

INTERVENTI PREVISTI DAL PROGRAMMA DI ATTUAZIONE DEL PNRR

MISSIONE 2, COMPONENTE 4, INVESTIMENTO 3.3 “RINATURAZIONE DELL’AREA DEL PO” FINANZIATO DALL’UNIONE EUROPEA – NEXTGENERATIONEU

SCHEDE DI PRIORITÀ 2A E 2B

N. SCHEDA

18

PROGETTISTI:

A.T.I.

TECHNITAL S.p.A.
(Capogruppo mandataria)



Mandanti:



bininipartners



STAZIONE APPALTANTE:

Agenzia Interregionale per il Fiume Po
Strada G. Garibaldi n.75 - 43121 Parma (PR)

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:

Ing. Mirella Vergnani

**RESPONSABILE DELL' INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:**

Ing. Alberto Marchi



PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE LINEA R

RESPONSABILE DELL'ELABORATO:

Binini Partners S.r.l.
Ing. Tiziano Binini

CODICE ELABORATO:

II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
REV 0	06/2025	PRIMA EMISSIONE	C. Torelli	T. Binini	A. Marchi
REV 1	07/2025	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VERIFICA PROGETTUALE	C. Torelli	T. Binini	A. Marchi
REV 2	08/2025	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VERIFICA PROGETTUALE	C. Torelli	T. Binini	A. Marchi
REV 3	09/2025	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VERIFICA PROGETTUALE	C. Torelli	T. Binini	A. Marchi

INTERVENTI PREVISTI DAL PROGRAMMA DI ATTUAZIONE DEL PNRR
MISSIONE 2, COMPONENTE 4, INVESTIMENTO 3.3 “RINATURAZIONE DELL’AREA DEL PO”
FINANZIATO DALL’UNIONE EUROPEA – NEXTGENERATIONEU

SCHEDA DI PRIORITÀ 2A E 2B

PROGETTO ESECUTIVO

CAPOLATO SPECIALE D’APPALTO
NORME TECNICHE
LINEA R

Settembre 2025

INDICE

1. GENERALITA'	5
1.1. DIREZIONE TECNICA DI CANTIERE PER LE OPERE A VERDE	5
1.2. FORNITURA ED ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI	5
1.3. MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE DURANTE LE FASI DI REALIZZAZIONE	5
1.4. PROGRAMMA SPECIALISTICO DEI LAVORI E VERIFICHE PRELIMINARI	6
1.5. SALVAGUARDIA DELLE CONDIZIONI AGRONOMICHE NELLE AREE VERDI	6
1.6. TUTELA DELLA VEGETAZIONE ESISTENTE	7
1.7. CAM APPLICABILI E VINCOLI DNSH	7
2. OPERAZIONI PRELIMINARI ED OPERE ACCESSORIE	9
2.1. MOVIMENTI TERRA – TRATTAMENTO DEL TERRENO VEGETALE – DEPOSITI TEMPORANEI DI TERRENO	9
1.1.1. RIFERIMENTI NORMATIVI	9
1.1.2. MOVIMENTI TERRA	9
1.1.3. TRATTAMENTO TERRENO VEGETALE	9
1.1.4. SCOTICO	11
1.1.5. ERPICATURA SUPERFICIALE DEL TERRENO O FRESATURA DELLO STESSO	12
2.2. CRITERI PER LA FERTILIZZAZIONE E L'AMMENDAMENTO	12
2.2.1. CONCIMI, AMMENDANTI E CORRETTIVI	12
2.2.2. ANALISI DEI TERRENI	15
2.2.3. PREPARAZIONE DEL SUOLO	15
2.2.4. TRACCIAMENTO E PICCHETTAMENTO	16
2.2.5. TAGLIO DI VEGETAZIONE ARBOREA ESISTENTE	16
3. MATERIALI VEGETALI E TIPOLOGIE DI INTERVENTO	17
3.1. MATERIALE VEGETALE	17
3.2. MESSA A DIMORA DELLE PIANTE	19
3.2.1. REPERIMENTO DEL MATERIALE	19
3.2.2. TEMPI DI FORNITURA E TRATTAMENTO IN CANTIERE DELLE PIANTINE, STOCCAGGI PROVVISORI, VIVAI VOLANTI	20
3.2.3. DIAMETRI E ALTEZZE MINIME DELLE PIANTINE MESSE A DIMORA	22
3.2.4. SESTI D'IMPIANTO	22
3.2.5. SCAVO DELLE BUCHE	22
3.2.6. MODALITÀ DI MESSA A DIMORA DELLE PIANTINE	23
3.2.7. PACCIAMATURE, PALI TUTORI E SHELTER	24
3.2.8. EPOCA DI MESSA A DIMORA	24
3.3. MESSA A DIMORA DI TALEE	25
3.3.1. REPERIMENTO	25
3.3.2. MODALITÀ DI TAGLIO, TRASPORTO E IMPIEGO DI CANTIERE	26
3.3.3. EPOCA DI PIANTAGIONE	26
3.3.4. DIAMETRI E LUNGHEZZE MINIMI	27
3.3.5. MODALITÀ DI PIANTAGIONE	27
3.3.6. DEPOSITO TEMPORANEO DELLE TALEE IN CANTIERE	27

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.3
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

3.3.7. EVENTUALE TRATTAMENTO DELLE TALEE CON ORMONI RIZOGENI (AUXINE) NEL CASO DI IMPIEGO IN PERIODO DI FERMO BIOLOGICO	28
3.3.8. ESECUZIONE DI VIMINATE	31
3.4. SEMINA DI SUPERFICI PRATIVE	32
3.4.1. SEMINA A SPAGLIO MANUALE O MECCANICA	33
3.4.2. IDROSEMINA	34
3.4.3. CURE DI MANTENIMENTO DELLE SUPERFICI SEMINATE O IDROSEMINATE	34
3.5. PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI INTERVENTI TIPOLOGICI	35
3.5.1. 1B – COMPLESSI MACCHIA-RADURA	35
3.5.2. 2A – MODELLAZIONE DELLE AREE RIPARIALI ETEROGENEE	36
3.5.3. 3B – CONTENIMENTO VEGETAZIONE ERBACEA ALLOCTONA	37
3.5.4. 3F – CONTENIMENTO SPECIE ARBOREO/ARBUSTIVE ALLOCTONE	37
 <u>4. CURE COLTURALI PREVISTE PER I PRIMI CINQUE ANNI DALL'IMPIANTO</u>	 38
 4.1. DESCRIZIONE E PROGRAMMA DELLE OPERAZIONI DA EFFETTUARE PER OGNI ANNO	 38
4.1.1. AREA TIPOLOGICO 1B – COMPLESSI MACCHIA-RADURA	38
4.1.2. AREA TIPOLOGICO 2A – MODELLAZIONE DELLE AREE RIPARIALI ETEROGENEE	38
4.2. IRRIGAZIONI AUSILIARIE	39
4.3. SFALCI PERIODICI	40
4.4. POTATURE – SFOLLI E DIRADAMENTI	40
4.5. ZAPPETTATURE, CONCIMAZIONI DI RINFORZO E RIPRISTINO DELLE CONCHE DI IRRIGAZIONE - CONTROLLO DEI PARASSITI E DELLE FITOPATIE IN GENERE	42
4.6. ELIMINAZIONE E SOSTITUZIONE DELLE PIANTE MORTE (FALLANZE)	42
4.7. SEMINE E TRASEMINE SUCCESSIVE	42
4.8. CONTROLLO, RISISTEMAZIONE E RIPARAZIONE DEI PALI DI SOSTEGNO, DEI DISCHI PACCIAMANTI E DELLE LEGATURE	43
 <u>5. PRESCRIZIONI PER LA TUTELA DEL SUOLO IN CANTIERE E CARATTERISTICHE DEI MEZZI MECCANICI</u>	 44
 5.1. PRESCRIZIONI DA CONCORDARE CON LA DIREZIONE LAVORI	 44
 <u>6. LE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE</u>	 45
 6.1. TRATTAMENTO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE – CRITICITÀ E MODALITÀ DI GESTIONE DELLE SPECIE ALLOCTONE NELL'AMBITO DI ATTIVITÀ DI CANTIERE CON MOVIMENTAZIONE TERRA	 46
6.1.1. INTRODUZIONE	46
6.1.2. PREPARAZIONE E GESTIONE DEL TERRENO	47
6.1.3. UTILIZZO DI MATERIALE VEGETALE VIVO PER LA COPERTURA DELLE SUPERFICI DI TERRENO	48
6.1.4. INDICAZIONI PER GLI INERBIMENTI	48
6.1.5. MISURE DI PREVENZIONE/GESTIONE/LOTTA/CONTENIMENTO	48
6.1.6. MODALITÀ DI GESTIONE E SMALTIMENTO DEI RESIDUI VEGETALI	49
6.1.7. TRATTAMENTO CHIMICO DELLE ALLOCTONE INVASIVE IN AMBITO NATURALE O SEMINATURALE	53
6.1.8. MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI AL FINE DI VERIFICARE IL PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE	53
6.1.9. SINTESI DELLE PRINCIPALI OPERAZIONI SOGGETTE A SPECIFICA AUTORIZZAZIONE DELLA DL E PRINCIPALI NORME DI ESECUZIONE DA CONCORDARE CON LA DL	54

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.4
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

6.2. SCHEDE BOTANICHE	55
6.2.1. <i>AMORPHA FRUTICOSA L.</i>	55
6.2.2. <i>HUMULUS JAPONICUS</i>	62
6.2.3. <i>REYNOUTRIA JAPONICA HOUTT.,</i>	67
6.2.4. <i>SICYOS ANGULATUS L.</i>	83
6.2.5. <i>AILANTHUS ALTISSIMA</i>	90
6.2.6. <i>ROBINIA PSEUDOACACIA</i>	102

7. PRESCRIZIONI PER LA TUTELA DEL SUOLO IN CANTIERE E CARATTERISTICHE DEI MEZZI MECCANICI **113**

7.1. PARAMETRI DI UTILIZZO DEI MACCHINARI	113
7.1.1. NUMERO DI PASSAGGI	113
7.1.2. PENDENZA DEL TERRENO	114
7.2. FATTORI CHE INFLUENZANO LA SEVERITÀ DELL'IMPATTO SUL SUOLO	114
7.3. TEMPI DI RECUPERO DEL SUOLO	115
7.4. TEMPI DI RECUPERO DEL SUOLO	116
7.5. IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE DEL SUOLO	118
7.6. MODIFICHE ED ACCORGIMENTI SULLE MACCHINE DA IMPIEGARE	118
7.6.1. DIMENSIONI DEI PNEUMATICI	119
7.6.2. NUMERO DI PNEUMATICI	119
7.6.3. PRESSIONE DI GONFIAGGIO PNEUMATICI	120
7.6.4. CINGOLI E CATENE	120

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-2	Pag. n.5
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	

1. GENERALITA'

1.1. Direzione tecnica di cantiere per le opere a verde

L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori, deve nominare e un Direttore Tecnico di cantiere per le opere a verde che dovrà avere comprovata capacità, esperienza e professionalità specifica per il tipo di lavoro da realizzare. Tale nominativo dovrà essere ufficialmente comunicato alla Stazione Appaltante corredato di curriculum.

Il Direttore Tecnico dovrà sovrintendere a tutte le fasi di realizzazione dell'opera e dovrà interfacciarsi con la Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà esigere, in qualsiasi momento, la sostituzione del Direttore Tecnico di cantiere e del personale operativo, per dimostrata incapacità, indisciplina o gravi negligenze.

1.2. Fornitura ed esecuzione delle lavorazioni

L'Appaltatore è tenuto al rispetto dei periodi di nidificazione dell'avifauna ed ai limiti imposti dalle prescrizioni delle aree protette della Rete Natura 2000 (si veda capitolo riguardante taglio della vegetazione).

L'Appaltatore è tenuto a fornire materiali di prima qualità, rispettando le prescrizioni di progetto e quelle contenute nel presente Capitolato, e a eseguire i lavori a perfetta regola d'arte e secondo le migliori tecniche disponibili. Le operazioni di sistemazione a verde dovranno essere eseguite da personale qualificato, in numero sufficiente e con attrezzature adeguate al fine di assicurare il regolare e continuo svolgimento dei lavori nei tempi previsti. Tutte le opere che, a giudizio della Direzione Lavori, non siano state eseguite secondo le prescrizioni di progetto e a perfetta regola d'arte dovranno essere rifatte a cura e a spese dell'Appaltatore, fatto salvo il diritto dello stesso di presentare le proprie riserve e controdeduzioni.

L'Appaltatore non potrà, in ogni caso, sospendere o rallentare lo sviluppo previsto dei lavori. Le unità di misura adottate sono quelle appartenenti al Sistema Internazionale.

1.3. Manutenzione delle opere a verde durante le fasi di realizzazione

L'Appaltatore, dovrà assumersi l'onere di garantire per tutta la durata del cantiere, compresi gli eventuali periodi di sospensione dei lavori, adeguati interventi di manutenzione delle opere e in particolare degli elementi vivi (piante e prati).

Dovrà altresì garantire l'eventuale irrigazione ausiliaria che si rendess necessario, in accordo con la DL.

L'onere di mantenimento/manutenzione degli elementi vegetali dell'opera da parte dell'Appaltatore inizia con la consegna dei lavori e termina con il certificato di ultimazione dei lavori di realizzazione delle opere a verde; a termine lavori si farà riferimento a quanto previsto per le verifiche di attecchimento (fallanze tollerabili del 10 % al primo anno e del 5% al secondo anno – si veda al riguardo capitolo 4.6)

Le operazioni di manutenzione previste dal presente articolo non sono dunque da confondersi con le operazioni delle cure colturali previste per 5 anni dall'ultimazione dei lavori e dagli interventi previsti dal Piano di Manutenzione durante il periodo di garanzia.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.6
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

La Direzione lavori, nel caso giudichi gli interventi di manutenzione delle opere insufficienti, inadeguati o eseguiti in maniera non corretta, ha facoltà di provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore.

1.4. Programma specialistico dei lavori e verifiche preliminari

L'Appaltatore, anche qualora sia già stato definito un cronoprogramma generale dell'opera (in caso di opere complesse e non esclusivamente a verde), almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare e sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori, il programma dettagliato dei lavori ad esso affidati. Il programma in oggetto, tenendo conto delle prescrizioni del presente Capitolato e delle relative norme particolari oltre che delle indicazioni degli Elaborati di Progetto, dovrà definire la sequenzialità delle diverse fasi delle lavorazioni e la loro durata, inserendosi e non andando in conflitto con quanto previsto dal programma generale dell'opera.

Il programma dovrà altresì tenere in debita considerazione gli eventuali vincoli dettati dalla stagionalità di alcune lavorazioni e dei diversi fermi biologici legati alle operazioni di piantagione e alla presenza dell'avifauna

L'Appaltatore dovrà inoltre accertarsi dell'eventuale presenza di reti tecnologiche, manufatti, tubazioni, cavidotti, pozzetti, o qualsiasi altro elemento interrato, presente all'interno dell'area d'intervento, individuarne la posizione e verificarne l'interferenza con le operazioni previste dal progetto o necessarie alla realizzazione dello stesso.

In caso di verificata interferenza e prima di procedere con le operazioni, è fatto obbligo all'Appaltatore di informare immediatamente e senza indugio la Direzione Lavori attenendosi alle sue decisioni in merito.

1.5. Salvaguardia delle condizioni agronomiche nelle aree verdi

L'Appaltatore dovrà eseguire tutte le operazioni previste dal progetto, o comunque necessarie alla realizzazione dell'opera, con modalità che non compromettano in nessun modo le condizioni agronomiche e strutturali del terreno delle aree destinate alle opere a verde.

In particolare, dovrà:

- programmare tutte le fasi di lavorazione e le operazioni di cantiere in modo da transitare od operare il meno possibile sulle aree destinate ad opere a verde;
- concordare preventivamente con la Direzione Lavori le modalità d'uso delle aree destinate a verde quando non sia possibile evitarlo, concordando nel contempo tutti gli interventi di bonifica necessari a ripristinare le condizioni agronomiche originarie;
- non utilizzare le aree destinate alle opere a verde come deposito temporaneo di materiali, residui di lavorazione o rifiuti;
- non operare con automezzi o macchine operatrici su suoli bagnati o umidi;

Qualora l'Appaltatore abbia causato, anche al di fuori dei casi previsti e concordati, situazioni di compattazione del suolo o abbia in ogni caso compromesso le condizioni agronomiche originarie, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere all'Appaltatore, senza che nulla venga eccepito, l'esecuzione delle necessarie operazioni di ripristino delle condizioni agronomiche ideali mediante l'eventuale bonifica, intesa come asporto di profili di suolo fortemente compattati, la cui fertilità non possa essere a breve e potenzialmente ripristinata a giudizio della Direzione Lavori, ed il riporto di terreno di coltivo

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.7
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

fertile, compreso eventuali oneri di discarica, e/o la scarifica e dissodamento delle aree compattate.

Le operazioni suddette sono a carico dell'Appaltatore e potranno essere richieste ogniqualevolta la Direzione Lavori ne ravvisi la necessità.

1.6. Tutela della vegetazione esistente

Le piante già presenti nelle zone di intervento dovranno essere opportunamente contrassegnate in accordo con la DL dall'Appaltatore prima dell'inizio lavori. Tale operazione dovrà essere svolta in accordo con la DL prima dell'inizio delle operazioni; le piante verranno contrassegnate con vernice in modo tale che le stesse siano visibili e riconoscibili nel tempo.

All'atto della consegna dei lavori si procederà a un rilievo digitale delle piante da abbattere per favorire la logistica del cantiere; verranno altresì contrassegnate le piante di particolare pregio che andranno tutelate. Tale rilievo prevederà che le piante eventualmente contrassegnate saranno numerate e classificate per specie e fotografate oltre a essere riportate digitalmente in adeguata planimetria controfirmata dalle parti.

Nel caso di operazioni da eseguirsi con macchine operatrici o attrezzature pesanti nelle vicinanze degli alberi l'Appaltatore dovrà porre la massima attenzione al fine di evitare danneggiamenti al tronco e/o alle branche.

Nel caso del protrarsi delle operazioni, o su richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere a realizzare un'apposita protezione per i tronchi con tavole in legno saldamente legate al tronco e di altezza consona allo scopo. Analogamente a quanto previsto per le piante arboree, particolare attenzione dovrà essere posta per non danneggiare gli arbusti e le piante erbacee esistenti e da conservare. In particolare, andrà, di norma, evitato il calpestamento, dovuto al passaggio dei mezzi meccanici e degli addetti ai lavori, delle zone da salvaguardare nonché il deposito, anche se temporaneo, di materiale pesante e/o "potenzialmente inquinante" sulle stesse. Al fine di non compromettere o danneggiare gli apparati radicali l'Appaltatore dovrà porre particolare attenzione a tutte le operazioni che comportano degli scavi o altre operazioni potenzialmente pericolose nelle vicinanze delle piante da salvaguardare.

Eventuali piante ed arbusti che si trovassero sul tracciato delle piste da realizzare e che non potessero essere evitate, dovranno essere spostate, in accordo con la DL e mantenute fino alla loro ripiantagione in altro luogo; il mantenimento prevede le operazioni di mantenimento dell'umidità nel terreno e la protezione delle stesse piante da tutti gli agenti potenzialmente dannosi fino al momento della ripiantagione; è facoltà dell'Appaltatore in accordo con la DL poter riutilizzare le piante escavate nelle aree di intervento che prevedono rivegetazione.

1.7. CAM applicabili e vincoli DNSH

Per quanto riguarda i Criteri Ambientali Minimi (CAM) applicabili al progetto si fa riferimento al Decreto Ministeriale (Dell'ambiente e della Tutela del territorio e del mare) 10/03/2020 recante Criteri Ambientali Minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde.

In particolare, all'atto della presentazione dell'offerta l'Appaltatore dovrà fare riferimento ai criteri contenuti alle lettere di cui al DM 10/03/2020:

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.8
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

e) criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di gestione e manutenzione del verde pubblico;

f) Criteri ambientali minimi per la fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico – materiale florovivaistico;

g) Criteri ambientali minimi per la fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico – prodotti fertilizzanti;

h) Criteri ambientali minimi per la fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico – impianti di irrigazione.

Per quanto attiene il rispetto dei vincoli previsti dal principio del DNSH (Do No Significant Harm) secondo quanto indicato articolo 18 del Regolamento UE 241/2021 introdotto dal Regolamento (UE) 2020/852 cd. Regolamento Tassonomia, l'appaltatore dovrà fare riferimento a quanto riportato nella Relazione di Sostenibilità che prevede:

- Efficienza dell'uso di energia nel cantiere e minimizzazione delle emissioni gas climalteranti, anche mediante fornitura di energia elettrica prodotta al 100% da fonti rinnovabile (ad esempio sono stati previsti baraccamenti di cantiere dotati di pannelli fotovoltaici);
- Mezzi di cantiere e trasporto materiali di categoria eev (veicolo ecologico migliorato), mezzi d'opera green secondo le ultime normative ambientali in vigore al momento dell'appalto (mezzi Euro 6, Tier 5/Stage V);
- Impiego di mezzi di cantiere ibridi (escavatori, ecc);
- Recupero e riciclo delle acque (previsti serbatoi per raccolta e recupero delle acque);
- Azioni a tutela delle acque superficiali e sotterranee (ad esempio presenza in cantiere di kit antisversamento);
- Waste management di cantiere;
- Minimizzazione nel consumo di suolo.

Per le emissioni in atmosfera, le imprese esecutrici dovranno adottare mezzi di ultima generazione Euro 6 e motori stage IV (massimo per il 70%) e stage V (minimo per il 30%). Inoltre, si dovrà prevedere anche l'uso di mezzi ibridi che favoriscano la riduzione dell'inquinamento.

Oltre a ciò, l'appaltatore dovrà attenersi al rispetto di specifici criteri tecnici nel corso della realizzazione dell'opera, al fine di rispettare gli impegni assunti in fase di approvazione del PNRR. Tali criteri tecnici sono descritti e sintetizzati nella citata Guida Operativa sul DNSH che, per l'intervento di rinaturazione dell'area del Po, facendo riferimento al Vademecum DNSH trasmesso dal MASE, prevede l'applicazione delle seguenti schede tecniche:

- Scheda 19 “Imboschimento”
- Scheda 27 “Ripristino ambientale delle zone umide”
- Scheda 5 “Cantieri generici”

Gli impegni assunti sono specificati nelle check list di riscontro alle schede sopracitate nella Relazione di Sostenibilità.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.9
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

2. OPERAZIONI PRELIMINARI ED OPERE ACCESSORIE

2.1. Movimenti terra – trattamento del terreno vegetale – depositi temporanei di terreno

1.1.1. Riferimenti normativi

Ove ed in quanto possibile andrà tenuto in considerazione quanto previsto dal *Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10 agosto 2012, n. 161 Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo (G.U. n. 221 del 21 settembre 2012)*.

1.1.2. Movimenti terra

Con l'espressione "movimenti terra" intendiamo l'insieme delle attività atte a strutturare geomorfologicamente l'ambito di territorio individuato nel progetto al fine di renderlo atto ad accogliere l'opera. Nell'esecuzione delle operazioni di movimento terra l'Appaltatore deve sempre rispettare gli obblighi di cui al punto 1.5 "Salvaguardia delle condizioni agronomiche nelle aree verdi". I materiali derivanti dallo scavo saranno gestiti in conformità alla documentazione prevista dalla normativa vigente.

Le operazioni di scavo, sbancamento, sterro, riporto e movimentazione della terra saranno eseguite dall'Appaltatore con mezzi idonei in relazione al programma lavori e alla tipologia e volumi degli scavi, rilevati e rinterri. L'Appaltatore, durante i lavori di realizzazione dell'opera e fino all'emissione del certificato di regolare esecuzione dei lavori, è responsabile delle opere realizzate e della loro integrità, ivi comprese la stabilità delle scarpate e rilevati realizzati nei lavori di movimento terra; sono pertanto a suo carico e sotto la sua responsabilità tutti i lavori di manutenzione finalizzati a mantenere integre le opere realizzate. Qualora fossero eseguiti maggiori scavi rispetto a quanto previsto dal progetto e dalla documentazione contrattuale e non richiesti dalla Direzione Lavori, essi non saranno compensati all'Appaltatore. Il riempimento degli scavi dovrà essere eseguito lasciando sempre un leggero colmo superficiale che si assesterà nel tempo o con le successive lavorazioni.

1.1.3. Trattamento terreno vegetale

È importante sottolineare come un'adeguata tecnica di trattamento del terreno vegetale soprattutto possa consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi brevi, che sono la premessa per il successo degli interventi di rivegetazione.

Una raccomandazione generale è che, quando si operano scavi partendo dalla superficie di un suolo naturale, devono essere separati lo strato superficiale (relativo agli orizzonti più ricchi in sostanza organica ed attività biologica) e gli strati profondi.

In generale vengono presi in considerazione i seguenti strati:

- dalla superficie fino a 10÷20 centimetri di profondità;
- dallo strato precedente fino ai 50 (100) centimetri, o comunque sino al raggiungere il materiale inerte non pedogenizzato;
- materiale non pedogenizzato che deriva dal disfacimento del substrato.

All'atto della messa in posto, i diversi strati non devono essere fra loro mescolati (in particolare i primi due con il terzo). È bene anche che nella messa in posto del materiale terroso sia evitato l'eccessivo passaggio con macchine pesanti e che siano prese tutte le accortezze tecniche per evitare compattamenti

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.10
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo.

Nella fase di stoccaggio del suolo si devono evitare in particolare eccessi di mineralizzazione della sostanza organica. A tal fine gli accumuli temporanei di terreno vegetale non devono superare i 2 (3) metri di altezza con pendenza in grado di garantire la loro stabilità.

Per le scarpate la miscelazione di diversi materiali terrosi, l'incorporazione di eventuali ammendanti e la concimazione di fondo devono essere effettuati prima della messa in posto del materiale. Per garantire il successo degli interventi a verde e di tutela del suolo e per evitare l'esplosione di infestanti non gradite, debbono essere applicate alcune tecniche quali: pacciamature, semine con miscele ricche in leguminose, irrigazione e sistemazioni idraulico-agrarie in genere.

Per gli interventi di rivegetazione, vale in genere il principio di riutilizzare, ove possibile, i suoli autoctoni del sito che vengono comunque scoticati per la realizzazione delle infrastrutture (il cosiddetto "terreno vegetale"). Ciò per una serie di motivi evidenti:

- migliori caratteristiche fisico – chimiche, organiche e di vitalità in genere;
- coerenza con le condizioni climatiche e vegetazionali;
- minori costi di approvvigionamento e trasporto e quindi minore emissione di inquinanti.

Non è invece sempre vero l'assunto secondo cui l'uso di suoli autoctoni eviterebbe l'esplosione di specie invasive, la cui presenza è legata spesso all'uso precedente del suolo utilizzato. Ad esempio, suoli provenienti da terreni agricoli hanno in genere buone caratteristiche ma si portano dietro semi e rizomi di infestanti tipici delle colture. La progettazione e realizzazione degli interventi di rivegetazione dovrà tener conto di maggiori oneri gestionali di sfalci periodici di pulizia nei primi anni, sino ad affrancamento di arbusti ed alberi.

Per una buona riuscita dei lavori di rivestimento vegetale è necessario prestare attenzione alle seguenti prescrizioni relative al recupero del terreno vegetale.

Il materiale ricavato deve essere trasportato in apposito sito in cui viene provvisoriamente stoccato.

Gli strati fertili sull'area del cantiere devono essere preservati e mantenuti secondo quanto stabilito nei punti seguenti:

- il riconoscimento dello spessore del terreno vegetale va effettuato zona per zona prima dello scotico con scavi di assaggio;
- tutte le operazioni relative ai movimenti di terreno vegetale devono avvenire con tempo non piovoso e saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiare la struttura del terreno e di formare suole di lavorazione;
- lo scotico deve essere effettuato in modo tale che le macchine non circolino mai sul terreno vegetale e quindi in marcia avanti con deposito e accumulo laterale;
- il terreno vegetale deve essere accumulato separatamente dal sottostante terreno minerale e questo, a sua volta, separatamente dagli altri materiali inerti. Per depositi di breve durata (al massimo un periodo di vegetazione) il deposito può avere un'altezza massima di 3,00 m con scarpate e pendenza naturale; per depositi di lunga durata (più di un periodo di vegetazione) il

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.11
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

deposito può avere un'altezza massima di 3,00 m e inclinazione massima di 27-32 °.

- in previsione di accumuli più prolungati si dovrà effettuare semine protettive periodiche con miscele di specie adeguate (*Lolium perenne* 20%, *Medicago lupulina* 10%, *Trifolium repens* 30%, *Trifolium pratense* 40%; 20÷30 g/m²) onde evitare la dispersione del terreno e l'invasione di specie ruderali infestanti;
- Avvenuta l'eventuale messa in posto del terreno e il suo consolidamento con le parti strutturali, le opere di idrosemina devono seguire il più rapidamente possibile per evitare i noti fenomeni di deterioramento e ruscellamento che possono annullare in breve tempo le precauzioni adottate in precedenza. In tal senso è buona norma che le Ditte incaricate delle opere in verde procedano all'idrosemina delle singole tratte, a mano a mano che le superfici di scarpata vengono abbandonate dall'impresa dei movimenti terra;
- la messa in posto del terreno e il ripristino delle aree di cantiere avverrà a mano a mano che le superfici di cantiere verranno abbandonate dall'impresa e dai movimenti di terra;
- avvenuta la messa in posto del terreno e il suo eventuale consolidamento con le parti strutturali, le opere di idrosemina e piantagione devono seguire il più rapidamente possibile per evitare i noti fenomeni di deterioramento e ruscellamento che possono annullare in breve tempo le precauzioni adottate in precedenza. In tal senso, come già detto, è buona norma procedere all'idrosemina e piantagione delle singole tratte a mano a mano che le superfici soprattutto di scarpata vengono abbandonate dai movimenti di terra;
- è necessario tenere conto per i lavori da effettuarsi del fermo biologico dei lavori disposto dalla Direzione Lavori

1.1.4. Scotico

In caso di cotico erboso autoctono, lo scotico del terreno dovrà essere effettuato rispettando le seguenti condizioni:

- il terreno deve essere asciutto e l'operazione deve essere effettuata con escavatore adatto, con cucchiaio a lama.
- L'escavatore non deve mai passare sopra il cotico erboso da scoticare; va posta la massima attenzione a questo fatto. Pertanto, lo stesso dovrà sempre procedere a marcia avanti, per una determinata fascia, per poi tornare indietro e ricominciare su un tratto attiguo.
- Le zolle così ricavate vanno trasportate, coperte per ripararle dall'essiccazione, depositate su idonee superfici di mantenimento eventualmente irrigate.
- Se lo stoccaggio avviene per poche settimane, le zolle si possono accatastare (max 5-6 settimane). Se il cantiere dovesse durare di più, è necessario che le zolle non vengano accatastate una sull'altra e che vengano regolarmente innaffiate e concimate soprattutto se il deposito supera l'anno.
- All'atto del ritrasporto in cantiere, si dovrà verificare lo stato del terreno su cui vanno poggiate e picchettate, verificandone le caratteristiche tramite analisi pedologica.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.12
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	



Figura 2.1 – Scotico erboso manuale

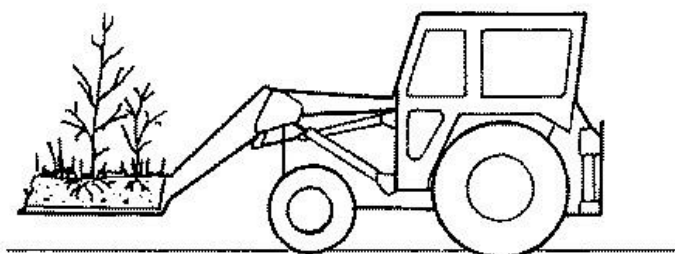


Figura 1.2. Scotico erboso di zolle di grandi dimensioni con trattore

1.1.5. Erpicatura superficiale del terreno o fresatura dello stesso

In caso di presenza di infestanti erbacee anche ad elevata densità è possibile operare con mezzo meccanico (trattrice) in tutte le direzioni con fresatura o erpicatura superficiale del terreno lungo le interfile dei pioppeti al fine di facilitare l'asportazione di questo materiale vegetale tramite cucchiaio dell'escavatore, raccolta e concentrazione per poi permetterne il trasporto a discarica.

2.2. Criteri per la fertilizzazione e l'ammendamento

2.2.1. Concimi, ammendanti e correttivi

Allo scopo di ottenere il miglior rendimento possibile, ove previsto l'Appaltatore userà per la realizzazione delle opere a verde dei concimi organici (ad esempio stallatico), nelle dosi previste da progetto. I concimi organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere acquistati presso luoghi o fornitori autorizzati dalla Direzione Lavori. Il concime dovrà essere somministrato immediatamente prima della piantagione delle specie arboree o arbustive, sempreché il tipo di concime non richieda un'applicazione anteriore. Il concime dovrà essere distribuito uniformemente, evitando in particolare le sovrapposizioni di strisce, nel caso di spandimento a macchina. Il concime dovrà essere introdotto uniformemente nello strato di suolo vegetale.

Per ammendanti e correttivi si intende qualsiasi sostanza naturale o sintetica, minerale od organica, in grado di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.13
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Gli ammendanti e correttivi più noti sono: letame (essiccato, artificiale), ammendante compostato misto, marne, calce agricola, ceneri, gessi e solfato ferroso.

Dovranno essere effettuate analisi del terreno volte ad individuarne le caratteristiche chimico-fisiche e determinare le specifiche esigenze nutritive allo scopo di razionalizzare le concimazioni ed evitare rischiosi eccessi nell'apporto di nutrienti al suolo. Pertanto, solo nel caso se ne ravveda l'occorrenza, devono essere impiegate sostanze naturali (letami, residui cornei, ecc.) che non causano accertati rischi ad animali domestici e potenziali rischi per la salute, con dosi misurate e differenziate in funzione anche dei fabbisogni della vegetazione.

È proibito l'utilizzo di ammendanti non rinnovabili (torbe). In alternativa sono utilizzati compostati misti o verdi che rispondono alle caratteristiche previste dal decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75 «Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti» e successive modificazioni ed integrazioni, letame e/o materiali minerali (sabbia silicea, materiali vulcanici, kabasite, ecc.) e materiali vegetali di recupero.

Sono presunti conformi gli ammendanti compostati di qualità muniti di marchio in corso di validità rilasciato dal Consorzio italiano compostatori CIC o di altri marchi equivalenti rispetto al criterio.

La stazione appaltante, in caso di prodotti non muniti di tali marchi, nel corso della somministrazione dei prodotti si riserva di richiedere verifiche di parte terza, condotte da laboratori in possesso degli idonei accreditamenti, sulla base di quanto indicato nel regolamento (CE) n. 2003/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai concimi e successive modificazioni ed integrazioni (quale il regolamento n. 1020/2009).

Di tutti questi materiali dovrà essere dichiarata la provenienza, la composizione e il campo di azione e dovranno essere forniti preferibilmente negli involucri originali secondo le normative vigenti.

In accordo con la Direzione Lavori, si potranno impiegare prodotti con funzioni miste purché ne siano dichiarati la provenienza, la composizione e il campo di azione e siano forniti preferibilmente negli involucri originali secondo la normativa vigente.

Le concimazioni sono interventi preventivi e, di norma, esclusi dalle cure colturali e manutenzioni. La concimazione in particolare permette la vita della vegetazione impiantata. Anche le concimazioni possono essere interventi manutentivi da effettuare solamente nel corso delle prime stagioni vegetative, dal momento che, se l'intervento è riuscito, le piante sono in grado di riprodurre un proprio substrato vegetativo.

Le tecniche di ammendamento del terreno vengono stabilite in base alle caratteristiche dei terreni che delle aree di intervento.

L'ammendamento viene effettuato, a seconda del prodotto utilizzato, con due modalità sostanziali:

- mediante miscela in fase di movimentazione del terreno;
- con applicazione dopo la stesura mediante aspersione superficiale.

Si possono effettuare anche le seguenti operazioni di inoculo:

- mediante piccole quantità di terreno prelevate in loco per innescare il processo micro-organico

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.14
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

con ceppi autoctoni e selezionati;

- mediante batteri e micorrize, di provenienza dal mercato, addizionati alle miscele di sementi per l'idrosemina.

Tra i materiali impiegabili per l'ammendamento e concimazione dei terreni vengono segnalati provvisoriamente i seguenti:

- lapillo e/o pomice;
- bentonite di tipo agricolo;
- corteccia;
- compost di corteccia;
- paglia;
- flocculanti (compresi acidi umici);
- polimeri flocculanti;
- sabbia;
- argilla;
- sostanza organica (fertilizzante organico);
- ammendanti chimici;
- concimi chimici;
- micorrize.

Il **miscelamento del terreno** non potrà avvenire con terreno bagnato o con componenti aggiuntive ammendanti e/o correttive umide. Per quanto concerne la corteccia questa deve essere matura (con giusto grado di umidità e non fresca per evitare l'inibizione della crescita delle piante soprattutto erbacee) ed a scaglie non troppo grandi.

Per la sostanza organica va privilegiato l'impiego di letame bovino maturo; è possibile l'impiego di letame equino ed ovino nella misura del 30% sul totale. La percentuale di sostanza organica aggiunta non dovrà comunque mai eccedere il 5% a meno di dati basati su analisi del terreno. Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi derivanti da terricciati o da letame ben maturo potrà essere sostituita da concimi minerali, da spandersi in modo uniforme sul terreno.

L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire le concimazioni, che di norma è costituita da concimi minerali e/o stallatico:

In attesa dei risultati delle analisi dei terreni si prevedono 50 g di concime per piantina non potendosi prevedere una concimazione in fondo a causa delle caratteristiche dei terreni.

È facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed, inoltre, per esigenze particolari, variare le quantità sopra descritte senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.15
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

L'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, su eventuale prescrizione della DL, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde.

I concimi usati copertura dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori in modo tale che questa possa disporre eventuali controlli.

2.2.2. Analisi dei terreni

Dovranno essere effettuate analisi del terreno volte ad individuarne le caratteristiche chimico-fisiche e determinare le specifiche esigenze nutritive allo scopo di razionalizzare le concimazioni ed evitare rischiosi eccessi nell'apporto di nutrienti al suolo. Pertanto, solo nel caso se ne ravveda l'occorrenza, devono essere impiegate sostanze naturali (letami, residui cornei, ecc.) che non causano accertati rischi ad animali domestici e potenziali rischi per la salute, con dosi misurate e differenziate in funzione anche dei fabbisogni della vegetazione.

Prima di effettuare la semina verranno prelevati dei campioni di terreno da sottoporre ad analisi dei parametri chimico fisici dello stesso; la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, indicherà numero dei campioni e luogo dove prelevare gli stessi. Tali analisi resteranno a carico dell'Appaltatore e dovranno essere fornite alla Direzione Lavori, prima dell'inizio delle operazioni di semina/idrosemina.

2.2.3. Preparazione del suolo

Le lavorazioni dovranno essere eseguite nel rispetto del cronoprogramma facente parte del progetto ed essere completate entro il tempo previsto per l'ultimazione della lavorazione.

Fermo restando quanto sopra indicato, le lavorazioni dovranno essere eseguite quando il suolo si trova in "tempera", evitando di danneggiare la struttura o di creare una suola di lavorazione.

L'inizio della preparazione del suolo sarà comunque soggetto ad autorizzazione esplicita della DL che determinerà, in accordo con l'Appaltatore, tempi e modi di realizzazione.

L'Appaltatore si dovrà munire di mezzi meccanici ed attrezzature specifiche e delle dimensioni adeguate al tipo di intervento da eseguire, riducendo al minimo il peso della trattrice, in relazione allo sforzo da compiere, per evitare costipamenti del suolo; successivamente, si dovrà procedere a rimuovere i materiali eventualmente emersi durante le varie fasi delle lavorazioni.

La Direzione Lavori provvederà ad approvare le lavorazioni effettuate prima di procedere con le

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.16
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

successive operazioni.

2.2.4. Tracciamento e picchettamento

Al termine delle lavorazioni del terreno, l'Appaltatore dovrà picchettare le aree di impianto, sulla base del progetto e delle indicazioni della Direzione Lavori, segnando accuratamente la posizione dove andranno messe a dimora alberi e arbusti. Ogni picchetto dovrà essere numerato, ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le livellette danneggiate o rimosse dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e a spesa dell'Appaltatore. Al termine della fase di picchettamento, l'Appaltatore deve ricevere l'approvazione della Direzione Lavori, ove richiesto apportare le modifiche volute, prima di procedere con le operazioni successive. Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà aver rimosso tutti i picchetti o gli elementi serviti per i tracciamenti.

2.2.5. Taglio di vegetazione arborea esistente

Nel caso di abbattimento di alberi, l'Appaltatore dovrà identificare le piante da abbattere, contrassegnandole sul tronco con modalità concordate con la Direzione Lavori. La Direzione Lavori successivamente procederà alla verifica delle piante contrassegnate e solo dopo approvazione della medesima e l'eventuale ottenimento delle autorizzazioni necessarie, l'Appaltatore potrà procedere agli abbattimenti.

Tra tutte le piante individuate dovranno essere abbattute con precedenza sulle altre e in tempi brevi quelle pericolose. Se l'Appaltatore dovesse rilevare piante instabili o affette da patologie gravi o contagiose, e non già individuate dal progetto, ha l'obbligo di segnalarle alla Direzioni Lavori.

Gli abbattimenti dovranno essere eseguiti in modo che la caduta della pianta o parti di essa non provochi danni a cose e persone, o alla vegetazione da salvaguardare. Nel caso dell'eliminazione di arbusti, l'Appaltatore, sulla base del progetto e degli elaborati a sua disposizione, dovrà localizzare le piante da eliminare in accordo con la Direzione Lavori. Successivamente la Direzione Lavori procederà alla verifica degli arbusti contrassegnati e solo dopo approvazione l'Appaltatore potrà procedere agli abbattimenti.

In seguito all'abbattimento di alberi o arbusti, le ceppaie dovranno generalmente essere lasciate; pertanto, il fusto dovrà essere tagliato a livello del terreno.

La Direzione Lavori, a sua discrezione, potrà richiedere che le ceppaie siano rimosse; in tal caso, si dovrà provvedere a sradicare il ceppo e le principali radici di ancoraggio con l'uso di escavatore, e solo in casi particolari, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà intervenire con la trivellazione con idonea macchina operatrice (fresaceppi).

Al termine delle operazioni, se necessario, dovrà essere ripristinata la morfologia del sito anche con riporti di terreno vegetale livellato e compattato, inoltre dovranno essere allontanati tutti i residui della vegetazione, compreso gli inerti affiorati durante gli scavi, e smaltiti secondo la normativa vigente.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.17
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

3. MATERIALI VEGETALI E TIPOLOGIE DI INTERVENTO

3.1. Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, piante erbacee, sementi, ecc.) necessario all'esecuzione dei lavori. Il produttore del materiale vegetale e lo stesso materiale devono rispettare le seguenti normative:

- Direttiva 2000/29/CE del Consiglio dell'8 maggio 2000 e ss.mm.ii. concernente le misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella Comunità;
- Decreto Legislativo n. 214 del 19 agosto 2005 e ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;
- Decreto Legislativo n. 84 del 9 aprile 2012;
- Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214, recante attuazione della direttiva 2002/89/CE, concernente le misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella Comunità, a norma dell'articolo 33 della legge 4 giugno 2010, n. 96;
- Decreto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali del 12 novembre 2009 - Determinazione dei requisiti di professionalità e della dotazione minima delle attrezzature occorrenti per l'esercizio dell'attività di produzione, commercio e importazione di vegetali e prodotti vegetali; Sezione VIII Nuove varietà vegetali indicate nel D.Lgs. 10 febbraio 2005, n. 30;
- legge 22 maggio 1973, n 269 "Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento";
- Reg. (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 ottobre 2016 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante ("passaporto verde"). Si precisa che le piantine forestali da utilizzare per gli impianti dovranno essere munite di passaporto delle piante.
- Regolamento di esecuzione (UE) 2019/2072 della Commissione, del 28 novembre 2019, che stabilisce condizioni uniformi per l'attuazione del regolamento (UE) 2016/2031 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante e che abroga il regolamento (CE) n. 690/2008 della Commissione e modifica il regolamento di esecuzione (UE) 2018/2019 della Commissione
- D.Lgs. 386/2003 "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione" - (GU n. 23 del 29 gennaio 2004 - Suppl. Ordinario n.14);
- DM (MIPAAF) 17/05/2022 recante "Linee guida per la programmazione della produzione e l'impiego di specie autoctone di interesse forestale" che riprende al D.Lgs 386/2003 "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione", come integrato dal D.M. 30 dicembre 2020, n. 9403879 "Istituzione del Registro nazionale dei materiali di base" e dal D.M. 11 giugno 2021 n. 269708 relativo alla suddivisione del territorio italiano in regioni di provenienza, e provvisti di relativa certificazione.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.18
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

- Decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 9 ottobre 2020 "Modalità per la progettazione degli interventi di riforestazione di cui all'art. 4 del decreto-legge 14 ottobre 2019, n.111, convertito, con modificazioni, dalla legge 12 dicembre 2019, n. 141".
- Decreto Legislativo 2 febbraio 2021, n. 19 "Norme per la protezione delle piante dagli organismi nocivi in attuazione dell'articolo 11 della legge 4 ottobre 2019, n. 117, per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) 2016/2031 e del regolamento (UE) 2017/625".
- Decreto del Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali 11 giugno 2021, n. 269708 di "Modifica della vigente suddivisione in regioni di provenienza del materiale di propagazione forestale";
- Per la Regione Emilia-Romagna l'attività di produzione e commercializzazione di piantine forestali è regolata dalla L.R. n. 10 del 06.07.2007, in attuazione al D.L. 10.11.2003 n. 386 "Attuazione della Direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione".
- Per la Regione Lombardia – DGR 01/07/1997 – n. 6/29567 – Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia
- Per la Regione Lombardia – Piano di Indirizzo Forestale (PIF) – 2009-2019 che prevedono norme per la trasformazione del bosco (per la parte applicabile) e gli elenchi delle specie utilizzabili ai fini degli imboschimenti e rimboschimenti
- Per la Regione Lombardia: per le aree censite "bosco" le indicazioni contenute nel Regolamento Regionale 20 luglio 2007, n.5 recante "norme forestali regionali, in attuazione dell'articolo 50, comma 4, della legge regionale 5 dicembre 2008, n.31" ed in particolare gli artt. 49 e 50 del Regolamento Regionale 5/2007.
- Per la Regione Emilia-Romagna: DGR 1473/2022 Criteri e direttive per la realizzazione di interventi compensativi in caso di trasformazione del bosco, approvati con DGR n. 549/2012. Precisazioni e aggiornamenti (Allegato II);
- Per la Regione Veneto - Legge regionale 2 maggio 2003, n. 13 (BUR n. 45/2003) recante "Norme per la realizzazione di boschi nella pianura veneta"
- Per la Regione Veneto ALLEGATO B alla Dgr n 2181 del 17 luglio 2007 Linee guida e Prontuario tecnico per l'impianto

Il materiale dovrà essere corredato da:

- Certificato principale di identità (art.6 D.Lgs 386/2003)
- Passaporto delle piante UE ("passaporto verde") sullo stato fitosanitario del materiale di propagazione.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.19
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

3.2. Messa a dimora delle piante

3.2.1. Reperimento del materiale

L'Appaltatore deve comunicare anticipatamente alla Direzione Lavori la provenienza del materiale vegetale: quest'ultima si riserva la facoltà di effettuare, insieme all'Appaltatore, visite ai vivai di provenienza per scegliere le singole piante, riservandosi la facoltà di scartare, a proprio insindacabile giudizio, quelle non rispondenti alle caratteristiche indicate nel presente Capitolato, negli elaborati progettuali in quanto non conformi ai requisiti fisiologici, fitosanitari ed estetici che garantiscano la buona riuscita dell'impianto, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

Resta comunque facoltà della Direzione Lavori l'accettazione del materiale in cantiere che, qualora non presentasse tutte le caratteristiche previste potrà essere scartato dalla stessa.

L'Appaltatore dovrà fornire le piante conformi alle caratteristiche indicate negli elaborati progettuali e garantire la corrispondenza al genere, specie, varietà. Le piante dovranno essere etichettate per gruppi o partite di piante, con cartellini indicanti in maniera chiara, leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà o cultivar), inoltre il cartellino dovrà essere resistente alle intemperie.

Dove richiesto dalle normative vigenti il materiale vegetale dovrà essere accompagnato dal "passaporto per le piante" ai sensi del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 214 e dal Reg (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 ottobre 2016 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante ("passaporto verde).

Dovrà inoltre essere tenuto presente, nell'approvvigionamento delle piante quanto previsto dal DM (MIPAAF) 17/05/2022 recante "Linee guida per la programmazione della produzione e l'impiego di specie autoctone di interesse forestale" che riprende il D.Lgs 386/2003 "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione", come integrato dal D.M. 30 dicembre 2020, n. 9403879 "Istituzione del Registro nazionale dei materiali di base" e dal D.M. 11 giugno 2021 n. 269708 relativo alla suddivisione del territorio italiano in regioni di provenienza, e provvisti di relativa certificazione.

Nel caso in cui alcune piante non siano reperibili sul mercato nazionale, l'Appaltatore può proporre delle sostituzioni, con piante aventi caratteristiche simili, alla Direzione Lavori che si riserva la facoltà di accettarle o richiederne altre che comunque dovranno essere della stessa regione fitoclimatica Area B Pianura Padana.

Resta comunque inteso che nulla sarà dovuto in più all'Appaltatore per tali cambiamenti.

Tutte le piante dovranno presentare apparato radicale ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane, pienamente compenstrate nel terreno. Non saranno accettate piante con apparato radicale a "spirale" attorno al contenitore o che fuoriesce da esso, ma neppure con apparato radicale eccessivamente o scarsamente sviluppato.

Le piante arboree ed arbustive dovranno essere in contenitore e avere adeguate caratteristiche per essere impiegate per la rivegetazione di ambienti naturaliformi

Tutte le piante dovranno essere di ottima qualità secondo gli standard correnti di mercato. Il materiale vegetale dovrà essere esente da attacchi (in corso o passati), di insetti, malattie crittogamiche, virus, o altre patologie, prive di deformazioni o alterazioni di qualsiasi natura inclusa la "filatura" (pianta

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.20
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

eccessivamente sviluppata verso l'alto) che possono compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, prive anche di residui di fitofarmaci; a tal fine la Direzione Lavori può disporre analisi a campione su piante e sul terreno dei vasetti per accertarne l'assenza.

I vasetti non devono presentare presenze di erbe infestanti.

Le foglie quando presenti dovranno essere turgide, prive di difetti o macchie, di colore uniforme e tipico della specie.

L'Appaltatore è tenuto a far pervenire alla Direzione Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione della data e dell'ora in cui le piante giungeranno in cantiere per permetterne l'accettazione da parte della stessa

Pertanto, si avrà:

Fornitura e messa a dimora di alberi o arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in misura prevista dal C.M.E. aventi altezza prevista dal C.M.E., previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- la concimazione;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedo-climatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee.

La lista delle specie impiegabili è evidenziata nel progetto.

3.2.2. Tempi di fornitura e trattamento in cantiere delle piantine, stoccaggi provvisori, vivai volanti

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora devono essere prese le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

Il trasporto di tutte le specie sarà a cura dell'Appaltatore che dovrà adottare tutte le misure necessarie affinché le piante possano giungere sui luoghi stabiliti in condizione di massima efficienza. Nel tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva non dovranno compromettersi l'attività fisiologica delle piante.

Il trasporto a piè d'opera delle piantine in vaso o fitocella avverrà tenendo conto dell'eccessiva insolazione, evaporazione, temperatura elevata o al contrario gelo, per evitare il danneggiamento parziale o totale delle piante stesse;

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.21
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Lo stoccaggio delle piante dovrà essere limitato al minimo e prevedere l'innaffiamento e la copertura in caso di esposizione ad insolazione e il riparo dal gelo.

Le piante provenienti da vivai o dalla campagna devono essere caricate ordinatamente sui mezzi di trasporto, disponendo vicine le piante della stessa specie e dimensione, in basso quelle più resistenti ed in alto quelle più delicate, ed avendo cura di evitare il surriscaldamento.

Per evitare l'essiccamento da parte del vento provocato dal veicolo in movimento, si devono utilizzare per il trasporto veicoli chiusi. Quando esiste il pericolo che la temperatura salga sopra i +25 °C o scenda sotto i -2 °C, per il trasporto è necessario il consenso della Direzione dei Lavori.

In ogni caso, l'Appaltatore dovrà dare alla Direzione dei Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate in cantiere.

Al momento dello scarico, le perdite di umidità verificatesi durante il trasporto le perdite di umidità devono subito essere compensate mediante bagnatura.

Nel caso in cui il surriscaldamento abbia provocato una precoce germinazione delle piante, queste devono essere subito trapiantate in una stazione provvisoria ombrosa o nella stazione definitiva.

Le partite gelate devono essere portate in ambienti immuni dal gelo, ma freddi e lentamente sgelate.

Le piante possono essere accatastate in cantiere per un tempo massimo di 2 settimane, avendo cura di evitare sia l'essiccazione che il surriscaldamento. Le piante devono essere disposte in cataste alte non più di 1,5 m, con le radici una contro l'altra, bagnate e coperte con terra.

Se si supera il tempo massimo di accatastamento di 48 ore, senza che sia possibile procedere al trapianto nella stazione definitiva, è necessario procedere al trapianto in una stazione provvisoria, che deve essere realizzata in luogo ombroso e riparato dal vento, protetto contro il ristagno d'acqua e le inondazioni. Il suolo dovrà avere una struttura sciolta, eventualmente migliorata. Le piante devono essere trapiantate separate per specie e dimensione. Ciascuna pianta deve essere collocata in una buca appositamente predisposta, con le radici circondate da terra soffice. Nei trapianti invernali, le piante più sensibili al freddo devono essere provviste di una copertura con sostanze adatte, come paglia o ramaglie. Il controllo e la manutenzione devono essere continui. Parassiti e malattie devono essere combattuti subito dopo la loro comparsa.

I tempi e le modalità di fornitura delle piantine in cantiere andranno comunque concordate con la Direzione Lavori che potrà concordare tempi e modalità.

Resta inteso che la Direzione Lavori ha facoltà di disporre prescrizioni per il corretto mantenimento delle piantine (se previsto lo stoccaggio provvisorio) andando a prescrivere adeguate modalità per il trattenimento dell'umidità, di non eccessiva esposizione al sole, di tutela degli apparati radicali, di eventuali irrigazioni di mantenimento dei depositi temporanei o della realizzazione di eventuali vivai volanti, che la ditta esecutrice volesse realizzare e per i quali sarà necessaria l'autorizzazione della Direzione Lavori, previo accordo sulle modalità di realizzazione e di mantenimento degli stessi.

Nel caso in cui, successivamente al trasporto in cantiere, le piante non possano essere messe prontamente a dimora, risultano a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla loro adeguata conservazione e protezione.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.22
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Durante le fasi di trasporto, scarico e maneggio a qualunque titolo, delle piante andranno prese tutte le precauzioni atte ad evitare loro qualsiasi tipo di danno, a mantenerne le migliori condizioni vegetazionali, provvedendo a titolo esemplificativo e non esaustivo, se la stagione lo richiedesse, alla necessaria irrigazione ausiliaria.

3.2.3. Diametri e altezze minime delle piantine messe a dimora

Le piante arboreo-arbustive in contenitore multiforo dovranno essere certificate secondo il D.Lgs. n. 386/2003, in contenitore multiforo con scanalature antispiralizzazione delle radici di età minima 2 anni (S1-T1 o S2).

3.2.4. Sesti d'impianto

Ai fini di garantire la più elevata naturalità possibile agli interventi di imboscamento e rinaturazione previsti dal progetto, sono stati utilizzati anche degli schemi di impianto curvilinei e/o sinusoidali.

Per l'azione denominata 1B, ovvero creazione di complessi macchia-radura, è previsto, all'interno delle macchie, l'impiego di sesti curvilinei, in modo da rendere quanto più organica e naturaliforme la distribuzione delle giovani piantine.

La progettazione dei sesti di impianto recepisce in particolare le Linee guida tecnico-procedurali per la progettazione e valutazione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle norme del PAI (allegato alla deliberazione n. 8/2006 del 5 aprile 2006 dell'Autorità di Bacino), che stabiliscono i criteri da rispettare per gli interventi che "interessano esclusivamente il soprassuolo", tra cui l'adozione di "sesti di impianto sinusoidali o di apparenza irregolare" (art. 4, comma 1)".

Sono state recepite per le aree censite "bosco" le indicazioni contenute nel Regolamento Regionale 20 luglio 2007, n.5 recante "norme forestali regionali, in attuazione dell'articolo 50, comma 4, della legge regionale 5 dicembre 2008, n.31) ed in particolare gli artt. 49 e 50 del Regolamento Regionale 5/2007. La scelta deriva dalla volontà di mantenere coerenza tra tutti gli interventi previste nelle schede di progetto del PdA, prevedendo anche l'utilizzo comune del prezzo della Regione Lombardia.

3.2.5. Scavo delle buche

I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante sono effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale e dopo l'eventuale apporto di terra vegetale.

Qualche giorno prima della messa a dimora degli alberi, l'Appaltatore dovrà preparare le buche di impianto da realizzarsi smuovendo il terreno manualmente o con attrezzatura meccanica.

L'apertura della buca dovrà risultare sufficientemente ampia in modo tale che alla successiva ricolmatura in fase di posa nell'intorno della zolla radicale (lato e profondità) sia presente un bordo di terreno smosso facilmente esplorabile dalle radici.

Durante lo scavo della buca il terreno agrario deve essere separato e posto successivamente in prossimità delle radici.

Il terreno in esubero e l'eventuale materiale estratto non idoneo, a giudizio della Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dal cantiere a cura e a spese dell'Appaltatore e sostituito con terreno adatto.

Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.23
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato.

Durante lo scavo, l'Appaltatore, si dovrà assicurare che le radici non si vengano a trovare in una zona di ristagno idrico, nel qual caso, si dovrà predisporre un adeguato drenaggio posando uno strato di materiale drenante sul fondo della buca, in accordo con la Direzione Lavori; l'Appaltatore dovrà predisporre ulteriori soluzioni tecniche al problema da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di strati di riporto di terreno maggiori di 10 cm le modalità di realizzazione delle buche (soprattutto profondità) dovranno essere concordate con la Direzione Lavori onde evitare che le buche siano interamente effettuate nel terreno smosso non leggermente compattato.

Salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori, buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

3.2.6. Modalità di messa a dimora delle piantine

La messa a dimora degli alberi e arbusti si dovrà eseguire con mezzi idonei in relazione alle dimensioni della pianta, facendo particolare attenzione che il colletto si venga a trovare a livello del terreno anche dopo l'assestamento dello stesso.

Prima della messa a dimora delle piante a radice nuda, queste andranno leggermente spuntate ed asportate quelle danneggiate. Le piante dovranno essere collocate ed orientate in maniera tale da ottenere il migliore risultato tecnico ed estetico ai fini del progetto.

Per le piantine fornite in vasetto il terreno attorno all'apparato radicale, va smosso manualmente prima della messa a dimora e va fatta attenzione affinché la piantina risulti interrata fino al colletto.

Si procederà poi al riempimento completo delle buche con strati successivi di terreno progressivamente pressato avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto né risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto. In tal modo si garantirà un'adeguata adesione delle radici al terreno senza che vi siano sacche d'aria e senza provocare danneggiamenti o squilibri della pianta che dovrà rimanere dritta.

Nel riempimento della buca l'Impresa avrà cura di interrare 50 g/pianta di concime minerale ternario a lenta cessione, in modo tale che il medesimo sia ricoperto da uno strato di terra e non a contatto diretto con gli apparati radicali.

La completa compattazione sarà ottenuta attraverso un'abbondante irrigazione iniziale da effettuarsi immediatamente dopo l'impianto, fino a quando il terreno non riuscirà più ad assorbirne.

Salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori, le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione, per ogni pianta, dopo il trapianto, sono:

TIPI DI PIANTA	QUANTITA'
Piante arbustive	Fino a 10 litri
Piante arboree	Fino a 30 litri

Si ritiene, sulla base di esperienze precedenti, che il numero di irrigazioni possa essere sufficienti, in

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.24
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

particolare, per gli impianti realizzati in pioppeti conservati dove la copertura migliorerà le condizioni ambientali.

Prima dell'impianto l'Impresa, dopo aver provveduto, ove necessario, alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno consistente in una regolarizzazione superficiale del terreno e nell'erpertura ripetuta fino al completo sminuzzamento.

3.2.7. Pacciamature, pali tutori e shelter

Per contenere lo sviluppo della vegetazione spontanea infestante a stretto contatto con il materiale vivaistico collocato a dimora, andrà posizionato un apposito pacciamante in materiale biodegradabile (a.e. fibra di cocco) che mediante l'azione fisica di copertura del terreno determinerà il mancato sviluppo degli infestanti competitori con le piantine nelle vicinanze del fusto.

Il pacciamante potrà avere forma rettangolare della dimensione di 45×45cm, o circolare più o meno delle stesse dimensioni (diametro 45 cm), essere al 100% biodegradabile e realizzato interamente con fibre naturali (cocco, juta, cotone...) di densità non inferiore a 1.000 g/m². L'impresa dovrà aver cura di fissare i bordi esterni per evitare il sollevamento e renderli perfettamente aderenti al suolo mediante ricoprimento con terreno della buca ai margini della pacciamatura.

Operando in ambienti naturaliformi con forte presenza di fauna selvatica, è opportuno prevedere la realizzazione di difese per le singole piante impiegate e/o per l'intera zona sottoposta ad intervento.

Per proteggere il postime forestale dalla fauna selvatica e quindi per preservarlo da danni da brucatura (foglie e ai giovani getti), scortecciamento e sfregamento sui fusti, andrà applicata un'apposita protezione denominata "tree shelter" altezza 80 cm. Sarà preferibilmente da utilizzarsi cartone tipo Kraft o di analoghe caratteristiche.

L'Appaltatore dovrà provvedere a proteggere singolarmente tutte le piante messe a dimora, mediante l'applicazione di shelter in materiale biodegradabile (shelter bio).

Inoltre, a sostegno della pianta e dello shelter andranno collocati, a buca aperta:

- un'apposita canna di bambù (H = 150 diametro min 2 cm) infisso nel terreno per circa 1/3 dell'altezza. La canna andrà legata con corda ai fusti senza costituire un limite fisico all'accrescimento diametrico del postime ed infisso nel terreno contestualmente alla posa della piantina al fine di evitare danni all'apparato radicale. Sarà preferibile la legatura sullo shelter o l'adozione di shelter già dotati di alloggiamento della canna tutore.
- Un'apposita canna di bambù (H = 180 diametro min 2 cm) infissa nel terreno per circa 40-50 cm dell'altezza.

3.2.8. Epoca di messa a dimora

Per la piantagione delle piantine l'Impresa è tenuta a concordare il periodo con la Direzione Lavori, entro comunque il tempo previsto per l'ultimazione e riportato nel cronoprogramma generale, rieditato di comune accordo con la Direzione Lavori prima dell'inizio del cantiere stesso.

A tale fine, la Direzione Lavori, sulla base di un diagramma di Thornthwaite deciderà, di comune

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.25
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

accordo con l'Appaltatore, il periodo ottimale di messa a dimore delle piantine, fermo restando lo stop alle operazioni di piantagione (fermo biologico) che la Direzione Lavori potrà imporre sulla base dell'andamento stagionale (periodi prolungati di siccità, temperature eccessivamente alte o basse, gelate tardive o precoci), dando comunicazione di sospensione temporanea parziale (per singola lavorazione) delle operazioni di piantagione, da comunicarsi via PEC all'Appaltatore, oltre alla comunicazione al Direttore Tecnico dell'impresa esecutrice direttamente in cantiere.

Resta comunque a carico dell'Appaltatore la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito, anche per cause climatiche.

Fermo restando quanto sopra indicato, per limitare al massimo il rischio di fallanze, si consiglia comunque di effettuare la messa a dimora delle piantine nel periodo di quiescenza invernale tenendo conto del clima, evitando i periodi di gelate ed i periodi in cui la terra risulta eccessivamente imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Si ricorda, inoltre, che per l'eventuale messa a dimora di piante con zolla il periodo può essere esteso dall'inizio di ottobre fino a fine aprile o anche all'inizio di maggio, sempre in accordo con la Direzione Lavori.

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata dovranno comunque essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento, senza che l'Impresa possa richiedere alcun compenso o nuovo prezzo (per esempio irrigazione ausiliaria).

3.3. Messa a dimora di talee

3.3.1. Reperimento

Le talee di salice, o di altre piante con capacità di produzione di radici dalle gemme avventizie, devono provenire dalla stessa area geografica del luogo di impianto e preventivamente valutate con la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori.

Preferibilmente le talee potranno essere prelevate da giacimenti individuati ad una distanza massima di 35÷50 km, possibilmente nell'ambito di manutenzioni che vengono effettuate a carico di vegetazione spondale.

Resta a carico dell'Appaltatore l'ottenimento di eventuali autorizzazioni ulteriori necessarie per il taglio del materiale vegetale, così come l'abbattimento, il trasporto e la depezzatura in cantiere delle piante.

Le piante da abbattere, sulla base delle indicazioni ottenute dall'amministrazione che rilascia l'autorizzazione al taglio, vengono segnate con vernice da parte della Direzione Lavori.

In alternativa, senza maggiorazione di costo, possono anche essere forniti da vivaio su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori nel rispetto delle dimensioni minime successivamente specificate.

Si vuole qui ricordare **la nota rilasciata dal Ministero delle Finanze – Dipartimento del Territorio – Regione Lombardia del 08/02/2000 con la quale la regione Lombardia – Gruppo di Lavoro Interassessorile** per la definizione di normative tecniche e programmi di formazione professionale in materia di ingegneria naturalistica (istituito con deliberazione G.R. V1/50412 del 28.03.1994) ha chiesto ed ottenuto l'autorizzazione permanente al prelievo di materiale vivo (salice, pioppo, ontano ed

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.26
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

altre specie) nelle aree demaniali lungo i corsi d'acqua alle seguenti condizioni:

- I prelievi dovranno avvenire nell'ambito di progetti di pubblica utilità destinati alla difesa del suolo, al recupero di aree degradate oltre alla mitigazione dell'impatto di grandi opere quali strade, ferrovie, ecc.
- I prelievi dovranno avvenire su aree demaniali, non in concessione a terzi e secondo criteri di volta in volta specificati nel progetto esecutivo approvato dalla Pubblica Amministrazione e sottoposto in visione all'Ufficio del Territorio territorialmente competente
- l'Amministrazione Regionale si impegna a fornire annualmente un resoconto sui prelievi effettuati
- il controllo sul reperimento del materiale vegetale è delegato al competente Coordinamento provinciale del CFS

Le specie da utilizzare sono Salix alba, Salix fragilis, Salix purpurea, Salix eleagnos e Salix triandra o incroci delle stesse.

3.3.2. Modalità di taglio, trasporto e impiego di cantiere

I tagli in genere vengono autorizzati per piante intere.

Sul letto di caduta viene effettuata una prima depezzatura atta a favorire il trasporto su camion di adeguate dimensioni (camion 3 assi in genere), in funziona naturalmente del materiale disponibile in una certa zona e delle necessità di cantiere.

Il taglio avviene comunque in modo da produrre tagli netti dei rami e evitare spaccature longitudinali della ramaglia da una squadra di almeno 2 operai (un motoseghista ed 1 aiutante).

Deve trascorrere il minor tempo possibile tra il momento del taglio ed il momento in cui viene messa a dimora la talea anche se le stesse hanno un buon grado di resistenza.

Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile, andrà escluso il taglio con l'accetta.

Sul luogo di reperimento vengono, a volte, dapprima tagliati solo i rami interi, trasportati e depositati temporaneamente in cantiere, in quanto il successivo taglio in talee da 1m massimo di lunghezza avviene al momento dell'impianto.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8÷10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo.

Le talee dovranno risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ricaccio.

3.3.3. Epoca di piantagione

Il taglio e la messa a dimora delle talee, dovrà avvenire, esclusivamente, nel periodo del riposo vegetativo autunnale e invernale (dall'arrossamento/ingiallimento completo del fogliame e dalla completa perdita dello stesso – fino al massimo alla fioritura del salice che avviene immediatamente dopo la formazione dei gattici).

Sarà cura della Direzione Lavori determinare e comunicare all'Appaltatore il momento in cui sarà

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.27
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

possibile procedere alla piantagione delle talee e quando questa operazione dovrà terminare; la comunicazione avverrà via PEC all'Appaltatore.

3.3.4. Diametri e lunghezze minimi

Le talee di salice devono essere caratterizzate da un diametro minimo pari a 3 cm ed essere lunghe minimo 1 m.

Non esiste in realtà un diametro massimo di impiego delle talee: anche fusti di medie dimensioni possono venire impiegati, in questo caso orizzontalmente, per la riforestazione. L'accorgimento è quello di interrare per 2/3 del diametro il fusto sottoterra: il fusto, infatti, produrrà radici dalle gemme avventizie presenti anche lungo il tronco, nella parte a contatto con la terra (al buio), mentre produrrà parte verde nella parte al sole (getti).

La talea che sporgesse più di 30 cm andrà accorciata a fine lavorazione tramite cesoia o motosega facendo attenzione a non rovinare il bordo della superficie di taglio (scortecciatura); le talee visibilmente danneggiate dall'operazione di raccorciamento andranno sostituite a cura dell'Appaltatore a suo onere.

Va fatta particolare attenzione a questa problematica nel caso in cui le talee siano state mantenute immerse in acqua in quanto la corteccia si stacca più facilmente in questo caso; è facoltà della Direzione Lavori disporre un periodo di tempo adeguato tra l'estrazione dall'acqua e la piantagione delle talee stesse a salvaguardia di tale aspetto.

3.3.5. Modalità di piantagione

Le talee di salice dovranno essere infisse nel terreno perpendicolarmente alla superficie del terreno, per l'intera lunghezza della talea stessa fuorché i primi 10÷15 cm della parte apicale del ramo, che dovrà fuoriuscire dal terreno (presenza di almeno 3÷5 gemme avventizie).

Le talee devono essere impiantate in una buca precedentemente creata con una verga metallica. Nel caso il terreno lo consenta e solo previa autorizzazione della Direzione Lavori, le talee saranno impiantate a spinta, senza che vengano danneggiate.

Va comunque praticata una punta alla talea stessa e la piantagione deve avvenire rispettando il geotropismo della pianta (la punta va realizzata nella parte più grossa della talea per permetterne la crescita corretta verso l'alto).

3.3.6. Deposito temporaneo delle talee in cantiere

Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere eventualmente conservate fino alla fine dell'inverno purché stoccate in luogo fresco, anche se, come detto, il metodo migliore risulta essere quello di far trascorrere il meno tempo possibile tra taglio e messa a dimora.

Qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo o dovesse comunque durare settimane, le talee potranno essere conservate:

- in celle frigorifere (con temperatura di 2°C e umidità del 98% - al buio)
- In immersione in acqua fredda (<10÷12°C);

sempre, previa autorizzazione della Direzione Lavori e previo accordo sulle modalità stesse di

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.28
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

conservazione.

Potranno eventualmente per un periodo ridotto (circa 2 settimane) essere reperite ad una quota sul livello del mare maggiore, dove il periodo vegetativo non fosse ancora incominciato o deve fosse terminato prima (sempre nell'ambito di una massima distanza da concordare con la Direzione Lavori).

Resta comunque a carico dell'Impresa la sostituzione delle eventuali fallanze per quanto riguarda le talee che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto.

3.3.7. Eventuale trattamento delle talee con ormoni rizogeni (auxine) nel caso di impiego in periodo di fermo biologico

Lo scopo del trattamento alle talee con regolatori di crescita appartenenti alla categoria delle auxine è quello di aumentare la percentuale di talee che emette radici, favorire l'inizializzazione delle radici, aumentare il numero e la qualità delle radici prodotte da ciascuna talea ed ottenere una radicazione più uniforme.

Tale tecnica viene comunemente impiegata nel caso in cui si debba procedere all'impiego di tale durante il periodo vegetativo altrimenti è antieconomico perché i salici e le altre piante radicano a sufficienza

Le talee di piante che radicano facilmente non giustificano la spesa ed il lavoro addizionale per il trattamento con queste sostanze se impiegate correttamente nei periodi idonei

L'uso migliore degli ormoni di radicazione è con piante le cui talee radicano, ma con difficoltà.

L'uso di queste sostanze comunque non consente di ignorare le altre buone norme della propagazione per talea, come una accurata gestione dell'acqua, della temperatura, e delle condizioni di luce.

Il valore di questi trattamenti ormonali nella propagazione è innegabile. Anche se il trattamento delle talee con sostanze promotrici della radicazione è utile nella propagazione delle piante, e può migliorare l'efficienza ed i tempi dalla talea alla piantina radicata, le dimensioni e la vigoria finale delle piantine trattate non è molto superiore a quelle ottenute con talee non trattate.

I prodotti chimici di sintesi promotori della radicazione che sono risultati più efficaci nello stimolare la produzione di radici avventizie nelle talee sono l'acido indolbutirrico (IBA) e l'acido naftalenacetico (NAA)

L'IBA è probabilmente il prodotto migliore per un uso generale perché non è tossico alle piante in un'ampio spettro di concentrazioni ed è efficace nel promuovere la radicazione di una vastissima serie di specie.

L'IBA può risultare tossico per le talee semilegnose o erbacee di alcune specie provocando una scarsa rivegetazione delle talee e la loro moria durante l'inverno.

Questi prodotti chimici sono disponibili in commercio in formulati dispersi in talco oppure liquidi che possono essere diluiti in acqua per essere portati alla giusta concentrazione.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.29
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

I sali di potassio dell'IBA o NAA consentono la soluzione in acqua ed è da preferire alla formulazione più comune di acido che può essere disciolta inizialmente solo in alcool (isopropilico etilico o metilico), in acetone, DMSO (dimetil solfossido), DMF (dimetil formamide), oppure in altri solventi prima di aggiungere l'acqua.

3.3.8.1 Preparati commerciali in polvere

Le istruzioni accompagnano il prodotto commerciale assieme ad una lista di piante che hanno mostrato di rispondere bene al trattamento di quel particolare formulato.

Le specie legnose e più difficili da radicare dovranno essere trattate con preparati ad alta concentrazione ormonale, mentre le specie tenere, erbacee e più facili da radicare dovranno essere trattate con formulati meno concentrati.

Il taglio alla base delle talee deve essere fresco, eseguito poco prima dell'immersione nella polvere perché essa vi aderisca. L'operazione è più veloce se si esegue con un mazzo di talee invece che una ad una, ma bisogna stare attenti che le talee al centro del mazzo ricevano la stessa quantità di polvere di quelle esterne. La polvere che aderisce alle talee dopo che sono state leggermente appoggiate sul prodotto è sufficiente. Può essere utile inumidire in precedenza la base delle talee per migliorare l'adesione della polvere.

È consigliabile nell'uso dei formulati utilizzando una piccola quantità di preparato in un recipiente adatto, dove eseguire il trattamento alle talee e gettare via ogni rimanenza del preparato che avanza alla fine, invece che trattare le talee dentro al recipiente che contiene l'intero quantitativo di formulato, perché questo verrebbe contaminato con l'umidità, funghi e batteri, e si deteriorerebbe rapidamente.

Le talee devono essere infilate nel substrato di radicazione subito dopo il trattamento ormonale.

Per impedire che la polvere alla base delle talee venga portata via nell'inserimento nel substrato, si deve effettuare un foro nel terreno sufficientemente grande per inserirvi la talea senza che strisci troppo sulle pareti del buco.

I formulati in talco hanno il vantaggio di essere prontamente disponibili e facili da usare. Ma difficilmente si ottengono risultati omogenei a causa della variabilità della quantità di ormone che raggiunge la talea, per la difficoltà di adesione della polvere che dipende dall'umidità del taglio e anche dalla conformazione dell'epidermide (liscia o rugosa).

3.3.8.2 Bagno in soluzione diluita

In passato veniva utilizzata la procedura di immergere la parte basale delle talee per circa 24 ore in una soluzione diluita di ormoni, prima di inserirle nel terreno. Le concentrazioni erano variabili dai 20 ppm per le specie più facili ai 200 ppm per quelle più difficili da radicare. Durante il periodo che venivano tenute a bagno le talee dovevano essere mantenute alla temperatura di circa 20 °C, ma non esposte in pieno sole.

Questa è una tecnica lenta e non commercialmente adottata. E' necessario avere una certa attrezzatura per tenere a bagno il materiale e a causa della durata del trattamento vi sono risultati variabili col variare delle condizioni ambientali durante l'immersione.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.30
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

3.3.8.3 Immersione rapida in soluzione concentrata

Con questo metodo si usano soluzioni concentrate variabili da 500 a 10.000 ppm (da 0,5 a 1 grammo/litro) o anche più, preparate in soluzione al 50% di alcool. La base delle talee viene immersa rapidamente (in genere 3-5 secondi, qualche volta di più) nella soluzione ormonale, quindi vengono subito piantate. Le talee sono trattate più efficacemente a mazzetti, non una per una. Le talee legnose di alcune specie è preferibile immergerle bagnando solo la superficie del taglio e si ottengono risultati migliori.

Sono stati generalmente riscontrati risultati migliori in percentuale e qualità di radicazione con il trattamento liquido rapido rispetto al talco, dovuti alla più uniforme distribuzione ed alla ridotta influenza dei fattori ambientali sull'assorbimento del prodotto chimico da parte delle talee.

Nelle formulazioni in talco, le auxine (che sono scarsamente solubili nella loro forma in acido) devono prima andare in soluzione, dopo che le talee sono state inserite nel terreno. Per cui vi è un certo ritardo prima che le auxine vengano assorbite attraverso la base della talea.

La stessa soluzione ormonale per l'immersione rapida può essere usata per molte centinaia di talee, ma deve essere ermeticamente sigillata negli intervalli che non viene usata perché l'alcool evapora rapidamente cambiando la concentrazione ormonale della soluzione.

E' meglio utilizzare solo la quantità strettamente necessaria di soluzione e buttare via i residui alla fine della giornata. La soluzione madre, con elevata percentuale di alcool, mantiene le sue proprietà per lungo tempo se mantenuta pulita, al fresco ed al buio.

I regolatori di crescita usati in concentrazioni eccessive per una data specie possono essere tossici, inibendo lo sviluppo delle gemme, causando l'ingiallimento o la caduta del fogliame, annerimenti del fusto ed eventualmente la morte della talea. Una concentrazione efficace e non tossica provoca invece un lieve ingrossamento della base della talea, la moderata produzione di callo ed una uniforme corona di radici appena sopra la base della talea. Una concentrazione appena poco al di sotto di quella tossica viene considerata la più favorevole per la radicazione delle talee.

3.3.8.4 Metodi alternativi di applicazione delle auxine

L'immersione dell'intera talea dentro alla soluzione concentrata, addizionata di un prodotto bagnante, ha mostrato di essere più efficace nel promuovere la radicazione di alcune specie rispetto all'immersione rapida della base soltanto. In questi casi vi è solo un ritardo iniziale nella ripresa vegetativa del germoglio della talea, ma questo non sembra essere uno svantaggio.

3.3.8.5 Preparazione IBA o NAA in soluzione concentrata al 50% di alcool per immersione rapida

Concentrazione: da 500 a 10.000 ppm - Durata dell'immersione della base delle talee: da 3 a 5 secondi.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.31
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

CONCENTRAZIONE FINALE DI AUXINE PER LITRO DI SOLUZIONE		
PPM	mg	g
500	500	0,5
1.000	1.000	1,0
5.000	5.000	5,0
10.000	10.000	10,0

Per fare una soluzione madre a 10.000 ppm (10.000 mg/litro o soluzione all'1% di auxine) sciogliere 10 g di auxine in 15-20 ml di alcool (isopropilico etilico o metilico), quindi portare al volume di 1.000 ml (1 litro) con alcool al 50%.

Per fare 1 litro (1.000 ml) di soluzione per l'immersione rapida delle talee a 1.500 ppm di auxine utilizzando la soluzione madre all'1%, aggiungere 850 ml di alcool al 50% a 150 ml di soluzione madre all'1%.

Con i sali di potassio dell'IBA o dell'NAA seguire le stesse indicazioni, eccetto il fatto che basta l'acqua come solvente senza l'alcool.

Per evitare problemi di precipitazione delle auxine (velo biancastro sul fondo) usare acqua distillata o al massimo deionizzata (per ferri da stiro) e non quella del rubinetto.

Etichettate in maniera chiara ed indelebile le bottiglie che preparate al fine di evitare errori di concentrazione

3.3.8.6 Preparazione IBA o NAA in talco

Seguire le stesse concentrazioni che per i preparati liquidi (sostituire 1 g di talco a 1 ml di soluzione finale). Per fare 200 g di auxine in talco a 5.000 ppm (5 g/1.000 g, cioè 0,5 g/100 g, quindi 1 g/200 g), sciogliere 1 g di auxina in 50-100 ml di alcool, acetone o etere e quindi aggiungere 200 g di talco (talco industriale) Impastare bene il liquido e la polvere fino ad ottenere una pasta fluida e omogenea che verrà fatta essiccare in un locale ben aerato (non esporla alla luce diretta del sole). Invece che fare delle diluizioni successive da soluzioni madri, come per i preparati liquidi, con il formulato in talco è più accurato e più facile fare le singole concentrazioni direttamente, volta per volta.

3.3.8. Esecuzione di vimate

Stabilizzazione di pendio o scarpata mediante vimate formata da paletti di legno (Castagno, Robinia scortecciata ecc.) di diametro 3 - 10 cm o di ferro diametro 12 - 14 mm, di lunghezza 80 - 100 cm infissi nel terreno lasciando una altezza fuori terra di 15 - 25 cm, alla distanza di 1,5 - 2 m uno dall'altro, intervallati ogni 30 cm da paletti o talee vive di 40-50 cm (Salix cinerea, Salix purpurea, Populus alba), collegati da verghe di salice vivo o altra specie legnosa con capacità di propagazione vegetativa (Salix cinerea, Salix purpurea, Populus alba), con l'estremità conficcata nel terreno, di almeno 150 cm di lunghezza, intrecciate sui paletti principali e secondari e legate con filo di ferro per un'altezza di 15 - 25 cm fuori terra ed una parte interrata di almeno 10 cm (l'infossamento ed il contatto con il terreno consentono il migliore attecchimento e radicazione delle piante e riducono i rischi di scalzamento della struttura). Le vimate verranno disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,2 a 2 m. La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo. In caso di necessità, durante i primi mesi dopo l'intervento, può risultare necessario provvedere alla rincalzatura delle vimate scoperte per evitare gravi fallanze nell'attecchimento.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.32
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

L'opera prevede l'impiego dei seguenti materiali:

Verghe elastiche di specie legnose, adatte all'intreccio e con capacità di propagazione vegetativa (salici), poco ramificate, L min. 1,50 m e \varnothing alla base non inferiore ai 3 – 4 cm

- Paletti in legno di robinia (scortecciata) o castagno \varnothing 8 ÷ 15 cm L = 1,00 ÷ 1,50 m

- Filo di ferro cotto

Le fasi esecutive sono le seguenti:

Formazione di solchi profondi circa 30 cm

- Infissione dei paletti in legno lungo il versante, in modo tale che rimangano fuori terra circa 50 cm (o per i 2/3 della loro lunghezza), e con interasse massimo di 1,00 m.

-Infissione dei picchetti in ferro, L = 40 ÷ 50 cm, interasse circa 30 cm.

-Intreccio, attorno ai paletti e ai picchetti, di 3 – 7 verghe elastiche di specie con capacità di propagazione vegetativa, una sopra l'altra e ben appressate verso il basso.

-Legatura delle verghe ai paletti mediante filo di ferro.

-Ricopertura del solco con il terreno di scavo e rincalzo sia a monte che a valle della viminata, in modo tale che almeno le verghe inferiori risultino essere interrato (per un'altezza min. di 10 cm sotto terra e per un'altezza di 15 ÷ 25 cm fuori terra)

3.4. Semina di superfici prative

Nella tabella che segue è riportata la composizione indicativa del miscuglio-base da impiegare per la realizzazione del prato polifita presente in tutte le aree di rimboschimento (utilizzo di sementi nazionali per la formazione del prato stabile).

La miscela dovrà essere accompagnata dall'indicazione di origine delle sementi, grado di purezza e germinabilità. L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova, oltre che per effettuare il controllo della quantità e delle lavorazioni accompagnatorie l'azione.

Per la realizzazione delle aree prative dovranno essere preferibilmente utilizzate specie facilmente reperibili e comunque idonee per la formazione del prato stabile nel contesto territoriale di interesse. In particolare, dovranno essere utilizzate specie tolleranti la scarsità d'acqua nel periodo estivo.

Il miscuglio base di semina per la formazione del prato polifita non dovrà contenere specie difficilmente reperibili e/o di provenienza non certificabile, mentre sarà preferibile l'utilizzo di specie diffusamente utilizzate negli inerbimenti.

MISCUGLIO PRATO POLIFITA		
Specie	Famiglia botanica	% in peso
<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Graminaceae</i>	5 %

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.33
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

<i>Poa pratensis</i>	<i>Graminaceae</i>	5 %
<i>Poa sylvicola</i>	<i>Graminaceae</i>	5 %
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Graminaceae</i>	10 %
<i>Festuca pratensis</i>	<i>Graminaceae</i>	10 %
<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Graminaceae</i>	5 %
<i>Lolium perenne</i>	<i>Graminaceae</i>	10 %
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Leguminosae</i>	5 %
<i>Medicago sativa</i>	<i>Leguminosae</i>	10 %
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Leguminosae</i>	10 %
<i>Trifolium repens</i>	<i>Leguminosae</i>	10 %
Totale		100

3.4.1. Semina a spaglio manuale o meccanica

La semina sarà eseguita a spaglio o con macchina seminatrice, effettuata a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro; ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Le superfici da seminare, secondo le indicazioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto nel presente Capitolato.

In particolare, prima della semina e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venir erpicato per favorire l'interramento del concime.

A parziale modifica di quanto previsto per le altre tipologie di intervento, inoltre, la concimazione dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici, mentre i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta. Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenne con l'impiego minimo di 300 kg di seme per ettaro di superficie (30 g/m²) che, su richiesta della Direzione Lavori, in casi particolari, potrà arrivare a 40 g/m².

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento; Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato, e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta. L'Impresa potrà effettuare la semina su autorizzazione della Direzione Lavori.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30÷40 g/m²). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate.

Risulta comunque preferibile escludere preferibilmente i periodi di siccità estiva e di gelo invernale.

Restano comunque a carico dell'Appaltatore le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.34
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo.

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette).

Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente la quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

L'Ufficio di Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

La scelta delle singole specie e la loro distribuzione percentuale all'interno dei sestri di impianto è stata fatta, in sede di PE, sulla base dell'abaco riportato nelle relazioni tecniche di progetto.

3.4.2. Idrosemina

Le scarpate in rilievo o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno.

La miscela da irrorare mediante idroseminatrici sarà composta da un miscuglio di sementi, concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno.

Saranno impiegati gli stessi quantitativi di sementi e di concime sopra riportati, mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30÷40 g/m²). La provenienza e 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. Per ulteriori prescrizioni si veda il capitolo riguardante le modalità particolari d'esecuzione.

3.4.3. Cure di mantenimento delle superfici seminate o idroseminate

Una volta eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, L'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure culturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.35
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

L'erba sfalcata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare o depositi temporanei.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

E' compreso nelle cure colturali fino a fine cantiere anche l'eventuale irrigazione ausiliaria delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

3.5. Prescrizioni particolari per gli interventi tipologici

3.5.1. 1B – Complessi macchia-radura

Ricostituzione della vegetazione della piana inondabile (floodplain) – costruita dal fiume grazie alle migrazioni laterali dell'alveo, nelle attuali condizioni di regime idrologico. Rispetto alle barre è caratterizzata da un substrato più fine (sabbioso-limoso) e da vegetazione arbustiva e arborea; al confine con le barre attive presenta solitamente una piccola scarpata, la cui sommità segna il livello ad alveo pieno, corrispondente alla portata formativa. La sua superficie non è necessariamente piatta, ma presenta spesso bassure, rilievi e zone umide; la piana inondabile, per i frequenti interscambi con le acque fluviali e gli habitat che ospita, ha un'importanza ecologica molto rilevante. L'intervento prevede la creazione di un ecomosaico diversificato di habitat di valore ecologico riconducibili a formazioni arboreo-arbustive autoctone tipiche della fascia fluviale e perifluviale del Po. Si prevede la messa a dimora di vegetazione arboreo-arbustiva a macchie sul 30% della particella di riferimento, mentre la restante parte è destinata a radura. L'alternanza tra radure e formazioni arboreo-arbustive assicura le condizioni idonee per la creazione di numerose nicchie ecologiche diversificate. Per garantire una maggiore naturalità all'impianto è stato adottato un sesto di impianto curvilineo a file parallele come indicato in art. 4, comma 1 delle Linee guida tecnico-procedurali per la progettazione e valutazione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle norme del PAI (allegato alla deliberazione n. 8/2006 del 5 aprile 2006 dell'Autorità di Bacino). L'azione risponde agli obiettivi di rafforzamento delle connessioni ecologiche, aumento della biodiversità e promozione delle specie target.

L'intervento prevede la messa a dimora di piantine forestali arboreo-arbustive a macchie sul 30% della particella di riferimento, con densità all'interno delle macchie di 2.395 piante/ha (67% arbustive, 33% arboree) e sesto di impianto 2,5 m x 1,5 m. Ogni quattro file andrà lasciato un passaggio di 3 m per accesso con autobotte.

La realizzazione prevede: la ripulitura iniziale delle aree di impianto, lavorazione del terreno (fresatura), tracciatura dello schema di impianto con sesto di impianto sinusoidale a file parallele all'interno delle

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.36
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

macchie, scavo buche di impianto, messa a dimora delle giovani piante. Collocazione degli accessori (biodisco pacciamante, shelter in cartone Tipo Kraft o di analoghe caratteristiche tecniche, 2 canne di bambù a scopo di sostegno e segnalazione). Copiosa prima bagnatura.

Verranno utilizzate piantine forestali in contenitore multiforo di età minima due anni (S1T1 o S2) e altezza fino a 100 cm, coltivate in vivai certificati e provenienti da ecotipi locali.

Ai sensi del Art. 2 del D.M. 590352 del 11/11/2021, si evidenzia la necessità che gli interventi previsti siano realizzati con materiali forestali di moltiplicazione conformi alle previsioni del d.lgs. 386/2003 “Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione”, a norma del Decreto del Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali n. 9403879 del 30/12/2020. Le piante dovranno inoltre essere munite di passaporto delle piante ai sensi del Reg. (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 ottobre 2016 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante ("passaporto verde").

Il periodo più idoneo alla realizzazione di questi interventi è quello autunno-invernale.

3.5.2. 2A – Modellazione delle aree ripariali eterogenee

L'intervento prevede il rimodellamento morfologico di una depressione esistente volto favorire condizioni ecologiche idonee per lo sviluppo della vegetazione ripariale autoctona. Si prevede l'eliminazione ed estirpazione delle specie alloctone e la stabilizzazione della morfologia spondale attraverso la realizzazione di fasce vegetazionali e l'inerbimento protettivo delle superfici movimentate. Dal punto di vista ecologico l'intervento rappresenta un'importante opportunità per ricreare habitat ripari in grado di ospitare numerose specie di anfibi, uccelli (stanziali, migranti e svernanti), appartenenti a diversi taxa (anatidi, limicoli, ardeidi e rallidi), che possono svolgere il loro ciclo biologico in parte o del tutto all'interno dell'area umida.

L'intervento prevede il rimodellamento di sponde effettuato su un'ampiezza variabile (intorno ai 25 m in media) con l'obiettivo di ridurre la pendenza spondale mediante operazioni di scavo che definiscano un'inclinazione con valori inferiori ai 25°. L'intervento favorirà la creazione di condizioni ecologiche differenziate, compatibilmente con la preservazione della vegetazione legnosa autoctona presente. Si prevede la distribuzione del terreno derivante dagli scavi nella fascia retrostante ottenendo spessori non superiori a 50 cm; il riporto e rimodellamento verrà effettuato a seguito di vagliatura tramite vaglio da 8 cm del primo 1 m di terreno, rimuovendo così tutti gli apparati radicali.

Si prevede l'impiego di materiale vegetale vivo (talee, astoni e arbusti radicati) derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa (in particolare Salicacee). La selezione delle specie è stata effettuata, in coerenza con le condizioni fitoclimatiche dell'area e con gli habitat preesistenti in sito, selezionando specie arbustive autoctone riconducibili a formazioni meso-igrofile tipiche dell'area fluviale del Po e della pianura alluvionale. Verranno utilizzate anche piantine forestali in contenitore multiforo di età minima due anni (S1T1 o S2) e altezza fino a 100 cm, coltivate in vivai certificati e provenienti da ecotipi locali, oltre che talee legnose prelevate da materiale autoctono.

Ai sensi del Art. 2 del D.M. 590352 del 11/11/2021, si evidenzia la necessità che gli interventi previsti siano realizzati con materiali forestali di moltiplicazione conformi alle previsioni del d.lgs. 386/2003 “Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione”, a norma del Decreto del Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali n. 9403879 del 30/12/2020. Le piante dovranno inoltre essere munite di passaporto delle piante ai sensi

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.37
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

del Reg. (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 ottobre 2016 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante ("passaporto verde").

3.5.3. 3B – Contenimento vegetazione erbacea alloctona

Operazione da attuare in presenza di aree aperte con una copertura elevata di specie erbacee invasive alloctone. Si tratta frequentemente di aree aperte con forte presenza di popolamenti monospecifici. In questi casi viene effettuato uno sfalcio con la successiva rimozione del materiale vegetale.

Ove necessario, l'intervento viene preceduto da un decespugliamento (3F).

Il contenimento avviene prevalentemente tramite uno sfalcio con falciatrici a pettine o decespugliatori a lama o altro idoneo macchinario o attrezzatura, evitando l'utilizzo di macchine trincianti o decespugliatori a filo che disperdono maggiormente i frammenti vegetali, come indicato dalle buone pratiche di contenimento di specie quali Reynoutria sp. Il materiale residuo viene raccolto manualmente, caricato su un autocarro e infine dovrà essere smaltito correttamente attraverso il conferimento in siti idonei. I residui vegetali dovranno essere trattati come rifiuti e destinati alle diverse modalità di recupero o smaltimento previste dalla normativa e che garantiscano minori rischi di dispersione delle specie nell'ambiente circostante. Si prevede, nell'eventualità di individui isolati, la rimozione manuale delle giovani piantine avendo cura di rimuovere completamente l'apparato radicale.

Per evitare la diffusione di semi e propaguli si dovrà praticare un'attenta pulizia di mezzi e macchinari coinvolti nelle operazioni di contenimento delle alloctone invasive.

3.5.4. 3F – Contenimento specie arboreo/arbustive alloctone

Questo intervento riguarda il contenimento delle specie arboreo-arbustive alloctone invasive tramite trinciatura, taglio con motosega o altri mezzi meccanici / manuali.

Il decespugliamento della vegetazione legnosa viene eseguito dove possibile con mezzi meccanici semoventi di adeguata potenza equipaggiati con barre falcianti o trince o altro idoneo macchinario e laddove l'uso dei mezzi meccanici è precluso si esegue decespugliamento con mezzi manuali. Dove sono presenti alberature si procede con l'abbattimento con motosega.

Il decespugliamento deve essere effettuato in primavera prima della fioritura delle specie invasive alloctone. La cercinatura può essere effettuata in primavera o estate.

Le aree coinvolte verranno periodicamente sfalciate anche negli anni successivi per ridurre e contenere i ricacci dei polloni. In diversi settori tali aree coincidono con aree di ripiantumazione per cui al termine della stagione manutentiva (5 anni) si potrà avere una vegetazione in grado di competere con le specie alloctone che ne frattempo sono state in parte "debilitate".

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.38
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

4. CURE COLTURALI PREVISTE PER I PRIMI CINQUE ANNI DALL'IMPIANTO

4.1. Descrizione e programma delle operazioni da effettuare per ogni anno

La tipologia e l'intensità degli interventi colturali dipendono dalle caratteristiche fisiche e naturali della zona, nonché dall'andamento climatico-vegetazionale stagionale. Più le condizioni stazionali ostacolano o tentano di ostacolare una corretta crescita ed un sano sviluppo della vegetazione d'impianto, maggiori possono essere le cure richieste, anche perché, oltre a facilitarne la crescita permettono la sopravvivenza di un numero di piante adeguato alla funzionalità delle opere.

Il programma delle cure colturali di 5 anni illustra le diverse tipologie di interventi manutentivi e la loro cadenza per ogni parte d'opera a manutenzione omogenea.

Nei primi tre anni successivi alla realizzazione delle opere sono stati previsti interventi di manutenzione e di cura colturale più frequenti, mentre per il quarto e il quinto anno sono state previste minori frequenze. La cadenza degli interventi è stata diversificata in funzione della tipologia di intervento, tenendo in considerazione il contesto di cambiamento climatico che provoca sempre più frequenti periodi di siccità prolungata e ondate di calore.

Nota: Con l'indicazione della azione "sostituzione piante non attecchite" si intende inclusa anche la sostituzione della canna di bambù, shelter e pacciame, se necessario.

Il cronoprogramma delle cure colturali dettagliato per i primi 5 anni dalla messa a dimora delle piante viene di seguito riassunto. Il cronoprogramma è stato diviso per tipologia di azione e riporta gli interventi con le rispettive frequenze coerentemente con quanto dettagliato nel paragrafo precedente.

Si specifica che i periodi di intervento dettagliati sono da ritenersi indicativi e comunque subordinati all'andamento meteorologico e alla decisione della Direzioni Lavori.

Si precisa che la sistemazione degli shelter e il riposizionamento dei dischi pacciamanti andranno di pari passo con le fasi di sostituzione piante non attecchite previste nelle cure colturali.

4.1.1. Area tipologico 1B – Complessi macchia-radura

- Tipologia di interventi:
 - Sfalci
 - Irrigazioni
 - Sostituzione piante non attecchite
- Cadenza interventi:
 - 1° Anno: 5 irrigazioni/anno, 4 sfalci/anno.
 - 2° Anno: 3 irrigazioni/anno, 3 sfalci/anno.
 - 3° Anno: 3 sfalci/anno (irrigazioni solo in annate particolarmente siccitose)
 - 4° Anno: 3 sfalci/anno (irrigazioni solo in annate particolarmente siccitose)
 - 5° Anno: 3 sfalci/anno (irrigazioni solo in annate particolarmente siccitose)

4.1.2. Area tipologico 2A – Modellazione delle aree ripariali eterogenee

- Tipologia di interventi:
 - Sfalci
 - Irrigazioni

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.39
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

- Sostituzione piante non attecchite
- Cadenza interventi:
 - 1° Anno: 3 sfalci nelle aree inframmezzate alle vimate

4.2. Irrigazioni ausiliarie

L'Impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora per il periodo concordato. Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive nonché variare in quantità e frequenza, in relazione alla bagnatura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Impresa e successivamente approvati dalla Direzione Lavori.

In generale, a prescindere dal numero di irrigazioni precedentemente riportato, il primo anno sarà comunque necessario intervenire nella stagione vegetativa per periodi prolungati senza piogge. A titolo indicativo si ritiene di dovere intervenire in assenza di precipitazioni superiori ai 5 mm per dieci giorni consecutivi.

L'acqua, previa verifica ed autorizzazione da parte della Direzione Lavori, potrà essere prelevata, previa autorizzazione, dal fiume e dalle lanche con presenza di acqua in misura da concordare con la Direzione Lavori

Sarà possibile a tale scopo impiegare una motopompa collegata alla PdP di una trattrice agricola e le necessarie manichette in tela o ferro per raggiungere le diverse zone che necessitano di irrigazione.

Andrà verificata la temperatura dell'acqua: in caso questa risulti troppo fredda sarà cura dell'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori, stabilire:

- La temperatura di esercizio dell'acqua di irrigazione
- L'eventuale necessità di realizzare vasche/serbatoi/recipienti di contenimento dell'acqua per farla stemperare
- Altri metodi per innalzare la temperatura

In termini ponderali, il quantitativo medio previsto riferito all'unità di superficie è stato determinato tenendo in considerazione i fabbisogni idrici medi delle principali specie, differenziandone il valore in relazione alla tipologia di gestione irrigua (ausiliaria). Tali valori tengono già conto dell'aumento dei prolungati periodi di siccità che si stanno manifestando negli ultimi anni

I valori indicati, in metri cubi per ettaro, risultano altresì indicati in millimetri in modo da equiparare l'adacquamento ad una precipitazione meteorica.

I valori, infine, risultano parametrizzati in relazione alle diverse superfici di riferimento interessate dagli interventi previsti di rivegetazione.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.40
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

INTERVENTI IRRIGUI UMETTANTI				
Aree a riforestazione densa – impianti di vegetazione relativamente fitta		Aree a riforestazione più rada (siepi-pioppeti)		Sistema macchia - radura
Intervento ausiliario (m ³ /ha)	Ulteriore intervento aggiuntivo (m ³ /ha)	Intervento ausiliario (m ³ /ha)	Ulteriore intervento aggiuntivo (m ³ /ha)	Ulteriore intervento aggiuntivo (m ³ /ha)
20	10	20	10	15

Si consideri che 20 m³/ha corrispondono a 2 mm di pioggia al m². I valori in tabella derivano dall'esperienza maturata dal progettista.

4.3. Sfalci periodici

E' necessario prevedere un periodico sfalcio della componente erbacea, con cadenza intensa nei primi anni, e successivamente meno intense nel medio periodo; questo favorisce un maggior sviluppo degli apparati radicali, una maggiore diversificazione floristica (limitando le specie dominanti e l'insediamento delle specie autoctone limitrofe).

Qualora durante le operazioni di sfalcio venisse rilevata la presenza di nidificazioni al suolo in atto, dovrà essere evitato lo sfalcio su un'area di rispetto, centrata sul nido., di 400 mq (20m x 20m), sino al termine della produzione.

Gli sfalci saranno eseguiti mediante l'impiego di decespugliatori a filo o a disco, rilasciando il materiale di risulta sul terreno, con lo scopo di mantenere una maggiore umidità, creando nel contempo uno strato di sostanza organica che tenderà a migliorare le caratteristiche del terreno (operazione necessaria soprattutto nei terreni vegetali aridi o poveri di sostanza organica); solo in presenza di grandi masse vegetali o di specie invasive alloctone è preferibile un asporto, almeno parziale, per evitare aduggiamento e "soffocamento" delle piante presenti ed il pericolo di diffusione

Gli sfalci periodici potranno avvenire con idonei mezzi (barra sfalciante, trituratore collegato a trattore agricola, altro mezzo), decespugliatore per i tratti più difficili (vicinanza ad ostacoli o altro). Andrà posta particolare attenzione a far sì che non vengano danneggiate le piante messe a dimora.

A tale scopo in accordo con la Direzione Lavori verrà posto intorno alle piante messe a dimora un nastro di colore rosso a cura dell'Appaltatore per individuare facilmente le piante messe a dimora.

Nel caso in cui le piante danneggiate superino la percentuale del 2%, l'Appaltatore si impegna alla sostituzione delle stesse.

Le aree oggetto di sfalcio (cure colturali) e le modalità di esecuzione andranno picchettate di comune accordo tra Direzione Lavori e Appaltatore.

Delle lavorazioni andrà fornita adeguata documentazione fotografica da consegnare alla Direzione Lavori

Lo SAL verrà controfirmato dalla stessa a verifica di eventuali danni eseguita.

4.4. Potature – sfolli e diradamenti

Per alberi e arbusti è necessario un periodico intervento di potatura della chioma, sia per favorire un

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.41
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

maggior sviluppo dell'apparato radicale nei primi anni dall'impianto, sia per dare loro una forma adeguata alle esigenze di protezione, sia, infine, per evitare che sviluppi epigei eccessivi possano trasmettere sollecitazioni meccaniche eccessive all'apparato radicale.

Queste esigenze sono massime nel breve e nel medio periodo, quando tutto il soprassuolo è in fase di affermazione e sviluppo.

Trattandosi di opere a verde che già configurano l'associazione vegetazionale definitiva o semi-definitiva, l'intervento in questione dovrà essere attuato non prima della seconda stagione vegetativa - a seconda delle condizioni stazionali, con un possibile posticipo fino a quattro-cinque anni e ripetuto anche nella quarta stagione vegetativa - il secondo intervento sarà richiesto solo quando le condizioni locali lo impongano.

In caso di intervento, la potatura dovrà essere effettuata nella stagione primaverile o autunnale, quando le piante sono ancora in riposo vegetativo.

Si prescrive l'impiego del seghetto da potatura in modo che il taglio sia netto, escludendo l'uso di motoseghe, decespugliatori e quanto altro possa provocare sfibrature nelle talee e compromettere la vita della pianta. Il materiale di risulta che proviene dalle potature eseguite può essere riutilizzato per il recupero delle fallanze.

Le potature, sia fitosanitarie che di rinforzo, andranno disposte dalla Direzione Lavori ove essa lo ritenesse necessario. Tali operazioni andranno concordate con la stessa previo sopralluogo ed individuazione delle aree di intervento o degli esemplari da trattare che verranno individuati con vernice.

Lo stesso dicasi per gli eventuali diradamenti che dovranno procedere con la puntuale individuazione e marcatura delle piante che andranno eliminate

Per gli sfolli sarà possibile individuare superfici omogenee dove operare indicando la percentuale di eliminazione della parte epigea delle piante.

Le misure potranno riguardare sia la vegetazione preesistente comprese le alloctone invasive che la vegetazione di recente impianto.

In tutti gli interventi è in genere prevista la messa a dimora di un numero elevato di talee e piantine nella fase di impianto, in modo tale da limitare i problemi dovuti alle fallanze e, nel contempo, accelerare l'azione di sostegno della vegetazione, oltre che impedire l'insediamento delle alloctone invasive.

Nel medio periodo per ridurre i problemi di densità eccessiva, favorire l'affermazione di specie più lente, limitare problemi di invasione da parte di specie esotiche ruderali (robinia, ailanto, amorfia, ecc.), dovranno essere attuati dopo non meno di cinque stagioni vegetative e, in ogni caso, con l'assoluta certezza che il taglio completo della pianta non pregiudichi la situazione generale.

I diradamenti vengono effettuati anche per incentivare la biodiversità e, nella pratica, sono realizzati mediante l'ausilio di motoseghe ed altri attrezzi da taglio, recidendo alla base le piante che tendono a prevalere e rinnovando l'intervento finché le specie autoctone semi-definitive non si affermano.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.42
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Il presente capitolo è stato inserito in previsione di un suo possibile utilizzo durante l'esecuzione dei lavori e nelle cure colturali.

4.5. Zappettature, concimazioni di rinforzo e ripristino delle conche di irrigazione - controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

Queste operazioni possono essere richieste dalla Direzioni Lavorai nell'ambito delle cure colturali previste per 5 anni senza che questo comporti riconoscimento di maggiori oneri.

Il controllo delle fitopatie che possono portare alla morte delle piante, effettuata dalla Direzioni Lavori, può portare alla richiesta della sostituzione delle piantine colpite con piantine sane.

4.6. Eliminazione e sostituzione delle piante morte (fallanze)

La sostituzione delle fallanze sarà da effettuare nel primo anno successivo all'impianto, con la sostituzione delle piantine, delle talee o l'esecuzione di nuove semine. Questi interventi dovranno essere attuati preferibilmente nel periodo primaverile o autunnale; se per altri motivi ciò non fosse possibile, sarà essenziale prendere tutti gli accorgimenti necessari per garantire in qualunque caso la riuscita dell'intervento (ad esempio, innaffiature, messa a dimora di nuove piantine in vaso, ecc.);

Anche dopo il periodo delle cure colturali è necessario controllare l'entità dell'attecchimento, sia delle talee che delle piantine. Molto spesso, infatti, il periodo di adattamento alle condizioni stazionali (molto spesso difficili) risulta essere più lungo. È perciò necessario intervenire, nel medio periodo, per integrare le fallanze.

Tali azioni sono prevista nelle cure colturali.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, almeno il 90% delle le piante, si presenta sano ed in buono stato vegetativo dopo 180 giorni a decorrere dall'inizio della prima stagione vegetativa successiva alla messa a dimora.

Una fallanza del 10% per il primo anno e del 5% per il secondo anno si ritengono quindi fisiologiche; le % eccedenti si ritengono, invece, necessarie di risarcimento da parte dell'Appaltatore.

Le percentuali eccedenti (fino all'ulteriore 10%) quelle sopraindicate dovranno essere risarcite a cura dell'Appaltatore.

4.7. Semine e trasemine successive

A seguito di condizioni locali inidonee o a danneggiamenti dovuti alla selvaggina, può emergere la necessità di risemina del cotico erboso, al fine di ricostituire una sua continuità, necessaria per limitare l'erosione superficiale. Quest'operazione può essere molto importante in condizioni difficili. È necessario perciò prevedere nel progetto, nel medio periodo, degli interventi di controllo e di risemina del cotico. Qui si fa riferimento ad interventi su superfici limitate e non ad eventuali rilavorazioni generali, causate dal mancato attecchimento legato ad errori nella progettazione o nell'esecuzione. Si dovrà provvedere rapidamente alla:

- risemina: distribuendo un miscuglio di specie simile a quello in precedenza seminato o un miscuglio meglio selezionato, in funzione delle particolari condizioni locali, eventualmente accompagnato da una concimazione;

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.43
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

- interrimento della semente distribuita;
- pacciamatura: utilizzando il materiale più consono alla situazione: paglia, rete di juta, ecc..

Semine di rinforzo e trasemine sono da effettuare su disposizione della DL nel caso in cui il grado di copertura a 180 gg dall'inizio della prima stagione vegetativa risulti minore dell'80%.

4.8. Controllo, risistemazione e riparazione dei pali di sostegno, dei dischi pacciamanti e delle legature

Durante il periodo di garanzia e di manutenzione prevista nei cinque anni di cure colturali l'Impresa è tenuta alla verifica puntuale delle opere di sostegno alle piante radicate e delle relative legature e alla sostituzione annuale in caso di danneggiamento degli stessi per i primi due anni di cure colturali. Lo stesso vale per i dischi pacciamanti che dovranno essere verificati rispetto al loro fissaggio al terreno, in modo che la funzione di contrasto alle da loro espletata sia duratura nel tempo.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.44
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

5. PRESCRIZIONI PER LA TUTELA DEL SUOLO IN CANTIERE E CARATTERISTICHE DEI MEZZI MECCANICI

5.1. Prescrizioni da concordare con la Direzione Lavori

L'impiego delle macchine va valutato, predisposto, progettato ed organizzato in modo adeguato e richiede una direzione dei lavori efficiente.

Fissati gli obiettivi e le caratteristiche del cantiere, si deve con la Direzione Lavori:

- decidere il sistema di lavoro da adottare;
- stabilire eventualmente la congrua pressione dei pneumatici onde arrecare i minor danni possibili al suolo in cantiere
- scegliere i macchinari da impiegare secondo quanto sopra descritto
- avere cura di verificare sempre il meteo
- indicare le vie di percorrenza da utilizzare (segnate concretamente sul terreno);
- perimetrare eventuali zone sensibili su cui non operare
- avere riguardo alla tutela e salvaguardia del terreno vegetale (asportazione, stoccaggio, reimpiego, ecc.)

Solo alla fine di questo processo si effettuerà l'inizio cantiere discutendo tra Direzione Lavori e operatore della macchina, in modo da poter discutere subito, sul posto, possibili difficoltà per l'esecuzione del lavoro.

La meccanizzazione dei cantieri ha portato a incrementi della produttività rilevanti, anche al contenimento dei costi del lavoro che è stato migliorato qualitativamente. Ma la meccanizzazione richiede agli operatori – a tutti i livelli – maggiori competenze e impegno, per esaltarne gli effetti positivi e contenere quelli negativi; ricorrere a potenti e costose macchine specializzate in condizioni non ottimali, o in stazioni ad esse avverse, senza operatori capaci e una direzione lavori efficiente e competente, può portare a risultati disastrosi.

Le macchine non risolvono tutti i problemi. Possono contribuire alla loro soluzione, purché vi si faccia ricorso con competenza ed in modo appropriato alle circostanze.

La meccanizzazione è un provvedimento di razionalizzazione per lavorare meglio, ma è efficace soltanto se preso a ragion veduta e congiuntamente ad altri provvedimenti, in particolare a quelli relativi alle infrastrutture e alla formazione ed aggiornamento del personale, sia degli operatori delle macchine che, soprattutto, di chi pianifica, organizza e decide.

Per le misure di tutela del suolo in cantiere si veda anche cap. 7.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.45
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

6.LE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE

Una delle principali cause, riconosciute a livello internazionale, della riduzione del livello di biodiversità nel mondo, è rappresentato dalla presenza e dallo sviluppo di **specie esotiche** (denominate anche **specie aliene** o **alloctone**).

Nell'ambito vegetale, per esotica si intende una specie o sottospecie introdotta dall'uomo volontariamente o involontariamente in un nuovo territorio al di fuori del naturale areale di distribuzione. Ogni elemento di tali specie che abbia la possibilità di sopravvivere e successivamente riprodursi (semi, spore e propaguli vegetativi) è incluso nella definizione.

Le specie esotiche, una volta introdotte in un determinato contesto territoriale, estraneo al loro areale d'origine possono trovare condizioni più o meno adatte al loro sviluppo e mettere a punto diverse strategie di adattamento al nuovo ambiente e sviluppare carattere di invasività.

Le specie invasive possono causare problemi:

- **ambientali:** l'impatto delle specie invasive sugli ecosistemi può portare ad una graduale degradazione ed alterazione dell'habitat invaso e al declino delle specie native a volte fino all'estinzione delle popolazioni locali, portando ad una diminuzione della biodiversità;
- **economici:** le specie esotiche invasive possono avere impatti negativi di diversa natura sull'economia. Ad esempio, ridurre la produzione delle colture agrarie, danneggiare infrastrutture e manufatti, aumentare i costi di manutenzione e gestione del territorio;
- **alla salute pubblica:** alcune specie esotiche presentano caratteri di nocività per la salute dell'uomo in quanto producono sostanze che possono provocare reazioni allergiche o di altro tipo, anche gravi, tramite contatto con parti della pianta e/o per inalazione del polline (ad es. *Heracleum mantegazzianum* e *Ambrosia artemisiifolia*).

Il quadro normativo in materia di specie aliene invasive è il seguente:

- Regolamento (UE) n. 1143/2014 del parlamento europeo e del consiglio del 22 ottobre 2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive
- Specie esotiche invasive di rilevanza unionale
- Decreto Legislativo 15 dicembre 2017, n.230 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive
- Deliberazione della Giunta regionale della Lombardia n. 2658 del 16 dicembre 2019 – Aggiornamento delle liste nere delle specie alloctone animali e vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione (ai sensi dell'art.1, comma 3 della legge regionale 10/2008)
- Deliberazione della Giunta regionale della Lombardia n. 7387 del 21 novembre 2022 – Approvazione della strategia di azione e degli interventi per il controllo e la gestione delle specie alloctone ai sensi del D.Lgs. n. 230/2017 e assegnazione delle risorse per il triennio 2022-2024

Le **specie esotiche invasive di rilevanza unionale** sono specie esotiche invasive i cui effetti negativi

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.46
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

sono considerati tali da richiedere un intervento concertato a livello di Unione in conformità dell'articolo 4, paragrafo 3 e rispondono a tutti i seguenti criteri

- sono estranee al territorio dell'Unione;
- sono in grado di insediare una popolazione vitale e diffondersi nell'ambiente, alle condizioni climatiche attuali e alle condizioni climatiche conseguenti a ipotizzabili cambiamenti climatici, in una regione biogeografica condivisa da più di due Stati membri;
- produrranno probabilmente un effetto negativo significativo sulla biodiversità o sui servizi ecosistemici collegati e potrebbero inoltre generare conseguenze negative sulla salute umana o l'economia;
- in base a una valutazione dei rischi, risulta necessario un intervento concertato a livello di Unione per prevenirne l'introduzione, l'insediamento o la diffusione;
- l'iscrizione nell'elenco dell'Unione porterà probabilmente a prevenire, ridurre al minimo o mitigare efficacemente il loro effetto negativo.

Tra tutte le specie alloctone invasive, nell'area in esame si è scelto di concentrare l'azione su 3 specie in particolare di cui si riportano delle schede sintetiche che riassumono le loro caratteristiche che tuttavia possiamo così riassumere

- si tratta di specie alloctone e quindi provenienti da ambienti diversi e spesso lontani: non hanno quindi generalmente competitori;
- si tratta di specie pioniere che quindi sono molto spesso poco esigenti dal punto di vista dei nutrienti presenti nel terreno e riescono agilmente a crescere in zone con terreni "poveri" e non evoluti;
- si tratta in genere di specie a rapido accrescimento che colonizzano rapidamente gli spazi vuoti;
- spesso si tratta di specie azotofissatrici (come molte specie leguminose autoctone) che quindi riescono a procurarsi il prezioso azoto per la crescita direttamente dall'atmosfera; si tratta spesso di piante che emettono sostanze allelopatiche dalle radici che impediscono alle altre piante di diversa specie di crescere nelle vicinanze;
- hanno in genere diverse strategie di diffusione (gemme avventizie, stoloni da cui ricacciano, forte produzione di semi, capacità di riproduzione agamica fino ad arrivare alla "simbiosi" con gli incendi che ne favoriscono la diffusione - per es la robinia i cui semi sono legati al passaggio del fuoco per cominciare a germinare – ricaccio di polloni – ricaccio di polloni radicali – resistenza al passaggio dell'incendio, ecc);
- molto spesso sono specie eliofile o mediamente sciafile e pertanto prediligono gli spazi aperti anche se non disdegnano la copertura;
- alcune specie sono striscianti e sfruttano le altre piante per raggiungere la luce ad una certa altezza.

6.1. Trattamento delle specie alloctone invasive – Criticità e modalità di gestione delle specie alloctone nell'ambito di attività di cantiere con movimentazione terra

6.1.1. Introduzione

Nell'ambito di interventi di ripristino e recupero ambientale, la fase di cantiere rappresenta spesso uno

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.47
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

dei momenti più critici per la colonizzazione e la diffusione di specie esotiche sia nei siti di intervento che nelle aree adiacenti.

Le fasi più critiche sono rappresentate dalla movimentazione di terreno (scavo e riporto, accantonamento dello scotico, acquisizione di terreno da aree esterne al cantiere) e, più in generale, dalla presenza di superfici nude che, se non adeguatamente trattate e gestite, sono facilmente colonizzabili da specie esotiche, soprattutto da quelle invasive.

In altri casi, le specie esotiche sono già presenti nell'area d'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 al termine dei lavori.

La presenza e lo sviluppo delle specie esotiche nelle aree di cantiere, oltre a determinare gli impatti e le criticità descritte in precedenza, può causare problematiche relative al buon esito degli interventi di ripristino delle aree interferite e/o, a lungo andare, problemi di stabilità e consolidamento delle opere realizzate.

In sintesi, possono determinarsi le seguenti condizioni:

- essendo le specie alloctone invasive molto competitive rispetto alle autoctone e, quindi, in grado di svilupparsi più velocemente di queste, possono determinare fallanze a carico delle specie messe a dimora, rendere problematica la riuscita degli inerbimenti e l'attecchimento degli alberi ed arbusti messi a dimora e diffondersi nell'area di intervento e nelle aree circostanti;
- in alcuni casi, il notevole sviluppo di vegetazione invasiva può determinare danneggiamenti alle opere ed ai manufatti di sostegno in quanto gli apparati radicali, spesso piuttosto sviluppati in queste specie, possono infiltrarsi tra le strutture in legname e pietrame e in manufatti artificiali, creando varchi e svuotamenti che possono ridurre fortemente la capacità di sostegno e consolidamento dei versanti e in alcuni casi determinare anche il cedimento delle strutture.

Qui di seguito si riportano alcune indicazioni generali da seguire durante le fasi di cantiere al fine di contrastare le specie esotiche nelle aree interferite ed in quelle adiacenti.

6.1.2. Preparazione e gestione del terreno

In questo paragrafo si riportano le modalità di gestione del terreno finalizzate alla prevenzione/gestione/lotta/contenimento delle specie esotiche invasive.

Nell'ambito di interventi che prevedano la movimentazione di inerti è importante che vengano seguite alcune misure di trattamento e gestione dei volumi di terreno:

- nel caso di deposito temporaneo di cumuli di terreno, sono necessari interventi di copertura con inerbimenti in modo da contrastare i fenomeni di dilavamento e creare condizioni sfavorevoli all'insediamento di eventuali specie alloctone: nel breve periodo (1÷2 mesi fino all'anno) inerbire con miscugli composti da specie a rapido insediamento, in grado di coprire velocemente le superfici trattate (ad esempio *Lolium* spp., *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*). Data la scarsa persistenza delle entità sopra citate, qualora vi sia la previsione di mantenere i cumuli per più di una stagione, sarà necessaria una periodica ripetizione della semina o l'impiego di miscugli di leguminose e graminee che comprendano anche specie persistenti;
- nel caso in cui non sia disponibile una quantità sufficiente di terreno vegetale (ad esempio perché il

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.48
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

materiale scavato è ricco di scheletro) può risultare necessario portare del materiale dall'esterno dell'area. Il prelievo del terreno da aree esterne al cantiere dovrebbe essere preferibilmente effettuato presso siti privi di specie invasive: qualora questo non fosse possibile, sarebbe opportuno prediligere l'approvvigionamento da siti caratterizzati da specie legnose; se ciò non fosse possibile, sarebbe opportuno prediligere superficie con presenza di entità per le quali in letteratura il contenimento risulti meno problematico (es. evitare le specie che si diffondano per via vegetativa).

6.1.3. Utilizzo di materiale vegetale vivo per la copertura delle superfici di terreno

Come precedentemente descritto, quando si gestiscono terre e rocce da scavo, una criticità significativa è legata alla presenza di superfici nude di terreno che, se lasciate a lungo senza copertura vegetale, sono soggette alla colonizzazione di specie vegetali indesiderate quali le specie esotiche.

Gli interventi di inerbimento e rivegetazione svolgono quindi una importante funzione di copertura delle superfici nude e di prevenzione dei suddetti rischi di colonizzazione.

6.1.4. Indicazioni per gli inerbimenti

L'obiettivo di tutti gli inerbimenti è la copertura continua del suolo con una vegetazione erbacea costituita dal giusto equilibrio di graminoidi (Poaceae, Cyperaceae e Juncaceae) e dicotiledoni erbacee. Nel loro insieme, queste piante offrono una copertura del suolo molto densa e sono pertanto adatte alla protezione superficiale del terreno. Mentre le graminacee, attraverso il loro fitto apparato radicale, esplorano prevalentemente gli strati superficiali del terreno fino a una profondità di circa 20÷25 cm, le dicotiledoni (in particolar modo le leguminose) raggiungono profondità molto maggiori. Le leguminose, inoltre, grazie alla loro capacità di fissare l'azoto atmosferico, sono in grado di arricchire i terreni su cui vengono seminate ed entrare in questo in competizione con le alloctone invasive che molto spesso sono anch'esse aziotofissatrici.

Negli inerbimenti devono essere utilizzate specie erbacee autoctone adatte ai diversi tipi di terreno, tenendo in considerazione le caratteristiche stazionali del sito d'intervento.

6.1.5. Misure di prevenzione/gestione/lotta/contenimento

Vengono di seguito riportate le misure di prevenzione/gestione/lotta/contenimento delle specie vegetali esotiche invasive che possono essere previste o prescritte nell'ambito della realizzazione di opere in cui sia prevista la movimentazione di terreno e il ripristino vegetazionale delle superfici interferite:

- negli interventi di ripristino, compensazione, rinaturalizzazione devono essere utilizzate esclusivamente specie autoctone adatte alle condizioni stazionali dell'area di intervento, con esclusione delle varietà ornamentali e che non presentino possibili problemi per la salute pubblica (p.e. frutti tossici);
- per quanto riguarda eventuali interventi di ripristino/compensazione da effettuare ai sensi del D.Lgs. n. 227/2001 e delle leggi regionali; alcune leggi/regolamenti prevedono espressamente il divieto di utilizzare alcune specie, (Quercus rubra, Prunus serotina, Ailanthus altissima, Acer negundo, Robinia pseudoacacia, Paulownia tomentosa, Ulmus pumila);
- è sempre opportuno evitare l'utilizzo delle specie riportate nelle Black Lists delle diverse Regioni (per esempio Regione Piemonte DGR n. 23–2975 del 29/2/2016 e s.m.i..
- è opportuno redigere una caratterizzazione preliminare della vegetazione presente nelle aree interessate dal progetto, evidenziando le entità alloctone eventualmente presenti ed il loro grado di

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.49
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

diffusione;

- si consiglia la redazione di un Piano di Gestione in corso d'opera e post operam (di durata almeno pari a quella del piano di manutenzione del verde) finalizzato ad evitare l'insediamento e/o la diffusione di specie esotiche nelle aree interferite dai lavori, in cui siano comunque previsti significativi interventi di movimentazione di terreno e di ripristino ambientale;
- a termine lavori dovrà essere redatto un Piano di Gestione (di durata almeno pari a quella delle cure colturali o del piano di manutenzione del verde) finalizzato ad evitare l'insediamento e/o la diffusione di specie esotiche nelle aree interferite dai lavori.

I contenuti del **Piano di gestione** non potranno prescindere dalle risultanze della caratterizzazione ante operam della vegetazione e dovranno, tra le altre cose, prevedere quanto segue:

1. dovranno essere adottate tutte le precauzioni, compresi eventuali inerbimenti temporanei, al fine di limitare la presenza di superfici nude all'interno delle aree di cantiere;
2. dovranno essere indicati frequenza ed epoca dei rilievi finalizzati ad individuare eventuali entità alloctone nelle aree oggetto di monitoraggio;
3. occorre limitare, dove possibile, l'utilizzo di terreno proveniente da aree esterne al cantiere, in quanto può contenere semi e frammenti di piante appartenuti a specie in grado di riprodursi vegetativamente (alcune specie sono in grado di generare nuovi individui per moltiplicazione da frammenti di pianta dispersi nel terreno);
4. nel caso si rilevi in fase ante operam la presenza di specie esotiche invasive nell'area di intervento, dovranno essere effettuati interventi di eliminazione e/o contenimento delle stesse in base a quanto riportato nelle schede monografiche per le specie esotiche invasive vegetali più problematiche;
5. gli interventi di taglio/sfalcio/eradicazione delle specie esotiche invasive devono essere effettuati prima della fioritura, in modo da impedire la produzione di seme;
6. nel caso di interventi di taglio e/o eradicazione di specie invasive su aree circoscritte, le superfici di terreno interferite dovranno essere ripulite da residui vegetali in modo da ridurre il rischio di disseminazione e/o moltiplicazione da frammenti di pianta; inoltre è importante curare la pulizia delle macchine impiegate e rimuovere ogni residuo di sfalcio;
7. le piante tagliate ed i residui vegetali dovranno essere raccolti con cura e, qualora non sia possibile incenerirli ai sensi dell'art. 185 comma 1 lettera f del D.Lgs.152/2006, dovranno essere smaltiti come rifiuti garantendone il conferimento o ad un impianto di incenerimento oppure ad un impianto di compostaggio industriale nel quale sia garantita l'inertizzazione del materiale conferito. Durante tutte le fasi di trasporto ed eventuale stoccaggio presso l'area di cantiere dovranno essere adottate tutte le precauzioni necessarie ad impedire la dispersione di semi e/o propaguli;
8. nel caso che sull'area di intervento sia stata rilevata la presenza di specie esotiche velenose, urticanti e/o allergizzanti a carico delle quali siano previsti attività di contrasto, nel "Piano della Sicurezza" dovrà essere previsto l'applicazione di tutte le misure per la sicurezza della salute dei lavoratori.

6.1.6. Modalità di gestione e smaltimento dei residui vegetali

La gestione dei residui vegetali prodotti nelle operazioni di taglio, sfalcio ed eradicazione delle specie esotiche invasive è piuttosto delicata in quanto può rappresentare una fase in cui parti delle piante e/o

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.50
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

semi e frutti delle stesse possono essere disseminati nell'ambiente circostante e facilitarne così la diffusione sul territorio. In via generale, per lo smaltimento dei residui si è tenuto in conto quanto espresso dalla Deliberazione della Giunta regionale della Lombardia n. 7387 del 2022 – Approvazione della strategia di azione e degli interventi per il controllo e la gestione delle specie alloctone ai sensi del D.Lgs. n. 230/2017 e dalle relative schede tecniche specifiche per ogni specie.

In mancanza di informazioni da normativa di riferimento specifiche per alcune specie invasive alloctone, sono state inserite al capitolo “6.2 Schede botaniche” degli esempi di buone pratiche perseguibili.

I residui vegetali vengono individuati nella categoria dei “Rifiuti biodegradabili” (codice CER 20.02.01) e rifiuti della Selvicoltura (codice CER 02.01.07).

Per una corretta gestione dei residui vegetali è importante tenere conto che, ai sensi della parte quarta del Testo Unico Ambientale (Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i.), il materiale vegetale prodotto con le operazioni di taglio, sfalcio ed eradicazione deve essere considerato rifiuto e gestito come tale.

Ai sensi dell'articolo 185, comma 1, lettera f) del Testo Unico Ambientale (Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.), i residui vegetali sono esclusi dal campo di applicazione della normativa sui rifiuti solo se gli stessi sono destinati ad impianti per la produzione di energia o utilizzati in agricoltura e selvicoltura.

In sostanza, se in un cantiere vengono prodotti sfalci, potature ed eradicazioni e la ditta si organizza in modo da stoccare il materiale al fine di destinarlo ad impianti per la produzione di energia, solo in questo caso, che andrà dimostrato, non soggiace al campo di applicazione della normativa sui rifiuti. In tutti gli altri casi i residui vegetali dovranno essere trattati come rifiuti e destinati alle diverse modalità di recupero o smaltimento previste dalla normativa e che garantiscano minori rischi di dispersione delle specie nell'ambiente circostante.

Una prima fase “a rischio” è quella del deposito temporaneo dei residui vegetali prodotti prima della loro destinazione ai siti di recupero o smaltimento. Le piante tagliate e i residui vegetali devono infatti essere raccolti con cura e depositati in aree appositamente destinate, dove i residui devono essere coperti (p.e. con teli di plastica ancorati al terreno) o comunque gestiti in modo da impedirne la dispersione nelle aree circostanti.

Anche le fasi di trasporto e spostamento dei residui vegetali (all'interno e verso l'esterno del cantiere) devono essere effettuate in modo che non ci siano rischi di dispersione del materiale (copertura con teloni dei mezzi di trasporto utilizzati).

Inoltre, le superfici di terreno su cui sono stati effettuati gli interventi di taglio e/o eradicazione devono essere adeguatamente ripulite dai residui vegetali, in modo da ridurre il rischio di disseminazione e/o moltiplicazione da parte di frammenti di pianta (nel caso di specie in grado di generare nuovi individui da frammenti di rizoma dispersi nel terreno).

Le modalità di recupero di materia (ad es. compostaggio, digestione anaerobica), di recupero energetico e di smaltimento possono essere diverse: di seguito si illustrano le differenti opportunità e criticità nella gestione delle specie esotiche invasive.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.51
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Innanzitutto, si ritiene che debba essere evitato, a meno che non ci siano alternative, il conferimento e lo smaltimento in discarica in quanto:

- in questi siti non è garantita un'immediata copertura dei rifiuti, per cui i semi e/o parti delle piante possono essere dispersi dal vento nelle aree circostanti;
- nella Direttiva 2008/98/CE del 19 novembre 2008, si stabilisce che nella gestione dei rifiuti debba essere applicata una gerarchia tra le diverse opportunità, privilegiando il riutilizzo, il riciclaggio ed il recupero dei rifiuti, mentre lo smaltimento è all'ultimo posto tra le opzioni disponibili.

Per quanto riguarda invece il compostaggio degli scarti vegetali, questo dovrà avvenire solo presso impianti industriali, in quanto garantiscono il rispetto dei parametri stabiliti dal Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, che prevede che il processo di trasformazione biologica aerobica delle matrici debba passare attraverso uno stadio termofilo (temperatura del/dei cumulo/i mantenuta per almeno tre giorni oltre i 55°C), che porta alla stabilizzazione ed umificazione della sostanza organica e quindi alla completa decomposizione dei semi e di tutte le componenti vegetali. Resta da approfondire se i trattamenti previsti dai suddetti impianti di compostaggio siano efficaci anche con i semi delle specie più resistenti, in grado di rimanere vitali anche se sottoposti a stress ambientali prolungati (essiccazione, alte temperature).

Lo smaltimento presso inceneritori rappresenta la modalità più sicura di distruzione del materiale derivante da tagli, sfalci ed eradicazioni. Tuttavia, allo stato attuale il numero di questi impianti è limitato, per cui il ricorso a tale modalità di smaltimento può risultare complicata e dispendiosa.

Tra le diverse modalità di smaltimento dei residui vegetali è piuttosto diffusa la pratica di combustione degli stessi, in cumuli, presso lo stesso luogo di produzione.

Si tratta di una delle modalità indicate in bibliografia per l'eliminazione dei residui vegetali delle specie invasive presso i siti di produzione. In effetti questa soluzione, se effettuata applicando tutte le misure di previste dalla normativa antiincendio e senza arrecare danno e disturbo alle persone a causa delle emissioni di fumi, è piuttosto efficace in quanto permette di distruggere direttamente in cantiere i semi ed i resti vegetali evitando così il trasporto delle matrici vegetali all'esterno dell'area di intervento con i relativi rischi di disseminazione.

È importante sottolineare che si tratta di una pratica che per diverso tempo non era consentita dalla normativa di settore: il Testo Unico Ambientale non prevedeva infatti la possibilità di sottoporre a combustione rifiuti o scarti vegetali (se non in impianti sottoposti a specifica autorizzazione e per la produzione di energia da biomassa o per cogenerazione). Tuttavia la legge n. 116 del 11 agosto 2014 ha apportato una modifica al Decreto Legislativo n. 152 del 2006 aggiungendo all'art. 182 il comma 6 bis nel quale si definisce che *“Le attività di raggruppamento e abbruciamento in piccoli cumuli e in quantità giornaliere non superiori a tre metri steri per ettaro (mst/ha) dei materiali vegetali di cui all'articolo 185, comma 1, lettera f), effettuate nel luogo di produzione, costituiscono normali pratiche agricole consentite per il reimpiego dei materiali come sostanze concimanti o ammendanti, e non attività di gestione dei rifiuti.*

Nei periodi di massimo rischio per gli incendi boschivi, dichiarati dalle regioni, la combustione di residui vegetali agricoli e forestali è sempre vietata. I comuni e le altre amministrazioni competenti in materia ambientale hanno la facoltà di sospendere, differire o vietare la combustione del materiale di cui al presente comma all'aperto in tutti i casi in cui sussistono condizioni meteorologiche, climatiche

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.52
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

o ambientali sfavorevoli e in tutti i casi in cui da tale attività possano derivare rischi per la pubblica e privata incolumità e per la salute umana, con particolare riferimento al rispetto dei livelli annuali delle polveri sottili PM10)".

Pertanto, con i limiti definiti dalla suddetta normativa e dopo aver controllato che Regione, Comune o altra Amministrazione competente non abbiano temporaneamente limitato o addirittura vietato questa pratica, è possibile effettuare l'abbruciamento dei residui vegetali – specie esotiche invasive comprese - presso i siti di produzione.

Nel caso in esame purtroppo le quantità sono ingenti (come anche le superfici) e quindi eventualmente va verificata l'impiegabilità di tale tecnica.

LOCALIZZAZIONE	TIPO di ATTIVITA'	dal 1 al 31 ottobre (6) (7)		dal 1 novembre al 31 marzo (9)		dal 1 aprile al 30 settembre	
		pericolosità per gli incendi boschivi (8)	NON pericolosità per gli incendi boschivi	pericolosità per gli incendi boschivi (8)	NON pericolosità per gli incendi boschivi	pericolosità per gli incendi boschivi (8)	NON pericolosità per gli incendi boschivi
Terreni boscati (10), pascolivi, arbustivi + fino a 50 m di distanza da essi (100 m in caso di pericolosità per gli incendi boschivi (8))	abbruciamenti di residui vegetali (1) - Massimo 3 metri steri / ha / giorno (2)	NO	NO	NO	NO	NO	SI (11)
	fuochi (3) in deroga (4) (in aree attrezzate - per motivi di lavoro - per tradizione/cultura)	NO	SI (7)	NO	SI (7)	NO	SI
	fuochi (3) non in deroga (5) (es. tenda escursionisti)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Tutto il resto del territorio regionale	abbruciamenti di residui vegetali (1) - Massimo 3 metri steri / ha / giorno (2)	NO	NO	NO	NO	SI (11)	SI (11)
	altre tipologie di combustione all'aperto	SI (7)	SI (7)	SI (7)	SI (7)	SI	SI

(1) Ai sensi del D. Lgs. 152/2006 "Teso Unico Ambientale" per residui vegetali si intendono: la paglia, gli sfalci e le potature eseguite in giardini e aree verdi o nello svolgimento di attività agricole e selvicolturali, nonché ogni altro materiale agricolo o forestale naturale non pericoloso destinato alle normali pratiche agricole e zootecniche o utilizzati in agricoltura, nella silvicoltura o per la produzione di energia da tale biomassa. Il raggruppamento e abbruciamento dei residui vegetali in piccoli cumuli e in quantità non superiori ai 3 metri steri giornalieri per ettaro vengono considerate normali pratiche agricole e non attività di gestione dei rifiuti. L'attività deve essere svolta nel luogo di produzione dei residui e viene consentita affinché i materiali vengano reimpiegati come sostanze ammendanti e concimanti. Tale attività corrisponde con l'abbruciamento di cui all'art. 1, comma 2, lettera d) della l.r. 15/2018 "Norme di attuazione della legge 21 novembre 2000, n. 353 (Legge quadro in materia di incendi boschivi)."

(2) Il metro stero è il volume del cumulo o della catasta del materiale vegetale così come si presenta, comprendente quindi anche il "vuoto" tra i singoli elementi vegetali.

(3) È "fuoco" la combustione di residui vegetali concentrati in modo puntiforme (art. 1, comma 2, lettera c) della l.r. 15/2018). Il fuoco deve essere condotto e non può essere lasciato incustodito (art.10, comma 5 della l.r. 15/2018).

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.53
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

<p>(4) Derogano al divieto di accensione di fuochi stabilito all'art. 10, comma 3) della L.r. 15/2018 solamente le seguenti tre tipologie di fuoco e solo dall'alba al tramonto e in assenza di vento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fuochi per attività turistico ricreative in aree idonee e specificamente attrezzate, individuate e realizzate dagli enti locali, da altre amministrazioni o da privati (art. 10, comma 4, lettera a) della L.r. 15/2018) - fuochi per coloro che per motivi di lavoro sono costretti a soggiornare nei boschi (art. 10, comma 4, lettera c) della L.r. 15/2018) - fuochi legati alla tradizione culturale e fuochi d'artificio, attività per cui si prescinde dal divieto posto per le ore notturne, previa autorizzazione del sindaco a seguito di presentazione di un piano di sicurezza (art. 10, comma 4, lettera d) della L.r. 15/2018) <p>Il luogo nel quale si intende procedere con l'accensione di un fuoco o all'abbruciamento di residui vegetali deve essere preventivamente isolato e circoscritto e non deve essere a contatto con i fusti delle piante arboree.</p> <p>I fuochi e gli abbruciamenti dei residui vegetali non possono essere lasciati incustoditi ma deve essere presente personale sufficiente e dotato dei mezzi idonei al controllo e allo spegnimento delle fiamme.</p>
<p>(5) Altre tipologie di fuoco NON rientrano nella deroga di cui all'art. 10, comma 3) della L.r. 15/2018. A titolo di esempio: fuoco acceso accanto alla tenda installata fuori campeggio/area attrezzata da parte di escursionisti.</p>
<p>(6) La normativa di attuazione dell'Accordo di Programma per il risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano (DGR 20 ottobre 2017 n. 42-5805 - DGR 28 settembre 2018, n. 57-7628 - D.D. 353/A1802A del 28 settembre 2018) prevede, come misura strutturale, il divieto, su tutto il territorio regionale, di combustione all'aperto del materiale vegetale di cui all'articolo 182 comma 6-bis del D. Lgs n. 152/2006 nel periodo compreso tra il 1 ottobre di ogni anno e il 31 marzo dell'anno successivo.</p> <p>Tale divieto si applica tramite specifica Ordinanza del Sindaco.</p>
<p>(7) La stessa normativa relativa al risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano prevede, quale misura temporanea collegata alle situazioni di perdurante accumulo degli inquinanti (semaforo ARANCIO e ROSSO), limitatamente ai territori urbani dei comuni di cui all'allegato 2 alla DGR 20 ottobre 2017 n. 42-5805 come aggiornata dalla DGR 28 settembre 2018, n. 57-7628, il divieto assoluto di qualunque tipo di combustione all'aperto.</p> <p>Tale divieto si applica tramite specifica Ordinanza del Sindaco.</p>
<p>(8) La L.r. 15/2018, all'art. 4, prevede, ai fini della prevenzione e dell'organizzazione della lotta attiva agli incendi boschivi, la possibilità di dichiarare, in base all'andamento meteorologico, periodi di massima pericolosità. Durante tali periodi sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sospese le deroghe di cui all'art. 10, comma 3) della stessa L.r. 15/2018 (i fuochi di cui alla precedente nota n. 4 e gli abbruciamenti nel periodo 1 aprile / 31 ottobre). - vietate, entro una distanza di cento metri dai terreni boscati, arbustivi e pascolivi, le azioni determinanti anche solo potenzialmente l'innescio di incendio, quali: accendere fuochi, accendere fuochi pirotecnici, far brillare mine, usare apparecchi a fiamma o elettrici per tagliare metalli, usare apparati o apparecchiature che producano faville o braci, fumare, disperdere mozziconi o fiammiferi accesi, lasciare veicoli a motore incustoditi a contatto con materiale vegetale combustibile o compiere ogni altra operazione che possa creare comunque pericolo mediato o immediato di incendio, - vietate tutte le azioni con generazione di fiamma libera non controllabile nel tempo e nello spazio.
<p>(9) L'art. 10, comma 2 della L.r. 15/2018 stabilisce un divieto generalizzato di abbruciamento di materiali vegetali nel periodo 1 novembre - 31 marzo</p>
<p>(10) I terreni boscati sono quelli di cui all'art. 3 della L.r. 4/2009.</p>
<p>(11) I comuni e le altre amministrazioni competenti in materia ambientale hanno la facoltà di sospendere, differire o vietare la combustione del materiale di cui al presente comma all'aperto in tutti i casi in cui sussistono condizioni meteorologiche, climatiche o ambientali sfavorevoli e in tutti i casi in cui da tale attività possano derivare rischi per la pubblica e privata incolumità e per la salute umana, con particolare riferimento al rispetto dei livelli annuali delle polveri sottili (Art. 182, comma 6 bis del D. Lgs 152/2006 e Art. 10, comma 6 della L.r. 15/2018).</p>

NOTA: La L.r. 15/2018 ha abrogato la precedente L.r. 21/2013 e con essa la necessità di comunicazione di accensione di fuochi

6.1.7. Trattamento chimico delle alloctone invasive in ambito naturale o seminaturale

Il PAN stabilisce restrizioni nell'utilizzo dei prodotti fitosanitari nei casi in cui le aree naturali ricadano nei siti della rete Natura 2000 o in aree protette al fine di salvaguardare gli ecosistemi acquatici, terrestri o per la tutela delle api e degli altri impollinatori. In tali aree, le misure di riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari di cui all'art. 15 del D Lgs 150/2012 devono essere definite dalla regione in accordo con l'ente gestore del sito di tutela, entro due anni dall'entrata in vigore del PAN. Inoltre, nelle zone a bosco (definite dal D Lgs 227/2001), è vietato l'uso dei prodotti fitosanitari in aree a particolare destinazione funzionale (viali tagliafuoco, zone di rispetto degli elettrodotti, gasdotti), salvo deroghe per emergenze fitosanitarie. Inoltre, nelle zone Ramsar, zone umide tutelate in modo prioritario a livello internazionale, entro 2 anni dall'entrata in vigore del PAN, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con il Ministero delle politiche agricole, definisce delle prescrizioni per il divieto di utilizzo dei prodotti fitosanitari classificati come pericolosi per gli ambienti acquatici, nonché di quei prodotti rinvenuti nelle attività di monitoraggio ambientale. Lo stesso si deve intendere nell'impiego di prodotti chimici nelle aree di progetto.

6.1.8. Monitoraggio degli interventi al fine di verificare il piano di manutenzione delle opere

Il monitoraggio delle opere a verde di rivegetazione eseguite, prevede numerose analisi (botaniche,

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.54
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

biometriche, naturalistiche) finalizzate a verificare sia agli aspetti strutturali e di attecchimento delle piante, sia quelli di integrazione nel contesto floristico, vegetazionale e paesaggistico.

I principali parametri e le principali azioni da svolgere sono le seguenti:

- verifica della percentuale di attecchimento;
- verifica della funzionalità e dell'efficacia dei presidi antifauna, dischi pacciamanti, pali tutori;
- monitoraggio degli eventuali danni da fauna selvatica/domestica;
- grado di copertura del suolo;
- rilievi floristici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione spontanea del piano dominato (arbustivo);
- rilievi floristici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione spontanea delle specie di sottobosco;
- verifica della presenza di specie infestanti e ruderali;
- analisi della composizione floristica dello strato arbustivo in riferimento ai sesti di impianto iniziali previsti;
- analisi della composizione floristica dello strato arboreo e rilievo dendrologico in riferimento ai sesti di impianto iniziali;
- calcolo del numero di fallanze per specie di arbusti ed alberi;
- verifica della necessità/opportunità di effettuare delle potature di irrobustimento;
- verifica degli effetti degli eventuali sfollamenti/diradamenti programmati;
- analisi percettiva dell'effettivo livello schermante dovuto alla vegetazione di progetto da eseguirsi tramite rilievo fotografico.

6.1.9. Sintesi delle principali operazioni soggette a specifica autorizzazione della DL e principali norme di esecuzione da concordare con la DL

- Autorizzazione ed individuazione di eventuali aree di stoccaggio provvisorio del materiale legnoso o erbacea di piante alloctone invasive;
- Individuazione dei siti di smaltimento (discariche, inceneritori, ecc.);
- Autorizzazione alla cippatura delle alloctone invasive legnose con individuazione delle zone in cui è ammessa la lavorazione e le zone dove è possibile stoccare il cippato oltre alle indicazioni di eventuali prescrizioni per contenere il pericolo di diffusione;
- Autorizzazione all'abbruciamento del materiale proveniente dalle alloctone invasive con individuazione dei siti ove è possibile effettuare la lavorazione; indicazione delle prescrizioni per lo smaltimento delle ceneri;
- Autorizzazione all'eventuale trattamento chimico delle alloctone invasive (principio attivo, epoca di impiego, precauzioni da adottare);
- Indicazioni da parte della DL riguardo al periodo, modalità di taglio e raccolta del materiale proveniente dal trattamento delle alloctone invasive;
- Indicazione da parte della DL riguardo alle operazioni necessarie per garantire la sanificazioni degli

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.55
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

attrezzi/macchinari impiegati.

6.2. Schede botaniche

6.2.1. *Amorpha fruticosa* L.

Nomi comuni: Amorfa - Indaco bastardo

Famiglia: Leguminose



È un arbusto originario degli Stati Uniti orientali, diffuso sia nei boschi alluvionali che nei terreni incolti, nelle piantagioni e nelle cave di ghiaia.

L'areale di distribuzione d'origine dell'indaco bastardo è il Nord America (Stati Uniti meridionali) e il Messico. È considerato invasivo negli Stati Uniti nord-occidentali (Stato di Washington). Importato in Europa nel 18° secolo per le sue qualità ornamentali, fu segnalato per la prima volta in Francia nel delta del Rodano nel 1725

È stata introdotta in Italia a scopi per lo più ornamentali.

In diverse regioni, è specie inclusa nella Lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione e il suo uso è vietato sia nei rimboschimenti che negli imboschimenti e in tutte le altre attività selvicolturali.

Occupava oggi vaste aree lungo i fiumi dell'Italia settentrionale. La sua frequenza lungo gli affluenti del Po fino a 600 m di altitudine si spiega con il suo utilizzo per consolidare le rive dei corsi d'acqua.

È anche subspontaneo e talvolta invasivo nell'ex Jugoslavia, in Ungheria e in gran parte dell'Europa orientale e centrale, nonché nei Paesi del bacino del Mediterraneo, dove è considerato invasivo. Il Giappone non è risparmiato.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.56
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

È una pianta da foraggio di buona qualità, ma con un'appetibilità molto bassa per capre e pecore.

Grazie al suo sistema radicale altamente sviluppato, viene usato per fissare i pendii, le dune e gli argini.

Inoltre, viene piantato per separare le colture foraggere da quelle agricole e come siepe frangivento. Beneficia di una gestione selvicolturale con tagli netti o di sistemazione degli argini senza vegetazione per insediarsi e formare densi popolamenti.

È pianta mellifera, sebbene per il momento siano sufficienti le piante presenti in natura per la produzione di miele.

Data l'ampia distribuzione, è più probabile che la specie sia stata introdotta per lo più attraverso vettori naturali (acqua) o involontariamente dall'uomo (trasporto involontario di semi e propaguli attraverso veicoli, suolo, ecc).

Si tratta di una pianta pioniera, rustica, che si adatta molto bene a ogni tipo di suolo, sia asciutto che bagnato. Cresce quindi lungo le rive dei fiumi, spesso in zone aride, e anche quelle dei laghi, dove penetra anche nel canneto. Ha un accrescimento rapido e si propaga per via vegetativa grazie a stoloni sotterranei e sessualmente mediante un'abbondante produzione di semi (fino a 3 milioni per pianta).

Morfologia

L'*Amorpha fruticosa* è una pianta a portamento arbustivo che presenta una chioma espansa, alta da 1 a 5 m e con gemme suppletive sotto quelle normali.

Arbusto di odore fetido, alto 1÷2(6) m, con rami giovani sparsamente pubescenti.

Fusto irregolare, sinuoso, con rami sparsi fino alla base (quelli giovani leggermente pubescenti e rossastri) e con corteccia rugosa bruno-chiara o grigiastra.

Foglie picciolate 2÷3 cm, caduche, imparipennate a (7)13÷17(25) segmenti ellittici di 15÷40×8÷20 mm, pubescenti o subglabri, portati da un picciolletto di 2 mm; stipole lineari (3÷4 mm), precocemente caduche.

Fiori in racemi spiciformi lineari (10÷15×1 cm) formati da numerosissimi fiori papilionacei irregolarmente unilaterali, lunghi circa 6 mm; calice campanulato a 5 denti indistinti, lungo 2.5 mm; corolla ridotta al solo vessillo violaceo-porporino; stami diadelfi (1 libero + 9 saldati a tubo per i filamenti), brevemente sporgenti.

Legumi punteggiato-ghiandolosi, lunghi 7÷9 mm, con 1(-2) semi.

I fiori sono ermafroditi su racemi irregolari e unilaterali, posti all'ascella fogliare, di colore violetto e con brevi pedicelli.

La corolla è tubiforme, ridotta a vessillo accartocciato, lunga 2÷3 il calice, con stami leggermente sporgenti e saldati alla base.

Il periodo di fioritura è tra giugno e luglio.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.57
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Il frutto è un legume di 7÷8 mm, indeiscente, contenente 1-2 semi, di forma oblungo-curvata, coperto da grosse glandule.

Si può confondere con giovani individui di *Robinia pseudoacacia*, nota e comune esotica nordamericana, che spesso si trova in associazione con *A. fruticosa*. *R. pseudoacacia* si distingue per essere inodore, avere un portamento arboreo, infiorescenze pendule e bianche e per la presenza di spine.

Queste piante tendono a produrre numerosi polloni basali e quindi i cespugli possono diventare molto ampi, colonizzando tutto lo spazio che hanno a disposizione; se si intende mantenere l'arbusto entro un'area ristretta è bene asportare periodicamente i polloni

Habitat d'origine

Nel suo range nativo *A. fruticosa* si trova terreni umidi lungo corsi d'acqua, stagni, canali e talvolta boschi umidi aperti.

Nel suo range d'invasione colonizza gli stessi habitat dell'areale nativo e si rinviene anche in ambienti ruderali, come cave, aree incolte, bordi stradali; può invadere anche campi e pascoli, spesso dove le pratiche di gestione o il pascolo sono stati abbandonati, ma anche dove la comunità vegetale è più stabile.

Cresce bene in suoli da mediamente umidi a umidi (tollera alluvioni occasionali), ben drenati, a diversi pH; può vivere su substrati ricchi di nutrienti, ma si adatta bene anche a condizioni scarsamente fertili, su suoli asciutti e sabbiosi.

Per quanto riguarda le esigenze idriche le piante di *Amorpha fruticosa* riescono a resistere anche a periodi di siccità ma, da marzo a settembre.

Si tratta di una specie piuttosto generalista, anche per quanto riguarda la luce: benché prediliga la piena luce e condizioni termofile, si adatta a situazioni ombreggiate lungo siepi e in boschi umidi.

E' una pianta che vegeta bene in luoghi soleggiati e sopporta bene il freddo.

Nel suo areale d'origine, colonizza le pianure alluvionali e cresce lungo le rive dei corsi d'acqua, nei boschi umidi, vicino agli stagni e nei dirupi. Nel suo areale di distribuzione secondario, colonizza le rive dei corsi d'acqua e dei canali, dei laghi e delle paludi, i greti emersi per tanto tempo o le formazioni di erbe alte, come i canneti, il sottobosco di foreste alluvionali e le dune costiere.

Sebbene prediliga terreni umidi, può adattarsi ad una vasta gamma di suoli, da secchi a sabbiosi e anche poveri, grazie alla sua associazione con dei batteri che fissano l'azoto atmosferico (rhizobium).

Solo i substrati grossolani ne limitano lo sviluppo.

È una pianta robusta che resiste fino a -25°C, tollera la siccità del clima mediterraneo e prolifera con il clima oceanico.

Può resistere a venti forti, ma soffre le esposizioni marine e la nebbia salina.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.58
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Specie eliofila, tollera l'ombra tanto che riesce a essere dominante nelle zone ombrose, ma qui è molto meno fiorifera.

Specie termofila con tendenza igrofila, la presenza dell'amorfa è limitata al piano collinare.

Dal punto di vista pedologico queste piante hanno dimostrato di potersi adattare a qualsiasi terreno, anche povero e sassoso; indubbiamente si sviluppa meglio se posta in un buon terreno ricco e soprattutto molto ben drenato.

Questa pianta da fine primavera ad estate inoltrata produce lunghe spighe costituite da numerosissimi fiori di colore rosso porpora scuro, con vistose antere giallo oro o arancioni; a fine estate ai fiori succedono i frutti.

Questa specie pioniera altamente competitiva modifica profondamente le fitocenosi locali formando popolamenti monospecifici molto densi. Accelerando la dinamica della colonizzazione vegetale, le altre piante, come le specie pioniere indigene e le piante annuali, vengono soppiantate da questa competizione.

Rimpiazza anche la colonizzazione dei salici e blocca la successione vegetale prima dello strato arboreo. Ostacola così la rigenerazione naturale dell'ambiente (ad es. bosco alluvionale), portando gli ambienti naturali ad un profondo disequilibrio e ad una banalizzazione della composizione floristica e faunistica. Il suo potere di colonizzazione è tale da riuscire a invadere non solo gli ambienti antropizzati, ma anche ambienti naturali meno disturbati, come i boschi alluvionali intatti.

Siccome è in grado di fissare l'azoto atmosferico (attraverso rhizobium simbiotici, aumenta la fertilità del suolo che colonizza, modificando l'ambiente. Non solo blocca la successione vegetale con i suoi densi popolamenti, ma attraverso la ricchezza trofica che apporta al suolo, elimina gradualmente le specie adattate ai terreni poveri di nutrienti. Inoltre, è stata rilevata anche una diminuzione del pH. Rilascia delle sostanze allelopatiche che inibiscono lo sviluppo di piante concorrenti.

Riproduzione e ciclo vitale

A. fruticosa si riproduce sia per seme sia per via vegetativa. Il periodo di antesi è tra maggio e giugno ed è specie a impollinazione incrociata (le api sono tra gli impollinatori).

La produzione di semi si ha dal terzo anno di vita e può essere particolarmente alta (da 500.000 semi all'anno per pianta fino a 3 milioni).

Semi pesanti, prodotti in grande quantità, la maggior parte dei quali attecchiscono vicino alla pianta madre, ma che sono anche dispersi su lunghe distanze dai fiumi grazie alla loro capacità di galleggiare per 1 settimana; - La capacità germinativa è eccezionale in un terreno favorevole (> 80% secondo alcuni autori): la germinazione inizia a marzo e la crescita delle giovani piante è veloce, esercitando rapidamente una forte concorrenza. L'importanza della riproduzione sessuale diminuisce drasticamente nella metà settentrionale dell'Europa, poiché i frutti non raggiungono la maturità; - La moltiplicazione vegetativa è molto efficace mediante margotta e talea, soprattutto in ambienti umidi, a partire da frammenti di fusto e di radice, rigetti vigorosi alla base delle piante; - Ampio sistema di radici che fissa efficacemente gli argini e le scarpate;

La dispersione avviene grazie all'acqua, ma anche grazie agli animali.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.59
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

I semi hanno la capacità di germinare anche dopo periodi di sommersione e la specie può costituire una consistente soil seed bank superficiale: da rilievi lungo il Danubio è stata rilevata la presenza di anche più di 2000 semi per m² di *A. fruticosa* entro i primi 10 cm di suolo.

Nella parte quindi più superficiale e soggetta alle piene che contribuiscono quindi alla dispersione dei semi lungo il fiume, ma anche nelle aree circostanti.

I semi sono in genere dispersi dall'acqua di ruscellamento e dai corsi d'acqua oppure essere trasportati passivamente nei battistrada degli pneumatici.

La propagazione può avvenire anche da frammenti di fusto o radici; *A. fruticosa* può rigenerarsi facilmente dopo il taglio con ricacci dalle ceppaie, dalle radici e dal tronco.

A. fruticosa è specie impollinata da insetti, ma riesce a propagarsi con successo anche vegetativamente.

Come molte Fabacea, è in simbiosi con batteri azoto-fissatori (*Mesorhizobium amorphae*) che garantiscono alla specie un vantaggio adattati

Danni

Ambientali: entra in competizione diretta con la comunità vegetale nativa, soppiantando le specie locali sulle quali ha la meglio spesso grazie alla crescita rapida, all'elevata resistenza e rusticità oltre che alla capacità di modificare, come pianta azoto-fissatrice, i parametri trofici dei suoli. Incide negativamente sullo stato di conservazione di ambienti di pregio naturalistico come i boschi e i canneti ripari ed è in grado di indurre significativi cambiamenti per l'entomofauna del suolo

Sociali: non si rilevano particolari danni a livello sociale, salvo nei casi in cui *A. fruticosa* ostacoli l'accesso ai fiumi o incida negativamente sul valore paesaggistico di un sito.

Controllo e contrasto

La scelta di un metodo dipende dalla velocità di successo necessaria (a più o meno corto termine), dalla fattibilità (superficie e densità della popolazione, accesso), dalle risorse finanziarie (finanziamenti, materiale) e dal tempo a disposizione (stagione, possibilità di ripetere l'intervento).

È essenziale intervenire prima della fioritura per evitare il rischio di dispersione dei semi.

Eliminare le piante 1-2 volte/anno prima della fioritura (marzo e aprile). Se le piante vengono solo tagliate, viene stimolata la crescita di germogli sotterranei. Controllare in settembre dello stesso anno. Ripetere per 2 anni. Controllare ancora l'anno seguente a quello dell'ultimo intervento. - Eradicazione meccanica (tronchi Ø > 10 cm):

Cercinatura = eliminazione della corteccia (se la caduta di rami o dell'albero morto non comporta un rischio) su 80-90% della circonferenza (impedisce la crescita di rigetti) con 15 cm di larghezza ad un'altezza di circa 1.50 m (febbraio). Il poco di linfa ancora in circolazione alimenta l'albero, ma non consente più la formazione di riserve. L'anno seguente eseguire una cercinatura su tutta la circonferenza dopo la comparsa di foglie e infiorescenze (giugno). L'albero dovrebbe morire rapidamente. Se si

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.60
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

sviluppano germogli sul tronco, ripetere l'operazione. Verificare ugualmente nelle vicinanze la presenza di giovani piante (ricacci). Controllare ancora l'anno seguente a quello dell'ultimo intervento. –

Diminuzione meccanica lenta: Togliere lo strato superiore di suolo e seminare densamente una miscela adatta. Strappare la ricrescita. Controllare ancora l'anno seguente a quello dell'ultimo intervento.

Stabilizzazione, anche lenta diminuzione:

Triturazione meccanica da ripetere frequentemente di modo da esaurire le riserve di energia. Raccogliere tutti gli scarti vegetali per evitare che possano attecchire.

Pascolo

A causa della bassa appetibilità dell'indaco bastardo, questa procedura è efficace solo in combinazione con la falciatura.

Controllo meccanico e chimico: localmente è possibile contenere la specie con il taglio e lo sradicamento delle plantule due volte l'anno.

Il taglio delle piante adulte deve essere ripetuto sui ricacci per diversi anni e in genere viene consigliata la spennellatura di un erbicida sistemico sulla superficie di taglio, in quanto i ricacci di *A. fruticosa* sono particolarmente vigorosi.

Queste indicazioni derivano dal protocollo per la gestione della specie applicato in Svizzera, dove il contenimento meccanico (taglio) dell'esotica non ha dato risultati soddisfacenti dopo 4 anni

In Ungheria da dieci anni stanno sperimentando l'uso della trinciatrice (trinciatrice forestale per gli esemplari più grandi) in autunno/inverno in combinazione con il pascolo bovino applicato su un vasto territorio (più cento ettari) e questa azione ha portato a un efficace contenimento di *A. fruticosa*. L'azione continua ripetuta ogni anno, il pascolamento protratto per più mesi all'anno, ha raggiunto risultati soddisfacenti, poiché sono state recuperate e mantenute diverse aree prative invase da *A. fruticosa* e i nuclei più densi dell'esotica si sono gradualmente impoveriti.

I bovini sono stati in grado di eliminare i ricacci e le piante giovani nate da seme (es. ricolonizzazioni post alluvioni) e d'indebolire pian piano le piante più grandi brucando le foglie. Dopo i periodi di pascolo, sono stati fatti tagli di mantenimento in base alla situazione rilevata. È stato così possibile recuperare in 2-3 anni aree abbandonate e colonizzate da *A. fruticosa* da pochi anni e in 4-5 quelle con esemplari di *A. fruticosa* tra i 2-6 m d'altezza.

In queste aree oggi la presenza dell'esotica è marginale e si può gestire con il normale sfalcio. In alcune zone, le aree lasciate nude da *A. fruticosa* sono state riqualficate con la piantagione di specie native a crescita rapida tipiche delle formazioni fluviali (es. *Populus nigra*) (Csiszar & Korda, 2017). In Italia, in Friuli Venezia Giulia, nell'ambito del LIFE 10 NAT/IT/000243 "MAGREDI GRASSLANDS - Restoration of Dry grasslands (Magredi) in four Sites of Community Importance of Friuli Lowland", *A. fruticosa* è stata oggetto di contenimento efficace (in parte ancora in corso) in ambienti prativi (magredi) attraverso il taglio ripetuto più volte all'anno (primo grosso intervento di decespugliamento e successivi interventi di controllo dei ricacci mediante trinciature e sfalci con asporto della biomassa) seguito, nelle aree meno infestate, dalla messa a dimora di specie native

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.61
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Attenzione: È bene sottolineare che il controllo chimico deve essere applicato nel caso in cui non sia possibile attuare altro tipo di controllo con un minore impatto. Si ricorda che l'utilizzo di prodotti fitosanitari è disciplinato da una stringente normativa nazionale e comunitaria e che vanno osservate rigorosamente le misure per un utilizzo sostenibile dei prodotti, nel rispetto dell'ambiente e della salute, con l'avvio di misure di difesa integrata (basso impiego di fitosanitari), escludendo o riducendo il controllo esclusivamente chimico (Direttiva CE n.128/2009, recepita in Italia da D. Lgs. n.150/2012 e Piano d'Azione Nazionale sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari - PAN). Sul sito del Ministero della Salute è possibile consultare la banca dati dei prodotti fitosanitari autorizzati in Italia

Eliminare gli scarti vegetali (infiorescenze, fusti e radici) avendo cura di evitare qualsiasi dispersione durante lo smaltimento (il più corto possibile), il loro trasporto ed eliminazione.

Controllo biologico

Un efficace agente biologico è il coleottero crisomelide *Acanthoscelides pallidipennis*, che preda i semi di *A. fruticosa*.

CARATTERISTICHE DA TENERE IN CONSIDERAZIONE	METODI DI CONTROLLO
riesce a rigenerarsi da fusto tagliato con rapidità	non lasciare spazi aperti
pianta a rapidissimo accrescimento	Interventi meglio prima della fioritura
Apparato radicale profondo, diffuso resistente	tagli frequenti (fino a 2 volte anno) per 5 anni almeno
riproduzione vegetativa e per seme	piantagione di specie concorrenti
riesce a riprodursi anche da piccoli frammenti	Asportazione del suolo per i primi 10 cm (anche 2.000 semi per m ²) – vaglio del terreno se reimpiegato per eliminare parti di radici e fusto (riproduzione vegetativa)
Resiste alla siccità	Pascolo concentrato (10 anni) – foraggio poco appetito
Specie azotofissatrice	Esistono organismi antagonisti
si riproduce per seme molto bene (trasporto via acqua) da 500.000 a 3 milioni di seme a pianta – capacità germinativa superiore all'80% anche per 3 anni	non resiste bene alla sommersione
crea soprassuoli puri, impedisce crescita piante autoctone per ombra	decontaminazione dei mezzi impiegati (dai semi)
è pianta eliofila, ma tollera l'ombra	controllo chimico possibile
Resiste al gelo (- 25°C)	
Si adatta ad ogni tipo di terreno anche sabbioso – predilige quelli umidi	Anche la cercinatura si è dimostrata molto efficace su esemplari di dimensione maggiore di 5 cm di diametro
emette sostanze allelopatiche dalle radici	

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.62
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

6.2.2. *Humulus japonicus*

Nome comune: Luppolo giapponese

Famiglia: Cannabaceae

Originario dell'Asia orientale e introdotto in Europa per motivi ornamentali, il luppolo giapponese [Syn. *H. scandens*] è una liana annuale non ancora insediata in Svizzera. Cresce molto rapidamente e può ricoprire completamente estese superfici (densi popolamenti monospecifici), sostituendo così le altre specie. Le rive dei fiumi e gli habitat umidi e soleggiati, che sono ricchi di specie, sono particolarmente colpiti. La specie è un problema anche per la salute pubblica, perché i suoi fiori rilasciano grandi quantità di polline che causano reazioni allergiche. Figura sulla lista dell'Unione Europea delle specie invasive proibite, così come sulla lista A2 dell'EPPO (lista di raccomandazione per la regolamentazione e la quarantena in Europa). Il luppolo giapponese è particolarmente invasivo nell'Italia settentrionale (Pianura Padana) e nella Francia meridionale.



Humulus japonicus, è una specie diffusa comunemente in Asia (Cina, Taiwan, Giappone, Corea, Estremo Oriente russo e Vietnam), di nullo valore culturale, ma che ha trovato una certa diffusione alla fine dell'Ottocento come pianta ornamentale, soprattutto negli USA e sporadicamente in Europa.

Proprio il trasferimento per opera dell'uomo, in ambienti diversi dall'habitat naturale, ha permesso a questa pianta di diffondersi rapidamente e diventare una potente infestante, grazie alla sua capacità adattativa maggiore anche ambienti siccitosi e, in particolare, alla sua potente invasività.

Può produrre da 800 a 1.200 semi che possono rimanere vitali nel terreno sino a tre anni. La dispersione avviene principalmente attraverso l'acqua e le feci dei volatili che si nutrono dei frutticini. Unici e principali fattori limitanti per la specie sono le basse temperature e lo stress idrico nel primo trimestre di vita.

In Italia è rilevata come infestante in alcuni areali, in particolare nelle regioni di Lombardia, Piemonte, Veneto, Trentino-Alto Adige, Emilia Romagna, Toscana.

Nei Paesi in cui il luppolo giapponese è diventato invasivo, può invadere completamente e ostruire grandi aree, a scapito, in particolare, delle specie presenti durante le prime fasi della successione

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.63
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

ecologica e delle specie emergenti in primavera (Mahaut, 2014; Fried et al. 2018; Fried et al. 2019; Balogh & Dancza, 2008).

Può portare a densi popolamenti monospecifici dove tutte le altre specie vegetali sono escluse, soprattutto in habitat ricchi di specie come le rive dei fiumi (Bidentation). Si avvolge e si arrampica su specie di cespugli e arbusti indigeni, potenzialmente soffocandoli e bloccando l'accesso alla luce (EPPO, 2019).

La specie è inserita nell'elenco di rilevanza unionale come *Humulus scandens* (Lour.) Merr., sebbene la priorità tra *Humulus scandens* e *Humulus japonicus* sia dibattuta e, a seconda delle fonti bibliografiche, sia ritenuto valido l'uno o l'altro nome (EPPO, 2018). Nella checklist della flora italiana il nome valido è ritenuto *Humulus japonicus*.

Habitat

In Asia, il luppolo giapponese è una specie avventizia che colonizza gli ambienti aperti e umidi, soprattutto le rive (Fried et al. 2018; EPPO, 2019).

Predilige in particolare le rive temporaneamente inondate delle pianure alluvionali e argillose-limose. Anche al di fuori del suo areale d'origine, il luppolo giapponese può invadere le aree ruderali umide (EPPO, 2019).

In Europa, è opportunistica e si insedia anche in questi tipi di habitat: ambienti aperti lungo i corsi d'acqua e i fiumi (dominati da canne e salici), pianure alluvionali o anche zone umide (Mahaut, 2014; Fried et al. 2018; EPPO, 2019). In Italia, la specie è stata segnalata anche a quote più alte della pianura (piano montano) (EPPO, 2019).

Uno dei fattori limitanti del luppolo giapponese è certamente la siccità, che probabilmente frena la sua dispersione in ambienti da mesofili a xerofili (Mahaut, 2014). In Svizzera, attualmente la specie non è ancora insediata

La specie è originaria dell'Asia orientale (Cina, Mongolia, Russia, Giappone, Corea, Taiwan e Vietnam). Venne introdotta negli Stati Uniti (Pannill et al. 2009) e in Europa durante il 19° secolo (EPPO, 2018).

In Europa, la specie venne introdotta da Thiébaud-Legendre a Parigi nel 1880, principalmente per le sue qualità ornamentali. *Humulus japonicus*, così come la varietà «variegatus», è particolarmente apprezzato per le sue foglie che rimangono verdi fino all'autunno (EPPO, 2019). Dalle prime introduzioni, sia negli Stati Uniti che in Europa, la specie è scappata dai giardini e gli individui si sono naturalizzati molto rapidamente, anche se solo sporadicamente.

Dagli anni 2000, la specie si naturalizza formando popolazioni dense e monospecifiche nel sud della Francia, principalmente lungo il fiume Gardon vicino a Nîmes e nei dintorni di Marsiglia (Mahaut, 2014; Fried et al. 2018).

Dense popolazioni naturalizzate sono presenti anche in Italia (Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna, Veneto e Toscana), particolarmente abbondanti nella Pianura Padana, dove la specie trova condizioni ideali: ambienti aperti, soleggati e umidi (Banfi & Galasso, 2010). Il luppolo giapponese è elencato sulle liste delle specie neofite invasive di diverse regioni italiane e su quella ungherese (EPPO, 2019)

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.64
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Morfologia

Caratteristiche morfologiche

Fusto: liana annuale (erbacea) a crescita rapida (in condizioni ottimali occasionalmente perenne), rampicante, che può raggiungere una lunghezza di 5 m, o più quando si arrampica su altre specie (fino a 10 m). Fusto peloso, ramificato ed esagonale. Internodi corti (circa 20 cm);

Foglie: opposte, di colore verde pallido. Lamina cordata, palmata con 5÷7 o 5÷9 lobi (perlopiù 7), lunghi da 5 a 12 cm. Margine dentato con apice appuntito. Pagina inferiore con nervature pubescenti, peli rigidi e presenza di ghiandole discoidali gialle;

Piccioli: più lunghi della lamina fogliare;

Infiorescenze: specie dioica. Infiorescenze maschili in pannocchie erette e ramificate, lunghe 15-25 cm. Fiori maschili con 6 stami pendenti, che producono grandi quantità di polline, senza ghiandole. Infiorescenze femminili in spighe da coniche a ovali, senza ghiandole. Fiori femminili ridotti a ovari, con 2 stigmi allungati e sporgenti, circondati da un perianzio accentuato e inseriti nell'ascella di brattee verde chiaro.

Una pianta matura produce fino a 1200 fiori femminili; - Fioritura: luglio-settembre; - Frutti: infruttescenze pendenti a forma di «pigna», da ovoidali a oblunghe (1÷4 cm). Gli acheni sono da bruni a gialli, da ovoidali a orbicolari (4÷5 mm). I frutti maturano in autunno, non hanno ghiandole aromatiche. - Semi: un individuo produce centinaia o perfino migliaia di semi.

Aspetto della pianta: pianta erbacea dioica, annuale, rampicante, dai fusti ramificati, esagonali, che forma fitte spalliere sulla vegetazione esistente, soprattutto nelle zone umide.

Aspetto dei fusti/radici: i fusti sono ramificati, esagonali, si attorcigliano in senso orario su se stessi e/o intorno agli oggetti. L'altezza compresa tra 0,5 a 5 m ma è possibile che cresca fino ad altezze di 9-11 m.

Riproduzione e biologia

Il potenziale d'espansione del luppolo giapponese è elevato grazie all'efficacia della sua riproduzione sessuale e all'assenza dei parassiti e delle malattie che ne controllano l'espansione nel suo areale originario. Cresce molto rapidamente; un singolo individuo può coprire decine di metri quadrati (Balogh & Dancza, 2008).

Riproduzione sessuale: impollinata dal vento e dagli insetti, la specie si diffonde attraverso i suoi semi prodotti in centinaia (anche migliaia), che vengono dispersi per gravità (Balogh & Dancza, 2008; EPPO, 2018).

Questi possono essere trasportati dall'acqua (idrocoria) anche per chilometri; un fenomeno accentuato durante le tempeste e le inondazioni. Germinano in primavera quando l'acqua si ritira dalle rive (Fried et al. 2018).

Questi grandi spazi spogli e soleggiati rimangono quindi esposti e favorevoli all'attecchimento del luppolo giapponese. La germinazione primaverile (a partire da febbraio nel sud della Francia) dei suoi

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.65
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

semi gli dà un vantaggio rispetto alle specie indigene delle rive dei fiumi europei (Mahaut, 2014; Fried et al. 2018; Fried et al. 2019). La densità delle piantine può essere molto alta (forte pressione di propagazione). Il tasso di germinazione è elevato, sia nel suo areale d'origine sia nell'areale dove la specie è naturalizzata. I semi rimangono vitali per circa 3 anni (EPPO, 2018).

Riproduzione vegetativa: la specie è annuale e non si riproduce vegetativamente.

Danni

Espansione legata alle attività umane

L'uomo promuove la diffusione spontanea del luppolo giapponese attraverso l'Europa a causa di sue determinate attività (EPPO, 2018):

Pianta ornamentale: il rischio è elevato poiché la specie si diffonde in natura a partire da esemplari coltivati; Altre fonti di diffusione:

depositi illegali di scarti del giardino in natura (semi maturi);

Macchinari e lavori di manutenzione: trasporto di semi durante i lavori di rinaturalizzazione delle zone umide, spostamento di terreno contaminato;

Attrezzature ricreative: le attrezzature per attività ricreative, sulle quali rimangono attaccati i semi, rappresentano un ulteriore mezzo di propagazione quando si spostano da un corpo d'acqua all'altro (barche, reti, attrezzatura da pesca, ecc.)

In Europa e per via della sua diffusione ancora contenuta, i rischi e gli impatti sulla salute del luppolo giapponese non sono ancora significativi e descritti (Fried, 2018). D'altra parte, la pianta provoca gravi allergie in Asia, in particolare attraverso il suo polline (febbre da fieno), che è molto leggero e viene disperso dal vento (EPPO, 2019; Park et al. 1999). I livelli di polline nell'aria sono comparabili a quelli dell'ambrosia con foglie di artemisia. Inoltre, i peli rigidi possono provocare importanti dermatiti e nei casi più gravi persino vesciche (Balogh & Dancza, 2008).

Se presente su superfici estese, le popolazioni dense e monospecifiche del luppolo giapponese potrebbero avere conseguenze negative come:

- Impedimento delle attività ricreative (nuoto, pesca e sport acquatici) lungo i fiumi e diminuzione dell'attrattiva turistica (EPPO, 2018);
- Diminuzione del valore estetico delle rive dei corsi d'acqua a causa della monotonia degli ambienti uniformemente colonizzati dalla stessa pianta (banalizzazione del paesaggio);
- Difficoltà nella gestione agricola a causa della presenza della specie nei prati umidi, ma anche direttamente nei campi coltivati, situazioni già segnalate in Italia (Banfi & Galasso, 2010; EPPO, 2019).

Controllo

Il contenimento e l'eradicazione possono avere successo sulle piccole invasioni attraverso rimozione manuale, taglio ripetuto delle piante (almeno 3-4 volte all'anno, per diversi anni) e distruzione delle parti vegetali, soprattutto dei semi.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.66
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Eradicazione meccanica (piccoli focolai):

È indispensabile intervenire prima della fioritura e della fruttificazione per evitare il rischio di disperdere i semi: - Eliminare la pianta (prima del mese di luglio) con il più possibile di radici. Controllare ancora l'anno seguente a quello dell'ultimo intervento;

Taglio e sfalcio ripetuto dei ricacci e delle piantine il più vicino possibile al suolo. Controllare a ottobre dello stesso anno. Un monitoraggio e un trattamento continuo sono necessari per diversi anni (più di 3 anni, idealmente 5 anni) di modo da riuscire a controllare le giovani piante che germinano a partire dalla banca dei semi nel suolo; - Se la pianta si comporta come una perenne (in condizioni ottimali), esaurire le riserve con sfalci ripetuti a partire dalla primavera o scavare.

Lotta meccanica combinata a lotta fisica (grandi focolai): Attenzione: l'impiego di erbicidi è disciplinato dalle disposizioni legali

Prima della fioritura (prima del mese di luglio), applicare l'erbicida (a base di glifosato). Un monitoraggio e un trattamento continuo sono necessari per diversi anni (più di 3 anni, idealmente 5 anni) di modo da riuscire a controllare le giovani piante che germinano a partire dalla banca dei semi nel suolo;

Controlli: Una volta che le popolazioni sono state eradicate e per prevenire nuovi focolai, si dovrebbe favorire l'effetto di ombreggiamento attraverso la piantagione di alberi o la ricrescita spontanea favorendo le specie indigene.

Eliminazione degli scarti vegetali

Eliminare gli scarti vegetali (infiorescenze, frutti, fusti e radici) avendo cura di evitare qualsiasi dispersione durante il trasporto, lo stoccaggio e lo smaltimento.

L'eliminazione deve essere adattata alla situazione e al materiale (smaltimento solo in impianti di compostaggio e di fermentazione, o incenerimento dei rifiuti, IN NESSUN CASO nel compostaggio in giardino se sono presenti semi).

CARATTERISTICHE DA TENERE IN CONSIDERAZIONE	METODI DI CONTROLLO
Predilige suoli umidi a granulometria fine	non lasciare spazi aperti
pianta a rapidissimo accrescimento – può arrivare a coprire alberi fino a 11 m di altezza	tagli frequenti (fino a 2 volte anno) per 5 anni almeno
Elevata produzione di semi	piantagione immediatamente dopo il taglio di specie concorrenti
riproduzione SOLO per seme (pianta annuale) prevalente per seme trasportato dall'acqua	Interramento a più di 15 cm di profondità compresi i semi
Scarsa resistenza alla siccità	Taglio prima di luglio ripetuto per più anni
crea soprassuoli puri, impedisce crescita piante autoctone per ombra; sommerge le piante presenti coprendole completamente	controllo chimico possibile
è pianta eliofila – non sopporta ombra	

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.67
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

6.2.3. Reynoutria japonica Houtt.

Nome comune: Poligono del Giappone

Sinonimi: *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr., *Polygonum cuspidatum* Siebold & Zucc. *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt), Poligono di Sachalin, *Fallopia sachalinensis*, *Polygonum sachalinense*, *Reynoutria X bohemica*, Poligono ibrido



Il Poligono del Giappone è stato introdotto nel 1823 dall'Estremo Oriente come pianta ornamentale e foraggiera.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.68
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Il Poligono di Sachalin è seguito nel 1863. Le due specie e il loro ibrido scappano facilmente dai giardini e costituiscono formazioni dense che minacciano la flora autoctona.

Malgrado una grande adattabilità ecologica, preferiscono i bordi dei corsi d'acqua.

In inverno i fusti seccano e lasciano le rive esposte all'erosione.

In Europa, la specie più diffusa è probabilmente il Poligono del Giappone; il Poligono di Sachalin è nettamente meno frequente e la distribuzione dell'ibrido è poco nota. In ogni caso il Poligono ibrido sembra in forte espansione. Tutti e tre prediligono la prossimità di corsi d'acqua; i danni provocati e le tecniche di lotta sono simili.

Nome scientifico	Nome italiano	Indici ecologici (LANDOLT 1977)	Categorie ambienti (DELARZE <i>et al.</i> 1998)	Ambiente preferenziale (DELARZE <i>et al.</i> 1998)
<i>Reynoutria japonica</i> = <i>Fallopia japonica</i> = <i>Polygonum cuspidatum</i>	Poligono del Giappone	3(w)34 - 342	2 - Rive e luoghi umidi 5 - Margini di bosco, radure, aggregati ad alte erbe, cespuglieti e brughiere 7 - Ambienti ruderali e perturbati dall'uomo	5.1.3 Convolvulion (orlo igrofilo di pianura) → non strettamente infeudata, dominante
<i>Reynoutria sachalinensis</i> + <i>R. X bohemica</i>	Poligono di Sachalin + Poligono ibrido	-	2 - Rive e luoghi umidi 5 - Margini di bosco, radure, aggregati ad alte erbe, cespuglieti e brughiere 7 - Ambienti ruderali e perturbati dall'uomo	-
<i>Polygonum polystachyum</i>	Poligono polispigato (o con spighe numerosi)	334 - 352	5 - Margini di bosco, radure, aggregati ad alte erbe, cespuglieti e brughiere 7 - Ambienti ruderali e perturbati dall'uomo	5.1.5 Aegopodion + Allia- rion (orlo nitro-mesofilo) → specie caratteristica (non esclusiva)

Ambienti di crescita

Nell'areale nativo, *R. japonica* si trova in boschetti vallivi, ai margini di campi e su versanti montani tra i 100-2000 m s.l.m.), mentre *R. sachalinensis* è distribuita lungo i corsi d'acqua su suoli ghiaiosi e sabbiosi, insieme a specie arbustive o creando a sua volta formazioni uniformi). *R. bohemica*, frutto di ibridazione tra *R. japonica* x *R. sachalinensis*, è presente solo in Europa, dove condivide gli stessi habitat delle specie parentali ovvero le sponde di corsi d'acqua, i margini d'infrastrutture lineari (strade e ferrovie) e di campi e aree ruderali.

È possibile trovare esemplari del genere *Reynoutria* anche in prati e pascoli e nel sottobosco di boschi chiari (latifoglie).

Sono in grado di adattarsi a diverse condizioni edafiche, in particolare *R. japonica* si può trovare su suoli profondi, umidi e ricchi così come su suoli superficiali, sabbiosi e poveri di nutrienti; lo stesso vale per gli altri due taxa, benché *R. sachalinensis* e *R. bohemica* prediligano situazioni più mature (suoli profondi, umidi e ricchi di nutrienti); *R. japonica* si può trovare su suoli sia acidi sia basici (pH 3-8.5), anche in situazioni caratterizzate da alte concentrazioni di metalli pesanti e su suoli salini.

Anche *R. sachalinensis* può colonizzare suoli con diversi pH e con alte concentrazioni di sali. *Reynoutria* spp. sono taxa eliofili, ma si adattano anche a condizioni di ombreggiamento parziale, come

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.69
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

per esempio in formazioni forestali aperte.

Un fattore limitante per le specie di *Reynoutria* in esame sono le precipitazioni, che devono essere elevate e ben distribuite durante l'anno.

Tuttavia *R. japonica* è stata rilevata anche in condizioni xeriche negli USA.

Grazie al rizoma sotterraneo, riesce a resistere ai rigori invernali e a riprendersi dopo gelate tardo-primaverili.

Gli orli di bosco erbacei costituiscono la tipologia maggiormente invasa, sia per quanto riguarda il numero di casi rilevati, sia per quanto riguarda la dimensione dei nuclei (FERRARIO 2007). Si tratta per lo più di orli erbacei della classe *Artemisietea*, in particolare di orli igrofilo di pianura appartenenti alla variante ruderale del Convolvulion. Secondo DELARZE et al. (1998), questo tipo di formazione è originariamente legata alle zone sottoposte a dinamica fluviale e ai bordi delle foreste golenali, ma compare spesso in zone eutrofizzate e perturbate meccanicamente dall'uomo, quali ad esempio canali di drenaggio, radure e aree paludose abbandonate. Questa formazione presenta una debole resistenza all'invasione da parte di specie esotiche, quali *Impatiens glandulifera*, *Helianthus tuberosus*, *Aster spp.*, *Solidago spp.*, e - non da ultimi - *Reynoutria japonica* e *R. bohemica* (DELARZE et al. 1998).

Gli orli igrofilo di pianura non sono in genere ambienti naturali protetti. Tuttavia, sono presenti in diversi tipi di aree naturali, e si trovano spesso in contatto con ambienti di elevato valore ecologico quali prati acquitrinosi a gramigna altissima, canneti terrestri, canneti litorali e saliceti arbustivi.

Gli ambienti palustri di maggior pregio non offrono condizioni favorevoli allo sviluppo di nuclei estesi di Poligono. Ad esempio, il canneto litorale è particolarmente resistente alla colonizzazione da parte del Poligono, dato che la presenza di acqua superficiale durante tutto il periodo vegetativo impedisce alla neofita di svilupparsi. Anche il canneto terrestre in buona salute e altre formazioni umide quali ad esempio le paludi a grandi carici s.l. e prati acquitrinosi a *Filipendula ulmaria* appaiono relativamente resistenti al Poligono. Tuttavia, i processi di interrimento e di eutrofizzazione tendono a favorire l'evoluzione dalla vegetazione palustre verso condizioni ecologiche vicine a quelle del Convolvulion (orlo igrofilo di pianura) e per-tanto particolarmente propizie al Poligono. In particolare, i canneti terrestri (*Phalaridion*) e i prati acquitrinosi a *Filipendula ulmaria* (*Filipendulion*), in mancanza di una corretta gestione della vegetazione e in presenza di un eccessivo apporto antropico di nutrienti, tendono ad arricchirsi di specie nitrofile tipiche del Convolvulion (*Urtica dioica*, *Calystegia sepium*, ecc.), rendendosi particolarmente vulnerabili all'invasione da parte di neofite.

All'interno delle zone golenali, il Poligono è stato osservato in corrispondenza di suoli alluvionali con vegetazione pioniera erbacea e saliceti arbustivi alluvionali, spesso in mosaico tra di loro. La copertura vegetale discontinua presentata da queste formazioni rende i depositi alluvionali vulnerabili alla colonizzazione da parte di frammenti di Poligono. La dinamica fluviale impedisce però alla pianta di raggiungere le dimensioni ottimali e di formare popolamenti densi ed estesi. Tuttavia, abbiamo constatato una forte proliferazione sui depositi fluviali laddove la dinamica è contenuta dalla regimazione delle acque.

La copertura vegetale discontinua presentata da queste formazioni rende i depositi alluvionali vulnerabili alla colonizzazione da parte di frammenti di Poligono. La dinamica fluviale impedisce però alla pianta di raggiungere le dimensioni ottimali e di formare popolamenti densi ed estesi.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.70
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Il Poligono è presente anche in corrispondenza di ambienti ruderali propriamente detti ai sensi di DELARZE et al. (1998, cf. Figura 10). In questa categoria rientrano in particolare le formazioni erbacee ruderali della classe Artemisietea, come ad esempio i luoghi a vegetazione ruderale pluriennale mesofila (7.1.6 *Dauco-Melilotion*) o i luoghi di riposo del bestiame di bassa altitudine.

Il Dauco-Melilotion è una formazione ruderale pioniera, che predilige substrati secchi e poveri in materia organica e nutrienti. Benché legata soprattutto a biotopi secondari (luoghi abbandonati ghiaiosi, cave, vecchie linee ferroviarie, ecc.), essa è localmente presente anche sui terrazzi alluvionali, a contatto con le praterie termofile tipiche delle aree golenali (specie presenti: *Melilotus spp.*, *Artemisia vulgaris*, *Daucus carota*, *Pastinaca sativa*, *Echium vulgare*). L'Arction è invece legato a suoli eutrofizzati dalle attività agricole (specie presenti: *Arctium spp.*, *Phytolacca americana*, *Artemisia vulgaris*, *Cirsium spp.*, *Urtica dioica*, ecc.). Entrambe le tipologie offrono condizioni favorevoli alla colonizzazione da parte del Poligono (DVWK 1996, GÖRS 1974 in HEGER & TREPL 2000).

Malgrado il fatto che il Poligono necessiti di buone condizioni di insolazione e tenda ad evitare le situazioni di sottobosco, diversi nuclei sono stati rilevati anche all'interno di foreste golenali. Tali formazioni sono riconducibili essenzialmente a frassineti umidi (*Fraxinion*) o a saliceti alluvionali a Salice comune (*Salicion albae*). In questi casi, tuttavia, i nuclei di Poligono presentano sempre dimensioni contenute (copertura massima di 40 m²), sfruttando situazioni di copertura arborea non densa o di disturbo antropico (p.es: sentieri).

In zone protette della Repubblica Ceca è stato osservato invece che le foreste alluvionali sono tra gli ambienti maggiormente invasi da parte delle specie del genere *Reynoutria* (BÍMOVÁ et al. 2004). Gli autori dello studio hanno rilevato che *Alnus glutinosa* è l'unica specie che compare regolarmente nei siti invasi e deducono di conseguenza che il Poligono abbia invaso la vegetazione comunemente presente al di sotto di una copertura arborea ad Ontano nero.

Il Poligono è presente poi in ambienti antropici, soprattutto ai margini delle aree naturali pro-tette: ambienti coltivati, depositi di materiale vario, tappeti erbosi e prati artificiali.

Rispetto alla dinamica fluviale

Le arginature dei corsi d'acqua e delle rive di laghi costituite da scogliere in blocchi, in presenza di vegetazione arbustiva, sono state classificate, per lo più, nei saliceti alluvionali arbustivi (*Salicion eleagni*), mentre per le situazioni senza vegetazione è stata creata un'apposita categoria. HARTMANN et. al (1995, in HEGER & TREPL 2000) osservano che tali strutture promuovono l'insediamento di nuclei di Poligono.

Questo può essere dovuto al fatto che gli spazi tra i blocchi di pietra intrappolano i frammenti di Poligono, dove possono germinare incontrando la concorrenza di poche altre specie vegetali. Non risulta che gli argini in blocchi siano molto più soggetti all'invasione da parte del Poligono rispetto agli argini naturali (FERRARIO 2007).

Lo studio dei fattori che influenzano la presenza di Poligono lungo i corsi d'acqua è stato approfondito in una ricerca all'interno di 16 zone golenali rilevando l'intensità della dinamica fluviale in corrispondenza di ogni nucleo osservato (FERRARIO 2007). L'intensità della dinamica fluviale è stata valutata mediante lo schema seguente (Figura seguente):

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.71
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

- forte – alveo o piede d'argine caratterizzati da piene annuali (es: alluvioni nude o con vegetazione erbacea pioniera predominante);
- media – zona riparia o argine caratterizzati da piene con tempo di ritorno di 1 - 10 anni (es: alluvioni con vegetazione arbustiva);
- debole – zone golenali caratterizzate da piene con tempo di ritorno > 10 anni (es: foreste e altri ambienti alluvionali; il carattere igrofilo, se presente, è dovuto principalmente all'influsso della falda);
- assente – la dinamica fluviale non si manifesta in modo apparente sulla vegetazione (es: margini esterni delle foreste alluvionali, zone pedemontane, ecc.).

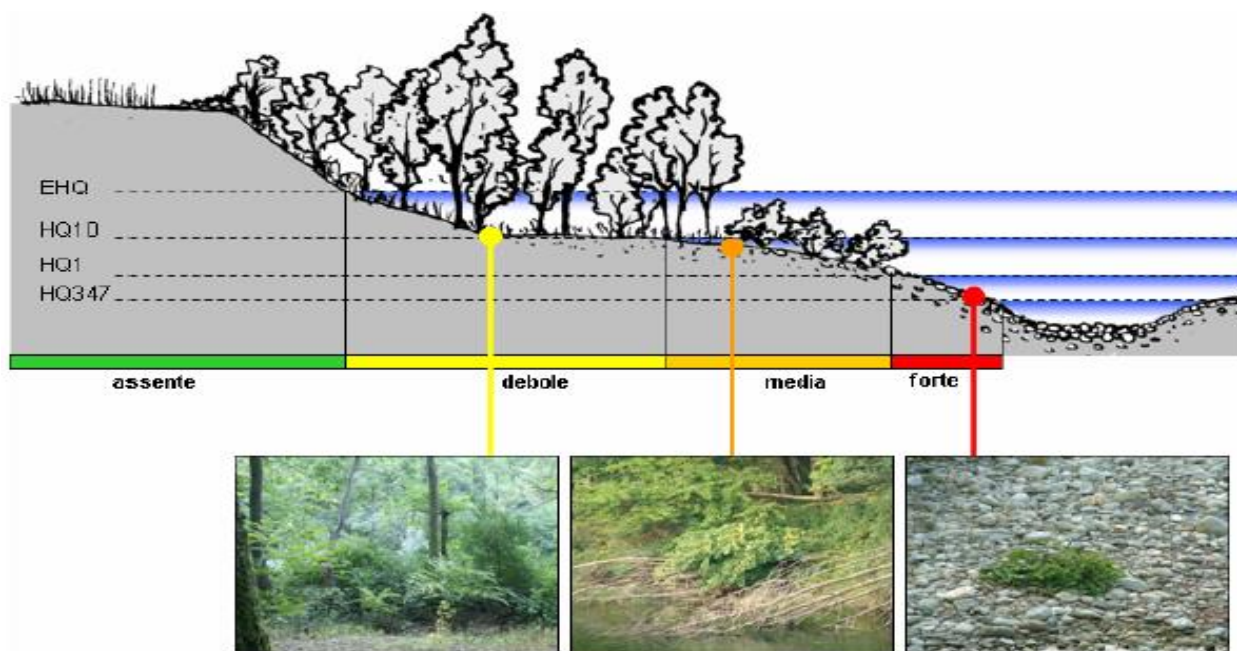


Figura 6-1. Dinamica fluviale

I rilievi sul terreno indicano che *Reynoutria japonica* e *R. x bohemica* non riescono a colonizzare in modo efficace le zone con dinamica fluviale di forte intensità, malgrado l'elevata probabilità che nuovi frammenti giungano trasportati dalla corrente. Infatti, in corrispondenza di alluvioni nude o con vegetazione pioniera erbacea, i nuclei rilevati sono rari e di piccole dimensioni (massimo 4 m²).

Il numero maggiore di osservazioni si ha invece in corrispondenza di una dinamica fluviale di media intensità, ad esempio in situazione di argine oppure all'interno dei saliceti alluvionali. In questi casi, le dimensioni dei nuclei sono in media relativamente contenute (ca. 100 m²). Con intensità debole, i nuclei si fanno meno frequenti, dato che i frammenti di Poligono trasportati dagli eventi di piena arrivano difficilmente a colonizzare queste zone, ma le dimensioni dei nuclei sono in media elevate (ca. 350 m²).

Infine, dove la dinamica fluviale è praticamente assente, i nuclei sono frequenti e di piccole dimensioni. Ciò si spiega con il fatto che la pressione antropica e i disturbi ad essa correlati acquisiscono particolare rilevanza ai margini delle zone golenali (discariche abusive di scarti vegetali e altri rifiuti, accesso di autoveicoli, ecc.), dando origine frequentemente a nuovi nuclei di Poligono.

Morfologia della pianta (alta erba perenne, rizomatosa)

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.72
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Si tratta di alte erbe perenni (geofite) dioiche caratterizzate da una notevole ampiezza ecologica.

Caratteristiche morfologiche generali

Il Poligono è una delle piante più produttive della flora temperata: è in grado di produrre da 6 a 13 ton/ha di materia secca epigea e fino a 16 ton/ha di materia secca ipogea (HORNER 2006).

Le riserve immagazzinate nei rizomi consentono alla pianta di superare l'inverno, mentre gli organi epigei (fusti e foglie) muoiono al termine della stagione vegetativa (per dettagli cf. FERRARIO 2007, PALTRINIERI 1999).

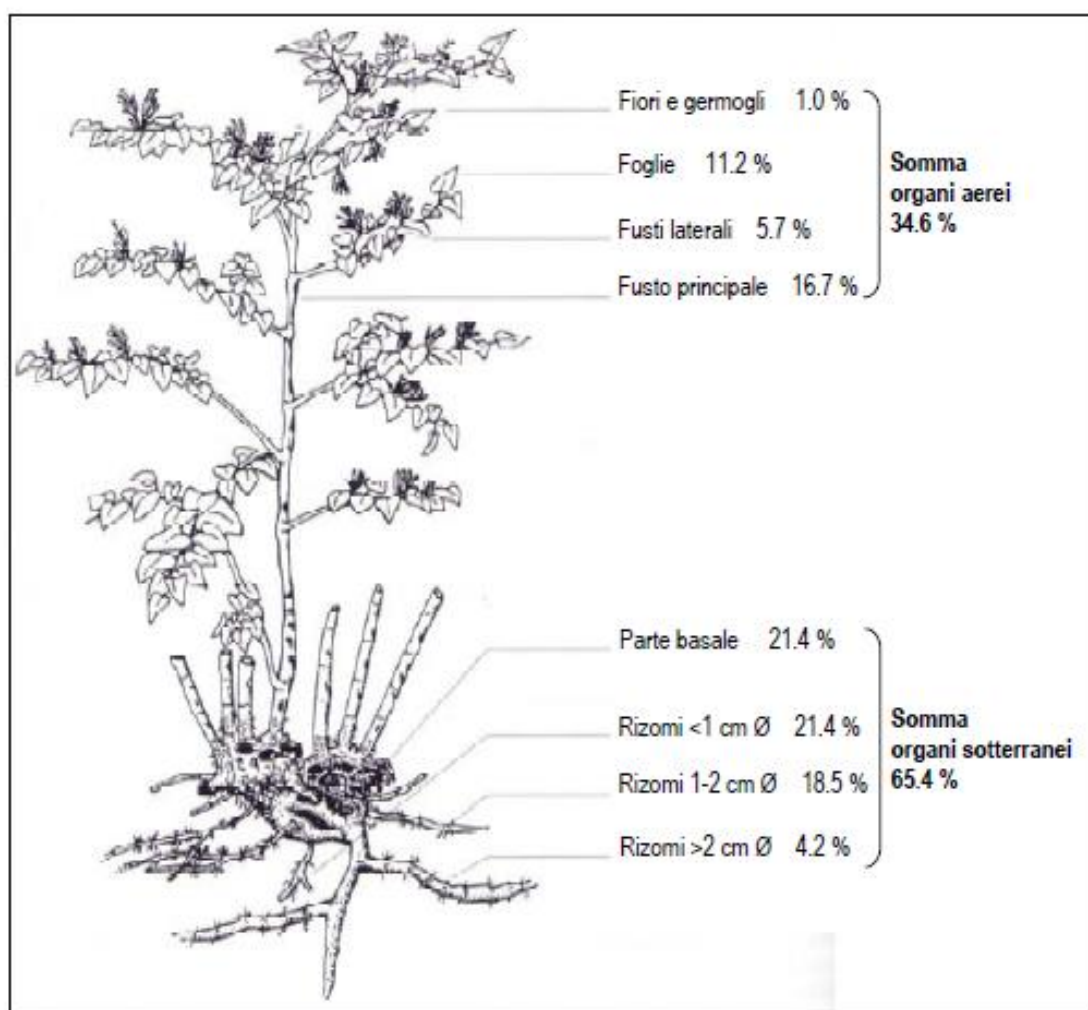


Figura 6-2. Ripartizione della biomassa in un individuo del Poligono del Giappone (Adler 1993 – modificato)

La maggior parte della biomassa della pianta è costituita dalla parte ipogea. Il sistema di rizomi può arrivare ad una profondità di oltre 3 metri ed estendersi orizzontalmente fino a 7 metri rispetto al nucleo visibile in superficie. I rizomi presentano un diametro compreso tra 5 mm e 10 cm, sono fragili e si spezzano con facilità se sottoposti a pressione. Esteriormente, presentano un colore che può variare da rossastro a marrone scuro, mentre la parte interna è gialla o, più frequentemente, arancione e di consistenza da carnosa a legnosa, molto simile ad una carota. Le radici vere e proprie sono fini e di colore bianco (CHILD & WADE 2000).

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.73
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Dimensioni e fusto

R. japonica: alta 1-2.5(3) m, con fusti annuali, eretti, molto numerosi, cavi e simili a canne, ramificati in alto, glabri, di colore verde glauco, picchiettati di rosso.

R. sachalinensis: alta fino oltre 4 m, con fusti annuali eretti e ramificati, cavi e simili a canne; glabri, di colore verde glauco, senza macchie rosse.

R. bohémica: alta 2.5-4 m, con fusti annuali, molto numerosi, cavi e simili a canne, glabri, di colore verde glauco, senza macchie rosse.

Foglie

R. japonica: alterne, picciolate, semplici, a margine intero, larghe 8-10 cm, lunghe 12-15 cm, ovate, a base troncata e apice appuntito, con nervature della pagina inferiore prive di peli e dotate di ocrea (guaina tubolare derivata dalla fusione delle stipole, tipica delle Polygonaceae) lunga 4-6(-10) mm, bruna, obliqua all'apice, non fimbriata.

R. sachalinensis: alterne, picciolate, semplici, a margine ondulato, di colore verde glauco (pagina superiore verde-grigiastro; pagina inferiore verde pallido), larghe 20-22 cm, lunghe 30-40 cm, a base cordata e assottigliata in un apice smussato o brevemente acuto, con peli bianchi lunghi (pluricellulari) circa 1 mm lungo le nervature della pagina inferiore; ocrea lunga 6-12 mm, bruna, obliqua all'apice, non fimbriata.

R. bohémica: alterne, picciolate, semplici, di colore verde scuro, larghe 19 cm, lunghe 23 cm, ovate, a base leggermente cordata o cordato-troncata e lungamente acuminate all'apice (non o solo leggermente cuspidato-caudata), peli unicellulari osservabili su foglie giovani lungo le nervature della pagina inferiore, lunghi circa 0.5 mm.

Fiori e frutti

R. japonica: Infiorescenze panicoliformi, lunghe 4 (8)-12 cm, ascellari e terminali; bianchi, piccoli, molto numerosi, disposti in spighe ascellari, lunghe 8-12 cm; nell'areale di origine si trovano piante con fiori ermafroditi e piante con fiori maschio-sterili (in cui si mantiene solo la funzionalità dell'ovario, mentre gli stami sono abortiti), le piante introdotte in Europa possiedono solo fiori maschio-sterili. Il frutto è un achenio marrone scuro, trigono, lungo 2.3-3.6 mm, liscio e lucido.

R. sachalinensis: Infiorescenze panicoliformi, lunghe 3-8 cm, ascellari e terminali, fiori bianchi, piccoli, molto numerosi; nell'areale di origine si trovano piante con fiori ermafroditi (maschio-fertili) e piante con fiori maschio-sterili (in cui si mantiene solo la funzionalità dell'ovario, mentre gli stami sono abortiti). In Europa sono state introdotte sia piante con fiori maschio-fertili sia piante con fiori maschio-sterili. Il frutto è un achenio marrone, trigono, lungo 2.8-4.5 mm, liscio e lucido.

R. bohémica: infiorescenze panicoliformi, lunghe 4-12 cm, ascellari e terminali; in Europa si trovano sia piante con fiori maschio-fertili (spighe erette, fiori con stami sporgenti dalla corolla), sia piante con fiori maschio-sterili (spighe incurvate). Il frutto è un achenio marrone scuro, trigono, lungo 2.6-3.2 mm, liscio e lucido.

Caratteristiche del Poligono di Sachalin e del Poligono ibrido

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.74
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Il Poligono di Sachalin può raggiungere addirittura 4 m di altezza. Le foglie possono misurare fino a 40 cm e la lamina è cordiforme alla base. L'ibrido (frutto dell'incrocio di *Reynoutria japonica* con *Reynoutria sachalinensis*) è probabilmente nato nelle zone colonizzate di recente dai genitori e ha generalmente caratteristiche intermedie (*Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis*, *R. X bohemica*)

Biologia e riproduzione

R. japonica, *R. sachalinensis*, *R. bohemica* sono in grado di riprodursi per via vegetativa e sessuata. Si tratta di taxa ginodioci, che pertanto presentano sia esemplari maschio-sterili (femminili) sia ermafroditi.

In Europa per *R. japonica* sono stati rilevati sono esemplari femminili, tuttavia la specie è in grado di riprodursi per seme grazie alla fecondazione da parte del polline d'individui maschio-fertili di *R. bohemica* o *R. sachalinensis*.

L'impollinazione è effettuata da diversi insetti (mosche, api, vespe) e non pare siano specie autofertili. Sono specie poliploidi e grazie alla grande capacità di ibridarsi, generano esemplari con un'ampia varietà di livelli di ploidia (es. *R. japonica* x *R. sachalinensis* $2n=44$ a 67 ; *R. japonica* x *R. bohemica* $2n=66$ a 110 ;).

L'alta capacità d'ibridazione e la poliploidia assicurano un'alta variabilità genetica. La produzione di semi può essere elevata (fino a 190.000 semi per fusto in *R. japonica*), benché le percentuali di germinazione varino da studio a studio raggiungendo anche buoni livelli ($> 50\%$).

Il pretrattamento a freddo dei semi può migliorare le percentuali di germinazione, benché in alcuni casi si sia dimostrato non necessario per raggiungere alte percentuali di germinazione.

In Europa le piante di Poligono del Giappone sono tutte femminili: la riproduzione pertanto è esclusivamente vegetativa.

Il Poligono di Sachalin è presente sia con individui maschili, sia con individui femminili: la riproduzione sessuale è dunque possibile.

Anche il Poligono ibrido può riprodursi sessualmente.

Nelle nostre regioni la diffusione, per il tramite dei semi, ha comunque un ruolo marginale. Le giovani piante sono sensibili al gelo e spesso soccombono alle gelate tardive.

Viceversa, piccoli frammenti di rizomi di tutte le specie sono in grado di dare vita a nuovi individui, anche se ubicati a tre metri di profondità.

La ragione di questi fatti legati alla riproduzione si può legare al fatto che i semi sono caratterizzati da una dormienza fisiologica non particolarmente profonda.

Questa caratteristica pare indurre uno svantaggio per la riproduzione sessuata delle specie in determinate condizioni: in climi caratterizzati da inverni freddi, la germinazione avviene a primavera e l'attecchimento delle plantule può avere maggiore successo, ma dove gli inverni sono variabili (periodi miti/freddi) o caratterizzati da gelate tardive, la germinazione può avvenire in momenti non idonei allo

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.75
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

sviluppo delle plantule, che hanno una limitata resistenza al freddo soprattutto se troppo giovani.

Nel suo range d'invasione, mancano le evidenze di un elevato successo riproduttivo via seme/plantule, nonostante la considerevole produzione di semi e la possibilità di costituire una consistente soil seed bank (es. per *R. bohemica* 786 semi/m²).

Inoltre, poiché molti dei semi sono dispersi vicino alla pianta madre, la crescita delle plantule (eliofile) può venire osteggiata dall'emergenza rapida di nuovi getti dal rizoma della specie stessa.

Sebbene siano necessari ulteriori approfondimenti, la fase giovanile pare essere un momento critico per *Reynoutria spp.*, la cui modalità riproduttiva di maggior successo in Europa è quella vegetativa, attraverso il rizoma o la frammentazione dei fusti.

Nuovi getti emergono sia dal rizoma sia dai nodi del fusto, dove sono presenti le gemme laterali.

Il rizoma sotterraneo può estendersi per un'ampia superficie raggiungendo, per esempio in *R. japonica*, i 15-20 m di lunghezza e i 2-3 m di profondità, andando a costituire anche i 2/3 della biomassa totale della pianta.

Una nuova pianta si può originare da un segmento di rizoma di appena 0,7 g e i ritmi di rigenerazione sono in genere molto alti.

In *R. japonica*, nuovi individui possono emergere da frammenti di rizoma anche a una profondità di 1 m nel suolo.

Da test effettuati in condizioni controllate in Repubblica Ceca, è stato osservato come il rizoma abbia un ruolo più importante rispetto al fusto nella propagazione di *R. japonica* e *R. bohemica*, mentre per *R. sachalinensis* sarebbe vero il contrario.

In acqua (rizomi, fusto galleggianti), la rigenerazione dal fusto pare invece avere maggior successo rispetto a quella dal rizoma.

Questa differenziazione pare consentire alle specie di attuare differenti strategie propagative a seconda che l'effetto perturbativo provochi il rilascio di propaguli in ambiente terrestre (es. disturbo a livello del suolo come escavazioni, ecc.) o acquatico (es. piene fluviali).

La crescita dei getti è molto rapida (4,3 cm/gg per *R. japonica*, 15 cm/gg per *R. sachalinensis*).

Pericoli

Il Poligono del Giappone è iscritto nella lista delle 100 specie esotiche più invasive e più dannose del mondo (lista dell'UICN, Unione Internazionale della Conservazione della Natura). Ovunque i popolamenti densi che formano sono una minaccia per le flore indigene.

Danni ambientali: il genere *Reynoutria* ha effetti negativi sulla biodiversità vegetale in particolare a livello di biomassa, copertura e ricchezza delle specie.

La crescita rapida di questo genere inibisce la crescita di altre specie, vincendo la competizione per la luce e lo spazio.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.76
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Effetti deleteri sulla componente nativa e a livello ambientale sono indotti dall'alterazione della chimica del suolo da parte del rizoma profondo e dall'abbondante produzione di una lettiera differente da quella prodotta dalle specie native (più alto rapporto C/N e lignina/N).

È possibile che la riduzione delle specie native sia da imputare anche al rilascio nel suolo di composti allelopatici da parte di *Reynoutria*, benché ulteriori conferme in campo siano necessarie.

La persistenza di estesi nuclei di *Reynoutria* ha un impatto anche sul grado di erosione delle sponde dei corsi d'acqua: la presenza di nuclei densi ed estesi di *Reynoutria* ostacola la colonizzazione di altre specie e durante la stagione del riposo vegetativo dell'esotica le sponde sono nude e quindi maggiormente esposte all'acqua.

I poligoni hanno una crescita molto rapida, trascorrono l'inverno sotto forma di rizomi profondi e sono difficili da eliminare.

Il fogliame denso impedisce alla luce di raggiungere il suolo e ostacola la crescita delle specie autoctone. La crescita rapida, combinata alla moltiplicazione vegetativa porta alla formazione di popolamenti monospecifici densi.

Danni sociali: può ostacolare l'accesso all'acqua lungo i fiumi e sulle sponde dei laghi. Benché siano necessari studi più approfonditi, è possibile che la presenza di nuclei densi rallenti il defluire dell'acqua durante le piene e quindi contribuisca a elevare il rischio di esondazione dei corsi d'acqua. Inoltre, per il contenimento della specie vengono utilizzati prodotti chimici che possono arrecare danni alla salute.

Danni economici: i popolamenti densi favoriscono l'erosione lungo le rive dei corsi d'acqua. I fusti aerei seccano in inverno e lasciano il suolo nudo, esponendolo all'erosione. Anche lo scorrimento delle acque può essere ostacolato, con effetti negativi anche per la fauna e per la pesca. La lotta lungo le linee ferroviarie è molto onerosa.

Il rizoma di *Reynoutria* può arrecare danni ai manufatti (muri, pavimentazioni) e alle strutture poste a prevenzione delle esondazioni fluviali. Inoltre, *Reynoutria* può arrecare danni all'allevamento riducendo il valore dei pascoli che colonizza. Il maggior danno economico è tuttavia legato alla spesa per le azioni di contenimento.

Prevenzione

Ogni pianta produce rizomi in un raggio di 7÷20 m e fino a una profondità di 3 m.

Bisogna cercare innanzitutto di non diffondere i rizomi: piccoli frammenti possono dare vita a nuovi individui.

Impedire nuove introduzioni involontarie:

- evitare il prelievo e l'utilizzo di suoli in aree dove è presente (suoli contaminati da semi e propaguli);
- dopo le operazioni di sfalcio della specie non abbandonare nell'ambiente né compostare (salvo che in impianti industriali dove non è possibile che il materiali si disperda) gli scarti vegetali derivati dal taglio della specie, ma incenerirli; inoltre è necessario avere cura di pulire

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.77
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

attentamente i macchinari impiegati e/o presenti durante le operazioni (ruote, parti meccaniche, ecc.) dopo ogni intervento di taglio e avere massima attenzione durante il trasporto del materiale vegetale, onde evitarne la dispersione.

Strategie di lotta

Non creare condizioni inidonee all'attecchimento

E' necessario limitare la creazione di aree prive di copertura vegetale o di aree fortemente perturbate nelle zone interessate dall'invasione. *Reynoutria* colonizza anche aree naturalmente perturbate, come i corsi d'acqua, dove è più difficile intervenire e creare condizioni stabili dove possa facilmente evolvere una vegetazione autoctona. In questi casi è bene non interferire con la naturale evoluzione della vegetazione, limitando al massimo interventi in alveo e sulle sponde, e prevedendo (dove si ritiene possibile ed efficace) eventualmente la messa a dimora di specie autoctone a crescita rapida.

Qualora fossero aperti cantieri in aree infestate dalla specie o in connessione con esse (possibile colonizzazione da parte di propaguli e semi), è necessario non lasciare aree nude (es. copertura con teli), bonificare dalla specie le aree di passaggio di mezzi e macchinari (taglio continuo della specie) e creare aree di pulizia di mezzi e macchinari in entrata e in uscita dal cantiere.

Un'individuazione tempestiva della presenza di *Reynoutria* a uno stadio iniziale di colonizzazione (plantule o un numero ridotto di individui) permette di avere un maggiore successo nell'eradicazione applicando metodologie a basso impatto, come l'eradicazione manuale.

Controllo meccanico

È consigliabile eseguire l'eradicazione manuale entro il primo anno dall'evento di dispersione che ha dato origine al nuovo nucleo; pertanto, la segnalazione deve essere molto tempestiva. In tal caso è necessario assicurarsi della completa rimozione della parte ipogea della pianta e prevedere un monitoraggio dell'area per almeno i due anni successivi; inoltre è fortemente consigliato avviare una riqualificazione della vegetazione dell'area. Qualora l'infestazione fosse più avanzata (presenza di nuclei consistenti) è necessario seguire le indicazioni per il contenimento che seguono.

L'estirpazione manuale è un buon metodo per controllare la crescita di polloni e i piccoli nuclei (< 10 m²), soprattutto a seguito di sistemazioni del terreno (p.es.: cantieri edili o forestali) oppure durante la fase terminale di interventi di lotta con altri metodi meccanici o chimici (cf. review in FERRARIO 2007). Anche con l'estirpazione manuale è indispensabile smaltire in modo appropriato i residui. Occorre asportare quanto più materiale ipogeo possibile, ripetendo l'operazione finché la ricrescita della parte aerea cessa, e controllare l'area per un periodo di 3-4 anni. Il suolo rimaneggiato dall'estirpazione deve essere rinverdito con specie vegetali autoctone competitive, in modo tale da prevenire l'erosione o la colonizzazione da parte di altre neofite.

La rimozione dell'intera pianta (fusto e rizoma) sarebbe la tecnica migliore, ma è altrettanto onerosa; inoltre potrebbe essere difficile rimuovere accuratamente il rizoma, senza lasciare frammenti nel suolo che potrebbero dar vita a nuovi individui.

Da studi pilota in Europa e negli USA, è emerso che *Reynoutria* è fortemente indebolita dalla rimozione della parte aerea, ripetuta più volte durante la stagione vegetativa e per più anni consecutivi.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.78
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

La frequenza dei tagli varia da studio a studio: studi pilota in Svizzera hanno evidenziato che con 6 tagli/anno per 4 anni, la biomassa si riduce del 75-78%; dopo 5 anni di tagli ripetuti la biomassa si stabilizza a 15-25% di quella iniziale.

In generale il taglio di *Reynoutria* contribuisce a contenere la specie, localmente può essere risolutivo (piccoli nuclei), ma richiede un impegno continuo e prolungato per diversi anni.

Si raccomanda l'utilizzo di falciatrici a pettine o decespugliatori a lama, mentre si sconsiglia l'utilizzo di macchine trincianti o decespugliatori a filo che disperdono maggiormente i frammenti vegetali.

Efficace si è anche dimostrato lo sfalcio del popolamento ogni mese almeno per 5 anni: in questo modo i rizomi si indeboliscono e le piante muoiono. Dopo 5 anni, sono comunque indispensabili dei controlli.

Le piante tagliate e i rigetti devono essere eliminati adottando le misure di sicurezza necessarie (se possibile: incenerimento).

I residui devono essere minuziosamente raccolti, evacuati e smaltiti in modo corretto (impianto di incenerimento RSU, impianto biogas, compostaggio controllato). La gestione deve essere protratta per un periodo di almeno 4 anni (se necessario fino a 7 anni) e accompagnata se possibile dalla piantagione di specie concorrenti.

Il periodo tra giugno e luglio rappresenta il momento cruciale per l'immagazzinamento di riserve nei rizomi, per questo l'inizio della gestione in agosto o ancora più tardi risulta in genere inefficace poiché la maggior parte delle riserve è già stata immagazzinata (HAUER 2006). La maggior parte dei dati di letteratura relativi a trattamenti mediante sfalcio indica che esso indebolisce e contiene l'espansione dei nuclei trattati, ma spesso non è in grado di eliminarli completamente. Questo tipo di lotta è però in grado di ridurre significativamente il vigore della pianta e quindi aumentare l'efficacia di altri trattamenti o con-cedere tempo ad altre piante per insediarsi nell'area.

Un taglio nel corso del mese di giugno (che colpisce l'80% della biomassa) e un taglio a settembre indeboliscono notevolmente le piante. Questo trattamento non consente di eliminare il popolamento, ma ne impedisce l'espansione. Le piante tagliate e i rigetti devono essere eliminati adottando le misure di sicurezza necessarie (se possibile: incenerimento).

In Piemonte, IPLA (Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente) ha combinato lo sfalcio di *Reynoutria* con la successiva messa a dimora di specie legnose a crescita rapida (*Populus* spp.), ottenendo buoni risultati nel contenimento dell'esotica.

Lo sfalcio può essere meccanico o si possono impiegare anche animali pascolatori e brucatori (infestazioni estese).

In alcuni casi, il pascolo caprino e ovino in aree infestate ha portato alla riduzione e scomparsa di *Reynoutria* in 10 anni (qualora si prevedesse l'utilizzo di animali, è necessario strutturare adeguatamente eventuali opere di rivegetazione successive al taglio, al fine di non renderle inutili).

Al fine di limitare i ricacci successivi allo sfalcio, è possibile utilizzare anche teli neri ombreggianti di spessore adeguato (mulching) per coprire la superficie trattata. Questo metodo ha una maggiore applicabilità per piccoli nuclei di *Reynoutria* ed è necessario evitare fori (es. strappi o giunzioni) lungo i teli per limitare i ricacci della specie. L'efficacia del metodo è variabile e in generale non permette

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.79
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

l'attecchimento di altre specie.

È stato anche brevettato un metodo di "auto-contenimento" di *R. japonica* (potenzialmente applicabile anche a *R. sachalinensis*) che prevede l'utilizzo di griglie metalliche con maglie di piccole dimensioni (2 cm): successivamente al taglio dei fusti, la griglia viene posta sul terreno e ricacci di *Reynoutria* passando attraverso le maglie subiscono danni per la frizione con il metallo che portano a un rapido deperimento e caduta dei fusti.

Scarificazione

La scarifica del suolo contenente rizomi di Poligono è un metodo di lotta relativamente efficace (cf. review in FERRARIO 2007), ma impegnativo dal profilo dei costi e della giustificazione ambientale. I volumi di materiale di sterro da smaltire possono essere molto elevati, dato che sovente i rizomi si estendono ben oltre il perimetro interessato dalla parte aerea del nucleo (talvolta fino a 7 metri in orizzontale e ad oltre 3 m in profondità). La scelta deve essere valutata attentamente, dato che questo materiale di sterro è difficilmente valorizzabile e deve per lo più essere smaltito in discariche per inerti con seppellimento a profondità superiori a 10 m. La valorizzazione del materiale di sterro mediante compostaggio con scarti vegetali non è praticata, anche se le esperienze dimostrano che il procedimento è fattibile (L.U.B.W. 1994, HEGER & TREPL 2000).

L'operazione di scavo deve essere seguita minuziosamente da un esperto per identificare la presenza di rizomi, e al termine dei lavori i macchinari devono essere controllati e decontaminati da eventuali frammenti di Poligono. Quando possibile, soprattutto per i cantieri di grandi dimensioni, occorre utilizzare le piazze di lavaggio predisposte per i macchinari di cantiere (getto di acqua in pressione, spazzole con peli duri). Rammentiamo che è sufficiente un frammento di rizoma inferiore a 1 g per generare un nuovo nucleo. L'utilizzo di materiale drenante - ghiaia o spaccato di cava - per la sistemazione della zona scarificata ha prodotto risultati positivi (HUBER 2001, BOLLENS 2005); In genere, la scarifica del suolo può essere giustificata nell'ambito di progetti di rivitalizzazione di punti d'acqua o lanche all'interno di aree naturali protette, dove vi è l'esigenza di intervenire artificialmente per favorire alcune tipologie di vegetazione in assenza di una dinamica naturale.

Controllo chimico

La somministrazione degli erbicidi sistemici può avvenire con l'applicazione su fusto e/o foglie (spray), nelle cavità dei fusti tagliati o con un'iniezione alla base del fusto.

La prima modalità è consigliata per nuclei più estesi, mentre le altre per nuclei più ridotti al fine di limitare i tempi di lavoro e le quantità di erbicida utilizzate.

Al fine di massimizzare l'effetto dell'erbicida, è bene tenere conto delle fasi fisiologiche della pianta. Il trattamento soprattutto in tarda estate-autunno, ovvero quando la pianta intensifica il trasporto floematico di fotosintetati agli organi di riserva sotterranei, ha dato i risultati migliori in termini di riduzione della biomassa aerea e di indebolimento del rizoma.

Sono diverse le sostanze impiegate per il controllo chimico di *Reynoutria* e la loro efficacia varia spesso a seconda dei casi. In Svizzera (The Swiss Knotweed Project), l'utilizzo del glifosato si è rivelato efficace e ha portato in 1-2 anni a una riduzione media del 95% della biomassa aerea di *Reynoutria* nei siti pilota e alla riduzione del 99% nel giro di 6 anni. Questi risultati sono stati raggiunti con una concentrazione minima di glifosate (2%) e maggiori concentrazioni (10%, 30%) non sembrano portare

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.80
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

a risultati migliori.

Le tecniche applicate di controllo chimico (aspersione fogliare) e chimico-meccanico (taglio con aspersione f. o iniezione alla base del fusto) hanno dato risultati simili, con differenze tuttavia in termini di tempi di lavoro.

Combinando il taglio e la successiva aspersione fogliare sui ricacci è possibile applicare minori quantità di erbicida ed è consigliato operare lo sfalcio entro la prima metà di luglio e procedere con l'erbicida 6 settimane dopo il taglio (seconda metà di agosto). L'aspersione fogliare va effettuata con polverizzatrici manuali, mantenendo una velocità di avanzamento elevata per consentire il deposito di uno strato sottile di glifosato. In Italia, i risultati del progetto NAPEA-Nouvelles Approches sur les Prairies dans l'Environnement Alpin (Interreg III - ALCOTRA 2007-2013), hanno confermato l'efficacia del glifosato nel contenimento di *R. bohemica* in ambienti prativi di pregio della Valle d'Aosta; il trattamento chimico-meccanico è stato combinato con la semina di specie native in grado di competere con eventuali esemplari di *R. bohemica* sopravvissuti.

In Italia, nel Parco di Monza (sperimentazione da parte del Parco Valli del Lambro e UNIMI per contenere *R. bohemica*), il glifosato si è rivelato meno efficace di aminopyralid + fluroxypyr e piroclam, che hanno portato all'eliminazione della parte area della pianta nell'arco dei 2 anni di sperimentazione; tuttavia, il trattamento è stato troppo breve, la vitalità dei rizomi non è stata intaccata e la pianta ha ripreso vigore. L'utilizzo di auxine sintetiche (come aminopyralid, fluroxypyr e piroclam) pare inibire per lo più la crescita della pianta, ma non sembra avere effetti sulle sue risorse energetiche. Dall'analisi delle esperienze di contenimento portate avanti negli USA, un erbicida sistemico particolarmente efficace è l'imazapyr.

Anche per i trattamenti chimici è necessaria l'applicazione più volte all'anno per più anni, al fine di esaurire del tutto la capacità rigenerativa di *Reynoutria*.

Per l'utilizzo di sostanze chimiche è necessario tenere conto della normativa in merito e utilizzare personale specializzato e dotato di appositi permessi. Inoltre, è bene valutare attentamente l'utilizzo di tali sostanze nelle vicinanze di corsi idrici per i gravi danni che possono causare.

Attenzione. È bene sottolineare che il controllo chimico deve essere applicato nel caso in cui non sia possibile attuare altro tipo di controllo con un minore impatto. Si ricorda che l'utilizzo di prodotti fitosanitari è disciplinato da una stringente normativa nazionale e comunitaria e che vanno osservate rigorosamente le misure per un utilizzo sostenibile dei prodotti, nel rispetto dell'ambiente e della salute, con l'avvio di misure di difesa integrata (basso impiego di fitosanitari), escludendo o riducendo il controllo esclusivamente chimico (Direttiva CE n.128/2009, recepita in Italia da D. Lgs. n.150/2012 e Piano d'Azione Nazionale sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari - PAN). Sul sito del Ministero della Salute è possibile consultare la banca dati dei prodotti fitosanitari autorizzati in Italia

I metodi di lotta biologica

Pascolo

Comprendono essenzialmente il pascolo e la concorrenza tra-mite specie autoctone. È inoltre attualmente allo studio l'utilizzo di organismi per il controllo biologico del Poligono del Giappone.

Il principio di lotta mediante pascolo è analogo a quello dello sfalcio. L'obiettivo è l'indebolimento

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.81
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

della pianta attraverso la perturbazione protratta della crescita vegetativa e l'esaurimento delle riserve accumulate nei rizomi (cf. review in FERRARIO 2007). Il vantaggio consiste principalmente nel contenimento dei costi, dato che vengono utilizzate pecore, capre, mucche, asini o cavalli per la gestione. Inoltre, il Poligono è una pianta foraggiera di buona qualità, visto l'elevato contenuto di azoto e l'alta produttività (JAGER 1994, in PALTRINIERI 1999).

Come metodo di lotta, il pascolo si rivela efficace se la pressione del bestiame è esercitata in modo intenso per un breve periodo, ripetendo l'operazione più volte sull'arco della stagione vegetativa, tra aprile/maggio e ottobre (HEGER & TREPL 2000, PALTRINIERI 1999). È necessario rimuovere i fusti morti dell'anno precedente ed effettuare uno sfalcio iniziale per indebolire il popolamento e stimolare la crescita di giovani germogli. All'interno delle aree naturali protette, in particolare in presenza di estesi nuclei di Poligono (stato d'invasione avanzato), raccomandiamo la lotta mediante pascolo con vacche scozzesi. Questi bovini originari della Scozia, adattati ad un clima umido e poco esigenti per quanto riguarda il cibo, brucano in modo non selettivo, e sono da tempo utilizzati nella conservazione dei biotopi per favorire il mantenimento di formazioni vegetali pioniere.

La lotta biologica mediante organismi antagonisti consiste nell'introduzione di nemici naturali di *Reynoutria japonica* e *R. sachalinensis*, presenti nell'areale d'origine, così da eliminare il vantaggio di queste neofite sulle piante autoctone. La prima fase della ricerca, finanziata dalla *Welsh Development Agency* e dal *United States Department of Agriculture Forest Service*, si è conclusa alla fine del 2000. Durante questa fase, ricercatori britannici del CABI *Bioscience* e della Leicester University hanno condotto un'indagine in Giappone per identificare i nemici naturali del Poligono (essenzialmente funghi e insetti) nel suo areale originario.

Nel 2003 è iniziata una seconda fase, coordinata dal *Corn-wall County Council* e finanziata da numerosi enti (*Welsh Development Agency*, *South West of England Regional Development Agency*, *Environment Agency*, *DEFRA*, *Network Rail* e *British Waterways*). Sono state svolte ulteriori indagini per ricercare altri potenziali agenti biologici e tutti i loro stadi del ciclo vitale. Gli agenti biologici sono stati scelti sulla base del loro comportamento in Giappone e della loro probabile gamma di ospiti.

Su queste specie sono stati condotti dei test, in quarantena, per valutare la specificità per il Poligono del Giappone e l'effetto su 80 specie di piante (comprese specie strettamente imparentate con il Poligono del Giappone, specie utilizzate in agricoltura o specie rare). Finora sono state scartate diverse specie di insetti e funghi. Attualmente gli sforzi sono concentrati su due specie di insetti (genere *Lixus* e *Aphalara*) e un fungo (*Mycosporella*).

Concorrenza con specie autoctone

Consiste nel creare condizioni ecologiche stabili grazie alla messa a dimora di piante legnose ed erbacee con velocità e strategia di crescita comparabili alle specie neofite. Risultati positivi in questo senso sono stati ottenuti utilizzando specie quali *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Carex acutiformis*, *Petasites* sp., *Alnus glutinosa*, *Salix* sp., ecc. (cf. review in FERRARIO 2007). Questo metodo è da utilizzare non tanto per eliminare nuclei esistenti quanto piuttosto per preveni-re nuove invasioni. In questo senso, la concorrenza con piante autoctone è raccomandata come misura complementare nell'ambito di ogni intervento di lotta al Poligono, e in particolare a seguito di interventi di sistemazione del suolo (rivitalizzazioni, sistemazioni idrauliche, sistemazioni paesaggistiche, ecc.).

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.82
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

CARATTERISTICHE DA TENERE IN CONSIDERAZIONE	METODI DI CONTROLLO
piante con rizomi che arrivano anche a 3 m di profondità e che si estendono fino a 20 m	non lasciare spazi aperti
pianta a rapidissimo accrescimento	eradicazione manuale
riproduzione vegetativa	tagli frequenti (fino a 4 volte anno) per 5 anni
riesce a riprodursi anche da piccoli frammenti (0,7 g)	piantagione di specie concorrenti
riesce a rigenerarsi da profondità fino ad 1 m	scarificazione del suolo oltre 100 cm di profondità – vaglio del terreno se reimpiegato
non si riproduce per seme (molto poco)	sotterramento oltre 100 cm
crea copertura completa di tutto il terreno, ma d'inverno secca e lo lascia esposto all'erosione - impedisce crescita piante autoctone per ombra	decontaminazione dei mezzi impiegati
è pianta eliofila, ma tollera l'ombra	controllo chimico
teme il gelo	Pascolo concentrato (10 anni)
la fase giovanile è critica per gelo e ombreggiamento da altre piante	organismi antagonisti
emette sostanze allelopatiche dalle radici	Impiegare falciatrice a pettine o decespugliatore a lama (no trinciatori o decespugliatori a filo – dispersione)

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.83
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

6.2.4. *Sicyos angulatus L.*

Nome comune: **Zucchini Americano**

Famiglia: Cucurbitacee



Pianta erbacea annuale, rampicante con una crescita che raggiunge i 10 m di lunghezza in un anno; stelo con peli ispidi, ramificato, con cirri contrapposti alle foglie, suddivisi in tre lunghi filamenti, che aggrappandosi ad un supporto si avvolgono su sé stessi in una stretta spirale;

Foglie alterne, grandi (fino a 25 cm di lunghezza), palmate, leggermente divise in 3÷5 lobi, con lunghi piccioli, pelose;

Fiori da bianchi a verdastri, unisessuali ma presenti sulla stessa pianta (monoica), con 5 petali lunghi 5÷6 mm;

Fiori maschili in grappoli lungamente pedunculati, con stami parzialmente uniti (conniventi) fiori femminili raggruppati in capolini brevemente pedunculati; - Frutti lunghi 1,5 cm, non gonfi, giallastri, raggruppati per 3÷10, ricoperti di aculei appuntiti e fragili;

1 seme per frutto, lungo 10÷15 mm, da marrone scuro a nero, piatto.

Germinazioni riconoscibili dai cotiledoni caratteristici delle cucurbitacee; - Radice a fittone poco profonda, con radici secondarie; Fioritura da luglio a settembre.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.84
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Si tratta di una pianta rampicante con abitudini ruderali, frequente come pianta infestante nelle coltivazioni (es. mais, soia, sorgo) ed è particolarmente aggressiva nei campi intensivamente coltivati e irrigati.

Cresce inoltre lungo le infrastrutture lineari, in terreni abbandonati, ma anche giardini.

Gli habitat semi-naturali dove si può trovare sono le sponde di laghi e corsi d'acqua, paludi, boschetti, radure di formazioni forestali planiziali, prati umidi.

S. angulatus predilige suoli fertili a granulometria fine e può crescere bene su suoli a diverso pH.

In genere richiede un'adeguata umidità edafica e non tollera periodi siccitosi, soprattutto nelle prime fasi di vita. Predilige un'esposizione luminosa o di mezz'ombra, e la sua crescita è fortemente inibita all'ombra.

In condizioni elevata illuminazione ed umidità la pianta può arrivare a crescere 20÷30 cm al giorno

Questo porta a estese coperture da parte delle liane che colonizzano la superficie del terreno sostituendosi alle altre specie del sottobosco e avviluppandosi ai fusti degli alberi realizzano una competizione con l'albero stesso minacciandone l'esistenza. La colonizzazione totale del suolo impedisce la fruizione alla fauna selvatica e i frutti, ricoperti da setole spinose in grado di trapassare i normali guanti da giardinaggio, rappresentano un ulteriore pericolo per i piccoli mammiferi. Gli alberi sino a 4÷5 anni, spontanei o posati per rimboschimento, si piegano lentamente e muoiono nell'arco di 2÷3 annate vegetative, ma anche gli alberi adulti se non disinfestati manualmente nei modi e tempi adeguati vanno incontro a sofferenza anche grave con aumentato rischio di crollo, particolarmente importante nelle aree di fruizione.

Habitat e diffusione

Nel suo areale d'origine (gli Stati Uniti nord-orientali), cresce naturalmente lungo le rive dei corsi d'acqua ricoperti da boscaglia. In Europa colonizza terreni da argillosi a limosi, da umidi a paludosi nelle zone alluvionali (aree ripuali). In Giappone e Corea del Sud, è molto invasivo lungo i corsi d'acqua. Il sicios angoloso è adattato ad un clima con estati calde e umide. Può sopportare regioni con estati secche fintanto che gli inverni sono freschi e umidi, in questo caso la piena crescita coinciderà probabilmente con una stagione diversa da quella estiva. Si tratta di una malerba delle colture agricole (soprattutto mais irrigato), anche nel suo areale di distribuzione d'origine. La sua espansione lungo i corsi d'acqua è rapida poiché preferisce le aree ripuali e le raggiunge per dispersione dei suoi semi che sono trasportati dall'acqua corrente. Le forti piogge che causano inondazioni e l'erosione del suolo accelerano la dispersione dei semi.

Nel suo areale d'invasione *S. angulatus* è stato introdotto sia come pianta ornamentale, come portainnesto per la coltivazione del cetriolo (aumento tolleranza piante al freddo, miglioramento qualità frutto), sia involontariamente come contaminante di granaglie.

In Italia la specie è stata coltivata a scopo ornamentale, ma non può essere escluso il suo ingresso come impurità delle sementi nel passato così come oggi.

La pianta può disperdere i suoi semi grazie anche ad altri vettori:

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.85
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

i semi possono rimanere adesi al vello o al piumaggio di piccoli mammiferi o uccelli, così come agli abiti delle persone che frequentano i siti infestati dalla specie (ectozoocoria).

Non è esclusa neppure l'endozoocoria e inoltre l'utilizzo di letame contaminato dai semi e non adeguatamente compostato può favorire l'ingresso della specie in nuovi siti. Le pratiche agricole possono disperdere i semi, così come l'acqua.

Data l'alta produzione di semi e il tipo di vettori coinvolti nella disseminazione, la proliferazione di *S. angulatus* può essere rapida.

In Italia, così come in altre parti d'Europa, *S. angulatus* ha dimostrato la sua aggressività in tempi relativamente recenti, sebbene la specie sia stata rilevata allo stato spontaneo già da diverse decine d'anni (es. in Lombardia dagli anni '70) e sia coltivata dal '700. Oggi la specie è invasiva in Lombardia e nelle altre regioni padane.

Morfologia

Lliana erbacea annuale. Fusti pelosi rampicanti che raggiungono lunghezze anche di 6÷7 m, con cirri ramosi. Il sistema radicale fittonante è superficiale.

Foglie alterne, ampiamente cuoriformi divise fino a 1/3-2/5 in 3÷5 lobi palmati acuti con bordi finemente dentellati. Le foglie possono raggiungere le dimensioni di 200x150 mm incluso il picciolo, ma la loro dimensione riflette la plasticità morfologica e l'adattabilità della pianta alle diverse condizioni. La pagina superiore delle foglie è relativamente glabra, mentre quella inferiore è finemente pubescente soprattutto lungo le nervature.

Le piante sono monoiche e producono sulla stessa pianta fiori campanulati con 5 petali maschili e femminili separati; i fiori maschili sono lunghi 10÷12 mm, mentre i femminili sono più corti (3÷4 mm), e sono raccolti in glomeruli di 10. Il loro colore è da biancastro a verde.

I frutti sono ovoidali, piccoli (lunghi 1÷1,5 cm), spinosi, coperti da peli sottili, e sono prodotti in gruppi da 3 a 20, inizialmente verdi, poi virano al marrone, sono indeiscenti, con un solo seme marrone largo e piatto.

Può essere confuso con:

- l'esotica nordamericana *Echinocystis lobata* (Cucurbitaceae), in Italia presente solo in Friuli Venezia Giulia, che però ha foglie con lobi molto più incisi, fiori con 6 petali e frutti diversi, più grandi, e solitari.
- la nativa *Bryonia dioica* (Cucurbitaceae) che però ha foglie con lobi arrotondati più incisi, e il lobo mediano più grande degli altri, lamina scabra con peli radi e rigidi, fiori unisessuali e bacche rosso vivo.

Riproduzione e ciclo vitale

La pianta è annuale, si riproduce per seme ed è in grado di crescere molto rapidamente soprattutto all'inizio dell'estate (fino a 2 m in 3 settimane).

I fiori sono impollinati da insetti (api, mosche) e la pianta è in grado di auto-impollinarsi. I semi possono

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.86
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

sopravvivere per un lungo periodo al suolo, grazie alla presenza di meccanismi di dormienza, e possono germinare durante tutta la stagione di crescita.

Una pianta può produrre più di 42.000 semi fino a 80.000; le piante che emergono più avanti nella stagione in genere hanno una biomassa inferiore e una minore produttività; tuttavia, gli esemplari nati ad agosto sono in grado di produrre semi vitali prima dell'arrivo del freddo.

I ritmi di crescita sono massimi fino a 10 settimane dopo l'emergenza della pianta e declinano dopo la fioritura.

Esperimenti in laboratorio indicano che i semi di *S. angulatus* richiedono la scarificazione meccanica o un periodo di stratificazione a freddo per poter germinare; inoltre, le maggiori percentuali di germinazione sono raggiunte dai semi che cadono al suolo e restano a profondità superficiali (entro 5 cm), mentre dai 10 cm in poi l'emergenza è nettamente ridotta.

S. angulatus può essere vettore di diversi patogeni dannosi per le coltivazioni di tabacco, pomodoro, legumi e altri vegetali.

Il potenziale d'espansione del sicios angoloso è elevato grazie all'efficienza della sua riproduzione sessuale e all'assenza dei parassiti e delle malattie che ne controllano l'espansione nel suo areale originario.

La crescita della pianta è molto rapida (fino a 2 m in 3 settimane), i fusti - muniti di lunghi cirri - raggiungono più di 8 m di lunghezza in una stagione vegetativa (a partire dai semi che germogliano a marzo!).

Le piante ricoprono rapidamente grandi superfici. Arrampicandosi sulle piante circostanti competono, soprattutto con le piante autoctone, per catturare la luce; - Una pianta produce 4.500-78.000 semi. Questa quantità è fortemente correlata con la stagione di germinazione delle piante, quelle di inizio primavera sono molto più produttive, e con la competizione esercitata dalle piante circostanti.

I semi sono distribuiti su lunghe distanze da corsi d'acqua e da animali con il pelo sul quale i frutti spinosi rimangono attaccati; - I semi rimangono vitali per molti anni. La loro dormienza sembrerebbe essere uno dei fattori alla base di questa capacità. Una bassa temperatura per diverse settimane è necessaria per interrompere la dormienza (provoca una scarificazione meccanica).

La germinazione è ottimale a temperature comprese tra i 20 e i 30°C ed è correlata alle precipitazioni. Si verifica durante tutto il periodo vegetativo, rallentato da temperature del suolo inferiori a 10°C o superiori a 35°C; - Prima di diventare rampicanti, le giovani piante sono sensibili alla siccità e non tollerano l'ombra

Il tasso di germinazione è molto più elevato su un terreno arato rispetto ad un sistema di coltura senza lavorazione (semina diretta). Il tasso di mortalità dei semi sulla superficie del terreno è elevato a causa del basso contatto con il suolo, che aumenta il rischio di essiccazione durante la germinazione e l'esposizione a predatori e parassiti.

Attenzione: i semi del sicios angoloso germogliano generalmente in momenti diversi su un lungo periodo di tempo, il che significa che è necessario effettuare diversi interventi per evitare un'ulteriore germinazione. Controllare in settembre dello stesso anno. Ripetere per 2 anni. Controllare ancora l'anno

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.87
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

seguinte a quello dell'ultimo intervento.

Danni

Ambientali: Il sicios angoloso pone problemi ambientali lungo le rive dei corsi d'acqua, nei boschi ripuali, terreni incolti ed è anche una malerba competitiva sulle superfici ruderali.

La sua rapidità di crescita è tale che, germinando in primavera, una stagione vegetativa è sufficiente perché il suo gambo possa ricoprire alberi e arbusti con grandi drappaggi che riducono l'accesso alla luce.

Il numero di semi prodotti per metro quadrato a piena maturazione può superare le 1'000 unità. Durante la stagione vegetativa, una germinazione massiccia può portare al 100% di copertura del suolo da parte del sicios angoloso.

Ambientali: la rapida crescita di *S. angulatus* fa sì che la pianta occupi rapidamente aree ampie, soffocando anche la vegetazione esistente e provocando un impoverimento della comunità floristica residente soprattutto lungo i corsi d'acqua. È possibile che vi sia inoltre una competizione diretta con altre specie lianose tipiche degli habitat colonizzati da *S. angulatus*.

Sociali: peggioramento della qualità estetica e paesaggistica del territorio, ostacolo all'accesso di aree infestate.



Controllo

Prevenzione: il target della prevenzione deve essere non permettere alle piante di arrivare alla fruttificazione e non disperdere i semi attraverso le attività umane. Questo significa tagliare la pianta

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.88
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

prima della fruttificazione, non movimentare suoli contaminati dai semi della specie, pulire attrezzi e macchinari agricoli e per lo sfalcio usati in siti contaminati da residui di terra (contaminata) ed eventuali semi e non operare durante la fruttificazione. Oltre a questo, a fini precauzionali, è bene incentivare l'utilizzo di sementi certificate *weed-free* e il personale del servizio fitosanitario deve essere istruito sulle caratteristiche dei semi della pianta al fine di poterli identificare nelle partite di sementi analizzate.

Controllo meccanico

Giovani piante su estensioni ridotte possono essere estirpate manualmente e considerato che spesso *S. angulatus*, in ambiente agricolo, compare in piccoli nuclei l'estirpazione è una pratica da attuare rapidamente. Il taglio delle piante può essere un'attività di controllo per prevenire la diffusione dei semi, ma è necessario gestire anche il rinnovamento dalla soil seed bank.

A tal proposito in ambito agricolo è consigliata un'aratura profonda che spinga i semi in profondità, così da impedire o limitare fortemente la germinazione (a profondità maggiori di 15 cm la germinazione è limitata). In aree infestate, la piantagione di coltivazioni invernali combinata con diversi tagli è una pratica consigliata per contrastare l'emergenza dell'esotica, in base all'esperienza maturata in Catalogna (EPPO, 2010b).

L'esperienza catalana indica inoltre come tecnica di contrasto efficace lasciare in campi infestati a maggese e sottoporli a taglio dell'esotica in primavera ed estate (Taberner, 2018). In linea con quanto enunciato, negli USA Messersmith et al. (1997) consigliano l'eradicazione manuale o con attrezzi (zappa) per individui isolati o nuclei ridotti, lo sfalcio per la prevenzione della fruttificazione in campi di fieno, pascoli e aree non coltivate, oltre che la semina di coltivazioni invernali, primaverili (es. cereali) che possano essere raccolte quando *S. angulatus* è ancora in crescita e non è arrivato a maturazione; gli autori consigliano di effettuare l'aratura profonda dopo la raccolta dei cereali invernali-primaverili. Inoltre, portano all'attenzione come *S. angulatus* non sia un'infestante problematica nei campi coltivati a erba medica.

Le sperimentazioni per il contenimento nell'ambiente naturale non sono molte, ma EPPO (2010b) indica, in base a studi effettuati in Corea, come nelle formazioni ripariali la presenza di alte erbe come quelle del genere *Typha* e *Phragmites* prevenga l'ingresso e l'attecchimento dell'esotica. Pertanto, una strategia gestionale combinata che preveda il taglio (sfalcio selettivo più volte all'anno) e la messa a dimora di elofite o piante native in grado di crescere e coprire il suolo rapidamente potrebbe essere utile nel contrasto a *S. angulatus*. Questo tipo di approccio è stato proposto a livello d'indirizzo gestionale nella ZPS/ZSC Isola Boscone (MN), ma non è noto lo stato di avanzamento dell'intervento e i risultati.

Sommersione

Un'altra pratica suggerita da EPPO (2010b) è quella di sommergere i siti infestati da *S. angulatus* che dovrebbe andare così incontro a un rapido deperimento.

Controllo chimico: sono stati sperimentati diversi erbicidi in Nord America e in Giappone con risultati non del tutto affini (scarsa efficacia in Giappone), ma in Europa vi sono poche sperimentazioni. In Catalogna, l'uso di erbicidi in ambito agricolo ha dato risultati mediamente soddisfacenti (Taberner, 2018). *S. angulatus* è sensibile a erbicidi pre- e post-emergenza, ed EPPO (2010b) consiglia di usare quelli post-emergenza nel caso di gravi infestazioni. Gli erbicidi sperimentati sono elencati nell'appendice I del bollettino EPPO (2010b) citato in bibliografia.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.89
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Attenzione. È bene sottolineare che il controllo chimico deve essere applicato nel caso in cui non sia possibile attuare altro tipo di controllo con un minore impatto. Si ricorda che l'utilizzo di prodotti fitosanitari è disciplinato da una stringente normativa nazionale e comunitaria e che vanno osservate rigorosamente le misure per un utilizzo sostenibile dei prodotti, nel rispetto dell'ambiente e della salute, con l'avvio di misure di difesa integrata (basso impiego di fitosanitari), escludendo o riducendo il controllo esclusivamente chimico (Direttiva CE n.128/2009, recepita in Italia da D. Lgs. n.150/2012 e Piano d'Azione Nazionale sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari - PAN).



CARATTERISTICHE DA TENERE IN CONSIDERAZIONE	METODI DI CONTROLLO
Predilige suoli fertili a granulometria fine	non lasciare spazi aperti
pianta a rapidissimo accrescimento – 30 cm giorno	tagli frequenti (fino a 2 volte anno) per 5 anni almeno
Elevata produzione di semi	piantagione immediatamente dopo il taglio di specie concorrenti
riproduzione prevalente per seme trasportato dall'acqua (40.000 fino 80.000 semi per pianta)	Interramento a più di 15 cm di profondità compresi i semi
Trasporto da uomo, animali e endozooecoria (attenzione al letame!)	Taglio in primavera ed estate ripetuto per più anni
Scarsa resistenza alla siccità	Sommersione
I semi necessitano di scarificazione meccanica e periodo di freddo	decontaminazione dei mezzi impiegati (dai semi)
Germinazione ottimale tra i 20 ed i 30 gradi	controllo chimico possibile
crea soprassuoli puri, impedisce crescita piante autoctone per ombra; sommerge le piante presenti coprendole completamente	
è pianta eliofila	
Pianta con semi a germinazione scaglionata!	
Non resiste al gelo	

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.90
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

6.2.5. *Ailanthus altissima*

Nome comune: Ailanto, Albero del Paradiso, Sommacco falso, Sommacco americano

Famiglia: Simaroubaceae' DC.

L'ailanto o anche albero del paradiso (*Ailanthus altissima*) è un albero deciduo appartenente alla famiglia delle Simarubacee, originario della Cina e delle isole Molucche; è naturalizzato in Italia e in altri paesi europei, oltre che in diversi paesi asiatici, negli Stati Uniti d'America, in Sudafrica, Australia e Nuova Zelanda.

Diversamente da altre specie del genere *Ailanthus*, è infatti amante dei climi temperati anziché di quelli tropicali.

Il nome scientifico del genere, *Ailanthus*, deriva dal malese *ailant* o *aillanitol*, ossia "albero che raggiunge il cielo"; la presenza dell'"h", assente nel nome malese, è dovuta a una sovrapposizione del termine greco άνθος (ánthos) che significa "fiore".

Il nome della specie, *altissima*, fa riferimento alla grande velocità con cui quest'albero si sviluppa in altezza.



L'ailanto fu importato in Europa per la prima volta nel 1740 e negli Stati Uniti nel 1784, in un'epoca in cui il gusto per le cosiddette cineserie influenzava notevolmente il senso estetico in Europa, ed erano perciò apprezzate essenze che ricordavano paesaggi orientali.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.91
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

L'ailanto venne allora largamente impiegato per le alberature stradali e di parchi, durante gran parte del XIX secolo.

In Italia, si rinviene soprattutto in ambienti ruderali spesso altamente degradati, aree urbane e industriali, benché non sia infrequente in habitat naturali e semi-naturali (range altitudinale in Italia: 0÷800 (> 1000) m s.l.m.): è presente ai margini e all'interno delle formazioni forestali a quote medio-basse, in prati, incolti e versanti rocciosi, lungo i corsi d'acqua, così come lungo le infrastrutture lineari (strade e ferrovie), lungo i muri, sui ruderi e nei cortili.

L'ailanto si diffonde spontaneamente nei terreni incolti, quando non è soggetto alla concorrenza di specie autoctone, quindi specialmente lungo le strade e le ferrovie, in cui l'azione dell'uomo limita l'accrescimento delle piante indigene. Sfuggendo alle coltivazioni, si diffuse quindi come specie naturalizzata in ambienti degradati e difficili per altri alberi, grazie anche alla straordinaria capacità pollonifera.

- La naturalizzazione dell'ailanto interessa le seguenti aree:
- Europa: area a sud della linea Glasgow - Amburgo - Odessa - Rostov sul Don;
- Asia: paesi del Caucaso, Turkmenistan meridionale, Afganistan settentrionale, Pakistan settentrionale, Uzbekistan, Tagikistan, India settentrionale, Giappone, Corea;
- Africa: Sudafrica;
- America: Stati Uniti d'America, Argentina centro-orientale;
- Oceania: Australia sud-orientale e Nuova Zelanda[2].

È una specie pioniera che colonizza preferenzialmente aree con scarsa o nulla copertura vegetale, dove poi prolifera e per questo è considerata una *gap obligate pioneer species*. Tuttavia, pur prediligendo situazioni con un buon grado d'insolazione, condizioni che promuovono la rapida crescita delle piante, anche in condizioni di bassa intensità luminosa, la specie riesce a rinnovarsi, sia per via vegetativa, sia per seme.

Essendo una specie originaria di climi temperati caldi/subtropicali è caratterizzata da una certa termofilia, benché sia in grado di sopravvivere in diverse condizioni climatiche, anche in climi più rigidi: in particolare sono le plantule e gli individui giovani a soffrire l'esposizione a basse temperature che impediscono il loro sviluppo, mentre gli esemplari adulti (dai 6 anni) possono sopravvivere a temperature rigide (-33°C) seppur con possibili conseguenze negative sulla crescita.

Resiste alla siccità, grazie a un'elevata plasticità morfologica (strategica allocazione della biomassa in risposta ad alte temperature e carenza idrica) e a una serie di adattamenti fisiologici soprattutto a livello radicale e fogliare.

Capace di prosperare in ambienti degradati, l'ailanto si dimostra molto adattabile a vari climi e suoli, tollera la carenza di acqua e di sostanze nutritive per periodi prolungati e si sviluppa velocemente anche in terreni sterili e in situazioni con atmosfera inquinata, fatto comune, purtroppo, in molte città; a questo proposito è nota la sua efficienza nell'assorbimento di sostanze nocive, come il diossido di azoto, l'ozono, sostanze che vengono assorbite dalla lamina fogliare sebbene sia stata registrata una certa sensibilità ad alti livelli di ozono. Resiste alle polveri sottili, ai vapori di cemento, ai residui della lavorazione di catrame o di carbone e può accumulare, nei suoi tessuti, alte concentrazioni di mercurio. Per queste sue caratteristiche, l'ailanto è stato usato per rivegetare le zone che sono state fortemente

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.92
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

contaminate da disastri ambientali e drenaggi acidi.

La pianta cresce meglio su quelli argillosi ricchi di nutrienti, pur tollerando anche substrati poveri. La si ritrova su suoli sia naturali sia modificati dall'azione umana, dai substrati rocciosi a quelli sabbiosi e agli accumuli di materiali incoerenti; tollera suoli con alte concentrazioni di sali, ma si riscontrano alcuni limiti per la sua persistenza in suoli troppo argillosi o acquitrinosi.

Ha grande capacità di consolidare scarpate e crescere su terreni dove altri alberi non riuscirebbero ad attecchire. Se questi sono gli usi che sono all'origine della sua attuale grande diffusione, quest'albero è nondimeno utilizzato anche per la produzione di miele e per estrarre principi medicinali.

L'ailanto ha dunque tutte le caratteristiche delle specie pioniere, a causa di fattori umani o naturali, spiccata resistenza alla luce intensa (tollera poco le zone fortemente ombreggiate), accrescimento rapido, longevità limitata, precoce raggiungimento della maturità e quindi della produzione di semi, a disseminazione anemofora, riproduzione vegetativa tramite polloni (pollini radicali) anche a distanza dalla pianta madre, spiccata capacità di ricaccio dalla ceppaia con pollini, dopo l'eventuale taglio alla base, capacità di prosperare in condizioni avverse, anche in suoli poco profondi e poveri di sostanze nutritive.

Il valore decorativo dell'albero è dovuto all'aspetto maestoso e alle lunghissime foglie composte, ma anche ai grappoli di frutti, samare dotate di grandi ali che durante l'estate assumono sfumature che vanno dal giallo all'arancione e al rosso acceso, che poi permangono sino all'autunno, quando l'effetto cromatico dei frutti si unisce a quello dell'ingiallimento delle foglie. La fioritura primaverile passa invece inosservata, dato che i fiori sono piccoli e verdastri.

I fiori sono piccoli e si presentano in grandi infiorescenze che raggiungono la lunghezza massima di 50 cm fino all'ultimo nuovo germoglio.

I fiori solitari variano in colore dal verde giallognolo al rossiccio, ognuno con cinque petali e sepal.

I sepal sono a forma di tazza, lobati e uniti mentre i petali sono valvari (si toccano ai bordi senza sovrapporsi), bianchi e pelosi verso l'interno.

La fioritura avviene tra maggio e luglio.

I frutti, anch'essi raccolti in grappoli penduli; sono samare con seme posto al centro di un'ala ritorta, caratteristica che la rende efficace nel volo planato, utile a diffondere la specie.

I grappoli di frutti rimangono vistosamente colorati di giallo, arancio e rosso durante tutta l'estate, conferendo all'albero un aspetto particolarmente decorativo.

Infiorescenze generalmente unisessuali, disposte in ampie pannocchie terminali di 10÷20 cm, con piccoli fiori attinomorfi verde-giallastri di 5÷7 mm, molto più numerosi nelle pannocchie maschili. Il frutto è una polisamara rossastra costituita da 1-5 samare alate di 3÷4 cm.

I semi si diffondono per disseminazione anemofora, ossia tramite il vento, grazie all'ala del frutto.

Ogni individuo può produrre diverse migliaia di samare alate per individuo (325.000-996.000 unità), che sono rilasciate gradualmente dall'autunno alla primavera successiva.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.93
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Gli esemplari fioriscono in genere dopo 3÷5 anni d'età, benché una fioritura precoce si possa già avere in piante o polloni di un anno. L'esposizione ad alte intensità luminose per un tempo prolungato può indurre un anticipo nella fioritura e nella fruttificazione nel ciclo biologico delle piante (è stata riscontrata fioritura e fruttificazione già in plantule di 3 settimane, ma i semi non erano vitali).

La maggiore produzione di semi si ha negli esemplari tra i 12÷20 anni di vita ed è stato riscontrato che anche individui di più di 100 anni d'età sono produttivi; la quantità di semi prodotti aumenta con l'altezza, il diametro e l'età degli individui.

I semi hanno una germinabilità abbastanza alta; la stratificazione a freddo dei semi migliora le percentuali di germinazione, che hanno un netto incremento anche con l'aumento della luce, così come con il preventivo contatto dei semi con l'acqua per un breve periodo (es. trasporto in acqua per qualche giorno; per periodi lunghi invece l'effetto dell'acqua incide negativamente sulla germinabilità), che ha effetti positivi anche sull'inizio della germinazione e la sua durata.

La germinabilità pare diminuire con l'altitudine.

La vitalità dei semi è buona per 1÷2 anni. La *soil seed bank* che può generare non è molto longeva (i semi sono vitali per 1 anno) e piuttosto superficiale (entro i primi 5÷10 cm di profondità).

La dispersione primaria dei semi è anemocora (distanza coperta: 380÷400 m a seconda della corrente e dell'irregolarità del substrato) e il vettore secondario è principalmente l'acqua (idrocoria; distanza coperta: fino più di a 4,5 km); i semi possono essere dispersi anche dalle correnti legate al traffico veicolare (distanza coperta: > 150 m).

Occasionalmente la dispersione può essere anche zoocora (roditori e uccelli).

Le plantule soffrono la competizione con altre specie e anche la presenza di una lettiera strutturata incide negativamente sulla loro crescita.

Non a tutti è gradito l'odore dei fiori degli esemplari maschili, ossia degli alberi che non portano frutto. Questo diverso giudizio sull'odore dei fiori maschili è all'origine dei due nomi con i quali l'ailanto è conosciuto in Cina: in Mandarino standard è noto come *chouchun*, cioè albero dall'odore sgradevole, mentre nelle regioni attraversate dal corso inferiore del Fiume Giallo l'albero è chiamato *chunshu*, che significa *albero della primavera*, dato che l'ailanto, essendo uno degli ultimi alberi a rompere la dormienza in primavera, indica che il clima della bella stagione è ormai stabile.

Nell'uso ornamentale, il problema dell'odore dei fiori maschili si aggira facilmente piantando solo esemplari femminili.

Tra le più comuni malattie dell'Ailanto abbiamo la ruggine, che si manifesta con macchie gialle sulle foglie, e l'oidio, che provoca la formazione di una patina biancastra sulle foglie soprattutto. Quindi non presenta malattie specifiche

Tra i parassiti, invece, l'ailanto può essere attaccato da afidi e cocciniglie.

Portamento e Crescita

L'albero cresce rapidamente: ogni anno circa un metro in altezza e 1,5 cm in diametro, raggiungendo a

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.94
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

maturità circa (15) 25÷27 metri https://it.wikipedia.org/wiki/Ailanthus_altissima - cite_note-sitzia-5; ha quindi la tendenza a diventare alto in breve tempo e da qui deriva infatti il suo nome "albero del paradiso".

Può raggiungere anche i 100 cm di diametro.

I rami hanno un colore che va dal grigio chiaro allo scuro, ma non mancano rami bruno-rossastri, pubescenti; sono lisci, lucenti e hanno lenticelle in rilievo che diventano fessure con la crescita dell'albero. Le estremità dei rami diventano pendenti con il passare del tempo.

È notevole la sua velocità di accrescimento: il primo anno di vita riesce a raggiungere già uno o due metri di altezza, mentre le bastano due anni per formare una pianta lignificata alta diversi metri.

Il ritmo di crescita è sostenuto nelle prime fasi fino ai 20 anni, quando poi si ha un netto rallentamento.

È tuttavia poco longevo, superando raramente i 50 anni di vita ed eccezionalmente il secolo di vita. Nonostante ciò, la sua straordinaria capacità di generare polloni consente alla pianta di replicarsi per tempi assai più lunghi.

È una pianta tendenzialmente dioica, ossia con esemplari che producono solo fiori maschili ed esemplari che ne producono solo di femminili. Il dioicismo dell'ailanto non è esclusivo: si possono incontrare anche alcuni individui monoici

La corteccia è liscia, grigio chiaro; con l'avanzare dell'età dell'albero, spesso diviene ruvida, con screpolature marrone chiaro verticali, lungo il fusto. La corteccia è caratterizzata dalla presenza di lenticelle e di evidenti cicatrici delle foglie, a forma di cuore; queste cicatrici sono riunite in fasci.

Gli steli, rossicci o castani, sono diritti, lisci e ricoperti superficialmente da finissima peluria.

Le gemme hanno una fine pubescenza, forma a cupola e sono parzialmente nascoste da picciolo, sebbene siano completamente visibili nella stagione latente nelle cavità delle cicatrici delle foglie.

Le foglie sono composte, alterne, imparipennate, opposte picciolate. Esse variano per dimensione dai 30 ai 90 cm in lunghezza e contengono da 11 a 41 foglioline organizzate in coppie, con le foglie più larghe poste sui giovani germogli vigorosi. Foglie glabre, verde-scure e lucenti, con 6-12 paia di segmenti (2÷4 x 5÷7 cm), ovato-lanceolati, alla base asimmetrici e irregolarmente dentati.

Il rachide è di colore verde-rossiccio chiaro con la base rigonfia. Le foglioline sono ovate-lanceolate con margini lisci, abbastanza asimmetriche e talvolta non direttamente opposte l'una all'altra.

Ogni fogliolina è lunga dai 5 ai 18 cm e larga dai 2,5 ai 5,0 cm. Hanno l'estremità affusolata mentre le basi hanno da due a quattro denti, ognuno contenente una o più ghiandole sulla punta. I lati superiori delle foglioline sono di colore verde scuro con venature verde chiaro, mentre i lati inferiori sono verde biancastro. I piccioli sono lunghi 5÷12 mm. Le basi lobate e le ghiandole la distinguono dal sommacco, specie che, pur appartenendo ad un'altra famiglia botanica, presenta un aspetto per alcuni versi simile.

Le foglie, se vengono sfregate, emanano un marcato odore amarognolo, botanicamente definito "crategino" ossia simile a quello dei fiori del biancospino, considerato piacevole nei testi più datati e

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.95
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

spesso considerato sgradevole nei testi più recenti.

Tutte le parti della pianta emanano un caratteristico odore descritto come “puzza di noccioline marce”.

Il suo legno ha un valore molto modesto come materiale da costruzione, sia per robustezza, sia per durata; è adatto invece alla produzione di cellulosa ed è un buon combustibile, producendo fiamme chiare e lasciando poca cenere[.

La radice è fittonante e solo successivamente l'apparato radicale si estende notevolmente in superficie, donando alla pianta una notevole capacità di resistere in ambienti particolarmente secchi o a periodi di prolungata siccità.

A livello radicale, si riscontra la presenza di micorrizze arbuscolari che promuoverebbero la crescita.

La parte corticale delle radici contiene una sostanza aromatica di odore simile a quello della vaniglia; per questo motivo la resina estratta dalla radice era un tempo usata per profumare gli ambienti, ponendola sopra ad un ferro caldo

Riproduzione

L'ailanto può riprodursi per seme a lunghe distanze: il frutto dell'ailanto è una samara, un frutto secco dotato di un'ala, che può essere trasportato da acqua o vento. Una pianta di ailanto può produrre fino a 300.000 samare ogni anno, con una notevole dispersione di una grande quantità di semi.

Oltre che per seme, l'ailanto si propaga anche per via vegetativa per mezzo dell'esteso e vigoroso apparato parato radicale che può estendersi fino a quindici metri di distanza dalla pianta madre generando nuove piante. Le nuove piante che si originano dal seme o dalle radici accrescono in modo molto rapido.

Si sono riscontrati polloni radicali (succhioni) di una pianta madre, collegati ad una preesistente radice laterale anche a 15 metri o più dalla pinta madre (Di Tomaso e Healy 2007), e sarebbe quindi impossibile rimuovere le radici meccanicamente in modo efficace.

L'apparato radicale dell'ailanto secerne sostanze chimiche che impediscono la germinazione e lo sviluppo di altre specie (sostanze allelopatiche).

Si tratta dell'ailantone che inibisce la crescita di altre piante e controlla la presenza delle zanzare e delle termiti. Estratti di cortecce e radici possono essere usati per inibire la crescita di altre erbe infestanti.

Usi della pianta

Come già detto il legno è di scarsa qualità.

La legna dell'Ailanto è leggera e facile da lavorare, rendendola ideale per la costruzione di mobili, utensili e persino imbarcazioni. Inoltre, la legna dell'Ailanto è resistente alla putrefazione e ai parassiti, il che la rende un'opzione eccellente per l'uso esterno.

Le sue foglie sono state utilizzate come mangime per il bestiame.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.96
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

In Cina, l'ailanto ha una lunga e ricca storia come pianta medicinale. È citato nel più antico dizionario cinese conosciuto e menzionato in innumerevoli testi di medicina cinese per la sua asserita efficacia nel curare mali che vanno dalle malattie mentali alla perdita dei capelli.

Nella moderna medicina cinese sono usate le radici, le foglie e la corteccia, principalmente come astringenti, e il frutto, una samara, che ha varie applicazioni: è usato come agente emostatico, per trattare l'enuresi notturna e il problema del sangue nelle feci o nelle urine. Clinicamente, è stato anche dimostrato che tratta la trichomoniasi.

Una delle ricette più antiche che mira a sfruttare le proprietà dell'ailanto risale al 684 d.C. In Cina i suoi preparati erano usati per il trattamento di diversi disturbi mentali e per alleviare ascessi e pruriti.

Un antico rimedio naturale cinese vedeva l'impiego delle foglie di ailanto per preparare un rimedio atto a combattere la calvizie (insieme alla catalpa, migliorerebbe la circolazione sanguigna superficiale, richiamando sangue e nutrienti atti a stimolare la ricrescita del capello).

Se i rimedi appena indicati appartengono al passato, ancora oggi, in Cina, viene usata la corteccia di ailanto. La corteccia di ailanto, stando alla moderna medicina cinese, annovera proprietà astringenti e stimolanti. È usata per contrastare la diarrea, contro le malattie da raffreddamento.

Tra i suoi principi attivi è annoverato anche un agente antimalarico. Una tintura preparata a partire dalla corteccia di ailanto è usata, con efficacia, nel trattamento della palpitazione cardiaca, dell'asma e dell'epilessia.

Sempre per la sua adattabilità e per la sua grande velocità di crescita, e crescendo bene anche in situazioni difficili, l'ailanto è prezioso per il consolidamento di terreni franosi e sterili e perciò venne largamente impiegato. È pianta azotofissatrice che quindi migliora le caratteristiche chimiche del suolo.

Tipico è l'utilizzo per consolidare scarpate ferroviarie o stradali, che consente alla specie di diffondersi se i terreni circostanti sono incolti, al di là delle intenzioni iniziali.

Dall'ailanto le api ottengono un apprezzato e raro miele monoflora (miele di ailanto), con un aroma fruttato particolare.

Invasività

Il grande entusiasmo iniziale per la notevole resistenza dell'ailanto calò quando si rilevò che l'ailanto spesso può comportarsi da specie infestante, grazie alla sua capacità di colonizzare rapidamente aree degradate.

E' un forte competitore soprattutto nelle prime fasi della successione vegetazionale e la sua presenza interrompe la naturale evoluzione delle formazioni native (crescita rapida, impatto sulla disponibilità di luce al suolo).

L'invasività è accentuata dal fatto che le radici producono una sostanza, l'ailanthone, di tipo allelopatico, ossia capace di inibire la crescita e lo sviluppo di piante concorrenti vicine; naturalmente l'ailanto non è l'unica specie a produrre sostanze allelopatiche: altri esempi sono lo juglone del noce nero, l'amigdalina dal pesco e la florizina dal melo.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.97
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Studi mostrano come, sia a causa delle sostanze chimiche rilasciate sia dell'elevata crescita radicale e fogliare, l'Ailanto alteri la rete trofica del suolo, con una potenziale accelerazione della mineralizzazione dei suoli, fattore che incide sulla disponibilità dei nutrienti (N) e quindi sugli equilibri biotici (colonizzazione piante nitrofile, alterazioni comunità microbiche e di artropodi).

La crescita di nuclei di Ailanto modifica la disponibilità della luce al suolo, il ciclo di formazione della lettiera.

È questo uno dei motivi principali che consente a questa specie di crescere in popolamenti puri.

In Australia, negli Stati Uniti d'America, in Nuova Zelanda e in numerosi Paesi dell'Europa meridionale e dell'Europa orientale, è considerata una specie molto infestante e quindi nociva per gli ambienti naturali.

Naturalmente o in risposta a effetti perturbativi (es. taglio, fuoco, gelo, ecc.), emette polloni dalle radici, dal colletto o dal fusto. Già esemplari giovani (meno di 1 anno) hanno una grande capacità pollonifera.

I ricacci possono comparire anche a considerevoli distanze dalla pianta madre (27-120 m) a seconda dell'ambiente colonizzato.

La specie si può riprodurre anche da frammenti del fusto o delle radici di dimensioni ridotte (lunghezza < 1 cm).

I frammenti della pianta sopravvivono, mantenendo il loro potenziale propagativo, anche dopo un periodo di immersione (3÷10 gg).

Pur avendo una crescita rapida in entrambi i casi, nel corso di una stagione vegetativa, la crescita dei ricacci (3-4 m) è più vigorosa di quella dei semenzali del primo anno (1÷2 m).

La sua eradicazione è difficile, perché l'albero ricaccia vigorosamente se tagliato.

Si tratta quindi di una specie molto invasiva, che è presto entrata in competizione con le piante già presenti prendendo il sopravvento sulle specie autoctone.

Come già detto, l'ailanto si tratta di una pianta particolarmente rustica. L'ailanto può riprodursi sia per seme, sia attraverso la via vegetativa attraverso le radici: i semi dell'ailanto sono racchiusi in frutti dotati di ali che possono viaggiare su lunghe distanze, coprendo territori anche molto lontani dalla pianta madre e l'apparato radicale può dare vita a nuove piante fino a quindici metri dall'albero principale.

Le radici dell'ailanto producono e rilasciano nel terreno sostanze che impediscono la nascita di altre specie.

Riuscire quindi a controllare la diffusione dell'ailanto è difficile: abbattere gli esemplari non risulta efficace perché la pianta emette nuovi germogli dalle radici rimaste nella terra mentre l'eradicazione di tutta la pianta è particolarmente complicata e l'uso di sostanze chimiche andrebbe invece a inquinare il suolo.

L'ailanto presenta una certa tossicità (è pianta velenosa) per l'uomo e contatto con foglie e fiori può provocare irritazioni cutanee e dermatiti.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.98
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

La sua tossicità è legata a una lunga lista di sostanze come saponine, aliantine, quassine.

L'ailanto cresce negli interstizi delle costruzioni edilizie, tra un mattone e l'altro, nelle crepe esterne dei muri: la sua crescita mina fortemente la stabilità dell'intero fabbricato. Provoca danni alle tubazioni (acqua o fognatura o altro).

Non solo in Italia, anche negli Stati Uniti, in Nuova Zelanda e in Australia è considerata una specie invasiva difficile da controllare.

L'European and Mediterranean Plant Protection Organization lo ha infatti incluso tra le specie invasive che necessitano di un controllo da parte dell'uomo.

Sistemi di controllo

La sua eradicazione è difficile perché l'albero ricaccia vigorosamente se tagliato.

E' difficile da eliminare definitivamente se non si provvede a eliminare le radici. Non basta tagliare il fusto, anche se è molto piccolo, questo potrà riprendere a rivegetare. Per eliminare l'ailanto è necessario sradicare la pianta prestando attenzione a eliminare qualsiasi gemma vegetativa e l'intero apparato radicale.

Controllo meccanico e chimico: Se si riscontra la presenza di Ailanto a uno stadio iniziale di colonizzazione (semenzali, plantule), è possibile applicare la rimozione manuale delle plantule (assicurando la rimozione anche delle radici) e prevedere un monitoraggio dell'area per i due anni successivi, onde evitare la ripresa dalla *soil seed bank*.

Dopo la rimozione delle plantule, è fortemente consigliato avviare una riqualificazione della vegetazione dell'area.

Qualora l'infestazione fosse più avanzata (presenza d'individui più grandi, portaseme, ecc.) è necessario seguire le indicazioni per il contenimento che seguono.

Salvo nel caso di semenzali, il mero controllo meccanico (es. taglio, sfalcio) può risultare inefficace, se non dannoso, nel contenimento dell'Ailanto.

In generale, più efficaci sono i metodi di controllo integrati, che prevedono l'azione meccanica seguita dall'uso di erbicidi sistemici.

Studi americani (Patrick L. Burch e Shepard M. Zedaker) hanno rilevato quindi che vi sono risultati ottimi se si usano i seguenti principi chimici diserbanti sistemici:

Picloram e Triclopir (esempi di prodotti in commercio in Italia: TORDON 22K ® e GARLON ®).

Questi diserbanti dati in successione e ripetutamente nell'arco della bella stagione (da maggio a settembre), con le dovute precauzioni, devono essere applicati alle foglie e agli steli verdi, tra cui germogli e polloni, fino a che questi siano completamente bagnati, ma non fino al punto di deflusso della miscela.

Sei settimane dopo il trattamento si hanno i primi duraturi risultati.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.99
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

I prodotti ovviamente non sono selettivi, sono altamente fitotossici per colture arboree ed erbacee in genere; da evitare quindi i trattamenti in giornate ventose e porre attenzione ad eventuali colture limitrofe evitando che vengano colpite.

Migliore metodo è quello di impiegare un tampone di spugna, evitando che il diserbante vada alla deriva (inevitabile con qualsiasi altro metodo, con cui sono poi d'obbligo occhiali, guanti, tuta e maschera a filtri, consigliati comunque).

Sono state provate anche le iniezioni di queste sostanze (sono stati testati anche altri principi attivi diserbanti come l'Imazapyr o il Glyphosate -glifosate-, tuttavia non sono così efficaci).

I trattamenti con i diserbanti devono essere localizzati e a basso volume, così da limitare o evitare la dispersione dell'erbicida nell'ambiente. Le tecniche possono variare a seconda dell'età/dimensione degli esemplari e del grado di accessibilità al sito e le seguenti sono state selezionate nell'ambito del LIFE Alta Murgia come quelle più rispettose per l'ambiente:

- taglio e spennellatura: taglio alla base, con applicazione dell'erbicida (es. glifosate) sul taglio fresco, rimozione materiale vegetale di risulta. Durante il LIFE Montecristo è stato osservato come questa tecnica sia più efficace su esemplari >1,5 m d'altezza;
- decorticazione con spugnetta: lungo il fusto si effettuano incisioni verticali distanziate e larghe 3 cm, all'interno delle quali si applicano spugnette che vengono successivamente imbevute di 2-3 ml di erbicida;
- iniezione: alla base dell'esemplare effettuare un foro con il trapano ogni 15 cm di circonferenza si pratica un foro profondo, inclinato verso il basso (45°) e largo 1 cm, che viene riempito appena fatto con una siringa di erbicida. Questo metodo è adatto per esemplari di certe dimensioni. Nell'ambito del LIFE Montecristo, il metodo "buca e inietta" è applicato creando un serbatoio per l'erbicida sulla pianta con un taglio a forma di tasca con la motosega.
- endoterapia: è consigliata per esemplari di grandi dimensioni e richiede personale qualificato e attrezzature specifiche.

Gli operatori del LIFE Montecristo hanno testato anche il metodo E-Z-Ject® lance (brevettato da Odom Processing Engineering Consulting, Inc., Waynesboro, MS) che prevede l'iniezione, dentro lo strato del cambio all'interno del fusto, di capsule di 22 mm di diametro contenenti una soluzione erbicida (glyphosate o imazapyr) mediante l'uso di una lancia meccanica.

Il numero di capsule da iniettare è proporzionale al diametro. Questo metodo è indicato per le piante aventi diametro >3÷4 cm (Vagniluca et al., 2014).

L'applicazione di questi metodi di controllo richiede personale specializzato dotato di permessi, DPI e attrezzature a norma di legge. È indispensabile monitorare l'efficacia degli interventi e intervenire una seconda volta nel caso di ricacci o rinnovamenti. È fortemente consigliata la riqualificazione delle aree dopo gli interventi con la creazione di situazione idonee per l'attecchimento di specie native.

L'efficacia del trattamento è strettamente dipendente dal periodo di applicazione: è necessario intervenire in piena vegetativa delle piante di ailanto, e tra la primavera - estate e durante il periodo tardo estivo - autunnale, nei quali prevale la fase di traslocazione alle radici e quindi gli erbicidi sistemici sono più efficaci (Vagniluca et al., 2014).

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.100
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

In Sicilia, è stato individuato l'autunno come periodo che può assicurare maggiore efficacia del trattamento (Badalamenti et al., 2015). Considerate le variazioni stagionali (es. caldo anticipato), è bene valutare la stagione degli interventi in base al clima ed effettuare monitoraggi nella tarda primavera-inizio estate per capire lo stato vegetativo degli esemplari (Csiszar & Korda, 2017).

Il controllo integrato di ailanto può prevedere anche l'utilizzo del pascolo: pur essendo scarsamente appetito (e in alcuni casi tossico), ailanto è consumato da diversi pascolatori e brucatori (mucche, pecore, capre e cervi) che possono indebolire fortemente gli esemplari (Brundu, 2017).



Le caratteristiche dell'ailanto hanno permesso a questa pianta di espandersi sempre di più e oggi nel nostro Paese; l'ailanto è diffuso in tutte le Regioni dove forma popolamenti in diversi habitat sia in pianura che in collina e bassa montagna, adattandosi a diverse condizioni climatiche e minacciando la flora autoctona.

Il fuoco e la rimozione dei soli germogli per evitarne la fotosintesi (simulando un erbivoro ruminante) possono indebolire le radici, ma tuttavia nessuno dei metodi si rivela essere una soluzione a lungo termine alla germinazione continua.

Recenti esperienze condotte a partire dal 2020 in Provincia Autonoma di Bolzano – servizio Foreste – riguardo al controllo di questa specie in collaborazione con l'Università di Agraria di Vienna (BOKU) hanno dimostrato che un primo taglio effettuato a circa 1 m di altezza, seguito da successivi tagli annuali dei ricacci dal fusto (generalmente meno vigorosi di quelli radicali e quasi alternativi a questi nel senso che la pianta predilige l'emissione di polloni dal fusto), risultano efficaci a sfiancare la pianta ed a dare modo alle vegetazione autoctona di creare condizioni sfavorevoli all'ailanto, il quale dopo 5 anni viene

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.101
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

tagliato alla base.

L'esperimento è ancora in corso.

Buoni risultati si sono avuti anche con la cercinatura (per una fascia di altezza di circa 15 cm ed una profondità di 2÷3 cm); tale tecnica è tuttavia onerosa ed applicabile solo agli esemplari di maggiori dimensioni

Controllo biologico: gli agenti biologici impiegati per il controllo di ailanto sono molteplici. In particolare, l'uso di funghi del genere *Verticillium* nativi europei pare essere un promettente metodo di controllo biologico. Il fungo viene iniettato nel fusto e i sintomi si manifestano con appassimenti fogliari, necrosi e quindi morte dell'ailanto. Studi sono in corso per definire le potenzialità dell'utilizzo ed eventuali danni per altre piante.

CARATTERISTICHE DA TENERE IN CONSIDERAZIONE	METODI DI CONTROLLO
Sopporta terreni poveri e sopporta assenza di acqua – pianta eliofila	non lasciare spazi aperti
pianta a rapidissimo accrescimento – 2,5 m in 2 anni	tagli frequenti (fino a 2 volte anno) per 5 anni almeno ad 1 m di altezza; questo fa sì che la pianta emetta getti dal fusto meno aggressivi di quelli radicali – sfiancamento della pianta e taglio finale
Elevata produzione di semi – forte riproduzione vegetativa anche da polloni radicali	Piantagione, immediatamente dopo il taglio, di specie concorrenti
riproduzione prevalente per seme trasportato dal vento – riproduzione agamica anche a 25 m dalla pianta madre	Taglio in primavera ed estate ripetuto per più anni prima della fruttificazione. Cercinatura degli esemplari di maggiori dimensioni
Anemocooria – emissione sostanze allelopatiche – pianta azotofissatrice	Impianto di specie concorrenti poco esigenti
Scarsa resistenza all'ombra	Impianto di specie a rapido accrescimento concorrenziale e tagli nelle cure colturali
Sensibilità chimica	controllo chimico possibile
crea soprassuoli puri, impedisce crescita piante autoctone per rapida crescita e sostanze allelopatiche	Tagli frequenti anche a buche
è pianta eliofila, ma tollera anche l'ombra	Creazione di ombra
	decontaminazione dei mezzi impiegati (dai semi e da parti di radici)

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.102
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

6.2.6. Robinia pseudoacacia

Nome comune: Robinia, Acacia, Acacia falsa, Gaggia, Cascia

Famiglia: Fabaceae



La robinia è originaria del Nordamerica orientale. Di provenienza coloniale, venne utilizzata a fini sperimentali e successivamente scambiata privatamente tra cultori e appassionati.

Nella seconda metà dell'Ottocento veniva impiegata in modo estensivo per consolidare gli argini delle prime linee ferroviarie in costruzione.

In Europa è stata introdotta dal 1601, in Italia dal 1662 e nello specifico in Lombardia è coltivata almeno dal 1785 all'Orto Botanico di Pavia e naturalizzata almeno dal 1855.

Inizialmente la Robinia, in quanto specie arborea che si è ben adattata ai nuovi ambienti, non ha avuto grandi effetti negativi sugli ecosistemi dell'Europa centrale. Solamente dopo la Seconda guerra mondiale la Robinia iniziò a mostrare il suo forte potenziale di espansione, colonizzando le macerie delle città devastate dai bombardamenti. In seguito, essa conquistò anche numerose aree marginali che erano state abbandonate dall'agricoltura durante la fase dello sviluppo socioeconomico del dopoguerra. A partire dagli anni '50 compaiono infine i primi articoli contenenti raccomandazioni dettagliate, messe a punto allo scopo di combattere la Robinia.

Diffusa in molte regioni viene considerata specie invasiva.

La Robinia esige una stagione vegetativa prolungata e calda, anche se tollera il gelo prolungato e tardivo grazie alla posizione protetta delle gemme e all'entrata in vegetazione in primavera avanzata. Necessita di abbondanti precipitazioni, almeno 200 mm in estate; in condizioni di minore piovosità o su suoli superficiali e molto drenanti assume portamento arbustivo.

Specie ad ampio spettro ecologico, a rapida crescita, ottima capacità pollonifera e capacità di fissare l'azoto nel suolo.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.103
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	



Specie tipicamente eliofila; le giovani piante non sopportano la competizione delle altre specie, ma in condizioni favorevoli si accrescono rapidamente nei primi anni.

Pioniera, con notevole capacità di adattamento a tutti i suoli eccessivamente compatti e/o impregnati d'acqua; rifugge i suoli fortemente calcarei sui quali manifesta ingiallimenti fogliari; ha una buona tolleranza alla salinità e resistenza al fuoco.

Si tratta di un albero deciduo alto 2÷25 m oppure arbusto pollonante (ceduato), con sistema radicale molto esteso in superficie; corteccia di rami e giovani fusti omogenea, grigiastra, quella dei tronchi fessurata longitudinalmente in losanghe lunghe e strette.

Foglie composte in media di 13÷15 segmenti ellittici, di 3÷5×1÷2 cm, arrotondati all'apice, di un verde un po' glauco, più chiari di sotto; stipole trasformate in spine robuste, nero-brunastre.

Fiori molto profumati, in racemi ascellari penduli, lunghi 10÷20 cm; corolla papilionacea, lunga 15÷20 mm, bianca con vessillo giallo alla base. Il frutto è un legume di 5÷10×1 cm, appiattito, glabro, contenente 3÷10 semi lenticolari-reniformi, bruni, opachi.

Il periodo di fioritura è tra aprile e giugno. I semi racchiusi nel legume, sono dispersi dal vento. La riproduzione può essere anche vegetativa, in questo caso si ha la produzione di polloni che crescono anche a notevole distanza dalla pianta madre.

I **semi** possono essere trasportati a distanza dal vento. La germinazione del seme è difficile, a causa della durezza del tegumento, che conserva il seme per molti anni, e può essere facilitata dal passaggio di incendi.

I semi di Robinia sono pesanti, quindi la loro distanza di propagazione è relativamente breve. La distribuzione su lunghe distanze viene effettuata principalmente dall'uomo, sia tramite piantagione, che con il trasporto involontario di semi e radici, oppure anche con lo spostamento di terra.

La riproduzione vegetativa è predominante rispetto alla rinnovazione da seme. I polloni sono emessi sia dalle radici sia da ceppaia, in numero talora elevatissimo (anche 10.000/ha). In questo modo la velocità di espansione della robinia verso aree libere come i coltivi abbandonati o boschi tagliati a raso può essere anche di alcuni metri all'anno. Luce al suolo e condizioni edafiche favorevoli inducono l'emissione dei polloni radicali.

I polloni da ceppaia, viceversa, raramente si formano in modo spontaneo, ma sono quasi sempre favoriti

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.104
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

dal verificarsi di danni (fuoco, vento, malattie, ecc.) e da tagli di utilizzazione. I giovani polloni possono accrescersi fino a 3 m in altezza nei primi 2-3 anni.

La Robinia fruttifica già a partire dai sei anni di età e produce, nei popolamenti puri, fino a 12.000 semi/m². I semi mantengono la loro facoltà di germinare per oltre dieci anni, anche se il loro tasso di germinazione è piuttosto basso.

Si sviluppa in boschi planiziali e collinari, scarpate, habitat incolti e siepi.

Ubiquitaria, forma estesi boschi puri e misti con querce, castagni, pioppi e salici (lungo le fasce fluviali) e altre latifoglie mesofile, dalla fascia pedemontana ai rilievi collinari interni e alla pianura. Oltre alle aree boscate la robinia è in grado di colonizzare ambienti aperti quali greti stabilizzati, praterie, brughiere, arbusteti, pendii rocciosi, coltivi abbandonati e aree antropizzate (cantieri, margini stradali, discariche ecc.). Talvolta utilizzata come ornamentale in giardini e alberate.

Tende a costituire popolamenti puri, sostituendo la vegetazione spontanea e determinando una forte riduzione della biodiversità, accentuata dalla produzione di sostanze allelopatiche. E' in grado di insediarsi stabilmente in diversi tipi di ambienti naturali, laddove favorita dal disturbo antropico. Le ceduzioni frequenti inducono una maggiore emissione di polloni radicali e da ceppaia riducendo ulteriormente il livello di biodiversità; trattandosi di specie pioniera poco longeva (<100 anni), se lasciata invecchiare indisturbata, dopo i 40-50 anni è soggetta ad un rapido declino e tende a essere sostituita da specie mesofile.

Il pericolo maggiore di invasione da parte della Robinia deriva dalla propagazione vegetativa generata da danni meccanici alle radici o ai fusti, che favoriscono la formazione di polloni.

Queste proprietà, abbinate alla sua tolleranza ecologica e alla sua attitudine di fissare l'azoto atmosferico nel suolo, conferiscono alla Robinia una grande capacità di colonizzare i terreni incolti circostanti, le aree degradate, le praterie secche, le brughiere, gli affioramenti rocciosi e le sponde dei corsi d'acqua.

A causa della emissione piuttosto tardiva delle foglie e del fogliame relativamente rado e trasparente, i soprassuoli puri di Robinia sono più luminosi e diradati rispetto ai boschi naturali, condizione che provoca spesso la formazione di strati erbacei piuttosto densi, con la conseguente scomparsa di specie vegetali rare tipiche di tali stazioni.

Sulle stazioni asciutte o secche si forma spesso uno strato erboso denso con una percentuale variabile di specie ruderali, mentre nei siti mediamente umidi prevalgono le specie nitrofile, vale a dire amanti dell'azoto. La Robinia ha la maggiore influenza sulle condizioni ambientali tipiche delle praterie secche grazie all'ombreggiamento delle sue chiome e alla fissazione dell'azoto, processi che penalizzano sia le piante più rare o in via di estinzione, che gli invertebrati amanti della luce.

E' specie inclusa nella lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione.

La capacità espansiva della robinia è massimale fintanto che l'uomo ne pratica la gestione soprattutto attraverso il taglio ripetuto (ceduazione); pertanto, il recupero delle specie native e dei loro assetti naturali nelle cenosi infestate da robinia (boschetti e boscaglie) può conseguirsi a 25÷30 anni dall'ultimo intervento perturbativo.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.105
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Per evitare che le piante rigettino, è possibile praticare la cercinatura asportando un anello di corteccia largo 15 cm; in questo modo le radici non ricevono più gli elaborati della fotosintesi e nell'anno successivo l'albero può essere abbattuto senza rischio di reviviscenze.

La diffusione di questa specie è generalmente indice di una scarsa qualità degli ecosistemi forestali, non già di una condizione naturale dei boschi stessi (la robinia è una pianta frugale), talvolta dovuta alle attività selvicolturali che hanno favorito questa specie a rapido accrescimento rispetto a quelle autoctone più lente.

Aspetti economici

Non può essere trascurato il valore della produzione mellifera e del legno, destinato soprattutto a scopi energetici (oltre 1/3 del legno tagliato in Piemonte), ma utilizzabile per vari impieghi (paleria, travi e altri assortimenti), essendo ricco di tannini e perciò a elevata durabilità naturale (non impregnable).

Inoltre, se gestita con ceduzioni a intervalli brevi, può svolgere un ruolo importante nella stabilizzazione dei versanti e delle scarpate lungo le infrastrutture.

Infine, si tratta di una specie pioniera a elevata capacità di successione e pertanto facilmente controllabile con la selvicoltura rispetto alle altre invasive.

Considerando tali aspetti, le strategie di gestione per la Robinia devono essere differenziate in funzione degli ambiti operativi e degli obiettivi specifici.

Da un punto di vista economico i boschi di Robinia sono particolarmente interessanti. Nelle piantagioni destinate alla produzione di energia gestite a turni brevi, si possono produrre ogni 15 anni da 50 a 135 tonnellate di biomassa legnosa secca per ettaro, a dipendenza delle condizioni stazionali. Per produrre legname da opera, gli alberi di robinia vengono raccolti ad un'età compresa tra i 30 e i 40 anni. In questo modo essi avranno raggiunto un diametro di circa 30 cm, con delle provvigioni di legname commercializzabile fino a 300 m³/ha. Se le condizioni sono favorevoli, i robinieti possono raggiungere un accrescimento medio annuo di 11÷13 m³/ha, quantitativo corrispondente a 8÷9,5 t di sostanza secca per ettaro.

La produzione di legname da opera di qualità è più difficile su terreni con scarso approvvigionamento idrico e poco arieggiati, poiché in condizioni simili la Robinia tende a formare fusti decisamente arcuati e con tronchi privi di nodi piuttosto corti. Inoltre, le gelate tardive possono danneggiare i giovani germogli, fenomeno che provoca anch'esso la formazione di fusti legnosi ricurvi. In alcuni paesi europei come l'Ungheria, la Francia e la Germania, sono stati istituiti dei programmi di selezione e di coltivazione finalizzati al miglioramento della qualità dei tronchi.

Agricoltura e allevamento

Le foglie giovani e i giovani getti contengono sostanze tossiche (robinina), che se ingerite possono causare principi di avvelenamento in molti animali (es. suini, ovini, conigli ed equini).

Salute

Le sostanze contenute nella pianta, ad eccezione dei fiori, se ingerite possono risultare tossiche anche per l'uomo.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.106
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Manufatti

Con l'apparato radicale può danneggiare marciapiedi, strade, aree archeologiche, strutture sotterranee. Necessita di contenimento ai bordi di canali, strade e massicciate ferroviarie, ove peraltro contribuisce a consolidare il suolo.

Misure di prevenzione/gestione/lotta/contenimento

L'eliminazione della Robinia da habitat di elevato pregio comporta dei costi decisamente elevati. La ricostituzione della comunità vegetale primordiale piuttosto raramente è coronata da successo, anche a causa dei cambiamenti irreversibili dell'ecosistema a livello delle condizioni dei suoli, del microclima e delle condizioni di luce.

Contrariamente all'opinione diffusa secondo la quale la Robinia diminuisce la biodiversità, recenti studi mostrano che almeno per gli uccelli, il numero delle specie presenti nei popolamenti di robinia può essere superiore a quello presenti nei querceti.

Un altro aspetto valutato positivamente è che la Robinia, attraverso la colonizzazione di aree industriali e agricole povere di strutture e di specie, riesce a costituire delle "isole" con una crescente biodiversità, che costituiscono altresì dei comprensori essenziali sia per la salvaguardia di specie pregiate e minacciate, che per la creazione di corridoi ecologici.

Misure di prevenzione (valevoli per gli ambiti in cui l'obiettivo sia il contenimento o l'eradicazione localizzata)

- Evitare l'utilizzo in ambienti naturali e/o per scopi ornamentali e/o nei ripristini;
- evitare trasformazioni che possano creare suoli nudi idonei all'insediamento e allo sviluppo della specie;
- evitare le ceduazioni;
- monitorare la presenza e il grado di invasività.

Il metodo più efficace consiste nell'abbattimento o la cercinatura dei fusti, accompagnato da un successivo trattamento con erbicidi delle superfici di taglio.

Ambito agricolo

A causa della limitata diffusione della specie nell'ambito delle colture agricole tradizionali, non sono in genere necessari interventi specifici per il suo contenimento. Si ritiene invece necessario dettagliare alcune misure per l'arboricoltura da legno, dove la robinia può essere utilizzata come accessoria in impianti misti a ciclo medio lungo o in purezza in piantagioni a ciclo breve per la produzione di biomassa.

Le piantagioni di robinia con gestione a ceduo a turno breve (Short Rotation Coppice S.R.C.) sono realizzate generalmente con spaziature tra le piante di m. 3×3 , turni quinquennali e obiettivo di produrre legno per energia o anche per l'industria; dopo la ceduazione le ceppaie vengono lasciate in campo ed emettono nuovi polloni.

Sia qui che negli impianti misti, per evitare l'emissione di nuovi polloni radicali nelle interfile e sui lati

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.107
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

esterni dell'impianto, è importante limitare le lavorazioni del suolo per il controllo delle infestanti (discatura) ai primi due anni, cioè fino a quando gli apparati radicali della robinia sono poco sviluppati e non vengono sezionati dai dischi; dopodiché è bene procedere con la sola trinciatura dell'erba.

Un altro aspetto importante è l'altezza di taglio al momento della ceduzione: il taglio raso terra stimolerebbe la pianta a produrre polloni radicali anche lontano dalla base del fusto, mentre un taglio effettuato ad almeno 10 cm da terra dovrebbe indurre la pianta a produrre nuovi polloni dal fusto.

Robinia su terreni agricoli e su prati secchi

In aperta campagna le Robinie si trovano soprattutto in luoghi molto caldi e asciutti con terreni di scarso pregio (ad esempio coltivi marginali, forre, colline rocciose) circondati da terreni agricoli. Si tratta spesso di piantagioni dismesse, composte da alberi vetusti che compongono popolamenti boschivi vecchi ed aperti, caratterizzati da tronchi arborei contorti e curvilinei fino a circa 10 m di altezza. In alcuni paesi europei come la Slovacchia, la Slovenia e l'Italia esiste una lunga tradizione di coltivazione della robinia per la produzione di pali impiegati quali tutori nei vigneti o per la produzione di botti, che risale almeno al XIX° secolo.

Le coltivazioni circostanti che vengono regolarmente gestite (ad es. campi, vigneti e frutteti) costituiscono una zona cuscinetto che impedisce la diffusione per via vegetativa della Robinia. I problemi sorgono quando i popolamenti di Robinia confinano con praterie secche, gli ecosistemi più minacciati dalla Robinia. La robinia può infatti insediarsi rapidamente in queste praterie secche, grazie alla sua ottima capacità di emettere polloni radicali.

Ambito extra agricolo: aree industriali, cantieri e manufatti in genere

Si riportano per quest'ambito le principali modalità di controllo, valide anche per altri ambiti qualora l'obiettivo specifico sia l'eradicazione o il controllo (ad es. habitat di interesse conservazionistico in Aree Protette o Siti della rete Natura 2000)

Interventi di tipo meccanico

- Eliminazione degli individui adulti previa cercinatura dei tronchi ad anello a livello del colletto, consistente nell'eliminazione della corteccia e incisione del tronco fino al cambio per una fascia di almeno 15 cm; questa pratica deve essere effettuata in primavera alla ripresa vegetativa, quando è massima la pressione dei liquidi all'interno della pianta. La cercinatura può essere effettuata con motosega, con roncola a mano o con altri strumenti da taglio (coltelli, raschietti, accette, ecc.), a seconda delle dimensioni dell'esemplare. Oltre che sugli adulti questa operazione può essere effettuata sugli individui giovani. In questo modo gli esemplari sono lasciati morire in piedi, salvo nelle aree fruite in presenza di immobili o infrastrutture per evitare, in caso di schianti, danni a persone o cose; in questo caso si devono adottare altre modalità di controllo (vedi oltre).
- Decespugliamento o trinciatura, ripetuti più volte nel corso della stagione vegetativa a danno dei polloni emergenti dalle ceppaie o dalle radici; anche a seguito dell'azione precedente, sono efficaci per estinguerne la capacità di ricaccio.
- Estirpo manuale dei semenzali nelle prime fasi di sviluppo, da effettuarsi preferibilmente a partire dalle aree meno invase, dove lo sviluppo della vegetazione autoctona può ostacolarne il reinsediamento.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.108
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

Interventi di tipo chimico

Nelle aree nelle quali è consentito, è possibile impiegare erbicidi non selettivi ad ampio spettro (es. glifosate, fluroxipir+triclopir, fluroxipir+aminopirialid, triclopir+aminopirialid) a completamento/rafforzamento di un intervento di tipo meccanico. Verificare ulteriori restrizioni nel caso di impiego di erbicidi in deroga nelle zone frequentate dalla popolazione o da gruppi vulnerabili, come indicato dal Piano di Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (PAN). Verificare ulteriori restrizioni nel caso di impiego di erbicidi in deroga nelle zone frequentate dalla popolazione o da gruppi vulnerabili, come indicato nel D.M. del 22 gennaio 2014 (Piano di Azione Nazionale). Si consiglia di combinare l'impiego di erbicidi sistemici ad ampio spettro (es. glifosate, triclopir, fluroxipir+triclopir) a completamento/rafforzamento di un intervento di tipo meccanico.

Intervenire su piante in attiva crescita dalla primavera sino all'autunno; i trattamenti finalizzati all'eliminazione dei polloni aumentano di efficacia se effettuati in tarda estate-autunno perché in questo periodo dell'anno la pianta intensifica il trasporto floematico di fotosintetati agli organi di riserva sotterranei.

Tra le possibili metodiche di applicazione:

- taglio e spennellatura: in seguito ad un intervento di taglio (cercinatura, taglio alla base del fusto, decespugliamento ripetuto) spennellare le superfici tagliate con gli erbicidi sopraelencati per estinguere la capacità rigenerativa di ceppaie e polloni;
- endoterapia: iniezione di erbicidi: alla base del tronco realizzare con un trapano una cavità lineare inclinata verso la radice dell'albero fino a raggiungere il centro del tronco, riempire la cavità ottenuta con erbicida e quindi richiudere con mastice da innesti o terra; inserire uno degli erbicidi sopraelencati all'interno della cavità in modo che raggiunga la radice e determini la morte della pianta;
- aspersione fogliare: applicazione localizzata degli erbicidi sopraelencati con attrezzature idonee a ridurre il più possibile i fenomeni di deriva (es. ugelli schermati, attrezzature a flusso controllato, attrezzature ad organi lambenti) (vedi capitolo parte generale). Intervento consigliato solo in caso di esemplari giovani e isolati che abbiano un limitato sviluppo in altezza (<150 cm);
- applicazione basale: spennellare una porzione del fusto di almeno 40-50 cm con gli erbicidi sopraelencati. Efficace su esemplari giovani con corteccia fine erbacea nei casi in cui l'aspersione fogliare non sia applicabile per l'elevato sviluppo in altezza della pianta.

È indispensabile monitorare l'efficacia degli interventi nel corso del tempo e nel caso ripeterli a causa dell'elevata capacità rigenerativa della specie a partire dai polloni.

Ambito naturale e seminaturale

Gestione selvicolturale

La gestione selvicolturale deve essere impostata in funzione di obiettivi specifici, anche diversi fra loro e non sempre in contrasto: economici, di protezione del suolo o interventi di eradicazione. Quest'ultimo è l'obiettivo principale da perseguire nelle Aree Protette e nei Siti Natura 2000.

Nel taglio dei robinieti si prevede in genere il rilascio di almeno il 25 % della copertura, con priorità

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.109
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

per le specie autoctone.

Tenuto conto di ciò si forniscono le seguenti indicazioni:

Popolamenti con presenza sporadica o potenziale:

- prelevare selettivamente le singole robinie infiltrate tra le altre specie senza tagliare queste ultime;
- evitare la creazione di ampie aperture in presenza di nuclei d'invasione in aree limitrofe o periferiche;
- in presenza di chiarie o aperture in aree boscate valutare il sottoimpianto/rinfoltimento con semenzali/astoni/talee di specie autoctone.

Popolamenti puri o con prevalente copertura di robinia:

- evoluzione monitorata della dinamica naturale, attendendo lo sviluppo di specie autoctone concorrenziali (frassino maggiore, acero di monte, carpino bianco, olmi, nocciolo ecc.) e quindi in grado di sostituire progressivamente la robinia;
- diradamenti e conversione del ceduo, agendo principalmente a favore delle specie autoctone eventualmente presenti, il cui numero potrà essere incrementato con la messa a dimora di astoni di salicacee (es. Populus alba) o semenzali di specie autoctone tolleranti l'ombra, almeno nelle fasi giovanili, a cui dovranno essere riservate le cure colturali negli anni successivi. L'invecchiamento e la concorrenza delle specie autoctone indurranno, negli esemplari di robinia rilasciati, una progressiva perdita di vigore che accelererà l'evoluzione del popolamento verso forme in cui la specie è meno frequente.

Robinia in ambito forestale

La tradizionale gestione del bosco di Robinia tramite ceduo ne favorisce fortemente la diffusione. Si tratta di un fattore decisionale importante, poiché quando la Robinia è mescolata con altre specie e una sua ulteriore diffusione non è auspicabile, è di fondamentale importanza mantenere il soprassuolo chiuso al fine di evitare la sua espansione incontrollata (favorita dalla propagazione dei semi e dall'emissione di polloni radicali). In popolamenti puri di Robinia una trasformazione attraverso la sua sostituzione con specie arboree autoctone è molto onerosa. Se non vi sono obiettivi prioritari in termini di biodiversità, la Robinia può essere gestita sulla base di turni e di interventi selvicolturali finalizzati sia alle funzioni forestali che i popolamenti devono conseguire (produzione, ricreazione, protezione), che ai prodotti auspicati (es. tronchi da sega, paleria, miele).

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.110
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	



Se si desidera sostituire la robinia con altre specie arboree, si suggerisce di adottare un approccio differenziato a seconda delle condizioni iniziali presenti: se le specie arboree autoctone auspiccate sono già presenti o se hanno buone possibilità di sementazione per via naturale, non si dovrebbe intervenire per nulla, poiché qualunque operazione di tipo selvicolturale avrebbe l'effetto di stimolare d'emissione di polloni dalle ceppaie. Sarebbe invece meglio accompagnare le robinie alla loro sparizione per via naturale. Se invece le specie arboree autoctone sono assenti o se per motivi di sicurezza (foreste di protezione, consolidamento di scarpate ferroviarie, ecc.), non è possibile rinunciare ad interventi colturali, dopo gli interventi di ceduzione è opportuno favorire in modo mirato singoli individui di robinia prescelti, in modo che essi possano essere utilizzati quale impianto preparatorio per favorire l'insediamento della rinnovazione naturale o per la protezione di specie arboree autoctone semi-sciafile, messe successivamente a dimora sotto copertura.

Anche sui terreni a gestione agricola, una volta che la Robinia si è insediata, il suo controllo e la sua eradicazione sono difficili, poiché tra le radici dei singoli alberi si forma un reticolo di contatto sotterraneo. La rimozione di singoli alberi, pertanto non serve a nulla. Al momento non esiste quindi nessun un metodo di eradicazione generalmente raccomandato.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.111
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	



TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.112
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	



La Robinia all'interno di aree abitate

Fintanto che le robinie non crescono in aree abitate o edificate situate nei pressi di aree boschive aperte, riserve naturali o altri biotopi particolari, in genere i robinieti non costituiscono un problema. Nelle aree potenzialmente problematiche, la robinia non dovrebbe comunque essere piantata e, laddove presente, essa dovrebbe essere rimossa a titolo precauzionale.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.113
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

7. PRESCRIZIONI PER LA TUTELA DEL SUOLO IN CANTIERE E CARATTERISTICHE DEI MEZZI MECCANICI

7.1. Parametri di utilizzo dei macchinari

7.1.1. Numero di passaggi

La maggior parte degli impatti al suolo si verifica dopo i primi passaggi delle macchine, a causa della distruzione immediata della struttura del suolo e della riduzione della porosità.

Nei passaggi successivi al decimo la compattazione continua ad aumentare, ma con incrementi via via meno importanti (Figura che segue).

Una volta compattato, infatti, qualsiasi terreno è relativamente resistente ad un'ulteriore compattazione. Questo suggerisce di utilizzare possibilmente sempre gli stessi tracciati per confinare gli impatti: è meglio passare 30 volte sulla stessa pista che 1 volta su 30 piste diverse.

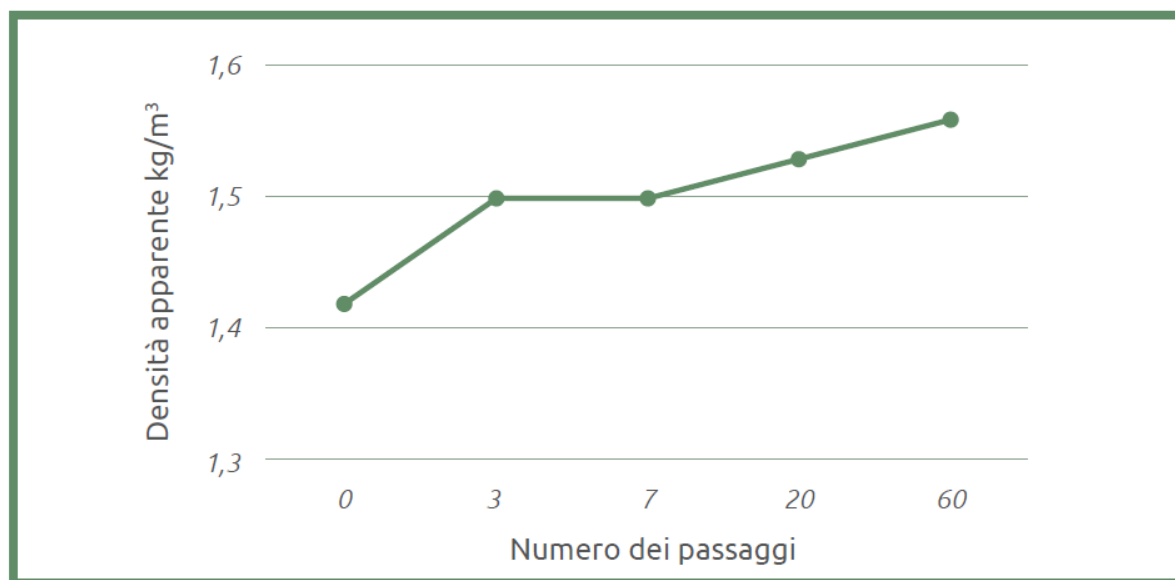


Figura 7-1 Comportamento della densità apparente all'aumentare del numero di passaggi di un mezzo meccanico

I solchi si formano a causa dello spostamento delle particelle di terreno in varie direzioni in seguito alle sollecitazioni degli pneumatici o dei cingoli al suolo. La profondità del solco e l'altezza del suolo accumulato lateralmente al solco stesso sono i parametri utilizzati per stimare l'impatto della solcatura.

Un numero di passaggi crescenti comporta un aumento della profondità del solco e, in determinate condizioni di umidità del suolo, anche un aumento del suolo accumulato lateralmente al solco.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.114
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

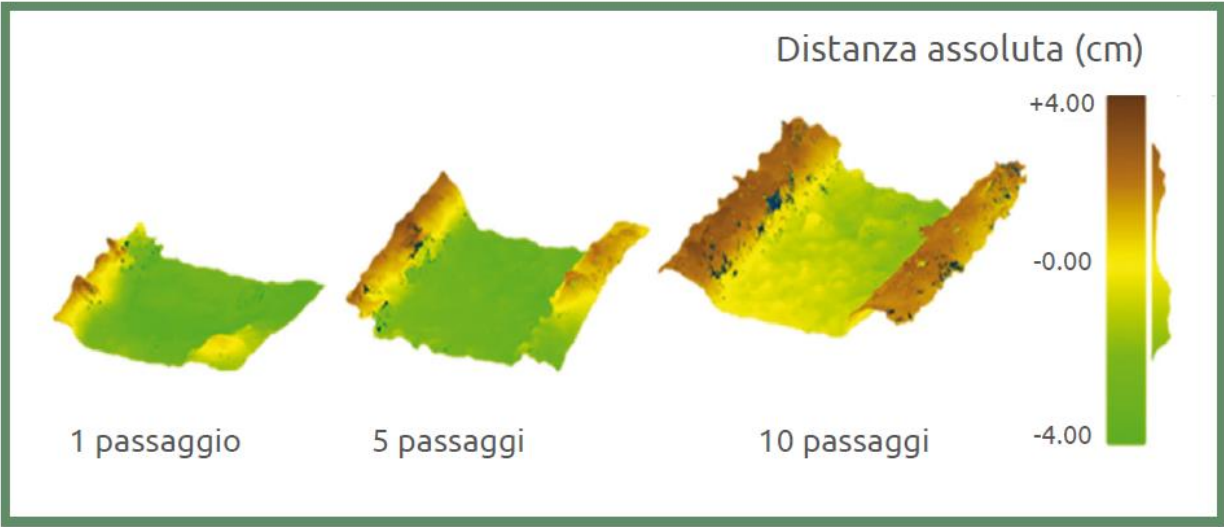


Figura 7-2 Ricostruzione 3D di solchi causati dal passaggio di un mezzo meccanico. L’aumentare dei passaggi provoca un maggior approfondimento (sezione in verde) ed accumulo di suolo laterale al solco (sezione marrone)

7.1.2. Pendenza del terreno

Anche la morfologia del territorio influisce sugli effetti al suolo causati da mezzi meccanici; per esempio, alcuni studi recenti hanno dimostrato che il compattamento del suolo causato dai mezzi aumenta all’aumentare della pendenza.

Il fattore pendenza è rilevante anche sulla profondità del solco: in particolare, la profondità del solco risulterebbe essere direttamente proporzionale all’aumento della pendenza, molto probabilmente perché la componente verticale della forza di carico verrebbe distribuita su una superficie più piccola.

In condizioni di lavoro su terreni ripidi, i mezzi cingolati sono i macchinari più impiegati. L’area di contatto, ampia e invariabile, consente di avere una buona aderenza, una bassa pressione unitaria al suolo e una buona stabilità sui pendii.

7.2. Fattori che influenzano la severità dell’impatto sul suolo

La severità degli impatti al suolo che possono essere causati dal passaggio dei macchinari dipende da diversi fattori, elencati in Tabella e descritti in dettaglio di seguito:

Caratteristiche del suolo	Caratteristiche della macchina	Parametri dell'utilizzazione
Scheletro e tessitura	Pressione gonfiaggio pneumatici	Numero di passaggi
Sostanza organica	Massa totale (macchina e carico)	Velocità del veicolo
Umidità	Area di contatto pneumatici	Pendenza del terreno
	Organi di propulsione dei veicoli	

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.115
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

L'umidità è una proprietà molto variabile nel corso del tempo, in funzione delle precipitazioni atmosferiche e dalla presenza di una falda acquifera più o meno superficiale. Un suolo umido ha una portanza ridotta ed è estremamente suscettibile ad essere compattato e a formare solchi perché, in presenza di acqua, le particelle del suolo subiscono una riduzione delle forze di attrito.

Certamente un suolo che presenta ristagno idrico in superficie non è evidentemente adatto ad essere percorso da un mezzo pesante. Tuttavia, un suolo può mostrarsi asciutto in superficie, ma essere molto umido più in profondità. In questo caso, oltre a non formarsi solchi, si avrà compattazione in profondità e l'effetto potrebbe non essere visibile in superficie.

Una buona presenza di sostanza organica può diminuire la compattabilità aumentando la resistenza alla deformazione: da una parte dona elasticità al suolo, che quindi è parzialmente in grado di tornare allo stato originale dopo essere stato compresso, dall'altra rafforza la resistenza degli aggregati. Per queste ragioni, un buon tenore in sostanza organica può essere anche più importante della tessitura nel rendere il suolo più resistente al compattamento.

7.3. Tempi di recupero del suolo

Il periodo necessario ad un suolo per recuperare le caratteristiche fisico-chimiche e biologiche a seguito dello stress dovuto al passaggio di macchine pesanti è molto variabile.

I danni possono persistere per diversi anni o addirittura decenni. I fattori che influenzano il periodo di ripristino delle condizioni del suolo sono prevalentemente sito-specifici, come la pendenza del terreno, la profondità del suolo, la tessitura, il contenuto di sostanza organica, il pedoclima e l'attività microbica del suolo.

Alterazioni nelle caratteristiche del suolo, nella composizione chimica (pH del suolo e contenuto di azoto, fosforo, potassio) e sulla sua fertilità sono state osservate anche dopo 25 anni su piste di cantiere.

La capacità d'infiltrazione dell'acqua nel suolo si ristabilisce in 10-15 anni nelle aree a minore impatto, arrivando fino a 20 anni nelle aree con maggior concentrazione di impatti.

Al fine di limitare gli impatti e la loro durata nel tempo è opportuno calibrare gli interventi in base alla suscettibilità del suolo ad essere compattato. Le attività di cantiere dovrebbero essere limitate all'utilizzo di piste permanenti per ridurre l'estensione dell'area interessata dall'impatto.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.116
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	



Figura 7-3 Evidenza dei danni dopo 3-5 anni dal cantiere, ben evidente (area in giallo con trasparenza) la pista utilizzata

7.4. Tempi di recupero del suolo

Una soluzione per ridurre gli impatti è quella di effettuare i lavori di cantiere nei periodi in cui il terreno è relativamente secco (ma non troppo – se molto secco aumenta la disgregazione delle particelle di terreno) oppure congelato, quindi poco incline alla compattazione.

In ultimo, un sistema efficace per ridurre l’impatto al suolo è quello di effettuare un’accurata progettazione e pianificazione del lavoro.

In particolare, un attento tracciamento di piste da cantiere permanenti per tutta la durata del cantiere o anche dopo, consente di limitare il “disturbo” al suolo su poche aree selezionate.

Sistemi di supporto alle decisioni

Per ridurre gli impatti al suolo dovuti al passaggio dei mezzi meccanici esistono dei sistemi che aiutano i tecnici e gli operatori nella scelta dei periodi più adatti e dei tracciati migliori per operare, dipendentemente dalle caratteristiche dell’area di intervento (prevalentemente tipo di suolo, pendenza e umidità del terreno).

Sono i cosiddetti Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD, in inglese Decision Support Systems – DSS), nati normalmente a livello sperimentale, ma in alcuni casi applicati anche da aziende, per organizzare al meglio i lavori e ridurre gli impatti, o inseriti dai produttori di macchine nei computer di bordo.

Questi sistemi possono essere costruiti per fornire informazioni dinamiche, cioè variabili nel tempo, a seconda delle condizioni meteo e della tipologia di terreno fornendo indicazioni sulla transitabilità e sugli impatti attesi in caso di passaggio di mezzi pesanti.

A titolo di esempio, si indica il portale “Meteoblue® che fornisce un servizio di “soil trafficability” che

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.117
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

restituisce un meteogramma dove viene riportata la capacità del suolo attuale e prevista nei giorni successivi, di sopportare il passaggio dei mezzi sulla base delle previsioni meteo e, quindi, dell'umidità prevista del suolo.

In pratica l'equivalente di una previsione meteo ma relativa alla portanza del suolo.

Questa capacità di resistere al passaggio dei mezzi viene restituita in 3 classi (buona transitabilità, transitabilità ridotta, non transitabile) dipendentemente dalla tipologia di suolo e della relativa capacità di trattenere l'acqua, oltre che dalle previsioni meteo dei 7 giorni successivi e le medie stagionali.

L'uso dei SSD è in particolare mirato alla riduzione degli impatti sul suolo, è in rapida espansione. La sempre più elevata quantità di dati e informazioni disponibili, oltre alla crescente capacità di accedervi e di utilizzarli, rende plausibile uno sviluppo e una diffusione di sistemi simili nel breve-medio periodo, con un elevatissimo potenziale di miglioramento in termini di riduzione degli impatti e di aumento dell'efficienza delle lavorazioni.

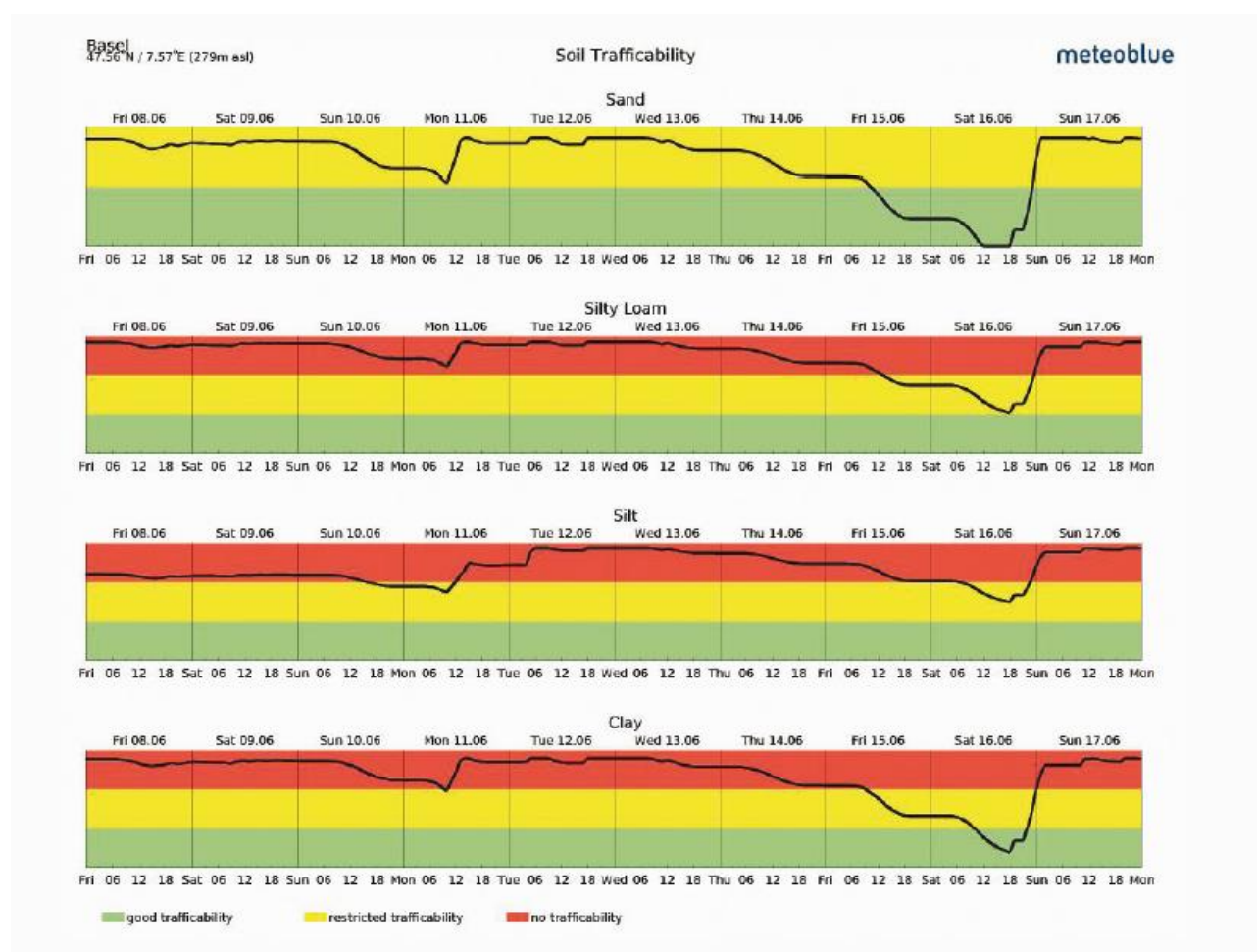


Figura 7-4 Esempio delle informazioni sulla transitabilità dei suoli fornite dal sistema Meteoblue

www.meteoblue.com/en/blog/article/show/34885_Soil+Trafficability

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.118
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

7.5. In relazione alle caratteristiche del suolo

L'umidità iniziale del suolo è uno dei parametri fondamentali che agisce sulla severità ed estensione dell'impatto. È però un parametro molto variabile, che necessita di un monitoraggio costante ai fini della riduzione degli impatti. Un suolo con bassa umidità iniziale è meno propenso ad essere compattato, di conseguenza sono da evitare le operazioni di esbosco quando il suolo presenta un'alta umidità iniziale.

Risultano quindi fondamentali, ai fini della mitigazione degli impatti, la valutazione delle condizioni meteorologiche nei giorni antecedente le operazioni di cantiere e la misurazione diretta dell'umidità del suolo tramite tensiometro.

Nella tabella che segue sono evidenziate le condizioni di percorribilità in relazione alla tessitura del terreno e all'umidità del suolo.

Tessitura	Umidità suolo			
	Molto Secco (≥ 50cm profondità)	Secco	Umido	Molto Umido
Terreno con alto contenuto di scheletro				
Sabbioso (sabbia >70%)				
Argilloso				
Limoso				

<div></div> NON SENSIBILE Transito possibile	<div></div> SENSIBILE Transitare con accorgimenti tecnici (come bassa pressione pneumatico)	<div></div> MOLTO SENSIBILE Il transito è sconsigliato
--	--	---

Figura 7-5 Grado di sensibilità del suolo al variare della sua tessitura e umidità

7.6. Modifiche ed accorgimenti sulle macchine da impiegare

Alcuni accorgimenti tecnici riguardanti l'equipaggiamento di macchine e attrezzature possono essere presi in considerazione in accordo con la Direzione Lavori per ridurre i fenomeni di compattamento e solcatura.

In linea generale, per ridurre l'impatto si deve ridurre la pressione esercitata a terra e questo si concretizza nell'aumentare la superficie di contatto:

- optare per pneumatici quanto possibile grandi e larghi;
- utilizzare ruote gemellate;

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.119
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

- adeguare la pressione dei pneumatici per gli attraversamenti di zone sensibili;
- ridurre il peso delle macchine, rinunciando a dimensioni e meccanizzazione eccessive;
- in terreni sensibili utilizzare cingoli o semi cingoli.

Di seguito sono riportate in dettaglio le raccomandazioni sopra descritte.

7.6.1. Dimensioni dei pneumatici

L'utilizzo di pneumatici più larghi limita la pressione esercitata sul terreno dal passaggio dei mezzi. La minor pressione al suolo influisce sulla formazione dei solchi, riducendo la profondità degli stessi fino al 30%.

Al fine di garantire un utilizzo sostenibile di macchine altamente meccanizzate dal peso considerevole, molti costruttori e produttori di pneumatici hanno ampliato la larghezza della flangia e della carcassa dei pneumatici.

La larghezza dei pneumatici da 400 mm è stata aumentata fino a 600 mm e in alcuni casi si è arrivati fino a 710 mm e 900 mm.

Si parla di pneumatico largo quando il rapporto tra l'altezza e la larghezza del pneumatico è inferiore a 0,8 (Figura XX).

Solitamente, però, questi pneumatici hanno battistrada poco profondi, o “meno aggressivi”, e pertanto può essere difficoltoso affrontare in sicurezza tratti di pista ad elevata pendenza.

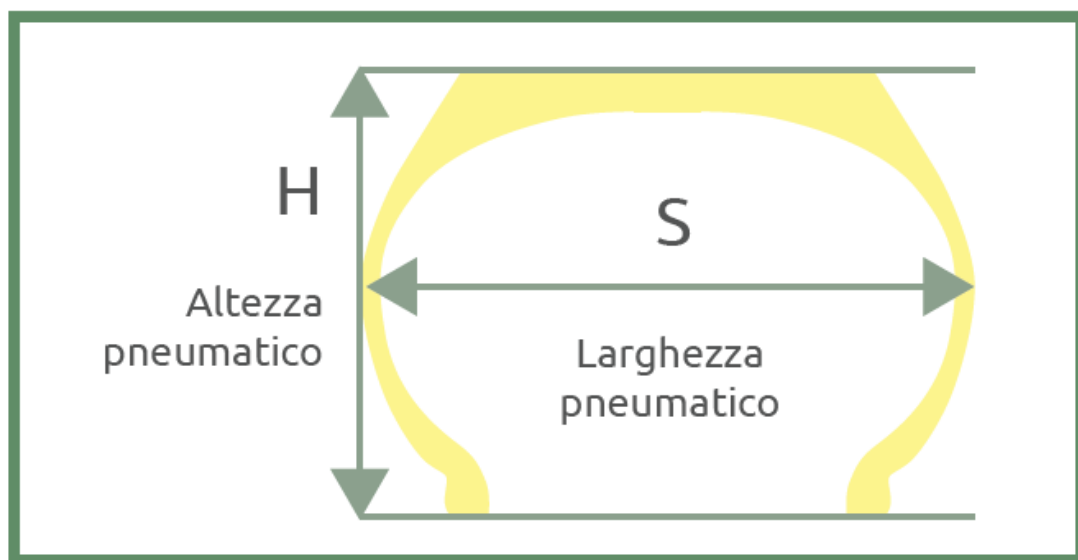


Figura 7-6 Quando il rapporto tra l'altezza del pneumatico e la sua larghezza è inferiore a 0,8 si parla di pneumatico largo

7.6.2. Numero di pneumatici

Considerato lo stesso peso macchina, i veicoli a 8 ruote, per esempio, esercitano una pressione minore al suolo, fino al 25% meno, rispetto ai veicoli a 6 ruote con conseguente riduzione di eventuali impatti al suolo.

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.120
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

7.6.3. Pressione di gonfiaggio pneumatici

Si notano benefici considerevoli, in termini di minor profondità delle “ruotate” lasciate sul terreno, quando si riduce la pressione dei pneumatici da 3.5 bar a 1 bar. Con una diminuzione sostanziale della pressione di gonfiaggio si ha un aumento considerevole della superficie di contatto del pneumatico con il terreno e, di conseguenza, una maggiore motricità e un minore impatto sul suolo.

Con valori intermedi di pressione, come 2 bar, l'aumento della superficie di contatto non è sufficiente per ottenere i benefici elencati precedentemente.

L'adozione di sistemi di controllo della pressione dei pneumatici (TPCS), che ottimizzano tale pressione in base alle condizioni di lavoro, è da favorire. Questa tecnologia, migliorando la trazione e la mobilità, può essere utile per la riduzione degli impatti, in combinazione con le altre prescrizioni.

7.6.4. Cingoli e catene

L'utilizzo dei mezzi cingolati, rispetto a quelli gommati, provoca una profondità dei solchi generalmente inferiore a causa della diversa superficie di contatto con il terreno.

Nelle aree in cui si hanno valori elevati di umidità del terreno è indispensabile allestire i mezzi con appositi cingoli (band tracks per esempio), in quanto, crescendo la superficie di contatto con il terreno, non s'incorre né in perdite di motricità né si rischia di provocare profonde incisioni.

L'impiego dei cingoli è risultato migliore, in termini di minor formazione di solchi, rispetto alla riduzione della pressione di gonfiaggio.

I semicingoli sono montati attorno ai pneumatici della macchina per fornire una maggiore superficie di contatto con il terreno, il che ne riduce il livello di pressione al suolo. I semi-cingoli aumentano la trazione e diminuiscono il fenomeno della solcatura, ma accrescono anche considerevolmente il peso della macchina e ne aumentano la resistenza all'avanzamento. Ogni elemento può pesare almeno una tonnellata. Tuttavia, l'effetto di aumentare la superficie di appoggio della macchina, e quindi di ridurre la pressione al suolo, finisce spesso per compensare l'aumento di peso.

Esistono diverse tipologie di semicingoli e sono molto impiegati soprattutto in ambito forestale (utilizzazioni forestali) e si differenziano per la conformazione dei vari elementi di collegamento e della superficie metallica che va a contatto con il terreno. Altri caratteri distintivi possono essere la presenza o l'assenza di protuberanze e ramponi di vario genere che hanno lo scopo di migliorare la motricità della macchina e quindi l'azione di “presa” sul terreno.

Alcune tipologie sono appositamente studiate per garantire motricità, e per ridurre gli impatti su suoli molto umidi e scarsamente portanti. In questi casi è possibile notare un'ampia superficie metallica di appoggio a terra che si estende di qualche centimetro anche oltre la sagoma (larghezza) del mezzo. In questi casi i cingoli sono sostanzialmente più larghi del pneumatico, il che aumenta la superficie di contatto sul terreno, fornendo anche supporto durante le svolte e gli spostamenti su pendii laterali, mantenendo i cingoli in posizione corretta se esposti a sollecitazioni.

Alcuni studi hanno evidenziato una differenza di comportamento tra cingoli in acciaio e cingoli in gomma relativamente al fenomeno del compattamento. I cingoli in gomma, essendo più flessibili, hanno sul terreno una distribuzione più irregolare dei pesi e delle sollecitazioni prodotte dalla macchina rispetto a quanto avviene con i cingoli in acciaio, più rigidi, che risultano avere quindi un impatto minore

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.121
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

sul suolo.

Di seguito si riportano alcune tipologie di cingoli con le relative specifiche tecniche. In tutte le tipologie sotto descritte, il cingolo garantisce protezione del pneumatico dal contatto con rocce sporgenti o ceppaie e protegge il suolo dal possibile slittamento del pneumatico stesso.



Figura 7-7 Fasi relative al montaggio dei semi-cingoli



Figura 7-8 Particolari dei semi-cingoli forestali

TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l.	Rev. 0	Data: Giugno 2025	Cod. El.: II209P-E2A-18-ETE-KT-22-3	Pag. n.122
	Rev. 3	Data: Settembre 2025	Capitolato Speciale d'Appalto	

	Cingolo sviluppato per garantire motricità su terreni ripidi e accidentati o su scarse condizioni di aderenza a causa della presenza di neve o fango
	Cingolo sviluppato per l'impiego forestale universale con piccole macchine e terreni dalla discreta portanza
	Cingolo sviluppato per l'utilizzo su terreni pianeggianti e dalla scarsa portanza
	Cingolo sviluppato per l'utilizzo su terreni pianeggianti molto umidi dalla scarsa portanza. Consentono di non sprofondare nel terreno umido ed evitano la formazione di profonde solcature.
	Cingolo sviluppato per l'utilizzo polivalente su terreni dalle condizioni di umidità molto mutevoli su brevi tratti

Figura 7-9 Tipologie di cingoli e relative specifiche tecniche (informazioni e immagini reperite dal sito <https://www.pewagitalia.com>)