



# L'albero - Servizi ecosistemici e possibili inconvenienti

Alessio Fini

Disaa – Università degli Studi di Milano



A large, dense green wisteria tree in Barzio, Italy, growing over a building. The tree is thick and bushy, with many small green leaves. It is growing over a building with a red brick facade and a balcony with a metal railing. The sky is visible in the background.

Glicine (*Wisteria sinensis*) di Barzio

Età stimata: 200 anni


Legato con vigorosa tenacia a quella che un tempo era l'"Osteria del Stremeni" e oggi è il Ristorante Hotel Esposito, l'albero dai fiori azzurrini custodisce almeno due secoli di storia della Valsassina (Silvano Guidi, 2014)

Oggi per i bambini quel glicine è un amico da sempre esistito, un amico che in primavera inonda di petali azzurrini il vecchio acciottolato dove risuonano i passi perduti di infinite generazioni.





### Da tornarci!

Recensione di **Albergo Ristorante Esposito**  
Recensito 18 marzo 2016  di [dispendio mobile](#)

In centro. Bello. Accogliente. Camera spaziosa per noi che eravamo in quattro e con tutto x sciare.  
Cucina ottima. Wifi. Giardino. Girandola da un glicine secolare: dobbiamo tornare a vederlo in fiore!



Recensito 30 dicembre 2014

### Il glicine che meraviglia!

Il ristorante si trova nel cuore di Batzlo, a poche decine di metri dalla chiesa, in un edificio ornato da uno splendido glicine che l'arrampica dal cortile fino alle ringhiere dei balconi sulla strada.



Recensito 13 luglio 2015

### Un glicine secolare dà il benvenuto

I rami lunghissimi di un glicine spettacolare coprono tutta la facciata ed il cortiletto da cui si accede al ristorante.



## *Ulmus campestris* di 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 tö panscia vòia che la rimbumba al cul p  
A ti s'fè e fòrza e ti sa drizzat  
cume tacà al ciél par mia schisciàt  
Cusa mai t'i vist, cusa mai a t'i sentì  
sémpar lì int'i fèst e fi narài  
suta l'acqua e al sùul  
cul Mus solini o cul P.C.  
Tì ti mòlat mia la tö à nima uramài fundù a cum al làach  
t'sè salvàdich  
ti fi à dat par la tèra  
testimòni d'la pòura géent  
ti a vrè capì sicùr al giúst sènsa gula  
Mì, fi öl da Margözz  
e tö, spèri par tì che püsè e in là  
mai un piulètt sènsa gi üdizzi  
al végna a sasinàt la pèll  
cargà a da piöcc, ragn e tanti ròpp bèll  
(*Ulum*, Olmo, poesia di Angelo Danini)





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](http://etempo.overblog.it/pages/Il_perche_della_scelta_di_un_simbolo-1322329.html))



# Quindi non è solo estetica?

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:

Provisioning	<ul style="list-style-type: none"><li>• This Section covers all nutritional, non-nutritional material and energetic outputs from living systems as well as abiotic outputs (including water).</li><li>• The Division level makes a distinction between biomass-based (biotic) provisioning services and the aqueous and non-aqueous abiotic ecosystem outputs. <i>In the full CICES 5.1 Table, the entries for water have been labelled Provisioning (abiotic) as opposed to Provisioning (biotic), and so they may be excluded or included in the listing of ecosystem services as users require. Given that in VS.1 abiotic ecosystem outputs can now be viewed alongside those arising from living systems, users can display the full listing by selecting 'CICES' and 'CICES extended' using the filter provided with any other filters switched off.</i></li></ul>
Regulation and Maintenance	<ul style="list-style-type: none"><li>• All the ways in which living organisms can mediate or moderate the ambient environment that affects human health, safety or comfort, together with abiotic equivalents.</li><li>• The Division level therefore covers (i) the 'transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems' in the form of wastes, toxic substances and other nuisances; and (ii) the 'regulation of physical, chemical, biological conditions, which categorizes the various ways in which living systems can mediate the physico-chemical and biological environment of people in a beneficial way.</li><li>• <i>In the full CICES 5.1 Table, the entries for regulating and maintenance that cover the contributions that living systems make to human well-being are labelled 'biotic'. However, given that in VS.1 abiotic ecosystem outputs can now be viewed alongside those arising from living systems, users can display the full listing by selecting 'CICES' and 'CICES extended' using the filter provided with any other filters switched off.</i></li></ul>
Cultural	<ul style="list-style-type: none"><li>• All the non-material, and normally non-rival and non-consumptive, outputs of ecosystems (biotic and abiotic) that affect physical and mental states of people.</li><li>• Cultural services are primarily regarded as the environmental settings, locations or situations that give rise to changes in the physical or mental states of people, where the character of those settings is fundamentally dependent on living processes; they can involve individual species, habitats and whole ecosystems.</li><li>• The settings can be semi-natural as well as natural settings (i.e. can include cultural landscapes) providing the characteristics being considered are dependent on <i>in-situ</i> living processes.</li><li>• In the classification we make the distinction between cultural services that are enabled as a result of direct or indirect interactions of people and living systems.</li><li>• <i>In the full CICES 5.1 Table, the entries for cultural services that cover the contributions that living systems make to human well-being are labelled 'biotic'. However, given that in VS.1 abiotic ecosystem outputs can now be viewed alongside those arising from living systems, users can display the full listing by selecting 'CICES' and 'CICES extended' using the filter provided with any other filters switched off.</i></li></ul>



Approvvigionamento di risorse: cibo, acqua, energia



Regolazione di fenomeni ambientali (alluvioni, siccità, mantenimento dei cicli degli elementi)



Fornitura di beni non materiali

Cices, 2018



# 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)





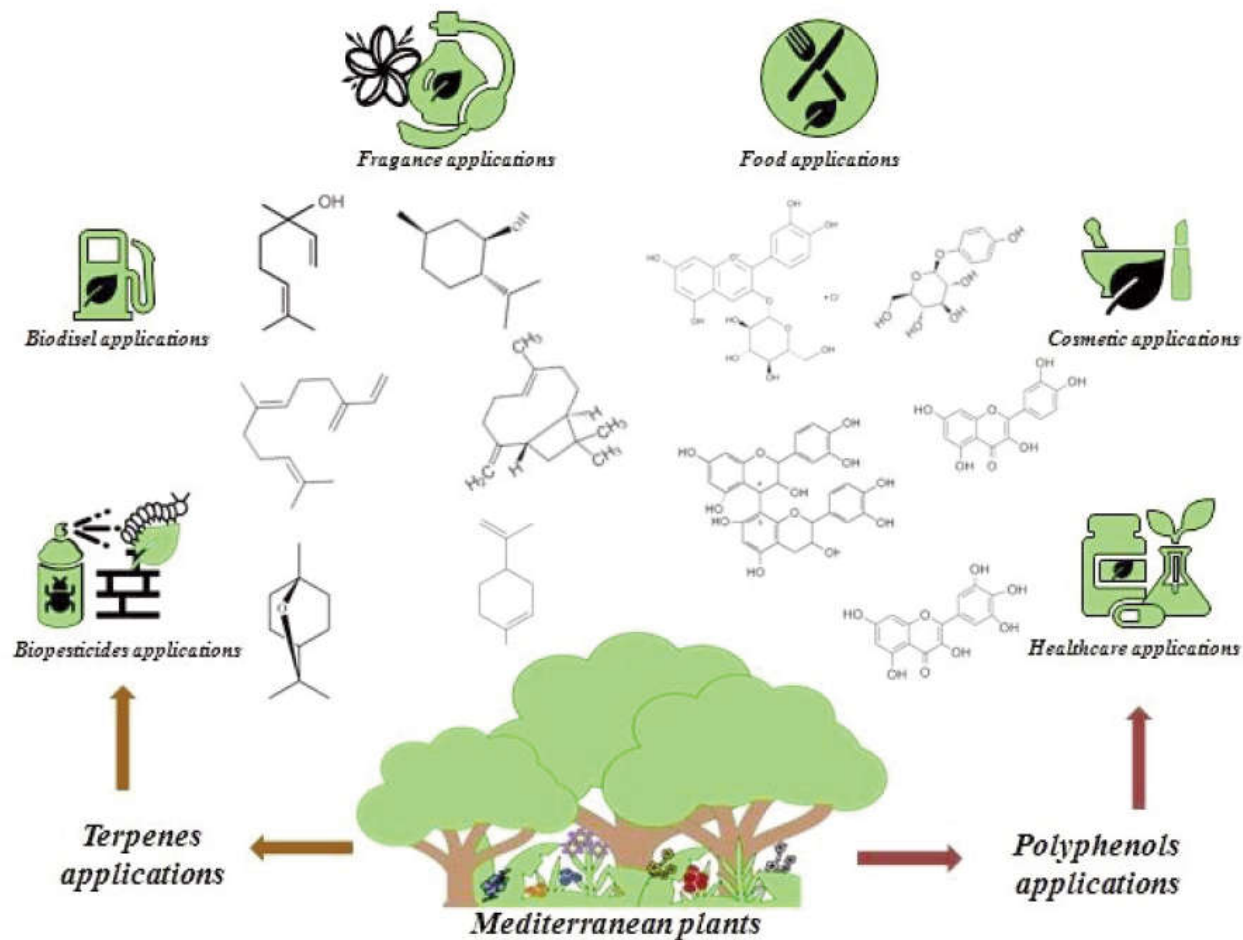
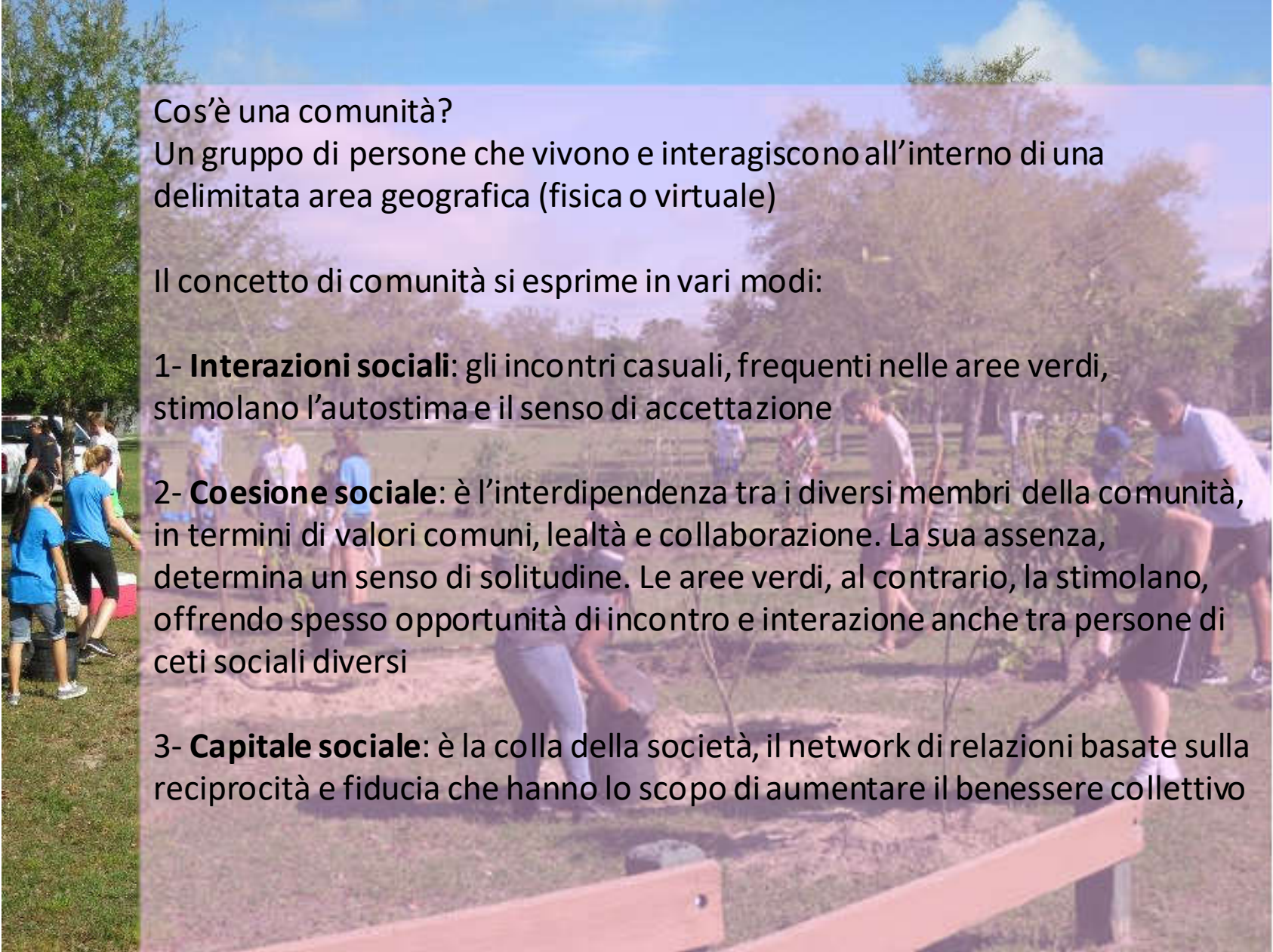


Figure 1. Roles of polyphenols and terpenes in plants and their possible applications for health and human life.





Cos'è una comunità?

Un gruppo di persone che vivono e interagiscono all'interno di una delimitata area geografica (fisica o virtuale)

Il concetto di comunità si esprime in vari modi:

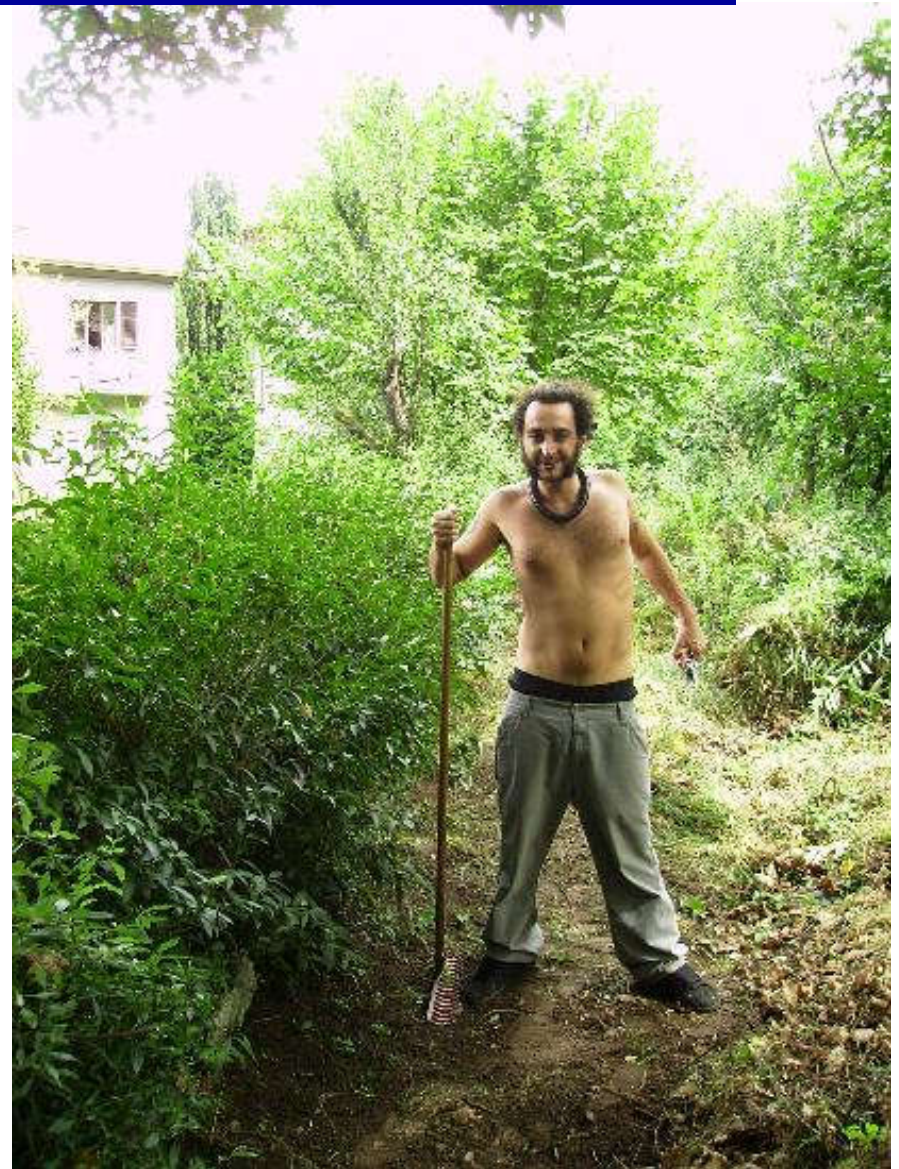
1- **Interazioni sociali:** gli incontri casuali, frequenti nelle aree verdi, stimolano l'autostima e il senso di accettazione

2- **Coesione sociale:** è l'interdipendenza tra i diversi membri della comunità, in termini di valori comuni, lealtà e collaborazione. La sua assenza, determina un senso di solitudine. Le aree verdi, al contrario, la stimolano, offrendo spesso opportunità di incontro e interazione anche tra persone di ceti sociali diversi

3- **Capitale sociale:** è la colla della società, il network di relazioni basate sulla reciprocità e fiducia che hanno lo scopo di aumentare il benessere collettivo



## Benefici fisici e psicologici





# ES di regolazione: miglioramento del microclima



La **traspirazione** delle piante assorbe 2,46 kJ di calore per grammo di acqua che evapora

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



# Supporto e regolazione: miglioramento della qualità dell'aria



Tipicamente,  $1 \text{ cm}^2$  di area fogliare adsorbe 10-70  $\mu\text{g}$  PM all'anno, oltre ad assorbire inquinanti gassosi ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ )



# Rimozione di CO<sub>2</sub> dall'atmosfera



- L'aumento della CO<sub>2</sub> atmosferica è tra le principali cause del riscaldamento
- CO<sub>2</sub> è aumentata dalle 280 ppm dell'era pre-industriale alle attuali 420 ppm
- La CO<sub>2</sub> è cibo per le piante e un aumento della sua concentrazione in atmosfera può essere favorevole alla vegetazione



Pesco 'Bordò' = 25-30 t/ha



Pesco 'Big Top' = 35-40 t/ha

Pesco 'Stark Redgold' = 45 t/ha







< 10-20%<



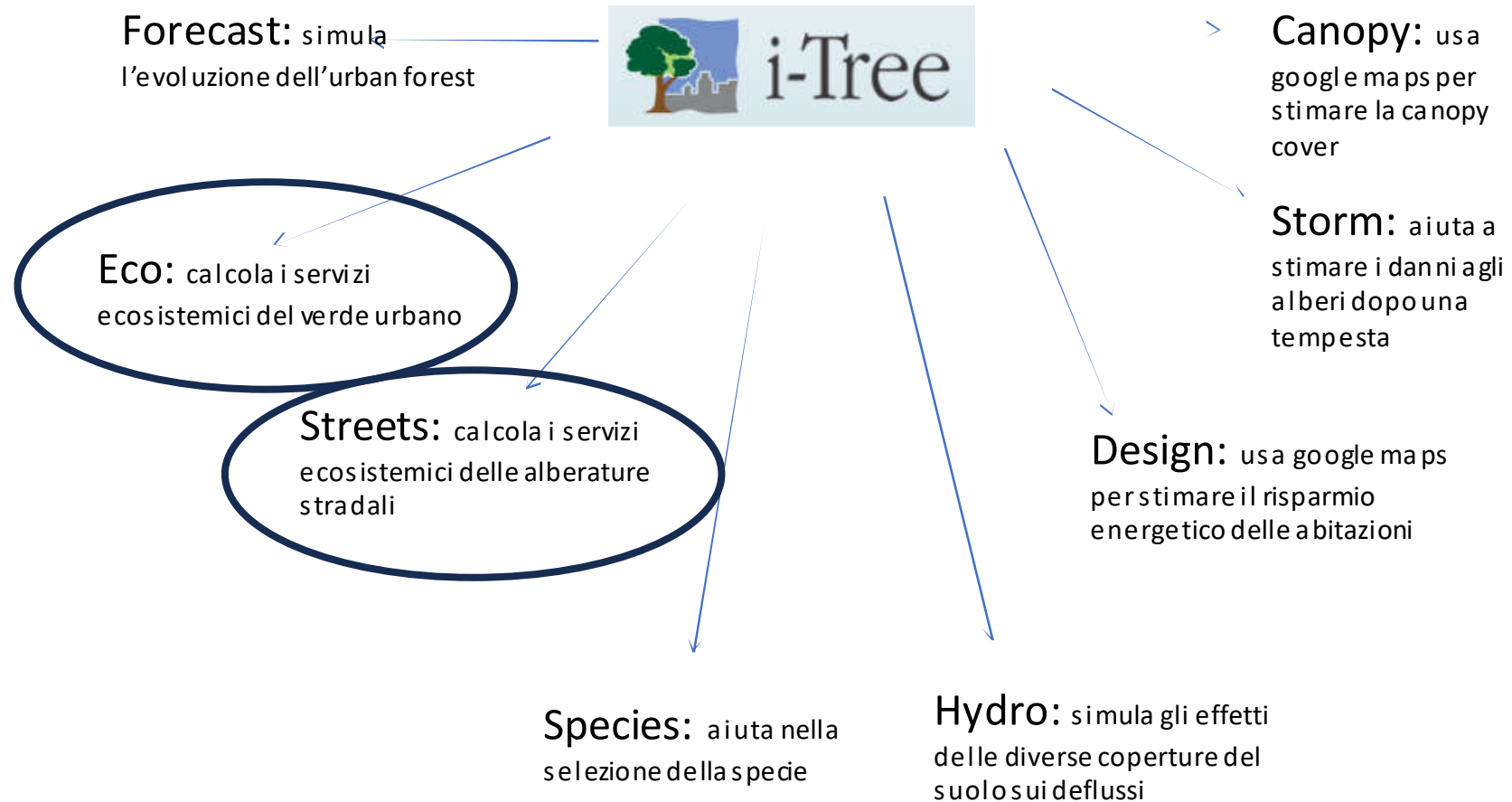


Sappiamo quantificare i benefici di queste due specie???





# La stima dei benefici del verde





LIFE URBANGREEN

(LIFE 7 CCA/04/0007)

# LIFE URBANGREEN ([www.lifeurbangreen.eu](http://www.lifeurbangreen.eu))



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



Zarząd  
Zieleni Miejskiej  
w Krakowie

ProG<sup>4</sup> Anthea

**R3GIS**  
managing spaces



## 2. LIFE URBANGREEN (2018–2022)

---

**2 città:** Rimini e Cracovia

**10 specie arboree**

**2 tipologie di aree verdi**

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



# Le aree sperimentali

State individuate aree rappresentative in cui effettuare le misurazioni (250 ha a Rimini; 470 ha a Cracovia)

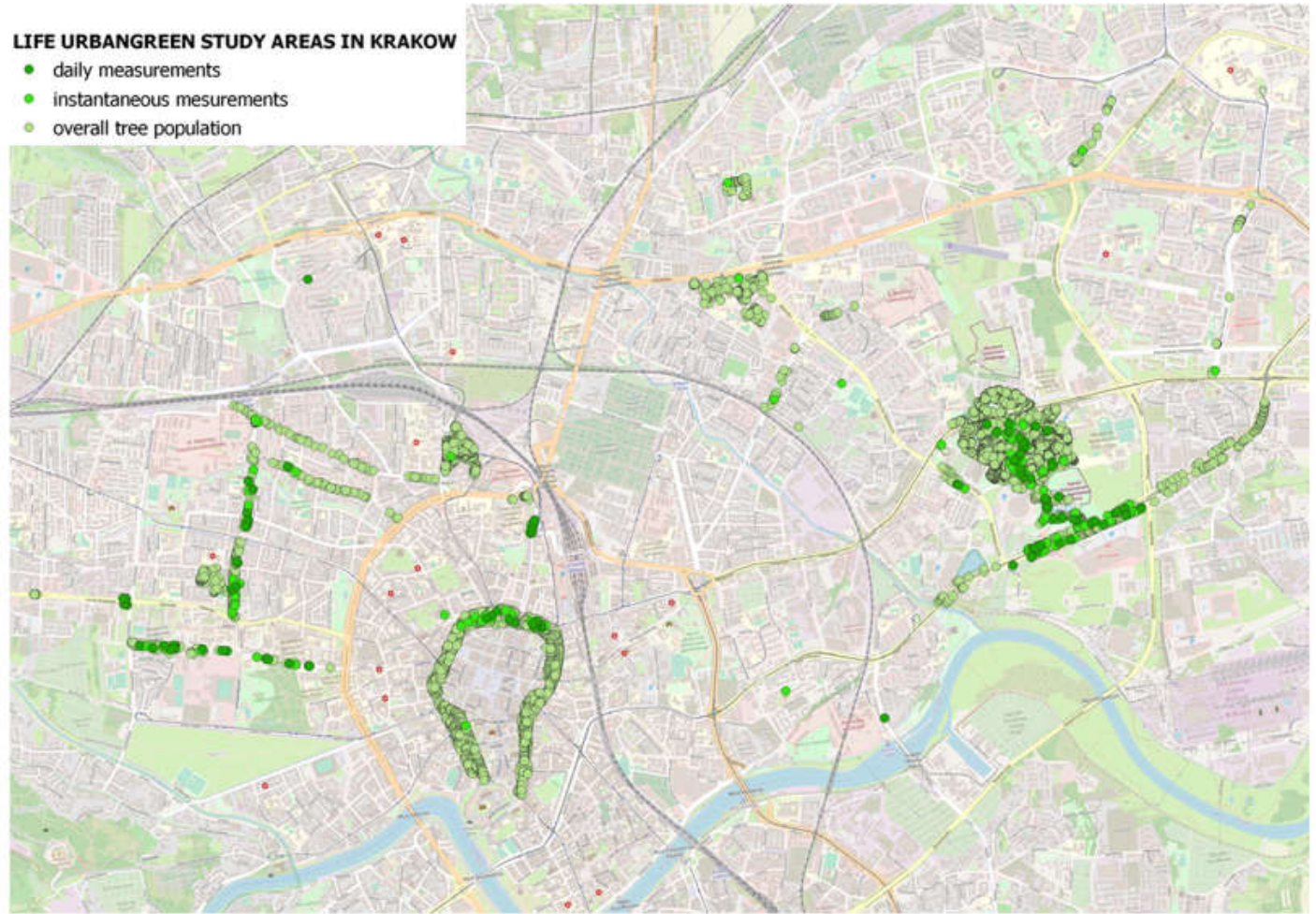
## LIFE URBANGREEN STUDY AREAS IN RIMINI

- daily measurements
- instantaneous measurements
- overall tree population



## LIFE URBANGREEN STUDY AREAS IN KRAKOW

- daily measurements
- instantaneous measurements
- overall tree population





# 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 specie modello

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

**RIMINI:** 250 ha di verde con 52.809 alberi appartenenti a 84 specie

Species	n.	DBH min. (cm)	DBH max. (cm)
<b>Rimini</b>			
Acer negundo L.	80	7.50	67.62
Aesculus hippocastanum L.	105	5.00	76.43
Ligustrum lucidum Aiton	76	8.00	30.90
Platanus x acerifolia (Aiton) Willd.	78	5.30	77.55
Populus nigra L. 'Italica'	78	7.50	92.36
Prunus laurocerasus L.	12	4.00	37.88
Quercus ilex L.	110	11.50	109.18
Quercus robur L. 'Pyramidalis'	89	8.00	51.43
Tilia x europaea L.	109	6.20	58.93
<b>Krakow</b>			
Acer platanoides L.	135	5.00	84.39
Aesculus hippocastanum L.	125	4.50	109.71
Cornus alba L.	29	2.23	8.46
Fraxinus excelsior L.	128	4.50	84.87
Populus nigra L. 'Italica'	96	7.00	96.80
Quercus robur L.	126	5.00	129.14
Sorbus aucuparia L.	103	4.00	50.64
Tilia cordata Mill.	146	5.00	74.73
Ulmus laevis Pall.	87	4.00	118.15

**CRACOVIA:** 472 ha di verde con 50094 alberi censiti appartenenti a 73 specie



# Riduzione della CO<sub>2</sub> atmosferica



Le piante legnose sono un eccellente ed economico sink di carbonio, in grado di assimilare e stoccare la CO<sub>2</sub> atmosferica

**Assimilazione:** carbonio rimosso dall'atmosfera dagli alberi, convertita in zuccheri tramite la fotosintesi nell'unità di tempo, al netto della respirazione

## Stoccaggio

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

## Sequestro

Incremento di stoccaggio in anni successivi

# Stoccaggio di CO<sub>2</sub>

Stoccaggio di carbonio = 0,5 \* densità secca \* volume  
Per convertire C in CO<sub>2</sub> moltiplicare per 3,667

## Metodi distruttivi

- Determinazione della biomassa secca
  1. Pianta intera
  2. Campione



## Metodi non distruttivi

- Misura del volume
  1. Manuale
  2. Lidar





## LIFE URBANGREEN - Stoccaggio di CO<sub>2</sub>

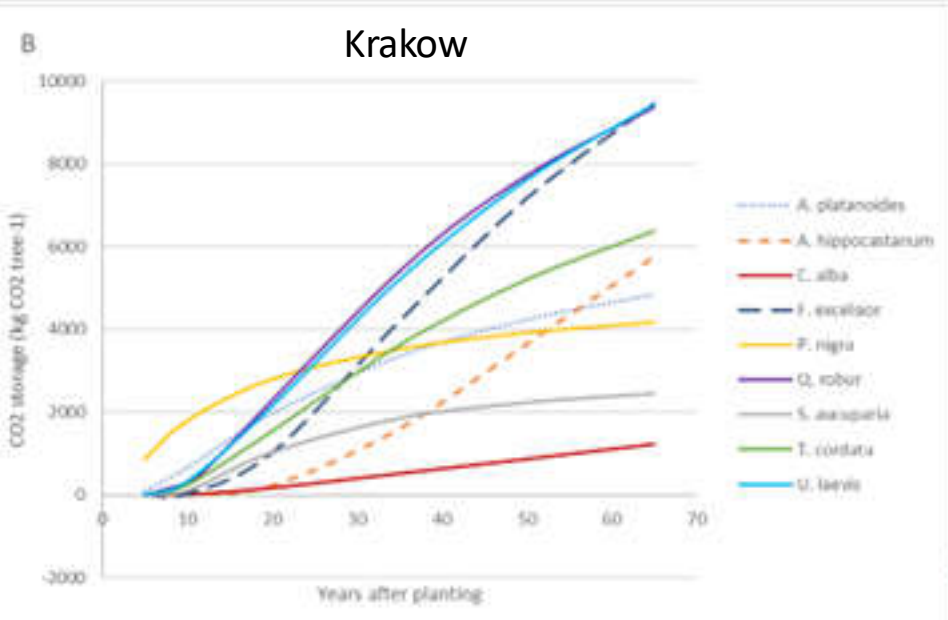
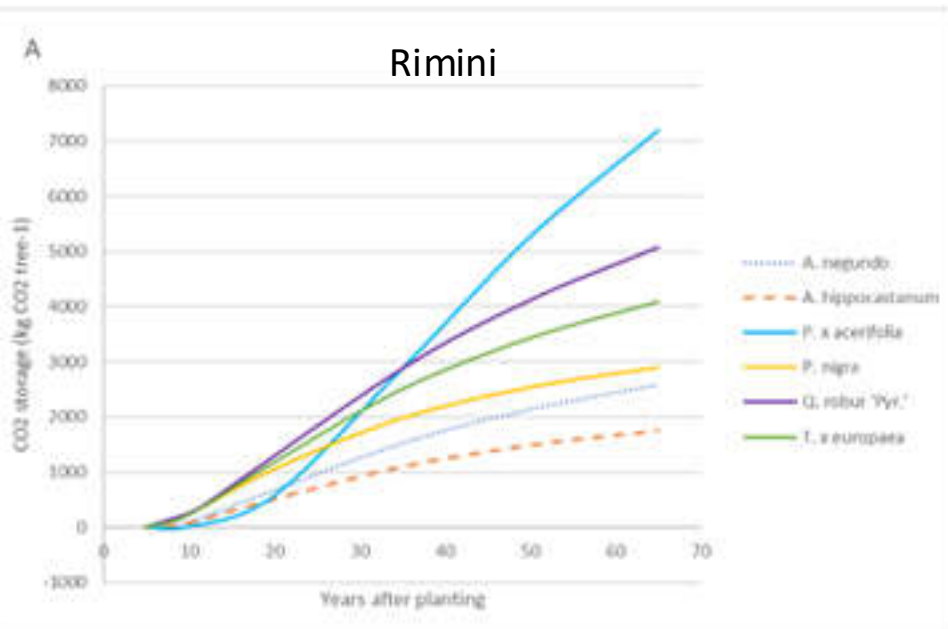
Un TLS (RIEGL VZ 400i) è stato utilizzato dal partner di Progetto Progea 4D, durante il riposo vegetativo, per raccogliere i point-cloud che definiscono il volume degli organi epigei.



I point-clouds sono stati convertiti, utilizzando il software TreeQSM (Matlab), in forme geometriche, di cui è stato calcolato il volume.

Regressioni non lineari sono state utilizzate per il fitting età-diametro e diametro-volume

## Stoccaggio di CO<sub>2</sub>



A Rimini, la CO<sub>2</sub> stoccata da un singolo albero dopo un ciclo vitale di 65 anni varia, in funzione della specie, tra 1750 kg CO<sub>2</sub> (*A. hippocastanum*) e 7203 kg CO<sub>2</sub> (*P. x acerifolia*)

*Q. robur* 'Pyramidalis', *T. x europaea*, e *P. nigra* hanno staccato, nei primi 30 anni dall'impianto, più CO<sub>2</sub> rispetto al platano

A Cracovia, la CO<sub>2</sub> stoccata da un singolo albero dopo un ciclo vitale di 65 anni varia, in funzione della specie, tra 1230 kg CO<sub>2</sub> (*Cornus*) a 9350 kg CO<sub>2</sub> (*F. excelsior*, *Q. robur*, *U. laevis*)

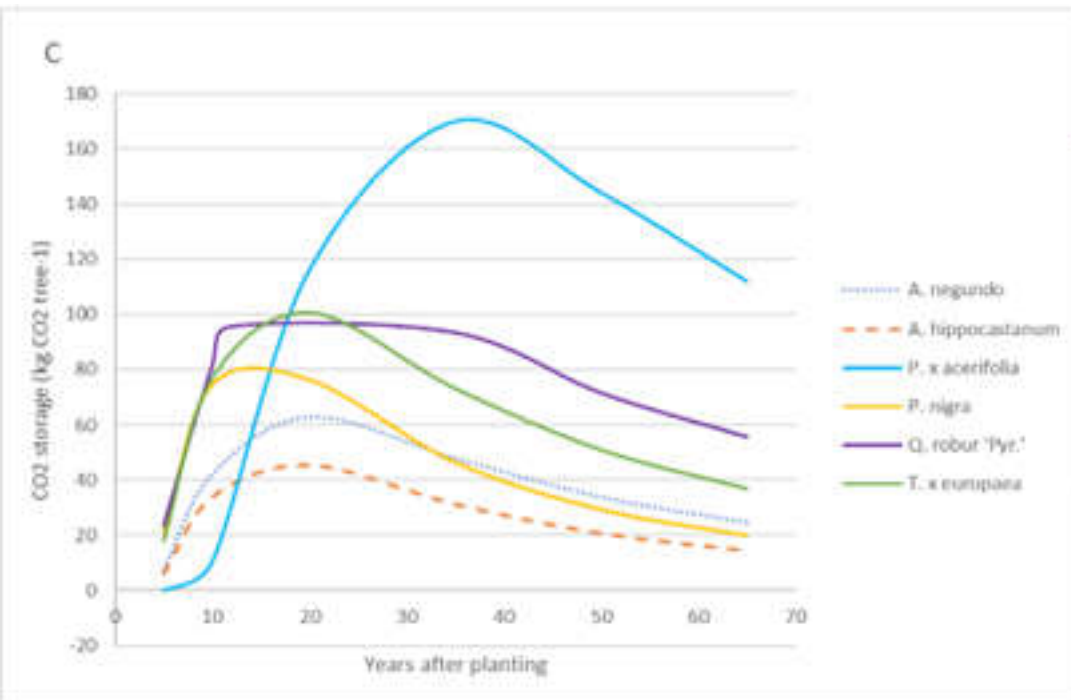
*P. nigra* è stata la specie che ha mostrato il maggior stoccaggio nei primi 20 anni dall'impianto.



## Sequestro di CO<sub>2</sub>

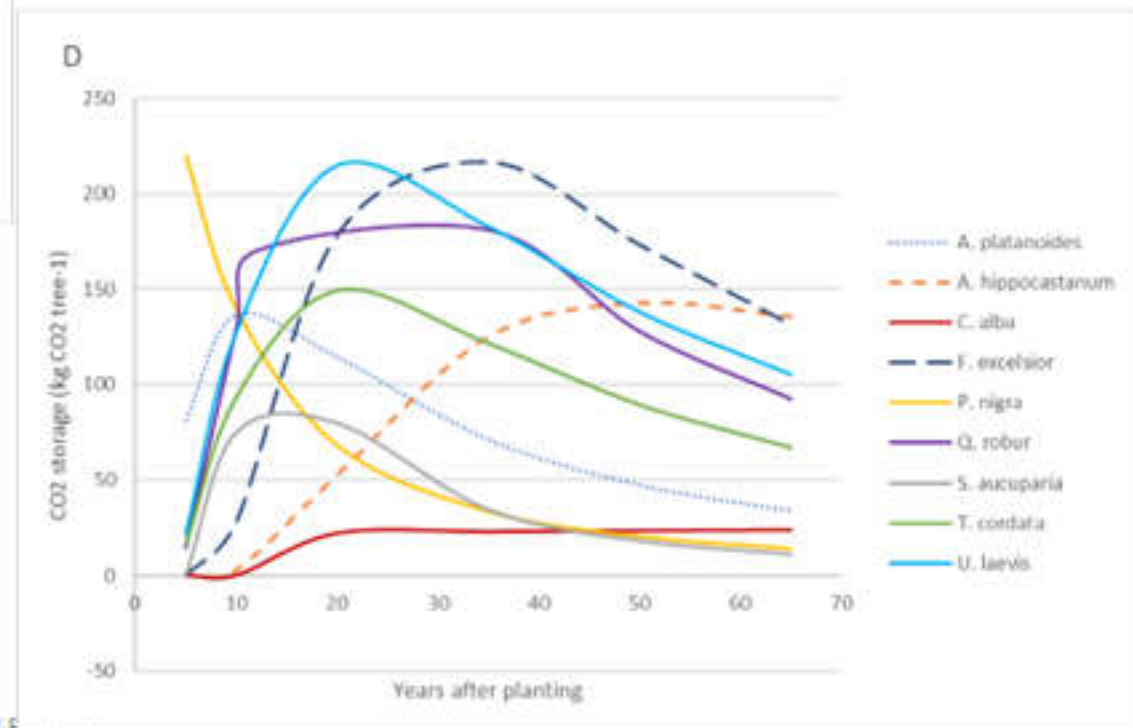
Calcolato come variazione nello stoccaggio durante una stagione vegetativa.

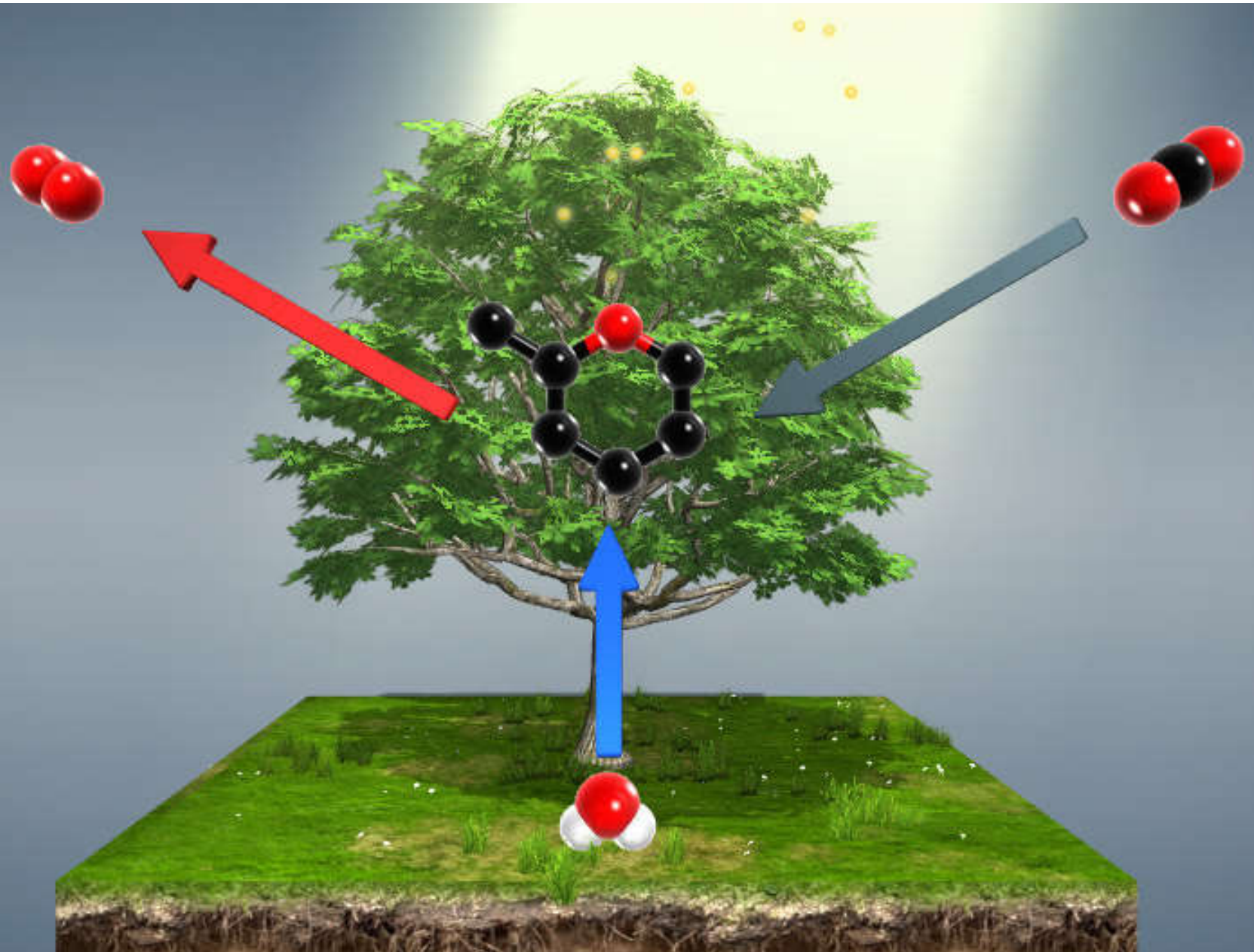
Il sequestro di CO<sub>2</sub> sequestration nelle due città è variato da 20 a circa 220 kg CO<sub>2</sub> per anno.



Il sequestro di CO<sub>2</sub> dipende dalla specie e dall'età della pianta e, in un ciclo vitale di 65 anni, ha assunto una forma a campana.

Il tempo per raggiungere il periodo di massimo sequestro e la sua durata sembrano dipendere dalla longevità della specie e dal tasso di crescita.







## LIFE URBANGREEN – Assimilazione di CO<sub>2</sub>

---



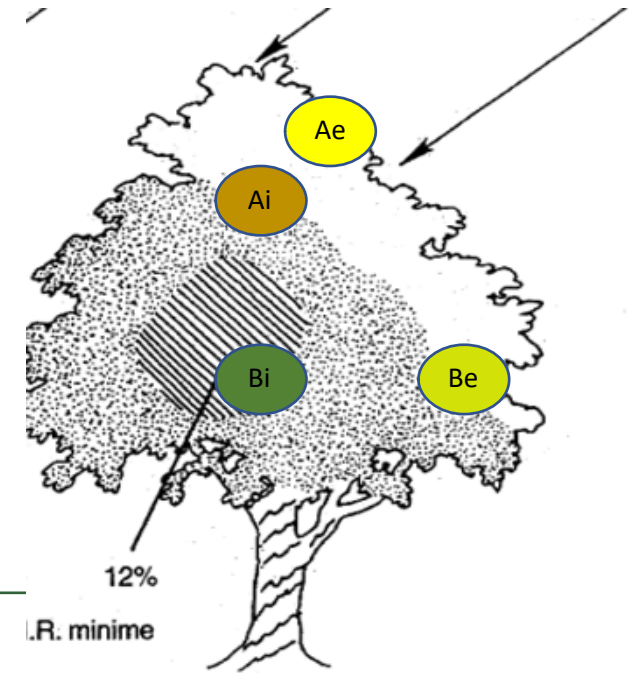
Per misurare l'assimilazione netta di CO<sub>2</sub> e la traspirazione è stato usato un analizzatore di scambi gassosi a infrarossi.

La foglia è inserita nella cuvetta ed esposta a irraggiamento noto (impostato sia a luce saturante, sia alla luce realmente sperimentata dalla foglia in base alla stagione e alla posizione nella chioma)

Lo strumento fornisce alla foglia un flusso d'aria a CO<sub>2</sub> nota e misura la **fotosintesi per unità di area fogliare** in base al differenziale di CO<sub>2</sub> tra l'aria che passa dalla camera fogliare e quella che non vi passa

# Assimilazione di CO<sub>2</sub>

Le misurazioni di fotosintesi sono state effettuate tra il 2018 e il 2022, in primavera, estate e autunno (circa 17000 foglie in tutto). Le misurazioni sono state effettuate accedendo alla chioma con un cestello su 4 foglie rappresentative per pianta: apicale pieno sole (Ae); apicale ombreggiata (Ai); basale pieno sole (Be); basale ombreggiata (Bi)

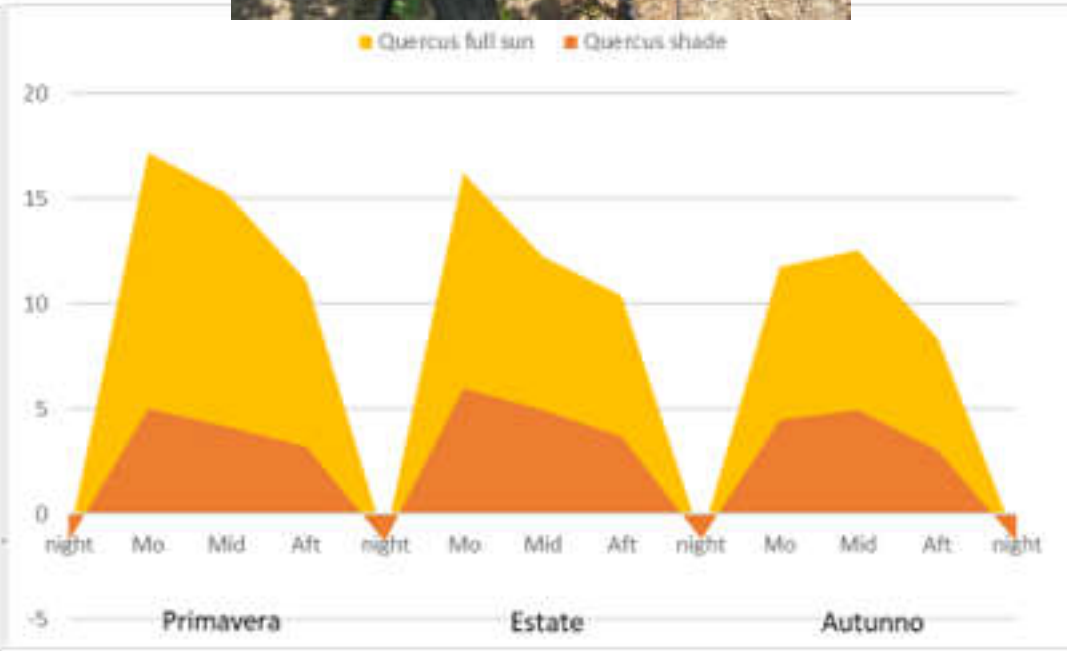




# Assimilazione giornaliera di CO2 per unità di area fogliare



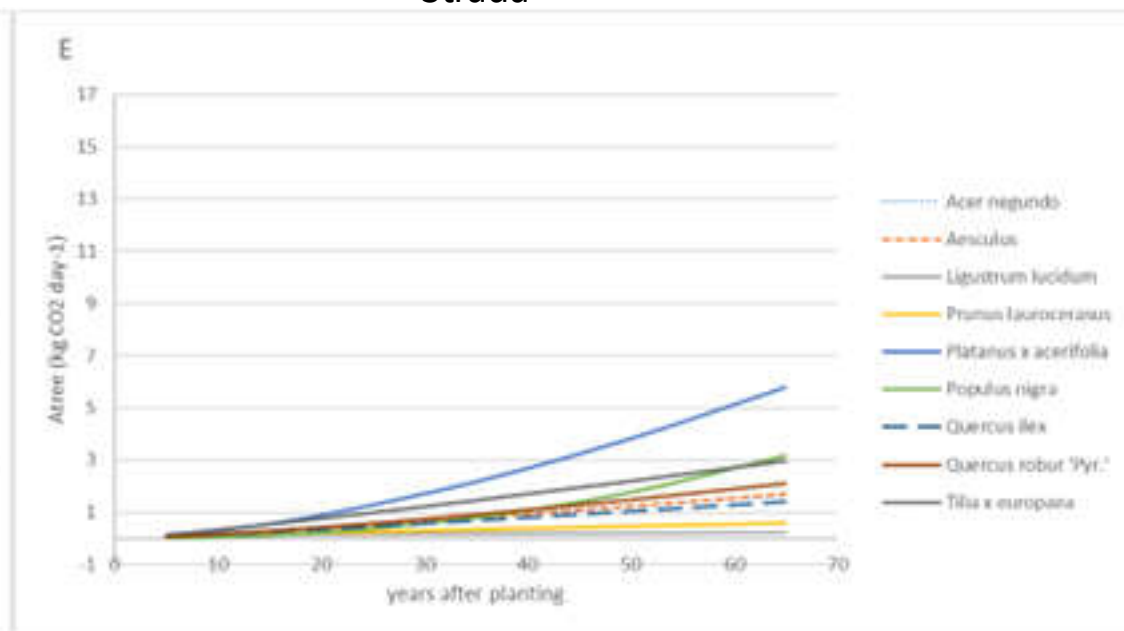
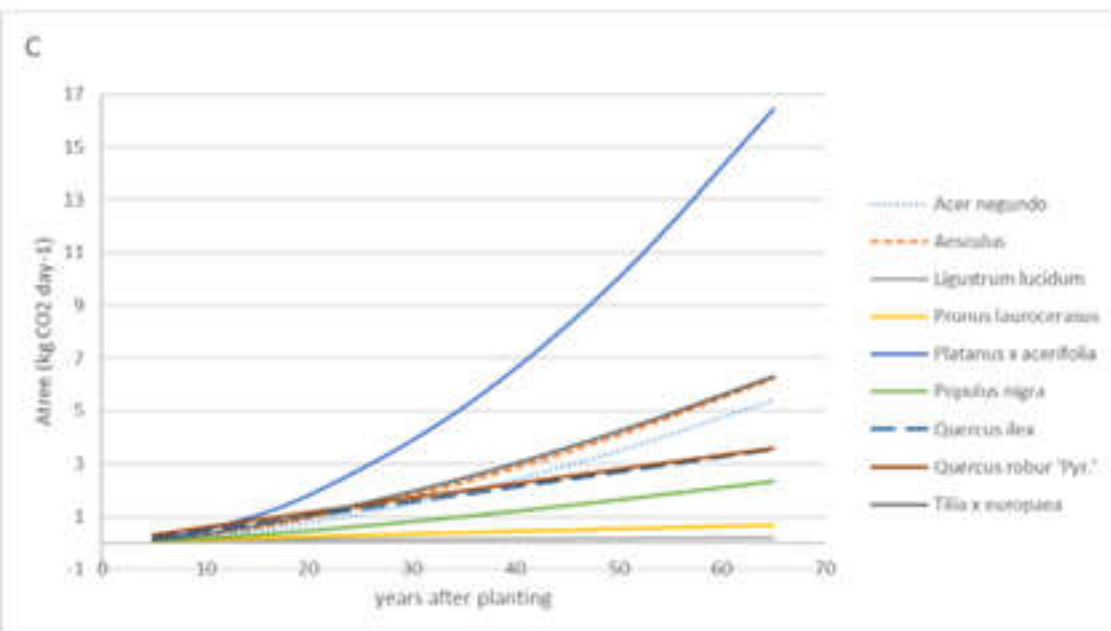
Assimilazione di CO2  
( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )



# Assimilazione della pianta intera in un ciclo vitale di 65 anni: Rimini

Parco

Strada



## Piante in parco

*Q. robur* 'Pyramidalis' ha mostrato maggiore Atree (circa 0.594 kg CO<sub>2</sub> giorno<sup>-1</sup>) nei primi 12 anni dall'impianto. Successivamente, il platano ha mostrato la maggior assimilation (16.4 kg CO<sub>2</sub> giorno<sup>-1</sup> a 65 anni dall'impianto)

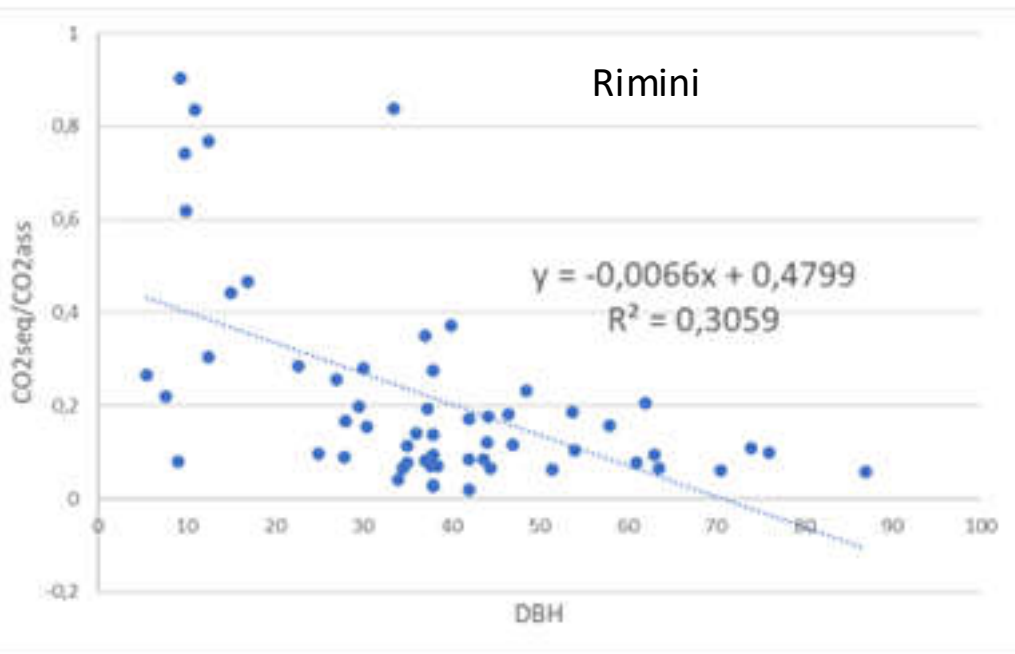
## Alberature stradali:

*Tilia x europaea* ha mostrato maggiore Atree (circa 0.368 kg CO<sub>2</sub> giorno<sup>-1</sup>) nei primi 12 anni dall'impianto. Successivamente, il platano ha mostrato la maggior assimilation (5.80 kg CO<sub>2</sub> giorno<sup>-1</sup> a 65 anni dall'impianto)

Grandi differenze tra parco e strada, prevalentemente legate all'area di proiezione della chioma (effetto delle potature?)



## È utile misurare l'assimilazione, invece che il sequestro?



La quantità di CO<sub>2</sub> assimilate che viene sequestrate varia dal 50-60% in piante giovani a circa il 10% in piante a maturità avanzata.

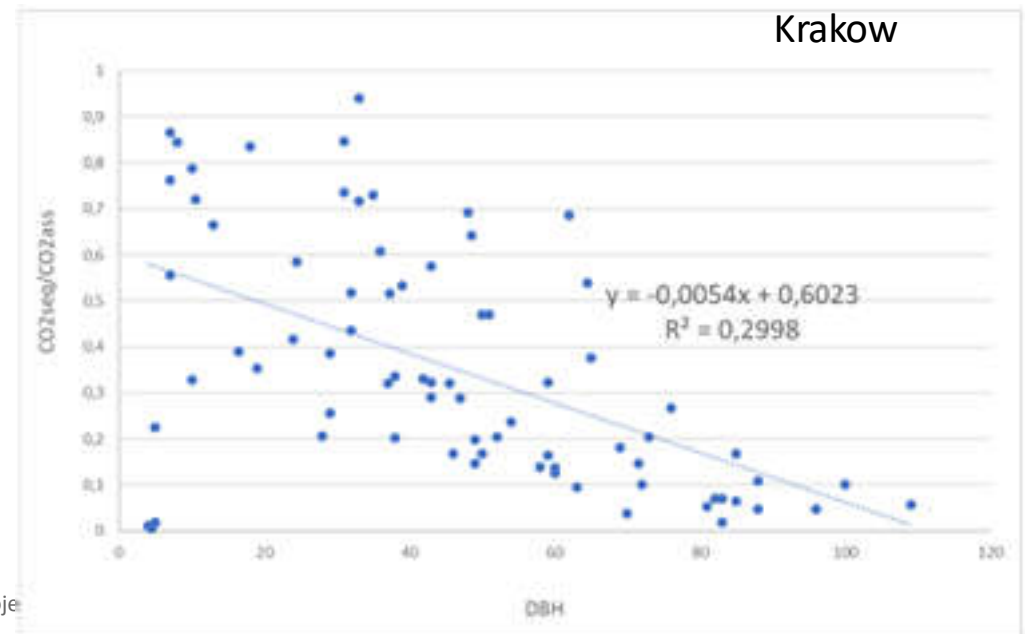
In generale, conteggiare il sequestro sottostima il reale beneficio fornito

LIFE URBANGREEN | Proje

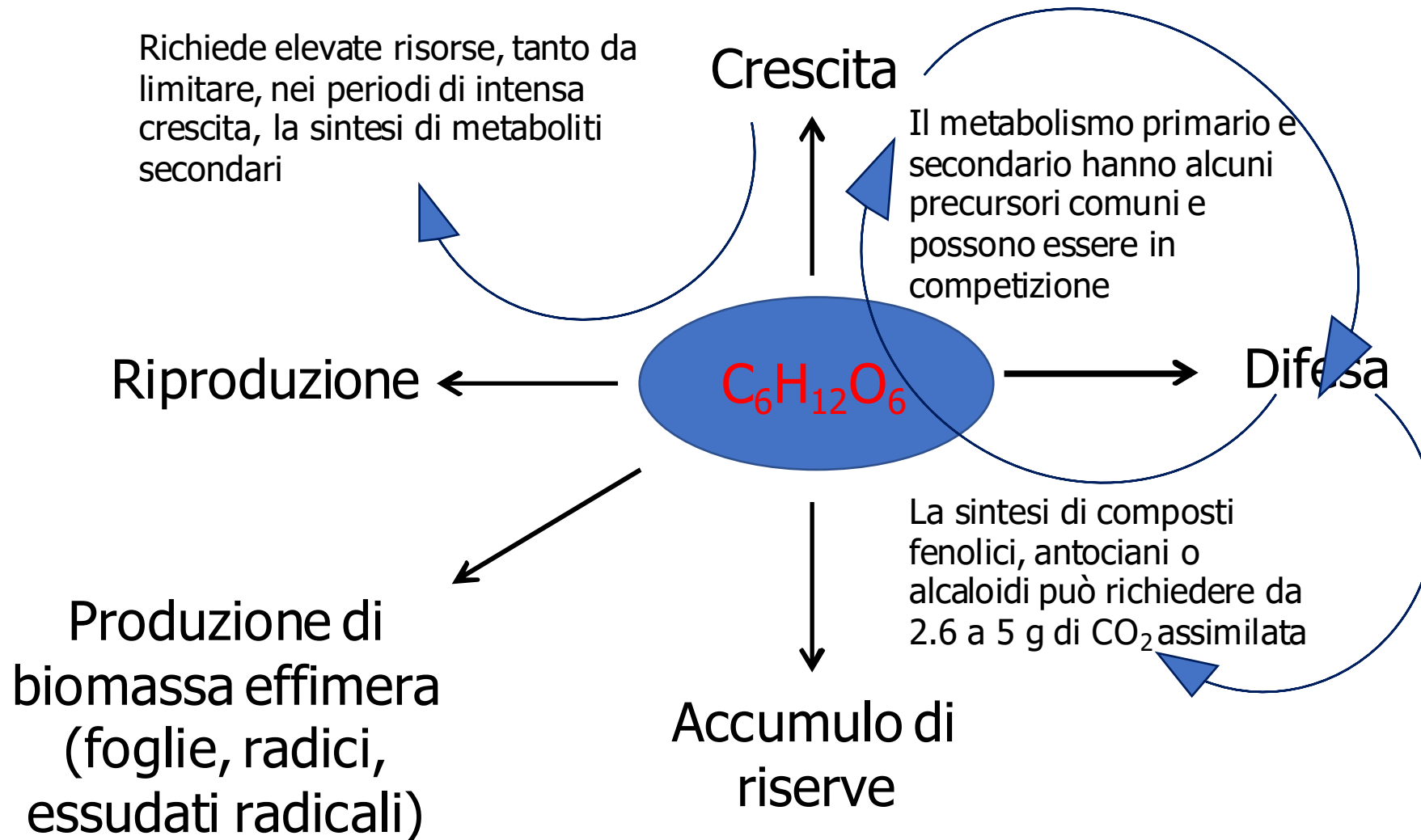
Le specie che hanno mostrato la maggior assimilazione, hanno anche mostrato il maggior sequestro e stoccaggio.

Tuttavia...

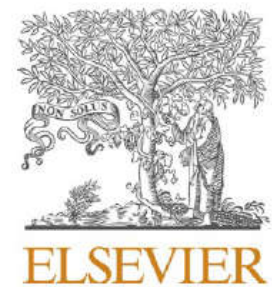
Il rapporto tra sequestro e assimilazione varia con la specie e il diametro del fusto



# Il destino della CO<sub>2</sub> assimilata







Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

## Science of the Total Environment

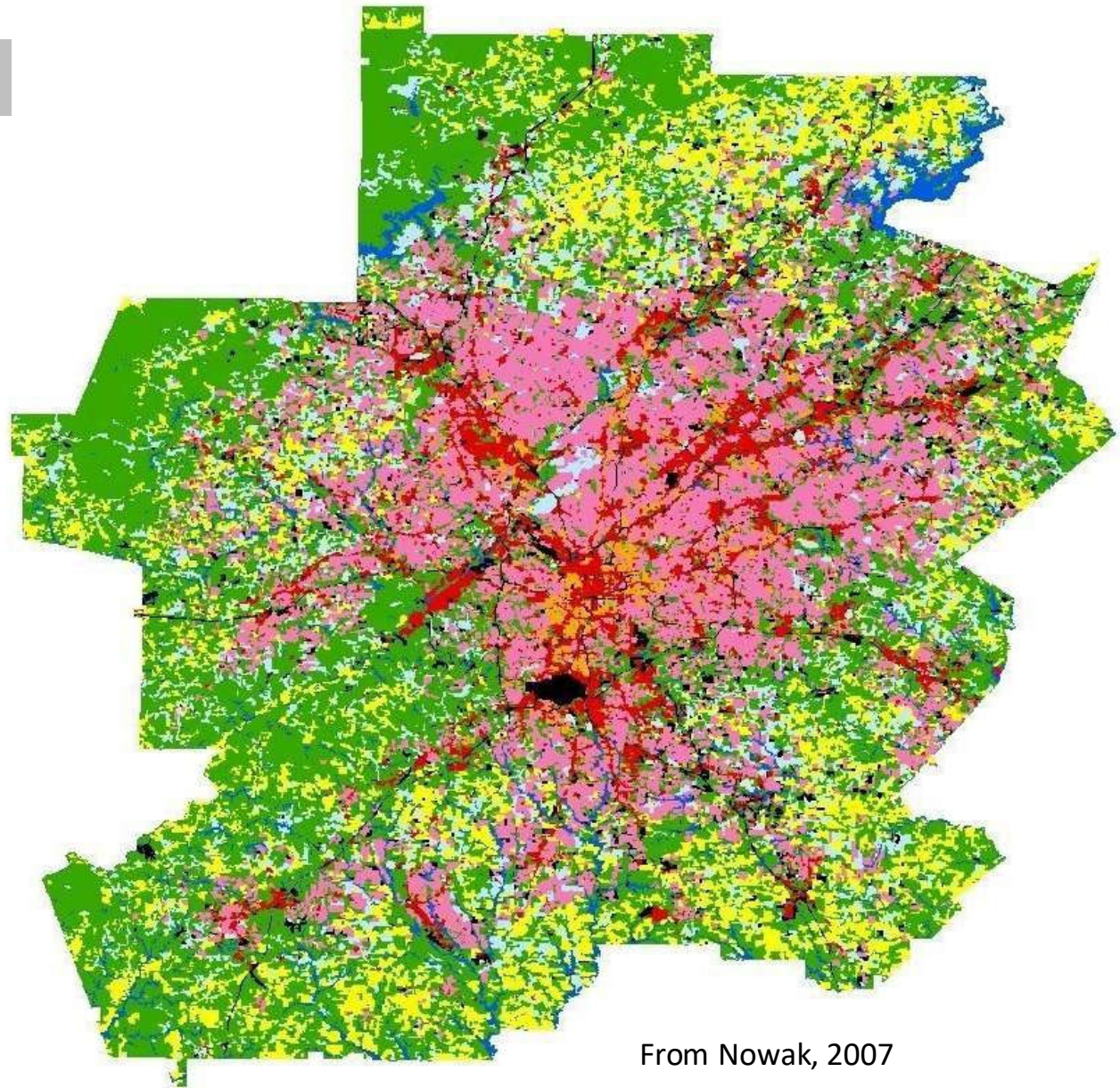
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](https://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



# CO<sub>2</sub>-assimilation, sequestration, and storage by urban woody species growing in parks and along streets in two climatic zones

Alessio Fini <sup>a,\*</sup>, Irene Vigevani <sup>a,b,c</sup>, Denise Corsini <sup>a,b</sup>, Piotr Wężyk <sup>d,e</sup>,  
Katarzyna Bajorek-Zydroń <sup>d</sup>, Osvaldo Failla <sup>a</sup>, Edoardo Cagnolati <sup>f</sup>, Lukasz Mielczarek <sup>g</sup>,  
Sebastien Comin <sup>a</sup>, Marco Gibin <sup>a</sup>, Alice Pasquinelli <sup>h</sup>, Francesco Ferrini <sup>b,i</sup>, Paolo Viskanic <sup>h</sup>

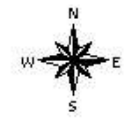
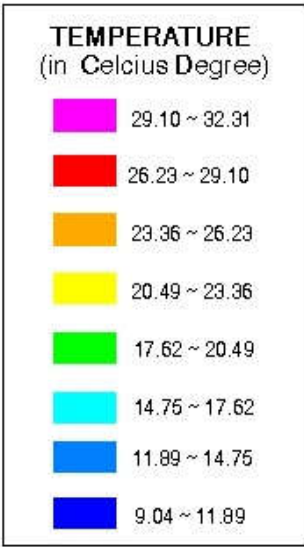
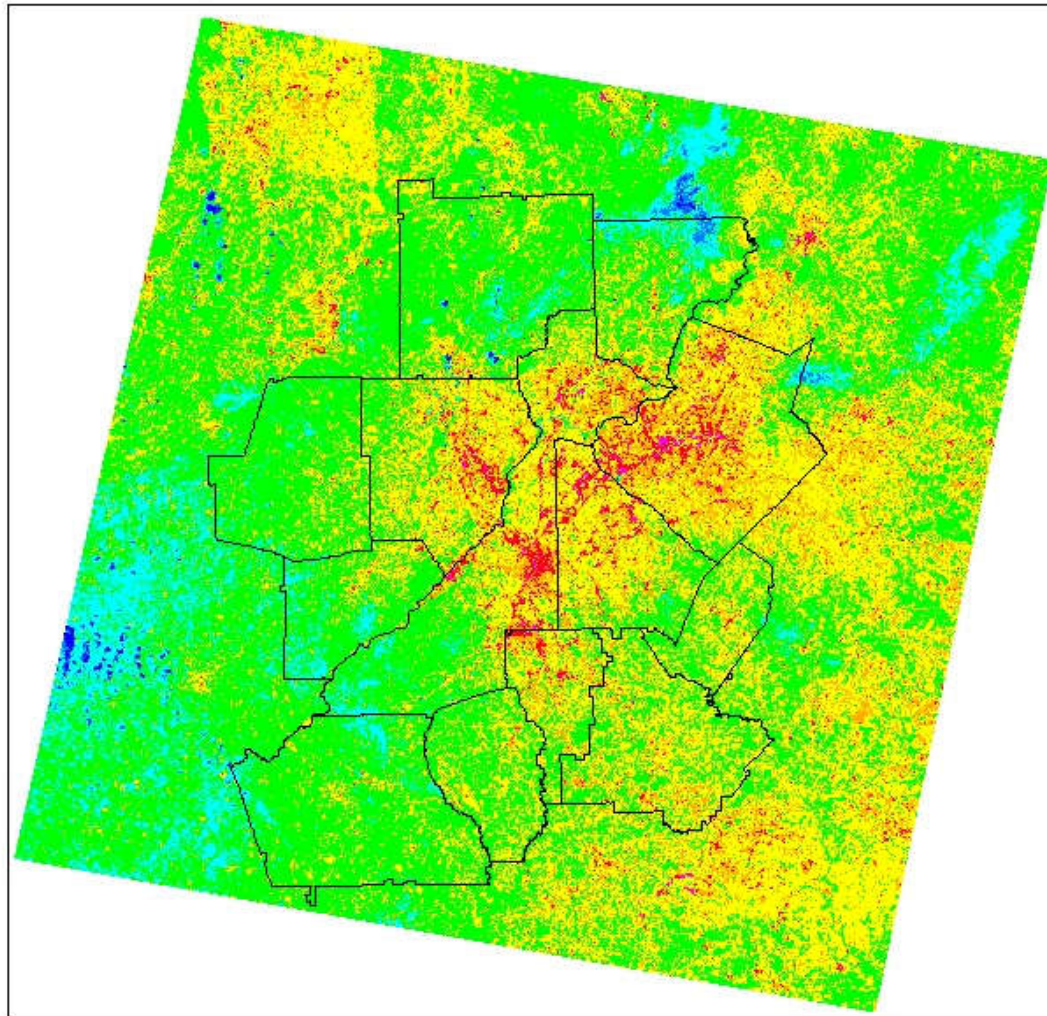
## Uso del suolo, Atlanta, Georgia, US



From Nowak, 2007



# SURFACE TEMPERATURE MAP OF THE ATLANTA, GEORGIA METROPOLITAN AREA , 1997



Based on Landsat TM Images  
Dated July 10, 1997

The Range of Temperature  
Divided By The Equal  
Interval Method

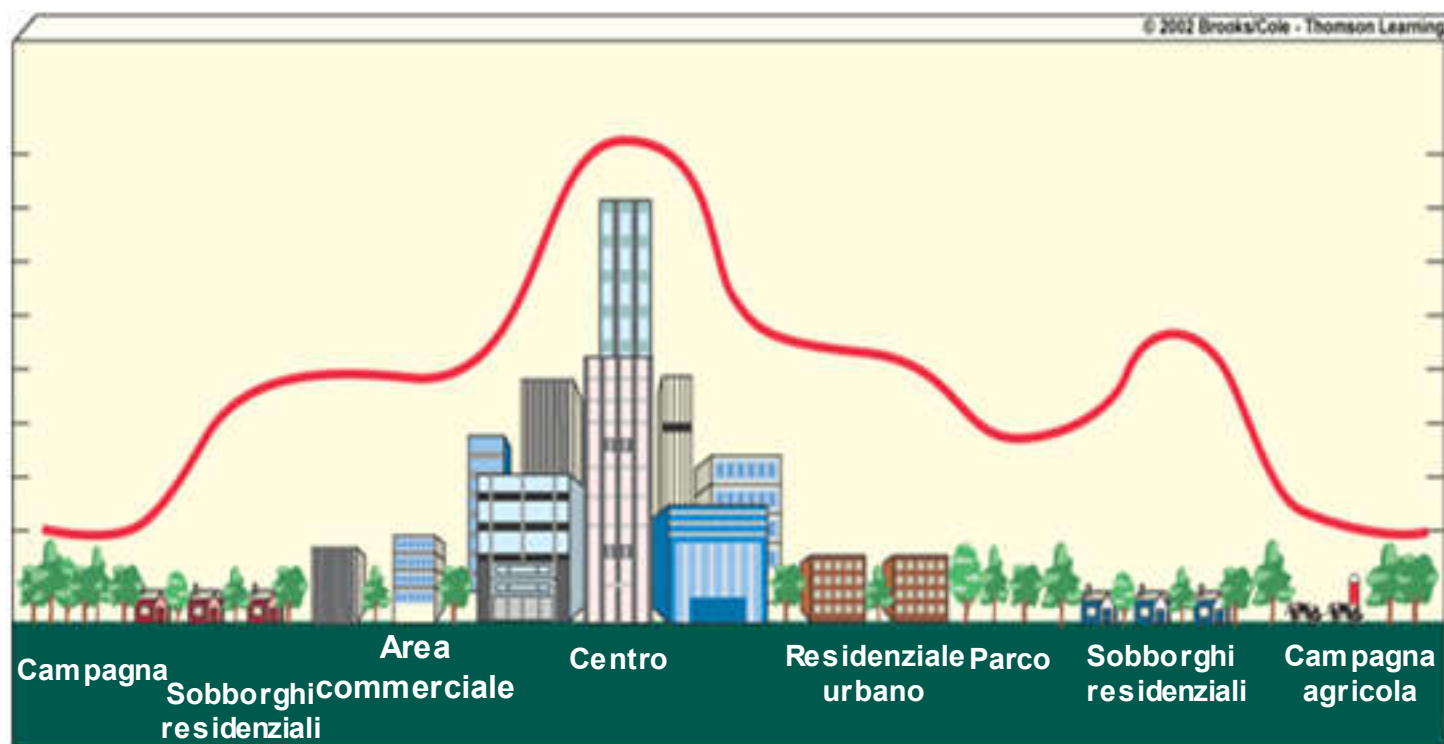
Atlanta Regional Commission  
Boundary Shown



From Nowak, 2007

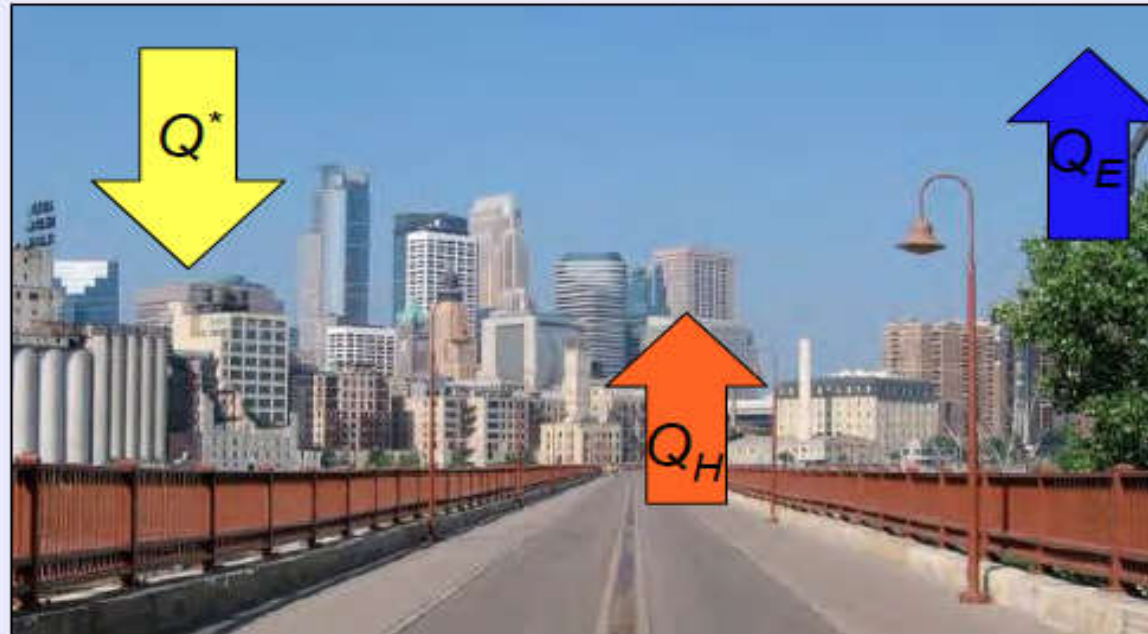
# Isola di calore urbana

Profilo di una tipica **isola di calore** urbana - Temperature misurate nel tardo pomeriggio di metà giugno





# Urban energy balance



$$Q^* + Q_F = Q_E + Q_H$$

$Q^*$  = net radiation

$Q_F$  = human activities

$Q_E$  = latent heat flux (evapotranspiration)

$Q_H$  = sensible heat flux



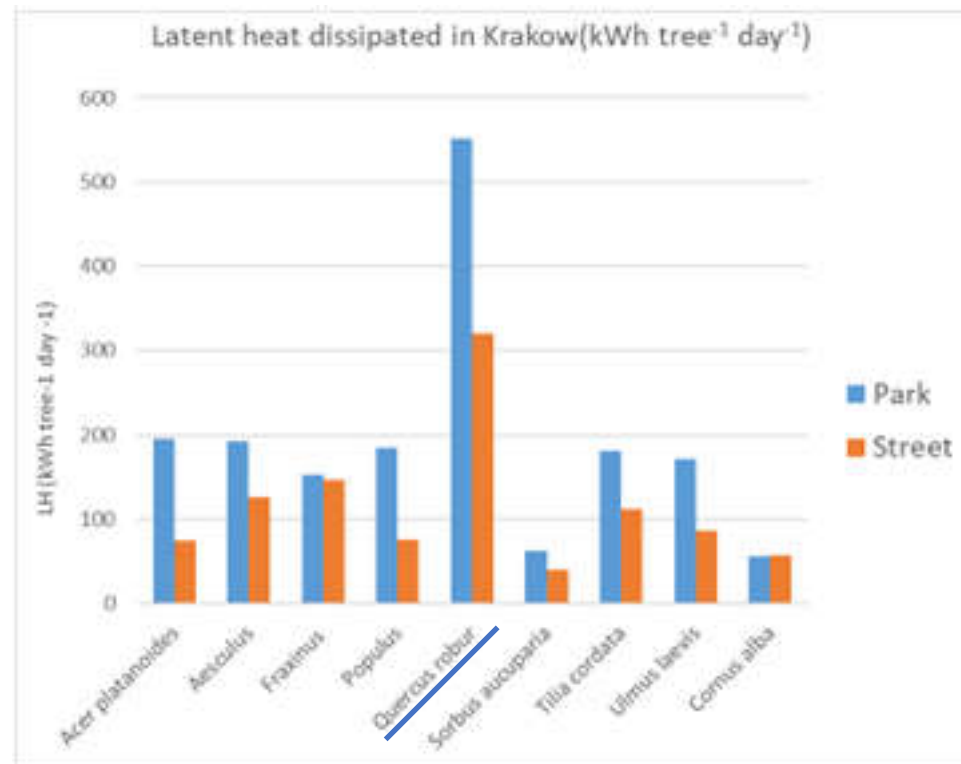
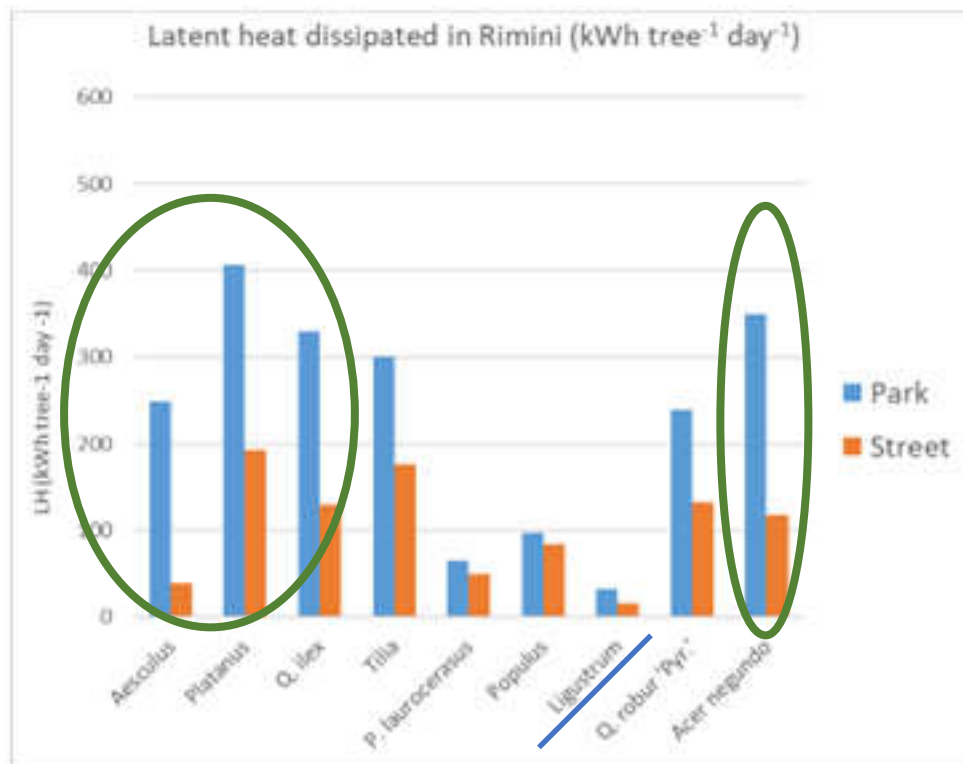
## Raffrescamento ad opera della traspirazione

Ogni litro di acqua traspirata dissipa 2450 kJ di energia come calore latente





## Calore latente dissipato da alberi di 30 anni delle diverse specie



In media, a 30 anni dalla messa a Dimora, in albero può raffrescare quanto 1,8 condizionatori (min. *Ligustrum* in Rimini = 0,31; max *Q. robur* in Krakow = 3,8)

Potature intense e capitozzatura riducono il raffrescamento, con impatto maggiore su specie con chiome ampie

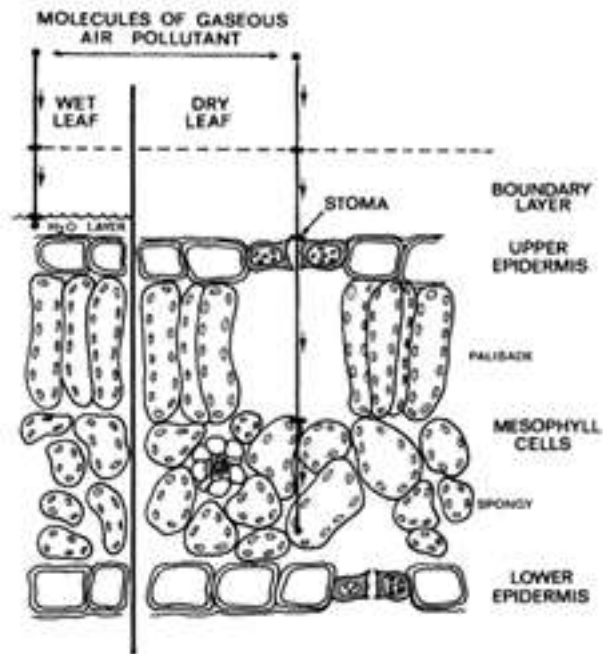
# INQUINAMENTO ATMOSFERICO

A causa delle elevate concentrazioni di inquinanti nell'aria che respiriamo, la vita media degli Europei è ridotta mediamente di 9 mesi, mentre l'aspettativa di vita cala anche di 3 anni per i residenti nelle aree maggiormente inquinate (EEA, 2007)





# MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



Inquinanti gassosi ( $\text{NO}_x$ ;  $\text{SO}_2$ ;  $\text{O}_3$ ;  $\text{CO}$ )

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

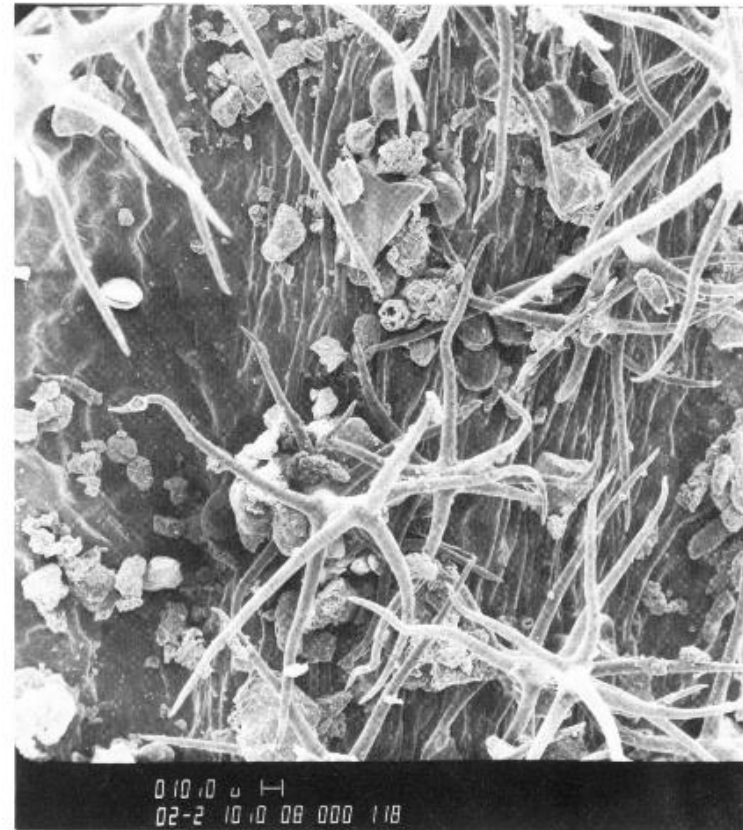


Figure 5-3. Scanning electron microscope micrograph of the adaxial surface of an 8-week-old London plane leaf. Spore, pollen, carbonaceous, angular, and aggregate particles are visible. Scale, 10  $\mu\text{m}$ .

# Miglioramento della qualità dell'aria

---

Sono state valutate 2 grandezze:

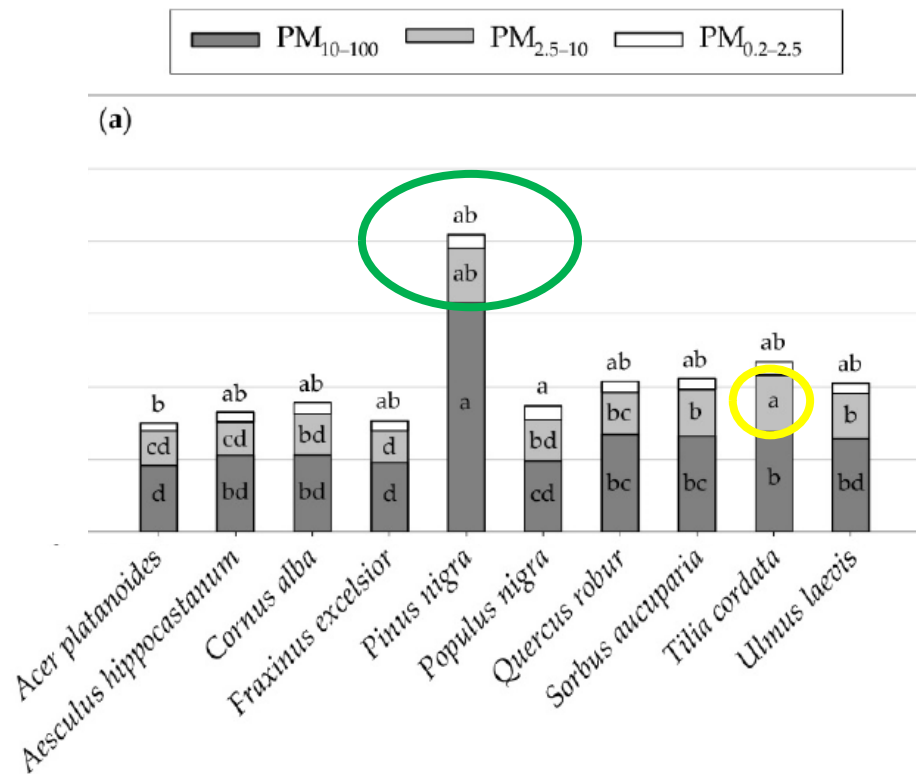
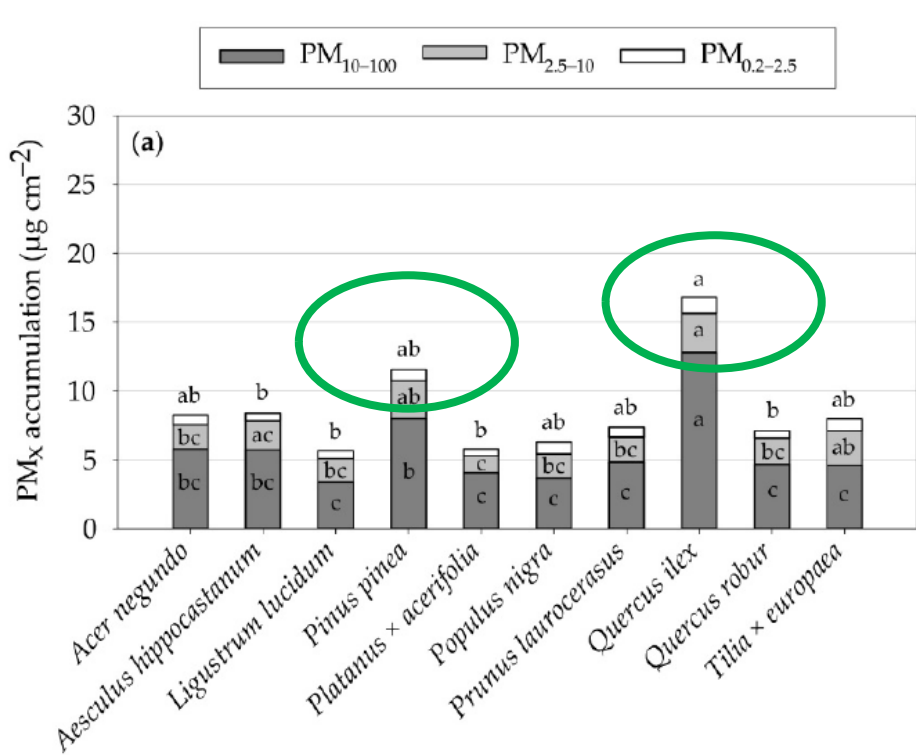
**Accumulo di PM** = quantità di PM presente sulla superficie fogliare, al momento del campionamento

**Deposizione di PM** = variazione dell'accumulo in campionamenti successivi



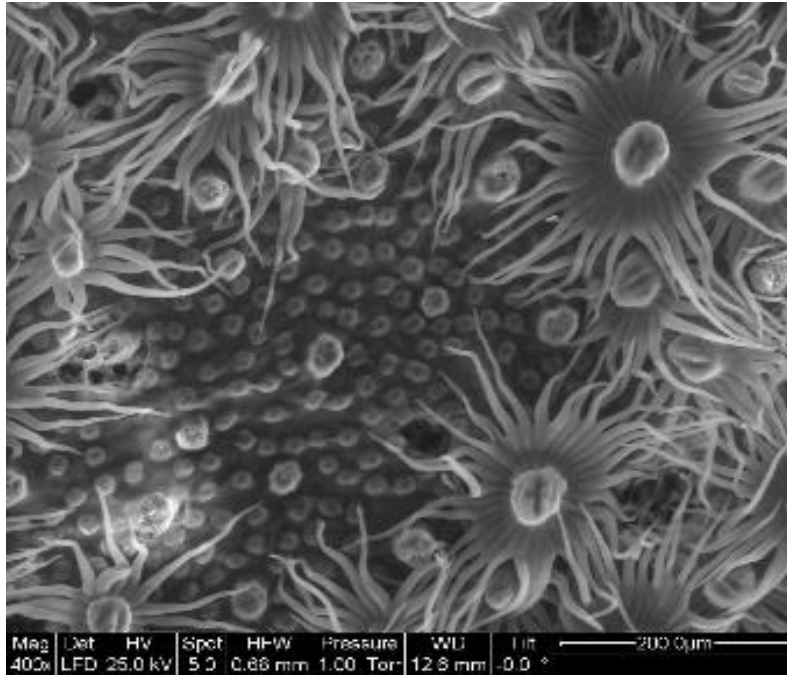


# Accumulo di PMx per unità di area fogliare

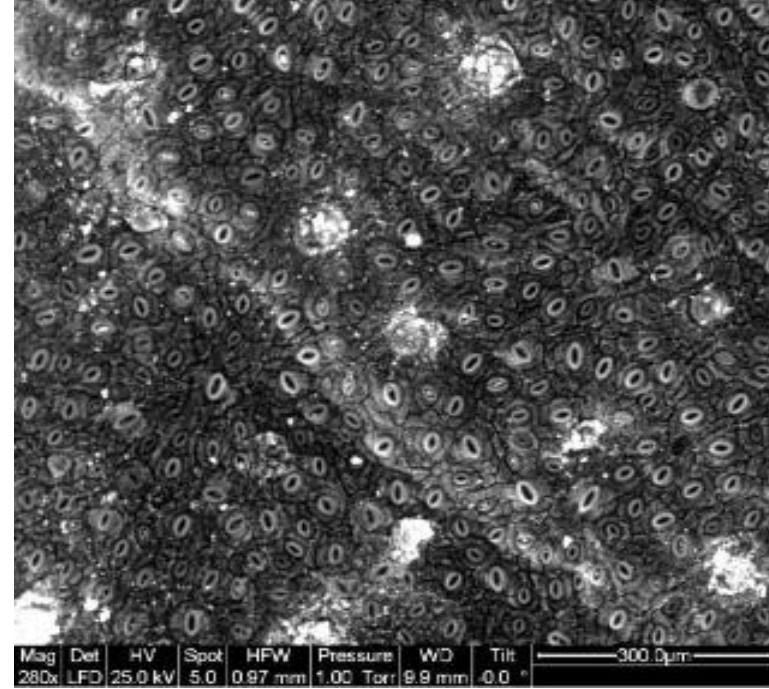


Vigevani et al., 2022

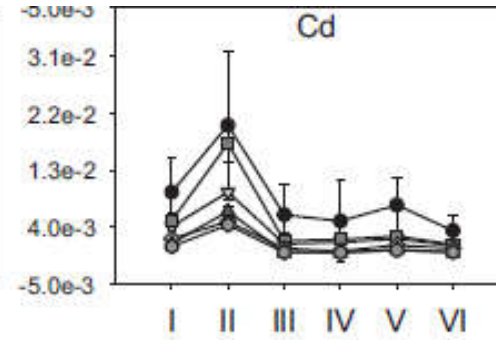
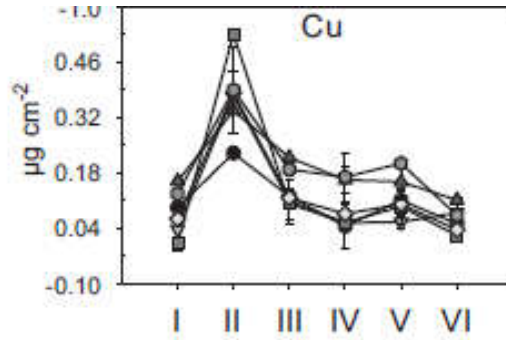
Eleagno



Ligustro



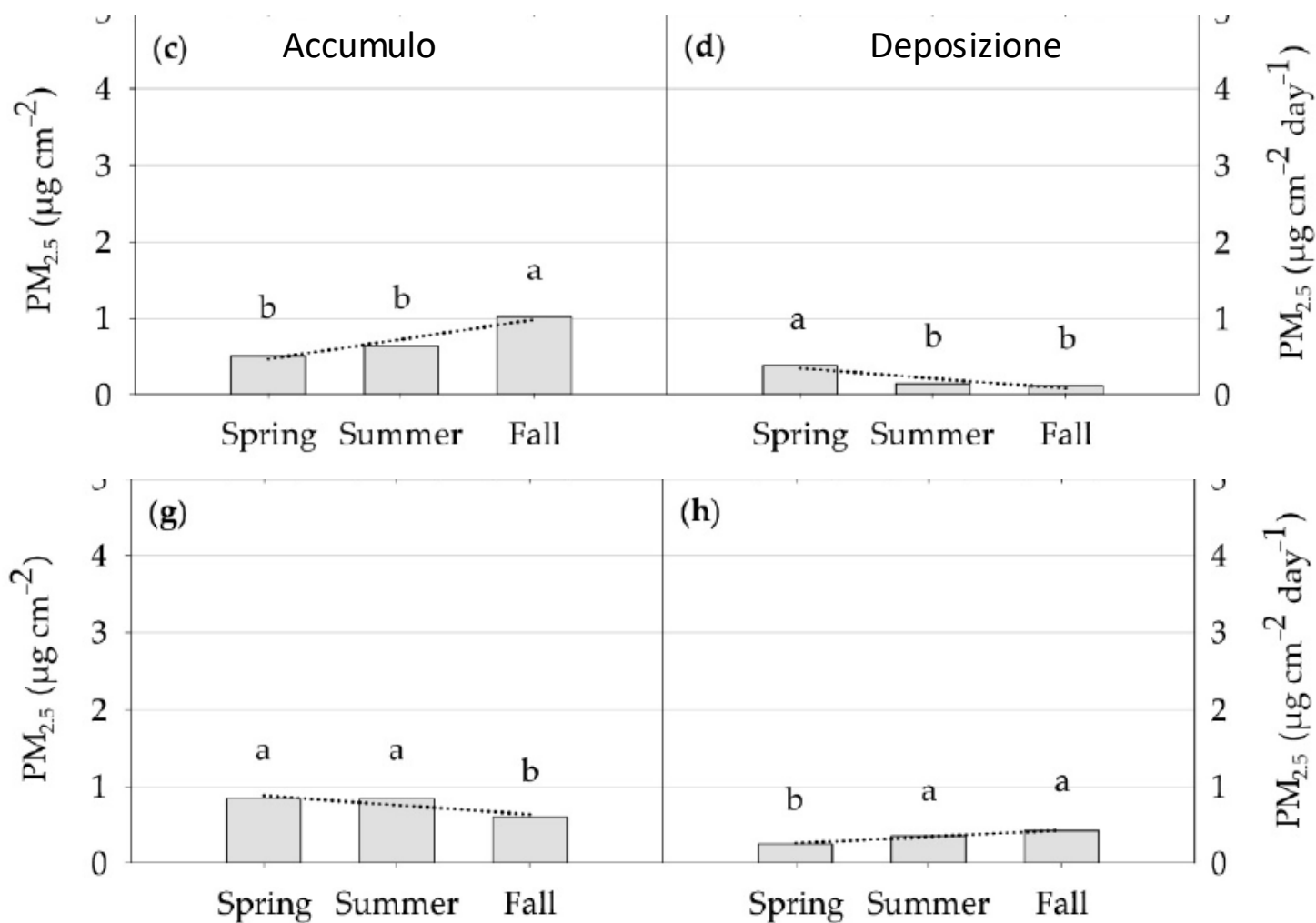
Inquinante adsorbito



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



# Accumulo e deposizione

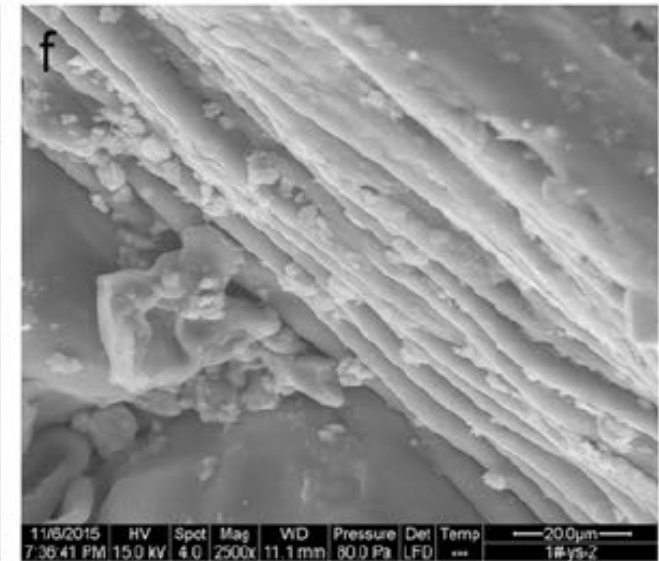
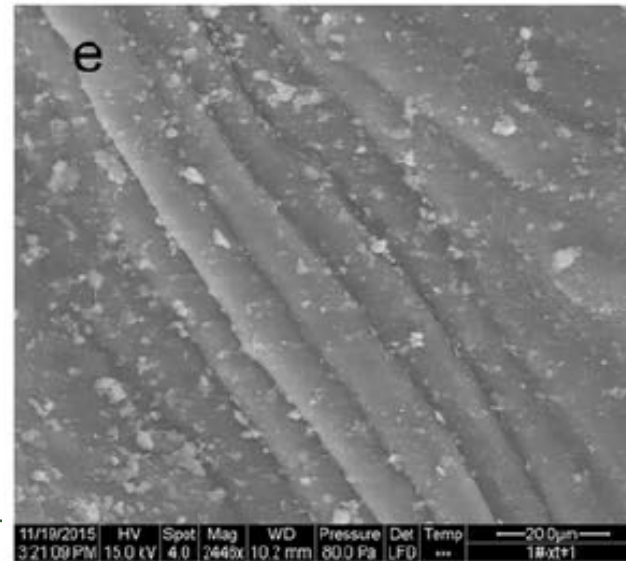
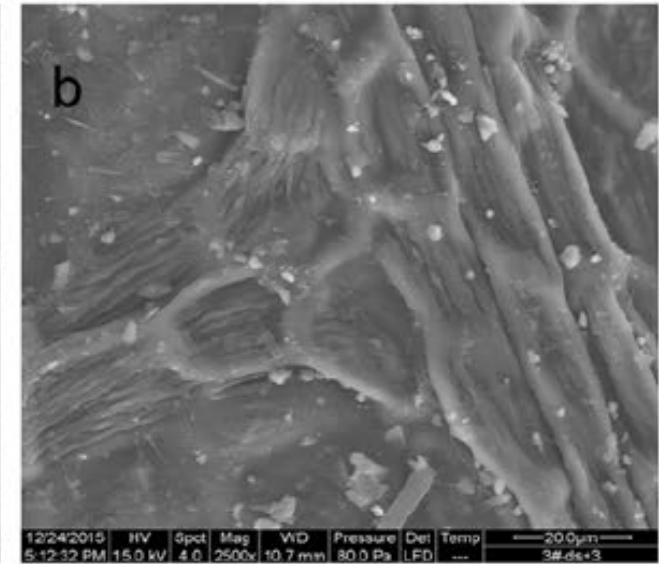
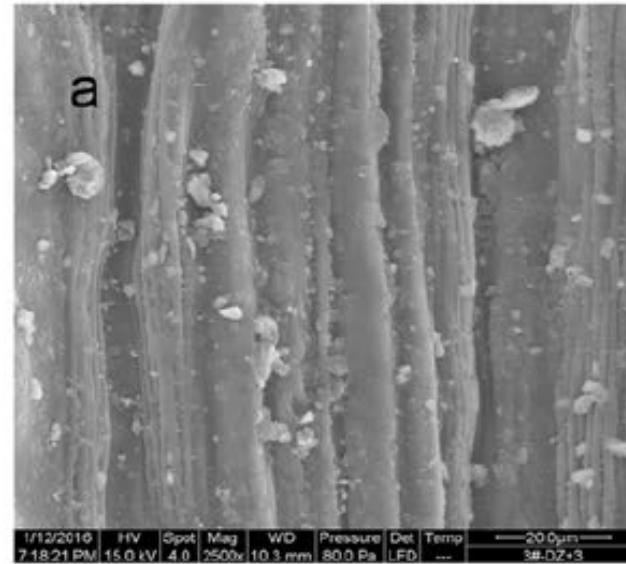


Maggiore è la quantità di PM adsorbita sulla lamina, minore è la sua efficienza nel rimuovere ulteriore particolato

# Accumulo e deposizione

---

Sembra che il PM aderisca preferenzialmente in siti attivi presenti sulla superficie fogliare (Chen et al., 2017)





**Mediante la fornitura di ES, il verde può rendere più vivibili le città e migliorare il benessere dei residenti**





**N**egli ultimi anni è cresciuta notevolmente la percezione degli spazi verdi come il principale mezzo per sostenere una vita sana nelle aree urbane. I positivi collegamenti tra presenza di spazi verdi e salute sono stati riconosciuti nel corso della storia e sono stati una delle forze trainanti del movimento per i parchi urbani del 19° secolo in Europa e Nord America. Nel 21° secolo le nuove tecniche di ricerca offrono l'opportunità di studiare i meccanismi alla base dell'associazione tra spazi verdi e salute, in modo da soddisfare gli standard scientifici contemporanei e informare, con ricerche replicabili, le istituzioni, i tecnici, ma soprattutto i cittadini.

In questo libro sono riassunti e commentati, con oltre 300 citazioni bibliografiche, i più recenti dati disponibili sugli effetti benefici del verde urbano, come ad esempio il miglioramento della salute mentale, la ridotta morbilità e mortalità cardiovascolare, nonché gli effetti positivi riguardanti l'inquinamento atmosferico, i cambiamenti climatici, il rumore e il calore in eccesso. Una parte è poi dedicata anche ai problemi talvolta determinati dalla presenza delle piante.

Un libro pragmatico e realista, scritto con rigore, ma anche con attenzione al lettore non specialista e agli appassionati del verde, che potranno facilmente trovare informazioni utili e accrescere le loro conoscenze sull'argomento.

FRANCESCO FERRINI è professore ordinario presso il Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari dell'Università di Firenze e attualmente Presidente della Scuola di Agraria (ex Facoltà).

ALESSIO FINI è professore associato presso il DISAA, Università di Milano. Ha conseguito, nel 2011, il Dottorato di Ricerca in "Produzioni vegetali e animali di qualità per la tutela del territorio e la salvaguardia dell'ambiente" presso l'Università di Firenze.

€ 12,00



F. Ferrini, A. Fini

amico albero

ETS

Francesco Ferrini e Alessio Fini

# amico albero

ruoli e benefici del verde nelle nostre città (e non solo)

Edizioni ETS

## Tree planting programs



Forestami

1 0 0 0 0 0 0  
TREES PLANTED

The benefits of one  
**Million Trees<sup>in</sup> LA**

## New EU Forest Strategy : planting three billion additional trees across Europe by 2030



As a flagship initiative of the European Green Deal, the European Commission has recently adopted the New EU Forest Strategy for 2030.



Aree Verdi e  
Servizi  
Ecosistemici





# Lo shock da trapianto

---

La mortalità dei nuovi impianti varia tra il 7 and 34% entro 5 anni dalla messa a dimora (Koeser et al., 2014; Roman et al., 2014).

Problemi rilevanti:

- **Ci sono siti disponibili con caratteristiche pedologiche e ambientali adeguate per supportare la vita dei nuovi impianti?**
  - Ci sono piante di qualità disponibili in vivaio delle specie e cultivar selezionate?
  - Ci sono risorse disponibili per la gestione post-trapianto?
- 





# Il suolo urbano

Contrariamente ai terreni naturali, che presentano un profilo organizzato in orizzonti, il suolo urbano non ha un profilo presentando una grande variabilità sia verticale che orizzontale



Numerosi sono i fattori che caratterizzano i suoli urbani:

1. Manipolazione
2. Scarsità di sostanza organica
3. Limitata presenza (attività) di organismi terricoli attivi
4. Modificazione del pedoclima (alterazione dei cicli gelo-disgelo e inumidimento-disseccamento)
5. Attività umana (parcheggio, calpestio, lavoro con mezzi pesanti)

---

L'insieme dei fattori citati, influisce negativamente su altre caratteristiche del suolo quali: permeabilità, penetrazione e capacità di immagazzinamento dell'acqua, diffusione dei gas, pH più alto (acque calcaree, inquinamento, laterizi)





Da Watson, 2003



# Suolo adeguato

- $5,5 < \text{pH} < 7,5$
- Conducibilità elettrica (salinità)  $< 1,0 \text{ dS/m (1:2,5)}$
- N totale  $> 1,0 \text{ (g/kg)}$
- P assimilabile (Olsen)  $> 10 \text{ mg/kg (>10 ppm)}$
- K scambiabile  $> 0,27 \text{ meq/100g}$
- Mg scambiabile  $> 0,9 \text{ meq/100g}$
- Calcare totale  $< 20\%$
- Calcare attivo  $< 5\%$
- CSC  $> 10 \text{ meq/100g}$
- Saturazione in basi  $> 35\%$
- Na scambiabile (ESP)  $< 10\%$
- Riduzione volumetrica all'essiccamento  $< 6\%$
- Conducibilità idraulica satura  $> 5 \text{ mm/h}$
- Profondità utile per le radici  $> 60\text{-}90 \text{ cm}$

# Modifica del sito d'impianto

**Ripristino:** riportare il suolo al suo stato originario, pre-urbanizzazione. Difficile da perseguire

**Riabilitazione:** rimettere in condizione il suolo di fornire servizi ecosistemici e supportare la vita vegetale

**Ammendanti:  
(Compost)**

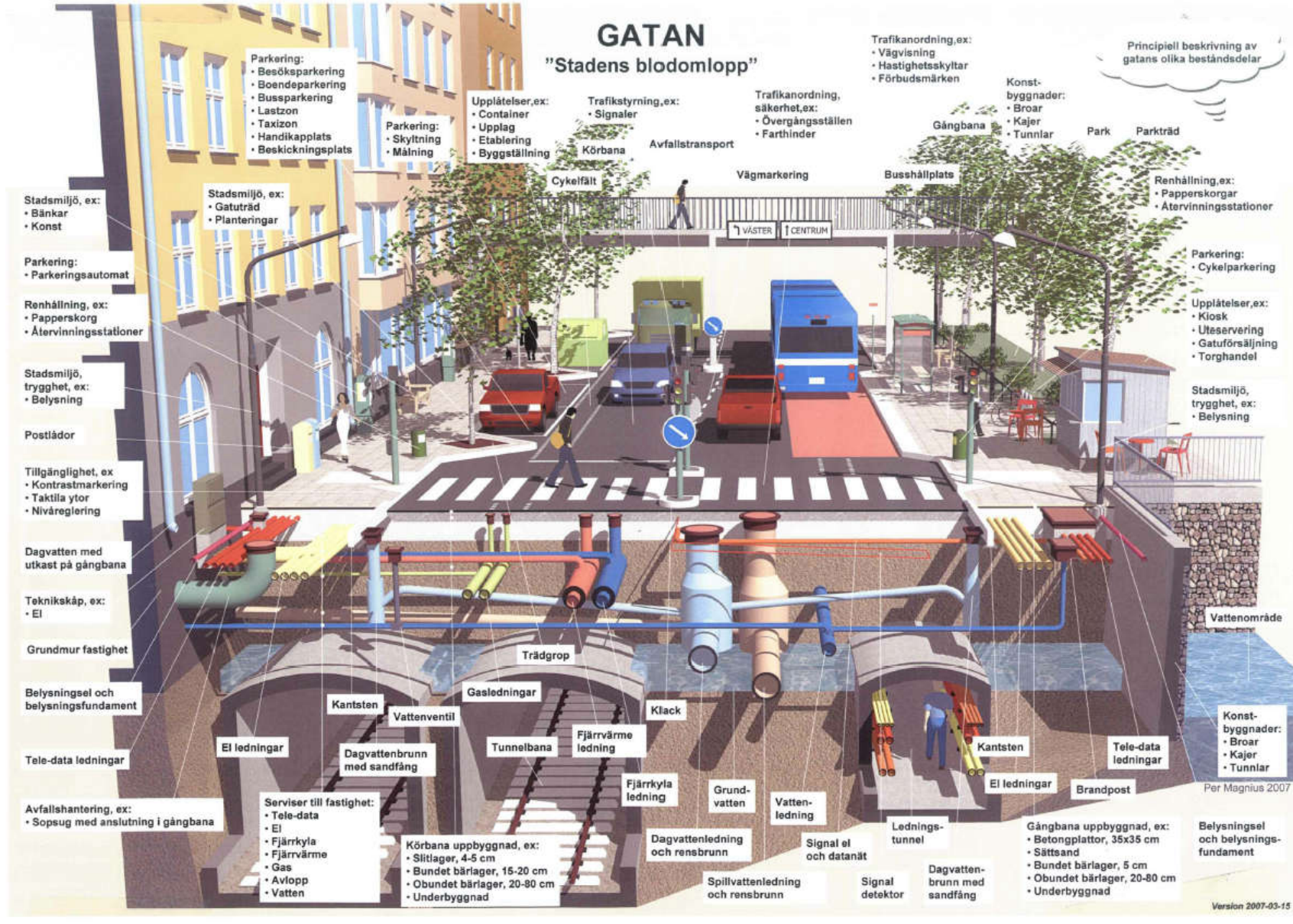
**Mixes  
artificiali**





# GATAN

## "Stadens blodomlopp"







**Suoli strutturali**



**Pavimentazione  
"sospesa"**





# Lo shock da trapianto

---

La mortalità dei nuovi impianti varia tra il 7 and 34% entro 5 anni dalla messa a dimora (Koeser et al., 2014; Roman et al., 2014).

Problemi rilevanti:

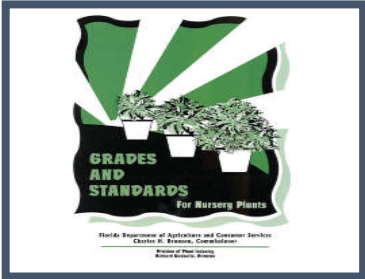
- Ci sono siti disponibili con caratteristiche pedologiche e ambientali adeguate per supportare la vita dei nuovi impianti?
- **Ci sono piante di qualità disponibili in vivaio delle specie e cultivar selezionate?**
- Ci sono risorse disponibili per la gestione post-trapianto?



Questi materiali di impianto ci daranno gli stessi risultati?



HOME





# Piante di qualità in vivaio

---

Durante la coltivazione in vivaio, è possibile applicare delle tecniche di pre-condizionamento finalizzate a incrementare la tolleranza al trapianto (Franco et al., 2006):

- Contenitori antispiralizzanti
- Substrati di coltivazione
- “Deficit irrigation”
- Potatura radicale
- Inoculo con funghi micorrizici
- Uso di biostimolanti e regolatori di crescita
- Metodo di produzione

HORTSCIENCE 45(12):1824–1829. 2010.

## Effect of Container Design on Plant Growth and Root Deformation of Littleleaf Linden and Field Elm

Gabriele Amoroso<sup>1</sup>, Piero Frangi, and Riccardo Piatti

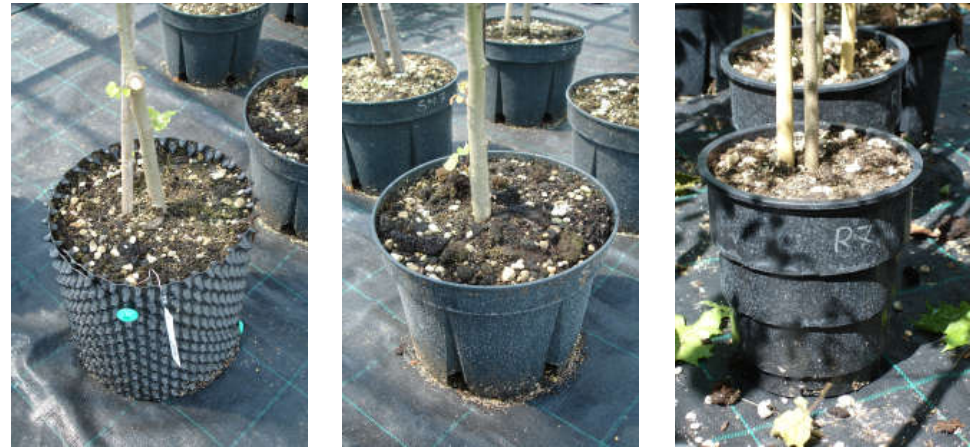
Fondazione Minoprio, Centro MiRT, Viale Raimondi, 54, 22070 Vertemate con Minoprio (CO), Italy

Francesco Ferrini and Alessio Fini

Department of Plant, Soil and Environmental Science, University of Florence, Viale delle Idee, 30, 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italy

Marco Faoro

Fondazione Minoprio, Centro MiRT, Viale Raimondi, 54, 22070 Vertemate con Minoprio (CO), Italy



Effect of pot type and root structure on the establishment of *Tilia cordata* and *Ulmus minor* plants after transplanting

P. Frangi<sup>1</sup>, G. Amoroso<sup>1</sup>, R. Piatti<sup>1</sup>, E. Robbiani<sup>1</sup>, A. Fini<sup>2</sup> and F. Ferrini<sup>2</sup>





Non patate



Potate 2003



Potate 2003 e 2004

*E.F. Gilman*



# Lo shock da trapianto

La mortalità dei nuovi impianti varia tra il 7 and 34% entro 5 anni dalla messa a dimora (Koeser et al., 2014; Roman et al., 2014).

Problemi rilevanti:

- Ci sono siti disponibili con caratteristiche pedologiche e ambientali adeguate per supportare la vita dei nuovi impianti e risorse per migliorarne la fertilità?
- Ci sono piante di qualità disponibili in vivaio delle specie e cultivar selezionate?
- **Ci sono risorse disponibili per la gestione post-trapianto?**



# Irrigazione

L'irrigazione è fondamentale in ambiente urbano,  
specialmente nei primi 3-5 anni dopo il trapianto

Per avere garanzie di successo, bisognerebbe  
irrigare:

2 volte a settimana per i primi 3 mesi

1 volta a settimana per il resto del 1 anno

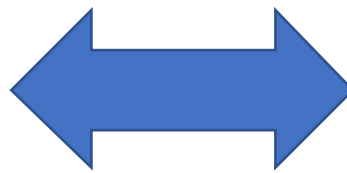
1 volta ogni 2 settimane per i successive 2 anni



Servono mediamente:  
55-75 L/mese per nuovi impianti  
150 L/mese per alberi maturi

**E dopo?**

Nessuna irrigazione



Irrigazione al punto di zero  
stress







Table 28.1 Species coefficients (Ks) for selected tree and shrub species. Ks may vary depending on climatic zone and plant phenological phase

Species	Ks	Species	Ks
<i>Abies</i> spp.	0.4–0.6	<i>Hedera helix</i>	0.4–0.6
<i>Acacia dealbata</i>	0.1–0.2	<i>Hydrangea</i>	0.6–0.8
<i>Acer campestre</i>	0.4–0.6	<i>Hypericum</i> spp.	0.4–0.6
<i>Acer platanoides</i>	0.5–0.7	<i>Ilex aquifolium</i>	0.4–0.5
<i>Acer rubrum</i>	0.6–0.8	<i>Juglans</i> spp.	0.4–0.6
<i>Aesculus × camea</i>	0.4–0.6	<i>Juniperus</i> spp.	0.3–0.4
<i>Albizia julibrissin</i>	0.3–0.5	<i>Koeleruteria paniculata</i>	0.3–0.5
<i>Araucaria araucana</i>	0.4–0.5	<i>Laburnum</i> spp.	0.4–0.6
<i>Arbutus unedo</i>	0.2–0.4	<i>Lagerstroemia indica</i>	0.3–0.5
<i>Banksia integrifolia</i>	0.4–0.5	<i>Lantana camara</i>	0.2–0.3
<i>Bauhinia purpurea</i>	0.4–0.6	<i>Larix decidua</i>	0.4–0.6
<i>Berberis</i> spp.	0.1–0.3	<i>Laurus nobilis</i>	0.2–0.4
<i>Betula</i> spp.	0.7–0.9	<i>Ligustrum</i> spp.	0.3–0.5
<i>Brachychiton populneus</i>	0.3–0.4	<i>Magnolia grandiflora</i>	0.5–0.6
<i>Brachychiton × hybridus</i>	0.4–0.6	<i>Magnolia (deciduous)</i>	0.4–0.6
<i>Buxus sempervirens</i>	0.4–0.6	<i>Malus</i> spp.	0.4–0.6
<i>Callistemon citrinus</i>	0.2–0.3	<i>Melaleuca</i> spp.	0.1–0.4
<i>Calycanthus floridus</i>	0.4–0.6	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	0.7–0.9
<i>Camellia japonica</i>	0.6–0.8	<i>Morus alba</i>	0.4–0.6
<i>Carpinus betulus</i>	0.4–0.6	<i>Musa</i> spp.	0.7–0.9
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	0.3–0.4	<i>Myrica</i> spp.	0.2–0.4
<i>Catalpa speciosa</i>	0.4–0.6	<i>Olea europaea</i>	0.1–0.3
<i>Cedrus</i> spp.	0.3–0.5	<i>Parrotia persica</i>	0.4–0.6
<i>Celtis australis</i>	0.4–0.5	<i>Paulownia tomentosa</i>	0.5–0.7
<i>Celtis occidentalis</i>	0.3–0.5	<i>Picea abies</i>	0.4–0.6
<i>Celtis reticulata</i>	0.1–0.3	<i>Pinus pinea</i>	0.2–0.4
<i>Ceratonia siliqua</i>	0.1–0.3	<i>Pinus ponderosa</i>	0.2–0.4
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	0.4–0.6	<i>Pinus sylvestris</i>	0.4–0.6
<i>Cercis canadensis</i>	0.4–0.6	<i>Platanus × acerifolia</i>	0.5–0.7
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.3–0.4	<i>Platanus orientalis</i>	0.4–0.6
<i>Chimonanthus praecox</i>	0.4–0.6	<i>Podocarpus macrophyllus</i>	0.4–0.6
<i>Choisya ternata</i>	0.4–0.6	<i>Populus</i> spp.	0.6–0.8
<i>Chorisia speciosa</i>	0.1–0.3	<i>Prunus</i> spp. (cherry, peach, plum)	0.4–0.6
<i>Cistus</i> spp.	0.1–0.3	<i>Quercus ilex</i>	0.3–0.4
<i>Citrus</i> spp.	0.4–0.6	<i>Quercus robur</i>	0.4–0.6
<i>Cornus</i> spp.	0.5–0.7	<i>Quercus rubra</i>	0.4–0.6
<i>Corylus avellana</i>	0.4–0.6	<i>Quercus virginiana</i>	0.4–0.6
<i>Corylus corymyria</i>	0.1–0.3	<i>Rhododendron</i>	0.6–0.8
<i>Cupressus arizonica</i>	0.1–0.2	<i>Schinus molle</i>	0.1–0.3
<i>Cupressus sempervirens</i>	0.1–0.3	<i>Sophora japonica</i>	0.3–0.5
<i>Diospyros kaki</i>	0.4–0.6	<i>Sorbus aucuparia</i>	0.4–0.6
<i>Eucalyptus globulus</i>	0.2–0.4	<i>Tamarix</i> spp.	0.1–0.2
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	0.2–0.4	<i>Taxus baccata</i>	0.4–0.6
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	0.3–0.5	<i>Thuja occidentalis</i>	0.4–0.6
<i>Fagus sylvatica</i>	0.6–0.8	<i>Tilia</i> spp.	0.4–0.6
<i>Ficus</i> spp.	0.4–0.6	<i>Tipuana tipu</i>	0.4–0.6
<i>Forsythia × intermedia</i>	0.3–0.5	<i>Ulmus</i> spp.	0.4–0.6
<i>Fraxinus</i> spp.	0.4–0.6	<i>Ulmus pumila</i>	0.2–0.4
<i>Ginkgo biloba</i>	0.4–0.6	<i>Viburnum</i> spp.	0.4–0.6
<i>Grevillea</i> spp.	0.2–0.4	<i>Zelkova serrata</i>	0.4–0.6

Source: modified from Costello et al. (2000)

## Stima dei fabbisogni irrigui di alberi maturi

In ambiente urbano, il coefficiente colturale Kc non basta a rappresentare l'enorme variabilità  
 Larry Costello et al. (2008) hanno messo a punto la Water Use Classification of Landscape Plants (WUCOLS)

$$ETE = KL * ETO$$

dove KL è il coefficiente di uso dell'acqua del paesaggio (Landscape)

$$KL = Ks * Kd * Kmc$$

dove Ks è legato alla specie, Kd alla densità di impianto e Kmc al microclima



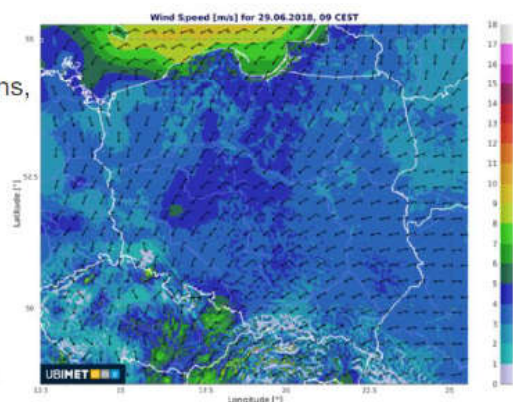
# Smart irrigation system

**OBJECTIVE:** improvement of water resource delivery and management through the identification of critical thresholds based on climatic models, plant water requirements and meteo forecasts

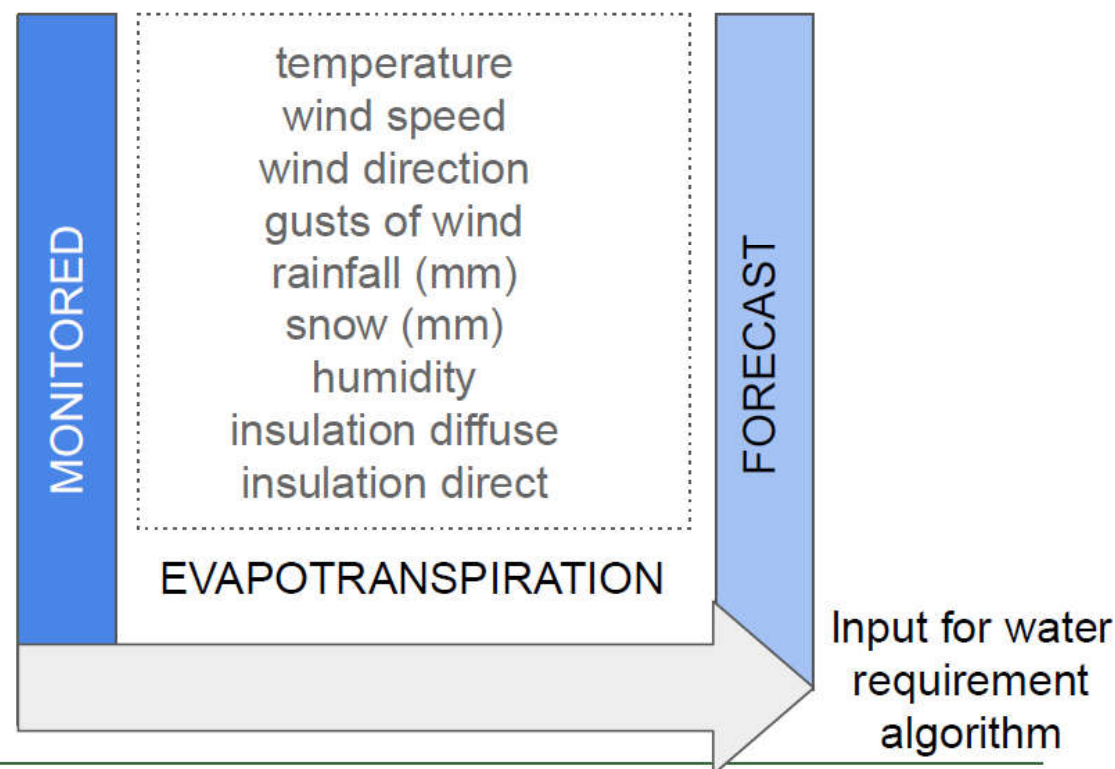
## Background: UBIMET Analysis HYDRA<sup>©</sup>

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 method



UBIMET



# Smart irrigation system

## ALERT ON TREES REQUIRING WATER

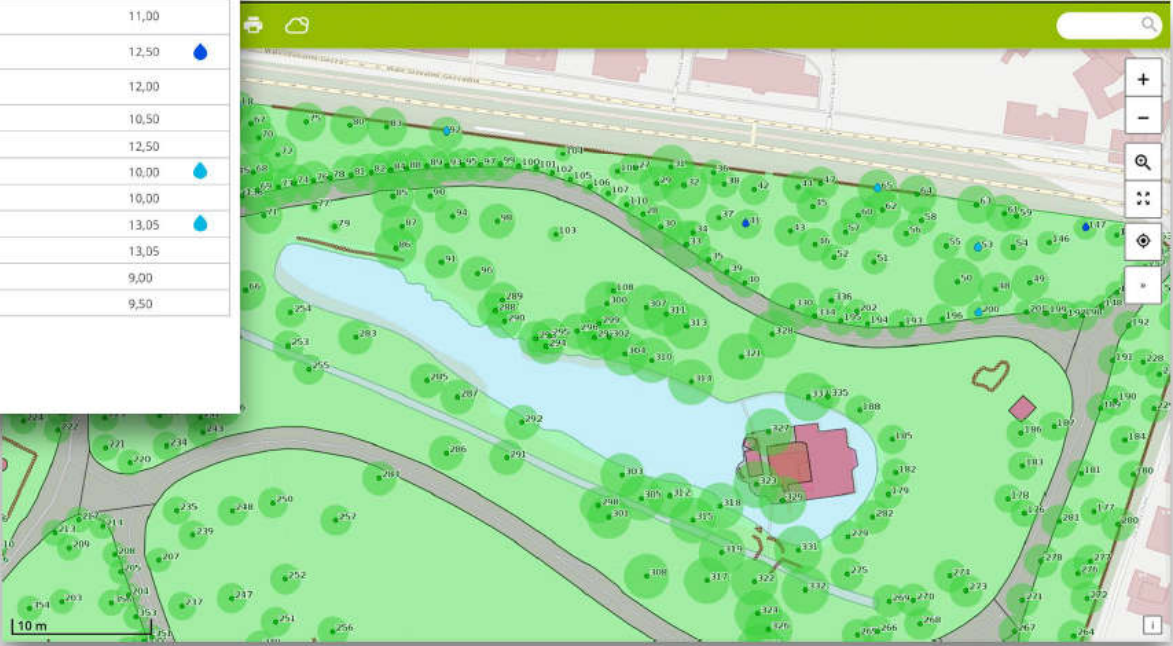
**R3OTREES®** admin ▾

General ▾

- Open map
- Weather Data
- Sites
- Objects
- Statistics
- Communications (0)
- Trees
- Plant with planned TRA
- TRA
- Shrubs, shrubs areas, hedges
- Playground/Sporting Area
- Equipment
- ← Close menu

**Trees**

Site	Tree nr.	Tag Nr.	Taxonomy	Calculated tr...	Date TRA	Risk class	Height	Water
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	5	4680	Populus nigra italica (Pioppo cipressino)	55			13,50	🔵
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	15	4671	Quercus ilex (Leccio)	63			11,00	
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	23	4125	Tilia x europaea (Tiglio)	71			11,00	
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	53	4175	Pinus pinea (Pino domes...)	68			12,50	🔴
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	44	4002	Populus alba (Pioppo bia...)	68			12,00	
BIM33 - Parco del Gelso	6	1339	Tilia x europaea (Tiglio)	70			10,50	
BIM33 - Parco del Gelso	10	1439	Pinus pinea (Pino domes...)	-			12,50	
BIM33 - Parco del Gelso	50	2160	Celtis australis (Bagolaro)	-			10,00	🔵
BIM33 - Parco del Gelso	50	2160	Celtis australis (Bagolaro)	44			10,00	
BIM33 - Parco del Gelso	33	2462	Quercus robur (Farnia)	50			13,05	🔵
BIM33 - Parco del Gelso	42	2552	Pinus pinea (Pino domes...)	50			13,05	
BIM33 - Parco del Gelso	88	3476	Tilia x europaea (Tiglio)	35			9,00	
BIM33 - Parco del Gelso	89	3477	Tilia x europaea (Tiglio)	36			9,50	







Anche dopo  
l'affrancamento,  
la vita degli  
alberi può non  
essere facile

**Alte temperature del suolo e dell'aria**



**Eccesso o carenza di luce**

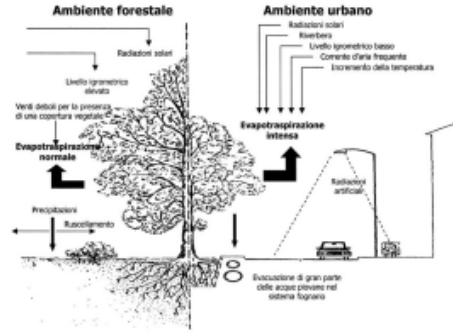


**Fattori di stress abiotici**

**Iposia radicale**



**Stress idrico**



**Salinità**





## La potatura degli alberi ornamentali

**ASSIOMA 1: la potatura, comunque sia effettuata, è uno stress per la pianta**

**ASSIOMA 2: la miglior potatura è quella che non si vede**



**ASSIOMA 3: le piante più belle sono quelle non potate**

## **Gli obiettivi della potatura negli alberi**

1. Ridurre il rischio di schianti e rotture
2. Direzionare e regolare la crescita
3. Correzione o riparazione dei danni
4. Ristabilire il rapporto chioma-radice
5. Migliorare l'estetica, ottenere e mantenere forme particolari
6. Eliminazione parti di pianta che occludono una visuale



Come eseguire i tagli per conseguire gli obiettivi desiderati, senza indurre squilibri morfo-fisiologici?



## **REGOLA IMPORTANTE**

**Evitare di tagliare a caso!**

Individuare i difetti o i problemi da correggere e i requisiti da soddisfare e intervenire sulla pianta con il minor numero di tagli possibile per raggiungere quello specifico obiettivo

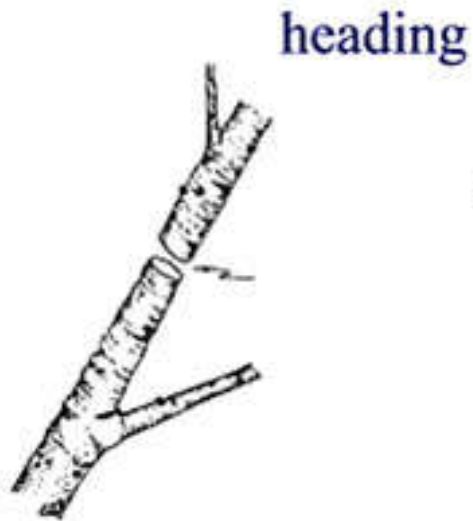
**Effettuare i tagli in modo corretto!**

# Modalità di potatura

## **CAPITIZZATURA**

(Topping/heading):

Taglio condotto su una  
branca principale nello  
spazio tra due ramificazioni  
successive



## **TAGLIO DI DIRADAMENTO**

(Removal cut):

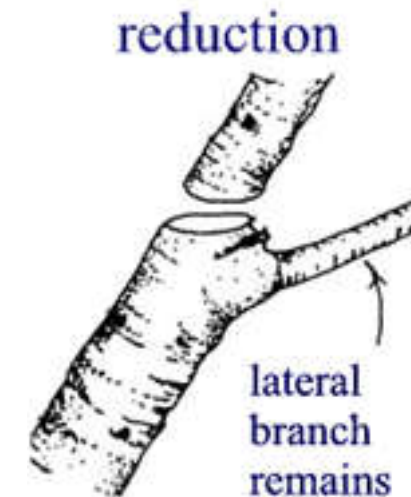
Taglio che rimuove una branca  
laterale nel suo punto di inserzione  
sul fusto o su una branca di ordine  
superiore, a livello del collare del  
ramo



## **TAGLIO DI RITORNO**

(Reduction cut):

Taglio che rimuove una  
branca troppo vigorosa in  
corrispondenza di un  
laterale di dimensioni  
idonee



(modified from Gilman, hort.ufl.edu)





ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

## Urban Forestry & Urban Greening

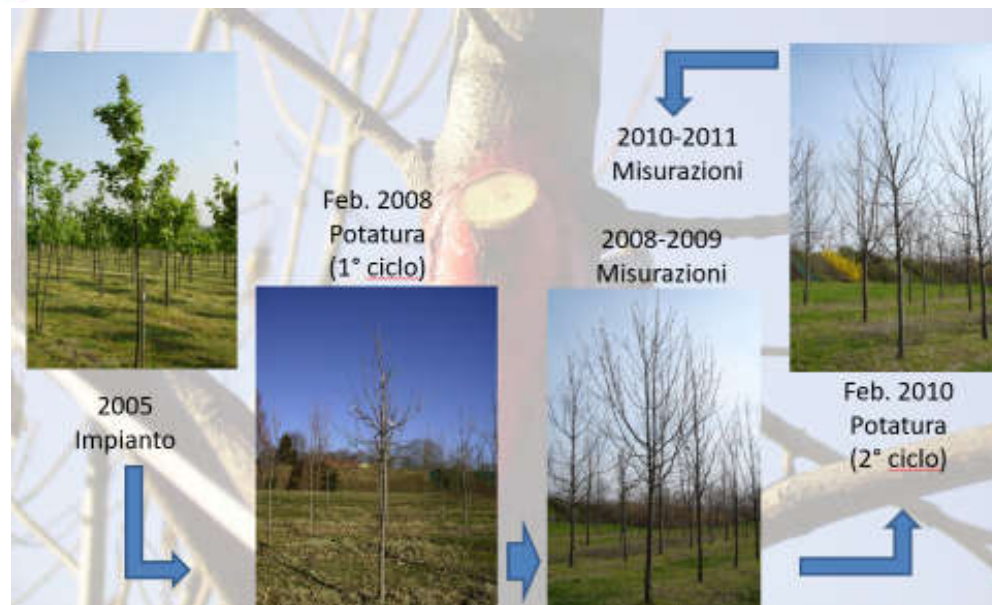
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ufug](http://www.elsevier.com/locate/ufug)



### Effects of different pruning methods on an urban tree species: A four-year-experiment scaling down from the whole tree to the chloroplasts



A. Fini<sup>a,d,\*</sup>, P. Frangi<sup>b</sup>, M. Faoro<sup>b</sup>, R. Piatti<sup>b</sup>, G. Amoroso<sup>b</sup>, F. Ferrini<sup>a,c,d,e</sup>



## Il taglio a capitozzo:



Causa ferite che difficilmente si chiudono

I succhioni sono strutturalmente fragili

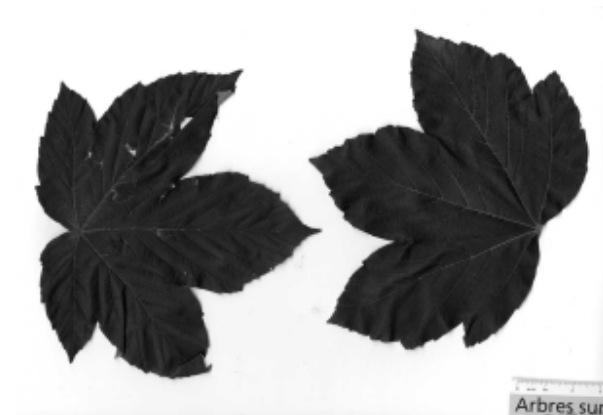


Distrugge la dominanza apicale

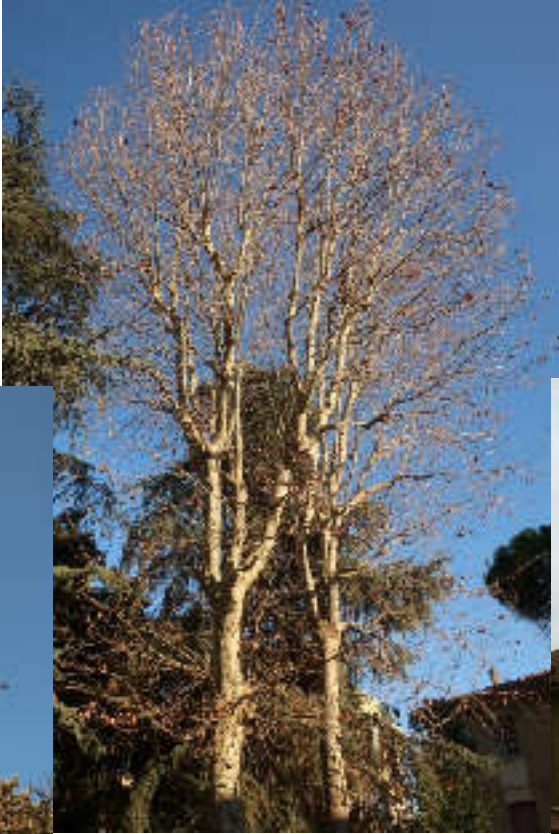


Causa il rilascio di molti succhioni codominanti, che crescono rapidi, a scapito del fusto

La crescita rapida dei succhioni ne penalizza la tolleranza agli stress









# La capitozzatura



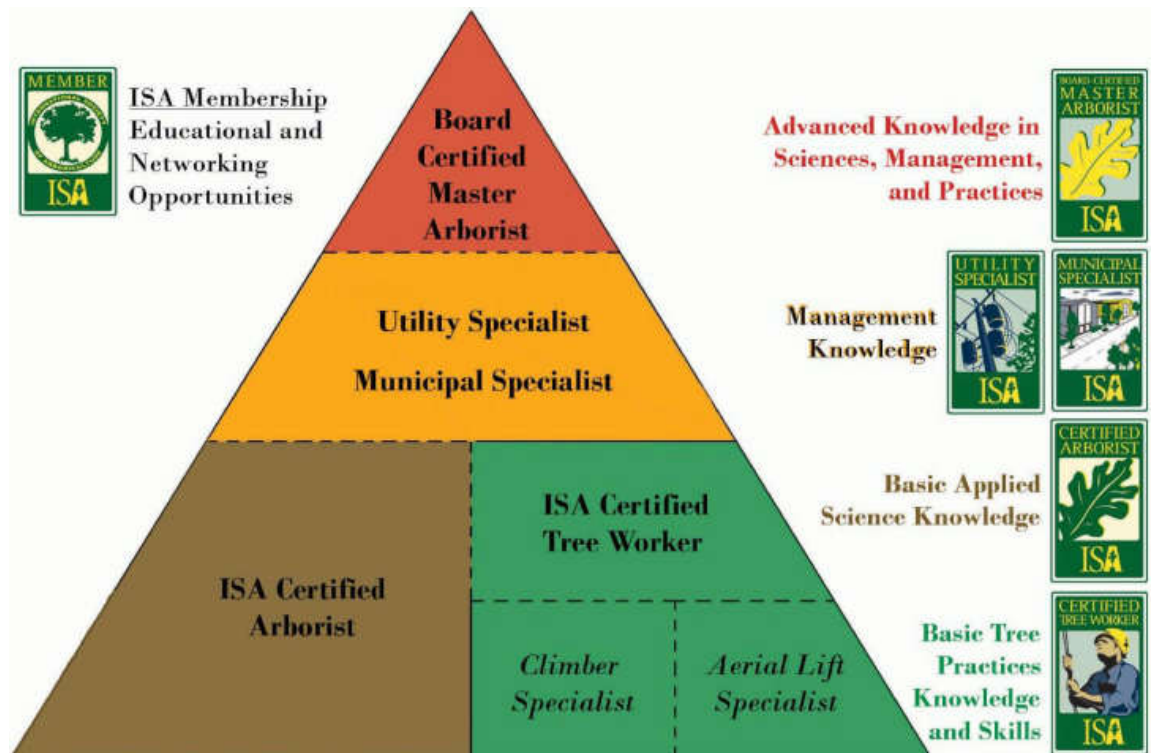


# POTATURA DEGLI ALBERI

Standard Europeo  
di potatura degli alberi



**eas** European  
Arboricultural  
Standards



La storia struggente degli

**alberi le cui radici furono tagliate**





**Nuova Zelanda**



**Firenze**



**Como**



**Colorado**



**Copenhagen**

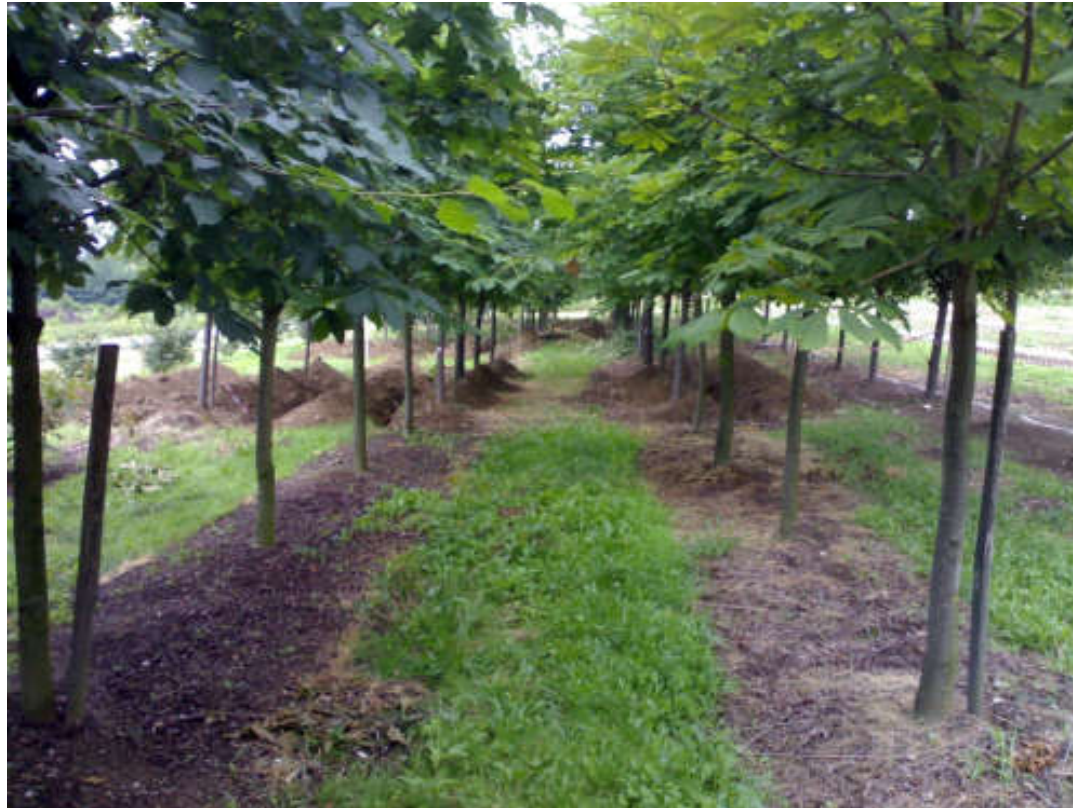


C. De

# Le specie utilizzate

48 piante di *Tilia x europaea* e 48 di *Aesculus hippocastanum* (14-16 cm circ) sono state piantate in un suolo franco-sabbioso presso la Fondazione Minoprio, nel 2004 e lasciate crescere indisturbate per 5 anni

*Tilia* è ipotizzato avere una maggior tolleranza alla manipolazione delle radici rispetto ad *Aesculus* (Matheny, 2005)





# Metodi: gli scavi



Controllo - **C**



1 trincea, a un lato della  
pianta - **MD**



2 trincee, su due lati speculari  
rispetto al colletto - **SD**

Tutte le trincee (profonde 70 cm) sono state scavate a 40 cm dal colletto in giugno 2009.  
Il disegno sperimentale è a blocchi randomizzati con 4 blocchi

# Gli obiettivi di questo studio:

1. Valutare quali sono gli effetti di lungo periodo dei danni da scavo sulla salute degli alberi
2. Valutare gli effetti sulla propensione al ribaltamento e sulla capacità di recupero

Urban Forestry & Urban Greening 53 (2020) 126734



Contents lists available at ScienceDirect

Urban Forestry & Urban Greening

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ufug](http://www.elsevier.com/locate/ufug)



Evaluating the effects of trenching on growth, physiology and uprooting resistance of two urban tree species over 51-months

Alessio Fini<sup>a,\*</sup>, Piero Frangi<sup>b</sup>, Jacopo Mori<sup>c</sup>, Luigi Sani<sup>d</sup>, Irene Vigevani<sup>a</sup>, Francesco Ferrini<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia, Università di Milano, via Celoria 2, 20133 Milano, Italy

<sup>b</sup> Fondazione Minoprio, viale Raimondi 54, 22070 Vertemate con Minoprio (CO), Italy

<sup>c</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze, viale delle Idee, 30, 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italy

<sup>d</sup> Laboratorio di Studi sull'Albero, via Don Minzoni, 50123 Firenze, Italy





# Sopravviveranno?

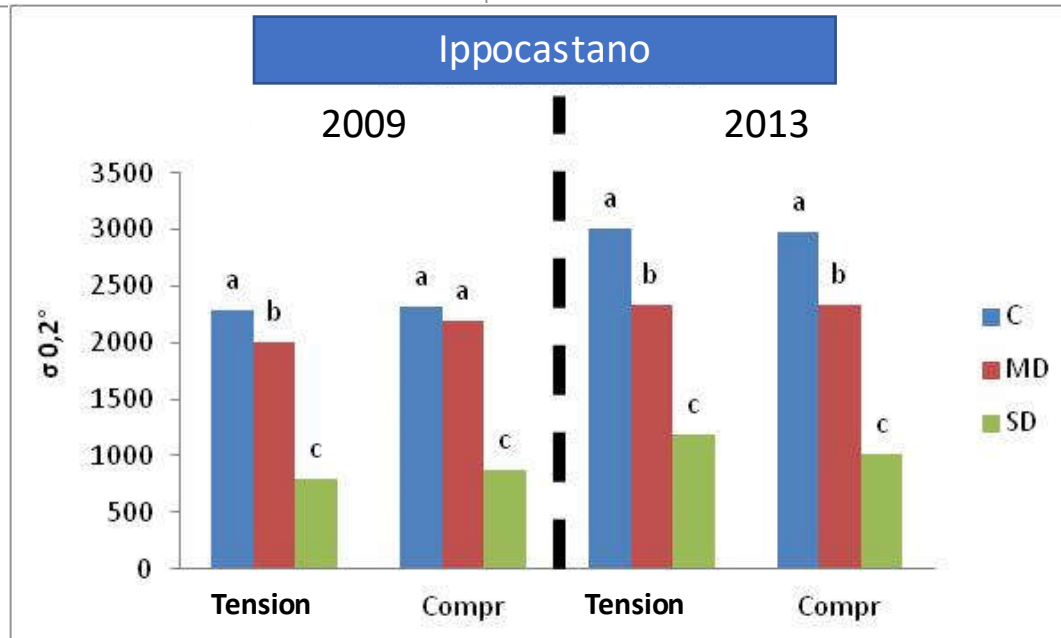
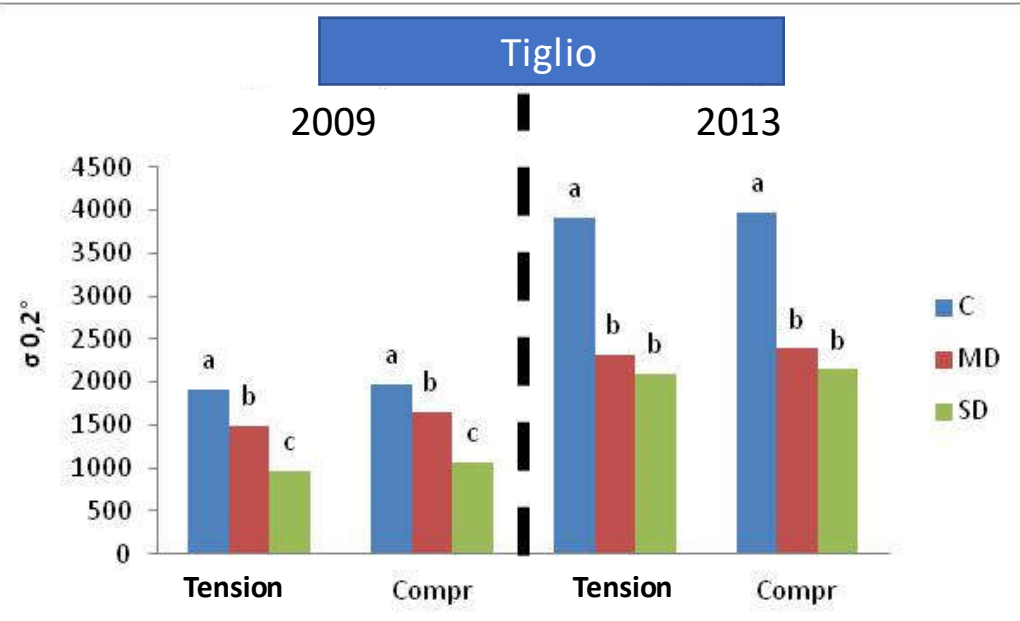


- I danni alle radici di giovani alberi inducono uno stress molto simile a uno stress idrico lieve
- Tuttavia, tale stress si manifesta in modo cronico, anche in condizioni di buona disponibilità idrica
- Le specie tolleranti manifestano un lento recupero, quelle sensibili non recuperano mai del tutto
- Lo scavo non uccide direttamente l'albero, ma agisce da fattore predisponente nei confronti di altri fattori scatenanti e complementari (Manion, 1991)



## Rimarranno in piedi?

I danni da scavo hanno aumentato la propensione al ribaltamento in entrambe le specie. Anche in questo caso, il recupero della capacità di ancoraggio pre-scavo non è completa anche dopo 5 anni, ed è quasi inesistente in specie sensibili.







Tolleranti	Sensibili
Ontano	Pecan
Olmo	Noce
Bagolaro	Sassafrasso
Tiglio	Nyssa
Platano	Querce europee
Pioppo	Faggio
Salice	Araucaria
Tasso	Carrubo
Gleditsia	Liquidambar
Querce rosse	Nocciolo di
Peri ornamentali	Costantinopoli

Tolleranza della specie	Età della pianta	Raggio PRZ (m cm <sup>-1</sup> diametro)
Buona	Giovane	0.06
	Maturo	0.09
	Senescente	0.12
Moderata	Giovane	0.09
	Maturo	0.12
	Senescente	0.15
Bassa	Giovane	0.12
	Maturo	0.15
	Senescente	0.18

Matheny, 2005



# Conclusioni

- Gli alberi sono essenziali, ma meritano cura e rispetto
- Rivolgersi alle giuste professionalità e pretendere certificazioni
- Non chiedersi quanti alberi posso piantare, ma quanti alberi posso gestire dopo averli piantati



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

