

INDICE

1	PREMESSA	3
2	OBIETTIVI E CRITERI GENERALI DI MITIGAZIONE DELLE OOVV	4
3	MODALITÀ DI GESTIONE DELLE SPECIE ESOTICHE INVASIVE	7
4	CRITERI DI SCELTA DELLE SPECIE VEGETALI E LORO CARATTERISTICHE	8
4.1	SPECIE ARBOREE.....	9
4.2	SPECIE ARBUSTIVE.....	9
4.3	IDROSEMINA.....	10
5	LE TIPOLOGIE DI VEGETAZIONE IN RELAZIONE ALLE TIPOLOGIE DI INTERVENTO	12
5.1	OPERE DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO	12
5.1.1	MODULO A - Sistemazione arbustiva in corrispondenza di rilevati e trincee	13
5.1.2	MODULO B - Rimboschimento con nuclei arboreo arbustivi delle aree di svincolo	14
5.1.3	MODULO C – Filari arboreo-arbustivi	17
5.1.4	MODULO E - Interventi a verde per l’inserimento paesaggistico delle rotatorie	18
5.2	RIPRISTINO DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE	20
5.2.1	MODULO D1 - Formazione arboreo-arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua (Fasce ripariali fino a 15 m)	21
5.2.2	MODULO D2 - Formazione arboreo-arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua (Fasce ripariali maggiori di 15 m)	21
5.2.3	MODULO D3 - Formazione arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua sotto i viadotti (Fasce ripariali maggiori di 15 m).....	22
5.2.4	MODULO D4 - Formazione arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua sotto i viadotti (Fasce ripariali maggiori di 15 m).....	22
5.3	INTERVENTI PER LA PERMEABILITÀ FAUNISTICA	22
5.3.1	MODULO F1 - Vegetazione di tipo meso-xerico di invito per la fauna.....	25
5.3.2	MODULO F2 - Vegetazione di tipo meso-igrofilo di invito per la fauna.....	26
5.4	STABILIZZAZIONE DEI VERSANTI.....	28
5.4.1	Viminate.....	28
5.4.2	Briglie	30
5.4.3	Scogliere.....	32
5.5	RIPRISTINO AREE DI CANTIERE.....	32
5.5.1	MODULO G - Ripristino stato quo ante.....	32
5.6	ALTRI INTERVENTI	34

RELAZIONE DESCRITTIVA

5.6.1 Ripristino viabilità campestre	34
5.6.2 Recinzione lungo l’infrastruttura.....	36
5.6.3 Barriera per anfibi	36
5.6.4 Rivestimento del rilevato con rete a doppia torsione anti nutria	37
5.6.5 Opere di rivestimento muri.....	38
6 ABACO DELLE SPECIE VEGETALI UTILIZZATE PER LE MITIGAZIONI AMBIENTALI..	43

1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante della progettazione esecutiva dei lavori per la realizzazione della S.G.C. E78 “Due Mari” Grosseto - Fano, tratta Grosseto - Siena - IX lotto (dalla progressiva Km 41+600 alla progressiva Km 53+400) e riporta la descrizione di tutte le opere a verde contenute nell'area di progetto.

2 OBIETTIVI E CRITERI GENERALI DI MITIGAZIONE DELLE OOVV

L'obiettivo principale della presente relazione è quello di fornire indicazioni puntuali sulla modalità di gestione operativa e sulle opere di mitigazione ambientale da porre in atto.

Il progetto di inserimento paesaggistico-ambientale si pone come obiettivo principale l'inserimento dell'adeguamento a 4 corsie della Strada Statale esistente Grosseto-Siena nel contesto paesaggistico circostante, non solo una semplice riqualificazione estetico-percettiva ma anche e soprattutto una funzionalità di tipo strutturale ed ecologica come elemento di connessione del sistema di rete ecologica.

L'obiettivo generale è quello di realizzare un sistema di interventi a verde che si integrano con il paesaggio naturale presente, che porti a ridurre le interferenze dell'opera sulle condizioni ambientali attuali.

L'approccio progettuale utilizzato è basato sull'ecologia del paesaggio con particolare riguardo alla connettività ecologica con la rete esistente.

Il lavoro è stato affrontato tramite l'analisi e la valutazione delle caratteristiche del paesaggio vegetale, basata sullo studio degli aspetti più naturali presenti in loco e sulla potenzialità propria del sistema. Questo approccio ha permesso di ottenere informazioni di tipo predittivo e di formulare dei possibili scenari proprio sulla base della reale vocazione del territorio.

La redazione del progetto di inserimento paesaggistico-ambientale è stata preceduta dalle seguenti attività propedeutiche:

- sopralluogo di dettaglio finalizzato all'individuazione delle tipologie vegetazionali, comprese le cenosi erbacee, presenti nell'area di studio e nel territorio di riferimento (area vasta) e per misurare l'estensione dell'area di occupazione lavori da destinare alla piantumazione per ciascun settore omogeneo e per tipologia di intervento;
- acquisizione degli elementi che caratterizzano dal punto di vista ecologico il territorio (aspetti morfologici, geografici, climatici, botanici, pedologici, ecc.);
- acquisizione e analisi della normativa locale (Regionale, Provinciale, Comunale) in campo forestale e regolamenti per il verde, al fine di individuare eventuali altre prescrizioni imposte dagli enti.

Il progetto si compone essenzialmente dei seguenti elaborati:

- Relazione generale;
- Relazione descrittiva opere a verde;
- Capitolato di esecuzione opere a verde;
- Piano di manutenzione opere a verde;
- Sezioni ambientali (scala varia);
- Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale (scala 1:2.000);
- Planimetria opere a verde (scala 1:1.000);
- Mitigazioni e riambientazioni delle aree di cantiere (scala 1:1.000);
- Computo metrico estimativo.

Gli interventi di mitigazione degli impatti, in generale, hanno la funzione di intervenire con operazioni tecniche mirate laddove si ravvisa che l'infrastruttura in fase di realizzazione e di esercizio determini situazioni di interferenza che non è stato possibile evitare preventivamente.

La scelta del migliore tracciato possibile dal punto di vista ambientale è infatti la principale risorsa di mitigazione disponibile per il progettista insieme alla definizione delle migliori caratteristiche tipologiche.

E' comunque probabile che non si possa sempre operare sugli aspetti relativi ai tracciati ed alla tipologia, in questo caso le metodologie di maggiore effetto a disposizione si riferiscono alle seguenti possibili aree di intervento progettuale:

- scelte architettoniche relative alle opere d'arte maggiori e minori;
- movimentazione dei rilevati oltre allo stretto necessario tecnico al fine di determinare barriere visive ed acustiche;
- inserimento di barriere ed aree verdi di nuovo impianto composte da essenze ad alto fusto e gruppi arbustivi;
- adeguamento e realizzazione di percorrenze alternative dedicate al transito di persone ed animali.

Laddove possibile, è stato preferito fare ricorso a tecnologie d'intervento di tipo "naturalistico"; gran parte delle tipologie d'intervento sono infatti basate sulle positive esperienze condotte in questi anni dall'ingegneria naturalistica tendenti a favorire soluzioni di ripristino e consolidamento meno "intrusive" di quelle tradizionali basate sulle opere murarie o in c.a..

Tramite l'applicazione delle metodologie di analisi floristica e vegetazionale, è stato possibile individuare, in base alle precise caratteristiche fisiche ed ecologiche del sito di intervento, la selezione delle specie da utilizzare nei lavori di sistemazione a verde dell'infrastruttura lineare in oggetto, privilegiando di volta in volta le specie più idonee agli obiettivi dei singoli interventi.

Le specie arbustive e arboree sono state selezionate sempre tra le specie autoctone della flora locale, e al fine di riproporre fitocenosi coerenti con la vegetazione naturale potenziale, anche in grado di contrastare l'introduzione di specie esotiche.

La scelta delle specie da impiantare non può prescindere dall'analisi delle caratteristiche climatiche ed edafiche del sito. E' importante precisare che, nella scelta delle specie da utilizzare, tra quelle autoctone coerenti con l'ambiente ecologico circostante e appartenenti alla serie della vegetazione potenziale, sono state selezionate quelle con le migliori caratteristiche biotecniche.

La visibilità a piano campagna potrà essere ridotta mediante la sistemazione di arbusti o l'accoppiamento di specie arboree ed arbustive. L'utilizzo di essenze a diverso portamento renderà l'intervento compatto e di grande effetto schermante e, nello stesso tempo, di più gradevole aspetto, migliorando così l'inserimento paesaggistico dell'opera in progetto.

L'adozione di alberi a portamento ampio, allevati in fitocella o in zolla in vivai locali, con dimensioni all'impianto di minimo 3 metri di altezza, potrà garantire un ottimo mascheramento nei confronti dei ricettori che godono di una visuale panoramica in quota.

E' importante precisare che la mitigazione dell'impatto paesaggistico considerata (soprattutto per quanto riguarda la componente "visiva") risulterà efficace solo con un buon livello di accrescimento dell'apparato fogliare che si riferisce alla situazione prevedibile fra 5-8 anni successivi al completamento dell'impianto di essenze vegetali.

La base delle attività di recupero e mitigazione degli impatti a fine lavori sarà rappresentata dagli inerbimenti (a spaglio o con idrosemina di un miscuglio di sementi di specie autoctone) al duplice scopo di ripristino paesaggistico e di ricolonizzazione da parte delle specie caratteristiche delle cenosi originarie nel più breve tempo possibile.

RELAZIONE DESCRITTIVA

Si ritiene, comunque, opportuno effettuare la piantumazione nel periodo autunnale, e innaffiare le piante nei periodi siccitosi per i primi 5 anni dopo l’impianto.

3 MODALITÀ DI GESTIONE DELLE SPECIE ESOTICHE INVASIVE

La colonizzazione degli ambiti naturali e seminaturali da parte di specie vegetali alloctone costituisce una problematica di ordine ecologico e paesaggistico, oltre che economico.

La flora alloctona, ancorché invasiva, può determinare gravi scompensi negli ecosistemi naturali o seminaturali determinando forti variazioni nella composizione dei popolamenti e andando ad occupare nicchie ecologiche proprie di talune specie, talora autoctone o endemiche.

Riferendosi al caso specifico, le problematiche connesse con la diffusione della flora alloctona invasiva potrebbe assumere, se trascurata, confini tali da inficiare il risultato degli interventi di ripristino ambientale previsti.

Nel caso specifico è ipotizzabile che alcune specie esotiche siano già presenti nell'area di intervento prima dell'inizio dei lavori, per cui devono essere adottate adeguate misure di gestione, in modo da evitare il loro reinsediamento sulle aree ripristinate o una loro ulteriore diffusione durante e al termine dei lavori.

Si precisa che l'esecuzione delle misure di eradicazione e contenimento, non potrà prescindere dalle risultanze della caratterizzazione ante operam della vegetazione (FASE I – Monitoraggio ante-operam), attraverso cui si potrà definire la localizzazione e l'entità degli interventi previsti e descritti nel seguito. Per i dettagli si rimanda all'elaborato Too-MO01-MOA-RE01-A (Piano di Monitoraggio).

Seguirà poi una fase dedicata alla preparazione delle aree di cantiere (FASE II), che prevede interventi di eradicazione e taglio delle esotiche; qui vengono indicate le modalità di accantonamento e conservazione dello scotico destinato a ripristino (cfr Too-CA01-CAN-RE01).

A questa Fase segue la dismissione dei cantieri (FASE III), caratterizzata da attività volte alla pulizia dell'area e stesa del terreno vegetale/scotico; anche per questa vengono indicate una serie di azioni volte alla prevenzione/gestione/lotta/contenimento delle specie vegetali esotiche invasive (cfr. Too-IA01-AMB-RE03-A).

In ultimo, è prevista una FASE IV, dedicata alla piantumazione della nuova vegetazione in cui dovrà essere pianificato un articolato piano di monitoraggio post operam per almeno 3 anni. È, infatti, indispensabile monitorare l'efficacia degli interventi effettuati nel corso del tempo e nel caso ripeterli a causa dell'elevata capacità rigenerativa della specie a partire dai polloni. Anche in questo fase sono previste alcune azioni volte all'eradicazione e taglio delle esotiche (cfr. Too-IA01-AMB-RE04-A).

4 CRITERI DI SCELTA DELLE SPECIE VEGETALI E LORO CARATTERISTICHE

La conoscenza delle singole specie vegetali è necessaria ad individuare quelle più idonee ad essere utilizzate per le diverse tipologie di impianto da inserire nel progetto, inoltre la scelta delle specie da impiantare non può prescindere dall'analisi delle caratteristiche climatiche ed edafiche del sito.

E' importante precisare che nella scelta delle specie da utilizzare, tra quelle autoctone coerenti con l'ambiente ecologico circostante e appartenenti alla serie della vegetazione potenziale, vanno selezionate quelle con le migliori caratteristiche biotecniche.

La scelta delle specie da impiantare, è stata fatta in base alle caratteristiche bio-ecologiche delle specie, a quelle fisionomico-strutturali in relazione alla funzione richiesta (consolidamento, schermo visivo, ricostruzione ecosistemica, ecc.) e al tipo e allo stadio della cenosi che si intende reimpiantare.

In ultima analisi, la scelta viene operata quindi in base alle forme biologiche e ai corotipi delle specie, poiché solamente dall'integrazione tra queste componenti (caratteristiche biotecniche, forme biologiche, corotipi) la scelta delle specie può essere indirizzata verso una equilibrata proporzione tra le specie erbacee, arboree, arbustive ed eventualmente rampicanti.

L'impianto di specie autoctone, oltre a rispondere ad una necessità di carattere pratico, dovuta alla facilità di attecchimento e di sviluppo, risponde alla volontà di evitare di introdurre specie esotiche che modifichino oltremodo l'ecosistema già pesantemente intaccato nei suoi equilibri dall'attività antropica.

Delle specie arboree autoctone da impiantare si mescoleranno, dove sarà possibile, quelle ad habitus deciduo con le sempreverdi, proprio per creare un effetto cromatico contrastante e rendere la barriera il più naturale possibile.

Le specie arbustive, scelte sempre tra le specie autoctone, avranno la funzione di creare la continuità spaziale con le chiome delle piante arboree, nonché una funzione estetica assicurata, tra l'altro, dalle fioriture colorate e scalari nel tempo.

La scalarità della fioritura, infatti, consentirà di avere cespugli in fiore, e di conseguenza con frutti maturi, per diversi periodi dell'anno. Inoltre, i frutti prodotti dagli arbusti saranno richiamo per piccoli mammiferi ed uccelli che potranno popolare le siepi arricchendo la complessità biologica del piccolo ecosistema. Infatti, sarà effettuata un'attenta distribuzione dei volumi degli elementi vegetali da utilizzare, al fine di realizzare un'elevata presenza di biomassa vegetale che, oltre ad esercitare effetti significativi su microclima ed inquinamenti, porterà ad aumentare la biodiversità con la formazione di strutture adatte ad essere luogo di rifugio, nutrizione e riproduzione per numerose specie di piccoli animali (uccelli, piccoli mammiferi, anfibi, insetti).

Le condizioni pedologiche e fitoclimatiche orientano la scelta verso specie arboree ed arbustive sia pioniere che di facile attecchimento, allevate in zolla e verso l'impiego di latifoglie, dando pertanto maggior valore alla scelta delle specie autoctone ad elevata capacità di assorbimento di CO₂, a discapito della possibilità di poter disporre di sempreverdi con grado di "copertura" costante nell'anno.

E' previsto inoltre l'impiego quasi esclusivo, di alberi allevati in pieno campo e forniti in zolla. In alternativa saranno approvvigionati alberi allevati in vaso di pari dimensioni e saranno inoltre forniti arbusti in zolla o in vaso.

Le piante dovranno provenire da vivai specializzati per la fornitura di grandi quantitativi e per alberi ben conformati, che insista in una zona il più possibile prossima al sito definitivo, onde poter usufruire anche di eventuali ecotipi locali maggiormente adatti al territorio e che, quindi, soffrano meno l'espianto e il seguente reimpianto. Inoltre, la scelta di piante autoctone coltivate in vivai locali previene

l'inquinamento genetico causato da esemplari della stessa specie ma provenienti da zone lontane, con capacità adattative spesso diverse dalle entità nate e sviluppatesi nei territori prossimi al sito di progetto. La provenienza genetica di ogni esemplare deve essere garantita mediante apposita certificazione fornita dal vivaio.

L'accorgimento di dosare nel modo più appropriato la mescolanza di arbusti ed essenze arboree, caducifoglie e sempreverdi, consente di evitare il formarsi di una struttura monoplana, di chiaro aspetto artificiale, per ottenere una barriera verde che maggiormente si approssimi a un soprassuolo naturale.

4.1 SPECIE ARBOREE

Il progetto prevede, per la costituzione di filari arboreo-arbustivi, rimboschimenti e ripristino della vegetazione dei corpi idrici, l'impiego prevalente di esemplari arborei (alberi di prima e seconda grandezza, circonferenza 16 -18 cm, 18-20 cm e 20-25 cm, con altezza iniziale di 3 - 5 metri) appartenenti alle seguenti specie:

- Qc – *Quercus cerris* (cerro)
- Qi – *Quercus ilex* (leccio)
- Qp – *Quercus pubescens* (roverella)
- Qr – *Quercus robur* (farnia)
- Fo – *Fraxinus ornus* (orniello)
- Sa – *Salix alba* (salice bianco)
- Pa – *Populus alba* (pioppo bianco)
- Fa – *Fraxinus angustifolia* (Frassino meridionale)
- Ag – *Alnus glutinosa* (ontano nero)
- Ac – *Acer campestre* (Acer campestre)

4.2 SPECIE ARBUSTIVE

Sono previste inoltre diverse specie arbustive variabili di taglia media e medio-piccola, con buona rusticità e specifica produzione di frutti appetibili per la fauna selvatica, in particolare l'avifauna, al fine di contribuire, con la piantagione, alla salvaguardia della presenza faunistica nei territori circostanti.

- Cs- *Cytisus scoparius* (Ginestra dei carbonai)
- Ea- *Erica arborea* (Erica arborea)
- Vt- *Viburnum tinus* (viburno)
- Ms- *Malus sylvestris* (melo selvatico)
- Cm- *Crataegus monogyna* (biancospino)
- Cos- *Cornus sanguinea* (sanguinella)
- Ps- *Prunus spinosa* (prugnolo)
- Ca- *Corylus avellana* (nocciolo)
- Cm- *Cornus mas* (corniolo)
- Ee- *Euonymus europaeus* (berretta da prete)
- Se- *Salix eleagnos* (salice di riva)
- Sp- *Salix purpurea* (salice rosso)
- Au- *Arbutus unedo* (corbezzolo)
- Pl *Phyllirea latifolia* (Ilatro comune)
- Sn *Sambucus nigra* (Sambuco)

4.3 IDROSEMINA

In tutte le aree a bordo strada, e per le aree interessate di piantumazione di essenze arboree ed arbustive, sarà prevista l'esecuzione di inerbimenti di specie erbacee pioniere e a rapido accrescimento, appena terminati i lavori di costruzione delle infrastrutture dell'impianto, attraverso la creazione di uno strato di terreno vegetale da sottoporre a semina.

Le specie erbacee sono destinate a consolidare, con il loro apparato radicale, lo strato superficiale del suolo, prediligendo, nella scelta delle specie, quelle già presenti nella zona, soprattutto appartenenti alle famiglie delle Graminaceae (*Poaceae*) che assicurano un'azione radicale superficiale e Leguminosae (*Fabaceae*) che hanno invece azione radicale profonda e capacità di arricchimento del terreno con azoto.

Verranno seminate specie poco longeve, ma in grado di fornire una rilevante quantità di biomassa ed una pronta protezione delle superfici scoperte, accanto ad altre longeve ma ad insediamento lento. La scelta delle specie ricadrà inoltre su quelle con temperamento eliofilo e xerotollerante, oltre che rustiche e frugali per quanto riguarda le necessità edafiche, in modo da accelerare il processo di colonizzazione del terreno nudo.

In corrispondenza delle aree caratterizzate da superfici pianeggianti, verrà utilizzata l'**idrosemia semplice**, che è la soluzione più povera in termini di componenti che la caratterizzano. Può essere così composta:

- appropriato miscuglio di semente per provenienza e germinabilità (graminacee e leguminose) con una dose di impiego di 30-40 gr/mq per la germinazione;
- concimazione di base con prodotto organo-minerale bilanciato e microelementi (7-7-7+2MgO), con una dose di impiego in condizioni normali di almeno 80/100 gr/mq;
- collante naturale, di origine vegetale ad alta viscosità, derivato da piante e frutti, con quantità da applicare variabile dai 10 ai 20 gr/ mq; il collante avrà solubilità di oltre il 93% e una viscosità di 14.800 centipoise che permetterà di applicare anche le miscele più dense utilizzando lunghe manichette.

Il sistema di **idrosemia potenziata con mulch in fibre di legno** permette l'inerbimento su superfici dove generalmente l'idrosemia semplice non è in grado di ottenere risultati accettabili. Nel caso specifico, viene utilizzata per rivestire i tratti in rilevato e nelle trincee. L'aggiunta del mulch in fibre di legno permette alla miscela di ottenere una migliore resistenza meccanica e svolgere una maggiore azione protettiva nei confronti del seme e del suolo.

Alla miscela di una idrosemia semplice vengono aggiunte le fibre di mulch di legno in quantità non inferiore ai 100 gr/mq nelle condizioni meno crude. L'idrosemia potenziata può essere così composta:

- appropriato miscuglio di sementi scelte per provenienza e germinabilità (graminacee e leguminose) con una dose di impiego di 30 - 40 gr/mq per la germinazione;
- concimazione di base con prodotto organo- minerale bilanciato e microelementi (7-7-7+2MgO), con una dose di impiego in condizioni normali di almeno 150 gr/ mq;
- collante naturale, di origine vegetale ad alta viscosità, derivato da piante e frutti, con quantità da applicare di circa 15 gr/ mq; il collante avrà solubilità di oltre il 93% e una viscosità di 14.800 centipoise che permetterà di applicare anche le miscele più dense utilizzando lunghe manichette
- mulch in quantità variabili tra 100-200 gr/mq a formare una coltre protettiva e composto da mulch 100% di fibre di legno vergine. Il mulch dovrà essere prodotto tramite sfibramento

RELAZIONE DESCRITTIVA

termico per consentire l'eliminazione di ogni residuo nocivo (tannino) presente nelle fibre vegetali, che potrebbe compromettere la germinazione delle piante. La lunghezza delle fibre sarà circa 10 mm sul 50% del totale.

In entrambi i casi, la composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-40 g/m²).

In generale, la provenienza e la germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-40 g/m²). La provenienza e la germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

Di seguito si riportano le specie per il miscuglio di sementi.

Graminaceae	Leguminosae
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Medicago sativa</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Lolium perenne</i>	

È prevista inoltre l'inerbimento in corrispondenza di alcune aree di cantiere per le quali è previsto il ripristino allo stato ante operam, attraverso l'utilizzo di una miscela agronomica che prevede l'utilizzo delle seguenti sementi: *Bromus inermis* Leyss 20%, *Dactylis glomerata* L. 20%, *Festuca ovina* L. 20%, *Trifolium repens* L. 20%, *Lotus corniculatus* L. 10%, *Medicago sativa* L. 10%; dose: 15 g/mq.

5 LE TIPOLOGIE DI VEGETAZIONE IN RELAZIONE ALLE TIPOLOGIE DI INTERVENTO

5.1 OPERE DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO

Dopo aver analizzato le comunità vegetazionali e faunistiche presenti sul territorio e le interferenze prodotte su di esse dal progetto in esame, sono stati individuati una serie di interventi atti ad eliminare o ridurre le interferenze suddette. Le misure di inserimento ambientale dell'infrastruttura sono state definite in relazione alle diverse tipologie del progetto stradale.

In particolare, nella progettazione degli interventi e nella scelta delle essenze si è tenuto conto del tipo e degli stadi seriali delle formazioni presenti al contorno, individuando in tal modo le specie maggiormente idonee all'impianto. Le specie autoctone sono, infatti, quelle che, in quanto insediatesi spontaneamente nel territorio in esame, maggiormente si adattano alle condizioni pedoclimatiche della zona e, che, grazie alla maggiore capacità di attecchimento, assicurano una più facile riuscita dell'intervento. Esse inoltre risultano più resistenti verso gli attacchi esterni (gelate improvvise, siccità, parassitosi) e necessitano in generale di una minore manutenzione consentendo di ridurre al minimo, in fase di impianto, l'utilizzo di concimi chimici, fertilizzanti o antiparassitari.

Per gli interventi di mitigazione da realizzare in prossimità del bordo strada sono state prese in considerazione solo le specie arbustive che hanno un'altezza potenziale di accrescimento non superiore ai 10 metri, nel pieno rispetto delle norme del codice stradale che vietano l'impianto di alberi, lateralmente alla strada, ad una distanza inferiore alla massima altezza raggiungibile dall'essenza a completamento del ciclo vegetativo.

I sestii di impianto, laddove possibile in relazione alle caratteristiche delle opere, sono stati progettati al fine di rendere il più naturaliforme possibile la messa a verde. Inoltre, è stata effettuata un'attenta analisi degli elementi vegetali da utilizzare, al fine di realizzare un'elevata presenza di biomassa vegetale che, oltre ad esercitare effetti significativi su microclima ed inquinamenti, porterà ad aumentare la biodiversità con la formazione di strutture adatte ad essere luogo di rifugio, nutrizione e riproduzione per numerose specie di animali (uccelli, piccoli mammiferi, anfibi, insetti).

Le mitigazioni sono interventi finalizzati all'eliminazione delle interferenze o alla riduzione del loro livello di gravità; esse riguardano specificatamente la fascia di pertinenza diretta dell'opera. Gli interventi hanno prevalentemente l'obiettivo di riqualificare, laddove possibile, le formazioni vegetali interferite da elementi del progetto che comportano l'abbattimento di porzioni di cenosi arboreo-arbustive.

Esse possono consistere in interventi di rinfoltimento delle fitocenosi presenti, laddove queste presentano bassi valori di copertura degli strati arborei-arbustivi in modo da sviluppare e favorire i processi di chiusura del manto vegetale, oppure nell'impianto di nuove formazioni adiacenti a quelle esistenti e coerenti con le locali dinamiche vegetazionali, al fine di costituire un elemento a protezione delle stesse o di compensare la prevista sottrazione della fitocenosi interferita.

Il rinfoltimento della vegetazione permette anche di ricostituire corridoi biologici, interrotti dall'abbattimento di vegetazione arborea ed arbustiva, o di formarne di nuovi, tramite la connessione della vegetazione frammentata; tali corridoi sono importanti per la fauna presente. Nella realizzazione degli interventi si dovranno seguire alcuni criteri-guida tesi soprattutto a ricreare forme di vegetazione il più possibile simili a quella spontanea esistente nell'area. Ciò determina la necessità dell'impiego di specie autoctone, di favorire ed accelerare il dinamismo naturale della vegetazione, di rispettare le proporzioni tra le specie e la loro disposizione sul terreno.

È importante sottolineare che gli interventi dovranno essere gestiti con attenzione per evitare il danneggiamento della vegetazione circostante all'area interferita, soprattutto nelle zone a copertura boschiva più marcata.

Nel caso in esame gli interventi di mitigazione proposti sono descritti a seguire.

5.1.1 MODULO A - Sistemazione arbustiva in corrispondenza di rilevati e trincee

L'inserimento di elementi vegetali lungo strada ha lo scopo principale di schermare polveri e rumorosità generati dall'infrastruttura viaria; questi interventi offrono un grande contributo per l'inserimento paesistico-ambientale dell'opera nel territorio attraversato, nonché possono svolgere la funzione di ripristino della continuità ecologica.

Un settore particolare di impatto ambientale e di risposta tecnica è quello relativo all'avifauna che, volando rasoterra, può anche restare uccisa nello scontro ad esempio con gli autoveicoli. La realizzazione di fasce arbustive ai lati delle linee infrastrutturali può alzare la linea di volo degli uccelli e può assolvere bene anche alla funzione di barriera contro gli impatti dell'avifauna con i veicoli in transito, riducendo significativamente i casi di impatto. Inoltre questa mitigazione fornisce un habitat per la fauna tipica delle fasce ecotonali ed un luogo di rifugio, alimentazione e riproduzione per altre specie faunistiche.

Sulle scarpate in rilevati e trincee e laddove è prevista una "barriera verde", individuata con il MODULO A - Sistemazione arbustiva in corrispondenza di rilevati e trincee;

Nell'esecuzione di questa sistemazione a verde è previsto l'utilizzo del "preinverdimento"; si anticiperanno, quindi, gli interventi a verde durante la costruzione della strada, senza aspettare la fine lavori, onde poter usufruire di un anticipo di crescita delle piante e dei manti erbosi e quindi di una buona dotazione di verde già al momento del collaudo dell'infrastruttura.

I lavori procederanno quindi per fasi:

Idrosemina potenziata: dopo aver modellato il suolo con il riporto di terreno vegetale si procederà alla semina su tutte le aree interessate dagli interventi attraverso la tecnica dell'idrosemina potenziata. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dell'idrosemina, della tipologia e della miscela di specie erbacee da utilizzare, si rimanda alla descrizione specifica nel paragrafo 4.3.

Piantumazione di arbusti: successivamente alla creazione del tappeto erboso, si procederà agli interventi di rivegetazione secondo le seguenti modalità:

1. messa a dimora degli arbusti collocati a fascia ad una distanza di sgombro a lato strada (2 m per le SS);
2. la scelta delle specie legnose è coerente con la vegetazione potenziale del sito e la piantagione sarà effettuata con disposizione non geometrica e mescolando le specie a creare delle formazioni naturali e/o a macchia seriale;
3. la messa a dimora va effettuata nei periodi stagionali favorevoli (autunno-inverno-primavera) con esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva. Ogni pianta verrà collocata in una buca predisposta di dimensione doppia della zolla o pane di terra e ricalzata con suolo organico, torba, ecc., previa stesura di telo pacciamante in juta e cocco per evitare la concorrenza e l'effetto soffocante derivante dalla crescita delle erbe nei primi 2 anni, e utilizzo di pali tutori e reti provvisorie di protezione antifauna.

Le specie utilizzate sono state scelte fra quelle appartenenti agli stadi seriali delle formazioni presenti nel territorio, tratte dalla Carta delle serie della vegetazione d'Italia e da ulteriori dati bibliografici presenti consultati.

Per la suddetta tipologia (MODULO A) è prevista l'utilizzazione dei seguenti arbusti: viburno (*Viburnum tinus*), erica arborea (*Erica arborea*), ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*).

Il sesto è quello riportato nella figura sottostante; il modulo di impianto è di 200 m² (20m x 10m) e prevede l'impianto di 22 piante secondo lo schema riportato.

La larghezza dell'area da rinverdire condizionerà il numero di file di arbusti da mettere in posa.

A - SISTEMAZIONE ARBUSTIVA IN CORRISPONDENZA DI RILEVATI E TRINCEE

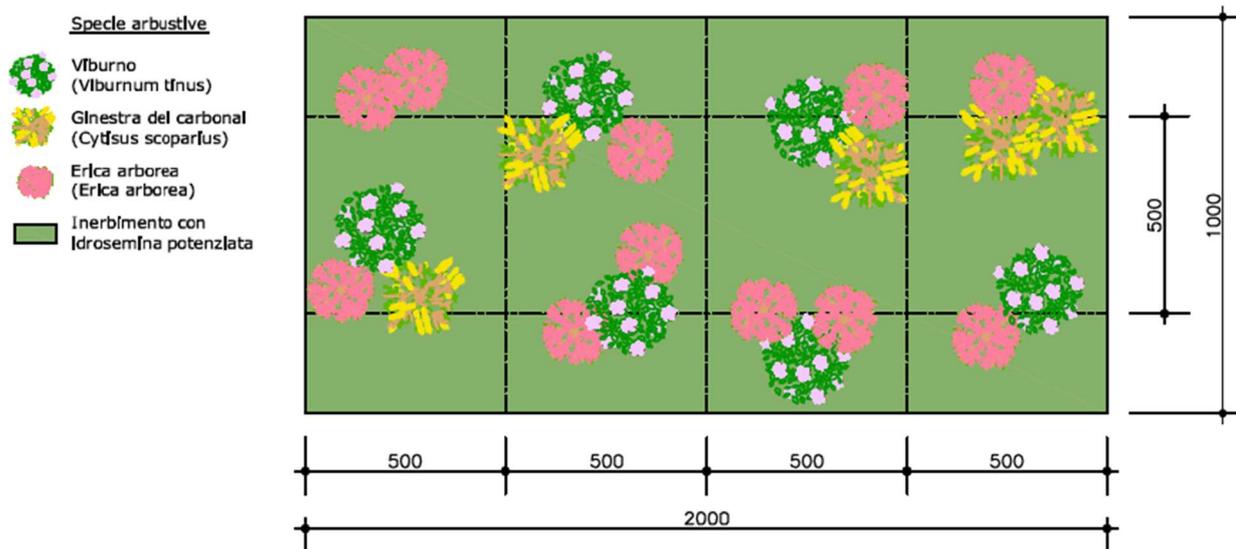
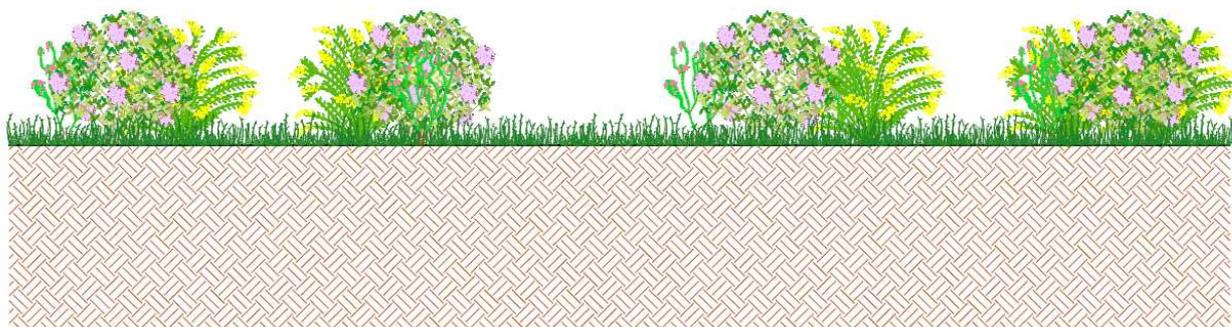


Figura 5-1 - Sesto di impianto del MODULO A.

5.1.2 MODULO B - Rimboschimento con nuclei arboreo arbustivi delle aree di svincolo

Tali opere verranno realizzate nei tratti in cui la vegetazione naturale subirà alterazioni parziali o totali a seguito delle attività di cantiere e in tutte quelle aree abbastanza ampie (zone intercluse degli svincoli principali) dove l'intervento è fattibile.

Lo scopo principale di questo intervento è la ricostituzione di cenosi strutturate ed ecologicamente funzionali, mediante la messa a dimora di specie erbacee, arbustive ed arboree autoctone.

In particolare, questi interventi sono previsti nelle zone intercluse degli svincoli al fine di recuperare l'area del cantiere base e come compensazione per la sottrazione di habitat naturali causati dai lavori per la realizzazione dell'infrastruttura viaria. In alcuni casi l'intervento è stato previsto per creare una zona di ricucitura con le aree boscate esistenti, in modo da limitare l'effetto della frammentazione.

Le formazioni boscate si prevedono anche allo scopo di favorire lo spostamento della fauna e di creare nuovi habitat faunistici per le specie animali che utilizzano i due nuclei boschivi suddetti, parzialmente ridotti dalla realizzazione del tracciato in esame. Inoltre, la rinaturazione costituisce una sorta di *stepping-stone* tra la formazione boscata esistente e la fascia ripariale igrofila lungo il Fiume Merse. Difatti, per formazione boschiva si intende un raggruppamento minimo di specie arboree d'alto fusto, costitutive del bosco, sotto il quale si possono sviluppare arbusti e piante erbacee. Il ruolo prevalente e le modalità di utilizzo della formazione boschiva definiscono la scelta della densità della copertura boschiva.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie è a mosaico, evitando appositamente disposizioni a file e forme geometriche, che si discostano eccessivamente dalle morfologie naturali.

Nella figura a seguire è evidenziato il sesto d'impianto da utilizzare, costituito, per uno sviluppo di 400 mq, dalle specie:

- *Fraxinus ornus* (Orniello)
- *Quercus cerris* (Cerro)
- *Quercus ilex* (Leccio)
- *Quercus pubescens* (Roverella)
- *Cytisus scoparius* (Ginestra dei carbonai)
- *Viburnum tinus* (Viburno)
- *Erica arborea* (Erica arborea)
- *Crataegus monogyna* (Biancospino)
- *Prunus spinosa* (Prugnolo).

RELAZIONE DESCRITTIVA

B - RIMBOSCHIMENTO

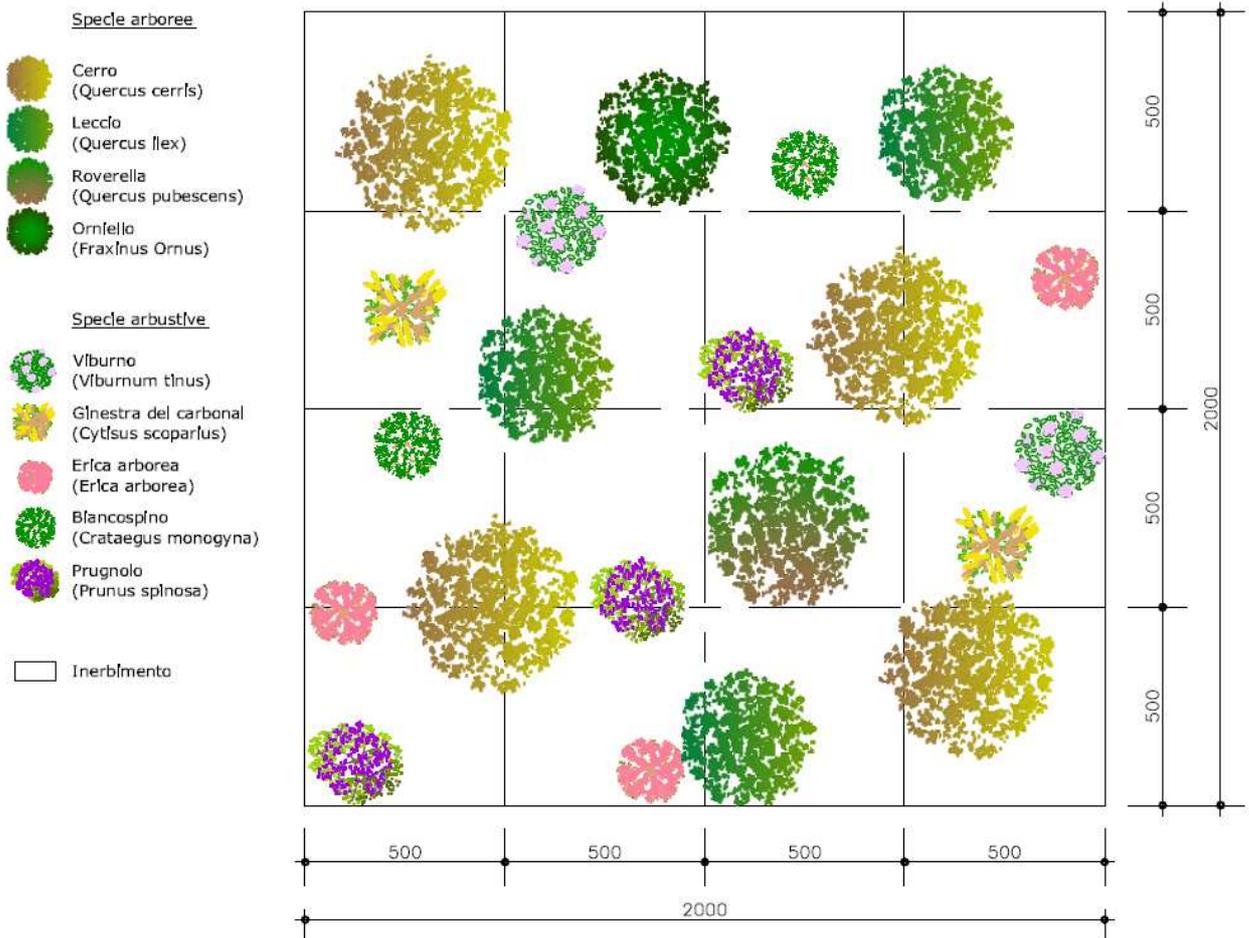
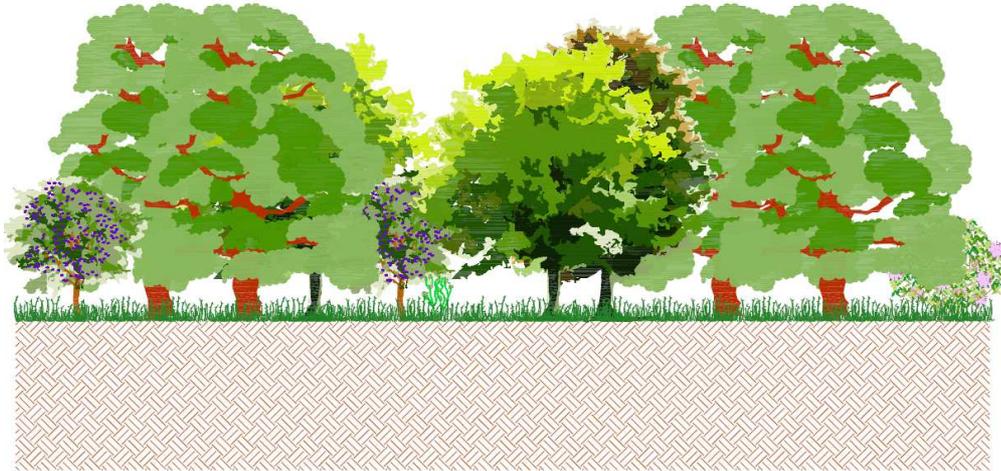


Figura 5-2 - Sesto di impianto del MODULO B.

5.1.3 MODULO C – Filari arboreo-arbustivi

Anche in questo caso l'intervento ha lo scopo principale di schermare polveri e rumorosità generati dall'infrastruttura viaria, oltre ad offrire un grande contributo per l'inserimento paesistico-ambientale dell'opera nel territorio attraversato, nonché possono svolgere la funzione di ripristino della continuità ecologica.

Un settore particolare di impatto ambientale e di risposta tecnica è quello relativo all'avifauna che, volando rasoterra, può anche restare uccisa nello scontro ad esempio con gli autoveicoli. La realizzazione di fasce arboreo-arbustive ai lati delle linee infrastrutturali può alzare la linea di volo degli uccelli e può assolvere bene anche alla funzione di barriera contro gli impatti dell'avifauna con i veicoli in transito, riducendo significativamente i casi di impatto. Inoltre questa mitigazione fornisce un habitat per la fauna tipica delle fasce ecotonali ed un luogo di rifugio, alimentazione e riproduzione per altre specie faunistiche.

Nell'esecuzione di questa sistemazione a verde è previsto l'utilizzo del “preinverdimento”; si anticiperanno, quindi, gli interventi a verde durante la costruzione della strada, senza aspettare la fine lavori, onde poter usufruire di un anticipo di crescita delle piante e dei manti erbosi e quindi di una buona dotazione di verde già al momento del collaudo dell'infrastruttura.

I lavori procederanno quindi per fasi:

Idrosemina: dopo aver modellato il suolo con il riporto di terreno vegetale si procederà alla semina su tutte le aree interessate dagli interventi attraverso la tecnica dell'idrosemina. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dell'idrosemina, della tipologia e della miscela di specie erbacee da utilizzare, si rimanda alla descrizione specifica nel paragrafo 4.3.

Piantumazione di alberi e arbusti: successivamente alla creazione del tappeto erboso, si procederà agli interventi di rivegetazione secondo le seguenti modalità:

1. messa a dimora degli alberi e degli arbusti collocati a fascia ad una distanza di sgombro a lato strada (2 m per le SS);
2. la scelta delle specie legnose è coerente con la vegetazione potenziale del sito e la piantagione sarà effettuata con disposizione non geometrica e mescolando le specie a creare delle formazioni naturali e/o a macchia seriale;
3. la messa a dimora va effettuata nei periodi stagionali favorevoli (autunno-inverno-primavera) con esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva. Ogni pianta verrà collocata in una buca predisposta di dimensione doppia della zolla o pane di terra e ricalzata con suolo organico, torba, ecc., previa stesura di telo pacciamante in juta e cocco per evitare la concorrenza e l'effetto soffocante derivante dalla crescita delle erbe nei primi 2 anni, e utilizzo di pali tutori e reti provvisorie di protezione antifauna.

Per questa tipologia di intervento si prevede la messa a dimora dei seguenti alberi: cerro (*Quercus cerris*) e leccio (*Quercus ilex*); tra un albero saranno collocati i seguenti arbusti in ordine casuale: sanguinello (*Cornus sanguinea*), biancospino (*Crataegus monogyna*) e melo selvatico (*Malus sylvestris*). L'impianto seguirà lo schema riportato in figura, con moduli da 180 m² (60 m x 30 m) e prevede la sistemazione di 3 alberi e 13 arbusti per modulo.

La larghezza delle aree di intervento determinerà la collocazione di una o più file arboreo-arbustive, utilizzando i moduli sfalsati di 15 metri in modo da dare all'opera un aspetto più naturaliforme e di avere una copertura delle chiome arboree continua.

C - FILARE ARBOREO - ARBUSTIVO

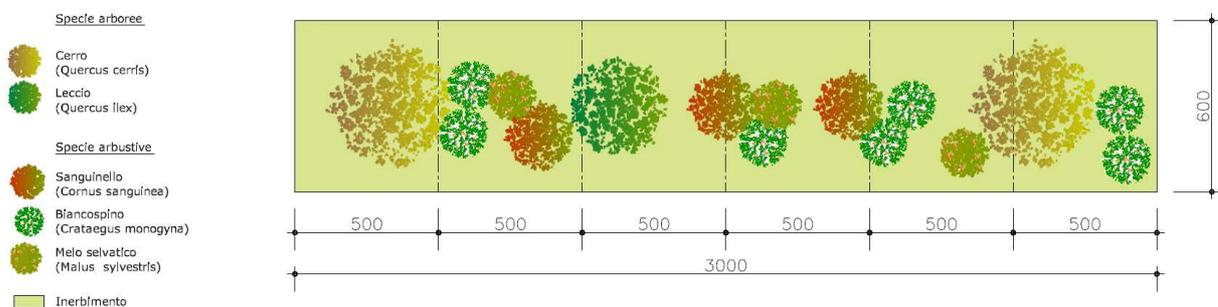


Figura 5-3 - Sesto di impianto del MODULO C.

5.1.4 MODULO E - Interventi a verde per l'inserimento paesaggistico delle rotatorie

L'intervento si pone l'obiettivo dell'inserimento paesaggistico delle 5 rotatorie da realizzare in corrispondenza dei tre svincoli principali.

In questi punti è stata progettata la messa a dimora di arbusti autoctoni con funzione oltreché ecologica anche estetica essendo la maggior parte essenze sempreverdi e con colorazioni di fiori, frutti e foglie diversificati, mantenendo per essi un'altezza inferiore ai 10 m per garantire una buona visibilità della rotatoria. Per questioni di sicurezza visiva, è prevista sempre una fascia di 5 m dal bordo da lasciare soltanto ad inerbimento.

Si è scelto di non dare troppo risalto estetico all'intervento poiché contrasterebbe con il contesto territoriale in cui ricadono le rotatorie, e di ridurre il numero di piante per abbattere i costi di manutenzione post-intervento. Inoltre, la scelta di evitare la presenza di vegetazione arborea è giustificata anche dall'esigenza funzionale di garantire la massima visibilità ai veicoli che impegnano la rotatoria.

Le specie selezionate sono il viburno (*Viburnum tinus*), l'erica arborea (*Erica arborea*) e la berretta da prete (*Euonymus europaeus*). La preferenza per queste tre essenze è stata dettata da quattro motivi principali:

1. sono abbondantemente presenti nell'ambiente ecologico circostante;
2. sono sempreverdi per cui svolgono la funzione estetica per tutto l'anno;
3. sono piante con poche esigenze ecologiche e sopportano bene i periodi di siccità estiva, per cui a buon ragione si ipotizza una buona riuscita dell'intervento anche abbattendo gli impegni di manutenzione;

RELAZIONE DESCRITTIVA

4. gli arbusteti offrono rifugio a micromammiferi e piccoli uccelli.

Il MODULO E è stato utilizzato anche come elemento di schermatura di alcune vasche.

Il sesto di impianto sotto rappresentato si riferisce al modulo da inserire per le rotatorie dalle dimensioni più piccole, per le altre che presentano dimensioni più elevate il modulo sarà ripetuto fino a riempimento (senza superare il limite della fascia di sicurezza per la visibilità).

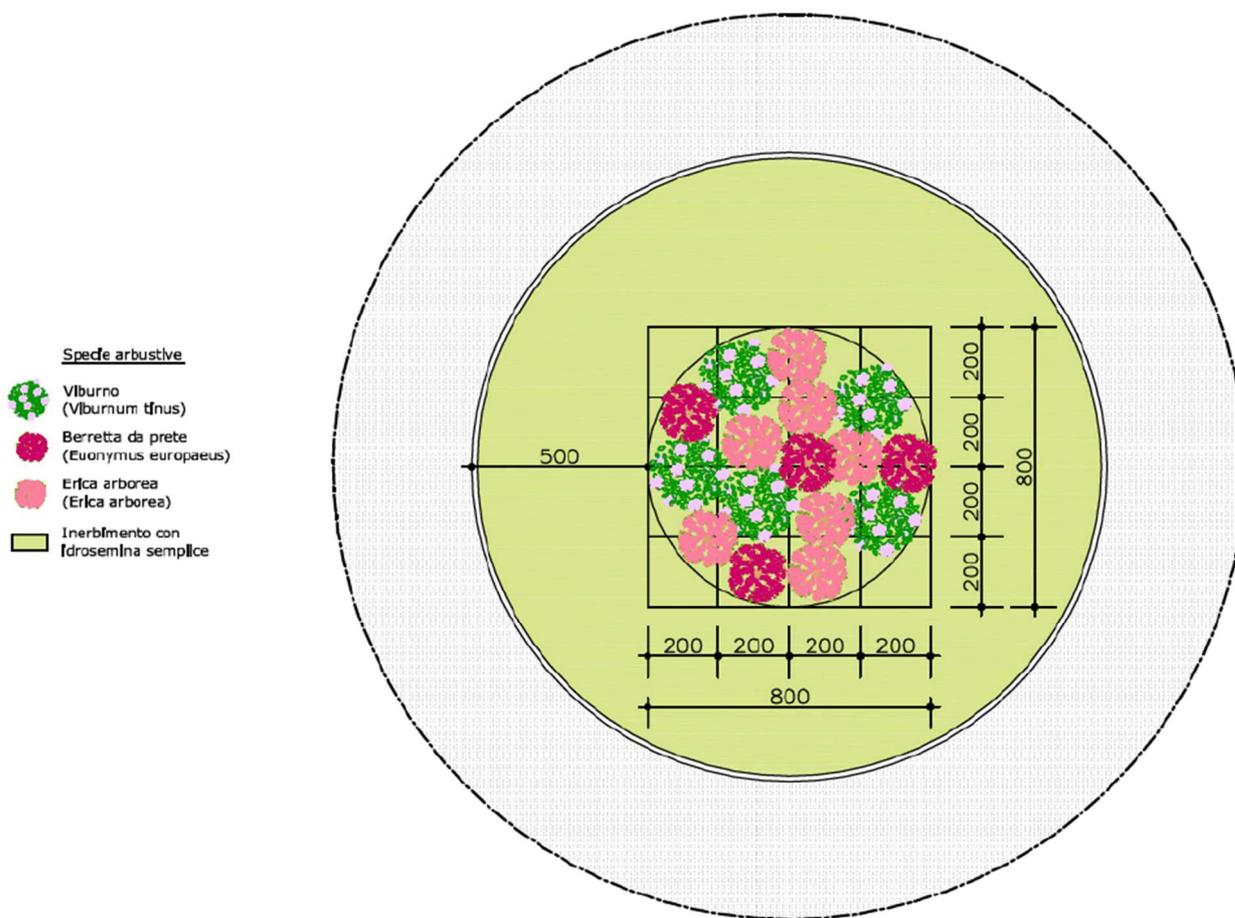
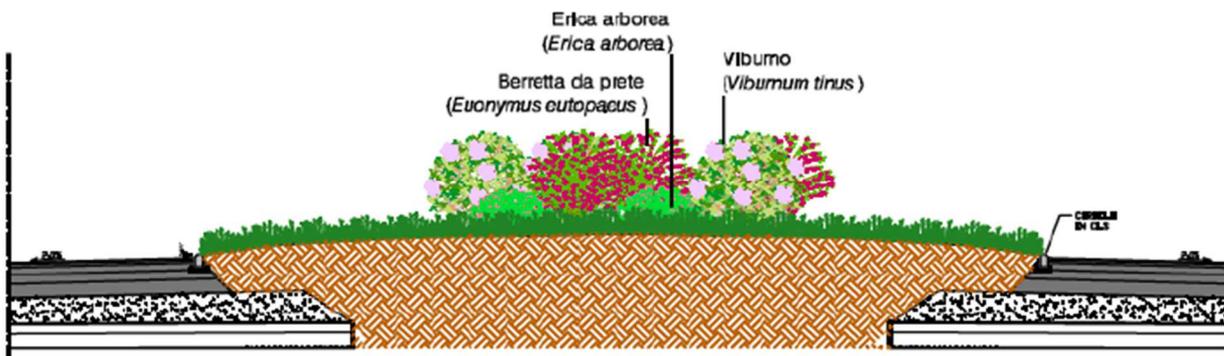


Figura 5-4 - Sesto di impianto del MODULO E.

5.2 RIPRISTINO DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE

I maggiori interventi di ripristino di questi ambienti sono previsti per la realizzazione dei due viadotti, quello sul torrente Ornate e quello sul Fiume Merse.

È pensabile ipotizzare l'utilizzo delle medesime specie per tutti i corsi d'acqua, la differenza negli interventi sarà determinata dalla larghezza della fascia ripariale intaccata.

Come si evince dalla figura successiva, le piante inserite nel modulo del sesto di impianto hanno una distribuzione casuale che si avvicina il più possibile a quella naturaliforme.

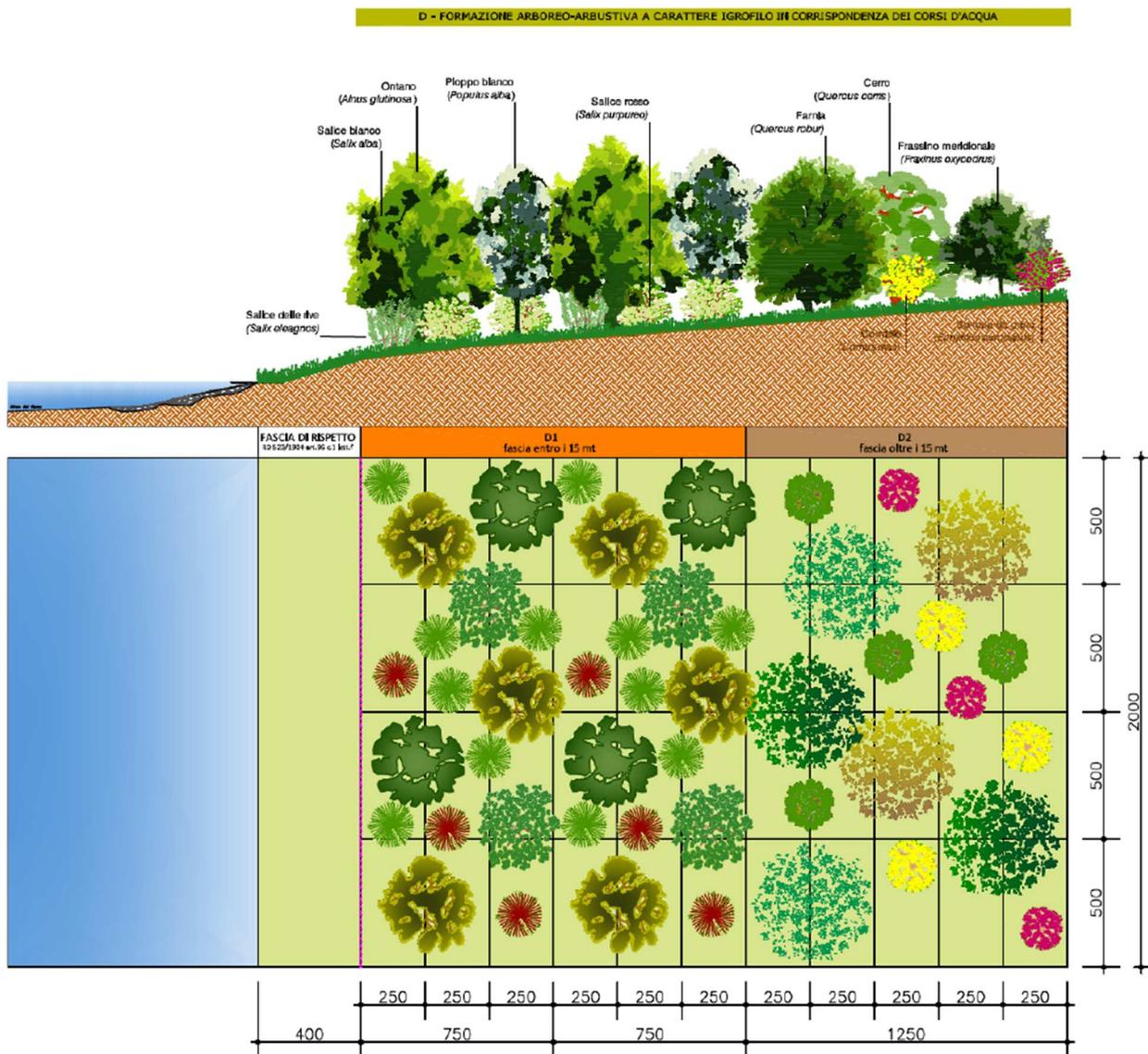


Figura 5-5 - Sesto di impianto del MODULO D1 e D2.

Si sottolinea che proprio al di sotto dei viadotti, si è preferito non prevedere la piantumazione di specie arborea, ma di solo quelle arbustive, utilizzando pertanto il seguente sesto di impianto. Anche in questo caso la differenza negli interventi sarà determinata dalla larghezza della fascia ripariale intaccata.

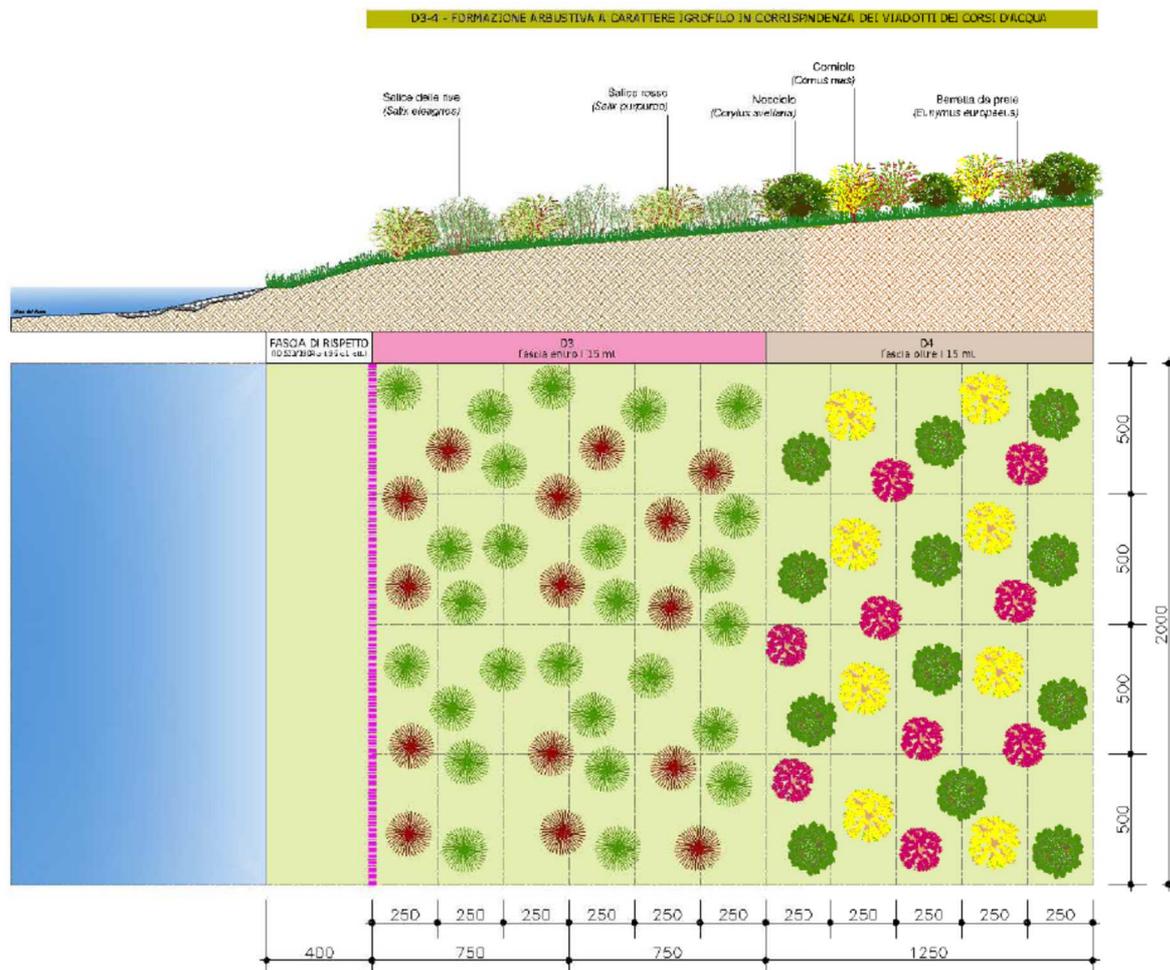


Figura 5-6 - Sesto di impianto del MODULO D3 e D4.

5.2.1 MODULO D1 - Formazione arboreo-arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua (Fasce ripariali fino a 15 m)

Per fasce fino a 15 m di larghezza, è previsto l'utilizzo di specie prettamente igrofile quali salice bianco (*Salix alba*), pioppo bianco (*Populus alba*) e ontano nero (*Alnus glutinosa*) tra le arboree e salice delle rive (*Salix eleagnos*) e salice rosso (*Salix purpurea*) tra le arbustive, seguendo il sesto di impianto riportato nella figura precedente.

5.2.2 MODULO D2 - Formazione arboreo-arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua (Fasce ripariali maggiori di 15 m)

Per le fasce spondali larghe più di 15 m, oltre a piantumare le specie appena descritte in prossimità dell'alveo, man mano che ci si allontana da esso la composizione cambia e le arboree sono sostituite con cerri (*Quercus cerris*), farnie (*Quercus robur*) e frassini meridionali (*Fraxinus angustifolia*); tra le arbustive vanno invece inserite il corniolo (*Cornus mas*), il nocciolo (*Corylus avellana*) e la berretta da prete (*Euonymus europaeus*). Queste ultime sono comunque specie mesofile che crescono in zone di falda superficiale.

5.2.3 MODULO D3 - Formazione arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua sotto i viadotti (Fasce ripariali maggiori di 15 m)

Per fasce fino a 15 m di larghezza, è previsto l'utilizzo di specie arbustive prettamente igrofile quali salice delle rive (*Salix eleagnos*) e salice rosso (*Salix purpurea*), seguendo il sesto di impianto riportato nella "Figura 5-6 - Sesto di impianto del MODULO D3 e D4."

5.2.4 MODULO D4 - Formazione arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua sotto i viadotti (Fasce ripariali maggiori di 15 m)

Per le fasce spondali larghe più di 15 m, oltre a piantumare le specie appena descritte in prossimità dell'alveo, man mano che ci si allontana da esso la composizione cambia e le specie arbustive sono sostituite con il corniolo (*Cornus mas*), il nocciolo (*Corylus avellana*) e la berretta da prete (*Euonymus europaeus*). Queste ultime sono comunque specie mesofile che crescono in zone di falda superficiale (cfr. Figura 5-6 - Sesto di impianto del MODULO D3 e D4.).

5.3 INTERVENTI PER LA PERMEABILITÀ FAUNISTICA

L'intervento di adeguamento a quattro corsie della S.G.C. E78 Grosseto-Fano, potrebbe determinare sulla componente faunistica, sia in fase di esecuzione che in fase di esercizio, diversi effetti negativi quali:

- perdita di superficie con sottrazioni di habitat interruzioni delle connettività ambientale;
- parziale aumento dell'effetto barriera per la fauna
- mortalità di animali per investimento
- rischio di inquinamento
- disturbi sonori e visivi

Per questi motivi, nel corso dell'aggiornamento del progetto definitivo del 2016, sono state rianalizzate e contestualizzate le misure di mitigazione finalizzate a conservare, valorizzare e recuperare aspetti significativi e caratteristici del paesaggio, del territorio e dell'ambiente coinvolti nella realizzazione dell'opera di progetto. Le misure di mitigazione saranno volte ad eliminare o attenuare gli impatti sulla fauna, sia in fase di cantiere che post operam.

In fase di esercizio sono previste azioni di ripristino ambientale allo scopo di non perdere la funzionalità complessiva degli ecosistemi coinvolti dall'opera progettuale, equilibrando così il danno ecologico arrecato.

Dal punto di vista faunistico le strategie mitigative principali consisteranno essenzialmente in:

- evitare il contatto tra elementi antropici e animali tramite schermi e rinfoltimento della flora locale;
- assicurare la possibilità di attraversamento in sicurezza rendendo permeabile l'asse viario.

Per esigenze di progettazione e per lo stato di avanzamento dei lavori, le strategie tramite le quali si procede all'ottemperanza delle prescrizioni saranno essenzialmente quelle di potenziare la funzione dei tombini idraulici adeguandoli a passaggi faunistici per animali di piccole e medie dimensioni.

Le tipologie di passaggio per la fauna appartengono essenzialmente alle seguenti categorie:

- tombini di drenaggio
- sottopassi scatolari idraulici
- sottopassi stradali
- sottopassi ad esclusivo uso faunistico

RELAZIONE DESCRITTIVA

- passaggi per anfibi
- sovrappassi stradali
- sovrappassi ad uso esclusivo per la fauna (ecodotti)

Per l'opera in progetto, possono considerarsi idonei per i passaggi faunistici i tombini elencati nella tabella successiva, per i quali si prevede la realizzazione di vegetazione di invito e la relativa rete per impedire l'attraversamento della carreggiata da parte della fauna.

Nome o posizione	progressiva PE (m)	Dimensione	Nome o posizione	progressiva PE (m)	Dimensione
tombino 2	41+162.535	2,5*2	tombino 25	50+622.181	2,5*2
tombino 3	42+528.553	3*2	tombino 26	50+836.856	2,5*2
tombino 4	42+672.159	-	tombino 27	51+362.520	2,5*2
tombino 7	43+372.099	3*2	tombino 28	51+490.772	2,5*2
tombino 11	44+337.504	2,5*2	tombino 32	52+966.443	5*3
tombino 22	49+511.640	2,5*2	tombino 15	46+426.094	2,5*2
			tombino 18	47+501,275	2,5*2

Le caratteristiche essenziali per l'idonea progettazione di un passaggio sono quindi:

- l'ubicazione;
- le dimensioni;
- la scelta della tipologia in funzione delle caratteristiche faunistiche e di fattibilità progettuale;
- la scelta dei materiali;
- la messa a dimora di vegetazione e strutture perimetrali di "invito";
- le strutture di recinzione che impediscano l'avvicinamento degli animali -di varia taglia- alla carreggiata.

Nella progettazione e nell'adeguamento dei passaggi faunistici, si deve tenere conto di diversi aspetti che combinino le esigenze faunistiche a quelle strutturali-tecniche dell'opera infrastrutturale.

I criteri di massima sui quali si è ritenuto opportuno basarsi in sede di progettazione ed adempimento alle prescrizioni, si racchiudono essenzialmente nei seguenti punti:

- Scelta dell'ubicazione che minimizzi i fattori di disturbo antropici per la fauna e, allo stesso tempo, che eviti il più possibile l'insorgere di problemi tecnici sulla progettazione e realizzazione dell'opera;

RELAZIONE DESCRITTIVA

- Rispetto delle dimensioni minime raccomandabili, compatibilmente con le esigenze di progettazione. Per determinare il dimensionamento ottimale del passaggio si ricorre all'indice di apertura. Esso tiene in considerazione delle dimensioni dell'apertura in rapporto alla lunghezza della canna. L'indice raccomandabile varia in funzione del tipo di passaggio, della localizzazione rispetto all'opera e delle specie animali per le quali se ne prevede la fruizione.

$$I_a = (b \times h) / L \quad \text{Con } b = \text{base apertura}$$

h = altezza apertura

L = lunghezza canna

- Pendenza minima del pavimento della canna
- Rampe di imbocco all'ingresso del sottopasso con pendenza massima di 30°
- Utilizzo di materiali naturali nel rispetto della continuità con l'habitat faunistico di appartenenza
- Previsione, all'interno del sottopasso, della frangia secca, elemento che garantisce all'animale di percorrere l'attraversamento all'asciutto. Si tratta di una passerella sopraelevata rispetto al pavimento del sottopasso che assicura che l'acqua non ne sommerga l'intera superficie.
- Strutture di schermatura contro il disturbo antropico (recinzioni, staccionate, vegetazione autoctona) e contro il rischio di investimento lungo tutto il tracciato (barriere anti-attraversamento)
- Predisposizione di filari di alberi e vegetazione arbustiva locale all'imbocco del passaggio e decorrente sui lati in entrambe le direzioni. La vegetazione avrà dunque il ruolo di invito per la fauna ad imboccare il sottopasso, sviandola, allo stesso tempo, dal tentativo di avvicinamento all'asse viario.
- Predisposizione di una barriera che impedisca agli anfibi e animali di piccole dimensioni di accedere alla carreggiata. La barriera si svilupperà anch'essa sui lati degli imbocchi dei passaggi, in entrambe le direzioni, per una distanza di 25 metri per lato.
- Allestimento di reti "antinutria": reti metalliche a maglie regolari che, adagiate sul terreno, impediscono alle nutrie di scavare in modo tale da evitare agli animali di compromettere la stabilità dei versanti adiacenti al tracciato stradale.

I passaggi faunistici necessitano spesso di piccole aree circostanti ricche in vegetazione arborea e arbustiva che celino il passaggio allo sguardo umano e lo rendano di difficile raggiungimento, magari anche mediante arbusti spinosi, ma creino per la fauna selvatica una specie di "cono di invito", ricco in specie eduli.

La rivegetazione delle scarpate e delle aree periferiche gioca un ruolo fondamentale in questi contesti, considerato che gli impianti a verde, oltre a servire per indirizzare gli animali verso l'imbocco del passaggio, possono anche svolgere altre funzioni, come la creazione di barriere vegetali per impedire la visione dei veicoli od obbligare uccelli e pipistrelli ad elevare l'altezza del volo per prevenire collisioni. L'allineamento di alberi e arbusti in direzione dell'ingresso contribuisce ad orientare gli animali fino al passaggio.

L'impianto dovrà essere denso da entrambi i lati dell'apertura, in modo che gli animali possano sentirsi protetti nel loro tragitto d'avvicinamento al passaggio. Davanti all'entrata occorre invece lasciare uno spazio assolutamente privo di vegetazione per consentire l'entrata di luce nel passaggio e permettere una buona osservazione dell'intorno.

La struttura modulare del sesto d'impianto è da intendersi ripetuta nella sua unità fondamentale per l'intera superficie destinata all'opera a verde. Lo schema di impianto prevede la ripetizione di "quadrati"

con al centro un albero e ai vertici degli arbusti alternati a quadrati con al centro un arbusto. Questo schema può essere ripetuto più volte per più file con l'accortezza di alternare sempre quadrati con alberi a quadrati con cespugli.

La struttura modulare dell'impianto viene applicata alle aree adiacenti agli imbocchi dei sottopassi e degli altri attraversamenti (ponticelli, viadotti), disposte a V e debitamente raccordate con le recinzioni, la rete antitrusione, la viabilità e la vegetazione naturale circostante.

Si sottolinea come il sesto d'impianto proposto sia in grado di replicare funzionalmente la struttura delle cespugliate naturaliformi già presenti nelle aree prossime al tracciato, fornendo sia la necessaria struttura di invito verso le imboccature dei passaggi, sia la necessaria schermatura delle stesse dagli eventuali disturbi antropici o naturali (es. predatori naturali). La struttura dello stesso minimizza inoltre la possibilità di rapida colonizzazione del soprassuolo da parte di essenze alloctone infestanti, quali *Ailanthus altissima* o *Robinia pseudoacacia*.

Per avere una maggiore probabilità di attecchimento delle piante e ridurre al minimo lo stress da trapianto, è opportuno eseguire gli interventi al di fuori dei mesi estivi, utilizzare piante non più vecchie di 3-4 anni provviste di zolla, proteggere il terreno intorno alle piante con materiale pacciamante e prevedere periodiche annaffiature (almeno una volta a settimana) da eseguire per tutto l'anno successivo alla messa a dimora. Almeno per le specie arboree si consiglia l'uso di tutori e legacci adeguati per sostenere la pianta nei primi anni di sviluppo.

Per mantenere, anche a livello genetico, le caratteristiche proprie della biodiversità della flora locale, si raccomanda l'uso di esemplari vegetali ottenuti da vivaie che dispongano di piante riprodotte a partire da esemplari facenti parte di boschi iscritti al “Libro Regionale dei Boschi da Seme” (LRBS), come previsto dal Capo III della Legge Regionale Forestale della Toscana n°39/2000 e ss.mm.ii. per tutto il materiale forestale di propagazione relativo alla specie elencate nell'allegato D della stessa legge e destinato ad interventi relativi all'imboschimento, al rimboschimento e all'arboricoltura da legno.

Per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati specialistici (T00-IA01-AMB-PL05-PL09).

5.3.1 MODULO F1 - Vegetazione di tipo meso-xerico di invito per la fauna

Le specie arboree da utilizzare negli impianti a verde da applicare ai restanti sottopassi faunistici (ad eccezione di P15 e P18), caratterizzati dall'assenza di ristagni di acqua permanente e dalla minor igrofilia del popolamento naturale (classificabili come aree meso-xeriche) sono le seguenti:

Specie arboree

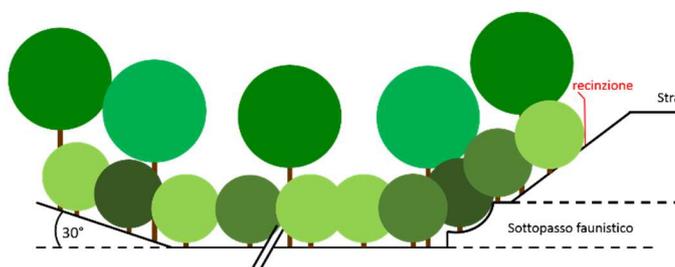
- *Acer campestre*
- *Fraxinus ornus*

Specie arbustive

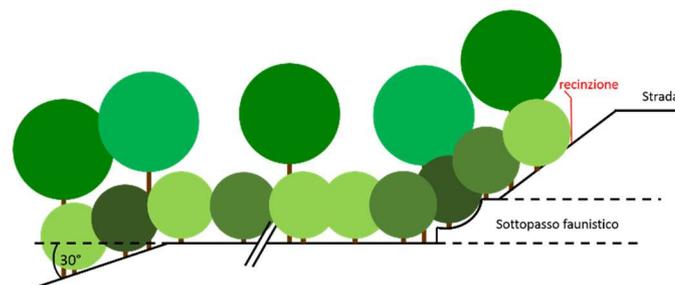
- *Arbutus unedo*
- *Phyllirea latifolia*
- *Viburnus tinus*

Le specie proposte devono essere alternate regolarmente nel sesto di impianto proposto, nel rispetto della tipologia (arborea/arbustiva). Di seguito si riporta la disposizione degli impianti da seguire per i sottopassi collocati in aree meso-xeriche, sia nei casi in cui il sottopasso si raccordi con una rampa a scendere (a sinistra, in alto) o a salire (a sinistra, in basso).

Sezione del sesto d'impianto della vegetazione nei pressi del sottopasso faunistico: impianto misto con alberi e arbusti



Sezione del sesto d'impianto della vegetazione nei pressi del sottopasso faunistico: impianto misto con alberi e arbusti



Specie per OV in aree meso-xeriche

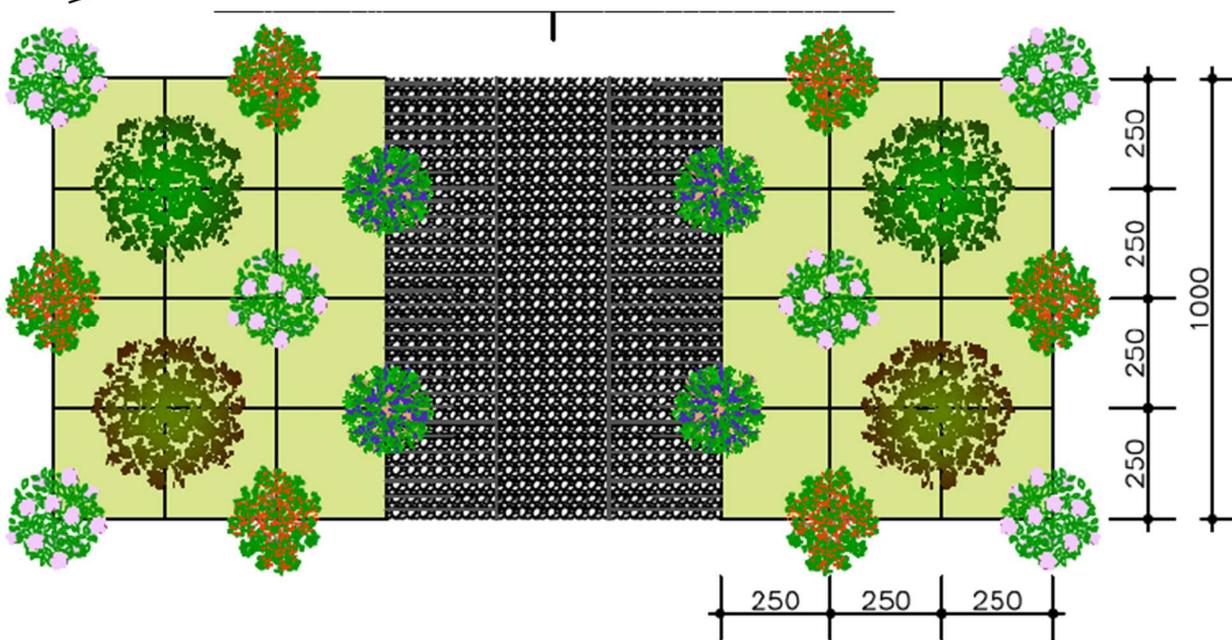
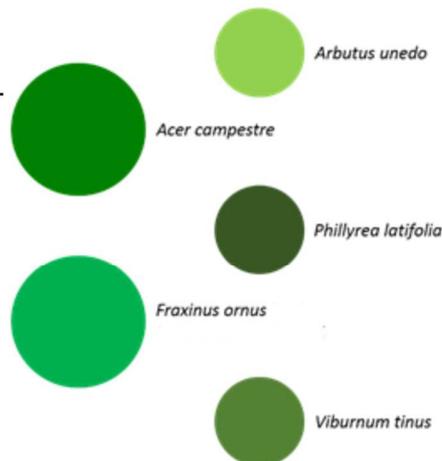


Figura 5-7 - Sesto di impianto del MODULO F1.

5.3.2 MODULO F2 - Vegetazione di tipo meso-igrofilo di invito per la fauna

Relativamente al dettaglio della messa a dimora delle plantule, le specie arboree da utilizzare negli impianti a verde da applicare ai sottopassi P15 e P18, nonché per tutti i ponticelli e i viadotti (classificabili come aree meso-igrofile), sono le seguenti:

Specie arboree

- *Alnus glutinosa*
- *Fraxinus angustifolia*

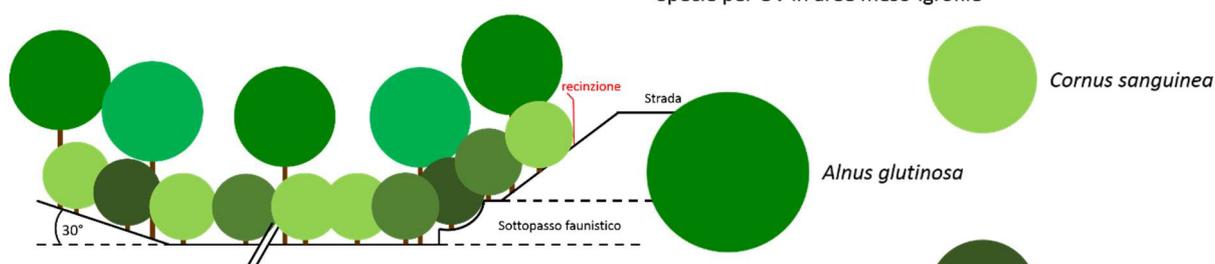
Specie arbustive

RELAZIONE DESCRITTIVA

- *Cornus sanguinea*
- *Euonymus europaeus*
- *Sambucus nigra*

Le specie proposte devono essere alternate regolarmente nel sesto di impianto proposto, nel rispetto della tipologia (arborea/arbustiva). Di seguito si riporta la disposizione degli impianti da seguire per i sottopassi collocati in aree meso-igrofile, sia nei casi in cui il sottopasso si raccordi con una rampa a scendere (a sinistra, in alto) o a salire (a sinistra, in basso).

Sezione del sesto d'impianto della vegetazione nei pressi del sottopasso faunistico: impianto misto con alberi e arbusti



Sezione del sesto d'impianto della vegetazione nei pressi del sottopasso faunistico: impianto misto con alberi e arbusti

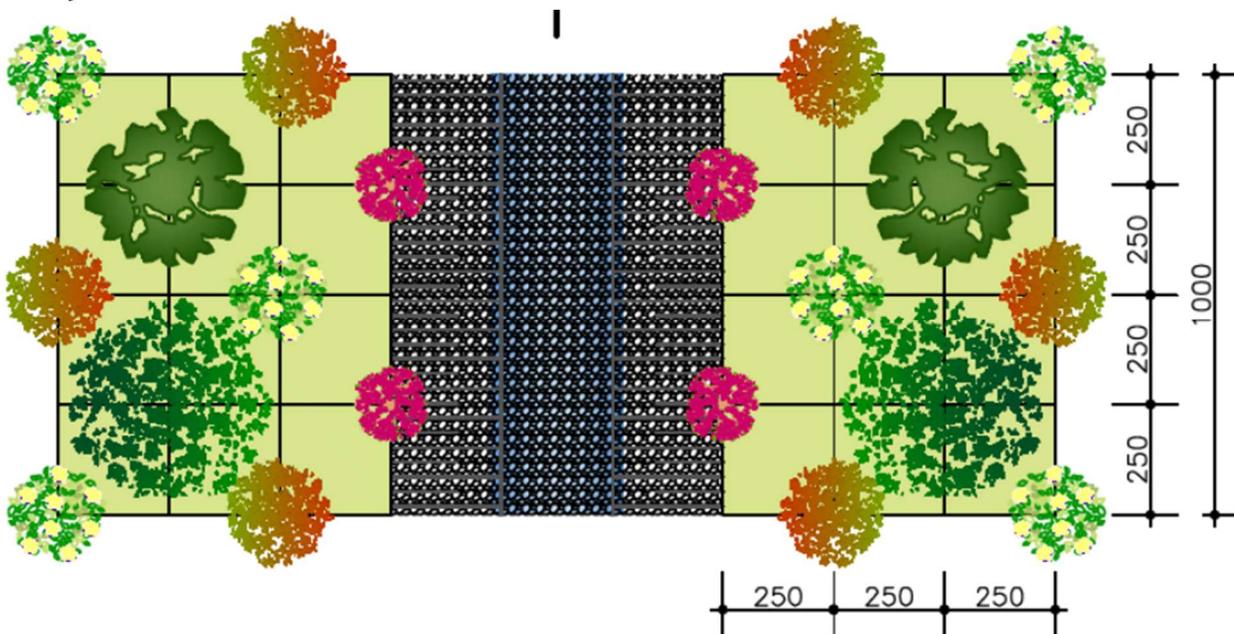
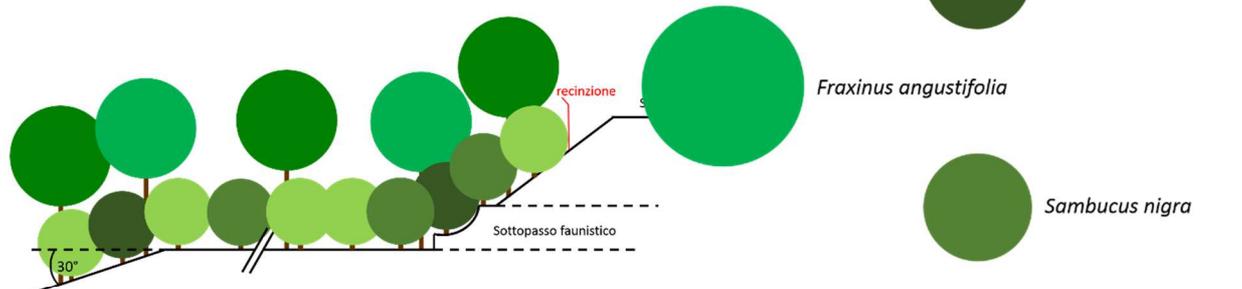


Figura 5-8 - Sesto di impianto del MODULO F2.

5.4 STABILIZZAZIONE DEI VERSANTI

5.4.1 Vimate

Tra le progressive km 49+700 E km 50+100, il PD prevedeva la risistemazione del versante oggetto di scavo per l'allargamento verso monte, mediante interventi di ingegneria naturalistica.

Attualmente la zona si presenta intensamente vegetata, quindi l'allargamento previsto in progetto richiederà il preliminare disboscamento del versante lato est.

Per la sistemazione definitiva delle scarpate, in questa fase esecutiva, si è scelto di adottare la tecnica delle vimate vive.

È dunque prevista la realizzazione di una vimita viva in prossimità del corso d'acqua presente al km 49+740 circa. La vimita viva è una struttura costituita dall'intreccio alternato di astoni attorno a pali di castagno infissi nel terreno utilizzata per scarpate e pendii con inclinazioni non superiori a 35° rispetto all'orizzontale.

Esecuzione dei lavori

La prima attività da mettere in campo sarà la preparazione preliminare del sito con le eventuali lavorazioni di rimorfologia del terreno tramite mezzo meccanico e conseguente predisposizione della sede di posa tramite lo scavo di un solco a "V" di circa 30 cm.

Lo scavo del solco di posa sarà fondamentale per evitare l'essiccamento del materiale vegetale vivo, vanificando così l'efficacia nel tempo.

La fase successiva consisterà nell'infissione verticale, sul fondo del solco, di pali di castagno scortecciato di lunghezza pari a 150 cm e di diametro di circa 8-10 cm, lasciandoli sporgere dalla superficie topografica originaria (bordo scavo) 25 cm. La distanza nella fila tra un palo di castagno e l'altro dovrà essere pari a 1m.

Conseguentemente verranno intrecciati in maniera alternata tra i pali di castagno gli astoni di *Salix purpurea* (salice rosso). Per quanto possibile, infliggere l'estremità basale (di dimensioni maggiori) degli astoni nel substrato. Ogni due livelli di intrecci circa, costipare mediante pressione per aumentare la compattezza della struttura.

Se necessario legare gli astoni di salice dell'ultimo intreccio a qualche palo di castagno mediante filo di ferro zincato (diametro di 2 mm).

Fondamentale sarà rispettare il verso di crescita: il diametro più grande indica la parte basale, le gemmazioni che hanno forma triangolare hanno il vertice rivolto verso l'alto e la base verso il basso.

Andrà poi ricolmato il solco con il materiale di risulta dello scavo e ricostituita la superficie topografica.

Saranno infine realizzati i successivi allineamenti (a distanza di 2 metri circa) parallelamente al primo.

Periodo di realizzazione

Poiché nella realizzazione di questa struttura si utilizzano materiali vegetali vivi è fondamentale operare durante il periodo di riposo vegetativo.

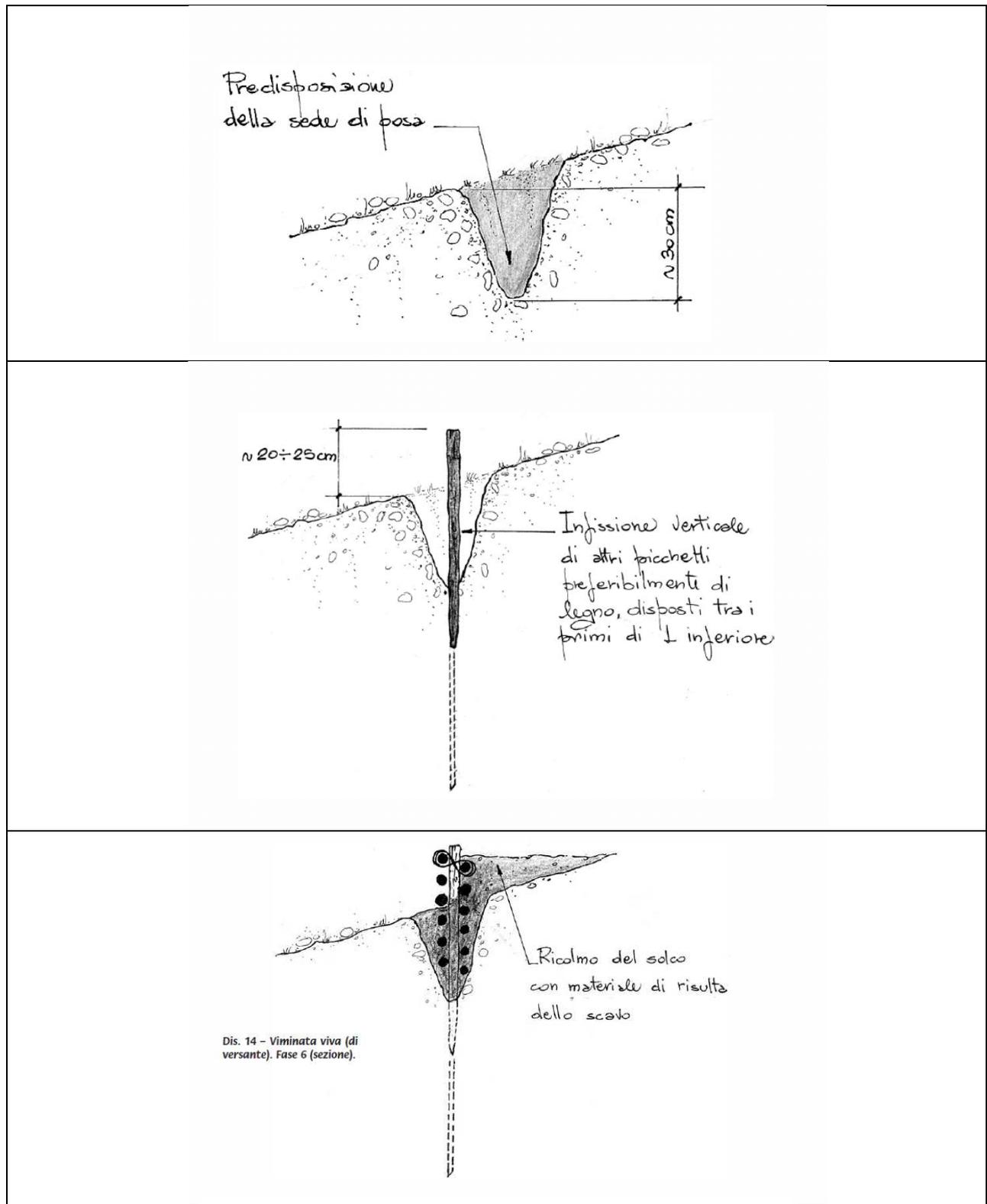


Figura 5-9 - Esempio di stabilizzazione con viminata viva.

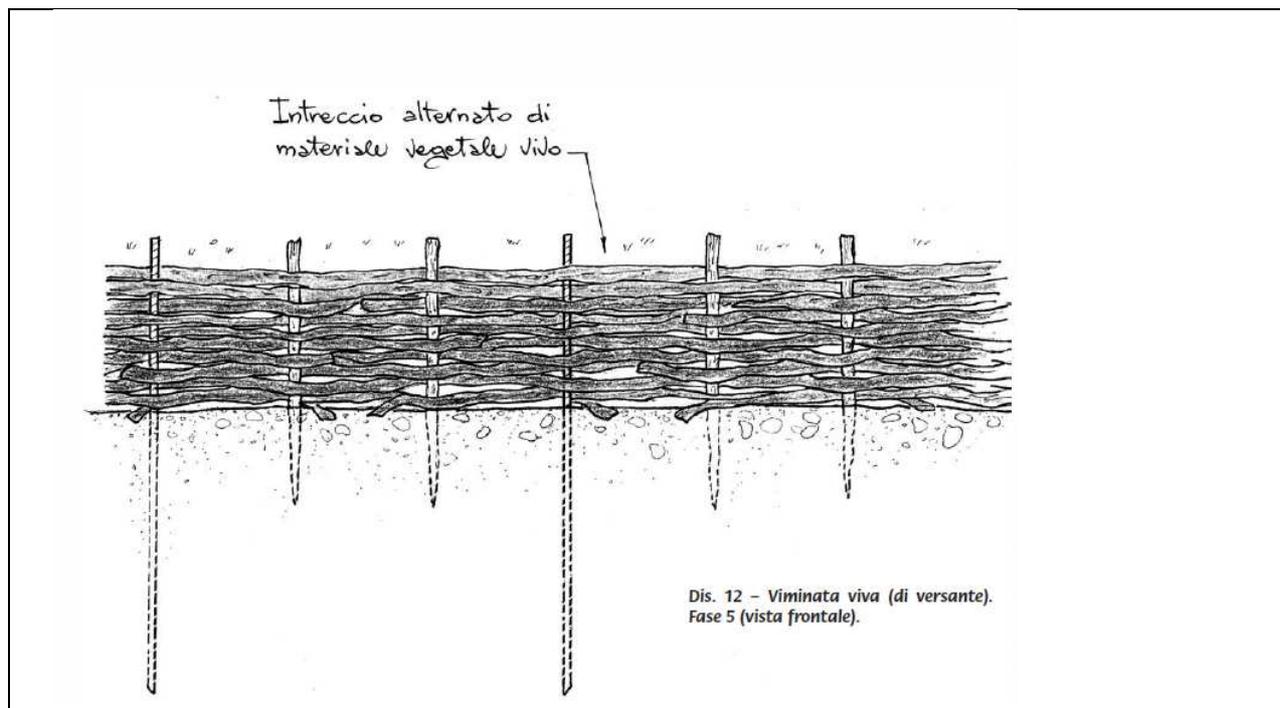


Figura 5-10 - Esempio di stabilizzazione con viminata viva.

5.4.2 Briglie

Inoltre, per la sistemazione idraulico-forestale del torrente posto alla progressiva 49+740 circa verranno utilizzate delle briglie vive, in quanto l'allargamento del sedime stradale comporterà un ulteriore aumento delle pendenze e conseguentemente delle capacità erosiva del corso d'acqua.

La briglia viva in legname e pietrame è una tecnica di ingegneria naturalistica che si utilizza trasversalmente ai corsi d'acqua a regime torrentizio ma caratterizzati da deflusso minimo costante. Poiché posta ortogonalmente alla direzione della corrente del corso d'acqua ne rallenta la velocità con conseguente diminuzione dell'erosione dell'alveo. La presenza costante di acqua in alveo garantisce una maggiore durabilità della struttura di legno, non soggetta a cicli di disseccamento/imbibizione. Il materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolge un'efficace azione di consolidamento della struttura mediante l'apparato radicale e di drenaggio mediante la traspirazione fogliare.

Esecuzione dei lavori

La prima attività da mettere in campo sarà la preparazione preliminare del sito con le eventuali lavorazioni di rimorfologia del terreno tramite mezzo meccanico e conseguente predisposizione della sede di posa con disposizione ortogonale alla direzione della corrente del corso d'acqua e ad una quota inferiore rispetto all'originale livello di fondo alveo.

La fase successiva sarà la realizzazione di una soglia in pietrame, tramite l'utilizzo del mezzo meccanico, di diametro circa di 45-50 cm. Successivamente verranno posati e fissati i tronchi di pino nero longitudinali (correnti) della lunghezza di 4-5 m disposti ortogonalmente alla direzione della corrente del corso d'acqua in due file orizzontali e parallele. I tronchi longitudinali dovranno essere uniti l'uno all'altro mediante "incastro a sormonto" e fissati mediante trapanazione sequenziale di entrambi i tronchi e successivo inserimento con battitura manuale del chiodo costituito da tondino di ferro ad aderenza migliorata di diametro di circa 14mm. Ovviamente il chiodo deve avere una lunghezza pari al

massimo del diametro dei due tronchi e i tronchi contigui (per l'incastro a sormonto" devono presentare diametri simili e compatibili.

Dopo la posa dei tronchi longitudinali, verranno posati e fissati i tronchi trasversali (montanti) posizionati parallelamente alla direzione della corrente d'acqua e fissati mediante trapanazione sequenziale di entrambi i tronchi (trasversale e longitudinale) e successivo inserimento del chiodo.

Gli strati intermedi dovranno essere riempiti con pietrame di dimensioni ridotte corrispondente ad un diametro di circa 30-40 cm.

Utilizzare come riempitivo per gli interstizi che si il materiale terroso proveniente dallo scavo (qualora presenti buone caratteristiche).

Si dovranno realizzare strati successivi fino alle indicazioni progettuali.

Nelle zone laterali della struttura comprese tra le future superfici di sponda e gli estremi inferiori della gaveta verrà posizionato il materiale vegetale vivo.

Il materiale vegetale vivo scelto è composto da astoni autoctoni propensi alla riproduzione vegetativa e appartenenti alla famiglia delle Salicaceae.

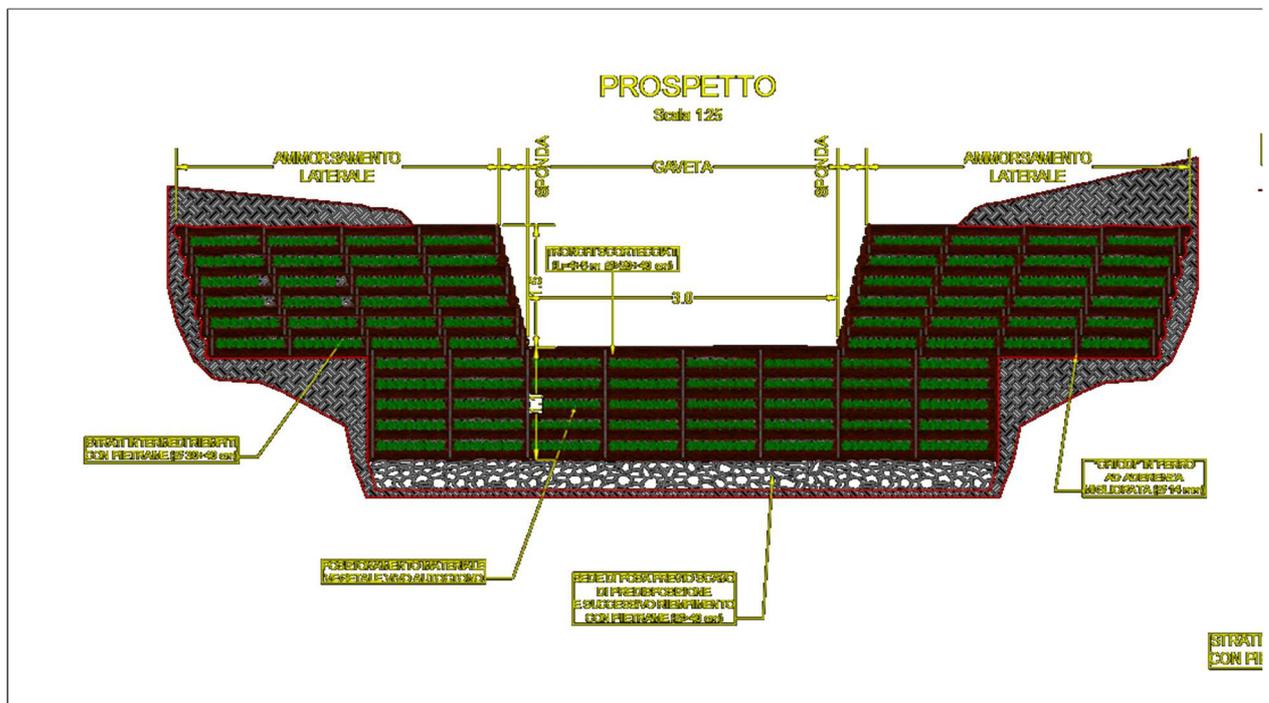
Nello specifico si è optato per la specie igrofila *Salix purpurea* (salice rosso).

L'astone dovrà sporgere esternamente alla struttura per 15 cm, la densità ottimale è di 7-8 elementi al metro.

Fondamentale sarà rispettare il verso di crescita: il diametro più grande indica la parte basale, le gemmazioni che hanno forma triangolare hanno il vertice rivolto verso l'alto e la base verso il basso.

Periodo di realizzazione

Poiché nella realizzazione di questa struttura si utilizzano materiali vegetali vivi è fondamentale operare durante il periodo di riposo vegetativo.



5.4.3 Scogliere

Il progetto esecutivo prevede la realizzazione di quattro opere di protezione spondale finalizzate alla salvaguardia dell'infrastruttura ai possibili rischi idraulici.

In particolare sono previste quattro scogliere lungo il fiume Merse alle progressive:

- A protezione dello svincolo il Picchetto;
- Al km 50+180 in destra idraulica;
- lungo le pile del ponte sul Fiume Merse
- Tra il km 43+160 e il km 43+390 scogliere a protezione delle terre rinforzate.

Queste opere oltre a determinare un miglioramento dal punto di vista ambientale in termini di compatibilità idraulica apportando impatti positivi, sono volte alla rinaturalizzazione delle sponde fluviali in massi naturali sciolti con l'obiettivo di mitigarne l'impatto paesaggistico tramite l'inserimento di talee di specie arbustive dotate di elevata capacità di propagazione vegetativa.

Per le scogliere, in corrispondenza sia delle spalle nelle scogliere fuori acqua che tra i massi posti sulle sponde fluviali, è previsto l'inserimento di talee delle specie vegetali "Salix elaeagnos" (salice ripaiolo) e l'aggiunta e l'intasamento con inerte sabbioso.

Esecuzione dei lavori

Le talee e gli astoni dovranno essere prelevati dal selvatico e messi a dimora nel verso di crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto al piano di scarpata. I materiali impiegati dovranno essere di due o più anni di età, L min. 50-80 cm e Ø 5 cm e astoni (rami L 100-300 cm, dritti e poco ramificati).

Dovranno sporgere al massimo per un quinto della loro lunghezza e in genere non più di 15 cm e con 3 gemme fuori terra.

Le talee e gli astoni dovranno essere prelevati, trasportati e stoccati in modo da conservare le proprietà vegetative adottando i provvedimenti cautelativi in funzione delle condizioni climatiche e dei tempi di cantiere (copertura con teloni, immersione in acqua fredda, sotto la neve, in cella fredda-umida).

Periodo di realizzazione

La messa a dimora, infine, dovrà essere effettuata di preferenza nel periodo invernale, con esclusione dei periodi di gelo, e a seconda delle condizioni stagionali anche in altri periodi con esclusione del periodo di fruttificazione dei salici.

5.5 RIPRISTINO AREE DI CANTIERE

5.5.1 MODULO G - Ripristino stato quo ante

I terreni occupati temporaneamente dai cantieri da restituire agli usi agricoli, se risultano compattati durante la fase di cantiere, devono essere lavorati prima della ristrutturazione degli orizzonti rimossi.

La lavorazione prevedrà due fasi successive:

- la ripuntatura, lavorazione principale di preparazione che ottiene l'effetto di smuovere ed arieggiare il terreno, senza mescolare gli strati del suolo;

- la fresatura che consiste nello sminuzzamento del terreno e viene effettuata con strumenti di lavoro con corpo lavorante a rotore orizzontale dotato di utensili elastici, viene impiegata per evitare la formazione della suola di lavorazione, che potrebbe costituire un fattore limitante nell'approfondimento delle radici delle specie coltivate.

Dopo la ristrutturazione finale degli strati superficiali, verrà quindi effettuata una fresatura leggera in superficie. Se la stagione dell'intervento lo consente è opportuno quindi procedere alla immediata semina di un erbaio da rovescio (le radici delle leguminose svolgono un'importante funzione miglioratrice grazie al processo di azotofissazione che rende disponibili nel terreno consistenti quantità di azoto). Il terreno dei cantieri viene quindi restituito ai conduttori dei fondi come erbai da sovescio.

Durante la fase di cantierizzazione, al fine di preservare la risorsa pedologica, verrà posta particolare attenzione alle operazioni di scotico, accantonamento e conservazione del terreno vegetale (lo strato umifero, ricco di sostanza organica, di spessore variabile dal qualche centimetro sui terreni molto rocciosi di monte fino a 40cm), preliminarmente alla realizzazione dell'opera, per tutto il tempo necessario fino al termine dei lavori, allo smantellamento delle aree di cantiere, al fine di un suo riutilizzo per i successivi ripristini ambientali.

In quelle aree dove sono previsti interventi di mitigazione con opere a verde, risulta di particolare importanza la disponibilità di discreti quantitativi di humus, per cui risulta di grande utilità l'impiego dello strato superficiale di suolo che si trova in posto, il quale, per tale scopo, deve essere preventivamente accantonato.

Durante le operazioni di scotico si avrà cura di tenere separati gli strati superiori del suolo, da quelli inferiori e si provvederà quindi a dei saggi preliminari che consentano di individuare il limite inferiore dello strato da asportare, evitando il rimescolamento dello strato fertile con quelli inferiori a prevalente frazione di inerti.

Lo scotico verrà eseguito preferibilmente in assenza di precipitazioni, al fine di diminuire gli effetti di compattazione nell'intorno dell'area di lavoro; lo strato che verrà prelevato avrà spessore variabile a seconda delle caratteristiche pedologiche del suolo in ogni sito. Lo scotico verrà effettuato in modo che le macchine non circolino mai sul terreno vegetale e quindi in marcia avanti e con deposito e accumulo laterale.

La scelta del sito in cui prevedere l'accantonamento delle terre di scotico idonee al successivo reimpiego, è stata effettuata tenendo conto delle scelte logistiche relative alla cantierizzazione dell'opera e della localizzazione dei cantieri fissi e delle aree di deposito.

Qualora la stratigrafia del suolo presenti diversi orizzonti fertili, questi saranno asportati e accantonati separatamente e, allo stesso modo, saranno ridistesi separatamente a partire da quello più profondo.

I cumuli di stoccaggio saranno costituiti da strati di 25-30cm alternati a strati di paglia, torba o ramaglia e saranno gestiti e curati opportunamente, ovvero mantenuti a un certo grado di umidità e preferibilmente inerbiti, con la specifica finalità di mantenere la vitalità e qualità microbiologiche di questi terreni.

In ogni caso, per garantire la conservazione delle caratteristiche chimiche e biologiche dei suoli, è necessario eseguire sui cumuli di terreno fresco semine di leguminose, attraverso l'impiego di una miscela agronomica, particolarmente importante al fine di garantire l'apporto azotato, e graminacee con funzione protettiva (*Bromus inermis* Leyss 20%, *Dactylis glomerata* L. 20%, *Festuca ovina* L. 20%, *Trifolium repens* L. 20%, *Lotus corniculatus* L. 10%, *Medicago sativa* L. 10%; dose: 15 g/mq).

La scelta della tecnica di semina e delle percentuali di sementi potranno essere tarate al fine di scongiurare l'attivazione di fenomeni erosivi e di ruscellamento, che potrebbero far perdere la fertilità al suolo; sarà fondamentale evitare l'invasione di specie ruderali (infestanti) sui cumuli al fine di non alterare l'ambiente circostante con l'immissione di specie alloctone, che potrebbero entrare nell'ecosistema naturale e agrario.

Qualora durante le attività di cantiere dovessero verificarsi episodi accidentali di inquinamento dei cumuli stoccati, è opportuno provvedere alla rimozione dei volumi interessati dall'inquinamento e alla loro bonifica mediante idonee tecnologie. Preliminarmente alla stesura del terreno di scotico negli interventi di ripristino, sarà necessario intervenire con opportune lavorazioni del terreno; si procederà con una rippatura profonda nel caso di ripristino con interventi di rinaturalizzazione per poter favorire l'arieggiamento del terreno.

5.6 ALTRI INTERVENTI

5.6.1 Ripristino viabilità campestre

Per le viabilità campestri di distribuzione interna, al fine di minimizzare la quantità di tappeti bituminosi e di non compromettere il carattere eminentemente agricolo delle porzioni direttamente affacciate sull'infrastruttura stradale, è previsto quanto descritto in seguito.

La pista di cantiere, laddove non coincida con la sede stradale di progetto, verrà realizzata previo scotico del terreno agrario per uno spessore di circa 30 cm e stoccaggio provvisorio in adiacenza alle piste stesse o nelle aree a tale scopo destinate, stesa di uno strato di geotessuto con funzione di separazione, realizzazione del fondo mediante l'utilizzo di misto granulometrico 0-200 compattato (spessore circa 50 cm) e misto granulometrico 20-40 compattato (spessore circa 10 cm).

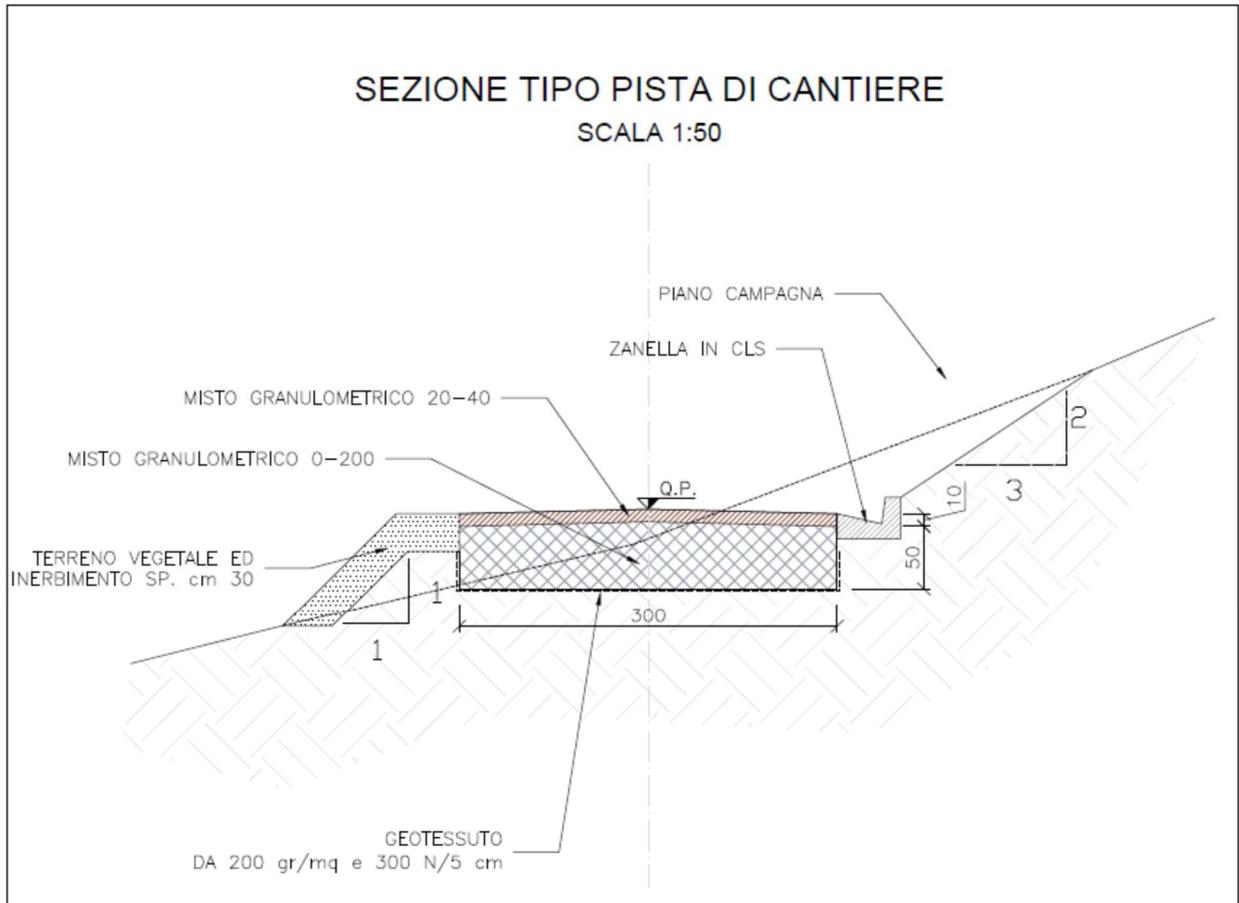


Figura 5-11 - Sezione tipo piste di cantiere.

Quando la pista di cantiere coincide con la viabilità locale esistente, o con piste già aperte e battute (utilizzate per la realizzazione della carreggiata esistente), si prevede la realizzazione di un pacchetto in misto granulometrico stabilizzato dello spessore di 20 cm, andando a regolarizzare la sede stradale esistente.

5.6.4 Rivestimento del rilevato con rete a doppia torsione anti nutria

Il rilevato stradale in corrispondenza delle risaie potrebbe essere soggetto a danneggiamenti in quest'area dove è presente la nutria. In particolare la rete antinutria è da posizionarsi sulle sponde del rilevato tra le pk 45+274 e la pk 48+240 circa.

La consuetudine della specie di scavare tane ipogee può compromettere la tenuta dell'infrastruttura stradale, determinando rischio di infiltrazioni e cedimenti.

Un sistema particolarmente efficace ed economico per il contenimento dei danni derivati dall'attività faunistica consiste nell'utilizzo di idonee reti metalliche, al fine di proteggere le infrastrutture, dalle attività di scavo realizzando dei presidi passivi. Tali presidi passivi hanno la funzione di inibire alle popolazioni selvatiche porzioni di territorio particolarmente sensibili, senza procurare danni agli animali ma costringendoli a cambiare abitudini ecologiche.

La parte basale dei rilevati stradali a contatto con le vasche delle risaie verrà rivestito con rete a doppia torsione al fine di rendere impossibile lo scavo da parte della nutria (*Myocastor coypus*).



Figura 5-13 - Rivestimento del rilevato con rete antinutria.

La protezione meccanica dell'argine verrà effettuata posando in opera una rete composta da una trama di filo metallico sottoposto a trattamento anticorrosivo (diametro del filo di 2-3 mm, maglia romboidale 8 x 10 cm) sulla quale viene estrusa una trama di materiale plastico biodegradabile.

Quest'ultima ha la funzione di trattenere il terreno e permettere un rapido insediamento della vegetazione erbacea spontanea o eventualmente seminata con il metodo dell'idrosemina. In pratica, dopo poche settimane, la rete viene completamente inglobata nella parte più profonda del cotico erboso, il che permette di attuare senza problemi le normali operazioni di sfalcio che caratterizzano l'ordinaria manutenzione di questi manufatti.

Poiché la durata della rete metallica nelle condizioni sopra descritte è stimata di diverse decine di anni, i costi possono essere ampiamente ammortizzati, tenendo conto che gli argini così protetti non necessitano delle frequenti operazioni di manutenzione straordinaria, in genere necessarie per ripristinare la loro integrità nelle aree infestate dalle nutrie.

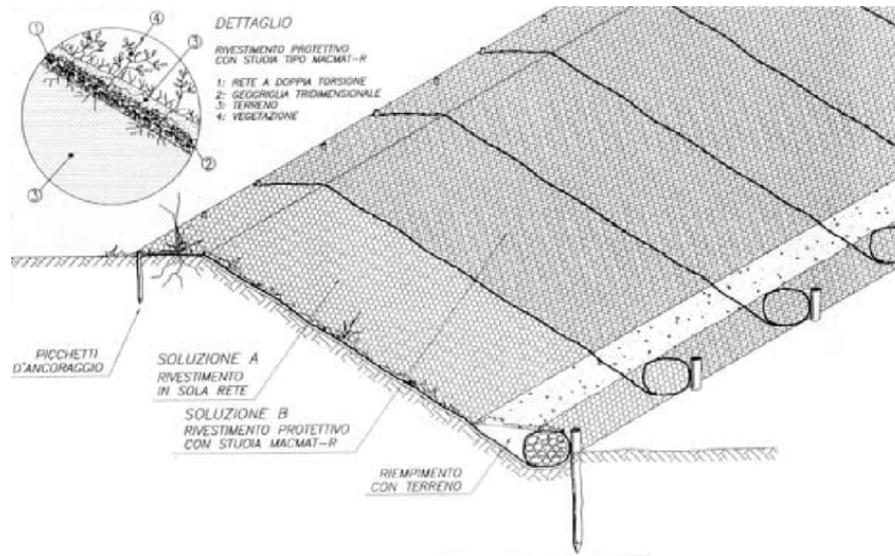


Figura 5-14 - Schematizzazione di rete metallica di protezione delle arginature.

5.6.5 Opere di rivestimento muri

In ottemperanza alle prescrizioni relative agli "Aspetti di tutela dei beni di interesse archeologico, dei beni storici, artistici e demotnoantropologici, dei beni architettonici e del paesaggio" di cui alla Delibera CIPE 40/2019, è stato effettuato un apposito approfondimento volto a definire la fattezza specifica delle finiture di tutte le opere della E78 che consistono in muri di sostegno in c.a., muri di controripa, paratie, tombini scatolari e per attraversamenti faunistici, sottovia, cavalcavia e viadotti. Tutte le opere sopramenzionate sono state studiate tanto sul piano morfotipologico quanto su quello materico e cromatico, affinché garantiscano il massimo grado di integrazione dell'intera infrastruttura nel contesto paesaggistico di riferimento. I criteri con cui è stata definita la caratterizzazione specifica delle opere rispondono all'esigenza di rendere la nuova infrastruttura quanto più coerente, nel linguaggio formale e stilistico, ai caratteri distintivi del paesaggio in cui si inserisce. L'intervento infrastrutturale ricade infatti in uno tra i paesaggi di maggiore valore estetico-percettivo della regione, che si caratterizza altresì come una zona ad elevata sensibilità paesaggistica rispetto al quale lo stesso Piano di Indirizzo territoriale della Regione Toscana (di seguito PIT), tra le criticità che minacciano l'equilibrio paesaggistico dei luoghi, rileva importanti fenomeni di artificializzazione del paesaggio da imputare appunto e soprattutto alle vie infrastrutturali anche nell'area oggetto del presente progetto. Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, inoltre specifica azioni di "conservazione e valorizzazione di paesaggi ad alto valore naturalistico, storico e culturale", le quali dunque devono essere interpretate e applicate alla progettazione di dettaglio di qualsiasi elemento si inserisca o si debba trasformare in tale ambito. Oltre ad interessare la rete degli ecosistemi e la qualità ecologica dei luoghi, i processi di artificializzazione sopra menzionati, soprattutto lungo le arterie stradali, hanno un peso anche sul piano visuale andando a potenziale detrimento delle qualità sceniche e della coerenza morfo-tipologica degli elementi strutturanti del territorio. In tale senso, in un territorio come il presente, ogni minima accortezza che possa rendere i nuovi interventi più assimilabili alle morfotipologie costruttive presenti nei luoghi sono da preferirsi.

La progettazione in fase esecutiva si è dunque avvalsa di un ulteriore studio della sensibilità paesaggistica intesa dal punto di vista scenico e dei caratteri identitari da tutelare, che ha preso in

esame gli aspetti percettivi visuali e il sistema delle tutele dei beni paesaggistici. Dalla messa a sistema di questi due livelli di informazione, di cui il primo, quello dei vincoli paesaggistici e dei beni architettonici puntuali, è stato tratto dal geoportale GEOscopio della Regione Toscana nella versione più aggiornata, e il secondo degli aspetti percettivi visuali è emerso dall'analisi dell'intervisibilità del tracciato effettuata tramite ricognizioni in loco e campagne fotografiche, è stata creata la base conoscitiva adeguata per valutare il miglior inserimento possibile delle singole opere e dunque la loro progettazione di dettaglio. Le carte infatti (codice elaborati AMBIENTE-Too-IA01-AMB-PP17-A, AMBIENTE-Too-IA01-AMB-PP18-A) rispondono precisamente all'esigenza di fornire una caratterizzazione specifica e adeguata della finitura delle opere, a fronte della verifica di coerenza morfologica e cromatica rispetto all'intero contesto paesaggistico e al rispetto dei vincoli paesaggistici. Dall'analisi emerge che in ragione dell'assenza di direttrici o di punti di visuale di alta frequentazione, vista la presenza di una fitta vegetazione boscata intorno all'infrastruttura unita ai salti di quota, si può escludere il determinarsi di interferenze o alterazioni significative sul piano scenico. Questo tipo di studio, recependo appieno le indicazioni fornite dalla scheda del PIT e richiamate al principio del presente paragrafo, ha inoltre evidenziato l'importanza di conferire all'infrastruttura un'adeguata capacità di mimesi con il contesto senza però rinunciare alla necessità di sviluppare un linguaggio formale proprio, riconoscibile ed omogeneo lungo tutto lo sviluppo, contemporaneo seppur sobrio. La progettazione delle finiture è stata eseguita con cura ed è stata svolta prediligendo materiali locali e riproducendo cromatismi assimilabili a quelli che contraddistinguono il paesaggio delle Crete Senesi. A tal fine è stato eseguito anche uno studio cromatico delle costruzioni tipiche dei luoghi per poter meglio definire la colorazione delle nuove opere calibrandone il grado di integrazione nel contesto. Lo studio cromatico è stato effettuato grazie a un campionamento di piccoli materiali lapidei e terrigeni eseguito in loco e sulla base dell'analisi cromatica di alcuni scatti significativi delle murature dell'architettura tradizionale, di porzioni di piana, etc..., eseguiti nel corso delle campagne fotografiche.



Figura 5-15 - Gamma dei cromatismi compatibili con i luoghi.

Dalla digitalizzazione di questi materiali è stata poi estratta una gamma di colori ricorrenti rispetto ai quali è stata effettuata una selezione di cromatismi maggiormente compatibili. Questo piccolo studio è stato utile alla definizione del miglior cromatismo da conferire al calcestruzzo per tutte le opere in cui esso rimane faccia a vista lungo l'intera infrastruttura come ad esempio tutti i piloni dei viadotti, tutti i tombini scatolari utilizzati anche per gli attraversamenti faunistici, tutti i sottovia, alcuni muri e paratie oltre alle spalle di alcuni cavalcavia e Viadotti, quali quello sul fosso Ornate. Tale cromatismo viene identificato con il colore dal codice #doc8aa, tuttavia preme sottolineare che è possibile ad oggi

addivenire ad una definizione precisa ed incontrovertibile del colore in quanto esso dovrà eseguirsi in fase di cantiere e dipenderà dalla tipologia di calcestruzzo utilizzato, dalla quantità di pigmenti miscelati e dal particolare tipo di pigmento disponibile in commercio e più prossimo possibile alla colorazione prescelta in questa fase. Inoltre non è intenzione del progetto ottenere una tinta piatta per le superfici in calcestruzzo faccia a vista delle opere, per questo motivo sono più di una le tinte cromatiche scelte che continuano ad assicurare la compatibilità con il contesto. Leggere variazioni cromatiche all'interno della gamma identificata, unitamente ad una grana irregolare e materica, sono infatti auspicabili perché in grado di conferire maggiore varietà e capacità di mimesi alle opere. In generale si può dunque affermare che la particolare colorazione del calcestruzzo sia un elemento omogeneo e ricorrente per tutta l'E78, così come l'utilizzo dell'acciaio COR-TEN per tutte le opere che prevedono l'impiego di carpenteria metallica di grandi dimensioni.

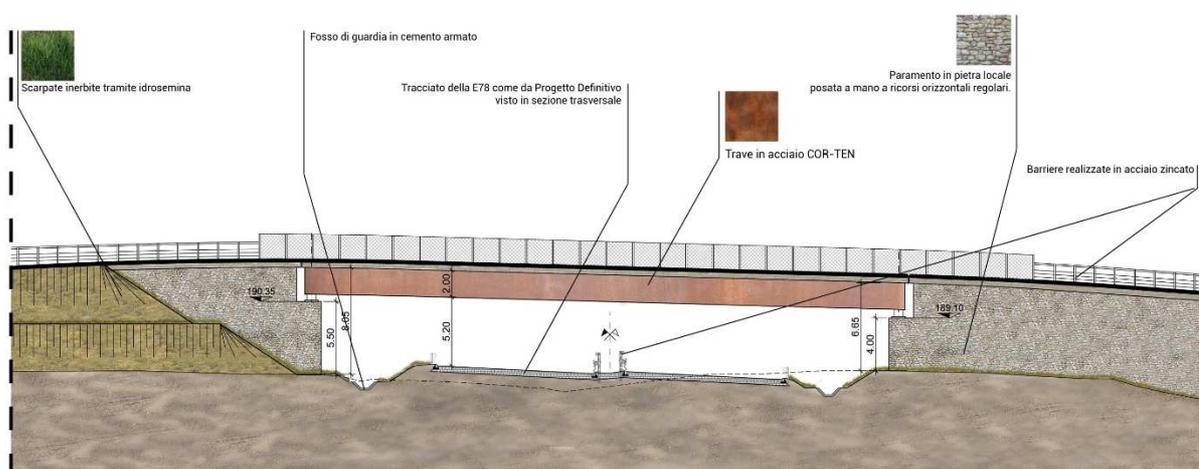


Figura 5-16 - Prospetto del Cavalcavia Agricolo Merse, le cui spalle verranno trattate con rivestimento lapideo.

Laddove l'infrastruttura si espone maggiormente sul piano visuale (con opere di maggiori dimensioni), tanto per ragioni dettate dalla morfologia del territorio (orografia) quanto per il maggiore "grado di pubblico" che determinate aree hanno rispetto ad altre (per la presenza di insediamenti, viabilità primaria e secondaria o per la presenza di emergenze architettoniche) si prevede invece l'impiego di materiali e soluzioni tipologiche caratteristiche dell'architettura tradizionale, quali appunto paramenti in pietra locale posata a mano a ricorsi orizzontali regolari per le superfici di alcuni muri paratie, spalle di ponticelli e viadotti, così come identificati dalle carte di analisi della sensibilità paesaggistica per la caratterizzazione delle opere (AMBIENTE-Too-IA01-AMB-PP17-A, AMBIENTE-Too-IA01-AMB-PP18-A).

Sulla base di queste considerazioni, il progetto prevede la messa in opera di due tipologie di rivestimento differenti per i muri di sostegno, i muri di controripa, le paratie, i cavalcavia e i viadotti. Tanto i muri quanto le paratie presentano un paramento inclinato di 1/10 e due differenti tipologie di trattamento superficiale, da realizzarsi in pietra locale faccia a vista posata a mano a ricorsi orizzontali o in calcestruzzo faccia a vista con strato superficiale pigmentato con ossidi e finitura materica, così come indicato negli elaborati del progetto esecutivo, che costituiscono parte integrante della presente relazione. La resa specifica delle opere è apprezzabile nei tipologici contenuti nell'elaborato AMBIENTE-Too-IA01-AMB-SZ04-A cui si rimanda per un ulteriore approfondimento.

RELAZIONE DESCRITTIVA

Le prime dieci opere di sostegno (muri e paratie), così come il viadotto sul fiume Ornate e il cavalcavia sulla S4, si collocano in quello che la relazione paesaggistica nell’analisi delle condizioni di intervisibilità, ha definito come prima tratta (dall’inizio tracciato km 41+600, allo svincolo “Il Picchetto” km 44+400) caratterizzato da un’intervisibilità ristretta e dalla presenza di una fitta copertura boscata. In ragione di ciò, le parti di infrastruttura che ricadono in questa tratta ovvero in aree meno esposte visualmente e la cui percezione viene mascherata dalla vegetazione, presenteranno uno strato di finitura (4 cm) in calcestruzzo faccia a vista pigmentato con ossidi (o con altri additivi che conferiscano la resa cromatica desiderata) atto a realizzare una superficie scabrosa, dalla grana variegata, che possa quindi arricchirsi di sfumature ricercando mimesi ed omogeneità cromatica con i materiali scelti per tutte le parti che compongono l’infrastruttura, come ad esempio l’acciaio COR-TEN utilizzato per i ponticelli e i viadotti. La superfici in calcestruzzo a faccia vista saranno realizzate tramite apposite matrici Matrice elastica decorativa per getti in calcestruzzo faccia vista che verranno incollate o posizionate sui casseri, prima di ogni getto. Le matrici saranno Reckli tipo Yukon – della Coplan di Trezzano sul Naviglio (MI) – o equivalente, in elastomero di poliuretano ad alta flessibilità ed elasticità per disarmo facile. Nella predisposizione delle matrici sui casseri per i getti si avrà cura di rendere pressoché nulla la visibilità dei giunti fra le matrici con opportuni accorgimenti da adottare in fase di realizzazione per scongiurare la resa di un effetto seriale e prefabbricato alla superficie. Questa soluzione garantisce un adeguato grado di fusione dell’infrastruttura nel contesto territoriale mantenendo però una chiara onestà linguistica e strutturale, ovvero consentendo di leggere chiaramente la struttura delle opere, senza falsificare tecniche costruttive ai soli e presunti fini estetici. Il progetto, al contrario, è volto a creare una nuova estetica dell’infrastruttura, integrando materiali locali tradizionali e cromatismi originali con materiali e tecnologie moderne, sgombrando il campo dalle banalizzazioni e dal ricorso ad un immaginario iconico obsoleto.

Per tutti i ponticelli, vista la loro condizione di visibilità e per questioni legate all’omogeneità linguistica di trattamento, si prevede il rivestimento delle spalle in pietra locale a ricorsi orizzontali regolari. Tutti i sottovia al contrario avranno un trattamento delle superfici da realizzarsi in calcestruzzo faccia a vista pigmentato con ossidi e finitura materica conferita dall’impiego delle matrici descritte sopra. Il viadotto sul fiume Merse in ragione della sua esposizione visuale, prevede l’utilizzo di un rivestimento in pietra locale a ricorsi orizzontali regolari, si può vedere una resa della sua finale configurazione nell’elaborato AMBIENTE-Too-IA01-AMB-SZ04-A.

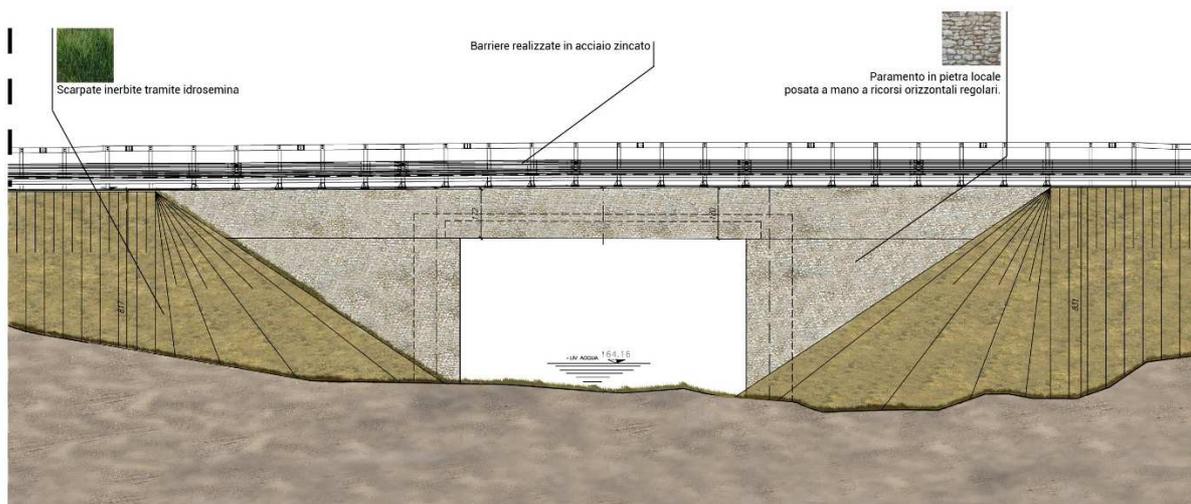


Figura 5-17 - Prospetto del ponticello sul fosso Faulle. Tipologico del trattamento di tutti i ponticelli che compongono l’infrastruttura.

RELAZIONE DESCRITTIVA

Le restanti opere di sostegno (muri e paratie) ricadono nelle tratte 4 e 5 definite dall'analisi delle condizioni di intervisibilità, le quali sono rispettivamente caratterizzate da una copertura del suolo piuttosto eterogena dove dominano le ampie aree boscate, lungo il versante orientale, mentre sul versante opposto si trova un'area individuata come ZSC IT5190006 Alta Val di Merse, cui si aggiungono aree a vegetazione arborea in evoluzione, poste soprattutto lungo la viabilità della SS223, aree prative e ampie zone coltivate prevalentemente a seminativi. Tale eterogeneità si traduce in condizioni variabili di intervisibilità determinando porzioni di infrastruttura occultate alla vista ed altre invece ben percepibili, come accade nel tratto 5 caratterizzato da un campo visuale aperto sull'ampio fondovalle prevalentemente a seminativi. Maggiormente in queste tratte, laddove l'infrastruttura risulta più esposta dal punto di vista visuale, cioè in corrispondenza di visuali panoramiche dirette ravvicinate o da lontano da luoghi di visibilità alta, nelle zone a più elevata frequentazione anche turistica oltre che comprese nell'area ZSC, si prevede di realizzare il rivestimento (spessore di 15 cm) in pietra locale posata a mano a ricorsi orizzontali e regolari, così come esemplificato nelle sezioni tipologiche riportate in figura successiva.

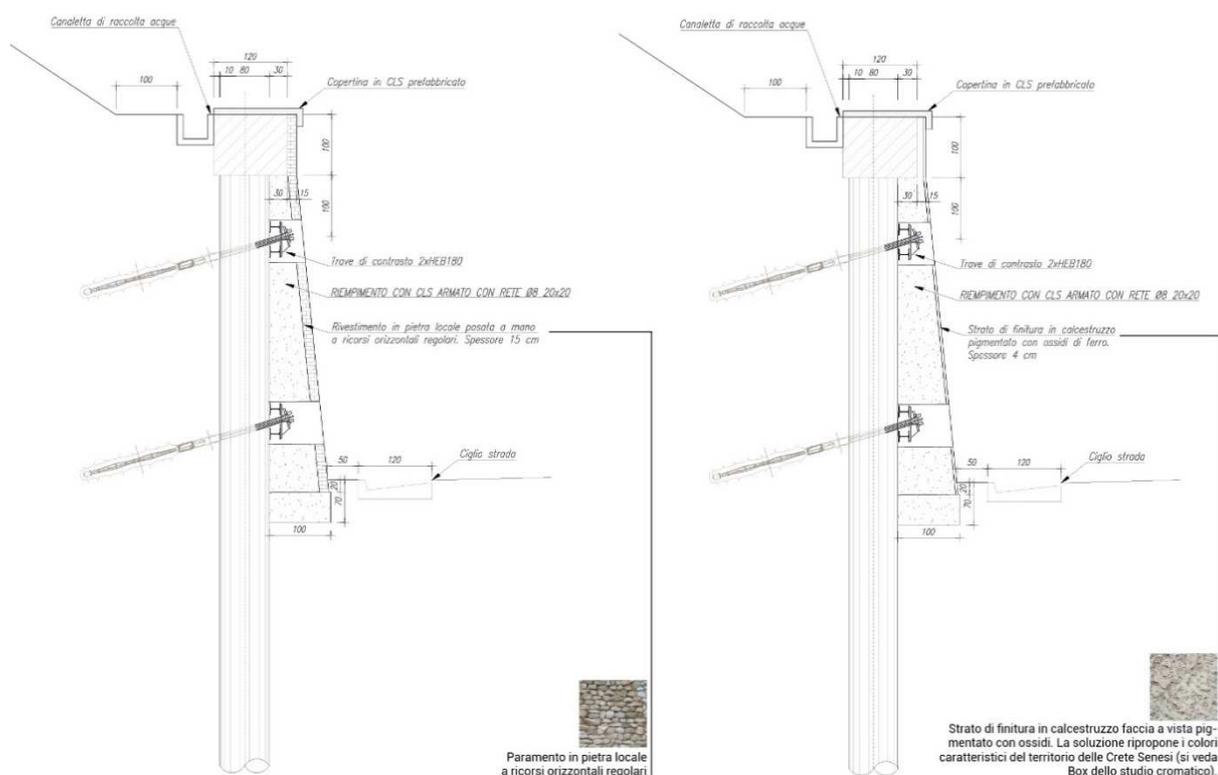


Figura 5-18 - Tipologico delle paratie. Due differenti tipi di rivestimento.

6 ABACO DELLE SPECIE VEGETALI UTILIZZATE PER LE MITIGAZIONI AMBIENTALI

RELAZIONE DESCRITTIVA

ALBERI E ARBUSTI										
DISEGNO	CODICE	SESTO DI IMPIANTO	COPERTURA (m2) (espansione massima della chioma)	NOME scientifico (NOME volgare)	Altezza (all'impianto)	FORMA	ALTEZZA (massima di sviluppo)	COLORE PREVALENTE fiori (fi), frutti (fr), foglie (fo)	MODULO DI APPARTENENZA	FOTO
	Ac	4x4	16 m2	<i>Acer campestre</i> Acero campestre	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-150 cm	Portamento espanso	20 m	Giallognoli (fi)	F1	
	Qr	5x5	25 m2	<i>Quercus robur</i> Farnia	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-150 cm	Globoso	25 m	Verde brillante (fo)	D	
	Sa	3x3	9 m2	<i>Salix alba</i> Salice bianco	vaso 18 l, c. 8-10 cm, h. 1,5-2 m	Espanso	18 m	Argenteo (fo)	D	
	Pa	2,5x2,5	6 m2	<i>Populus alba</i> Pioppo bianco	zolla, c. 12-14 cm, h. 2,5-3 m	Slanciato espanso	20 m	Bianco argenteo (fo)	D	

RELAZIONE DESCRITTIVA

ALBERI E ARBUSTI										
DISEGNO	CODICE	SESTO DI IMPIANTO	COPERTURA (m2) (espansione massima della chioma)	NOME scientifico (NOME volgare)	Altezza (all'impianto)	FORMA	ALTEZZA (massima di sviluppo)	COLORE PREVALENTE fiori (fi), frutti (fr), foglie (fo)	MODULO DI APPARTENENZA	FOTO
	Ag	4x4	16 m2	<i>Alnus glutinosa</i> Ontano nero	zolla, c. 12-14 cm, h. 2,5-3 m	Slanciato	20 m	Verde scuro (fo), nero (fr)	D-F2	
	Fa	5x5	25 m2	<i>Fraxinus angustifolia</i> Frassino meridionale	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-150 cm	Slanciato	25 m	Giallo chiaro (fi)	D-F2	
	Fo	4x4	16 m2	<i>Fraxinus ornus</i> Orniello	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-150 cm	Arrotondato, espanso	15 m	Bianco crema (fi)	B-F1	
	Qc	5x5	25 m2	<i>Quercus cerris</i> Cerro	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-150 cm	Globoso	30 m	Verde (fo)	B-C-D	
	Qi	4x4	16 m2	<i>Quercus ilex</i> Leccio	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 10-12 cm; h. 100-150 cm	Globoso	20 m	Verde scuro (fo)	B-C	

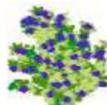
RELAZIONE DESCRITTIVA

ALBERI E ARBUSTI										
DISEGNO	CODICE	SESTO DI IMPIANTO	COPERTURA (m2) (espansione massima della chioma)	NOME scientifico (NOME volgare)	Altezza (all'impianto)	FORMA	ALTEZZA (massima di sviluppo)	COLORE PREVALENTE fiori (fi), frutti (fr), foglie (fo)	MODULO DI APPARTENENZA	FOTO
	Qp	4,5x4,5	20 m2	<i>Quercus pubescens</i> Roverella	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-150 cm	Espanso irregolare	20 m	Verde (fo)	B	
	Cm	2x2	4 m2	<i>Crataegus monogyna</i> Biancospino	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 80-100 cm	Compatto, arrotondato	5 m	Bianco (fi); rosso (fr)	B-C	
	Ps	2x2	4 m2	<i>Prunus spinosa</i> Prugnolo	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-125 cm	cespuglioso	6 m	Bianco (fi); blu (fr)	B	
	Cos	2,5x2,5	6 m2	<i>Cornus sanguinea</i> Sanguinello	vaso 3 l; h. 80-100 cm	compatto	3 m	Rosso (fr)	C-F2	
	Ms	2x2	4 m2	<i>Malus sylvestris</i> Melo selvatico	zolla; circ. a 1,3 m da p.c.: 8-10 cm; h. 100-150 cm	eretto, compatto	10 m	Bianco (fi)	C	
	Cs	2x2	4 m2	<i>Cytisus scoparius</i> Ginestra dei carbonai	vaso 7 l, h. 80-100 cm	ramificato, ricadente	2 m	giallo brillante (fi)	A-B	

RELAZIONE DESCRITTIVA

ALBERI E ARBUSTI										
DISEGNO	CODICE	SESTO DI IMPIANTO	COPERTURA (m ²) (espansione massima della chioma)	NOME scientifico (NOME volgare)	Altezza (all'impianto)	FORMA	ALTEZZA (massima di sviluppo)	COLORE PREVALENTE fiori (fi), frutti (fr), foglie (fo)	MODULO DI APPARTENENZA	FOTO
	Vt	2X2	4 m ²	<i>Viburnum tinus</i> Viburno	vaso 7 l, h. 80-100 cm	compatto, arrotondato	4 m	Verde scuro (fo); bianco (fi); blu (fr)	A-B-E-F1	
	Ea	1,5X1,5	3 m ²	<i>Erica arborea</i> Erica arborea	vaso 7 l, h. 80-100 cm	cespuglioso	3 m	Verde scuro (fo); bianco (fi)	A-B-E	
	Se	2X2	4 m ²	<i>Salix eleagnos</i> Salice delle rive	vaso 18 l, c. 8-10 cm, h. 1,5-2 m	cespuglioso	3 m	Argenteo (fo)	D	
	Sp	2X2	4 m ²	<i>Salix purpurea</i> Salice rosso	vaso 18 l, c. 8-10 cm, h. 1,5-2 m	cespuglioso	3 m	Rosso-azzurro (fo)	D	
	Ca	2X2	4 m ²	<i>Corylus avellana</i> Nocciolo	vaso 7 l, h. 1-1,25 m	compatto	5 m	Verde brillante (fo); giallo (fi)	D	
	Ee	2X2	4 m ²	<i>Euonymus europaeus</i> Berretta da prete	vaso 9 l, h. 60-80 cm	eretto, cespuglioso	2 m	Rosso brillante (fr); Verde scuro (fo)	D-E-F2	

RELAZIONE DESCRITTIVA

ALBERI E ARBUSTI										
DISEGNO	CODICE	SESTO DI IMPIANTO	COPERTURA (m ²) (espansione massima della chioma)	NOME scientifico (NOME volgare)	Altezza (all'impianto)	FORMA	ALTEZZA (massima di sviluppo)	COLORE PREVALENTE fiori (fi), frutti (fr), foglie (fo)	MODULO DI APPARTENENZA	FOTO
	Cm	2X2	4 m ²	<i>Cornus mas</i> Corniolo	vaso 3 l; h. 80-100 cm	compatto	6 m	Verde brillante (fo)	D	
	PI	2X2	4 m ²	<i>Phyllirea latifolia</i> Ilatro comune	vaso 7 l, h. 80-100 cm	ramificato, espanso e globoso	5 m	Giallastri (fi)	F1	
	Au	2X2	4 m ²	<i>Arbutus unedo</i> Corbezzolo	vaso 10 l, h. 80-100 cm	eretto, ramificato	10 m	Verde chiaro (fo); bianco (fi); rosso arancio (fr)	F1	
	Sn	2X2	4 m ²	<i>Sambucus nigra</i> Sambuco comune	vaso 7 l, h. 80-100 cm	Ramificato, espanso ricadente	6 m	Bianco panna (fi)	F2	

RELAZIONE DESCRITTIVA

