



Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

# Relazione sugli interventi di inserimento ambientale

N° PROGETTO: **013.13**

**ELABORATO:** T00IA00AMBRE01\_C.DOC

AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	C	Luglio. 2014	F.Graziano	F.Graziano	R.Solmona
AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	B	Apr. 2014	F.Graziano	F.Graziano	R.Solmona
EMISSIONE	A	Gen. 2014	F.Graziano	F.Graziano	R.Solmona
Relazione sugli interventi di inserimento ambientale	revisione	data	redatto	controllato	approvato

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

## INDICE

<b>1</b>	<b>OPERE DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE DELL'INFRASTRUTTURA .....</b>	<b>2</b>
1.1	CONTESTO AMBIENTALE .....	2
1.2	COPERTURA VEGETAZIONALE .....	2
1.3	MOTIVAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI DELL'INTERVENTO .....	5
<b>2</b>	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE .....</b>	<b>7</b>
2.1	OPERE A VERDE .....	7
2.1.1	INDIVIDUAZIONE DELLE SPECIE DA UTILIZZARE .....	8
2.1.2	INTERVENTI DI INSERIMENTO AMBIENTALE E DI PROTEZIONE SUPERFICIALE DELLE SCARPATE STRADALI .....	17
2.1.3	IMPIANTO DI IRRIGAZIONE .....	24
2.1.4	MANUTENZIONE .....	25
2.1.5	SPECIE ARBUSTIVE .....	26
2.1.6	INTERVENTI SULLE ALBERATURE DA REIMPIANTARE .....	27
2.2	FAUNA .....	28
2.3	RUMORE .....	31
2.4	VASCHE DI PRIMA PIOGGIA .....	31
2.5	OPERE D'ARTE .....	32
2.6	CARTELLONISTICA .....	32
2.7	MURETTI A SECCO .....	33



# 1 OPERE DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE DELL'INFRASTRUTTURA

## 1.1 CONTESTO AMBIENTALE

Le opere previste nel piano di inserimento paesaggistico ed ambientale del tronco di strada in progetto hanno come obiettivo quello di attenuare l'impatto dell'opera nel contesto territoriale circostante e di salvaguardarne il pregio ambientale esistente.

Le caratteristiche del paesaggio sono quelle tipiche di molte zone agricole estensive della Sardegna; si tratta in prevalenza di pianure alluvionali tipiche della piana di Ozieri e di colline dolci e pascoli in lieve pendenza, punteggiati spesso da gruppi disomogenei di essenze arboree con prevalenza di querce da sughero.

Dal momento che il tracciato del lotto 2 interessa un'area storicamente interessata da utilizzazione agricola professionale non sono presenti aree ad alta densità boschiva e zone ad alto grado di naturalizzazione. Gran parte della superficie è inclusa nelle aree della bonifica ETFAS degli anni '50 del secolo scorso e sono state oggetto di sistemazioni agrarie e idrauliche e trasformazione irrigua per sostenere l'allevamento bovino e ovino intensivo. Alcune aree sono attualmente destinate a pascoli migliorati e colture irrigue da foraggio. I restanti pascoli sono sfruttati tipicamente in maniera occasionale da ovini e bovini, generalmente di razza sarda. L'area in oggetto è caratterizzata da tre attraversamenti idraulici dell'asse stradale: uno sul Rio Badu Ruju (che interessa oltre alla viabilità principale anche la secondaria e la S.S. 597 esistente), uno sul Rio Sa Pubusa (sulla viabilità principale e sulla S.S. 597) e uno sul Rio Crastos. In generale l'intero lotto è caratterizzato dalla presenza di attraversamenti fluviali anche di piccola entità e a carattere prettamente stagionale.

Verso la parte finale si rileva la presenza aree a tendenza paludosa a causa della bassa permeabilità dei suoli con prevalenza della frazione argillosa. Tali aree sono tutte incluse nella zona a protezione speciale denominata "Campo di Ozieri e pianure comprese tra Tula ed Oschiri (ITB011113) che coincide con la superficie compresa tra il bivio per Ozieri-Sant'Antioco di Bisarcio e la fine del lotto.

La presenza di edifici e utilizzazioni antropiche lungo il percorso è data da piccole aziende agricole, da qualche abitazione civile e da stazioni di sosta e servizio e attività commerciali legate alla contiguità con la strada di collegamento tra due capoluoghi di provincia.

L'attuale tracciato, e quindi anche quello futuro, sarà caratterizzato da corpi stradali per lo più in modesto rilievo e da trincee poco significative dal punto di vista morfologico.

## 1.2 COPERTURA VEGETAZIONALE

Per quanto concerne le tipologie vegetazionali riscontrate, è possibile individuare le seguenti aree:

- A) Area caratterizzata dalla presenza di piccole aree a vegetazione spontanea dalla progressiva rinaturalizzazione in cui si alternano singoli individui, anche di grandi dimensioni, di sughera (*Quercus suber*) e formazioni a macchia mediterranea costituite principalmente da: olivastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), fillirea (*Phyllirea angustifolia*) e

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

perastro (*Pyrus amygdaliformis*). In quest'area si sono potute individuare quasi duecento piante di sughera che, per le loro caratteristiche di dimensione e per lo stato sanitario sono da considerare oggetto di salvaguardia.



Area di naturalizzazione spontanea

- B) Aree di prevalente uso agricolo continuativo. Sono caratterizzate dalla presenza di insediamenti rurali, in cui piccolissime coltivazioni familiari, di piante da frutto si alternano ad aree a pascolo più o meno arborate. Nelle aree a pascolo sono presenti in forma per lo più diradata esemplari di sughera (*Quercus suber*), di cui un certo numero è da ritenere di pregio ai fini della salvaguardia. Complessivamente la presenza arborea in questa tipologia di aree è piuttosto sporadica e legata alle esigenze produttive delle aziende o alla funzione decorativa (*Pinus pinea*, *Phoenix canariensis*) o per la protezione dai venti prevalenti oppure legate a condizioni idriche particolari. Tra le specie principali ci sono gli eucaliptus ad alto fusto in filari frangivento, e la presenza occasionale di specie pioniere quali la robinia (*Robinia pseudoacacia*) nelle aree di confine, con qualche rilevamento di Sughera (*Quercus suber*) concentrato in boschetti radi. Alcune aree sono parzialmente interessate dall'attraversamento di brevi corsi d'acqua e sporadica presenza di vegetazione tipica delle zone umide con presenza lungo le sponde di esemplari di ontano nero (*Alnus glutinosa*), canna comune (*Arundo donax*) e specie arbustive secondarie quali oleandro (*Nerium oleander*) e pioppo (*Populus alba*). Sono altresì presenti esemplari di eucalipto (*Eucaliptus* sp.), di cipresso (*Cupressus sempervirens*) e altre specie che denotano un intervento antropico nell'area quali fico d'India (*Opuntia ficus indica*) e olivo (*Olea europaea*).

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.



Aree con utilizzazione prevalente a pascolo

- C) Aree irrigue ad utilizzazione foraggera. Queste aree ricadenti prevalentemente nella seconda metà del tracciato, quella che va in direzione di Olbia, sono caratterizzate dalla quasi totale assenza di insediamenti rurali e da una utilizzazione superficiale che la impegna in colture da foraggio poliennali o a ciclo ripetuto e dalla presenza di grandi impianti di irrigazione superficiale con ali semoventi estese generalmente 250 m con pivot centrale. Nelle aree intercluse con utilizzazione a pascolo sono presenti in forma assolutamente sporadica esemplari di sughera (*Quercus suber*), di cui un certo numero è da ritenere di pregio ai fini della salvaguardia.

D)



Aree a seminativi e foraggere con irrigazione ad ali semoventi

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

E) Aree palustri di interesse naturalistico. Localizzate intorno alla fine del lotto in questione, mostrano la tendenza di rimanere sommerse sia per l'occasionale apporto idrico stagionale durante il periodo freddo, sia per l'eccesso di accumulo originato dalla concomitante struttura argillosa del suolo e dall'altimetria depressa rispetto alle aree circostanti. Questa tipologia di aree, non indicata per la coltivazione ed il pascolo, rappresenta un habitat ideale per specie avicole dalla speciale tutela tra le quali si segnala la gallina prataiola (*Tetrax tetrax*).



Aree palustri con vegetazione spontanea igrofila

### 1.3 MOTIVAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI DELL'INTERVENTO

Nell'elaborazione del progetto delle opere di mitigazione ambientale sono state osservate le prescrizioni presenti nel Decreto di compatibilità ambientale n. DVA-DEC\_2011\_0000060 del 24/02/2011, relativo all'intero progetto di "Adeguamento al tipo B (4 corsie) dell'Itinerario Sassari – Olbia", emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, formulate dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali e dalla Regione Sardegna.

Come descritto all'interno della Relazione di Ottemperanza il presente progetto, nella scelta degli interventi, dei materiali utilizzati, delle tecniche realizzative e nella modalità di esecuzione ottempera a tali prescrizioni.

Sono stati previsti i seguenti interventi :

**ANAS**  
**S.p.A.**

Adeguamento al tipo (4 corsie) dell'itinerario  
Sassari – Olbia  
LOTTO 2

Relazione sugli interventi di  
inserimento ambientale

04/2014 - Rev.B  
T00IA00AMBRE01\_B.DOC

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

- Opere a verde;
- Interventi di salvaguardia del territorio;
- Interventi di inserimento paesaggistico delle opere

Per l'intera estensione del tracciato si interverrà con opere atte a riconnettere gli elementi di verde eventualmente interrotti attraverso la piantumazione di specie autoctone tipiche della zona, la rinaturalizzazione delle aree intercluse che non potranno più mantenere la loro destinazione iniziale e il reimpianto delle specie arboree di pregio che si dovranno espianare in quanto interferenti con il tracciato in progetto.

Le sistemazioni a verde previste assumono la duplice funzione, di riconnessione della nuova opera nel contesto vegetazionale e dell'habitat esistenti e di attenuazione dell'impatto delle opere in progetto schermandole o mimetizzandole.

La protezione dell'assetto e della qualità dell'ecosistema del territorio è stata garantita con interventi che puntano alla salvaguardia delle specie arboree di particolare valore naturalistico, presenti lungo il corridoio interessato dalla realizzazione dell'opera, nonché della fauna e dell'avifauna di queste zone, delle quali si vuole conservare la densità dei popolamenti e la ripartizione sul territorio. A tale scopo le opere di attraversamento idraulico presenti lungo tutto il tracciato permetteranno anche il passaggio della fauna, mantenendo inalterati i consueti spostamenti della stessa.

Le specie arboree di maggior pregio esistenti e intercettate dal tracciato in progetto, per le quali è stata riscontrata a seguito dei sopralluoghi effettuati la necessità di salvaguardia, verranno espianate e reimpiantate in zone limitrofe ai terreni di espianamento o all'interno delle aree intercluse presenti in prossimità degli svincoli di progetto.

Al fine di mantenere una continuità del paesaggio dal punto di vista cromatico anche a seguito dell'inserimento della nuova arteria, si è previsto di salvaguardare le perimetrazioni dei lotti eseguite con muri a secco, questi verranno, ricostruiti lungo i margini dell'infrastruttura in continuità ed uniformemente a quelli esistenti.

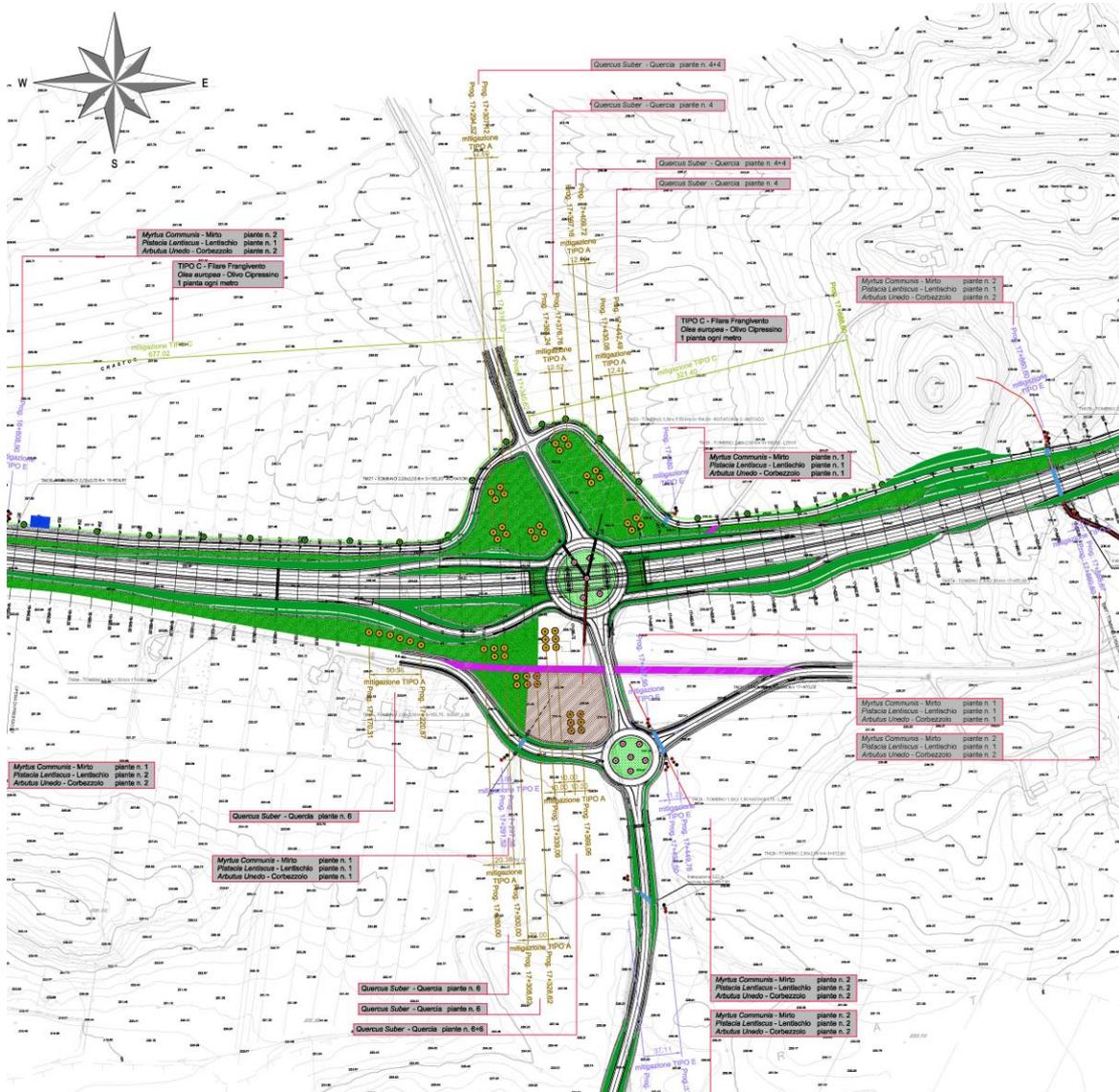
Dove è stato possibile si sono previste, al posto delle opere in calcestruzzo, opere di ingegneria naturalistica. Fra queste si contemplano le gabbionate rinverdibili e la protezione del piede del rilevato in corrispondenza della sistemazione fluviale del Rio badu Ruju attuata con l'utilizzo di massi ciclopici recuperabili dagli scavi in progetto. Sarà inoltre prevista la piantumazione di specie arbustive autoctone in prossimità degli imbocchi dei sottopasti faunistici, avente il duplice scopo di invito per la fauna e di mimetizzazione degli stessi. Infine, a mitigazione dell'impatto cromatico delle opere d'arte, sono previste nel caso dei muri in sostegno, rivestimenti in pietra e nel caso delle opere d'arte maggiori la colorazioni dei calcestruzzi a vista in modo da minimizzare l'impatto dato dalle parti in elevazione e garantendo uniformità all'intervento ed attenuazione dell'effetto visivo dei grigi.

Il lotto 2 interessa aree caratterizzate da frangiventi e fasce fluviali, In tali aree così come indicato nelle indicazioni VIA è previsto l'impiego dell'olivo cipressino nelle fasce frangivento dal km 16,270 al km 17,700 (per complessivi 1500 m).

## 2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

### 2.1 OPERE A VERDE

La sistemazione finale delle aree prevede la piantagione di essenze vegetali diverse con lo scopo di mitigare l’impatto visivo dell’opera, stabilizzare i versanti stradali, ripristinare fasce frangivento esistenti a supporto di colture intensive, creare bordure mitigatrici e completare eventuali opere di ingegneria naturalistica (alberature delle gradonate su versanti fluviali).



Stalcio planimetrico sistemazione a verde dello Svincolo di Ozieri

## 2.1.1 INDIVIDUAZIONE DELLE SPECIE DA UTILIZZARE

All'interno della vasta gamma di essenze vegetali si procede di seguito all'individuazione di alcune specie con caratteristiche differenti che saranno impiegate per la mitigazione ambientale e le sistemazioni a verde. Caratteristica comune delle varie specie consigliate è rappresentata dall'elevato grado di ambientamento e resistenza alle difficili condizioni climatiche delle aree interessate, che vanno dall'elevato grado di umidità dei versanti fluviali allo scarso apporto idrico estivo associato alle elevate temperature ed alto grado di ventosità delle altre aree.

Si procede di seguito alla elencazione delle specie individuate, alle loro caratteristiche morfologiche ed alla scheda agronomica.

### 2.1.1.1 Corbezzolo: *Arbutus unedo* L. (FAMIGLIA : *Ericaceae*)

**AREA DI ORIGINE:** è specie steno-mediterranea, diffusa nell'Europa mediterranea ed Occidentale (Portogallo, Spagna, Francia meridionale), Turchia, Africa settentrionale;

**HABITUS VEGETATIVO NATURALE:** cespuglio o albero sempreverde, generalmente di 1-4 m di altezza, ma che può arrivare fino ad 10 m con 5 m di diametro della chioma. I rami hanno disposizione sparsa sul fusto. E' presente una colorazione rossastra nei giovani rametti.

**HABITAT NATURALE:** tipico elemento della macchia mediterranea, soprattutto in Sardegna può risultare talvolta dominante. Tende a rarefarsi nella lecceta, dove si trova nel sottobosco. Altitudine: 0-500 m s.l.m., ma può spingersi fino a 1200 m nelle regioni meridionali. Predilige terreni silicei o calcarei; sabbiosi poco argillosi, si ritrova di preferenza su substrati sciolti e subacidi. In Sardegna lo ritroviamo più spesso nei substrati granitici della gallura o sugli scisti delle zone interne e della nurra.



### MORFOLOGIA

- ❖ Foglie coriacee, sparse, con picciolo di 1 circa cm; lamina fogliare lucida, oblanceolata, di colore verde scuro nella pagina superiore e verde chiaro in quella inferiore, lunga 6-12 cm e larga 1,5 -3 cm, dentellata sul bordo con apice acuminato; è presente una colorazione rossastra sulle nervature.
- ❖ Fiori ermafroditi, disposti in pannocchie corimbose 15-30 flore terminali ai rami, con asse pendulo, calice ridotto a brevi lacinie (1,5 mm), corolla gamopetala generalmente bianco-giallastra, cerea, lucida, urceolata, di lunghezza 6-10 mm con 5 piccoli lobi riflessi lunghi circa 2 mm, stami racchiusi nel tubo corollino con filamenti lunghi 3 mm ed antere ferruginee con due cornetti gialli, ovario supero con 5 logge e numerosi ovuli con stilo di lunghezza inferiore alla corolla.
- ❖ Frutti con bacche di forma appiattita o globosa con superficie granuloso tubercolata di 1-pochi cm di diametro da 3 a 8 grammi di peso, di colore dapprima verde poi giallo a maturità arancio scuro o rosso-vivo, polpa tenera e zuccherina di colore ambrato, commestibile contenente 10-50 semi.

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



Mandante



Mandante



- ❖ Attività vegetativa: inizio del germogliamento in aprile. Accrescimento intenso dei rami tra aprile e giugno.
- ❖ Fioritura: emissione dell'infiorescenza in luglio, antesi tra ottobre e dicembre. I fiori si formano sui rami dell'anno quasi contemporaneamente alla maturazione dei frutti formati l'anno precedente.
- ❖ Fruttificazione: formazione dei frutticini a partire da marzo-aprile, maturazione completa in ottobre-novembre. Persistenza sulla pianta fino a dicembre.
- ❖ Impollinazione: entomofila, dovuta principalmente alle api.
- ❖ Disseminazione: dovuta agli uccelli (tordi, merli) che si cibano delle bacche mature.

## SCHEDA AGRONOMICA

**Terreno:** il corbezzolo si adatta tanto a terreni aridi quanto a quelli umidi (ma non ristagnanti), predilige un pH neutro o subacido (valori di pH da 6.0 a 7.5), si adatta bene anche a terreni calcarei, si avvantaggia di una buona fertilità del terreno ma si adatta anche a condizioni di terreno molto povero.

**Temperatura minima:** sebbene possa resistere a minime termiche fino a -15 C, teme gelate precoci o tardive, specialmente se accompagnate da vento.

**Luce:** preferisce le aree soleggiate ma si adatta molto bene anche ad una parziale ombra. La saturazione luminosa avviene a circa 1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Acqua:** si adatta bene al clima mediterraneo, che presenta apporti di pioggia prevalentemente in primavera ed autunno in cui abbiamo la massima attività della pianta (crescita vegetativa, fioritura e maturazione dei frutti).

**Vento:** teme i venti freddi, tollera quelli salmastri.

**Impianto:** si esegue secondo la procedura classica dell'impianto di colture arboree e/o arbustive con scasso, successiva sistemazione superficiale, scavo delle buche e messa a dimora delle piantine.

**Messa a dimora:** impiego di piante di uno o preferibilmente due anni d'età da mettere a dimora in autunno per realizzare i migliori risultati in fase di affrancamento. La messa a dimora avverrà rimuovendo con delicatezza la piantina dal vaso o fitocella, avendo cura di non rompere il pane di terra. Questa verrà posata su un'apposita buca precedentemente scavata con dimensioni di almeno 4 volte il volume del pane di terra; il successivo ricalzo dovrà avvenire senza l'interramento del colletto.

**Sesto d'impianto:** nel caso di un utilizzo per recupero di scarpate, che esulano dalla coltivazione ai fini frutticoli, si utilizza un sesto di impianto di almeno 4 piantine per mq.

**Cure colturali:** il corbezzolo è una pianta piuttosto rustica che si adatta molto bene agli ambienti mediterranei, teme le gelate nella fase giovanile e quella di impianto. Nella fase iniziale di impianto richiede per lo più il controllo delle infestanti; per il suo scarso sviluppo radicale in fase giovane richiede particolare cura durante il trapianto e l'adattamento al pieno campo. In caso di coltura in asciutto entrano in gioco le lavorazioni eseguite secondo i criteri dell'aridocoltura qualora si operi su terreni profondi. Per quanto concerne la concimazione, la specie si avvantaggia di concimazioni azotate da eseguirsi in epoca primaverile per incrementare la crescita.

**Irrigazione:** è indispensabile per garantire buone crescite. La specie resiste bene da adulta a condizioni di siccità prolungata e potrebbe essere coltivata anche in asciutto. Tre o quattro interventi irrigui di soccorso nell'arco della stagione estiva possono migliorare sensibilmente lo stato nutrizionale delle piante.

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



Mandante



Mandante



**Avversità: Funghi:** la presenza di *Alternaria* sp. causa sulle foglie delle aree necrotiche circolari con alone rossastro. Altro patogeno riscontrato è *Septoria unedonis*, anch'esso causa di maculature internodali e sui lembi fogliari. L'antracnosi del corbezzolo (*Elsinoe matthiolianum*, forma agamica *Sphaceloma ampelinum*) attacca solitamente le foglie più giovani, determinando dapprima piccole macchie traslucide, in seguito pustole di colore bruno che, al loro disseccamento, portano ad una bucherellatura del lembo. Altre maculature fogliari sono dovute a *Phyllosticta fimbriata*, *Didymosporium arbuticola*, *Seimatosporium arbutii* e *Mycosphaerella arbuticola*. Tra le alterazioni dei rami viene riportato il cancro del corbezzolo (*Fusicoccum aesculi*). Va inoltre segnalata la marcescenza dei frutti a maturazione, in condizioni di elevata umidità, provocata da *Botrytis cinerea*. Sugli organi ipogei *Armillaria mellea* e *Heterobasidium annosum* sono spesso responsabili di deperimenti, che nei casi più gravi portano alla morte della pianta.

**Insetti:** si citano l'*Otiorynchus sulcatus*, la cui presenza si nota per le erosioni sulle foglie, l'afide verde del corbezzolo (*Wahlgreniella nervata arbuti*) che vive sulla pagina inferiore delle foglie più giovani, varie specie di tripidi causano malformazioni dei fiori e dei frutti. Talora si notano danni causati dalle larve di lepidotteri *Tortrix pronubana* e *Euproctis chrysorrhoea*. Non mancano le cocciniglie (*Ceroplastes rusci* e *Targionia vitis*).

**Acari:** segnalata la presenza del ragnetto rosso *Tetranychus urticae*.

**NOTE DI IMPIANTISTICA E PAESAGGISTICA:** il corbezzolo un arbusto resistente a condizioni ambientali avverse (comprese salinità del substrato, inquinamento atmosferico e sali dispersi in aerosol), facile da riportare a buone condizioni vegetative anche dopo inverni piuttosto severi può essere utilizzato nelle alberate stradali come esemplare isolato.

**TIPOLOGIA COMMERCIALE:** disponibile dal vaso di 8 cm da reimpianto. La tipologia commerciale più diffusa è quella dell'arbusto, dal vaso di 18 cm (3 litri, altezza della pianta 40/60 cm) fino al vaso di 28-30 cm (12-15 litri, altezza della pianta 100/125 cm).

**VARIETA' DI PREGIO:** Sono state selezionate alcune cultivars di pregio ornamentale, che vengono mantenute propagandole vegetativamente. Tra le cultivar nane e più compatte della specie tipo meritano di essere ricordate: 'Compacta', che a maturità di rado supera i due metri di altezza, ha lunga fioritura e fruttifica anche su piccoli esemplari, 'Elfin King' che ha una maggiore fioritura della precedente e si può utilizzare come pianta in contenitore, 'Atlantic', che richiede una potatura minima. Hanno fiori colorati la forma rubra cv.'Rubra', meno vigorosa della specie tipo con fiori di tonalità rosata, la forma rubra cv. 'Croomei' compatta con fiori rosa scuro o quasi rossi, la forma integerrima cv. 'Oktoberfest' con fiori rosa scuro. La varietà 'Quercifolia' ha foglie profondamente dentate.

### 2.1.1.2 Mirto *Myrtus communis* (Famiglia delle Mirtacee)

**HABITUS VEGETATIVO NATURALE:** Il mirto è un arbusto tipico della macchia mediterranea che cresce formando dei cespugli a portamento globoso chiuso.

**HABITAT NATURALE:** cresce preferibilmente nei suoli a reazione acida o neutra, in particolare quelli a matrice granitica, mentre soffre i terreni a matrice calcarea. Predilige le zone fitoclimatiche xerofile dell'Oleo-lentiscetum. Il frutto (una bacca di colore nero) matura in autunno inoltrato a partire da novembre fino al mese di gennaio.

#### MORFOLOGIA

- ❖ **Tipologia fogliare:** le foglie sono opposte, persistenti, ovali-acute, coriacee, glabre e lucide, di colore verde scuro superiormente a margine intero, con molti punti traslucidi in corrispondenza delle glandole aromatiche. Colore ed aspetti particolari: nessun rilievo particolare.

- ❖ Tipologia floreale: sono solitari e ascellari, profumati, lungamente pedunculati, di colore bianco o roseo. Hanno simmetria raggiata con calice gamosepalo persistente e corolla dialipetala. L'androceo è composto da numerosi stami ben evidenti per i lunghi filamenti. L'ovario è infero, suddiviso in 2-3 logge, terminante con uno stilo semplice, confuso fra gli stami e un piccolo stimma. La fioritura, abbondante, ha luogo nella tarda primavera e all'inizio dell'estate, da maggio a luglio. Un evento piuttosto frequente è la seconda fioritura che si può verificare in tarda estate, da agosto a settembre e, con autunni caldi, in ottobre. Il fenomeno è dovuto principalmente a fattori genetici.
- ❖ Epoca di fioritura: fiorisce in un periodo che coincide con i mesi di maggio e giugno.
- ❖ Fruttificazione: sono bacche globoso-ovoidali di colore nero-azzurastro, rosso-scuro o più raramente biancastre, con numerosi semi reniformi. Maturano da novembre a gennaio persistendo per un lungo periodo sulla pianta.



#### SCHEDA AGRONOMICA

**Impianto:** si esegue secondo la procedura classica dell'impianto di colture arboree e/o arbustive, i si procede allo scasso, alla successiva sistemazione superficiale, allo scavo delle buche e messa a dimora delle piantine.

**Messa a dimora:** impiego di piante di uno o preferibilmente due anni d'età da mettere a dimora in autunno per realizzare i migliori risultati in fase di affrancamento. La messa a dimora avverrà rimuovendo con delicatezza la piantina dal vaso o fitocella, avendo cura di non rompere il pane di terra. Questa verrà posata su un'apposita buca precedentemente scavata con dimensioni di almeno 4 volte il volume del pane di terra; il successivo rinalzo dovrà avvenire senza l'interramento del colletto.

**Sesto d'impianto:** nel caso di un utilizzo per recupero di scarpate, che esulano dalla coltivazione ai fini frutticoli, si utilizza un sesto di impianto di almeno 4 piantine per mq.

**Cure colturali:** per la sua rusticità e la capacità di competizione il mirto richiede per lo più il controllo delle infestanti nella fase iniziale di impianto. In caso di coltura in asciutto entrano in gioco le lavorazioni eseguite secondo i criteri dell'aridocoltura qualora si operi su terreni profondi. Per quanto concerne la concimazione, la specie si avvantaggia di concimazioni azotate da eseguirsi in epoca primaverile per incrementare la crescita.

**Irrigazione:** è indispensabile per garantire buone rese. La specie resiste bene a condizioni di siccità prolungata e potrebbe essere coltivata anche in asciutto, ma le rese sono piuttosto basse. Le dimensioni delle bacche inoltre sono piuttosto piccole e rendono proibitiva la raccolta con la brucatura o la pettinatura. Tre o quattro interventi irrigui di soccorso nell'arco della stagione estiva possono migliorare sensibilmente lo stato nutrizionale delle piante.

**Avversità:** le avversità potenzialmente più probabili allo stato attuale sono le maculature fogliari causate da agenti fungini del genere *Cylindrocladium*, che potrebbero diventare più incisive in condizioni di abbondante umidità ed eccessiva disponibilità d'azoto in una coltura intensiva. Il

danno consiste in una riduzione dell'apparato assimilante che si ripercuote sulla produttività della pianta.

NOTE DI IMPIANTISTICA E PAESAGGISTICA: il mirto è un arbusto resistente che si adatta a condizioni ambientali diverse, dal litorale marino fino a quota di 600 – 700 s.l.m.. Si adatta bene anche all'ambiente urbano e può essere utilizzato come esemplare isolato o come bordura.

### 2.1.1.3 *Lentisco Pistacia lentiscus L. (FAMIGLIA : Anacardiacee)*

AREA DI ORIGINE: è una specie diffusa su tutto il bacino del mediterraneo (Portogallo, Spagna, Francia meridionale), Turchia, Africa settentrionale.

HABITUS VEGETATIVO NATURALE: cespuglio e/o raramente albero sempreverde, generalmente di 1-4 m di altezza, che può raggiungere anche i 6 m di diametro della chioma di forma globosa chiusa.

HABITAT NATURALE: tipico elemento della macchia mediterranea soprattutto in Sardegna può risultare talvolta dominante. Tende a rarefarsi nella lecceta, dove si trova nel sottobosco. Altitudine: 0-m s.l.m. che può spingersi fino a 700 m nelle regioni meridionali. Predilige terreni silicei o calcarei, è abbastanza diffuso su tutti i sub-strati geologici. In Sardegna lo ritroviamo più spesso lungo le coste e sui pascoli in pendio, ha particolare resistenza ai venti salsi ed assume caratteristiche forme a portamento "pettinato"

#### MORFOLOGIA

- ❖ Foglie Alterne, paripennate, composte da 6-10 foglioline ovato-ellittiche a margine intero e apice ottuso, glabra. Il picciolo è appiattito e alato.
- ❖ Fiori Il lentisco è una specie dioica con fiori femminili e maschili separati su piante differenti. In entrambi i sessi i fiori sono piccoli, rossastri, raccolti in infiorescenze a pannocchia di forma cilindrica, portati all'ascella delle foglie dei rametti dell'anno precedente.
- ❖ Frutti Il frutto è una piccola drupa sferica o ovoidale, di 4-5 mm di diametro, di colore rosso, tendente al nero nel corso della maturazione.
- ❖ Attività vegetativa inizia del germogliamento in aprile con accrescimento intenso dei rami tra aprile e giugno.
- ❖ Fioritura con emissione dell'infiorescenza in luglio, antesi tra ottobre e dicembre. I fiori si formano sui rami dell'anno, quasi contemporaneamente alla maturazione dei frutti formati l'anno precedente.
- ❖ Fruttificazione con formazione dei frutticini a partire da settembre, maturazione completa in ottobre-novembre. Persistenza sulla pianta fino a dicembre.
- ❖ Disseminazione: dovuta agli uccelli (tordi, merli) che si cibano delle bacche mature.



#### SCHEDA AGRONOMICA

Terreno: il lentisco si adatta tanto a terreni aridi quanto a quelli umidi (ma non ristagnanti); predilige un pH neutro con ampia gamma di variabilità dal sub acido al sub alcalino (valori di pH da 6.0 a 7.5).

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

**Temperatura minima:** sebbene possa resistere a minime termiche fino a -15 C teme gelate precoci o tardive, specialmente se accompagnate da vento.

**Luce:** preferisce le aree soleggiate ma si adatta molto bene anche ad una parziale ombra. La saturazione luminosa avviene a circa 1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Acqua:** si adatta bene al clima mediterraneo, che presenta apporti di pioggia prevalentemente in primavera ed autunno con attività della pianta (crescita vegetativa, fioritura e maturazione dei frutti).

**Vento:** teme i venti freddi, tollera bene quelli salmastri.

**Impianto:** si esegue secondo la procedura classica dell'impianto di colture arboree e/o arbustive, si procede allo scasso con successiva sistemazione superficiale, scavo delle buche e messa a dimora delle piantine.

**Messa a dimora:** impiego di piante di uno o preferibilmente due anni d'età da mettere a dimora in autunno per realizzare i migliori risultati in fase di affrancamento. La messa a dimora avverrà rimuovendo con delicatezza la piantina dal vaso o fitocella, avendo cura di non rompere il pane di terra. Questa verrà posata su un'apposita buca precedentemente scavata con dimensioni di almeno 4 volte il volume del pane di terra; il successivo rinalzo dovrà avvenire senza l'interramento del colletto.

**Sesto d'impianto:** nel caso di un utilizzo per recupero di scarpate, che esulano dalla coltivazione ai fini frutticoli, si utilizza un sesto di impianto di almeno 4 piantine per mq.

**Cure colturali:** il lentisco è una pianta piuttosto rustica che si adatta molto bene agli ambienti mediterranei, teme le gelate nella fase giovanile e quella di impianto. Nella fase iniziale di impianto richiede per lo più il controllo delle infestanti; per il suo scarso sviluppo radicale in fase giovane richiede particolare cura durante il trapianto e l'adattamento al pieno campo. In caso di coltura in asciutto entrano in gioco le lavorazioni eseguite secondo i criteri dell'aridocoltura qualora si operi su terreni profondi. Per quanto concerne la concimazione, la specie si avvantaggia di concimazioni azotate da eseguirsi in epoca primaverile per incrementare la crescita.

**Irrigazione:** è indispensabile per garantire buone crescite. La specie resiste bene da adulta a condizioni di siccità prolungata e potrebbe essere coltivata anche in asciutto. Tre o quattro interventi irrigui di soccorso nell'arco della stagione estiva possono migliorare sensibilmente lo stato nutrizionale delle piante.

**Avversità: Parassiti e malattie:** l'oidio, gli acari e la cocciniglia possono attaccare talvolta la pianta, soprattutto se viene coltivata in zone poco ventilate.

**NOTE DI IMPIANTISTICA E PAESAGGISTICA:** il lentisco, come molte essenze della macchia mediterranea è un arbusto che spesso viene utilizzato come essenza per il recupero ambientale e nel verde urbano. Tutto questo, grazie alle particolari resistenze a condizioni ambientali avverse (comprese salinità del substrato, inquinamento atmosferico e sali dispersi in aerosol).

**TIPOLOGIA COMMERCIALE:** disponibile dal vaso di 8 cm da reimpianto. La tipologia commerciale più diffusa è quella dell'arbusto, dal vaso di 18 cm (3 litri, altezza della pianta 40/60 cm) fino al vaso di 28-30 cm (12-15 litri, altezza della pianta 100/125 cm).

### 2.1.1.4 *Olivo cipressino* *Olea europeae* L. (FAMIGLIA : *Oleaceae*)

AREA DI ORIGINE: originario del bacino del mediterraneo, in Italia è presente in quasi tutte le regioni a clima mite.

HABITUS VEGETATIVO NATURALE: l'olivo cipressino è una pianta a portamento arboreo basitono, con getti che tendono a svilupparsi dal basso, realizzando una fitta chioma compatta nella zona mediana del fusto, dando un tipico portamento simile al cipresso. Viene spesso usato per siepi frangivento e nei parchi come pianta singola. Queste piante hanno uno sviluppo eretto, colonnare con una taglia media, e può raggiungere i 3,5 m di altezza; in inverno assume una colorazione verde sabbia. Si tratta di piante sempreverdi, che quindi mantengono le foglie per tutto l'arco dell'anno.

HABITAT NATURALE: tipico elemento della vegetazione mediterranea, soprattutto in Sardegna e nell'Italia centro meridionale. La varietà in questione ha avuto una diffusione in questi ultimi decenni ed è stata utilizzata per scopi che esulano dalla coltivazione ai fini produttivi, ma esclusivamente per l'aspetto paesaggistico e/o strutturale (frangivento).



#### MORFOLOGIA

- ❖ Foglie, coriacee di forma lanceolata, disposte in verticilli ortogonali fra di loro. Sono di colore verde glauco e glabre sulla pagina superiore mentre presentano peli stellati su quella inferiore che le conferiscono il tipico colore argentato e la preservano a loro volta da eccessiva traspirazione durante le calde estati mediterranee.
- ❖ Fiori sono ermafroditi piccoli, bianchi e privi di profumo, costituiti da calice (4 sepal) e corolla (gamopetala a 4 petali bianchi). I fiori sono raggruppati in mignole (10-15 fiori ciascuna) che si formano da gemme miste presenti su rami dell'anno precedente o su quelli di quell'annata. La mignolatura è scalata ed inizia in maniera abbastanza precoce nella parte esposta a sud. L'impollinazione è anemofila ovvero ottenuta grazie al trasporto di polline del vento e non per mezzo di insetti pronubi (impollinazione entomofila).
- ❖ Frutti: sono delle drupe solitamente di forma ovoidale può pesare da 2-3 gr per le cultivar da olio fino a 4-5 gr nelle cultivar da tavola. La buccia, o esocarpo, varia il suo colore dal verde al violaceo a differenza delle diverse cultivar. La polpa, o mesocarpo, è carnosa e contiene il 25-30 % di olio, raccolto all'interno delle sue cellule sotto forma di piccole goccioline. Il seme è contenuto in un endocarpo legnoso, anche questo ovoidale, ruvido e di colore marrone.
- ❖ Attività vegetativa: inizio del germogliamento in aprile. Accrescimento intenso dei rami tra aprile e giugno.
- ❖ Fioritura: periodo della fioritura varia a seconda della latitudine da aprile fino a giugno; i fiori sono di colore biancastro. I fiori si formano sui rami dell'anno, quasi contemporaneamente alla maturazione dei frutti formati l'anno precedente.
- ❖ Fruttificazione: formazione dei frutticini a partire da maggio - giugno, a seconda della latitudine, mentre la maturazione completa in novembre - febbraio. Persistenza sulla pianta fino a marzo.
- ❖ Impollinazione: anemofila.
- ❖ Disseminazione: dovuta agli uccelli (tordi, merli) che si cibano delle bacche mature.

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

## SCHEDA AGRONOMICA

**Terreno:** l'olivo è una tipica coltura degli ambienti mediterranei asciutti ha grande capacità di resistere in ambienti aridi si adatta tanto a terreni aridi ma si avvantaggia molto bene delle irrigazioni estive. Ha un'ampia adattabilità ai terreni sia sub acidi, nei terreni sub alcalini devono essere rispettate le quantità di calcio durante la fase di maturazione del nocciolo. L'attività vegetativa si esalta in terreni di medio impasto sciolti e profondi.

**Temperatura minima:** l'olivo è una pianta che teme le gelate per questo non lo ritroviamo a quote e a latitudini.

**Luce:** preferisce le aree soleggiate ma si adatta molto bene anche ad una parziale ombra. La saturazione luminosa avviene a circa 1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Acqua:** si adatta bene al clima mediterraneo caratterizzato da apporti di pioggia prevalentemente in primavera ed autunno, periodi di massima attività della pianta (crescita vegetativa, fioritura e maturazione dei frutti).

**Vento:** teme i venti freddi, ma tollera quelli salmastri.

**Impianto:** si esegue secondo la procedura classica dell'impianto di colture arboree e/o arbustive, quindi si procede allo scasso, alla successiva sistemazione superficiale, allo scavo delle buche e messa a dimora delle piantine.

**Messa a dimora:** impiego di piante di uno o preferibilmente due anni d'età da mettere a dimora in autunno per realizzare i migliori risultati in fase di affrancamento. La messa a dimora avverrà rimuovendo con delicatezza la piantina dal vaso o fitocella, avendo cura di non rompere il pane di terra. Questa verrà posata su un'apposita buca precedentemente scavata con dimensioni di almeno 4 volte il volume del pane di terra; il successivo ricalzo dovrà avvenire senza l'interramento del colletto.

**Sesto d'impianto:** nel caso di un utilizzo per frangiventi, che esulano dalla coltivazione ai fini frutticoli, si utilizza un sesto di impianto di almeno 1 piantine per ml.

**Cure colturali:** l'olivo è una pianta piuttosto rustica che si adatta molto bene agli ambienti mediterranei, teme le gelate nella fase giovanile e quella di impianto. Nella fase iniziale di impianto richiede per lo più il controllo delle infestanti e per il suo scarso sviluppo radicale in fase giovane, richiede particolare cura durante il trapianto e l'adattamento al pieno campo. In caso di coltura in asciutto entrano in gioco le lavorazioni eseguite secondo i criteri dell'aridocoltura qualora si operi su terreni profondi. Per quanto concerne la concimazione, la specie si avvantaggia di concimazioni azotate da eseguirsi in epoca primaverile per incrementare la crescita.

**Irrigazione:** è indispensabile per garantire buone crescite. La specie resiste bene da adulta a condizioni di siccità prolungata e potrebbe essere coltivata anche in asciutto. Tre o quattro interventi irrigui di soccorso nell'arco della stagione estiva possono migliorare sensibilmente lo stato nutrizionale delle piante.

**Avversità:** anche in questo caso abbiamo diversi agenti parassitari che attaccano l'olivo, sia crittogame che insetti; nel primo caso abbiamo: Funghi. tra le patologie di origine funginea figurano l'occhio di pavone che provoca la caduta delle foglie il cui agente è *spilocaea oleaginea*; carie funginea del legno dovuta a vari agenti. Insetti. mosca delle olive che attacca i frutti, tignola che attacca tutto l'apparato vegetativo aereo giovane. Altro insetto specifico è il tripide dell'olivo a carico dei germogli e dei frutti e la cocciniglia che infesta i rametti giovani e lignificati.

NOTE DI IMPIANTISTICA E PAESAGGISTICA: l'olivo è una pianta resistente a condizioni ambientali avverse ( inquinamento atmosferico e sali dispersi in aerosol), può essere utilizzato nei parchi e giardini come esemplare isolato o come frangivento

### 2.1.1.5 Erba medica *Medicago sativa* L. (Famiglia delle Leguminose),

**HABITUS VEGETATIVO NATURALE:** la medica è una pianta erbacea perenne originaria della regione del Turkestan la cui diffusione si deve ai nomadi. Presente in Italia dal I secolo a.c. è oggi la leguminosa foraggera più diffusa e coltivata nelle aree temperate, grazie alla sua grande variabilità genetica indotta dai diversi ambienti. In Italia fra le mediche coltivate si distinguono gli ecotipi (prodotti della selezione su popolazioni operata nello stesso ambiente, per molto tempo da fattori climatici, pedologici, antropici). Ultimamente gli è stato riconosciuto anche un valore ambientale per la sua capacità di stabilizzazione dei versanti, grazie ad un apparato radicale fittonante molto sviluppato che gli consente di affrancarsi anche in ambienti difficili.

**HABITAT NATURALE:** cresce preferibilmente nei suoli a reazione neutra sub alcalina, in prevalenza calcarei, anche se non mancano esempi di adattamento su terreni di diversa natura. Considerato il nostro scopo di carattere ambientale che esula dell'aspetto produttivo foraggero, il suo impianto può essere giustificato e proposto. Ha una persistenza mediamente di 5 – 6 anni e si propaga per semina; il suo impiego sulle bordure stradali garantisce però con l'autosemina la propagazione perenne della specie. Non ama i ristagni idrici.

#### MORFOLOGIA

- ❖ Tipologia fogliare: le foglie sono alterne trifogliate con peduncolo più lungo nella fogliolina mediana, le foglioline sono di forma variabile da oblunga ad ellittica, glabre, con mucrone terminale e margine dentellato all'apice.
- ❖ Tipologia floreale: i fiori sono numerosi e riuniti in racemi che si dipartono dal fusto in posizione ascellare e presentano una piccola bratta al peduncolo. Mostrano una colorazione violetta.
- ❖ Epoca di fioritura: fiorisce in continuazione durante tutto il periodo vegetativo che coincide con l'andamento delle temperature favorevoli che vanno da maggio fino a ottobre inoltrato. Con l'abbassamento della temperatura la medica va in dormienza per riprendere l'attività vegetativa nella primavera successiva.
- ❖ Fruttificazione: il frutto è un legume avvolto a spirale per 3-4 volte che a maturazione deisce, lasciando cadere il seme.



#### SCHEDA AGRONOMICA

**Impianto:** l'impianto si esegue mediante la semina su un terreno ben lavorato e sciolto in modo da poter interrare il seme ad una profondità che non superi i 2 cm, con una dose di circa 5 – 6 gr/mq di seme e la successiva rullatura con rullo a denti per la compattazione del terreno.

**Cure colturali:** per lo scopo prefissato non sono necessarie particolari cure colturali, fatto salvo l'eventuale concimazione fosfatica e l'uso di sementi con inoculo di batteri azoto fissatori.

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

Irrigazione: è indispensabile per garantire buone rese. La specie resiste bene a condizioni di siccità prolungata e potrebbe essere coltivata anche in asciutto, ma le rese sono piuttosto basse. Tre o quattro interventi irrigui di soccorso nell'arco della stagione estiva possono migliorare sensibilmente lo stato nutrizionale delle piante. I migliori risultati si ottengono naturalmente con irrigazioni più frequenti. I volumi stagionali ordinari possono probabilmente oscillare dai 1000 ai 3000 metri cubi ad ettaro.

Avversità: la medica è abbastanza resistente agli attacchi parassitari. Le più importanti sono la cuscuta, l'avvizzimento batterico dato da *Corinebacteriu* i., altri parassiti funginei sono l'oidio e la ruggine. Tra i parassiti di origine animale figurano gli attacchi di afidi e di lepidotteri

NOTE DI IMPIANTISTICA E PAESAGGISTICA: come detto in precedenza la medica si impianta con la semina, nel nostro caso è preferibile utilizzare varietà resistenti alla siccità come per esempio la "Sabina" che ha mostrato maggiore adattabilità agli ambienti siccitosi. L'utilizzo della medica ai fini paesaggistici è abbastanza inusuale visto il suo prevalente uso per fini zootecnici; considerato però le sue caratteristiche, pianta erbacea a vegetazione primaverile estivo con grande capacità antierosiva per la stabilizzazione del terreno, ci permette di poterla usare ai bordi della carreggiata per dare colore alle banchine, rendendo il paesaggio stradale più gradevole e stabilizzando lo stesso terreno.

## 2.1.2 INTERVENTI DI INSERIMENTO AMBIENTALE E DI PROTEZIONE SUPERFICIALE DELLE SCARPATE STRADALI

Il progetto prevede l'impiego di una innovativa tecnologia verde che utilizza esclusivamente piante erbacee perenni a radicazione profonda autoctone per il blocco dell'erosione e la rinaturalizzazione che andrebbe a sostituire un intero pacchetto di manufatti, materiali e lavorazioni che erano in origine stati previsti a tale scopo.

I vantaggi sono: tecnici – economici – ambientali - tempi di lavorazione – infortunistica

Gli interventi previsti per le scarpate in scavo e in rilevato prevedono la semina di piante erbacee perenni a radicazione profonda addizionate con semi di arbusti della flora locale.

L'utilizzo di queste particolari essenze vegetali consentono di:

- ❖ Utilizzare esclusivamente materiali di origine naturale. L'unica fase di lavorazione è infatti una semplice semina o idrosemina realizzata con semi, concimi naturali e collanti per idrosemina di origine vegetale, senza ricorrere all'uso di materiali sintetici (georeti, geocelle etc.).
- ❖ Ridurre drasticamente il numero delle fasi di lavorazione, i tempi di realizzazione, i consumi energetici e le interferenze con il traffico veicolare in fase di lavorazione. Gli interventi di ripristino ambientale previsti in origine prevedevano la posa su scarpate in scavo e in rilevato di terreno vegetale con aggiunta di biostuoia e impianto di irrigazione e successiva piantumazione di essenze arbustive. Utilizzando queste la tecnologia di piante erbacee perenni a radicazione profonda, i suddetti interventi di ripristino ambientale verrebbero sostituiti dalla sola semina di sementi di piante erbacee con aggiunta di sementi di piante arbustive. Inoltre non sarebbe nemmeno necessario l'impianto di irrigazione, visto che queste essenze vegetali sono particolarmente rustiche e resistenti all'aridità anche prolungata. La totalità degli interventi verrebbero quindi realizzati in tempi molto più brevi (con 2 macchine idroseminatrici si riescono a trattare fino a 2 ettari al giorno, riuscendo così in circa 10 giorni lavorativi a terminare completamente i lavori di inserimento ambientale e di protezione superficiale delle scarpate stradali sia in scavo che in rilevato).

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

Questo comporta una forte limitazione delle interferenze con il traffico veicolare in fase di lavorazione e dei rischi connessi all'attività lavorativa: minori sono i tempi di lavorazione, minori sono anche le probabilità di incidenti sul luogo di lavoro. Tutti i materiali utilizzati sono naturali, non tossici, non infiammabili.

- ❖ Ridurre drasticamente la manutenzione e i relativi consumi energetici. L'impianto erbaceo realizzato con specie erbacee perenni a radicazione profonda non richiede né cicli irrigui, né sfalci, né concimazioni. Verrebbe anche drasticamente ridotta la manutenzione delle opere di regimentazione idraulica eventualmente già presenti: l'impianto erbaceo così realizzato blocca l'erosione e impedisce così il trasporto di materiale eroso a valle che altrimenti andrebbe ad intasare pozzetti e canalette. Le canalette ed i pozzetti restano puliti e perfettamente efficienti e non necessitano di manutenzione.
- ❖ Garantire la riuscita dell'intervento di ripristino ambientale e protezione superficiale delle scarpate stradali: la realizzazione dell'intervento con piante erbacee perenni a radicazione profonda viene coperto da garanzia di attecchimento su almeno l'80% della superficie inerbibile e include interventi in garanzia per 3 anni. Inoltre viene garantito l'attecchimento di almeno 4 piante di arbusti per ogni metro quadrato di superficie e vengono inclusi interventi in garanzia per 3 anni sull'impianto di specie arbustive.
- ❖ Sottrarre dall'atmosfera ingenti quantità di anidride carbonica: le specie erbacee utilizzate sono piante a fotosintesi C4 in grado di assorbire fino a 5 volte più di anidride carbonica rispetto alle comuni piante impiegate nelle idrosemine, contribuendo così ai crediti stabiliti dal protocollo di Kyoto ed aumentando moltissimo il valore ambientale dell'intervento.

I fenomeni erosivi sul territorio italiano sono molto diffusi e strettamente legati alle condizioni climatiche caratteristiche delle nostre latitudini, dove le precipitazioni pluvio meteoriche rappresentano l'agente più incisivo (erosione idrica).

L'intensità dell'azione erosiva dipende da vari fattori, quali: intensità e durata delle precipitazioni, lunghezza e inclinazione del pendio, permeabilità del terreno e grado di saturazione, presenza di vegetazione, erodibilità intrinseca del terreno.

Gli intensi fenomeni erosivi possono determinare l'invasione di fango e detriti delle carreggiate, l'intasamento delle canalette per la regimentazione delle acque meteoriche, e possono a lungo termine determinare una perdita di stabilità delle scarpate stesse e quindi causare gravi problemi strutturali al tracciato stradale. L'assenza di una coltre vegetale protettiva determina quindi l'intensificarsi dei fenomeni erosivi e i fenomeni erosivi, a loro volta, rallentano o addirittura impediscono il ricostituirsi della coltre vegetale. L'intensa erosione impedisce infatti la formazione di humus nel terreno ed accelera il dilavamento dei nutrienti rendendo così molto difficoltosa la crescita di vegetazione. Alcune specie pioniere, particolarmente frugali, riescono a volte ad attecchire sui nudi pendii erosi, ma spesso per sradicarle è sufficiente un evento meteorico più intenso del solito.

Le tecniche di rinaturalizzazione e contrasto dell'erosione tradizionali prevedono generalmente la semina di essenze erbacee annuali (quali ad esempio il *Lolium multiflorum*), che non riescono a vegetare su substrati sterili privi dello strato di terreno fertile superficiale. Al fine di consentirne l'attecchimento è quindi necessario fare diverse lavorazioni e adottare tutta una serie di materiali. Prima di realizzare la semina, ad esempio, le scarpate vengono rivestite con uno spesso strato di terreno vegetale (in genere 30-50 cm) destinato a fornire un substrato fertile per l'attecchimento delle piante. Talora sopra al terreno vegetale si dispone una georete/biostuoia, a volte sostenuta da una rete metallica e il tutto viene fissato con dei tiranti. Su questo spesso strato di riporto viene infine realizzata la semina di essenze erbacee tradizionali.

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Per facilitare ulteriormente la germinazione delle sementi e l'attecchimento delle essenze vegetali viene di frequente realizzato sulla scarpata un impianto di irrigazione. Su tale spessore vengono anche trapiantate specie arbustive o arboree.

Tecniche tradizionali per il blocco dell'erosione e la rinaturalizzazione: molte fasi di lavorazione

Il sistema è intrinsecamente instabile da un punto di vista geotecnico, complesso da realizzare, difficilissimo da mantenere da un punto di vista agronomico. Basti pensare che le piantine arbustive appena trapiantate possono morire in pochi giorni in assenza di una costante e copiosa irrigazione.

L'utilizzo di tecniche tradizionali per realizzare interventi di rinaturalizzazione e contrasto dell'erosione comporta lunghe e costose fasi di lavorazione: il terreno vegetale deve essere prelevato da siti anche spesso molto distanti, trasportato fino al cantiere, distribuito sulle scarpate, compattato, poi al di sopra del terreno vegetale deve essere posta la geostuoia o la biostuoia o simile e infine deve essere realizzata una idrosemina di qualsiasi tipo (tradizionale, con mulch etc.).

Il rifornimento di terreno vegetale spesso comporta il deturpamento di un terreno pregiato utile per la coltivazione agraria, un forte impatto sulla viabilità locale per il suo trasporto (traffico e rischio incidenti, usura viabilità esistente da parte di mezzi di trasporto di dimensioni notevoli), tempi lunghi di lavorazione per trasporto e posa, difficoltà di posa a regola d'arte di strati importanti di terreno su superfici inclinate (impossibilità di umidificare opportunamente il terreno e di rullarlo).

Lo spesso strato di riporto così costituito risulta però essere poco stabile per vari motivi illustrati di seguito.

Il terreno vegetale viene generalmente depositato su scarpate ad elevata pendenza e compattato in modo molto blando con il dorso della benna di escavatori meccanici.

I parametri geomeccanici del litotipo sottostante sono completamente differenti da quelli del terreno vegetale riportato. Cambiano la coesione, la saturazione, l'angolo di attrito interno: si crea così una fortissima discontinuità che porta generalmente al collasso della struttura soprattutto in caso di forti precipitazioni.

Le essenze vegetali seminate, tenderanno ovviamente ad accrescere le loro radici entro lo strato di terreno vegetale fertile, senza approfondirle fino allo strato compatto sottostante: le radici non riescono quindi ad ancorare lo strato di terreno vegetale di riporto alla superficie arida sottostante.

Il risultato finale è una sorta di feltro poco compatto costituito dal terreno vegetale sovrastante entro cui si accrescono le radici. Questo strato poco compatto di terreno vegetale risulta semplicemente "appoggiato" sulla superficie arida sottostante ben compattata. La superficie di contatto tra i due strati costituisce una potenziale superficie di scivolamento.

Su scarpate ad elevata pendenza, in occasione di eventi pluviometrici intensi e prolungati lo strato di terreno vegetale può imbibirsi di acqua e letteralmente scivolare sulla superficie compatta sottostante.

Gli eventi piovosi di particolare intensità infatti tendono ad incrementare il peso di volume del terreno vegetale, a diminuirne la coesione e a favorire la lubrificazione della superficie di contatto fra i due livelli, innescando il collasso dell'impianto stesso.

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Sicilia: Autostrada Catania-Siracusa - Scarpate stradali ad elevata pendenza - Impianto tradizionale realizzato con terreno vegetale, georete, rete metallica e idrosemina tradizionale



Lo stesso impianto collassato dopo forti piogge

L'impiego di un sottile strato di terreno vegetale, non più spesso di 10 cm, sulle scarpate in rilevato dell'opera che risultano essere a ridotta pendenza (30°), potrebbe invece evitare questo genere di problemi, favorendo, nel contempo, la germinazione di sementi arbustive ed arboree e il successivo processo di rinaturalizzazione.

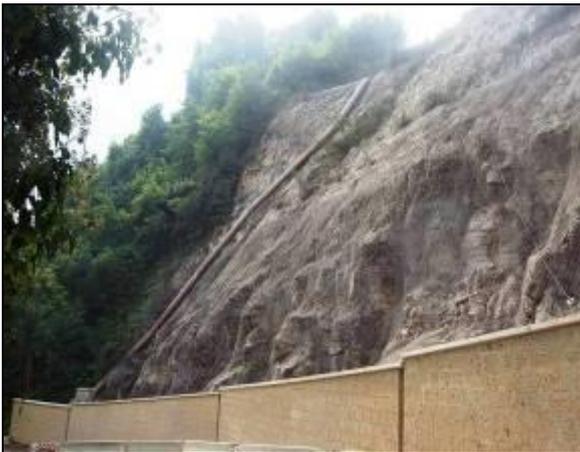
Altro fattore da considerare è il passaggio fuoco, soprattutto in Sardegna ove sono frequentissimi i casi di incendio. Se un impianto antierosivo realizzato con i sistemi tradizionali sopra descritti viene percorso da incendio, può venirne gravemente compromessa la funzionalità: le essenze vegetali utilizzate per l'inerbimento hanno generalmente scarsa capacità di ricaccio e i materiali plastici e non, di cui sono costituite le georeti, le biostuoie, l'intero impianto di irrigazione, bruciano facilmente. Dopo il passaggio del fuoco un intervento così realizzato può quindi venire completamente distrutto causando anche gravi danni ambientali: i materiali plastici utilizzati per georeti, le biostuoie realizzate con fibre vegetali (Juta, cocco, agave, lini, canapa etc) e impianto di irrigazione, bruciano facilmente liberando fumi tossici e lasciando residui plastici sul suolo che possono causare inquinamento del terreno e delle falde acquifere. In ogni caso geostuoie, bisotuoie e impianto di irrigazione vengono distrutti.

Studi recenti, hanno evidenziato la capacità di alcune specie erbacee perenni a radicazione profonda (tipo PRATI ARMATI) di riuscire a vegetare anche in condizioni pedoclimatiche proibitive in cui le specie vegetali usualmente impiegate per interventi di inerimento non riescono a vegetare, riuscendo ad ostacolare molto efficacemente i fenomeni erosivi. Queste piante, caratterizzate da un apparato radicale particolarmente profondo, sottile, omogeneo e dotato di elevata resistenza a trazione (fino a 206 MPa), si comportano infatti da organismi pionieri vegetando anche su terreni sterili e contaminati ove sviluppano una densa copertura vegetale e migliorano la fertilità e la struttura del terreno. Lo rendono così più adatto alla colonizzazione di specie vegetali più esigenti (come ad esempio quelle arbustive ed arboree) ed accelerano quindi il processo di rinaturalizzazione e ripristino ambientale.

Le radici sottili e resistenti si approfondiscono alla ricerca di umidità – come raddomanti – anche nelle crepe e fessurazioni più piccole alla ricerca di acqua nel sottosuolo. Non creano instabilità in quanto non ingrossano (effetto cuneo) e quindi non gonfiano il terreno.

La tecnica di impianto è di semplice e rapida realizzazione: si realizza mediante semina a spaglio o meccanizzata o idraulica a seconda delle caratteristiche del cantiere; il metodo di semina non influisce sulla riuscita dell'intervento. E' un metodo veloce, sicuro, non invasivo.

La semina idraulica o idrosemina consiste nel distribuire una miscela di acqua, concimi naturali, collanti naturali e sementi di piante erbacee perenni a radicazione profonda sulla superficie da trattare, utilizzando macchine idroseminatrici, con cisterne da 1.000 a 10.000 litri, montate su mezzi gommati o cingolati. Con questa modalità è possibile trattare, impiegando una sola macchina idroseminatrice, oltre 10.000 mq al giorno.



Orvieto (TR) - Parete in depositi piroclastici disgregati e affioramenti basaltici con pendenze fino a 80°



(Orvieto (TR) – L'area dopo l'intervento con piante erbacee a radicazione profonda. La rete paramassi posta durante gli interventi di sistemazione precedenti risulta perfettamente mimetizzata



Sardegna, Orgosolo – graniti debolmente fratturati



Sardegna, Orgosolo – L'area dopo soli 6 mesi dall'intervento con piante erbacee a radicazione profonda.

La presenza di vegetazione erbacea determina via via un aumento della sostanza organica nel suolo e questa a sua volta comporta un miglioramento della struttura del terreno, della fertilità e della capacità di ritenzione idrica.

Il contenuto di sostanza organica varia da meno dell' 1% nei suoli desertici, a valori compresi tra l'1% e il 15% in suoli forestali a più del 90% nelle torbe.

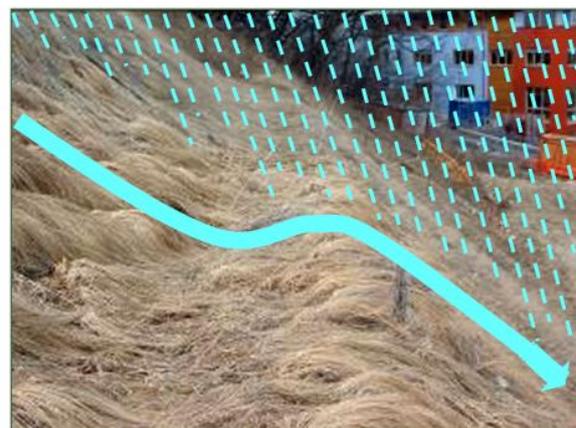
La presenza di sostanza organica nel terreno determina un sensibile aumento della sua capacità di ritenzione idrica e della capacità di trattenere elementi nutritivi: l'humus è in grado di trattenere quantitativi d'acqua fino a 20 volte il proprio peso e di effettuare una ritenzione chimica di nutrienti quali potassio, calcio, magnesio, fosforo. La presenza di sostanza organica nel terreno riduce inoltre la sua predisposizione all'erosione perché determina la formazione, nel terreno stesso, di aggregati strutturali più stabili. Favorisce inoltre lo sviluppo della pedofauna e dei microrganismi, dato che viene da questi utilizzata come substrato alimentare.

L'1% (in peso) in più di sostanza organica aumenta la capacità di ritenzione idrica di circa il 10%.

Il fatto che poi la semina venga fatta direttamente sul terreno tal quale e non sullo strato costituito da terreno vegetale, geode/biostuoia etc. rende l'intero impianto molto più stabile: le radici delle piante erbacee a radicazione profonda si accrescono direttamente sulla superficie arida, e non in uno spesso strato instabile di terreno di riporto.

La maggiore stabilità dell'intera struttura, inoltre va ad aumentare la vita utile delle opere di regimentazione delle acque ed a ridurre la manutenzione ordinaria e straordinaria.

Le piante erbacee a radicazione profonda sviluppano una coltre vegetale molto fitta che, in caso di precipitazioni intense, se il versante è pendente, lo impermeabilizzano: è esattamente quello che prescrivono le norme relative all'EUROCODICE 7. Una frazione rilevante di acqua meteorica ruscella infatti al di sopra delle foglie allettate, anche quando la vegetazione è disseccata, così come accade sul tetto di una capanna in paglia. Un impianto erbaceo fitto, su un versante in forte pendenza, isola quindi molto bene il versante in caso di forti e prolungate precipitazioni e lo protegge dall'azione erosiva dell'acqua battente.



La coltre di piante erbacee a radicazione profonda, sia verde, sia disseccata, in caso di precipitazioni intense, impermeabilizza il versante proteggendolo dall'azione erosiva dell'acqua battente

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

Tipologie vegetali	Tonnellate di CO2 assorbita per ettaro ogni anno (t/ha/anno)
Foresta decidua temperata (piante C3)	20
Prateria temperata (piante C3)	8
<b>Impianto antierosivo (piante C4)</b>	<b>Fino a 40</b>
Coltura di mais (pianta C4):	41,5

Un ettaro di piante erbacee a radicazione profonda, in un anno, assorbe da un minimo di circa 10 tonnellate di CO2 fino ad un massimo di circa 40 tonnellate di CO2.

I valori di assorbimento della CO2 dipendono dalle condizioni pedoclimatiche (fertilità e tipo di terreno, piovosità, esposizione, etc.), dal termoperiodo (andamento della temperatura ambiente) e dal fotoperiodo (risposta delle piante alla lunghezza del giorno).

1 Km di strada con scarpate inerbite alte 10 m, consente di sottrarre quantità di CO2 molto diverse in base alle specie vegetali utilizzate per l'inerbimento:

- ❖ con inerbimenti tradizionali si riesce a sottrarre la CO2 emessa da circa 50.000 automobili Euro 4;
- ❖ con la tecnologia tipo Prati Armati si riesce a sottrarre la CO2 emessa da un minimo di circa 65.000 vetture fino ad un massimo di circa 250.000 automobili Euro 4: da 15.000 a 200.000 auto viaggiano quindi "gratis" per il Protocollo di Kyoto.

I fenomeni erosivi sul territorio italiano sono molto diffusi e strettamente legati alle condizioni climatiche caratteristiche delle nostre latitudini, dove le precipitazioni pluvio-meteoriche rappresentano l'agente più incisivo (erosione idrica).

L'intensità dell'azione erosiva dipende da vari fattori, quali: intensità e durata delle precipitazioni, lunghezza e inclinazione del pendio, permeabilità del terreno e grado di saturazione, presenza di vegetazione, erodibilità intrinseca del terreno.

L'intensa erosione impedisce la formazione di humus nel terreno ed accelera il dilavamento dei nutrienti rendendo così molto difficoltosa la crescita di vegetazione. Alcune specie pioniere, particolarmente frugali, riescono a volte ad attecchire sui nudi pendii erosi, ma spesso per sradicarle è sufficiente un evento meteorico più intenso del solito.

Studi recenti, hanno evidenziato invece la capacità di alcune specie erbacee a radicazione profonda di riuscire a vegetare anche in condizioni pedoclimatiche proibitive in cui le specie vegetali usualmente impiegate per interventi di inerbimento non riescono a vegetare, riuscendo ad ostacolare molto efficacemente i fenomeni erosivi. Queste piante si comportano infatti da organismi pionieri vegetando anche su terreni sterili e contaminati ove sviluppano una densa copertura vegetale e migliorano la fertilità e la struttura del terreno, rendendolo così più adatto alla colonizzazione di specie vegetali più esigenti (come ad esempio quelle arbustive ed arboree) ed accelerano quindi il processo di rinaturalizzazione e ripristino ambientale.

Negli ultimi anni stanno riscontrando un notevole interesse gli interventi antierosivi che utilizzano sistemi naturali, come particolari tipi di specie erbacee che coniugano una elevata resistenza a condizioni fitotossiche con elevate proprietà geotecniche, contribuendo così a ridurre la perdita specifica di suolo.

Il ruolo della vegetazione nella protezione dei pendii dall'erosione è stato a lungo studiato ed è documentato da ricerche sperimentali e modellazioni matematiche. Per la riduzione dei fenomeni di erosione idrica, e quindi per la riduzione della perdita di suolo per ruscellamento, l'impianto di

piante erbacee a radicazione profonda appare il più promettente per prestazioni, durata, economicità, eco-compatibilità e completa assenza di manutenzione.



Fotosimulazione della sistemazione a verde delle aree di svincolo e delle scarpate

### 2.1.3 IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

L'impianto di irrigazione delle scarpate, delle aree intercluse e delle aree interne agli svincoli è suddiviso in due tronchi, indipendenti tra loro ed alimentati rispettivamente da due Centrali Idriche. I due impianti sono così individuati:

- Irrigazione tratto Inizio Lotto;
- Irrigazione tratto Svincolo di Ozieri;

I due impianti sono collegati alla rete di irrigazione del Consorzio di Bonifica del Nord Sardegna, le cui tubazioni sono interferenti con il tracciato per tutta l'estensione dello stesso. Si sono scelti i punti di presa in funzione delle posizioni più idonee per ciò che riguarda le caratteristiche sia della linea di adduzione che piano altimetriche del tracciato in progetto.

Dal punto di presa, a valle del contatore, saranno derivate due condotte distinte in PE PN16, del diametro DN 110 che serviranno gli impianti di irrigazione alimentati dalle Centrali Idriche.

Per ciascuna Centrale Idrica, l'acqua prelevata dalla condotta in pressione è convogliata ai locali ubicati in corrispondenza delle stazioni di pompaggio, in cui sono sistemate le batterie filtranti; l'acqua esce dal filtraggio e viene immagazzinata in due serbatoi di accumulo della capacità

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

complessiva di 150 mc. I serbatoi, interrati, sono realizzati in elementi in HDPE con profilo di parete strutturato. Da questi, l'acqua è prelevata da elettropompa verticale multistadio e prosegue entro tubazione PEAD DN 110 parallela al corpo stradale; in corrispondenza dei settori delle scarpate da irrigare, viene prelevata con tubazione PEAD, DN 63, per alimentare le ali bagnanti dell'irrigazione.

La sub-irrigazione prevede l'installazione di ali bagnanti interamente interrate ed è particolarmente adatta in adiacenza a strade a medio e alto traffico perché l'acqua immessa sotto la superficie del terreno non può bagnare la sede stradale, dove potrebbe essere causa di pericolo. Inoltre nelle scarpate è scongiurato il rischio di ruscellamento, non è soggetta ad atti di vandalismo, non è influenzata dalla ventosità.

Per le scarpate laterali le ali sono formate al massimo da 4 tubi paralleli alla piattaforma stradale, ma il loro numero varia a seconda dell'altezza del corpo stradale; l'indicazione, per ciascuna sezione di irrigazione, del numero di ali bagnanti è indicato nelle tavole di progetto.

La lunghezza dell'ala dipende dalla pressione all'immissione (perdite di carico nella tubazione di adduzione) e dall'andamento altimetrico (pendenza  $\leq 0$ ). In fase di progetto si è sempre considerata una lunghezza massima inferiore del 20% di quella indicata dai costruttori.

Le ali bagnanti sono alimentate, a settori, dalle dorsali parallele al corpo stradale.

La distanza dei gocciolatoi determina la griglia di piantagione; interrati a cm. 15 di profondità forniscono direttamente alle radici di ogni pianta 2.1 l/h di acqua.

Per garantire la tempestività e la regolarità dei cicli irrigui si installa un sistema di automazione costituito da programmatori elettronici a batteria ed elettrovalvole che consentono di aprire e chiudere i settori irrigui in giorni, ore e per tempi prestabiliti, sequenziandone il funzionamento ed evitando l'intervento manuale. Inoltre è possibile irrigare nelle ore notturne con vantaggi fisiologici per le piante e minori perdite idriche per evaporazione.

## 2.1.4 MANUTENZIONE

Per garantire nel tempo i risultati previsti in progetto è previsto un periodo di manutenzione di cinque anni di tipo ordinario e straordinario così riassumibili:

**Manutenzione ordinaria:** Le operazioni di manutenzione ordinaria sono rappresentate da: concimazioni e lavorazioni del terreno, potature e trattamenti antiparassitari. Tali interventi saranno finalizzati a garantire il corretto attecchimento degli esemplari e ed il loro completo adattamento all'ambiente circostante, nonché a prevenire e curare eventuali fitopatie.

**Manutenzione straordinaria:** Agli interventi sopra citati si aggiungono la sostituzione di possibili fallanze previo abbattimento, depezzamento e trasporto a discarica della pianta morta, e la manutenzione della funzionalità dei tutoraggi con la loro sostituzione in caso di furti o danneggiamenti. Il disseccamento delle piante infatti, conseguenza della cosiddetta "crisi da trapianto", è influenzato da numerosi fattori, sia ambientali che tecnici: caratteristiche fisico-chimiche del terreno, andamento stagionale avverso, attacchi parassitari epidemici. Il risarcimento consiste nella sostituzione delle piante morte o in evidente stato di indebolimento e verrà eseguito, se necessario, per trapianto delle essenze specifiche. I risarcimenti sono da considerare necessari se le fallanze superano il 5%; al disotto di tali percentuali, si interverrà solo se la mortalità è concentrata in determinate zone. L'operazione viene effettuata, di norma, circa un anno dopo l'impianto.

## 2.1.5 SPECIE ARBUSTIVE

Nelle aree interne delle rotonde presenti lungo il tracciato si è previsto, oltre al rinverdimento delle stesse a mezzo di interventi di idrosemina tradizionale con miscela di graminacee e leguminose, anche l'inserimento di piante di Nerium oleander variegato (Oleandro) in gruppi di 7 piante, in modo da creare delle piccole oasi verdi piacevoli alla vista.



Nerium Oleander variegato, da posizionare all'interno delle rotonde

Si è previsto il miglioramento delle aree intercluse e degli svincoli prevedendone sia l'idrosemina tradizionale con miscela di graminacee e leguminose che il reimpianto degli esemplari di Quercus Suber di pregio, riscontrati nei sopralluoghi effettuati, lo stesso trattamento sarà adottato per le aree di cantiere e di deposito temporaneo, queste, per scongiurare qualunque possibilità di contaminazione del terreno, saranno sistemate a verde solo previa bonifica.



Esempio giovanile di Quercus suber

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

Per i tratti di strade esistenti che a seguito della costruzione della nuova arteria verranno dismessi, verrà in primis demolita la sovrastruttura esistente, successivamente bonificati i terreni interessati dal pacchetto stradale e infine riempiti con terreno vegetale e inerbiti con idrosemina.

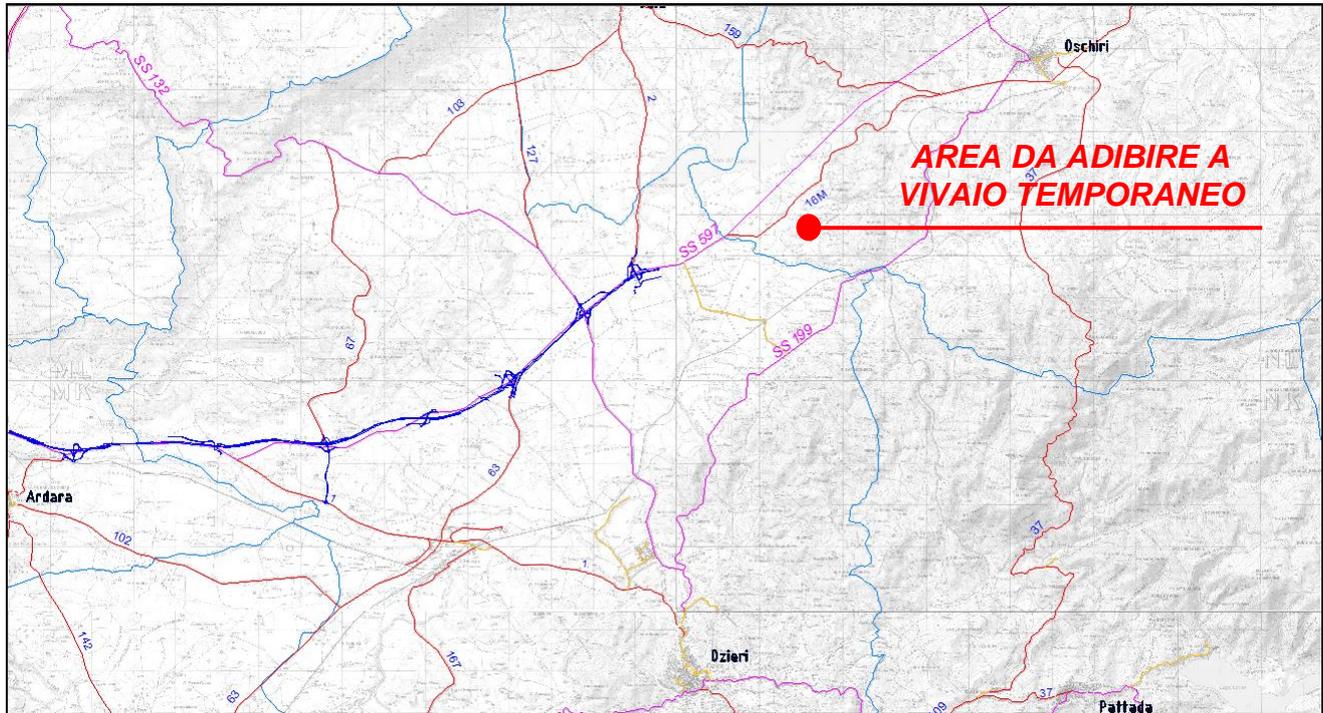
## 2.1.6 INTERVENTI SULLE ALBERATURE DA REIMPIANTARE

Per le operazioni di espianto e reimpianto, inclusa preparazione e vivaio delle alberature si opererà come segue:

Inizialmente si dovrà procedere con la realizzazione di uno scavo perimetrale e circolare eseguito attorno al fusto e misurato di circa 3m, la profondità dipende dalla pianta. Tale operazione verrà eseguita in parte meccanicamente con rifinitura manuale avendo cura di recidere le radici interessate con speciali forbici da potatura. La zolla così ottenuta verrà fasciata con speciale rete metallica e tessuto non tessuto per garantirne l'umidità durante le fasi di trasporto e movimentazione e per assicurare una costante adesione del terreno all'apparato radicale alla struttura ipogea della pianta; verranno realizzati interventi mirati di potatura e le parti soggette a riduzione verranno, qualora le condizioni climatiche lo rendano necessario, fasciate e protette fino a nuova emissione di germogli. Gli esemplari dovranno essere trasferiti, qualora non ci sia coincidenza fra l'epoca di estirpazione e quella di trapianto, in un vivaio temporaneo, dove dimoreranno in apposita area in cui verrà preventivamente preparato il terreno mediante lavorazioni meccaniche con aggiunta di un substrato biologico. Tale il prodotto dovrà essere miscelato con uno strato intermedio di sabbia silicea e dovrà mantenere caratteristiche di stabilità e arieggiatura, dovrà inoltre essere realizzato un impianto d'irrigazione a goccia e/o aspersione a seconda delle esigenze per mantenerne il giusto grado di umidità che garantisca un basso coefficiente di evapotraspirazione alle piante in sosta. Successivamente sarà adottata la massima attenzione per i reimpianti degli esemplari, nel punto previsto, infatti solo dopo una adeguata preparazione dell'area definitiva con le seguenti modalità si potrà procedere al reimpianto: Realizzazione di una buca dimensionata nel rapporto con la zolla sia in larghezza che in profondità interrando uno strato drenante di 20cm. di materiale drenante e strato di terriccio ricco di sostanze organiche. Tutte le operazioni saranno seguite da tecnici in grado di verificare lo stato dei lavori ed intervenire in caso di necessità.

Tutte le alberature da trapiantare verranno controllate dal punto di vista fito-sanitario in modo da accertare eventuali interventi atti a preservare lo stato vegetativo della pianta. Successivamente si dovrà constatare la perfetta riuscita delle operazioni di reimpianto delle alberature interessate. Su tutti i soggetti arborei reimpiantati verrà valutata pertanto la ripresa vegetativa attraverso la presenza di gemme fogliari. Il trapianto avverrà in funzione delle aree già fruibili e pronte ad accogliere gli esemplari arborei, e consisterà nella realizzazione di una buca dimensionata nel rapporto con la zolla sia in larghezza che in profondità nell'interramento di uno strato drenante di 20cm. e di uno strato di terriccio ricco di sostanze organiche infine si procederà infine con la palificazione, con pali di castagno e/o di abete autoclavato, convergenti a media altezza sul fusto della pianta e legati ad essa avendo cura di interporre tra tutore e fusto uno strato di tessuto che servirà a proteggerlo. Il tutto avrà la funzione di evitare movimenti, dovuti al vento o ad altri fattori climatici, che possono compromettere l'emissione di nuove radici.

Il lotto da adibire a vivaio è stato individuato nel comune di Oschiri al foglio 37 mappale 88, per un estensione di circa 6000mq.



## 2.2 FAUNA

La fauna è, tra le varie componenti ambientali, quella che ha un approccio particolarmente complesso per la difficoltà intrinseca di reperire dati sulla presenza delle varie specie animali e di compiere previsioni attendibili. Le difficoltà sono dovute alla loro mobilità, alla variabilità di comportamenti e risposte ecologiche, ai diversi stimoli ambientali ed ai più svariati livelli da quello genetico fino a quello della popolazione. Trattandosi di infrastrutture lineari di trasporto il maggiore impatto indotto è quello della frammentazione del territorio che provoca isolamento delle popolazioni. È inoltre necessario considerare il rischio di collisioni ovviamente connesso alla sicurezza stradale. L'approccio deve quindi essere ad ampio raggio e valutare tutte quelle che sono le componenti animali, anche quelle minori, a tutela della biodiversità e delle singole specie, in modo particolare se si opera in aree protette o con specie particolarmente sensibili al disturbo antropico. Risulta evidente che qualsiasi approccio a queste problematiche non possa prescindere da uno studio e da un monitoraggio molto attento e puntuale sugli Habitat e sulle specie presenti ad un raggio considerevolmente ampio dal tracciato previsto (1 - 10 km).

Per tali motivi, e al fine di soddisfare le richieste delle prescrizioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare è stata redatta una relazione naturalistica (elaborato: T00IA00AMBRE03\_A) che fornisce le indicazioni naturalistiche necessarie per pianificare i lavori del Lotto 2 – Adeguamento a 4 corsie della Strada Statale Sassari-Olbia all'interno delle aree protette comprese nel Lotto.

In particolare nelle prescrizioni viene richiesta una relazione specifica che, prima dell'avvio dei lavori, per il passaggio del tracciato nelle aree protette SIC ITB011113 e ZPS ITB013048:

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

1. indichi il periodo di nidificazione dell'avifauna costituita da: Gallina prataiola, Occhione, Albanella minore, Pernice sarda, Cicogna bianca, Astore sardo, Aquila reale e Falco di palude
2. indichi, nel caso presenti, siti di nidificazione (alberi vetusti per rapaci e cicogna) negli alberi da abbattere
3. venga indicata l'eventuale presenza di specie di chirotteri nidificanti negli alberi da abbattere.

Tali dati sono stati raccolti a seguito di attenti sopralluoghi e raccolti nell'elaborato sopra citato.

Le specie avicole di interesse comunitario prese in esame sono le seguenti:

Albanella minore, Aquila reale Astore sardo Cicogna bianca Gallina prataiola Occhione Pernice sarda Falco di palude

In linea di massima il Lotto non presenta una copertura boschiva estesa e gli alberi vetusti sono per lo più esemplari isolati o radi di sughera o ontano nero. Durante i sopralluoghi sono stati identificati alcuni alberi vetusti che mostrano segni di nidificazione pregressa, molto probabilmente di corvidi; in questi casi avviene solitamente che i rapaci li utilizzino come base per la costruzione dei loro nidi e perciò potrebbero essere dei potenziali siti. Questi sono localizzati prevalentemente nella parte occidentale del Lotto.

Come per l'avifauna in oggetto, durante i mesi presi in considerazione i chirotteri non sono presenti e si spostano nei rifugi di letargo invernale, perciò si è potuto solamente osservare la presenza di potenziali siti di nidificazione ed accertare nel Catasto Regionale che non sono presenti lungo il tracciato cavità naturali o artificiali popolate da chirotteri.

Sulla base delle ricerche bibliografiche e osservazioni svolte durante il sopralluogo non sono stati osservati potenziali siti di nidificazione.

Le conoscenze attuali sulla materia della mitigazione delle infrastrutture lineari di trasporto in favore della fauna selvatica permettono di avere un approccio che prenda in considerazione se non le singole specie, almeno dei gruppi sistematici affini per uso dell'ambiente, spostamenti diurni e notturni ed abbattimento delle barriere per evitare la frammentazione degli habitat e gli impatti con i mezzi di trasporto.

Segnaletica stradale, sottopassi stradali per anfibi o per piccoli mammiferi, tombini a sezione circolare per il deflusso di acque di ruscellamento, tombini scatolari per l'attraversamento di corpi idrici minori, sovrappassi o sottopassi specifici per grandi mammiferi, rettili ed anfibi, scatolari idraulici, passaggi specifici per specie protette, recinzioni intorno agli inviti di passaggio, sono strutture molto costose da progettare bene e da collocare nei punti nevralgici o a maggiore rischio, soprattutto in aree protette o comunque riconosciute come particolarmente delicate per il mantenimento della Biodiversità.

La gestione della vegetazione in prossimità dell'asse stradale è un altro fondamentale parametro che diminuisce il rischio di mortalità soprattutto di uccelli dovuta ad impatti con autoveicoli.

Il nuovo termine di "Ecodotto" si è affermato per la definizione di opere importanti per il passaggio esclusivo di fauna selvatica attraverso importanti arterie stradali. Questo termine rende bene l'idea dell'approccio integrato che queste strutture devono avere per un loro corretto funzionamento.

La presenza dell'ecodotto nel lotto adiacente (lotto 3) ha portato a considerare sufficiente questo passaggio per ottemperare alla richiesta del Ministero relativa alla presenza di tale opera.



Per quanto riguarda le tipologie di passaggio per la fauna presenti nel lotto 2 sono diverse e appartengono essenzialmente alle seguenti categorie:

- ❖ tombini di drenaggio
- ❖ scatolari idraulici
- ❖ sottopassi stradali

Il progetto di cui trattasi è stato sviluppato con particolare attenzione agli aspetti idraulici, garantendo il naturale deflusso delle acque e dimensionando le opere di attraversamento sulla base delle recenti normative (di fatto molto restrittive con notevoli implicazioni sulle dimensioni delle nuove opere d'arte), ed alla viabilità secondaria che garantisce la facilità di accesso al territorio e la riconnessione dei fondi agricoli presenti in fregio alla nuova infrastruttura anche attraverso sottopassi stradali e fondiari.

Tali attenzioni progettuali si sono tradotte in una nuova infrastruttura caratterizzata dalla presenza di numerosi attraversamenti (sia idraulici che stradali) che contribuiscono a limitare l'effetto barriera che inevitabilmente è associato ad un'opera stradale.

Nella planimetria degli interventi di mitigazione sono stati pertanto indicati tutti gli attraversamenti previsti in progetto distinguendoli in funzione della tipologia (tombini, sottopassi, ponti e viadotti).

Di seguito si elencano gli attraversamenti adibiti, in modo esclusivo e non, al passaggio della fauna.

<b>SOTTOPASSI PER L'ATTRAVERSAMENTO FAUNISTICO</b>		
<b>DENOMINAZIONE</b>	<b>PROGRESSIVE</b>	<b>DIMENSIONI (m)</b>
TM01a/b	Km 11+994,60	3,0x2,0
OM01	Km 13+840	2,5x2,0
OM02	Km 15+140	2,5x2,0
OM03	Km 15+610	2,5x2,0
TM05a/b	Km 15+745	2,0x2,0
TM06a/b	Km 16+804,81	2,0x2,0
TM25	Km 0+153,75 - SS597_L2B	2,0x2,0
TM26	Km 0+072,60	2,0x2,0
TM27	Km 17+470,00	2,0x2,0
TM30	Km 0+180,00 - L2SV3	2,0x2,0
OM04	Km 17+650	2,5x2,0
OM05	Km 18+400	2,5x2,0
OM06	Km 18+785	2,5x2,0
TM10a/b	Km 18+884,52	4,0x1,5
OM07	Km 19+250	2,5x2,0
TM31a/b	Km 0+696,22 - SS597_L2D	2,0x2,0
TM12a/b	Km 20+399,49	5,0x2,0
TM13	Km 20+820,00	2,0x2,0
TM14	km 21+178,25	2,0x2,0
TM47	km 21+406,09	2,5x2,0
TM15	km 21+528,96	4,0x2,0



TM33	Km 0+184,23 - SS597_L2E	2,0x1,5
TM36	Km 0+090,26 - SS597_L2F	2,0x2,0
TM37	Km 0+300,00 - SS597_L2F	2,0x1,5
TM39	Km 0+108,47 RAMPA A	2,0x2,0
TM40	Km 0+173,49 RAMPA SUD	2,0x2,0
TM41	Km 0+268,66 RAMPA B	2,0x2,0
OM08	Km 22+520	2,5x2,0
TM17a/b	Km 23+479,42	5,0x2,0
TM18a/b	Km 23+941,18	2,0x2,0

## 2.3 RUMORE

L'unica barriera acustica presente nel progetto preliminare è stata eliminata in quanto dallo studio acustico predisposto per l'opera nel suo complesso, nella zona in esame, non era stata individuata nessuna criticità né erano state previste pertanto opere di mitigazione.

Tale eliminazione ottempera alle prescrizioni del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE che con parere n.988 del 06.07.2012 della Commissione Tecnica di verifica dell'impatto Ambientale – Via e Vas che:

- Considerava l'introduzione della barriera prevista in progetto per quanto dallo studio acustico predisposto non fossero state individuate criticità nel lotto in esame;
- Prendeva atto del parere del Comune di Ozieri che con nota prot.2083 del 02.02.2012 escludeva la necessità di realizzare strutture fonoassorbenti a causa dell'elevata distanza dei fabbricati esistenti dall'arteria di nuova realizzazione e che quindi sconsigliava la loro realizzazione in quanto superflua e peggiorativa per quanto riguardava l'impatto visivo dell'opera in questione.
- Valutava che, non essendo identificati nello stato di fatto superamenti dei limiti normativi nella zona oggetto di variante, non fosse necessaria la predisposizione di barriere antirumore.

## 2.4 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Lo Studio di Impatto Ambientale, al fine limitare la possibilità di interazione degli sversamenti delle acque di piattaforma con le acque di falda ed in considerazione del grado di sensibilità ambientale che caratterizza gli acquiferi interferiti, prevede l'adozione di impianti di trattamento delle acque di prima pioggia.

Le acque di piattaforma saranno quindi tutte collettate e trattate.

Al fine di proteggere gli acquiferi insistenti sulla infrastruttura in progetto sono stati predisposti presidi idraulici in grado di contenere la diffusione degli inquinanti conseguente al dilavamento ad opera degli eventi meteorici successivi ad un lungo periodo di accumulo delle sostanze inquinanti. In sintesi i presidi idraulici previsti consistono nella realizzazione di una vasca di sedimentazione e una di disoleatura dimensionate sulla base dei contributi idraulici dei due tratti di piattaforma drenati prima e dopo il presidio, ubicato sempre in posizione di minimo altimetrico, con la duplice funzione di trattamento e contenimento degli eventuali sversamenti accidentali.

La predisposizione dei presidi idraulici implica un impatto positivo in quanto migliorativo rispetto alla situazione attuale, nella quale non esiste nessun dispositivo di trattamento delle acque di

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante



favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.

prima pioggia che, ricordiamo, ha la duplice funzione di trattamento e contenimento degli eventuali sversamenti accidentali.

## 2.5 OPERE D'ARTE

A seguito dell'incontro con la Sovrintendenza BAPSAE (nota del 24.03.2014) si sono adottate le seguenti soluzioni al fine di mitigare l'impatto visivo delle opere d'arte.

Il progetto prevede il trattamento cromatico da adottarsi sulle pile e su tutte le parti in cls non rivestite, si è stabilito di adottare un colore grigio che riprenda il colore naturale del cls e si accompagna al cromatismo scelto per il rivestimento in pietra delle spalle e delle testate, nonché a quello dei parapetti, delle barriere e delle reti di protezione (in acciaio).

Nella stessa ottica il progetto prevede il rivestimento in pietra locale di tutti i muri di contenimento.

È previsto il rivestimento in pietra per le opere d'arte, e si è scelto come tipologia la "pietra di Lula", con cromatismo sul grigio chiaro in analogia a quanto realizzato sui lotti precedenti. Tale tipologia dà garanzie di reperibilità e possibilità di impiego anche sulle strutture prefabbricate (muri e tombini). Per i manufatti di attraversamento prefabbricati si è confermato l'impiego di velette di finitura, escludendo l'utilizzo di falsi bugnati (piedritti e archivolte). Per le spalle, nel caso in cui risultino prefabbricate si è confermata la possibilità di impiegare rivestimenti a tutt'altezza con i pannelli forniti dal prefabbricatore. Nel caso di manufatti "gettati in opera", il rivestimento placcato potrà eventualmente prevedersi per altezze fino a 3 - 5m, oltre le quali potrà essere impiegata la verniciatura del cls. Nel caso infine in cui le spalle siano di tipo passante (ad es. opere di scavalco su strada in trincea) data la modesta altezza della parte a vista è possibile l'utilizzo della verniciatura.

L'impatto visuale prodotto dai nuovi ponti e viadotti verrà infine mitigato collocando, lungo tutto lo sviluppo delle travi degli impalcati in affiancamento, un carter in acciaio Cor-Ten che garantirà la perfetta armonizzazione con il paesaggio circostante, consentendo la completa schermatura delle travi, del guardrail e delle ringhiere con conseguente percezione di un unico elemento che conferirà alla struttura una maggiore eleganza.

## 2.6 CARTELLONISTICA

A seguito dell'incontro con la Sovrintendenza BAPSAE (nota del 24.03.2014) si sono definiti i criteri per la realizzazione e l'installazione dei cartelli di valorizzazione del territorio. Ciò avverrà in stretta osservanza dei criteri dell'apposito DM 23/05/2012. Poiché detti cartelli dovranno essere autorizzati dall'ANAS (art. 1), si rende necessario che sia preventivamente sottoposto sia il bozzetto del cartello, da redigere in conformità alle indicazioni dell'art. 3, sia l'ubicazione degli stessi, da riportare nella planimetria della segnaletica stradale onde verificare la rispondenza a quanto disposto all'art. 4. Nello specifico, in relazione al bozzetto di cui all'allegato A del DM, risulta che: - nella fascia di altezza 50 cm riservata alla denominazione del sito siano inserite 2 righe di iscrizioni di cui la prima relativa alla denominazione del sito e la seconda indicante la relativa uscita; - l'altezza dei caratteri, di colore bianco su fondo marrone, deve essere pari a 10 cm; - le spaziature tra le scritte e ai bordi devono essere pari a 10 cm. - la restante parte del cartello è riservata alla sola immagine fotografica, senza ulteriori iscrizioni, nel rispetto di quanto indicato all'art 3 comma 3 del citato DM. Si ricorda che, in base all'art. 4 comma 4.

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Progettisti indicati – A.T.P.:

Mandataria



studio solmona & vitali

Mandante

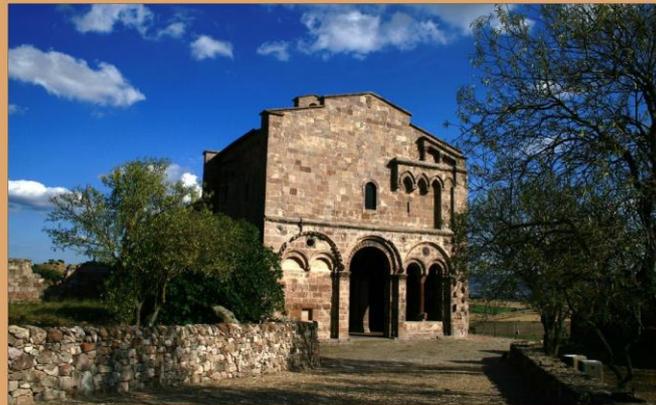


favero&milan ingegneria

Mandante



TECNICAER  
engineering s.r.l.



SANT'ANTIOCO DI BISARCIO  
USCITA

Cartello di valorizzazione del territorio – Chiesa di S. Antioco di Bisarcio

## 2.7 MURETTI A SECCO

Il progetto prevede la ricostruzione in continuità con l'estensione dei lotti, delle numerose recinzioni esistenti in muretti a secco con lo stesso materiale derivante dai muretti da demolire, che sarà quindi temporaneamente accantonato per il successivo riutilizzo. Dai rilievi effettuati si sono riscontrati lunghi tratti di muretti demoliti o danneggiati e di dimensioni modeste ( $h < 50\text{cm}$ ), si prevede a fronte di una lunghezza complessiva di muri da demolire, perché interferenti con il tracciato, di 9685 ml, la ricostruzione di ml 7990 di recinzione.

