



Regione Toscana

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

**L'impianto, la gestione e la
valorizzazione multifunzionale
dei boschi periurbani**
interventi forestali non produttivi
per la valorizzazione dei boschi



Regione Toscana

4 - Regione Toscana

L'impianto, la gestione e la valorizzazione multifunzionale dei boschi periurbani

interventi forestali non produttivi per la valorizzazione dei boschi

Regione Toscana, Giunta Regionale

Direzione Generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze

Area di coordinamento Politiche per lo Sviluppo Rurale

Settore Forestazione, promozione dell'innovazione e interventi comunitari per l'agroambiente

Via di Novoli 26 - 50127 Firenze Tel 055 4382111

www.regione.toscana.it



Accademia Italiana di Scienze Forestali

Piazza Edison 11 – 50133 Firenze

Tel 055 +39 055 570348 Fax +09 055 575724 - info@aisf.it

Coordinamento scientifico

Federico Maetzke, Susanna Nocentini

Accademia Italiana di Scienze Forestali e.mail: info@aisf.it;

A cura di:

G. Calamini, G. Colangelo, G. Giovannini, R. Laforteza, F. Maetzke, B. Mariotti,

S. Nocentini, F. Salbitano, G. Sanesi, A. Tani.

Revisione del testo e dei riferimenti bibliografici:

Caterina Morosi

Coordinamento della pubblicazione

Antonio Faini – Regione Toscana

Direzione Generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze

Settore Forestazione, promozione dell'innovazione e interventi comunitari per l'agroambiente

Daniele Perulli– Corpo Forestale Stato Regione Toscana

Direzione Generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze

Settore Forestazione, promozione dell'innovazione e interventi comunitari per l'agroambiente

Foto: le foto sono degli Autori e dell'archivio Regione Toscana

Catalogazione nella pubblicazione (CIP) a cura della Biblioteca della Giunta regionale Toscana:

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)

I. Toscana <Regione>. Direzione generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze. Area di coordinamento Politiche per lo sviluppo rurale. Settore forestazione, promozione dell'innovazione e interventi comunitari per l'agroambiente II. Accademia italiana di scienze forestali III. Maetzke, Federico IV. Nocentini, Susanna

1. Foreste – Gestione e valorizzazione

634.92

Cura redazionale, grafica e impaginazione:

Centro stampa Giunta Regione Toscana

Fuori commercio, vietata la vendita

Copyright 2013 - Regione Toscana

Presentazione

Gianni Salvadori

Assessore all'Agricoltura, Foreste Caccia e Pesca della Regione Toscana

Il nono volume della collana "Supporti tecnici alla Legge Regionale Forestale della Toscana " affronta vari aspetti inerenti *l'impianto e la gestione di imboschimenti a filari e di boschi periurbani*, cioè di quelle formazioni forestali prossime agli agglomerati urbani dove alberi ed arbusti possono creare strutture verdi stabili di varia estensione, forma e grado di copertura del suolo, fruibili dal pubblico e/o dedicate ad altre importanti funzioni. I boschi periurbani, così come gli spazi verdi in genere, contribuiscono infatti al miglioramento delle condizioni ambientali, specie nei confronti delle alte temperature, e della qualità dell'aria, alla conservazione della biodiversità a diversi livelli, al miglioramento dello stato di salute delle popolazioni e dei rapporti sociali in quanto aree che favoriscono l'aggregazione e rivestono inoltre un ruolo importante sia dal punto di vista paesaggistico che turistico ricreativo.

La pubblicazione è stata redatta con l'intento di fornire linee guida per supportare la progettazione, la realizzazione e la corretta gestione dei boschi periurbani, delle fasce verdi e degli imboschimenti nelle aree periurbane e in quelle industriali, lungo le vie di comunicazione e lungo i corridoi d'acqua in funzione di una maggiore valorizzazione della multifunzionalità di queste aree verdi prossime agli ambienti urbani.

Il Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 che sta per concludersi, ha offerto buone opportunità per realizzare, qualificare e incentivare queste aree attraverso l'attivazione di varie misure di intervento ben articolate che, insieme alle esperienze maturate in questo ambito di intervento, potranno rappresentare importanti linee guida di riferimento per la predisposizione del nuovo PSR 20014-2020 nel quale la conservazione dell'agrosistema, la difesa e conservazione del suolo e delle foreste e del paesaggio, la conservazione della biodiversità ed il contrasto ai cambiamenti climatici rappresentano i principali obiettivi da perseguire.

Questa pubblicazione, attenta al rispetto della normativa regionale forestale, Legge Forestale Regionale 39/2000 e relativo regolamento forestale, è stata redatta col supporto tecnico scientifico dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali di Firenze, cui va un particolare ringraziamento ed è rivolta in particolare a tutti gli operatori, pubblici e privati, proprietari, progettisti o funzionari istruttori che potranno trovare nei vari argomenti trattati un insieme di spunti di riflessione e di approfondimento tecnico per quanto attiene l'impianto e la gestione di imboschimenti a filari e di boschi periurbani.

Sommario

1. <i>Premessa</i>	11
1.1 Definizione e funzioni dei boschi periurbani	11
1.2 Importanza del recupero funzionale delle aree agricole e ex agricole in prossimità delle infrastrutture	15
1.3 Necessità di un approccio integrato di filiera	18
2. <i>Realizzazione di barriere e fasce verdi di inserimento e protezione lungo le infrastrutture di comunicazione, i corsi d'acqua e le aree industriali</i>	21
2.1 Barriere verdi di protezione acustica e abbattimento di polveri lungo le vie di grande comunicazione e le ferrovie	21
2.1.1 Il rumore, natura e logica di intervento: funzionamento delle barriere e fasce antirumore e di abbattimento di inquinanti	21
2.1.2 Le barriere antirumore verdi: inquadramento di massima, funzionalità e limiti	23
2.1.3 Tipologie di intervento: fasce o quinte monospecifiche, plurispecifiche, arbustive-arboree, barriere miste verdi-artificiali, barriere su rilevati	25
2.1.4 Caratteristiche delle specie arboree e arbustive impiegabili, struttura delle barriere	27
2.1.5 Resistenza delle fasce di vegetazione a fattori avversi	28
2.1.6 Individuazione degli ambiti di lavoro: superfici disponibili, ampiezza delle fasce, schemi e distanze di impianto	29
2.1.7 Consociazioni di specie funzionali all'assolvimento della funzione di schermatura e disposizione delle specie nella composizione delle barriere	32
2.2 Realizzazione di filari e fasce verdi lungo le vie d'acqua	33
2.2.1 Il ruolo della vegetazione lungo i corsi d'acqua	33
2.2.1.1 Efficacia antierosiva	34
2.2.1.2 Filtraggio e trattenuta di sedimenti e inquinanti	34
2.2.1.3 Miglioramento delle condizioni microclimatiche	36
2.2.1.4 Formazione e diversificazione degli habitat	36
2.2.1.5 Funzione di corridoio ecologico	36
2.2.1.6 Caratterizzazione del paesaggio	37
2.2.1.7 Valenza ricreativa	38
2.2.1.8 Aspetti produttivi	38

2.2.2	Vegetazione legnosa a rischio idraulico	39
2.2.3	Gestione della vegetazione ripariale	40
2.2.4	Impianti arborei in prossimità di corsi d'acqua	41
2.2.4.1	Individuazione e caratterizzazione delle zone di impianto	41
2.2.4.2	Struttura e disposizione planimetrica: alcuni modelli di alberature	42
2.2.5	Scelta delle specie e delle consociazioni	46
2.3	Sistemi verdi per la mitigazione dell'inquinamento in aree industriali	50
2.3.1	Introduzione	50
2.3.2	L'attività industriale e l'inquinamento	51
2.3.2.1	I principali contaminanti e loro fonti di inquinamento	52
2.3.3	Le proprietà dei sistemi verdi nei confronti degli inquinanti	55
2.3.3.1	L'inquinamento atmosferico	55
2.3.3.2	L'inquinamento del suolo e delle falde acquifere	57
2.3.3.3	Tecniche di fitorimedio	58
2.3.4	La progettazione dei sistemi a verde ad alta efficacia di mitigazione	61
2.3.4.1	Sistemi verdi per il miglioramento della qualità dell'aria	61
2.3.4.2	Sistemi verdi per il miglioramento della qualità dei suoli e delle acque: il fitorimedio	67
2.3.4.3	Sistemi verdi per scopo estetico e paesaggistico (inserimento ambientale) e filtro di odori	69
2.3.4.4	Sistemi verdi a scopo di delimitazione perimetrale	71
2.3.4.5	Sistemi verdi per produzione legnosa o di biomassa	72
2.4	Realizzazioni tecniche	73
2.4.1	Preparazione dei terreni	73
2.4.2	Piantagione	75
2.4.3	Altri interventi	76
2.4.4	Cure colturali nei primi cinque anni dopo l'impianto	77
2.4.4.1	Il controllo dello sviluppo delle piante delle fasce vegetali	78
2.5	Il materiale vivaistico per la realizzazione delle fasce vegetali e dei boschi periurbani	79
2.5.1	Premessa	79
2.5.2	La qualità del materiale di propagazione forestale	80
2.5.2.1	Le caratteristiche genetiche	80
2.5.2.2	I materiali di base	81
2.5.2.3	Classificazione del materiale forestale di propagazione per fini commerciali	82
2.5.2.4	Le caratteristiche colturali del materiale forestale di propagazione	83
2.5.2.5	Scelta del materiale forestale di propagazione	84

3. Valorizzazione dell'uso dei boschi a scopo ricreativo, turistico e sociale	89
3.1 Obiettivi generali	89
3.2 Interventi sul bosco	89
3.2.1 Interventi sulla struttura del bosco	89
3.2.2 Eliminazione di alberi pericolosi, analisi di stabilità	90
3.2.3 Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali	90
3.2.4 Tutela delle zone umide	92
3.3 Infrastrutture	92
3.3.1 Aree di accoglienza attrezzate	92
3.3.2 Valorizzazione aree panoramiche	94
3.4 Sentieristica	95
3.4.1 Escursionismo	95
3.4.2 Percorsi accessibili a tutti	97
3.5 Attività open air (ludiche, sportive, benessere)	100
3.5.1 Premessa	100
3.5.2 Attività ciclistiche	102
3.5.3 Percorsi jogging	103
3.5.4 Nordic Walking	103
3.5.5 Mountain Fitness	103
3.5.6 Ecorunning	104
3.5.7 Tiro con l'arco	105
3.5.8 Percorsi acrobatici sugli alberi "parchi avventura" o altre denominazioni	105
3.6 Attività didattico-educative	106
3.6.1 Percorsi naturalistici	106
3.6.2 Percorsi botanici	107
3.6.3 Birdwatching	108
3.6.4 Aule verdi e laboratori didattici	108
3.7 Aspetti tecnici	108
3.7.1 Caratteristiche dei pannelli	108
3.7.2 Percorsi che utilizzano ausili tecnologici	110
4. Boschi periurbani	113
4.1 Limiti e relazioni dei boschi periurbani	113
4.1.1 Breve analisi delle principali realizzazioni in Italia e all'estero e delle casistiche maggiormente diffuse	114
4.1.2 Definizione e caratterizzazione delle principali tipologie di boschi periurbani	118
4.1.3 Recupero di aree degradate e/o abbandonate dalle attività agricole aziendali, recupero di aree ex industriali	119
4.1.4 Ricostituzione e qualificazione di popolamenti forestali derivanti da fenomeni di rinaturalizzazione spontanea in atto	120

4.1.5 Realizzazione di aree verdi multifunzionali con prevalenza di scopi ricreativi e di aree di inserimento ambientale nelle periferie urbane	122
4.2 Tecniche di realizzazione	122
4.2.1 Indirizzi tecnici per la preparazione dei terreni con analisi di eventuali limitazioni di carattere pedologico	122
4.2.2 Identificazione di schemi e modalità di impianto	123
4.2.3 Scelta e impiego delle specie anche attraverso l'utilizzo di specie arbustive, cenni al materiale vivaistico da impiegare	123
4.3 Il coinvolgimento sociale nella pianificazione, progettazione e gestione dei boschi periurbani	124
4.4 Specificità e criteri di pianificazione, progettazione e gestione dei boschi periurbani	128
4.5 Aspetti ecologici e naturalistici	130
5. <i>Boschi periurbani e programma di sviluppo rurale</i>	135
<i>Bibliografia</i>	137
<i>Glossario</i>	147
<i>Bibliografia</i>	154
<i>Allegato specie arboree</i>	155
<i>Allegato specie arbustive</i>	165
<i>Legenda</i>	170
<i>Bibliografia</i>	175

1. Premessa

1.1 Definizione e funzioni dei boschi periurbani

Con il termine “boschi periurbani” si indicano tutte le formazioni forestali che sono comprese nelle aree limitrofe agli agglomerati urbani, a prescindere da estensione, forma e grado di copertura del suolo, in cui sono presenti piante, alberi ed arbusti, destinati a formazioni stabili, in qualsiasi stadio di sviluppo.

Questa definizione risulta abbastanza generica e non trova riscontro nel quadro legislativo nazionale o regionale. In particolare manca una normativa che definisca e comprenda questo tipo di boschi per cui l'unico riferimento può essere fatto nell'ambito del D.M. 2 aprile 1968, N. 1444 che prevede i limiti inderogabili, da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti (ai sensi dell'art. 17 della legge 6 agosto 1967, N. 765) e che contempla detta tipologia di boschi nelle aree E (aree forestali) e nelle aree F (parchi urbani e territoriali).

Nel quadro legislativo della Regione Toscana, viceversa, il bosco e le aree forestali sono definite dalla legge L.R. 39 del 31 marzo 2000 e s.m.i. Pertanto, il ricorso a strumenti contributivi previsti per opere forestali gestiti dall'Autorità regionale (segnatamente il PSR), si applica unicamente alle formazioni considerate bosco ed assimilate, ai sensi della L.R. 39 citata e s.m.i., nonché ai sensi del Regolamento forestale della Toscana, D.P.G.R. 48/R del 8 agosto 2003. In particolare, secondo la legge, si definisce bosco, ai sensi dell'articolo 3 comma 1: *qualsiasi area, di estensione non inferiore a 2.000 metri quadrati e di larghezza maggiore di 20 metri, misurata al piede delle piante di confine, coperta da vegetazione arborea forestale spontanea o d'origine artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, che abbia una densità non inferiore a cinquecento piante per ettaro oppure tale da determinare, con la proiezione delle chiome sul piano orizzontale, una copertura del suolo pari ad almeno il 20 per cento. Costituiscono altresì bosco i castagneti da frutto e le sugherete*. Inoltre si definisce che (art. 3.2): *La continuità della vegetazione forestale non è considerata interrotta dalla presenza di infrastrutture o aree di qualsiasi uso e natura che ricadano all'interno del bosco o che lo attraversino e che abbiano ampiezza inferiore a 2000 metri quadrati e larghezza mediamente inferiore a 20 metri*, e che sono altresì considerate bosco le aree temporaneamente prive di vegetazione forestale e le formazioni costituite da vegetazione forestale arbustiva esercitanti una copertura del suolo pari ad almeno il quaranta per cento (art. 3.3, 3.4). Viceversa non sono considerati boschi (art. 3.5) i parchi urbani, i giardini, gli orti botanici e i vivaî (definiti con dettaglio nel regolamento).

La possibilità di ricorrere a strumenti contributivi è dunque legata alla effettiva appartenenza dei luoghi ad aree forestali (bosco e assimilati – di cui anche all'art. 3.9 L.R.39/2000) e alla loro destinazione. Aree coperte da alberi e arbusti anche d'interesse forestale, ma destinate dalla pianificazione urbanistica ad altro uso (parchi, parcheggi, camping ecc.) non sono assimilabili a bosco e sono dunque soggette

alle norme urbanistiche (vedere anche l'art. 3 del regolamento 48R/2003 citato) e, nel contempo, escluse dalle possibilità di finanziamento ai sensi del PSR.

Nelle accezioni riportate dunque i boschi periurbani cui fa riferimento questo lavoro sono formazioni forestali fruibili dal pubblico e/o dedicate a specifiche funzioni nelle aree d'interfaccia urbano/rurale/forestale ma sempre riconducibili alla definizione di bosco contemplata dalla legge e dalle norme citate.

A livello internazionale, nella letteratura scientifica, i boschi periurbani vengono riferiti alla categoria dei boschi urbani per i quali da più autori (MILLER, 1997; KONIJNENDIJK, 2003; KONIJNENDIJK *et al.*, 2006) sono state descritte le caratteristiche e i principali elementi costitutivi. Generalmente in detta categoria rientrano sia aree e formazioni lineari con vegetazione naturale o seminaturale, sia parchi, giardini e spazi verdi che sono qualificati dalla presenza di alberi per cui non si dispone di una descrizione univoca degli elementi caratteristici e distintivi dei boschi periurbani. Talvolta tale aspetto può generare incertezza interpretativa. A titolo di esempio si consideri come i boschi periurbani, nel processo di *Global Forest Resources Assessment* previsto dalla FAO, rientrino sia nella categoria delle superfici forestate (<http://foris.fao.org/static/data/fra2010/KeyFindings-en.pdf>) sia in quella delle *Trees outside Forests* (TOF) (<http://www.fao.org/docrep/006/ac840e/AC840E02.htm>).

Per tentare una definizione più dettagliata è utile riferirsi a come il termine periurbano viene utilizzato, in pianificazione urbanistica, per designare territori ad urbanizzazione dispersa prossimi alle città (PABA, 1990; CECCHINI e PLAISANT, 2005). Il territorio "periurbano" è generalmente costituito da ambiti insediativi che si distinguono, rispetto ai contesti ad urbanizzazione diffusa, per una serie di aspetti fortemente caratterizzanti:

- a. presenza simultanea di componenti residenziali e rurali;
- b. contiguità spaziale e forti legami che interconnettono gli ambiti periurbani ad un polo urbano principale;
- c. prevalenza della funzione residenziale rispetto alle altre componenti ed attività proprie dei contesti urbani;
- d. permanenza, all'interno della trama insediativa dispersa, di luoghi a forte connotazione ambientale;
- e. tendenza alla formazione di nuclei insediativi di piccole dimensioni solitamente disposti in gruppi (CAMAGNI, 1999; SOCCO *et al.*, 2005).

La molteplicità degli elementi costitutivi fa sì che i boschi periurbani assumano una particolare rilevanza nella pianificazione territoriale a livello locale (comunale) e sovra comunale (provinciale) secondo i paradigmi della sostenibilità e di quanto previsto dai processi di Agenda 21. In questa ottica si finalizza il consolidamento degli spazi verdi, compresi quelli periurbani, per recuperare la qualità ambientale della città e del suo intorno e limitare gli impatti negativi determinati dalle attività produttive sulla qualità della vita degli abitanti presenti e futuri. HEALEY (2004) e SANESI (2009) evidenziano che nel corso degli ultimi anni numerose iniziative si sono sviluppate nell'ambito delle Agende 21 locali, enfatizzando il ruolo degli spazi verdi nella riqualificazione degli ambienti urbani. La capacità dei boschi di influire sul miglioramento delle condizioni ambientali (*sensu lato*) trova ampio riscontro nel quadro normativo nazionale e regionale. Analogamente in letteratura scientifica sono stati analizzati e discussi i molteplici aspetti di miglioramento della qualità della vita per effetto della presenza o fruizione delle aree verdi in ambito urbano.

TYRVÄINEN *et al.* (2005), in un contributo sviluppato nel contesto dell'azione COST E12 *Urban forests and trees*, affermano che gli alberi e la vegetazione forestale possono influenzare l'idrologia urbana, principalmente attraverso tre livelli di azione: l'intercettazione delle precipitazioni meteoriche che possono essere "catturate" dalla chioma anche attraverso processi di tipo evapotraspirativo; il controllo dei deflussi superficiali e l'induzione di processi di controllo e di laminazione dell'acqua nel sistema fognario e di smaltimento; la limitazione dei fenomeni erosivi.

Se queste assunzioni sono inquadrabili dal punto di vista teorico, nella realtà l'idrologia nelle aree urbane e periurbane è influenzata da numerose variabili, difficilmente controllabili. RAGAB *et al.* (2003), GÖBEL *et al.* (2004) e BERTHIER *et al.* (2006), hanno messo in evidenza come l'eterogeneità nell'uso del suolo (aree pavimentate che si articolano in aree con diversa permeabilità), le caratteristiche dei sottosuoli (presenza di strutture) e altri fattori possono condizionare il ciclo delle acque. La presenza di spazi verdi, quali boschi e formazioni forestali periurbane, consente l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo e l'eventuale ricarica della falda freatica.

La quota di percolazione superficiale annuale in aree caratterizzate da insediamenti urbani può essere pari al 60-70% delle precipitazioni piovose, mentre in ambiti forestali questa quota di norma non supera il 20% (MPCA, 2000). La presenza di vegetazione forestale svolge inoltre un ruolo molto importante nella protezione dei corpi d'acqua (zone filtro) e nella gestione delle riserve idriche. Questo ruolo è riconosciuto anche dalla normativa di settore (es. D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale").

Secondo CAPIELLA *et al.*, 2005 la presenza di suoli ben strutturati e ricchi di sostanza organica e la presenza di lettiera, elementi tipici degli ambiti forestali, facilita lo stoccaggio di acqua; negli ambiti mediterranei e nel contesto italiano va comunque considerato che oltre dalla presenza delle piante e dalle caratteristiche del suolo, il ciclo delle acque è fortemente influenzato dalle condizioni climatiche (MARTÍNEZ-ZAVALA e JORDÁN-LÓPEZ, 2009).

I boschi periurbani, così come gli spazi verdi in genere, hanno una funzione di controllo del clima o di limitazione degli effetti della cosiddetta "isola di calore" che causa un incremento della temperatura dell'aria in ambito urbano rispetto al territorio rurale e semirurale che lo circonda (OKE, 1973 e 1995). Nel corso degli ultimi anni il fenomeno dell'isola di calore si è assommato con quello delle ondate di calore che si sono manifestate con maggiore frequenza anche a livello europeo. È noto a tutti ciò che è avvenuto nel 2003, quando questo effetto combinato ha determinato un incremento significativo della mortalità della popolazione più anziana o già affetta da problemi cardiovascolari e di respirazione (MICHELOZZI *et al.*, 2005; NOGUEIRA *et al.*, 2005; POUMADERE *et al.*, 2005). La vegetazione forestale e i boschi periurbani, grazie al fenomeno dell'evapotraspirazione, possono contribuire a limitare l'effetto isola di calore. Il raffreddamento determinato dai processi evapotraspirativi contribuisce anche alla riduzione di processi fotochimici e determinano l'incremento delle concentrazioni di ozono (McPHERSON e SIMPSON, 2002).

Esperienze positive nella limitazione delle temperature urbane grazie alla presenza di spazi periurbani sono oggetto di diversi contributi scientifici che fanno riferimento all'impiego di tecniche di telerilevamento con particolare riferimento alle piattaforme satellitari (<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GreenRoof/greenroof2.php>).

Gli alberi e il verde possono svolgere un ruolo importante nel miglioramento della qualità dell'aria, grazie all'intercettazione e all'assorbimento di pulviscolo atmosferico e di gas. Diversi studi e ricerche si sono occupati di questa importante funzione. A livello internazionale il progetto più noto è il "Chicago project" che ha avuto come oggetto i servizi ambientali che il verde, a livello urbano e periurbano, garantisce in questo contesto negli USA. Gli autori coinvolti nel progetto (McPHERSON *et al.*, 1994a, 1994b, 1998) stimano che nel corso di un anno gli alberi di questa città possono rimuovere mediamente circa 5.500 t di inquinanti atmosferici. Altri autori si sono comunque occupati di questo argomento. Molti confermano che la vegetazione arborea ha un ruolo importante nel rimuovere l'ozono. TAHA (1996), MCPHERSON *et al.* (1998), NOWAK *et al.* (2000), NOWAK *et al.* (2006) hanno evidenziato che una perdita della copertura della vegetazione forestale in ambito periurbano può determinare un incremento significativo della concentrazione di ozono nelle aree urbane di riferimento. MCPHERSON *et al.* (1994a e 1994b) e NOWAK *et al.* (1998) hanno inoltre messo in luce la capacità di rimozione del diossido di zolfo. MCPHERSON sempre nell'ambito del "Chicago project", ha stimato che gli alberi di questa città sono in grado di rimuovere circa 3,9 t/anno (Sanesi) di questo gas. Gli effetti positivi della vegetazione arborea nella riduzione del particolato atmosferico sono determinati soprattutto a carico dell'apparato fogliare. BRAMRYD e FRANSMAN (1993) mettono in evidenza che un ettaro di bosco con composizione mista tra latifoglie ed aghifoglie può rimuovere fino a 15 t/ha anno¹ di pulviscolo, mentre un bosco di abete riesce ad avere una capacità anche doppia. ESCOBEDO e NOWAK (2009), con riferimento al PM₁₀, stimano che la rimozione sia pari a 7,5 g/m². In questo contesto di inquinamento atmosferico non deve essere messo in secondo piano che la vegetazione arborea può altresì determinare un incremento di emissioni di alcuni prodotti, quali i VOCs (composti organici volatili). Diversi autori infatti (LORETO *et al.*, 1995; LORETO, 2002; RAPPARINI *et al.*, 2004) hanno messo in evidenza che alcune specie tipiche degli ambienti mediterranei ed in condizione di stress idrico, possono emettere prodotti volatili anche in quantità significative.

Nel corso del dibattito relativo alla limitazione dei "gas serra" ed in particolare alla capacità di rimozione dell'anidride carbonica, è stato accertato da numerose ricerche il ruolo fondamentale della vegetazione forestale. Recentemente SANESI e MAIROTA (2010) hanno fornito una rassegna a livello italiano di quale possa essere il contributo nell'assorbimento di questo gas e su come si possa limitare il fenomeno del cambiamento climatico. Per quanto riguarda il particolare delle aree urbane, NOWAK e CRANE (2002) hanno evidenziato una capacità di assorbimento di CO₂ della "foresta urbana" statunitense pari a 70.439.700 t/anno.

Gli spazi verdi possono contribuire anche alla conservazione della biodiversità a diversi livelli. Nell'ambito dei servizi ambientali svolti dalla vegetazione forestale questo ruolo è influenzato da diversi fattori, quali, ad esempio, età dei popolamenti, caratteristiche strutturali (es. struttura verticale), e collegamento di ogni singolo spazio verde con quelli limitrofi (*sensu* connessione ecologica) (GILBERT, 1989; SUKOPP e WITTING, 1993; FERNÁNDEZ-JURICIC, 2000; SANDSTRÖM *et al.*, 2006; CIUTTI e CAPPELLETTI, 2006). SANESI *et al.* (2009) hanno evidenziato le correlazioni positive esistenti tra alcune caratteristiche dell'organizzazione spaziale, la dimensione delle formazioni arboree e la ricchezza/abbondanza di avifauna. FERRARA *et al.* (2008) hanno analizzato le relazioni esistenti tra composizione delle comunità ornitiche e caratteristiche delle aree verdi. LORUSSO *et al.* (2007) hanno messo in luce quanto l'incremento della biodiversità a

livello di specie sia inversamente correlato con la distanza dei centri urbani. Di notevole interesse sono gli studi condotti in Italia settentrionale da MASSA *et al.* (2003) e PADOA-SCHIOPPA *et al.* (2006 e 2007) che si sono soffermati anche sull'importanza del livello di frammentazione del paesaggio e su alcune caratteristiche dimensionali che i filari arborei devono avere per potere assicurare le funzioni di corridoio nell'ambito delle reti ecologiche.

Negli ultimi anni si sono consolidate le evidenze scientifiche in merito al ruolo che la vegetazione forestale ed il verde possono avere nel migliorare lo stato di salute delle popolazioni urbane. In Olanda, MAAS *et al.* (2006) hanno evidenziato le relazioni che collegano lo stato di salute e la quantità di verde che caratterizza le aree di residenza. Altri studi, anche se con risultati non proprio coerenti con il precedente, sono stati realizzati in Inghilterra (MITCHELL e POPHAM, 2007).

I boschi periurbani possono inoltre svolgere un ruolo fondamentale dal punto di vista sociale in quanto offrono opportunità spaziali e funzionali per favorire l'aggregazione, la ricreazione e i processi di socializzazione. GERMANN-CHIARI e SEELAND (2004) hanno dimostrato questa potenzialità in Svizzera, con particolare riguardo alla capacità di integrazione sociale di giovani, anziani, stranieri, disoccupati e altri gruppi che possono soffrire di fenomeni di emarginazione.

1.2 Importanza del recupero funzionale delle aree agricole e ex-agricole in prossimità delle infrastrutture

Come è stato già identificato in precedenza (cfr. par. 1.1) è sempre più evidente che le diverse porzioni del verde urbano e periurbano possono contribuire a formare un sistema di spazi verdi multifunzionali che assume il ruolo di vera e propria infrastruttura (*green infrastructure* secondo BENEDICT e McMAHON, 2002 e 2006). Possono contribuire a formare questa infrastruttura verde sia porzioni di agricoltura marginale dal punto di vista economico, sia aree di rispetto di altre infrastrutture territoriali che oggi hanno solo il ruolo di pertinenze (TZOULAS *et al.*, 2007).

La piana fiorentina riportata in Fig. 1 è esemplificativa in merito alla possibile realizzazione di una infrastruttura verde che colleghi e dia supporto ecologico-funzionale soprattutto agli abitati di Firenze, Calenzano, Campi Bisenzio, Sesto Fiorentino e Prato.

È evidente che nonostante si arrivi quasi ad una saturazione urbanistica degli spazi, sopravviva una maglia agricola, influenzata e sostenuta dal reticolo diffuso delle sistemazioni idrauliche di bonifica. A fianco di questi appezzamenti, talvolta veri e propri reliquati, emergono spazi pertinenti alla rete stradale (svincolo autostradale *in primis*), e ai corsi d'acqua che possono costituire linee di penetrazione ecologica-paesaggistica anche in situazioni dove il costruito ha quasi completamente eliminato la presenza del verde.

Queste pertinenze possono svolgere un ruolo importante specie se opportunamente condizionate e qualificate attraverso impianti arborei ed arbustivi. Oltre alla definizione di veri e propri corridoi ecologici che possono contribuire a deframmentare il paesaggio e mettere in connessione l'area della collina con quella della piana e le singole porzioni di verde, tali pertinenze potrebbero contribuire alla formazione di:

- barriere verdi per l'assorbimento del particolato degli inquinanti provenienti dal traffico veicolare, attraverso la realizzazione di quinte di verde;
- barriere fonoassorbenti, grazie alla realizzazione di fasce arboree e terrapieni rinverditi;
- spazi per incentivare la mobilità ciclopeditone, con la realizzazione di percorsi alternativi al traffico automobilistico.

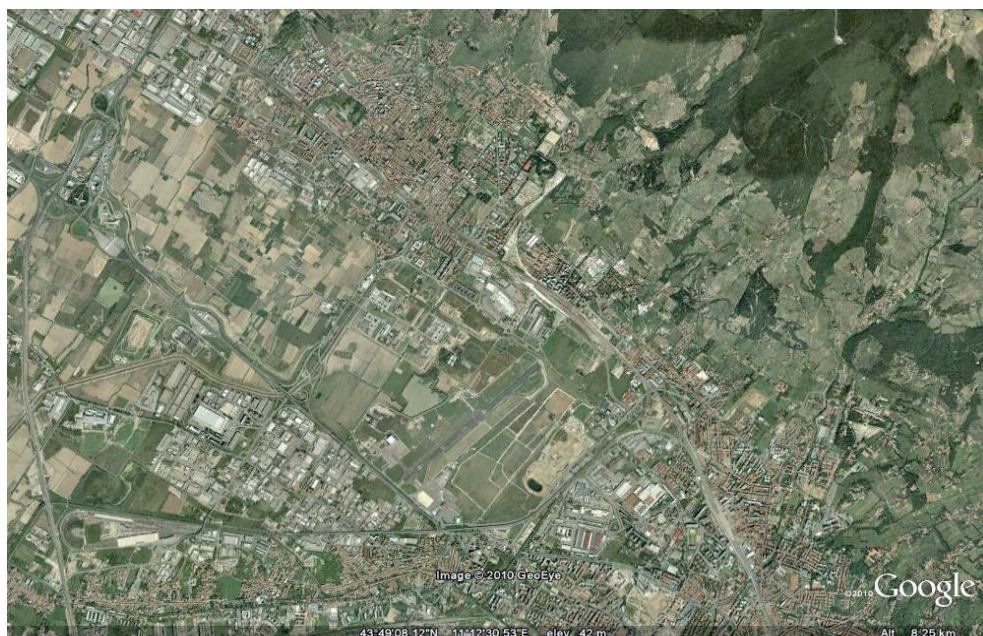


Fig. 1 Immagine satellitare della piana fiorentina (fonte: Google Earth, 2010).

Si tratta in tutti i casi di spazi di sezione limitata e comunque generalmente compresa in quelle previste dalla normativa di settore. A tale proposito si ricorda come per le autostrade fuori dai centri urbani sia prevista una fascia di rispetto di 60 metri (D.M. 1 aprile 1968 N. 1404) dove è sancito il vincolo di inedificabilità. Il divieto di costruire è infatti in questo caso correlato alla esigenza di assicurare un'area libera utilizzabile dal concessionario dell'autostrada – all'occorrenza – per installarvi cantieri, depositare materiali, per necessità varie e, comunque, per ogni esigenza di gestione relativa ad interventi in loco sulla rete autostradale.

Fasce di rispetto esistono, inoltre, non solo per i corsi d'acqua di maggiore rilevanza e per i canali di bonifica, ma anche per i corsi d'acqua minori e per la rete della bonifica (R.D. N. 523 del 1904 e D.Lgs. 152/1999). In questi contesti la realizzazione di verde lineare assume la connotazione di fascia tampone (FT) che svolge un ruolo importante nella protezione della qualità delle acque attraverso la rimozione dei nutrienti ed il trattamento del sedimento sia di provenienza agricola sia civile industriale. Il trasporto degli inquinanti agricoli è legato al moto di ruscellamento superficiale dell'acqua o *runoff*, ed ai locali fenomeni di infiltrazione e deflusso sub-superficiale. Con il ruscellamento superficiale si ha trasporto delle particelle minerali insolubili in sospensione, e delle sostanze più fortemente adsorbite dalle particelle del suolo. Nei confronti dei deflussi superficiali le FT possono svolgere un'azione di filtro (fitorimediazione) sia con gli apparati radicali superficiali sia con la lettiera e la vegetazione erbacea. Grazie alle FT le particelle di terreno vengono intercettate e le sostanze trasportate sono immobilizzate e ricomprese nell'ambito dei processi pedogenetici. Le FT risultano particolarmente efficaci nella difesa dei corpi idrici dall'inquinamento da azoto e fosforo proveniente dalle attività agricole.

Ulteriori limitazioni nell'edificazione e nel mantenimento di zone di inedificabilità sono comprese in ambito ferroviario, cimiteriale, archeologico, idraulico, militare, aeroportuale. Tutte queste fattispecie insieme alle altre contemplate dal testo unico del paesaggio (Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, N. 42) e dalle norme previste a livello regionale e locale individuano ampie porzioni di territorio che possono essere gestite secondo modelli tipici della selvicoltura multifunzionale che può indirizzare l'erogazione di ecoservizi alle comunità circostanti (polmone verde, spazi ricreativi, ambiti di protezione dal rumore e dalle polveri, ecc.), ma garantire effetti anche in termini più ampi, configurandosi come colture efficienti per l'accumulo di carbonio.

L'importanza della messa in rete degli spazi verdi periurbani e della realizzazione dell'infrastruttura verde rientra anche nell'ambito della salvaguardia della risorsa suolo e nel contingentamento dell'espansione delle aree urbanizzate. In Toscana, secondo il "Documento di valutazione e monitoraggio del Piano Regionale di Azione Ambientale 2007-2010" (REGIONE TOSCANA, 2009), la quota occupata nel 2007 dalle superfici urbanizzate sul totale del territorio regionale era pari al 7,4%; tale percentuale comprende la superficie occupata dagli insediamenti e dalle infrastrutture, le aree estrattive, le discariche, i cantieri e le aree verdi (sia quelle urbane, ricreative e sportive, sia quelle in abbandono). Il valore dell'incidenza delle aree urbanizzate al netto delle aree verdi si attesta sul 6,8%. Dal 1996 al 2007, la crescita delle aree urbanizzate è stata di 16.472 ettari, pari a poco più di 4 ettari al giorno, che da aree agricole o comunque non edificate sono state trasformate prevalentemente in centri commerciali, spazi residenziali ed infrastrutture viarie. Questo fenomeno ha raggiunto particolare rilevanza in alcuni ambiti come quello del sistema metropolitano di Firenze-Prato-Pistoia e nei sistemi costieri della Versilia e della piana Pisa-Livorno (REGIONE TOSCANA, 2009). Altre porzioni di territorio interessate da questa espansione urbanistica e dall'erosione di terreno agricolo sono le aree periurbane dei capoluoghi di provincia di Arezzo, Siena e Grosseto (APAT TOSCANA, 2008).

Un'immagine chiara della concentrazione del fenomeno di urbanizzazione e della relativa periodizzazione nel 1990-2006 si può avere dalla Fig. 2 Dall'analisi delle dinamiche in questo periodo si evince che, in particolare, risulta coinvolta l'area fiorentina (3.725 ha urbanizzati) che comprende sia la fascia della piana sia quella della cosiddetta seconda cintura (es. comuni del Mugello e Montespertoli).

In questi ambiti il consumo della risorsa suolo è avvenuta soprattutto attraverso la realizzazione di nuove infrastrutture viarie. Alla luce di questo dato, appare ancora più importante la valorizzazione delle aree pertinenziali di queste infrastrutture che secondo BARBERIS (2009) possono assommare dai 2 ai 7,5 ha per chilometro di strada, in funzione del livello della stessa (valori minori per le strade comunali, valori maggiori per le autostrade).

Il consumo del suolo è un fenomeno che interessa e preoccupa a livello internazionale. Per questo motivo la commissione Europea, attraverso il *Joint Research Center*, ha iniziato un'attività di ricerca e documentazione attraverso prima il "Progetto Murbandy" e poi proseguito con il "Progetto Moland" (<http://moland.jrc.ec.europa.eu/>).

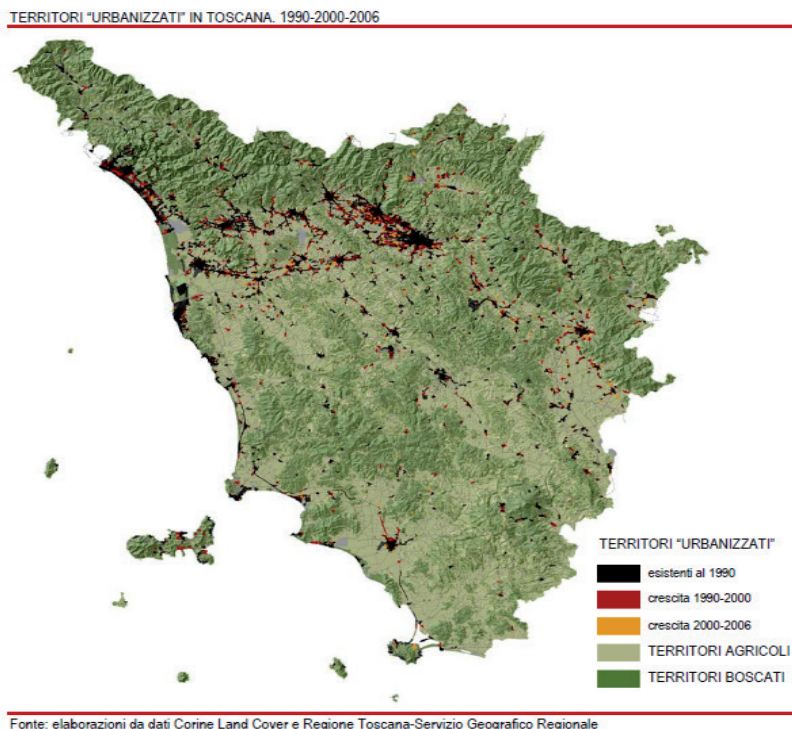


Fig. 2 Urbanizzazione del territorio regionale toscano. Fonte: AGNOLETTI, 2008.

1.3 Necessità di un approccio integrato di filiera

La prospettiva di realizzare impianti forestali in aree urbane e periurbane nell'ambito del PRS 2007-2013, richiama inevitabilmente l'attenzione a quanto è successo negli anni novanta con l'attuazione del Reg. CEE 2080/92 e a tutte le criticità che si sono manifestate nella realizzazione e successiva gestione di queste piantagioni. In particolare si tratta di poco più di 100.000 ha di impianti forestali realizzati in Italia dei quali meno dell' 8% in Toscana (COLLETTI, 2001).

Inadeguatezza della qualità dei materiali, errate tecniche di impianto e di gestione (AMORUSO *et al.*, 2005) sono tra le principali cause degli insuccessi nella realizzazione di questi impianti. Ciò trova conferma a livello toscano in quanto affermato nel Rapporto sulle Foreste Toscane del 2005 (BURESTI LATTES, 2006): "Nei primi anni di attuazione del Reg. CEE 2080/92, il reperimento di piantine di buona qualità era difficile; i vivai toscani, come del resto quelli delle altre regioni italiane, non erano pronti a soddisfare l'enorme richiesta. Spesso nelle piantagioni è stato impiegato materiale di specie non autoctone e/o di provenienza non sempre idonea al sito d'impianto. Ciò può essere stato uno dei fattori che ha portato al fallimento produttivo di non poche piantagioni."

Alla luce di queste considerazioni, che possono essere considerate ancora in buona parte valide, è necessario quindi che sia favorito un approccio integrato e di filiera che contempli il superamento di queste criticità e lo sviluppo di adeguati processi normativi, formativi, partecipativi e sociali.

Il sistema della forestazione urbana e periurbana, come si evince dalla (Fig. 3), è caratterizzato da una serie di relazioni che collegano vicendevolmente le risorse forestali, gli utenti, gli imprenditori agricoli/proprietari e i decisori politici. In questo contesto il mondo della ricerca svolge un ruolo importante non solo di innovazione, ma anche di catalizzatore dei processi e di agevolatore di relazioni tra gli attori del sistema.

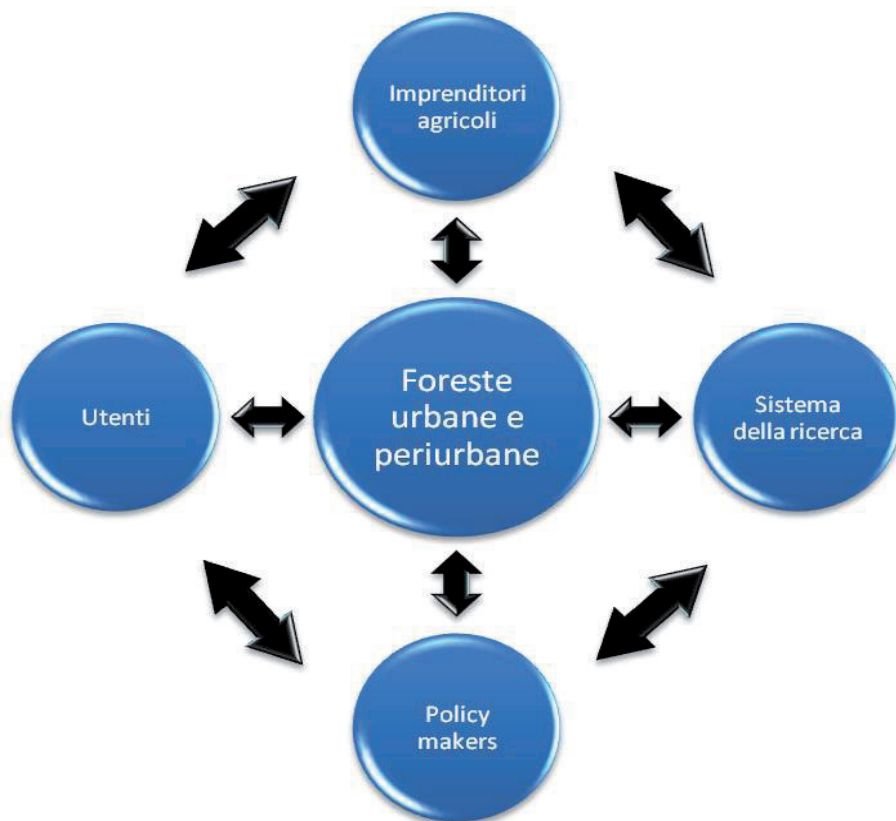


Fig. 3 Sistema della forestazione urbana e periurbana (Fonte: KONUNENDIJK, 1999, modificato).

Risulta evidente che nel contesto specifico le caratteristiche degli impianti da realizzare debbano essere funzione sia delle decisioni tecnico-politiche sia delle aspettative dei potenziali utenti, ma, al tempo stesso, degli imprenditori che investono risorse e si aspettano di ottenere redditi o benefici.

Per ottenere risultati positivi e duraturi è necessario quindi che, una volta superate le criticità già riscontrate nell'attuazione di precedenti meccanismi d'incentivazione (ad es. Reg. CEE 2080/92), sia possibile chiarire - a livello di ogni soggetto del sistema - potenzialità e limiti di quanto può essere realizzato. Per questi motivi è importante che la realizzazione di boschi urbani e periurbani sia accompagnata da azioni che contemplino:

- l'informazione e la divulgazione in merito alla multifunzionalità della risorsa forestale;

- l'aggiornamento dei tecnici e professionisti del settore;
- l'orientamento dei piani urbanistici e delle politiche di settore che possono essere sinergiche con la forestazione urbana (es. mobilità alternativa, tutela delle acque, tutela del suolo, tutela della biodiversità, turismo rurale, produzione di biomasse, ecc.);
- la realizzazione e gestione di processi partecipativi che favoriscano l'attuazione di interventi a livello di più proprietà e che contemplino modelli di sussidiarietà nel governo del territorio.

In particolare sarebbe auspicabile che queste realizzazioni siano inserite in una razionale pianificazione che incentivi la realizzazione di opere nel contesto di accordi (es. consorzi) tra i diversi imprenditori agricoli/proprietari interessati: del resto l'associazionismo tra proprietari è tra le azioni favorite dal *Forest Action Plan* dell'UE. Questo è l'unico tipo di approccio con valore a scala di paesaggio. A tale livello possono essere tenuti in debito conto i rapporti formali che possono comportare l'eventuale rottura del tessuto paesaggistico preesistente, la riproduzione di un modulo paesaggistico consolidato e la riproduzione di un modulo paesaggistico storicamente presente (CORONA e BARBATI, 2010).

D'altra parte gli stessi Autori suggeriscono che: “Alla luce delle indicazioni del Piano Europeo per le Foreste (CEC, 2006) risulta fondamentale il partenariato Stato-Enti locali focalizzato sulla valorizzazione del settore privato. Uno strumento decisivo può essere la creazione di strutture associative, dato che, come noto, la frammentazione della proprietà è una peculiare caratteristica negativa dei boschi privati nel nostro Paese. Progetti di ricomposizione fondiaria sono stati più volte tentati, ma con risultati perlopiù modesti. Sebbene, nelle sue varie forme, si sia rivelato, almeno finora, una soluzione di non facile o comunque di non generalizzabile applicabilità, l'associazionismo può rappresentare una chance per lo sviluppo del settore forestale privato, anche ai fini della attuazione di politiche e misure di gestione finalizzate alla massimizzazione della fissazione di carbonio atmosferico. Oltre ad appositi strumenti tecnico-giuridici (sgravi fiscali), una concreta possibilità di attivazione dell'associazionismo può essere di collegare operativamente la gestione a forme di pianificazione a basso costo.”

Ancor più valide appaiono queste considerazioni se si collega il governo del territorio a un contesto di ecologia del paesaggio. A questa scala si evidenzia come sia possibile realizzare o consolidare una rete di verde funzionale agli obiettivi di connettività e di integrazione ecosistemica che richiede l'organizzazione spaziale di una fitta trama di elementi di continuità, costituiti essenzialmente dai corridoi ecologici (es. fasce forestali ripariali), dai nodi (bacini di naturalità *sensu* boschi/impianti più estesi) e dalle cosiddette *stepping-stones* (superfici di vaste proporzioni *sensu* boschi/impianti di estensione più limitata, ma in grado di fornire punti di appoggio e di riparo per la fauna che si sposta, attraverso i corridoi) (LAFORTEZZA *et al.*, 2003).

2. Realizzazione di barriere e fasce verdi di inserimento e protezione lungo le infrastrutture di comunicazione, i corsi d'acqua e le aree industriali

2.1 Barriere verdi di protezione acustica e abbattimento polveri lungo le vie di grande comunicazione e le ferrovie

2.1.1 Il rumore, natura e logica d'intervento: funzionamento delle barriere e fasce antirumore e di abbattimento inquinanti

Il rumore, inteso come suono indesiderato, è una fonte d'inquinamento e di disagio ben nota da tempo e non sempre adeguatamente combattuta. La percezione del suono e conseguentemente del rumore, nel sistema auditivo umano, non è lineare ma segue una legge più che proporzionale, che impone una valutazione della risposta determinata con una relazione logaritmica, espressa in deciBel (dB)¹, e con una maggiore sensibilità verso frequenze elevate. Ciò comporta che all'aumento dell'intensità sonora il disagio cresce rapidamente. Ne deriva la necessità di ridurre adeguatamente il livello dei suoni indesiderati entro livelli sopportabili o meglio, per quanto possibile, meno percettibili.

Il rumore prodotto dalle attività umane è normalmente presente in tutti gli ambienti, interni e soprattutto esterni, generalmente entro limiti che spaziano dal livello inavvertibile a quello tollerabile, ovvero contenuti entro 35 dB. Oltre tale limite, i suoni che raggiungono i 75 dB benché non ancora dannosi per l'udito, possono causare effetti psicofisici di alterazione del sonno e del comportamento, disturbo dello svolgimento di molte attività lavorative, e comunque stress generalizzato, a partire da una soglia di circa 55 dB. Il che implica anche un costo sociale, sebbene ancora non pienamente valutato.

Una porzione consistente del rumore, particolarmente in ambiente urbano, è dovuta al traffico veicolare e, negli ambiti periurbani, anche dal traffico ferroviario e aereo. Si stima che il traffico stradale raggiunga livelli medi d'intensità sonora intorno agli 80 dB in vie di grande comunicazione.

Secondo una stima dell'Organizzazione Mondiale della Sanità il 40% della popolazione europea è esposto al rumore del traffico stradale a livelli superiori alla soglia citata, e una parte di essa anche durante la notte. Numerosi sono gli studi di carattere analitico nonché quelli riguardanti le possibili soluzioni da attuare per la riduzione di questa forma d'inquinamento e sono state da tempo emanate norme volte alla riduzione del rumore dalla sorgente e alla protezione degli abitanti.

La natura vibratoria del rumore, trasmesso con onde pressorie, è tale che la propagazione avviene in tutte le direzioni: pertanto l'obiettivo delle protezioni passive è volto

¹ Livello della pressione in dB = $\log 20 \cdot \text{pressione sonora} / \text{pressione di riferimento a 20 micropascal (soglia udibile)}$.

principalmente all'intercettazione, riduzione e deflessione dei flussi. Le onde sonore da intercettare sono infatti costituite da fronti di pressione e di depressione alternati che, nell'interferire con una barriera solida, trasferiscono in parte la propria energia con sollecitazioni meccaniche della stessa, in parte vengono riflesse e diffratte.

A tal riguardo, e in particolare per quanto concerne il traffico veicolare, sono state sviluppate numerose tecniche di intercettazione e abbattimento, basate su barriere artificiali di varia natura (*Foto 1*) e conformazione. In funzione del materiale e della forma fisica della barriera l'effetto di assorbimento e quello di riflessione sono più o meno efficienti e riducono la pressione sonora.

L'efficienza delle barriere solide è stata oggetto di studio con prove scientificamente condotte che hanno verificato la possibilità di abbattere i livelli sonori, quantificate con il coefficiente di assorbimento acustico, rapporto tra potenza sonora assorbita e incidente. Alcuni costruttori dichiarano abbattimenti fonici fino a 20 dB con pannelli prefabbricati in conglomerati o con pannelli misti metallici-legnosi, tuttavia l'efficienza media è dell'ordine dei 15 dB. Se si considera che i limiti assoluti di emissione fissati per le infrastrutture autostradali, in corrispondenza delle aree abitative sono dell'ordine di 60/70 dB (rispettivamente notturni e diurni) entro una fascia di 100 metri dalla sorgente emittente, e sono ancor più ridotti (40/50 dB) nel caso di ricettori sensibili, quali scuole e ospedali, le barriere fonoassorbenti fisse consentono di contenere il rumore entro limiti accettabili. Le normative invero sono articolate e riguardano sorgenti diverse e fasce abitative diversamente classificate, tuttavia i limiti indicati possono costituire un primo riferimento. Il legislatore ha comunque imposto ai comuni di realizzare mappe delle aree esposte ad inquinamento acustico secondo determinati valori soglia, onde verificare la necessità di interventi specifici (L. 26.10.95 N. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", D.P.C.M. 1.3.91 - fissa i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, e seguenti).



1. Terrapieni antirumore nel Parco Nord Milano (G. Sanesi)

Le barriere fisse hanno vantaggi legati soprattutto alla ridotta occupazione di spazio, efficienza complessiva, facilità costruttiva e manutentoria. Tuttavia hanno un impatto non trascurabile in termini paesaggistici oltre a effetti indesiderati di riflessioni multiple quando sono disposte da ambo i lati delle vie d'intenso flusso veicolare.

Una possibilità di realizzazione di barriere efficienti e d'impatto sicuramente positivo è costituita dalle fasce verdi. Queste costituiscono uno strumento attivo di riduzione del rumore e di altri effetti dell'inquinamento, la cui efficienza è legata, tuttavia, ad una notevole occupazione di spazi per la creazione di strutture a sviluppo orizzontale di elevato ingombro, non sempre compatibili con la disponibilità di territori circostanti le strutture viarie. Maggiore efficienza in spazi ridotti può essere conseguita con l'adozione di barriere miste, verdi e artificiali in combinazione funzionale, costituite da elementi strutturali prefabbricati di diverso tipo, che hanno una funzione passiva, integrati con componenti vegetali erbacee, arbustive e talora anche arboree, che esercitano una funzione attiva oltre che paesaggistica.

Vengono qui presentate delle linee-guida ragionate per la realizzazione di barriere verdi polifunzionali, considerando la possibilità di recupero di spazi periurbani disponibili per l'arredo verde, coniugando la necessità di schermare vie di comunicazione, spesso intensamente fruite poichè costituenti accessi alle città, con un uso del suolo polivalente e sostenibile, avente un forte impatto positivo dal punto di vista paesaggistico. Le fasce verdi costituiscono inoltre un valido strumento per la riduzione dell'inquinamento atmosferico, oltre che acustico e luminoso, emesso dai veicoli e localizzato lungo le stesse vie di comunicazione. L'assunto di base del lavoro è la possibilità data dalla disponibilità di aree periurbane più o meno ampie, in disuso o uso precario del suolo, atte ad ospitare fasce verdi efficienti e multifunzionali, utili per perseguire gli scopi illustrati.

2.1.2 Le barriere antirumore verdi: inquadramento di massima, funzionalità e limiti

Le barriere verdi sono strutture vegetali a composizione mista (*Foto 2*), in termini di specie arboree e arbustive, realizzate lungo le vie di comunicazione stradale e ferroviaria, su fasce di profondità di diverse decine di metri in senso perpendicolare all'asse viario e lunghezza sufficiente a espletare un'azione protettiva nei confronti di insediamenti abitativi circostanti.



2. Banchine arborate per assorbimento rumore (G. Sanesi)

Per aumentarne l'efficienza possono essere realizzate su rilevati naturali o artificiali con riporto di terra. La realizzazione di tali strutture deve corrispondere a criteri di densità, composizione e sistemi d'impianto che assicurino, in prima analisi:

- l'efficienza nella riduzione dell'inquinamento acustico e atmosferico e dunque l'effettiva funzionalità del sistema;
- la coerenza, la perpetuità e la funzionalità ecologica del sistema;
- la continuità di tale funzionalità nelle diverse stagioni e la sua durata effettiva;
- la possibilità di eseguire una corretta manutenzione a costi contenuti;
- il corretto inserimento nel contesto paesaggistico del sito d'inserimento.

Questi requisiti implicano una serie di problematiche progettuali e di realizzazione e comportano alcuni limiti operativi. Tra i limiti d'impiego più rilevanti vi sono:

- necessità di spazi ampi;
- minore efficacia nell'abbattimento del suono su spazi brevi;
- necessità di una accurata scelta delle specie, poiché numerosi fattori (inquinamento, fenologia e temperamento delle singole specie) ne limitano il campo d'impiego;
- necessità di una corretta manutenzione con tempi precisi e improcrastinabili;
- costi d'impianto relativamente elevati (secondo Moretti (op.cit) fino a 1500 euro per metro quadrato di barriera complessa con alberature e fasce arbustive) e manutenzione², considerando tuttavia che i costi di manutenzione si ridurranno nel tempo con l'aumentare della stabilità e della funzionalità ecologica del sistema.

Tuttavia, nei confronti delle schermature artificiali esse svolgono un ruolo assai più ampio e multifunzionale. In primo luogo, ove soddisfino i requisiti minimi previsti dalla legge 39/2000 della Regione Toscana sono a tutti gli effetti fasce boscate e dunque rientrano nel dominio della legge stessa e nelle possibilità di incentivazione previste dal PSR e dagli altri strumenti specifici.

Oltre alla funzionalità di fonoassorbente, la realizzazione di fasce verdi comporta i vantaggi insiti in un sistema biologico vivente ancorché d'origine antropica. In primo luogo il valore paesaggistico.

Si consideri la possibilità offerta per es. dal recupero di terreni altrimenti abbandonati, o con usi del suolo precari (nel migliore dei casi colture ortive disordinate e soggette a grandi apporti di inquinanti, oppure disordinate discariche o depositi di materiali vari ecc.). Il recupero paesaggistico di tali aree ha valenza sia nei confronti degli abitanti delle aree urbane limitrofe sia nei confronti dei fruitori delle infrastrutture di comunicazione, e costituisce una "porta d'ingresso" alle città di sicuro valore aggiunto. Rispetto agli usi del suolo citati, osservabili presso le indistinte e omologate periferie delle nostre città, la realizzazione di simili strutture verdi ha un effetto di protezione del suolo e regimazione delle acque superficiali consentendone la penetrazione nel suolo e una migliore utilizzazione.

L'impianto di specie arboree e arbustive selezionate e appartenenti al corteggio floristico autoctono contribuisce alla conservazione e diffusione di diversità specifica e, nel lungo tempo, ecologica, con l'instaurarsi di processi sistemici efficienti nelle strutture vegetali. Inoltre, l'impianto razionale di specie arbustive e arboree e la loro corretta manutenzione potrà contribuire alla riduzione dell'invasività di alcune specie esotiche oggi diffuse particolarmente in tali ambienti: un esempio eclatante è dato dalla progressiva colonizzazione tipica di aree periurbane da parte dell'ailanto (*Ailan-*

² In materia si può far riferimento, ad esempio, al prezzo di Assoverde aggiornato e distribuito gratuitamente in rete.

thus altissima) (Foto 3) che nei terreni abbandonati si propaga con efficienza e velocità assai superiore alle specie spontanee autoctone. Non ultimo, il ruolo di corridoi ecologici per la connessione di altre aree naturali o semi-naturali, con la possibilità per la fauna minore e ornitica di trovare percorsi meno disturbati nei propri spostamenti e nella ricerca di fonti alimentari.



3. Ailanto in un parco pubblico (D. Travaglini)

Inoltre le fasce verdi fonoassorbenti realizzate ai margini di vie di grande comunicazione svolgono un ruolo di protezione delle colture eventualmente presenti negli spazi periurbani, le colture marginali spesso presenti in questi ambiti, sulle quali ricade, in assenza di protezioni, il carico inquinante emesso dal traffico veicolare.

Infine, le cure culturali necessarie per la manutenzione delle fasce comporteranno ceduzazioni, potature, abbattimenti e ripuliture delle varie componenti arboree e arbustive, secondo il piano culturale che per ogni realizzazione dovrà esser redatto e seguito: queste utilizzazioni, sia pure sparse e d'entità moderata, potranno contribuire alla produzione di biomassa impiegabile a fini energetici, in particolare laddove esista la possibilità di avvalersi di una filiera corta e vi siano piccoli impianti locali da alimentare con continuità.

2.1.3 Tipologie di intervento: fasce o quinte monospecifiche, plurispecifiche, arbustive-arboree, barriere miste verdi-artificiali, barriere su rilevati

Una barriera verde fonoassorbente risponde a requisiti costruttivi che sono determinati dalle caratteristiche fenologiche dei singoli elementi stessi nonché dalla disposizione degli individui vegetali che la compongono e costituiscono un sistema funzionale.

Le barriere sono costituite da un insieme di specie arbustive e di specie arboree variamente disposte a formare cortine di altezza variabile e profondità tale da costituire un sistema di dimensioni tali da intercettare le onde sonore e svolgere:

- un'azione assorbente, in quanto le onde di pressione scambiano energia con la superficie delle foglie (nonché dei fusti e del terreno) trasformando le vibrazioni – in specie alle frequenze più elevate – in energia meccanica (micro movimenti) e calore, dissipato in atmosfera;
- un'azione riflettente, in quanto deviano le onde pressorie in direzioni diverse. Ciò implica anche una funzione complessa di dispersione delle onde stesse e diffusione dell'energia, che crea fronti d'onda frammentati.

Una parte dell'effetto assorbente e riflettente, specie sulle frequenze sonore medie e basse, è svolto anche dal terreno, reso più scabroso dalla presenza di lettiera e più poroso dall'azione dei sistemi radicali delle piante arboree e arbustive riunite in contesti di elevata densità.

Le fasce verdi impiantate a costituire barriere fonoassorbenti possono essere:

- semplici quinte monospecifiche (siepi);
- fasce semplici arbustive-arboree;
- sistemi di associazioni di piante arboree, arbustive ed erbacee disposte con schemi complessi volti a massimizzare l'occupazione funzionale dello spazio orizzontale e verticale della fascia di territorio disponibile;
- sistemi misti vegetali e artificiali, combinazioni di impianti arborei-arbustivi con elementi artificiali, quali muri in terra armata, rilevati in terra, pannelli fonoassorbenti rigidi.

Le quinte vegetali monospecifiche sono sostanzialmente sistemi di siepi o filari che si sviluppano lungo il limite della via di comunicazione da isolare. L'efficienza protettiva nei confronti del rumore è assai ridotta, relativa allo scarso sviluppo in profondità, ed è funzione delle caratteristiche fisiche della specie e del suo portamento. Risultano molto poco efficienti nello svolgere gli altri ruoli indicati e sicuramente sono più fragili sotto il profilo sanitario e di resistenza alle avversità.

Le quinte composite sono allineamenti di alberi e/o arbusti disposti in sequenze lineari quali siepi e siepi arborate di 1-2 specie affiancate. Hanno il vantaggio di occupare spazi ridotti ma sono relativamente poco efficienti nello svolgere i compiti prima indicati. Anche queste hanno resistenza limitata alle avversità e sono poco funzionali per il ruolo ecologico attribuito.

Le barriere vegetali più efficienti – di cui si tratta in questo capitolo – sono fasce vegetali complesse formate da combinazioni di filari e nuclei di individui arbustivi e arborei disposti in modo da formare uno schermo continuo, articolato e compatto lungo la linea sorgente di rumore (strade, autostrade, linee ferrate, piste aeroportuali) poste a distanze diverse secondo la tipologia di manufatto da isolare. La funzionalità è assicurata dalla disposizione delle piante in cortine ad altezza diversa, dalle caratteristiche fisiche e fenologiche delle specie poste a dimora, dalla profondità delle fasce stesse ed eventualmente dalla morfologia del terreno che le ospita (rilevati artificiali, dossi ecc.). Studi specifici riportano che l'attenuazione della pressione del suono in foresta è dell'ordine di 6 dB per 30 metri di profondità (HERRINGTON e BROCK, 1976). Schemi d'impianto più o meno articolati consentono, realizzando fasce di cospicuo spessore, un abbattimento significativo del livello fonico del rumore, stimato nell'ordine di 10-15 dB nei casi più efficienti. Secondo MORETTI (2010) l'efficienza nell'assorbimento del rumore in boschi cedui è pari a -5 dB sulle frequenze medie (500 Hz) e raggiunge i -20 dB per frequenze maggiori.

2.1.4 Caratteri delle specie arboree e arbustive impiegabili, struttura delle barriere

L'efficienza della funzione di schermatura è legata all'assorbimento e alla riflessione delle onde sonore, e ciò è funzione dei caratteri fenologici delle specie arboree e arbustive adottate negli impianti e particolarmente del loro fogliame: persistenza sulla pianta, spessore della lamina foliare, pelosità e cerosità superficiale, disposizione sugli assi, dimensioni della pagina foliare, densità della chioma; inoltre sono rilevanti il portamento della specie e i rapporti sociali con gli altri individui costituenti la barriera antirumore.

La funzione di schermatura è evidentemente svolta al meglio da specie a foglia persistente, cosiddette sempreverdi, che assicurano la continuità della funzione nel tempo; tuttavia alcune specie arboree caducifoglie mantengono le foglie disseccate per tutta la durata del periodo di riposo vegetativo e le perdono al momento della nuova emissione di chioma verde. È il caso del carpino bianco e della roverella in giovane età, il cui contributo alle barriere può anche avere un significato paesaggistico dovuto all'accostamento cromatico nel periodo autunno-invernale con specie sempreverdi. Lo spessore della chioma e la disposizione delle foglie sugli assi costituiscono un carattere di rilevante importanza. Occorre infatti che le foglie si distribuiscano sui rami con una disposizione che massimizzi l'occupazione di spazio (ad esempio spirale) intorno all'asse stesso. Specie con foglie di maggiore spessore (sclerofille) costituiscono barriere più efficienti per il maggiore assorbimento d'energia che le foglie stesse esplicano. Ad esempio il leccio possiede numerose caratteristiche che lo rendono assai utile per questo specifico impiego: sclerofillia, densità della chioma, portamento eretto ma compatto. La densità della chioma, che è funzione sia della fenologia delle singole specie sia di fattori colturali, influisce direttamente sull'efficienza della schermatura, sebbene i caratteri dell'intera barriera siano più influenti rispetto a quelli dei singoli componenti (COOK e HAVERBEKE, 1974). Altri caratteri, come ad esempio il portamento e la forma della chioma sono importanti per determinare gli schemi d'impianto, così come la capacità delle singole specie di tollerare l'ombreggiamento laterale può essere rilevante nel comporre strutture miste ad elevata densità, onde costituire barriere efficienti. In linea di massima è opportuno evitare specie caratterizzate da incrementi elevati per mantenere le cortine dense e chiuse, nonché evitare la rarefazione della chioma, in specie nelle porzioni più alte delle piante di maggiori dimensioni. L'architettura della chioma, insieme alle caratteristiche incrementali è dunque un altro carattere rilevante per la scelta delle specie: come notano CHIH-FANG FANG e DER-LIN LING (2003), chiome troppo ascendenti comportano una minore efficienza nel costituire le barriere.

In **allegato** sono riportate importanti informazioni di sintesi inerenti la descrizione e le esigenze e tolleranze ecologiche di numerose specie forestali, arboree ed arbustive, che possono supportare progettisti ed operatori agricolo forestali nell'individuazione di quelle più idonee per le finalità progettuali. La scelta delle specie dovrà, ove previsto, tener conto delle indicazioni contenute in proposito della normativa di riferimento come la L.R. 39/2000 e s.m.i., il regolamento forestale e il PSR.

Per quanto riguarda il sistema vegetale "barriera", l'efficienza è connessa alla densità della schermatura realizzata: poiché le piante arboree, in età adulta, hanno la chioma rarefatta nelle porzioni più basse, occorre che il disegno d'impianto preveda cortine di piante arbustive, possibilmente di diverso portamento, ai lati degli allineamenti di piante arboree, per costruire strutture coperte e chiuse dal piano di

campagna fino alla massima altezza. Il profilo in sezione trasversale della barriera dovrebbe avere andamento crescente verso il centro della stessa e poi decrescere verso l'estremità opposta. Ove possibile, la porzione centrale o la porzione prossimale all'asse viario dovrebbe essere caratterizzata da un piccolo terrapieno che innalzi il piano di campagna aumentando l'efficienza della schermatura. Vi è altresì la possibilità di realizzare barriere miste (naturali/artificiali) inserendo schermi rigidi fonoassorbenti in legno o altro materiale nella mezzeria delle fasce verdi. In tal modo si consegue una maggiore efficienza anche in spazi ridotti, benché si riduca la fruibilità della fascia e si aumentino i costi di realizzazione e di manutenzione.

Si noti infine che alcuni studi confermano la necessità di realizzare le cortine in modo che costituiscano anche uno schermo visuale nei confronti della linea di traffico: oltre all'effetto di assorbimento del suono, vi è anche un positivo effetto psicologico legato alla mancanza di contatto visivo con la sorgente di rumore (WATTS *et al.*, 1999).

Nella realizzazione delle fasce fonoassorbenti, come del resto in ogni progetto di opere verdi, è fondamentale avere sempre presenti le dimensioni che le diverse componenti arboree e arbustive assumeranno a maturità. Occorre infatti che si tenga conto della progressiva crescita dei singoli individui che modificherà nel tempo l'aspetto e le caratteristiche delle realizzazioni. Ciò significa che per avere una cortina immediatamente funzionale nei primi anni dopo l'impianto occorrerà adottare distanze (sesti) d'impianto ridotti rispetto all'assetto definitivo, da raggiungere tramite opportuni diradamenti dell'impianto stesso, che nel tempo – particolarmente a carico delle specie di maggiori dimensioni – si renderanno necessari per mantenere la giusta distanza tra gli individui, così da non penalizzarne lo sviluppo, mantenendo nel contempo la funzionalità dell'opera. Tuttavia questa scelta può comportare un costo complessivo più elevato dell'opera, e normalmente si rende necessario realizzare la barriera disponendo gli individui a sesto definitivo e accettando di raggiungere la piena funzionalità nel tempo. Per evitare poi una diminuzione della funzionalità nel tempo è opportuno impiegare specie che, come anzi detto tollerino l'ombreggiamento laterale ovvero, per compensare la rarefazione della chioma nelle porzioni inferiori, possano opportunamente esser ceduate onde ricostituire la porzione bassa della chioma stessa. Tali specie possono trovare impiego nelle fasce intermedie degli schemi complessi di seguito descritti (vedere paragrafo 2.1.6). Come accennato in precedenza, gli interventi colturali post impianto, dovranno esser eseguiti seguendo il piano di coltura e di conservazione redatto all'atto della progettazione ed approvato dalle competenti autorità, eventualmente aggiornato ove insorgessero esigenze specifiche. Tale piano dovrà essere finalizzato a mantenere ed a esaltare la funzionalità degli impianti per lo scopo principale per il quale essi vengono realizzati ed ottengono un sostegno economico pubblico.

2.1.5 Resistenza delle fasce di vegetazione a fattori avversi

La presenza di fasce coperte da vegetazione erbacea, arbustiva e arborea presso le vie di comunicazione, particolarmente strade e autostrade, ha anche un effetto di riduzione dell'inquinamento atmosferico locale dovuto alle emissioni gassose dei motori a combustione interna. Queste comprendono ossidi di azoto, di carbonio e zolfo, nonché metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio ecc.) e particelle pesanti (PM).

Parte di questi inquinanti si diffonde a breve distanza dalle sorgenti emittenti e

ricade depositandosi su suolo e soprassuolo vegetale: in particolare le polveri sottili possono essere trattenute da peli e cere sulla cuticola fogliare. Per quanto riguarda i metalli pesanti è nota la capacità di alcune piante arboree di immobilizzare i metalli nei tessuti, trasferendoli al terreno nei processi di degradazione. Le fasce vegetali agiscono dunque come filtro anche nei confronti dell'inquinamento, riducendo anche sensibilmente i carichi atmosferici.

Tuttavia elevate concentrazioni interferiscono con i processi metabolici e causano patologie, così come gli inquinanti gassosi. Pertanto occorre verificare la resistenza delle specie adottate nei confronti di queste emissioni. Benché non esista in materia una sicura casistica, è nota la resistenza di alcune specie, quali gli aceri, nei confronti di inquinanti gassosi.

Oltre all'inquinamento atmosferico, la vegetazione nelle pertinenze stradali è sottoposta a stress da inquinamento luminoso, che altera i ritmi circadiani.

Il complesso dei fattori di disturbo cui risultano esposte le barriere verdi stradali è dunque notevole e correlato alla imposizione di microclimi locali estremizzati: pertanto è necessario il continuo monitoraggio delle barriere stesse, dopo la loro realizzazione, per verificarne l'efficienza e valutare eventuali sintomi di degrado fitosanitario. Un approfondimento in materia è riportato nel capitolo 2.3.

2.1.6 Individuazione degli ambiti di lavoro: superfici disponibili, ampiezza delle fasce, schemi e distanze d'impianto

Le barriere fonoassorbenti vegetali complesse (*Foto 4*) richiedono, per conseguire una effettiva riduzione del rumore veicolare, uno sviluppo in profondità, cioè nel senso perpendicolare alla direzione della sorgente lineare dell'inquinamento acustico, che comporta una notevole occupazione di spazio.



4. Banchine antirumore su strada urbana a Stoccarda (G. Sanesi)

Considerando che una barriera vegetale riduce il rumore in ragione massima teorica (e difficilmente conseguibile in pratica) di circa 6 dB ogni 10 metri di profondità, numerose fonti in materia indicano la necessità di sviluppare disegni su fasce non inferiori a 30 metri lineari di profondità e fino a 60 metri lineari per conseguire la massima riduzione della pressione sonora (REETHOF e HEISLER, 1976), sebbene lo sviluppo in altezza comporti maggiore efficacia e la possibilità di contenere le dimensioni lineari (COOK e HAVERBEKE, 1974). Si noti tra l'altro che una fascia di 60 m è dovuta alle pertinenze autostradali (cfr. D.M. 1 aprile 1968 N. 1404) in ambito extraurbano: rimarrebbe dunque la possibilità di realizzare opportune barriere in questi spazi.

Gli schemi d'impianto più funzionali prevedono la disposizione delle barriere a distanze variabili dal ciglio dell'asse stradale possibilmente non inferiori a 10 metri lineari per le strade di grande comunicazione, lasciando uno spazio libero da ostacoli e inerbato. Ciò ha lo scopo di:

- aumentare la visibilità per i conducenti dei veicoli in transito, anche nei confronti di eventuale media e grande fauna che potrebbe invadere le pertinenze stradali;
- ridurre l'effetto "tunnel", ovvero la costrizione psicologica data da pareti immediatamente prospicienti il margine stradale;
- lasciare spazi di fuga per eventuali incidenti, sbandate su neve, ecc.;
- ridurre, per effetto della distanza e del coticco erboso, l'intensità sonora impattante la barriera, e parimenti ridurre le riflessioni multiple generate dall'effetto tunnel.

La struttura della barriera sarà costituita, come già indicato in precedenza, da un disegno che prevede l'impianto di specie arbustive e arboree, ad esempio come nello schema indicativo di Fig. 4 funzionale per l'inserimento ambientale di vie di grande comunicazione. L'esempio riportato richiede una fascia disponibile di terreno di almeno 65 m oltre alla fascia di rispetto delle pertinenze stradali di 10 m di profondità. I sesti d'impianto consigliati, particolarmente per le specie arboree, sono in genere alquanto inferiori a quelli normalmente adottati nella prassi dei parchi urbani; si consideri tuttavia che la funzionalità specifica richiede un'elevata densità della barriera. In fase progettuale si potranno adottare i sesti più adeguati alla classe dimensionale e alle necessità specifiche (ad es. fruibilità ricreativa) sempre mantenendo valori di densità coerenti con quanto indicato. Riferendosi allo schema di Figura 4 si noti che:

- la larghezza complessiva è indicativa, dipenderà ovviamente dallo spazio disponibile, il riferimento è alla profondità della fascia di pertinenza autostradale, più uno spazio di fuga presso il margine della carreggiata;
- a prescindere dalla larghezza è importante rispettare le relative dimensioni tra le fasce;
- le fasce arbustive devono conservare sesti d'impianto densi, pari a 0,6 x 0,6 m, e profondità non inferiori a 2 m;
- la fascia N. 3 – alberi di sesta e settima classe d'altezza, e arbusti – dovrebbe mantenere un sesto di 0,6 x 0,6 m per gli arbusti e 2 x 2 m per gli alberi, in modo da garantire un'elevata densità d'impianto – la fascia non dovrebbe essere fruibile né facilmente penetrabile;
- la composizione delle fasce arbustive deve essere per quanto possibile mista a gruppi, prevedendo anche l'impiego di specie costituenti offerta alimentare per l'avifauna;
- la fascia N. 4 – alberi di quinta, quarta e terza, ed eventualmente seconda classe d'altezza – può essere fruibile dal pubblico, così come la successiva N.5 e dovrà

pertanto, in tal caso, essere inerbita, mentre può ospitare anche piccole infrastrutture (panchine, ecc.);

- nella fascia N. 6, arbustiva, potranno essere praticati varchi pedonali nel caso s'intenda rendere fruibili le due fasce arborate interne, ma tali varchi devono avere andamento non rettilineo nel senso della profondità, così da non interrompere la continuità dell'impianto in senso perpendicolare alla direzione di propagazione del suono.

Nel caso di fasce costituenti corridoi ecologici in aree frequentate da grande e media fauna, potrebbe rendersi necessario disporre una chiudenda in rete metallica, inserita tra le fasce 2 e 3 per evitare lo sconfinamento degli animali verso le pertinenze stradali. Nel caso vi sia l'eventuale necessità di continuità di passaggio per la fauna minore tra fasce rispettivamente disposte a guarnire entrambi i lati dell'asse stradale, si dovranno predisporre opportuni sottopassaggi (in tubi metallici ondulati autoportanti, cavedi in cls. ecc.) dimensionati in relazione alla tipologia di fauna da favorire: si tratta generalmente di piccola fauna (roditori, rettili ecc.).

Gli studi d'impatto ambientale delle infrastrutture di comunicazione devono prevedere questa opportunità e indicare le caratteristiche costruttive degli attraversamenti. In tal caso l'eventuale chiudenda dovrà essere disposta in modo da lasciare il margine inferiore leggermente sopraelevato rispetto al piano di campagna. È necessario tuttavia fare riferimento allo studio citato e a studi specifici di settore sia per verificare tale necessità sia per i dettagli costruttivi e le relative peculiarità.

Nello schema di Fig. 5 è riportata la struttura tipo di una barriera che si sviluppa su una fascia di minore ampiezza: lo schema costruttivo ricalca le stesse prerogative per ottenere la massima efficienza possibile in spazi minori, cioè su uno sviluppo di profondità di 30 m.

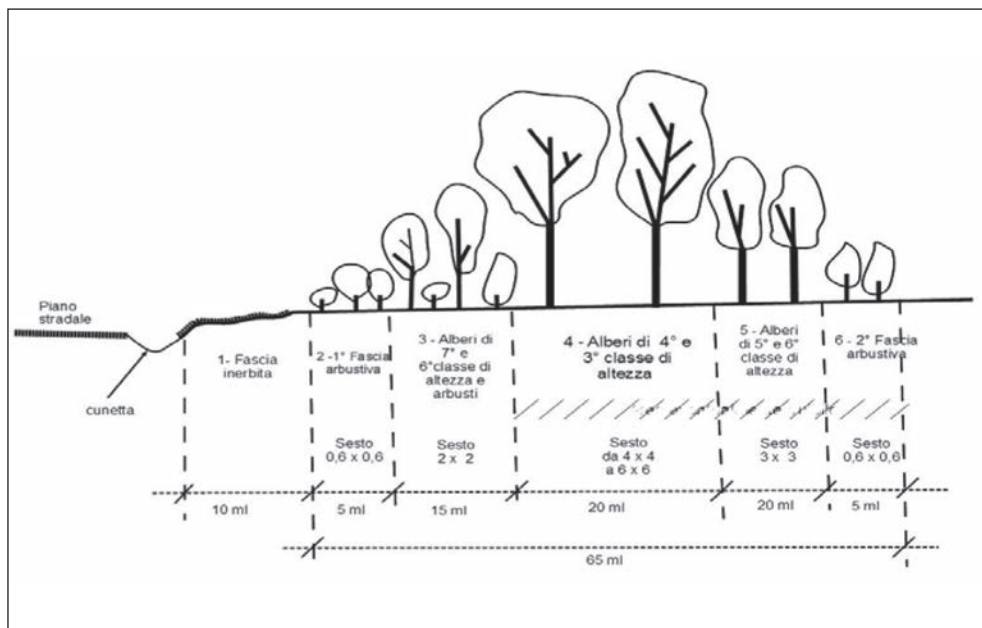


Fig. 4 Schema indicativo di impianto di fascia vegetale complessa antirumore. (F. Maetzke).

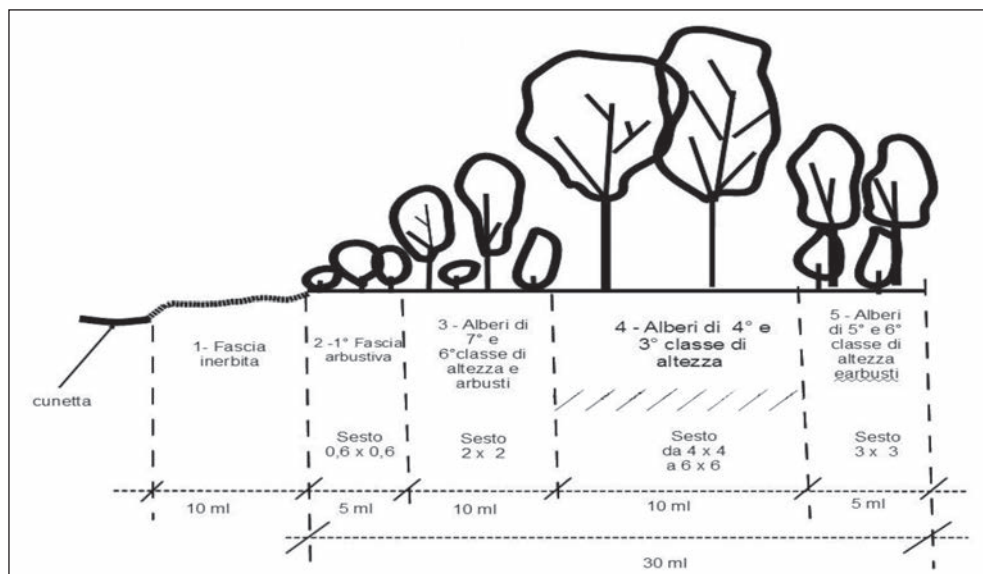


Fig. 5 Schema indicativo di impianto di fascia vegetale complessa antirumore sviluppata su una profondità di 30 ml. (F. Maetzke).

2.1.7 Consociazioni di specie funzionali all'assolvimento della funzione di schermatura e disposizione delle specie nella composizione delle barriere

Nella progettazione di barriere fonoassorbenti, come accennato in precedenza, è opportuno privilegiare una mescolanza di specie ottenuta per gruppi e, nel caso di alberi di grandi dimensioni, anche per pochi o singoli individui. Una composizione mista consente di conseguire una maggior stabilità e resistenza alle avversità biotiche e abiotiche, un più gradevole aspetto estetico e conseguentemente un valore paesaggistico più elevato, consente di riempire meglio gli spazi verticali e orizzontali e, infine, stimola una maggiore diversità indotta nella fauna ai diversi livelli.

Per quanto riguarda le fasce arbustive è necessario in particolare curare la composizione rispetto alla disposizione sul terreno. Sul lato esterno della barriera è conveniente disporre specie che mantengano la chioma folta anche nella parte inferiore e che raggiungano altezze modeste in stadio adulto, quali ad esempio biancospino, fillirea, viburno, ginestra, ginepro. Più all'interno della barriera, sempre nella fascia arbustiva nonché nella seguente mista arborea-arbustiva, si potranno inserire individui di specie di maggior dimensione, che in fase adulta possono superare le precedenti, quali alloro, agrifoglio, ligustro, leccio da mantenere ceduo. Ciò renderà più chiusa e dunque più efficiente la barriera e comporterà una minore manutenzione, specialmente riguardo le potature. Circa il materiale d'impianto e le sue caratteristiche si veda il capitolo 2.5.

2.2 Realizzazione di filari e fasce verdi lungo le vie d'acqua

2.2.1 Il ruolo della vegetazione lungo i corsi d'acqua

La vegetazione ripariale che, coprendo le sponde, costeggia i corsi d'acqua, rappresenta una zona di transizione tra l'ecosistema terrestre e quello acquatico (ecotone) e costituisce un elemento di distinzione che caratterizza in maniera importante qualunque tipo di paesaggio.

Essa assolve diverse funzioni il cui livello di importanza, sempre comunque elevato, dipende dalle caratteristiche proprie e da quelle dei sistemi ecologici adiacenti.

La vegetazione ripariale:

- svolge un ruolo importante nella regimazione dei deflussi e nel consolidamento delle sponde, ruolo oggetto di molte discussioni tra una visione più idraulica e una più ambientalista, e che necessita di una valutazione caso per caso;
- costituisce habitat diversificati per flora e fauna, garantendo così un elevato livello di biodiversità e un aumento della stabilità del sistema;
- rappresenta il tessuto di corridoi di collegamento tra aree "centrali" di vegetazione, cosa che permette la migrazione e lo scambio genico sia tra le popolazioni animali che tra quelle vegetali;
- esercita un effetto di filtro antinquinamento, proteggendo l'ambiente acquatico dall'eutrofizzazione, oltre a poter rappresentare una barriera visiva, frangivento e antirumore;
- ombreggia il corso d'acqua, regolando luce e temperatura, ed è spesso l'unica fonte di nutrienti per le popolazioni acquatiche;
- rappresenta il volano per lo sviluppo di funzioni legate alla fruibilità dell'ambiente ripariale, quali l'attività educativa, quella ricreativa e quella sportiva.

Da non sottovalutare inoltre la funzione produttiva (legna per energia e da lavoro, selvaggina, miele, piante officinali ecc.), che soprattutto nell'ambito dell'azienda agricola, può assumere una certa importanza economica.

Purtroppo fino da tempi remoti i corsi d'acqua sono stati considerati principalmente come via di trasporto idrico e il mezzo ideale per l'economico smaltimento dei rifiuti civili e industriali. Dalla seconda metà del secolo scorso poi, con le crescenti esigenze dell'agricoltura e dell'industria post bellica, l'integrità ecologica, in particolare nei tratti di pianura, ha subito le più profonde alterazioni: i corsi d'acqua sono stati arginati, deviati, dragati, canalizzati per far spazio di volta in volta all'agricoltura, a attività insediative civili e industriali, allo sfruttamento energetico (NARDINI, 2006).

In definitiva, dove ritenuto necessario per altre finalità, le zone ripariali sono state manipolate a piacimento, in genere con una notevole riduzione delle fasce di pertinenza fluviale e con l'alterazione del rapporto funzionale tra fiume e territorio circostante (FLORINET, 2007). La semplificazione dell'ambiente fluviale, attraverso la perdita di elementi di diversificazione ambientale quali siepi, filari e fasce boscate, ha determinato anche una frammentazione e riduzione dei corridoi ecologici sia terrestri che acquatici e, di conseguenza, una riduzione della potenzialità a sostenere un elevato grado di naturalità (REGIONE PIEMONTE, 2008).

La maturazione della coscienza ecologica che si è avuta a partire dagli ultimi decenni del secolo scorso ha portato a valutare il "sistema corso d'acqua" nella sua interezza, valorizzando la serie di complesse funzioni ecologiche svolte – non ultima la temporanea immobilizzazione della CO₂ atmosferica – e la loro interazione con le dinamiche idrauliche che regolano i processi di deflusso e di stabilità dei versanti.

Quindi, pur nella considerazione che la riduzione del “rischio idraulico” deve rappresentare un obbiettivo prioritario, la visione strettamente ingegneristica, ancora prememente in contesti urbanizzati, sta gradatamente lasciando il passo ad una gestione integrata, funzionale alla riqualificazione dei corsi d’acqua ed alla conservazione degli ecosistemi fluviali: si mira a valorizzare le funzioni positive svolte dalla vegetazione e a ridurre quelle negative per l’uomo, perseguendo un compromesso accettabile per la conservazione ambientale ed il mantenimento degli equilibri ecologici, biologici e paesaggistici (REGIONE TOSCANA, 2001; PRETI e GUARNIERI, 2005).

Per tali motivi la conservazione o la costituzione di filari e fasce verdi lungo le vie d’acqua assume oggi significati che vanno al di là della semplice piantagione di alberi e arbusti, coinvolgendo aspetti legati alla conservazione, protezione e ripristino della funzionalità fluviale e alla protezione dello spazio vitale ed economico dell’uomo.

2.2.1.1 Efficacia antierosiva

La presenza di vegetazione in alveo o, come più frequentemente accade, sulle sponde, condizionando il movimento dell’acqua all’interno delle sezioni di deflusso, interagisce con i processi di erosione e di instabilità (BISCHETTI, 2005).

L’effetto della vegetazione sulla stabilità delle sponde si manifesta sia attraverso la trattenuta delle particelle di suolo, ostacolandone l’asportazione da parte della corrente, sia come rinforzo meccanico dovuto alla presenza delle radici delle piante.

A livello di sezione di deflusso la presenza di vegetazione contribuisce ad aumentare la sua scabrezza e a rallentare quindi la corrente la cui capacità erosiva, sia sul fondo che lateralmente, tende a diminuire aumentando così la stabilità della sezione e delle sponde in particolare.

A livello di bacino idrografico il rallentamento del deflusso, e quindi l’aumento dei tempi di corrivazione, ha un effetto favorevole sulla laminazione e riduzione dei picchi di piena.

Assodato quindi che una sponda vegetata è sicuramente più stabile di una nuda, l’efficacia complessiva della copertura vegetale dipende da una serie di fattori che riguardano le caratteristiche proprie oltre a quelle idrologiche e idrauliche del corso d’acqua.

2.2.1.2 Filtraggio e trattenuta di sedimenti e inquinanti

La collocazione alti-planimetrica della vegetazione ripariale fa sì che essa intercetti le acque di dilavamento, provenienti dai terreni agricoli o urbanizzati circostanti, prima del loro ingresso nel corso d’acqua. Lo stesso avviene per le acque sotterranee nelle zone montane o collinari mentre, nelle aree di pianura, prevalgono spesso i trasferimenti d’acqua in senso inverso.

Questa distinzione è abbastanza importante perché mentre alcuni inquinanti come i fosfati e molti pesticidi sono trasportati dalle acque che scorrono sulla superficie del terreno altri, come i nitrati, sono veicolati anche dalle acque sotterranee.

I meccanismi di abbattimento degli inquinanti trasportati nel mezzo liquido dalle particelle di terreno, avvengono in gran parte per sedimentazione, attraverso la riduzione della velocità di scorrimento superficiale dell’acqua, esercitata dalla vegetazione e dalla sua lettiera. Questo “rallentamento” induce il deposito dei sedimenti, e degli inquinanti adsorbiti, che poi vengono più o meno velocemente degradati, mentre la maggiore porosità e capacità idrica del suolo, indotte dalla presenza della

vegetazione (ricambio radicale, processi di umificazione), favoriscono il processo di infiltrazione dell'acqua.

Gli inquinanti come i nitrati, in gran parte dilavati dai terreni agricoli, essendo solubili in acqua, sono presenti sia nelle acque di scorrimento superficiale che sotterraneo. Mentre le prime, come detto, trovano quasi sempre un ostacolo fisico nel complesso della vegetazione ripariale, la possibilità che ha quest'ultima, attraverso gli apparati radicali, di intercettare quelle sotterranee, specie nelle aree di pianura, dipende da diversi fattori tra i quali la direzione di scorrimento e la profondità della falda, la morfologia e caratteristiche intrinseche del suolo, le caratteristiche delle specie arboree (BORIN, 1999).

Assicurata l'interposizione della vegetazione, diventano attivi processi combinati sia di assimilazione dell'azoto, ricavato dai nitrati assorbiti dalla soluzione circolante, che di denitrificazione, promossi dai batteri denitrificanti che "riducono" i nitrati ad azoto gassoso successivamente disperso in atmosfera. Essenziale nel processo di denitrificazione, è il ruolo della lettiera come fonte di energia per la flora batterica.

Nei comprensori agricoli e di bonifica del nord Italia, a seguito degli ottimi risultati ottenuti da specifiche sperimentazioni di campo (Boz *et al.*, 2006; MEZZALIRA, 2007), si è diffusa nelle aziende agricole la costituzione lungo il reticolo idrografico di filari di alberi (siepi, fasce tampone boscate) con lo scopo preminente della salvaguardia della qualità delle acque (Foto 5).



5. Fascia alberata
tampone (G. Calamini)

2.2.1.3 Miglioramento delle condizioni microclimatiche

La limitazione degli eccessi radiativi, termici e meteorici che si ottengono per mezzo della vegetazione ripariale, ha efficacia sia nella zona di pertinenza della vegetazione stessa che sull'alveo, soprattutto dove la sua larghezza è uguale o inferiore all'altezza della vegetazione. L'azione di ombreggiamento, associata ai processi di evapotraspirazione, limita il riscaldamento dell'acqua, aumenta la percentuale di ossigeno disponibile, diminuisce la radiazione incidente consentendo così la vita di un più elevato numero di comunità animali.

2.2.1.4 Formazione e diversificazione degli habitat

La vegetazione sulle sponde dei corsi d'acqua si caratterizza per una eterogeneità specifica, strutturale, morfologica e fisica che è mantenuta e sviluppata dalla dinamica fluviale.

Anche l'alternarsi di fasi di piena e di magra, di deposito e di scavo concorrono a generare, anche su brevi tratti, condizioni pedologiche estremamente variabili. Si generano così una molteplicità di condizioni ambientali che assecondano le differenziate esigenze di molte specie vegetali e animali, e costituiscono il presupposto della diversità biologica. A questo si aggiunge, quasi sempre, l'elevata produzione primaria della vegetazione ripariale, che rappresenta il supporto energetico che consente il succedersi di comunità, sia vegetali che animali, sempre più complesse e articolate e quindi l'incremento della biodiversità (CIUTTI e CAPPELLETTI, 2006).

Alla formazione e diversificazione degli habitat contribuisce anche la notevole quantità di detrito organico rilasciato dalla vegetazione all'interno dell'ecosistema fluviale, detrito che è sorgente di sostanze nutritive – oltre che fonte primaria di cibo per gli organismi acquatici – e la cui funzione di accumulo e rimozione è tanto più efficiente quanto più elevato è il grado di maturità del sistema.

Le formazioni arboree in particolare garantiscono l'accumulo di nutrienti disponibili sia nel breve periodo, come frutto dell'alterazione di biomassa non legnosa (principalmente foliare), sia in tempi più lunghi, attraverso la decomposizione della biomassa legnosa che si rende disponibile.

2.2.1.5 Funzione di corridoio ecologico

La vegetazione ripariale presenta spesso delle caratteristiche, in termini di struttura, densità e composizione specifica molto diverse da quelle tipiche della zona climatica di pertinenza ed è per questo inserita nella categoria della vegetazione azonale (PEDROTTI e GAFTA, 1996). Soprattutto nelle zone agricole di pianura e in quelle urbanizzate, essa va a costituire degli importanti e spesso unici corridoi ecologici che fungono da connessione tra le aree centrali montane e quelle planiziarie e costiere (MINISTERO AMBIENTE, 1999), fornendo cibo e riparo a un numero molto elevato di specie animali. Oltre a ciò, essi giocano un ruolo di santuario per le specie che la compongono e di vettore per la propagazione di molte altre specie dai sistemi adiacenti.

È quindi evidente che, ove possibile, va sfruttata la possibilità di conservarne un elevato grado di naturalità, cercando di esaltare la biodiversità sia a livello di specie che di *habitat*, essenziale per “garantire la possibilità di migrazione e di scambio genetico tra le popolazioni in essa presenti” (CONTE et al., 2006), ed in definitiva la loro funzionalità (CUMMINS, 1988).

2.2.1.6 Caratterizzazione del paesaggio

Il corso d'acqua e la vegetazione di sponda concorrono a disegnare un paesaggio (Foto 6) del quale costituiscono parte integrante, e i cui caratteri sono espressione dell'azione e delle interazioni di fattori naturali e umani (DÉJEANT-PONS, 2006). Nei tratti montani dei torrenti lo spopolamento e il conseguente abbandono dell'agricoltura iniziati nel secolo scorso hanno favorito l'estensione della copertura forestale che si è "riunita" con quella ripariale, cosa che ha spesso reso indistinguibile il tipico paesaggio fluviale, caratterizzato anche dalle testimonianze delle antiche sistemazioni idrauliche, riducendo in certo qual modo la diversità delle tessere paesaggistiche.



6. Vegetazione ripariale spontanea e fasce alberate di origine artificiale (G. Calamini)

Nelle zone agricole di pianura invece, dove la vegetazione ripariale rappresenta uno tra i pochi ecosistemi naturali o seminaturali rimasti (CONTE *et al.*, 2006), il paesaggio è stato invece spesso reso banale da canalizzazioni, rettificazioni dei margini della vegetazione e tagli a raso (che sono la panacea per la diffusione di specie eliofile invadenti). Si tratta di interventi tesi a recuperare spazio per le colture ma che non rientrano tra quelle caratteristiche testimonianze di attività storiche legate alla gestione dell'acqua da tutelare nell'ambito della protezione del paesaggio.

La gestione della vegetazione di sponda può e deve operare anche nell'ottica della ricostituzione e conservazione del paesaggio fluviale recuperando, se necessario, gli ambiti compromessi da una impropria gestione delle vie d'acqua (SARTORI e BRACCO, 1993). In questo contesto anche la costituzione di filari di piante lungo la rete idraulica, recuperando antiche modalità di gestione della vegetazione, contribuisce alla diversificazione del paesaggio.

2.2.1.7 Valenza ricreativa

La funzionalità ricreativa della vegetazione ripariale, unitamente a quella paesaggistica, è forse quella maggiormente percepita dalla popolazione, in virtù della capacità che ha la vegetazione di modificare in maniera importante il microclima e il paesaggio.



7. Pista ciclabile

L'utilizzazione a tale scopo delle zone lungo i corsi d'acqua (*Foto 7*), testimoniata dalla diffusa realizzazione di parchi fluviali e delle piste ciclabili in particolare, presenta molti aspetti positivi, legati prima di tutto al beneficio sociale generato, ma non secondariamente alla possibile costituzione di un indotto generatore di reddito e alla possibilità di sensibilizzare i fruitori verso la conservazione dell'ecosistema fluviale.

Non sono però da sottovalutare alcune problematiche riferibili al delicato equilibrio tra fruizione, dinamiche ambientali e rischio idraulico, soprattutto quando, ai fini della fruizione, si prevede la realizzazione di specifiche infrastrutture.

2.2.1.8 Aspetti produttivi

Nell'ottica di impedire ostacoli al regolare deflusso delle acque, la normativa statale vigente (DPR 14/04/1993) impone che la vegetazione lungo i corsi d'acqua, ed in particolare quella più vicina all'alveo, debba essere gestita attraverso interventi di taglio che la mantengano in uno stato giovanile. Ciò rende periodicamente disponibile una quantità più o meno elevata di materiale legnoso a costo zero, perché gli interventi devono comunque essere eseguiti per gli adempimenti di legge.

In relazione alle masse ritraibili, si tratta in genere di produzioni quantitativamente e qualitativamente non elevate (BARONTI *et al.*, 2007) la cui entità può esser stimata solo localmente, poiché è assai variabile in relazione alla composizione, alla densità dei soprassuoli, al tipo di gestione adottata, ma comunque di grande interesse e attualità, soprattutto nell'ambito di aziende agricole, dove la vegetazione naturale ha la possibilità di essere estesa e integrata attraverso l'impianto di specie arboree e arbustive da reddito. Oltre ai benefici di natura ecologica, legati in gran parte alla protezione della qualità delle acque, questi impianti si integrano in una più ampia strategia di diversificazione e integrazione della produzione agricola. Danno infatti la possibilità di utilizzare aree marginali per la produzione di beni di interesse commerciale, come la legna per energia, creando l'opportunità per l'impresa di integrare il reddito e ottimizzare l'impiego della mano d'opera.

Le nuove prospettive, principalmente legate alla diffusione degli impianti di teleriscaldamento, che si sono aperte per lo sfruttamento energetico delle biomasse, e le moderne tecniche di utilizzazione (MARCHI *et al.*, 2005), possono infatti offrire interessanti sbocchi di mercato (MEZZALANA *et al.*, 2003; SPINELLI, 2005). Anche l'utilizzazione di legna autoprodotta in azienda (Foto 8), al posto dei combustibili fossili, può comportare una significativa riduzione dei costi di riscaldamento.



8. Catasta di legno derivante da ripuliture di sponde

2.2.2 Vegetazione legnosa e rischio idraulico

Messo in evidenza l'importante valore ecologico della vegetazione ripariale, è opportuno valutare anche le problematiche che essa pone a livello idraulico.

Si è detto infatti che la presenza della vegetazione può avere effetti benefici riducendo, a livello di bacino, il rischio di esondazione. Localmente però gli effetti pos-

sono essere opposti in quanto la resistenza al moto dell'acqua esercitata dalla vegetazione, con il conseguente rallentamento della corrente, contribuisce ad innalzare il livello idrico ed aumentare tale rischio (BETTI *et al.*, 2006; PRETI e BACCI, 2004; SANSONI, 2006). È opportuno quindi individuare prioritariamente i tratti di corso d'acqua prossimi alle zone a più elevato livello di vulnerabilità (centri abitati, ponti, infrastrutture in genere) garantendo il mantenimento delle sezioni minime di deflusso, attraverso un'adeguata gestione della vegetazione (PRETI e GUARNIERI, 2005).

Va da sé che questi problemi non si porrebbero se il livello di urbanizzazione non fosse quello che è, se le casse di naturale espansione delle piene non fossero spesso state utilizzate per altri scopi, spesso edificate o dedicate ad usi del suolo non agricoli, se molti ponti e strade fossero stati progettati tenendo conto della manomissione dei corsi d'acqua, e quindi evitando la costrizione di soglie e sezioni obbligate di ponti e viadotti, se in definitiva, la pianificazione territoriale fosse stata più attenta ai temi sostanziali del territorio.

Va quindi dato per scontato che esiste un rischio idraulico, a cui la vegetazione ripariale può concorrere e dal quale, nella gestione dei sistemi fluviali, non è dato prescindere. La normativa vigente (G.U., 1993; REGIONE TOSCANA, 1997), obbliga infatti a interventi sulla vegetazione al fine di garantire una sicurezza idraulica proporzionata al livello di urbanizzazione.

2.2.3 Gestione della vegetazione ripariale

La gestione della vegetazione ripariale, sia di origine naturale che artificiale, deve necessariamente integrarsi nel contesto più ampio di quella dell'intero corso d'acqua, cosa che richiede competenze in settori diversi, culturalmente anche abbastanza distanti (CALAMINI, 2008).

Ai fini della minimizzazione del rischio idraulico sarà necessario avere sulle sponde una vegetazione che quando viene sommersa si possa flettere riducendo poco la velocità dell'acqua, ma proteggendo allo stesso tempo il suolo dall'erosione. Tali effetti possono essere assicurati, nel caso di vegetazione legnosa, da piante o polloni mantenuti, attraverso tagli periodici, in uno stato giovanile (GUARNIERI *et al.*, 2007).

Allontanandosi dall'alveo di modellamento³, la gestione dovrà assumere prerogative sempre meno legate alla diminuzione del rischio idraulico per privilegiare la valorizzazione della naturalità dell'ambiente ripariale. I periodici interventi di taglio, programmati in piani di gestione a livello di bacino, dovranno mirare anche a favorire, preservandole dal taglio, le specie rare e/o sporadiche, quelle produttrici di semi e/o frutti eduli e quelle specie preferenziali per la nidificazione (TELLINI FLORENZANO, 2003), con una tempistica che escluda gli interventi nei momenti topici della riproduzione.

³ Sezione di alveo interessata da piene con tempo di ritorno di due anni (PRETI e GUARNIERI, 2005).

2.2.4 Impianti arborei in prossimità dei corsi d'acqua

La piantagione di specie legnose lungo i corsi d'acqua ha lo scopo di farci fruire di tutti i benefici effetti che la presenza della vegetazione ripariale può assicurarci.

La multifunzionalità delle diverse tipologie di alberature, che in seguito saranno illustrate, presenta aspetti simili a quelli della vegetazione di origine naturale, non ultimo quello di poter sottrarre anidride carbonica all'atmosfera, dando così un contributo alle strategie di controllo di medio periodo delle emissioni di gas serra.

Per tali motivi è ovvio che le sponde dei corsi d'acqua che sono già ricoperte da vegetazione legnosa dovranno essere curate e gestite secondo i criteri esposti in precedenza, magari guidando le dinamiche naturali verso il più completo soddisfacimento di esigenze specifiche, ma mai espantate per far posto a nuove tipologie di vegetazione che sembrano meglio assecondare gusto estetico e funzionalità.

Si potrà puntualmente intervenire integrando la vegetazione, attraverso piantagioni localizzate, nei tratti dove predominano formazioni a macchia, rovi in particolare, al fine di accelerare i tempi della successione, o dove può necessitare un arricchimento di specie utili per l'avifauna, anche se in genere si tratta di interventi molto costosi, anche per la necessità di continue cure colturali negli anni successivi all'impianto.

La gestione periodica della vegetazione esistente, realizzata attraverso interventi attenti alle caratteristiche del sistema, risulta normalmente più economica e di più sicuro effetto per esaltarne la sua multifunzionalità e garantirne la conservazione.

Gli impianti artificiali sulle sponde dei corsi d'acqua, qualunque siano le motivazioni della loro realizzazione, vanno a costituire dei punti di innesco e di velocizzazione di successioni secondarie che, se lasciate libere di evolvere, possono nel tempo portare alla naturale costituzione di una vegetazione ripariale in equilibrio con le caratteristiche idrauliche del corso d'acqua.

Nel caso invece che si voglia mantenere invariato il modello colturale e funzionale, la libera evoluzione potrà essere contrastata attraverso il periodico ripetersi di specifiche cure colturali, che mantengano un elevato grado di artificialità.

2.2.4.1 Individuazione e caratterizzazione delle zone di impianto

Fermo restando il concetto di multifunzionalità degli impianti la prima, fondamentale, scelta da fare in fase di progetto è la chiara definizione degli obiettivi che si vogliono raggiungere e la verifica della loro compatibilità con le caratteristiche del luogo dove la vegetazione verrà impiantata.

A titolo esemplificativo sarebbe illogico andare ad impiantare una barriera frangivento lungo un corso d'acqua che scorre nella stessa direzione dei venti dominanti; ovvero fasce tampone per la riduzione dell'inquinamento lungo percorsi che non intercettano le acque di scorrimento.

Obiettivi progettuali e caratteristiche dei luoghi rappresentano due elementi che il progettista deve assolutamente conoscere, pena la stesura di progetti irrealizzabili o, peggio ancora, la realizzazione di impianti inefficaci.

I siti di impianto, anche se individuati lungo i corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, vanno studiati valutando con attenzione le caratteristiche generali della stazione (climatiche, pedologiche, morfologiche, vegetazionali e faunistiche), gli assetti proprietari, nonché quelle specifiche particolarità che ogni luogo possiede e che spesso sono evidenziate dalla presenza di vegetazione spontanea caratteristica

(zone di ristagno di acqua, aridità fisiologica del suolo, eccessi di salinità, presenza di inquinanti ecc.).

Altro fattore di conoscenza deve riguardare le caratteristiche idrologiche del corso d'acqua, con particolare riferimento alle portate di massima piena, in modo tale da poter individuare con una certa approssimazione i limiti più importanti quali:

- la fascia di pertinenza dell'alveo di magra (portate con periodo di ritorno di 2-5 anni), che in genere coincide con l'alveo di modellamento;
- la fascia di incidenza delle piene con tempo di ritorno trentennale, zona all'interno della quale la normativa richiede una gestione della vegetazione che valuti attentamente le condizioni di rischio idraulico.

Le caratteristiche idrauliche sono quelle che condizionano maggiormente la distanza degli impianti dal centro dell'alveo. Infatti non sarà opportuno intervenire in prossimità delle sponde dell'alveo di modellamento, a meno che l'obiettivo sia proprio quello di limitare la capacità erosiva della corrente sulle sponde, ma converrà piuttosto arretrare fino al limite delle piene trentennali, compatibilmente con la morfologia della sezione. La zona prossima all'alveo e non interessata dagli interventi, (entro il limite delle piene trentennali) potrà essere lasciata alla libera evoluzione o convenientemente gestita.

2.2.4.2 Struttura e disposizione planimetrica: alcuni modelli di alberature

La struttura e la disposizione planimetrica delle alberature possono essere scelte tra modelli diversi che rispondano alle esigenze previste dall'intervento e alle funzioni prevalenti che le alberature devono svolgere.

In generale, dove lo spazio disponibile e la morfologia lo consentono, è consigliabile operare su più file di piante favorendo anche una stratificazione su più piani con una sezione a profilo triangolare o trapezoidale (Fig 6).

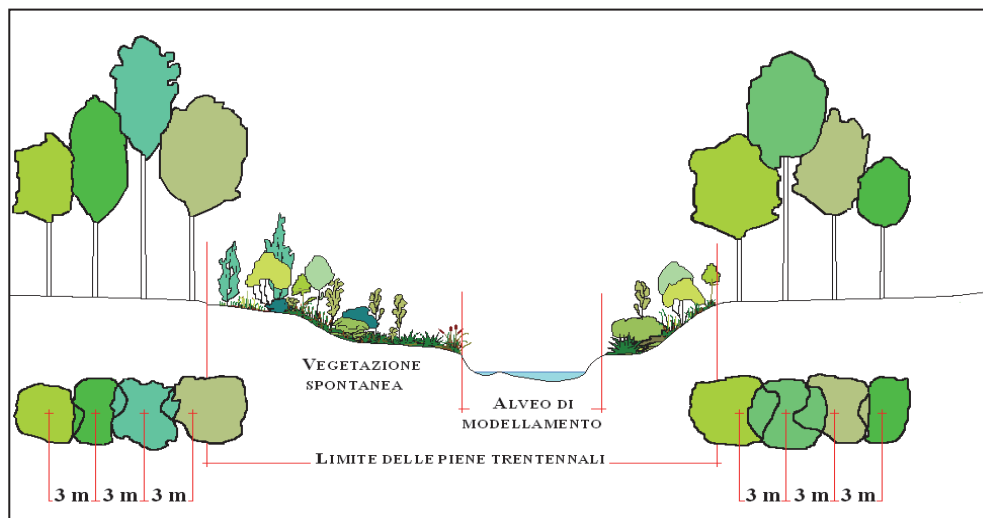


Fig. 6 Sezione "tipo" di alberatura a quattro file lungo il corso (G. Calamini)

Un aspetto da valutare con grande attenzione riguarda la possibilità di meccanizzazione delle diverse operazioni, dalle lavorazioni per l'impianto, alle cure colturali, alle utilizzazioni legnose.

Se la meccanizzazione è un'opzione possibile, gli impianti devono essere progettati in modo tale da poter rendere efficace l'utilizzazione delle macchine facendo particolare attenzione sia ai percorsi che conducono agli impianti che alla loro disposizione (sesto di impianto) e densità.

Per le piante costituenti filari da destinare alla libera evoluzione, è importante tener conto dello spazio occupato dalle chiome a maturità, mentre per le altre la meccanizzazione può rendere attuabili interventi di potatura. Per gli impianti adiacenti a coltivi occorre fare attenzione che siepi o alberature non vadano nel tempo ad intralciare le normali pratiche agricole.

Alberature frangivento

Si tratta di un'antichissima pratica agroforestale utilizzata per limitare gli eccessi di traspirazione delle colture e di evaporazione dal suolo dovuti alla ventosità ma anche per ospitare zoocenosi efficaci nella difesa biologica delle colture agrarie. Risultano anche efficaci nella limitazione dell'erosione eolica. Per limitare gli effetti di disturbo operati dal vento la protezione può, ovviamente, essere esercitata anche nei confronti di zone urbane, strade ecc.

Soprattutto nelle aziende agricole in ambienti aridi, le alberature frangivento rappresentano tradizionalmente anche una buona fonte di legno per energia, attraverso i tagli periodici che servono a mantenere giovani e vitali le chiome.

Condizione indispensabile per la loro efficacia è che i venti dominanti da intercettare spirino prevalentemente con direzione ortogonale (o quasi) alle barriere frangivento e quindi ai corsi d'acqua, motivo per cui la disposizione planimetrica raccomandata è quella rettilinea.

Le strutture frangivento (*Foto 9*) non devono essere rigide, ma leggermente permeabili al vento, in modo da non creare eccessive turbolenze nella deviazione dei filetti d'aria. Per questo motivo l'ostacolo posto dalla vegetazione risulta preferibile a strutture rigide caratterizzate da minore permeabilità. In termini di struttura, una sezione trasversale a forma triangolare, risulta la più efficace nel prolungare in orizzontale, fino a 10-15 volte l'altezza dell'alberatura, l'efficacia nella diminuzione della ventosità. Anche per questo motivo, nella difesa delle colture agricole, risulta più appropriato parlare di sistemi di barriere frangivento piuttosto che di singole linee di impianto.

Una buona efficacia si ottiene da una piantagione realizzata su un minimo di 3 file parallele distanti tra di loro 3 m, al fine di consentire il passaggio di un mezzo agricolo. La fila centrale deve essere riservata ad alberi che a maturità presentano la taglia più elevata, per passare ad alberi di seconda grandezza nelle file esterne. Ottima soluzione la messa a dimora di ulteriori due file di specie arbustive esterne (*Fig. 7 e Fig. 8*). Con questa disposizione si ottiene la copertura di tutto il profilo, copertura che poi va mantenuta nel tempo con appropriati interventi di taglio. Sulle file è opportuno utilizzare una piantagione in posizione alternata, per meglio occupare la sezione, con una distanza tra le piante nella fila centrale di 2 m e di 1,50-2 m in quelle arboree esterne. Le specie arbustive possono essere impiegate con interasse minore di 1m.



9. Alberatura frangivento (B. Mariotti)

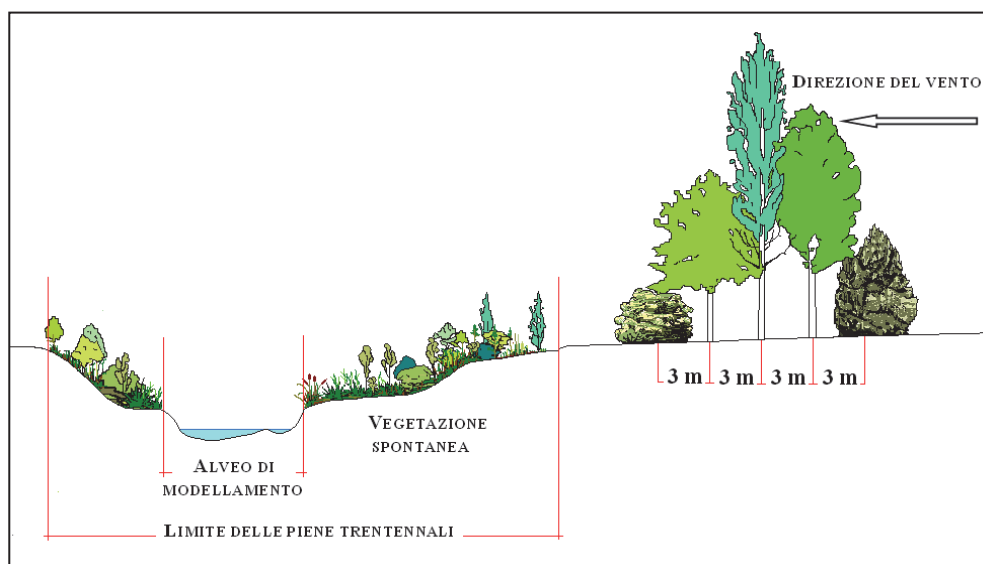


Fig. 7 Alberatura frangivento a cinque file lungo il corso d'acqua (G. Calamini)

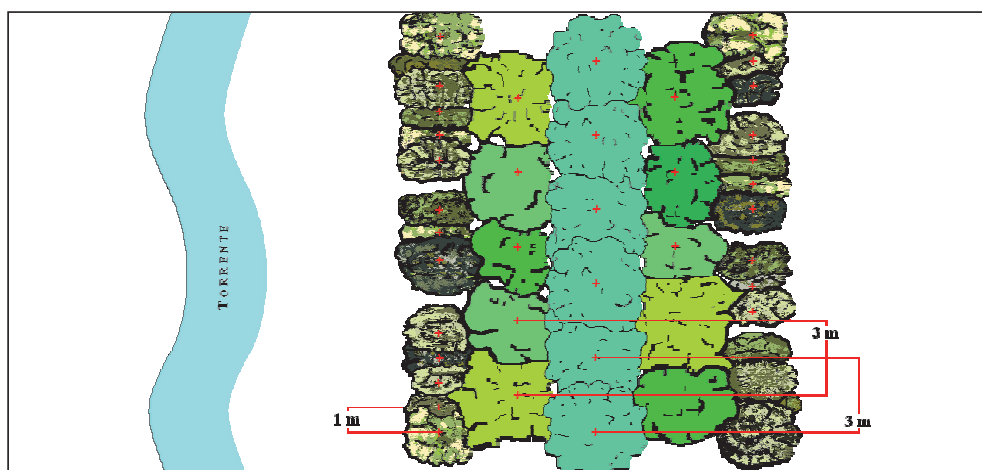


Fig. 8 Alberatura frangivento a cinque file lungo il corso d'acqua (G. Calamini)

Alberature per la schermatura visiva

La loro progettazione non differisce molto, a livello concettuale, da quella delle barriere frangivento. La differenza sta nell'effetto voluto che in questo caso si concretizza sulla barriera e non sul terreno retrostante. Per questo motivo l'altezza dell'interposizione deve tener conto dell'angolo di visuale tra il punto di osservazione e la zona da coprire.

La schermatura visiva ha la possibilità di essere realizzata anche con un'unica fila di piante, che abbiano però la caratteristica di essere "vestite" anche nella parte bassa. Più generalmente si ricorre a due file, consociando alberi e arbusti, per meglio occupare la sezione e rendere anche più agevoli le cure colturali.

Contrariamente alle barriere frangivento a questi filari è possibile, e consigliabile, dare un andamento planimetrico ondulato, che unito alla mescolanza delle specie, offra giochi di luce più gradevoli alla vista (Fig. 9).

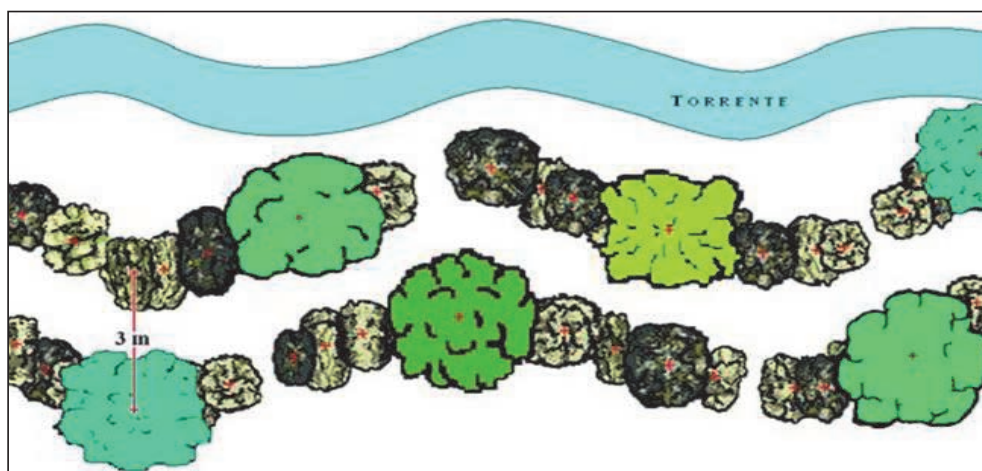


Fig. 9 Esempio di alberatura a due file per la schermatura visiva (G. Calamini)

Alberature antinquinamento

Per la progettazione di barriere per l'abbattimento delle sostanze inquinanti trasportate dall'aria, provenienti prevalentemente da strade, si opera con le stesse modalità utilizzate per le barriere frangivento.

Le alberature per intercettare gli inquinanti trasportati dalle acque superficiali, con i meccanismi che sono stati precedentemente descritti, possono trovare adeguata collocazione esternamente alla linea delle piene trentennali. La disposizione planimetrica dovrà prevedere una fila di piante a chioma ampia e adeguatamente spaziate, accompagnata a monte da una fila parallela di specie arbustive accanto e sotto le quali è opportuno avere uno spazio disponibile per l'affermazione di specie erbacee.

Più complesso è il caso delle fasce tampone da realizzare per l'intercettazione degli inquinanti – nitrati in particolare – trasportati dalle acque sotterranee.

La disposizione planimetrica dovrà essere organizzata su più file, distanti tra loro almeno 3 m, in grado di coprire una larghezza, che i dati disponibili in letteratura indicano tra i 10 e i 30 m (CONTE *et al.*, 2006). La spaziatura sulle file oscillerà tra 1,5 e 2 m in funzione delle specie scelte.

Oltre alla larghezza e alla capacità di approfondimento degli apparati radicali delle specie impiegate, l'efficacia di queste barriere dipende dalla loro localizzazione: vanno individuate, attraverso un accurato studio dell'idrologia e delle condizioni di saturazione del suolo, zone nelle quali la falda tende ad una maggiore superficialità in modo tale che il flusso sotterraneo sia intercettato dagli apparati radicali. Un'indicazione assai utile sulla loro collocazione si potrà avere dall'individuazione di aree di ristagno dell'acqua dopo la pioggia.

In ogni caso sarà di sicura efficacia l'estensione di questi impianti, anche ricorrendo a file singole, lungo la rete di piccoli corsi naturali e artificiali che drenano l'acqua proveniente dai territori circostanti. Più elevata sarà la quantità di alberature costituite e maggiore la probabilità di intercettare le acque sotterranee di dilavamento.

Alberature con funzione ricreativa e paesaggistica

Si tratta di impianti che si realizzano con lo scopo di ombreggiare percorsi a piedi o piste ciclabili, percorsi che risultano anche assai importanti per la gestione della vegetazione ripariale. Avere una viabilità che percorre il corso d'acqua, pur senza interferire con la funzione di corridoio per le specie animali, significa poter effettuare la manutenzione del corso d'acqua e della sua vegetazione abbattendo i costi relativi alle operazioni di utilizzazione del materiale legnoso.

Gli impianti si realizzano a fianco dei percorsi, curando di assicurare il drenaggio delle acque meteoriche con canali di scolo.

La disposizione planimetrica preferibile è a gruppi di forma irregolare, tendenzialmente ellissoidale, abbastanza allungati, ampi ciascuno 40-60 m² alternati in maniera non continua con filari di piante singole e tratti aperti.

È infatti opportuno evitare di disporre barriere verdi continue lungo ogni percorso, per non ridurre la percezione del corso d'acqua, che invece va ottenuta con spazi erbosi che consentono anche un facile accesso all'alveo.

2.2.5 Scelta delle specie e delle consociazioni

L'individuazione delle specie da utilizzare rappresenta il momento culminante della fase di progettazione perché proprio dalle caratteristiche delle specie dipende

gran parte della loro efficacia nello svolgere le funzioni che sono richieste.

Un primo aspetto da valutare riguarda il grado di mescolanza delle specie, mescolanza che è sempre opportuna perché così si riescono a combinare, spesso in modo sinergico, gli effetti derivanti dalle diverse caratteristiche specifiche quali portamento, densità della chioma, longevità, velocità di accrescimento, morfologia dell'apparato radicale ecc.

Per i medesimi motivi, attraverso la mescolanza delle specie, si esalta la multifunzionalità degli impianti, qualunque sia l'obiettivo principale della loro costituzione e si aumenta in genere la loro capacità di resistenza a agenti esterni, biotici e abiotici.

Trattandosi di impianti artificiali da mantenere nel tempo, un'eccessiva complessità specifica, e di conseguenza strutturale, può presentare anche qualche aspetto non del tutto positivo, legato alle maggiori difficoltà di progettazione, di reperimento del materiale di impianto, di attuazione delle cure colturali ed eventualmente dei tagli di maturità. Va inoltre considerato che anche in natura, nei nostri climi, il livello di mescolanza delle specie legnose è abbastanza contenuto.

Per tali motivi, la combinazione nel medesimo impianto di tre-quattro specie arboree e, se necessario, di altrettante specie arbustive, è da ritenersi un limite massimo. Riguardo le specie arbustive è importante considerare che la loro ampiezza ecologica è in genere più ridotta rispetto a quella delle specie arboree, per cui la loro scelta richiede una notevole attenzione.

Fatta eccezione per le zone montane dei torrenti alpini, la vegetazione ripariale è dominata dalle latifoglie mentre le conifere rappresentano una presenza sporadica.

Anche nell'impianto delle alberature è opportuno "copiare" ciò che avviene in natura, al fine di accrescere la stabilità biologica, anche se talvolta poter utilizzare conifere sempreverdi potrebbe essere di qualche utilità.

Le latifoglie presentano quasi tutte una discreta capacità pollonifera, caratteristica assai utile per poter avere periodicamente una produzione legnosa senza poi dover procedere al loro reimpianto. Sono inoltre da privilegiare specie mesofile, per quanto riguarda il temperamento, per avere un accrescimento dei polloni compatibile anche con un discreto livello di copertura.

Il tipo di ramificazione delle latifoglie assicura inoltre un livello più elevato di schermatura, senza spazi vuoti tra palco e palco come accade in molte conifere.

Anche l'effetto visivo risulta, attraverso l'uso delle latifoglie, maggiormente gradevole, particolarmente nel periodo autunnale.

Scendendo nel dettaglio delle tipologie di alberature, in quelle frangivento sono da ricercare specie che abbiano le seguenti caratteristiche: chioma densa, foliazione precoce, apparato radicale fittonante, notevole controllo della traspirazione, buona capacità di ricaccio e rapido accrescimento, scarsa invadenza radicale, produzione di fiori/frutti utili per l'avifauna o l'apicoltura.

Le specie ideali sarebbero da ricercare nell'ambito genere *Eucaliptus*, come testimoniano gli impianti frangivento costituiti in molte zone del nostro meridione e in Sardegna. Tuttavia tale specie, sia pure largamente impiegata in passato, è esotica e non coerente con il corteggio floristico della Regione, e pertanto, non è presente, al pari di altre specie esotiche nell'all. A e B di cui alla L.R. 39/2000 e quindi non è utilizzabile per attuazione d'impianti incentivabili con le misure e le azioni del PSR qui citate. Vista altresì l'assenza di specie efficaci a tali fini tra le conifere indigene, la scelta dovrà necessariamente ricadere su specie caducifoglie. Per quelle di prima grandezza, da porre nelle file centrali, la scelta si potrà orientare sui pioppi, (*Populus*

nigra v. *italica* in particolare) gli ontani, gli olmi e gli aceri.

Le specie quercine, che così imponentemente caratterizzano la vegetazione della fascia basale dei nostri territori, meritano considerazioni particolari che riguardano anche le altre tipologie di alberature. Esse infatti presentano, tra le tante caratteristiche positive (potente apparato radicale fittonante, elevata facoltà pollonifera, densità del legname, longevità, ampiezza della chioma ecc.) alcune specificità spesso non funzionali per questo tipo di impianti. La prima è che, farnia a parte, tutte mal sopportano lunghi periodi di elevata umidità del suolo, e questa “scarsa” igrofilia che riguarda il leccio in particolare, mal si concilia con la tipologia di interventi di cui stiamo trattando.

La seconda è la foliazione tardiva, solo in parte compensata dalla persistenza delle foglie dell'anno precedente. Da non trascurare poi la scarsa velocità di accrescimento iniziale. Sono questi aspetti che, a seconda delle caratteristiche dei luoghi di impianto, possono acquisire valenze diverse ma che comunque vanno tenuti in considerazione prima dell'impiego delle specie quercine.

La scelta delle specie per le file laterali non rappresenta un grosso problema, perché la nostra flora abbonda di specie in grado di coprire il range di altezze da 3 a 6 m. Sorbi, salici, l'acero campestre, l'orniello, il carpino nero, ecc. possono, a seconda delle caratteristiche dei luoghi, soddisfare le esigenze del progettista.

Per le specie arbustive la scelta si dovrebbe orientare verso quelle che, pur mantenendo una chioma densa e concentrata nella parte bassa, sono in grado di produrre frutti appetibili per l'avifauna, esaltando così la multifunzionalità di questi interventi.

Per le alberature per la schermatura visiva occorre scegliere specie che a maturità raggiungano un'altezza proporzionata alla reciproca posizione di oggetto (da mascherare) e punto di vista. Richiedendo una schermatura permanente nel tempo la gestione di questi impianti non prevede in genere la loro periodica ceduzione e quindi caratteristiche come la capacità pollonifera risultano meno importanti rispetto alla densità della chioma, persistenza delle foglie e longevità.

Se la morfologia (alvei incassati) e le condizioni di umidità del suolo lo consentono, tra le conifere può trovare opportuno impiego il cipresso comune (più del tasso, considerato il lentissimo accrescimento), magari abbinato ad una fila di specie arbustive che servano nel tempo a coprire la parte più prossima al terreno. Le specie quercine, ferme restando le considerazioni precedenti, possono rappresentare una scelta possibile.

Le caratteristiche che si richiedono alle specie da impiegare con funzione principale di filtro antinquinamento, riguardano per la gran parte la struttura e la potenza dell'apparato radicale. In impianti che contemplino almeno due filari di piante, le funzioni di rallentamento delle acque di deflusso superficiale possono essere svolte dalle specie arbustive, in generale caratterizzate da apparati radicali densi e fascicolati, ancorché non eccessivamente profondi. Queste specie tra l'altro sopportano bene la concorrenza laterale, cosa che può consentire un aumento delle densità di impianto sulla fila.

Alle specie arboree è lasciato invece il compito di intercettare le acque più in profondità per cui si richiede loro un apparato radicale potente, non necessariamente fittonante, in grado di esplorare grandi volumi di suolo. Essendo in genere legati all'ambiente agricolo, la funzione produttiva di questi filari è un elemento importante, per cui risultano assai utili le specie a rapida crescita caratterizzate da buona facoltà pollonifera.



10. Alberatura di pioppo lungo il Fiume Sieve

Le specie da utilizzare per la costituzione di alberature lungo le vie d'acqua (Foto 10) con una prevalente funzione ricreativa, devono possedere caratteristiche che favoriscano e rendano più piacevole la fruizione. Tra queste la principale è la capacità di ombreggiamento, ma è opportuno, e relativamente facile, curarsi anche della mescolanza dei colori delle foglie e della scalarità delle fioriture e delle relative profumazioni. Per l'ombreggiamento dei percorsi sono richieste specie con chioma aggettante, meglio se densa, da scegliere tra piante di alto fusto che a seconda delle caratteristiche della stazione potranno essere il pioppo bianco, il tiglio, l'olmo campestre, l'orniello, l'ontano napoletano, il sorbo domestico ecc. Nella costituzione dei gruppi, così come indicato al paragrafo precedente, la combinazione delle specie arboree dovrà tener conto dell'occupazione dello spazio delle chiome a maturità, in modo da limitare fattori di concorrenza. Allo scopo, nell'ambito di ogni gruppo, sarà opportuno limitare la mescolanza a una specie arborea con una - due arbustive. Tra queste ultime sarà cura scegliere quelle con fioriture più evidenti come albero di giuda, biancospino, maggiociondolo, azzeruolo, *prunus* ss.pp. ecc.

Le possibilità di scelta, sia tra le specie arboree che tra quelle arbustive, sono molto ampie, a meno che non siano richieste altre caratteristiche, diverse da quelle indicate. Circa la scelta del materiale di propagazione si veda il par. 2.5.

2.3 Sistemi verdi per la mitigazione dell'inquinamento in aree industriali

2.3.1 Introduzione

Le zone fortemente antropizzate come le aree urbane e le aree industriali, sono le principali responsabili dell'emergenza ambientale legata all'inquinamento atmosferico, delle acque e dei suoli. Le attività industriali, in particolare, sono imputabili di inquinamento diretto, tramite l'immissione in atmosfera di sostanze nocive e la produzione di materiali di scarto spesso anch'essi nocivi, e indiretto con attività correlate come un più intenso traffico veicolare pesante ecc. Ad aggravare ulteriormente la situazione generale vi è il fatto che le aree industriali, oltre a consumare grandi quantità di energia per riscaldamento, climatizzazione, illuminazione, produzione e trasporto, sono spesso localizzate in aree non troppo distanti dal contesto urbano già caricato di una forte concentrazione di inquinanti derivanti soprattutto dal fatto che i combustibili fossili rappresentano ancora la principale risorsa energetica. C'è da segnalare inoltre che l'inquinamento industriale contribuisce ad "arricchire" l'ambiente di composti fortemente tossici, talvolta cancerogeni, come le diossine, i furani, i policlorobifenili (Pcb) e i metalli pesanti quali mercurio, cadmio, ecc. L'*Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera* prodotto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) è tutt'altro che rassicurante ed evidenzia che gran parte dell'inquinamento complessivo è riconducibile, direttamente o indirettamente, alle attività industriali. Oltre all'inquinamento dell'aria bisogna tenere presente che l'industria, come la pratica dell'agricoltura tradizionale intensiva, contribuisce anche alla contaminazione delle acque e del suolo.

In Italia con il D.L. 59/2005 è recepita la Direttiva europea IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*) per l'ottenimento della certificazione AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale). Come risulta da indagini a campione di Lega Ambiente, attualmente solo una modesta parte delle nostre industrie sono in possesso di tale certificazione e mancano all'appello molti dei più importanti centri industriali del nostro Paese.

A seguito di una forte e generale sensibilizzazione verso la protezione dell'ambiente, scaturita da Convegni, Incontri e dibattiti a partire da quello di Rio De Janeiro (1992), anche in Italia si sta aprendo una nuova pagina per quanto riguarda la gestione ambientale delle aree industriali; la loro progettazione o riprogettazione dovrà seguire nuovi criteri di sostenibilità (ambientale) trasformando un modello tradizionale in uno integrato in cui si ottimizzino i consumi di energia e di materie prime fino ad utilizzare gli scarti di un processo per alimentarne un altro generando così un "ecosistema industriale".

Sia nella fase di progettazione di nuovi poli industriali che nell'ottica di mitigare l'inquinamento di quelli già esistenti deve essere data sempre maggiore rilevanza al ruolo che la vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea può esercitare nei confronti di un generale miglioramento ambientale per ciò che riguarda il paesaggio, la riduzione del rumore, la diffusione di sostanze chimiche tossiche e, soprattutto, la mitigazione della concentrazione di inquinanti nell'atmosfera e nelle acque. In particolare la rimozione di inquinanti atmosferici operata dalle piante può giocare un importante ruolo nel contenimento dei picchi di concentrazione, contribuendo a mantenerli al di sotto delle soglie di tolleranza anche nei casi in cui l'abbattimento dell'inquinamento nel suo complesso possa sembrare non particolarmente significativo.

Se, da un lato, è intuitivo riconoscere alla vegetazione arborea una generale po-

sitiva influenza per ciò che riguarda il miglioramento del paesaggio tramite un effetto schermo e un miglioramento dell'atmosfera circostante, grazie ad un effetto barriera che contrasta la diffusione degli inquinanti, dall'altro non sono comunemente conosciuti i processi fisiologici delle piante che permettono agli inquinanti di essere assorbiti, traslocati in varie porzioni della pianta per poi essere sequestrati e/o trasformati in altri composti non nocivi contribuendo così in modo significativo alla mitigazione dell'inquinamento. È proprio su questo aspetto che, negli ultimi anni, si sta sempre più concentrando l'attività di ricerca di questo settore. Nel presente capitolo dopo avere passato in rassegna aspetti critici della produzione industriale e descritto sinteticamente i principali composti inquinanti, verranno analizzate le relazioni che si instaurano tra questi e la vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea. Infine si affronteranno aspetti progettuali fornendo i criteri di progettazione di sistemazioni a verde con esempi e riferimenti alla scelta delle specie più opportune ed alle tipologie di impianto che possano garantire la migliore efficienza nella mitigazione dell'inquinamento.

2.3.2 L'attività industriale e l'inquinamento

Le politiche di sviluppo industriale hanno teso a aggregare le attività in aree ristrette e contigue e ciò ha determinato anche la concentrazione di inquinanti. Le più importanti azioni di regolamentazione di queste aree hanno, in passato, avuto come scopo prioritario quello di considerare l'aspetto estetico e paesaggistico. Lo smaltimento dei rifiuti e le immissioni di inquinanti nell'atmosfera per molti anni sono stati ritenuti aspetti di scarso interesse. Fortunatamente a partire dagli ultimi decenni del secolo scorso questi sono divenuti argomenti di serio interesse in molti paesi e molte sono state le normative introdotte per la loro regolamentazione.



Fig. 10 I principali impatti dell'attività industriale (da ENVIRONMENT PARK - UNEP, 1999; modificato).

Nella Fig. 10 si evidenziano i potenziali impatti ambientali che l'attività industriale può generare. La riduzione dell'entità del complessivo impatto negativo deve avvenire attraverso una gestione industriale adeguata già in fase progettuale. Si dovrà tenere conto della tollerabilità dei diversi ambienti ai vari tipi di impatto e si dovrà tenere conto oltre che dell'inquinamento delle singole industrie anche di quello complessivo dell'area che può essere aggravato da interazioni tra i diversi prodotti inquinanti. Nella medesima figura sono rappresentate azioni impattanti derivanti dall'attività industriale: in tutti i casi, anche se con efficacia diversa, con la realizzazione di sistemi verdi se ne può attenuare l'impatto.

2.3.2.1 I principali contaminanti e loro fonti di inquinamento

Il biossido di carbonio

Si tratta di un gas che viene principalmente prodotto dai processi di combustione e pertanto anche le attività industriali svolgono un ruolo primario nell'incrementare la sua concentrazione nell'atmosfera. Si tratta di un composto che diventa tossico solo ad altissime concentrazioni (oltre il 30%) e, in questo senso, solo raramente costituisce un problema. La rilevanza di questo inquinante è connessa all'incremento di questo gas in atmosfera poiché è legato ai processi fisici che modificano il bilancio radiativo terrestre tanto da essere considerato il principale gas ad effetto "serra". Si tratta di un problema di portata globale, oggetto di discussione tra i più importanti Paesi industrializzati, e in via di sviluppo al fine di trovare accordi per il suo contenimento e limitare il riscaldamento globale dell'atmosfera.

La vegetazione - essendo in grado di assorbire il carbonio atmosferico dalle molecole di biossido di carbonio e liberare ossigeno in atmosfera - è senza dubbio un efficace mezzo per ridurre gli eccessi di CO_2 . Su questo aspetto, negli ultimi decenni, sono state attivate molte ricerche al fine di quantificare l'entità dello stoccaggio di C atmosferico nella componente vegetale, nelle lettieri forestali e nel suolo che ne deriva. Anche in questo caso il problema è individuato su scala globale e il ruolo della vegetazione assume importanza a livello di ampia scala come, ad esempio, lotta alla deforestazione selvaggia operata nelle grandi foreste del sud America e in estese aree asiatiche e promuovere azioni di rimboschimento su vaste superfici finalizzate allo stoccaggio di C atmosferico. Non vanno poi dimenticate iniziative a scala locale da parte di privati che potrebbero partecipare allo scambio di crediti di carbonio in mercati volontari in via di costituzione; fra gli interventi valutabili in questo senso rientrano anche le sistemazioni a verde di una area industriale, anche se difficilmente queste potranno compensare, da sole, le relative emissioni.

I metalli pesanti

In generale si definiscono metalli pesanti gli elementi caratterizzati da una densità superiore a 5 g/cm^3 , 5 volte superiore a quella dell'acqua, anche se comunemente in questa categoria sono inclusi i metalli leggeri e i non metalli che si associano ad essi per origine o fonte di inquinamento e per meccanismo di azione sugli organismi viventi. Le principali caratteristiche di questi elementi consistono nel loro comportamento come cationi, nella bassa solubilità dei loro idrati, nella spiccata attitudine a formare complessi, nell'affinità per i solfuri (nei quali tendono a concentrarsi) e nel fatto che hanno diversi stati di ossidazione a seconda del pH. I principali metalli pesanti sono: Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo, Ferro, Mercurio, Molibdeno, Nichel,

Piombo, Rame, Selenio, Tallio, Zinco, ecc. In Tab 1. si riportano, per alcuni di essi, i principali processi produttivi in cui sono impiegati.

Tab. 1 Principali impieghi produttivi di alcuni metalli pesanti.

Alluminio	Contenitori per alimenti, pellicole, siderurgia.
Cadmio	Rivestimenti metallici, pigmenti, pile e accumulatori, fitofarmaci, concimi, mangimi, impurezze in prodotti a base di zinco, polivinilcloruro.
Cromo	Concerie, rivestimenti metallici, coloranti.
Ferro	Industria siderurgica.
Mercurio	Preparazione del cloro e della soda caustica, catalizzatori-organomercurici, vernici, cere, pile, prodotti farmaceutici, disinfettanti, insetticidi e fungicidi, carta, ammorbidenti per tessuti, filtri dei condizionatori d'aria, barometri, termometri, pompe, lampade per illuminazione stradale, preparati antimuffa, industria estrattiva, elettrochimica, combustione di carbone o prodotti del petrolio, nei fanghi provenienti dagli impianti di trattamento dei rifiuti, come amalgama di altri metalli e di scorie nucleari.
Nichel	Rivestimenti metallici (industrie galvaniche), coloranti, carbone, oli combustibili.
Piombo	Vetri e cristalli, ceramiche, vernici, coloranti, batterie, tubature, fabbriche di munizioni ed esplosivi, fertilizzanti azotati.
Rame	Rivestimenti metallici, tubature, cavi e fili elettrici, utensili, smalterie, tessuti sintetici, antiparassitari, integratori alimentari per suini.
Zinco	Rivestimenti metallici (industrie galvaniche), tubazioni, pneumatici, integratori alimentari per suini.

In molti casi si tratta di elementi diffusi comunemente in natura e non dannosi per la salute se presenti nelle forme chimiche e nelle concentrazioni originarie; la loro tossicità è dovuta alla variazione dello stato originario, sia nella forma del composto chimico o dello stato dell'elemento sia della concentrazione, causata dall'azione antropica o, in minor misura, da eventi naturali (es. eruzioni vulcaniche). La loro elevata pericolosità è dovuta al fatto che non sono biodegradabili e quindi si inseriscono nelle catene alimentari accumulandosi negli organismi viventi. La contaminazione da metalli pesanti ha un carattere permanente. Le attività umane a cui si deve il rilascio di metalli pesanti nell'ambiente in quantità tossiche sono da ricollegarsi alle attività industriali (industria siderurgica, chimica, cartiere, concerie, ecc.), ai processi di combustione data la notevole quantità di metalli pesanti nei combustibili fossili (autotrasporto, centrali termoelettriche, inceneritori) e all'agricoltura (fertilizzanti, fitofarmaci, concimi fosfatici, scorie di defosforazione –scorie Thomas–, liquami zootecnici suini influenzati dagli integratori alimentari, fungicidi inorganici a base di rame, fungicidi organici, ecc. I metalli pesanti possono inquinare il suolo, le falde idriche e i corsi d'acqua e l'atmosfera, quando formano composti in forma gassosa.

Il particolato e le polveri sottili

Le polveri atmosferiche vengono comunemente indicate come PTS (Particellato Totale Sospeso) o come PM (*Particulate Matter*); si tratta di sostanze allo stato solido o liquido (organiche ed inorganiche) che, a causa delle loro piccole dimensioni restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi. In base alla natura e alle dimensioni delle particelle si distinguono:

- aerosol: particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro $<1\ \mu\text{m}$;
- foschie: goccioline con diametro inferiore a $2\ \mu\text{m}$;
- esalazioni: particelle solide con diametro inferiore ad $1\ \mu\text{m}$ rilasciate comunemente da processi chimici e metallurgici;
- fumo: particelle solide di solito con diametro inferiore ai $2\ \mu\text{m}$ e trasportate da miscele di gas;
- polveri: particelle solide con diametro compreso tra $0,25$ e $500\ \mu\text{m}$;
- sabbie: particelle solide con diametro $>500\ \mu\text{m}$.

I gas

Il monossido di carbonio (CO) - Il monossido di carbonio, noto anche come ossido di carbonio, è uno degli inquinanti atmosferici più diffusi. È un gas tossico prodotto dalla combustione incompleta di sostanze contenenti carbonio (combustibili organici). Il maggior responsabile della presenza di questo gas è il trasporto su gomma a benzina, è invece minore il contributo delle emissioni delle centrali termoelettriche, degli impianti di riscaldamento domestico e degli inceneritori di rifiuti, dove la combustione avviene con formazione di anidride carbonica. Altre sorgenti significative di CO sono le raffinerie di petrolio, gli impianti siderurgici e, più in generale, tutte le operazioni di saldatura. È infine presente in concentrazioni significative nel fumo di sigaretta ed è un pericoloso inquinante prodotto nel corso di incendi.

Il biossido di zolfo (SO_2) - Il biossido di zolfo o anidride solforosa è un gas che si forma per ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione di materiali che contengono questo elemento come impurità. Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano pertanto da impianti fissi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, cherosene, carbone), processi metallurgici, produzione di acido solforico, lavorazione di molte materie plastiche, industrie della carta, fonderie, desolforazione di gas naturali, incenerimento di rifiuti. Negli ultimi anni la sua pericolosità si è ridotta a seguito di una sua riduzione conseguente agli interventi di metanizzazione che hanno interessato gli impianti di riscaldamento domestico e i processi di combustione industriale. In atmosfera il biossido di zolfo combinandosi con il vapore acqueo forma l'acido solforico, che è tra i responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni (piogge acide).

Biossido di azoto (NO_2) - Questo composto viene immesso nell'atmosfera sia naturalmente sia attraverso le attività umane. Le emissioni naturali di NO_2 derivano dall'azione dei fulmini, degli incendi, da fenomeni vulcanici, ecc. per cui gli ossidi di azoto (monossido e biossido di azoto) sono gas presenti, naturalmente, anche in ambienti non abitati. L'uomo ha condizionato i livelli di NO_2 con l'aumento dei processi di combustione in cui i livelli di temperatura e pressione sono tali da favorire la reazione tra ossigeno e azoto (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico e industriale). L' NO_2 è un agente irritante delle vie respiratorie; è un precursore, in presenza di forte irraggiamento solare, di una serie di reazioni chimiche che determinano la formazione di quell'insieme di sostanze inquinanti note con il termine di "smog fotochimico". Anche il biossido di azoto contribuisce al fenomeno delle piogge acide.

Il benzene - Il benzene è un idrocarburo liquido e volatile a temperatura ambiente ed è la struttura chimica alla base dei composti organici definiti aromatici (tra cui petrolio e suoi derivati di raffinazione). In atmosfera la sorgente più rilevante di benzene

è il traffico veicolare a cui seguono le emissioni dei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione delle benzine.

L'ozono - L'ozono è un gas molto tossico naturalmente presente in uno strato dell'atmosfera (ozonosfera) posto a 20-30 Km di altezza dalla superficie terrestre. Nell'aria attorno a zone fortemente antropizzate si forma, a livello del suolo, attraverso reazioni fotochimiche a partire da altri composti (es. ossido di azoto, idrocarburi, ecc.).

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici - Con questo termine ci si riferisce ad un complesso di composti chimici fortemente cancerogeni di cui il benzo(a)pirene è uno dei più conosciuti: queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi pirolitici e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano a partire da impianti industriali, di riscaldamento o da auto-veicoli. Gli I.P.A. sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico.

2.3.3 Le proprietà dei sistemi verdi nei confronti degli inquinanti

2.3.3.1 L'inquinamento atmosferico

Le piante sono in grado di intercettare particolato, polveri sottili, aerosol e sostanze inquinanti gassose. Il contatto tra inquinante e pianta può avvenire attraverso la pioggia (*deposizione bagnata*), tramite il vento, le nebbie e le foschie (*deposizione occulta*) o con il contatto diretto di fusti e foglie con le particelle e i gas (*deposizione asciutta*). Con le precipitazioni giungono verso la superficie terrestre anche le particelle presenti negli strati più alti dell'atmosfera, ma non per questo la deposizione bagnata è la forma che incide maggiormente nel deposito degli inquinanti sulle piante; infatti molto dipende dalle condizioni climatiche generali e quindi dall'incidenza dei vari fattori meteorologici (precipitazioni, forza e direzione del vento, frequenza di nubi, nebbie e foschie, ecc.). La capacità di intercettare le polveri dipende inoltre dalla stagione: alcuni studi hanno dimostrato che il carico di polveri sulle foglie è molto variabile durante l'anno e, alle nostre latitudini, i valori più alti si registrano in piena estate, quando la minor frequenza delle precipitazioni non dilava via le sostanze dalle chiome. L'influenza negativa dell'effetto dilavante della pioggia nella possibilità di trattenere gli inquinanti è dimostrata dalla maggiore presenza di polveri negli strati inferiori della chioma rispetto a quelli superiori. Oltre ai fattori climatici vanno aggiunte la morfologia e l'orografia della zona che, oltre ad influire direttamente sul clima, possono rendere la superficie terrestre diversamente esposta sia agli agenti meteorologici sia agli inquinanti stessi. Infine anche la grandezza (diametro) delle particelle presenti nell'atmosfera è un fattore che incide sulla loro forma di trasporto e deposito.

La morfologia della specie influenza direttamente la sua capacità di costituire un ostacolo fisico al passaggio delle polveri; le specie arboree, grazie al maggiore sviluppo in altezza sono le più indicate. Più in particolare, la ruvidità e la rugosità di foglie, rametti e corteccia sono fattori determinanti soprattutto nel caso delle latifoglie: in uno studio condotto a Londra le foglie ruvide del tiglio presentavano un carico sensibilmente maggiore di particolato rispetto ad altre latifoglie a superficie fogliare più liscia. Altro fattore influenzante è la densità della chioma e, per garantire una protezione più costante, la permanenza delle foglie; in questo senso molti studi condotti in Europa centro-settentrionale dimostrano la maggiore efficacia delle conifere e, in particolare, dell'abete rosso.

Per quanto riguarda gli inquinanti gassosi, numerose specie, arboree, arbustive e erbacee, sono in grado di assorbire i gas come biossido di azoto (NO_2), biossido di zolfo (SO_2), ozono (O_3) o gli ioni solubili da essi derivati. Da qui poi gli inquinanti vengono trasportati, assimilati o decomposti tramite le reazioni chimiche dei processi fisiologici della pianta. Anche in questo caso, come per le polveri sottili, gli alberi sono più efficaci rispetto a forme di vegetazione meno sviluppate. La velocità di assimilazione dell'inquinante è funzione del vento, della concentrazione delle sostanze inquinanti e della loro diffusione molecolare, della conduttanza fogliare e di una serie di fattori sia fisiologici sia fisici (meteorologici).

La rimozione di inquinanti atmosferici risulta fortemente legata allo sviluppo della superficie fogliare, è quindi importante calibrare la dimensione della chioma in relazione alla presenza dell'inquinante; nel caso dei gas inoltre il maggiore assorbimento dipende anche dalla concentrazione dell'inquinante nell'aria. Da uno studio condotto nel comune di Forlì risulta che le piante assorbono più ozono in primavera ed in estate sia per la maggiore presenza di foglie (dovuta all'azione congiunta delle latifoglie e delle sempreverdi) sia perché, in tali periodi, si verifica il raggiungimento dei valori più elevati della loro concentrazione. L'azione della vegetazione, per quanto non particolarmente importante da un punto di vista quantitativo, può assumere quindi un certo rilievo poiché va ad incidere sui valori di picco.

Sono stati messi a punto vari modelli che quantificano l'efficacia della vegetazione per l'intercettazione di polveri e gas soprattutto per l'ambiente urbano: stime del valore del ruolo della vegetazione urbana nell'abbattimento degli inquinanti nell'area metropolitana di Chicago riportano una cattura in un anno di circa 6000 tonnellate di sostanze per un valore monetario di oltre 9 milioni di euro (BECKETT *et al.*, 2000). Tra questi modelli merita di essere ricordato UFORE. Si tratta di un *software* gratuito messo a punto da US Forest Service che costituisce un utile strumento di lavoro al fine di valutare i positivi impatti della vegetazione forestale nei confronti dell'ambiente. I dati della vegetazione rilevati in campo, anche campionari, vengono relazionati, dal sistema, con altre informazioni puntuali tra cui dati meteorologici e dati di concentrazione di inquinanti per poi essere elaborati secondo complessi algoritmi ed ottenere stime statisticamente attendibili su:

- aspetti vegetazionali (composizione specifica, numero di alberi, diametro a petto d'uomo, densità, stato fitosanitario dell'albero, area fogliare nonché biomassa dell'albero intero e delle foglie);
- quantità di inquinamento rimosso (oraria). Questo è calcolato per l'ozono, il biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio e particolato inferiore a 10 micron (PM_{10});
- VOC (*volatile organic compound*) emessi dalla vegetazione;
- quantità totale di C immagazzinato e quantità netta sequestrata;
- effetti della vegetazione sulla riduzione dei consumi energetici urbani e, conseguentemente, sulle emissioni di CO_2 dalle centrali che producono energia;
- stime economiche dei vantaggi ambientali raggiunti.

Per esaurienti informazioni su UFORE, visita <http://www.ufore.org/>. Il programma UFORE è già stato impiegato con successo anche in Italia in studi preliminari alla progettazione di aree verdi in contesti urbani e industriali.

2.3.3.2 L'inquinamento del suolo e delle falde acquifere

L'inquinamento dei suoli agricoli e la depurazione delle falde acquifere e dei suoli per dilavamento (fitodepurazione) è stato precedentemente trattato nel capitolo 2.2.1.2.

Le tecniche tradizionali per bonificare le zone contaminate si basano su processi ingegneristici di tipo chimico-fisico che possono essere attuati in situ, con la stabilizzazione degli inquinanti all'interno del suoli senza ridurne la quantità ma rendendoli innocui tramite l'utilizzo di speciali ammendanti, oppure *ex-situ* rimuovendo la parte contaminata e trasferendola altrove per la decontaminazione. Tra le tecniche utilizzate per la bonifica dei suoli si possono citare come esempio la separazione elettrochimica, il lavaggio con acqua e solubilizzanti, la vetrificazione, la solidificazione con agenti stabilizzanti; si tratta spesso di tecniche invasive e che provocano ulteriori alterazioni chimiche, fisiche e biologiche per i substrati oggetto di bonifica per i quali va successivamente previsto un progetto di ripristino dallo stato di degradazione. I costi di queste tecniche sono generalmente elevatissimi e spesso insostenibili.

Più recentemente sono state sviluppate tecniche innovative che sfruttano le capacità di alcuni organismi viventi nell'interagire con le sostanze inquinanti, tra queste particolare importanza assume il fitorimedio (*phytoremediation*, termine coniato all'inizio degli anni Novanta). Per fitorimedio si intendono un insieme di tecniche che sfruttano la vegetazione per trattare e bonificare in *situ* suoli, sedimenti e acque contaminate (da agenti organici o inorganici); di fatto si sfrutta la capacità che hanno alcune specie vegetali di assorbire gli inquinanti per poi stoccarli o degradarli attraverso i loro naturali processi fisiologici. Il fitorimedio è quindi una tecnica che agisce nel rispetto dell'ambiente che, in confronto ai metodi tradizionali, presenta notevoli vantaggi, tra cui: minore quantità di materiali da rimuovere dal sito, minore impiego di mezzi e di lavoro (e, di conseguenza, nella notevole riduzione dei costi), migliore protezione del suolo, possibile recupero dei materiali estratti e positivo impatto sull'ambiente e sul paesaggio con conseguente migliore accettazione da parte dell'opinione pubblica.

I meccanismi di bonifica con cui agiscono le piante sono diversi e sulla base di questi si distinguono differenti tecniche di fitorimedio: Fitoestrazione; Fitostabilizzazione; Rizodegradazione; Fitodegradazione; Fitovolatilizzazione; Rizofiltrazione.

L'efficacia del metodo prescelto è da valutare sulla base del tipo di inquinante e della sua concentrazione, delle caratteristiche ambientali del sito, della diffusione dell'inquinante rispetto allo spazio esplorabile dalle radici, che deve essere compatibile con la capacità delle piante di immagazzinare l'elemento (per poi stoccarlo o trasformarlo a seconda dei processi) e, infine, della potenziale possibilità di contaminare le catene alimentari di altri ecosistemi. Questi metodi richiedono inoltre tempi di recupero più lunghi rispetto ai metodi tradizionali. In situazioni di inquinamento diffuso di bassa e media intensità il fitorimedio rappresenta senza dubbio un'ottima alternativa ai metodi tradizionali; in casi di emergenza può essere comunque adottata, seguendo un approccio integrato, come intervento successivo a quelli di tipo fisico-chimico che, allo stato attuale, sono ancora i più idonei in situazioni di elevata contaminazione.

È disponibile una ricca bibliografia su ricerche e test di campo sulle tecniche di fitorimedio e sui risultati di interventi realizzati sia all'estero sia in Italia. In particolare, per quanto riguarda le azioni di bonifica di quelle aree contaminate da idrocarburi petroliferi e solventi BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xilene), composti aromatici

clorurati, esplosivi, metalli pesanti, pesticidi (es.: atrazina), scarti di nutrienti e concimazioni (es. ammoniaca, fosfati, nitrati) e radionuclidi.

Di particolare importanza per il fitorimedio risultano le piante che si comportano come accumulatori nei propri tessuti di una quantità di contaminanti superiore alla media. In tal senso svolgono un ruolo chiave le specie iperaccumulatrici che possono stoccare quantità fino 100 volte superiori rispetto alle specie non-accumulatori. L'estrema tolleranza è dovuta alla elevata capacità di detossificazione mediante compartimentazione oppure alla formazione di precipitati insolubili. Fino ad oggi sono state individuate circa 400 specie vegetali - erbacee, arbustive, arboree - in grado di crescere ed accumulare diversi generi di inquinanti ma la maggior parte di questi sono erbe tropicali e subtropicali; inoltre molte iperaccumulatrici hanno dimensioni ridotte e un basso tasso di crescita. La ricerca sta tentando di ovviare a questa mancanza studiando, in relazione a differenti tipi di inquinanti, le capacità metaboliche di piante arboree e arbustive per poter essere impiegate nelle diverse tecniche di fitorimedio. In tal senso sono in corso sperimentazioni su entità sottospecifiche da destinare a questo particolare scopo propagandole per via vegetativa.

2.3.3.3 Tecniche di fitorimedio

A seconda del tipo di inquinante e della modalità di decontaminazione, le tecniche di fitorimedio possono venire classificate in dirette o indirette. Nelle prime la specie vegetale agisce direttamente sul contaminante immagazzinandolo e trasportandolo nella parte aerea della pianta; le tecniche indirette riguardano processi agevolati dalla presenza di rizosfera e attuati da organismi del suolo che possono aumentare e ottimizzare l'interazione con l'inquinante e/o aumentare la capacità della stessa pianta di metabolizzarlo.

Fitoestrazione

Nella fitoestrazione si utilizzano le radici delle piante per adsorbire, trasportare e concentrare i contaminanti (in questo caso principalmente metalli pesanti) presenti nel suolo fino alla parte aerea; il contaminante può essere rimosso tramite l'utilizzazione o la raccolta della pianta e essere smaltito correttamente. Il processo può essere ottimizzato attraverso l'impiego di ammendanti e agenti chelanti. Le specie più adatte a questo processo oltre ad avere la capacità di tollerare, traslocare e accumulare alte concentrazioni di metalli pesanti nei germogli e nelle foglie dovrebbero essere caratterizzate da crescita rapida e una produzione di biomassa elevata; inoltre dovrebbero essere specie poco appetite o non destinate ad essere utilizzate come cibo per gli animali (per evitare il più possibile un ingresso dell'inquinante in nuove catene alimentari). Nella fitoestrazione risultano avere un ruolo molto importante le specie iperaccumulatrici che però, come ricordato, presentano l'inconveniente di avere uno sviluppo limitato. Questa tecnica può essere utilizzata anche per il trattamento di fanghi e di acque reflue.

Fitostabilizzazione

Nella fitostabilizzazione si sfrutta la capacità che hanno alcune specie di immobilizzare contaminanti inorganici o nelle radici o nella rizosfera; ciò avviene attraverso il rilascio di composti chimici che immobilizzano l'agente tossico per adsorbimento, complessazione o precipitazione. Il risultato è quello di ridurre la mobilità e impedire

la migrazione dei contaminanti nelle acque sotterranee o l'ingresso nella catena alimentare; un ulteriore effetto della copertura vegetale è quello di limitare la dispersione dei contaminanti per l'azione erosiva del vento.

Il processo può essere applicato per la rimozione dei composti organici idrofobici e contaminanti inorganici (metalli pesanti). Le specie utili devono essere caratterizzate da: a) tolleranza nei confronti dei contaminanti; b) elevata produzione di biomassa; c) bassi livelli di contaminazione nella parte aerea (per evitare che sfalci o potatura possano divenire un veicolo di contaminazione o un rifiuto tossico).

Rizodegradazione

In questo caso la demolizione del contaminante avviene con un'azione sinergica tra microorganismi presenti nella rizosfera associati alla presenza della specie stessa e l'apparato radicale; i microrganismi degradano, metabolizzano e mineralizzano i composti organici riducendoli in composti innocui e assorbibili dalle piante migliorando al contempo le caratteristiche del suolo. Questo processo è risultato utile in caso di contaminazione di idrocarburi TPH, PAHs (Idrocarburi policiclici aromatici), benzene, pesticidi (atrazina) e solventi clorurati.

Fitodegradazione

La fitodegradazione bonifica il suolo attraverso l'assorbimento e la demolizione del contaminante tramite il metabolismo della pianta; il contaminante viene degradato attraverso processi interni di metabolizzazione, le molecole organiche complesse sono trasformate in molecole organiche semplici, che sono incorporate nei tessuti vegetali; anche i cataboliti non tossici possono essere eventualmente accumulati nei tessuti vegetali. I prodotti della degradazione seguono due destini differenti: lignificazione o metabolizzazione (non ci sono comunque verifiche in letteratura delle possibilità che si possa ottenere una mineralizzazione completa attraverso l'utilizzo delle piante). Questo processo è stato applicato per inquinamento da atrazina, TCE (Tricloroetilene), DDT, residui di munizioni, acque reflue. Aspetto negativo di questo metodo è la possibilità di formazione di composti intermedi tossici alla pianta stessa. A differenza della rizodegradazione, risulta efficiente anche in suoli contaminati con concentrazioni tali da rendere impossibile la vita di microrganismi.

Fitovolatilizzazione

La fitovolatilizzazione è un processo tramite il quale il contaminante assorbito viene rilasciato nell'atmosfera dopo aver subito processi metabolici che ne trasformano la forma. Questo metodo di bonifica è stato spesso associato alla fitodegradazione per depurare acque sotterranee, suoli, sedimenti e fanghi. La demolizione dell'inquinante è completa ma è importante verificare, per rendere ecologicamente sostenibile questa tecnica, che i prodotti intermedi del processo di demolizione non siano tossici.

La fitovolatilizzazione è stata applicata ai solventi clorurati (TCE), utilizzando il pioppo, e a contaminanti inorganici come selenio, mercurio e arsenico.

Rizofiltrazione

La rizofiltrazione è un processo impiegato per decontaminare da composti tossici organici ed inorganici i corpi idrici (acque superficiali, acque di falda, acque reflue

e fanghi) in quanto la condizione necessaria per l'adsorbimento è la presenza del contaminante in soluzione. Si possono utilizzare sia specie terrestri che acquatiche poste su apposite piattaforme galleggianti. Questo metodo può essere anche adottato ex-situ utilizzando bacini artificiali o colture idroponiche in cui vengono introdotte le piante ed il refluo contaminato. Per questa tecnica è importante il costante controllo della soluzione circolante, specialmente in termini di pH, per il mantenimento del contaminante in soluzione. I più comuni metalli pesanti su cui è stata testata questa tecnica sono Pb, Cd, Cu, Ni, Zn e Cr. Importanti sperimentazioni sulla rizofiltrazione hanno evidenziato l'utilità del girasole per catturare l'uranio contenuto in acque contaminate e in acque di processo: i risultati di queste ricerche sono stati applicati a Chernobyl, in un piccolo stagno che si trova vicino al reattore esploso con il risultato di rimuovere il cesio e lo stronzio.

Progettare un sistema capace di svolgere un'azione di fitorimedio è molto complesso; sono necessarie competenze diversificate che riguardano i campi della geopedologia, delle scienze agrarie e/o forestali, dell'ecologia, dell'idraulica, dell'anatomia e della fisiologia vegetale e della microbiologia.

La tecnica di fitorimedio può essere scelta anche sulla base della destinazione del terreno (industriale, residenziale, agricolo, ecc.); in caso di vicinanza di abitazioni infatti è fondamentale giungere ad una completa bonifica.

In caso di composti inquinanti presenti da molto tempo nel sito è possibile che questi possano diventare meno disponibili per la pianta; se questo può influire positivamente nei confronti del diffondersi dell'agente tossico, l'efficacia delle tecniche di fitorimedio ne può risentire. Altro aspetto da considerare sono le caratteristiche chimiche dell'ambiente inquinato e le eventuali modificazioni su di esso che possono influenzare le trasformazioni dei composti chimici. Inoltre la bibliografia sul fitorimedio riporta frequentemente risultati di prove sperimentali che possono essere riferiti a condizioni di laboratorio le quali non necessariamente possono ripetersi con la stessa efficacia in campo. In molti casi l'agente contaminante non è unico ed è necessario agire su un insieme di sostanze, ognuna delle quali richiede piante specifiche e pertanto va valutato se possano agire contemporaneamente o in diverse sequenze temporali.

Per quanto riguarda le caratteristiche della specie da preferire, in linea generale si possono fare le seguenti considerazioni.

L'apparato radicale più idoneo ai processi di fitorimedio è caratterizzato da una notevole fibrosità e forte capacità di espandersi e di esplorare la più estesa porzione di suolo possibile; l'area da bonificare generalmente deve essere compatibile con lo spazio esplorabile dalle radici, anche se in alcuni casi va tenuto in considerazione che l'agente tossico possa avere un movimento ascendente nel terreno o che gli essudati radicali, responsabili di alcuni processi, siano invece trasportati più in profondità. L'efficacia, in termini di profondità del suolo, sembra essere 30-60 centimetri nel caso di specie erbacee e di 3-6 metri per le specie legnose. Si può affermare che maggiore è la capacità di una specie di espandere sia l'apparato radicale che la parte aerea, accumulando molta biomassa, migliore è l'efficienza del sistema di fitorimedio. Come ricordato molte delle piante iperaccumulatrici sono caratterizzate da biomassa ridotta e da crescita lenta, è quindi importante fare un bilancio tra la quantità di inquinante da eliminare e l'intervallo di tempo in cui il metodo diventa efficace: una pianta che estrae basse concentrazioni ma che è capace di accrescersi velocemente può avere la stessa efficienza di una iperaccumulatrice a crescita lenta.

Da valutare anche il “fattore di accumulazione” (BAF, *biological adsorption factor*), che indica la quantità di inquinante contenuta nei tessuti della pianta in relazione a quella del suolo, e inoltre tutti i fattori che influiscono nella traspirazione della pianta soprattutto per quelle tecniche che implicano l'assorbimento di sostanze inquinanti.

Indicazioni più specifiche riguardo alle possibili specie utili sono riportate nel paragrafo 2.3.4.2; si tenga comunque presente che, trattandosi di tecniche poco diffuse in Italia, le informazioni disponibili si riferiscono a impianti realizzati a scopo anche sperimentale e spesso quindi non utilizzano specie ammissibili a finanziamento PSR.

È fondamentale procedere ad una corretta identificazione delle caratteristiche ambientali del sito, sia per verificare l'adattabilità della specie prescelta sia per garantirne la sua piena funzionalità. In questo senso sarebbe auspicabile scegliere specie autoctone e appartenenti alla stessa regione di provenienza o, quantomeno, provenienti da ambienti compatibili con quello di inserimento. Data la peculiarità dell'intervento è possibile che tali condizioni si verifichino poco frequentemente e pertanto vanno anche valutate le conseguenze di un eventuale inserimento di specie esotiche o estranee all'ambiente dove si opera; inoltre vanno considerati eventuali fenomeni di allelopatia, dovuti alla convivenza di specie abitualmente non associate, che possono condizionare l'efficienza dei processi fisiologici. Trattandosi di tecniche ancora poco diffuse e in fase di sperimentazione, è consigliabile sempre consultare la bibliografia relativa a risultati di studi e ricerche in atto e a interventi già realizzati.

Il sito da bonificare, per quanto possibile, deve essere preservato da fenomeni che possano trasportare notevoli quantità di contaminanti in catene alimentari esterne; in particolare si deve proteggere la vegetazione da danni dovuti ad altri organismi e specialmente dalla fauna che oltre a danneggiare il suolo potrebbe trovare appetibili le specie impiegate (ricche di sostanze tossiche).

Il clima deve essere attentamente valutato per garantire efficienza al sistema anche se eventi meteorologici più gravi non prevedibili (prolungate siccità, gelate, precipitazioni molto intense, ecc.) possono in alcuni casi costituire un grave danno per i tempi di recupero. Temperature, precipitazioni (e quindi deflusso delle acque), vento, luce sono tutti fattori che determinano il successo dell'intervento dalla preparazione del terreno alla funzionalità del sistema una volta che le piante sono state introdotte. La durata del periodo favorevole alla crescita è da mettere in diretta relazione con la quantità di biomassa accumulabile e quindi ogni provvedimento adottato per preservare la crescita delle piante deve essere preso in considerazione sia nella fase preparatoria sia nelle cure colturali soprattutto quando si prevede di inserire specie che permarranno a lungo nel sito.

2.3.4 La progettazione dei sistemi a verde ad alta efficacia di mitigazione

Prima di fornire specifiche progettuali va ricordato che per costruire un efficiente sistema verde occorrono talvolta molti anni. Per ovviare parzialmente a questo inconveniente, qualsiasi sia la finalità, si può prevedere la costituzione di uno o più filari di specie a rapida crescita che possono essere successivamente sostituiti o eliminati. A tale scopo si segnala l'impiego di cloni del genere *Populus* o alcune specie esotiche come ad esempio, tra le conifere, douglasia e, tra le latifoglie, robinia e paulonia (che però non rientrano tra le specie ammissibili dai bandi delle misure 221 e 223 del PSR).

2.3.4.1 Sistemi verdi per il miglioramento della qualità dell'aria

Gli effetti benefici della vegetazione sulla qualità dell'aria riguardano principal-

mente il loro contributo diretto nella riduzione degli inquinanti atmosferici; tuttavia le fasce verdi arboree possono avere una positiva influenza nel condizionare la temperatura degli edifici e, contribuendo ad una loro migliore efficienza energetica, influiscono indirettamente sulla quantità di inquinanti emessi in atmosfera.

Di seguito si riportano, per punti, alcuni criteri generali da tenere in considerazione per la progettazione e per la scelta delle specie utili a creare un sistema verde in grado di contribuire all'intercettazione degli inquinanti presenti in atmosfera.

Il sistema deve essere costituito principalmente da specie con elevato sviluppo in larghezza e in altezza della chioma, quindi arboree: l'efficacia di una fascia nell'intercettazione è maggiore quanto più grandi sono le sue dimensioni sia in altezza sia in termini di superficie occupata. In questo senso le aree boscate risultano più utili delle fasce a filari (Fig. 11).



Fig. 11 L'efficacia di un sistema verde aumenta con le dimensioni in altezza e con l'estensione in superficie. Fasce di larghezza compresa tra 20 e 200 m possono ridurre il particolato nell'aria dal 40 al 75% (da BENTRUP, 2008; modificato).

La disposizione delle piante, per rendere efficace l'intercettazione, deve garantire la costituzione di una banda continua, in cui non si verifichino interruzioni del piano di chioma; pertanto la densità dell'impianto dovrà tenere conto dello sviluppo naturale delle chiome delle specie prescelte allo stadio adulto. Nel caso di sistemi che prevedano la costituzione di fasce (con più filari), la distanza tra le file di piante deve essere tale da creare una banda sufficientemente densa da garantire l'intercettazione degli inquinanti senza pregiudicare, per eccessiva competizione, l'espansione naturale delle chiome.

Le specie con ciclo vitale lungo e che richiedono una manutenzione minima sono utili ai fini della permanenza nel lungo periodo di un sistema efficace.

È importante diversificare il sistema usando, oltre alle specie arboree, anche quelle arbustive e, talvolta, quelle erbacee. Ciò non solo crea un sistema dotato di più livelli di cattura e più gradevole dal punto di vista estetico, ma contribuisce inoltre ad una sua maggiore biodiversità che, nel lungo periodo, concorre a diminuire i rischi dovuti ad una ridotta diversità.

Nella realizzazione sia di aree boscate sia di sistemi a filari è necessario, data la densità, tenere conto del temperamento delle specie prescelte nei confronti della luce al fine di non ostacolare il loro sviluppo.

Nella realizzazione di sistemi a filari deve essere attentamente valutato l'effetto di venti dominanti e della loro direzione. In caso in cui la fascia vada necessariamente posizionata perpendicolarmente alla direzione del vento, è utile prevedere una

ulteriore banda costituita da vegetazione di più piccola taglia (arborea e arbustiva), di altezza progressivamente crescente secondo la direzione del vento, con funzione di accompagnamento delle masse d'aria verso la parte superiore delle fasce.

La scelta delle specie deve tenere conto, in prima analisi, della loro adattabilità all'ambiente di impianto e, solo successivamente, una volta individuato un ventaglio di specie idonee, la preferenza ricade tra quelle che presentano una conformazione della chioma e una morfologia fogliare più adatta all'intercettazione e/o all'assorbimento degli inquinanti.

Le specie sempreverdi sono molto utili nella cattura degli inquinanti per varie ragioni: generalmente hanno chiome dense, con conformazione e fogliame adatto (vedi punti successivi) e sono efficaci anche durante l'inverno. Va comunque ricordato che molte conifere sono sensibili alle sostanze inquinanti più comuni.

Le specie da preferire, nell'ambito di quelle adatte all'ambiente di impianto, dovrebbero essere caratterizzate da un fitto sistema di ramificazione.

Per quanto riguarda la morfologia delle foglie sono da preferire quelle con superfici pelose, essudati resinosi, forma irregolare e struttura grossolana; molti studi confermano la loro maggiore efficacia rispetto alle foglie più lisce; quest'ultime oltre a costituire un più blando ostacolo vengono dilavate più facilmente. Inoltre le foglie di dimensioni più piccole sono generalmente raccoglitori più efficienti delle foglie grandi.

Se tra le specie potenzialmente adatte ve ne sia una (o più) suscettibile a patogeni che ne pregiudichino la sopravvivenza e dei quali si registri una elevata incidenza e diffusione, quando disponibile, è possibile optare per varietà resistenti (es. cipresso e cancro).

Nel caso in cui vada previsto un sentiero o una via di passaggio per i pedoni, questo deve essere inserito tra due fasce di vegetazione e ad una distanza di sufficiente sicurezza rispetto alla fonte inquinante (Fig 12).



Fig. 12 Schema semplificato di un sistema verde per l'inserimento di una via pedonale in un'area ad alto inquinamento atmosferico. Il passaggio pedonale dovrebbe essere isolato dalla fonte di inquinamento da una fascia larga almeno 20 m (da BENTRUP, 2008; modificato).

È possibile prevedere di inserire il sistema verde in un piano scavato e più profondo rispetto alla linea di campo (circa 50 cm) al fine di creare un bacino di raccolta superficiale in cui si possano più facilmente concentrare le sostanze dannose qualora si preveda l'uso di specie arbustive e/o erbacee efficaci nell'intrappolarle e/o trasformarle (Fig. 13). Le specie erbacee sono molto utili per l'assorbimento dei gas.



Fig. 13 Schema semplificato del profilo di un sistema verde con bacino di raccolta (da BENTRUP, 2008; modificato).

La realizzazione di un sistema verde che abbia lo scopo di attenuare l'inquinamento dell'aria da polveri e gas deve necessariamente tenere conto dei criteri sopra riportati, sia che si tratti di un filare sia che si tratti di un impianto più esteso (area boscata). Di seguito si riporta un modello di impianto relativo alla creazione di un sistema a filari. Si tratta di uno schema che può essere assunto come termine di riferimento e non come modello da applicare acriticamente. Lo schema proposto è stato predisposto sulla base di indicazioni bibliografiche che, per tale argomento, sono piuttosto generiche e scarse di riferimenti progettuali specifici. Si ricorda inoltre che l'efficacia di un sistema a filari è inferiore a quello di un impianto più esteso.

Fascia verde a filari

Questo schema prevede la creazione di 4 filari impiegando conifere (o, in sostituzione, specie di latifoglie sempreverdi), latifoglie e specie arbustive (un esempio è riportato in Fig 14).

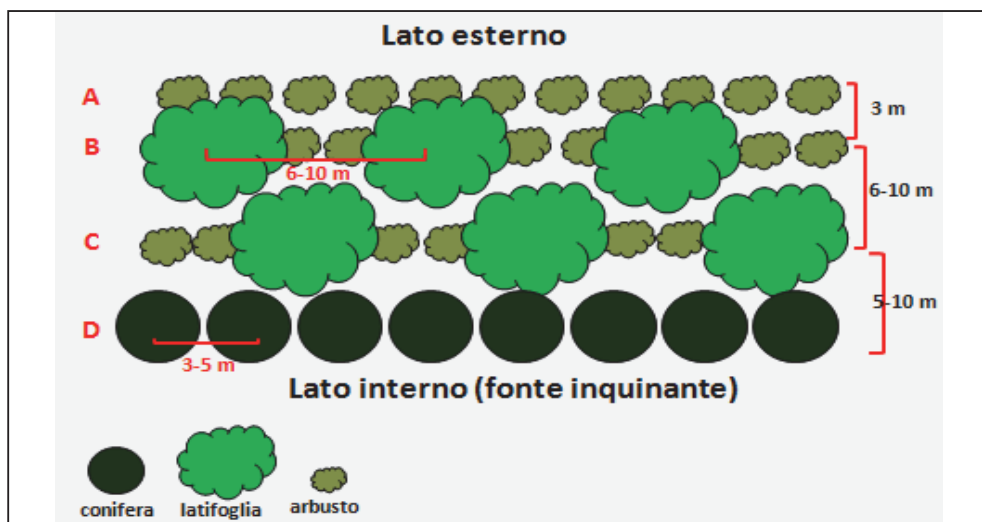


Fig. 14 Esempio (A) di fascia verde per l'intercettazione di inquinamento atmosferico; le distanze tra le piante e tra le file sono indicative poiché dipendono dalle specie utilizzate - per le spiegazioni si rimanda al testo (A. Tani, B. Mariotti).

Fila A (lato esterno, opposto alla fonte inquinante): questo filare è costituito da specie arbustive (o arboree mantenute a portamento arbustivo), possibilmente sempreverdi. È possibile impiegare più di una specie scegliendo la mescolanza per favorire un migliore effetto visivo, essendo questo il lato di maggiore impatto; è possibile alternare una specie sempreverde con una decidua o due specie a differente colore delle foglie e/o dei fiori. La distanza tra le piante nella fila è da valutare sulla base della specie (o delle specie) prescelta, può essere indicativamente di 1.5-2 m. Su questo filare è possibile prevedere una potatura per siepi di tipo ornamentale a patto che l'altezza della siepe sia tale da raggiungere e superare l'inserzione della chioma delle piante arboree retrostanti. La fila A può essere posizionata ad una distanza non superiore ai 3 m dalla fila successiva. Alcune specie consigliabili: viburno, lantana, tasso, erica arborea, rosmarino, lauro, alloro. Per accedere ai finanziamenti previsti dalle misure 221 e 223 del PSR, le specie utilizzate devono essere scelte tra quelle inserite negli allegati A e B del bando.

File B e C: questi filari si compongono di latifoglie alternate a specie arbustive utili a colmare il più possibile lo spazio aperto che rimane tra la superficie del terreno e l'altezza di inserzione della chioma. La distanza tra gli alberi sulla fila deve essere tale da lasciare lo spazio per un sufficiente sviluppo in larghezza delle chiome. La specie arborea può essere diversificata tra le due file o nella fila alternandole. Per la fila B si può optare, qualora sia possibile, per una specie a migliore effetto estetico; il filare C, più a contatto con la fonte inquinante, potrebbe essere più efficace se costituito da una sempreverde. La distanza tra le file B e C, da valutare sulla base della specie prescelta, può variare tra i 6 e i 10-12 m. Alcune specie consigliabili: leccio, sughera, roverella, cerro, farnia, rovere, tiglio, olmo campestre, olmo montano, bagolaro, platano ed anche i generi *Pinus*, *Cedrus*, *Abies* e *Picea*.

Fila D (lato interno, verso la fonte inquinante): questa fila deve essere costituita da specie che garantiscano il miglior livello di cattura, pertanto è consigliabile l'impiego di sempreverdi e, in particolare, di conifere. La distanza tra le piante nella fila può essere di 3-5 m. Per aumentare l'efficacia del sistema, questo filare può essere ripetuto creando un'ulteriore fila verso la fonte di inquinamento. Specie consigliabili: generi *Cupressus*, *Pinus*, *Cedrus*, *Abies* e *Picea* e, tra le latifoglie, leccio e sughera.

L'efficacia degli alberi in filare nel proteggere anche i singoli edifici dagli estremi termici è nota da secoli. L'attenuazione di condizioni di eccessivo freddo o calore permette di risparmiare il consumo di energia e ridurre l'inquinamento dovuto all'uso di impianti di riscaldamento e di raffreddamento. Tale effetto risulta molto utile per i capannoni e, in generale, gli edifici adibiti ad uso industriale ai quali è imputato, per il loro utilizzo, un grosso consumo di risorse.

La progettazione della fascia verde deve basarsi sulla valutazione di due fattori chiave: ombra e vento (*Fig. 15*).

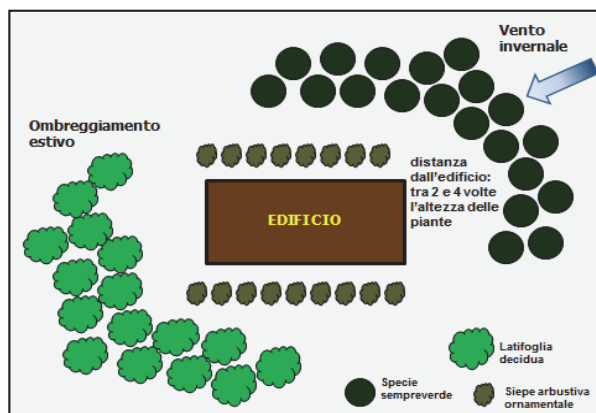


Fig. 15 Schema semplificato della posizione delle barriere protettive rispetto ai venti freddi invernali e all'ombreggiamento estivo (A. Tani, B. Mariotti).

Per mitigare le alte temperature, è necessario massimizzare l'ombra sulla parete più esposta al sole (ovest, sud-ovest), pertanto vanno considerati:

- le dimensioni dell'edificio: sull'altezza deve essere calibrato lo sviluppo longitudinale del sistema verde per ombreggiare, se possibile, anche il tetto (o parte di esso); per quanto riguarda la larghezza, la fascia verde deve avere uno sviluppo tale da considerare lo spostamento della direzione dei raggi solari per essere efficace nella stagione calda lungo tutto il lato dell'edificio esposto a O-SO;
- la penetrazione della luce nel periodo invernale: in questa stagione l'effetto dei raggi solari influisce nel minor consumo energetico per illuminazione e per riscaldamento. Pertanto la scelta di piante a foglia caduca coniuga il positivo effetto di ombreggiamento estivo con l'altrettanto positivo effetto di irraggiamento invernale.

Per mitigare l'azione dei venti freddi invernali vanno previste fasce frangivento; fermo restando che la fascia deve essere posta perpendicolarmente alla direzione del vento, va tenuto conto che:

- per essere efficace in inverno deve essere costituita da specie sempreverdi;
- la fascia frangivento non è una barriera impenetrabile al passaggio delle masse d'aria, bensì deve avere un effetto parzialmente filtrante per essere efficace;
- la posizione del frangivento va valutata in relazione all'eventuale presenza di una fascia mitigatrice della temperatura affinché non si creino contrasti che pregiudichino l'efficacia di entrambe;
- qualora l'area sia caratterizzata da brezze estive che abbiano una direzione diversa dai venti invernali può essere utile mantenere uno spazio libero da vegetazione arborea o caratterizzato dalla presenza di piante con una distribuzione rada che non pregiudichi il passaggio dell'aria;
- in aree battute da vento con neve invernale l'azione della fascia frangivento risulta molto utile ma la sua struttura deve essere tale da mantenersi efficace rispetto agli eventuali danni che questi agenti climatici possono apportare alla vegetazione (schianti, stroncamenti, danni da gelo, ecc.); in questo senso diventa fondamentale la scelta di una specie adatta e l'applicazione di cure colturali che devono mirare al mantenimento della stabilità.

Per il sistema verde atto a questi scopi non è identificabile un modello univoco di impianto. La variabilità degli elementi da tenere in considerazione è notevole; è dovuta al luogo dove si trovano gli edifici, nonché alla forma, alle dimensioni e alla

posizione di questi, alla direzione dei raggi solari, alla situazione climatica locale. Tuttavia, una volta identificate queste variabili, data la relativa semplicità dei criteri progettuali (essenzialmente ombreggiare d'estate il lato assolato) è possibile dare sfogo alla creatività progettuale scegliendo combinazioni di specie, tra quelle adatte, che possono anche basarsi su fattori estetici.

Tra le specie particolarmente adatte all'ombreggiamento si ricorda, per gli ambienti più mediterranei, il pino domestico. Da non trascurare è inoltre la pratica, di antica tradizione, di coprire le pareti con piante rampicanti, tra cui vite americana, edera, ecc.; l'opportunità di questa scelta deve tenere conto di una gestione di contenimento del rampicante per evitare danni a parti degli edifici (es scoli e grondaie, ecc.). Il rinverdimento degli edifici può essere realizzato anche attraverso lo sviluppo di "verde verticale", cioè di strutture architettoniche (tipo sistemi di fioriere e griglie) appositamente progettate per il rinverdimento delle pareti. Queste soluzioni sono state pensate con lo scopo di inserimento ambientale e/o di rinverdimento di ambienti urbanizzati ma possono risultare utili anche nella mitigazione delle temperature; interessanti soluzioni sono riportate da LEENHARDT *et al.* (2007).

Per la scelta del materiale di vivaio e le cure colturali post-impianto vale quanto già descritto precedentemente nell'esempio relativo alla fascia a filari. Per quanto riguarda la costituzione e la gestione della fascia frangivento si rimanda al rispettivo capitolo.

2.3.4.2 Sistemi verdi per il miglioramento della qualità dei suoli e delle acque: il fitorimedio

Per i sistemi atti alla depurazione delle acque e dei suoli per dilavamento (fitodepurazione), si rimanda al relativo capitolo.

Le azioni di fitorimedio, nate per bonificare suoli ed acque di siti inquinati, possono essere seriamente prese in considerazione come integrazione delle misure preventive rispetto alle emissioni di inquinanti, ma la complessità di un sistema di fitorimedio e la diversità delle tecniche adottabili, in relazione all'ambiente, al tipo e alla quantità e concentrazione dei contaminati, alle condizioni ambientali, ecc. non permette di indicare un modello di schema standard di impianto.

Oltre ai criteri già descritti, si riportano alcune informazioni relative a esperienze italiane ed estere. Va ricordato che queste tecniche, nate sulla base dello studio della vegetazione tollerante i metalli pesanti in siti minerari, si basano in larga parte sull'impiego di piante erbacee. Per la vegetazione arborea sono ancora pochi i generi di cui è stata testata l'utilità; tra questi vi sono *Populus* e *Salix* che oltre alle loro specifiche capacità di agire sugli inquinanti presentano il vantaggio di adattarsi a condizioni ambientali variabili, hanno un notevole accrescimento e, quindi, una grande capacità di accumulo di biomassa e si propagano assai facilmente per via vegetativa.

Va inoltre ricordato che le azioni di fitorimedio sono per lo più state realizzate all'estero, che in Italia tali azioni sono principalmente condotte come esperienze sperimentali e che comunque le specie impiegate sono quelle con caratteristiche idonee alla tecnica utilizzata. Pertanto le piante utili possono non rientrare nelle liste degli allegati A e B dei bandi delle misure 221 e 223 del PSR.

L'IBIMET del CNR sta conducendo test sulle capacità di accumulazione di alcuni genotipi di specie arboree appartenenti ai generi *Populus*, *Salix*, *Ailantus* e *Robinia* e si occupa, in collaborazione con l'Istituto di Dendrologia di Kornik (Polonia), di metodologie di fitorimedio utilizzando le specie in collezione per la decontaminazione

di siti inquinati da pesticidi (tra cui anche DDT, DNOC, 2,4D, MCPA, simazina) con risultati molto interessanti.

Anche il Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura dell'Università di Firenze conduce esperienze sulle specie accumulatrici di metalli pesanti tra cui, oltre alle erbacee, alcune arbustive ed arboree presenti in siti minerari toscani (alcune delle specie analizzate sono: *Arbutus unedo*, *Arum italicum*, *Castanea sativa*, *Daphne laureola*, *Dryopteris Filix-mas*, *Erica arborea*, *Fraxinus ornus*, *Ilex aquifolium*, *Lilium* spp., *Luzula* spp., *Orchis* spp., *Rubus fruticosus*, *Quercus ilex*).

Il Dipartimento di Geoingegneria e Tecnologie Ambientali dell'Università di Cagliari ha progettato un impianto di bonifica di un sito inquinato da metalli pesanti impiegando specie sia erbacee sia arbustive: *Festuca arundinacea*, *Mirabilis jalapa*, *Scrophularia canina* L.ssp. *bicolor* (Sibth. et Sm.) Greuter, *Cistus salvifolius*.

Molto più numerose sono le ricerche e le applicazioni condotte negli Stati Uniti. Per esse la bibliografia è ricca di informazioni su tecniche e specie impiegate. Nella Tab 2 se ne indicano alcune, per informazioni più approfondite si rimanda a SCHNOOR (1997).

Presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali (DISTA) dell'Università di Bologna sono state testate tecniche di fitoestrazione per la bonifica di suoli contaminati da metalli pesanti in cui sono state prese in considerazione alcune specie erbacee iperaccumulatrici, tra queste la famiglia delle *Brassicaceae* (che comprende alcuni dei più efficienti iperaccumulatori). Sono state studiate:

- *Brassica juncea* (conosciuta comunemente come senape indiana o brassica) che si caratterizza per una più elevata produzione di biomassa rispetto alle altre iperaccumulatrici e può essere efficace per inquinamento da Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn;
- *Thlaspi caerulescens* per Ni, Zn e *Thlaspi rotundifolium* per Pb, Ni, Zn;
- *Alyssum wulfenianum* per Ni;
- la famiglia delle *Graminaceae* e, in particolare, *Festuca arundinacea* per Pb, Zn.

Le esperienze bolognesi hanno testato alcune specie di rilevante interesse agrario, che pur avendo un più basso tasso di accumulo di contaminanti, compensano con il maggior tasso di accumulo di biomassa; tra queste sono citate mais, girasole, sorgo, medica. Le capacità di estrazione dei metalli pesanti possono essere accelerate attraverso l'uso di chelanti sintetici (EDTA, HEDTA ecc.) che però va valutato in relazione al rischio di lisciviazione dei metalli stessi.

Anche la Regione Liguria (Progetto PHYLES), in collaborazione con l'Istituto di Biofisica CNR sezione di Genova, ha realizzato un impianto di fitoestrazione con l'impiego di *Brassica juncea*, *Helianthus annuus* (girasole) e *Zea mays* (mais).

Esiste infine una specifica Azione COST dell'Unione Europea (COST 837 *Plant biotechnology for the removal of organic pollutants and toxic metals from wastewaters and contaminated sites*) che si è occupata dello stato delle esperienze e delle ricerche, a livello paneuropeo, in questo settore. Nel relativo sito web è possibile trovare una serie di pubblicazioni e informazioni utili per approfondire le conoscenze su questo argomento: <http://lbewwww.epfl.ch/cost837/>.

Tab. 2 Specie impiegate in interventi di fitorimediazione, per consultazioni più specifiche si rimanda a SCHNOOR (1997).

Specie	Inquinante	Tipo di azione	Luogo
<i>Helianthus annuus</i>	Cs, Sr	Rizofiltrazione	Chernobyl (Ucraina)
<i>Helianthus annuus</i>	U	Rizofiltrazione	Ohio, USA
<i>Brassica juncea</i>	Pb	Fitoestrazione	New Jersey, USA
<i>Helianthus annuus</i> e <i>Brassica juncea</i>	U, nitrati	Rizofiltrazione	Colorado, USA
Gen. <i>Populus</i>	Pb, Zn, Cd	Fitostabilizzazione	Kansas, USA
Gen. <i>Populus</i>	As, Cd	Fitostabilizzazione	South Dakota, USA
<i>Thlaspi caerulescens</i>	Zn, Cd	Fitoestrazione	Pennsylvania, USA
<i>Brassica</i> sp.	Se	Fitovolatilizzazione	California, USA
Gen. <i>Pupulus</i> e ibridi	TCE, PCA	Fitotrasformazione	Maryland, USA
Gen. <i>Pupulus</i> e ibridi	TCE	Fitotrasformazione	Texas, Usa
<i>Elodea</i> , gen. <i>Typha</i> , <i>Phalaris canariensis</i>	TNT, RDX	Fitotrasformazione	Tennessee, Usa
Pioppi ibridi, specie acquatiche, <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Maranta arundinacea</i>	TNT, RDX	Fitotrasformazione	Iowa, USA
Pioppi ibridi	BTEX, TPH	Fitotrasformazione	Utah, USA
Pioppi ibridi	atrazina	Fitotrasformazione	Iowa, USA

2.3.4.3 Sistemi verdi per scopo estetico e paesaggistico (inserimento ambientale) e filtro di odori

Gli elementi che rendono gradevole alla vista una fascia di vegetazione spesso non si conciliano con lo svolgimento di altre funzioni di tipo più ecologico che possono essere richieste ad un sistema di vegetazione; in molti casi il paesaggio “naturale” è considerato disordinato e meno attraente rispetto a sistemi verdi più curati ma con limitate funzioni dal punto di vista ecologico.

Quando la funzione della fascia di vegetazione è esclusivamente di tipo estetico e di inserimento per ridurre l'impatto visivo di un aggregato industriale o di un singolo capannone, la progettazione ne risulta semplificata in quanto, una volta individuato un ventaglio di specie adatte all'ambiente di introduzione, la scelta verrà effettuata sulla base della combinazione per il migliore effetto estetico. In altri casi, la sfida è quella di progettare fasce che concilino le funzioni desiderate offrendo paesaggi che siano anche visivamente graditi.

Per la progettazione di sistemi con questo tipo di funzione possono essere presi in considerazione i seguenti aspetti:

- la porzione del sistema verde posta verso l'esterno può essere pensata per schermare ed essere quindi esteticamente più piacevole della parte interna che invece può essere progettata più specificatamente per svolgere anche altre funzioni;
- per catturare positivamente l'interesse visivo, è possibile fare leva sulla diversità di colore delle specie (gradazioni di verde per le foglie, di grigio per la corteccia e di varie colorazioni per le fioriture), sui cambiamenti cromatici stagionali, sulla combinazione di altezze delle specie arboree e sulla mescolanza con gli arbusti;

- la creazione di spazi a prato in cui siano presenti aiuole con specie di interesse floricolo incrementano ulteriormente l'effetto estetico;
- le specie impiegabili, qualora non si tratti di interventi di tipo forestale, possono essere attinte anche dal settore vivaistico ornamentale;
- quando possibile, la creazione di un sistema accogliente per l'avifauna contribuisce alla naturalità. Molte specie arboree hanno fioriture gradevoli alla vista e con fruttificazioni appetibili dall'avifauna, nell'allegato B delle misure 221 e 223 del PSR, che contiene l'elenco delle specie di alberi e arbusti impiegabili per ottenere il finanziamento, queste specie sono evidenziate in grassetto.

Nel caso di impianti di tipo industriale o agricolo che producano odori spiacevoli a partire da fonti poste ad altezze compatibili con la vegetazione arborea (si escludono quindi ad es. le alte ciminiere) si possono impiegare filari arborei che sono in grado di svolgere un'azione di attenuazione nei confronti del cattivo odore.

La posizione dell'impianto dovrebbe essere quella mostrata in *Fig 16*, in cui si pone lungo la direzione del vento prevalente, prima che raggiunga l'aggregato che produce l'esalazione, una fascia frangivento per ridurre la velocità delle masse d'aria che contribuiscono al movimento del cattivo odore e, lungo la stessa direzione ma dopo la fonte di esalazione, un'altra fascia con funzione di filtro. Caratteristiche della fascia filtro sono:

- la densità elevata delle chiome (>65%; BENTRUP, 2008);
- la distanza della fascia filtro dalla fonte dell'odore, che deve essere la minima possibile;
- l'altezza della vegetazione, che sarà calibrata sull'altezza del punto di esalazione (la fascia deve possibilmente superare in altezza tale punto) e sulla velocità del vento.

Può essere raccomandabile disporre la fascia filtro lungo tutto il perimetro della zona di esalazione, in questo caso la distanza della fascia frangivento deve essere calcolata rispetto alla posizione della fascia perimetrale. Per mantenere la funzione di filtro anche nella stagione invernale sarebbe utile utilizzare prevalentemente specie sempreverdi. Nella scelta delle specie, tra quelle idonee al sito di impianto, deve essere considerato anche il temperamento nei confronti della luce: nella fascia filtro, come in quella anti-inquinamento atmosferico, è importante che non vi siano interruzioni del piano di chioma e quindi non è consigliabile inserire specie che potrebbero soffrire particolarmente l'ombreggiamento delle piante vicine. Per quanto riguarda la costituzione e la gestione della fascia frangivento si rimanda al paragrafo relativo.

La banda con funzione di filtro può essere costituita da tre filari, di cui almeno i primi due composti da specie sempreverdi. La distanza tra le piante e tra le file, in relazione alle specie prescelte, è da contenere entro gli 8 m tra le latifoglie e i 6 m tra le conifere (per impianti ammissibili al PSR sono fissate precise distanze tra le piante). Alcune specie consigliabili: cipresso, pioppo cipressino, leccio, querce caducifoglie, provenienti da vivaio: in materia si rimanda a quanto descritto per l'esempio della fascia filari nel rispettivo paragrafo.

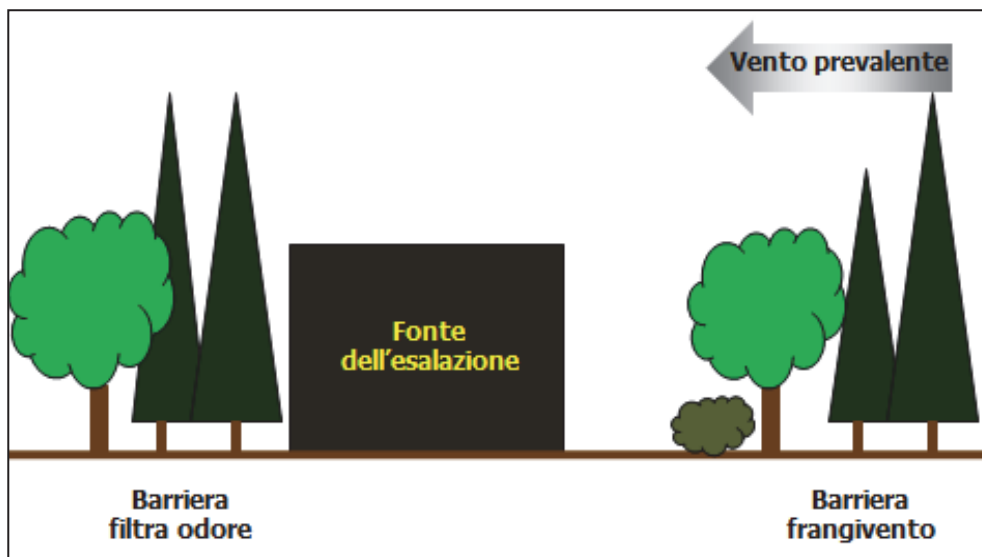


Fig. 16 Schematizzazione della posizione della barriera frangivento e della barriera filtro per contrastare la diffusione di odori - per ulteriori dettagli si rimanda al testo (A. Tani, B. Mariotti).

2.3.4.4 Sistemi verdi a scopo di delimitazione perimetrale

La fascia vegetazionale può efficacemente svolgere una funzione di barriera per contribuire a proteggere dalle incursioni i singoli edifici industriali o i loro aggregati.

Nella progettazione del filare deve essere tenuta in considerazione, in primo luogo, la creazione di un ostacolo fisico alla penetrazione. È opportuno massimizzare la densità del sistema di ramificazione e del fogliame, che devono raggiungere anche la parte più bassa. Pertanto si dimostrano indispensabili anche le specie arbustive che possono incrementare l'effetto difesa grazie anche alla scelta di quelle che hanno le spine.

Per una maggiore efficacia la gestione delle cure colturali può fare riferimento a quella applicata alle siepi che tradizionalmente venivano usate negli ambienti rurali per la delimitazione delle proprietà in cui si intrecciavano le chiome delle piante. Questo tipo di filari si presta anche all'inserimento di specie ad elevato effetto estetico.

Le siepi perimetrali possono essere gestite senza particolari cure (a sviluppo libero) oppure in modo tale da ottenere forme desiderate se si procede con periodi che potature laterali e/o sommitali. Le potature contribuiscono, per alcune specie, a rinvigorire la spinosità.

Si riporta, a titolo di esempio Fig 17, la descrizione di uno schema che si ispira a esperienze realizzate da Venetoagricoltura. Si tratta di uno schema di siepe ad un solo filare composto di più specie arboree (2 o 3) scelte tra le latifoglie, alternate a più specie arbustive che possono combinare la funzione perimetrale con quella estetica. La distanza di impianto nella fila è 1 m tra ogni singola pianta, lasciando tra le specie arboree uno spazio di almeno 5 m (o superiore, variabile a seconda dell'espansione della chioma della specie prescelta). Questo tipo di siepi può essere potato secondo criteri ornamentali o lasciata a sviluppo libero. Per la scelta del materiale di vivaio si rimanda a quanto descritto per l'esempio della fascia filari nel paragrafo relativo.

Alcune specie impiegabili tra gli arbusti o alberelli sono: agazzino, biancospino, corniolo, crespino, fusaggine, lantana, ligustro, maggiociondolo, melastro, mirabolano, nocciolo, viburno lantana, perastro, prugnolo, rosa canina, sambuco nero, scotano. Tra gli alberi: robinia, bagolaro, frassini, carpini, acero campestre, pioppo cipressino, cipresso.

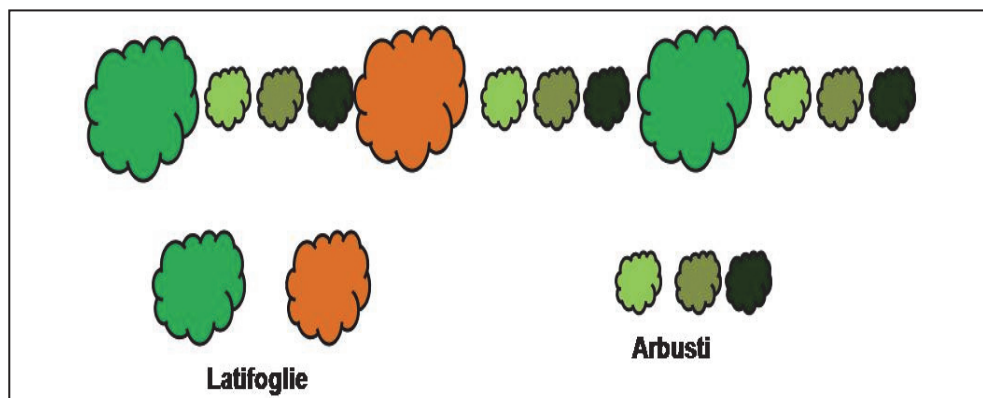


Fig. 17 Schema semplificato di una siepe monofilare a funzione perimetrale (A. Tani, B. Mariotti).

2.3.4.5 Sistemi verdi per produzione legnosa o di biomassa

I sistemi verdi possono essere concepiti per avere anche una funzione produttiva; nel caso delle aree industriali questa è di solito una funzione di secondaria importanza. Vi sono però alcune situazioni in cui la produzione di legno assume un ruolo prioritario nella gestione dell'impianto, come ad esempio:

- produzione di biomassa legnosa (da cippato) per alimentare i sistemi di riscaldamento di fabbricati ed edifici;
- compensazione di emissioni CO₂;
- introduzione, nel sistema verde pianificato per assolvere altre funzioni, di alcuni individui da curare secondo i principi dell'arboricoltura da legno di qualità o della selvicoltura d'albero per ottenerne un prodotto di elevato pregio.

La Regione Toscana ha già pubblicato manuali tecnico-operativi in cui sono riportati moduli, cure e tecniche colturali e le specie idonee per quanto riguarda sia l'arboricoltura da legno di qualità sia l'allevamento di piante di pregio (BURESTI LATTES e MORI, 2004; AA. VV., 2007) sia per quanto concerne la produzione di biomasse legnose (FRANCESCATO *et al.*, 2009; MEZZALIRA, 2003). Pertanto per la gestione di questo tipo di impianti si rimanda a queste pubblicazioni.

Di seguito si riporta, a titolo di esempio, un sistema a filari atti alla produzione sia di biomassa sia di tronchi di pregio (Fig. 18).

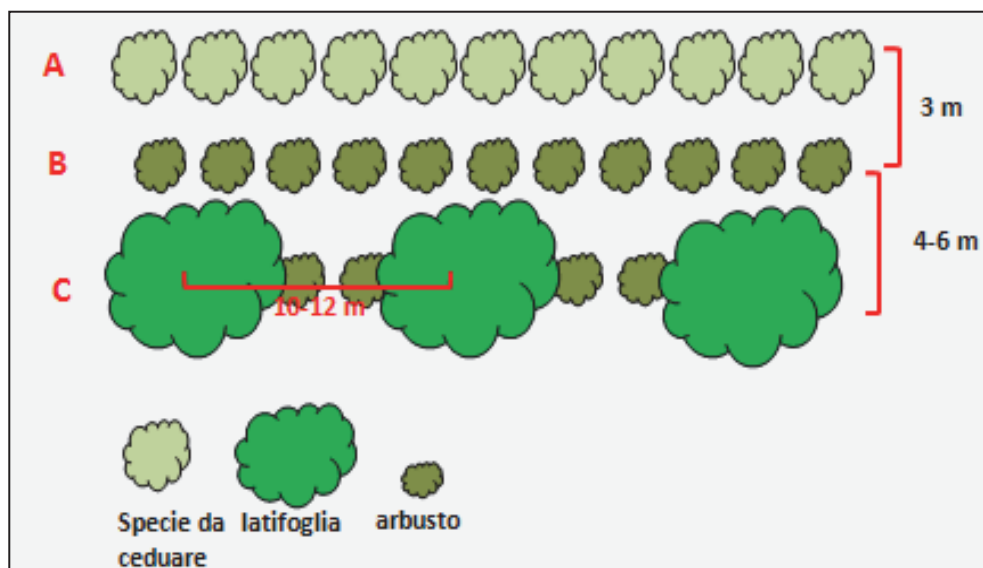


Fig. 18 Esempio di sistema a filari per la produzione legnosa (A. Tani, B. Mariotti).

Fila A – in questa fila si dispongono alberi da utilizzare per biomassa da ceppaie. Distanza tra le piante nella fila 0.5-1 m. Turni 2-4 anni. Alcune specie consigliabili: pioppo, robinia, o, in alternativa, carpino bianco, olmo, acero campestre, platano.

Fila B – in questa fila può essere ripetuto lo schema della fila A oppure si può optare per l'inserimento di piante arbustive. Distanza tra le piante nella fila 1.5-3 m. Alcune specie consigliabili: nocciolo, sambuco, salici a portamento arbustivo.

Fila C – in questa fila si trovano le latifoglie nobili da curare secondo i criteri dell'arboricoltura di qualità. Distanza tra le piante nella fila 10-12 m. Turni 25-40 anni. Alcune specie consigliabili: noce, ciliegio, frassini, rovere, farnia, tiglio, ciavardello, perastro.

Per quanto riguarda il materiale di vivaio si rimanda a quanto descritto nell'esempio del capitolo relativo ad eccezione di ciò che riguarda l'impiego di materiale di grosse dimensioni: allo stato attuale nei vivai forestali non è disponibile una produzione consolidata specificatamente per l'arboricoltura da legno. Va inoltre ricordato che:

- per il raggiungimento dell'obiettivo produttivo, nel caso dell'arboricoltura da legno di qualità, le specie prescelte dovranno trovare condizioni ambientali pressoché rispondenti al loro ottimo ecologico;
- per il buon esito di un impianto di arboricoltura da legno di pregio è determinante la qualità del materiale di vivaio (vedi capitolo relativo).

2.4 Realizzazioni tecniche

2.4.1 Preparazione dei terreni

Per realizzare un impianto di specie arboree e arbustive occorre preparare il terreno in profondità onde predisporre le migliori condizioni per l'affermazione degli individui arborei e arbustivi posti a dimora. Le lavorazioni del terreno servono a rendere maggiormente disponibili le risorse presenti e più esplorabile il terreno dalle radici. Gli individui arborei

e arbustivi posti a dimora si avvantaggiano di suoli che normalmente sono abbastanza favorevoli alla piantagione: freschi, spesso profondi, con buona tessitura e discreta struttura. È quindi opportuno adottare tutte le tecniche che possano permettere alle specie impiegate di esprimere tutte le loro potenzialità, attraverso l'eliminazione della concorrenza, le lavorazioni profonde del terreno, le assidue cure colturali. Qui di seguito si farà riferimento a situazioni nelle quali è possibile la meccanizzazione delle operazioni colturali, caso più frequente, considerato che ci si trova spesso ad operare nell'ambito di aziende agricole o comunque in zone caratterizzate da una discreta accessibilità.

Si sottolinea, a tal proposito, che il ciclo di lavorazioni estensive di seguito descritto, mutuato dalle tecniche dell'arboricoltura da legno e sicuramente valido per ottenere risultati efficienti, è praticabile, ai sensi della vigente legislazione regionale (LR 39/2000) e ai fini dell'ottenimento di eventuali contributi comunitari (PSR), sui terreni agricoli, mentre necessita di specifica autorizzazione ai sensi del regolamento 48R/2003 art 42. se praticato su terreni saldi (pascoli e terreni non coltivati da più di 8 anni, e non è di norma possibile su terreni forestali. L'esecuzione dei lavori dovrà rispettare i dettati dell'art. 82 e seguenti, riguardanti le norme tecniche e i limiti operativi. Sui terreni forestali, definiti come esplicito nell'introduzione, è possibile effettuare impianti a buche e le relative opere e cure colturali.

Ciò premesso, la buona tecnica di realizzazione d'impianti forestali prevede le seguenti operazioni.

La prima operazione riguarda il trattamento della vegetazione spontanea preesistente. Limitatamente alle zone di impianto e alla loro immediata periferia, sarà necessario eliminare l'eventuale vegetazione presente, non solo per facilitare la piantagione ma anche per ridurre la competizione. Nel caso si tratti di vegetazione erbacea questa può venire interrata con l'aratura, nel caso invece di presenza diffusa di arbusti legnosi è necessario il preventivo passaggio con un decespugliatore: gli apparati radicali saranno poi eliminati con la lavorazione principale. Nel caso di grandi superfici da lavorare, dopo il decespugliamento, si dovrà curare l'eventuale spietatura e la formazione del piano di lavoro da effettuarsi con apripista dotati di lama frontale, sempre riferendosi a superfici non minime, curare la realizzazione di un reticolo di smaltimento delle acque superficiali, realizzando semplici fosse livellari da connettere con la rete naturale di deflusso. Preparato così il piano di lavoro, le lavorazioni sono differenziate a seconda del tipo di terreno in cui si deve realizzare l'impianto.

Le lavorazioni si distinguono in:

- lavorazioni principali;
- lavorazioni secondarie.

Lavorazioni principali

In relazione alla natura dei suoli e alla dotazione di sostanza organica, le lavorazioni principali possono essere eseguite in due modi sostanziali:

1) l'*aratura profonda* o scasso, viene eseguita in genere da trattori pesanti dotati di aratri da scasso che smuovono il terreno per una profondità che in media può variare da 65 a 110 cm. riportando in superficie strati di terreno meno fertili. Si tratta di un'operazione dalla quale le piante possono trarre importanti benefici connessi al miglioramento delle condizioni fisico-chimiche del suolo, ed in particolare della macroporosità e resistenza alla penetrazione, che favoriscono un più rapido accrescimento iniziale e una maggior espansione dell'apparato radicale. Questa lavorazione

è sconsigliata per terreni argillosi in particolare quelli collinari dove più precario è l'equilibrio idrogeologico mentre meglio si presta per terreni seminativi di pianura a matrice limoso sabbiosa dove gli strati di terreno più profondi possono essere più ricchi di elementi nutritivi accumulati nei pressi delle solette di lavorazione.

2) la *rippatura*, può essere effettuata con ripper o con aratro ripuntatore che contemporaneamente ripunta ed ara il terreno per una profondità media di 60-70 cm, mantenendo inalterata la stratificazione del terreno stesso. Questo intervento si adotta nel caso non sia opportuno alterare la stratificazione degli orizzonti di suolo o ci si trovi in condizioni morfologiche e pedologiche per le quali ci sia da temere l'innescare di pericolosi processi erosivi.

Lavorazioni secondarie

Le lavorazioni secondarie agiscono sugli strati più superficiali del terreno e devono essere effettuate successivamente alle lavorazioni principali profonde, con terreno in tempera (giusto contenuto di umidità), allo scopo di preparare il terreno dove si svilupperà, specie nel primo anno di impianto, l'apparato radicale delle giovani piantine, e di eliminare le infestanti. Si tratta di varie operazioni quali:

- aratura superficiale di circa 30 cm di profondità consigliabile dopo la rippatura di terreni argillosi perfettamente in tempera,
- frangizollatura effettuata con morgano (frangizollatore a dischi) adatta in particolare su terreni limoso argillosi che hanno subito un'aratura profonda;
- ripuntatura con coltivatori a denti elastici da effettuare su terreno precedentemente rippato e ricco di scheletro;
- vangatura da effettuare dopo la rippatura per smuovere il terreno anche con un certo grado di umidità senza rovesciarlo completamente e senza rischi di soletta.

Ove non sia possibile procedere alle lavorazioni indicate il terreno potrà essere preparato a buche aperte o con trivella ($d = 20-30$ cm) portata da una trattoria o, nell'impossibilità di meccanizzare l'operazione, scavate a mano ($40 \times 40 \times 40$ cm). Anche per l'apertura delle buche, specie se con trivella, occorre operare con terreno in tempera, evitando di adoperare questo attrezzo in terreni troppo umidi o con elevato contenuto d'argilla per non incorrere nell'eccessiva compattazione delle pareti e del fondo della buca.

Prima della piantagione, considerando lo scopo della piantagione, occorrerà materializzare sul terreno le posizioni che le piante dovranno occupare nello schema d'impianto. Pertanto si renderà necessario *squadrare il terreno* e porre picchetti che individuino la posizione delle singole piante da porre a dimora secondo il disegno funzionale delle cortine da realizzare (moduli di impianto) i picchetti individueranno i punti esatti ove aprire le buche per la posa a dimora.

2.4.2 La piantagione

L'epoca di piantagione dipende sia dalle condizioni di umidità che dal tipo di postime e dalla sua disponibilità. Teoricamente la piantagione potrebbe essere effettuata dal tardo autunno alla fine dell'inverno, durante il periodo di riposo vegetativo. In realtà utilizzando postime a radice nuda, che non può essere estratto dalle aiuole di vivaio prima del tardo autunno, la piantagione può avvenire solo verso la fine dell'inverno, prima della ripresa vegetativa. Inoltre se le piantine, per motivi organizzativi, dovranno essere portate nel luogo di impianto prima della piantagione, si renderà necessario scavare apposite fossette "tagliole" e sistemarvi i mazzi di piantine con le radici ricoperte con terra fine.

Se invece si utilizza postime in contenitori è possibile anticipare il ritiro delle piantine dal vivaio e effettuare l'impianto anche in tardo autunno-inizio inverno.

Prima della messa a dimora, ogni qualvolta la disposizione dei filari lo consenta, potrebbe essere opportuno stendere sul terreno una banda pacciamante di film plastico ottima sia per il controllo delle infestanti che per una migliore conservazione dell'umidità e aumento della temperatura del suolo (*Foto 8*). La pacciamatura verrà poi tolta entro i primi due-tre anni successivi all'impianto. In alternativa è possibile utilizzare singoli collarini pacciamanti biodegradabili



11. Pacciamatura di giovane piantina

La messa a dimora delle piantine si effettua con la zappa e /o la vanga. Nel caso di postime con pane di terra è possibile utilizzare anche semplici attrezzature come l'asta trapiantatrice.

La profondità di interrimento deve essere la stessa che le piante avevano in vivaio. Allo scopo, considerato che si impianta su terreno smosso, la terra deve essere portata fin poco sopra il colletto.

Macchine trapiantatrici comunemente utilizzate anche per la *Short Rotation Forestry*, sono indicate solamente per terreni pianeggianti e per impianti di grandi dimensioni.

2.4.3. Altri interventi

La realizzazione di strutture arboree e arbustive artificiali può richiedere l'esecuzione di opere accessorie quali l'apposizione di pali tutori alle piante nella fase d'impianto, eventuali sistemi d'irrigazione o irrigazioni di soccorso post impianto ed eventuali chiudende o protezioni singole delle piante per proteggere le piantagioni dall'ingresso di persone e animali nei primi anni. Sono realizzazioni che in parte esulano dalla possibilità di finanziamento da parte del PSR misura 221 e 223 e che, viceversa, hanno un costo generalmente elevato. Questi interventi dovranno dunque essere presi in considerazione in fase progettuale, valutandone la necessità e la sostenibilità economica e supportando le scelte con precise motivazioni tecniche.



*12. Tutoraggi, protezione e pacciamatura
(G. Sanesi)*

2.4.4 Cure colturali nei primi 5 anni dopo l'impianto

Il piano di coltura e coltivazione dovrà prevedere l'esecuzione di adeguate cure colturali per garantire il successo della piantagione come il controllo delle infestanti; tra queste scerbature, diserbi manuali o meccanici, se possibili, la sostituzione delle fallanze nei primi tre anni dopo l'impianto, eventuali irrigazioni di soccorso, lavorazioni superficiali e potature di formazione.

Il controllo delle infestanti sarà effettuato nei primi 3-5 anni dalla piantagione o fintanto che le piante messe a dimora non siano esse stesse in grado di ombreggiare le specie, ricorrendo ogni anno a uno o due interventi come lavorazioni meccaniche superficiali del terreno, sfalci andanti e localizzati, meccanizzati o manuali ed eventuali diserbi chimici che il progetto di impianto dovrà indicare in relazione alle caratteristiche della stazione, delle specie prescelte, ai moduli di impianto adottati, alla presenza di pacciamature ecc. Si tratta di interventi onerosi e per questo è importante che il progetto individui moduli di impianto che facilitino la loro realizzazione.

Il risarcimento delle piantine non attecchite va effettuato prima possibile, entro il primo anno dalla messa a dimora, utilizzando materiale, anche morfologicamente analogo a quello dell'impianto, da mettere a dimora in buche di idonee dimensioni appositamente aperte. Considerati gli obiettivi che ci si pone con la costituzione dei filari, il risarcimento va effettuato anche quando la percentuale di fallanze è bassa. Nei rimboschimenti, di norma, si interviene solo se la percentuale di piante non attecchite supera il 10%; nei filari è invece opportuno intervenire già al di sopra del 5%. Comunque nella realizzazione di impianti finanziati ai sensi delle misure previste nel PSR, la densità d'impianto prevista nel progetto approvato dovrà esser garantita per poter conseguire il collaudo delle opere.

Nell'anno dell'impianto e anche nel secondo/terzo anno potrebbero essere necessarie irrigazioni di soccorso che sono meglio attuabili con filari percorribili lateralmente da un mezzo agricolo per il trasporto dell'acqua. Di norma nell'ambiente ripariale che garantisce più di altri un minimo di umidità del suolo anche nelle annate più siccitose, le irrigazioni di soccorso sono meno necessarie.

2.4.4.1 Il controllo dello sviluppo delle piante delle fasce vegetali

Le varie tipologie di fasce vegetali costituiscono strutture dinamiche in cui il ruolo attivo della vegetazione deve rimanere efficiente nel tempo mantenendo le caratteristiche di densità e distribuzione funzionali all'assolvimento delle loro funzioni. Per questo è fondamentale che nella fase progettuale, così come nella manutenzione, si tenga presente la dinamica dell'accrescimento dei singoli individui. Pertanto potranno rendersi necessari interventi di cura continuativa, volti a regolare e rendere efficiente la struttura delle fasce. L'eccessivo sviluppo di individui arborei ed anche arbustivi dovrà essere contenuto, ove necessario, con opportuni interventi come le potature o con la ceduzione delle latifoglie.

Potature. La tecnica di potatura più efficiente prevede interventi moderati e frequenti sulle piante arboree e arbustive, utili sia a limitare l'aggetto dei rami, magari verso campi coltivati, che ad aumentare la densità della copertura foliare laterale. È indispensabile evitare il ricorso a tagli importanti sulle branche principali e riduzioni eccessive della vegetazione che comportano il riscoppio di rami avventizi di scarso ancoraggio e spesso eccessiva densità. Per evitare questi fenomeni di risposta naturale ai traumi della potatura intensa è preferibile adottare moduli di alleggerimento delle chiome relativamente precoci e frequenti, che prevedano il rilascio di cime di ritorno, sia pure abbassando, quando necessario, le porzioni più alte della chioma. Anche se ciò comporta indubbiamente costi immediati più elevati, comporta nel tempo un'economia di scala dovuta alla maggiore efficienza delle strutture, per es. quelle fonoassorbenti, minore incidenza delle patologie causate dai traumi (attacchi fungini, marciumi ecc.) e pertanto una maggiore durata dell'opera, nonché una complessiva migliore efficienza ecologica e paesaggistica.

Al fine di migliorare le caratteristiche di portamento e quindi sia un valore estetico sia soprattutto commerciale ovvero il valore economico del legno di specie a legname pregiato che numerose possono essere utilizzate anche per la costituzione di impianti vegetali lineari si potranno prevedere opportune potature di formazione.

Ceduazioni. Per mantenere gli individui arborei nella fascia dimensionale utile all'efficienza delle cortine vegetali così come progettato, può essere utile procedere a regolare ceduzione delle latifoglie che tendano ad accrescersi oltre misura. Allo scopo si ritiene indispensabile ceduare i singoli individui in modo scalare nel tempo, così da non causare interruzioni importanti nel tessuto delle fasce. Ovviamente gli interventi cesori saranno condotti nel rispetto della buona tecnica, ovvero con tagli netti e non slabbrati, inclinati onde consentire lo sgrondo delle acque piovane, eseguiti al colletto (o all'inserzione dei rami nel caso di potature, senza causare strappi e scoriamenti della corteccia) e che si curi la regolare disinfezione degli attrezzi.

L'ammissibilità dei suddetti interventi da parte del PRS 2007-2013, misura 221 e 223, dovrà in ogni caso essere verificata per ogni tipologia di impianto che si intende realizzare.

2.5 Il materiale vivaistico per la realizzazione delle fasce vegetali e dei boschi periurbani

2.5.1 Premessa

La realizzazione di piantagioni di alberi non può prescindere dall'impiego di materiali di propagazione di vario tipo come semi, piantine e parti di piante. È possibile reperire tale materiale presso i vivai forestali. Il commercio del materiale di propagazione è disciplinato sino dal 1973 da una apposita legislazione. Quella attualmente in vigore è il D.Lgs. 386 del 10.11.2003 che recepisce la Direttiva comunitaria 1999/105/CE, e la diretta competenza è della legislazione regionale (la citata L.R. 39/2000) che recepisce e attua le suddette norme. Il D.Lgs 386/2003 individua come "materiali forestali di moltiplicazione (o di propagazione)" le piantine o i materiali dai quali è possibile ottenerle e, in particolare, distingue:

- *le unità seminali*: strobili, infruttescenze, frutti e semi. Si tratta di materiale che per lo più viene impiegato in vivaio per ottenere piantine da destinare alla vendita comunemente denominate postime. La semina diretta a dimora rappresenta una pratica a cui attualmente si ricorre solo sporadicamente ed in casi particolari. Peraltro, secondo il dettato del PSR vigente è ammissibile solo per noce e pino domestico.
- *il postime*: è rappresentato da piantine ottenute in vivaio in tempi e procedure diverse. Si può distinguere il postime a radice nuda di 1 o più anni dal postime allevato in contenitore e commerciato con pane di terra. Nel caso di materiale a radice nuda si possono distinguere i semenzali dai trapianti. I semenzali normalmente permanono in aiola (semenzaio) per 1 o 2 anni, per poi essere commercianti. I trapianti invece sono rappresentati da piante che essendo caratterizzate da accrescimento giovanile più lento o da apparati radicali troppo fittonanti, si giovano di una permanenza più lunga in vivaio e di un trapianto dal semenzaio, dopo 1 o 2 anni, in una altra aiola del vivaio detta piantonaio in cui, a seconda delle specie, possono permanere per un ulteriore tempo variabile da 1 a massimo 3 anni. Questi tipi di postime in vivaio vengono sinteticamente denominati con semplici sigle: con 1S e 2S si individuano, rispettivamente, i semenzali di 1 e 2 anni; con la sigla 1S+2T (oppure semplicemente 1+2) si intende un trapianto di 3 anni che è stato allevato 1 anno in semenzaio e due in piantonaio. Il postime che viene commerciato con pane di terra è prodotto in contenitori di diverse forme e dimensioni; questi possono essere singoli (vasi, fitocelle, fertil pot, ecc.) o composti e quindi rappresentati da vassoi portanti un numero variabile di alveoli che ospitano le piantine in crescita. I contenitori migliori sono quelli che posseggono accorgimenti che riducono l'insorgenza di difetti radicali determinati dalla costrizione delle radici alla crescita in un volume limitato. Questi accorgimenti sono rappresentati da ampi fori o aperture nel fondo in modo da inibire l'accrescimento a spirale del fittone e/o da costolature o scanalature verticali nella parte interna del contenitore per ostacolare un eccessivo attorcigliamento delle radici laterali;
- *le parti di piante*: talee caulinari, fogliari e radicali, espianti o embrioni per la micropropagazione, gemme, margotte, radici, marze, piantoni ed ogni parte di pianta destinata alla produzione di postime. Si tratta di materiale particolare che si può impiegare in vivai attrezzati di appositi laboratori (espianti, embrioni), in piantagioni particolari come ad esempio la pioppicoltura (piantoni o astoni), in interventi di castanicoltura da frutto (marze) e in attività di bioingegneria o piantagioni ripariali (talee).

Il legislatore individua, inoltre, le specie per le quali si applicano le disposizioni contenute nei dispositivi citati (all. D della L.R. 39/2000), e gli ambiti e le finalità entro i quali questo è impiegabile: imboschimento, rimboschimento, arboricoltura da legno.

Relativamente ai bandi inerenti le misure del PSR 2007-2013 della Regione Toscana occorre notare che queste impongono che *“tutto il Materiale Forestale di Propagazione (MFP) impiegato per gli impianti deve rispettare quanto previsto dalla vigente normativa (Direttiva 1999/105/CE, D.Lgs. 386 del 10/11/03, L.R. 39/00 e s.m.i.). Non saranno ammessi a contributo gli interventi realizzati con materiale non certificato, tranne che nel caso di utilizzo di specie per le quali la normativa vigente non prevede la certificazione. Ai sensi della L.R. N. 53/00, non sono ammissibili a contributo impianti o rinfoltimenti realizzati con Materiale Forestale di Propagazione (MFP) derivante da Organismi Geneticamente Modificati (OGM)”*.

2.5.2 La qualità del materiale forestale di propagazione

L'esito di una piantagione dipende da molti fattori come le caratteristiche ambientali dell'area d'impianto, le modalità con cui vengono condotte le lavorazioni del suolo, le tecniche di piantagione e, infine, ma non ultima come importanza, la qualità del materiale d'impianto.

La qualità del postime di vivaio può essere definita, semplicemente, come “l'idoneità del materiale allo scopo” pertanto il postime di buona qualità è in grado di sopravvivere al trapianto nella stazione scelta e svilupparsi in modo che vengano soddisfatte le finalità dell'intervento di piantagione. Sebbene la qualità del materiale vivaistico possa essere definita in modo relativamente semplice, risulta assai complesso valutarla poiché essa dipende da un insieme di fattori riconducibili ad aspetti genetici (trattati qui di seguito) e colturali (analizzati nel prossimo paragrafo) che manifesteranno il loro effetto solo in tempi successivi alla piantagione.

2.5.2.1 Le caratteristiche genetiche

Gli aspetti genetici di maggiore interesse ai fini della riuscita della piantagione sono quelli che causano una diversa adattabilità delle specie e dalle entità sottospecifiche (provenienza, popolazione, bosco e individuo) ad ambienti diversi per clima e caratteristiche del suolo. Se la scelta della specie è relativamente facile da effettuare, numerose osservazioni dimostrano che questa non è sufficiente a garantire la buona riuscita di un impianto. L'esperienza dimostra che grande importanza deve essere data alla provenienza del materiale d'impianto. Sulla base di rilevanze scientifiche la L.R. 39/2000, recependo il D.L. 386 del 2003 impone al vivaista di corredare il materiale forestale di propagazione di informazioni utili ad un suo proficuo impiego. Prima di entrare nel dettaglio degli obblighi legislativi si ritiene utile fornire una breve spiegazione sulle motivazioni scientifiche che stanno alla base di tali norme.

Per quanto riguarda la differenziazione delle provenienze e gli ecotipi, questo aspetto riguarda quelle specie che in natura formano popolamenti più o meno puri (specie sociali) e, soprattutto, quelle che essendo caratterizzate da un ampio areale hanno la possibilità di frazionarsi in diverse entità sottospecifiche. Le entità sottospecifiche, che si differenziano anche per aspetti di natura fisiologica, si qualificano per caratteri di interesse pratico e prendono il nome di ecotipi o razze. La differenziazione in razze è il risultato dell'azione esercitata, per tempi lunghi, dalla selezione naturale operata dai fattori ambientali che, all'interno dell'areale, si manifestano con

caratteristiche ed intensità diverse. Ad esempio si possono distinguere, entro una determinata specie, razze climatiche (adattate a particolari climi) da razze edafiche (adattate a particolari tipi di suolo).

Dalle esperienze fino ad oggi condotte emerge che le razze possono differire tra loro per: il ritmo del ciclo vegetativo, la resistenza alle avversità climatiche, l'entità dell'accrescimento e per le caratteristiche di conformazione del fusto e dei rami. L'identificazione di razze geografiche o di particolari entità sottospecifiche all'interno di una specie permette, a chi si occupa di attività di rimboschimento, di potere scegliere lotti di piantine particolarmente adatti all'ambiente di introduzione (basandosi sulla corrispondenza fra i caratteri ambientali dell'area di provenienza e di quella di impianto) e, di conseguenza, di sfruttare al massimo le potenzialità produttive e le eventuali peculiarità di una data entità sottospecifica.

Purtroppo le informazioni derivanti da sperimentazioni sono ancora piuttosto scarse pertanto, in assenza di indicazioni attendibili, si consiglia di ricorrere all'impianto di materiale di propagazione proveniente dalle zone più limitrofe all'area di impianto. Se la popolazione locale è abbastanza numerosa ed è autoctona si può attribuire ad essa un buon grado di adattamento e può perciò essere considerata una buona fonte di seme.

La letteratura forestale è ricca di esempi che dimostrano che il non avere dato il giusto peso alla provenienza del materiale di propagazione è stato causa di clamorosi insuccessi.

La legislazione citata definisce:

- *provenienza*: "luogo determinato in cui si trova una popolazione di alberi";
- *regione di provenienza*: "per una specie o sottospecie, il territorio o l'insieme di territori soggetti a condizioni ecologiche sufficientemente uniformi e sui quali si trovano soprassuoli o fonti di semi sufficientemente omogenei dal punto di vista fenotipico e, ove valutato, dal punto di vista genotipico, tenendo conto dei limiti altimetrici ove appropriato";
- *origine*: "per un soprassuolo o una fonte di sementi autoctoni⁴: l'origine è il luogo dove si trovano gli alberi. Per un soprassuolo o una fonte di sementi non autoctoni: l'origine è il luogo da cui i semi o le piante sono stati originariamente introdotti. L'origine di un soprassuolo o di una fonte di semi può essere sconosciuta".

Dal punto di vista legislativo, il concetto di provenienza (e di regione di provenienza) viene esteso anche alle specie sporadiche che vegetano generalmente come individui isolati o in piccoli gruppi (che, come nel caso del ciliegio, possono essersi originati anche a seguito di emissione di polloni radicali) all'interno di popolamenti forestali.

Di seguito si riporta ciò che il sopracitato decreto prevede come ammissibile per la raccolta del materiale di propagazione (*materiali di base*) e la classificazione secondo la quale il *materiale di propagazione* deve essere etichettato al termine della filiera vivaistica.

2.5.2.2 I materiali di base

Secondo la legislazione citata vengono individuati i materiali di base, cioè le piante, i gruppi di piante o i boschi che possono fornire i materiali di moltiplicazione o propagazione. Rispetto alla vecchia normativa (L.N. 269/73) il decreto indica un

4 Autoctono: popolazione naturale, rigenerata spontaneamente o artificialmente tramite materiali di propagazione provenienti dalla stessa popolazione.

maggior numero di materiali forestali di base, che sono:

- *fonti di seme*: piante o piccoli gruppi di piante che vegetano in un'area con caratteristiche ecologiche sufficientemente uniformi. In linea generale, si ricorre ad una fonte di seme quando si raccoglie materiale di propagazione di specie sporadiche nei popolamenti forestali (es. ciliegio) o di quelle presenti come singoli individui o come piccoli gruppi a distribuzione sparsa sul territorio (es. noce comune);
- *soprassuoli*: ai sensi della legislazione si definisce soprassuolo *una popolazione di alberi ed arbusti identificata che presenta una sufficiente uniformità di composizione*; si tratta di popolamenti forestali ben definiti e identificabili anche geograficamente;
- *arboreti da seme*: impianti realizzati e gestiti appositamente per massimizzare la produzione di seme degli individui che li compongono, isolandoli da impollinazioni estranee. Possono essere composti da copie vegetative di piante selezionate (arboreti clonali) o ricorrendo a piantine (arboreti di semenzali) che discendono, per libera impollinazione o per impollinazione controllata, da piante selezionate;
- *genitori*: si tratta di individui (piante madri) da cui ottenere discendenze per propagazione vegetativa o per via gamica attraverso impollinazione libera o controllata;
- *cloni*: individui (ramet) ottenuti per propagazione vegetativa da un unico individuo (ortet);
- *miscugli di cloni*: miscugli di cloni identificati in proporzioni definite.

2.5.2.3 Classificazione del materiale forestale di propagazione per fini commerciali

Sempre secondo la legislazione il materiale forestale di propagazione commercializzato viene classificato, sulla base dei requisiti dei materiali di base da cui deriva, nelle seguenti categorie alle quali corrisponde un cartellino di diverso colore:

- *identificato alla fonte (cartellino giallo)*: ottenuto da una fonte di semi o da un soprassuolo ubicati in una singola regione di provenienza e per i quali devono essere dichiarati l'origine (se conosciuta), la provenienza, l'ubicazione, l'altitudine (o l'estensione altimetrica) del luogo o dei luoghi di raccolta; occorre dichiarare se i materiali di base sono autoctoni o no, indigeni⁵ o no;
- *selezionato (cartellino verde)*: ottenuto da una fonte di semi o da un soprassuolo ubicati in una singola regione di provenienza, valutati e quindi selezionati a livello di popolazione (e non di singolo individuo) sulla base di caratteristiche esteriori (selezione su base fenotipica) e che soddisfano i requisiti fissati per quanto riguarda l'origine, l'isolamento (da popolamenti valutati negativamente), il numero di individui (tale da consentire una interfecondazione sufficiente) e l'omogeneità per alcune loro caratteristiche (età e sviluppo, adattamento alle condizioni ambientali, stato sanitario e resistenza ad avversità, produzione legnosa in termini quantitativi e qualitativi, forma e portamento);
- *qualificato (cartellino rosa)*: ottenuto da materiali di base selezionati a livello individuale (e quindi ne sono esclusi le fonti di seme e i soprassuoli) sulla base delle caratteristiche esteriori viste sopra (selezione su base fenotipica) ed altri requisiti specificati in un apposito allegato; per questa categoria non devono essere stati necessariamente avviati o conclusi controlli;
- *controllato (cartellino blu)*: ottenuto raccogliendo i materiali di propagazione da materiali di base (ne sono escluse solamente le fonti di seme) per i quali sia stata

⁵ Indigeno: popolazione naturale, rigenerata spontaneamente o artificialmente tramite materiali di propagazione provenienti dalla stessa regione di provenienza.

dimostrata una superiorità in base a sperimentazioni (che possono essere rappresentate da prove comparative o da valutazioni genetiche) che vanno condotte secondo procedure fissate nella Direttiva comunitaria 1999/105/CE e recepite dalla legislazione.

2.5.2.4 Le caratteristiche colturali del materiale forestale di propagazione

L'esito di un intervento di piantagione è influenzato anche dalle caratteristiche morfologiche del materiale, sia della parte aerea sia dell'apparato radicale, che sono connesse con il corretto funzionamento del "sistema pianta" in fase di attecchimento, sopravvivenza e sviluppo. Tali caratteri sono fortemente influenzati dalle pratiche colturali apportate durante la fase di produzione.

La qualità del materiale vivaistico viene presa in considerazione, nella citata legislazione (a partire dal D.L. 386 allegato VII parte E), con delle indicazioni generiche di ammissibilità come partita di postime di qualità leale e mercantile. Vengono a tale scopo considerati ostativi i seguenti difetti:

- presenza di ferite, con l'eccezione di quelle derivanti da potature e da rotture radicali dovute all'estrazione dell'aiola;
- mancanza di gemme;
- presenza di fusti multipli;
- deformazioni del sistema radicale;
- presenza di disseccamenti, muffe, decomposizioni e altri segni causati da organismi nocivi;
- squilibrio tra le dimensioni della parte aerea e di quella radicale.

I dispositivi legislativi forniscono anche indicazioni su altezza minima e massima e diametro minimo delle piantine commerciabili ma solo relativamente ad un modesto numero di specie del genere *Pinus* e *Quercus*.

Al fine di favorire la scelta del materiale di propagazione più adatto alla piantagione si forniscono le seguenti ulteriori indicazioni. Al momento dell'acquisto il fusto della piantina deve essere dritto, la parte apicale ben lignificata e le gemme, soprattutto quella apicale, devono essere ben conformate e sviluppate. L'età ideale del materiale di impianto varia da specie a specie in funzione della diversa velocità di accrescimento. Per molte latifoglie arboree è sufficiente una sola stagione vegetativa in vivaio per produrre materiale (1S) già pronto per la vendita. Per altre specie, come ad esempio alcune conifere, che manifestano scarsi accrescimenti in fase giovanile, occorre molto più tempo per produrre del buon materiale (2S+2T o addirittura, 2S+3T). Un aspetto fondamentale della scelta corretta del postime di vivaio è rappresentato, più che dall'età, dalle dimensioni delle piante. La preferenza di piante che in vivaio si presentano molto alte e vigorose può sembrare apparentemente logica ma può riservare alcune brutte sorprese. Tali piante possono infatti perdere gran parte delle radici nell'estrazione dall'aiola o presentare vistose malformazioni radicali se allevate in contenitore, in ogni caso si tratta di piante che dopo la collocazione a dimora possono incorrere in una grave crisi da trapianto, spesso letale. Tali piante vengono individuate come non idonee anche dalla legge, come piante con squilibrio tra la parte aerea e quella radicale. Per agevolare, in pratica, la scelta di una pianta equilibrata è importante tenere conto che il diametro al colletto (alla base della pianta) è statisticamente correlato, in modo significativo e diretto, allo sviluppo dell'apparato radicale perciò rappresenta una buona stima delle dimensioni e/o del peso dall'apparato radicale, caratteristica assai

complicate da misurare in modo diretto su piante in aiola. La validità di questa relazione permette di valutare il giusto equilibrio tra parte aerea e parte radicale mettendo in rapporto caratteri facilmente rilevabili come l'altezza della pianta (h) e il suo diametro al colletto (d). In base a conoscenze basate più sulla pratica che sulla sperimentazione (ancora piuttosto carente in questa disciplina) si può affermare che valori del rapporto h/d (usando la stessa unità di misura per ambedue i caratteri ad es. cm) compresi tra 50 e 80 si collocano piante da ritenersi "bilanciate". Una ulteriore clausola da porre all'atto della scelta è quella di fissare una soglia minima dell'altezza della pianta al disotto della quale, pur rilevando un giusto rapporto h/d, si avrebbe una pianta poco vigorosa non in grado di competere, a dimora, con lo sviluppo della vegetazione infestante. Sempre in base ad un approccio empirico possiamo stimare come ammissibile una altezza non inferiore ai 25-30 cm. Una pianta con diametro di 0,5 cm dovrebbe avere un'altezza compresa fra i 25 e i 40 cm.

Particolari attenzioni devono essere poste, per il materiale a radice nuda, alle fasi di estrazione dall'aiola, che devono essere condotte in modo tale da evitare grosse amputazioni delle radici ed evitare di perdere gran parte del capillizio radicale. Un corretto imballaggio può contenere i rischiosi disseccamenti o comunque sofferenze al postime durante il trasporto o durante il periodo precedente all'effettuazione della piantagione che deve essere il più breve possibile. La buona qualità del prodotto vivaistico, cioè la sua vitalità dopo la messa a dimora, è funzione di una corretta gestione di tutte le fasi della filiera produttiva, dalla raccolta del seme fino alla messa a dimora.

2.5.2.5 Scelta del materiale forestale di propagazione

Il materiale di propagazione da impiegare per la costituzione di filari lungo i corsi d'acqua sarà costituito da piante, o parti di esse, allevate in vivaio, che dovranno ovviamente rispondere ai requisiti espressi dalla normativa vigente.

Postime a radice nuda, da impiegare solamente in condizioni estremamente favorevoli, in stazioni caratterizzate da assenza (o quasi) di periodi di aridità. Può essere indicato per impianti nella zona fitoclimatica del *castanetum* freddo – *fagetum* ma, su suoli costantemente freschi come possono essere, a seconda dei casi, quelli vicino ai corsi d'acqua, e in posizioni ombreggiate, è possibile l'impiego di questo tipo di postime anche in zone diverse.

Il postime a radice nuda, rispetto a quello in contenitori, offre il vantaggio di un costo minore e, in genere, di un migliore equilibrio tra apparato aereo e radicale, che comunque è sempre opportuno e possibile verificare. Le piante a radice nuda possono esser utilizzate con età da uno-due (1S+1T) a quattro anni (2S+2T), età maggiori possono comportare uno sviluppo eccessivo e problemi di trapianto. La posa a dimora dovrà avvenire, come dettato dalla buona tecnica, nel periodo di riposo vegetativo. L'epoca migliore soprattutto per il postime a radice nuda, è l'autunno, poiché le piante hanno il tempo per affrancarsi nel terreno e avere una buona ripresa vegetativa nella stagione primaverile seguente. L'impiego di materiale a radice nuda comporta attenzioni nel trasferimento dal vivaio al cantiere e la posa in piantonai temporanei, realizzati scavando una trincea poco profonda in cui adagiare le piante, anche su un fianco, addossate l'una all'altra coprendo gli apparati radicali con terra umida onde evitarne il disseccamento, ciò è indispensabile se la stazione è sottoposta a venti e l'impianto comporta tempi lunghi.

Postime in contenitori (con pane di terra), modalità di allevamento che garantisce i migliori risultati in termini di attecchimento, soprattutto in stazioni aride. Con questo tipo di postime (*Foto 13*) si hanno anche altri vantaggi quale la possibilità di effettuare la piantagione con le piantine già in vegetazione e di poter trasportare le piantine e lasciarle sul luogo degli impianti, senza adottare particolari accorgimenti. Occorre prestare attenzione ad eventuali malformazioni presenti nell'apparato radicale, indotte dalla presenza del contenitore: soprattutto su piante invecchiate tali malformazioni sono permanenti e possono incidere in maniera determinata sulla stabilità della pianta, una volta che si è formata un'ampia chioma. Ciò si verifica secondo le specie ad età diverse, dai 3-5 anni in poi. L'impianto di postime allevato in fitocella può essere eseguito anche all'inizio della stagione primaverile, evitando giornate ventose o eccessivamente assolate.

Talee radicate e astoni, sono le modalità con le quali vengono comunemente commercializzate le specie caratterizzate da una grande facilità di emissione di radici e di attecchimento come pioppi e salici, in cui si possono impiegare astoni di 1-2 anni. Anche se le moderne tecniche di propagazione vegetativa consentono ad oggi la moltiplicazione di un numero elevato di specie, sia arboree che arbustive, il ricorso a materiale di propagazione per specie diverse da quelle indicate non sembra da consigliare per motivi legati ad un più difficoltoso accrescimento dell'apparato radicale, ad una minore variabilità genetica e, talvolta, ad un maggiore costo. Anche in questo caso l'impianto dovrà avvenire nella stagione del riposo vegetativo.

La certificazione del materiale dà all'acquirente la possibilità di avere informazioni sicure sul postime che si impiega. In generale, ma per gli impianti a cui ci stiamo riferendo in particolare, è opportuno impiegare postime giovane: per le latifoglie semenzali di 1-2 anni, per le conifere trapianti di 2-4 anni, a seconda della specie. Il materiale destinato ad impianti su terreni forestali deve essere certificato e provenire da vivai forestali (non ornamentali) ai sensi della legislazione citata.



13. Postime in contenitore di plastica (G. Sanesi)

Piante di grosse dimensioni

Nella scelta del materiale d'impianto è possibile ricorrere anche a piante di grosse dimensioni, definite anche "materiale a pronto effetto" per le caratteristiche di positivo e forte impatto visivo sin dalla messa a dimora. Si tratta di un prodotto vivaistico assai diverso da quello tipico forestale precedentemente descritto e praticato da vivai, generalmente di proprietà privata, che producono piante ornamentali per parchi e giardini. Si tenga presente che tale materiale generalmente ha prezzi molto elevati e pertanto il suo impiego deve essere valutato anche su basi economiche, e inoltre non è ammissibile ai contributi per le aree forestali previsti dal PSR.

Le dimensioni di queste piante richiedono particolari cure nelle fasi di produzione, estrazione e trapianto e, generalmente, sono caratterizzate da maggiori difficoltà nelle fasi di attecchimento rispetto ai tradizionali materiali di propagazione dei vivai forestali; per tali motivi è preferibile impiegarle in ambienti favorevoli e in cui è possibile applicare loro le necessarie cure colturali post-impianto (principalmente irrigazione). Pertanto il loro impiego deve essere limitato a particolari situazioni più favorevoli e in cui prevale l'esigenza di un immediato effetto estetico e di schermo.

Il materiale a pronto effetto può essere commercializzato con dimensioni diametriche del fusto che variano dai 10-12 cm fino a 40 ed oltre. È di fondamentale importanza che l'apparato radicale che rimane disponibile alla pianta al momento della messa a dimora sia proporzionato alle dimensioni del fusto e all'espansione della chioma e abbia una buona dotazione in radici secondarie. A tale scopo le piante di grandi dimensioni (*Foto 14*) devono essere sottoposte ad opportune potature e a una o più zollature. La zollatura consiste nel circoscrivere, ad una precisa distanza e profondità dal colletto, il volume di terreno (zolla) che conterrà la parte dell'apparato radicale che provvederà alla stabilità e al mantenimento della pianta dopo la messa a dimora. Tale operazione consente all'apparato radicale contenuto nella zolla di rigenerare radici secondarie e radici fini utili nella fase di attecchimento che segue il trapianto.



14. Piante di ciliegio in macro contenitori (B. Mariotti)

Gli elementi essenziali in base ai quali si stabiliscono le dimensioni di una zolla di un albero sono i seguenti: circonferenza del fusto, portamento naturale della specie, stato vegetativo, consistenza, dimensione e distribuzione dell'apparato radicale (che varia in base alla specie e, per le singole piante, in base all'ambiente di crescita). Sulla base della pratica sono comunemente riconosciuti validi rapporti di 1/10 tra diametro del tronco e quello della zolla o di 1/3 tra circonferenza del tronco e diametro della zolla e, per quanto riguarda la profondità della zolla questa dovrebbe essere circa 2/3 del suo diametro almeno che non vi siano specifiche esigenze, come ad esempio per le specie con apparato radicale marcatamente fittonante (es. molte conifere).

In linea di larga massima si possono seguire i parametri della Tab 3 riportati in letteratura per il verde ornamentale.

Tab. 3 Parametri dimensionali della zolla di piante per verde ornamentale
(<http://www.orflorgarden.it/zollatura.htm>)

Circonferenza del fusto (cm)	14-18	18-24	24-28	28-32	32-36
Raggio della zolla (cm)	30	35	40	45	55
Profondità della zolla (cm)	35	40	45	50	60

È comunque buona norma non attenersi strettamente a tali misure, ciò che conta è soprattutto che la zolla contenga un sufficiente volume di radici. L'articolazione dell'apparato è favorita dalla operazione di zollatura: a parità di dimensioni della zolla un numero maggiore di interventi permette di sviluppare una struttura radicale più ricca in radici fini e più idonea a superare lo stress dopo la messa a dimora. In tal senso può essere utile osservare la superficie esterna della zolla che, se opportunamente trattata, non dovrebbe presentare radici a sezione di taglio non superiore a 2 cm di diametro.

Nel caso particolare di piante non allevate in vivaio, ma estratte da un ambiente naturale, la dimensione della zolla dovrà essere valutata sulla base dello sviluppo della parte aerea, delle caratteristiche del terreno (per es. profondità, presenza di rocciosità, ecc.) e dello spazio in cui vegeta la pianta. In questo particolare caso, per ridurre i rischi di sopravvivenza al trapianto, sarà necessario intervenire per ridurre la porzione epigea con potature in modo da riequilibrarla rispetto all'apparato radicale che, sicuramente, sarà fortemente rimaneggiato e ridotto in fase di estrazione. Le potature dovranno essere effettuate in modo da lasciare una sufficiente articolazione della chioma, che assicuri la presenza di parti verdi al fine di garantire comunque una adeguata attività fotosintetica. A tale scopo sono sconsigliati interventi di potatura che penalizzino la ramificazione favorendo lo sviluppo dell'asse principale. Al fine di evitare ulteriori perdite per traspirazione è consigliabile coprire i tagli con apposito mastice.

Una volta estratta dal terreno, la pianta dovrà essere messa a dimora quanto prima o, al limite, trasferita in un contenitore di dimensioni adeguate affinché risenta il meno possibile dello stress dovuto alla perdita parziale dell'apparato radicale.

Alcuni importanti accorgimenti per evitare che la pianta possa morire dopo la zollatura sono: a) ridurre la parte aerea della pianta in proporzione al taglio dell'apparato radicale; b) se le operazioni sono effettuate durante la stagione calda, posizionare la pianta in una zona ombreggiata oppure nebulizzare la parte di chioma restante per evitare un'eccessiva evapotraspirazione fogliare e tenere la zolla sempre umida

in modo che le radici possano continuare a svolgere la propria funzione; c) stimolare con sostanze apposite la risposta della pianta a livello radicale.

Il confezionamento della zolla in vivaio è eseguito con vari materiali: paglia di cereali, juta, cascami di stoffa biodegradabile, rete di ferro, film plastico termo-restringente, ecc. La semplice stoffa, con una serie di legature di spago o filo di ferro, può essere sufficiente per le zolle di arbusti medio-piccoli o alberi delle misure inferiori. Per piante che superano certe dimensioni (arbusti di 150-200 cm di altezza o alberi di 10-12 cm di circonferenza) con zolle molto grosse, si rendono necessari rivestimenti più robusti o, anche, l'utilizzo contemporaneo di più materiali (es. tela di juta e rete metallica, rete metallica e film plastico, oppure tutti e tre assieme).

Il ricorso alla semina diretta (per es. semi di noce, querce varie, castagno, pino domestico) sembra da sconsigliare soprattutto a causa della maggiore necessità di cure colturali che necessiterebbero le giovani piantine nei primi anni per superare la concorrenza delle infestanti.

3. Valorizzazione dell'uso dei boschi a scopo ricreativo, turistico e sociale

3.1 Obiettivi generali

Le funzioni didattica, educativa e turistica del bosco stanno diventando, negli ultimi tempi, sempre più importanti, anche rispetto alla tradizionale funzione produttiva per la sempre maggiore richiesta di spazi attrezzati da parte della popolazione, in particolare quella residente nei centri urbani e, negli ultimi anni sono stati sviluppati progetti di ricerca a livello europeo su questo argomento (Bell *et al.*, 2009; Pröbstl *et al.*, 2010).

Di queste funzioni si parla ormai da decenni: i cambiamenti sociali che, nel nostro Paese, hanno portato ad una forte urbanizzazione e ad una maggiore concentrazione della popolazione nelle zone di pianura, hanno aumentato la fruizione del bosco (o, meglio, delle zone boscate) nel tempo libero. Oggi, sia per la sempre maggiore importanza che ha l'industria turistica nel nostro paese, sia perché sono cambiati gli atteggiamenti e la conoscenza di gran parte della popolazione, la domanda si è maggiormente articolata: non basta solo "stare" in bosco, o ai margini del bosco, ed è in grande espansione un insieme di proposte sportive, in senso alto, legate al benessere fisico, per le quali il bosco è uno dei luoghi più idonei.

Accanto al settore turistico si è poi sviluppato il settore educativo che, come richiamano i principali programmi di educazione ambientale, è rivolto alle persone di qualunque età, quindi sia al tradizionale mondo della scuola sia alla cittadinanza in genere.

Esiste uno stretto legame tra queste attività (educative, sportive, salutistiche) e l'industria turistica, e conseguentemente si aprono possibilità di reddito per i proprietari dei boschi.

Quindi, se prima il bosco poteva svolgere questo ruolo solo con la propria presenza e richiedeva solo piccoli accorgimenti, adesso si sono aperti spazi importanti per attività che possono avere ricadute lavorative ma che, per svolgere compiutamente questa funzione, richiedono infrastrutture o adattamenti adeguati.

3.2 Interventi sul bosco

In questo capitolo verranno date informazioni generali su attività ed operazioni generali che possono essere svolte nell'ambito delle attività descritte nel manuale.

3.2.1 Interventi sulla struttura del bosco

Nei tratti di bosco dedicati alla frequentazione turistica può essere utile alternare spazi aperti a spazi boscati, sia per favorire la variabilità spaziale che la biodiversità, creando ambienti idonei a piante ed animali.

In alcuni casi, ed in particolare dove sia prevista l'accessibilità a persone che si muovono su sedia a ruote, può essere opportuna l'eliminazione del sottobosco arbustivo anche in zone boscate, al fine di permettere la visuale al di sotto del piano delle chiome. Queste zone sono particolarmente importanti dove sia possibile creare scorci panoramici, eventualmente corredati di appositi pannelli esplicativi. Il taglio degli arbusti deve essere eseguito raso terra evitando di lasciare monconi taglienti che potrebbero causare incidenti ai visitatori.

3.2.2 *Eliminazione alberi pericolosi, analisi di stabilità*

Il bosco è un ambiente naturale, pertanto è necessario ricordare che è praticamente impossibile prevedere o eliminare qualsiasi fonte di rischio a meno di intervenire con manipolazioni eccessive, spesso inopportune oltre che particolarmente onerose, e che la sicurezza nelle attività in bosco è legata in gran parte al comportamento dei visitatori.

I rischi devono essere valutati, quindi, in relazione alla destinazione d'uso ed alla frequentazione prevista. In altre parole, se è impossibile eliminare i rischi di caduta di un ramo in un percorso escursionistico che si snoda per chilometri in un bosco, in un sentiero didattico o in un'area attrezzata, è opportuno eliminare qualsiasi evidente fonte di pericolo; di conseguenza non solo le piante a rischio ma anche i rami pericolanti dovrebbero essere prontamente rimossi.

Di fronte ad alberi di particolare pregio (età, dimensioni monumentali, specie rare), benché non inseriti nelle liste degli alberi monumentali, potranno essere eseguite analisi di stabilità per valutare lo stato della pianta e, eventualmente, progettare gli interventi necessari per garantirne il mantenimento in totale sicurezza.

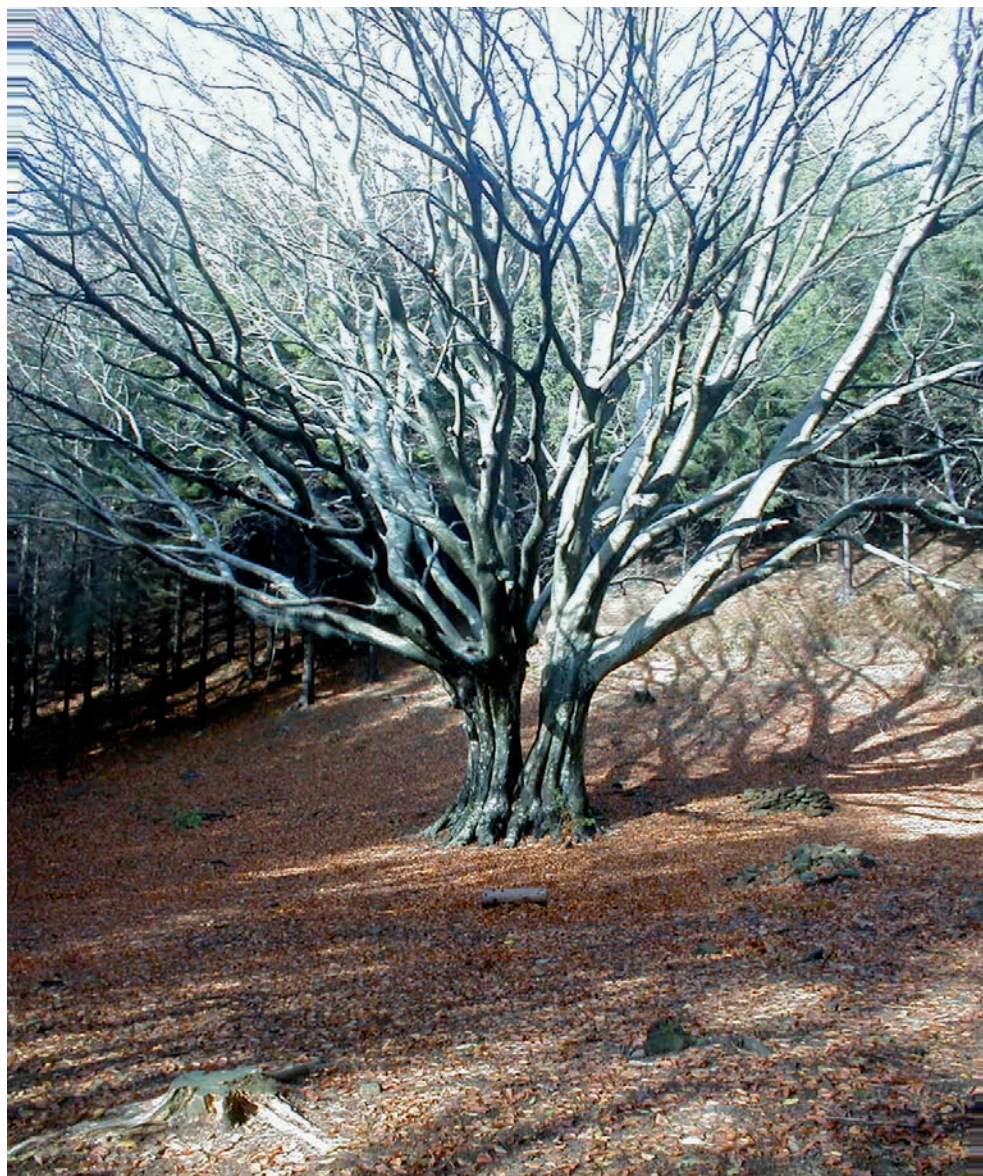
3.2.3 *Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali*

Un albero monumentale (*Foto 15*) è una pianta che possiede almeno uno dei seguenti requisiti: dimensioni notevoli (in assoluto o in relazione a individui della stessa specie); longevità (carattere rilevato da fonti documentali o, spesso, dedotto da parametri dimensionali); requisiti storici (piante legate ad un evento storico rilevante); rarità; importanza paesaggistica e storico-architettonica.

La Regione Toscana ha promulgato una apposita legge (L.R. 60/98)¹ per la tutela e la valorizzazione degli alberi monumentali, contenente un elenco degli alberi monumentali presenti nel territorio regionale che viene aggiornato periodicamente in base a nuove segnalazioni, dopo accurata verifica.

Per ciascuno degli alberi censiti si possono ottenere informazioni, sia dall'elenco allegato alla legge regionale, sia da apposite pubblicazioni edite per conto di singole province. L'inserimento, perciò, di un albero monumentale in un percorso deve avvenire nel rispetto delle disposizioni di tutela. Vi sono naturalmente molte piante che, pur non essendo censite, hanno comunque caratteristiche tali da renderle interessanti in chiave didattica e turistica.

¹ L.R. 60/98 e s.m.i. "Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali" - Art. 3, comma 4 - Aggiornamento dell'elenco regionale degli alberi monumentali. Decreto 19 luglio 2006, N. 3799 - Bollettino Ufficiale della Regione Toscana - N. 36 del 06/09/2006.



15. Faggio monumentale (G. Giovannini)

Gli alberi monumentali rappresentano un archivio biologico importante, fonte di studi dendrocronologici o genetici, hanno una notevole funzione ecologica, sono utili in chiave didattica e, non ultimo, costituiscono una importante attrattiva turistica. È utile quindi segnalarne la presenza con apposita segnaletica e fornire indicazioni per raggiungerli sia dalla viabilità ordinaria sia dai sentieri. Dal 2008 gli alberi monumentali sono riconosciuti tra quei beni immobili che possono essere dichiarati di notevole interesse pubblico e quindi annoverati nell'elenco dei beni paesaggistici (art. 136 D.Lgs 42/2004).

3.2.4. Tutela delle zone umide

Sia nel caso di zone umide esistenti che di realizzazione ex-novo, la tutela della funzione ecologica è prevalente rispetto alla fruizione da parte dei visitatori. Le operazioni di ripristino e mantenimento sono volte a mantenere o riattivare la funzione ecologica di questi habitat, ad es. la realizzazione di opere di regimazione delle acque, asportazione del fango, ripristino, sagomatura e/o realizzazione di arginature e dossi, creazione di isole e zone affioranti idonee alla nidificazione, ma anche la realizzazione di sbarramenti idrici, la piantagione di specie arboree o arbustive autoctone e la piantagione di specie erbacee acquatiche idrofite ed eliofite. Anche gli interventi più legati alla fruizione da parte dei visitatori (realizzazione e manutenzione di sentieri, di steccati di recinzione, di passerelle, di sbarre; apposizione o manutenzione di segnaletica, ripulitura tramite asporto dei rifiuti) sono finalizzati in primo luogo alla riduzione dei rischi per l'habitat dovuti a eccessivo calpestio e l'eventuale eutrofizzazione.

3.3 Infrastrutture

3.3.1 Aree di accoglienza attrezzate

Le aree di accoglienza dovranno contenere strutture di ristoro quali tavoli, panchine, (Foto 16) eventualmente cestini per i rifiuti, fontanelle, ecc. Quando le aree sono accessibili anche per le persone non deambulanti, alcuni tavoli dovranno avere un lato libero, senza panche, di profondità (~ 45-50 cm) ed altezza (~ 70 cm) idonee per consentire alle persone in sedia a ruote di entrare con le gambe al di sotto del piano e di avere un appoggio per le braccia .



16. area attrezzata con elementi in legno

La scelta dei modelli o dei materiali è ampia (legno, legno e metallo, materiali plastici). In tutta Italia vi sono numerose aziende specializzate che propongono attrezzature idonee e a norma di legge, generalmente ben inseribili anche in bosco. In molti casi, invece, enti territoriali si affidano alle competenze delle proprie maestranze, con risultati analoghi per sicurezza, funzionalità ed estetica a quelli delle ditte specializzate.

L'ampiezza delle aree dovrà essere valutata di volta in volta in relazione alla posizione ed alla frequentazione prevista. Aree ricavate in bosco, lungo sentieri, in prossimità di punti panoramici, dovranno essere di ampiezza limitata e con le attrezzature minime indispensabili (qualche tavolo con panca); le aree che si trovano nei pressi di strade, raggiungibili in automobile, dovranno essere sufficientemente ampie per accogliere i turisti evitando così che essi entrino all'interno del bosco con le auto oppure per accendere fuochi per cucinare, lasciando, come spesso accade, rifiuti sparsi.

In questi casi deve essere prevista una zona destinata a parcheggio in cui sia individuato uno spazio riservato ai mezzi dei portatori di handicap in posizione agevole per fruire nel modo migliore dei servizi (ad es. nei pressi dell'inizio dei sentieri). Il parcheggio, se possibile, dovrebbe essere dotato di prese d'acqua e di servizi igienici.

Strutture per cucinare, quali barbecue o grill, dovranno essere posti in posizione di sicurezza, distanti almeno una quindicina di metri dal margine del bosco. Per evitare danneggiamenti alla vegetazione circostante, le strutture dovrebbero avere uno spazio riservato ad una provvista di legna, da ricostituire ad opera dei visitatori stessi (quando il tipo di bosco permetta una raccolta agevole di legna secca) oppure del soggetto gestore. In tutti i casi è opportuna la vicinanza di una fontana, o comunque una presa di acqua, anche per permettere lo spegnimento del fuoco al termine dell'uso o in caso di innesco accidentale di un incendio.

Un problema importante è rappresentato dalla gestione dei rifiuti. Sarebbe auspicabile una presa di responsabilità verso l'ambiente da parte dei cittadini, in modo che i visitatori riportassero indietro i propri rifiuti senza delegarne ad altri la raccolta ed il conferimento agli appositi contenitori.

Ci sono esempi incoraggianti, in questo senso. Il Parco naturale di Paneveggio e Pale di San Martino (TN) o il Parco Regionale del Conero (AN), per esempio, hanno scelto di non mettere cestini per i rifiuti all'interno del Parco, collocando i cassonetti nelle aree di accesso nei pressi dei parcheggi. Questa scelta è comunicata ai visitatori nei punti di accesso ed è senza dubbio una iniziativa di alto valore educativo.

È evidente tuttavia che questo metodo non è sempre possibile, in particolare nelle aree di parcheggio o nelle aree attrezzate per cucinare (e, comunque, anche nei casi "virtuosi", esiste sempre un luogo ove è possibile lasciare i rifiuti). In questo caso, o quando si propenda per la collocazione di cestini lungo determinati sentieri, è necessario prevedere lo svuotamento periodico e regolare dei contenitori; questo deve diventare un impegno costante dei gestori dato che non c'è peggiore messaggio di quello dato da contenitori strapieni, rovesciati o "saccheggianti" da animali selvatici.

Nelle zone più frequentate è opportuna la ripulitura da arbusti delle parti prossime a strade o parcheggi, che rischiano di divenire un collettore di rifiuti di varia natura. Oltre ad essere una fonte di inquinamento e a dare una impressione generale di "sporcizia" a volte superiore a quella effettiva; i rifiuti, in particolare quelli di materiale plastico, hanno un'alta infiammabilità, caratterizzata da combustione lenta ma prolungata nel tempo con elevata capacità di propagare il fuoco.

Nelle aree di sosta, in quelle panoramiche o dove siano apposti pannelli informativi sulla sentieristica, è opportuno inserire un pannello contenente le principali norme di comportamento per prevenire incendi boschivi, in particolare quando si utilizzino strutture per la cottura (grill, barbecue) o le aree siano comunque adibite comunemente a picnic o alla cottura di cibi con fornellini personali.

I pannelli devono fornire anche le indicazioni di comportamento da tenere in caso di incendio: come segnalare l'incendio (numeri telefonici, recapiti di organizzazioni di Protezione Civile), vie di fuga e primi interventi da svolgere autonomamente per portarsi in condizioni di sicurezza.

Le aree adibite a parcheggio devono essere ben delimitate e prive di vegetazione erbacea che, seccandosi, rischia di prendere fuoco per effetto del calore sprigionato dalle marmitte catalitiche delle auto.

Potrebbe essere opportuno un avviso sulla presenza di copertura di rete telefonica negli immediati paraggi, utile per segnalazioni d'urgenza.

3.3.2 Valorizzazione aree panoramiche

La presenza di punti panoramici (*Foto 17*) costituisce un'attrattiva per i visitatori e può essere segnalata opportunamente con cartelli indicatori all'inizio dei sentieri e nelle immediate vicinanze, dove possono essere praticate piccole aperture per agevolare la fruizione ed ampliare la visuale.



17. punto panoramico dal Parco di Monte Ceceri (F. Maetzke).

Sono molto apprezzati pannelli “panoramici” che permettono di riconoscere i diversi elementi del paesaggio (*Foto 18*). Il pannello può riportare, oltre a quelli geografici, riferimenti storici, economici, ecc., utili per una interpretazione del paesaggio che vada oltre il solo aspetto visivo. Non è evidentemente possibile dare indicazioni valide per tutte le situazioni in quanto la visuale può abbracciare panorami molto ampi (catene montuose, vallate) in cui indicare prevalentemente elementi geografici,

ad es. le montagne, i fiumi o i centri abitati; oppure può interessare parti più limitate del territorio che permettono, però di cogliere i segni, naturali e/o antropici, che evidenzino l'uso del territorio, ad es. la presenza di terrazzamenti, l'alternanza spaziale di diverse forme di coltivazioni o di uso del suolo, etc.

Deve comunque essere garantita la massima sicurezza mediante parapetti o altre protezioni, studiate soprattutto per prevenire danni alle categorie più a rischio.



18. Piazzale Leonardo (Monte Ceceri) con cartellonistica

3.4 Sentieristica

3.4.1 Escursionismo

In Italia generalmente la rete sentieristica è molto sviluppata. Essa trae origine dalle numerose vie di comunicazione tracciate in epoche passate per esigenze legate alla necessità della popolazione di spostarsi a piedi o a soma, per lavoro o per le quotidiane attività (tra cui la caccia o la raccolta di prodotti secondari del bosco).

Le esigenze attuali (escursionismo e passeggiate turistiche) sono evidentemente molto diverse da quelle, anche se già nel XX secolo l'escursionismo verso le più classiche mete (cime, passi, ecc.) era una attività diffusa, benché di élite.

Tutto ciò rende quasi sempre superflua, e quindi evitabile e sconsigliabile, la realizzazione di nuovi sentieri anche se, in certi casi, può essere necessario realizzare piccole varianti o modifiche al tracciato originale per eliminare tratti pericolosi o abbandonati da tempo.

Prima di procedere con l'apertura di nuovi sentieri è necessario valutarne l'effettiva necessità, attraverso una ricognizione dei sentieri esistenti, e valutato l'impatto sul bosco che l'apertura di una nuova via di penetrazione può comportare. Le foreste periurbane, in particolare se di neo formazione, rappresentano probabilmente una delle poche eccezioni, quando si siano perse, o manchine completamente, le tracce di vecchi percorsi.

Il sentiero viene definito come un percorso stretto, a fondo naturale, tracciato dal continuo passaggio di persone ed animali, di larghezza sufficiente al passaggio di una persona per volta. Di fatto, nelle attività escursionistiche e turistiche si utilizzano anche altre componenti della rete viaria inferiore come mulattiere (più larghe del sentiero), piste o strade forestali. Nel prosieguo del testo si utilizzerà il termine "sentiero" per indicare tutti i tracciati utilizzati a scopo turistico o escursionistico.

Il Club Alpino Italiano ha da tempo predisposto un sistema di classificazione dei sentieri (con criteri legati ad un uso escursionistico, turistico o naturalistico) che

tiene conto della difficoltà di percorrenza (CAI, 1996). La classificazione, recepita integralmente dalla L.R. 17 del 20 marzo 1998 (Art. 6 comma h) e dal DPGR 61/R del 14 dicembre 2006, è la seguente:

- Sentiero escursionistico E: privo di difficoltà tecniche, si sviluppa in zone di montagna.
- Sentiero alpinistico EE: idem, per Escursionisti Esperti.
- Via ferrata o attrezzata EEA: idem, con specifica Attrezzatura.
- Sentiero turistico T: privo di difficoltà tecniche, si sviluppa nelle vicinanze di centri abitati.
- Sentiero storico T/E: privo di difficoltà tecniche, si sviluppa lungo le “antiche vie”.
- Sentiero natura T/E: itinerario naturalistico, solitamente attrezzato con apposita tabellatura e punti predisposti per l'osservazione, in zone di particolare interesse paesaggistico, botanico, geologico, ecc.

In relazione al nostro scopo l'interesse è rivolto in particolare ai sentieri della tipologia E ed ai sentieri T e T/E.

Le moderne esigenze turistiche che vedono sempre più frequentemente persone poco esperte, con scarsa conoscenza del territorio e spesso equipaggiate in modo inadeguato, intraprendere occasionalmente l'attività escursionistica impongono il mantenimento di un alto standard di sicurezza.



19. Sentiero con segnalazioni ben visibili

I tracciati devono essere chiari e ben segnalati (Foto 19), senza naturalmente eccedere con segni colorati superflui. Anche in questo caso è opportuno seguire le norme del Club Alpino Italiano (CAI, 1999). Nella marcatura con segnavia dei sentieri occorre fare attenzione non solo agli incroci con altri sentieri, magari dismessi o diretti verso località diverse, ma anche alle sempre più numerose piste create dagli ungulati selvatici nei loro spostamenti, che possono confondere i visitatori meno esperti. A tale riguardo, così come per quanto riguarda la classificazione dei sentieri

sopra riportata, valgono le indicazioni relative alla citata Rete Escursionistica della Toscana (RET) di cui alla L.R. 20 marzo 1998 n.17, pubblicate sul relativo regolamento 61/R del 14 dicembre 2006 e illustrate in uno specifico manuale. Peraltro le prescrizioni e le indicazioni di quest'ultimo sono coerenti con le indicazioni normative adottate dal CAI.

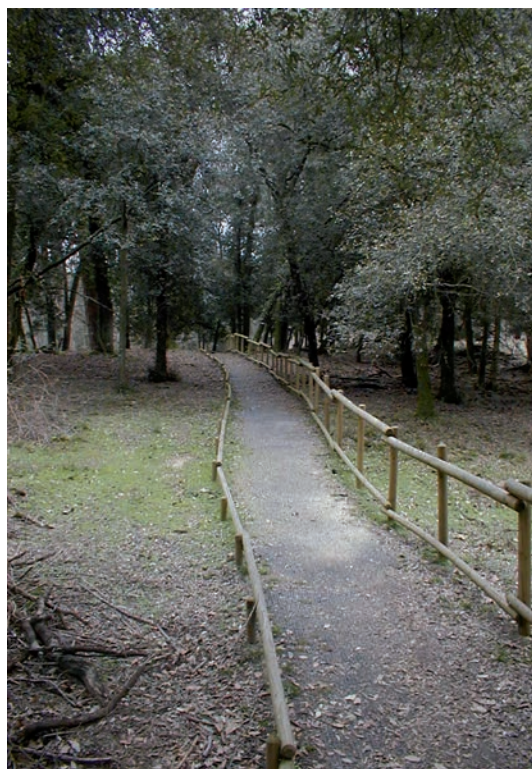
La manutenzione dei sentieri è una operazione che si rende necessaria sia per l'abbandono di alcuni percorsi, sia – al contrario - per l'usura derivante dalla notevole frequentazione. Da segnalare poi i fenomeni di dissesto e erosione causati dalla percorrenza dei sentieri con mezzi meccanici, biciclette e mezzi a motore fuoristrada.

Le modalità di intervento sono molteplici e variano considerevolmente in relazione al tipo di sentiero, alla geologia e alla morfologia del terreno, alle caratteristiche dei frequentatori a cui è aperto il sentiero ed al budget economico a disposizione.

La descrizione delle diverse tipologie di ripristino esula dalla finalità del presente manuale; per una approfondita descrizione si consiglia la consultazione del già citato manuale edito dal Club Alpino Italiano nel 1999 ("Sentieri. Ripristino Manutenzione Segnaletica") e del citato manuale della Regione Toscana.

3.4.2 Percorsi accessibili a tutti

Nella progettazione di percorsi si impone la necessità di consentire al maggior numero possibile di persone la possibilità di arrivare, accedere e fruire di strutture e di spazi aperti, permettendo quindi l'accessibilità a tutte le persone che permanentemente (per motivi di handicap o semplicemente per età o condizione fisica), o temporaneamente, presentino condizioni che ne precludano la fruizione se non con particolari accorgimenti.



20. Sentiero di buona accessibilità
(G. Giovannini)

Gli obiettivi di un percorso accessibile a tutti (*Foto 20*) sono quelli di accrescere le funzioni sociali della natura, favorire l'integrazione sociale e tenendo conto delle esigenze di tutte le categorie di utenti, sviluppando le possibilità didattiche e terapeutiche degli spazi naturali.

L'approccio deve essere inclusivo, ovvero quello di chi vuole offrire e condividere qualcosa con tutti senza esclusioni, non quello di progettare qualcosa di riservato ai portatori di handicap, col rischio di realizzare una specie di ghetto, o semplicemente quello di adeguarsi alle normative relative alla disabilità. La necessità di rispondere ad una domanda diversificata può diventare l'occasione per sperimentare e utilizzare metodologie comunicative che si basano sull'uso di tutti i sensi, così come la necessità di usare un "linguaggio" diverso, più aperto verso diverse opzioni, è un'occasione per migliorare l'efficacia del messaggio o delle informazioni da trasmettere a tutte le categorie di persone.

L'assenza di barriere fisiche e architettoniche è, naturalmente, la condizione essenziale per poter attuare un progetto di questo tipo. Questa condizione può essere ottenuta sia rimuovendo le barriere con specifici interventi, sia scegliendo percorsi idonei. È molto improbabile che non sia necessario alcun intervento, sono tuttavia da evitare manipolazioni estremamente pesanti, attuabili solo a prezzo di modifiche alle caratteristiche naturali del luogo e a costi eccessivi.

In questo manuale non è possibile descrivere compiutamente tutti i dettagli tecnici della progettazione di percorsi accessibili a tutti; saranno quindi date solo le principali linee da adottare, rimandando ai numerosi manuali tecnici disponibili².

Partendo dal principio che ogni percorso deve permettere ad ogni possibile fruitore di muoversi ed agire in piena autonomia e sicurezza utilizzando appieno le risorse didattiche offerte e di usufruire agevolmente delle attrezzature di servizio presenti, di seguito verranno forniti alcuni consigli tecnici.

Il sentiero non deve essere eccessivamente lungo e sono preferibili tracciati ad anello.

L'inizio del sentiero deve essere ben segnalato, con accesso agevole, e corredato di un pannello che ne riassume le caratteristiche di accessibilità (con o senza accompagnatore), la lunghezza, il dislivello con planimetria e con le indicazioni dei tratti in salita e in discesa, la presenza e la posizione di aree di scambio, di aree di sosta e dei servizi. Naturalmente il pannello dovrà contenere anche le indicazioni relative all'argomento del percorso e alle emergenze naturalistiche, artistiche, storiche presenti lungo il sentiero.

La pendenza longitudinale deve essere modesta, considerando che fino a valori del 2% l'accesso è possibile con una carrozzella anche in maniera autonoma; dal 2% al 5% è opportuna la presenza di un accompagnatore e la percorrenza in modo autonomo è possibile solo per brevi tratti; dal 5 all'8% è necessaria la presenza di un accompagnatore e, comunque, i tratti devono essere brevi e regolarmente intervallati (almeno ogni 10 m) da tratti con pendenza minore; i cambi di pendenza devono essere gradualmente. Pendenze superiori all'8% dovrebbero essere evitate o, al massimo, limitate a tratti brevissimi. È logico che in questi casi è necessario considerare la

² Numerosi siti Web forniscono informazioni utili e link ad altri siti. Tra essi segnaliamo: www.parchiaccessibili.it, che consente anche di visualizzare e scaricare gratuitamente due manuali: "Accessibilità e fruibilità delle aree protette" di Micaela Solinas e "Guardare il territorio con occhi nuovi" di Giuseppina Carella, Sonia Carpinelli e Daniela Scopigno.

pendenza massima che si incontra, anche se si trattasse di un breve tratto, anziché la pendenza media.

Per quanto concerne la larghezza, quella ottimale dovrebbe essere di almeno 120 cm, tale cioè da permettere il passaggio di una persona su sedia a rotelle e di una persona di lato, anche se il D.M. 236/1989 (Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adottabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche) prevede, per i percorsi pedonali, un minimo di 90 cm.

Una particolare attenzione deve essere riservata alle aree di sosta, che devono prevedere attrezzature idonee all'uso da parte di una utenza ampliata. Quindi le sedute devono permettere a tutti di sedersi e di rialzarsi in modo agevole e sicuro, i tavoli devono consentire l'uso da parte di persone sedute su carrozzella, gli appoggi ischiatici devono consentire alla persona di assumere una posizione comoda, anche se non seduta, appoggiando il bacino (ischio) e scaricando, almeno in parte, il peso del corpo.

Il fondo del sentiero deve essere compatto e privo di ostacoli, che permette lo scorrimento delle ruote delle carrozzelle e la percorrenza sicura di persone non vedenti o con difficoltà di deambulazione. Esistono vari sistemi per ottenere questo scopo: da quelli più impattanti, anche visivamente, come i tavolati di legno utilizzati per zone umide (o per passare punti disagiati) ad altri con minori effetti quali la stabilizzazione, l'impregnazione, la pavimentazione, l'uso di tessuto-non tessuto. I materiali sciolti, come ghiaia, sassi e sabbia sono inadatti per chi si muove su sedia a rotelle, ma anche per chi è claudicante o si muove con stampelle. Nei terreni sabbiosi può essere ottenuto un buon risultato fissando stabilmente sul terreno già livellato e ripulito da ostacoli, una rete metallica elettrosaldata sufficientemente rigida (spessore del filo ~ mm 3), a maglie piccole (~2 cm) che consenta il rapido deflusso delle acque.

Per favorire il deflusso delle acque meteoriche, in terreni pendenti, deve essere prevista una modesta pendenza laterale ed eventualmente una canalizzazione che convogli le acque in cunette laterali.

Un altro elemento della massima importanza è relativo alle protezioni di sicurezza. Le principali sono costituite da cordoli laterali e corrimano. Il corrimano, posto generalmente ad una altezza di 90 cm, ha lo scopo di costituire una guida per persone con problemi di mobilità consentendo di individuare esattamente il percorso e di costituire un appoggio per i non vedenti. Il materiale usato, di solito il legno, deve essere sufficientemente rigido e con la superficie perfettamente liscia, senza schegge o altri elementi che possano causare ferite; per il corrimano può essere usata una corda di grosso spessore.

Il cordolo, posto ad una altezza di 10 cm, è utile per le persone non vedenti che utilizzano il bastone e rappresenta un ulteriore elemento di sicurezza per le persone che si muovono con sedia a ruote, quando ai lati del sentiero siano presenti cunette, fondo non idoneo o altri ostacoli.

Particolari attenzioni devono essere poste nella realizzazione di punti di osservazione. Nel caso di punti panoramici, oltre alla collocazione di parapetti di sicurezza, se necessari, è bene ricordare che per una persona seduta su sedia a ruote il punto di vista si colloca ad una altezza di circa 1,20 m e che la persona non ha la possibi-

tà di muoversi liberamente per evitare eventuali ostacoli che impediscano la visuale. Nei capanni o pareti di osservazione le feritoie devono essere realizzate a diverse altezze (anche per consentirne l'uso ai bambini) e devono essere previsti accorgimenti costruttivi che permettano anche alle persone in sedia a ruote di avvicinarsi alle feritoie perpendicolarmente alla parete ed appoggiare i gomiti o attrezzatura fotografica alle apposite mensole. Ciò può essere realizzato tramite apposite estroflessioni della parete fino ad una altezza da terra di 70 cm circa o con aperture coperte da teli pesanti facilmente rimovibili.

L'approssimarsi di punti significativi del percorso (pannelli, deviazioni di percorso) può essere segnalato, in particolare per le persone non vedenti, con diversi metodi, che vanno da indicatori posti sul corrimano (scanalature, tasselli infissi) alla variazione di caratteristiche della pavimentazione in corrispondenza dei punti da segnalare, mediante l'uso di materiali di differente scabrosità o anche il diverso orientamento degli elementi utilizzati per la pavimentazione.

Per la parte più prettamente didattica non è possibile dettare norme precise. È importante sottolineare quanto sia importante usare metodologie diverse e adatte al caso, per cui i tradizionali pannelli possono essere integrati, o certe volte addirittura sostituiti, da altri ausili didattici come, ad es. bacheche orizzontali contenenti materiali, o riproduzioni tridimensionali o calchi o anche, quando le condizioni lo permettano, l'uso di messaggi sonori. Queste metodologie, indispensabili per alcune categorie di persone, consentono tuttavia, anche alle persone cosiddette normodotate, di utilizzare proficuamente i sensi, tatto, gusto, olfatto, che, normalmente e istintivamente, vengono utilizzati meno della vista o dell'udito.

Infine, è necessario che tutte le opere siano eseguite a regola d'arte e che la manutenzione del sentiero e delle attrezzature sia costante: una fuga eccessivamente ampia tra gli elementi della pavimentazione, o anche un piccolo ramo trasversale sul sentiero, possono diventare ostacoli difficilmente superabili da persone con scarsa mobilità.

L'aspetto informativo è un altro punto fondamentale. I percorsi accessibili a tutti sono generalmente censiti e descritti sia su opuscoli sia sui siti web dedicati ai problemi dei portatori di handicap. È quindi un dovere civile pubblicizzare la presenza di sentieri accessibili e fornire tutte le informazioni necessarie nel modo più completo e corretto possibile.

Si ricorda, infine, che sono ammissibili a finanziamento nell'ambito del PSR "tutti gli interventi espressamente dedicati o volti a garantire la fruizione da parte delle persone diversamente abili".

3.5 Attività open air (ludiche, sportive, benessere)

3.5.1 Premessa

Una parte consistente di popolazione frequenta il bosco durante il tempo libero. Si va dagli escursionisti (organizzati in gruppi o meno), ai cercatori di funghi o altri prodotti del bosco, agli stessi cacciatori. Si tratta di attività molto diffuse che, tuttavia non sempre vengono svolte nel rispetto del bosco, delle esigenze dei proprietari o, più semplicemente, delle leggi vigenti, per cui una azione educativa potrebbe essere auspicabile. (Foto 21)



21. Bosco e radura idonea per trascorrere il tempo libero all'aperto

Esiste però una ampia e crescente fetta di popolazione che, durante le vacanze (in particolare quando le mete sono gli agriturismi o le località meno caratterizzate dal turismo di massa), o semplicemente durante le gite “fuori porta”, è attratta da proposte che permettano di svolgere esperienze diverse in un ambiente naturale. Le proposte che verranno fatte non avranno sempre una valenza puramente educativa, comprendendo in alcuni casi attività decisamente ludiche, svolte sempre, tuttavia, nel rispetto del bosco, in un’ottica che possiamo tranquillamente definire di sviluppo sostenibile.

Negli ultimi anni si è assistito al fiorire di una serie di attività che puntano ad aumentare il benessere psico-fisico insieme allo svago e al divertimento (*fitness-loisir*) e promuovere un nuovo rapporto con la natura e l’ambiente.

Queste attività sono spesso basate su semplici azioni quali camminare o correre che, per loro natura, è possibile svolgere in modo molto libero e indipendente ma, una volta codificate ed organizzate possono creare nuovi flussi economici e nuove possibilità occupazionali, anche perché ben si prestano ad essere collegate a proposte di tipo turistico-recettivo.

Le proposte si basano su alcuni semplici punti: scelta dell’attività, individuazione di percorsi idonei e, in taluni casi, effettuazione di corsi di preparazione alle diverse attività e noleggio (o vendita) dell’attrezzatura necessaria.

Molte di queste attività sono già codificate (con creazione di Federazioni a vari livelli, in certi casi affiliate al CONI), per cui anche l’utilizzo del nome dell’attività è soggetto ad una sorta di copyright e, se è indubbio che camminare, o correre, siano attività semplici che nessuno può “brevettare” o di cui nessuno può rivendicare l’esclusiva, dovendo intraprendere una attività economica è consigliabile utilizzare nomi

e terminologie conosciute e di conseguenza informazioni sulle regole dettate dalle rispettive Federazioni. Nella trattazione seguente saranno brevemente descritte alcune tra le principali attività, utilizzando quindi i nomi “ufficiali”, con indicazione e rimando ai siti WEB utili per poter reperire tutte le informazioni del caso e perché, trattandosi di attività nuove e in forte espansione è possibile verificare la costituzione di nuove sezioni locali con istruttori qualificati ai quali poter fare riferimento. È opportuno precisare che, riuscendo a costruire un “pacchetto” a livello locale contenente una serie di proposte, l’efficacia sarà molto superiore a quella di una singola proposta.

3.5.2 Attività ciclistiche

I percorsi ciclabili, utilizzabili con mountain bike, dovranno avere una larghezza superiore a quella dei comuni sentieri. La lunghezza dei percorsi e le abitudini dei ciclisti dediti a questa attività rende difficile pensare alla realizzazione di un singolo percorso, che difficilmente può essere compreso in una sola proprietà, quanto, eventualmente, ad una rete di percorsi da sviluppare a livello di comprensorio più ampio. Il noleggio bici potrebbe rivolgersi ad un pubblico familiare che desidera fare passeggiate facili e brevi (*Foto 22*) e, probabilmente, dovrebbe essere collegato ad altre strutture di tipo turistico.



22. Facile percorso ciclabile

“Il downhill (dall'inglese giù dalla collina), è una variante della mountain bike che sta prendendo sempre più piede. Si svolge su tracciati completamente in discesa percorsi a grande velocità, usando bici dotate di accorgimenti specifici tra i quali rivestono particolarmente importanza i copertoni, tassellati e più larghi di quelli normalmente usati su mountain bike per garantire la maggiore aderenza e la maggiore tenuta in curva.

In molte località l'attività di downhill rappresenta una nuova opportunità turistica, in particolare nelle località sciistiche in cui gli impianti di risalita vengono utilizzati per trasportare i ciclisti alla partenza degli itinerari, spesso tracciati lungo il percorso delle piste da sci.

Il downhill è una attività che provoca numerosi conflitti sia con gli altri frequentatori della rete escursionistica, sia con i gestori delle foreste. Ciò avviene in particolare quando questa attività viene praticata su sentieri non idonei o indiscriminatamente in bosco, spesso fuori dai tracciati. La velocità raggiunta, unita alla pesantezza del mezzo al tipo di gomme e alla necessità di eseguire frequentemente frenate e derapate può rappresentare un pericolo per gli escursionisti e può provocare movimenti di terra con danni alla vegetazione erbacea e arborea e disturbo alla fauna.

3.5.3 Percorsi jogging

In questo caso appare superflua la realizzazione di nuovi sentieri mentre potrebbe essere utile una proposta che si basi sulla fornitura di servizi ad essa collegati, ad es. l'individuazione di percorsi stabiliti in base a lunghezza, dislivello o difficoltà, la realizzazione di dépliant informativi. Occorre ricordare, tuttavia, che spesso questa attività viene svolta su strade o comunque su tracciati con fondo abbastanza regolare per evitare rischi di traumi.

3.5.4 Nordic Walking

Con il termine *nordic walking* (o “camminata nordica”) viene indicata una tecnica di camminata, simile a quella tipica dello sci da fondo classico (passo alternato), che viene praticata con l'ausilio di appositi bastoncini, con vari scopi ed a vari livelli (dalla semplice passeggiata, al fitness, all'attività sportiva).

Secondo quanto affermato dalla ANI (Associazione Nordic Fitness Italiana) “la naturalezza e la grande adattabilità del movimento nel *Nordic Walking* permette a chiunque di poter praticare una forma di movimento completa, armonica e divertente che possiede innumerevoli varianti a seconda degli obiettivi: dalla performance al semplice controllo del peso corporeo. Il *Nordic Walking* è adatto a tutti non presentando particolari controindicazioni”.

L'attrezzatura è rappresentata da bastoncini leggeri di alluminio o fibra di carbonio, telescopici, dotati di una impugnatura ergonomica e di un puntale intercambiabile in relazione al fondo del percorso.

Per quanto riguarda i percorsi, non sono richieste particolari opere; si tratta di individuare tracciati idonei da cartografare e classificare in base alle caratteristiche (durata, dislivello, difficoltà). La lunghezza non è, di solito, inferiore ai 5 Km.

3.5.5 Mountain Fitness®

Viene indicata con questo nome una attività praticata su “percorsi salutistici” di media montagna o zone collinari, in salita, la cui peculiarità è la presenza di ap-

posita segnaletica (educativa e comportamentale), bacheche e brochure, dove sono riportati con molta attenzione i dati di percorrenza e consumi calorici per ciascuna categoria, dallo sportivo al sedentario. Le attività prevedono un preliminare autotest che consenta di valutare le proprie condizioni fisiche e programmare in tal modo tempi e percorsi.

Il progetto *Mountain Fitness*® nasce da studi condotti dall'Università di Ginevra su alcuni atleti, con l'obiettivo di stabilire i livelli massimi di prestazione ed i costi energetici in salita e discesa alle varie pendenze. I dati ottenuti lungo gli anni hanno permesso alla FSA di sviluppare il concetto *Mountain Fitness*, così da poter calcolare, utilizzando anche altri parametri, i consumi energetici delle varie categorie dando all'utente uno strumento valido ed efficace per testare e migliorare il proprio livello di fitness, di perdere peso e tonificare cuore, muscoli e mente in un ambiente naturale e salutare (www.mountainfitness.org).

3.5.6 Ecorunning

Si tratta di una attività che coniuga l'aspetto atletico con quello della conoscenza ambientale (corsa nella natura). Le competizioni di ecorunning si svolgono su percorsi naturalistici o sugli stessi percorsi individuati per il *Mountain Fitness*®. Sono aperte a tutti e alla portata di tutti dato che possono essere effettuate sia correndo (nella versione più agonistica), che camminando. La classifica finale viene stilata basandosi sulla prestazione fisica (ultimazione del percorso nel tempo massimo), sui parametri fisiologici (età e/o condizione fisica) e sulla conoscenza dell'ambiente verificata mediante la compilazione di una scheda appositamente predisposta e consegnata ai partecipanti all'inizio del percorso. Nelle competizioni sono previste diverse categorie di partecipanti: a) ragazzi, famiglie, anziani e non allenati; b) camminatori abituali e trekking allenati; c) atleti e esperti in discipline agonistiche outdoor-multisport.

La parte naturalistica è aperta a tutte le possibili varianti, dalla semplice osservazione della flora e della fauna alla osservazione del paesaggio e delle attività umane. Il test può essere svolto attraverso la compilazione di semplici questionari a risposta chiusa o aperta ma si possono prevedere altre forme espressive (disegno, foto, raccolta materiali) per stimolare l'osservazione e favorire la conoscenza dell'ambiente.

Naturalmente può essere prevista una versione non competitiva, in cui il partecipante possa svolgere l'attività con una autovalutazione finale.

Questa attività, come al solito, richiede la scelta e la predisposizione di percorsi adeguati, che possono essere delimitati occasionalmente nel caso di manifestazioni competitive, in maniera permanente per un uso didattico o turistico. Per gli aspetti prevalentemente agonistici si rimanda al regolamento diffuso dal Centro Sportivo Educativo Nazionale (CSEN), affiliato al CONI (<http://www.csen.it>).

Per la natura stessa dei partecipanti, e lo spirito dell'attività, i percorsi non devono presentare particolari difficoltà tecniche o di orientamento, quindi devono essere utilizzati sentieri esistenti e ben segnalati, possono avere lunghezza variabile (a partire da un'ora di camminata, indicativamente almeno 2 Km). Naturalmente devono attraversare zone in cui si possano facilmente osservare differenti ambienti ed elementi naturali. In questo senso l'attività può integrarsi con quelle di promozione naturalistica (pannelli, dépliant, ecc.).

I percorsi ufficiali per manifestazioni di ecorunning, omologati da una apposita

Commissione tecnica sono classificati in base ai tempi massimi di percorrenza per le diverse categorie di utenti ammissibili alle prove; alla minima segnaletica ecologica permanente; alla scheda ambientale tipo; ai parametri per la valutazione finale.

3.5.7 Tiro con l'arco

Accanto alle tradizionali attività di tiro con l'arco, svolte in campi attrezzati con bersagli fissi, esiste una attività denominata "tiro spontaneo", che si svolge in ambienti naturali (prati, boschi) lungo percorsi attrezzati con un numero variabile di piazzole di tiro. Per campi di gara non ufficiali può essere sufficiente una ventina di piazzole, mentre le gare "Hunter & Field" (H+F: bersagli "hunter", di diverso diametro, a distanze sconosciute e bersagli "field" a distanza dichiarata) richiedono 24 o 48 piazzole in relazione alla tipologia di gara.

I bersagli possono essere sagome di animali selvatici a grandezza naturale o altri bersagli di fantasia e possono essere spostati da una piazzola all'altra o, anche nella stessa zona di tiro, per variare il percorso, pur richiedendo delle installazioni fisse su cui fissare le sagome.

Il campo di gara può richiedere alcuni ettari di bosco (da 5 in su) per consentire il tiro in condizioni di sicurezza, dato che ciascuna piazzola è scelta in modo tale che sia fuori della portata del tiro effettuato in altre piazzole, e che l'arciere possa tirare solo verso determinati bersagli (da 1 a 3), posizionati in modo tale che ciascuna sagoma abbia sempre il terreno come sfondo.

Un terreno ondulato è più indicato di uno pianeggiante, così come un bosco rado, o comunque in cui vi sia una elevata visibilità, è preferibile ad un bosco denso e ricco di sottobosco. Nelle condizioni migliori non sono richiesti, di solito, grandi interventi sulla vegetazione, salvo la eventuale rimozione di arbusti o rami bassi che ostriscono il canale di tiro.

Per il rispetto della sicurezza, sia dei partecipanti (già contemplata dal rispetto delle regole) ma soprattutto di altri fruitori del bosco è opportuno provvedere all'apposizione di cartelli nelle zone circostanti, quando non sia possibile una recinzione completa della zona.

L'attività sportiva è regolata da una federazione nazionale (FIARC - <http://www.fiarc.it/>), ma anche a livello non agonistico è una attività alla portata di tutti e per questo motivo è indicata, e si sta diffondendo, in strutture agrituristiche che possono offrire piccoli corsi di formazione, oltre al noleggio dell'attrezzatura, aumentando così l'attrattiva della struttura e potendo fruire di una ulteriore fonte di introito.

3.5.8 Percorsi acrobatici sugli alberi ("Parchi avventura" o altre denominazioni)

È il termine più comune con il quale vengono individuati percorsi acrobatici sospesi a diverse quote da terra, generalmente installati su alberi ad alto fusto o, in loro mancanza, anche su pali di legno o pareti di roccia, che i partecipanti percorrono, dopo essere stati opportunamente istruiti ed equipaggiati con Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) omologati, composti da caschetto, mezzi guanti, imbragatura con longe, moschettoni e dissipatore, carrucola con moschettoni.

Un parco è organizzato in vari percorsi costituiti da piattaforme fissate agli alberi e strutture realizzate in legno, corda e cavi d'acciaio che consentono il passaggio da una piattaforma all'altra, mediante teleferiche, percorsi aerei, tirolesi, ponti tibetani, passerelle, salti, scale di corda e di legno, muri di arrampicata ecc.

Le attività offerte da queste strutture sono utilizzate per finalità ricreative, ma anche per attività educative e di terapia ricreativa, da svolgere in modo divertente e sicuro. In certi casi esistono percorsi riservati ai bambini. La Norma UNI EN15567:2008³ prevede una differenziazione di difficoltà fra i percorsi da identificare con colori.

Si tratta di attività che richiedono un investimento economico iniziale per la realizzazione dell'impianto e delle infrastrutture necessarie (parcheggio, locali per rimessaggio dei dispositivi di sicurezza, uno spazio per indossare i dispositivi, locali per biglietteria ed informazioni, oltre a servizi igienici) ed una serie di interventi di manutenzione frequenti e costanti nel tempo. Le norme di riferimento prevedono che le strutture siano sottoposte annualmente a collaudo da parte di un organismo certificatore. È poi necessario disporre di un gruppo di istruttori preventivamente formati per illustrare i comportamenti da adottare, istruire sull'uso dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) e sulle tecniche di spostamento lungo i percorsi ed aiutare i partecipanti a scendere in sicurezza dal percorso qualora riscontrassero particolari difficoltà. Il bosco idoneo deve avere piante ad alto fusto (diametro minimo intorno ai 40 cm), stabili e sane con assenza di sottobosco arboreo o arbustivo.

La progettazione e la realizzazione devono essere eseguite in conformità alla citata Norma Europea UNI EN 15567:2008, utilizzando materiali certificati secondo le norme tecniche di riferimento. È necessaria una fase preliminare di analisi di stabilità degli alberi, anch'essa certificata, con eventuali interventi di conformazione della chioma, in particolare per la eliminazione di monconi, rami secchi e di tutti gli elementi di pericolo.

Per evitare danni alle piante, le piattaforme e le altre componenti aeree sono fissate ai tronchi in modo tale che la corteccia del tronco sia in contatto solo con parti di legno e mai con l'acciaio. Successivamente, durante le fasi annuali di controllo, verrà valutato se sia necessario l'allentamento delle barre di unione delle diverse parti in legno per non ostacolare l'accrescimento diametrico dell'albero.

La manutenzione è particolarmente importante ai fini della sicurezza e prevede interventi giornalieri (controllo visivo di routine prima di ogni giornata di apertura), periodici (ogni 1-3 mesi per verificare eventuali necessità di manutenzione straordinaria) e annuali da parte di un organismo ispettivo (struttura e DPI).

3.6 Attività didattico-educative

3.6.1 Percorsi naturalistici

I percorsi naturalistici sono percorsi tematici o comunque percorsi che mettono in risalto le caratteristiche naturali. Si possono quindi distinguere i percorsi botanici (trattati a parte), geologici e percorsi che tendono a mettere in evidenza particolari caratteristiche dei luoghi. Nel realizzare questi percorsi è importante avere ben chiaro il tema scelto e l'obiettivo e, in casi particolari, la categoria dei possibili fruitori (es. scuole, pubblico generico, ecc.). Agli inizi del percorso è necessario un pannello introduttivo contenente le indicazioni generali sul luogo e sul percorso (lunghezza, durata, altre caratteristiche). La scelta degli argomenti è legata al tema prescelto con la regola da rispettare della corrispondenza tra

³ Versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15567-1 (edizione dicembre 2007) che specifica i requisiti di sicurezza per la progettazione, costruzione, controllo e manutenzione dei percorsi acrobatici e loro componenti.

tema trattato nel pannello e collocazione in corrispondenza della situazione descritta. Il pannello non deve essere eccessivamente complesso o con un testo particolarmente lungo: se per leggere e comprendere il pannello occorrono diversi minuti il rischio è che in un gruppo solo poche persone riescano a leggere mentre le altre si stanchino di attendere e proseguano, facendo così perdere di efficacia allo strumento proposto.

La lunghezza e il numero di pannelli sono determinati dal tipo di percorso didattico. Occorre considerare che il percorso non dovrebbe richiedere più di un'ora per la percorrenza, comprese le soste per la lettura e l'osservazione, essendo per lo più destinato ad un pubblico generico.

3.6.2 Percorsi botanici

I percorsi botanici sono finalizzati alla divulgazione della conoscenza di specie vegetali tipiche o, comunque presenti nel luogo. Spesso si limitano ad una descrizione della flora senza approfondire aspetti legati alla vegetazione o alle attività umane che hanno inciso sul paesaggio forestale (usi ed attività passati e presenti). Nella preparazione di percorsi botanici non scientifici, occorre prestare attenzione ad alcuni aspetti, in particolare considerando che al "visitatore medio" non è richiesta una preparazione specifica. Ogni pannello deve contenere informazioni fondamentali (nome della specie, illustrazione) ed altre che possono arricchire il messaggio (caratteristiche ecologiche, uso delle specie).

Il nome della specie è l'indicazione che non può mai mancare e, certe volte, è l'unica che si ritrova nei cartellini. Dovrebbe essere sempre data prevalenza al nome comune (e ai nomi locali, se conosciuti) pur facendo poi riferimento al nome scientifico (a quel punto prestando attenzione alle regole della nomenclatura scientifica). Il testo del messaggio deve essere breve e utile a favorire il riconoscimento e la memorizzazione della specie. Occorre scegliere un linguaggio semplice, evitando termini comprensibili solo agli esperti. L'uso dei termini scientifici deve essere per quanto possibile accompagnato da spiegazioni sul significato del termine. Sono molto utili riferimenti agli usi, tradizionali e non: alimentazione, medicina popolare, cosmesi, altri usi.

Le immagini (fotografie e disegni) rappresentano un utilissimo ausilio, anche per individuare esattamente la pianta che si vuol presentare. Le foto sono più facili da realizzare rispetto al disegno, potendo anche utilizzare come soggetto proprio l'individuo presente nei pressi del cartello anche se, in particolare per specie arboree e in bosco, non è sempre facile poter isolare l'individuo prescelto. In alcuni casi vengono scelte foto "di repertorio" o scattate a piante isolate che hanno quindi un portamento completamente diverso da quello osservabile nel percorso, inoltre possono mostrare la pianta solo in una fase vegetativa. Il disegno, invece, permette di rappresentare tutte le caratteristiche della specie ed i particolari osservabili nei diversi periodi dell'anno. Il disegno richiede l'intervento di un disegnatore, cosa che può implicare costi più sostenuti e tempi di realizzazione più lunghi.

Una particolare attenzione deve essere posta nel posizionamento dei cartelli relativi alle specie erbacee, per evitare rischi di confondere le diverse specie. Occorre infatti tenere presente che a differenza di quelle legnose, le piante erbacee possono essere difficili da osservare, in particolare in certi momenti dell'anno. Molte erbe hanno un ciclo di vita annuale, al termine del quale muoiono mentre i loro semi daranno origine altrove a nuove piante; altre specie invece, pur avendo un ciclo vitale perenne, sono ben osservabili solo in determinate stagioni, quando sono in vegetazione e/o in fioritura, mentre in altri periodi si limitano a sopravvivere nel terreno per mezzo di bulbi, rizomi o altre strutture sotter-

ranee e conseguentemente diventano difficili da vedere. Un utile accorgimento sarebbe quello di togliere i cartelli quando nelle vicinanze non sia più presente alcun individuo della specie descritta, o perché ha terminato il suo ciclo vitale (specie annuali) o perché la parte epigea non è visibile (specie perenni a vegetazione stagionale). I cartelli potranno poi essere riposizionati al momento in cui le piante saranno nuovamente visibili.

Nel caso di percorsi botanici che si sviluppino in bosco o altro ambiente naturale, è opportuno ripetere alcuni cartelli per le specie principali, per favorirne la memorizzazione. Nel caso di percorsi in spazi “aperti” (non sviluppantisi lungo un sentiero) può essere utile una mappa che indichi la posizione delle diverse specie.

3.6.3 *Birdwatching*

Le postazioni per l'osservazione degli uccelli si trovano generalmente nei pressi di corsi o specchi d'acqua, dove vivono o stazionano molte specie ornitiche e dove la visuale è favorita. Di solito le postazioni consistono in capanni o schermature, costruite usando materiale naturale come canne o legno. Le pareti dei capanni o le schermature sono predisposte con finestre, con o senza chiusura, poste ad altezza diversa per consentire la visione ad adulti e bambini. È opportuno che siano dotate di un piano di appoggio per i gomiti per permettere di mantenere fermo il binocolo durante l'osservazione e che abbiano una forma tale da permettere anche a persone in sedia a ruote di avvicinarsi comodamente al punto di osservazione. Possono essere inoltre corredati di pannelli esplicativi indicanti le caratteristiche dell'ambiente e delle specie osservabili.

3.6.4 *Aule verdi e laboratori didattici*

Con queste denominazioni (in particolare quella di “aula verde”) vengono indicati spesso percorsi o progetti di educazione ambientale realizzati in maniera continuativa in determinate zone. In certi casi può essere prevista la realizzazione di strutture utilizzabili per attività didattiche da gruppi (scolaresche, campi estivi, corsi): gazebo in legno con panche e tavoli per permettere lo svolgimento di attività. Evidentemente queste strutture devono essere collegate a ben precise proposte didattiche. Nella realizzazione deve essere posta attenzione a uso di materiali naturali, possibilmente di provenienza locale o comunque certificata.

I laboratori didattici devono essere realizzati in edifici, recuperati o costruiti ex-novo, dove possano essere eseguiti, in sicurezza, analisi, osservazioni o piccoli esperimenti scientifici. Anche in questo caso è opportuno curare la scelta dei materiali o, quando le condizioni lo permettano, utilizzare fonti rinnovabili per l'approvvigionamento di energia.

3.7 **Aspetti tecnici**

3.7.1 *Caratteristiche dei pannelli*

La Regione Toscana⁴ ha emanato nel 2003 le direttive per la realizzazione di arredi, segnaletica e cartelli di tipo direzionale e di tipo informativo. Si tratta di norme previste per gli Enti competenti alla gestione del Patrimonio Agricolo-Forestale, così

⁴ DGR n. 975 del 29-09-2003. Logotipo del patrimonio agricolo forestale regionale. Disciplinare d'uso e direttive agli Enti competenti l'amministrazione del patrimonio agricolo forestale regionale (L.R. 39/00, art. 28) per la realizzazione di arredi e cartellonistica divulgativa. BURT n. 43 del 22/10/2003.

come individuati nell'allegato B della L.R. 39/00, per attività connesse all'amministrazione e promozione del patrimonio regionale ma che devono essere applicate obbligatoriamente nel caso di interventi eseguiti nell'ambito del Patrimonio Agricolo Forestale Regionale (PAFR).

La delibera contiene una serie di schemi e di indicazioni tecniche per la realizzazione di cartellonistica escursionistica divulgativa, di pannelli e di arredi, che può essere proficuamente consultata.

Per quanto riguarda i materiali usati per i pannelli, la scelta è ampia e dettata dalle caratteristiche ambientali, dalle dimensioni del messaggio proposto, da prescrizioni di enti territoriali competenti e, non ultimo, dal budget disponibile.

Bacheche o pannelli di legno (Foto 23) hanno generalmente un aspetto più gradevole e sono meglio inseriti in un ambiente naturale. Possono avere forme e dimensioni molto variabili, con o senza una tettoia di protezione. Il testo scritto può essere su cartelli che vengono applicati al pannello o pantografati o incisi. Quest'ultima soluzione, ideale per loghi o simboli, diventa molto impegnativa in quanto una eventuale correzione o aggiornamento richiede la sostituzione completa. Pannelli in legno richiedono inoltre una puntuale manutenzione.



23. Bachecca in legno lungo la pista Ecoturistica Sieve

I pannelli di metallo possono fungere da supporto a pellicole stampate che vengono applicate al metallo senza poter essere asportate. Sono durevoli e relativamente facili da realizzare. Possono essere fissati a pali di legno, in verticale (ad altezza di circa 1,50 m) o inclinati fissati sulla sezione tagliata a becco di flauto di pali di legno, ad una altezza di circa 1 m. Nel caso di aiuole o presenza di numerose specie erbacee ravvicinate sono utilizzabili piccoli cartelli, di dimensioni simili a quelli utilizzati nei vivai, contenenti solo il nome della specie. In questo caso occorre prestare particolare attenzione alla collocazione dei cartelli che devono evitare rischi di confondere le diverse specie.

Per la parte scritta possono essere usati cartelli serigrafati in forex (lastre in PVC semiespanso a cellule chiuse) o in alluminio oppure stampati su carta plastificata. Questi ultimi hanno il vantaggio di essere economici, sostituibili ed aggiornabili con poca spesa, per contro tendono a deteriorarsi più velocemente (soprattutto per effetto della luce solare diretta), inoltre sono facilmente asportabili o danneggiabili. In ogni caso è consigliabile evitare che la parte scritta sia esposta alla luce del sole; usando la carta plastificata è anche opportuna la protezione dalla pioggia e dall'umidità dei margini del foglio (in particolare di quello superiore).

Bacheche e cartelli devono essere stabilmente infissi nel terreno evitando di fissarli agli alberi. I cartelli esplicativi vanno posti lungo il percorso in prossimità di ciò che viene descritto nel pannello. Le indicazioni generali e le avvertenze devono essere poste all'inizio del percorso utilizzando bacheche o pannelli.

3.7.2 Percorsi che utilizzano ausili tecnologici

Gli sviluppi tecnologici offrono una serie di strumenti che aprono nuovi orizzonti anche nel campo della didattica naturalistica e dei percorsi didattici. La velocità nell'evoluzione di questi strumenti è tale che qualsiasi informazione rischia di diventare obsoleta nel giro di pochi mesi.

Da alcuni anni si sono diffusi percorsi didattici che si avvalgono dell'ausilio di audioguide che consentono di ascoltare il messaggio solitamente riportato sui pannelli.

In questo caso la difficoltà progettuale non sta tanto nella tecnologia impiegata (è la stessa usata da molti anni in chiese e musei) quanto, trattandosi di strumenti che saranno gestiti autonomamente dai visitatori, nella capacità di descrivere esattamente l'elemento, o addirittura un processo naturale, e fare in modo che sia correttamente individuato ed osservato in un ambiente (il bosco) che per la sua complessità offre una moltitudine di spunti.

L'impegno maggiore sarà quindi profuso nella scelta degli argomenti, dei punti del tracciato in cui attivare l'ascolto (solitamente indicati tramite picchetti numerati o cartelli), nella selezione e preparazione del materiale audio, che può comprendere testi, ma anche suoni (es. il canto degli uccelli, brani musicali, interviste, etc.).

L'impegno maggiore sarà quindi profuso nella scelta degli argomenti, dei punti del tracciato in cui attivare l'ascolto (solitamente indicati tramite picchetti numerati o cartelli), nella selezione e preparazione del materiale audio, che può comprendere testi, ma anche suoni (es. il canto degli uccelli, brani musicali, interviste, etc.).

In questo momento, tuttavia, le potenzialità maggiori sono offerte dall'utilizzo dei codici QR (dall'inglese "Quick Response"), codici a punti bidimensionali, che si presentano sotto forma di piccoli quadrati bianchi e neri. Tramite la lettura con gli appositi software utilizzabili con smartphone o tablet, ogni visitatore dotato di idonei

apparecchi potrà scaricare direttamente le informazioni sul proprio apparecchio o, in presenza di segnale internet, di accedere a informazioni speciali multimediali, rendendo così il percorso più interattivo e la visita più efficace. Naturalmente le opzioni legate alla multimedialità sono possibili solo dove sia possibile collegarsi ad internet, cosa che non sempre si riscontra lontano dai centri abitati.

Rispetto ai tradizionali pannelli aumenta quindi la potenzialità informativa, e la possibilità di arricchire, modificare o anche eliminare facilmente il messaggio; d'altro canto il tutto richiede un investimento iniziale, in certi casi per l'acquisto degli strumenti riproduttori (audioguide) e per la realizzazione (elaborazione dei testi e narrazione che deve essere spesso affidata a professionisti).

Si tratta quindi di strumenti sicuramente molto efficaci che rischiano, tuttavia, di escludere tutti quei visitatori non dotati di apparecchi dotati di fotocamera con cui poter effettuare la navigazione internet ed anche tutti quelli con meno capacità di usare nuove tecnologie. Per questo motivo possono essere utilizzati in aggiunta, più che in sostituzione, ai più tradizionali metodi di comunicazione (dai pannelli agli opuscoli ai libri).

4. *Boschi periurbani*

4.1 Limiti e relazioni dei boschi periurbani

In Italia il contesto periurbano è caratterizzato dalla sua prossimità ad un nucleo urbano e da processi dinamici che normalmente comprendono:

- fenomeni di urbanizzazione diffusa che può avvenire anche senza soluzioni di contiguità da un nucleo preesistente (*urban sprawl*);
- progressiva perdita della ruralità e della produzione agricola con conseguente abbandono delle pratiche agricole.

Questi processi esercitano una pressione forte sul paesaggio, determinandone una progressiva alterazione e modificazione non solo dei suoi aspetti strutturali e dinamici, ma anche delle sue funzioni con particolare riguardo alla fornitura di servizi ambientali (*environmental services*) alla città.

In considerazione dei cambiamenti che caratterizzano queste aree e della mancata esistenza di una linea limite che identifichi precisamente il territorio urbano da quello rurale, questi ambiti sono stati definiti anche di "frangia". Nonostante questa indeterminatezza, gli ambiti periurbani hanno conseguito con il tempo una propria fisionomia e hanno acquisito una notevole importanza come luogo di relazioni sociali (attività ricreative e sportive, trekking, relax e tempo libero, educazione ambientale, ecc.) e anche di carattere ecologico-ambientale (es. gestione delle risorse idriche, riduzione dell'impronta ecologica della città, spazio di ricreazione, ecc.). Ciò ha determinato negli ultimi anni l'interesse crescente del legislatore che, a diversi livelli, ha provveduto ad emanare provvedimenti tesi alla loro salvaguardia e valorizzazione. In particolare si è teso ad evidenziare un nuovo ruolo dell'agricoltura e dello spazio rurale esaltandone la multifunzionalità. Come già espresso in precedenza si deve comunque sottolineare che ai sensi della normativa regionale forestale della Toscana si possono considerare boschi ed assimilati gli ambiti che soddisfano le specifiche della Legge Regionale 39/2000 (cfr. par.1.1).

A livello europeo è chiaro come nella recente Politica Agricola Comunitaria si debbano leggere in questo senso parte delle misure agro-ambientali ed in particolare quelle relative alla valorizzazione della agricoltura nella sua dimensione multifunzionale come produttrice di externalità ambientali-ecologiche. Questa funzione risulta attribuita per legge agli imprenditori agricoli dal D.Lgs 228/2001 (Orientamento e modernizzazione del settore agricolo, a norma dell'articolo 7 della legge 5 marzo 2001, N. 57).

Nel panorama italiano si nota come alcune amministrazioni regionali, quali ad esempio la Regione Emilia Romagna, hanno provveduto ad emanare leggi specifiche (L.R. 20/2000) con le quali si forniscono definizioni per l'identificazione di questi ambiti e si determinano gli obiettivi da conseguire. Merita ricordare l'art. A-20 della succitata legge regionale ed in particolare: "1. Negli ambiti agricoli periurbani, la

pianificazione persegue prioritariamente il mantenimento della conduzione agricola dei fondi, nonché la promozione di attività integrative del reddito agrario dirette: a) a soddisfare la domanda di strutture ricreative e per il tempo libero; b) a contribuire al miglioramento della qualità ambientale urbana, attraverso la realizzazione di dotazioni ecologiche, di cui all'art. A-25 dell'Allegato, e di servizi ambientali. 2. Gli ambiti agricoli periurbani sono individuati di norma nelle parti del territorio limitrofe ai centri urbani ovvero in quelle intercluse tra più aree urbanizzate, aventi una elevata contiguità insediativa. 3. Il Piano strutturale comunale (PSC), sulla base delle indicazioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), individua gli ambiti agricoli periurbani e ne definisce obiettivi e prestazioni attese e interventi ammessi. Le previsioni del PSC costituiscono criteri di priorità ai fini dell'attribuzione alle aziende operanti negli ambiti agricoli periurbani di specifici contributi finalizzati a compensarle per lo svolgimento di funzioni di tutela e miglioramento dell'ambiente naturale".

Nello specifico sono ricompresi nella categoria sia formazioni di tipo naturale sia quelle di origine artificiale e gli impianti forestali aventi le caratteristiche assimilabili a quelle del rimboschimento (si ricorda, tuttavia, che ai sensi delle normative citate (par. 1.1) gli impianti di arboricoltura da legno non sono considerati bosco).

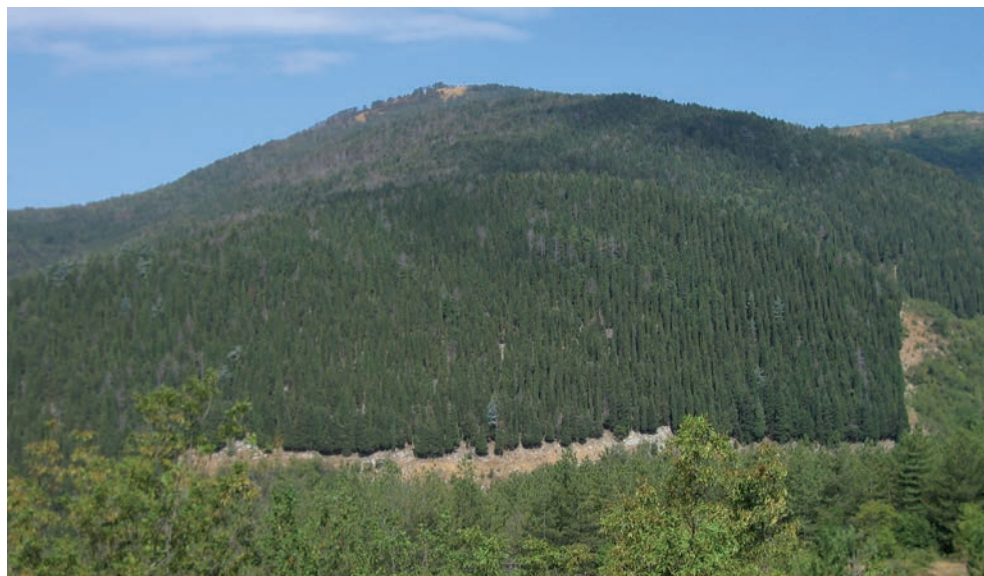
I boschi periurbani non hanno, quindi, solamente una dimensione geografica di interazioni con gli ambienti più propriamente urbani, ma sono anche portatori di una serie di relazioni funzionali e di servizi richiesti nella integrazione di aspetti ecologici, sociali ed economici. In questo senso, i boschi periurbani divengono boschi ad un passo dalla soglia di casa o, con una locuzione piuttosto recente, hanno, quindi, come caratteristica ricorrente, e molto spesso imprescindibile, il concetto di "Boschi di Vicinato". Con questo termine non solo si accoglie in ambito forestale la dimensione fortemente sociale, ma al tempo stesso si evidenzia la responsabilità che la società urbana ha nei confronti dei paesaggi periurbani caratterizzati da copertura forestale. A tale proposito potrebbe essere rilevante il ruolo di queste formazioni nel computo dei crediti di carbonio e nel mercato globale volontario connesso, valutando le realizzazioni e i miglioramenti di gestione del settore come VER (*Voluntary Emission Reduction*), ad esempio attraverso l'organizzazione di più comuni in ONG.

Il "bosco di vicinato" è una formazione forestale posta in prossimità, geografica e/o funzionale, di un insediamento urbano. In prossimità geografica perché un bosco è classificabile come bosco di vicinato quando sia possibile un rapporto quotidiano, continuo e aperto con le popolazioni urbane. In prossimità funzionale perché il ruolo che tali boschi rivestono ha forti risvolti sociali, pur non derogando le funzioni ecologiche, produttive e protettive che le società umane richiedono a qualsiasi tipo di bosco (Salbitano e Sanesi, 2010).

4.1.1 Breve analisi delle principali realizzazioni in Italia e all'estero e delle casistiche maggiormente diffuse

La storia dei boschi periurbani è intimamente legata alla storia stessa delle città e alle vicende di pianificazione e gestione del paesaggio circostante gli insediamenti urbani. Da sempre, i boschi prossimi agli ambienti urbanizzati, sono stati gestiti, mantenuti o appositamente piantati per una serie di motivazioni di carattere strategico, economico e culturale, funzionali alla sopravvivenza e all'espansione delle città. Basti pensare agli aspetti produttivi energetici (il rifornimento di legna da ardere per riscaldamento e cottura fino all'avvento di altre forme di combustibile) o alla difesa

idrogeologica: i rimboschimenti di Monte Morello, e quindi i boschi periurbani di Firenze, sono stati effettuati con l'obiettivo principale di frenare l'erosione e diminuire, fino a invertirne la tendenza, l'instabilità delle pendici, la perdita di suolo e la scarsa regimazione idraulica offerta da versanti denudati. Nella storia delle città e del territorio italiano sono innumerevoli gli esempi di boschi che hanno assolto tali compiti (Foto 24).



24. *Imboschimenti nei pressi di Monte Morello*

Nell'accezione contemporanea di boschi periurbani, o boschi del vicinato, sono però la funzione sociale per la comunità urbana e il ruolo di servizi ambientali ad essere preminenti. In questo senso sono numerose, a livello nazionale ed internazionale, le realizzazioni di boschi in ambito periurbano.

Dal punto di vista storico sono da ricordare il sistema delle cinture verdi (*green belts*) del Regno Unito e il bosco di Amsterdam in Olanda. Per quanto riguarda la prima esperienza, è importante sottolineare come, dall'immediato primo dopoguerra, uno dei principi fondamentali del sistema di pianificazione territoriale anglosassone si basava sulla netta separazione delle aree urbane da quelle propriamente rurali. Tale principio è stato, in gran parte, perseguito attraverso la predisposizione di "cinture verdi", meglio note con il termine inglese di *green belts*, attorno alle principali città inglesi. Scopo principale di queste cinture, realizzate sia attraverso nuove piantagioni sia con la salvaguardia del verde esistente, era di contenere l'espansione progressiva degli agglomerati urbani, garantendo, nel contempo, la persistenza di aree rurali, superfici boschive e di spazi aperti in genere con prevalenti funzioni di sostentamento delle aree urbane circoscritte. Con il passare del tempo si è evidenziato che non solo l'obiettivo di contenimento dell'espansione edilizia sia fallito, ma anche come le *green belts*, specie nel caso di Londra, siano talvolta percepite in modo "*unfair*" ovvero ingiuste dal punto di vista socio-economico dalle popolazioni locali (Amati et al., 2006) a causa delle forti limitazioni di uso del territorio.

L'*Amsterdam Bos* o Bosco di Amsterdam nasce a seguito dei processi di pianificazione degli anni trenta, dovuti dell'espansione della città, con il recupero di alcune lande bonificate e rimboschite. La funzione prevalente di questo "bosco", ampio circa 900 ha, è di tipo ricreativo in quanto ospita numerosi impianti sportivi ed altre attrezzature e strutture per il tempo libero. Tale funzione è stata mantenuta nel corso degli anni e, a tutto oggi, l'area costituisce uno dei poli di attrazione principali degli abitanti di Amsterdam durante il week end.

Un modello organizzativo dello spazio periurbano simile alla *green belt* è stato adottato, a partire dagli anni settanta, nell'area parigina. Il progetto si poneva l'obiettivo di realizzare una zona tampone tra il nucleo dell'area metropolitana di Parigi e le nuove città satelliti (*villes nouvelles*) esterne alla conurbazione dell'*Ile de France*. Tale sistema di aree verdi caratterizzata da diverse soluzioni di continuità è formata da aree di diversa forma con funzione agricola e forestale di proprietà privata e pubblica sottoposte al controllo di una specifica agenzia (*Agence de Espaces Verts* cfr. <http://www.aev-iledefrance.fr/>). Il progetto di questa cintura verde parigina persegue tre obiettivi principali: 1) il controllo dell'espansione urbana; 2) la protezione dell'agricoltura periurbana; 3) la realizzazione di uno spazio di relazioni tra l'area urbana e quella rurale (Zabini, 2004).

Altre esperienze europee più recenti di cinture verdi sono riscontrabile in Germania. La più famosa è forse quella di Francoforte sul Meno che vede la sua luce alla fine degli anni ottanta. Il *Frankfurt Grün Gürtel* è un esempio di reinterpretazione aggiornata del concetto tradizionale di cintura verde adattandolo alle esigenze di una città contemporanea. Elemento principale e caratterizzante della pianificazione di questa cintura verde è l'esclusione dell'acquisizione pubblica di tutte le aree per l'insostenibilità economica e gestionale che caratterizza ai giorni nostri un simile approccio; in secondo luogo si attribuisce alla cintura verde una molteplicità di funzioni. Alla funzione tradizionale per il contenimento dell'espansione della città, si associa la protezione del paesaggio periurbano rurale a cui sono attribuiti specifici ruoli. Il progetto mira alla formazione di una strategia di connessioni, anche ecologiche, che coinvolge l'intero territorio di cui la città è parte fondante, così come in altre città tedesche (Valentini, 2005) (Foto 25).



25. Infrastruttura verde di Stoccarda (G. Sanesi)

In Inghilterra con le *Community Forests* (CF) è stato realizzato negli ultimi decenni un programma strategico di ampliamento e miglioramento delle risorse forestali urbane e periurbane che ha radicalmente trasformato la consistenza del patrimonio verde. La *Countryside Agency*, un'Agenzia Governativa Nazionale, ha puntato sulla matrice forestale come elemento cardine e caratterizzante di una nuova forma di pianificazione del territorio urbano e periurbano volta a migliorare lo stato dell'ambiente e del paesaggio. Questa interessante esperienza è stata realizzata grazie alla disponibilità di una larga serie di forme di finanziamento pubblico e l'ausilio di apposite organizzazioni locali (paragonabili a consorzi intercomunali) coordinate da un team di figure professionali (pianificatori, paesaggisti, forestali, manager ambientali ed agricoli, ecc.). Attraverso la connessione tra la città e le aree di frangia è stato delineato un modello di sviluppo delle aree urbane che ha migliorato lo stato dell'ambiente e la qualità della vita e che implica interessanti ricadute ecologiche, economiche e sociali (Colangelo *et al.*, 2006).

A livello nazionale è di particolare interesse l'esperienza del Parco Nord Milano, un parco dell'area metropolitana milanese che abbraccia il territorio di sei comuni e che copre un'area di 600 ha dei quali 90 interessati da formazioni forestali di nuovo impianto, la prima delle quali ha visto la luce nel 1983. In merito a questa esperienza è importante sottolineare come il Parco Nord Milano non sia stato pensato e realizzato contemporaneamente all'espansione della città, anticipando l'edificazione nel suo intorno, ma sia stato progettato e realizzato dopo un'intensa fase di sviluppo edilizio, assumendo quali vincoli uno stato di fatto dell'esistente, senza una vera e propria pianificazione territoriale che ne guidasse la realizzazione (Colombo *et al.*, 2005). Il parco si identifica in una vera e propria opera di riqualificazione dell'area metropolitana del nord-est Milanese dove il rimboschimento assume un ruolo fondamentale.

Nel 2002 la Regione Lombardia ha avviato l'iniziativa "Dieci grandi foreste per la pianura", riguardante il miglioramento della qualità ambientale e della sostenibilità sul proprio territorio (D.g.r. N. 9554 del 28/06/2002). Alcuni di questi interventi ricadono in ambiti periurbani.

Un'altra importante esperienza è quella del Bosco di Mestre che vede la propria nascita, almeno a livello di progetto, nel 1984. L'idea prende spunto da un'iniziativa ambientalista che si opponeva alla costruzione di un ospedale vicino al boschetto di Carpenedo. Successivamente la Regione Veneto ha inserito il Bosco di Mestre nella propria pianificazione ed ha destinato finanziamenti per incentivare la forestazione di aree agricole: nascono così i primi 20 ha di neo formazioni che si integrano con le formazioni forestali preesistenti (Carpenedo). Il nuovo Piano Regolatore Generale del 2005 ha previsto 1.200 ettari di Bosco di Mestre, in parte pubblico, in parte privato, attraverso appositi incentivi urbanistici.

Un progetto rilevante di fascia verde, pienamente integrato alla pianificazione del sistema di spazi aperti della città, è quello dell'Anello Verde di Torino. In questo caso è la funzionalità ricreativa prevalente che costituisce l'elemento di continuità di un sistema di parchi collinari. Tali aree sono, collegate tra loro, in vetta e lungo il Po, da un sistema di sentieri, a costituire un vero e proprio anello, di oltre 45 km di estensione. L'"Anello Verde" di Torino è quindi connesso, nell'ambito del Sistema Verde Azzurro, a "Torino città d'acque", ossia al sistema del verde delle fasce fluviali dei quattro fiumi e torrenti che scorrono nel territorio torinese.

Tra i boschi periurbani si può considerare sicuramente il ruolo svolto dalle piante litoranee di pino domestico delle coste toscane (ad es. La Versiliana nel comune di

Pietrasanta, LU, la pineta di Viareggio, quella di Cecina), laziali, emiliane ecc., che si trovano nelle immediate vicinanze di centri cittadini di località balneari e svolgono un ruolo paesaggistico e ricreativo (oltre che di protezione delle dune) di rilevante importanza e caratterizzazione di ambiti specifici.

4.1.2 Definizione e caratterizzazione delle principali tipologie di boschi periurbani

Le esperienze brevemente esaminate nel precedente paragrafo e di altri esempi di boschi urbani a livello europeo e nazionale ci possono consentire di schematizzare alcune tipologie di riferimento sia in base all'origine sia in funzione alle caratteristiche selvicolturali-gestionali sia, infine, alle funzioni in grado di potere assolvere.

Boschi di origine naturale interclusi in ambiti urbani

Rientrano in questa tipologia le formazioni forestali che una volta occupavano aree prossimali i centri urbani e che con il processo di urbanizzazione si trovano a essere intercluse più o meno parzialmente nella stessa città o nelle aree di frangia. In realtà esistono diverse fattispecie che possono identificarsi in questa categoria. A livello europeo esempi sono costituiti dal Bosco urbano di Lubiana, molto frammentato per regime di proprietà che appartiene sia a proprietari privati sia pubblici e il *Bois di Boulogne* (circa 850 ha) che a partire dal XVI secolo fu trasformato in tenuta di caccia dei reali francesi e che passò al comune di Parigi come parco pubblico nel XIX secolo dopo una trasformazione in stile romantico dell'Alphand ordinata da Napoleone III.

A livello nazionale un esempio è costituito dal Bosco Farneto, circa 110 ha di formazioni forestali, nel tessuto urbano di Trieste destinate fino al secondo dopoguerra alla produzione della legna da ardere che oggi hanno assunto invece prevalenti funzioni ricreative e didattiche.

A livello fiorentino possono essere assimilabili a questi boschi quelli che si possono riscontrare negli ambiti delle Aree Naturali Protette di Interesse Locale (ANPIL) del Terzolle e della Mensola.

Queste formazioni possono essere caratterizzate da forme di governo sia a ceduo sia ad alto fusto. Di norma presentano cenosi che sono in equilibrio con l'ambiente e le operazioni selvicolturali necessarie per la salvaguardia del patrimonio forestale non presentano particolari difficoltà se non quelle determinate dalla presenza dell'utenza.

Impianti artificiali con funzioni idrogeologiche

Normalmente rientrano in questa tipologia gli impianti realizzati nel passato per esigenza di bonifica o per la messa in sicurezza di pendii che erano sottoposti al dissesto idrogeologico.

L'*Amsterdam Bos* può entrare in questo tipo in quanto è stato realizzato in un ambiente precedentemente interessato dalla presenza di paludi ed acquitrini.

A livello nazionale si ricorda la Foresta di Mercadante, un rimboschimento a prevalenza di conifere realizzato a seguito delle alluvioni che colpirono Bari nel 1926 per regimare questa parte del bacino idrografico a monte del capoluogo pugliese. A livello locale si ricordano invece i boschi di Monte Morello, a monte del versante nord-occidentale della conurbazione della piana fiorentina, costituiti da un insieme di successivi rimboschimenti realizzati tra il 1909 e il 1970 per il consolidamento idrogeologico di questo rilievo che fino al XIX secolo si presentava come una landa brulla e desolata.

Queste formazioni, a prevalenza di conifere pioniere, sono oggetto di un notevole interesse scientifico e gestionale in quanto soggette a fenomeni di rinaturalizzazione (indotta anche attraverso pratiche selvicolturali) che contemplano l'ingresso di latifoglie tipiche della vegetazione locale (es. specie quercine).

Questa condizione richiede una attività di monitoraggio e di pratiche selvicolturali che possono determinare una limitazione nell'utilizzo dell'area da parte della cittadinanza.

Impianti artificiali aventi le finalità di soddisfacimento dell'utenza urbana

Rientrano in questa ultima grande categoria tutti gli impianti di più recente realizzazione (es. neo formazioni delle cinture verdi di Parigi e Francoforte, Boscoincittà e Parco Nord Milano). Gli impianti possono essere molto diversi tra di loro per composizione, sesti e densità di impianto nonché per le caratteristiche ambientali dei siti. Di norma sono impianti progettati ad hoc per garantire funzioni ricreative e per fornire ulteriori esternalità alla fascia urbana/periurbana. Molti di questi rimboschimenti sono oggetto di piani di gestione che contemplano diradamenti ed altre cure colturali.

In questi impianti si possono avere forme di gestione diversificate che fanno capo ad enti locali, agenzie, consorzi.

4.1.3 Recupero di aree degradate e/o abbandonate dalle attività agricole aziendali, recupero di aree ex-industriali

In alcuni casi i boschi periurbani derivano dal recupero di aree degradate, post-industriali e da aree residuali agricole.

Un caso esemplificativo è rappresentato dalle formazioni forestali di Parco Nord Milano dove gli attuali 90 ha di impianti sono stati realizzati su aree ex rurali e parte dei terreni precedentemente interessati fino agli anni settanta da impianti industriali. A memoria di questo passato esistono alcune strutture in cemento armato che costituiscono un vero reperto di archeologia industriale e il sito denominato "Montagnetta" una collina del parco realizzata a seguito della bonifica del materiale edilizio presente alla fine degli anni settanta che ha permesso la costruzione di un vero e proprio piccolo rilievo, in seguito ricoperto da terreno e riqualficato con la messa a dimora di piante ornamentali e forestali.

In questi contesti le principali problematiche che emergono possono essere legate alla presenza di materiali che condizionano dal punto di vista fisico e chimico il suolo. In particolare si evidenzia come la presenza di materiale edilizio nel suolo possa variare il pH, favorendo reazioni di tipo alcalino; le operazioni di bonifica del suolo su queste ampie superfici hanno favorito l'utilizzo di suolo di scarsa qualità, in particolare per quanto riguarda il contenuto di sostanza organica che invece rappresenta una delle caratteristiche principali dei suoli forestali (Sanesi *et al.*, 2007). Il recupero della fertilità e della risorsa suolo può costituire una delle problematiche maggiori di questi contesti.

Questi ambienti di frangia normalmente sono caratterizzati dalla presenza di appezzamenti agricoli che coesistono con le nuove funzioni ricreative paesaggistiche. La presenza di una agricoltura di prossimità oltre a rispondere a nuove esigenze di ruralità espresse dalla società urbana contemporanea ed in particolare la produzione di alimenti a "km 0" o *short chain* e favorire lo sviluppo ed il consolidamento di rapporti sociali (Fanfani, 2006; Sanesi, 2010), può garantire la salvaguardia della risorsa suolo anche attraverso le pratiche agronomiche che contemplano la rotazione delle colture e l'incorporamento di sostanza organica proveniente dalle coltivazioni o dall'attività zootecnica.

A livello europeo l'esperienza dell'*Emscher park* rappresenta un'esperienza particolarmente importante per i risultati e le strategie messe in atto in sede di pianificazione. In una vasta area industriale della Ruhr tedesca, specializzata nell'attività estrattiva e siderurgica fino al 1980, è stato realizzato un processo di radicale trasformazione del paesaggio attraverso la realizzazione di un parco naturalistico di circa 320 Km². Il progetto risulta innovativo perché la matrice industriale del paesaggio non è stata rimossa, anzi, rimane ancora oggi tal quale. Essa è diventata un monumento storico, una "reliquia" che costituisce lo scenario di una molteplicità di nuovi luoghi culturali, paesaggistici e naturali che si integrano perfettamente con il passato.

Il coordinamento progettuale è stato svolto dal 1991 al 1999 dall'*International Building Exhibition Emscher Park* (IBA), una società di consulenza che era stata creata dal Land con lo scopo di realizzare una progettazione partecipata con i numerosi gruppi sociali e imprenditoriali presenti nell'area.

4.1.4 Ricostituzione e qualificazione di popolamenti forestali derivanti da fenomeni di rinaturalizzazione spontanea in atto

Gli ambienti periurbani, come ricordato in precedenza, sono stati spesso oggetto di interventi di rimboschimento soprattutto per ciò che riguarda la necessità di affrontare i rischi di dissesto idrogeologico che hanno provocato danni di notevole entità, spesso drammatici, alle città. In parallelo, negli ultimi tre decenni del secolo scorso, i cambiamenti degli stili di vita e delle prospettive economiche e sociali, hanno determinato un generale abbandono colturale sia dei rimboschimenti che delle aree agricole più o meno vicine alle città. Nel primo caso, ossia l'abbandono selvicolturale dei rimboschimenti, il fenomeno ha interessato in modo estremamente evidente le zone periurbane. L'abbandono delle attività agro-pastorali ha invece interessato in modo esteso le società di alta collina e montagna con un radicale cambiamento del paesaggio e il conseguente ritorno del bosco attraverso eventi di successioni secondarie su pascoli e campi abbandonati. Tale fenomeno ha comunque interessato, anche se in modo sostanzialmente diverso, le aree periurbane. Il mantenimento delle attività agricole nelle fasce periurbane, laddove non intervengano criteri di agricoltura produttiva compiuta, è legato essenzialmente ad attività residuali condotte spesso con modalità di part-time o come iniziative più a carattere di occupazione secondaria che di forme di vera e propria imprenditoria agricola. L'esempio della valle del Terzolle, nella fascia periurbana fiorentina, è significativo in questo senso: nel bacino del Terzolle sono stati censiti circa 100 ha, suddivisi in ben 44 corpi di arbusteti, di biocenosi connesse con l'abbandono dei terreni agricoli. Nella fase iniziale della successione secondaria prevale la ginestra odorosa; nelle fasi successive gli arbusti dell'ordine *Prunetalia* prendono il sopravvento (pruneto), costituendo una copertura densa e compatta nella quale possono diffondersi specie forestali proprie dei querceti mesotermofili di roverella e delle cerrete. Sotto il profilo ecologico si tratta di comunità vegetali preziose, sia come veri e propri serbatoi di biodiversità, sia per il contributo alla difesa idrogeologica. Diffusi fra siepi campestri e al margine di boschi e coltivazioni, costituiscono un sistema di corridoi ecologici ed ecotoni di elevata importanza ecologica, sia come tessuto connettivo fra i popolamenti forestali, sia come zone di rifugio, alimentazione e riproduzione per la fauna. Sotto il profilo paesaggistico, se da un lato possono dare una certa sensazione di incuria dall'altro rappresentano degli elementi di discontinuità cromatica e di forme. Sono però molto suscettibili al fuoco e possono rappresentare dei punti preferenziali d'innesco

e propagazione di incendi (Salbitano *et al.*, 2004). La gestione di tali cenosi dovrebbe essere quindi orientata ad assecondare i processi successionali in atto intervenendo solamente per aumentare le proprietà di stabilità dei popolamenti forestali che ne derivano e limitare i possibili rischi di diffusione del fuoco.

Nel caso della ricostituzione e qualificazione di rimboschimenti dove siano in atto eventi di rinaturalizzazione spontanea, si può fare riferimento di nuovo al caso di Monte Morello nell'area periurbana fiorentina. Il disboscamento di Monte Morello è datato all'epoca granducale di Cosimo I nel XVI secolo. Nei secoli successivi le attività pastorali intensive, legate ai settori tessile e alimentare dell'area fiorentina e pratese, hanno contribuito al denudamento e alla conseguente erosione delle pendici. Agli inizi del XX secolo (come, peraltro, in moltissime altre situazioni italiane) sono iniziate opere di rimboschimento per contrastare i rischi dovuti all'instabile assetto idrogeologico della montagna (Ciampi, 1979). I lavori si protrassero per più decenni. Furono impiegate prevalentemente conifere fra cui pini (in prevalenza pino nero) e cipressi.

Le Pinete di pino nero, comuni nella parte alta del massiccio di Monte Morello, sono rimboschimenti in ambienti propri dei querceti caducifogli. Sono localizzate fra i 350 e 900 m s.l.m. su versanti acclivi (pendenza media del 40%). La fisionomia è assai variabile: nelle stazioni più povere vegetano boschi con sottobosco di graminacee. In questo caso, i processi pedogenetici sono lenti per lo scarso apporto di lettiera e sporadica è l'affermazione delle latifoglie, spesso limitata a individui dispersi di leccio, roverella e orniello. Nelle stazioni migliori, si assiste ad un sensibile miglioramento del suolo in parallelo allo sviluppo di un denso piano inferiore di latifoglie: la tendenza evolutiva più comune di questi boschi è l'orno-lecceta con roverella. Nel lungo periodo è prevedibile una successiva affermazione del querceto mesotermofilo di roverella (nelle esposizioni più soleggiate), del querceto mesofilo di roverella e cerro (alle quote maggiori o nelle esposizioni più fresche) e delle cerrete.

I rimboschimenti a prevalenza di cipresso comune hanno una minore diffusione. Sono disposti prevalentemente in esposizioni da est a sud, a quote comprese fra i 100 e i 700 m s.l.m. La presenza di roverella può derivare da cedui preesistenti: il cipresso è stato frequentemente utilizzato per rimboschire cedui fortemente degradati di roverella. In genere si tratta di boschi non gestiti: laddove il suolo è più evoluto la cipresseta tende ad essere progressivamente sostituita dall'orno-lecceta con roverella, mentre sui suoli più superficiali il cipresso si rinnova con facilità.

Il territorio di Monte Morello, già individuato come parco territoriale alla fine degli anni '70 (Di Pietro *et al.*, 1979), è stato designato Sito di Interesse Comunitario e Regionale negli anni '90 (N. 42 IT514008). Dal 2001, a Monte Morello è in vigore un *Piano di Gestione e rinaturalizzazione dei rimboschimenti* (Ciancio, 2000) realizzato e curato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali, che si pone come obiettivo quello di facilitare l'evoluzione verso sistemi complessi e funzionali sotto il profilo biologico (Maetzke, 2002). Gli interventi selvicolturali possono essere indirizzati ad accelerare i processi successionali in atto e, in parallelo, si rendono necessari di nuovo per motivi di stabilità e di rischio di incendio. L'azione di rinaturalizzazione dovrà comunque tendere a favorire la reintroduzione per via autonoma delle specie locali. Altra parola chiave, quando si parla di rinaturalizzazione, è cautela. Avendo a che fare con sistemi biologici complessi, caratterizzati da reazioni non totalmente predeterminabili, occorre adottare il metodo di prova ed eliminazione degli errori (Ciancio e Nocentini, 1994a e 1994b). È importante che i cambiamenti operati dall'uomo avvengano in

modo graduale non solo per permettere alle varie forme di vita di evolversi in modo autonomo (sostenibilità ambientale), ma anche perché le modifiche del paesaggio siano condivise dalle popolazioni locali (sostenibilità sociale).

4.1.5 Realizzazione di aree verdi multifunzionali con prevalenza di scopi ricreativi e di aree d'inserimento ambientale delle periferie urbane

La realizzazione di boschi e, più in generale, di spazi verdi in aree urbane e periurbane può contribuire non solo a migliorare la qualità ambientale delle nostre città, ma anche a favorire la percezione di un livello più elevato di qualità della vita e un senso di identità di comunità che spesso si trovavano a vivere in contesti edilizi molto omogenei e privi di una qualsiasi contestualità.

A livello europeo è nota l'esperienza positiva rappresentata dalle *Community forests*, dove attraverso programmi di riqualificazione ambientale e paesaggistica di aree periurbane di città (es. Newcastle e aree urbane del Nord Est dell'Inghilterra), si è riuscito a portare avanti programmi di lotta all'esclusione sociale e di miglioramento della percezione della qualità della vita (Coles e Bussey, 2000; Kitchen *et al.*, 2006; Sanesi *et al.*, 2008). Altre ricerche hanno dimostrato anche a livello nazionale la capacità delle aree verdi nel rigenerare non solo gli ambiti urbanistici, ma anche gli utenti che le frequentano sia dal punto di vista psicologico sia fisico (Bonaiuto *et al.*, 2003; Laforteza *et al.*, 2009; Bonnes *et al.*, 2004; Sanesi *et al.*, 2006).

4.2 Tecniche di realizzazione

4.2.1 Indirizzi tecnici per la preparazione dei terreni con analisi di eventuali limitazioni di carattere pedologico in alcuni ambienti

Uno dei principali fattori limitanti nella realizzazione di impianti forestali in contesti di aree abbandonate dalle attività industriali può essere rappresentato dalla scarsa qualità del suolo anche a seguito di opere di bonifica ambientale.

In questi casi il recupero di livelli minimi di fertilità e il recupero di sostanza organica può rappresentare il fattore che può determinare il successo degli impianti anche per il loro successivo sviluppo. L'impiego di compost di qualità con quantità anche di 300 m³ha⁻¹ 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.*, 2010). Forti limitazioni legate sempre alla qualità del terreno possono riguardare la disponibilità di risorse idriche. L'impiego di compost anche in questo caso può favorire un miglioramento della gestione delle risorse idriche. La sostanza organica può essere somministrata sia con funzione ammendante e di miglioramento della ritenuta idrica sia in copertura con funzione pacciamante. Gli effetti benefici della pacciamatura con compost (allo scopo vedere anche la pubblicazione indicata di seguito) sono molteplici a partire dai fattori fisiologici (un accrescimento di norma più rapido nelle prime fasi di crescita, un maggior sviluppo dell'apparato radicale), a quelli ecologici (aumento della temperatura media annua del terreno, maggior disponibilità idrica), fino a fattori ambientali (mantenimento di una buona struttura e della porosità e la limitazione dell'erosione e dell'effetto battente delle piogge). Le quantità di compost da somministrare affinché la funzione pacciamante sia esplicata al meglio, specie per il controllo delle specie erbacee, deve essere pari a 10 cm di spessore di materiale (Agnelli *et al.*, 2010).

4.2.2 Identificazione di schemi e modalità di impianto

Le esperienze italiane di forestazione urbana ed in particolare quanto realizzato a Parco Nord Milano hanno evidenziato nel corso degli anni ottanta densità iniziali di impianto pari a circa 1.100 p.te ha⁻¹ con l'impiego di sesti regolari con schema a quadrato ed impiego di specie esclusivamente a portamento arboreo. Successivamente sono stati introdotti schemi di impianto diversificati con densità maggiori (circa 3.000 p.te ha⁻¹), ma con l'introduzione di specie arbustive intercalate a quelle arboree che comunque costituiscono sempre la presenza più qualificante anche dal punto di vista numerico (60-70% sulle piante messe a dimora). Negli impianti più recenti lo schema geometrico a quadrato o a rettangolo 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 *et al.*, 2009).

Il postime utilizzato è solitamente quello tipico degli impianti forestali (vedi anche cap. 2), normalmente semenzali, che vengono messi a dimora dopo una lavorazione del terreno che prevede un'aratura incrociata e successiva erpicatura. La concimazione non è una pratica ordinaria e se viene effettuata è di norma di tipo localizzato attraverso l'impiego di concimi ternari granulari con le stesse somministrazioni che si utilizzano negli impianti di arboricoltura da legno, considerando che di norma non si superano i 50-100 kg di N/ettaro (Buresti Lattes e Mori, 2003 e 2004).

Ove necessario le piante sono fornite di tutore, *tree-shelter* (in alternativa protetti-tronco) e di eventuale disco pacciamante qualora non sia stata effettuata la pacciamatura a filari se ritenuta opportuna.

Per quanto riguarda le specie si è assistito ad una sostanziale riduzione e selezione delle oltre 50 specie arboree che erano state utilizzate nei primi anni ottanta. Questa scelta è stata dettata sia da una progressiva conoscenza e consapevolezza delle problematiche determinate dall'uso di uno spettro floristico così ampio sia da una serie di patologie che hanno colpito a partire dalla fine degli anni novanta una serie di specie tra le quali quercia rossa (*Quercus rubra*) e acero di monte (*Acer pseudoplatanus*) (Turco *et al.*, 2006; Sanesi *et al.*, 2007; Marziliano *et al.*, 2009). È di notevole interesse evidenziare come l'insorgenza di queste patologie che in parte rientrano nel così detto "deperimento quercino", siano da mettere in relazione con il mutamento climatico che ha interessato nel corso degli ultimi anni anche la città di Milano. Negli ultimi lotti di rimboschimento realizzati nel 2009 sono state utilizzate 16 specie arboree e 19 specie arbustive. La messa a dimora avviene per piccoli gruppi appartenenti alla stessa specie, utilizzando un numero ridotto di specie arboree dominanti (5-6 per ogni singolo lotto), in funzione delle caratteristiche del sito. I bordi esterni di ogni impianto sono delimitati da una fascia arbustiva (5-7 m) costituita da specie eliofile che ha la funzione di delimitare ogni singolo lotto e limitare l'accesso incondizionato dell'utenza che invece viene favorito lungo un'apposita sentieristica.

4.2.3 Scelta e impiego delle specie anche attraverso l'utilizzo di specie arbustive, cenni al materiale vivaistico da impiegare

L'esperienza dell'arboricoltura da legno e degli impianti realizzati con più specie ed in particolare l'uso di specie accessorie che si è maturato nel corso dell'applicazione del Reg. CEE 2080/92 e delle esperienze di ricerca ad esso collegate (Buresti Lattes e Mori, 2003, 2004) ha determinato che negli impianti di forestazione urbana e periurbana si siano diffusi schemi di impianto misti con impiego di specie accesso-

rie sia arboree sia arbustive. Questi tipi di impianto dal punto di vista gestionale ed ecologico garantiscono una maggiore scelta di indirizzo durante il ciclo rispetto agli impianti basati su un numero ridotto di specie e un migliore utilizzo del biospazio. Al tempo stesso esistono alcuni svantaggi che sono determinati da una maggiore complessità nella definizione del modulo di impianto, nella realizzazione e nei piani di coltura.

L'impiego di specie arbustive si riflette in modo favorevole nella gestione delle specie erbacee che possono essere competitive nei confronti delle piante arboree nei primi anni dopo la messa a dimora: le specie arbustive, unite all'utilizzo di dischi pacciamanti, limita notevolmente la competizione delle erbe e consentono un migliore e più efficace utilizzo delle risorse trofiche ed idriche.

La scelta delle specie arboree ed arbustive, oltre che secondo criteri legati alla stazione e di carattere paesaggistico, sono effettuati anche in funzione di criteri propri dell'ecologia del paesaggio ed in particolare della capacità di attrarre la fauna e di consolidare la rete ecologica. Ricerche effettuate nell'insieme dell'hinterland milanese e dell'area barese hanno fornito utili indicazioni in merito alle dimensioni dei boschi, all'assortimento specifico e delle caratteristiche strutturali degli impianti forestali anche di tipo lineare ai fini di connessione ecologica e di fornire aree rifugio per l'ornitofauna (Ficetola *et al.*, 2007; Ferrara *et al.*, 2008; Sanesi *et al.*, 2009; Padoa Schioppa *et al.*, 2009). In particolare è stato evidenziato che esiste una correlazione tra dimensione degli spazi verdi e la capacità di potere ospitare elevati livelli di ricchezza di specie dell'avifauna, con una soglia che si attesta sui 30-50 ha. Importante è anche la larghezza che alcune formazioni forestali di tipo lineare devono possedere. Una soglia è stata identificata sui 15 m, al di sopra della quale si evidenziano significativi benefici di carattere ecologico. All'interno di questi spazi un ruolo fondamentale è rappresentato dalla presenza di alberi espressi sia come copertura (almeno il 50%) sia come diametro del fusto. A parità di parametri quantitativi (superficie) un ruolo importante è giocato dalla presenza di connessioni con altre aree verdi come sopra ricordato (rete ecologica).

I sopraelencati risultati devono essere tenuti in debito conto dai pianificatori, prevedendo, quando possibile, la realizzazione di ampi parchi in connessione con altri elementi del paesaggio naturale (es. formazioni riparie), favorendo la salvaguardia di residui di aree forestali dove sono già presenti elevati livelli di eterogeneità. La gestione di questi impianti è basata prevalentemente sulla salvaguardia delle funzioni ecologiche ed ambientali e sulle altre funzioni come descritte nei paragrafi successivi.

4.3 Il coinvolgimento sociale nella pianificazione, progettazione e gestione dei boschi periurbani

Uno dei fattori discriminanti nella pianificazione, progettazione e gestione dei boschi periurbani è la relazione, più o meno diretta e costante, con le società urbane. In questo senso, come citato in precedenza (cfr. 4.1), è stato proposto l'uso del termine "boschi del vicinato" proprio a significare il paradigma del coinvolgimento sociale quale criterio guida delle scelte relative ai boschi periurbani. Il termine boschi di vicinato è la traduzione italiana del termine inglese *NeighbourWood* (gioco di parole fra *neighbourhood*: prossimità, vicinato e *Wood*, inteso come abbreviativo di *woodland*: bosco), neologismo che nasce a metà degli anni '90 per enfatizzare un nuovo rapporto fra società urbana e ambiente, i boschi in particolare.

Il concetto di *boschi di vicinato*, o boschi alla porta di casa (Salbitano, 2005), vuole infatti mettere in evidenza un rapporto che si giochi sulla consapevolezza del cittadino di essere intimamente legato e profondamente solidale con l'ambiente in cui vive. Se la nozione di fruibilità del verde "per tutti" è un concetto acquisito nell'ambito della progettazione degli spazi urbani che è già presente nel D.L. 1444/68 (c.d. standard urbanistici), l'approccio alla partecipazione attiva dei cittadini nella progettazione e gestione dei boschi e del verde urbano è relativamente recente. Nella letteratura anglosassone sui boschi urbani e periurbani (Hibberd, 1989; Hodge, 1995) viene sottolineato con forza che il coinvolgimento attivo del pubblico è un momento fondamentale nella filiera progettazione, pianificazione e gestione.

A metà degli anni '90 prende il via il progetto di ricerca dell'Unione Europea denominato *NeighbourWoods - Boschi di Vicinato*: il miglioramento della qualità della vita e dell'ambiente delle città Europee attraverso il coinvolgimento sociale nella pianificazione, progettazione e gestione dei boschi urbani" (Konijnendijk *et al.*, 2006). Nel corso di tale progetto sono stati prodotti documenti e casi di studio che hanno messo in evidenza metodi di ricerca e stili di azione per questa tipologia di bosco.

In particolare due casi di studio sono stati condotti nell'area metropolitana fiorentina, utilizzando un approccio di ricerca/azione in modo da concretizzare metodi e strumenti applicativi per un migliore coinvolgimento sociale ed una partecipazione attiva e responsabile della comunità più strettamente interessata alla pianificazione e gestione dei paesaggi periurbani e della loro componente forestale.

Il Piano Strategico dell'Area Metropolitana Fiorentina prevede un Sistema di Parchi e Aree Protette come elemento portante delle politiche ambientali del territorio. La partecipazione e il coinvolgimento della società e dei cittadini sono fra gli obiettivi dichiarati delle azioni di pianificazione, progettazione e gestione previste per le aree protette già presenti o in fase di istituzione. In tale contesto sono stati scelti due casi: l'ANPIL della valle del Terzolle, nella parte settentrionale della città di Firenze e il Parco Chico Mendes, nella area marginale occidentale del conurbamento metropolitano di Firenze. In entrambi i casi, le attività di ricerca sono state considerate parte di un processo aperto e gli strumenti testati come elementi costruttivi in una fase di "lavori in corso", discussi, criticati e adattati sulla base delle necessità, idee e discorsi emergenti. Nel caso della Valle del Terzolle gli adattamenti sono stati elaborati nell'ambito di un processo comunicativo e partecipativo che ha avuto, quali obiettivi:

- la creazione e il consolidamento di una rete permanente di attori locali che possano essere attivamente coinvolti nelle fasi di pianificazione, progettazione e gestione della costituenda ANPIL;
- la formulazione di una visione partecipata delle linee guida del piano di gestione dell'ANPIL;
- la raccolta, condivisa, di un insieme di indicazioni di priorità, bisogni, aspetti chiave e certezze quale riferimento strutturale del regolamento dell'ANPIL;
- la comprensione delle preferenze e delle potenzialità di fruizione ricreativa dei boschi della valle e la possibilità di collegare tali informazioni alle carte tematiche derivate dal Sistema Informativo Territoriale (su base GIS) costruito nella prima fase della ricerca.

Il secondo caso focale ha riguardato il parco Chico Mendez di San Donnino, (Foto 26) sorto in una delle aree con più elevate pressioni ed interessi dell'area metropolitana di Firenze (Salbitano e Cuizzi, 2004). Dal 1960 alla fine degli anni '80, la zona

dove ora sorge il Parco era destinata a discarica di residui industriali e a prelievo di ghiaia e sabbia di fiume. Ne risultò quindi un'area fortemente degradata con livelli potenziali di inquinamento elevati. Nel 1993, il sito è stato inserito nel Piano Regionale per il recupero del territorio e nel 1998 il comune di Campi Bisenzio ha avviato il processo di ripristino ambientale e di progettazione del parco. Il 30 settembre del 2000 il parco, dedicato alla memoria di Chico Mendes, è stato inaugurato quale simbolo di ritorno alla natura di terre estremamente degradate dall'opera dell'uomo.

Insieme alle aree ripristinate, il parco include anche circa 4 ha di boschi ripariali pre-esistenti: è uno dei pochi relitti di tale tipo di bosco nella pianura che circonda Firenze. Il progetto del parco aspirava a equilibrare il paesaggio dei boschi ripariali con laghi e prati. Il processo di partecipazione e coinvolgimento sociale è stato uno dei punti di forza della gestione del parco sin dall'inizio della sua storia. In questo senso il progetto ha riguardato l'analisi critica dei punti di forza e di debolezza dei processi partecipativi attivati dal comune di Campi Bisenzio per la gestione del Parco, la comprensione delle preferenze dei fruitori del parco e l'individuazione di nuove prospettive per il coinvolgimento sociale e la "progettazione permanente" del parco.

Facendo riferimento agli aspetti sociali, merita ricordare che il diritto alla partecipazione viene esplicitato, e adottato, a livello internazionale nell'ambito della Conferenza di Rio del 1992 dove viene redatto e sottoscritto il documento Agenda 21 che definisce "le cose da fare" per il 21° secolo: obiettivi, strategie di riferimento, linee guida per azioni e politiche verso la sostenibilità. In particolare nella terza sezione, al capitolo 28, vengono definite le linee guida degli interventi a scala locale (in seguito rese operative come Agenda 21 Locale) che interessano direttamente gli aspetti di pianificazione, progettazione e gestione dell'ambiente e del territorio ispirandosi ai principi di partecipazione, consenso e coinvolgimento sociale.



26. Parco Chico Mendez a San Donnino, FI (G. Giovannini)

Nel 2001 il diritto alla partecipazione viene recepito a livello costituzionale con la modifica dell'articolo 118 della Costituzione della Repubblica in seguito a quesito referendario e l'introduzione definitiva dell'ultimo comma: "Stato, Regioni, Città metropolitane, Province e Comuni favoriscono l'autonoma iniziativa dei cittadini, singoli e associati, per lo svolgimento di attività di interesse generale, sulla base del principio di sussidiarietà".

Gli altri strumenti legislativi a livello nazionale, fondamentali relativi alla cittadinanza attiva e la partecipazione, sono: Legge quadro sul volontariato – L. 266/91; Legge sulle cooperative sociali – L. 381/91; Legge sulle Onlus – D.L. 460/97; Diritti dei consumatori: Legge 281/98; Tutela dei cittadini in sanità: art. 14 del D.L. 502/92 e art. 12 del D.L. 229/99; Legge quadro sull'assistenza L. 328/2000; Legge sulla promozione sociale – L. 383/2000.

Nel 2007 viene promulgata la prima legge sulla Partecipazione dalla Regione Toscana. La legge regionale N. 69 sulla partecipazione, promulgata il 27 dicembre si propone come uno strumento innovativo per incentivare e diffondere nuove forme e nuovi metodi di partecipazione, attraverso la costruzione di nuovi istituti partecipativi, percorsi e regole condivise per discutere i problemi grandi e piccoli di una comunità, valutare le possibili soluzioni attraverso il dialogo e il confronto, entro tempi definiti, nella fase preliminare che precede la vera e propria decisione.

Con Deliberazione legislativa N. 115/2010 del 4 febbraio 2010, la Regione Emilia Romagna ha approvato la legge "Norme per la definizione, riordino e promozione delle procedure di consultazione e partecipazione alla elaborazione delle politiche regionali e locali". La Legge ha l'obiettivo di realizzare un maggior coinvolgimento dei cittadini, degli operatori economici, delle parti sociali e di tutte le espressioni della società civile, nelle scelte strategiche che riguardano il territorio.

Un aspetto peculiare per la progettazione e pianificazione dei boschi periurbani è legato alla necessità di costruire una visione condivisa all'interno della quale il bosco possa dialogare con gli aspetti comportamentali, culturali e psico-sociali della comunità. Le città sono ambienti altamente dinamici e decisioni strategiche vengono continuamente prese su numerosi aspetti dello sviluppo urbano, delle infrastrutture, di sviluppo socio-economico, di destinazione d'uso del suolo e del paesaggio urbano. Come ogni spazio aperto delle città e dei loro dintorni, i boschi periurbani corrono il rischio di essere trattati nei processi politici urbani come un tema debole. I boschi periurbani devono essere considerati come componente integrale delle politiche economiche, sociali e ambientali della città.

Le esperienze di gestione partecipata dei boschi periurbani si sono rivelate estremamente positive sia per la soluzione di problemi e conflitti altrimenti negativi, sia per ottimizzare e migliorare, in termini economici e operativi, le azioni di gestione del bosco. La comunità locale si accresce in consapevolezza e qualità della vita sentendosi più coinvolta e responsabilizzata, meglio informata e più consapevole delle esigenze di gestione.

Nelle società urbane contemporanee, molti bambini non hanno la possibilità di avere un contatto e un accesso regolare con la foresta e la natura: la consapevolezza dei processi naturali e dei valori dell'ambiente è spesso esigua. Coinvolgere i bambini nella gestione dei boschi è un punto cardine per consolidare non solo una migliore gestione, ma anche per aprire nuove vie al coinvolgimento delle famiglie, delle associazioni e anche di singoli cittadini. In questo senso l'apertura di programmi di lungo

termine con le scuole e le associazioni giovanili è un momento fondante la gestione.

Un'ulteriore modalità concreta di coinvolgimento nella gestione risiede nella formulazione di contratti e accordi specifici che prevedano il conferimento di responsabilità gestionali a gruppi con diversi interessi e gradi di associazionismo. I circoli di anziani, le organizzazioni non governative, le cooperative di inserimento di diversamente abili, le associazioni scoutistiche, i gruppi parrocchiali, i movimenti ambientalisti o a indirizzo di impegno politico e sociale, sono stati e possono essere coinvolti con varie forme di accordo (sia su base volontaria che remunerata) per assumersi la responsabilità diretta di alcuni aspetti della gestione dei boschi di vicinato in collaborazione con gli esperti responsabili e delle amministrazioni.

4.4 Specificità e criteri di pianificazione, progettazione e gestione dei boschi periurbani

Il processo progettuale inizia considerando le alternative per la localizzazione del “nuovo bosco” nell'ambito del paesaggio di riferimento: realizzare un impianto forestale non è sempre e comunque un miglioramento. Il carattere del paesaggio esistente va considerato attentamente, nel caso di paesaggi aperti di valore, aree con speciali qualità culturali e storiche, habitat di particolare pregio, paesaggi rurali con valenze culturali peculiari.

Qualora possibile, i nuovi boschi devono essere collocati laddove siano facilmente raggiungibili e accessibili in modo da favorire la loro fruizione futura, nonché promuovere legami e attività potenziali per la comunità locale, aumentare il senso di appartenenza in una sorta di processo di adozione del nuovo bosco da parte della comunità.

Gli aspetti sociali rivestono frequentemente un ruolo primario: dovrà essere chiaro fin dall'inizio che tipo di attività sociali sono preferite o da favorire poiché in relazione a ciò saranno diversi i requisiti richiesti in termini di progettazione del bosco, di attrezzature di supporto, di sicurezza.

Coinvolgere il pubblico per analizzare e decidere sulle preferenze è fondamentale per il progettista in modo da poter equilibrare i diversi tipi di bosco al fine di soddisfare varie esigenze. Il bosco come spazio sociale non significa solo fare esperienza della natura, rilassarsi, fare attività fisica, ma anche incontrare altre persone, organizzare eventi. In sintesi è necessario che la struttura del futuro bosco mantenga le caratteristiche di naturalità, pur accogliendo spazi più o meno attrezzati dove sedersi o stendersi per riposare, chiacchierare, organizzare incontri formali e informali.

Particolare attenzione va prestata nell'introdurre attrezzature e servizi, nel rispetto delle differenze culturali che si stanno sempre più manifestando a livello locale, specie nel contesto di aree metropolitane soggette a flussi migratori.

La diversità strutturale e di spazi è solitamente apprezzata da un ampio spettro di fruitori.

La progettazione deve rispondere anche a possibili cambiamenti di destinazione, necessità di trasformazione dei boschi periurbani. Casi concreti in cui è necessario progettare delle trasformazioni sono quando un bosco a frequentazione sociale o turistica non risponde più alle esigenze e domande della comunità, oppure quando la gestione non è più in grado di adattare le caratteristiche del bosco in relazione alle aspettative del pubblico. Così, in alcuni casi, la presenza di eventi di disturbo o perturbazione (attacchi di patogeni e parassiti, incendi) può imporre una ri-progettazione del bosco.

Le questioni chiave da tenere in considerazione nel percorso progettuale sono:

- il grado di mescolanza e armonizzazione fra diversi elementi del paesaggio: bosco, spazi aperti, acqua, ecc.;
- i confini e i margini del bosco;
- la scelta delle specie da utilizzare e i sestri di impianto;
- infrastrutture, attrezzature e tipologia delle informazioni;
- qualità dell'esperienza progettuale.

La gestione dei boschi periurbani si rivolge sia ad aspetti propri della selvicoltura sia a criteri mediati dalla gestione prospettica del paesaggio. Le modalità di gestione devono necessariamente tener conto della forte componente sociale rivestita da tali boschi. I dettami della selvicoltura sistemica sono consoni alla gestione dei boschi periurbani anche se, in particolari casi, la conservazione di paesaggi forestali con strutture trattate con criteri di selvicoltura tradizionale può costituire un punto di forza in relazione alla consuetudine storica del rapporto fra cittadini e boschi alla loro porta di casa. In ogni caso, la percezione di naturalità da parte dell'insieme di fruitori, aspetto ritenuto sempre positivo nell'analisi delle motivazioni che attraggono le persone in bosco, è legato a criteri derivati dalla selvicoltura naturalistica.

I criteri di intervento non sono diversi da quelli della selvicoltura classica. Sono gli obiettivi di scelta che possono cambiare. Se nell'insieme dei boschi la gestione selvicolturale deve essere orientata in modo da minimizzare gli impatti umani sul bosco in modo da lasciarlo il più possibile alla propria autodeterminazione, in diversi casi è raccomandabile una serie di interventi volti a favorire le attività sociali e turistico-ricreative attraverso la regolazione della densità per favorire l'accessibilità e la frequentazione oppure, al contrario, il mantenimento di densità elevate in modo da provocare un effetto barriera laddove sia necessario, per motivi di sicurezza, disincentivare l'accesso a parti del bosco.

Aspetti peculiari di gestione dei boschi periurbani riguardano la valorizzazione dei caratteri percettivi e paesaggistici. Così gli interventi di diradamento, condotti con criteri di selezione e educazione del bosco, possono essere orientati a enfatizzare gli aspetti di pregio cromatico e semantico attraverso la scelta degli alberi da favorire per il futuro. Diradamenti condotti con maggiore intensità possono essere volti all'apertura di scene e visuali di particolare pregio in punti panoramici (c.d. "canocchiali prospettici"). Tratti di bosco denso governati a ceduo o impiantati a densità elevate con cicli di intervento di prelievo brevi possono costituire i cosiddetti "Boschi Sempre Giovani", ossia piccoli tratti di bosco che, grazie alla loro struttura contenuta, possono accogliere attività di gioco e di sperimentazione dei bambini. Un ultimo aspetto particolare nell'approccio gestionale ai boschi periurbani riguarda la gestione dei margini del bosco. Infatti, le situazioni di margine possono costituire di per sé elementi di attrazione o di allontanamento: l'effetto di invito ad entrare in un bosco è spesso influenzato dalle condizioni accoglienti del margine del bosco.

Il fatto che i boschi periurbani abbiano spesso, quale aspetto caratterizzante, la presenza continua, reale o potenziale, di un pubblico più o meno vasto al loro interno impone una serie di scelte gestionali che migliorino la sicurezza dei fruitori e la stabilità del bosco. Nel caso della gestione di questi boschi è necessario considerare la "stabilità" secondo tre diverse prospettive, complementari e interagenti fra loro:

- stabilità paesaggistica: conservazione del paesaggio culturale per esaltarne i valori naturalistico, storico, percettivo, etico e estetico;

- stabilità bioecologica: mantenimento della funzionalità ecosistemica del bosco soggetto a dinamiche di senescenza/rinnovazione e di disturbo/resilienza;
- stabilità meccanica: mantenimento delle condizioni di sicurezza del bosco da fruire, salvaguardando l'incolumità dei visitatori.

L'operare del selvicoltore, del gestore e del progettista deve essere sempre attento alle esigenze della comunità ma non passivamente dipendente da queste: la gestione e la progettazione hanno una forte componente educativa dove il ruolo degli esperti, se ben calibrato, chiaro e comunicativo, può divenire un'ulteriore risorsa di coinvolgimento e creazione del senso di appartenenza, di attrazione, di esperienza emotiva e di fascino naturalistico ed estetico del bosco.

È necessario infine sottolineare che la gestione deve adottare, necessariamente, uno stile di gestione ampia e condivisa.

4.5 Aspetti ecologici e naturalistici

Lo sviluppo delle città ha avuto, e continua ad avere, una serie di conseguenze ecologiche sul paesaggio valutabili a diversi livelli di scala e secondo diverse configurazioni e processi ecologici (Alberti, 2008, 2010). La presenza di boschi urbani e periurbani può mitigare gli aspetti negativi di tali modificazioni. Un primo aspetto fondamentale è l'influenza che la presenza di un'area urbana esercita sul bilancio idrico a scala di bacino. Confrontando le proprietà di drenaggio fra bacini ad elevata copertura forestale e bacini sostanzialmente occupati da aree urbane, è stato rilevato che, qualora i secondi abbiano solamente il 10-20% di superficie impermeabile, i valori delle superfici di deflusso sono raddoppiati e il tempo che intercorre fra precipitazioni e deflusso massimo finale può essere abbreviato in modo significativo. Le conseguenze sul regime idrologico sono evidenti, così come altrettanto evidenti, e drastici, sono gli impatti sul mesoclima di bacino e sul ciclo dell'acqua a livello di ecosistema. Non bisogna dimenticare anche il rischio estremamente più elevato di picchi di deflusso durante eventi di precipitazioni notevoli (Paul e Mayer, 2001). In parallelo le superfici impermeabili e la formazione dell'isola di calore, dovuto agli apporti energetici e ai processi di combustione nelle aree urbane, contribuiscono a modificare sostanzialmente il microclima e la qualità dell'area. L'effetto "isola di calore", che funziona come trappola per gli inquinanti atmosferici, è l'esempio meglio conosciuto di incontrollabile modificazione locale del clima (Horbert e Kirchgeorg, 1982; Oke, 1987).

La modificazione del paesaggio dovuto ai processi di urbanizzazione ha avuto solitamente luogo a discapito delle aree più produttive (Imhoff *et al.*, 1997) o a maggior vulnerabilità (McGranahan *et al.*, 2007). Attraverso l'analisi dell'impronta luminosa notturna elaborata dall'analisi di immagini satellitari DMPS/OLS, Imhoff *et al.* (2004) hanno messo in evidenza che i processi di urbanizzazione stanno avvenendo nelle zone dotate di suoli potenzialmente migliori e con minori fattori limitanti. La presenza delle città provoca effetti notevoli sulla mobilità e conservazione dei nutrienti. Il surplus di elementi nutritivi generato dalle attività urbane (sia puntuali che concentrate) in aree urbane modifica sostanzialmente la concentrazione di Azoto e Fosforo negli ambiti fluviali. Ancora, la configurazione spaziale del paesaggio costruito e le infrastrutture urbane modificano i modi e i tempi attraverso i quali gli elementi nutritivi sono traslocati attraverso il paesaggio. Nelle città, le infrastrutture edificate e i sistemi artificiali di drenaggio possono condizionare sostanzialmente i cicli biogeochimici quando gli elementi sono rilasciati dalle acque reflue urbane e dal surplus di acque di

scarico e piovane nelle acque superficiali urbane. Un'ulteriore modificazione dovuta alla presenza e alle caratteristiche strutturali delle città riguarda la biodiversità. In questo caso le modificazioni sono estremamente complesse e riguardano non solamente la diversità biologica valutata in termini di numero di specie presenti per unità territoriale di riferimento ma anche la diversità genetica e di habitat. La tendenza a semplificare i sistemi ecologici in città comporta una minor diversità genetica potenziale degli organismi che si trovano a vivere in questi ambienti. In parallelo, il numero di habitat non solo è ridotto ma anche la loro dimensione e forma sono fortemente condizionate dalla presenza delle strutture ed infrastrutture urbane.

Alberti (2010) mette in evidenza che nella valutazione degli effetti delle città sui processi, *pattern* e funzioni ecologiche a scala di paesaggio è prioritario porre l'accento sull'interfaccia urbano/rurale. Sorprendentemente è proprio questo ambito, proprio dei boschi periurbani, che è stato meno studiato e, ancor meno, visto come elemento strategico nei processi di pianificazione territoriale e nella valutazione empirica delle proprietà ecologiche degli ambienti urbani.

Gli effetti positivi dei boschi urbani e periurbani sulla mitigazione dei climi delle città, in particolare in contesto di cambiamento climatico, si può verificare a più livelli: la mitigazione dell'isola di calore attraverso l'ombreggiamento; il raffreddamento relativo dovuto ai processi evapotraspirativi e l'associata riduzione delle attività di condizionamento dell'aria nei periodi estivi.

Il sequestro di CO₂ e di altri gas serra o di particolato nelle foglie, rami, tronchi, radici e suoli forestali. 50 milioni di alberi sono in grado di sequestrare 4,5 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno. Qualora piantati strategicamente per ombreggiare le pareti orientate da est a ovest in complessi residenziali possono portare ad una riduzione di consumo di energia pari a 6 GWh che equivalgono, in termini di consumo di combustibili fossili, a 1,8 milioni di tonnellate di CO₂ equivalenti. Un dato del genere coincide con il 15% di emissioni stimate in regioni di piccole dimensioni (Salbitano, 2007).

Per una disamina articolata degli effetti di sequestro dell'anidride carbonica Sanesi e Mairota (2010) hanno recentemente fornito una panoramica aggiornata.

Gli effetti positivi fra boschi urbani e profili termici sono stati messi in luce in diversi paesi (Tyrväinen *et al.*, 2005). L'effetto di abbassamento di temperatura (o raffrescamento) è legato a una serie di variabili fra cui: la morfologia locale urbana e periurbana, la dimensione e struttura dei boschi e parchi urbani e periurbani, le relazioni con la circolazione dell'aria e, in particolare, con la configurazione dinamica e statica dei venti, i tipi e la permeabilità del substrato, il disegno complessivo del paesaggio.

I boschi periurbani forniscono una serie di importanti servizi ambientali, fra i quali il tamponamento degli effetti diretti e indiretti correlati ai cambiamenti climatici. In particolare si sottolineano, di nuovo, il potenziale di sequestrazione di carbonio (compreso il contributo dei suoli forestali che sono considerati i bacini di eccellenza per la sequestrazione del carbonio), il filtro nei confronti dei gas serra, la presenza di bacini forestali volti al mantenimento della quantità e al miglioramento della qualità dell'acqua, alla produzione di energie legnose rinnovabili.

Sostenere e migliorare le capacità degli alberi urbani e periurbani (sia come individui isolati che in filare o in bosco) di fornire servizi ecosistemici è legato, più che altrove, alla condivisione di obiettivi e sforzi fra amministrazioni locali, governo e pianificatori regionali, gruppi di interesse a livello pubblico in modo da formulare

e realizzare strategie e piani d'azioni efficaci per la gestione, progettazione e pianificazione del verde e dei boschi in ambiti urbani e in ambiti in cui la responsabilità della città è riconosciuta come prioritaria per la gestione sostenibile delle foreste (mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici principalmente dovuti alle attività urbane, bacini di approvvigionamento idrico, bacini di approvvigionamento legnoso).

Il microclima urbano è caratterizzato da temperature in media superiori di 1°-2° C rispetto al territorio circostante, a parità di condizioni geografiche. Il fenomeno, dovuto al maggiore assorbimento di calore diurno e alle emissioni di energia termica (riscaldamento domestico, emissioni del traffico veicolare, processi industriali ecc.), è noto come isola di calore. In questo contesto, gli alberi e il verde urbano in genere svolgono il ruolo strategico di termoregolatori, legato essenzialmente all'ombreggiamento diretto e al raffreddamento dovuto all'evapotraspirazione (in estate), e alla riduzione delle perdite per irraggiamento (in inverno).

Specifici contributi di ricerca hanno evidenziato ruolo e meccanismi di azione del verde nella regolazione del clima locale. Per quanto riguarda parchi e giardini, la loro capacità di influenzare il microclima appare legata essenzialmente alla superficie (solo oltre l'ettaro si hanno significative riduzioni degli estremi termici) e alla loro distribuzione spaziale (l'effetto di termoregolazione di un parco, anche di rilevanti dimensioni, è avvertito fino ad un massimo di 200 m nell'ambiente costruito circostante).

Gli alberi sono gli strumenti più efficaci come termoregolatori in città. In un studio sull'isola di calore della città di Monaco, Pauleit e Duhme (2000) hanno riscontrato che ad un incremento del 10% della copertura arborea corrisponde una riduzione media della temperatura alla superficie di circa 1,4° C.

L'effettiva capacità di termoregolazione del sistema del verde urbano può essere caratterizzata sia direttamente sia indirettamente. Per via diretta, è possibile sviluppare modelli dell'isola di calore sulla base di informazioni telerilevate da satellite, tramite le quali è possibile analizzare le temperature alla superficie dei diversi tipi morfologici urbani (Pauleit e Duhme, 2000, Pauleit et al., 2005). In via indiretta, la funzione svolta dal verde urbano può essere quantificata per mezzo di grandezze correlate quali, ad esempio, la copertura delle chiome (espressiva dell'effetto diretto dell'ombreggiamento) o il LAI (*Leaf Area Index*), indice rilevante per qualificare sia l'intercettazione della radiazione solare sia l'evapotraspirazione.

L'effetto di alberi e arbusti nella riduzione della concentrazione degli inquinanti atmosferici e delle polveri è stato ampiamente analizzato nell'ultimo decennio. Negli Stati Uniti, una quantificazione della riduzione complessiva di inquinanti è stata realizzata per la città di Chicago (McPherson et al., 1994a, 1994b). Studi sulla foresta urbana di Nottingham (Berry e Colls, 1990) hanno consentito di stimare una riduzione del 4-5% della concentrazione di biossido di zolfo e di ossidi di azoto. Tuttavia, l'effetto più significativo è esercitato dagli alberi nei confronti dell'intercettazione delle polveri.

Il contributo locale al cambiamento climatico globale, in termini di emissioni, è uno degli indicatori comuni europei di sostenibilità. Attualmente, tuttavia, nessun rapporto sullo stato dell'ambiente esplicita tale contributo.

Nel bilancio del carbonio della città, la foresta urbana (intesa come complesso di alberi, boschi e spazi verdi) e, soprattutto, i boschi periurbani, rappresentano la sola voce in attivo. Tuttavia, ricerche specifiche hanno rilevato che l'immobilizzazione

del carbonio da parte degli alberi in città rappresenta meno dell'1% delle emissioni della città, evidenziando un ruolo complessivamente marginale nel bilancio del carbonio. Maggiore importanza in termini di stoccaggio di CO₂ potrebbero avere le foreste periurbane, per le quali è auspicabile lo sviluppo di modelli di gestione che tengano in considerazione anche questo aspetto: i cedui di cerro dell'Italia centrale (tipologia molto frequente negli ambiti periurbani di città del centro Italia come Firenze) producono mediamente 4,5-6 t ha⁻¹ anno⁻¹ di biomassa epigea. La stima quantitativa dello stoccaggio del carbonio è piuttosto complessa e laboriosa; tradizionalmente, tale grandezza è quantificata con metodi campionari di stima della biomassa (mediante raccolta delle parti legnose e non legnose della pianta) e convertendo successivamente i valori di biomassa in CO₂. In ambito urbano, sono stati utilizzati modelli di conversione LAI-biomassa fogliare per stimare la biomassa fogliare complessiva degli alberi e dei boschi urbani (Benjamin e Winer, 1998). Strumenti operativi di valutazione del carbonio sequestrato da foreste e attività agricole dovrebbero essere prodotti, nell'arco di alcuni anni dal progetto *Carboitaly*, basati essenzialmente su dati telerilevati.

In attesa di disporre di analoghi modelli per le specie comunemente utilizzate nelle nostre città, il LAI ed altri indicatori sintetici di biomassa (diametro, stima del volume degli alberi) possono essere utilizzati come variabili vicarianti semplici, per quanto affette da errori non sempre facilmente valutabili, della capacità complessiva di intercettazione/rimozione degli inquinanti e dello stoccaggio del carbonio da parte del verde urbano: un'esperienza interessante è stata introdotta dal Comune di Fano che, nell'ambito del censimento del Verde, ha posto come indicatore guida la stima della biomassa arborea per una quantificazione sommaria del possibile contributo degli alberi allo stoccaggio del carbonio.

5. *Boschi periurbani programma di sviluppo rurale*

Il PSR Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Toscana che sta per concludersi, prevedeva la realizzazione ed il sostegno finanziario a numerosi interventi cui è stato fatto specifico riferimento nei precedenti paragrafi.

In particolare varie azioni inerenti la realizzazione di barriere verdi di protezione acustica e abbattimento polveri lungo le vie di grande comunicazione e le ferrovie, di impianti arborei in prossimità di corsi d'acqua, di sistemi verdi ad alta efficacia di mitigazione, il recupero di aree degradate/abbandonate da attività agricole, il recupero di aree ex industriali, la ricostituzione e qualificazione di popolamenti forestali e la realizzazione di aree verdi multifunzionali, hanno trovato attuazione più o meno incisiva con :

- la misura 221 “imboschimento di terreni agricoli” che, finalizzata a riconvertire le superfici agricole, incentivando la realizzazione di piantagioni con specie forestali con l'obiettivo di contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici, prevedeva la realizzazione di a) impianti di arboricoltura da legno con latifoglie e/o conifere con ciclo superiore o uguale a 15 anni, b) impianti arborei per la tutela idrogeologica e il miglioramento ambientale con ciclo superiore o uguale a 15 anni, c) impianti arborei con funzione di filtro antinquinamento e di schermatura (paesaggistica, antirumore ecc.) in prossimità di canali, corsi d'acqua, infrastrutture lineari (strade, ferrovie ecc.) o aree industriali, con ciclo superiore o uguale a 15 anni
- la misura 223 “imboschimento di superfici non agricole” che intendeva potenziare il patrimonio forestale regionale tramite l'imboschimento di terreni non agricoli o agricoli abbandonati con l'obiettivo di contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici ammettendo la realizzazione di a) boschi permanenti, b) imboschimenti nelle aree periurbane di Comuni con alta densità abitativa, c) impianti arborei con funzione di filtro antinquinamento e di schermatura (paesaggistica, antirumore ecc.) in prossimità di canali, corsi d'acqua, infrastrutture lineari (strade, ferrovie ecc.) o aree industriali
- la misura 122 “migliore valorizzazione economica delle foreste” con l'obiettivo principale volto al consolidamento e allo sviluppo delle aziende sul territorio e sui mercati attraverso la promozione e diffusione dell'innovazione e l'aumento delle competitività, che prevedeva anche interventi di miglioramento e recupero di soprassuoli boschivi;

Altri azioni come la gestione della vegetazione ripariale, gli interventi sul bosco inerenti la frequentazione turistica, la tutela degli alberi monumentali e delle zone umide, la creazione di aree attrezzate, di sentieri eristici, di attività open air (ludiche, sportive, benessere) e di attività didattico educative, potevano essere attuate attraverso:

- la misura 227 investimenti non produttivi che fra le tipologie di investimenti ammissibili, prevedeva la realizzazione di a) interventi di ricostituzione e miglioramento

della vegetazione ripariale volti all'aumento della stabilità degli argini, alla affermazione o diffusione delle specie ripariali autoctone, b) la ricostituzione di aree aperte all'interno dei boschi al fine di aumentare la variabilità spaziale e la biodiversità, c) la creazione e la sistemazione di sentieri d) la realizzazione o ripristino di aree di sosta, di aree di picnic, di cartellonistica e di punti panoramici, e) la tutela e la valorizzazione di singoli alberi monumentali in bosco, f) la realizzazione, ripristino e mantenimento di stagni, laghetti e torbiere all'interno di superfici forestali, g) creazione e sistemazione di sentieri, h) realizzazione o ripristino di giardini botanici e altri interventi didattici e divulgativi in bosco

- la misura 226 "ricostituzione del potenziale forestale ed interventi preventivi", fra le tipologie di investimenti ammissibili ed in particolare fra gli "interventi di protezione del rischio idrogeologico" prevedeva ripuliture in alveo per il mantenimento del reticolo idrografico minore.

I vari argomenti trattati in questo volume al fine di fornire linee guida per supportare tecnicamente l'impianto, la gestione e la valorizzazione multifunzionale dei boschi periurbani, potranno rappresentare un importante riferimento anche per la stesura del nuovo Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 cui la Regione Toscana sta già lavorando da tempo, specialmente per quanto concerne eventuali misure e azioni che il nuovo PSR potrà promuovere e incentivare per il perseguimento di importanti obiettivi della nuova programmazione, come la conservazione dell'agrosistema, la difesa e conservazione del suolo e delle foreste e del paesaggio, la conservazione della biodiversità ed il contrasto ai cambiamenti climatici.

Bibliografia

- AA.VV., 2007. *La selvicoltura delle specie sporadiche*. Supporti tecnici alla Legge Regionale Forestale della Toscana, 3, ARSIA. 354 p.
- AA.VV., 2007. *Sport per l'ambiente. Codice di sviluppo sostenibile per lo Sport nelle Aree Protette*. Progetto Ecosport, Missaglia, Lc.
- 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.
- AGNOLETTI M., 2008. *Le trasformazioni territoriali ed insediative in Toscana*. Analisi dei principali cambiamenti in corso. IRPET-Regione Toscana.
- ALBERTI M., 2008. *Advances in Urban Ecology*. Springer, New York.
- ALBERTI M., 2010. Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2 (3): 178-184.
- AMATI M., LAFORTEZZA R., SANESI G., YOKOHARI M., 2006. *Il sistema delle green belt londinesi: problematiche e prospettive in vista di una riforma*. Genio Rurale - Estimo e Territorio, n. 3: 38-46.
- AMORUSO A., LUISI N., SANESI G., 2005. *Prime valutazioni su alcuni impianti di arboricoltura realizzati in Puglia nell'ambito della campagna 1994/96 del Reg. CEE 2080/92*. L'Italia Forestale e Montana, 3: 293-316.
- APAT Toscana, 2008. *Proposta di linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per abbassare il rumore notturno*. Bollettino n.5, Firenze. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/em/v10n07/1007-223.asp>.
- BARBERIS R., 2009. *Consumo di suolo e qualità dei suoli urbani*. In: ISPRA. Qualità dell'ambiente urbano, V Rapporto ISPRA, Focus su: Il suolo, il sottosuolo e la città. Pp. 703-729.
- BARONTI F., BIANCHI L., CALAMINI G., GUARNIERI L., MALTONI A., PACI M., SALBITANO F., TANI A., 2007. *Biomassa e gestione della vegetazione di sponda: il caso del torrente Ripopolo*. L'Italia Forestale e Montana, 62 (5/6): 355-368.
- BECKETT K.P., FREER-SMITH P.H., TAYLOR G., 2000. *Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed*. *Global Change Biology*, 6 (8): 995-100.
- BELL S. (edited by), 2009. *European Forest Recreation and Tourism. A handbook*. Taylor and Francis, London and New York.
- BENEDICT M.A., McMAHON E.T., 2002. *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*. *Renewable Resources Journal*, 20 (3): 12-17.
- BENEDICT M.A., McMAHON E.T., 2006. *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Island Press.

BENJAMIN M.T., WINER A.M., 1998. *Estimating the ozone forming potential of urban trees and shrubs*. Atmospheric Environment, 32: 53-68.

BENTRUP G., 2008. *Conservation buffers. Design guidelines for buffers, corridors, and greenways*. Gen. Tech. Rep. SRS-109 Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service, Southern research Station. 110 p.

BERRY R.D., COLLS J.J., 1990. *Atmospheric carbon dioxide and sulphur dioxide on an urban/rural transect-II. Measurements along the transect*. Atmos. Environ. Part A, 24: 2689-2694.

BERTHIER E., DUPONT S., MESTAYER P.G., ANDRIEU H., 2006. *Comparison of two evapotranspiration schemes on a sub-urban site*. Journal of Hydrology, 328: 635-646.

BETTI M., GINANNI F., BECCHI I., RINALDI M., 2006. *Dinamiche di accumulo dei detriti arborei in alvei fluviali.*, Atti del XXX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Roma, 10-15 settembre 2006.

BISCHETTI G., 2005. *Interazione tra vegetazione e deflusso e stabilità delle sponde*. In: D'Agostino V. e Carraro V. (eds.) *Conoscere il sistema fiume in ambiente alpino*. Pubblicazione del Corso di Cultura in Ecologia. Atti del 41° corso, Università di Padova: 75-90.

BONAIUTO M., FORNARA F., BONNES M., 2003. *Indexes of perceived residential environment quality and neighbourhood attachment in urban environments: a confirmation study on the city of Rome*. Landscape and Urban Planning, 65: 41-52.

BONNES M., CARRUS G., BONAIUTO M., FORNARA F., PASSAFARO P., 2004. *Inhabitants? Environmental Perceptions in the City of Rome within the UNESCO Programme on Man and Biosphere Framework for Urban Biosphere Reserves*. Ann. N.Y. Acad. Sci, 1023: 1-12.

BORIN M., 1999. *Sistemi vegetati per la riduzione dell'inquinamento diffuso in agricoltura*. In: *Introduzione all'ecologia del sistema agricoltura*. Ed. CLEUP Padova.

BOZ B., GUMIERO B., BALDO G., CORNELIO P., 2006. *Atti del convegno: Fasce tampone crescono: alberi, acque e paesaggio rurale*. Regione Lombardia, DG agricoltura. Milano, 23 febbraio 2006.

BRAMRYD, T., FRANSMAN, B., 1993. *Stadens lungor-om luftkvaliteten och äxtligheten i våra tätorter (The lungs of the city on air quality and vegetation in our cities)*. Movium-SLU Stad och Land 116, Alnarp.

BURESTI LATTES E., 2006. *Arboricoltura*. In AA.VV., RaFT 2005: Rapporto sullo stato delle Foreste in Toscana. ARSIA. Sherwood, n.124 (7/06), supplemento n. 2: 52-60.

BURESTI LATTES E., MORI P., 2003. *Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno*. Manuale ARSIA, Regione Toscana.

BURESTI LATTES E., MORI P., 2004. *Condizione e valutazione degli impianti di arboricoltura da legno*. ARSIA Regione Toscana.

CAI - Club Alpino Italiano, 1996. *Sentieri. Segnaletica e manutenzione. Manuale di istruzioni ed informazioni*. Commissione Centrale Escursionismo.

CAI - Club Alpino Italiano, 1999. *Sentieri: Ripristino - Manutenzione - Segnaletica*. Collana I Manuali del Club Alpino Italiano, n. 6. Ancora Arti Grafiche, Milano.

CALAMINI G., 2008. *Il ruolo della selvicoltura nella gestione della vegetazione ripariale*. Atti del terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina 16-19 ottobre 2008: 470-474.

CAMAGNI R. (a cura di), 1999. *La pianificazione sostenibile delle aree periurbane*, Bologna, Il Mulino.

CAMAGNI R., LOMBARDO S. (a cura di), 1999. *La città metropolitana: strategie per il governo e la pianificazione*. Alinea, Firenze.

CAPPIELLA, K., SCHUELER, T., WRIGHT T., 2005. *Urban Watershed Forestry Manual. Part 1: Methods for Increasing Forest Cover in a Watershed*. United States Department of Agriculture Forest Service North-eastern Area State and Private Forestry.

CARELLA G., CARPINELLI S., SCOPIGNO D. *Guardare il territorio con occhi nuovi*. Disponibile su: www.parchiaccessibili.it

CEC, 2006. *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on an EU Forest Action Plan*. Commission of the European Communities, Com 302 final, Brussels.

CECCHINI A., PLAISANT A. (a cura di), 2005. *Analisi e modelli per la pianificazione. Teoria e pratica: lo stato dell'arte*. Franco Angeli, Milano.

CHIH-FANG FANG, DER-LIN LING, 2003. *Investigation of the noise reduction provided by tree belts*. *Landscape and Urban Planning*, 63: 187-195.

CIAMPI G., 1979. *Osservazioni sulla dinamica del paesaggio forestale in due aree ai margini del Valdarno fiorentino: Monte Morello e Artimino*. *Rivista di storia dell'agricoltura*, anno XIX, n. 1.

CIANCIO O. (a cura di), 2000. *Piano di Gestione e rinaturalizzazione dei rimboschimenti di Monte Morello, periodo 2001-2010*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Provincia di Firenze.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1994a. *La gestione forestale nelle aree protette*. *Linea ecologica*, 26 (6): 10-13.

CIANCIO O., NOCENTINI S., 1994b. *Problemi e prospettive della gestione forestale*. *L'Italia Forestale e Montana* 49 (6): 550-566.

CIUTTI F., CAPPELLETTI C., 2006. *Funzionalità ecologica della vegetazione riparia*. *Sherwood*, 118: 43-46.

COLANGELO G., DAVIS C., LAFORTEZZA R., SANESI G., 2006. *L'esperienza delle Community Forests in Inghilterra*. *Ri-Vista. Ricerche per La Progettazione Del Paesaggio* (on line). vol. 6: 82-92.

COLES R.W., BUSSEY S.C., 2000. *Urban forest landscapes in the UK - Progressing the social agenda*. *Landscape and Urban Planning*, 52: 181-188.

COLLETTI L., 2001. *Risultati dell'applicazione del Regolamento CEE 2080/92 in Italia*. *Sherwood*, 70 (8/01): 23-31.

COLOMBO T., BARBIERI L., SELLERI B., 2005. *Raccordo tra le aspettative dei cittadini e le politiche di gestione di un'area protetta*. *E-Quaderni del Giornale dei Parchi*. www.parks.it/ilgiornaledeiparchi/eq10.pdf.

CONTE G., BOZ B., GRAZIANO L., GURNIERO B., MELUCCI A., SANSONI G., SCHIPANI I., 2006. *Obiettivo natura: gli ecosistemi fluviali naturali*. In: "La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.

CONTE G., MASI F., SANSONI G., 2006. *Tecniche di depurazione seminaturali*. In: "La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.

COOK D.B., HAVERBEKE D.F.V., 1974. *Trees and shrubs for noise abatement*. University of Nebraska. College of Agricultural Experimental Station Bulletin. RB 246.

CORONA P., BARBATI A., 2010. *Orizzonti operativi della pianificazione e della gestione forestale a supporto delle politiche sui cambiamenti climatici*. In: *Foreste e ciclo del carbonio in Italia: come mitigare il cambiamento climatico*. Sanesi G. e Mairota P. (a cura di), Fondazione Gas Natural. Pp.147-161.

CUMMINS K.W., 1988. *The study of stream ecosystem: a functional view*. In: *Ecosystem Process*, Springer-Verlag, New York.

DÉJEANT-PONS M., 2006. *The European Landscape Convention*. In: *Proceedings of the Conference: Cultural heritage and sustainable forest management: the role of traditional knowledge*. Florence, 8-11 June: 26-33.

DI PIETRO G., ERRERA G., OMODEI-ZORINI L., PIUSSI P., 1979. *Il parco territoriale di Monte Morello*. Provincia di Firenze.

ENVIRONMENT PARK - UNEP (United Nations Environmental Programme), 1999. *Gestione ambientale delle aree industriali* (traduzione del manuale UNEP) Dossier N. 4, Vol. 1 e 2. <http://www.envipark.com>.

ESCOBEDO F.J., NOWAK D.J., 2009. *Spatial heterogeneity and air pollution removal by an urban forest*. *Landscape and Urban Planning*, 90: 102-110.

FANFANI D., 2006. *Il governo del territorio e del paesaggio rurale nello spazio "terzo" periurbano. Il parco agricolo come strumento di politiche e di progetto*. *Ri-Vista Ricerche per la progettazione del paesaggio* anno 4 - numero 6 , numero monografico Progettare sui limiti.

FERNÁNDEZ-JURICIC E., 2000. *Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape*. *Conservation Biology*, 14: 513-521.

FERRARA G., TELLINI FLORENZANO G., TARASCO E., TRIGGIANI O., LORUSSO L., LAFORTEZZA R., SANESI G., 2008. *L'avifauna come indicatore di biodiversità in ambito urbano: applicazione in aree verdi della città di Bari*. *L'Italia Forestale e Montana*, 63 (2): 137-159.

FICETOLA G.F., SACCHI R., SCALI S., GENTILI A., DE BERNARDI F., GALEOTTI P., 2007. *Vertebrates respond differently to human disturbance: implications for the use of a focal species approach*. *Acta Oecologica*, 31: 109-118.

FLORINET F., 2007. *Ricerche sperimentali sul comportamento della vegetazione in alveo*. Dispense del corso di formazione e aggiornamento professionale "Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua e dei canali dei canali di bonifica". Università degli Studi di Firenze- CIRF.

FRANCESCATO V., ANTONINI E., PANIZ A., NOCENTINI G., FAINI A., MIGLIARINI S., 2009. *Culture energetiche per i terreni agricoli*. ARSIA.

G.U. 20 aprile 1993, n°91. *Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale*. D.P.R. 14 aprile 1993.

GAMBI G., 1986. *Le prime cure colturali ai rimboschimenti*. *Monti e Boschi*, 6: 13-18.

GAMBI L., 1986. *La costruzione dei piani paesistici*. *Urbanistica*, 85: 102-105.

GERMANN-CHIARI C., SEELAND K., 2004. *Are urban green spaces optimally distributed to act as places for social integration? Results of a geographical information system (GIS) approach for urban forestry research*. *Forest Policy and Economics*, 6 (1): 3-13.

- GILBERT O.L., 1989. *The ecology of urban habitats*. Chapman and Hall. London and New York.
- GÖBEL P., STUBBE H., WEINERT M., ZIMMERMANN J., FACH S., DIERKES C., KORIES H., MESSER O., MERTSCH V., GEIGER W.F., COLDEWEY W.G., 2004. *Near-natural stormwater management and its effects on the water budget and groundwater surface in urban areas taking account of the hydrogeological conditions*. Journal of Hydrology, 299 (3-4): 267-283.
- GUARNIERI L., PRETI F., BIANCHI L., CALAMINI G., MALTONI A., 2007. *Manutenzione di un corso d'acqua in area costiera: interazioni tra vegetazione riparia e corrente idrica*. Atti del Congresso AIIA: Milano, 27-28 marzo. Nuova Editoriale Bios.
- HEALEY P., 2004. *The treatment of space and place in the new strategic spatial planning in Europe*. Int. Journ. of Urban and Regional Research, 28: 45-67.
- HERRINGTON L.P., BROCK C., 1976. *Propagation of noise over and through a forest stand*. USDA Forest Service, General Technical Report NE 25: 226-228.
- Hibberd B.G., 1989. *Urban Forestry Practice*. Forestry Commission Handbook 5, HMSO, London.
- HODGE S., 1995. *Creating and managing woodlands around towns*. Forestry Commission Handbook 11, HMSO London.
- HORBERT M., Kirchgeorg A., 1982. *Climatic and airhygienic aspects in the planning of inner city open spaces: Berlin Grosser Tiergarten*. Energy and Buildings, 5.
- IMHOFF M.L., BOUNOUA L., DEFRIES R., LAWRENCE W. T., STUTZER D., TUCKER C.J., RICKETTS T., 2004. *The consequences of urban land transformation on net primary productivity in the United States*. Remote Sensing of Environment, 89: 434-443.
- IMHOFF M.L., LAWRENCE W.T., STUTZER D.C., ELVIDGE C.D., 1997. *Using nighttime DMSP/OLS images of city lights to estimate the impact of urban land use on soil resources in the US*. Remote Sensing of Environment, 59: 105-117.
- KITCHEN L., MARSDEN T., MILBOURNE P., 2006. *Community forests and regeneration in post-industrial landscapes*. Geoforum, 37: 831-843.
- KONIJNENDIJK C.C., 1999. *Urban forestry in Europe: a comparative study of concepts, policies and planning for forest conservation, management and development in and around major European cities*. Doctoral dissertation. Research Notes No. 90. Faculty of Forestry, University of Joensuu.
- KONIJNENDIJK C.C., 2003. *A decade of urban forestry in Europe*. Forest Policy and Economics, 5: 173-186.
- KONIJNENDIJK C.C., RICARD R.M., KENNEY, RANDRUP T.B., 2006. *Defining urban forestry. A comparative perspective of North America and Europe*. Urban Forestry and Urban Greening, 4: 93-103.
- LAFORTEZZA R., CARRUS G., SANESI G., DAVIS C., 2009. *Benefits and well-being perceived by people visiting green spaces in periods of heat stress*. Urban Forestry and Urban Greening, 8 (2): 97-108.
- LAFORTEZZA R., SANESI G., BROWN R.D., 2003. *Un approccio metodologico alla progettazione di nuove aree verdi ad uso ricreativo e sportivo*. Genio rurale, 3: 20-29.
- LAMBERTINI A., LEENHARDT J., 2007. *Vertical Gardens. Bringing the city to life*. Thames hyperlink "<http://www.hoepli.it/titoli.asp?editore=THAMES+AND+HUDSON>"&HYPERLINK

"<http://www.hoepli.it/titoli.asp?editore=THAMES+AND+HUDSON>" Hudson, London.

Leenhardt J., Lambertini A., Ciampi M., 2007. *Giardini in verticale*. Ed. Verbavolant. Pp. 240.

LORETO F., 2002. *Distribution of isoprenoid emitters in the Quercus genus around the world: Chemo-taxonomical implications and evolutionary considerations based on the ecological function of the trait*. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 5 (3): 185-192.

LORETO, F., CICCIOI, P., CECINATO, A., BRANCALEONI, E., FRATTONI, M., FABOZZI, C., TRICOLI, D., 1995. *Evidence of the photosynthetic origin of monoterpenes emitted by Quercus ilex leaves by C-13 labelling*. Plant Physiology, 110 (4): 1317-1322.

LORUSSO L., LAFORTEZZA R., TARASCO E., SANESI G., TRIGGIANI O., 2007. *Tipologie strutturali e ca-ratteristiche funzionali delle aree verdi periurbane: il caso di studio della città di Bari*. L'Italia Forestale e Montana, 62(4): 249-265.

MAAS J., ERHEIJ R.A., GROENEWEGEN P.P., DE VRIES S., SPREEUWENBERG P., 2006. *Green space urbanity, and health: how strong is the relation?* J. Epid. Community Health, 60: 587-592.

MAETZKE F., 2002. *I rimboschimenti di Monte Morello: analisi e indirizzi di un progetto aperto per la loro rinaturalizzazione*. L'Italia Forestale e Montana, 57 (2): 125-138.

MARCHI E., PESARE A., SPINELLI R., 2005. *La cippatura in campo. Modelli organizzativi con cippatrice semovente su base forwarder*. Sherwood, 108. Compagnia delle Foreste. Arezzo.

MARTÍNEZ-ZAVALA L., JORDÁN-LÓPEZ A., 2009. *Influence of different plant species on water repellency in Mediterranean heathland soils*. Catena, 76: 215-223.

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 (Messina). Pp. 1001-1007.

MASSA R., BANI L., BAIETTO M., BOTTONI L., PADOA-SCHIOPPA E., 2003. *An Ecological Network for the Milano Region Based on Focal Species*. In: Jongman R.H.G. e G. Pungetti (Eds.). Cambridge University Press, UK. Ecological Networks and Greenways. Chapter 11: 188-199.

MCGRANAHAN G., BALK D., ANDERSON B., 2007. *The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones*. Environment and Urbanization, Vol. 19, No. 1, pages 17-37. Sage Publications.

McPHERSON E.G., NOWAK D.J., HEISLER G., GRIMMOND S., SOUCH C., GRANT R., ROWNTREE R.A., 1994b. *Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project*. Urban Ecosystems, 1 (1): 49-61.

McPHERSON E.G., SCOTT K.I., SIMPSON J.R., 1998. *Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California, Using existing models*. Atmospheric Environment, 32: 75-84.

McPHERSON E.G., SIMPSON J.R., 2002. *A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica, California, USA*. Urban Forestry & Urban Greening, 1: 61-74.

McPHERSON E.G., NOWAK D.J., ROWNTREE R.A., 1994a. *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.

Mezzalana G., 2003. *Come produrre energia dal legno*. Quaderno ARSIA 3/2003. ARSIA Regione Toscana.

MEZZALANA G., 2007. *Multifunzionalità delle fasce tampone boscate*. Dispense del corso di formazione e aggiornamento professionale "Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua naturali e dei canali di bonifica". DIAF, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Firenze.

MEZZALANA G., BROCCHI COLONNA M., VERONESE M. (eds.), 2003. *Come produrre energia dal legno*. Quaderno ARSIA 3/2003. ARSIA Regione Toscana.

MICHELOZZI P., DE DONATO F., BISANTI L., RUSSO A., CADUM E., DEMARIA M., 2005. *The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities*. Euro Surveill., 10 (7): 161-5. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/em/v10n07/1007-226.asp>.

MILLER R.W., 1997. *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Green Spaces*. Second ed. Prentice Hall, New Jersey.

MINISTERO AMBIENTE, SCN, 1999. *La valorizzazione delle risorse ambientali nelle politiche di sviluppo. "La rete ecologica nazionale"*. Note informative, Roma.

MITCHELL R., POPHAM F., 2007. *Green space, urbanity and health: relationship in England*. J. Epid. Community Health, 61: 681-683.

MORETTI E., 2010. *Corso di impianti tecnici per l'edilizia*. Università di Perugia. http://www.crnbnet.it/FisicaTecnica/didattica/lezioni/edilizia_2010_11/L.%20Acustica_Ambienti_Aperti.pdf

MPCA, 2000. *Citizen stream-monitoring program: 1999 report of water quality of Minnesota streams*. Minnesota Pollution Control Agency, Environmental Outcomes Division. [Http://www.pca.state.mn.us/water/csmpr-reports.html](http://www.pca.state.mn.us/water/csmpr-reports.html).

NARDINI A., 2006. *La Visione della riqualificazione* In: "La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.

NOGUEIRA P., FALCÃO J., Contreiras M., Paixão E., Brandão J., Batista I., 2005. *Mortality in Portugal associated with the heat wave of August 2003: Early estimation of effect, using a rapid method*. Euro Surveill., 10 (7): 150-3.

NOWAK D.J., CIVEROLO K.L., RAO S.T., SISTLA G., LULEY C.J., CRANE D.E., 2000. *Modelling study of the impact of urban trees on ozone*. Atmospheric Environment, 34: 1601-1613.

NOWAK D.J., CRANE D., 2002. *Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA*. Environmental Pollution, 116: 381-389.

NOWAK D.J., CRANE D., STEVENS J.C., 2006. *Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States*. Urban Forestry and Urban Greening, 4: 115-123.

NOWAK D.J., McHALE P.J., IBARRA M., CRANE D., STEVENS J.C., LULEY C.J., 1998. *Modelling the effects of urban vegetation on air pollution*. In: Grybubgs S., Chaumerliac N. (Eds.), Air Pollution Modelling and its Application XII, Plenum Press, New York. Pp. 399-407.

OKE T.R., 1973. *City size and urban heat island*. Atmos. Environ., 7: 769-779.

OKE T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*. Routledge, New York.

OKE T.R., 1995. *The heat island of the urban boundary layer: characteristics, causes and effects*. In: J.E. Cermak, Editor, Wind Climate in Cities, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. Pp. 81-107.

PABA G. (ed.), 1990. *La città e il limite*. Firenze, La Casa Usher.

PADOA-SCHIOPPA E., BAIETTO M., MASSA R., BOTTONI L., 2006. *Bird communities as bioindicators: the focal species concept in agricultural landscapes*. Ecological Indicators, 6: 83-93.

PADOA-SCHIOPPA E., DIGIOVINAZZO P., BOTTONI L., 2007. *Restoration of multifunctional forests in north west suburban area of Milan: scenario and proposal*. In: Bunce R.G.H., Jongman R.H.G., Hojas L. and S. Weel (Eds.): 25 years Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice. IALE world congress 2007. 08-12 July 2007. Vol. 1. 274 p.

PADOA SCHIOPPA E., DIGIOVINAZZO P., FICETOLA F.G., BOTTONI L., 2009. Oltre le reti ecologiche: il paradigma del corridoio diffuso nel paesaggio periurbano. Valutazione Ambientale, 16: 7-11.

PAUL M.J., MAYER J.L., 2001. *Streams in the Urban Landscape*. Annual Review of Ecology and Systematics, 32: 333-365.

PAULEIT S., DUHME F., 2000. *GIS assessment of Munich's urban forest structure for urban planning*. Journal of Arboriculture, 26 (3): 133-141.

PAULEIT S., GOLDING Y., ENNOS R., 2005. *Modelling the environmental impacts of urban land use and land cover change - a study in Merseyside, UK*. Landscape and Urban Planning, 71 (2-4): 295-310.

PEDROTTI F., GAFTA D., 1996. *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell'Italia*. L'uomo e l'ambiente, 23, Università degli Studi di Camerino. 165 p.

POUMADERE M., MAYS C., LE MER S., BLONG R., 2005. *The 2003 heat wave in France: dangerous climate change here and now*. Risk Analysis, 25: 1483-94.

PRETI F., BACCI M., 2004. *La vegetazione ripariale nei corsi d'acqua*. Alberi e Territorio, n. 7/8, pp. 24-27.

PRETI F., GUARNIERI L., 2005. *Criteri per la manutenzione della vegetazione ripariale nei corsi d'acqua collinari e montani*. Atti del convegno AIIA: L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea. Catania, 27-30 giugno. Pp. 1-12.

PRÖBSTL U., WIRTH V., ELANDS B., BELL S. (edited by), 2010. *Management of Recreation and nature Based Tourism in European Forests*. Springer, Berlin.

RAGAB R., ROSIER P., DIXON A., BROMLEY J., COOPER J.D., 2003. *Experimental study of water fluxes in a residential area: 2. Road infiltration, runoff and evaporation*. Hydrological Processes, 17: 2423-2437.

RAPPARINI F., BARALDI R., MIGLIETTA F., LORETO F., 2004. *Isoprenoid emission in trees of Quercus pubescens and Quercus ilex with lifetime exposure to naturally high CO₂ environment*. Plant, Cell and Environment, 27: 381-391.

REETHOF G., HEISLER G.M., 1976. *Trees and forest for noise abatement and visual screening*. USDA Forest Service, General Technical Report NE 22, 39: 48.

REGIONE PIEMONTE, 2008. DGR 26.05.2008 n°38: *Indirizzi tecnici in materia di manutenzioni e sistemazioni idrogeologiche e idraulico forestali e nuove disposizioni attuative art. 37 della legge regionale n. 16/1999*. All. C: Gestione selvicolturale della vegetazione riparia e interventi su boschi protettivi.

REGIONE TOSCANA, 1997. D.C.R. 155/1997. *Direttive sui criteri progettuali per l'attuazione degli interventi di difesa in materia idrogeologica*.

REGIONE TOSCANA, 2001. *Principi e linee guida per l'ingegneria naturalistica*. Vol. 1: *Processi territoriali e criteri metodologici*. Ed. Regione Toscana, Collana Fiume e Territorio, Firenze.

REGIONE TOSCANA, 2009. *Segnali ambientali in Toscana 2009. Le politiche ambientali regionali: bilancio e prospettive*. Documento di valutazione e monitoraggio del Piano Regionale di Azione Ambientale 2007-2010. 79 p.

SALBITANO F., 2005. *I Boschi alla Porta di Casa: partecipazione e selvicoltura nei boschi urbani e periurbani*. In: Corona P., Iovino F., Maetzke F., Menguzzato G., Nocentini S., Portoghesi L. (a cura di), *Foreste Ricerca Cultura*. Scritti in onore di Orazio Ciancio. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 457-475.

SALBITANO F., 2007. *Agenda 21, Protocollo di Kyoto e Progettazione Partecipata dei Parchi Urbani*. Quaderni della Accademia Agraria in Pesaro. Suppl. N. 37: 17-33.

SALBITANO F., BAGNARA L., CUIZZI D., VANNUCCINI M., 2004. *Caratterizzazione del paesaggio forestale e della sua evoluzione tipologica nel bacino del Terzolle ai fini dell'Istituzione di una Area Protetta di Interesse Locale*. In Malin G. (a cura di) *Il Sistema del Verde nell'Area Metropolitana fiorentina*. Edifir, Firenze. Pp. 96-104.

SALBITANO F., CUIZZI D., 2004. *The Greater Florence Case Study Report: Activating a permanent participatory process to Woodland management, plan and regulations at different scales*. NeighbourWoods, European Commission Quality of Life and Management of Living Resources. www.fsl.dk/euforic/nbw.htm

SALBITANO F., SANESI G., 2010. *Selvicoltura: paesaggio, funzioni culturali e sociali della foresta*. *L'Italia Forestale e Montana*, 65 (2): 157-161.

SANDSTRÖM U.G., ANGELSTAM P., MIKUSIŃSKI G., 2006. *Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space*. *Landscape and Urban Planning*, 77: 39-53.

SANESI G., 2009. *Orizzonti e specificità della selvicoltura urbana a livello italiano e mediterraneo*. In: *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura*, Taormina, 16-19 ottobre 2008., Firenze: Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 2, p. 237-242.

SANESI G., 2010. *The green system in Milan: an important tool for promoting a better quality life*. *The International Forestry Review*, 12 (5): 472.

SANESI G., COLANGELO G., LAFORTEZZA R., 2008. *Risorse forestali, aree urbane e salute umana. Un primo panorama europeo*. *Sherwood*, 144: 53-56.

SANESI G., LAFORTEZZA R., BONNES M., CARRUS G., 2006. *Comparison of two different approaches for assessing the psychological and social dimensions of green spaces*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5: 121-129.

SANESI G., LAFORTEZZA R., MARZILIANO P.A., RAGAZZI A., MARIANI L., 2007. *Assessing the current status of urban forest resources in the context of Parco Nord, Milan, Italy*. *Landscape Ecol. Eng.*, 3: 187-198.

SANESI G., MAIROTA P. (a cura di), 2010. *Foreste e ciclo del carbonio in Italia: come mitigare il cambiamento climatico*. GasNatural Foundation, Bari.

SANESI G., PADOA-SCHIOPPA E., LAFORTEZZA R., LORUSSO L., BOTTONI L., 2009. *Avian Ecological Diversity as Indicator of Urban Forest Functionality. Results from a Two-Case Studies in Northern and Southern Italy*. *Journal of Arboriculture and Urban Forestry*, 35(2): 53-59.

SANSONI G., 2006. *Vegetazione in alveo: sì o no?* In: *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*, CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.

SARTORI F., BRACCO F., 1993. *Foreste e fiumi nel bacino padano del Po*. In: Problematiche ecologiche del sistema idrografico padano. Acqua aria, n. 7: 751-760.

SCHNOOR J.L., 1997. *Phytoremediation*. Technology Evaluation Report TE-98-01 Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center. On-line: http://clu-in.org/download/toolkit/phyto_e.pdf

SOCCO C., CAVALIERE A., GUARINI S.M., MONTRUCCHIO M., 2005. *La natura nella città. Il sistema del verde urbano e periurbano*. Franco Angeli, Milano.

SOLINAS M. (a cura di), 2004. *Accessibilità e fruibilità delle aree protette*. Quaderni Scientifici del CTS. Centro Turistico Studentesco e Giovanile & Edi. Tur srl, Roma. Disponibile su: www.parchiaccessibili.it

SPINELLI R., 2005. *Biomassa legnosa e manutenzione degli alvei fluviali*. Alberi e territorio, n. 5/6: 18-22.

SUKOPP H., WITTIG R., (eds.) 1993. *Stadtökologie (Urban ecology)*. Fischer Verlag. Stuttgart.

TAHA H., 1996. *Modelling impacts of increased urban vegetation on ozone air quality in the South Coast air Basin*. Atmospheric Environment, 30 (20): 3423-3430.

TELLINI FLORENZANO G., 2003. *Monitoraggio sull'importanza degli ambienti ripariali per l'avifauna durante la primavera e l'estate*. Progetto D.R.E.A.M. Italia, Poppi. Pp. 1-10.

TOLLY J., 1988. *Träd och trafikföroreningar samt Bil. Biologiskt filter för E4 på Hisingen (Trees and transport pollution and the car)*. Göteborgs Stadsbyggnadskontor, Hisingen, 15 pp.

TURCO E., MARIANELLI L., VIZZUSO C., RAGAZZI A., GINI R., SELLERI B., TUCCI R., 2006. *First Report of Botryosphaeria dothidea on Sycamore, Red Oak, and English Oak in Northwestern Italy*. Plant disease, 90 (8): 1106.

TYRVÄINEN L., PAULEIT S., SEELAND K., DE VRIES S., 2005. *Benefits and Uses of Urban Forests and Trees*. In: Konijnendijk C.C., Nilsson K., Randrup T.B., Schipperijn J. (Eds.): Urban Forests and Trees, A Reference Book. Springer, Berlin, p. 81-114.

TZOULAS K., KORPELA K., VENN S., YLI-PELKONEN V., KAŻMIERCZAK A., NIEMELA J., JAMES P., 2007. *Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review*. Landscape and Urban Planning, 81, 3, 20: 167-178.

VALENTINI A., 2005. *Greenbelt*. Quaderni della Ri-Vista. Ricerche per la progettazione del paesaggio, 2, 2 (3): 162-176.

WATTS G., CHINN L., GODFREY N., 1999. *The effect of vegetation on the perception of traffic noise*. Applied Acoustic, (56) 39: 56.

ZABBINI E., 2004. *Rapporto Città-campagna: politiche di salvaguardia degli spazi interstiziali*. Lombardia Nord-Ovest, 2: 23-32.

Glossario

Accessoria (specie): albero in bosco (o in piantagione) che svolge un ruolo di supporto al selvicoltore (o all'arboricoltore) nel condizionare uno sviluppo desiderato nelle piante obiettivo (o piante principali in arboricoltura da legno).

Agamica (moltiplicazione): sistema di propagazione delle piante che avviene per via vegetativa e non grazie all'unione di due gameti di sesso diverso (gamica). Esempi di moltiplicazione agamica sono la propagazione per talea e il ricaccio di polloni, dopo il taglio, dalle ceppaie di alcune specie forestali.

Alloctona (specie): specie originata ed evolutasi in un'altra area geografica rispetto a quella considerata (dal greco ἄλλο (allo) altro, e χθον (chthòn) suolo/terra). È il termine contrario ad autoctona. Spesso si tratta di specie immesse in un nuovo ambiente dall'uomo, accidentalmente o volontariamente; in questo caso è l'intervento umano a permettere di superare l'isolamento che le barriere naturali (montagne, mari laghi) determinano separando l'areale di origine da quello di introduzione.

Autoctona (specie): specie originaria o diffusa da epoca remota nell'area in cui si trova. Una popolazione autoctona di norma si rinnova nel tempo per via naturale. Gli *alberi* e gli *arbusti* considerati autoctoni per il territorio regionale della Toscana sono elencati in allegato alla *Legge Forestale Toscana*; nell'elenco sono comprese anche alcune specie, introdotte o di dubbio indigenato, alcune delle quali naturalizzate o in via di naturalizzazione.

Avifauna l'insieme degli uccelli di una data regione.

Biodiversità: si intende l'insieme di tutte le forme viventi geneticamente diverse e degli ecosistemi ad esse correlati. Implica tutta la variabilità biologica a livello di geni, specie, habitat ed ecosistemi.

Biomassa: in ecologia per biomassa si intende la quantità di materia organica, viva e morta, di qualunque origine, presente in un determinato ecosistema. Relativamente alle fonti di energia rinnovabile si intendono oggi per biomasse tutti i materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili ovvero trasformati in combustibili solidi, liquidi o gassosi.

Ceduo composto: *bosco ceduo* il cui soprassuolo è costituito da *polloni* coetanei o, raramente, disetanei e da *matricine* di diverse età, normalmente in numero decrescente con l'età stessa. Il *regolamento forestale* parifica il bosco ceduo composto al *bosco ceduo intensamente matricinato*, fissando per entrambi il coefficiente minimo di matricinatura in 220 ad ettaro; tale coefficiente è calcolato come sommatoria dei prodotti ottenuti moltiplicando per 1 il numero delle matricine rilasciate all'ultimo taglio, che presentano un'età superiore di un turno, o poco meno, rispetto all'età dei polloni del ceduo, e moltiplicando per 2 il numero delle matricine provenienti dai rilasci effettuati in occasione di tagli precedenti.

Ceduo: bosco costituito prevalentemente da *polloni* derivanti da *ceppaia* e, per alcune specie (robinia, ciliegio, ailanto ed altre), da radice. Il bosco ceduo si mantiene tale tramite il periodico taglio dei polloni (*taglio di maturità*).

Cippato: dall'inglese *chips*: legno ridotto in scaglie di dimensioni variabili da alcuni mm a 2-5 cm, prodotto a partire da tronchi, ramaglie ed altri residui legnosi attraverso una cippatrice. Il cippato può essere utilizzato come combustibile o come materia prima per processi industriali.

Colletto: zona di transizione tra apparato epigeo (fuori terra) ed ipogeo (interrato) di una pianta.

Denitrificazione: processo microbiologico inverso della nitrificazione, consistente nella riduzione dei nitriti e dei nitrati a ossidi di azoto o azoto libero, privi di azione fertilizzante, per opera di microrganismi anaerobi diffusi nelle sostanze organiche del terreno (*Bacterium denitrificans*, *Bacillus pyocyaneus*, ecc.).

Diradamento: *taglio intercalare*, con il quale viene asportata parte delle piante di un *soprassuolo* coetaneo immaturo, con lo scopo principale di selezionare le piante migliori o le specie preferite, di accelerarne l'accrescimento e di aumentarne la stabilità. Altro effetto del diradamento è quello di ridurre il materiale combustibile presente in bosco, con una possibile attenuazione del rischio di incendi. Il *regolamento d'attuazione della legge forestale della Toscana* disciplina i tagli di diradamento

Diradamento selettivo: qualsiasi tipo di diradamento eseguito con criteri colturali, in contrapposizione al diradamento geometrico. In senso più proprio, il tipo di diradamento che rilascia e favorisce una selezione delle piante migliori, eliminando le concorrenti. Il rilascio o l'eliminazione delle piante indifferenti deve essere valutato caso per caso.

Ecologia: studio dei rapporti che intercorrono fra organismi e il loro ambiente.

Ecotipo: entità sottospecifica legata a particolari condizioni ecologiche; non è una entità geneticamente omogenea.

Ecosistema è una porzione di biosfera caratterizzata e costituita da una componente biotica, o biocenosi, e da una componente abiotica, cioè dall'ambiente fisico in cui vive la comunità di specie costituente la biocenosi stessa. Nella biocenosi e tra questa e l'ambiente fisico si stabiliscono specifiche interazioni in riferimento alla circolazione di materia e ai flussi di energia. La radiazione solare costituisce la fonte principale di energia e consente agli organismi vegetali autotrofi di produrre, con la fotosintesi, la materia organica a partire da materie inorganiche (acqua e soluti minerali più anidride carbonica) presenti nell'ambiente. La sostanza organica genera poi catene alimentari in cui i consumatori primari si nutrono delle materie vegetali ed i consumatori secondari di quelle animali per trarre energia dalla parziale decomposizione della stessa sostanza organica, con restituzione all'ambiente di acqua, sali minerali e anidride carbonica. I microrganismi ed i funghi saprofiti utilizzano e decompongono la residua sostanza organica morta.

Ecotono: zona di transizione (e di tensione) fra due o più comunità biologiche diverse (per es., foresta e prateria, fondo roccioso e fondo melmoso del mare, ecc.), in cui si trovano organismi propri delle comunità confinanti, ma anche altri, esclusivi della zona stessa.

Eliofilia: predilezione di ambienti luminosi e assolati. Nella pratica forestale vengono chiamate eliofile quelle specie arboree i cui semenzali per crescere ed affermarsi necessitano di abbondante illuminazione.

Eolico: riferito al vento o ai venti .

Esotica (specie): specie alloctona originaria di un luogo anche molto distante (anche continenti diversi).

Evapotraspirazione: eliminazione di acqua, allo stato liquido o sotto forma di vapore, da un organismo attraverso i pori.

Fascia fitoclimatica: zona individuata secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari (1916), la quale permette un inquadramento climatico della vegetazione forestale. Tale classificazione si basa su alcuni caratteri termici (temperatura media annua, temperatura media del mese più freddo, temperatura media del mese più caldo, media delle temperature massime estreme, media delle temperature minime estreme) e pluviometrici (precipitazioni annue, precipitazioni del periodo estivo, umidità atmosferica relativa media); in questo modo consente di suddividere l'intero globo in aree con caratteri climatici assimilabili e quindi di poter confrontare tra loro aree fitoclimatiche italiane e di altri Paesi.

Fascie tampone sono strisce di vegetazione arborea (mono o plurifilari) piantate in prossimità dei corsi d'acqua che riducono il carico di inquinanti che dai terreni agrari percolano verso i corpi idrici; questo sono efficaci soprattutto nel contenimento del rilascio di azoto ma limitano anche il trasporto del fosforo.

Fascicolato: in botanica, riferito a organi raggruppati come in un fascio.

Fenologia: studio dei tempi in cui ricorrono i fenomeni ciclici delle piante come la fogliazione, la fioritura, la fruttificazione e l'entrata in riposo.

Fenotipo: è l'insieme dei caratteri che la pianta manifesta: dipende dal suo genotipo, dalle interazioni fra geni e anche da fattori esterni (ambiente); dunque può variare

Fisionomia riferito a un bosco, il termine indica l'aspetto che il bosco assume in relazione ad altezza e densità del soprassuolo, struttura spaziale (stratificazione) e composizione specifica. Ad esempio, la fisionomia di una pineta giovane non evoluta è definita dal fatto di essere un bosco puro, denso, monoplano, piuttosto basso di statura, con rado sottobosco di graminacee.

Fitorimedia: insieme di tecniche che sfruttano la vegetazione per trattare e bonificare in situ suoli, sedimenti e acque contaminate (da agenti organici o inorganici); di fatto si sfrutta la capacità che hanno alcune specie vegetali di assorbire gli inquinanti per poi stocarli o degradarli attraverso i loro naturali processi fisiologici.

Floristico: che riguarda la flora.

Fustaia transitoria: soprassuolo caratterizzato da una struttura simile a quella di una fustaia, ma originato a partire da un ceduo, per invecchiamento e diradamento selettivo dei polloni. La fustaia, o meglio l'altofusto, transitorio viene a costituirsi nel processo di conversione del bosco ceduo all'alto fusto, a seguito dei tagli di avviamento o per evoluzione naturale.

Governo del bosco: sistema selvicolturale che fa riferimento alla modalità di rinnovazione del bosco che può essere agamica o vegetativa (governo a ceduo) oppure gamica o sessuata (governo a fustaia).

Habitat: è il luogo le cui caratteristiche fisiche o abiotiche, e quelle biotiche possono permettere ad una data specie di vivere e svilupparsi. È essenzialmente l'ambiente che può circondare una popolazione di una specie.

Idrofite (piante): riferito a piante acquatiche.

Laminazione: nell'ingegneria civile idraulica, l'effetto di laminazione delle portate di piena consiste nel progressivo abbassamento del colmo di piena, per un alveo fluviale, mano a mano che il fenomeno prosegue da monte verso valle. (da Wikipedia.org)

Lettiera: lo strato più superficiale del suolo forestale costituita da detriti organici in diverse fasi di decomposizione, principalmente di origine vegetale (soprattutto foglie ma anche frammenti di corteccia, di gemme, di frutti, ecc).

Marze: porzione di ramo, o gemma isolata, che prelevato dalla pianta madre si fanno sviluppare su una nuova pianta attraverso l'operazione di innesto.

Matricina: pianta originatasi da seme (o da *pollone affrancato*), rilasciata al momento del taglio di un *bosco ceduo*, con lo scopo principale di disseminare. Il *regolamento d'attuazione della legge forestale della Toscana* descrive le caratteristiche che le matricine devono possedere.

Mesoclima: riferimento all'insieme dei fenomeni climatici che caratterizzano un'area relativamente ridotta della superficie terrestre, e quindi di scala intermedia rispetto a quelli che costituiscono il microclima e il macroclima

Mesofilo: di esigenze intermedie rispetto a un determinato fattore ecologico. Il termine latifoglie mesofile, ad esempio, si riferisce a un gruppo di piante che nei confronti dell'acqua, del calore e del suolo (profondità, contenuto idrico, fertilità ecc.) sono da considerare mediamente esigenti. In altre parole, nei confronti dell'acqua le specie mesofile (come l'acero di monte) non si possono considerare né igrofile (come l'ontano nero) né xerofile (come il pino d'Aleppo), e nei confronti del calore non sono termofile (come lo stesso pino d'Aleppo) ma nemmeno tolleranti del gelo (come il pino cembro). Analogamente, il termine mesico si riferisce a fattori ambientali intermedi (i suoli mesici non sono né troppo secchi né saturi di acqua, e così via).

Mesotermofilo: di esigenze intermedie per quanto concerne la temperatura.

Metabolismo anabolico: il metabolismo è il complesso delle reazioni chimiche e fisiche che avvengono in un organismo o in una sua parte. Queste trasformazioni della materia sono reversibili e sono legate a variazioni della condizione energetica. Il metabolismo si divide in anabolismo (che produce molecole complesse a partire da molecole più semplici) e catabolismo (che comporta la degradazione di molecole complesse in molecole più semplici). I processi anabolici sono endoergonici e richiedono dunque energia.

Microclima: in generale il clima delle piccole superfici, specialmente in quanto esso si differenzia significativamente dal clima generale della regione.

Ornitiche: in zoologia e nel linguaggio letter. (non com.), relativo agli uccelli.

Particolato atmosferico: insieme delle particelle fini, solide o liquide (in partic., del pulviscolo atmosferico) disperse in un mezzo omogeneo come per es l'atmosfera .

Pedologico: la scienza che studia i suoli, vale a dire la porzione più superficiale della crosta terrestre. La p. è strettamente connessa alla geologia e all'agronomia: con la prima, per le connessioni riguardanti la formazione e lo sviluppo dei suoli a partire dalla disgregazione e alterazione delle rocce (pedogenesi); con la seconda, per l'importanza che essa riveste nella distribuzione e nella coltivazione delle piante agrarie. In p., il complesso delle condizioni fisiche del terreno, dipendenti dalla temperatura,

umidità ecc., che si determina nello strato a diretto contatto con l'ambiente aereo è chiamato pedoclima : è molto importante per l'influsso diretto che esercita sullo sviluppo del ciclo annuale delle piante

Percolazione: passaggio lento di un liquido attraverso un solido filtrante.

Popolamento (forestale): comunità di alberi o di altra vegetazione di interesse forestale che sia sufficientemente omogenea - per composizione di specie, struttura, età, densità e altri caratteri - da poter essere ritenuta distinta dalle comunità confinanti e che pertanto può costituire una suddivisione elementare ai fini delle operazioni di selvicoltura e di assestamento.

Posttime: piantine (semenzali, trapianti, selvaggioni) o astoni o talee destinate alla messa a dimora nei rimboschimenti o negli impianti di arboricoltura.

Processi successionali; vedi successione

Provenienza: da un punto di vista scientifico è la zona geografica in cui una popolazione di piante si trova da un periodo così lungo (secoli o millenni) tale che gli adattamenti alle condizioni ambientali sono fissati nel patrimonio genetico e possono quindi essere trasmessi alla discendenza. Il D.L. 386/2003 che regola la commercializzazione dei materiali forestali di propagazione la definisce più semplicisticamente come il "luogo determinato in cui si trova una popolazione di alberi o arbusti".

Rinaturalizzazione: recupero delle caratteristiche naturali di ambienti manomessi, degradati o distrutti dagli interventi antropici. Indica anche un processo destinato a concludersi con il ritorno della vegetazione potenziale in stazioni dove l'uomo ha dissodato terreni (coltivi, pascoli) o alterato le dinamiche successionali, attraverso trasformazioni di boschi misti in monoculture (castagneti da frutto, abetine pure presso i monasteri), o mediante impianti di conifere pioniere (pinete di pino nero da rimboschimento). Si tratta di successioni che spesso comportano, nei primi stadi, l'ingresso delle latifoglie sotto la copertura di soprassuoli di conifere lasciati alla propria evoluzione, oppure la colonizzazione di terre abbandonate (campi, castagneti da frutto e pascoli) da parte di vegetazione arbustiva o arborea.

Sciafilia: predilezione per ambienti ombreggiati; nella pratica forestale vengono chiamate sciafile le specie vegetali che crescono bene nelle zone ombrose o poco soleggiate.

Sclerofille (specie): pianta con foglie rigide e coriacee . Le caratteristiche delle foglie sono dovute allo spessore della cuticola e del tessuto a palizzata nonché alle venature irrigidite dai tessuti di resistenza meccanica. Comprendono piante tipiche della vegetazione mediterranea, sempreverdi, come il leccio, la sughera, il corbezzolo, il mirto, la fillirea, il lentisco, etc.

Senescente: in fase di invecchiamento.

Selvicoltura d'albero: insieme di tecniche colturali basate sulla selezione di piante obiettivo e sulla cura del bosco per la produzione di assortimenti di pregio e/o per la tutela di specie sporadiche o rare. Le tecniche della selvicoltura d'albero, quando applicate a piante di specie sporadiche, richiedono di essere integrate con la selvicoltura localmente idonea al resto del popolamento forestale.

Selvicoltura classica: la scienza e la pratica di interagire con l'ecosistema bosco al fine di ottenere, in maniera sostenibile, i benefici richiesti dalla collettività.

Selvicoltura tradizionale: insieme di conoscenze e tecniche tradizionalmente applicate in una determinata area geografica.

Selvicoltura sistemica: la teoria della selvicoltura sistemica riconosce al bosco, in quanto sistema biologico complesso, valore intrinseco e quindi lo *status* di soggetto di diritti. Sul piano operativo la selvicoltura sistemica si fonda sui seguenti principi:

- interventi cauti, continui e capillari, basati su un criterio culturale, svincolato da qualsiasi riferimento al concetto di normalizzazione del bosco, con l'obiettivo di sostenere i processi naturali di autorganizzazione del sistema;
- mantenimento di un livello provvigionale minimo, a garanzia della funzionalità del sistema;
- continua verifica delle risposte del sistema in modo da adattare via via gli interventi secondo l'approccio scientifico per prova ed eliminazione degli errori.

Sul piano della gestione la selvicoltura sistemica prevede l'adozione di schemi aperti, flessibili, adattativi.

Semenzale in generale: una giovane piantina (albero e arbusto), fino a pochi anni dopo la germinazione (Bernetti et al., 1980)

Sfollo: taglio eseguito in soprassuoli molto giovani, di origine naturale o artificiale (novelletti, spessine, giovani cedui), al fine di eliminare i soggetti difettosi o ammalati e di assicurare una densità e una distribuzione spaziale più regolare. Nei soprassuoli, le piante presentano differenziazioni meno evidenti e perciò gli sfolli hanno un carattere prevalente di riduzione numerica rispetto ai diradamenti, per i quali valgono maggiormente i criteri selettivi. Il regolamento della legge forestale della Toscana, nel disciplinare i tagli di sfollo (art. 30), li distingue dai tagli di diradamento che sono effettuati su soprassuoli di età maggiore di 15 anni.

Strobili strutture riproduttive tipiche delle conifere, corpi fruttiferi contenenti i semi; sono chiamati anche coni (galbule o pine).

Successione: è il processo con cui diversi tipi di vegetazione si susseguono nel tempo, in un dato ambiente fisico, avvantaggiandosi delle modificazioni determinate dalla vegetazione precedente. Con *successione primaria* si indica il processo che avviene a partire dall'ingresso di "specie pioniere" su suolo nudo che non ha mai in precedenza ospitato vegetazione. Si parla di *successione secondaria* quando la vegetazione si stabilisce dopo un disturbo (es. frana, incendio, ecc.) su un suolo nudo ma in luogo che in passato ospitava vegetazione.

Tagli di avviamento: vedi avviamento a fustaia.

Taglio intercalare: qualsiasi taglio eseguito in un momento intermedio fra l'insediamento di un *soprassuolo* e il suo taglio di fine *turno* (*taglio di maturità*). I tagli intercalari sono gli *sfolli* e i *diradamenti*. RT

Termofila (specie): esigente in calore.

Trattamento (del bosco): sistema ordinato di operazioni selvicolturali, finalizzato a regolare, nell'ambito di una determinata forma di governo del bosco, la sua rinnovazione e la sua struttura". Per trattamento "coetaneo" si intendono quindi le operazioni selvicolturali volte alla rinnovazione ed al mantenimento della struttura coetanea. Per trattamento "disetaneo" si intendono al contrario le operazioni selvicolturali volte alla rinnovazione ed al mantenimento della struttura disetanea.

Turno: in un bosco coetaneo, numero di anni che intercorre fra la sua rinnovazione (o il suo impianto) e il taglio di maturità. A seconda dei criteri di convenienza adottati per il suo calcolo, si hanno diversi tipi di turno. Il regolamento d'attuazione della Legge Forestale della Toscana fissa i turni minimi per i vari tipi di bosco.

Umificazione processo che trasforma la sostanza organica del terreno in humus

Zoocenosi: in ecologia, l'insieme delle specie animali presenti in un determinato ambiente.

Zona fitoclimatica: vedi fascia fitoclimatica.

Bibliografia

- AA.VV., 1987 - *Dizionario di botanica*. Rizzoli, Milano.
- AA.VV., 1998 - *Vocabolario della lingua italiana*. Zingarelli
- AA.VV., 1999 - *I grandi dizionari Garzanti*. Garzanti, Cernusco sul Naviglio, Milano.
- AA.VV., 2003 - *Come produrre energia dal legno*. Quaderno ARSIA 3/2003. Firenze
- AA.VV., 2006 - *Glossario dei termini tecnici Forestali*, in "Foreste: Istruzioni per l'uso" - Raccolta delle norme e degli atti in materia forestale. Regione Toscana.
- BERNETTI G., 1995 - *Selvicoltura speciale*. UTET, Torino
- BERNETTI G., 2005 - *Atlante di selvicoltura*. Dizionario illustrato di alberi e foreste. Edagricole (BO).
- BERNETTI G., MANULACU M., NOCENTINI S., 1980 - *Terminologia forestale*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- BURESTI LATTES E., MORI P., 2005 - *Glossario dei termini più comuni impiegati in arboricoltura da legno* (prima parte). Sherwood/Foreste ed Alberi Oggi, n. 109 (3/05), Compagnia delle Foreste (AR).
- BURESTI LATTES E., MORI P., 2005 - *Glossario dei termini più comuni impiegati in arboricoltura da legno* (seconda parte). Sherwood/Foreste ed Alberi Oggi, n. 110 (4/05), Compagnia delle Foreste (AR).
- GIORDANO G., M. PASSET GROS, 1962 - *Dizionario Enciclopedico agricolo-Forestale e dell'industria del legno*. Ed Ceschina , Milano.
- MONDINO G.P (a cura di), 1998 - *Carta della vegetazione forestale potenziale*. In "Boschi e macchie di Toscana". Regione Toscana, Giunta Regionale. Edizioni Regione Toscana.
- PIUSSI P., 1994 - *Selvicoltura generale*. UTET, Torino.
- QUEZEL P., 1985 - *Definition of the Mediterranean region and the origin of hits flora*, in Gomez-Campo C.L., Plant conservation in the Mediterranean area. Junk, Le Hague
- REGIONE TOSCANA, 2004 - *Glossario dei termini tecnici forestali* (Legge regionale 21 marzo 2000, n. 39, art. 9). Regione Toscana. Giunta Regionale
- TASSINARI G., 1976 - *Manuale dell'Agronomo*, Ed REDA. Roma
- ZANUTTINI R., CASTRO G., BERTI S., 1998 - *Xiloglos: glossario multilingue dei termini usati in tecnologia del legno*. Contributi scientifico pratici (IVALSA - CNR - FI).
- www.hoepli.it - dizionario italiano online
- www.wikipedia.org - glossario botanico

Allegato

Specie arboree:

descrizione delle caratteristiche botaniche, ecologiche e campi di impiego

N	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	A) Indigenato	B) Habitus	C) Altezza	D) Distanza	E) T e gelate	F) Aridità	G) Altitudine	H) Elifolia	I) Vento
1	<i>Abies alba</i> Miller	Abete bianco	A	S	8	12-14				4,6	
2	<i>Acacia dealbata</i> Link	Mimosa	N	S	3	4-7				1,5	
3	<i>Acer campestre</i> L.	Testucchio, loppo	A	C	3	8-10				3,3	
4	<i>Acer monspessulanum</i> L.	Acero minore	A	C	3	6-8				3,0	
5	<i>Acer opalus</i> Miller	Acero fico	A	C	5	8-12				2,9	
6	<i>Acer obtusatum</i> Waldst. et Kit.	Acero napoletano	A	C	4	8-12				3,0	
7	<i>Acer opulifolium</i> Chaix	Acero italico	A	C	3	6-8				2,7	
8	<i>Acer platanoides</i> L.	Acero riccio	A	C	6	10-12				4,2	
9	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Acero montano	A	C	7	10-12				3,7	
10	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Ippocastano	E	C	6	12-16				3,4	
11	<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Loisel.	Ontano napoletano	A	C	5	10-15				2,5	
12	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	Ontano nero	A	C	6	12-16				2,7	
13	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	Ontano bianco	A	C	4	10-15				2,3	
14	<i>Arbutus unedo</i> L.	Corbezzolo, albatro	A	S	2	6-8				3,0	
15	<i>Betula pendula</i> Roth.	Betulla	A	C	4	8-10				2,0	
16	<i>Carpinus betulus</i> L.	Carpino bianco	A	C	4	8-10				4,0	
17	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	Carpinella	E	C	2	6-8				3,0	
18	<i>Castanea sativa</i> Mill.	Castagno	A	C	5	15-18				3,2	
19	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	Cedro dell'Atlante	E	S	8	12-16				2,8	
20	<i>Celtis australis</i> L.	Bagolaro	E	C	5	12-15				1,9	
21	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Albero di Giuda	N	C	2	5-7				2,4	

J) Substrato	K) pH	L) Mare	M) I. Urbano	N) I. Industriale	O) Acqua	P) Accresc.	Q) Longevità	R) Potatura	S) Chioma	T) Portamento	U) Biforcazione	V) Radici	W) Problemi	Z) Funzioni	N
	4,5-5 (4-7)	NO	NO	NO	0		500	NO	3	51	NO		I, F, A, N	PL, RB, IA, IM, CE, AR	1
	5-7,5	MAR2	SI	NO	0		25	SI	2	91	2		I	FE, MT	2
	5,5-7	NO	SI	SI	4		150	SI	2	10	2			RB, PL, DP, IM, CE, IA, AI	3
	5,5-8,5	MAR2	NO	NO	3		100	SI	2	10	2			RB, IM, CE, IA, AI	4
	6-8,5	NO	NO	NO	2		150	NO	2	91	2			RB, IM, CE, IA, AI	5
	5,5-7,5	NO	NO	NO	0		150	SI	2	101	2			RB, IM, CE, IA, AI	6
	6-8	NO	NO	NO	0		150	NO	2	91	2			RB, IM, CE, IA, AI	7
	4-6,5	NO	SI	SI	3		250	SI	3	10	2		F	PL, RB, IM, CE, IA, AI	8
	4-7,5	MAR2	SI	SI	3		500	SI	3	6	1			PL, RB, IM, CE, IA, AI	9
	4-6,5	MAR2	SI	NO	2		200	SI	3	6	1		I, F, T, S, A	FE, IA	10
	6-8,5	MAR2	SI	SI	5		120	SI	2	5	1		A	PL, RB, IM, CE, IA, SS, AI	11
	6-8,5	MAR2	SI	SI	5		150	SI	2	5	1		A	PL, RB, IM, CE, IA, SS, AI	12
	6-8	MAR2	SI	SI	3		150	SI	2	51	3		A	RB, IM, CE, IA, AI	13
	4,5-7,5 (8,5)	MAR2	NO	NO	1		150	SI	3	81	3		L, N	RB, FA, AR, PL, IM, CE, IA	14
	4,5-8 (8,5)	NO	SI	NO	0		120	NO	1	91	1		I, A	RB, IM, CE, IA, AI	15
	4,5-8	NO	SI	SI	2		175	SI	3	6	1			DP, TF, AI	16
	5,5-8,5	MAR2	NO	SI	2		80	SI	2	6	1			DP, AI, IA	17
	3,5-6,5	NO	NO	NO	0		> 600	NO	3	10, 81	2		I, F	PL, RB, FR, FA, IM, CE, IA, AI	18
	5,5-8,5	NO	SI	NO	0		600	NO	2	51, 91	1		I, F	FE, IA, PL	19
	4,5-8,5	MAR2	SI	SI	3		600	NO	3	10	2			DP, FE, IA	20
	6,5-9	MAR2	SI	NO	4		75	SI	2	8, 10	2		F	RB, DP, PL, CE, IA, AI	21

N	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	A) Indigenato	B) Habitus	C) Altezza	D) Distanza	E) T e gelate	F) Aridità	G) Altitudine	H) Elifolia	I) Vento
22	<i>Corylus avellana</i> L.	Nocciolo, avellano	A	C	2	4-6				3,5	
23	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cipresso	N	S	8	5-10				2,7	
24	<i>Eleagnus angustifolia</i> L.	Olivello di boemia	E	C	3	5-7				2,2	
25	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Faggio	A	C	8	12-15				4,6	
26	<i>Ficus carica</i> L.	Fico selvatico	N	C	2	6-9				1,2	
27	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Frassino maggiore	A	C	8	12-15				2,7	
28	<i>Fraxinus ornus</i> L.	Orniello	A	C	4	6-10				2,6	
29	<i>Fraxinus oxycarpa</i> Bieb. ex Willd.	Frassino ossifillo	A	C	5	8-12				2,2	
30	<i>Ilex aquifolium</i> L.	Agrifoglio	A	S	4	6-10				4,0	
31	<i>Juglans regia</i> L.	Noce comune	N	C	6	12-16				2,1	
32	<i>Laburnum anagyroides</i> Medicus	Maggiociondolo	A	C	3	6-8				2,2	
33	<i>Larix decidua</i> Miller	Larice	E	C	7	12-14				1,5	
34	<i>Laurus nobilis</i> L.	Alloro	A	S	3	4-6				3,2	
35	<i>Malus sylvestris</i> Mill.	Melagnolo, melo selvatico	A	C	2	3-4				2,3	
36	<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> (Mill.) Brot.	Oleastro	A	S	3	6-8				1,1	
37	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	Carpino nero	A	C	4	6-8				1,7	
38	<i>Picea abies</i> L.	Abete rosso	(A)	S	8	12-14				4,5	
39	<i>Pinus halepensis</i> Miller	Pino d'Aleppo	A	S	4	10-12				1,6	
40	<i>Pinus laricio</i> Poiret	Pino laricio	E	S	8	8-12				2,1	
41	<i>Pinus nigra</i> Arnold	Pino nero o pino d'Austria	E	S	7	8-12				2,2	
42	<i>Pinus pinaster</i> Ait.	Pino marittimo	A	S	7	10-12				2,1	

J) Substrato	K) pH	L) Mare	M) I. Urbano	N) I. Industriale	O) Acqua	P) Accresc.	Q) Longevità	R) Potatura	S) Chioma	T) Portamento	U) Biforcazione	V) Radici	W) Problemi	Z) Funzioni	N
	4-8	NO	NO	NO	5		75	SI	2	101	3		F	RB, PL, TF, CE, IA	22
	5,5-8,5	MAR2	SI	SI	5		> 600	SI	3	11&21	1		I, F, N	PL, RB, DP, FE, IA, IM, CE, AR	23
	4,5-8,5	MAR1	SI	SI	0		75	SI	1	101	2			FV, RS, IA, AR	24
	4-8	NO	SI	NO	0		> 600	SI	3	91	1		I, F	PL, RB, IM, CE, IA, AI	25
	5-8,5	MAR2	NO	NO	3		75	SI	3	101	3		I	RB, FA, IM, CE, IA, AI	26
	4,5-8 (8,5)	NO	SI	SI	3		400	SI	2	6	1			PL, RB, DP, IM, CE, IA, AI	27
	4-7	MAR2	SI	SI	5		140	SI	2	10	2		I, B, N	RB, DP, PL, FR, CE, IA, SS	28
	4,5-7,5 (8,5)	NO	SI	NO	5		150	SI	2	6	1		I	PL, RB, DP, IM, CE, IA, SS, AI	29
	4-7,5(8)	MAR2	SI	SI	0		100	SI	3	21	1		L	FR, AR, IA	30
	4,5-7,5	NO	SI	NO	1		400	SI	3	10	2		I, F, B	PL, RB, IM, CE, IA, AI	31
	6,5-8,5	(MAR2)	SI	NO	4		50	SI	2	101	3			RB, CE, PL, IA, SS, AI	32
	5,5-8,5	NO	SI	SI	0		600	NO	1	51	NO		I, F	RB, PL, CE	33
	5,5-8,5	MAR2	SI	SI	5		50	SI	3	11	3		L, N	DP, AR, FA, IA	34
	6-8,5	NO	SI	SI	5		75	SI	3	101	3		I, F, B	DP, RB, PL, FA, IM, CE, IA, SS	35
	6-8,5	MAR1	SI	NO	0		> 600	SI	1	81	2		I, F, N	FA,	36
	(6)7-9	MAR2	NO	NO	4		150	NO	1	61	2			PL, TF	37
	4-7	NO	SI	NO	0		600	NO	2	51	NO		I, F, N	PL, RB, IA, IM, CE, IA	38
	5,5-8	MAR1	SI	NO	0		200	NO	2	61, 10	2		I, A, N	IA, CE, RB	39
	4-7 (8)	MAR2	SI	SI	0		250	NO	2	9, 5	NO		I, A, N	IA, CE, RB	40
	5,5-8	MAR2	SI	SI	2		180	NO	2	9, 5	1		I, A, N	IA, TF, CE	41
	3,5 – 5,5	MAR1	NO	NO	0		400	NO	3	5	2		I, A, N	IA, CE, AR	42

N	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	A) Indigenato	B) Habitus	C) Altezza	D) Distanza	E) T e gelate	F) Aridità	G) Altitudine	H) Elifolia	I) Vento
43	<i>Pinus pinea</i> L.	Pino domestico	A	S	5	12-15				1,9	
44	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pino silvestre	E	S	7	10-12				1,7	
45	<i>Platanus x acerifolia</i> (Aiton) Willdenow	Platano	V	C	7	15-18				2,6	
46	<i>Populus alba</i> L.	Pioppo bianco, gattice	A	C	6	10-12				2,3	
47	<i>Populus nigra</i> L.	Pioppo nero	A	C	6	10-12				2,5	
48	<i>Populus nigra</i> cv. <i>Italica</i> (Duroi) Moench	Pioppo cipressino	V	C	6	8-10				2,3	
49	<i>Populus tremula</i> L.	Pioppo tremolo	A	C	4	10-12				2,2	
50	<i>Prunus avium</i> L.	Ciliegio	A	C	5	10-12				3,3	
51	<i>Prunus cerasus</i> L.	Amarena	N	C	2	4-6				2,2	
52	<i>Prunus mahaleb</i> L.	Ciliegio canino	A	C	2	4-6				2,0	
53	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirbel) Franco s.l.	Abete odoroso, douglasia	E	S	8	12-14				2,8	
54	<i>Pyrus amygdaliformis</i> Vill.	Perastro	A	C	2	3-4				1,7	
55	<i>Pyrus pyrastrer</i> Burgsd.	Pero peruggino	A	C	2	3-4				1,7	
56	<i>Quercus cerris</i> L.	Cerro	A	C	7	14-16				2,5	
57	<i>Quercus crenata</i> Lam.	Cerro-sughera	A	S	5	10-14				2,4	
58	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	Farnetto	A	C	6	10-15				2,2	
59	<i>Quercus ilex</i> L.	Leccio, elce	A	S	6	10-15				3,6	
60	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	Rovere	A	C	8	12-16				2,7	
61	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	Roverella	A	C	4	10-12				2,5	
62	<i>Quercus robur</i> L.	Farnia, ischia	A	C	8	15-18				2,5	
63	<i>Quercus suber</i> L.	Sughera, sovero	A	S	4	10-14				2,5	

J) Substrato	K) pH	L) Mare	M) I. Urbano	N) I. Industriale	O) Acqua	P) Accresc.	Q) Longevità	R) Potatura	S) Chioma	T) Portamento	U) Biforcazione	V) Radici	W) Problemi	Z) Funzioni	N
	(5) 5,5-8 (8,5	MAR1	SI	NO	0		500	NO	3	3	2		I, A, N	RB, IA, TF, PL, IM, CE, AR	43
	4,5-7,5	NO	SI	NO	0		500	NO	2	5, 9	1		I, F, A, N	IA	44
	4,5-8,5	MAR2	SI	SI	2		600	SI	3	6, 10	2		F, B, A	PL, FE, IA	45
	4,5-8,5	MAR2	SI	NO	5		175	SI	1	6	2		I, F, A	RB, IA, PL, FR, TF, SS, AI	46
	5-8,5	MAR2	SI	SI	3		125	SI	3	61	1		I, F, A	RB, IA, PL, FR, TF, CE, AI	47
	5-8,5	MAR2	SI	SI	5		125	SI	3	11	NO		I, F, B, A	IA, DP, CE, SS	48
	(4,5) 5-8,5	NO	SI	NO	2		100	SI	2	61	2		F, A	RB, IA, PL, CE, AI	49
	4,5-7	MAR2	SI	NO	5		150	NO	2	51, 9	2		I, F, B	PL, RB, FA, CE, IA, AI	50
	(4,5) 5-8,5	NO	NO	NO	0		75	SI	2	101	3		I, F, B	FA, CE, IA	51
	5,5-8,5	MAR2	SI	NO	0		120	SI	2	81	3		F, B, T	FA, CE, IA	52
	4-7	NO	SI	NO	0		600	SI	3	5	NO		I, F, N	PL, RB, IA, CE, AR	53
	(6) 7-7,5 (8,5	MAR2	SI	NO	0		100	SI	3	10	2		I, F, B	RB, CE, IA, AI	54
	6,5-8	MAR2	SI	NO	4		100	SI	3	9	3		I, F, B, S	PL, RB, FA, CE, IA, AI	55
	5-7,5	NO	SI	NO	2		600	NO	3	6	1		I	PL, RB, FE, IA, TF, CE, AI	56
	5-7,5	MAR2	NO	NO	0		600	NO	2	8	2			RB, CE, IA, AI	57
	5-8	MAR2	SI	NO	0		600	NO	3	4	2			RB, CE, IA, AI	58
	5-8,5	MAR1	SI	SI	4		> 600	SI	3	10	2		I, N	RB, PL, FE, IA, CE, TF	59
	5,5-8,5	NO	SI	SI	0		> 600	NO	3	3	1		I, F	PL, RB, FE, IA, TF, CE, AI	60
	5,5-8,5	MSR2	SI	NO	3		> 600	SI	2	10	2		I, N	RB, PL, FE, IA, CE, TF	61
	(6) 6,5-7,5 (8,5	MAR2	SI	NO	0		> 600	SI	2	10, 3	1		I	PL, FE, IA, RB, TF, CE, AI	62
	4,5-7,5	MAR2	NO	NO	0		> 600	SI	2	8	2		L, I	PL, RB, IA, CE, AI	63

N	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	A) Indigenato	B) Habitus	C) Altezza	D) Distanza	E) T e gelate	F) Aridità	G) Altitudine	H) Eliofilia	I) Vento
64	<i>Robinia pseudacacia</i> L.	Robinia	E	C	5	8-10				1,7	
65	<i>Salix alba</i> L.	Salice bianco	A	C	5	12-15				2,0	
66	<i>Salix caprea</i> L.	Salicone	A	C	4	7-10				2,2	
67	<i>Salix cinerea</i> L.	Salicone cinerino	A	C	2	5-8				1,9	
68	<i>Salix fragilis</i> L.	Salice fragile	A	C	4	7-10				1,4	
69	<i>Salix incana</i> Schrank	Salice ripaiolo, vetrice bianca	A	C	3	7-10				1,7	
70	<i>Salix nigricans</i> Sm.	Salice nero	A	C	2	5-8				1,9	
71	<i>Salix purpurea</i> L.	Salice rosso, vetrice rossa	A	C	2	5-8				2,0	
72	<i>Salix triandra</i> L.	Salice a tre stami	A	C	3	7-10				1,9	
73	<i>Salix viminalis</i> L.	Salice da vimini	A	C	2	6-8				1,8	
74	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	Farinaccio, sorbo montano	A	C	4	6-10				2,7	
75	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Sorbo degli uccellatori	A	C	6	6-10				2,7	
76	<i>Sorbus domestica</i> L.	Sorbo comune, sorbo domestico	A	C	4	6-10				2,7	
77	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	Ciavardello, Sorbezzolo	A	C	3	6-10				2,7	
78	<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamarice	N	C	2	5-7				1,5	
79	<i>Tamarix pentandra</i> Pallas	Tamarice a cinque stami	N	C	2	5-7				1,5	
80	<i>Taxus baccata</i> L.	Tasso, albero della morte	A	S	4	6-8				4,4	
81	<i>Tilia cordata</i> Miller	Tiglio selvatico	A	C	6	10-14				4,2	
82	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Tiglio nostrano	A	C	8	15-18				4,0	
83	<i>Tilia x vulgaris</i> Hayne	Tiglio comune	V	C	8	15-18				3,5	
84	<i>Ulmus minor</i> Miller	Olmo campestre	A	C	6	12-16				3,4	
85	<i>Ulmus montana</i> Stokes	Olmo montano	A	C	6	12-16				3,5	

J) Substrato	K) pH	L) Mare	M) I. Urbano	N) I. Industriale	O) Acqua	P) Accresc.	Q) Longevità	R) Potatura	S) Chioma	T) Portamento	U) Biforcazione	V) Radici	W) Problemi	Z) Funzioni	N
	4,5-8,5	MAR2	SI	SI	0		500	SI	2	8, 10	2		I, F, V, A, S	IA, PL, DP, FR, CE	64
	4,5-8 (8,5)	MAR2	SI	SI	5		100	SI	2	10	2		I, F, B, A	RB, FR, PL, CE, IA, AI	65
	6-8,5	NO	SI	SI	2		75	SI	2	10	2		I, F, B, A	RB, FR, PL, CE, IA, AI	66
	3,5-7	NO	SI	SI	5		50	SI	1	10	2		I, F, B, A	RB, FR, SS, PL, CE, IA, AI	67
	4-7,5	MAR2	SI	NO	5		120	SI	2	10	3		I, F, B, A	RB, FR, SS, PL, CE, IA, AI	68
	6-8,5	NO	SI	NO	5		75	SI	1	61	3		I, F, B, A	RB, FR, SS, PL, CE, IA, AI	69
	6-8,5	NO	SI	SI	5		50	SI	2	101	3		I, F, B, A	RB, FR, SS, PL, CE, IA, AI	70
	4,5-8	SI	SI	SI	5		50	SI	1	10	2		I, F, B, A	RB, FR, SS, PL, CE, IA, AI	71
	5-8	MAR2	SI	SI	4		60	SI	2	41	3		I, F, B, A	RB, FR, SS, PL, CE, IA, AI	72
	5-8,5	NO	SI	NO	5		40	SI	2	10	2		I, F, B, A	RB, FR, SS, PL, CE, IA, AI	73
	(5,5) 7,5-8,5	MAR2	SI	NO	4		200	NO	3	61	2		I, F	RB, SS, PL, CE, IA, FA, AI	74
	5-7,5 (8,5)	NO	SI	NO	2		100	NO	3	61	2		I, F	RB, SS, PL, FA, CE, IA, AI	75
	(6) 7,5-9	MAR2	SI	NO	5		400	NO	3	61	2		I, F	RB, PL, SS, CE, IA, FA, AI	76
	6-8,5	MAR2	SI	NO	5		120	NO	3	61	2		I, F	RB, PL, IA, SS, CE, IA, FA, AI	77
	6-8,8	MAR1	SI	NO	1		80	SI	1	61	2		F	CD, RS	78
	6-8,8	MAR1	NO	NO	0		50	SI	1	61	2		F	CD, RS	79
	5,5-8,5	NO	SI	SI	3		> 600	NO	3	21, 91	1		I, T	RB, SS, CE, IA, AR	80
	(5) 7-8	MAR2	NO	NO	4		600	SI	3	6	2		I, F	PL, RB, TF, CE, IA, AI	81
	4,5-8,5	NO	SI	NO	4		600	SI	3	6	2		I, F	PL, RB, TF, CE, IA, AI, AR	82
	4,5-8,5	MAR2	SI	SI	0		600	SI	3	6	2		I, F	RB, FE, CE, IA, AI, AR	83
	5-8,5	NO	SI	SI	4		500	SI	3	6, 9	2		I, F	PL, RB, CE, IA, AI, AR	84
	5-8,5	NO	SI	NO	2		300	SI	3	6	2		I, F	PL, RB, CE, IA, AI	85

Allegato

Specie arbustive:

descrizione delle caratteristiche botaniche, ecologiche e campi di impiego

N	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	A) Indigenato	B) Habitus	C) Altezza	D) Distanza	E) T e gelate	F) Aridità	G) Altitudine	H) Eliofilia	I) Vento
86	<i>Cornus mas</i> L.	Corniolo	A	C	2	3-6				4,0	
87	<i>Cornus sanguinea</i> L.	Sanguinello,	A	C	2	3-5				2,8	
88	<i>Crataegus azarolus</i> L.	Azzeruolo	A	C	2	2,5-5				2,5	
89	<i>Crataegus laevigata</i> (Poiret) Marruca bianca	Marruca bianca	A	C	2	2,5-5				2,5	
90	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Biancospino	A	C	2	2,5-5				1,9	
91	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	Ginestra dei carbonai	A	C	1	2-3				2,5	
92	<i>Eleagnus umbellata</i> Thunb	Albero dei coralli	E	C	2	2,5-5				2,2	
93	<i>Erica arborea</i> L.	Erica	A	S	2	2,5-5				2,5	
94	<i>Erica carnea</i> L.	Scopina	A	S	1	1-2,5				2,2	
95	<i>Erica multiflora</i> L.	Scopa florida	A	S	1	2-2,5				2,2	
96	<i>Erica scoparia</i> L.	Scopa,	A	S	1	2-2,5				2,1	
97	<i>Juniperus communis</i> L.	Ginepro comune	A	S	2	3-4				1,7	
98	<i>Juniperus macrocarpa</i> Sibth. et Sm.	Ginepro coccolone	A	S	1	2-2,5				1,7	
99	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Ginepro rosso	A	S	2	3-4				1,7	
100	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Sabina marittima, cedro licio	A	S	3	3-6				1,7	
101	<i>Juniperus sabina</i> L.	Ginepro sabina	A	S	1	3-4				1,7	
102	<i>Laburnum alpinum</i> (Mill.) Bercht. et J. Presl	Laburno alpino, Citiso delle Alpi	A	C	2	3-6				2	
103	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Ligustro	A	C (S)	1	3-5				2,5	
104	<i>Malus florentina</i> (Zuccagni) C.K. Schneider	Sorbo fiorentino	A	C	1	2,5-4				2,2	
105	<i>Mespilus germanica</i> L.	Nespolo comune	A	C	1	3-5				2,7	
106	<i>Myrtus communis</i> L.	Mirto, mortella	A	S	1	2-3				3	
107	<i>Nerium oleander</i> L.	Oleandro, mazza di S. Giuseppe	N	S	2	3-5				1,8	

J) Substrato	K) pH	L) Mare	M) I. Urbano	N) I. Industriale	O) Acqua	P) Accresc.	Q) Longevità	R) Potatura	S) Chioma	T) Portamento	U) Biforcazione	V) Radici	W) Problemi	Z) Funzioni	N
	6-8,5	NO	NO	NO	5		120	SI	2	101	4			CE, FA, SS, IA	86
	5,5-7,5 (8)	MAR2	SI	NO	4		50	SI	2	101	4			DP, SS, CE, FA, IA	87
	5-8 (8,5)	MAR2	SI	SI	5		150	SI	3	101	3		F, B	SS, CE, IA, AR	88
	5-8 (8,5)	MAR2	SI	SI	0		500	SI	3	101	3		F, B	CE, IA	89
	5-8 (8,5)	MAR2	SI	SI	5		500	SI	3	101	3		F, B	DP, FA, SS, CE, IA	90
	4-7 (7,5)	MAR1	SI	NO	1		100	SI	2	41	4		F, B	CE, MT, CE	91
	5-7,5	MAR2	SI	SI	0		80	SI	3	41	4		F	PL, MT, CE	92
	(3) 4-6,5	MAR2	NO	NO	0		200	SI	3	61	4		I, N	AR, CE, CE, IA	93
	3,5-6	NO	NO	NO	0		40	NO	2	101	4		I	CE, IA	94
	5,5-7,5	MAR2	NO	NO	0		40	SI	3	61	4		I	CE, IA, AR	95
	3,5 – 5,5	MAR1	NO	NO	0		100	SI	3	61	4		I, N	CE, IA, AR	96
	4,5-8,5	MAR2	SI	SI	0		400	SI	3	11, 101	3		I	CE, IA, AR	97
	6-8,5	MAR1	SI	NO	0		100	SI	3	11, 101	3		I	CD, RS, CE, IA, AR	98
	6-8,5	MAR1	SI	NO	0		200	SI	3	21	3		I	CE, IA, AR	99
	(6,5) 7-8,5	MAR1	SI	NO	4		400	SI	3	21, 101	3		I, T	FV, CD, RS, CE, IA, AR	100
	6-8,5	NO	SI	SI	0		400	SI	3	31	4		I, T	CE, IA, AR	101
	4-8	NO	SI	SI	0		200	SI	2	101	3		T	CE, MT, CE, IA	102
	6-8,5	MAR1	SI	SI	4		60	SI	2	101	3		I, F, T	DP, AR, AI, SS, CE, IA	103
	6-8	NO	SI	NO	0		80	SI	3	101	4		F	DP, RN, FA, CE, IA	104
	5-7,5 (8)	NO	NO	NO	0		50	SI	2	101	3		I, F, B	DP, FA, CE, IA	105
	4-7,5	MAR1	SI	SI	0		60	SI	3	21	4		F, N	DP, RN, CD, AR	106
	5-7,5 (8)	MAR2	SI	SI	3		100	SI	2	21	4		F, T	SS, CE, IA	107

N	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	A) Indigenato	B) Habitus	C) Altezza	D) Distanza	E) T e gelate	F) Aridità	G) Altitudine	H) Eliofilia	I) Vento
108	<i>Paliurus spina-christi</i>	Mille Marruca	A	C	2	2-3				2	
109	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Lillatro a foglie strette	A	S	2	3-5				2,3	
110	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Lillatro a foglie larghe	A	S	2	3-6				2,4	
111	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Lentisco, sondo	A	S	1	2,5-4				2,4	
112	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Terebinto, scornabecco	E	S	2	2,5-4				1,8	
113	<i>Prunus spinosa</i> L.	Prugnolo	A	C	2	3-6				1,9	
114	<i>Pyracantha coccinea</i> M.J.	I Agazzino	A	(S)	1	2-3				1,8	
115	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Alaterno	A	S	1	2,5-4				3	
116	<i>Sambucus ebulus</i> L.	Lebbio	A	C	1	1,5-2				2,8	
117	<i>Sambucus nigra</i> L.	Sambuco nero	A	C	2	4-6				2,3	
118	<i>Sambucus racemosa</i> L.	Sambuco rosso	A	C	1	2,5-4				2,7	
119	<i>Spartium junceum</i> L.	Ginestra comune, ginestra di Spagna	A	C	1	2,5-4				1,8	
120	<i>Ulex europaeus</i> L.	Ginestrone	A	S	1	2,5-4				2	
121	<i>Viburnum lantana</i> L.	Lantana	A	C	1	2,5-4				1,8	
122	<i>Viburnum opalus</i> L.	Sambuco acquatico	A	C	1	3-6				2,5	
123	<i>Viburnum tinus</i> L.	Viburno, laurotino o lentaggine	A	S	1	2,5-4				3,2	

N. B. I caratteri delle specie a portamento arbustivo *Arbutus unedo* L., *Laburnum anagyroides* Medicus, *Laurus nobilis* L., *Prunus cerasus* L., *Prunus mahaleb* L., *Salix nigricans* Sm., *Salix purpurea* L., *Tamarix* spp. pl. sono riportati nella sezione "ALBERI"

J) Substrato	K) pH	L) Mare	M) I. Urbano	N) I. Industriale	O) Acqua	P) Accresc.	Q) Longevità	R) Potatura	S) Chioma	T) Portamento	U) Biforcazione	V) Radici	W) Problemi	Z) Funzioni	N
	4,5-7,5 (8)	MAR2	SI	SI	0		50	SI	3	101	4			CE, IA, RM, AR	108
	(4,5) 5-8	MAR1	SI	SI	0		75	SI	1	101	3			CE, IA	109
	5-8,5	MAR2	SI	SI	3		100	SI	1	101	3			CE, IA	110
	4,5-7,5	MAR1	NO	NO	0		100	SI	3	101	4		F, N	AI, MT, CD, AR	111
	6,5-8,5	MAR2	NO	NO	0		100	SI	3	101	3		F, N	CE, IA, AR	112
	5-8,5	MAR2	SI	SI	0		140	SI	2	101	4		F, S	DP, CE, FA, CE, IA, RM	113
	(4,5) 5-8	MAR2	SI	NO	0		50	SI	3	101	4		F, B	DP, IA, AR	114
	(5,5) 6-7,5	MAR2	SI	NO	4		80	SI	3	101	4		I	AR, SS, CE, IA, AR	115
	6-8,5	NO	SI	SI	0		30	SI	3	101	4		I, F, T	FA, CE, IA, AR	116
	5-8	NO	SI	SI	5		50	SI	3	101	4		I, F, V	PL, DP, FA, SS, CE, IA, AI	117
	4,5-8	NO	NO	NO	0		40	SI	3	101	4		I, F	FA, CE, CE, IA, AI	118
	7,5-8,5	MAR1	SI	SI	0		80	SI	2	21	4		I, F, T	CE, MT, CE, IA	119
	4-7,5	MAR2	SI	SI	0		60	SI	2	21	4		T, S	CE, MT, RM	120
	4,5-8	MAR2	SI	NO	0		60	SI	3	41	4		F	DP, CE, IA	121
	4,5-8	MAR2	SI	SI	2		120	SI	3	101	4		F	DP, AR, IA, SS, CE, IA	122
	4,5-7,5	MAR1	SI	SI	3		80	SI	3	91	4		F	DP, AR, IA, AI, MT, SS, CE	123

Legenda

A) Indigenato in Toscana

A	Autoctona	N	Naturalizzata
E	Esotica	V	Ibrido o cultivar

La presenza di parentesi indica l'incertezza di attribuzione riferita a quanto riportato in letteratura.

B) Habitus fogliare

C	Caducifolia	S	Sempreverde
----------	--------------------	----------	--------------------

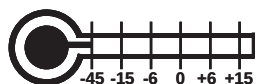
La parentesi in S indica che il processo di abscissione fogliare è concomitante o subito successivo alla comparsa delle foglie dell'anno

C) Altezza massima a maturità raggiungibile in assenza di disturbi e in condizioni di optimum ecologico. Classi in metri

1	<5	2	6-10	3	11-15	4	16-20
5	21-25	6	26-30	7	31-35	8	> 35

D) Distanza definitiva. Il valore è stato determinato sulla base delle caratteristiche della chioma, delle dimensioni minime e massime di proiezione delle chiome a terra e sulla base della densità media di popolamenti adulti. Valore minimo e valore massimo in metri

E) Temperatura minima sopportabile senza danni irreversibili

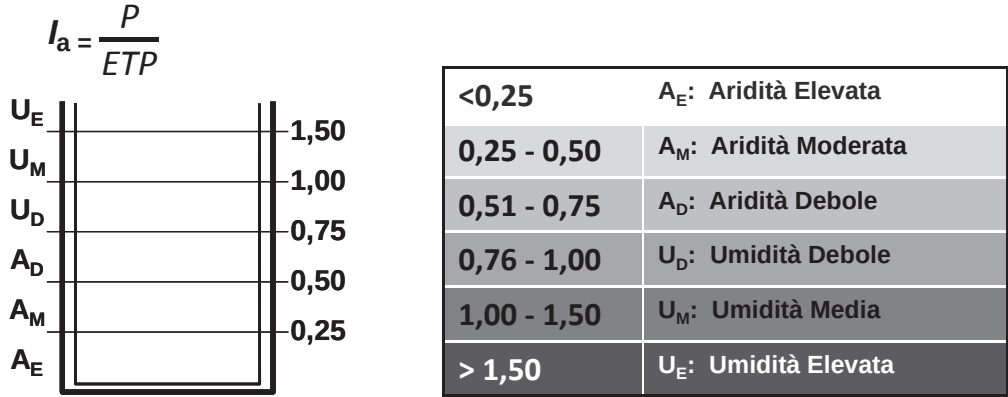


Resistenza alle gelate

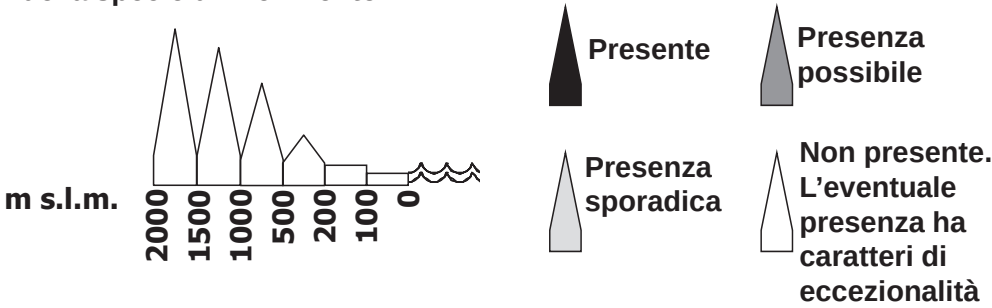


- G_F** Resiste a gelate forti
- G_M** Resiste a gelate medie
- G_D** Resiste a gelate deboli
- Ø** Non resiste a gelate
- ↗** Non resiste al freddo

F) Indice di Aridità e caratteristiche di umidità dell'ambiente



G) Fasce altitudinali in Toscana in cui sono reperibili popolazioni della specie di riferimento.



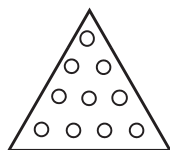
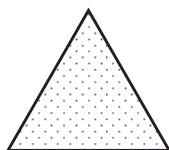
H) Tolleranza all'ombra



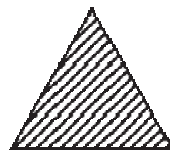
I) Resistenza al vento



J) Substrato

**sciolto**

medio

**compatto**

K) pH

E' stato riportato l'intervallo ottimale di pH come desunto dalle fonti di riferimento. I valori tra parentesi si devono intendere come indicativi della possibilità di vegetare oltre l'intervallo ottimale.

L) Distanza dal mare

La suscettibilità all'utilizzo delle specie arboree ed arbustive in prossimità del mare è riportata per fasce litoranee:

**MAR1: può essere utilizzata nella prima fascia litoranea in
prossimità della linea di costa;**

MAR2: può essere utilizzata nella seconda fascia litoranea, vicina alla costa ma non immediatamente prossima ad essa;

NO: non è utilizzabile in ambienti costieri.

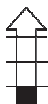
M) Resistenza all'inquinamento urbano

N) Resistenza all'inquinamento industriale

O) Suscettibilità all'impianto lungo corsi d'acqua



P) Accrescimento



lento



medio



rapido

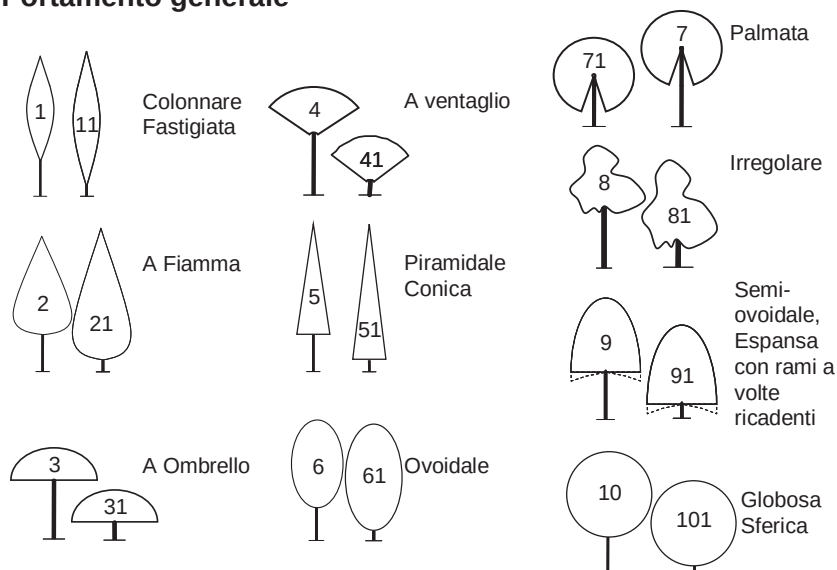
Q) Longevità indicativa media in anni

R) Resistenza alla Potatura

S) Densità della chioma e complessità delle ramificazioni

- 1: chioma leggera, configurazione semplice delle ramificazioni;
- 2: chioma mediamente densa, configurazione complessa delle ramificazioni;
- 3: chioma molto densa; configurazione complessa delle ramificazioni

T) Portamento generale



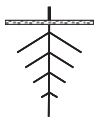
N.B. In caso di **[1]** come separatore si intende il diverso portamento dello stadio giovanile rispetto all'adulto;

In caso di **[&]** come separatore si intende la possibilità di individui con portamento diverso all'interno della stessa specie.

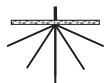
U) Tendenza alla biforcazione dell'asse principale e al policormismo

- 1: Tendenza alla biforcazione nel terzo superiore dell'asse principale;
- 2: Tendenza alla biforcazione nel terzo intermedio dell'asse principale;
- 3: Tendenza alla biforcazione nel terzo inferiore dell'asse principale;
- 4: Tendenza alla biforcazione e al policormismo alla base dell'asse principale.

V) Configurazione generale dell'apparato radicale



fittonante

omologo o
fascicolato

superficiale

N.B. Nel caso di doppia attribuzione si intende l'evoluzione della configurazione dell'apparato radicale dalla fase giovanile a quella adulta

W) Principali problematicità e intolleranze

I Insetti	T Tossica o velenosa
F Funghi	S Spine
B Batteri	L Salinità
V Virus	N Alta Infiammabilità
A Allergie	

Z) Funzioni e principali indicazioni di utilizzo

AI Interventi di Antincendio boschivo	IM Primo imboschimento superfici agricole
AR Barriere Antirumore	MT Miglioratrice terreni
CD Consolidamento dune e litorali	PL Produzione Legnosa (include sia le specie principali che accessorie e le produzioni non strettamente legnose quali il sughero e le produzioni da biomassa)
CE Consolidamento erosioni e pendici, tutela idrogeologica	RB Rinfoltimento in boschi neoformazione
DP Delimitazioni Perimetrali, siepi	RM Resistenza al morso del bestiame e della fauna selvatica
FA Fauna e avifauna	RN Rinaturalizzazioni
FE Funzioni Estetiche	RS Resistenza alla salsedine, frangivento in zone prossime al mare
FR Fitorimedio	SS Sistemazioni sponda
FV Frangivento	TF Interventi di Tartuficoltura
IA Filtro e Mitigazione Inquinamento	

Bibliografia

- BERNETTI G., 1987. I boschi della Toscana. Edagricole, Bologna
- BERNETTI G., 2005. *Atlante di Selvicoltura. Dizionario illustrato di alberi e foreste*. Edagricole, Bologna.
- BERNETTI G., 1995. *Selvicoltura speciale*. UTET, Torino.
- BERNETTI G., 1998. *I tipi forestali – Boschi e macchie di Toscana*. Regione Toscana, Firenze.
- BIANCHI L., GIOVANNINI G., MALTONI A., MARIOTTI B., PACI M., 2005. *La selvicoltura delle pinete della Toscana*. ARSIA – Regione Toscana, Firenze
- CABI, current year. *Forestry Compendium*. Wallingford , UK: CAB International. www.cabi.org/fc.
- GELLINI R., GROSSONI P. 1996. *Botanica Forestale (2 voll.)*. CEDAM, Padova.
- GELLINI R., GROSSONI P., 1997. *Botanica forestale vol. 2. Angiosperme*. CEDAM, Padova
- MONDINO G. P., BERNETTI G., 1998. *I Tipi Forestali*. Edizioni Regione Toscana, Firenze
- MORI P., BRUSCHINI S., BURESTI LATTES E., GIULIETTI V., GRIFONI F., PELLER F., RAVAGNI S., BERTI S., CRIVELLARO A., 2007. *La selvicoltura delle specie sporadiche in Toscana*. ARSIA - Regione Toscana, Firenze
- NAVÉS F., PUJOL J., ARGIMON X, SAMPERE L., 2003. *El Árbol en jardinería y paisajismo. Guía de aplicación para España y países de clima mediterráneo y templado*. Omega, Barcelona.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia (3 voll.)*. Ed. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., 1998. *I boschi d'Italia. Sinecologia e biodiversità*. UTET, Torino.
- REGIONE TOSCANA (a cura di). 2008. *Carta della vegetazione forestale. Manuale*. Edizioni Regione Toscana, Firenze
- Temperate Species - Tree Database. Wageningen UR (University & Research centre)
<http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Environmental-Sciences/Forest-Ecology-and-Forest-Management-Group/Education/Tree-database/Temperate-Species.htm>
- Wageningen University Tree Database: <http://www.fem.wur.nl/UK/Education/special+topics/tree/>
- Forestry Compendium: www.cabi.org/fc
- Schede specifiche online:
<http://www.actaplantarum.org/acta/schede.php>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Tree>
<http://www.backyardgardener.com/>
<http://www.cespevi.it/>

Gli autori

G. Calamini

GESAAF Dipartimento Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali
Università di Firenze
Via San Bonaventura n. 13 - 50145 FIRENZE
Tel 055 3288646
e.mail gianfranco.calamini@unifi.it

G. Colangelo

DISAAT Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali
Università di Bari
Campus, Via Amendola, 165/A - 70126 BARI
Tel 080 5443023
e.mail giu.colangelo@gmail.com

G. Giovannini

GESAAF Dipartimento Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali
Università di Firenze
Via San Bonaventura n. 13 - 50145 FIRENZE
Tel 0553288606
e.mail gianluca.giovannini@unifi.it

R. Laforzezza

DISAAT Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali
Università di Bari
Campus, Via Amendola, 165/A - 70126 BARI
Tel 080 5443438
e.mail raffaele.laforzezza@uniba.it

F.G. Maetzke

DSAF – Dipartimento di Scienze Agricole e Forestali
Università di Palermo
Viale delle Scienze 11, Ed. 4 Ingr. H - 90128 PALERMO
Tel 091 23861224
e-mail federico.maetzke@unipa.it

B. Mariotti

GESAAF Dipartimento Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali
Università di Firenze
Via San Bonaventura n. 13 - 50145 FIRENZE
Tel 055 3288647
e.mail barbara.mariotti@unifi.it

S. Nocentini

GESAAF Dipartimento Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali
Università di Firenze
Via San Bonaventura n. 13 - 50145 FIRENZE
Tel 055 3288613
e.mail susanna.nocentini@unifi.it

F. Salbitano

GESAAF Dipartimento Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali
Università di Firenze
Via San Bonaventura n. 13 - 50145 FIRENZE
Tel 055 3288607
e.mail fabio.salbitano@unifi.it

G. Sanesi

DISAAT Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali
Università di Bari
Campus, Via Amendola, 165/A - 70126 BARI
Tel 080 5443023
e.mail giovanni.sanesi@uniba.it

A. Tani

GESAAF Dipartimento Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali
Università di Firenze
Via San Bonaventura n. 13 - 50145 FIRENZE
Tel 055 3288613
e.mail andrea.tani@unifi.it

Supporti tecnici alla Legge Regionale Forestale della Toscana

1. La selvicoltura delle pinete della Toscana

L.Bianchi, G. Giovannini, A. Maltoni, B. Mariotti, M.Paci. 2005

2. La selvicoltura delle cipressete della Toscana

Aa.vv. 2007

3. La selvicoltura delle specie sporadiche della Toscana

S. Berti, S. Bruschini, E. Buresti Lattes, A. CrivellaroV. Giulietti,
F. Grifoni, P. Mori, F. Pelleri, S. Ravegni. 2007

4. La selvicoltura dei castagneti da frutto abbandonati della Toscana

L.Bianchi, A. Maltoni, B. Mariotti, M.Paci. 2009

5. I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione

G. Ciabatti, A. Gabellini, C. Ottaviani, A. Perugi. 2009

6. Il bosco e l'allevamento della razza Cinta Senese

A. Acciaiuoli, C. Bidini, E. Buresti G. Campodoni,
G. Fabbio, V. Gonnelli, F. Grifoni, C. Pugliese. 2009

7. La selvicoltura della robinia in Toscana

A. Maltoni, B. Mariotti, A. Tani. 2011

*8. L'albero di Natale: linee guida per la coltivazione tradizionale e possibilità
di produzione biologica in Toscana*

G. Burchi, G. Calamini, A. Grassotti, O. La Marca, G. Minuto, L. Rinaldi,
M. Rosselli, 2012

*9. L'impianto, la gestione e la valorizzazione multifunzionale dei boschi periurbani
interventi forestali non produttivi per la valorizzazione dei boschi*

G. Calamini, G. Colangelo, G. Giovannini, R. Laforteza, F. Maetzke, B. Mariotti,
S. Nocentini, F. Salbitano, G. Sanesi, A. Tani. 2013