

# 2.

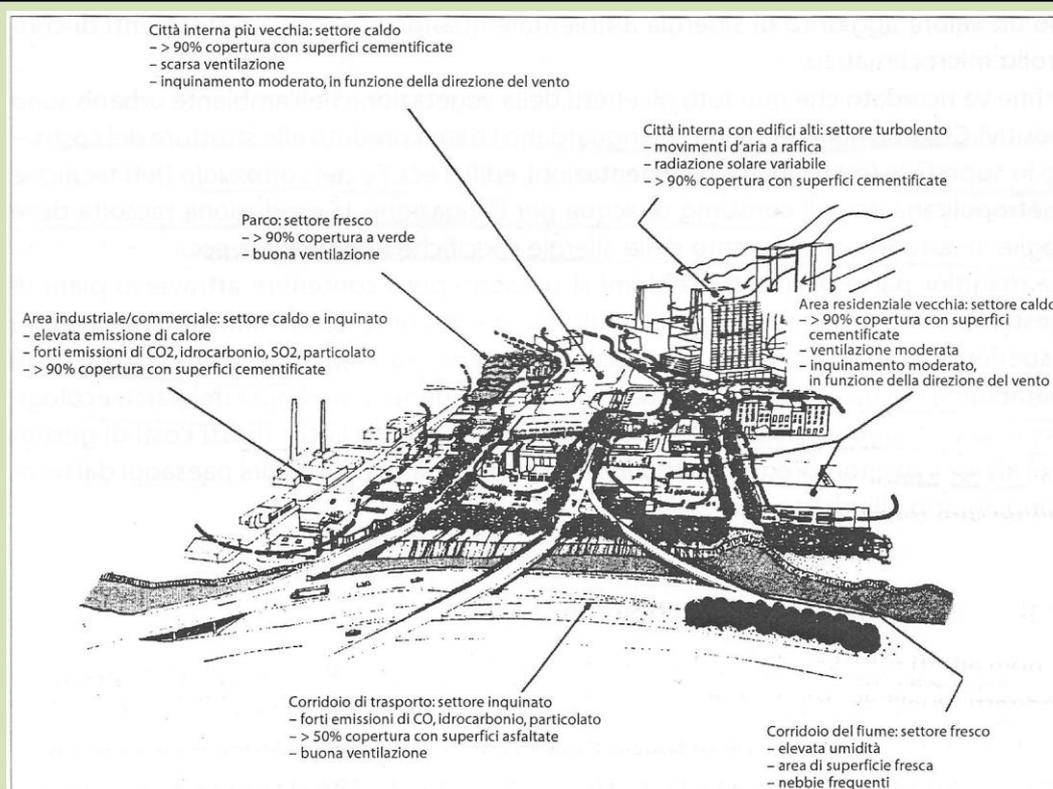
## Le diverse funzioni del verde

### 2.1 La funzione microclimatica

I molteplici effetti della vegetazione sul microclima urbano si possono dividere in diretti e indiretti.

Diretti sono quelli che influenzano, in modo percepibile e quindi misurabile, un microspazio urbano (insiemi di edifici e spazio pubblico delle dimensioni di un quartiere) modificando sensibilmente l'incidenza della radiazione solare e la velocità e direzione del vento. Gli effetti diretti sono significativi quando la massa della vegetazione è proporzionata a quella dello spazio costruito servito.

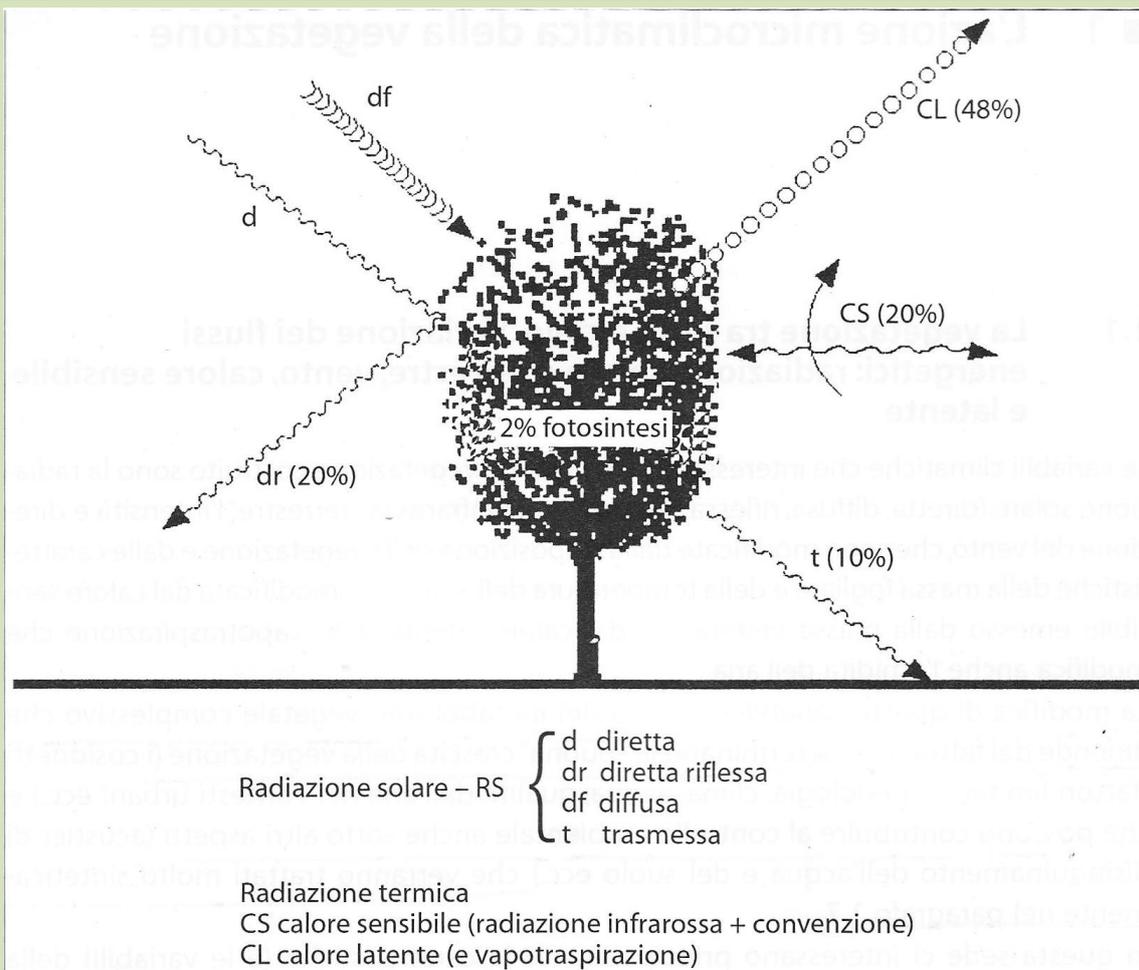
Sono indiretti gli effetti che generalmente influenzano spazi più ampi, di dimensione urbana e territoriale, modificando perfino la temperatura e l'umidità dell'aria. Gli effetti indiretti interessano aree vaste in quanto le variazioni di temperatura e umidità, dovute all'evapotraspirazione e al calore sensibile emesso dalla vegetazione, vengono dissipati dai movimenti dell'aria. (Figura 2.1)



**Figura 2.1** Le strutture urbane verdi hanno un ruolo determinante nella modifica del microclima urbano. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

- **Regolazione termo-igrometrica e diminuzione della temperatura ambientale grazie all'evapotraspirazione.**

Le variabili atmosferiche che interessano l'interazione vegetazione-costruito sono la radiazione solare diretta, diffusa e riflessa, la radiazione infrarossa terrestre, la temperatura e umidità dell'aria, l'intensità e direzione del vento. La modifica di queste variabili è effetto del metabolismo vegetale (fotosintesi ed evapotraspirazione) il quale a sua volta dipende dai fattori che determinano la buona crescita della vegetazione (i cosiddetti fattori limitanti: pedologia, clima, acqua, qualità dell'aria e contesto urbano) e quindi influenzano la dimensione e densità della chioma, la superficie fogliare e la conformazione dei rami e del tronco. Infatti le piante, in media utilizzano solo una minima parte della radiazione solare per la fotosintesi (2%): una parte viene riflessa (20%), la maggior parte (68%) viene riemessa sotto forma di calore sensibile e latente per mezzo dell'evapotraspirazione e il residuo 10% viene trasmesso al terreno. (Figura 2.2)

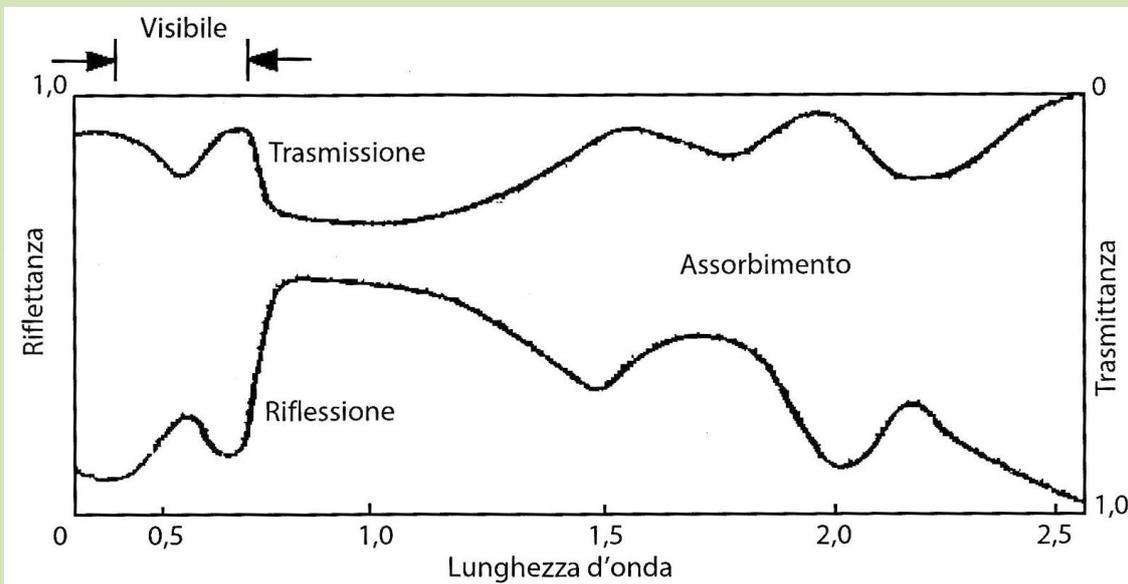


**Figura 2.2** Schema degli scambi energetici tra vegetazione e ambiente circostante. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

Il maggior assorbimento di energia avviene nel campo del visibile ed è concentrato nelle zone periferiche della chioma, quelle più ricche di vegetazione, che utilizzano le regioni rosse e blu dello spettro luminoso per la fotosintesi. La radiazione viene invece riflessa nella banda dell'infrarosso vicino, per impedire che le radiazioni non utili alzino la temperatura fogliare, mentre viene assorbita e riemessa nella banda dell'infrarosso distante. La trasmissione della radiazione visibile nella chioma dipende dalle proprietà radianti, dalla densità e disposizione delle foglie e dalla struttura di tronco e rami. (Tabella 2.1, Figura 2.3)

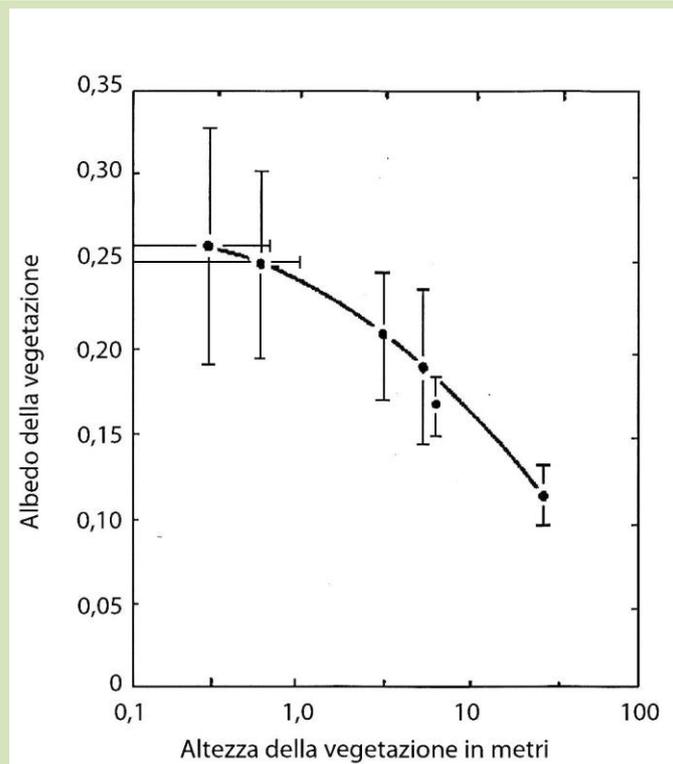
Lunghezza D'onda $\mu$	Riflessione	Trasmissione	Assorbimento
Fotosintesi 0,38 – 0,71	9%	6%	85%
Infrarosso 0,71 – 4,00	51%	34%	15%
Onda corta 0,35 – 3,00	30%	20%	50%
Onda larga 3,00 – 100,0	5%	0%	95%

**Tabella 2.1** Coefficienti medi di riflessione, assorbimento e trasmissione di una foglia verde per diverse lunghezze d'onda. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)



**Figura 2.3** Relazione tra lunghezza d'onda e i coefficienti di riflessione, trasmissione e assorbimento di una foglia verde. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

In generale più la vegetazione è densa e più energia viene assorbita in quanto la massa verde si comporta come un corpo scuro. Per contro, la quantità di energia riflessa (albedo) è inversamente proporzionale all'altezza, e quindi alla dimensione della pianta. (Figura 2.4)



**Figura 2.4** Relazione tra l'albedo della vegetazione e la sua altezza. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

La maggior parte del calore è dissipata nell'aria in due diverse forme:

- come calore sensibile e in questo caso aumenta la temperatura dell'aria;
- come calore latente attraverso la **traspirazione e l'evaporazione**.

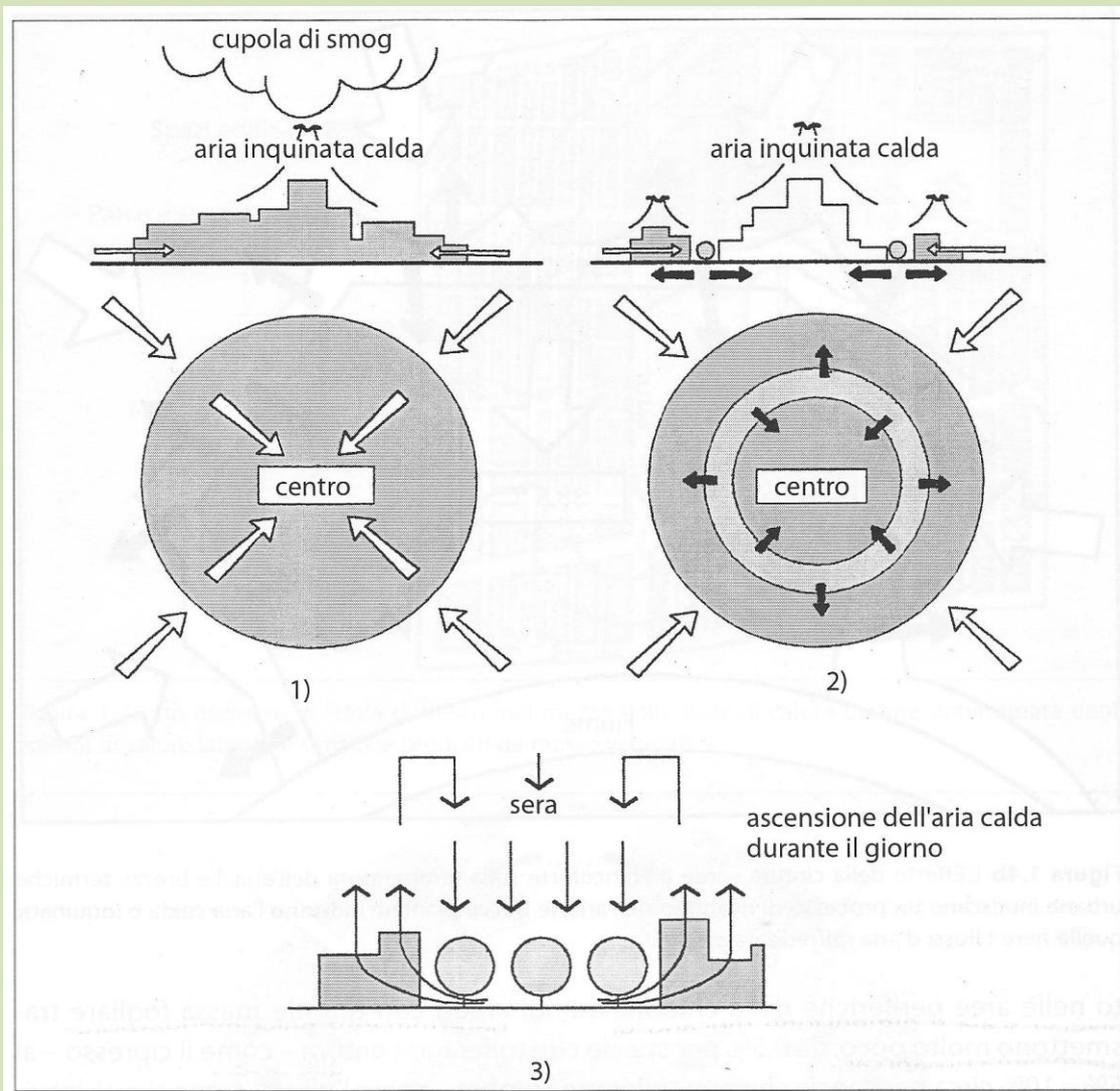
Con la traspirazione l'acqua contenuta nella pianta (come prodotto della respirazione o assorbita dalle radici con i sali in soluzione) viene riemessa in atmosfera attraverso gli stomi, previa trasformazione in vapore acqueo; con l'evaporazione parte dell'acqua presente nel terreno e nelle piante ritorna in atmosfera sotto forma di vapore, e lo stesso avviene per parte dell'acqua intercettata in atmosfera dalle foglie (quando la temperatura della pianta è superiore a quella esterna il suo calore trasforma l'acqua atmosferica in vapore nel momento del contatto).

Il calore latente abbassa la temperatura dell'aria.

L'evapotraspirazione, fortemente influenzata dalle condizioni ambientali, è un processo fondamentale per il controllo microclimatico in quanto l'acqua per evaporare utilizza il calore dell'aria sottraendolo all'ambiente e quindi determinando un abbassamento della temperatura.

All'interno delle specie decidue vi è una grande differenza negli effetti della traspirazione: un albero di grandi dimensioni evapora alcune centinaia di litri al giorno e produce un effetto di abbassamento di temperatura equivalente alla capacità di cinque condizionatori di aria di piccola potenza

operanti venti ore al giorno. Tuttavia questi dati sono molto variabili e dipendono soprattutto dalla quantità di acqua a disposizione delle piante e dal contesto in cui queste sono inserite, oltre che dalle loro dimensioni. L'effetto generale che deriva dagli scambi energetici, generati da piante all'interno di un contesto urbano, è la moderazione del microclima grazie alla determinazione di venti termici. Nelle strutture urbane, in condizioni meteorologiche di assenza di vento, l'isola di calore del centro determina una brezza esterno-interno che concentra l'inquinamento. Le strutture urbane verdi (in particolare quelle concentriche e diffuse), puliscono e abbassano la temperatura dell'aria innescando brezze urbane che vanno dal verde al costruito. (Figura 2.5)



**Figura 2.5** Schemi dei flussi d'aria in una struttura urbana in condizioni meteorologiche di assenza di vento. 1) L'isola di calore del centro determina una brezza esterno-interno che concentra l'inquinamento. 2) Le strutture urbane verdi (concentriche e diffuse) puliscono e raffreddano l'aria innescando brezze urbane che vanno dal verde al costruito. 3) Indicazione dei flussi giornalieri di circolazione dell'aria. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

L'effetto principale di riduzione della temperatura operativa è dovuto ai processi di riflessione/assorbimento della radiazione solare e termica che raggiunge il suolo e al processo di evapotraspirazione che sottrae calore all'ambiente. L'effetto combinato è una riduzione consistente della temperatura radiante e delle superfici e anche una lieve riduzione della temperatura dell'aria (perché l'effetto di raffreddamento prodotto dall'evapotraspirazione tende a dissiparsi grazie ai movimenti dell'aria stessa). Solo masse vegetali di una certa consistenza o relativamente delimitate dal costruito evidenziano l'effetto combinato radiante-evaporativo. (Figura 2.6)

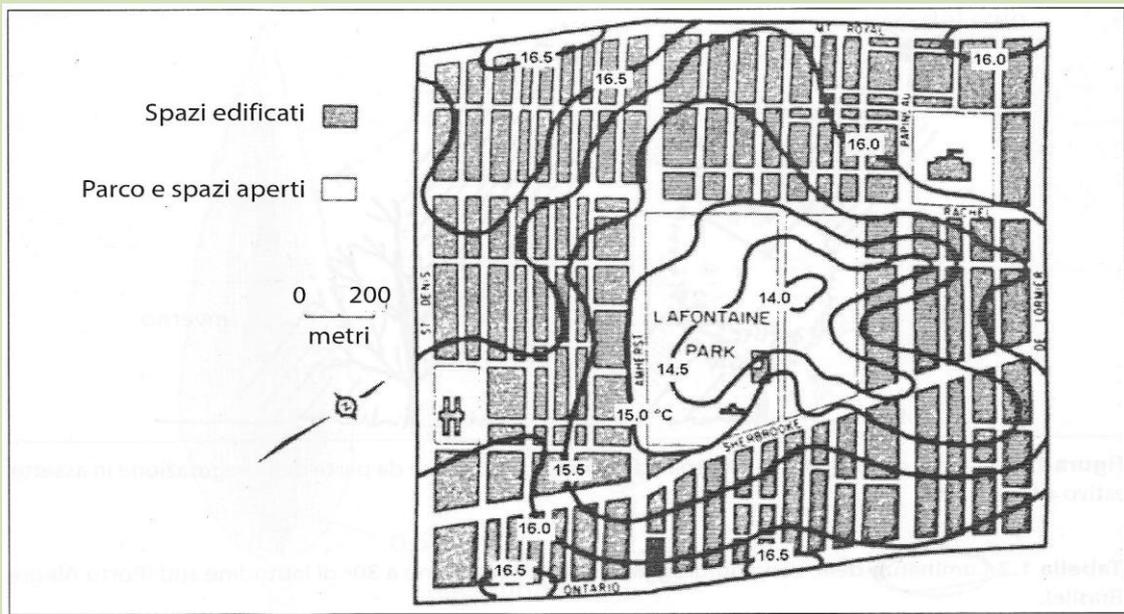


**Figura 2.6** Diagramma schematico che illustra come varia la temperatura dell'aria al variare della densità e della composizione del costruito. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

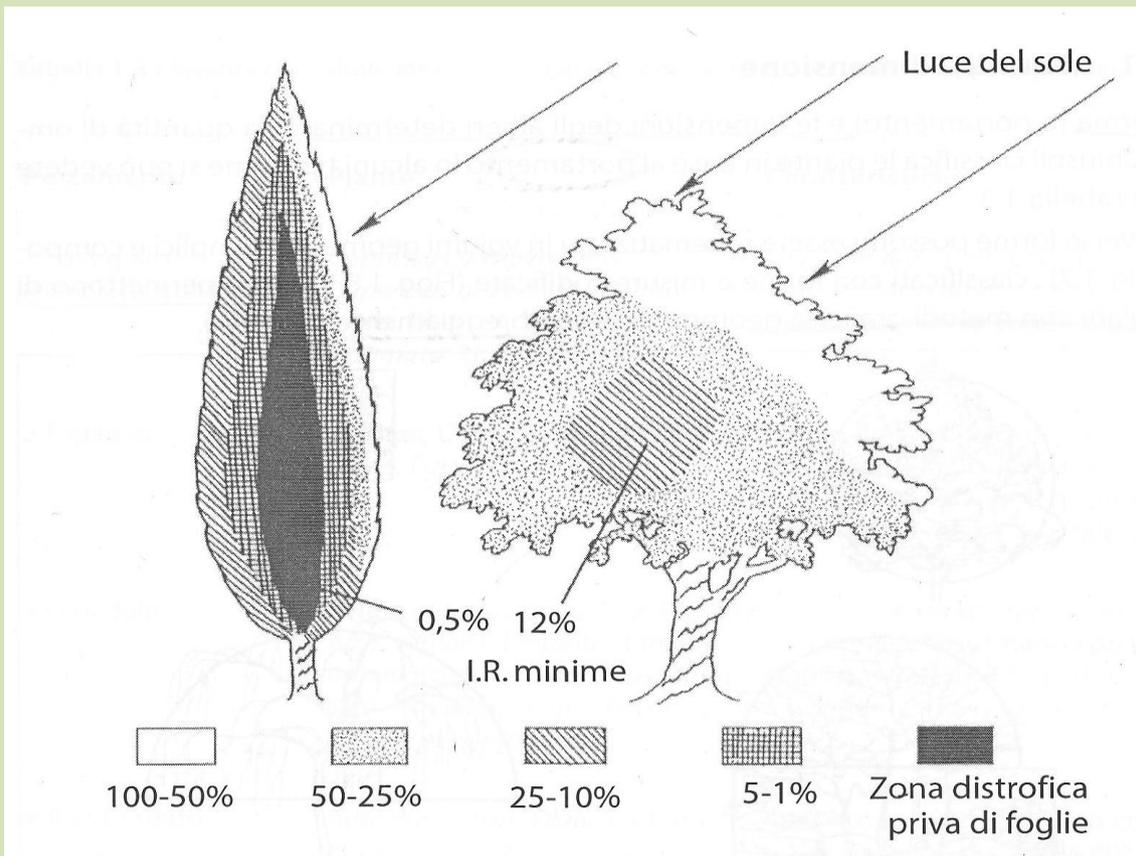
Infatti le variazioni a livello microurbano, cioè per una estensione di verde pari a qualche ettaro, sono nell'intervallo di circa 2-3°C. Si tratta comunque di valori elevati perché riferiti alla temperatura dell'aria; l'effetto locale sulla temperatura di sensazione è più evidente visto che dipende dalla temperatura media radiante che all'ombra è molto inferiore. (Figura 2.7)

- **Controllo della luminosità e dei fenomeni di abbagliamento.**

Come già esposto, la vegetazione modifica sensibilmente la radiazione solare attraverso i processi di riflessione, trasmissione e assorbimento. Le chiome vegetali intercettano la radiazione solare determinando una temperatura radiante delle superfici ombreggiate molto inferiore a quella delle superfici esposte alla radiazione diretta. (Figura 2.8)



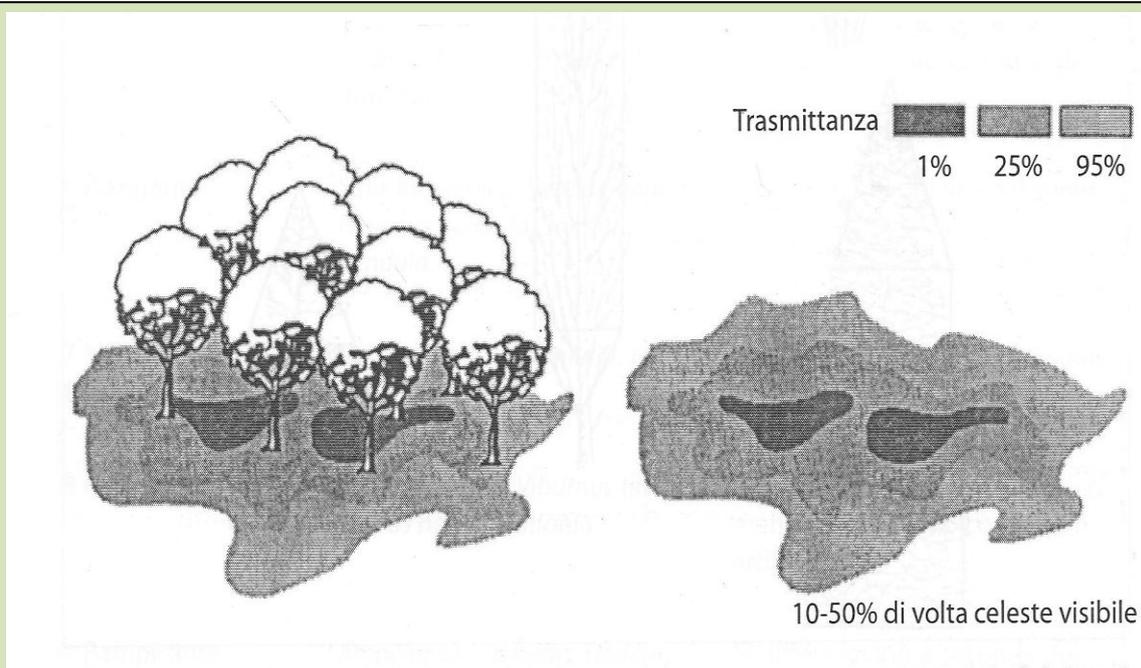
**Figura 2.7.** Un esempio di 'isola di fresco' nel mezzo delle isole di calore urbane determinata dagli scambi di calore latente e sensibile prodotti da masse vegetali. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)



**Figura 2.8** Assorbimento della radiazione solare visibile in due essenze in un giorno sereno d'estate. L'intensità della radiazione assorbita dalle diverse parti della chioma è data in % rispetto l'intensità misurata in spazio aperto. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

La luce disponibile sotto la chioma degli alberi è composta da una quantità minima di radiazione diretta e per la maggior parte da radiazione diffusa. La densa chioma di una struttura verde (ad es. viale alberato) determina una

'bolla di penombra' (poca radiazione diretta e diffusa, quindi con poco calore radiante) dove il livello di comfort termico è elevato e l'illuminazione adeguata. (Figura 2.9)



**Figura 2.9** Variazione della trasmissione della luce in un gruppo di alberi. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

La quantità di radiazione solare intercettata (indice di area fogliare - LAI Leaf Area Index è l'area delle foglie portata sopra un'area di terreno) rappresenta l'efficienza bioclimatica della schermatura espressa normalmente in % di radiazione intercettata nei diversi assetti stagionali, in particolare per le latifoglie decidue. Le variabili che determinano il controllo della radiazione sono: le caratteristiche di forma, dimensione e tipo di foglia, densità e forma della chioma, periodo di fogliazione e velocità di accrescimento. (Tabella 2.2)

In base ai risultati degli studi di queste caratteristiche è stato possibile compilare una tabella con i coefficienti di ombreggiamento in termini di percentuale di trasmissione di alcune specie arboree per la stagione invernale ed estiva (Alessandro S. et al.). Da un punto di vista bioclimatico (in relazione al controllo della radiazione solare) sono migliori quelle specie con basso coefficiente di ombreggiamento estivo ed alto invernale. (Tabella 2.3)

Portamento	Piante	Caratteristiche
1 Fastigiato (slanciato, colonnare)	<i>Cupressus sempervirens</i> , <i>Cupressus arizonica</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Quercus</i> , <i>Taxus baccata fastigiata</i> , <i>Thuya</i> , <i>Carpinus</i>	La chioma e i rami che la determinano aderiscono al tronco formando angoli molto stretti di circa 30°
2 Espanso	<i>Catalpa</i> , <i>Cedrus Libani</i> , <i>Pinus pinea</i> , <i>Paulownia</i>	È dato dalla divaricazione dei rami rispetto al tronco con il quale formano angoli di circa 90° con andamento orizzontale
3 Ovoidale	<i>Betula alba</i> , <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Prunus</i> , <i>Acer</i> , <i>Juglans</i> , <i>Platanus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Robinia</i> , <i>Sorbus</i> , <i>Cupressus</i> , <i>Pinus Sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Juniperus communis</i>	Predominanza dei rami centrali sui laterali che formano con il tronco angoli da 40° a 70° con andamento verso l'alto
4 Arrotondato	<i>Aesculus</i> , <i>Citrus</i> , <i>Olea</i> , <i>Sophora</i> , <i>Prunus pissardi</i>	I rami sono inseriti al fusto con il quale formano angoli da 40° a 70°
5 Conica	<i>Carpinus</i> , tutte le conifere, <i>Magnolia grandiflora</i> , <i>Sequoia</i> , <i>Cedrus atlantica</i> , <i>Taxodium distichum</i>	I rami si allontanano simmetricamente dall'asse principale formando angoli di 90°
6 Piangente	<i>Salix babilonica</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Fraxinus pendula</i> , <i>Sophora pendula</i>	I rami sono rivolti verso il suolo
7 Strisciante e tappezzante	<i>Cotoneaster</i> , <i>Vinca minor</i> , <i>Hedera</i> , <i>Sagina subulata</i>	Piante che si sviluppano al suolo
8 Cespuglioso	<i>Berberis</i> , <i>Buxus</i> , <i>Viburnus tinus</i> , <i>Laurus nobili</i> , <i>Mahonia</i> ,	Si tratta di un portamento più o meno compatto tipico di molti arbusti
7 Rampicante	<i>Ampelopsis</i> , <i>Clematis</i> , <i>Hedera</i> , <i>Jasminum</i> , <i>Wistaria</i> , <i>Polygonum</i>	Si differenziano a seconda del sistema di ancoraggio

**Tabella 2.2** Classificazione di alcune specie comunemente utilizzate per tipo di portamento. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

Nome botanico	Coefficienti di ombreggiamento (% di trasmissione)	
	Estate	Inverno
<i>Acer platanoides</i>	0,12	0,69
<i>Acer rubrum</i>	0,24	0,74
<i>Acer saccharinum</i>	0,17	0,71
<i>Acer saccharum</i>	0,16	0,69
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0,11	0,73
<i>Albizia julibrissin</i>	0,17	0,68
<i>Amelanchier canadensis</i>	0,23	0,57
<i>Betula alba</i>	0,18	0,62
<i>Carya ovata</i>	0,23	0,66
<i>Catalpa speciosa</i>	0,24	0,68
<i>Celtis australis</i>	0,08	0,53
<i>Celtis occidentalis</i>	0,12	
<i>Crataegus laevigata</i>	0,14	
<i>Crataegus lavalleyi</i>	0,11	
<i>Eleagnus angustifoli</i>	0,13	
<i>Fagus sylvatica</i>	0,12	0,83
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,15	0,59
<i>Ginkgo biloba</i>	0,19	0,63
<i>Gleditsia triacanthos</i>	0,36	0,70
<i>Juglans nigra</i>	0,09	0,63
<i>Koelreuteria paniculata</i>	0,19	0,65
<i>Liquidambar styracifula</i>	0,18	0,65
<i>Liriodendron tupilifera</i>	0,10	0,73
<i>Malus s.p.</i>	0,15	0,85
<i>Platanus acerifolia</i>	0,14	0,55
<i>Populus tremuloides</i>	0,25	
<i>Pyrus communis</i>	0,20	0,60
<i>Quercus palustris</i>	0,22	0,75
<i>Quercus robur</i>	0,19	0,77
<i>Quercus rubra</i>	0,19	
<i>Sophora japonica</i>	0,22	
<i>Tilia cordata</i>	0,12	0,59
<i>Ulmus americana</i>	0,13	0,76
<i>Ulmus pumila</i>	0,15	0,50
<i>Zelkova serrata</i>	0,20	0,74

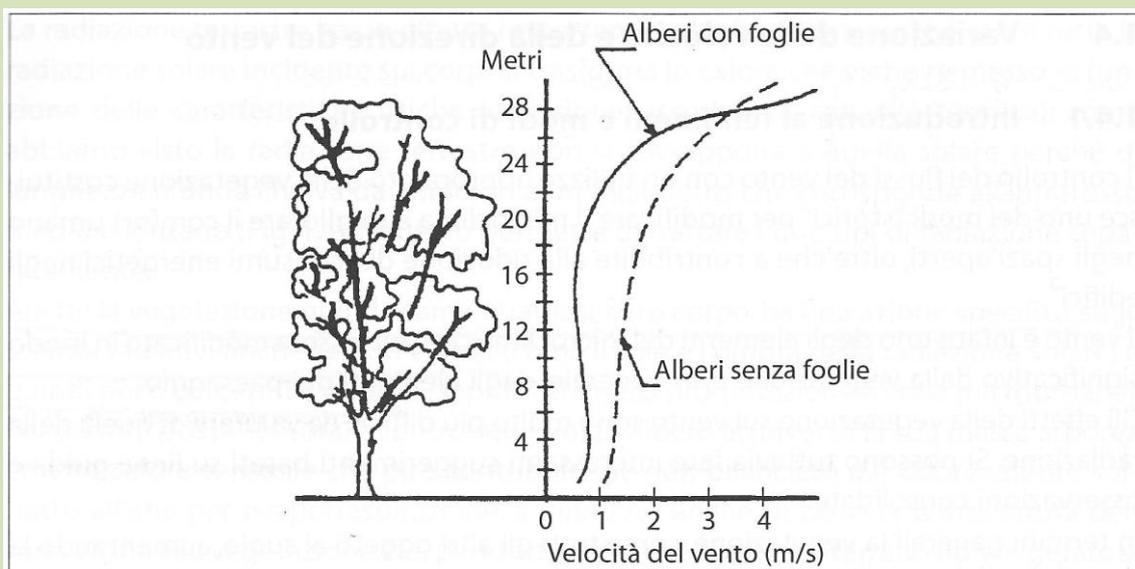
**Tabella 2.3** Coefficienti di ombreggiamento per diverse specie nella stagione invernale ed estiva. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

Per un utilizzo corretto delle specie è ideale che il ciclo di fogliazione-defogliazione sia in equilibrio con la domanda di raffreddamento e riscaldamento: di conseguenza è bene preferire specie a stagione vegetativa breve nei climi freddi e specie a stagione vegetativa lunga nei climi caldi.

Altro aspetto da non trascurare è il fattore di accrescimento. Poiché i costi di produzione, trapianto, trasporto e messa a dimora delle piante sono proporzionati alla loro età e dimensione e inoltre più le piante sono adulte più lungo e difficile è il loro attecchimento, conviene usare piante giovani ma autoctone e a crescita rapida, oppure ricorrere ad impianti misti con specie definitive a crescita lenta e provvisorie pioniere a sviluppo veloce da espiantare in un secondo tempo.

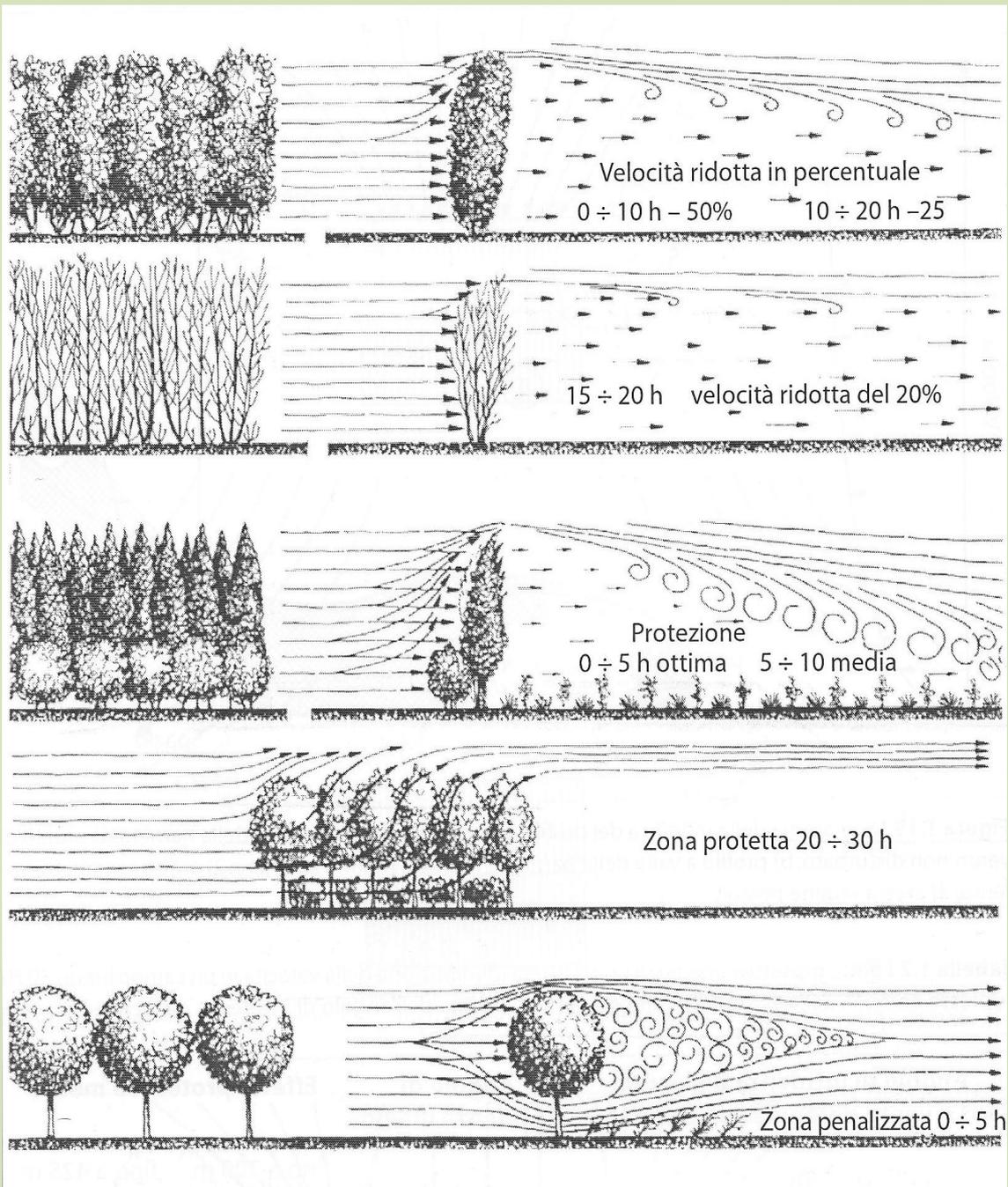
- **Barriera al vento, deviazione del vento e diminuzione della sua energia cinetica.**

La vegetazione, come tutti gli oggetti al suolo, aumentando la rugosità aerodinamica, diminuisce la velocità del vento in funzione della dimensione e della densità della chioma. (Figura 2.10)



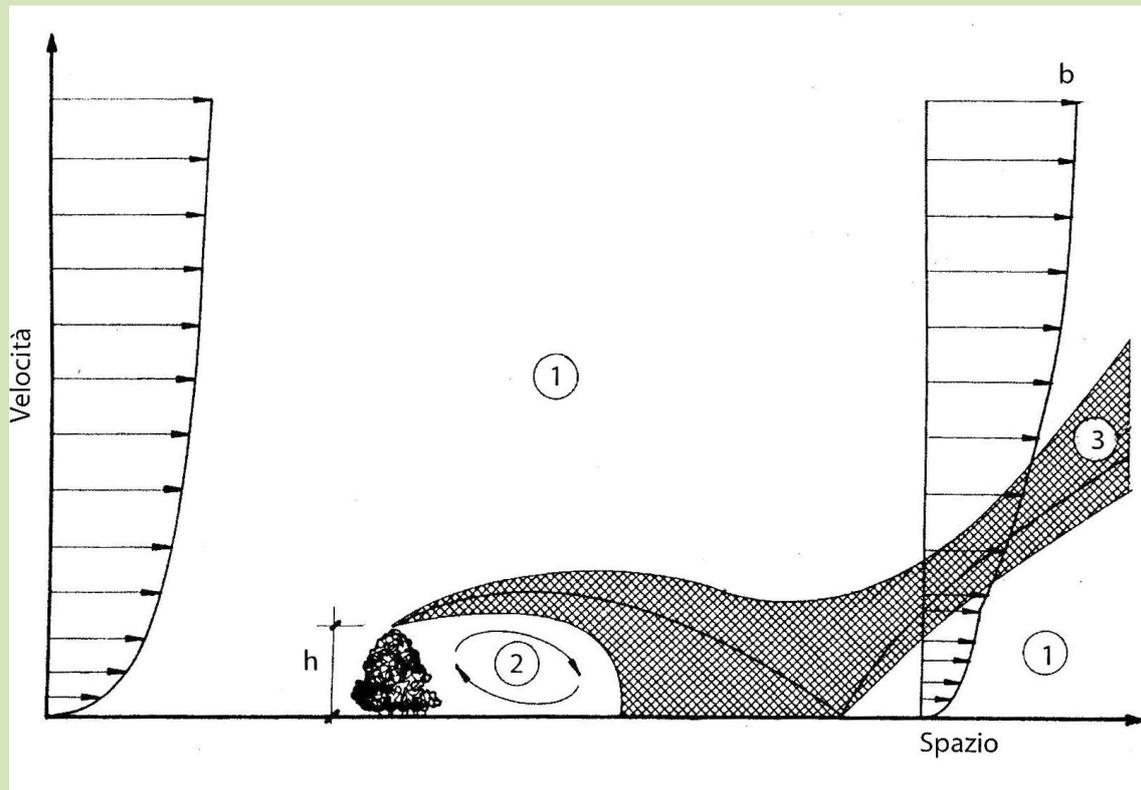
**Figura 2.10** Influenza del manto fogliare nei profili di velocità del vento in un bosco di querce con e senza foglie. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

Il tipo più diffuso di frangivento è quello composto da piante diverse (arbusti ed alberi) disposte generalmente in configurazioni lineari su una o più file. L'effetto migliore si ha evitando l'uniformità del sento d'impianto. La barriera frangivento può essere classificata in funzione delle sue caratteristiche geometriche e della sua permeabilità all'aria che definiscono la profondità della zona d'ombra. (Figura 2.11)



**Figura 2.11** Diversi tipi di barriere verdi con indicazioni qualitative sulla modifica dei flussi di vento. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

La soluzione migliore consiste in barriere di media permeabilità che sono facilmente realizzabili con associazioni vegetali comuni. La dimensione trasversale, che a volte aumenta fino a formare un piccolo bosco, è in grado di diminuire molto la velocità del vento e di aumentare l'ombra della barriera perchè l'energia cinetica del vento viene assorbita quasi completamente dalla massa arborea. La maggior efficienza di protezione si ha quando il vento è perpendicolare alla barriera. (Figura 2.12)

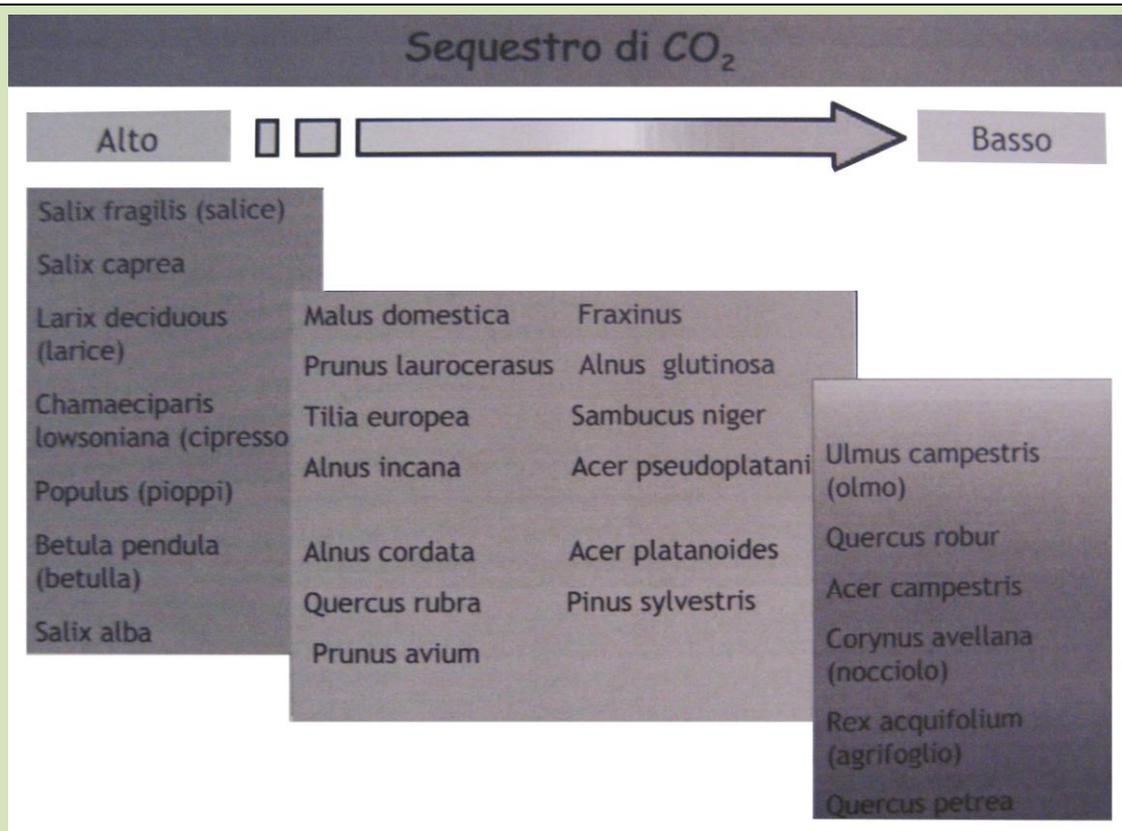


**Figura 2.12** Diagramma del profilo di velocità del vento a valle della barriera: a) profilo di vento non disturbato; b) profilo a valle della barriera; 1) aree a regime laminare; 2) aree a regime turbolento; 3) aree a regime misto. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

Le azioni che gli elementi vegetali possono esercitare sul vento per controllarlo sono: ostruzione, quando bloccano il flusso d'aria in una zona; deflessione, quando deviano il vento e ne diminuiscono la velocità; filtrazione, quando riducono la velocità del vento (barriere permeabili); incanalamento, quando cambiano la direzione del vento conducendolo in una zona dove sia richiesta ventilazione. Il controllo del vento in genere interessa gli spazi di transizione e quelli vicini agli edifici e a tal fine è necessario utilizzare essenze sempreverdi e associazioni miste. Di norma, nei climi mediterranei, in inverno occorre una protezione da NE/NO per la quale si possono usare sempreverdi (anche perchè non contrastano il soleggiamento), mentre in estate si possono impiegare a SE/SO barriere vegetali permeabili con piante ad elevata evapotraspirazione al fine di ottenere l'abbassamento della temperatura dell'aria nelle celle di brezza, oppure si possono incanalare i venti per avere un effetto refrigerante. La modifica dei flussi di vento intorno agli edifici in contesto urbano assume una grande importanza in quanto può contribuire alla riduzione dei consumi energetici minimizzando le infiltrazioni di aria in inverno e massimizzando i flussi refrigeranti in estate (Grosso M., Alessandro S. et al.)

## 2.2 La funzione igienica

La concentrazione dell'anidride carbonica atmosferica è aumentata del 30% dall'inizio della rivoluzione industriale e sta ancora aumentando (Rita B. 2011). E' noto che le piante sono utili per limitarne l'aumento: infatti con la fotosintesi assorbono anidride carbonica e rilasciano ossigeno. In ogni caso la capacità di assorbire CO<sub>2</sub> varia in funzione della luce, della temperatura, della superficie totale fogliare della pianta e del tasso di crescita. (Figura 2.13)



**Figura 2.13** Sequestro di CO<sub>2</sub> in funzione del tipo di pianta (<http://www.es.lancs.ac.uk/cnhgroup/iso-emissions.pdf>)

Questo non è l'unico beneficio che apportano le piante dal punto di vista dell'inquinamento cittadino: esse sono in grado inoltre di assorbire e mitigare gli inquinanti gassosi e il particolato presenti nell'atmosfera. Gli alberi influiscono sulla qualità dell'aria in due modi: direttamente ed indirettamente. Direttamente con l'effettiva rimozione del particolato e degli inquinanti gassosi attraverso le foglie per assorbimento tramite gli stomi (accumulo e disattivazione, ossidazione metabolica) e per adsorbimento tramite la cuticola. Indirettamente, semplicemente agendo come entità fisica (ostacolo), modificando la velocità del vento e la turbolenza influenzando quindi sulla concentrazione locale degli inquinanti atmosferici.

Tutte le piante assorbono e mitigano, ma alcune funzionano meglio di altre nel rimuovere polveri ed inquinanti dell'aria. Per quanto riguarda gli inquinanti gassosi

quindi la capacità di assorbimento dipende da alcune caratteristiche: tipo di foglia, densità e morfologia degli stomi, spessore e struttura della cuticola. In generale si può dire che maggiore è la densità stomatica e lo spessore della cuticola, maggiore è la capacità di assorbire inquinanti allo stato gassoso. Inoltre l'assorbimento dipende da altre variabili quali: le proprietà fisico-chimiche degli inquinanti, le condizioni climatiche e le caratteristiche della pianta (struttura della pianta, tassi di accrescimento, longevità, se è sempreverde, decidua, annuale, perenne, e la resistenza della pianta agli inquinanti) (Rita B. 2011).

Le piante agiscono come filtri biologici efficienti per le polveri sottili inalabili, i cosiddetti PM 10, 5, 2.5 (polvere, fumi, microgocce di liquido emessi da industrie, centrali termoelettriche, autoveicoli e cantieri). In particolare nelle città l'80% delle PM10 deriva dal traffico. Il particolato è una complessa miscela di sostanze organiche ed inorganiche, sospese in atmosfera sia in forma liquida che gassosa. Può avere diverse dimensioni: grossolano  $>10\mu\text{m}$ , sottile  $<2,5\mu\text{m}$ , ultrasottile  $<1\mu\text{m}$ . Particolarmente importanti sono le particelle molto piccole ( $0.1\mu\text{m}$ ). Quelle prodotte da combustione contengono la quantità più elevata di composti organici cancerogeni e mutageni che penetrano all'interno degli alveoli polmonari. In un'area urbana si riscontra una incidenza di patologie respiratorie tre volte superiore rispetto ad una zona rurale.

Ogni specie ha una diversa capacità di cattura delle polveri sottili che dipende dalla micro-struttura della foglia: numero e forma degli stomi, presenza o meno di rivestimenti cerosi, ornamentazioni cuticolari, nervature, peli o tricomi. In generale maggiore è la rugosità, maggiore è la capacità di cattura delle polveri. La capacità delle piante di ridurre gli inquinanti dipende dalla velocità di deposizione e dall'efficienza di cattura, parametri specifici per ogni specie (Beckett et al.). Le conifere sono più efficienti nella cattura del particolato rispetto alle latifoglie grazie alla maggiore superficie fogliare e complessità strutturale.

La deposizione degli inquinanti è maggiore negli alberi rispetto agli arbusti in quanto dotati di maggiore superficie fogliare e una struttura della chioma più complessa che dà luogo a movimenti turbolenti dell'aria.

Le piante rilasciano inoltre nell'atmosfera un gran numero di composti organici volatili (VOC). Questi sono molto importanti per l'ambiente in quanto modificano le proprietà chimiche e fisiche dell'atmosfera. I BVOC (composti biogeni organici volatili) nell'atmosfera svolgono una duplice azione in funzione della presenza o meno di inquinanti antropogenici. Nell'ambiente naturale gli NOx (prodotti della combustione ad alte temperature, inquinanti) sono assenti quindi i BVOC puliscono l'atmosfera dall'ozono. In città invece, in presenza di alte concentrazioni di NOx, i VOC innescano delle reazioni che portano all'aumento dell'ozono troposferico. Al CNR di Bologna sono stati fatti degli studi sulle piante di consueto impiegate in

ambito urbano, per stilare una classifica in base alle emissioni di VOC, al maggiore o minore assorbimento di CO<sub>2</sub> e alla capacità più o meno accentuata di catturare il particolato, con il fine ultimo di costruire una banca dati per una scelta corretta delle specie arboree. (Rita B. 2011). (Figura 2.14)

SPECIE	Capacità potenziale di mitigazione ambientale: <span style="font-size: small;">Bassa</span> <span style="font-size: small;">Media</span> <span style="font-size: small;">Alta</span>					
	ASSORBIMENTO FOGLIARE CO <sub>2</sub>	SEQUESTRO E ACCUMULO CO <sub>2</sub> PER Pianta	EMISSIONE DI VOC	FORMAZIONE POTENZIALE DI OZONO (O <sub>3</sub> )	ASSORBIMENTO DI INQUINANTI GASSOSI	CATTURA DI POLVERI
<i>Acer campestre</i>	3	4	2	2	3	3
<i>Acer platanoides</i>	3	4	2	2		
<i>Betula pendula "youngii"</i>	3	4	2	2		
<i>Carpinus betulus</i>	2	4	3	2	3	3
<i>Catalpa bungeii</i>	2	4	2	2		
<i>Crataegus monogyna</i>	3	3	2	2	3	3
<i>Cercis siliquastrum</i>	3	3	2	2		
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	3	2	2	3	2
<i>Fraxinua ornus</i>	3	4	2	2	3	2
<i>Koelreuteria paniculata</i>	2	2	4	4		
<i>Liquidambar styraciflua</i>	2	2	4	4	3	3
<i>Liriodendron tulipifera</i>	2	3	4	4	3	3
<i>Malus evereste</i>	3	4	4	2	3	4
<i>Morus alba pendula</i>	3	4	2	2		
<i>Parrotia persica</i>	3	4	2	2	3	3
<i>Prunus avium</i>	3	4	2	2		
<i>Quercus cerris</i>	3	3	2	2	3	3
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3	4	3	2		
<i>Tilia cordata</i>	3	4	3	2		
<i>Sophora japonica</i>	2	4	3	2		

**Figura 2.14** Capacità di mitigazione ambientale di alcune specie analizzate ('Il verde e la città - Qualità ambientale, benessere sociale e salute') Rita B. 2011

Altre importanti funzioni igieniche svolte dalle piante sono:

- intercettazione delle polveri, sedimentazione delle particelle, deposito per effetto elettrostatico, capacità di bonificare il terreno dai metalli pesanti;
- fissazione dei gas tossici, assorbimento dei gas inquinanti presenti nell'aria;
- barriera al rumore, riflessione e deviazione dell'energia sonora.

La riduzione del rumore permessa da barriere vegetali è piuttosto modesta: in media 0,1dB-0,2dB per metro di spessore della barriera (Beck, Bernatzky, Alessandro S. et al.). Per avere riduzioni apprezzabili quindi (da 5dB a 10dB) occorrono barriere tra i 40 e i 100 metri. Tuttavia il positivo effetto psicologico e l'arricchimento del paesaggio sonoro che comportano le barriere vegetali, rendono utile l'impiego del verde utile anche nel caso di inquinamento acustico.

## 2.3 La funzione ecologica

Diverse sono anche le funzioni ecologiche svolte dalle piante che vengono qui riassunte:

- **Tutela dei suoli urbani permeabili, del ciclo delle acque e del rapporto acqua-suolo in città.**

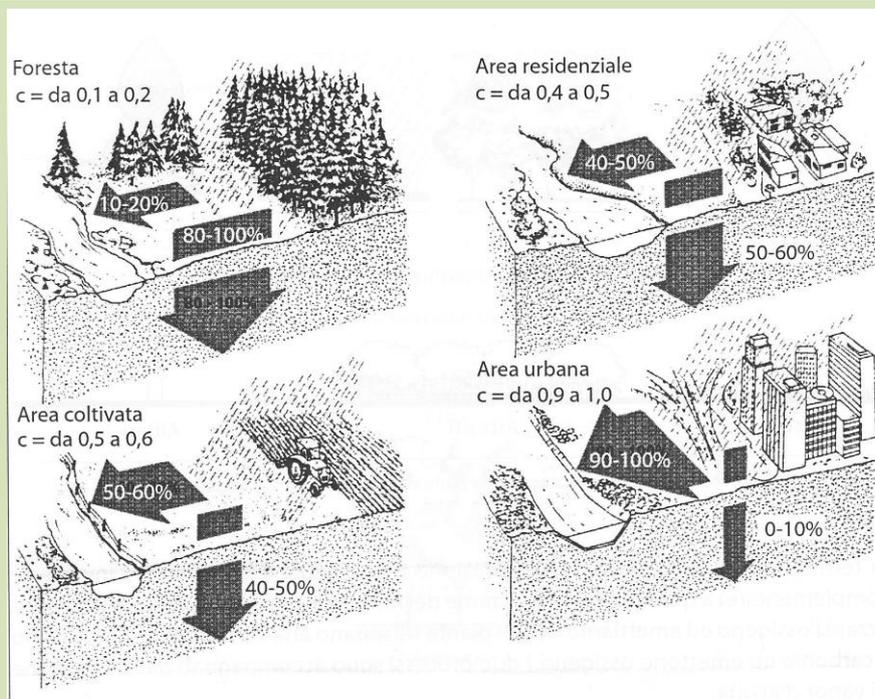
In natura la vegetazione ha sempre rivestito il ruolo di depuratore dell'acqua: studiando e approfondendo le proprietà delle piante si sono messi a punto sistemi di purificazione delle acque bianche e grigie urbane (fitodepurazione) (Trevisiol).

- **Tutela della stabilità dei suoli acclivi e dei versanti.**

La vegetazione, con la sua struttura radicale e fogliare, esercita l'azione molto importante di protezione del suolo dall'erosione superficiale. L'azione può contare anche su tecniche di ingegneria naturale particolarmente diffuse negli ultimi venti anni.

- **Controllo dell'erosione del suolo causata dal ruscellamento, tramite la capacità di trattenere l'acqua.**

La capacità delle piante di intercettare l'umidità e le precipitazioni, di rallentare e di ritenerle con la porosità del suolo serve non solo a controllare il ruscellamento dell'acqua e l'erosione del suolo ma anche ad aumentare e protrarre nel tempo l'evaporazione. (Figura 2.15)



**Figura 2.15** Diverse capacità di scorrimento/assorbimento della pioggia in funzione delle caratteristiche di permeabilità delle superfici. ('Spazi verdi urbani' - Scudo, de la Torre)

Questo effetto combinato con la diminuzione di temperatura determinata dall'ombreggiamento della chioma, aiuta a diminuire sensibilmente la temperatura e quindi, a parità di umidità assoluta, tra le condizioni protette della chioma e quelle esterne, l'umidità relativa è maggiore sotto la chioma.

- **Tutela della biodiversità e della biomassa.**

La vegetazione è necessaria per la sopravvivenza e lo sviluppo della vita animale all'interno degli ambienti urbani. E' importante creare spazi verdi a diversa scala connessi con "strade verdi" che siano in grado di garantire un sistema di corridoi e reti ecologiche ben connesse all'interno della città e tra città e territorio (Malcevschi et al. 96).

Inoltre le piante possono produrre alimenti e biomassa utilizzabili per vari scopi (compostaggio, combustione, materia prima, ecc..). Collegato alla ricerca della sostenibilità ecologica, si sta affermando il movimento della "permacoltura" urbana che ripropone l'uso delle piante in ambito cittadino per integrare la produzione alimentare dell'agricoltura convenzionale. (Mollison, D. Holmgren, Bookchin, Vital e Signs).

## 2.4 La funzione socio-economica

- Benessere psicologico e percettivo della popolazione
- Benessere visivo, schermo e tutela della privacy
- Risparmio energetico per la climatizzazione degli edifici
- Valorizzazione economica delle aree urbane
- Creazione di attrattori urbani

Rispetto al passato, in cui la progettazione delle aree verdi era lasciato al buonsenso e al gusto estetico del paesaggista, le moderne tecnologie informatiche e le recenti conoscenze scientifiche, ci consentono di quantificare i benefici ottenuti con la messa a dimora delle piante, simulandone l'efficacia in particolare per quanto riguarda la variazione delle temperature sensibili e radianti, l'impatto dei venti e più in generale il benessere del cittadino all'interno dello spazio urbano aperto tramite la quantificazione del PMV (Predicted Mean Vote) e altri parametri di comfort termico.

Va sottolineato però che i valori ottenuti sono indissolubilmente legati alle ottimali condizioni biologiche delle piante stesse e al fatto che l'intero sistema, per essere veramente efficace, debba rispettare i criteri di sostenibilità. Questo ci impone una riconsiderazione totale del modo di progettare il parco urbano che deve essere prima di tutto un efficiente e autosufficiente organismo.