo Economico, *Piano Transizione 4.0*, (ultima consultazione 2 ottobre 2024).
URL: https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/guida_industria_40.pdf

Commissione europea, *Programma LIFE*, Marzo 2023(ultima consultazione 1 dicembre 2024). URL: https://cinea.ec.europa.eu/document/download/5e50c7f3-b5e8-41c2-81b9-e8e0b812936d_en?filename=Italy_Update_IT_March23.pdf

O Nasa, *Ozon Hole Continues Healing in 2024,* Settembre 2024 (ultima consultazione 5 novembre 2024).
URL:https://earthobservatory.nasa.gov/images/153523/ozone-hole-continues-healing-in-2024

R ARPA, *Rapporto evento 19-21 maggio 2023*, Dipartimento Rischi Naturali e Ambiele, Maggio 2023, (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://www.arpa.piemonte.it/pubblicazione/rapporto-devento-19-21-maggio-2023

Osservatorio Nazionale Sharing Mobility, *8° Rapporto nazionale sulla Sharing Mobility del 2024*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://osservatoriosharingmobility.it/wp-content/uploads/2024/11/Rapporto-sharing-mobility-2024.pdf

ISPRA, *Rapporto rifiuti speciali - Edizione 2024*, pg 17. (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-speciali-edizione-2024

Osservatorio Rifiuti Metropolitano, R*apporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti, Novembre 2023, (ultima consultazione 1 dicembre 2024).*URL: http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/ambiente/dwd/rifiuti/Osservatorio_rifiuti/Rapporto_rifiuti_2023/RapportoRifiutiUrbani_CMTO_2023.pdf

ARPA, *Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte 2024*, (*ultima consultazione 30 novembre 2024).* URL: https://www.arpa.piemonte.it/scheda-informativa/rapporto-sullo-stato-dellambiente-piemonte

ARPA, *Rete idrometrica,* (*ultima consultazione 30 novembre 2024).*
URL: https://www.arpa.piemonte.it/scheda-informativa/rete-idrometrica

Dizionario Latino Olivetti, *Resilio,* (ultima consultazione 13 novembre 2024).
URL: https://www.dizionario-latino.com/dizionario-latino-italiano.php?lemma=RESILIO100

Amiat, *Risultati raccolta differenziata*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL:https://www.amiat.it/ciclo-integrato-dei-rifiuti/raccolta-rifiuti/risultati-raccolta-differenziata

S

The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, *Scorecard sulla Resilienza ai Disastri per le Città,* (ultima consultazione 5 novembre 2024).
URL: https://mcr2030.undrr.org/sites/default/files/2021-08/UNDRR_Disaster%20resilience%20scorecard%20for%20cities_Preliminary_Italian.pdf?startDownload=true

National Centers for Environmental Information (NOAA), *September 2024 Global Climate Report,* Settemnre 2024 (ultima consultazione 3 novembre 2024).
URL: https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202409

ZIGURAT, *Smart city series: the Barcelona experience,* (ultima consultazione 9 novembre 2024).
URL: https://www.e-zigurat.com/blog/en/smart-city-barcelona-experience/

SmartSantander. URL: https://smartsantander.eu/

IPCC, *Special Report on the Ocean And Cryosphere in a Changing Climate.* (ultima consultazione 5 novembre 2024).
URL: https://www.ipcc.ch/srocc/

Stanford Report, *Stanford researcher reveals influence of global warming on extreme weather events has been frequently underestimated,* (ultima consultazione 27 novembre 2024).
URL: https://news.stanford.edu/stories/2020/03/climate-change-means-extreme-weather-predicted

IOT ANALYYTICS, *State of IoT Summer 2024,* General IoT, Agosto 2024, (ultima consultazione 5 novembre 2024)
URL: https://iot-analytics.com/product/state-of-iot-summer-2024/

T

Priya Joi,*The deadly diseases that are spiking because of climate change*, GAVI, Settembre 2023, (ultima consultazione 30 novembre 2024)
URL: https://www.gavi.org/vaccineswork/deadly-diseases-are-spiking-because-climate-change

BRE Group, *The Edge, Amsterdam receives BREEAM Award for new office construction* (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL:https://breeam.com/web/bre-group/case-studies/the-edge-amsterdam?p_l_back_url=%2Fbreeam_search%3Fq%3Dthe%2 Bedge

Città di Torino,*Torino città educativa,* (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: http://www.comune.torino.it/citedu//

Città di Torino, *Torino Vivibile*, (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://www.torinovivibile.it/torino-2030/

V Cambarysu, *Vienna's Resilience: How Engineering and Urban Planning Mitigate Flood Risks,*(ultima consultazione 9 novembre 2024). URL: https://cambarysu.com/2024/10/02/viennas-resilience-how-engineering-and-urban-planning-mitigate-flood-risks/

ILTech Co, *Virtual Singapore*, (ultima consultazione 30 novembre 2024). URL: https://iltech.com.vn/en/virtual-singapore.html

W City of Toronto, *Wellbeing Toronto*, (ultima consultazione 9 novembre 2024).
URL: https://www.toronto.ca/city-government/data-research-maps/neighbourhoods-communities/wellbeing-toronto/

World Meteorological Organization (WMO), *WMO Global Annual to Decadal Climate Update (2024-2028)*, (ultima consultazione 3 novembre 2024)
URL: https://wmo.int/publication-series/wmo-global-annual-decadal-clima te-update-2024-2028

Danish Technological Institute, *Woodcircles*, (ultima consultazione 30 novembre 2024).
URL: https://woodcircles.eu/project/

Città di Torino, *Woodcircles. Integrated, Circular, and Digitally Supported Sustainable Solutions for Waste Minimization and Carbon Storage In Buildings and the Construction Sector*, (ultima consultazione 30 novembre 2024).
ULR: https://www.torinoeuprojects.it/woodcircles/