



Consiglio regionale del Veneto
Servizio studi documentazione biblioteca



[La grande quercia di Villanova (Fossalta di Portogruaro -VE)]

LA FORESTAZIONE URBANA Strumento di miglioramento ambientale e contrasto ai cambiamenti climatici

Venezia, dicembre 2015

Veneto Tendenze 2/ 2015

Servizio studi documentazione biblioteca - Dirigente capo Claudio Giulio Rizzato

Sito: <http://www.consiglioveneto.it/>

@ ssdb@consiglioveneto.it

☎ 0412701612

📠 0412701622

Veneto Tendenze - Quaderno di documentazione

LA FORESTAZIONE URBANA è stato curato da Giuseppe Sartori (Ufficio territorio CRV); con il contributo specialistico di Carlo Calfapietra, Arianna Morani, Gregorio Sgrigna, Francesco Loreto del CNR- Istituto di biologia agro-ambientale e forestale (Roma) e di Maurizio Dissegna e Martina Lucon della Sezione parchi, biodiversità, programmazione silvopastorale e tutela dei consumatori della Giunta Regionale.

Ha collaborato Serenella Poggi.

Riproduzione a cura del Centro stampa del Consiglio Regionale.

LA FORESTAZIONE URBANA
Strumento di miglioramento ambientale e contrasto ai cambiamenti climatici

INDICE

0. RINGRAZIAMENTI	Pag. 7
1. SOMMARIO	Pag. 8
2. INTRODUZIONE: CAMBIAMENTI CLIMATICI CHE FARE?	Pag. 9
3. DEFINIZIONE E MULTIFUNZIONALITÀ DELLA FORESTA URBANA	Pag. 12
4. GLI SCAMBI TRA FORESTA URBANA E ATMOSFERA	Pag. 16
5 ABBATTIMENTO DI CO ₂ ATTRAVERSO GLI ALBERI IN CITTÀ	Pag. 20
6. LINEE GUIDA PER MASSIMIZZARE L'ABBATTIMENTO DI CO ₂ NELLA FORESTA URBANA	Pag. 26
7. GLI INTERVENTI DI RIFORESTAZIONE URBANI E PERIURBANI NEL VENETO	Pag. 28
8. CONCLUSIONI	Pag. 38
9. BIBLIOGRAFIA E LETTURE	Pag. 39
10. RIFERIMENTI	Pag. 43

"Sole. E tu le lascerai che vengano; e sieno quante sapranno essere: chè la mia luce e il calore basterà per tutte, senza che io cresca la spesa però; e il mondo avrà di che cibarle, vestirle, alloggiarle, trattarle largamente, senza far debito."

[Giacomo Leopardi. *Operette morali. IL COPERNICO, DIALOGO.* Scena quarta. Copernico e il sole.]

0. RINGRAZIAMENTI

La realizzazione di questa monografia nasce principalmente dalla collaborazione volontaria e gratuita con il dott. Carlo Calfapietra, la dott.ssa Arianna Morani, il dott. Gregorio Sgrigna, e il dott. Francesco Loreto dell'Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale (IBAF) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR); del dott. Maurizio Dissegna e della dott.ssa. Martina Lucon della Sezione parchi, biodiversità, programmazione silvopastorale e tutela dei consumatori della Giunta Regionale del Veneto.

Si ringrazia anche il FAST- Foto Archivio Storico Trevigiano della Provincia di Treviso che ha messo a disposizione alcune immagini storiche del Terraglio.

L'apporto conoscitivo degli specialisti a questo approfondimento sulle tecnologie di riforestazione e restauro ambientale dei territori urbani e sub-urbani, migliorerà qualitativamente le determinazioni del decisore soprattutto sulle scelte di ordine locale non più rinviabili per responsabilizzare il Veneto di fronte agli impegni internazionali di contrasto ai cambiamenti climatici.

A tutti il sentito ringraziamento del Servizio studi documentazione biblioteca del Consiglio regionale del Veneto.

1. SOMMARIO

Vengono sintetizzate le criticità emergenti legate ai mutamenti climatici e all'inquinamento atmosferico anche esaminando i dati dei progetti e delle realizzazioni di parchi urbani, boschi e foreste di pianura conseguenti all'abbandono colturale e ad iniziative locali di contrasto al mutamento climatico, di sequestro dell'anidride carbonica (CO₂), al miglioramento estetico ed ambientale e alla difesa della biodiversità forestale e naturalistica dei territori del Veneto.

2. INTRODUZIONE: CAMBIAMENTI CLIMATICI CHE FARE?

Sono ormai acquisiti alla conoscenza e coscienza collettiva della comunità nazionale e regionale gli elementi critici che affliggono l'aria che respiriamo e l'atmosfera che permea la parte della biosfera che occupiamo: l'inquinamento dell'aria (la valle padana è una delle zone più inquinate in Europa e nel mondo), l'aumento della CO₂ a causa del consumo dei combustibili fossili e i cambiamenti climatici che intensificano manifestazioni dai caratteri sempre più violenti e distruttivi che a loro volta mettono in evidenza gli errori umani di scelte territoriali, comportamenti sociali condotte e pratiche non previdenti.

Queste criticità comportano risposte attive ai problemi ormai non più rinviabili.

Risulta ormai evidente che il clima globale stia cambiando, e i dati osservati nelle ultime decadi portano alla conclusione che il cambiamento e l'alta variabilità meteorologica colpiscono ogni regione d'Italia e anche il Veneto che ha avuto recenti dolorose testimonianze.

Secondo l'IPCC [*Intergovernmental Panel on Climate Change*], il riscaldamento globale favorisce condizioni di variabilità meteorologica che, a loro volta, incidono su risorse naturali, biodiversità, stabilità del territorio, agendo anche come amplificatori di vulnerabilità ambientali preesistenti.

La concorrenza e concomitanza di questi fattori, determina, come si è appurato anche nel Veneto, condizioni di rischio per la salute, per la stabilità del territorio, per il benessere di intere popolazioni.

I cambiamenti del clima stanno già provocando impatti significativi su molti sistemi fisici e biologici con conseguenze dirette su alcuni settori economici del nostro Paese (soprattutto sulle attività economiche agricole e lo stato di salubrità della popolazione).

Poiché alcuni di questi impatti probabilmente si consolideranno o aggraveranno negli anni futuri l'ISPRA, in collaborazione con l'OMS, ha effettuato uno *screening* preliminare sulle condizioni meteo-climatiche e ambientali di rischio in Italia che ha prodotto lo studio: "*Cambiamenti Climatici ed Eventi Estremi: Rischi per la salute in Italia*"¹.

A solo titolo di esempio si citano qui di seguito come elementi critici possibili connessi a questa problematica:

- la carenza della disponibilità di acqua nei periodi di prolungata siccità; ulteriori diminuzioni delle precipitazioni potrebbero richiedere urgentemente l'aggiornamento di pratiche tecnologiche miranti al risparmio, al riuso e, soprattutto, una gestione sostenibile della risorsa "Acqua".
- L'aumento della temperatura delle acque causa alterazioni termo-energetiche dei corpi idrici (soprattutto i laghi), con decadimento qualitativo del mezzo conseguente alla crescita di alghe e cianobatteri.
- Incremento dell'aridità del suolo soprattutto nelle aree sensibili alla desertificazione che attualmente interessa le regioni principali dell'Italia meridionale (Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna), ma arriva anche nelle regioni centrali.
- Conseguenze e modifiche sulle coltivazioni sono già in atto: gli olivi, gli agrumi e la vite saranno favoriti nel Nord della penisola, mentre le coltivazioni di grano saranno svantaggiate al Sud.
- I baricentri climatici associati ai vari ecosistemi stanno migrando verso latitudini più settentrionali (circa 100 km verso nord) e a quote più alte (150 metri in altitudine) per ogni grado di aumento nella temperatura media annuale. Tutto ciò comporta un ulteriore rischio di squilibrio.

¹ APAT - OMS, 2007

- per gli ecosistemi che saranno esposti a fattori abiotici diversi dai precedenti, che saranno infiltrati da nuove specie, vedranno mutate conseguentemente anche le condizioni di struttura e fertilità dei suoli.
- La temperatura più elevata potrebbe inoltre favorire la degradazione dei pesticidi e quindi portare ad un incremento del loro uso, mentre l'alterazione degli schemi di piovosità e l'aumento dell'aridità del suolo, unitamente alla carenza idrica, potrebbero provocare un'alterazione nel trasporto e nella persistenza di queste sostanze chimiche.
- Le alterazioni del clima potrebbero condizionare le concentrazioni e la tossicità degli inquinanti atmosferici, con un aumento, in particolare, dell'ozono troposferico nel periodo estivo.
- Lo scioglimento dei ghiacci polari e il conseguente aumento del livello delle acque del mare comporterà rischi maggiori per le aree costiere italiane dove risiede circa il 50% della popolazione, dove l'aumento della temperatura dell'acqua marina ha già favorito la migrazione e l'insediamento di alcune specie di alghe tossiche in prossimità delle coste italiane, per non parlare dei fenomeni di mucillagine che periodicamente si verificano nell'Adriatico.
- Si comprende bene che questi fenomeni potrebbero avere ripercussioni sull'economia turistica, ed anche sulla salute umana a causa della tossicità e/o patogenicità dei microrganismi coinvolti.

Anche la popolazione italiana sarà esposta ad una maggiore frequenza ed intensità di eventi estremi, ovvero al di fuori della norma, ed alla variabilità meteorologica. Come già indicato in precedenza, l'IPCC stima infatti un aumento nella frequenza, nell'intensità e nella durata delle ondate di calore in Europa, oltre che un aumento della frequenza delle precipitazioni estreme, e la salute della popolazione ne sarà colpita sia in maniera diretta che in maniera indiretta.

Infatti, la popolazione italiana è già stata (nel 2003), e lo sarà anche in futuro, colpita da ondate di calore, con un aumento medio della mortalità, in particolar modo in individui a rischio come gli anziani. Inoltre il cambiamento del pattern climatico può aumentare la frequenza e la durata dei picchi di concentrazione dell'ozono troposferico (particolarmente nella stagione calda), causando ulteriori problemi a causa del possibile effetto sinergico esercitato dall'esposizione all'ozono contemporanea a quella all'inquinamento atmosferico da PM. (*Particulate Matter* o polveri sottili)

E' stato inoltre evidenziato un aumento delle patologie allergiche legate principalmente a fattori di rischio emergenti, quali un'alterazione significativa della stagione pollinica, che si è allungata accompagnandosi ad una anticipazione della fioritura delle specie vegetali, ma anche un aumento della circolazione trasfrontaliera che porta all'insediamento di specie alloctone allergizzanti, favorite da mutate condizioni ambientali e meteorologiche.

Per quanto riguarda le malattie trasmesse da vettori, si osservano dei rischi potenziali per la trasmissione della *West Nile Fever*² ed un aumento della trasmissione di Leishmaniosi, che potrebbe estendersi a latitudini più settentrionali. Anche la zanzara tigre (*Aedes albopictus*), introdotta in Italia nei primi anni del 1990, potrebbe svolgere, in condizioni ambientali a lei favorevoli, il ruolo di vettore di nuove specie virali: l'epidemia dovuta al virus *Chikungunya* verificatasi nell'estate del 2007 in Emilia Romagna, in particolare nella provincia di Ravenna, ha rappresentato per l'Italia il primo caso di malattia virale trasmessa dalla zanzara tigre.

² La febbre West Nile è una malattia provocata dal virus West Nile (West Nile Virus, Wnv), un virus della famiglia dei Flaviviridae isolato per la prima volta nel 1937 in Uganda, appunto nel distretto West Nile (da cui prende il nome). Il virus è diffuso in Africa, Asia occidentale, Europa, Australia e America.

Per quanto riguarda la sicurezza alimentare, è stata documentata la possibilità di contaminazione delle derrate alimentari con nuovi tipi di micotossine, e la possibile influenza sulla crescita di parassiti nocivi per alcuni generi di piante coltivate, con un conseguente impatto sulla disponibilità di cibo.

Il verificarsi di intense precipitazioni con conseguenti fenomeni di inondazione potrebbero portare alla diffusione di patologie legate alla dispersione di contaminanti chimici nell'ambiente nonché alla contaminazione microbiologica di acque costiere, ricreative, di superficie e delle aree di ricarica delle falde: ad esempio l'aumento della temperatura è stato associato anche ad un aumento dei casi di Salmonellosi.

Nel loro complesso gli impatti descritti impongono un atteggiamento proattivo e non dilatorio, che comporta una riorganizzazione dei sistemi di prevenzione ambientale e sanitaria, sia dal punto di vista tecnologico che operativo ed organizzativo. Ciò prevede quindi, da parte dei sistemi di prevenzione, la definizione e la messa a punto di adeguati piani e programmi di adattamento che vadano ad integrarsi con i sistemi di allarme e di risposta, al fine di ridurre le conseguenze negative dei cambiamenti climatici.

Questi sistemi, anche se complementari tra loro nella *governance* dei cambiamenti climatici, si differenziano sia per finalità ed obiettivi di settore che per strumenti attuativi e di fattibilità, come la capacità istituzionale di intervenire sulle norme di governo e la capacità tecnica (reti territoriali, disponibilità di laboratori e tecnologie di supporto, tecnici esperti, *network* con la comunità scientifica di interesse).

Un programma di adattamento promosso dalle autorità ambientali rispetto al rischio sanitario globale ed al benessere della popolazione indotto dai cambiamenti climatici, deve quindi tenere conto in via prioritaria dei propri ambiti di capacità istituzionale e tecnica, quali la salvaguardia della qualità delle risorse naturali (acque, suolo, coste, biodiversità, sistemi agroforestali) e la disponibilità delle risorse volte a garantire lo sviluppo di settori socio-economici come turismo, agricoltura, energia e, per quanto possibile, anche degli ambiti di gestione delegata agli enti locali.

Negli scenari indotti dai cambiamenti climatici, sia attuali che futuri, l'attività di prevenzione ambientale dovrà prevedibilmente riguardare la pianificazione a medio e lungo termine di azioni di adattamento, sia per le fasi che precedono eventi estremi o disastrosi (mitigazione della vulnerabilità dei sistemi) sia in quelle post-evento, che possono richiedere interventi sia di media che di lunga durata: una pianificazione che dovrà basarsi su una caratterizzazione di pericolosità e rischio per l'ambiente, la salute e il benessere sostenibile.

In sintesi, gli effetti ambientali indotti dai cambiamenti climatici (cioè alterazione della biodiversità, della qualità delle acque potabili e di balneazione, degli alimenti e dell'aria), oltre a comportare effetti diretti associati agli eventi rapidi destrutturati del territorio (quali mortalità e lesioni dovute ad alluvioni, inondazioni costiere, frane, tempeste di varia intensità) ed alle ondate di calore e di gelo, comportano anche nuovi rischi biologici e chimici, con potenziali effetti a breve e lungo termine sulla salute della popolazione esposta agli scenari considerati.

Una delle politiche di contrasto ai cambiamenti climatici è la riduzione dell'entropia generale planetaria per contingentamento e riduzione dell'uso dell'energie fossili (risparmio energetico nei trasporti, nel riscaldamento degli edifici, nella produzione di energia elettrica, ecc), l'incremento dell'uso delle tecnologie *carbon-free*, ecc.

A scala locale e regionale un contributo ulteriore possibile è adottare politiche di sequestro/immobilizzazione della CO₂ in nuovi boschi e foreste.

3. DEFINIZIONE E MULTIFUNZIONALITÀ DELLA FORESTA URBANA

Se l'albero è l'elemento puntuale rappresentativo del verde ambientale, la foresta -o bosco quando l'estensione è limitata - è l'insieme costitutivo di un'area non antropizzata dove la vegetazione naturale, costituita soprattutto da alberi ad alto fusto, cresce e si diffonde spontaneamente. Ai sensi della nomenclatura FAO, con il termine foresta si individuano più propriamente le aree con ampiezza minima di 0,5 ha caratterizzate da una copertura arborea superiore al 10% determinata da specie capaci di raggiungere 5 m di altezza a maturità.

Quando si vuole identificare l'insieme delle alberature che popolano le aree antropizzate si parla invece di verde urbano. Se come verde urbano si definisce tutto il sistema urbano delle aree adibite a verde pubblico e privato, a verde attrezzato (es. campi sportivi e parchi giochi per bambini), i parchi, i filari di alberi, le aiuole di fiori e il verde decorativo in generale, **come foresta urbana si può definire invece l'insieme della vegetazione arborea ed arbustiva presente in aree urbane e periurbane**. Appare quindi chiaro come questa particolare tipologia di foresta presenti significative differenze con una foresta tradizionale. Prima tra queste è la sua struttura: essa è caratterizzata da una intrinseca frammentazione, infatti escluse le aree continue dei parchi, dei giardini e delle aree a vegetazione sub-naturale, la maggior superficie della foresta urbana è costituita da piccoli nuclei arborei e arbustivi, costituiti spesso da giardini privati e alberature stradali. Ovviamente tale struttura sarà peculiare secondo le caratteristiche climatiche e geomorfologiche della zona in cui si inserisce la città, ma anche delle sue radici storiche, culturali e socio-economiche. La foresta urbana fa quindi parte del verde urbano e comprende specificatamente vegetazione arborea ed arbustiva.



Fig. 1. Esempi di elementi differenti costitutivi della Foresta Urbana: **(A)** il parco pubblico urbano (S. Giuliano, Mestre VE), **(B)** un parco privato (Villa giardino Sigurtà, Valeggio sul Mincio VR);

Gli alberi in città contribuiscono al miglioramento delle condizioni ambientali urbane, grazie ai loro molteplici effetti di mitigazione e alle loro proprietà ecologiche e ambientali (McPherson et al., 1994). Gli alberi infatti influenzano il microclima delle aree abitate: grazie all'effetto sulla riduzione della velocità del vento impediscono un eccessivo raffreddamento in inverno, mentre in estate, attraverso l'evapotraspirazione e l'ombreggiamento, contribuiscono alla diminuzione della temperatura (riduzione dell'effetto isola di calore). Ciò determina un notevole risparmio energetico dovuto al minor utilizzo di riscaldamento in inverno e di condizionatori in estate.



(A)



(B)

Fig. 2.

Esempi di elementi differenti costitutivi della Foresta Urbana: **(A)** i platani (*Platanus* gen.) di impianto ottocentesco della strada storica ad alta frequentazione veicolare "Terraglio" in una istantanea di Giuseppe Mazzotti antecedente al 1957; **(B)** il nuovo viale pedonale alberato con Acero riccio (*Acer platanoides*) dell' Isola Memmia, in Prato della Valle (Padova) dopo i lavori di restauro ambientale.

Inoltre, riducono il rumore (seppur in misura limitata) e il ruscellamento dovuto alla grande percentuale di superficie impermeabilizzata; assorbono anidride carbonica (CO_2) e fissano carbonio nei tessuti; migliorano la qualità dell'aria rimuovendo dall'atmosfera inquinanti quali ad esempio l'ozono (O_3), il biossido di azoto (NO_2), il monossido di carbonio (CO), l'anidride solforosa (SO_2) e il particolato (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$)³ attraverso assorbimento stomatico e/o deposizione sui tessuti arborei (foglie, rami, tronco); riducono l'erosione del suolo; consolidano gli argini fluviali; purificano le acque grazie alle loro proprietà di fitodepurazione; migliorano la qualità della vita in ambiente urbano (McPherson et al., 1994). Diversi studi, mostrano come il verde in città, grazie al suo innegabile valore estetico, riduca lo stato di stress, favorisca le relazioni interpersonali, aumenti il tasso di attività motorie e riduca addirittura la criminalità (Kuo et al., 1998; Kuo e Sullivan, 2001a). L'entità degli effetti benefici prodotti è legata a fattori quali: le dimensioni dei popolamenti, la loro posizione e configurazione rispetto agli edifici, la distanza tra gli alberi, l'estensione e l'altezza delle chiome, la densità fogliare e la sua persistenza.

³ La sigla PM_{10} (*Particulate Matter* o Materia Particolata, cioè in piccole particelle) identifica una delle numerose frazioni in cui viene classificato il particolato, quel materiale presente nell'atmosfera in forma di particelle microscopiche, il cui diametro aerodinamico (ovvero corrispondente al diametro di un'ipotetica sferetta di densità uguale a 1 g/cm^3 ugualmente veicolata dall'aria) è uguale o inferiore a $10 \mu\text{m}$, ovvero 10 millesimi di millimetro. La sigla $\text{PM}_{2.5}$ identifica particelle di particolato che) è uguale o inferiore a $2,5 \mu\text{m}$, ovvero 2,5 millesimi di millimetro. È costituito da polvere, fumo, micro gocce di sostanze liquide denominato in gergo tecnico aerosol: esso, infatti, è un insieme di particolati, ovvero particelle solide e liquide disperse nell'aria con dimensioni relativamente piccole. Queste particelle presenti nell'atmosfera sono indicate con molti nomi comuni: polvere e fuliggine per quelle solide, caligine e nebbia per quelle liquide.



Fig. 3.

Particolare di parco pubblico in ambiente urbano, fornito di strutture ad uso ludico e ricreativo (San Giuliano, Mestre Venezia)

La valutazione degli spazi verdi e delle loro potenzialità e prospettive di sviluppo è complessa e richiede competenze multidisciplinari che spaziano dalla selvicoltura urbana alla pianificazione urbana, all'economia, alla sociologia, all'educazione e alla formazione (AA. VV., 2010). La selvicoltura urbana (dall'inglese *Urban Forestry*) è un approccio multidisciplinare sviluppato nell'ambito della ricerca forestale internazionale ed è definita come "*L'arte, la scienza e la tecnologia di gestione degli alberi e delle risorse forestali all'interno e all'intorno dell'ecosistema urbano al fine di promuovere i benefici fisiologici, sociali, economici ed estetici destinati alla società urbana*" (Helms, 1998, *The Dictionary of Forestry*. Society of American Foresters).

L'utilizzo della vegetazione arborea ed arbustiva per il miglioramento della qualità dell'aria, e non solo, all'interno del sistema urbano si è inizialmente diffuso in Nord America, poi soprattutto nei paesi dell'Europa del centro-nord. Gli Stati Uniti possono vantare già quasi trent'anni di studi e pubblicazioni di carattere tecnico-scientifico relativi alla foresta urbana e ai benefici da essa prodotti. In Europa, l'interesse e le ricerche sono cresciute nel recente passato grazie soprattutto allo *European Forum on Urban Forestry* che agisce sotto l'egida dello IUFRO (*Union of Forestry Research Organizations*) ed alla *International Society of Arboriculture*, società tecnico-scientifica il cui scopo è promuovere la pratica professionale dell'arboricoltura e aumentare la consapevolezza dell'importanza degli alberi in un pubblico sempre più folto, attraverso la ricerca, la tecnologia e la divulgazione e che conta oltre 21000 soci in tutto il mondo. In Italia, nonostante una cultura storica di rilievo nella realizzazione di alberature urbane, giardini e parchi, lo studio ma anche la stessa diffusione del verde urbano hanno avuto uno scarso interesse, soprattutto a partire dal secondo dopoguerra (Sanesi, 2001).

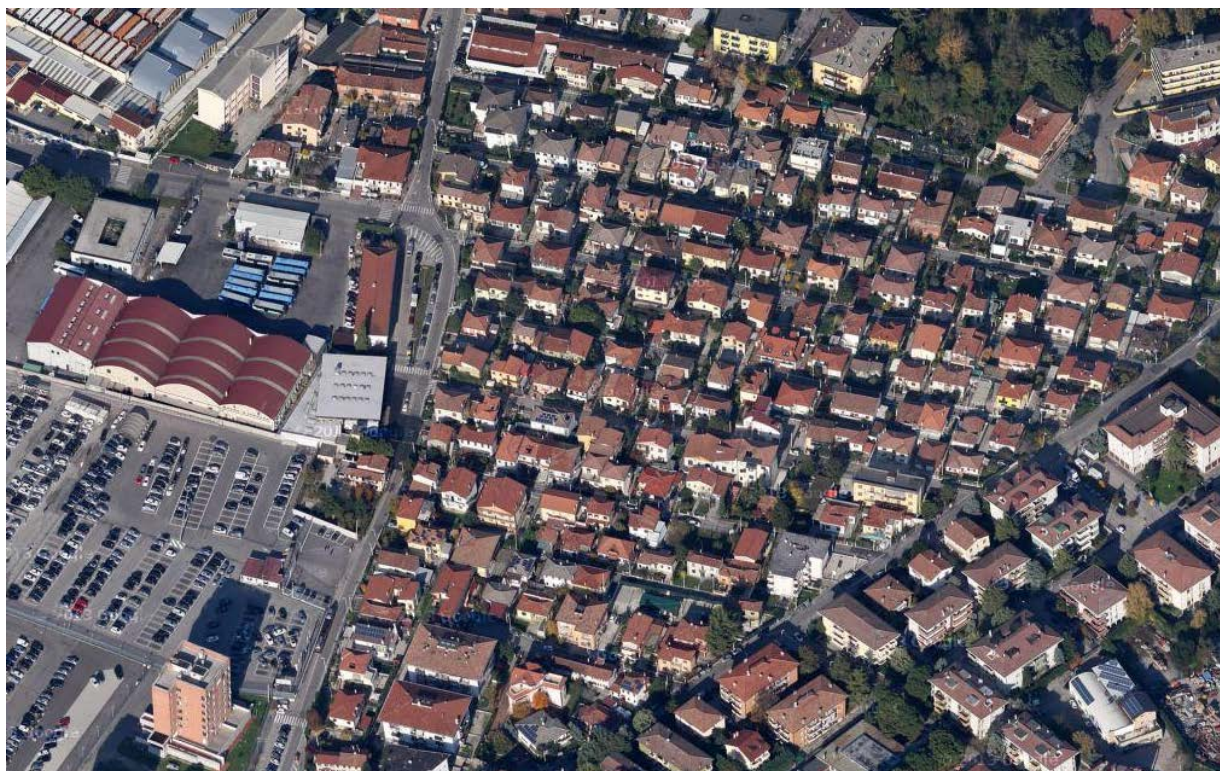


Fig. 4. Esempio di edificazione in ambiente urbano priva di nuove alberature: il verde è rappresentato solo in piccolissime cinture intorno ad alcuni edifici (Padova via del Pescarotto)[da Google Earth].

Negli Stati Uniti sono stati sviluppati dei modelli che valutano gli effetti del verde urbano e periurbano nel miglioramento della qualità dell'aria e dell'acqua nelle città, come ad esempio il modello *i-Tree Eco*, sviluppato dall' *United States Department of Agriculture and the Forest Service*, un valido strumento per quantificare i benefici prodotti dalla foresta urbana e peri-urbana di una città e per migliorare le politiche di gestione delle stessa. *i-Tree* è caratterizzato da diversi moduli ciascuno dei quali stima e quantifica alcuni degli effetti benefici prodotti dalla foresta urbana. Particolarmente interessanti sono quei moduli che stimano rispettivamente l'assorbimento di carbonio, l'emissione di composti organici volatili (VOCs)⁴ e l'assorbimento di inquinanti atmosferici. Il modello quantifica anche in termini economici alcuni di questi effetti considerando le esternalità positive connesse, ad esempio, con il miglioramento della qualità dell'aria e ed il risparmio energetico. Dal punto di vista economico, la vegetazione urbana legnosa può inoltre avere un effetto importante sull'aumento del valore degli immobili e degli edifici residenziali. Considerando questi aspetti, gli alberi non costituiscono più solo dei costi da sostenere ed un problema per le amministrazioni ma diventano una fonte di arricchimento ambientale, paesaggistico ed economico.

⁴ La classe dei composti organici volatili, VOC (dall'inglese *Volatile Organic Compounds*), comprende diversi composti chimici formati da molecole dotate di gruppi funzionali diversi, aventi comportamenti fisici e chimici differenti, ma caratterizzati dalla volatilità, caratteristica, ad esempio, dei comuni solventi organici apolari, come i diluenti per vernici e benzine. Vi fanno parte sia gli idrocarburi, sia i composti contenenti ossigeno, cloro od altri elementi oltre al carbonio e l'idrogeno, come le aldeidi, gli eteri, gli alcoli, gli esteri, i clorofluorocarburi (CFC) ed gli idroclorofluorocarburi (HCFC). La legislazione italiana definisce composti organici volatili, quei composti organici che, alla temperatura di 293,15 K (20 °C), abbiano una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore.

4. GLI SCAMBI TRA FORESTA URBANA E ATMOSFERA

Le piante in ambiente urbano hanno la capacità di scambiare con l'atmosfera diversi composti sotto forma gassosa sia per le normali esigenze metaboliche, sia per semplice gradiente di concentrazione, influenzando la composizione atmosferica in città. In primis il carbonio atmosferico, sotto forma di anidride carbonica (CO₂), viene fissato sotto forma di carbonio organico dalle piante attraverso il processo fotosintetico. In questo processo la CO₂ atmosferica viene convertita in glucosio grazie all'energia radiante del sole.



Parte del carbonio assimilato viene però utilizzato dalla pianta stessa per soddisfare le proprie esigenze metaboliche, dando origine ad un flusso in uscita che prende il nome di respirazione autotrofa (RA = *autotrophic respiration*). Tramite la respirazione autotrofa viene rilasciato in atmosfera dal 30 all'80% del carbonio assimilato giornalmente tramite fotosintesi (Poorter et al., 1990; Loveys et al., 2002). L'assorbimento di carbonio di un ecosistema forestale corrisponde alla produttività primaria netta dell'ecosistema (NEP-*Net Ecosystem Productivity*) cioè il risultato del bilancio fra carbonio assunto e quello emesso con la respirazione e con altri processi di mobilitazione del carbonio nel sistema suolo-pianta-atmosfera come l'emissione di altri composti come il metano (CH₄) ed i composti organici volatili (VOCs).

Tra i VOC gli isoprenoidi sono una classe molto importante e sono emessi abbondantemente dalle piante. L'emissione di VOCs dalle piante è stata stimata in circa 1150 Tg C all'anno (Guenther et al. 1995). Tra questi l'isoprene (C₅H₈, 2-metil-1,3 butadiene) è il più semplice, volatile e rappresenta circa l'80% del carbonio emesso sotto forma di composti organici volatili. I monoterpeni, (C₁₀H₁₆) formati da due unità di isoprene, sono anch'essi abbondantemente emessi dalla vegetazione sebbene in quantità minore dell'isoprene (Niinemets et al. 2004).

Considerando tutti i processi di mobilitazione del carbonio nel sistema suolo-pianta-atmosfera, la NEP può essere ridefinita come bilancio netto di carbonio dell'ecosistema (NECB *net ecosystem carbon balance*, Chapin et al. 2005). Un'importante implicazione dell'emissione di isoprenoidi è legata al ruolo svolto da questi composti nella formazione dello smog fotochimico nella troposfera, che porta alla formazione di ozono (O₃) ed altri inquinanti secondari come ad esempio i perossiacil nitrati (PAN), aldeidi e chetoni (Foster et al. 2006; Loreto et al. 2008). E' quindi opportuno scegliere per l'ambiente urbano specie arboree che siano basse emettitrici di VOCs.

Ad esempio, alcune latifoglie del genere *Eucalyptus*, *Liquidambar*, *Robinia*, *Liriodendron*, *Populus*, *Quercus*, *Platanus*, *Salix* e, essenzialmente, tutte le conifere, producono elevate quantità di isoprenoidi volatili, mentre altre come *Acer* e *Tilia* hanno potenziali di emissione limitati in condizioni ottimali di salute (Niinemets and Penuelas, 2008, Calfapietra et al. 2009).

Conseguentemente ai processi di scambio gassoso con l'ambiente esterno legati anche all'attività fotosintetica della pianta, oltre al carbonio atmosferico, le piante interagiscono con altri gas atmosferici come gli inquinanti.

Massimizzare la superficie fogliare è un fattore molto importante per massimizzare l'assorbimento di carbonio e la cattura di inquinanti atmosferici, nonché diminuire l'effetto "isola di calore" frequente in città che comporta tra l'altro un notevole dispendio energetico (e di CO₂) durante l'estate. L'azione degli organismi vegetali sull'abbattimento di alte concentrazioni di inquinanti atmosferici può avvenire secondo due grandi tipologie di azione: l'assorbimento all'interno del mesofillo fogliare tramite gli stomi; e la deposizione secca del particolato che viene intercettato

fisicamente dalle strutture vegetali maggiormente esposte: rami e foglie (Fowler, 1989; Nowak, 1997; Beckett, 1998).

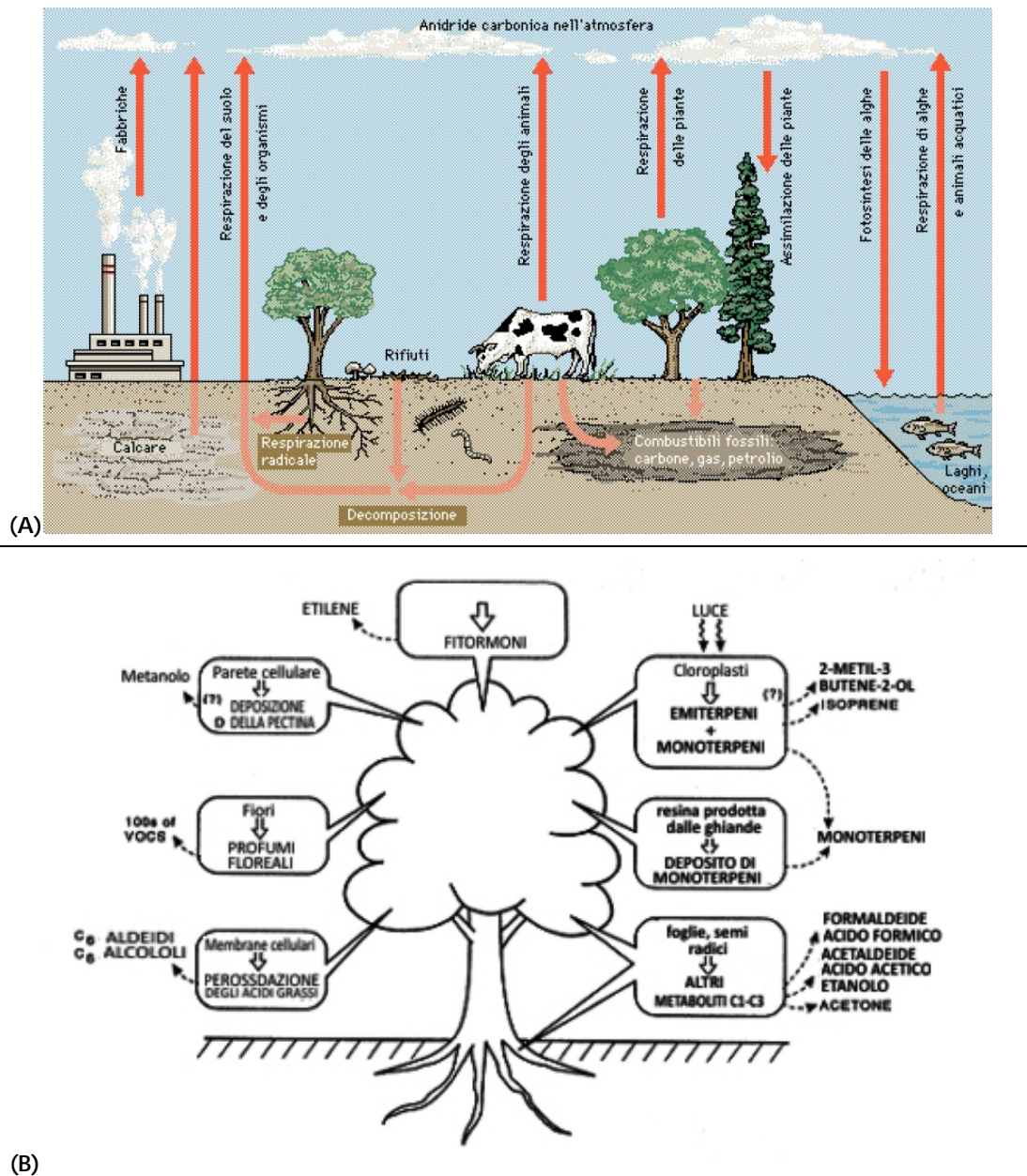


Fig. 5. (A) Scambi gassosi tra Suolo - Atmosfera - Attività umana -Animali - Foresta Urbana: gli inquinanti prodotti in ambiente urbano e la CO₂ presente in atmosfera possono essere assorbiti dalla Foresta urbana, la quale può (B) d'altro canto immettere VOCs in grado di interagire con gli inquinanti presenti incrementando la concentrazione degli inquinanti stessi.

Fig. 6.

Il leccio (*Quercus ilex*) ed altre specie appartenenti al genere *Quercus* emettono in atmosfera diversi tipi di VOCs che rappresentano una perdita di carbonio oltre ad avere implicazioni importanti per la qualità dell'aria in città.



Per quanto riguarda l'assorbimento degli inquinanti tramite le aperture stomatiche, diverse sono le variabili da prendere in considerazione. Innanzi tutto bisogna considerare le diverse resistenze generate durante il trasferimento di gas dall'atmosfera all'interno del mesofillo fogliare. Senza scendere in eccessivi dettagli, la conduttanza stomatica, è un fattore che determina l'apertura stomatica e dunque la resistenza stomatica (R_s) risulta uno dei fattori principali nell'assorbimento di inquinanti gassosi. È stato infatti osservato come la conduttanza stomatica sia il principale parametro che regola l'assorbimento di componenti gassose in atmosfera (Emberson et al., 2000; Fares et al. 2007). Essa è funzione del tipo di specie, della fenologia, e di variabili ambientali (temperatura, intensità luminosa, umidità dell'aria e concentrazione di CO_2) che condizionano il processo di traspirazione della pianta e i cicli dell'apertura stomatica.

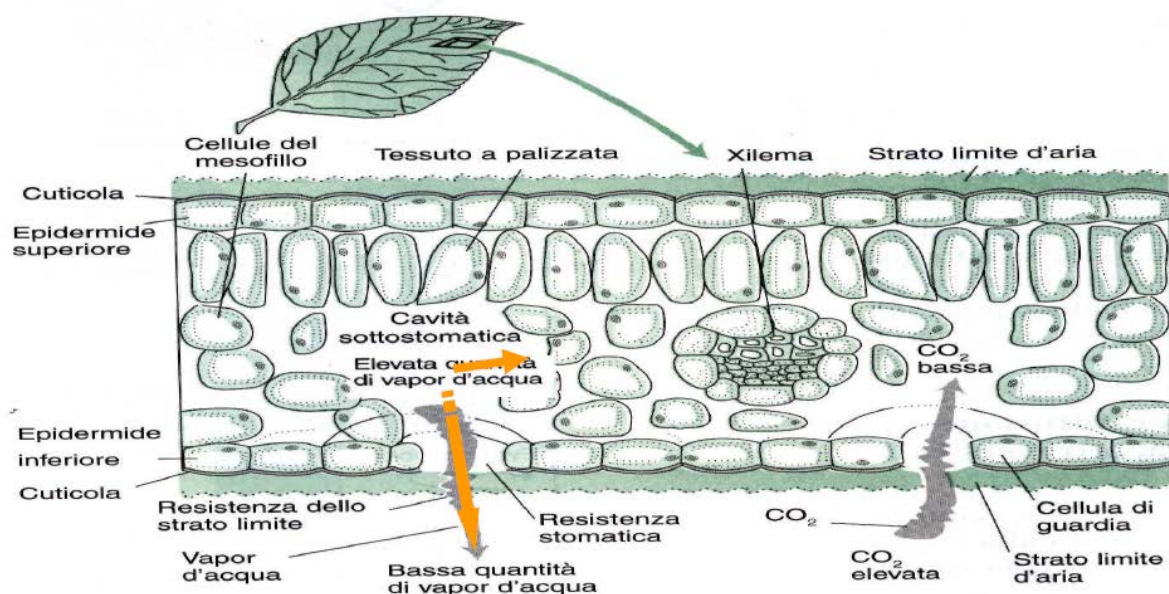


Fig. 7. Assorbimento di CO_2 attraverso una sezione fogliare: dall'atmosfera tramite piccole aperture delle foglie, gli stomi, la CO_2 entra nell'ambiente interno della foglia, il mesofillo. Qui viene utilizzata per la formazione degli zuccheri all'interno dei cloroplasti. Specie con alta conduttanza stomatica (alto numero di stomi e/o stomi molto aperti) sono preferibili per massimizzare l'assorbimento di CO_2 e la cattura di inquinanti atmosferici.



Fig. 8.

Le conifere, come il cedro e il cipresso molto frequenti nei versanti a sud delle colline pedemontane della val Padana e nelle aree insubriche perilacuali a microclima sub mediterraneo e nel centro Italia, comprendono in molti casi specie in grado di mantenere chiome molto dense e quindi notevoli superfici fogliari.

Esemplari di Cipresso (*Cupressus sempervirens*) a Punta San Vigilio sul lago di Garda.

Tramite uno studio condotto su 55 città statunitensi (Nowak; Crane, 2006) è stato calcolato che l'assorbimento totale degli inquinanti CO, PM10, NO₂, SO₂, e O₃, è di 711000 t/anno, con una variabilità dalle 11000 t/anno di Jacksonville alle 22 t/anno di Bridgeport, con una media di rimozione annua per unità di superficie di 10,8 g/m²/anno. Il particolato viene classificato di norma come PM10 e PM2.5 in base al diametro delle sue particelle. Tali particelle sono particolarmente pericolose per la salute umana in quanto possono facilmente essere inalate e andare quindi a disturbare l'attività respiratoria anche nei reparti più profondi, quelli dei bronchioli e degli alveoli polmonari.

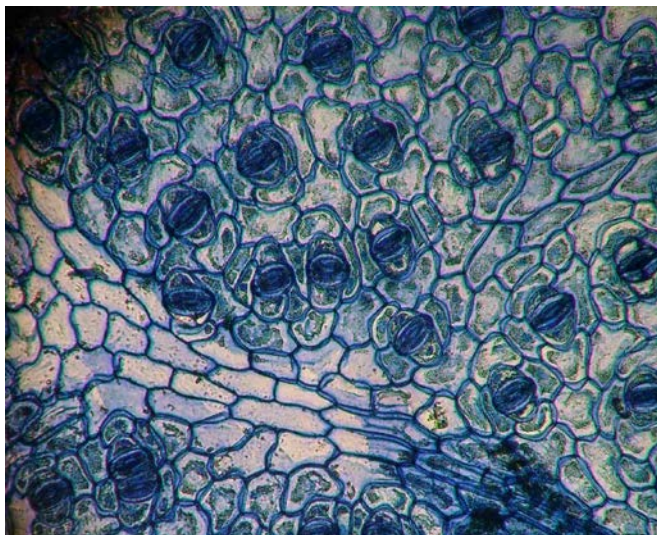


Fig. 9.

Esempio di stomi sulla superficie di una foglia visti al microscopio

E' stato osservato che sono principalmente due le modalità di deposizione di tale materiale: la deposizione umida e la deposizione secca. Nel primo caso la deposizione avviene tramite fenomeni meteorologici, quali le precipitazioni che letteralmente ripuliscono l'aria facendo precipitare al suolo il materiale in sospensione. Nel secondo caso vengono descritte in letteratura (Beckett, 2000) tre tipologie di deposizione: per gravità, per moto browniano, per impatto e intercettazione. La foresta urbana dunque tramite i flussi turbolenti creati attorno alle strutture vegetali e i processi di deposizione secca presenta una concreta efficacia nell'abbattimento della

concentrazione del particolato atmosferico. A seconda quindi del sito, delle condizioni di esposizione all'aria e dal tipo di specie, la quantità di particolato (PM10) sulle foglie di un individuo arboreo può essere compresa tra 70 e 490 mg/m² di superficie fogliare (Beckett et al. 2000). È stato dimostrato come generi dotati di una maggiore complessità fogliare, come ad esempio *Pinus* o *Cupressocyparis*, a parità di velocità del vento siano in grado di captare una quantità significativamente maggiore rispetto ad altri generi altrettanto utilizzati in ambiente urbano (Beckett et al. 2000) quali *Acer* o *Populus*. Tale efficacia è inoltre dipendente anche dal sito di piantagione della vegetazione arborea. È evidente che questa avrà un'azione tanto più incisiva, quanto più vicina alle sorgenti di inquinanti (Freer Smith et al. 2003).

5. ABBATTIMENTO DI CO₂ ATTRAVERSO GLI ALBERI IN CITTÀ

Una delle importantissime funzioni, spesso non presa in considerazione nella gestione della vegetazione arborea cittadina, è proprio quella della riduzione degli inquinanti atmosferici quali ossidi di varia natura, idrocarburi e polveri sottili nonché di carbonio. In particolare il contenimento dell'aumento di concentrazione di CO₂ atmosferica dovrebbe essere un elemento non trascurabile delle foreste urbane visto che ormai in questa definizione rientrano ampie fasce boschive a ridosso delle città sia preesistenti che di nuovo impianto.

Fig. 10.

Il carbonio assorbito dagli alberi può essere immagazzinato in diverse strutture della pianta: i rami, la corteccia, le foglie, le radici e il tronco. A Meletta di Gallio (VI) si possono ammirare le "Puche", grandi faggi (*Fagus sylvatica*) dalla conformazione obbligata per le potature effettuate negli anni.



Il ruolo di contenimento della CO₂ da parte della foresta urbana avviene essenzialmente a due livelli: uno è il tradizionale assorbimento di CO₂ per via stomatica, ma ancora più importante in ambiente urbano, è la riduzione di emissione di CO₂ derivante dal risparmio energetico dovuto alla presenza degli alberi.

Il sequestro di anidride carbonica fa riferimento all'ammontare annuale di CO₂ accumulata nella massa epigea ed ipogea della pianta: durante la fotosintesi la CO₂ atmosferica entra attraverso i pori delle foglie, si combina con l'acqua, ed è trasformata in cellulosa, zuccheri, ed altri prodotti, mediante reazioni chimiche catalizzate dalla luce solare.

Molti di questi prodotti vengono fissati nei tessuti legnosi della pianta, anche se una parte viene respirata o usata per costituire, ad esempio, foglie che saranno poi perse dalla pianta (Larcher, 1980). La quantità sequestrata dipende dalla crescita e dalla mortalità, che a loro volta dipendono dalla specie, dall'età, dalla struttura e dal grado di salute della foresta. La sopravvivenza delle alberature ed in generale delle piante in ambito urbano poi, è un'altra importantissima variabile che influenza la capacità di trattenere carbonio nel lungo periodo. Il tasso di mortalità per le

alberature stradali e quelle in zone residenziali è sull'ordine di 10-30% per i primi cinque anni e poi dallo 0.5 al 3% per ogni anno seguente (Miller and Miller, 1991; McPherson, 1993).

Un possibile rimedio per minimizzare le perdite consiste nel selezionare specie adatte al sito di impianto; se la scelta cadesse su specie non adatte, queste andrebbero facilmente in *stress* con ritmi lenti di crescita e quindi poco efficienti anche per la finalità di sequestro di CO₂.

È fondamentale, inoltre, non solo ridurre la mortalità, ma anche il mantenimento della copertura arborea esistente sostituendo le piante morte, così come, ad esempio, gli alberi estremamente vecchi senescenti che non abbiano valore monumentale.

Gli alberi monumentali sono sicuramente un'importante risorsa storico-paesaggistica, custodi e memoria della città stessa, ma sono allo stesso tempo piante caratterizzate da processi respirativi di maggiore entità rispetto a quelli fotosintetici, diventando così fonti di CO₂ invece che riduttori della stessa.

La diminuzione delle emissioni di CO₂ dovuta alla foresta urbana è legata alla riduzione del cosiddetto effetto "isola di calore" durante le stagioni calde con conseguente risparmio di energia (e quindi CO₂) per condizionatori, nonché alla riduzione dei consumi per riscaldamento dovuti all'effetto di coibentazione e di frangivento degli alberi nelle stagioni fredde. La quantità di emissioni di CO₂ evitate sembra essere particolarmente importante nelle aree interne rispetto alle aree costiere perché tipicamente la continentalità del clima tende a far aumentare i consumi per riscaldamento e condizionamento.

I benefici di risparmio energetico derivanti dagli alberi piantati attorno a tipici edifici residenziali sono stati misurati in campo e stimati con simulazioni al computer (Parker, 1983; Meier, 1990). Alcuni studi, portati avanti soprattutto negli Stati Uniti dove viene rivolta notevole attenzione al ruolo della foresta urbana, hanno portato a delle stime accurate sulla capacità di controllo della CO₂ da parte degli alberi in città. In uno studio condotto a Tucson, Arizona su 300 alberi di diverse specie in zona residenziale è stato calcolato che in 40 anni il risparmio di CO₂ si aggira intorno alle 6000 t di cui circa 1/5 legato al sequestro di CO₂ e il restante al risparmio energetico prevalentemente per condizionamento proprio per le alte temperature registrate in questa città (McPherson, 1999). Simulazioni condotte in 12 città degli U.S.A. hanno dimostrato che i risparmi annui di energia per il condizionamento ottenibili da una pianta (latifolia) ben posizionata alta circa 7.6 m variano da 100 a 400 kWh (10-15%) ed i risparmi sulla domanda di picco variano tra gli 0.3 e gli 0.6 kW (8-10%) (McPherson and Rowntree, 1993).

I livelli più alti di risparmio in tutte le città, si traggono da una pianta collocata sul lato ovest dell'abitazione, mentre conifere poste a sud aumentano la domanda di riscaldamento invernale più di quanto non diminuiscano il carico richiesto per il raffreddamento estivo. Piantare la specie sbagliata al posto sbagliato può quindi aumentare la domanda energetica di un certo edificio.

Il contributo dell'evapotraspirazione (ET) al totale dei risparmi energetici sul condizionamento, è stato considerato inferiore, a causa della complessità del fenomeno, rispetto al più evidente contributo fornito dall'ombreggiamento; in generale l' ET incide per circa 1/3-2/3 sul totale del contributo al condizionamento (McPherson & Simpson, 1995). Heisler (1986, 1990), stimò che un frangivento può ridurre la domanda energetica di riscaldamento per una tipica abitazione dal 5 al 15%, per alberi singoli la percentuale varia tra 1 e 3% (0.15-5.5 milioni di Btu, British Thermal Units, 1BTU=0.25 Kcal) per una tipica casa energeticamente efficiente. A livello nazionale le simulazioni per un albero (latifolia) di 7.6 m collocato in maniera ottimale vicino ad una casa ben coibentata hanno portato ad un risparmio annuo compreso in un range tra 5-50\$ (5-20%).

Il risparmio energetico prodotto dagli alberi in ambiente urbano e periurbano è un fattore che ha una maggiore incidenza nell'abbattimento della CO₂ rispetto agli effetti diretti della vegetazione

arborea come l'assorbimento e lo stoccaggio di carbonio (Rosenfeld et al., 1998), soprattutto in aree mediterranee o comunque aree caratterizzate da estati calde e aride.

	US \$/anno risparmiati per albero	kWh/anno risparmiati per albero	Riduzione in Kg Carbonio/anno
1) Risparmio energetico	9	92	15
a) Ombreggiamento	6	60	10
b) Evapotraspirazione	3.2	32	5
2) Rimozione di carbonio	0.1 (n/a)	n/a	4.5

Tab.1. Impatto di un singolo albero in un anno sulla riduzione dell'uso di condizionatori e CO₂ atmosferica rispetto alla rimozione di carbonio (da Rosenfeld et al., 1998).

Dalla tabella 1 si evince come sia più efficiente piantare un albero in ambiente urbano per ombreggiare gli edifici e ridurre la temperatura in termini di riduzione di emissioni di CO₂ piuttosto che piantare lo stesso albero in una foresta. I 4.5 Kg per anno sequestrati in media (effettuata su 20 anni) da un albero è pari solo al 30% dei 15 Kg/a di emissioni di carbonio risparmiate da un albero che condiziona il microclima (Rosenfeld et al., 1998). Akbari (2002) ha stimato che un albero piantato a Los Angeles evita la combustione di 18 Kg di carbonio ogni anno, sebbene immagazzini solo 4.5-11 Kg di carbonio. Da un'analisi effettuata a Baton Rouge, Sacramento e Salt Lake City, si evince che l'impianto di quattro alberi per ciascuna casa (considerando gli alberi a maturità, quindi con una copertura di chioma di 50 m²) produce una riduzione di emissioni di CO₂ da parte degli impianti per la produzione di energia pari a rispettivamente 16000, 41000 e 9000 tonnellate (Akbari, 2002). Questo risparmio energetico viene stimato considerando il minor utilizzo di impianti di riscaldamento e condizionamento.

L'attenzione verso questi aspetti è così forte negli Stati Uniti che sono stati sviluppati dei modelli per la stima dei benefici legati alla foresta urbana, tra i quali c'è anche l'assorbimento di carbonio come precedentemente descritto. Il modello applicato su diverse città degli Stati Uniti ha mostrato come il solo sequestro di CO₂ da parte delle foreste urbane si aggiri nell'ordine di alcune centinaia di Kg di carbonio per ettaro per anno (Nowak et al. 2002).

E' chiaro che le foreste urbane che sono sottoposte a potature di mantenimento e conseguente decomposizione possono perdere una parte del carbonio stoccato nell'ordine del 15% della CO₂ sequestrata (Jo and McPherson, 1995).

Anche studi in Europa e più recentemente in Italia hanno stimato le potenzialità di sequestro delle foreste urbane. A Liverpool è stato stimato un sequestro di carbonio in diverse aree residenziali oscillante tra le 17 t/ha per aree con maggiore densità di alberi e 1 t/ha per aree con scarsa copertura arborea considerando l'intera vita vegetativa degli alberi (Whitford et al. 2001).

In Italia, utilizzando diverse metodologie, stime hanno portato a valori di 160 t/anno di CO₂ sequestrata dagli alberi del Parco Ducale di Bologna (Baraldi, comunicazione personale), a 54 t/anno di carbonio per gli alberi di Villa Borghese a Roma (Calfapietra e Morani, *unpublished*).

In ambito urbano la quantità di carbonio assorbito e immagazzinato si differenzia a seconda dell'uso del suolo ma dipende soprattutto dal numero, le dimensioni e le caratteristiche delle specie legnose presenti, nonché dalle caratteristiche climatiche. Dalla tabella 1, derivata da misurazioni fatte a Perugia, si può notare come nella classe d'uso del suolo Sub Naturale si verifica il maggior stoccaggio di carbonio mentre nella classe d'uso del suolo Residenziale il maggiore assorbimento di carbonio. L'area Sub Naturale ha una copertura arborea del 66% e presenta spesso individui molto vecchi e poco soggetti a potature o tagli: è qui che si accumula la maggior

quantità del carbonio della foresta urbana perugina: 1095,41 t, circa il 40% del totale. L'area Residenziale è caratterizzata da grandi quantità di individui arborei presenti all'interno di questa vasta classe di uso del suolo. Essa infatti con 5127 alberi stimati comprende il 43% del totale degli individui di tutta l'area di studio di Perugia (Sgrigna, 2011).

	Assorbimento (t/a)	Stoccaggio (t)	Assorbimento (t/ha*a)	Stoccaggio (t/ha)
Centro Storico	17	430	0.16	4.08
Residenziale	42	763	0.21	3.90
Parco Urbano	22	690	0.31	9.86
Sub Naturale	21	1095	0.51	26.51
Totale	102	2978	0.25	7.23

Tab. 2. Carbonio assorbito (espresso in t/a e in Kg / m² di superficie fogliare) ed immagazzinato (t) per diversi usi del suolo nella città di Perugia (Sgrigna, 2011).

Secondo Birdsey (1992) un albero in bosco accumula CO₂ per il 51% nel tronco, 30% nei rami e il 3% nelle foglie. Circa il 18-24% del carbonio assorbito totale viene immagazzinato nelle radici.

Esistono alcune incertezze (Peper & McPherson, 1998, Nowak et al, 2002, Johnson & Gerold, 2003), sul sequestro effettivo a livello radicale e sui costi di emissioni per l'impianto e la manutenzione del verde. Peraltro, Pataki et al. (2006) sostengono che questi calcoli si riferiscono esclusivamente alla crescita ed alle emissioni indirette associate con la componente vegetale del verde urbano, mentre l'impatto sul *pool* di carbonio del suolo è più incerto. Che il carbonio stoccato in un suolo sia superiore a quello della vegetazione che vi cresce è, comunque, noto (Batjes, 1996). Non bisogna quindi trascurare il carbonio che viene accumulato nel suolo, soprattutto nei parchi che più si avvicinano a foreste sub naturali. Negli Stati Uniti negli ecosistemi forestali il 61% del carbonio totale viene immagazzinato nel suolo. Il carbonio stoccato nel suolo dei parchi urbani viene invece stimato pari a 102 milioni di tonnellate (Nowak e Heisler, 2010).

La tabella 3 mostra lo stoccaggio e l'assorbimento di carbonio stimati per ettaro per classe d'uso del suolo della città di Barcellona (Spagna).

Tab. 3.
Carbonio assorbito e immagazzinato per ettaro secondo le diverse classi di uso del suolo per la città di Barcellona (Chaparro e Terradas, 2009)

Uso del suolo	Stoccaggio (kg/ha)	Assorbimento (kg/a*ha)
Foresta urbana	33.345	1.243,7
Foresta naturale	19.834	1 988,9
Residenziale	23.027,6	1.331,7
Residenziale multifamiliare	5.73,1	349,7
Trasporto	7.555,2	381,6
Istituzionale	4.448,9	- 82,0
Commerciale Industriale	276,8	25,9
Aree intensive	10.616,6	548,1
Totale	11.208,0	535,7



Fig. 11.

Il grande esemplare di ibrido di Cerrosughera (*Quercus crenata*) presente a Cerro Veronese. Questi individui, se lasciati crescere liberamente senza potature possono raggiungere notevoli dimensioni e fungere da importanti *sink* di carbonio anche se individui vecchi tendono a perdere nel tempo la capacità di assorbire nuovo carbonio.

Alla luce di quanto detto sembrerebbe quindi opportuno valutare anche a livello nazionale il contributo delle foreste urbane nell'ottica del registro dei serbatoi di carbonio rivedendo quindi la decisione di eleggere solo la gestione forestale nell'ambito delle attività aggiuntive previste dall'art. 3.4 del Protocollo di Kyoto con esplicita esclusione del verde urbano (Lumicisi et al. 2007). D'altronde sempre più frequenti si fanno i programmi di forestazione nelle grandi città con un *focus* sul contributo delle foreste urbane alla politica di contenimento delle emissioni di CO₂, che negli Stati Uniti stanno diventando conosciuti con il nome di "*Urban (o community) Forestry Programs*" e "*Shade Tree Programs*" che sono spesso *partnership* tra enti locali, servizi pubblici, volontari ed associazioni non-profit. Un esempio eclatante è certamente quello del *MillionTreesNYC* che prevede l'impianto di un milione di alberi nella città di New York nell'arco dei prossimi 20 anni con uno stoccaggio di carbonio stimato solamente per sequestro netto diretto e senza quindi tenere conto del risparmio energetico di oltre 1500 tonnellate all'anno (Morani et al. 2011). Il programma "*The Billion Tree campaign*" è un'iniziativa mondiale supportata dal *United Nations Environment Programme* (UNEP) che incentiva campagne di riforestazione in tutto il mondo ed è stato ispirato dal Prof. Wangari Maathai, premio Nobel per la pace nel 2004, a testimonianza di come nel mondo sia iniziata una concreta sensibilizzazione verso il tema degli effetti benefici che gli alberi producono verso l'ambiente e per la salute umana.



Fig. 12.

Logo della campagna internazionale promossa dall'UNEP. *Plant-for-the-Planet* è un progetto finalizzato alla promozione di iniziative volte a fermare il cambiamento climatico globale.

L'iniziativa consiste nel piantare più alberi possibili per contrastare gli effetti dannosi dovuti all'anidride carbonica.

Anche in Italia i gestori di aree verdi urbane stanno valutando di finanziare i progetti di forestazione urbana attraverso il mercato del carbonio, visto che ormai il mercato del carbonio è accreditato a livello internazionale e i recenti orientamenti legislativi sembrano sempre più andare verso questa direzione. Nello stesso tempo, appare ormai opportuno realizzare un inventario accurato delle foreste urbane italiane anche e soprattutto per contabilizzarne il carbonio stoccato. L'impatto da parte delle aree verdi periurbane e dell'agro-forestazione sul sequestro di diossido di carbonio (CO₂) e degli altri gas serra atmosferici appare meritevole di essere approfondito, considerato che molte aree limitrofe alle conurbazioni potrebbero esercitare un'azione di primaria importanza sulle dinamiche comportamentali degli individui e sul loro benessere psico-fisico.

Una corretta valutazione di tali aspetti è molto importante, anche sulla base dell'ampia superficie che tali aree occupano sul territorio italiano ed allo scopo di identificare le strategie economiche e tecnologiche necessarie per ridurre gli effetti negativi del *global change* sul benessere e la salute dell'uomo.

La gestione sostenibile della vegetazione arborea ed arbustiva urbana si basa su diversi aspetti. La pianificazione, progettazione e gestione sono cruciali per incrementare i benefici netti prodotti dagli alberi in città: mantenere le piante in buona salute, sostenere la copertura arborea già esistente, scegliere le specie arboree più adatte al fine di aumentarne la sopravvivenza e massimizzare l'effetto benefico che si desidera ottenere (le specie ad esempio migliori per l'abbattimento della CO₂ potrebbero non essere le più indicate per il miglioramento della qualità dell'aria).

I dati della Tab. 4 derivano da misure realizzate in ambienti extraurbani data la difficoltà di utilizzare questo tipo di approccio in ambiente urbano ma possono rappresentare una base di partenza per le politiche di gestione di uso del suolo da parte dei comuni.

ECOSISTEMA	NEE (g C/ m ² / a)	Referenza
Prateria	153	Soussana et al. 2007
Bosco maturo	340	Luysaert et al. 2007
Piantagione forestale a rapida crescita	528	Zenone et al.

Tab. 4. Capacità di assorbimento di carbonio di diversi ecosistemi; la misura degli scambi netti dell'ecosistema (NEE) tiene anche conto dell'immagazzinamento di Carbonio del suolo (al netto delle perdite per respirazione e decomposizione).

6. LINEE GUIDA PER MASSIMIZZARE L'ABBATTIMENTO DI CO₂ NELLA FORESTA URBANA

1) Prediligere specie che coniugano rapida crescita e longevità.

La quantità di CO₂ accumulata negli alberi di una foresta urbana dipende da diversi fattori come la densità di copertura già esistente, lo schema, la densità d'impianto e la specie (McPherson, 1999). Le specie a rapido accrescimento inizialmente fissano maggiori quantità di CO₂ ma hanno un ciclo biologico generalmente più ridotto rispetto alle specie a lento accrescimento. Un esempio di specie a rapido accrescimento sono i pioppi (genere *Populus*) che però presentano degli svantaggi in ambiente urbano: si tratta infatti di una specie a legno tenero che se interessata da patogeni e/o in presenza di forti venti, è frequentemente soggetta a crolli, necessita di un cospicuo apporto idrico e da problemi di allergie a causa dei pollini che produce. Bisognerebbe inoltre preferire specie che a maturità raggiungono grandi dimensioni perché riescono ad immagazzinare maggiori quantità di CO₂ anche se in tempi più lunghi. Specie arboree di grandi dimensioni (in ottime condizioni fito-sanitarie) aumentano la rimozione di carbonio e anche di inquinanti atmosferici. Alberi con un diametro maggiore di 83.8 cm assorbono circa 47 volte più carbonio di alberi di piccole dimensioni con diametro inferiore ad 8 cm (Nowak et al., 2000). Piante di grandi dimensioni immagazzinano inoltre 530 volte più carbonio di quelle di piccole dimensioni (Nowak et al., 2000).

2) Scelta del materiale vegetale e riduzione della CO₂.

La piantagione di alberi in ambiente urbano risulta particolarmente efficace per questo scopo poiché, oltre alla riduzione diretta dell'anidride carbonica, è in grado di innescare un *feedback* positivo che porta al miglioramento del microclima e ad una riduzione dell'uso dei combustibili fossili di circa 18 kg/anno per ciascun albero (Rosenfeld et al., 1998). Per questo motivo, ciascuna pianta messa a dimora in ambiente urbano svolge un'azione di riduzione della CO₂ equivalente a quella di 3-5 alberi forestali di pari dimensioni (Akbari, 2002). Il verde urbano è, quindi, un elemento importante per compensare le emissioni di anidride carbonica derivanti dalle attività antropiche (Bertin, 2006).

3) Limitare la mortalità.

Ridurre la mortalità è fondamentale per preservare gli effetti di mitigazione in generale, e quelli di riduzione della CO₂ in particolare. Morani et al., 2011 mostrano come un variazione della mortalità dal 4 all'8% annuo porti ad una riduzione del carbonio stoccato da 60.000 a 11.000 (valori di picco su 100 anni) tonnellate annue.

4) Limitare potature troppo estese.

Selezionando specie arboree adatte all'ambiente urbano e al sito d'impianto (anche come dimensioni e tasso di crescita) si possono minimizzare le potature, riducendo quindi l'emissione di CO₂ conseguente all'uso di mezzi meccanici e attrezzi da taglio a motore e limitare la perdita della CO₂ stoccata nelle parti legnose aeree degli alberi. Bisognerebbe evitare o ridurre fortemente la pratica della capitozzatura che asporta la maggior parte dei rami (quindi carbonio assorbito) e può portare ad un serio danneggiamento delle piante e conseguenti maggiori oneri di manutenzione. del verde urbano.

Specie arboree	Assorbimento lordo di C Kg/individuo
<i>Acacia dealbata</i>	3.44
<i>Acer negundo</i>	5.92
<i>Ailanthus altissima</i>	2.01
<i>Catalpa bignonioides</i>	4.32
<i>Cedrus atlantica</i>	5.17
<i>Cedrus deodara</i>	4.95
<i>Celtis australis</i>	6.21
<i>Cercis siliquastrum</i>	3.87
<i>Cupressus sempervirens</i>	3.35
<i>Laurus nobilis</i>	2.66
<i>Ligustrum lucidum</i>	3.6
<i>Olea europaea</i>	5.04
<i>Pinus pinea</i>	2.95
<i>Platanus acerifolia</i>	11.79
<i>Populus alba</i>	6.52
<i>Populus nigra</i>	4.3
<i>Prunus cerasifera</i>	6.06
<i>Quercus ilex</i>	4.7
<i>Ulmus minor</i>	6.25

Tab. 5. Lista di specie censite a Firenze nei pressi di una linea ferroviaria (Paoletti, 2009). I dati di carbonio lordo assorbito per individuo sono stati estratti da Chaparro L. e Terradas J., 2009.

5) Mantenere alberi longevi, di grandi dimensioni e in salute (gestione e manutenzione).

Permettere agli alberi di arrivare a maturità e scegliere specie che raggiungono grandi dimensioni attraverso la manutenzione, il monitoraggio e il controllo fito-sanitario massimizza l'assorbimento di carbonio. Non solo i nuovi impianti ma anche il mantenimento e la gestione del patrimonio arboreo già esistente sono fondamentali per sostenere la mitigazione della CO₂ dagli alberi.

6) Utilizzare specie arboree che hanno ridotte esigenze di manutenzione.

Quindi ridurre le emissioni di carbonio causate dalle attività di manutenzione e gestione.

7) Selezionare le aree dove effettuare nuovi impianti.

Per massimizzare gli effetti di mitigazione degli alberi rispetto il microclima e per favorire le condizioni di crescita occorre fare un attento lavoro di pianificazione dei nuovi interventi: l'albero sbagliato al posto sbagliato può addirittura aumentare il consumo energetico di un edificio e/o di un complesso urbano. E' quindi fondamentale il posizionamento degli alberi rispetto agli edifici per quel che riguarda il risparmio energetico. Bisogna inoltre pensare che la CO₂ non è legata ad una singola città o ad uno specifico luogo, ma fa parte dell'atmosfera globale. Mitigare la concentrazione globale di anidride carbonica significa però agire anche a livello locale valutando le condizioni ecologiche del sito d'impianto.

8) **Utilizzare il legno per la produzione di energia o in prodotti di lunga durata.**

Incentivare le filiere produttive locali che usano il legno come materia prima come le falegnamerie e i mobilifici, comporta la riduzione e il bisogno dei combustibili fossili per la produzione di energia e di beni fabbricati con materie prime derivate dal petrolio; riduce la quota parte di emissioni di CO₂.

9) **Preservare il carbonio immagazzinato nel suolo.**

Il 18-24 % della CO₂ assorbita dagli alberi e il 61% del carbonio totale in ecosistemi forestali vengono stoccati rispettivamente nelle radici e nel suolo. Nei parchi urbani degli Stati Uniti sono immagazzinati 102 milioni di tonnellate di carbonio. Ecco perché è fondamentale ridurre il disturbo del suolo soprattutto in quei parchi urbani che più si avvicinano ad aree dalle caratteristiche sub naturali: in questo modo si riducono le emissioni di CO₂ dovute ai processi di respirazione favoriti dall'irraggiamento diretto e di decomposizione a cui è soggetto il legno morto.

10) **Utilizzare i terreni liberi per programmi di rimboschimento.**

Molti terreni sia all' interno delle città che nelle grandi fasce marginali presenti ai confini delle città offrono spesso grosse possibilità di accumulare carbonio attraverso programmi di forestazione che si traducono spesso anche in recupero ambientale.

7. GLI INTERVENTI DI RIFORESTAZIONE URBANI E PERIURBANI NEL VENETO

Molti Comuni del Veneto si sono impegnati in autonome iniziative di accrescimento del patrimonio ambientale comunale con progetti di riassetto del c.d. "verde urbano" e /o con veri e propri progetti di rimboschimento.

Alcuni di questi progetti sono nati con intenti di vera e propria protezione e tutela di aree boschive planiziali relitte di origine storica come in caso del Bosco di Carpenedo in comune di Venezia. Lo stato di criticità ecologica in cui versava il relitto boschivo, di primaria importanza naturalistica per le specie di flora e fauna ancora presenti, imponeva un urgente intervento di cinturazione forestale con specie autoctone per impedire un ulteriore degrado della compagine forestale per opere di specie invasive difficilmente governabili (come la *Robinia pseudocacia*).

A trentanni da quel primo intervento si può dire che l'operazione di rimboschimento intorno al Bosco storico sia riuscita. Ora l'intera area è circoscritta e tutelata da un SIC.

In seguito a quella esperienza è nata l'idea di realizzare una grande cintura verde intorno alla città di Mestre che nelle cronache di quegli anni (1970-80 non aveva una grande fama un grande di città verde. Il progetto del Bosco di Mestre si è realizzato con varie amministrazioni successive nei territori contermini alle aree fortemente insediate ed oggi è arrivato al considerevole traguardo di oltre 230 ha di impianti boschivi realizzati con le tecniche della silvicoltura naturalistica con uso di specie autoctone certificate e composizioni e seriazioni forestali di stretta osservanza ecologica.

Il Bosco di Mestre è uno dei maggiori programmi con cui il Comune di Venezia sta valorizzando la terraferma. Rappresenta un intervento orientato all'incremento della biodiversità, mediante il ripristino dei boschi planiziali e la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua.

Il Bosco di Mestre oggi è una realtà che fa parte a pieno titolo, del tessuto urbano del Comune di Venezia.

Articolato in Bosco di Carpenedo, Bosco dell'Osellino, Bosco di Campalto e boschi delle vaste aree Querini, forma una cintura verde intorno all'abitato di Mestre con un bosco che di anno in anno assume sempre più l'aspetto naturale tipico del bosco planiziale.

L'idea di dotare Mestre di un grande bosco periurbano nasce attorno al 1984 da un vasto movimento ambientalista che si oppone alla costruzione del nuovo ospedale vicino al boschetto di Carpenedo (Quaglia, 2015).

Interpretando questo sentire diffuso, nell'ambito dell'allora Azienda Regionale delle Foreste, di cui Gaetano Zorzetto, Prosindaco di Mestre, era consigliere nell'organismo direttivo, prende forma il progetto che oggi è realtà.

Oggi le aree boscate sono gestite dall' "Istituzione Bosco e Grandi Parchi" del Comune di Venezia che ha come obiettivo quello di realizzare l'ambizioso programma descritto nel Piano regolatore vigente che prevede circa 1100 ettari da riconvertire a bosco (fig. 14).



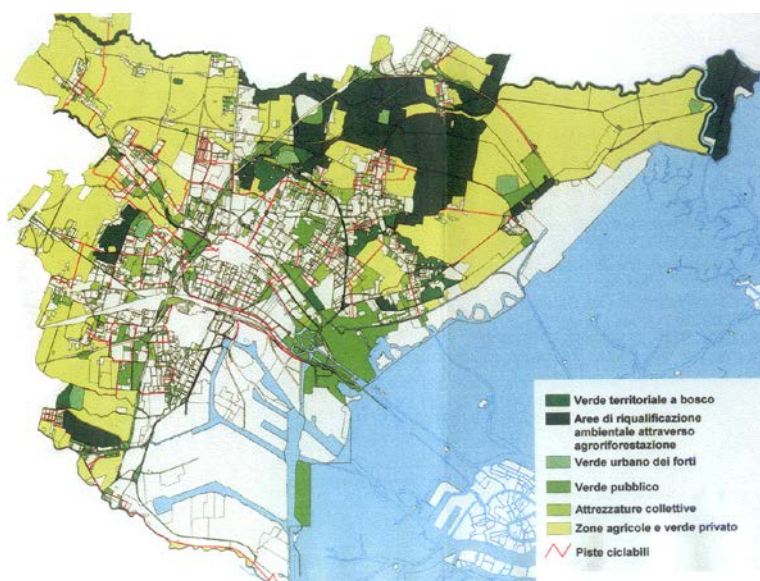
Fig. 13.

Particolare di un camminamento in una delle aree di nuovi impianti nel Bosco di Mestre

Gli obiettivi dichiarati del progetto " Bosco di Mestre" sono:

1. Disinquinare l'aria e i corsi d'acqua che sfociano in Laguna;
2. Proteggere la terraferma dalle alluvioni;
3. Rinaturalizzare e aumentare la biodiversità;
4. Creare aree per lo svago e il tempo libero;
5. Educare all'ambiente e creare un "laboratorio vivente naturale";
6. Recuperare la memoria storica e rafforzare l'identità della città;

Fig. 14.
Piano regolatore di Venezia, variante della terraferma. Tavola progettuale riguardante il verde urbano e le aree di progetto per la riqualificazione forestale con il "Bosco di Mestre"



Altre esperienze simili si sono poi diffuse nel Veneto molte delle quali sono state caratterizzate dall'obiettivo di ripristinare superfici storicamente boscate, residui di usi civici a patrimoni indivisibili. A San Stino di Livenza (VE) nel 1994, a distanza di quasi cinquant'anni da quando le ceppaie furono estirpate dai suoli che da sempre avevano ospitato i boschi, l'Amministrazione Comunale approvava un progetto che prevedeva la ricostruzione dei boschi di Bandiziol e Pressacon. A quello che appariva come un progetto ambizioso seguì una veloce realizzazione che portò in pochi anni all'impianto di una superficie boschiva di 110 ettari, la più grande del Veneto Orientale. La scelta delle specie da utilizzare avvenne attraverso una ricerca storica documentale e bibliografica e l'analisi della composizione dei boschi planiziali relitti (Tab. 7).

Il progetto prevede l'impianto di un bosco planiziale con prevalenza di querce, riservando particolare attenzione alla provenienza dei materiali d'impianto e prescrivendo l'utilizzo di piantine ottenute da semi raccolti nell'area veneto-friulana, condizione essenziale per operare un intervento corretto dal punto di vista ecologico e adatto alle condizioni climatiche della zona d'intervento, al fine di evitare possibili inquinamenti del materiale genetico.

Il bosco di San Stino di Livenza patrimonio della comunità locale è stato affidato alla gestione dell'Associazione Forestale del Veneto Orientale (AFVO) che è la prima associazione tra proprietari di boschi di pianura, creata nel 2002 per lo sviluppo e la tutela delle risorse forestali nell'area del Veneto Orientale.

I 35 boschi gestiti dall'Associazione sono costituiti per il 40% da fustaie mature, testimonianza degli ultimi relitti dell'antica foresta della Serenissima e per il 60% da recenti impianti localizzati in aree agrarie derivanti dagli antichi siti forestali ora riportati alla loro vocazione originaria.

Le tipologie più frequenti sono il Quercu-carpinetu planiziale e le formazioni litorali, caratterizzate da rimboschimenti di pino marittimo e nero consociati con leccio, pioppo e salice.

Il Piano di Gestione Forestale predisposto nel 2003 comprende una superficie di 296 ettari, concentrati principalmente nel bosco Bandiziol-Prassaccon (Comune di San Stino di Livenza) che, con i suoi 118 ettari, si conferma fra le prime foreste planiziali per estensione della Pianura Padana. Negli ultimi anni sono stati censiti o messi a dimora ulteriori 40 ettari di foresta, portando quindi la superficie totale dell'Associazione ben oltre i 300 ettari.

Fig. 12.

Il Giardino botanico "Lino delle Fate" si trova vicino agli stabilimenti termali di Bibione.

Gli alberi sono principalmente Pini marittimi (*Pinus pinaster*) di antico impianto, Roverella (*Quercus pubescens*), Leccio (*Quercus ilex*) e Orniello (*Fraxinus ornus*).

L'interno del giardino botanico è dotato di un sistema di sentieri che permette la visita dell'ambiente boscato.



Tab. 6. Le aree boscate della pianura veneta orientale gestite ed aderenti all'Associazione Forestale del Veneto Orientale.

Nome	Comune	Superficie (ha)
Area C2-2	San Michele al Tagliamento	8
Boschi Bandiziol e Prassaccon	San Stino di Livenza	118
Bosco Belvedere	Torre di Mosto	2
Bosco Canoro	San Michele al Tagliamento(Bibione)	5
Bosco delle Lame	Concordia Saggitaria	23
Campeggio Santa Margherita	Caorle	7
Giardino Botanico Lino delle Fate	San Michele al Tagliamento	7
Lago Azzurro	Gruaro	1
Le Crete	Quarto d'Altino	6
Parco Bosco Fellini	San Donà di Piave	23
Pineta di Eraclea Mare	Eraclea	30
Oasi di San Michele Vecchio	Quarto d'Altino	2

Promossa con il supporto dell'Agenzia di sviluppo dell'area orientale del Veneto (GAL Venezia Orientale), ha potuto usufruire del contributo sulla Misura 9.6 del Piano di sviluppo rurale della regione Veneto, un finanziamento che ha sostenuto i suoi primi cinque anni di attività (2002-2006).

Tra gli associati vi sono attualmente dieci enti pubblici (Comuni) proprietari di aree boscate, il cui impegno è volto a perseguire i seguenti obiettivi:

- Organizzare la proprietà forestale degli associati per consentirne la gestione sostenibile;
- Incrementare la superficie dei boschi del Veneto Orientale;
- Diffondere ed applicare i principi della selvicoltura naturalistica e della "cultura del bosco";
- Fornire assistenza tecnica ai proprietari boschivi associati;
- Estendere la pianificazione forestale a tutta la superficie boscata dell'associazione;
- Incentivare lo sviluppo e l'integrazione della filiera bosco-legno;
- Creare e sviluppare energia all'interno del territorio della filiera bosco-legno.

In questo sforzo di recupero della componente forestale territoriale presente significativamente anche nei territori di pianura del Veneto fino agli inizi del secolo scorso, la Regione Veneto ha messo in campo alcune risorse economiche derivanti dalle politiche agrarie e dai fondi europei.

Tab. 7. Le essenze dei boschi della pianura veneta secondo il modello fitosociologico della la formazione forestale del *Quercus-Carpinetum Boreoitalicum* definito dal Pignatti, 1953.

Alberi	
<i>Quercus robur</i> L.	Farnia
<i>Carpinus betulus</i> L.	Carpino bianco
<i>Fraxinus angustifolia</i> Auct.	Frassino
<i>Acer campestre</i> L.	Acero campestre, oppio
<i>Ulmus minor</i> Miller	Olmo campestre
<i>Tilia cordata</i> L.	Tiglio
<i>Fraxinus ornus</i> L.	Orniello
<i>Salix</i> spp	Salici (varie specie)
<i>Populus nigra</i> L.	Pioppo nero
<i>Alnus glutinosa</i> L.	Ontano nero, Arner
Arbusti	
<i>Corylus avellana</i> L.	Nocciolo
<i>Crataegus monogyna</i> L.	Biancospino
<i>Prunus spinosa</i> L.	Prugnolo
<i>Cornus mas</i> L.	Corniolo
<i>Euonymus europaeus</i> L.	Fusaggine o berretta da prete
<i>Frangula alnus</i> L.	Frangula
<i>Malus sylvestris</i> Miller	Melo selvatico
<i>Pyrus pyraster</i> Burgsd	Pero selvatico
<i>Rhamnus catharticus</i> L.	Spincervino
<i>Rosa canina</i> L.	Rosa selvatica
<i>Viburnum opulus</i> L.	Pallon di maggio
<i>Viburnum lantana</i> L.	Lantana
<i>Cornus sanguinea</i> L.	Sanguinella
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Ligustrello
<i>Sambucus nigra</i> L.	Sambuco nero

Interventi della Regione Veneto per la realizzazione di boschi nella pianura veneta

La Legge regionale 2 maggio 2003, n. 13: "Norme per la realizzazione di boschi nella pianura veneta", così come modificata dalla L.R. 4 agosto 2006 n. 15, prevede l'erogazione di contributi per la realizzazione e il ripristino di boschi di pianura, periurbani e di parchi urbani intesi come aree verdi attrezzate.

La finalità principale della legge è la creazione di boschi planiziali naturaliformi per composizione, struttura e densità, da gestire con le tecniche della selvicoltura naturalistica. Ad essi si associano altre tipologie di impianto ammissibili, quali il bosco periurbano e l'area verde attrezzata: questi sono particolari tipi di bosco al servizio di aree abitate. Il bosco periurbano si colloca normalmente in zona limitrofa ai centri abitati formando cinture verdi, aree ricreative, aree faunistiche e

naturalistiche di notevole importanza ambientale; il parco urbano è maggiormente legato ad un contesto residenziale ed è oggetto di più intensa fruizione.

La legge si prefigge, dunque, i seguenti obiettivi:

- migliorare la qualità dell'ambiente, dell'aria e dell'acqua nel territorio regionale;
- fornire spazi naturali in aree verdi che consentano ai cittadini di svolgere attività ricreative e di rilassamento;
- aumentare la sicurezza idraulica del territorio regionale interconnessa con la presenza di aree boscate;
- ridurre gli effetti dell'inquinamento atmosferico e delle concentrazioni urbane;
- incrementare la biodiversità negli ecosistemi di pianura, favorendo la diffusione delle specie arboree ed arbustive autoctone;
- sensibilizzare l'opinione pubblica sull'utilità dei boschi.

Per tutte le tipologie di impianto, allo scopo di costituire popolamenti il più possibile in equilibrio con le condizioni ambientali della stazione (clima, geomorfologia, suolo, ecc.) e che necessitino, quindi, di bassi apporti di energia dall'esterno per il loro mantenimento, sono state definite delle Linee Guida per la progettazione e realizzazione degli interventi, ad orientamento tecnico dei progettisti e degli operatori. Le Linee Guida formulate da Veneto Agricoltura in base di quanto disposto dal secondo comma dell'art. 5 della Lr 13/03, sono state approvate con Delibera n. 2181 del 17/7/2007.

Sono destinatari degli interventi previsti dalla legge le Amministrazioni Pubbliche, di cui all'art. 1, comma 2 del decreto legislativo 30/3/2001 n. 165 e i Consorzi di bonifica che risultino proprietari dei terreni oggetto di intervento.

Per tutti gli interventi previsti, viene erogato un contributo sino al 70% dell'importo della spesa ritenuta ammissibile.

La fase istruttoria e la redazione della graduatoria delle domande ritenute ammissibili è stata affidata all'azienda regionale Veneto Agricoltura, mentre alla Regione spettano funzioni di controllo, l'approvazione delle graduatorie, la liquidazione dei contributi, e la sorveglianza e valutazione sull'applicazione del bando da effettuare tramite monitoraggio di specifici indicatori fisici e finanziari.

Rispetto alle aspettative iniziali, in base alle quali la stessa LR 13/03 prevedeva uno stanziamento di 1 milione di euro per l'esercizio finanziario 2003 e 2 milioni di euro per ciascuno degli esercizi finanziari 2004 e 2005, le somme realmente impegnate, come è desumibile dalla tabella sottostante, sono state nettamente inferiori.

La circostanza rende testimonianza della oggettiva difficoltà di realizzare una significativa politica di incremento del verde nella pianura veneta.

Le cause di tali difficoltà sono molteplici; le principali possono essere ricercate nella oggettiva frammentazione della proprietà fondiaria e in una non chiara individuazione di priorità, anche dal punto della localizzazione territoriale, degli interventi da finanziare.

Tab. 8 Interventi di realizzazione dei boschi di pianura (Capitolo 100270)

Bando	Decreto di impegno	Beneficiari n.	Superficie imboschita (ha)	Importo Impegnato (€)
1	n. 267 del 30/06/2004	5	45,22	207.258,93
2	n. 626 del 22/12/2004	10	62,19	285.916,50
3	n. 267 del 29/06/2005	11	66,77	317.932,59
4	n. 617 del 12/10/2006	3	8,73	41.446,53
5	n. 997 del 27/12/2007	8	23,89	140.649,77
6	n. 1157 del 6/11/2008	5	11,24	57.829,80
Totale		42	218,04	1.051.034,12

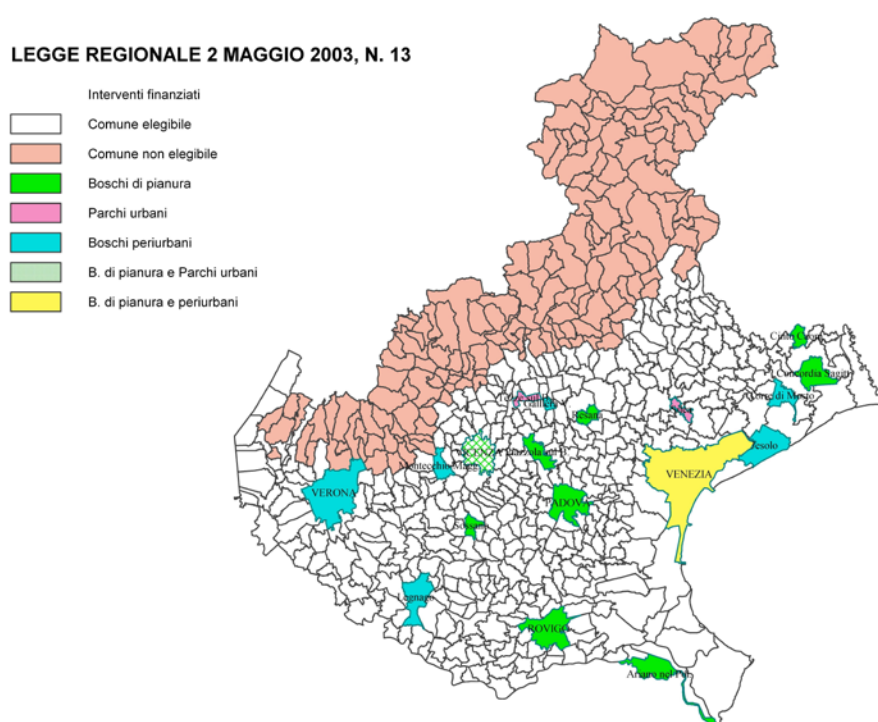


Fig. 13 Comuni del Veneto interessati da interventi di riforestazione urbana/ambientale finanziati con fondi regionali ed europei

Interventi realizzati con fondi del regolamento (CEE) n. 2080/92 del 30 giugno 1992

Le azioni intraprese ai sensi del Regolamento (CEE) n. 2080/92 del Consiglio del 30 giugno 1992 che istituisce un regime comunitario di aiuti alle misure forestali nel settore agricolo cofinanziato dal Fondo europeo agricolo di orientamento e di garanzia (FEAOG), sezione Garanzia, hanno come finalità previste nell'ambito della programmazione regionale:

1. completare le trasformazioni previste nell'ambito delle organizzazioni comuni dei mercati,
2. contribuire ad un miglioramento nel tempo delle risorse della silvicoltura,
3. favorire una gestione dello spazio naturale più compatibile con l'equilibrio dell'ambiente,
4. lottare contro l'effetto serra e assorbire l'anidride carbonica,
5. favorire un'utilizzazione alternativa delle terre agricole mediante l'imboschimento,
6. sviluppare delle attività forestali nelle aziende agricole.

Le azioni previste dal Programma, in relazione alle caratteristiche strutturali, economiche e sociali dell'agricoltura veneta, sono state raggruppate in due assi prioritari:

- a) Misura relativa all'imboschimento di terreni agricoli;
- b) Misure relative al miglioramento delle superfici boschive (miglioramento delle superfici boschive, strade forestali, misure antincendio)

I destinatari degli interventi previsti sono stati tutti i soggetti che intendevano attuare progetti di imboscimento e miglioramento dei boschi esistenti, di costruzione e adeguamento delle strade forestali e costruzione di puniti d'acqua con funzione antincendio previsti dal Programma regionale.

All'interno della Misura relativa all'imboschimento di terreni agricoli è stato possibile sviluppare:

- arboricoltura da legno;
- bosco naturaliforme;
- formazioni arboree pluristratificate;
- altri imboschimenti.

Interventi realizzati con piano di sviluppo rurale 2000-2006

Il Piano di sviluppo rurale della Regione del Veneto elaborato nell'ambito della programmazione comunitaria per il periodo 2000 - 2006, si è prefisso, quale obiettivo globale, il consolidamento, la razionalizzazione e lo sviluppo delle attività rurali nel contesto economico, sociale e territoriale del Veneto.

Il Piano è stato articolato secondo tre assi prioritari di sviluppo con obiettivi specifici:

1. miglioramento della competitività e dell'efficienza del sistema agricolo, agroindustriale e forestale mediante l'ammodernamento e la razionalizzazione del sistema;
2. sostegno integrato del territorio e sviluppo delle comunità rurali;
3. multifunzionalità dell'agricoltura ed azione di salvaguardia e tutela dell'ambiente e del paesaggio rurale.

La Commissione europea ha approvato il Piano di sviluppo rurale della Regione del Veneto con Decisione C/2000/2904 del 29 settembre 2000.

L'Unione Europea, e l'Italia in particolare, pur con un bilancio commerciale positivo nel settore dei prodotti della selvicoltura, risultano essere rilevanti importatori netti di materie prime legnose. Per poter essere competitive nel futuro, le industrie del sistema legno devono assicurarsi una regolare fornitura di materia prima regolare, di elevata qualità ed economicamente vantaggiosa. Pertanto l'imboschimento dei terreni agricoli e non agricoli può contribuire ad accrescere tali produzioni legnose.

Alle finalità produttive degli impianti sono state, ove possibile, associate anche finalità ambientali e di difesa del suolo, allo scopo di ripristinare gli *habitat* naturali che lo sfruttamento del territorio ha talvolta compromesso, creando le condizioni per l'insediamento e lo sviluppo della fauna selvatica.

Nello specifico nell'ambito dell'Asse 2 la misura 8 "Forestazione" si prefigge i seguenti obiettivi generali e specifici:

- incrementare l'estensione delle superfici boschive;
- migliorare e valorizzare le produzioni legnose, contribuendo a ridurre le importazioni;
- favorire una gestione dello spazio naturale più compatibile con l'equilibrio dell'ambiente;
- lottare contro l'effetto serra e assorbire l'anidride carbonica;
- ridurre le produzioni agricole eccedentarie;

- favorire la realizzazione di iniziative ambientali in aree a forte caratterizzazione produttiva;
- recuperare elementi tradizionali del paesaggio rurale;
- favorire la diversificazione dei redditi e delle attività aziendali;
- creare nuove nicchie ecologiche per favorire l'insediamento e lo sviluppo della fauna selvatica;
- ridurre i rischi di dissesto idrogeologico attraverso l'estensione delle aree boscate.

La misura intende incentivare la realizzazione di interventi di imboscamento su superfici agricole e vengono finanziati interventi volti a costituire:

- impianti con finalità ambientale: imboschimenti protettivi e multifunzionali; boschi naturaliformi;
- impianti con finalità produttiva: arboricoltura da legno con latifoglie pregiate a ciclo lungo; arboricoltura da legno con latifoglie a ciclo breve; tartuficoltura; castanicoltura da frutto.

La sottomisura 9.1 del Piano PSR 2000-2006, denominata "Imboschimenti di terreni non agricoli", invece, si prefigge di raggiungere i seguenti obiettivi:

- incrementare l'estensione delle superfici boschive;
- migliorare e valorizzare le produzioni legnose;
- favorire una gestione dello spazio naturale più compatibile con l'equilibrio dell'ambiente;
- integrare gli effetti positivi sull'ambiente previsti dall'imboscamento dei terreni agricoli;
- creare nuove nicchie ecologiche per favorire l'insediamento e lo sviluppo della fauna selvatica;
- contenere i rischi di dissesto idrogeologico attraverso l'estensione delle aree boscate.

Potevano essere finanziati esclusivamente interventi volti a realizzare impianti con finalità produttiva (arboricoltura da legno con latifoglie pregiate a ciclo lungo; arboricoltura da legno con latifoglie a ciclo breve, anche per la produzione di biomassa).

Erano destinatari degli interventi previsti tutti i soggetti privati e loro associazioni o Comuni e loro associazioni che si prefiggevano interventi di forestazione o imboscamento.

Gli interventi del programma di sviluppo rurale 2007-2013

Il Regolamento CE 1698 del 20 febbraio 2005 del Consiglio, in coerenza con la riforma dei Fondi strutturali, ha ricondizionato il sostegno allo sviluppo rurale del Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale (FEASR), introducendo nel sistema di programmazione dello sviluppo rurale 2007-2013, un approccio basato su un maggiore contenuto strategico a livello comunitario, e nazionale. In sintesi, l'approccio strategico alla programmazione era fondato su questi principi:

1. concentrazione su un numero limitato di obiettivi prioritari;
2. approccio strategico basato su un sistema di programmazione che prevede l'elaborazione di Orientamenti Strategici Comunitari, di un Piano Strategico Nazionale e, infine, a livello regionale, di un Programma di Sviluppo Rurale;
3. rafforzamento degli strumenti di monitoraggio e valutazione per verificare annualmente i progressi dei programmi di sviluppo rurale.

Il PSR Veneto 2007-2013 si è articolato in quattro assi principali, ciascuno dei quali a sua volta prevede una serie di misure che individuano gli interventi necessari al raggiungimento degli obiettivi fissati sulla base del regolamento comunitario, dal Piano strategico nazionale e dalle priorità individuate dall'Autorità di gestione regionale.

- Asse 1: Miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale;
- Asse 2: Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale;
- Asse 3: Qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia;
- Asse 4: Attuazione dell'approccio Leader.

Nello specifico nell'ambito dell'Asse 2 la misura 221 "Primo imboschimento di terreni agricoli" e la misura 223 "Primo imboschimento di terreni non agricoli" incentivano rispettivamente in terreni agricoli e non, la diffusione del bosco e delle colture legnose per ridurre gli effetti dell'agricoltura intensiva, favorire la difesa del suolo e delle acque, permettere l'assorbimento di CO₂, produrre fonti energetiche rinnovabili (legno) e valorizzare il paesaggio agrario. Le misure si dividevano in azioni volte a costituire:

Azione 1 – boschi permanenti;

Azione 2 - fustaie a ciclo medio-lungo (> 15 anni);

Azione 3 – impianti a ciclo breve (< 15 anni);

Azione 4 – impianti ad alta densità per il disinquinamento dell'acqua;

Azione 5 - impianti ad alta densità per la ricarica delle falde;

Beneficiari delle misure erano persone fisiche e persone giuridiche di diritto privato, persone giuridiche di diritto pubblico singole o associate.

Il futuro nel programma di sviluppo rurale 2014-2020

Il Programma di Sviluppo Rurale per il Veneto 2014-2020 è stato approvato con decisione della Commissione Europea n. 3482 del 26 maggio 2015 e ratificato dalla Regione del Veneto con la deliberazione della Giunta Regionale n. 947 del 28 luglio 2015. Il PSR Veneto 2014-2020 costituisce lo strumento di programmazione per lo sviluppo rurale regionale che concorre, assieme agli altri fondi strutturali e di investimento europei (SIE), alla realizzazione delle priorità della strategia "Europa 2020", nel quadro dell'Accordo di partenariato tra lo Stato Italiano e l'Unione Europea.

La proposta di programma si articola in 13 misure e 45 interventi, che contribuiranno al raggiungimento degli obiettivi fissati nel quadro delle 6 Priorità europee, articolate a loro volta in 18 *Focus area*.

Nello specifico all'interno della Misura 8 "Investimenti nello sviluppo delle aree forestali e nel miglioramento della redditività delle foreste (articoli da 21 a 26 del Reg. (UE) 1305/2013)" si prevede l'attivazione di una serie articolata di interventi diretti, da un lato ad aumentare la superficie delle aree forestali e dall'altro a migliorare le foreste esistenti e la filiera bosco-legno.

In particolare la Sottomisura 8.1 "Sostegno alla forestazione/all'imboschimento" e il tipo intervento 8.1.1 "Imboschimento di terreni agricoli e non agricoli" prevedono investimenti relativi a:

1. Imboschimento permanente di terreni agricoli e non agricoli. Costituzione di boschi permanenti con specie forestali arboree e/o arbustive autoctone, con prevalenti finalità climatico - ambientali, protettive, paesaggistiche e sociali.

2. Imboschimento temporaneo di terreni agricoli e non agricoli, a ciclo medio - lungo (turno superiore a 20 anni). Piantagioni di arboricoltura da legno pure o miste, monocicliche o policicliche, anche potenzialmente permanenti, con finalità multiple, nonché con funzione di mitigazione e di adattamento al cambiamento climatico.

3. Imboschimento temporaneo di terreni agricoli e non agricoli, a ciclo breve (turno maggiore di 8 anni e inferiore uguale a 20 anni). Piantagioni di arboricoltura da legno (pure o miste, monocicliche con finalità multiple, nonché con funzione di mitigazione e di adattamento al cambiamento climatico).

Beneficiari dei contributi saranno soggetti pubblici e privati, anche in forma associata, che siano proprietari e/o gestori di terreni agricoli e non agricoli. Nel caso di terreni di proprietà dello Stato, il sostegno potrà essere concesso solo se il soggetto che gestisce tali terreni è un privato o un Comune.

8. CONCLUSIONI

Il problema della pianificazione, impianto e gestione delle aree verdi deve essere inquadrato nella prospettiva di combinare, quanto più possibile, risultati soddisfacenti sotto il profilo tecnico ed economico, con il rispetto delle attività umane e dell'ecologia degli ambienti. Le scelte saranno, quindi, effettuate anche sulla base della quota d'inquinanti rimossi dalla vegetazione, il miglioramento, in percentuale, della qualità dell'aria, l'emissione oraria e giornaliera dei composti organici volatili, ed il relativo impatto sulla genesi di ozono; l'ammontare totale del carbonio organico, l'effetto del bosco urbano sull'efficienza energetica nella zona confinante, la produzione di polline e allergeni, l'evapotraspirazione e la conseguente modifica del microclima.

Il conseguimento di questi obiettivi richiede un complesso di conoscenze, derivate dalla ricerca sperimentale e dall'esperienza pratica che, purtroppo, al momento attuale, risultano piuttosto carenti e, per alcuni aspetti, completamente mancanti nel nostro Paese, mentre è d'altra parte indubbio, e documentato da un'ampia bibliografia scientifica e tecnica, che la ricerca su questo argomento di primario interesse, è stata negli ultimi tempi particolarmente intensa soprattutto negli Stati Uniti, e nei Paesi Europei dove sono in atto da anni progetti di lungo termine per la sostenibilità delle aree urbane.

I risultati presenti in letteratura, tuttavia, non sono sempre direttamente applicabili in Italia, sia per una diversità di condizioni pedoclimatiche, sia per un diverso contesto sociale, culturale ed economico e necessitano una revisione completa con l'elaborazione di modelli originali che tengano in considerazione anche la specificità della flora e degli assetti urbanistici riscontrabili nelle varie zone d'Italia.

Proprio per questo sono in corso, anche in Italia, alcuni progetti che vedono coinvolti gruppi di ricerca multidisciplinari, che affrontano le problematiche legate ad una visione globale del verde multifunzionale ormai considerato come un vero e proprio ecosistema diversificato ed ecologicamente stabilizzato che assicuri alla comunità, quelle condizioni di sostenibilità ormai divenute presupposto indispensabile nella gestione del verde urbano e periurbano.

La predisposizione di linee guida regionali per migliorare l'efficacia e l'efficienza di questa politica sarebbe auspicabile; nondimeno il varo di una normativa di incentivazione economica verso i cittadini e i Comuni che intraprendono iniziative singole e collettive di ricostituzione del verde arboreo urbano e periurbano.

9. BIBLIOGRAFIA E LETTURE

1. AA. VV., 2010 – *Linee guida per la redazione del Piano e del Regolamento comunale del verde urbano nella provincia di Viterbo* -Provincia di Viterbo -Assessorato Ambiente.
2. Akbari H., 2002. *Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power plants*. Environmental Pollution, 116: S119-S126.
3. Batjes, N. H. 1996. *Total carbon and nitrogen in the soils of the world*. European Journal of Soil Science 47, 151-163.
4. Beckett K.P. et al., 1998. *Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution*. Environmental Pollution 99: 347-360.
5. Beckett K.P. et al., 2000. *Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed*. Global Change Biology (2000) 6, 995-1003.
6. Bertin L., 2006. *Ricominciare dal verde*. ACER, 6/06, 44-47.
7. Birdsey, R. 1992. *Carbon storage and accumulation in United States forest ecosystems*. Gen. Tech. Rep. WO-GTR-59. Radnor, PA: Northeastern Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 51 p.
8. Brack C.L., 2002. *Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest*. Environmental Pollution, 116: 195-200.
9. Brack C.L., et al., 1999. *Data collection and management for tree assets in urban environments*. Proc. 21st Urban Data Management Symposium, Venezia, Italia.
10. Calfapietra, C., Fares, S., Loreto, F., 2009. *Volatile organic compounds from Italian vegetation and their interaction with ozone*. Environmental Pollution, 157: 1478-1486.
11. Chaparro L. e Terradas J., 2008. *Ecological Services of Urban Forest in Barcelona*. Report commissioned for: Area de Medi Ambient Institut Municipal de Parcs Jardins;Ajuntament de Barcelona.
12. Chapin F.S. et al., 2005. *Reconciling carbon-cycle concepts, terminology, and methods*. Ecosystems V9, 1041-1050.
13. Emberson L.D. et al., 2000. *Modelling stomatal ozone flux across Europe*. Environmental Pollution 109: 403-413.
14. Fares et al., 2007. *Stomatal uptake and stomatal deposition of ozone in isoprene and monoterpene emitting plants*. Plant Biology 10: 44-54.
15. Freer – Smith P.H. et al., 2004. *Capture of particulate pollution by trees: a comparison of species typical of semi – arid areas (Ficus nitida and Eucalyptus globulus) with european and north american species*. Water, Air and Soil Pollution 155. 173 – 187.
16. Foster, K.L. et al., 2006. *The Role of Multimedia Mass Balance Models for Assessing the Effects of Volatile Organic Compound Emissions on Urban Air Quality*. Atmospheric Environment 40 (16): 2986-2994.
17. Fowler D. et al., 1989. *Deposition of atmospheric pollutants on forests*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 324:247-265.
18. Guenther, A., et al., 1995. *Global-Model of Natural Volatile Organic-Compound Emissions*. J. Geophys. Res.-Atmos., 100(D5), 8873–8892.
19. Heisler, G.M. 1986. *Energy savings with trees*. Journal of Arboriculture 12(5): 113-125.
20. Heisler, G.M. 1990. *Mean wind speed below building height in residential neighborhoods with different tree densities*. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) Transactions 96(1): 1389-1395.
21. Jarvis P.G., 1976. *The interpretation of the variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London ser. B. 273. 593 – 610.
22. Johnson A.D. e H.D. Gerhold, 2003. *Carbon storage by urban tree cultivars, in roots and above ground*. Urban Forestry & Urban Greening, 2: 65-72.
23. Jo, H.K. e McPherson, E.G., 1995. *Carbon storage and flux in urban residential greenspace*. Journal of Environmental Management 45: 109-133.
24. Kuo, F. E. et al., 1998. *Transforming inner-city landscape: Trees, sense of safety, and preference*. Environmental Behavior, 30(1): 28-59.
25. Kuo, F. E., Sullivan, W. C., 2001a. *Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime?* Environmental Behavior, 33(3):343-365.
26. Loreto F. et al., 2008. *Volatile organic compounds in the biosphere-atmosphere system: a preface*. Plant Biology 10, 2-7.

27. Loveys, et al., 2002. *Growth temperature influences the underlying components of relative growth rate: an investigation using inherently fast-and slow growing plant species*. *Plant, Cell & Environment* 25: 975–987.
28. Lumicisi et al., 2007. *Il ruolo dello Stato e delle Amministrazioni Regionali e Locali nell'applicazione del Protocollo di Kyoto nel settore forestale*. *Forest@* 4: 246-249.
29. Luysaert S, I. Inglima, M. Jung, et al. 2007. *The CO₂-balance of boreal, temperate and tropical forests derived from a global database*. *Global Change Biology* 13(12): 2509-2537
30. Meier, Alan K. 1990/91. *Strategic landscaping and air-conditioning savings: a literature review*. *Energy and Buildings* 15-16: 479-486.
31. McPherson, E.G. 1993. *Evaluating the cost effectiveness of shade trees for demand-side management*. *The Electricity Journal* 6(9): 57-65.
32. McPherson, E.G. e Rowntree, R.A. 1993. *Energy conservation potential of urban tree planting*. *Journal of Arboriculture* 19: 321-331.
33. McPherson E.G., et al., 1994. *Chicago's urban forest ecosystem: results of Chicago urban forest climate project*. Forest Service, USDA, Radnor, PA.
34. McPherson, E.G. e Simpson, J.R. 1995. *Shade trees as a demand-side resource*. *Home Energy* 12(2): 11-17.
35. McPherson, E.G. e Simpson, J.R., 1999. *Carbon Dioxide Reduction Through Urban Forestry: Guidelines for Professional and Volunteer Tree Planters*. General Technical Report PSW-GTR-171. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 237 p.
36. McPherson E.G., 2007. *Benefit-based tree valuation*. *Arboriculture & Urban Forestry*, 33(1): 1-11.
37. Miller, R.H.e Miller, R.W., 1991. *Planting survival of selected street tree taxa*. *Journal of Arboriculture* 17(7): 185-191.
38. Morani A. et al., 2010. *How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the Million Trees NYC initiative*. *Environmental Pollution* 159 :1040-1047.
39. Niinemets, Ü. e Valladares, F., 2004. *Photosynthetic acclimation to simultaneous and interacting environmental stresses along natural light gradients: optimality and constraints*. *Plant Biology*. 6:254–268.
40. Nowak D.J., 1994. *Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest*. In: E.G. McPherson, D.J. Nowak, R.A. Rowntree (eds.), *Chicago's urban forest ecosystem: results of Chicago urban forest climate project*. Forest Service, USDA, Radnor, PA, pp. 83-94.
41. Nowak, D., 2000. *Tree Species Selection, Design, and Management to Improve Air Quality Construction Technology*. Annual meeting proceedings of the American Society of Landscape Architects.
42. Nowak, D.J., and D.E. Crane. 2000. *The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions*. In: Hansen, M. and T. Burk (Eds.) *Integrated Tools for Natural Resources Inventories in the 21st Century*. Proc. Of the IUFRO Conference. USDA Forest Service General Technical Report NC-212. North Central Research Station, St. Paul, MN. pp. 714-720.
43. Nowak D.J. e D.E. Crane, 2002. *Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA*. *Environmental Pollution*, 116: 381-389.
44. Nowak, D.J., et al., 2002. *Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide*. *Journal of Arboriculture* 28(3), 113-122.
45. Nowak D.J. et al., 2006. *Air pollution removal by urban trees and shrubs in thr United States*. *Urban Forestry & Urban Greening* 4, 115–123.
46. Nowak D.J. and Heisler G.M., 2010. *Air Quality Effects of Urban Trees and Parks*. Executive Summary, Research series 2010. National Recreation and Park Association.
47. Parker, J.H. 1983. *Landscaping to reduce the energy used in cooling buildings*. *Journal of Forestry* 81: 82-84.
48. Pataki, D.E., et al., 2006. *Urban ecosystems and the North American carbon cycle*. *Global Change Biology*, 12, 2092-2102.
49. Peper P.J. e E.G. McPherson, 1998. *Comparison of four foliar and woody biomass estimation methods applied to open-grown deciduous trees*. *Journal of Arboriculture*, 24(4), 191-200.
50. Larcher W., 1980. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag. 2nd totally rev. Edition. 303 pagg.
51. Poorter, H.C., et al., 1990. *Carbon and nitrogen economy of 24 wild species differing in relative growth rate*. *Plant Physiology* 94: 621–627.
52. Rosenfeld A.H., et al., 1998. *Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction*. *Energy and Building*, 28: 51-62.

53. Sanesi G. et al., 2001. *Ricerca sui sistemi del verde multifunzionale in ambito toscano (RISVEM). Linee guida tecnico-operative per la pianificazione, progettazione, realizzazione, gestione di spazi verdi multifunzionali*. ISBN: 88-87553-15-7, 978-88-87553-15-4.
54. Sgrigna G., 2011. *Assorbimento degli inquinanti atmosferici da parte della Foresta Urbana: Perugia un caso studio*. Tesi di Laurea Specialistica.
55. Soussana J.F., Allard V., Pilegaard K. et al. 2007. *Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites*. Agriculture, Ecosystems and Environment 121: 121–134.
56. Whitford, V., et al., 2001. *City form and natural process—indicators for the ecological performance on urban areas and their application to Merseyside, UK*. Landscape Urban Planning. 57: 91–103.
57. Zenone T., Migliavacca M., Montagnani L., Seufert G., Valentini R. *Carbon Sequestration In Short Rotation Forestry (SRF) And Traditional Poplar Plantation: The JRC Kyoto Experiment*. www.fao.org/forestry.
58. AA. VV. *Cambiamenti Climatici ed Eventi Estremi: Rischi per la salute in Italia* Edizione italiana curata dall'APAT-ISPRA di *Health Risk of climate change and variability in Italy* dell'Ufficio regionale per l'Europa dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS- WHO); ISBN 978 88 848 0309 4.
59. *Verde urbano, vivaismo, forestazione* Edizioni delle autonomie, 1981 - 343 pagine.
60. Oneto G., 1991. *Piani del verde e forestazione urbana* Ambiente e territorio Volume 31 di Tecnica e territorio Il Sole 24 Ore - 372 pagine.
61. Focchi F., 1986 *Forestazione urbana e volontariato in Europa: Alcune significative esperienze*. Italia Nostra, Docter.
62. Antonello Pasini (- a cura di), 2006. *Kyoto e dintorni. I cambiamenti climatici come problema globale* Franco Angeli.
63. AA.VV. , 1984. *Un Boscoincittà: analisi di un'esperienza di forestazione urbana a Milano*. F. Angeli, 426 pagine.
64. Caniglia G., 1981. *Il bosco di Carpenedo (Venezia)*, estratto da "Società veneziana di scienze naturali - Lavori", 6, Venezia.
65. Del Favero R., 1996. *Il significato delle tipologie forestali nella selvicoltura prossima alla Natura*, "Dendronatura", II, , pp.7-12.
66. Del Favero R., e altri, 2000. *Biodiversità e indicatori nei tipi forestali del Veneto*, Mestre-Venezia, Regione Veneto, Direzione Foreste.
67. Pitteri M., 1990. *Il "Paludo" comunale di Codognè e la sua riduzione a coltura*, in Codognè. *Nascita e sviluppo di una comunità trevigiana di pianura tra Venezia e Monticano*, a cura di L. Caniato e G. Follador, Comune di Codognè, , pp. 171-188.
68. Susmel L., 1994. *I rovereti di pianura della Serenissima*, Padova, Cleup.
69. Zanetti M., 1988. *Boschi e alberi della pianura veneta orientale: nella storia naturale, nel paesaggio, nel costume contadino*, Portogruaro, Nuova dimensione.
70. Celetti D., 2008. *Il bosco nelle province venete dall'unità ad oggi: strutture e dinamiche economiche in età contemporanea*, CLEUP, 372 pagine.
71. Veneto Agricoltura. *Piano di gestione delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) "Boschi pianiziali". "Bosco di Carpenedo" "Bosco di Cessalto" "Bosco di Lison" Bosco Zacchi" "Bosco di Cavalier" Bosco di Basalghelle" "Bosco di Gaiarine"*.
72. Ruffo S. (a cura di -), 2001. *Le Foreste della Pianura Padana. Un labirinto dissolto*. Quaderni Habitat 3. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio Museo friulano di storia naturale, Comune di Udine.
73. Lorenzoni GG., Zanaboni A., *L'importanza delle vegetazioni relitte e delle siepi nell'agroecosistema della pianura padana e nella ricostruzione dinamica della vegetazione*. In: Paoletti M.G., Stinner B.R. and Lorenzoni G.G. Editors; *Agricultural Ecology and Environment*, Elsevier, pp. 155-161.
74. Poldini L., Buffa G., Sburlino G., Vidali M., *I boschi della pianura padana orientale e problemi inerenti alla loro conservazione*. *Natura Bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat.*, Brescia, 2009, 36: 179-184.
75. Raffaele Bellio. *Il bosco di Mestre: possibili scenari di gestione selvicolturale di un bosco di pianura*. Tesi di dottorato di ricerca in territorio, ambiente, risorse e salute; indirizzo: ecologia. Università degli Studi di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali. 31 Gennaio 2008.
76. Chiara Quaglia. *"Valori" e "circostanze" nei processi istituzionali di riconoscimento del paesaggio. Esplorazioni nel caso Veneto*. Tesi di dottorato di ricerca in : studi storici, geografici e

antropologici; indirizzo: geografia umana e fisica. Università degli Studi di Padova. Dipartimento di Scienze Storiche, Geografiche e dell'Antichità - sez. di Geografia. Settembre 2015

10. RIFERIMENTI

<http://www.milliontreesnyc.org/html/home/home.shtml>

<http://www.plant-for-the-planet-billiontreecampaign.org/>

https://it.wikipedia.org/wiki/Plant_for_the_Planet

<http://www.un.org/climatechange/blog/2014/08/plant-planet-billion-tree-campaign/>

www.fao.org/forestry

<http://www.enti.comune.venezia.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/104>

Associazione Forestale del Veneto Orientale: <http://www.afvo.it/foreste/>

Regione Lombardia, Progetto europeo della su Forestazione urbana: <http://www.emonfur.eu/>

Istituzione bosco e grandi parchi di Venezia:

<http://www.enti.comune.venezia.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/52>

La gestione del verde urbano (Wall Street International)

<http://wsimag.com/it/architettura-e-design/18223-la-gestione-del-verde-urbano>