



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

Assessoradu de sos traballos pùblicos
Assessorato dei lavori pubblici

**Direzione Generale
Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano**

**Servizio tecnico relativo all'Analisi, studi e redazione progetto di manutenzione dell'alveo
del fiume Tirso con programmazione degli interventi di manutenzione.**

(Servizio di piena 2015)

Ricompreso nel programma "Servizio di piena e Intervento Idraulico" anno 2017.

Approvato con Decreto dell'Assessore regionale dei Lavori Pubblici n. 4 (Prot. n. 2123/GAB) del 27.06.2017.

**Realizzazione dell'intervento di difesa spondale in sinistra dell'ansa
del fiume Tirso in località Cabitza a valle del ponte di Brabau, previsti
dal progetto di manutenzione dell'alveo del fiume Tirso**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Allegato:

A

Scala:

Redatto da:

Responsabile della progettazione: **Ing. Tonino Mulas**

Progettazione:

Aspetti geologici: **Geol. Orlando Antonio Mereu**

Aspetti idraulici: **Ing. Tonino Mulas**

Ing. Gian Lorenzo Cugusi

Ing. Michele Ortu

Rilievi plano-batimetrici: **Ing. Michele Ortu**

Coordinatore per la sicurezza in fase progettazione: **Ing. Gian Lorenzo Cugusi**

Committente

**Direzione Generale
Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano**

**Responsabile del Settore
Opere Idrauliche e Assetto Idrogeologico
Ing. Stefano Piga**

29.10.2018

Ing. Tonino Mulas
via Toniolo n.17
09170 — Oristano
t.mulas@ording.or.it

DATA EMISSIONE

INDICE REVISIONI

DATA

DESCRIZIONE DELLA MODIFICA

Ottobre 2018



SOMMARIO

| | |
|---|----|
| SOMMARIO | i |
| PREMESSA | 1 |
| INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 2 |
| DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE | 6 |
| SCELTA PROGETTUALE – OBIETTIVI PREVISTI: | 11 |
| Protezione spondale | 11 |
| Rampa di accesso all'area golenale | 13 |
| QUADRO PRELIMINARE DEI VINCOLI TERRITORIALI, AMBIENTALI E DELLE AUTORIZZAZIONI | 15 |
| DISPONIBILITÀ DELLE AREE | 16 |
| INTERFERENZE VIABILITA' | 18 |
| GESTIONE DELLE MATERIE | 19 |
| Bilancio dei materiali | 19 |
| STIMA DEI COSTI | 22 |
| Quadro economico | 23 |



PREMESSA

La presente relazione si riferisce a lavori di ripristino e di difesa di un tratto in erosione della sponda sinistra del alveo inciso del fiume Tirso, ubicato in località Cabitza a valle del ponte di Brabau.

L'intervento di progettazione è inserito nell'ambito del programma degli interventi sul servizio di piena e intervento idraulico per l'anno 2017, ai sensi del D.A.L.L.P.P. n. 45/2010, "Servizio di piena e Intervento Idraulico anno 2017" approvato con Decreto dell'Assessore regionale dei Lavori Pubblici n. 4 (Prot. n. 2123/GAB) del 27.06.2017, finanziata con un importo di 50.000,00 € (spese tecniche).

Per l'esecuzione dell'intervento è stata stipulata apposita Convenzione REP. S.T.O.I.OR n. 48243/56 con il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese che provvederà alla verifica progetto appalto e esecuzione lavori, per un importo lavori complessivo di 270.000,00 €.

Intervento: "Lavori per la realizzazione della difesa spondale in sinistra dell'ansa del fiume Tirso in località Cabitza a valle del ponte di Brabau, previsti dal progetto di manutenzione dell'alveo del fiume Tirso". Importo complessivo di € 320.00,00.

Il Servizio dello STOIOR con il lavoro della società ART Ambiente Risorse e Territorio ha sviluppato lo "Studio di predisposizione del progetto di manutenzione dell'alveo e delle opere idrauliche del fiume Tirso e redazione di progetti preliminari per la manutenzione di opere idrauliche di competenza regionale", nell'ambito del quale ricade lo studio di fattibilità tecnico economico di alcuni interventi di manutenzione straordinaria ritenuti più urgenti tra i quali le opere di difesa spondale dell'alveo inciso del fiume Tirso in loc. Cabitza.

Lo studio ha evidenziato le criticità del tratto del corso d'acqua suggerendo alcune delle possibili linee d'intervento e stimando gli importi economici necessari per realizzare gli interventi, indicando la sostenibilità ambientale e paesaggistica di un intervento rispetto agli altri.

Pertanto nel seguente documento e negli elaborati che lo accompagnano si approfondiranno gli aspetti tecnici della soluzione proposta nell'ambito dello studio di fattibilità.



INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto dell'intervento si trova in località Cabitza nel comune di Oristano lungo la sponda sinistra dell'alveo di magra del fiume Tirso circa 3 km a monte della confluenza a mare. Rispetto all'argine sinistro, che in questo tratto segue parallelamente la futura circonvallazione ovest del comune di Oristano, l'area in oggetto è compresa tra la rampa 27 e 27-bis.

Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000, l'intervento ricade nel Foglio 528 Sezione 070 – Cabras; I.G.M.I: Foglio 217 – sezione IV SO Foce del Tirso (scala 1:25.000).

Le coordinate geografiche espresse nel sistema di riferimento WGS 1984 UTM zone 32, che individuano il punto significativo dal quale si svilupperà l'intervento sono: 461.872,507 E — 4.417.452,013 N

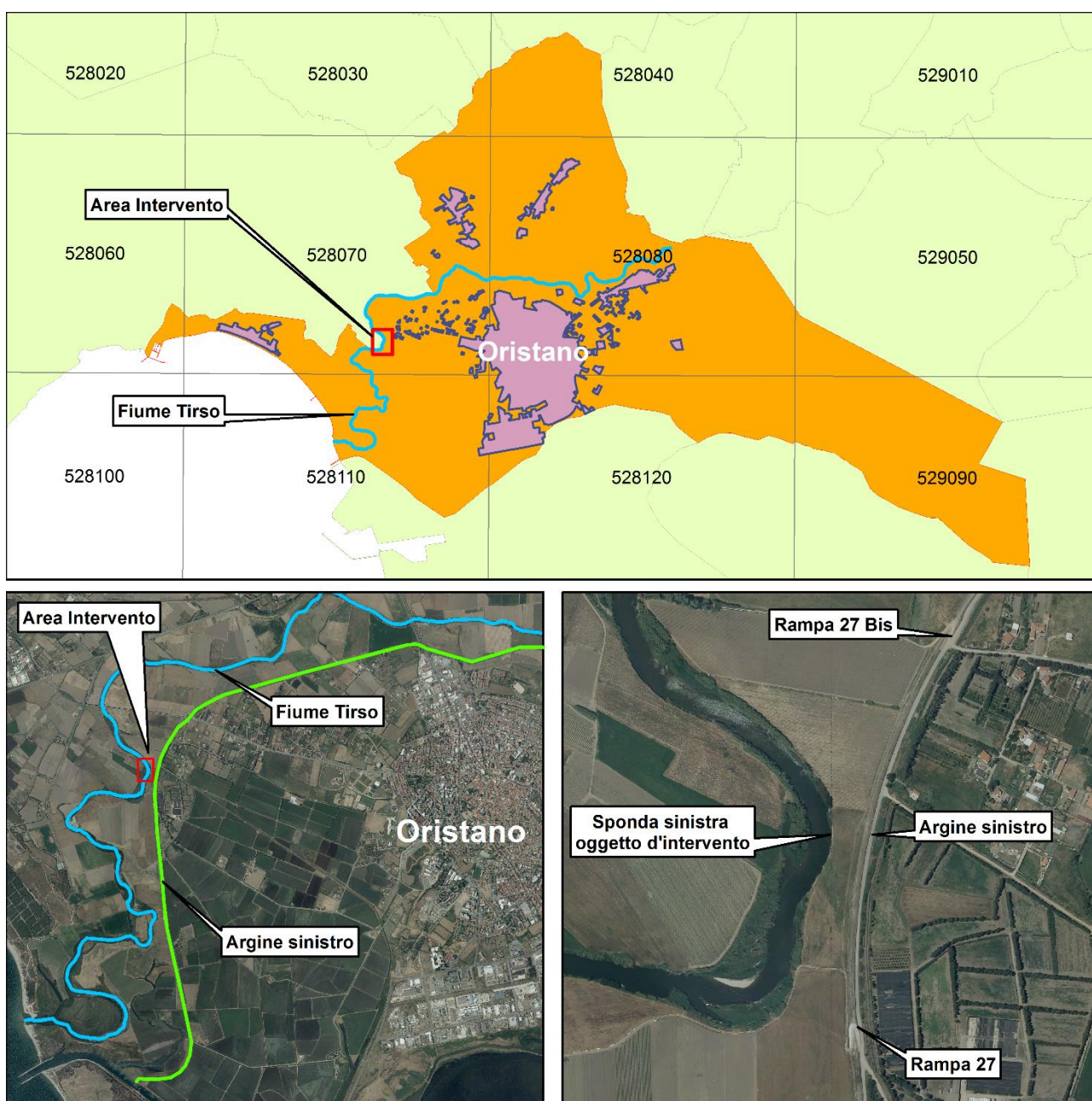


Fig. n.1 - Inquadramento area oggetto d'intervento



Il tratto terminale del fiume Tirso, a partire dalla Dighetta di Santa Vittoria in agro di Ollastra, negli anni '40 è stato regimato con la realizzazione di rilevati arginali che lo accompagnano sino alla foce nel golfo di Oristano. Subito a ridosso della foce proprio in corrispondenza del ponte d'ingresso a Oristano assume una conformazione a meandri accompagnati, soprattutto nei pressi della foce, da un sistema di lanche ed alvei abbandonati.

In corrispondenza di questi meandri in località Cabitza il corso d'acqua sta cercando di riprendere il percorso di un vecchio paleoalveo che si sviluppava al di là degli argini, avvicinandosi progressivamente al piede del rilevato arginale, attualmente la golena sinistra nel tratto in questione si è ridotta a soli 40 m.

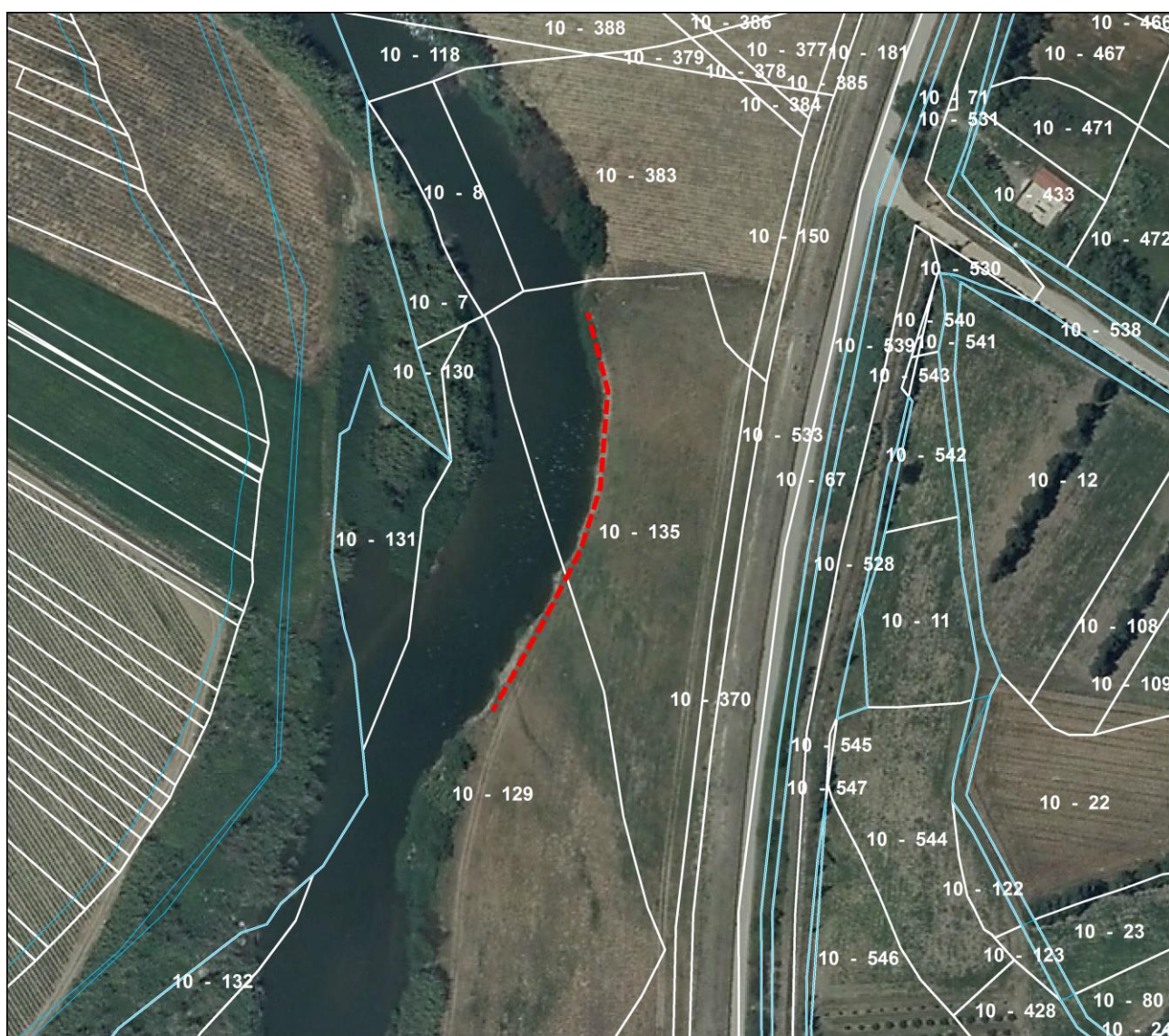


Fig. n.2 – Planimetria catastale area d'intervento.

Catastalmente l'area d'intervento risulta censita al Catasto Terreni del comune di Oristano al foglio 10 particelle 129, 135, 383.

La planimetria catastale aiuta a inquadrare la problematica che l'intervento proposto mira a stabilizzare, come si evince in figura 2, il corso d'acqua rappresentato catastalmente con le linee azzurre a partire dal 1939, anno in cui è stato istituito il catasto, ha modificato il suo alveo erodendo la sponda sinistra di circa 50



metri rispetto alla situazione attuale linea in rosso tratteggiata.

Si riporta in fine in figura 3 l'ortofoto di Google Earth del 2017 che rappresenta lo stato dei luoghi in maniera più corrispondente rispetto allo stato dei luoghi attuale. La linea rossa tratteggiata che individua il tratto di sponda in erosione corrispondente alla situazione attuale. La vegetazione formata principalmente da canne palustri (*Phragmites communis*) è stata recentemente sradicata dalle piene verificatesi a fine maggio, che in alcuni tratti hanno interessato anche le aree golenali rovinando le colture agricole, lasciando la terra spoglia, più facilmente esposta all'erosione (Figura 4).

Nel tratto del fiume in esame è ben marcato il canale principale e il terrazzo laterale sinistro costituito da una berma naturale di 2,00 ÷ 2,50 metri di altezza rispetto al livello idrico. La berma è soggetta da costante erosione al piede dovuto all'azione dinamica della corrente che ne scalza lentamente la base che comporta il successivo crollo del terreno sovrastante accentuato anche dagli eventi meteorologici.

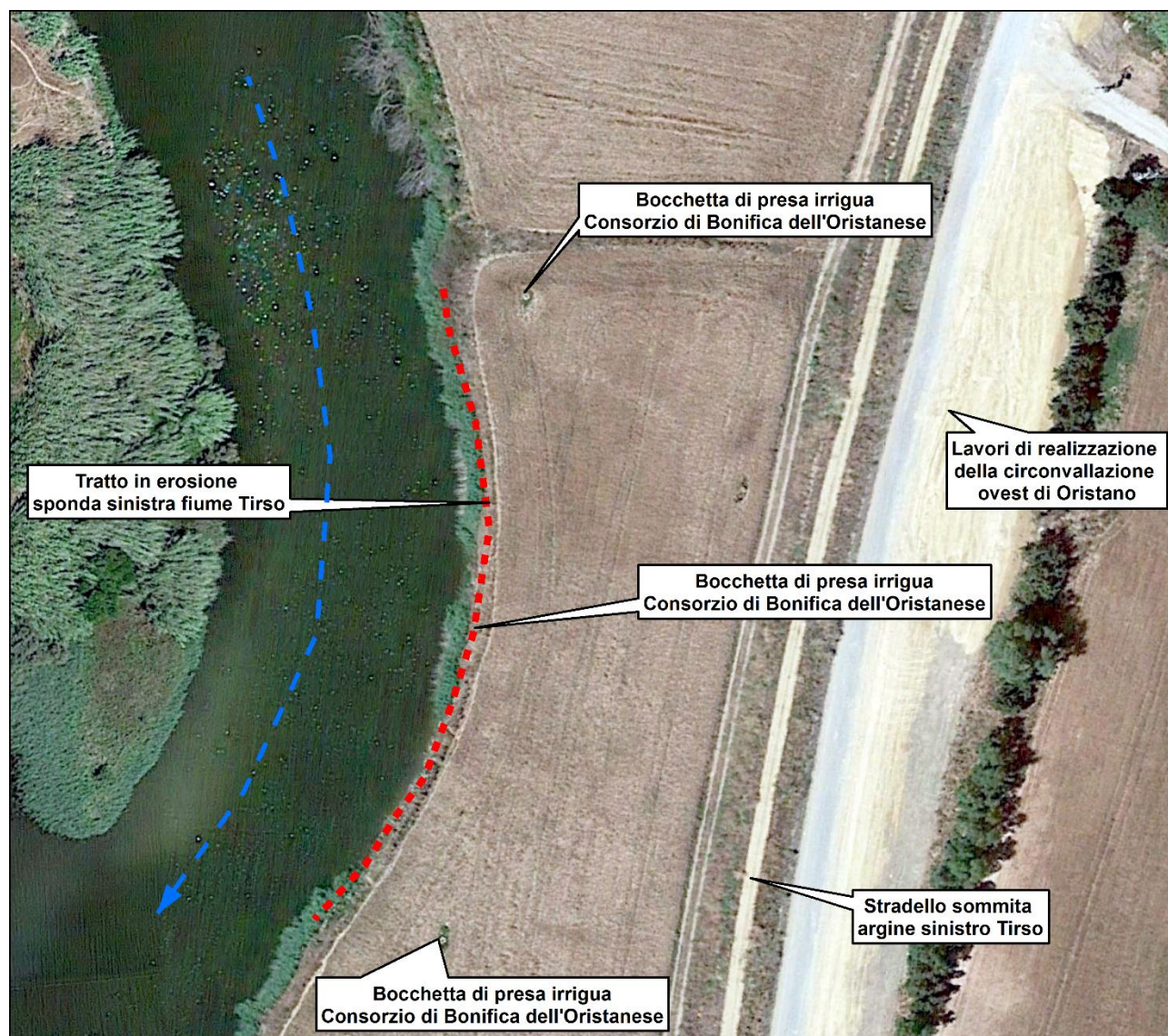


Fig. n. 3 - Inquadratura su ortofoto 2017 fonte Google Earth.



Fig. n. 4 – Sponda in erosione con in primo piano la bocchetta di presa irrigua franata.



DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE

In prima battuta si è provveduto ad analizzare la documentazione iconografica e cartografica storica confrontandola con quella attuale, fornendo un indispensabile contributo per comprendere l'evoluzione dell'alveo del fiume Tirso nel tratto oggetto di studio.

La Regione Sardegna (R.A.S.) nel sito (<http://www.sardegnageoportale.it/navigatori/sardegnamappe/>), consente di visionare la raccolta delle foto aeree del territorio regionale Sardo che a partire dal 1945 illustrano l'evoluzione del territorio. Nel caso specifico del meandro del fiume Tirso, le iconografie riportate di seguito confermano la continua evoluzione del fiume che negli ultimi 80 anni ha progressivamente eroso la sponda sinistra e accumulando i sedimenti in destra idraulica.

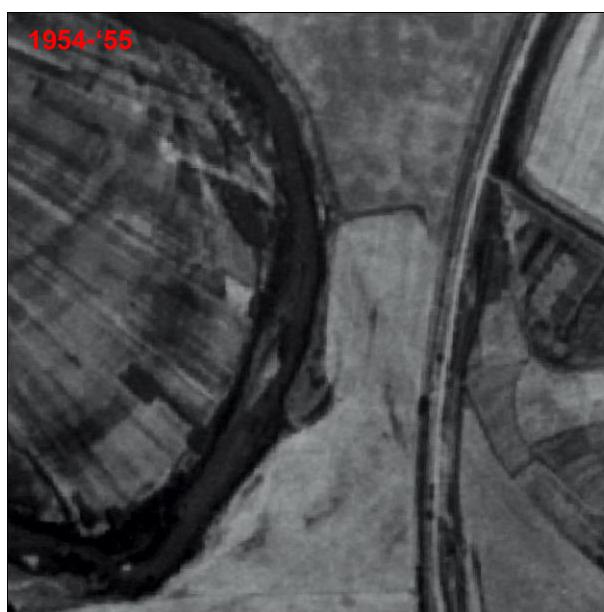
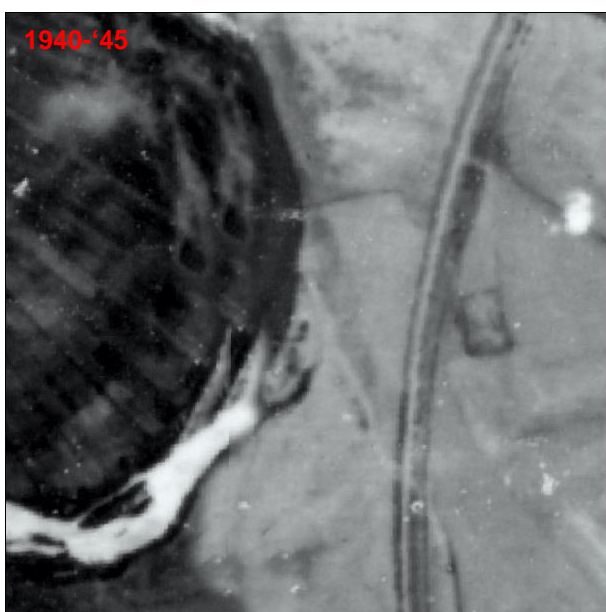


Fig. n. 5 – Ortofoto storiche del tratto oggetto d'intervento.



Fig. n. 6 – Ortofoto storiche del tratto oggetto d'intervento.



L'analisi delle ortofoto riguarda il periodo compreso tra quelle realizzate nel 1940-'45 ove è possibile riconoscere l'insenatura del fiume Tirso che ancora conservava un andamento curvilineo e sinuoso che nel corso degli anni è andato perdendosi prediligendo un andamento più squadrato, formando già negli anni '77-'78 un piccolo rettilineo con due tratti in curva. Questa situazione è andata stabilizzandosi sino al 2013, ultima ortofoto disponibile dalla RAS, accentuando le due curve e formando una cuspide lungo il rettilineo.

Il primo tratto in curva, soggetto a una forza di trascinamento della corrente, continua progressivamente a erodere la sponda sinistra, fenomeno ampliato anche per l'azione antropica che ha limitato il radicarsi di vegetazione a carattere pluriennale come avvenuto negli altri tratti immediatamente a monte e a valle.

Oltre l'azione della corrente del fiume Tirso è da sommare l'azione di erosione di un piccolo canale di colo agricolo che drena le acque dei terreni adiacenti contribuendo anche se in minima parte a erodere durante gli eventi meteorici la sponda nell'area golenale in corrispondenza del centro della curva.

Rappresentativa dello stato di sgretolamento del terrazzo in sinistra idraulica è la bocchetta di presa irrigua del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese (figura 6). Le opere irrigue realizzate negli anni 80 avevano un ampio margine di distanza rispetto al percorso del Tirso, il quale è stato completamente eroso, andando a compromettere la funzionalità della bocchetta irrigua, testimoniando che negli ultimi 40 anni la sponda sinistra è indietreggiata di circa 25 metri.



Fig. n. 7 – Bocchetta di presa irrigua, compromessa dall'azione della corrente.



L'analisi dello stato dei luoghi è stato approfondito con opportuna campagna di rilievi plano-batimetrico che attraverso l'elaborazione di un modello digitale del terreno, estrapolato da oltre 200 punti rilevati, ha evidenziato l'andamento della sponda sinistra e la profondità dell'alveo. Si riporta di seguito la planimetria del tratto che è stato oggetto d'indagine (figura 8).



Fig. n. 8 – Planimetria campagna indagini plano batimetrica (in blu le curve di livello).

I rilievi hanno registrato, in corrispondenza del centro curva le profondità maggiori dell'alveo di 3,5 metri. Dal rilievo in sito sono state estrapolate 42 sezioni a intervalli di 5 metri l'una dall'altra, che hanno evidenziato un andamento costante del tratto indagato con una scarpata che nel tratto più profondo raggiunge la profondità di circa 3,5 m corrispondente al tratto centrale della curva. Si riporta di seguito un esempio delle sezioni estrapolate dal dtm.

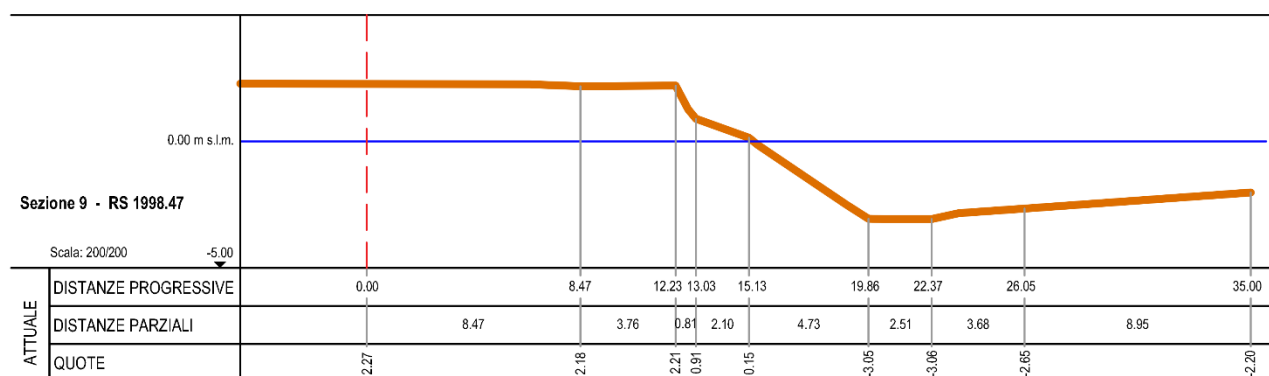


Fig. n. 9 – Sezione caratteristica del tratto oggetto d'intervento.

Infine il modello 3d del rilievo con vista spalle alla sorgente.

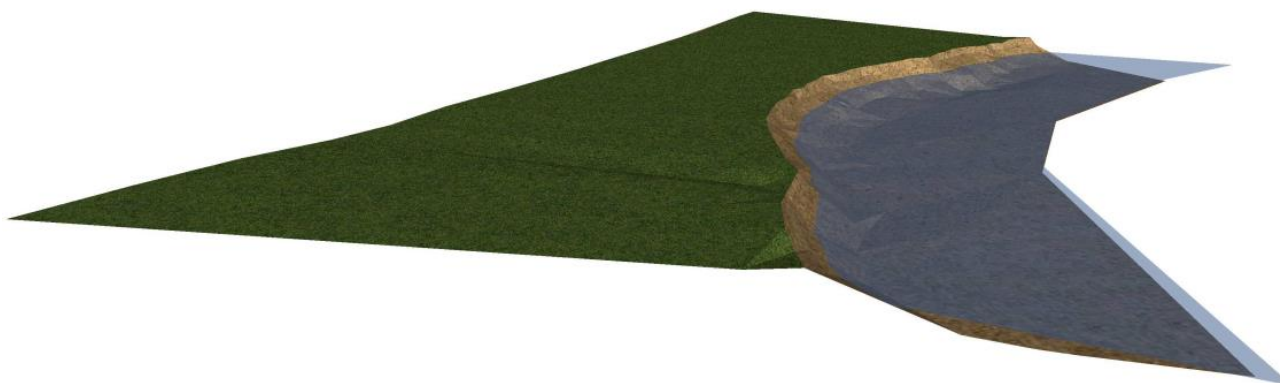


Fig. n. 10 – Modello tridimensionale del tratto studiato.



SCELTA PROGETTUALE – OBIETTIVI PREVISTI:

Protezione spondale

L'obiettivo principale dell'intervento è il rivestimento della sponda sinistra del tratto indagato con realizzazione della scogliera con massi ciclopici con l'intento di stabilizzare la dinamica dell'alveo, consolidando la sponda e attenuando l'azione erosiva della corrente.

Tenuto conto che gli obiettivi del presente progetto possono essere essenzialmente ricondotti al miglioramento della dinamica fluviale, si sono definite le scelte progettuali che di seguito vengono esposte; si è pertanto deciso di intervenire con opere di rivestimento della sponda, stabilizzazione dei processi erosivi, progettando una scogliera in massi ciclopici di pietrame.

La ripa, alta circa 2,30 metri e lunga circa 210 metri, si presenta in uno *stadio evolutivo avanzato* con volumi di materiali coinvolti che tendono progressivamente ad aumentare.

Per stabilizzare e proteggere la sponda sinistra del fiume *Tirso*, rispetto all'azione erosiva e di trascinamento, si prevede di realizzare una lunga scogliera di circa 210 metri, costituita da massi lapidei, ben collocati, ancorati e avente una pezzatura idonea a evitarne il trascinamento da parte della corrente fluviale. Per tale motivo il pietrame avrà una forma la più possibile poliedrica, in modo da consentire la massima superficie d'appoggio e il miglior incastro. I blocchi, provenienti da cava, saranno di materiale lapideo non gelivo, compatto e molto resistente all'abrasione.

La parte emersa della scogliera sarà realizzata collocando a incastrando in modo regolare blocchi lapidei con pezzatura media non inferiore a 0,4 mc e peso superiore a 10-20 quintali.

Lo strato sommerso o di fondazione sarà realizzato invece, previa soglia di consolidamento con massi di grosse dimensioni, con pietrame naturale di terza categoria, del peso compreso tra 1.5 e 3.0 tonnellate.

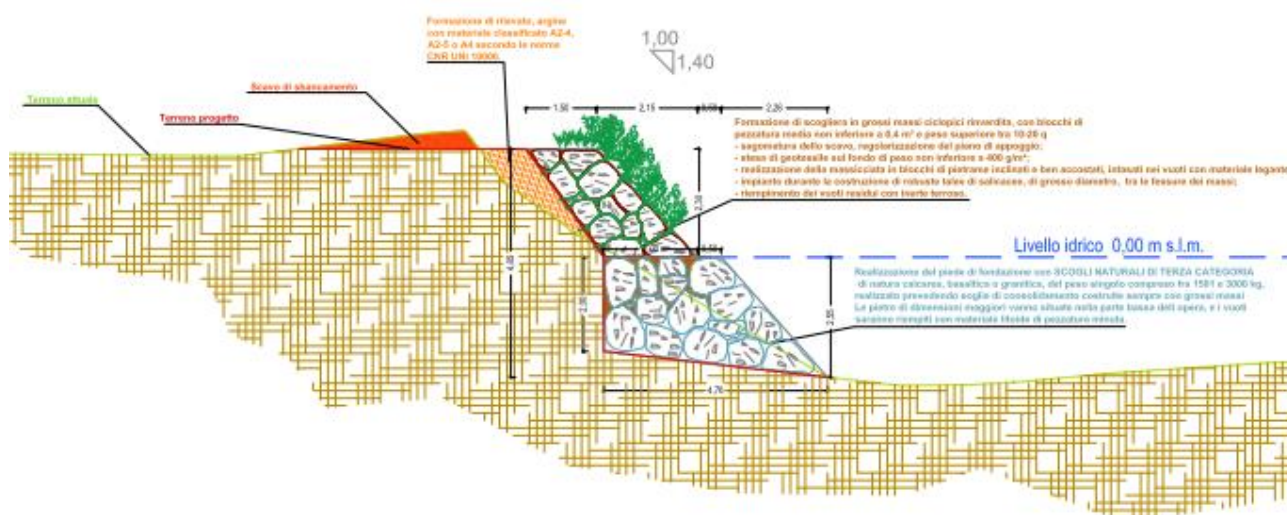


Fig. n. 11 – Sezione caratteristica di progetto del tratto oggetto d'intervento.

I vuoti tra i massi saranno riempiti da pietre più piccole o opportunamente colmati con terriccio in modo da consentire un impianto verde o una rapida colonizzazione vegetale e dunque una mitigazione sull'impatto visivo dell'opera. La scogliera, oltre a garantire una buona stabilizzazione della scarpata fluviale, consentirà,



grazie alla sua permeabilità, un buon drenaggio idrico del terreno a tergo e dunque la diminuzione delle sovrappressioni idrauliche. Questo processo indotto necessiterà, come previsto in progetto, dell'accorgimento di separare il terreno spondale dalla scogliera, mediante un filtro, generalmente un geotessile, per evitare fenomeni di sifonamento.

La realizzazione della scogliera sarà preceduta da scavi di sagomatura e di regolazione del piano di appoggio. Il materiale movimentato in cantiere sarà gestito in ottemperanza alle normative vigenti, D.lgs 152/2006, D.M. n. 161/12, Legge n. 98 del 9 Agosto 2013 e s.m.i.

Dal dimensionamento delle opere riportato nell'elaborato "All.C1_DEF_Relazione idrologica e idraulica" sono emersi i seguenti dati geometrici:

La scogliera è stata inizialmente progettata facendo riferimento all'espressione *di Shields* nella formulazione di base. Per tenere conto dell'inclinazione del paramento si è utilizzata quindi l'espressione di *Lane* (1953) in precedenza riportata. Il materiale è stato verificato secondo la teoria dell'equilibrio limite di *Stevens*, basata sull'analisi delle forze agenti sull'elemento solido in condizioni di equilibrio limite, con la correzione per la stabilità su sponda inclinata.

La pezzatura del materiale, da collocare sulle sponde, è stata valutata con riferimento ad una pendenza del paramento esterno di 1/1,4, corrispondente ad un angolo sull'orizzontale di $46,93^\circ$.

Le sezioni considerate sono quelle simulate con Hec Ras adottando una stima della velocità media della corrente, ottenuta mediante le simulazioni idrodinamiche svolte nell'ambito della modellazione idraulica. La velocità della corrente e il tirante idrico sono riferiti a un evento con tempo di ritorno $T_r=200$ anni.

L'angolo di attrito interno del materiale da scogliera φ è stato assunto pari a 60° e il peso specifico pari a 2600 kg/m^3 .

I risultati delle verifiche elencati nei paragrafi precedenti portano a definire le seguenti considerazioni progettuali:

- La tipologia costruttiva adottata prevede il posizionamento di massi a secco. Si garantisce così un'opera di notevole resistenza che ben s'inserisce sia dal punto di vista ambientale sia da quello paesaggistico.
- La scogliera sarà realizzata tramite un rivestimento costituito da una massicciata in pietrame con dimensioni tali da resistere all'azione di trascinamento della corrente e comunque di pezzatura media non inferiore a $0,402 \text{ m}^3$ per la sponda e $0,80 \text{ m}^3$ per la fondazione. In sponda i massi dovranno avere diametro non inferiore a $d = 0.80 \text{ m}$, con un volume caratteristico e un peso superiore rispettivamente a $V = 0,8 \text{ d}^3 = 0,402 \text{ m}^3$ e $P = 1065 \text{ kg}$. I massi posti sul fondo dovranno avere diametro medio minimo pari a $1,0 \text{ m}$ con un volume di $V = 1,0 \text{ d}^3 = 0,80$ e $P \geq 2080 \text{ kg}$. Il coefficiente di sicurezza risulta abbondantemente superiore a 1.4 sia per i massi disposti sul fondo sia per quelli del paramento inclinato.
- La scogliera dovrà avere un piede sufficientemente robusto per evitare lo scalzamento: la fondazione sarà quindi approfondita di $2,00 \text{ m}$ rispetto alla quota del talweg (punto più depresso in una sezione di



un corso d'acqua - il fondo). L'estensione verso il fiume del piede sarà pari a 2.50 m in sommità, e ad almeno 4 metri nella parte più profonda.

- La pendenza della sponda sarà pari a 46,93° (1/1,4);
- La sommità dell'opera sarà posta a una quota pari a circa 2,30 m dal fondo alveo (si vedano le sezioni di progetto: Tav.03_DEF_Particolare sezioni tipo, Tav.04_DEF_Sezioni movimento terra, con le relative tabelle). La sponda avrà uno spessore alla base di almeno 2,0 m e nella parte alta di 1,5 m.

La sistemazione sarà in questo modo associata a un'opera flessibile e permeabile, che non andrà a interferire con i flussi di falda. L'intervento sarà esteso lungo il tratto compreso tra la sezione 2069.77 e la sezione 1892.88, per una lunghezza di circa 210 m.

L'opera di sistemazione idraulica pensata coerentemente con la "Direttiva per la manutenzione degli alvei e gestione dei sedimenti" in attuazione degli articoli 13 e 15 delle N..A del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Sardegna (PAI).

Rampa di accesso all'area golenale

L'intervento, come illustrato nei capitoli precedenti è ubicato nel tratto terminale del fiume Tirso che è regimato da argini su entrambi i lati, delimitando una fascia di larghezza media di 1 Km. Per poter accedere all'area golenale sono state realizzate numerose rampe che scavalcano il rilevato arginale, circa una ogni km. Le rampe più prossime al tratto oggetto dei lavori sono la rampa 27 e la rampa 27 bis. Queste rampe trovano utilità nel consentire l'accesso ai conduttori dei fondi agricoli all'area golenale, ma si sono dimostrate faticosamente adoperabili, già nell'ambito dei lavori di manutenzione dell'alveo come i più recenti lavori di ricarica del rilevato arginale.

Nell'ambito di questo lavoro è imprescindibile accedere nell'area golenale con autocarri pesanti con stazza di oltre 30 ton che allo stato attuale dei luoghi sono impossibilitati ad accedervi. Attualmente la rampa 27 bis, come le altre più prossime all'area d'intervento, sono realizzate con le rampe interna alla golenale posizionate a favore della corrente, in maniera simmetrica rispetto alle rampe esterne, obbligando gli automezzi a eseguire una curva a 180° per poter scavalcare il rilevato. Le dimensioni delle rampe in sommità al rilevato sono insufficienti per consentire ad un autocarro di eseguire la manovra, pertanto è previsto in progetto la realizzazione, di una rampa di discesa speculare lungo il lato corto a quella esistente.

La rampa sarà realizzata con materiale da cava idoneo per la realizzazione di rilevati, come tout venant di cava appartenente ai gruppi A1, A3, A2- 4, A2-5, avrà le dimensioni e le caratteristiche geometriche identiche a quella esistente, si raccorderà alla stessa in sommità del rilevato arginale. L'altezza nel punto più alto della rampa sarà di 5,40 m slm e si raccorderà al livello terreno ad una quota di 2,20 m slm, la larghezza della stessa alla sommità sarà di 4,0 m le scarpate avranno una pendenza di 60°.

Inoltre l'intera nuovo rilevato sarà rivestito in lastre di cls dello spessore di 20÷25 cm sia nella sommità carrabile dove verrà creata una pavimentazione rinforzata con rete elettrosaldata per garantire la durabilità della struttura al transito degli autocarri di 30 ton, sia lungo le scarpate per salvaguardare la struttura da fenomeni erosivi dovuti alla corrente idrica.

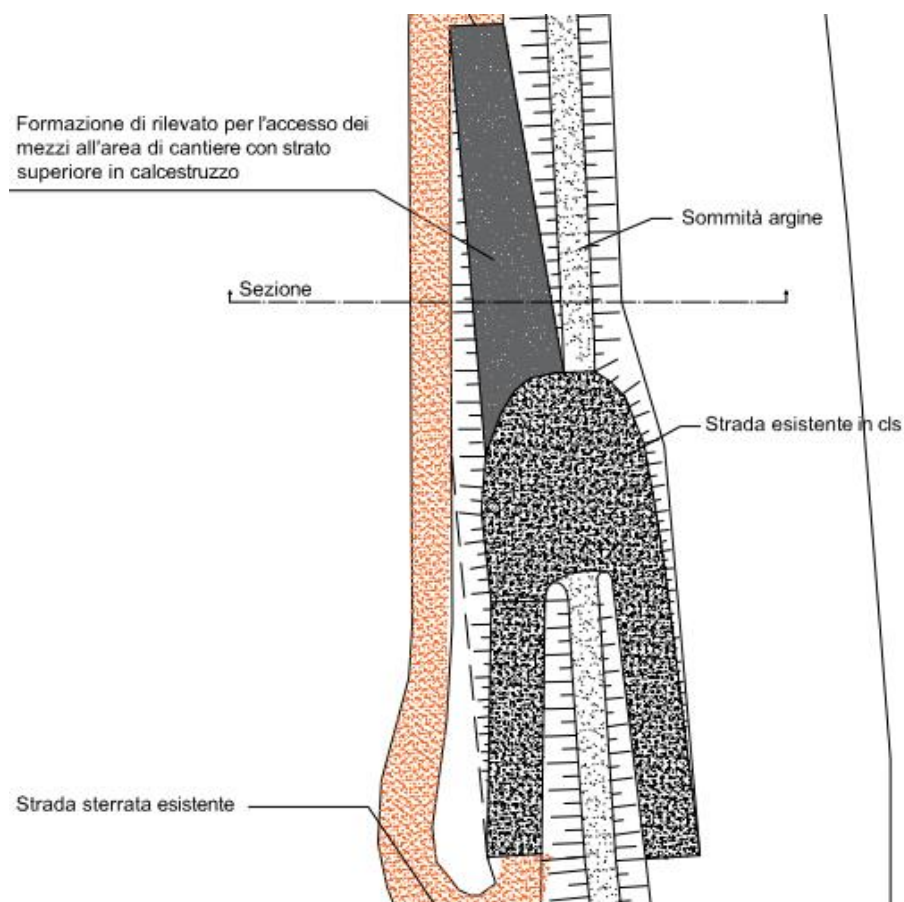


Fig. n. 12 – Planimetria generale su orto-foto 2016 e particolare della rampa a di accesso al cantiere.



QUADRO PRELIMINARE DEI VINCOLI TERRITORIALI, AMBIENTALI E DELLE AUTORIZZAZIONI

La sponda sinistra del Tirso ricade all'interno dell'area golenale delimitata dai rilevati arginali su entrambi i lati. Da un punto di vista urbanistico l'area ricade in area agricola E3 censite al Catasto Terreni del comune di Oristano al foglio 10 particelle 129, 135, 383.

L'esame delle carte dei vincoli territoriali e ambientali non ha evidenziato specifici vincoli e/o prescrizioni riguardanti le aree interessate. In particolare non si evidenziano prescrizioni o vincoli in aree naturali e sub naturali unico aspetto che l'area ricade entro il limite nell'ambito costiero dei 2 chilometri come definito dal Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) e per quanto riguarda l'applicabilità della normativa di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.) per questa tipologia di opera ricadente nella fascia dei 150 metri dai corsi d'acqua è prevista la verifica di assoggettabilità alla VIA di competenza regionale.

Per quanto attiene l'inquadramento dal punto di vista della tutela morfologica e idrogeologica, l'area di intervento è interessata da aree perimetrate dal Piano di Assetto Idrogeologico, sia per quanto riguarda il pericolo idraulico (area a classificata Hi4) che il rischio frane, la sponda idraulica del tirso è classificata Hg4. Per i vincoli esposti si renderà necessario procedere con le compatibilità idraulica e idrogeologica.

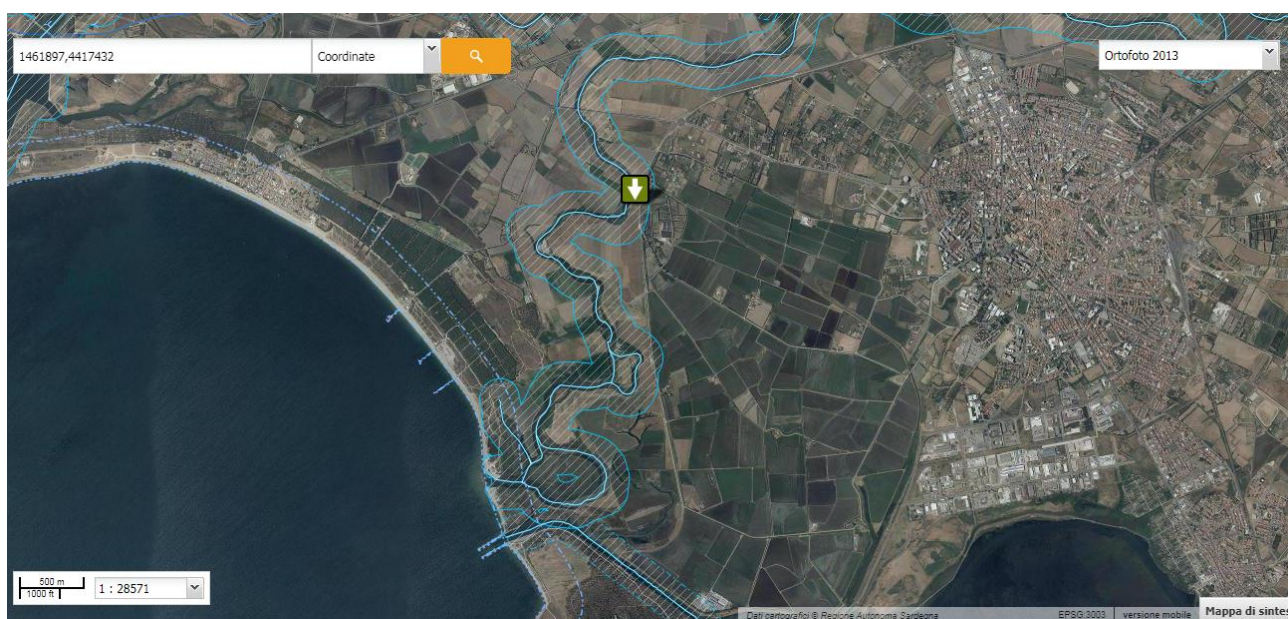


Fig. n. 13 – Quadro della vincolistica ambientale e paesaggistica (freccia verde l'area di intervento).



DISPONIBILITÀ DELLE AREE

Tutti i corpi idrici sono di proprietà demaniale per poter accedere alla sponda sinistra del fiume e realizzare le opere previste in progetto e necessario occupare e accedere attraverso poderi privati.

Le aree in oggetto ricadono nel comune di Oristano nella Provincia di Oristano. L'individuazione planimetrica delle aree da asservire è riportata nelle immagine seguente, sono riportate in viola le aree soggette a esproprio e in color arancio le aree occupate. Tra le aree occupate è necessario acquisire una fascia parallela al rilevato arginale in prossimità della rampa di accesso per consentire agli autocarri di cantiere di scavalcare l'argine.

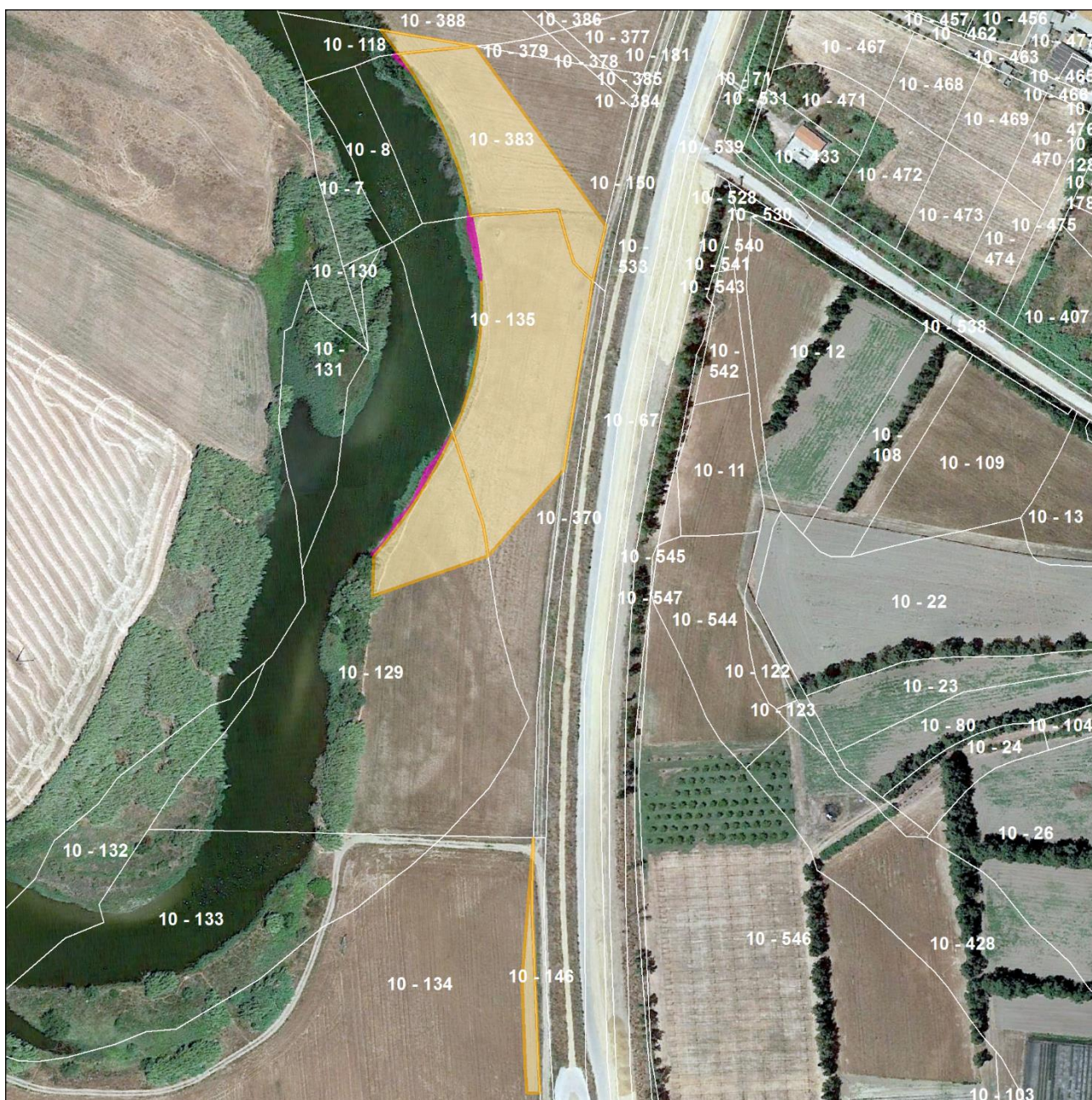


Fig. n. 14 – Particelle catastali interessate dall'intervento.

I fondi in oggetto sono individuati ai mappali 129, 135, 383, 134 e 118 riferiti al foglio catastale 10, del



Comune di Oristano; in questa fase si procederà alla consistenza e ai soli identificativi delle particelle mentre per quanto riguarda i riferimenti alle Ditte interessate si rimanda al piano particellare delle aree. La valutazione delle indennità spettanti a ciascun proprietario è stata determinata in base al criterio del valore agricolo, tenendo conto delle colture effettivamente praticate sul fondo e del valore dei manufatti edilizi legittimamente realizzati, anche in relazione all'esercizio dell'azienda agricola, senza valutare la possibile o l'effettiva utilizzazione diversa da quella agricola. Se l'area non è effettivamente coltivata, l'indennità è commisurata al valore agricolo medio corrispondente al tipo di coltura prevalente nella zona fondo e del valore dei manufatti edilizi legittimamente realizzati. Per i suoli ove sia prevista occupazione temporanea durante le fasi di lavoro si stima un "*indennità dei suoli*", valutata considerando la durata dell'occupazione per ogni anno pari ad 1/12 di quanto spetterebbe nel caso di esproprio dell'area e, per ogni mese o frazione di mese, una indennità pari ad 1/12 di quella annua.



INTERFERENZE VIABILITA'

I lavori riguarderanno esclusivamente un tratto della sponda sinistra del fiume Tirso, situato a valle del ponte denominato di Brabau. Nel sito non sono state rilevate interferenze di servizi a rete interrati o aerei; Sono presenti le infrastrutture viarie di manutenzione dei rilevati arginali che saranno utilizzate anche per consentire l'accesso all'area di cantiere.

E' stato individuato in corrispondenza della rampa 27 dell'argine sinistro il passaggio ideale per gli oltre 200 bilici di inerti con peso complessivo tra le 25 35 tonnellate. Per poter accedere all'area di cantiere in corrispondenza della rampa 27 e necessario creare una rampa di discesa speculare a quella di ingresso, per evitare agli autocarri di effettuare manovre sul rilevato arginale.

Inoltre gli autocarri dovranno transitare nella strada di servizio parallela all'argine che attualmente è oggetto dei lavori di realizzazione della nuova circonvallazione ovest di Oristano. I lavori attualmente son interrotti,

La principale via di accesso all'area per i mezzi che arriveranno dalla strada statale 131 è prendendo l'uscita nord per Oristano, percorrendo il nuovo tratto in fase di ultimazione della SS 292 sino al Donigala Fenughedu (Ponte del Rimedio), continuare dritto sulla strada provinciale n.1 direzione Torregrande e alla prima rotatoria imboccare sulla sinistra l'ingresso per Oristano attraversando il ponte di Brabau, che attraversa il tirso da sponda a sponda. Raggiunto l'argine sinistro svoltare a sinistra sulla strada di servizio dell'argine.

Si ritiene che non vi siano interferenze significative che possano condizionare lo svolgimento dei lavori; al contrario la viabilità principale esterna all'area di cantiere, sarà utile per la circolazione dei mezzi impegnati nelle attività di trasporto, carico e scarico.



GESTINE DELLE MATERIE

E' stata condotta un'analisi con riferimento al contesto geolitologico locale, definito sulla base dello studio geologico geotecnico condotto in sede progettuale, della cartografia geologica e della posizione delle principali risorse litologiche in relazione alle opere in progetto. E' stata quindi effettuata una ricerca delle attività censite facendo riferimento al "Catasto regionale dei giacimenti di cava", aggiornato al 2 marzo 2007, che riporta le cave in esercizio (397) e le cave dismesse (860), per complessive 1257 cave, il quale costituisce punto di partenza anche per il P.R.A.E. (Piano Regionale Attività Estrattive della Sardegna di cui al D.Lgs. 152/2006, parte II). Tale ricerca ha permesso l'individuazione di siti estrattivi attivi e impianti utilizzabili sia per l'approvvigionamento dei materiali utili per la realizzazione del progetto (materiali per arginature, quali argille e limi) sia per il conferimento delle terre provenienti dagli scavi, non utilizzabili per la realizzazione delle opere.

Di dette attività si sono prese in considerazione quelle più prossime al sito interessato dall'intervento all'interno del territorio provinciale di Oristano, e includendo. L'analisi è stata basata sull'esame della documentazione aerofotogrammetrica, sui contenuti del Catasto succitato e successivamente completata con informazioni ricavate attraverso contatti con i gestori di siti di cave, impianti e discariche. Per ciascun sito sono stati raccolti i dati relativi alla sua ubicazione, superficie, volumetria stimata, stato attuale. Tali dati si sono potuti confrontare con la stima preliminare dei volumi dei movimenti di materie allegata al progetto, consentendo di verificare l'idoneità ricettiva delle attività prese in considerazione.

Si prevede di apportare materiale utile alla ricostituzione della sponda erosa con caratteristiche analoghe a quelle per la realizzazione di arginature e di apportare da cava i massi per la realizzazione della scogliera.

Si prevede di realizzare scavi a larga sezione e a sezione obbligata per la realizzazione delle fondazioni della scogliera. I massi relativi alla scogliera, saranno prelevati da apposita cava di prestito e avranno caratteristiche cromatiche e costitutive analoghe a quelle delle scogliere presenti (colore scuro, origine basaltica o trachitica). I materiali esuberanti da quelli riutilizzabili in cantiere saranno conferiti a discarica autorizzata. Non si prevede la movimentazione di rifiuti speciali o pericolosi.

Bilancio dei materiali

L'individuazione dei fabbisogni di materie utilizzabili nei diversi processi costruttivi e dei materiali di scarto che è necessario conferire in siti idonei, si definisce sulla base della stima dei volumi di scavo e riporto effettuata in sede di computo di progetto.

La tabella seguente riassume i dati relativi ai movimenti di terre associati a ciascun asse del progetto.

| SEZ | DIST. mq | RIPORTO | | | SCAVO | | | MASSI SCOGLIERA | | |
|-----|-------------|---------|---------------|--------|-------|---------------|--------|-----------------|---------------|--------|
| | | AREA | AREA MEDIA | VOLUME | AREA | AREA MEDIA | VOLUME | AREA | AREA MEDIA | VOLUME |
| | | mq | mq | mc | mq | mq | mc | mq | mq | mc |
| 1 | | 0 | | | 18.76 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 16.7 | 83.5 | | 12 | 60 |
| 2 | | 0 | | | 14.64 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 12.37 | 61.85 | | 12 | 60 |
| 3 | | 0 | | | 10.1 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0.475 | 2.375 | | 8.025 | 40.125 | | 12 | 60 |



| | | | | | | | | | | |
|----|---|------|-------|--------|-------|--------|--------|----|----|----|
| 4 | | 0.95 | | | 5.95 | | | 12 | | |
| | 5 | | 1.795 | 8.975 | | 4.9 | 24.5 | | 12 | 60 |
| 5 | | 2.64 | | | 3.85 | | | 12 | | |
| | 5 | | 3.4 | 17 | | 3.22 | 16.1 | | 12 | 60 |
| 6 | | 4.16 | | | 2.59 | | | 12 | | |
| | 5 | | 4.705 | 23.525 | | 2.25 | 11.25 | | 12 | 60 |
| 7 | | 5.25 | | | 1.91 | | | 12 | | |
| | 5 | | 5.435 | 27.175 | | 1.81 | 9.05 | | 12 | 60 |
| 8 | | 5.62 | | | 1.71 | | | 12 | | |
| | 5 | | 5.625 | 28.125 | | 1.71 | 8.55 | | 12 | 60 |
| 9 | | 5.63 | | | 1.71 | | | 12 | | |
| | 5 | | 5.645 | 28.225 | | 2.345 | 11.725 | | 12 | 60 |
| 10 | | 5.66 | | | 2.98 | | | 12 | | |
| | 5 | | 4.53 | 22.65 | | 3.07 | 15.35 | | 12 | 60 |
| 11 | | 3.4 | | | 3.16 | | | 12 | | |
| | 5 | | 2.525 | 12.625 | | 3.7 | 18.5 | | 12 | 60 |
| 12 | | 1.65 | | | 4.24 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0.955 | 4.775 | | 5.05 | 25.25 | | 12 | 60 |
| 13 | | 0.26 | | | 5.86 | | | 12 | | |
| | 5 | | 1.345 | 6.725 | | 8 | 40 | | 12 | 60 |
| 14 | | 2.43 | | | 10.14 | | | 12 | | |
| | 5 | | 1.215 | 6.075 | | 12.01 | 60.05 | | 12 | 60 |
| 15 | | 0 | | | 13.88 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 12.52 | 62.6 | | 12 | 60 |
| 16 | | 0 | | | 11.16 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 11.805 | 59.025 | | 12 | 60 |
| 17 | | 0 | | | 12.45 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 11.385 | 56.925 | | 12 | 60 |
| 18 | | 0 | | | 10.32 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 8.88 | 44.4 | | 12 | 60 |
| 19 | | 0 | | | 7.44 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0.245 | 1.225 | | 6.575 | 32.875 | | 12 | 60 |
| 20 | | 0.49 | | | 5.71 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0.83 | 4.15 | | 5.195 | 25.975 | | 12 | 60 |
| 21 | | 1.17 | | | 4.68 | | | 12 | | |
| | 5 | | 1.425 | 7.125 | | 4.755 | 23.775 | | 12 | 60 |
| 22 | | 1.68 | | | 4.83 | | | 12 | | |
| | 5 | | 1.95 | 9.75 | | 4.15 | 20.75 | | 12 | 60 |
| 23 | | 2.22 | | | 3.47 | | | 12 | | |
| | 5 | | 2.44 | 12.2 | | 3.345 | 16.725 | | 12 | 60 |
| 24 | | 2.66 | | | 3.22 | | | 12 | | |
| | 5 | | 3.025 | 15.125 | | 3.71 | 18.55 | | 12 | 60 |
| 25 | | 3.39 | | | 4.2 | | | 12 | | |
| | 5 | | 3.27 | 16.35 | | 3.985 | 19.925 | | 12 | 60 |
| 26 | | 3.15 | | | 3.77 | | | 12 | | |
| | 5 | | 3.4 | 17 | | 4.09 | 20.45 | | 12 | 60 |
| 27 | | 3.65 | | | 4.41 | | | 12 | | |
| | 5 | | 4.245 | 21.225 | | 3.005 | 15.025 | | 12 | 60 |
| 28 | | 4.84 | | | 1.6 | | | 12 | | |
| | 5 | | 4.255 | 21.275 | | 1.61 | 8.05 | | 12 | 60 |
| 29 | | 3.67 | | | 1.62 | | | 12 | | |
| | 5 | | 3.24 | 16.2 | | 2.04 | 10.2 | | 12 | 60 |
| 30 | | 2.81 | | | 2.46 | | | 12 | | |
| | 5 | | 2.005 | 10.025 | | 3.36 | 16.8 | | 12 | 60 |
| 31 | | 1.2 | | | 4.26 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0.6 | 3 | | 4.99 | 24.95 | | 12 | 60 |
| 32 | | 0 | | | 5.72 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 7.74 | 38.7 | | 12 | 60 |
| 33 | | 0 | | | 9.76 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 12.315 | 61.575 | | 12 | 60 |
| 34 | | 0 | | | 14.87 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 14.905 | 74.525 | | 12 | 60 |
| 35 | | 0 | | | 14.94 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 13.935 | 69.675 | | 12 | 60 |
| 36 | | 0 | | | 12.93 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 12.105 | 60.525 | | 12 | 60 |
| 37 | | 0 | | | 11.28 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 12.685 | 63.425 | | 12 | 60 |
| 38 | | 0 | | | 14.09 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 13.06 | 65.3 | | 12 | 60 |



| | | | | | | | | | | |
|------------|-----|----------------------|------|--------------------|-------|------------------------------|--------|----|----|------|
| 39 | | 0 | | | 12.03 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0.31 | 1.55 | | 10.385 | 51.925 | | 12 | 60 |
| 40 | | 0.62 | | | 8.74 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0.31 | 1.55 | | 9.245 | 46.225 | | 12 | 60 |
| 41 | | 0 | | | 9.75 | | | 12 | | |
| | 5 | | 0 | 0 | | 11.28 | 56.4 | | 12 | 60 |
| 42 | | 0 | | | 12.81 | | | 12 | | |
| | 3.2 | | 0 | 0 | | 6.405 | 20.496 | | 12 | 38.4 |
| 43 | | | | | | | | 12 | | |
| DIST. m | | RIPORTO volume mc | | SCAVO volume mc | | MASSI SCOGLIERA volume mc | | | | |
| 208,2 | | 346,00 | | 1511,57 | | 2498,4 | | | | |

Come si desume dalla tabella, per quanto riguarda le argille e materiali terrosi la produzione è superiore al fabbisogno ma il calcolo di questi volumi deriva dall'affondamento dei massi ciclopici al piede della scogliera. In fase di calcolo dei volumi si è ipotizzato che i massi affondino sino alla profondità di 2 metri sotto. Il primo strato fango argilloso. Pertanto non verranno rimossi ma semplicemente saranno spostati dal peso dei massi,

Il lavoro nel complessiva necessita pertanto il reperimento di cave di prestito di materiali inerti per la realizzazione della rampa di accesso all'area di cantiere, e per il reperimento di materiali per la formazione di una parte dei riempimenti e del profilo spondale e per l'approvvigionamento dei massi della scogliera.



STIMA DEI COSTI

L'intervento di progettazione è inserito nell'ambito del programma degli interventi sul servizio di piena e intervento idraulico per l'anno 2017, ai sensi del D.A.L.L.P.P. n. 45/2010, "Servizio di piena e Intervento Idraulico anno 2017" approvato con Decreto dell'Assessore regionale dei Lavori Pubblici n. 4 del 27.06.2017 (Prot. n. 2123/GAB) del 27.06.2017, finanziata con un importo di 50.000,00 € (Capitolo SC04.0339 - Spese servizi progettazione).

Per l'esecuzione dell'intervento è stata stipulata apposita Convenzione REP. S.T.O.I.OR n. 48243/56 con il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese che provvederà alla verifica progetto appalto e esecuzione lavori, per un importo lavori complessivo di 270.000,00 € (Capitolo SC04.0391 - Spese lavori).

Intervento: "Lavori per la realizzazione della difesa spondale in sinistra dell'ansa del fiume Tirso in località Cabitza a valle del ponte di Brabau, previsti dal progetto di manutenzione dell'alveo del fiume Tirso". Importo complessivo di € 320.00,00.

Con l'importo del finanziamento si riesce a rivestire un tratto di sponda di 138 metri, per completare l'intero tratto in erosione, che si estende per circa 210 metri, sono necessari all'incirca ulteriori 100.000,00 €. Pertanto in fase progettuale si è proceduto a dimensionare l'intero tratto di 210 metri e richiedere le autorizzazioni sull'intera opera, mentre in fase di gara in ottemperanza alle indicazioni dell'art.106 del Codice si provvederà esplicitamente a indicare nel bando la possibilità di utilizzare eventuali economie provenienti dal ribasso per completare i 72 m mancanti per rivestire l'intero tratto di sponda in erosione.

Si riporta di seguito il quadro economico di un primo stralcio funzionale conforme al finanziamento.



Quadro economico

Categoria delle opere:

| CATEGORIA | CODICE | IDENTIFICAZIONE DELLE OPERE | % | IMPORTO LAVORI |
|---|--------------|---|----------------|---------------------|
| OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA | OG.13 | Riguarda la costruzione, la manutenzione o la ristrutturazione di opere o lavori puntuali, e di opere o di lavori diffusi, necessari alla difesa del territorio ed al ripristino della compatibilità fra "sviluppo sostenibile" ed ecosistema, comprese tutte le opere ed i lavori necessari per attività botaniche e zoologiche. Comprende in via esemplificativa i processi di recupero naturalistico, botanico e faunistico, la conservazione ed il recupero del suolo utilizzato per cave e torbiere e dei bacini idrografici, l'eliminazione del dissesto idrogeologico per mezzo di piantumazione, le opere necessarie per la stabilità dei pendii, la riforestazione, i lavori di sistemazione agraria e le opere per la rivegetazione di scarpate stradali, ferroviarie, cave e discariche. | 89,682% | € 186.466,24 |
| STRADE, AUTOSTRADE, PONTI, ETC, E RELATIVE OPERE COMPLEMENTARI | OG3 | Riguarda la costruzione, la manutenzione o la ristrutturazione di interventi a rete che siano necessari per consentire la mobilità su "gomma", "ferro" e "aerea", qualsiasi sia il loro grado di importanza, completi di ogni opera connessa, complementare o accessoria anche di tipo puntuale, del relativo armamento ferroviario, nonché di tutti gli impianti automatici, elettromeccanici, elettrici, telefonici, elettronici e per la trazione elettrica necessari a fornire un buon servizio all'utente in termini di uso, informazione, sicurezza e assistenza. | 8,877% | € 18.457,64 |
| OPERE ED IMPIANTI DI BONIFICA E PROTEZIONE AMBIENTALE | OG12 | Riguarda la esecuzione di opere puntuali o a rete necessarie per la realizzazione della bonifica e della protezione ambientale. | 0,576% | € 1.197,10 |
| ALTRI SERVIZI | - | Frazionamento aree espropriate | 0,866% | € 1.800,00 |
| TOTALE LAVORI a base di gara | | | | € 207.920,98 |
| Oneri per la sicurezza | | | | € 3.118,81 |
| TOTALE LAVORI E ONERI SICUREZZA | | | | € 211.039,79 |
| SPESE TECNICHE | | | | € 108.960,21 |
| TOTALE LAVORI, ONERI E SERVIZI | | | | 320.000,00 |



| QUADRO ECONOMICO | | | |
|--|---|---|-------------------|
| A) LAVORI | | | |
| A1 | Lavori a misura | € | 207'920,98 |
| A2 | Oneri della sicurezza <i>(non soggetti a ribasso d'asta)</i> | € | 3'118,81 |
| | | | |
| | IMPORTO DEI LAVORI DA APPALTARE | € | 211'039,79 |
| B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL' AMMINISTRAZIONE | | | |
| B1 | Imprevisti - accordi bonari. (Capitolo SC04.0391 - Spese lavori) | € | 920,83 |
| B2 | Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizi: (Capitolo SC04.0391 - Spese lavori) | € | 5'666,18 |
| B2.1 | <i>Espropriazione terreni</i> | € | 1'247,52 |
| B2.2 | <i>Indennità di occupazione terreni conduttori e frutti pendenti</i> | € | 4'418,66 |
| B2.3 | <i>Altro</i> | € | - |
| B3 | Accantonamento Art. 113 c.2 del D.Lgs 50/2016: (Capitolo SC04.0391 - Spese lavori) | € | 4'220,80 |
| B4 | Accantonamento Art. 113 c.2 del D.Lgs 50/2016: (Capitolo SC04.0339 - Spese servizi prog.) | € | 580,71 |
| B5 | Spese tecniche: (Capitolo SC04.0339 Spese servizi): | € | 29'035,71 |
| B5.1 | <i>Progettazione e CSP</i> | € | 16'896,63 |
| B5.2 | <i>Direzione lavori, Contabilità lavori e CSE</i> | € | 8'502,32 |
| B5.3 | <i>Prestazioni speciali e accessorie (art.6 DM 17.06.2016)</i> | € | 2'520,00 |
| B5.4 | <i>Contributi previdenziali</i> | € | 1'116,76 |
| B5.6 | <i>Altro</i> | € | - |
| B8 | Spese per pubblicità gara e contributi ANAC. (Capitolo SC04.0391 - Spese lavori) | € | 225,00 |
| B7 | Economie spese tecniche. (Capitolo SC04.0339 - Spese servizi prog.) | € | 13'995,72 |
| B8 | I.V.A ed eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge | € | 54'315,25 |
| B7.1 | <i>I.V.A. sui lavori (Capitolo SC04.0391 - Spese lavori)</i> | € | 46'428,75 |
| B7.2 | <i>I.V.A. su spese progettazione (Capitolo SC04.0339 - Spese servizi prog.):</i> | € | 6'387,86 |
| B7.3 | <i>I.V.A. su altre spese (Capitolo SC04.0391 - Spese lavori)</i> | € | 1'498,64 |
| | | | |
| | TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE | € | 108'960,21 |
| | | | |
| | IMPORTO TOTALE DEL PROGETTO (A+B) | € | 320'000,00 |