



Consiglio Nazionale delle Ricerche



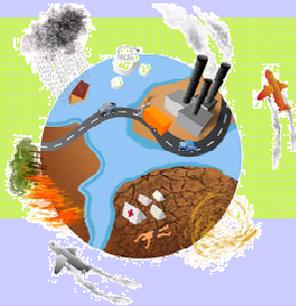
ISTITUTO DI BIOMETEOROLOGIA

<http://www.bo.ibimet.cnr.it>



2010 International Year of Biodiversity

Biodiversità e qualità ambientale
21 Ottobre 2010
Area della Ricerca di Bologna



Un polmone verde nella città per respirare meglio



Rita Baraldi



Foto del Dr. Luigi Nobilio





WE CARE FOR CLEAN AIR!

PELI FOGLIARI



CATTURA
PARTICOLATO



**Le piante sono capaci di catturare gli inquinanti:
mettiamole al lavoro**

- Fornire **informazioni inedite e specifiche sull'impatto ambientale** che diverse specie botaniche in uso nelle città possono causare o subire in funzione delle loro caratteristiche fisiologiche e morfologiche

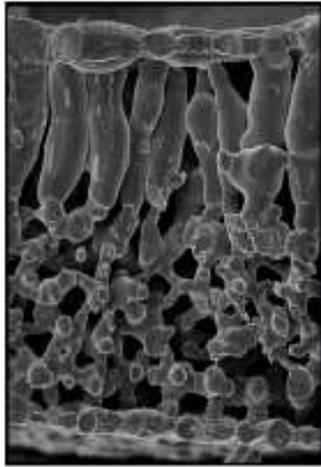


MITIGAZIONE



INQUINAMENTO

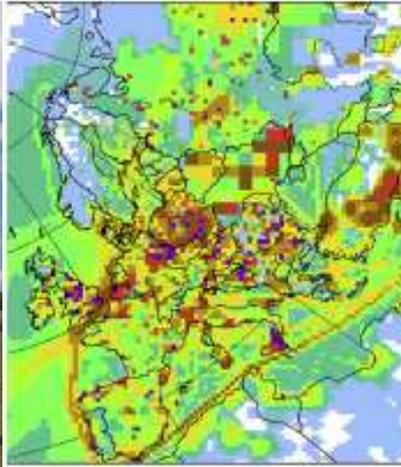
IBIMET: RICERCA SCIENTIFICA



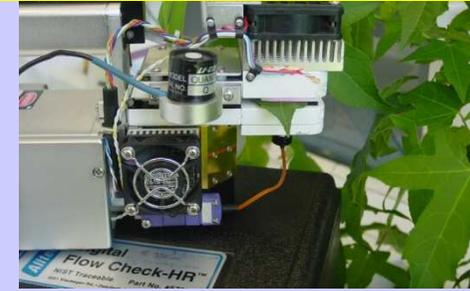
10 μm
10⁵ m



Flux footprint
typically 200m



Application of models
typically 100km



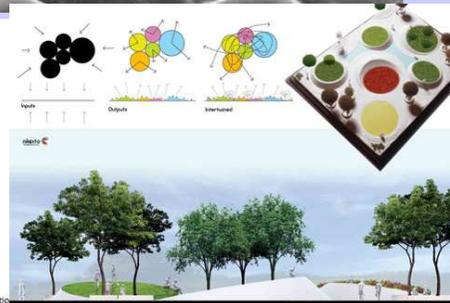
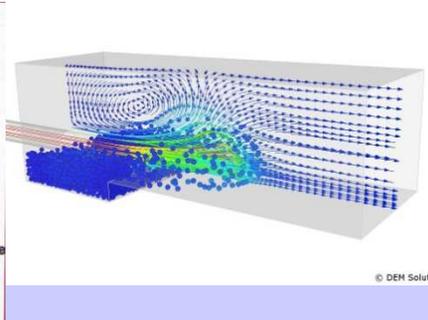
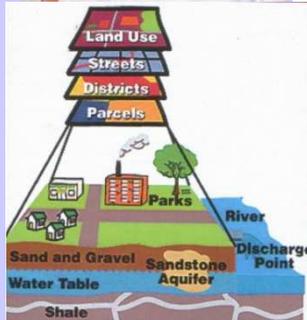
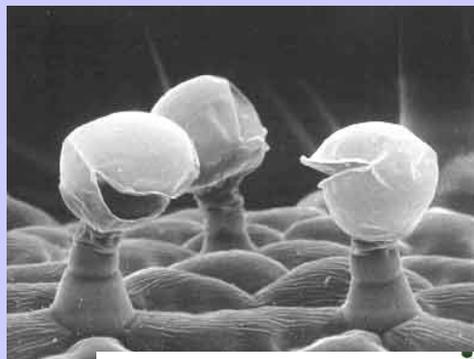
Analisi fisiologica-
biochimica

Ecofisiologia

Analisi strutturale

Fisica dell'atmosfera

Micrometeorologia-
Meteorologia



Gli alberi in città:



EFFETTI DEL VERDE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA



TREE

Temperatura: riduzione

Rimozione di composti inquinanti

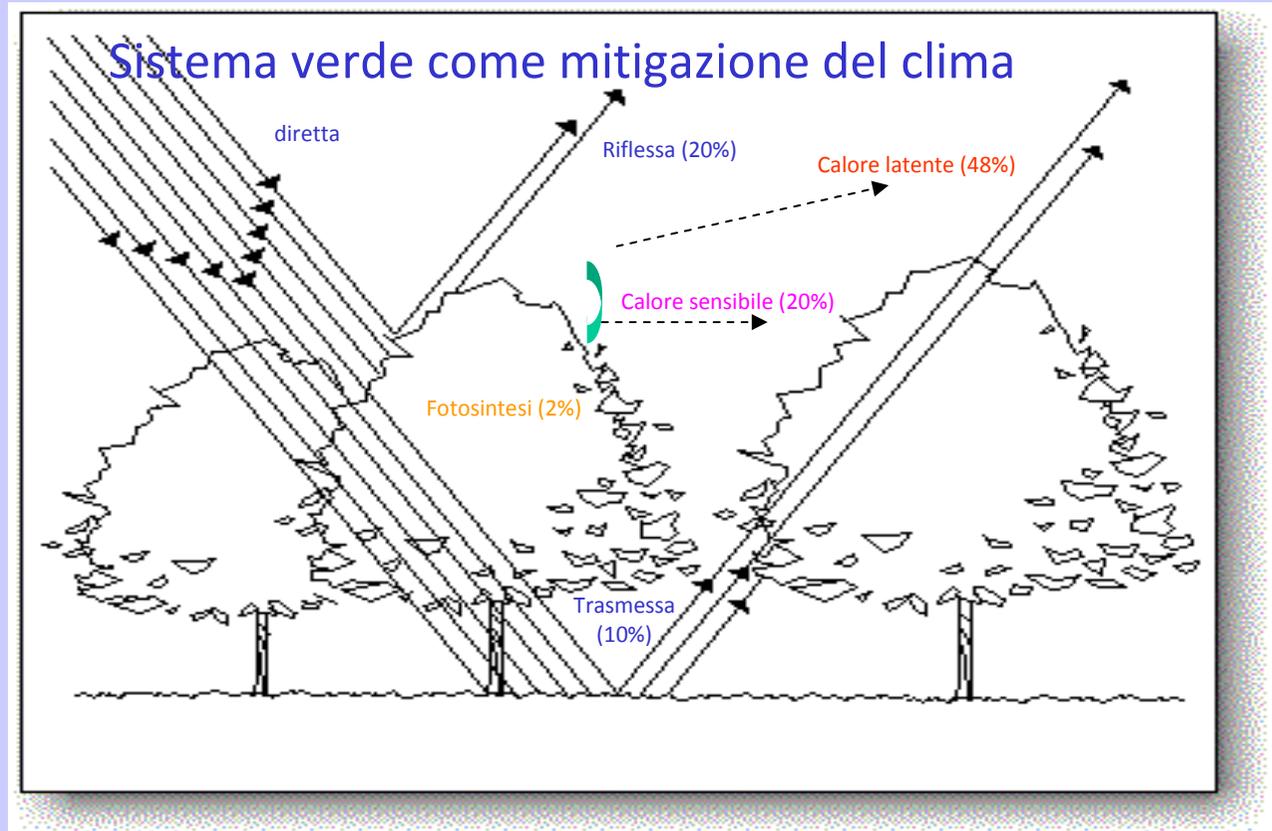
Emissione di composti organici volatili

Energia: effetti sugli edifici

Riduzione della temperatura

un albero può
traspirare 60 litri
di acqua al giorno

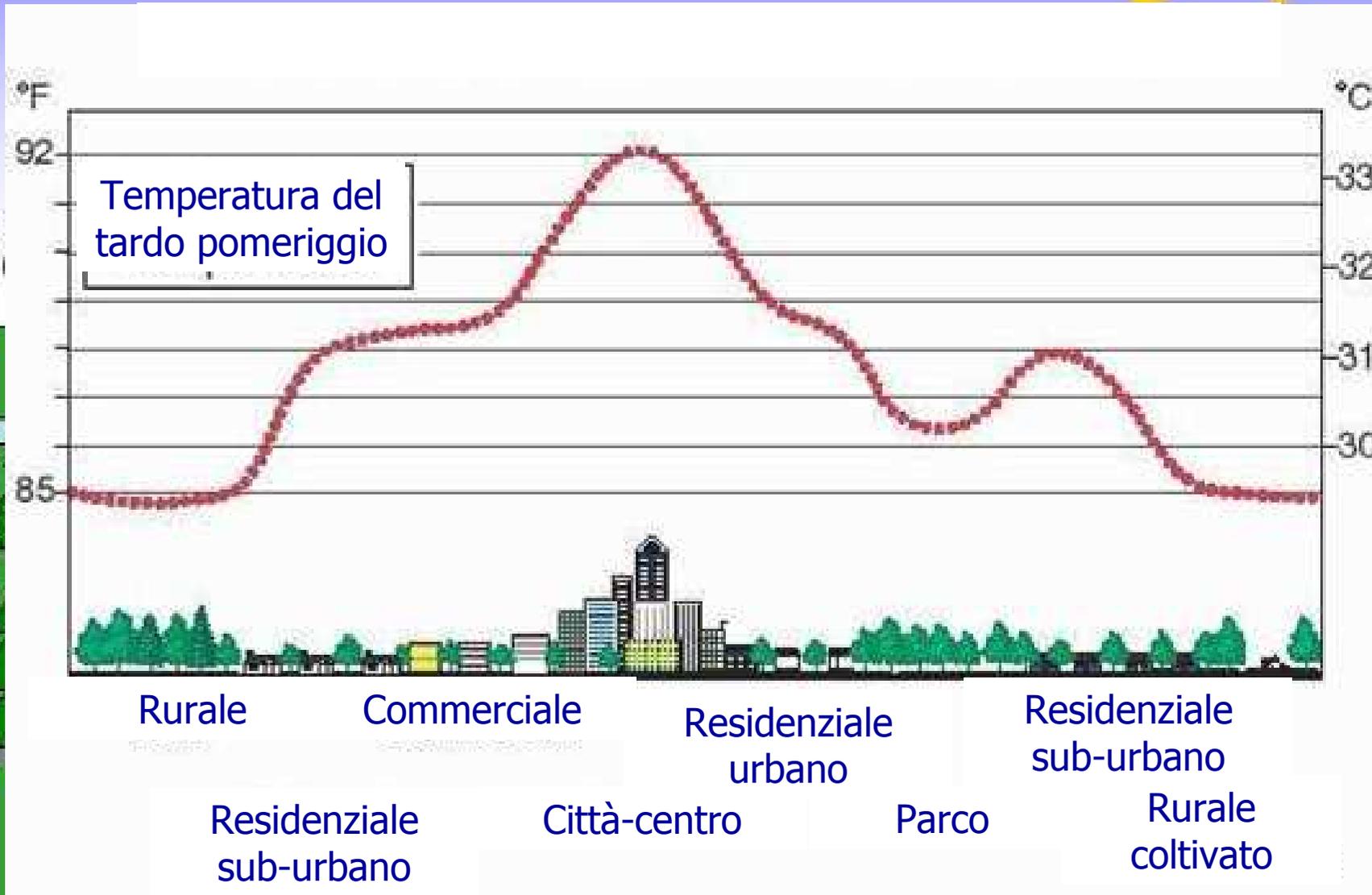
Per ogni g di H₂O evaporata
occorrono 633 cal.



$$R_n = H + LE + G + M$$

L'energia solare incidente viene in gran parte utilizzata dalla vegetazione per la traspirazione e la fotosintesi, favorendo l'abbassamento della temperatura dell'aria.

ISOLA DI CALORE URBANA



IBIMET... e la Città MISURE IN AMBIENTE URBANO



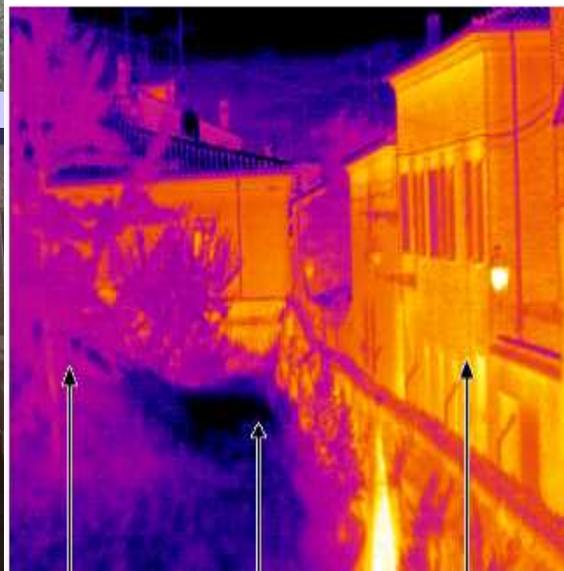
■ BASOLI



■ SANPIETRINI



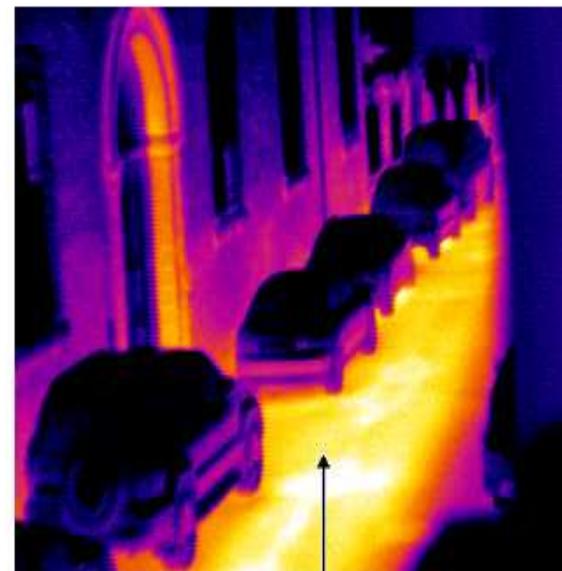
■ ACCIOTTOLATO



Albero
ad alto fusto

Prato

Facciata
in mattoni



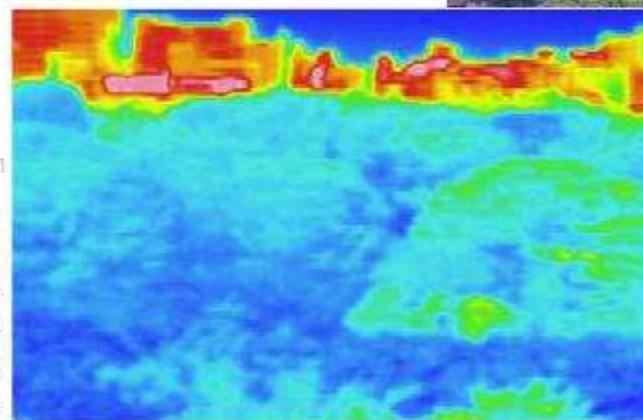
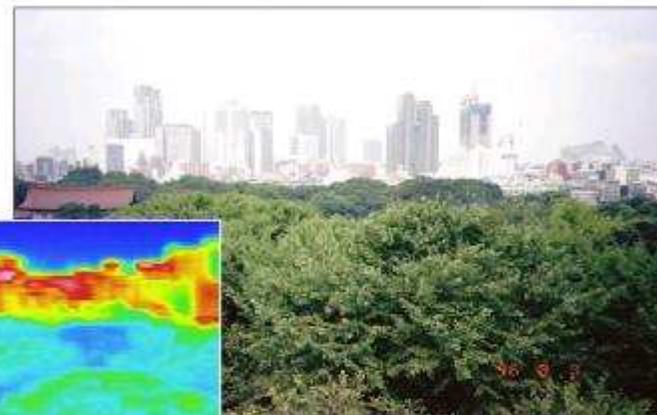
Asfalto

In un parco di grandi dimensioni la temperatura può essere più bassa rispetto al centro di 1-3°C.

L'impressionante vastità del centro urbano



Cool Island (thermal image)



Date 10.09.96 Time 11:02:13.00

Central Park

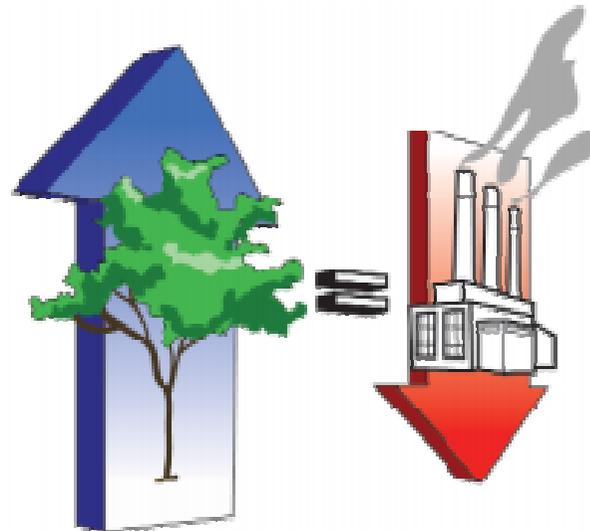
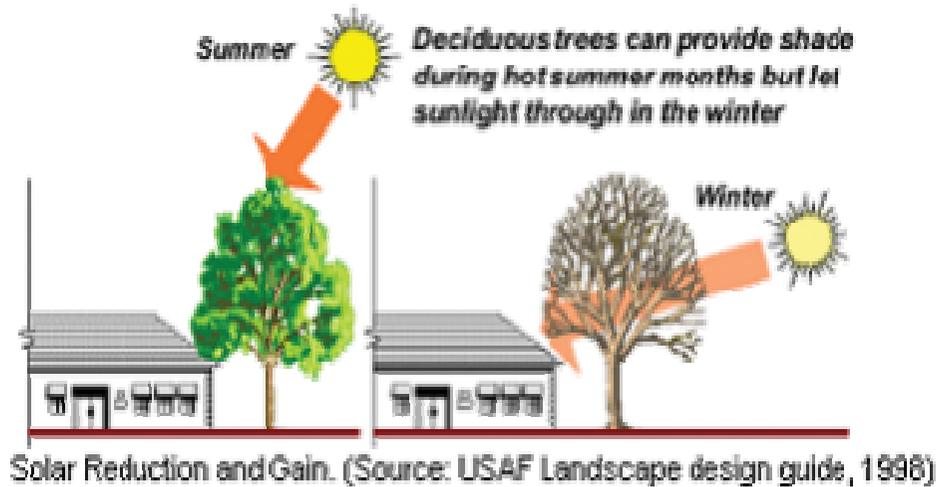


EFFETTI DEL VERDE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA



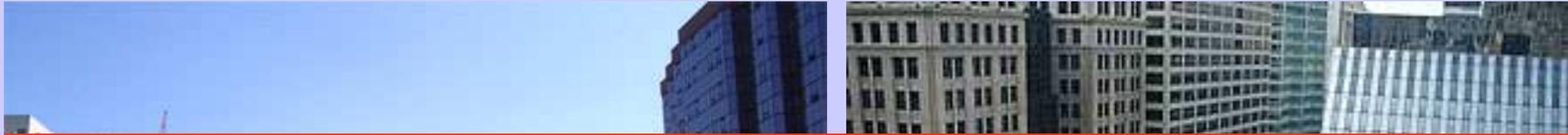
TREE

- T**emperatura: riduzione
- R**imozione di CO₂ e inquinanti
- E**missione di composti organici volatili
- E**nergia: effetti sugli edifici

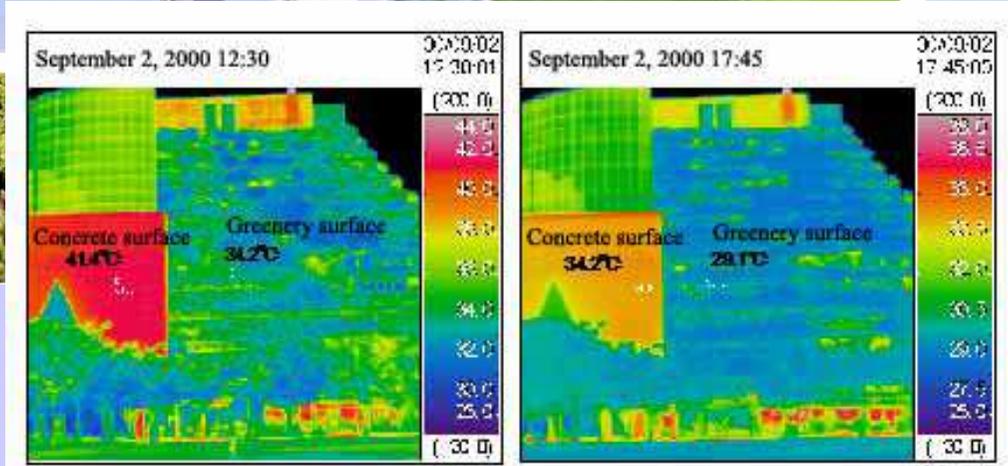
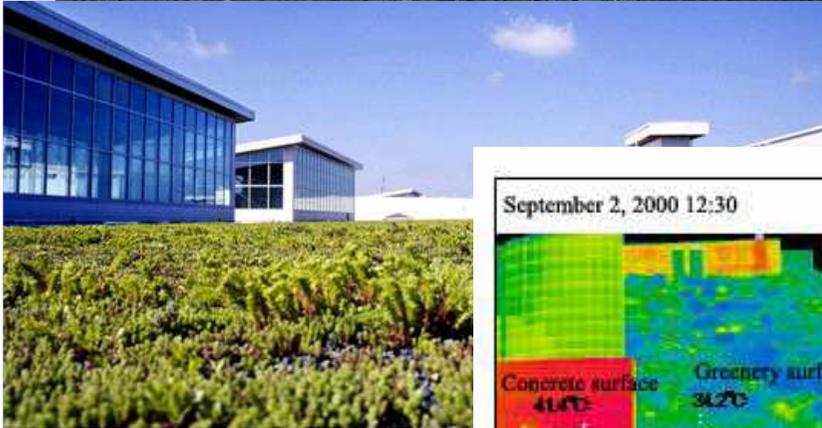


More trees = less power plants. 50,000 trees save energy produced by a 100,000 megawatt power plant. Source: USDA, Center for Urban forest research.

Soluzioni per la qualità dell'ambiente urbano: Tetti verdi per mitigare l'isola di calore



In Italia nel 2007 la necessità di FRIGORIE ha superato quella delle CALORIE



California Academy of Sciences in San Francisco – Renzo Piano





Il più grande progetto “al mondo di “Green Roof” è localizzato a Boadilla del Monte, località a 1,5 Km da Madrid e situato sul tetto di una banca



Milano in verde: alberi sui grattacieli

Il progetto del Bosco Verticale di Boeri Studio (Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varrà) è costituito da un gruppo di grattacieli milanesi 'vestiti' di vegetazione, sfruttando la tecnica dell'inverdimento pensile intensivo (piante ad alto fusto e arbusti) e quello estensivo (succulente, graminacee, specie a bassa manutenzione).

EFFETTI DEGLI ALBERI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



TREE

- T emperatura: riduzione
- R imozione di CO₂ e inquinanti
- E missione di composti organici volatili
- E nergia: effetti sugli edifici

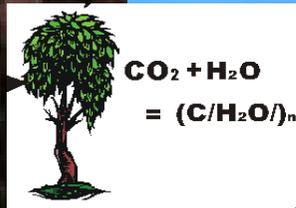
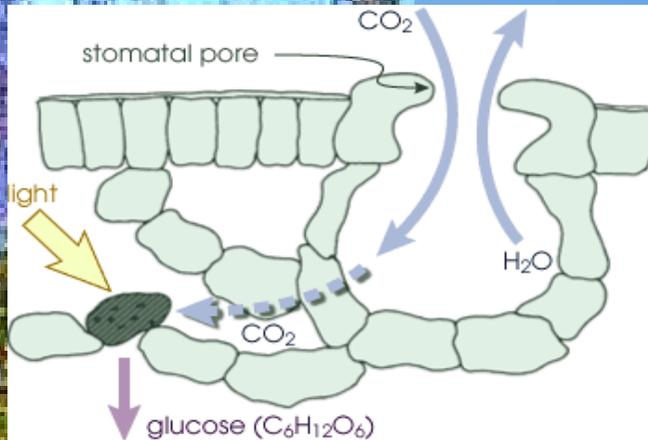
PHOTOSYNTHESIS

Carbon Dioxide
and Water

Sunlight
Energy

Oxygen
Released

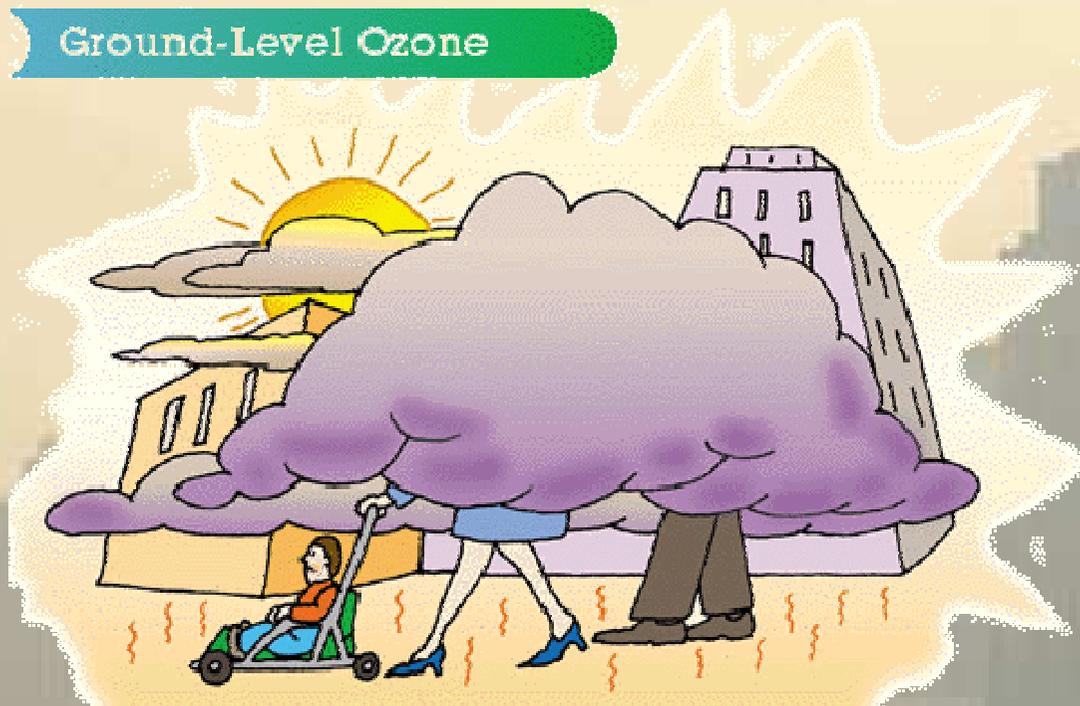
Carbohydrates
Formed



La capacità di assorbire CO_2 varia in funzione della luce, temperatura, superficie totale fogliare della pianta, tassi di crescita

INQUINAMENTO URBANO

Ground-Level Ozone



Inquinanti gassosi

Particolato

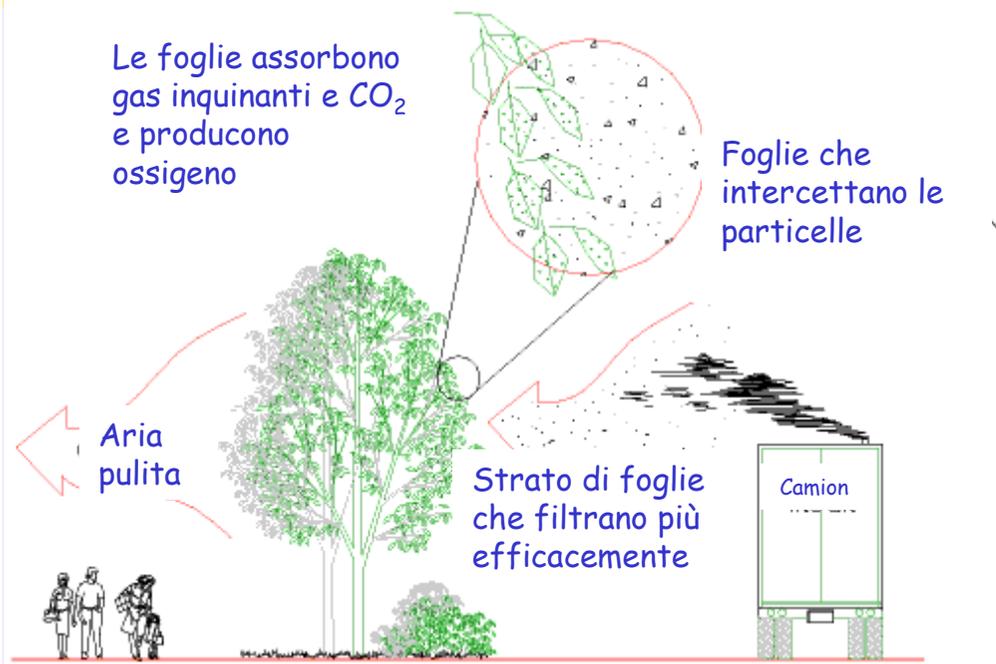
Gli alberi influiscono sulla qualità dell'aria in 2 modi

BENZENE, TOLUENE

OSSIDI DI AZOTO, OZONO

DIOSSINA, FURANI

ANIDRIDE SOLFOROSA



✓ **Direttamente:** effettiva rimozione del particolato e degli inquinanti gassosi attraverso le foglie per

ASSORBIMENTO

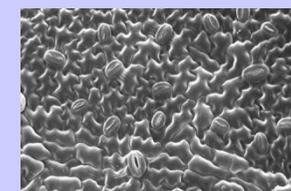
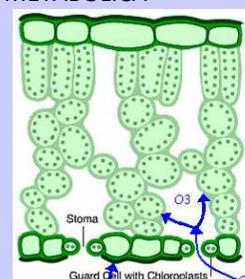
ADSORBIMENTO

STOMI

CUTICOLA

ACCUMULO E DISATTIVAZIONE

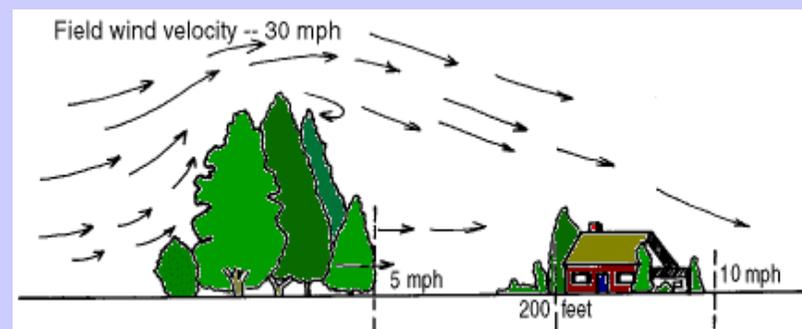
OSSIDAZIONE METABOLICA



La capacità metabolica dipende dal sistema enzimatico che è specifico per ogni specie

D. Fowler et al. / Atmospheric Environment 43 (2009) 5193–5267

✓ **Indirettamente:** semplicemente agendo come entità fisica (ostacolo) modificano la velocità del vento e la turbolenza influenzando quindi sulla concentrazione locale degli inquinanti atmosferici



POLVERI SOTTILI

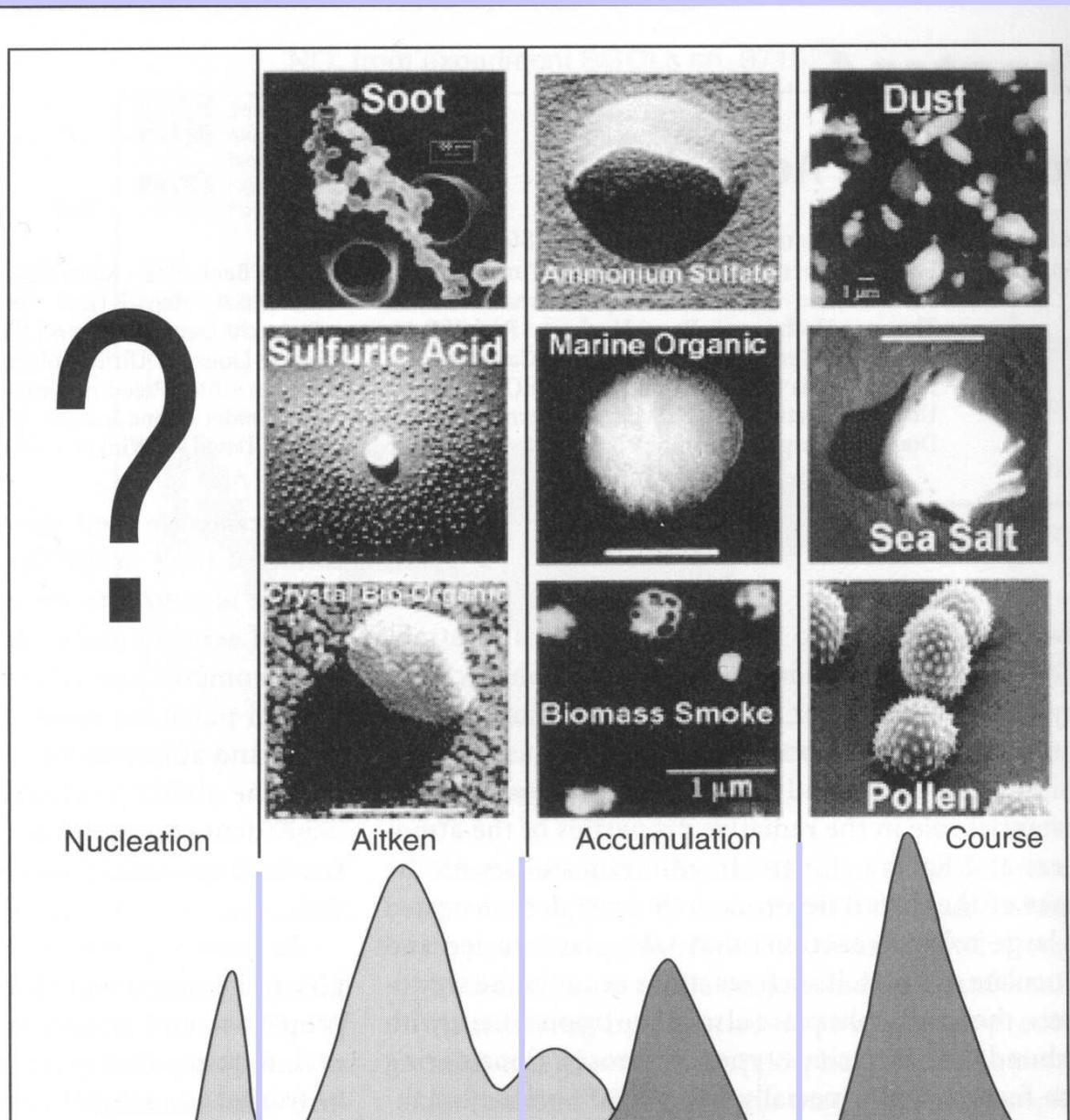
Le piante come filtri biologici per polveri

Polveri inalabili (PM_{10} , 5, 2.5)

polvere, fumo, microgocce di liquido emessi da industrie, centrali termoelettriche, autoveicoli, e cantieri.



Nelle città l'80% delle PM_{10} deriva dal traffico



- La Figura riporta i tipi di particelle con diametro inferiore a $10\ \mu\text{m}$ più comuni nell'atmosfera e la distribuzione dei loro diametri

Particolarmente importanti le particelle molto piccole ($0.1\ \mu\text{m}$)

Quelle emesse da combustione contengono la quantità più elevata di composti organici cancerogeni e mutageni e penetrano all'interno degli alveoli polmonari.



In un' area urbana si riscontra una prevalenza di sintomi respiratorii tre volte superiore rispetto ad una zona rurale (asma, bronchiti, enfisema, allergie...)



Le piante rimuovono tutti gli inquinanti dall'aria (Nowak 1995)

Alcune piante funzionano meglio di altre nel rimuovere
polveri e inquinanti dall'aria

Alcune specie assorbono più di altre:
POTENZIALE SPECIE-SPECIFICO

INQUINANTI GASSOSI

CARATTERISTICHE FOGLIA

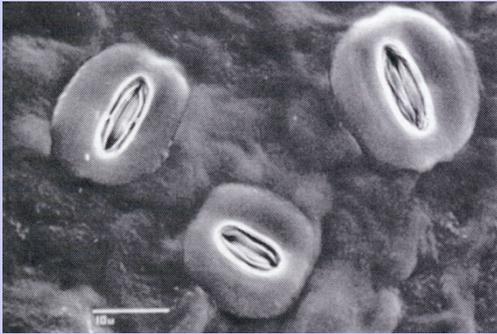
DENSITA' E MORFOLOGIA DEGLI STOMI

SPESSORE E STRUTTURA DELLA CUTICOLA

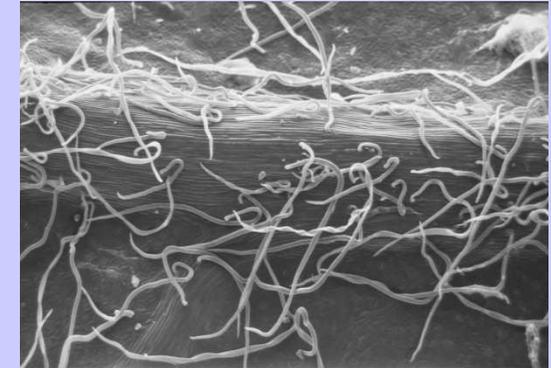
MAGGIORE E' LA DENSITA' STOMATICA E LO SPESSORE DELLA CUTICOLA E MAGGIORE E' LA CAPACITA' DI ASSORBIRE INQUINANTI ALLO STATO GASSOSO

Ogni specie ha una diversa
capacità di cattura delle polveri sottili

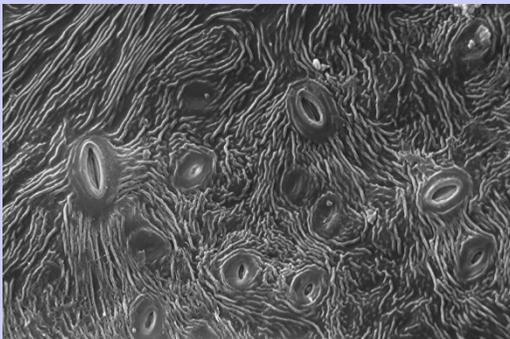
MICRO-struttura della foglia



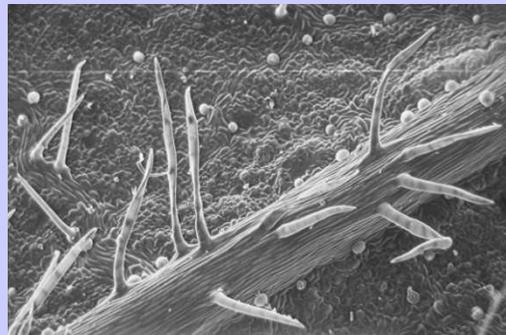
STOMI: n° e forma



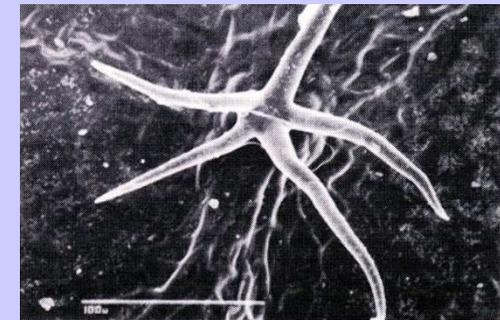
RIVESTIMENTI CEROSI



**ORNAMENTAZIONI
CUTICOLARI**



NERVATURE



PELI o TRICOMI

rugosità e viscosità:

maggiore è la RUGOSITA' maggiore è la CATTURA delle polveri

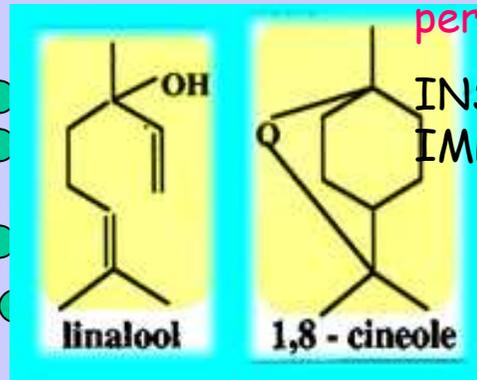
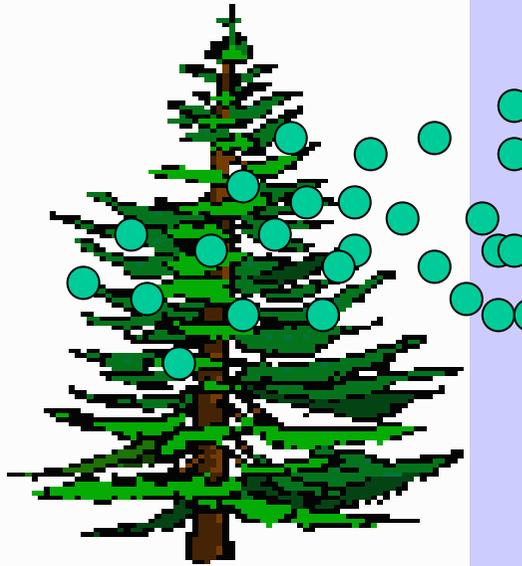
EFFETTI DEGLI ALBERI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



TREE

- T** emperatura: riduzione
- R** imozione di CO₂ ed inquinanti
- E** missione di composti organici volatili
- E** nergia: effetti sugli edifici

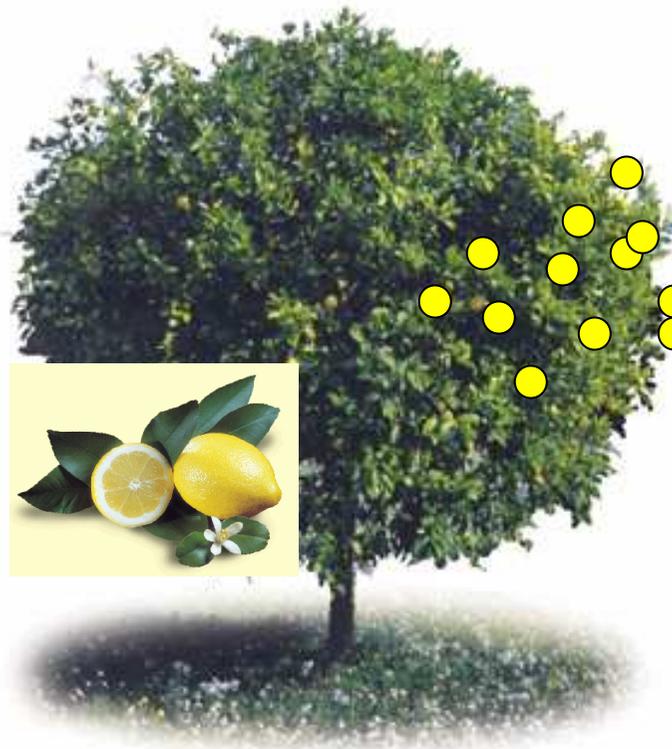
VOC come MESSAGGERI CHIMICI



... **ATTRATTIVO**

percepito dagli

INSETTI
IM POLLINATORI...



...ma anche repellente e
deterrente per INSETTI che
sono **DANNOSI** alle stesse

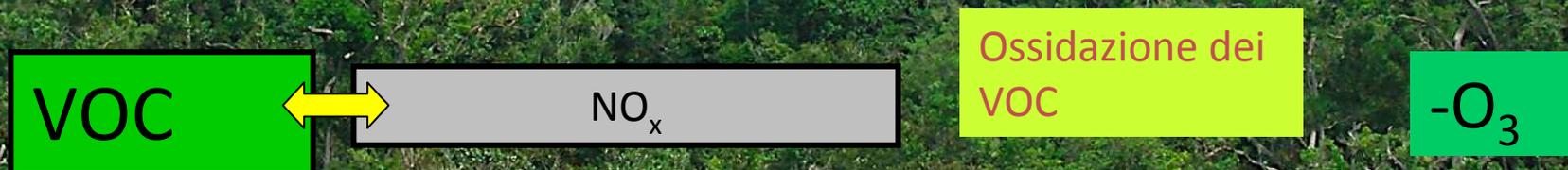


Perché i VOC sono importanti per l'ambiente?

I VOC modificano le proprietà chimiche e fisiche dell'atmosfera

Nell'atmosfera i BVOC svolgono una duplice azione in funzione della presenza o meno di inquinanti antropogenici.

Ambiente naturale

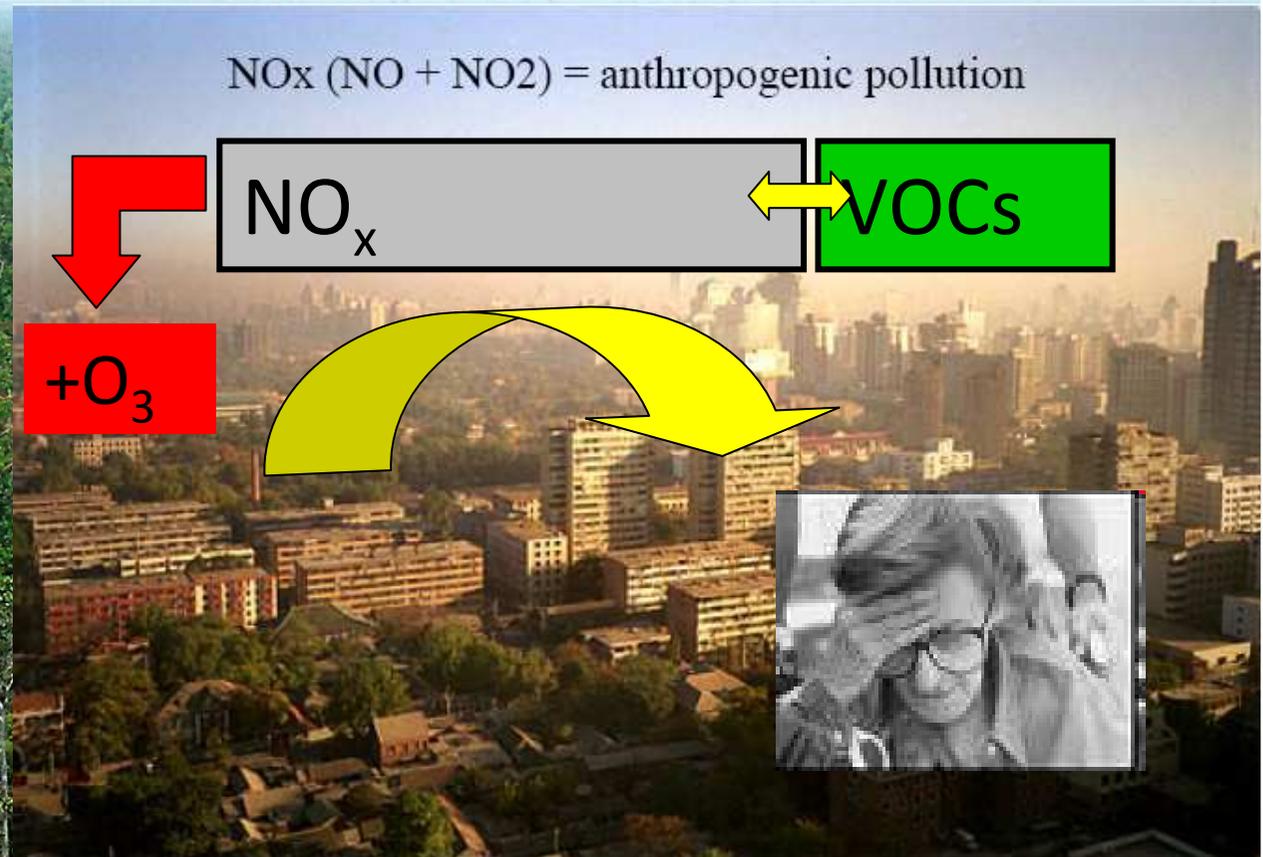


Quando gli NO_x sono assenti i BVOC "puliscono" l'atmosfera dall'ozono

Cosa succede in città?

VOC

In presenza di alte concentrazioni di NO_x i VOC iniziano delle reazioni che portano all'aumento dell'ozono troposferico



INDICE **POF**: POTENZIALE DI FORMAZIONE DELL'OZONO

$$\text{POF} = B * [(E_{\text{iso}} * R_{\text{iso}}) + (E_{\text{mono}} * R_{\text{mono}})]$$

B=BIOMASSA FOGLIARE

E=TASSO DI EMISSIONE

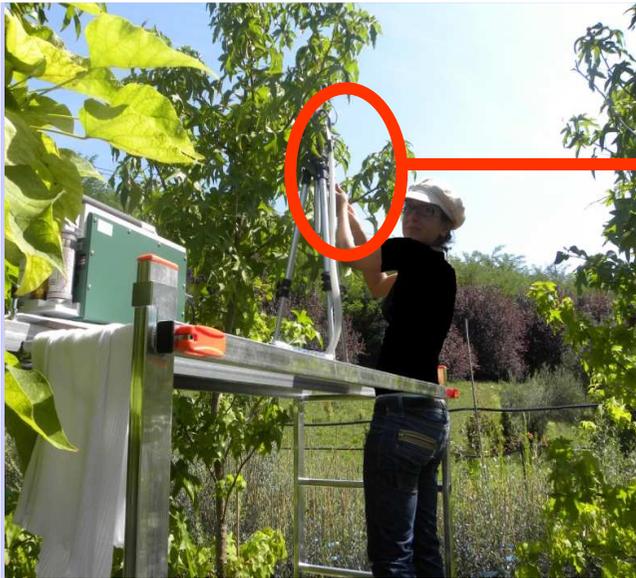
R=REATTIVITA' composti emessi

Tabella 33. Alberi e arbusti ornamentali distinti in base al loro potenziale di ozono-formazione (POF)

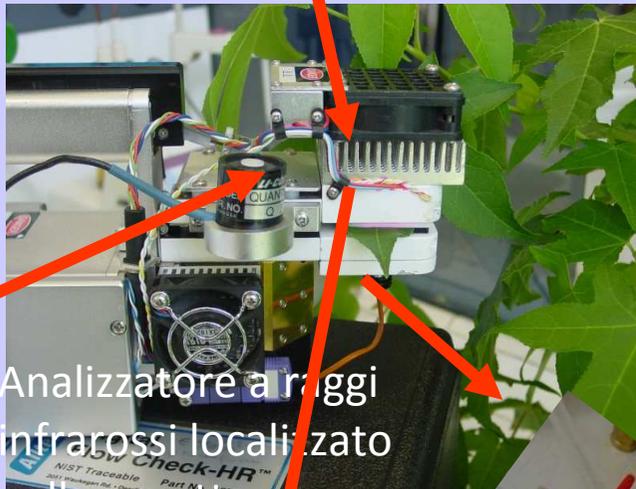
Potenziale di ozono-formazione, g O ₃ pianta ⁻¹ giorno ⁻¹		
< 1	< 10	> 10
<i>Acer negundo</i>	<i>Abies concolor</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	<u><i>Liquidambar styraciflua</i></u>
<i>Cupressus sempervirens</i>	<u><i>Liriodendron tulipifera</i></u>	<i>Phoenix canariensis</i>
<i>Juniperus occidentalis</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>	<i>Phoenix dactylifera</i>
<i>Pinus pinea</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Quercus suber</i>
<i>Pittosporum tobira</i>	<i>Quercus rubra</i>	<i>Salix babylonica</i>
<u><i>Robinia pseudo-acacia</i></u>	<i>Sequoia sempervirens</i>	<i>Washingtonia robusta</i>

Simulazioni matematiche relative a scenari diversi di pianificazione del verde urbano segnalano che, se si scelgono specie con basso POF, l'effetto di mitigazione dell'ozono è positivo

Le specie sono elencate in ordine alfabetico.
(Dati di Benjamin et al., 1996)



Per ciascuna specie le misure sono state effettuate inserendo le foglie nella cuvetta di un sistema portatile di misura della fotosintesi (LI-6400XT) per determinare



Analizzatore a raggi infrarossi localizzato nella cuvetta



PAR= 1000 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$

T = 30°C

L'attività fotosintetica (CO_2 assorbita)

e l'emissione di VOC



Analisi chimiche nel laboratorio



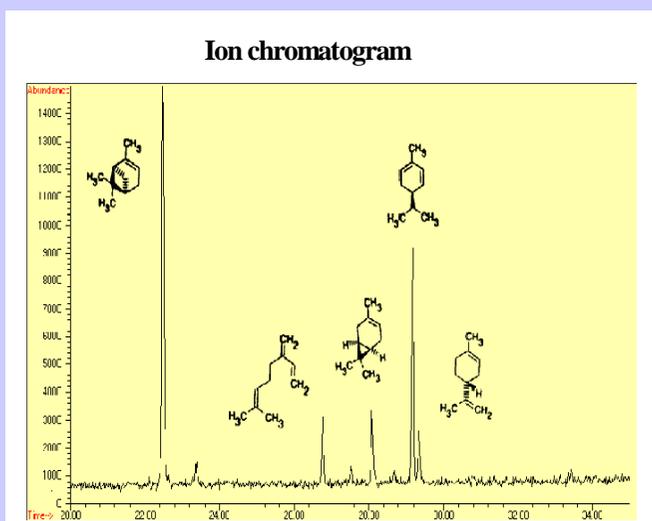
Desorbimento termico

Gascromatografia

Spettrometria di massa



5890-5970



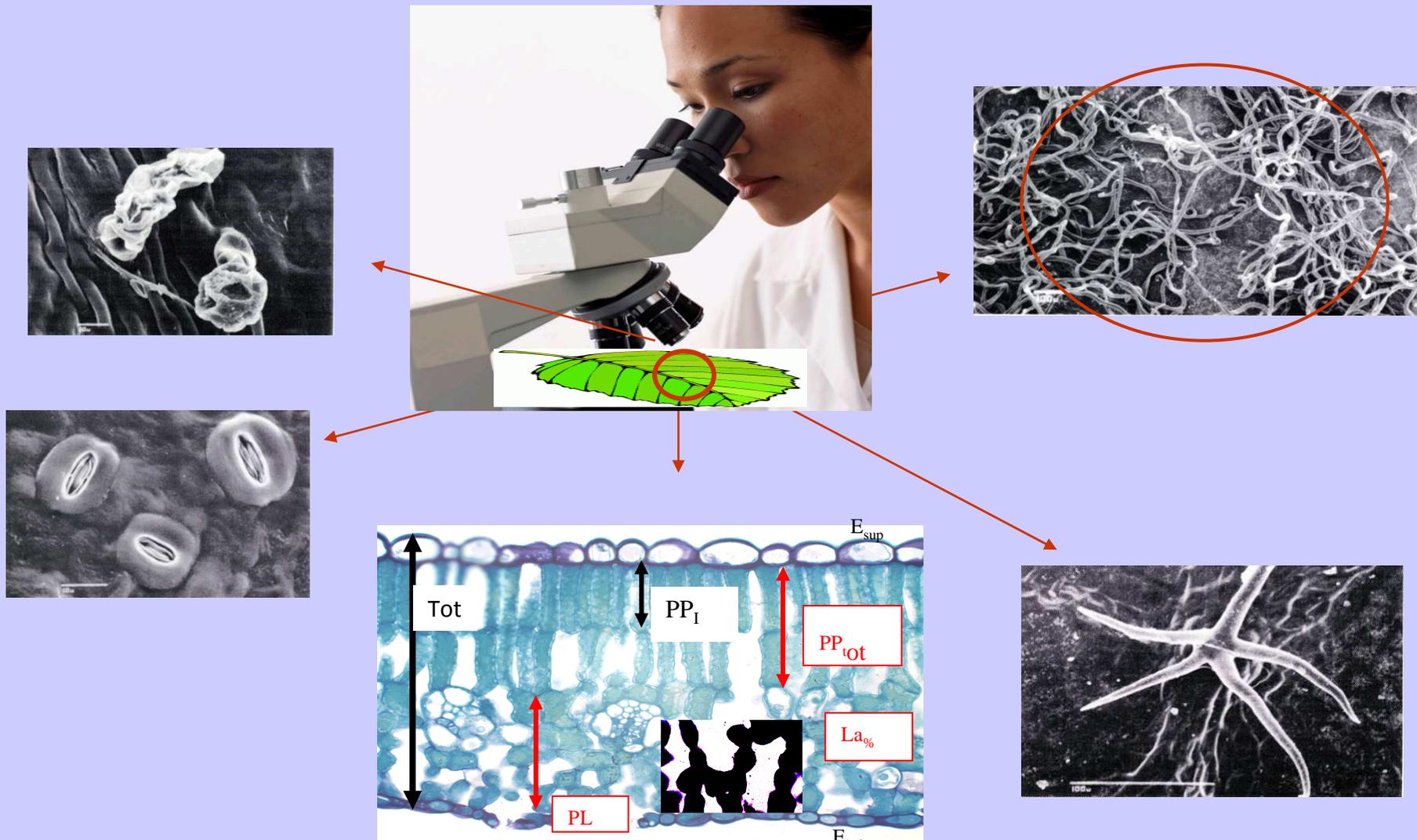
7890-5975

Diverse sono le metodologie sviluppate per stimare l'efficienza di cattura degli inquinanti dalle piante

OSSERVAZIONI ANATOMICHE E MORFOLOGICHE:

MICROSCOPIO OTTICO: per studiare le strutture anatomiche

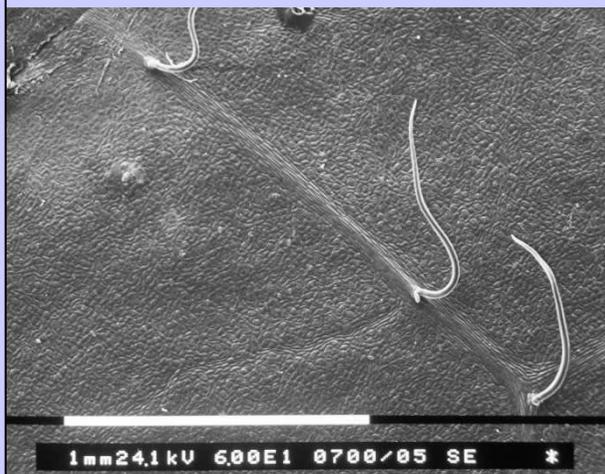
SEM (Microscopio Elettronico a Scansione): per studiare la micro-morfologia delle foglie



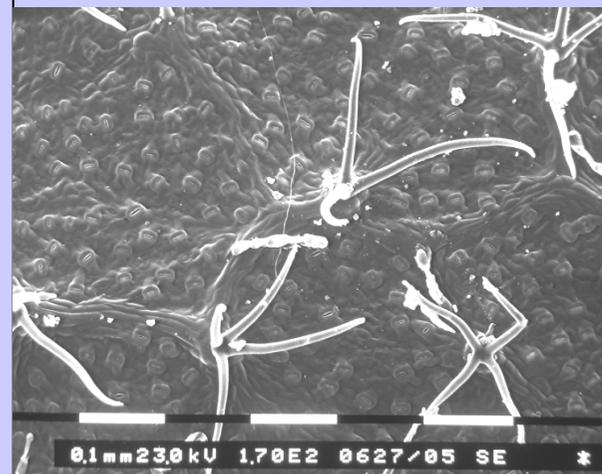
PARTICOLATO

DENSITA' DEI PELI FOGLIARI

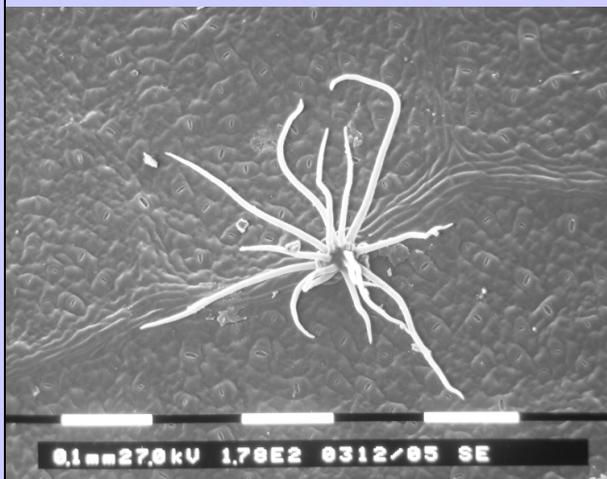
Liquidambar styraciflua



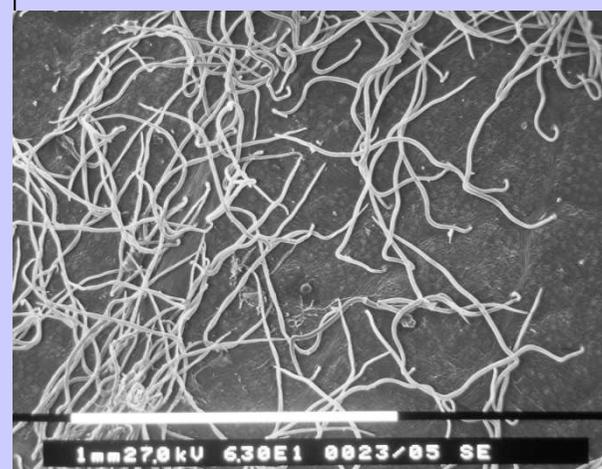
Quercus cerris



Parrotia persica



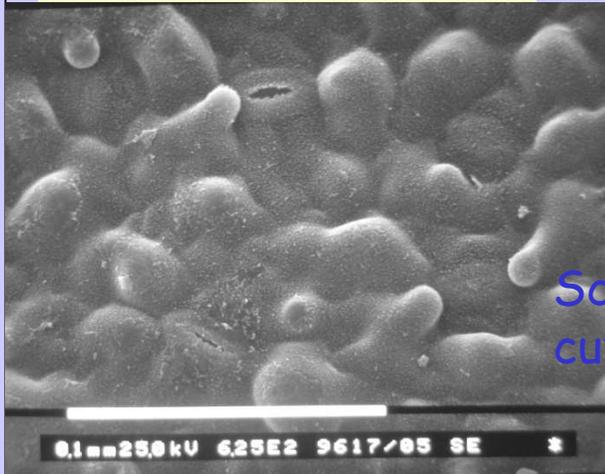
Malus domestica "Evereste"



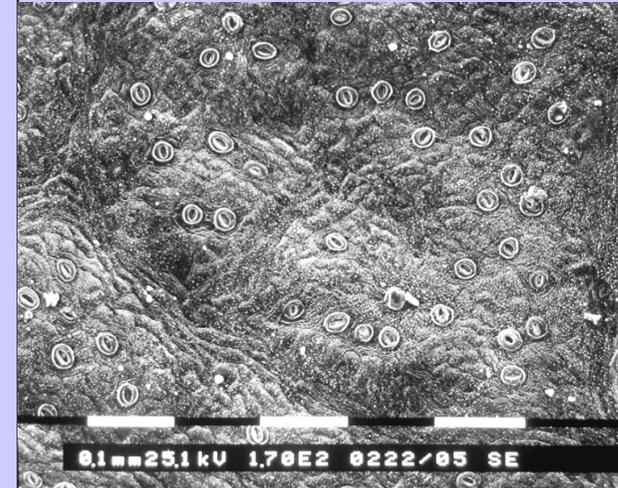
PARTICOLATO

MICRO-RUGOSITA' DELLE FOGLIE

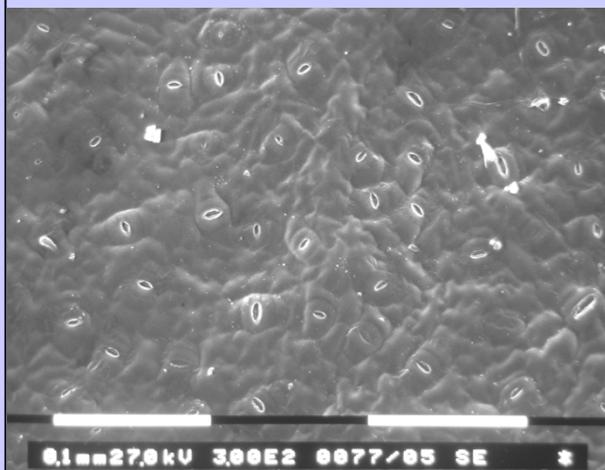
Liriodendron tulipifera



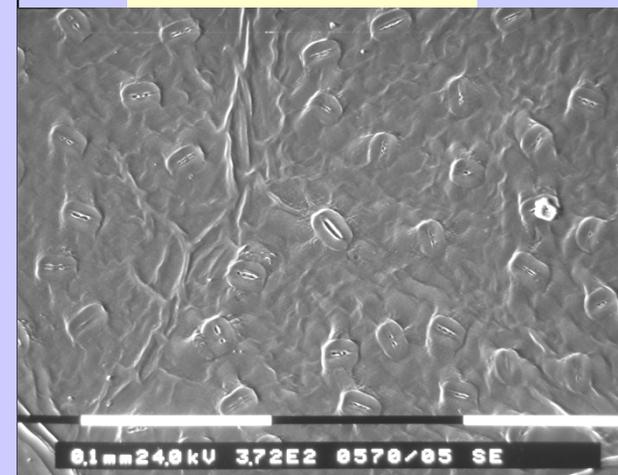
Crataegus monogyna



Parrotia persica



Quercus cerris



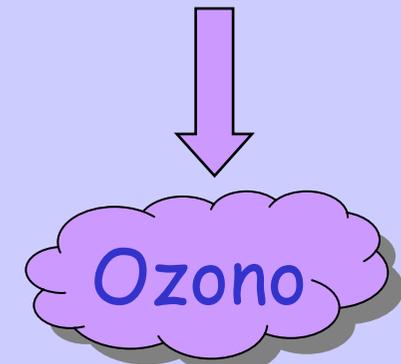
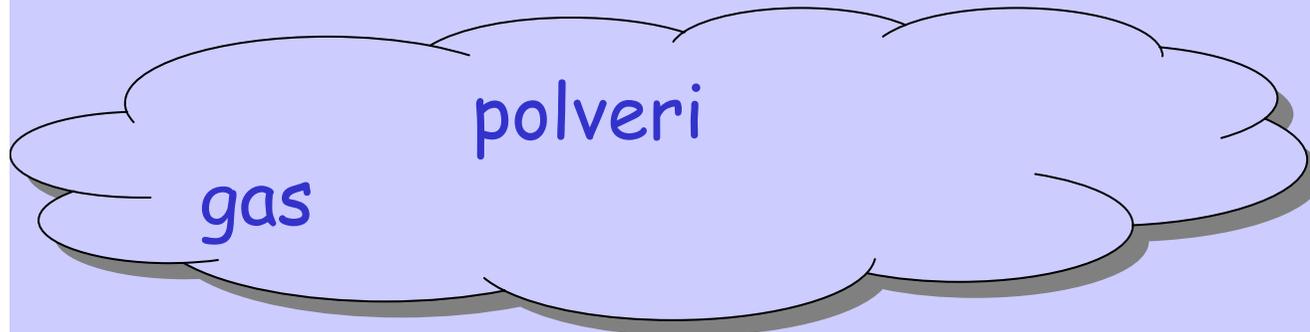
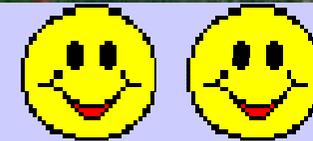
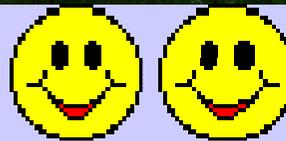
Mitigazione Inquinanti atmosferici



Malus evereste

Quercus cerris

Parrotia persica



Mitigazione Inquinanti atmosferici



Liriodendron tulipifera



Crataegus monogyna



Carpinus betulus



Mitigazione Inquinanti atmosferici



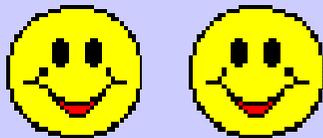
Acer campestre



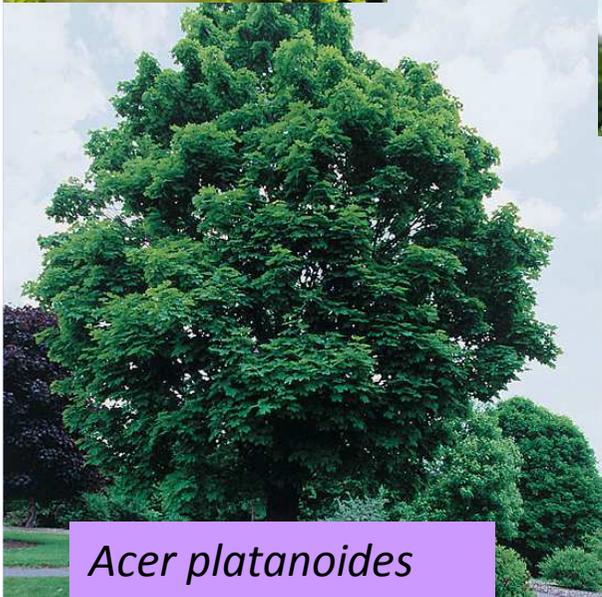
Fraxinus ornus



Fraxinus excelsior



Mitigazione CO₂ atmosferica



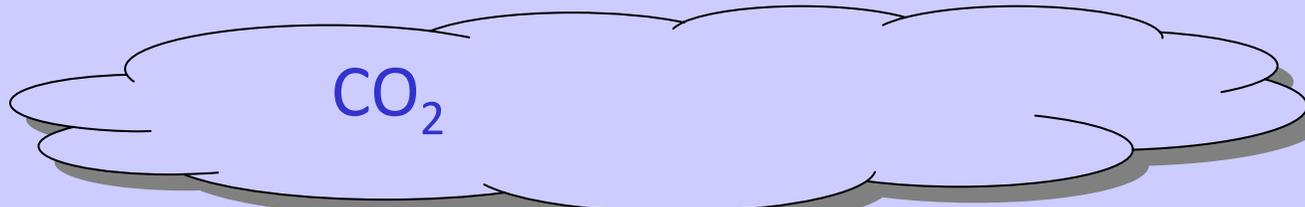
Acer platanoides



Tilia cordata



Betula pendula youngii



Nella progettazione di aree verdi occorrerà valutare l'associazione migliore tra le specie in funzione delle caratteristiche ecofisiologiche delle piante, dell' ambiente in cui si debbono inserire e della mitigazione che si vuole ottenere



Ozono



gas
polveri



CO₂



Koelreuteria paniculata

Liquidambar styraciflua

UN BOSCO PER KYOTO, premio internazionale conferito ogni anno a personalità scientifiche e politiche che più di altre si sono distinte nella difesa dell'ambiente e della qualità dell'aria nel loro Paese, per il 2010 è stato assegnato all' **IBIMET-BO**



Un Bosco per Kyoto

2009/10



ROMA CAMPIDOGLIO - 12 GENNAIO 2010



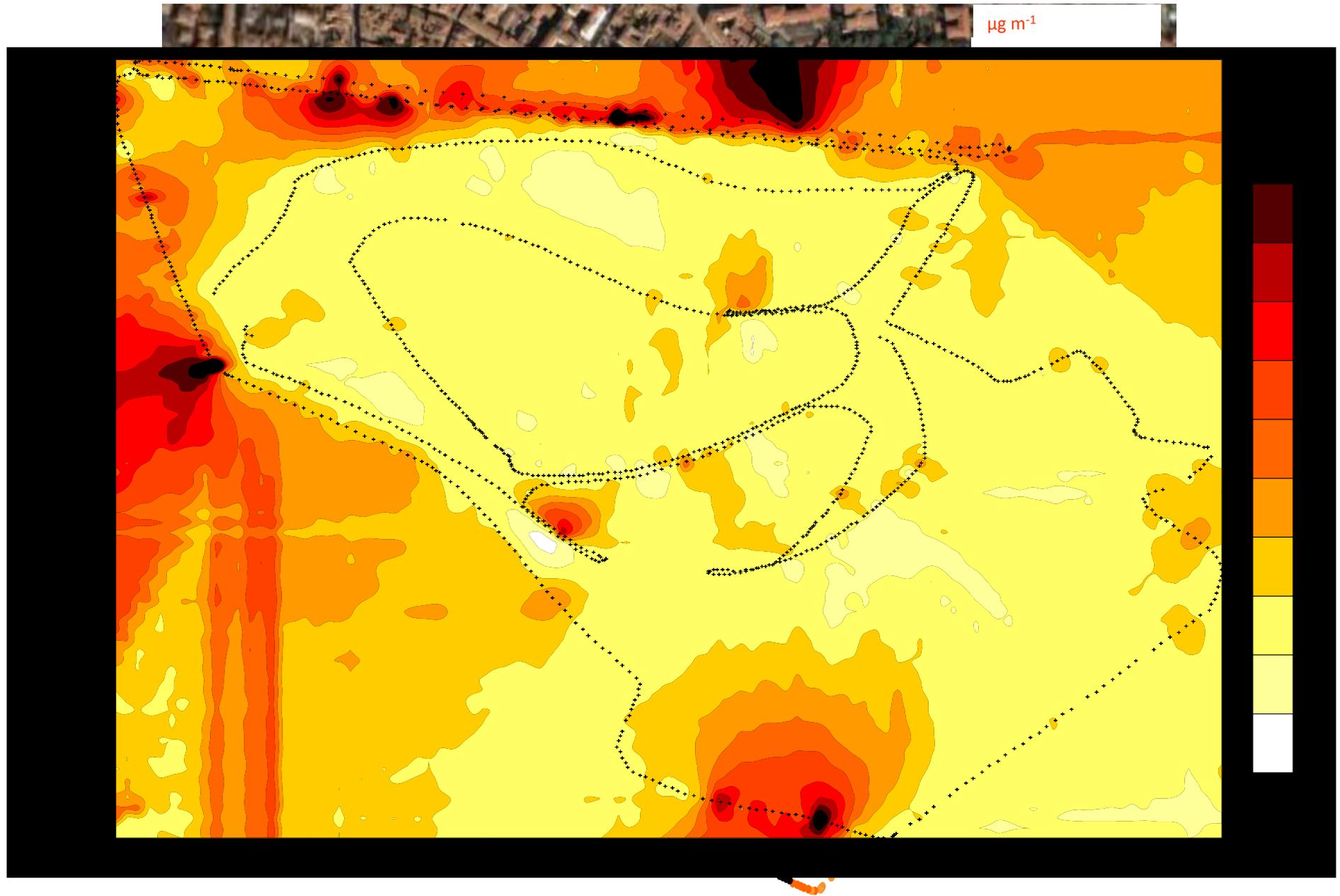
Un giardino pubblico
per ridurre le PM_{10} :
IBIMET ai Giardini
Margherita



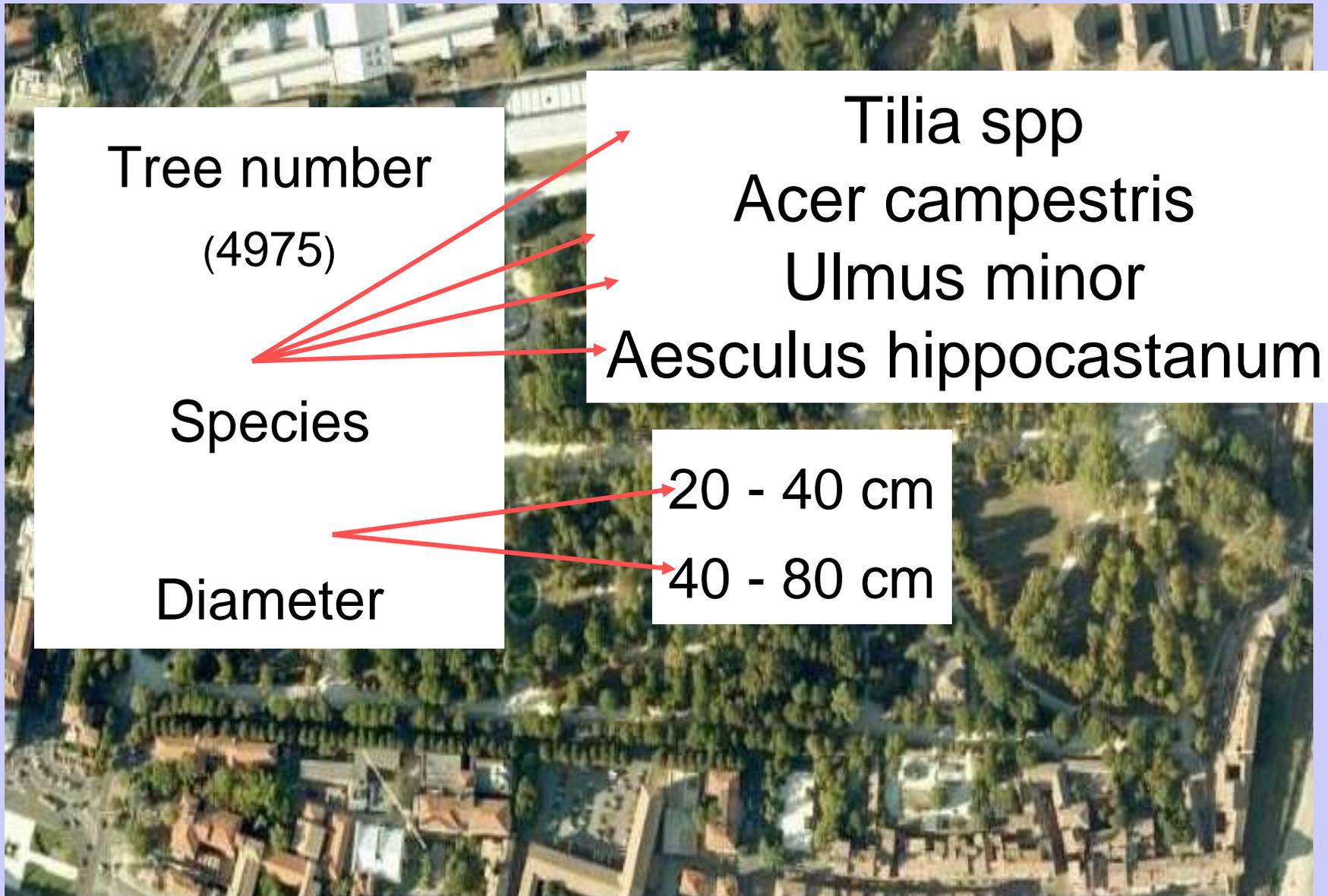
26 ha di Tigli, Querce, Tassi, Cedri, Platani, Pini, Ippocastani, Magnolie



EFFETTO DI UN GIARDINO PUBBLICO SUI PM₁₀



Parco Ducale (22 ha)



Tree number
(4975)

Species

Diameter

Tilia spp

Acer campestre

Ulmus minor

Aesculus hippocastanum

20 - 40 cm

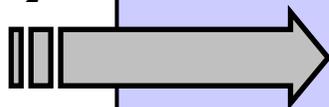
40 - 80 cm

COMPENSAZIONE *ANNUALE* DEL PARCO DUCALE

+ uso auto giornaliero (= 1,10 t CO₂)

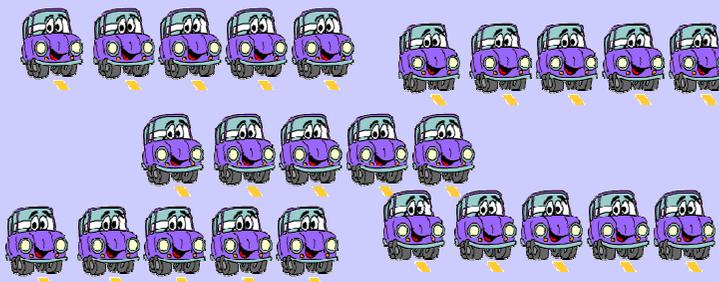


1 auto emette 110g CO₂/km
uso giornaliero = 10000 km / anno



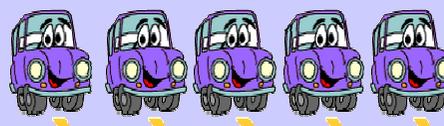
emette in totale
1,1 t CO₂

CO₂ sequestrata:
160 t/anno



145

NO₂: 100 Kg/anno



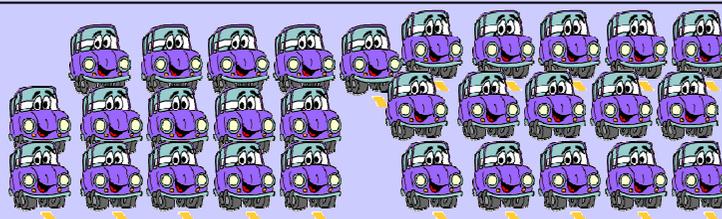
20

SO₂: 83 Kg/anno



18

PM₁₀: 228 Kg/anno



2200



GAIA: Green Areas Inner-city Agreement

Questo progetto ha lo scopo di sviluppare un processo innovativo per la promozione della forestazione urbana con l'intenzione di diminuire i gas serra e depurare gli inquinanti gassosi nelle aree urbane. Il progetto affronterà due problemi ambientali attraverso tre linee di intervento: cambiamenti climatici (effetti di mitigazione e adattamento delle foreste urbane) e qualità dell'aria (potenziale di depurazione delle piante). Il progetto prevede l'individuazione di strumenti di collaborazione tra pubblico e privato e la diffusione di queste conoscenze attraverso specifiche indicazioni

"FIGHT POLLUTION: PLANT A TREE"



touchwoodfestival.org



THINK GREEN

sjkpcktn.blogspot.com

'People who will not sustain trees will soon live in a world which cannot sustain people'

-Bryce Nelson-



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

r.baraldi@ibimet.cnr.it

