

An aerial, high-angle photograph of a modern urban plaza. The plaza is paved with light-colored tiles and features several dark, rectangular, recessed sections. People are walking and cycling across the plaza. In the background, there is a modern building with large windows and a body of water. The overall scene is bright and clear.

a cura di / edited by  
**Roberto Bologna**  
**Mario Losasso**  
**Elena Mussinelli**  
**Fabrizio Tucci**

**Dai distretti urbani agli eco-distretti**  
Metodologie di conoscenza, programmi strategici, progetti pilota  
per l'adattamento climatico

**From Urban Districts to Eco-districts**  
Knowledge Methodologies, Strategic Programmes, Pilot Projects  
for Climate Adaptation

politecnica

  
MAGGIOLI  
EDITORE

**Book series STUDI E PROGETTI****directors** *Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli***editorial board** *Chiara Agosti, Giovanni Castaldo, Martino Mocchi, Raffaella Riva***scientific committee** *Marco Biraghi, Luigi Ferrara, Francesco Karrer, Mario Losasso, Maria Teresa Lucarelli, Jan Rosvall, Gianni Verga***edited by***Roberto Bologna**Mario Losasso**Elena Mussinelli**Fabrizio Tucci***editorial assistants***Federica Dell'Acqua**Sara Verde*

The publication is realized with PRIN 2015 “Adaptive design e innovazioni tecnologiche per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani in regime di cambiamento climatico / Adaptive Design and Technological Innovations for the Resilient Regeneration of Urban Districts in Climate Change Regime” research funds. The scientific work was conducted by the following Research Units: Università degli Studi di Napoli Federico II (Principal Investigator and Research Lead Mario Losasso), Politecnico di Milano (Research Lead Elena Mussinelli), Sapienza Università di Roma (Research Lead Fabrizio Tucci), Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli* (Research Lead Renata Valente), Università degli Studi di Firenze (Research Lead Roberto Bologna), Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria (Research Lead Maria Teresa Lucarelli).

The book has been subjected to blind peer review.

Cover:

Hamburg (photograph by Federica Dell'Acqua, 2018)

ISBN 9788891643216

© Copyright of the Authors.

Released in the month of January 2021.

Published by Maggioli Editore in Open Access with Creative Commons License

Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Maggioli Editore is a trademark of Maggioli SpA

Company with certified quality system ISO 9001:2000

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595

[www.maggiolieditore.it](http://www.maggiolieditore.it) • e-mail: [clienti.editore@maggioli.it](mailto:clienti.editore@maggioli.it)

**Dai distretti urbani agli eco-distretti**  
**Metodologie di conoscenza, programmi strategici,**  
**progetti pilota per l'adattamento climatico**

**From Urban Districts to Eco-districts**  
**Knowledge Methodologies, Strategic Programmes,**  
**Pilot Projects for Climate Adaptation**

a cura di / edited by

Roberto Bologna  
Mario Losasso  
Elena Mussinelli  
Fabrizio Tucci

  
MAGGIOLI  
EDITORE

## Indice / Summary

### 7 L'innovazione del progetto ambientale nel nuovo regime climatico / Environmental Design Innovation in the New Climate Regime

*Mario Losasso*

### 11 Metodi e strumenti del progetto ambientale / Environmental Design Methods and Tools

*Roberto Bologna, Elena Mussinelli, Fabrizio Tucci*

### Metodologia della ricerca. Approccio climate-oriented per la conoscenza e il progetto / Research Methodology. Climate-Oriented Approach to Knowledge and Design

#### 27 1. Le parti e il tutto: approccio sistemico e tassonomie urbane in chiave climate-proof / The Elements and the Whole: Climate-Proof Systematic Approach and Urban Taxonomies,

*Roberto Bologna, Francesco Alberti, Giulio Hasanaj, Maria Vittoria Arnetoli*

#### 35 2. Organizzare la conoscenza secondo criteri site-specific / Organizing Knowledge according to Site-Specific Criteria,

*Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia*

#### 45 3. Repertori tecnici come strumenti per il progetto climate-proof / Technical Repertoires as Tools for the Climate-Proof Project

*Renata Valente*

#### 53 4. Test, simulazioni, protocolli, attività on site e in laboratorio / Tests, Simulations, Protocols and Activities On-site and in Laboratory

*Martino Milardi*

#### 61 5. La multiscalarità degli interventi di adattamento climatico: programmi strategici, metaprogettazione e progetti dimostratori / The Multiscalarity of Climate Adaptation Interventions: Strategic Programmes, Meta-design and Demonstration Projects

*Fabrizio Tucci, Valeria Cecafozzo, Gaia Turchetti*

#### 69 6. Strategie e azioni di adattamento climatico: interazioni disciplinari e multiculturali per un collaborative design / Climate Adaptation Strategies and Actions: Disciplinary and Multicultural Interactions for Collaborative Design,

*Mario Losasso, Marina Rigillo*

### Casi applicativi. Conoscenza, strategie e progetti dimostratori per l'adattamento climatico / Application Cases. Knowledge, Strategies and Demonstration Projects for Climate Adaptation

#### 78 1. Progettazione multiscalarare per la resilienza dei Distretti urbani. Eco-distretti e soluzioni climate-proof per l'area occidentale di Napoli. Il caso applicativo di Soccavo / Multi-scale Design for the Resilience of Urban Districts. Eco-districts and Climate-proof Solutions for the Western Area of Naples. The Application Case of Soccavo

*Mario Losasso, Maurizio Giugni, Valeria D'Ambrosio, Marina Rigillo, Francesco De Paola, Ferdinando Di Martino, Francesco Pugliese, Federica Dell'Acqua, Carlo Gerundo*



- 122** 2. Conoscenza, strategie, progetti dimostratori per la qualità ambientale e l'adattamento climatico degli spazi pubblici aperti nel contesto urbano di Milano / Knowledge, Strategies, Demonstrative Projects for the Environmental Quality and Climate Adaptation of Public Outdoor Spaces in the Urban Context of Milan  
*Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva, Giovanni Castaldo, Davide Cerati*
- 162** 3. Conoscenza, strategie e progetti dimostratori per i Distretti urbani del quadrante nord-ovest di Roma / Knowledge, Strategies and Demonstration Projects for the Urban Districts in Rome's Northwestern Quadrant,  
*Fabrizio Tucci, Valeria Cecafozzo, Marco Giampaolotti*
- 206** 4. Green street framework per aree urbane marginali mediterranee / Green Street Framework for Mediterranean Urban Fringe Areas  
*Renata Valente, Louise A. Mozingo, Salvatore Cozzolino, Carolina De Falco, Armando Di Nardo, Michele Di Natale, Carlo Donadio, Francesca La Rocca, Mariano Perneti, Sandro Strumia, Daniela Ruberti, Marco Vigliotti, Roberto Bosco, Eduardo Cappelli, Pietro Ferrara, Giuseppe Moccia*
- 250** 5. Vulnerabilità climatica e riqualificazione degli spazi pubblici del Distretto urbano di Scandicci (Città metropolitana di Firenze) / Climatic Vulnerability and Redevelopment of Public Spaces in the Urban District of Scandicci (Metropolitan City of Florence)  
*Roberto Bologna, Francesco Alberti, Giulio Hasanaj, Maria Vittoria Arnetoli*
- 294** 6. Controllo prestazionale del rapporto edificio/contesto. Esperienze di testing avanzato / Performance Control of Building/ Context Relation. Test Experiences  
*Maria Teresa Lucarelli, Martino Milardi, Mariateresa Mandaglio, Caterina Claudia Musarella*

#### **Esiti sperimentali e prospettive di ricerca / Experimental Results and Research Perspectives**

- 339** 1. Relazione fra premesse metodologiche ed esiti della sperimentazione / Relationship between Methodological Premises and Results of the Experimentation  
*Roberto Bologna*
- 342** 2. Esiti della ricerca, valutazione delle sperimentazioni, sviluppi di metodo / Outcome of the Research, Evaluation of the Experimentation, Methodological Development  
*Fabrizio Tucci*
- 347** 3. Efficacia metodologica, limiti e criticità della ricerca / Methodological Effectiveness, Limits, Criticalities of the Experimentations  
*Elena Mussinelli*
- 351** 4. Prospettive di ricerca in campo tecnologico-ambientale / Research Perspectives in the Technological-Environmental Field  
*Mario Losasso*



Milano, quadrante sud-est / *Milan, South-East quadrant* (Source: Authors' elaboration).

## **2. Conoscenza, strategie, progetti dimostratori per la qualità ambientale e l'adattamento climatico degli spazi pubblici aperti nel contesto urbano di Milano** **Knowledge, Strategies, Demonstrative Projects for the Environmental Quality and Climate Adaptation of Public Outdoor Spaces in the Urban Context of Milan**

Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Raffaella Riva, Giovanni Castaldo, Davide Cerati  
*Politecnico di Milano*

In coerenza con obiettivi, metodi e strumenti di ricerca condivisi dal coordinamento delle *Research Units* ed esplicitati nel programma, l'attività della *Research Unit* (RU) del Politecnico di Milano è stata così articolata:

- definizione del contesto territoriale alla scala della Subarea Milano sud-est e del Distretto Lodi-Corvetto;
- analisi delle caratteristiche morfo-tipologiche e ambientali del contesto, con riferimento alle componenti urbane dello spazio aperto pubblico e privato di uso pubblico, classificate in nodi (piazze, slarghi, etc.), aste (percorsi ciclopedonali, strade, etc.), aree (giardini, parchi, aree agricole di frangia, ambiti di trasformazione, aree dismesse o abbandonate, etc.), attraverso *set* di indicatori per la valutazione della qualità urbana (ISTAT, 2012; ISPRA, 2016);
- individuazione dei principali elementi di rischio e criticità rispetto a quattro macro-obiettivi ambientali (CNT, 2011): contrasto all'isola di calore urbana (miglioramento del clima e microclima urbano), miglioramento della qualità dell'aria (riduzione inquinanti atmosferici), gestione sostenibile delle acque e contrasto al *climate change* (OECD, 2003);
- definizione degli obiettivi di progetto (domanda), anche attraverso *audit* e momenti collaborativi con gli *stakeholder* del territorio (Comune di Milano, Municipi 4 e 5, associazioni locali, cittadini, etc.), individuazione delle strategie di intervento per la riqualificazione ambientale e fruitiva dello spazio pubblico ed elaborazione di schemi di *masterplan*;
- valutazione preliminare dei benefici ambientali derivanti dall'infrastrutturazione verde dello spazio aperto attraverso le NBS rispetto alle criticità emerse (scarsa accessibilità agli spazi verdi, carenza di infrastrutture per la mobilità dolce, alta impermeabilità del suolo, elevata esposizione solare degli spazi aperti), e misurazione dei benefici economici indiretti, quantificati attraverso i cosiddetti costi evitati (McPherson et al., 2006);
- identificazione di ambiti significativi per lo sviluppo di progetti pilota (area Toffetti, asta Brenta, nodi Corvetto e San Luigi), ove sperimentare l'efficacia delle NBS ai fini della mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, con approfondimenti analitici e proposte *site-specific* e quantificazione predittiva dei benefici ambientali (comparazione *ex ante/ex post*).

Le analisi sono state effettuate utilizzando basi di dati *open source*. Le simulazioni e i modelli spaziali sono stati realizzati attraverso strumenti GIS (ISTAT, 2012; ISPRA, 2016).

*In accordance with the objectives, methods and research tools shared by the coordination of the Research Units and explained in the programme, the activity of the Politecnico di Milano Research Unit (RU) has been articulated as follows:*

- *definition of the territorial context at the scale of the South-East Milan Sub-area and the Lodi-Corvetto District;*
- *analysis of the morpho-typological and environmental characteristics of the context, with reference to the urban components of the public outdoor spaces, classified into nodes (squares, widenings, etc.), axis (cycle-pedestrian paths, roads, etc.), areas (gardens, parks, agricultural fringe areas, transformation areas, abandoned areas, etc.), through sets of indicators for the evaluation of urban quality (ISTAT, 2012; ISPRA, 2016);*
- *identification of the main elements of criticality with respect to four macro-objectives (CNT, 2011): contrast to the urban heat island; improvement of air quality; sustainable water management; countering climate change (OECD, 2003);*
- *definition of the project objectives, also through audits and collaborative moments with local stakeholders (Comune di Milano, Municipi 4 and 5, local associations, citizens, etc.), identification of strategies for the environmental redevelopment of public space and elaboration of master plan schemes;*
- *preliminary assessment of the environmental benefits, deriving from the green infrastructure of open space through NBS with respect to the critical issues that have emerged (poor accessibility to green spaces, lack of infrastructure for soft mobility, high soil impermeability, high sun exposure of open spaces), and measurement of the indirect economic benefits, quantified through the so-called avoided costs (McPherson et al., 2006);*
- *identification of sites for pilot projects (Toffetti area, Brenta axis, Corvetto and San Luigi nodes), where to test the effectiveness of NBS for climate change mitigation and adaptation, with site-specific analysis and proposals with predictive quantification of environmental benefits (ex ante/ex post comparison).*

*The analyses were carried out using open source databases. The simulations and spatial models were carried out using GIS tools (ISTAT, 2012; ISPRA, 2016).*

## 2.1 KNOWLEDGE SCENARIOS OF THE SOUTH-EAST MILAN SUB-AREA AND THE LODI-CORVETTO URBAN DISTRICT (NIL)

### 2.1.1 Perimeter of the South-East Milan Sub-area

The Sub-area identified is that of South-East Milan, an area characterised by a limited presence of *sprawl* and soil consumption phenomena, by the relevant environmental basin of the Parco Agricolo Sud Milano and by environmental and historical-cultural specificities deriving from the conformation of the soils and the hydrographic network (low Milanese plain below the Fontanili line). Among the natural and infrastructural elements that identify the Sub-area are the axis of Corso Lodi, in a median position, and the limits defined to the North by the historical city within the circle of the Spanish Bastions, to the South and East by the Parco Agricolo Sud Milano and to the West by the radial axis of Via Ripamonti and some peri-urban agricultural green areas.

The sector, one of the most recognisable in the city for historical reasons and morphological and settlement connotations, includes the entire Municipio 4 and large portions of Municipio 5, and gravitates along the axis of Corso Lodi, which continues towards the city centre along Corso di Porta Romana and, towards the rural area, along Via Emilia, one of the most important urban penetration infrastructures (Schiaffonati, 2019).

This system is characterised by a significant presence of residential districts, many of which are public initiatives, which find their fulcrums in Piazzale Corvetto and Piazza Gabrio Rosa. Seemingly connoted by the negative characteristics of the urban suburbs, especially at its outskirts, instead, in reality this territory is relatively homogeneous, characterised by a precise identity and has a clear morphological structure derived from historical modes of formation that have seen the progressive construction of urban parts completed and quite dense, with good levels of integration between residential functions, productive activities, leisure and naturalistic spaces (Fig. 1). The conservation of some important environmental values connected to the permanence of large agricultural portions is important, with limited *sprawl* phenomena, without conurbative dynamics towards the Municipalities of the hinterland, unlike what has occurred in other parts of the city. This is also due to the presence of the Parco Agricolo Sud Milano, which has played an important role in containing urban development, safeguarding the preservation of some of the sector's peculiarities and the coexistence of different production matrices, an expression, even in the most accelerated and intensive phases of development, of good urban quality in spatial and environmental terms (UCTAT, 2017; Mussinelli et al., 2018a).

At present the Sub-area is characterised by a high degree

## 2.1 SCENARI DI CONOSCENZA DELLA SUBAREA MILANO SUD-EST E DEL DISTRETTO URBANO LODI-CORVETTO (NIL)

### 2.1.1 Perimetrazione della Subarea Milano sud-est

La Subarea individuata è quella di Milano sud-est, un'area caratterizzata da una limitata presenza di fenomeni di *sprawl* e di consumo di suolo, dal rilevante bacino ambientale del Parco Agricolo Sud Milano e da specificità ambientali e storico-culturali derivanti dalla conformazione dei suoli e del reticolo idrografico (bassa pianura milanese al di sotto della linea dei fontanili). Tra gli elementi naturali e infrastrutturali che individuano la Subarea sono fondamentali l'asse di corso Lodi, in posizione mediana, e i limiti definiti a nord dalla città storica entro la cerchia dei Bastioni Spagnoli, a sud e a est dal Parco Agricolo Sud Milano e a ovest dall'asse radiale di via Ripamonti e da alcune aree di verde agricolo periurbano.

Il settore, tra i più riconoscibili nella città per ragioni storiche e connotazioni morfologico-insediative, comprende l'intero Municipio 4 e vaste porzioni del Municipio 5, e gravita sull'asse di corso Lodi, che prosegue verso il centro città lungo corso di Porta Romana e, verso il territorio rurale, lungo la via Emilia, una tra le più importanti infrastrutture di penetrazione urbana (Schiaffonati, 2019).

Tale sistema si caratterizza per una significativa presenza di quartieri residenziali, molti di iniziativa pubblica, che trovano i loro fulcri in piazzale Corvetto e piazza Gabrio Rosa. Apparentemente connotato, soprattutto ai margini, dai caratteri negativi delle periferie urbane, in realtà questo territorio è relativamente omogeneo, è caratterizzato da una sua precisa identità e presenta un impianto morfologico chiaro derivato da modalità storiche di formazione che hanno visto la progressiva edificazione di parti urbane compiute e abbastanza dense, con buoni livelli di integrazione tra funzioni residenziali, attività produttive, spazi per il tempo libero e naturalistici (Fig. 1). Importante la conservazione di alcune rilevanti valenze ambientali connesse al permanere di ampie porzioni agricole e spazi aperti, con fenomeni di *sprawl* molto limitati, in assenza di dinamiche conurbative verso i Comuni dell'*hinterland*, a differenza di quanto si è verificato in altri quadranti della città. Questo anche per la presenza del Parco Agricolo Sud Milano, che ha ricoperto un ruolo importante nel contenere lo sviluppo urbanistico e il consumo di suolo, garantendo la salvaguardia di alcune caratteristiche peculiari del comparto e la coesistenza di diverse matrici produttive, espressione, anche nelle fasi di sviluppo più accelerato e intensivo, di una buona qualità urbana sia in termini spaziali che ambientali (UCTAT, 2017; Mussinelli et al., 2018a).

Allo stato attuale la Subarea si caratterizza per un elevato grado di accessibilità, garantita sia dalla prossimità al centro consolidato, sia da un insieme composito di aste viabilistiche e del trasporto pubblico. In particolare, il quadrante si sviluppa a partire dalla presenza di corso Lodi, la principale direttrice di accesso e di organizzazione spaziale del costruito. Su di esso si intersecano altri rilevanti assi urbani radiocentrici e tangenziali, definendo nodi viabilistici e di trasporto pubblico di livello urbano e metropolitano. Tra questi i nodi di piazzale Lodi (intersezione tra la linea metropolitana MM3 e la cerchia ferroviaria, ma anche della cerchia dei viali delle Regioni), di piazzale Corvetto (sovrapposizione tra corso Lodi, il cavalcavia di raccordo autostradale e il "viale attrezzato" Lucania) e di Rogoredo (*hub* di interscambio tra trasporto urbano, regionale e nazionale su ferro, nonché vera e propria porta della città) (Mussinelli & Tartaglia, 2020; Mocchi, 2020).

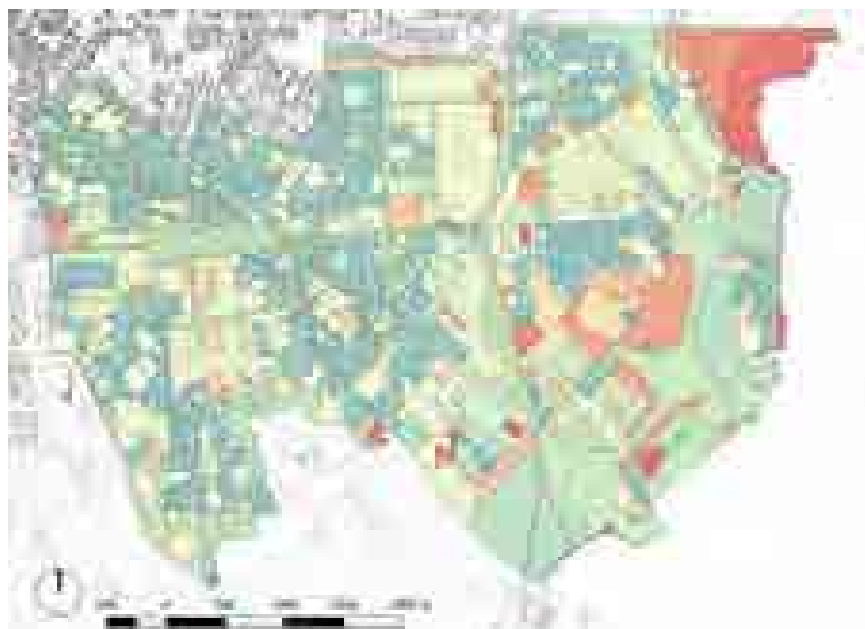


Fig. 1 - Carta dell'uso del suolo all'interno della Subarea / *Land use map within the Sub-area* (Source: GIS elaboration on data from DUSAF-Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali, 2015 Regione Lombardia).

Da segnalare alcuni significativi interventi previsti dal Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS), che concernono il completamento della strada Paullese verso la città, l'ipotesi di demolizione del cavalcavia Corvetto e la realizzazione della *Circle Line* e della nuova metrotramvia attestata a Rogoredo.

Il quadrante infine è contraddistinto da numerose nuove progettualità - di recente attuazione, in corso e in programmazione -, connesse sia alla notevole consistenza del patrimonio di aree dismesse e/o sottoutilizzate ancora presenti, sia a un contesto insediativo non completamente densificato, appetibile quindi per nuovi sviluppi immobiliari, fattori che prospettano un futuro particolarmente dinamico per questo contesto (Fig. 2). In questo quadrante sono già stati attuati importanti programmi di ristrutturazione urbana (PRU ex TIBB e PRU ex OM) e sono in atto nuovi sviluppi, accelerati anche dalla trasformazione d'uso degli scali ferroviari di Porta Romana e Rogoredo (Schiaffonati et al., 2017). Sempre con riferimento alle progettualità in corso, vanno richiamate due iniziative di rilevanza internazionale: il progetto europeo "Sharing Cities" a Corvetto e il progetto "OpenAgri" (fondo FESR, *Urban Innovative Actions*) per l'ambito di cascina Nosedo a Porto di Mare; il primo prevede l'efficientamento energetico degli edifici e del sistema di trasporto, il secondo il recupero della cascina dismessa per l'attivazione di sperimentazioni culturali sulle aree agricole limitrofe al costruito.

Molto rilevanti nel complesso le quantità in gioco, con numerosi interventi aventi una superficie territoriale superiore ai 5.000 mq, per un totale complessivo di oltre 1,5 milioni di mq di aree trasformate o in corso di trasformazione, e circa un milione di mq di nuova sl (superficie lorda, come definita nel PGT in vigore nel

*of accessibility, guaranteed both by its proximity to the consolidated centre and by a composite set of road axis and public transport. In particular, the quadrant develops starting from the presence of Corso Lodi, the main access route and spatial organisation of the building. Other relevant radiocentric and tangential urban axes intersect on it, defining urban and metropolitan road and public transport nodes. These include the junctions of Piazzale Lodi (intersection between the MM3 underground line and the railway ring, but also the ring of the regional avenues), Piazzale Corvetto (overlap between Corso Lodi, the overpass and the Lucania "equipped avenue") and Rogoredo (interchange hub between urban, regional and national rail transport, as well as the city's gateway) (Mussinelli & Tartaglia, 2020; Mocchi, 2020).*

*Some significant interventions provided for in the Urban Sustainable Mobility Plan (PUMS) concerning the completion of the Paullese road towards the city, the hypothesis of demolition of the Corvetto overpass and the construction of the Circle Line and the new metro-tramway in Rogoredo, should be noted.*

*Finally, the quadrant is marked by numerous new projects - recently implemented, underway and in the planning phase - connected both to the considerable amount of abandoned and/or underused areas still present, and to a settlement context that is not completely densified and, therefore, attractive for new real estate developments, factors that foresee a particularly dynamic future for this context (Fig. 2). Significant urban restructuring programmes have already been implemented in this quadrant (PRU ex TIBB and PRU ex OM) and new developments are underway, accelerated also by the transformation of the use of the Porta Romana and Rogoredo railway stations (Schiaffonati et al., 2017). Again with reference to the ongoing projects, two initiatives of international importance should be mentioned: the European project "Sharing Cities" in Corvetto and the "OpenAgri" project (ERDF fund, Urban Innovative Actions) for the Nosedo farmstead in Porto di Mare; the former*

envisages the energy efficiency of the buildings and the transport system, the latter the recovery of the disused farmstead for the activation of cultivation experiments on the agricultural areas adjacent to the building.

The quantities at stake are significant on the whole, with interventions with a territorial surface area of more than 5,000 sqm, for a total of more than 1.5 million sqm of areas transformed or ongoing transformations, and about 1 million sqm of new GSA (gross surface area, as defined in the PGT of the Municipality of Milan) under construction (Mussinelli & Castaldo, 2015).

The critical analysis of these initiatives, often accompanied by emphatic declarations of high environmental sustainability, highlights how the processes undertaken are mainly reduced to actions of “substitution/filling” of urban voids, in the absence of an overall organic design as regards both the reorganisation of the system of major urban functions and services, and a strategic assessment of the potential environmental impacts generated by these achievements.

In general terms, the Milanese Administration has set itself the objective of putting sustainability, resilience and the suburbs at the centre of its planning action; an example of this is the establishment of a Resilient Cities Directorate for the implementation of the international project “100 Resilient Cities” of the Rockefeller Foundation, the two editions of the international call for proposals “Reinventing Cities”, the “ForestaMi”<sup>1</sup> project for the planting of three million new trees by 2030, the “CLEVER Cities” project, Horizon funding of about one million euros for urban regeneration through experimental solutions and the use of NBS<sup>2</sup>.

The analytical assessments resulting from the simulations developed for the pilot cases covered by this PRIN research,

- 1 “ForestaMi” pursues objectives of reducing the annual CO<sub>2</sub> emissions of the Municipality of Milan, reducing fine dust (3,000 tons PM10 assimilated in 10 years), reducing the heat island effect (-2°C in urban areas), increasing the tree canopy cover of the Metropolitan City (+8%), increasing soil permeability and reducing hydrogeological risk, and increasing biodiversity and green and blue infrastructures.
- 2 The “Clever Action Labs” (CALs) host co-creation paths participated by the local community and stakeholders; the three CALs activated concern: the experimentation of innovative green roofs and walls in private and/or public buildings; interventions in the shared garden of the Giambellino District (green buffer area, water recovery and its automated management through open source sensors and low-cost accessible systems); the active participation of citizens in the maintenance of green areas outside the railway along Viale Tibaldi, through agreements between RFI and Comune di Milano.



Fig. 2 - Mappa delle trasformazioni in atto e in programma nella Subarea / Map of ongoing and planned transformations in the Sub-area (Source: Elaboration on data from Comune di Milano).

Comune di Milano) in via di realizzazione (Mussinelli & Castaldo, 2015).

L’analisi critica di tali iniziative, spesso accompagnate da enfatiche dichiarazioni di elevata sostenibilità ambientale, evidenzia come i processi avviati si riducano prevalentemente ad azioni di “sostituzione/riempimento” di vuoti urbani, in assenza di un organico disegno complessivo per quanto concerne sia il riassetto del sistema delle grandi funzioni urbane e dei servizi, sia una valutazione strategica dei potenziali impatti ambientali generati da tali realizzazioni.

In termini generali, l’Amministrazione milanese si è data l’obiettivo di porre al centro della propria azione programmatica i temi della sostenibilità, della resilienza e delle periferie; ne sono un esempio l’istituzione di una Direzione Città Resilienti per l’attuazione del progetto internazionale “100 Resilient Cities” della Fondazione Rockefeller, le due edizioni del bando internazionale “Reinventing Ci-

ties”, il progetto “ForestaMi”<sup>1</sup> per la piantumazione di tre milioni di nuovi alberi entro il 2030, il progetto “CLEVER Cities”, finanziamento Horizon di circa un milione di euro per la rigenerazione urbana attraverso soluzioni sperimentali e l’impiego delle NBS<sup>2</sup>.

Le valutazioni analitiche derivanti dalle simulazioni elaborate per i casi pilota oggetto di questa ricerca PRIN, più oltre illustrate, consentono di formulare qualche prima considerazione critica rispetto all’approccio programmatico adottato dall’Amministrazione. Da un lato, infatti, la città non sembra oggettivamente disporre di superfici sufficientemente ampie per accogliere applicazioni estensive delle NBS, il cui inserimento deve viceversa considerare in modo puntuale sia le effettive compatibilità di contesto (quali ad esempio la presenza di sottoservizi), sia fattori quali l’orientamento, le condizioni locali climatiche e di ventilazione, le modalità, l’intensità e i tempi della fruizione, etc., che ne condizionano significativamente l’efficacia. Dall’altro, non sempre è presente una correlazione diretta tra azioni a scala territoriale e miglioramento della qualità ambientale e fruibilità degli spazi pubblici: la scalabilità della valutazione dei benefici - dal locale all’area vasta, e viceversa - rappresenta infatti un ulteriore elemento di complessità del processo analitico e progettuale (Mussinelli et al., 2018b). Non da ultimo, le enunciazioni programmatiche sopra citate paiono poco coerenti con la realtà dei dati quantitativi messi in gioco in termini attuativi: densità fondiaria molto elevate (indice medio pari a circa 0,64 mq/mq, quasi il doppio dell’indice base 0,35 mq/mq), e un rilevante incremento del carico antropico (pari a più di 20.000 abitanti teorici insediabili, circa il 12,5% dell’attuale popolazione residente nel quadrante) si innestano su un quadro ambientale già in parte caratterizzato da notevoli criticità (isola di calore, alti valori di inquinamento aereo, elevato impatto del traffico veicolare, bassa qualità dello spazio pubblico, standard inadeguati di verde fruibile).

Esiste quindi un alto rischio di accentuazione di queste criticità connesso proprio al consistente incremento del carico antropico su aree non utilizzate o libere da costruzioni che, dal punto di vista ambientale, risultano oggi relativamente “neutre”: pur non generando servizi ecosistemici, esse non producono infatti pressioni tali da determinare ulteriori inquinamenti. Le analisi effettuate sui singoli piani e progetti fanno inoltre emergere come, pur se in presenza di una generale maggiore sensibilità alla “quantità di verde”, manchi una visione d’insieme del riassetto urbano per quanto concerne sia le relazioni con la città costruita, i caratteri e i valori ambientali degli spazi aperti. Con assetti di progetto sostanzialmente

- 1 “ForestaMi” persegue obiettivi di riduzione della CO<sub>2</sub> annuale del Comune di Milano, di abbattimento delle polveri sottili (3.000 ton PM10 assimilate in 10 anni), di riduzione dell’effetto isola di calore (-2°C nelle aree urbane), di aumento della *tree canopy cover* della Città Metropolitana (+8%), di aumento della permeabilità dei suoli e diminuzione del rischio idrogeologico, e di aumento della biodiversità e delle infrastrutture verdi e blu.
- 2 I “Clever Action Labs” (CAL) ospitano percorsi di co-creazione partecipati dalla comunità locale e da *stakeholder*; i tre CAL attivati concernono: la sperimentazione di tetti e pareti verdi innovativi in edifici privati e/o pubblici; interventi nel giardino condiviso del quartiere Giambellino (area verde tampone, recupero acque e loro gestione automatizzata mediante sensoristica *open source* e sistemi accessibili a basso costo); la partecipazione attiva della cittadinanza nella manutenzione del verde in ambiti esterni ma funzionali alla ferrovia lungo viale Tibaldi, attraverso convenzioni tra RFI e Comune di Milano.

*illustrated below, allow to formulate some first critical considerations with respect to the programming approach adopted by the Administration. On the one hand, in fact, the city does not seem objectively to have sufficiently large areas to accommodate extensive applications of NBS, which, on the other hand, must take into account both the actual context compatibility (such as the presence of sub-services) and factors such as orientation, local climatic and ventilation conditions, methods, intensity and times of use, etc., which significantly affect its effectiveness.*

*On the other hand, there is not always a direct correlation between actions on a territorial scale and the improvement of the environmental and usable quality of public spaces: the scalability of the evaluation of benefits - from the local to the large area, and vice versa - represents a further element of complexity in the analytical and planning process (Mussinelli et al., 2018b). Last but not least, the above-mentioned programmatic statements seem to be inconsistent with the reality of the quantitative data put into play in terms of implementation: very high land densities (average index equal to about 0.64 sqm/sqm, almost double the basic index 0.35 sqm/sqm), and a significant increase in the anthropic load (equal to more than 20,000 theoretical inhabitants, about 12.5% of the current population living in the quadrant) are grafted onto an environmental framework already partly characterised by considerable criticality (heat island, high air pollution values, high impact of vehicular traffic, low quality of public space, inadequate standards of usable greenery).*

*There is, therefore, a high risk of accentuation of these criticalities connected to the increase in the anthropic load on areas that are free from construction, which, from an environmental viewpoint, are now relatively “neutral”: although they do not generate ecosystem services, they do not produce such pressures as to cause further pollution. The analyses carried out on the individual plans and projects also show that, despite a general greater sensitivity to the “quantity of greenery”, there is a lack of an overall vision of urban redevelopment with regard to both the relationship with the built city, and the environmental characteristics and values of open spaces. With substantially self-referential and self-contained project layouts, little sensitivity to the quality of public space and the opportunity to give shape to green and blue infrastructures and the related generation of ecosystem services. System actions and projects are missing or partially stated, and the sustainability dimension that emerges more often than not refers to the assessment of the increase in biodiversity (Green Railways), energy efficiency (Milan Smart City) and social inclusion in peri-urban farming practices (OpenAgri).*

### 2.1.2 Identification of the Urban Districts making up the Sub-area and the Experimentation District

Considering the number of inhabitants, the homogeneity of settlement and building typology, the geomorphological aspects, the natural limits and the infrastructural equipment, twelve urban Districts are identified within the Sub-area (Fig. 3): *Vigentina, Porta Romana, Umbria-Molise, Ortomercato, Mecenate, Parco Monluè-Ponte Lambro, ex OM-Morivione, Scalo Romana, Lodi-Corvetto, Rogoredo, Triulzio Superiore, Ripamonti*. They correspond to the so-called Local Identity Units (Nuclei di Identità Locali, NIL) provided for in the current Urban Plan of Milano (Piano di Governo del Territorio, PGT). The PGT<sup>3</sup> defines them as «neigh-

3 The PGT Milan 2030 was approved by the City Council

autoreferenziali e in sé conclusi, poco sensibili alla qualità dello spazio pubblico e all'opportunità di dar forma a infrastrutture verdi e blu e alla correlata generazione di servizi ecosistemici. Mancano, o sono parzialmente enunciati, azioni e progetti di sistema, e la dimensione della sostenibilità che emerge semmai più spesso fa riferimento alla valutazione dell'incremento della biodiversità (Rotaie Verdi), all'efficienza energetica (Milano Smart City) e all'inclusione sociale nelle pratiche di agricoltura periurbana (OpenAgri).

### 2.1.2 Individuazione dei Distretti urbani costituenti la Subarea e del Distretto di sperimentazione

Considerando la numerosità degli abitanti, l'omogeneità insediativa e tipologico-edilizia, gli aspetti geomorfologici, i limiti naturali e le dotazioni infrastrutturali, all'interno della Subarea sono individuati dodici Distretti urbani (Fig. 3): *Vigentina, Porta Romana, Umbria-Molise, Ortomercato, Mecenate, Parco Monluè-Ponte*

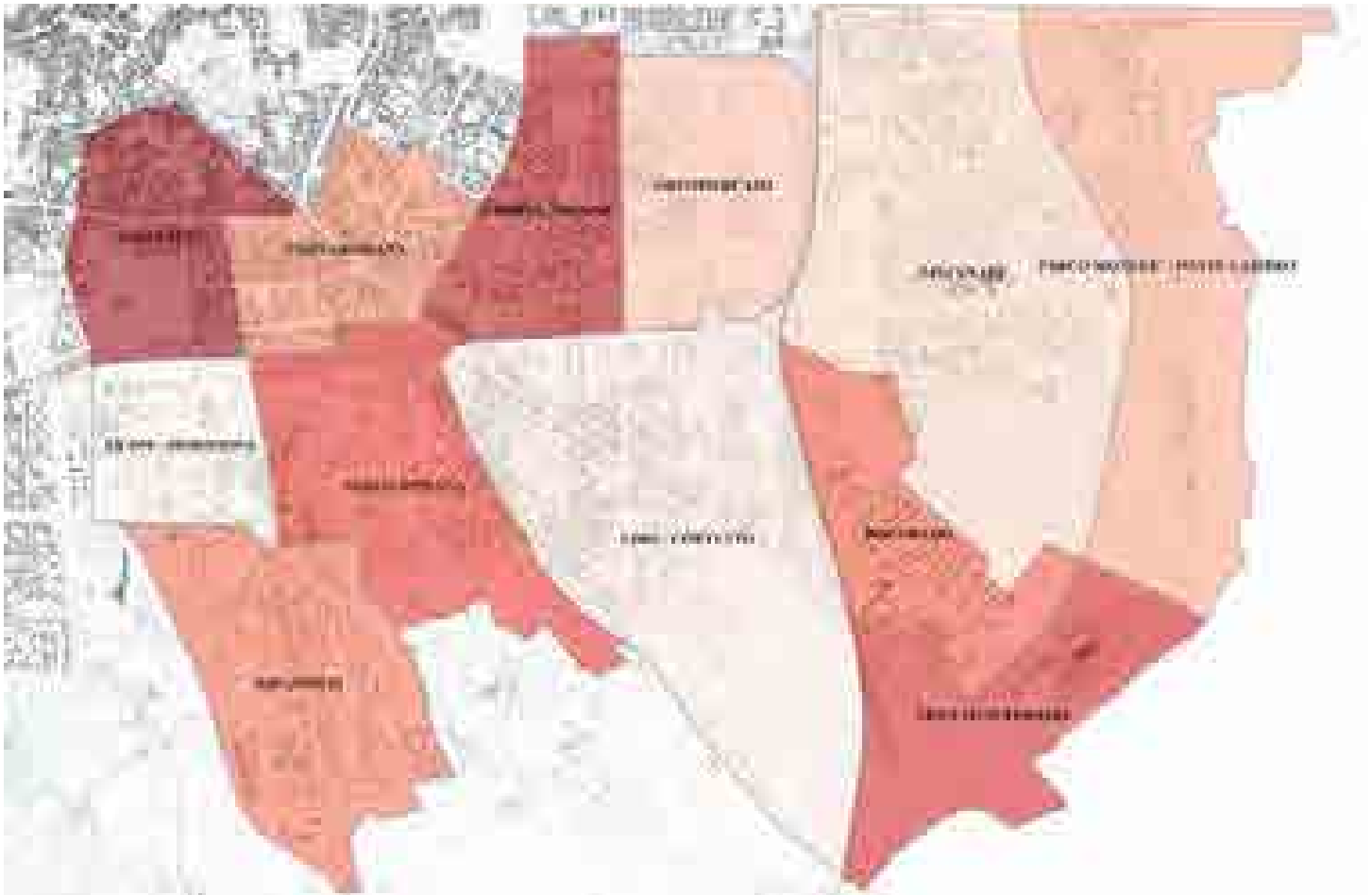


Fig. 3 - Individuazione dei Distretti entro la Subarea Milano sud-est / Identification of Districts within the South-East Milan Sub-area (Source: GIS elaboration on data from Sistema Informativo Territoriale-SIT, Comune di Milano).



		DISTRICT (NIL) A_ PARCO MONLUE'-PONTE LAMBRO		
		INHABITANTS	5083,00	
		SURFACE	2,64	Kmq
		DENSITY	1925,38	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) B_ MECENATE		
		INHABITANTS	19022,00	
		SURFACE	3,82	Kmq
		DENSITY	4979,58	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) C_ TRIULZIO SUPERIORE		
		INHABITANTS	1601,00	
		SURFACE	1,40	Kmq
		DENSITY	1143,17	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) D_ ROGOREDO		
		INHABITANTS	9917,00	
		SURFACE	1,20	Kmq
		DENSITY	8264,17	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) E_ LODI CORVETTO		
		INHABITANTS	36102,00	
		SURFACE	3,64	Kmq
		DENSITY	9918,13	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) F_ ORTOMERCATO		
		INHABITANTS	4209,00	
		SURFACE	1,40	Kmq
		DENSITY	3006,43	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) G_ UMBRIA MOLISE		
		INHABITANTS	22402,00	
		SURFACE	1,19	Kmq
		DENSITY	18825,21	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	

Fig. 4a - NIL costituenti la Subarea: dati su popolazione residente e caratteristiche morfo-tipologiche degli edifici / *NILs constituting the Sub-area: data on resident population and morpho-typological characteristics of buildings* (Source: Elaboration on data from Sistema Informativo Territoriale-SIT and Ufficio Anagrafe, Comune di Milano).

		DISTRICT (NIL) H_ PORTA ROMANA		
		INHABITANTS	16271,00	
		SURFACE	1,00	Kmq
		DENSITY	16271,00	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) I_ SCALO ROMANA		
		INHABITANTS	4209,00	
		SURFACE	1,40	Kmq
		DENSITY	3006,43	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) L_ RIPAMONTI		
		INHABITANTS	14123,00	
		SURFACE	1,85	Kmq
		DENSITY	7634,05	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) M_ EX OM MORIVIONE		
		INHABITANTS	9689,00	
		SURFACE	0,82	Kmq
		DENSITY	11815,85	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	
		DISTRICT (NIL) N_ VIGENTINA		
		INHABITANTS	13546,00	
		SURFACE	1,14	Kmq
		DENSITY	11882,46	ab/kmq.
		MAIN FUNCTIONS	Residential	

Fig. 4b - NIL costituenti la Subarea: dati su popolazione residente e caratteristiche morfo-tipologiche degli edifici / *NILs constituting the Sub-area: data on resident population and morpho-typological characteristics of buildings* (Source: Elaboration of data on Sistema Informativo Territoriale-SIT and Ufficio Anagrafe, Comune di Milano).

*bourhoods of Milan, where it is possible to recognise historical and project districts, with different characteristics from each other», i.e. areas connected to each other by infrastructures and services for mobility and urban greenery. They are also minimum census units, for which databases and environmental, demographic and spatial data and statistics are available (Figg. 4a and 4b).*

*With respect to the 12 NILs, the research activity has focused*

*Resolution n.34 of 14/10/2019 and became effective on 05/02/2020 with the publication on the BURL (Series 6).*

Lambro, ex OM-Morivione, Scalo Romana, Lodi-Corvetto, Rogoredo, Triulzio Superiore, Ripamonti. Questi corrispondono ai Nuclei di Identità Locali (NIL) previsti dal vigente PGT del Comune di Milano<sup>3</sup>, che li definisce «quartieri di Milano, in cui è possibile riconoscere quartieri storici e di progetto, con caratteristiche differenti gli uni dagli altri», ovvero ambiti connessi tra loro da infrastrutture e servizi per la mobilità e dal verde urbano. Si tratta inoltre di unità minime di

<sup>3</sup> Il PGT Milano 2030 è stato approvato con delibera di Consiglio comunale n. 34 del 14/10/2019 ed è divenuto efficace in data 05/02/2020 a seguito della pubblicazione dell'avviso di approvazione definitiva del Piano sul BURL Serie Avvisi e Concorsi n. 6.

censo, per le quali sono disponibili banche dati e statistiche ambientali, demografiche e spaziali (Figg. 4a e 4b).

Rispetto ai 12 NIL individuati, l'attività di ricerca della RU di Milano ha focalizzato analisi e sperimentazioni sullo spazio pubblico del NIL Lodi-Corvetto: baricentro della Subarea, è il Distretto più densamente popolato, è interessato dagli impatti ambientali dei principali sistemi infrastrutturali del sud-est Milano e racchiude varie e interessanti tipologie di spazio pubblico, quali la piazza della stazione di Rogoredo, piazzale Corvetto, piazzale Lodi e piazza Medaglie d'Oro, offrendo quindi numerose occasioni di studio e progetto.

A partire dal riconoscimento del ruolo dello spazio pubblico all'interno dei processi di rigenerazione urbana in chiave resiliente (Battisti et al., 2020), la ricerca si è focalizzata sull'individuazione di Sistemi di Spazi Pubblici (SSP), classificati in base alle caratteristiche morfologiche e materiche e alle criticità ambientali prevalenti.

Lo spazio pubblico è stato inoltre qualificato rispetto alle sue componenti tipologiche: nodi urbani (piazze, slarghi, etc.), aste urbane (vie, strade sopraelevate, etc.), spazi verdi (giardini, parchi e aree agricole di frangia) e aree dismesse. Tali criteri hanno riguardato: aspetti geomorfologici, tipologia dei tracciati, tipologie edilizie in affaccio sui tracciati, densità del costruito, presenza di infrastrutture verdi, indicatori di qualità urbana (trattati in seguito).

Rispetto ai sopracitati criteri e alle analisi morfo-tipologiche della Subarea, si sono individuati i seguenti SSP:

- Ambiti di trasformazione urbana: individuati dal PGT di Milano quali «aree dismesse o in via di dismissione da riqualificare (quali scali ferroviari, caserme, etc.) la cui riprogettazione sia di interesse per l'intero territorio di Milano», in questi ambiti sono previsti incrementi del carico antropico, azioni di deimpermeabilizzazione e consistenti quote di aree a verde e di spazi pubblici;
- Ambiti di frangia urbana (*Urban and periurban forest*): ambiti caratterizzati dalla presenza di «boschi artificiali» urbani e periurbani, ovvero in condizioni di frangia tra città e spazio aperto a vocazione rurale; le previste infrastrutture verdi si innestano nel programma «Emonfur» (*Establishing a monitoring network to assess lowland forest and urban plantation in Lombardy and urban forest in Slovenia*) all'interno del quale, ad esempio, rientra il Parco Agricolo della Vettabbia;
- Quartieri omogenei: identificati sulla base di criteri storici e morfo-tipologici. Le presenze sono di notevole interesse, per l'opportunità di costituire una sorta di museo a cielo aperto dell'edilizia sociale milanese;
- Aste urbane: assi viari e infrastrutturali rilevanti che determinano criticità ambientale. La letteratura scientifica si focalizza su questa tipologia di spazi pubblici, li riconosce come ambiti di elevato potenziale di miglioramento della qualità urbana, e, con riferimento all'introduzione di soluzioni *nature-based* e di *green infrastructures*, ne promuove la trasformazione da infrastrutture grigie a infrastrutture verdi (Gill et al., 2007; CNT, 2012; EPA, 2014; European Commission, 2015);
- Piazze/Nodi: con particolare attenzione agli snodi viabilistici ove si concentrano elevate affluenze pedonali e veicolari e che presentano rilevanti criticità ambientali e fruibili.

*on analysis and experimentation on the public space of the NIL Lodi-Corvetto: the focal point of the Sub-area, it is the most densely populated District, with environmental impacts of the main infrastructural systems in South-East Milan and contains various interesting types of public space, such as Rogoredo station square, Piazzale Corvetto, Piazzale Lodi and Piazza Medaglie d'Oro.*

*Starting from the recognition of the role of public space within urban regeneration processes in a resilient key (Battisti et al., 2020), the research focused on the identification of Public Space Systems (SSP), classified according to their morphological and material characteristics and the prevailing environmental criticalities. The public space was also qualified with respect to typological components: urban nodes (squares, widenings, etc.), urban axis (streets, elevated roads, etc.), green spaces (gardens, parks and agricultural fringe areas) and disused areas. These criteria concerned: geomorphological aspects; type of tracks; types of buildings facing the tracks; building density; presence of green infrastructures; urban quality indicators.*

*With respect to the above-mentioned criteria and the morpho-typological analysis, the following SSPs were identified:*

- *Areas of urban transformation: identified by the PGT of Milan as «areas abandoned or in the process of being abandoned to be redeveloped (such as railway stations, barracks, etc.) whose redesign is of interest for the entire territory of Milan»; increases in the anthropic load, de-sealing actions and substantial shares of green areas and public spaces are foreseen;*
- *Urban and peri-urban fringe areas: areas characterised by the presence of urban and peri-urban «artificial forests», i.e. in fringe conditions between the city and the rural open space; the planned GI are part of the «Emonfur» programme, which, for example, includes the Parco della Vettabbia;*
- *Homogeneous districts: identified on the basis of historical and morpho-typical criteria. The presences are of considerable interest, for the opportunity to set up a sort of open-air museum of Milanese social housing;*
- *Urban axes: important infrastructural axes that determine environmental criticalities. The scientific literature focuses on this type of public spaces, recognises them as areas of high potential for improving urban quality, and, with reference to the introduction of NBS and GI, promotes their transformation from grey to green infrastructures (Gill et al., 2007; CNT, 2012; EPA, 2014; European Commission, 2015);*
- *Squares/Nodes: with attention to junctions with high concentration of pedestrian and vehicular traffic and, where there are significant environmental and use critical points.*



Fig. 5 - Mappa della temperatura della superficie del suolo nella Subarea / *Map of land surface temperature in the Sub-area* (Source: GIS elaboration on data from Sistema Informativo Territoriale-SIT, Comune di Milano).



Fig. 6 - Analisi dell'impianto viario della Subarea relativamente alla presenza di alberi. In rosso le vie prive di alberi e in verde quelle alberate / *Analysis of the road system in the Sub-area with regard to the presence of trees. In red the streets without trees and in green the ones with trees* (Source: GIS elaboration on data from Comune di Milano).

### 2.1.3 Analisi ambientali alla scala della Subarea

Le analisi hanno mirato a identificare e quantificare gli *stress* climatico-ambientali (Fiorillo et al., 2017) e hanno riguardato in particolare:

- l'identificazione delle aree maggiormente colpite dal fenomeno dell'isola di calore urbana (DEP Lazio, 2015) e lo studio dei principali indici di temperatura percepita;
- la rielaborazione su base decennale dei dati sull'inquinamento aereo;
- l'analisi decennale dei principali indici di piovosità (media annuale, numero di eventi atmosferici acuti, periodi di siccità).

Inoltre, sono state condotte analisi sul patrimonio vegetazionale (patrimonio arboreo, superfici a verde) - prevalentemente pubblico - anche attraverso la misurazione dell'accessibilità e della fruibilità.

#### *Clima e microclima urbano: esiti delle analisi*

Lo studio delle temperature al suolo ha evidenziato più alti valori nelle aree a più elevata densità edilizia e lungo gli assi viari privi di alberature (Figg. 5 e 6). Il calcolo dell'*Humidex Index* (temperatura percepita) su base decennale nella posizione delle centraline meteo di ARPA Lombardia ha evidenziato un elevato numero di ore nelle quali tale indice è risultato sopra soglia (>43), con valori che corrispondono a potenziali condizioni di malessere (Fig. 7). Le pressioni derivanti dall'isola di calore urbana sono ancora più accentuate alla microscala degli isolati e delle vie, laddove si registra una scarsa presenza di verde e un uso intensivo di materiali a bassa permeabilità e alto assorbimento (prevalentemente asfalto e altri materiali a basso albedo).

#### *Qualità dell'aria: esiti delle analisi*

Sono stati misurati gli indicatori previsti dalla normativa nazionale (DLgs 155/2010) riferiti alle quattro più importanti famiglie di inquinanti presenti in ambito urbano (EEA, 2017): PM10, Ozono (O<sub>3</sub>), Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) e Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>). L'analisi su base decennale ha evidenziato per ogni anno il superamento dei valori soglia fissati dalla normativa nazionale (Figg. 8, 9 e 10).

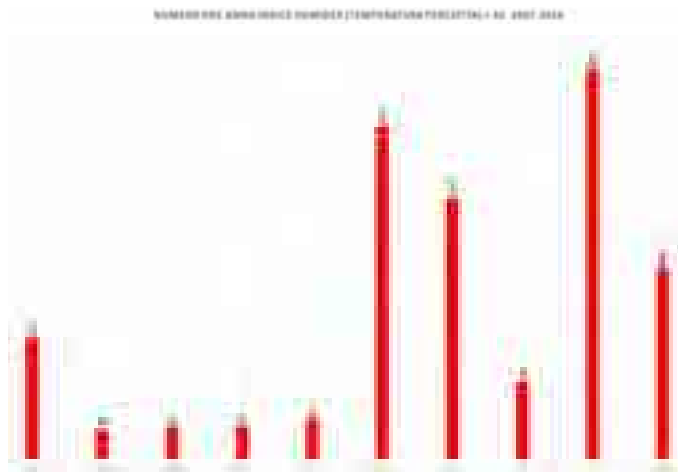


Fig. 7 - Calcolo su base decennale dell'*Humidex Index* / Calculation on a ten-year basis of the *Humidex Index* (perceived temperature) (Source: elaboration on data from ARPA Lombardia).

### 2.1.3 Environmental analysis at the Sub-area scale

The analysis aimed at identifying and quantifying climatic-environmental stresses (Fiorillo et al., 2017) and they regarded:

- identification of urban heat island phenomenon (DEP Lazio, 2015) with the study of the main perceived temperature indices;
- re-elaboration on a ten-yearly basis of data on air pollution;
- ten-yearly analysis of the main rainfall indexes.

Moreover, analyses were carried out on the vegetation heritage (tree heritage, green areas) - mainly public - also through the measurement of accessibility and usability.

#### Urban climate and microclimate: results of the analyses

The study related to ground temperatures showed higher values in areas with higher building density and along treeless roads (Figg. 5 and 6). The *Humidex Index* (perceived temperature) calculated on a ten-year basis in the position of ARPA Lombardia stations showed a high number of hours with values above the threshold (>43), with values corresponding to potential malaise conditions (Fig. 7). The pressures deriving from the urban heat island are more accentuated at the microscale, with a scarce presence of greenery and an intensive use of materials with very low permeability and high absorption (asphalt and materials with low albedo).

#### Air quality: results of analysis

The indicators required by national legislation (legislative decree 155/2010) were measured for the four most important families of pollutants in urban areas (EEA, 2017): PM10, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>. The analysis on a ten-year basis showed that the threshold values were exceeded for each year (Figg. 8, 9 and 10).

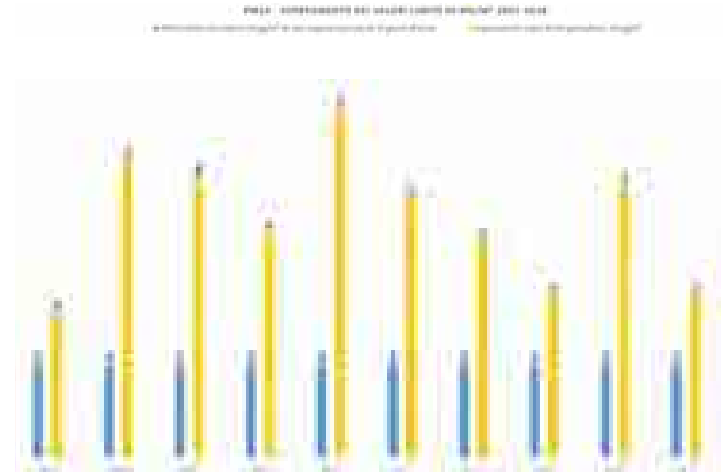


Fig. 8 - Superamento dei valori soglia di PM10 su base annua nell'ultimo decennio / Exceedance of PM10 threshold values on an annual basis over the last decade (Source: elaboration on data from ARPA Lombardia).

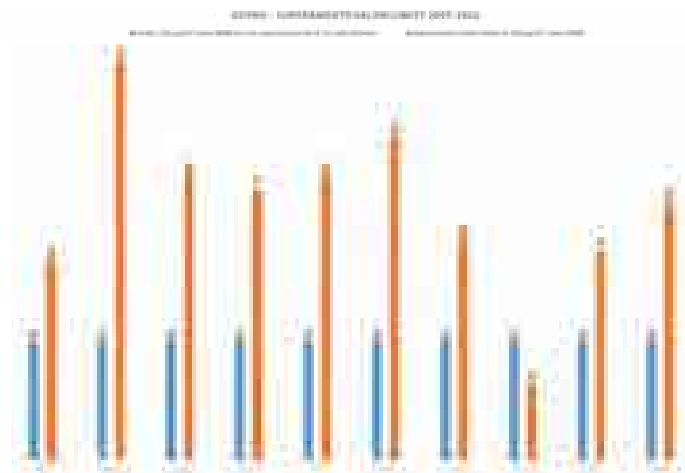


Fig. 9 - Superamento dei valori soglia di Ozono ( $O_3$ ) su base annua nell'ultimo decennio / *Exceedance of the Ozone ( $O_3$ ) threshold values on an annual basis in the last decade* (Source: ARPA Lombardia weather station data processing closer to the Sub-area).

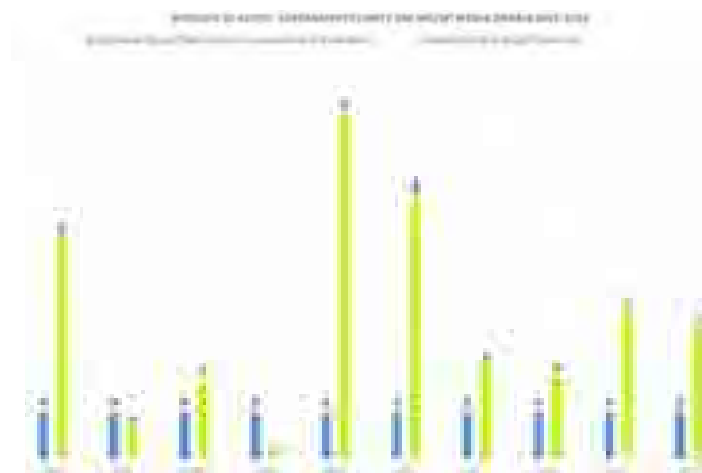


Fig. 10 - Superamento dei valori soglia di Biossido di Azoto ( $NO_2$ ) su base annua nell'ultimo decennio / *Exceeding of the threshold values of Nitrogen Dioxide ( $NO_2$ ) on an annual basis in the last decade* (Source: ARPA Lombardia weather station data processing closer to the Sub-area).



Fig. 11 - Media della piovosità annuale nell'ultimo decennio (mm) / *Average annual rainfall in the last decade (mm)* (Source: ARPA Lombardia weather station data processing closer to the Sub-area).

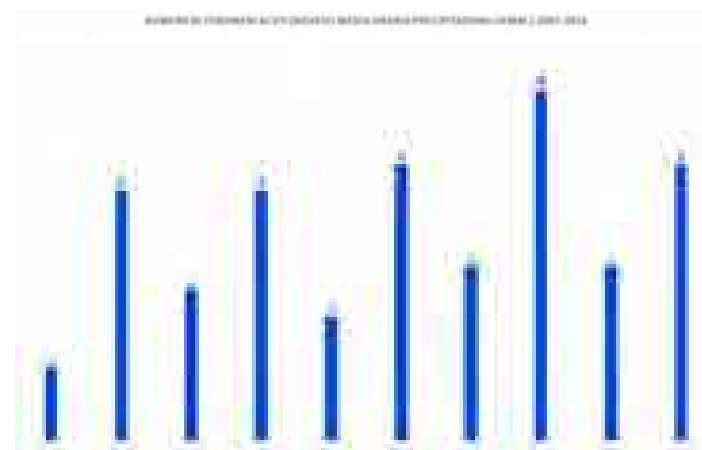


Fig. 12 - Numero di eventi piovosi acuti su base annua nell'ultimo decennio / *Number of acute rain events on an annual basis in the last decade* (Source: ARPA Lombardia weather station data processing closer to the Sub-area).

#### Rainfall: results of analysis

The measurement of the average rainfall over the last decade, compared to a general decrease on a historical basis (100 years), shows under-threshold values in years corresponding to dry winters and springs (average of winter and spring drought days >20) (Fig. 11). The measurement of acute events (>10 mm of rain in 1 hour) does not reveal any significant trends (Fig. 12).

#### Piovosità: esiti delle analisi

Lo studio si è concentrato sulla misurazione della media della piovosità dell'ultimo decennio che, rispetto a un generale decremento su base storica (100 anni), evidenzia valori sottosoglia soprattutto negli anni corrispondenti a inverni e primaverae siccitose (media dei giorni di siccità invernale e primaverile >20) (Fig. 11). La misura degli eventi acuti (>10 mm di pioggia in 1 ora) non fa emergere trend significativi, con una levata variabilità nelle diverse zone (Fig. 12).

### *Analisi del verde e della sua accessibilità e fruibilità*

La quantificazione delle dotazioni di aree verdi pubbliche è stata redatta utilizzando il *database* topografico dell'Amministrazione comunale per la caratterizzazione degli strati informativi del suolo e il *database* del verde pubblico, aggiornati rispettivamente agli anni 2012 e 2014 (Fig. 13). Inoltre, sono state considerate le classificazioni del verde urbano impiegate dall'ISTAT (2013) e dall'ISPRA (2014). Le basi dati riguardano il *database* topografico del Comune di Milano (2012), elaborate con *software* GIS e fogli di calcolo.

La comparazione delle quantità di verde nel quadrante rispetto a quelle presenti nella città ha evidenziato come l'area rappresenti un campione significativo per successive analisi e proposte (Fig. 14). Sono stati misurati due importanti indicatori: la dotazione di verde per abitante (mq/ab) e il numero di alberi per abitante (alberi/ab). La misurazione, di solito utilizzato per le sole aree pubbliche, è stata estesa anche al verde privato in quanto anch'esso contribuisce all'erogazione di servizi ecosistemici. I risultati della misurazione dei due indicatori sono stati riferiti sia alla popolazione dell'intero quadrante, sia agli abitanti dei singoli NIL.

È stata inoltre considerata - quale indicatore della fruibilità degli spazi verdi pubblici - la loro collocazione all'interno di strutture pubbliche accessibili solo in limitate fasce orarie di apertura o solo da alcune categorie di utenza (scuole, case per anziani, cimiteri urbani, etc.).

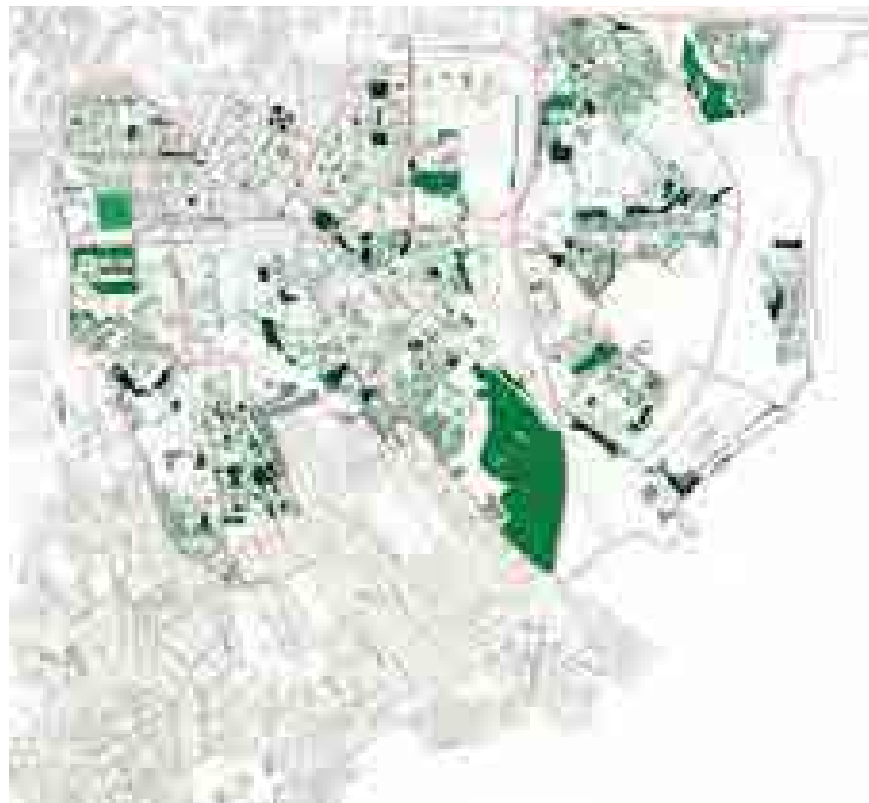


Fig. 13 - Tassonomia e mappatura del verde nella Subarea / *Taxonomy and mapping of greenery in the Sub-area* (Source: Elaboration on data from Comune di Milano).

### *Analysis of greenery and its accessibility and usability*

*The quantification of public green areas was drawn up using the topographical database of Comune di Milano updated to 2012 and 2014 (Fig. 13). Moreover, the urban green classifications used by ISTAT (2013) and ISPRA (2014) have been taken into account. The databases concern the topographic database of Comune di Milano (2012), processed with GIS software and spreadsheets.*

*The comparison of the quantities of greenery in the Sub-area with those present in the city has shown that the area represents a significant sample for subsequent analysis and proposals (Fig. 14). Two indicators were measured: the amount of greenery per inhabitant (sqm/inhabitant) and the number of trees per inhabitant (trees/inhabitant). The measurement applied to public areas was also extended to private green areas. The results of the measurement of the two indicators were referred both to the population of the whole quadrant and to the inhabitants of the individual NILs. Moreover, their location within public facilities accessible only at limited opening hours or only by certain categories of users (schools, homes for the elderly, urban cemeteries, etc.) was considered as an indicator of the usability of public green spaces. The arboreal population of the Sub-area has been analysed as well (Gianni, 2007) (Fig. 15).*

*Further analysis concerns the accessibility of green areas that Zhang, Lu and Holt (2011) identify as "neighbourhood parks". Their configuration and number represent a relevant factor for the improvement of the quality of life and are one of the bases for assessing improvement needs in terms of new services, infrastructures and green public spaces. Two indicators were used for this purpose: the resident population within a buffer zone of 300 metres measured from the perimeter of parks and gardens (Fig. 16); and the length of the fastest public path to access them (Fig. 17 and 18). These indicators were applied to green areas with a surface area greater than 5,000 sqm. Although these indicators describe the accessibility of urban green areas, the first one is less complete, as it does not consider the presence of any physical and infrastructural barriers limiting the access to green areas. The second is more effective instead (distances equal to 15 minutes or 1,000 metres)<sup>4</sup>, as it takes into account real physical distances.*

<sup>4</sup> *This accessibility indicator was measured through a GIS algorithm (Network Distance) taking as reference the centroids of the 88 parks, the centroids of the blocks making up the Sub-area and the street grid of Comune di Milano. The result determined a matrix of routes from the park's ism-point to the blocks. The identified routes were filtered at the limit value of 1,000 m. (15 min. on foot); on the basis of the number of overlaps, a hierarchy of routes potentially more used to access the public parks was finalised.*



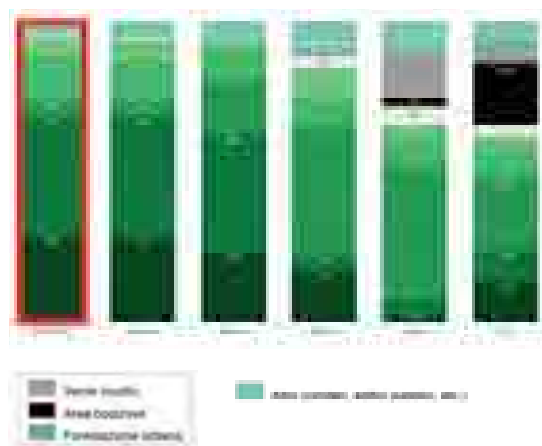
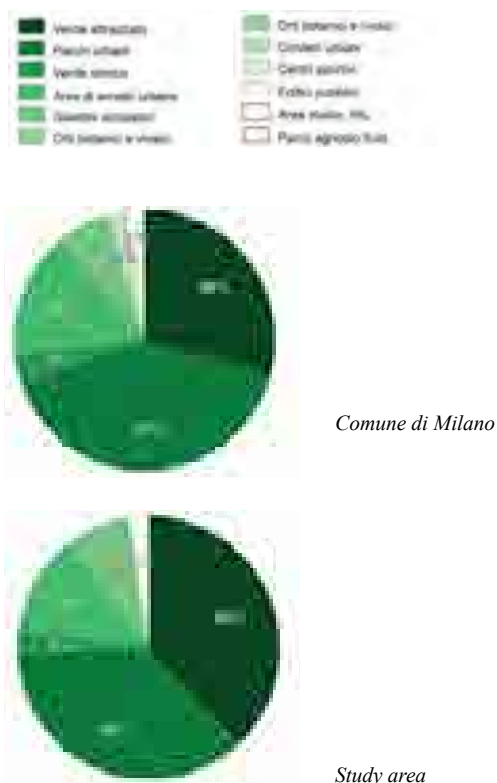


Fig. 14 - Distribuzione della tassonomia delle aree verdi urbane pubbliche, confronto tra Subarea, Comune di Milano e principali città italiane (%) / *Distribution of the taxonomy of public urban green areas, comparison between Sub-area, Comune di Milano and main Italian cities (%)* (Source: Elaboration on data from Comune di Milano and ISTAT).



Fig. 15 - Popolazione arborea presente nella Subarea / *Arboreal population present in the Sub-area* (Source: Elaboration on data from Comune di Milano).

È stata inoltre analizzata la popolazione arborea presente nella Subarea (Gianni, 2007) (Fig. 15).

Ulteriori analisi riguardano l'accessibilità alle aree verdi che Zhang, Lu and Holt (2011) identificano come “parchi di vicinato” (*neighbourhood parks*). La loro configurazione e il loro numero rappresentano un fattore rilevante per il miglioramento della qualità della vita e costituiscono una delle basi per valutare le esigenze di miglioramento in termini di nuovi servizi, infrastrutture e spazi pubblici verdi. A tal fine sono stati utilizzati due indicatori: la popolazione residente all'interno di una zona *buffer* di 300 metri misurata a partire dal perimetro di parchi e giardini (Fig. 16); e la durata del percorso pubblico più veloce per accedervi (Figg. 17 e 18). Tali indicatori sono stati applicati alle aree verdi con superficie maggiore di 5.000 mq. Sebbene tali indicatori descrivano l'accessibilità alle aree verdi urbane, il primo risulta meno completo, in quanto non considera la presenza di eventuali barriere fisiche e infrastrutturali (cavalcavia, tracciati ferroviari, strade ad alto scorrimento viario, etc.) che possano di fatto limitare o impedire l'accesso ai parchi o giardini. Più efficace invece il secondo (distanze pari 15 minuti o 1.000 metri)<sup>4</sup>, in quanto tiene conto delle distanze fisiche reali.

4 Tale indicatore di accessibilità è stato misurato attraverso un algoritmo GIS (*Network Distance*) prendendo come riferimento i centroidi degli 88 parchi, i centroidi degli isolati costituenti la Subarea e il grado strade del Comune di Milano. Il risultato ha determinato una matrice di percorsi dal punto i-esimo del parco al punto n-esimo dell'isolato. I percorsi individuati sono stati filtrati al valore limite di 1.000 metri (15 minuti a piedi); sulla base del numero di sovrapposizioni è stata definita una gerarchia di percorsi potenzialmente più utilizzata per accedere ai parchi pubblici.





Fig. 16 - Indicatore di accessibilità secondo la tecnica del *buffer*. Esiti delle porzioni di abitato incluse (verde) ed escluse dalla zona *buffer* di 300 metri / *Accessibility indicator according to the buffer technique. Outcome of the inhabited areas included (green) and excluded from the buffer area of 300 meters* (Source: Authors' elaboration).



Fig. 17 - Misurazione dell'accessibilità ai parchi sulla base in un tempo  $\leq$  di 15 minuti a piedi / *Measurement of accessibility to the parks on the basis in a time of  $\leq$  15 minutes by walking* (Source: Authors' elaboration).



Fig. 18 - Identificazione dei percorsi più utilizzati per l'accesso ai parchi nella Subarea / *Identification of the most used routes for access to the parks in the Sub-area* (Source: Authors' elaboration).

## 2.2 THE PROPOSED STRATEGIC PLAN FOR THE SUB-AREA

### 2.2.1 Needs-based framework

The results of the analyses carried out highlight the priority hazards in the Sub-area: *urban heat island*, *air pollution* and partially *pluvial flooding*, with respect to which to identify the mitigation potential deriving from NBS in the processes of environmental requalification. The spatial analyses carried out allowed to obtain two important results in the identification of the public spaces on which to intervene at the planning level: first, they allowed to determine the parts of the public city less equipped from the point of view of green infrastructure and less accessible by the resident population; second, they allowed to highlight the most used public paths to reach the parks and gardens within the reference quadrant.

Parallel to the analysis activity, a participatory path was developed with local administration, stakeholders and associations, in order to identify the priority actions for the requalification of the public space in the Sub-area and in the District, also in light of the environmental hazards found. The definition of the framework was carried out through participatory moments aimed at identifying the demand as well as enhancing the multifunctional dimension of NBS, for an overall increase in environmental and user quality levels<sup>5</sup> (Schiaffonati, 2017; UCTAT, 2020).

This methodology highlighted as a priority of intervention the system of South-East/North-West and East-West routes: the first one refers to the Rogoredo-overpass Corvetto-Piazzale Corvetto node; the second to Rogoredo-Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Brenta-Ortles node. The following critical points emerged:

- structural problems and under-sizing of the Rogoredo station;
- traffic problems and interferences with slow-mobility in the multi-level node of Piazzale Corvetto-Piazzale Bologna, also recognised as a priority by the PUMS;
- low environmental and user-friendliness of the public space system in the square of Rogoredo and along the streets Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Brenta-Ortles, on which there are, to the North and South, important historically consolidated neighbourhoods and areas of imminent transformation.

---

5 In particular, collaboration with the UCTAT association, Urban Curator Tecnologia Architettura Territorio, which brings together academia and professionals, which has been collaborating for several years with Municipi 4 and 5. There have been several meetings with citizens and stakeholders through workshops and conferences.

## 2.2 LA PROPOSTA DI PIANO STRATEGICO PER LA SUBAREA

### 2.2.1 Quadro esigenziale

Le risultanze delle analisi svolte evidenziano gli *hazard* prioritari nella Subarea: *urban heat island*, *air pollution* e parzialmente *pluvial flooding*, rispetto ai quali individuare il potenziale di mitigazione derivante dall'impiego delle NBS nei processi di riqualificazione ambientale e fruitiva delle componenti dello spazio pubblico maggiormente critiche sotto il profilo climatico-ambientale e fruitivo. Le analisi spaziali condotte hanno permesso di ottenere due importanti risultati nell'individuazione degli spazi pubblici sui quali intervenire a livello progettuale: in primo luogo hanno consentito di determinare le parti della città pubblica meno dotate dal punto di vista dell'infrastrutturazione verde e meno accessibili dalla popolazione residente; in secondo luogo hanno permesso di evidenziare i percorsi pubblici più utilizzati per raggiungere i parchi e i giardini all'interno del quadrante di riferimento.

Parallelamente all'attività di analisi, è stato avviato un percorso di partecipazione con *stakeholder* e associazioni che operano nel territorio di riferimento, e con l'Amministrazione locale (Municipio 4), al fine di individuare le azioni prioritarie di riqualificazione dello spazio pubblico nella Subarea e nel Distretto, anche sulla base degli *hazard* ambientali riscontrati. La definizione del quadro esigenziale è stata operata attraverso *audit* e momenti partecipativi finalizzati a individuare la domanda di progetto, con l'obiettivo di valorizzare la dimensione multifunzionale delle NBS attraverso strategie di mitigazione e adattamento e per un complessivo incremento dei livelli di qualità ambientale e fruitiva<sup>5</sup> (Schiaffonati, 2017; UCTAT, 2020).

Questo percorso metodologico ha permesso di evidenziare quale priorità di intervento alla scala della Subarea il sistema delle direttrici sud-est/nord-ovest ed est/ovest: la prima è riferita al nodo di Rogoredo-cavalcavia Corvetto-piazzale Corvetto; la seconda al sistema di spazi pubblici nodo di Rogoredo-Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Brenta-Ortles. Sono emerse le seguenti criticità:

- problemi strutturali e di sottodimensionamento del nodo di interscambio della stazione di Rogoredo;
- problemi viabilistici e di commistione tra mobilità su gomma e mobilità dolce nel nodo multilivello di piazzale Corvetto-piazzale Bologna, riconosciuti come prioritari anche dal PUMS che individua alternative aperte (demolizione totale o parziale del cavalcavia);
- bassa quantità ambientale e fruitiva del sistema di spazi pubblici relativi alla piazza di Rogoredo e lungo le vie Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Brenta-Ortles, sulle quali si attestano, a nord e a sud, importanti quartieri storicamente consolidati e aree di prossima trasformazione.

---

5 In particolare, la collaborazione con l'associazione UCTAT, Urban Curator Tecnologia Architettura Territorio, che raccoglie al suo interno figure provenienti dal mondo accademico e dalla professione, e che da diversi anni collabora con i Municipi 4 e 5. Diversi sono stati i momenti di confronto con la cittadinanza e gli *stakeholder* attraverso l'organizzazione di *workshop* e convegni.



Fig. 19 - Prima ipotesi di riassetto del sistema infrastrutturale / *First hypothesis of the infrastructural system resettlement* (Source: Authors' elaboration).

### 2.2.2 Strategie e azioni

Lo scenario trasformativo prefigurato dal piano strategico si struttura attraverso azioni chiave (soggetti coinvolti, risorse considerate, *management* temporale degli interventi, benefici ambientali conseguiti, ricadute socio-economiche) (Bertuglia et al., 2004; Antonini & Tucci, 2017) e progetti emblematici rispetto ad alcune casistiche di spazio pubblico (comparti, aste, nodi). La riflessione progettuale punta a integrare aspetti analitici, quantificazioni, stime e proposte operative a supporto dell'attuazione di una strategia di incremento della qualità ambientale dello spazio pubblico in un quadrante urbano particolarmente delicato, per la posizione di confine tra tessuto urbano consolidato e sistema agricolo (Mussinelli et al., 2018c); la dimensione ambientale rappresenta qui un fattore di primaria importanza, per valorizzare i caratteri identitari e gli elementi di qualità paesaggistica preesistenti, contrastando quei processi erosivi e le dinamiche di conurbazione indifferenziata che si sono spesso manifestati in contesti analoghi, e che anche in questa realtà hanno visto la recente realizzazione di episodi insediativi isolati e sconnessi. Per evitare questa deriva risulta necessario pianificare azioni sinergiche in grado di

### 2.2.2 Strategies and actions

*The transformative scenario envisaged by the strategic plan is structured through key actions (subjects involved, resources considered, time management of the interventions, environmental benefits achieved, socio-economic effects) (Bertuglia et al., 2004; Antonini & Tucci, 2017) and emblematic projects with respect to some public space cases (sectors, axes, nodes). The project reflection aims at integrating analytical aspects, quantifications, estimates and operational proposals to support the implementation of a strategy to increase the environmental quality of public space in a particularly delicate urban quadrant, due to the border position between the consolidated urban fabric and the agricultural system (Mussinelli et al., 2018c); the environmental dimension represents a factor of primary importance, in order to enhance the pre-existing identity features and landscape elements, contrasting those erosive processes and the dynamics of undifferentiated conurba-*

tion that have often manifested themselves in similar contexts that also in this reality recently have taken place. In order to avoid this drift, it is necessary to plan synergic actions capable of qualifying the elements of the public space and the routes, so as to increase the level of use of the area, while containing and mitigating the factors of degradation and environmental impact.

The road network redevelopment scheme is aimed at further integrating public space and infrastructural elements, mitigating the environmental impacts, through four interconnected interventions: the demolition (or redevelopment) of the overpass in Piazzale Corvetto, the construction of a new junction near Porto di Mare and the upgrade/requalification of Via Toffetti (Fig. 19). As regards settlement strategies, the master plan identifies some priority areas for intervention: the transformation of Porta Romana railway yard, also envisaging a new temporary cycle-pedestrian walkway; the requalification of the public space along the Corso di Porta Romana-Corso Lodi axis, up to Rogoredo Square, the new South-Eastern gate of the city; the regeneration of Rogoredo Airport and the Urban Transformation Area (now Environmental Regeneration Area) Toffetti and the placement of a major urban function - a new swimming facility - in the area (UCTAT, 2017).

The design approach reconfigures the Sub-area plant starting from the linear axis Rogoredo-overpass/Piazzale Corvetto, intervening both in the redevelopment of the pole and in the succession of places, recognisable nodes of intersection with the wider urban system. These junctions have been analyzed and, in some cases, identified for environmental requalification. From a methodological viewpoint, the master plan connects the results of the analysis and the decisions made through the pilot projects, according to themes explored for the ecosystem quality aspects and for their correlations to health and wellbeing matters. The spatial analyses enabled obtaining two main results: first, they facilitated detecting the parts of the public city less equipped with green infrastructure and less accessible to the residents; secondly, they made it possible to highlight the most used public routes to reach parks and gardens within the reference quadrant. It is clear the strategic significance of two important connection systems: the Rogoredo-Corvetto-Lodi-Romana radial connection axis and the Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Ortles tangential axis, a system that notes the almost total absence of green infrastructures in connection with high pollution due to vehicular traffic (in terms of number of cars/h and levels of congestion) and strong solar exposure during the summer.

Finally, a potential environmental reconnection of the public space with reference to the peri-urban green belt (Gallent & Shaw, 2007) (Porto di Mare park, green areas adjacent to the Nosedo treatment plant and the Chiaravalle abbey, part of the Parco Agricolo Sud Milano adjacent to Via Ripamonti) has been detected; this fringe area represents one of the most significant ecological links

qualificare e mettere a sistema gli elementi dello spazio pubblico e le percorrenze, in modo da incrementare il livello di fruizione dell'area nel suo complesso, contenendo al contempo e mitigando i fattori di degrado e di impatto ambientale.

Lo schema di riassetto della viabilità proposto è finalizzato a integrare maggiormente lo spazio pubblico e gli elementi infrastrutturali, mitigando l'impatto ambientale da questi prodotto, attraverso quattro interventi tra loro interconnessi: la demolizione o la riqualificazione del cavalcavia di piazzale Corvetto, la realizzazione di un nuovo svincolo in prossimità di Porto di Mare e il potenziamento/la riqualificazione di via Toffetti (Fig. 19).

Per quanto concerne le strategie insediative, il *masterplan* individua alcuni ambiti prioritari di intervento: la trasformazione dello scalo di Porta Romana, anche prevedendo una nuova passerella ciclopedonale temporanea; la riqualificazione dello spazio pubblico lungo l'asse di corso di Porta Romana-corso Lodi, sino alla piazza di Rogoredo, nuova porta sud-est della città; la rigenerazione dello scalo di Rogoredo e dell'Ambito di trasformazione urbana (ora Area di rigenerazione ambientale) Toffetti e la collocazione di una grade funzione urbana - un nuovo impianto natatorio - nell'area di Porto di Mare (UCTAT, 2017).

L'approccio progettuale riconfigura l'impianto della Subarea a partire dall'asse lineare Rogoredo-cavalcavia/piazzale Corvetto, intervenendo sia nella riqualificazione dell'asta, sia nella successione di luoghi, nodi riconoscibili di intersezione con il più ampio sistema urbano. Tali nodi (stazione FS Rogoredo, Porto di Mare, piazzale Corvetto, incrocio Brenta-corso Lodi) sono stati oggetto di analisi e, in alcuni casi, di proposte di riqualificazione ambientale e fruitiva.

Dal punto di vista metodologico, il *masterplan* raccorda gli esiti dell'analisi e le scelte operate nei progetti pilota (più oltre descritti nel dettaglio), secondo temi indagati sia per gli aspetti della qualità ecosistemica, sia per le loro correlazioni alle problematiche della salute e del benessere.

Le analisi spaziali condotte hanno permesso di ottenere due importanti risultati nell'individuazione degli spazi pubblici sui quali intervenire a livello progettuale: in primo luogo hanno consentito di determinare le parti della città pubblica meno dotate di infrastrutturazione verde e meno accessibili alla popolazione residente; in secondo luogo hanno permesso di evidenziare i percorsi pubblici più utilizzati per raggiungere parchi e giardini all'interno del quadrante di riferimento. Emerge con chiarezza la rilevanza strategica di due importanti sistemi di connessione dello spazio pubblico: l'asse di collegamento radiale Rogoredo-Corvetto-Lodi-Romana e l'asse tangenziale di Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Ortles, un sistema che registra la quasi totale mancanza di infrastrutture verdi a fronte di un alto inquinamento dovuto al traffico veicolare (sia per numero di automobili/h che per livelli di congestione) e di una forte esposizione solare durante i periodi estivi.

È stata infine individuata una potenziale riconnessione ambientale dello spazio pubblico riferita alla cintura verde periurbana (Gallent & Shaw, 2007) (parco di Porto di Mare, aree verdi adiacenti al depuratore di Nosedo e all'abbazia di Chiaravalle, porzione di Parco Agricolo Sud Milano adiacente a via Ripamonti); quest'area di frangia rappresenta una delle più importanti connessioni ecologiche tra la città e le aree a forte vocazione agricola del sud Milano.

In questo contesto, le analisi effettuate sul sistema delle connessioni della mobilità dolce (verifica della rete ciclopedonale e presenza di viali alberati lungo le strade interpoderali) e sulla qualità dei terreni agricoli (presenza di tare e aree



Fig. 20 - *Masterplan* della riqualificazione ambientale e fruitiva della Subarea / *Master plan of the environmental and usable redevelopment of the Sub-area* (Source: Authors' elaboration).

non coltivate) hanno permesso di individuare una zona *buffer* di potenziale connessione tra le importanti preesistenze storico-ambientali e tra le aree utilizzate per lo sviluppo di importanti progetti (OpenAgri, parco di Porto di Mare).

La proposta progettuale sintetizzata nel *masterplan* individua tre tipologie di infrastrutture verdi (Fig. 20): le infrastrutture verdi di primo livello, con un grado di infrastrutturazione complesso (doppio filare alberato in sede propria, biobacini, pavimentazioni permeabili per la realizzazione di piste ciclopedonali, sistemi *smart* per lo stoccaggio delle acque meteoriche e per l'approvvigionamento energetico dei veicoli elettrici quali biciclette e motocicli), proposta principalmente per l'asse Rogoredo-Corvetto-Lodi-Romana; quelle di secondo livello, costituite da alberature e biobacini (costruiti con differenti essenze arboree in grado di intercettare il deflusso delle acque e produrre una schermatura capace di assorbire gli

*between the city and the areas with a strong agricultural vocation in Southern Milan. In this context, the analyses on the system of connections of slow mobility and on the quality of agricultural land have enabled to pinpoint a potential connection between the valuable historical-environmental pre-existing structures and important undergoing projects (OpenAgri, Porto di Mare park).*

*The project proposal summarized in the master plan identifies three categories of GI (Fig. 20): first-level green infrastructures, with a complex degree of infrastructure (double row of trees in their own premises, bio-basins, permeable pavements for the construction of cycle-pedestrian paths, smart systems for rainwater storage and for the energy supply of electric vehicles such as bi-*

Fig. 21 - Analisi preliminare della quantità delle infrastrutture di I livello / Preliminary analysis of the quantities of the I level infrastructures (Source: Authors' elaboration).

inquinanti aerei provenienti dal traffico veicolare stradale) e piste ciclopedonali ai margini dei marciapiedi, proposte lungo l'asse Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Ortles; e quelle di terzo livello, costituite da filari alberati a supporto di piste ciclopedonali di interconnessione tra il sistema radiale e tangenziale. Per le infrastrutture di primo e secondo livello sono state progettate sezioni tipo e sono state computate preliminarmente le quantità di progetto.

A supporto del sistema dei parchi e dei giardini (che i tre livelli di infrastrutture collegano e valorizzano) il *masterplan* propone la configurazione di un parco di cintura, multi-funzionale e multi-produttivo: una nuova infrastruttura verde che collega il nuovo parco di Porto di Mare a est con via Ripamonti a ovest, implementando inoltre il sistema naturalistico ambientale posto nei pressi del depuratore di Nosedo con le esperienze di agricoltura innovativa e inclusiva del progetto OpenAgri.

Sia a livello di *masterplan* che di singoli progetti pilota è stata sviluppata una valutazione quantitativa dei benefici ambientali prodotti dai servizi ecosistemici delle infrastrutture verdi progettate, attraverso l'utilizzo di indicatori. Rispetto agli obiettivi di progetto sono stati considerati e misurati alcuni tra i più importanti servizi ecosistemici di regolazione: quelli inerenti alla riduzione degli inquinanti aerei, quelli finalizzati alla riduzione del deflusso delle acque in caso di eventi atmosferici acuti, quelli relativi alla capacità di riduzione della temperatura (in termini di riduzione di energia elettrica usata per l'utilizzo di condizionatori) e quelli legati al contrasto al cambiamento climatico (riduzione della CO<sub>2</sub> e della CO<sub>2</sub>eq). Per la misurazione degli indicatori è stato costruito e utilizzato un *set* di valori associato alle NBS (pantumazione di alberi e realizzazione di biobacini) costituenti le infrastrutture verdi di progetto (Fig. 21).

Per quanto concerne la riduzione degli inquinanti aerei e per il sequestro della CO<sub>2</sub>, si è proceduto all'applicazione di modelli (UFORE) elaborati attraverso *software* specifici (i-Tree e i-Tree Design). Gli esiti hanno contribuito a produrre valori tabellari definiti secondo una scala temporale di crescita delle piantumazioni proposte. I valori elaborati, pur non ancora validati da misurazioni strumentali, sono stati ritenuti sufficientemente affidabili ai fini progettuali. Riguardo alla capacità di ritenzione idrica dei biobacini si è assunto un indice medio di *runoff* pari 0,6, mentre per la capacità di riduzione degli inquinanti aerei sono stati utilizzati i valori espressi dalla *Forest Service Tree Guides*, considerando il biobacino arricchito con arbusti a basso e medio fusto.

Definite le quantità preliminari riguardanti le tre tipologie di infrastrutture verdi di progetto (primo e secondo livello e parco di cintura), si è proceduto alla quantificazione dei benefici ambientali. Gli algoritmi (equazioni ambientali) utilizzati per la quantificazione sono quelli proposti dal Center for Neighborhood Technology (CNT) per determinare il valore dei servizi ecosistemici associati alle infrastrutture verdi in ambito urbano.

Rispetto a tutti gli algoritmi proposti nella pubblicazione *The Value of Green Infrastructures*, si sono scelti quelli riguardanti la determinazione dei benefici ambientali diretti e indiretti (economici) derivanti dalla piantumazione (*tree planting*) e dalla costruzione di biobacini (*bioswales*). Gli indicatori utilizzati (Figg. 22 e 23) hanno quindi riguardato l'intercettazione delle acque piovane, la riduzione dei principali inquinanti aerei (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e PM10) e la cattura e lo stoccaggio di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).

The figure consists of three tables, each representing a different level of environmental benefit quantification. Each table has four columns: 'Beneficiario' (Beneficiary), 'Beneficio' (Benefit), 'Valore' (Value), and 'Unità' (Unit). The data is presented in a structured, tabular format with numerical values and units.

Fig. 22 - Quantificazione dei benefici ambientali diretti (estratto) / *Quantification of direct environmental benefits (extract)* (Source: Authors' Elaboration).

The figure consists of three tables, each representing a different level of indirect environmental benefit quantification. Each table has four columns: 'Beneficiario' (Beneficiary), 'Beneficio' (Benefit), 'Valore' (Value), and 'Unità' (Unit). The data is presented in a structured, tabular format with numerical values and units.

Fig. 23 - Quantificazione dei benefici indiretti (estratto) / *Quantification of indirect environmental benefits (extract)* (Source: Authors' elaboration).

cycles and motorcycles), mainly proposed for the Rogoredo-Corvetto-Lodi-Romana axis; second level ones, consisting of trees and bio-basins (built with different tree species capable of intercepting the flow of water and producing a screening that can absorb air pollutants from road traffic) and cycle-pedestrian paths at the border of the sidewalks, proposed along the Toffetti-Sulmona-Bacchiglione-Ortles axis; and, the third level ones, consisting of tree-lined rows supporting cycle-pedestrian paths connecting the radial and tangential system. For the first and second level infrastructures, standard sections have been designed and the project quantities were preliminarily calculated. To support the system of parks and gardens, the master plan includes a belt park: a new green infrastructure connecting the Porto di Mare park to Via Ripamonti, also implementing the environmental naturalistic system located near the Nosedo treatment plant, with the innovative and inclusive agriculture experiences of the OpenAgri project.

A quantitative assessment of the environmental benefits of the planned GI was developed both at the level of the master plan and of individual pilot projects. With respect to the project purposes, some of the most significant ecosystem regulation services have been considered and measured: reduction of air pollutants, reduction of runoff, reduction of temperature (in terms of reduction of electricity used for air conditioners) and those related to contrast climate change (reduction of CO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>e). To measure the indicators, a set of values associated to the NBS forming the green infrastructure of the project, was constructed and used (Fig. 21). With respect to the reduction of air pollutants and the capture of CO<sub>2</sub>, models (UFORE) developed through specific software (i-Tree and i-Tree Design) were applied. The findings contributed to the production of table values defined according to a time scale of growth of trees. With regards to the water retention capacity of the bio-basins, an average runoff index of 0.6 was assumed, while for the air pollutants reduction, the values expressed by the Forest Service Tree Guides were used, considering the bio-basin enriched with low and medium stem shrubs. Once defined the preliminary quantities regarding the three categories of GI (first and second level and, belt park), the environmental benefits were quantified. The algorithms employed for the quantification are those proposed by the Center for Neighborhood Technology (CNT), to assess the value of ecosystem services associated with green infrastructures in urban areas. Compared to all the algorithms proposed in the publication *The Value of Green Infrastructures*, those concerning the determination of the direct and indirect (economic) environmental benefits deriving from tree planting and the construction of bio-basins (bioswales) have been selected. The indicators used (Figg. 22 and 23) concerned the rainwater interception, the air pollutants reduction (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and PM10) and the capture of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>).



### 2.3 DESIGN EXPERIMENTATIONS ON OPEN PUBLIC SPACE: DEMONSTRATION PROJECTS

The demonstration projects pertain to four areas identified for their distinctive relevance within the Sub-area, all located within the Lodi-Corvetto District, notably (Fig. 24):

- Area of urban transformation - Rogoredo-Toffetti;
- Homogeneous neighbourhood - San Luigi neighbourhood;
- Node-Axe - Rogoredo-overpass-Piazzale Corvetto;
- Axe - Viale Brenta;

for each of which site-specific analyses have been developed, with explorations relating to urban, environmental, social and usability characteristics, with the purpose of defining and quantifying the criticalities relating to the hazards pinpointed (heat island; atmospheric pollution; water; climate change/CO<sub>2</sub>eq) and the usability and accessibility objectives. The hypotheses were defined at the technological, environmental and material level, and finally evaluated by quantifying the achievable benefits, in terms of adaptive response and urban regeneration. The pilot projects, while referring to the complex system of SSP (Systems of Public Spaces), transcend the taxonomy above described, underlining the complexity of the relationships that support the construction of urban space.

### 2.3 SPERIMENTAZIONI PROGETTUALI SULLO SPAZIO PUBBLICO APERTO: PROGETTI DIMOSTRATORI

I progetti dimostratori interessano quattro ambiti individuati per la loro particolare rilevanza all'interno della Subarea, tutti collocati all'interno del Distretto Lodi-Corvetto, e precisamente (Fig. 24):

- Ambito di trasformazione - Rogoredo-Toffetti;
- Quartiere omogeneo - quartiere San Luigi;
- Nodo-Asta - Rogoredo-cavalcavia-piazzale Corvetto;
- Asta - viale Brenta;

per ognuno dei quali sono state sviluppate analisi *site-specific*, con approfondimenti relativi alle caratteristiche urbane, ambientali, sociali e fruibili dello spazio pubblico, al fine di definire e ove possibile quantificare le criticità relative agli *hazard* individuati (isola di calore; inquinamento atmosferico; acque; *climate change*/CO<sub>2</sub>eq) e agli obiettivi di fruibilità e accessibilità. Le ipotesi progettuali sono state definite a livello di soluzioni tecnologico-ambientali, tecniche e materiche, anche con la comparazione di possibili alternative, e infine valutate quantificando i benefici conseguibili, in termini di risposta adattiva e di rigenerazione urbana.

I progetti dimostratori (*pilot project*), pur riferiti al sistema complesso di SSP (Sistemi di Spazi Pubblici), valicano la tassonomia descritta puntualmente nei paragrafi precedenti, sottolineando la complessità delle relazioni che sorreggono la costruzione dello spazio urbano.

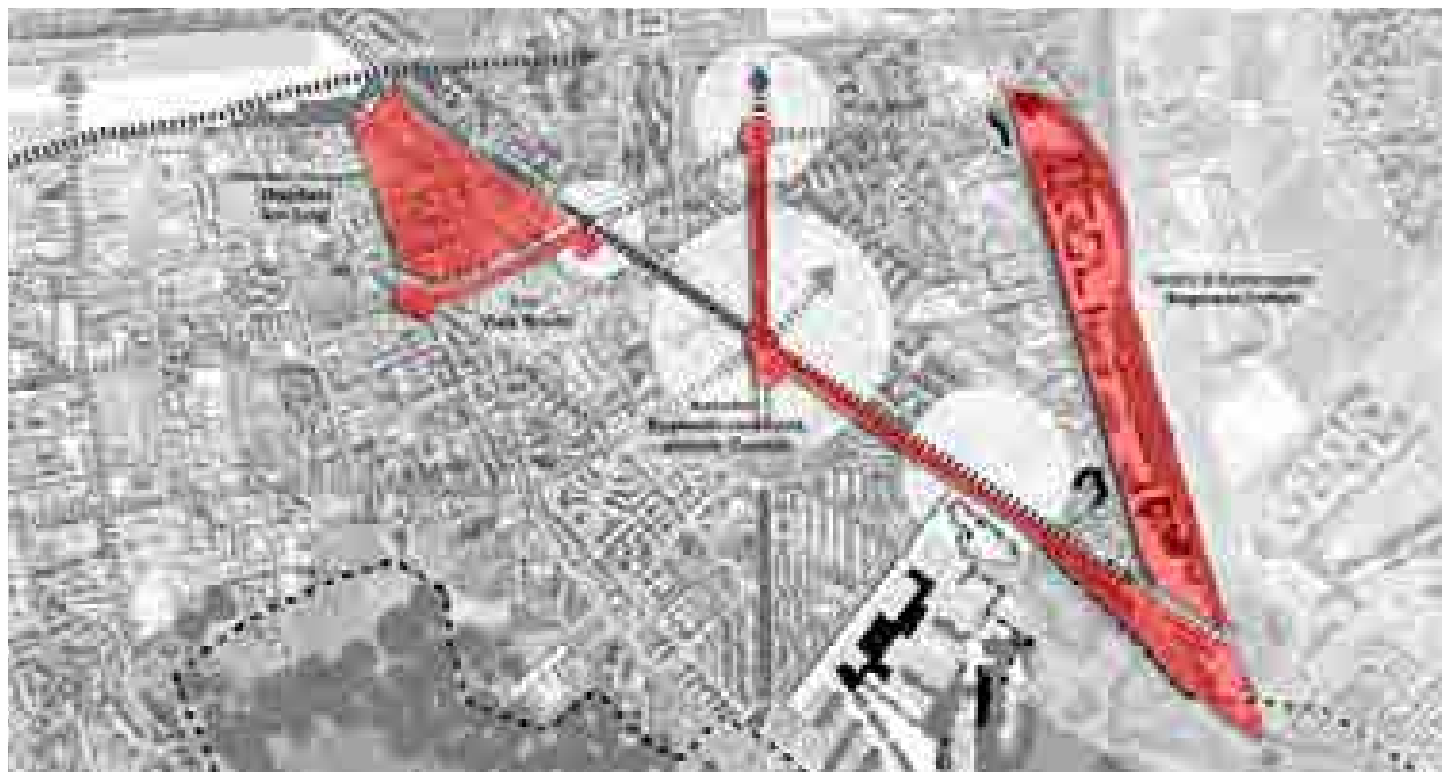


Fig. 24 - Masterplan con l'identificazione dei progetti pilota / Master plan with detection of pilot projects (Source: Authors' elaboration).



### 2.3.1 Ambito di trasformazione: Rogoredo-Toffetti

Il comparto, che comprende lo scalo ferroviario dismesso e l'Ambito di trasformazione urbana Toffetti (poi riclassificato dal PGT vigente come Ambito di rigenerazione urbana), è definito a nord dal percorso viabilistico in sottopassaggio che mette in collegamento l'area del mercato ortofrutticolo e i sistemi residenziali e misti al di là della ferrovia, e - verso sud - dal piazzale della stazione di Rogoredo e degli adiacenti edifici di proprietà dell'ANAS. Il margine est è segnato dall'asta ferroviaria mentre quello a ovest è segnato dalla stessa via Toffetti.

Attualmente l'area è caratterizzata da bassissimi livelli di qualità urbana e fruitiva, per la presenza di numerose criticità fisico-spaziali e sociali connesse in prevalenza alla permanenza di aree e edifici degradati in abbandono e di manufatti produttivi. La proposta formulata interessa complessivamente circa 110.000 mq e l'area dello scalo con gli eterogenei tessuti insediativi che vi si affacciano.

Il progetto prevede un disegno del verde e degli spazi pubblici lungo la via, in

### 2.3.1 Area of transformation: Rogoredo-Toffetti

The sector, that encompasses the disused railway yard and the Toffetti urban transformation area, is outlined to the North by the road pathway underpass that connects the Ortomeccato and the residential and mixed systems beyond the railway, and - to the South - from the forecourt of the Rogoredo station and the adjacent buildings owned by ANAS. The East border is marked by the railway axe, while the one to the West is marked by Via Toffetti itself.

The area is characterized by low levels of urban quality, due to several physical-spatial and social criticalities mainly connected to the presence of degraded areas and buildings in abandonment. The proposal affects overall about 110,000 sqm and the layover area with the heterogeneous settlement fabrics that overlook it.

The project includes a design of greenery and public spaces



Fig. 25 - Prima ipotesi di progetto per l'area di via Toffetti / First project hypothesis for the Via Toffetti area (Source: Drafting in collaboration with Urban Curator TAT association).



Fig. 26 - Ottimizzazione delle strategie ambientali per l'ambito di via Toffetti / *Optimization of environmental strategies for the Via Toffetti area* (Source: Elaboration by Nora Oquendo).

continuità dalla piazza della stazione di Rogoredo fino all'incrocio a nord con via Sulmona. Una seconda fascia a verde (percorso ciclopedonale e consistenti filari di alberature) ridefinisce la via nel rapporto con le nuove volumetrie residenziali, localizzate secondo un principio di concentrazione fondiaria, preservando oltre il 50% delle superfici a verde filtrante di uso pubblico, con uno sviluppo articolato in una serie di semi-corti in successione lineare (con destinazione residenziale e terziaria e una piccola quota commerciale di vicinato) e manufatti in linea a prevalente sviluppo verticale, localizzati al margine del parco lineare. Per la riqualificazione del *brownfield* dell'ex scalo ferroviario di Rogoredo, che presenta una estensione di circa 2 ettari ed è caratterizzato dalla presenza di edifici produttivi in gran parte dismessi; sono previsti il mantenimento del 60% di superficie a verde, il 30% della quale a "verde profondo" e azioni di forestazione per circa 3 ettari nella fascia nord (UCTAT, 2017).

Questa prima proposta progettuale (Fig. 25) è stata poi verificata e implementata attraverso l'applicazione di soluzioni basate sulla natura (Figg. 26 e 27), quantificandone le relative prestazioni al fine di ottimizzare i benefici ambientali generati. Con riferimento alle NBS, viene prevista la piantumazione di 1.479 alberi di diverse specie arboree (*Acer Platanoides*, *Carpinus Betulus*, *Prunus Serrulata*, *Tilia x europaea*, *Calodendrus Decurrens*) e la realizzazione di manufatti edilizi caratterizzati da coperture e facciate verdi, per una superficie complessiva di tetti verdi pari a 10.338,81 mq.

Le alberature, quasi tutte decidue, progettate in funzione di un efficace ombreggiamento, appartengono a 22 specie rispetto ai 10 generi mediamente presenti nell'area di Milano. Le simulazioni elaborate con il software *i-Tree Design* hanno supportato il posizionamento delle alberature, scelte di tre anni di età con un diametro del tronco di 10 cm, nei differenti contesti (parco/strada, esposizione sole/ombra).

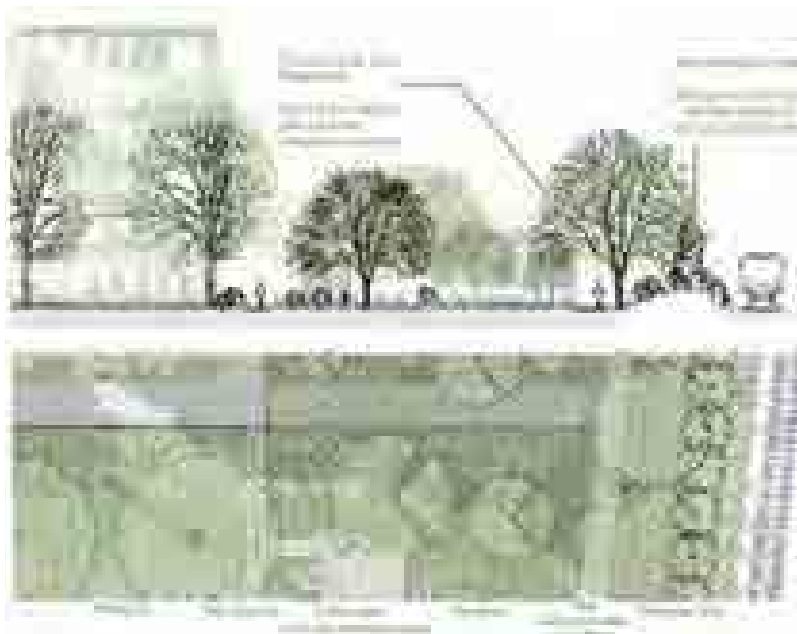


Fig. 27 - Sezione trasversale / Cross section (Source: Elaboration by Nora Oquendo).

along the street, in continuity from the Rogoredo station to the Northern intersection with Via Sulmona. A second green belt re-shapes the street in the ratio with the new residential volumes, located according to a principle of land concentration, retaining over 50% of the filtering green surfaces for public use, with a development divided into a number of semi-courtyards in linear succession and in-line structures with a prevalently vertical development, located on the border of the linear park. For the redevelopment of the former Rogoredo railway yard brownfield, which has an extension of about 2 hectares and features the presence of mostly abandoned production buildings; the preservation of 60% of the green area, 30% of which in "deep green" and forestation works for about 3 hectares in the North are planned (UCTAT, 2017).

This initial project proposal (Fig. 25) has then been assessed and implemented through the application of nature-based solutions (Figg. 26 and 27), by quantifying their performance, with the purpose of maximising the environmental benefits generated. With regards to the NBS, the planting of 1,479 trees and buildings with green roofs and facades, for an overall area of green roofs amounting to 10,338.81 sqm. The trees, almost entirely deciduous, designed for shading, belong to 22 species compared to the 10 generally found in Milan. The simulations processed with the *i-Tree Design* software supported the positioning of the trees, chosen of three years of age with a trunk diameter of 10 cm, in the different contexts (park/road, sun/shade exposure).

The quantification of the benefits generated by the new plant-



Fig. 28 - Quantificazione dei benefici ambientali del masterplan ottimizzato / Quantification of the optimized master plan environmental benefits (Source: Elaboration by Nora Oquendo).

ings and green roofs also included the capacity to intercept rainwater for the runoff reduction (stormwater runoff reduction) and the capacity to capture air pollutants (air pollutants reduction). Based on an average annual rainfall values for Milan of 830.4 mm (ISTAT, 2018), with the use of the i-Tree software and tabular values, the ability to intercept the rainfall of the arboreal heritage, of retention and infiltration systems (bio-basins) and green roofs, has been quantified.

With reference to plantings, the capture capacity of the main air pollutants has been assessed through i-Tree software. The quantifications concerned the annual capture capacity of the arboreal heritage with an age of 3-5 years and/or a trunk diameter of 10 cm, with an age of 10 years and a quantification of the capture of air pollutants over 20 years (Fig. 28).

Furthermore, indicators concerning the contrast to climate change were also taken in consideration by quantifying the CO<sub>2</sub> directly captured and that avoided (CO<sub>2</sub>eq) employing NBS.

### 2.3.2 Homogeneous neighbourhood: San Luigi neighbourhood

The San Luigi district is characterized by a predominantly residential vocation, with a building fabric of historical matrix clustered around the nineteenth-century church of San Luigi Gonzaga. This area has its own identity and recognizability, as well as a very favourable location due to its high accessibility and proximity to service and commercial facilities along the adjacent Corso Lodi. The building density is rather consistent, with buildings along streets with a relatively small section and towards the square, the heart of the neighbourhood life. The main weaknesses, that also emerged from public consultations with the Municipality and local associations, concerned the pervasive presence of cars parked along the streets and in the square, and the lack of greenery.

The analyses on the traffic have highlighted consistent flows and congestion instances that exacerbate the environmental conditions of the users of the square and sidewalks; environmental stress further intensified by the morphology of the built structure (urban canyon)<sup>6</sup>. The analyses concerning the various

<sup>6</sup> The urban canyon, which represents a common morpho-typological condition of the city, is defined as the ratio between the height of the curtained buildings on the road and the width of the road (Pugh et al., 2012). It is generally considered urban canyon” when the ratio is greater than 0.5. Precisely because of its geometry, the urban canyon represents the portion of the city where the phenomenon of the high concentration of air pollutants is particularly evident and perceptible. The combination of the vertical and horizontal elements, mentioned above, strongly limits the air turbulence, retaining air pollutants. The factors that influence the functioning of the urban

La quantificazione dei benefici prodotti dalle nuove piantumazioni e coperture verdi ha riguardato anche la capacità di intercettazione delle acque piovane a favore della riduzione del runoff (stormwater runoff reduction) e la capacità di sequestro di inquinanti aerei (air pollutants reduction). A partire da un valore medio annuale di precipitazioni per Milano pari a 830,4 mm (ISTAT, 2018), con l’impiego del software i-Tree e di valori tabellari, è stata quantificata la capacità di intercettazione delle precipitazioni del patrimonio arboreo, dei sistemi di ritenzione e infiltrazione (biobacini) e delle coperture verdi.

Sempre con riferimento alle piantumazioni, attraverso il software i-Tree sono state valutate le capacità di sequestro dei principali inquinanti aerei. Anche in questo caso le quantificazioni hanno riguardato la capacità di sequestro annuale del patrimonio arboreo con una età di 3-5 anni e/o un diametro del tronco di 10 cm, la capacità di sequestro annuale del patrimonio arboreo con un’età di 10 anni e una quantificazione dei sequestri di inquinanti aerei in 20 anni (Fig. 28).

Inoltre, sono stati considerati anche gli indicatori riguardanti il contrasto al climate change attraverso la quantificazione della CO<sub>2</sub> direttamente sequestrata e di quella evitata (CO<sub>2</sub>eq) dall’utilizzo delle soluzioni basate sulla natura.

### 2.3.2 Quartiere omogeneo: quartiere San Luigi

Il quartiere San Luigi si caratterizza per una vocazione prevalentemente residenziale, con un tessuto edilizio di matrice storica aggregatosi attorno all’ottocentesca chiesa di San Luigi Gonzaga e alla omonima piazza. Questo ambito urbano è dotato di una sua precisa identità e riconoscibilità, e ha una localizzazione molto favorevole per l’elevata accessibilità e la prossimità di strutture di servizio e commerciali lungo l’adiacente corso Lodi. La densità edilizia è abbastanza consistente, con edificazioni in cortina lungo vie dalla sezione stradale piuttosto ridotta (a uno o due sensi di marcia) e verso la piazza, fulcro della vita del quartiere. Le principali criticità, emerse anche nel contesto di consultazioni pubbliche e di momenti di confronto con la Municipalità e le associazioni locali, hanno riguardato la pervasiva presenza delle automobili parcheggiate lungo le strade e nella piazza, spesso anche con occupazioni improprie, e la carenza di verde, limitato a ridotte aree interstiziali in corrispondenza di arretramenti dell’edificato.

Le analisi eseguite sul traffico hanno evidenziato flussi consistenti e situazioni di congestione che aggravano le condizioni ambientali dei fruitori della piazza e dei marciapiedi, stress ambientale ulteriormente aggravato dalla morfologia del costruito (canyon urbano)<sup>6</sup>. Le analisi relative alle diverse conformazioni del canyon urbano, anche in relazione alla direzione prevalente dei venti, hanno fatto

<sup>6</sup> Il canyon urbano, che rappresenta una comune condizione morfo-tipologica della città, è definito come rapporto tra altezza degli edifici a cortina insistenti sulla strada e larghezza della strada (Pugh et al., 2012). Generalmente viene considerato canyon urbano quando il rapporto è maggiore di 0,5. Proprio a causa della sua geometria, il canyon urbano rappresenta la porzione di città dove il fenomeno dell’alta concentrazione di inquinanti aerei è particolarmente evidente e percepibile. La combinazione degli elementi verticali e orizzontali, sopracitati, limita fortemente la turbolenza dell’aria, trattenendo gli inquinanti aerei. Tra i fattori che influenzano il funzionamento del canyon urbano si considerano la geometria, la velocità e la direzione del vento, la modalità di dispersione degli inquinanti e la densità degli edifici.



Fig. 29 - Analisi delle geometrie dei differenti canyon urbani di via Don Bosco / *Analysis of the geometries of the different urban canyons of Via Don Bosco* (Source: Elaboration by Federica Donadoni).

emergere una sommatoria di condizioni che determinano concentrazioni alte di inquinanti aerei potenziali (Fig. 29).

All'interno del quartiere, via Don Bosco è stata identificata come ambito di approfondimento progettuale a fronte di diverse considerazioni:

- è la via principale, con una estensione di circa 500 metri, la più lunga del quartiere e ne collega le due estremità;
- l'intersezione della via con piazza San Luigi, fulcro del quartiere, dove affaccia l'omonima chiesa, viene utilizzata come un parcheggio; l'indagine svolta tra i residenti ha fatto emergere l'esigenza di restituire questo luogo alla fruizione collettiva;
- la sezione stradale ha una larghezza molto ridotta, che limita fortemente il numero e la tipologia di *green infrastructure* insediabili;
- la *mixité* della via, con la presenza di edifici costruiti in periodi storici differenti e dunque realizzati con tecniche costruttive differenti, permette l'applicazione di diverse NBS, dando continuità alla via e rendendola al tempo stesso dinamica e articolata;
- lungo la via vi è un limitato transito veicolare (circa 500 veicoli/h), ma il congestionamento è alto per le difficoltà di immissione nelle principali arterie del contesto.

Via Don Bosco è stata divisa in tre segmenti all'interno dei quali individuare i caratteri prevalenti, analizzati al fine di identificare le NBS più indicate.

Il primo tratto parte dall'intersezione con viale Brenta e arriva fino all'interse-

conformations of the urban canyon, also in relation to the prevailing wind direction, have revealed an aggregate of conditions that determine high concentrations of air pollutants (Fig. 29).

Via Don Bosco has been pinpointed as an area of design in-depth analysis in light of various considerations:

- it is the main street, with an extension of about 500 meters, the longest in the neighbourhood and connects its two ends;
- the intersection with Piazza San Luigi, the hub of the neighbourhood, is used as a parking lot;
- the road section has a very reduced width, which severely limits the amount and type of GI that can be installed;
- the *mixité* of the street, with the existence of buildings built in different historical periods and, therefore, built with various construction techniques, allows the application of varied NBS, providing continuity to the street and making it dynamic and articulated at once;
- along the road there is limited vehicular transit (about 500 vehicles/h), however, congestion is present and high.

Via Don Bosco has been divided into three segments within which to determine the prevailing characters, analysed in order to establish the most suitable NBS.

The first section starts from the intersection with Viale Brenta and reaches the intersection with Via Breno. There's a predominance of recent/modern buildings here, featuring a punctiform bearing structure in concrete and higher heights than those found elsewhere in the district. The fronts lack any valuable elements. The roofs are mostly flat and not usable. The street is a one-way street, with a 15-metre size, with parking lots and sidewalks along both sides. The second section starts from the intersection with Via Breno and reaches Piazza San Luigi. Here the buildings date back to the late twentieth century, have

canyon include geometry, wind speed and direction, the mode of dispersion of pollutants and the density of buildings.



Fig. 30 - Studio dei possibili impieghi di NBS sulle facciate degli edifici / *Study of the potential uses of NBS on building facades* (Source: Elaboration by Federica Donadoni).



	1	2	3	4	5
<b>Benefici</b>					
1. Ottimizzazione	Basso	Alto	Alto	Alto	Alto
2. Cultura del progetto	Basso	Medio	Alto	Alto	Alto
3. Rafforzamento del sito	Basso	Basso	Alto	Alto	Alto
4. Risposta alle esigenze del progetto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
5. Sostenibilità	Basso	Alto	Alto	Alto	Alto
6. Flessibilità	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
<b>Costi</b>					
1. Materiali	Basso	Medio	Alto	Alto	Alto
2. Manodopera	Basso	Medio	Alto	Alto	Alto
3. Manutenzione	Basso	Medio	Alto	Alto	Alto

Fig. 31 - Edifici moderni. Studio delle alternative metaprogettuali e dei possibili costi di realizzazione / *Modern buildings. Study of meta-project alternatives and possible implementation costs* (Source: Elaboration by Federica Donadoni).

zione con via Breno. Qui prevale un'edilizia recente/moderna, caratterizzata da struttura portante puntiforme in calcestruzzo e da altezze superiori a quelle riscontrabili in altri punti del quartiere. I fronti non presentano elementi di pregio. I tetti sono perlopiù piani e non fruibili. La strada è a senso unico, ha una dimensione di 15 metri, con parcheggi e marciapiedi lungo entrambi i lati. Il secondo tratto parte dall'intersezione con via Breno e arriva fino a piazza San Luigi. Qui gli edifici risalgono alla fine del Novecento, hanno una struttura portante in mattoni e presentano elementi di pregio come intonaci ed elementi in cemento decorativo, bugnato ed elaborate balaustre in ferro. I tetti sono perlopiù inclinati, in coppi. La sezione stradale rimane invariata rispetto al tratto già descritto. Il terzo tratto parte da piazza San Luigi e arriva fino all'intersezione con corso Lodi. Qui gli edifici perdono le caratteristiche di pregio che caratterizzavano l'intervallo precedente, lasciando spazio a situazioni di scarsa qualità: manufatti inutilizzati, facciate cieche o destinate all'affissione di pubblicità. I tetti sono prevalentemente inclinati, in coppi. La sezione stradale scende a 11 metri, con marciapiede su entrambi i lati e parcheggi collocati solo su un lato<sup>7</sup>.

Le alternative progettuali proposte hanno operato attraverso l'introduzione di tetti e facciate verdi, nonché soluzioni verdi applicate al livello del suolo (Perini, 2013). Più nel dettaglio, sulla base delle tipologie di manufatti edilizi prospicienti sulla via e delle tipologie di spazi pubblici, sono state individuate 9 tecnologie applicabili: PV1 "LWS - pannelli contenenti substrato organico", PV2 "LWS - pannelli integrati con substrato inorganico 1", PV3 "LWS - pannelli integrati con substrato inorganico 2", applicabili alle facciate cieche, PV4 "Facciata verde diretta", PV5 "Facciata verde indiretta", PV6 "Facciata verde indiretta con elementi contenitori sull'involucro", PV7 "Facciata verde indiretta con elementi contenitori alla base", applicabili sulle facciate di edifici di fine Novecento; PV8 "Facciata verde indiretta con elementi contenitori su sbalzo", PV9 "Facciata verde indiretta su sbalzo", applicabili su facciate di edifici moderni. Con riferimento alle coperture verdi, sono state invece individuate 5 tecnologie impiegabili: TV1 "Intensivo pesante", TV2 "Intensivo leggero", TV3 "Estensivo", TV4 "Estensivo (su coperture inclinate)", TV5 "Intensivo leggero (su coperture inclinate)". Infine, per le soluzioni verdi impiegabili al livello del suolo, vengono individuate come impiegabili nell'ambito di studio 4 tecnologie: VS1 "Piantumazione di alberi", VS2 "Pavimentazione permeabile", VS3 "Bacino biologico ad angolo" e VS4 "Bacino biologico continuo" (Fig. 30).

In questo caso studio non è stata misurata l'efficacia delle soluzioni in termini di assorbimenti degli inquinanti aerei, ma è stata valutata l'incidenza delle alternative, al fine di sistematizzare e ottimizzare le scelte all'interno di un modello metaprogettuale (comparazione delle soluzioni rispetto ai benefici e ai costi di realizzazione). I benefici considerati sono: ombreggiamento, cattura degli inquinanti, raffrescamento degli edifici, riduzione del deflusso delle acque piovane, biodiversità e fruizione estetica. I costi considerati sono: montaggio, manutenzione e smaltimento (Fig. 31).

*a load-bearing brick structure and feature valuable elements, such as plaster and decorative concrete elements, convoluted and elaborate iron balustrades. The roofs are mainly sloping, in tiles. The road section is constant. The third segment starts from Piazza San Luigi and reaches the intersection with Corso Lodi. Here the buildings lose the valuable features of the previous section. The road section drops to 11 metres, with pavement on both sides and parking spaces located on one side only<sup>7</sup>.*

*The design alternatives proposed have performed through the introduction of green roofs and facades, including green solutions applied at ground level (Perini, 2013). More specifically, based on the types of buildings facing the street and the types of public spaces, 9 technologies have been identified: PV1 "LWS - panels containing organic substrate", PV2 "LWS - integrated panels with inorganic substrate 1", PV3 "LWS - integrated panels with inorganic substrate 2", applicable to blind facades; PV4 "Direct green façade", PV5 "Indirect green façade", PV6 "Indirect green facade with container elements on the casing", PV7 "Indirect green facade with container elements at the base", applicable on the facades of late twentieth century buildings; PV8 "Indirect green facade with container elements on cantilever", PV9 "Indirect green facade on cantilever", applicable on the facades of modern buildings. Regarding, instead, green roofs, 5 technologies have been identified that can be used: TV1 "Heavy intensive", TV2 "Light intensive", TV3 "Extensive", TV4 "Extensive (on sloping roofs)", TV5 "Light intensive (on sloping roofs)". For green solutions that can be employed at ground level, 4 technologies are identified as being usable in the study: VS1 "Tree planting", VS2 "Permeable pavement", VS3 "Angular biological basin" and VS4 "Continuous biological basin" (Fig. 30).*

*In this case study, the effectiveness of the solutions in terms of absorption of air pollutants was not measured, however, the incidence of alternatives was assessed, in order to systematise and optimise the options within a metaproject model (comparison of solutions with respect to the benefits and costs of implementation). The benefits in question are: shading, capture of pollutants, cooling of buildings, reduction of rainwater runoff, biodiversity and aesthetic enjoyment. The costs considered are: assembly, maintenance and disposal (Fig. 31).*

<sup>7</sup> Cfr. Donadoni Federica (2018), "Strategie ambientali per la mitigazione del canyon urbano: il caso di via Don Bosco a Milano", tesi di Laurea magistrale, relatore Oscar Eugenio Bellini, correlatore Davide Cerati, Politecnico di Milano.

<sup>7</sup> See Donadoni Federica (2018), "Environmental strategies for urban canyon mitigation: the case of Via Don Bosco in Milan", Master's Degree thesis, supervisor Oscar Eugenio Bellini, co-supervisor Davide Cerati, Politecnico di Milano.



### 2.3.3 Node-Axis: Rogoredo-overpass-Piazzale Corvetto

The testing field concerned the roadway sliding axis in urban penetration from the motorway and the ring road, in the section between Piazzale Corvetto and the Rogoredo station; this is a considerably relevant axe, along which stand significant development interventions for directional and commercial use, that - along with the station itself - will play an important role with respect to the flows induced by the 2026 Winter Olympics (UCTAT, 2020).

Between Piazzale Corvetto and Rogoredo, an extension of the boulevard solution of Corso Lodi has been proposed, a "green axe" that reconnects the city to the Parco Agricolo Sud Milano, with restoration of some intersections, as distinctive points reclaimed for pedestrian use: the square of the Rogoredo station, the access to Porto di Mare and Piazzale Corvetto (Figg. 32a and 32b).

The project predicts the recovery of the Corvetto overpass, as a road surface taken from cars, consistent with the provisions of the planning reports for the evolution of mobility in Milan (Fig. 33). Thus, an integrated and interconnected system of green spaces and paths for soft mobility has been redefined, improving the environ-

### 2.3.3 Nodo-Asta: Rogoredo-cavalcavia-piazzale Corvetto

L'ambito di sperimentazione ha riguardato l'asse di scorrimento viabilistico in penetrazione urbana dall'Autostrada e dalla Tangenziale, nella tratta tra piazzale Corvetto e la stazione di Rogoredo; si tratta di un'asta di notevole rilevanza, lungo la quale si attestano importanti interventi di sviluppo a destinazione direzionale e commerciale, che - con la stessa stazione - giocheranno un ruolo importante rispetto ai flussi indotti dalle Olimpiadi invernali del 2026 (UCTAT, 2020).

Nel tratto tra piazzale Corvetto e Rogoredo, viene proposto il prolungamento del *boulevard* già realizzato lungo corso Lodi, dando forma a un'unica "asta verde" che riconnette la città consolidata al Parco Agricolo Sud Milano, con puntuali interventi di riqualificazione di alcuni nodi di intersezione con altri assi rilevanti, quali punti riconoscibili riappropriati alla fruizione pubblica pedonale: la piazza della stazione di Rogoredo, l'accesso a Porto di Mare e piazzale Corvetto (Figg. 32a e 32b).

Il progetto prevede il recupero all'uso pubblico del cavalcavia Corvetto, quale sedime stradale sottratto alle auto, in coerenza con quanto previsto nei documenti programmatori per l'evoluzione della mobilità in Milano (Fig. 33). Si è così ridefinito un sistema integrato e interconnesso di spazi verdi e di percorsi per la mobilità dolce, innalzando la qualità ambientale e fruitiva dello spazio pubblico e risolvendo le attuali difficoltà di attraversamento pedonale. Il nodo Corvetto torna

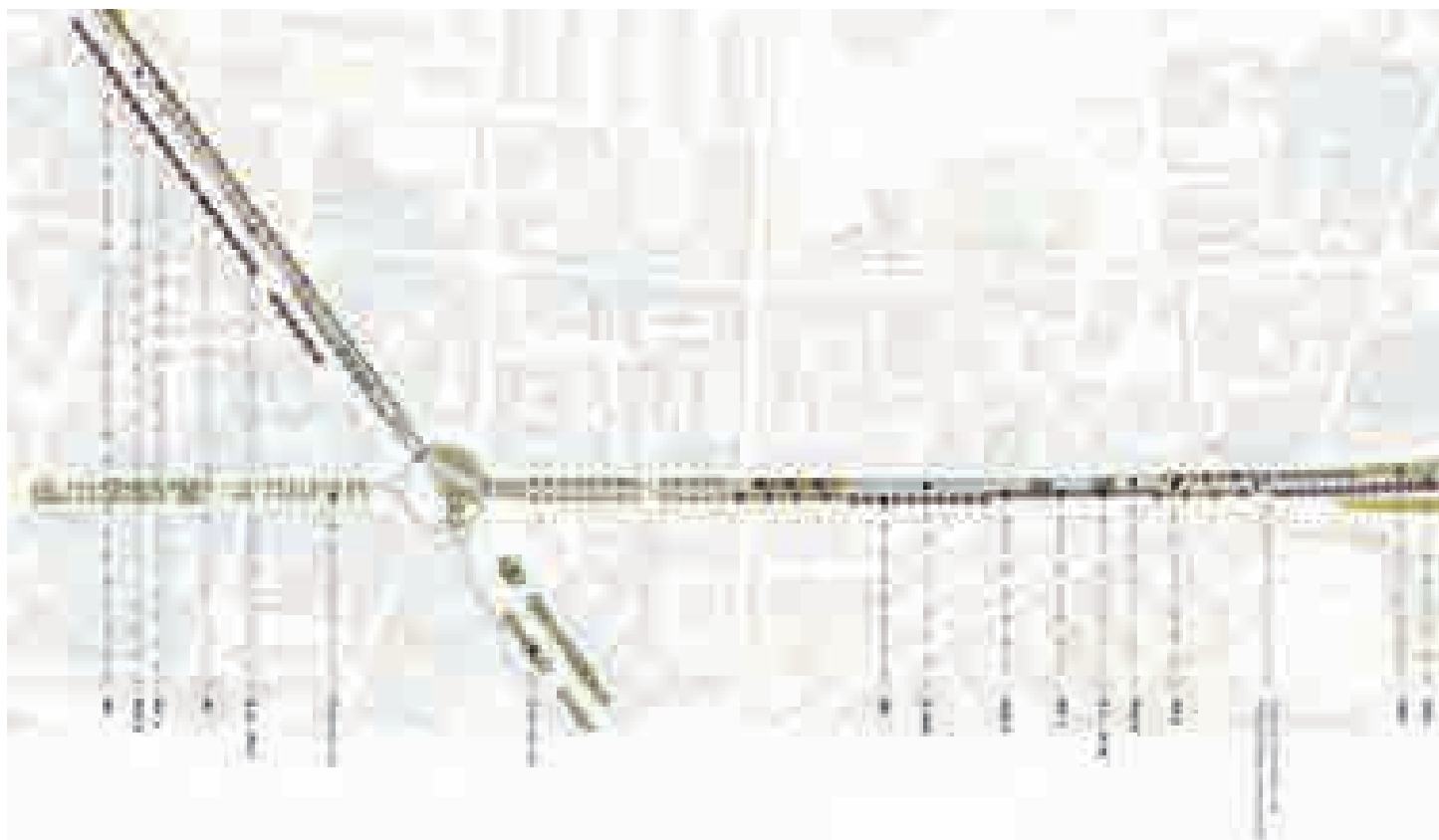


Fig. 32a - Masterplan della riqualificazione del Nodo-Asta Rogoredo-cavalcavia-piazzale Corvetto / Master plan for the redevelopment of the Node-Axis of Rogoredo-overpass-Piazzale Corvetto (Source: Elaboration by Ala Firouzan).





Fig. 32b - *Masterplan della riqualificazione del Nodo-Asta Rogoredo-cavalcavia-piazzale Corvetto / Master plan for the redevelopment of the Node-Axis of Rogoredo-overpass-Piazzale Corvetto* (Source: Elaboration by Ala Firouzan).

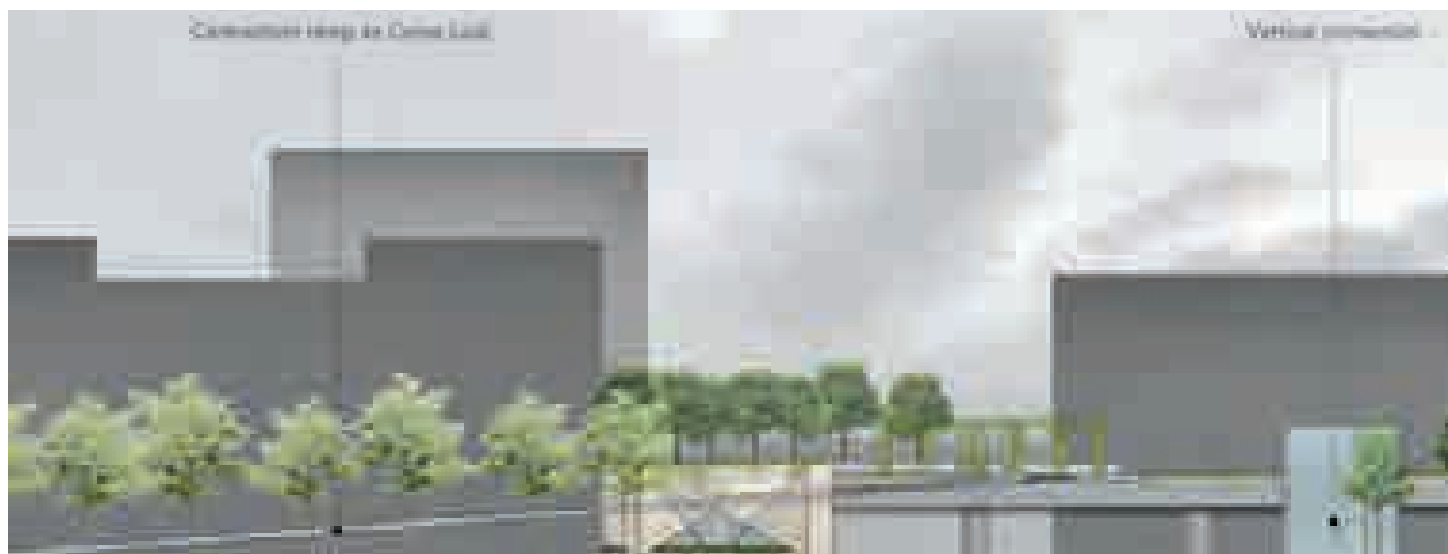


Fig. 33 - *Sezione su piazzale Corvetto / Section on Piazzale Corvetto* (Source: Elaboration by Ala Firouzan).

mental and usability quality of the public space. The Corvetto node returns to its initial layout consisting of a large tree-lined square and infrastructure, with services related to the interchange function. The widening of the sidewalks supports the preservation of commercial activities, with the possibility of placing *dehors* and equipment for outdoor parking. Also, the overpass section is re-configured with new trees and flower-beds, a cycling path and new parking spaces (Fig. 34).

The wide road junction in front of the Rogoredo station, with several weaknesses both fruitive and environmental, is bypassed by a cycle-pedestrian path connecting the square and the Rogoredo site, solving as well substantial unsafety (real and perceived) issues, the interference between vehicular and pedestrian mobility and the low environmental quality of the spaces. The proposal includes the rearrangement of the accessibility system, with the pedestrianization of the area in front of the station and a reorganisation of local public transport. In the resettlement of the public space an overall increase in the green areas is envisaged, aimed at preventing the runoff from rainwater; the NBS used include tree planting, natural retention and infiltration systems; additionally, the installation of solar panels on urban furniture is also envisaged.

The environmental benefits have been estimated over a 20-year period and pertain electric energy conservation for cooling, the interception of rainwater and the consequential reduction of runoff, the reduction of air pollutants and CO<sub>2</sub>. Indirect benefits have also been quantified (parametric economic evaluation). The data p are comprehensive of NBS and solar panels (Fig. 35).

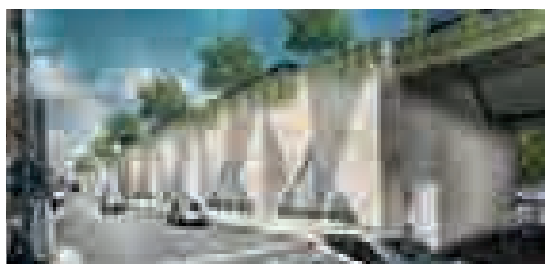


Fig. 34 - Prima e dopo l'intervento / *Before and after the intervention* (Source: Elaboration by Ala Firouzan).

ad assumere il suo impianto originario di grande piazza alberata e infrastruttura con servizi legati alla funzione di interscambio. L'allargamento dei marciapiedi favorisce il mantenimento delle attività commerciali, con la possibilità di collocare *dehors* e attrezzamenti per la sosta all'aperto. Anche la tratta del cavalcavia è riconfigurata con nuove alberature e aiuole, una pista ciclabile e nuovi spazi protetti per la sosta (Fig. 34).

L'ampio snodo viabilistico antistante la stazione di Rogoredo, che presenta molteplici criticità sia fruttive che ambientali, viene scavalcato da un percorso ciclopodonale di connessione tra la piazza e il sedime di Rogoredo, risolvendo anche i rilevanti problemi di insicurezza (reale e percepita), interferenze tra mobilità veicolare e pedonale e la bassa qualità ambientale degli spazi. La proposta prevede il riassetto del sistema dell'accessibilità e dei transiti veicolari, con la completa pedonalizzazione dello spazio antistante la stazione e una riorganizzazione del trasporto pubblico locale. Nella sistemazione dello spazio pubblico è previsto un complessivo incremento delle aree semi-permeabili e permeabili a verde, finalizzato a prevenire a livello locale la formazione dei deflussi superficiali provenienti dalle acque pluviali in occasione di eventi acuti; le NBS impiegate consistono in piantumazioni arboree, realizzazione di superfici permeabili e sistemi naturali di ritenzione e infiltrazione; è inoltre prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici su arredi urbani.

I benefici ambientali sono stati quantificati nell'arco temporale di 20 anni e riguardano il risparmio di energia elettrica per raffrescamento, l'intercettazione delle acque piovane e la conseguente riduzione del *runoff*, la riduzione di inquinanti aerei e di CO<sub>2</sub>. Sono stati quantificati anche i benefici indiretti (valutazione economica parametrica dei costi evitati).

I dati che si riportano di seguito sono complessivi, considerando quindi l'insieme di NBS applicate nonché l'impiego di pannelli fotovoltaici (Fig. 35)

#### 1) Water:

Total runoff reduced: **468752591 (l)**

#### 2) Air quality:

Total CO reduction: 23807.738 (kg)

Total PM10 reduction: 2649.7577 (kg)

Total NO2 reduction: 60097.3987 (kg)

Total SO2 reduction: 1797.15495 (kg)

Total amount of pollution reduction in 0-20 year: **88352.0494 (kg)**

#### 3) Climate change:

Total CO2 sequestered: **475141.4 (kg)**

#### 4) Energy:

Total Produced energy & Electricity saving: **54938444.2 (kWh)**

Fig. 35 - Benefici ambientali quantificati su un arco di 20 anni / *Environmental benefits assessed over a 20-year period* (Source: Elaboration by Ala Firouzan).

### 2.3.4 Asta: viale Brenta

Come nei casi precedentemente illustrati, anche la tratta di viale Brenta è localizzata nella zona sud-est della città di Milano e all'interno del NIL Lodi-Corvetto, del quale costituisce una componente viabilistica di notevole rilievo per la mobilità interquartiere. Il viale rappresenta infatti l'elemento di separazione tra il nucleo residenziale storico del quartiere San Luigi a nord e, verso sud, il tessuto misto di più recente formazione che concentra molti dei servizi del quartiere (uffici, sede del Municipio 4, piscina comunale, mercato comunale, scuole primaria e media, circolo ricreativo, centro vaccinale): un vero e proprio comparto di servizi e attrezzature civiche, culturali, sanitarie e sportive che copre un bacino di utenza di rango municipale, che svolge un ruolo di attrattore dei flussi pedonali con provenienza da corso Lodi (fermata MM 3 Brenta) e dalle strade limitrofe (Fig. 36). Il quartiere si caratterizza per una significativa presenza di persone anziane (30% over 65) e di bambini/giovani (20% under 17); rispetto a tale fattore, la sperimentazione relativa all'asta di viale Brenta ha costituito una occasione interessante per verificare la possibile integrazione delle NBS anche nella specifica prospettiva di incrementare in modo significativo l'accessibilità e la fruibilità dello spazio da parte delle categorie di utenza più deboli e sensibili agli impatti delle barriere climatico-ambientali<sup>8</sup>.

La tratta considerata per la simulazione progettuale ha uno sviluppo di circa 400 metri, con attestamento a est in prossimità della stazione Brenta, all'intersezione con corso Lodi, e a ovest verso piazza Bonomelli, una grande piazza caratterizzata dalla presenza di consistenti alberature localizzate nell'ampia zona centrale verde attorno alla quale transitano consistenti flussi veicolari. Il viale, anch'esso caratterizzato da un traffico piuttosto intenso (Fig. 37), presenta una carreggiata a due corsie per senso di marcia, con parcheggi lungo i marciapiedi laterali e un corsello centrale di separazione dei flussi viabilistici. Esso rappresenta quindi un efficace elemento di collegamento lungo la direzione est-ovest, ma anche una barriera piuttosto rilevante agli attraversamenti pedonali in direzione nord-sud.

Al fine di individuare possibili strategie per l'introduzione delle NBS, la modellazione tridimensionale dell'area ha considerato quali parametri significativi il rapporto di esposizione frontale e rapporto di esposizione completa, il volume degli edifici normalizzato e la loro altezza media, nonché gli indici d'area piana degli edifici, della vegetazione e delle superfici impermeabili. I valori misurati sono risultati in linea con quelli tipici di «zone molto urbanizzate, a densità media o bassa, con edifici estesi e bassi e parcheggi asfaltati» (modello di Oke, WMO, 2007).

Tra le criticità ambientali emerse, significativa è la presenza di una isola di calore urbana (Fig. 38a), riscontrata anche attraverso un rilievo *in situ* mediante camera termica, misurando le condizioni di temperatura al suolo lungo il viale e quelle degli involucri edilizi in affaccio lungo i marciapiedi. Nel periodo estivo i fenomeni di surriscaldamento sia delle superfici orizzontali (carreggiata e marciapiedi) sia delle facciate degli edifici sono particolarmente evidenti (Fig. 38b), con punte

<sup>8</sup> Le analisi, gli schemi progettuali e l'elaborazione dei modelli predittivi sono stati sviluppati con la collaborazione di Davide Cerati, quale caso studio nell'ambito della ricerca per il Dottorato in Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito presso il Politecnico di Milano (tutor Elena Mussinelli, relatore Andrea Tartaglia, tesi "Nature-based solutions and open spaces regeneration. Methods, tools and indicators for environmental design and assessment", 2019).

### 2.3.4 Axe: Viale Brenta

*As in the previously illustrated cases, the section of Viale Brenta is also located in the South-East area of Milan and within the NIL Lodi-Corvetto, of which it represents a significant traffic component in terms of inter-district mobility. The avenue represents the separation factor between the historic residential unit of the San Luigi district to the North and, to the South, the more recent mixed fabric that centres many of the district's services (offices, Town Hall 4, municipal swimming pool, municipal market, primary and middle schools, recreational club, vaccination centre): a fully-fledged segment of civic, cultural, health and sports services and equipment that covers a catchment area of municipal rank, that plays the role of attracting pedestrian flows coming from Corso Lodi (MM 3 Brenta stop) and from the neighbouring roads (Fig. 36) The neighbourhood is distinguished by a significant presence of elderly people (30% over 65) and children/young people (20% under 17); regarding this factor, the experimentation relating to the Viale Brenta represented an opportunity to verify the possible integration of the NBS, also in the particular perspective of significantly increasing the accessibility and usability of the space from the categories of users weaker and more sensitive to the impacts of climatic-environmental barriers<sup>8</sup>.*

*The section taken in consideration for the simulation is 400-meter-long, with an East facing establishment near the Brenta station, at the intersection with Corso Lodi, and West towards Piazza Bonomelli, a large square featuring consistent trees located in the large central green area (Fig. 37), around which consistent vehicle flows pass. The avenue, also defined by a rather intense traffic, has a carriageway with two lanes in each direction, with parking spaces along the sidewalks and a central lane separating the traffic flows. It, therefore, represents a connecting element along the East-West direction, as well as a barrier to pedestrian crossings in the North-South direction.*

*To identify possible strategies for the introduction of NBS, the three-dimensional modelling of the area considered as relevant parameters the frontal exposure and the complete exposure ratio, the normalized volume of the buildings and their average height, as well as the indexes of flat area of buildings, vegetation and impermeable surfaces. The values measured*

<sup>8</sup> *The analyses, the project diagrams and the elaboration of the predictive models were developed with the collaboration of Davide Cerati, as a case study in the field of research for his PhD in Architecture, Construction Engineering and Built Environment at the Politecnico di Milano (tutor Elena Mussinelli, supervisor Andrea Tartaglia, Thesis "Nature-based solutions and open spaces regeneration. Methods, tools and indicators for environmental design and assessment", 2019).*



Fig. 36 - Principali funzioni di carattere pubblico nell'ambito di progetto / *Main public functions within the project context* (Source: Elaboration by Davide Cerati).



Fig. 37 - Caratteristiche della mobilità dell'ambito di progetto / *Local mobility characteristics of the project area* (Source: Elaboration by Davide Cerati).

anche superiori ai 70°C che costituiscono indubbiamente una significativa barriera climatico-ambientale per l'accessibilità e fruibilità pedonale dell'asse stradale.

Il progetto di rigenerazione ambientale ha assunto quindi quale obiettivo principale la mitigazione delle temperature estive attraverso soluzioni di reinfrustrutturazione sia *nature-based* (nuove piantumazioni, incremento delle aree permeabili e formazione di biobacini), sia artificiali (pavimentazioni ad alta riflettanza e fotocatalitiche) (Tartaglia et al., 2019). La sezione stradale di viale Brenta viene parzialmente modificata con l'introduzione di un percorso ciclabile in sede protetta localizzato centralmente al viale, schermato ai lati da consistenti siepi arbustive, mentre ai lati delle due corsie veicolari, lungo i marciapiedi, sono previste le nuove piantumazioni a filare e i biobacini; l'area di parcheggio prospiciente il supermercato all'angolo tra viale Brenta e corso Lodi, oggi del tutto priva di vegetazione e con una pavimentazione in asfalto del tutto impermeabile, viene integralmente riconfigurata, razionalizzando il sistema della sosta e introducendo nuove consistenti alberature con prevalente funzione di ombreggiamento, e ridise-



Fig. 38a - Analisi delle caratteristiche termiche dell'ambito di progetto / *Analysis of the thermal characteristics of the project area* (Source: Elaboration by Davide Cerati).

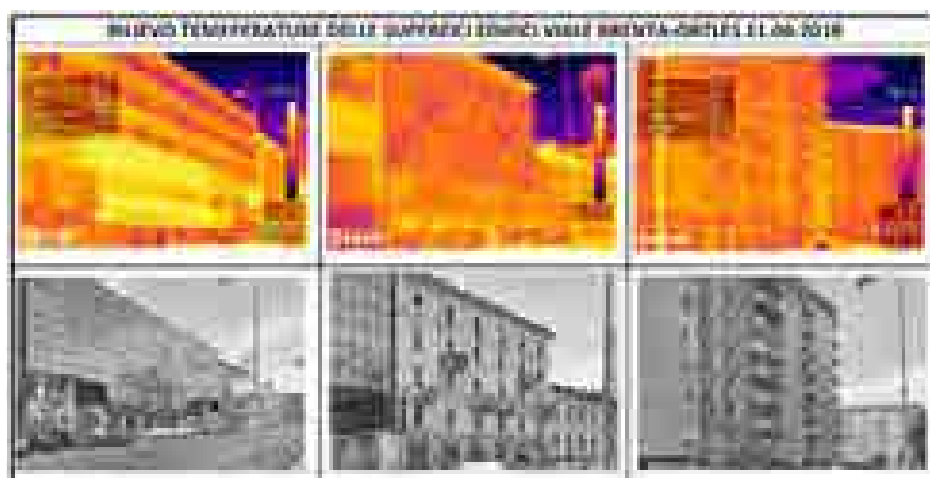


Fig. 38b - Analisi delle caratteristiche termiche dell'ambito di progetto / *Analysis of the thermal characteristics of the project area* (Source: Elaboration by Davide Cerati).

resulted in line with those typical of «highly urbanized areas, with medium or low density, with large and low buildings and asphalted parking lots» (Oke model, WMO, 2007).

Among the environmental weaknesses that transpired, the presence of an urban heat island is remarkable (Fig. 38a), also found through an in-situ survey using a thermal chamber, measuring the temperature conditions on the ground along the avenue, and those of the building envelopes overlooking the sidewalks. In the summer period, the overheating of both horizontal surfaces (carriageway and sidewalks) and facades of the buildings, are particularly self-evident (Fig. 38b), with spikes even higher than 70°C, that undoubtedly pose a significant climatic-environmental barrier to pedestrian accessibility and usability of the road axis.

The environmental regeneration project had as a main goal the mitigation of summer temperatures via nature-based (new plantings, increase in permeable areas and bio-basins creation) as well as artificial (high-reflectance and photocatalytic flooring) solutions (Tartaglia et al., 2019). The Viale Brenta road section is partially altered with the introduction of a cycle path in a protected location situated centrally on the avenue, shielded on the sides by substantial shrub hedges, while on the sides of the two vehicle lanes, along the sidewalks, new plantings in row and bio-basins are planned; the parking area facing the supermarket at the corner between Viale Brenta and Corso Lodi, now completely lacking vegetation and with an entirely waterproof asphalt pavement, is comprehensively reconfigured, rationalizing the parking system and, introducing new sizeable trees with prevalent shading function, and, thus, re-designing its margins through the creation of bio-basins that also play an acoustic and visual shielding role against vehicular traffic. Along the entire route, the lanes and sidewalks are treated with draining or photocatalytic flooring (Fig. 39).

The environmental and microclimatic benefits stemming from the proposed solutions have been assessed in comparison with the current state of affairs, with predictive simulations based on the morphotopological analyses carried out, and on the climatic records collected in situ or drawn from the Municipality of Milan and ARPA Lombardia databases; the measurement of the indicators of thermal comfort perceived by users in the hottest hours (21<sup>st</sup> June 2018, summer solstice) revealed limited improvements concerning air temperature mitigation, but significant and positive changes in the temperature perception index (Universal Thermal Climate Index UTCI) (Fig. 40). The computation of the UTCI also took in consideration the reference values for vulnerable users (in particular elderly people), thus testing the comfort conditions in walking or stopping along Viale Brenta during peak temperatures.

In addition, the modelling enabled to streamline the choices relating to the positioning of the trees along the avenue and in the parking area, ensuring that the large canopies of the new trees



Fig. 39 - Schemi progettuali / Project diagrams (Source: Elaboration by Davide Cerati).

gandone i margini attraverso la formazione di biobacini che svolgono anche un ruolo di schermatura acustica e visiva nei confronti del traffico veicolare. Lungo l'intera tratta, le corsie di marcia e i marciapiedi sono trattati con pavimentazioni drenanti o fotocatalitiche (Fig. 39).

I benefici ambientali e microclimatici derivanti dalle soluzioni proposte sono stati valutati in comparazione con lo stato di fatto, con simulazioni predittive basate sulle analisi morfotopologiche svolte e sui dati climatici rilevati *in situ* o estratti dai database del Comune di Milano e di ARPA Lombardia; la misurazione degli indicatori del *comfort* termico percepito dai fruitori nelle ore più calde (21 giugno 2018, solstizio estivo) hanno mostrato limitati miglioramenti in termini di riduzione della temperatura dell'aria, ma significativi e positivi cambiamenti dell'indice di percezione della temperatura (Universal Thermal Climate Index UTCI) (Fig. 40). Il calcolo dell'UTCI ha considerato anche i valori di riferimento relativi a fruitori fragili (in particolare le persone anziane), verificando quindi le condizioni di *comfort* nel percorrere o sostare lungo viale Brenta durante i periodi di picco delle temperature.

La modellizzazione ha consentito inoltre di ottimizzare le scelte relative al po-

sizionamento delle alberature lungo il viale e nell'area di parcheggio, verificando che le chiome ampie dei nuovi alberi non costituiscano un elemento di barriera rispetto alla velocità e alla direzione dei venti prevalenti nella stagione estiva, consentendo quindi la dispersione degli inquinanti aerei prodotti dal traffico veicolare in transito. A fronte di un buon miglioramento del benessere percepito nelle situazioni di picco di calore, è stato però registrato un potenziale incremento dell'umidità relativa generata dalla nuova vegetazione, condizione che necessiterà di ulteriori approfondimenti nello sviluppo del progetto in quanto potrebbe incidere negativamente sul benessere percepito.

In termini generali, il caso studio dimostra l'importanza di un utilizzo delle NBS attento alla valorizzazione della loro multifunzionalità: in coerenza con le indicazioni del Consiglio delle Nazioni Unite per i Diritti dell'Uomo, le azioni di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico possono infatti diventare occasione per migliorare l'accessibilità e il decoro dello spazio pubblico urbano, con benefici percepibili dagli utenti: nel caso specifico, la riduzione del rischio per le categorie più fragili contribuisce in modo significativo a una maggior fruibilità di spazi aperti e servizi attrattivi, oggi penalizzati da un significativo effetto di isola di calore urbana.

*did not represent a barrier element with respect to the speed and direction of the prevailing winds in the summer season, allowing thus the dissipation of air pollutants produced by vehicular traffic in transit. In spite of a fair improvement of perceived wellbeing in peak heat situations, a potential increase in relative humidity generated by the new vegetation was, however, recorded, such condition will require further investigation in the development of the project, as it could adversely affect the perceived wellbeing.*

*Broadly speaking, the case study demonstrates the significance of an NBS usage attentive to the enhancement of their multifunctionality: in accordance with the indications of the United Nations Council for Human Rights, actions of mitigation and adaptation to climate change can, indeed, become an opportunity to improve the accessibility and decor of the urban public space, with perceivable benefits for users: in the case in point, the reduction of risk for the most vulnerable categories significantly contributes to a greater usability of open spaces and attractive services, currently penalised by a substantial urban heat island effect.*

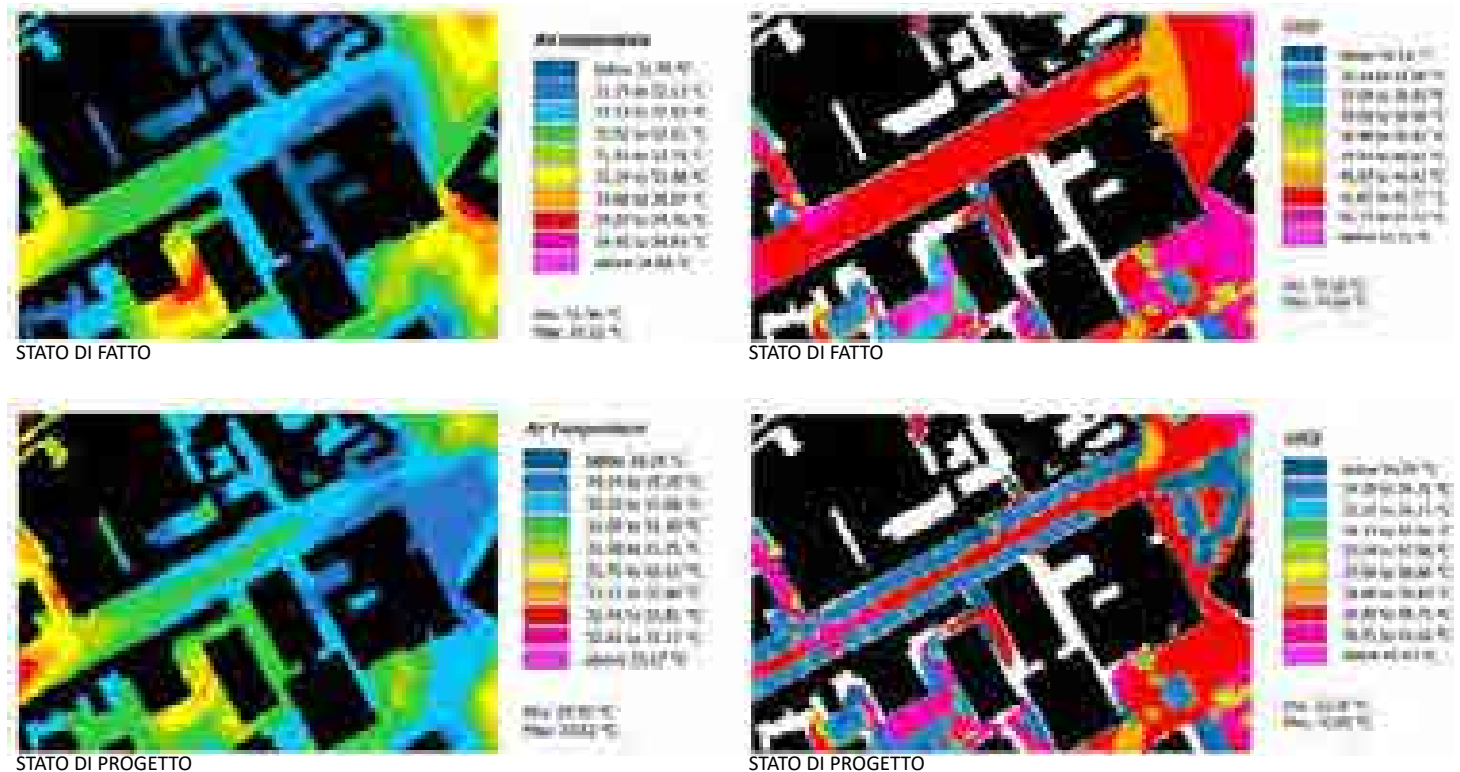


Fig. 40 - Confronto nello stato di fatto e nello stato di progetto della temperatura dell'aria (a sinistra) e dell'UTCI (a destra) alle ore 15.00 del 21/06/2018 / Comparison of the air temperature (on the left) and the UTCI (on the right) in the actual state and in the project state at 15.00 on 21/06/2018 (Source: Elaboration by Davide Cerati).



## References

- Antonini, E. & Tucci, F. (eds) (2017), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy. La costruzione di un manifesto della Green economy per l'architettura e la città del futuro / Architecture, City and Territory towards a Green Economy. Building a manifesto of the Green Economy for the architecture and the city of the future*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Battisti, A., Mussinelli, E. & Rigillo, M. (2020), "Spazio pubblico e qualità urbana / Public space and urban quality", *Tecne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 19, pp. 17-23.
- Bertuglia, C.S., Rota, F.S. & Staricco, L. (2004), *Pianificazione strategica e sostenibilità urbana. Concettualizzazioni e sperimentazioni in Italia*, Franco Angeli, Milano.
- CNT Center for Neighborhood Technology (2011), *The value of Green Infrastructure*, Center for Neighborhood Technology, Chicago.
- CNT Center for Neighborhood Technology (2012), *Upgrade Your Infrastructure*, Center for Neighborhood Technology, Chicago.
- DEP Lazio - Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale Regione Lazio (2016), *Ondate di calore ed effetti sulla salute estate 2015 - sintesi dei risultati*, Ministero della Salute.
- EEA European Environment Agency (2017), *Air quality in Europe*, report n. 13, available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017> (accessed November 2020).
- EPA Unites States Environmental Protection Agency (2014), *The Economic Benefits of Green Infrastructure: A Case Study of Lancaster, PA*, available at: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/cnt-lancaster-report-508\\_1.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/cnt-lancaster-report-508_1.pdf) (accessed November 2020).
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2015), *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*, Publications Office of the European Union.
- Fiorillo, A. et alii (eds) (2017), *Ecosistema Urbano. Rapporto sulle performance ambientali delle città 2017*, Legambiente, Roma.
- Gallent, N. & Shaw, D. (2007), "Spatial planning, area action plans and the rural-urban fringe", *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 50 (5), pp. 617-638.
- Gianni, F. (2007), *Via per via gli alberi di Milano*, Mondadori, Milano.
- Gill, S., Handley, J.F., Ennos, R. & Pauleit, S. (2007), "Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure", *Built Environment*, vol. 33 (1), pp. 115-133.
- ISPRA (2016), *Qualità dell'ambiente urbano. XII Rapporto Edizione 2016*, Stato dell'ambiente 67.
- ISTAT (2012), *Indicatori ambientali urbani. Anno 2011*, Statistiche Report.
- ISTAT (2018), *Temperatura e precipitazione nelle principali città. Anni 2002-2016*, Statistiche Report.
- McPherson, E.G. et alii (2006), *Midwest Community Tree Guide. Benefits, Costs, and Strategic Planting*, Createspace Independent Publishing, US.
- Mocchi, M. (2020), "Storia e cronaca di un progetto", in UCTAT (ed), *Una strategia per il sud-est di Milano. L'hub di Rogoredo*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, pp. 93-100.
- Mussinelli, E. & Castaldo, G. (2015), "Scale e temi del progetto nella nuova dimensione metropolitana. Una sperimentazione per la zona omogenea sud-est di Milano / Design and Scale Issues in the New Metropolitan City: A study of the south-east Milan homogeneous zone", *Tecne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 10, pp. 153-160.
- Mussinelli, E. & Tartaglia, A. (eds) (2020), *Nodi infrastrutturali e rigenerazione urbana. Stazioni, spazio pubblico, qualità ambientale*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Mussinelli, E., Tartaglia, A. & Leone, M. (2018a), "Progettazione ambientale per la rigenerazione sostenibile e resiliente delle aree rurali periurbane / Environmental design for the sustainable and resilient regeneration of the periurban rural areas", in Tartaglia, A. & Cerati, D. (eds), *Progetto e valorizzazione dei territori rurali metropolitani. Proposte per il Sud-Abbatense / Design and enhancement of the metropolitan rural territories. Proposals for the South-Abbatense*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, pp. 29-37.
- Mussinelli, E., Tartaglia, A., Bisogni, L. & Malcevski, S. (2018b), "Il ruolo delle Nature-Based Solutions nel progetto architettonico e urbano / The role of Nature-Based Solutions in architectural and urban design", *Tecne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 15, pp. 116-123.
- Mussinelli, E., Tartaglia, A., Cerati, D. & Castaldo, G. (2018c), "Qualità e resilienza ambientale nelle proposte di intervento per il sud Milano: un'analisi quanti-qualitativa delle infrastrutture verdi", *Le Valutazioni Ambientali-Valutare la rigenerazione urbana*, vol. 2, pp. 79-98.
- OECD (2003), *Environmental indicators, Development, measurement and use*, available at: <http://www.oecd.org/environment/indicators-modeling-outlooks/24993546.pdf> (accessed November 2020).
- Perini, K. (2013), *Progettare il verde in città*, Franco Angeli, Milano.
- Pugh, T., Mackenzie, A., Whyatt, D. & Hewitt, C.N. (2012), "Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons", *Environmental Science & Technology*, vol. 46 (14), pp. 7692-7699.



- Schiaffonati, F. (2017), “Le sfide del sud-est: una città nella città”, in UCTAT (ed), *Proposte e progetti per il sud Milano. Il ruolo dei Municipi*, Notizie dal Comune, Cavenago di Brianza, pp. 21-25.
- Schiaffonati, F. (2019), *Paesaggi milanesi. Per una sociologia del paesaggio urbano*, Lupetti, Milano.
- Schiaffonati, F., Castaldo, G. & Mocchi, M. (2017), *Il progetto di rigenerazione urbana. Proposte per lo scalo di Porta Romana a Milano*. Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Tartaglia, A., Mussinelli, E., Cerati, D. & Castaldo, G., (2019), “Questioni inerenti l’accessibilità dello spazio pubblico e il cambiamento climatico / Public Space Accessibility and Climate Change Issues”, in Baratta, A.F.L., Conti, C. & Tatano, V. (eds), *Abitare inclusivo. Il progetto per una vita autonoma e indipendente / Inclusive living. Design for an autonomous and independent living*, Arteferma, Conegliano, pp. 48-57.
- UCTAT (ed) (2017), *Proposte e progetti per il Sud Milano. Il ruolo dei Municipi*, Notizie dal Comune, Cavenago di Brianza.
- UCTAT (ed) (2020), *Una strategia per il sud-est di Milano. L’hub di Rogoredo*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- WMO World Meteorological Organization (2007), *WMO statement on the status of the global climate in 2006*, n. 1016.
- Zhang, X., Lu, H. & Holt, J. (2011), “Modelling spatial accessibility to parks: A national study”, *International Journal of Health Geographic*, n. 10 (31), pp. 1-14.