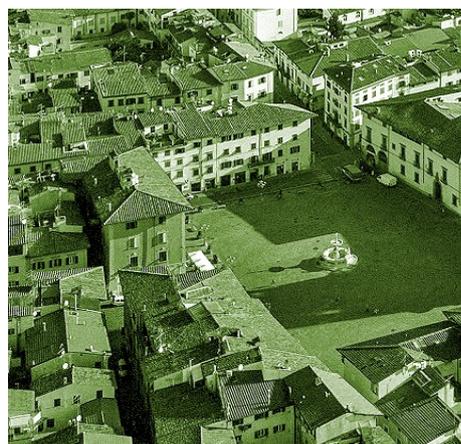
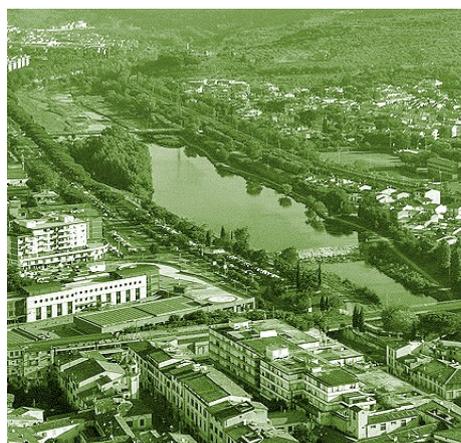
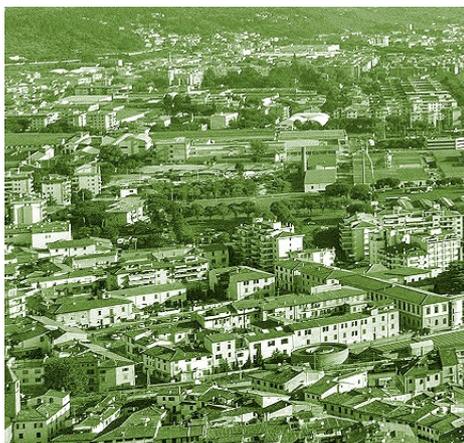




## RELAZIONE GENERALE

### Strategie per la Forestazione Urbana



**Sindaco**

Matteo Biffoni

**Assessore all'Urbanistica**

Valerio Barberis

**Garante per l'Informazione e Partecipazione**

Laura Zacchini

**Progettista e Responsabile del Procedimento**

Francesco Caporaso - Dirigente

**Coordinamento Tecnico Scientifico**

Pamela Bracciotti

**Collaborazione alla Progettazione e Coordinamento Tecnico Scientifico**

Antonella Perretta

**Gruppo di Progettazione**

Silvia Balli – Responsabile

Cinzia Bartolozzi, Aida Montagner,

Sara Gabbanini, Alessio Capecchi

**Contributi Specifici**

**Disciplina Insediamenti**

Daniele Buzzegoli, Chiara Nostrato,

Valentina Ianni

**Paesaggio**

Catia Lenzi

**Rete Ecologica**

NEMO Srl

**Forestazione Urbana**

Stefano Boeri Architetti, Stefano Mancuso

**Geologia, Idrogeologia e Sismica**

Alberto Tomei

**Idraulica**

David Malossi

**Perequazione**

Stefano Stanghellini

**Giurisprudenza**

Enrico Amante

**Elaborato di Rischio Incidente Rilevante**

Simone Pagni

**Cartografia**

Martina Angeletti, Francesca Furter

**Database Geografico**

LDP Progetti GIS srl

**Valutazione Ambientale Strategica**

Luca Gardone - Gardone Associati  
Fondazione CMCC, Georisk Engineering, Valeria Pellegrini

**Processo Partecipativo e Comunicativo**

SocioLab, Image, ControRadio

**Hanno collaborato**

**Servizio Urbanistica**

Alessandro Pazzagli - PEBA  
Luca Piantini, Salvatore Torre, Rossella De Masi  
Sonia Leone, Gianfranco D'Alessandro, Stefano Tonelli  
Staff Amministrativo

**Unità di Staff - Segreteria Assessorato**

Patrizia Doni

**Gabinetto del Sindaco e Patrimonio Comunale**

Massimo Nutini, Francesco Fedi, Maria Candia Moscardi

**Unità di Staff Statistica**

Sandra Belluomini, Sandra Carmagnini

**Servizio Edilizia Pubblica**

Diletta Moscardi

**Servizio Mobilità e Infrastrutture**

Rossano Rocchi, Gerarda Del Reno,  
Alessandro Adilardi, Edoardo Bardazzi

**Servizio Governo del Territorio**

Riccardo Pecorario, Basilio Palazzolo, Luciano Nardi

**Unità di Staff Comunicazione e Partecipazione**

Oretta Giunti, Teresa Di Giorgio

**Servizio Sistema Informativo**

Alessandro Radaelli, Alessandro Bandini, Federico Nieri.  
Francesco Pacini, Mattia Gennari

**Unità Rete Civica**

Claudia Giorgetti, Vanessa Postiferi, Valentina Del Sapio, Valentino Bianco

## Indice generale

PARTE I- Green Benefits

Stefano Mancuso - PNAT

PARTE II- Forestazione Urbana

Stefano Boeri Architetti



# **GREEN BENEFITS**

**ANALISI DEI BENEFICI DEL VERDE URBANO DI PRATO**



# INDICE

## **5 Prefazione**

- 6 Prefazione di Stefano Mancuso
- 7 Autori del report

## **9 Sintesi preliminare**

- 10 L'importanza delle piante
- 12 Le specie arboree censite
- 16 Key statistics

## **19 Benefici degli alberi**

- 20 Introduzione
- 22 Quali sono i benefici?
- 24 Metodologia
- 30 Rimozione degli inquinanti aerei
- 34 Riduzione del ruscellamento
- 40 Risparmio energetico
- 46 Riduzione CO<sub>2</sub>

## **53 Conclusioni**

- 54 L'uomo e le piante





# PREFAZIONE



## PREFAZIONE DI STEFANO MANCUSO

Da sempre sono gli abitanti che con i loro comportamenti modellano le città; così se è vero che la qualità degli spazi pubblici influenza la vita degli abitanti, è anche vero che la qualità degli spazi pubblici dipende dal grado di cultura e civiltà di una comunità.

Una comunità che destina porzioni significative di città alle piante è una comunità colta e civile: riqualificare con le piante è lo strumento più efficace per il miglioramento della qualità ambientale e sociale.

Prendiamo il caso dell'inquinamento atmosferico che affligge in pratica qualsiasi comunità urbana. È necessario immaginare interventi strutturali che possano risolvere o almeno alleviare il problema. Le piante in ambiente urbano svolgono un ruolo insostituibile nel miglioramento della qualità del clima e dell'atmosfera: producono effetti concreti sul clima urbano, filtrando e purificando l'aria dalle polveri e dagli inquinanti.

Inoltre, concorrono a ridurre il consumo energetico, svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione delle acque e nell'aumentare la permeabilità dei suoli, costituiscono un elemento essenziale dell'arredo urbano, permettono un significativo risparmio energetico.

*“Le piante in ambiente urbano svolgono un ruolo insostituibile nel miglioramento della qualità del clima e dell'atmosfera: producono effetti concreti sul clima urbano, filtrando e purificando l'aria dalle polveri e dagli inquinanti. ”*



## AUTORI DEL REPORT

Pnat è una società spin-off dell'Università di Firenze, coordinata dal prof. Stefano Mancuso, che è anche direttore del Laboratorio Internazionale di Neurobiologia Vegetale (LINV) uno dei principali ed autorevoli centri di ricerca sulle piante nel mondo.

Pnat è braccio operativo del LINV e si occupa di utilizzare le piante come core tecnologico di prodotti innovativi, che vanno dalla piccola scala alla scala urbana. Le nostre soluzioni mirano a integrare le piante all'interno delle città, delle abitazioni e dei luoghi di lavoro.

Pnat ha avuto numerosi riconoscimenti internazionali, tra cui: finalista al Premio Compasso d'Oro (2018); vincitore del premio "Idee innovative e tecnologie per l'agribusiness" bandito da Nazioni Unite e CNR (2015); vincitore del programma di Horizon 2020 "SME Instrument Phase 1" (2015); vincitore del premio "Nuovi talenti imprenditoriali" bandito dal Ministero Italiano dell'Agricoltura (2015); vincitore del premio "Ideas for change" bandito dalle Nazioni Unite (2015).

Il team multidisciplinare è composto da architetti e scienziati vegetali, e ha l'obiettivo di costruire relazioni sinergiche tra l'ambiente naturale e artificiale, tema principale del design sostenibile.

**Stefano Mancuso**, coordinatore di Pnat, è professore ordinario di Arboricoltura generale e coltivazioni arboree all'Università di Firenze, ed è fondatore e direttore del Laboratorio Internazionale di Neurobiologia Vegetale (LINV).

**Camilla Pandolfi**, CEO e IPR manager di Pnat, è ricercatrice all'Università di Firenze specializzata nel campo biologico della biomimetica.

**Elisa Azzarello**, responsabile amministrativo di Pnat e ricercatrice all'Università di Firenze, ha una grande esperienza nella gestione e monitoraggio finanziario di progetti internazionali.

**Cristiana Favretto**, responsabile della comunicazione, è architetto e ricercatrice presso l'Università di Firenze con lunga esperienza nella direzione artistica e creativa di brand internazionali.

**Elisa Masi**, Chief Research Officer di Pnat, è ricercatrice all'Università di Firenze, dove ha coordinato e validato decine di ricerche scientifiche.

**Antonio Girardi**, responsabile dello sviluppo tecnico e dell'innovazione, è un architetto ricercatore presso l'Università di Firenze specializzato in tecnologie costruttive e impiantistiche.



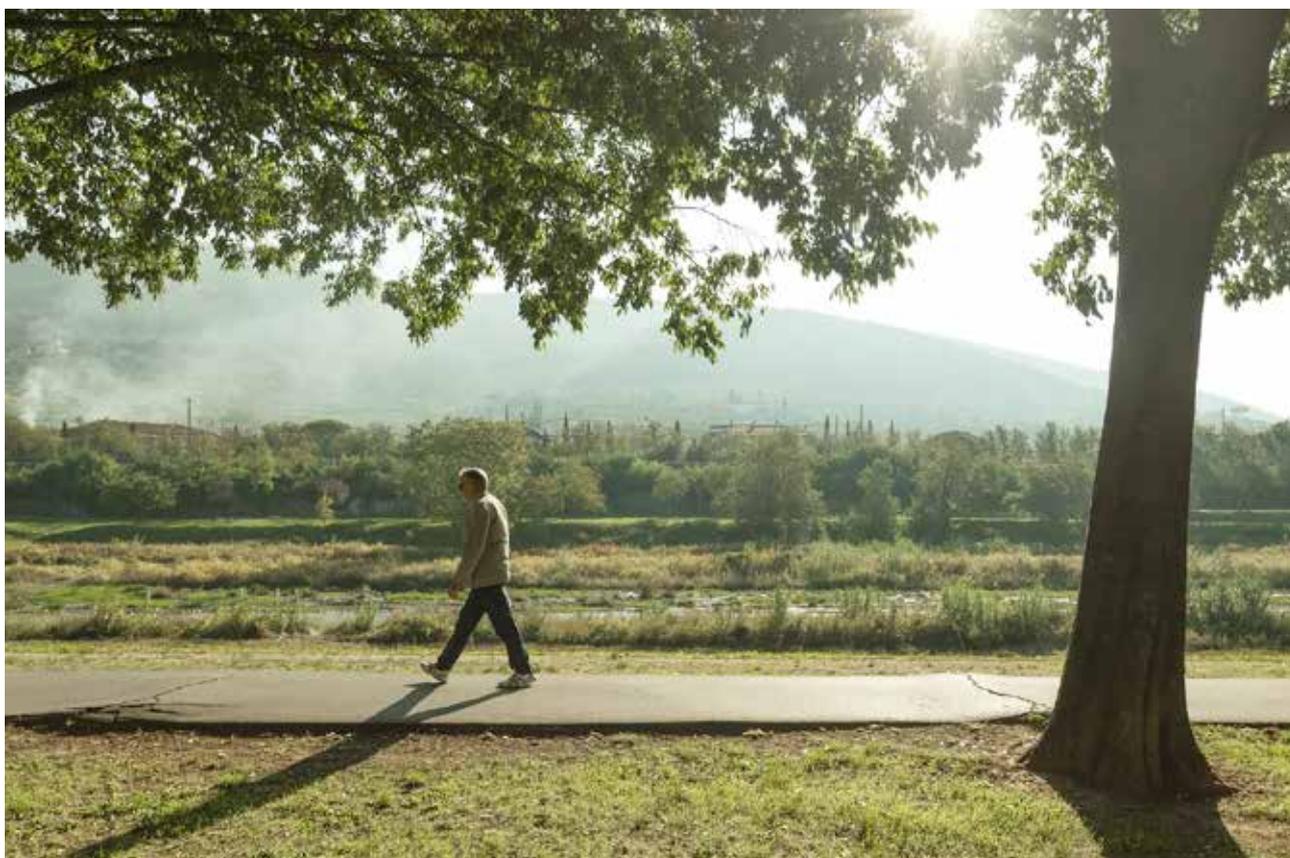


# SINTESI PRELIMINARE

# L'IMPORTANZA DELLE PIANTE

---

Il rapporto fra uomini e piante è un tema impegnativo che riguarda una relazione la cui vera natura sfugge alla gran parte di noi. Nonostante la sua essenza sia così semplice da poterla descrivere con una sola parola: dipendenza.





La vita animale dipende da quella vegetale. Senza le piante l'intera vita animale sarebbe impossibile. Le piante, secondo la mirabile definizione di Kliment Timiryazev, botanico russo dell'inizio del secolo scorso, sono l'anello che lega il Sole con la Terra.

Grazie alla fotosintesi, i vegetali riescono nell'apparentemente miracoloso risultato di trasformare l'energia luminosa del sole, nell'energia chimica (zuccheri) che permette agli animali di vivere e moltiplicarsi.

È la fotosintesi il vero motore della vita: acqua, luce e anidride carbonica per produrre zuccheri e ossigeno. Non c'è nulla di più importante.

Noi dipendiamo dalle piante in tutto. Ovviamente è nozione comune che le piante rappresentino la base della catena alimentare e che l'ossigeno che respiriamo provenga da loro.

Spesso, però, ci sfugge che l'energia cosiddetta fossile (il petrolio e il carbone) riguarda fossili di piante, e che la maggior parte dei principi attivi medicinali, delle fibre tessili, dei materiali da costruzione (il legno), sia di origine vegetale. E se tutto questo non bastasse ancora, aggiungeteci anche che le piante sono la nostra casa. Letteralmente.

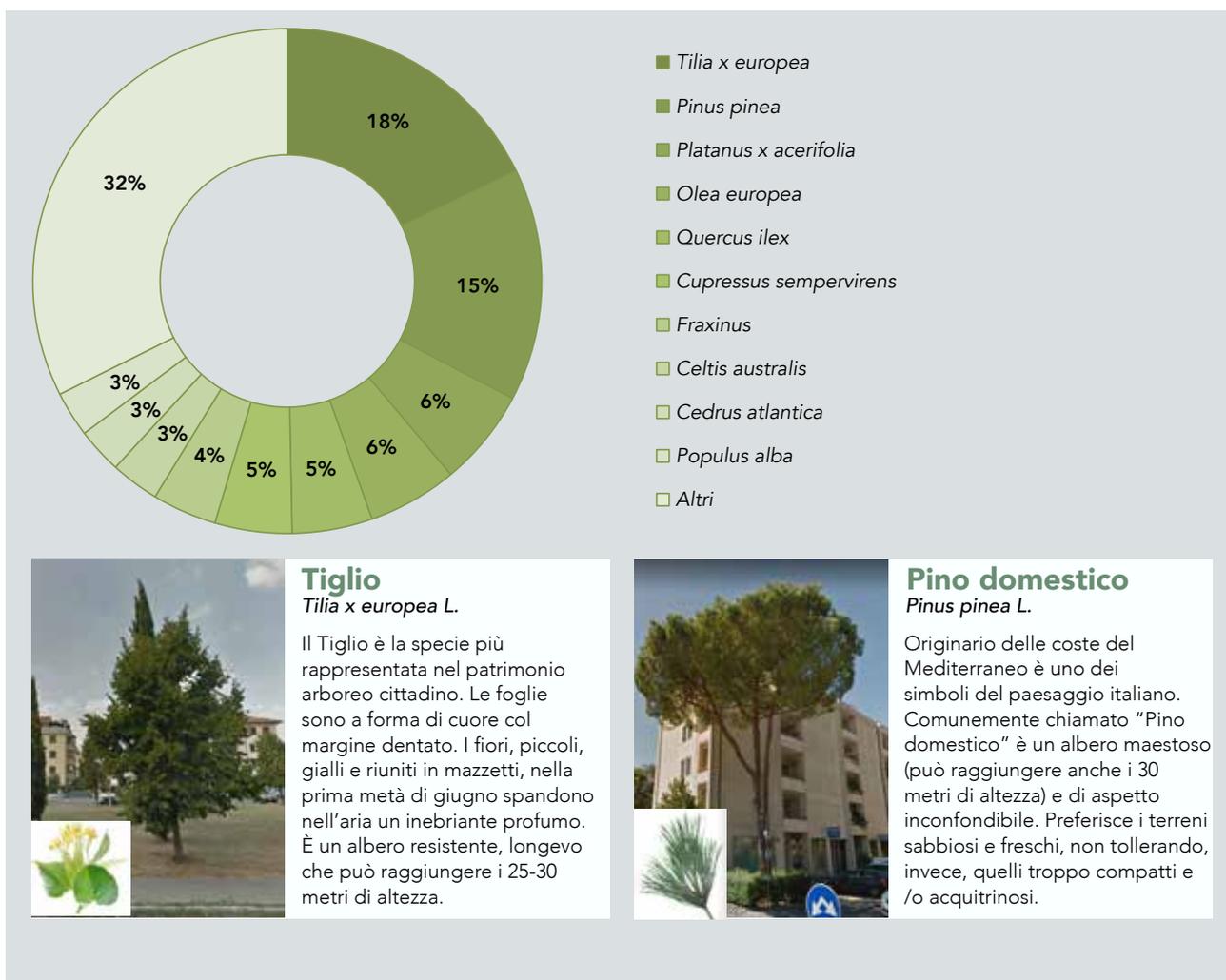
L'uomo si è co-evoluto con le piante e ha sempre vissuto in ambienti nei quali le piante rappresentavano quasi l'intero ecosistema. In termini evolutivisti la rottura di questo legame atavico è recentissima.

Se anche noi abbiamo abbandonato la natura, la natura non ci ha abbandonato. È per questo che ogni pianta in più in città è un valore per cui combattere. Ogni pianta è un valore in sé. Non soltanto perché la nostra vita dipende da loro, ma anche perché da loro dipende anche molta della nostra possibilità di essere felici.

*"Noi dipendiamo dalle piante in tutto. Ovviamente è nozione comune che le piante rappresentino la base della catena alimentare e che l'ossigeno che respiriamo provenga da loro."*

# LE SPECIE ARBOREE CENSITE

Nella città di Prato circa il 45% degli alberi censiti sono di origine europea e circa il 18% asiatica. Le tre specie più rappresentate sono il Tiglio, il Pino domestico ed il Platano, rispettivamente con il 17,8%, il 14,9%, ed il 6,2%. Le dieci specie più diffuse rappresentano in tutto il 68,8% della popolazione arborea.





### Cedro

*Cedrus atlantica* L.

Conifera originaria dei monti Atlante in Algeria e Marocco è stata introdotta in Italia nel XIX secolo. Arriva a toccare i 25-30 metri di altezza per 10-30 di ampiezza della chioma. Ha aghi molto corti e pigne a barilotto che si desquamano sulla pianta prima di cadere.



### Frassino

*Fraxinus*

Della famiglia delle Oleaceae è originario delle zone temperate dell'emisfero settentrionale. Ha una crescita rapida, riuscendo a sopravvivere in condizioni ambientali difficili come zone inquinate, con salsedine o forti venti, resistendo bene anche alle basse o elevate temperature.



### Bagolaro

*Celtis australis*

La specie è nativa dell'Europa meridionale, Africa del Nord e Asia minore. È un grande albero, alto sino a 20-25 m anche se l'altezza media è di 10-12 m. Attecchisce facilmente, sviluppando un apparato radicale profondo inoltre è molto longevo, diventando plurisecolare e con crescita



### Platano

*Platanus x acerifolia* L.

Incrocio tra due specie, il *Platanus occidentalis* e il *Platanus orientalis*, si contraddistingue per inconfondibili caratteri: la corteccia maculata che si distacca in grandi piastre e i frutti sferici che si uniscono a grappolo. Con il suo portamento mastodontico ma slanciato, si ritrova lungo le strade di paese, i parchi o lungo i viali delle grandi città.



### Olivo

*Olea europea* L.

Pianta mediterranea da frutto originaria del Vicino Oriente utilizzata sin da tempi antichi, per la sua valenza estetica, può essere apprezzata anche come pianta ornamentale. Alle sue particolari caratteristiche simboliche, si sommano altri pregi come l'elevata rusticità e la particolare longevità.



### Leccio

*Quercus ilex* L.

Specie sempreverde caratteristica della zona mediterranea, ha un grande valore ornamentale grazie alla sua chioma di un bel colore verde lucido e alla sua corteccia scura. È un albero longevo, forte e resistente che raggiunge i 18-20 metri di altezza.



### Pioppo

*Populus alba* L.

Albero largamente diffuso in natura, da sempre impiegato sia in ambienti urbani sia, grazie al suo apparato radicale esteso ed articolato, per il consolidamento delle scarpate. Il Pioppo bianco deve il suo nome al colore chiaro delle foglie sulla pagina inferiore, alla corteccia biancastra in giovane età, punteggiata qua e là di macchie nere.



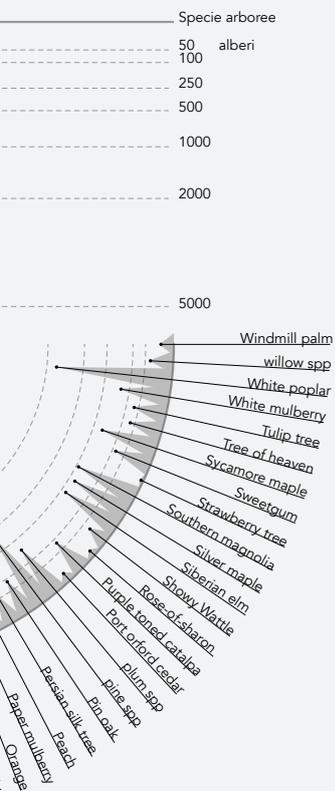
### Cipresso

*Cupressus sempervirens* L.

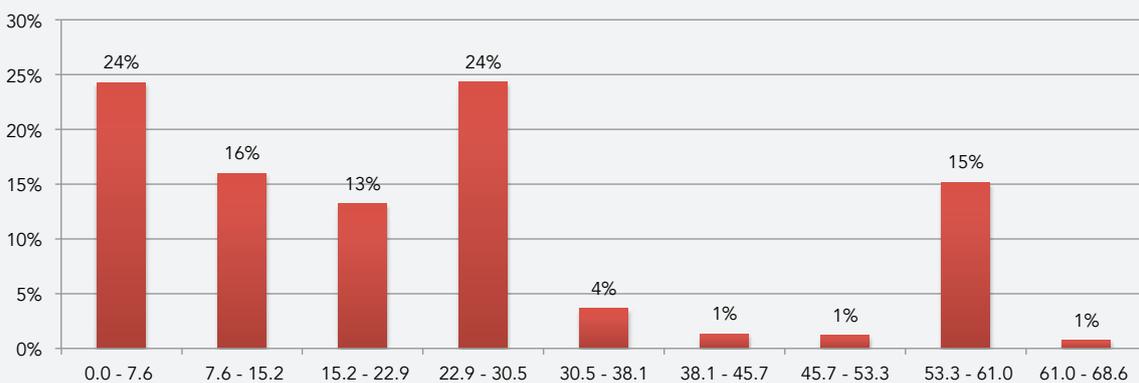
Originario del bacino orientale del Mediterraneo, questo magnifico albero che in alcune zone d'Italia come la Toscana rappresenta un elemento distintivo del paesaggio, è tollerante al freddo e può raggiungere dimensioni rilevanti. È una pianta resinosa che rilascia un profumo distintivo, aromatico e gradevole.



NUMERO DI ALBERI CENSITI  
PER AREA DI PRATO



**Totale alberi censiti**  
5263 alberi



**Distribuzione per diametro del tronco**

	0.0 - 7.6	7.6 - 15.2	15.2 - 22.9	22.9 - 30.5	30.5 - 38.1	38.1 - 45.7	45.7 - 53.3	53.3 - 61.0	61.0 - 68.6	68.6 - 76.2
	0	0	0	5198	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	4344	0	0
6	306	87	131	22	22	0	0	0	0	0
1	670	377	168	0	0	0	0	0	0	0
	0	410	513	308	103	153	0	0	0	0
7	354	77	17	1	3	1	1	0	0	3
	91	159	301	273	156	72	34	22	13	13
9	291	210	104	58	30	15	9	5	1	1
0	66	0	32	32	0	0	0	0	0	0
7	275	257	137	34	0	0	0	0	0	0

## KEY STATISTICS

---

Gli alberi cambiano positivamente l'ambiente in cui viviamo moderando il clima, migliorando la qualità dell'aria, riducendo il deflusso delle acque piovane e la presenza di CO<sub>2</sub> nell'aria. Quantificare questi benefici è uno straordinario strumento per capire quanto sia importante il nostro patrimonio naturale.

Gli alberi di Prato sono in grado di rimuovere

**3715 Kg**

all'anno di inquinanti atmosferici, equivalente ad un beneficio economico di

**224.500**

Euro all'anno

Gli alberi di Prato producono risparmi energetici per

**2010 Mwh**

equivalente ad un beneficio economico di

**191.000**

Euro all'anno

Gli alberi di Prato intercettano

**7891 m<sup>3</sup>**

di acqua meteorica  
equivalente ad  
un beneficio economico di

**15.000**

Euro all'anno

a Prato ci sono

**29.151**

alberi censiti  
che generano benefici economici per

**439.000**

Euro all'anno

Gli alberi di Prato intercettano

**69.600 Kg**

di anidride carbonica  
equivalente ad  
un beneficio economico di

**8.500**

Euro all'anno



An aerial photograph showing a wide river valley. On the left, there are rolling green hills with scattered trees. A road runs parallel to the river. On the right, a town with red-tiled roofs is visible, situated on a slight rise. The river flows through the center of the valley. The sky is clear and blue.

# **BENEFICI DEGLI ALBERI**

# INTRODUZIONE

---

Con l'aumentare della densità abitativa e del traffico veicolare, la qualità dell'aria che respiriamo è in continuo peggioramento. Questi due fenomeni hanno, direttamente o indirettamente, influito negativamente sulle caratteristiche micrometeorologiche e sulla qualità dell'atmosfera urbana.





Fatte le debite proporzioni, ci ritroviamo oggi in una situazione simile a quella che portò alla nascita, due secoli fa, del verde urbano inteso come luogo deputato alla fruizione collettiva.

La città ottocentesca concentrando in sé la maggior parte del lavoro, delle energie, del denaro e quindi della popolazione, fu soggetta ad una crescita incontrollata con forti trasformazioni strutturali e ambientali.

Per migliorarne le condizioni di vita si iniziarono a realizzare ampie aree verdi all'interno del tessuto urbano. Per la prima volta le aree verdi non sorsero a completamento degli edifici, ma come elemento di arredo, di miglioramento ambientale e di ricreazione sociale, inserendosi nel disegno urbano che si andava sviluppando.

Oggi, ancor più che due secoli fa, l'esigenza della presenza di spazi verdi che abbiano non soltanto funzioni ornamentali (seppure importanti), ma contribuiscano in maniera significativa a migliorare la qualità della vita si avverte con grande forza.

La consapevolezza di quanto le piante siano di fondamentale importanza per migliorare la qualità della vita in un ambiente sempre più antropizzato, è ormai un dato comune.

Di ogni beneficio misurabile prodotto dagli alberi di Prato, si troverà nelle seguenti pagine, ogni

tipo di quantificazione. Rimane il fatto che ciò che è più importante, come spesso accade, non è misurabile. Così non è misurabile la quantità di gioia, di serenità, di attenzione, di socialità, che le piante ci regalano.

*"Oggi, ancor più che due secoli fa, l'esigenza della presenza di spazi verdi che abbiano non soltanto funzioni ornamentali (seppure importanti), ma contribuiscano in maniera significativa a migliorare la qualità della vita si avverte con grande forza. "*

# QUALI SONO I BENEFICI?

---

Il verde è fondamentale nelle nostre città, dal punto di vista energetico, ecologico, sociale ed economico. La mancata conoscenza dei benefici del verde comporta il rischio di sottovalutare l'importanza delle cosiddette "infrastrutture verdi".

## RISPARMIO ENERGETICO

Gli alberi situati vicino agli edifici contribuiscono a regolarne la temperatura. Se ben posizionati, possono mantenere in estate gli edifici più freschi e d'inverno più caldi.

## VALORE DEGLI IMMOBILI

Gli edifici posizionati vicino al verde hanno un valore del 15% in più rispetto agli altri. La maggior parte delle persone, potendo scegliere, preferisce vivere vicino ad aree verdi.



## RUSCELLAMENTO

Le piante svolgono un ruolo importante nel ciclo dell'acqua intercettando le precipitazioni e regolando il flusso d'acqua verso il suolo.

### QUALITA' DELL'ARIA

Le piante filtrano l'aria riducendo l'inquinamento e migliorando le condizioni di salute.

### ESTETICA

Gli alberi rendono piacevoli e armoniose le nostre città.

### CIBO

Gli alberi producono noci e frutta per gli animali e per le persone. Inoltre sono una risorsa di nettare per api ed altri insetti.

### SALUTE

Il verde aiuta a diminuire i tempi di recupero da malattia, riduce lo stress e migliora il benessere fisico e psichico delle persona.

### BIODIVERSITA'

Un maggior numero di specie arboree aiuta le nostre città ad ospitare una maggior numero di insetti, uccelli e mammiferi.

### CO<sub>2</sub>

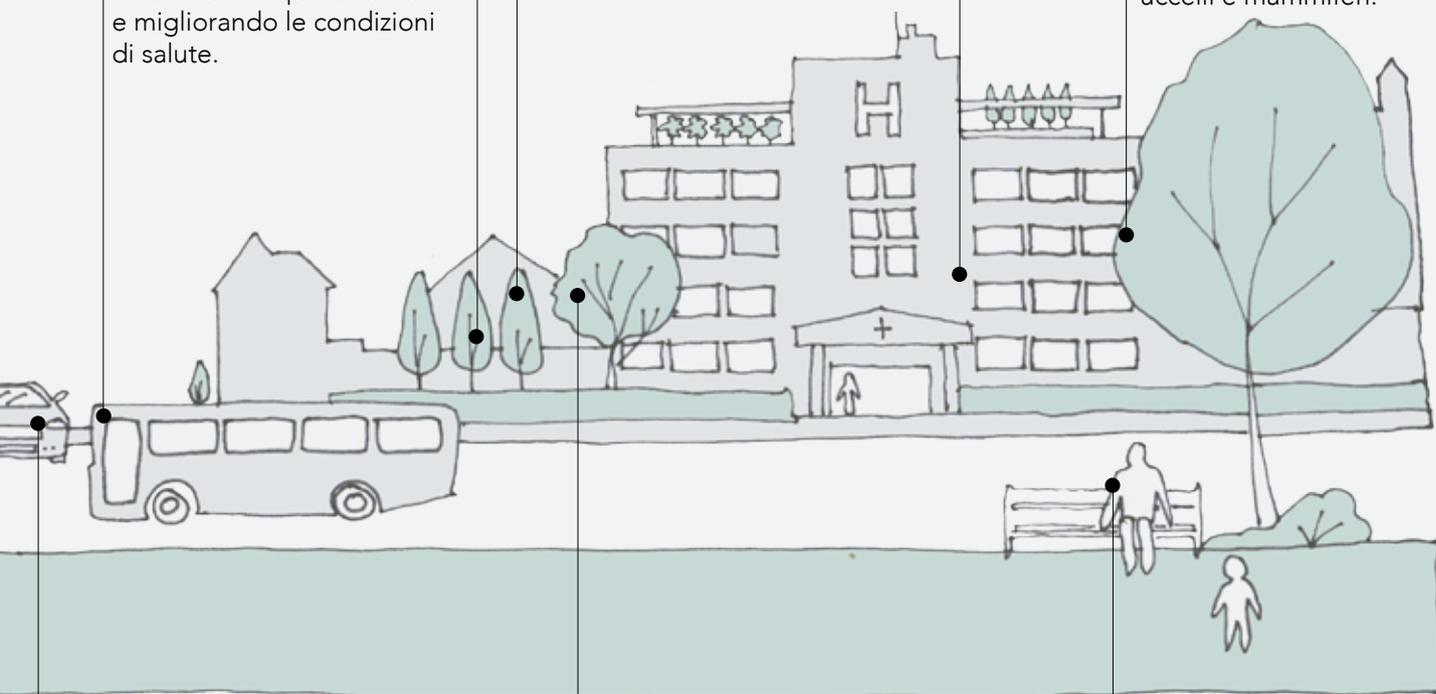
Gli alberi accumulano il carbonio nel loro tessuto legnoso, riducendo la quantità di gas serra nell'atmosfera.

### RAFFRESCAMENTO

Gli alberi raffrescano l'aria tramite l'ombreggiamento e l'evapotraspirazione dalle foglie. Gli alberi con grandi chiome sono particolarmente efficienti.

### SOCIALE

E' provato che la presenza di verde in città migliora la coesione sociale e riduce il crimine.

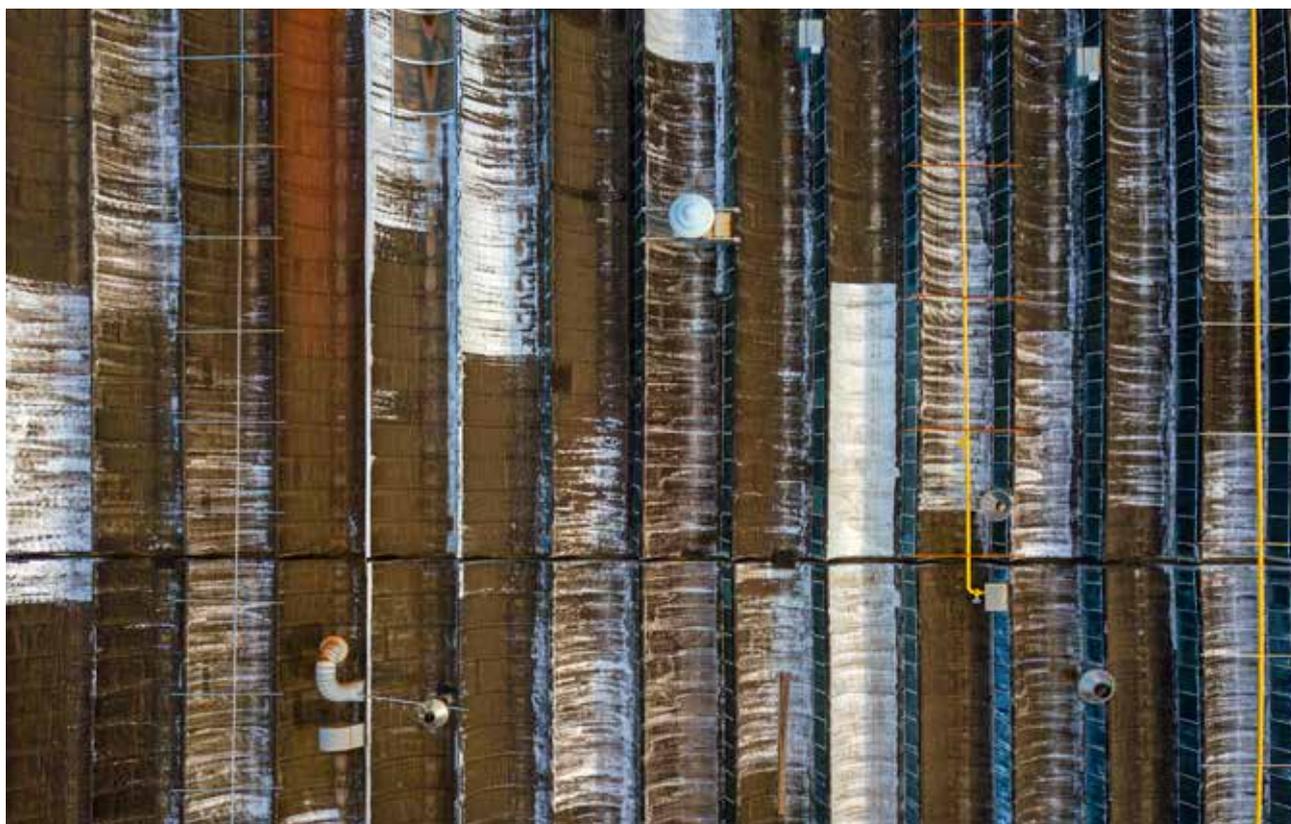


# METODOLOGIA

---

Per la valutazione dei benefici del verde nella città di Prato, è stato utilizzato un Database del verde pubblico messo a disposizione dal Comune che comprende un elenco di 29151 alberi.





## APPROCCIO DI LAVORO

Il Database è stato suddiviso in 6 differenti zone (Nord (N), Sud (S), Ovest (W), Est (E), zona di industriale di Montemurlo (M), Centro (C)), per valutare l'impatto di ogni singola zona sulla città.

La fascia periurbana (fascia di interesse) circondante le mura della città interessata dal nuovo piano operativo del Comune di Prato, è stata sottoposta ad un'analisi specifica da parte del software.

I dati inseriti nell'applicazione sono caratterizzati oltre dal nome della specie, dal diametro, dalla longitudine e latitudine, dallo stato di salute della pianta.

i-Tree ECO ha analizzato la specie e la struttura della classe di età, la biomassa e l'indice di area fogliare (LAI). Questi dati sono stati poi combinati dal software con i dati climatici locali e di inquinamento atmosferico per stimare i benefici degli alberi e per valutare il loro valore attuale e futuro.

Infine, per valutare la percentuale di copertura verde della città di Prato è stata utilizzata un'altra applicazione del software, i-Tree Canopy, che offre un modo rapido e semplice per stimare i tipi di copertura del suolo utilizzando le immagini aeree disponibili in Google Maps. I-Tree Canopy è stata utilizzata perché i-Tree ECO, lavorando solo sui

dati del database, può sottostimare il valore della copertura vegetale della città.

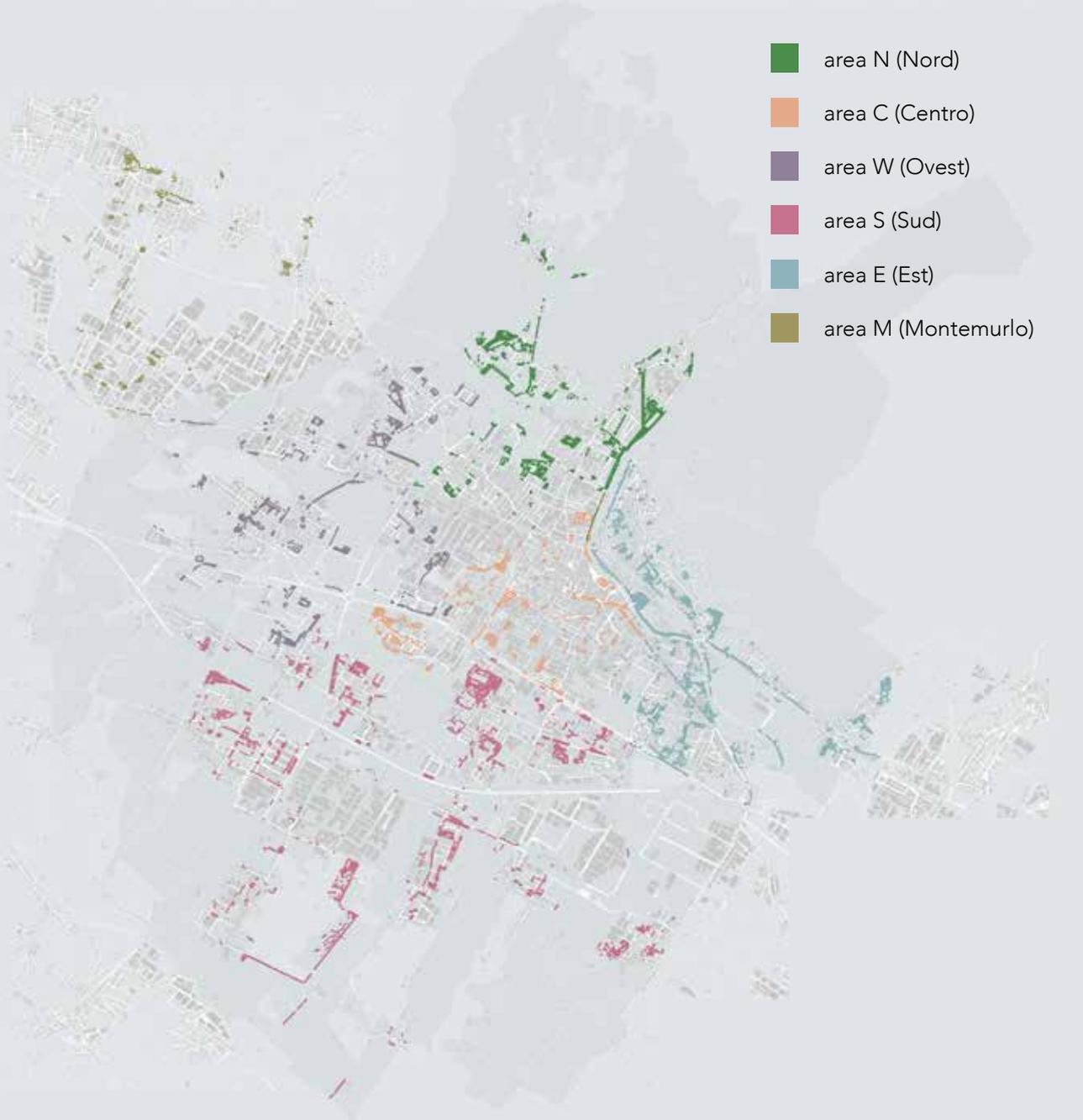
L'applicazione è progettata per stimare la copertura delle chiome degli alberi, ma anche altre classi di copertura (ad esempio erba, edifici, strade, ecc.) all'interno di un'area definita.

I-Tree Canopy ha permesso di mostrare come la copertura vegetale della città di Prato risulta molto maggiore se vengono considerati anche le alberature private e se prendiamo in considerazione i confini del Comune e non solo le zone con le alberature presenti nel database.

## FASCE D'INTERESSE



**GLI ALBERI DI PRATO DIVISI PER AREA**





## I-TREE ECO

Questo studio ha analizzato il verde urbano di Prato ed in particolare gli alberi pubblici censiti nel 2014, per comprendere come la presenza degli alberi in città influisca e contribuisca a migliorare alcuni dei parametri ambientali più importanti.

Per quantificare gli effetti della vegetazione censita sulla città di Prato è stato utilizzato l'applicazione i-TREE ECO che analizza i benefici prodotti dal verde sia dal punto di vista ambientale (miglioramento della qualità dell'aria, risparmio di energia, contrasto ai cambiamenti climatici), sia da quello economico.

i-Tree Eco è un'applicazione che fa parte di una suite di software (i-Tree Tools, 2015) sviluppata dal Servizio Foreste del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA) per valutare e analizzare i benefici e la struttura del verde urbano.

È stato ampiamente utilizzato da comuni e istituzioni per valutare i servizi eco-sistemici che gli alberi forniscono a una comunità (Martin et al., 2011, City of Providence 2014).

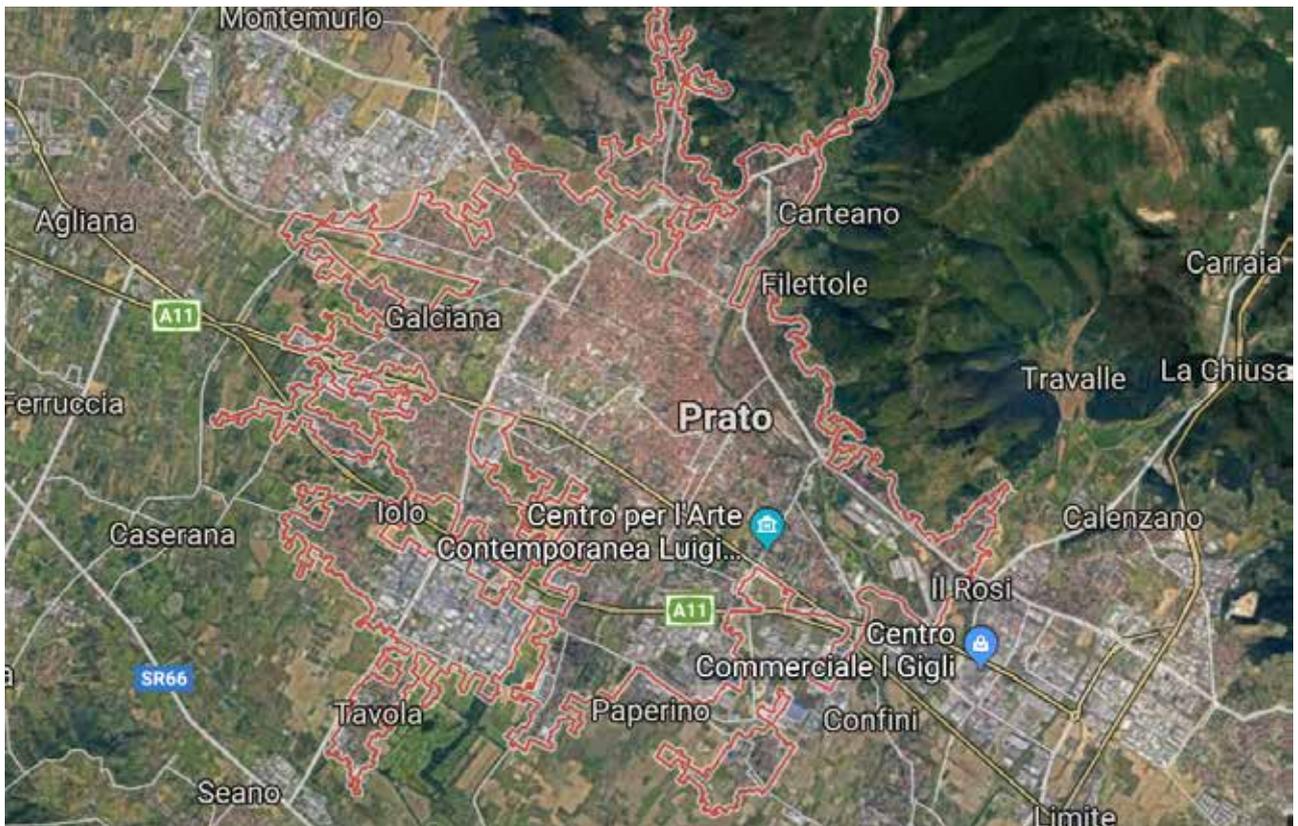
Spesso, i benefici offerti dalla natura e quindi anche dalla presenza di alberi in città, non sono commercializzabili e generalmente sono sottovalutati.

i-Tree Eco quantifica il valore monetario dei benefici degli alberi legati alla mitigazione delle

acque piovane, alla qualità dell'aria, al sequestro del carbonio e ai risparmi energetici derivanti dalla riduzione del riscaldamento e del raffreddamento. Le stime dei benefici derivano dall'utilizzo di dati strutturali della vegetazione combinati con quelli sull'inquinamento atmosferico e sulle condizioni meteo.

Attualmente, i-Tree ECO è il metodo più completo disponibile per valutare i benefici degli alberi in ambiente urbano e può costituire un'utile supporto alle decisioni delle amministrazioni sulla gestione del verde pubblico.

*“Per quantificare gli effetti della vegetazione censita sulla città di Prato è stato utilizzato l'applicazione i-TREE ECO che analizza i benefici prodotti dal verde sia dal punto di vista ambientale (miglioramento della qualità dell'aria, risparmio di energia, contrasto ai cambiamenti climatici), sia da quello economico.”*



## UTILIZZO DEL SUOLO

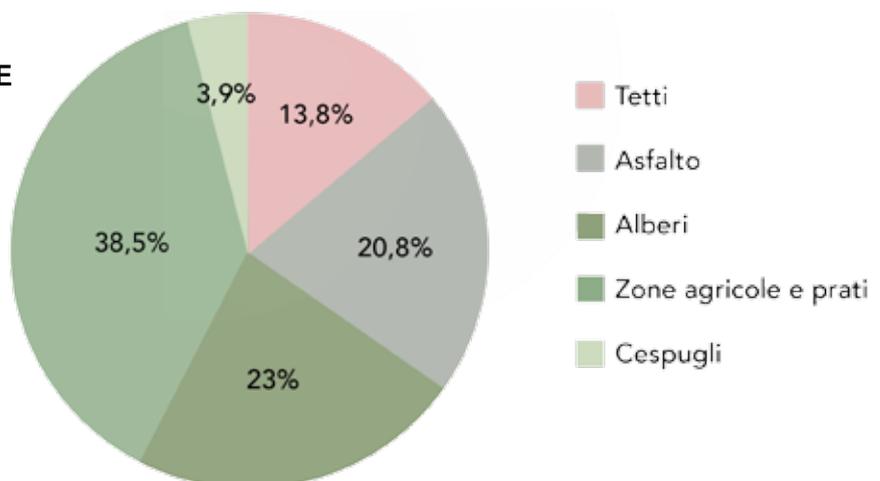
i-Tree Canopy generando a caso punti campione e ingrandendo ciascuno di essi consente di scegliere dall'elenco predefinito i tipi di copertura di suolo per quel punto (alberi, asfalto, tetti, campi).

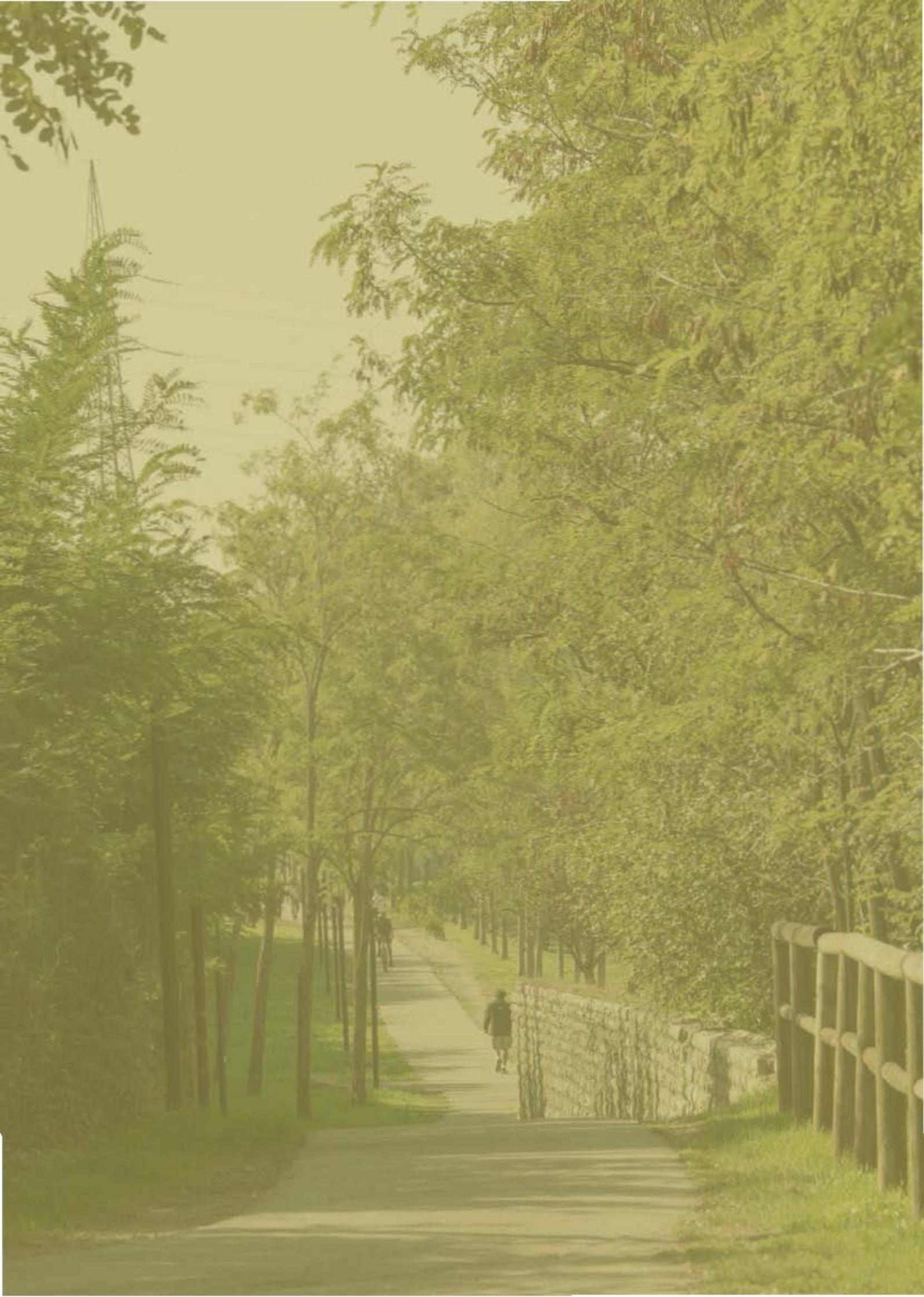
Il modello ha stimato che il suolo di Prato sia coperto da vegetazione per il 9% se consideriamo solo le zone interessate dal database degli alberi, mentre aumenta al 23%, se consideriamo il territorio comunale che comprende anche zone agricole e una parte di zona boschiva.

Il territorio comunale di Prato è ricoperto per il 65.4% da vegetazione (suddivisa tra prati, cespugli

alberi, e zone agricole). Le altre superfici sono invece coperte da asfalto per il 20.8% (strade, piazze, parcheggi, marciapiedi, etc.) e da edifici per il 13.8%.

### UTILIZZO DEL SUOLO DEL TERRITORIO COMUNALE





# RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI AEREI

---

Il problema della bassa qualità dell'aria è ben noto e varia dagli impatti sulla salute umana, fino allo smog e ai danni sugli edifici. Gli alberi danno un contributo importante nel miglioramento della qualità dell'aria riducendo la temperatura, assorbendo gli inquinanti dall'aria e intercettando le polveri.





## IL PROBLEMA DEGLI INQUINANTI AEREI

I dati storici relativi al monitoraggio dell'inquinamento atmosferico della città di Prato mostrano come non più di 20 anni fa la qualità dell'aria mostrasse criticità a carico di molti inquinanti, come benzene, biossido di ozono, biossido di azoto e IPA.

L'azione del governo e delle organizzazioni come l'OMS (Organizzazione Mondiale per la Sanità), e le conseguenti direttive imposte alle municipalità, hanno determinato un trend positivo nell'abbattimento di alcuni di essi, ma permangono frequenti superamenti di soglia, specialmente per ozono e particolato fine (PM 10 e PM 2.5).

L'inquinamento atmosferico è il risultato dell'introduzione nell'atmosfera di sostanze chimiche, polveri o materiali biologici che causano danno o disagio agli esseri umani, ad altri organismi viventi o all'ambiente naturale.

Gli agenti inquinanti possono essere primari, emessi direttamente, come il monossido di carbonio come frutto della combustione, ed inquinanti secondari, che si formano nell'atmosfera a seguito di reazioni tra altre sostanze già presenti, come l'ozono, frutto della reazione tra i raggi ultravioletti con il diossido di azoto e altri composti organici volatili.

Nella società industrializzata, il crescente problema dell'inquinamento atmosferico, è diventato motivo di preoccupazione per i cittadini sia per l'impatto sulla salute e sull'ambiente, sia poiché determina significative spese per la sanità pubblica.

Gli alberi rivestono un ruolo fondamentale nell'abbattimento degli inquinanti in città; essi svolgono azioni sia dirette che indirette. Le piante hanno la capacità di sequestrare CO<sub>2</sub> attraverso la fotosintesi, e il carbonio sottratto all'atmosfera viene immagazzinato nella biomassa vegetale prodotta; similmente, le piante assorbono altri composti volatili inquinanti, come i precursori dell'ozono.

Si tratta di composti organici prodotti da innumerevoli fonti, tra cui gli stessi alberi. I-Tree calcola sia le asportazioni che la produzione dei precursori dell'ozono da parte delle piante.

***“Gli alberi rivestono un ruolo fondamentale nell'abbattimento degli inquinanti in città; essi svolgono azioni sia dirette che indirette. ”***

## INQUINANTI ASSORBITI E EVITATI DALLE PIANTE

Nome della specie	Inquinante assorbito				Inquinante evitato in maniera indiretta			
	O <sub>3</sub> Kg	NO <sub>2</sub> Kg	PM <sub>10</sub> Kg	SO <sub>2</sub> Kg	NO <sub>2</sub> Kg	Kg di PM <sub>10</sub> Kg	VOC Kg	SO <sub>2</sub> Kg
<i>Tilia x europea</i>	120,4	42,3	66,9	8,0	106,7	25,9	13,4	53,7
<i>Pinus pinea</i>	154,0	67,8	112,1	13,2	143,6	35,7	18,4	74,5
<i>Platanus x acerifolia</i>	157,8	63,9	99,2	12,7	58,4	14,6	7,5	30,6
<i>Olea europea</i>	26,5	11,7	20,0	2,3	11,5	3,2	1,6	7,0
<i>Quercus ilex</i>	34,5	15,2	25,7	2,9	32,3	8,0	4,1	16,7
<i>Cupressus sempervirens</i>	27,6	12,2	17,0	2,4	15,0	3,8	2,0	8,1
<i>Fraxinus</i>	2,3	0,8	1,7	0,2	6,3	1,5	0,8	3,1
<i>Celtis australis</i>	5,8	2,2	4,3	0,4	3,1	0,9	0,5	2,0
<i>Cedrus atlantica</i>	23,0	10,1	17,0	2,0	23,7	5,9	3,1	12,4
<i>Populus alba</i>	59,5	22,7	34,4	4,7	15,6	4,1	2,1	8,7

### RISULTATI ANALISI

L'analisi evidenzia una capacità degli alberi di Prato di abbattere un totale di 3.715 kg di inquinanti atmosferici, di cui il 75% rappresentato da ozono (O<sub>3</sub>).

Tutta la superficie fogliare è in grado di trattenere il particolato fine (ad es.: fumo, polline, ceneri e polveri). Il fenomeno è proporzionale alla superficie fogliare, infatti i livelli di maggior abbattimento del particolato si rilevano nei mesi estivi quando non è infrequente il verificarsi di sforamenti di soglia per la concomitanza di effetti meteorologici svantaggiosi all'abbattimento.

Inoltre durante i mesi caldi si verifica la maggiore capacità di assorbire gli inquinati atmosferici da parte delle piante per la maggiore attività stomatica fogliare.

La presenza degli alberi comporta anche un effetto indiretto sull'abbattimento degli inquinanti; la riduzione della temperatura dell'aria determinata dalla presenza di vegetazione, infatti, si ripercuote sui livelli di ozono, che si abbassano; la riduzione di temperatura degli edifici, invece, contribuisce indirettamente alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e altri inquinati legati all'impiego degli impianti di condizionamento, (vedi sezione "Riduzione della CO<sub>2</sub>").

### FASCIA D'INTERESSE

Gli alberi presenti nella fascia di interesse mostrano un ruolo rilevante nell'abbattimento degli inquinanti atmosferici (valore stimato di circa 258 kg per un valore di 811 euro). La specie più diffusa è il Tiglio (circa il 21%), la più efficiente nella riduzione degli inquinanti.

*"durante i mesi caldi si verifica la maggiore capacità di assorbire gli inquinati atmosferici da parte delle piante per la maggiore attività stomatica fogliare"*



# RIDUZIONE DEL RUSCELLAMENTO

---

A causa dell'alto grado di cementificazione ed urbanizzazione, le città si trovano spesso ad affrontare problematiche, spesso disastrose, legate ad allagamenti e al ruscellamento delle acque. L'acqua piovana in ambito urbano è infatti spesso costretta a seguire un lungo tratto prima di riuscire ad infiltrarsi nel terreno e ricostituire il suo naturale ciclo.





## IL PROBLEMA DEL RUSCELLAMENTO

Negli ultimi anni e sempre più frequentemente, si assiste ad un aumento del numero di eventi temporaleschi caratterizzati da alta intensità delle precipitazioni. Il cambiamento climatico del quale siamo giornalmente testimoni, suggerisce che questi eventi di piogge intense, saranno sempre più frequenti, soprattutto in estate.

In città, la prevalenza di superfici artificiali impermeabili, non consente alcun assorbimento di acqua da parte del terreno. Così, a seguito di forti precipitazioni, la grande quantità di acqua che non riesce ad essere smaltita dalle reti fognarie, provoca allagamenti, danni e disagi di varia natura. In più, il deflusso può, in poco tempo, diventare inquinato, in considerazione del fatto che la pioggia, bagnando le strade ed i palazzi, può portarsi via anche inquinanti come idrocarburi, metalli, polveri, spazzatura e materiali organici trasportandoli poi nei canali e nei fiumi dove l'accumulo di questi inquinanti può portare a conseguenze anche gravi da un punto di vista ambientale.

Le piante possono svolgere un ruolo importante nel ciclo dell'acqua intercettando le precipitazioni e regolando il flusso d'acqua verso il suolo per un'efficace infiltrazione delle acque piovane. La presenza di alberi aiuta anche a rallentare e ad accumulare temporaneamente il ruscellamento, favorendo ulteriormente l'infiltrazione e

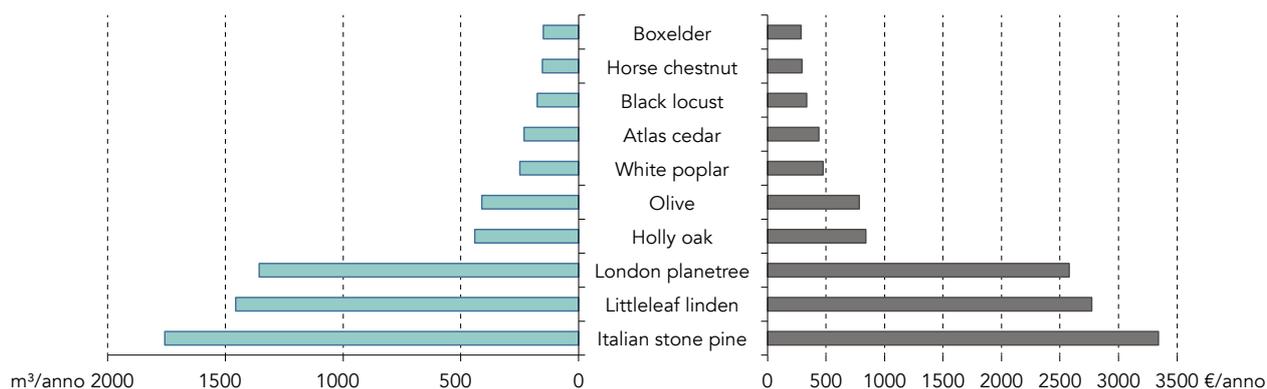
diminuendo il deflusso e l'erosione. Gli alberi hanno anche la capacità di ridurre gli inquinanti presenti sia nel suolo che nelle acque attraverso le loro radici e trasformando gli inquinanti in sostanze meno dannose.

La funzione positiva delle piante si realizza in due modi:

-i **rami e le foglie** della chioma intercettano l'acqua piovana; dopo uno stoccaggio temporaneo l'acqua in parte evapora, in parte raggiunge il suolo con una minore intensità. L'efficacia di tale azione filtrante tra l'atmosfera ed il terreno dipende molto dalla struttura e dalle caratteristiche delle piante: le sempreverdi in particolare svolgono il loro compito anche in inverno, quando le precipitazioni sono più frequenti.

-**le radici**, sviluppandosi e assorbendo l'acqua, migliorano la struttura del suolo e ne riducono il compattamento, favorendo l'infiltrazione in modo più graduale e riducendo al tempo stesso i flussi d'acqua in superficie.

## DIMINUZIONE RUSCELLAMENTO E RELATIVI BENEFICI ECONOMICI



Nome della specie	Area fogliare ha	Evapotraspirazione potenziale m³/anno	Evaporazione m³/anno	Traspirazione m³/anno	Acqua intercettata m³/anno	Diminuzione del ruscellamento m³/anno	Diminuzione del ruscellamento €/anno
Italian stone pine	86,54	62312	8360	23646	8360	1757	3342
Littleleaf linden	71,74	51657	6931	19602	6931	1457	2770
London planetree	66,79	48090	6452	18249	6452	1356	2579
Holly oak	21,75	15659	2101	5942	2101	442	840
Olive	20,29	14613	1961	5545	1961	412	784
White poplar	12,26	8828	1184	3350	1184	249	473
Atlas cedar	11,40	8207	1101	3114	1101	231	440
Black locust	8,67	6241	837	2368	837	176	335
Horse chestnut	7,57	5451	731	2068	731	154	292
Boxelder	7,35	5294	710	2009	710	149	284

## RISULTATI ANALISI

Il circa 30.000 alberi censiti nella città di Prato, con un'area fogliare di circa 388 ettari, contribuiscono a ridurre il deflusso delle acque di circa 7.890 metri cubi all'anno, più o meno l'equivalente di 3 volte il volume di acqua presente in una piscina olimpionica. Questa riduzione del deflusso delle acque ha un valore economico associato di 15.000 euro l'anno.

L'aumento del ruscellamento varia chiaramente anche in base alla percentuale di superfici impermeabili presenti in città. In alcune zone di Prato, come ad esempio, quella indicata come zona industriale di Montemurlo (M), la zona Ovest (W) e la zona centrale (C) che sono caratterizzate dalla maggior presenza di asfalto ed edifici e dalla più bassa copertura vegetale rispetto alle altre zone della città, la riduzione del deflusso delle acque è significativamente minore.

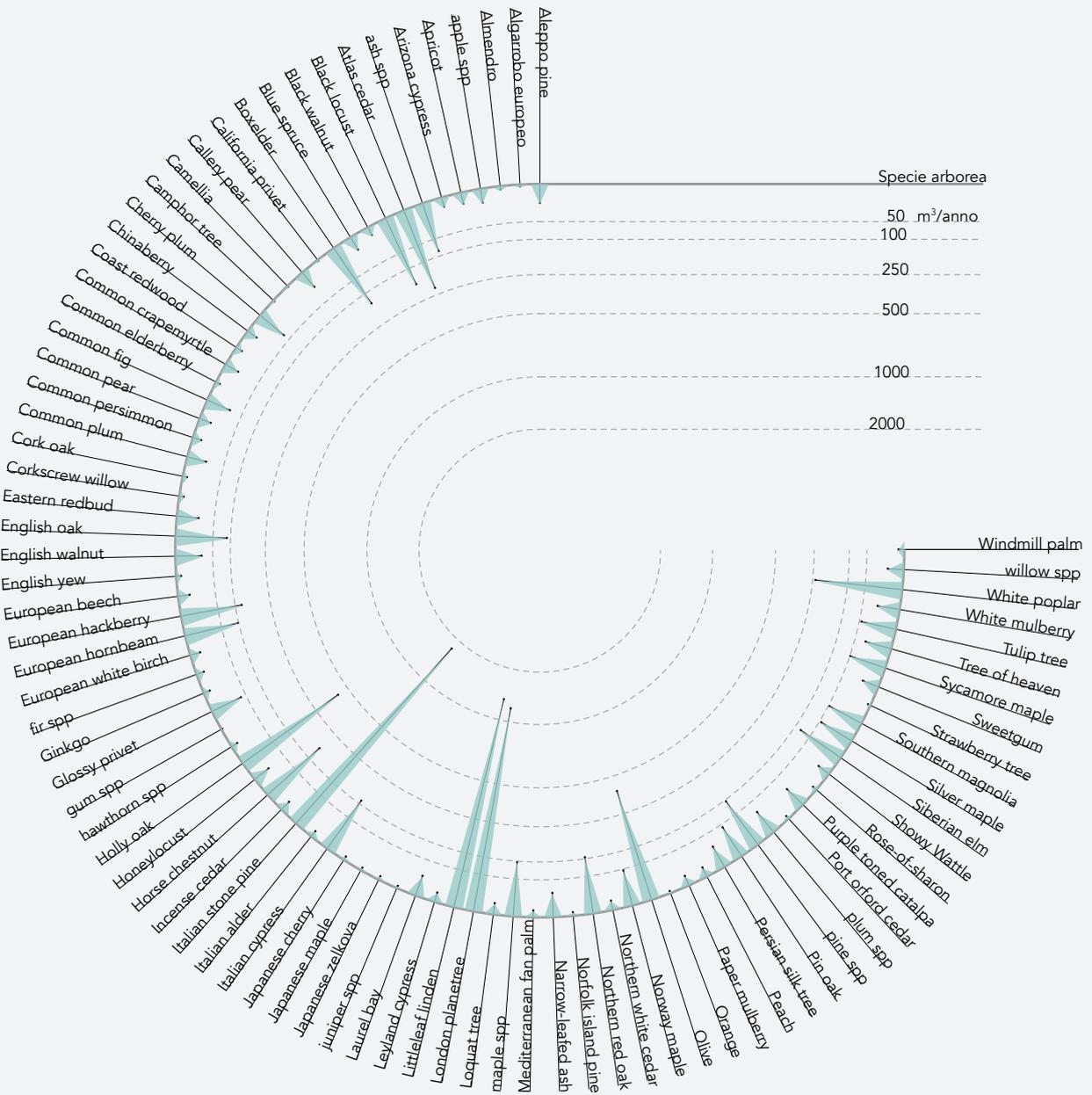
È interessante inoltre notare come il Pino, il Platano e il Tiglio, le specie più comuni tra quelle censite nel Comune di Prato, contribuiscano, con un'area fogliare totale pari a 225 ha, per il 58% alla riduzione delle acque di deflusso.

## FASCIA D'INTERESSE

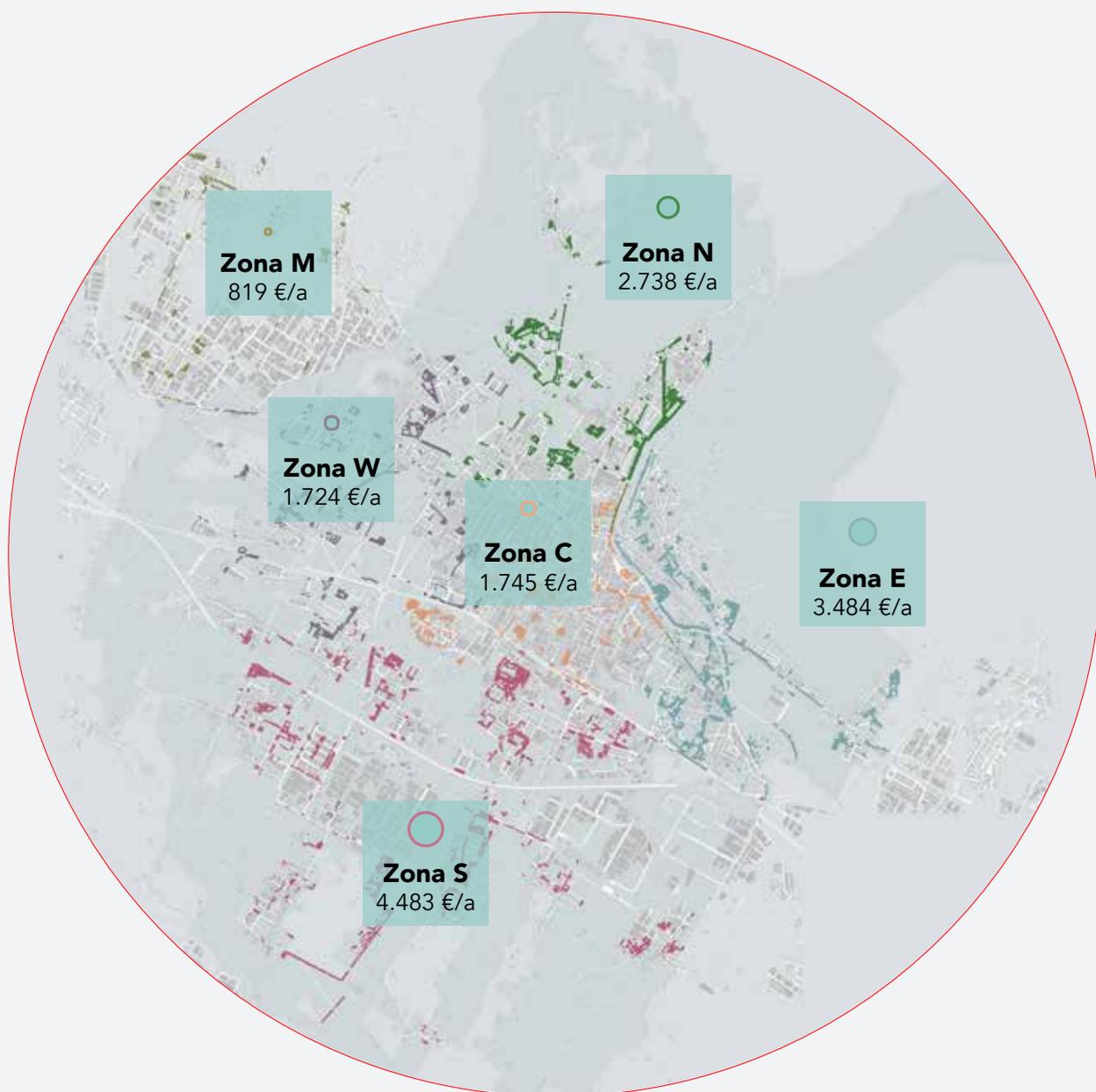
Per quanto riguarda la fascia di interesse, sono sempre il Pino, il Platano ed il Tiglio a contribuire in maniera significativa alla riduzione del ruscellamento. In questo caso la presenza di alberi riduce il ruscellamento di circa 539 metri cubi l'anno con un valore corrispondente di circa 1.000 euro l'anno.

*"In città, la prevalenza di superfici artificiali impermeabili, non consente alcun assorbimento di acqua da parte del terreno. Così, a seguito di forti precipitazioni, la grande quantità di acqua che non riesce ad essere smaltita dalle reti fognarie, provoca allagamenti, danni e disagi di varia natura."*

## DIMINUIZIONE DEL RUSCELLAMENTO PER SPECIE ARBOREA PRESENTE A PRATO



## BENEFICI ECONOMICI DERIVANTI DALLA DIMINUZIONE DEL RUSCELLAMENTO



**Totale beneficio economico**  
circa 15.000€/anno

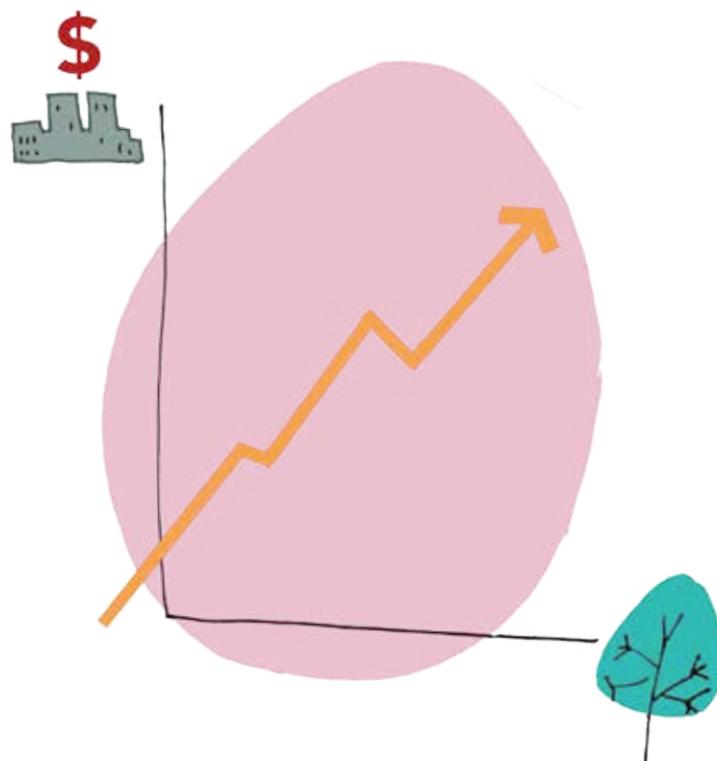


# RISPARMIO ENERGETICO

---

La sfida energetica nelle città non può contare solo su nuovi sistemi di produzione e stoccaggio, ma anche sulla riduzione dei consumi. Gli alberi riducono il consumo di energia all'interno degli edifici abbassando la temperatura, facendo ombra alle costruzioni durante l'estate e proteggendo i palazzi dai venti in inverno (Heisler, 1986).





## LE ISOLE DI CALORE

Uno degli effetti più rilevanti delle alterazioni climatiche dovute all'ambiente urbano è la formazione nelle città delle cosiddette "isole di calore", cioè zone in cui la temperatura è molto più elevata rispetto alle aree circostanti.

Le isole di calore urbano contribuiscono al surriscaldamento del pianeta, poiché determinano un maggiore uso dei condizionatori, oltre ad avere effetti negativi sulla salute dei cittadini. La vegetazione riesce a mitigare le isole di calore, sia direttamente, poiché la superficie fogliare ombreggiante assorbe calore e protegge dalle radiazioni solari e dal riverbero delle superfici pavimentate, che indirettamente, attraverso l'evapotraspirazione.

Le piante, infatti, si comportano da condizionatori naturali poiché assorbono acqua dalle radici e, attraverso la fotosintesi, la rilasciano sotto forma di vapore acqueo; tale processo, endotermico, sottrae energia all'ambiente circostante, determinando l'abbassamento della temperatura in prossimità delle piante nelle ore di maggiore insolazione e l'aumento dell'umidità atmosferica.

Le piante arboree collocate vicino agli edifici, schermano questi ultimi dai raggi solari e riducono così la temperatura al loro interno, determinando un minore utilizzo degli impianti di condizionamento e quindi di energia.

Durante la stagione invernale, se posizionati in maniera corretta, gli alberi possono fornire riparo e diminuire la velocità del vento, riducendo così anche la perdita di calore dagli edifici e, conseguentemente, l'utilizzo del riscaldamento. L'effetto di raffreddamento e protezione dai venti fornito dagli alberi è direttamente correlato alla dimensione e alla posizione dell'albero, alla copertura della chioma, e alla densità di impianto.

I modelli di i-TREE relativi al calcolo del risparmio energetico legati alla presenza di alberi in ambiente urbano, sono progettati in base alle zone climatiche degli Stati Uniti. I modelli si basano, inoltre, sull'efficienza e sul tipo di costruzioni dei palazzi, sul tipo di combustibile utilizzato e sui metodi di produzione di energia presenti in quei paesi.

Per questo motivo, le applicazioni di i-TREE per le stime di risparmio energetico, possono presentare alcune limitazioni se adottate per le nostre zone climatiche, sebbene provvedano, con le opportune accortezze, a fornire una concreta indicazione dell'impatto del verde urbano sul consumo energetico in città. Per considerare il risparmio energetico il più possibile reale non sono stati presi in considerazione i risparmi relativi al riscaldamento invernale.

Nel report sono riportati solo i benefici energetici



derivanti dal risparmio di energia elettrica legata al condizionamento e quindi riferita ai mesi caldi dell'anno. D'altra parte, il calcolo del risparmio di energia per il riscaldamento invernale, oltre a prendere in considerazione il numero e la specie degli alberi presenti, dovrebbe prendere in considerazione, non solo la distanza, ma anche la posizione degli alberi rispetto a ciascun edificio (ad esempio se un albero è posizionato a sud o a nord). Non essendo possibile tale calcolo, la stima sul risparmio energetico invernale sarebbe alterata ed inesatta.

## RISULTATI DELLE ANALISI

I risultati rappresentati graficamente nelle pagine 44 e 45, mostrano per le piante presenti nel database del Comune di Prato un risparmio energetico complessivo pari a oltre 20.000 Mwh per anno. Se questo dato viene moltiplicato per il costo dell'energia, che in media possiamo stimare in 0,1 euro per kwh, il risparmio energetico annuale diventa pari a circa 191.000 euro/anno.

Come per gli altri benefici, il risparmio energetico è stato suddiviso nelle varie zone analizzate, con il risultato che, nelle zone più dense di edifici e con meno presenza di alberi, come la zona M e la zona W, il risparmio energetico è risultato minore.

A questo vantaggio concorrono tutte le piante

presenti nel database, anche quelle più lontane dagli edifici, senza considerare il fatto che il verde privato presente in città non è stato calcolato nella presente simulazione.

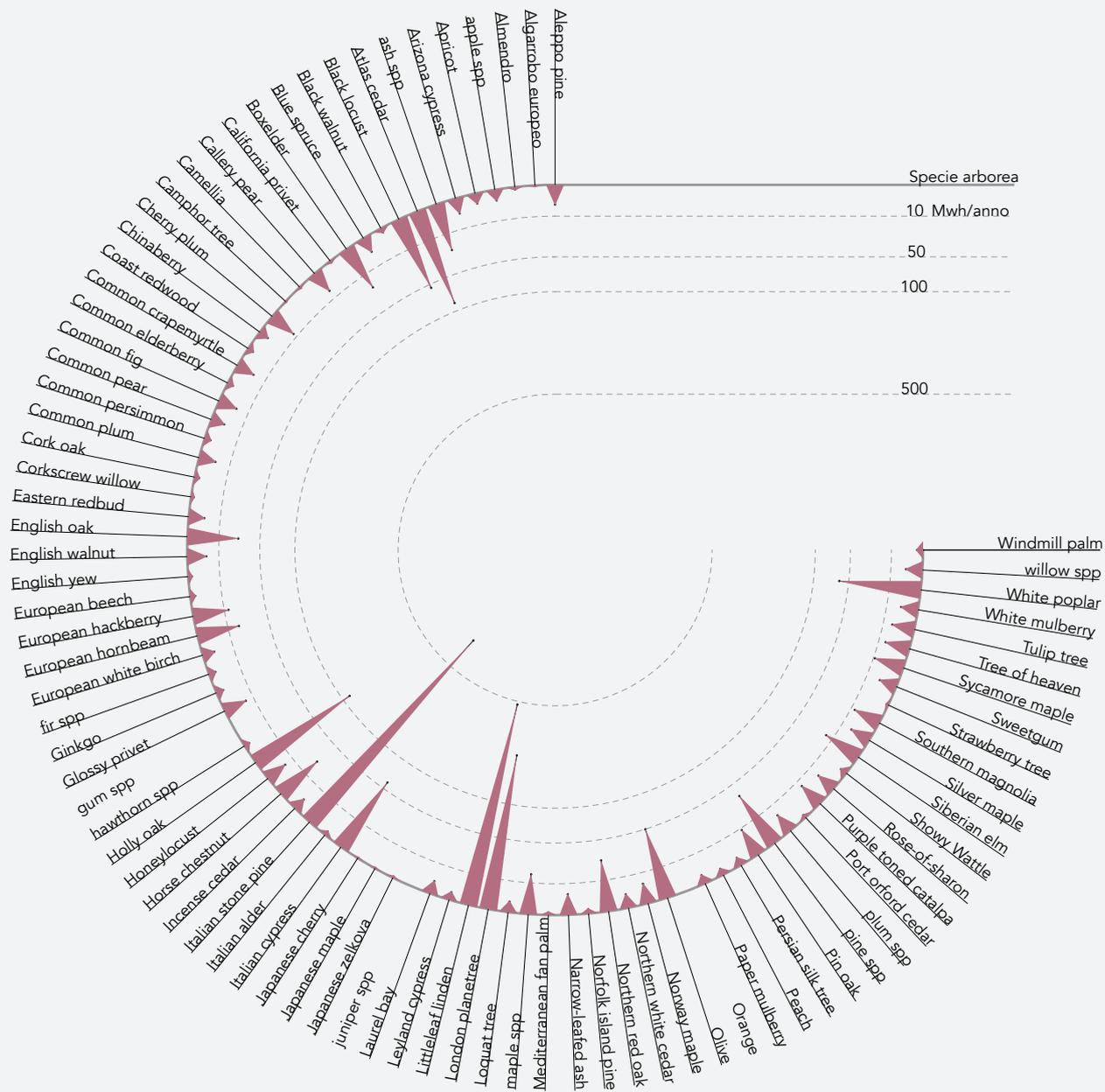
In particolare nelle zone E e C, dove la presenza dei Tigli è molto maggiore rispetto alle altre specie (si parla di 24 e 21% rispettivamente contro la seconda specie presente nella zona E, l'Olivo al 9% e nella zona C, il Pino al 12,4%), questa specie fornisce il maggior contributo al risparmio energetico.

Nelle altre zone, sebbene non sempre sia la specie maggiormente presente, è il Pino domestico quello che contribuisce in maniera maggiore, probabilmente proprio per le caratteristiche di altezza e grande copertura della chioma che, in estate, offre maggiori possibilità di ombreggiamento e quindi di risparmio sul condizionamento.

## FASCIA D'INTERESSE

La fascia di interesse contribuisce al totale dell'energia risparmiata con circa 247 Mwh l'anno, corrispondente ad un valore economico di 24.700 euro. A questo dato contribuiscono per la maggior parte le piante di Tiglio, di Frassino e di Platano presenti nella zona.

## RISPARMIO ENERGETICO PER SPECIE ARBOREA PRESENTE A PRATO



## BENEFICI ECONOMICI DERIVANTI DAL RISPARMIO ENERGETICO



**Totale beneficio economico**  
circa 190.000 €/anno

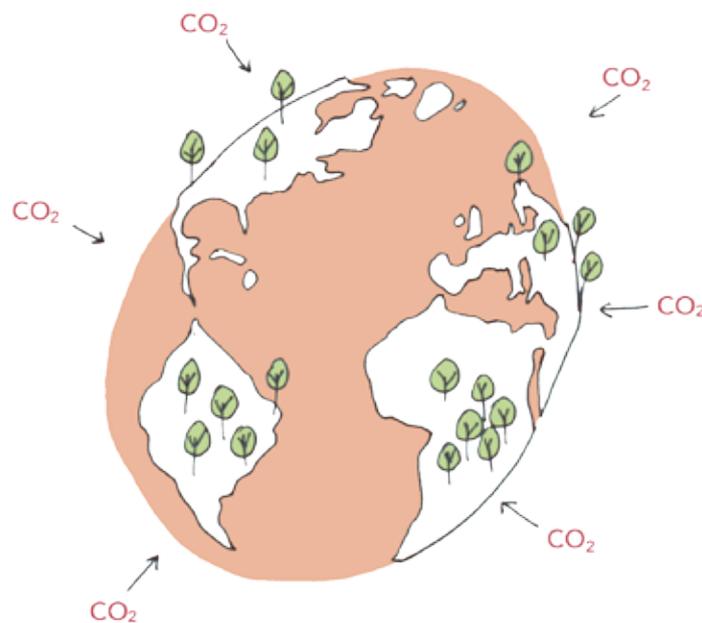


# RIDUZIONE DELLA CO<sub>2</sub>

---

Le numerose iniziative intraprese dal comune di Prato sull'efficiamento energetico, atte ad invertire la rotta in merito alle emissioni di CO<sub>2</sub> e di altri gas climalteranti di sostanze inquinanti, hanno dimostrato il loro effetto e fatto auspicare il raggiungimento dell'abbattimento del 20% entro il 2020. I dati sull'incremento delle emissioni pro capite, tuttavia, evidenziano la sussistenza del problema.





## LA QUESTIONE DELLA CO<sub>2</sub>

Gli alberi forniscono un vero e proprio servizio ecologico nell'abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>, essendo questa fonte indispensabile per la produzione di energia e biomassa (radici, fusto, rami).

Attraverso gli scambi gassosi e il processo fotosintetico, il carbonio sottratto all'atmosfera viene immagazzinato nella biomassa vegetale prodotta, e lì conservato per tutto il ciclo vitale della pianta, per decenni e anche secoli.

Si tratta di quantità rilevanti, soprattutto considerando che il 50% della sostanza secca di una pianta è costituito da carbonio.

Dal punto di vista "biologico" la quantità sequestrata dipende dal tasso di crescita e dalla mortalità della pianta, momento in cui il carbonio viene riemesso nel sistema. Ne consegue che lo stato di salute di una pianta, che dipende dalla specie, dall'età, e dalla struttura dell'individuo, sia uno dei fattori principali affinché il bilancio del carbonio sequestrato sia positivo.

L'età della pianta è un fattore particolarmente importante: gli alberi giovani, infatti, accumulano CO<sub>2</sub> più rapidamente degli anziani, mentre un bosco secolare, in cui il tasso di mortalità è naturalmente maggiore, rilascia continuamente la stessa quantità di CO<sub>2</sub> immagazzinata.

Anche il tasso di crescita è determinante per l'efficienza di sequestro del carbonio, ed è stato constatato che la crescita riferita al singolo albero è maggiore in ambito urbano rispetto ad ambienti rurali o boschivi, dato che ogni pianta dispone di ampia superficie (i dati indicano un sequestro di CO<sub>2</sub> 4-5 volte superiore).

Lo stato di salute delle piante è forse il fattore più importante, pertanto le operazioni che ne garantiscono il mantenimento sono fondamentali, seppur esse stesse possono contribuire all'emissione di carbonio.

*"Gli alberi forniscono un vero e proprio servizio ecologico nell'abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>, essendo questa fonte indispensabile per la produzione di energia e biomassa"*

## STOCCAGGIO E SEQUESTRO CO<sub>2</sub>

Nome della specie	Stoccaggio di CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> Equivalente Tonnellate	Sequestro di CO <sub>2</sub> Tonnellate/anno	CO <sub>2</sub> Equivalente Tonnellate/anno
	Tonnellate	Percentuale			
Italian stone pine	884,4	24,7%	3243	13,34	48,93
London planetree	645,7	18,1%	2367,7	10,73	39,35
Littleleaf linden	493,1	13,8%	1808,3	10,29	37,72
Holly oak	322	9,0%	1180,6	6,32	23,19
Olive	177,7	5,0%	651,7	4,29	15,74
White poplar	202,1	5,7%	741,1	3,17	11,62
Atlas cedar	117,1	3,3%	429,3	1,95	7,14
Black locust	73,6	2,1%	269,9	1,90	6,98
Italian cypress	72,9	2,0%	267,5	1,61	5,89
Boxelder	44,5	1,2%	163,3	1,39	5,09

### RISULTATI DELLE ANALISI

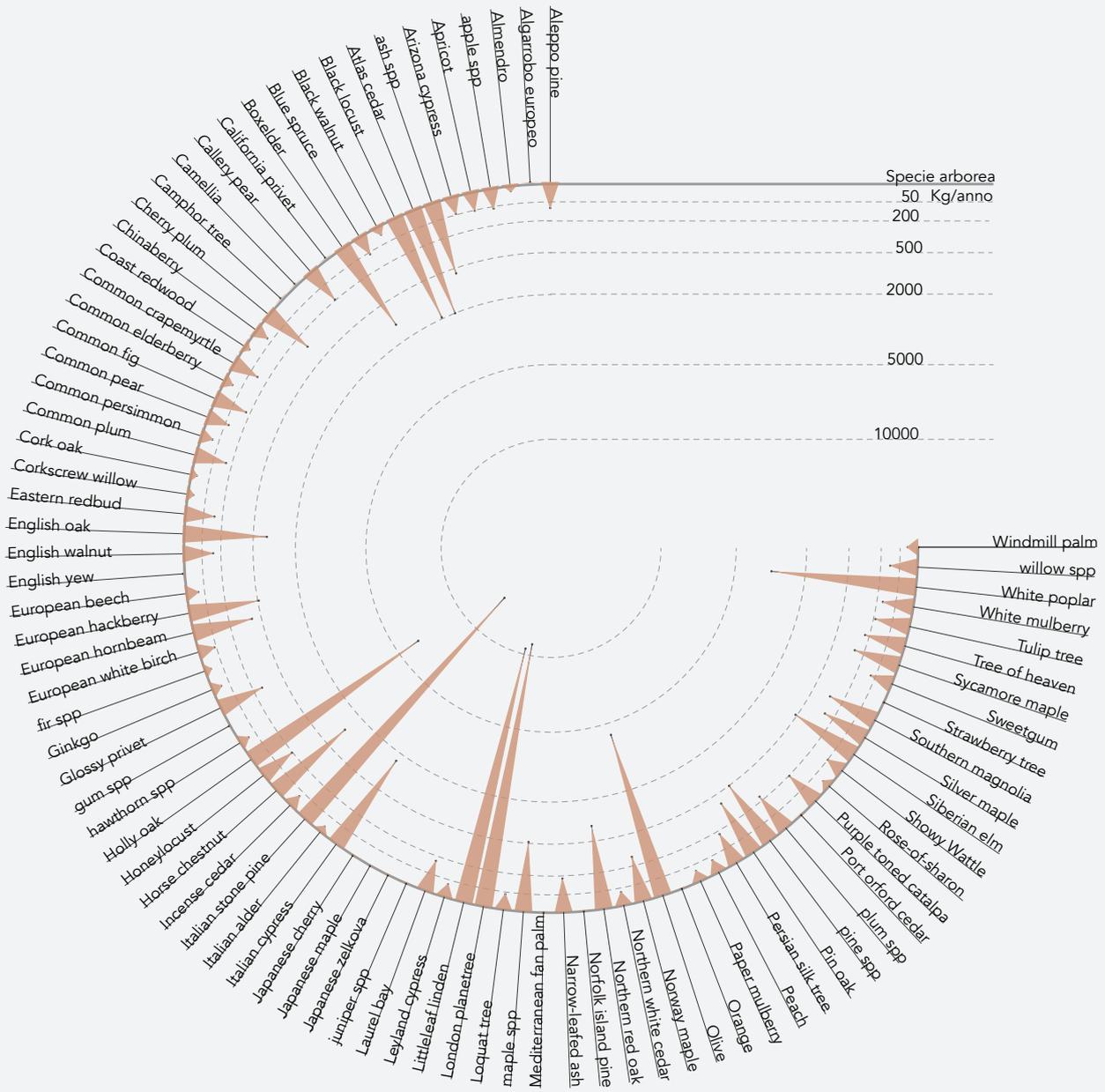
Relativamente alle piante prese in esame del comune di Prato, il sequestro netto di carbonio, calcolato sottraendo al valore di stoccaggio il rilascio in seguito al decesso delle piante, ammonta a 3.586 tonnellate annue, con un valore economico associato di 437.000 euro.

In generale, le piante di tutte le zone nord, sud, est ed ovest partecipano consistentemente allo stoccaggio di CO<sub>2</sub>, soprattutto la zona nord ed est. La zona del centro e in particolare la zona di Montemurlo sono caratterizzate invece da un numero inferiore di piante che ne determinano un sequestro decisamente inferiore (anche di 5 volte nel caso della zona di Montemurlo).

### FASCIA D'INTERESSE

Gli alberi presenti nella fascia di interesse mostrano un ruolo rilevante nel sequestro del carbonio (valore netto di 219 tonnellate per un valore di 26.800 euro). La specie più diffusa è il Tiglio (circa il 21%), una delle più efficienti nello stoccaggio di carbonio, anche se è il Pino domestico a contribuire di più.

## SEQUESTRO DI ANIDRIDE CARBONICA PER SPECIE ARBOREA PRESENTE A PRATO



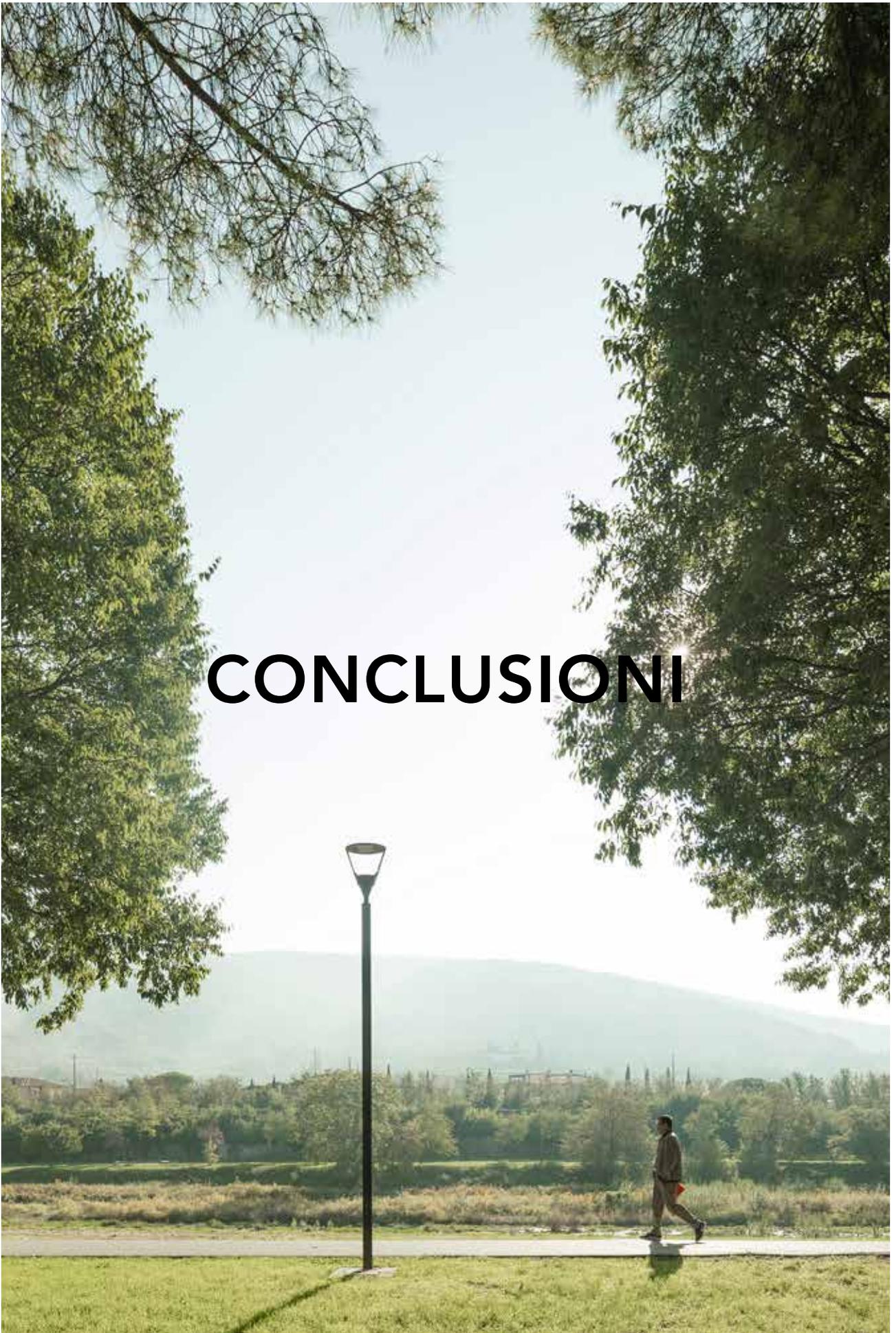
## BENEFICI ECONOMICI DERIVANTI DAL SEQUESTRO DI ANIDRIDE CARBONICA



**Totale beneficio economico**  
circa 8.500 €/anno



# CONCLUSIONI



# L'UOMO E LE PIANTE

---

Dimentichiamo facilmente le nostre origini: stiamo davanti allo schermo di un computer da pochi decenni e dentro stanze illuminate dalla luce elettrica da tre-quattro generazioni, ma prima siamo stati agricoltori per circa 500 generazioni e per qualcosa come 20.000 generazioni, cacciatori-raccoglitori intimamente connessi al mondo naturale.





20.000 generazioni umane non passano invano; sul nostro essere uomini hanno molta maggiore influenza quelle 20.000 generazioni vissute fra le piante che le 500 trascorse dall'inizio dell'agricoltura e della civiltà. Nonostante la cultura e le conoscenze accumulate, la psiche di un uomo moderno, ai livelli più profondi non è molto diversa da quella di un uomo delle origini.

Al meno questo è quanto afferma la psicologia evuzionistica, una branca della psicologia, che studia lo sviluppo dei processi psicologici, nel corso della nostra evoluzione, in funzione del loro valore adattivo per l'individuo. L'allontanamento dalla nostra casa naturale non è stato indolore.

Molte delle sindromi contemporanee dipendono direttamente da questo distacco e ne stiamo diventando sempre più consapevoli. Lo dimostrano l'ormai sterminato numero di articoli scientifici riguardanti gli inaspettati effetti della presenza di piante sul nostro benessere.

Nel 1984, Roger Ulrich, un ricercatore dell'università del Delaware, studiando i registri di degenza dei pazienti operati di colecistectomia di un ospedale suburbano della Pennsylvania, scoprì che i pazienti assegnati a stanze con finestre affacciate sul verde avevano soggiorni ospedalieri postoperatori più brevi, ricevano meno commenti negativi nelle note degli infermieri e consumavano

meno analgesici dei pazienti ospitati in stanze identiche ma con finestre rivolte verso altri edifici. La sola vista di un ambiente naturale era sufficiente ad accorciare significativamente la degenza postoperatoria. I risultati pubblicati sulla rivista *Science* col titolo semplice ed evocativo di *"View through a window may influence recovery from surgery"*, iniziarono un'intensa attività di ricerca su argomenti relativi agli effetti delle piante sul benessere dell'uomo.

Oggi sappiamo che, a parità di ogni altro parametro, la presenza di piante: abbrevia le degenze postoperatorie, migliora la sopportazione del dolore, modera la pressione sanguigna, abbassa i livelli di stress, riduce il numero di disturbi nervosi e di suicidi, diminuisce i crimini contro la persona, migliora l'umore, incrementa la concentrazione in tutti ed in particolare nei bambini e nei ragazzi che soffrono di ridotte capacità d'attenzione... e potremmo continuare a lungo.

In poche parole, la nostra relazione con le piante non si esaurisce affatto nella semplice dipendenza alimentare o energetica, comunque la si voglia definire, ma è molto più profonda ed implica una forte azione delle piante sulla nostra psiche. Quelle 20.000 generazioni che ci hanno preceduto e per le quali una foresta era la casa, continuano prepotentemente a vivere dentro di noi.

per maggiori info:



via della Cernaia 12  
Firenze 50129  
[www.pnat.net](http://www.pnat.net) [info@pnat.net](mailto:info@pnat.net)

# PRATO

## ACTION PLAN PER LA FORESTAZIONE URBANA

## **COMUNE DI PRATO**

Valerio Barberis  
Assessore all'urbanistica

Francesco Caporaso  
Dirigente servizio urbanistica

Arch. Pamela Bracciotti  
Arch. Antonella Perretta  
Ufficio di Piano

## **GRUPPO DI LAVORO:**

### **Stefano Boeri Architetti S.r.l.**

Stefano Boeri

#### **Divisione Urbanistica**

Corrado Longa  
Laura Di Donfrancesco  
Anna Maiello  
Francesca Capicchioni

#### **Divisione Ricerca**

Maria Chiara Pastore  
Simone Marchetti  
Giovanni Nardi  
Livia Shamir

# Indice generale

I NUMERI DELL’ACTION PLAN .....	6-7
INTRODUZIONE .....	8
CAPITOLO I - FORESTAZIONE URBANA .....	11
SEZIONE I - Urban Forestry. Call for Action	
SEZIONE II - Forestazione Urbana e peri-urbana	
SEZIONE III - Benefici della Forestazione	
SEZIONE IV - Benefici delle Infrastrutture verdi e blu	
SEZIONE V - Abaco delle tipologie di Forestazione urbana	
CAPITOLO II - SEI STRATEGIE PER PRATO .....	25
SEZIONE I - Definizione delle sei Strategie per Prato	
SEZIONE II - Casi studio delle Strategie	
CAPITOLO III - ABACO DEGLI INTERVENTI .....	55
SEZIONE I - Abaco delle Azioni	
SEZIONE II - Abaco degli interventi sugli edifici	
SEZIONE III - Abaco delle specie arboree e arbustive	
SEZIONE IV - Progetto pilota: Parco di San Paolo	
CAPITOLO IV - ATLANTE .....	65



2 Sistema del verde di mitigazione delle infrastrutture

5 Sistema della demineralizza

6 Sistema del parco agricolo di cintura

4



zione urbana

Sistema dei golfi agricoli  
periurbani e dei grandi parchi

3 Sistema del  
verde capillare

1 Sistema del parco  
fluviale e delle gore

## Prato: Action Plan per la Forestazione Urbana

### I numeri dell'Action Plan

#### Parco fluviale e delle Gore

**110 ha** di estensione del parco fluviale del fiume Bisenzio

**100 km** di filari alberati lungo le acque

**60 ha** di fasce di tutela degli ecosistemi fluviali

**30 km** di percorsi di valore paesaggistico lungo il Bisenzio e verso le colline

#### Verde di mitigazione delle infrastrutture

**250 ha** di aree di mitigazione acustica e ambientale delle infrastrutture

**70 km** di viali alberati

**15 km** di fascia di mitigazione ferroviaria

#### Verde capillare

**80 ha** di aree a parcheggio filtranti

**300 ha** di verde urbano

**20 ha** di aree per orti e agricoltura urbana

**30 ha** di giardini scolastici

**260 ha** di giardini privati ad alto valore ambientale

#### Golfi agricoli periurbani e grandi parchi

**130 ha** di parchi attrezzati

**225 ha** di aree per orti e agricoltura urbana

**14 ha** di giardini scolastici

**17 ha** di aree a parcheggio filtranti

## **Demineralizzazione urbana**

**55 ha** di aree a servizio demineralizzate

**160 ha** di superfici industriali per tetti verdi e pannelli fotovoltaici

**170 ha** di tetti e facciate verdi

## **Parco agricolo di cintura**

**840 ha** di aree umide

**120 km** di filari e siepi campestri

**870 ha** di aree di valore storico testimoniale

## **I numeri della Forestazione Urbana:**

**+ 160 ha** di superfici boscate

**+ 200 km** di filari alberati

**+ 190.000** nuovi alberi piantumati

**+ 150 ha** di superfici demineralizzate

**- 76 .000 t** di CO<sub>2</sub> all'anno

**1albero per ogni abitante della città di Prato**

## Action Plan per la Forestazione Urbana a Prato.

L'Action Plan per la Forestazione urbana di Prato è lo strumento attraverso il quale indirizzare le linee strategiche del nuovo piano operativo e dotare la città di una rinnovata qualità ambientale ed urbana. Introdurre il concetto di Forestazione urbana a Prato significa rinnovare la capacità attrattiva della città non solo per i nuovi abitanti ma anche per le imprese innovative che lavorano nel campo della sostenibilità e dell'implementazione e valorizzazione della diversità biologica. Inoltre il tema della Forestazione Urbana introduce un ulteriore elemento di declinazione di Prato come città della contemporaneità in Toscana, assunto strategico alla base delle politiche urbane degli ultimi anni e quindi a creare un contesto favorevole allo sviluppo dei comparti economici esistenti, in particolare il tessile moda, ICT e agroalimentare.

L'Action Plan per la Forestazione di Prato ha l'obiettivo di incrementare le superfici boscate nella città, insistendo soprattutto nelle aree a maggior tasso di urbanizzazione, così da restituire alla città spazi e corridoi di vita in grado di incrementare la biodiversità attraverso processi di rinaturalizzazione urbana che possano favorire lo sviluppo di habitat per le specie animali non domestiche che abitano e percorrono la pianura pratese.

L'Action Plan ipotizza un grande bosco che unisca in un unico sistema i parchi esistenti e di nuova previsione, le aree agricole intorno alla città, i casali e i piccoli borghi. Una foresta non sempre accessibile all'uomo, dove la natura, sostituendo quelli che oggi sono i territori destinati ad un'agricoltura monocolturale e di attesa, potrà ritrovare una sua espressione ricca, autonoma e spontanea. La realizzazione della Forestazione urbana a Prato prevede la piantumazione di 190.000 nuovi alberi, circa uno ogni abitante,

grazie all'azione sinergica degli indirizzi del piano strutturale e alle future norme del piano operativo che declineranno questi concetti in regole concrete, a sostegno per esempio degli agricoltori che decideranno di rinaturalizzare i loro campi e delle tante aziende pratesi che potranno trovare nelle azioni di forestazione un efficace strumento di compensazione ambientale degli impatti generati.

Nello specifico l'Action Plan propone una nuova soglia "ombrosa", un confine vegetale, un limite naturale all'espansione urbana. Un arcipelago di aree variamente forestate, una rete di filari verdi lungo le infrastrutture, ma anche un reticolo di greenways che andranno a definire i sei sistemi verdi della città che si implementeranno nel tempo attraverso la progressiva attuazione del piano operativo ed il completamento degli interventi di trasformazione urbanistica previsti.

L'Action Plan per la Forestazione urbana di Prato vuole essere un palinsento, un progetto che disponendo del solo potere di indirizzo e non avendo potenziali finanziamenti, necessita di un'attenta comunicazione ai soggetti pubblici e privati; attraverso tavoli ed incontri sarà possibile ottenere adesioni e disponibilità di aree dove poter piantumare e attivare nuovi progetti di Forestazione urbana legati al disegno complessivo prefigurato dall'Action Plan.

In definitiva si può affermare che l'Action Plan rappresenta uno strumento urbanistico intermedio che introduce una serie di politiche di Forestazione urbana che possono accompagnare e veicolare le trasformazioni urbanistiche ed essere una nuova agenda per la Pubblica Amministrazione con il fine di ridurre progressivamente gli impatti del sistema urbano e aumentare la qualità ambientale urbana.





# FORESTAZIONE URBANA

## CAP. I

# Urban Forestry.

## un appello

In previsione del primo Forum Mondiale sulla Forestazione Urbana promosso dalla FAO (Food and Agriculture Organization), che si terrà dal 28 novembre 2018 al 1 dicembre 2018 a Mantova.



### noi, progettisti del primo Bosco Verticale a Milano, invitiamo



architetti, urbanisti, botanici, agronomi, forestali, arboricoltori, paesaggisti, geografi, etologi, studiosi del paesaggio, tecnici, ricercatori ed esperti in cura del verde e forestazione urbana, operatori immobiliari, amministratori e rappresentanti delle istituzioni locali e della società civile, membri e rappresentanti di organizzazioni internazionali, di agenzie di finanziamento, di università e enti di ricerca e ONG

### a considerare che :

- nel 2030, il **60%** della **popolazione mondiale** vivrà nelle **città**.
- già oggi le città consumano il **75%** delle **risorse naturali** e sono responsabili di oltre il **70%** delle **emissioni globali di CO<sub>2</sub>**.
- le **emissioni cumulative di CO<sub>2</sub>**, insieme a quelle di metano e di altri gas serra, determinano il **surriscaldamento globale del pianeta**, che è causa dello scioglimento dei ghiacciai, della perdita di biodiversità e dell'innalzamento crescente del livello degli oceani.

### e considerare inoltre che :

- **foreste e alberi**, a rischio di continua erosione in tutto il mondo, **assorbono** ogni anno quasi il **40%** delle **emissioni di combustibili fossili** prodotte in larga parte dalle nostre città .
- le **foglie e le radici** di un albero maturo **assorbono CO<sub>2</sub>** attraverso la fotosintesi e aiutano a ridurre le sostanze inquinanti presenti nell'aria (responsabili di un'altissima percentuale di malattie respiratorie e morti premature).
- se **un unico albero** può portare notevoli benefici alla città e ai suoi abitanti, un **bosco** o una **foresta urbana** possono essere un aiuto straordinario per **migliorare la qualità** della salute e della vita in una città.

### a credere che :

- le **città**, in gran parte **responsabili** del problema del **cambiamento climatico**, hanno l'opportunità di diventare **parte integrante della soluzione**, aumentando il numero di **foreste e alberi** che possono "combattere il nemico" sul suo stesso campo (la città), utilizzando la **CO<sub>2</sub> come fertilizzante**.



- incrementare le **foreste e gli alberi** nelle città del mondo può aiutare ad assorbire CO<sub>2</sub>, **ridurre** drasticamente l'**inquinamento**, il **consumo energetico** e l'effetto "**isola di calore urbano**", migliorando la biodiversità delle specie viventi e rendendo le città più sicure, piacevoli e salubri.
- un **movimento globale sulla forestazione urbana** potrà aiutare a impedire che la temperatura globale nel pianeta cresca sopra il **tetto dei 2°C**, considerata la soglia massima accettabile dagli accordi formulati dalla COP 21 a Parigi nel 2015.



## quindi:

abbiamo il dovere di impegnarci per lanciare una **campagna globale sulla forestazione urbana** che moltiplichi la presenza di **foreste e alberi** nelle nostre città. una campagna che dovrebbe iniziare con queste principali **azioni**:

- proteggere e aumentare le **superfici permeabili e verdi** nella città
- creare nuovi **parchi e giardini**
- trasformare i **tetti** della città in **prati e orti urbani**
- trasformare i **muri di cinta** e le **barriere urbane** in **facciate verdi**
- trasformare **cortili e vuoti urbani** in **oasi verdi**
- promuovere ovunque **orti urbani** e potenziare l'**agricoltura urbana**
- utilizzare le radici degli alberi per **bonificare i suoli inquinati**
- creare una **rete di corridoi verdi** (viali alberati, filari...) per connettere **parchi, boschi e architetture verdi**.
- moltiplicare il numero di **edifici verdi** e **boschi verticali**.
- creare nuove **foreste orbitali** e **boschi** intorno alle nostre città



## perciò:

se vogliamo **invertire il cambiamento climatico**,

se vogliamo **favorire la sopravvivenza** delle specie viventi,

se vogliamo che le nostre **città** siano più **verdi, salubri e piacevoli**,

la **forestazione urbana** deve diventare una **priorità** nell'agenda internazionale dei governi e delle istituzioni internazionali e locali.

**I prossimi mesi sono decisivi per raccogliere adesioni, esperienze e progetti per la Forestazione Urbana, in previsione del primo Forum Mondiale sulla Forestazione Urbana promosso dalla FAO (Food and Agriculture Organization), che si terrà dal 28 novembre 2018 al 01 dicembre 2018 a Mantova.**



## unisciti a noi. è tempo di agire.

condividete adesioni, suggerimenti  
e best practices con noi a:

[bestpractice@wfuf.com](mailto:bestpractice@wfuf.com) e  
[urbanforestry@stefano-boeriarchitetti.net](mailto:urbanforestry@stefano-boeriarchitetti.net)

# Forestazione urbana e peri-urbana

**Cos'è la Forestazione urbana e peri-urbana?  
Perché abbiamo bisogno della Forestazione?  
Quali sono i benefici della Forestazione?  
Quali sono i benefici ambientali di un albero e  
di una foresta?  
Qual è il contributo della Forestazione urbana  
alla realizzazione di una Infrastruttura  
verde e blu?**

## Cos'è la Forestazione urbana e peri-urbana?

Una definizione.

La Forestazione urbana e peri-urbana è la pratica della gestione delle foreste metropolitane, per garantire il loro contributo ottimale al benessere fisiologico, sociologico ed economico delle società urbane. È un approccio integrato, interdisciplinare, partecipativo e strategico per la pianificazione e la gestione di foreste e alberi nelle città e nelle aree circostanti. Comprende la valutazione, la pianificazione, l'impianto, la manutenzione, la conservazione e il monitoraggio delle foreste urbane e può operare su scale che vanno dai singoli alberi ai paesaggi. Sottolinea l'impegno dei cittadini (anche educandoli sul valore e i benefici degli alberi e delle foreste) nella cura della crescita e della vita delle piante, siano esse di proprietà pubblica o privata.

Source: FAO - Guidelines on urban and peri-urban forestry

## Perché abbiamo bisogno della Forestazione?

Rendere la Città Resiliente.

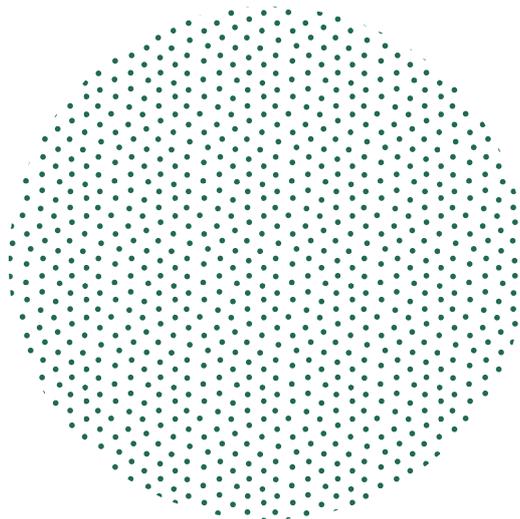
La crescita delle Città è un dato ormai appurato, nel 2050 circa il 70% della popolazione mondiale si concentrerà nelle città. Le Città sono dunque la prima causa del cambiamento climatico, producendo circa il 75% delle emissioni di CO<sub>2</sub>, e sono anche le prime vittime a subire le cause del cambiamento climatico. La Forestazione, assieme alla corretta pianificazione e alle politiche di sostenibilità ambientale, è uno degli strumenti che permetterà alle Città, compresa la città di Prato, di rispondere alla sempre più impellente richiesta di combattere le cause del cambiamento climatico all'interno della Città stessa, rendendola quindi una Città resiliente.

## Quali sono i benefici della Forestazione?

Benefici di una Foresta urbana.

I benefici della forestazione sono molteplici:

1. Riduce l'effetto "Isola di Calore",
2. Rimuove gli inquinanti atmosferici e riduce l'inquinamento acustico
3. Assorbe CO<sub>2</sub> e mitiga il cambiamento climatico,
4. Riduce il consumo energetico attraverso l'ombreggiamento e la creazione di un microclima (evapotraspirazione),
5. Riduce il ruscellamento e i rischi di allagamento,
6. Aumenta la biodiversità e le superfici permeabili della città,
7. Promuove la creazione di nuovi posti di lavoro,
8. Migliora la salute mentale e fisica dei cittadini.

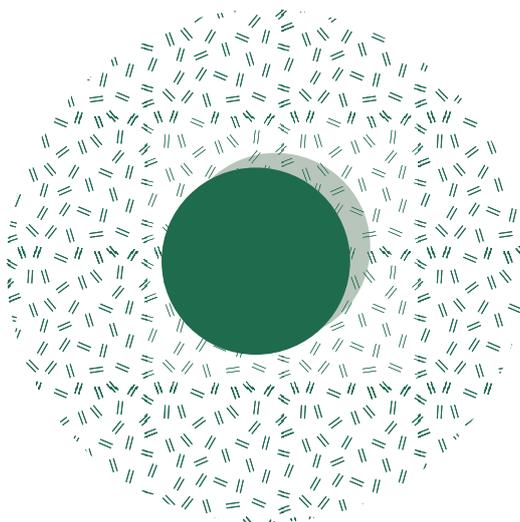


La Foresta

## Quali sono i benefici di un albero?

### Benefici di un albero adulto.

- Un albero assorbe 0,4 t di CO<sub>2</sub>/anno
- Produce ossigeno tale da coprire il fabbisogno annuo di 10 persone
- Può traspirare fino a 450 litri di acqua al giorno
- Da un beneficio economico di 4,7€ per ogni euro investito in piantumazione e manutenzione
- Genera servizi ecosistemici con uno specifico valore economico. Gli alberi infatti producono un beneficio economico di 4,7€ per ogni euro investito nella messa a dimora di alberi e nella loro manutenzione.
- Abbassa le temperature e diminuisce la quantità di combustibile fossile usato per raffrescare e per riscaldare le case, riducendo così i consumi.
- Un albero urbano consente un risparmio energetico di 100€/anno.
- Esiste una stretta correlazione tra il valore di una proprietà e la sua vicinanza ad un parco, un'area verde urbana e altri spazi verdi.
- Un albero urbano può aumentare il valore di una proprietà fino a 200€/anno.



L'Albero

## Qual è il contributo della Forestazione alla realizzazione di una infrastruttura verde e blu?

Approccio Olistico.

Le Foreste urbane apportano un contributo distintivo e talvolta unico all'infrastruttura verde a livello territoriale. Comprendere i servizi che ciascuna foresta urbana può fornire alle infrastrutture verdi e blu è fondamentale per raggiungere gli obiettivi prefissati dal Piano.

- La Foresta urbana offre una forte attrattiva visiva e paesaggistica sia ai quartieri residenziali che a quelli commerciali. Questi servizi migliorano i valori delle proprietà e riducono i tempi di sfitto, supportano l'economia dei visitatori, e possono essere utilizzati come strumento di rigenerazione urbana.
- La Foresta urbana aiuta a regolare il clima urbano fornendo ombra, intercettando il forte vento, e rinfrescando le aree pubbliche attraverso il processo di evapotraspirazione. Questi servizi riducono i costi energetici in termini di riscaldamento e raffreddamento degli edifici.
- La Foresta urbana ha un effetto mitigante sul cambiamento climatico immagazzinando e sequestrando carbonio nei tessuti degli alberi e degli arbusti urbani.

- La Foresta urbana regola la qualità dell'aria urbana attraverso normali processi biotici e ha un enorme valore in quanto assorbe il particolato derivante dal trasporto e dalla combustione di combustibili fossili. Gli alberi vicini alle principali infrastrutture di trasporto attenuano l'inquinamento acustico, controllano l'abbagliamento e la riflessione delle aree urbane, contribuiscono alla salute e al rilassamento dell'uomo e riducono i livelli di stress e ansia.
- La Foresta urbana intercetta le precipitazioni e rallenta il deflusso dell'acqua.
- La Foresta urbana è un elemento chiave anche per la bonifica dei suoli inquinati. Infatti le radici degli alberi aiutano a migliorare la qualità e l'idrologia del suolo urbano, aumentando il potenziale di idratazione, stoccaggio e ricarica delle acque sotterranee, e in questo modo la foresta urbana contribuisce alla salute dell'ecosistema urbano complessivo.

Source: COST - European Cooperation in Science and Technology, "Guideline for urban forestry as critical green infrastructure in european urban areas"



Infrastruttura verde e blu

# Quali sono le tipologie di Forestazione?

---

- Foreste peri-urbane e boschi
- Parchi cittadini e foreste (> 0,5ha)
- Piccoli parchi (< 0,5 ha)
- Viali e piccole piazze
- Altri spazi verdi e alberati
- Edifici verdi



## Foreste peri-urbane e boschi:

- Foreste ripariali
- Schermature lignee
- Rinaturalizzazione agricola/urbana
- Boschi produttivi
- Oasi



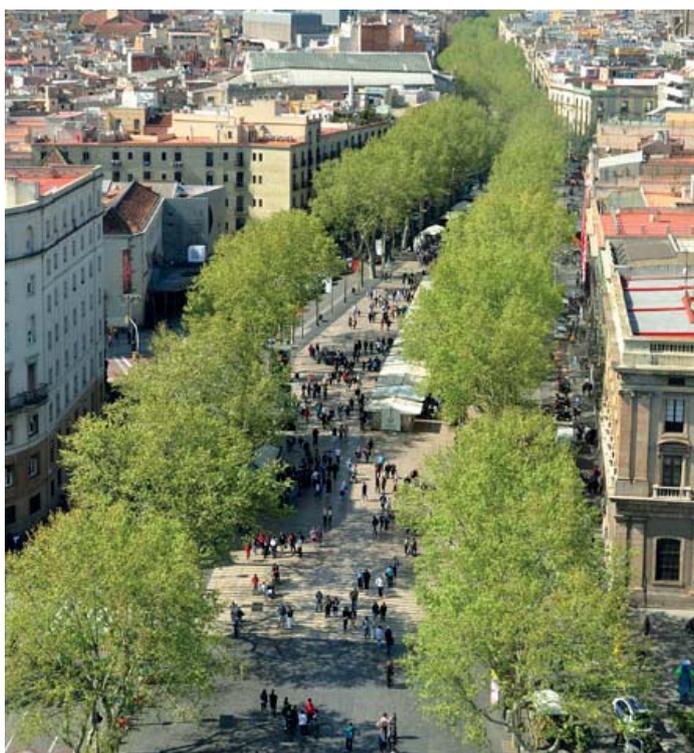
## Parchi cittadini e foreste (>0.5 ha):

- Grandi parchi urbani
- Parchi distrettuali parzialmente dotati di strutture per il tempo libero e ricreazione



## Piccoli parchi (<0.5 ha):

- Piccoli parchi distrettuali con aree attrezzate
- Giardini privati
- Spazi verdi



## Viali e piccole piazze:

- Filari di alberi lineari
- Piccoli gruppi di alberi
- Singoli alberi in piazze
- Alberi in aree parcheggio



## Altri spazi verdi alberati:

- Terreni agricoli urbani
- Terreni sportivi
- Terreni vuoti
- Prati
- Aree ripariali
- Aree aperte
- Cimiteri
- Giardini botanici



## Edifici verdi:

- Tetti verdi
- Tetti freddi
- Facciate verdi
- Foreste verticali

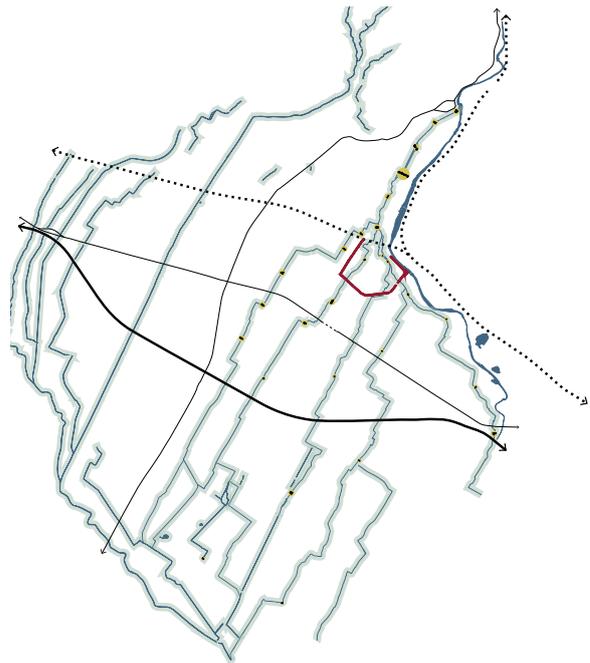


# 6 STRATEGIE PER PRATO

CAP. II

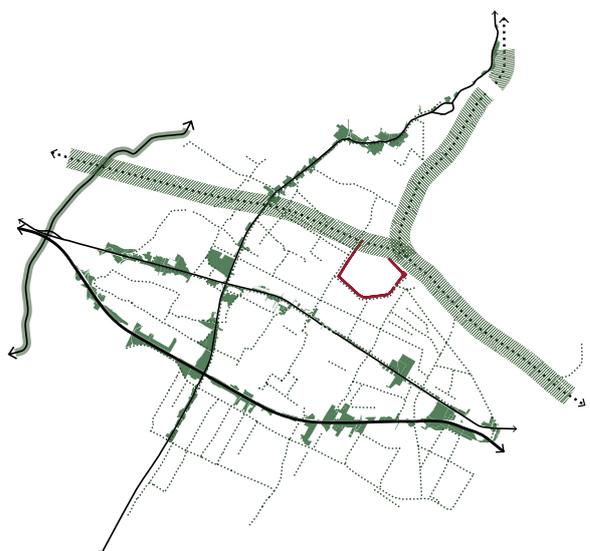
### 1. Parco fluviale e delle Gore

Il Parco del Bisenzio e il reticolo idrografico capillare delle Gore.



### 2. Verde di mitigazione delle infrastrutture

I filari alberati e le fasce di mitigazione delle infrastrutture stradali e ferroviarie.



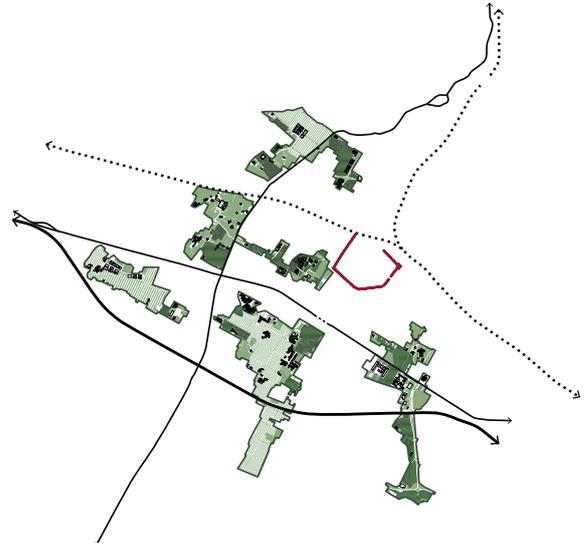
### 3. Verde capillare

Le piccole aree verdi interstiziali e la microregolazione dell'ambiente urbano.



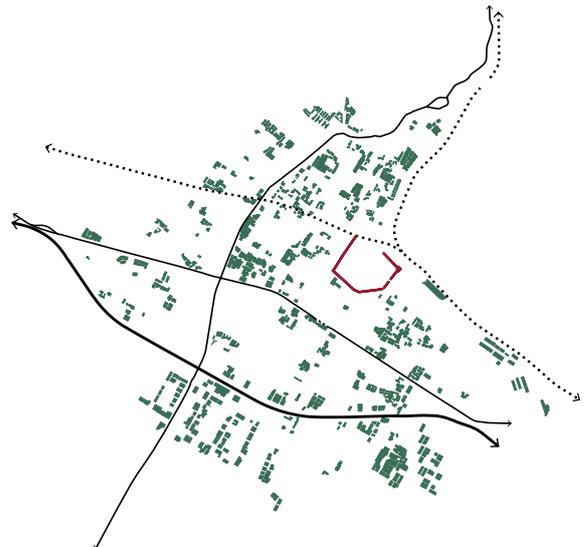
#### 4. Golfi agricoli periurbani e grandi parchi

I golfi agricoli periurbani e la nuova sinergia tra aree urbane, agricoltura e ambiente.



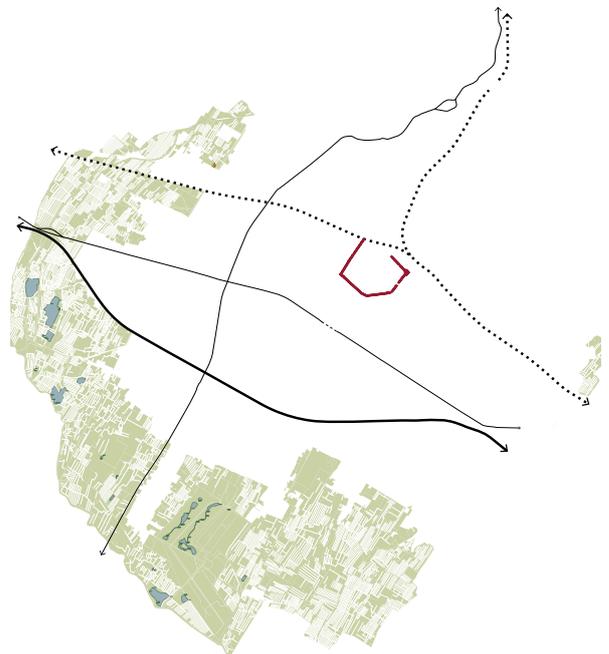
#### 5. Demineralizzazione urbana

Riduzione delle aree impermeabili e della decontaminazione urbana attraverso processi di demineralizzazione e di rinaturalizzazione.



#### 6. Parco agricolo di cintura

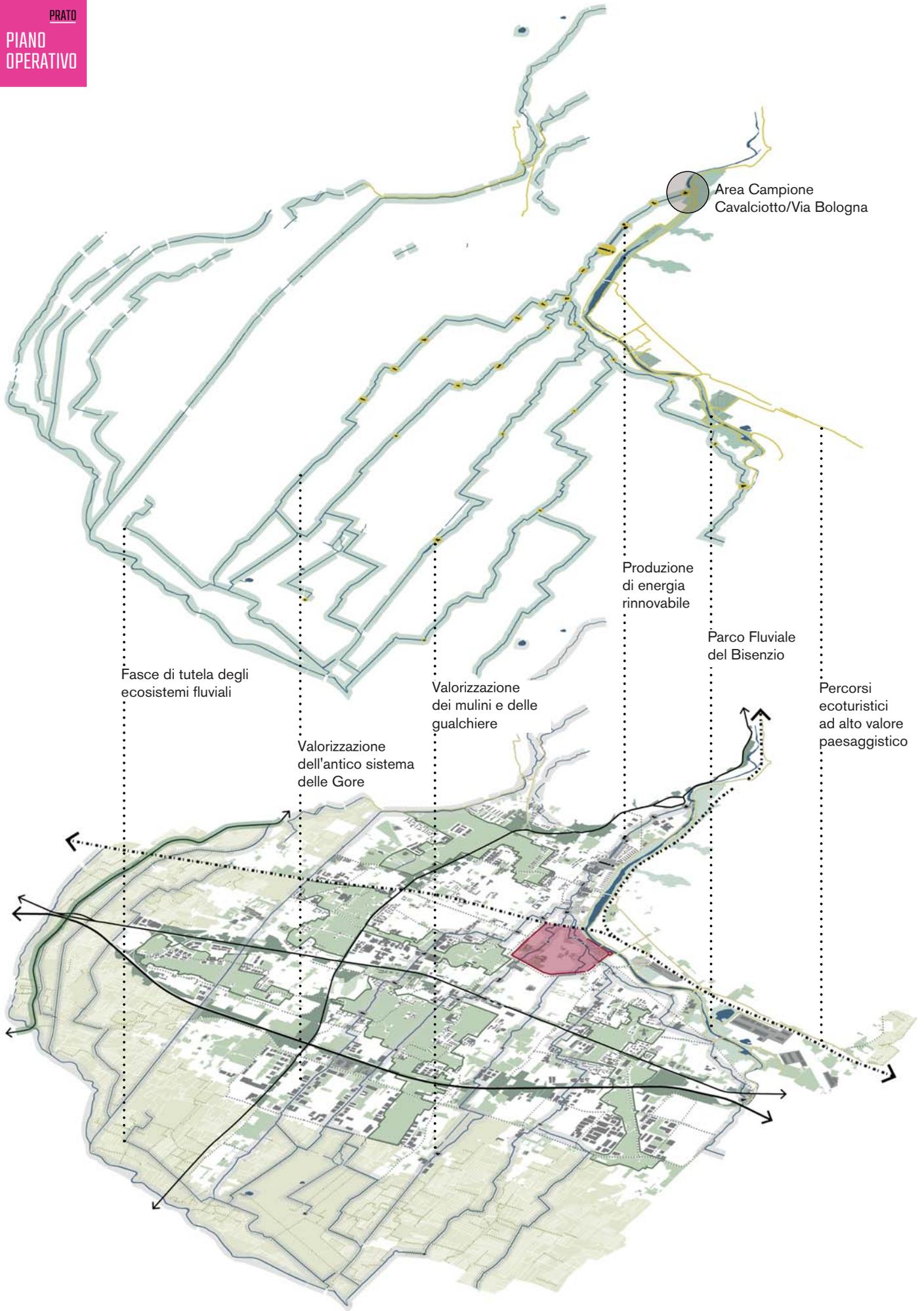
Il Parco agricolo di cintura e la valorizzazione delle produzioni e delle filiere locali.



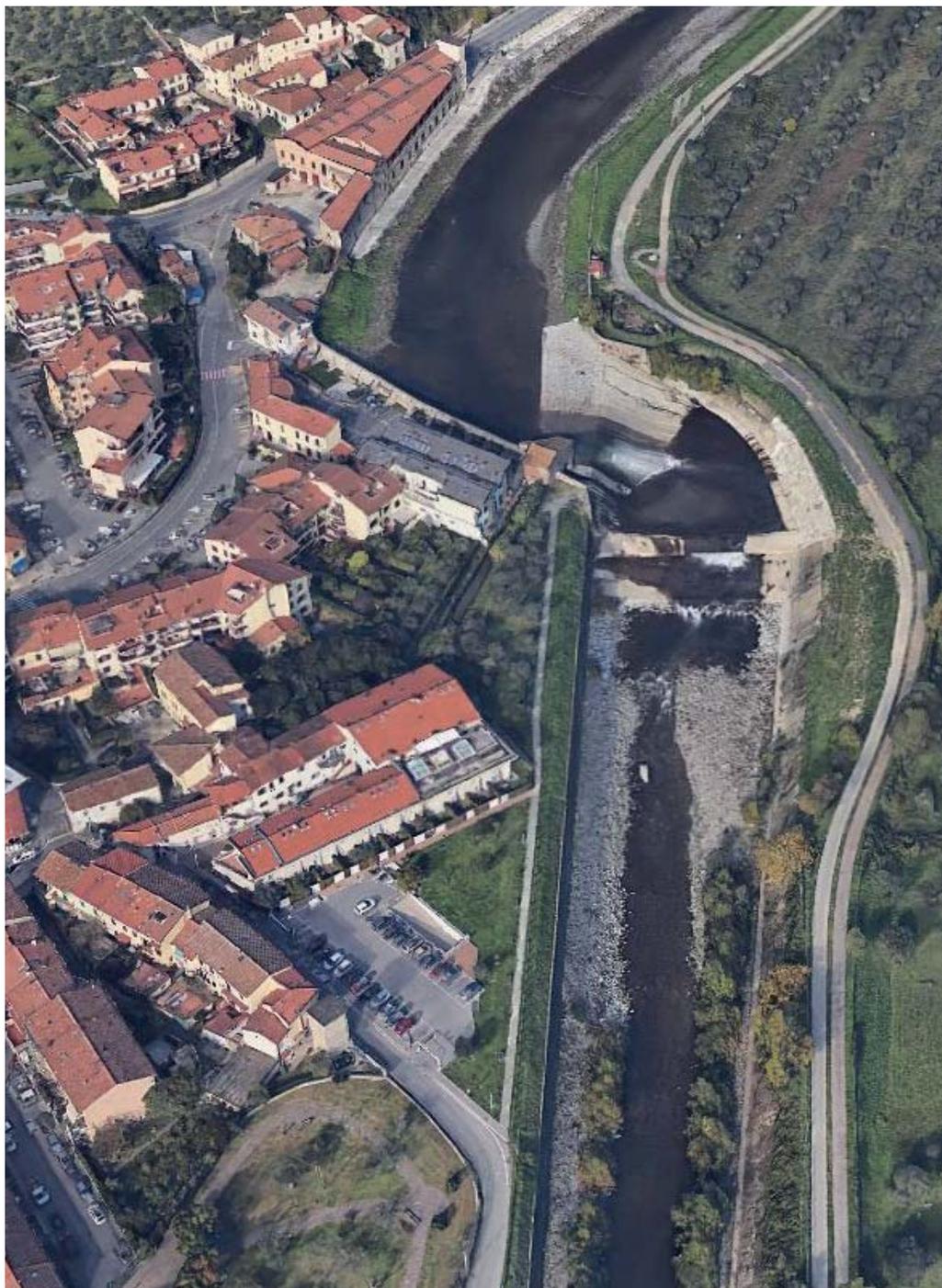
# 1 Il Sistema del parco fluviale e delle Gore

Il Sistema del Parco fluviale del Bisenzio da una parte rafforzerà il ruolo del Progetto Riversibility, che ha avviato il recupero ambientale lungo il fiume e le relative pratiche sociali, dall'altra vuole porsi come vera e propria infrastruttura verde e blu della Città di Prato. Infatti, oltre all'importante ruolo di connessione con gli ecosistemi montani e pedemontani e di rafforzamento delle vie ciclopedonali, il sistema del Parco fluviale consente di usufruire dell'elemento acqua come mitigatore dell'effetto isola di calore in Città, riducendo la domanda di energia, e offrendo benefici ambientali, oltre che di risparmio delle risorse. La strategia permette di rafforzare il Sistema del Parco fluviale del Bisenzio e di rivitalizzare la rete delle Gore, circa 53 km di canali di dirottamento delle acque che si distacca dal Bisenzio a Nord di Prato e si estende fino all'Ombrone, ad Ovest di Prato.

La rete delle Gore ha dato un prezioso contributo allo sviluppo di Prato nel corso dei secoli e la sua parziale riapertura potrà essere il volano per nuove forme di ecoturismo nella piana anche grazie al recupero degli edifici e dei mulini che punteggiano le Gore.



## 1. Il Sistema del parco fluviale e delle Gore Area Campione **Cavalciotto / Via Bologna**



43.907080, 11.116778

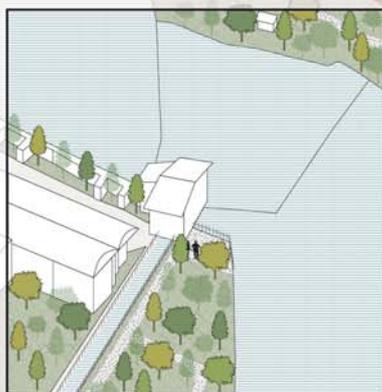


#### Fasce ambientali di salvaguardia degli ecosistemi fluviali

Demineralizzazione di alcune aree, attraverso l'uso di pavimentazioni permeabili e rinaturalizzazione dei suoli con alberi e arbusti. Percorsi ciclo-pedonali lungo il fiume Bisenzio ne amplieranno la fruizione.

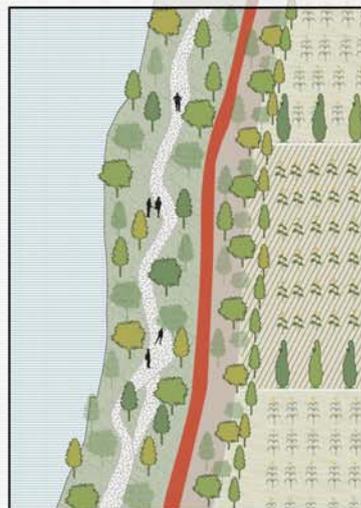
#### Valorizzazione del patrimonio storico - Il sistema delle Gore

Riapertura parziale delle Gore nel sistema urbano come elementi di incremento del valore ecologico e testimoniale oltre che come possibili fonti per la produzione di energia rinnovabile.



#### Valorizzazione del patrimonio storico - i mulini e le gualchiere

Favorire la conoscenza del patrimonio storico dei vecchi mulini e delle gualchiere attraverso percorsi cicloturistici ed il recupero delle strutture abbandonate.

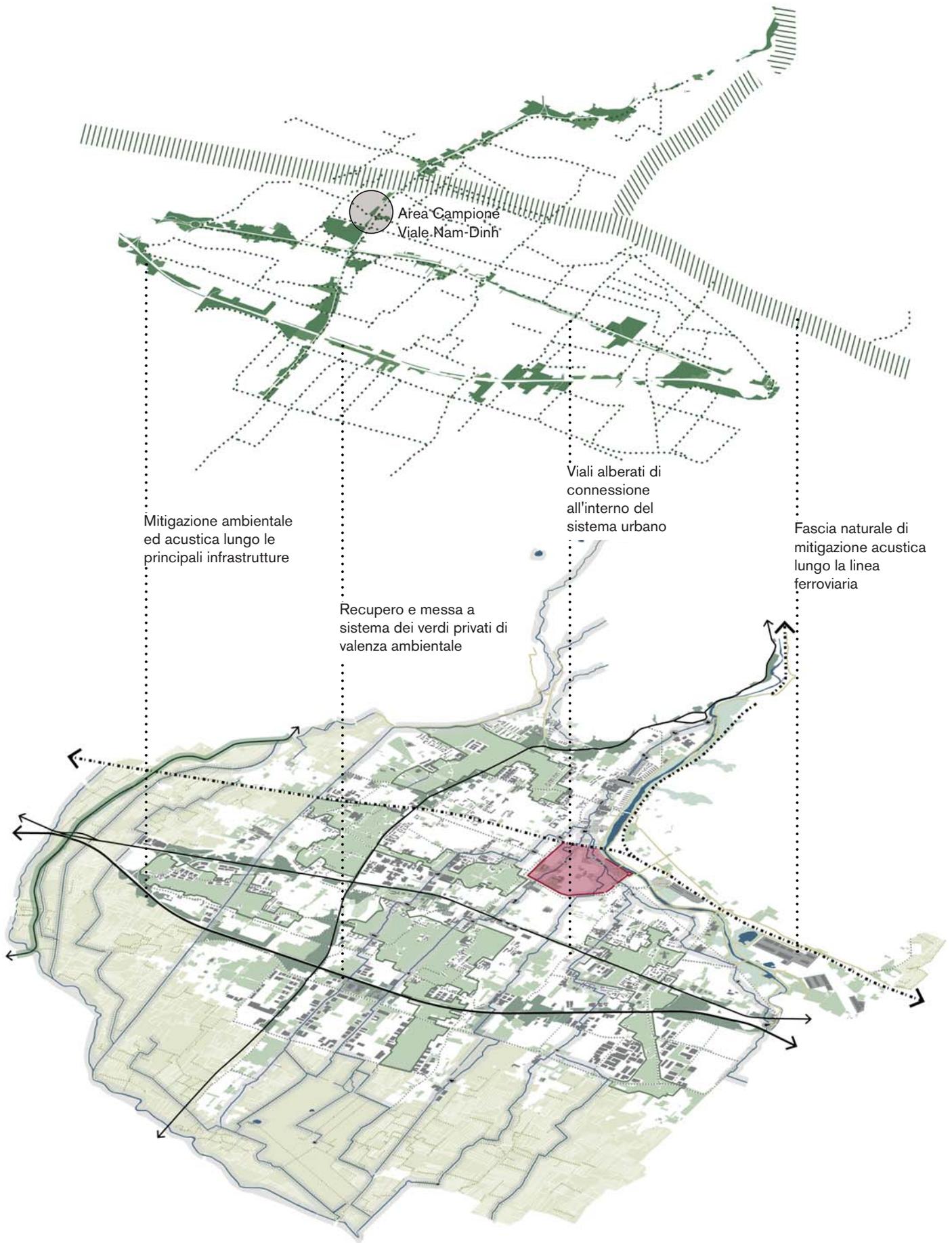


#### Parco fluviale del Fiume Bisenzio

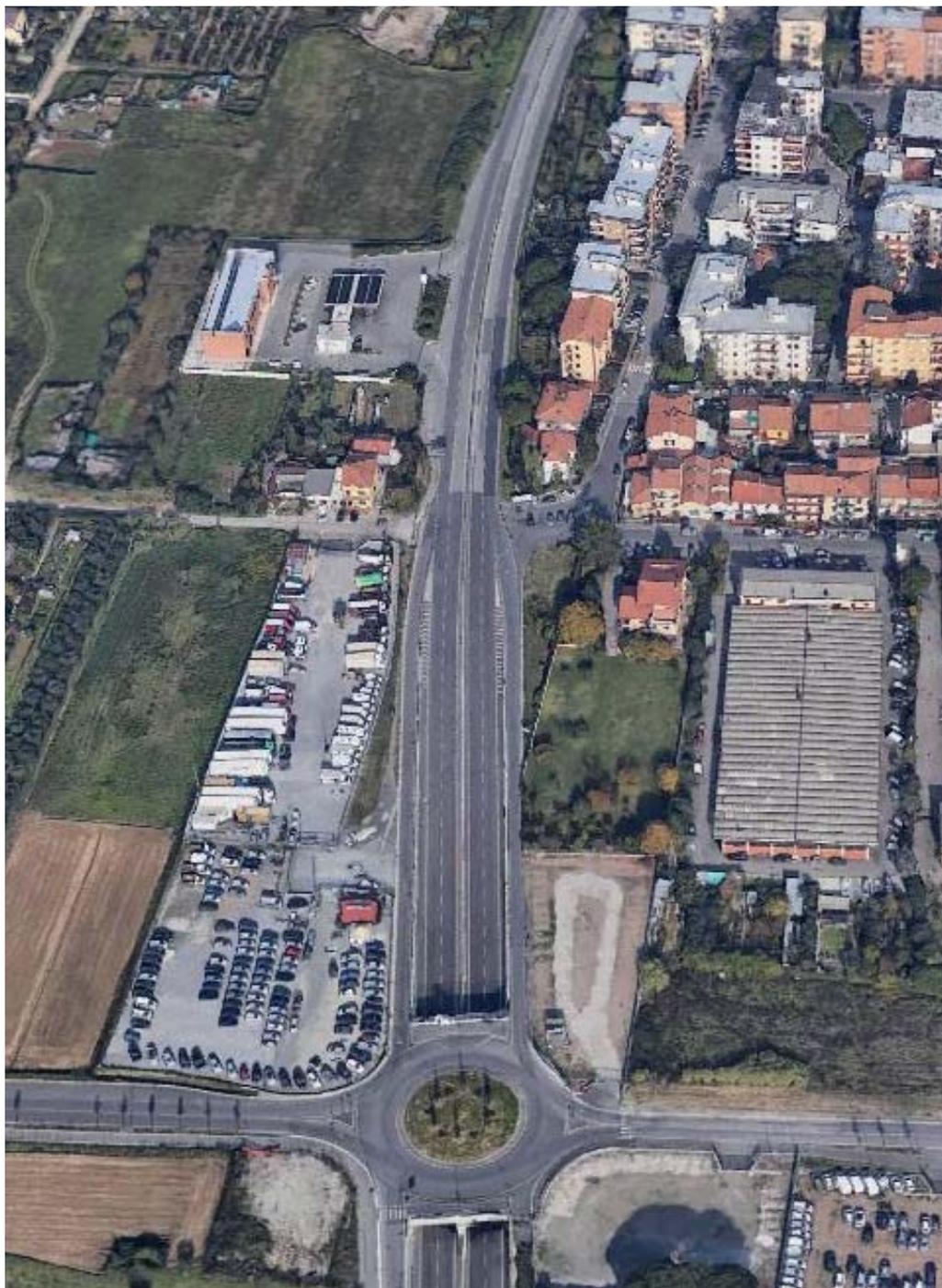
Attraverso il rafforzamento dei percorsi ad alta sensibilità paesaggistica si permetterà una maggiore fruizione dei luoghi, aumentandone le pratiche sociali e valorizzando i percorsi collinari come previsto dal progetto di riqualificazione del Parco "Riversibility".

## 2 Il Sistema del verde di mitigazione delle infrastrutture

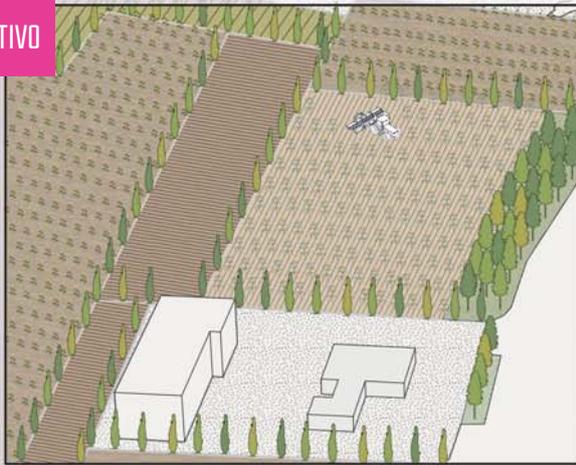
Una grande Infrastruttura verde costituita da alberi ad alto fusto fungerà da filtro all'Autostrada e alla Declassata, permettendo l'abbattimento dell'inquinamento acustico ed ambientale prodotti dalle auto. Inoltre, attraverso la messa a sistema dei verdi privati di valenza ambientale che si trovano a ridosso delle infrastrutture, si contribuisce al contenimento degli impatti. Una fascia di mitigazione acustica lunga 15 km si costruisce lungo la linea ferroviaria, recuperando e rinaturalizzando le aree di risulta. Una rete di viali alberati connette e attraversa i tessuti urbani e si innesta nei quartieri di trasformazione fino alla cintura agricola. Questi elementi sono filtri naturali che contribuiscono alla riduzione dell'isola di calore e alla microregolazione del clima urbano sottraendo CO<sub>2</sub> dall'atmosfera e contrastando l'effetto serra.



## 2. Il Sistema del verde di mitigazione delle infrastrutture Area Campione **Viale Nam-Dinh**



43.885253, 11.067099



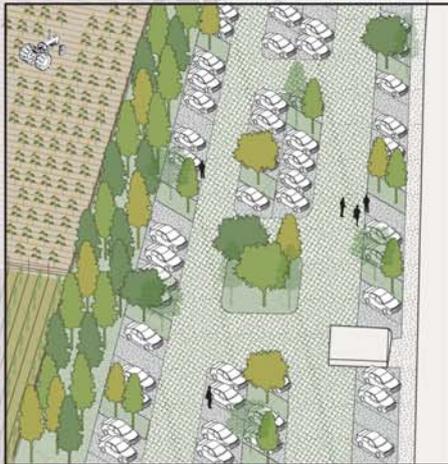
### Mitigazione delle fasce agricole e forestazione

Ricomposizione del paesaggio agricolo originario attraverso la messa a dimora di filari di alberi lungo le strade interpoderali ed i fossi di irrigazione.



### Capillarità del verde

Incremento della copertura vegetale (Tree-Canopy cover) all'interno del tessuto urbano.



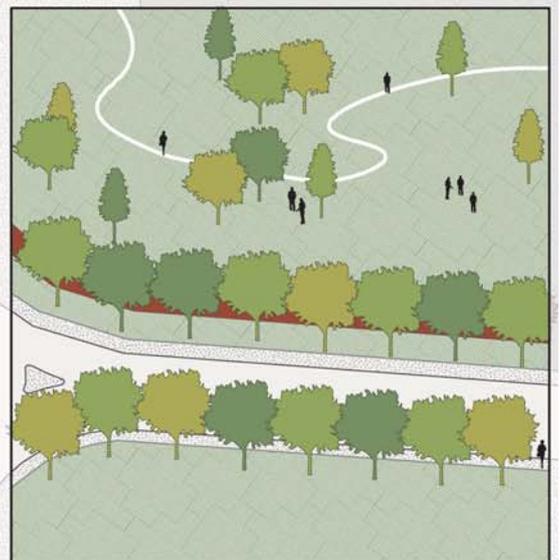
### Sistematizzazione del verde privato

Incremento delle coperture arboree degli spazi aperti e dei parcheggi e utilizzo di pavimentazioni permeabili nelle aree di verde privato.



### Messa a dimora di barriere acustiche vegetali

Incremento delle barriere acustiche vegetali lungo le principali infrastrutture stradali e ferroviarie.

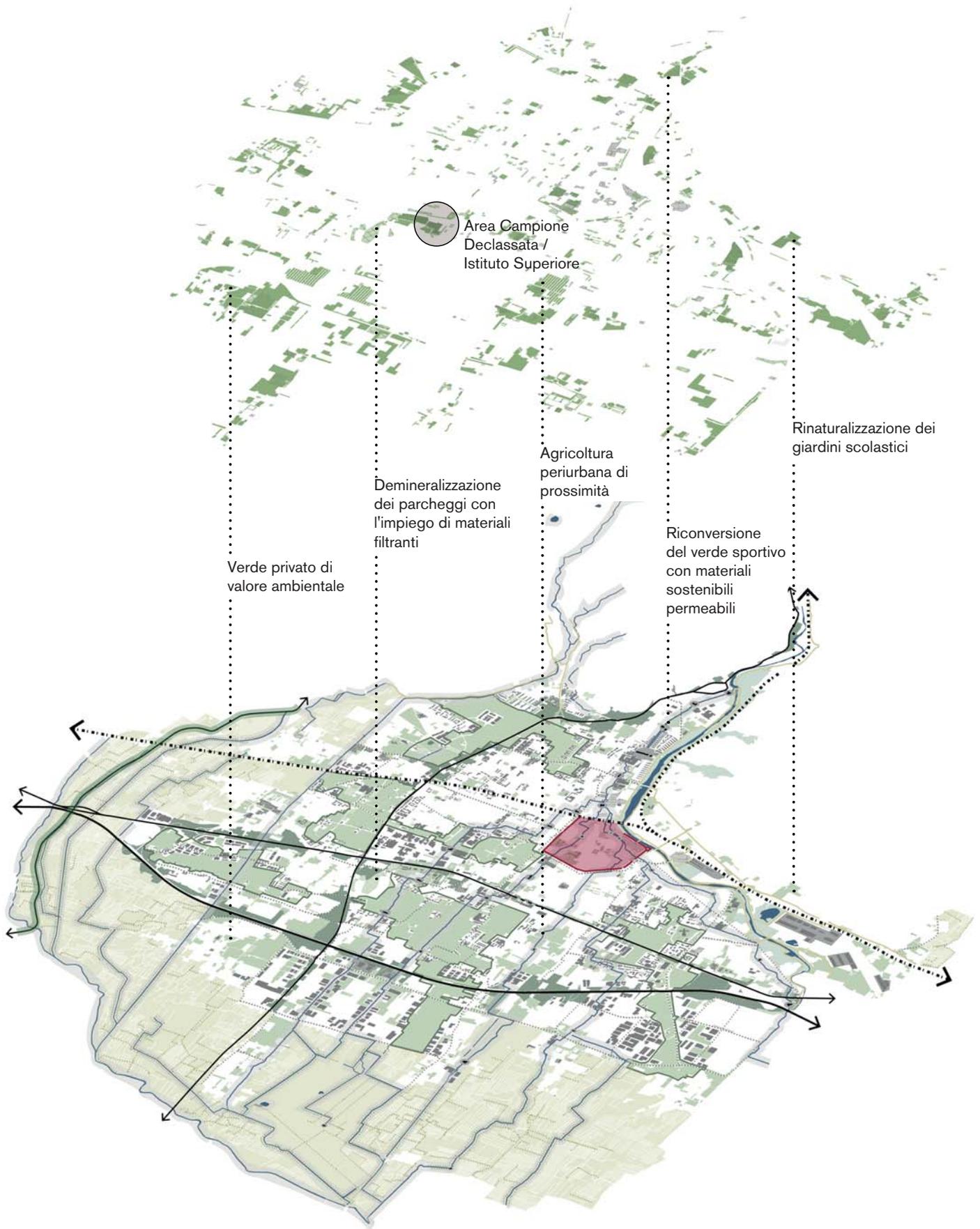


### Filari alberati lungo gli assi viari

Mitigazione ambientale delle infrastrutture stradali sul territorio tramite l'utilizzo di filari e arbusti.

## 3 Il Sistema del verde capillare

La città di Prato si contraddistingue per la presenza di frammenti di verde disseminati nel tessuto urbano, dall'elevata potenzialità ambientale. Il Sistema del verde capillare permette di valorizzare nell'insieme le piccole aree interstiziali all'interno delle aree urbanizzate grazie alla loro composizione sulle diverse scale; da quella dell'isolato a quella del contesto specifico, dove le aree a verde pubblico e privato presenti possono rappresentare un continuum ambientale con il sistema della cintura e dei grandi parchi, riequilibrando infine il rapporto tra la città e gli ambiti agricoli esterni. Per la costruzione di questo sistema saranno di particolare rilevanza i Programmi di Forestazione promossi all'interno delle Scuole, delle aree e delle strutture sportive e nei quartieri di edilizia pubblica, a partire dalla riconversione delle rispettive aree di pertinenza, ma anche attraverso la mitigazione delle aree di prossimità dei poli industriali e commerciali.

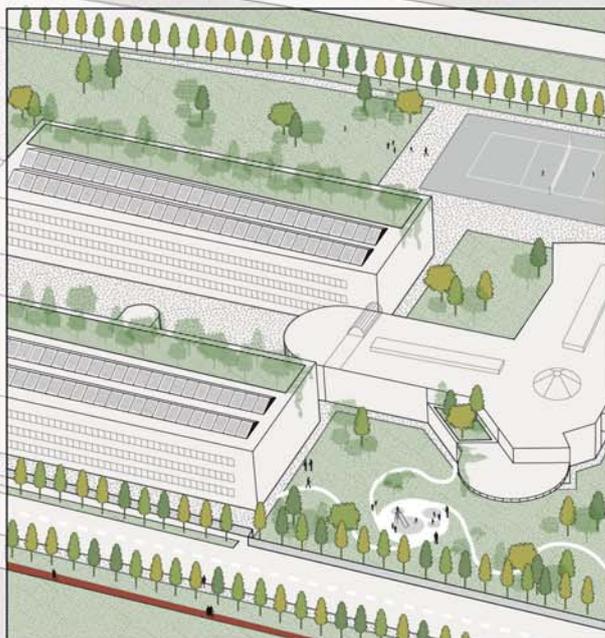


### 3. Il Sistema del verde capillare

#### Area Campione **Declassata / Istituto Superiore**



43.907080, 11.116778



**Valorizzazione dei giardini scolastici e degli edifici pubblici**

Incremento della copertura arborea nelle corti scolastiche e nelle aree pertinenziali.

**Mitigazione e demineralizzazione dei parcheggi e dei viali alberati**

Aumento delle superfici permeabili verdi nei parcheggi e nelle fasce di rispetto stradale.

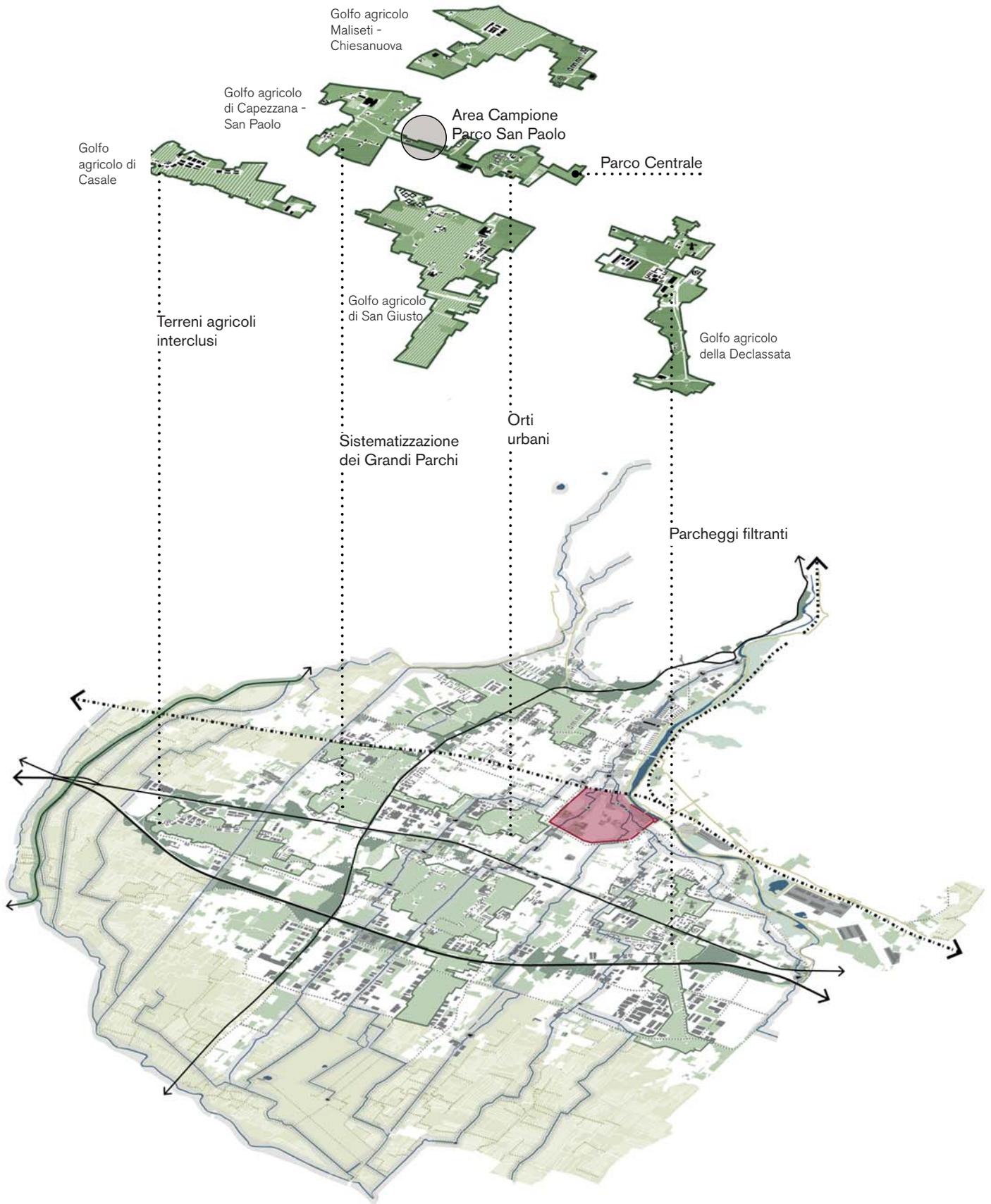


**Verde privato di valore ambientale**

Tutela e potenziamento del valore ecologico del verde privato con giardini e aree verdi.

## **4 Il Sistema dei Golfi agricoli periurbani e dei Grandi parchi**

Il Sistema dei Golfi agricoli e dei Grandi parchi rappresenta un importante elemento di riequilibrio tra aree urbane e agricole. Infatti, una delle caratteristiche urbane di Prato risiede nel processo di crescita della città, laddove sono stati preservati una serie di ambiti agricoli oggi di grande valore strategico che permettono di ridefinire i limiti tra città e campagna. L'Action Plan per la Forestazione assume come elemento di qualità agro-ambientale la presenza di questi ambiti, che attraverso lo sviluppo di specifiche progettazioni, potranno rappresentare veri e propri siti di biodiversità dove agricoltura periurbana, ambiente e aree urbane potranno dialogare aumentando complessivamente la qualità ambientale del sistema. Il sistema dei Grandi Parchi promuove nuove ampie aree naturali all'interno degli ambiti urbani caratterizzati da maggiore densità di costruito: parchi a servizio dei cittadini che vivono quelle aree e, più in generale, a servizio della città; parchi in cui l'ente pubblico possa sviluppare politiche attive di forestazione e agricoltura urbana e pratiche di uso secondo le modalità dei beni comuni e dell'economia collaborativa.



#### 4. Il Sistema dei Golfi agricoli periurbani e dei Grandi parchi Area Campione **Parco San Paolo**



43.882012, 11.073340

**Grandi parchi verdi**

Creazione di un Grande parco tra i Golfi agricoli con la funzione di legante tra i diversi tessuti urbani. Alcune aree manterranno l'originaria funzione di orto metropolitano, altre saranno adibite a parco urbano, con aree ricreative e di sosta, piste ciclabili e servizi al cittadino.

**Deminerizzazione e bonifica dei suoli**

Deminerizzazione dei suoli delle aree dismesse o da riqualificare attraverso l'utilizzo esteso di alberi e arbusti.

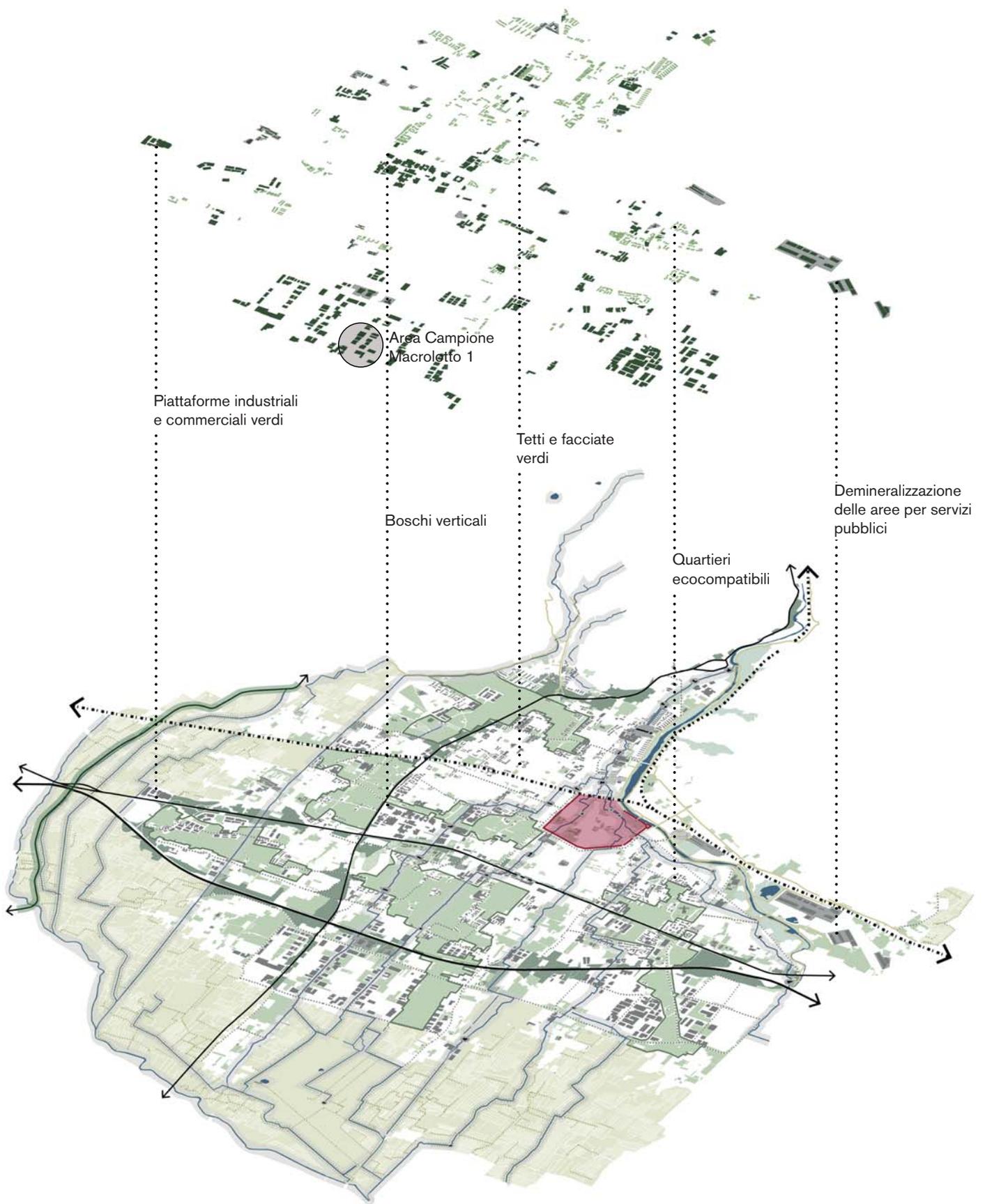


# 5 Il Sistema della demineralizzazione urbana

La Biodiversità urbana è necessaria per il bilanciamento dell'ecosistema urbano, garantendo la salute dei cittadini e contrastandone i danni ambientali. Per questo motivo inserire l'incremento di biodiversità come strategia all'interno del piano è di fondamentale importanza.

La Biodiversità urbana può essere garantita attraverso diverse azioni da adottare all'interno della città. Parte della Strategia complessiva è la promozione di Nature Based Solutions (NBSs), quali i Tetti verdi, i Tetti Sostenibili (tetti verdi con sistemi fotovoltaici), le Facciate verdi applicabili ad edifici pubblici e privati esistenti, sostenendo ed incrementando la diversità biologica in città.

Per gli edifici di nuova costruzione sarà necessario adeguarsi alla normativa vigente ed adottare sistemi di mitigazione ambientale sull'opera stessa e/o realizzare interventi di compensazione forestale.



## 5. Il Sistema della demineralizzazione urbana Area Campione **Macrolotto 1**



43.855494, 11.056737

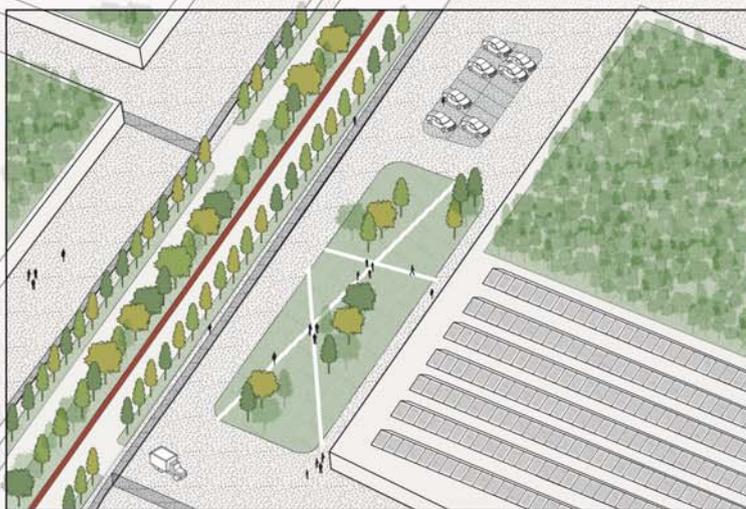
### Facciate verdi ad alta naturalità

Adozione di sistemi di mitigazione ambientale sull'opera stessa; promozione di alcune Nature Based Solutions (NBSs), quali la realizzazione di facciate e tetti verdi su edifici pubblici e privati.



### Nuove aree a verde pubblico

Arretramento e sopraelevazione degli edifici con funzione industriale e commerciale con recupero di relativa SUL per migliorare la fruizione e la dotazione degli spazi pubblici.



### Nuovi quartieri eco-compatibili a basso impatto

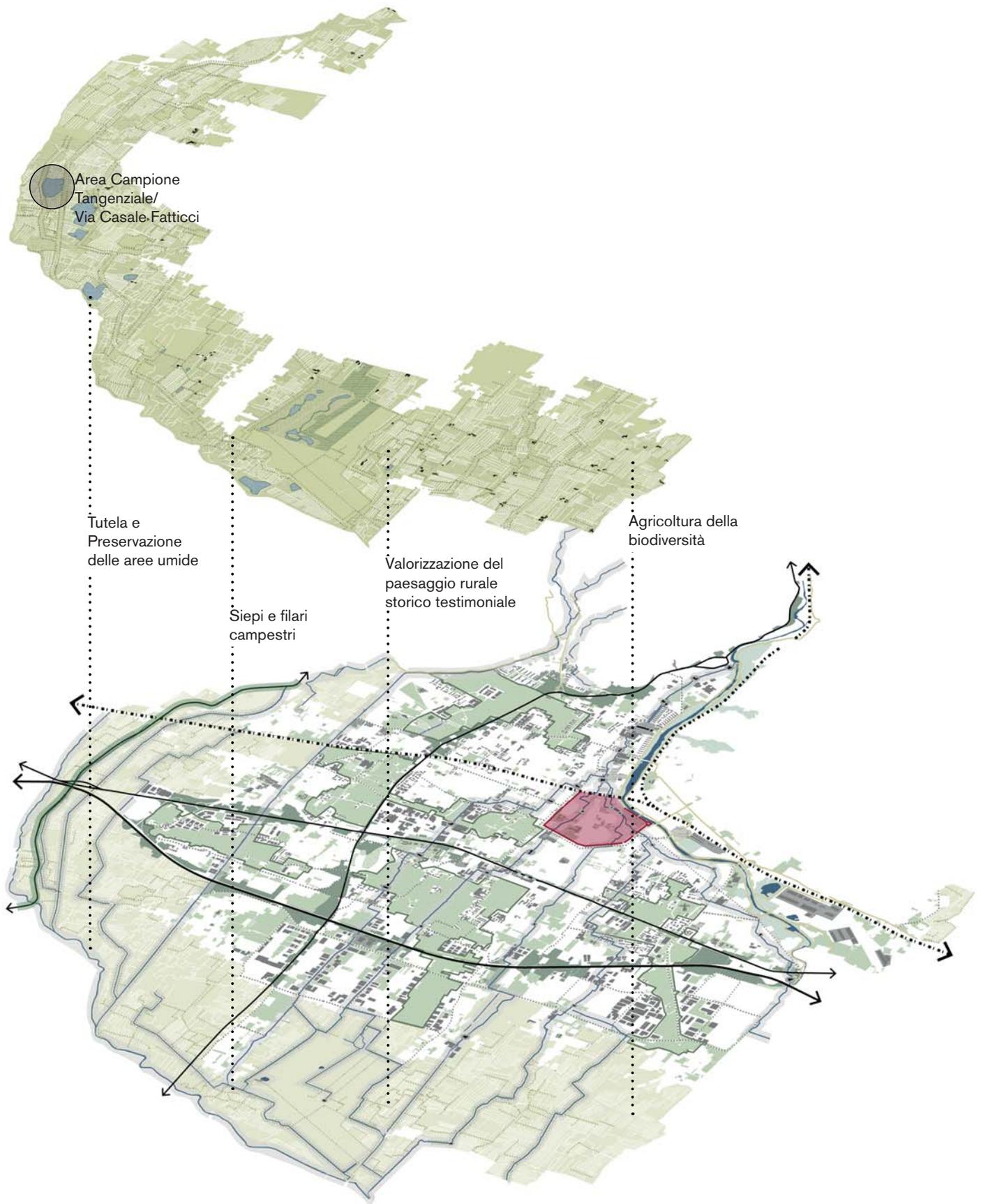
Promozione di Nature Based Solutions (NBSs) per la creazione di quartieri modello a basso impatto ambientale.

## 6 Il Sistema del parco agricolo di cintura

La protezione del Parco agricolo è di fondamentale rilevanza, sia per la sua funzione di patrimonio territoriale storico, sia come fonte di auto-sostentamento per la città di Prato. La definizione di una cintura periurbana a carattere agricolo permetterà da un lato il controllo dello sprawl urbano, dall'altro la diffusione di un nuovo modello di agricoltura di prossimità nel territorio.

La costituzione del Parco agricolo di cintura a Prato consentirà di valorizzare il ruolo degli agricoltori soprattutto per la loro capacità di mantenere e presidiare i territori preservando in questo modo il sistema urbano da eventuali rischi causati da incuria o abbandono delle terre, per la maggior parte di medio o piccole dimensioni.

La costituzione del Parco Agricolo di cintura è da considerarsi un'azione specifica nel territorio pratese all'interno della strategia più ampia del Parco Agricolo della Piana: in questo senso il masterplan per le Cascine di Tavola rappresenta il modello di riferimento sui temi di sviluppo locale, che punta al rafforzamento del territorio in chiave di attrattore di turismo eco e sostenibile, alla promozione della produzione agricola bio e alle filiere corte.



## 6. Il Sistema del parco agricolo di cintura

### Area Campione **Tangenziale / Via Casale Faticci**



43.877165, 11.020985

### Agricoltura della Biodiversità e Oasi

Promuovere un nuovo modello di agricoltura che sia più legato al territorio e maggiormente biodiverso. I percorsi stradali ad alta velocità avranno una schermatura di filari e arbusti che consentirà di mitigare l'inquinamento acustico da una parte e dall'altra di proteggere i percorsi fluviali e i canali già presenti sul territorio. L'acqua dei laghi presenti nelle zone agricole verrà bonificata con specifiche piante acquatiche ed alberi (Phytoremediation).



### Bosco Produttivo

Alcune zone agricole saranno destinate a bosco produttivo in modo da compensare le aree edificate (Compensazione) e sostenere e implementare un'economia circolare delle risorse naturali, cercando di diffondere quanto più possibile l'economia del riuso.

### Infrastruttura verde e blu

Sarà privilegiato l'utilizzo di specie autoctone per i filari per la bonifica dei suoli e delle acque dei canali (Phytoremediation). Sarà previsto un aumento in larghezza delle aree soggette a protezione di canali e fiumi, creando così una vera e propria infrastruttura verde e blu.

### Valorizzazione del paesaggio storico testimoniale e Agricoltura biologica

Promuovere la Forestazione, diffondere l'uso di filari di alberi e siepi nelle zone agricole per valorizzare cascine ed edifici con valenza storica e per incrementare la fruizione da parte di un ecoturismo sensibile. Diffondere in parallelo anche l'agricoltura biologica con una differenziazione delle colture.



## CAP.II SEZIONE II

### Casi studio

#### 1. Il Parco fluviale e delle Gore: Rinaturalizzazione del fiume Aire

Località: **Canton Ginevra**  
 Progettisti: **Group Superpositions**  
 Estensione: **5 km**  
 Anno: **2001-2016**

Il fiume Aire scorre in una zona della Svizzera storicamente legata all'agricoltura. Nel corso del XIX secolo, parte del suo corso è stato poi canalizzato. Con la realizzazione del progetto ad opera del Group Superpositions, è stato ripristinato il corso originario dell'Aire e la sua integrazione con i canali esistenti, che permangono ad uso agricolo, alla ricerca di un equilibrio tra il corso naturale del fiume e le necessità dell'uomo. Il fiume è affiancato da una serie di parchi lineari, che si collocano sul terreno fertile su cui scorreva precedentemente il corso d'acqua, creando un ambiente rigoglioso e fitto che si pone a tutela dell'ecosistema fluviale. Inoltre al suo interno si trovano numerosi percorsi ad alta sensibilità paesaggistica.



#### 2. Il verde di mitigazione delle infrastrutture: Autostrada Pedemontana Lombarda

Località: **Lombardia**  
 Progettisti: **Pedelombarda S.c.p.a.,  
 Consorzio Italiano per le Infrastrutture Lombarde S.p.a.**  
 Consulenza architettonica: **Aurelio Galfetti, Fabio Nocentini**  
 Anno: **2008-2009**

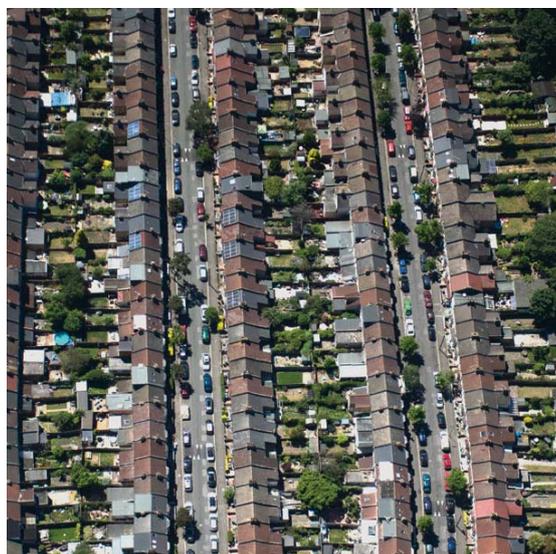
Il progetto per l'Autostrada Pedemontana Lombarda, seppur trattando un'opera dal forte impatto ambientale, si distingue per porsi in favore del paesaggio. E' infatti la realizzazione della Pedemontana a generare forme di compensazione significative, quali il parco lineare "Greenway", che si sviluppa per circa 90 km, parallelamente al percorso autostradale. La Greenway, grazie alla presenza di una pista ciclabile e di una serie di percorsi affiancati da filari alberati, ricollega e mette a sistema le aree verdi esistenti e quelle di previsione toccate dal nuovo asse, generando al contempo un'immagine unitaria della strada.



#### 3. Il verde capillare Greater London National Park

Località: **Londra**  
 Area: **1572 km2**  
 Anno: **2015**

Il progetto Greater London National Park nasce con lo scopo di usare il verde urbano come connettore all'interno della città, creando spazi verdi di grande qualità per i cittadini e al contempo creando dei corridoi di continuità ecologica tra la città e la cintura agricola esistente esterna alla città. Il progetto prevede la piantumazione di viali alberati per ristabilire la continuità ecologica, ma soprattutto che ogni cittadino abbia facile e veloce accesso a spazi verdi pubblici di qualità, muniti di alberature e attrezzature ludiche o sportive, in particolar modo in prossimità di scuole e servizi per l'infanzia. Tramite questa azione, si propone anche la riconversione di alcune aree cementate in aree green, tramite un'azione di demineralizzazione dei suoli impermeabili.



## 4. Golfi agricoli periurbani e grandi parchi: Il Parco Agricolo Sud

Località: **Milano**

Aziende agricole interne al parco: **900**

Estensione: **47.045 ha**

Il Parco agricolo Sud Milano è un parco regionale della Lombardia che comprende un'estesa area ad arco tra Milano e i confini sud, est e ovest dell'Area Metropolitana, interessando il territorio di sessantuno comuni. Particolarità del Parco è l'adesione al tessuto urbano, all'interno del quale genera degli spazi di innesto, che penetrano all'interno della città. I suoli del Parco hanno visto il recupero dei terreni agricoli sottoutilizzati e delle preesistenze storiche quali mulini e cascine, seguiti da interventi di accessibilità e creazione di lunghe piste ciclabili, che partono dalla città di Milano e si diramano all'interno del Parco, e azioni per la cultura.

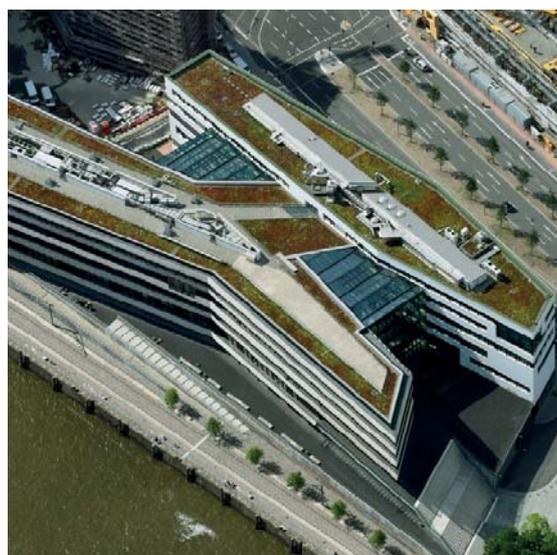


## 5. La demineralizzazione urbana: Hamburg's Green Roof Strategy

Località: **Amburgo**

Promotore: **Ministero dell'Ambiente e dell'Energia di Amburgo**

Amburgo è la prima città tedesca ad aver sviluppato una strategia Green Roof completa. L'obiettivo è piantare un totale di 100 ettari di superficie di tetti verdi nell'area metropolitana nel prossimo decennio. Il Ministero dell'Ambiente e dell'Energia fornirà un sostegno finanziario per la creazione di tetti verdi per la somma di 3 milioni di euro fino alla fine del 2019. I proprietari degli edifici possono ricevere sussidi per coprire fino al 60% dei costi di installazione. Ulteriori vantaggi derivano da minori costi di manutenzione dovuti alla maggiore durata dei tetti verdi, ai minori costi energetici grazie al miglioramento dell'isolamento degli edifici e alla riduzione del 50% delle tariffe per l'acqua piovana grazie alla funzione di ritenzione idrica dei tetti verdi.



## 6. Il Parco agricolo di cintura: Cascina Cassinazza

Località: **Giussago, Pavia**

Estensione: **400 ha**

Cascina Cassinazza è un'azienda agricola in provincia di Pavia che ha convertito la propria produzione agricola in produzione ambientale attraverso l'uso dei fondi europei messi a disposizione dal Piano di Sviluppo Rurale. All'interno dell'area è stata effettuata la rinaturalizzazione del suolo agricolo, rappresentata da un insieme di azioni volte a facilitare la diffusione spontanea delle essenze autoctone. Tali azioni consentono di ricomporre il paesaggio pre-agricolo che originariamente caratterizzava questi ambienti e, grazie alla piantagione di 190.000 alberi e arbusti autoctoni, ha generato l'integrazione tra ambiente naturale e risorse rurali. Ha inoltre visto la realizzazione di "fasce tampone" che costituiscono un importante bacino di biodiversità: grazie alla loro piantumazione, l'area ha visto infatti un incremento del numero di specie di uccelli presenti del 170%, in particolar modo nelle aree umide presenti.





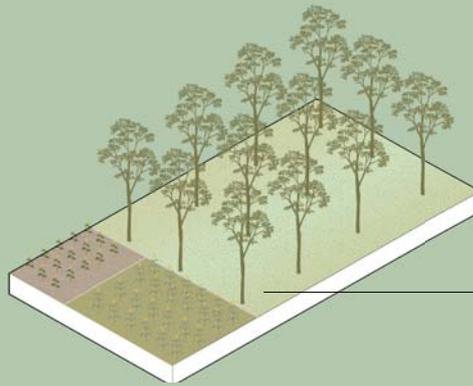
# ABACO DEGLI INTERVENTI

## CAP. III

## CAP. III SEZIONE I

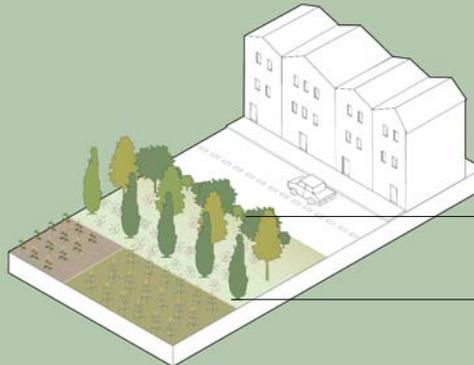
### Abaco delle azioni

#### 1. Bosco Produttivo



Il bosco produttivo contribuisce allo sviluppo di un' economia circolare.

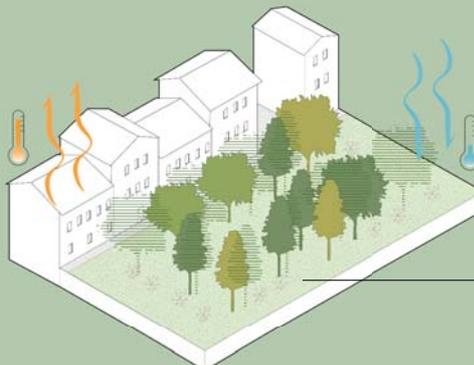
#### 2. Area di protezione agro-ambientale



Creazione di una fascia di protezione agro-ambientale che definisca i confini delle aree agricole dalle aree urbane.

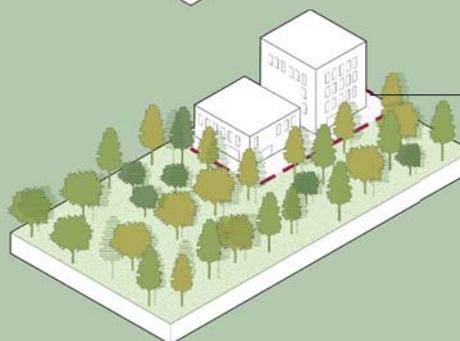
La forestazione dei confini agricoli attraverso filari di alberi e siepi può contribuire all'abbassamento dell'effetto "isola di calore" senza ridurre la produttività del raccolto.

#### 3. Demineralizzazione dei suoli



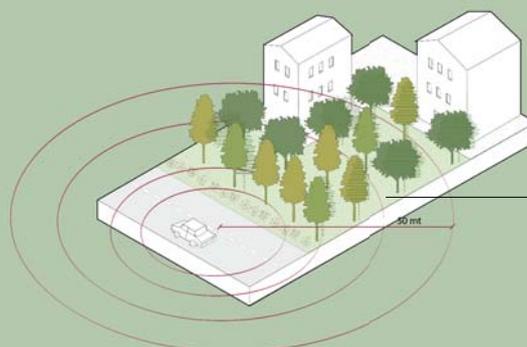
La demineralizzazione dei suoli consente un abbassamento significativo dell'effetto "isola di calore". Le aree verdi consentono un abbassamento delle temperature nelle aree circostanti di 2/4° C.

#### 4. Compensazione per nuove edificazioni



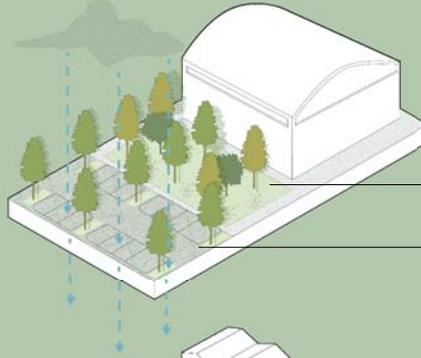
Le nuove edificazioni prevedono una compensazione del suolo edificato con aree verdi.

#### 5. Mitigazione delle Infrastrutture



Riduzione dell'inquinamento acustico generato dalle infrastrutture stradali e ferroviarie attraverso una fascia ambientale di protezione.

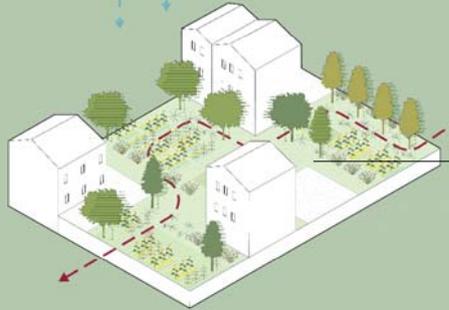
### 6. Compensazione idraulica



Demineralizzare le aree attraverso l'utilizzo di alberi e arbusti.

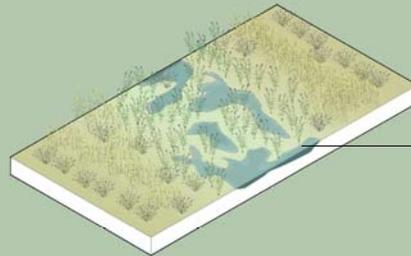
Rendere le aree permeabili, incluse le aree adibite a parcheggio, al fine di garantire il deflusso delle acque e ridurre il rischio di ruscellamento urbano.

### 7. Corridoio Ecologico



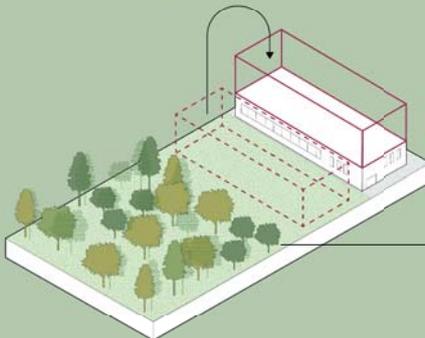
Connessione delle aree verdi e agricole intercluse grazie alla costruzione di corridoi ecologici di biodiversità.

### 8. Fitodepurazione nelle zone agricole



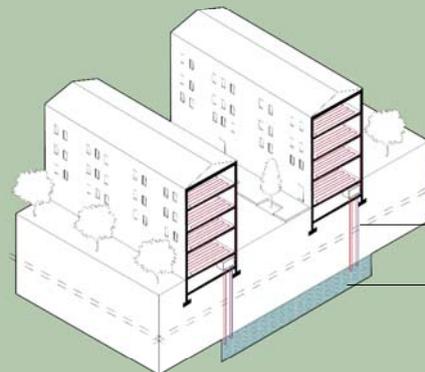
Bonifica delle aree umide e agricole attraverso la fitodepurazione, usando specie arboree acquatiche e autoctone (Phytoremediation).

### 9. Densificazione in altezza e nuove aree verdi



Riduzione della superficie coperta attraverso una densificazione in altezza degli edifici, soprattutto nelle aree produttive/terziario con relativo aumento delle superfici permeabili e a verde.

### 10. Utilizzo acqua di falda ad uso energetico



Pompa di Calore con sonde geotermiche.

Acqua di falda.

### 11. Connessioni verdi



Fasce di forestazione lineare lungo gli assi stradali e nei tessuti altamente urbanizzati con funzione di mitigazione e contrasto all'inquinamento.

Aumento della qualità urbana attraverso la creazione di aree verdi e spazi pubblici lungo i corridoi verdi.

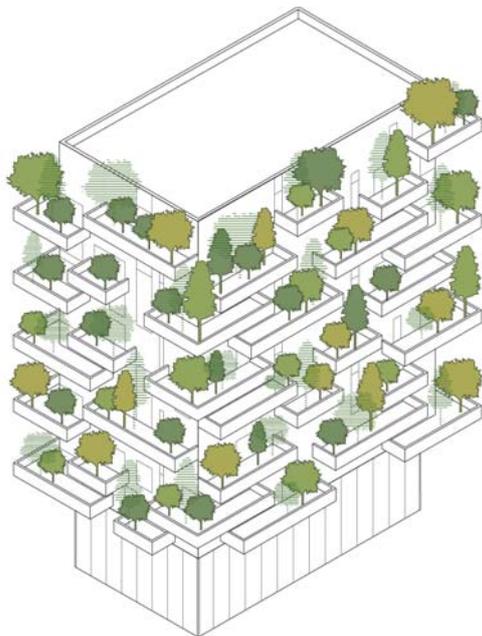
## CAP. III SEZIONE II

### Abaco degli interventi sugli edifici

1.

#### Bosco Verticale

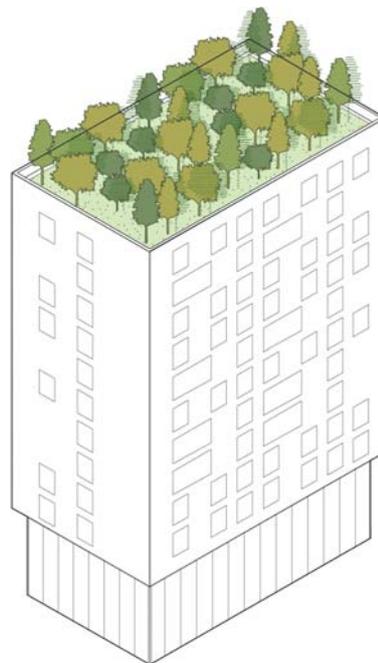
Il dimensionamento delle vasche, integrate all'interno delle logge e dei balconi, deve essere calibrato per garantire condizioni adeguate per lo stato di salute delle piante.



2.

#### Tetto verde praticabile

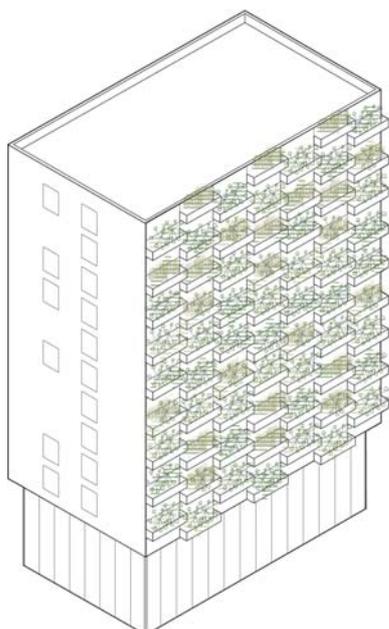
Costruzione di un pacchetto di copertura con spessore idoneo alla messa a dimora di alberi e arbusti.



3.

#### Facciata continua verde

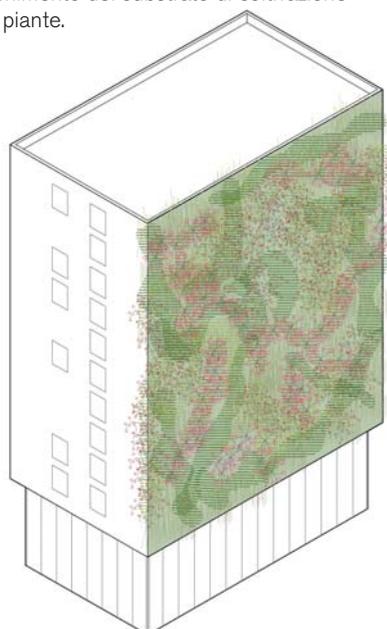
Impiego di vasi prefabbricati ancorati alla soletta strutturale o integrati alla facciata strutturale.



3.

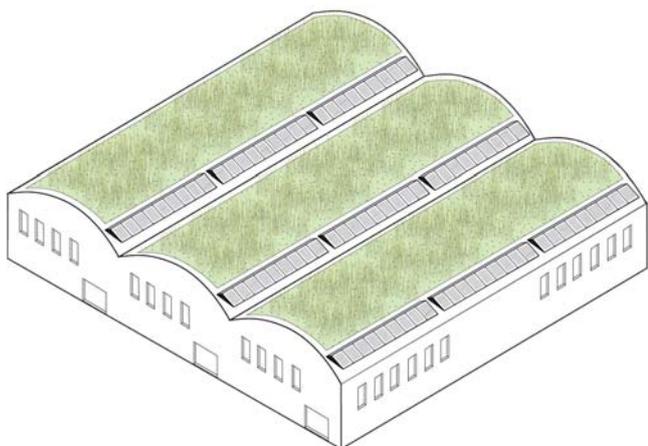
#### Facciata vegetale

Sviluppo della facciata verde in aderenza a quella esistente/nuova con sottostruttura metallica di aggancio e pannelli per il contenimento del substrato di coltivazione delle piante.

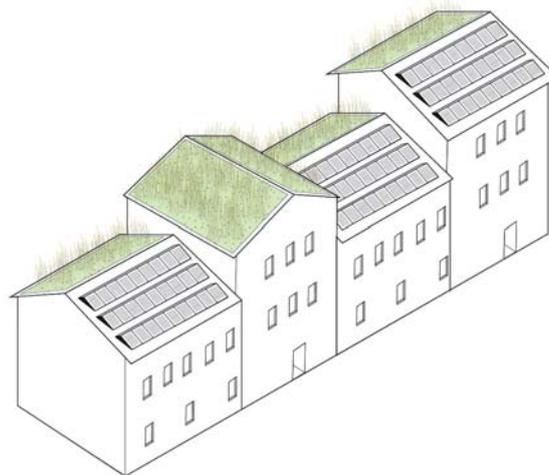


**2.a****Tetto verde e pannelli fotovoltaici  
su edifici industriali**

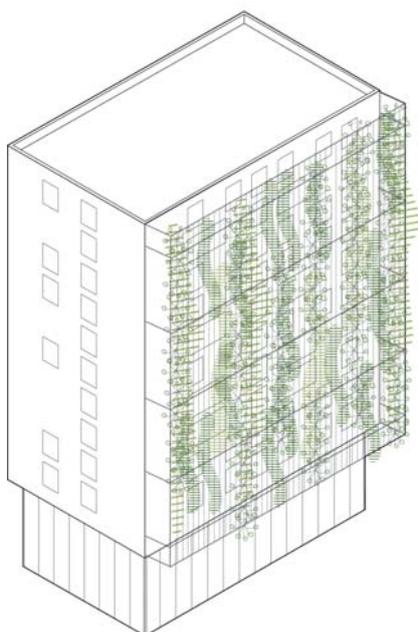
Sviluppo di un pacchetto di copertura con tappeti erbosi (sedum) per la mitigazione ambientale e la microregolazione della temperatura.

**2.b****Tetto verde e pannelli fotovoltaici  
su edifici residenziali**

Sviluppo di un pacchetto di copertura con tappeti erbosi (sedum) per la mitigazione ambientale e la microregolazione della temperatura.

**3.a****Griglia metallica e verde rampicante**

Sistema a doppia pelle per garantire performance energetiche di vecchi e nuovi edifici, costituito da una griglia metallica su cui far crescere piante rampicanti.

**3.b****Doppia pelle metallica e verde**

Sistema a doppia pelle metallica costituita da un impalcato per installazione di vasche o vasi interpiano per la creazione di un verde continuo.



## CAP. III SEZIONE III

### Abaco delle principali specie arboree

#### 1. Parco fluviale e delle Gore



Olmo campestre,  
*Ulmus minor*



Frassino Meridionale,  
*Fraxinus angustifolia*



Pioppo bianco,  
*Populus alba*



Salice,  
*Salix caprea*



Salice da vimini,  
*Salix alba* (var. *vitellina*)



Frangola,  
*Frangula alnus*



Salice grigio,  
*Salix cinerea*



Palla di neve,  
*Viburnum opulus*



Iris,  
*Iris lythrum salicaria*



Veronica,  
*Veronica "diana"*

#### 2. Verde di mitigazione delle infrastrutture



Roverella,  
*Quercus Pubescens*



Acero platanoides,  
*Acer platanoides*



Cipresso,  
*Cupressus sempervirens*



Ippocastano,  
*Aesculus hippocastanum*



Faggio,  
*Fagus sylvatica asplenifolia*



Viburno Lantana,  
*Viburnum lantana*



Ginestra,  
*Genista spp.*



Ginepro,  
*Juniperus comunis*



Mirto,  
*Myrtus spp.*



Ligustro,  
*Ligustrum*

#### 3. Verde capillare



Carpino bianco,  
*Carpinus betulus*



Acero,  
*Acer Campestre*



Nocciolo di Bisanzio,  
*Corylus colurna*



Catalpa,  
*Catalpa bignoides*



Ciliegio acido,  
*Prunus cerasus*



Iva comune,  
*Ajuga reptans*



Alliaria comune,  
*Alliaria petiolata*



Pratolina,  
*Bellis perennis*



Cicoria comune,  
*Chicorium intybus*



Borsa pastore comune,  
*Capsella bursa-pastoris*

#### 4. Golfi agricoli periurbani e grandi parchi



Pittosporo,  
*Pittosporum tobira*



Platano,  
*Platanus*



Pioppo bianco,  
*Populus alba*



Gattice,  
*Populus canescens*



Pioppo cipressino,  
*Populus italica*



Peonia,  
*Peonia arborea*



Veronica maggiore,  
*Veronica chamaedrys*



Veronica a foglie,  
*Veronica serpyllifolia*



Lavanda,  
*Lavandula spp.*



Scotagno,  
*Cotinus coggygia*

#### 5. Demineralizzazione urbana



Apero,  
*Acer Campestre*



Magnolia,  
*Magnolia stellata*



Pruno da fiore,  
*Prunus Subhirtella*



Faggio,  
*Fagus Sylvatica*



Leccio,  
*Quercus Ilex*



Geranio sbrandellato,  
*Geranium dissectum*



Geranio volgare,  
*Geranium molle*



Geranium sanguigno,  
*Geranium sanguineum*



Giaggiolo acquatico,  
*Iris pseudacorus*



Falsa ortica bianca,  
*Lamium album*

#### 6. Parco agricolo di cintura



Frangola,  
*Frangula alnus*



Gelso nero,  
*Morus Alba*



Salice rosso,  
*Salix purpurea*



Salice da ceste,  
*Salix tiandra*



Palla di neve,  
*Viburnum opulus*



Biancospino,  
*Crataegus monogyna*



Sanguinello,  
*Cornus sanguinea*



Evonimo,  
*Euonymus euopaeus*

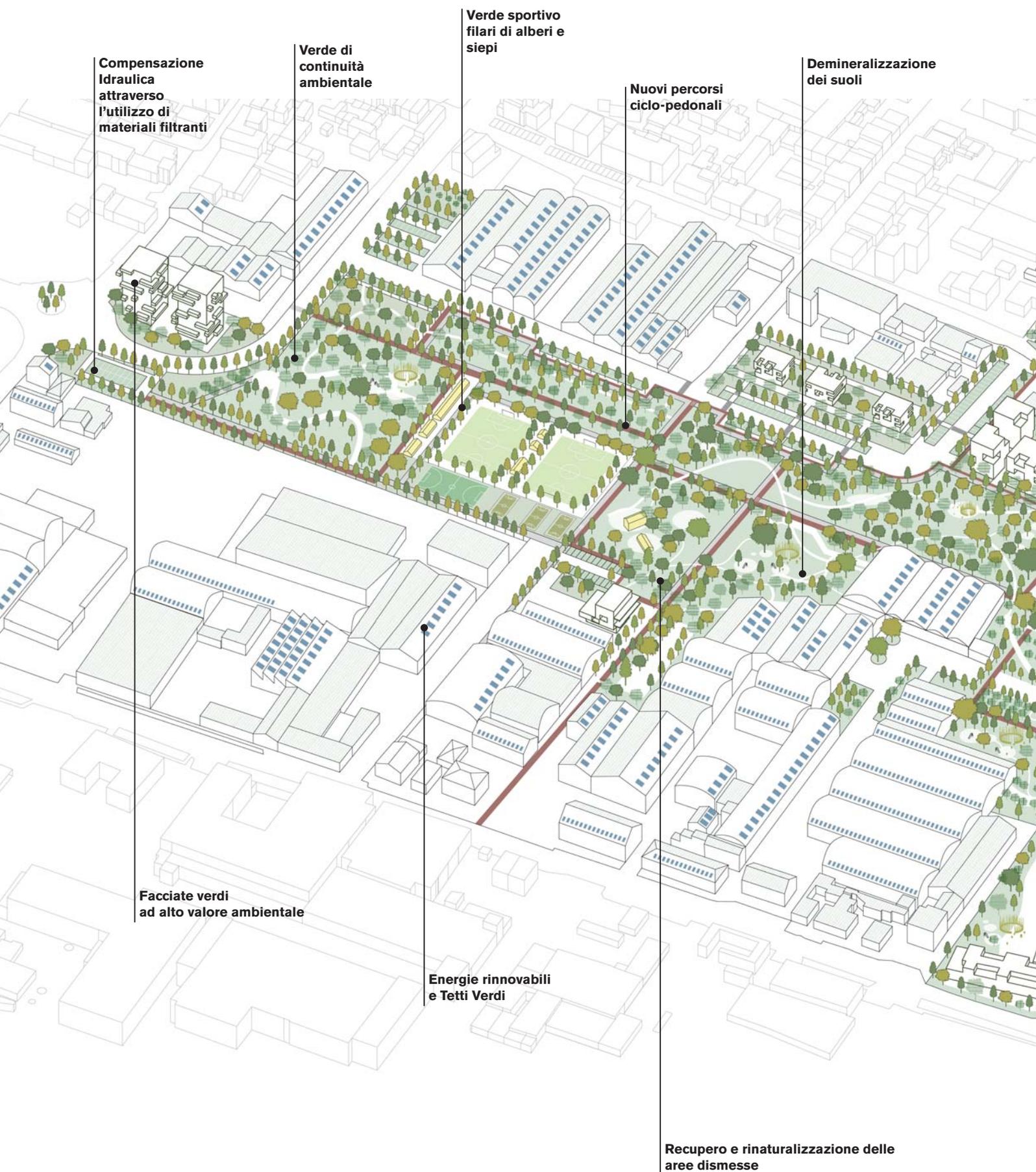


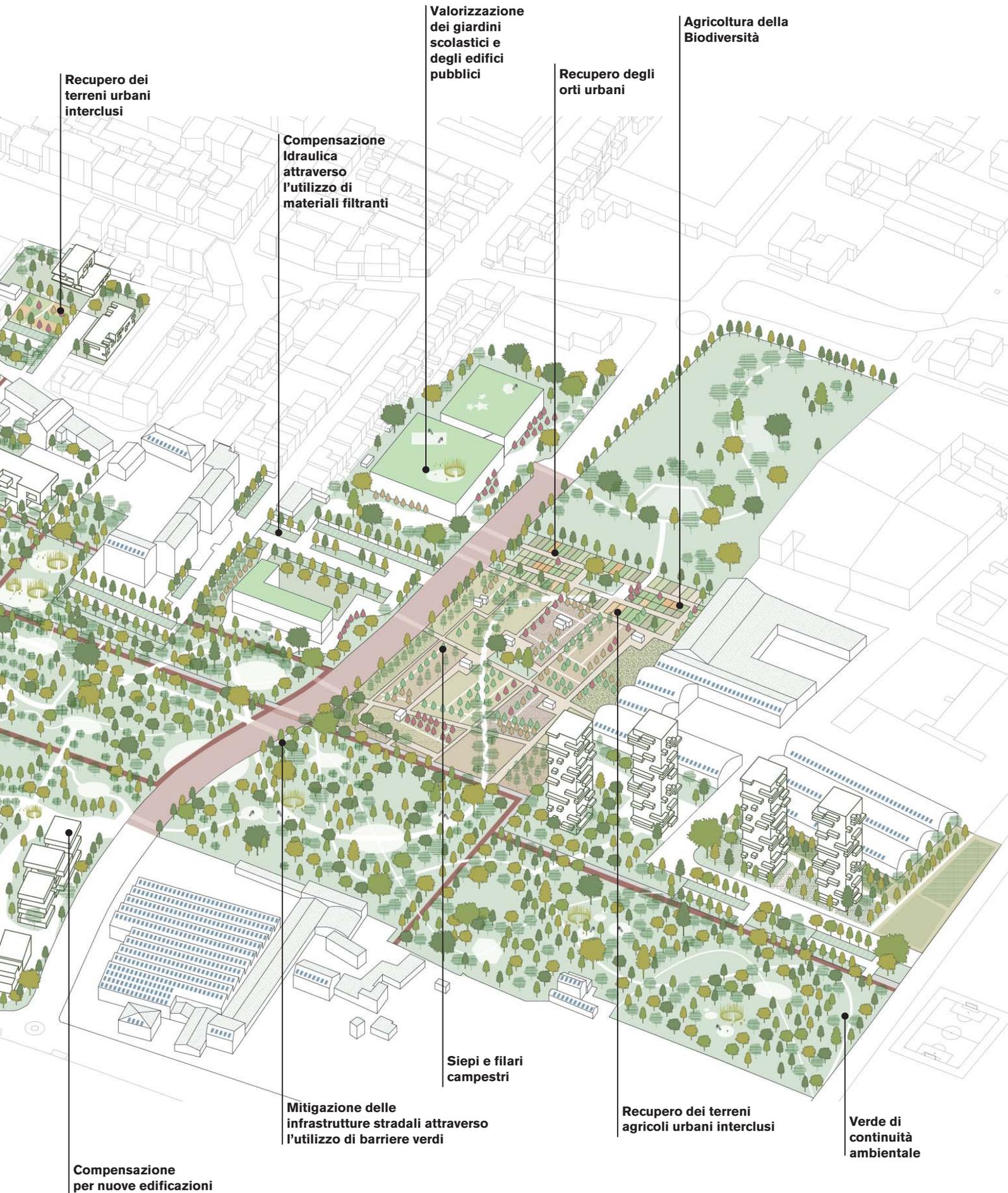
Ligustro,  
*Ligustrum volgare*



Prugnolo,  
*Prunus spinosa*

## CAP. III SEZIONE IV PROGETTO PILOTA : PARCO DI SAN PAOLO

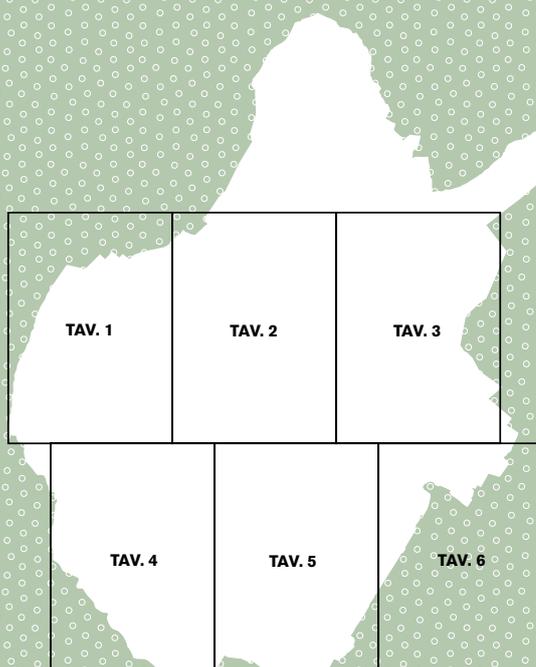


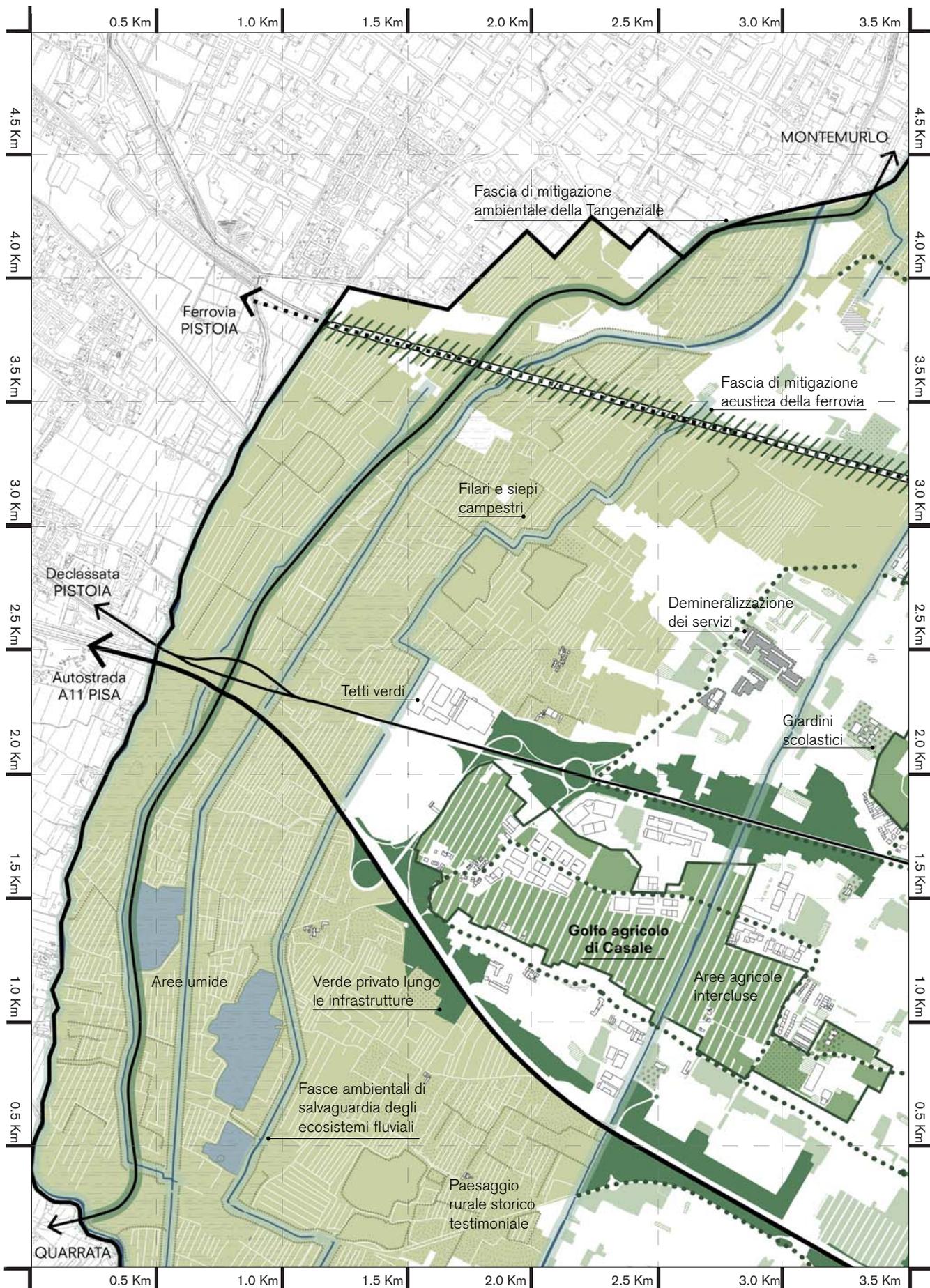




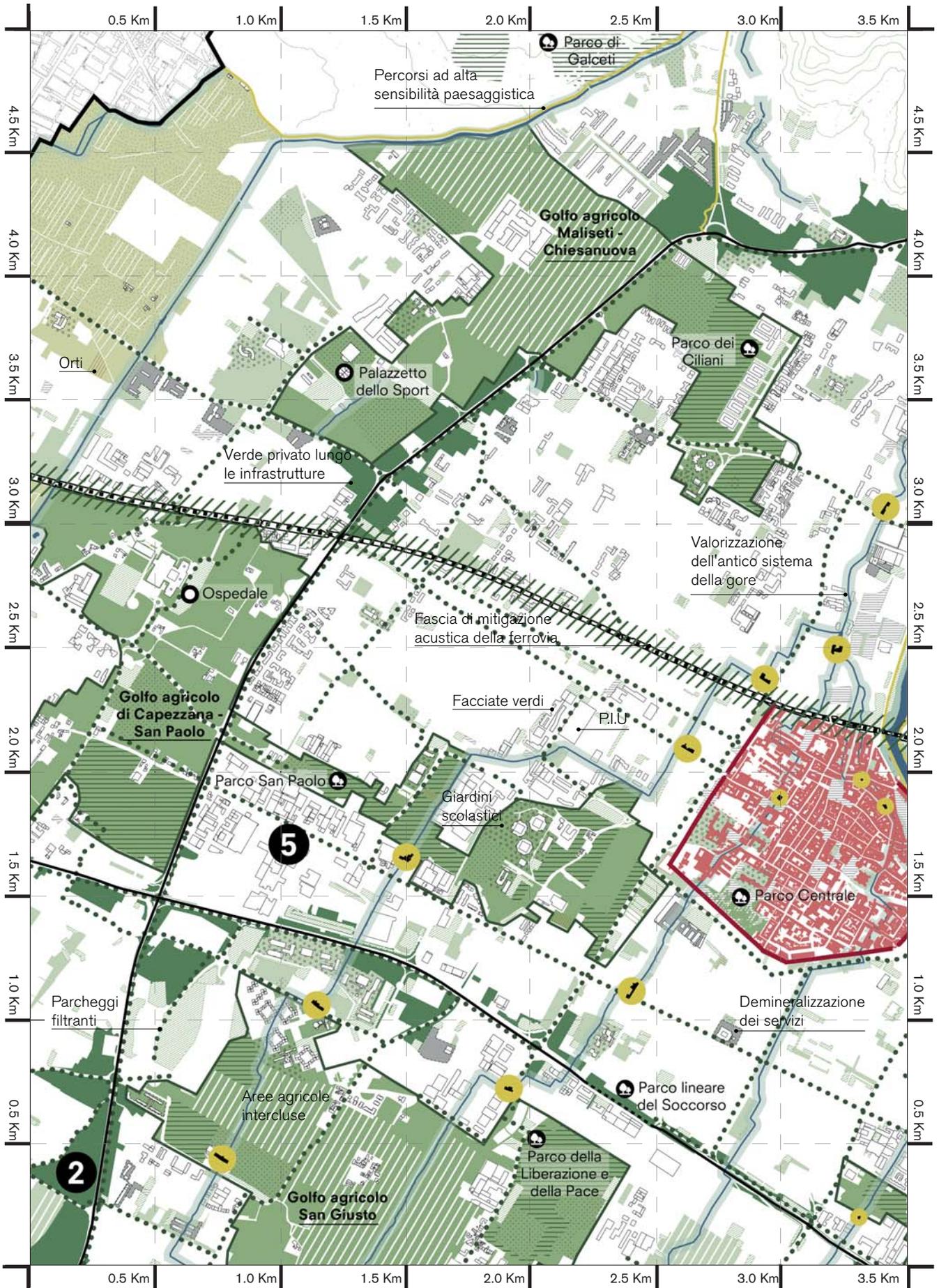
# ATLANTE

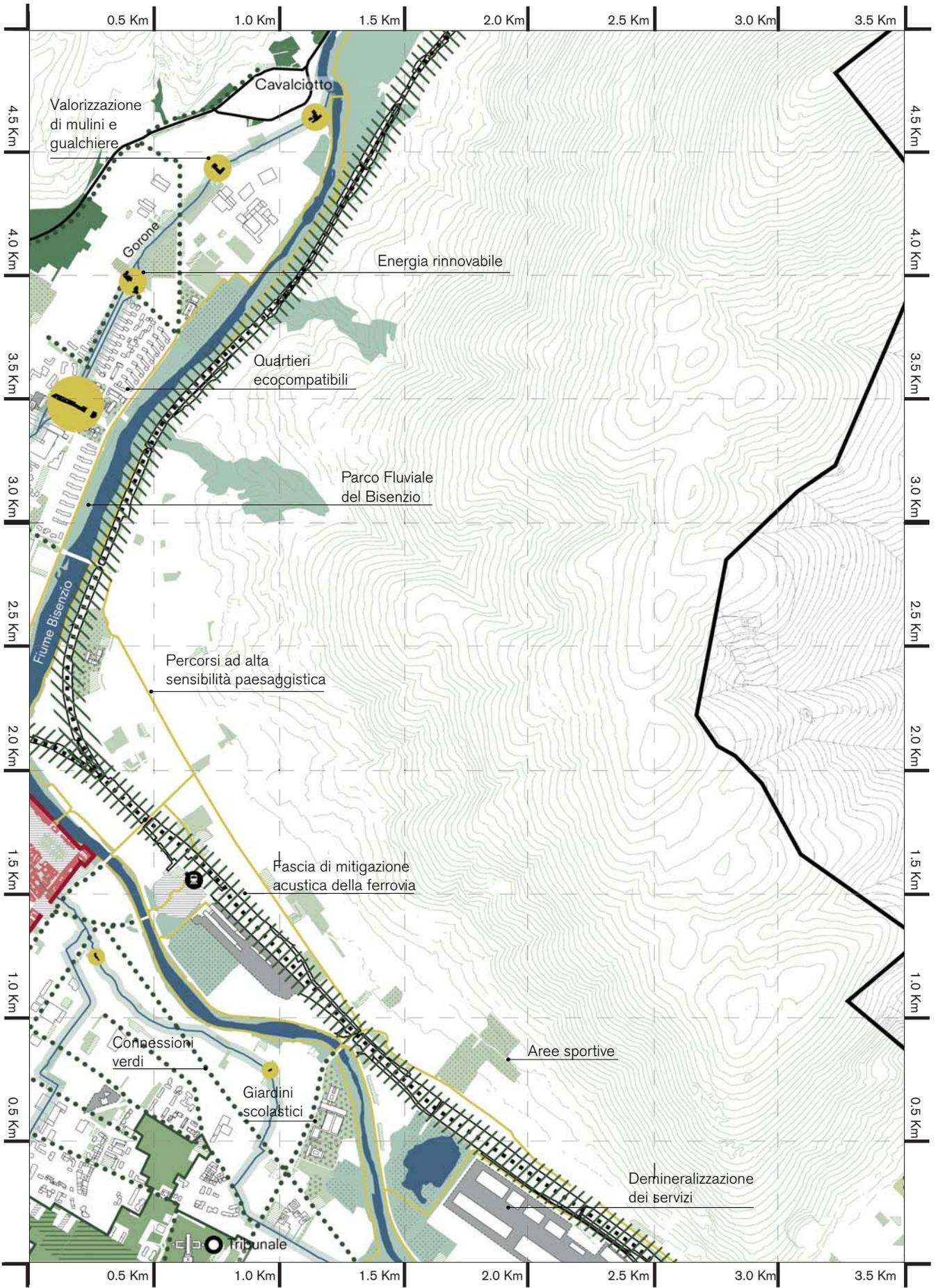
## CAP. IV

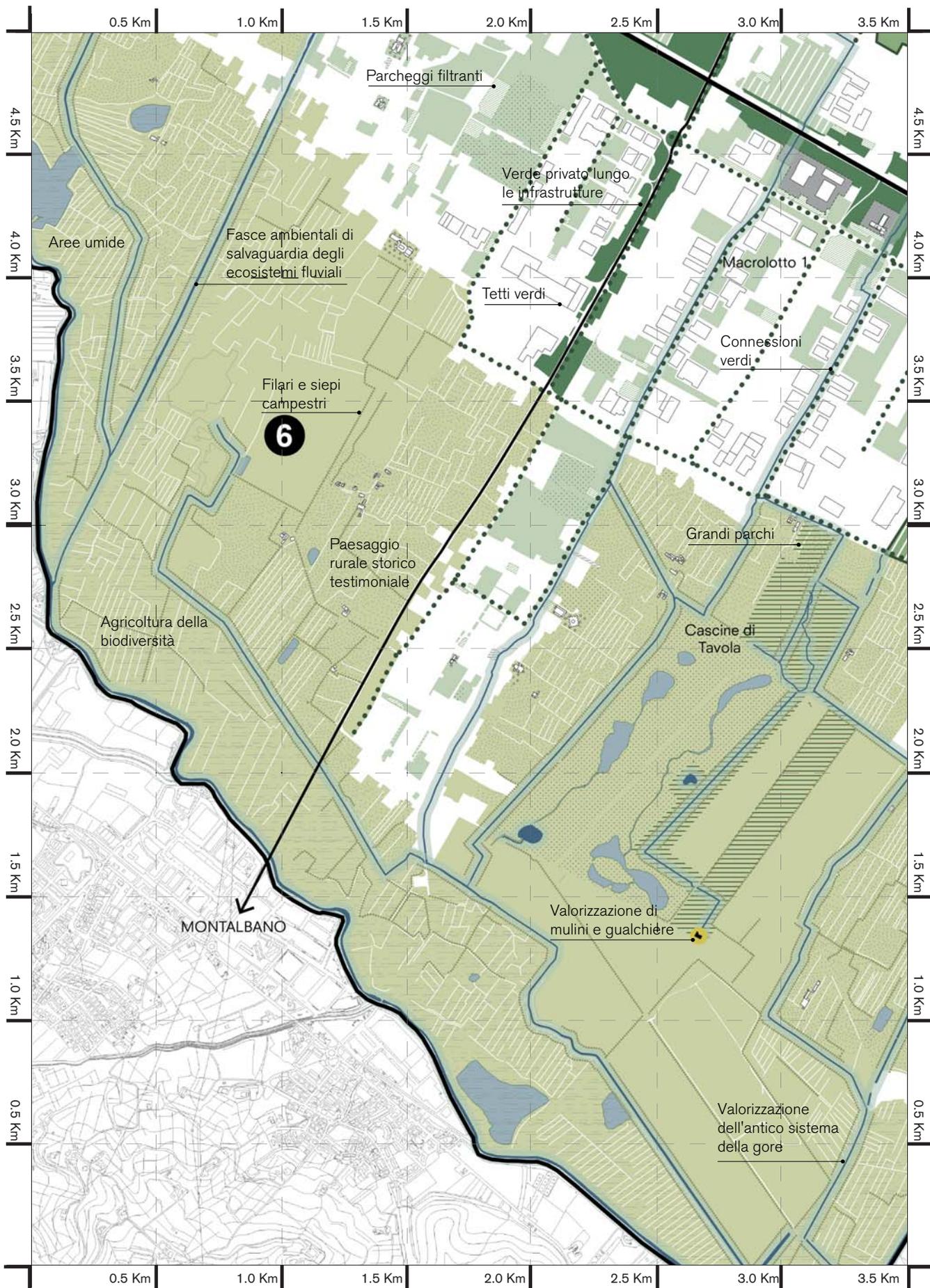


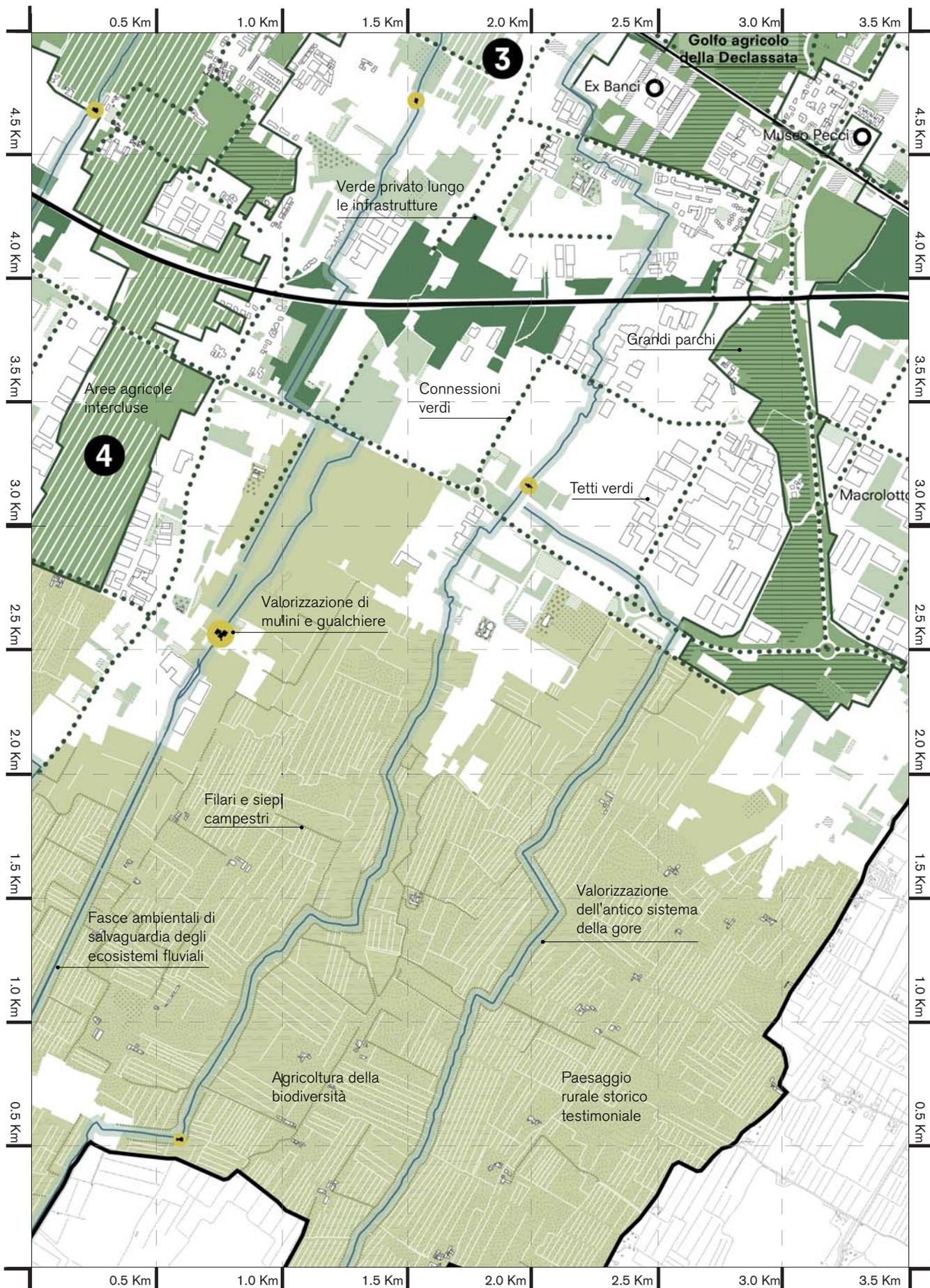


TAV. 2

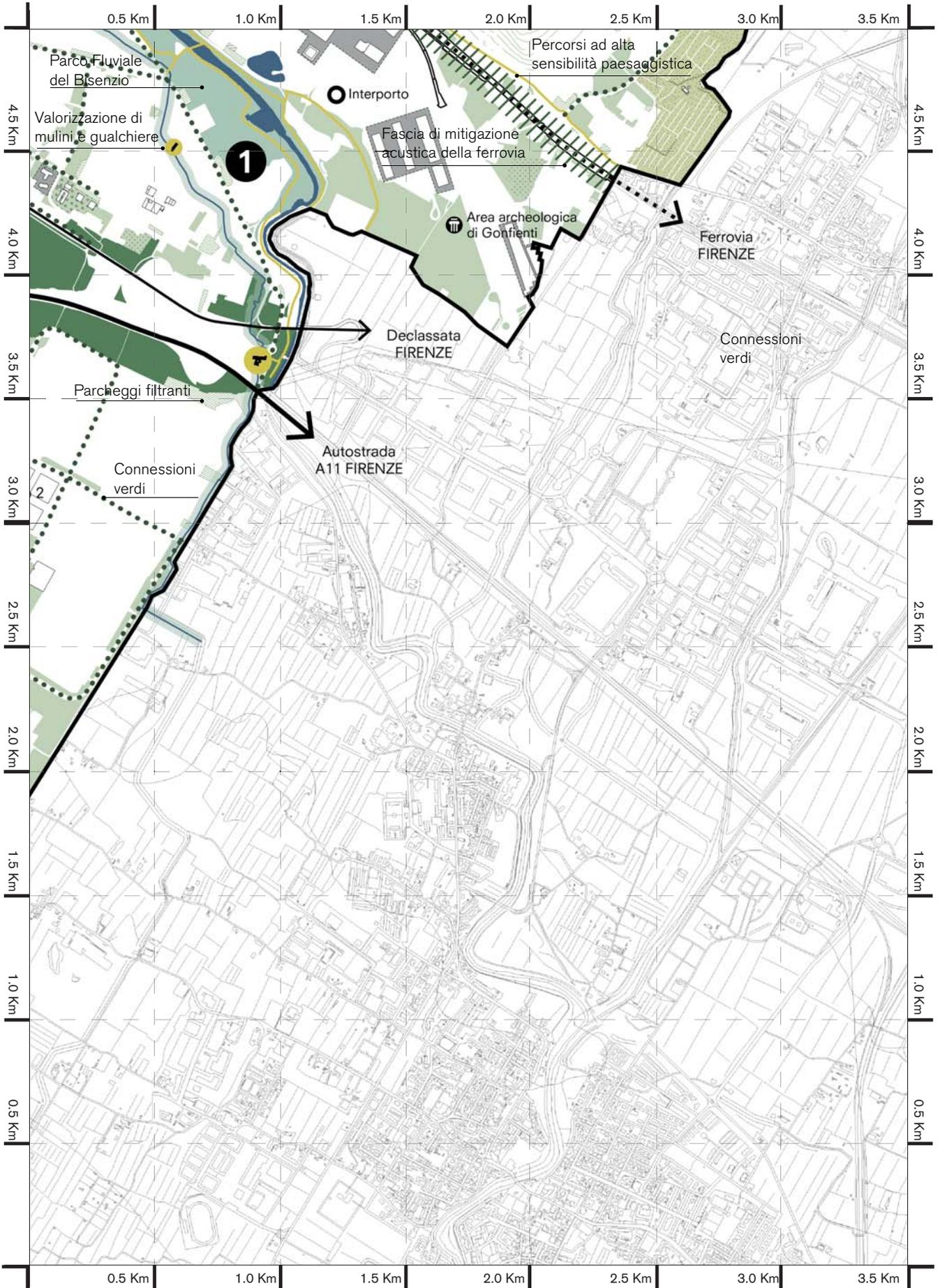








TAV. 6



# PRATO

## Action Plan per la Forestazione Urbana

BOERI  
STEFANO  
BOERI  
ARCHITETTI

comune di  
PRATO

### SISTEMI

#### 1 Parco fluviale e delle Gore

- Parco Fluviale del Bisenzio
- Fascia di tutela degli ecosistemi fluviali
- Mulini e Gualchiere
- Percorsi di valore paesaggistico

#### 2 Verde di mitigazione delle infrastrutture

- Aree verdi di mitigazione
- Fascia di mitigazione della linea ferroviaria
- Fascia di mitigazione della tangenziale
- Strade principali
- Linea ferroviaria
- Verde di connettività

#### 3 Verde capillare

- Verde urbano
- Aree sportive
- Giardini scolastici
- Agricoltura Urbana
- Parchi attrezzati
- Parcheggi filtranti
- Orti
- Piazze

#### 4 Golfi agricoli periurbani e grandi parchi

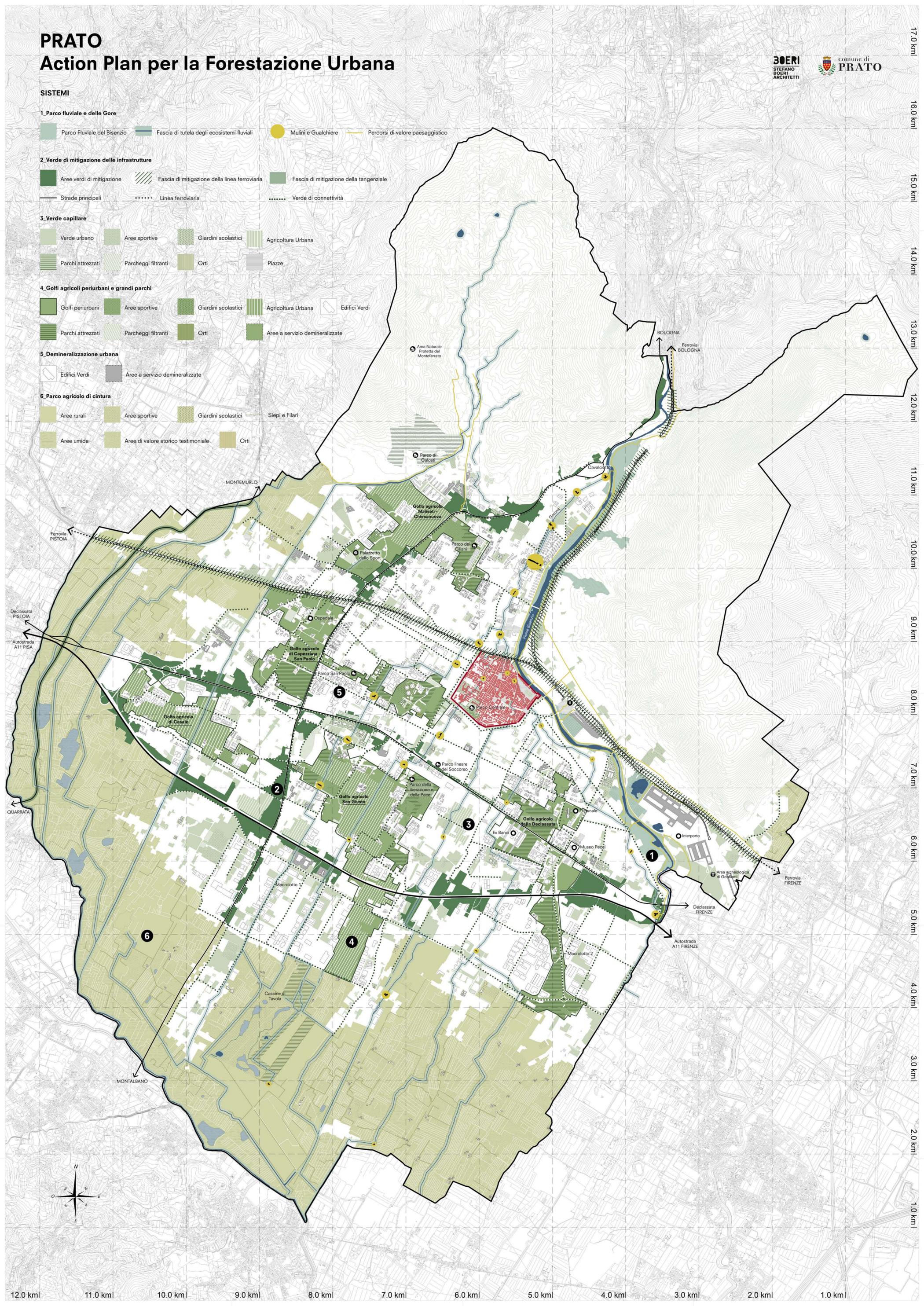
- Golfi periurbani
- Aree sportive
- Giardini scolastici
- Agricoltura Urbana
- Edifici Verdi
- Parchi attrezzati
- Parcheggi filtranti
- Orti
- Aree a servizio demineralizzate

#### 5 Demineralizzazione urbana

- Edifici Verdi
- Aree a servizio demineralizzate

#### 6 Parco agricolo di cintura

- Aree rurali
- Aree sportive
- Giardini scolastici
- Siepi e Filari
- Aree umide
- Aree di valore storico testimoniale
- Orti



17.0 km  
16.0 km  
15.0 km  
14.0 km  
13.0 km  
12.0 km  
11.0 km  
10.0 km  
9.0 km  
8.0 km  
7.0 km  
6.0 km  
5.0 km  
4.0 km  
3.0 km  
2.0 km  
1.0 km

12.0 km 11.0 km 10.0 km 9.0 km 8.0 km 7.0 km 6.0 km 5.0 km 4.0 km 3.0 km 2.0 km 1.0 km