



# Progetto regionale Urban Forestry: qualità dell'aria outdoor in una città di medie dimensioni e capacità di assorbimento di inquinanti atmosferici e gas climalteranti da parte del verde

Enrico Bonansea (1), Cristina Littera (1), Cristina Otta (1), Sara Vazzola (1),  
Rita Baraldi (2,) Cinzia De Benedictis (2) Luisa Neri (2)  
Arkadiusz Przybysz (3), Robert Popek (3)

(1) Arpa Piemonte, Dipartimento Territoriale Piemonte Sud-Est;

(2) CNR - Istituto per la BioEconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Bologna (IBE\_CNR);

(3) Warsaw University of Life Sciences. Section of Basic Research in Horticulture, Department of Plant Protection, Institute of Horticultural Science  
Warsaw, Poland

# INTRODUZIONE

- Il progetto di valutazione della “Capacità della vegetazione di mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici” **avviato da Arpa e CNR iBE sulla Città di Asti, si colloca nell’ambito dell’iniziativa progettuale “Urban Forestry” avviata nel 2017 da Regione Piemonte**, per dare attuazione alla D.G.R. n. 24-4638 /2017 “Disposizioni per lo sviluppo del mercato volontario dei crediti di carbonio da selvicoltura nella Regione Piemonte”, coerentemente con quanto previsto dalla Legge 221 del 28 dicembre 2015 “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali in materia di servizi ecosistemici”.

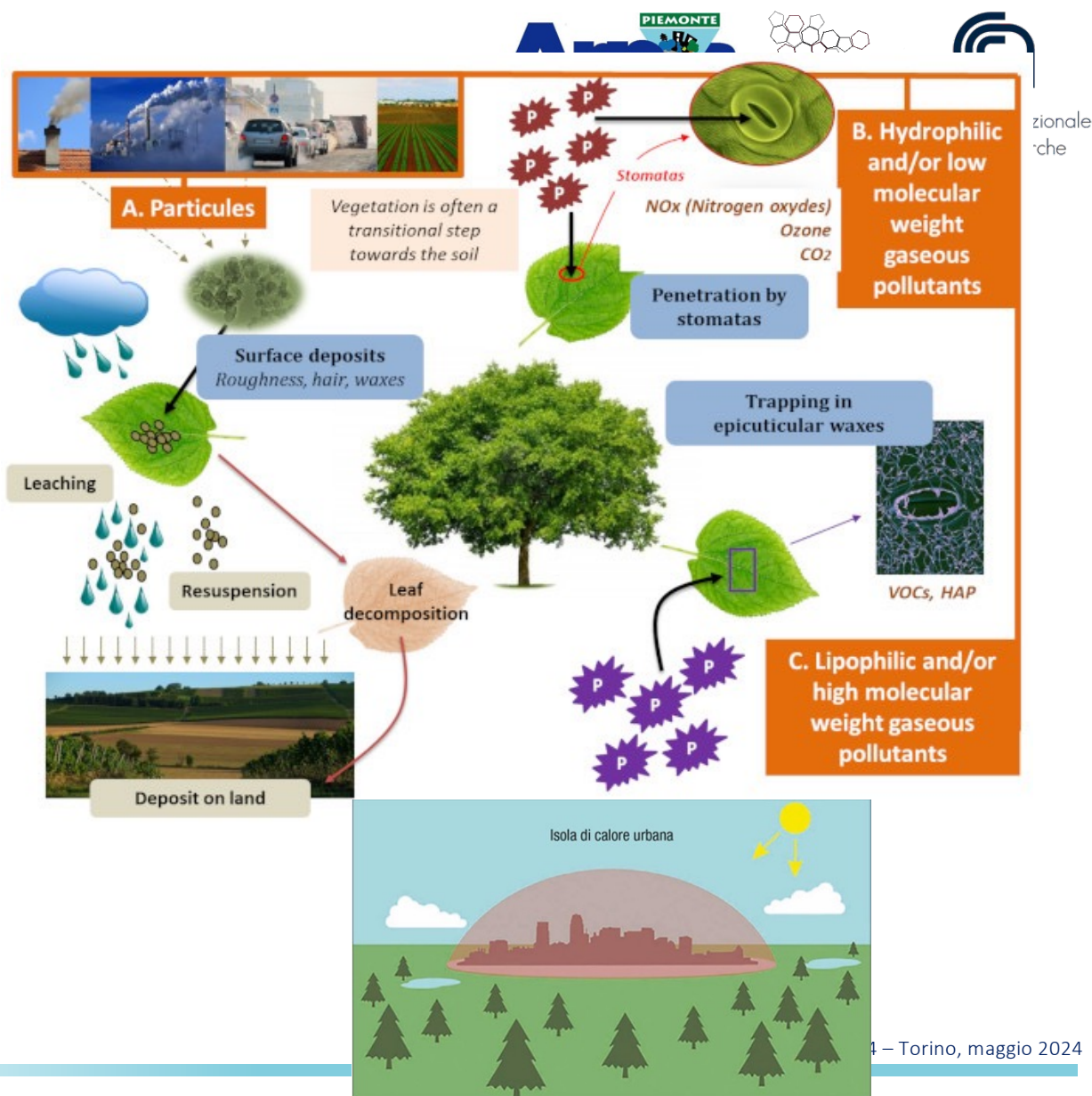
I soggetti coinvolti sono:

- **Arpa Piemonte** - Dipartimento Sud Est con la collaborazione di Dipartimento Tematico Rischi naturali e Ambientali e Dipartimento Sviluppo e coordinamento servizi, ICT e promozione ambientale
- **CNR** - Istituto per la BioEconomia di Bologna (IBE\_CNR)
- **Comune di Asti** - Direzione Ambiente
- **Regione Piemonte** – Settore Green Economy
- **IPLA**



# OBIETTIVI GENERALI

- Valutare a scala locale le **capacità di assorbimento di inquinanti atmosferici e gas climalteranti da parte delle piante,**
- Studiare anche il ruolo del verde nella **mitigazione della formazione delle isole di calore urbano.**
- Fornire all' Amministrazione Comunale gli **elementi necessari per effettuare scelte strategiche indispensabili per la mitigazione e l'adattamento climatico e per il miglioramento della qualità dell'aria attraverso la realizzazione di piani e progetti basati su servizi ecosistemici.**



## OBIETTIVI SPECIFICI



- **Monitorare la qualità dell'aria stagionale in postazioni caratterizzate da una diversa presenza di vegetazione** (parchi urbani, viali alberati, aree prive di verde) al fine di rilevare le differenze microclimatiche e di inquinamento;
- **Censire le specie arboree presenti** sul territorio comunale e delle loro principali caratteristiche (numero piante, tipologia, dimensioni) attraverso la consultazione delle banche dati comunali;
- Prelevare campioni di foglie delle specie più rappresentative, in concomitanza con le campagne di qualità dell'aria, nelle quattro stagioni per **valutare la quantità di polveri intercettate e studiare le modifiche morfologiche-chimiche-strutturali delle foglie** in relazione alle fasi vegetative ed all'inquinamento dell'aria;
- **Confrontare i dati di inquinamento** nei vari siti di misura al fine di correlare i dati di inquinamento rilevati con la **capacità di trattenere le polveri da parte delle strutture fogliari** in funzione delle fasi vegetative delle piante e delle variabili climatiche
- Realizzare **simulazioni modellistiche** volte a stimare il livello di **mitigazione del verde** attualmente presente in termini di **riduzione dell'inquinamento** atmosferico, sequestro di CO<sub>2</sub> e **mitigazione dei cambiamenti climatici** (UHI, LCZ)



# MONITORAGGIO QA SITI GREEN e NO GREEN

Il progetto parte nel 2018 con un primo **monitoraggio** condotto tramite **due stazioni mobili** confrontando i dati rilevati in una strada a forte percorrenza senza alberi con una strada a forte percorrenza con la presenza di alberi

Nello stesso anno viene avviata la prima campagna di confronto tra **un piazza priva di verde urbano** (piazza San Secondo) con **un area di parco cittadino** (parco della Resistenza).

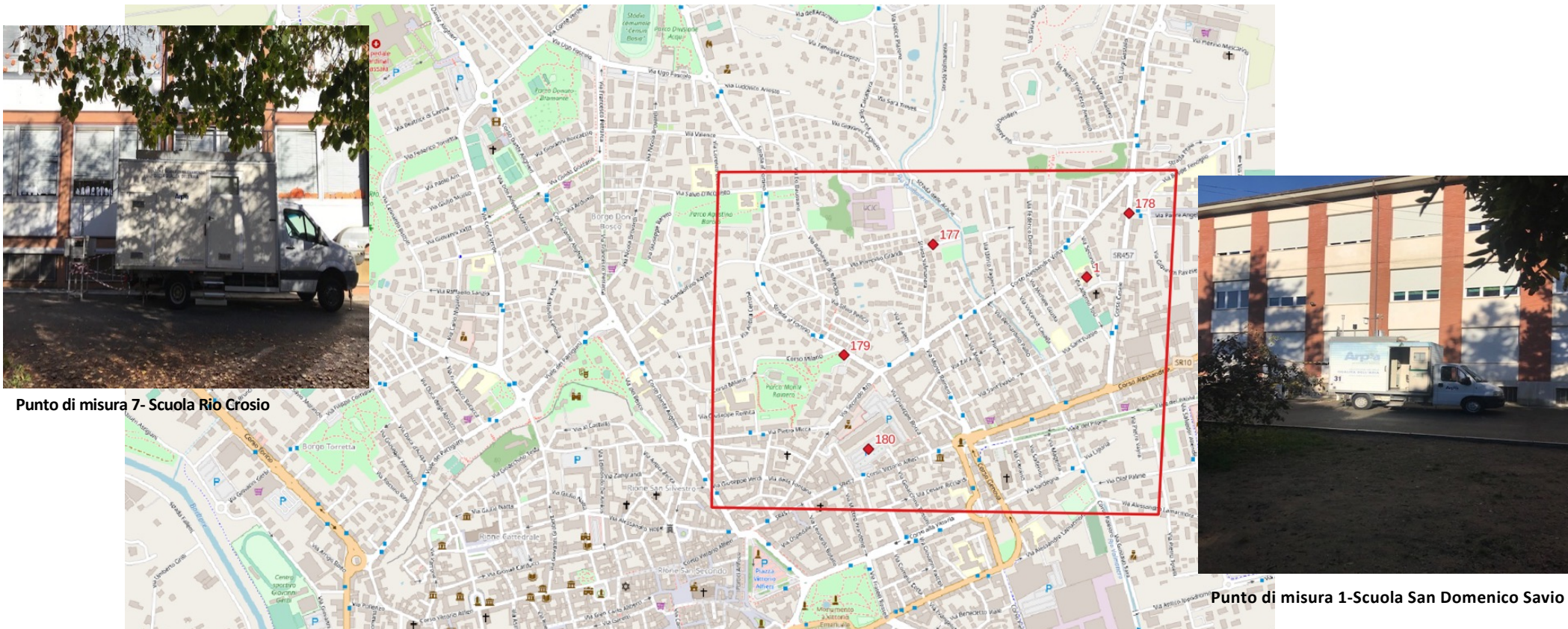


**Centro storico**  
**No alberi**  
**ZTL**  
**Pedonale**  
**Densamente**  
**Costruito**  
**Suolo Non permeabile**



**Parco urbano**  
**Alberature**  
**Pedonale**  
**Parcheggio**  
**in prossimità**

**Nel 2019-2022 le attività proseguono con campagne stagionali (estiva e invernale) in diversi siti cittadini**



# ATTIVITA'



- 2 punti di misura «green» e «non green» del centro urbano della città di Asti
- 4 campagne di monitoraggio svolte nelle 4 stagioni in concomitanza delle varie fasi vegetative del verde: in primavera, quando le foglie sono giovani ma già completamente formate e fisiologicamente attive, in estate durante il periodo di massima vegetazione, in autunno e inverno, in fase di progressiva riduzione delle funzioni fisiologiche
- Contestuale prelievo campioni di foglie delle diverse specie a cura di CNR\_IBE e analisi strutture fogliari
- Analisi dei risultati e delle differenze tra i due siti di misura con redazione 4 Relazioni tecniche

## Laboratorio mobile

La strumentazione installata sul laboratorio mobile è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della RRQA e risponde alle caratteristiche previste dalla legislazione vigente (D. Lgs.155/2010).

I parametri oggetto del monitoraggio sono **PM10, PM2.5, NOx e Ozono, temperatura, umidità relativa e radiazione solare globale**. Le specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono di seguito riportate

**Analisi di IPA e metalli sulla frazione PM10 campionata**



Laboratorio mobile postazione – Corso XXV Aprile c/o Scuola Rio Crosio

STRUMENTO	MODELLO	PARAMETRO MISURATO	METODO DI MISURA	INCERTEZZA ESTESA
Analizzatore API	200E	NO-NO <sub>2</sub>	Chemiluminescenza	8.2%
Analizzatore API	400	O <sub>3</sub>	Assorbimento UV	9%
PM2.5 TECORA	Charlie-sentinel	PM2.5	Gravimetria	14.0%
PM1 TECORA	Charlie-sentinel	PM1	Gravimetria	14.0%
LSI-LASTEM	LSI-DMA569	Temperatura		
LSI-LASTEM	LSI-DMA569	Umidità		
		Radiazione solare		

- **Campionatore trasportabile di polveri PM1**

Lo strumento utilizzato è il campionatore Skypost PM della Tecora. In assenza di metodica ufficiale, il campionamento è stato effettuato secondo la norma *UNI EN 12341:2014 Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5*, utilizzando filtri in fibra di quarzo analoghi a quelli utilizzati per la determinazione delle polveri PM2,5.

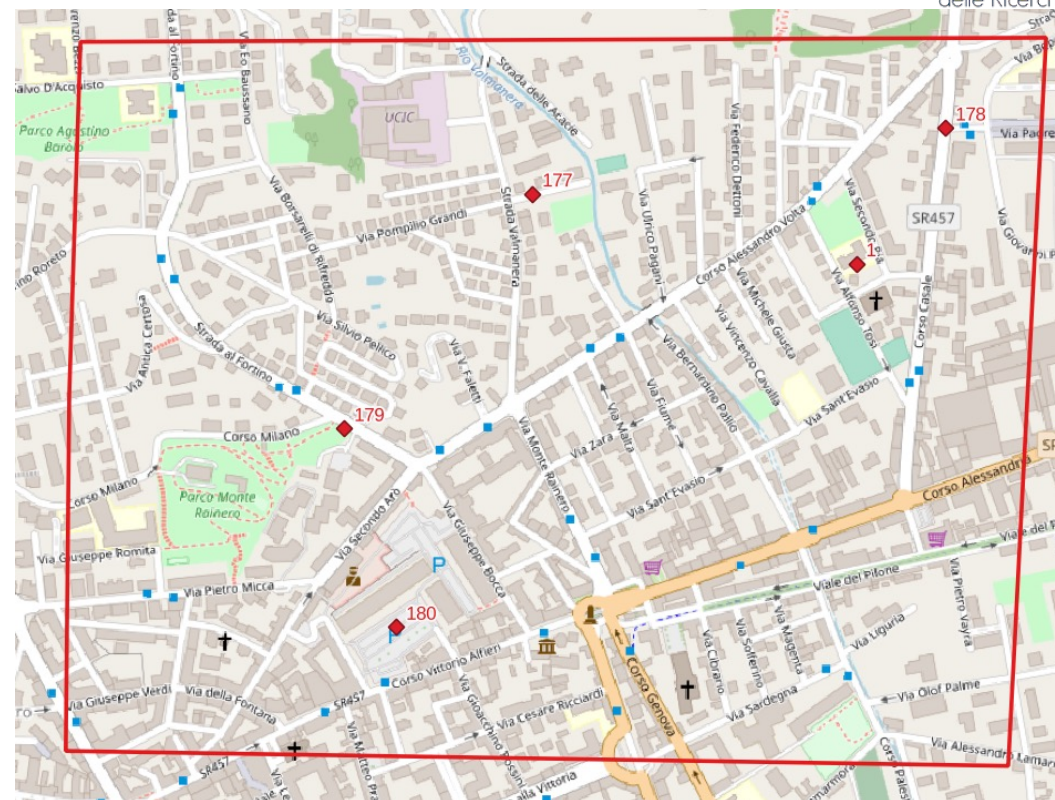
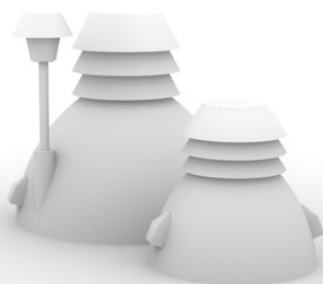


## Sensori Low Cost

Le stazioni di misura smart messe a disposizione dal CNR IBE sono le stazioni low cost di tipo AirQuino in grado di rilevare **Temperatura, Umidità relativa, PM10 e PM2.5.**





I dispositivi sono stati sviluppati dall'Istituto per la Bioeconomia del IBE-CNR nel contesto di progetti a carattere scientifico.

La calibrazione, a cura del CNR di Firenze, è stata effettuata in laboratorio, per confronto con un set di analizzatori Horiba, ed in campo verso reference locali.



L'ubicazione delle 4 stazioni di misura smart (SMART 177-178-179-180) all'interno del quartiere oggetto della sperimentazione è individuata nella figura.

# RISULTATI

	AUTUNNO 2021	ESTATE 2021	PRIMAVERA 2021	INVERNO 2021
<b>POLVERI SOTTILI PM10</b>				
 <i>Limitate evidenze.</i>	Il sito GREEN mostra valori inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione	Il sito GREEN mostra valori sempre uguali o inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione	Il sito GREEN mostra valori sempre uguali o inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione	Il sito GREEN mostra valori sempre uguali o inferiori al sito NON GREEN ma con scostamenti di scarsa entità e difficile valutazione
<b>BIOSSIDO DI AZOTO</b>				
 <i>Risultati variabili a seconda della stagione</i>	-30% concentrazioni medie NO2 presso il punto GREEN	-35% concentrazioni medie NO2 presso il punto GREEN	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.
<b>MONOSSIDO DI AZOTO</b>				
 <i>Si evidenziano differenze significative</i>	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN	il sito GREEN si conferma decisamente più basso del sito NON GREEN
<b>OZONO</b>				
 <i>Non si evidenziano differenze significative ad eccezione della campagna autunnale</i>	Il sito GREEN mostra valori leggermente superiori al sito NON GREEN	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.
<b>METALLI&amp;IPA SU PM10</b>				
<i>Risultati variabili a seconda della stagione</i>	-60% concentrazioni medie Zinco e IPA presso il punto GREEN	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.	Non si osservano differenze di rilievo tra sito GREEN e NON_GREEN.

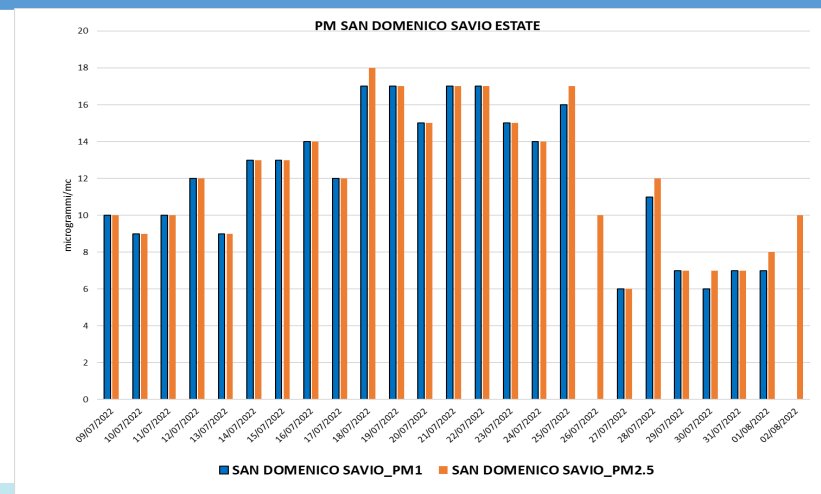
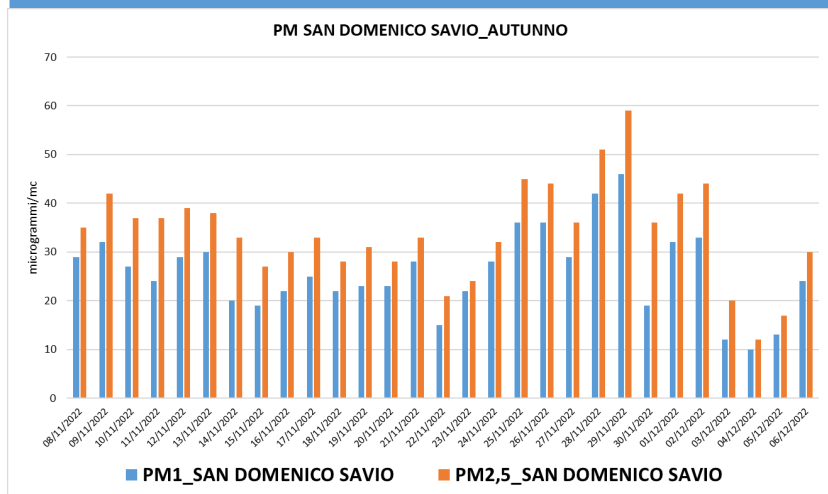
Il confronto tra aree verdi e non alberate in ambiente urbano ha fornito esiti positivi e misurabili in termini di:

- 🌳 Riduzione del biossido di azoto con risultati variabili a seconda delle stagioni
- 🌳 Riduzione del monossido di azoto osservabile nelle 4 stagioni
- 🌳 Riduzione di Zinco e IPA nella campagna autunnale
- 🌳 Per i restanti inquinanti, gli esiti sin qui conseguiti sembrano delineare la presenza di effetti mitigativi talvolta presenti ma contenuti o non sempre del tutto apprezzabili dalla strumentazione utilizzata. Ciò è comprensibile anche considerando che il Parco urbano prescelto come sito di monitoraggio ha una limitata estensione e contiene una grande varietà di essenze non specificamente selezionate per le loro capacità depurative
- 🌳 Gli effetti mitigativi rilevati dai monitoraggi effettuati ad Asti sono inoltre confrontabili, per il PM10, con le stime ottenute nelle recenti simulazioni modellistiche effettuate da IBE-CNR presso il Parco del Valentino a Torino ed il Parco Castel di Guido a Roma e confermano dunque tali stime che attestano un effetto di riduzione delle polveri sottili dovuto alla presenza dei parchi urbani tra il 5 e il 10%.

# Monitoraggio PM1 e CONFRONTO CON PM2.5 e PM10

## MISURE PARTICOLATO PM1:

- In Autunno il PM2.5 risulta composto per oltre 75% dal PM1 (il rapporto PM1/PM2.5 medio risulta pari a 0.75) presso entrambi i siti mobili di misura
- In estate il rapporto PM1/PM2.5 medio risulta pari a 0.98- presso il sito di San Domenico Savio (presso punto di misura Corso XXV aprile non è stata effettuata la misura per problemi tecnici)
- È stato possibile osservare una diminuzione nel valore medio del rapporto PM1/PM2,5 tra periodo estivo (media rapporto 0.98-sito San Domenico Savio) e autunnale (media rapporto 0.75), probabilmente imputabile al fatto che in autunno-inverno si incrementa la differenza tra PM1 e PM2.5 a causa del formarsi di particolato secondario, invecchiato, che tende ad accumularsi in diametri anche superiori a 1 µm (analoghi risultati sono stati osservati nel progetto Supersito di Arpa Emilia-Romagna).

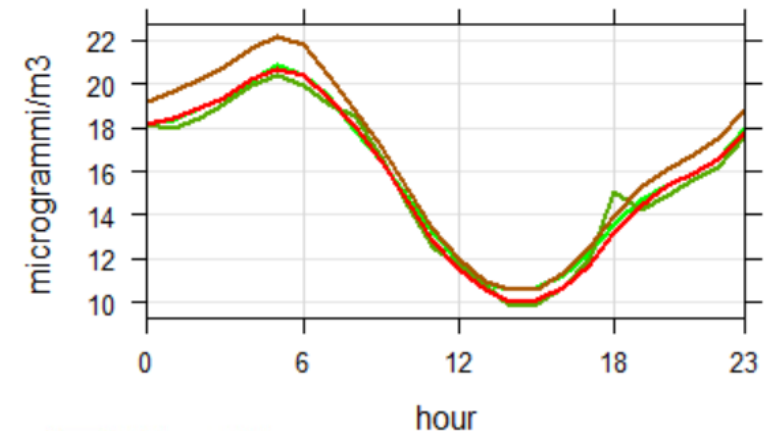


# Sensoristica a basso costo

- La sperimentazione di sensori low-cost effettuata nel 2021-2022 nell'ambito del progetto UF, aveva evidenziato una buona coerenza dei dati rilevati con quelli degli strumenti ufficiali.
- Nel 2023 nuovo test in campo mediante collocazione di 4 sensori sul tetto di una stazione della QA della rete fissa regionale (Asti-Salvo D'Acquisto) per un lungo periodo di osservazione (10 febbraio 2023-05 novembre 2023)
- Analisi dei dati acquisiti dalla sensoristica smart, mediati giornalmente, con quelli rilevati dal campionatore beta presente nella stazione
- **Buon funzionamento** dei sensori per tutto il periodo di misura ed buon accordo tra loro



**PM10 giorno-tipo 4 sensori smart**



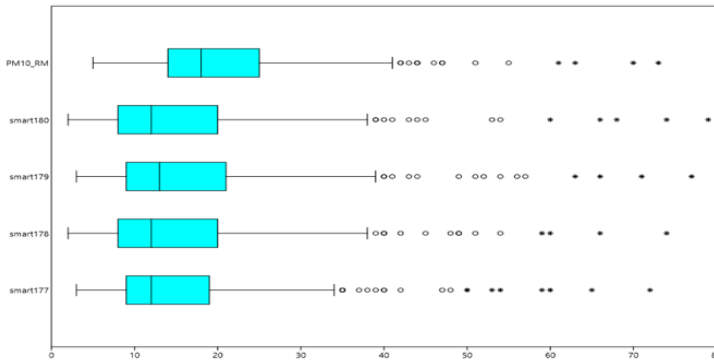
PM<sub>10\_smart177</sub>

PM<sub>10\_smart178</sub>

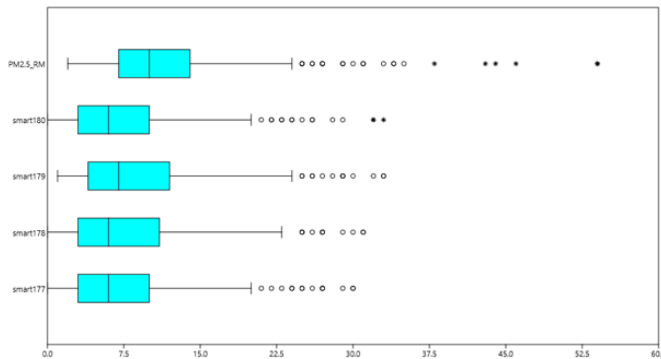
PM<sub>10\_smart179</sub>

PM<sub>10\_smart180</sub>

# Sensoristica a basso costo



**PM10-BOX-PLOT**



**PM2.5-BOX-PLOT**

	pm10_smart177	pm10_smart178	pm10_smart179	pm10_smart180	pm25_smart177	pm25_smart178	pm25_smart179	pm25_smart180	PM10_RM	PM2.5_RM
pm10_smart177		0.97	0.99	0.99	0.97	0.94	0.96	0.96	0.81	0.82
pm10_smart178	0.97		0.97	0.97	0.96	0.97	0.95	0.95	0.77	0.81
pm10_smart179	0.99	0.97		0.99	0.98	0.95	0.97	0.97	0.79	0.82
pm10_smart180	0.99	0.97	0.99		0.97	0.95	0.97	0.97	0.80	0.83
pm25_smart177	0.97	0.96	0.98	0.97		0.98	0.99	0.99	0.77	0.82
pm25_smart178	0.94	0.97	0.95	0.95	0.98		0.97	0.97	0.75	0.81
pm25_smart179	0.96	0.95	0.97	0.97	0.99	0.97		0.99	0.79	0.84
pm25_smart180	0.96	0.95	0.97	0.97	0.99	0.97	0.99		0.78	0.84
PM10_RM	0.81	0.77	0.79	0.80	0.77	0.75	0.79	0.78		0.90
PM2.5_RM	0.82	0.81	0.82	0.83	0.82	0.81	0.84	0.84	0.90	

**Matrice di correlazione lineare di Spearman Sensori Smart e metodo assunto come riferimento**

1. Le “stazioni” che presentano le mediane più elevate sono quelle dello strumento assunto come riferimento sia per il PM10 che per il PM2.5
2. Le 4 “stazioni” smart presentano una distribuzione di dati simile
3. Complessivamente le stazioni smart **risultano ben correlate** con lo strumento assunto come riferimento e gli indici di correlazione risultano tutti significativi ( $p\text{-value} < 0.001$ ), ma soprattutto è da osservare che tutte hanno valore superiore a 0.75 (correlazione di spearman)
4. I risultati delle Analisi statistiche effettuate tramite l'applicazione della norma UNI 17660-1:2021, hanno evidenziato, nonostante l'assenza di limiti di confronto, uno **scostamento maggiore del coefficiente angolare (b) nelle polveri di frazione PM2.5** rispetto alla componente PM10 e valori di incertezza al valore limite superiori nella componente fine.
5. La verifica di compatibilità effettuata tramite l'algoritmo della regressione ortogonale hanno evidenziano per tutti i sensori una discreta compatibilità con il metodo utilizzato come riferimento, migliore per la frazione PM10 rispetto a quella PM2.5 (incertezza estesa relativa PM10 25.9-30.7%; incertezza estesa relativa PM2.5 54.2-72.3%)

## STIMA MITIGAZIONE VEGETAZIONE

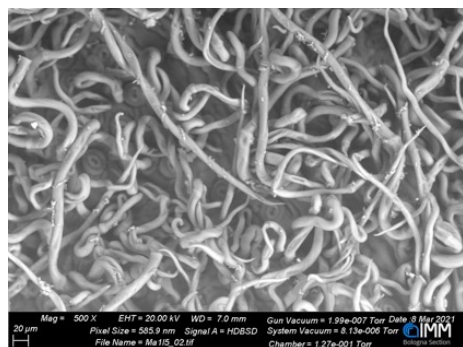
- **Censimento delle specie arboree presenti** sul territorio comunale e delle loro principali caratteristiche (numero piante, tipologia, dimensioni) attraverso la consultazione delle banche dati comunali (IBE-CNR);
- Applicazione del **modello i-Tree Eco** per la stima del sequestro della **CO<sub>2</sub>** e degli **inquinanti atmosferici (gassosi e polveri)**



Città di Asti



Parco della Resistenza



- Caratterizzazione micromorfologica (cere, stomi, tricomi) e chimica (cere - in corso) delle foglie
- Analisi del particolato intrappolato dalle cere superficiali (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)

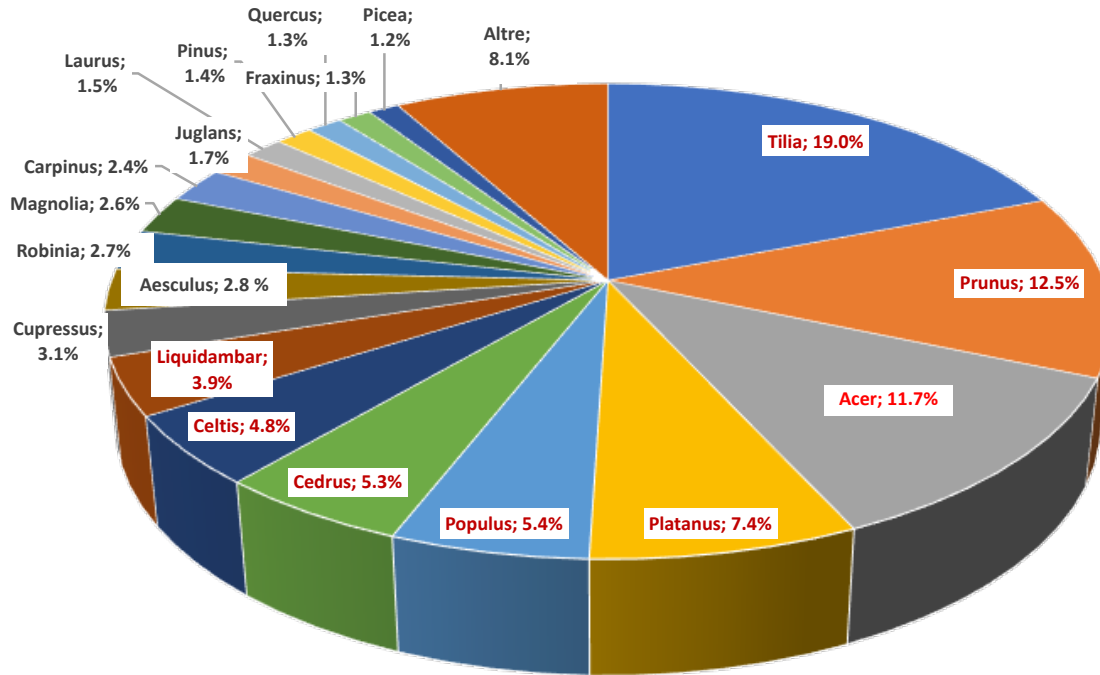
### Variabili quantificate dal modello i-Tree

- Sequestro di CO<sub>2</sub> dall'atmosfera
- Sequestro di CO<sub>2</sub> come biomassa
- Rimozione di O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e PM<sub>2,5</sub> dall'aria
- Rilascio di O<sub>2</sub>

# Applicazione del modello i-Tree Eco alla città di Asti

PM 2024

Agenzia regionale per la Protezione Ambientale  
Consiglio Nazionale per la Protezione dell'Ambiente



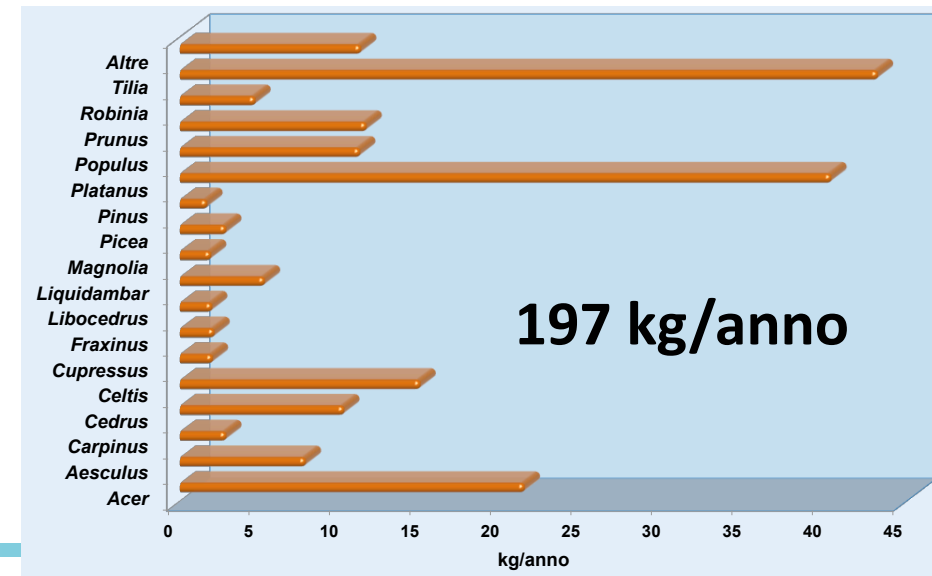
**11.800 piante totali**  
**151 specie**

**>80% caducifoglie;**  
**>15% sempreverdi;**  
**specie arbustive poco presenti**



CO <sub>2</sub> accumulata	CO <sub>2</sub> sequestrata	O <sub>2</sub> prodotto	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PM2.5	Inquinanti totali
t	t/anno					
<b>15.000</b>	<b>993</b>	<b>715</b>	<b>2,93</b>	<b>1,01</b>	<b>0,197</b>	<b>4.41</b>

**PM2.5 rimossi dalle specie vegetali:**

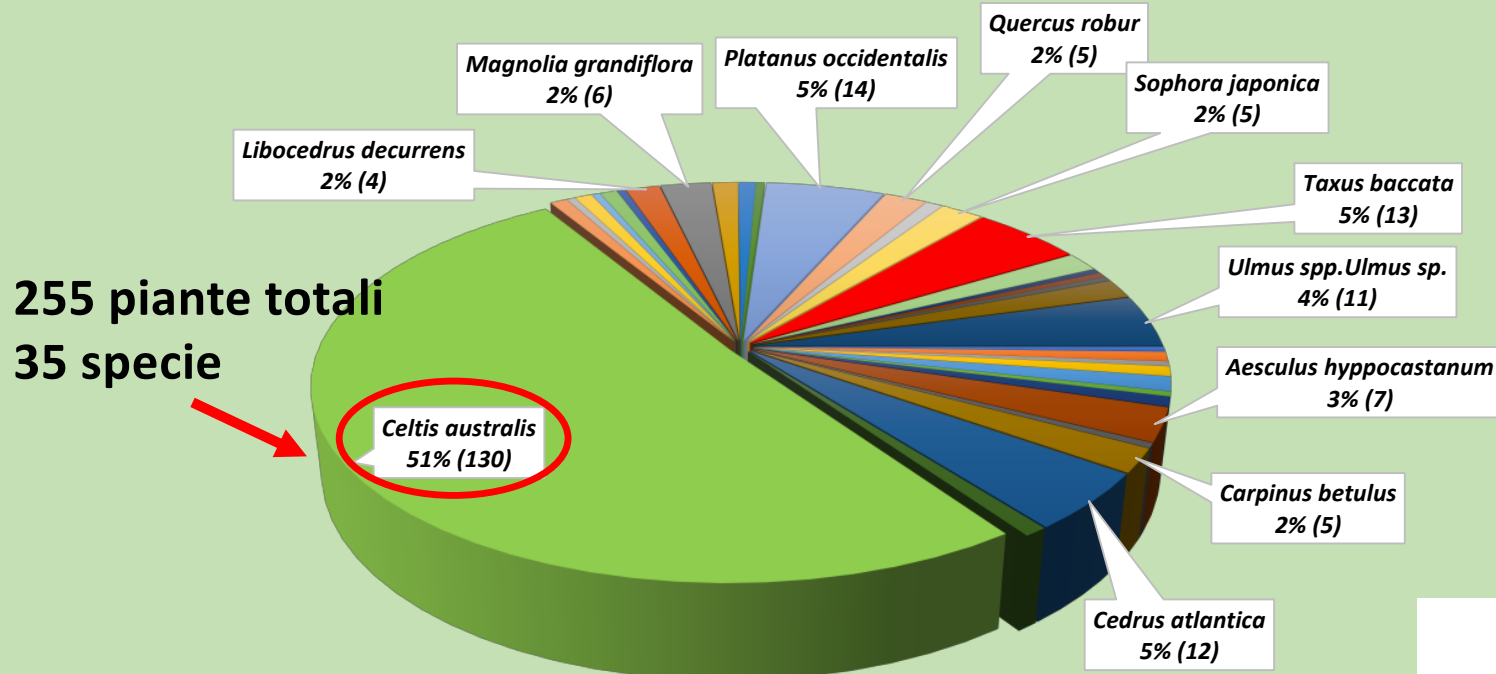


# Applicazione del modello i-Tree Eco al Parco della Resistenza

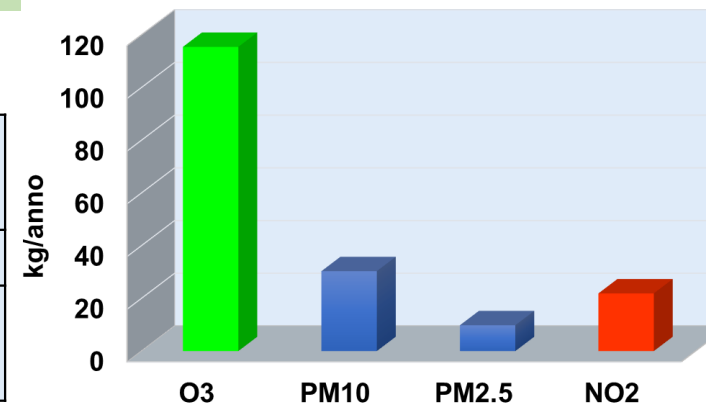
Agenzia regionale  
per la Protezione Ambientale

per la Protezione  
dell'Ambiente

Consiglio Nazionale  
delle Ricerche



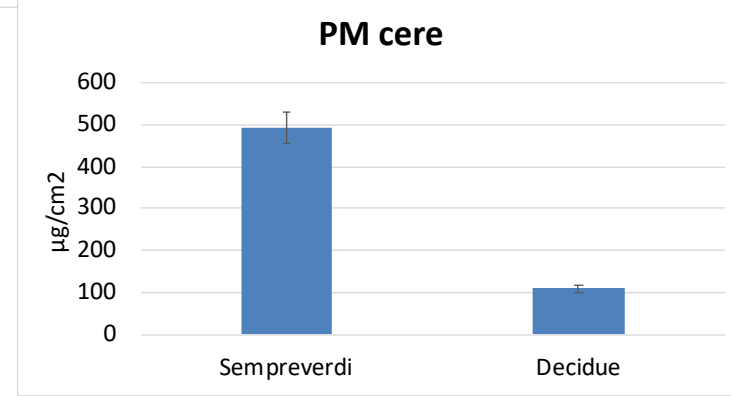
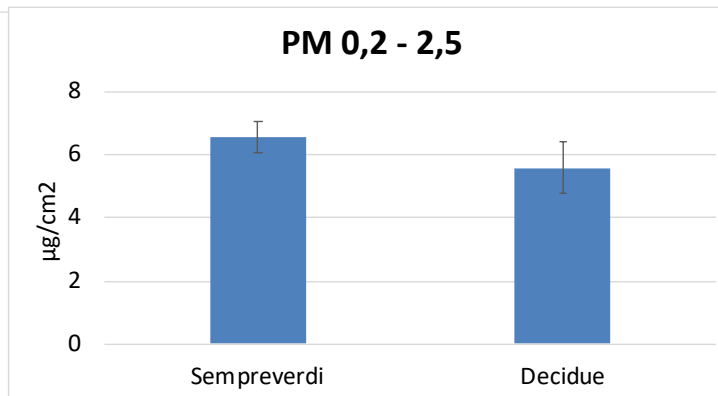
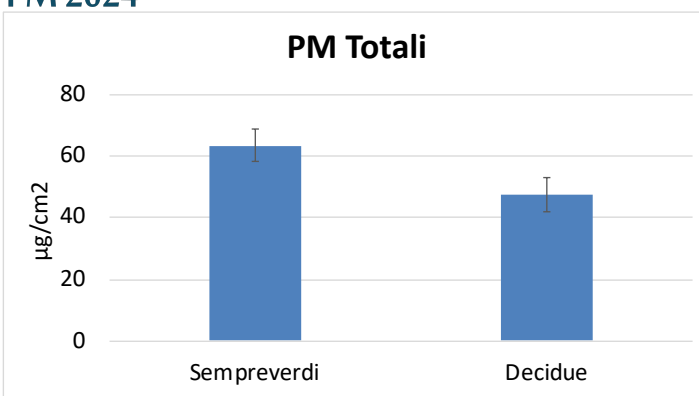
Inquinanti rimossi



CO <sub>2</sub> accumulata	CO <sub>2</sub> sequestrata	O <sub>2</sub> prodotto	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10	PM2.5	Inquinanti totali
t	t/anno		kg/anno				
513	23	16	115	22	30	10	177



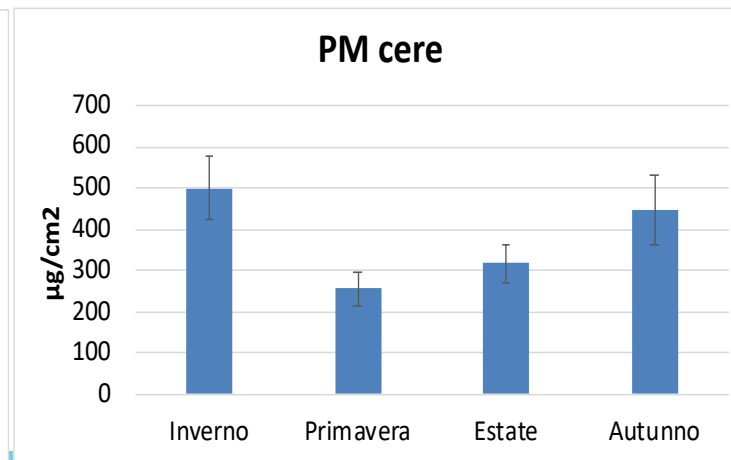
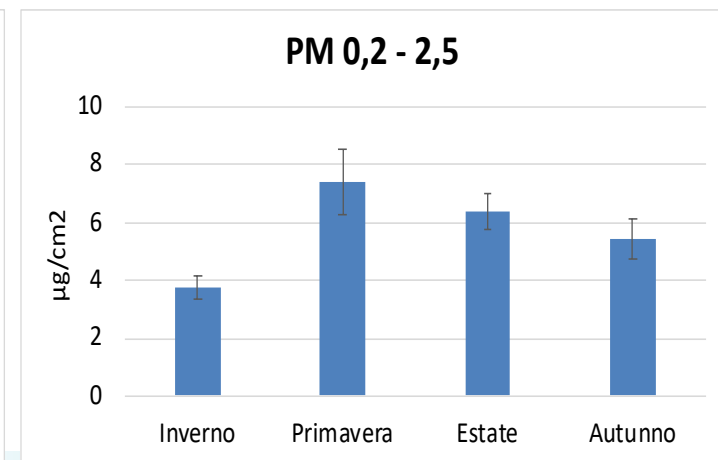
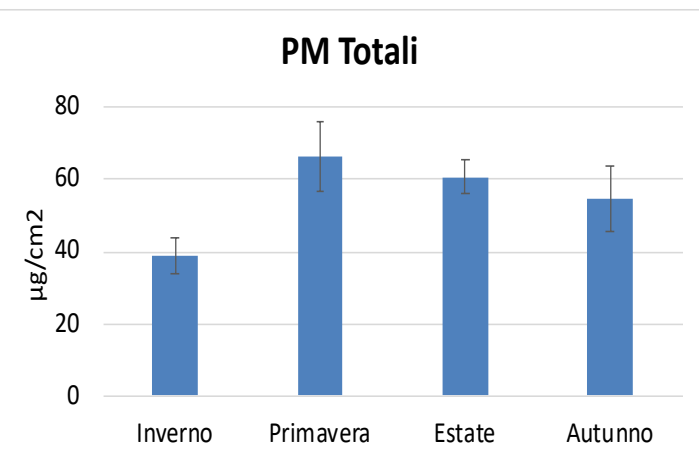
## Particolato in funzione delle caratteristiche delle piante



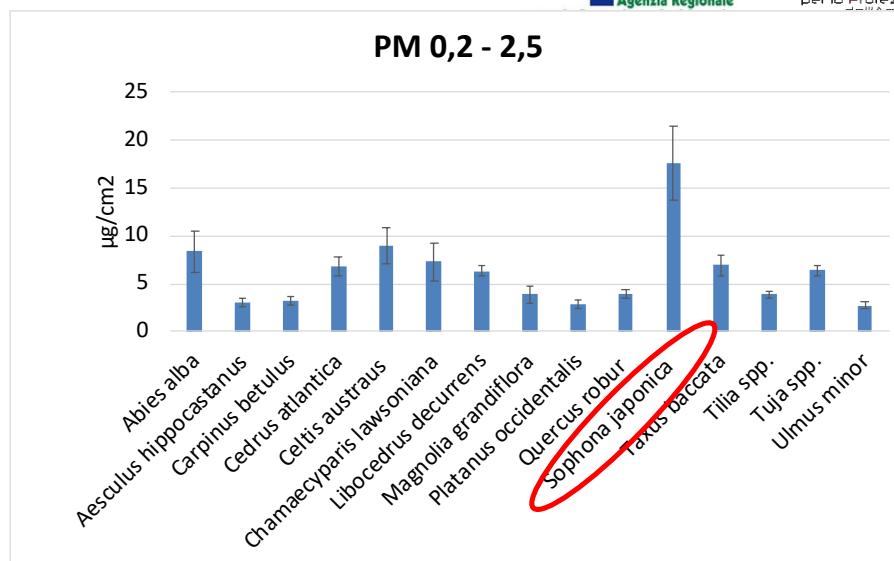
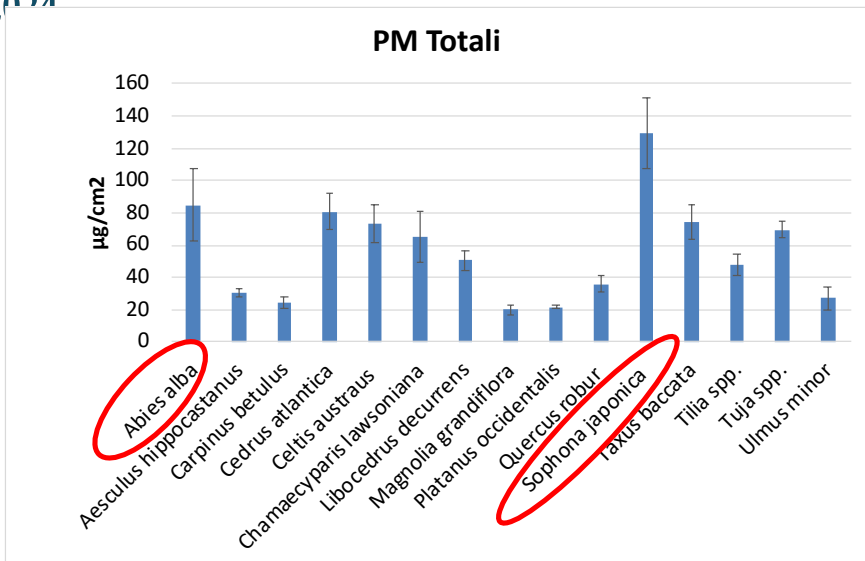
**Le piante sempreverdi sono più efficaci nel corso dell'anno nella cattura del PM**

**Le PM intrappolate nelle cere sono più abbondanti in autunno/inverno probabilmente per una minore degradazione della struttura delle cere**

**Le concentrazioni più alte si sono osservate dalla primavera all'autunno**



# Particolato nelle principali specie

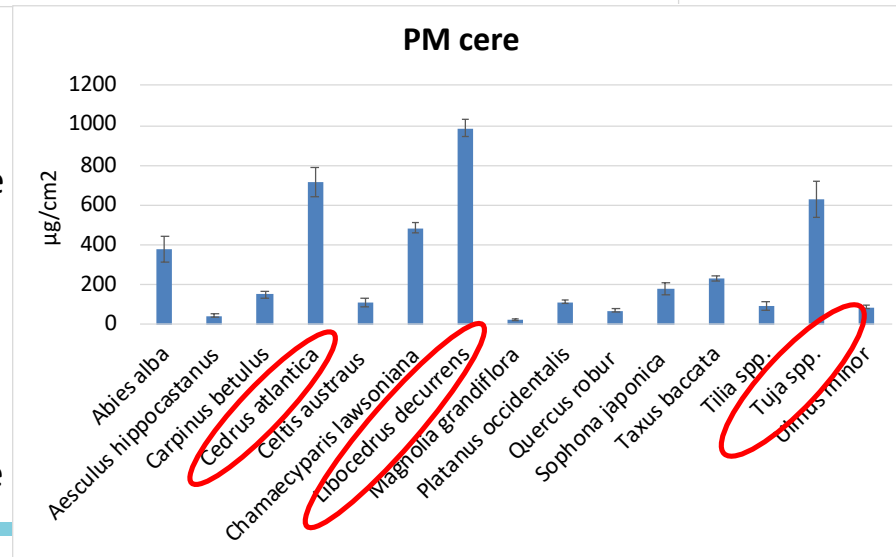


Le specie più efficaci nell'intrappolare le PM sono in ordine decrescente la **Sophora, Abies, Cedrus, Celtis, Taxus, Thuja e Chamaecyparis.**

In *Cedrus*, *Libocedrus* e *Thuja* le PM sono soprattutto intrappolate nelle cere

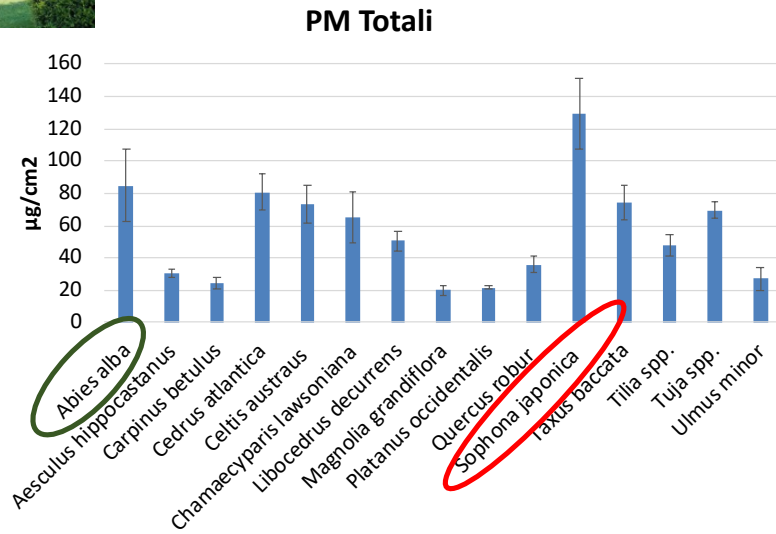
**Sempreverdi:** cedro, tasso e libocedro accumulano maggiormente in estate/autunno, *Abies*, *Chamaecyparis* e *Thuja* in primavera/estate

**Caducifoglie:** *Sophora*, *Celtis* e *Platanus* accumulano maggiormente in primavera, *A. hippocastanum*, *Q. robur*, *Olmus* e *Carpinus* (che è attivo anche in autunno) maggiormente in estate; per *Tilia* non ci sono differenze.



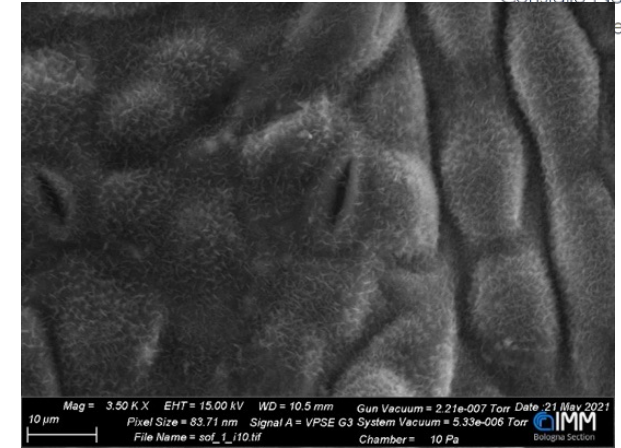


# Particolato nelle principali specie

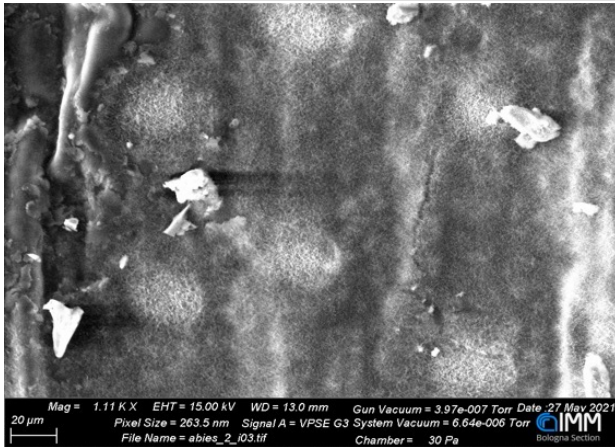


Specie più efficaci nel sequestro delle PM

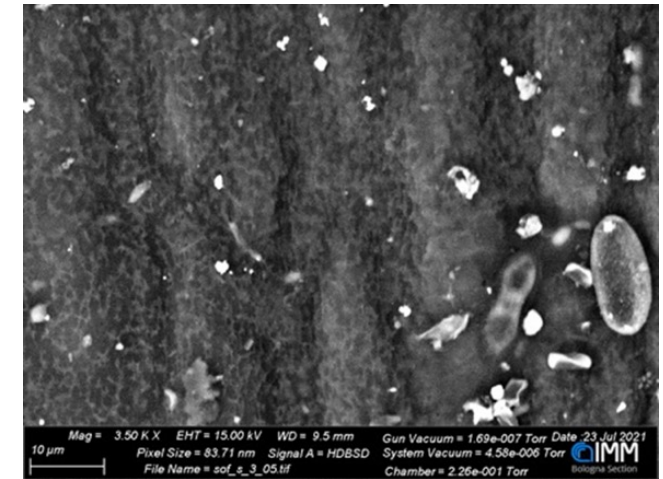
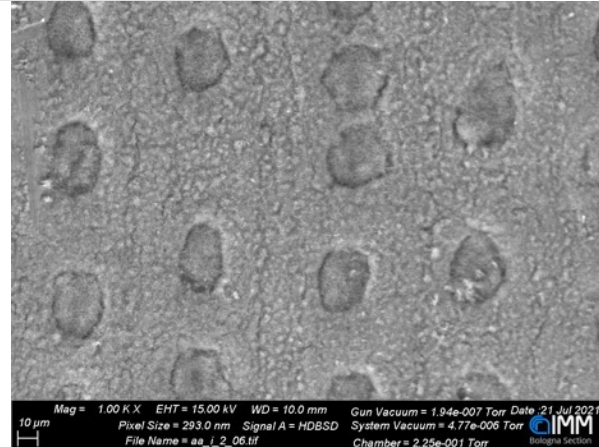
- Sophora
- Abies
- Cedrus
- Celtis
- Taxus
- Thuja
- Chamaecyparis.



**Sophora japonica**



**Abies alba**



D.G.R. n. 24-4638 /2017 “Disposizioni per lo sviluppo del mercato volontario dei crediti di carbonio da selvicoltura nella Regione Piemonte”

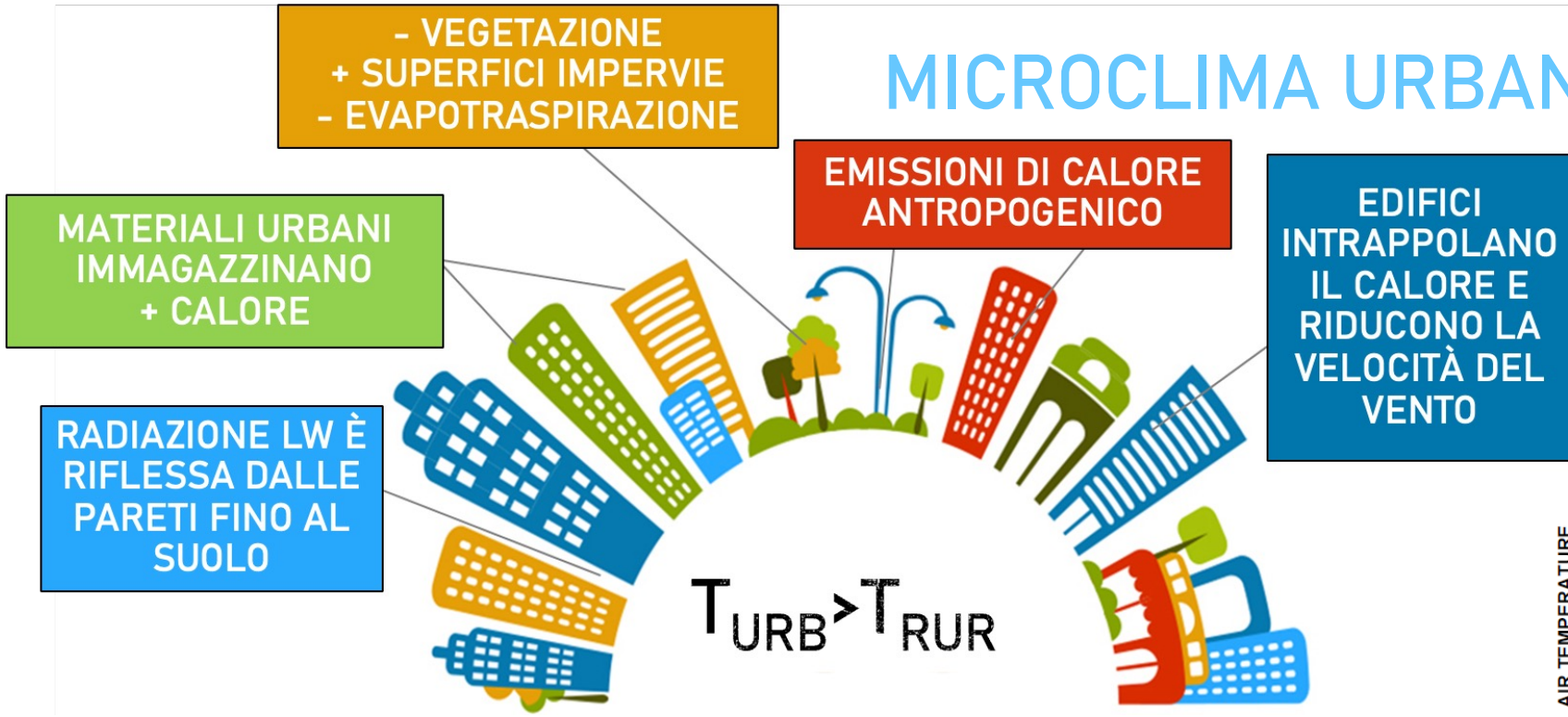
## ALLEGATO 1 Valutazioni agronomiche ed ambientali per la scelta delle principali specie arboree ed arbustive del Piemonte in ambito non forestale (urbano e rurale) e le relative schede sintetiche; aggiornamento 2024".

La raccolta delle caratteristiche complessive degli alberi e degli arbusti inseriti o inseribili nel verde non forestale (urbano e rurale) in una **scheda descrittiva sintetica** nasce dall'esigenza di **condensare in termini semplici ed immediati** sia le informazioni derivanti dal monitoraggio del modello **sul comportamento delle specie nei confronti degli inquinanti**, sia le informazioni utili per scegliere la specie nel modo più efficace per gli obiettivi di impianto e gestione del verde, e cioè caratteri ecologici e fisiologici specifici, nonché altri aspetti di comportamento in ambito non forestale (urbano e rurale) che possono generare servizi utili o anche risultati dannosi.

### Progetto Regionale "Urban Forestry"

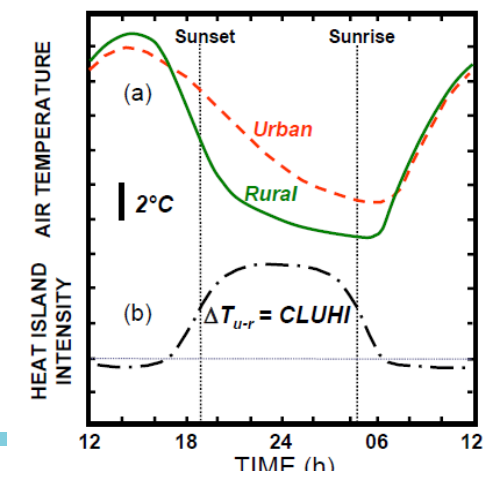
<b>Cedro dell'Atlante</b> Famiglia: Pinaceae Specie: <i>Cedrus atlantica</i>		<b>Vita media in natura:</b> secolare	<b>Idoneità al verde urbano</b> ★★★	<b>Idoneità ai servizi ecosistemici</b> ★★☆☆	<b>Capacità di mitigazione ambientale</b> ★★☆☆	<b>Potenziali disservizi</b> VOCs POLLINI			
<b>CARATTERISTICHE PRINCIPALI</b>	<b>Classe di grandezza (I-IV)</b> 	<b>Rapidità di sviluppo</b> 	<b>Caratteristiche ecologiche</b> 	<b>Apparato radicale</b> 	<b>INQUINANTI ATMOSFERICI</b>	<b>Assorbimento di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)</b> 	<b>Assorbimento potenziale di ozono (O<sub>3</sub>)</b> 	<b>Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi</b> 	<b>Potenziale di cattura delle polveri (PM10, PM5, PM2.5)</b> 
	<b>Presenza ecotipi, cultivar, ibridi</b> 	<b>Origine</b> 	<b>Distribuzione naturale nel mondo</b> 	<b>Biodiversità associata</b> 					
<b>ALTRE CARATTERISTICHE</b>	<b>Adattamento a spazi confinati</b> 	<b>Tolleranza alle potature</b> 	<b>Problematiche</b> 	<p>Albero potenzialmente maestoso, adatto al verde estensivo ove non necessita di potature, cui reagisce con vigorosi ricacci che tuttavia compromettono la stabilità dell'albero, soprattutto in occasione di tempeste. E' diffuso prevalentemente con la cultivar glauca, a foglie quasi grigie, meno gradevole della specie tipica che ha colore più simile al cedro dell'Himalaya (<i>C. deodard</i>); quest'ultimo ha caratteristiche analoghe ma chioma verde scuro, crescita più rapida e minore resistenza agli schianti. Queste due specie hanno soppiantato il cedro del Libano (<i>C. libani</i>) specie storicamente inserita nei parchi, più adatta ai contesti urbani ma a sviluppo assai più lento.</p>					

# ISOLA DI CALORE URBANA O UHI (URBAN HEAT ISLAND)

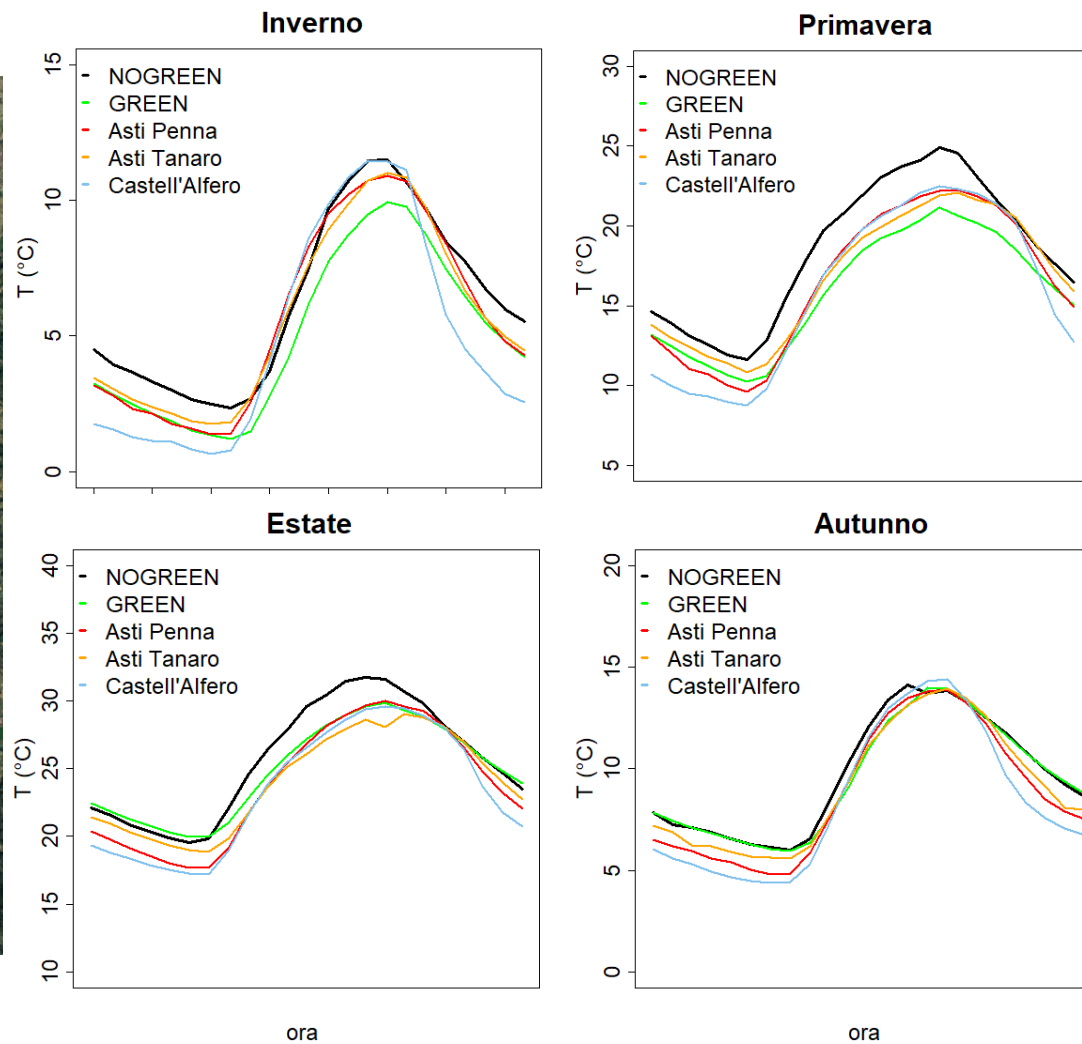


## MICROCLIMA URBANO

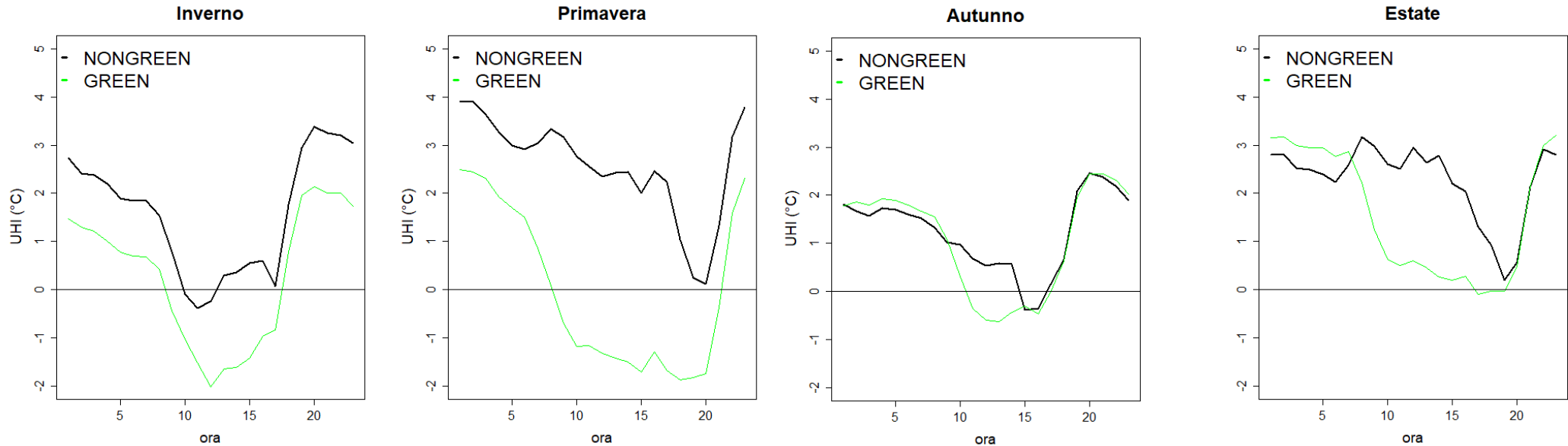
$UHI = T_{URB} - T_{RUR}$  UHI È UN FENOMENO PREVALENTEMENTE NOTTURNO



# CAMPAGNA DI MISURA 2021



$$UHI = T_{URB} - T_{RUR}$$

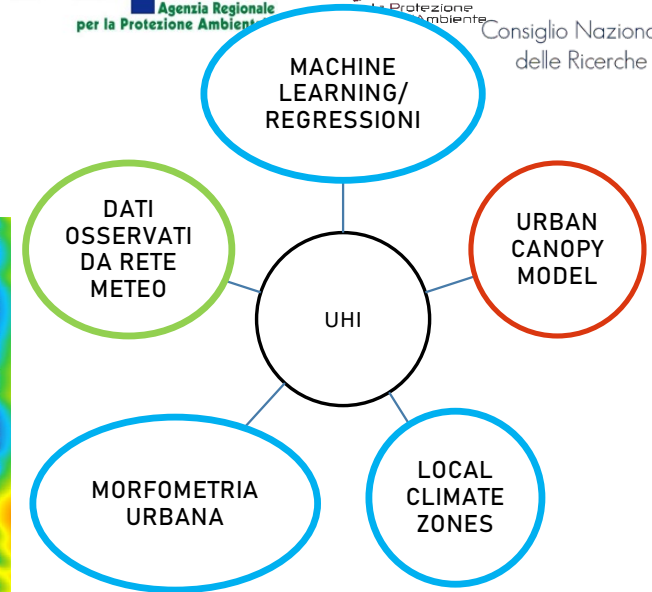
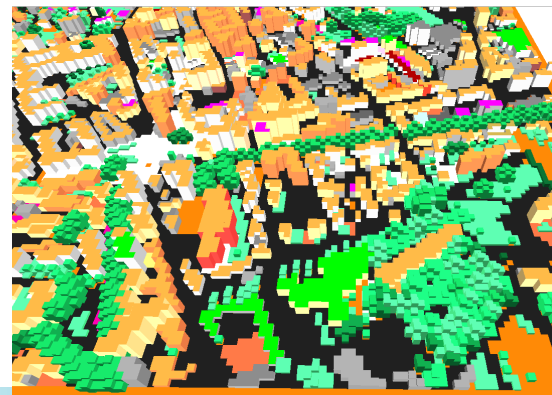
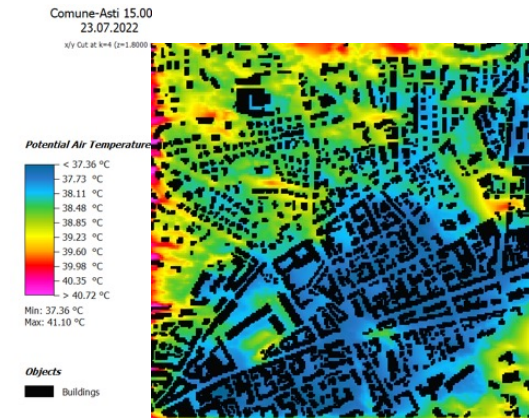


**IL SITO GREEN ATTENUA IL FENOMENO DI ISOLA DI CALORE (INVERNO E PRIMAVERA) E RIDUCE LE TEMPERATURE DIURNE (->OMBREGGIAMENTO)**

# STUDIO ISOLE DI CALORE ATTRAVERSO MODELLISTICA NUMERICA

Applicazione e confronto di metodi di modellazione delle Isole di calore Urbane (UHI) a differenti scale:

- **Scala Regionale:** Applicazione **Modello Terra Urb** per analisi e ricostruzione andamenti stagionali temperatura a 2 metri sulla città di Asti ad una risoluzione di 500 m
- **Scala Comunale :** Calcolo di **indici morfometrici urbani**, su scala comunale. Tali dati potranno costituire input per la modellistica su scala urbana ed essere altresì utilizzati quali indicatori ambientali e di **classificazione microclimatica** (es **Local Climate Zone LCZ** )
- **Scala di Quartiere :** Sviluppo di modelli per l'analisi ed il confronto di differenti opzioni di programmazione territoriale d inserimento del verde urbano (**EnviMet**)



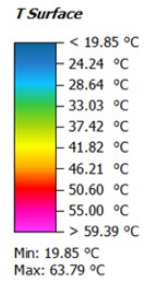


# VALUTAZIONE CLIMATICO-AMBIENTALE PER I PROCESSI DI RIGENERAZIONE URBANA IN UN AREA PILOTA DEL COMUNE DI ASTI

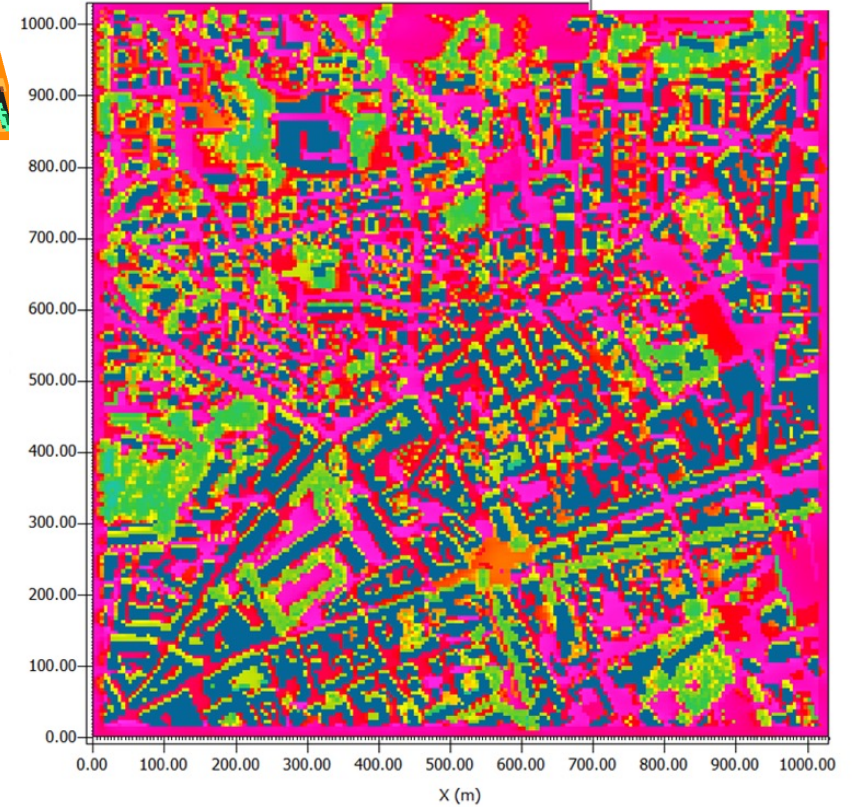
AREA 1000 X 1000 m, RISOLUZIONE 5X5 m, 22 luglio 2022



**ENVI  
\_MET**



Temperatura superficiale dell'aria



zionale  
che

## RISULTATI

I risultati hanno confermato come le piante possano rappresentare una **soluzione ecocompatibile e al tempo stesso ecosostenibile (nature-based solutions - NBS)** e svolgano un ruolo importante nel filtrare l'aria adsorbendo il particolato sulle superfici fogliari.

Le metodologie messe a punto e valutate nel corso del progetto costituiscono inoltre un utile **strumento di progettazione del territorio e di valutazione degli effetti che la vegetazione urbana può determinare su qualità dell'aria e ondate di calore.**





Grazie per  
l'attenzione

- Enrico Bonansea, Cristina Littera, Cristina Otta , Sara Vazzola,
- Rita Baraldi, Cinzia De Benedictis, Luisa Neri,
- Arkadiusz Przybysz, Robert Popek

