ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

ROMA

TURAS

Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma Capitale

MANUALI E LINEE GUIDA

129 / 2015

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

ROMA

TURAS

Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma Capitale

Manuali e Linee Guida 129/2015

Informazioni legali

L'istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ispra) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Manuali e Linee Guida 129/2015
ISBN 978-88-448-0747-4

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica
ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli
Foto di copertina: Franco Iozzoli

Coordinamento editoriale:
Daria Mazzella
ISPRA – Settore Editoria

16 dicembre 2015

Autori

Marzia Mirabile, Pietro Massimiliano Bianco, Valerio Silli, Silvia Brini, Anna Chiesura, Marina Vitullo, Lorenzo Ciccarese, Riccardo De Lauretis, Domenico Gaudioso.
ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale

Hanno collaborato:
Claudio Baffioni, Isabella Guttadauria, Maurizio Odorico, Paolo Alfredo Paiella, Stefano Vallocchia, Alessandro Massimo Voglino
Roma Capitale

Il box sui suoli urbani è stato curato da:
Fiorenzo Fumanti, Marco Di Leginio
ISPRA – Istituto per la protezione e la Ricerca Ambientale

Il box sul verde urbano e allergie è stato curato da:
Luciana Sinisi, Jessica Tuscano, Francesca De Maio
ISPRA – Istituto per la protezione e la Ricerca Ambientale

Il box sul consumo di suolo è stato curato da:
Michele Munafò
ISPRA – Istituto per la protezione e la Ricerca Ambientale
Luana Groccia
Sapienza-Università di Roma

INDICE

PREMESSA ... 8
INTRODUZIONE ... 9
1. PROGETTAZIONE ... 13
1.1 Finalità del progetto di forestazione ... 13
1.1.1 Approfondimento sulla cattura della CO_2 ... 14
1.1.2 Approfondimento sull'abbattimento degli inquinanti ... 16
1.1.3 Approfondimento sulla conservazione della biodiversità ... 17
1.2 Scelta dell'area ... 18
Box 1 - I suoli in ambiente urbano ... 21
1.3 Indirizzi progettuali ... 26
1.4 Scelta delle specie ... 26
1.4.1 Criteri per la scelta di specie idonee al sequestro di carbonio ... 28
1.4.2 Criteri per la scelta di specie indicate per la mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico ... 29
1.4.3 Criteri per la scelta di specie per incrementare la biodiversità animale ... 32
Box 2 - Verde urbano e allergie ai pollini: consigli per l'uso ... 44
Box 3 - Il consumo di suolo in Italia e le politiche di limitazione, mitigazione e compensazione dell'impermeabilizzazione ... 47
1.5 Scelta del materiale di propagazione ... 51
2. REALIZZAZIONE ... 52
2.1 Attività preparatorie ... 52
2.1.1 Spietramento ... 52
2.1.2 Eliminazione della vegetazione infestante ... 52
2.1.3 Lavorazione del terreno ... 52
2.1.4 Concimazione ... 53
2.2 Impianto ... 54
2.2.1 Sesto d'impianto ... 54
2.2.2 Apertura buche ... 55
2.2.3 Messa a dimora ... 55
2.2.4 Altri interventi ... 56
2.3 Prima manutenzione ... 57
ALLEGATO 1 ... 60

PRESENTAZIONE

In Europa più dei due terzi della popolazione vive nelle aree urbane ed è pertanto a scala locale che devono essere incentivate e implementate politiche di adattamento e mitigazione dei complessi cambiamenti ambientali in atto.
Le presenti Linee guida di forestazione urbana sostenibile, redatte da ISPRA con Roma Capitale, sono un'occasione importante per sottolineare che tra i compiti dell'Istituto che presiedo vi sono, oltre alle attività di monitoraggio e controllo ambientale, quello di fornire supporto scientifico e tecnico alle decisioni, in modo da colmare quel *gap* tra *science* e *policy* che spesso impedisce la corretta implementazione delle politiche, soprattutto alla scala locale, come quella di cui si tratta nella presente pubblicazione. Ed è proprio a scala urbana che si stanno concentrando negli ultimi anni le sfide emergenti nel campo ambientale: dissesto idrogeologico, cambiamenti climatici, consumo di suolo, perdita di biodiversità, lotta all'inquinamento atmosferico, trasporti e mobilità, qualità della vita. Tutti aspetti centrali da affrontare in maniera integrata se si vuole percorrere concretamente la via dello sviluppo sostenibile.
Dal 2004 il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ISPRA/ARPA/APPA) realizza e pubblica annualmente il Rapporto sulla Qualità dell'ambiente urbano che - tra gli altri - tratta i temi dei cambiamenti climatici, del verde e della biodiversità nelle maggiori aree urbane del Paese, attraverso la raccolta e la valutazione dei dati utili al popolamento di alcuni indicatori chiave in collaborazione con altri enti e istituzioni (ISTAT, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, etc.). ISPRA conduce anche attività di ricerca e approfondimento sulla diversità delle aree verdi presenti nei contesti urbani, sui loro servizi ecosistemici e la multifunzionalità, sugli strumenti di pianificazione e gestione del verde. Fornisce supporto tecnico-scientifico al Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, organo collegiale istituito presso il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, in accordo con quanto previsto all'art. 3 della legge n. 10/2013 "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani".
La natura, anche quella presente negli ambienti antropizzati, rappresenta il capitale di infrastrutture verdi su cui occorrerà investire sempre più in futuro per avere città più *smart* e più resilienti, grazie alla pluralità di servizi ecosistemici forniti. Ma i cambiamenti climatici conseguenti all'incremento della concentrazione di gas serra nell'atmosfera possono determinare notevoli mutamenti nella struttura e nelle funzioni degli ecosistemi, con conseguenze negative a carico della biodiversità e dei relativi servizi ecosistemici. Le misure di forestazione da adottare devono quindi puntare ad aumentare la resilienza degli ecosistemi, ovvero la loro capacità di assorbire e compensare le pressioni antropiche e naturali provenienti dall'esterno, compresi gli effetti del cambiamento del clima. È quindi cruciale orientare gli interventi di forestazione urbana verso principi di sostenibilità che tengano conto del ruolo multifunzionale delle foreste (ruolo ecologico e ambientale, ma anche economico e socio-culturale) secondo un approccio ecosistemico.
Le presenti Linee guida forniscono indicazioni mirate alla specifica realtà territoriale della città di Roma, in funzione del contesto bioclimatico, pedologico e vegetazionale in cui ci si trova ad operare. Nelle fasi di progettazione e realizzazione di nuove aree verdi viene data particolare attenzione non solo all'uso originario dei suoli (ad es. agricolo, industriale), ma anche alla destinazione d'uso finale (ad es. parco urbano, area boscata, etc.), e alle finalità del progetto di forestazione (lotta ai cambiamenti climatici, tutela della biodiversità, o altro), in modo da indirizzare verso la selezione delle specie arboree più idonee ai vari contesti.
Obiettivo finale è quello di disporre di un quadro di riferimento solido dal punto di vista tecnico-scientifico per l'implementazione e la verifica di politiche di forestazione urbana e di incremento del verde cittadino, che siano sostenibili sia dal punto di vista ecologico e ambientale che sociale ed economico, e fornire un documento tecnico di supporto alle decisioni dell'amministrazione locale rispetto alla progettazione e realizzazione di nuove foreste in aree urbane e periurbane.

Presidente ISPRA
Prof. Bernardo De Bernardinis

PREMESSA

La città di Roma negli ultimi anni ha subito profondi cambiamenti. La conformazione della capitale, con un centro storico denso di preesistenze archeologiche, contornato da un edificato diffuso sull'estesa tessitura verde dell'Agro Romano, le conferisce una particolarissima situazione di benessere climatico ed ambientale, di cui la ricchezza di biodiversità ne è il risultato più evidente.
Roma, nonostante le trasformazioni avvenute negli ultimi anni, è una città "verde". Su un'estensione totale di circa 129.000 ettari, vi sono circa 43.000 ettari di verde e circa 50.000 ettari oggetto di coltivazioni agricole. Ville storiche, parchi e giardini (pubblici e privati) nella parte centrale della città, andando verso la periferia diventano riserve naturali ed aree agricole. In tal modo Roma è il secondo comune agricolo più grande di Europa con un totale di 13,78 mq/abitante di verde "fruibile". Il totale di 13,78 mq/abitante è il risultato notevole dell'amministrazione capitolina dovuto alle nuove acquisizioni di aree verdi e alle nuove afforestazioni e bonifiche: se rapportato ad altre città sia italiane che europee il valore è certamente estremamente significativo.
Roma Capitale è impegnata a tutelare e valorizzare il patrimonio ambientale, la riqualificazione del tessuto urbano, la salvaguardia del paesaggio e delle caratteristiche naturali del territorio.
Attraverso l'Osservatorio Ambientale sui Cambiamenti Climatici del Dipartimento Tutela Ambientale, l'Amministrazione è partner del Progetto TURaS (Towards Urban Resilience and Sustainability – Verso la resilienza e la sostenibilità urbana), finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del VII Programma Quadro Ricerca e Sviluppo. Il Progetto intende analizzare, sviluppare, dimostrare e diffondere scenari e strategie di supporto alle aree urbane e peri-urbane per l'implementazione di politiche di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici finalizzato all'aumento della resilienza urbana rispetto alle emergenze ambientali in atto.
Nell'ambito del Progetto TURaS in collaborazione con ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) è stato prodotto questo manuale delle "Linee Guida per la Forestazione Urbana Sostenibile".
L'ISPRA, oltre ad occuparsi delle interazioni tra foreste e cambiamenti climatici partecipa ai lavori dell'IPCC (Intergovernamental Panel of Climate Change) e sviluppa l'Inventario Nazionale delle Emissioni dei gas climalteranti e dei sink di Carbonio. Riguardo alla dimensione specificatamente urbana del tema qui trattato, inoltre, ISPRA conduce da anni attività di monitoraggio e valutazione delle infrastrutture verdi nelle principali città italiane, attraverso il Rapporto annuale sulla "Qualità dell'ambiente urbano" e attività di ricerca a supporto delle politiche nazionali sul verde, foreste incluse.
Le Linee Guida hanno come obiettivo quello di fornire un quadro di riferimento solido – valido anche a livello europeo – dal punto di vista tecnico-scientifico per la realizzazione, l'implementazione e la verifica di politiche di forestazione urbana e di incremento del verde cittadino, sostenibili sia dal punto di vista ecologico ambientale, che sociale ed economico.
Al fine di inquadrare correttamente le politiche di incremento del patrimonio arboreo cittadino nel contesto delle azioni ambientali di tutela della biodiversità e lotta ai cambiamenti climatici, le Linee Guida documentano e approfondiscono gli aspetti tecnici e gestionali legati alla corretta progettazione, realizzazione e gestione di nuove aree forestali, fornendo tutte le indicazioni necessarie per la tutela e la valorizzazione del patrimonio arboreo.

Direttore Del Dipartimento Tutela Ambientale Di Roma Capitale
Dott. Pasquale Libero Pelusi

INTRODUZIONE

Secondo la *National Oceanic and Atmospheric Administration* degli USA la concentrazione in atmosfera di anidride carbonica (CO_2) è cresciuta da un valore pre-industriale di circa 280 parti per milione (ppm) a un valore di 396 ppm del 2014. Dal 1958 a oggi la concentrazione media annua di CO_2 nell'atmosfera è aumentata di circa il 23%. Nell'ultimo decennio l'aumento medio annuale è stato pari a 2,04 ppm l'anno.
Le attività umane sono alla base dell'aumento della concentrazione di CO_2 e di altri gas atmosferici, quali metano (CH_4), biossido di azoto (NO_2) e altri gas di origine industriale. Questi gas stanno aumentando il naturale effetto serra, legato alla capacità dei gas prima citati e del vapor acqueo di assorbire la radiazione termica infrarossa emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nuvole, evitando che la stessa radiazione si allontani dall'atmosfera. Questi gas serra aggiuntivi provengono principalmente dalla combustione delle fonti fossili di energia, che nel corso del 2013 ha rilasciato 33 miliardi di tonnellate (Gt) di CO_2 equivalente in atmosfera. Un contributo significativo all'effetto serra deriva dalla distruzione e dalla degradazione degli ecosistemi terrestri. Ciò è "molto probabilmente" la causa dell'aumento di circa 0,8°C della temperatura media superficiale globale dell'atmosfera dall'inizio della rivoluzione industriale (1750, anno dell'invenzione della macchina a vapore) a oggi (IPCC, 2014[1]).
Gli scienziati prevedono che le temperature globali continueranno ad aumentare nei decenni a venire, soprattutto a causa dei gas serra prodotti dalle attività umane. L'influenza antropica sul clima è chiara: le emissioni antropogeniche di gas serra sono le più alte della storia. Il Quinto Rapporto di Valutazione del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC, 2014[)] indica che nel corso del 21° secolo la temperatura superficiale globale è destinata ad aumentare in base a tutti gli scenari valutati. Inoltre si asserisce che la temperatura atmosferica superficiale mostra che ciascuno degli ultimi tre decenni è stato in sequenza più caldo di qualsiasi decennio precedente dal 1850, soprattutto nell'emisfero settentrionale, dove il periodo 1983-2012 è stato probabilmente il trentennio più caldo degli ultimi 1400 anni (Hartmann et al., 2013[2]). È altamente probabile che più della metà dell'aumento osservato nella temperatura atmosferica superficiale globale dal 1951 al 2010 sia stata causata dall'incremento nelle concentrazioni dei gas serra. Inoltre la temperatura superficiale media per il periodo 2016–2035 rispetto al periodo 1986–2005 è probabile che aumenti di 0.3°C-0.7°C. Il 2013 nel nostro Paese è stato un anno più caldo della media climatologica e a scala globale è stato in assoluto uno degli anni più caldi dell'ultimo mezzo secolo (ISPRA, 2014[3]). Il 2014 ha segnato nuovi record della temperatura media, sia a scala globale che in Italia. A livello globale (terraferma e oceani) il 2014 è stato l'anno più caldo dal 1880 ad oggi[4], mentre in Italia il valore della temperatura media nel 2014 è stato il più elevato dal 1961 (ISPRA, 2015[5]).
Per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici le politiche e le misure sulle aree urbane svolgono un ruolo decisivo, soprattutto considerando che gran parte dei consumi energetici e delle emissioni di CO_2 è associato alle realtà urbane (a conferma si cita che nel Quinto Rapporto di Valutazione del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici un intero capitolo è dedicato proprio alle aree urbane).

In Europa più dei due terzi della popolazione vive nelle aree urbane ed è pertanto a scala locale che devono essere incentivate e implementate azioni volte a contenere le emissioni responsabili dei cambiamenti climatici. Negli ultimi anni sono stati messi a punto a livello europeo diversi strumenti per favorire, insieme ai programmi nazionali, il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto di riduzione delle emissioni dei gas serra: in particolare, il Programma Europeo per i Cambiamenti Climatici (*European Climate Change Program* – ECCP) dal 2000 identifica le misure necessarie al raggiungimento di tali obiettivi. Nello specifico nel secondo Rapporto ECCP[6] viene dato particolare risalto al sequestro di CO_2 nell'indirizzare le politiche future sui cambiamenti climatici. A tale scopo, l'ECCP prevede vari Gruppi di lavoro, tra i quali il Working Group "*Forest-related Sinks*" che, tra le sue attività, comprende l'analisi delle potenziali ricadute ambientali e socio-economiche del sequestro

[1] IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_LONGERREPORT.pdf
[2] Hartmann, D.L., A.M.G. Klein Tank, M. Rusticucci, L.V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F.J. Dentener, E.J. Dlugokencky, D.R. Easterling, A. Kaplan, B.J. Soden, P.W. Thorne, M. Wild and P.M. Zhai, 2013. *Observations: Atmosphere and Surface.* In: Climate Change 2013: *The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
[3] ISPRA, 2014. *Gli indicatori del clima in Italia nel 2013 - Anno IX* – serie Stato dell'Ambiente 50/2014
[4] L'anomalia della temperatura media globale sulla terraferma rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990, è stata di +0.89°C e colloca il 2014 al 4° posto dell'intera serie dal 1961 (ISPRA, 2015).
[5] ISPRA, 2015. *Gli indicatori del clima in Italia nel 2014 - Anno X* – serie Stato dell'Ambiente 57/2015
[6] ECCP, 2003. *Second ECCP Progress Report. Can we meet our Kyoto targets?* - April 2003

di carbonio, attraverso misure come la creazione di nuove piantagioni forestali realizzate su terreni non forestali[7] (*afforestation*) e misure di gestione forestale sostenibile. Tra queste, in particolare per l'area mediterranea, si citano la prevenzione degli incendi attraverso una specifica gestione silvo-colturale e una migliore gestione delle piantagioni a rapido accrescimento.

D'altra parte, l'aumento della temperatura conseguente all'incremento della concentrazione di CO_2 nell'atmosfera può determinare notevoli cambiamenti nella struttura e nelle funzioni degli ecosistemi con conseguenze negative a carico della biodiversità e dei relativi servizi ecosistemici. Le misure di forestazione da adottare devono quindi puntare ad aumentare la resilienza degli ecosistemi, ovvero la loro capacità di assorbire e compensare le pressioni antropiche e naturali provenienti dall'esterno, compresi gli effetti dei cambiamenti climatici. È quindi cruciale che le misure per aumentare il sequestro di carbonio si basino sui principi di una gestione forestale sostenibile e tengano conto del ruolo multifunzionale delle foreste (ruolo ecologico e ambientale, ma anche economico e socio-culturale) secondo un approccio ecosistemico.

Il Piano d'Azione dell'Unione Europea per le foreste[8] (2006) punta proprio a rafforzare tale ruolo attraverso una gestione sostenibile dei boschi e fra le azioni chiave prevede il rispetto degli impegni presi a livello internazionale in tema di attenuazione dei cambiamenti climatici e di conservazione della biodiversità. Inoltre, in ambito urbano promuove lo studio del potenziale dei boschi urbani e periurbani per il miglioramento della qualità della vita. Da una valutazione *ex post* di tale Piano è emersa la necessità di mettere a punto una nuova strategia che sviluppi e attui una visione comune sulla gestione multifunzionale e sostenibile delle foreste in Europa. È stata pertanto elaborata Una nuova strategia forestale dell'Unione Europea: per le foreste e il settore forestale (2013)[9], nella quale si sottolinea la dimensione multifunzionale delle foreste, che si presta a fini economici, sociali ed ambientali. Questa strategia mira, fra le altre, a una gestione forestale sostenibile che ne garantisca il potenziale di multifunzionalità; a proteggere le foreste e la biodiversità dagli effetti nefasti dei cambiamenti climatici (tempeste e incendi, risorse idriche sempre più limitate, organismi nocivi); a sviluppare un adeguato sistema di informazione. In dettaglio, in relazione ai cambiamenti climatici e alla biodiversità la Strategia asserisce che "*è importante mantenere e rafforzare la resilienza delle foreste e la loro capacità di adattamento*" e che "*le foreste offrono un'enorme ricchezza in termini di biodiversità*". È dunque necessario che venga elaborare una visione strategica olistica comune in materia forestale per garantire che le politiche forestali nazionali tengano debitamente conto delle politiche dell'UE correlate.

In Italia, il Programma Quadro per il Settore Forestale[10] (2008) incentiva la tutela delle formazioni forestali allo scopo di garantirne il ruolo per l'assorbimento del carbonio e la conservazione della diversità biologica e paesaggistica. In particolare in ambito urbano auspica il mantenimento e la valorizzazione dei boschi urbani e periurbani, per il loro ruolo nel migliorare la qualità della vita dei cittadini e nel tutelare il territorio e l'ambiente (mitigazione e contenimento dell'inquinamento urbano). Gli interventi di forestazione urbana vanno proprio in questa direzione, in quanto le nuove aree forestate non solo contribuiscono al sequestro di CO_2, ma, soprattutto in ambito urbano, svolgono numerosi altri servizi ambientali, sociali ed economici. Inoltre, la Strategia Nazionale per la Biodiversità (adottata dalla Conferenza Stato – Regioni il 7 ottobre 2010) prevede per l'area di lavoro "Aree urbane" il recupero delle aree naturali interne alle città e alla riqualificazione del sistema delle aree naturali per consentire la tutela dell'ecosistema urbano. Nel 2008 viene istituito presso il MATTM il Registro Nazionale dei Serbatoi di Carbonio agro-forestali[11], con il compito di quantificare nella contabilità del Protocollo di Kyoto il contributo del sistema forestale italiano all'assorbimento delle emissioni di gas ad effetto serra, in conformità con le decisioni adottate nell'ambito della *United Nations Convention on Climate Change* (UNFCCC) ed in accordo con le metodologie sviluppate dall'IPCC (2003) per la stima degli assorbimenti e delle emissioni di gas-serra nei settori della gestione e della trasformazione d'uso del territorio, dell'agricoltura e della selvicoltura (GPG-

[7] Tra i programmi di imboschimento (*afforestation*) è citato il Progetto AFFOREST promosso da Spagna, Polonia, Irlanda e Regno Unito, che fornisce informazioni dettagliate sulla riduzione dei gas climalteranti derivante dall'aumento della superficie forestale attraverso nuove piantagioni in aree agricole e abbandonate.

[8] COM(2006) 302. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo. *Un Piano d'azione dell'UE per le foreste*.

[9] COM(2013) 659 def. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale e Europeo al Comitato delle Regioni. *Una nuova strategia forestale dell'Unione europea: per le foreste e il settore forestale*.

[10] La Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano ha sancito l'accordo sul Programma Quadro per il Settore Forestale (PQSF) nella seduta del 18 dicembre 2008 (Repertorio Atti n.: 265/CSR del 18/12/2008). Il PQSF ha una validità decennale a decorrere dal 1 gennaio 2009, e potrà essere aggiornato, a seguito di verifiche periodiche, su richieste istituzionali specifiche o in applicazione a nuovi impegni internazionali.

[11] Decreto del 1 Aprile 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Istituzione del Registro nazionale dei serbatoi di carbonio agroforestali (GU n. 104 del 5-5-2008). Il Registro è parte integrante del Sistema Nazionale dell'Inventario dei gas serra, ovvero del sistema di controllo e contabilità delle emissioni previsto dal Protocollo di Kyoto.

LULUCF)[12]. Per il primo periodo d'impegno (2008-2012) le attività di uso del suolo, trasformazioni d'uso del suolo e della selvicoltura (LULUCF - *Land Use, Land Use Change and Forestry*) da quantificare nella contabilità degli assorbimenti e delle emissioni del Protocollo di Kyoto sono l'afforestazione, la riforestazione, la deforestazione (articolo 3.3) e la gestione forestale (articolo 3.4). Recentemente l'UE ha adottato norme di contabilizzazione, monitoraggi e/o rendicontazione relative alle attività di LULUCF[13] che prevedono, ad esempio, che gli Stati membri forniscano informazioni sui rispettivi piani per incrementare i serbatoi. L'UE e gli Stati membri hanno inoltre assunto impegni nel settore LULUCF da realizzare entro il 2020, nel quadro del secondo periodo di impegno del protocollo di Kyoto.

Roma Capitale ha intrapreso diverse iniziative volte alla lotta ai cambiamenti climatici. Il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile[14] - elaborato dall'amministrazione comunale nell'ambito del Patto dei Sindaci - riporta che al 2010 le emissioni totali sono pari a poco più di 10 milioni di tonnellate di CO_2 equivalente e i principali settori responsabili delle emissioni climalteranti sono la mobilità, il terziario e il residenziale. Tra le misure implementate, sono inclusi anche diversi interventi di forestazione urbana, grazie anche al ricco patrimonio di aree verdi ed agricole ricadenti nel territorio comunale. Anche il Piano d'Azione Ambientale per il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto nella città di Roma[15] prevede azioni di imboschimento (*afforestation*). Nel dettaglio, in relazione all'uso delle aree verdi per il sequestro di CO_2, il Comune ha avviato una campagna di forestazione che prevede la messa a dimora di 500.000 alberi in 5 anni, in seguito all'adesione al programma delle Nazioni Unite *Plant for Planet: Billion Tree Campaign*[16]. I risultati di questo programma, al 30° anno dall'impianto delle specie arboree, prevedono la rimozione di 72 kt di CO_2/anno. In questo ambito si inserisce anche l'azione pilota del progetto LIFE "*Roma per Kyoto*" che ha previsto la riforestazione di un'area verde pubblica di 12 ettari ricadente all'interno della Riserva Naturale della Valle dei Casali e che, al 30° anno dall'impianto delle specie arboree, consentirà la rimozione di 1.110 t di CO_2/anno. Altri interventi a Roma hanno riguardato la piantumazione di alberi in un'area di circa 3 ha a Ponte di Nona, dove sono stati realizzati anche punti di ritrovo con panchine, tavoli pic-nic e un percorso ginnico, la piantumazione di altri alberi al Parco dell'Inviolatella e attraverso il "*Progetto 1000 alberi*" al Pratone delle Valli. Va sottolineato che oltre al sequestro di carbonio, la forestazione in ambito urbano produce altri importanti benefici, sia ecologico-ambientali (come l'incremento della Rete ecologica comunale, la mitigazione dell'isola di calore urbana, etc.), che sociali (creazione di aree verdi fruibili ai cittadini per il tempo libero, etc.). Roma Capitale ha inoltre recentemente prodotto le "Linee guida per la gestione delle alberature di proprietà comunale nel territorio di Roma Capitale"[17], volte a tutelate il patrimonio arboreo presente nel proprio territorio, con particolare attenzione alla sicurezza dei cittadini e alla gestione del rischio derivante dalle alberature.

L'ISPRA si occupa di foreste e cambiamenti climatici sin dagli anni '90 del secolo scorso partecipando ai lavori dell'IPCC (*Intergovernamental Panel of Climate Change*), sviluppando l'Inventario Nazionale[18] degli assorbimenti ed emissioni dei gas climalteranti e conducendo attività di ricerca sulle interazioni tra foreste e cambiamenti climatici[19]. Dal 2004, inoltre, ISPRA realizza e pubblica annualmente il Rapporto sulla Qualità dell'ambiente urbano che - tra gli altri - tratta i temi dei cambiamenti climatici, del verde e della biodiversità nelle maggiori aree urbane del Paese, attraverso la raccolta e la valutazione dei dati utili al popolamento di alcuni indicatori chiave in collaborazione con altri enti e istituzioni (ISTAT, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, etc.)[20]. ISPRA conduce in materia anche attività di ricerca e approfondimento sulla diversità di aree verdi presenti in contesti urbani, sui loro servizi ecosistemici e multifunzionalità, sugli strumenti di pianificazione e gestione del verde. Inoltre fornisce

[12] L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC), strumento permanente di monitoraggio delle foreste, è parte integrante del Registro: uno dei suoi principali obiettivi è la valutazione delle riserve di carbonio presenti negli ecosistemi forestali.
[13] Decisione 529/2013/UE.
[14] Roma Capitale. Dipartimento Politiche Tutela Ambientale e del Verde - Protezione Civile, 2011. *Piano di Azione per l'Energia Sostenibile della città di Roma* (Sustainable Energy Action Plan - SEAP). Approvato con delibera del 19 ottobre 2011.
[15] Approvato con Deliberazione n. 72 del 18 marzo 2009.
[16] http://www.plant-for-the-planet-billiontreecampaign.org/
[17] Deliberazione della Giunta Capitolina n. 307 del 17/10/2014.
[18] ISPRA: Inventario Nazionale delle emissioni: http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni
[19] Tra i più recenti Rapporti ISPRA si citano: *Impacts of short rotation forestry plantations on environment and landscape in Mediterranean basin* – Rapporto 196/2014; *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2012. National Inventory Report 2014* - Rapporto 198/2014; *National Greenhouse Gas Inventory System in Italy. Year 2013* – Rapporto 179/2013; *Fattori di emissione di CO_2 nel settore elettrico e analisi della decomposizione delle emissioni* – Rapporto 172/2012; *Emissioni di gas-serra e interventi compensativi nel settore forestale: un'applicazione ai boschi del Comune di Acerno (SA)* – Rapporto 132/2011; *Deforestazione e processi di degrado delle foreste globali* – Rapporto 97/2009.
[20] http://www.areeurbane.isprambiente.it/it

supporto tecnico-scientifico al Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, organo collegiale istituito presso il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio in accordo con quanto previsto all'art. 3 della legge n. 10/2013 "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani".
Di seguito, si descrivono brevemente i contenuti della versione definitiva delle "Linee Guida di Forestazione Urbana Sostenibile di Roma Capitale".
Le Linee Guida seguiranno un approccio per cui per le varie fasi considerate (progettazione e realizzazione) verranno fornite indicazioni generali per gli interventi di forestazione in ambito urbano e periurbano (ad esempio le essenze arboree più adatte a generare benefici ambientali, quali abbattimento di inquinanti atmosferici, lotta ai cambiamenti climatici, etc.). Inoltre, saranno fornite indicazioni mirate alla specifica realtà territoriale della città di Roma, in funzione del contesto bioclimatico, pedologico e vegetazionale in cui ci si trova ad operare.
Le indicazioni fornite saranno differenziate in base all'uso originario dei suoli (ad es. agricolo, industriale) e destinazione d'uso finale (ad es. parco urbano, area boscata, etc.), e allo scopo del progetto di forestazione (lotta ai cambiamenti climatici, tutela della biodiversità, o altro). Infatti nella progettazione e realizzazione di nuove aree forestate è importante considerare non solo le condizioni di partenza, ma anche la funzione che la nuova area dovrà assolvere.
In merito alla funzione relativa al sequestro ed assorbimento di carbonio verranno valutate le diverse proprietà delle specie arboree e la loro compatibilità con il contesto territoriale indagato. Saranno considerati gli aspetti legati al ruolo delle foreste urbane e periurbane per l'assorbimento di carbonio e dove possibile verranno fornite stime indicative sulle quantità annue rimosse grazie agli interventi di forestazione.
Le fasi analizzate nelle Linee Guida riguarderanno la progettazione (finalità del progetto, scelta dell'area, indirizzi progettuali, scelta delle specie e del materiale di propagazione) e la successiva realizzazione (attività preparatorie, impianto, prima manutenzione). In relazione alla gestione, invece, il manuale prodotto sarà coerente con quanto previsto nelle recenti "Linee guida per la gestione delle alberature di proprietà comunale nel territorio di Roma Capitale".
Vengono inoltre forniti alcuni specifici approfondimenti sotto forma di box relativi a: i suoli urbani e i servizi ecosistemici che forniscono, il verde urbano e le allergie ai pollini, il consumo di suolo.
Infine, a supporto delle Linee guida è stato prodotto un Rapporto tecnico contenente una rassegna dei principali documenti sulla forestazione urbana legata alla lotta ai cambiamenti climatici e alla tutela della biodiversità, utili all'inquadramento a scala nazionale e internazionale delle Linee guida stesse.

1. PROGETTAZIONE

La progettazione rappresenta una fase fondamentale della realizzazione di interventi di forestazione urbana ed è auspicabile che venga redatta dagli uffici tecnici degli enti interessati, affiancati da specialisti di altri enti pubblici o privati. Questi interventi sono importanti anche per contrastare il consumo di suolo (si veda il Box finale "Il consumo di suolo in Italia e le politiche di limitazione, mitigazione e compensazione dell'impermeabilizzazione").

Ogni progetto di forestazione urbana deve integrarsi nel contesto territoriale in cui si colloca: le nuove aree verdi alberate, infatti, devono essere progettate tenendo in considerazione il loro inserimento nel sistema del verde urbano esistente, così da diventare un elemento integrato della rete di spazi verdi e assumere un ruolo per la connessione ecologica. Una corretta progettazione e soprattutto l'opportuna scelta delle specie consentono di ottimizzare i costi di impianto e di manutenzione e di perseguire gli obiettivi specifici quali il sequestro di carbonio, il miglioramento della qualità dell'aria, la tutela della biodiversità, l'educazione ambientale, etc.

Per una corretta progettazione è dunque importante considerare i seguenti aspetti:

1 Finalità del progetto di forestazione (sequestro di carbonio, cattura polveri sottili, tutela biodiversità, educazione ambientale, etc.);
2 Scelta dell'area (caratteristiche ambientali e vincoli);
3 Indirizzi progettuali (aree boscate, fasce alberate, etc.);
4 Scelta delle specie;
5 Scelta del materiale di propagazione.

1.1 Finalità del progetto di forestazione

La finalità del progetto di forestazione rappresenta il primo fondamentale aspetto da individuare, in quanto a partire dalle funzioni che dovrà assolvere la nuova area forestale (sequestro di carbonio, abbattimento degli inquinanti atmosferici, tutela biodiversità, educazione ambientale, etc.) saranno effettuate diverse scelte progettuali, come la scelta del sito, la scelta delle specie, etc.

Le aree verdi, soprattutto se alberate, possono infatti fornire numerosi benefici sia ecologici (quali la connettività ecologica, la tutela della biodiversità, la mitigazione dell'isola di calore urbana; il sequestro del carbonio, la cattura delle polveri sottili e di altri inquinanti aerodispersi, la protezione del territorio, etc.) sia sociali ed economici (benessere psico-fisico, educazione ambientale, riqualificazione edilizia, risparmio energetico, turismo, rivalutazione del patrimonio storico-artistico, contatto con la natura, etc.).

È pertanto cruciale individuare innanzitutto la funzione prevalente che dovrà assolvere la nuova area forestata, anche per una corretta e ottimale scelta delle essenze arboree (ad esempio il pioppo, è appropriato per il sequestro di carbonio, ma non è adatto per aree molto fruite dai cittadini in quanto allergenico e suscettibile a crolli).

In particolare, in accordo anche con gli indirizzi del PRG del Comune di Roma, gli interventi di forestazione dovrebbero perseguire i seguenti obiettivi strategici:

- contribuire alla riduzione delle emissioni climalteranti, fungendo da serbatoio per la cattura di carbonio e contribuendo al miglioramento del microclima locale;
- contribuire alla mitigazione dell'inquinamento atmosferico (in particolare le polveri sospese) ed acustico;
- migliorare la funzionalità ambientale e la connettività contribuendo alla realizzazione della Rete ecologica, attraverso la realizzazione di interventi forestali in aree selezionate come prioritarie per l'incremento della biodiversità locale;
- migliorare il paesaggio urbano e periurbano.

Pertanto, fra i numerosi servizi ecosistemici che le aree alberate urbane possono assolvere, nelle presenti Linee guida, vengono considerati nello specifico gli interventi di forestazione mirati a:

- il sequestro di carbonio (cambiamenti climatici: mitigazione);
- la mitigazione dell'inquinamento (atmosferico e acustico);
- la conservazione della biodiversità e la connettività ecologica.

L'analisi dei principali documenti collegati alla forestazione urbana[21] ha infatti evidenziato come, a varie scale (internazionale, europea, nazionale), viene dato particolare risalto ai servizi ecosistemici forniti dalle aree verdi urbane e periurbane (e quindi alla loro multifunzionalità) e anche all'importanza di sensibilizzare i cittadini nei confronti di tali servizi (figura 1).

Fra i vari ai servizi ecosistemici, particolare rilevanza viene data ai vantaggi forniti dalle aree forestali in termini di lotta ai cambiamenti climatici e tutela della biodiversità, in linea quindi con lo scopo delle presenti Linee guida. In particolare a scala nazionale si cita la Legge n.10/2013 "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani"[22], che rappresenta un riferimento normativo fondamentale nella realizzazione di interventi di forestazione urbana, la cui attuazione deve migliorare la fornitura di servizi ecosistemici.

Un altro importante aspetto è la sensibilizzazione del pubblico nei confronti dei benefici ambientali, economici e sociali che gli interventi di forestazione possono procurare. Anche questo aspetto viene trattato a scala nazionale dalla Legge 10/2013 dove si sottolinea l'importanza di promuovere la "*cultura del verde*" (Art. 6). Il coinvolgimento del pubblico già in fase di progettazione di interventi di forestazione urbana consente una maggiore garanzia di successo dell'intervento stesso in quanto i cittadini stessi si sentono partecipi e responsabili del risultato[23].

Figura 1 - *Esempio di intervento di forestazione urbana multifunzionale presso il Pratone delle Valli (Roma)*

1.1.1 Approfondimento sulla cattura della CO_2

La vegetazione necessita di CO_2 per poter svolgere la fotosintesi, pertanto le piante durante la crescita immagazzinano nella biomassa grandi quantità di carbonio, funzionando da "pozzi di carbonio" (*carbon sink*). L'assorbimento della CO_2 varia sia al variare delle condizioni ambientali (temperatura, disponibilità di luce, etc.) che in funzione delle caratteristiche della specie (superficie fogliare, tassi di crescita, etc.) e dell'individuo (età, stato di salute, etc.). Questa capacità di immagazzinare la CO_2 atmosferica sotto forma di biomassa vegetale o di sostanza organica del suolo è fondamentale nella lotta ai cambiamenti climatici. In particolare in ambiente urbano la vegetazione contribuisce attraverso due meccanismi:

1. l'assorbimento della CO_2 per via stomatica;
2. la riduzione delle emissioni di CO_2 derivante dal risparmio energetico indotto dalla presenza degli alberi. Infatti la presenza di alberi mitiga l'effetto isola di calore e ha un effetto coibentante e frangivento con conseguente risparmio energetico derivante dal minor utilizzo dei condizionatori (in estate) e dei riscaldamenti (in inverno).

Per quanto concerne il primo punto, nelle aree urbane è importante considerare anche la mortalità degli alberi, i quali in città sono sottoposti a numerosi stress (inquinamento, calpestio, etc.). È quindi importante scegliere specie resistenti e provvedere in tempi brevi alla sostituzione di individui morti.

[21] Cfr "Rapporto tecnico sulla forestazione urbana".
[22] G.U. n. 27 dell'1 febbraio 2013
[23] Si cita ad esempio il "Progetto 1000 alberi" al Pratone delle Valli, Roma. Questo intervento ha visto un'ampia fase partecipativa che ha coinvolto i cittadini attraverso una serie di incontri in cui sono stati presentate le varie ipotesi di progetto. I cittadini sono stati inoltre coinvolti attivamente nella messa a dimora di alcuni individui arborei.

In relazione al risparmio energetico, si è visto che il risparmio energetico prodotto dagli alberi in ambiente urbano e periurbano è una fattore che ha una maggiore incidenza nell'abbattimento della CO_2 rispetto all'assorbimento e allo stoccaggio di carbonio (Rosenfeld et al., 1998[24]), soprattutto in aree caratterizzate da estati calde e aride (come le aree mediterranee in cui è inserita Roma).

A titolo esemplificativo si riportano alcune stime relative al sequestro di CO_2 da parte degli alberi in città, ottenute applicando specifici modelli:

STIMA	RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO
Sequestro di carbonio da parte delle foreste urbane di alcune centinaia di Kg di carbonio per ettaro per anno (diverse città degli Stati Uniti)	Nowak D.J. e D.E. Crane, 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. Environmental Pollution, 116: 381-389
Progetto MillionTreesNYC, che prevede l'impianto di un milione di alberi nella città di New York con uno stoccaggio di carbonio stimato solamente per sequestro netto diretto di oltre 1500 t/anno	Morani A. et al., 2010. How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative. Environmental Pollution 159:1040-1047
Sequestro di carbonio tra le 17 t/ha (aree con maggiore densità di alberi) e 1 t/ha (aree con scarsa copertura arborea) (diverse aree residenziali a Liverpool)	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.
Stima della capacità di assorbimento dei gas serra da parte dei 28,43 Km^2 di spazi verdi, alberi e masse arbustive all'interno dei confini amministrativi della città di Barcellona pari a circa 4 milioni di tonnellate di CO_2 eq./anno	F. Baró, L. Chaparro, E. Gómez-Baggethun, J. Langemeyer, D. J. Nowak J. Terradas, 2014. Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. In AMBIO A Journal of the Human Environment. 43: 466-479.
Stime (ottenute con diverse metodologie) di 160 t/anno di CO_2 sequestrata dagli alberi del Parco Ducale di Bologna; 54 t/anno di carbonio per gli alberi di Villa Borghese a Roma	Calfapietra C. et al., 2011. La foresta urbana per l'abbattimento di CO_2. CNR e Università di Firenze
Sequestro di carbonio da parte degli alberi all'interno del Grande Raccordo Anulare (Roma) stimato in oltre 2000 t/anno	Attorre, F., e Bruno, F.,2010. Servizi ecologici e valore economico degli spazi verdi urbani. In "La gestione della natura negli ambienti urbani". A cura del WWF e del MATTM: 170-178

Nell'ambito del progetto Life+ GAIA (Green Areas Inner-city Agreement) nel Comune di Bologna[25]' l'Istituto di Biometeorologia (Ibimet) del CNR di Firenze ha effettuato la stima della CO_2 immagazzinata da 24 specie che, sulla base delle conoscenze scientifiche e delle indicazioni fornite del Comune stesso, sono risultate idonee alla piantagione in ambiente urbano. Ad esempio per il tiglio selvatico (*Tilia cordata*) si stima una quantità di CO_2 immagazzinata pari a 3.660 Kg in 30 anni in città e a 5.070 Kg in 50 anni in un parco; per l'acero campestre (Acer campestre) e quello riccio (A. platanoides) rispettivamente una quantità pari a 2.490 Kg e 4.807 Kg in 30 anni in città e a 3.400 Kg e 6.601 Kg in 50 anni in un parco; per il cerro (*Quercus cerris*) una quantità pari a 4.000 Kg in 30 anni in città e a 5.500 Kg in 50 anni in un parco[26].

Anche piccoli spazi verdi se opportunamente progettati e gestiti sono in grado di ridurre indirettamente l'emissione di CO_2 mitigando le escursioni termiche sia estive che invernali, riducendo potenzialmente l'uso di condizionatori e riscaldamento. Con una attenta riprogettazione urbana, quindi, anche i cortili potrebbero costituire una soluzione semplice ed economica per migliorare il benessere ambientale nelle città[27]. In particolare gli studi dell'Istituto di Biometeorologia (Ibimet) del CNR di Firenze hanno dimostrato che le aree vegetate hanno un effetto di raffreddamento che

[24] Rosenfeld, A.H., Akbarib, H., Romma, J.J., Pomerantz, M., 1998. *Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction*. Energy and Building, 28: 51-62.
[25] http://lifegaia.eu/
[26] Per le stime relative a tutte e 24 le specie si veda http://lifegaia.eu/Gli-alberi
[27] Vedi ad es. "*Cortili verdi per combattere afa e gelo*". A cura dell'Ufficio stampa del CNR. http://www.stampa.cnr.it/docUfficioStampa/cnrWeb/2006/Nov/06_nov_06_06.pdf

aumenta, più o meno linearmente, con la loro dimensione ed hanno quindi un grande valore nella mitigazione delle temperature estive[28].

1.1.2 Approfondimento sull'abbattimento degli inquinanti

L'inquinamento atmosferico rappresenta una delle principali criticità ambientali delle città. In particolare gli inquinanti atmosferici più importanti presenti nelle aree urbane sono il particolato (PM_{10} e $PM_{2.5}$), il biossido di azoto (NO_x) e l'ozono (O_3). La vegetazione contribuisce alla rimozione degli inquinanti atmosferici (NO_x, SO_x, O_3, PM_{10}, $PM_{2,5}$) sia attraverso un'azione diretta (rimozione ad opera delle foglie per assorbimento attraverso gli stomi nel caso di inquinanti gassosi, e/o per adsorbimento sulla cuticola) sia indiretta modificando i flussi di aria e modificando quindi la concentrazione locale degli inquinanti atmosferici.

Tutte le piante sono in grado di rimuovere gli inquinanti dall'aria, ma alcune possono essere più efficienti, in funzione delle loro caratteristiche morfo-funzionali e specie-specifiche quali: struttura delle foglie (spessore, forma, densità e morfologia degli stomi) e loro persistenza stagionale sulla pianta. In generale, a parità di condizioni ambientali, maggiore è la densità stomatica e lo spessore della cuticola e migliore è l'efficienza nell'assorbire gli inquinanti gassosi.

Per quel che concerne le polveri invece (PM_{10}, $PM_{2,5}$, particelle sospese, fumo, aerosol), alcune caratteristiche specie-specifiche ne possono influenzare la capacità di cattura[29], quali la micromorfologia della superficie fogliare (presenza di peli, cere, rugosità, etc.), la superficie fogliare totale e la complessità della morfologia fogliare. In linea generale, gli alberi sono più efficienti nella cattura rispetto agli arbusti, e tra questi le conifere sono più efficaci delle latifoglie avendo una maggiore superficie fogliare ed una fillotassi e morfologia della chioma più complessa e articolata.

Anche se è indubbio il ruolo positivo che la vegetazione ha nel migliorare la qualità dell'aria[30], è però importante specificare che è ancora controversa la quantificazione dell'effettivo contributo che le singole specie possono dare nella rimozione degli inquinanti atmosferici, al netto delle complesse interazioni pianta-atmosfera. Da ricordare poi che alcune specie, in particolare quelle caratteristiche dell'area mediterranea, risultano emettere rilevanti quantità di composti organici volatili (i cosiddetti COV o VOCs,quali isoprene e terpeni) che in ambiente urbano, specialmente in presenza di elevate concentrazioni di NO_x, possono indurre all'aumento delle concentrazioni di ozono troposferico.

Pertanto negli interventi di forestazione urbana mirati all'abbattimento degli inquinanti atmosferici è importante scegliere l'associazione migliore di specie in funzione delle loro caratteristiche eco fisiologiche e funzionali (ad esempio specie a basso potenziale di formazione dell'ozono come cerro, orniello, ciliegio, acero campestre, etc.), tenendo in considerazione l'ambiente in cui si debbono inserire.

La vegetazione e, più in generale, le aree vegetate, intervengono anche efficacemente nel ciclo dell'acqua attraverso fenomeni cosiddetti di "fitodepurazione". Molte specie sono quindi in grado di assorbire efficacemente gli inquinanti presenti nel suolo, sequestrandoli all'interno dei loro organi. Ad esempio *Salix caprea* si è rivelato utile nella fitostrazione di zinco, arsenico, cadmio, piombo ed altri metalli pesanti, spesso diffusi nei suoli circostanti le aree industriali abbandonate delle periferie urbane.

La presenza significativa di formazioni arboree, sia naturali che artificiali, in zone a forte antropizzazione, è anche in grado di favorire processi di "rizodegradazione", "fotodegradazione", "fitoestrazione", "fitostabilizzazione", riducendo l'impatto degli inquinanti presenti nei suoli e drenati dallo scorrimento idrico verso gli ambienti contigui e valle. Va però prestata attenzione ad eventuali fenomeni di fitovolatilizzazione, cioè dell'assorbimento, trasformazione chimica e rilascio nell'atmosfera mediante l'evapotraspirazione da parte della pianta di un contaminante (ad es. mercurio, selenio, argento, arsenico, solventi clorurati, eteri) [31].

La vegetazione inoltre può contribuire alla mitigazione dell'inquinamento acustico, sia grazie alle foglie (che deviano le onde sonore e assorbono l'energia sonora trasformandola successivamente in calore) sia grazie alle modifiche strutturali indotte dalle radici nel suolo. Le variabili da considerare nella progettazione di un intervento a verde per mitigare il rumore sono molteplici: l'entità della

---

[28] Vedi ad es. "*Cortili verdi per combattere afa e gelo*". A cura dell'Ufficio stampa del CNR. http://www.stampa.cnr.it/docUfficioStampa/cnrWeb/2006/Nov/06_nov_06_06.pdf

[29] Si cita ad esempio uno studio condotto a Londra che ha evidenziato che le foglie ruvide del tiglio presentavano un carico sensibilmente maggiore di particolato rispetto ad altre latifoglie a superficie fogliare più liscia (AA.VV., 2013. *L'impianto, la gestione e la valorizzazione multifunzionale dei boschi periurbani : interventi forestali non produttivi per la valorizzazione dei boschi* - Supporti tecnici alla Legge regionale forestale della Toscana; 9).

[30] Si cita ad esempio un recente studio condotto nella città di Barcellona su PM_{10} e NO_2. F. Baró, L. Chaparro, E. Gómez-Baggethun, J. Langemeyer, D. J. Nowak J. Terradas, 2014. *Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain*. In AMBIO A Journal of the Human Environment. 43: 466-479.

[31] Consiglio Nazionale delle Ricerche, IBAF, Istituto di Biologia Agro-Ambientale e Forestale. "*Le piante per il fitorimedio*". http://www.ibaf.cnr.it/phyto/sito.pdf

riduzione dei livelli di inquinamento acustico sono infatti funzione della specie (forma e dimensione delle foglie, copertura del suolo, etc.). In estrema sintesi si è osservato:

- che l'attenuazione dei livelli si verifica prevalentemente alle alte frequenze (Bullen, Fricke, 1982)[32];
- che in uno spazio urbano, delimitato da facciate di edifici completamente coperte da vegetazione, si stima una riduzione media dei livelli di pressione sonora di circa 4-5 dB, a 125 Hz, e di circa 8-9 dB a 4000 Hz. (Smyrnova et al. 2011)[33].

1.1.3 Approfondimento sulla conservazione della biodiversità

Gli spazi verdi urbani, soprattutto se alberati, possono rappresentare habitat idonei per varie specie animali e vegetali, contribuendo quindi alla loro conservazione e tutela sia locale che a scala più ampia. La stessa Convenzione sulla Diversità Biologica riconosce l'importanza della tutela della biodiversità urbana per il raggiungimento dei propri obiettivi, con particolare riferimento alle aree verdi e alle aree protette urbane.

A scala nazionale, la Strategia Nazionale per la Biodiversità nell'area di lavoro "Aree urbane" riconosce come prioritario il mantenimento delle aree verdi e la riqualificazione del sistema delle aree naturali per consentire la protezione della biodiversità e degli ecosistemi urbani.

Pertanto anche le città, in particolar modo gli spazi verdi urbani, assolvono un ruolo importante per la conservazione della biodiversità, sia animale (soprattutto uccelli, ma anche invertebrati, comprese varie specie d'interesse comunitario[34]) che vegetale.

Per quanto concerne la vegetazione, oltre alla presenza di alberi monumentali (sia singoli alberi che filari e alberate), nelle città possono essere presenti spazi verdi di grande interesse naturalistico. Ad esempio a Roma, i frammenti forestali nelle aree protette di RomaNatura (Figura 2): i boschi a cerro, carpino, farnia e sempreverdi nella Riserva Naturale dell'Insugherata; le notevoli sugherete del Parco Regionale Urbano del Pineto; i piccoli boschi di cerro con esemplari di sughera della Riserva Naturale della Tenuta dei Massimi; i querceti e lungo il fiume specie più igrofile (olmo, salice bianco, frassino, acero) nella Riserva Naturale della Valle dell'Aniene, etc.

E anche in altre città si possono trovare interessanti esempi, si citano tra gli altri: il Bosco in Città a Milano, parco pubblico di oltre 100 ha che ospita residui di foresta planiziale padana e ospita un Centro di Forestazione Urbana; Bosco di Carpenedo a Venezia, ultimo residuo dell'antico querco-carpineto che in origine ricopriva l'entroterra veneziano, con presenza anche di nuovi impianti boschivi; Bosco di Cerano e Boschi di Santa Teresa e dei Lucci a Brindisi, residui rispettivamente di un bosco costiero con macchia mediterranea e formazioni di lecci e degli ultimi lembi di sughereta.

Infine, le aree verdi cittadine più naturali possono assolvere un ruolo cruciale nella creazione di connessioni ecologiche fra aree naturali urbane e periurbane, rappresentando un'efficace risposta a livello locale sia per salvaguardare la biodiversità che per proteggere e migliorare l'ambiente in generale.

[32] Bullen, R., Fricke F. 1982. *Sound propagation through vegetation*. Journal of Sound and Vibration Volume 80, Issue 1, 8 January.
[33] Smyrnova Y., Kang J., Cheal C., Hong-Seok Yang 2011. *Numerical simulation of the effects of vegetation on sound fields in urban spaces*. Forum Acusticum.
[34] Ad esempio Roma ospita all'interno del Grande Raccordo Anulare 5.200 specie d'insetti, fra le quali anche specie d'interesse comunitario prioritarie (come l'*Osmoderma eremita*, rinvenuta a Villa Borghese e Villa Pamphili, Roma) (Zapparoli, 2002. *La fauna urbana*. In: "La fauna in Italia" (a cura di A. Minelli, C. Chemini, R. Argano, S. Ruffo), Touring Editore, Milano e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma).

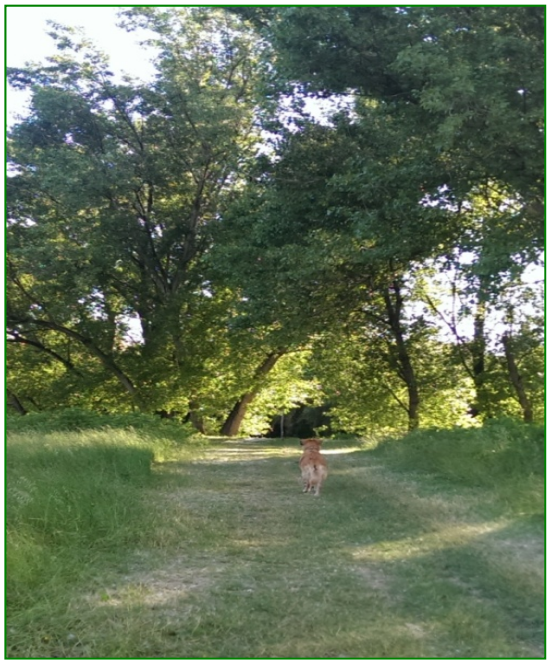

Figura 2 - *Esempi di frammenti forestali nelle aree protette di RomaNatura: sughereta presso la Riserva Naturale di Decima Malafede (a sx) e frammento di bosco igrofilo nella Riserva Naturale della Valle dell'Aniene (a dx)*

1.2 Scelta dell'area

Il passaggio successivo alla definizione del ruolo che l'area deve avere, consiste nell'individuare il sito più idoneo ad ospitare la nuova area forestale. Un scelta basata su principi ecologici consente un maggior successo dell'intervento di forestazione, con vantaggi anche di carattere economico. In ambiente urbano, la disponibilità di aree libere e disponibili ad essere forestate è in generale limitata (anche in relazione a quanto previsto dagli strumenti di pianificazione locale, PRG, Piani del verde, Rete ecologica, etc.), ma nell'eventualità che siano disponibili più aree, per la scelta è necessario valutare i seguenti aspetti:

- l'uso del suolo originario. In ambito urbano e periurbano le aree potenzialmente disponibili per interventi di forestazione sono prevalentemente:
    - aree naturali e seminaturali, quali aree naturali presso corsi d'acqua, incolti, aree a vocazione agricola. In particolare a Roma sia nel tessuto urbano che periurbano sono presenti vaste aree agricole[35], le quali offrono il vantaggio di non necessitare di grossi interventi preparatori. Sono inoltre presenti ancora notevoli esempi forestali concentrati soprattutto nella parte occidentale della città e nel territorio costiero;
    - nel caso la scelta cada su terreni agricoli è opportuno evitare di effettuare interventi che possano interferire negativamente con le unità produttive. Inoltre in tali aree sono da considerare le formazioni a filari/fasce boscate oltre che eventuali impianti forestali a pieno campo da limitare ad unità agricole a bassa produttività o con problemi idrogeologici che ne consiglino il cambio d'uso. Fasce boscate, siepi e filari possono assumere anche funzioni quali la difesa dal vento, la connettività ecologica, l'abbellimento del paesaggio, etc. Altre aree potenzialmente utilizzabili sono aree naturali interne ad aree protette[36]. In questi casi gli interventi, specialmente se le aree sono di piccole dimensioni, devono essere essenzialmente conservativi e protezionistici;
    - aree degradate (ad esempio aree industriali dismesse[37], aree sottoposte a forti pressioni ambientali) da recuperare[38]. In questo caso è necessario però valutare preventivamente

[35] Roma, con i suoi 63.000 ettari totali di zone coltivate ripartiti in aree ed aziende agricole ed in parte in aree e riserve naturali, viene definito il più grande comune agricolo d'Europa.
[36] Esistono già esempi di forestazione finalizzata al sequestro di carbonio all'interno di aree protette di Roma (Figura 3): ad esempio l'azione pilota del progetto LIFE "*Roma per Kyoto*" che ha previsto un intervento di riforestazione all'interno della Riserva Naturale della Valle dei Casali; altri interventi realizzati nella Riserva Naturale Valle dell'Aniene.
[37] Ad esempio il Parco Dora a Torino, realizzato in un'area industriale dismessa; il Parco di Rubano a Padova, realizzato attorno ad una vecchia cava per l'estrazione di sabbia in un'area che è stata rinaturalizzata con interventi di rimboschimento e la creazione di una zona

la necessità di bonificare il suolo, (eventualmente anche con tecniche di fitorimedio). Nel caso di aree degradate, la creazione di aree boscate oltre a rappresentare un miglioramento ambientale, può avere vantaggi socio-culturali e paesaggistici. Le nuove aree boscate possono infatti essere dotate di elementi connessi alla fruizione, come panchine, pannelli informativi, sentieri, percorsi per lo sport all'aria aperta, etc. Non vanno trascurate nelle attività gestionali le aree degradate spontaneamente ricoperte da formazioni ad esotiche naturalizzate quali *Ailanthus altissima*, *Acer negundo* e *Robinia pseudoacacia*. Si tratta di specie a carattere pioniero in grado di formare sui terrapieni infrastrutturali e nelle aree marginali consorzi simil-forestali in grado di organicare rapidamente CO_2. Per di più la robinia, essendo una leguminosa, è in grado di arricchire in composti azotati assimilabili i suoli degradati. Anche questi consorzi, se ben gestiti e se non presentano caratteri invasivi nei confronti delle formazioni naturali e prossimo-naturali, rappresentano opportunità di mitigazione e riqualificazione.

Figura 3 - *Esempi di forestazione finalizzata al sequestro di carbonio all'interno di in un'area protetta di Roma (Riserva Naturale della Valle dell'Aniene)*

- i vincoli e le prescrizioni. La realizzazione di interventi di forestazione urbana non può prescindere dall'analisi degli strumenti pianificatori locali esistenti e le norme sovraordinate (Piano regolatore, Piani del Verde; Piani di gestione di aree protette, Piani di Bacino, Codice della Strada, etc.). L'intervento si deve infatti inserire nel contesto di pianificazione locale, oltre a dover rispettare, soprattutto in ambito urbano e periurbano, quanto previsto dai Regolamenti attuativi, come il rispetto delle distanze minime dalle strade. Nello specifico per Roma è necessario poi seguire quanto previsto nelle Linee guida per la gestione delle alberature di proprietà comunale nel territorio di Roma Capitale[39]. Infine è necessario appurare la presenza di eventuali vincoli paesaggistici e devono essere valutati i vincoli derivanti da servitù (linee elettriche, acquedotti, metanodotti, etc.);

- le caratteristiche pedologiche. È importante valutare il tipo di suolo presente, in quanto può rappresentare un fattore limitante la crescita delle piante, se non idoneo alla corretta penetrazione delle radici. Inoltre in funzione del tipo di suolo possono cambiare le attività necessarie alla preparazione del terreno (ad esempio se è necessario ricorrere al drenaggio). Pertanto è opportuno valutare vari aspetti del suolo, tra i quali la struttura, la profondità della roccia, la porosità e la permeabilità, la presenza di una falda o di acqua

umida paludosa; le formazioni forestali nel Parco Nord Milano dove gli attuali 90 ha di impianti sono stati realizzati in parte su dei terreni precedentemente interessati da impianti industriali.

[38] Nel caso l'intervento di forestazione abbia la finalità di lotta ai cambiamenti climatici è opportuno che la superficie non sia inferiore ad un ettaro (criterio funzionale all'acquisizione di crediti di carbonio secondo gli accordi di Marrakech).

[39] Deliberazione della Giunta Capitolina n. 307 del 17/10/2014.

libera, il drenaggio, il pH[40], la presenza di macroelementi[41]. In particolare in molti suoli urbani si possono avere alterazioni strutturali legate a fenomeni di compattazione (calpestio, passaggio di mezzi meccanici, etc.), alterazioni legate alla rimozione della lettiera e/o della copertura vegetale (che altera l'apporto di sostanza organica e nutrienti nel suolo), alterazioni del pH (valori mediamente alti si registrano ad esempio nei suoli limitrofi alle costruzioni e alle strade). Per ulteriori dettagli circa i suoli in ambiente urbano e i servizi ecosistemici forniti si veda il Box d'approfondimento "I suoli in ambiente urbano";

- il microclima. Oltre al suolo è poi fondamentale caratterizzare il sito d'impianto dal punto di vista climatico, con particolare riferimento alle precipitazioni e alle temperature, ma anche microclimatico (umidità, vento, esposizione al sole, etc.). Questi sono tutti aspetti che consentono di selezionare le associazioni vegetali più idonee al sito d'impianto. L'ambito urbano, in particolare, è caratterizzato da temperature più elevate (la cosiddetta "isola di calore" causata da un maggior assorbimento di energia solare da parte delle numerose superfici impermeabilizzate, quali strade ed edifici), da maggiore secchezza dell'aria e minore presenza di vento (per la presenza di ostacoli fisici). Inoltre è opportuno valutare l'esposizione a fonti d'inquinamento (come presenza di strade trafficate), in quanto questo fattore può essere fonte di stress e quindi influenza la scelta delle specie vegetali da utilizzare. Un altro aspetto da considerare, infine, è la vicinanza dal mare, in quanto le specie presentano tolleranze diverse allo spray marino;

- la vegetazione potenziale e presente. Oltre alla caratterizzazione del suolo e del microclima, un altro elemento che è utile analizzare è la vegetazione eventualmente già presente nel sito prescelto, attraverso dei rilievi fitosociologici. In ambito urbano, però, è importante considerare che la vegetazione originaria può aver subito pesanti alterazioni. Per questo, sarebbe auspicabile individuare la vegetazione potenzialmente presente, in base anche alle informazioni raccolte nei punti precedenti. Una conoscenza quanto più possibile completa del sito consente infatti una migliore selezione delle associazioni vegetali da utilizzare negli interventi di forestazione, valorizzando la potenzialità specifica del sito e facilitando l'instaurarsi di comunità vegetali stabili sul lungo periodo.

[40] Le specie possono avere preferenze fra suoli basici e suoli acidi. Ad esempio varie specie di querce (cerro, leccio, etc.) preferiscono suoli basici, mentre ad esempio la sughera e il castagno preferiscono suoli acidi.
[41] Questo è un aspetto molto importante in ambiente urbano, dove è più facile che nel suolo si possano ritrovare scarti e detriti edili, che possono creare un substrato poco o niente idoneo per la carenza di nutrienti.

Box 1 - *I suoli in ambiente urbano*

I suoli dell'ambiente costruito e dei suoi intorni sono una parte essenziale dell'ecosistema urbano che contribuisce, direttamente e indirettamente, alla buona qualità della vita dei cittadini.
Le infrastrutture verdi urbane sono dipendenti da una *"Brown infrastructure"* (sensu Pouyat et al., 2010) costituita da suoli fortemente diversificati derivanti, nella loro maggior parte, dall'azione estremamente variabile dell'uomo, principale fattore pedogenetico in ambiente urbano (suoli antropogenici).
La frammentazione degli habitat tipica del paesaggio urbano e l'ampio spettro di utilizzo del territorio determina, infatti, una forte variabilità delle caratteristiche chimico/fisiche/biologiche delle coperture pedologiche. Un mosaico che spazia da suoli in condizioni naturali/seminaturali (es. ville storiche, grandi parchi urbani, aree protette urbane e periurbane, aree agricole periferiche), sino a suoli profondamente alterati, suoli coperti da superfici impermeabili/semi-permeabili o suoli costruiti ex-novo (es. aree ex industriali, argini e terrapieni, aiuole spartitraffico).
Nonostante la loro peculiarità, tali suoli continuano, sia pur con funzionalità limitate in funzione del grado di alterazione, a fornire gli essenziali servizi ecosistemici forniti dai suoli naturali. Mitigano gli effetti delle sostanze inquinanti, provvedono allo stoccaggio di carbonio e di nutrienti minerali, regolano il ciclo idrologico, permettono la funzione estetico-culturale-ricreativa delle aree verdi e la conservazione della biodiversità. Tali funzioni vengono però irrimediabilmente perse quando il suolo viene asportato, o fortemente compromesse per effetto dell'impermeabilizzazione o per elevati livelli di inquinamento. Quest'ultimo aspetto riveste particolare interesse considerando la vicinanza della popolazione e la crescente diffusione dell'orticultura urbana e peri-urbana.

Funzioni e servizi ecosistemici svolti dal suolo
Un suolo di buona qualità svolge una serie di funzioni ecologiche, ambientali, economiche, sociali e culturali come il supporto alla vegetazione, il sequestro di CO_2, la mitigazione del ruscellamento superficiale ed il sostegno alla popolazione edafica che è alla base di ogni forma di vita. Le sette più importanti funzioni del suolo sono:

- *Produzione di biomassa:* il suolo garantisce cibo, foraggio, energie rinnovabili e materie prime. La produzione agricola e alimentare, essenziale per la sopravvivenza umana, la silvicoltura e quasi tutta la vegetazione dipendono totalmente da questa matrice.
- *Filtro e capacità tampone e trasformazione di materiali e sostanze diverse:* il suolo svolge un'importante funzione protettiva in grado di mitigare e prevenire il passaggio di sostanze inquinanti nelle acque sotterranee e nella catena alimentare. Il valore protettivo delle coperture pedologiche dipende dalle loro proprietà fisico-chimiche e dall'attività biologica che consente la decomposizione delle sostanze immesse nel suolo. Tramite la sua capacità di trattenere l'acqua svolge un ruolo fondamentale di regolazione del ruscellamento superficiale e di mitigazione degli eventi alluvionali.
- *Serbatoio di carbonio*: il carbonio stoccato nei suoli rappresenta la più grande riserva terrestre di carbonio. I suoli possono quindi giocare un ruolo importante nella mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso i processi di sequestro di carbonio e di regolazione di altri gas serra (N_2O e CH_4).
- *Riserva di biodiversità, ad esempio habitat, specie e geni*: i suoli sono un serbatoio di biodiversità. Forniscono l'habitat a migliaia di specie dalle quali dipendono le altre funzioni del suolo, come la capacità produttiva e quella depurativa.
- *Supporto e base fisica*: rappresenta il supporto fisico della vegetazione, per lo svolgimento delle attività umane e per lo sviluppo socio-economico.
- *Fonte di materie prime*: il suolo è deposito e fonte di materie prime come argilla, ghiaia, sabbia, torba e minerali, ma anche di energia geotermica e acqua.
- *Archivio del patrimonio geologico e archeologico*: i suoli rappresentano il nostro archivio storico e culturale. Contengono i reperti archeologici e, tramite l'analisi del loro profilo, possono farci comprendere la storia degli eventi che hanno originato il paesaggio in tempi storici e preistorici/geologici.

Il suolo fornisce, quindi, all'umanità una serie di servizi ecosistemici (i benefici che le persone ricevono dagli ecosistemi) di approvvigionamento, regolazione, culturali e di supporto fondamentali per la sua esistenza e per il suo benessere (Tabella 1).
Tali servizi possono essere fortemente compromessi da un uso non sostenibile della risorsa che può determinarne il degrado tramite i fenomeni di erosione, perdita della sostanza organica, salinizzazione/alcalinizzazione, compattazione, impermeabilizzazione, contaminazione sino

all'ultima fase del degrado rappresentato dalla desertificazione (Figura 1).

Tabella 1 - *Legami tra necessità umane, servizi ecosistemici forniti dal suolo e funzioni del suolo* (modificato da Dominati et al, 2010)

Necessità umane	Servizi ecosistemici del suolo	Funzioni del suolo
	Supporto	
	Produzione primaria e ciclo degli elementi nutritivi	Produzione di biomassa, in particolare nei settori dell'agricoltura e della silvicoltura
	Ciclo dell'acqua	
	Attività biologica edafica	Riserva di biodiversità, ad esempio habitat, specie e geni
	Approvvigionamento	
Sicurezza alimentare ed energetica	Approvvigionamento di cibo, acqua, legname e fibre	Produzione di biomassa, in particolare nei settori dell'agricoltura e della silvicoltura
Abitazioni ed infrastrutture	Approvvigionamento di materie prime	Fonte di materie prime
	Fornitura della base fisica	Ambiente fisico e culturale per l'uomo e le sue attività
	Regolazione	
Sicurezza e protezione Salute e benessere	Regolazione del ciclo dell'acqua: controllo dei deflussi e delle alluvioni	Stoccaggio, filtrazione e trasformazione di nutrienti, sostanze e acqua
	Qualità delle acque	
	Filtrazione degli elementi nutritivi	
	Controllo biologico di parassiti e malattie	
	Capacità depurativa degli inquinanti	
	Riserva di carbonio e regolazione del clima	Stoccaggio di carbonio
	Culturale	
Benessere	Valore spirituale, estetico, di conoscenza	Archivio del patrimonio geologico e archeologico

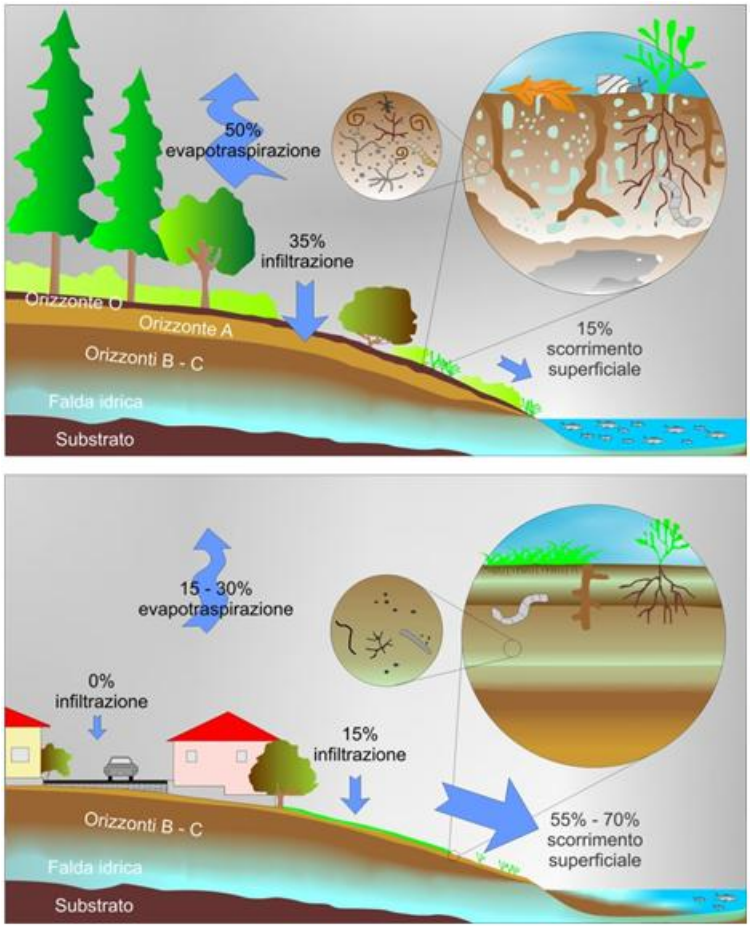

Figura 1 - *Un suolo in condizioni naturali è in grado, in funzione della sua porosità, permeabilità e umidità, di trattenere una grande quantità delle precipitazioni atmosferica, contribuendo a regolare il deflusso superficiale. Al contrario, in un ambiente antropizzato, la presenza di superfici impermeabilizzate, la riduzione della vegetazione, l'asportazione dello strato superficiale ricco di sostanza organica e l'insorgere di fenomeni di compattazione comportano un grave scadimento della funzionalità del suolo con incremento dello scorrimento superficiale e aumento dei fenomeni erosivi con trasporto nei collettori naturali di grandi quantità di sedimento I valori riportati in figura sono puramente indicativi. Essi variano, anche sensibilmente, in funzione di molteplici parametri (caratteristiche fisicochimiche del suolo, topografia, geologia, durata e intensità delle precipitazioni, ecc.)*

Caratteristiche dei suoli urbani

Le caratteristiche di un suolo disturbato dall'attività umana possono essere molto diverse da quelle di un suolo naturale. Gli orizzonti possono essere stati mescolati, distrutti, rimossi o compattati in particolare gli orizzonti superficiali. I suoli naturali possono essere sepolti da riempimenti di inerti, ma possono essere stati aggiunte anche sostanze chimiche e rifiuti. Tutte queste attività determinano grandi cambiamenti nelle caratteristiche chimico, fisiche, biologiche ed ingegneristiche dei suoli urbani che possono variare da condizioni naturali a totalmente artificiali.
Il WRB-World Reference Base (IUSS, 2014), prevede due Gruppi di Suoli di Riferimento influenzati più o meno profondamente dall'attività umana:

- *Anthrosols*: suoli modificati da prolungate attività umane. Sono i suoli in cui l'attività umana si è sovraimposta alla naturale evoluzione pedogenetica come in alcuni suoli delle aree periurbane, dei parchi e dei giardini interni all'urbano consolidato.
- *Technosols*: suoli che contengono un'elevata quantità di artefatti (materiali derivante da processi produttivi umani). Tali suoli hanno subito una vera e propria manipolazione antropopedogenetica, come nelle opere civili ed infrastrutturali, nei luoghi interessati da attività industriali o militari, nelle attività estrattive, nelle colmate con materiali di risulta derivanti da demolizioni etc.

All'interno della "pedodiversità" urbana, escludendo i suoli che possono essere considerati disturbati in modo poco significativo, i suoli antropogenici presentano tipiche caratteristiche e problematiche:

- Grande variabilità verticale e spaziale: le proprietà di un suolo naturale variano gradualmente sia arealmente sia verticalmente. In un suolo urbano i passaggi verticali tra gli orizzonti e spaziali tra i tipi di suolo possono essere repentini e variano in funzione dell'evoluzione delle attività umane e delle tipologie insediative.
- Modifica della struttura, compattazione, perdita di sostanza organica: in molti suoli urbani si registrano fenomeni di compattazione, legati al calpestio o al passaggio di mezzi meccanici, con forte limitazione della infiltrazione delle acque meteoriche nel suolo. La rimozione della lettiera, pratica comune in aiuole e giardini, riduce l'apporto di sostanza organica e nutrienti nel suolo. La scarsità di sostanza organica favorisce lo sviluppo di fenomeni erosivi che possono essere particolarmente intensi sui suoli privi di copertura vegetale.
- Riduzione della biodiversità edafica: La riduzione della quantità di aria e acqua disponibile legata alla compattazione, la scarsità di sostanza organica ed i fenomeni di contaminazione diffusa possono compromettere fortemente la qualità biologica del suolo.
- Alterazione della reazione del suolo: valori mediamente alti di pH si registrano nei suoli limitrofi alle arterie stradali, a costruzioni civili o impianti industriali; la principale conseguenza è una generale alterazione nel bilancio dei nutrienti presenti nel suolo stesso.
- Contaminazione puntuale e diffusa: un suolo urbano può contenere un'alta percentuale di sostanze inquinanti. Oltre ai possibili inquinamenti puntuali legati ad attività industriali, di gestione dei rifiuti, sversamenti accidentali o deliberati al suolo ecc., un ruolo importante è senz'altro costituito dalle fonti di inquinamento diffuso, come il traffico veicolare, in grado di far aumentare le concentrazioni di metalli pesanti nei suoli anche oltre i limiti di legge.

Le funzioni che il suolo svolge, e i servizi ecosistemici a queste collegati, variano spazialmente e temporalmente in relazione alle caratteristiche pedologiche, alle variazioni d'uso, alle variazioni climatiche. Suoli diversi forniscono servizi diversi e/o di qualità diversa. In base al gradiente di antropizzazione i suoli urbani possono essere suddivisi in 4 grandi categorie (Morel et al., 2014): Suoli vegetati naturali o seminaturali, Suoli vegetati artificiali, suoli contaminati da rifiuti, suoli impermeabilizzati (Tabella 2).

Tabella 2 - *Servizi ecosistemici e categorie di suoli individuati in ambiente urbano (Fonte: Morel et al.,* 2014*)*

Servizi Ecosistemici		**Suoli**			
		Vegetati naturali o seminaturali	**Vegetati artificiali**	**Contaminati da rifiuti**	**Impermeabilizzati**
Servizi di supporto o approvvigionamento	Produzione di cibo	++	++	(+)	o
	Biomassa non alimentare	++	++(+)	++	o
	Approvvigionamento di materie prime	+	+	+++	o
	Produzione di acqua	o	+	o	+++
Servizi di regolazione	Serbatoio di acqua	++	+++	++	+
	Regolazione del ciclo dell'acqua: controllo dei deflussi e delle alluvioni	+++	++(+)	+	+(+)
	Regolazione dell'inquinamento	++	+++	++	+++
	Regolazione del clima a scala globale	+++	++	++	+
	Regolazione del clima a scala locale	+++	++	+	o
	Mantenimento della biodiversità	+++	+++	++	o

	Controllo sulle specie invasive	o	++	o	o
	Purificazione dell'aria	+++	++	+	o
	Controllo del rumore	++	+++	++	+
Servizi culturali	Ricreativi/Turismo	+++	++	o	o
	Patrimonio culturale	+	+	+++	++
	Paesaggio/Estetico	++	+++	+	+
	Educativo	+++	+++	++	+

Legenda:
"0" servizio ecosistemico senza valore (questo simbolo si riferisce anche ai gruppi di suolo che forniscono un significativo numero di disservizi)
+++: servizio ecosistemico di alto valore
++: servizio ecosistemico di medio valore
+: servizio ecosistemico di basso valore
Le parentesi indicano situazioni intermedie

I suoli urbani possono essere molto diversi da quelli naturali e così variabili da rendere estremamente complesso il loro rilevamento e la definizione della loro qualità, in particolare per quanto riguarda i *Technosols* cioè quei suoli in cui le attività antropiche hanno giocato il ruolo principale e diversificato nella loro genesi e distribuzione.
Devono essere elaborate apposite strategie di campionamento ed indagine e sviluppate metodiche per la spazializzazione delle informazioni e la gestione della variabilità di questo tipo di suoli, che sono differenti da quelle classicamente utilizzate nelle indagini pedologiche.
La grande variabilità tipologica in spazi molto ristretti rende impossibile l'adozione di un modello di distribuzione dei suoli che guidi la fase di rilevamento e campionamento. Per gli stessi motivi le banche dati sui suoli esistenti possono essere utili per definire i suoli "potenzialmente" presenti in area urbana, ma non come fonte dati per conoscere caratteristiche e qualità dei suoli realmente esistenti.
Nonostante queste difficoltà la conoscenza dei suoli riveste una importanza fondamentale sia nell'elaborazione di corrette politiche di gestione del verde urbano sia nell'ambito della sicurezza alimentare. Le aree urbane e periurbane sono, infatti, quelli più interessate dalle dinamiche di trasformazione del territorio ed è pertanto indispensabile capire come tali suoli possono essere gestiti, recuperati e riconvertiti a sostegno delle infrastrutture verdi o dell'agricoltura urbana.
Gli studi effettuati in varie città hanno evidenziato come la compattazione, il basso livello di sostanza organica e la contaminazione, generalmente per deposizione atmosferica o precedenti usi del suolo, siano le problematiche più comuni dei suoli urbani. In particolare è nota la presenza di elevati valori di metalli pesanti (Pb, Pt, Ba, Cu, Zn) nei suoli di Roma soprattutto in prossimità delle arterie stradali più trafficate o in corrispondenza di interventi antropici determinanti rilasci al suolo. Il contenuto in metalli pesanti nei suoli è dipendente dalle caratteristiche geochimiche, dai processi pedogenetici e dalle attività antropiche e la lentezza dell'autodepurazione del suolo può determinare notevoli accumuli.
La contaminazione dei suoli urbani da parte dei metalli pesanti può rappresentare, pertanto, una seria problematica per la salute umana per la possibile presenza di concentrazioni elevate in luoghi normalmente frequentati anche da soggetti altamente sensibili, come nei giardini urbani oppure per il loro passaggio nella catena alimentare tramite, ad esempio, il consumo dei prodotti agricoli.
È quindi necessario conoscere le caratteristiche dei suoli non solo per poter quantificare i servizi ecosistemici che andrebbero persi a causa dei processi di urbanizzazione ma anche per valutarne la qualità, in particolare quando destinati ad uso ricreativo o ad agricoltura urbana.
Il contenuto in metalli pesanti nei suoli urbani e suburbani può essere usato come indicatore della contaminazione ambientale legata alle attività antropiche e industriali o di origine naturale. Lo studio della contaminazione geochimica, permette di discernere l'inquinamento antropogenico da quello legato alle caratteristiche geologiche (valore di fondo naturale), e fornisce utili informazioni sull'impatto delle attività antropiche, permettendo di attuare idonee misure di prevenzione a lungo termine e di pianificare azioni di contenimento e monitoraggio della qualità dei suoli e dell'ambiente urbano.

1.3 Indirizzi progettuali

La forestazione urbana comprende "*la gestione degli alberi e delle risorse forestali entro e attorno ai centri abitati*"[42], al fine di fornire benefici non solo ecologici, ma anche sociali ed economici. Pertanto per foresta urbana si intende tutto l'insieme della vegetazione arborea e arbustiva presente nelle aree urbane e periurbane e di conseguenza in questa definizione ricadono più componenti: non solo aree boscate, ma anche fasce verdi e alberate stradali. Quindi a secondo delle finalità e delle caratteristiche del sito prescelto è possibile considerate varie componenti della foresta urbana: ad esempio, in tema di lotta ai cambiamenti climatici e incremento della biodiversità urbana e periurbana sarà preferita la creazione di nuove aree boscate, mentre per l'abbattimento di inquinanti atmosferici e/o come barriere antirumore la scelta progettuale potrebbe riguardare principalmente le alberate, soprattutto in ambito urbano. Ovviamente a secondo della linea progettuale adottata, cambieranno anche le fasi successive, come la scelta delle specie più idonee e il sesto d'impianto.

La creazione di aree boscate richiede disponibilità di spazi più ampi e generalmente vengono realizzate più fasce (ad esempio una fascia arbustiva e una alberata). Inoltre la funzione per cui sono state create non è detto che sia immediatamente apprezzabile (ad esempio l'ombreggiatura può richiedere diversi anni). Infine un'area boscata è maggiormente valorizzata se l'intervento di forestazione si inserisce in un contesto già naturale (come le aree protette e agricole suddette), in quanto, oltre a sottoporre le specie a minori stress (come l'inquinamento da traffico), la stessa area può svolgere più funzioni sia ambientali (assorbimento CO_2, mitigazione isola di calore, habitat per la fauna, etc.), che sociali (ad esempio creando aree in ombra idonee per lo sport e altre attività ricreative[43]). Nel caso di progettazione (ex novo e/o riqualificazione) di aree fruibili dalla cittadinanza per attività ricreative, ludiche e sociali, ed in particolare fruibili da bambini, sarà opportuno tener conto del potenziale allergenico delle specie da introdurre, onde evitare l'insorgenza e l'aggravio di sintomatologie legate ad allergia e asma, patologie che hanno già una elevata incidenza in ambito urbano (si veda il Box d'approfondimento "Verde urbano e allergie ai pollini: consigli per l'uso").

Le fasce verdi hanno un andamento lineare e generalmente una larghezza limitata. Pertanto nella loro realizzazione è importante considerare le distanze ad esempio dalle strade o da proprietà private. Soprattutto nel caso di alberate stradali è importante valutare lo spazio a disposizione per la crescita dei singoli individui e i vincoli da servitù[44], oltre a scegliere opportunamente le specie (ad esempio escludendo specie più sensibili all'inquinamento atmosferico; o specie che possono rappresentare un rischio per la sicurezza dei cittadini[45]). Inoltre gli individui piantati non dovranno essere di intralcio al traffico veicolare e alla segnaletica stradale. Per una maggior efficacia nell'intercettazione degli inquinanti atmosferici è poi opportuno selezionare principalmente specie con elevato sviluppo in larghezza, così da creare una fascia arborea che sia in altezza che in larghezza abbia uno sviluppo ottimale a tale funzione. Come le aree boscate, poi, anche le fasce verdi e le alberate possono assolvere a più funzioni, in particolare quali barriere antirumore e frangivento, regolazione termica, connettività ecologica, funzione di filtro delle polveri, valore estetico, ombreggiamento, etc.

Infine, nella realizzazione sia di aree boscate sia di filari arborei è necessario, tenere conto del temperamento delle specie prescelte nei confronti della luce (eliofile vs sciafile) al fine di non ostacolare il loro corretto sviluppo.

1.4 Scelta delle specie

La scelta delle specie è cruciale per la buona riuscita dei progetti di forestazione dato che proprio dalle caratteristiche ecologiche di esse dipende l'efficacia degli interventi nello svolgere le funzioni per le quali vengono realizzati. Infatti una scelta errata può comportare il non raggiungimento degli obiettivi iniziali, la non riuscita dell'intervento e costi elevati di gestione e manutenzione. È pertanto fondamentale considerare innanzitutto i precedenti punti (finalità dell'area, caratteristiche ecologiche del sito, indirizzo progettuale), e analizzare poi gli aspetti di seguito esplicitati.

Nella scelta delle specie da impiantare negli interventi di forestazione devono essere privilegiate le specie autoctone nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti. Solo in alcuni casi (ad esempio le alberate o laddove servono specie particolarmente decorative) è ipotizzabile l'utilizzo di

[42] Definizione di "*selvicoltura urbana*" proposta dalla Society of American Foresters (Helms, J. (Ed.), 1998. *The Dictionary of Forestry*. Society of American Foresters, Bethesda.), accettata anche in Europa (Konijnendijk, C.C., Ricard, R.M., Kenney, A. e Randrup, T.B., 2006. *Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe*. Urban Forestry & Urban Greening 4: 93-103).

[43] Si citano ad esempio Il Parco Nord a Milano, il Parco di Monza e il Pratone delle Valli a Roma (in quest'ultimo alcuni alberi sono stati piantumati all'interno dell'area cani proprio su invito degli utenti stessi per rendere lo spazio maggiormente fruibile).

[44] Normalmente si considera che con marciapiedi inferiori a tre metri si possono impiantare solo alberi di 3° grandezza, con marciapiedi tra 3 e 4 metri alberi di 2° grandezza e con marciapiedi superiori a 4 metri alberi di 1° grandezza. Vanno inoltre rispettate le distanze dai sottoservizi per assicurare lo sviluppo delle radici (Vittadini M.R., Bolla D. e Barp A. (a cura di), 2015. *Spazi verdi da vivere. Il verde fa bene alla salute*. Il prato Editore. http://prevenzione.ulss20.verona.it/docs/Sisp/Ambiente_salute/Spazi_verdi_da_vivere.pdf).

[45] Cfr Linee guida per la gestione delle alberature di proprietà comunale nel territorio di Roma Capitale.

specie esotiche (non invasive), per quanto andrebbero sempre favorite specie nostrane. Di seguito vengono elencati i principali aspetti da considerare nella scelta delle specie, oltre a quelli esaminati nei precedenti punti (finalità dell'area, tipo di suolo, microclima, etc.):

- la velocità di accrescimento, aspetto importante in particolare per il sequestro di carbonio,
- lo sviluppo dell'apparato radicale (molto importante soprattutto per gli interventi in prossimità delle strade in quanto le radici non devono danneggiare il sedime stradale),
- il portamento e le dimensioni della specie allo stadio adulto (altezza, forma della chioma, etc.),
- la persistenza delle foglie (caducifoglie vs sempreverdi), caratteristica di particolare interesse in relazione alla mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico,
- caratteristiche di fioritura e fruttificazione ed eventuali elementi indesiderati (ad esempio le spine, la presenza di resine), aspetto importante soprattutto per incrementare la biodiversità, ma anche per la sicurezza (ad esempio nel caso di alberate stradali),
- la robustezza del legno e la propensione alla rottura (sia dei rami che dell'intera pianta),
- la resistenza ad agenti inquinanti, soprattutto in ambito strettamente urbano[46],
- la resistenza ad agenti patogeni e fitoparassiti[47],
- la tossicità (delle foglie, dei frutti, della linfa), aspetto da valutare sia in funzione della sicurezza dei cittadini (ad esempio se la nuova area sarà molto fruita dai bambini) sia in relazione alla biodiversità animale,
- la frequenza di manutenzione (ad esempio specie con particolari necessità di risorse idriche), che influenza i costi di gestione,
- longevità, in particolare in ambiente urbano dove i fattori di stress possono aumentare il tasso di mortalità degli individui.

Indipendentemente dalla funzione che la nuova area alberata dovrà avere, gli aspetti primari da considerare sono comunque la dimensione e la forma della chioma. In riferimento alla dimensione nei Regolamenti del verde sono generalmente riportate le altezze delle piante a maturità per le classi di grandezza. Per la città di Roma, in ambito urbano, le classi di grandezza sono così definite nel Regolamento del Verde[48]:

Classe di grandezza	Altezza delle piante a maturità
1° grandezza	> 18 m
2° grandezza	12 – 18 m
3° grandezza	< 12 m

Ad esempio nel Regolamento di Roma[49] sono citate le seguenti specie:

- 1° grandezza: pino domestico (*Pinus pinea*,) pioppo nero (*Populus nigra*), cedro dell'Atlante (*Cedrus atlantica*), etc.;
- 2° grandezza: leccio (*Quercus ilex*), cipresso mediterraneo (*Cupressus sempervirens*), olmo campestre (*Ulmus minor*), etc.;
- 3° grandezza: acero campestre (*Acer campestre*), albero di Giuda (*Cercis siliquastrum*), ligustro (*Ligustrum lucidum*), etc.

In generale nella progettazione è opportuno privilegiare una mescolanza di specie di varie dimensioni: ciò consente una maggior stabilita e resistenza della comunità vegetale che si viene a realizzare, oltre ad essere esteticamente più gradevoli ed a contribuire a creare un habitat più vario per la fauna. Una mescolanza di specie può inoltre aumentare la multifunzionalità dell'intervento di forestazione, in quanto specie diverse possono assolvere con diversa efficacia a le varie funzioni (mitigazione inquinamento, stoccaggio CO_2, favorire la biodiversità, etc.). Anche nel caso di alberate stradali, può essere utile progettare filari plurispecifici, per quanto in generale vengano spesso

[46] Alcune specie risultano essere particolarmente sensibili all'aumentato livello di inquinamento atmosferico, come ad esempio l'ippocastano (*Aesculus hippocastanum*) e alcune specie di querce (Lassini et al., 1998. *Forestazione urbana per la Lombardia*. Regione Lombardia e Azienda Regionale delle Foreste).
[47] Ad esempio specie in passato molto usate, in particolare nelle alberate, sono il platano (*Platanus* spp) e l'olmo (*Ulmus* spp), entrambe però soggette a infezioni letali: ad esempio nella piazza Prato della Valle a Padova i platani sono stati sostituiti da aceri ricci in quanto infettati dal cancro colorato del platano (l'ultimo esemplare è stato abbattuto nel 2011). L'olmo, invece, può subire defogliazione ad opera del coleottero Galerucella dell'olmo, i cui attacchi ripetuti possono indebolire le piante predisponendole ad altre infestazioni.
[48] Le classi di grandezza possono variare fra le varie città in funzione alle condizioni bioclimatiche (ad esempio per Torino la classe 1 comprende alberi fino a 16 metri).
[49] Si specifica che il Regolamento del verde e del paesaggio urbano di Roma Capitale è ancora in via di definizione; un estratto è riportato nell'Allegato1.

realizzate alberate monospecifiche, soprattutto in ambito urbano (sia per questioni estetiche che di manutenzione).

Per un utilizzo razionale delle specie è anche fondamentale un'adeguata conoscenza del tipo di suolo locale e delle sue condizioni idrologiche al termine dell'impianto. In particolare si deve dare prioritaria importanza all'acidità, all'umidità (soprattutto se stagionale o permanente) e alla porosità.

Non va infine trascurata la componente rappresentata dalla micoflora simbionte e saprofitia che migliora le condizioni dei suoli e la salute degli esemplari arborei ed è favorita dalla plurispecificità dell'intervento.

In ambito mediterraneo è opportuno considerare anche alcuni fattori limitanti come la presenza di un periodo estivo con stress idrico, e la presenza di un periodo di riposo vegetativo più breve rispetto a quello delle regioni montane (AA.VV., 2010)[50]. Pertanto è necessario avere maggiori accorgimenti nella scelta delle specie e nel loro reperimento realizzando idonee analisi floristiche e vegetazionali in relazione ai gradienti esistenti (cfr 1.5).

Riveste una grande importanza nella riqualificazione delle aree urbane anche l'impianto di alberi da frutta appartenenti a cultivar locali rare o in via di estinzione e ai cloni di patriarchi arborei (un ottimo esempio è stato realizzato proprio a Roma nella Villa dei Quintili, sull'Appia Antica[51]). Oltre al valore estetico questi interventi favoriscono anche processi di conservazione del germoplasma e delle risorse genetiche.

Di seguito si riportano alcuni principi generali da considerare nella scelta delle specie affinché l'intervento sia finalizzato a: il sequestro di carbonio, la mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico, l'incremento della biodiversità. Verranno inoltre fornite delle indicazioni relative alle specie che possono causare problemi di allergia e il cui utilizzo deve essere quindi attentamente valutato.

1.4.1 Criteri per la scelta di specie idonee al sequestro di carbonio

La creazione di nuove aree forestali è una delle misure previste per contrastare i cambiamenti climatici[52]. Le foreste sono infatti dei grandi magazzini in cui si accumula naturalmente carbonio e sempre più spesso aziende private mettono a dimora un certo numero di alberi, soprattutto in ambienti urbani e periurbani, per compensare le emissioni derivanti da alcune delle loro attività[53]. Un aspetto fondamentale per la fissazione del carbonio in ambiente urbano è quindi la scelta di specie che siano idonee ad espletare tale funzione oltre che adatte alle condizioni ambientali del sito in cui saranno messe a dimora. Nello specifico per massimizzare la fissazione di carbonio vanno adottati i seguenti criteri:

- privilegiare specie a rapido accrescimento e longeve;
- privilegiare specie che a maturità raggiungono grandi dimensioni;
- privilegiare specie che siano resistenti alle malattie e, in ambito urbano, agli stress legati all'inquinamento. In ogni caso è importante mantenere la copertura arborea sostituendo prontamente gli individui morti;
- privilegiare specie in grado di riprodursi e quindi di rinnovare in modo economico la formazione costituita o di espandersi autonomamente in aree limitrofe all'impianto;
- privilegiare specie pioniere a rapida crescita in ambiti di antrosuoli ricchi in detrito o comunque di suoli sottili;
- scegliere specie diverse, ma con uguali esigenze di gestione (irrigazione, potature, fertilizzazioni, etc.). In particolare privilegiare quelle specie con ridotte esigenze di manutenzione e che richiedono minimi interventi di potatura;
- preservare il carbonio sequestrato nel suolo riducendo i disturbi a carico delle radici: la quantità di carbonio stoccato nel suolo è infatti superiore a quella presente nella vegetazione (3 volte superiore[54]) quindi alterazioni anche minime possono incidere significativamente sulla capacità dell'area forestata di sequestrare carbonio;
- realizzare gli interventi di forestazione su superficie per quanto possibile ampie, così da poter mettere a dimora un maggior numero di piante.

---

[50] AA.VV., 2010. *Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari*. ISPRA Manuali e linee guida 65.3/2010.

[51] Si veda: http://www.viaappiaantica.com/laboratorio-di-mondi-possibili/il-giardino-dei-patriarchi-dellunita-ditalia/

[52] Il Protocollo di Kyoto prevede la possibilità per i paesi firmatari di utilizzare gli assorbimenti di carbonio dovuti all'implementazione di attività legate all'uso ed alla variazione di uso delle terre per il raggiungimento degli obiettivi fissati dal Protocollo.

[53] Si citano ad esempio il progetto Life GAIA ("*Green Areas Inner-city Agreement*") a Bologna, che prevede la piantumazione di alberi in aree esistenti e la realizzazione di nuovi spazi verdi e alberate attraverso il contributo di aziende private, che useranno tale contributo per compensare le emissioni derivanti dalle loro attività; il già citato progetto Life "*Roma per Kyoto*" che ha previsto la riforestazione di un'area verde pubblica di 12 ettari ricadente all'interno della Riserva Naturale della Valle dei Casali; il progetto LIFE + Carbomark (*Improvement of policies toward local voluntary carbon markets for climate change mitigation*) in Veneto e Friuli Venezia Giulia, il cui obiettivo generale è quello di promuovere un mercato locale dei crediti di carbonio, su base volontaria, per rafforzare le politiche dell'Unione europea riguardanti la lotta al cambiamento climatico, anche attraverso la messa a dimora di piante in ambito urbano.

[54] Paci M., 2011. *Ecologia forestale. Elementi di conoscenza dei sistemi forestali applicati alla selvicoltura*. Edagricole.

Alcune specie da utilizzate per massimizzare il ruolo di sequestro della CO_2 sono:

- pioppi (quelli indigeni sono *Populus alba, P. nigra, P. canescens*), grazie al rapido accrescimento. Tuttavia possono non essere adatti in ambiente urbano sia in quanto fonte di allergie sia perché potenzialmente soggetti a crolli. Infine necessitano di un cospicuo apporto idrico (pertanto è consigliabile un utilizzo in prossimità di corsi d'acqua[55]);
- salice bianco (*S. alba*), specie a crescita rapida idonea per impianti in prossimità di corsi d'acqua. Può però causare allergie;
- tigli (*Tilia cordata, T. platyphyllos, T. x vulgaris*), specie generalmente di grandi dimensioni e longeve. Soprattutto il tiglio nostrano (*T. platyphyllos*) è ampiamente utilizzato nelle alberate stradali, in quanto oltre ad essere esteticamente gradevole, ha fiori molto profumati;
- betulla (*Betula pendula*), altra specie a rapido accrescimento, ma maggiormente adatta a zone con clima temperato. Inoltre non è tra le specie autoctone a Roma[56] e può causare allergie;
- aceri (*Acer campestre, Acer monspessulanus e A. platanoides, A. pseudoplatanus*), in virtù della loro velocità di accrescimento, soprattutto l'acero riccio (*A. platanoides*) che però non è autoctono a Roma ed è esigente per quanto riguarda i suoli. Mentre *A. campestre* e A. monspessulanus risultano più rustici ed adattati alle condizioni locali e anche per interventi in condizioni pioniere e degradate;
- cerro (*Quercus cerris*), specie longeva e a rapido accrescimento;
- cipresso di Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana*), specie introdotta dagli Stati Uniti, molto impiegata per forestazioni sperimentali, tollerante all'inquinamento e adatta a trattenere le polveri;
- fra gli arbusti, il biancospino (*Crataegus monogyna*), in quanto oltre ad avere un accrescimento abbastanza rapido, è una specie resistente e che richiede poca manutenzione. Tuttavia bisogna tenere in considerazione che è un arbusto dotato di spine. Inoltre può essere veicolo di propagazione del colpo di fuoco batterico (causato dall'*Erwinia amylovora*), infezione che colpisce le Rosacee (compresi vari alberi da frutto). Il suo uso va quindi limitato se in prossimità di frutteti (in alcune regioni del nord è vietato impiantare nuovi individui).

1.4.2 Criteri per la scelta di specie indicate per la mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico

Gli interventi di forestazione urbana mirati all'abbattimento degli inquinanti atmosferici e dei campi acustici richiedono una scelta accurata della specie o dell'associazione migliore di specie, in funzione delle loro caratteristiche autoecologiche, oltre che di quelle ambientali quali fitoclima, esposizione, disponibilità idrica e altre specie vegetali presenti.

In particolare, viene qui considerata la realizzazione di fasce verdi, le quali possono rappresentare non solo delle efficienti barriere nei confronti dell'inquinamento acustico (soprattutto quello generato in ambito urbano dal traffico veicolare e, negli ambiti periurbani, anche del traffico ferroviario e aereo), ma svolgere pure funzioni quali quella estetica di arredo urbano, di riduzione dell'inquinamento luminoso o di connessione ecologica per la fauna presente.

Non vengono qui considerate, seppur utilizzate, né le fasce verdi monospecifiche ("quinte vegetali", sistemi di siepi o filari che si sviluppano lungo la via di comunicazione), né le fasce arbustive-arboree ("quinte composite"), in quanto entrambe risultano poco funzionali per i ruoli e le mitigazioni suddette, oltre ad essere meno resistenti verso i fattori ambientali e più sensibili sotto il profilo fitosanitario. Vengono pertanto suggeriti alcuni criteri di realizzazione di sistemi misti costituiti da più specie, particolarmente indicate per la schermatura del rumore e l'azione positiva di mitigazione dell'inquinamento atmosferico, oltre alla fornitura di altri beni e servizi di carattere ambientale, come precedentemente definito.

In relazione all'inquinamento acustico, l'efficienza di controllo del rumore, si differenzia fra le varie specie in base ai caratteri fenologici, in particolare: caratteristiche del fogliame (persistenza sulla pianta[57], spessore della lamina fogliare[58], presenza di peli e cere, dimensioni della pagina fogliare, densità e forma della chioma, etc.), portamento dell'individuo, orientamento delle foglie o fillotassi e densità della chioma. Un esempio di specie arborea indicata alla funzione di schermatura del rumore è

[55] Ad esempio pioppi cipressini sono stati piantati nella Riserva Naturale Valle dell'Aniene.
[56] Una formazione spontanea è localizzata presso il SIC Caldara di Manziana, vicino a Roma, ma è legata a particolari condizioni del suolo e microclimatiche.
[57] Le specie sempreverdi (quindi a foglia persistente) svolgono meglio la funzione di schermatura in quanto assicurano continuità a tale funzione. È tuttavia possibile usare anche alcune specie caducifoglie che durante il periodo di riposo vegetativo mantengono le foglie disseccate (ad esempio il carpino bianco, *Carpinus betulus*, e il faggio, *Fagus sylvatica*), ad esempio se si vuole creare una fascia verde esteticamente gradevole anche nel periodo autunnale-invernale.
[58] Foglie di maggiore spessore consentono un maggior assorbimento d'energia.

il leccio (*Quercus ilex*) in quanto specie sempreverde, con foglie spesse, chioma densa e portamento compatto.

Anche in riferimento all'abbattimento dell'inquinamento atmosferico, alcune peculiarità rendono delle specie più efficaci di altre. Una di queste è rappresentata dalle caratteristiche morfo-anatomiche delle foglie: superficie fogliare, dimensione e forma delle foglie e della chioma, densità e morfologia degli stomi[59], spessore e struttura della cuticola, persistenza, etc. Inoltre in relazione alle polveri sottili, la maggiore/minore capacità di cattura risulta legata alla rugosità della superficie fogliare e alla presenza di rivestimenti cerosi, di peli e altre strutture epicuticolari della foglia. Gli studi condotti dimostrano come mediamente gli alberi siano più efficienti nella cattura delle polveri rispetto agli arbusti, vista la loro maggiore superficie fogliare disponibile e la struttura della chioma più articolata e complessa. Le conifere, in particolare i generi *Pinus*, *Picea* e *Cupressus* e al Nord anche *Abies*, risultano efficienti nell'abbattimento degli inquinanti atmosferici, pur essendo sensibili alle alte concentrazioni di questi composti; per questo motivo se ne sconsiglia l'utilizzo in contesti fortemente inquinati.

Vengono qui di seguito riportati alcuni criteri generali da tenere in considerazione per la scelta delle specie utili per realizzare una fasce verdi in grado di contribuire all'intercettazione degli inquinanti atmosferici e alla mitigazione dell'inquinamento acustico. I criteri riportati sono anche validi per la realizzazione di un sistema verde più esteso e complesso, seppur con alcune limitazioni. Come già ricordato in relazione alla cattura della CO_2 è fondamentale, per la buona riuscita dell'intervento di forestazione che le specie siano innanzitutto appropriate all'ambiente che caratterizza il sito di impianto; tra queste verranno poi individuate quelle con caratteristiche più adatte all'intercettazione e/o all'assorbimento degli inquinanti e alla mitigazione del rumore. Nello specifico occorrerebbe seguire delle raccomandazioni, se possibile. In particolare:

- prediligere sempre specie vegetali autoctone e ben adattate al clima e all'ambiente in oggetto;
- privilegiare specie arboree con chiome ampie e alte, meglio se caratterizzate da un fitto sistema di ramificazione;
- privilegiare specie longeve, così da garantire per tempi lunghi l'efficacia della barriera verde, oppure varietà che siano resistenti alle malattie e all'inquinamento atmosferico delle città; questo anche perché sovente gli individui sono situati in prossimità di strade e quindi esposti a stress legati all'inquinamento che possono rendere le piante potenzialmente più suscettibili ad infezioni e parassitosi;
- scegliere specie con ridotte esigenze di manutenzione, così da ridurre i costi di gestione e di intervento;
- favorire, per quanto possibile, specie sempreverdi, mantenendo comunque una certa varietà delle specie per non incorrere in problemi dovuti a sistemi a verde monospecifici, più vulnerabili e critici;
- preferire specie con foglie provviste di tricomi, cere, resine e con superfici rugose, di forma irregolare. Le chiome con foglie numerose e di piccole dimensioni sono generalmente più efficienti nell'intercettazione degli inquinanti atmosferici;
- un altro aspetto da valutare, specialmente in ambiente urbano (soprattutto nei siti localizzati vicino a fonti d'inquinamento, come strade con intenso traffico veicolare) è la caratteristica che possiedono alcune specie di emettere Composti Organici Volatili (COV), i quali specialmente in presenza di alte concentrazioni di ossidi di azoto (NOx), possono indurre un aumento di concentrazione dell'ozono troposferico e dei cosiddetti SOA (aerosol organici secondari). È necessario pertanto privilegiare specie basse emettitrici di COV quali ad esempio aceri, biancospino e tigli;
- in prossimità di manufatti (strade, edifici, etc.), andrebbero privilegiate le specie meno soggette a crolli e cedimenti nella struttura e con apparato radicale non superficiale, che possano quindi garantire un maggiore grado di stabilità e sicurezza ambientale e per i cittadini;
- nella realizzazione di fasce verdi è inoltre opportuno ricordare l'importanza di valutare la direzione e l'intensità dei venti prevalenti, al fine di massimizzare l'efficacia dell'intervento di forestazione;
- nella forestazione è poi importante che gli individui siano collocati in maniera appropriata, in funzione dell'obiettivo che si vuole raggiungere. Ad esempio, per il contenimento dei livelli acustici è auspicabile che le piante siano disposte in modo continuo e ordinato. Per quanto riguarda l'abbattimento degli inquinanti aerodispersi, è opportuno ricordare che numerosi studi sull'argomento hanno evidenziato però quanto sia importante mantenere dei flussi di aria

[59] La capacità di assorbire gli inquinanti gassosi aumenta quanto maggiore e la densità stomatica e minore lo spessore della cuticola.

all'interno delle barriere verdi, al fine di aumentare le turbolenze e migliorare le interazioni delle masse d'aria inquinate con le superfici vegetali;

- occorre poi valutare, nella scelta dell'impianto, le dimensioni che le diverse specie (arboree e arbustive) assumeranno a maturità. Per eseguire un intervento che sia pienamente funzionale alla mitigazione dell'inquinamento acustico e atmosferico già dai primi anni dopo l'impianto, sarebbe necessario adottare sesti d'impianto non definitivi da sostituire successivamente, ma ciò comporta costi aggiuntivi non indifferenti, essendo necessari alcuni interventi nel corso del tempo, come diradamenti e nuovi impianti. Pertanto in fase di progettazione va valutato se adottare subito il sesto definitivo, considerando però che la piena funzionalità verrà raggiunta dopo un certo periodo di tempo, o se invece si vuole creare una fascia che sia da subito pienamente funzionale, costituita da individui già sviluppati, ma con costi notevolmente più elevati.

Alcune specie sono quindi maggiormente indicate di altre per questi interventi, poiché le loro caratteristiche morfo-funzionali le rendono più efficienti nell'abbattere gli inquinanti atmosferici e il rumore, tra queste:

- gli aceri (*Acer campestre* e *A. platanoides*), i quali sono particolarmente resistenti agli inquinanti atmosferici, oltre ad essere efficienti per la realizzazione di barriere fonoassorbenti e per azioni di mitigazione dei cambiamenti climatici quali i rimboschimenti finalizzati al sequestro della CO_2 atmosferica;
- alcune specie di querce (*Quercus cerris, Q. ilex, Q. robur, Q. frainetto, Q. pubescens*), che rappresentano alberi longevi, di grandi dimensioni e con chiome generalmente dense e caratterizzati da tratti autoecologici diversificati che li rendono adatti a differenti ambienti e climi. Per la funzione fonoassorbente possono essere utilizzati il cerro, la roverella e il leccio, come già ricordato. Tuttavia l'utilizzo di alcune querce va valutata con attenzione in base alla qualità dell'aria del sito, in quanto queste possono emettere elevate quantità di COV; è il caso del leccio il cui utilizzo dovrebbe essere limitato ad aree lontane da fonti di precursori di inquinanti, in quanto potrebbe tendere a favorire la formazione di inquinanti di genesi secondaria come l'ozono. In ambiente periurbano è possibile utilizzare anche la sughera (*Q. suber)*, meno adattata all'ambiente prettamente metropolitano;
- gli olmi (*Ulmus minor* e *U. montana*), alberi longevi, alti e con chioma densa e ampia, idonei dunque per la mitigazione dell'inquinamento sia acustico che atmosferico. Entrambe le specie vengono utilizzate come alberi ornamentali nel verde urbano; a Roma il primo è autoctono;
- i tigli (*Tilia cordata, T. platyphyllos, T. x vulgaris*), che oltre ad essere generalmente di grandi dimensioni e longeve, hanno dense chiome, adatte dunque sia alla mitigazione dell'inquinamento atmosferico che acustico. A Roma crescono bene anche se non sono indigene e si prestano soprattutto alla realizzazione di alberature stradali ed aree tampone. Inoltre sovente le loro foglie presentano delle secrezioni viscose che possono aumentare l'efficienza di ritenuta del particolato sospeso in atmosfera, sulle foglie stesse;
- il bagolaro (*Celtis australis*), specie longeva, di grandi dimensioni e con chioma ampia, molto diffusa per le alberature e nelle aree verdi urbane, grazie alla sua adattabilità e resistenza all'inquinamento e alla sua folta e larga chioma che genera ombra;
- varie conifere, per le motivazioni suddette (individui sempreverdi, maggiore superficie fogliare, etc.). Nell'ambiente mediterraneo specie del genere Pinus (ad esempio il pino domestico *P. pinea*, anche se è una specie che può causare allergie e non idonea per le alberature stradali a causa delle radici superficiali), specie del genere Cupressus (come il cipresso *C. sempervirens*), specie del genere Cedrus (come il cedro dell'Atlante *C. atlantica*, specie ornamentale, ma di origine esotica). C'è da ricordare però, che le conifere pur essendo efficienti nel mitigare l'inquinamento sia atmosferico che acustico grazie alla loro chioma complessa e folta, sono specie che possono soffrire livelli elevati di inquinamento e che quindi non dovrebbero essere collocate in contesti ambientali caratterizzati ad esempio da forti emissioni antropiche;
- fra gli arbusti più diffusi troviamo l'erica arborea (*Erica arborea*) e il viburno (*Viburnum tinus*), entrambi sempreverdi, risultano appropriati sia per la funzione fonoassorbente che per l'abbattimento degli inquinanti aerodispersi, anche grazie al loro portamento che li rende adatti alla realizzazione di fasce verdi in prossimità del terreno, a supporto delle specie arboree come le conifere, che spesso sono caratterizzate da porzioni "vuote" o con scarso fogliame in prossimità del suolo.

1.4.3 Criteri per la scelta di specie per incrementare la biodiversità animale

Ogni specie animale ha precise esigenze ecologiche, pertanto non esistono specie più idonee di altre per incrementare la biodiversità. Tuttavia è possibile fornire alcuni criteri generali, che consentano di effettuare degli interventi di forestazione che possano contribuire all'incremento della biodiversità, anche se la funzione prevalente per la quale vengono realizzati è un'altra (cattura CO_2, mitigazione inquinamento, etc.). Nel dettaglio:

- privilegiare una mescolanza di specie (evitando interventi di forestazione monospecifici) e di varie dimensioni: ciò oltre a contribuire a creare un habitat più vario per la fauna consente una maggiore stabilita e resistenza della comunità vegetale (e una maggiore biodiversità vegetale). La stratificazione delle foreste naturali può essere riprodotta utilizzando adeguate specie arbustive (ad esempio *Cytisus* sp., *Crataegus* sp., *Ligustrum vulgare*). Anche nel caso di alberate stradali, può essere funzionale per la fauna progettare filari plurispecifici. La varietà di specie può facilitare anche la colonizzazione da parte di organismi del suolo (batteri, funghi, invertebrati), essenziali per mantenere nel tempo i nuovi impianti;
- privilegiare una varietà di sesti d'impianto. In natura infatti la disposizione degli alberi e degli arbusti non è "regolare", pertanto impiantare i nuovi individui in maniera quanto più varia consente di creare un habitat più vicino a condizioni di naturalità;
- privilegiare le specie autoctone, così da contribuire ad incrementare anche la biodiversità vegetale;
- selezionare anche specie con fiori e frutti. La presenza di fiori contribuisce ad incrementare l'entomofauna, che a sua volta rappresenta una risorsa trofica per le specie di insettivori (uccelli, mammiferi, rettili). Alberi con fiori hanno inoltre una funzione estetica. Anche i frutti (bacche, drupe, pomi) rappresentano una risorsa trofica per numerose specie, soprattutto di uccelli. L'uso di alberi che producono frutti caduchi e/o coni va tuttavia valutato in quelle situazioni, come in prossimità delle strade, in cui la loro caduta può rappresentare un rischio per la sicurezza. In ambito urbano interessanti interventi di alto valore conservazionistico e di tutela della varietà genetica sono i giardini della biodiversità agricola[60] in cui vengono riprodotti e conservati esemplari di alberi da frutta appartenenti a cultivar locali rare o in via di estinzione;
- privilegiare le specie con chiome folte e ramificate, che possono rappresentare habitat idonei alla nidificazione. Anche la presenza di cavità, soprattutto alla base del tronco, è un elemento che può favorire la fauna, che può usarle come rifugio;
- evitare specie tossiche per la fauna, ad esempio l'oleandro (*Nerium oleander*);
- per incrementare la biodiversità, un altro intervento da poter progettare accanto a quello di forestazione è la creazione di un'area umida, che diversificando ulteriormente l'ambiente, fornisce altri habitat idonei alla fauna (anfibi, uccelli acquatici, etc.), soprattutto in aree di grandi dimensioni;
- infine si possono utilizzare gli spazi disponibili per preservare cloni e cultivar di alberi da frutta tipici della zona o, comunque, adattati alla condizione stazionale (parchi della biodiversità agricola).

Alcune specie da poter utilizzare per incrementare la biodiversità animale sono:

- bagolaro (*Celtis australis*), che oltre ad avere una chioma ampia, produce dei piccoli frutti eduli, dal sapore dolciastro, risorsa trofica per vari uccelli;
- alloro (*Laurus nobilis*), specie sempreverde che si può trovare sia allo stato arboreo che arbustivo. Oltre a poter essere utilizzata quale rifugio dalla fauna, è una specie che può essere utilizzata anche per la mitigazione dell'inquinamento acustico e atmosferico;
- varie specie della famiglia delle Rosaceae, che comprende sia arbusti che alberi da frutto, quindi adatti per fornire risorse trofiche (fiori e frutti) e rifugio alla fauna. Tra le specie si citano, ad esempio, il melo selvatico (*Malus sylvestris*), il ciliegio (*Prunus avium*) e il ciliegio canino (*P. mahaleb*), il sorbo comune (*Sorbus domestica*) e fra gli arbusti, il biancospino (*Crataegus monogyna*), il prugnolo (*Prunus spinosa*), il lauroceraso (*Prunus laurocerasus*). Una specie appartenente ad altra famiglia (Caprifoliaceae) con qualità simili è il Sambuco nero (*Sambucus nigra*). Un problema da valutare nell'utilizzo di queste specie è che sono soggette all'infezione colpo di fuoco batterico (causato dall'*Erwinia amylovora*). È pertanto

[60] Si veda ad es. l'esperienza dell'Emilia Romagna in: http://www.nuovaterraviva.org/wp-content/uploads/2014/03/fruttetibiodiversita.pdf

opportuno che le Rosaceae vengano utilizzate in associazione ad altre specie, non suscettibili a tale infezione, al fine di evitare il rischio di fallimento dell'intervento di forestazione;

- oleastro (*Olea europeae*), forma spontanea dell'olivo, specie longeva e rustica, adatta a condizioni termofile ed eliofile;
- i pioppi (a Roma sono indigeni *Popus alba*, *P. nigra* e *P. canescens*) ospitano una ricca entomofauna (Häne & Kaennel Dobbertin, 2006)[61];
- le Fabaceae arbustive (*Spartium junceum*, Cytisus spp.) e le labiate legnose (*Teucrium fruticans*) sono favorevoli all'approvvigionamento alimentare da parte degli Apoidei e di altri artropodi.

Infine, recentemente, accanto all'utilizzo di specie frutticole si sta diffondendo anche quello di specie aromatiche (lavanda, timo, peperoncino, etc., Figura 4), soprattutto per costituire siepi ornamentali o di delimitazione (ad esempio di aree verdi urbane, di aree cani, etc.). Queste specie, per quanto non arboree, arricchiscono ulteriormente l'ambiente e possono quindi contribuire all'incremento della biodiversità locale.

Figura 4 - *Esempio di utilizzo di specie aromatiche (Lavanda spp.) per siepi di delimitazione*

Ai fini di favorire la biodiversità è naturalmente opportuno che a livello di programmazione si tenda per quanto possibile alla realizzazione di vere e proprie reti ecologiche urbane utilizzando, ad esempio, la riqualificazione delle sponde dei corsi d'acque e la mitigazione della rete infrastrutturale.

[61] Häne, K., Kaennel Dobbertin M., 2006. *Le peuplier noir : un géant aux pieds d'argile*. La Forêt, 7/8.

Di seguito si riportano 5 tabelle in cui sono indicate specie idonee ad essere utilizzate per interventi di forestazione nel territorio del Comune di Roma, con l'indicazione, per ognuna, delle principali caratteristiche ecologiche, delle esigenze di suolo, dei vantaggi in termini ambientali ed eventuali note. Nel dettaglio sono considerate le seguenti categorie di specie:

- specie arboree autoctone caducifoglie (20 specie);
- specie arboree autoctone sempreverdi (3 specie);
- specie arboree caducifoglie non autoctone (10 specie);
- specie arboree sempreverdi non autoctone (7 specie);
- specie arbustive autoctone (14 specie).

Tabella 1 - *Caratteristiche delle principali specie arboree autoctone caducifoglie con qualità tecnico-ecologiche per interventi di forestazione nel territorio del Comune di Roma*

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
Acer campestre	Si trova su suoli variabili come pH e tessitura; si adatta a terreni argillosi.	Specie eliofila, in grado di sopportare l'aridità stagionale.	Specie longeva di facile attecchimento. Specie a basso potenziale di formazione dell'ozono. Basso grado di allergenicità del polline	
Acer monspessulanus	Vegeta bene su suoli variabili come ph e tessitura.	Maggiormente termofila rispetto alla precedente.	Specie longeva di facile attecchimento. Basso potenziale di formazione dell'ozono. Basso grado di allergenicità del polline.	
Alnus glutinosa	Suoli con falda freatica elevata.	Specie tipica delle aree alluvionali.	Specie tollerante all'inquinamento. Favorisce la qualità del suolo e dell'aria per mezzo di batteri azotofissatori (*Frankia alni).*	Elevato grado di allergenicità.
Cercis siliquastrum	Si adatta a suoli poveri e aridi	Specie eliofila e xerofila	Sopporta l'inquinamento atmosferico.	
Celtis australis	Preferisce terreni sassosi, ricchi di calcare e ben drenati pH 7,0-8,0.	Specie pioniera. Alta resistenza a siccità e inquinamento.	Si può usare in ambiti ruderali ricchi in macerie. Importante per la fauna. Resistente all'inquinamento.	
Ficus carica	Predilige terreni sciolti o sassosi e non tollera quelli troppo compatti o con ristagni idrici	Specie rustica senza particolari esigenze è però sensibile a temperature < 8° che possono uccidere l'intera pianta.	Resistente all'inquinamento. Adatto alla costituzione di barriere antirumore.	
Fraxinus ornus	Poco esigente, si adatta a terreni aridi, sia calcarei che argillosi.	Specie termofila e xerofila in grado di colonizzare anche luoghi rocciosi. Buona capacità di attecchimento su suoli post-agrari. Il polline è gradito agli apoidei.	Basso potenziale di formazione dell'ozono. Adatto alla creazione di barriere antirumore.	Grado di allergenicità da moderato ad elevato
Malus sylvestris	Suoli fertili e mai molto aridi a pH vicino alla neutralità.	Specie temperata, nella zona Mediterranee gradisce ambiti mesofili con buona disponibilità idrica anche d'estate.	Favorevole alla biodiversità animale.	

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
Populus alba	Indifferente al pH necessita di un cospicuo apporto idrico.	Specie igrofila a rapido accrescimento.	Colonizza rapidamente superfici umide producendo nuovi getti dalle radici. Effetto di fitoestrazione e fitostabilizzazione di inquinanti quali Zn, Cd, Pb e Na. Può ospitare una ricca entomofauna.	Potenzialmente soggetto a crolli. Impiegato in interventi di recupero ambientale e a scopo bio-energetico. Grado di allergenicità da basso a moderato.
Populus nigra	Preferisce terreni umidi, ricchi di nutrienti, a pH alcalino. Necessita di terreni non troppo argillosi e con buona conduzione idrica.	Specie igrofila a rapido accrescimento.	Ospita una ricca e diversificata entomofauna. È in grado di fissare i metalli pesanti presenti nel suolo. Azione di fitodegradazione per diversi inquinanti.	Utilizzato per la protezione delle zone alluvionali e la riqualificazione dei corsi d'acqua. Allergenicità da bassa a moderata.
Populus canescens	Cresce di solito su terreni alluvionali al di sopra della fascia a *Populus nigra* e *Salix alba.*	Specie mesoigrofila.	Può ospitare una ricca entomofauna.	Utilizzato per la protezione delle zone alluvionali e la riqualificazione dei corsi d'acqua. Grado di allergenicità da basso a moderato.
Prunus avium	Suoli fertili, ben drenati, ma mai molto aridi con pH vicino alla neutralità	Ambiti mesofili, vegeta bene nel sottobosco dei querceti termofili se i suoli sono adeguati.	Favorevole alla biodiversità animale. Specie a rapido accrescimento. Basso potenziale di formazione dell'ozono.	
Pyrus spinosa (=Pyrus amygdaliformis)	Indifferente al tipo di suolo.	Specie e eliofila, xerofila e termofila. Diffusa nella fascia del leccio e dei querceti termofili.	Specie con buona funzionalità naturalistica consigliate per interventi di recupero ambientale. Favorisce la presenza di uccelli utili nel controllo biologico di insetti potenzialmente dannosi.	
Quercus frainetto	Si adatta a tutti i terreni, preferendo però quelli freschi, fertili e profondi, con pH acido o sub acido. Rifugge quelli molto calcarei.	Specie suprameditterranea in Italia diffusa nella fascia del cerro.	Tutela della biodiversità	Specie che in Italia problemi di rinnovazione, perché molto sensibile alla concorrenza. A Roma doveva essere un tempo molto più frequente.

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
Quercus cerris	Terreni sciolti, fertili, acidi e subacidi (pH ottimale < 6,5).	Specie a comportamento mesofilo, ma più xerofilo di Farnia e Rovere e meno di Roverella.	Specie longeva a basso potenziale di formazione dell'ozono. Efficace funzione fonoassorbente. Basso grado di allergenicità del polline.	Caratterizza la maggior parte dei boschi naturali del Comune di Roma.
Quercus pubescens	Indifferente al suolo vegeta meglio su suoli basici (pH ottimale > 6) e si adatta a terreni pionieri anche argillosi, ben drenati.	Specie termoflia, xeroflla, basiflia	Specie adattabile e longeva. Efficace funzione fonoassorbente. Buona capacità di attecchimento su suoli post-agrari. Basso grado di allergenicità.	
Quercus robur	Gradisce terreni profondi, freschi, fertili, da subacidi a subalcalini, con buona disponibilità idrica per tutto l'anno, anche con falda freatica superficiale; rifugge quelli troppo compatti.	Specie temperata, nella zona Mediterranea limitata a zone alluvionali.	Specie molto longeva ad accrescimento relativamente rapido rispetto ad altre querce. Basso grado di allergenicità del polline.	Allo stato naturale nella Campagna Romana è confinata in ambiti a acquifera elevata o comunque umidi per buona parte dell'anno.
Salix alba	Indifferente al pH necessita di suoli con buona disponibilità idrica per tutto l'anno.	Specie tipicamente ripariale.	Specie a crescita rapida idonea per impianti in prossimità di corsi d'acqua. Tollera l'inquinamento atmosferico. Basso grado di allergenicità del polline.	Se ne sconsiglia la coltivazione in prossimità di edifici o sistemi di canalizzazione, danneggiabili dall'apparato radicale.
Sorbus domestica	Le condizioni migliori per la crescita sono offerte da terreni calcarei profondi e ricchi di scheletro.	Diffusa principalmente nella fascia dei querceti termofili submediterranei.	Favorevole alla biodiversità animale.	
Ulmus minor	Suoli fertili e mai molto aridi.	Ambiti mesofili anche ruderali (terrapieni delle infrastrutture).	Efficace nella mitigazione dell'inquinamento acustico atmosferico.	Sensibile alla grafiosi.

Tabella 2 - *Caratteristiche delle principali specie sempreverdi arboree autoctone con qualità tecnico-ecologiche per interventi di forestazione nel territorio del Comune di Roma*

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
Laurus nobilis	Suoli poveri ma relativamente umidi anche d'estate.	Ambiti termofili	Basso potenziale di formazione dell'ozono. Efficace nella mitigazione dell'inquinamento acustico e atmosferico. Si riproduce facilmente.	Nel parco del Litorale Romano esistono ancora rare formazioni naturali.
Quercus ilex	Preferisce terreni alcalini aridi nel periodo estivo, ma si adatta anche a suoli acidi relativamente umidi.	Specie mediterranea longeva adattata a suoli poveri e resistente alla siccità estiva.	Efficace funzione fonoassorbente. Specie longeva.	Emette VOC. Moderato grado di allergenicità. Allo stato naturale diffuso nella zona costiera del Comune.
Quercus suber	Suoli acidi e sabbiosi	Specie mediterranea adattata alla siccità estiva.	Basso potenziale di formazione dell'ozono. Specie longeva.	In area urbana sopravvivono significative sugherete naturali.

Tabella 3 - *Caratteristiche delle principali specie arboree caducifoglie non autoctone con qualità tecnico-ecologiche per interventi di forestazione nel territorio del Comune di Roma*

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
Acer platanoides	Terreni sciolti, con ottimo drenaggio; pH ottimale: 5.5 - 7.	Nella penisola italiana è specie prevalentemente montana.	Basso potenziale di formazione dell'ozono. Resiste bene all'inquinamento atmosferico. Necessita di bassa manutenzione. Buona resistenza al vento.	A basse quote necessità di ambiti mai aridi e suoli profondi.
Acer pseudoplatanus	Suoli ben drenati sia acidi che alcalini.	Nella zona medio-tirrenica è tipica in ambito appenninico in condizioni climatiche temperate.	Basso potenziale di formazione dell'ozono. Azione di fitostabilizzazione per Zn, Cd, Pb e Na.	
Acer lobelii	Suoli fertili e umidi per buona parte dell'anno.	È una specie tipicamente appenninica.	Basso potenziale di formazione dell'ozono.	Specie endemica dell'Italia meridionale è stata piantata con successo in alcuni giardini romani
Alnus cordata	Può crescere su vari tipi di terreni, ma nel clima romano mai troppo aridi.	Specie mesoigrofila, ma maggiormente adattata alla siccità estiva rispetto ad *Alnus glutinosa.*	Buona funzionalità naturalistica. Elevata capacità pollonifera. Miglioratrice del suolo.	Specie endemica dell'Italia meridionale.
Betula pendula	Adatta sia a terreni poveri che con un profondo strato di materiale organico, sia a suoli ricchi di acqua che a suoli molto drenati. Sopporta valori di pH del suolo fino a 3,3.	Specie spiccatamente eliofila di clima temperato freddo.	Specie colonizzatrice con buona capacità pollonifera (anche polloni radicali).	In Italia è diffusa soprattutto in ambito montano e diviene rara al sud.
Juglans regia	Necessita di terreni molto fertili e ricchi di azoto; non gradisce terreni compatti.	Specie spiccatamente eliofila.	Rapida crescita negli stadi giovanili.	
Platanus hybrida	Cresce bene sui terreni argillosi meglio se umidi, profondi e ricchi di humus, ma si adatta anche ad antrosuoli purchè ricchi in nutrienti.	Specie eliofila ben adattata alle condizioni mediterranee e submediterrranee.	Resiste all'inquinamento e alle potature. Resistente alle intemperie. Rapida crescita negli stadi giovanili.	Ibrido tra *Platanus occidentalis*, del Nord America, e *Platanus orientalis*, diffuso nell'Europa meridionale. Soggetto a infezioni (*Macrocystis fimbriata*). Può

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
				causare allergie.
Populus tremula	Indifferente al pH cresce anche su suoli molto poveri ed è meno legato all'umidità rispetto agli altri *Populus.*	Specie eliofila igro-mesofila nella fascia tirrenica è primariamente una specie del piano montano.	Specie pioniera a rapida crescita nelle fasi giovanili. Elevata capacita pollonifera delle radici.	Questa specie di pioppo si contraddistingue per l'impossibilità di moltiplicazione per talea.
Tilia cordata	Predilige terreni fertili, a pH neutro o non troppo acido.	Specie mesofila piuttosto sciafila, meno termofila di *T. platyphyllos*	Mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico.	
Tilia platyphyllos	Terreni freschi, drenati e profondi a reazione neutra o sub-alcalina, non tollera il pH acido in profondità, su questi suoli viene sostituito da *T. cordata*.	È specie più eliofila di *Tilia cordata*; non tollera il freddo intenso e la siccità prolungata.	Mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico.	
Ulmus montana	Suoli fertili e mai molto aridi.	Gradisce ambiti mesofili.	Efficace nella mitigazione sia dell'inquinamento sia acustico che atmosferico.	

Tabella 4 - *Caratteristiche delle principali specie arboree sempreverdi non autoctone con qualità tecnico-ecologiche per interventi di forestazione nel territorio del Comune di Roma*

Specie o genere	**Caratteristiche del suolo**	**Caratteristiche ecologiche**	**Vantaggi**	**Note**
Cedrus atlantica	Adattabile a suoli di tessitura diversa, ma senza ristagno d'acqua.	Specie a carattere relativamente temperato. L'eliofilia aumenta con l'età.	Specie molto longeva. Efficiente nella mitigazione dell'inquinamento acustico e atmosferico.	Specie originaria dell'Africa nord occidentale.
Cedrus deodara	Terreni ricchi e profondi, ben drenati. Indifferente al pH.	Specie eliofica, teme le gelate prolungate e i ristagni idrici.	Efficiente nella mitigazione dell'inquinamento acustico e atmosferico.	Nativo del versante occidentale dell'Himalaya. Sensibile al'inquinamento atmosferico.
Cedrus libani	Terreni sabbiosi, poveri, leggermente acidi, ma cresce senza problemi in qualsiasi terreno, anche basico e argilloso.	In natura cresce lungo pendi calcarei esposti a settentrione, nel piano montano.	Efficiente nella mitigazione dell'inquinamento acustico e atmosferico.	Originario del Mediterraneo Orientale
Cupressus sempervirens	Indifferente al substrato, cresce anche su suoli degradati e poveri.	Specie termofila teme il freddo prolungato	Efficiente nella cattura delle polveri.	Soggetto al cancro corticale (*Seiridium cardinale*). Tipica del paesaggio italiano anche se originaria dell'Asia minore e del Mediterraneo orientale. Elevato grado di allerg.
Olea europea	Predilige terreni ben drenati, anche poco profondi, con rocciosità affiorante. Soffre nei terreni pesanti e soggetti al ristagno.	Specie termofila ed eliofila, con spiccati caratteri di xerofilia	Buona funzionalità naturalistica. Consigliate per interventi di recupero ambientale. Favorevole alla biodiversità animale. Basso potenziale di formazione dell'ozono.	A Roma non è indigena anche se è coltivato da millenni.
Pinus halepensis	Si adatta bene a tutti i terreni, anche aridi e calcarei, ma non umidi.	Specie mediterranea pioniera e termofila,	Efficiente nella cattura delle polveri. Basso grado di allergenicità.	È da considerarsi spontanea solo nel litorale romano sui suoli della "Duna recente".
Pinus pinea	Si adatta a vari terreni esclusi quelli troppo umidi o con ristagni idrici; resiste a dosi elevate di calcare soltanto su sabbia.	Specie eliofila, termofila e xerofila	Efficiente nella cattura delle polveri.	Pur non essendo autoctona a Roma cresce molto bene. Non idonea per le alberature stradali a causa delle radici. Produce terpeni che possono favorire la produzione di ozono.

Tabella 5 - *Caratteristiche delle principali specie arbustive autoctone per interventi di forestazione nel territorio del Comune di Roma*

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
Arbutus unedo	Suoli sciolti, anche molto aridi.	Specie eliofila mediterranea resistente alla siccità estiva.	Specie a basso potenziale di formazione dell'ozono.	Nel Comune di Roma è molto diffusa in ambito costiero, soprattutto su suoli acidi.
Cistus salvifolius	Suoli sciolti, acidi.	Specie mediterranea resistente alla siccità estiva	Buona funzionalità tecnica, consigliate per interventi di ingegneria naturalistica.	Frequente sui suoli sabbiosi silicei ("Duna antica") della Campagna Romana e della fascia costiera.
Crataegus monogyna	Cresce su suoli variabili come ph e tessitura, ma preferisce r terreni a chimismo basico.	Relativamente resistente alla siccità.	Specie a basso potenziale di formazione dell'ozono. Buona funzionalità tecnica, consigliate per interventi di ingegneria naturalistica. Si riproduce facilmente.	Componente dei cespuglieti spontanei.
Cytisus scoparius	Suoli acidi sciolti e sabbiosi.	Specie ricolonizzatrice calcifuga.	Buona funzionalità naturalistica.	Componente dei cespuglieti spontanei della Campagna Romana.
Cytisus villosus	Substrato silicei e aridi con pH acido.	Specie mediterranea adattata alla siccità estiva.	Buona funzionalità naturalistica.	Componente dei cespuglieti spontanei e del sottobosco delle sugherete della Campagna Romana.
Erica multiflora	Suoli basici.	Specie eliofila mediterranea resistente alla siccità estiva.	Buona funzionalità naturalistica. Consigliate per interventi di recupero ambientale.	Tipica della seria della "Duna recente" nella zona costiera del Comune.
Pistacia lentiscus	Si adatta a suoli pionieri.	Specie eliofila mediterranea resistente alla siccità estiva.	Buona funzionalità naturalistica. Consigliate per interventi di recupero ambientale.	Specie spontanea soprattutto nella zona costiera del Comune.
Prunus spinosa	Terreni ncchi di sali e di humus.	Specie eliofila che partecipa ai processi di riforestazione naturale.	Buona funzionalità naturalistica. Consigliate per interventi di recupero ambientale. Si riproduce facilmente.	Componente dei cespuglieti spontanei.
Rosa canina	Suoli variabili come tessitura, ma fertili e mai molto aridi, con ph da basico a leggermente acido.	Specie eliofila relativamente resistente alla siccità	Buona funzionalità naturalistica. Consigliate per interventi di recupero ambientale.	Valore ornamentale. Ottimo portainnesti per cultivar di pregio estetico.

Specie o genere	Caratteristiche del suolo	Caratteristiche ecologiche	Vantaggi	Note
Rosa sempervirens	Suoli poveri	Specie mediterranea che penetra nella fascia delle querce caducifoglie.	Ambiti termofili si presta all'uso su suoli poveri e sabbiosi. Buona funzionalità tecnica, consigliate per interventi di ingegneria naturalistica. Si riproduce facilmente.	Componente dei cespuglieti spontanei.
Rosmarinus offinalis	Suoli sabbiosi calcarei	Specie mediterranea a carattere pioneiro resistente alla siccità	Buona funzionalità naturalistica. Consigliate per interventi di recupero ambientale.	Specie spontanea nella zona costiera del Comune
Spartium junceum	Gradisce substrati argillosi, ma. cresce anche su terreni poveri, sassosi e in pendenza	Specie ricolonizzatrice di pascoli e campi abbandonati.	Ambienti pioneri con suoli degradati. Buona funzionalità tecnica, consigliate per interventi di ingegneria naturalistica. Si riproduce facilmente.	Componente dei cespuglieti spontanei della Campagna Romana.
Teucrium fruticans	Suoli aridi e ben drenati	Specie mediterranea adattata alla siccità estiva.	Specie con buona funzionalità naturalistica, consigliate per interventi di recupero ambientale	A Roma è localmente subspontanea pur non appartenendo propriamente alla flora indigena.
Viburnum tinus	Suoli aridi e ben drenati; si presta all'uso su suoli poveri e sabbiosi	Specie tipica della macchia e dei boschi sempreverdi mediterranei	Funzione fonoassorbente e di mitigazione dell'inquinamento atmosferico	

Box 2 - *Verde urbano e allergie ai pollini: consigli per l'uso*

I pollini presenti nell'atmosfera rappresentano l'elemento maschile (gametofito maschile) per la riproduzione delle piante a seme. Il granulo pollinico è caratterizzato da uno strato protettivo composto da due pareti: una esterna (l'esina) e una interna (l'intina). Quando il polline è maturo viene liberato per l'impollinazione e può raggiungere la parte femminile del fiore trasportato dal vento (piante anemofile) o attraverso gli insetti (piante entomofile), l'acqua, gli uccelli e altri animali.[62]
I pollini che possono provocare allergie in generale devono avere alcune caratteristiche

- Appartenere a piante anemofile[63],
- Contenere componenti allergeniche che stimolano il sistema immunitario del soggetto allergico geneticamente predisposto a produrre anticorpi specifici,
- Essere prodotto in grande quantità da piante assai diffuse sul territorio ed essere piccolo e leggero per essere trasportato dal vento a grande distanza[64].

Sulle pareti dei granuli pollinici sono presenti numerose cellule proteiche che consentono il riconoscimento del granulo dalla parte femminile del fiore. Queste stesse proteine sono le responsabili delle reazioni allergiche nei soggetti sensibili geneticamente predisposti, agiscono cioè come *antigeni*, ovvero stimolando il sistema immunitario a produrre anticorpi (IgE). Quando anticorpi ed antigeni si incontrano, vengono prodotti mediatori chimici, tra cui l'istamina, che innescano il processo infiammatorio alla base dei sintomi allergici (rinite, congiuntivite, asma etc.).
La concentrazione dei vari tipi di polline nell'atmosfera dipende soprattutto dalla presenza e diffusione delle piante sul territorio, nonché da alcuni parametri ambientali come il vento, l'umidità, la temperatura e la turbolenza atmosferica. Anche i cambiamenti climatici influiscono sui pollini: l'aumento delle temperature è associato ad allungamento e anticipazione della stagione pollinica, la distribuzione e l'insediamento di specie infestanti e concorre, con alte concentrazioni di CO_2, all'aumento della produzione di pollini.
Il Grado di allergenicità del polline o potere allergenico, ovvero la capacità del granulo pollinico di indurre reazioni allergiche, è stato valutato per molte specie arboree, arbustive o erbacee in numerosi studi. Molte di queste conoscenze sono state utilizzata dall'ARPA Emilia Romagna[65] nella preparazione delle schede botaniche dove il grado di allergenicità è distinto in quattro gradi :basso, moderato, alto ed elevato.

Nella tabella seguente sono sintetizzate le conoscenze sul grado di allergenicità delle specie d'interesse più comuni. Il grado di allergenicità del polline può variare anche in base alle condizioni climatiche dell'area in cui avviene la diffusione pollinica. Inoltre la maggiore presenza in zone urbane, rispetto a quelle rurali, di inquinanti atmosferici che si depositano sul polline e vengono trasportati insieme ad esso, può aumentare il potere allergenico del polline e la sensibilizzazione della popolazione ai pollini.

[62]" Pollini". A cura di Arpa Umbria, Università degli Studi di Perugia - Facoltà di Agraria, Asl 1 dell'Umbria. http://www.arpa.umbria.it/resources/documenti/print%20pollini_web.pdf
[63] Alcune specie entomofile, che producono minori quantità di polline e ne affidano la dispersione agli insetti, possono tuttavia risultare allergizzanti.
[64] Le piante anemofile producono grandi quantità di granuli pollinici, invisibili ad occhio nudo che vengono trasportati dal vento anche a distanze considerevoli.
[65] Tra le fonti principali:

- *Piante erbacee allergeniche - Aldo Ferrero, Tommaso Maggiore ed. INVET/Franco Angeli*
- *Pollini di interesse allergologico - guida al loro riconoscimento - Vincenzo Feliziani ed. Masson*
- *Monitoraggio aerobiologico in Emilia-Romagna - Collana Contributi n°30 Regione Emilia-Romagna*
- Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Botanica, Sito internet Piante e arbusti d´Italia
- Azienda Ospedaliera Verona - Unità operativa di allergologia, Osservatorio incendi boschivi
- Centro di monitoraggio aerobiologico Tor Vergata (Roma), AAITO - Pollini e Allergia
- Università degli studi di Firenze - Facoltà di Agraria, The University of Adelaide - Mycology Online
- The University of Tulsa - Aerobiology Laboratory

Tabella - *Specie arboree, arbustive ed erbacee e grado di allergenicità del polline*
(Elaborazione ISPRA su dati ARPA EMR – Servizio IdroMeteoClima[66])

Tipologia	Famiglia	Genere/Specie	Grado allergenicità polline
	Aceracee	*Acer campester* L. (Acero campestre) *Acer platanoides* L. (Acero riccio) *Acer pseudoplatanus* L. (Acero di monte) *Acer monspessulanum* L. (Acero minore) *Acer opalus* Muller (Acero italico) *Acer negundo* L. (Acero americano)	basso
	Amarantacee	*Amarantus retroflexus* L. (Amaranto)	da basso a moderato
	Betulacee	*Alnus glutinosa* L. (Ontano nero) *Alnus incana* L. (Ontano bianco) *Alnus cordata* L. (Ontano napoletano) *Betula pendula* R. (Betulla bianca)	elevato
	Chenopodiacee	*Chenopodium album* L. (Farinaccio bianco)	da basso a moderato
	Composite (Asteraceae)	*Ambrosia artemisiifolia* L. (Ambrosia)	elevato
		Artemisia vulgaris L. (Artemisia o Assenzio selvatico)	da alto a elevato
		Taraxacum officinale Weber (Tarassaco) *Matricaria chamomilla* L. (Camomilla comune) *Heliantus annuus* L. (Girasole)	basso
	Corilacee	*Corylus avellana* L. (Nocciolo)	elevato
		Ostrya carpinifolia Scop. (Carpino nero) *Carpinus betulus* L.(Carpino bianco)	moderato
	Cupressacee	*Cupressus sempervirens* L. (Cipresso) *Juniperus communis* L. (Ginepro) *Thuja orientalis* L. (Tuia orientale) *Thuja occidentalis* L. (Tuia occidentale)	da alto a elevato
	Fagacee	*Quercus robur* L. (Farnia) *Quercus pubescens* Willd. (Roverella) *Quercus petraea* (Matt.) Liebl (Rovere)	basso
		Quercus ilex L. (Leccio) *Fagus sylvatica* L. (Faggio) *Castanea sativa* Miller (Castagno)	moderato
	Graminacee	*Avena fatua* L.(Avena selvatica) *Phragmites communis* Trin. (Canna comune)	basso
		Hordeum marinum L. (Orzo selvatico) *Holcus lanatus* L. (Bambagiona)	moderato
		Setaria glauca L .(Pabbio rossastro) *Anthoxanthum odoratum* L. (Paleo odoroso)	da moderato ad alto
		Bromus scoparius L. (Forasacco dei campi)	da moderato ad elevato
		Alopecurus pratensis L. (Coda di volpe)	da alto a elevato
		Cynodon dactylon (L.) Pers. (Gramignia o erba canina) *Dactylis glomerata* L. (Erba mazzolina) *Festuca calva* (Hack.) K. Richt. (Festuca pungente) *Lolium* sp. (Loglio)	elevato

[66] http://www.arpa.emr.it/dettaglio_generale.asp?id=403&idlivello=553)

		Phleum pratense L. (Coda di topo) *Poa pratensis* L. (Erba fienarola) *Zea mais* L. (Granturco)	
	Oleacee	*Fraxinus excelsior* L. (Frassino maggiore) *Fraxinus ornus* L. (Orniello)	da moderato ad elevato
		Olea europea L. (Olivo)	elevato
	Pinacee	Pinoideae: *Pinus* spp. (Pino) Laricoideae: *Larix* spp. e *Cedrus* spp. (Larice e Cedro) Abietoideae: *Picea abies* L.(Abete rosso) e *Abies alba* Mill.(Abete bianco)	basso
	Plantaginacee	*Plantago lanceolata* L. (Piantaggine minore) *Plantago major* L.(Piantaggine maggiore)	basso
	Platanacee	*Platanus hybrida* Brot. = *acerifolia* = *hyspanica* (Platano comune)	basso
	Poligonacee	*Rumex* spp.(Romice) *Polygonum* spp.	basso
	Salicacee	*Populus nigra* L. (Pioppo nero) *Populus alba* L. (Pioppo bianco)	da basso a moderato
		Salix alba L. (Salice bianco)	basso
	Taxacee	*Taxus baccata* L. (Tasso)	basso
	Ulmacee	*Ulmus minor* M. (Olmo minore) *Celtis australis* L. (Bagolaro) *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch (Olmo del Caucaso)	basso
	Urticacee	*Urtica* spp. (Ortica)	basso
		Parietaria spp. (Erba muraiola)	elevato

In Italia, come in tutta l'Europa, la popolazione allergica è in aumento è quindi auspicabile che alcune precauzioni vengano tenute in considerazione specie nella composizione di spazi verdi adibiti ad uso ricreativo (parchi, giardini, aree verdi scolastiche, etc.) in particolare è consigliabile:

- l'utilizzo di specie autoctone con pollini dal basso potere allergenico;
- nel caso di specie con polline allergenico da moderato a elevato, favorire le piante femminili o sterili;
- favorire le piante ad impollinazione entomofila;
- manutenzione della vegetazione erbacea con interventi di controllo (es. sfalcio) precedenti al periodo di fioritura onde evitare la diffusione del polline;
- evitare specie urticanti / spinose (es. *Gleditsia triacanthos* L. - Spino di Giuda, *Robinia pseudoacacia L.*- Falsa acacia) o tossiche (es. *Nerium oleander* L. - Oleandro, *Taxus baccata L.*- Tasso, *Laburnum anagyroides* Meddik-Maggiociondolo).

Tali misure sono anche state adottate in alcuni regolamenti regionali, come per esempio nella Regione Toscana[67].

[67] Regione Toscana - Regolamento per l'Edilizia Bio-Eco Sostenibile (RES) 2a edizione, 2012.

Box 3 - Il consumo di suolo in Italia e le politiche di limitazione, mitigazione e compensazione dell'impermeabilizzazione

Gli impatti negativi della perdita di suolo, questa preziosa e limitata risorsa ambientale, sono ben riconosciuti a livello scientifico ed è ormai condivisa, anche a livello politico, la necessità di porre un freno ai fenomeni dell'espansione urbana e della progressiva cementificazione del territorio, che sono la causa principale di un consumo di suolo spesso irreversibile.
L'obiettivo dell'azzeramento del consumo di suolo era stato definito a livello europeo già con la Strategia tematica per la protezione del suolo del 2006, che aveva sottolineato la necessità di porre in essere buone pratiche per ridurre gli effetti negativi del consumo di suolo e, in particolare, della sua forma più evidente e irreversibile: l'impermeabilizzazione (soil sealing). Questo obiettivo generale è stato ulteriormente richiamato nel 2011, con la Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse, nella quale si propone il traguardo di un incremento dell'occupazione netta di terreno pari a zero da raggiungere, in Europa, entro il 2050. Obiettivo rafforzato in seguito dal Parlamento Europeo con l'approvazione del Settimo Programma di Azione Ambientale. Il 2015 è stato anche proclamato dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite «Anno internazionale dei suoli», una proclamazione che ricorda come il suolo rappresenti l'essenza della vita, una risorsa essenziale per il mantenimento dell'equilibro dell'intero ecosistema e per la conservazione del patrimonio naturale.
Tuttavia, in Italia e nelle nostre città si continua a trasformare il suolo, spesso senza preoccupazione per le attività agricole, le aree ad alta valenza ambientale o le caratteristiche idrogeologiche. Un destino amaro quello del fragile suolo italiano, e non solo, che viene perso alla velocità di 7 metri quadrati al secondo, con danni irreversibili per l'umanità e per l'ambiente. Un processo finora mal regolamentato, che ha comportato risultati devastanti: il nostro Paese ha un livello di consumo di suolo tra i più alti in Europa. Il fenomeno è arrivato a livelli intollerabili anche in alcune delle aree più importanti del nostro territorio: le pianure e le zone agricole più produttive (in Pianura Padana il consumo è salito al 12%), le aree costiere più rinomate, le rive di fiumi e laghi e andando a coprire anche il 9% delle zone a pericolosità idraulica, aumentando l'esposizione ai fenomeni di dissesto. Quasi il 20% della fascia costiera italiana è perso ormai irrimediabilmente. Si è costruito sul 19,4% (oltre 500 Km2) di suolo compreso tra 0-300 metri di distanza dalla costa e su quasi il 16% compreso tra i 300 e i 1.000 metri. Le aree costiere con i valori più elevati si registrano in Liguria, nella Toscana settentrionale, nelle province di Roma e Latina, in buona parte della Campania, della Puglia e della Sicilia, e lungo la costa adriatica da Ravenna e Pescara. In Liguria e nelle Marche la copertura artificiale di territorio entro i 300 metri dalla costa arriva al 40% (Figura 1, Figura 2).

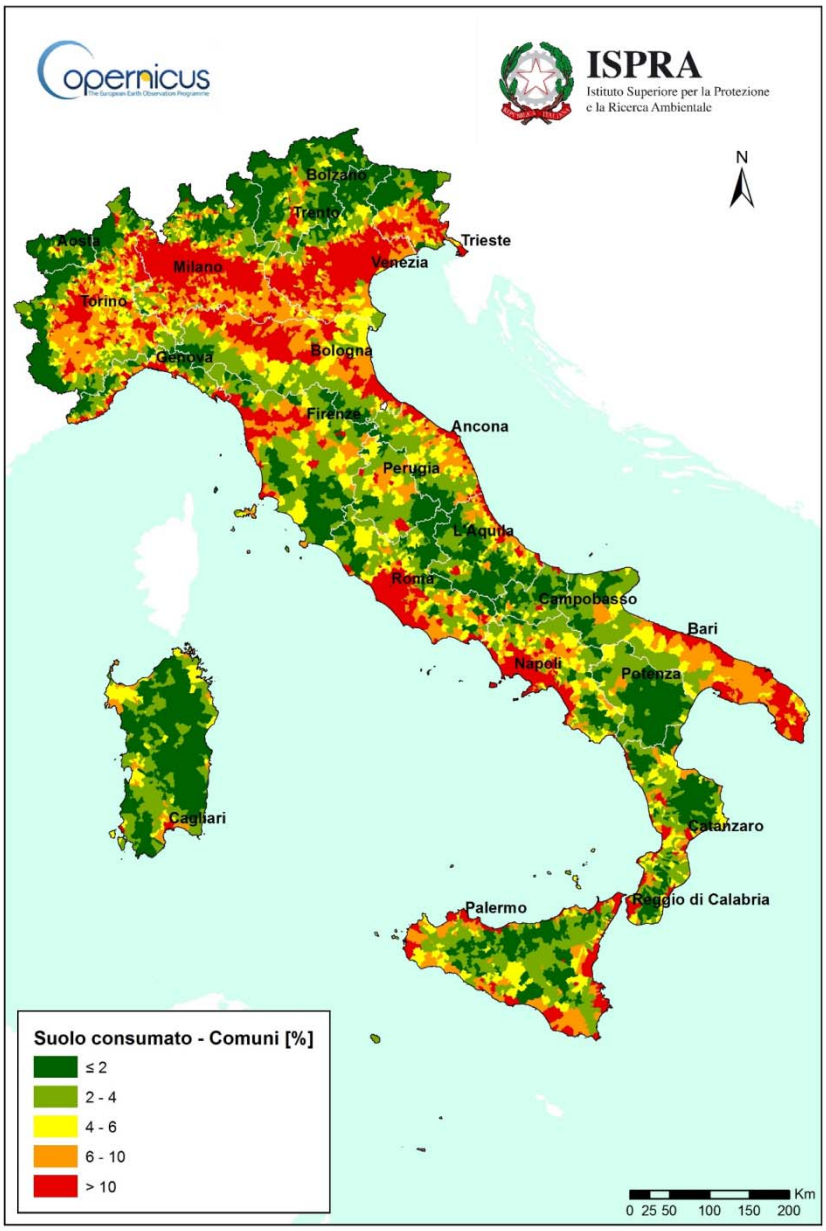

Figura 1 - *Suolo consumato in percentuale per comune (2012) Fonte: ISPRA*

Inoltre, la sempre più frequente dispersione territoriale degli interventi di espansione urbana a bassa densità aumenta il consumo di suolo complessivo e, soprattutto, amplifica i suoi effetti negativi sul territorio, ad esempio, in termini di frammentazione degli habitat e di perdita della produttività. In Italia, negli ultimi vent'anni, quasi il 40% delle grandi trasformazioni urbane è avvenuto attraverso la creazione di aree a bassa densità, mentre più di un terzo è avvenuto con la realizzazione di nuovi poli commerciali, industriali e terziari. Un processo tipico della città diffusa nella quale si annulla, di fatto, la distinzione fra area urbana e campagna, amplificando gli impatti sugli ecosistemi naturali.

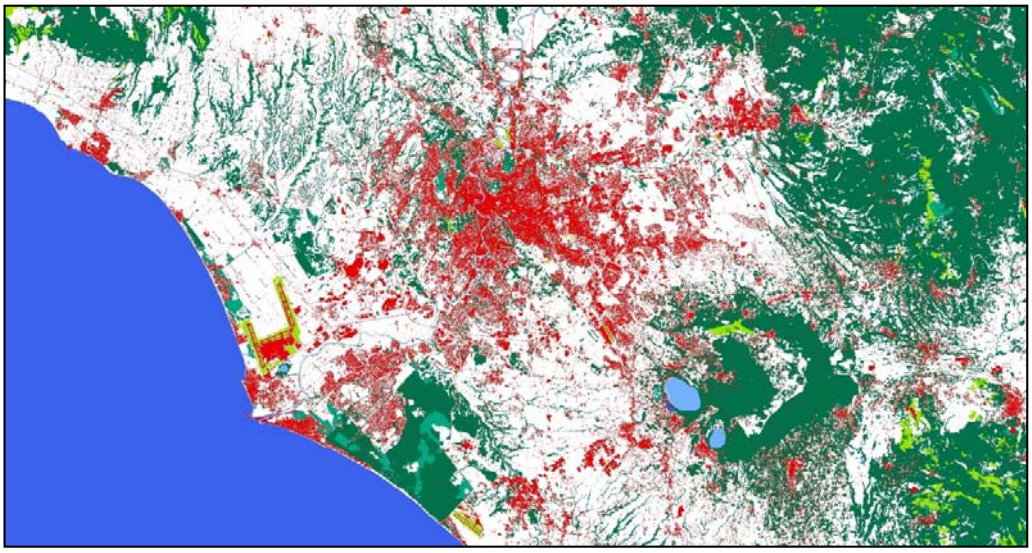

Figura 2 - *Il consumo di suolo nell'area di Roma (in rosso)*

Le città continuano a espandersi disordinatamente, con un processo continuo di diffusione in atto dagli ultimi decenni e tutt'ora presente, sottraendo qualità attraverso la creazione di insediamenti di dimensione medio-piccola all'esterno dei principali poli metropolitani, la crescita di zone di margine disperse intorno ai centri, la saldatura di zone abitate a bassa e a bassissima densità in un continuum che annulla i limiti della città, la frammentazione del paesaggio e la mancanza di identità dei nuclei urbanizzati sparsi e senza coesione. L'urbanizzazione diffusa e dispersa produce non solo perdita di paesaggi, suoli e relativi servizi ecosistemici, ma è anche un modello insediativo energivoro e predisponente alla diffusione del sistema di mobilità privata.
È quindi evidente che, anche nel nostro paese, è estremamente urgente la definizione una politica efficace di limitazione del consumo di suolo, attraverso l'impostazione di chiari obiettivi progressivi di riduzione, immediati e significativi. Questo significa impedire la conversione di aree verdi e la conseguente copertura artificiale del loro strato superficiale o di parte di esso. Andrebbero, perciò, promosse le attività di riutilizzo di aree già costruite, compresi i siti dismessi. Occorre investire sul patrimonio edilizio esistente, incentivare il riuso dei suoli già compromessi e la rigenerazione urbana, tutelare tutte le aree non edificate e non impermeabilizzate, anche in ambito urbano, e non solo le aree agricole. In diversi Paesi europei sono stati già fissati obiettivi da utilizzarsi come strumenti a fini di controllo e per stimolare progressi futuri. La creazione di incentivi all'affitto di case non occupate ha altresì contribuito a limitare l'impermeabilizzazione del suolo.
Dove il suolo è già consumato o è progettata una nuova trasformazione urbana o infrastrutturale, dovrebbero essere adottate misure di mitigazione tese a mantenere almeno alcune delle funzioni del suolo e ridurre gli effetti negativi diretti o indiretti significativi sull'ambiente e sul benessere umano. Tali misure comprendono, ad esempio, la valutazione e il rispetto della qualità del suolo nei processi di pianificazione, con l'indirizzo del nuovo sviluppo verso suoli di minore qualità, l'impiego di opportuni materiali permeabili al posto del cemento o dell'asfalto, il sostegno alle infrastrutture verdi e un ricorso sempre maggiore a sistemi naturali di raccolta delle acque.
In ambito urbano, ad esempio, il verde pensile e il verde verticale (Figura 3) stanno diventando un elemento architettonico caratterizzante diversi progetti, sia per gli edifici di nuova costruzione che per quelli oggetto di ristrutturazioni o di recupero.
Il "verde architettonico" fa rivivere l'involucro edilizio e crea una nuova opportunità per il rinverdimento delle nostre città, sostituendosi al grigio cemento. Scelte che valorizzando l'edificio offrono alle città la possibilità di cambiare in funzione delle stagioni, dando luogo a forme e colori sempre nuovi, e soprattutto di farlo in piena sostenibilità ambientale.
Inoltre, per la sua particolarità, la parete verde, così come il tetto giardino, aumenta il valore estetico di un edificio e suscita l'interesse pubblico. Questo "biglietto da visita verde", oltre a comportare un miglioramento ecologico, garantisce anche l'aumento economico dell'immobile e della zona circostante e può essere uno degli elementi fondanti di un progetto di riqualificazione urbana. Infatti, queste scelte architettoniche danno un notevole contributo al miglioramento dell'immagine urbana, facendo percepire, a chi vive o lavora in prossimità del verde, una

sensazione di maggiore benessere e fornendo una soluzione ideale per ricreare del verde nelle zone urbane compatte o degradate.
Infine, queste soluzione costituiscono uno spazio per la compensazione ambientale, creando degli habitat per piante e animali, assicurando il miglioramento del microclima, l'isolamento acustico, la filtrazione di polveri e sostanze inquinanti e l'aumento della biodiversità nelle aree urbane.

Figura 3 - *Esempio di parete verde*

1.5 Scelta del materiale di propagazione

La scelta del materiale di propagazione è un altro aspetto da considerare per la buona riuscita dell'intervento di forestazione: è necessario infatti che gli individui da utilizzare siano accuratamente scelti per garantirne la qualità e lo stato sanitario (privi di lesioni e/o fitopatie) e, ove possibile, genetico. È importante che il materiale vegetale da impiegare sia conforme alle specie e alle varietà dichiarate, esente da difetti strutturali e lesioni, esente da infezioni, dotato di un apparato radicale normale e in buone condizioni. Va esaminata anche la modalità di allevamento, scegliendo fra zolla o contenitore[68], in quanto la radice nuda comporta problemi di attecchimento con conseguente insuccesso della piantumazione.

I risultati migliori dal punto di vista ecologico e funzionale si ottengono attraverso la riproduzione a partire da piante spontanee presenti nei consorzi residui all'interno del tessuto urbano o nelle sue immediate vicinanze.

Purtroppo l'approvvigionamento del materiale vivaistico rappresenta non di rado un problema, in quanto attualmente a scala nazionale manca una vera programmazione degli interventi delle opere a verde, e ciò comporta che spesso viene richiesto ai vivai materiale che non è subito disponibile, con conseguenti ritardi e/o cambiamenti nella scelta delle specie. Un materiale vivaistico di qualità riduce invece il rischio di una scarsa sopravvivenza degli individui impiantati e una buona riuscita degli interventi di forestazione. In particolare nel caso di individui arborei è opportuno che vengano valutati i seguenti aspetti:

- la struttura del fusto, che deve essere diritto e privo di lesioni e alterazioni, soprattutto sul colletto (la zona di passaggio fra il fusto e la radice, a livello del terreno);
- la forma della chioma, che deve essere simmetrica e presentare una regolare ramificazione, senza tagli drastici;
- la giusta proporzione fra altezza e diametro[69];
- un apparato radicale sano, ben strutturato e con un numero sufficiente di radici. In particolare va verificata la presenza di eventuali radici strozzanti e/o spiralate, che crescendo potrebbero causare problemi alla pianta, e in caso di piante fornite in zolla, va accertato che la stessa sia di dimensioni adeguate a quelle della pianta;
- l'età e le dimensioni, da scegliere anche in relazione al sesto d'impianto previsto per l'intervento. Come regola generale, sarebbe però opportuno preferire esemplari giovani che riprendono la crescita in modo più rapido e vigoroso delle piante di maggiori dimensioni (ed età).

È consigliabile che tali caratteristiche vengano valutate da specifico personale, sia nel vivaio che nel sito d'impianto (per verificare che durante la movimentazione le piante non abbiano subito danni).

Mentre la maggioranza delle specie arboree è disponibile sul mercato, ci possono invece essere problemi per gli arbusti, per i quali l'offerta vivaistica è più ridotta (con vistose carenze per alcune specie dei generi Salix, Cytisus etc.) (Cornelini et al., 2002)70. In particolare in ambito mediterraneo, per i fattori limitanti già citati (cfr 1.4), può essere più difficile reperire specie idonee, in quanto le specie autoctone di comune impiego e maggiormente reperibili nei vivai non sempre sono coerenti con le serie di vegetazione mediterranea (AA.VV., 2010)71.

[68] In Italia è diffuso soprattutto l'uso della zolla che consente di far crescere la pianta su substrati simili a quelli di destinazione, anche se è fondamentale che vengano effettuati trapianti in vivaio per consentire un corretto sviluppo dell'apparato radicale (oltre al fatto che le piante in zolla hanno costi maggiori). Le piante in contenitore sono generalmente più leggere e svincolate dalla stagionalità del suolo, in quanto il substrato può essere appositamente preparato secondo le esigenze, tuttavia è necessaria una maggiore attenzione durante sia i rinvasi che la messa a dimora per evitare radici spiralate o danneggiate. La radice nuda non viene di solito usata, se non per eventuali scambi fra vivai.

[69] Ad esempio ad un diametro di 20-25 cm deve corrispondere un'altezza di 5,5-6 metri, per una pianta con circonferenza del fusto di 40-45 cm, l'altezza deve essere di circa 8 - 10 metri.

[70] Cornelini P., Palmeri F., Sauli G., 2002. *Le specie autoctone da impiegare negli interventi di ingegneria naturalistica*. Acer n.6.

[71] AA.VV., 2010. *Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari*. ISPRA Manuali e linee guida 65.3/2010.

2. REALIZZAZIONE

Alla progettazione, fa seguito la realizzazione dell'intervento di forestazione, che avrà il massimo successo quanto più le varie fasi che la compongono saranno state ben pianificate. Oltre alle fasi più "operative" di messa a dimora degli individui arborei e arbustivi, è importante esaminare anche le prime attività di manutenzione, fondamentali affinché le singole piante attecchiscano bene e siano durevoli nel tempo. Generalmente il periodo minimo di affermazione sicura dell'intervento di forestazione è di circa tre anni[72], anche se alcuni interventi di manutenzione si possono protrarre oltre.

Di seguito vengono analizzate le fasi principali per la realizzazione di un intervento-tipo di forestazione (indipendente dal tipo di funzione che la nuova area dovrà avere):

1. Attività preparatorie: saranno considerate le attività necessarie all'analisi e alla preparazione del terreno (spietramento, l'eliminazione della vegetazione infestante, etc.);
2. Impianto: saranno esaminati tutti quegli aspetti relativi alla messa a dimora degli alberi/arbusti (epoca e modalità d'impianto, sesto d'impianto, apertura delle buche, etc.);
3. Prima manutenzione: saranno esaminati i primi interventi di manutenzione necessari dopo la messa a dimora delle piante (irrigazione, lavorazione superficiale del terreno, etc.).

2.1 Attività preparatorie

Le attività necessarie alla preparazione del terreno sono fondamentali per la buona riuscita dell'intervento in quanto creano le condizioni idonee per le fasi successive. Tali operazioni preliminari variano in relazione alle caratteristiche del sito da forestare: un'area dismessa richiederà interventi maggiori (ad esempio eventuali bonifiche) rispetto ad esempio ad un incolto in un'area a vocazione agricola. In questa fase è pertanto molto importante considerare le indagini effettuate in fase di progettazione, con particolare riferimento alle caratteristiche pedologiche e botaniche (cfr. 1.2).

Di seguito si analizzano le operazioni principali da attuare prima di effettuare l'impianto vero e proprio, non tutte sempre necessarie (ad esempio in siti localizzati in aree protette è probabile che non sia necessario effettuare lo spietramento e/o l'eliminazione della vegetazione infestante, trattandosi già in partenza di un'area naturale e non, al contrario, di un'area dismessa).

2.1.1 Spietramento

Questa operazione è indispensabile nei siti degradati (come aree dismesse, aree abbandonate in ambiente urbano, etc.), mentre in aree naturali/seminaturali è da evitare se la pietrosità è di origine naturale. È un intervento da considerare già in fase progettuale, perché per i macchinari, i tempi e le modalità possono richiedere risorse economiche non indifferenti.

In ogni caso vanno rimossi dall'area rifiuti o materiale di risulta eventualmente presenti.

2.1.2 Eliminazione della vegetazione infestante

È frequente che nelle aree abbandonate si possano stabilire specie vegetali infestanti, che vanno rimosse prima della messa a dimora delle nuove piante. Tra le specie che vanno assolutamente eliminate, perché molto invasive, si citano ad esempio l'ailanto (Ailanthus altissima), e il prugnolo tardivo (Prunus serotina). Tuttavia, questi interventi vanno condotti solo se l'invasività può rappresentare una minaccia per la vegetazione naturale esistente. In altri casi, ad esempio bordi della rete infrastrutturale, queste specie esotiche a carattere pioniero possono concorrere, in modo economico, alla creazione di corridoi ecologici paranaturali.

In alcuni casi, come nelle aree naturali, non è necessario eliminare tutta la vegetazione presente, ma anzi è opportuno che venga lasciata, sia per motivi estetico/paesaggistici, che per il mantenimento della biodiversità, che per creare condizioni idonee all'intervento stesso (ad esempio se il sito presenta zone in pendenza, è opportuno non rimuovere la vegetazione presente per non creare situazioni d'instabilità e quindi rischiose).

Per questo intervento è possibile usare vari macchinari (decespugliatori, trattori, etc.) in funzione delle caratteristiche dell'area (estensione, vegetazione presente, accessibilità, etc.).

2.1.3 Lavorazione del terreno

I terreni migliori per gli alberi sono quelli caratterizzati da una idonea presenza di nutrienti e ben areati, oltre che "esplorabili" dalle radici, per questo è necessario lavorare il terreno prima di mettere a

[72] Lassini et al., 1998. *Forestazione urbana per la Lombardia*. Regione Lombardia e Azienda Regionale delle Foreste.

dimora i nuovi esemplari. Tuttavia, nelle aree protette la lavorazione del terreno per la forestazione urbana dipende dal regime vincolistico e dai relativi N.O. degli Enti Parco e/o Roma Natura[73]

L'operazione principale consiste nell'aratura o nella rippatura del terreno, con una profondità variabile in funzione delle condizioni di partenza del suolo. Nel caso dell'aratura gli orizzonti del suolo vengono ribaltati per migliorare l'aerazione e creando condizioni per una migliore penetrazione delle radici. Tuttavia, soprattutto in ambiente urbano, può non essere consigliabile in quanto l'aratura può portare in superficie strati meno fertili o, peggio, scarti edili e rifiuti. In questi casi è allora opportuno scegliere altre tecniche, come la rippatura[74], che a differenza dell'aratura, non altera la stratificazione del suolo, ma lo taglia verticalmente consentendo comunque di migliorarne la struttura e l'aerazione e mantenendo superficialmente gli strati più attivi.

Anche per questa operazione è possibile usare vari macchinari (trattori dotati di aratri da scasso, ruspe, aratri ripuntatori, etc.).

Infine, in alcuni casi possono essere necessari altri interventi volti a rimescolare ulteriormente gli strati più superficiali del terreno e migliorarne quindi le caratteristiche.

2.1.4 Concimazione

La concimazione di fondo nel sito d'impianto consente di ottenere un ambiente favorevole alle nuove piante, facilitando una loro rapida affermazione. Creare un ambiente favorevole alla crescita radicale è ancora più importante in un'area antropizzata che, come visto nei precedenti paragrafi, può essere sottoposta a stress e alterazioni e presentare un suolo di scarsa qualità. In queste condizioni può essere necessaria dunque una concimazione che oltre a migliorare la fertilità del substrato, ne migliori anche le caratteristiche fisiche e strutturali (porosità, drenaggio, etc.). Quale intervento effettuare va valutato di volta in volta in base alla caratteristiche del sito d'impianto e alle disponibilità economiche. La concimazione non è inoltre sempre necessaria (ad esempio nelle aree protette generalmente non viene effettuata).

Gli interventi possibili per migliorare le caratteristiche del terreno prima dell'impianto sono vari. Di seguito vengono descritti quelli più comuni.

Il topsoil consiste nell'apporto di terreno prelevato altrove allo scopo di migliorare le caratteristiche chimico-fisiche del suolo nella zona d'impianto[75]. Si tratta tuttavia di un intervento costoso, non sempre giustificabile in situazioni non eccessivamente avverse (nelle quali potrebbe essere più opportuni altri interventi come quelli descritti a seguire). Inoltre in questo tipo di intervento è fondamentale verificare l'area di provenienza del suolo apportato (per verificare se prima dell'utilizzo è necessario effettuare alcune operazioni, come ad esempio aggiungere ammendanti). Tuttavia in condizioni particolarmente sfavorevoli (substrato originale fortemente compromesso), l'aggiunta di terreno da riporto può essere la soluzione migliore per massimizzare l'attecchimento delle piante e quindi il successo dell'intervento di forestazione.

L'ammendamento consiste nell'aggiunta di materiali organici nelle buche d'impianto con lo scopo di migliorare la struttura del terreno, l'areazione e la ritenzione idrica, così da diminuire lo stress da trapianto e facilitare la crescita delle piante. È un intervento abbastanza diffuso in ambiente urbano dove, come suddetto, i suoli possono essere anche fortemente alterati sia dal punto di vista chimico (pH, presenza di nutrienti) che fisico (struttura, porosità, capacità di trattenere acqua). Gli ammendanti sono infatti materiali d'elezione per tutti gli interventi di recupero ambientale (ANPA, 2002[76]).

La quantità di ammendanti da aggiungere dipende dal substrato d'origine ma, comunque, non inferiore al 35% per volume di suolo, relativamente all'aggiunta di compost (5-10% in peso), 50-60% (o anche più) se si aggiunge sabbia.

---

[73] La Legge Regionale n. 29 del 6/10/1997 "Norme in materia di aree naturali protette regionali", stabilisce alcune importanti misure da considerare nel caso in cui l'intervento di forestazione sia localizzato in un'area protetta. Ad esempio l'Art. 8 ("Misure di salvaguardia") sancisce, tra le altre, che sono vietati "*la raccolta ed il danneggiamento della flora spontanea*" (comma 3a); "*l'introduzione in ambiente naturale di specie, razze e popolazioni estranee alla flora spontanea ed alla fauna autoctona*" (comma 3b), Inoltre all'Art. 27 ("Regolamento dell'area naturale protetta") al comma 2 si sancisce che "*sono comunque vietate le attività e le opere che possono compromettere la salvaguardia del paesaggio e degli ambienti naturali tutelati, e in modo specifico la flora e la fauna protette e i rispettivi habitat. In particolare è vietato quanto previsto dall'articolo 11, comma 3, della L. 394/1991*".

[74] Si tratta di una la lavorazione del suolo, generalmente profonda, che non provoca il rivoltamento degli orizzonti del suolo, ma favorisce l'approfondimento dell'apparato radicale, agevolando il drenaggio e l'areazione ed accrescendo la capacità di ritenzione idrica del suolo.

[75] Il topsoil ideale dovrebbe essere prelevato dal luogo d'origine e immediatamente utilizzato; nel caso questo non fosse possibile, dovrebbe essere conservato in cumuli alti meno di 2 metri e, nel caso di un periodo di stoccaggio lungo, seminato con un mix appropriato di specie che riduca l'erosione e la lisciviazione, mantenga la struttura e stimoli l'attività biotica (Bradshaw A., Hunt B., Walmsley T., 1995. *Trees in the urban landscape*. E & FN SPON, London, pp. 272.). Questa pratica può essere utile anche per ridurre la flora infestante potenzialmente presente nei topsoil.

[76] ANPA, 2002. *Il recupero di sostanza organica dai rifiuti per la produzione di ammendanti di qualità*. Manuali e linee guida 7/2002

In funzione della composizione e degli effetti che determinano sul substrato, si possono distinguere diversi tipi di ammendanti, nel dettaglio:

- Compost. Il compost sembra dare risultati migliori in aree degradate e soprattutto nella stagione seguente l'impianto. Inoltre rispecchia le caratteristiche dell'humus forestale essendo ricco di flora microbica. Pertanto l'impiego di compost di qualità può rappresentare una scelta adeguata nel caso si voglia fornire al terreno un ammendante che favorisca il recupero non solo della struttura, ma anche delle qualità microbiologiche del terreno (Agnelli et al., 201077). Inoltre può contribuire a migliorare la ritenzione idrica del suolo;
- Inoculi micorrizici e biostimolanti. Si tratta di prodotti di vario tipo e generalmente specie-specifici. Alcuni aumentano la ripresa dell'apparato radicale dopo il trapianto (anche aumentando la resistenza agli stress). Inoltre aumentano la disponibilità di nutrienti. Nel caso di inoculi micorrizici è importante che le radici mantengano una buona umidità per favorire la formazione delle micorizze. Fra i biostimolanti vengono spesso usate le alghe marine, soprattutto nell'ambito della gestione biologica, in quanto sono dei fertilizzanti naturali ed inoltre possono contribuire alla prevenzione di alcune malattie grazie all'apporto di vitamine, oligoelementi, etc.;
- Mixes artificiali. Si tratta di substrati artificiali che tollerano il calpestio e consentono alle radici di crescere, non compromettendo dunque la vitalità della pianta, utili quindi in prossimità di strade o sui marciapiedi. In generale sono composti da una matrice sassosa, suolo, che si insinua fra i pori della matrice, e da un legante artificiale.

In taluni casi, infine, se il suolo è carente di uno o più elementi può essere necessario effettuare una concimazione chimica, almeno per i primi mesi dall'impianto. È comunque opportuno valutare preventivamente l'uso di concimi e fertilizzanti, i quali se da una parte possono contribuire ad una rapida ripresa delle nuove piante, dall'altra possono causare successivi squilibri (ad esempio in presenza di una buona quantità di nutrienti le radici possono non essere stimolate a crescere).

2.2 Impianto

Un albero piantato correttamente crescerà meglio e sarà più tollerante alle avversità, richiedendo così meno interventi gestionali rispetto ad uno piantato male. Nei paragrafi a seguire viene fornita una descrizione sintetica dei principali interventi da attuare una volta preparato in maniera adeguata il suolo.

2.2.1 Sesto d'impianto

In fase progettuale, e anche a seguito di specifici sopralluoghi, è necessario definire il sesto d'impianto, ovvero come le nuove piante saranno disposte nell'area prescelta per l'intervento di forestazione, e va definita anche la densità d'impianto (quanti alberi per ettaro). Nel caso di interventi particolarmente estesi è utile effettuare prima il tracciamento (Figura 5), ovvero marcare sul terreno i punti in cui ciascuna pianta sarà messa a dimora. Nella scelta del sesto d'impianto è consigliabile privilegiare un sesto d'impianto che consenta di diminuire i costi di manutenzione (ad esempio prevedere uno spazio fra gli alberi tale da consentire l'utilizzo di mezzi meccanici[78]). Inoltre nell'ottica di creare un ambiente forestale quanto più naturaliforme e visivamente gradevole, è da preferire una disposizione delle piante non regolare (in file diritte), ma ad esempio un andamento sinusoidale[79], tenendo anche conto della crescita degli individui. Altri accorgimenti possono essere quelli di selezionare specie a diverso portamento e/o velocità di accrescimento.

[77] Agnelli A., Bellasio C., Boschi C., Colangelo G., Ferrini F., Fini A., Lafortezza R., Mishra S., Nicese F., Pellegrini S., Sanesi G., 2010. *Impiego del compost di qualità nel verde urbano. Una scelta di sostenibilità*. NET n. 51 Confservizi Cispel Toscana.

[78] Un sesto d'impianto 2,5x1,5 m consente il passaggio di un trattore compatto tra le file (Lassini et al., 1998. Forestazione urbana per la Lombardia. Regione Lombardia e Azienda Regionale delle Foreste)

[79] In passato erano usati prevalentemente sesti d'impianto regolare, ma negli impianti più recenti lo schema geometrico è stato sostituito da impianti disposti secondo linee curve la cui distanza è ampia (2,5 m) per facilitare i successivi interventi di diradamento con mezzi meccanici (Marziliano P.A., Lafortezza R., Colangelo G., Villa G., Colombo T., Selleri B., Tucci R., Sanesi G., 2009. La *gestione del paesaggio forestale urbano: l'esperienza del Parco Nord di Milano a 25 anni dai primi impianti*. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani, 16-19 ottobre 2008, Taormina).

Figura 5 - *Esempio di tracciamento con paletti e nastro segnaletico in un'area verde di Roma*

Infine nel sesto d'impianto dovrà essere rispettato quanto riportato nel Regolamento del verde in relazione alle distanze dagli edifici, le strade e le servitù.

2.2.2 Apertura buche

L'apertura e la preparazione della buca precede la messa a dimora delle piante e deve essere effettuata con alcuni accorgimenti.
Le buche devono essere sufficientemente ampie (un diametro superiore di almeno 50-60 cm rispetto a quello della zolla), così da favorire la crescita radicale non solo perché c'è più spazio, ma anche perché viene smosso e aerato un maggior volume di suolo. Buche piccole invece possono causare un costipamento laterale limitando lo sviluppo radicale, con conseguente rischio che si vengano a formare radici strozzanti. In ogni caso va evitato il compattamento del fondo e delle pareti della buca. Inoltre è consigliabile che siano di forma trapezoidale (piuttosto che rettangolare), in quanto la crescita delle radici avviene soprattutto nei primi strati di suolo. Infine, la profondità della buca deve essere adeguata alla pianta che sarà messa a dimora (non piantare troppo in profondità). È molto meglio lasciare che la pianta risulti leggermente rialzata al fine di evitare il soffocamento delle radici (lasciare libera la zona del colletto). Considerando l'abbassamento naturale che avrà il terreno in fase di assestamento è opportuno che il colletto sia a livello del suolo o poco più in alto. Le buche di impianto dovrebbero essere due o tre volte la zolla e profonda tanto questa. Buche larghe e poco profonde stimolano la naturale crescita orizzontale delle radici.
Deve poi essere predisposto il drenaggio nella buca (ad esempio ponendo su fondo della ghiaia o dell'argilla espansa), per evitare situazioni di ristagno d'acqua che possano causare problemi di anaerobiosi alle radici.
Questo intervento può essere anche meccanizzato, soprattutto su terreni pianeggianti, e la tecnica più diffusa è quella di usare una trivella portata da un trattore. In altre situazione può essere invece necessario operare l'apertura manuale delle buche (ad esempio in caso di rinfoltimenti).

2.2.3 Messa a dimora

Il periodo migliore per la messa a dimora delle nuove piante è il periodo di riposo vegetativo (Figura 6), quindi dall'autunno (dopo la caduta delle foglie) all'inizio della primavera (prima della schiusa delle gemme). In questo modo si riduce lo stress da trapianto. Il periodo autunnale-invernale ha poi il vantaggio, in particolare in ambiente mediterraneo, di essere sufficientemente piovoso, riducendo quindi la necessità di innaffiare ad intervalli ravvicinati. Inoltre si dà così modo alle radici di acclimatarsi al nuovo substrato prima della ripresa vegetativa. Per questi motivi, è preferibile che anche le piante in vaso, che in teoria possono essere trapiantate tutto l'anno, vengano messe a dimora comunque durante il riposo vegetativo.
I nuovi trapianti arborei dovranno essere realizzati secondo le migliori tecniche agronomiche in un'unica operazione. È importante che gli individui da trapiantare, quando vengono prelevati dal vivaio, abbiamo una zolla compatta che comprenda la maggior parte dell'apparato radicale e che questa non si danneggi durante il trasposto (cfr 1.5). Inoltre il tempo fra il prelievo dal vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile, e in caso di attese prolungate è necessario proteggere la zolla dal calore e mantenerla umida.

Figura 6 - *Messa a dimora di specie arboree durante il periodo di riposo vegetativo (nel caso specifico autunno come si può notare dall'assenza di foglie dell'albero sulla destra)*

2.2.4 Altri interventi

Dopo aver trapiantato i nuovi individui, è necessario effettuare ulteriori operazioni che contribuiscano all'attecchimento nel sito d'impianto e riducano i rischi di insuccesso dell'intervento a causa di crolli, ferite alle radici, diffusione di specie infestanti etc.

Un primo intervento è la pacciamatura, un'operazione che serve ad evitare lo sviluppo di erbe infestanti, coprendo il terreno circostante il fusto con diversi tipi di materiali. Nel caso d'interventi di forestazione urbana, i tipi di pacciamatura utilizzati sono:

- film plastico, in bande o porzioni per singola pianta. Questa tecnica ha vantaggi anche per lo sviluppo delle radici in quanto consente di mantenere adeguati umidità e calore dei primi strati di terreno (dove è massimo lo sviluppo radicale), favorendo anche l'attività microbica. Soprattutto in climi caldi e secchi mantenere più a lungo l'umidità negli strati superficiali del terreno consente di diminuire le annaffiature. Questo tipo di pacciamatura ha però lo svantaggio di essere costoso (soprattutto in fase di posa e di rimozione) ed antiestetico (problema risolvibile coprendo la plastica con altro materiale naturale, ad es. la paglia). Questa pacciamatura viene rimossa entro i primi 2-3 anni successivi all'impianto e deve essere opportunamente smaltita. Oltre a teli in plastica sono disponibili anche teli pacciamanti in tessuto non tessuto, che hanno il vantaggio di essere fatti di un materiale traspirante in grado quindi di far respirare il terreno senza creare dei ristagni o delle zone asfittiche;
- trucioli di legno o altro materiale organico (corteccia macinata, lapillo, corteccia di pino, foglie secche, paglia, etc.), per uno spessore di 10-15 cm e possibilmente scostata dal colletto della pianta. Trattandosi di materiali naturali, con il passare del tempo si decompongono o vengono assorbiti dal terreno, pertanto è consigliabile ogni anno porre nuovo materiale, in modo da mantenere lo strato di pacciamatura sempre costante. I costi possono variare in funzione dei materiali scelti;
- materiale di risulta degli sfalci. In questo caso i costi sono minimi, ma la resa può non essere ottimale, pertanto sarebbe meglio optare per uno dei due precedenti tipi.

Infine è possibile usare anche dischi o quadrati in vario materiale degradabile (cartone, plastica, fibre), ma dati i costi elevati solo in aree molto localizzate.

Figura 7 - *Esempi di tutoraggio*

Un altro intervento abbastanza diffuso è il tutoraggio dei nuovi individui (Figura 7), ovvero l'apporre dei pali tutori esterni o sostegni sotterranei nella zona radicale in fase di impianto. Questo intervento consente il regolare accrescimento dell'apparato radicale, proteggendolo da eventuali rotture nella fase del radicamento. Inoltre, l'ancoraggio impedisce lo sradicamento delle piante ad opera degli agenti atmosferici o da urti.
Il tipo di tutoraggio dipende dalla pianta[80], e anche le dimensioni dei pali (altezza e diametro), devono essere adeguate a quelle del fusto dell'albero. Generalmente viene utilizzato un solo palo (in legni vari, come castagno, robinia, bambù, etc.), ma è meglio (anche se più oneroso) ricorrere a due o tre supporti. I pali vanno sistemati subito dopo la zolla, prestando attenzione a non danneggiarla, e vanno piantati fino a raggiungere il terreno originario. I tutori devono essere sufficientemente distanti dal fusto (almeno 40 cm) per evitare che oscillazioni dell'albero possano causare sfregamenti. L'ancoraggio deve lasciare i 2/3 della chioma liberi di piegarsi sotto l'azione del vento. Sarebbe poi opportuno che i tutori venissero trattati prima dell'uso con sostanze che ne evitino la marcescenza. Per legare il fusto ai tutori si possono utilizzare fili di vario materiale (di solito in gomma, ma anche fili di cocco o di materiale plastico), che mantengano però nel tempo la propria elasticità e consentano comunque alla pianta delle leggere oscillazioni. È opportuno che le legature vengano comunque periodicamente controllate (cfr 2.3). In genere il tutoraggio deve essere rimosso dopo 1-2 anni.
Recentemente, per alberi provvisti di zolle di grosse dimensioni, si sta diffondendo anche l'uso di sostegni sotterranei (tutoraggio della zolla). In questo caso vengono piantati tre pali per tutta la profondità della buca e ad essi vengono incollate delle tavole a formare un triangolo che blocchi la zolla. Questo tipo di tutoraggio ha il vantaggio di lasciare libero il fusto, senza rischiare di danneggiarlo. Inoltre a differenza dei pali esterni, quelli sotterranei non devono essere rimossi.
Oltre a pacciamatura e tutoraggio, un'altra operazione che può essere necessaria è una moderata potatura di trapianto, che consiste principalmente nell'eliminare eventuali rami secchi o danneggiati. Nel caso di grandi alberi potrebbe inoltre essere opportuno effettuare una potatura che riequilibri l'ampiezza della chioma con la dimensione dell'apparato radicale.

2.3 Prima manutenzione

Dopo la messa a dimora, l'intervento di forestazione non può ritenersi concluso, in quanto i nuovi alberi trapiantati devono comunque essere sottoposti a una serie di interventi di prima manutenzione che ne garantiscano il corretto e duraturo attecchimento. Tali operazioni, oltre ad essere fondamentali per una buona riuscita e tenuta nel tempo dell'intervento, sono importanti anche dal punto di vista dell'opinione pubblica che percepisce la nuova area forestale come soggetta ad attenzioni e cure,

[80] In alcuni casi, ad esempio alcune conifere, non è neanche detto che sia necessario.

soprattutto in contesto urbano. Sono sinteticamente analizzati i principali tipi di intervento post-impianto.

Irrigazione
Una delle prime cause di insuccesso dei trapianti è la disidratazione delle radici con conseguente disseccamento della pianta. Pertanto, almeno i primi anni, è fondamentale che le piante messe a dimora vengano annaffiate (Figura 8), soprattutto in ambito mediterraneo che è soggetto a periodi di stress idrico. L'uso di specie indigene opportunamente scelte rispetto alle caratteristiche del sito d'impianto limita la necessità di irrigazione ai primi mesi di vita e alla prima estate. È però opportuno controllare le piante, nei periodi secchi, per individuare fenomeni di sofferenza dovute a carenze idriche ed intervenire di conseguenza. In linea del tutto generale, in assenza di piogge di una certa consistenza, si consiglia di intervenire ogni 10/15 giorni circa con almeno 50/100 litri per ogni pianta.
Solitamente si ricorre alla distribuzione localizzata con impianti a goccia oppure, al fine di ridurre ulteriormente il consumo idrico, alla subirrigazione. Un altro accorgimento, nel caso non sia disponibile un impianto di irrigazione fisso è quello di formare una conca attorno alla buca creando un anello di terreno rialzato di 5-10 cm, in modo da creare una riserva d'acqua quando si irriga. È fondamentale anche valutare la tipologia di suolo (argilloso vs sabbioso), in funzione della quale varia la capacità di trattenete l'acqua.

Figura 8 - *Esempio di sistema di irrigazione*

Sarchiatura
Sempre per contrastare carenze di acqua (soprattutto in periodi caldi e/o in presenza di substrati compatti e argillosi), può essere utile, in alcuni casi, effettuare la sarchiatura del terreno, che consiste nel movimentare/sbriciolare il suolo nei suoi strati più superficiali. Questa operazione evita la risalita capillare di acqua e aumenta la sofficità del terreno con vantaggi anche per lo sviluppo delle radici, gli scambi gassosi suolo-atmosfera e la crescita dei microorganismi edafici.

Sistema di tutoraggio
Successivamente alla posa del tutore (cfr 2.2.4) periodicamente, in relazione alla crescita della specie, è necessario controllare l'anello di congiungimento, preferibilmente da apporre in fibra vegetale, per evitare fenomeni di strozzatura.

Lavorazione superficiale del terreno
Per le specie poco competitive e a crescita lenta è buona pratica ridurre la competizione da parte di altre specie ripulendo periodicamente il terreno circostante. Se i suoli sono argillosi è anche opportuna una periodica zappatura degli strati superficiali (al di sopra delle radici primarie).

Sostituzione delle piantine
In caso di disseccamento di un elevata percentuale di esemplari impiantati, successivamente ad aver dovutamente interpretato la causa del fenomeno, è doveroso sostituirli, se necessario con altre specie più adatte. Va comunque tenuto in conto che è normale che una piccola percentuale di piante non attecchisca, ma se vengono correttamente effettuate tutte le operazioni necessarie alla buona realizzazione dell'impianto (cfr. 2.1, 2.2., 2.3), il numero di piante perse sarà trascurabile (e quindi anche facilmente sostituibile).

Concimazioni
Quando l'intervento di forestazione è stato realizzato in un'area degradata (cfr. 1.2) con suoli particolarmente alterati potrebbe essere necessario effettuare ulteriori concimazioni, oltre a quella realizzata prima della messa a dimora. La concimazione non è tuttavia prevista nelle aree protette dove non viene effettuata.

Limitare la crescita delle infestanti
In particolare, oltre alla pacciamatura suddetta, potrebbe essere necessario operare degli interventi di diserbo (manuale o meccanico), ponendo la massima attenzione a non danneggiare i nuovi impianti (soprattutto nella parte del colletto).

Potature di formazione
Nei primi anni di crescita, soprattutto per le specie arboree a rapida crescita, è necessario un attento controllo della stabilità intervenendo, se necessario, con opportune potature, tagliando i rami con il fine di migliorare l'equilibrio dell'esemplare. Per le specie sensibili tali interventi devono essere sempre condotti in modo da evitare infezioni fungine o altre parassitosi. Per talune specie potrebbero essere necessario, per favorire una più rapida crescita del tronco principale, interventi di spollonatura.

ALLEGATO 1

ELABORATI PROGETTUALI PER LA PROGETTAZIONE DI GIARDINI, PARCHI E AREE A VERDE IN BASE AL REGOLAMENTO DEL VERDE E DEL PAESAGGIO URBANO DI ROMA CAPITALE[81]

Il Regolamento del verde e del paesaggio urbano di Roma Capitale, non ancora approvato, elenca all'Art. B17 gli elaborati progettuali da produrre per tutte le sistemazioni a verde.

Art. B17 - Elaborati progettuali
B17.1 Gli elaborati costituenti il Progetto tecnico-colturale di sistemazione a verde, da presentare alla Commissione Aree Verdi, nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgl. 163/2006 e dal Regolamento 207/2010, dovranno essere costituiti almeno dai seguenti documenti:

- relazione tecnica che descriva l'intervento nel suo insieme, le scelte progettuali paesaggistiche e le specifiche tecniche agronomiche che s'intendono adottare. Devono essere indicati: l'inquadramento paesaggistico; lo stato di fatto ed il rilievoplanimetrico in scala adeguata; le servitù aeree e sotterranee; la valutazione delle eventuali preesistenze arboree; i soggetti arborei eventualmente da sottoporre a trapianto meccanizzato; tutti i particolari e gli obiettivi progettuali delle opere sia di demolizione sia di nuova costruzione;
- capitolato tecnico, i cui riferimenti puntuali possono essere desunti dal capitolato di Roma Capitale e dalle prescrizioni tecniche delle Manutenzioni Ordinarie del Verde Pubblico in vigore al momento dell'esecuzione del progetto o da quelli relativi a Nuove Opere a Verde Pubblico oppure a specifica ricerca di mercato, deve contenere le qualità specifiche del materiale vegetale (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) che s'intende impiegare, con specificazione puntuale del sesto d'impianto per ogni specie botanica prescelta; la descrizione delle tecniche costruttive e dei materiali, delle strutture, degli arredi che s'intendono adottare, ecc.;
- valutazione previsionale di impatto acustico in base alla Legge 447/1995 qualora necessario. Tale documento dovrà essere presentato dal progettista al settore competente;
- computo metrico estimativo delle opere, dei noli e delle forniture previste, facente riferimento specifico all'elenco prezzi di Roma Capitale in vigore al momento dell'esecuzione del progetto oppure a specifica ricerca di mercato;
- tavole di progetto, redatte nelle scale più opportune, in base al D. Lgs. 163/2006 e al Regolamento 207/2010, necessarie per illustrare al meglio sia le opere nel loro complesso (l'inserimento del progetto nel sistema del verde urbano esistente), che i particolari costruttivi, nonché l'incidenza delle superfici non permeabili previste dal progetto. Nella rappresentazione in pianta, tutti i soggetti arborei presenti o previsti devono essere necessariamente raffigurati con un cerchio che simuli in scala il diametro medio della chioma a maturità. Devono essere inoltre redatte la planimetria dell'impianto automatico di irrigazione e la relazione relativa agli impianti di innaffiamento automatico comprensivo di cisterna e sistemi elettrici;
- documentazione fotografica che certifichi sia lo stato di fatto delle aree sia le eventuali preesistenze arboree ed adeguati rendering che illustrino la proposta progettuale;
- piano di manutenzione, considerato come strumento tecnico di gestione e uniformato alla tipologia gestionale in vigore presso la U.O. Gestione Verde Pubblico[82]. I riferimenti puntuali possono essere desunti dal capitolato e dalle prescrizioni tecniche della Manutenzione. Ordinaria del Verde Pubblico in vigore al momento dell'esecuzione del progetto. Il piano di manutenzione deve essere redatto da un tecnico abilitato nel settore del verde, nei limiti consentiti dalla legge vigente;
- relazione conclusiva delle proposte di progettazione partecipata con i cittadini.

[81] Si specifica che il Regolamento del verde e del paesaggio urbano di Roma Capitale è ancora in via di definizione. Pertanto, non ha ancora, al momento, valore giuridico mancando l'approvazione. Viene qui comunque riportato per completezza d'informazione .
[82] Dipartimento Tutela Ambientale – Protezione Civile.

MANUALI E LINEE GUIDA
129 / 2015