

**Nuova S.S.195 "Sulcitana" Tratto Cagliari - Pula  
Collegamento con la S.S.130 e aeroporto di Cagliari Elmas  
Opera Connessa Nord**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: RTI GPI-IRD-SAIM-HYPRO**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> <p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p><b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE (Mandatario)</b></p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>IRD ENGINEERING</b></p> <p>(Mandante)</p> <p><b>SAIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>HYpro</b> srl</p> <p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>		
<p><b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Michele Coghe</i></p>		

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE**

**RELAZIONE**

<b>CODICE PROGETTO</b>	<b>NOME FILE</b>	<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
PROGETTO                      LIV.      ANNO <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">P</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">23</span>	TOOIA00AMBRE01_A		
	<b>CODICE ELAB.</b>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span>	-
	T O O I A 0 0 A M B R E 0 1		
D			
C			
B			
A	Emissione	Giugno '23	Verardi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO
		VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1.</b>	<b><u>PREMESSA E INQUADRAMENTO GENERALE .....</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b>2.</b>	<b><u>PRESCRIZIONI DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b>3.</b>	<b><u>CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO.....</u></b>	<b><u>6</u></b>
3.1.	CARATTERISTICHE FITOCLIMATICHE .....	6
3.2.	CENNI SULLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, LITOLOGICHE E IDROGRAFICHE .....	6
3.3.	VEGETAZIONE .....	7
3.4.	USO DEL SUOLO .....	7
3.4.1.	<i>Generalità e fonti dei dati .....</i>	<i>7</i>
3.4.2.	<i>Unità delle terre.....</i>	<i>9</i>
3.4.3.	<i>Capacità dell'uso del suolo.....</i>	<i>14</i>
3.4.4.	<i>Uso del suolo attuale.....</i>	<i>16</i>
3.5.	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE AREE .....	18
<b>4.</b>	<b><u>DESCRIZIONE DELLE OPERE A VERDE PREVISTE IN PROGETTO .....</u></b>	<b><u>27</u></b>
4.1.	INTERVENTI DI RECUPERO DELLE AREE DI CANTIERE A FINE LAVORI .....	31
<b>5.</b>	<b><u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</u></b>	<b><u>33</u></b>
5.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	33
5.2.	CARATTERISTICHE GENERALI.....	33
5.2.1.	<i>Alberi.....</i>	<i>34</i>
5.2.2.	<i>Arbusti.....</i>	<i>34</i>
5.2.3.	<i>Sementi.....</i>	<i>34</i>

## 1. PREMESSA E INQUADRAMENTO GENERALE

La presente relazione descrive le opere a verde connesse alla realizzazione dell'intervento denominato S.S.195 "SULCITANA" TRATTO CAGLIARI –PULA - OPERA CONNESSA NORD, oggetto del presente progetto definitivo.

L'intervento in progetto è parte dell'itinerario Cagliari – Pula, individuato come variante all'attuale SS195 "Sulcitana". Tale corridoio si inserisce nel contesto viario della Sardegna meridionale, in special modo nella Città Metropolitana di Cagliari.

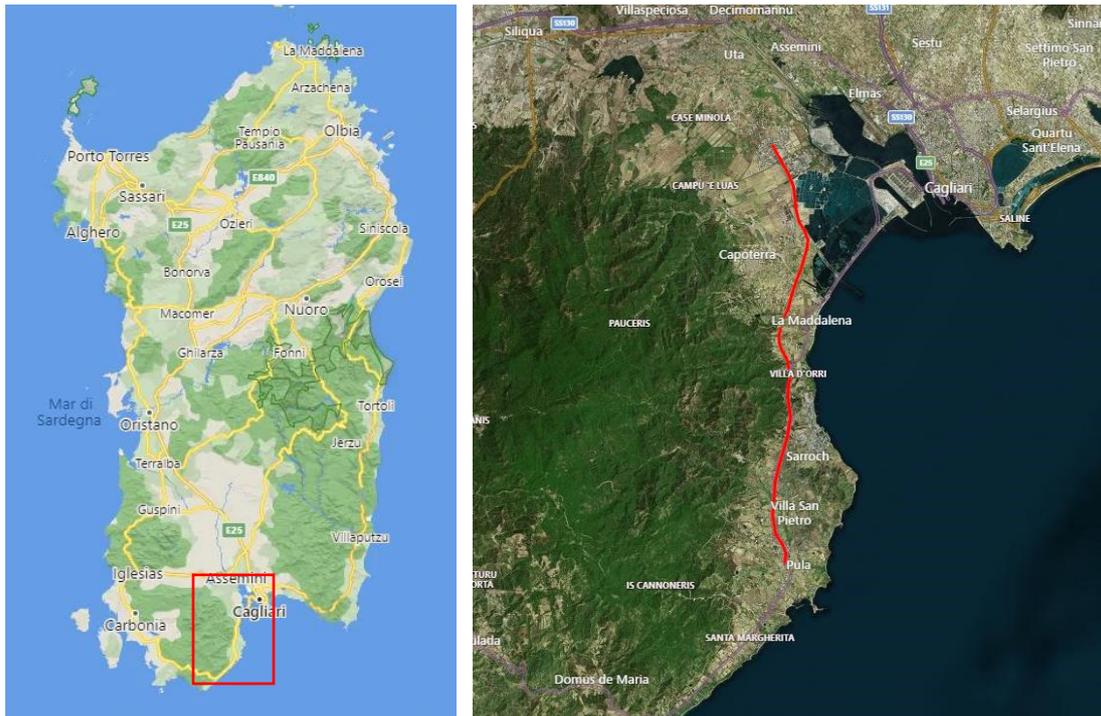


Figura 1-1: Inquadramento territoriale dell'area di intervento e dell'itinerario Cagliari - Pula

La finalità dell'opera è quella di migliorare il collegamento tra il capoluogo e i comuni del settore sud-occidentale.

Il tracciato complessivo tra Cagliari e Pula si sviluppa su una lunghezza complessiva di circa 30 km, tra le città di Cagliari e Pula, e attraversa il territorio dei comuni di Cagliari, Assemini, Capoterra, Sarroch, Villa San Pietro e Pula.

Esso riveste primaria importanza per i flussi di traffico dei pendolari che effettuano spostamenti per lavoro tra i comuni sopra elencati e il capoluogo, per il traffico turistico che gravita lungo la costa e, infine, per il traffico pesante dei mezzi impegnati nel trasporto delle merci legate alle attività produttive presenti.

In questo contesto l'intervento oggetto del presente Progetto Definitivo costituisce il terminale a nord dell'intero corridoio, attualmente in parte realizzato e in fase di realizzazione.

L'infrastruttura prevede la creazione di un nuovo collegamento che parte dallo svincolo al km11 della SP2, percorre la Dorsale Casic in località Macchiareddu, si ricollega al lotto denominato "Opera Connessa SUD" (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic e di qui arriva fino allo svincolo esistente Su Loi-Villa d'Orri e, attraverso il tracciato già realizzato, si collega alla SS195 nei pressi di Pula.

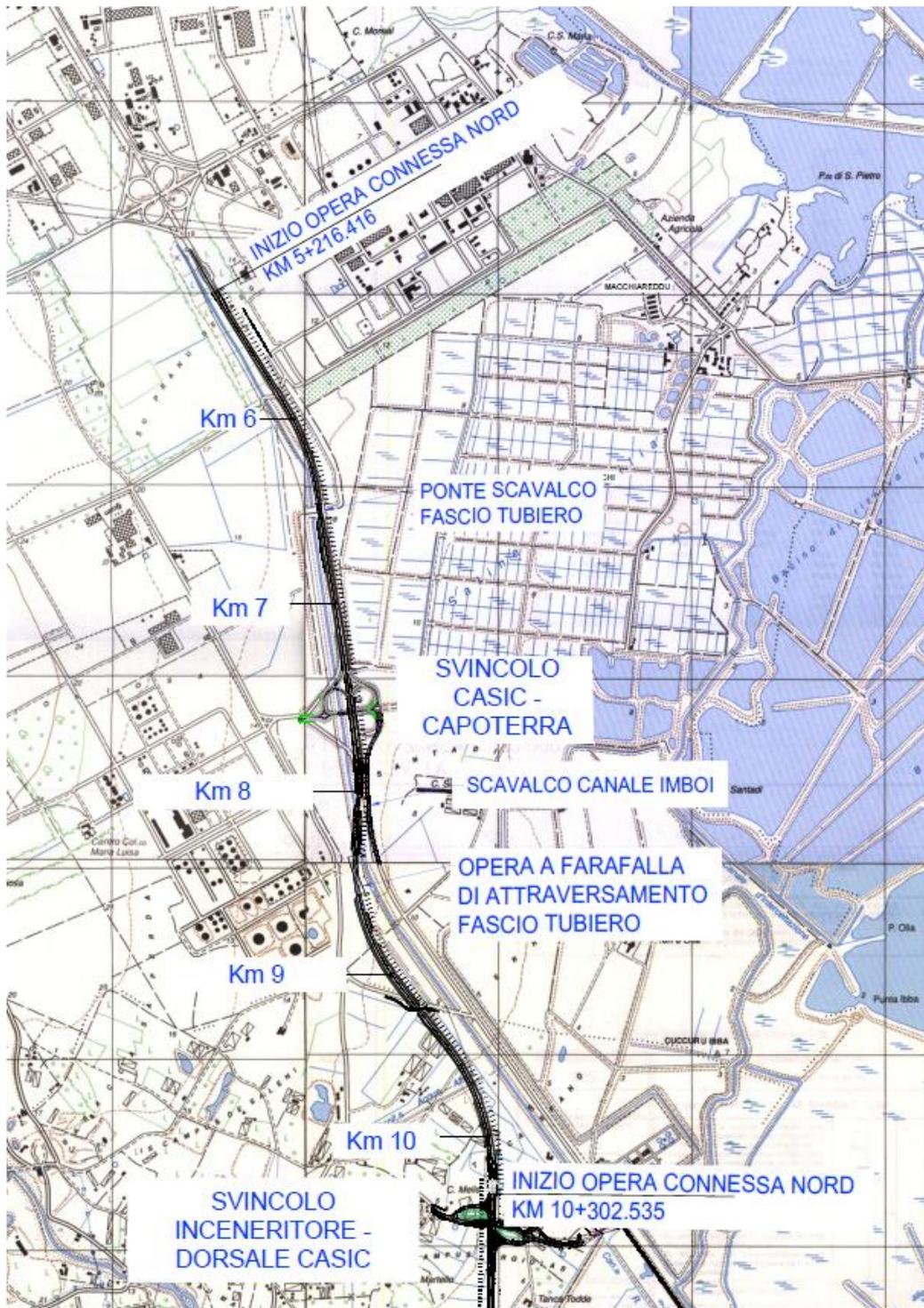
PROGETTAZIONE ATI:



Corografia di inquadramento Opera Connessa Nord

Entrando più nel dettaglio la strada in progetto lunga circa 5km prevede l'adeguamento della Dorsale Casic esistente ad una strada a sezione tipo B DM2001 partendo dalla fine del tratto a due corsie a sud dello Svincolo Casic, passando attraverso lo svincolo Casic-Capoterra e ricollegandosi al lotto denominato "Opera Connessa SUD" (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic.

PROGETTAZIONE ATI:



Corografia Opera Connessa Nord

Il tracciato prevede l'adeguamento ad una sezione tipo B DM2001 di circa 5km di strada esistente, l'adeguamento dello svincolo Casic-Capoterra, la realizzazione sull'asse principale di un ponte per l'attraversamento del Fascio Tubiero, di un cavalcavia allo svincolo Casic-Capoterra, di n.4 ponti per l'attraversamento del Canale Imboi e la realizzazione di un sottopasso. L'opera più significativa del lotto è l'Opera a Farfalla di Scavalco del Fascio Tubiero alla pk8+336,00.

PROGETTAZIONE ATI:

## **2. PRESCRIZIONI DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE**

Il Piano Paesaggistico Regionale definisce la disciplina dei beni paesaggisti e degli altri beni pubblici meritevoli di tutela, entrambi identificati come *“elementi territoriali, areali o puntuali, di valore ambientale, storico, culturale e insediativo che hanno carattere permanente e sono connotati da specifica identità, la cui tutela e salvaguardia risulta indispensabile per il mantenimento dei valori fondamentali e delle risorse essenziali del territorio, da preservare per le generazioni future”* (art. 8 comma 1). In sintesi questa categoria comprende i beni tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004, quelli soggetti a vincolo idrogeologico ex RD 3267/1923, le aree naturali protette, le riserve e i monumenti naturali.

Il Piano Paesaggistico Regionale individua altresì la disciplina di tutela dei beni identitari, che sono costituiti da elementi direttamente individuati dal Piano o dagli enti locali (Comuni).

Con riferimento ai beni sopra indicati, il PPR definisce indirizzi, prescrizioni, misure di conoscenza, conservazione, gestione, trasformazione, recupero e riqualificazione, in conformità con gli obiettivi e le strategie di tutela e valorizzazione che sono alla base del piano stesso.

Si evidenzia che le disposizioni del PPR hanno la valenza propria di un piano sovraordinato e pertanto sono prevalenti e cogenti nei confronti della pianificazione urbanistica locale.

Il PPR definisce inoltre i criteri che devono ispirare la pianificazione e progettazione del sistema infrastrutturale regionale.

In primo luogo il piano prescrive che gli interventi di nuova infrastrutturazione sono realizzabili solo se:

- riconducibili alla pianificazione di settore;
- ubicati preferibilmente nelle aree di minore pregio paesaggistico;
- progettati sulla base di studi volti alla mitigazione degli impatti visivi e ambientali.

Ciò premesso, per le nuove infrastrutture viarie si raccomanda che i progetti siano ispirati a criteri di elevata qualità architettonica, in armonia con il contesto in cui si inseriscono, valutando le alternative possibili in relazione all’impatto paesaggistico e percettivo.

### 3. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

#### 3.1. CARATTERISTICHE FITOCLIMATICHE

Sul piano fitoclimatico, l'area d'intervento risulta completamente inclusa nel macroclima mediterraneo, bioclima mediterraneo oceanico ombrotipo secco, macroclima termomediterraneo. Per la valutazione dei dati climatici dell'area si è fatto riferimento alla stazione meteorologica di Cagliari che risulta essere la più antica della Sardegna, disponendo in modo continuativo di dati termopluviometrici dal 1893 ad oggi. L'andamento pluviometrico stagionale è contraddistinto da un minimo di piovosità estiva e da un massimo autunno-invernale. Le precipitazioni, espresse in mm, sono comprese tra 153,4 (2001) e 632,4 (1976), con una media annua di 394,1 e sono distribuite in 57 giorni 25 piovosi. Il mese di luglio presenta il minor numero di giorni piovosi e la quantità più bassa di precipitazioni, mentre i mesi più piovosi sono novembre e dicembre. I mesi più freddi sono gennaio e febbraio, mentre quelli più caldi sono luglio e agosto, durante i quali la temperatura massima giornaliera supera frequentemente i 40°C. Utilizzando i dati termopluviometrici sono stati infine determinati alcuni tra i più significativi indici fitoclimatici, allo scopo di trovare le correlazioni tra gli elementi fisici e i caratteri biologici e, quindi, mettere in relazione il clima con la flora e la vegetazione.

#### 3.2. CENNI SULLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, LITOLOGICHE E IDROGRAFICHE

Il sistema ambientale in cui ricade l'area d'intervento si colloca nell'estremità meridionale dell'unità geo-strutturale del Graben del Campidano appartenente alla Fossa Sarda, rappresentata oggi da una vasta superficie pianeggiante o dolcemente ondulata, parte sommitale di una serie di potenti depositi detritici plio-quadernari di varia origine, che hanno colmato la depressione strutturale. Per gli approfondimenti si rimanda al successivo capitolo.

##### *La formazione della laguna*

Prima dell'ultima glaciazione, nell'interglaciale Riss—Würm il mare lambiva le colline mioceniche, formando un'insenatura marina interna.

I sedimenti marini della trasgressione tirreniana, presenti nella tipica sequenza descritta in letteratura (Panchina tirreniana, auct.) i cui resti affiorano oltre che a Sa Illetta a Is Mesas (Calamosca), testimoniano un ambiente deposizionale di baia delimitata da un cordone litorale. Con la successiva regressione, esso è emerso, isolando di fatto una depressione di retro spiaggia, comunque connessa al mare attraverso bocche di comunicazione o per via sotterranea sotto le sabbie della spiaggia, generalmente asciutta o a basso battente durante i periodi caldi in seguito alla forte evaporazione. L'ampia baia venne sovraescavata ad opera delle acque dei fiumi sfocianti nell'attuale golfo di Cagliari, che l'hanno poi colmata di sedimenti alluvionali.

I sedimenti palustri che bordano più o meno l'intero stagno di Cagliari sono, nello specifico, costituiti da argille limose grigio scure, a luoghi ciottolose, ricche in sostanze organiche carboniose e spesso anche in frammenti conchigliari di molluschi marini e lagunari, a testimonianza della continua interazione tra ambiente marino-salmastro e fluviale.

##### *Litologia*

In base alla Carta litologica della Sardegna (scala 1:2500) l'area di intervento risulta localizzata all'interno dell'unità costituita da depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie, siltiti e peliti). In contatto Depositi terrigeni antropici (saline, valsche di salificazione, aree di rispetto lagunare, discariche).

### Idrografia

L'attuale sistema idrografico è il risultato di una serie di interventi, eseguiti in tempi diversi ad opera dell'uomo sui corsi d'acqua principali, che hanno modificato il sistema naturale originariamente costituito da un'area stagnale separata dal mare dal cordone dunale di La Plaia.

Attualmente, il sistema è dominato dalla presenza di tre grandi bacini: lo stagno di Cagliari, lo stagno di Capoterra- Santa Lucia e le vasche di evaporazione e di cristallizzazione delle Saline di Macchiareddu.

### 3.3. VEGETAZIONE

L'analisi su area vasta che ha come baricentro l'area di intervento evidenzia un complesso mosaico di comunità vegetali quale conseguenza della variabilità delle componenti litologiche e geomorfologiche che occupano porzioni diverse del territorio.

La vegetazione forestale è pressoché assente e confinata nelle aree più marginali per morfologia e fertilità dei suoli. La fisionomia dello stadio maturo è costituita da mesoboschi climatofili ed edafoxerofili a dominanza di *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. Lo strato erbaceo è caratterizzato da un corteggio floristico termofilo al quale partecipano *Galium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*.

Nelle alture situate ad ovest dell'area di intervento si sviluppa un ulteriore tipo di vegetazione zonale inquadrata nella serie sarda calicifuga termomediterranea del leccio (*Pyro spinosae-Quercetum ilicis*) presente su substrati argillosi a matrice mista calcicola-silicicola sempre in bioclima Mediterraneo pluvistagionale oceanico, piano fitoclimatico termomediterraneo con ombrotipi da secco inferiore a subumido inferiore.

Lo stadio maturo è rappresentato da microboschi climatofili sempreverdi a *Quercus ilex* e *Quercus suber* a cui si accompagnano nello strato arbustivo alcune caducifoglie come *Pyrus spinosa*, *Prunus spinosa* e *Crataegus monogyna*, oltre ad entità termofile come *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Pistacia lentiscus* e *Rhamnus alaternus*, *Clematis cirrhosa* e *Smilax aspera*. Nello strato erbaceo le specie più abbondanti sono *Arisarum vulgare*, *Arum italicum* e *Brachypodium retusum*.

Le formazioni di sostituzione sono rappresentate da arbusteti densi, di taglia elevata, a *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Myrtus communis* subsp. *communis* (associazione *Crataego monogynae-Pistacietum lentisci*) e da praterie emicriptofitiche e geofitiche, a fioritura autunnale, a *Bellis sylvestris*, *Ambrosinia bassii* e *Anemone hortensis* (associazione *Scillo obtusifoliae-Bellidetum sylvestris*). Infine, in corrispondenza delle cenosi ripariali che si insediano prevalentemente lungo il corso medio e inferiore dei corsi d'acqua della regione bioclimatica mediterranea su substrati di natura acida riferibili si identifica il Geosigmeto descritto dalle alleanze *Nerio oleandri-Salicion purpureae*, *Rubio ulmifolii-Nerion oleandrii*, *Hyperico hircini-Alnenion glutinosae*.

L'analisi dei dati floristici e vegetazionali ha consentito di verificare la presenza di due habitat della rete Natura 2000 ovvero il 1410 e il 1510\*, incluso quest'ultimo come prioritario nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE e già contemplato tra i 12 habitat riportati nel formulario standard della ZSC ITB040023 – "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla", confinante/adiacente all'area di intervento.

### 3.4. USO DEL SUOLO

#### 3.4.1. GENERALITÀ E FONTI DEI DATI

Per l'individuazione delle caratteristiche dei suoli nell'area di intervento si è fatto riferimento allo studio promosso della Regione Sardegna nell'ambito della predisposizione del Piano Paesaggistico

PROGETTAZIONE ATI:

Regionale, e che ha portato alla redazione della *Carta delle Unità delle terre* e della *Carta della capacità d'uso dei suoli*.

Tale strumento di valutazione delle risorse del paesaggio e del territorio della Sardegna è stato redatto conformemente alle specifiche tecniche nazionali ed internazionali in materia pedologica. La cartografia è stata realizzata in scala 1:50.000 su quattro aree campione, Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e Nurra, individuate all'interno degli ambiti costieri del Piano Paesaggistico Regionale, rappresentative di una gran parte della varietà dei suoli presenti in Sardegna.

Per disporre di un'ampia casistica dei pedopaesaggi sardi su cui tarare la metodologia del progetto, nell'ambito dello studio si è deciso di selezionare quattro aree campione costiere, rappresentative della grande variabilità di substrati pedogenetici, di tipologie di uso del suolo e di forme del territorio isolano, nonché di problematiche antropiche specifiche

Le aree scelte sono state: Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e la Nurra.

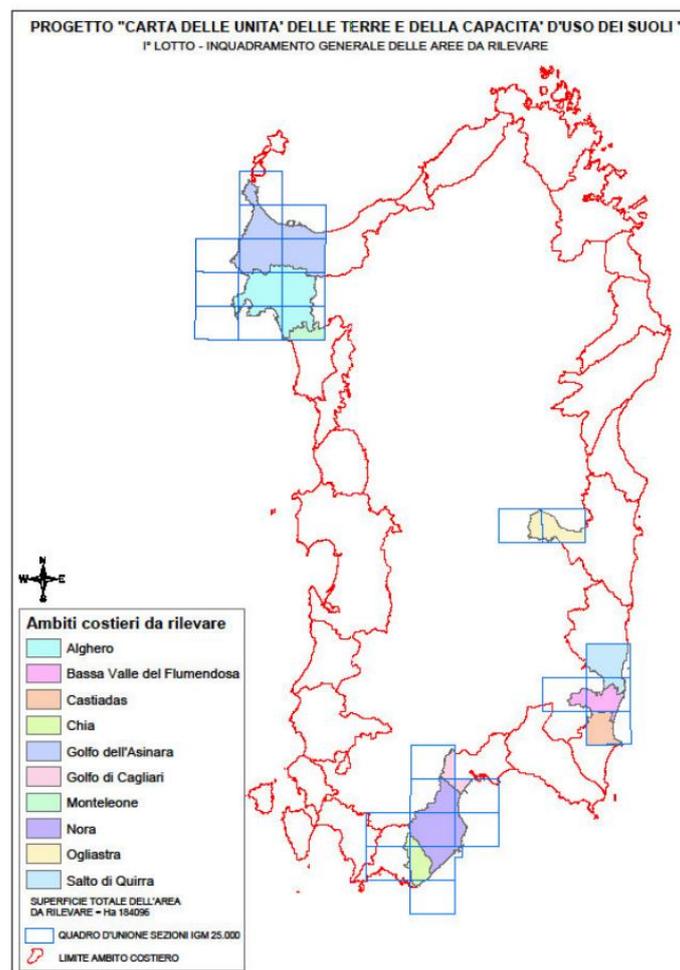


Figura 3-1: Inquadramento delle aree campione

Il progetto ricade nell'ambito del primo areale Pula-Capoterra, che è il più meridionale dei quattro ed è costituito da rilievi cristallini risalenti al Paleozoico (granitoidi e metamorfiti intersecati da complessi filoniani) per lo più arrotondati, a tratti con versanti ripidi e aspri, rivestiti da boschi di leccio, macchia mediterranea e prati pascolo.

Alla base dei rilievi, a formare le ondulate piane che degradano verso il mare, si estendono coltri detritiche e alluvionali utilizzate per l'agricoltura intensiva (orti e vigne) e per il pascolo. Localmente, affiorano bruscamente dalla pianura rilievi di rocce vulcaniche risalenti al Terziario. A Ovest le colmate

PROGETTAZIONE ATI:

alluvionali si intersecano con i sedimenti delle saline e dello stagno di Cagliari. La linea di costa alterna spiagge sabbiose e ciottolose a basse scogliere.

La riforma agraria degli anni '50 ha ridisegnato geometricamente le forme naturali di alcune piane (Santa Margherita di Pula), imprimendo al paesaggio agricolo il segno del suo passaggio.

### 3.4.2. UNITÀ DELLE TERRE

La redazione della Carta delle Unità delle Terre è frutto di un lungo lavoro articolato in più fasi, comprendenti:

- Raggruppamento ragionato delle litologie per l'intera regione e creazione del tematismo delle unità litologiche (o dei materiali parentali) omogenee per comportamento chimico-fisico ai fini pedogenetici;
- Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri, loro validazione sul campo nelle aree campione rappresentative e creazione del tematismo di unità fisiografiche omogenee per processo morfogenetico dominante;
- Definizione delle unità di uso e copertura del suolo per l'intera regione e creazione del tematismo di unità omogenee per utilizzazione del suolo e copertura vegetale;
- Elaborazione e definizione dello schema regionale della Capacità d'uso adeguato al territorio della Sardegna.

Dopo un complesso lavoro di analisi e sovrapposizione dei dati di campo e di quelli riguardanti le unità litologiche, fisiometriche e di uso e copertura del suolo, attraverso l'analisi guidata del pedologo, si è pervenuti alla definizione delle cartografie delle Unità di Terre finali, corredate da contenuti sintetici di significato pedologico riassunti schematicamente in apposite Legende esplicative correlate alla Carta.

Le legende descrittive delle UdT sono state divise in tre blocchi principali verticali:

- Descrizione unità di terre;
- Descrizione del suolo;
- Capacità d'uso;

cui si affianca una colonna con il codice identificativo dell'Unità Cartografica.

Ogni blocco è suddiviso a sua volta in tre colonne, nel primo si distinguono:

- Substrato litologico e materiale parentale del suolo;
- Morfologia e fisiografia;
- Uso del suolo e copertura vegetale prevalente.

Il secondo blocco comprende:

- Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli,
- Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 a Livello di Sottogruppo;
- Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 Secondo livello.

Nel terzo si trovano:

- Land Capability Classification (sottoclasse);
- Principali limitazioni d'uso;
- Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo.

Per quanto riguarda l'area di intervento, si riconoscono essenzialmente due unità interessate dal progetto.

La prima, più a nord è contrassegnata con il codice **DAP 0**, e presenta le seguenti caratteristiche:

PROGETTAZIONE ATI:

- **Substrato litologico e materiale parentale del suolo:** Depositi alluvionali pleistocenici.
- **Morfologia e fisiografia:** Aree da subpianeggianti a pianeggianti con pendenza <2,5%.
- **Uso del suolo e copertura vegetale prevalente:** Aree ad uso agricolo con prevalenza di seminativi non irrigui. Presenti anche oliveti, sistemi colturali e particellari complessi, vigneti e frutteti. Secondariamente, aree a ricolonizzazione naturale e limitate estensioni di macchia e gariga.
- **Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli:** Complesso di suoli a profilo Ap-Btg-C e Ap-Bt-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS nell'orizzonte superficiale e da FA a A nel Bt(g), scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a frequente, reazione generalmente da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da bassa a alta, da ben drenati a piuttosto mal drenati nell'orizzonte superficiale e da piuttosto mal drenati a molto mal drenati nel Bt(g).
- **Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 - Livello di Sottogruppo:** Complesso di: Ultic Haploxeralfs, Ultic Paleloxeralfs e Aquic Paleloxeralfs con inclusioni di Inceptic Haploxeralfs.
- **Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 - Secondo livello:** Suoli dominanti: Haplic Luvisols, Gleyic Luvisols (Profondic), Haplic Luvisols (Abruptic), Haplic Luvisols (Profondic) e Haplic Luvisols (Epidystric, Profondic) con inclusioni di Gleyic Luvisols, Gleyic Luvisols (Ruptic), Gleyic Luvisols (Abruptic, Epidystric, Profondic), Haplic Luvisols (Epidystric), Haplic Luvisols (Ruptic, Profondic, Chromic), Haplic Luvisols (Ferric, Epidystric).
- **Land Capability Classification:** IVw - IIIw
- **Principali limitazioni d'uso:** Drenaggio interno generalmente lento. A tratti, scheletro dell'orizzonte superficiale frequente e drenaggio interno molto lento. In aree molto limitate, elevata salinità e sodicità determinate dall'uso di acque irrigue di scarsa qualità.
- **Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo:** Suoli da marginalmente a moderatamente arabili. I primi necessitano di interventi di sistemazione idraulico agraria finalizzata al miglioramento del drenaggio interno e l'adozione di misure di miglioramento della fertilità. I secondi necessitano l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità e di contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Laddove necessario, adozione di misure e pratiche per la riduzione e il controllo della salinità e della sodicità. Inclusioni di suoli non arabili.

La seconda, più a sud è contrassegnata con il codice **ATG**, e presenta le seguenti caratteristiche:

- **Substrato litologico e materiale parentale del suolo:** Depositi alluvionali ghiaiosi terrazzati olocenici.
- **Morfologia e fisiografia:** Terrazzi fluviali di I° ordine, aree pianeggianti e subpianeggianti, compresi tratti di piane alluvionali costiere. (Sottounità Fisiografica 0).
- **Uso del suolo e copertura vegetale prevalente:** Ampia presenza di terreni ad utilizzazione agricola non specializzata, a prevalenza di seminativi e, subordinatamente, colture legnose (agrumeti, vigneti); localmente terreni a riposo, talvolta pascolati. Aree incolte o con

vegetazione naturale a garighe di degradazione vegetazionale e macchia mediterranea; localmente terreni arbustati o arborati utilizzati a pascolo.

- **Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli:** Associazione di: suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a abbondante, reazione da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da media a alta, da ben drenati a moderatamente ben drenati; di suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a frequente, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da eccessivamente drenati a moderatamente ben drenati; di suoli a profilo Ap-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FL, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da moderatamente acida a debolmente acida, saturazione in basi da molto bassa a media, da moderatamente ben drenati a piuttosto eccessivamente drenati; di suoli a profilo Ap-Bw-C e A-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da ben drenati a piuttosto eccessivamente drenati.
- **Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 - Livello di Sottogruppo:** Associazione di: Typic Haploxerepts con inclusioni di Fluventic Haploxerepts e di: Typic Dystroxerepts con inclusioni di Fluventic Humic Dystroxerepts e Fluventic Dystroxerepts e di: Typic Xerofluvents con inclusioni di Mollic Xerofluvents e di: Dystric Xerorthents.
- **Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 - Secondo livello: Suoli dominanti:** Haplic Cambisols (Eutric), con inclusioni di Haplic Fluvisols (Eutric), Haplic Cambisols (Epidystric), Fluvisols Cambisols (Dystric), Haplic Regosols (Dystric), Haplic Fluvisols, con inclusioni di Haplic Fluvisols (Humic, Skeletic) e Haplic Regosols (Dystric, Skeletic).
- **Land Capability Classification:** IIIs,w,e – IVs,w.
- **Principali limitazioni d'uso:** A tratti: erosione idrica laminare debole, pietrosità superficiale frequente, scheletro nell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, capacità di acqua disponibile da bassa a molto bassa, drenaggio interno eccessivo. In aree molto limitate, elevata salinità e sodicità determinate dall'uso di acque irrigue di scarsa qualità.
- **Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo:** Suoli generalmente arabili, con limitazioni localmente molto severe e a moderata o bassa attitudine agricola. Necessaria l'adozione di misure agronomiche di miglioramento della fertilità, contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Laddove necessario, adozione di misure e pratiche per la riduzione e il controllo della salinità e della sodicità. Nei settori prossimi o adiacenti ai corsi d'acqua, possono essere necessari interventi di manutenzione della copertura vegetale autoctona. Localmente, interventi di bonifica ambientale, rimozione di materiali inerti e discariche di rifiuti. Evitare l'attività di cava. Evitare la cementificazione dei suoli.

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - RELAZIONE OPERE A VERDE

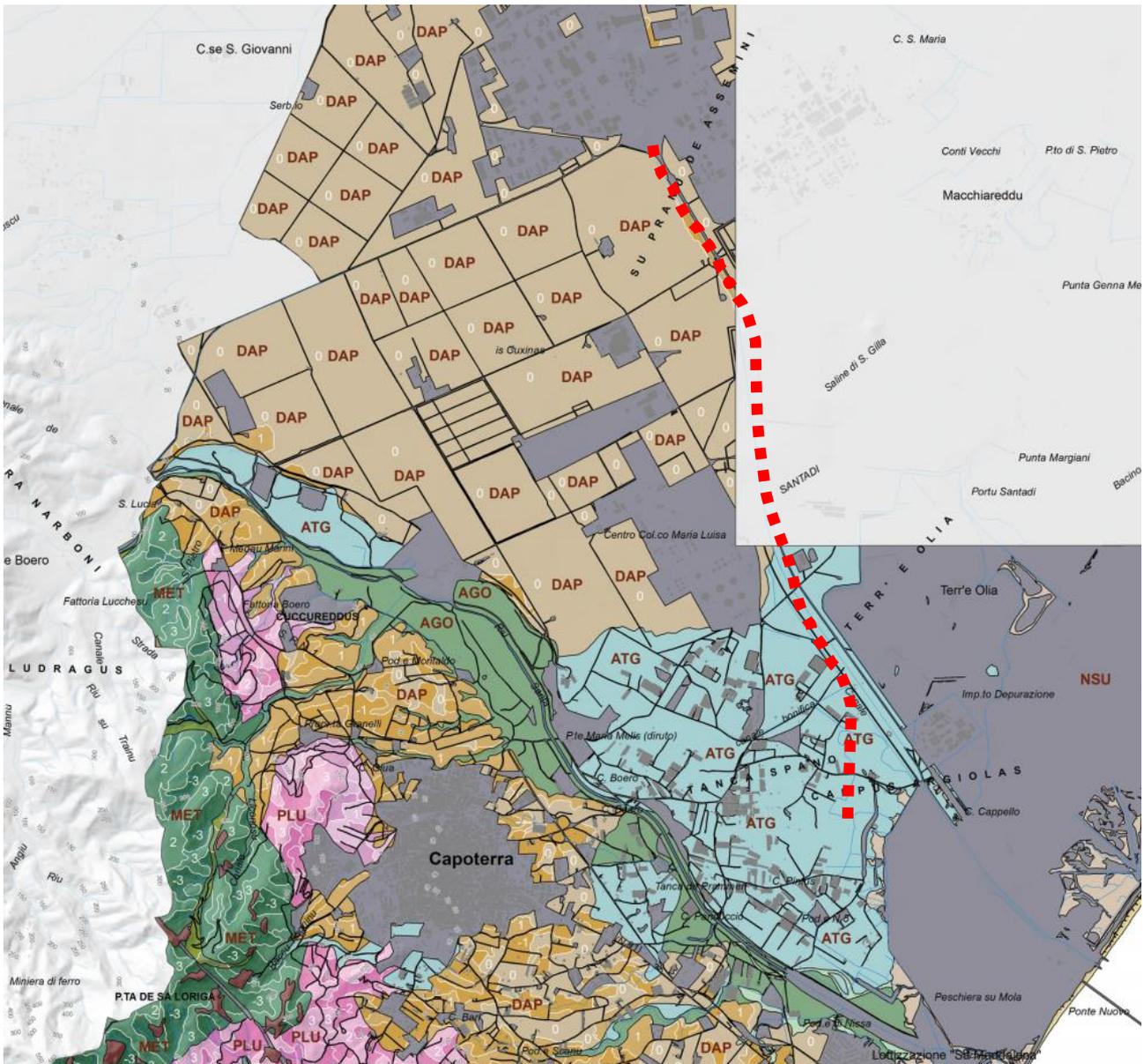
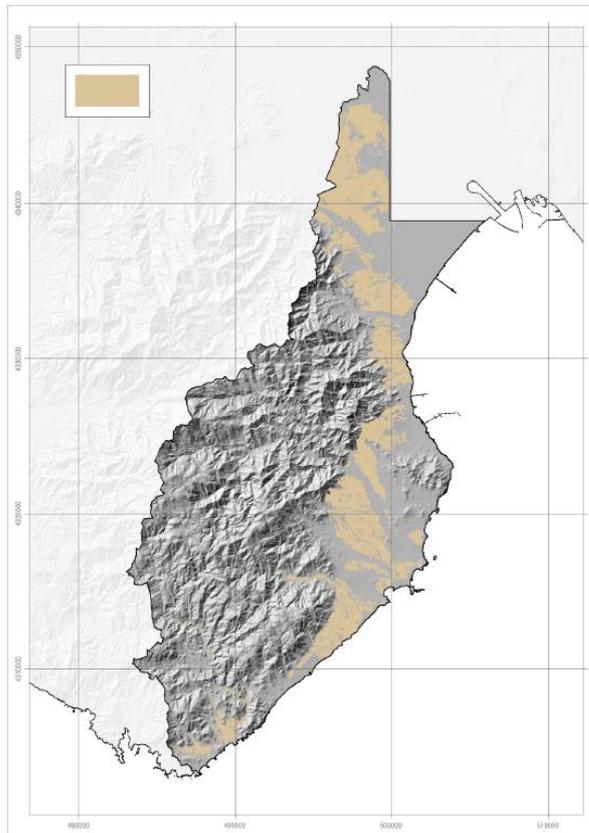


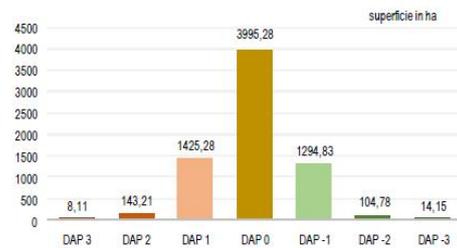
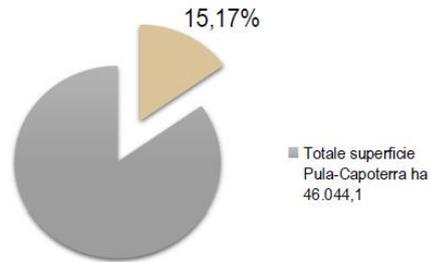
Figura 3-2: Carta dell'Unità delle Terre – area di intervento

PROGETTAZIONE ATI:

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - RELAZIONE OPERE A VERDE

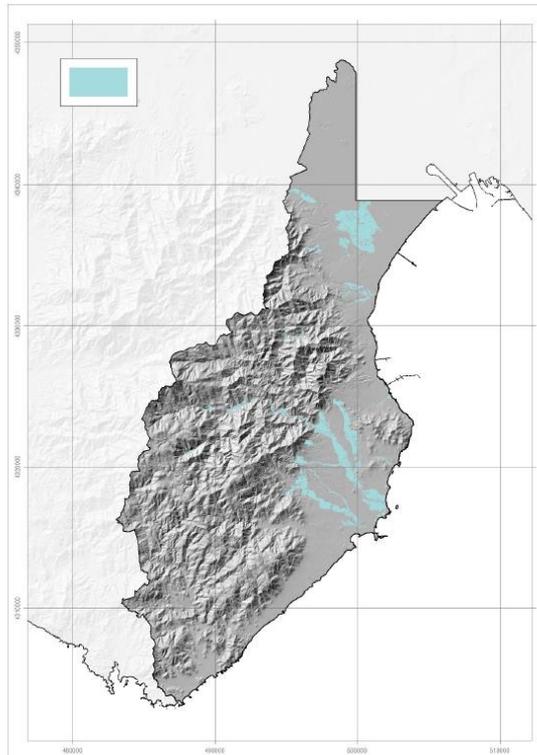


DAP



DESCRIZIONE UNITÀ DI TERRE			DESCRIZIONE DEL SUOLO				CAPACITÀ D'USO			COD. ID.
Substrato litologico e materiale parentale del suolo	Morfologia e fisiografia	Uso del suolo e copertura vegetale prevalente	Principali caratteri morfologici e proprietà fisico-chimico dei suoli	Classificazione dei suoli USDA 2010 Livello di Sottogruppo	Classificazione dei suoli WRB 2007 Secondo livello	Land Capability Classification (soilclass)	Principali limitazioni d'uso	Indizi per la fertilità e conservazione del suolo	Unità Cartografica	
	Area di subirrigazione a pinnacoli con pendenza <2,5% (Sottunità Fisiografica II)	Area ad uso agricolo con prevalenza di seminativi non irrigati. Presenti anche sistemi colturali e particolari coltivi, oliveti, vigneti e frutteti. Aree superficiali sono occupate da colture in cerea. Secondariamente, aree a ricostituzione naturale e limitate estensioni di macchia e garriga.	Complesso di suoli a profilo Ap-Bq-C e Ae-Bq-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FO a FAS nell'orizzonte superficiale e da FA a A nel Bq). L'orizzonte dell'orizzonte superficiale da scuro al frequente; reazione generalmente da moderatamente acida a neutra, colorazione in basi da bassa a alta, da ben drenati a piuttosto mal drenati nell'orizzonte superficiale e da piuttosto mal drenati a molto mal drenati nel Bq).	Complesso di (Uic) Argixeralfi, Uic; Paleixeralfi e Aquic Paleixeralfi con inclusioni di Inceptic-Haploxeralfi	Suoli dominanti: Haplic Luvisols, Gleyic Luvisols (Podzolic), Haplic Luvisols (Albrapic), Haplic Luvisols (Podzolic) e Haplic Luvisols (Epipedic), Podzolic) con inclusioni di Gleyic Luvisols, Gleyic Luvisols (Rupic), Gleyic Luvisols (Albrapic), Epipedic, Podzolic, Haplic Luvisols (Epipedic), Haplic Luvisols (Rupic, Podzolic, Chromic), Haplic Luvisols (emic, Epipedic)	IVw - IIw Sottoclassi: Vw IVs IIIw	Drenaggio interno generalmente lento. A tratti, sporcizia dell'orizzonte superficiale frequente e drenaggio interno molto lento. In aree molto limitate, elevata salinità a sodicità determinate dall'uso di acque irrigue di scarsa qualità.	Suoli da marginalmente a moderatamente aridi. L'area necessita di interventi di sistemazione idraulico agraria finalizzata al miglioramento del drenaggio interno e l'adozione di misure di miglioramento della fertilità. Il secondo necessario l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità e di contenimento del consumo di suolo, soprattutto da irreversibile e so-determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Laddove necessario, adozione di misure e pratiche per la riduzione e il controllo della salinità e della sodicità. Inclusioni di suoli non aridi.	DAP 0	

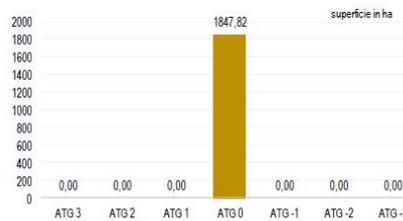
Figura 3.3 – Carta dell'Unità delle Terre – estratto legenda codice DAP0



ATG



Totale superficie  
Pula-Capoterra ha  
46.044,1



DESCRIZIONE UNITÀ DI TERRE			DESCRIZIONE DEL SUOLO				CAPACITÀ D'USO			COD. ID.
Substrato litologico e materiale parentale del suolo	Morfologia e fisiografia	Usi del suolo e copertura vegetale prevalente	Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli	Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 Livello di Sottogruppo	Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 Secondo livello	Land Capability Classification (utilizzabile)	Principali limitazioni d'uso	Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo	Unità Cartografica	
Depositi alluvionali ghiaiosi limonici oloceni.	Terracci fluviali di 1° ordine, aree pianeggianti e subpianeggianti, connessi tra di loro da pianure alluvionali colinee. (Sottounità Fisiografica 0)	Ampla presenza di terreni ad utilizzazione agricola non specializzata, a prevalenza di seminativi e subarboricoltura, colture leguminose (granate, vigneti), localmente terreni a riposo, lavati pasciuti. Aree incolte o con vegetazione naturale a germe di degradazione vegetazionale e macchia mediterranea, localmente terreni arborati o arborati utilizzati a pascolo.	Associazione di suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a abbondante, reazione da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da media a alta, da ben drenati a moderatamente ben drenati e di suoli a profilo Ap-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a frequente, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da eccezionalmente drenati a moderatamente ben drenati e di suoli a profilo Ap-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da moderatamente acida a debolmente acida, saturazione in basi da molto bassa a media, da moderatamente ben drenati a piuttosto riccamente drenati e di suoli a profilo Ap-Bw-C e A-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da ben drenati a piuttosto riccamente drenati.	Associazione di: Typic Haploarepts con inclusioni di Fluviertic Haploarepts e di Typic Dystrarepts con inclusioni di Fluviertic Haplo Dystrarepts e Fluviertic Dystrarepts e di Typic Xerochrepts con inclusioni di Mollic Xerochrepts e di Dystric Xerochrepts	Suoli dominanti: Haplic Cambisol (Eutric), con inclusioni di Haplic Fluvisol (Eutric), Haplic Cambisol (Eutric), Fluviertic Cambisol (Dystric), Haplic Regosol (Dystric), Haplic Fluvisol, con inclusioni di Haplic Fluvisol (Hemic, Skeletic) e Haplic Regosol (Dystric, Skeletic)	III, w, e - IV, w, w Sottoclassi incluse: Vs Vis I	A tratti erosione idrica laminare debole, piovosità superficiale frequente, scheletro nell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, capacità di acqua disponibile da bassa a molto bassa, drenaggio interno eccessivo. In aree molto limitate, elevata salinità e sodicità determinate dall'uso di acque irrigue di scarsa qualità.	Suoli generalmente stabili, con limitazioni localmente molto severe e a moderata o bassa utilizzazione agricola. Necessaria l'adozione di misure agronomiche di miglioramento della fertilità, contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Laddove necessario, adozione di misure e pratiche per la riduzione e il controllo della salinità e della sodicità. Nei settori prossimi o adiacenti ai corsi d'acqua, possono essere necessari interventi di manutenzione della copertura vegetale autoctona. Localmente, interventi di bonifica ambientale, rimozione di materiali inerti e discariche di rifiuti. Evitare l'attività di cava. Evitare la cementificazione dei suoli.	ATG	

Figura 3.4 – Carta dell'Unità delle Terre – estratto legenda codice ATG

### 3.4.3. CAPACITÀ DELL'USO DEL SUOLO

Per ognuno dei suoli appartenenti a ciascuna Unità delle Terre (UdT) precedentemente delineate è stato applicato lo schema di Capacità d'uso dei suoli (Land Capability Classification). Tramite l'analisi assistita del pedologo è stato identificato un insieme di suoli (classificati anche per classi e sottoclassi di LCC) che nella Legenda descrittiva concorrono a raffigurare le singole delineazioni delle diverse Unità di Terre.

La maggior ricorrenza di una determinata classe di LCC ha portato a definire la classe, o l'insieme di classi e relative sottoclassi, di ciascuna UdT. A queste si affiancano le sottoclassi incluse, che rappresentano porzioni di territorio con suoli non cartografabili alla scala del progetto, ma con caratteristiche di potenzialità d'uso diverse rispetto alle principali.

Per ogni UdT delle quattro aree campione sono state indicate le principali limitazioni d'uso (legate principalmente a caratteri limitanti riscontrati nei suoli, o dovuti alla pendenza e alla quota) e gli indirizzi per la tutela e conservazione del suolo relativamente agli utilizzi agrosilvo-naturali.

L'unione di UdT con sottoclassi di LCC omogenee ha portato alla creazione della Carta di capacità d'uso dei suoli e della relativa Legenda descrittiva.

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3-5: Carta della Capacità delle Terre – area di intervento

Nell'area di intervento si riconoscono essenzialmente le seguenti categorie riguardanti la capacità delle terre:

- **CLASSE III:** Suoli che hanno severe limitazioni che riducono le alternative colturali e/o che richiedono speciali pratiche di conservazione.
- **CLASSE IV:** Suoli che hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture e/o richiedono rigorose tecniche conservative.

A entrambe tali classi è associata la sottoclasse "w", cui vengono ascritte tutte le limitazioni connesse a eccesso di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione; solo nella parte più a sud dell'intervento sono associate anche le sottoclassi "e" e "s" che indicano, rispettivamente, limitazioni riguardanti le caratteristiche intrinseche dei suoli e i rischi di erosione.

Di seguito si riporta uno stralcio della legenda per la parte di interesse:

PROGETTAZIONE ATI:

Descrizione sintetica delle classi di capacità d'uso dei suoli				
	Classe	Definizione	Descrizione	Uso
	Usi agricoli intensivi	<b>Terre arabili</b>		
I		Suoli privi o quasi privi di limitazioni che ne restringono l'uso.	Suoli pianeggianti e profondi, con assenza di fenomeni erosivi, assenza di pietrosità superficiale e di rocciosità, ben drenati e dotati di elevata capacità di ritenzione idrica.	Adatti a qualsiasi uso. Non richiedono speciali pratiche di gestione. Ordinari ordinamenti colturali con ampia scelta di colture. Tecniche ordinarie di conduzione per la conservazione di fertilità e struttura
II		Suoli che presentano moderate limitazioni con qualche riduzione delle alternative colturali e/o richiedono l'adozione di moderate pratiche conservative.	Suoli pianeggianti o con deboli pendenze, profondi, assenza di fenomeni erosivi, moderatamente ben drenati e dotati di elevata capacità di ritenzione idrica. Tessitura, pietrosità superficiale e scheletro generalmente non intralcianti le colture e le operazioni colturali.	Adatti a qualsiasi uso. Il potenziale di produzione è simile alla classe I ma con alcune restrizioni derivanti da lievi limitazioni. Coltivazioni ordinarie con lieve diminuzione nella scelta di colture. Tecniche conservative di gestione facili da attuare.
III		Suoli che hanno severe limitazioni che riducono le alternative colturali e/o che richiedono speciali pratiche di conservazione.	Suoli su morfologie ondulate, moderatamente profondi; debole erosione idrica laminare riferibile a superfici limitate. Tessitura, pietrosità superficiale e scheletro intralcianti alcune operazioni colturali e lo sviluppo di alcune colture	Adatti a qualsiasi uso ma con minore attitudine alla coltivazione intensiva. Limitata scelta di colture e pratiche di conservazione più difficili da applicare e da mantenere nel tempo
IV	Suoli che hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture e/o richiedono rigorose tecniche conservative.	Suoli su morfologie da ondulate a collinari, moderati fenomeni erosivi laminari e/o incanalati riferibili a superfici di limitata estensione; maldrenati o eccessivamente drenati e dotati di moderatamente bassa capacità di ritenzione idrica. Pietrosità superficiale e scheletro notevolmente intralcianti alcune operazioni agricole e lo sviluppo delle colture	Adatti a qualsiasi uso ma con minima attitudine alla coltivazione intensiva. Drastica riduzione delle scelte colturali. Sono richieste complesse pratiche gestionali di conservazione, tecnicamente più onerose da applicare e da mantenere in buona efficienza.	

**Sottoclasse s** (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità;

**Sottoclasse w** (water), alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni similari per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio di varia importanza;

**Sottoclasse e** (erosione), in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l'elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole;

### 3.4.4. USO DEL SUOLO ATTUALE

Adottando il metodo di classificazione Corine land cover (CLC), e basandosi sulla Carta dell'uso del suolo elaborata a cura della Regione Sardegna (agg. 2008) e dei sopralluoghi effettuati nell'area di intervento si riconoscono, procedendo da sud verso nord nell'immediato intorno dell'infrastruttura in progetto:

- 2.1.2.1 - Seminativi semplici e colture orticole;
- 2.1.1.2 - Prati artificiali;
- 2.2.3 - Oliveti;
- 3.2.2.2 - Formazioni di ripa non arboree;
- 1.2.1.2 - Insedimento di grandi impianti di servizi;
- 1.2.1.1 - Insedimenti industriali, artigianali e commerciali e spazi annessi;
- 1.2.2.1 - Reti stradali e spazi accessori
- 4.2.2 - Saline;
- 3.1.1.2.1 - Pioppeti, saliceti, eucalipteti anche in formazioni miste;
- 2.4.1.1 - Colture temporanee associate all'olivo.

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - RELAZIONE OPERE A VERDE

L'elemento prevalente interferito dal progetto è costituito dalle aree a seminativi semplici (in giallo nella figura), che nel tratto più a nord presentano vasti appezzamenti di forma regolare, mentre a sud si presentano maggiormente parcellizzate e intercalate da colture in serra e orticole e frutteti, spesso costituiti da oliveti. Essi afferiscono alla categoria dei seminativi irrigui, ossia alle colture irrigate stabilmente e periodicamente grazie a un'infrastruttura permanente (canale d'irrigazione, rete di drenaggio, impianto di prelievo e pompaggio di acque). La maggior parte di queste colture non potrebbe realizzarsi senza l'apporto artificiale di acqua.

Ovviamente anche la componente industriale (aree in violetto) è fortemente rappresentata nell'area, data la decennale destinazione d'uso dei luoghi.

Gli elementi naturali sono relegati alle formazioni riparie poste lungo i canali e a margine delle saline, in genere caratterizzate da vegetazione non arborea, facendo eccezione per alcune fasce di eucalipti presenti in più punti lungo il tracciato. Tutta la zona a est è dominata dalla presenza delle saline.

Si evidenzia che gran parte del tracciato, ad eccezione del solo tratto più a sud, ricade nella fascia di territorio che risulta marginale in quanto interclusa tra l'asse stradale dorsale CASIC esistente e il fascio tubiero, o direttamente afferente all'asse stradale preesistente. Tale fascia è prevalentemente classificata come "Seminativi semplici e colture orticole" o come "Prati artificiali".

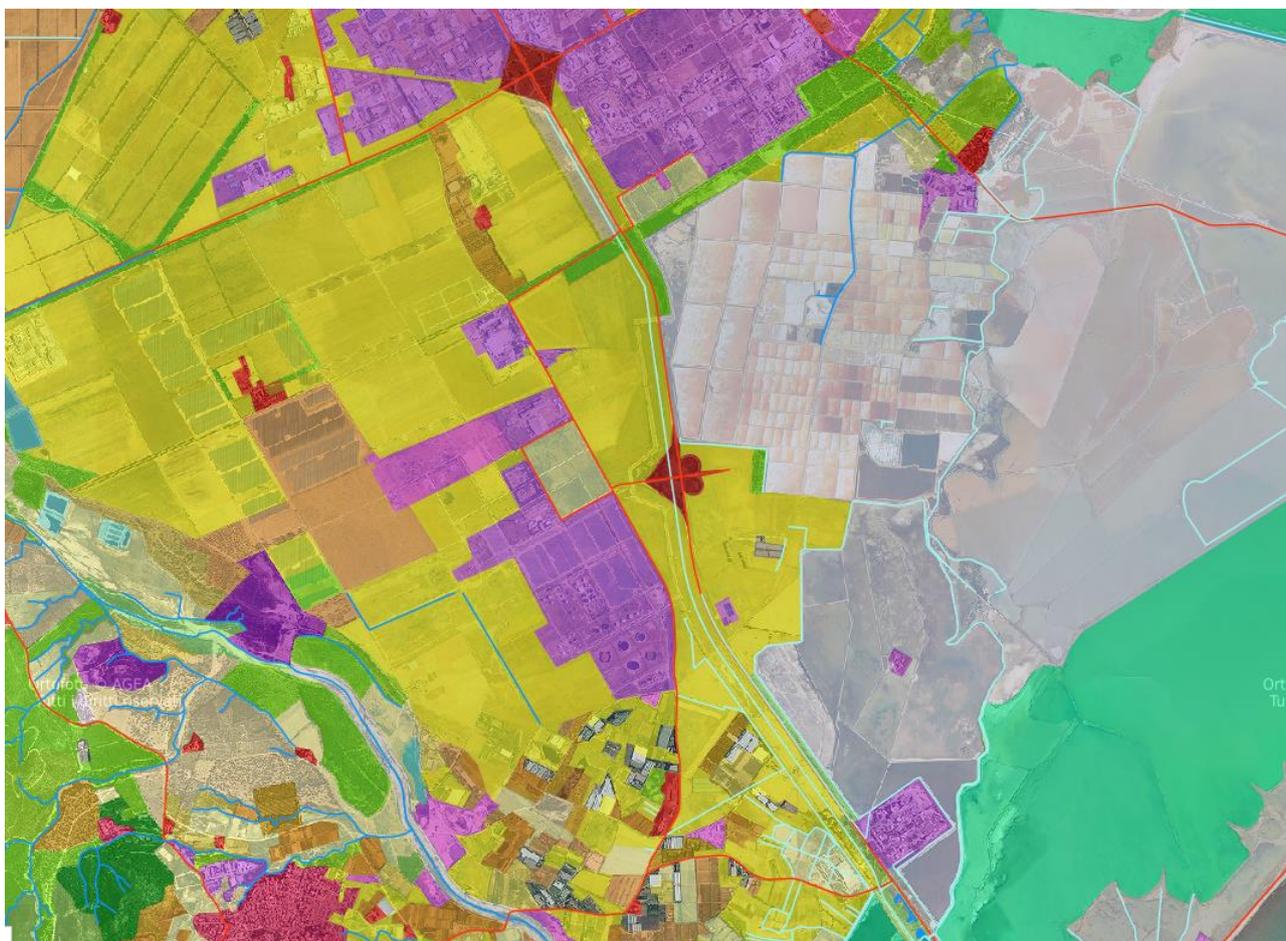


Figura 3-6: Stralcio dalla carta dell'uso del suolo

PROGETTAZIONE ATI:

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - RELAZIONE OPERE A VERDE



Figura 3.7: Stralcio dalla carta dell'uso del suolo - legenda

### 3.5. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE AREE

Di seguito si riportano alcune immagini caratteristiche delle aree dove insiste il progetto, procedendo dall'inizio del tracciato (nord-ovest) fino alla fine (sud-est). Le fotografie sono state scattate nel corso di sopralluoghi nel novembre 2022.



Figura 3.8L'infrastruttura attuale a inizio intervento

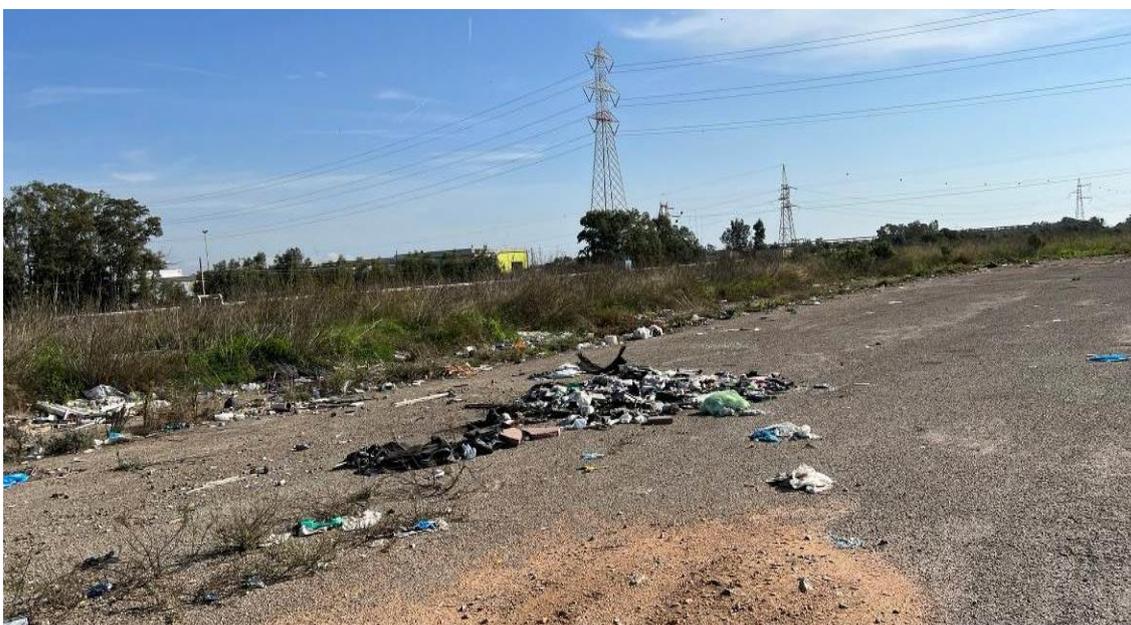


Figura 3.9Fenomeni di degrado nella piazzola a inizio intervento

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3.10 Eucalipteti presso il primo tratto di progetto



Figura 3.11 Fenomeni di degrado lungo la viabilità secondaria a servizio degli impianti

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3.12 Fasci tubieri a servizio degli impianti



Figura 3.13 Vista del sito di interesse comunitario comprendente la Salina di Macchiareddu (sullo sfondo, a destra)

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3.14 Vista del sito di interesse comunitario comprendente la Salina di Macchiareddu dalla strada consortile



Figura 3.15 Campi eolici a nord-ovest dell'area di intervento

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3.16 Vista del canale Emboi



Figura 3.17 Una vista presso l'area individuata per il cantiere base

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3.18 Vista dell'area di svincolo



Figura 3.19 Vista dell'area di svincolo

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3.20 Impianti industriali nell'area a ovest del progetto



Figura 3.21 Vista del tratto che precede lo scavalco del fascio tubiero

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 3.22 Una vista del tratto iniziale del progetto

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4. DESCRIZIONE DELLE OPERE A VERDE PREVISTE IN PROGETTO

Facendo seguito a quanto definito nello Studio di Impatto Ambientale, di seguito si illustrano le opere a verde previste nel progetto.

##### **MS01– Inerbimenti di scarpate mediante idrosemina**

Si tratta di un intervento di carattere diffuso e di uso comune nella realizzazione di infrastrutture stradali. Prevede che tutte le scarpate di rilevati e trincee che vengono a determinarsi per effetto dell'intervento siano comunque soggette ad inerbimento mediante idrosemina, utilizzando una miscela di sementi adatta al contesto ecologico locale. Tale azione, oltre a migliorare l'impatto percettivo dell'intervento eliminando le superfici denudate, consente anche di proteggere le scarpate dagli effetti erosivi degli agenti atmosferici.

I semi selezionati saranno adatti alle condizioni locali e rispetteranno una certa variabilità di specie per aumentare le possibilità di colonizzare stabilmente il sito d'intervento.

Per la migliore riuscita dell'intervento è necessario che sulla scarpata venga steso uno strato di terreno vegetale di c.ca 30 cm, preferibilmente riutilizzando il terreno vegetale di scotico appositamente accantonato, al fine di minimizzare il consumo di suolo.

Le scarpate andranno inerbite con specie da sovescio per minimizzare il dilavamento delle sostanze nutritive ed arricchire il terreno in composti azotati. L'inerbimento verrà effettuato mediante idrosemina addizionata con ammendanti, collanti e concimi (indicativamente concime ternario solubile del tipo NPK 20+20+20 + Fe). Si prevede l'utilizzo di un miscuglio di sementi, da spargere in quantità di 20-25 g/mq, con la seguente composizione:

- Fava (*Vicia faba* var. minor - 30% in peso);
- Trifoglio incarnato (*Trifolium incarnatum* - 10%);
- Lupino bianco (*Lupinus albus* - 25%);
- Veccia comune (*Vicia sativa* - 15%);
- Erba medica (*Medicago sativa* - 20%);

Qualora non fosse possibile sistemare le aree esclusivamente con i volumi accantonati del terreno di scotico, si dovrà apportare, nello strato superficiale, terra vegetale avente caratteristiche fisico-chimiche idonee alla coltivazione, quindi essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

##### **Ripristino fascia ripariale e invito faunistico (MB01);**

Al fine di garantire il permanere delle condizioni di permeabilità del territorio rispetto all'attraversamento faunistico, sono stati previsti opportuni interventi finalizzati a creare inviti all'attraversamento in corrispondenza di tombini idraulici previsti da progetto e idonei a tale utilizzo per dimensioni, forma e assenza di ostacoli (ad es. salti di quota). Tali interventi contribuiscono anche al migliore inserimento dell'opera nel paesaggio grazie alla messa a dimora di essenze arbustive quali *Salix purpurea* (salice rosso), *Cornus sanguinea* (sanguinella), *Prunus spinosa* (prungolo selavatico).

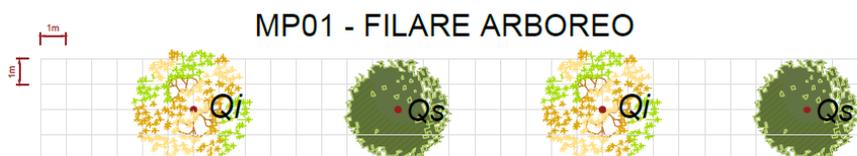
L'intervento è localizzato in corrispondenza del "Canale di Bonifica Acque Alte", alla progr. 9+750 c.ca.

##### **MP1 - Filare arboreo**

Si tratta di un intervento che viene utilizzato in casi in cui si ritiene necessario mascheramento percettivo e una ridotta occupazione di suolo (una fascia di 4 m circa), ad esempio in corrispondenza di muri di sostegno.

Si prevede l'utilizzo di specie di *Quercus Ilex* (Leccio) e *Quercus Suber* (Sughera) disposte su filare rettilineo. Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP1 - FILARI ARBOREI					
cod	da prog	a prog	L	mq	lato
MP1.01	8+740	8+800	60	240	sx
MP1.02	9+295	9+650	365	1.460	dx



Essenze arboree:

- QUERCUS ILEX
- QUERCUS SUBER

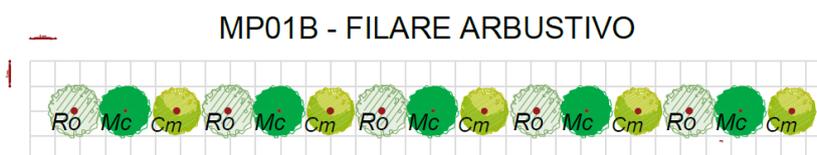
### MP1b - Filare arbustivo

Si tratta di un intervento che viene utilizzato in corrispondenza dello svincolo e dell'impianto fotovoltaico, al fine di ridurre l'impatto percettivo per le viste da altezza terra.

Si prevede l'utilizzo di arbusti in filare costituiti da *Myrtus communis* (mirto), *Crataegus monogyna* (biancospino) e *Rosmarinus officinalis* (rosmarino)

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP1b - FILARI ARBUSTIVI					
cod	da prog	a prog	L	mq	lato
MP1b.01	7+610	7+760	150	240	sx
MP1b.02	7+500	7+538	38	153	dx
MP1b.03	Imp. fotovoltaico		424	1.696	sx



Essenze arbustive:

- CRATAEGUS MONOGYNA
- MYRTUS COMMUNIS
- ROSMARINUS OFFICINALIS

### MP2 - Filare arboreo-arbustivo

Simile al precedente, viene previsto nei casi in cui si ritiene opportuno un mascheramento percettivo più consistente e di maggiore ampiezza (circa 5-6 m.)

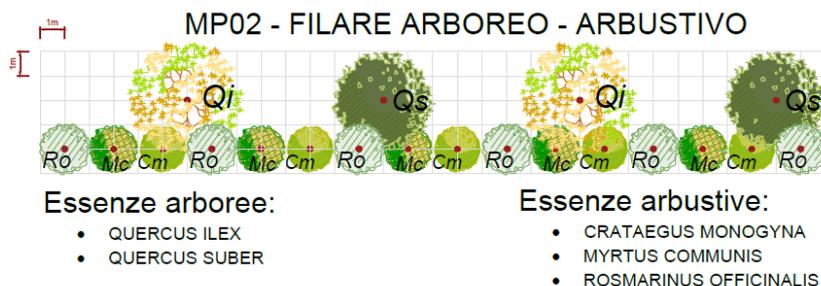
Nel caso in esame, inoltre, tale intervento viene anche utilizzato per creare uno schermo tra la nuova infrastruttura e l'area protetta costituita dal sito di interesse comunitario ITB040023 - Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, laguna di S.ta Gilla tra le progr. 6+750 e 7+350 c.ca, anche al fine di proteggere l'avifauna.

Agli arbusti in filare costituiti da *Myrtus communis* (mirto), *Crataegus monogyna* (biancospino) e *Rosmarinus officinalis* (rosmarino) si affianca un filare arboreo che alterna esemplari di *Quercus Ilex* (Leccio) e *Quercus Suber* (Sughera).

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

PROGETTAZIONE ATI:

MP2 - FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI					
cod	da prog	a prog	L	m <sup>q</sup>	lato
MP2.01	6+830	7+350	520	2.600	sx
MP2.02	8+330	8+420	190	950	sx
MP2.03	8+440	8+550	110	550	dx
MP2.04	9+650	9+925	275	1.375	dx



### MP3 - Sistemazione ornamentale di aree intercluse

Questa tipologia di intervento è destinata principalmente al recupero paesaggistico delle aree intercluse che si vengono a creare per effetto della realizzazione della nuova infrastruttura e per l'adeguamento di quelle esistenti.

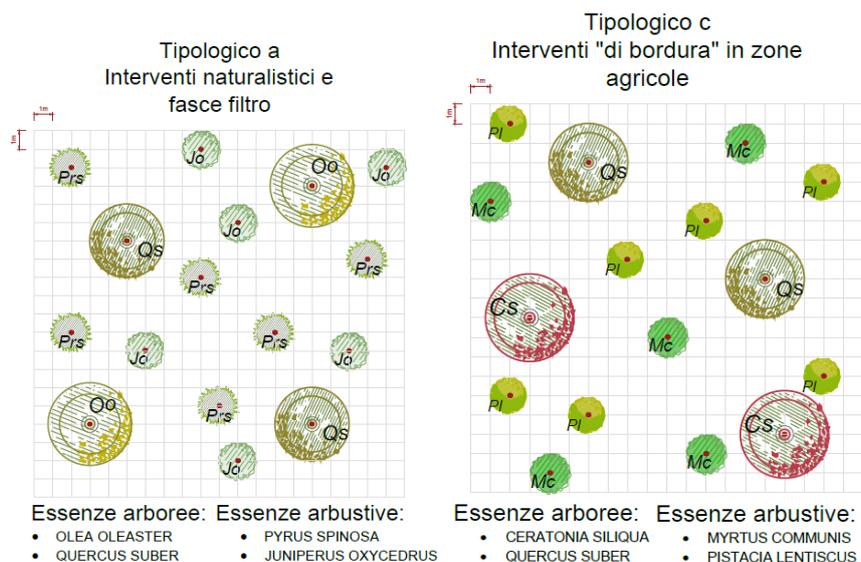
Si tratta di interventi ornamentali che prevedono l'introduzione di macchie arboree e arbustive ad impianto casuale, che solo nel caso delle aree di svincolo vengono organizzate secondo geometrie che vanno a ricalcare quelle degli svincoli stessi. Non si ritiene comunque opportuno prevedere impianti geometrici in quanto troppo "artificiali" in relazione al contesto, che è prevalentemente agricolo-extraurbano.

Per evitare un effetto di monotonia l'intervento si attua attraverso 2 diversi tipologici che utilizzano specie arboree e arbustive differenti:

- Tipologico a: utilizzato per interventi a carattere più naturalistico e di filtro tra l'infrastruttura e le aree naturali: *Quercus Suber* (Sughera); *Olea oleaster* (olivastro); *Pyrus spinosa* (perastro) *Juniperus oxycedrus* (ginepro coccolone).
- Tipologico c: utilizzato in prossimità delle aree agricole: *Quercus Suber* (Sughera); *Ceratonia siliqua* (Carrubo); *Myrtus communis* (mirto); *Pistacia lentiscus* (lentisco).

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP3 - Sistemazione ornamentale di aree intercluse				
cod	da prog	a prog	m <sup>q</sup>	Lato - tipo
MP3.01	6+530	6+830	21.413	Sx - a
MP3.02	6+830	7+275	6.611	Sx - a
MP3.03	8+560	8+850	5.310	Sx - c
MP3.04	9+260	9+625	3.940	Sx - c



### MP4 - Rinaturalizzazione dei tratti stradali in dismissione

L'intervento si attua prioritariamente attraverso la demolizione della sovrastruttura stradale preesistente ed il ripristino della condizione di naturalità del suolo attraverso il riporto di terra vegetale e l'inerbimento delle superfici rimodellate.

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP4 - Rinaturalizzazione dei tratti stradali in dismissione			
cod	da prog	a prog	mq
MP4.01	5+500	6+050	3.742
MP4.02	6+275	6+490	2.160
MP4.03	6+535	6+750	1.549
MP4.04	7+325	7+425	450
MP4.05	Svincolo		895
MP4.06	Svincolo		3.150
MP4.07	Svincolo		1.000
MP4.08	8+000	8+100	500
MP4.09	9+125	9+240	250

#### 4.1. INTERVENTI DI RECUPERO DELLE AREE DI CANTIERE A FINE LAVORI

Al termine dei lavori si prevede la completa dismissione di tutte le aree di cantiere e la loro restituzione all'uso originario.

Sono state definite due diverse tipologie di recupero:

- **Mc01.1 - Recupero dell'uso agricolo**, che si attua in tutte le aree precedentemente adibite allo stesso scopo e che prevede l'aratura ed erpicatura superficiale al fine di creare le precondizioni per il ripristino della fertilità del suolo, e il riporto del terreno vegetale di scotico precedentemente accantonato
- **Mc01.2 - Ripristino**, che viene previsto in corrispondenza delle aree attualmente incolte. Per queste aree si prevede una sistemazione finale con inerbimento al fine di ricostruire la coltre erbacea preesistente all'intervento.

Il ripristino delle aree di cantiere ha come obiettivo principale quello di predisporre un suolo nella sua fase iniziale, che abbia caratteristiche tali da assicurare la naturale evoluzione nel tempo. Occorre, infatti, considerare che il suolo in natura è il frutto dell'interazione di diversi fattori (tra i quali: clima, substrato, morfologia, vegetazione, azione antropica, tempo) che segue un'evoluzione lunga e complessa. Le azioni di ripristino avranno come obiettivo la ricostituzione di un suolo adeguato per la ripresa dell'attività agricola.

Per il ripristino ambientale delle aree di cantiere si utilizzeranno, prioritariamente, gli strati di suolo superficiali risultanti dallo scotico effettuato nelle fasi preliminari della costruzione dell'area cantiere che in fase di ripristino dovrà essere ricostruito in modo da garantire lo spessore adeguato alle necessità agronomiche.

Il suolo sarà ripristinato con una stratigrafia quanto più possibile simile a quella originaria. In particolare saranno ricostruiti gli orizzonti, rispettandone potenza, tessitura specifica e contenuto in scheletro.

Si prevedranno interventi di miglioramento agronomico, se necessari, al fine di garantire le stesse caratteristiche fisico-chimiche rilevate nelle analisi ante-operam.

In linea generale si dovranno prevedere le seguenti operazioni:

##### *Dismissione del cantiere*

L'intervento di ripristino ambientale sarà realizzato successivamente alle seguenti operazioni di demolizione e/o rimozione delle strutture di cantiere:

- Slaccio degli edifici prefabbricati dalle infrastrutture di servizio (acquedotto, Enel, fognatura);
- Smontaggio e rimozione degli edifici prefabbricati;
- Rimozione dell'impianto di illuminazione esterna (pali, corpi illuminanti);
- Rimozione cabina elettrica MT/BT;
- Demolizione di basamenti, camminamenti, cordoli in c.a.;
- Rimozione delle pavimentazioni stradali;
- Asportazione dei sottofondi aridi costituenti la viabilità e i piazzali e/o del materiale inerte e degli strati impermeabili fino al livello di scotico ante operam;
- Scavo e rimozione dei sottoservizi sino al punto di allaccio con la rete pubblica (acquedotto, impianto elettrico, rete fognaria, ecc.);
- Rimozione della recinzione.

##### *Ripuntatura e fresatura del terreno del terreno*

Successivamente al disfacimento dei piazzali, strade interne e basamenti delle costruzioni di cantiere si dovrà provvedere ad un primo livellamento dell'area seguito dalla ripuntatura del substrato.

La ripuntatura, che sarà eseguita con attrezzo ripuntatore trainato da trattore, prima della stesa del terreno vegetale, rappresenta un'operazione di fondamentale importanza. Infatti la fessurazione e il dirompimento in profondità del substrato compattato migliorano la permeabilità e favoriscono gli scambi gassosi. Tutto ciò determina un ambiente edafico ottimale per lo sviluppo delle radici delle

PROGETTAZIONE ATI:

piante arboree e arbustive, ma anche di quelle erbacee che inoltre traggono notevoli benefici dalla così ottenuta riduzione di ristagni idrici. La ripuntatura, quindi, ottiene l'effetto di smuovere e arieggiare il terreno, senza mescolare gli strati del suolo e serve a rompere lo strato di suolo che presumibilmente si sarà compattato durante il periodo di cantiere.

Ultimata la ripuntatura si dovrà effettuare una fresatura superficiale del terreno.

La fresatura, che andrà eseguita con approfondimento pari a 15-20 cm, consiste nello sminuzzamento del terreno e viene effettuata con strumenti di lavoro con corpo lavorante a rotore orizzontale dotato di utensili elastici.

Le due lavorazioni potranno avvenire contemporaneamente grazie all'utilizzo di mezzi combinati.

#### *Stesa del terreno vegetale*

Successivamente alla ripuntatura-fresatura si dovrà riportare il terreno vegetale proveniente dallo scotico dell'area, opportunamente accantonato.

Nello specifico si prevede la stesa di terreno vegetale per uno spessore pari a cm 20-30.

Nella messa in posto del materiale terroso deve essere evitato l'eccessivo passaggio con macchine pesanti o comunque non adatte e che siano prese tutte le accortezze tecniche per evitare compattamenti o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo. Le macchine più adatte sono quelle leggere e con buona ripartizione del peso, meglio se agricole, che esercitano pressioni pari a 100-200 kPa.

In termini generali a  $pF < 1,8 - 2$  non si dovrebbe intervenire sui suoli ( $pF$  unità di misura spesso ancora in uso che corrisponde al logaritmo in base 10 della tensione espressa in cm d'acqua), per non correre il rischio di degradare la struttura del suolo e quindi alterarne, in senso negativo, il comportamento idrologico (infiltrazione, permeabilità) e altre caratteristiche fisiche con la creazione di strati induriti e compatti inidonei allo sviluppo degli apparati radicali.

Durante le fasi di stesa del terreno vegetale sarà, inoltre, cura della direzione lavori definire i percorsi precisi entro cui le macchine operatrici possano muoversi, evitando il loro libero movimento che porterebbe alla compattazione di percentuali di superfici ancora maggiori.

Qualora non fosse possibile ritombare l'area esclusivamente con i volumi accantonati del terreno di scotico, si dovrà apportare, nello strato superficiale, terra agraria avente caratteristiche fisico-chimiche idonee alla coltivazione. Il terreno agrario dovrà avere caratteristiche pedologiche simili a quelle del top-soil originario, qualora ciò non fosse occorrerà provvedere con opportuno ammendamento. Il terreno dovrà essere steso e livellato, raccordando il piano alle quote dei terreni circostanti e a quelle delle opere di sistemazione idraulica superficiale, se esistenti.

#### *Erpicazione*

Sarà eseguita l'erpicazione del terreno, con erpice rotante, per uno spessore pari a 25-30 al fine di sminuzzare le zolle e pareggiare la superficie dell'area dopo la stesa del terreno vegetale, preparando definitivamente il letto di semina. L'operazione dovrà essere effettuata con alta velocità di avanzamento e in due passaggi incrociati. Ove necessario, successivamente al riporto di "terreno vegetale" e prima dell'aggiunta di eventuali correttivi, al fine di alleggerire il solum e rendere più probabile il raggiungimento di un'aggregazione di particelle con formazione di una struttura ben aerata, si dovrà provvedere ad una spietatura entro i primi 20-30 cm con vagliatura ed asporto meccanico dello scheletro di dimensioni superiori a 10 cm.

#### *Regimazione idraulica*

Il piano campagna dovrà essere ricostituito nel rispetto delle quote rilevate nello stato Ante-Operam in maniera da garantire lo sgrondo delle acque meteoriche in eccesso rispetto alla capacità di ritenuta del terreno, prevedendo la ricostruzione di canali e fossi presenti nella configurazione originaria dell'area.

## 5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 5.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, erbacee, ecc.) e delle sementi occorrenti per le opere a verde.

Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel Progetto.

Il materiale vegetale deve essere prodotto e commercializzato in conformità al decreto legislativo 10 novembre 2003, n. 386 (Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione) e al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214 (Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali).

Si specifica che la Regione Sardegna ha a sua volta recepito il D.Lgs n. 386/2003 con la Deliberazione della Giunta Regionale n.38/ del 18.09.2012 che individua i soggetti istituzionali competenti e ne definisce i ruoli e le funzioni.

### 5.2. CARATTERISTICHE GENERALI

Il materiale vegetale dovrà essere corredato da:

- certificato principale di identità, ai sensi dell'articolo 6 del D.Lgs. 386/2003;
- passaporto delle piante dell'Unione europea sullo stato fitosanitario del materiale di propagazione.

Si specifica infine che, sempre ai sensi del summenzionato art. 51, le piante non devono appartenere a cultivar ornamentali o sterili e devono essere prodotte con materiale della stessa regione di provenienza dell'area in cui si effettua l'intervento; in base alle definizioni contenute nei richiamati D.Lgs. 386/2003 e D.Lgs. 214/2005, per regione di provenienza di una data specie o sottospecie si intende "il territorio o l'insieme di territori soggetti a condizioni ecologiche sufficientemente uniformi e sui quali si trovano soprassuoli o fonti di semi sufficientemente omogenei dal punto di vista fenotipico e, ove valutato, dal punto di vista genotipico, tenendo conto dei limiti altimetrici ove appropriato".

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche.

Ciò al fine di garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e cultivar.

Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;

PROGETTAZIONE ATI:

- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;
- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella).

L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.

### 5.2.1. ALBERI

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc..

Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- altezza totale e/o circonferenza fusto (misurata a m 1 dal colletto) per i soggetti arborei
- altezza totale, per le piantine arbustive.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda.

### 5.2.2. ARBUSTI

Gli arbusti devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro del vaso.

La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.

Gli arbusti dovranno essere forniti in contenitore a seconda delle indicazioni dell'elenco prezzi, se richiesto, potranno essere fornite a radice nuda, purché si tratti di piante caducifoglie e di piccole dimensioni in fase di riposo vegetativo.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, proporzionato alle dimensioni della pianta, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari, fresche, sane e prive di tagli con diametro superiore a 1 cm.

Negli arbusti forniti in contenitore, il terreno che circonda le radici dovrà essere compatto, ben aderente alle radici, di buona qualità, senza crepe.

Le misure riportate nelle specifiche di progetto si riferiscono all'età delle piante.

### 5.2.3. SEMENTI

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.

Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti.

La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere eseguita alla presenza della D.L. Lavori.

**Per ogni altra specifica prescrizione si rimanda al capitolato di esecuzione delle opere a verde.**