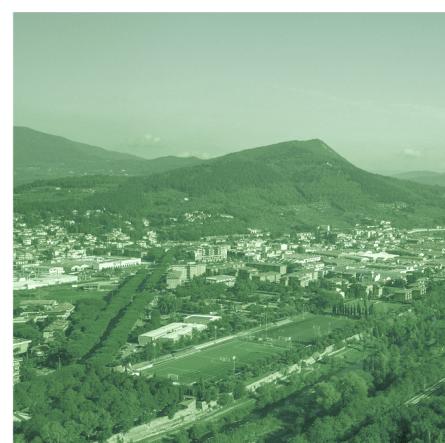
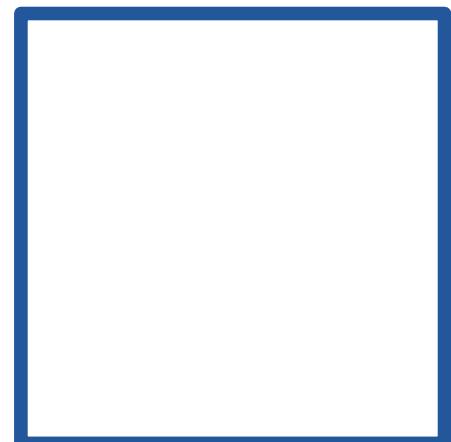




# Piano Strutturale 2024

**Forestazione Diffusa**  
**Dati statitici e satellitari per una**  
**prima applicazione di intervento**



ELABORATO QC\_AA\_3

Approvazione 2024

# **GRUPPO DI LAVORO**

**Sindaco**  
Matteo Biffoni

**Assessore all'Urbanistica e ambiente**  
Valerio Barberis

**Garante per l'Informazione e Partecipazione**  
Laura Zacchini

**Progettista e Responsabile del Procedimento**  
Pamela Bracciotti – Dirigente Servizio urbanistica, Transizione ecologica e Protezione civile

**Coordinamento Tecnico Scientifico**  
Silvia Balli – Responsabile Coordinamento atti di governo del territorio

**Gruppo di Progettazione**  
Catia Lenzi - Responsabile Ufficio di Piano  
Vanessa Cencetti, Francesco Rossetti, Virginia Castellucci

**Valutazione Ambientale Strategica**  
Annalisa Pirrello

**Processo Partecipativo e Comunicativo**  
Avventura Urbana srl

**Contributi Specifici**  
**Disciplina degli insediamenti**  
Chiara Nostrato, Sara Gabbanini

**Disciplina del territorio rurale**  
NEMO Srl - Studi agroforestali e Rete Ecologica  
Benedetta Biaggini

**Geologia, Idrogeologia e Sismica**  
Alberto Tomei

**Aspetti giuridici**  
Giacomo Muraca

**Archeologia**  
Luca Biancalani

**Studi sul paesaggio agrario storico**  
Università degli Studi di Firenze DIDA – Chiara Giuliacci  
coordinamento Prof. Tessa Matteini, Prof. Paolo Nanni

**Aspetti ecologico-paesaggistici delle aree umide**  
Carlo Scoccianti

**Forestazione urbana**  
Antonella Perretta, Paolo Bellocchi - Pianificazione strategica del patrimonio naturale

# **GRUPPO DI LAVORO**

**Studi economici delle caratteristiche del tessuto e del sistema produttivo**  
I.R.P.E.T. - Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana

**Studi delle dinamiche socioeconomiche del sistema tessile e archeologia industriale**  
IRIS srl, Giuseppe Guanci

**Studi sulle identità del territorio, policentrismo e multiculturalità**  
Corinna Del Bianco

**Studi sui miglioramenti ambientali e bioclimatici derivanti dalle strategie di riqualificazione tecnologica ambientale delle aree produttive**  
Università la Sapienza - Dipartimento Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura  
Responsabile scientifico: Prof. Fabrizio Tucci  
Gruppo di lavoro: Paola Altamura, Marco Giampaoletti, Caterina Dalsasso, Maria Lidia Giannini, Federica Nava, Maria Michaela Pani, Violetta Tulelli

## **Servizio Mobilità e Infrastrutture**

Riccardo Pallini, Daniela Pellegrini, Edoardo Bardazzi, Antonio Manolio, Marinella Carrieri

## **Servizio Servizi demografici e statistica**

Elena Cappellini, Sandra Carmagnini, Sabrina Frosali - Statistica

## **Servizio Cultura, Turismo e comunicazione**

Claudia Giorgetti, Vanessa Postiferi, Valentina Del Sario – Rete civica  
Oretta Giunti, Teresa Di Giorgio – Ufficio Relazioni con il pubblico

## **Servizio Innovazione e Agenda Digitale**

Alessandro Radaelli, Francesco Pacini, Mattia Gennari - S.I.T. Open data e Big Data

**Database geografico**  
LDP Progetti GIS srl

## **Supporto organizzativo**

Patrizia Doni - Segreteria Assessorato Urbanistica e Ambiente

## **Supporto amministrativo**

Enrico Desii, Silvia Guidotti, Barbara Paoletti, Erika Bellandi UO Amministrazione e servizi generali

## Indice

<b>Introduzione.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Infrastrutture verdi.....</b>	<b>3</b>
1.1 La Forestazione Urbana.....	3
1.2 Le strategie di forestazione: dalla pianificazione all'azione.....	4
1.3 Tipologie e funzione della vegetazione in ambiente urbano e periurbano.....	7
1.4 I benefici ambientali della vegetazione.....	9
<b>2. Lo stato dell'arte.....</b>	<b>12</b>
2.1 Promozione della qualità territoriale e strategie di intervento.....	12
2.2 Prato Forest City.....	19
<b>3. Ascolto del contesto.....</b>	<b>21</b>
3.1 Analisi demografiche.....	21
3.2 Indice di Deprivazione.....	27
3.3 Analisi Ambientali: clima e temperature.....	29
3.4 Analisi Ambientali: gli inquinanti aerei.....	36
3.5 Analisi Ambientali: aree urbanizzate, albedo e tree canopy cover.....	41
3.6 Le aree di proprietà pubblica.....	44
<b>4. La Forestazione Diffusa – metodologia e applicazione.....</b>	<b>48</b>
4.1 Ambiti di intervento.....	49
4.2 Ambito AVp: verde pubblico esistente di proprietà.....	53
4.3 Abaco degli interventi.....	57
4.4 Priorità delle azioni.....	65
4.4.1 Accessibilità e prossimità – verde, popolazione residente e attrezzature.....	65
4.4.2 Microclima e vivibilità – verde, temperature e polveri sottili.....	71
4.4.3 Microclima e popolazione esposta.....	78
4.4.4 Numeri: benefici, quantità e costi degli interventi.....	81
4.4.5 Format di progetto.....	87

## Introduzione

La diffusione del verde urbano oggi come non mai, non è solo più auspicata ma è entrata nel sentire comune a causa dei cambiamenti climatici in atto, rappresenta un elemento di grande importanza ai fini del miglioramento della qualità ambientale e sociale nelle città.

La vegetazione, svolge significativi ed importanti funzioni e ruoli legati non solo all'ambiente in senso stretto, ma anche al benessere della collettività.

La presenza della vegetazione in ambito urbano è da considerarsi una irrinunciabile risorsa al fine del miglioramento della qualità della vita, sulla sostenibilità dei sistemi urbani e sul mantenimento ed incremento della biodiversità negli ambienti antropizzati.

L'infrastruttura verde (la rete interconnessa di zone naturali, verde urbano, verde periurbano e rurale) può svolgere un ruolo di primo piano in termini di mitigazione, in quanto capace di fornire risorse essenziali e decisive nel contrastare i cambiamenti climatici. Essendo la vegetazione sia quantitativamente che qualitativamente determinante per la sostenibilità, obiettivo del progetto è l'incremento di detta componente del patrimonio naturale nel metabolismo urbano.

*Il “metabolismo urbano” è un modello di descrizione dei flussi energetici e di materiali in transito attraverso un qualsiasi insediamento umano, dove gli input di materiali, conseguentemente al processo di utilizzo, sono trasformati in energia utile, strutture fisiche o rifiuti (Decker, 2000).*

Un modello concettuale, quello del metabolismo urbano, che prende a prestito le implicazioni energetiche e biofisiche di entrata/uscita da un sistema, calcolando l'impronta ecologica che consente di redigere il bilancio ambientale della città, dove la componente vegetale assume un importante ruolo.

L'incremento della componente arborea ed arbustiva è protagonista incontrastata nei metodi che possono essere utilizzati nella costruzione della città, al fine di ridurre gli impatti generati dall'uomo sull'ambiente ed il paesaggio. Le soluzioni che fanno riferimento alla natura (NBS Nature Based Solution) sono entrate nel linguaggio corrente, e devono indirizzare la pianificazione e la progettazione di ogni brano della città sia pubblica che privata.

Strettamente connessa alle strategie di incremento della componente verde è quella delle infrastrutture blu, la gestione delle acque di falda, delle acque piovane, dei canali (gore) delle acque di riciclo (acquedotto industriale). L'Amministrazione ha in atto grazie a bandi e convezioni studi che mirano all'ottimizzazione della risorsa tra cui un progetto in collaborazione con CNR e il gestore degli impianti di depurazione delle acque – GIDA S.p.A. al fine di implementare strategie innovative e circolari di gestione sostenibile delle foreste urbane mediante utilizzo delle acque dell'acquedotto industriale a fini irrigui, per far fronte ai costi e alla carenza che fa seguito a fenomeni siccitosi che si verificano con sempre maggior frequenza.

Strettamente connesse alle infrastrutture verdi e blu sono le infrastrutture grigie. Non può esserci alcuna strategia vincente di contrasto e/o mitigazione senza un capillare intervento sulle superfici impermeabilizzate siano esse edifici o pavimentazioni. All'utilizzo delle NBS si affianca la necessità di intervenire sulla qualità dei materiali e delle caratteristiche di assorbimento delle radiazioni solari delle superfici in ambito urbano, ai fini della ricerca del comfort termico grande attenzione alla posizione dei nuovi edifici o in operazioni di demolizione e ricostruzione degli stessi avvalendosi dello studio della topografia circostante, dei fattori ambientali e dei dati climatici avvalendosi di modellazioni energetica e fluidodinamica per progettare edifici e spazi aperti connessi efficienti. Questo condiziona la quantità di luce solare assorbita dalle superfici urbane e l'efficacia del vento che si muove tra gli spazi attraverso l'uso di un mix di soluzioni tecniche passive sia a scala dell'edificio che dell'area.

La parola chiave è quindi connettività tra contesti ambientali, valorizzazione del patrimonio immobiliare, gestione delle acque, utilizzo di superfici fredde, incremento della permeabilità dei suoli massimizzazione della funzione ecologica delle infrastrutture verdi.

## 1. Infrastrutture verdi

### 1.1 La Forestazione Urbana

Oggetto della trattazione è l'intero territorio comunale, in particolare l'area urbana. La necessità di attuare le politiche pubbliche di forestazione portate avanti dall'Amministrazione, impone di operare ad ampio spettro, al fine di distribuire equamente i benefici che la stessa forestazione apporta e di non creare casi di gentrificazione urbana. Come si è osservato in alcune città italiane, l'intervento massiccio in determinati quartieri in declino ha prodotto un innalzamento dei prezzi dei terreni e del mercato immobiliare ponendo ai margini i soggetti svantaggiati che fino a quel momento vi trovavano collocazione.

L'intervento diffuso di messa a dimora di nuova vegetazione da parte del soggetto pubblico è elemento propulsivo per l'intervento dei privati. Intervento quanto mai necessario poiché la percentuale di territorio coperto da vegetazione di proprietà privata è nettamente superiore.

Dai dati di censimento emerge che quasi 31.000 alberi sono di proprietà pubblica in gestione a Consig Servizi Comuni mentre 196.000 sono le alberature totali presenti sul territorio stimate da satellite, le pubbliche rappresentano quindi poco più del 15%. Interessante il dato fornito da CNR – IBE sul numero delle alberature che supera quanto auspicato dal Piano di Forestazione allegato al Piano Operativo.

La necessità di mettere a dimora nuove alberature non risulta più essere l'obiettivo del Piano, e neanche la spinta caldeggiata da e condivisa dall'opinione pubblica di procedere ad una piantagione massiva sempre e comunque, ma nell'ottica di utilizzo dei benefici ecosistemici e del porre la pianta giusta nel posto giusto e soprattutto facendo i conti con la disponibilità di aree pubbliche. Nota la questione che molti comuni non riescono ad utilizzare i fondi destinati allo scopo a causa della mancanza di aree sufficienti.

Non potendo contare su risorse da destinare agli espropri per attuare le previsioni di Piano e nell'attesa di interventi privati che attraverso lo strumento della perequazione possano far pervenire nuove aree all'Ente è necessario erogare la strada di ciò che in possesso dello stesso abbia come potenzialità residua.

## 1.2 Le strategie di forestazione: dalla pianificazione all'azione

La realizzazione di una **città green**, trova i suoi fondamenti nella piena adesione da parte del Comune di Prato alle strategie internazionali di sostenibilità ambientale sviluppate a livello locale all'interno di importanti documenti di programmazione dell'Ente.

Gli studi condotti dal 2015 hanno portato alla redazione del Piano Operativo, che oltre ai canonici aspetti urbanistici, cartografici, storici, ambientali, giuridici e partecipativi, inserisce all'interno del processo di VAS (Valutazione Ambientale Strategica), gli studi sulle isole di calore e la redazione delle mappe di pericolosità ed esposizione della popolazione (a cura di CMCC – Centro euro Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici e GEO.RISK).

Il Piano Operativo adottato nel 2018 e approvato nel 2019 porta con se un apparato normativo articolato ed in parte innovativo in particolare nella sezione della “promozione della qualità territoriale”, con specifiche riguardo alla realizzazione degli spazi pubblici e il rapporto con la natura, finalizzate al raggiungimento degli obiettivi propri della transizione ambientale, dell'incremento della resilienza urbana e del benessere ambientale, sociale e per la salute umana.

Il Piano Operativo contiene inoltre l'Action Plan della Forestazione Urbana che analizza i benefici dei 30.000 alberi pubblici (Stefano Mancuso + Pnat), censiti e manutenuti da Consig Servizi Comuni, e le 6 strategie di forestazione urbana (Stefano Boeri Architetti).

Questo consente l'accesso al bando europeo UIA e la nascita del progetto Prato Urban Jungle. Un progetto complesso che vede la partecipazione di 7 partner oltre al Comune quale capofila. Progetto in corso che vede tra i risultati il progetto di 4 siti pilota (Pnat + Studio Boeri), con alta densità di verde outdoor e indoor, 2 linee guida per interventi a scala urbana e a scala dell'edificio e pertinenze (Pnat + Studio Boeri); una rete sensoristica sulla città per le attività di monitoraggio ambientale attraverso 30 centraline (CNR), la costruzione di un modello digital twin di porzioni di tessuto urbano; la realizzazione di toolkit per le scuole e i cittadini (Legambiente).

Interessante anche il modello di governance (Treedom + GreenApes) che prevede il coinvolgimento di abitanti, dipendenti, fruitori, cittadini ed imprese nella manutenzione del verde e nell'incremento della dotazione dello stesso attraverso la piattaforma Prato Forest City e le campagne di crowdfunding.

Ad arricchire il patrimonio di conoscenza in particolare il rapporto tra verde e salute, la collaborazione con il DASTU del Politecnico di Milano e DAGRI dell'Università di Firenze nel 2020 che ha prodotto un apparato di conoscenze e buone pratiche per una progettazione attenta alla salute umana, alla biodiversità e alla resilienza urbana.

A questa si unisce l'apporto di CNR nell'ambito della redazione del PAESC (Piano Azione Sostenibile ed il Clima) finalizzato alla valutazione dei rischi e della vulnerabilità indotti dal cambiamento climatico e valutazione della potenzialità mitigativa del piano di forestazione urbana. Inoltre attraverso la modellistica Envi-met sono indagate tre aree rappresentative del tessuto urbano di 1 kmq, al fine di simulare l'interazione tra edificato, vegetazione,

reticollo stradale e atmosfera andando a costituire uno strumento di pianificazione e governance, oltre alla previsione di ulteriori 15 centraline per il monitoraggio ambientale.

Lo scopo principale è quello di fare di Prato una sorta di città-laboratorio in cui sperimentare e realizzare azioni in grado di offrire un ambiente di vita sempre più sano per i suoi cittadini e le sue imprese, ma che sia anche capace di attrarre nuovi investimenti e creare nuovi posti di lavoro.

Per raggiungere tale obiettivo una delle azioni fondamentali è incrementare le superfici boscate e alberate della città in particolare nelle aree ad alto tasso di urbanizzazione, al fine di restituire spazi verdi e corridoi di vita, attraverso un grande sistema di aree verdi e naturali interconnesse che unisca in un sistema unico i parchi esistenti e di nuova previsione, le aree agricole e gli spazi verdi privati.

L'azione del Comune di Prato mira ad un obiettivo innovativo che metta al centro la natura e le aree verdi come strumento attivo di prevenzione sanitaria.

Nel luglio del 2021 è approvato il documento di indirizzo denominato "Next Generation Prato" che tra le schede annovera la 9 "Prato Forest City", atta a promuovere sani stili di vita attraverso l'incremento della dotazione di verde urbano.

Da dicembre 2021 la piattaforma web Prato Forest City <https://www.pratoforestcity.it/> creata all'interno del progetto Prato Urban Jungle, intesa come strumento di governance per la promozione del verde urbano sul territorio, ha assunto il ruolo di "contenitore" di tutte le attività legate all'Action Plan per la Forestazione Urbana, in particolare sono state attivate campagne di crowdfunding per la realizzazione di aree verdi di piccole dimensioni legate a donazioni di cittadini e di maggiori dimensioni per donazioni legate al mondo dell'impresa che necessitano di progettazioni specifiche a carico dell'Ente o di co-progettazione con i donatori, oltre ad interventi nelle aree scolastiche.

L'obiettivo è di andare oltre ai singoli interventi spot ed attraverso il portale "Prato Forest City" definire e realizzare gli interventi di forestazione urbana anche attraverso il reperimento di risorse private attraverso donazioni e/o sponsorizzazioni.

Uno scenario ricco, a cui si aggiungono gli obiettivi di neutralità climatica entro il 2030 essendo Prato tra le 100 città selezionate dalla Commissione Europea per Net Zero Climate – Missione 100 città.

Tanti strumenti per indirizzare al meglio la progettazione e le priorità di intervento, con l'obiettivo di costruire una nuova ed efficace gestione e cura del patrimonio, superando le modalità di consueta manutenzione delle alberature e degli spazi pubblici, questo sarà possibile anche attraverso l'acquisizione di informazioni specifiche che il progetto HUGS in collaborazione con ESA, Gmatics, Alberitalia, Stefano Boeri Architetti, RDM progetti e Smart Communitieies Tech, il quale tra i risultati attesi sarà in grado di offrire un censimento

delle alberature private e una gestione ottimizzata delle alberature pubbliche mediante dati satellitari.

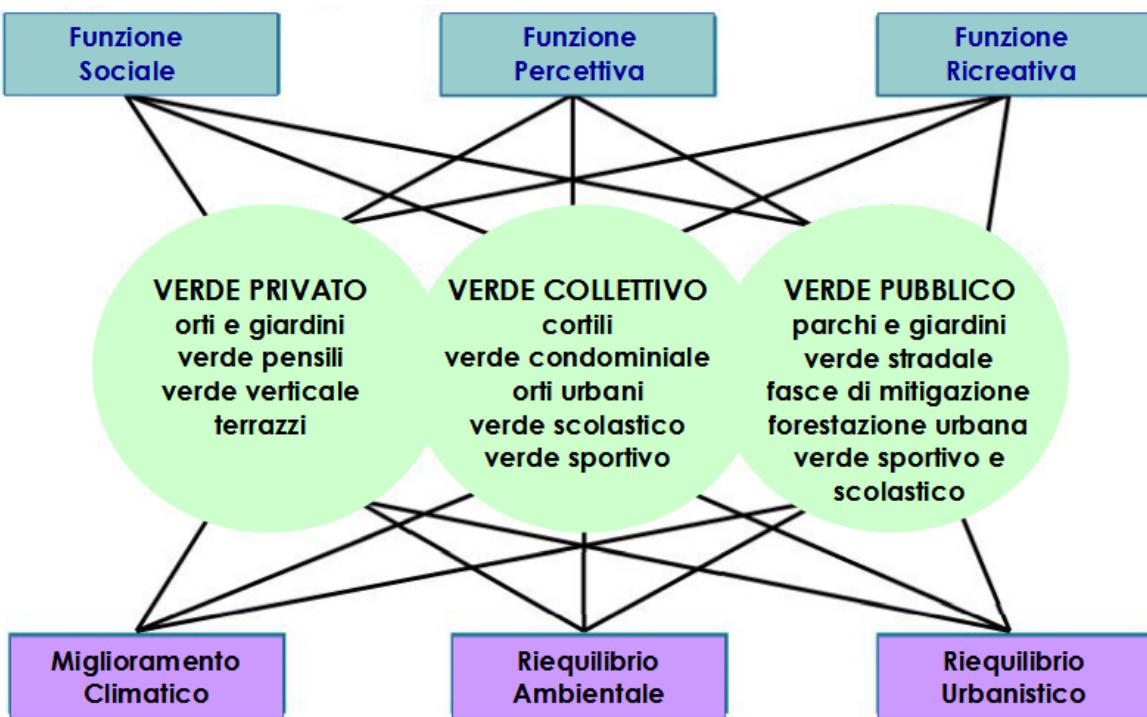
### 1.3 Tipologie e funzione della vegetazione in ambiente urbano e periurbano<sup>1</sup>

Sottolineando che i benefici della vegetazione non sono legati né ai confini amministrativi né tanto meno a sistemi urbanistici o legislativi o ancora alla proprietà è opportuno ricordare le molteplici ed importanti funzioni del verde in ambiente urbano: ecologico-ambientale, sanitaria ed igienica, protettiva, sociale e ricreativa, culturale e didattica, estetico-architettonica, produttiva, estetica, economica e del benessere psicologico.

In particolare per la funzione ecologico ambientale:

- produzione di ossigeno;
- stoccaggio di anidride carbonica;
- riduzione della radiazione solare incidente;
- moderazione dei venti freddi in inverno;
- incanalamento dei venti estivi e delle brezze;
- mitigazione dell'isola di calore urbana;
- incremento della riflettanza con conseguente riduzione dell'albedo;
- fissazione delle polveri;
- assorbimento dei gas nocivi;
- riduzione dei rumori.

Figura 1. I benefici del verde in ambiente urbano



<sup>1</sup> Il contenuto del paragrafo è tratto da tesi di laurea, relatore prof. Francesco Ferrini, DAGRI - Università di Firenze, 2015

## 1.4 I benefici ambientali della vegetazione

### Depurazione chimica dell'atmosfera:

le piante assorbono CO<sub>2</sub> che attraverso la fotosintesi porta alla produzione di zuccheri ed alla liberazione di O<sub>2</sub>:

- un albero di medie dimensioni riesce ad assorbire, durante il suo ciclo vitale, circa 2,5 tonnellate di anidride carbonica; (Ferrini, 2010)
- un ettaro di bosco assorbe, in un anno, la CO<sub>2</sub> prodotta da un'autovettura che percorra circa 80.000 Km e produce l'ossigeno per 40 persone ogni giorno; (Ferrini, 2010)
- si può supporre che una pianta adulta possa giornalmente produrre ossigeno sufficiente per la respirazione di tre persone, ed eliminare anidride carbonica prodotta in una giornata da 1000 metri cubi di volume abitativo; (Chiusoli, 1999)
- un faggio giunto a maturità, con un'altezza di 25 mt ed una chioma di 15 mt, ha una superficie stimata di circa 1600 mq e produce in una giornata assolata circa 1712 gr di O<sub>2</sub> l'ora, attuando una trasformazione del carbonio in carboidrati pari a 1600 gr/ora; (Chiusoli, 1999).

### assorbimento di gas tossici:

oltre all'anidride carbonica, anche altri gas, specialmente l'anidride solforosa vengono assorbiti dalle piante, con notevole vantaggio per l'apparato respiratorio degli altri esseri viventi.

- una struttura alberata in prossimità delle strade consente di rimuovere fino al 10% di biossido d'azoto ed il 15-20% di polveri sottili; (Wesseling)
- studi hanno dimostrato che per la rimozione degli inquinanti gassosi le piante agiscono attraverso meccanismi fisici e chimici che avvengono sulla parte esterna delle foglie e nei tessuti; (Chiusoli, 1999)
- gli stessi studi hanno messo in evidenza che le piante, svolgendo questa funzione, possono essere esse stesse danneggiate, sia per l'occlusione degli stomi, sia per danni agli apparati vegetali, sia per gli effetti che queste sostanze possono avere sul loro metabolismo. (Chiusoli, 1999).

### fissazione delle polveri, prodotti catramosi ed oleosi:

la funzione positiva è esercitata dalla parte più esterna della chioma, e la velocità e quantità della deposizione dipende dalla densità e dalla forma delle particelle; (PM10 e PM2,5)

- un prato raccoglie, a parità di superficie, da 3 a 6 volte più polveri di una superficie liscia, un albero con la sua massa fogliare trattiene le polveri in misura 10 volte superiore alla capacità di trattenuta della superficie coperta dalla proiezione della chioma su un prato; (Chiusoli, 1999)
- uno studio condotto a Brighton (Gran Bretagna) ha dimostrato la cattura e ritenzione delle particelle di un olmo alto 21 mt sito a ridosso di una strada ad

alto traffico veicolare ha fissato, in una sola stagione vegetativa 1072 g di particolato sospeso; (Ferrini, 2010)

- uno studio condotto a Chicago (USA) ha dimostrato la cattura e ritenzione degli inquinanti di un bosco di un ettaro, copertura 11%, ha rimosso in un anno 591 tonnellate di inquinamento di cui 212 t di particolato inferiore a 10 micrometri, 191 t di ozono, 89 t di biossido di azoto, 84 t di biossido di zolfo e 15 t di monossido di carbonio; (Ferrini, 2010).

#### emissione vapore acqueo:

*l'evapotraspirazione è un fenomeno metabolico della vegetazione e consiste nell'emissione di vapore acqueo in atmosfera a seguito dell'utilizzo della radiazione solare a fini energetici.*

- è stato stimato che una pianta adulta, isolata, di prima grandezza, con apporti idrici ottimali, può traspirare fino a 400 litri d'acqua al giorno, operando un consumo di calore latente pari a 580 Kcal ogni litro di acqua traspirata; (Chiusoli, 1999);
- un albero adulto di grandi dimensioni in climax evapora alcune centinaia di litri al giorno e produce un effetto di raffrescamento equivalente alla capacità di 5 condizionatori d'aria di piccola potenza operanti 20 ore al giorno. (Abram, 2006).

#### regolazione termica:

*le masse di fogliame impediscono l'eccessivo riscaldamento del suolo, limitando l'evaporazione dell'acqua in esso contenuto; la vegetazione provoca moti convettivi delle masse d'aria, per effetto delle differenze di temperatura che si verificano fra le zone edificate e le aree verdi.*

- da studi effettuati in diverse città è stato evidenziato la differenza di temperatura tra un parco ed una piazza all'interno della stessa area urbana: nelle ore notturne la differenza va da 1 a 6 °C, mentre nelle ore diurne va da 1 a 3 °C. Ciò che maggiormente modifica i valori sono le dimensioni dell'area verde ed il clima (più è secco maggiore è l'effetto); (UR)
- da uno studio è stato calcolato dal 10 al 50% l'energia che gli alberi farebbero risparmiare per minore esigenze di aria condizionata; (Cnr-Fi.)
- una superficie di 800 mq con una copertura arborea ed arbustiva del 30% può assorbire energia per 1,2 milioni di Kcal che riscalderebbero l'ambiente stesso; questa energia equivale a quella necessaria per raffreddare in estate con i condizionatori per 12 ore due case di medie dimensioni. (Oke).

#### schermo antirumore:

*nelle masse del fogliame le onde sonore si frazionano rapidamente e continuamente, ma sono inefficaci per le frequenze inferiori ai 1000 Hz; limiti di tale barriera sono i valori di attenuazione bassi e la necessità di avere distanze significative fra sorgente sonora e ricevente:*

- una siepe arboreo-arbustiva ben realizzata è in grado di abbassare l'inquinamento acustico di 0,10 db per mt di spessore per le basse frequenze

e 0,20 db per mt di spessore per le alte frequenze (i migliori risultati sono con siepi molto alte e dallo spessore di almeno 5 mt.); (Chiusoli, 1999)

- per ridurre in modo significativo il livello d'intensità dei rumori, da 5 a 10 db, è necessario una barriera verde di spessore tra 40 e 100 mt (che corrisponde circa ai valori minimi per ottenere anche effetti microclimatici apprezzabili; (Chiusoli, 1999);
- ricerche su una cintura arborea caratterizzata da un impianto ad alta densità e costituito da specie arboreo ed arbustive con foglie larghe, spesse e provviste di picciolo, ha dato risultati significativi ma pur sempre contenuti. (Chiusoli, 1999).

depurazione batteriologica dell'aria:

*il pulviscolo atmosferico, carico di batteri, è fissato sulle foglie dall'umidità atmosferica; le foglie emettono sostanze volatili con potere germicida (Bussotti, 1999) e sterilizzano tali particelle, questa è anche una delle ragioni per cui da moltissimi anni si costruiscono sanatori ed ospedali di preferenza in zone molto alberate. L'ozono in eccesso è nocivo alle piante.*

## 2. Lo stato dell'arte

### 2.1 Promozione della qualità territoriale e strategie di intervento

Spazi aperti ed edifici definiscono il disegno della città, in particolare le attrezzature e le aree pubbliche che concorrono ai fini del calcolo degli standard urbanistici sono l'ossatura portante della pianificazione. Gli standard sono articolati in 4 categorie:

#### AI - aree per l'istruzione

- **AIb** servizi per l'istruzione di base
- **AIs** servizi per l'istruzione superiore
- **AIu** servizi universitari

#### AC - aree per attrezzature di interesse comune

- **ACa** servizi sociali e assistenziali
- **ACc** servizi culturali, dello spettacolo e ricreativi, e assimilati
- **ACh** servizi ospedalieri e sanitari
- **ACr** servizi religiosi
- **ACe** edilizia residenziale pubblica
- **ACt** strutture tecniche e tecnologiche
- **ACtr** stoccaggio e trattamento rifiuti
- **ACu** servizi amministrativi e assimilati
- **ACm** servizi per la mobilità
- **Acim** servizi cimiteriali

#### AP - aree per spazi e parcheggi pubblici

- **APz** piazze e aree pedonali
- **App** parcheggi, **ApC** aree sosta camper
- **APt** aree sosta tir

#### AV - aree per spazi pubblici attrezzati a parco e per il gioco e lo sport

- **AVp** verde attrezzato e parchi
- **AVo** orti sociali e urbani
- **AVs** aree sportive

Ognuna delle categorie e sotto-categorie trova un suo specifico corpus normativo nel Piano Operativo approvato nel 2019, a cui si affiancano indicazioni per il miglioramento e valorizzazione delle risorse ambientali di cui all'art. 23 delle Norme Tecniche d'attuazione (NTA).

Categorie e sotto-categorie sono competenza di uno specifico servizio dell'Amministrazione, ma il disegno organico e le norme dettate dal Piano Operativo ci restituiscono un unicum. Alle norme si affiancano piani e regolamenti di settore anche sovraordinati, che arricchiscono e restituiscono un quadro conoscitivo e prescrittivo specifico.

Il censimento delle alberature del verde pubblico di Prato (realizzato a cura di Consiglio Servizi Comuni), aggiornato al 2015<sup>2</sup>, comprende un elenco di circa 30.000 alberi, questa la base dello studio sul **beneficio delle alberature in città**. I dati disponibili, grazie all'utilizzo di alcuni software dedicati come *i-Tree ECO*, che analizzando la specie, la struttura e la classe di età, la biomassa e l'indice fogliare combinati con i dati climatici locali e di inquinamento atmosferico, hanno consentito di stimare i benefici degli alberi e valutarne il loro valore attuale e futuro.

Agli spazi aperti pubblici si affiancano gli spazi aperti di altri enti ed istituti pubblici e quelli privati che come accennato costituiscono la maggioranza del territorio urbano, ognuno con specifiche caratteristiche, usi e gestione, da una stima attraverso i dati satellitari operata da CNR nell'ambito della convenzione con il Comune le piante presenti sul territorio pratese sono circa 196.000, ben oltre il numero prospettato nell'Action Plan di Forestazione urbana

Attraverso *i-Tree Canopy* è stato possibile stimare mediante immagini aeree la percentuale di copertura verde della città. Il modello evidenzia le percentuali di copertura del suolo, pari al 65,4 % di vegetazione (costituita dal 23 % di alberature, il 38,5% da zone agricole e prati, il 3,9% da cespugli), la restante percentuale è costituita dal 13,8% di edifici e addirittura il 20,8% di asfalto<sup>3</sup>.

Questi sono dati essenziali per orientare le scelte di pianificazione, il vero consumo di suolo è costituito dalle superfici asfaltate, non solo nastri stradali ma grandi aree a parcheggio sprovviste di alberature, responsabili dell'innalzamento delle temperature locali (ndr).

In particolare dall'analisi dei dati mediante *i-Tree ECO*, emerge che le alberature più mature presentano una chioma più ampia e folta e quindi maggiori capacità di ombreggiamento e di intercettamento di inquinanti, e che a Prato solo l'1% delle alberature ha dimensioni tali da essere inserita in tale categoria, occorre quindi una maggior attenzione al mantenimento del livello di maturazione anche attraverso una politica di ricambio.

Tra le alberature censite le specie più utilizzate - che rappresentano il 68% del totale - troviamo il Tiglio (*Tilia x europea* L.), il Pino domestico (*Pinus pinea* L.) ed il Platano (*Platanus x acerifolia* L.); in particolare è il Pino domestico, nonostante sia il Tiglio la specie più numerosa, a contribuire grazie alla percentuale maggiore di area fogliare, ad apportare benefici.

Al fine di delineare un processo di incremento della forestazione urbana sul territorio pratese è stata messa a punto una metodologia che si traduce in una serie di strategie e azioni corredate di abachi per metterle in atto. Un interessante strumento per indirizzare le scelte del Piano Operativo è costituito dal concetto di forestazione urbana e peri-urbana, ovvero una pratica di gestione delle foreste metropolitane utile a garantire un contributo ottimale al benessere fisico, sociale ed economico delle società urbane, da realizzarsi attraverso un approccio integrato, interdisciplinare, partecipativo e strategico di pianificazione.

**L'Action plan** della forestazione urbana ha come obiettivo l'incremento delle superfici boscate della città, in particolare nelle aree ad alto tasso di urbanizzazione, al fine di restituire spazi e

<sup>2</sup>Censimento in costante aggiornamento.

<sup>3</sup> Elaborato 01.1 – relazione Generale: Strategie per la forestazione urbana, Green Benefit, pag. 29– Piano Operativo 2019

corridoi di vita, attraverso processi di ri-naturalizzazione urbana. Un grande bosco che unisca in un sistema unico i parchi esistenti e di nuova previsione, le aree agricole e gli spazi verdi privati. Una previsione di impianto di 190.000 alberi, circa uno per ogni abitante, da prevedersi concentrati, diradati o in filari, accompagnati da arbusti ed erbacee. Un efficace strumento di compensazione ambientale che troverà nel corpus normativo la sua attuazione, prefigurando un nuovo palinsesto. Un progetto che non potendo fare affidamento su specifici potenziali finanziamenti, necessita di una sinergia tra pubblico e privato per l'attuazione, a partire dalla diffusione di buone pratiche.

Sono sei le strategie individuate per l'attuazione:

**1. Parco fluviale e delle Gore**

Il parco del Bisenzio e il reticolto 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 micro-regolazione nell'ambiente urbano

**4. Golfi agricoli peri-urbani e grandi parchi**

I golfi agricoli peri-urbani e la nuova sinergia tra aree urbane, agricoltura e ambiente

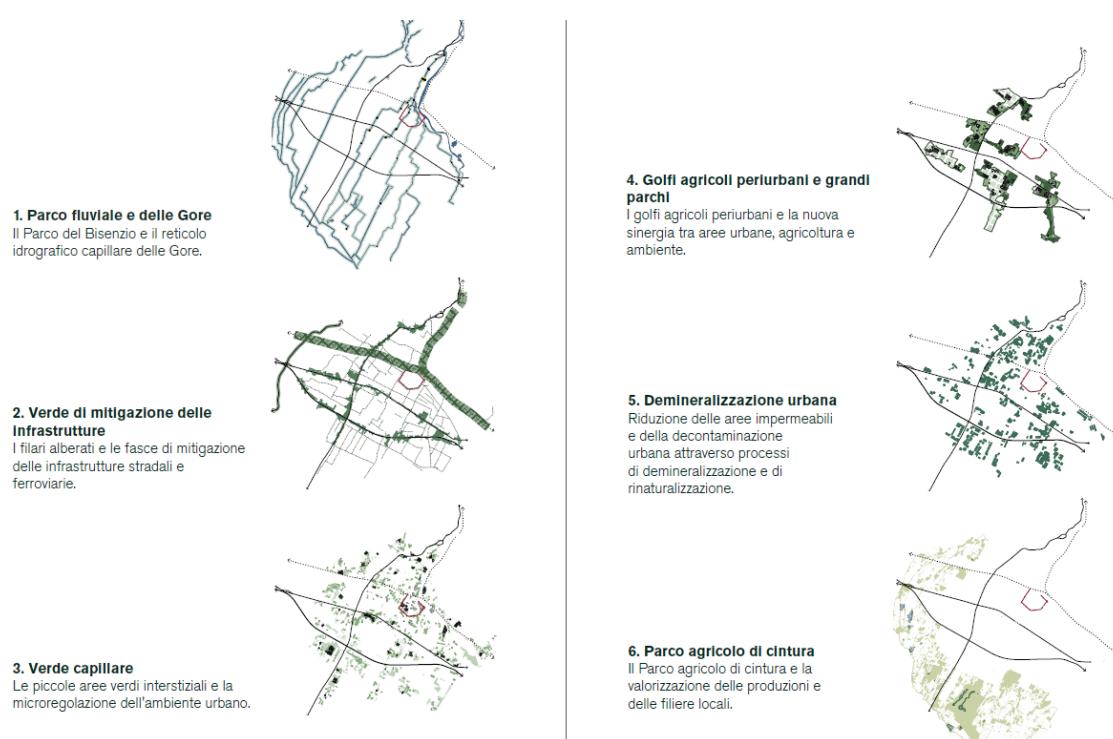
**5. Demineralizzazione urbana**

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

**6. Parco agricolo di cintura**

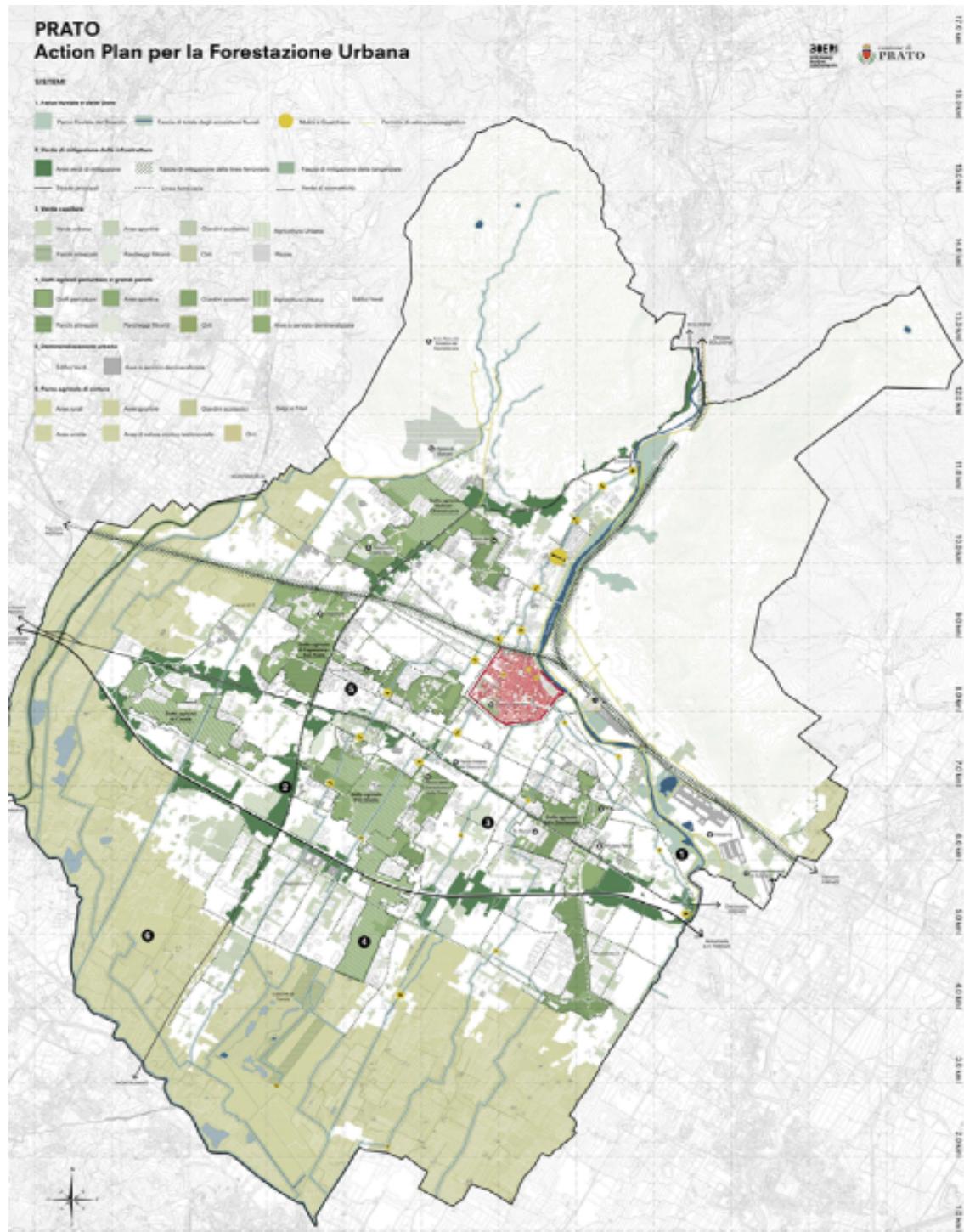
La valorizzazione delle produzioni e delle filiere locali.

Figura 2. Strategie di Forestazione Urbana



Le sei strategie possono contare sia su casi studio che su abachi specifici per l'attuazione delle politiche di forestazione: azioni, interventi sugli edifici, principali specie arboree ed arbustive.. E' stato inoltre redatto un atlante a scala territoriale che riproduce l'effetto sulla città di tutti gli interventi di forestazione urbana previsti.

*Figura 3. Atlante – quadro sinottico delle Strategie di Forestazione Urbana*



La collaborazione con il Politecnico di Milano (DASTU) e l'Università di Firenze (DAGRI) - ha definito le strategie di Forestazione connesse alla Salute Umana, alla Biodiversità vegetale e faunistica e alla Resilienza Urbana a supporto del Piano di Forestazione Urbana e del nuovo Piano Strutturale del Comune di Prato, restituendo un quadro complessivo di analisi e buone pratiche e la definizione di linee guida per la redazione dei progetti in attuazione delle 6 strategie di Forestazione.

I benefici in chiave di salute e benessere si basano su prove scientifiche sempre crescenti; gli spazi verdi possono aiutare a:

1. aumentare l'aspettativa di vita e ridurre le diseguaglianze di salute. Il verde può avere influenza positiva su condizioni di salute quali l'obesità, benessere mentale, malattie del sistema cardiocircolatorio e respiratorio;
2. migliorare i livelli di attività fisica e salute. L'accesso allo spazio verde corrisponde ad una più elevata attività fisica, migliorando il profilo di salute delle persone che li utilizzano;
3. implementare la salute psicologica e benessere mentale. Le persone hanno consapevolezza dei benefici della natura nella riduzione dello stress e dell'affaticamento mentale.

La vegetazione mitiga l'impatto del traffico veicolare e degli insediamenti produttivi, migliorando la qualità dell'aria, attraverso il sequestro e lo stoccaggio di carbonio, aiuta ad abbassare la temperatura, mitigando l'effetto isola di calore, diminuendo il rischio di mortalità specialmente nei soggetti più vulnerabili.

Nella tabella l'illustrazione dei servizi ecosistemici dell'infrastruttura verde che attraverso processi ecologici apporta benefici riguardanti il benessere.

Figura 4. Da Cinnamon et alii, 2017. In Ferririni et alii, The Routledge Handbook of Urban Forestry, pag. 55, 2017.

SERVIZIO ECOSISTEMICO	PROCESSO ECOLOGICO	BENEFICIO
Regolazione del microclima	Miglioramento della temperatura	Comfort termico
Regolazione della qualità dell'aria	Rimozione degli inquinanti	Aria pulita
Regolazione deflusso superficiale delle acque	Intercettazione delle precipitazioni	Riduzione degli allagamenti Miglioramento qualità dell'acqua
Filtrazione particelle di pulviscolo	Captazione del particolato	Riduzione dei sitibri respiratori
Riduzione del rumore	Tamponatura del rumore del traffico	Ambienti urbani più tranquilli
Fornitura habitat	Riparo per la fauna selvatica	Connessione alla natura
Dispersione di polline e semi	Trasporto gameri floreali	Biodiversità
Sicurezza alimentare	Produzione di frutta e verdura	Agricoltura urbana
Ricreazione	Spazio per il divertimento	Salute fisica e mentale
Estetico	Bellezza scenica	Aumento del valore immobiliare
Senso del luogo	Conservazione degli spazi verdi	Senso di appartenenza
Ecoturismo	Conservazione della natura nelle aree urbane	Turismo, appagamento fisico e psicologico

La tabella che segue mostra i dati diffusi da ASL relativamente a determinate patologie. Sono stati messi a confronto i dati relativi alla città di Prato, quelli relativi alla ASL centro (Prato, Pistoia, Firenze, Empoli) e quelli relativi all'intera regione.

È evidente come a Prato ci siano delle malattie che ricorrono con un'incidenza maggiore di altre e tra queste abbiamo tumori, malattie dell'apparato respiratorio (in particolare tumore ai polmoni) e la demenza. Inoltre, c'è una grande percentuale di malati cronici di ictus, di BPCO (malattia polmonare cronica e progressiva) e di insufficienza cardiaca. Queste ultime tre patologie, insieme al dato relativo alle persone sovrappeso e obese, che è abbastanza allarmante se confrontato con il resto della regione, potrebbero essere strettamente legate a stili di vita poco sani, con scorretta alimentazione, abuso di alcool e tabacco, oltre che a un'attività fisica insufficiente.

*Figura 5. Tabella con dati diffusi da ASL per determinate patologie. Dati ASL centro e regionali*

	parametro	PRATO	ASL CENTRO	TOSCANA
Densità abitativa	ab/kmq	2000	321	161
Mortalità	x100000	856,16	847,13	880,19
Mortalità per malattie del sistema circolatorio	x100000	312,16	303,7	322,08
Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio	x100000	61,13	66,52	63,56
<b>Mortalità per tumori</b>	<b>x100000</b>	<b>269,58</b>	<b>260,4</b>	<b>263,82</b>
Mortalità per tumore del polmone	x100000	53,89	52,69	51,68
Ricoverati per tutte le cause	x1000	65,15	64,66	64,61
Ricoverati per tumori	x1000	10,06	10,39	10,51
Ricoverati per malattie del sistema circolatorio	x1000	11,65	11,17	11,12
Ricoverati per malattie apparato respiratorio	x1000	8,97	7,38	7,43
Ricoverati per tumore ai polmoni	x1000	0,61	0,55	0,55
Malati cronici di diabete mellito	x1000	69,89	69	71,03
Malati cronici di pregresso ictus	x1000	17,39	15,05	14,99
Malati cronici di insufficienza cardiaca	x1000	27,09	22,34	23,1
<b>Malati cronici di BPCO</b>	<b>x1000</b>	<b>52,04</b>	<b>50,2</b>	<b>51,21</b>
Malati cronici di ipertensione	x1000	287,01	287,98	289,68
Malati cronici di cardiopatia ischemica	x1000	46,6	44,95	47,14
<b>Malati cronici di demenza</b>	<b>x1000</b>	<b>18,77</b>	<b>16,02</b>	<b>15,7</b>
Nati vivi di peso alla nascita basso	x100	6,2		6,96
Mati vivi prematuri	x100	7,34		7,27
Bevitori a rischio (18-69 anni)	x100	15,2	18,4	17,2
Bevitori fuori pasto (18-69 anni)	x100	7,9	7,2	6,8
Fumatori (18-69 anni)	x100	24,1	24,3	23,9
Ex fumatori (18-69 anni)	x100	14,2	18,1	17,9
Sovrappeso	x100	32,4	28,6	27,1
Obesità	x100	11	7,8	8,6

Alla luce di questi dati e di quanto premesso, e attraverso la ricerca letteraria, si può dedurre che la città di Prato abbia bisogno sia di nuovi spazi verdi che possano aiutare a migliorare le condizioni ambientali, ma anche il rinnovamento delle aree esistenti, con eventuale implementazione della dotazione arborea e dei percorsi ciclopediniali, in modo tale che la presenza di natura e la frequentazione di questi spazi da parte dei residenti possa avere una ricaduta positiva sulla loro salute e benessere.

### Benefici ambientali e strategie di forestazione - Sistema di valori e benefici

#### AMBIENTALI

- A.1 - incremento della biodiversità
- A.2 - controllo dell'erosione dei suoli
- A.3 - incremento della produttività dei suoli
- A.4 - bonifica dei suoli e delle acque (bioremediation)

ECONOMICI

- Ec.1 - aumento del valore delle proprietà
  - Ec.2 - incremento dell'attrattività turistica
  - Ec.3 - riduzione della spesa sanitaria
  - Ec.4 - risparmio del fabbisogno energetico degli edifici
  - Ec.5 - transizione verso una mobilità sostenibile
  - Ec.6 - riduzione dei costi per smaltimento delle acque piovane

SOCIO-SANITARI

- S.1 - aumento dell'accesso equo alla natura
  - S.2 - miglioramento dell'ambiente abitativo e lavorativo
  - S.3 - incremento produttività lavoratori
  - S.4 - impatti positivi sulla salute e il benessere
  - S.5 - riduzione della criminalità
  - S.6 - avvicinamento all'educazione ambientale
  - S.7 - creazione posti di lavoro
  - S.8 - costruzione di comunità coese e connesse

CLIMATICI

- C.1 - raffrescamento aree urbane (contrasto UHI)
  - C.2 - protezione dai venti
  - C.3 - riduzione dell'inquinamento atmosferico e acustico
  - C.4 – riduzione del tasso di riflettanza
  - C.5 – gestione deflusso acque superficiali

ESTETICI

- Es.1 – aumento della qualità del paesaggio urbano e peri-urbano

Figura 6. Matrice che mette in relazione delle strategie di forestazione con i benefici attraverso le categorie di intervento

<u>CATEGORIA DI INTERVENTO</u>	<u>BENEFICIO</u>	Ambientale	Economico	Socio-sanitario	Climatico	Estetico
1. Preservazione degli spazi agricoli urbani e periurbani		A.1, A.2, A.4	Ec.2, Ec.5, Ec.6	S.1, S.4, S.6, S.7	C.1, C.2, C.4, C.5	Es.1
2. Riqualificazione del verde capillare		A.1	Ec.1, Ec.2, Ec.3, Ec.4, Ec.5, Ec.6	S.1, S.2, S.3, S.4, S.5, S.6, S.7, S.8	C.1, C.2, C.3, C.4, C.5	Es.1
3. Mitigazione delle infrastrutture		A.1, A.3	Ec.1, Ec.3, Ec.5	S.2, S.4, S.8	C.1, C.2, C.3, C.5	Es.1
4. Demineralizzazione		A.1, A.2, A.4	Ec.1, Ec.2, Ec.4, Ec.6	S.2, S.3, S.4, S.7	C.1, C.4, C.5	Es.1
5. Realizzazione di un sistema verde lineare di collegamento tra le aree verdi principali		A.1, A.2, A.4	Ec.2, Ec.3, Ec.5, Ec.6	S.1, S.2, S.3, S.4, S.5, S.6, S.7, S.8	C.1, C.2, C.3, C.4, C.5	Es.1
6. Realizzazione di un'infrastruttura verde legata al sistema dell'acqua		A.1, A.2, A.4	Ec.2, Ec.3, Ec.5, Ec.6	S.1, S.2, S.4, S.6, S.8	C.1, C.2, C.4, C.5	Es.1

## 2.2 Prato Forest City



Prato Forest City nasce come piattaforma all'interno del progetto Prato Urban Jungle e che al fine di coinvolgere tutti gli attori nella grande visione di città/natura, presenta una consistente sezione dedicata al crowdfunding aperta a cittadini, scuole, associazioni ed imprese oltre che vetrina degli interventi.

Comune di Prato, Stefano Boeri Architetti, Pnat - Stefano Mancuso, CNR – IBE, Legambiente, Treedom e GreenApes sono i 7 partner che partecipano per le proprie peculiarità e competenze al progetto attraverso la realizzazione di siti piloti, redazione di linee guida, di toolkit e laboratori per le scuole, rete di sensoristica per analisi dati ambientali, sistemi di premiazione per le azioni sostenibili e possibilità di messa a dimora delle piante attraverso la rete. Proprio con Treedom nasce l'opportunità di coinvolgere chi intende contribuire fattivamente all'accrescimento della copertura arborea in città.

Nei mesi di attività della piattaforma è pian piano nata l'esigenza di trasformare la stessa in un modello di lavoro. Attraverso le competenze sviluppate, gli studi acquisiti, rapporti con enti e istituti di ricerca, il coinvolgimento di altri uffici e la partecipata quale braccio operativo, si sono fatte strada una serie di potenzialità e una proposta di innovazione nel mondo del verde che va dalla pianificazione alla progettazione, la realizzazione, la comunicazione e la cura/gestione.

Un modello non presente sul territorio nazionale che per indirizzare la pianificazione strategica fa uso di dati satellitari riguardanti il clima, le temperature, gli inquinanti aerei, la copertura arborea e l'albedo incrociando dati statistici, sociali, demografici, di proprietà che attraverso l'utilizzo di software gis consente grazie all'incrocio delle informazioni di prospettare nuovi scenari che costituiscono la base di interventi mirati. La definizione delle priorità di intervento quindi, non sono solo demandati alla visione politica o la risposta a singoli bandi ma con l'inserimento di nuove variabili si ha un quadro chiaro di dove intervenire.

I dati sanitari fino ad oggi acquisiti sono solo a scala territoriale ma gli uffici stanno già iniziando una collaborazione con gli Enti che hanno la salute come missione, questo al fine di attuare l'obiettivo di "un albero al posto di una pillola" già lanciato all'indomani dell'approvazione del Piano Operativo, e che spinga verso una strategia di prevenzione sanitaria

Nel passaggio dalla metodologia, che segue, alle azioni occorre necessariamente fare riferimento alle Nature Based Solution (NBS) e alle numerose linee guida presenti nel panorama italiano e pratese<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Come anticipato uno dei prodotti del progetto Prato Urban Jungle sono le linee guida "strategie di Forestazione Urbana e Nature Based Solution in ambito urbano" a cura di Stefano Boeri Architetti e "Plant Based Solutions alla scala dell'edificio e delle sue pertinenze" a cura di Pnat

### **3. Ascolto del contesto**

Le strategie e gli indirizzi, i processi avviati o conclusi e le norme tecniche devono necessariamente confrontarsi di volta in volta con i dati.

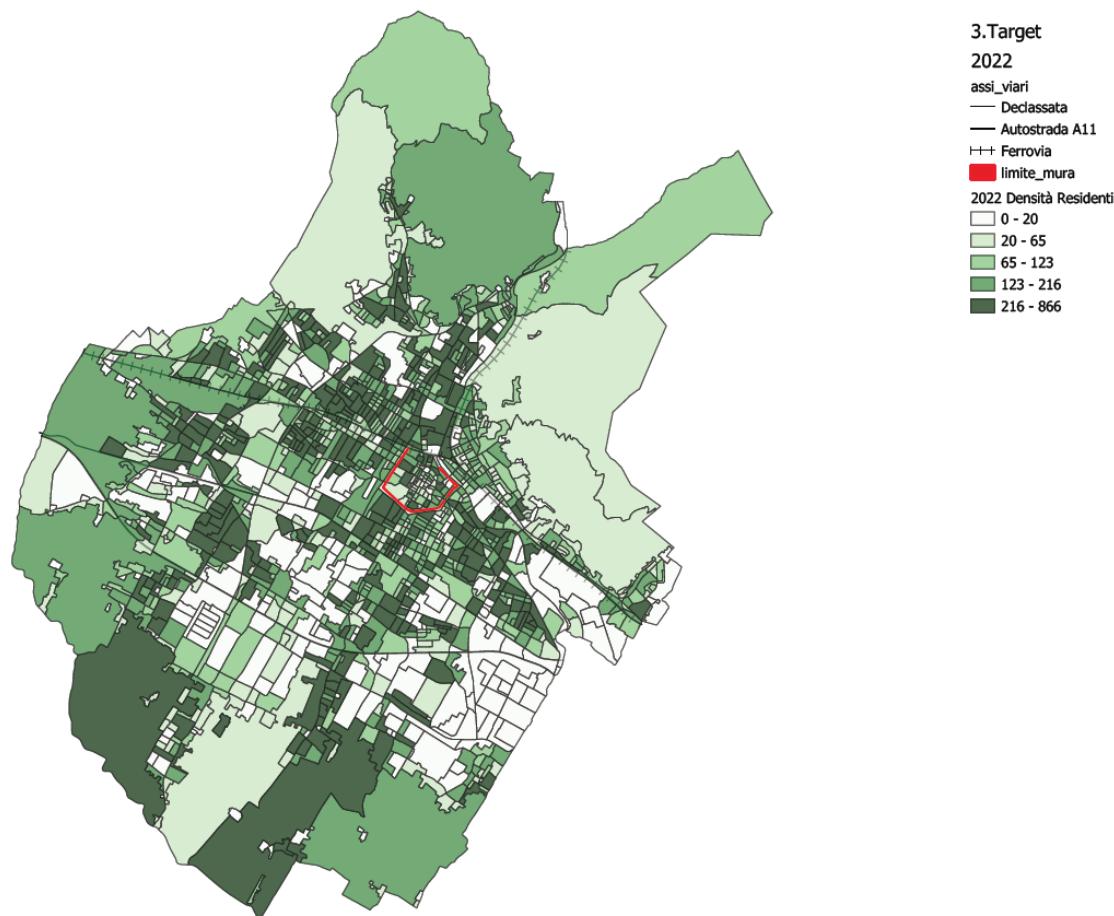
Dati che annualmente sono prodotti dagli uffici o da enti ed istituti di ricerca: dalla demografia alle analisi ambientali e climatiche onde verificare lo “stato di salute” del territorio e individuare gli eventuali patogeni.

### 3.1 Analisi demografiche

Per la redazione del Piano Operativo sono stati utilizzati i dati demografici disponibili al 31 dicembre 2017. In questi 6 anni il trend di Prato si conferma in controtendenza rispetto ai dati regionali e nazionali essendo in costante crescita grazie al bilancio positivo tra flussi di emigrazione/immigrazione, mentre si allinea al resto della nazione per il saldo naturale tra nuovi nati e decessi. Si rende quindi necessario una fotografia più recente.

Dall’Ufficio Statistica in collaborazione con il SIT derivano i dati di seguito estrapolati.

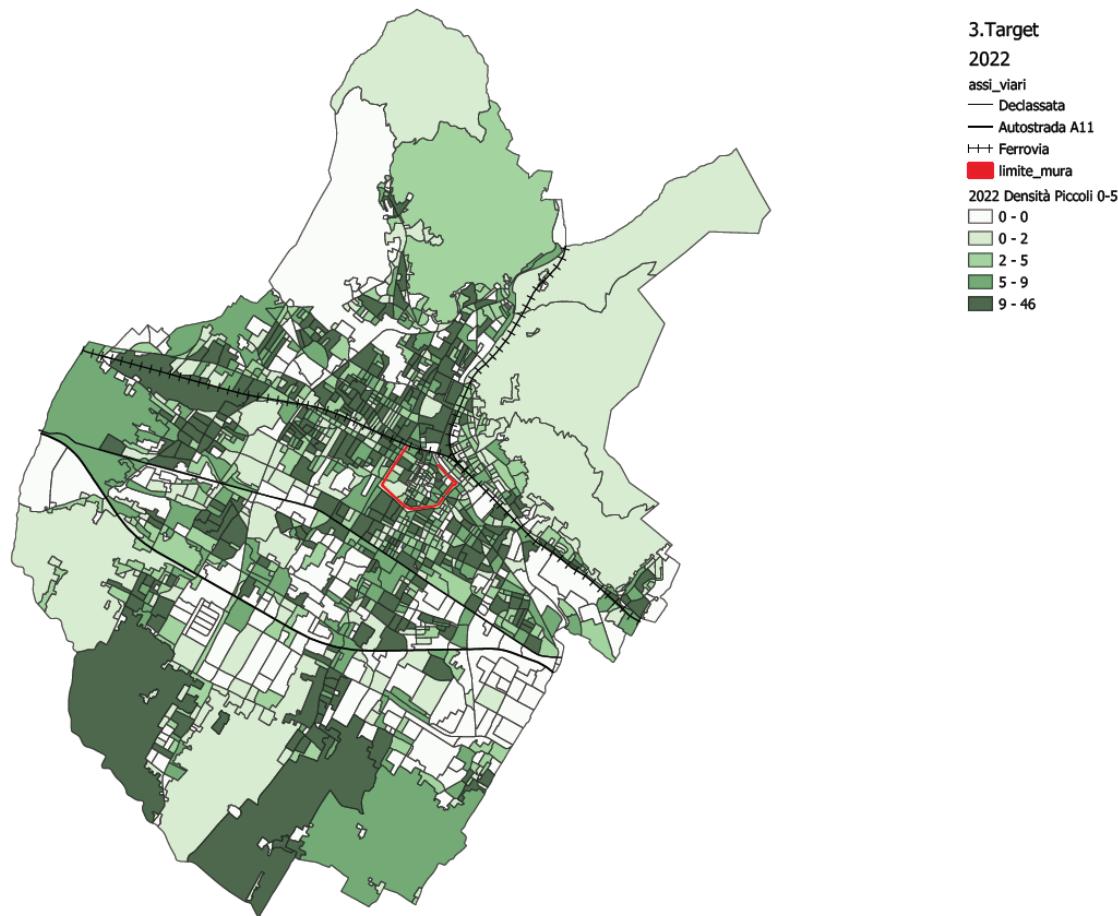
*Figura 7. Densità della popolazione al 31.12.2022*



La popolazione residente al 31.12.2022 è pari a 195.331 unità, di cui il 48,80% maschi e 51,20% femmine, per una densità di 200,16 ab/kmq su 97,56 kmq, con picchi di 6.942,02 ab/kmq nell'ex circoscrizione centro. La popolazione straniera è di 46.901 unità, pari al 24,01 % del totale con un trend in crescita anche se lontano da quello di fine anni '90 e primi anni 2000 con punte che arrivavano fino al 29%. Oltre 130 le etnie presenti di cui la più numerosa quella cinese con 29.882 unità pari al 63,58% della popolazione straniera residente.

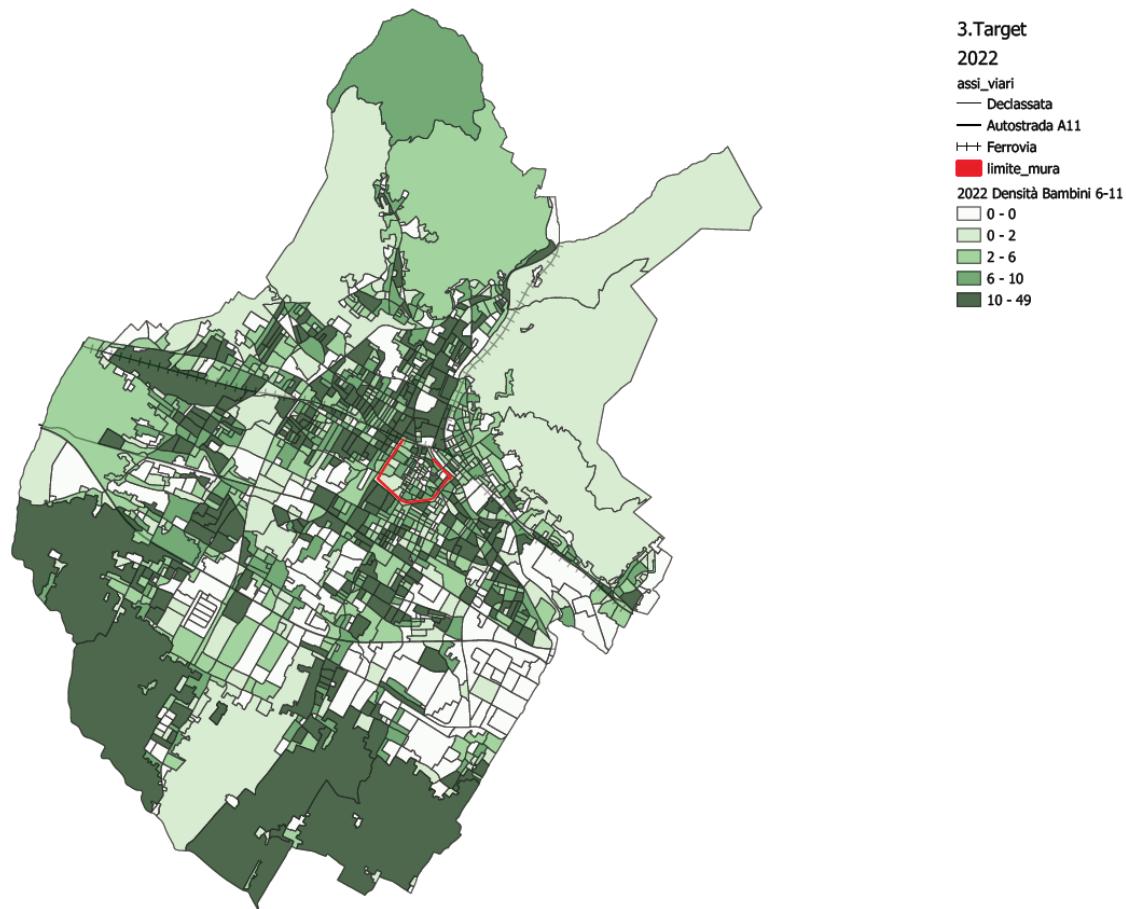
Tra gli indicatori demografici più interessanti troviamo oltre alle percentuali di distribuzione per i quali si rimanda ai grafici che seguono; la media delle età ponderata della popolazione di 45,01 anni, con età media degli italiani di 48,34 anni mentre, l'età media degli stranieri è di 35,50 anni. Sono state estrapolate le mappe relative alla distribuzione, per sezioni di censimento, della popolazione "fragile" ovvero quella under 18, all'incirca il 17% della popolazione totale, suddivisa per età prescolare (4,3 % circa), quella dei bambini (5,8 % circa) e adolescenti (6,7% circa) e quella over 65, individuando due classi: quella tra i 65 e gli 84 anni pari al 18,55% della popolazione residente e quella più attenzionata degli ultra ottantaquattrenni pari al 3,68 % della popolazione.

Figura 8. Densità della popolazione 0/5 anni al 31.12.2022



I dati sono determinati sulle sezioni di censimento che non hanno uguale estensione territoriale, pertanto la densità di popolazione può apparire elevata in aree apparentemente meno abitate ma che per estensione censiscono un numero maggiore di abitanti (il caso delle sezioni a sud). La distribuzione della popolazione degli under 5 ricalca la distribuzione del totale della popolazione, fatta eccezione per una densità di bimbi nel fuso verso il confine ovest sotto la ferrovia.

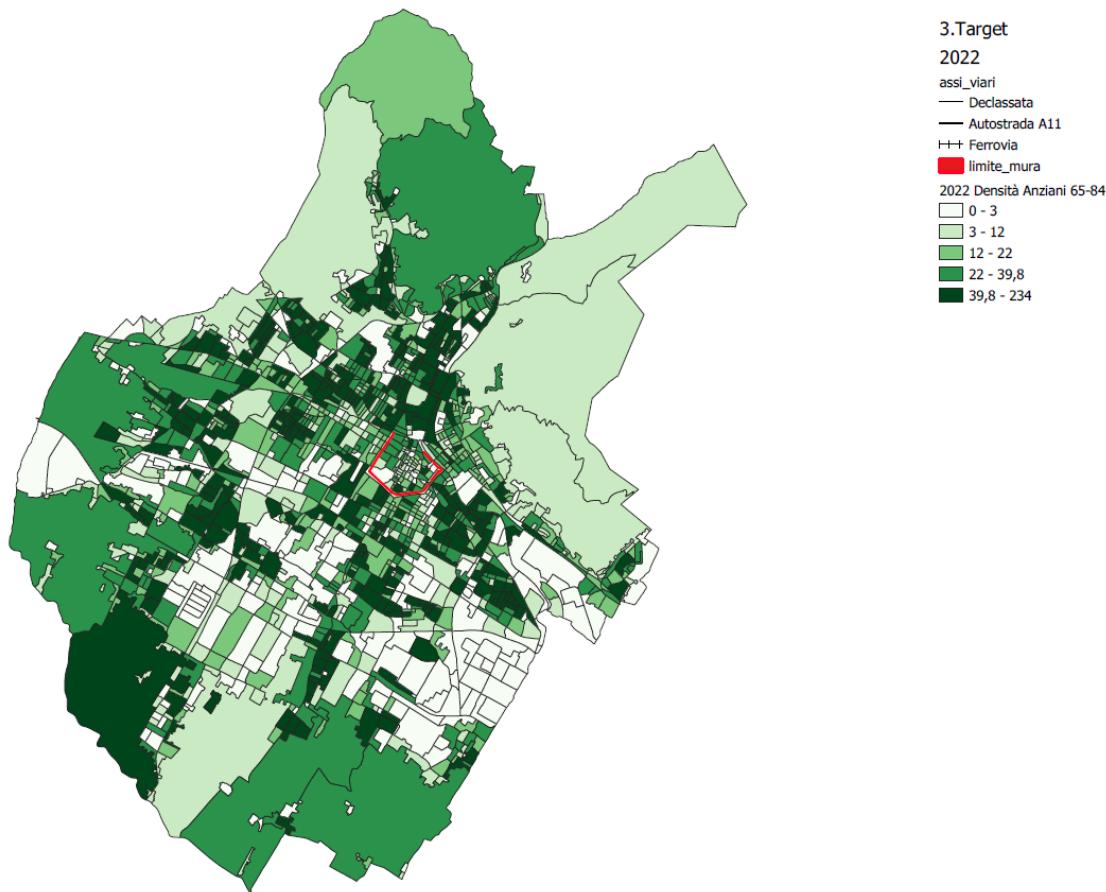
Figura 9. Densità della popolazione 6/11 anni al 31.12.2022



Analizzando la mappa della distribuzione della popolazione tra 6 e 11 anni, si registra un incremento nella zona sud rispetto alla popolazione totale e anche ai più piccoli, e una riduzione nella zona nord.

Mentre la distribuzione della popolazione anziana si fa più rarefatta a sud. Con tutta probabilità le giovani coppie si sono trasferite nella zona oltre l'autostrada e nei pressi della ferrovia verso Montemurlo, ma i flussi migratori interni e le loro motivazioni non sono stati analizzati. Anche se come si è avuto modo di indagare con il Piano Operativo, è conseguente all'abbandono delle attività agricole a nord.

Figura 10. Densità della popolazione 65/84 anni al 31.12.2022



*“I dati del 2022 consentono di qualificare lo scenario demografico della città come resiliente alle storture della pandemia, capace di riappropriarsi rapidamente di dinamiche “speciali” a livello nazionale ovvero: un saldo demografico positivo, la continua attrazione di cittadini stranieri e una elevata mobilità territoriale della popolazione.*

*Proprio con riguardo alla particolarità della demografia a Prato, è successo che l’introduzione dei “segnali di vita” amministrativi nel calcolo della popolazione ISTAT avesse attestato, per la fine del 2020, il superamento della soglia dei 200.000 abitanti. Le rilevazioni censuarie successive, tuttavia, non hanno potuto confermare la “dimora abituale” e la “presenza stabile e duratura” di questo extra di individui, così la popolazione ufficiale a fine 2021 è stata riallineata ai valori dell’Anagrafe (195.213 persone).*

*E ancora: “Al di là delle difficoltà statistiche che l’instabilità dei dati comporta, la vicenda del disallineamento ISTAT/Anagrafe racconta di un territorio su cui probabilmente gravitano più persone di quelle registrate, interessato da flussi continui dalla Cina e da una mobilità intensa, sia verso altri comuni italiani che verso l’estero. La frequenza delle cancellazioni per irreperibilità e delle re-iscrizioni per ricomparsa, d’altronde, è*

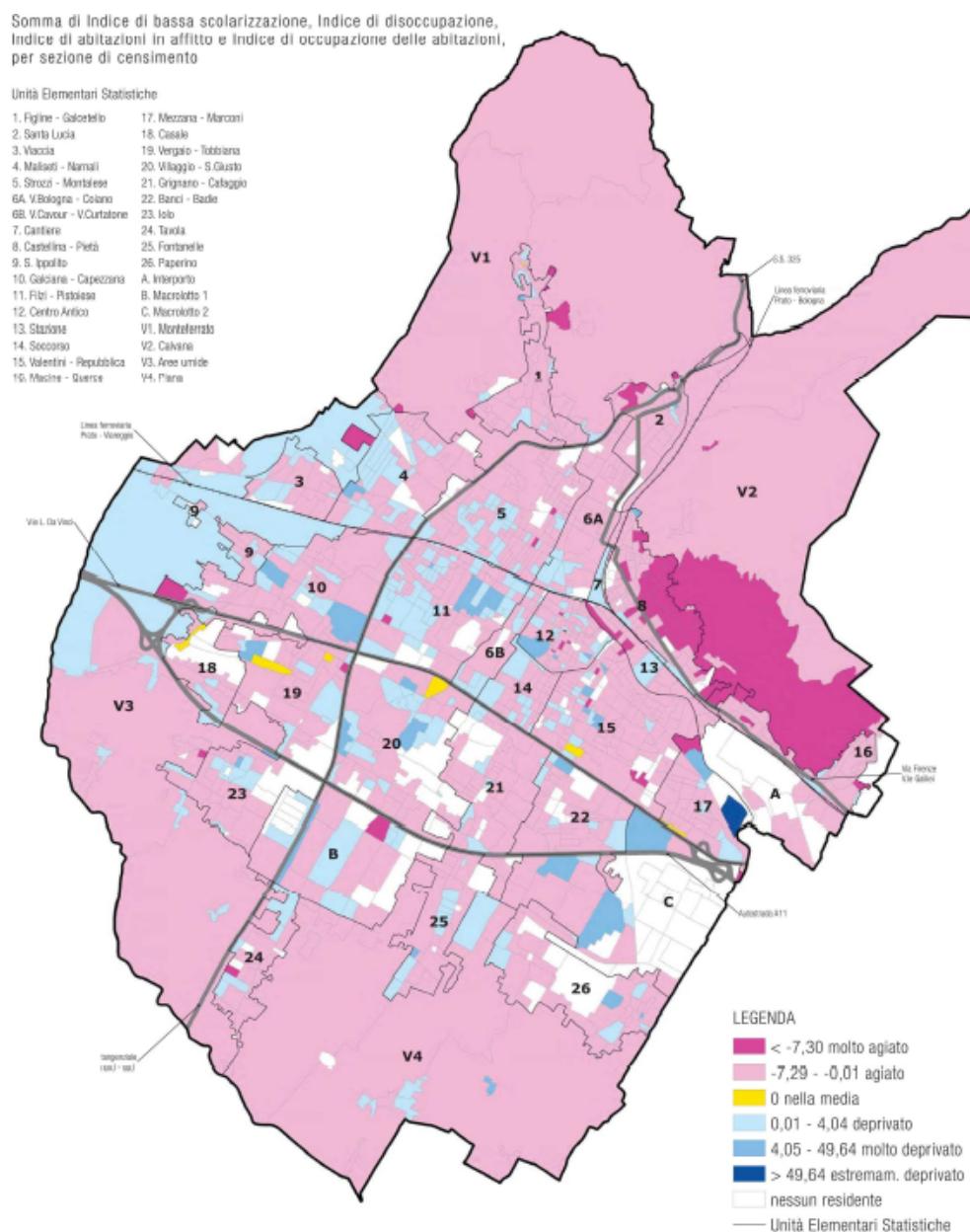
evidente in Anagrafe e attesta l'intensità eccezionale dei flussi dentro e fuori la città. Un modello demografico dinamico, quindi, eppure ricco di complessità e di contrasti dalla difficile gestione.”<sup>75</sup>

<sup>5</sup> Dalla relazione sulla demografia 2022 a cura dell’Ufficio Statistico a cui si rimanda per ulteriori dati e indicazioni specifiche.

### 3.2 Indice di Depravazione<sup>6</sup>

L'indice di depravazione è una misura che intende fornire un valore sintetico rispetto alla condizione di disagio socio-economico e di svantaggio rispetto alle condizioni di vita degli abitanti di una determinata zona. Più è alto il valore dell'indice di depravazione in una determinata zona e più quella zona è a rischio di disagio socio- economico e depravazione materiale.

*Figura 11. Mappa della distribuzione dell'Indice di depravazione*



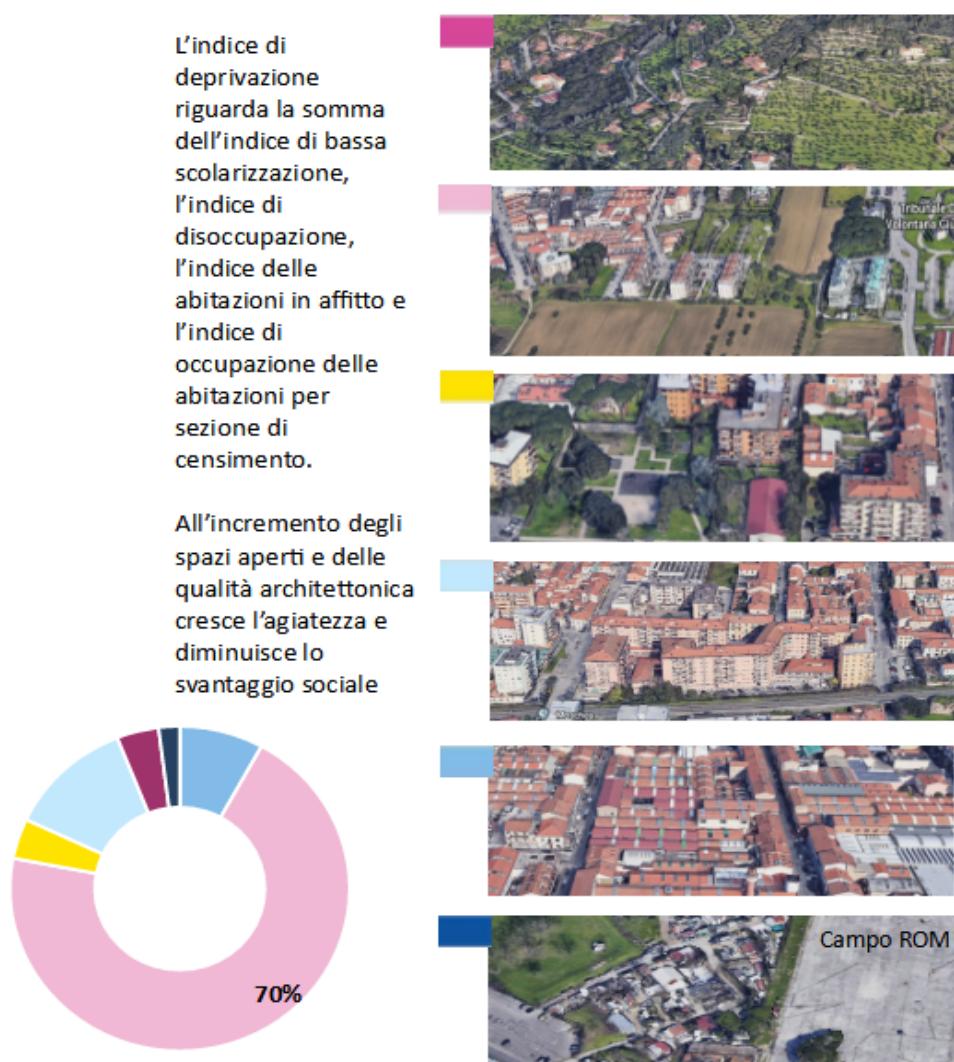
<sup>6</sup> Indice di depravazione, a cura dell'Ufficio Statistica del Comune di Prato, febbraio 2013 su dati del censimento della popolazione 2011.

L'indice proposto è composto da 4 indicatori di disagio socio-economico:

- indice di bassa scolarizzazione: % di popolazione con 6 anni o più con istruzione pari o inferiore alla licenza elementare sul totale della popolazione con 6 anni o più;
- indice di disoccupazione: % di popolazione attiva disoccupata o in cerca di prima occupazione sul totale della popolazione attiva;
- indice di affitto: % di abitazioni occupate in affitto sul totale delle abitazioni occupate;
- indice di occupazione delle abitazioni: densità abitativa (numero di occupanti per 100 mq nelle abitazioni).

Dall'analisi dei dati sovraesposti si evince che buona parte del territorio è molto agiato, una percentuale che arriva al 70% e che lo stesso indice è in stretta correlazione alla presenza della componente verde.

*Figura 12. Estratto da Antonella Perretta et altri ‘Parco delle Fonti a Prato. Un nuovo paradigma: parco agriurbano/rivaio di città’ tesi di Master II livello – La Sapienza, Roma maggio 2022*

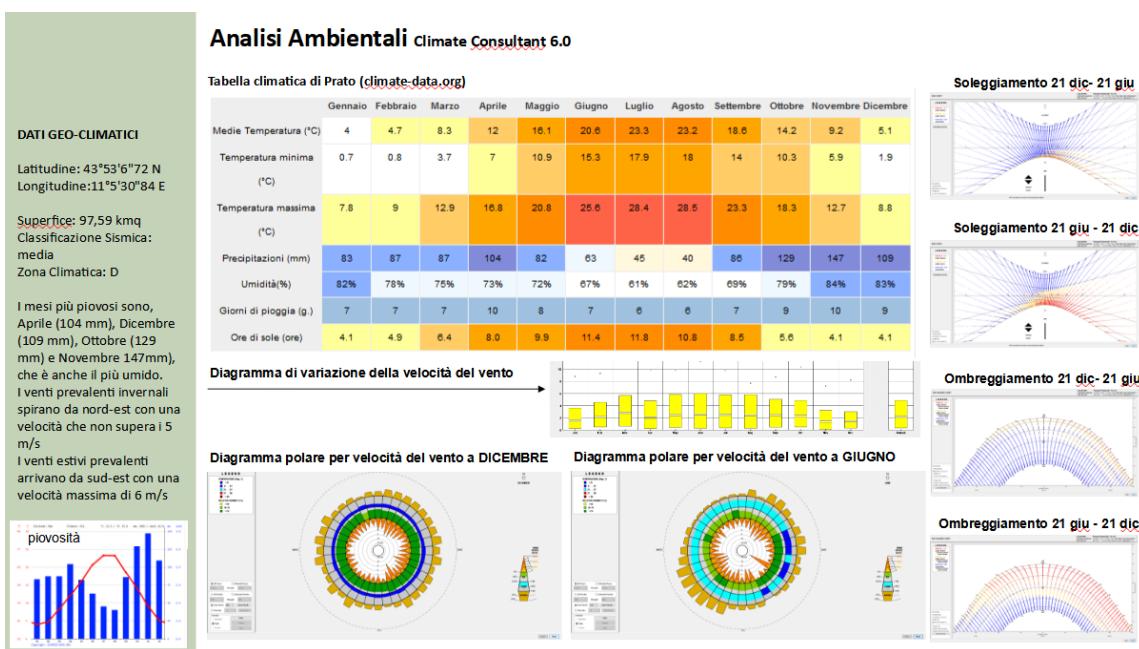


### 3.3 Analisi Ambientali: clima e temperature

Tra i dati più interessanti per l'approccio alla Forestazione Urbana è sicuramente quella delle analisi ambientali. Spesso nella progettazione di dettaglio si presta attenzione alle distanze dai confini, alle norme del codice civile, ai regolamenti specifici, in casi sporadici ed illuminati all'esposizione e all'ombreggiamento.

Raro occuparsi della direzione dei venti, alla piovosità o altri elementi. Complice la maggiore attenzione causata dal cambiamento climatico in atto, negli anni la ricerca ha fornito grazie a dati da satellite e a software dedicati ci offre una panoramica delle criticità e delle potenzialità di cui una buona progettazione deve necessariamente fare i conti.

*Figura 13. Estratto da Antonella Perretta et altri “Parco delle Fonti a Prato. Un nuovo paradigma: parco agriurbano/rivaio di città” tesi di Master II livello – La Sapienza, Roma maggio 2022*



La conoscenza della piovosità, messa a dura prova dagli ultimi eventi siccitosi deve orientare non solo la scelta delle specie arboree ed arbustive più resistenti, ma anche orientare la realizzazione di impianti di irrigazione e quindi la cura delle stesse nei primi anni decisivi per l'atterramento.

Soleggimento e ombreggiamento indirizzeranno la scelta di specie eliofile o sciafile, specifici programmi open source danno la possibilità di verificare su specifico sito la distribuzione dei raggi solari durante la giornata nella data che occorre.

Infine l'analisi dei venti: dalla scelta per resistenza meccanica di determinate alberature allo disposizione delle specie arboree per sfruttare i canali d'aria per il raffrescamento estivo od opporsi fungendo da frangivento nella stagione invernale.

Per quanto riguarda la distribuzione delle temperature sul territorio pratese, vengono in aiuto i dati satellitari:

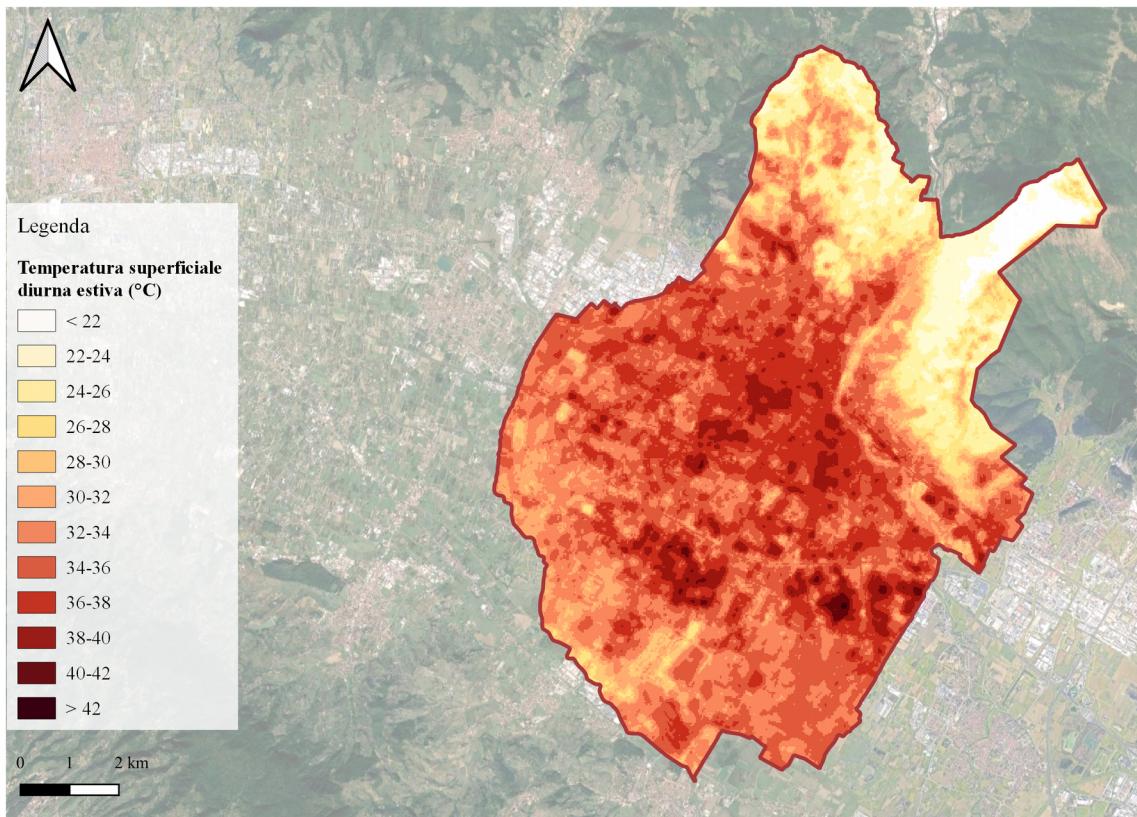
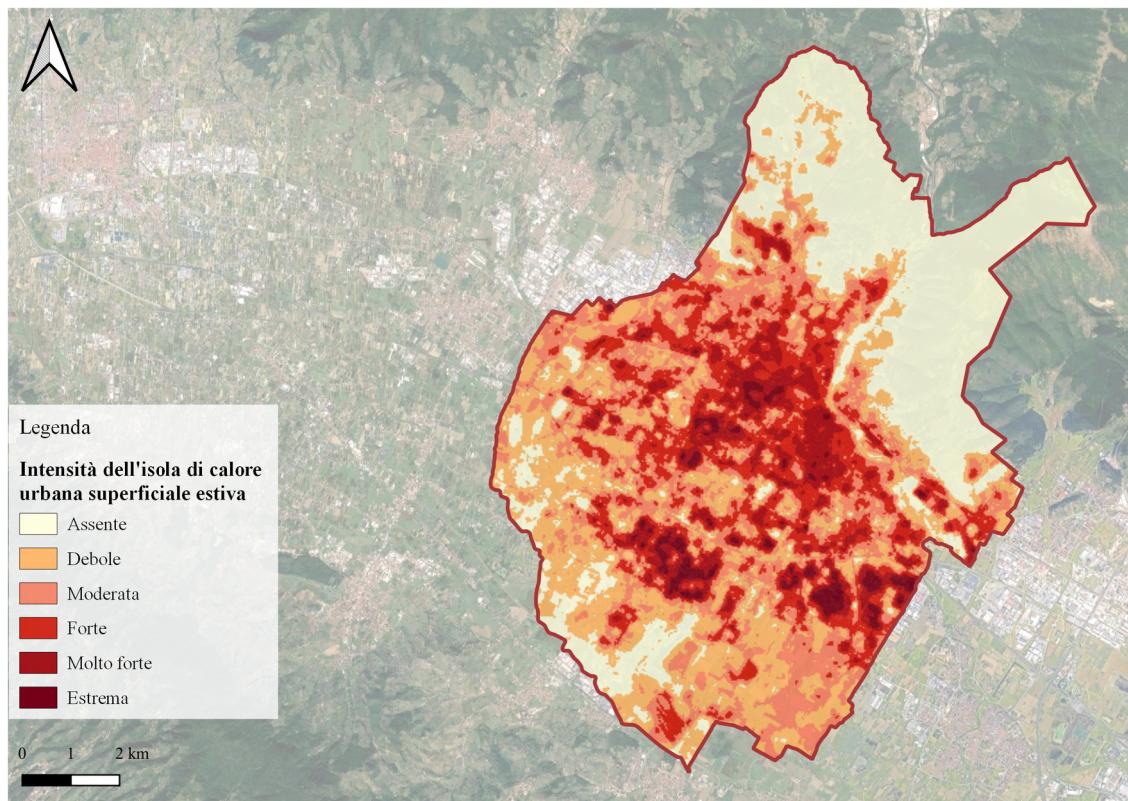


Figura 14 e 15. Mappa della temperatura superficiale estiva diurna e mappa dell'intensità dell'isola di calore urbana – CNR IBE, ambito del progetto ULA - Prato Urban Jungle - luglio 2020



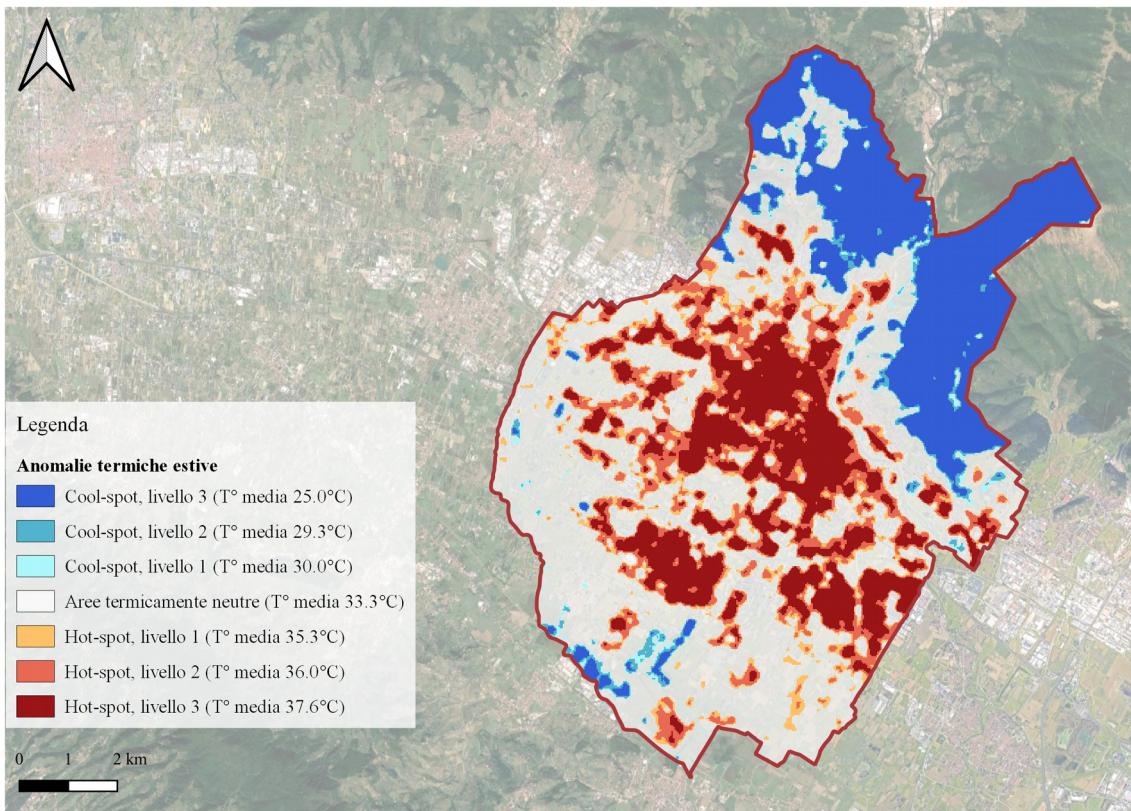
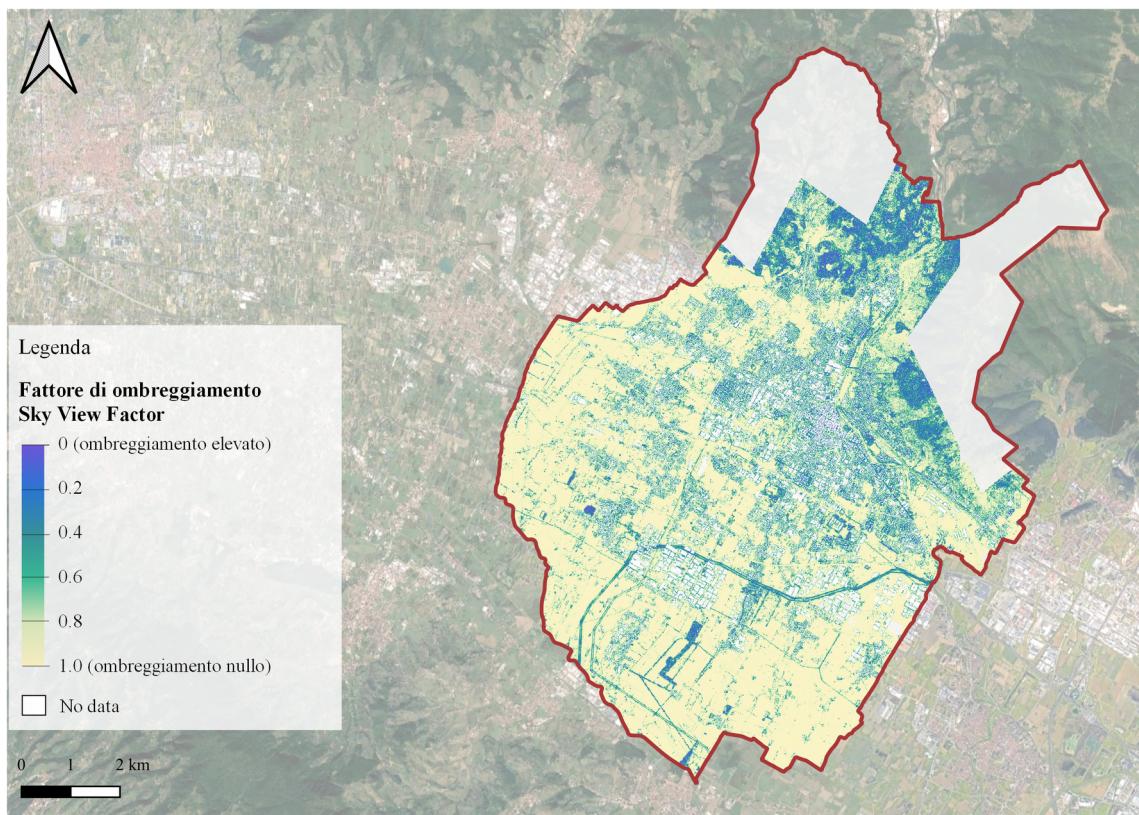
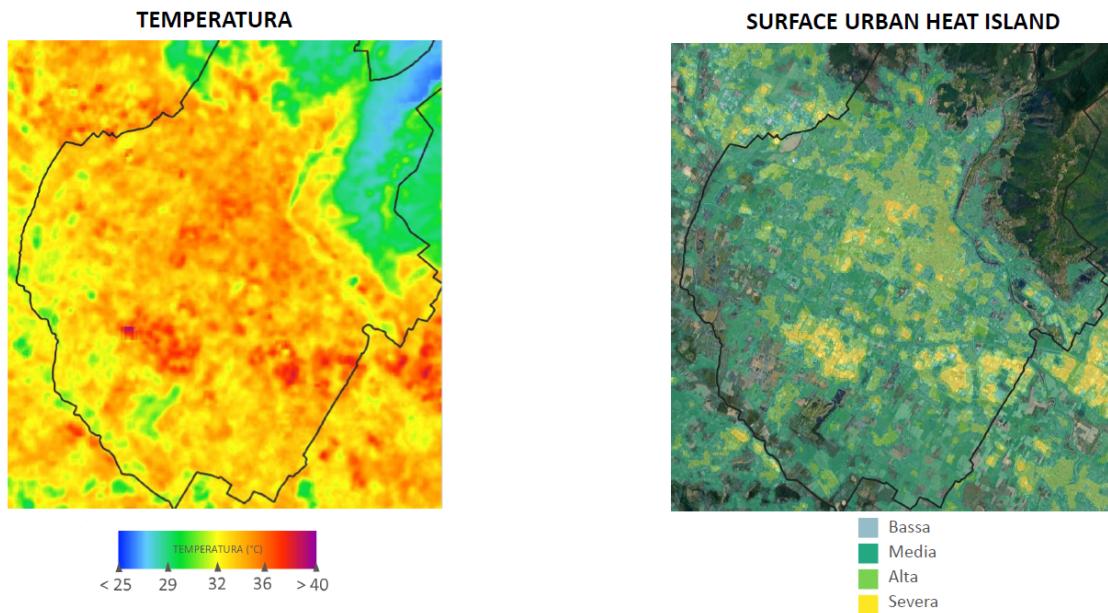


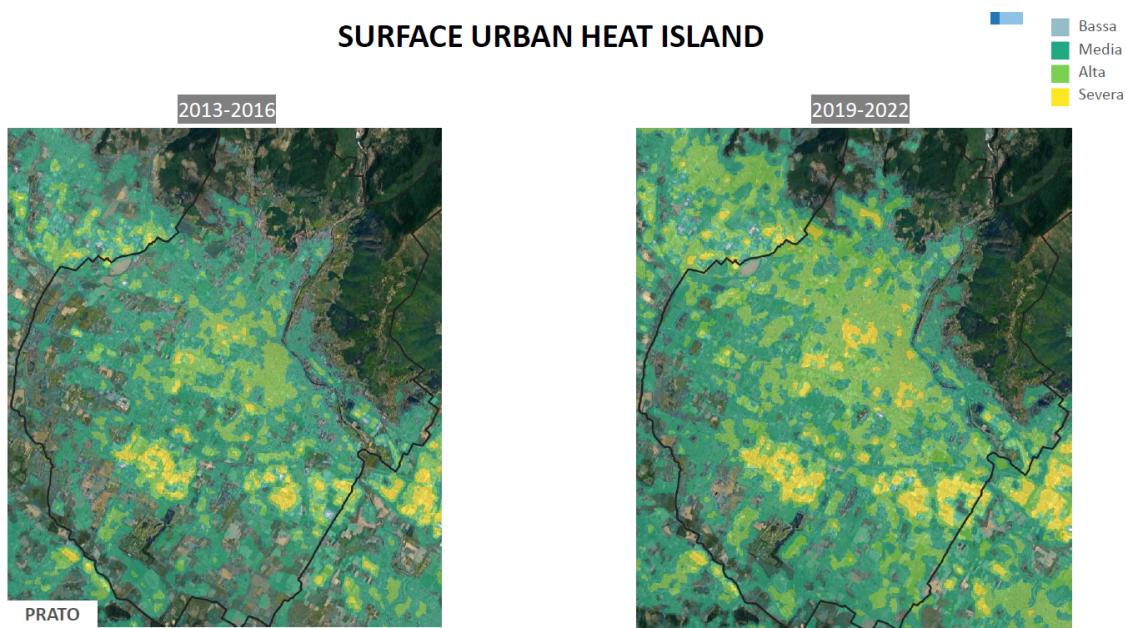
Figura 16 e 17. Mappa delle anomalie termiche estive e mappa fattore di ombreggiamento o sky view factor- CNR IBE, ambito del progetto ULA - Prato Urban Jungle - luglio 2020



*Figura. 18. Monitoraggio delle isole di calore – medie su 10 anni (2013-2022) – Progetto HUGS – Gmatics, AlberItalia, RDM Poggetti, Stefano Boeri Architetti, Smart Communities Tech, ESA - gennaio 2023*



*Figura 19. Variazione dell'isola di calore nei due quinquenni– Progetto HUGS – Gmatics, AlberItalia, RDM Porgetti, Stefano Boeri Architetti, Smart Communities Tech, ESA - gennaio 2023*



Dalla fotografia fornita nel luglio 2021 da CNR IBE si evince come sia le temperature che le anomalie termiche e le conseguenti isole di calore urbana sono diffuse sul territorio urbanizzato con picchi nelle aree più dense e con minor copertura vegetale sia nel centro storico che nel Macrolotto Zero, sia nei due macrolotti industriali. La mitigazione delle temperature avviene

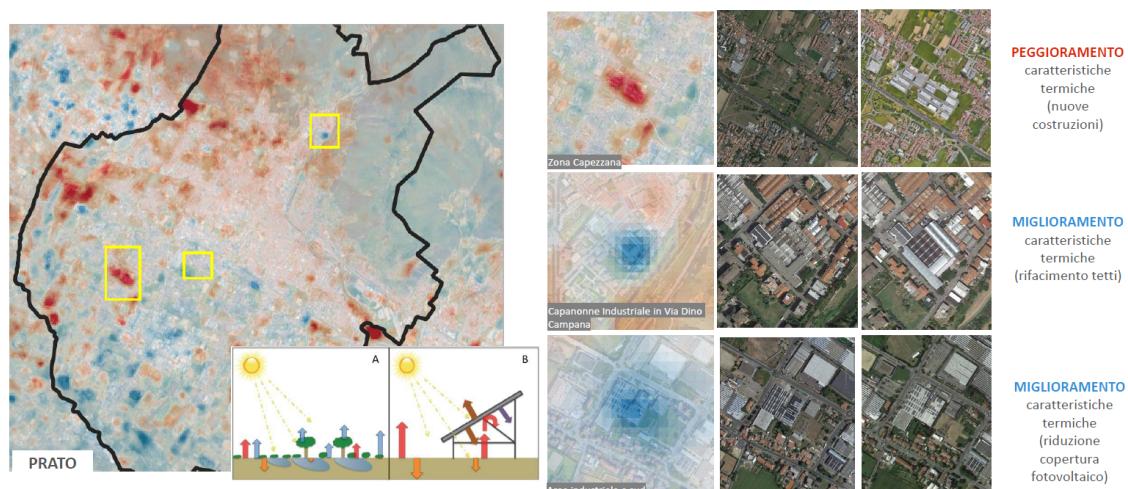
grazie alla presenza dei monti della Calvana e del Monteferrato, dalla presenza del Bisenzio e a sud dalle Cascine di Tavola.

La presenza di coltivi nell'area del "parco agricolo" non ha un potere mitigante. Nella mappa dello Sky view factor infatti l'ombreggiamento è pressoché nullo.

Nell'analisi delle isole di calore vediamo l'apporto dei corsi d'acqua, delle aree boscate e di grandi brani inedificati nel territorio urbanizzato. I venti infatti sono ostacolati dagli edifici a cui si affianca la tipologia delle coperture talune in bitume altre con pannelli fotovoltaici che trattengono il calore con la sua conseguente persistenza nelle ore notturne, inoltre l'utilizzo di mezzi meccanici di raffrescamento incrementa localmente temperature e consumi.

Il rapporto tra temperature superficiali e isole di calore è indagato anche con il progetto HUGS, in collaborazione con Gmatics, AlberItalia, RDM Porgetti, Stefano Boeri Architetti , Smart Communities Tech ed ESA, che vede Prato tra le città partecipanti. Quello che in particolare emerge è che l'isola di calore negli ultimi 10 anni di indagine si è notevolmente ampliata a causa dell'incremento delle temperature e della loro persistenza con picchi sempre più evidenti nella città densa, con l'ampliamento dell'effetto indotto nelle aree circostanti e sempre minor effetto mitigatore delle aree boscate e delle infrastrutture blu. Questo in stretta correlazione con gli eventi atmosferici proprio degli ultimi anni.

*Figura 20 Monitoraggio delle isole di calore, aree con variazioni di temperatura dovuti alla sostituzione delle coperture– Progetto HUGS – Gmatics, AlberItalia, RDM Porgetti, Stefano Boeri Architetti, Smart Communities Tech, ESA - gennaio 2023*



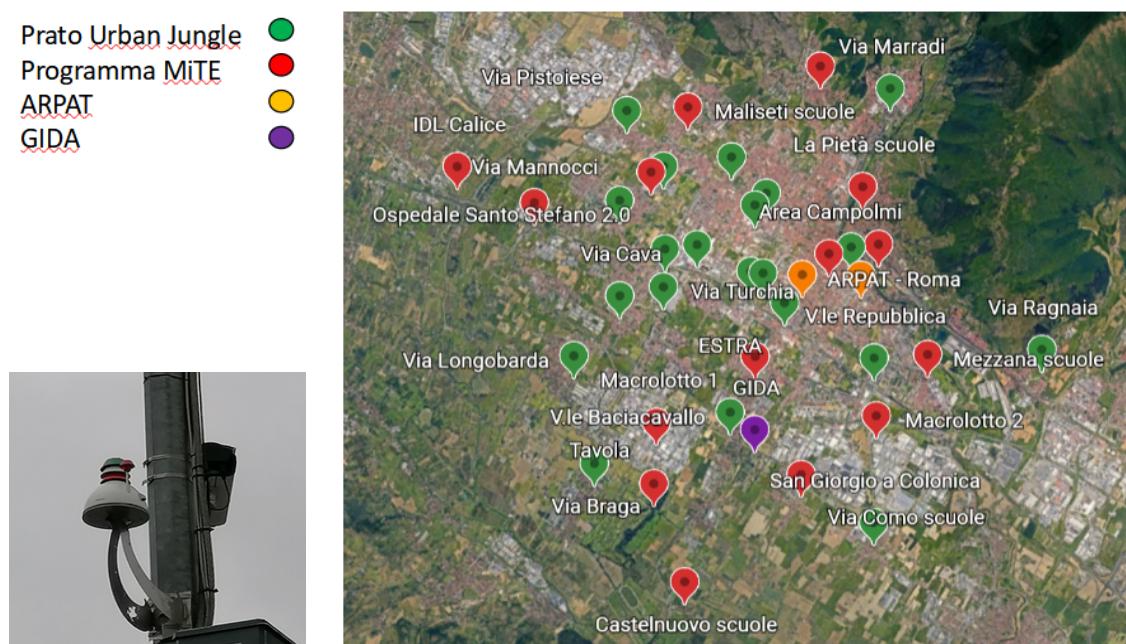
Di grande interesse l'analisi puntuale realizzata per aree campione, analisi relativa alla variazione della temperatura a seguito di interventi edilizi. La realizzazione di un nuovo manufatto in luogo di un'area verde incrementa le temperature sia localmente sia come effetto indotto. Al contrario il rifacimento di un tetto con sostituzione di materiali dalla coloritura scura,

bituminosi o con presenza di pannelli fotovoltaici con materiali da colori e caratteristiche materiche tali da spingere verso tecnologie di climatizzazione passiva, incidono positivamente sull'attenuazione delle temperature superficiali e quindi sulle isole di calore urbane.

### 3.4 Analisi Ambientali: gli inquinanti aerei

Le indagini da satellite integrate con la rete sensoristica diffusa sulla città messa a punto da CNR IBE nell'ambito del progetto UIA Prato Urban Jungle, nel corso del 2021 di 30 centraline AirQino a cui si aggiungeranno presto altre 15 centraline che fanno capo a progetti finanziati dal Mite, insieme alle 2 centraline ARPAT e 1 centralina di GIDA, ci regalano una fotografia dello stato di salute della città relativamente alla presenza degli inquinanti aerei.

Figura 21. Mappa distribuzione centraline sul territorio pratese e immagine della centralina AirQino



Dalla lettura dei dati e della loro distribuzione emerge che le concentrazioni di PM 10 e PM 2,5 sono particolarmente elevate nell'area ovest della città che corrisponde all'area compresa tra il casello autostradale di Prato Ovest, l'innesto con la tangenziale e aree in cui alternano costruzioni residenziali e artigianali ad ampie aree inedificate.

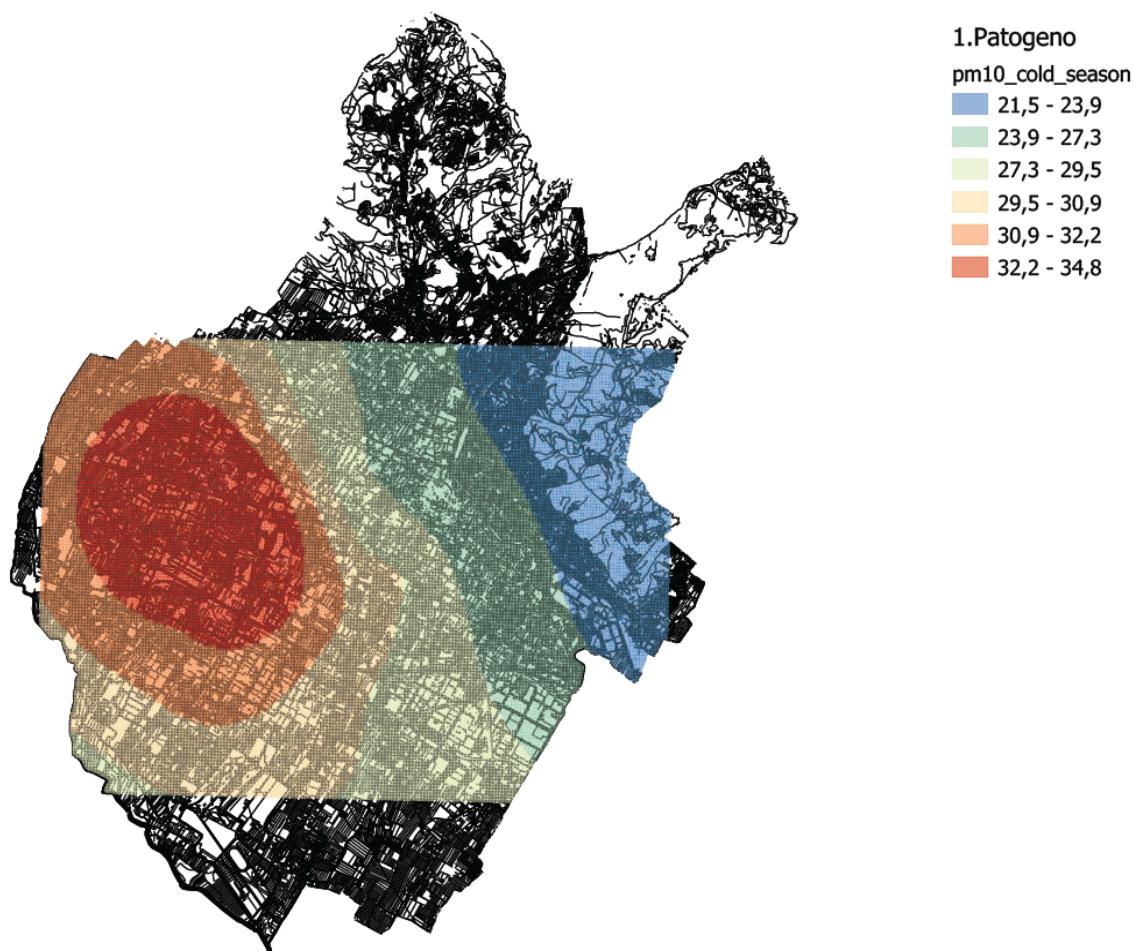
Si sottolinea che i dati sono inferiori ai limiti di legge, sia per i valori assoluti sia per la frequenza di eventuali sforamenti: nel 2022 non sono stati registrati sforamenti giornalieri dei limiti del biossido di azoto, ozono e PM 2,5 e solo qualche sporadico sforamento di PM 10.

I colori intensi utilizzati nelle mappe che seguono, rendono più leggibile il dato.

Si rileva altresì, come inoltre suffragato dai ricercatori, che detta concentrazione è sicuramente originata d un sistema di ventilazione sfavorevole per la zona, in cui i venti provenienti da nord e un sistema da pressione atmosferica tende a far “ristagnare” le polveri anziché disperderle

attenuandone la concentrazione come avviene in altre zone della città sicuramente ugualmente frequentate da mezzi a motore e anche più dense con presenza di sistemi di riscaldamento sia residenziale che legate all'attività industriale.

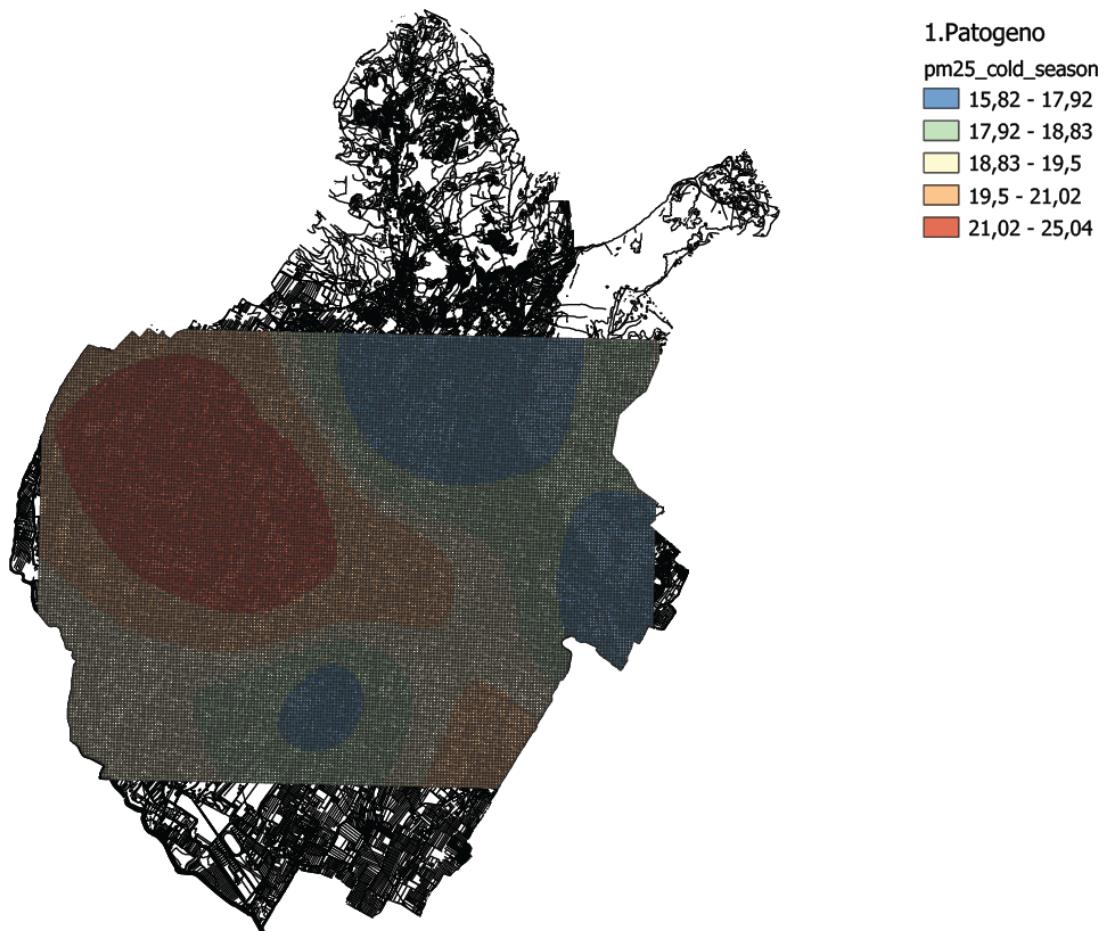
Figura 22. Distribuzione concentrazione di PM 10 stagione invernale – Dati CNR IBE - 2022



Con i termini *particolato atmosferico* o materiale particellare ci si riferisce a quelle particelle sospese e presenti nell'aria chiamate polveri sottili o pulviscolo.

La sigla PM deriva dalle iniziali delle due parole inglesi Particulate Matter (tradotte in italiano con il vocabolo materiale particolato), mentre il numero 10 sta ad indicare la grandezza del diametro della particella che può variare fino a 10 micron o micrometri (1 micron=1 milionesimo del metro).

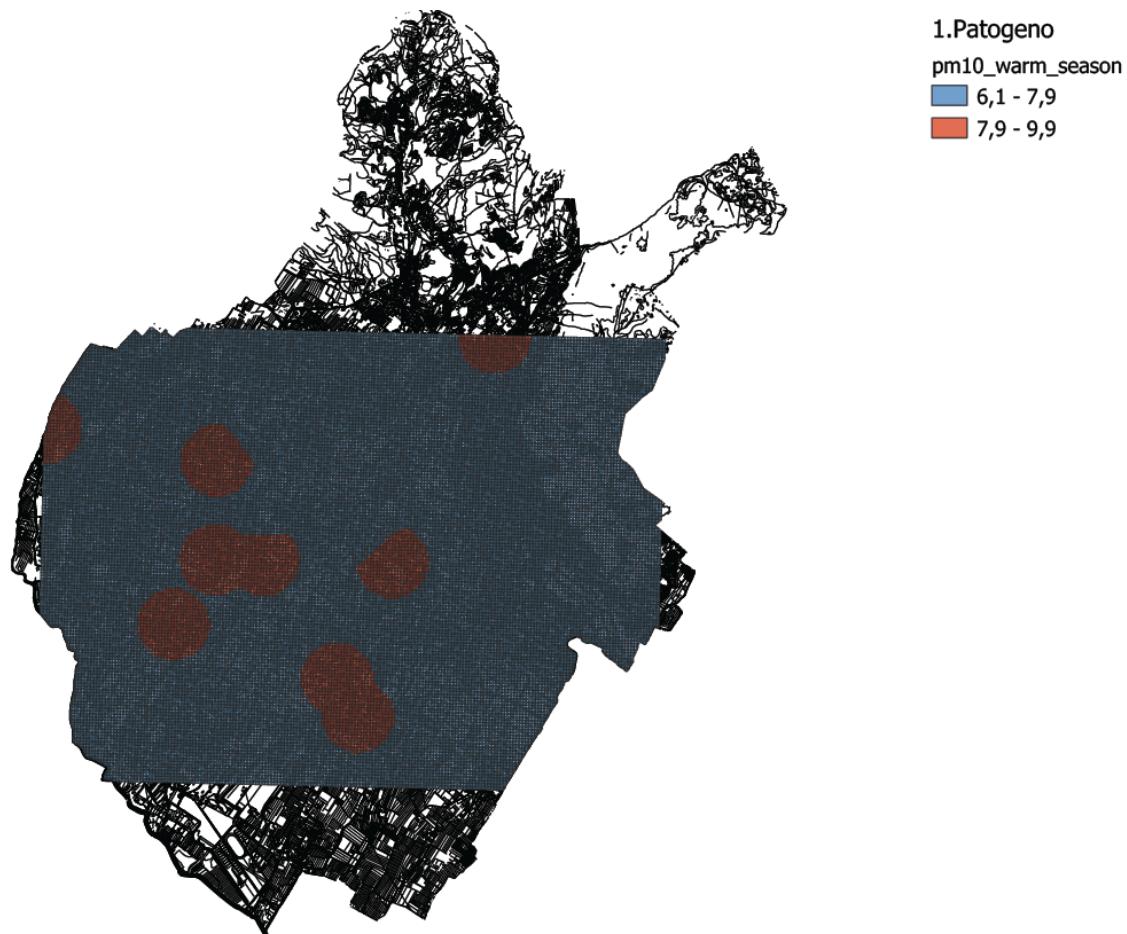
Figura 23. Distribuzione concentrazione di PM 2,5 stagione invernale – Dati CNR IBE - 2022



Il PM10 è chiamato anche *frazione toracica* in quanto, passando per il naso, è in grado di raggiungere la gola e la trachea (localizzate nel primo tratto dell'apparato respiratorio). Le particelle più piccole (con diametro inferiore a 2,5 micron) chiamate PM2,5 *frazione respirabile*, possono invece arrivare ancora più in profondità nei polmoni. Esistono anche particelle con diametro piccolissimo, dette *particolato ultrafine* (PUF), che possono penetrare fino agli alveoli polmonari.

Il PM10, considerato un buon indicatore della qualità dell'aria, è formato da un insieme di particelle solide di diversa natura, composizione chimica e dimensione (tra 10 e 2,5 micron); può essere del tutto differente da città a città in base allo sviluppo del centro urbano e alla presenza di industrie, ai combustibili utilizzati e al clima.

Figura 24. Distribuzione concentrazione di PM 10 stagione estiva – Dati CNR IBE – 2022

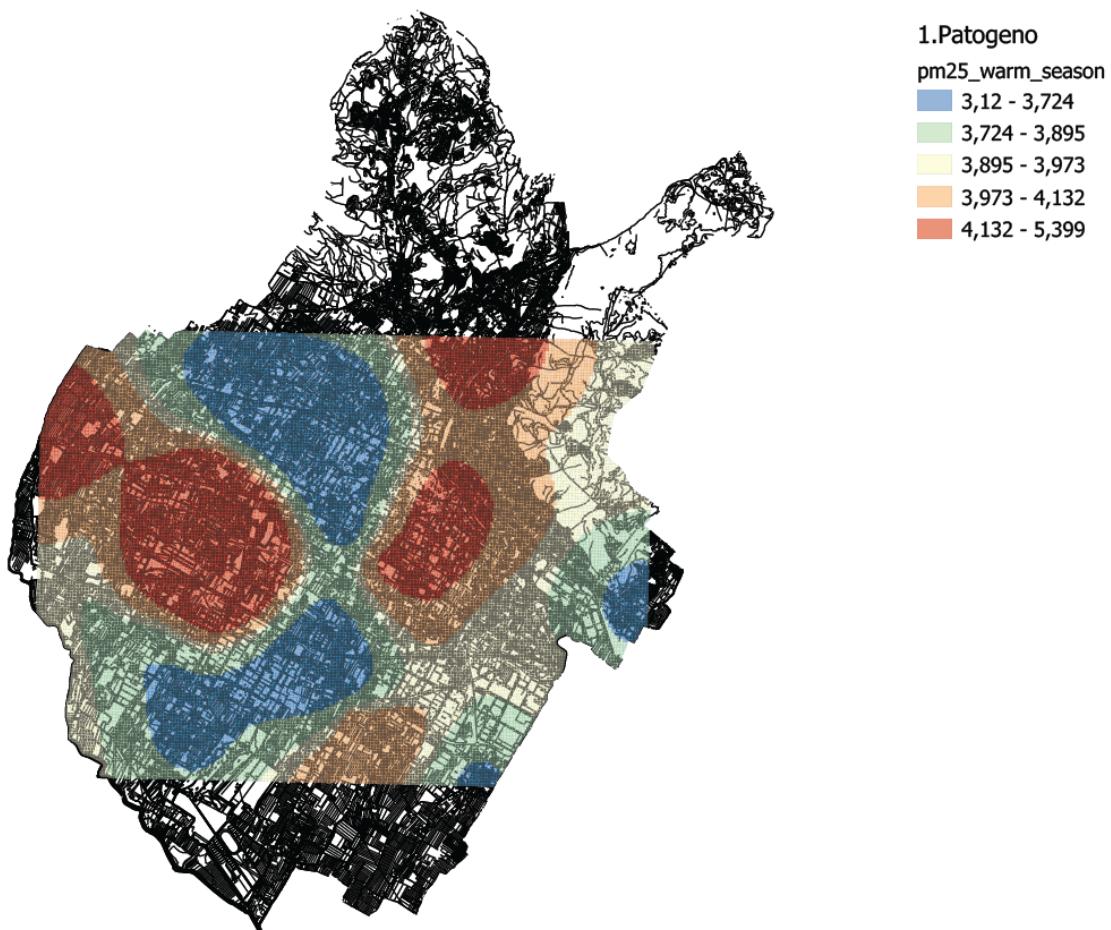


l PM10 è presente nell'aria a seguito di:

- *eventi naturali*, come l'erosione, causata dal vento, di rocce ed altre superfici, la formazione di aerosol marino, le tempeste di polvere, gli incendi o la fuoriuscita di gas dai vulcani
  - *attività umane che utilizzano combustibili fossili o biomasse*, come nelle lavorazioni artigianali ed in quelle industriali, ma anche in attività quotidiane come cucinare, riscaldare, trasportare merci o utilizzare veicoli a motore.
  -

Il particolato atmosferico rimane nell'aria per un tempo abbastanza lungo e può, quindi, essere trasportato anche per grandi distanze. Fenomeni atmosferici come il vento e la pioggia aiutano a diluire ed abbassare i livelli di PM10 nell'aria, facendolo ricadere e depositare al suolo.

Figura 25. Distribuzione concentrazione di PM 2,5 stagione estiva – Dati CNR IBE – 2022

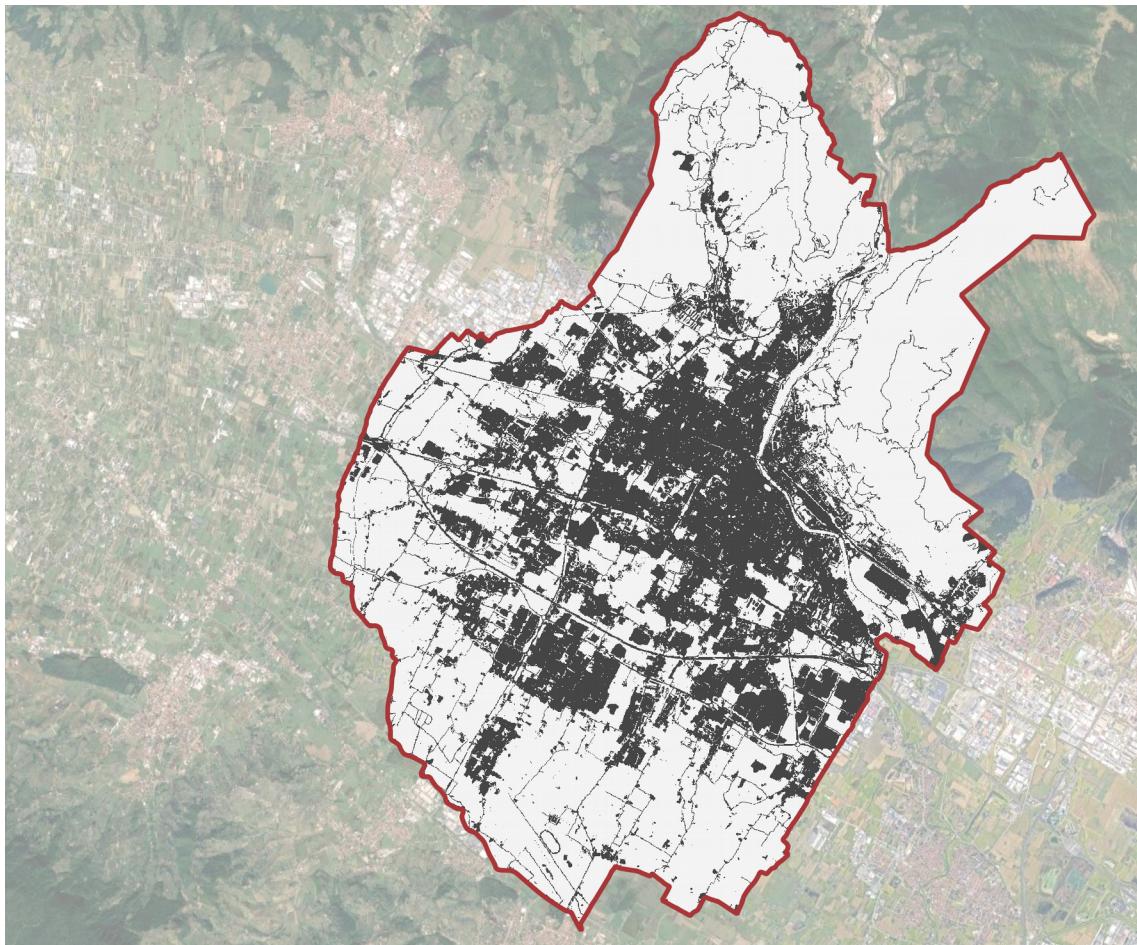


### 3.5 Analisi Ambientali: aree urbanizzate, albedo e tree canopy cover

L'impermeabilizzazione del suolo urbano è pari per il Comune di Prato al 35 %, la composizione di questo indice è dato dagli edifici pari al 14% a cui si aggiunge il quasi 21% delle superfici asfaltate (strade e parcheggi)<sup>7</sup>.

Fortunatamente Prato per la sua storia urbanistica è policentrica, pertanto grandi brani di suolo inedificato intersecano la trama urbana.

Figura 26. Mappa aree urbanizzate – CNR IBE, ambito del progetto ULA - Prato Urban Jungle - luglio 2020



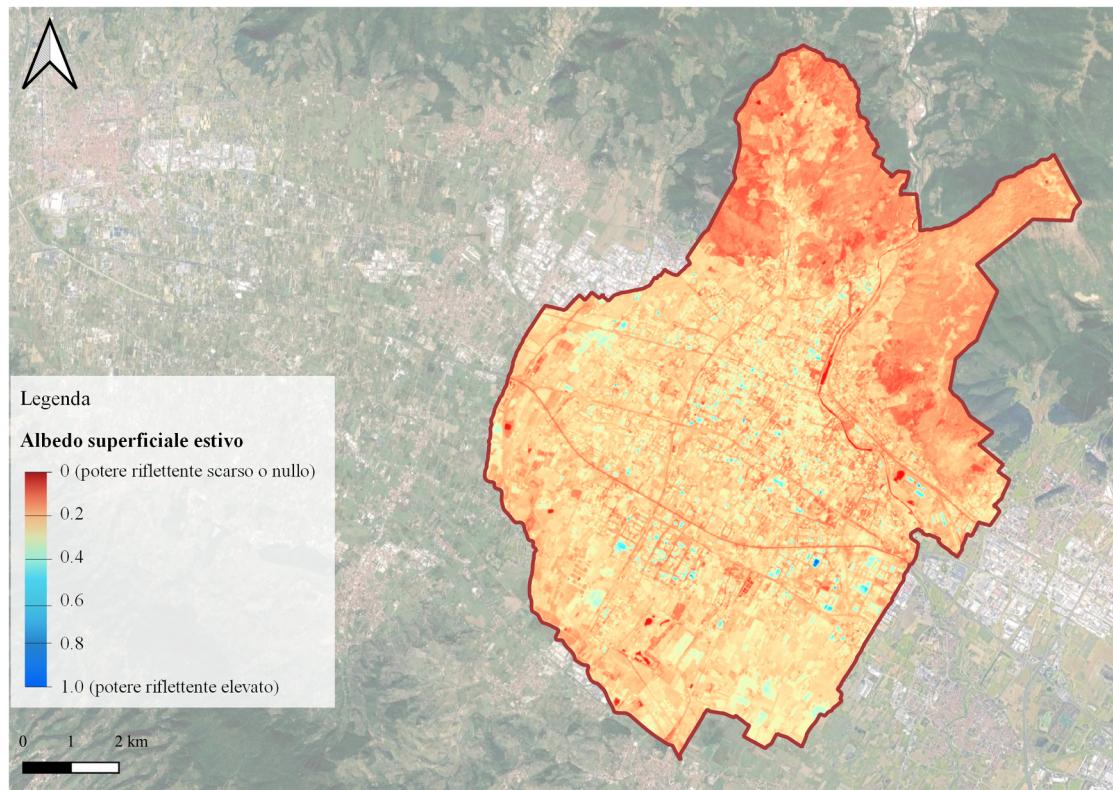
Occorre comunque uno sforzo affinché sia ridotta l'impermeabilizzazione sia delle strade sia degli edifici perseguiendo le strategie del Piano di Forestazione e quello delle Norme Tecniche di Attuazione.

<sup>7</sup> Dati estratti dall'analisi dei benefici dell'Action Plan di forestazione Urbana

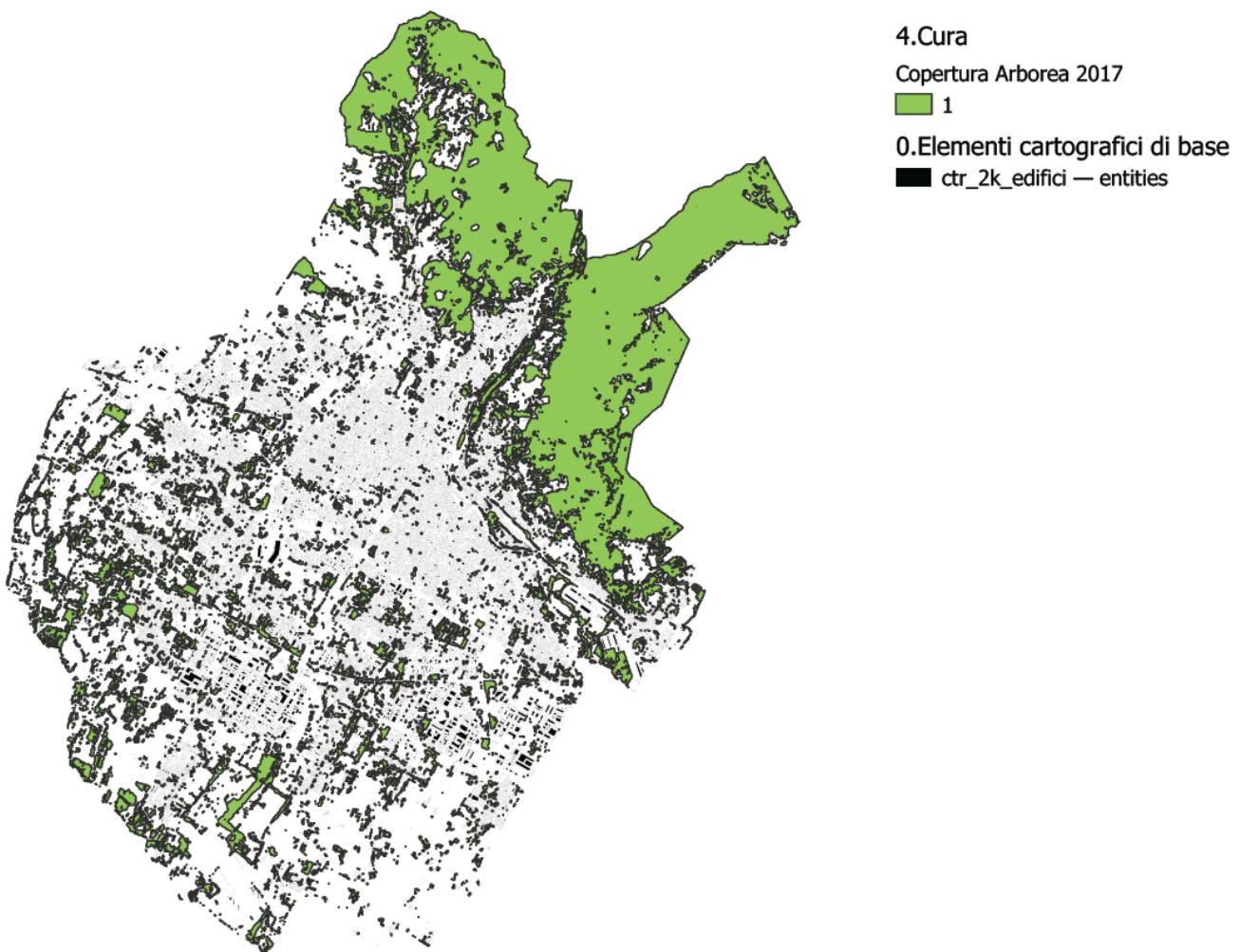
Occorre rendere permeabili la maggior parte delle superfici, utilizzare materiali con alta riflettanza per ridurre l'albedo ed occorre lavorare sulle coperture con giardini pensili (strategia della demineralizzazione).

Dalla mappa della copertura arborea con dati 2017, si riscontra una distribuzione della stessa: intensa in alcune aree, distribuita in altre, totalmente assente o comunque sporadica nella città storica e densa.

Figura 27. Mappa albedo superficiale estivo – CNR IBE, ambito del progetto ULA - Prato Urban Jungle - luglio 2020



*Figura 28. Mappa della copertura arborea dati 2017 — CNR IBE, ambito del progetto ULA - Prato Urban Jungle - luglio 2020, il 27 % della superficie del territorio è coperta da alberi*

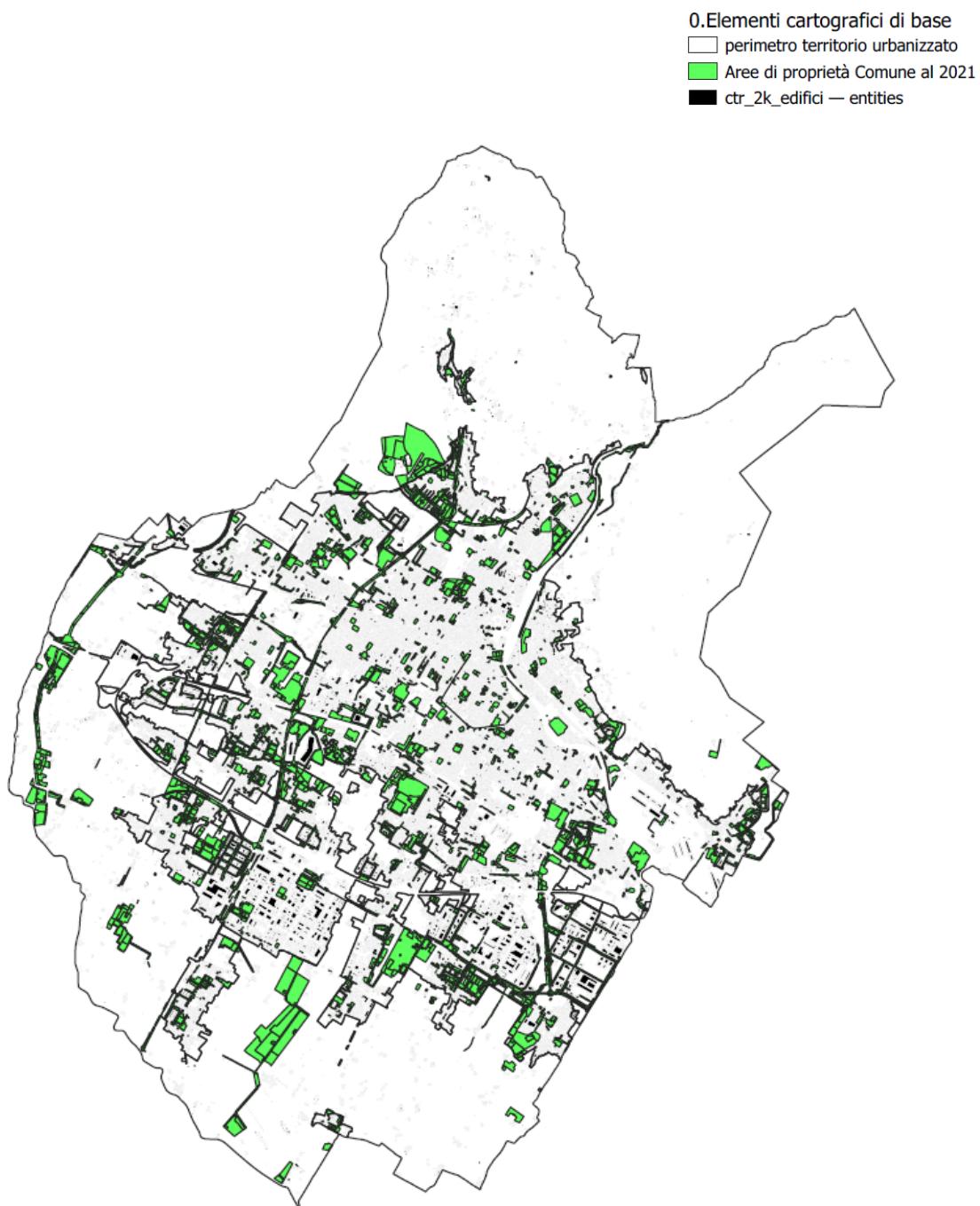


### 3.6 Le aree di proprietà pubblica

Le aree di proprietà comunale a destinazione verde pubblico rappresentano una modesta percentuale dell'intero territorio.

Nella mappa che segue sono identificate tutte le aree di proprietà pubblica come desunte dai dati catastali. La spazializzazione su software Gis è stata operata dall'Ufficio SIT del Comune.

Figura 29. Mappa delle proprietà comunali – dati catastali rielaborati dall'Ufficio SIT - 2021



Delle suindicate aree sono estrapolate le aree oggi in gestione a Consiag Servizi Comuni e/o ad Alia (gestione/cura delle alberature e sfalci) con indicazione della classificazione utilizzata dalle società ai fini della manutenzione differenziata per tipologia e periodicità di intervento, di cui dette aree necessitano.

Le stesse corrispondono alle aree a verde (parchi, verde stradale, verde sportivo, etc) esistenti di proprietà dell'Amministrazione.

Nella tabella di Figura 31 è evidenziata la distribuzione delle alberature censite, che insieme all'analisi messa a punto con la forestazione urbana, ci offrono la panoramica dell'esistente che necessariamente devono indirizzare sia la scelta della specie incrementando la biodiversità, sia nel gestire le risorse per il loro mantenimento.

Figura 30. Mappa delle tipologie delle aree comunali a verde gestite da Consiag servizi Comuni e/o Alia

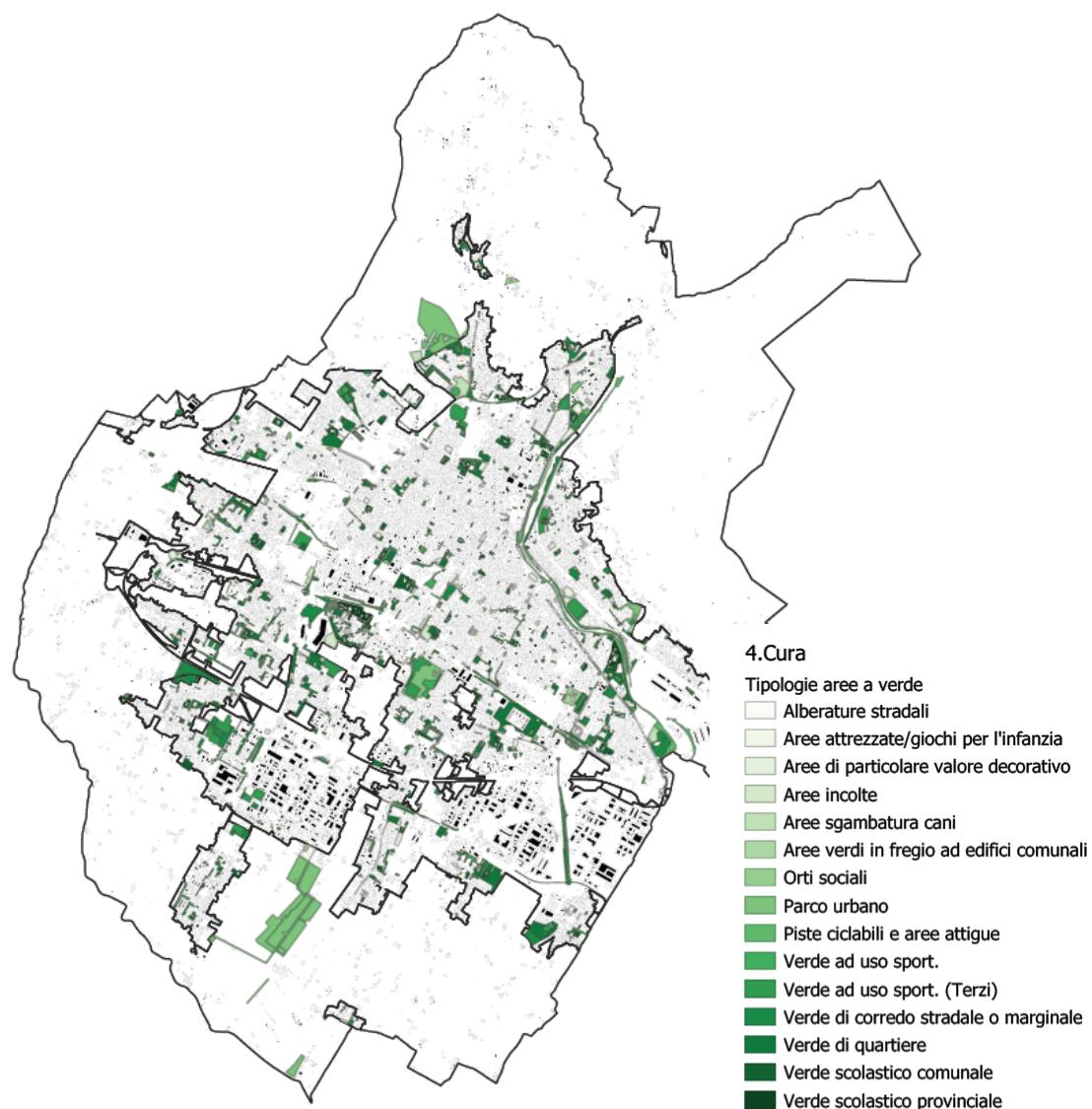
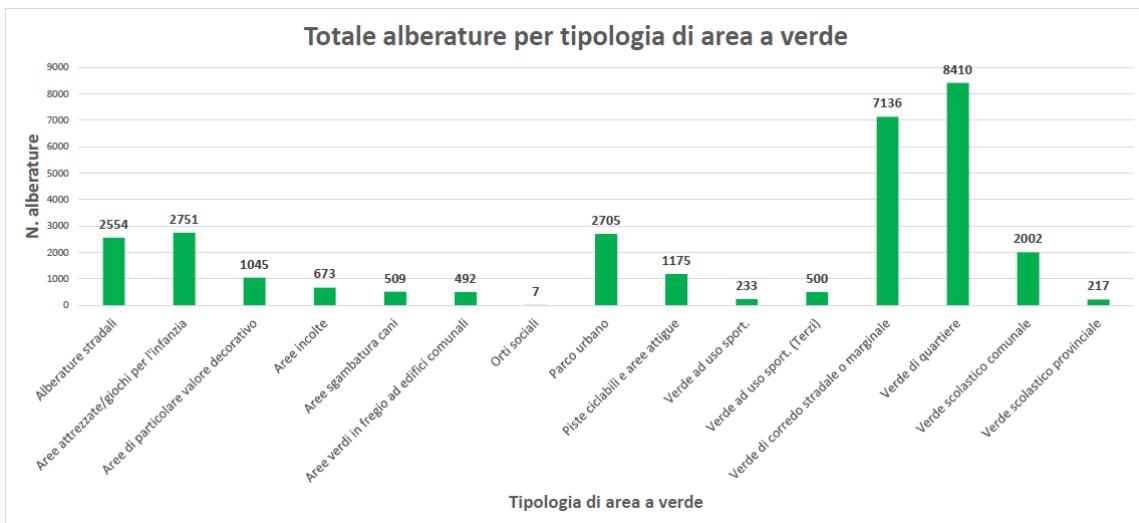


Figura 31. Distribuzione delle alberature censite da Consig Servizi Comuni e distribuzione per tipologie di verde



#### 4. La Forestazione Diffusa – metodologia e applicazione

Verificate le risorse, i patogeni, l'ambiente e i target di seguito sono indicate le linee di intervento per mitigare gli effetti.

Gli interventi riguardano tutte le aree scoperte del territorio pratese siano esse in ambito urbano che rurale, in particolare pubbliche ma la metodologia che segue potrà essere applicata anche alle aree private.

La scelta di intervenire su tutte le aree pubbliche, come anticipato affonda le sue radici negli studi che dal 2015 hanno portato alla redazione del Piano Operativo approvato nel 2019 che porta con se un apparato normativo articolato ed in parte innovativo in particolare nella sezione della “promozione della qualità territoriale”, con specifiche riguardo alla realizzazione degli spazi pubblici e il rapporto con la natura, finalizzate al raggiungimento degli obiettivi propri della transizione ambientale, dell’incremento della resilienza urbana e del benessere sociale, ambientale e per la salute umana.<sup>8</sup>

Il Comune si sta impegnando in questi anni a tradurre gli studi in progetti alcuni già in fase di realizzazione ad incrementare la presenza arborea ed arbustiva per far fronte agli effetti della crisi climatica in atto, al fine di contrastare le isole di calore e l'inquinamento atmosferico ed acustico generati dalla presenza della viabilità, delle superfici impermeabilizzate e dagli edifici.

Il progetto è orientato al miglioramento e alla valorizzazione del contesto ambientale ai sensi dell'art. 23 e del titolo IV delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Operativo e ai richiamati strumenti di studio ed analisi.

Al fine di incrementare la dotazione arborea ed arbustiva per far fronte ai cambiamenti climatici e alla aumentata consapevolezza dei cittadini, associazioni ed imprese che intendono contribuire con propri fondi attraverso l'utilizzo della piattaforma PFC, l'ufficio ha individuato aree di proprietà di diversa grandezza e altrettanto diversa potenzialità per la messa a dimora di nuove alberature.

La copertura arborea o Tree Canopy Cover definisce il grado di copertura corrispondente alla percentuale di terreno occupata dalla proiezione ortogonale delle chiome arboree. Un dato di grande rilevanza in quanto la chioma ha il potenziale di ombreggiatura per migliorare il comfort termico rispetto ad erba o arbusti.

Aumentare la copertura arborea nelle città costituisce una delle principali Nature Based Solutione (NBS) nei processi di adattamento e resilienza delle città contro il cambiamento climatico oltre al riconosciuto ormai potenziale degli alberi nella rimozione dei CO<sub>2</sub> e di altri inquinanti aerei.

---

<sup>8</sup> Vedi i precedenti paragrafi

## 4.1 Ambiti di intervento

L'applicazione della metodologia è fatta sulle aree pubbliche come individuate dal Piano Operativo vigente e utilizza le UTOE individuate dallo stesso, in particolare:

- UTOE 2b. La Calvana: il versante
- UTOE 3. Il Centro Storico
- UTOE 4a. La Città Centrale: via Bologna - via Strozzi
- UTOE 4b. La Città Centrale: Bogonuovo – San Paolo
- UTOE 4c. La Città Centrale: via Roma - Soccorso
- UTOE 5. I Borghi
- UTOE 6. La Città in aggiunta
- UTOE 7. I Macrolotti
- UTOE 8. La Piana

Le UTOE 1 e 2a non presentano spazi pubblici, e non tutte le menzionate aree possono essere spazi pubblici utilizzabili allo scopo.

Spazi, attrezzature e impianti di interesse generale esistenti e di progetto che concorrono ai fini del calcolo degli standard urbanistici (art. 24 NTA del Piano Operativo), sono:

- AI - Aree a corredo dei servizi per l'istruzione
- AC - Aree a corredo delle attrezzature di interesse comune (sociali, culturali, ospedalieri, religiosi, tecnologiche, residenze pubbliche etc)
- ACm – Aree a corredo per i servizi di mobilità
- AP – Aree per spazi e parcheggi pubblici
- AV – Aree per spazi pubblici a parco, il gioco e lo sport

La metodologia di intervento non è in contrasto con le prescrizioni del Piano Operativo, anzi offre una modalità attuativa delle previsioni facendo tesoro degli studi e dei dati prodotti al fine di delineare le priorità di intervento, quantificare i benefici prodotti e i costi al fine di definirne la programmazione ed ottimizzare la gestione.

La metodologia può essere estesa anche alle aree private affinché siano indirizzati i progetti, non solo nella scelta delle specie arboree ed arbustive e il loro sesto di impianto, ma anche nel generare continuità con le alberature pubbliche, nella creazione di una rete: l'infrastruttura verde.

La mitigazione delle isole di calore e l'assorbimento delle polveri sottili hanno necessità del contributo dell'intero territorio, occorre guidare il posizionamento degli edifici e delle alberature per favorire la ventilazione e incrementare l'ombreggiatura, mediante software dedicati, intervenire sugli edifici esistenti con le NBS innestando sinergie con gli spazi di pertinenza e gli spazi pubblici.

Il database fornito dagli uffici del SIT consentono di avere una panoramica delle proprietà pubbliche costantemente aggiornate. Di tutte le aree pubbliche l'Ufficio *Pianificazione Strategica del Patrimonio Naturale* si è concentrato su quelle individuate dal Piano Operativo come verde pubblico esistente (AVp: Aree Verde attrezzato e parchi).

*Il progetto vuol essere un primo passo per un intervento che dovrà necessariamente investire anche altre proprietà pubbliche afferenti ad altre tipologie di spazi pubblici e quindi ad altri uffici, in particolare i servizi Mobilità e Infrastrutture, Edilizia pubblica e sportiva ed Edilizia scolastica*

*Dal censimento delle alberature pubbliche effettuato da Consig Servizi Comuni, emerge infatti che ben il 35 % delle stesse sono inserite lungo le strade e i parcheggi, il 4 % in fregio ad edifici comunali e spazi sportivi, il 9% nelle aree scolastiche.*

Il verde (AV artt. 38,39 e 40 NTA – Norme Tecniche di Attuazione) è protagonista della nuova visione della città, declinato in tutti gli interventi, a maggior ragione quando si parla di parchi, verde sportivo ed orti. Attualmente la città ha una discreta dotazione di verde, consistente in parchi più o meno estesi, alcuni di origine storica, altri lungo fiume; il Piano Operativo aggiunge al patrimonio una dotazione cospicua di ulteriori aree verdi, che insieme vanno a costellare il territorio e ad interessare zone altrimenti prive. Alcune aree, già preservate dal Piano Secchi e tutelate dalle strategie del Piano Strutturale, come anticipato in premessa, sono messe a sistema dal Piano Operativo attraverso due istituti: quello espropriativo e quello perequativo.

Ognuno di questi grandi parchi può rappresentare una riserva ambientale importante per la biodiversità e la salute umana.

La definizione di parco in senso stretto può non essere calzante dal momento in cui ognuno di questi, potrà assumere il carattere più consono al luogo e quindi prefigurarsi come parco agri-urbano conservando oliveti e coltivazioni, divenire orto urbano a servizio degli abitanti, parco attrezzato con giochi o piccole attrezzature sportive.

I parchi attrezzati e gli spazi verdi, ognuno con la propria estensione, sistemazione e con il proprio carattere, dovranno essere connotati dall'importante presenza della componente vegetale e dalla prevalenza dei suoli permeabili, non inferiori all'80% dell'intera superficie.

Le norme messe in campo hanno come obiettivo di dotare i parchi e gli spazi verdi di attrezzature ludico/sportive, percorsi e aree di servizio con la presenza di chioschi o manufatti assimilabili per la fruizione gradevole degli spazi, di creare una rete ecologica territoriale per il miglioramento del comfort ambientale e della salute umana, di costituire un efficace connettivo tra aree esistenti e di progetto sia pubbliche che private.

Rientrano in questa visione criteri di progettazione che perseguano gli obiettivi di:

- proteggere dalle fonti di inquinamento ponendo attenzione alla scelta di specie vegetali adatte e compatibili con la fruizione e la manutenzione;
- articolare gli spazi in modo che possano offrire diverse opportunità di utilizzo;
- salvaguardare l'accessibilità e la vicinanza alle fermate del trasporto pubblico locale;
- prevedere aree di sosta adeguate;

- garantire l'uso di materiali idonei ad assicurare la permeabilità dei percorsi e la messa in sicurezza idraulica.

Le reti di connettività: “Immaginare la Prato del futuro significa prima di tutto progettare un nuovo sistema di relazioni. Il punto chiave, a nostro modo di vedere, risiede nell’immaginare strutture connettive in grado di unire e rivitalizzare. L’insieme di strade, percorsi, piazze e spazi pubblici, verde e sistemi ambientali, possono costituire la nuova ossatura pubblica della città e ridefinirne l’identità.“ Maria Claudia Clemente e Francesco Isidori (Labics) – Prato 2017, percorso partecipativo.

Dalle infrastrutture di mobilità su ferro e gomma (ferrovia, autostrada, viabilità urbana ed extraurbana) alla mobilità lenta (piste e percorsi ciclopedinali) il tema delle connessioni ha visto gradualmente estendere il proprio concetto. A partire dal mese evento della partecipazione dedicato alle connessioni, in cui sono state affrontate anche le reti immateriali, forti della scelta di sperimentare proprio a Prato il sistema 5G, è subentrata la necessità di porre in relazione luoghi ed aree o di valorizzare percorsi esistenti talvolta scarsamente riconoscibili e tracciati storici. Una necessità sentita non solo all’interno del territorio urbanizzato ma, esteso al territorio rurale, una rete di collegamento e di fruizione. Nelle tavole della Disciplina è stata così identificata una rete di connessioni (art. 45 NTA), di spazi pubblici o di uso pubblico, estesa a tutto il territorio, il cui tracciato, meramente indicativo, che lascia la più idonea collocazione alla progettazione dell’opera pubblica o dell’intervento privato. Per le caratteristiche intrinseche, tale tipologia non costituisce standard ai fini del DM 1444/1968.

La rete attraversa spazi aperti o interni al tessuto edificato, in collegamenti sia fisici che visuali e può essere trasposta attraverso demolizioni anche parziali, attraversamenti ed installazioni effimere, mediante l’uso di materiali o tecniche innovative; può configurarsi come quinta, cono visuale, passaggio pedonale e ciclabile.

Parallelamente alla definizione della rete di connessioni è stata definita una rete di forestazione urbana, denominata verde di connettività (art. 46 NTA). Questa è costituita da fasce di forestazione lineare previste in aree ad alto tasso di urbanizzazione, in aree industriali e nelle grandi arterie stradali. La rete di connettività, analogamente a quanto previsto per le connessioni nelle tavole della Disciplina, è indicata con un segno grafico meramente indicativo, lasciando alla progettazione dell’opera pubblica o dell’intervento privato la più idonea collocazione. Per le caratteristiche intrinseche, anche tale tipologia non costituisce standard ai fini del DM 1444/1968.

Il verde di connettività, grazie alla sua capillarità, apporta un significativo contributo al completamento della rete di qualità ecologica: riduce la superficie mineralizzata nelle sedi stradali di maggiore ampiezza; costituisce barriera vegetale continua o discontinua di mitigazione delle infrastrutture; aiuta a definire il margine urbano, contrasta l’inquinamento acustico e atmosferico, agisce come mitigatore climatico, migliora la percezione visiva del paesaggio urbano.

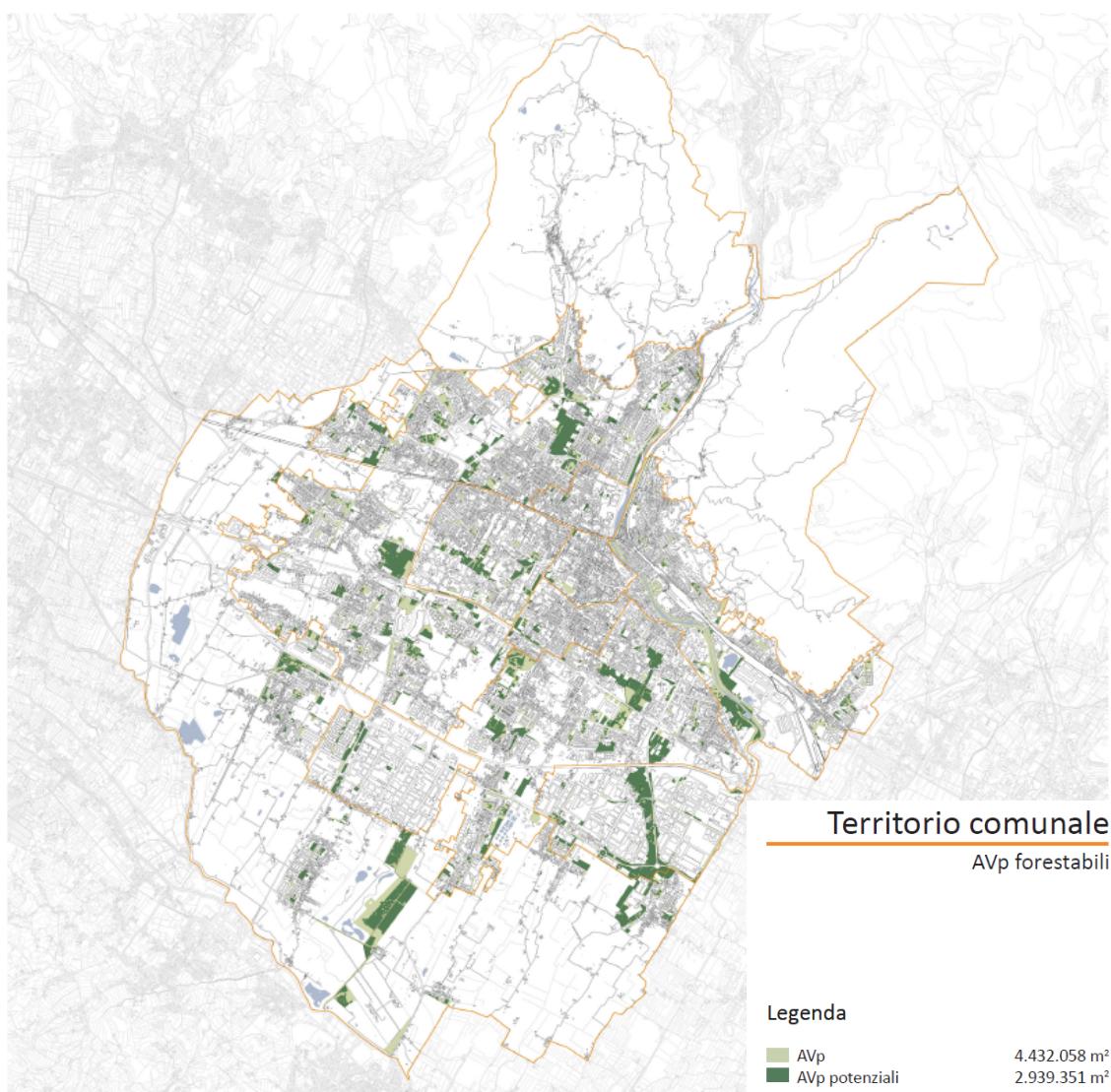
Ulteriori elementi che concorrono alla qualità ecologica territoriale sono gli spazi aperti privati, definiti, in base all'indice di naturalità, come aree strategiche o complementari. La classificazione deriva dal valore naturalistico espresso dagli studi riguardanti la II invariante "caratteri ecosistemici del paesaggio". Queste aree persegono anche la funzione di contenimento dell'espansione dell'edificato e, secondo l'indice assegnato - alto, medio o basso - possono essere utilizzate per funzioni private sportive, agricole, sociali o complementari alla residenza (V1 art. 51 NTA), per insediare attività di deposito a cielo aperto (V2 art. 52 NTA), o esposizione e vendita di arredi, attrezzature, autoveicoli e assimilabili (V3 art. 53 NTA). Le attività da insediare sono sottoposte a convenzioni che limitano dimensioni e manufatti realizzabili e, nell'ottica di perseguire la strategia di incremento della dotazione di verde, prevedono che vengano lasciate permeabili le aree destinate alle attività e la cessione al patrimonio pubblico di cospicue fasce di verde con funzione mitigatrice.

## 4.2 Ambito AVp: verde pubblico esistente di proprietà

A titolo di esempio applicabile per ognuna degli spazi e attrezzature sopramenzionate di seguito la metodologia applicata alle aree a verde pubblico e parchi, esistenti di proprietà dell'Amministrazione comunale, indicate dal Piano Operativo con la sigla AVp.

Le aree sono state definite a seguito di una mappatura sull'intero territorio urbanizzato in cui sono state selezionate le aree a verde pubblico esistenti e di progetto, evidenziando quanto di proprietà pubblica, quanto soggetto all'istituto dell'esproprio e quanto alla perequazione urbanistica.

*Figura 32. Mappa del territorio con indicate le AVp esistenti e di progetto, di proprietà dell'Amministrazione, di privati e inserite in Aree di Trasformazione, con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022*



Una prima e più generale riconoscione è stata fatta su tutte le aree a verde pubblico, esistenti e di progetto ancorché inserite in aree di trasformazione indipendentemente dalla proprietà: su un totale di 4.432.058 mq di AVp esistenti e di progetto sono stati rilevati ben 2.939.351 mq potenziali forestabili disponibili.

Come si evince dalle strategie poste in atto dall'Amministrazione e dall'ascolto del contesto, **la strategia di Forestazione Diffusa può e deve intervenire nelle aree di sua proprietà, in particolare per specifica competenza il Servizio Urbanistica è titolato ad intervenire nelle aree a verde pubblico esistenti individuate dal Piano Operativo come AVp.**

Preso atto della localizzazione, le aree sono state estrapolate mediante software Gis, ognuna successivamente verificata in modo puntuale, e sulle stesse sono state selezionati gli ambiti privi di copertura arborea sulle quali è ancora possibile intervenire.

Delle aree oggetto della presente proposta è stato prodotto un catalogo per UTOE, che evidenzia oltre all'identificativo la superficie complessiva e al netto di usi consolidatati (ad esempio attività ludiche spontanee o presenti) la superficie potenzialmente forestabile, ed altri dati utili a definirne quantità messe in gioco e costi.

*Figura 33. Esempio di riconoscione su foto aeree di ogni singolo AVp in cui sono evidenziati in giallo le particelle catastali e in tratteggio verde l'area potenzialmente forestabile, in tratteggio bianco l'area da lasciare priva di alberature. Elaborazione interna 2022*



La proposta non intende certo trasformare ogni giardino pubblico in “bosco urbano”, tanto che la riconoscione fatta da foro aeree ha comunque cercato di salvaguardare gli spazi gioco ancorché spontanei e desumibili dal consumo del manto erboso.

La ricognizione effettuata produce una proposta quantitativa di superficie forestabile, non tiene conto di aspetti paesaggistici e vincolistici di varia natura, aspetti che andranno affrontati di volta in volta. Caso specifico è il parco delle Cascine di Tavola, che per dimensioni e caratteristiche rischia di alterare valutazioni quantitative e di conseguenza economiche, pertanto si ritiene di considerare non oltre il 10% della superficie potenziale.

*La riconizzazione manca di una verifica a terra puntuale che potrebbe accrescere le aree disponibili o al contrario ridurle. Una procedura che richiede uno sforzo di risorse economiche e umane e che è opportuno verificare di volta in volta che ci si appresta al singolo intervento.*

Il catalogo per ognuna delle UTOE, è costituito da tabelle che contengono una stringa per ognuna delle aree ed una serie di colonne per le informazioni specifiche:

1. Foto aerea con indicazione particelle catastali che compongono l'area, campitura della potenzialità di forestazione
  2. Il codice abbinato, una nomenclatura specifica (U<sub>x</sub> Avp\_y\_z\_n, dove "x" è il numero dell'UTOE, "y" è lo stato dell'area (E se esistente, P se di progetto) "z" la proprietà (AC se pubblica, P se privata ma comunque ricadente in aree di trasformazione e soggetta ad esproprio) "n" il numero progressivo dell'area in base all'UTOE di appartenenza.
  3. La proprietà
  4. La superficie complessiva dell'area, espressa in metri quadrati
  5. La superficie potenzialmente forestabile, espressa in metri quadrati
  6. L'uso attuale dell'area
  7. Indirizzo dell'area
  8. Foglio catastale
  9. Particella Catastale
  10. Codice Consig Servizi Comuni
  11. Temperatura massima estiva registrata

*Figura 33bis. Esempio di schedatura per ogni singola aree*

Area	Codice	Proprietà	Area complessiva Mq	Area forestabile Mq	Uso attuale	Indirizzo	Foglio Catastale	Particella Catastale	Codice Consiac	T° MAX Estiva 2021
	U2b_Avp_E_AC_01	Pubblica	2852	490	Aree verdi urbane	Via Serafino Razzi	25	264 176	E004A	29-32

Sono 94 le aree di proprietà dell'Amministrazione a verde pubblico esistente, distribuite sulla maggior parte delle UTOE.

Interessante vedere la distribuzione delle stesse anche in rapporto al verde privato per ogni singola UTOE di cui al paragrafo successivo.

### 4.3 Abaco degli interventi

Fatta eccezione per le Utoe 1. Il Monteferrato, l'Utoe 2.a La Calvana: la Dorsale e 4.a La città Centrale: via Bologna, via Strozzi che non contemplano al loro interno aree a verde pubblico di proprietà dell'Amministrazione, sono state verificate le restanti.

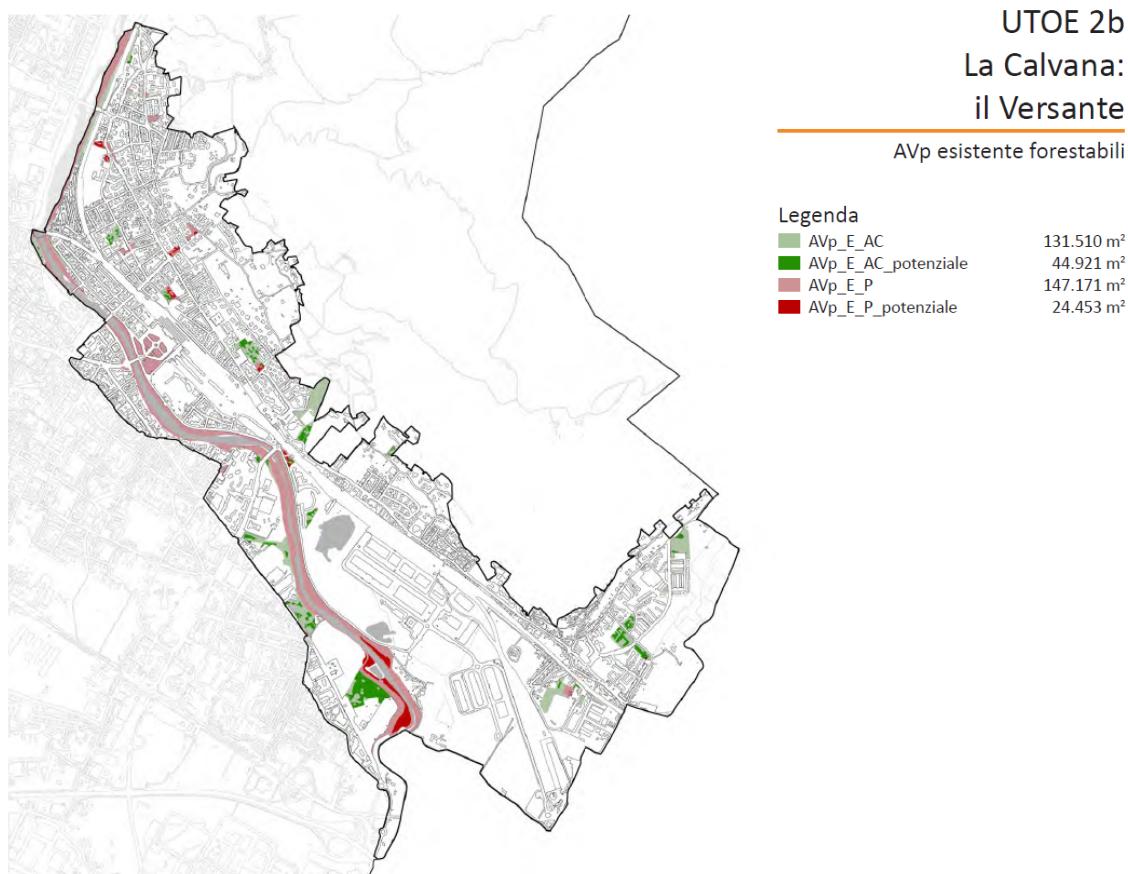
Nei due toni di verde sono visualizzate le aree a verde pubblico esistenti di proprietà comunale e la relativa area di forestazione potenziale. Nei due toni del rosso le aree a verde pubblico di proprietà privata o di altri Enti o istituti e la relativa area forestabile potenziale. Di seguito riportate le cognizioni di tutte le AVp esistenti con indicazione della potenzialità delle stesse.

Nell'UTOE 2b La Calvana: il Versante su 131.510 mq di verde pubblico di proprietà si ravvisa 44.921 mq potenziali in cui porre a dimora alberature.

Sommando le aree a verde pubblico esistenti di sola proprietà comunale nelle restanti UTOE verificate, abbiamo un totale di 1.689.230 mq su 4.432.058 mq totali di cui 498.084<sup>9</sup> mq potenziali su 2.939.351 mq rilevati nel complesso.

#### UTOE 2.b – 16 aree

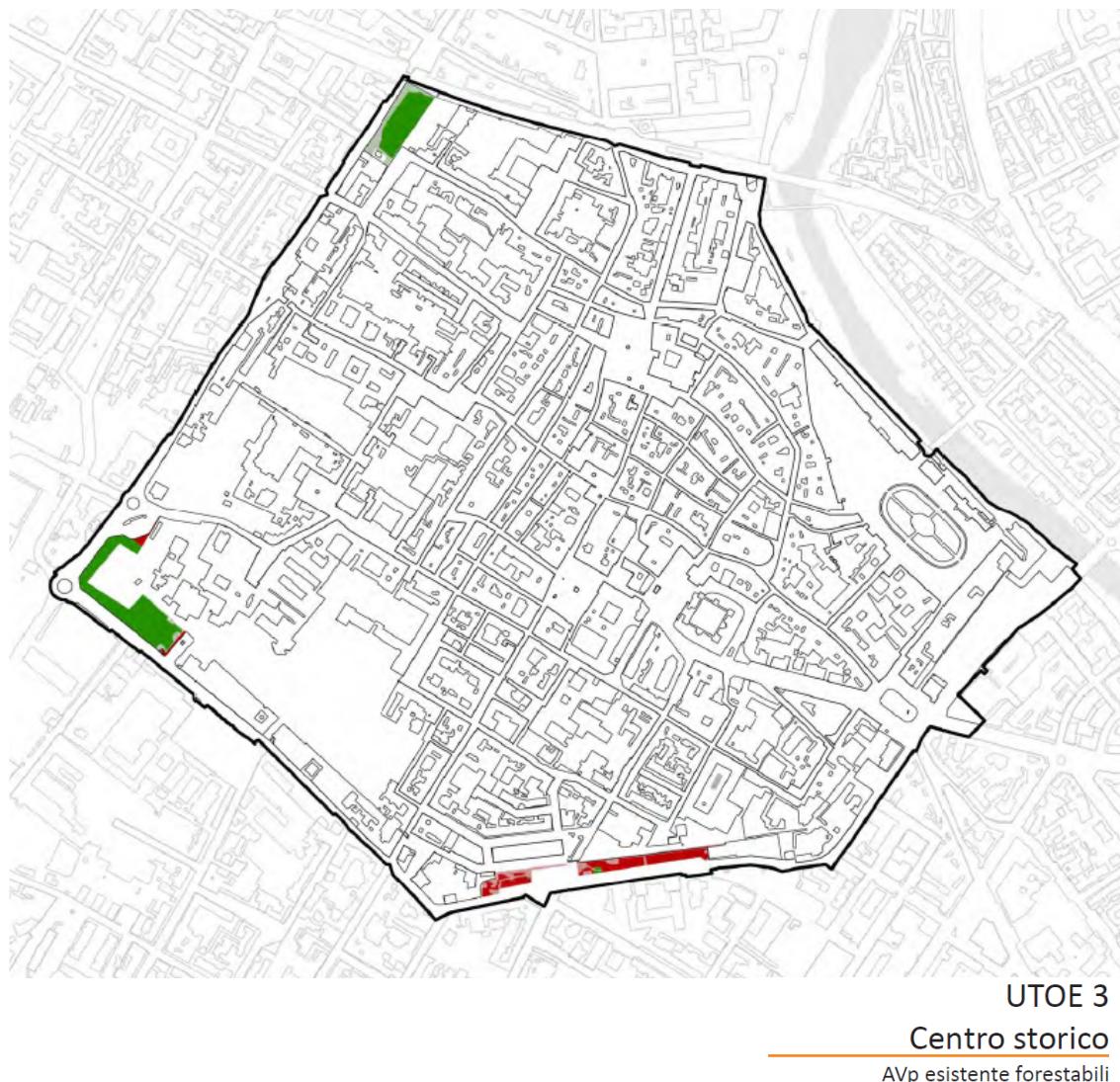
Figura 34. Utoe 2b, con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022



<sup>9</sup> Come anticipato per l'area del Parco delle Cascine, data la sua peculiarità, si ritiene la superficie forestabile potenziale il 10 % di quella rilevabile da foto aerea.

### UTOE 3 – 3 aree

Figura 35. Utoe 3, con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022



### UTOE 4b – 2 aree

*Figura 36. Utoe 4b, con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022*



UTOE 4b  
La Città centrale  
Borgonuovo, San Paolo

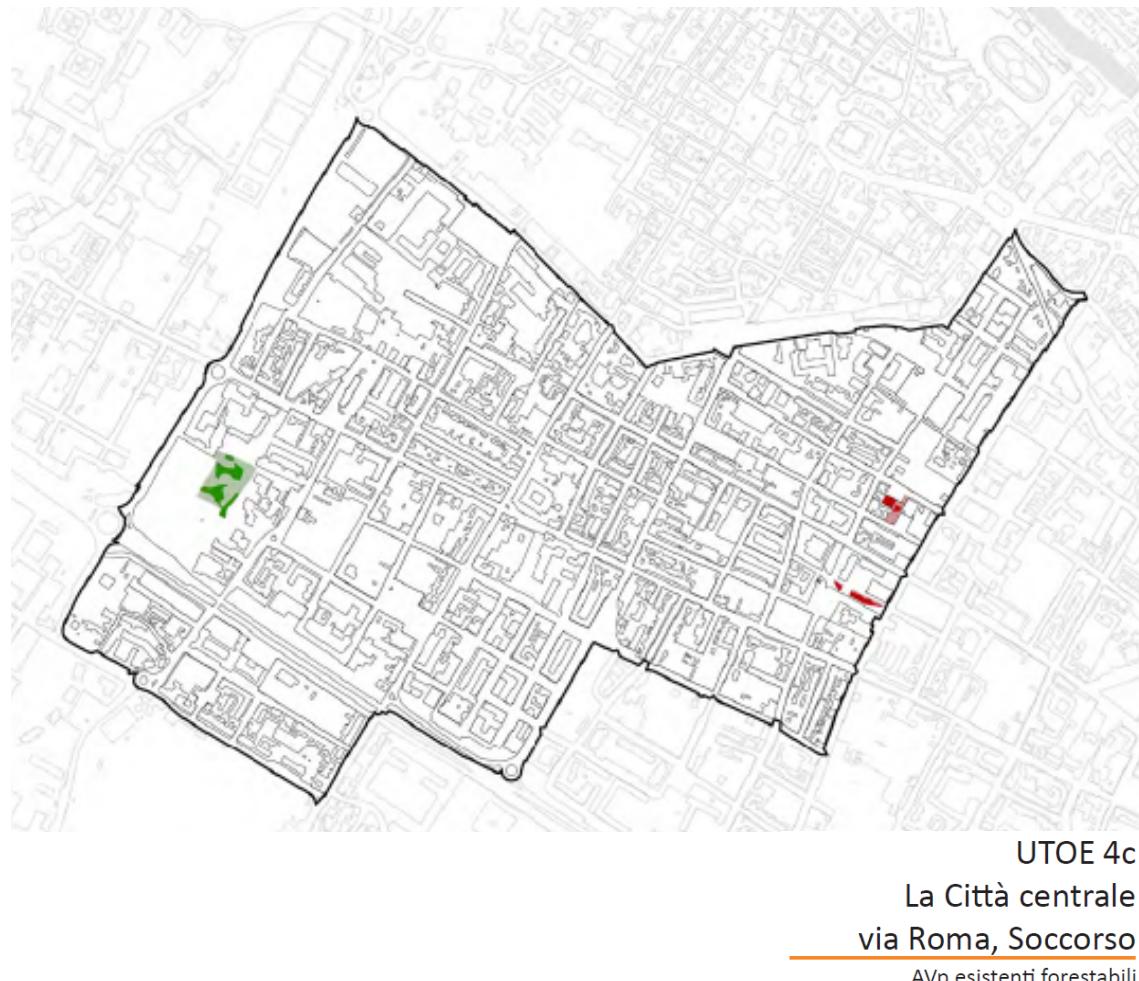
AVp esistenti forestabili

#### Legenda

AVp_E_AC	22.156 m <sup>2</sup>
AVp_E_AC_potenziale	9.756 m <sup>2</sup>
AVp_E_P	16.706 m <sup>2</sup>
AVp_E_P_potenziale	5.863 m <sup>2</sup>

### UTOE 4c – 1 aree

*Figura 37. Utoe 4c con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022*

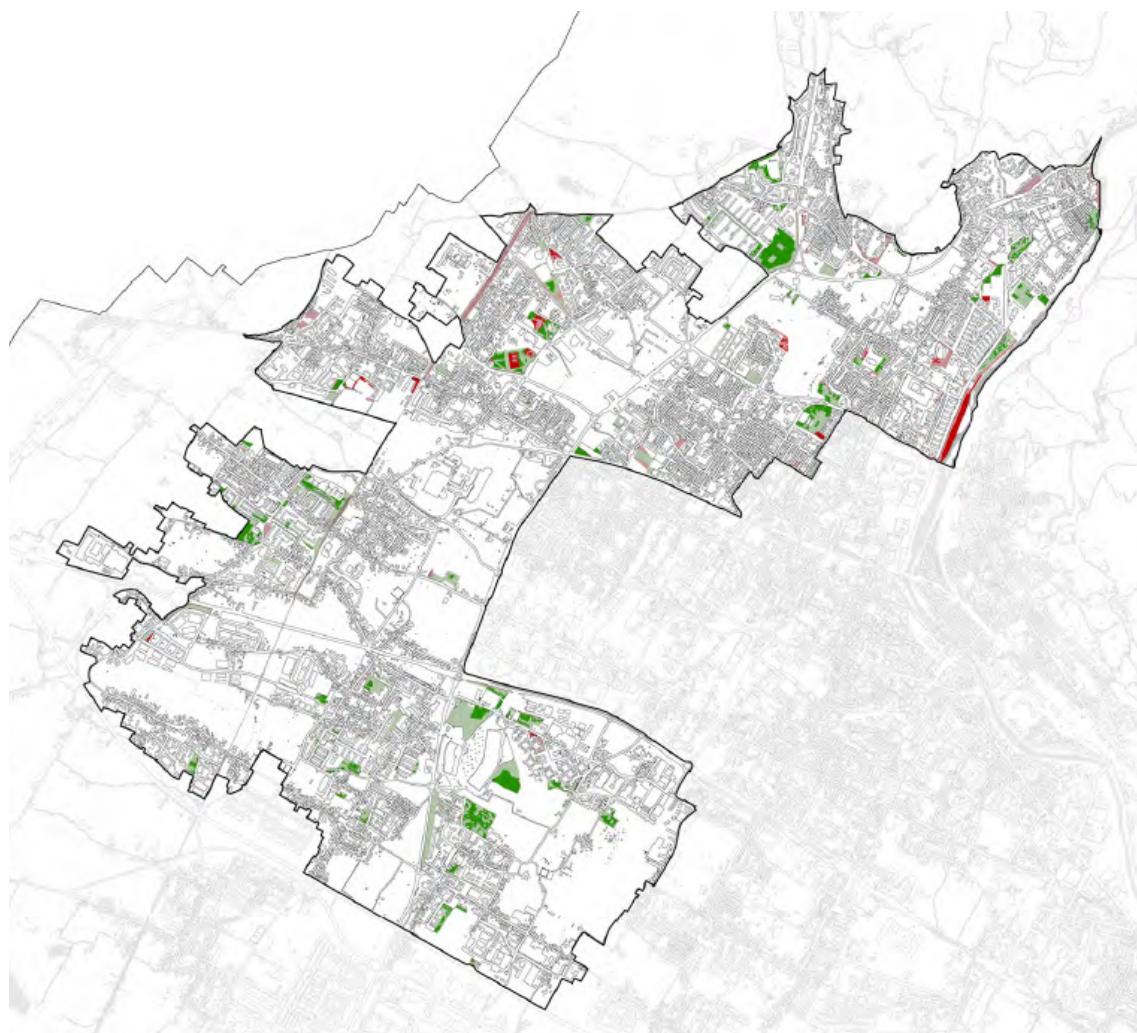


#### Legenda

AVp_E_AC	6.266 m <sup>2</sup>
AVp_E_AC_potenziale	2.174 m <sup>2</sup>
AVp_E_P	2.053 m <sup>2</sup>
AVp_E_P_potenziale	1.049 m <sup>2</sup>

### UTOE 5 – 24 aree

Figura 38. Utoe 5 con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022



#### UTOE 5

#### I Borghi

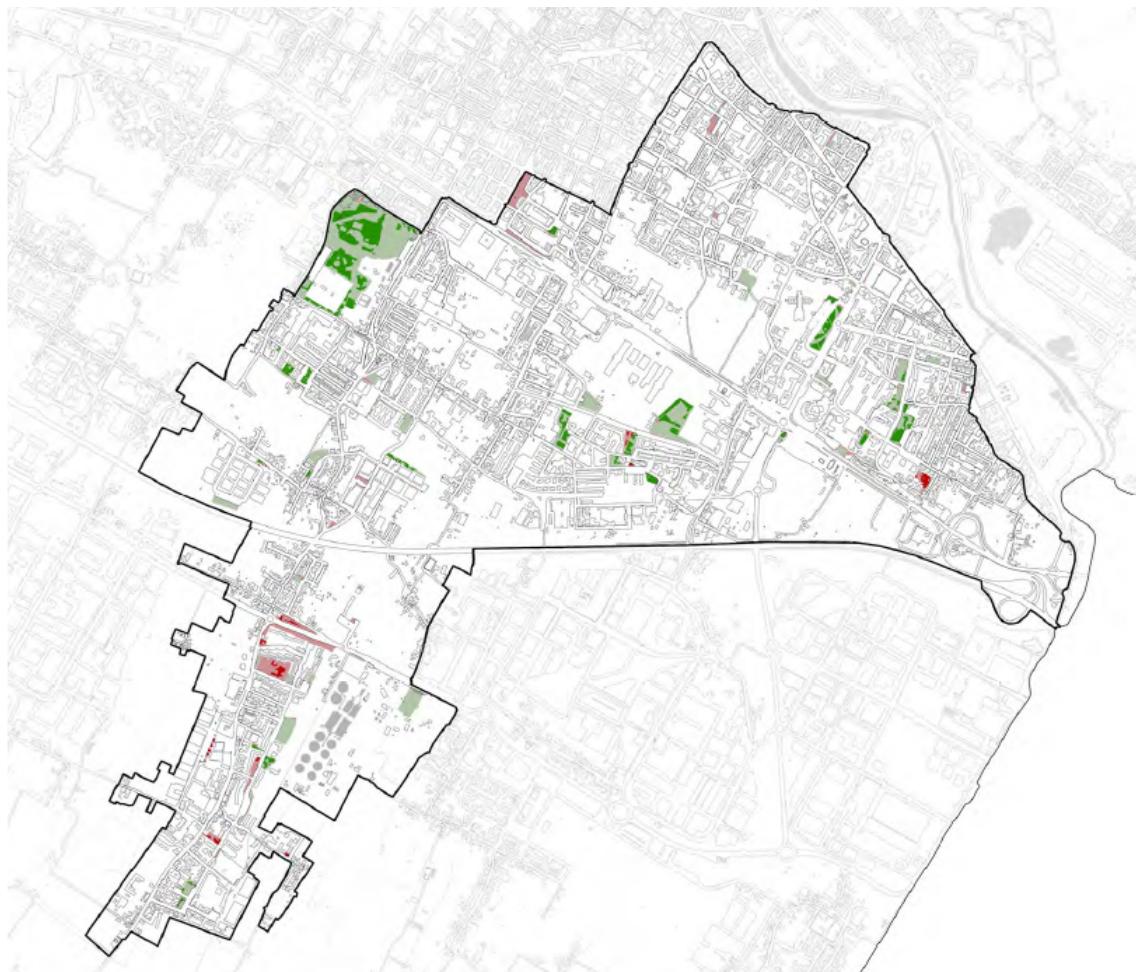
AVp esistenti forestabili

#### Legenda

AVp_E_AC	490.558 m <sup>2</sup>
AVp_E_AC_potenziale	199.117 m <sup>2</sup>
AVp_E_P	74.170 m <sup>2</sup>
AVp_E_P_potenziale	42.207 m <sup>2</sup>

## UTOE 6 – 15 aree

*Figura 39. Utoe 6, con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022*



UTOE 6

### La Città aggiunta

AVp esistente forestabili

#### Legenda

AVp_E_AC	223.217 m <sup>2</sup>
AVp_E_AC_potenziale	80.629 m <sup>2</sup>
AVp_E_P	24.760 m <sup>2</sup>
AVp_E_P_potenziale	6.617 m <sup>2</sup>

UTOE 7 – 10 aree

Figura 40. Utoe 7 con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022



UTOE 7

I Macrolotti

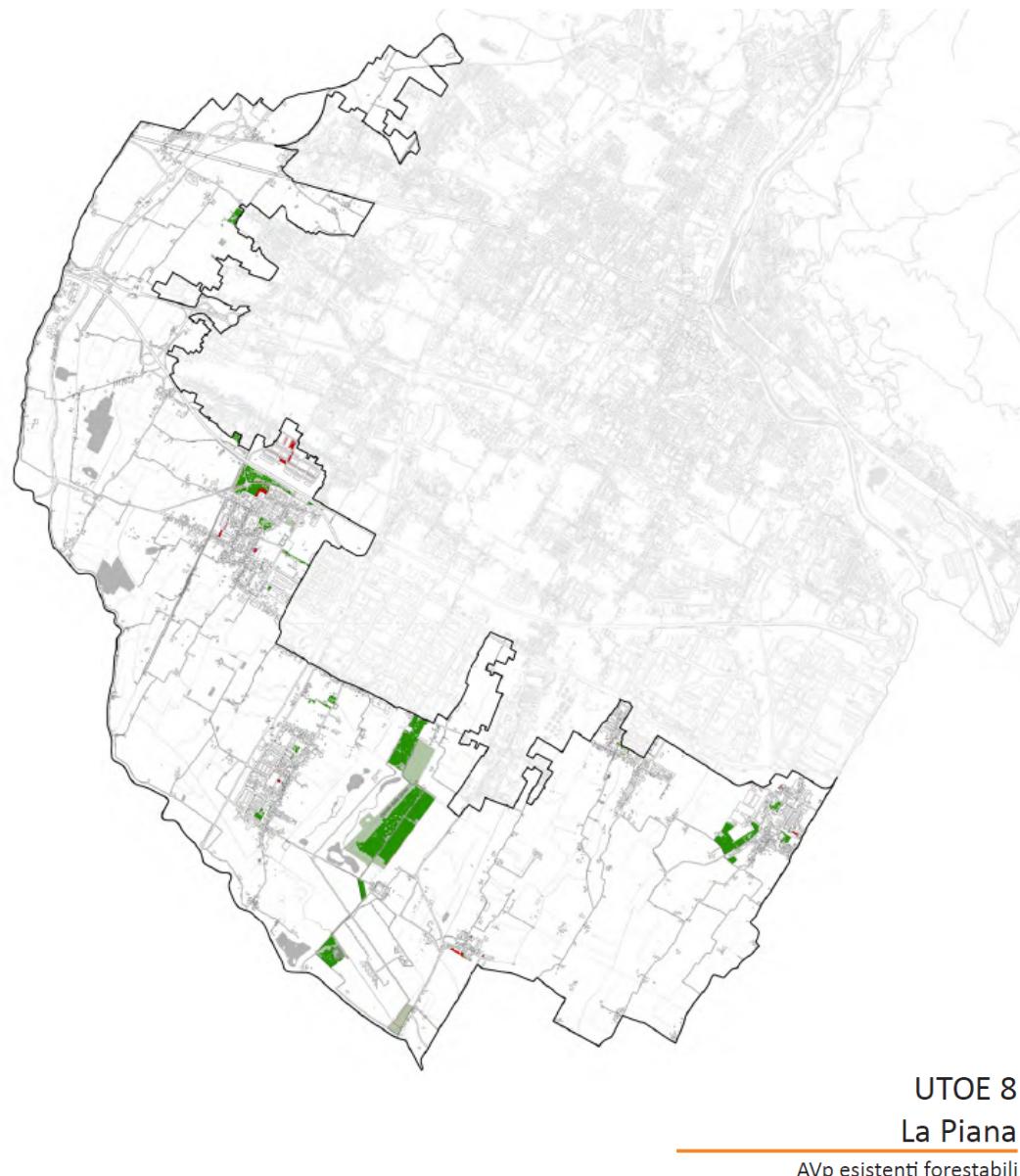
## AVp esistenti forestabili

## Legenda

 AVp_E_AC	48.075 m <sup>2</sup>
 AVp_E_AC_potenziale	37.596 m <sup>2</sup>
 AVp_E_P	13.305 m <sup>2</sup>
 AVp_E_P_potenziale	12.830 m <sup>2</sup>

### UTOE 8 – 23 aree

Figura 41. Utoe 8, con indicate le AVp esistenti di proprietà pubblica e privata con l'indicazione dell'area potenziale. Elaborazione interna 2022



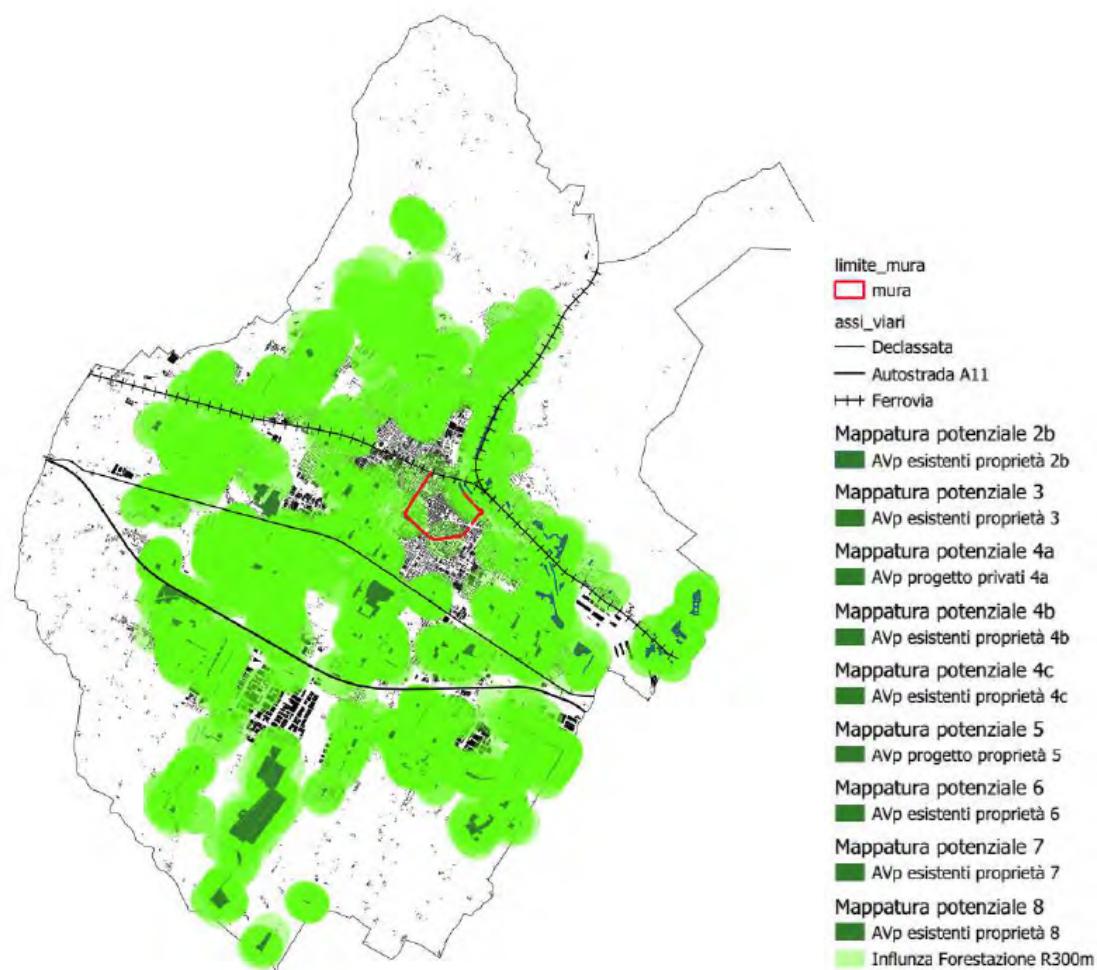
## 4.4 Priorità delle azioni

Al classico schema di intervento dettato dai costi e quindi dal diverso sistema di finanziamento di cui al successivo paragrafo, l'analisi che precede indirizza gli interventi sulle criticità ambientali rilevate per picchi di temperature e isole di calore e/o per la presenza di inquinanti aerei, a parità di costo e strategie di indirizzo politico.

### 4.4.1 Accessibilità e prossimità – verde, popolazione residente e attrezzature

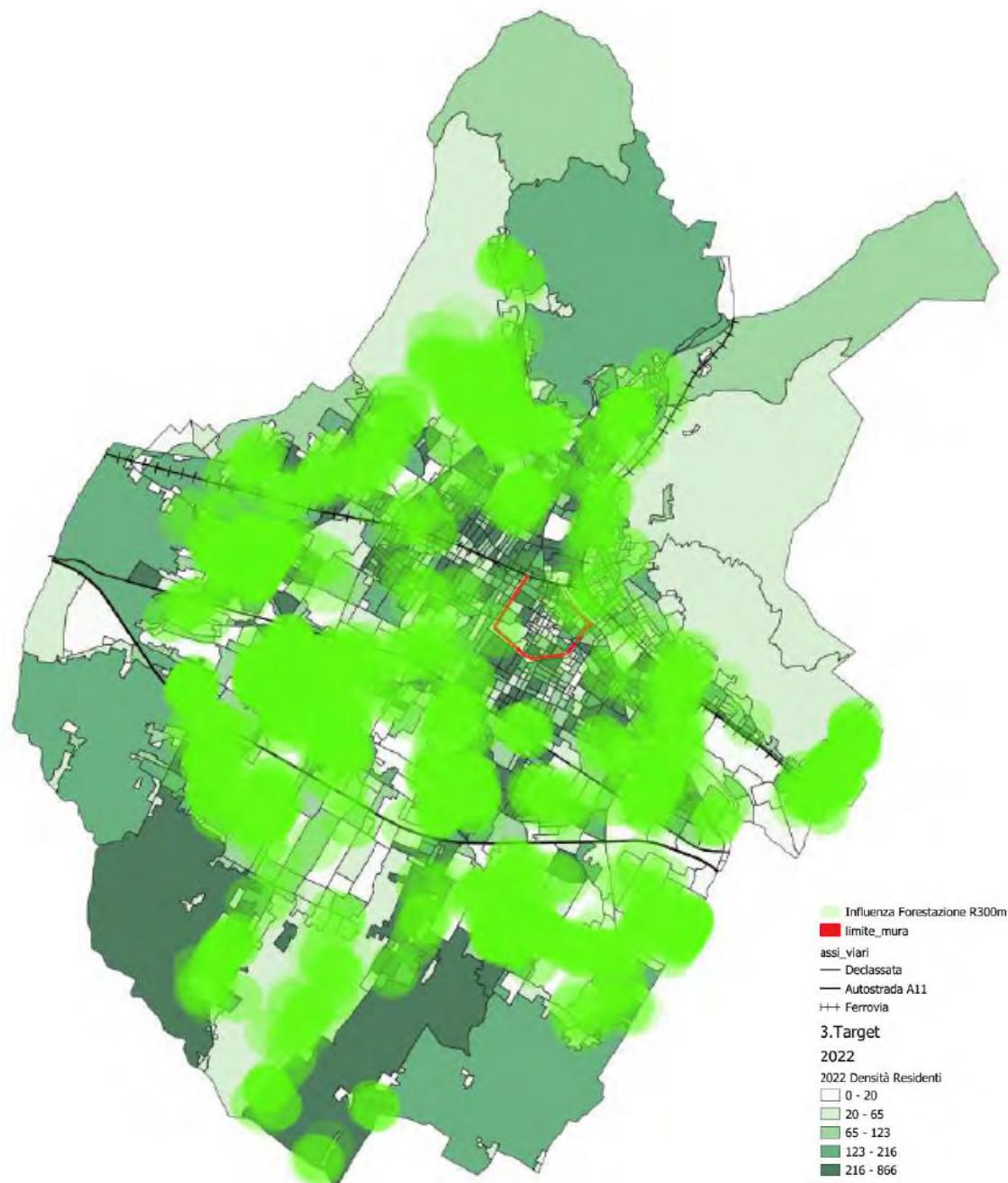
Alle criticità sono stati sommati i dati demografici, considerando la regola di pianificazione urbana proposta da Cecil Konijnendijk van den Bosch, che insegna silvicoltura urbana a Vancouver. La regola detta del 3 - 30 - 300, utilizzata per promuovere il benessere e la salute grazie alla ricchezza di vegetazione della città che prevede 3 alberi visibili da ogni abitazione, 30% della copertura arborea per ogni quartiere e 300 metri la distanza massima per raggiungere un parco dalla propria abitazione.

Figura 42. Mappa di influenza della forestazione diffusa in un raggio di 300 mt – copertura territorio



Nelle aree di maggiori criticità ambientali sono quindi stati verificati i buffer di 300 metri di ognuna delle AVp considerate per capire quanta popolazione in particolare vulnerabile possa beneficiarne; nonostante non esista un unico parametro per le ricerche è utilizzata la distanza lineare, un buffer dei confini delle aree verdi intorno ai 300 metri, una soglia che vede d'accordo tra le altre, anche l'ISTAT, ai 300 metri corrisponde una camminata di 15 minuti di un anziano.

Figura 43. Mappa di influenza della forestazione diffusa in un raggio di 300 mt – popolazione totale

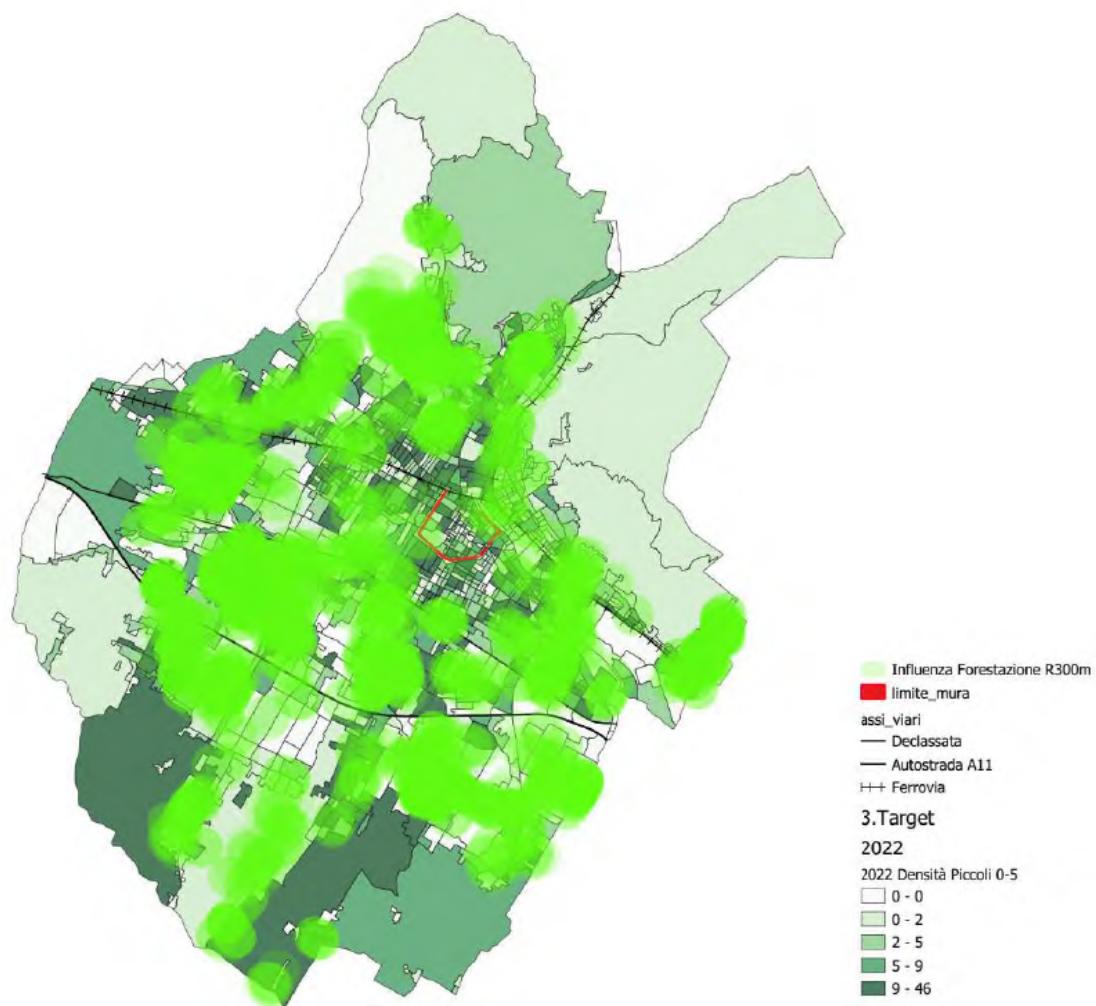


Pertanto è stata prodotta una mappa (vedi Figura 42) che da conto della prossimità delle aree rispetto al territorio, fatta eccezione per alcune zone in cui è opportuno verificare la presenza di aree potenzialmente da destinare a verde (provenienti da aree di trasformazione o per esproprio) o per tipologie di verde pubblico afferente ad altre destinazioni, la maggior parte del territorio urbano è coperto.

Sovrapponendo le medesime aree alla distribuzione della popolazione totale (vedi Figura 43), sono rare le zone in cui non si ravvisa la prossimità alle aree verdi. La cospicua presenza della popolazione in area rurale è sostanzialmente beneficiaria della prossimità alle aree naturali seppur non pubbliche.

Analogamente è stato condotto il medesimo studio suddiviso per fasce di popolazione, le fasce ritenute più vulnerabili ovvero i bambini da 0 a 5 anni, quelli da 6 a 11 anni e la popolazione anziana over 65 (vedi Figure 44, 45 e 46).

Figura 44. Mappa di influenza della forestazione diffusa in un raggio di 300 mt – popolazione 0/5 anni



Analizzando i risultati della sovrapposizione si ritiene opportuno prevedere mediante successivi interventi l'estensione di aree a verde contemplando non solo l'incremento arboreo ed arbustivo ma dotando anche di spazi di gioco e socializzazione.

Ribadendo che ogni area di intervento debba essere valutata singolarmente in fase di progetto specifico, al fine di indirizzare la progettazione si è ritenuto utile, sempre secondo la regola dei 300 metri di accessibilità, di indagare l'esistenza di una rete capillare di spazi gioco per bambini esistenti, laddove si riscontrano zone prive di spazi ludici, si provvederà a lasciare uno spazio adeguato affinché possa essere collocato anche in una fase successiva (Cfr con Figura 47).

Figura 45 . Mappa di influenza della forestazione diffusa in un raggio di 300 mt – popolazione 6/11 anni

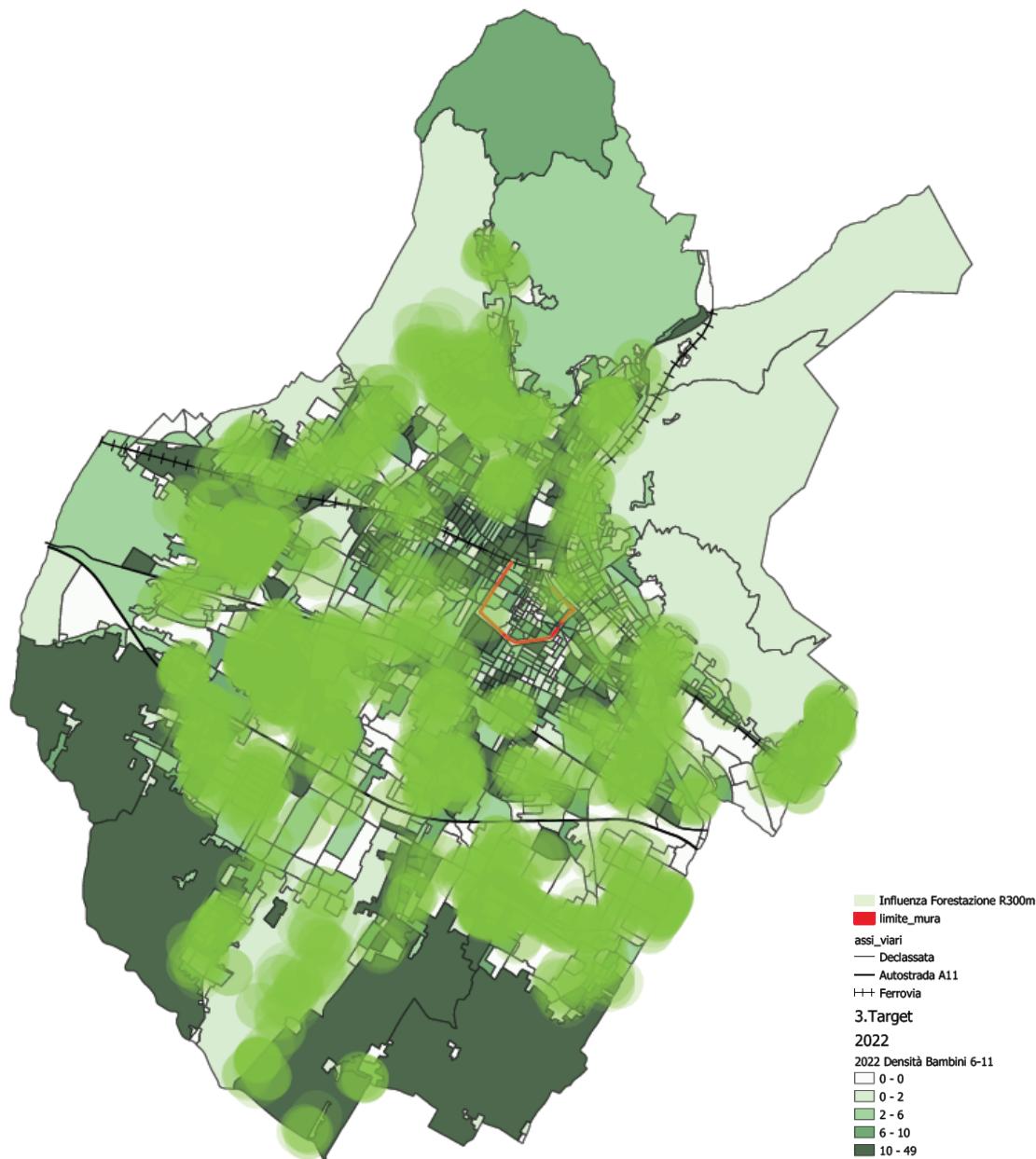


Figura 46. Mappa di influenza della forestazione diffusa in un raggio di 300 mt – popolazione 65/84 anni

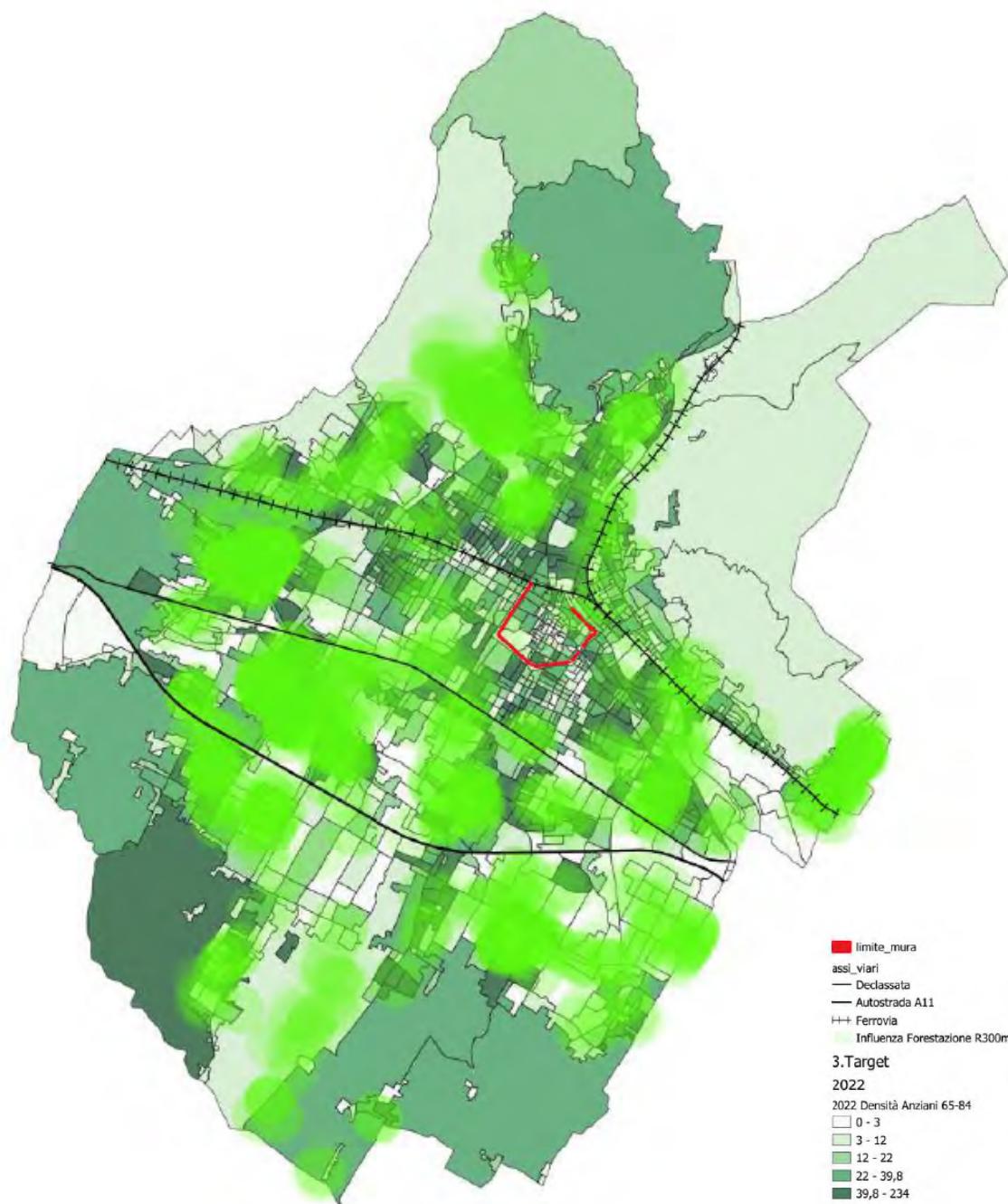
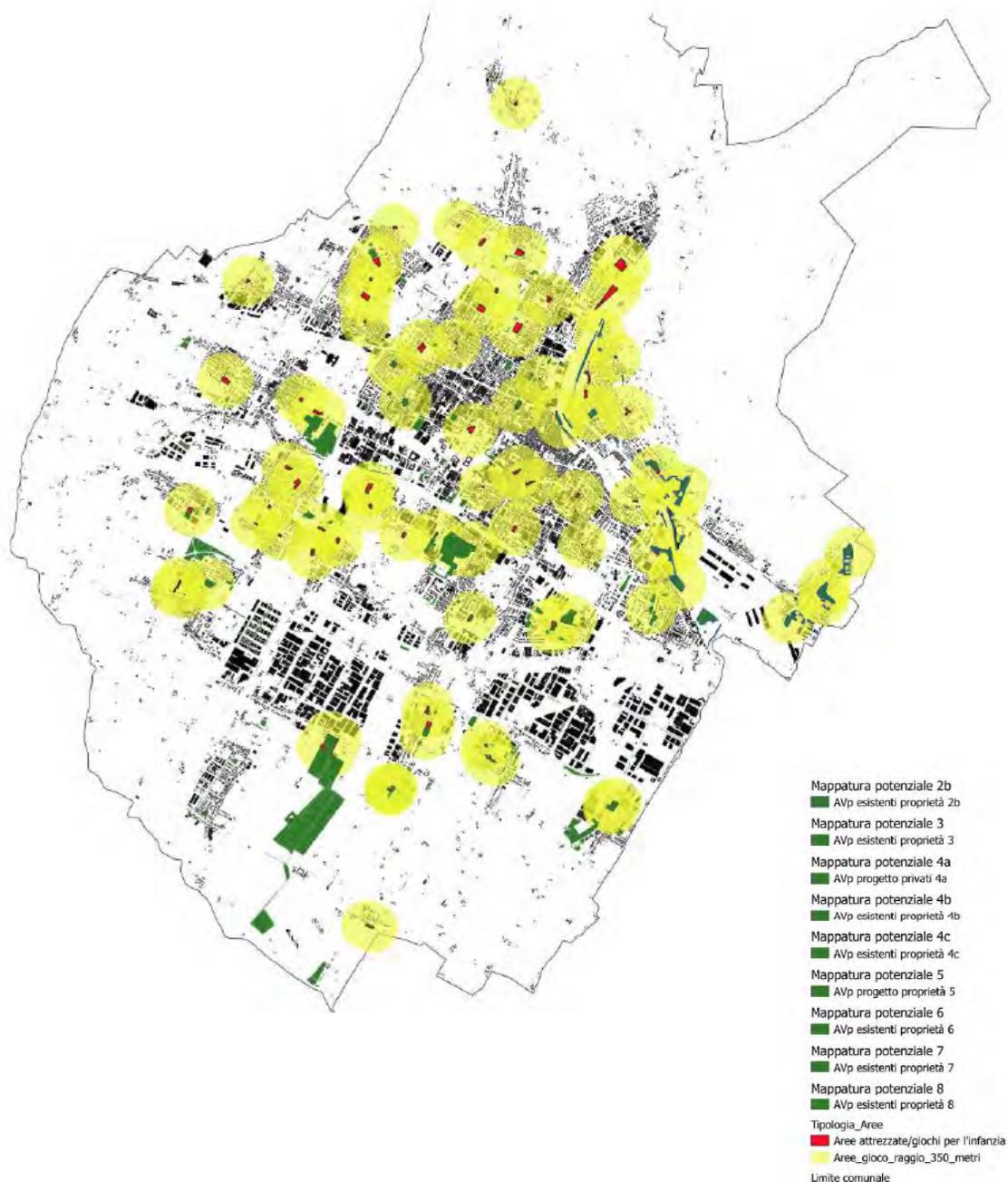


Figura 47. Mappa di influenza delle aree gioco per l'infanzia presenti nelle AVp con un raggio di 350 mt

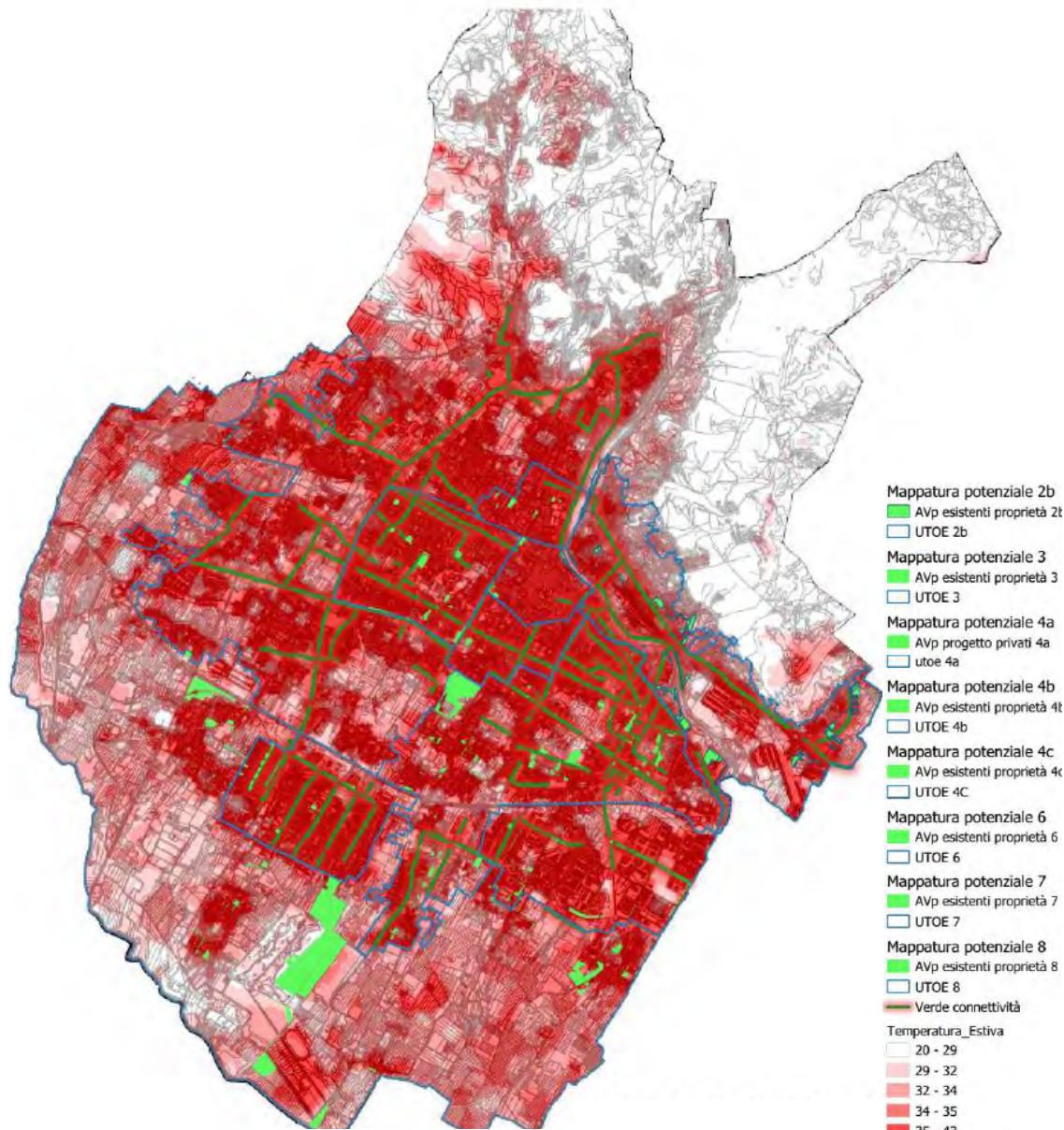


#### 4.4.2 Microclima e vivibilità – verde, temperature e polveri sottili

L'incremento della vegetazione attenua gli effetti delle temperature e delle isole di calore e riduce il rischio di esposizioni alle polveri sottili grazie ad un maggiore assorbimento da parte delle piante

Si è ritenuto pertanto necessario verificare e indirizzare mediante l'incrocio dei dati dedotti dall'analisi del contesto e filtrati attraverso il bagaglio degli studi sinora completati o in corso, di individuare le criticità e di conseguenza definire, a parità di risorse, le priorità di intervento.

*Figura 48. Mappa delle isole di calore estate 2021 sovrapposta a forestazione diffusa e verde di connettività*



L'incrocio delle aree forestabili associate al verde definito di connettività con le aree in cui si registra il picco delle temperature (oltre i 35°), ci offre la panoramica di intervento per mitigare gli effetti del calore.

Si sottolinea che le singole aree a verde apportano benefici locali ed effetti indotti nelle aree limitrofe, ma in una logica di infrastruttura verde, comunque di foresta urbana è evidente la necessità di realizzare la rete di verde di connettività come definita dal Piano Operativo.

*Figura 49. Mappa PM 10 stagione estiva 2021 rilevata dalle centraline AirQino di CNR (progetto Prato Urban Jungle)*

- Mappatura potenziale 2b
  - AVP esistenti proprietà 2b
- Mappatura potenziale 3
  - AVP esistenti proprietà 3
- Mappatura potenziale 4a
  - AVP progetto privati 4a
- Mappatura potenziale 4b
  - AVP esistenti proprietà 4b
- Mappatura potenziale 4c
  - AVP esistenti proprietà 4c
- Mappatura potenziale 6
  - AVP esistenti proprietà 6
- Mappatura potenziale 7
  - AVP esistenti proprietà 7
- Mappatura potenziale 8
  - AVP esistenti proprietà 8

Verde connettività - Action Plan Forestazione

Piano Struturale 2024

pag 66 di 86

PM2022

pm10\_warm\_season

6,1 - 7,9

7,9 - 9,9

Forestazione Diffusa

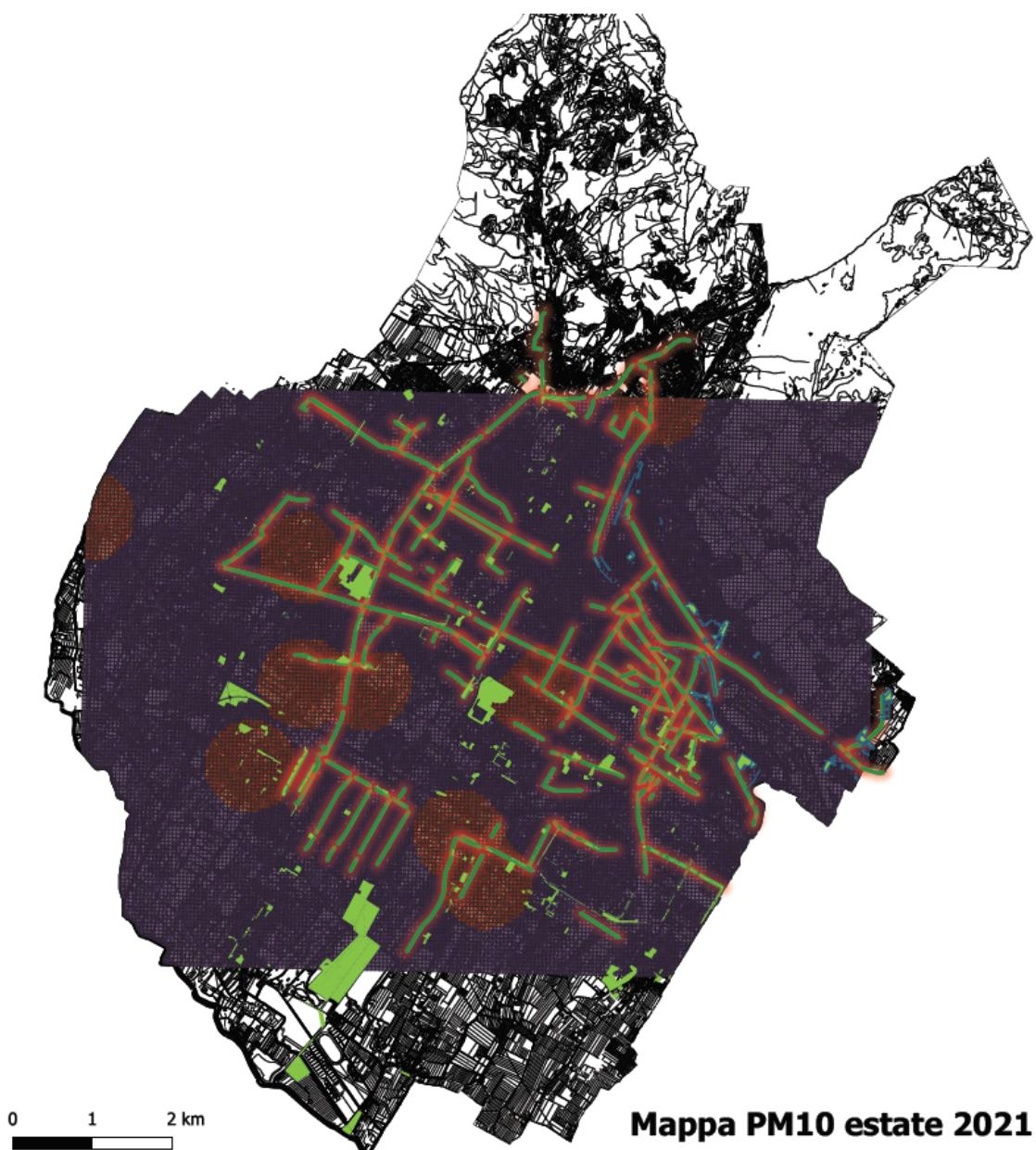


Figura 50. Mappa PM 2,5 stagione estiva 2021 rilevata dalle centraline AirQino di CNR (progetto Prato Urban Jungle)

Mappatura potenziale 2b  
 AVp esistenti proprietà 2b  
Mappatura potenziale 3  
 AVp esistenti proprietà 3  
Mappatura potenziale 4a  
 AVp progetto privati 4a  
Mappatura potenziale 4b  
 AVp esistenti proprietà 4b  
Mappatura potenziale 4c  
 AVp esistenti proprietà 4c  
Mappatura potenziale 5  
 AVp progetto proprietà 5  
Mappatura potenziale 6  
 AVp esistenti proprietà 6  
Mappatura potenziale 7  
 AVp esistenti proprietà 7  
Mappatura potenziale 8  
 AVp esistenti proprietà 8  
— Verde connettività - Action Plan Forestazione  
PM2022  
pm25\_warm\_season  
 3,12 - 3,646  
 3,646 - 3,773  
 3,773 - 3,878  
 3,878 - 3,938  
 3,938 - 3,99  
 3,99 - 4,087  
 4,087 - 4,23  
 4,23 - 5,399

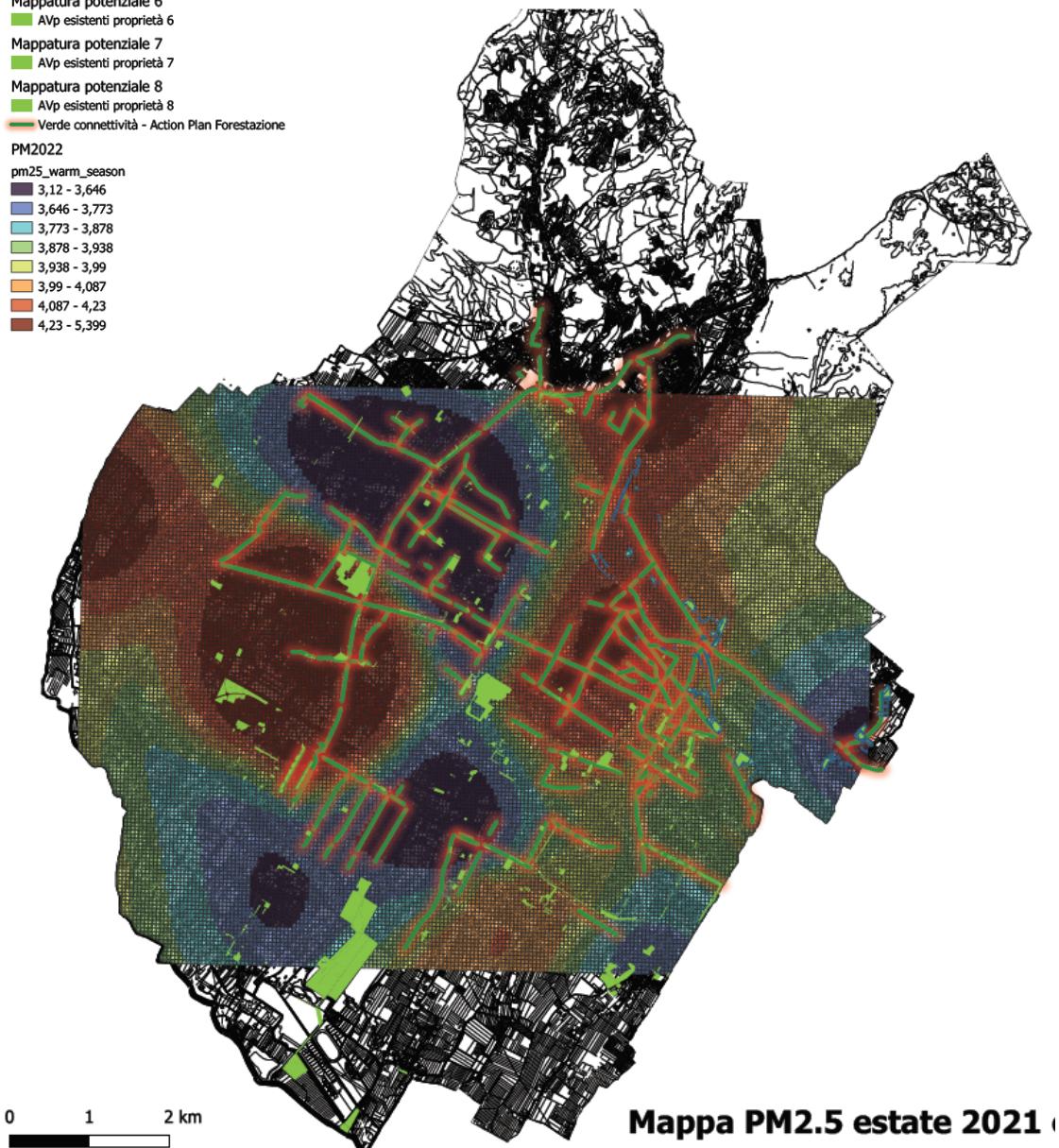


Figura 51. Mappa PM 10 stagione invernale 2021 rilevata dalle centraline AirQino di CNR (progetto Prato Urban Jungle)

Mappatura potenziale 2b  
 AVp esistenti proprietà 2b  
 Mappatura potenziale 3  
 AVp esistenti proprietà 3  
 Mappatura potenziale 4a  
 AVp progetto privati 4a  
 Mappatura potenziale 4b  
 AVp esistenti proprietà 4b  
 Mappatura potenziale 4c  
 AVp esistenti proprietà 4c  
 Mappatura potenziale 5  
 AVp progetto proprietà 5  
 Mappatura potenziale 6  
 AVp esistenti proprietà 6  
 Mappatura potenziale 7  
 AVp esistenti proprietà 7  
 Mappatura potenziale 8  
 AVp esistenti proprietà 8  
 Verde connettività - Action Plan Forestazione  
 PM2022  
 pm10\_cold\_season  
 21,5 - 23,9  
 23,9 - 27,3  
 27,3 - 29,5  
 29,5 - 30,9  
 30,9 - 32,2  
 32,2 - 34,8

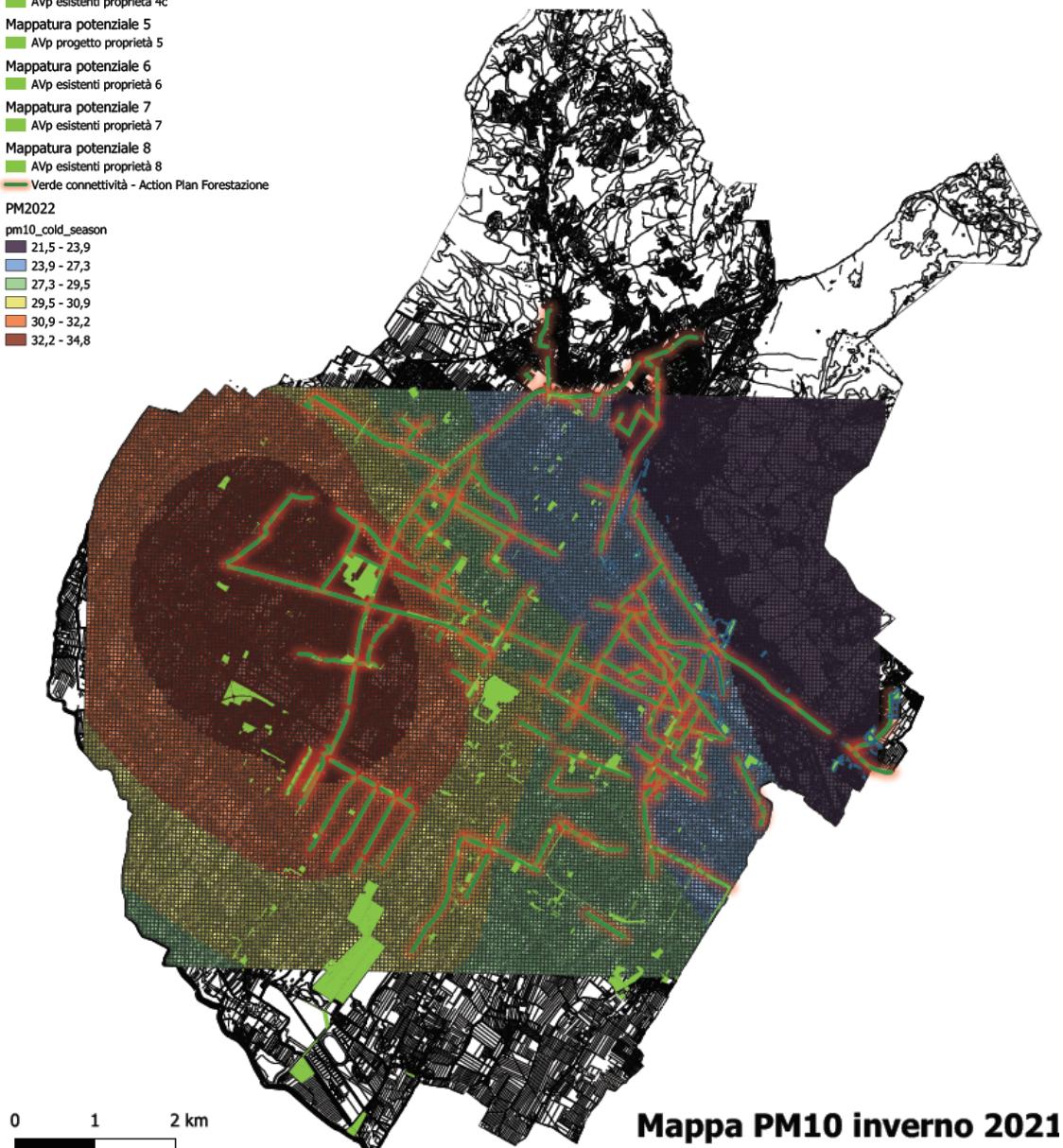
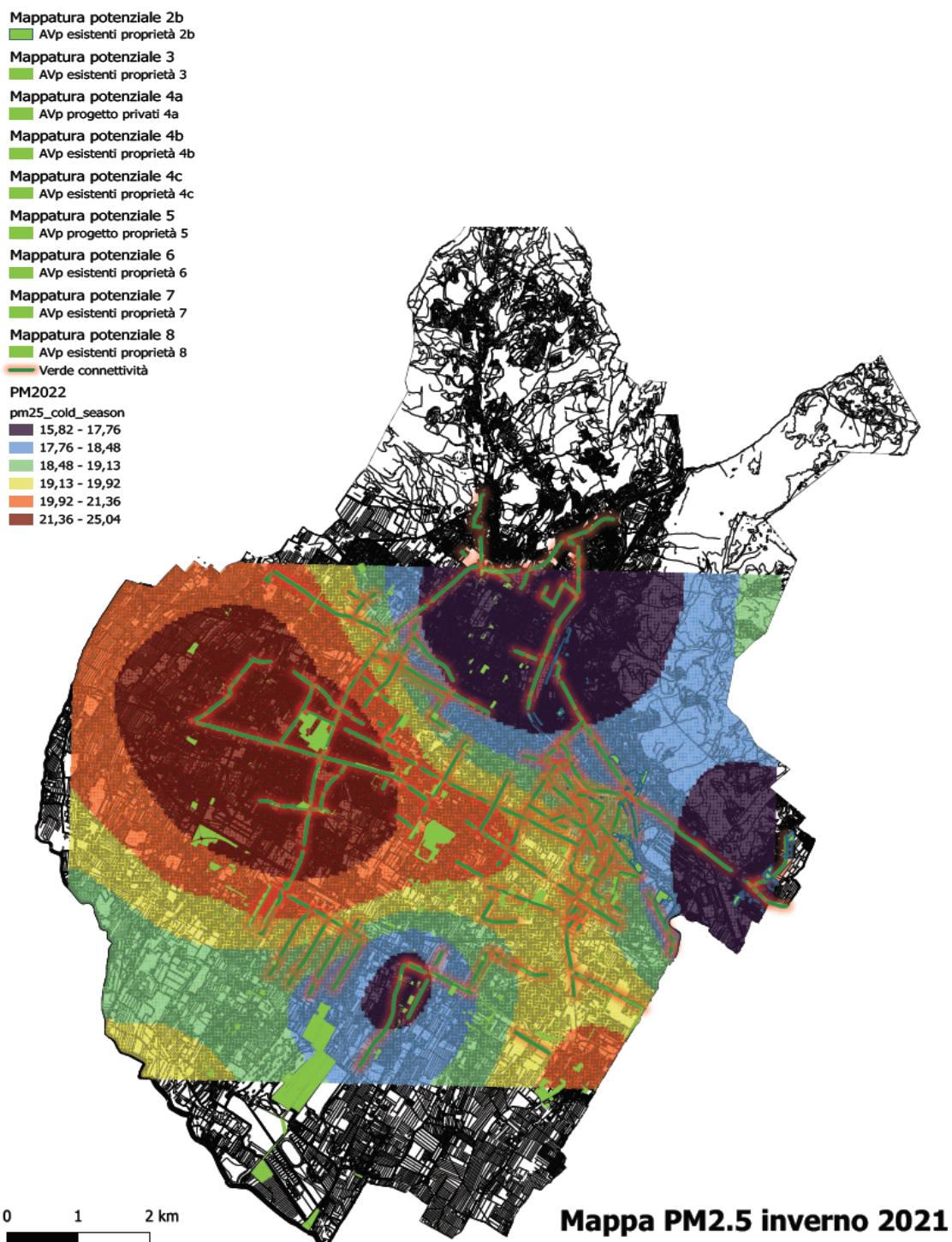


Figura 52. Mappa PM 2,5 stagione invernale 2021 rilevata dalle centraline AirQino di CNR (progetto Prato Urban Jungle)



Come ribadito in precedenza, il verde di connettività, grazie alla sua capillarità, apporta un significativo contributo al completamento della rete di qualità ecologica: riduce la superficie mineralizzata nelle sedi stradali di maggiore ampiezza; costituisce barriera vegetale continua o discontinua di mitigazione delle infrastrutture; aiuta a definire il margine urbano, contrasta l'inquinamento acustico e atmosferico, agisce come mitigatore climatico, migliora la percezione visiva del paesaggio urbano.

Analogamente sono stati sovrapposti i dati degli inquinanti aerei PM 10 e PM 2,5 sia nella stagione estiva che quella invernale in rapporto alle aree in cui si prevede di intervenire con la forestazione diffusa e con il verde di connettività.

Nelle aree più critiche poste al confine ovest tra Autostrada A11, Declassata e tangenziale ovest si registra un buon margine di intervento. È sicuramente una delle prime zone in cui concentrare gli interventi di messa a dimora non solo di alberature ma anche di cospicue fasce di arbusti con funzione di abbattimento delle polveri, in particolare a ridosso della viabilità come fasce tampone.

Alla luce di questi dati e di quanto premesso, e attraverso la ricerca letteraria, si può dedurre che la città di Prato abbia bisogno sia di nuovi spazi verdi che possano aiutare a migliorare le condizioni ambientali, ma anche il rinnovamento delle aree esistenti, con eventuale implementazione della dotazione arborea e dei percorsi ciclopediniali, in modo tale che la presenza di natura e la frequentazione di questi spazi da parte dei residenti possa avere una ricaduta positiva sulla loro salute e benessere.

#### 4.4.3 Microclima e popolazione esposta

Sempre a scala urbana è stato verificato nelle aree con picchi di temperatura oltre i 35°, la popolazione esposta: sono emerse quattro aree critiche di cui due in prossimità del centro storico (aree 1 e 3) e i due Macrolotti industriali (aree 2 e 4).

Figura 53. Mappa delle aree critiche per picchi di temperatura sovrapposta alla densità di popolazione

##### 1.Patogeno

- Zone Picchi T° 2019-2022
- limite\_mura

##### 3.Target

2022

2022 Densità Residenti

- 0 - 20
- 20 - 65
- 65 - 123
- 123 - 216
- 216 - 866

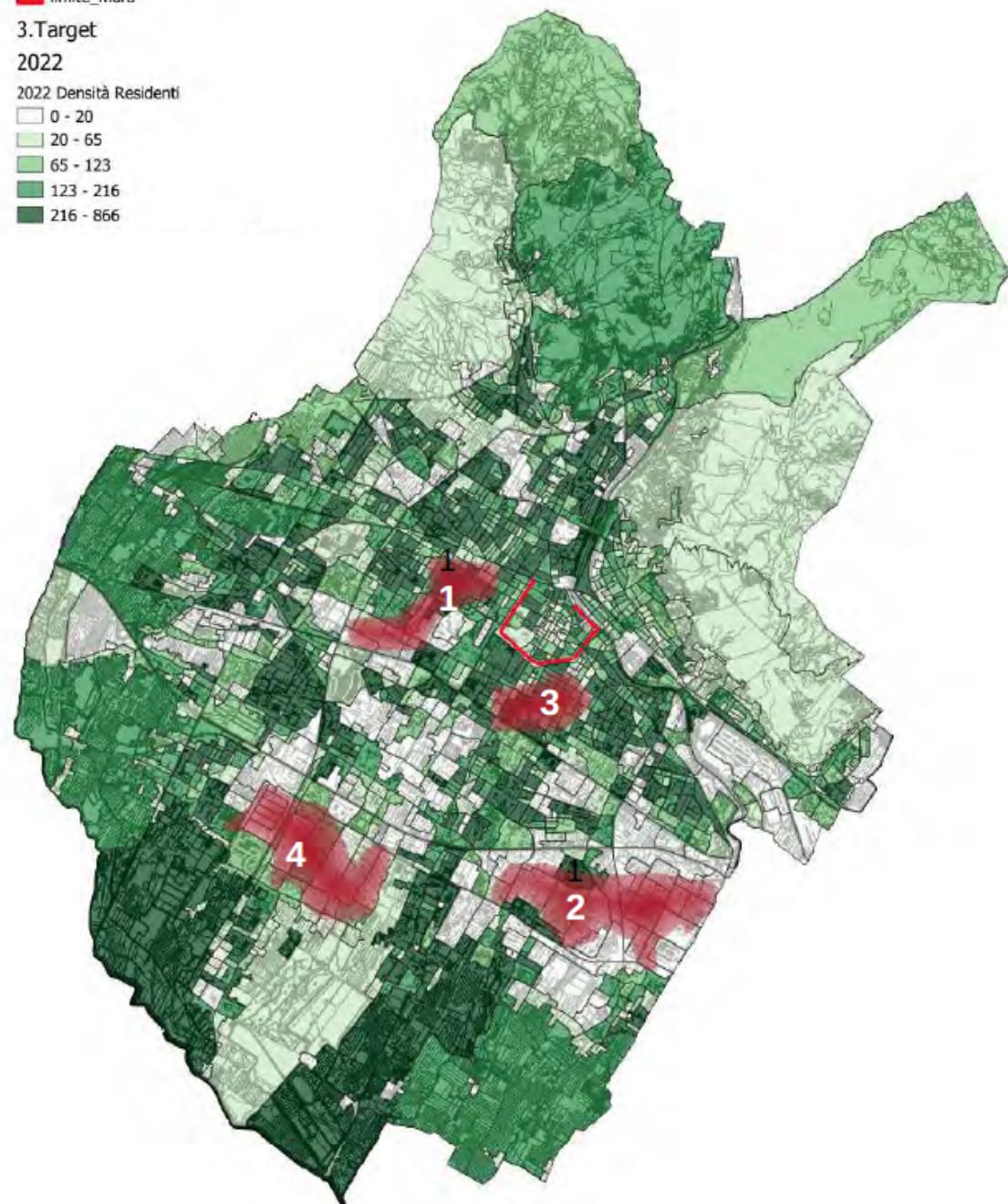
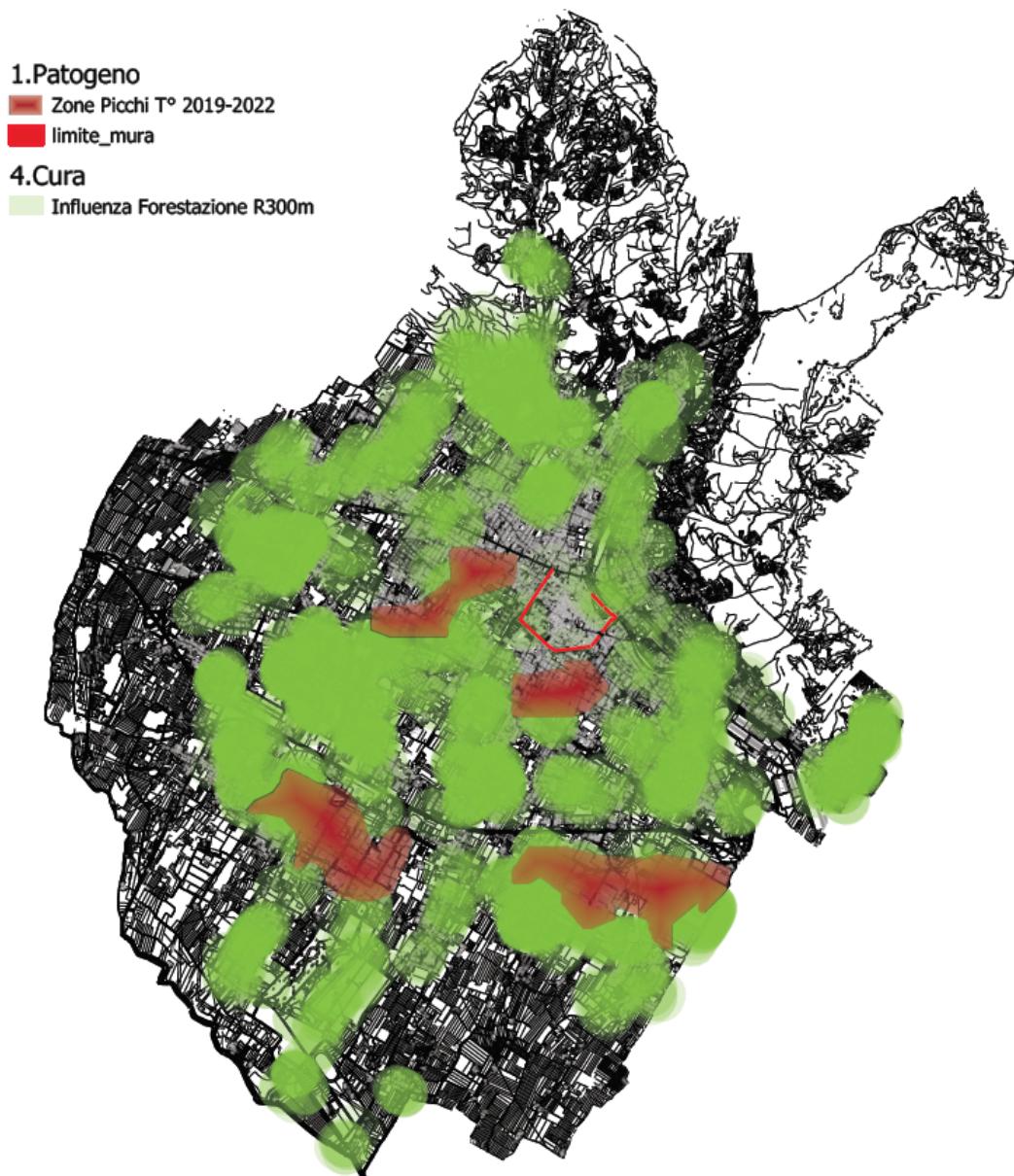


Figura 54. Tabella con distribuzione della popolazione nelle aree a rischio di isola di calore

	Zona1	Zona2	Zona3	Zona4
piccoli	294	64	588	29
bambini	367	85	600	46
ragazzi	531	144	951	51
adulti	4279	984	7909	572
anziani	756	181	1944	113
over85	154	38	406	17
Ita	2516	1202	8221	458
stra	3865	294	4177	370
tot	6381	1496	12398	828
maschi	3239	723	6087	395
femmine	3142	773	6311	433

Figura 55. Mappa delle aree a maggior rischio per isola di calore e la prossimità delle aree di forestazione – 300 mt



Entrambe le aree a ridosso del centro storico sono dense e impermeabilizzate e dove le aree disponibili per la forestazione sono ridotte e in alcuni casi assenti, occorre lavorare quindi sulla riduzione delle superfici impermeabili mediante la depavimentazione e dove non possibile con utilizzo di materiali con alta riflettanza e con la trasformazione delle coperture analogamente con materiali ad alta riflettanza e dove possibile con verde pensile.

Nei due Macrolotti industriali non solo valgono le medesime indicazioni, ma a questo si aggiunge la necessità di intervenire sulla viabilità con alberate, con la trasformazione delle aree a parcheggio mediante maggiore ombreggiatura e con l'acquisizione da parte dell'Amministrazione di aree oggi scoperte su cui intervenire con la forestazione.

#### 4.4.4 Numeri: benefici, quantità e costi degli interventi

Scelte le aree di intervento, viste le relazioni con dati demografici e ambientali, selezionate le superfici forestabili, definite le priorità è utile fare un punto sui costi e benefici dell'intervento nel suo complesso, demandando al singolo progetto la definizione delle specifiche quantità, specie arboree e costi puntuali.

Figura 56. Tabella della previsione di copertura arborea per singola UTOE



Come si evince dalla tabella la previsione di porre a dimora un elevato numero di alberature incrementa notevolmente il Tree Canopy Cover, riveste grande importanza per ridurre i rischi dell'incremento delle temperature, oltre a benefici ulteriori per il benessere e la salute. I dati offrono anche la lettura delle diverse specie suddivise per classi di grandezza, necessario non solo per la biodiversità, ma per intercettare alle diverse altezze gli inquinanti oltre che per l'effetto gradevole dal punto di vista estetico.

Si evidenzia, come riscontrabile dai grafici, che parte significativa della forestazione si concentra nell'UTOE 5, caratterizzata sia da livelli di PM 10 e 2,5 più alti, sia dalla presenza importante di isole di calore.

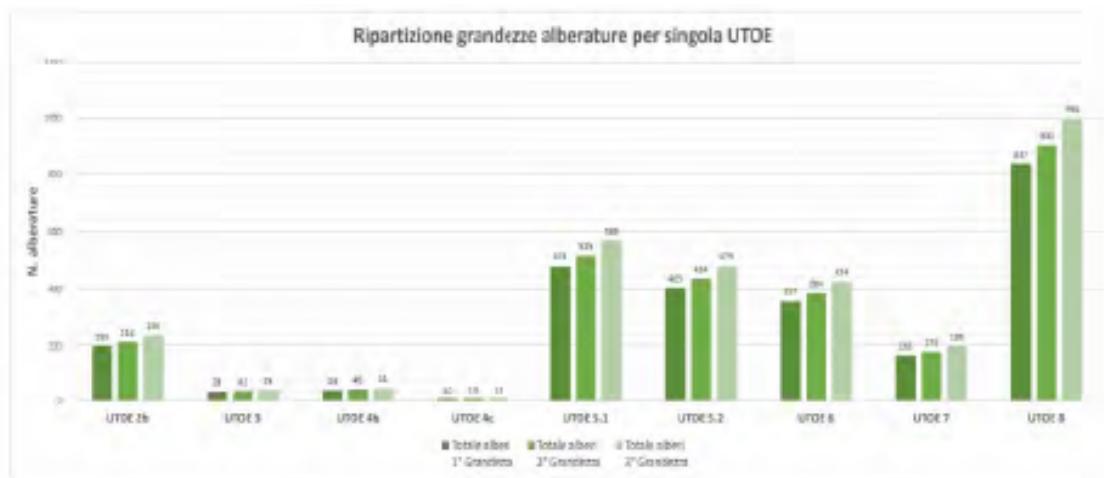
L'incremento totale stimato della superficie coperta dalle chiome sarà pari a 573.200 mq circa. L'incremento poggerà su un totale di 8.263 nuovi alberi, che rappresenteranno un incremento del +28% rispetto al numero attuale.

Nella tabella di cui sotto riportata sono esplicite per classi di grandezza le alberature per singola UTOE.

Al fine di identificare un modello generatore della progettualità economica è stata utilizzata una matrice arborea composta, rispetto alla superficie forestabile, come segue:

- 50% alberature di prima grandezza;
- 30% alberature di seconda grandezza;
- 20% alberature di terza grandezza.

*Figura 57. Tabella con ripartizione per classi di grandezza delle alberature per singola UTOE*



Le matrici utilizzate consentono di estrarre i dati per stimare costi e benefici delle alberature.

Si specifica che la composizione scelta, rispetto al parametro sempreverdi e caducifolia, tiene conto della complessiva composizione del sistema arboreo comunale che già vede una presenza di sempreverdi pari al 38% circa del totale.

Dai costi e dalla stima dei benefici sono escluse le menzionate e necessarie fasce tampone, costituite da arbusti, per l'assorbimento delle polveri sottili, oltre che per l'incremento della biodiversità ed altri benefici esposti nei paragrafi precedenti.

Per quanto riguarda i benefici ambientali degli alberi, al fine di produrre una stima sommaria dello stoccaggio di CO<sub>2</sub> e dell'assorbimento di nitrato, ozono e PM 10, non potendo prevedere in questa fase le specifiche per ogni progetto si ipotizza, di utilizzare:

4 specie arboree di prima grandezza

*Celtis australis* – bagolaro

*Platanus x acerifolia* – platano

*Quercus ilex* – leccio

*Tilia cordata* - tiglio

4 specie arboree di seconda grandezza:

- Acer campestre* – acero campestre
- Acer Platanoides* – acero riccio
- Carpinus betulus* – carpino bianco
- Morus alba* – gelso

4 specie arboree di terza grandezza

- Cercis siliquastrum* – albero di giuda
- Fraxinus ornus* - orniello
- Lagerstroemia indica* – lagastroemia
- Pyrus calleryana* – pero cinese

Nella stima attesa, in sintesi si prevede uno stoccaggio annuale di CO<sub>2</sub> pari a circa 574 tonnellate.

Contemporaneamente dalle chiome si attende la cattura media annuale di particolato PM10 pari a circa 2844 kg. Le quantità sopra descritte dovrebbero essere destinate a implementare attuando una corretta cura del patrimonio arboreo, ad esempio non eseguendo errate potature ed altro.

Figura 58. Tabella sinottica, stima di massima di stocaggi e assorbimenti delle alberature di I, II e II grandezza

Specie	nome comune	totale	classe grandezza	caratteristiche	CO2 sequestrata anno per specie (t/anno)	CO2 sequestrata anno e n° individui (t/anno)	O3 assorbimento netto giornaliero (g)	NO2 assorbimento netto giornaliero (g)	PM10 assorbimento giornaliero (g)	O3 assorbimento netto stagione estiva (kg)	NO2 assorbimento netto annuale (kg)	PM10 assorbimento annuale (kg)
<i>Celtis australis</i>	bagolaro	632	I	caducifolia	0,079	49,928	6,185	2,156	0,469	351,8028	272,5184	59,2816
<i>Platanus x acerifolia</i>	platano acerifolia	632	I	caducifolia	0,0822	51,950	28,396	14,422	1,876	1615,16448	1822,9408	237,1264
<i>Quercus ilex</i>	leccio	632	I	sempreverde	0,0899	56,817	-22,095	8,191	12,577	-1256,7636	1035,3424	1589,7328
<i>Tilia cordata</i>	tiglio	632	I	caducifolia	0,0606	38,299	32,772	11,594	2,84	1864,07136	1465,4816	358,976
<b>totale alberi I grandezza</b>					<b>196,994</b>					<b>2574,27504</b>	<b>4596,2832</b>	<b>2245,1168</b>
<i>Acer campestre</i>	acer campestre	680	II	caducifolia	0,0282	19,176	6,185	2,156	0,469	378,522	293,216	63,784
<i>Acer platanoides</i>	acer riccio	680	II	caducifolia	0,0805	54,740	26,04	9,282	2,58	1593,648	1262,352	350,88
<i>Carpinus betulus</i>	carpino bianco	680	II	caducifolia	0,2171	147,628	13,798	5,109	1,099	844,4376	694,824	149,464
<i>Morus alba</i>	gelso	680	II	caducifolia	0,0298	20,264	3,095	1,369	0,115	189,414	186,184	15,64
<b>totale alberi II grandezza</b>					<b>241,808</b>					<b>3006,0216</b>	<b>2436,576</b>	<b>579,768</b>
<i>Cercis siliquastrum</i>	albero di Giuda	752	III	caducifolia	0,0503	37,826	na	na	na			
<i>Fraxinus ornus</i>	orniello	752	III	caducifolia	0,0236	17,747	2,42	0,945	0,041	163,7856	142,128	6,1664
<i>Lagerstroemia indica</i>	lagastroemia	752	III	caducifolia	0,0068	5,114	na	na	na			
<i>Pyrus calleryana</i>	pero cinese	752	III	caducifolia	0,0989	74,373	2,236	0,845	0,092	151,33248	127,088	13,8368
<b>totale alberi III grandezza</b>					<b>135,059</b>					<b>315,11808</b>	<b>269,216</b>	<b>20,0032</b>
	<b>totale</b>	<b>8256</b>				<b>573,862</b>				<b>5895,41</b>	<b>7302,08</b>	<b>2844,89</b>

Al fine di dare “credibilità” progettuale all’azione di forestazione è stata elaborata una ipotesi di necessità economica pari a € 3.545.400,00, a cui si sommeranno € 354.000,00 di IVA al 10%, per un totale di € 3.900.000,00.

L’ipotesi è composta da due macro fonti di investimento: la fornitura degli alberi e l’impianto d’irrigazione.

Dall'analisi del primo macro elemento - le **alberature** - si ipotizza che l'importo per albero sarebbe pari a € 470,00 circa, comprensivo di irrigazione.

Il prezzo si riferisce ad una alberatura di 18/20 cm di circonferenza del fusto, in quanto ritenuta il miglior compromesso fra attese estetiche, resistenza agli stress meccanici, vandalizzazioni e tempistica attesa per fornire reali benefici.

A solo scopo comunicativo si specifica che, idealmente, l'intervento comporterà una spesa per abitante pari a € 19,50, cifra più che congrua se correlata ai benefici che porterà al territorio.

Al pari si potrebbe stimare che per ogni mq di chioma, che si tradurrà in ombra nel periodo estivo-siccitoso, verrà investito circa € 6,80, cifra che se l'attuale tendenza climatica si confermasse (ampliamento periodo estivo) risulterà più che congrua rispetto ai benefici (ombreggiamento in primis) che produrrà.

Il secondo macro elemento, l'**impianto di irrigazione**, si ipotizza potrebbe avere un importo pari a € 614.000,00, pari al 16% circa dell'importo complessivo.

La scelta di tale soluzione nasce dal fatto che lo stesso servizio d'irrigazione eseguito con autobotte avrebbe sia un costo pari a circa € 2.200.000,00 (ipotizzando un ciclo di tre anni), sia un maggior rischio di mortalità delle alberature oltre che ad una mancata potenzialità per lo sviluppo della futura foresta urbana. A questo, infine, si sommi l'incremento di CO<sub>2</sub> derivante dall'utilizzo di automezzi a motore.

Una prima applicazione ragionata dei dati economici sopra descritti forniscono alcune evidenze che concretizzano delle potenziali priorità d'intervento, che andiamo di seguito ad oggettivare:

- a) *Contrasto alla concentrazione di PM10 e 2,5 nell'area ovest* (vedi fig. 49-50-51-52): descritto al paragrafo 4.2.3, porta beneficio ad una platea stimata in 27.176 residenti, di cui 2.381 bambini in fascia di età 0 -11 anni e 6053 over 65 anni, mediante interventi su n. 31 aree e un investimento pari a € 1.190.549,95 escluso IVA;
- b) *Contrasto picchi di calore* (vedi fig. 53-54): descritto al paragrafo 4.3.3, porterà beneficio ad una platea stimata in 21.103 residenti, di cui 2073 bambini in fascia di età 0 - 11 anni, mediante interventi su n. 37 aree e un investimento pari a € 1.738.376,74 escluso IVA.

Si specifica, rispetto a quanto sopra, che una parte degli interventi adempiono ad entrambe le priorità.

Per completezza dell'ipotesi progettuale, occorre volgere l'attenzione anche alla sostenibilità economica della strategia rispetto all'attuale modello gestionale (Consiag Servizi Comuni).

Gli indicatori elaborati ad oggi, prevedono un investimento in cura per singolo albero pari a € 14,50, conseguentemente nel futuro potrebbe verificarsi un progressivo incremento nel contratto di servizio di cura arborea pari a circa € 120.000,00 escluso IVA. Quanto affermato è però solo una ipotesi perché un periodo di otto anni potrebbe comportare

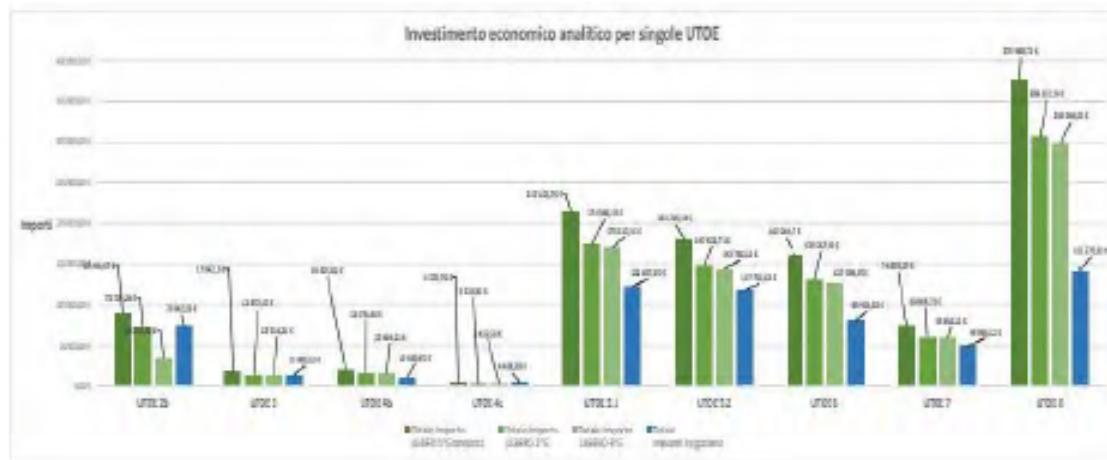
numerose variabili (es: ottimizzazione spese, riduzioni costi ed altro) che assorbiranno l'eventuale incremento.

Nei grafici che seguono viene data visualizzazione di quanto descritto, mostrando i singoli argomenti trattati.

Figura 59. Tabella di sintesi dei costi e benefici dell'intervento di forestazione diffusa

Quadro_Premi Quadro di sintesi FORESTAZIONE DIFFUSA																				
Legende:	Descrizione:	UTOR 2b		UTOR 3		UTOR 4c		UTOR 4d		UTOR 5,1		UTOR 6,2		UTOR 6		UTOR 7		UTOR 8		
		M <sup>+</sup>	M <sub>-</sub>																	
Totale effetti	Un albero di diametro da 10 a 12 m, con una copertura di 100% della superficie terrena con cespugli, con un costo di 1000 euro per albero.	146	22.400,00	40	4.020,00	-42	7.000,00	13	1.000,00	416	64.000,00	400	40.000,00	202	40.214,00	146	14.160,00	427	41.340,00	
Veloci effetti	Veloci effetti: 10 anni, con una copertura di 100% della superficie terrena con cespugli, con un costo di 1000 euro per albero.	234	19.400,00	40	2.500,00	-49	2.000,00	13	1.180,00	575	10.000,00	404	27.000,00	204	14.180,00	175	11.370,00	595	50.730,00	
Veloci prezzi	Veloci prezzi: 10 anni, con una copertura di 100% della superficie terrena con cespugli, con un costo di 1000 euro per albero.	236	19.840,00	40	1.710,00	-31	1.950,00	11	1.050,00	389	21.000,00	479	15.000,00	406	14.175,00	186	7.715,00	885	37.810,00	
Totale effetti	Totale singole UTOR		649	44.921,00	126	8.030,00	141	1.750,00	21	2.040,00	1261	18.650,00	1216	91.820,00	1165	60.620,00	542	27.950,00	2722	129.011,00
Totale M2 copertura arborea attesa	Totale M2 copertura arborea attesa		6263	100%																
Totale N. Alberature	Totale N. Alberature		2538	33%																
Totale N. Alberature di 1° generazione	Totale N. Alberature di 1° generazione		2723	33%																
Totale N. Alberature di 2° generazione	Totale N. Alberature di 2° generazione		3010	38%																
Totale N. Alberature di 3° generazione	Totale N. Alberature di 3° generazione		372	28%																
STIMA BENEFICI ECOSISTEMICI ATTESI																				
Legende:	Descrizione:	UTOR 2b		UTOR 3		UTOR 4c		UTOR 4d		UTOR 5,1		UTOR 6,2		UTOR 6		UTOR 7		UTOR 8		
		M <sup>+</sup>	M <sub>-</sub>																	
Totale Importo Alberature	Un albero di diametro da 10 a 12 m, con una copertura di 100% della superficie terrena con cespugli, con un costo di 1000 euro per albero.	132	130.491,40	30	1.730,00	-42	4.020,00	10	1.000,00	479	10.000,00	404	27.000,00	204	14.180,00	175	11.370,00	595	50.730,00	
Totale N. Alberature	Totale N. Alberature		2538	33%																
Totale N. Alberature di 1° generazione	Totale N. Alberature di 1° generazione		2723	33%																
Totale N. Alberature di 2° generazione	Totale N. Alberature di 2° generazione		3010	38%																
Totale N. Alberature di 3° generazione	Totale N. Alberature di 3° generazione		372	28%																
Totale singole UTOR	Totale singole UTOR		649	44.921,00	126	8.030,00	141	1.750,00	21	2.040,00	1261	18.650,00	1216	91.820,00	1165	60.620,00	542	27.950,00	2722	129.011,00
Totale Importo Alberatura (A)	Totale Importo Alberatura (A)		€ 2.908.628,95	83%																
STIMA INVESTIMENTO ECONOMICO PER I BENEFICI ECOSISTEMICI: ALBERATURE																				
Legende:	Descrizione:	UTOR 2b		UTOR 3		UTOR 4d		UTOR 5,1		UTOR 6,2		UTOR 6		UTOR 7		UTOR 8				
		M <sup>+</sup>	M <sub>-</sub>																	
Totale Importo Alberature	Un albero di diametro da 10 a 12 m, con una copertura di 100% della superficie terrena con cespugli, con un costo di 1000 euro per albero.	132	130.491,40	30	1.730,00	-42	4.020,00	10	1.000,00	479	10.000,00	404	27.000,00	204	14.180,00	175	11.370,00	595	50.730,00	
Totale Importo Alberatura 2°	Totale Importo Alberatura 2°		214	12.020,00	41	1.120,00	-49	4.020,00	10	1.000,00	479	10.000,00	404	27.000,00	204	14.180,00	175	11.370,00	595	50.730,00
Totale Importo Alberatura 3°	Totale Importo Alberatura 3°		236	13.020,00	41	1.230,00	-31	4.020,00	11	1.050,00	389	11.000,00	479	15.000,00	406	14.175,00	186	7.715,00	885	37.810,00
Totale Importo UTOR	Totale Importo UTOR		649	44.921,00	126	8.030,00	141	1.750,00	21	2.040,00	1261	18.650,00	1216	91.820,00	1165	60.620,00	542	27.950,00	2722	129.011,00
Totale Importo Alberatura (A)	Totale Importo Alberatura (A)		€ 2.908.628,95	83%																
STIMA INVESTIMENTO ECONOMICO PER I BENEFICI ECOSISTEMICI: IRRIGAZIONE																				
Legende:	Classi Stato:	UTOR 2b		UTOR 3		UTOR 4d		UTOR 5,1		UTOR 6,2		UTOR 6		UTOR 7		UTOR 8				
		M <sup>+</sup>	M <sub>-</sub>																	
Totale Irrigazione	Irrigazione: per albero di età compresa tra 10 e 12 anni, mediante spese addizionali per acquisto di un impianto di irrigazione per ciascun albero.	610.980,00	1.210,00	40	1.210,00	40	1.210,00	10	1.210,00	479	1.210,00	404	1.210,00	204	1.210,00	175	1.210,00	595	1.210,00	
Totale Irrigazione Rete	Irrigazione: per rete di irrigazione, mediante spese addizionali, in base alla zona idrografica che ne risulta idonea.	430.360,00	860,00	41	860,00	41	860,00	10	860,00	479	860,00	404	860,00	204	860,00	175	860,00	595	860,00	
Totale Irrigazione Autonoma	Irrigazione: per impianto di irrigazione autonomo, mediante spese addizionali per acquisto di un impianto di irrigazione autonomo, con somministrazione idrica diretta, con un impianto per ogni albero necessario, 120 impianti PEGASI diam. 12 mm.	1.120.720,00	2.240,00	41	2.240,00	41	2.240,00	10	2.240,00	479	2.240,00	404	2.240,00	204	2.240,00	175	2.240,00	595	2.240,00	
Totale singole UTOR	Totale singole UTOR		€ 1.120.720,00	2.240,00																
Totale Importo Irrigazione (B)	Totale Importo Irrigazione (B)		€ 1.614.327,02	17%																
RISCONTRO CONVENZIONE/IMPONTO IRRIGAZIONE VS AUTODITTE PER 3 ANNI																				
Totale Irrigazione	Irrigazione: il risparmio dell'impianto di irrigazione è di circa 1000 m <sup>3</sup> /anno, con una risparmiariazza idrica stimata al 50% rispetto all'impianto irrigazione esistente.	610.980,75	1.204,50	40	1.204,50	40	1.204,50	10	1.204,50	479	1.204,50	404	1.204,50	204	1.204,50	175	1.204,50	595	1.204,50	
Totale Irrigazione Autonoma	Irrigazione: il risparmio dell'impianto di irrigazione autonomo è di circa 1000 m <sup>3</sup> /anno, con una risparmiariazza idrica stimata al 50% rispetto all'impianto irrigazione esistente.	1.120.720,75	2.240,50	41	2.240,50	41	2.240,50	10	2.240,50	479	2.240,50	404	2.240,50	204	2.240,50	175	2.240,50	595	2.240,50	
Totale Importo Irrigazione Autonoma	Totale Importo Irrigazione Autonoma		€ 1.731.711,50	35%																
ANALISI SINTESI INVESTIMENTO																				
Total Importo Investimento (A)+ (B)	Total Importo Investimento (A)+ (B)		€ 3.545.406,40																	
Iva 10%	Iva 10%		€ 354.546,65																	
Total Importo	Total Importo		€ 3.900.913,13																	
Investimento per singolo albero	Investimento per singolo albero		€ 471,90																	
Investimento per mq di clima attiva	Investimento per mq di clima attiva		€ 6,00																	
Investimento per ABITANTE	Investimento per ABITANTE		€ 19,90																	
Incremento % su patrimonio arboreo pubblico	Incremento % su patrimonio arboreo pubblico		27,5%																	

Figura 60. Analisi dati economici complessivi



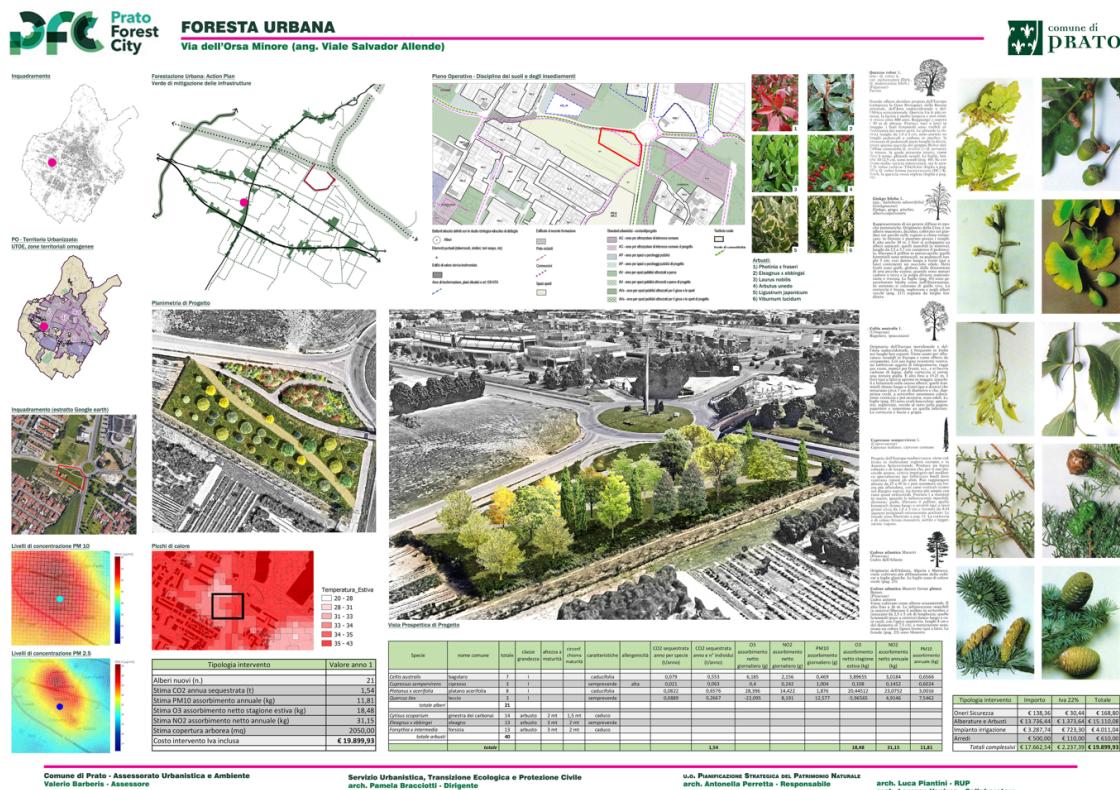
#### 4.4.5 Format di progetto

Molte delle aree in cui si prevede di intervenire hanno spazi per la messa a dimora delle alberature di dimensioni inferiori al mezzo ettaro, in cui si va ad integrare il patrimonio arboreo ed arbustivo in buona parte già presente.

Seppur di dimensioni ridotte costituiscono tasselli della foresta urbana, cellule di un unicum.

Pertanto è stato messo a punto un format di cui alla figura sottostante. Dette tavole possono essere messe a disposizione sulla piattaforma Prato Forest City ed essere oggetto di campagne di crowdfunding, o finanziate attraverso altre modalità.

Figura 61. Tavola di esempio di intervento



Nella tavola predisposta a titolo di esempio sono riportate una sezione di inquadramento (collocazione dell'intervento, l'UTOE di riferimento, la strategia della Forestazione Urbana messa in atto, l'estratto della disciplina di suolo del Piano Operativo), le criticità ambientali (estratti dei livelli di concentrazione del PM 10 e PM 2,5, temperature estive) il progetto (stato di fatto da foto aerea, progetto e fotoinserimento), alberi ed arbusti messi a dimora (foto, caratteristiche ed eventuali fioriture) e le schede relative a costi (tipologia e importo dei lavori) e benefici dell'intervento (specie arboree ed arbustive con caratteristiche, eventuale allergenicità,

calcolo della CO<sub>2</sub> sequestrata e dell'assorbimento degli altri inquinanti<sup>10)</sup> oltre ad una tabella di stima del valore rispetto al costo per il primo anno.

**10** Valori desunti da "Piano Regionale per la Qualità dell'Aria Ambiente – PRQA" – Linee guida per la messa a dimora di specifiche specie arboree per l'assorbimento di biossido di azoto, materiale particolato fine e ozono, Regione Toscana, 2018