



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

# COMUNE DI QUARTU SANT'ELENA

## LAVORI DI: "SISTEMAZIONE IDRAULICA RIO FOXI A PROTEZIONE DELL'ABITATO - I STRALCIO FUNZIONALE"

### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

DATA: <b>ottobre 2022</b>	SCALA:	REV: <b>0</b>	ALLEGATO:
ELABORATO: <b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>			<b>1</b>
PROGETTISTA: <b>Dott. Ing. Alessia Vargiu</b>		COLLABORATORI: Dott.ssa Nadia Marongiu Dott. Alessandro Santus Geom. Luisa Antonetti	
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: <b>Dott. Ing. Luca Baccara</b>			

## INDICE

1.	PREMESSE .....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
3.	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO E VINCOLISTICA .....	4
3.1	PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (PPR) .....	5
3.2	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) .....	6
3.3	PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF).....	7
3.4	CLASSIFICAZIONE NEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) .....	7
3.5	VARIANTE ART.37 COMMA 3 LETT. B DELLE NTA DEL PAI.....	8
4.	FINALITA' E OBIETTIVI PER L'INTERA ASTA DEL RIO FOXI.....	9
5.	CRITERI PROGETTUALI.....	9
6.	CRITERI IDROLOGICI E IDRAULICI.....	9
7.	STATO ATTUALE DELL'INTERA ASTA DEL RIO FOXI .....	11
8.	STATO ATTUALE DEL TRATTO DALLA FOCE AL PONTE SULLA SP 17 - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE ...	16
9.	PORTATE DI PIENA.....	21
10.	VERIFICHE IDRAULICHE.....	22
11.	OPERE IN PROGETTO PER L'INTERA ASTA DEL RIO FOXI.....	23
12.	PRIMO STRALCIO FUNZIONALE: OPERE IN PROGETTO DALLA FOCE AL PONTE SULLA SP 17 .....	24
13.	DISPONIBILITA' DELLE AREE .....	25
14.	AUTORIZZAZIONI E PARERI DEGLI ENTI COMPETENTI.....	25
15.	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DELL'OPERA .....	25
16.	QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI.....	26

## 1. PREMESSE

L'amministrazione Comunale di Quartu Sant'Elena con Determinazione del Settore Ambiente e Servizi Tecnologici n. 1691 del 29/12/2021, ha affidato alla sottoscritta professionista Dott. Ing. Alessia Vargiu, l'incarico per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica, definitivo, esecutivo, direzione lavori e attività connesse per i lavori di "Sistemazione idraulica del Rio Foxi a protezione dell'abitato" nel Comune di Quartu Sant'Elena.

La Deliberazione G.C. n° 343 del 07/12/2021 ha dato mandato al Dirigente del Settore Ambiente e Servizi Tecnologici affinché operi, per la messa in sicurezza del Rio Foxi, mediante un progetto unitario da nominarsi "Sistemazione idraulica Rio Foxi a protezione dell'abitato".

E' stato quindi predisposto il progetto generale di fattibilità tecnica ed economica che prevede interventi di:

- pulizia dalla vegetazione infestante ed ostruente e potatura di arbusti e alberi che costituiscono ostacoli al regolare deflusso delle acque;
- demolizione del rivestimento in calcestruzzo esistente e riprofilatura dell'alveo;
- ripristino delle sezioni idrauliche, riprofilatura dell'alveo e approfondimento delle livellette attuali;
- difese spondali con scogliera in massi ciclopici listati a vista;
- demolizione e ricostruzione del ponte sulla SP 17;
- adeguamento dell'opera di deviazione esistente al fine di convogliare la portata di progetto dal Rio Foxi al Lago Simbirizzi;
- adeguamento delle sezioni del canale di derivazione esistente verso il lago Simbirizzi finalizzata al trasporto della portata dal Rio Foxi allo stesso Simbirizzi.

Per l'attuazione degli obiettivi prefissati sono stati stanziati diversi finanziamenti Regionali il cui ammontare ad oggi risulta pari a € 4.300.000,00: il progetto di fattibilità tecnica ed economica di che trattasi riguarda le opere da realizzarsi con un primo stralcio funzionale, con copertura finanziaria pari a € 1.600.000 denominato "Sistemazione idraulica Rio Foxi a protezione dell'abitato – I stralcio funzionale".

I lavori che verranno ricompresi nel presente progetto del primo stralcio funzionale saranno ubicati tra la foce del Rio Foxi e il ponte sulla SP 17. Le opere riguarderanno la manutenzione straordinaria del fondo e delle sponde del canale con la relativa bonifica, rinaturalizzazione e messa in sicurezza dell'asta del Rio Foxi a valle del ponte sulla SP17.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi posti alla base della presente relazione sono di seguito riportati.

### Normativa nel settore dei LAVORI PUBBLICI

- D. Lgs. n.50 del 18/04/2016 – *Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti*

erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;

- Decreto-legge n°76 del 16/07/2020 - Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale. (20G00096) (GU Serie Generale n.178 del 16-07-2020 - Suppl. Ordinario n. 24);
- D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE» e ss.mm.ii. per le parti ancora in vigore;
- La Legge Regionale n.8 del 13/03/2018 - Nuove norme in materia di contratti pubblici di lavori, servizi e forniture – pubblicata sul BURAS n. 14 del 15 marzo 2018;
- La Legge Regionale n. 5 del 07/08/2007 - Procedure di aggiudicazione degli appalti pubblici di lavori, forniture e servizi, in attuazione della direttiva comunitaria n. 2004/18/CE del 31 marzo 2004 e disposizioni per la disciplina delle fasi del ciclo dell'appalto e ss.mm.ii.;
- D.Lgs 81/2008 ss.mm.ii., D.Lgs 50/2016 ss.mm.ii, D.P.R. n°207/10, Legge n°123 del 03/08/2007, e ss.mm.ii. per l'attività relativa al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione;

#### Normativa nel settore AMBIENTALE

- D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 -Norma in materia ambientale e ss.mm.ii.;

#### Normativa nel settore IDRAULICO

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI - Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici 21 febbraio 2005, n. 3 "Esecutività della deliberazione n. 54/33 assunta dalla Giunta regionale in data 30/12/2004") e in particolare le Norme di Attuazione così come modificato dalla Deliberazione N. 17/14 DEL 26/04/2006 "Norme di attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico. Approvazione delle modifiche e dell'Errate Corrige. Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici 21 febbraio 2005, n. 3 "Esecutività della deliberazione n. 54/33 assunta dalla Giunta regionale in data 30/12/2004". Adozione del "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)". Le NTA attualmente in vigore sono state approvate con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale n.1 del 16/06/2020. Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 43/2 del 27/08/2020 (Allegato B) sono state apportate modifiche e integrazioni alle NTA di cui alla DCI n.1 del 16/06/2020. Con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.94 del 16/09/2020 sono state approvate le modifiche e integrazioni alle NTA. In ultimo, le NTA sono state pubblicate nel BURAS n. 58 parte I e II del 24/09/2020. In ultimo, con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 12 del 21/12/2021, pubblicata sul BURAS n. 72 del 30/12/2021, sono state introdotte ulteriori modifiche successivamente approvate con Deliberazione di Giunta Regionale n. 2/8 del 20/01/2022 e con Decreto del Presidente della Regione n. 14 del 07/02/2022;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati



dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183 – adottato in via definitiva con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale n.2 del 17/12/2015;

- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010 e finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni - approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale n. 2 del 15/03/2016. In adempimento delle previsioni dell'art. 14 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 12 dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2019, con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021 è stato approvato il Piano di gestione del rischio di alluvioni della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione.

#### Normativa relativa al DEMANIO IDRICO

- Regio Decreto 25 luglio 1904, n. 523;
- DPR 16 gennaio 1986 art. 1
- D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 - art. 148
- L.R. 5/03/2008 n. 3 – art. 1 comma 41

#### Normativa tecnica per le COSTRUZIONI

- **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI** approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018. Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, e al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato;
- Decreto ministeriale 14 febbraio 1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO E VINCOLISTICA**

L'area di intervento ricade nel territorio amministrativo del comune di Quartu Sant'Elena, localizzabile nella Sardegna centro-meridionale, nel Campidano di Cagliari, esattamente nella frazione costiera denominata Foxi, come appunto l'omonimo rio interessato dai lavori di che trattatasi, nella fascia costiera localizzata a circa 2 km ad est dello stagno di Quartu Sant'Elena. La porzione del territorio interessata dall'intervento è il tratto terminale del Rio Foxi che sfocia nel Golfo degli Angeli nella frazione di Foxi.

Per la cartografia di riferimento ci si è avvalsi della cartografia regionale CTR nella quale il territorio del comune di Quartu S.E. interessato è classificato al Foglio 557 sez. 150.

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio comunale ricade all'interno del sub bacino 7 FLUMENDOSA-CAMPIDANO-CIXERRI secondo la classificazione del Piano di Assetto Idrogeologico.

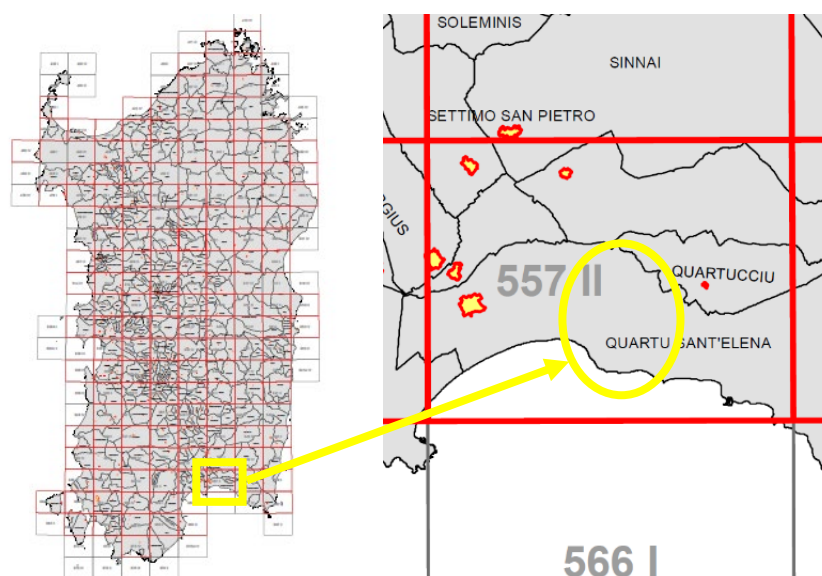
### 3.1 Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

In conformità a quanto previsto all'articolo 2 della legge 8 del novembre 2004, la Regione Autonoma della Sardegna con delibera n. 36/7 del 5 settembre 2006 ha approvato in via definitiva il Piano Paesaggistico Regionale pubblicato sul BURAS n 30 dell'8 settembre 2006. Il PPR mappa il territorio regionale della Sardegna sulla base delle interrelazioni tra assetti (insediativo, ambientale e storico culturale) e per ogni assetto, attraverso le norme di attuazione, stabilisce definizioni, prescrizioni e indirizzi.

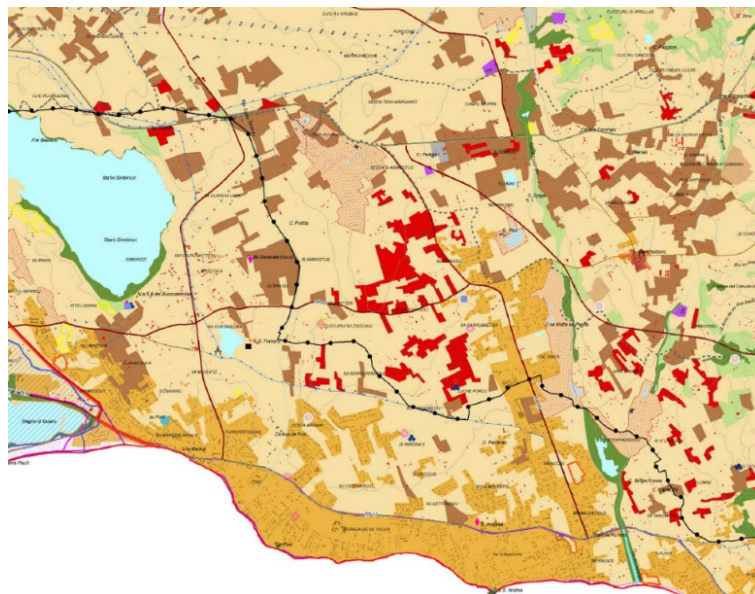
Il comune di Quartu Sant'Elena ricade nei fogli 567 sez. IV, 557 sez. II e III, 558 sez. III; nello specifico, l'area oggetto di intervento ricade nel foglio 557 sez. II.

Dall'analisi della cartografia si evince che l'area oggetto di intervento:

- ricade all'interno dell'ambito di paesaggio n. 1 denominato "Golfo di Cagliari" al foglio 557 sez. II;
- ricade all'interno della fascia costiera, vincolo ex. art. 143 D. Lgs 42/04;
- ricade nell'assetto ambientale – componente di paesaggio con valenza ambientale - colture arboree specializzate;
- ricade (tratto a valle del ponte sulla SP17) nell'assetto insediativo – edificato urbano - espansioni recenti;
- ricade all'interno di aree sottoposte a vincolo ai sensi dell'ex art. 142 c.1.c del D.Lgs. 42/04 - Fiumi, torrenti e corsi d'acqua, iscritti RD 1775/1933 - fascia di 150 m da sponde e argini;
- non ricade in aree di recupero ambientale;
- non ricade all'interno di aree ad elevato interesse naturalistico quali Parchi o ZPS;
- non ricade all'interno di aree di notevole interesse pubblico, vincolo ex. art. 136 D. Lgs 42/04;
- non ricade all'interno di aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923;
- non ricade in aree archeologiche.



*Estratto quadro d'unione – in giallo l'area di intervento*



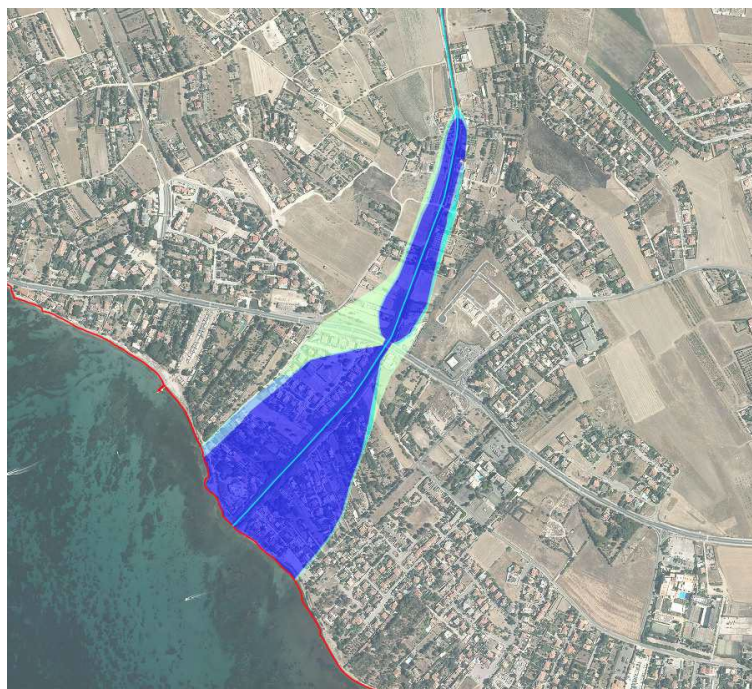
*Stralcio Mappa PPR - fonte Geoportale RAS*

### **3.2 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)**

Il PAI suddivide l'intero territorio regionale in sette sottobacini: l'area in esame ricade nel sottobacino regionale n° 7 del Flumendosa-Campidano-Cixerri, facente parte del Bacino Idrografico Flumini-Mannu.

Il Rio Foxi è inserito nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dalla R.A.S, e, nello specifico, è stato studiato il tratto terminale dell'asta, per uno sviluppo di circa 1,2 km. In particolare a valle della SP17 si segnala una vasta area mappata a pericolosità idraulica molto elevata Hi4.

Si riporta di seguito un estratto cartografico del PAI con la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica.



*PAI - Aree perimetrate a pericolosità idraulica - fonte Geoportale RAS*

### 3.3 Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (PSFF)

Lo studio è stato compiuto anche in accordo con i dettami del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183 - adottato in via definitiva con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale n.2 del 17/12/2015. Il PSFF detta ulteriori nuovi indirizzi di perimetrazione, e relativa salvaguardia, delle aree a pericolosità idraulica.

Il PSFF ha censito il Rio Foxi come corso d'acqua secondario tra quelli compresi nell'ambito idrografico denominato Flumini Mannu, ma non l'ha studiato. L'intera asta è stata mappata in fascia C geomorfologica.



PSFF - Aree perimetrare a pericolosità idraulica - fonte Geoportale RAS

### 3.4 Classificazione nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Il PGRA rappresenta l'involuppo delle perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità idraulica mappate nell'ambito della predisposizione del PAI e sue varianti, di studi derivanti dall'applicazione dell'Art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI, della predisposizione del PSFF, nonché delle aree alluvionate nell'evento del 18/11/2013 denominato "Cleopatra".





*PGRA - Aree perimetrare a pericolosità idraulica - fonte Geoportale RAS*

### **3.5 Variante art.37 comma 3 lett. B delle NTA del PAI**

Con Determinazione n. 128 del 15/07/2022 il Segretario Generale dell'Agencia del Distretto Idrografico ha approvato lo Studio di assetto idrogeologico per la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica del Rio Foxi in Comune di Quartu Sant'Elena.



*Variante art.37 - Aree perimetrare a pericolosità idraulica*

#### 4. FINALITA' E OBIETTIVI PER L'INTERA ASTA DEL RIO FOXI

I limiti e i problemi della rete di drenaggio attuale sono strettamente legati al fatto che l'aspetto antropico è dominante rispetto a quello naturalistico. Uno tra gli obiettivi che l'intervento di che trattasi si propone di perseguire è proprio quello di invertire questo rapporto, garantendo adeguati livelli di sicurezza per quanto concerne il verificarsi di eventi di piena e tutelando al contempo le attività umane, i beni economici e i patrimoni ambientale e culturale esposti a potenziali danni.

Gli interventi si propongono pertanto l'obiettivo di riconfigurare l'alveo del Rio Foxi al fine di limitare i danni che gli eventi di piena possono provocare alle infrastrutture e, al tempo stesso, proteggere gli abitanti della zona, in quanto i deflussi, date le caratteristiche del bacino idrografico, sono caratterizzati da portate elevate che defluiscono in piccole sezioni, causando allagamenti dovuti soprattutto all'inadeguatezza delle sezioni naturali del corso d'acqua. Il progetto generale costituisce un ampio e organico sistema di messa in sicurezza dalle inondazioni delle aree, perimetrata nel Piano di Assetto Idrogeologico, che ricadono nel bacino Rio Foxi, notoriamente colpito da frequenti eventi alluvionali.

Quindi, come già accennato, le soluzioni progettuali proposte considerano le caratteristiche ambientali dell'area, specialmente dal punto di vista della compatibilità naturalistica e paesaggistica, con l'obiettivo di:

- definire una serie di interventi atti a rendere stabile l'alveo fluviale nei confronti della tendenza a migrare planimetricamente nelle aree limitrofe;
- garantire la capacità di deflusso dell'alveo di piena per un tempo di ritorno di 200 anni senza che si creino situazioni di pericolosità per le strutture esistenti o rischio per le persone;
- mettere in sicurezza il ponte sulla SP 17 interferente col Rio Foxi.

#### 5. CRITERI PROGETTUALI

La progettazione e lo studio degli interventi proposti sono basati preliminarmente sull'individuazione delle aree a rischio idraulico per il tronco critico in esame, preceduta dal calcolo delle portate di piena, per diverse sezioni idrografiche, con riferimento a tempi ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni. Per ciascuna sezione coinvolta dalla sistemazione idraulica è stato quindi determinato il livello idrico corrispondente sia alla geometria attuale sia a quella di progetto, in modo tale da valutare l'effetto delle opere a seguito di un evento di piena.

#### 6. CRITERI IDROLOGICI E IDRAULICI

I metodi di stima della portata di piena  $Q$  di un assegnato tempo di ritorno  $T_r$ , cioè del numero medio di anni che occorre attendere affinché si abbia una portata pari o maggiore di  $Q$ , dipendono da vari fattori; primi fra tutti si evidenziano la disponibilità di dati osservati e la copertura spaziale della rete idrometeorologica. In relazione ai dati disponibili, la letteratura propone diversi metodi che possono essere

raccolti in due grandi sottoinsiemi: i cosiddetti “Metodi Diretti”, che elaborano le misure di portata disponibili per il bacino in esame o per bacini idrologicamente simili, e i “Metodi Indiretti”, che fanno ricorso indirettamente alla precipitazione meteorica, tramite la trasformazione afflussi-deflussi, e alle equazioni che permettono di ottenere la sola portata al colmo (si ricordano i metodi empirici e il metodo razionale).

I primi prescindono dall’esame dell’influenza che i diversi fattori morfologici e climatici hanno sulla formazione dei deflussi di piena e si fondano sull’analisi probabilistica di una o più serie storiche di misura di portate di piena. I secondi invece consentono la valutazione della portata di massima piena sulla base di parametri morfometrici del bacino imbrifero o sull’impostazione di un bilancio idrologico relativo all’evento di piena in cui compare la precipitazione a cui è imputabile l’evento stesso. Tale metodologia stima la portata al colmo a partire dalla precipitazione, nell’ipotesi che la frequenza di accadimento di quest’ultima caratterizzi quella della portata al colmo.

Nel considerare le metodologie usualmente adottate per la valutazione delle portate di piena ai fini del dimensionamento delle opere di difesa dalle esondazioni, degli organi di scarico e delle sistemazioni fluviali in genere, per la Sardegna ci si può limitare a considerare tre tipi di approccio:

- quello empirico basato sulla curva di inviluppo dei massimi eventi osservati, proposto da Sirchia e aggiornato alla fine degli anni '60 da Fassò;
- quello a fondamento razionale, basato in genere su una schematizzazione semplificata del processo di trasformazione afflussi-deflussi che, nella sua usuale formulazione per la Sardegna, utilizza le curve di possibilità pluviometrica proposte da Cao e altri e recentemente aggiornate;
- il modello probabilistico regionale per la valutazione delle portate di piena è basato sulla distribuzione probabilistica Log-Normale e Two Components Extreme Values applicati ai dati massimi annuali di portata al colmo; la prima metodologia fu introdotta dal Lazzari nel 1967, mentre la seconda, in base a studi più recenti, interpreta i fenomeni di piena con la distribuzione TCEV nella quale la probabilità di non superamento è data dalla combinazione di due distribuzioni esponenziali.

Nel caso della Sardegna, i dati di portata disponibili, unitamente alla frequente necessità di dover stimare le portate in sezioni non osservate, suggeriscono che la stima della portata di piena ad assegnata frequenza, in ciascuna sezione idrologica, debba essere determinata attraverso il confronto critico tra metodologie dirette, indirette, metodi empirici e studi specialistici locali; questi sono tutti procedimenti che necessitano di confronto con i dati osservati ove disponibili.

La determinazione delle condizioni di moto nell’alveo del Rio Foxi è stata effettuata facendo riferimento alle condizioni attuali e a quelle successive all’intervento di sistemazione idraulica. La verifica idraulica è stata riferita alla portata con i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, per ricostruire la nuova mappatura dell’area a rischio in seguito agli interventi in progetto. Il profilo della corrente è stato determinato ipotizzando condizioni di moto permanente, dato che le variazioni di portata nel tempo in occasione delle piene naturali

non sono così rapide da rendere necessaria un'analisi in condizioni di moto vario. Per le simulazioni degli eventi di piena è stato utilizzato il codice di calcolo del software HEC-RAS.

HEC RAS è un programma sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Il software è in grado di analizzare e risolvere i calcoli legati al tracciamento del profilo idrico di un corso d'acqua in regime di moto permanente e/o in regime di moto vario. In ciascuna di queste tipologie di studio il programma è in grado di utilizzare sia le proprietà intrinseche del terreno (in particolare in termini di coefficiente di scabrezza di Manning), sia le proprietà geometriche della sezione del corso d'acqua.

## 7. STATO ATTUALE DELL'INTERA ASTA DEL RIO FOXI

L'area di che trattasi è caratterizzata da peculiarità sia dal punto di vista antropomorfo che dal punto di vista paesaggistico-naturalistico. Le azioni di sistemazione, difesa e tutela del territorio si inquadrano quindi in un contesto ampio e complesso, nel quale l'aspetto tecnico deve armonizzarsi con quello paesaggistico e di fruizione del territorio. Le poche opere di difesa fluviale esistenti, soprattutto nella zona terminale del Rio Foxi, in prossimità della foce, non sono attualmente in grado di contenere neppure le portate di piena ordinaria; si verificano infatti sempre più frequentemente straripamenti e rigurgiti della corrente nei tratti limitrofi all'alveo. La vegetazione, presente lungo tutto il tratto oggetto dell'intervento, costituisce un importante ostacolo al deflusso delle acque: a causa di detriti di vario tipo trascinati dalla corrente, si creano dei veri e propri sbarramenti localizzati in diversi tratti del rio.

Il corso d'acqua ha un regime di tipo torrentizio e pertanto rimane talvolta privo di deflussi, in corrispondenza del periodo secco. Questo consente un'attività antropica spesso troppo invasiva poiché gli utilizzatori di questi territori tendono a impossessarsi abusivamente di quelle aree del corso d'acqua indispensabili per il regolare deflusso delle portate.

Il territorio in esame è destinato ad insediamenti residenziali, mentre a monte della S.P. 17 si trovano prevalentemente aree agricole.

Il Rio Foxi ad oggi si presenta, nel tratto vallivo, completamente canalizzato con fondo e sponde rivestiti in calcestruzzo, per quasi tutto il tratto, ammalorato. La S.P. 17 Quartu-Villasimius attraversa il Rio con un ponte, in cemento armato, che risulta probabilmente realizzato in tempi diversi. Il ponte ha oggi le seguenti dimensioni:

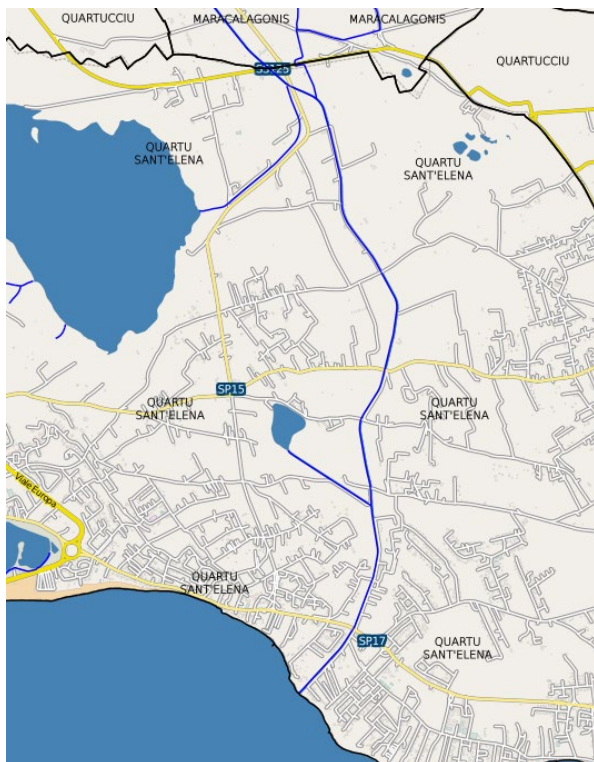
- campata pari a 13,05 m;
- larghezza totale dell'impalcato pari a 17,70 m;
- larghezza banchine sinistra e destra pari a 1,30 m,
- carreggiata di larghezza totale pari a 15,10 m.

Sotto il ponte la sezione idraulica ha la seguente forma e dimensioni:

- a valle sezione trapezia con  $b= 5,90$  m,  $H_{max}= 3,35$  e  $B = 6,90$  m;
- a monte sezione trapezia con  $b= 5,90$  m,  $H_{max}= 3,35$  e  $B = 10,55$  m.



Diverse tubazioni, a monte e a valle del ponte, attraversano e ostacolano la sezione idraulica del corso d'acqua. La base della sezione del Rio Foxi si riduce, in corrispondenza del ponte, fino a 6 mt; ciò costituisce un notevole restringimento della sezione di deflusso; a tale sezione corrisponde inoltre un tirante limitato all'intradosso del ponte e delle strutture di attraversamento sopraccitate.



Inquadramento su stradale – fonte Google Maps



Inquadramento su ortofoto – fonte Google Maps

Di seguito la documentazione fotografica dello stato dei luoghi.



*Rio Foxi a monte della SP 17*



*Rio Foxi a monte della SP 17*





*Vista da monte del ponte sulla SP 17*



*Dettaglio vista da monte del ponte sulla SP 17*





*Vista da valle del ponte sulla SP 17*



*Dettaglio vista da valle del ponte sulla SP 17*

## 8. STATO ATTUALE DEL TRATTO DALLA FOCE AL PONTE SULLA SP 17 - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

Il tratto del Rio Foxi a valle del ponte sulla SP 17 – interessato dalle opere del progetto del primo stralcio funzionale - si presenta rivestito con lastre in calcestruzzo ammalorato; la vegetazione cresciuta spontaneamente negli anni e cospicui sedimenti terrigeni, ormai inerbiti, ostruiscono la sezione del rio ostacolando il corretto deflusso delle acque.

Lo sbocco a mare risulta protetto da una scogliera in massi ciclopici a spigolo vivo.

Nell'intorno del tratto, è presente in sinistra idraulica una strada sterrata utilizzata come viabilità di accesso alle proprietà private prospicienti; sullo stesso lato sono presenti anche pali elettrici ubicati sul ciglio della sponda; in destra idraulica sono presenti muri di confine di proprietà private.



*Inquadramento su stradario – fonte Google Maps*



*Inquadramento su ortofoto – fonte Google Earth*

Di seguito la documentazione fotografica dello stato dei luoghi, a partire dal ponte sulla SP 17 procedendo verso valle.





*Rio Foxi, dal ponte sulla SP 17 verso valle*



*Strada sterrata in sinistra idraulica*



*Dettaglio fondo e sponda rivestiti in cls*





*Fondo e sponde rivestiti in cls; di lato, la strada sterrata*



*Fondo e sponde rivestiti in cls*





*Tratto focivo: fondo e sponde rivestiti in cls, con soglia al fondo*



*Tratto focivo – scogliera in sponda sinistra*





*Tratto focivo – scogliera in sponda sinistra*



*Tratto focivo*





*Sbocco a mare*

**9. PORTATE DI PIENA**

Il bacino del Rio Foxi ha una estensione di 31,9 km<sup>2</sup>, affluiscono verso il Rio Foxi il Riu de Is Ammostus e il canale artificiale in cemento armato proveniente dallo stagno di Forzoniu. Il bacino imbrifero ha una superficie stretta ed allungata e comprende i sub-bacini relativi allo stagno di Simbirizzi (2,2 km<sup>2</sup>) e a quello di Forzoniu.

Le portate di piena, calcolate con il metodo razionale, hanno dato luogo, come esposto in maniera estesa nella Relazione Idrologica, ai seguenti valori:

**Riu Foxi monte:**

<b>PORTATE DI PIENA</b>		<b>FOXI (Simbirizzi)</b>			
<b>tempo di ritorno</b>		<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
<b>RAZIONALE DEIDDA-PIGA-SECHI</b>					
a <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	20,972	20,972	20,972	20,972
n <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	0,324	0,324	0,324	0,324

a <sub>2</sub>	a <sub>2</sub>		2,280	2,605	2,931	3,361
n <sub>2</sub>	n <sub>2</sub>		-0,006	-0,006	-0,006	-0,006
altezza di precipitazione	H <sub>p</sub>	mm	58,9	67,3	75,7	86,8
altezza di precipitazione complessiva	H <sub>c</sub>	mm	58,9	67,3	75,7	86,8
altezza di precipitazione precedente	H <sub>p</sub>	mm	0,0	0,0	0,0	0,0
coefficiente di deflusso	F		0,71	0,74	0,76	0,79
portata di piena	Q	m <sup>3</sup> /s	<b>109,17</b>	<b>129,94</b>	<b>150,93</b>	<b>178,92</b>

**Riu Foxi foce:**

PORTATE DI PIENA			FOXI foce			
tempo di ritorno			50	100	200	500
<b>RAZIONALE DEIDDA-PIGA-SECHI</b>						
a <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>		20,972	20,972	20,972	20,972
n <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>		0,324	0,324	0,324	0,324
a <sub>2</sub>	a <sub>2</sub>		2,280	2,605	2,931	3,361
n <sub>2</sub>	n <sub>2</sub>		-0,006	-0,006	-0,006	-0,006
altezza di precipitazione	H <sub>p</sub>	mm	66,6	76,1	85,6	98,2
altezza di precipitazione complessiva	H <sub>c</sub>	mm	66,6	76,1	85,6	98,2
altezza di precipitazione precedente	H <sub>p</sub>	mm	0,0	0,0	0,0	0,0
coefficiente di deflusso	F		0,69	0,72	0,75	0,77
portata di piena	Q	m <sup>3</sup> /s	<b>150,67</b>	<b>179,98</b>	<b>209,65</b>	<b>249,26</b>

**10. VERIFICHE IDRAULICHE**

Le verifiche idrauliche sono state effettuate in regime di moto permanente con il transito delle portate di massima piena, per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Le portate considerate in ogni tratto del Rio Foxi sono pari a quelle calcolate in ciascuna sezione di chiusura del sotto-bacino di riferimento. A differenza del moto uniforme, che fornisce i livelli idrici di sicurezza di un canale considerato “indisturbato”, il moto permanente fornisce dei risultati più vicini alla realtà poiché considera tutti quei cambiamenti che influenzano la corrente idrica lungo il suo percorso, quali ad esempio variazioni di sezione, di scabrezza, di pendenza, di andamento planimetrico, etc.. Ovviamente, per effettuare un calcolo in moto permanente più attinente possibile alla realtà, è necessario fare una simulazione completa che comprenda un certo numero di sezioni lungo tutto il tronco critico oggetto dello studio.

A tal proposito, sono state quindi determinate:

- le sagome delle sezioni trasversali e le relative dimensioni geometriche;
- la pendenza longitudinale del fondo;
- la sequenza planimetrica delle sezioni trasversali;
- il valore della scabrezza del fondo, delle sponde e delle aree esondabili;

Tutte le informazioni suddette sono state utilizzate come dati di input del software Hec-Ras (River Analysis System) sviluppato dall’Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers.

## 11. OPERE IN PROGETTO PER L'INTERA ASTA DEL RIO FOXI

Si riportano di seguito sommariamente le opere di cui al progetto generale, di cui il presente progetto rappresenta il primo stralcio funzionale per € 1.600.000.

Il progetto generale prevede in sintesi i seguenti interventi di:

- pulizia dalla vegetazione infestante ed ostruente e potatura di arbusti e alberi che costituiscono ostacoli al regolare deflusso delle acque;
- demolizione del rivestimento in calcestruzzo esistente e riprofilatura dell'alveo;
- ripristino delle sezioni idrauliche, riprofilatura dell'alveo e approfondimento delle livellette attuali;
- difese spondali con scogliera in massi ciclopici listati a vista;
- demolizione e ricostruzione del ponte sulla SP 17;
- adeguamento dell'opera di deviazione esistente al fine di convogliare la portata di progetto dal Rio Foxi al Lago Simbirizzi;
- adeguamento delle sezioni del canale di derivazione esistente verso il lago Simbirizzi finalizzata al trasporto della portata dal Rio Foxi allo stesso Simbirizzi.

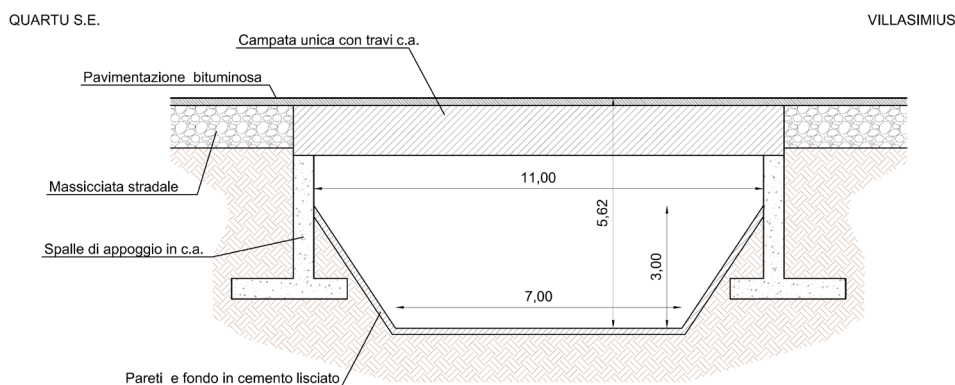
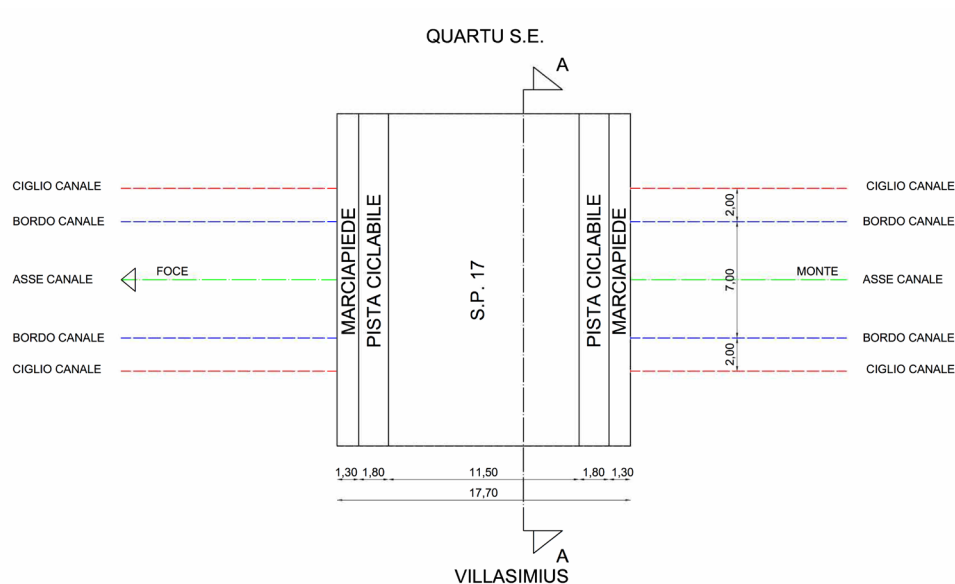
Allo stato attuale la massima portata smaltibile dal corso d'acqua è pari a circa 20 mc/s e quindi a un decimo della portata calcolata per un tempo di ritorno pari a 200 anni. In occasione di eventi di tale entità, il profilo è contenuto all'interno delle sponde e il deflusso al di sotto degli attraversamenti avviene con un franco, per quanto minimo. La portata di 30 mc/s non è sempre contenuta; si osservano infatti delle fuoriuscite in destra e sinistra idraulica a valle del ponte sulla SP 17. Aumentando il valore della portata transitante la situazione peggiora in modo generalizzato lungo tutto il tratto interessato e il ponte sulla SP 17 non è in grado di offrire una funzionalità idraulica compatibile con le norme attuali.

Considerate le criticità descritte allo stato attuale e le evidenti difficoltà di operare in un contesto fortemente urbanizzato che, di fatto, impedisce un adeguato allargamento delle sezioni idrauliche, gli interventi futuri da adottare per diminuire le portate in arrivo da monte come sopra calcolate, in modo tale da far transitare verso valle solo quelle portate effettivamente smaltibili dal corso d'acqua. Sono identificati in: casse di espansione a monte delle aree da salvaguardare, interventi di sistemazione delle sezioni di valle, adeguamento degli attraversamenti viari esistenti. Una "cassa di espansione naturale" è rappresentata dallo Stagno di Simbirizzi: allo stato attuale esiste un'opera di deviazione lungo il corso del Rio Foxi che convoglia, attraverso un canale esistente, una modesta quota parte della portata di deflusso in arrivo dalla parte montana del bacino imbrifero del Rio Foxi.

L'adeguamento dell'opera di deviazione e delle sezioni del canale di collegamento, accompagnato da interventi di adeguamento delle sezioni di valle e dalla demolizione e ricostruzione del ponte sulla SP 17, consentirà di ovviare all'inadeguatezza delle sezioni attuali migliorando le condizioni di deflusso.

Si otterrà così la limitazione dei danni che gli eventi di piena possono provocare alle infrastrutture di nuova realizzazione e, al contempo, si proteggeranno gli abitanti della zona, tenendo sempre in considerazione le

caratteristiche ambientali dell'area, specialmente dal punto di vista della compatibilità naturalistica e paesaggistica.



Schemi pianta e sezione del nuovo ponte sulla SP 17

## 12. PRIMO STRALCIO FUNZIONALE: OPERE IN PROGETTO DALLA FOCE AL PONTE SULLA SP 17

Si illustrano di seguito le opere progettate con il presente primo stralcio funzionale, pari a € 1.600.000. Gli interventi di che trattasi sono inquadrabili nella manutenzione straordinaria del tratto di alveo interessato e si articolano essenzialmente come di seguito illustrato:

AREA FOCIVA da sez. 1 a sez. 2 (Cfr. TAV. 5: Profili longitudinali stato attuale e di progetto)

- pulizia dalla vegetazione infestante e/o ostruente e potatura di arbusti e alberi che costituiscono ostacolo al naturale deflusso delle acque;

CANALE da sez. 2 a sez. 16 (Cfr. TAV. 5: Profili longitudinali stato attuale e di progetto)

- demolizione del rivestimento in calcestruzzo esistente;
- ripristino delle sezioni idrauliche, riprofilatura dell'alveo e approfondimento delle livellette attuali;
- difese spondali con scogliera in massi ciclopici listati a vista: da realizzarsi su entrambe le sponde, dalla sez. 2 sino ad arrivare in prossimità della sez. 6.

**13. DISPONIBILITA' DELLE AREE**

Le aree sulle quali insiste il Rio Foxi sono, fondamentalmente, di proprietà del Demanio idrico della Regione Sardegna, le aree immediatamente limitrofe sono invece di proprietà privata e risulta quindi necessario attivare procedure espropriative e di servitù. A tal proposito nei successivi livelli progettuali andrà redatto il Piano particellare di esproprio.

**14. AUTORIZZAZIONI E PARERI DEGLI ENTI COMPETENTI**

Trattandosi di interventi inquadrabili nelle manutenzioni straordinarie, le autorizzazioni che si ritiene siano necessarie acquisire sono:

- PFTE: parere di coerenza Ente finanziatore RAS - SOI
- PROGETTO DEFINITIVO: RAS - Servizio Tutela e Paesaggio e Servizio Genio Civile

**15. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DELL'OPERA**

Al fine di portare a termine la parte progettuale ed esecutiva dei lavori si riporta di seguito il cronoprogramma delle fasi attuative.

Fase di progettazione e aggiudicazione appalto:

- a) elaborazione del progetto definitivo: 30 giorni dalla comunicazione di avvenuta approvazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica;
- b) elaborazione del progetto esecutivo: 30 giorni dalla comunicazione di avvenuta approvazione del progetto definitivo;
- c) approvazione del progetto esecutivo e indizione gara d'appalto: 30 giorni dalla data di consegna del progetto esecutivo;
- d) aggiudicazione definitiva appalto: 45 giorni dalla data di indizione della gara d'appalto;
- e) stipula contratto con la ditta aggiudicataria: 45 giorni dall'aggiudicazione;
- f) consegna lavori: entro 30 giorni dalla stipula del contratto.

Fase di esecuzione lavori:

- g) esecuzione dei lavori: 300 giorni dalla consegna dei lavori;
- h) collaudo delle opere – CRE: entro 180 giorni dall'ultimazione dei lavori.

Una volta che le opere saranno realizzate occorrerà procedere ad una regolare manutenzione e monitoraggio delle stesse, soprattutto in virtù della specificità degli interventi anche in relazione alle future opere di completamento degli eventuali lotti funzionali.

## **16. QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI**

Il prezzario di riferimento è quello di cui alla Deliberazione n. 19/23 del 21/06/2022 avente ad oggetto la “Approvazione del prezzario regionale dei lavori pubblici vigente. D.lgs. 18 aprile 2016, n. 50 e L.R. 15 marzo 2018 n. 8, art. 22”.

Nel computo metrico estimativo allegato al presente progetto, sono riportati, per ogni singola opera, i relativi costi, per la maggior parte desunti dal prezzario regionale. Le lavorazioni, le cui valutazioni non sono stimate dal prezzario regionale, sono state valutate tecnicamente ed economicamente in analogia a lavori simili già realizzati nell’ambito del territorio regionale sardo.

Le considerazioni e valutazioni fatte in materia di sicurezza hanno inoltre permesso di stimarne gli oneri.

Si riporta di seguito in quadro economico del primo stralcio funzionale.

<b>A</b>	<b>IMPORTO PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI</b>		
1	Lavori a base d'asta:		€ 950.937,44
2	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta		€ 24.062,56
	<b>IMPORTO TOTALE LAVORI - Sommano (1+2)</b>		<b>€ 975.000,00</b>
<b>B</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE</b>		
1	IVA sui lavori e sicurezza (22% di A)	22,00%	€ 214.500,00
2	Spese tecniche già sostenute (2.1+.....+2.4)		€ 179.625,92
2.1	Spese tecniche progettazione per "Realizzazione opere idrauliche a protezione dell'abitato - Rio Foxi" (compresa Cassa e IVA) (Spese già sostenute Noesis srl)		€ 140.554,78
2.2	Spese tecniche progettazione: Studio Compatibilità Idraulica intera asta rio Foxi e perimetrazione bacino idrografico - ai sensi dell'art 26 NTA del PAI (compresa Cassa e IVA)		€ 5.075,20
2.3	Spese tecniche incarico assistenza al RUP: – lavori delle opere idrauliche a protezione dell'abitato rio Foxi (compresa Cassa e IVA)		€ 14.195,94
2.4	Spese tecniche incarico assistenza al RUP: Lavori di completamento opere idrauliche a protezione dell'abitato Rio Foxi (compresa Cassa e IVA)		€ 19.800,00
3	Importo netto spese tecniche (3.1+3.2+3.3) - Parte ingegneristica		€ 78.214,70
3.1	<i>Spese tecniche progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, Progetto Definitivo, Progetto Esecutivo (esclusa Cassa e IVA)</i>		€ 43.170,57
3.2	<i>Spese tecniche progettazione: SCI - Parte Idraulica (esclusa Cassa e IVA)</i>		€ 4.146,31
3.3	<i>Spese tecniche: DL, Misura e Contabilità, Coordinamento Sicurezza (esclusa Cassa e IVA)</i>		€ 30.897,81
4	CASSA Professionale (4%)	4,00%	€ 3.128,59
5	IVA spese tecniche e oneri previdenziali (22%)	22,00%	€ 17.207,23
6	Spese tecniche per Collaudo (esclusa Cassa e IVA)		€ 12.406,62
7	CASSA Professionale (4%)	4,00%	€ 496,26
8	IVA spese tecniche e oneri previdenziali (22%)	22,00%	€ 2.838,63
9	Importo netto spese tecniche (9.1+9.2) - Parte Geologica		€ 15.155,17
9.1	<i>Spese tecniche di progettazione: Relazione geologica (esclusa Cassa e IVA)</i>		€ 11.618,52
9.2	<i>Spese tecniche progettazione: SCI - Parte Geologica (esclusa Cassa e IVA)</i>		€ 3.536,65
10	CASSA Professionale (4%)	4,00%	€ 606,21
11	IVA spese tecniche e oneri previdenziali (22%)	22,00%	€ 3.467,50
12	Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini - compresa IVA		€ 26.046,51
13	Attività di supporto al RUP (compresa Cassa e Iva)		
14	Incentivi ex art.113 D.Lgs 50/2016	2,00%	€ 19.500,00
15	Spese per pubblicità		€ 7.500,00
16	Accantonamento accordi bonari	3,00%	€ 29.250,00
17	Contributo ANAC - AVCP		€ 375,00
18	Acquisizione Aree		€ -
19	Imprevisti		€ 14.681,65
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE - Sommano (1+.....+19)</b>		<b>€ 625.000,00</b>
	<b>IMPORTO TOTALE FINANZIAMENTO (A+B)</b>		<b>€ 1.600.000,00</b>