



LIFE URBANGREEN
(LIFE17 CCA/ITA/000079)

LIFE URBANGREEN

Un progetto europeo per misurare i
benefici del verde

Alessio Fini

DISAA, Università di Milano, via Celoria 2, Milano

I benefici del verde

Le aree verdi forniscono **servizi ecosistemici** = benefici che derivano da processi ecologici, che, direttamente o indirettamente, aumentano lo stato di benessere dagli esseri umani.

Sono di diverse tipologie:

<i>CICES theme</i>	<i>CICES class</i>	<i>TEEB categories</i>	
Provisioning	• Nutrition	• Food, water	➔
	• Materials	• Raw materials, genetic resources, medicinal resources, ornamental resources	
Regulating and maintenance	• Energy		➔
	• Regulation of waste	• Air purification, waste treatment	
	• Flow regulation	• Disturbance prevention, regulation of water flows, erosion prevention	
	• Regulation of physical environment	• Climate regulation, maintaining soil fertility	
Cultural	• Regulation of biotic environment	• Gene pool protection, lifecycle maintenance, pollination, biological control	➔
	• Symbolic	• Information of cognitive development	
	• Intellectual and experiential	• Aesthetic, inspiration for culture, art and design, spiritual experience, recreation and tourism	

Approvvigionamento di risorse: cibo, acqua, energia

Supporto di processi indispensabili alla vita (es. Cicli elementi, gas in atmosfera..) e regolazione di fenomeni ambientali (alluvioni, siccità)

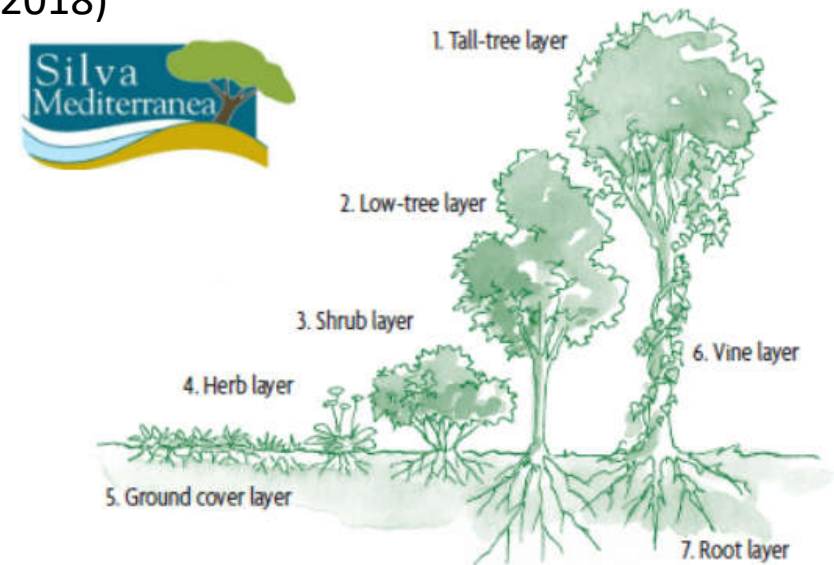
Fornitura di beni non materiali

Dobbs et al., 2017, Routledge

Approvvigionamento di risorse



La “**food forest**” è una policoltura di piante legnose ed erbacee perenni, eduli, pianificata e progettata per simulare le dinamiche forestali e perciò autosostenersi (Park et al., 2018)



The seven layers of the forest garden.

Beni non materiali: benefici sociali



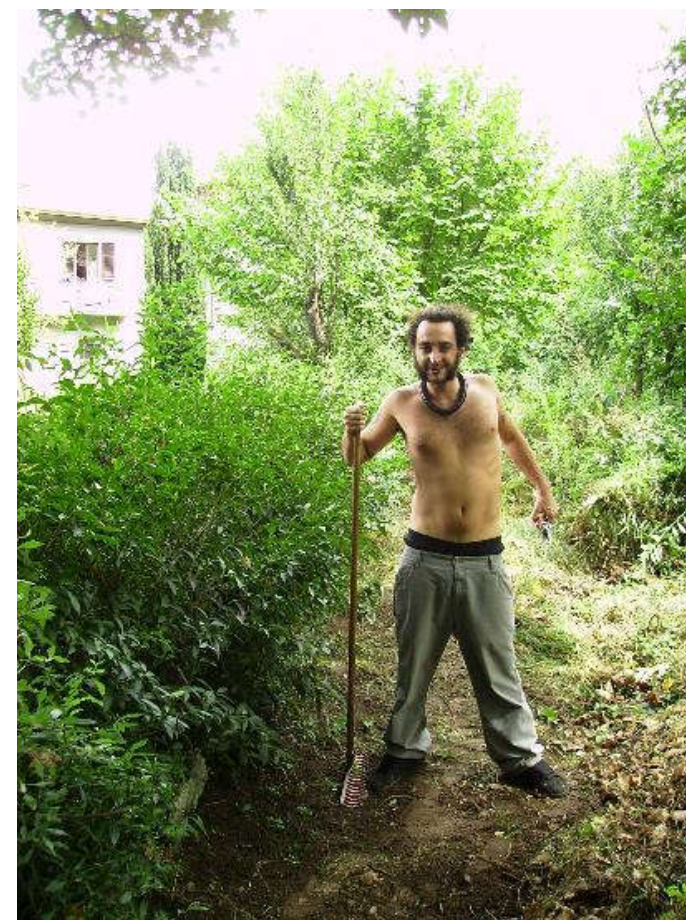
Le aree verdi urbane possono essere il “substrato” dell’aggregazione sociale, possono ridurre il senso di solitudine e favorire la formazione di una comunità coesa, in particolare se le persone condividono un obiettivo comune.

Risultato: minor criminalità, violenze domestiche, vandalismo

Benefici fisici e psicologici



Stress reduction theory (SRT): la natura stimola delle reazioni affettive inconsce, che attivano vie metaboliche in grado di alleviare lo stress. Numerose evidenze supportano che la permanenza in contesti naturali riduce la tensione muscolare, la conduttanza epidermica, il cortisolo salivare, la pressione sanguigna e la frequenza cardiaca (Kuo, 2015).



Benefici economici

- Aumento del valore degli immobili
- Impulso al commercio
- Risparmio per spese di condizionamento estivo e riscaldamento invernale delle abitazioni



Benefici storici e culturali

Ulmus campestris
Mergozzo (VB)

Età stimata: piantato
attorno al 1600



Vègia pianta stòrta
ti scùndat l'età cume 'na dòna
ma mia al téemp
Cà da piöcc, uscèi e ragn
int'la tò pancia vòia che la rimbumba al culp
A ti s'fèe fòrza e ti sa drizzat
cume tacà al ciél par mia schisciàt
Cusa mai t'i vist, cusa mai a t'i senti
sémpar lì int'i fèst e finarài
suta l'acqua e al sùul
cul Mussolini o cul P.C.
Tì ti mòlat mia la tò ànima uramài fundùta cum al làach
t'sè salvàdich
ti fiàdat par la tèra
testimòni d'la pòura géent
ti avrèe capì sicùr al giúst sénsa gula
Mì, fiöl da Margözz
e tò, spèri par tì che püsèe in là
mai un piulètt sénsa giüdizzi
al végna a sasinàt la pèll
cargàa da piöcc, ragn e tanti ròpp bèll

(*Ulm*, Olmo, poesia di Angelo Danini)

Benefici storici e culturali



Sotto l'olmo si riunivano i "consoli" di Riva e del Sasso per discutere la vita pubblica, per le decisioni riguardanti la comunità e per amministrare la giustizia di Mergozzo, ha quindi una grande valenza simbolica per una lista che si propone per amministrare il paese per i prossimi 5 anni

(da: Lista Civica Progetto Mergozzo, http://etempo.overblog.it/pages/Il_perche_della_scelta_di_un_simbolo-1322329.html)

Supporto e regolazione: miglioramento del microclima



La **traspirazione** delle piante assorbe 2,3 kJ di calore per grammo di acqua che evapora

L'**ombreggiamento** può ridurre la temperatura localmente di 10-15°C



Supporto e regolazione: miglioramento del microclima

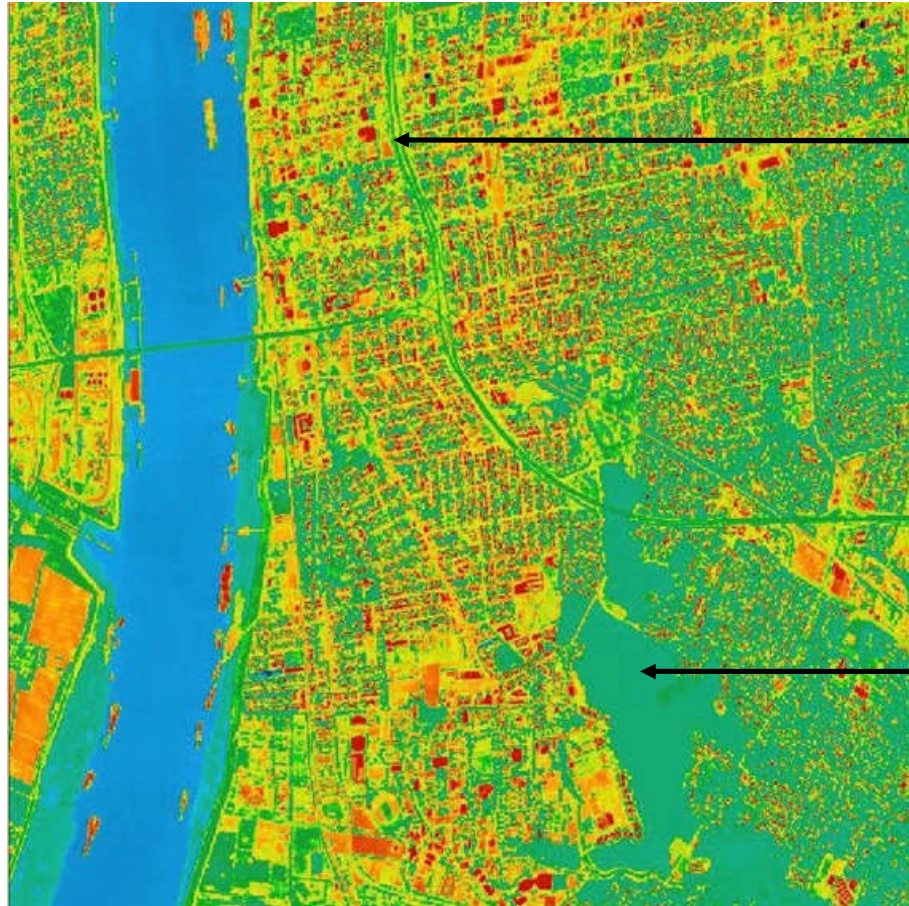
800 m² di terreno con una copertura vegetale pari al 30% della superficie assorbono attraverso il processo di traspirazione circa 1.2 milioni di Kcal che altrimenti sarebbero cedute all'ambiente.



Questa quantità di energia è sufficiente a condizionare, in estate, per 12 ore al giorno, due case di medie dimensioni

Supporto e regolazione: miglioramento del microclima

Immagine satellitare dell'emissione nell'infrarosso di Baton Rouge (Louisiana) rilevata a metà giugno 1998



Tetti nudi di edifici e/o l'asfalto raggiungono temperature di 65 °C

Un parco cittadino mostra temperature inferiori ai 30 °C



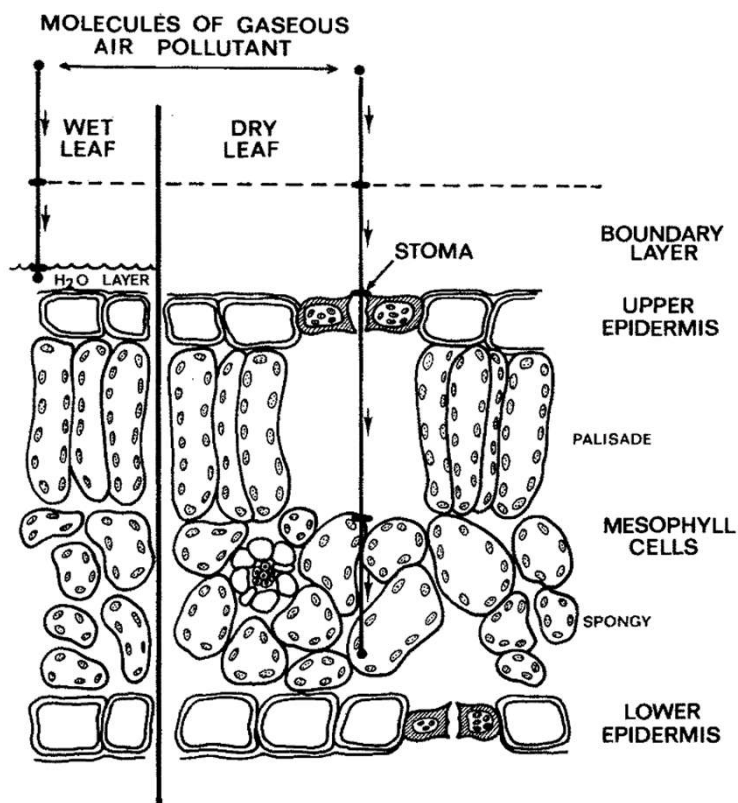
Supporto e regolazione: miglioramento della qualità dell'aria



Tipicamente, 1 cm² di area fogliare adsorbe 10-70 mg PM all'anno, oltre ad assorbire inquinanti gassosi (CO, NO_x, SO₂, O₃)

Supporto e regolazione: miglioramento della qualità dell'aria

Inquinanti gassosi (NO_x ; SO_2 ; O_3 ; CO)



Particolato (PM_{10} ; $\text{PM}_{2.5}$; $\text{PM}_{0.1}$)

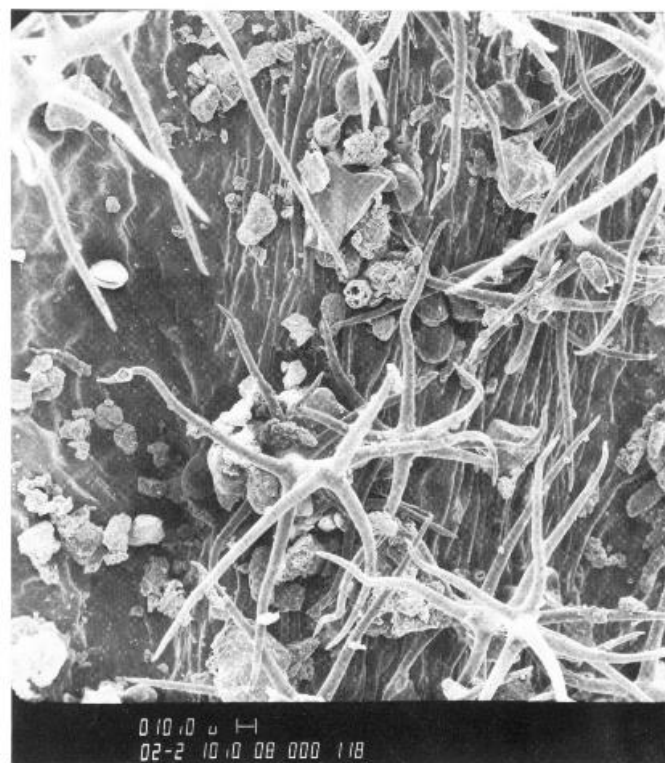
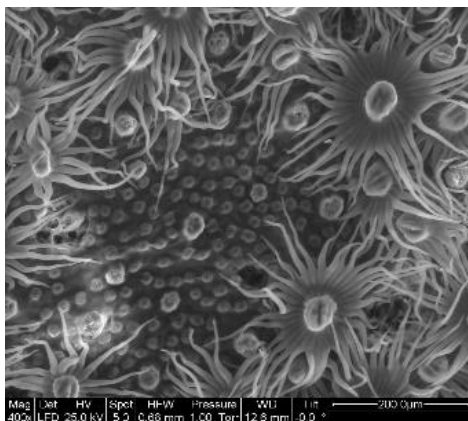


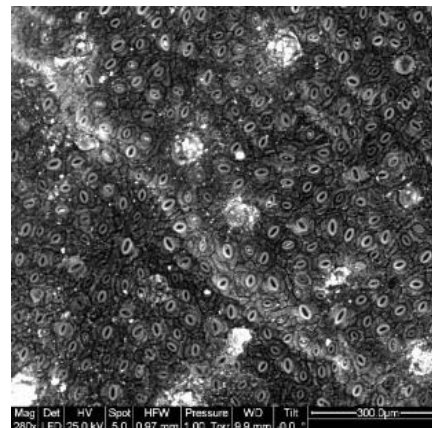
Figure 5-3. Scanning electron microscope micrograph of the adaxial surface of an 8-week-old London plane leaf. Spore, pollen, carbonaceous, angular, and aggregate particles are visible. Scale, 10 μm.

Supporto e regolazione: miglioramento della qualità dell'aria

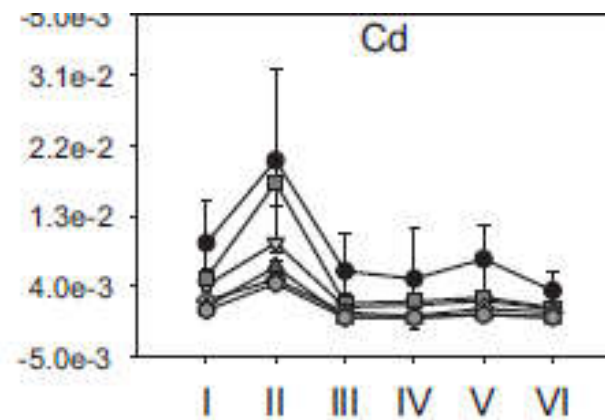
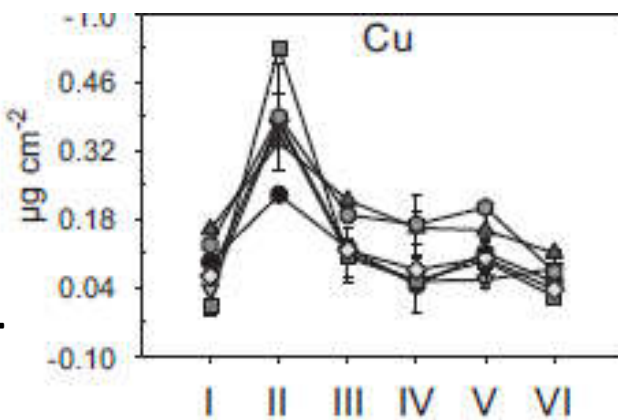
Eleagno



Ligustro

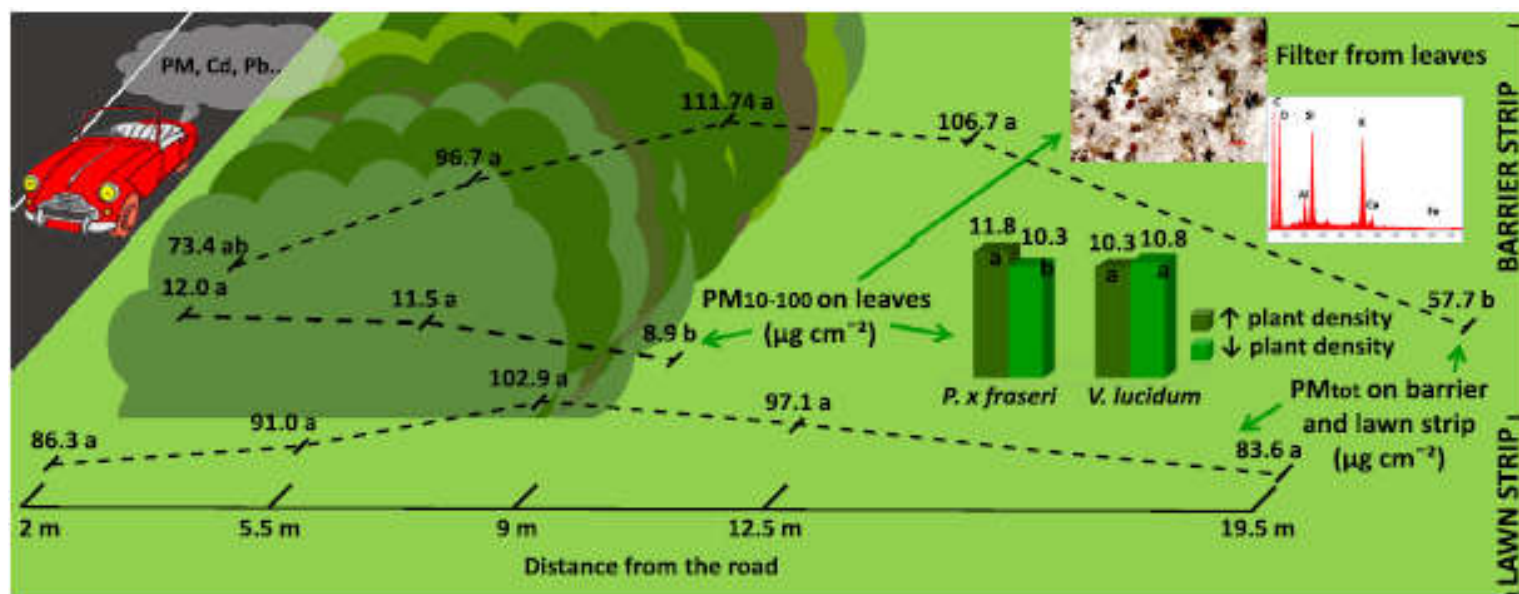


Inquinante adsorbito
 $\mu\text{g cm}^{-2}$



Leaf deposition of different elements in *Viburnum lucidum* (black circle), *A. unedo* (white triangle down), *P. × fraseri* (black square), *L. nobilis* (white diamond), *E. × ebbingei* (black triangle up) and *L. japonicum* (white circle). From Mori et al., 2015, 2016.

Supporto e regolazione: miglioramento della qualità dell'aria



- Specie e tecniche colturali che tendono a sviluppare o favorire un maggior LAI assicurano una maggior deposizione di inquinanti
- Le latifoglie sono generalmente più efficaci delle conifere; le sempreverdi più delle decidue

Science of the Total Environment 643 (2018) 725–737



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

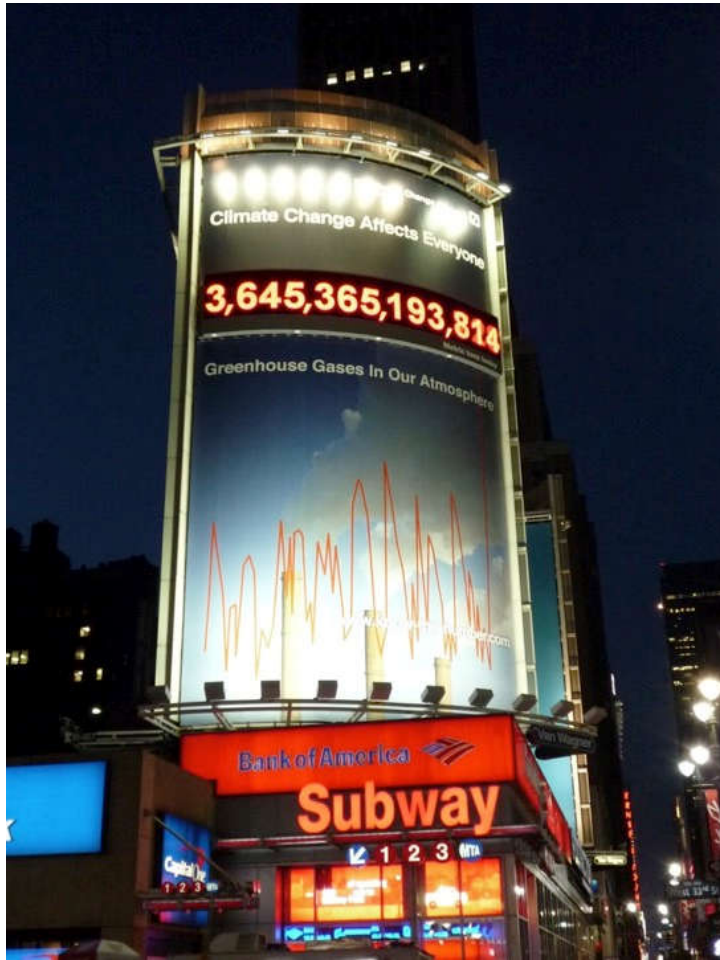


Air pollution deposition on a roadside vegetation barrier in a Mediterranean environment: Combined effect of evergreen shrub species and planting density

J. Mori ^{a,*}, A. Fini ^b, M. Galimberti ^b, M. Ginero ^c, G. Burchi ^d, D. Massa ^{d,1}, F. Ferrini ^{a,1}



Supporto e regolazione: riduzione della CO₂ atmosferica



Le piante legnose sono un eccellente ed economico sink di carbonio, in grado di assimilare e stoccare la CO₂ atmosferica

Assimilazione: carbonio annualmente rimosso dall'atmosfera dagli alberi, convertita in zuccheri tramite la fotosintesi

Stoccaggio

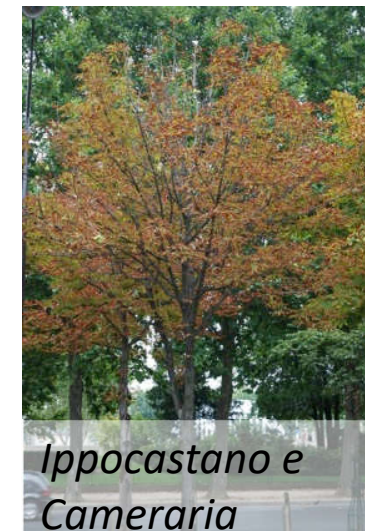
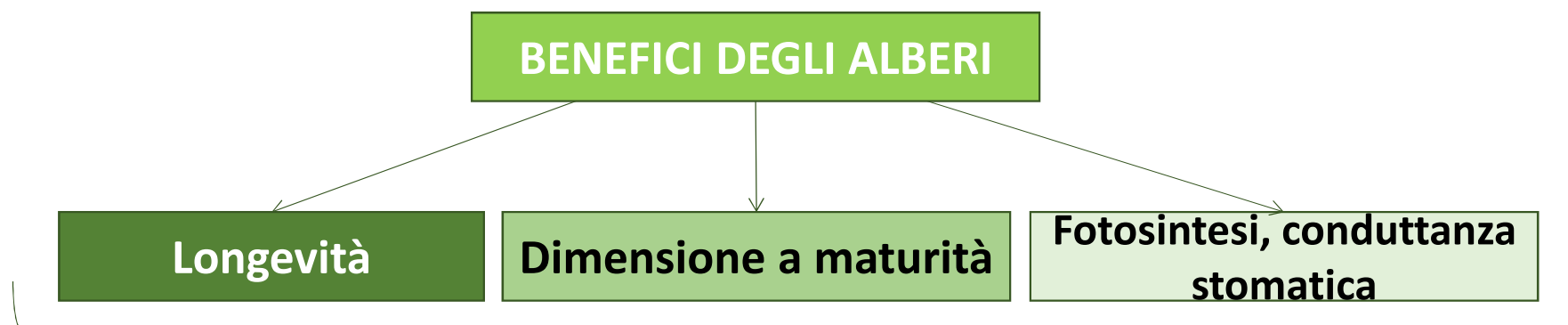
Quota di carbonio che rimane permanentemente in forma organica, sotto forma di biomassa legnosa, fino alla morte dell'albero



Supporto e regolazione: riduzione della CO₂ atmosferica

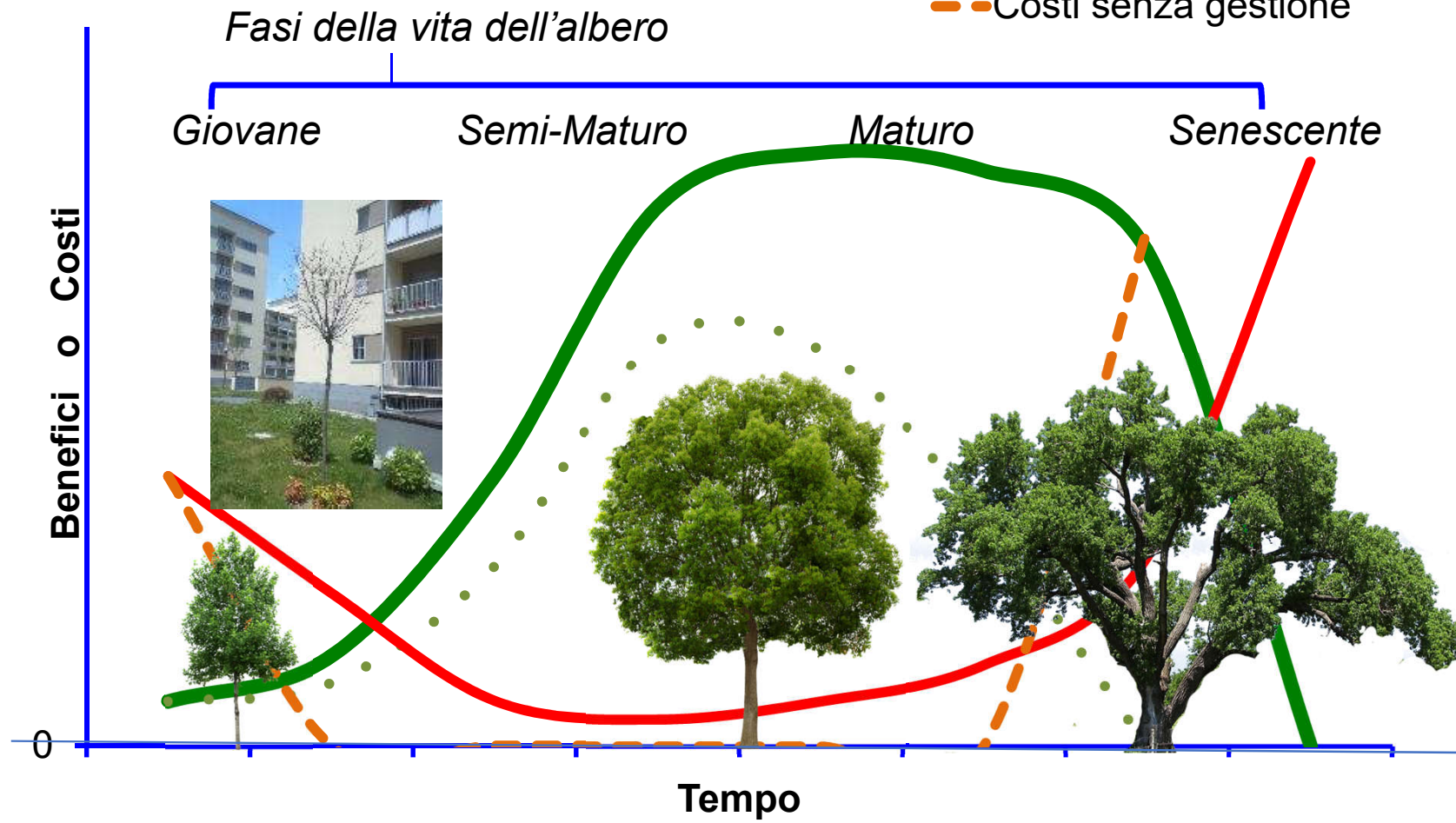


Supporto e regolazione: riduzione della CO₂ atmosferica



Da Hauer, 2015 modificato

- Benefici con gestione
- Benefici senza gestione
- Costi con gestione
- - - Costi senza gestione

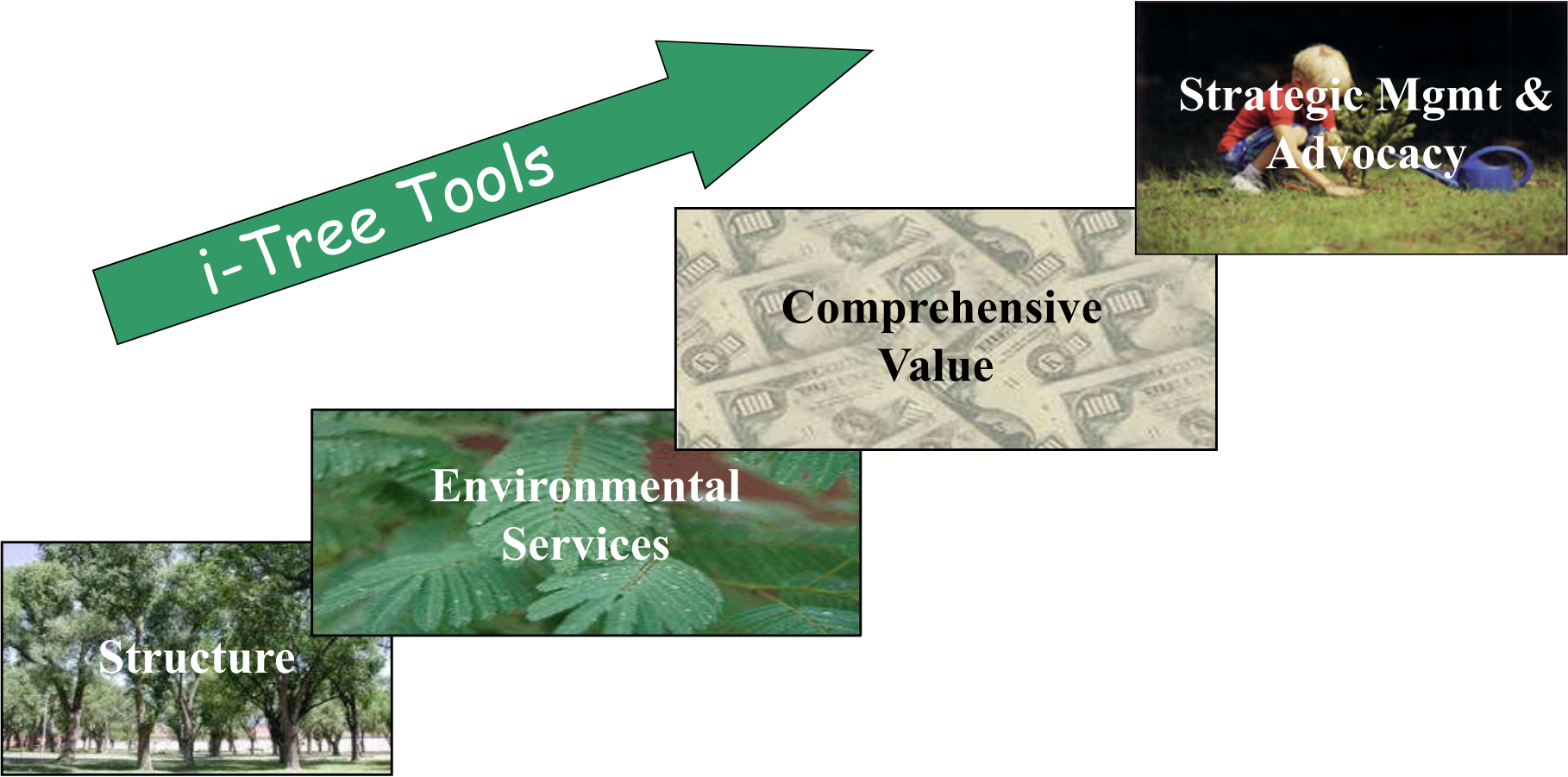


Supporto e regolazione: riduzione della CO₂ atmosferica



- **Quantificare i benefici del verde**
- **Orientare la pianificazione e la gestione per massimizzare i benefici/costi**

Quantificare i benefici: I-Tree



Modelli empirici

Stimano la crescita e la biomassa in base ad osservazioni sperimentali

Le relazioni empiriche sono ottenute “fittando” centinaia di osservazioni di parametri diversi delle piante (es. diametro, altezza, età)

Mancano di una robusta base teorica, tuttavia un gran numero di equazioni è stato sviluppato per moltissime specie (soprattutto in ambiente forestale)

Valgono per gli ambienti in cui sono sviluppati, difficile la generalizzazione

ES:

Stoccaggio di carbonio

$$\text{Biomassa} = a (\text{diametro})^b$$

Assimilazione di carbonio

Incremento di biomassa tra anni successivi, corretto in base ad alcuni coefficienti

Modelli empirici

Table 1 Parameter estimates for allometric equations relating volume (m³) and diameter breast height (DBH, cm)

Tree species (Spp. Code)	a	b	R2	RMSE
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> (FRPE)	5.9 E-04	2.206	0.987	0.175
<i>Gleditsia triacanthos</i> (GLTR)	5.1 E-04	2.220	0.988	0.188
<i>Tilia cordata</i> (TICO)	9.4 E-04	2.042	0.953	0.257
<i>Quercus macrocarpa</i> (QUMA)	2.4 E-04	2.425	0.938	0.365
<i>Celtis occidentalis</i> (CEOC)	1.4 E-03	1.928	0.959	0.293
<i>Ulmus americana</i> (ULAM)	1.8 E-03	1.869	0.924	0.268
<i>Acer platanoides</i> (ACPL)	1.9 E-03	1.785	0.940	0.280
<i>Ulmus pumila</i> (ULPU)	4.9 E-03	1.613	0.874	0.461
<i>Populus sargentii</i> (POSA)	2.1 E-03	1.873	0.991	0.181
<i>Gymnocladus dioicus</i> (GYDI)	4.2 E-04	2.059	0.816	0.411
<i>Acer saccharinum</i> (ACSA)	3.6 E-04	2.292	0.964	0.334

Parameter values are given for each individual species. The equation form is $\text{Volume} = a(\text{DBH})^b$


McHale et al., 2009, Urban Ecosys

Qualiviva (Mipaaf, Italy)

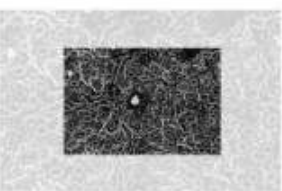
Schede tecniche che descrivono le caratteristiche morfologiche, ecologiche e i requisiti gestionali di 103 specie arboree ornamentali.

Inoltre, è riportata la tolleranza di ciascuna specie ai principali stress biotici e abiotici
Infine, usando I-Tree, sono stati quantificati alcuni servizi ecosistemi delle diverse specie

Stoccaggio CO2

	CO2 stoccata (kg)	CO2 assimilata (kg/anno)
Nuovo impianto	6	5
Esemplare maturo	3730	325

Abbattimento inquinanti

	O3 (kg/anno)	NO2 (kg/anno)	SO2 (kg/anno)	PM10 (kg/anno)
Esemplare maturo	0.1	0.2	0.3	0.1

Aesculus hippocastanum

<http://www.vivaistiitaliani.it/qualiviva/consultazione-shede-tecniche>



SMARTURBAN

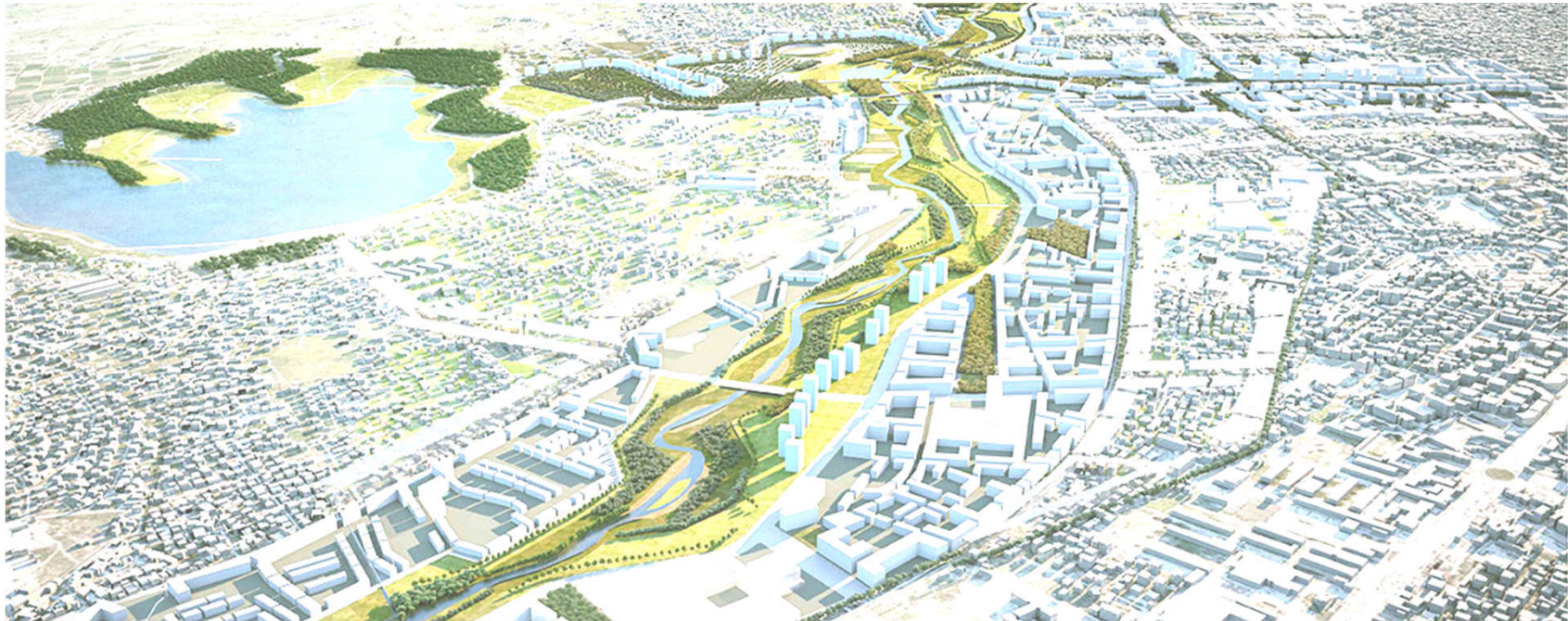
Sistema di monitoraggio e ricerca territoriale urbana



Regione Toscana



Le ali alle tue idee



FLORINFO

netsens



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DISPA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLE PRODUZIONI AGROALIMENTARI E DELL'AMBIENTE



GEOSYSTEMS
SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI



RESOLVO

RESPONSIBLE SOLUTIONS



LIFE URBANGREEN
(LIFE17 CCA/ITA/000079)

LIFE URBANGREEN

LIFE URBANGREEN (2018–2022)

2 città: Rimini e Cracovia

10 specie arboree

2 tipologie di gestione: tradizionale e “smart”

Finalità: 1- quantificare tramite misurazione diretta i benefici del verde;
2- sviluppare un software di gestione smart che includa i benefici nella calendarizzazione degli interventi



Partner di progetto

Project coordinator: R3 GIS srl – Merano (Italy)

Partners

University of Milano (IT)

Progea 4D – Krakow (PL)

Anthea srl (City of Rimini – IT)

Zarząd Zieleni Miejskiej (City of Krakow - PL)

Inizio: Luglio 2018



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



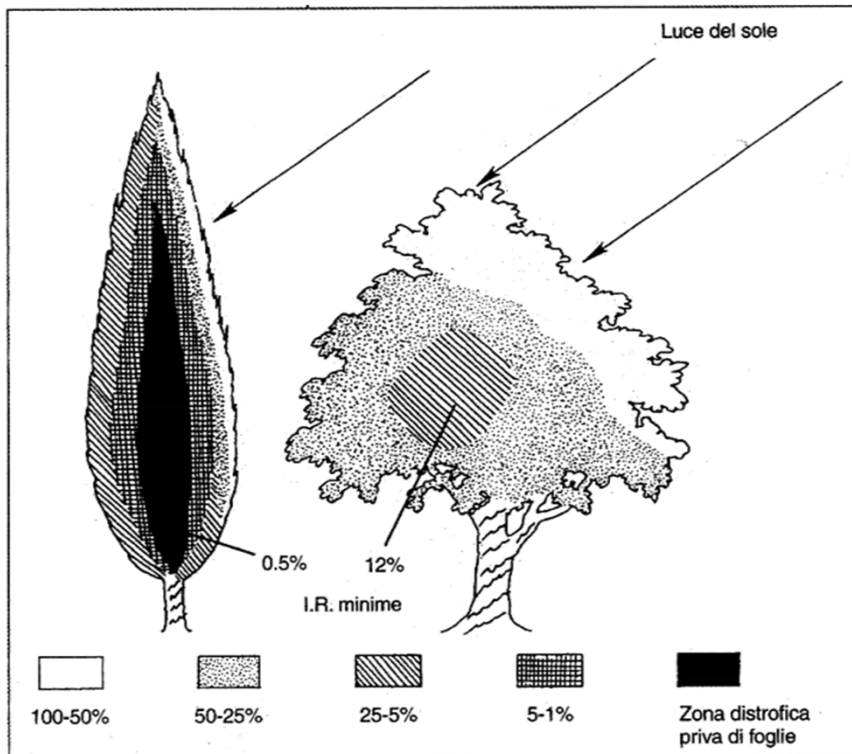
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Anthea



Zarząd
Zieleni Miejskiej
w Krakowie

1 – Misurazione in situ di alcuni servizi ecosistemici

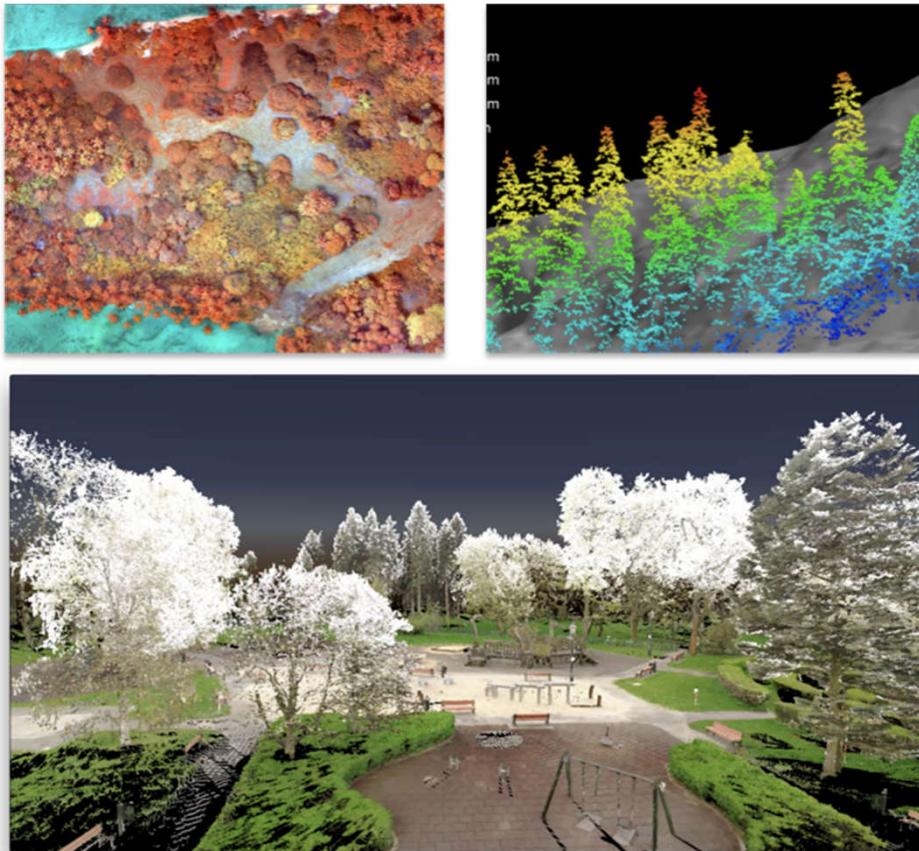


Campagne di misurazioni eco-fisiologiche intensive, effettuate in diversi periodi dell'anno, con lo scopo di misurare direttamente, anzichè stimare con modelli, i benefici forniti da alcune specie arboree:

- Stoccaggio di CO₂
- Assimilazione di CO₂
- Adsorbimento di PM
- Miglioramento del microclima

2- Sviluppo di un software

Supporto alla gestione del verde per aumentare i benefici

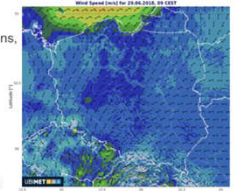


Dati da Remote sensing, dati ottenuti tramite LiDAR (Light Detection And Ranging) e modelli previsionali meteorologici saranno integrati alle misurazioni fisiologiche **per sviluppare un software per una gestione “smart” del verde**, in grado cioè di ottimizzare gli interventi irrigui e la potatura per massimizzare i benefici forniti e ridurre le esternalità legate alla gestione

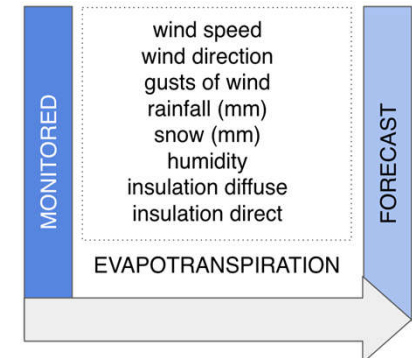
Background: UBIMET Analysis HYDRA®

HYBRID DOWNSCALING BASED ON REGRESSION AND ANALYSIS

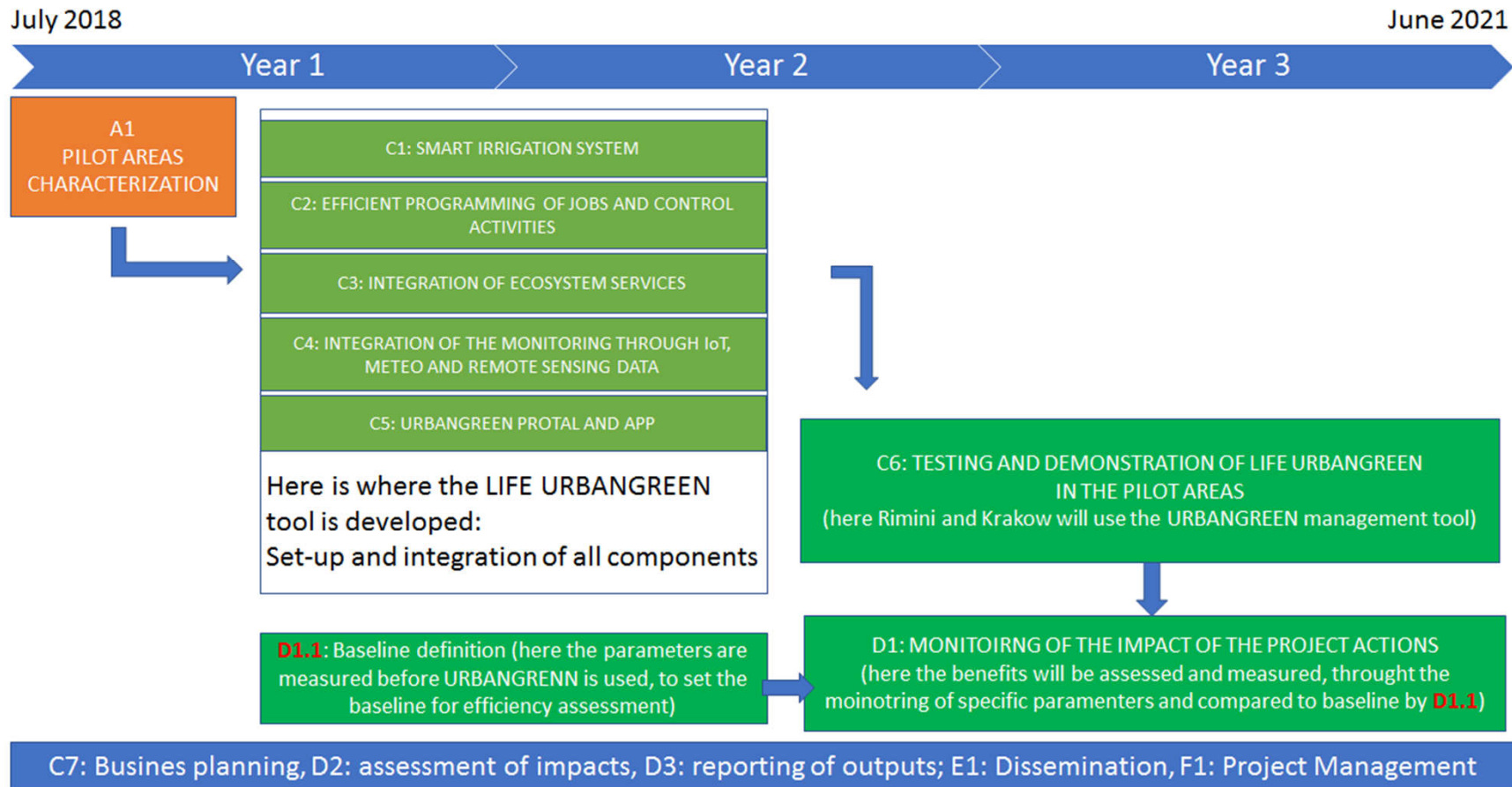
- Patented Algorithm
- Numerous input data (Weather Stations, Radar, Satellite, Lightning)
- Downscaling via „Fingerprints“:
 - Topographic effects
 - Hydrographic effects
 - Thermal effects
- Weighted spatial regression methods



UBIMET



Le azioni del progetto



Le aree sperimentali

Nella fase preliminare del progetto, sono state individuate aree rappresentative in cui effettuare le misurazioni



Le aree sperimentali

Le aree sperimentali sono state stratificate in due macro-tipologie:

Aree pavimentate: alberature stradali, parcheggi, alberi a dimora in buche d'impianto ben definite o con visibile interazione tra pianta e costruito.

Aree non pavimentate: piante in parchi e giardini, soggette a scarsi o nulli conflitti con il costruito e a dimora in suoli per la maggior parte non pavimentati





Le aree sperimentali

Sulla base di inventari pre-esistenti sono state individuate le 10 specie per ciascuna città da includere nel progetto:

RIMINI: 2.500.000 m2 di verde con 52.809 alberi appartenenti a 84 specie

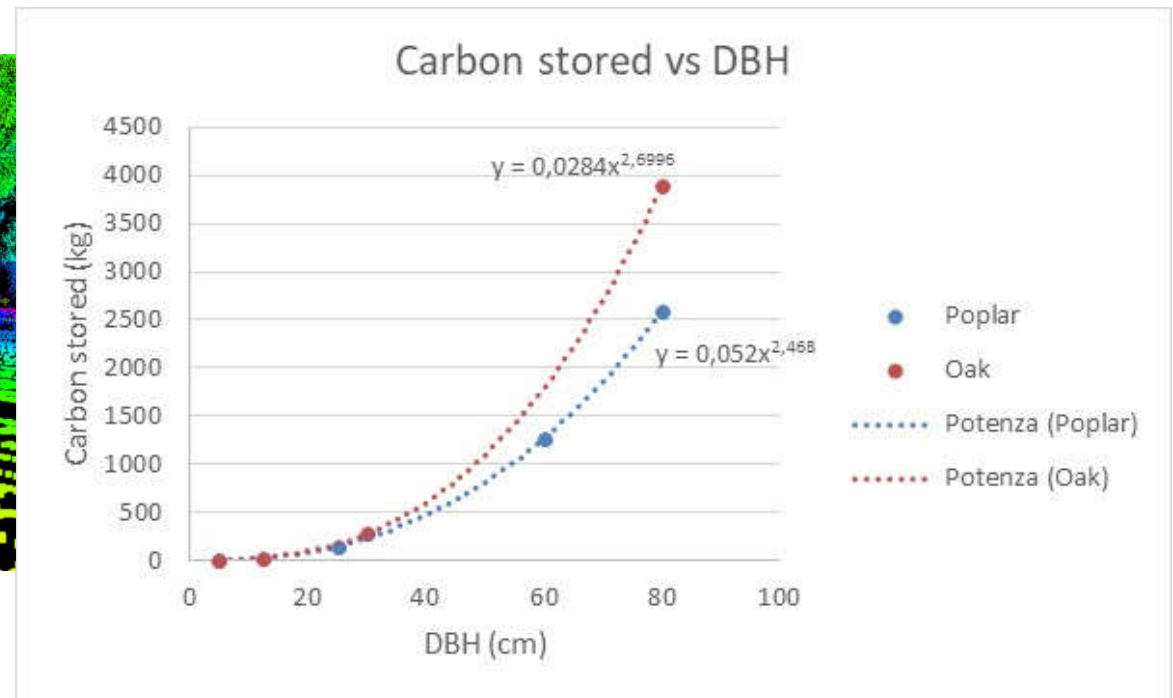
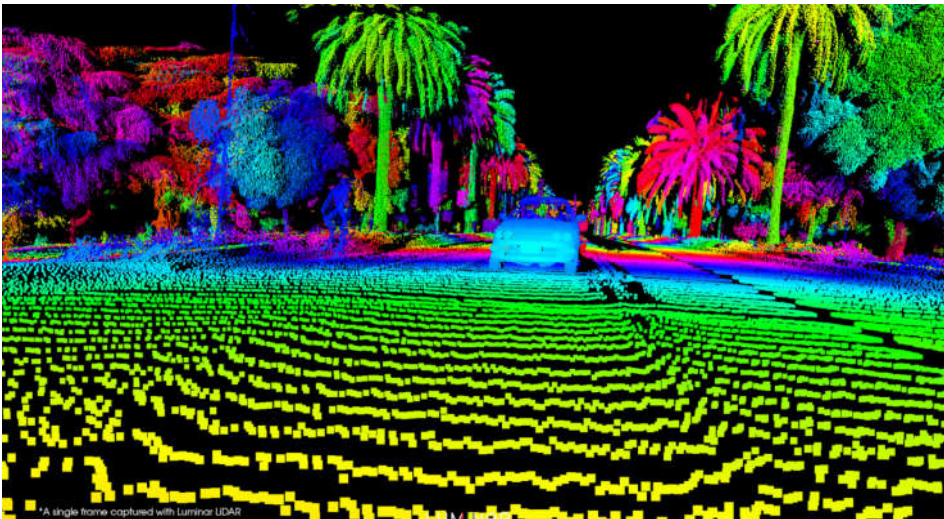
Specie	Habitus
<u><i>Quercus robur</i></u>	Latifolia decidua, grande
<i>Platanus x acerifolia</i>	Latifolia decidua, grande
<u><i>Populus nigra</i></u>	Latifolia decidua, grande
<i>Quercus ilex</i>	Latifolia sempreverde, grande
<u><i>Pinus pinea</i></u>	Conifera sempreverde
<u><i>Tilia x europaea</i></u>	Latifolia decidua, medio/grande
<u><i>Aesculus hippocastanum</i></u>	Latifolia decidua, medio/grande
<u><i>Acer negundo</i></u>	Latifolia decidua, media
<i>Ligustrum lucidum</i>	Latifolia semi-decidua, piccola
<i>Prunus laurocerasus</i>	Arbusto sempreverde

CRACOVIA: 4.720.000 m2 di verde con 50094 alberi censiti appartenenti a 73 specie

Specie	Habitus
<u><i>Quercus robur</i></u>	Latifolia decidua, grande
<i>Fraxinus excelsior</i>	Latifolia decidua, grande
<u><i>Populus nigra</i></u>	Latifolia decidua, grande
<i>Ulmus laevis</i>	Latifolia decidua, grande
<u><i>Pinus nigra</i></u>	Conifera sempreverde
<u><i>Tilia cordata</i></u>	Latifolia decidua, medio/grande
<u><i>Aesculus hippocastanum</i></u>	Latifolia decidua, medio/grande
<u><i>Acer platanoides</i></u>	Latifolia decidua, medio/grande
<i>Sorbus aucuparia</i>	Latifolia decidua, piccola
<i>Cornus alba</i>	Arbusto deciduo

Le aree sperimentali

Dati Lidar saranno utilizzati per generare nuove curve di crescita, specifiche per l'ambiente urbano in Europa, in grado di mettere in relazione il **diametro del fusto** con l'**area fogliare**, il **carbonio staccato** e quello **assimilato**



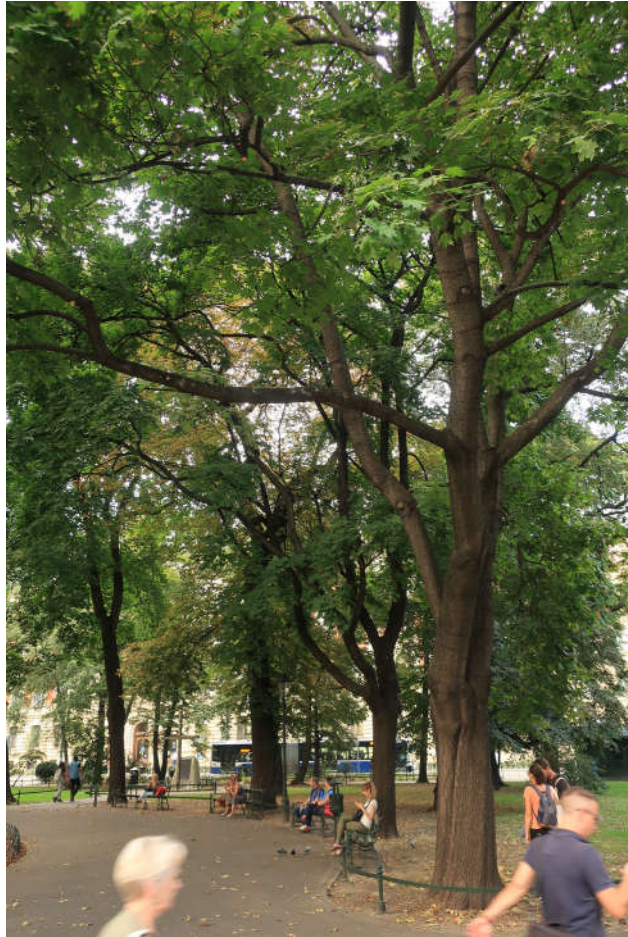
Le aree sperimentali



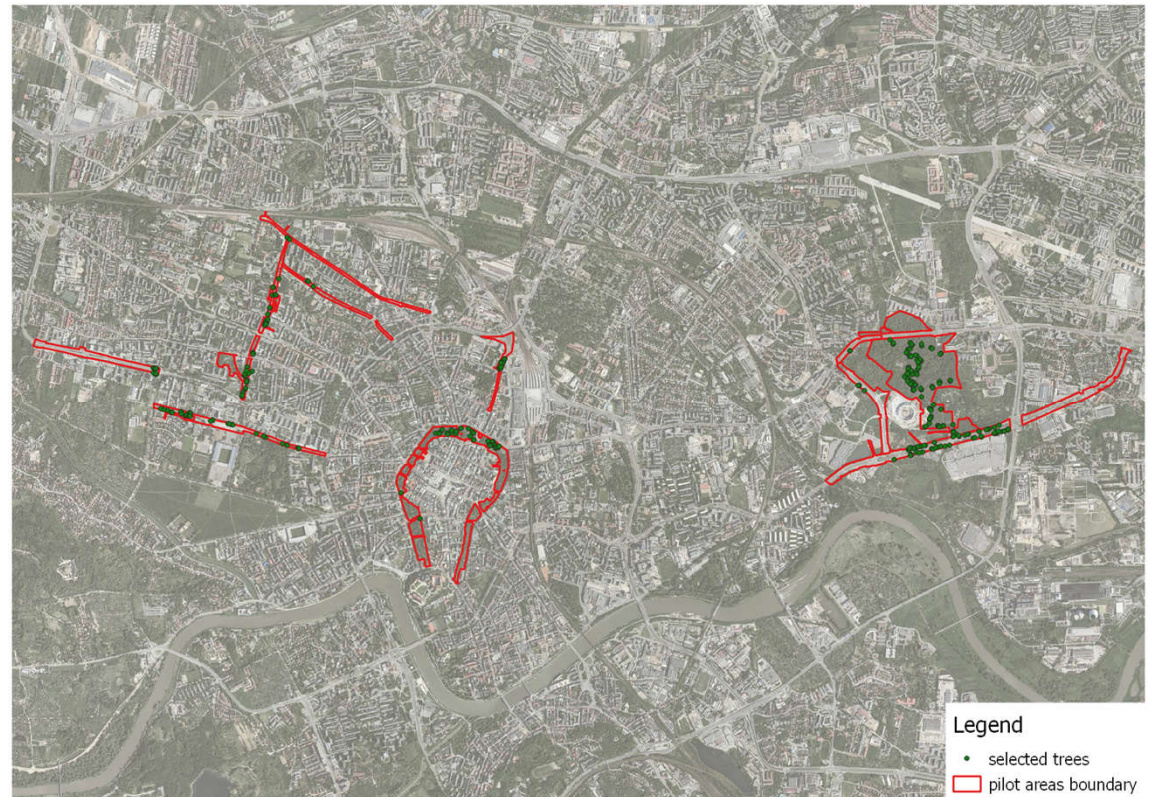
A Rimini sono state effettuate due campagne di misurazione di fotosintesi e traspirazione, in estate e in autunno 2018
In ogni data, circa 190 alberi sono stati misurati



Le aree sperimentali



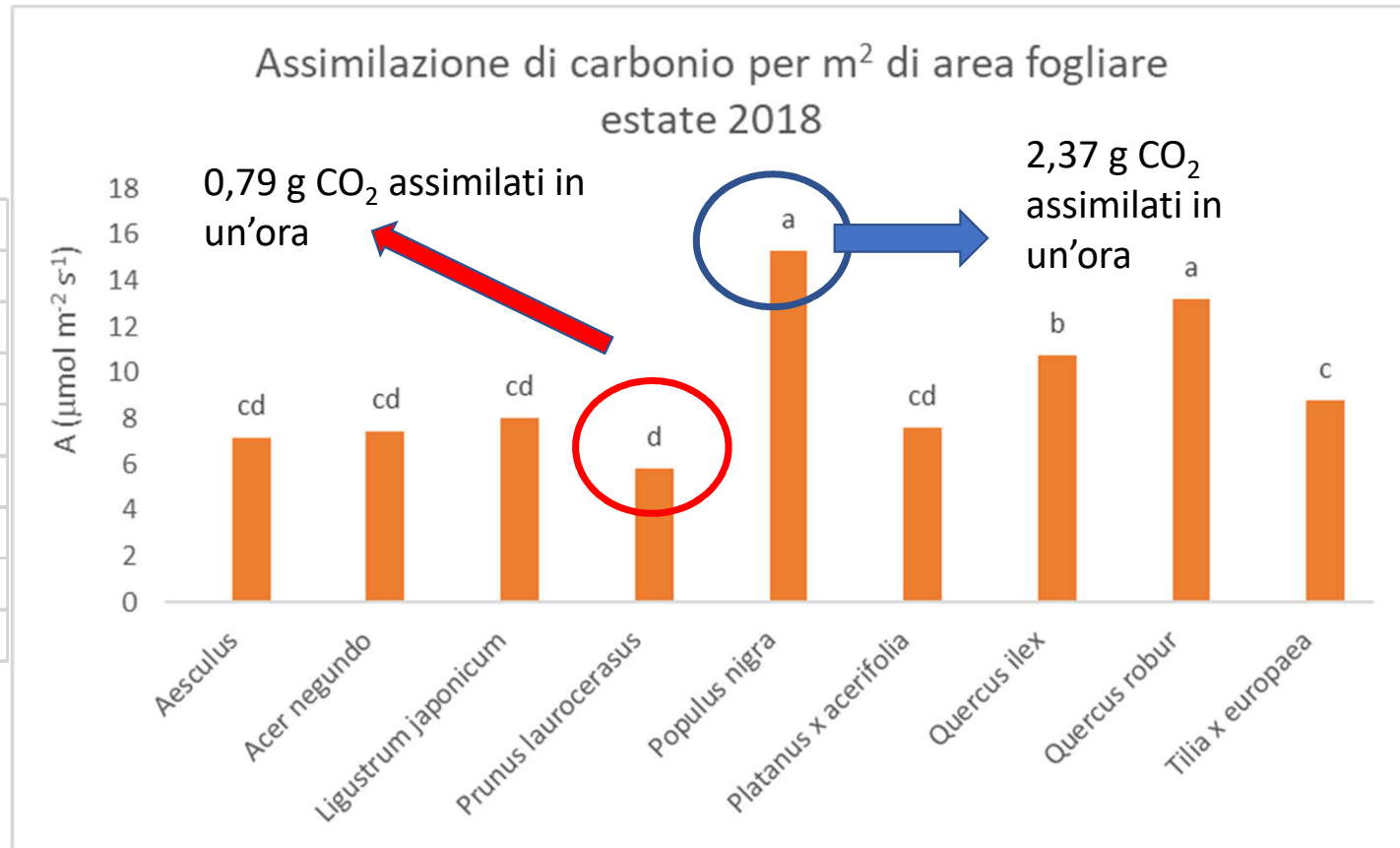
A Cracovia, al momento sono state effettuate le misurazioni solo nel periodo autunnale, misurando circa 260 piante.





Assimilazione del carbonio: effetti della scelta della specie a Rimini

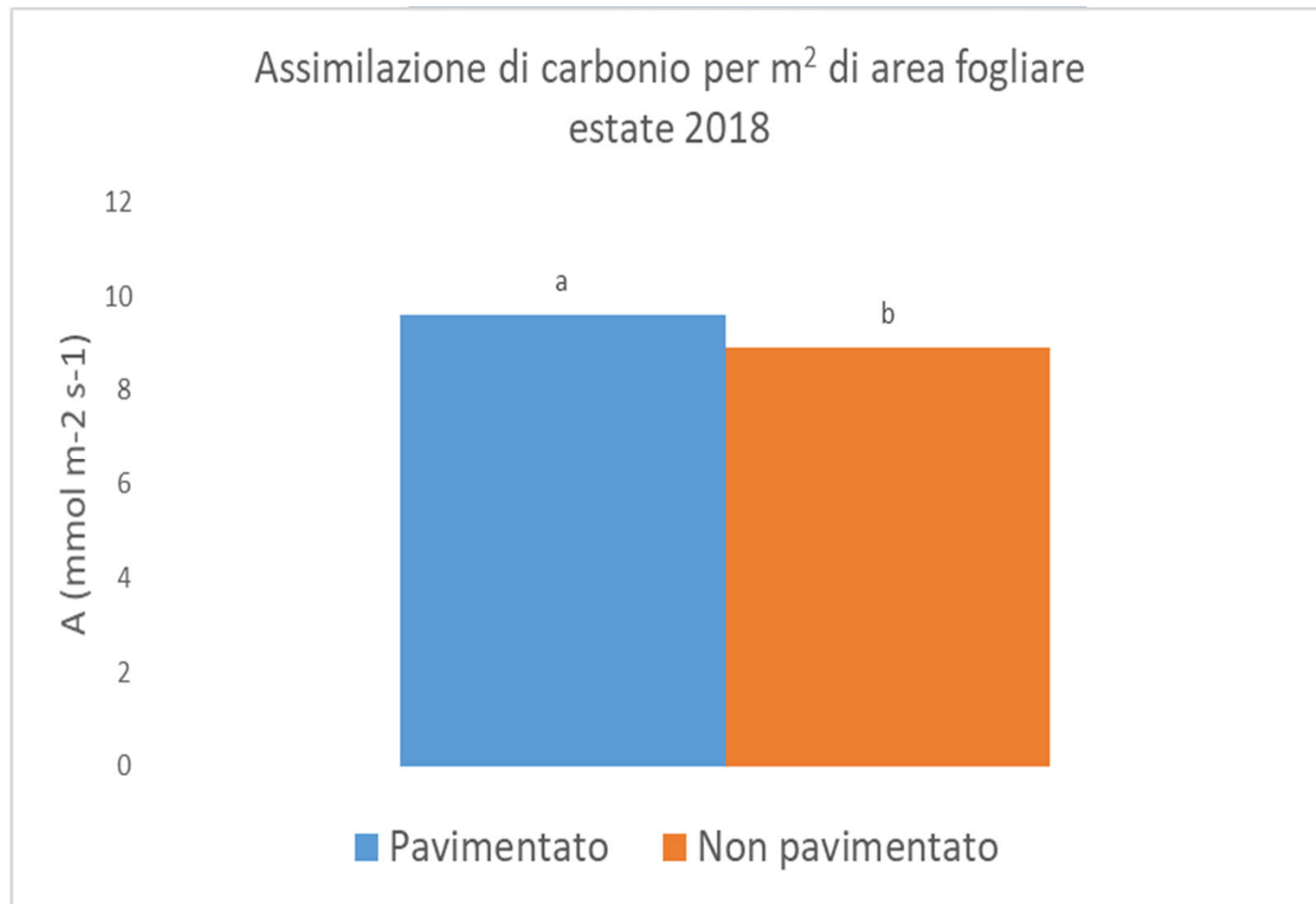
Pspecie	→	**
Pstrata		**
Petà		n.s.
Pposizione		**
PspecieXstrata		n.s.
PspecieXetà		n.s.
SpecieXposizione		n.s.
AgeXstrata		**
SpecieXageXstrata		**

Valori misurati su foglie in pieno sole




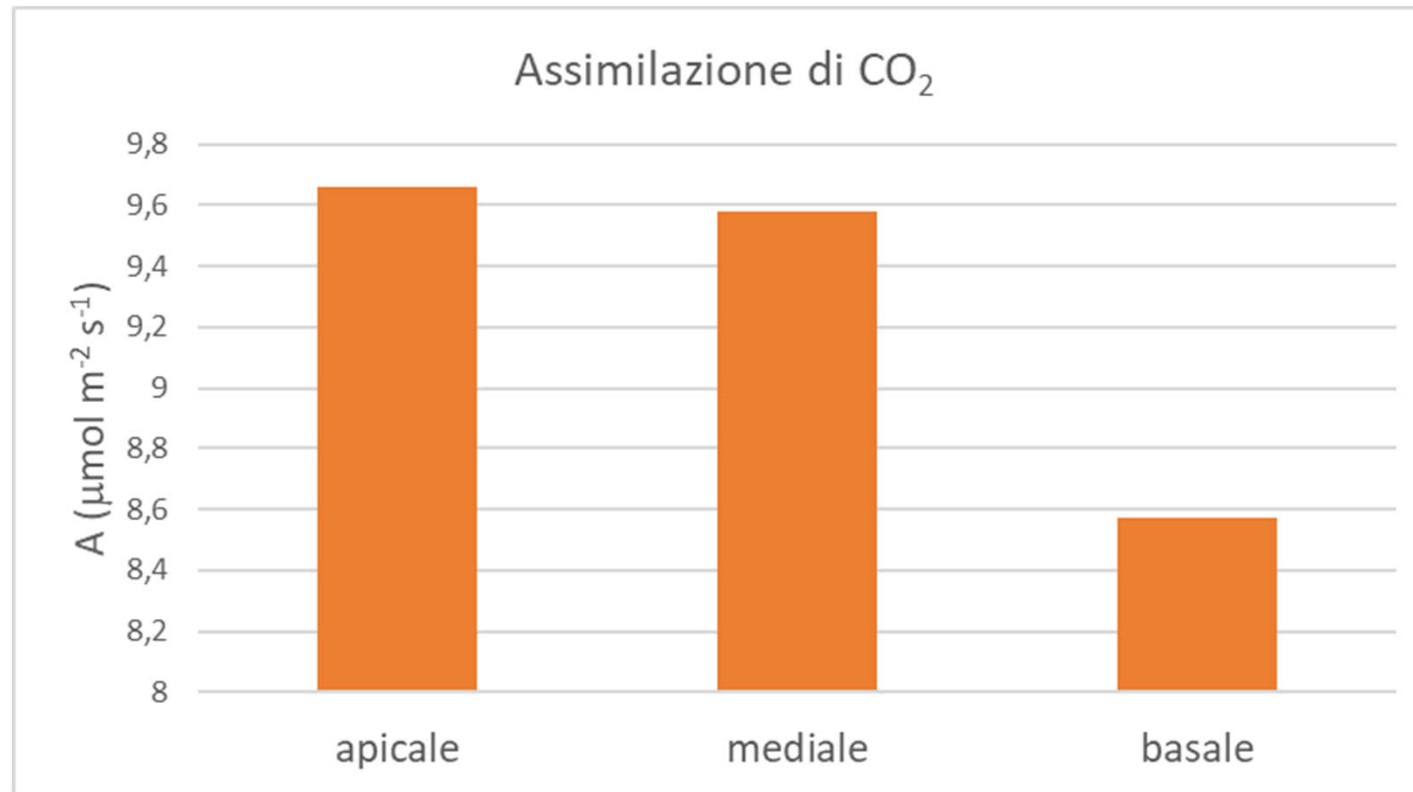
Assimilazione del carbonio: effetti della scelta della specie a Rimini

Pspecie		**
Pstrata		**
Petà		n.s.
Pposizione		**
PspecieXstrata		n.s.
PspecieXetà		n.s.
SpecieXposizione		n.s.
AgeXstrata		**
SpecieXageXstrata		**

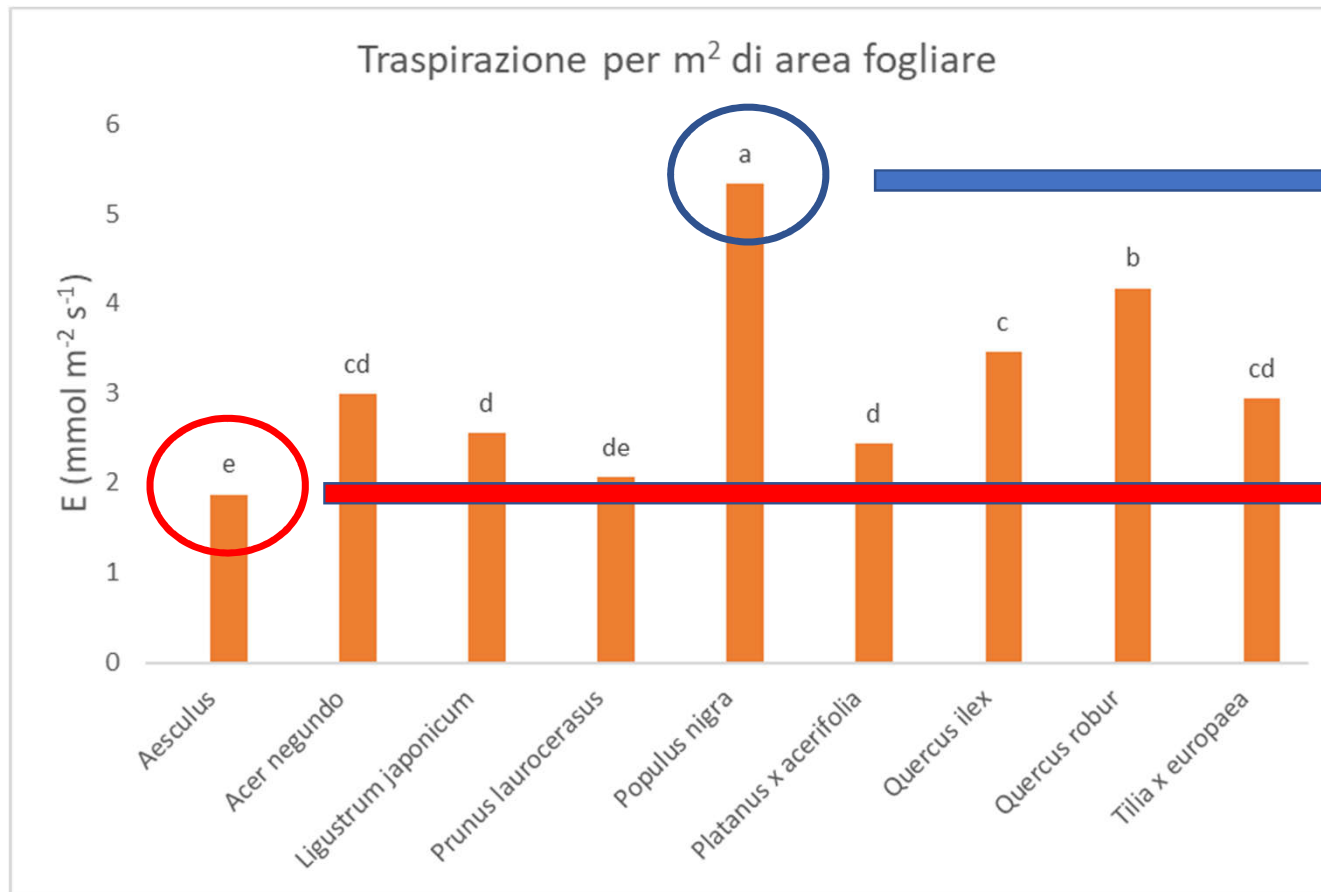


Assimilazione del carbonio: effetti della scelta della specie a Rimini

Pspecie		**
Pstrata		**
Petà		n.s.
Pposizione		**
PspecieXstrata		n.s.
PspecieXetà		n.s.
SpecieXposizione		n.s.
AgeXstrata		**
SpecieXageXstrata		**




Traspirazione e miglioramento microclima Rimini, luglio 2018



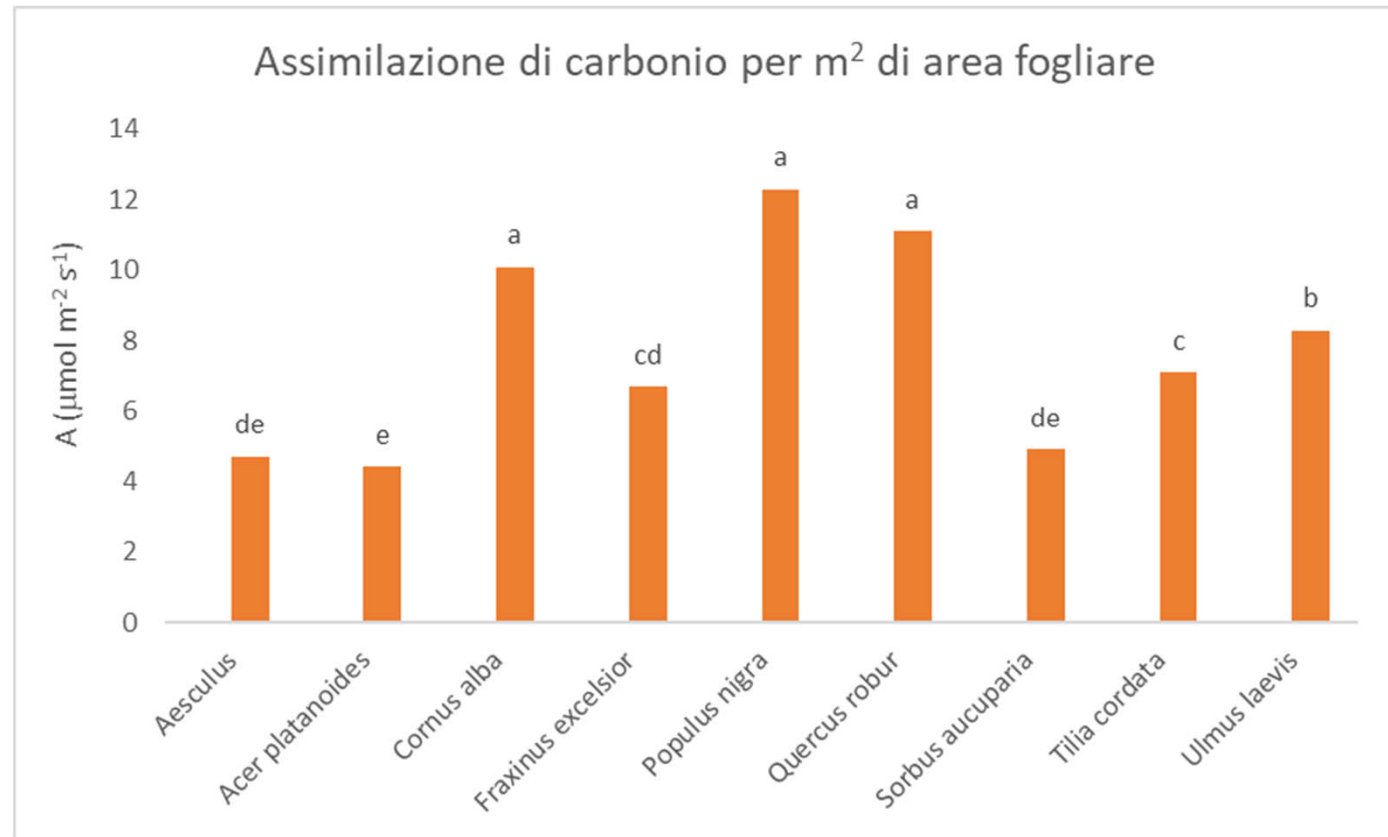
784 kJ dissipati in un'ora come calore latente
(circa -0,7°C di raffreddamento di 1 m³ d'aria secca)

275 kJ dissipati in un'ora come calore latente
(circa -0,28°C di raffreddamento di 1 m³ d'aria secca)

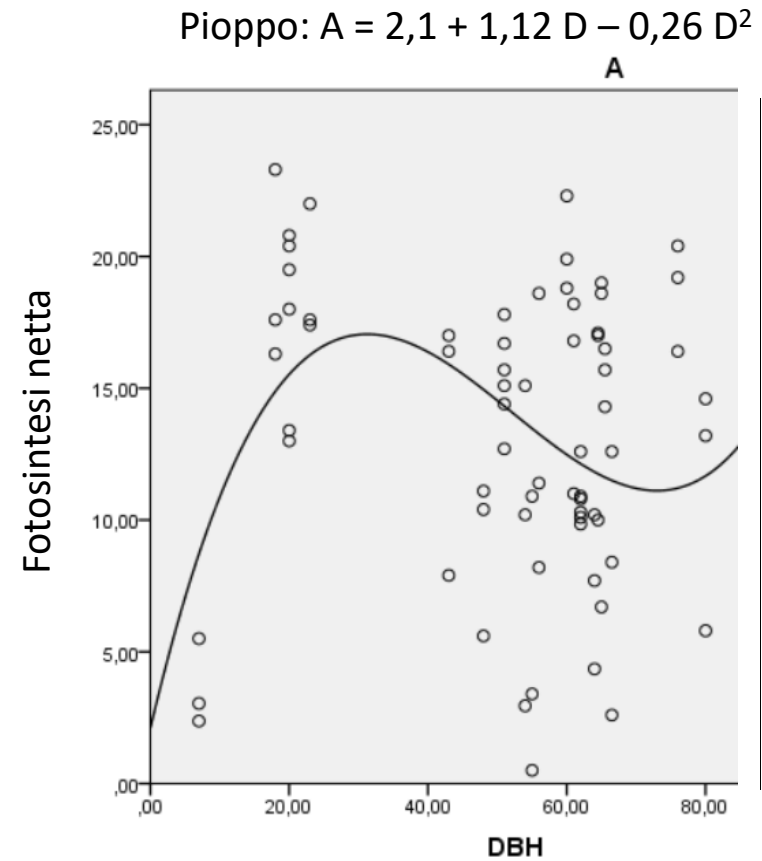
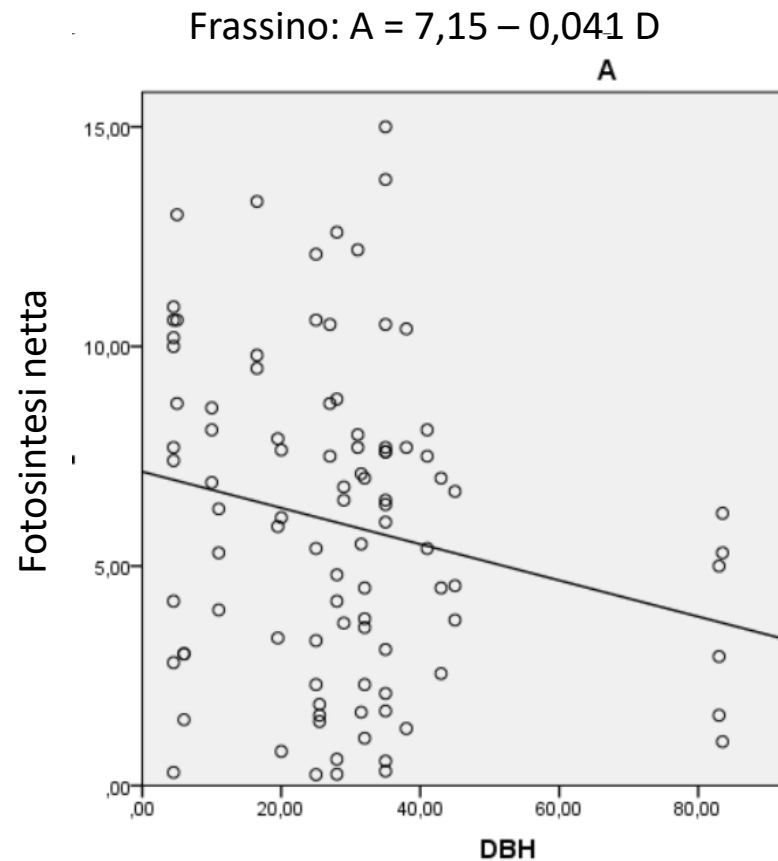
Assimilazione del carbonio: effetti della scelta della specie a Cracovia

Pspecie		**
Pstrata		n.s.
Petà		**
Pposizione		**
PspecieXstrata		n.s.
PspecieXetà		**
SpecieXposizione		n.s.
AgeXstrata		n.s.
SpecieXageXstrata		n.s.

Valori misurati su foglie in pieno sole



In **ippocastano, acero, cornus, sorbo, tiglio** la fotosintesi netta per unità di area fogliare non varia in modo significativo tra alberi giovani, maturi e senescenti;
in **frassino, pioppo e olmo**, esemplari senescenti assimilano meno CO₂ rispetto a piante più giovani
L'analisi di A al variare di età e diametro può dare indicazioni relative alle esigenze di rinnovamento



Traspirazione e miglioramento microclima

- Le attività fin qui condotte hanno messo in luce come i **benefici** forniti **dipendano dalla scelta della specie**
- Le attività future saranno focalizzare a **migliorare l'accuratezza della misura** (da big leaf a chioma vera) e a quantificare altri benefici, come la capacità di **rimuovere PM**

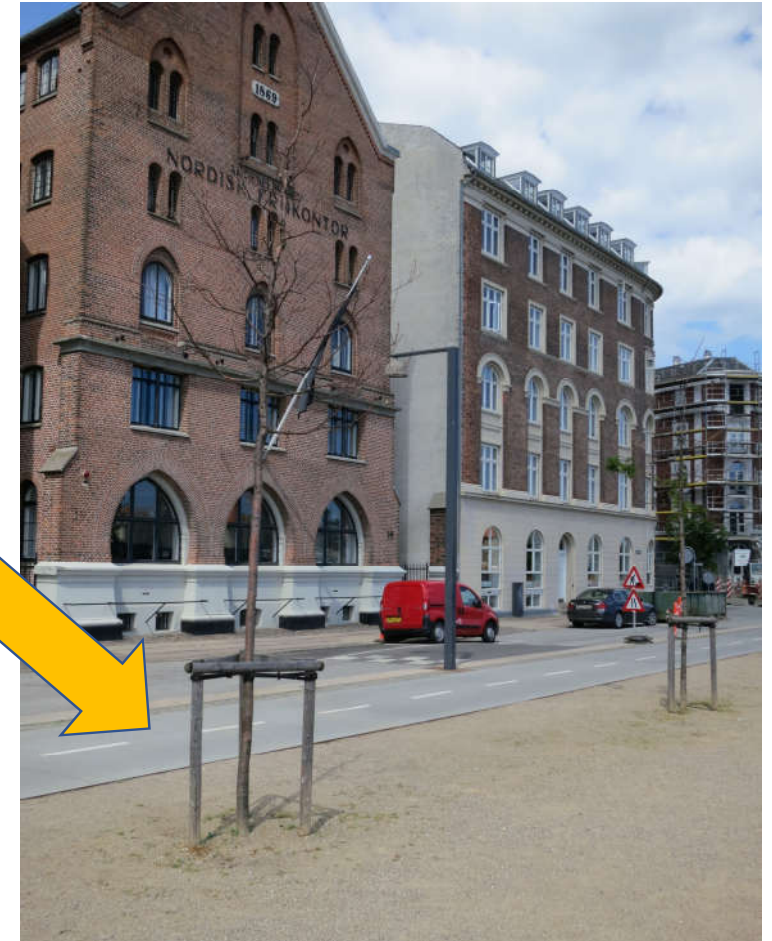



Traspirazione e miglioramento microclima

In una successiva azione del progetto, saranno valutati gli effetti di alcune tecniche di gestione sui benefici forniti



?





Grazie per
l'attenzione

LIFE  URBANGREEN



With the contribution of the LIFE Programme of the European Union
LIFE17 CCA/IT/000079

www.lifeurbangreen.eu