



Provincia
di Cremona



SETTORE
AGRICOLTURA
CACCIA E PESCA



PIANO DI INDIRIZZO FORESTALE

QUADERNI DEL PIF

SISTEMI VERDI E OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

Legge Regionale n. 31/2008

Nicola Gallinaro - dottore forestale
Francesco Radrizzani - dottore agronomo
Gherardo Fracassi - dottore forestale

Coordinamento del Servizio Produzioni Vegetali della Provincia di Cremona:
Andrea Azzoni - dottore in scienze agrarie
Maria Donata Feraboli - dottore agronomo
Massimo Delle Noci - dottore in scienze agrarie

1	I SISTEMI VERDI.....	5
1.1	ASPETTI GENERALI.....	5
2	L'UTILIZZO DEI SISTEMI VERDI NELLE MITIGAZIONI AMBIENTALI.....	6
3	LE FORMAZIONI LINEARI IN PROVINCIA DI CREMONA.....	8
3.1	FILARI ARBOREI (FILARI SINGOLI).....	8
3.1.1	FILARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA PRIMARIA.....	9
3.1.1.1	FILARI DI PREGIO ORNAMENTALE.....	9
3.1.1.2	FILARI A FUNZIONE MULTIPLA.....	9
3.1.2	FILARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA SECONDARIA E/O INTERPODERALI E/O LUNGO I CORSI D'ACQUA MINORI (ROGGE).....	9
3.1.2.1	FILARI DI PREGIO ORNAMENTALE.....	10
3.1.2.2	FORMAZIONI DIVISORIE CON FUNZIONE DI FRANGIVENTO E/O DI PRODUZIONE DI LEGNAME.....	10
3.1.3	FILARI APPARTENENTI AL SISTEMA PRIMARIO DELLE RETI ECOLOGICHE.....	10
3.2	FORMAZIONI LINEARI PLURIFILARI (DUE O PIU' FILARI).....	11
3.2.1	FORMAZIONI LINEARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA PRIMARIA.....	11
3.2.2	FORMAZIONI LINEARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA SECONDARIA E/O INTERPODERALI E/O LUNGO CORSI D'ACQUA MINORI (ROGGE).....	11
4	LA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE.....	13
4.1	INFRASTRUTTURE VIARIE E TIPI DI OPERE DI MITIGAZIONE.....	14
4.2	LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI.....	16
4.3	LA COMPOSIZIONE.....	19
4.3.1	LE SPECIE IDONEE.....	20
4.3.2	I RAGGRUPPAMENTI DI SPECIE.....	24
4.4	LA STRUTTURA.....	26
4.5	MODELLI DI IMPIANTO.....	30
4.5.1	MODELLO 1 -FILARI ARBUSTIVI.....	30
4.5.2	MODELLO 2 - FILARE CON ALBERI CEDUATI ED ARBUSTI.....	32
4.5.3	MODELLO 3 -FILARI CON ALBERI DI I E II GRANDEZZA.....	34
4.5.4	MODELLO 4 -IMPIANTO DI FASCE VERDI.....	37
4.6	LA ZONA DI RISPETTO A MARGINE DELLA RETE VIARIA.....	39
4.7	OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE E FORMAZIONI TIPICHE.....	40
4.8	L'AMBITO NORMATIVO E I VINCOLI AI NUOVI IMPIANTI.....	41

5	ASPETTI CULTURALI	44
5.1	INTERVENTI PRELIMINARI	44
5.1.1	PREPARAZIONE DEL TERRENO.....	44
5.1.2	IL MATERIALE D'IMPIANTO	44
6	L'IMPIANTO E LE PRIME CURE	46
6.1	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI E ALBERI.....	46
6.2	INERBIMENTO	46
6.3	CONTENIMENTO SPECIE INVADENTI.....	47
6.4	IRRIGAZIONI DI SOCCORSO	48
7	MANUTENZIONI.....	49
7.1	INTERVENTI SULLA VEGETAZIONE	49
7.1.1	RISARCIMENTO DELLE FALLANZE	49
7.1.2	POTATURA E RICEPPATURA	49
7.1.3	POTATURE PERIODICHE	49
7.1.4	DECESPUGLIAMENTI	49
7.1.5	TAGLI PERIODICI DEL SOPRASSUOLO	50
7.1.6	MANUTENZIONE DEL COTICO ERBOSO.....	50
8	SCHEDE TIPO PER OPERE DI MITIGAZIONE VERDI	51
9	BIBLIOGRAFIA.....	52
10	ALLEGATO I - SCHEDE OPERE TIPO.....	53
11	ALLEGATO II - SCHEDE OPERATIVE	55

PREMESSA

Il presente lavoro è complementare al Piano di Indirizzo Forestale della Provincia di Cremona ed è ideato come supporto alla progettazione e alla realizzazione degli interventi di mitigazione mediante opere a verde delle infrastrutture, al fine di renderli compatibili con il contesto paesaggistico ed ecologico presente, evidenziando specie vegetali utilizzabili e modelli di impianto applicabili, mutuati dalle formazioni vegetali che caratterizzano il territorio, nel rispetto dei vincoli normativi presenti.

Seppur ispirato dalla necessità di intervenire in prossimità delle infrastrutture viarie, il contenuto e le analisi presentate mantengono una valenza generale. Gli interventi previsti in prossimità della viabilità rappresentano in realtà un contesto specifico, in cui oltre ai vincoli abitualmente riscontrabili in un generico caso di realizzazione di impianti ex novo, se ne aggiungono ulteriori derivanti da norme specifiche.

I. PARTE GENERALE

1 I SISTEMI VERDI

1.1 Aspetti generali

Con la d.g.r. 2512 dell'11 maggio 2006 (BURL n° 21, serie ordinaria, del 22 maggio 2006), la Regione Lombardia ha approvato le "Linee guida per la realizzazione di 10.000 ettari di nuovi boschi e sistemi verdi multifunzionali".

Obiettivo regionale, trasformare vaste aree del territorio regionale in un nuovo sistema agroforestale multifunzionale, che possa svolgere contemporaneamente funzioni ambientali, paesistiche, produttive, ecosistemiche, di fruibilità collettiva, energetiche, culturali e occupazionali.

Si intende pertanto realizzare una pluralità di interventi forestali diversificati, quali ad esempio: boschi planiziali, zone umide, grandi foreste, fasce tampone, siepi e filari, fasce verdi, aree di fitodepurazione, "vasche" di laminazione, fasce boscate ripariali, forestazione urbana, coltivazione arboree a turno lungo, aree arbustive naturaliformi, infrastrutture leggere per la fruizione.

I benefici attesi dall'iniziativa sono i seguenti:

- riqualificazione e recupero dei paesaggi culturali;
- creazione di serbatoi agro-forestali per lo stoccaggio del carbonio e la maturazione di crediti di carbonio, per gli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto (riduzione dei cambiamenti climatici);
- contenimento attraverso la vegetazione degli inquinanti aero-dispersi;
- riduzione dell'erosione del terreno;
- sviluppo della filiera legno-energia;
- crescita della consapevolezza delle molteplici valenze dei sistemi agro-forestali;
- incremento delle potenzialità naturalistiche e della biodiversità della pianura lombarda.
- riconoscimento del ruolo sociale degli operatori agricolo-forestali;
- diversificazione e integrazione del reddito per le imprese;

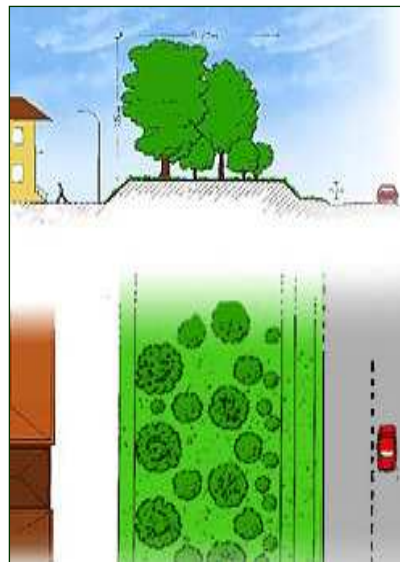
2 L'UTILIZZO DEI SISTEMI VERDI NELLE MITIGAZIONI AMBIENTALI

L'impiego della vegetazione arborea ed arbustiva nell'ambito della opere di mitigazione ambientale è prevalentemente ascrivibile al concetto di fascia tampone.

Con il termine di **fascia tampone** si sottintendono delle superfici coperte di vegetazione, per lo più arboreo-arbustiva, opportunamente dislocate al fine di fungere da "filtro" ecosistemico posto tra ambienti differenti, con lo scopo di mitigare degli scambi potenzialmente pericolosi (es. rumore, inquinanti, ecc.) tra di essi. Per esempio fasce tampone opportunamente progettate e poste tra zone agricole e corsi d'acqua saranno in grado di drenare e ridurre gli effetti del dilavamento e dell'ingresso di acque di superficie cariche in maniera eccessiva di nutrienti ed inquinanti (es. pesticidi). Allo stesso tempo è ipotizzabile l'utilizzo di vegetazione per mitigare gli impatti tra zone residenziali ed aree industriali ed artigianali.

A seconda del dimensionamento e della modalità di progettazione le fasce poste lungo infrastrutture lineari, oltre alla funzione di tampone, possono assumere ulteriori funzioni (completamento rete ecologica, fruizione da parte del pubblico come *green ways*, ecc.)

La costituzione di **fasce verdi polifunzionali** rappresenta il massimo della complessità progettuale attribuibile alle opere a verde realizzate per la mitigazione degli impatti lungo le infrastrutture lineari (strade a traffico motorizzato, ferrovie, ma anche corsi d'acqua naturali ed artificiali, confini di insediamenti ed impianti industriali, ecc.). Queste opere hanno larghezza compresa tra i 12 e i 30 metri, e sono localizzabili ai margini delle carreggiate stradali e composte essenzialmente da due bande longitudinali: una, a manutenzione intensiva, costituita da una banchina erbosa che ospita la canaletta per il drenaggio laterale delle acque meteoriche; l'altra, a manutenzione estensiva, che ospita una formazione arbustivo-arborea costituita principalmente da specie spontanee della zona interessata dall'intervento. Si tratta di interventi che richiedono spazio, ma che potranno essere richiesti (per es. dalle amministrazioni locali) come azione di mitigazione e compensazione ai soggetti che realizzano grandi opere infrastrutturali, viarie e non. La forma e dimensione delle fasce tampone può variare a seconda della morfologia di base del manufatto cui deve adattarsi, fermo restando i recenti limiti di distanza e sicurezza previsti dal Nuovo Codice della Strada per interventi in aree extraurbane.



Nel caso di infrastrutture lineari in rilevato o in trincea si dovrebbe evitare l'impianto di specie arboree ad alto fusto sulle scarpate, in modo da limitare l'eventuale ingombro delle chiome sulla carreggiata o prevenire i rischi derivanti da schianti o ribaltamenti. Al

contrario, la messa a dimora di specie basso-arbustive ed erbacee o di alberi da mantenere a ceduo garantirebbe una copertura più uniforme, un più efficace controllo dell'erosione, una maggiore gradevolezza estetica. Le specie arboree d'alto fusto potrebbero eventualmente essere piantate al piede dei rilevati, esternamente ad essi, o al ciglio delle trincee. Lungo le autostrade costruite a raso sul piano campagna, le fasce vegetate potrebbero essere messe a dimora su un terrapieno, incrementando così le potenzialità mascheranti e di protezione oppure, più semplicemente, potrebbero essere costituite da quinte vegetative impiantate a terra, o da associazioni lineari di alberi e arbusti di varia struttura e portamento.

Le specie che compongono le fasce dovrebbero essere selezionate tra quelle che crescono spontaneamente nelle aree di realizzazione delle opere. Nelle fasi dell'impianto e dell'assestamento della vegetazione autoctona sono certamente necessarie cure colturali per il controllo di specie infestanti.

3 LE FORMAZIONI LINEARI IN PROVINCIA DI CREMONA

Al fine di favorire la migliore progettazione delle opere a verde con funzione di mitigazione è importante la conoscenza del contesto in cui si opera e l'attuale per questo motivo si riportano alcuni contenuti delle indagini del Piano di Indirizzo Forestale volte ad analizzare le diverse tipologie di sistemi verdi e formazioni lineari arboree ed arbustive presenti sul territorio provinciale. Le diverse formazioni censite sono state classificate in base a caratteristiche geometriche, localizzazione nel contesto territoriale, struttura, composizione, forma di governo, sesto d'impianto, attitudine funzionale.

A partire dalle caratteristiche geometriche e dalla struttura somatica dei popolamenti il PIF propone di raggruppare le formazioni non boscate (con l'esclusione di arboricoltura da legno e parchi e giardini) nelle seguenti categorie:

1. Filari arborei (Filari singoli);
2. Formazioni lineari plurifilari (due o più filari);
3. Boschetti;
4. Formazioni lineari e boschetti a netta prevalenza di specie invadenti.

I raggruppamenti sopra elencati sono quindi stati distinti in base alla loro vocazione funzionale di tipo ecologico, paesaggistico e multifunzionale.

Vengono di seguito illustrate le diverse tipologie di sistemi verdi caratterizzanti la realtà provinciale.

3.1 FILARI ARBOREI (FILARI SINGOLI)

Sono costituiti da un filare d'alberi d'altofusto, più o meno denso, normalmente associato al sistema viario e utilizzato preminentemente come elemento di connotazione del paesaggio, ma si possono trovare anche filari posti ai margini dei campi e lungo i corsi d'acqua con funzione divisoria e produttiva. Si possono trovare anche situazioni in cui alla componente arborea si associa quella arbustiva come tra i più comuni il sambuco, il biancospino, il nocciolo ed il corniolo che conferiscono al filare una fisionomia movimentata.

In base alla loro posizione sul territorio si possono distinguere in:

- **filari a margine della rete viaria primaria;**
- **filari a margine della rete viaria secondaria e/o interpoderali e/o lungo corsi d'acqua minori (rogge);**
- **filari appartenenti al sistema primario delle reti ecologiche.**

3.1.1 FILARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA PRIMARIA

In questa categoria rientrano le formazioni lineari disposte lungo strade statali, provinciali e comunali costituite in prevalenza da pioppo cipressino, ciliegio, bagolaro, farnia, platano, tiglio e carpino bianco. In base alla funzione principalmente svolta si distinguono:

3.1.1.1 FILARI DI PREGIO ORNAMENTALE

Sono formazioni a netta funzione paesaggistica estranei all'attività agricola (pioppo cipressino, bagolaro, carpino bianco...) i quali possono presentarsi con :

- *Formazioni rade caratterizzate dalla presenza di esemplari anche maestosi;*
- *Formazioni a sesto denso e regolare.*

3.1.1.2 FILARI A FUNZIONE MULTIPLA

Questi popolamenti oltre ad arricchire il paesaggio di una componente naturalistica, possiedono un pregio produttivo (legname, fascine, vimini, fogliame). Tra le specie principali che li compongono si annoverano il noce, il ciliegio, la farnia,...

Non poco frequentemente si può incontrare, all'interno di questo tipo di filari, la diffusione di specie esotiche invadenti che talvolta stanno prendendo il sopravvento, in tali casi è auspicabile intervenire agevolando il più possibile lo sviluppo delle specie autoctone.

Queste formazioni possono essere a loro volta suddivise in base al tipo di governo e di potatura:

- *Formazioni ad altofusto:* noce, farnia, ciliegio... si possono trovare con impianti monospecifici o impianti plurispecifici radi o densi;
- *Formazioni a ceduo:* sono costituite da specie come robinia, platano ecc. regolarmente ceduati alla base con turno di 5-15 anni. Anche in questo caso gli impianti possono essere monospecifici o plurispecifici radi o densi;
- *Formazione a capitozza:* salice, gelso, pioppo nero in impianti monospecifici o plurispecifici in formazioni rade o dense;
- *Formazioni a governo misto:* si tratta di filari in cui al governo a fustaia si associa quello a ceduo, anche in questo caso si possono trovare sistemi densi o radi.

3.1.2 FILARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA SECONDARIA E/O INTERPODERALI E/O LUNGO I CORSI D'ACQUA MINORI (ROGGE)

In questa categoria rientrano le formazioni lineari disposte lungo strade rurali, al margine di campi o lungo i corsi d'acqua minori (rogge e fossati), sono anche molto diffuse situazioni in cui sono presenti tutti e tre gli elementi (filare posto lungo la rete viaria secondaria in ambiente interpodereale e lungo una roggia) o solo due di questi. In base alle indagini svolte nel territorio provinciale queste formazioni possono essere ascritte a due categorie.

3.1.2.1 FILARI DI PREGIO ORNAMENTALE

Sono formazioni a netta funzione paesaggistica, estranee all'attività agricola (pioppo cipressino, bagolaro...) le quali possono presentarsi come:

- *Formazioni rade caratterizzate dalla presenza di esemplari anche maestosi;*
- Formazioni a sesto denso e regolare.

3.1.2.2 FORMAZIONI DIVISORIE CON FUNZIONE DI FRANGIVENTO E/O DI PRODUZIONE DI LEGNAME

Secondo il tipo di governo e di potatura si distinguono:

- *Formazioni ad altofusto:* noce, farnia, ciliegio...i quali si possono trovare con impianti monospecifici o impianti plurispecifici radi o densi;
- *Formazioni a ceduo:* sono costituite da specie come la robinia, il platano ecc. regolarmente ceduati alla base con turno di 5-15 anni anch'essi presenti con impianti monospecifici o plurispecifici radi o densi;
- *Formazione a capitozza:* salice, gelso, pioppo nero in impianti monospecifici o plurispecifici in formazioni rade o dense;
- *Formazioni a governo misto:* si tratta di filari in cui al governo a fustaia si associa quello a ceduo, anche in questo caso si possono trovare sistemi densi o radi.

3.1.3 FILARI APPARTENENTI AL SISTEMA PRIMARIO DELLE RETI ECOLOGICHE

Queste formazioni si contraddistinguono per essere state individuate come costituenti fondamentali del sistema delle reti ecologiche provinciale. Da un punto di vista della composizione attuale si possono suddividere in:

- *Formazioni monospecifiche* a densità rada o fitta;
- *Formazioni plurispecifiche* a struttura verticale monoplana o multiplana. Quest'ultima è caratterizzata dal fatto che le specie presenti occupano il biospazio presente a diverse altezze; con densità rada o fitta.

3.2 FORMAZIONI LINEARI PLURIFILARI (DUE O PIU' FILARI)

Sono costituiti da 2 o più filari di alberi e/o arbusti a struttura verticale variabile da monoplana a stratificata e composizione da monospecifica a plurispecifica con scopo per lo più produttivo. Gli impianti plurifilari sono più rari e associati normalmente al sistema viario e/o idrico, ove svolgono un importante ruolo per il consolidamento delle sponde.

Anche in questo caso le formazioni possono essere distinte in base alla loro posizione sul territorio in:

- **formazioni lineari a margine della rete viaria primaria;**
- **formazioni lineari a margine della rete viaria secondaria e/o interpoderali e/o lungo corsi d'acqua minori (rogge);**
- **formazioni lineari appartenenti al sistema primario delle reti ecologiche.**

3.2.1 FORMAZIONI LINEARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA PRIMARIA

Trattasi di formazioni disposte lungo strade provinciali, statali, comunali la cui esistenza conferisce al paesaggio un particolare pregio estetico e naturalistico, a seconda della densità delle specie si distinguono:

- *Formazioni rade*
- *Formazioni a sesto denso e regolare*

3.2.2 FORMAZIONI LINEARI A MARGINE DELLA RETE VIARIA SECONDARIA E/O INTERPODERALI E/O LUNGO CORSI D'ACQUA MINORI (ROGGE)

Trattasi di formazioni collocate lungo coltivi, corsi d'acqua e strade rurali che possiedono diverse funzioni come quella produttiva e protettiva in quanto la presenza di formazioni interpoderali oltre a svolgere una funzione divisoria, aiuta a proteggere dal vento contribuendo ad incrementare la produzione agricola. Inoltre da esse è sempre possibile ottenere del legname, fasciname, ramaglia, vimini, nettare per le api ecc. In aggiunta a questo la loro presenza lungo i corsi d'acqua riduce i fenomeni d'erosione contribuendo a ridurre i rischi d'esondazione.

Secondo il tipo di governo e di potatura si distinguono:

- *Formazioni ad altofusto:* composte prevalentemente da noce, farnia, ciliegio...i quali si possono trovare con impianti monospecifici o polispecifici, con struttura verticale monoplana o stratificata e densità rada o densa;
- *Formazioni a ceduo:* sono costituite da specie come la robinia, il platano ecc. regolarmente ceduati alla base con turno di 5-15 anni. Si possono presentare con impianti monospecifici o polispecifici, con struttura verticale monoplana o stratificata e densità rada o densa;

- *Formazioni a capitozza*: salice, gelso in impianti monospecifici o polispecifici, con struttura verticale monoplana o stratificata e densità rada o densa;
- *Formazioni a governo misto*: si tratta di plurifilari in cui al governo a fustaia si associa quello a ceduo, anche in questo caso si possono trovare sistemi densi o radi, monospecifici o polispecifici e distribuzione verticale monoplana o stratificata.

II. PARTE SPECIALE

4 LA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE

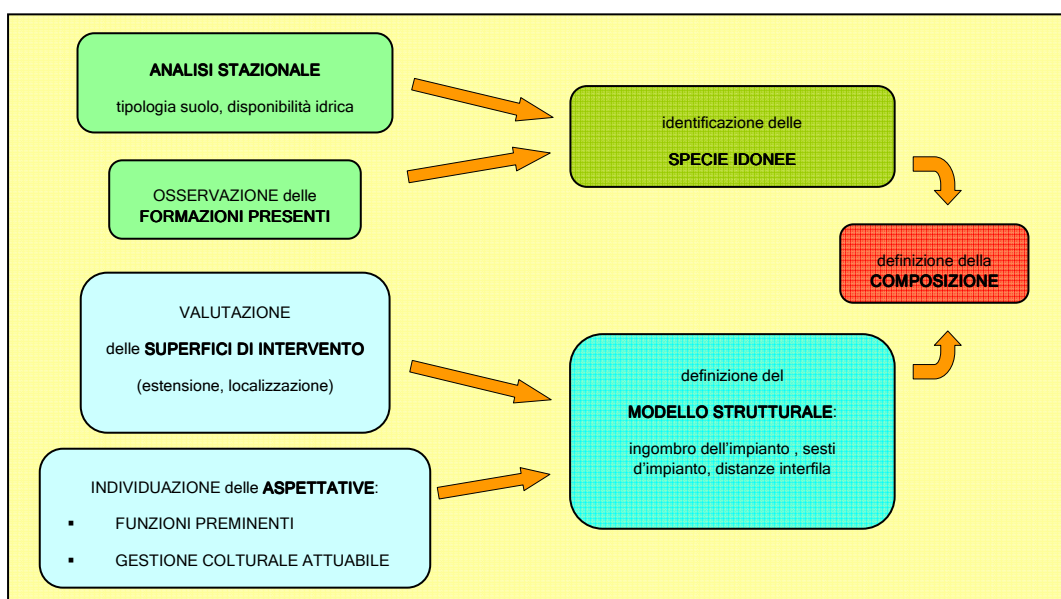
La progettazione di un'opera di mitigazione a verde è strettamente legata all'analisi delle principali caratteristiche ambientali dell'area di intervento e delle funzioni che l'impianto è destinato ad assumere.

Uno degli aspetti primari che maggiormente condizionano il successo del lavoro è la rispondenza della tipologia di opera e delle specie da impiegare, in particolare rispetto alle caratteristiche del terreno (tipo di suolo, sua evoluzione e profondità, disponibilità idrica, profondità della falda, etc.).

L'individuazione delle specie e dei gruppi di specie da utilizzare nell'impianto, deve essere mutuata quanto più possibile dal paesaggio vegetale circostante. In questo modo si hanno indicazioni dirette sull'idoneità ecologica delle specie e degli aggruppamenti proponibili, ottenendo una maggior garanzia di successo dell'impianto nel breve periodo, lo sviluppo di formazioni con doti di migliore equilibrio e stabilità nel lungo periodo inoltre coerenti con l'ambito paesaggistico locale.

La definizione dei modelli strutturali applicabili nella realizzazione degli impianti dipende da diversi fattori tra cui le aspettative funzionali, l'estensione delle aree disponibili per gli impianti, nonché il tipo di gestione culturale periodica realisticamente ipotizzabile per essi.

La definizione della composizione delle diverse componenti strutturali consente di completare il quadro progettuale.



4.1 INFRASTRUTTURE VIARIE E TIPI DI OPERE DI MITIGAZIONE

L'uso dei sistemi verdi nella realizzazione di opere di mitigazione lungo le infrastrutture viarie è finalizzato soprattutto all'abbattimento del rumore da traffico viario. Effetti secondari delle opere di mitigazione possono essere: contenimento diffusione sostanze inquinanti, barriera antifaro.

Tuttavia se opportunamente progettati e localizzati, questi interventi possono perseguire ulteriori obiettivi:

- miglioramento estetico-percettivo del paesaggio;
- raccordo e sinergia con il progetto di rete ecologica provinciale contendo l'effetto barriera delle infrastrutture e contribuendo alla realizzazione corridoi;
- miglioramento della fruibilità del territorio (*green ways*)

Le opere di mitigazione lungo le infrastrutture viarie sono generalmente ascrivibili alle cosiddette **barriere** o **schermi** verdi o naturali.

In termini progettuali le barriere verdi possono essere distinte in:

1 - barriere o schermi esclusivamente vegetali

All'interno di questa categoria si distinguono le fasce vegetali e i rilevati con copertura vegetale. Le **fasce vegetali** sono composte da piantagioni semplici od associazioni complesse di specie arboree, arbustive ed erbacee, organizzate in piantagioni lineari pur di vario spessore (siepi, fasce boscate, alberate, filari ecc.). Affinchè tale tipologia di barriera vegetale sia effettivamente efficace è necessario la disponibilità di un'ampia fascia di spazio lateralmente all'infrastruttura viaria (15-20 m).

I **rilevati con copertura vegetale** sono invece accumuli lineari più o meno ondulati di terra stratificata e piantumata con specie erbacee, arbustive o miste. Questa soluzione è probabilmente a livello acustico, paesaggistico ed ambientale la più corretta anche se il suo limite principale è anche in questo caso la necessità di ampi spazi lateralmente all'infrastruttura viaria da schermare.

2. Schermi a struttura mista

Queste strutture sono combinazioni di manufatti artificiali abbinati alle piante e progettati per l'integrazione sinergica delle diverse componenti. Per questo sono in genere più costose degli schermi esclusivamente vegetati. All'interno di questa categoria possono essere poi a loro volta distinti: - Terre armate rinforzate - Muri vegetati (muri cellulari, strutture composite, strutture a gabbia, ecc.)

Le terre armate rinforzate, nate per applicazioni geotecniche, sono rilevati in terra e pietrame a sezione trapezoidale "retinati" con apposite geogriglie e ricoperti con vegetazione da coltivo. In esse il terreno è compresso in più strati ed è sostenuto da geogriglie che possono essere mono o biorientate (per aumentarne la capacità di sostegno) e da geotessili (tessuti e non-tessuti) per prevenire la fuoriuscita di particelle

fini. Come barriere antirumore necessitano di una fascia di 2-3 m. Il principio di funzionamento si basa sull'interazione tra la terra e la parte sintetica in modo tale che il sistema di armatura assorba le sollecitazioni cui sarebbe sottoposto il terreno. Le terre armate si inseriscono piuttosto bene nel contesto preesistente ed hanno un rapporto economico/operativo molto vantaggioso, poiché viene usato materiale già presente nel sito e necessitano di pochi interventi di manutenzione.

I muri vegetati (muri cellulari, strutture a gabbia, strutture composite) sono manufatti artificiali opportunamente trattati (calcestruzzo, acciaio, plastica e legno) insieme a materiale vegetale sostenuto ed alimentato da sofisticati substrati. Il muro vegetale basa la sua capacità di abbattimento del rumore sulla presenza, insieme alla terra e alla vegetazione, dell'elemento artificiale. Questa tipologia è la più complessa e presenta il maggior numero di soluzioni. Poiché il rigoglio della vegetazione è il risultato più auspicato e quello più complesso da ottenere, soprattutto in riferimento alla disponibilità idrica, la progettazione sia del sistema di irrigazione, sia della composizione delle specie vegetali deve essere molto accurata. Questi sistemi hanno il vantaggio di occupare poco spazio (possono bastare sezioni di 60-70 cm).

I muri cellulari, secondo il sistema Heinzmann, sono costituiti da moduli a vaschetta in calcestruzzo di vario design riempiti con terra vegetale. I moduli sono teoricamente sovrapponibili all'infinito e non richiedono sostegni per altezze fino a 8-10 m. Questo sistema ha il vantaggio di consentire la verticalità del muro e, pertanto, consentono un notevole risparmio di spazio. Le buone capacità di abbattimento del rumore sono dovute anche alla tipologia costruttiva.

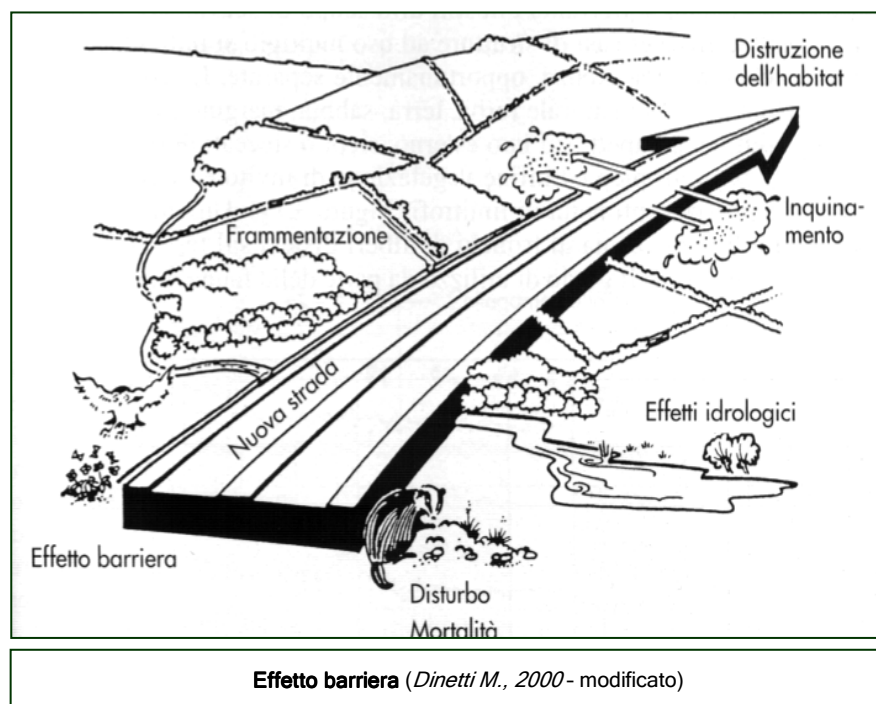
Le strutture a gabbia sono pareti costituite da elementi semplici di materiale vario (legno, legno impregnato, calcestruzzo vibrato armato, plastica riciclata, metallo) assemblati in vari modi per costituire una struttura a parallelepipedo riempibile di materiale inerte. Anche questa tipologia non richiede ancoraggi per altezze fino a 5 metri.

Le strutture composite sono architetture complesse formate da elementi portanti di vari materiali (acciaio, legno, metallo, plastica riciclata, calcestruzzo vibrato armato) che costituiscono pareti determinate a sezione ridotta. Questa tipologia richiede sempre un sistema di ancoraggio al suolo.

4.2 LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI

Gli impianti sono destinati principalmente a ridurre l'impatto negativo che le infrastrutture ed i manufatti comportano a carico dell'ambiente in cui sono inseriti, mediante l'impianto di formazioni vegetali variamente composte e gestite, realizzate con specie erbacee, arbustive ed arboree idonee al sito.

In relazione alla complessità strutturale compositiva e all'estensione ricoperta, esse possono evidenziare una più o meno marcata polifunzionalità, come evidenziato anche nel *quaderno del Piano di indirizzo Forestale*.



Di seguito vengono descritte le principali funzioni riconoscibili a queste formazioni:

Paesaggistica

- mascheramento, totale o parziale delle opere, riducendo l'impatto sul paesaggio percepito dall'osservatore (schermi visivi).
- valorizzazione del paesaggio tradizionale, attraverso il recupero di strutture vegetali tipiche della tradizione colturale locale, cadute in disuso, con uso di specie di particolare pregio estetico

Protettiva

- Abbattimento agenti inquinanti atmosferici prodotti dal traffico veicolare con intercettazione delle polveri e dei metalli pesanti. In strade urbane ben alberate il pulviscolo è meno di 1/3 di quello presente su strade analoghe non alberate. Le opere a verde ostacolano inoltre la dispersione degli inquinanti verso gli ambienti circostanti e contribuiscono al processo di fissazione dell'anidride carbonica, assorbendo la CO₂ liberata anche dai mezzi a motore. Una barriera vegetazionale ai bordi stradali, ai fini del contenimento della diffusione degli inquinanti, deve essere di larghezza superiore a 5 m. Una

larghezza inferiore infatti determina nelle aree limitrofe differenze trascurabili, nella concentrazione delle sostanze inquinanti, rispetto alla situazione priva di tali barriere. La tabella seguente riporta i dati di diffusione delle sostanze inquinanti lungo le strade, indicati come percentuale del carico al margine stradale, con un volume di traffico di 60.000 veicoli/24 ore. Valori di carico inferiori al 5% del valore massimo si considerano non rilevanti

[fonte: D.G.G. Regione Lombardia n. 4517/2007 *Criteri ed indirizzi tecnico-progettuali per il miglioramento dei rapporti tra infrastrutture stradali e ambiente naturale*]

2	1	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000
0		8.33	16.67	25	33.33	41.67	50	58.33	66.67	75	83.33	91.67	100	108.33	116.67
25		3.83	7.65	11.48	15.31	19.13	22.96	26.96	30.61	34.44	38.26	42.09	45.92	49.74	53.57
50		2.89	5.79	8.68	11.58	14.47	17.37	20.26	23.15	26.05	28.94	31.84	34.73	37.63	40.52
75		2,34	4,68	7,03	9,37	11,71	14,05	16,4	18,74	21,08	23,42	25,77	28,11	30,45	32,79
100		1,95	3,90	5,85	7,8	9,75	11,69	13,64	15,59	17,54	19,49	21,44	23,39	25,34	27,29
125		1,64	3,29	4,93	6,57	8,22	9,86	11,50	13,15	14,79	16,43	18,07	19,72	21,36	23,00
150		1,39	2,79	4,18	5,57	6,96	8,36	9,75	11,14	12,53	13,93	15,32	16,71	18,11	19,50
175		1,18	2,36	3,54	4,72	5,90	7,08	8,27	9,45	10,63	11,81	12,99	14,17	15,35	16,53
200		1,00	1,99	2,99	3,99	4,99	5,98	6,98	7,98	8,97	9,97	10,97	11,97	12,96	13,96
225		0,83	1,67	2,50	3,34	4,17	5,01	5,84	6,68	7,51	8,35	9,18	10,02	10,85	11,69
250		0,69	1,38	2,07	2,76	3,45	4,14	4,83	5,52	6,21	6,90	7,59	8,28	8,97	9,66
275		0,56	1,12	1,68	2,23	2,79	3,35	3,91	4,47	5,03	5,58	6,14	6,70	7,26	7,82
300		0,44	0,88	1,32	1,75	2,19	2,63	3,07	3,51	3,95	4,38	4,82	5,26	5,70	6,14

1 : traffico stradale in veicoli/ 24 ore

2 : distanza dal margine stradale in metri

- Riduzione dell'inquinamento acustico: le superfici fogliari assorbono le onde sonore riducendo di alcuni decibel il rumore. Nel caso delle infrastrutture stradali l'efficacia viene stimata dell'ordine di 0.5 dB per ogni 10 m di larghezza, con vegetazione molto fitta. La riduzione del livello di rumorosità è condizionata anche da fattori come la morfologia del terreno ospitante gli impianti e il corpo stradale (a raso, in trincea, sopraelevato).
- Frangivento: l'effetto si ripercuote positivamente sulle colture agricole adiacenti. Smorzando la velocità del vento si riduce il rischio di danni meccanici alle colture e si induce una minor evapotraspirazione. Il miglioramento del microclima della zona sottovento consente un incremento produttivo (minor evapotraspirazione = maggior apertura stomi = maggior attività fotosintetica) e si misura fino ad una distanza di fino a 20 volte l'altezza della barriera vegetale, mentre una riduzione di produzione dovuta all'ombreggiamento ed alla competizione per i nutrienti, è limitata ad una zona pari all'altezza della barriera. Per esplicitare al meglio questa funzione, evitando la formazione di turbini sottovento in grado di provocare danni meccanici alle colture, le formazioni vegetali devono avere un grado di permeabilità del 50%.



Di seguito si riporta l'efficacia del frangivento sulle colture adiacenti, rispetto a distanze proporzionali alla sua altezza (H):

distanza	da 0.5 a 1 H	da 3 a 4 H	fino a 20 H
Vento	Molto ridotto	Molto ridotto	Ridotto
Temperatura	Più elevata	Elevata	Normale
Ombreggiamento	Elevato	Scarso	Assente
Evapotraspirazione	Elevata	Normale	Diminuita
Resa produttiva	Ridotta	Normale	Aumentata

- Ombreggiamento: effetto maggiore si ottiene con impianti realizzati in direzione Est-Ovest, l'effetto è invece minore nel caso di un orientamento della formazione Nord-Sud. Sulle colture adiacenti si traduce in un calo di produttività; nel caso dei canali riduce positivamente la riproduzione delle alghe e delle piante acquatiche, di conseguenza anche la necessità di interventi di manutenzione. Sulla rete viaria procura ristoro ai fruitori della viabilità, con una riduzione dei consumi di carburante dovuti all'utilizzo dei condizionatori d'aria degli autoveicoli.
- Fascia tampone: gli apparati radicali che nel suolo intercettano il deflusso delle acque verso la rete idrica, sono in grado, attraverso meccanismi microbiologici e biochimici, di ridurre il carico di prodotti chimici di origine agricola (nitrati, fosforo, pesticidi) dilavati dalle superfici coltivate e destinati a raggiungere le falde acquifere. Specie idonee sono ontani e salici.

Produttiva

- Produzione legnosa: a seconda della gestione che può essere garantita a questi impianti e quindi in funzione delle specie utilizzate, è possibile ottenere discrete quantità di legna da ardere (quercia, robinia, acero, platano) ovvero di paleria (platano, robinia). Solo nel caso vengano assicurate le dovute cure colturali è possibile in un più lungo periodo ritrarre anche del legname da opera (ciliegio, quercia, olmo, noce,iglio, frassino).
- Produzioni secondarie: Talune specie sono indicate per la produzione di piccoli frutti, utili come fonte alimentare per la fauna selvatica, o di nettare, per la produzione di miele. Da un punto di vista di tradizione locale si possono segnalare la produzione di vimini o di foraggio, cadute pressoché in disuso.

Ecologica

- connettiva: laddove la distanza tra siti con rilevanza ecologica impedisce il flusso della fauna tra essi, queste formazioni artificiali, seppur semplificate per composizione e struttura, possono mitigare le divisioni spaziali provocate dalla realizzazione delle infrastrutture ed infittire il sistema provinciale dei corridoi ecologici.
- conservativa: gli elementi con una discreta seminaturalità possono ospitare microhabitat idonei a popolazioni di insetti e uccelli utili per il controllo biologico dei parassiti delle colture agrarie.

4.3 LA COMPOSIZIONE

Tra le specie ritenute idonee alla stazione la scelta dovrà ricadere su quelle autoctone o naturalizzate riscontrate nel territorio circostante. Tra esse andranno individuate quelle in grado di rispondere al meglio alle funzioni preminenti che si vogliono attribuire ai nuovi impianti. Per la funzione schermante od ornamentale, per esempio, deve essere valutato lo sviluppo della chioma o la capacità di dare fioriture appariscenti. Per la funzione produttiva si dovrà invece valutare la velocità di crescita, l'attitudine al governo a ceduo, la capacità di fornire piccoli frutti o di fornire abbondanti fioriture nettariifere.

Bisogna escludere inoltre l'utilizzo di quelle che possono ospitare patogeni e parassiti comuni alle colture agricole in atto, mentre è opportuno promuovere le specie in grado di fornire habitat a insetti pronubi e predatori, la cui presenza garantisce alle colture un incremento di produttività.



Le specie destinate al medesimo livello compositivo dovranno essere caratterizzate da una velocità di crescita simile, per contenere la frequenza degli interventi colturali ordinari, riducendo inoltre il rischio che le componenti a sviluppo più lento scompaiano riducendo parte delle funzionalità a cui l'impianto è destinato. Il ricorso ad un numero elevato di specie consente una maggior complessità compositivo-strutturale che si ripercuote favorevolmente soprattutto sulle funzionalità ecologico-ambientali, ma comporta una gestione più impegnativa ed una maggior difficoltà di mantenimento delle idee di progetto, in quanto tra le specie utilizzate si instaurano rapporti di competizione che nel tempo possono portare alla scomparsa di alcuni elementi compositivi. Una maggior variabilità può essere ricercata nella componente arbustiva in quanto è quella a cui viene attribuito il maggior significato ecologico ambientale, mentre è da limitare nella scelta della componenti arboree, siano esse tenute a ceduo od altofusto, in quanto è quella che può rispondere ad aspettative più strettamente produttive. Tra le specie arbustive, quando utilizzate come specie accompagnatorie degli alberi, si sceglieranno quelle con discreta capacità di sopportare l'ombreggiamento, quelle che non esercitano una eccessiva concorrenza verso gli alberi, e quelle che rispondono a più funzioni (habitat per la fauna, produzione piccoli frutti, miglioratrici del terreno, etc.).

4.3.1 LE SPECIE IDONEE

L'individuazione delle specie idonee per gli interventi di mitigazione a verde viene realizzata valutando molteplici aspetti. In primo luogo devono essere rispettate le caratteristiche ecologiche della specie, soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche fisiche del terreno (tessitura, acidità, falda acquifera più o meno superficiale).

In relazione alle funzionalità principali che si vogliono sostenere con tali impianti, la scelta tra le specie ecologicamente idonee tiene conto delle caratteristiche ed attitudini morfo strutturali (portamento, dimensioni raggiungibili sia in altezza che in diametro della chioma, etc.) ed incrementali (velocità di crescita).

Nelle tre tabelle seguenti vengono elencate e sinteticamente descritte le specie utilizzabili nel territorio provinciale, desunte in prevalenza dalle formazioni distribuite su tutto il territorio provinciale alle quali sono state poi aggiunte specie con attitudini simili.

I codici di valutazione dei parametri considerati sono i seguenti:

Tabella sp01 - *Specie e caratteristiche del suolo*

Granulometria del suolo	G1: specie distribuite principalmente su suoli ricchi in scheletro, in cui la maggior parte dei componenti ha diametro superiore ai 2mm . G2: specie distribuite principalmente su suoli permeabili, ricchi in scheletro, sabbiosi, molto ben areati. G3: specie distribuite principalmente su suoli poveri di scheletro, con sabbia fine o finissima, più o meno areati. G4: specie distribuite principalmente su suoli a tessitura fine, argillosa o torbosa, più spesso impermeabili o almeno asfittici. Specie che evitano suoli sabbiosi o ghiaiosi.
pH; profondità falda	0: specie non adatta 1: vegeta in modo non ottimale 2: vegeta in modo ottimale
disponibilità nutrienti suolo	N1: specie con optimum vegetativo su suoli poveri; evitano i terreni ricchi, nei quali sono incapaci di competere. N2: specie a diffusione prevalente su suoli con moderata disponibilità di nutrienti; assenti su suoli eccessivamente fertili. N3: specie a diffusione prevalente su suoli ricchi di sostanze nutritive; molto rare su suoli poveri. X: indica indifferenza della specie nei confronti del fattore considerato.

Tabella sp02 - *Attitudini di crescita e strutturali delle specie*

Velocità di accrescimento	V1: bassa; V2: media; V3: alta
Luminosità ambientale	L1: specie adatte ad ambienti ombrosi (di rado sopra il 10% di intensità relativa di illuminazione); al sole unicamente se la concorrenza da parte di altre specie è debole. L2: specie adatte alla penombra (di rado sotto il 10% di intensità relativa di illuminazione); rare in piena luce. L3: specie adatte alla piena luce, sopportano l'ombra temporaneamente.

Tabella sp03 - *Attitudini funzionali ed altre caratteristiche delle specie*

X: attitudine presente

Tabella sp01 - *Specie e caratteristiche del suolo*

	granulometria (tessitura e areazione)	PH			falda profonda o senza ristagno	falda superficiale o con ristagno	nutrienti
		acido	sub acido	neutro subalcalino			
Acer campestre	G3	2	2	0	2	1	N2
Aesculus hippocastanum	G3	2	2	1	2	0	N2
Alnus glutinosa	G4	1	1	2	1	2	N3
Broussonetia papyrifera	G3	2	2	1	2	1	N2
Carpinus betulus	G3	2	2	1	2	1	N2
Celtis australis	G2	2	0	0	1	0	N2
Cornus mas	G3	2	1	0	1	1	N2
Cornus sanguinea	G3	2	2	0	2	2	N2
Corylus avellana	G2	2	2	1	2	1	N2
Crataegus monogyna	G3	2	2	0	2	1	N1
Evonymus europeus	G4	2	1	0	2	1	N2
Frangula alnus	G4	1	2	1	2	2	N1
Fraxinus excelsior	G3	1	2	1	2	2	N3
Fraxinus ornus	G2	2	1	0	1	0	N1
Junglas regia	G3	2	1	0	2	0	N3
Laburnum anagyroides	G1	2	1	0	2	0	N2
Ligustrum vulgare	G3	2	2	0	2	1	N1
Malus sylvestris	x	2	1	0	2	1	N3
Morus alba	G3	2	2	0	2	1	N2
Platanus spp	G2	2	1	0	2	2	N3
Populus alba	G2	2	2	0	2	1	N3
Populus canescens	G2	2	2	0	2	2	N3
Populus nigra	G2	2	2	1	2	2	N3
Populus nigra var.italica	G2	2	2	1	2	2	N3
Populus x euroamericana	G2	2	2	1	2	2	N3
Prunus avium	G3	2	1	0	2	0	N2
Prunus padus	G4	1	2	1	2	2	N2
Prunus spinosa	G2	2	2	1	2	1	N2
Pyrus piraster	x	2	0	0	1	0	N2
Quercus cerris	G3	2	0	0	1	0	N1
Quercus robur	G3	2	2	0	2	2	N2
Rhamnus catharticus	G4	2	1	0	1	0	N1
Robinia pseudoacacia	G2	1	2	1	2	1	N3
Rosa canina	G2	2	2	0	1	1	N1
Salix alba	G2	2	2	0	2	2	N3
Salix caprea	G3	2	2	1	2	2	N2
Salix cinerea	G4	2	2	0	1	2	N3
Salix eleagnos	G2	2	2	0	2	2	N1
Salix purpurea	G2	2	2	1	2	2	N2
Salix triandra	G3	2	2	0	2	2	N2
Salix viminalis	G3	2	2	1	2	2	N2
Sambucus nigra	G3	2	2	0	2	2	N3
Tilia cordata	G1	2	1	0	2	1	N1
Tilia platiphillos	G2	2	1	0	2	1	N2
Ulmus minor	G3	2	0	0	2	2	N2
Viburnum lantana	G2	2	0	0	1	0	N1
Viburnum opulus	G3	2	2	0	1	2	N2

Tabella sp02 - *Attitudini di crescita e strutturali delle specie:*

	portamento	H	velocità di crescita	diametro chioma	luminosità	altofusto principale	altofusto secondario	ceppaia	grande arbusto	piccolo arbusto
Acer campestre	albero	12	V1	5/7	L2		x	x	x	x
Aesculus hippocastanum	albero	8/18	V2	6/8	L1	x	x			
Alnus glutinosa	albero	20	V3	6/8	L2		x	x		
Broussonetia papyrifera	arb/alb	3/10	V2	2/3	L2		x			
Carpinus betulus	albero	15/25	V1	8/12	L1		x	x	x	x
Celtis australis	albero	15/20	V1	8/12	L2	x	x	x		
Cornus mas	arbusto	6	V1	2/4	L2				x	x
Cornus sanguinea	arbusto	4	V2	2/3	L2					x
Corylus avellana	arbusto	3/6	V2	3/5	L2				x	
Crataegus monogyna	arbusto	6/8	V2	3/4	L3				x	
Evonymus europaeus	arbusto	2/4	V1	2/3	L1					x
Frangula alnus	arb/alb	2/4	V2	1,5/2,5	L1					x
Fraxinus excelsior	albero	20	V2	6/8	L2	x	x	x		
Fraxinus ornus	arbusto	3/8	V1	2/4	L2			x		
Junglas regia	albero	15/25	V2	7/10	L2	x				
Laburnum anagyroides	arb/alb	2/5	V3	2/4	L2				x	
Ligustrum vulgare	arbusto	3	V2	2/3	L2					x
Malus sylvestris	albero	4/8	V1	2/4	L3		x		x	
Morus alba	albero	12	V3	5/7	L2		x			
Platanus spp	albero	25	V3	8/12	L2		x	x		
Populus alba	albero	25	V3	6/8	L3	x	x			
Populus canescens	albero	20/28	V3	5/7	L3					
Populus nigra	albero	22/28	V3	6/8	L2	x	x			
Populus nigra var.italica	albero	25	V3	3/4	L2	x	x			
Populus x euroamericana	albero	20/28	V3	8/10	L2	x	x			
Prunus avium	albero	15/20	V2	6/8	L2	x	x			
Prunus padus	arb/alb	3/10	V2	2/4	L1				x	
Prunus spinosa	arbusto	3	V2	2/3	L3					x
Pyrus piraster	albero	5/15	V1	3/6	L2		x			
Quercus cerris	albero	25	V1	8	L2	x	x	x		
Quercus robur	albero	25	V1	10/14	L2	x		x		
Rhamnus catharticus	arb/alb	2/4	V2	2/3	L2					x
Robinia pseudoacacia	albero	18	V3	5/7	L3		x	x		
Rosa canina	arbusto	3	V3	2/4	L2					x
Salix alba	albero	18	V3	5/7	L2		x			
Salix caprea	arb/alb	3/8	V2	2/5	L2		x		x	x
Salix cinerea	arbusto	3/5	V2	2/4	L2					x
Salix eleagnos	arb/alb	3/12	V3	3/5	L3					x
Salix purpurea	arbusto	2/5	V3	2/3	L3					x
Salix triandra	arb/alb	2/5	V2	2/3	L3				x	x
Salix viminalis	arb/alb	3/8	V2	3/4	L3				x	x
Sambucus nigra	arbusto	2/5	V3	2/3	L2				x	
Tilia cordata	albero	20	V2	3/6	L2		x	x		
Tilia platiphillos	albero	20/25	V2	7/10	L1		x	x		
Ulmus minor	albero	20/28	V3	7/9	L2		x	x	x	x
Viburnum lantana	arbusto	3/5	V2	1,5/2	L2					x
Viburnum opulus	arbusto	2/4	V2	1/2	L2					x

Tabella sp03 - *Attitudini funzionali ed altre caratteristiche delle specie:*

	specie colonizzatrice miglioratrice	decorativa	habitat fauna selvatica	specie nettariana	produzione legna ardere	produzione legna opera	soggetta a gravi patologie	specie non autoctona
Acer campestre		x	x	x	x			
Aesculus hippocastanum		x			x			x
Alnus glutinosa	x		x	x	x			
Broussonetia papyrifera	x	x	x		x			x
Carpinus betulus		x			x			
Celtis australis	x	x	x		x			
Cornus mas		x	x	x	x			
Cornus sanguinea	x	x	x	x				
Corylus avellana	x		x	x	x			
Crataegus monogyna	x	x	x	x			x	
Evonymus europaeus			x	x				
Frangula alnus	x							
Fraxinus excelsior				x	x	x		
Fraxinus ornus				x	x			
Junglas regia			x			x	x	x
Laburnum anagyroides	x							
Ligustrum vulgare	x							
Malus sylvestris							x	
Morus alba	x	x	x		x			x
Platanus spp		x			x		x	x
Populus alba	x	x				x		
Populus canescens								
Populus nigra	x	x			x	x		
Populus nigra var.italica		x						x
Populus x euroamericana	x	x				x		x
Prunus avium		x	x	x	x	x	x	
Prunus padus		x	x	x	x		x	
Prunus spinosa	x						x	
Pyrus piraster							x	
Quercus cerris			x		x	x		
Quercus robur			x		x	x		
Rhamnus catharticus	x							
Robinia pseudoacacia	x	x		x	x			x
Rosa canina	x	x	x	x			x	
Salix alba	x	x	x	x	x			
Salix caprea	x			x				
Salix cinerea	x	x	x	x				
Salix eleagnos	x			x				
Salix purpurea	x			x				
Salix triandra	x			x				
Salix viminalis	x			x				
Sambucus nigra	x		x		x			
Tilia cordata		x		x		x		
Tilia platiphillos		x		x		x		
Ulmus minor	x				x	x	x	
Viburnum lantana	x	x	x	x	x			
Viburnum opulus	x							

4.3.2 I RAGGRUPPAMENTI DI SPECIE

Vengono individuati in relazione alle caratteristiche del terreno su cui si prevede la realizzazione dell'impianto ed alle caratteristiche ecologiche delle specie generalmente riscontrabili nelle formazioni lineari presenti nel territorio della Provincia.

SUOLI CON FALDA PROFONDA O SENZA RISTAGNO			
suolo	arbusti	portamento arbustivo/arboreo	alberi
suoli permeabili, ricchi in scheletro, sabbiosi, molto ben areati	Specie idonee Corylus avellana Prunus spinosa Salix purpurea	Laburnum anagyroides Salix eleagnos	Platanus spp Populus alba Populus nigra var.italica Populus canescens Populus x euroamericana Populus nigra Robinia pseudoacacia Salix alba Tilia cordata Tilia platiphillos
			Specie utilizzabili, seppur al di fuori del proprio optimum Fraxinus ornus Rosa canina Viburnum lantana
suoli con sabbia fine o finissima, più o meno areati	Specie idonee Cornus sanguinea Crataegus monogyna Ligustrum vulgare Sambucus nigra	Broussonetia papyrifera Salix caprea Salix triandra Salix viminalis	Acer campestre Aesculus hippocastanum Carpinus betulus Fraxinus excelsior Junglas regia Morus alba Prunus avium Quercus robur Ulmus minor
			Specie utilizzabili, seppur al di fuori del proprio optimum Cornus mas Viburnum opulus
suoli a tessitura fine, argillosa o torbosa, impermeabili o asfittici	Specie idonee Evonymus europeus	Frangula alnus Prunus padus	
			Specie utilizzabili, seppur al di fuori del proprio optimum Salix cinerea

SUOLI CON FALDA SUPERFICIALE O CON RISTAGNO				
suolo		arbusti	portamento arbustivo/arboreo	alberi
Suoli permeabili, molto ben areati	Specie idonee	Salix purpurea	Salix eleagnos	Platanus spp Populus nigra var.italica Populus canescens Populus x euroamericana Populus nigra Salix alba
	Specie utilizzabili, seppur al di fuori del proprio optimum	Corylus avellana Prunus spinosa Rosa canina		Populus alba Robinia pseudoacacia Tilia platiphillos Tilia cordata
Suoli poveri in scheletro e sabbia, con tessitura fine o molto fine, più o meno areati, poco permeabili o tendenzialmente asfittici	Specie idonee	Cornus sanguinea Sambucus nigra Salix cinerea Viburnum opulus	Frangula alnus Prunus padus Salix caprea Salix triandra Salix viminalis	Alnus glutinosa Fraxinus excelsior Quercus robur Ulmus minor
	Specie utilizzabili, seppur al di fuori del proprio optimum	Cornus mas Crataegus monogyna Evonymus europeus Ligustrum vulgare	Broussonetia papyrifera	Acer campestre Carpinus betulus Morus alba

4.4 LA STRUTTURA

Lo spazio disponibile per gli impianti e le funzioni che si vogliono attribuire alla formazione vegetale, determinano l'ingombro che potrà caratterizzare la futura formazione lineare, determinando la possibilità che nella sua composizione, oltre ad arbusti, entrino o meno alberi, governati a ceduo oppure ad altofusto.

In base all'altezza raggiunta dagli elementi che compongono la formazione vegetale si distinguono:

A - **siepi basse**, con altezze tra 3 e 5 metri, costituite unicamente da arbusti; sono particolarmente adatte per ambiti spazialmente limitati, possono rappresentare habitat idonei per la fauna selvatica, sia per scopi alimentari che di rifugio temporaneo.

B - **siepi medie**, con altezze tra 5 e 10 metri, nella loro composizione possono entrare sia arbusti che alberi governati a ceduo, oppure solo questi ultimi. Sono in grado di fornire legna da ardere o paleria con turni tra 4 e 6 anni. Svolgono una discreta funzione frangivento e la concorrenza nei confronti delle colture agrarie è assai limitata.

C - **siepi alte**, raggiungono altezze superiori ai 10 metri e sono composte da arbusti e alberi, sia governati a ceduo che ad altofusto, regolarmente alternati tra loro. Sono le siepi che possono raggiungere le maggiori dimensioni ed il maggior grado di complessità.

In base alla distribuzione spaziale, più o meno regolare, degli elementi che le compongono si riconoscono le seguenti tipologie strutturali:

Siepi e Fasce verdi sono strutture vegetali lineari, strette e lunghe costituite da vegetazione erbacea, arbustiva, arborea. La siepe richiama inoltre una continuità spaziale ed un intreccio ininterrotto delle sue componenti.



Alberature e Filari sono invece costituiti da soggetti arborei governati ad alto fusto, disposti linearmente a distanze perlopiù uniformi. In queste formazioni il singolo componente perde il proprio valore individuale a favore di una entità paesaggistica estesa, percepibile nel suo complesso.

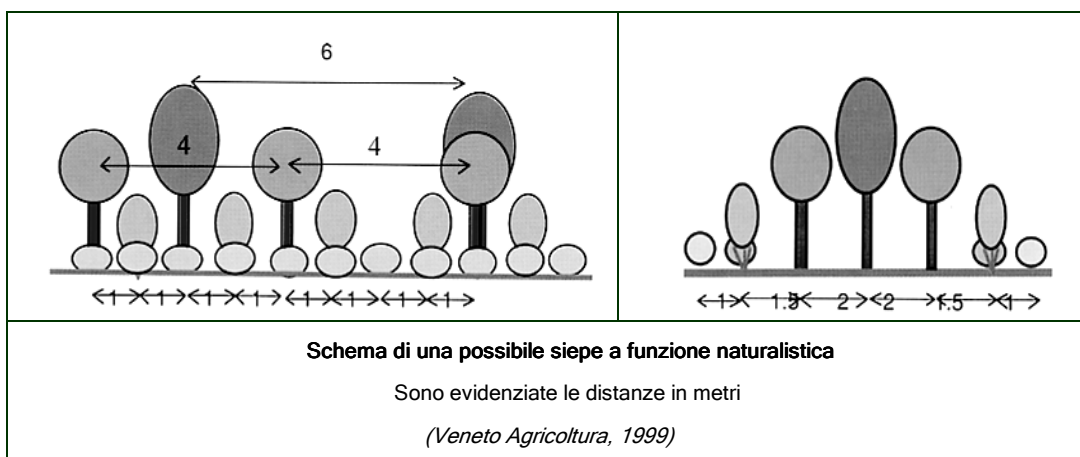


Alberature ed i *Filari* rientrano nella tipologia delle *Siepi alte*.

In relazione alle esigenze progettuali, la distribuzione reciproca degli elementi strutturali è regolata mediante i sesti d'impianto e le distanze interfilari:

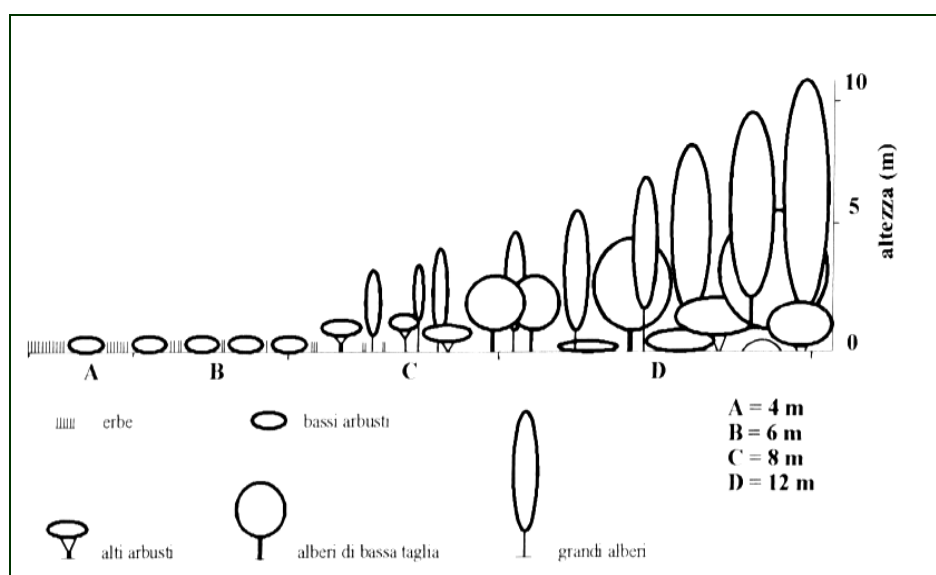
Sesti di impianto: influenzano la densità e quindi la trasparenza che caratterizzerà la nuova formazione. Questi vengono definiti in base alla dimensione attesa a maturità, alla velocità di accrescimento delle specie scelte, ed al tipo di governo adottato per le varie componenti. Generalmente per le specie arbustive si adottano sesti inferiori al metro, mentre per le specie ceduate si adotta un sesto di 1,5 - 2 metri. Per la componente ad altofusto il sesto varia da 6 fino a 12 metri, adottando solitamente un sesto di 6 m per gli alberi di I grandezza e di 4 m per gli alberi di II e III grandezza. Se si alternano specie di I grandezza con alberi di II o III grandezza si mantiene un sesto di 6 m per entrambe.

Distanza tra le file: laddove si vuole garantire la possibilità di meccanizzare le manutenzioni e le utilizzazioni si imposterà una distanza tra le file che consenta il passaggio dei mezzi, in genere non inferiore ai 3 metri. Una tale distanza rende lenta la chiusura della copertura, per cui si rendono necessari frequenti interventi di controllo della vegetazione invadente nel periodo seguente l'impianto. Con distanze tra le file inferiori ai 2,5 metri aumentano le difficoltà nel realizzare interventi con l'ausilio dei mezzi, di contro si ottiene un aspetto più selvatico e naturaliforme di queste formazioni artificiali.



In relazione al contesto ambientale, alle funzionalità principali attribuite agli impianti ed alle superfici disponibili per essi, è quindi possibile, in fase di progettazione, graduarne la complessità strutturale (distribuzione verticale monoplana / stratificata; densità da rada a densa; governo a ceduo od altofusto) e compositiva (specie arboree / specie arbustive; monospecifica / plurispecifica) fino anche ad ottenere lo sviluppo di fasce boscate, in grado di richiamare alla mente dell'osservatore condizioni di naturalità.

Le strutture di base, che verranno più avanti richiamate, possono essere sviluppate quindi secondo modelli più o meno complessi.



*Sezione schematica di una possibile macchia seriale - metà elemento
(Malcevski et al., 1996)*

Interventi di gestione periodica: quando le possibilità di attuarli risultano limitate, si dovrà optare per strutture semplici in grado di mantenere comunque nel tempo le finalità progettuali.

Se gli interventi previsti sono costituiti unicamente da sopralluoghi periodici, interventi colturali andanti, per esempio di contenimento della vegetazione sui margini, o tutt'al più da interventi puntuali straordinari realizzati per motivi di sicurezza, si devono allora prediligere formazioni che, lasciate alla libera evoluzione, siano in grado di rinnovarsi autonomamente, in cui inserire quindi arbusti ed eventualmente alberi di II o III grandezza, le cui dimensioni comportino le minori implicazioni possibili per la sicurezza dei fruitori delle infrastrutture adiacenti.

4.5 MODELLI DI IMPIANTO

4.5.1 MODELLO 1 -FILARI ARBUSTIVI

Il modulo più semplice è rappresentato da un filare singolo costituito da sole specie arbustive. Pur non raggiungendo altezze notevoli - ricadono infatti nella categoria delle siepi basse - sono formazioni comunque in grado di sostenere certe funzionalità (mascheramento, estetica, frangivento, faunistica etc.).

La componente arbustiva risulta efficace già a partire da situazioni con ridotta disponibilità di spazio, inoltre è quella che meglio si presta per incrementare la variabilità compositiva dei nuovi impianti.



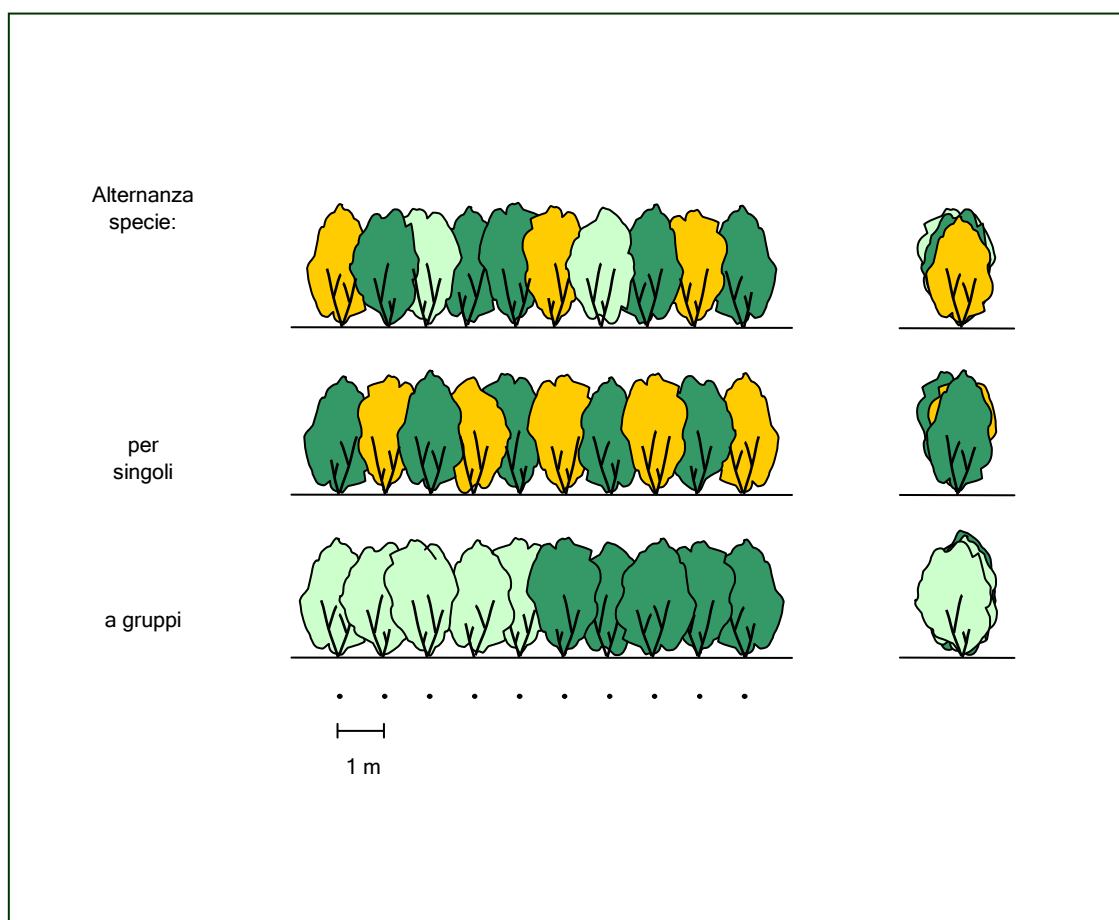
Le specie vengono messe a dimora secondo un ordine del tutto casuale oppure in modo regolare, procedendo per singoli soggetti o per gruppi.

Il sesto di impianto generalmente è stabilito tra 0,5 ed 1 metro in relazione all'effetto protettivo (densità) che si desidera ottenere. Si può stabilire un sesto maggiore nel caso che il filare arbustivo faccia parte di un impianto costituito da più file adiacenti.

La gestione è semplice: il turno è di 4 - 6 anni in relazione alla velocità di crescita delle specie utilizzate; non sono richiesti interventi intercalari o potature ed a fine turno si provvede al taglio di tutti i soggetti.

La pianificazione spaziale e temporale degli interventi di taglio lungo la lunghezza della formazione, quando quest'ultima copra una notevole estensione, riduce l'effetto del taglio sull'efficacia funzionale dell'impianto.

- Prospetti, sezioni, pianta -



Negli esempi successivi fanno la loro comparsa le specie arboree che, periodicamente ceduate o lasciate alla libera crescita, generano strutture spazialmente più complesse ed articolate, ascrivibili alle categorie delle siepi medie ed alte.

4.5.2 MODELLO 2 - FILARE CON ALBERI CEDUATI ED ARBUSTI

È previsto l'utilizzo di specie sia arbustive che arboree da mantenere a ceppaia.

A seconda delle specie utilizzate e del turno adottato può raggiungere altezze anche superiori ai 10-12 metri, rientrando quindi nella categoria delle siepi medie o alte. Per le specie arbustive valgono le indicazioni riportate per le Siepi basse. Per la componente a ceppaia può essere scelta una sola specie o più, da alternare generalmente in modo regolare. Questa componente garantisce anche la produzione di legna da ardere.

Il sesto di impianto tra le specie da mantenere a ceppaia è generalmente stabilito tra 1,5 e 2 metri, ma con l'interposizione delle specie arbustive può essere maggiore, conferendo una trasparenza maggiore alla formazione.

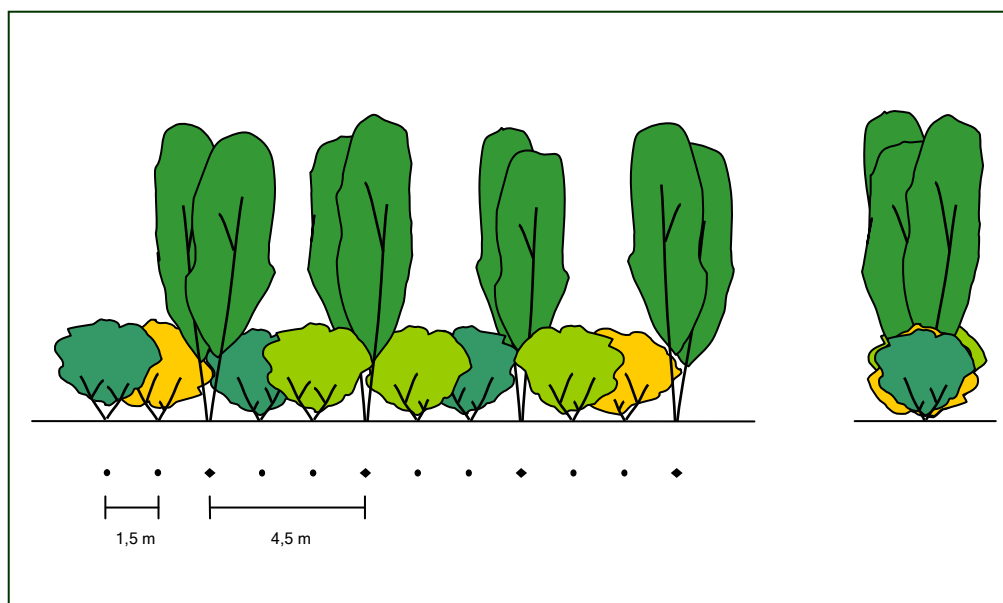
La presenza delle specie a ceppaia comporta una gestione più impegnativa rispetto all'esempio 1. Il primo taglio di ceduzione di queste specie viene eseguito solo dopo il raggiungimento di un diametro di almeno 10-12 cm, i seguenti vengono poi realizzati, in relazione alla velocità di crescita, con turni di 5-7 anni (es. *Ulmus minor*, *Alnus glutinosa*,) o più lunghi, 10-14 anni (es. *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Celtis australis*, *Quercus* spp.).



Dopo un anno si interviene nuovamente sulle ceppaie: i polloni devono essere infatti diradati lasciandone solo due/quattro, scelti tra i migliori posti possibilmente nella parte esterna della ceppaia, con attaccatura più prossima al suolo e ben conformati e vigorosi. L'intervento successivo sarà poi il taglio di fine turno.

La pianificazione spaziale e temporale degli interventi di taglio lungo la lunghezza della formazione, grazie alla diversificazione dei turni delle varie componenti, riduce l'effetto del taglio sull'efficacia funzionale dell'impianto.

- Prospetto, sezione, pianta -



4.5.3 MODELLO 3 -FILARI CON ALBERI DI I E II GRANDEZZA

Le siepi di questo tipo sono caratterizzate dalla presenza di specie arboree generalmente di I e II grandezza in grado di svilupparsi fino ad altezze superiori ai 20 metri, ascrivibili generalmente alla categoria delle siepi alte.

I soggetti arborei, del medesimo ordine di grandezza o meno, possono essere gli unici componenti dell'impianto, alternati tra loro in vario modo, ma spesso sono accompagnati da un corredo arbustivo e talora, nelle strutture più articolate, da una componente arborea mantenuta a ceduo. Per la componente arborea può essere scelta una sola specie o più, anche di ordine dimensionale diverso, da alternare generalmente in modo regolare. Oltre a concorrere con le altre componenti all'efficacia funzionale della struttura, questa componente, se accuratamente allevata, è in grado di fornire legname da opera.



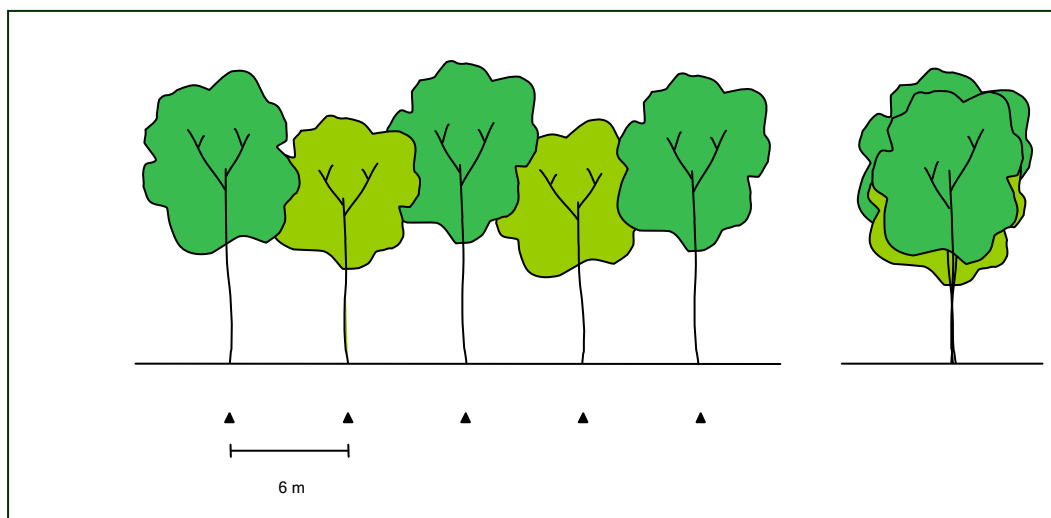
Il sesto d'impianto adottato per le specie arboree è tra 4-6 metri, ma con l'interposizione delle specie arbustive e di quelle tenute a ceppaia si passa a valori di 10-12 metri. Sesti maggiori sono utilizzati per ottenere densità d'impianto inferiori.

Questa componente comporta la programmazione di una gestione periodica per l'allevamento ed il contenimento della chioma, soprattutto nel caso in cui si vogliono mantenere o recuperare forme di governo tradizionali come la capitozzatura o, come già ricordato, si vogliono ritrarre produzioni di legname da opera.

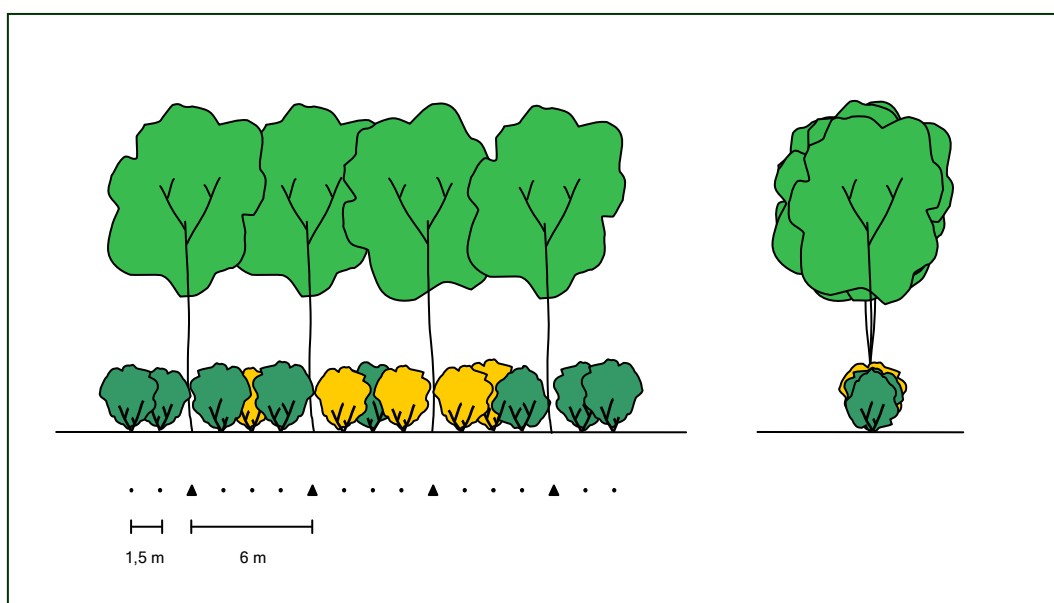
I turni per questa componente sono assai vari in relazione alla specie considerata, alla sua velocità di crescita ed alla funzione attribuita, se non ci sono attese produttive le piante possono permanere molto più a lungo, finché la loro efficacia funzionale viene meno oppure non si manifestano problemi di tipo strutturale con implicazioni sulla sicurezza dell'area su essi cui insistono (esempio di turni con finalità produttiva indicativi: *Quercus robur* 50-60 anni; *Fraxinus excelsior* 30 anni; *Populus alba* 20anni; *Prunus avium* e *Juglans regia* 30 anni).

La pianificazione spaziale e temporale degli interventi di taglio lungo la lunghezza della formazione, grazie alla diversificazione dei turni delle varie componenti, riduce l'effetto del taglio sull'efficacia funzionale dell'impianto.

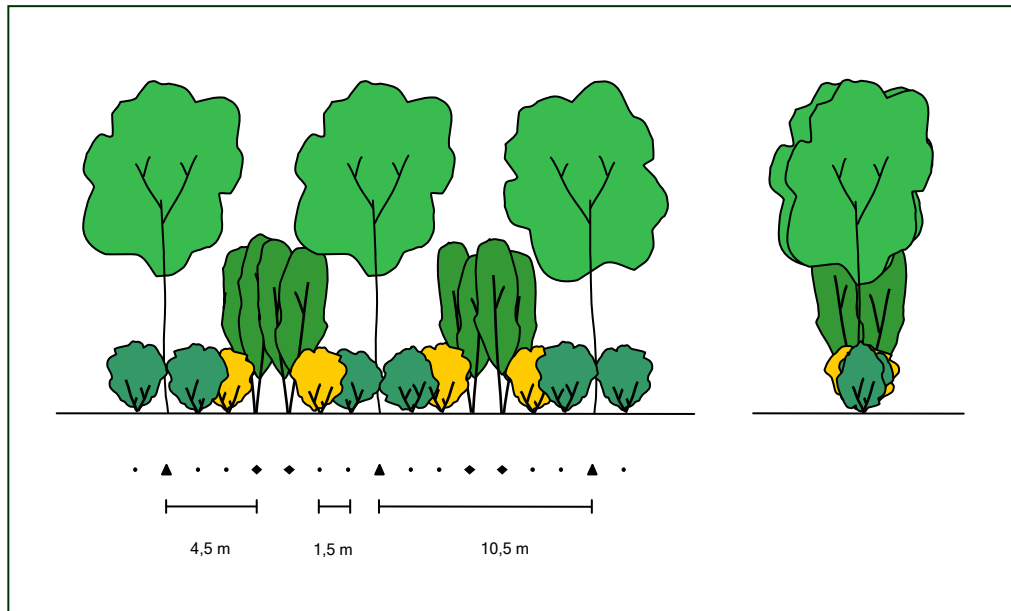
3A - Filare con alberi di I e II grandezza



3B - Filare con alberi di I o II grandezza e corredo arbustivo



3C - Filare con alberi di I grandezza, soggetti mantenuti a ceppaia ed arbusti



4.5.4 MODELLO 4 -IMPIANTO DI FASCE VERDI

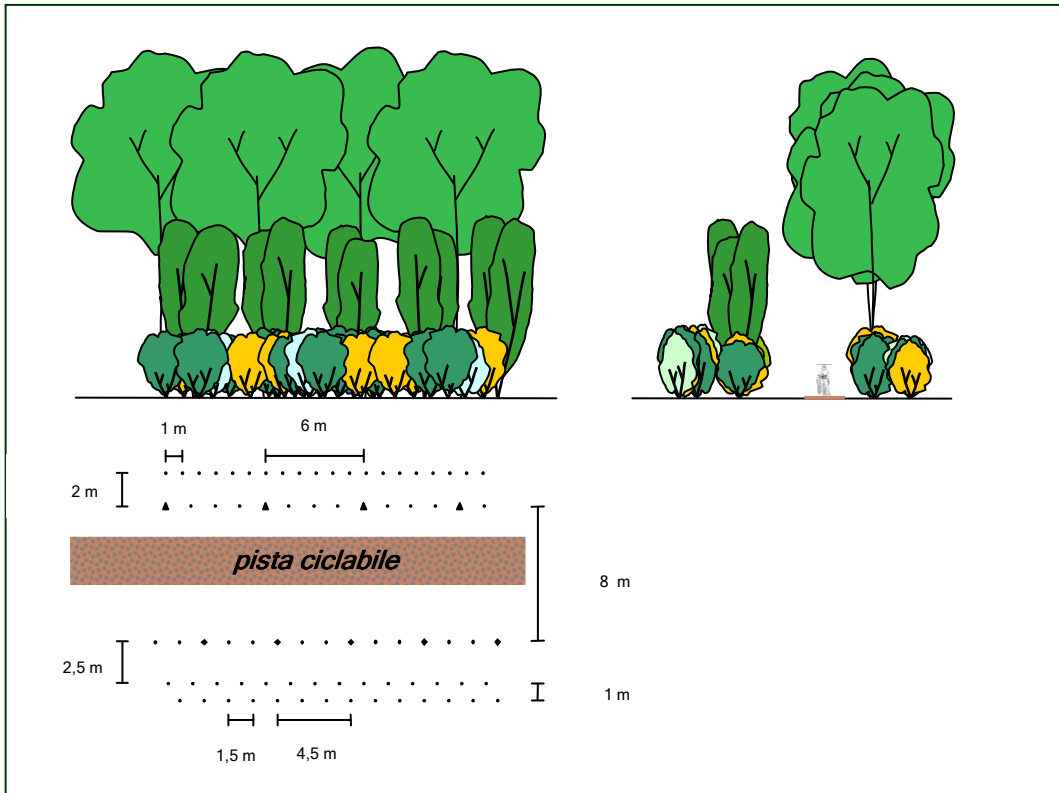
La possibilità di adottare questo tipo di soluzione è strettamente legata alla disponibilità di spazio sufficiente ad ospitare più file. Gli schemi visti per i filari singoli possono essere qui abbinati e ripetuti, consentendo di ottenere formazioni caratterizzate da un'elevata variabilità strutturale e specifica ed una elevata polifunzionalità. Una delle ulteriori soluzioni adottabili è quella di prevedere spazi vuoti nelle file più esterne, ottenendo un andamento discontinuo dei margini. Restano valide le indicazioni date a proposito nella descrizione dei moduli d'impianto precedenti.

Queste formazioni marcatamente polifunzionali, quando il contesto ambientale e la superficie disponibile lo consentono, possono ospitare al proprio interno piste ciclopedonali che possono in parte coincidere con i tracciati di servizio necessari alla gestione degli impianti.



Per il passaggio dei mezzi meccanici, utilizzati nelle periodiche operazioni di manutenzione e taglio, è infatti necessario garantire uno spazio, tra alcune delle file, di almeno tre metri. Distanze interfilari inferiori possono essere applicate solo quando un facile accesso alle file è garantito almeno su di un loro lato.

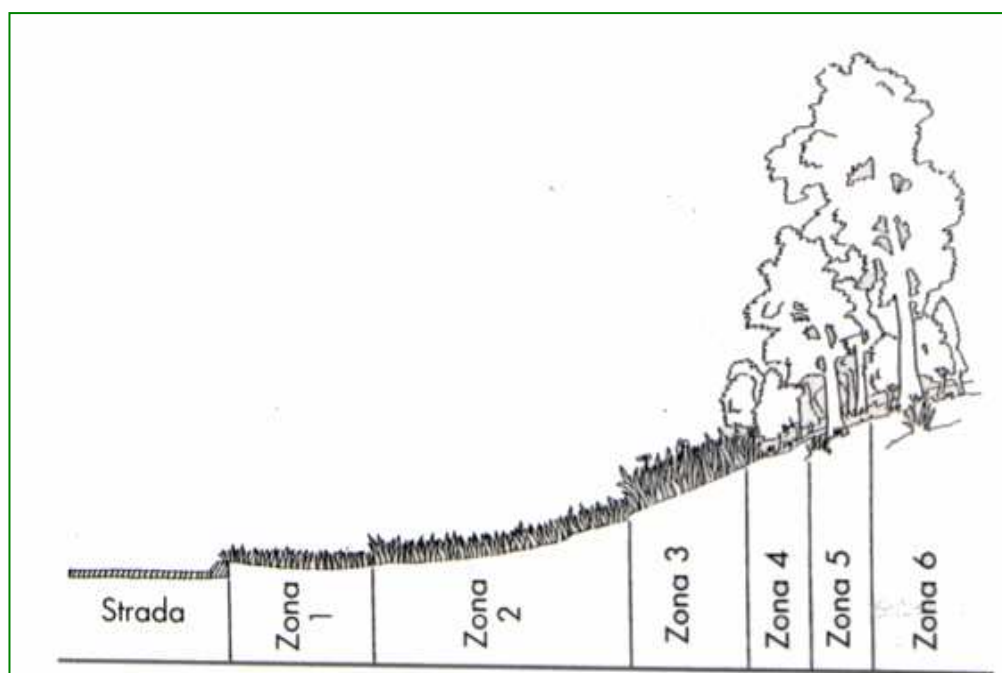
La pianificazione spaziale e temporale degli interventi di taglio lungo la lunghezza della formazione, grazie alla diversificazione dei turni delle varie componenti, riduce l'effetto del taglio sull'efficacia funzionale dell'impianto



Nel caso di impianti che coprano lunghi tratti a margine della viabilità stradale è opportuno individuare spazi idonei in cui la densità della vegetazione, appositamente ridotta, consenta un campo visuale ed un orizzonte più ampio che si estenda oltre la barriera.

4.6 LA ZONA DI RISPETTO A MARGINE DELLA RETE VIARIA

I vincoli normativi impongono nelle zone fuori dai centri abitati, la presenza di una fascia di rispetto entro cui non possono trovare ospitalità alberi ed arbusti di una certa dimensione. È questo l'ambito in cui trovano ampia possibilità di sviluppo i manti erbosi. La larghezza di queste aree, che si configurano come vere e proprie fasce ai margini della viabilità, e la contiguità con formazioni arbustivo arboree suggerisce una modalità di gestione ed intervento diversificata in base alla distanza dal margine stradale. Si possono identificare sommariamente tre diverse zone, in cui il taglio verrà eseguito con periodicità differenti: una striscia di ca. 2 metri (zona 1) adiacente al margine stradale viene mantenuta ad erba bassa mediante 2-3 sfalci all'anno; la striscia adiacente (zona 2), più ampia, viene percorsa dallo sfalcio una volta all'anno, la terza contigua con la formazione arboreo arbustiva ospita erbe alte che vengono tagliate una volta ogni 2-3 anni.



Schema di gestione delle superfici adiacenti alla carreggiata (Dinetti M., 2000)

4.7 OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE E FORMAZIONI TIPICHE

I modelli di impianto proposti sono stati identificati per la possibilità di sviluppo verso formazioni che già caratterizzano il territorio provinciale, in relazione alle modalità di gestione applicate successivamente alla loro realizzazione.

Nello schema seguente vengono evidenziati i possibili rapporti tra le formazioni individuate nel PIF provinciale e le tipologie di impianto base suggerite nel presente manuale:

Formazioni non boscate ai margini della viabilità primaria o secondaria individuate nel PIF e Codici identificativi:			Modelli di impianto di riferimento
	filari arborei singoli	formazioni lineari plurifilari	
a ceduo	112b / 122b	22b	MODELLO 1 - FILARI ARBUSTIVI MODELLO 2 - FILARE CON ALBERI CEDUATI ED ARBUSTI
a capitozza	112c / 122c	22c	MODELLO 2 - FILARE CON ALBERI CEDUATI ED ARBUSTI
altofusto con funzione multipla, ornamentale, a sesto rado o denso e regolare	111a / 111b / 112a 121a / 121b / 122a	21a / 21b / 22a	MODELLO 3A - FILARE CON ALBERI DI I E II GRANDEZZA
governo misto	112d / 122d	22d	MODELLO 3B - FILARE CON ALBERI DI I O II GRANDEZZA E CORREDO ARBUSTIVO MODELLO 3C - FILARE CON ALBERI DI I GRANDEZZA, SOGGETTI MANTENUTI A CEPPAIA ED ARBUSTI

4.8 L'AMBITO NORMATIVO E I VINCOLI AI NUOVI IMPIANTI

La realizzazione di nuovi impianti è subordinata al rispetto di distanze esplicitate in norme di varia natura e validità.

Le principali fonti con validità generale sono costituite dal *Codice Civile* e dal *Codice della strada* (D.Lgs n. 285/1992) accompagnato dal relativo Regolamento applicativo (DPR n. 495/1992).

Il **Codice civile** definisce, in mancanza di regolamenti o usi locali, [art. 892] le distanze minime da osservare nell'impianto di alberi e arbusti rispetto ai *confini di proprietà*.

Nella **Tabella 1** viene indicato il tipo di impianto possibile che ne deriva, in funzione dalla distanza (d) dai confini di proprietà:

d > 3 m	Piante altofusto
d > 1,5 m	Piante non di altofusto <i>"Sono reputati tali quelli il cui fusto, sorto ad altezza non superiore ai tre metri, si diffonde in rami"</i>
d > 2 m	siepi di robinie
d > 1 m	siepi di ontano, di castagno o di altre piante simili che si recidono periodicamente vicino al ceppo
d > 0,5 m	siepi vive, arbusti, viti, e alberi da frutto con H < 2.5 m

- Tabella 1 -

Il **Codice della strada** [art. 16-18] ed il **Regolamento applicativo** [art. 26-27] stabiliscono i riferimenti a cui attenersi nel caso i nuovi impianti ricadano o meno in Centro abitato:

- Nei Centri abitati** *"le piantagioni dovranno essere realizzate in conformità ai Piani urbanistici e di traffico e non dovranno comunque ostacolare o ridurre, a giudizio dell'ente proprietario della strada, il campo visivo necessario a salvaguardare la sicurezza della circolazione"* [art 18 comma 4, CS];
- Fuori dai Centri abitati** i nuovi impianti a lato della strada devono rispettare le distanze dal *confine stradale* riportate in **Tabella 2** (D_{min}) [art 26 Reg. CS].
Nella parte interna delle curve con raggio inferiore ai 250 metri, si applica un ulteriore principio cautelativo: se una parte della corda congiungente i punti di tangenza, del lato interno della curva, è più cautelativa rispetto alle distanze evidenziate in **Tabella 2** allora la fascia di rispetto è delimitata anche da essa [art 27 Reg. CS].
- In corrispondenza di **intersezioni stradali a raso**, fuori dai Centri abitati, alle fasce di rispetto identificate per l'impianto delle diverse specie, si aggiunge un'area di visibilità rappresentata dal triangolo avente due lati sulle linee che definiscono le fasce di rispetto relative al tipo di impianto che si intende realizzare (siepe viva con altezza da terra minore o maggiore di 1 metro, alberi) e la cui lunghezza, misurata a partire dall'intersezione delle linee stesse, sia pari al doppio delle distanze di rispetto stabilite nel regolamento. Il terzo lato congiunge i due lati. [art 16 CS].

siepi vive tenute ad $H < 1 \text{ m}$	$D_{\min} > 1 \text{ m}$	Vale anche per siepi, tenute ad H da terra inferiori ad 1m, e impiantate su cordoli di altezza non superiore a 30 cm
siepi vive, piantagioni * con $H > 1 \text{ m}$	$D_{\min} > 3 \text{ m}$	Vale anche per siepi tenute ad H da terra inferiori ad 1m ma impiantate su cordoli di altezza superiore a 30 cm
alberi	$D_{\min} > 6 \text{ m}$ $D_{\min} > H \text{ f.c.v.}$	Comunque la distanza di impianto deve essere maggiore dell'altezza massima raggiungibile dall'albero a fine ciclo vegetativo

- Tabella 2 -

*: Anche se non esplicitamente espresso dalla norma, che cita vagamente il concetto di siepe viva e piantagione senza darne una chiara caratterizzazione, in questa fattispecie possono essere compresi gli impianti costituiti da specie arboree purché periodicamente ceduate, secondo turni che ne contengano lo sviluppo per consentire cantieri di manutenzione meno complessi (rispetto a quelli richiesti da soggetti arborei di notevoli dimensioni) e garantire in condizioni ordinarie un idoneo grado di sicurezza per la circolazione lungo la viabilità, nel rispetto quindi della filosofia ispiratrice della norma.

Ulteriori vincoli possono derivare da:

- *Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie* (art. 96 del Regio Decreto n. 523/1904) il quale impone, per la piantagione di alberi e siepi in prossimità degli argini dei corsi d'acqua, il rispetto di una distanza minima dal loro piede di quattro metri, a meno che non sia diversamente specificato nelle norme locali;
- Servitù: le principali sono quelle dovute a linee aeree o interrate (elettriche, telefoniche, gasdotti, acquedotti, fognature etc.);
- Piani territoriali di coordinamento dei Parchi regionali;
- Piano di gestione delle riserve regionali;
- Piano di Governo del Territorio;
- Piano di gestione del verde (ove l'amministrazione locale ne sia dotata);
- Regolamenti comunali;
- etc.

Alcune utili annotazioni:

Definizione di Confine stradale [dall'art.3, comma10, Dlgs 285/92 Nuovo CS]:

limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato; in mancanza, il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, ove esistenti, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea.

Interventi di mitigazione e piste ciclabili

La realizzazione d'interventi di mitigazione con opere a verde può essere l'occasione per realizzare ed infittire la rete dei percorsi ciclabili esistente, in conformità a quanto previsto dal comma 4bis art. n.13 del Codice della strada: *"Le strade di nuova costruzione classificate ai sensi delle lettere C, D, E ed F del comma 2 dell'articolo 2 [ndr: Strade extraurbane secondarie; Strade urbane di scorrimento; Strade urbane di quartiere; Strade locali] devono avere, per l'intero sviluppo, una pista ciclabile adiacente purché realizzata in conformità ai programmi pluriennali degli enti locali, salvo comprovati problemi di sicurezza."*

Le nuove formazioni vegetali e la definizione di *Bosco*

I nuovi impianti generalmente realizzano formazioni vegetali di tipo non boschivo, ma la loro evoluzione, a seconda del contesto in cui sono inserite e della gestione realizzata, può col tempo portare ad assumere la connotazione di superficie boscata. Solo in tal caso, per gli interventi a carico di tali superfici, si dovrà fare riferimento alle norme regionali forestali (LR n.31/2008, RR n.5/2007).

A tal fine si riportano alcune definizioni di supporto

Bosco (dalla LR-R.Lombardia n.31/2008 - art.42):

“1-Sono considerati bosco:

a) le formazioni vegetali, a qualsiasi stadio di sviluppo, di origine naturale o artificiale, nonché i terreni su cui esse sorgono, caratterizzate simultaneamente dalla presenza di vegetazione arborea o arbustiva, dalla copertura del suolo, esercitata dalla chioma della componente arborea o arbustiva, pari o superiore al venti per cento, nonché da superficie pari o superiore a 2.000 metri quadrati e larghezza non inferiore a 25 metri;

b) i rimboschimenti e gli imboschimenti;

c)...omissis...;

4-Non sono considerati bosco:

a) gli impianti di arboricoltura da legno e gli impianti per la produzione di biomassa legnosa;

b) i filari arborei, i parchi urbani ed i giardini;

c) gli orti botanici, i vivai, i piantonai, le coltivazioni per la produzione di alberi di Natale ed i frutteti, esclusi i castagneti da frutto in attualità di coltura;

d) le formazioni vegetali irrilevanti sotto il profilo ecologico, paesaggistico e selvicolturale.

5. La colonizzazione spontanea di specie arboree o arbustive su terreni non boscati dà origine a bosco solo quando il processo è in atto da almeno cinque anni. ...omissis”

Filare: *“Impianto ordinato di alberi, normalmente a fini ornamentali o paesaggistici, che può essere anche più largo di 25 m” - (definizione tratta dal glossario dell’Allegato 1 della DGR-R.Lombardia n.2024/2006)*

Classificazione degli alberi per i climi temperati, secondo Fenaroli:

Alberi di I grandezza: specie che raggiungono altezze maggiori di 30 metri;

Albero di II grandezza: specie che raggiungono altezze tra i 20 e 30 metri,

Albero di III grandezza: specie che non superano i 20 metri,

Piccoli alberi: specie che raggiungono altezze non superiori a 8-10 metri.

5 ASPETTI CULTURALI

5.1 INTERVENTI PRELIMINARI

5.1.1 PREPARAZIONE DEL TERRENO

Le seguenti operazioni sono finalizzate a predisporre un substrato idoneo a garantire un'elevata percentuale di attecchimento ed un adeguato sviluppo futuro delle specie arboree ed arbustive scelte per gli interventi di mitigazione.

Ripuntatura profonda: eseguita in estate o inizio autunno a ca. un metro di profondità. Si esegue nel caso di superfici d'origine agricola, poveri di sostanza organica che presentano una suola di aratura. Questa infatti costituisce un ostacolo per l'approfondimento delle radici, il loro sviluppo equilibrato e quindi per l'ottenimento di una buona stabilità futura delle piante. La ripuntatura presenta anche il vantaggio di arieggiare il terreno, evita il mescolamento degli strati profondi, caratterizzati talora da strati lapidei, concrezioni di carbonato di calcio o inerti, con quelli superficiali più fertili; richiede inoltre meno energia rispetto ad un'aratura profonda.

Concimazioni: un'analisi delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno fornirà utili elementi conoscitivi per poter valutare la tipologia di concimazione più idonea.

Se il suolo è sterile, ossia carente nella componente biologicamente attiva nel suolo, non sarà sufficiente un mero apporto di sostanze nutritive di origine minerale. In questi casi è quindi più opportuno l'impiego di ammendante, preferibilmente letame maturo in ragione di almeno 4 kg/mq. Migliora le caratteristiche chimico fisiche e biologiche del terreno in modo da incrementare la disponibilità di nutrienti, migliorare la struttura del suolo e favorire la flora microbica.

Aratura superficiale: generalmente alla profondità di 25-30 centimetri (mai più di 50-60 cm). Facilita l'interramento del letame e del concime.

Epicatura o fresatura finale: garantisce la sminuzzatura del terreno e l'ottenimento di un letto di impianto che rende facili le operazioni di piantumazione e lo sviluppo dell'apparato radicale.

5.1.2 IL MATERIALE D'IMPIANTO

Provenienza

Nella scelta si devono privilegiare ecotipi locali, allevati da semi raccolti in loco o in stazioni con caratteristiche ecologiche affini alla località di messa a dimora, quindi con maggiori possibilità di successo nell'attecchimento e nello sviluppo.

Età delle piante

Generalmente si preferisce il ricorso a soggetti di 1-3 anni in pane di terra. Questi, grazie al minor stress da trapianto subito mostrano infatti dopo l'impianto una pronta ripresa vegetativa con uno sviluppo vegetativo costante ed equilibrato e risultati di attecchimento apprezzabili. L'uso di piante di età e dimensioni maggiori, con costi di acquisto e problemi di gestione superiori, viene limitato alle situazioni in cui è necessario il pronto effetto. In quest'ultimo caso si ricorre per le specie arboree ad esemplari in zolla di altezza prossima a 2.0 m, con circonferenza del tronco (misurata a 100 cm da terra) di

circa 10-12 cm (alberi con dimensioni maggiori potrebbero presentare problemi di attecchimento), mentre per le specie arbustive si ricorre ad esemplari in vaso di altezza compresa tra 60 e 80 cm.

Valutazione dell'apparato radicale

Piante a radice nuda: sistema radicale abbondante, ricco in capillizio, ben equilibrato rispetto al fusto e rispetto allo spazio con una buona distribuzione nelle diverse direzioni; presenza di molte radici fini e assenza di poche grosse radici; assenza di parti disseccate, rotte, deteriorate o putrefatte; il fittone se del caso deve essere di almeno 20 cm ovvero in caso di ripicchettamento, avere un apparato radicale secondario ben sviluppato e formato. Le piante devono essere estratte nel periodo di riposo vegetativo, in assenza di gelo o di vento; le piante devono rimanere all'aria il meno possibile, protette dal sole e dal vento; il materiale deve essere sempre maneggiato con cura per evitare danneggiamenti.

Piante in contenitore: il contenitore deve essere di dimensioni adeguate all'età della pianticella; è necessario evitare una eccessiva permanenza delle piante in contenitori piccoli. Questa può causare attecchimenti e malformazioni irrecuperabili all'apparato radicale. Questo deve presentarsi ricco in capillizio e ben distribuito all'interno di tutto il il substrato presente, senza comunque essere limitato nello sviluppo, al fine di renderlo coerente ed omogeneo ed evitare eventuali rotture del pane di terra al momento dello svaso.

Verificare, al momento della scelta, l'assenza di tagli di contenimento eseguiti sulla parte aerea della pianta, l'assenza di radici che fuoriescono dai contenitori, con danni dovuti a perdite di parte dell'apparato radicale, l'assenza di radici orizzontali o incurvate verso l'alto che lasciano presagire problemi futuri di sviluppo ed ancoraggio.

Piante in zolla: la dimensione del pane di terra, ovvero dell'apparato radicale in esso ospitato, deve essere adeguato alle dimensioni della pianta e con abbondante capillizio; la zolla deve presentarsi compatta, consistente e ben protetta (con sacco di juta o contenitore per piante più grandi). Perché i danni all'apparato radicale risultino limitati è necessario che le piante siano state preparate con anticipo adeguato rispetto all'espianto, attraverso periodiche zollature o potature; l'estrazione deve avvenire in riposo vegetativo ed in assenza di gelo e vento; bisogna provvedere ad un sostegno adeguato per evitare danni all'apparato radicale; molta cautela deve essere posta durante tutte le fasi di movimentazione e trasporto.

Valutazione della parte aerea

Per le piante arbustive e le specie destinate al governo a ceppaia si valuta la presenza di più fusti vigorosi, di diametro consistente.

Per le piante arboree bisogna osservare più caratteri:

Gemma apicale: non dovrà essere disseccata bensì presentarsi sana e vigorosa, senza malformazioni, e libera da parassiti.

Getto apicale: deve essere diritto senza storture o flessuosità e ben lignificato, così da poter sopportare gelate precoci; non devono essere presenti ferite o cicatrici;

Altezza: è un parametro non significativo di per sé; importante è che ci sia equilibrio tra altezza e diametro. È considerato buono un valore di H/D minore di 100 ed ottimo se posto nell'intervallo 70-80.

6 L'IMPIANTO E LE PRIME CURE

6.1 MESSA A DIMORA DI ARBUSTI E ALBERI

Il periodo più idoneo è quello del riposo vegetativo (inizio primavera o tardo autunno) sebbene la messa a dimora delle piantine in fitocella, pane di terra o zolla può avvenire senza particolari limitazioni stagionali.

L'apertura delle buche, nel caso di piante di dimensioni ridotte, viene eseguita a mano oppure con bastone trapiantatore col quale si procede all'immediata messa a dimora. Nel caso di piante di pronto effetto viene fatto ricorso a mezzi meccanici e le buche dovranno essere proporzionate in relazione allo sviluppo dell'apparato radicale. In questo caso le pareti costipate della buca dovranno essere scarificate per evitare l'effetto vaso. Inoltre è da valutare la posa di adeguato tutore, piantato nel terreno ad una profondità di 50-70 cm.

Se le analisi del suolo hanno messo in luce una carenza di elementi nutritivi, una volta aperte le buche si potrà costituire uno strato di ammendanti e fertilizzanti.

Si procede poi alla messa a dimora delle piante. Questa è l'ultima opportunità di verifica dell'idoneità del materiale d'impianto. Durante la fase di reinterro della buca è importante mantenere la profondità di impianto al giusto livello, evitando di ricoprire il colletto, con conseguenti problemi di insorgenza di marciumi, o di interrare poco la pianta esponendo così parte dell'apparato radicale all'aria.

L'utilizzo di piantine a radice nuda in particolare richiede una maggiore attenzione. Prima del trapianto si procede all'inzauffardatura delle piantine con acqua, argilla e talora con aggiunta di anticrittogamico. Si disporranno nelle buche, avendo cura che le radici siano uniformemente coperte di terra, costipando la terra nella buca, utilizzando terreno degli strati superficiali, se più ricchi di sostanze nutritive. Si provvede poi ad irrigare per permettere l'adesione delle radici con il terreno circostante, condizione indispensabile per la realizzazione degli scambi vitali tra radici e suolo.

6.2 INERBIMENTO

Al termine delle operazioni di piantumazione segue l'inerbimento delle superfici libere.

Preparazione del terreno: per predisporre un idoneo letto di semina viene eseguita un'aratura con lavorazione a 40 cm di profondità, seguita da una fresatura e da concimazione organica. Sulle scarpate ad elevata acclività tali lavorazioni vengono tralasciate.

Semina: può essere effettuata mediante la tecnica dell'idrosemina o a spaglio.

Con l'idrosemina si distribuisce per mezzo di una motopompa, una miscela bilanciata di sementi rustiche ed idonee al sito (ca. 25-35 gr./mq.) in soluzione acquosa, alla quale è unito del fertilizzante organico liquido e del collante arginato (in dosi di ca. 50 gr./mq. per il primo e ca. 5 gr./mq. per il secondo). Migliori risultati nell'attecchimento sono garantiti a distanza di qualche il primo intervento è seguito da un secondo. L'impiego di questa tecnica è indispensabile per le superfici acclivi, ma può essere generalizzato a tutte le superfici.

La semina a spaglio viene effettuata distribuendo il miscuglio di sementi con distributori centrifughi manuali o portati da trattrice (spandiconcime centrifugo).

Per quanto riguarda la composizione del miscuglio di sementi, una buona miscela è solitamente composta da graminacee (ad azione radicale superficiale) e da leguminose (ad azione radicale profonda e con capacità di arricchimento del terreno in azoto). Parametri di dettaglio, quali la quantità e la qualità di miscela da distribuire e lo spessore dello strato da costituire sulle superfici di trattamento, dovranno essere definiti in funzione delle caratteristiche stagionali.

Le stagioni idonee alla semina sono quelle tendenzialmente umide mentre sono da evitare i periodi molto caldi e asciutti.

Irrigazione: per il manto erboso, essendo la semina da prevedersi in periodo umido, non viene prevista irrigazione, inoltre si intende ottenere una copertura erbacea rustica in cui il successo di alcune specie rispetto ad altre è regolato dai meccanismi selettivi naturali oltre che dalle modalità di gestione applicate (periodicità dei tagli di manutenzione).

6.3 CONTENIMENTO SPECIE INVADENTI

La concorrenza delle specie erbacee, sia nella ricerca di nutrienti ed acqua che nella ricerca della luce, è fonte di notevole stress per le piante appena messe a dimora che hanno un apparato radicale ed uno sviluppo in altezza limitati.

La realizzazione di un sistema pacciamante comporta effetti positivi nei confronti dell'impianto. Oltre a limitare fortemente lo sviluppo delle specie concorrenti consente infatti la creazione di un microclima ipogeo favorevole per lo sviluppo dell'apparato radicale riducendo, nel primo periodo dopo l'impianto, anche lo stress da trapianto (riduzione della perdita d'acqua per evaporazione; maggior riscaldamento e migliori condizioni per la mineralizzazione della sostanza organica). La protezione delle piantine deve essere garantita a partire dal foro di trapianto.

La pacciamatura può essere realizzata con il ricorso a diverse tecniche e materiali.

Semina di specie erbacea tappezzante: una specie adatta a questo scopo è il ginestrino (*Lotus corniculatus* L.). È una specie leguminosa perenne, nana, tappezzante che inibisce lo sviluppo di altre specie molto più invasive e competitive.

Collari biodegradabili: in sughero o cellulosa, ce ne sono di dimensioni variabili e vengono collocati a chiusura del foro di impianto. È necessario ancorarli al suolo con picchetti ad U. Le dimensioni minime consigliate sono 50x50 cm. La loro durata è limitata nel tempo.

Corteccia e legno sminuzzati: strato di spessore 5-10 centimetri omogeneamente distribuito sulla superficie di impianto. Il suo reperimento, la movimentazione in cantiere e la messa in opera sono laboriosi ma il risultato finale presenta un impatto ambientale ridotto.

Telo plastico: ne esistono in commercio di molti tipi anche biodegradabili. Buoni risultati si ottengono con pacciamatura con film plastico in Etilvinilacetato (EVA) nero, da 0.08 mm di spessore, stabilizzato contro i raggi ultravioletti e quindi resistente a lungo contro gli effetti dell'esposizione al sole. Il telo si mantiene integro per almeno 3-5 anni periodo in cui le piantine riescono ad affrancarsi e vincere la concorrenza delle altre specie. L'impatto visivo è tuttavia molto evidente. Operativamente il telo, a differenza degli altri sistemi pacciamanti, viene steso subito prima della messa a dimora delle piantine. Lungo i suoi bordi le erbe vanno controllate meccanicamente ma, per evitarne il danneggiamento, nella sua immediata vicinanza si ricorre ad un diserbante chimico, con

trattamento localizzato. Al termine della sua funzione il telo plastico deve essere rimosso e smaltito.

6.4 IRRIGAZIONI DI SOCCORSO

Al termine delle operazioni di impianto di alberi e arbusti viene svolta un'irrigazione di soccorso. Questa verrà ripetuta in periodi particolarmente siccitosi durante le prime due stagioni vegetative dell'impianto e non oltre, in modo che le piante siano stimolate ad approfondire e sviluppare in modo più equilibrato l'apparato radicale. Un eccessivo ricorso a tale pratica indurrebbe lo sviluppo di un apparato radicale superficiale che, in caso di prolungati periodi di siccità sottoporrebbe la pianta ad un inevitabile stress idrico.

7 MANUTENZIONI

Le attività di manutenzione delle opere a verde, soprattutto nei primi anni dopo la messa a dimora, sono necessarie affinché esse possano esplicare in pieno le proprie caratteristiche funzionali e per mantenerne nel tempo l'efficienza.

7.1 INTERVENTI SULLA VEGETAZIONE

7.1.1 Risarcimento delle fallanze

Dopo il primo anno di vita dell'impianto, saranno sostituiti i soggetti che non hanno attecchito e quelli che si presentano in condizioni vegetative ritenute insufficienti per garantire un adeguato sviluppo vegetativo futuro.

7.1.2 Potatura e riceppatura

Sulle piante destinate ad assumere portamento arboreo si prevede, già al termine del primo anno di impianto, l'esecuzione di potature al fine di conformare una chioma equilibrata, mantenendo la dominanza apicale, e consentire lo sviluppo di soggetti di buon portamento. Il taglio riguarda anche i getti laterali vigorosi (diametro > 3cm) il cui taglio, se rimandato in futuro, potrebbe provocare l'apertura di ferite che, per la maggior difficoltà di cicatrizzazione, rappresentano una facile via d'ingresso per patogeni e parassiti.

Sempre prima dell'inizio della seconda stagione vegetativa si procederà alla riceppatura degli arbusti e degli alberi destinati ad essere governati a ceduo. Nel caso degli arbusti la ceduzione all'altezza del colletto è finalizzata a produrre un'abbondante ramificazione fin dalla base dell'arbusto, così da garantire la saturazione dello spazio inferiore della siepe. Per gli alberi destinati al ceduo la riceppatura può anche essere rimandata ad esempio per una ridotta vigoria dei soggetti o semplicemente per consentire il raggiungimento di diametri maggiori.

7.1.3 Potature periodiche

Le potature, volte sostanzialmente a garantire la produzione di nuovi rami e ad assicurare la rimonda del secco, potranno essere effettuate, in modo estensivo, ogni 3-4 anni, nella fase precedente la ripresa vegetativa.

7.1.4 Decespugliamenti

Sono da prevedere per contenere la diffusione di specie invasive (es. *Rubus* sp. pl.) nel caso insorgano condizioni che le possano favorire in modo eccessivo, con conseguente deperimento delle specie principali dell'impianto. Nell'esecuzione con mezzi meccanici deve essere condotto in modo oculato, ponendo attenzione a non provocare ferite che rappresentano le vie preferenziali per l'entrata di patogeni.

7.1.5 Tagli periodici del soprassuolo

In relazione alle specie utilizzate nell'impianto si dovrà provvedere periodicamente ad eseguire i tagli di ceduzione ed i tagli di fine ciclo per gli alberi governati ad altofusto. Una adeguata pianificazione temporale e spaziale di questi interventi consente di contenere la riduzione delle funzionalità erogate dalle strutture di mitigazione in occasione di questi interventi.

7.1.6 Manutenzione del cotico erboso

La manutenzione del cotico erboso, soprattutto nei primi anni post-impianto, assume un'importanza rilevante per la sua affermazione e sviluppo. L'intervento principale consiste nell'esecuzione di tagli periodici. Questi possono consistere in sfalci, con allontanamento del materiale di risulta, ovvero in trinciature, con cui si prevede il mantenimento in loco dei residui vegetali sminuzzati. Quest'ultima modalità consente la formazione di uno strato ad effetto pacciamante che mantiene l'umidità del terreno, promuovere un incremento nella dotazione di sostanza organica nel terreno, ed evita il problema di raccolta e conferimento dei residui vegetali. Per quanto riguarda le epoche e la periodicità dei tagli molti sono i fattori condizionanti. I tagli devono essere effettuati quando l'erba è asciutta. Nei primi anni post-impianto gli interventi dovranno essere più frequenti, mentre potranno essere diradati negli anni successivi. Inoltre le aree a maggiore valenza estetico-paesaggistica, dovranno essere tagliate più frequentemente rispetto a quelle in cui la trinciatura assume una funzione prevalente di controllo delle infestanti. In questo caso bisogna effettuare i tagli prima che le specie infestanti vadano a seme.

8 SCHEDE TIPO PER OPERE DI MITIGAZIONE VERDI

Partendo dall'analisi delle formazioni identificate nel *PIF di Cremona*, e desumendone le tradizionali modalità d'impianto e di gestione, sono stati definiti i moduli strutturali base, evidenziati nei paragrafi precedenti, coerenti al contesto territoriale della provincia di Cremona.

La connotazione fortemente agricola del territorio induce, nella realizzazione di tali esempi, a sottolineare anche l'aspetto di produzione legnosa che tali formazioni possono rivestire. Poiché però il loro carattere preminente è spesso quello di mitigazione dell'impatto di infrastrutture, le valutazioni si dovranno limitare a considerare la legna da ardere, lasciando la produzione di paleria o di legname di qualità solo ai contesti che consentono la realizzazione degli interventi colturali periodici necessari per esse.

Le tavole in allegato riportano alcuni esempi di realizzazioni in contesti specifici. Sulla loro falsariga, in relazione alle specifiche finalità perseguite, ne possono essere ideati ulteriori, variando i parametri strutturali e compositivi (densità d'impianto, numero di file, composizione ed alternanza tra le varie componenti vegetali). Seppur con la ripetizione e l'alternanza dei moduli base è possibile raggiungere una complessità paesaggistico-ambientale maggiore.

In Allegato sono raccolte le schede tipo di opere di mitigazione a verde in contesti abitualmente riscontrabili lungo la rete viaria e riferiti a:

- *Tratti di viabilità realizzati in rilevato*
- *Tratti di viabilità realizzati in trincea*
- *Dune inverdite*
- *Rotatorie*
- *Impianti naturaliformi di limitata estensione*

9 BIBLIOGRAFIA

- Piano generale di indirizzo forestale 2004/2018 - Provincia di Cremona;
- Adeguamento alla LR 31/2008 del Piano di indirizzo forestale 2008/2023 - Provincia di Cremona;
- Fasce tampone boscate in ambiente agricolo. Progetto LIFE99/ENV/IT/000083 - Veneto Agricoltura 2002;
- Forestazione urbana per la Lombardia - Regione Lombardia DGA 1998;
- Prontuario per la scelta e l'impiego razionale degli alberi e degli arbusti più diffusi nella provincia di Brescia - Provincia di Brescia 1996;
- Codice civile italiano;
- Codice della strada (D.Lgs n. 285/1992) e Regolamento applicativo (DPR n. 495/1992);
- DM 30 novembre 1999, n. 557 "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili"
- DM 5_11_01_Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- DGG Regione Lombardia n. 4517/2007 Criteri ed indirizzi tecnico-progettuali per il miglioramento dei rapporti tra infrastrutture stradali e ambiente naturale.
- Regolamento Regionale n. 5/2007, "Norme forestali regionali";
- DGR Regione Lombardia n. 2024/2006 - Allegato 1 "Aspetti applicativi e di dettaglio per la definizione di bosco, criteri per l'individuazione delle formazioni vegetali irrilevanti e criteri e modalità per l'individuazione dei coefficienti di boscosità ai sensi dell'art. 42, comma 7, della l.r. 31/2008" ;
- Legge regionale forestale 31/2008, "Tutela e valorizzazione delle superfici, del paesaggio e dell'economia forestale";
- DGR Regione Lombardia n. 6/29567/1997 Direttiva sull'uso dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia
- AA.VV. Fauna selvatica ed infrastrutture lineari - Regione Piemonte - Torino - 2005

10 ALLEGATO I – SCHEDE OPERE TIPO

11 ALLEGATO II – SCHEDE OPERATIVE
