



# Anas SpA

DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

## S.S. N. 9 "Via Emilia" Variante di Casalpusterlengo ed eliminazione passaggio a livello sulla SP ex S.S. N. 234

### PROGETTO DEFINITIVO

#### CONSULENZE SPECIALISTICHE

TECNOSTUDIO DEFFE  
S.R.L.  
VIA MAZZETTI 7  
FONTANELLATO (PV)

COMPONENTE STRADALE  
E STRUTTURALE;  
SICUREZZA,  
COORDINAMENTO,  
FASAGGI DI CANTIERE,  
MOVIMENTAZIONE DI  
CAVA; RILIEVI E  
COMPUTAZIONE

DORISORDO BILAZZA  
BARBA LODIGIANA  
VIA NINO DALL'ORO, 4 -  
LODI

COMPONENTE  
IDRAULICA

F I GIOVANNI PIERRE  
VIA PRORATO, 98  
FONTANELLATO (PR)

COMPONENTE  
INFRASTRUTTURALE,  
TECNOLOGICA ED  
ILLUMINOTECNICA

ALTRA S.R.L.  
P.L.E. P.O.A. 1, MILANO  
L.G.E. S.R.L.  
VIA DEI PLATANI, 7  
OPERA

COMPONENTE  
PAESAGGISTICA  
ED AMBIENTALE

I PROGETTISTI  
Arch. Sergio GARELLI FIDUCIARIO L. 100  
VIALE DELL'INDUSTRIA 100, 20122 MILANO (MI)

Ing. Antonio SIMONE COMUNE DI CASALPUSTERLENGO  
VIALE DELL'INDUSTRIA 100, 20122 MILANO (MI)

IL GEOLOGO  
Dott. Enzo Gianrico CARTARELLI  
VIALE DELL'INDUSTRIA 100, 20122 MILANO (MI)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN  
FASE DI PROGETTAZIONE  
Dott. Francesco DE ROMANIS  
VIALE DELL'INDUSTRIA 100, 20122 MILANO (MI)

VITOIL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Massimo SIMONE

DATA

PROTOCOLLO

### PARTICOLARI COSTRUTTIVI E SEZIONI TIPO

CODICE PROGETTO

D	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI ISTRUTTORIA ANAS				
C	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONFERENZA DEI SERVIZI	FEBBRAIO 2011			
B	VERIFICA DI OTTEMPERANZA AL DECRETO VIA	APRILE 2010			
A	PRIMA CONSEGNA PROGETTO	MARZO 2008			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. CANTIERE	APPROVATO RESP. DI SEZIONE

Codice Elaborato	<input type="text"/>	ME05	2014	Data Revisione:	FEBBRAIO 2001	REV.	<input type="text"/>	FOGLIO	01 di 45	Scala:	<input type="text"/>
---------------------	----------------------	------	------	-----------------	---------------	------	----------------------	--------	----------	--------	----------------------

NOME FILE

## INDICE

### Opere di mitigazione acustica

- Duna in terra rinforzata
- Duna in terra rinforzata lato strada e scarpata lato campagna
- Duna sormontata da barriera acustica
- Barriera acustica in legno-cemento
- Tipologici punti di raccordo duna-barriera

### Interventi lungo il Brembiolo

Riqualificazione corsi d'acqua (rc), planimetrie e sezioni di dettaglio  
(rif. tavola Me02-2006, Me02-2007, Me02-2008, Me02-2009)

### Opere a verde

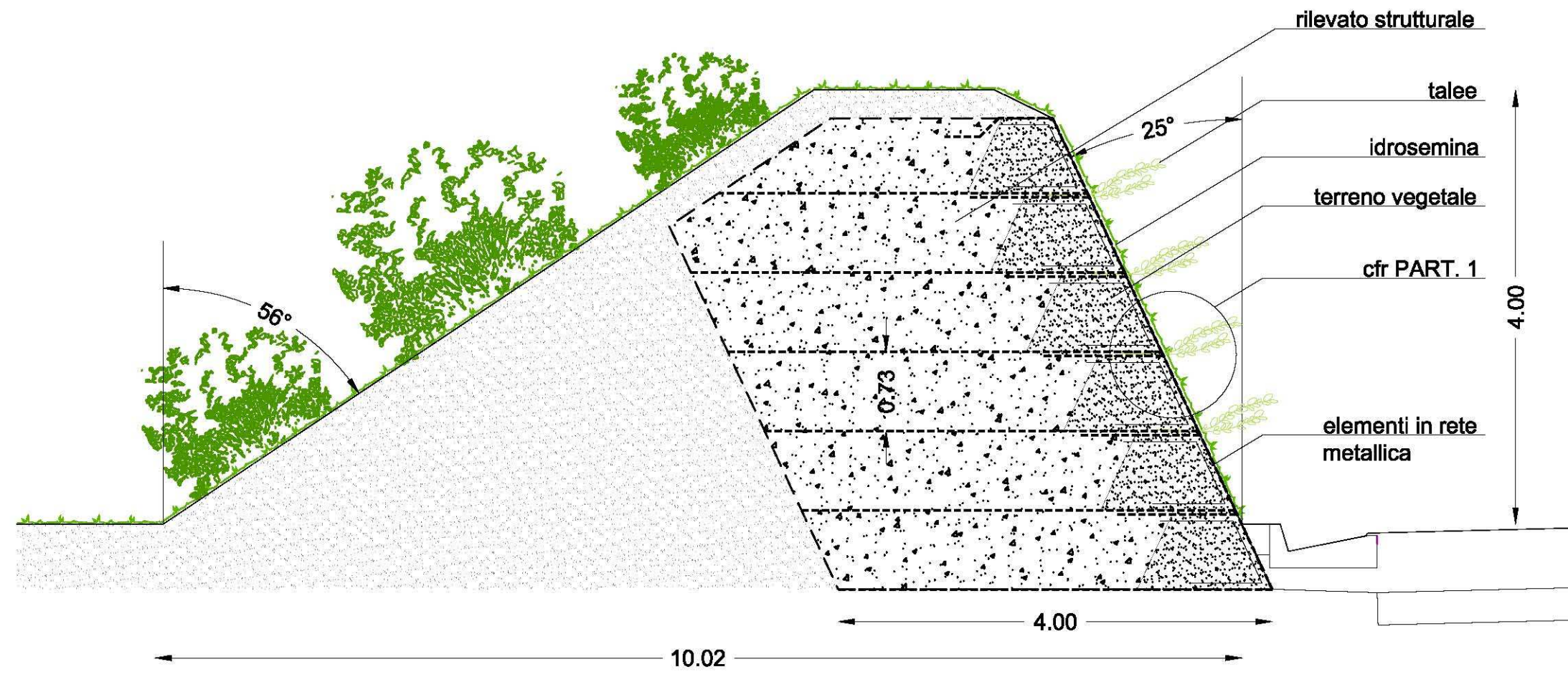
- Impianto di macchia e fascia boscata (mb)
- Boschi e fasce boscate: bordi strada
- Impianto siepe arborea arbustiva (sa1 – sa2)
- Impianto a "T" siepe arborea arbustiva
- Elenco specie arboree e arbustive
- Impianto filare urbano e campestre (fl1 – fl2)

### Ingegneria naturalistica (in)

- Fascina viva di salice
- Ribalta viva
- Copertura diffusa di salici
- Pennello
- Messa a dimora di talee di salice
- Materassi reno
- Scogliera rinverdita
- Sezione tipico canaletta
- Palificata semplice e doppia
- Trapianto di culmi e rizomi di canne
- Impianto fitodepurazione (ft)
- Ecosistema filtro (ef)
- Adeguamento passaggio faunistico (pfa)

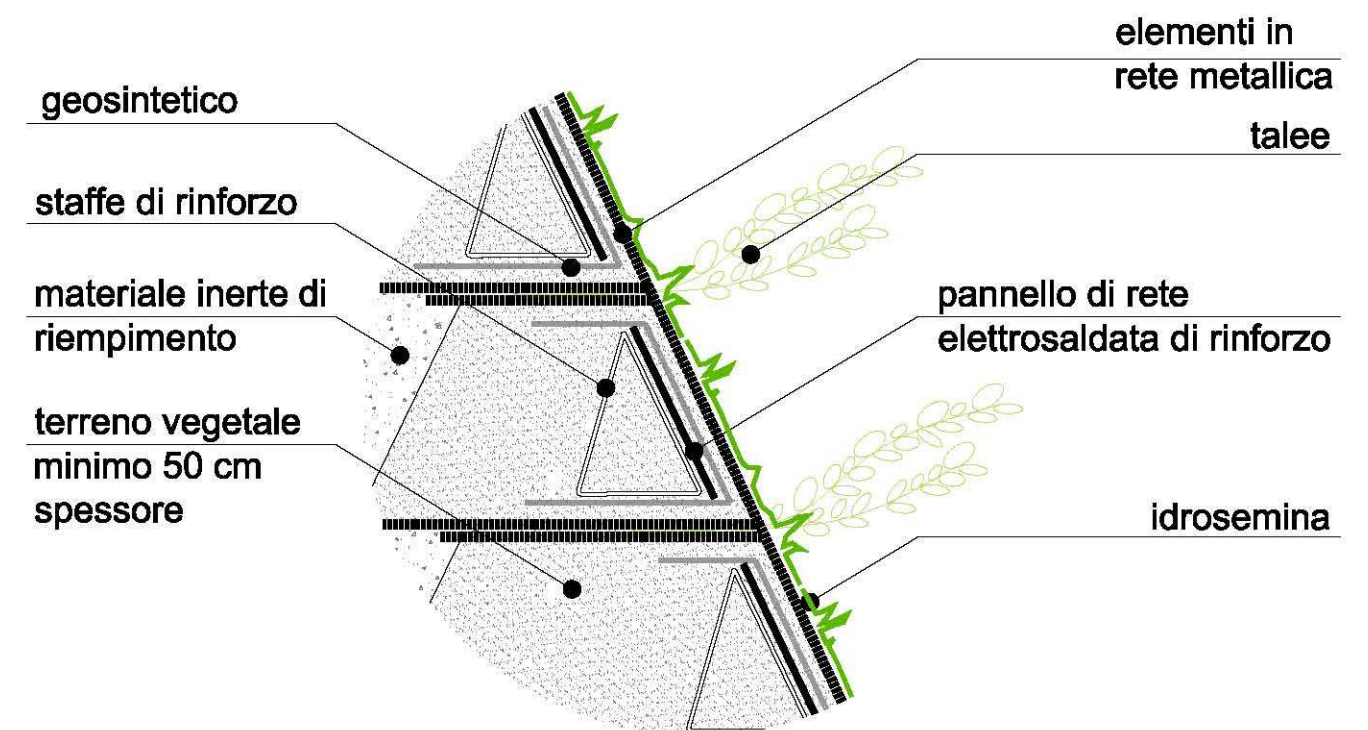


# Opere di mitigazione acustica



Sezione tipo

Scala 1:50



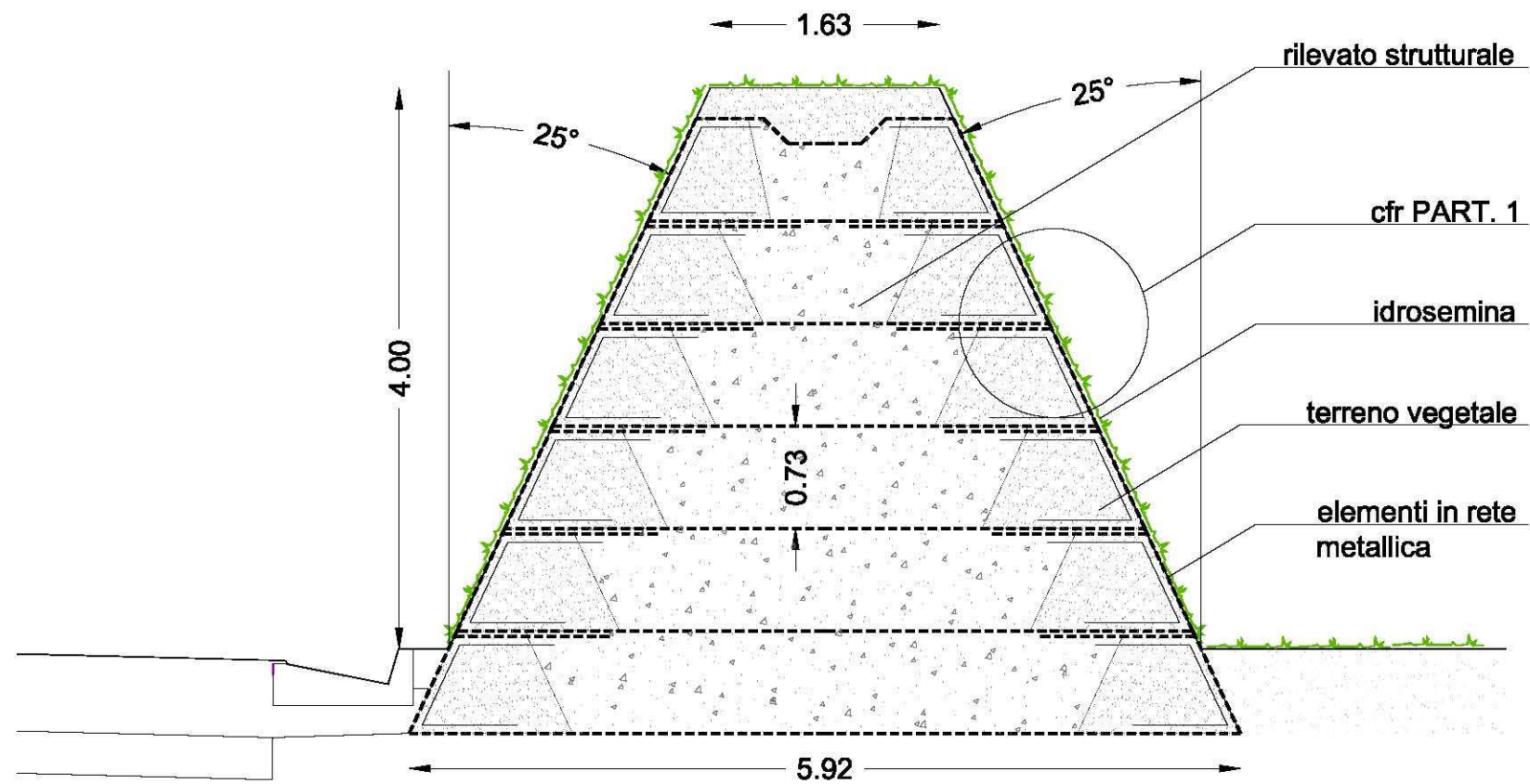
Particolare 1

Scala 1:20

**OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA**

Duna in terra rinforzata lato strada e scarpata lato campagna





**Sezione tipo**

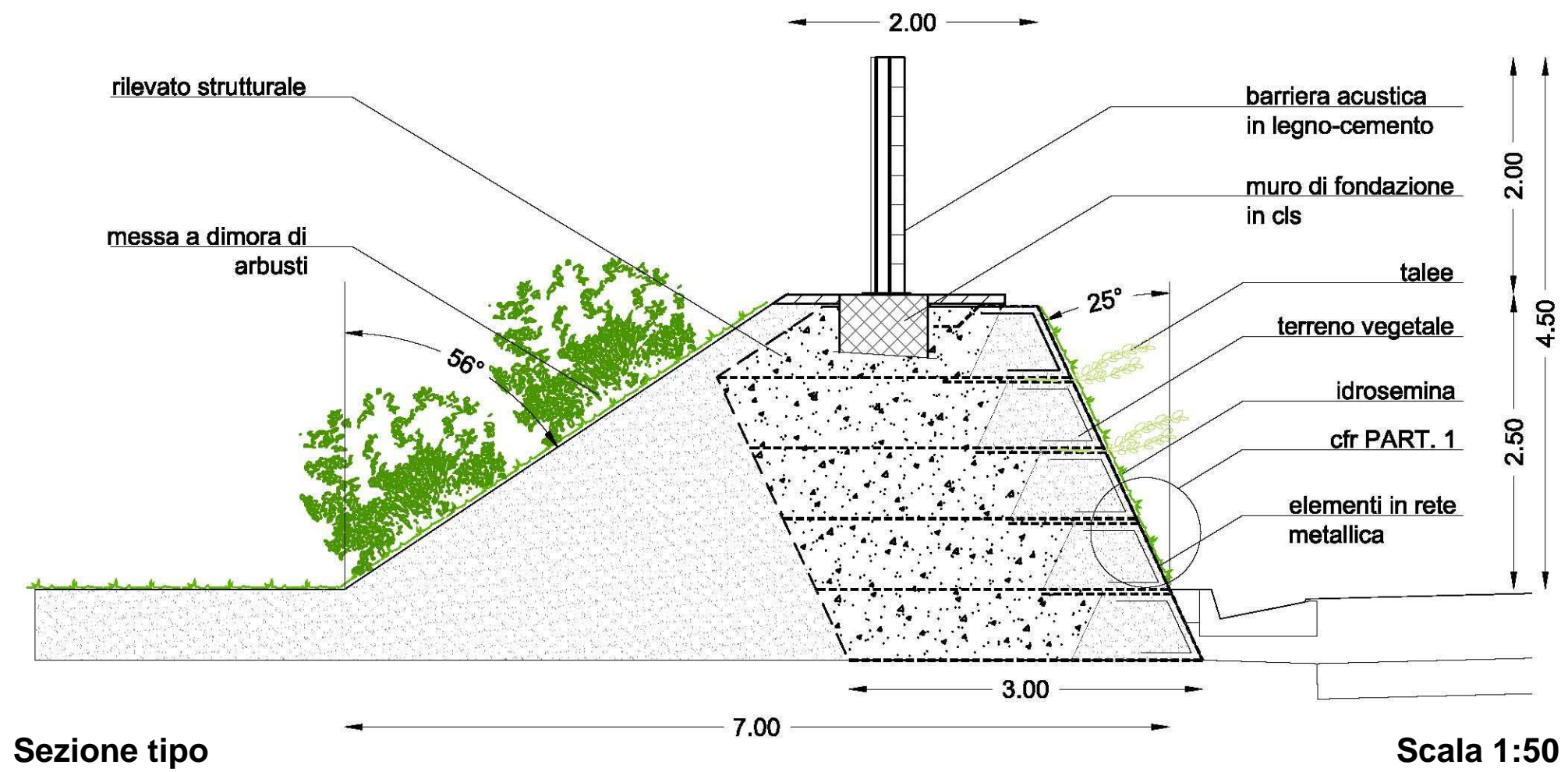
**Scala 1:50**



**Duna in terra rinforzata**

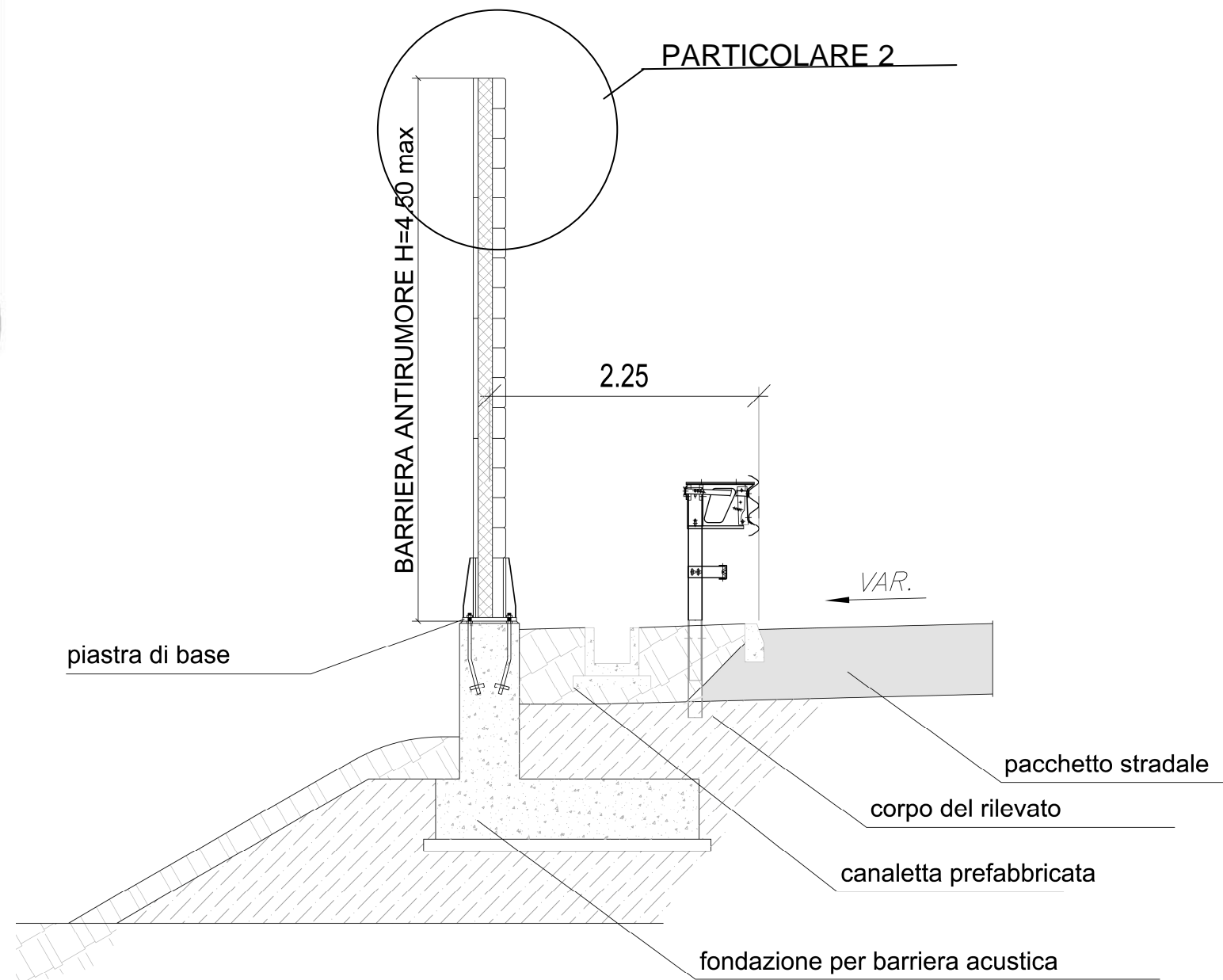
**OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA**  
**Duna in terra rinforzata**





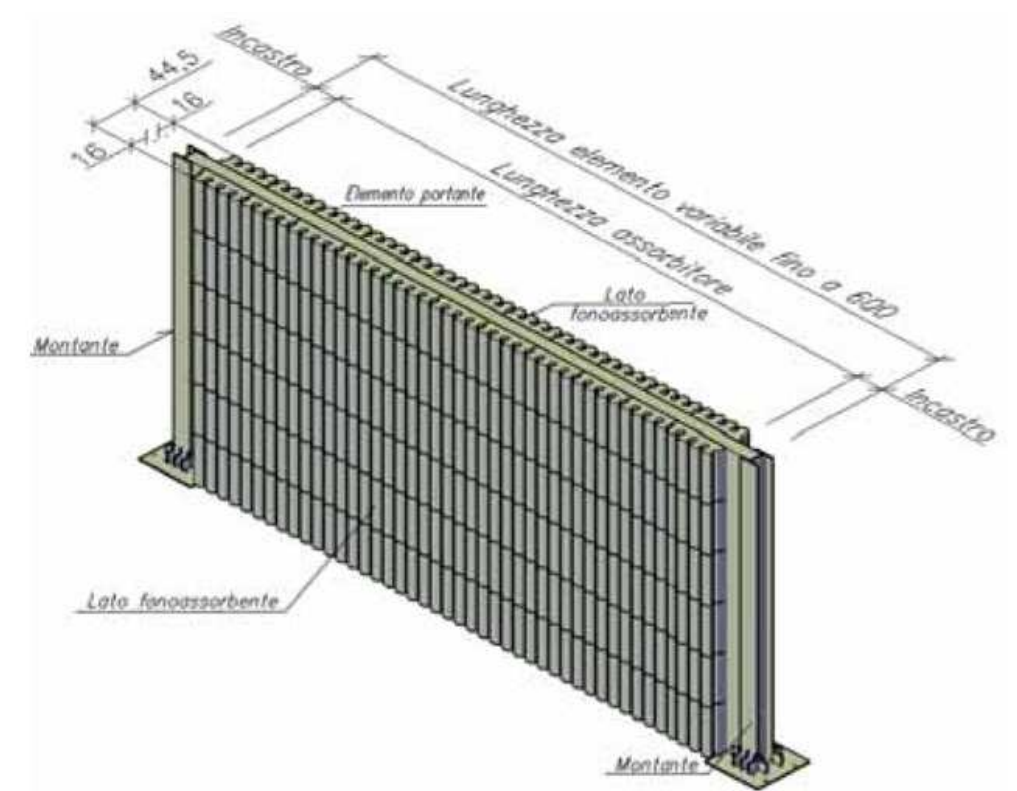
Duna antirumore sormontata da barriera acustica

OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA  
Duna sormontata da barriera acustica

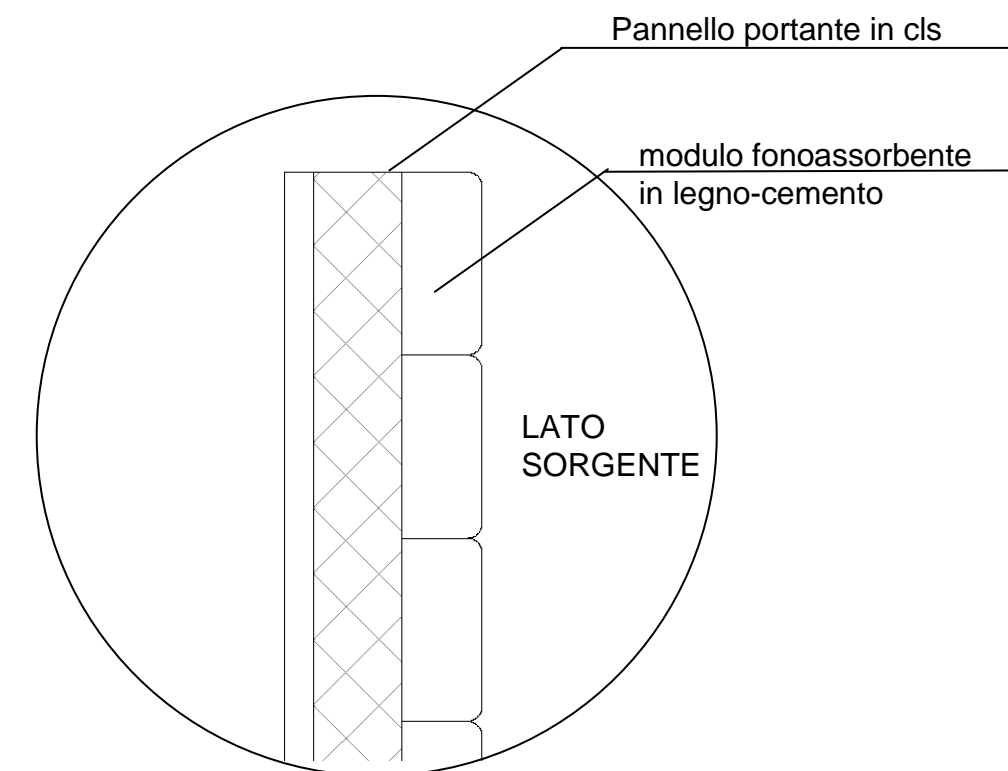


**Sezione tipo barriera acustica**

**Scala 1:50**



**Struttura di sostegno dei pannelli - sistema infilato**

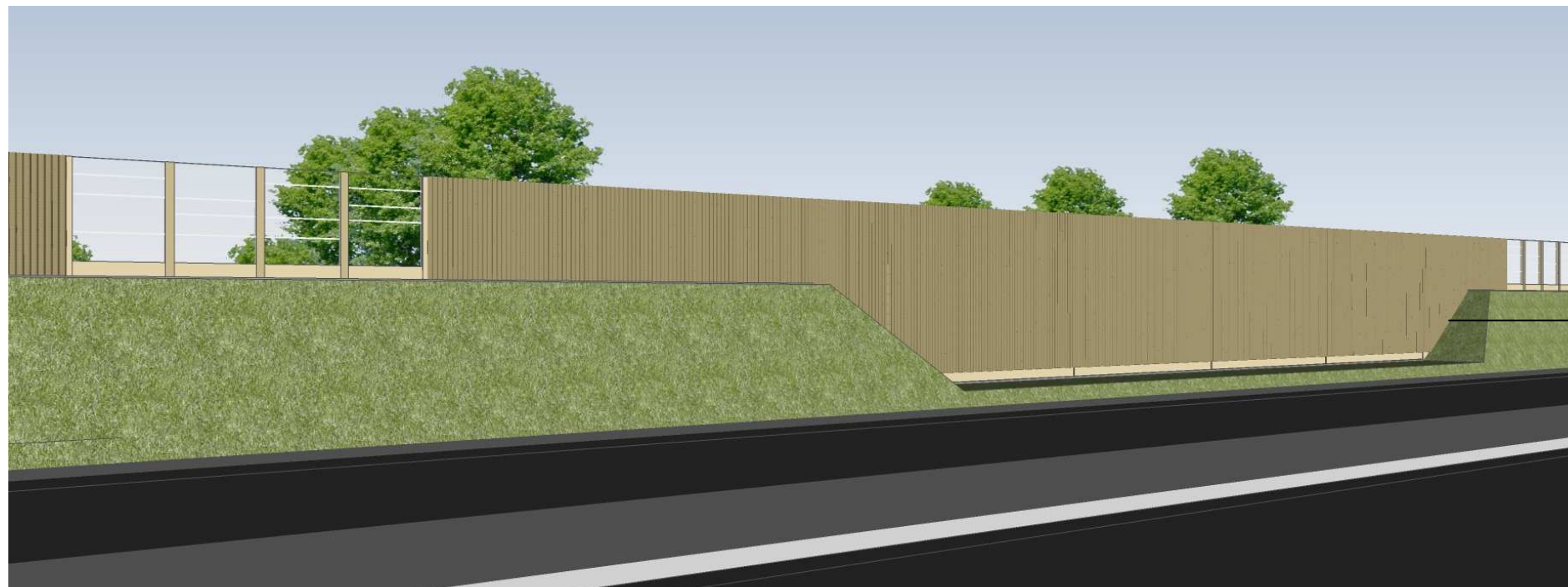


**Particolare 2**

**Scala 1:10**



# ALTERNANZA BARRIERA H 4,5 METRI E DUNA SORMONTATA DA BARRIERA – STANZE VERDI



**Pezzi speciali per pannelli di raccordo, con moduli in legno cemento tagliati anche in diagonale**

**vista da strada**



**Finestre trasparenti in PMMA**

**Pista di manutenzione –  
Percorso tempo libero**

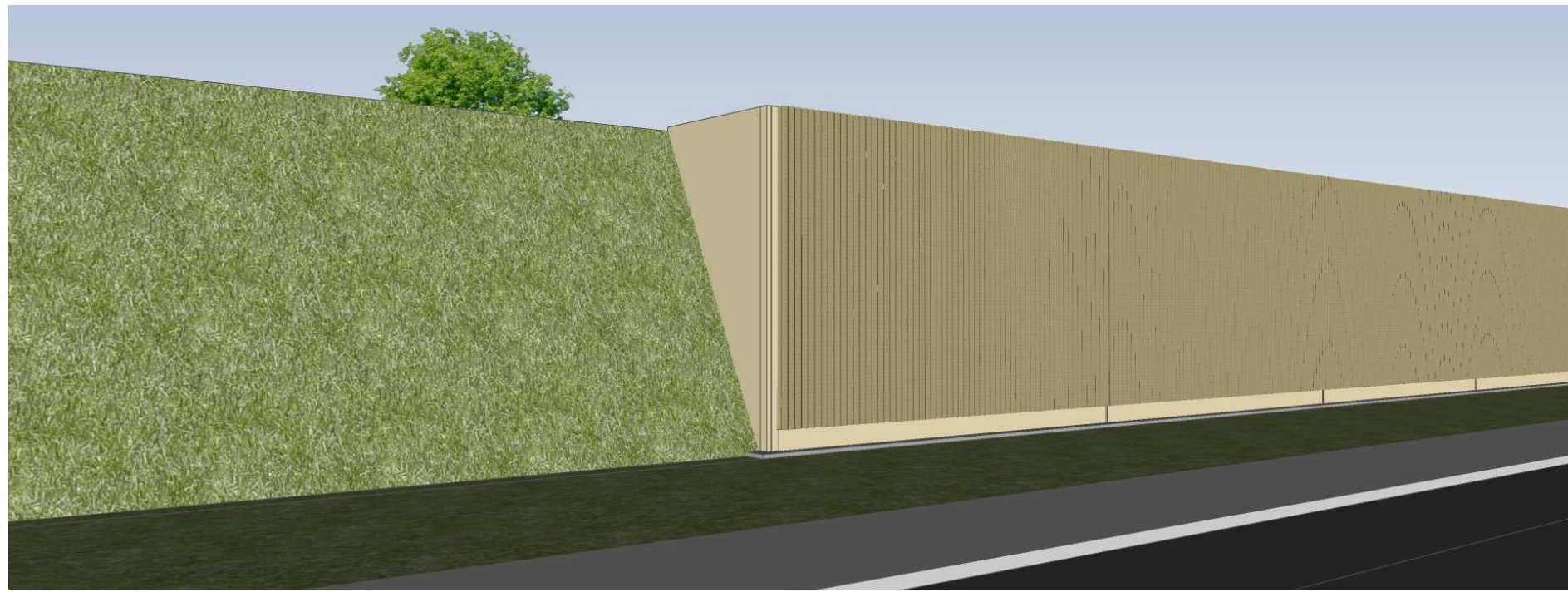
**vista dalla campagna**

**OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA**

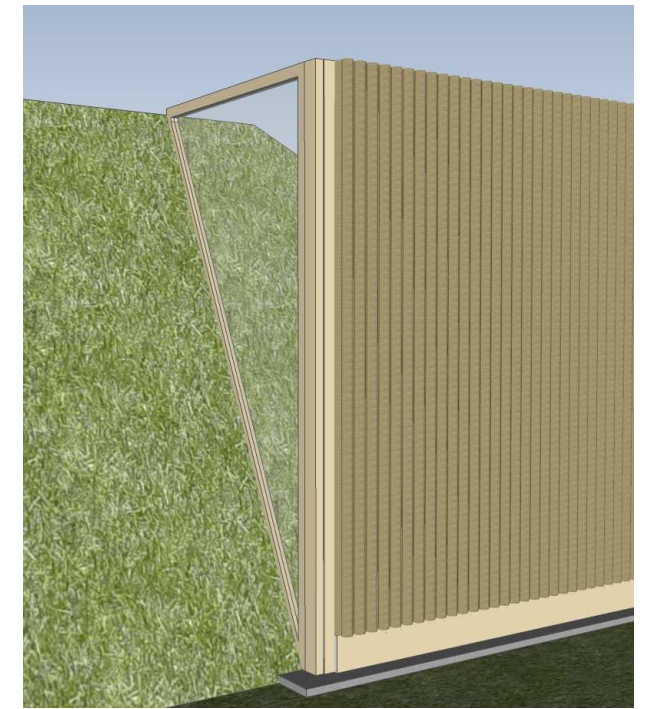
**Tipologici per punti di raccordo duna-barriera - TIPO 1**



# RACCORDO DUNA E BARRIERA ALTEZZA 4 METRI



vista da strada



raccordo trasparente



vista dalla campagna

**OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA**

Tipologici per punti di raccordo duna-barriera - TIPO 2



# RACCORDO BARRIERA H 4,5 METRI E DUNA SORMONTATA DA BARRIERA



Pannelli di raccordo in cls

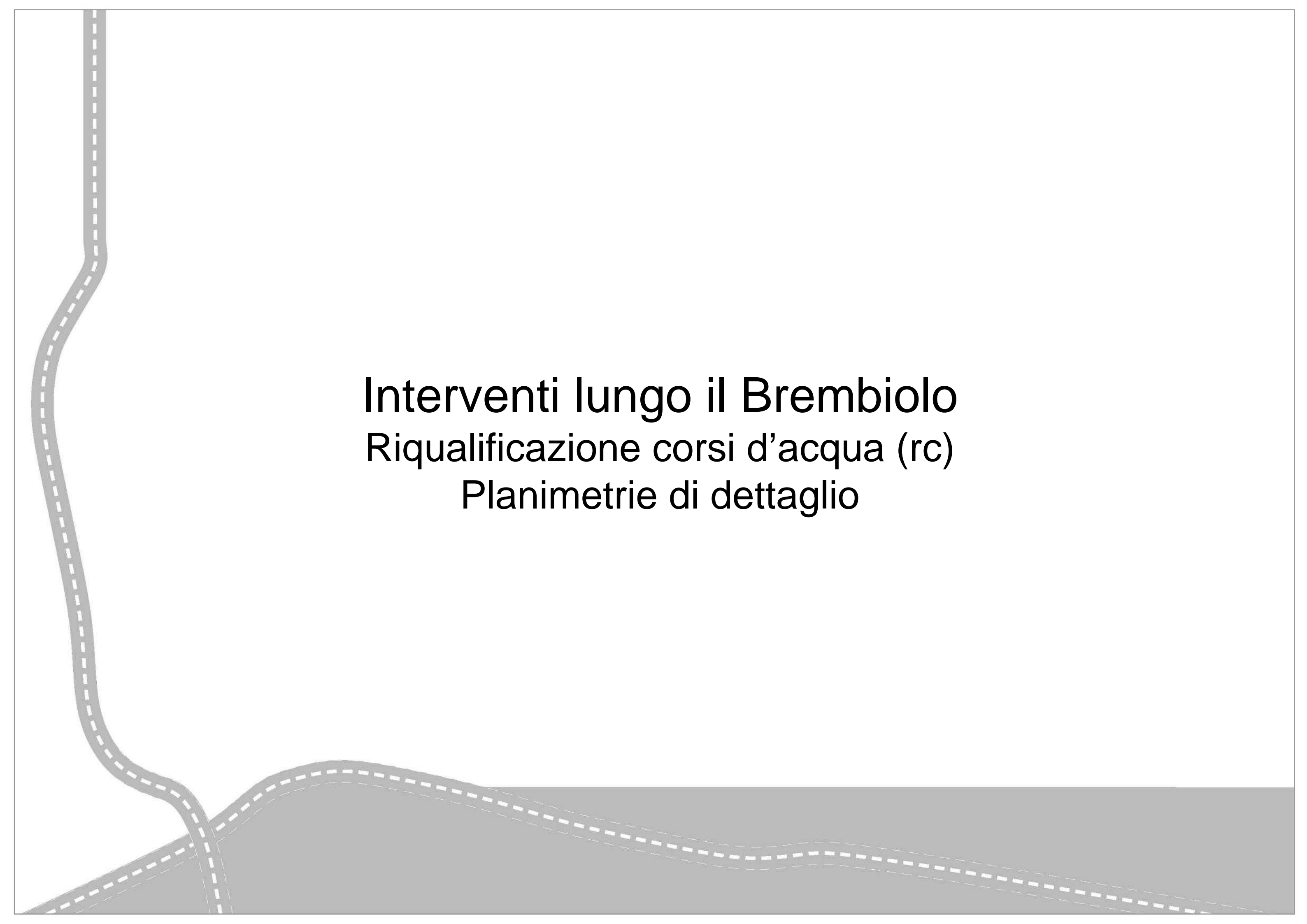
vista da strada



vista dalla campagna

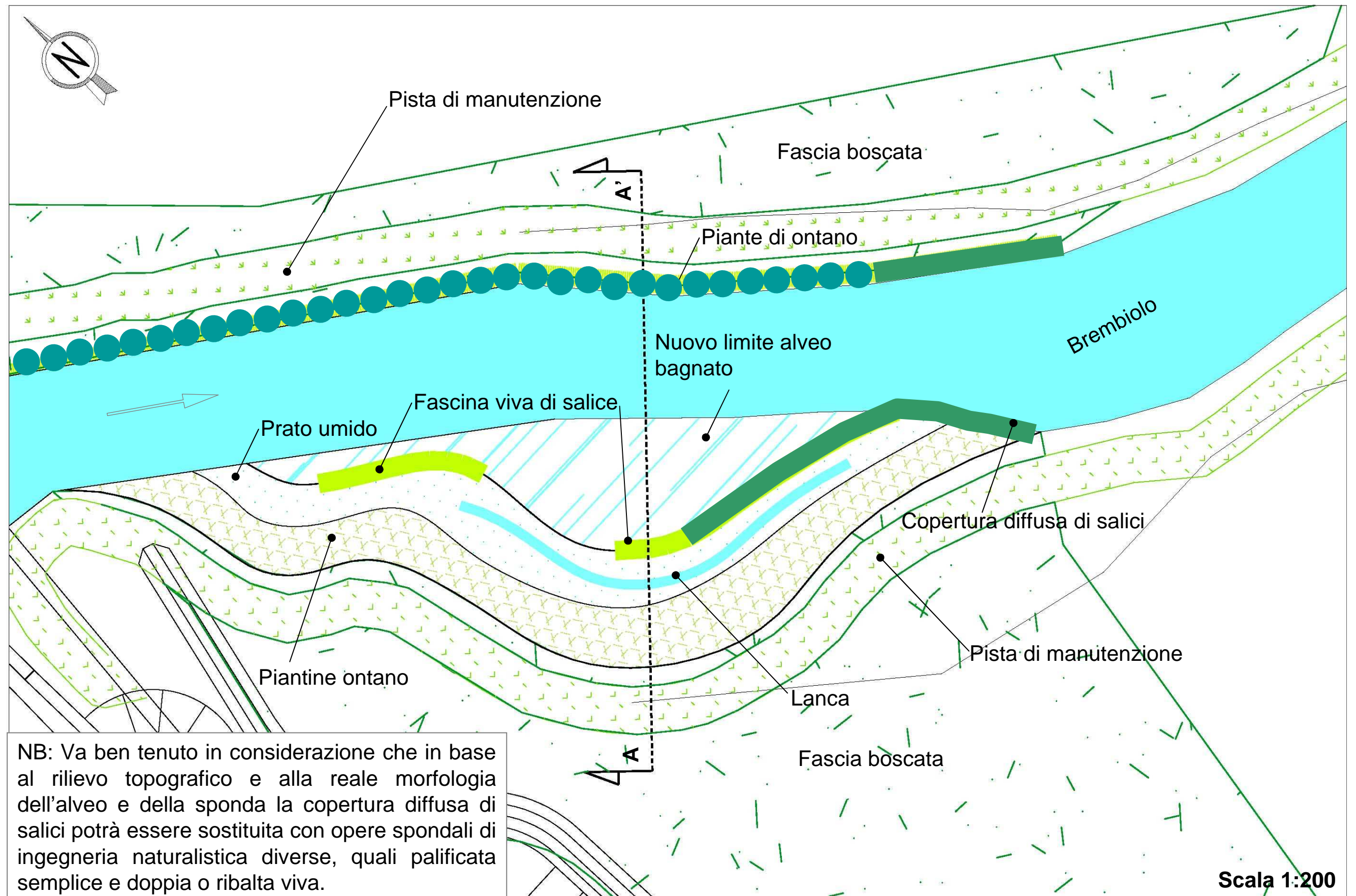
OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA

Tipologici per punti di raccordo duna-barriera – TIPO 3



**Interventi lungo il Brembiolo**  
Riqualficazione corsi d'acqua (rc)  
Planimetrie di dettaglio

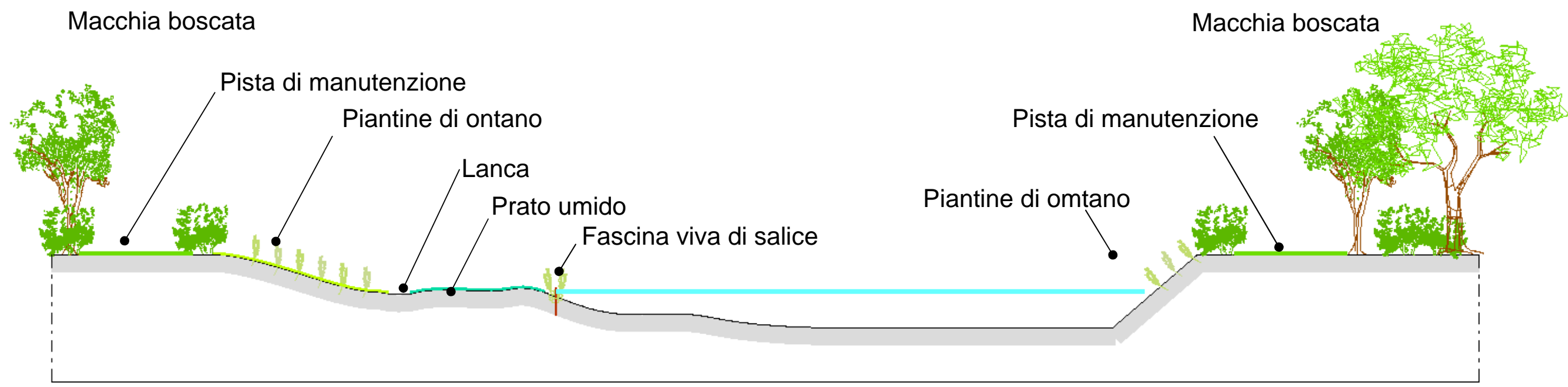
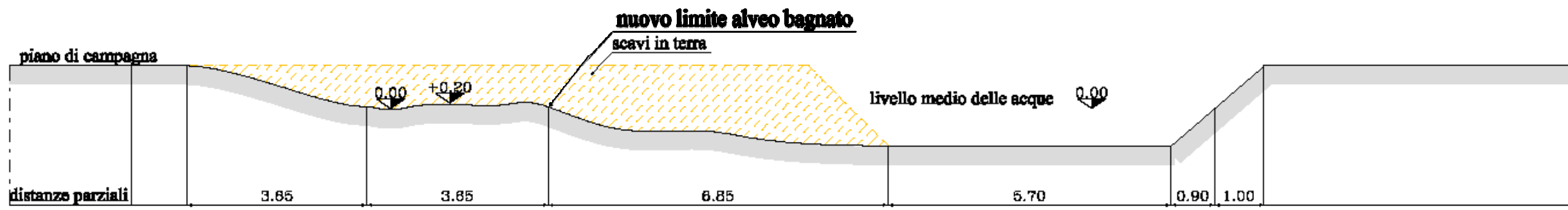




NB: Va ben tenuto in considerazione che in base al rilievo topografico e alla reale morfologia dell'alveo e della sponda la copertura diffusa di salici potrà essere sostituita con opere spondali di ingegneria naturalistica diverse, quali palificata semplice e doppia o ribalta viva.

Scala 1:200

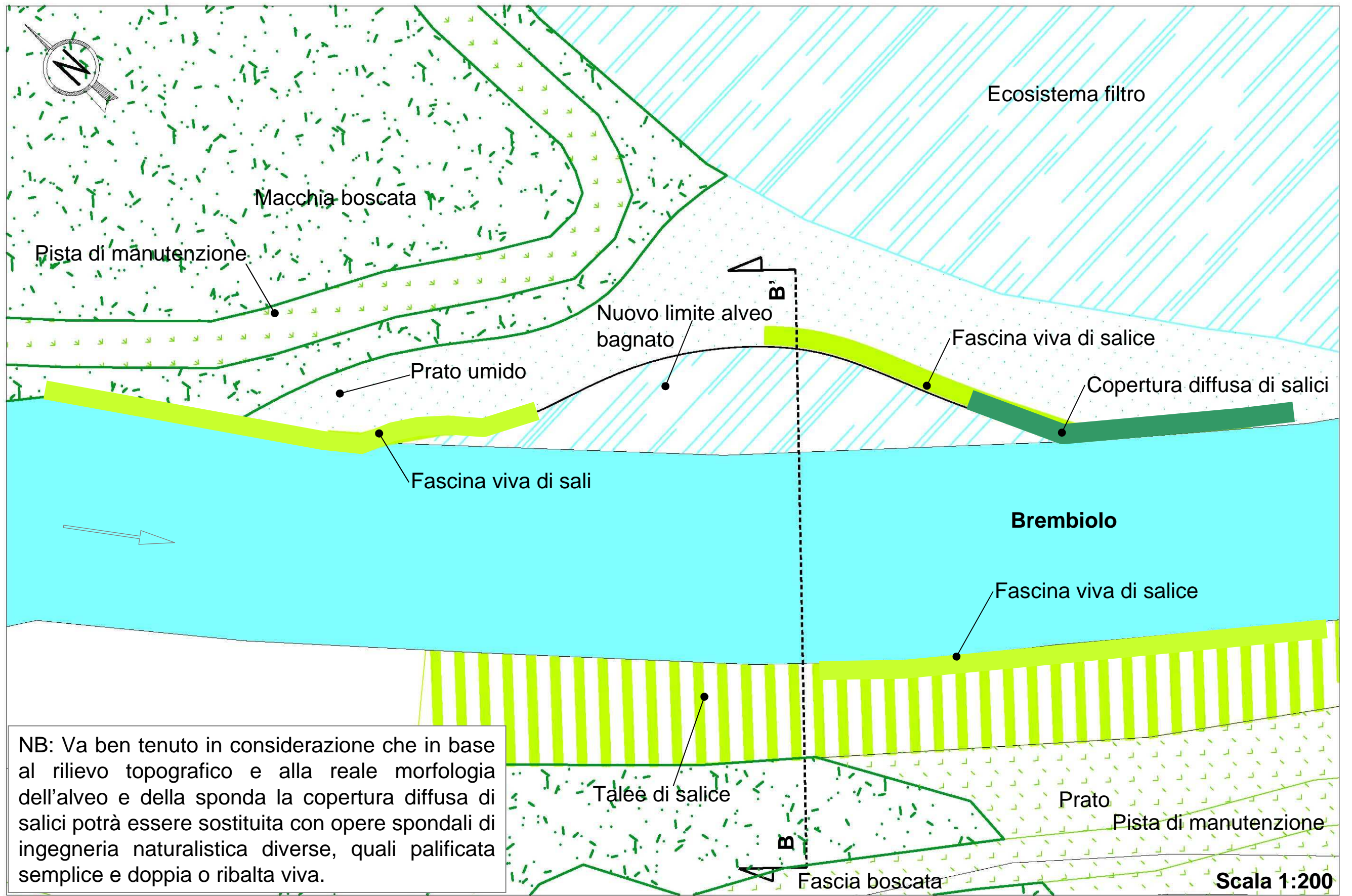
Planimetrie di dettaglio  
1.a



Scala 1:100

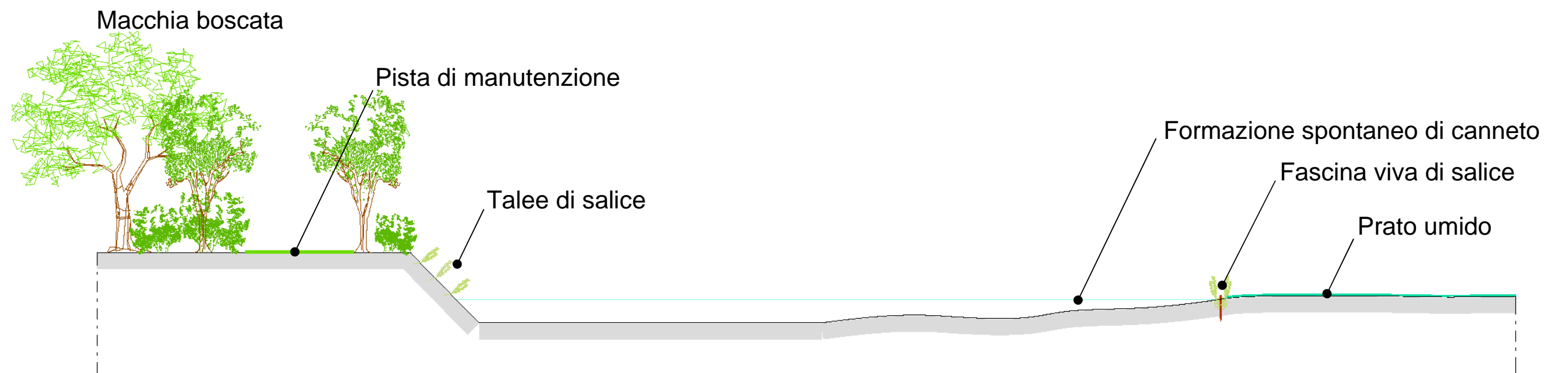
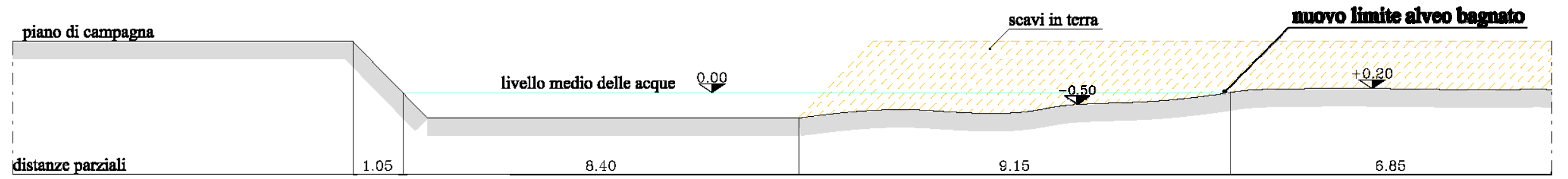
Sezioni A-A'  
 Planimetria 1.a (cfr. tav. ME02-2006)





Planimetrie di dettaglio

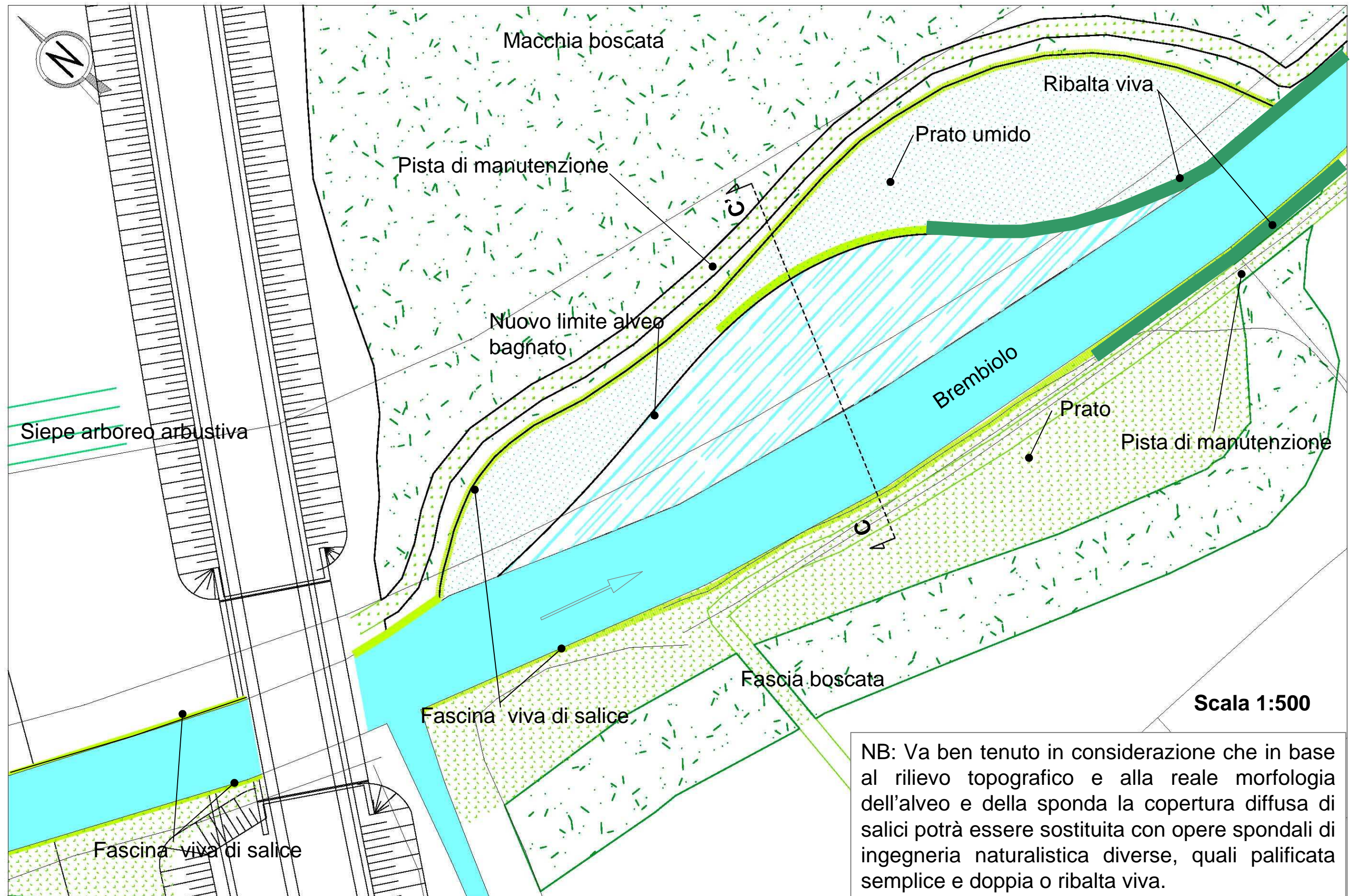
1.b



Scala 1:100

Sezioni B-B'  
 Planimetria 1.b (cfr tav. ME02-2006)

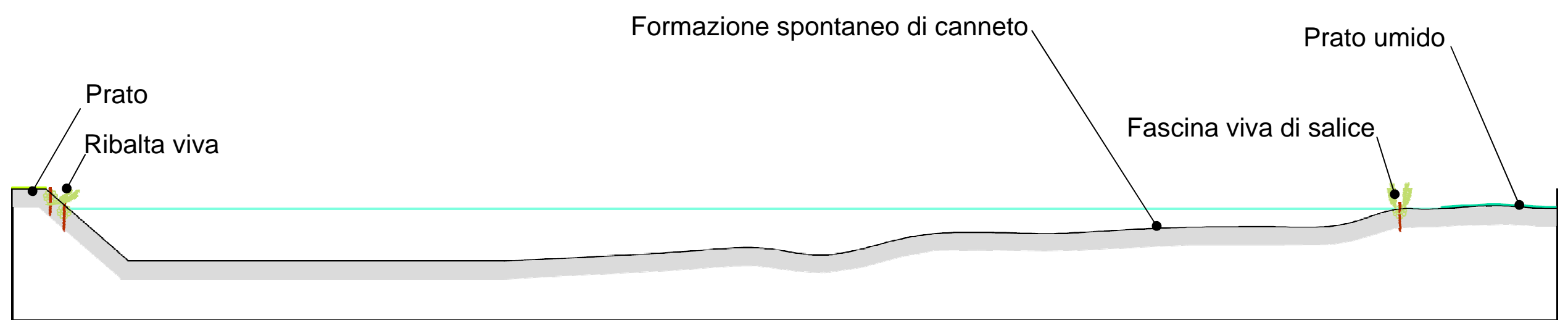
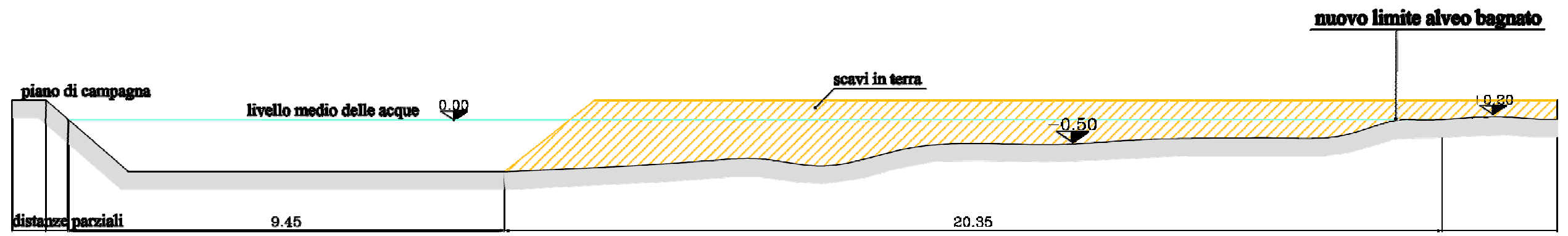




Planimetrie di dettaglio

2.a



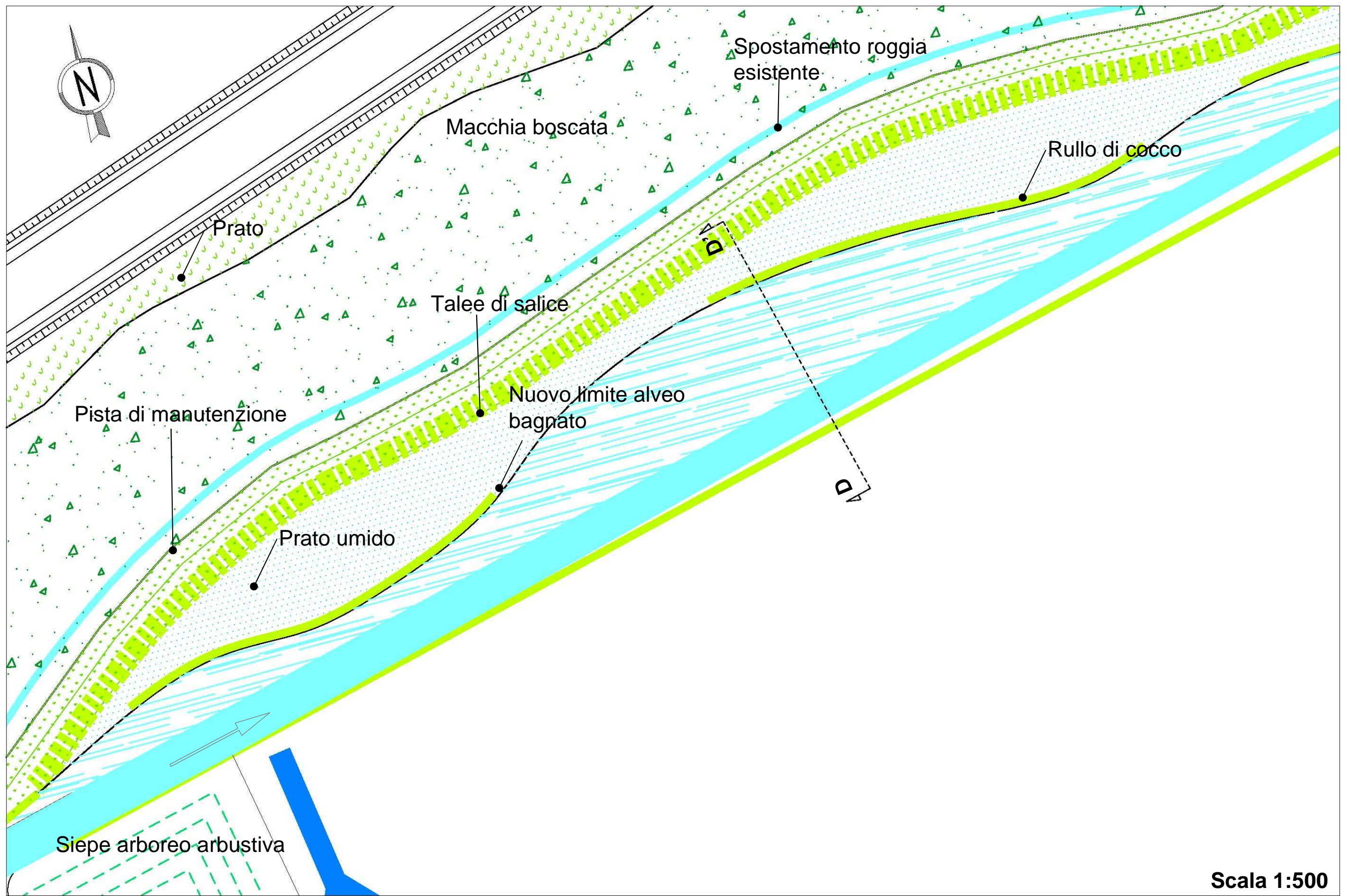


Sezione C-C'

Scala 1:100

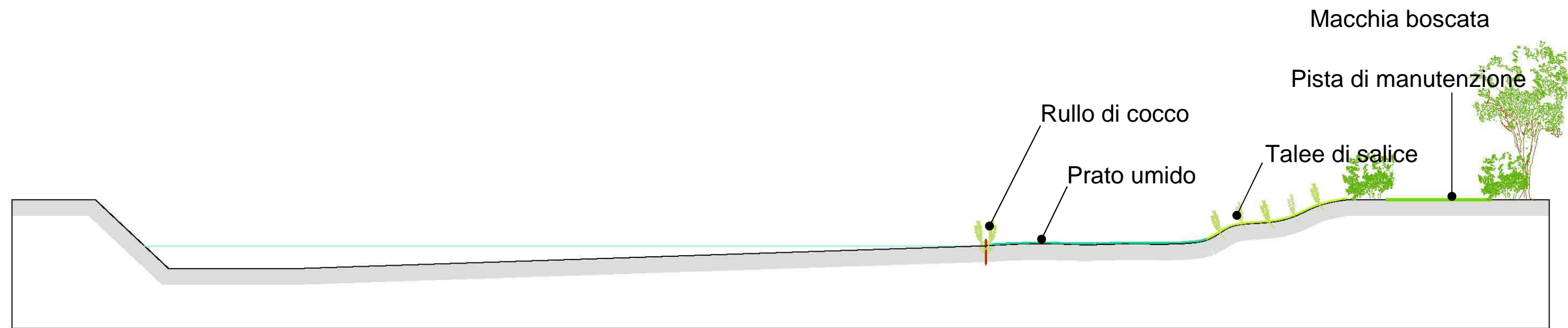
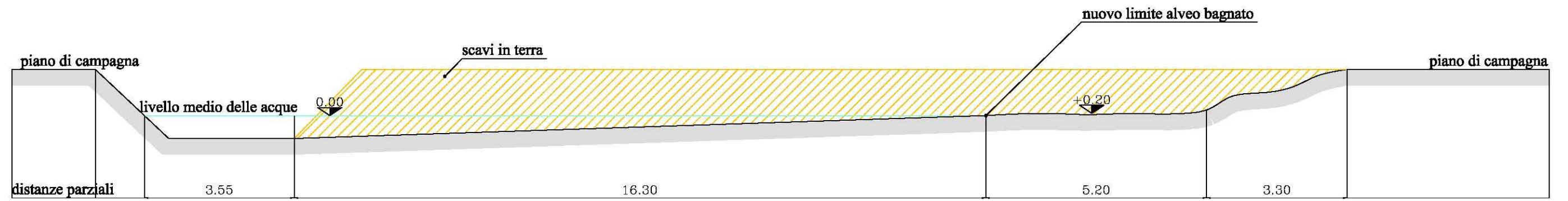
Sezioni C-C'  
 Planimetria 2.a (cfr tav. ME02-2007)





Planimetrie di dettaglio  
2.b



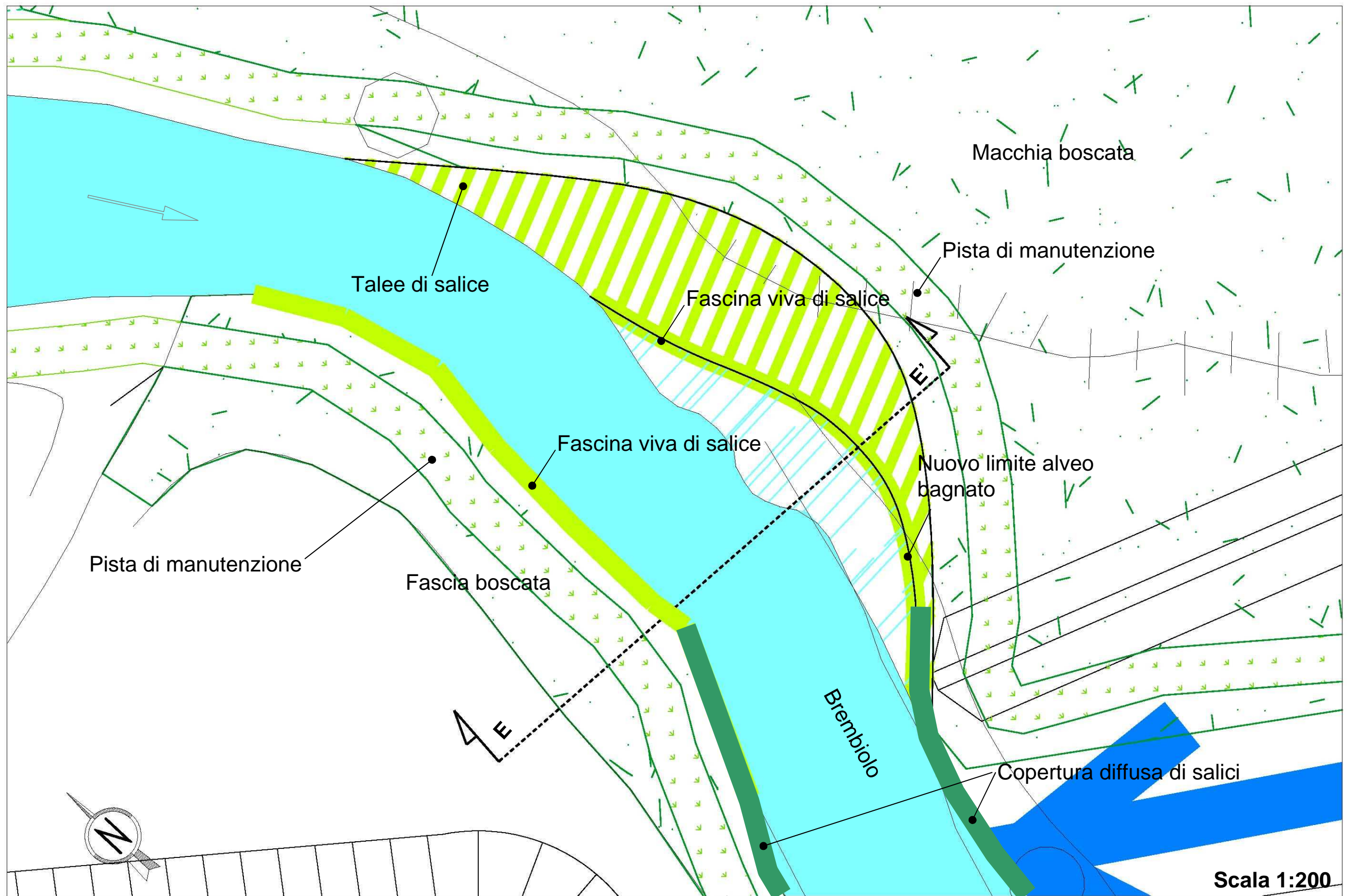


Sezione D-D'

Scala 1:100

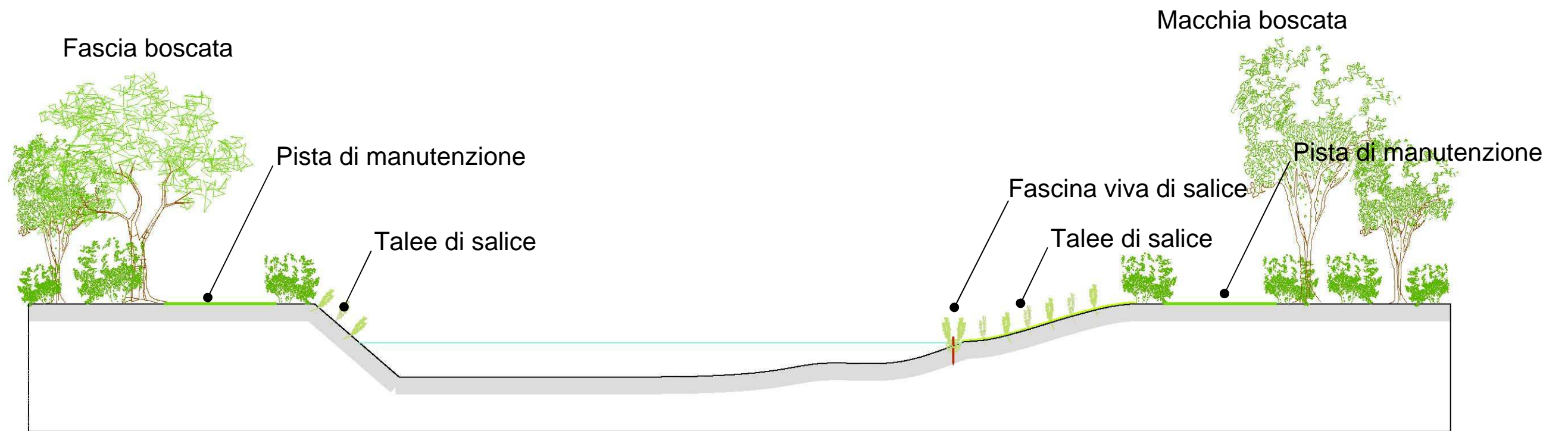
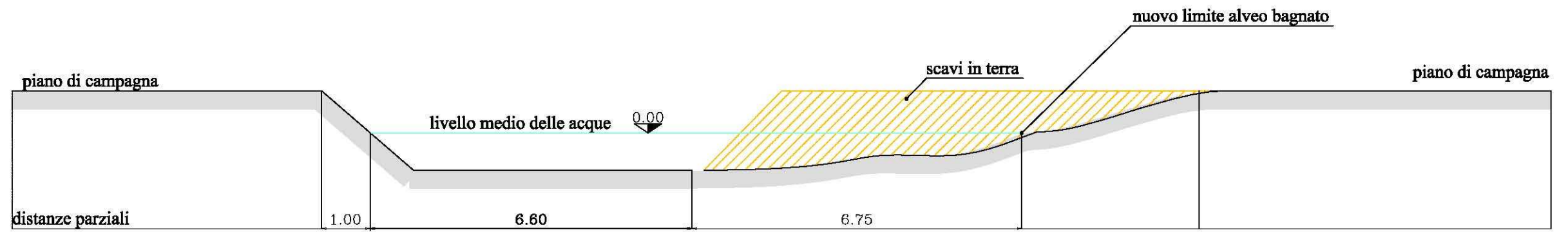
Sezioni D-D'  
 Planimetria 2.b (cfr tav. ME02-2007)





Planimetrie di dettaglio

4.a

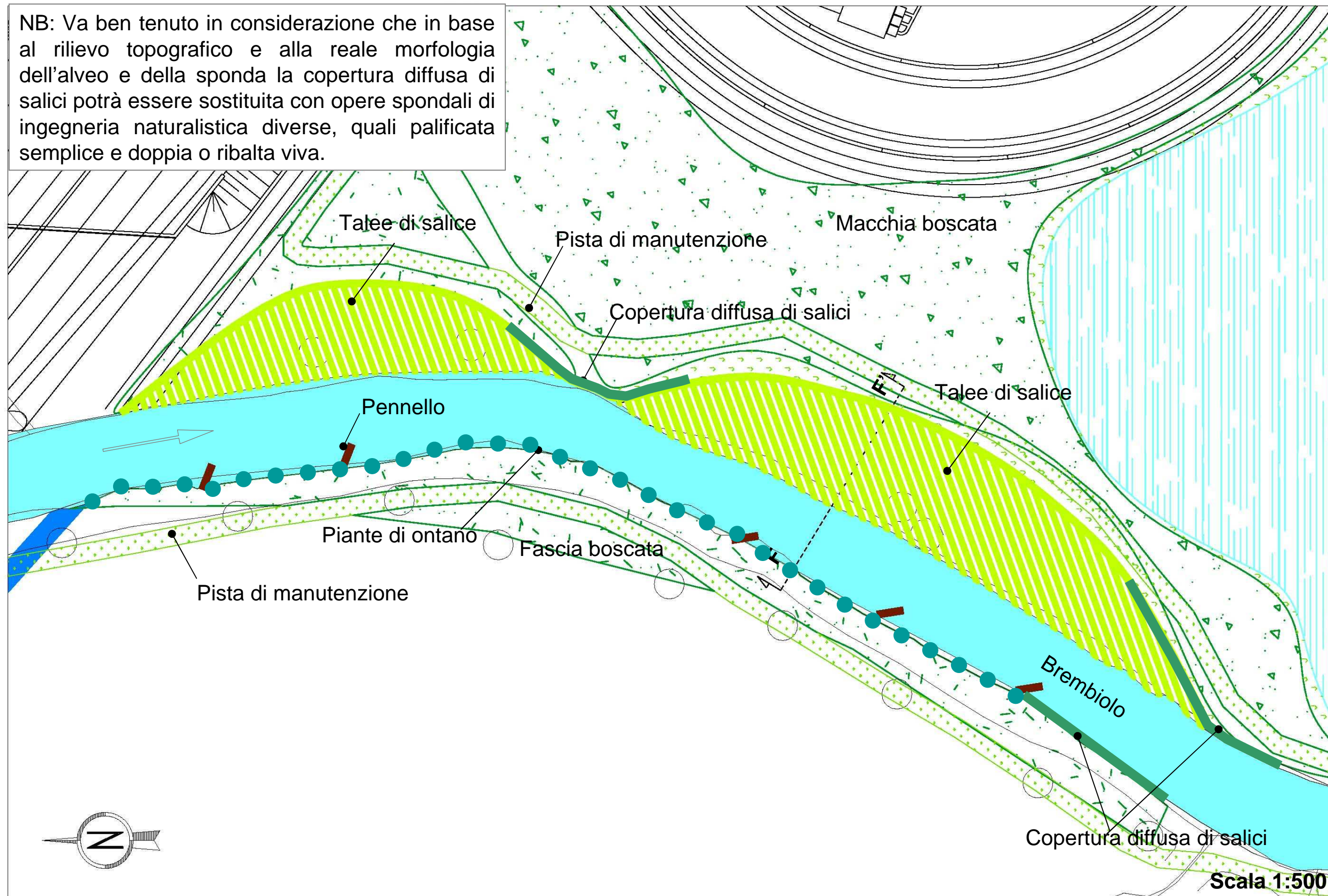


Scala 1:100

Sezioni E-E'  
 Planimetria 4.a (cfr tav. ME02-2009)



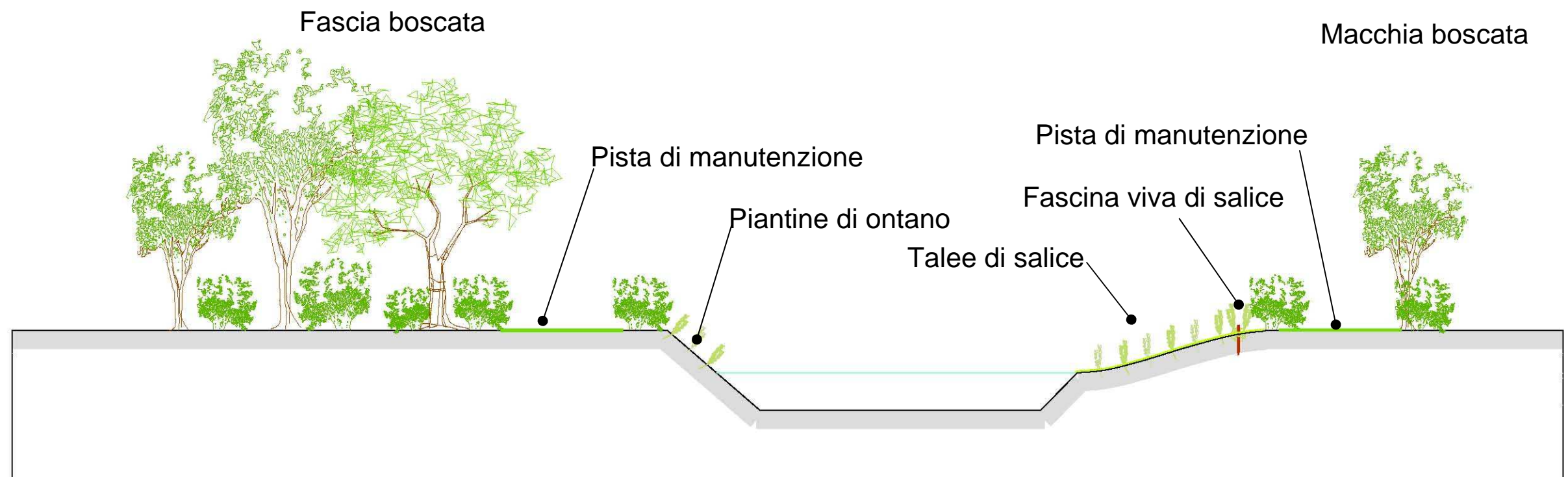
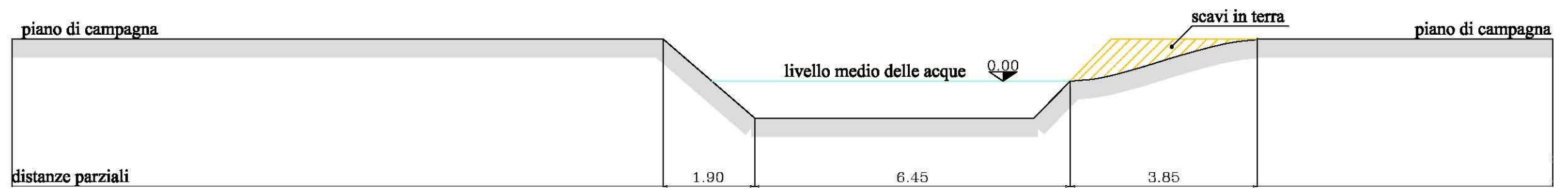
NB: Va ben tenuto in considerazione che in base al rilievo topografico e alla reale morfologia dell'alveo e della sponda la copertura diffusa di salici potrà essere sostituita con opere spondali di ingegneria naturalistica diverse, quali palificata semplice e doppia o ribalta viva.



Planimetrie di dettaglio

4.b





Scala 1:100

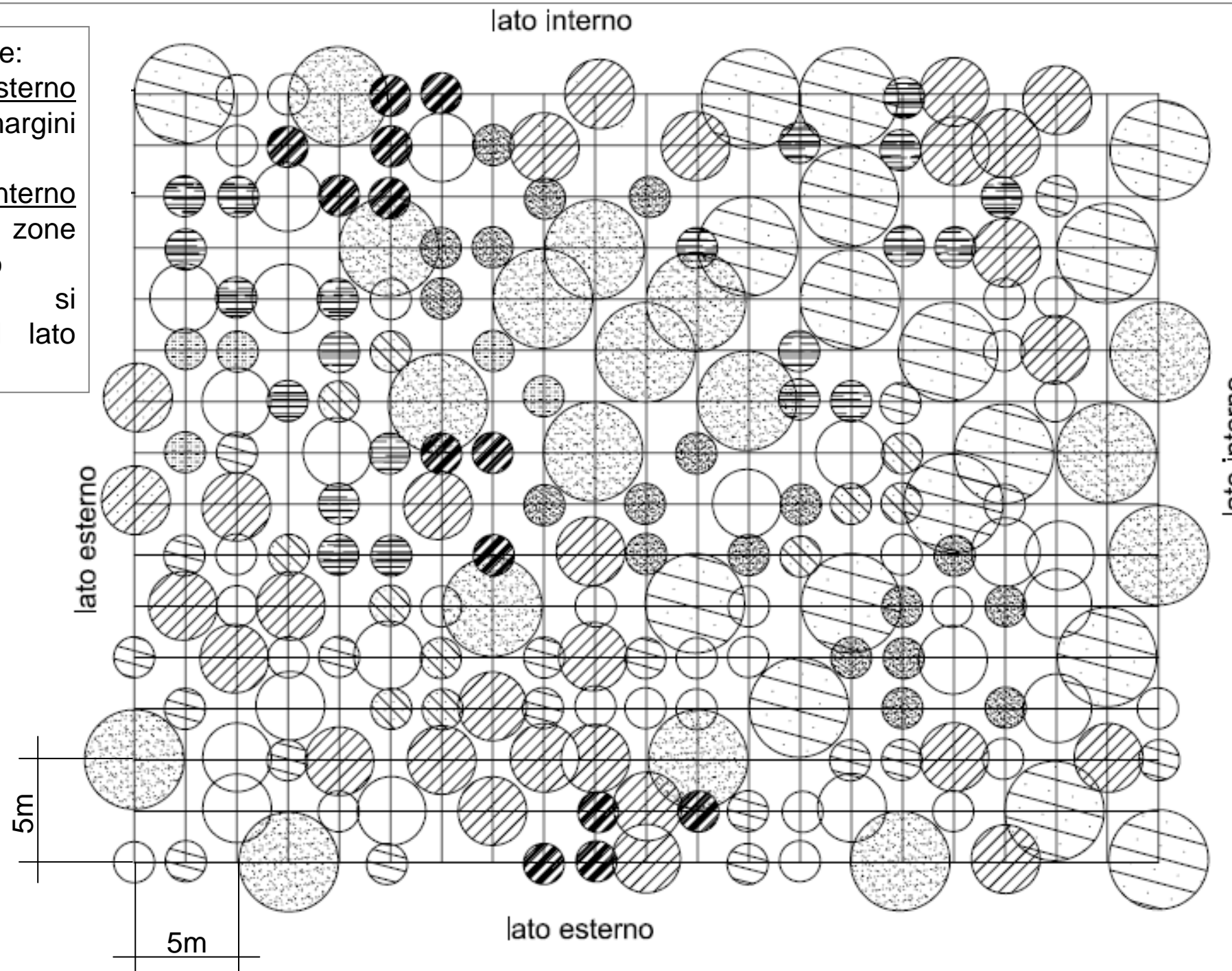
Sezioni F-F'  
 Planimetria 4.b (cfr tav. ME02-2009)





Opere a verde

Modulo replicabile:  
 -il lato esterno  
 corrisponde ai margini  
 del bosco  
 -il lati interno  
 corrisponde alle zone  
 interne del bosco  
 I moduli si  
 assemblano sul lato  
 interno

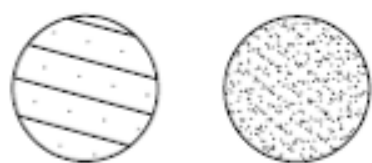


Si tratta di un impianto areale  
 che interessa superfici di  
 diversa entità che svolgono  
 funzioni filtro e visiva oltre che  
 area di possibile insediamento  
 di specie animali al fine di una  
 riconnessione della rete  
 ecologica.

Nell'impianto di nuove macchie  
 boscate mesofile, ove le  
 dimensioni lo rendano possibile  
 (almeno un ettaro), è opportuno  
 prevedere un andamento seriale  
 della vegetazione che ricalchi le  
 situazioni naturali.

Come suggerito dallo schema di  
 macchia mesofila, si deve  
 operare in modo da passare  
 dalla zona centrale prettamente  
 arborea ad una fascia  
 circostante ricca anche in  
 arbusti, fino ad una periferica  
 costituita quasi esclusivamente  
 da arbusti.

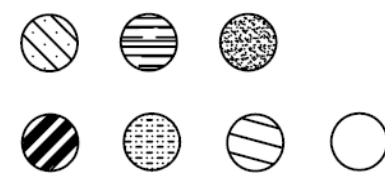
Specie arboree dominanti



Specie arboree dominate



Specie arbustive



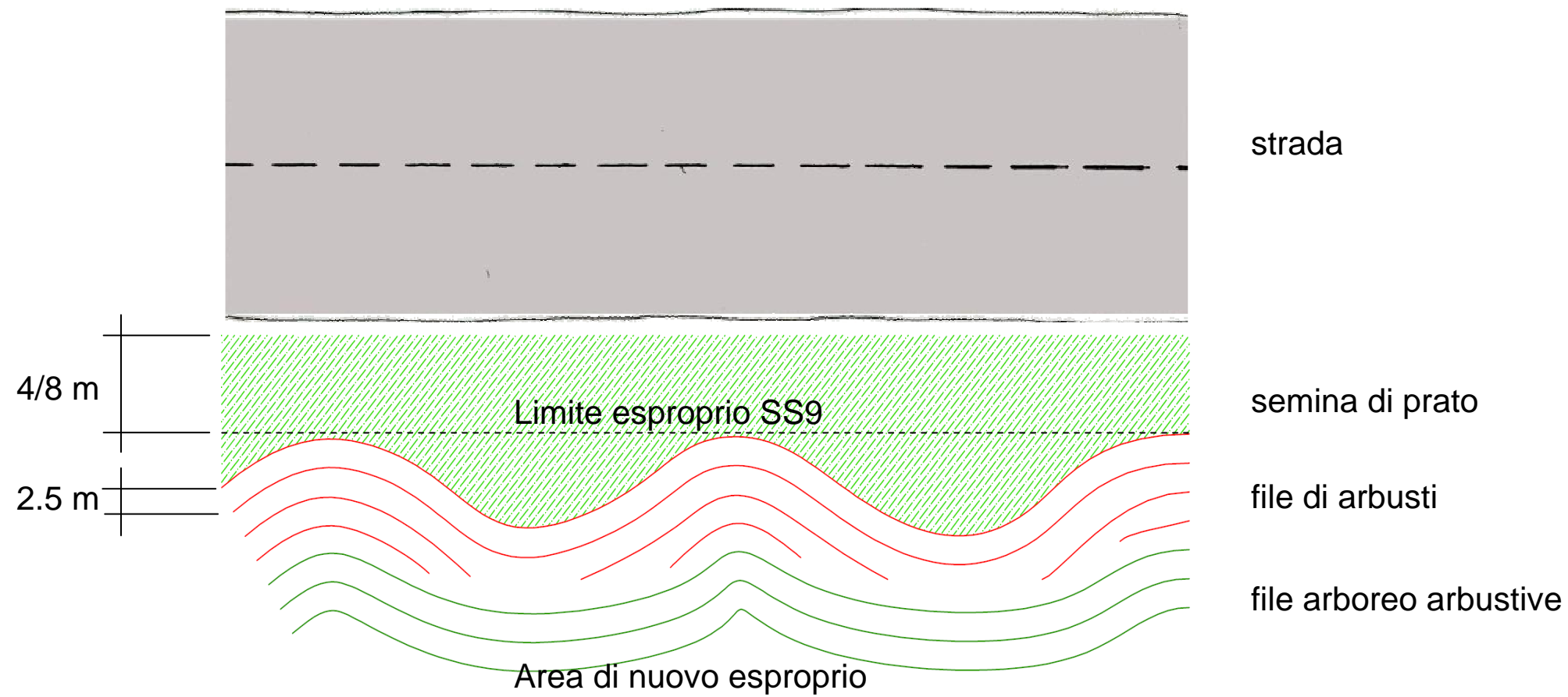
Scala 1:250

**OPERE A VERDE**  
 impianto macchia e fascia boscata

**mb**



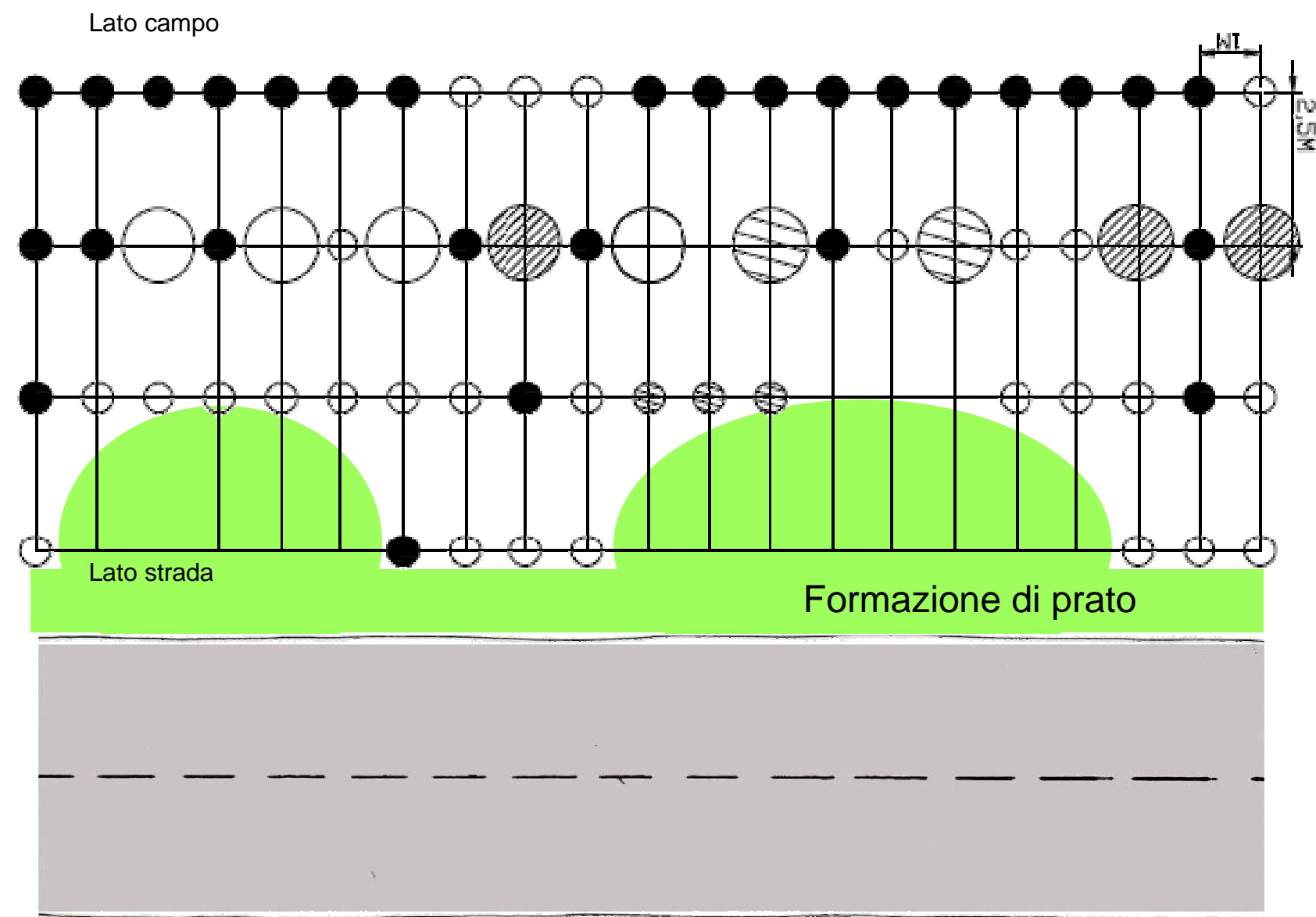
I margini delle macchie e fasce boscate lungo la SS9 dovranno presentare margini ondulanti.  
Tra l'infrastruttura e gli impianti c'è una fascia a prato di ampiezza variabile tra i 4 e gli 8 m corrispondenti alle fasce di esproprio per la costruzione dell'infrastruttura.  
L'impianto prevede che le prime 2 file siano composte totalmente da arbusti, le successive 2 file solo da arbusti nelle zone dove l'impianto si avvicina maggiormente alla strada, così da evitare ogni interferenza.



Scala 1:200

**OPERE A VERDE**  
Boschi e fasce boscate: bordi strada

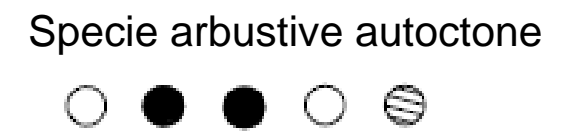
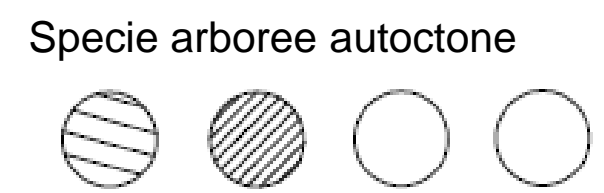
**mb**



La siepe è costituita da un insieme di specie arbustive e arboree, di medie e piccole dimensioni, con funzione di filtro visivo, acustico e di barriera anti inquinamento.

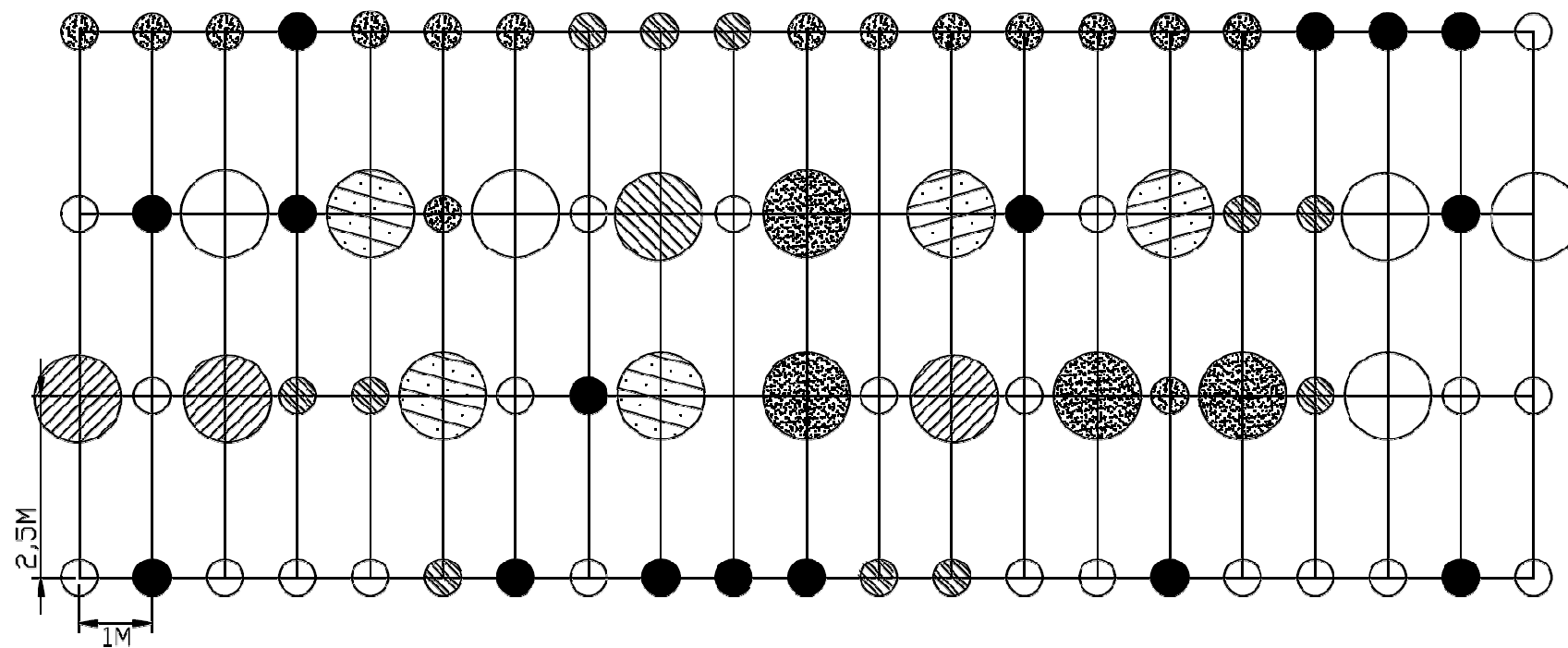
Il loro inserimento in maniera non continuativa lungo la strada ha la funzione di interrompere il forte segno della strada senza aumentare la spaccatura prodotta dalla stessa.

Al fine di evitare conflittualità tra la fauna e la strada, sono previste aree a prato tra la strada e la siepe arboreo arbustiva, in modo tale da garantire la visuale dell'animale.



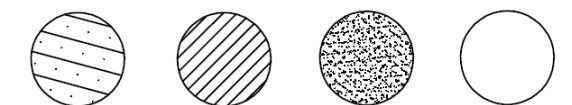
Scala 1:100





La siepe è costituita da un insieme di specie arbustive e arboree, di medie e piccole dimensioni, con funzione connettiva tra gli elementi vegetali presenti sul territorio e di ricomposizione del tessuto rurale. Tale elemento risulta utile per la fruizione e la sosta della fauna di dimensioni piccola e media e può essere impiegato come fascia tampone lungo i corsi d'acqua, ai margini delle strade e dei campi.

Specie arboree autoctone

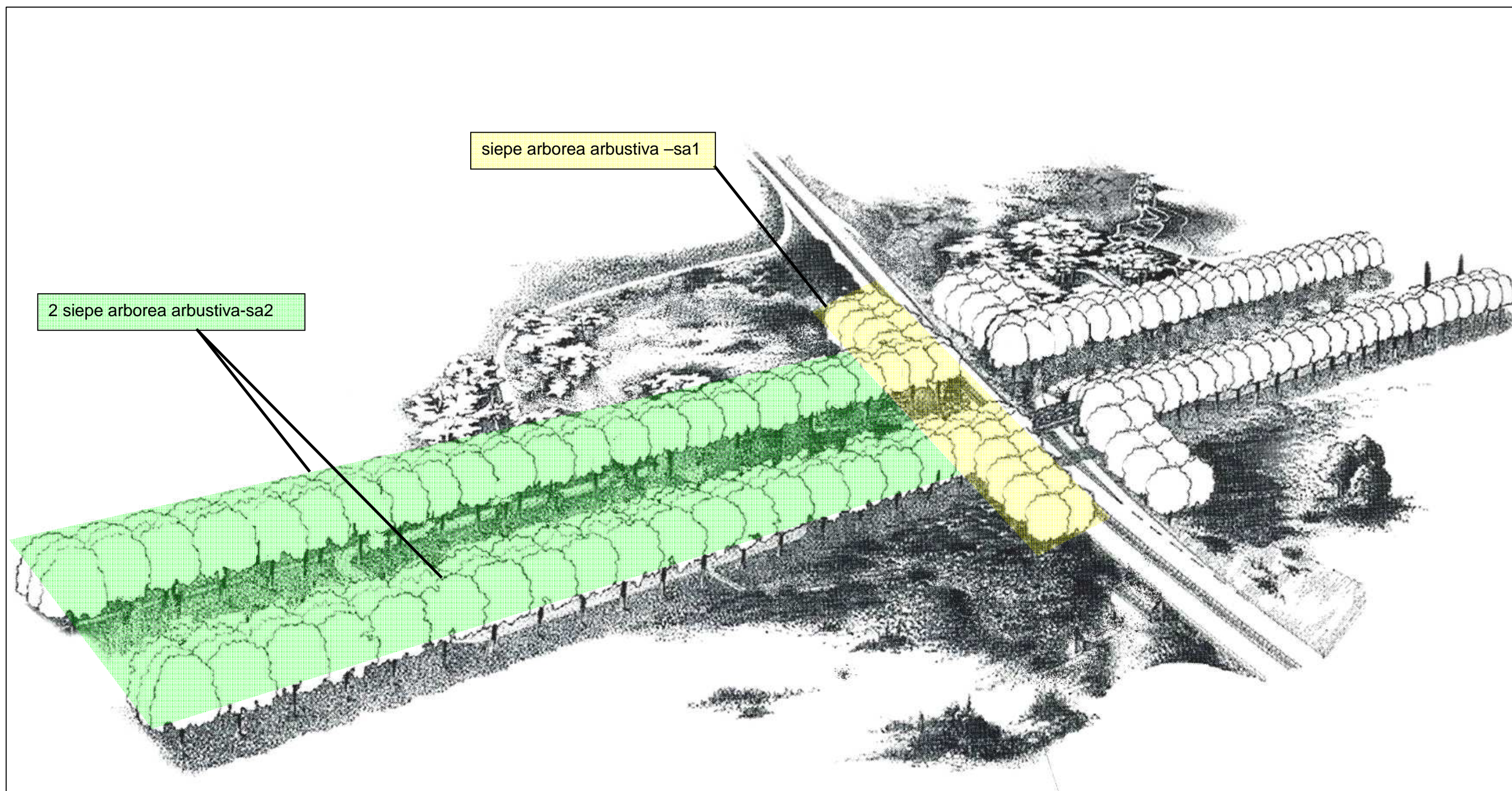


Specie arbustive autoctone



Scala 1:100





2 siepe arborea arbustiva-sa2

siepe arborea arbustiva -sa1

**CRITERI GENERALI**

impianto a "T" siepe arborea arbustiva



# Quercio - carpineto della bassa pianura

Le specie arboree ed arbustive utilizzate per le opere a verde sono estratte dal D.G.R. 1 luglio 1997, n. 6/29567  
Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia.

## Specie arboree

<b>Specie dominanti</b>	<b>Specie dominate</b>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer campestre</i>
<i>Quercus robur</i>	<i>Corylus avellana</i>
	<i>Fraxinus excelsior</i>
	<i>Fraxinus ornus</i>
	<i>Populus alba</i>
	<i>Populus canescens</i>
	<i>Populus nigra</i>
	<i>Populus tremula</i>
	<i>Prunus avium</i>
	<i>Prunus padus</i>
	<i>Prunus spinosa</i>
	<i>Ulmus minor</i>

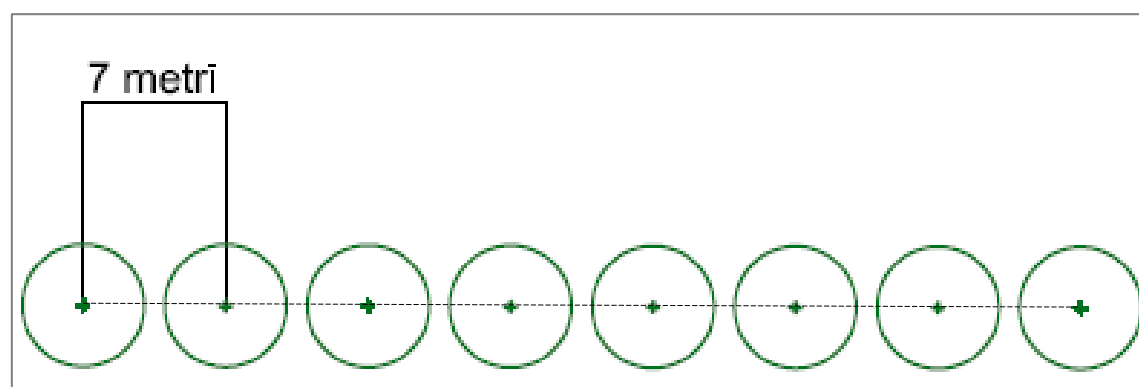
## Specie arbustive

<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Euonymus europaeus</i>
<i>Frangula alnus</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Rhamnus cathartica</i>
<i>Viburnum opulus</i>
<i>Viburnum tinus</i>

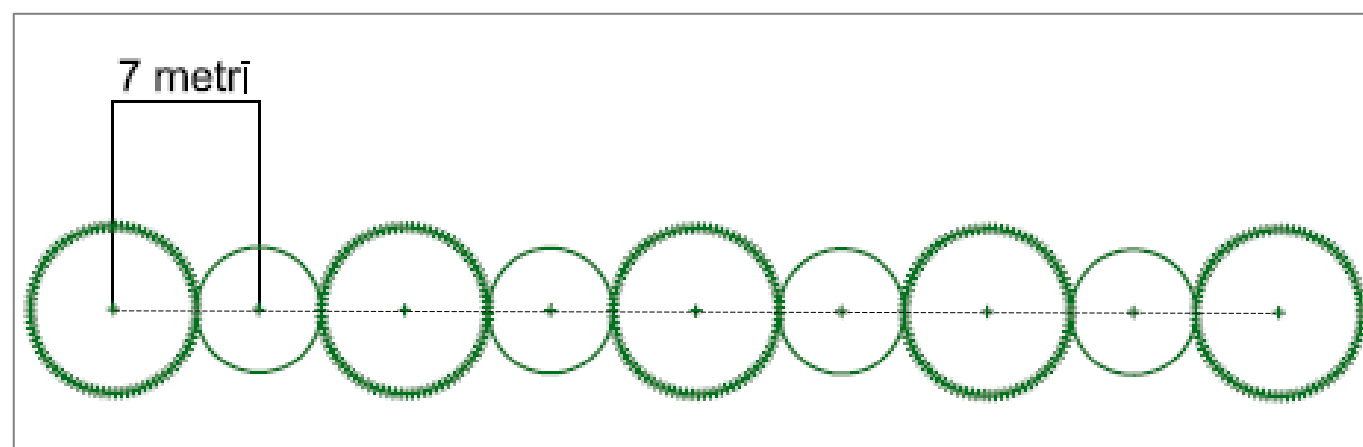
**OPERE A VERDE**

**Elenco specie arboree e arbustive**

## Filare urbano



## Filare campestre



I filari fungono da elementi di riqualificazione per la viabilità, soprattutto se interpoderale e ciclabile, inserendosi come elementi di equipaggiamento paesaggistico e di mitigazione climatica (ombreggiamento estivo). Svolgono comunque anche una funzione ecologica in quanto elementi che possono connettere aree a verde

Il progetto prevede 2 tipologie di filari:

-filare urbano, costituito da *Populus nigra*, con un sesto di impianto di 7m

-filare campestre, costituito in maniera alternata da *Populus nigra* e *Morus nigra* con un sesto di impianto di 7m

OPERE A VERDE

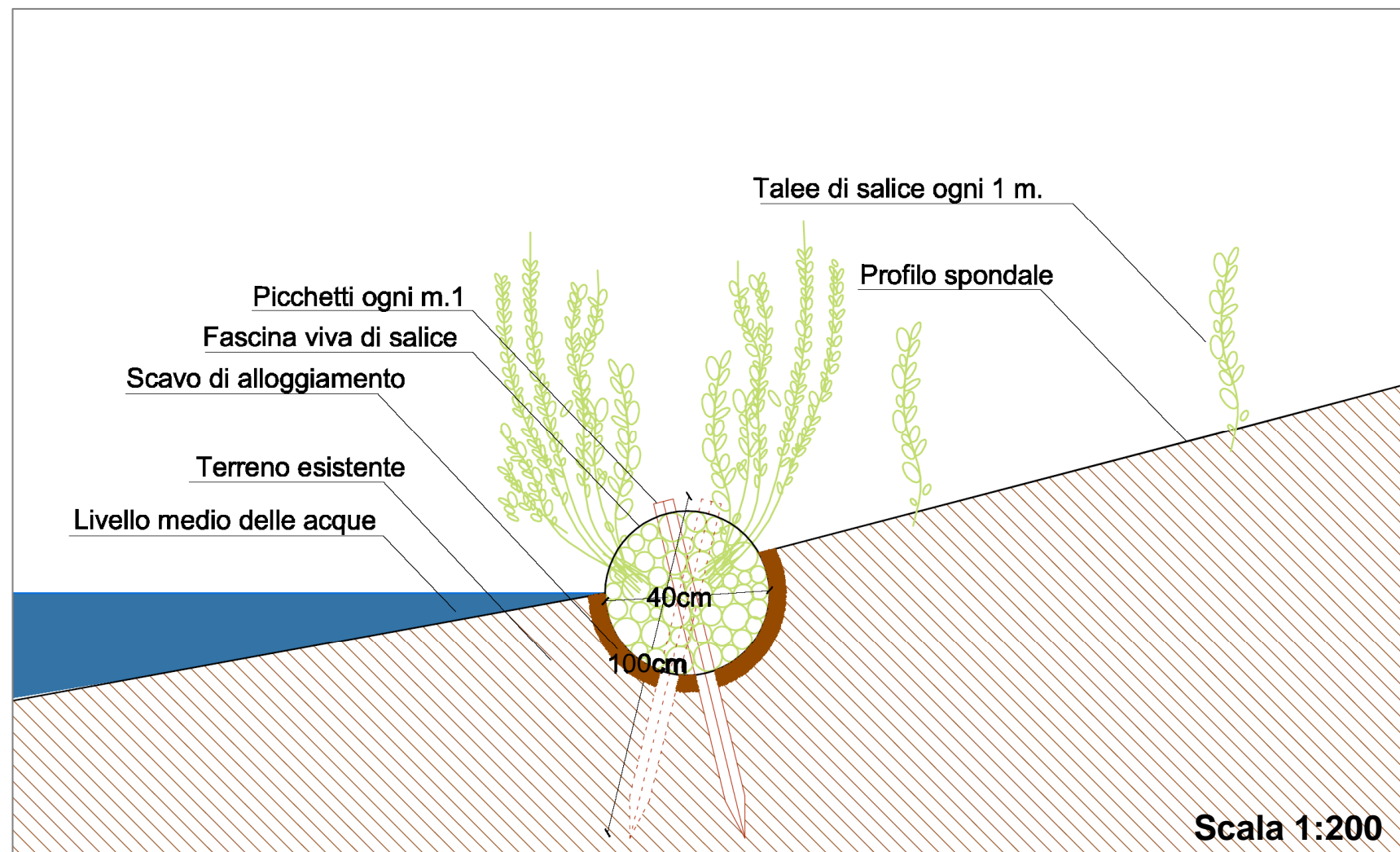
impianto filare urbano e campestre

f11 – f12





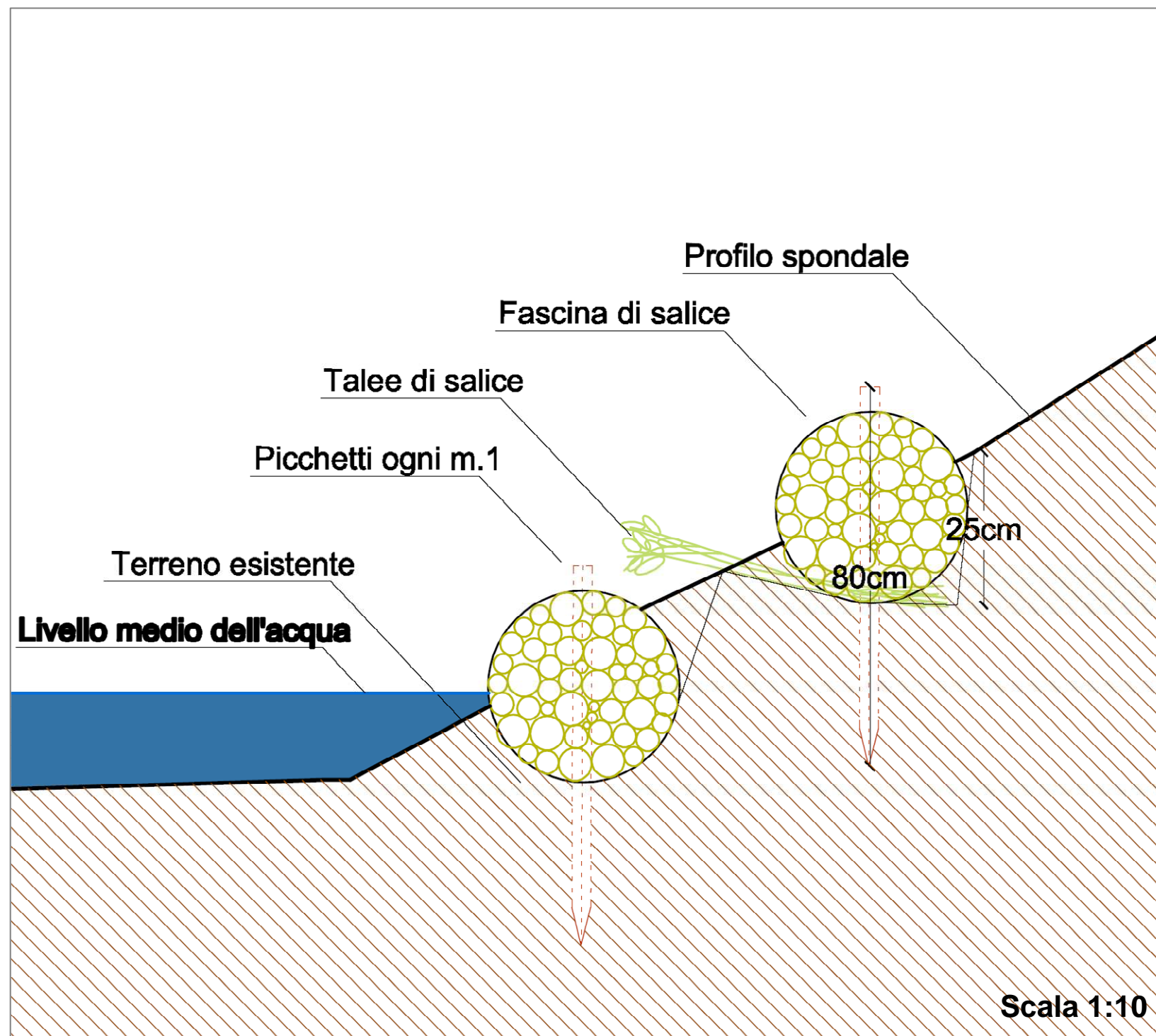
Ingegneria naturalistica (in)



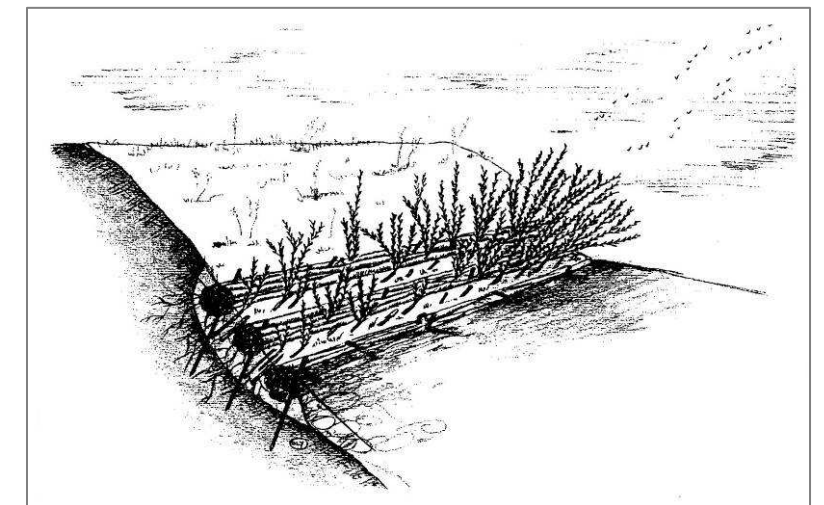
Particolare di una fascina spondale – fascine di diametro minimo di 40 cm, con almeno cinque rami di diametro maggiore di 1 cm; realizzate con ramaglie di specie con elevata capacità vegetativa (salici).

Ingegneria naturalistica  
Fascina viva di salice



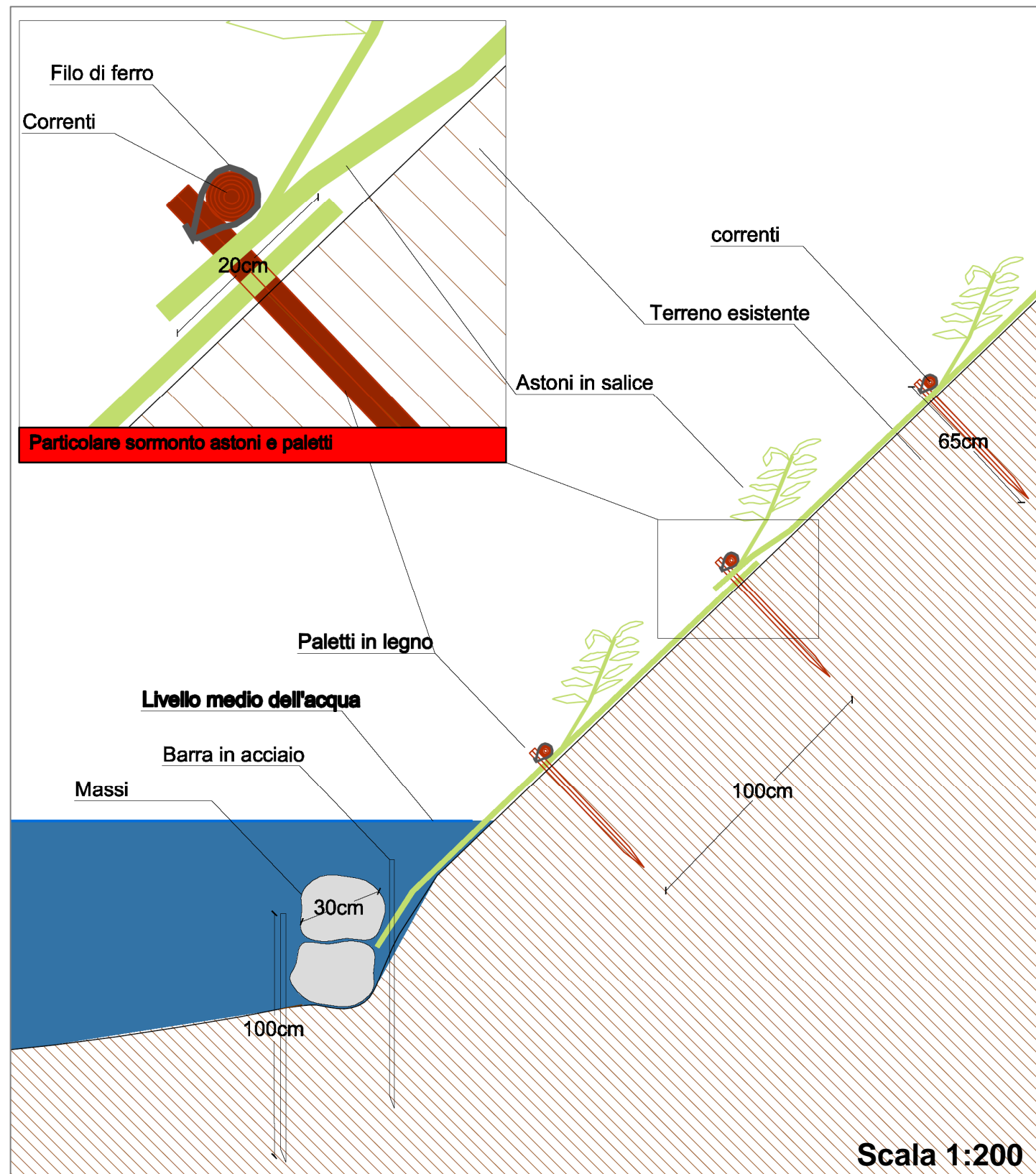


La ribalta viva è utile per la ricostruzione e stabilizzazione di sponda mediante strati alterni di fascine di diametro 25/30 cm e ramaglia viva di salici, disposti perpendicolarmente alla linea di sponda stessa. Il modulo andrà ripetuto sino a riempire l'erosione e raggiungere l'altezza desiderata.

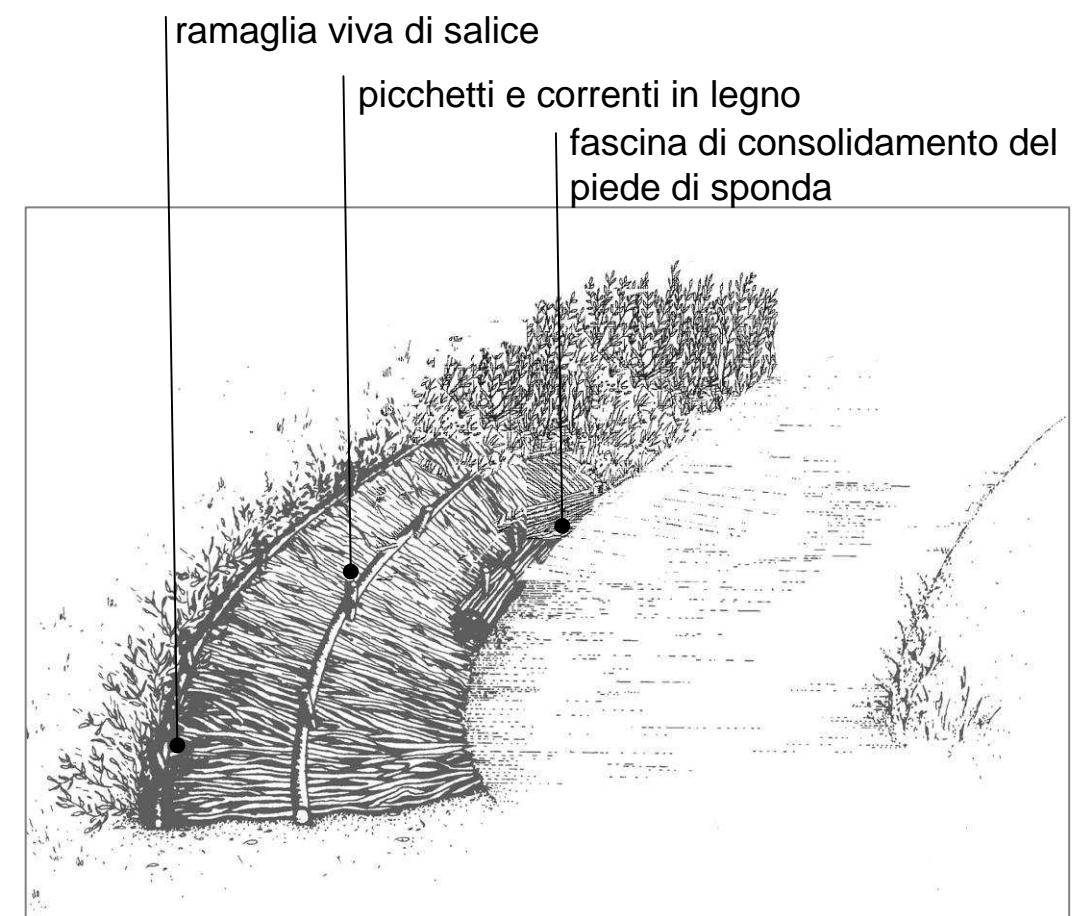


Ingegneria naturalistica  
Ribalta viva

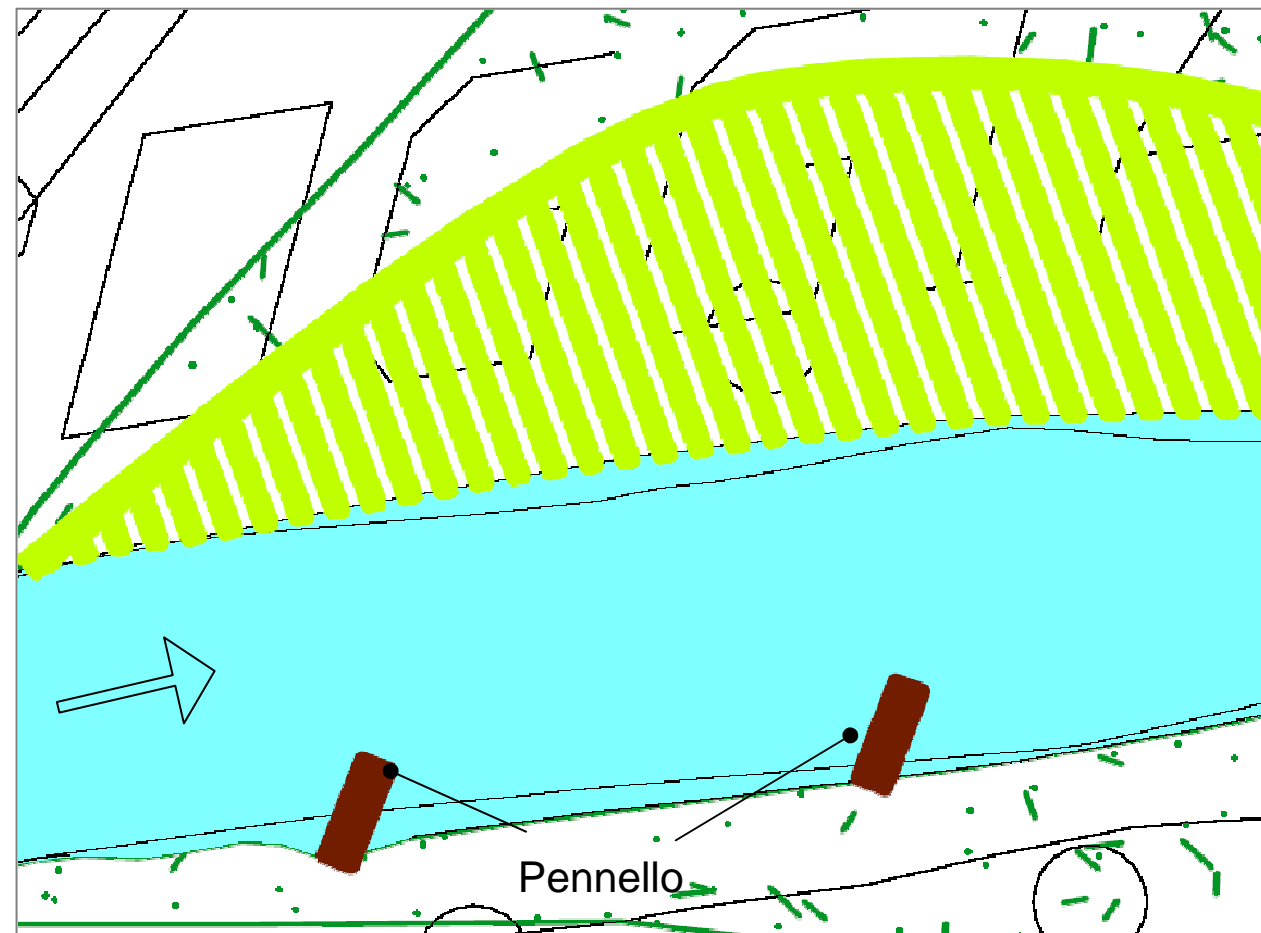




La copertura diffusa si realizza coprendo le sponde con ramaglia viva di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa, nel nostro caso diverse varietà di *Salix*. La ramaglia ha disposizione perpendicolare alla direzione del flusso dell'acqua ed è fissata al substrato mediante filo di ferro teso tra picchetti e paletti vivi e/o morti. Va inoltre predisposta una difesa al piede che verrà realizzata con fascine o pietrame verso la punta del pennello.



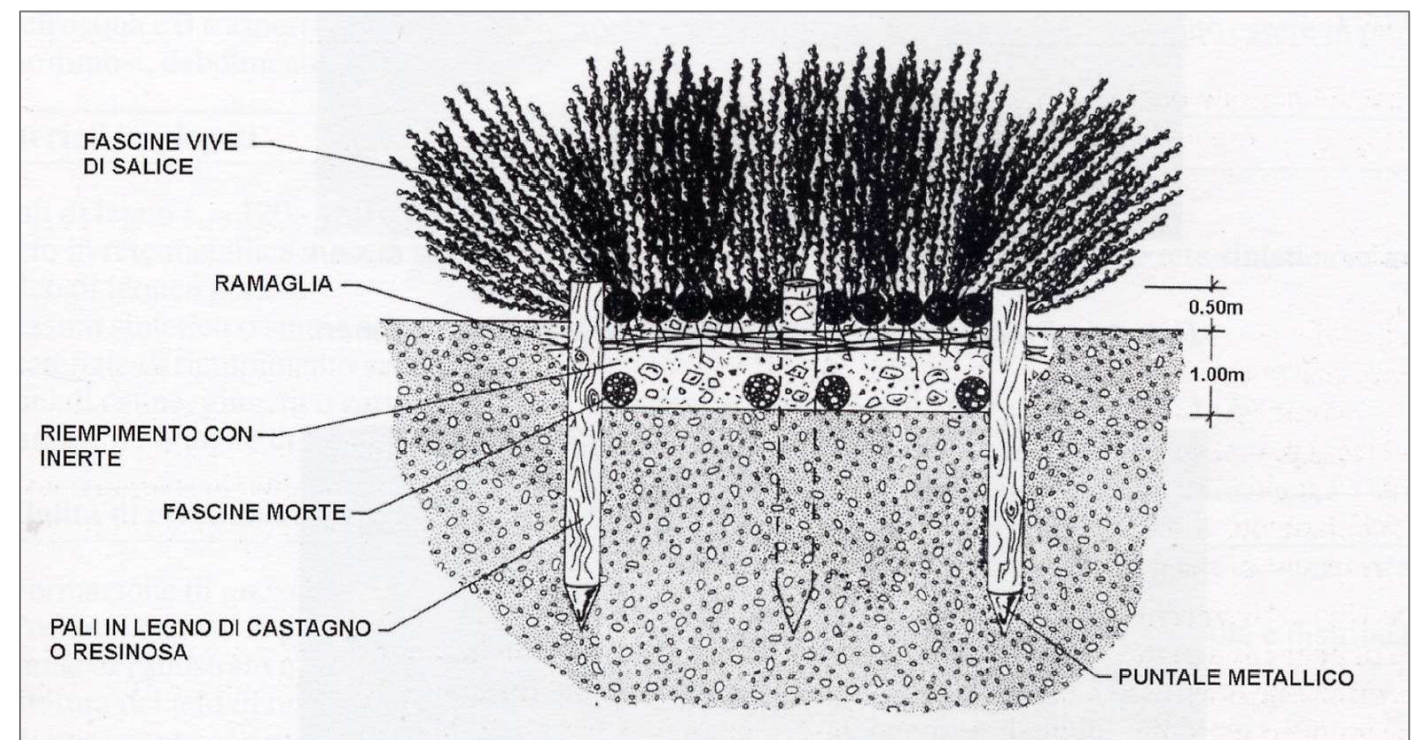




Il pennello è un intervento finalizzato alla protezione di sponde in erosione, in quanto tende a modificare la direzione del flusso dell'acqua.

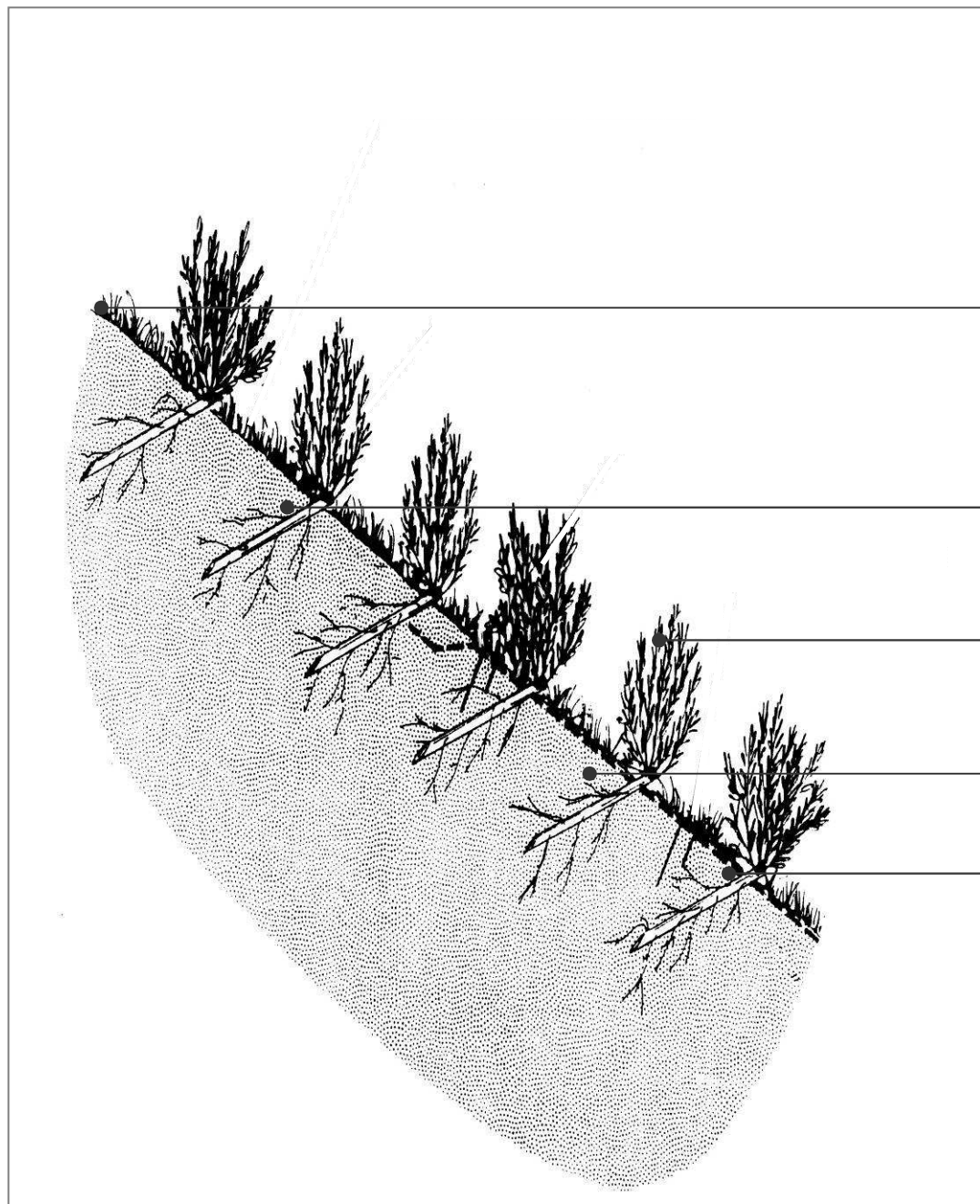
Deve essere realizzato con tronchi di larice o castagno aventi diametro di 25/35 cm combinate con ramaglia e fascine vive.

Vanno inseriti ogni 10-15m, occupando per 1/3 la larghezza dell'alveo e inclinati circa 30° rispetto la sponda



Ingegneria naturalistica  
Pennello





cotico erboso  
da idrosemina

ricaccio radicale

sviluppo apicale

talee di salice

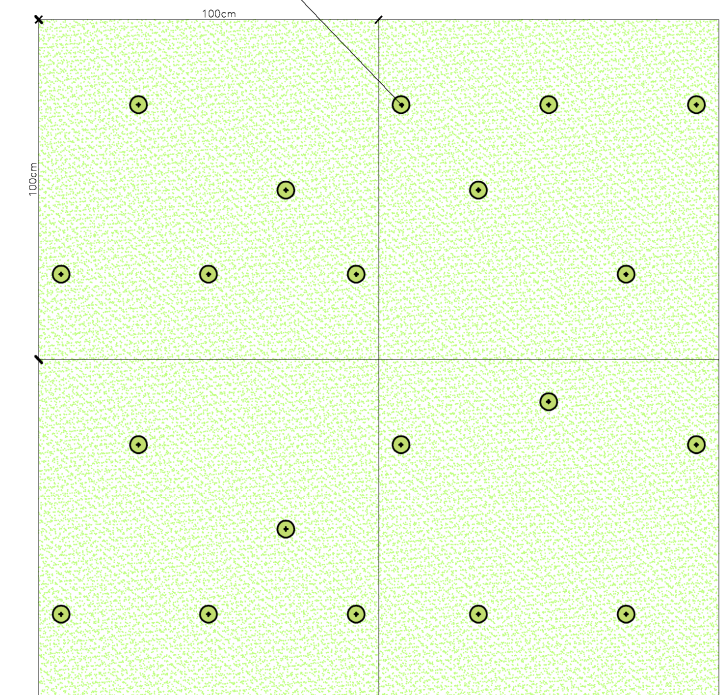
stuoia di cocco

Le talee di salice sono dei segmenti di ramo con una forte capacità di ricaccio che si mettono a dimora isolatamente o in gruppo e che, crescendo, formano nuovi arbusti o nuove piante. Per quanto riguarda i salici, non tutte le specie si prestano per quest'opera.

La tipologia è applicabile a tutti i corsi d'acqua sia naturali che artificiali, compresi quelli del reticolo minore, con particolare riguardo a sponde e versanti poco minacciati dalle forze erosive dell'acqua. Tra i vantaggi applicativi si riscontra il buono e rapido sviluppo di ripariali con interventi minimali.

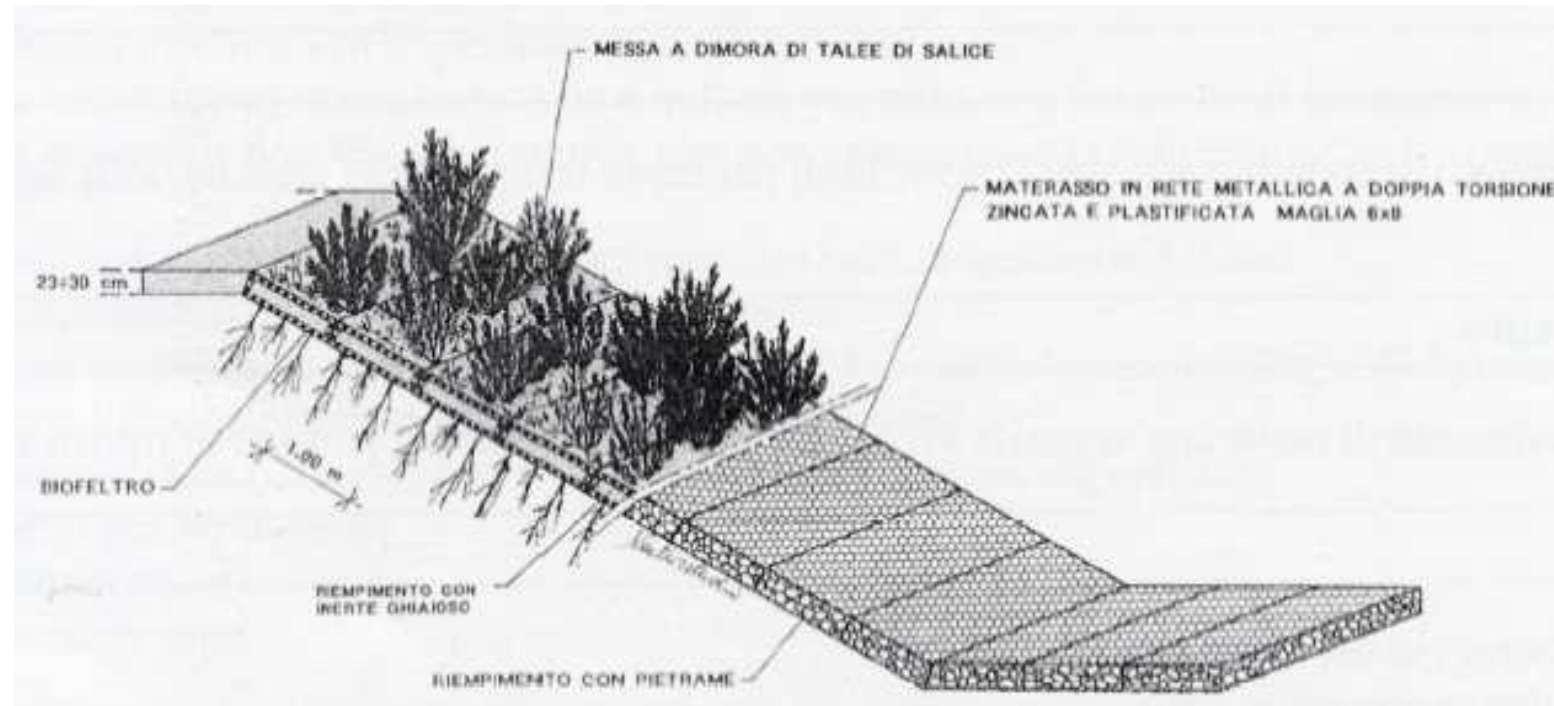
La planimetria mostra una disposizione delle talee di salice piuttosto irregolare

Talee di salice (5 al mq)

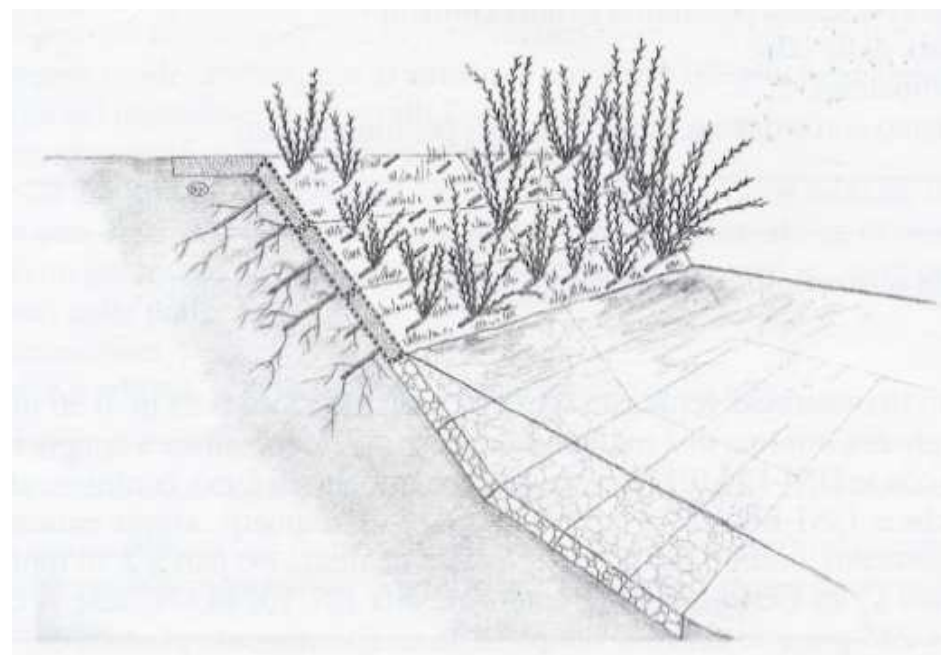


**Ingegneria naturalistica**  
**Messa a dimora di talee salice**





Sezione

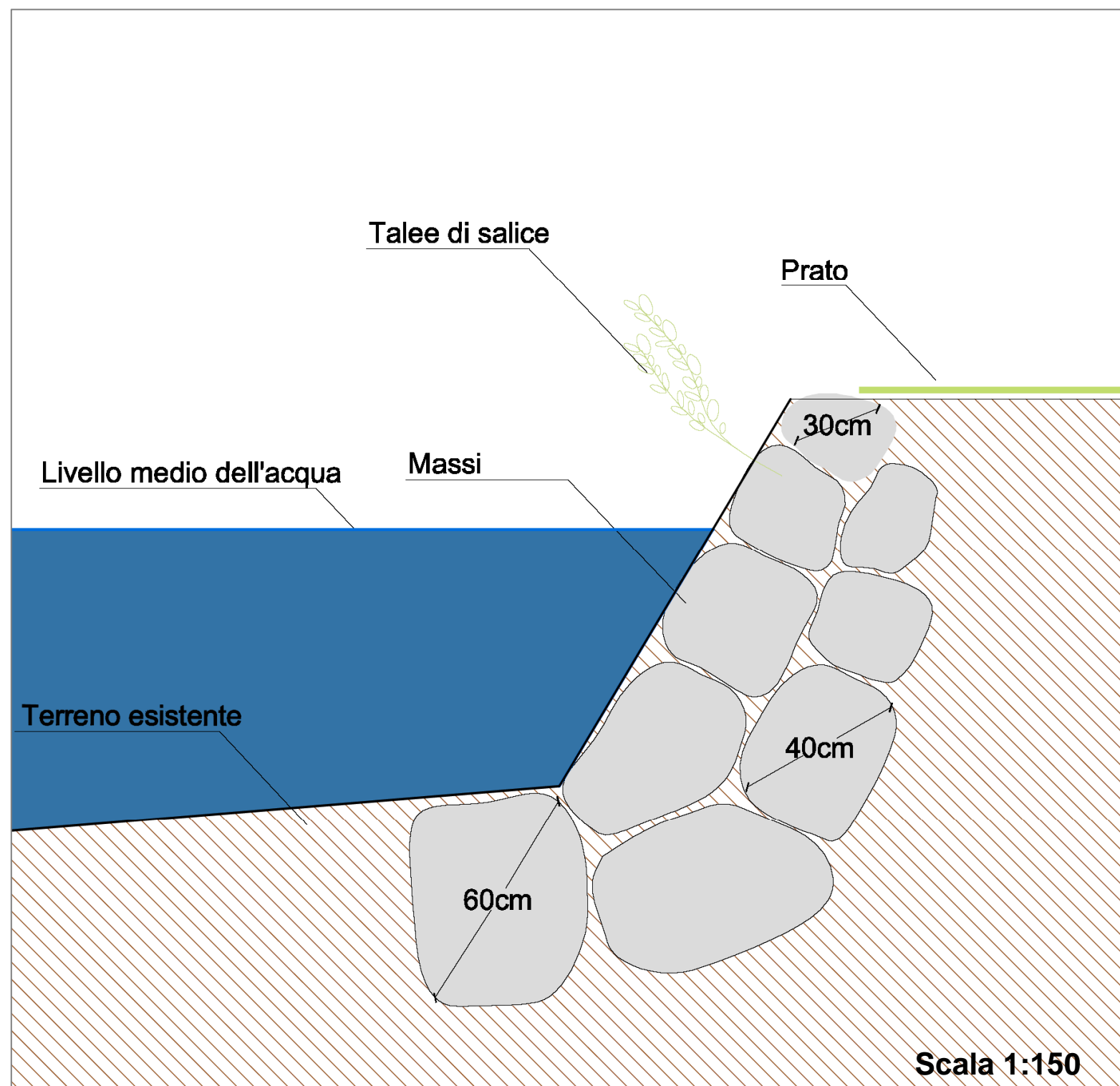


Vista prospettica

I materassi spondali in rete metallica rinverditi sono composti da reti metalliche rivestite, nella parte superiore, da una geostuoia e vengono riempiti da materiale inerte. I moduli vengono assemblati con punti metallici. Sulla superficie vengono seminate e messe a dimore telee, rizomi e cespi di arbusti radicati di specie autoctone.

I materassi vengono utilizzati in casi di fiumi e canali caratterizzati da un'energia idraulica significativa. Svolgono una funzione di protezione dall'erosione. In quanto strutture permeabili non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso le sponde. Inoltre si adattano alla morfologia del terreno e vengono rivegetati in tempi brevi.

Con questa pratica devono essere realizzati i sottofondi dei corsi d'acqua sotto gli attraversamenti

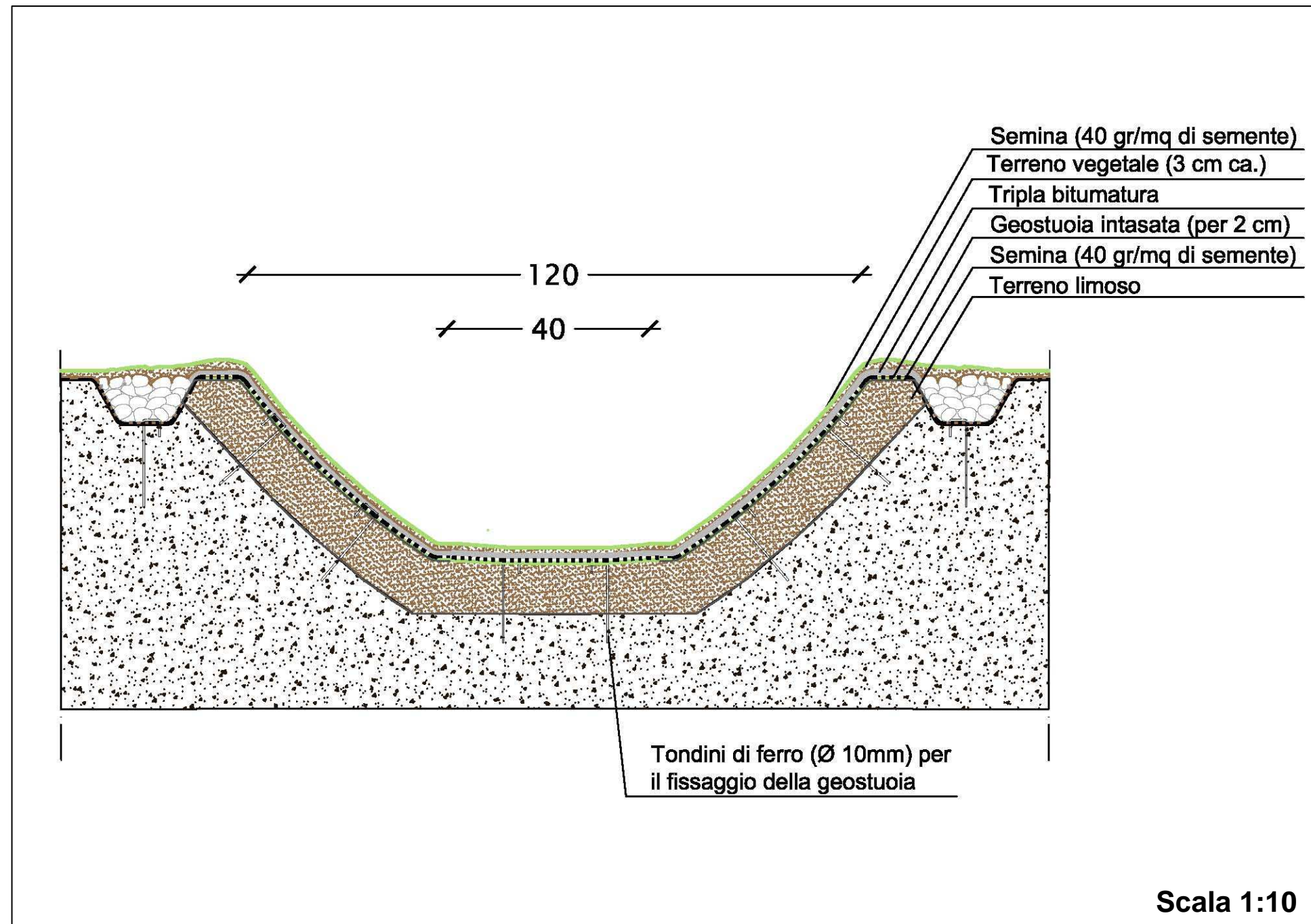


La scogliera deve essere localizzata dove la sezione del corso d'acqua diminuisce e nei pressi dei ponti. L'inserimento di materiale vivo (talee di salice) rende l'opera più solida nel tempo.

Ingegneria naturalistica  
Scogliera rinverdita

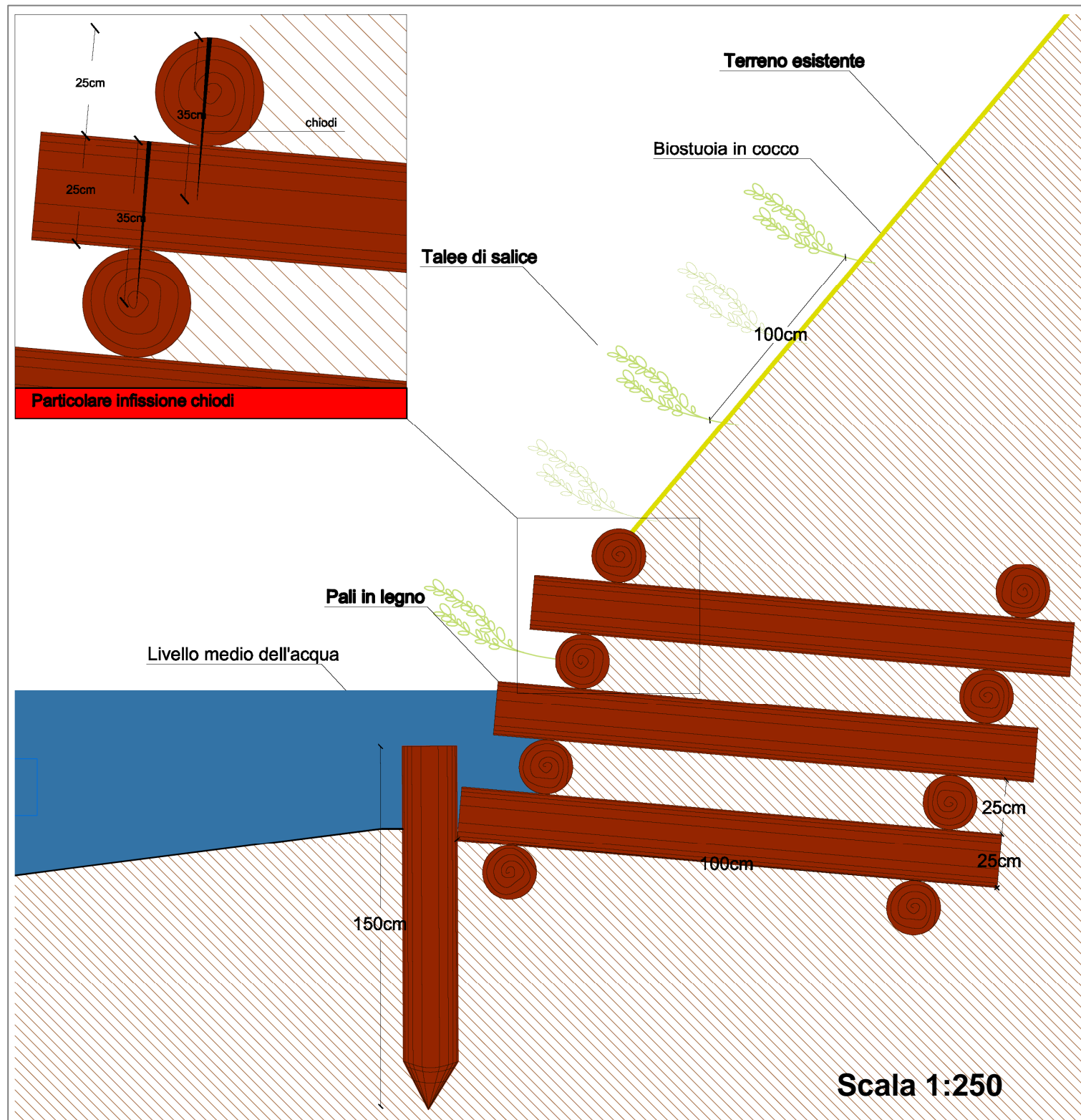


Sezione tipo per la realizzazione delle nuove canalette, lo strato limoso evita il disperdersi delle acque, la geostuoia rinforzata con rete metallica evita il problema delle nutrie, lo strato bituminoso consolida le sponde fino al completo sviluppo della semente. Il risultato è una canaletta naturaliforme.



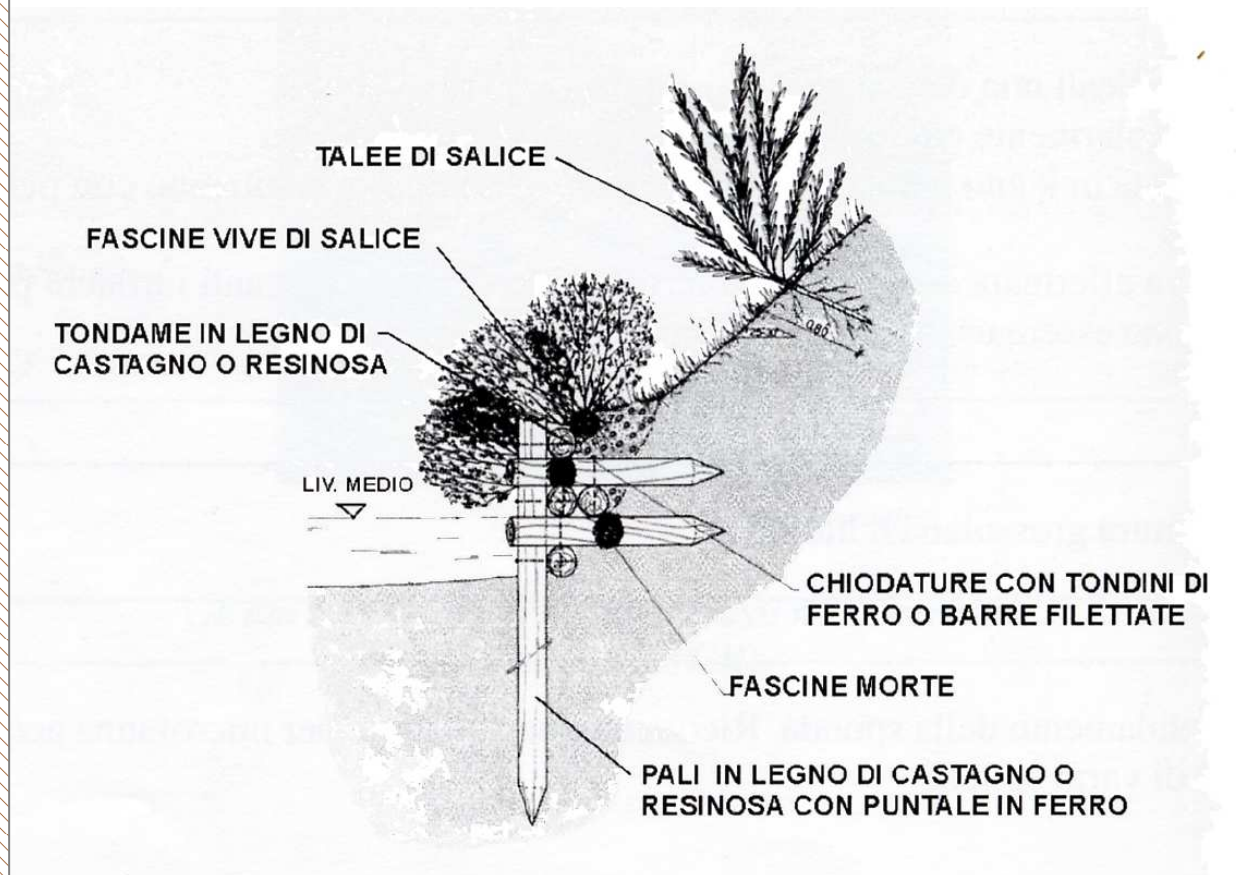
Ingegneria naturalistica  
Sezione tipico canaletta





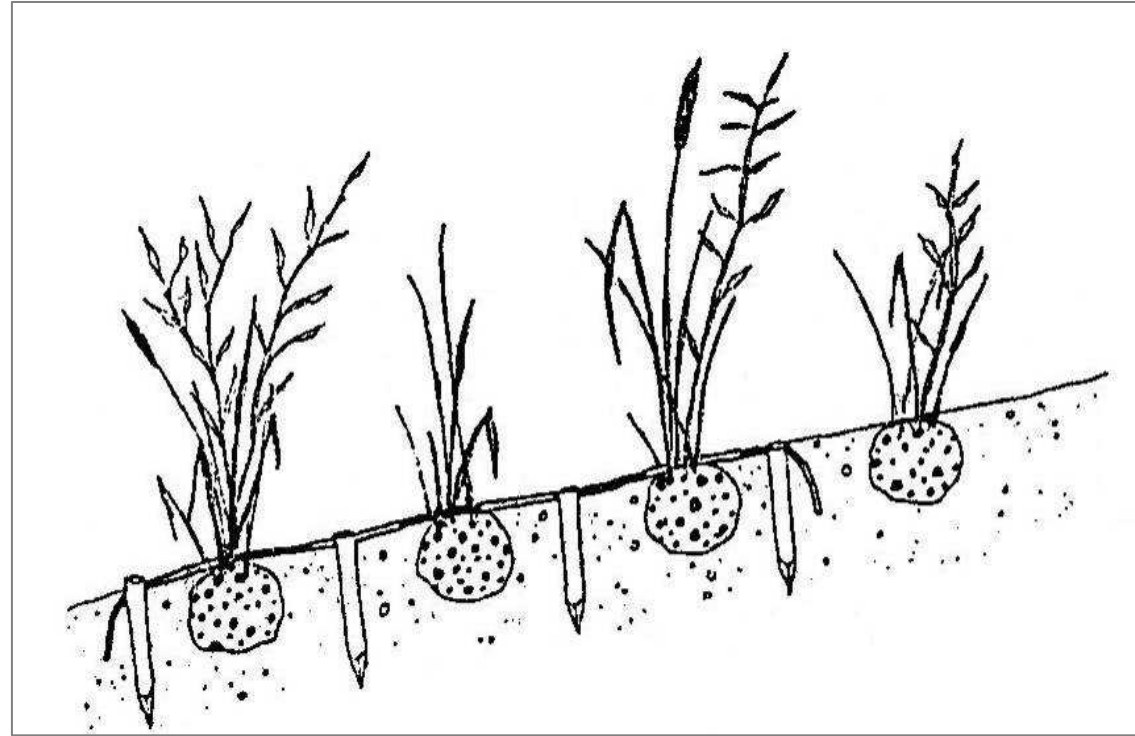
**Palificata doppia**

La palificata viva di sostegno viene impiegata per il consolidamento delle nicchie di erosione ed è composta da tondame di legno durevole posto alternativamente in senso longitudinale e trasversale a formare un castello in legname che verrà costipato con inerti ricavati dallo scavo e con terriccio concimato per l'inserimento di talee legnose adatte alla riproduzione vegetativa.

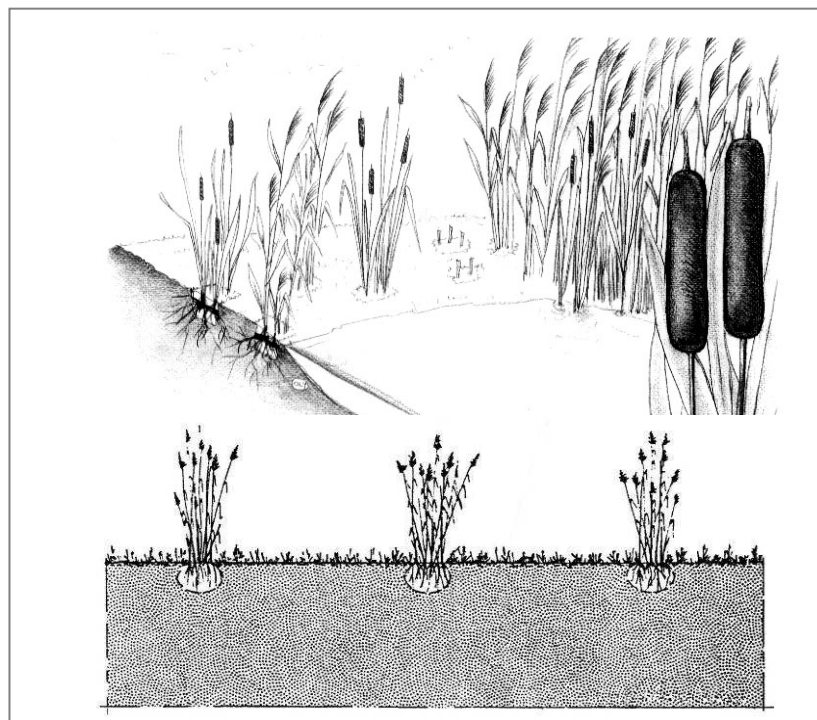


**Palificata semplice**





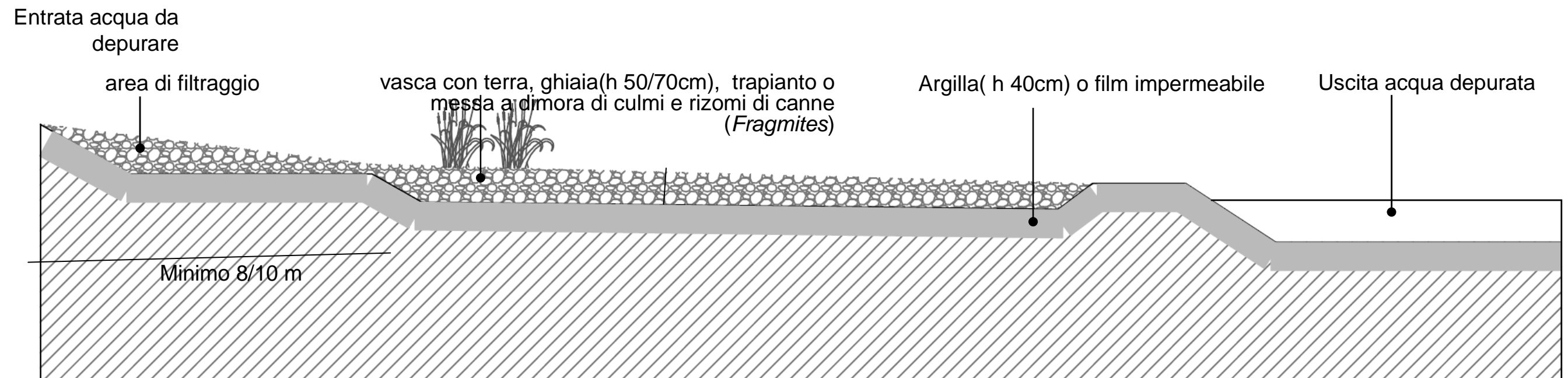
Sezione e simulazione realizzata con rizomi e/o culmi di canna – l'intervento è previsto lungo le sponde a pochi centimetri sottostanti il livello della quota media del lago.



Ingegneria naturalistica  
Trapianto di culmi e rizomi di canne

La depurazione delle acque comporta l'utilizzo di molte differenti componenti, la cui sinergia permette un recupero totale della qualità delle acque e la possibile immissione in un corso d'acqua o, in funzione della qualità dell'acqua in uscita, il riuso in agricoltura.

Il processo di fitodepurazione è indicato come trattamento primario delle acque captate e riutilizzate poi per la realizzazione di opere di mitigazione e compensazione (reimmissione in falda delle acque, zone umide).



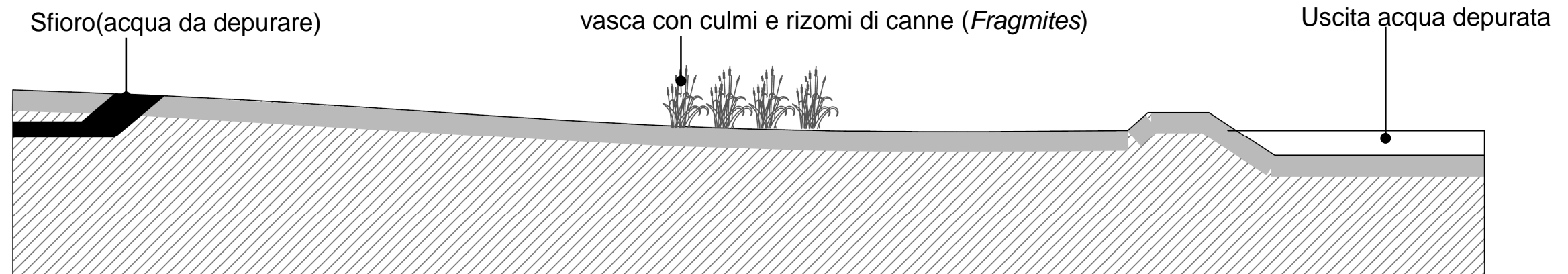
**OPERE SULL'ACQUA**  
**Impianto fitodepurazione**

ft



Si tratta di un modulo polivalente in grado di favorire il miglioramento qualitativo delle acque, compatibile con la funzione di habitat per molte specie della fauna selvatica. La sua funzione consiste nel prelevare gli inquinanti presenti nelle acque da parte delle radici delle piante acquatiche.

L'intervento è proponibile su suolo pubblico di proprietà o in concessione, e presuppone lo sbancamento, con profondità variabile, e movimenti di terra per la formazione del bacino e di argini perimetrali ed interni.



**OPERE SULL'ACQUA**  
ecosistema filtro

ef





Sottopasso faunistico con acqua (pfa)

NOTE:

Adeguamento di scatolare di progetto  
per attraversamento di canale:  
formazione di banchina per la fauna  
terrestre

**OPERE PER LA FAUNA**  
passaggio faunistico

**pfa**



# Ambito di ripa lungo i corsi d'acqua e vegetazione azonale golenale della pianura lombarda

Le specie arboree ed arbustive utilizzate per gli ambito di ripa sono estratte dal D.G.R. 1 luglio 1997, n. 6/29567  
Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia.

## Specie arboree

<i>Alnus glutinosa</i>
<i>Populus canescens</i>
<i>Salix alba</i>
<i>Salix fragilis</i>

## Specie arbustive

<i>Salix cinerea</i>
<i>Salix daphalides</i>
<i>Salix eleagnos</i>
<i>Salix purpurea</i>
<i>Salix triandra</i>
<i>Salix viminalis</i>

**OPERE A VERDE**

**Elenco specie ingegneria naturalistica**