



Comune di Orosei

# INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELLE BOCCHE A MARE NELLA MARINA DI OROSEI

## PROGETTO DEFINITIVO

Il Sindaco  
Dott.ssa Farris Elisa

Il Responsabile Unico del Procedimento  
Geom. Anna Maria Boe

CRITERIA

Criteria s.r.l.

Città:Ricerche:TERritorio:Innovazione:Ambiente  
via Cugia, 14 09129 Cagliari (Italy)  
tel. +39 070303583 - fax +39 070301180  
e-mail: [criteria@criteriaweb.it](mailto:criteria@criteriaweb.it)  
[www.criteria.eu](http://www.criteria.eu)

### PROGETTAZIONE

Arch. Paolo Falqui - direttore tecnico  
Geol. Maurizio Costa - direttore tecnico  
Ing. Emanuele Tiddia  
Ing. Daniela Orrù

### ANALISI DI SETTORE

Biol. Patrizia Sechi - aspetti ecologici  
Arch. Salvatore Manca - cartografia e GIS  
Geol. Michela Ebau - aspetti geologici  
Ing. Elisa Formica - aspetti ambientali  
Ing. Marco Pillosu - aspetti idraulici  
Archeol. Ivan Lucherini - aspetti archeologici

## 1.1 Relazione tecnico illustrativa

Maggio 2023

Committente  
COMUNE DI OROSEI



CRITERIA s.r.l. \_ Città:Ricerche:TERritorio:Innovazione:Ambiente  
via Cugia, 14 09129 Cagliari (Italy)  
tel. +39 070303583 - fax +39 070301180  
web-site: [www.criteria.eu](http://www.criteria.eu) ; email: [criteria@criteriaweb.com](mailto:criteria@criteriaweb.com)

### **PROGETTAZIONE**

Arch. Paolo Falqui – direttore tecnico  
Geol. Maurizio Costa – direttore tecnico  
Ing. Emanuele Tiddia  
Ing. Daniela Orrù

### **ANALISI DI SETTORE**

Biol. Patrizia Sechi – aspetti ecologici  
Arch. Salvatore Manca – cartografia e GIS  
Geol. Michela Ebau – aspetti geologici  
Ing. Elisa Formica – aspetti ambientali  
Ing. Marco Pillosu – aspetti idraulici  
Archeol. Ivan Lucherini – aspetti archeologici

### **CONSULENZA IDRAULICA E MARITTIMA**



PRIMA INGEGNERIA

*Società Semplice Tra Professionisti*

Progettazione idraulica e marittima  
via Guelfo Civinini, 8 - 57128 Livorno (Italy)  
tel./fax +39 0586372660  
E-mail: [info@primaingegneria.it](mailto:info@primaingegneria.it) ;  
[www.primaingegneria.it](http://www.primaingegneria.it)

Ing. Maurizio Verzoni  
Ing. Nicola Buchignani  
Ing. Nicola Verzoni  
Ing. Irene Dell'Anna



CRITERIA

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. ELENCO ELABORATI .....	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6
3.1 Le aree di intervento .....	6
4. QUADRO PROGRAMMATICO E COERENZA ESTERNA .....	8
4.1 Elenco delle disposizioni vincolistiche .....	8
4.2 Relazioni rispetto agli strumenti di pianificazione .....	10
5. QUADRO CONOSCITIVO .....	17
5.1 Sintesi degli aspetti geologici e geomorfologici .....	17
6. QUADRO PROGETTUALE .....	23
6.1 Inquadramento delle aree interessate dagli interventi .....	23
6.2 Descrizione generale degli interventi .....	24
7. REQUISITI DEL PROGETTO ED APPROFONDIMENTI NECESSARI .....	33
8. CRONOPROGRAMMA DELLE PROCEDURE E DEGLI INTERVENTI .....	34
9. QUADRO ECONOMICO .....	35

## 1. PREMESSA

Il progetto “**Interventi di riqualificazione e messa in sicurezza delle bocche a mare nella Marina di Orosei**” si inserisce all'interno di una serie di azioni programmate dall'amministrazione di Orosei e finalizzate ad una gestione e fruizione sostenibile della Marina di Orosei.

In questo senso il progetto deve valutare soluzioni tecniche finalizzate alla fruizione regolamentata del litorale, anche in relazione alle attività economiche presenti, compatibilmente con le esigenze di tutela degli habitat e dell'ambiente naturale in generale.

Le scelte progettuali dovranno inoltre essere coerenti con gli strumenti di pianificazione.

L'intervento consiste nella realizzazione di isole di ormeggio e installazione di panne galleggianti antinquinamento al fine di ampliare l'offerta del numero dei posti barca nelle bocche a mare della Marina di Orosei per la migliore fruizione e valorizzazione del porto.

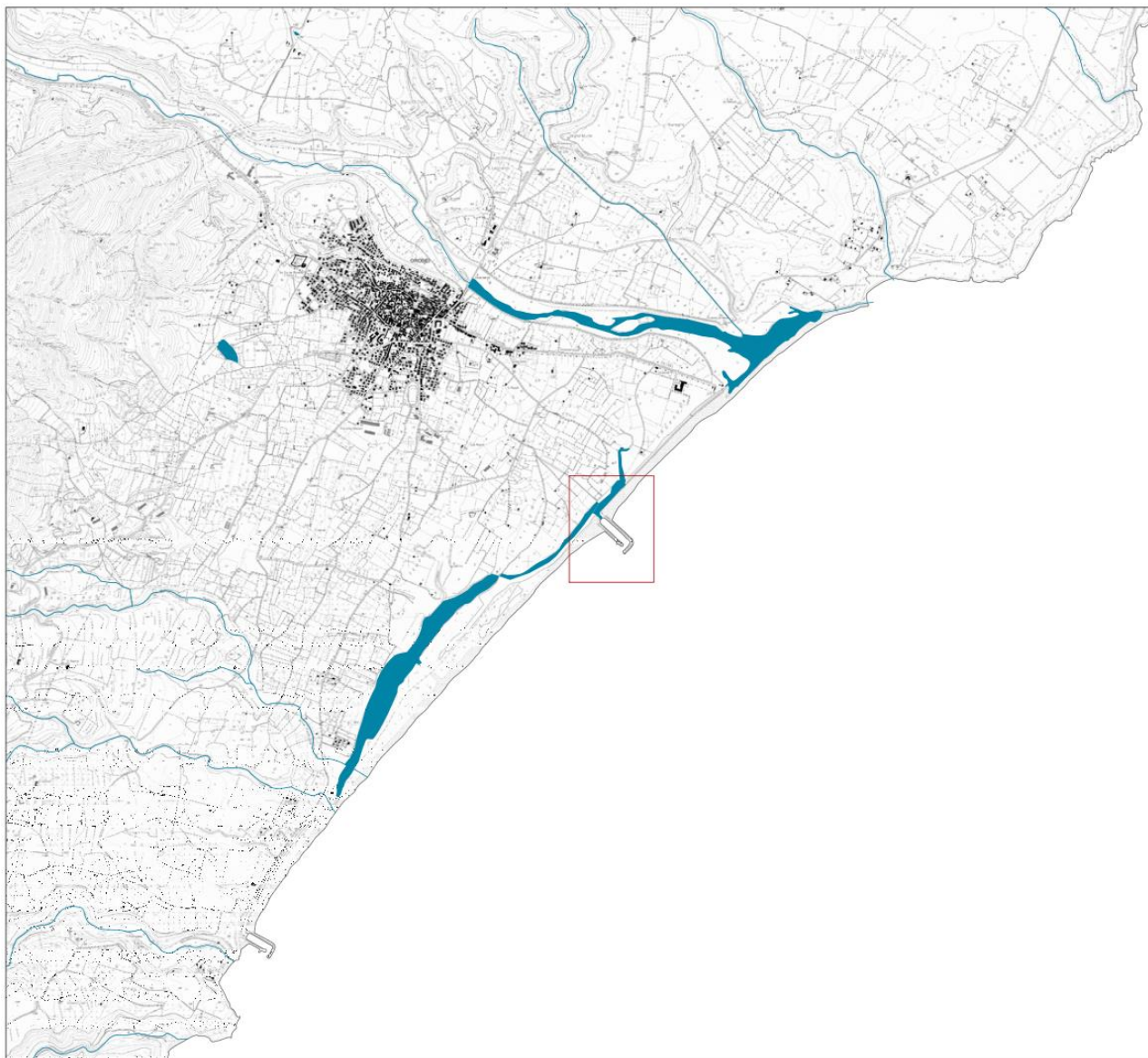


Figura 1: inquadramento delle aree di intervento.

## 2. ELENCO ELABORATI

Il Progetto Definitivo è corredato dai seguenti elaborati grafico-testuali e cartografici redatti conformemente a quanto disciplinato dall' Art. 23 del Decreto Legislativo 18 Aprile 2016 n. 50:

N°	ELENCO ELABORATI	scala di rappresentazione
	<i>Elaborati testuali</i>	
1.1	Relazione tecnico illustrativa	
1.2	Documentazione fotografica	
1.3	Studio di prefattibilità ambientale	
1.4	Relazione geologico-geotecnica	
1.5	Relazione paesaggistica	
1.6	Studio di compatibilità idraulica	
1.7	Relazione Censimento delle interferenze	
1.8	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici	
1.9	Computo metrico estimativo	
1.9.1	Elenco Prezzi	
1.10	Quadro economico	
1.11	Aggiornamento indicazioni e prescrizioni per la stesura dei Piani di Sicurezza	
	<i>Elaborati grafici</i>	
2.1	Corografia e inquadramento territoriale	1:10.000
2.2	Quadro dei livelli di tutela paesaggistica assetto ambientale e storico culturale	1:2.000
2.3.1	Quadro dei vincolo territoriali	1:2.000
2.3.2	Quadro dei vincolo territoriali – Pericolosità idrogeologica	1:2.000
2.4.1	Stralcio della disciplina Urbanistica (PUC)	1:2.000
2.4.2	Stralcio della disciplina Urbanistica (PUL)	1:2.000
2.5	Planimetria catastale delle aree interessate dagli interventi	1:1.000
2.6	Planimetria stato di fatto	1:1.000
2.7	Planimetria generale e di dettaglio degli interventi e particolari costruttivi	varie
2.8	Dettagli dei sistemi di ancoraggio	varie

### **3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

#### **3.1 Le aree di intervento**

Le aree di intervento ricadono nel territorio comunale di Orosei, in corrispondenza delle bocche a mare della peschiera ubicata nella marina di Orosei.

L'area costiera di riferimento si sviluppa a ridosso della bassa piana alluvionale del fiume Cedrino e si estende per una lunghezza di circa 9 km a partire da Punta Nera a nord, comprendendo la foce del Fiume Cedrino, fino ad arrivare al promontorio di Punta Nera di Osalla a sud, nel territorio di Dorgali. Il sistema costiero nel suo complesso comprende, da nord a sud, la spiaggia di baia di Foche Pizzinna, l'attuale foce del Cedrino ed il cordone sabbioso di Marina di Orosei. Da qui, verso sud, l'area comprende l'esteso compendio umido di retrospiaggia, quale esito delle interazioni geomorfologiche quaternarie tra dinamiche fluviali e processi marino-costieri, separato dal mare dai cordoni litoranei dalla spiaggia di Su Portu in prossimità della bocca a mare centrale dello stagno Petrosu, le spiagge di Avalé, di Su Barone e di Su Petrosu, di Osalla e Cala di Osalla - conosciuta dagli abitanti di Orosei come Cala Cartoeddu - nel Comune di Dorgali.

L'area della Marina di Orosei si inserisce all'interno del Sito di Importanza Comunitaria "Palude di Osalla" (ITB020013).

Il SIC "Palude di Osalla" (ITB020013) si estende per una superficie complessiva di 981 ha, e ricade all'interno del confine della nuova Provincia di Nuoro e all'interno dei confini comunali di Orosei per circa 475 ha e del Comune di Dorgali per una superficie di circa 49 ha. La restante area di circa 457 ha si estende nello spazio marino antistante. Una piccola porzione dell'area SIC ricade sotto la gestione dell'Ente Foreste, in quanto area in "occupazione temporanea" ai sensi degli Artt. 76 e 77 del R.D. 3267/23, comprendente una parte della pineta litoranea che da Foche-Pizzina si sviluppa verso nord oltre Punta Nera.





Figura 2 - Aree di intervento Marina di Orosei e ingombro area di cantiere (in rosso)



## 4. QUADRO PROGRAMMATICO E COERENZA ESTERNA

### 4.1 Elenco delle disposizioni vincolistiche

Di seguito si elencano i principali vincoli presenti nell'area interessata dagli interventi:

#### D.Lgs n.42/2004, art. 142<sup>1</sup>

- fascia costiera 300 m
- fiumi, torrenti e altri corsi d'acqua
- Componenti di paesaggio con valenza ambientale

#### D.Lgs n.42/2004, art. 143

- Fascia costiera
- Zone umide costiere

#### Vincoli ambientali

ZSC "Palude di Osalla" (ITB020013)

#### Piano assetto idrogeologico

- PGRA: Hi4, Hi3 e Hi1;

---

<sup>1</sup> La documentazione a corredo del progetto è preordinata alla **verifica della compatibilità** fra interesse paesaggistico tutelato ed intervento progettato; qualora l'autorizzazione prevista riguardi opere da eseguirsi da parte di amministrazioni statali, l'autorizzazione viene rilasciata in esito ad una conferenza dei servizi



Figura 3- stralcio quadro dei livelli di tutela paesaggistica bocche a mare nella Marina di Orosei

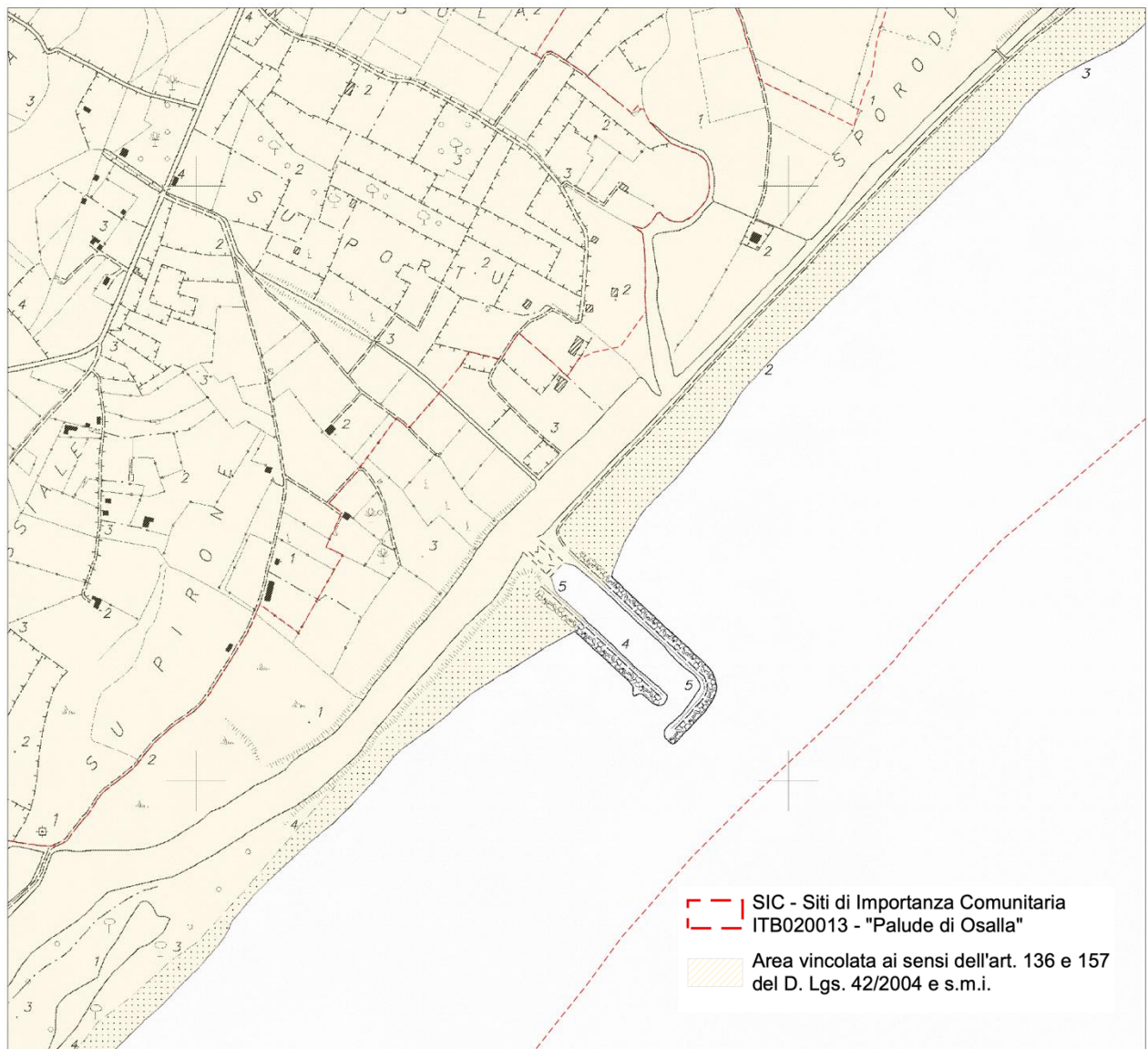


Figura 4: Delimitazione della ZSC "Palude di Osala" (ITB020013).

## 4.2 Relazioni rispetto agli strumenti di pianificazione

Di seguito vengono descritti i principali strumenti di pianificazione generale e di settore di livello locale o sovrolocale.

### 4.2.1 Piano paesaggistico Regionale

Approvato con Deliberazione della Giunta Regionale (DGR) n. 36/7 del 05.09.2006 e pubblicato con Decreto del Presidente n. 82 del 07.09.2006 sul BURAS n. 30 del 08.09.2006.

Il sito ricade interamente nell'Ambito Paesaggistico n. 21 "Baronia". Gli indirizzi del PPR, in riferimento all'ambito di progetto sono:

- Conservare e mantenere i complessi ecosistemi riconosciuti, tra i quali rientrano [...] le zone umide delle foci del Cedrino;

- Il ricorso ad azioni progettuali comunali unitarie tra Siniscola e Orosei di interconnessione tra i rilevanti sistemi naturalistici [...] delle foci del Cedrino, anche al fine di favorire la gestione integrata dei sistemi di accesso e di fruizione dei litorali.

Per quanto concerne il Piano Paesaggistico Regionale lo scenario progettuale ipotizzato, nonostante coinvolgano componenti territoriali identificate come elementi puntuali o d'insieme soggetti a tutela paesaggistica di valenza ambientale, sembra manifestare una sostanziale coerenza concettuale e di principio con quanto espresso dal Piano stesso. Per ulteriori considerazioni in merito si rimanda allo Studio di prefattibilità allegato.

#### **4.2.2 Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico**

Redatto ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e successive modificazioni, adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21/07/2003, approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006, il PAI, individua e perimetra le aree a rischio idraulico e geomorfologico, secondo quanto disposto dal D.Lgs 180/98 convertito in L. 267 del 30.08.1998 e D.P.C.M. del 29/09/1998. .

L'intero territorio della Sardegna costituisce il "Bacino Unico Regionale" ed è suddiviso in 7 sub-bacini e il Comune di Orosei è compreso interamente nel Sub bacino 5 Posada-Cedrino. Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, redatto in attuazione della Direttiva 2007/60/CE e del D. Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, è stato adottato con Deliberazione n. 1 del 17 dicembre 2015 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale, ai sensi dell'articolo 66 del D. Lgs. 152/2006. Lo studio dei processi ambientali e l'individuazione degli elementi di vulnerabilità sono contenuti nel "Quadro conoscitivo propedeutico allo studio delle inondazioni costiere" del PGRA, in cui sono individuate e descritte le aree costiere a maggiore criticità, nelle due distinte categorie "spiagge" e "coste rocciose", prioritarie rispetto a scenari di indirizzo programmatico, catalogate in schede di approfondimento. Le norme in materia di coordinamento tra il PAI e il PGRA sono descritte al titolo V delle Norme di Attuazione del PAI, aggiornamento n. 15 del 22/11/2022.

L'area occupata dal molo viene classificata dalla normativa vigente all'interno della classe Hi1 – Aree a pericolosità idraulica moderata, mentre il tratto in cui ricadono gli interventi relativi alle panne oleo-assorbenti ricadono in area Hi3 – aree a pericolosità idraulica elevata.

Gli ulteriori approfondimenti in merito alla situazione idraulica sono presentati all'interno dello studio di compatibilità idraulico allegato al presente progetto; si riportano qui le conclusioni del suddetto studio in merito alla compatibilità con lo strumento normativo di cui trattasi.

Con riferimento all'art.23 delle NTA del PAI, l'intervento oggetto del presente studio risponde ai principali requisiti di compatibilità idraulica, in quanto:

- non peggiora le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;
- non peggiora le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;
- non compromette la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
- non aumenta il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;
- non incide sulla impermeabilizzazione dei suoli;
- lascia inalterate le aree esondabili;
- salvaguarda la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti non modificandoli;
- non interferisce con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;
- adotta per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;
- garantisce condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente.

Considerata la natura dell'intervento si può affermare che esso non vada ad influenzare in alcun modo le condizioni di funzionalità del regime idraulico, e lascia inalterate le aree esondabili. L'intervento risulta dunque idraulicamente compatibile poiché garantisce il mantenimento delle condizioni idrauliche presenti allo stato attuale.

Dal punto di vista geologico la pericolosità individuata per l'area di progetto è pari ad Hg1 – pericolosità da frana moderata.

Per gli ulteriori approfondimenti in merito alla situazione geologico-geotecnica si rimanda alla relativa relazione allegata al presente progetto; si riportano qui le conclusioni della suddetta relazione in merito alla compatibilità con lo strumento normativo di cui trattasi.

Gli interventi che verranno realizzati non andranno a interagire direttamente con il sottosuolo, si esclude l'esigenza di eseguire una campagna geognostica finalizzata alla caratterizzazione geotecnica dei sedimenti e del sottosuolo stesso.

Tuttavia, visto che le caratteristiche geologiche e geotecniche dei sedimenti che costituiscono il fondale del settore in esame sono implicitamente predisponenti a naturali

cedimenti nei lunghi/lunghissimi periodi che potrebbero intaccare la stabilità delle opere esistenti, a seguito della messa in opera degli interventi il gestore del sito dovrà avere cura di:

- verificare lo stato dei corpi morti e provvedere a sostituirli nel caso in cui versino in stato di degrado strutturale. Il verificarsi di blandi cedimenti dei sedimenti succitati potrebbe compromettere la staticità strutturale e spaziale dei corpi, pregiudicando la possibilità di un corretto ormeggio;
- verificare la stabilità della scogliera che, per quanto ormai stabile perché messo in opera decenni fa, potrebbe essere soggetta a fenomeni di instabilità a seguito delle sollecitazioni derivanti dalle attività di ormeggio;
- verificare la stabilità del molo che, pur non presentando attualmente evidenze di ammaloramenti, potrebbe subire gli effetti degli eventuali cedimenti del fondale e ancora una volta compromettere le attività di ormeggio.



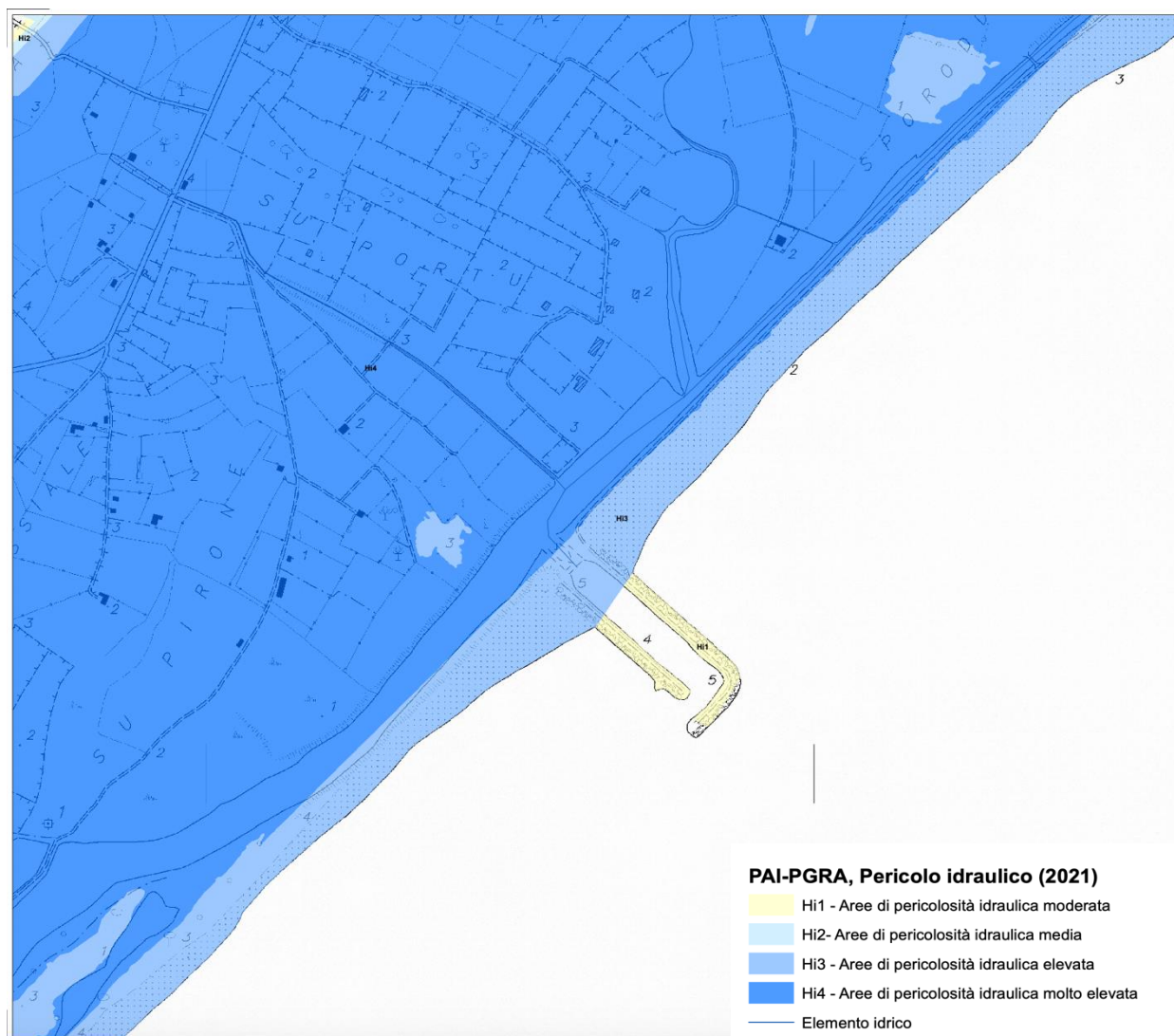


Figura 5 - Pericolosità idraulica bocche a mare nella Marina di Orosei

#### 4.2.3 Piano di Utilizzo dei Litorali

Il Piano di Utilizzo dei Litorali (PUL) del Comune di Orosei, redatto ai sensi della L.R n. 9 del 12/06/2006 art. 41 è approvato con deliberazione G.R. n°7 del 22/04/2014.

Le funzioni giuridico-amministrative del PUL, non riguardano la disciplina e la gestione delle attività per la nautica da diporto, che viceversa appartiene alla Regione Sardegna. Tuttavia, il PUL condiziona le scelte progettuali eventualmente per quanto riguarda la individuazione e regolamentazione della viabilità carrabile e l'accessibilità pedonale, avendo ruolo in qualità di piano degli accessi a mare (Art. 29 della L.R. n. 23 dell'11 ottobre 1985). Le aree individuate dal presente progetto ricadono all'interno della zonizzazione del PUL come **Z9: "Elementi insediativi in ambiti sensibili", definite come aree urbanizzate e insediamenti**. Come stabilito dalle NTA del PUL vigente, all'art. 6 relativo alle attività di fruizione balneare, in talee aree è ammesso:



- la riqualificazione ambientale ai fini della rimozione delle cause di degrado e di mitigazione degli impatti indotti dalla fruizione balneare;
- la riqualificazione di opere e impianti di difficile rimozione esistenti e di aree scoperte asfaltate o cementate, ai fini della sostituzione con opere e impianti di facile rimozione e comunque a basso impatto ambientale.

Tali obiettivi appaiono dunque ricompresi all'interno di quelli perseguiti dal progetto presente; in tal senso esso può essere considerato coerente con le norme stabilite dal PUL.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda allo studio di prefattibilità allegato.

#### **4.2.4 Piano Urbanistico Provinciale della Province di Nuoro (PUP)**

Il PUP della Provincia di Nuoro è stato adottato in via definitiva con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 131 del 07/11/2003, ed è entrato in vigore con la pubblicazione sul BURAS n.20 del 05/07/2004.

Il Piano Urbanistico Provinciale – da redigersi ai sensi dell'art. 20 del D.Lgs. 267/2000 "Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali" (PTC) e dell'art. 16 della L.R. 45/1989 "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale" (PUP) – è uno strumento generale di governo del territorio alla scala provinciale. Esso deve fornire un quadro organico di indirizzi per una gestione sostenibile delle trasformazioni territoriali di rilevanza sovracomunale, perseguendo in particolare la tutela e valorizzazione del patrimonio naturalistico, ambientale e culturale e l'ottimizzazione degli usi delle risorse territoriali.

La proposta pianificatoria del PUP comprende anche un piano di Assetto Organizzativo dei Litorali per il quale sono presentati tra gli obiettivi i seguenti:

- la riqualificazione degli insediamenti, soprattutto di quelli cresciuti negli ultimi anni spesso in assenza di un adeguato disegno di pianificazione, la diversificazione delle strutture ricettive in ragione delle diverse potenzialità e caratteristiche del territorio, il potenziamento dei servizi e delle attrezzature;
- la formazione di poli di attrezzature e di servizi legati alla fruizione del litorale, alla balneazione e al diporto che garantiscano la massima efficienza e qualità del servizio, evitando di seguire la logica della dispersione.

L'analisi del PUP mette in luce come il tessuto minore costiero, maggiormente antropizzato e soggetto ad una crescente aggressione turistica, rischia un veloce degrado in mancanza di regolamentazione circa le strutture di sostegno, i servizi e la gestione.

All'interno del PAOL l'area di progetto è classificata come scogliera artificiale e ricade all'esterno dei limiti delle spiagge sensibili, collocandosi in posizione intermedia tra le spiagge di Su Barone e Marina di Orosei, entrambe classificate come spiagge dalla profondità > 50 m.

Nelle Norme di attuazione del PAOL è riportata una tabella con la definizione delle tipologie di intervento ammissibili per tipologia di litorale; tuttavia la tipologia "scogliera artificiale" non

rientra all'interno della classificazione, dal momento che non viene considerata come elemento sensibile.

Si può concludere dunque che gli interventi qui proposti si inquadrano nella visione del piano, volendo promuovere una fruizione della spiaggia consapevole, riducendo lo stato di degrado e la modalità di fruizione incontrollata e potenziando i servizi che il piano individua come necessari ed auspicabili.

#### **4.2.5 Piano Urbanistico Comunale**

Il Piano Urbanistico Comunale è stato adottato definitivamente con Deliberazione del Consiglio Comunale n.13 del 01/04/2016.

I moli foranei che saranno oggetto di riqualificazione, ricadono secondo le perimetrazioni cartografiche del PUC di Orosei in **zona G** (sottozona G 2.5 "Attrezzature per la nautica"). L'art.77 comma 11 delle Norme tecniche di attuazione del PUC di Orosei, prevede che: "*nelle zone G2.4 e G2.5 potrà essere permesso, salvo il rispetto delle prescrizioni e l'ottenimento delle autorizzazioni previste dalla normativa vigente, il solo attracco e ormeggio di mezzi nautici, di dimensione non superiore a quella di natanti, purchè siano garantite condizioni di assoluta assenza di potenziali rilasci e perdite di scarichi, oli e idrocarburi nelle acque*". Si sottolinea qui come **l'utilizzo di panne oleo-assorbenti** nei primi 30 metri all'esterno delle bocche a mare consista in un intervento volto proprio ad impedire potenziali rilasci di oli e idrocarburi nelle acque, così come richiesto dal suddetto comma.

Si può concludere che il PUC per le bocche a mare prevede una disciplina urbanistica sostanzialmente coerente con le finalità perseguite dal progetto proposto in questo contesto.

All'art. 12 comma 8 viene inoltre prescritto che "per ogni intervento da eseguire nelle aree soggette a vincolo idrogeologico nel territorio comunale, valgono in ogni caso le disposizioni generali di cui alle Norme di Attuazione del PAI, aggiornate con Decreto del Presidente della RAS n. 35 del 21/03/2008, in particolare quanto previsto agli artt. 5 e da 8 a 22".

Per ulteriori approfondimenti si rimanda allo studio di prefattibilità ambientale allegato.

## 5. QUADRO CONOSCITIVO

In questo paragrafo sono riportate le sintesi dei contenuti degli studi effettuati, propedeutici alla redazione del progetto, inerenti alla caratterizzazione geologica e geomorfologica, geobotanica, idrologica e idraulica dell'area di intervento.



Figura 6: veduta panoramica dell'area.

### 5.1 Sintesi degli aspetti geologici e geomorfologici

#### 5.1.1 Inquadramento geologico-strutturale

L'area in studio si inserisce in un contesto che dal punto di vista geologico comprende diverse litologie la cui età è compresa tra il paleozoico e l'attuale. La loro genesi è legata alle dinamiche tettoniche e geomorfologiche che hanno interessato il settore nel corso di questo lungo arco temporale.

Tuttavia, l'ossatura geologica del territorio è caratterizzata dalla presenza del basamento paleozoico, su cui poggiano le litologie carbonatiche del Giurassico, e dalle lave degli espandimenti basaltici del Pleistocene che delimitano a nord e a sud la pianura alluvionale di Orosei. La presenza diffusa del basamento è strettamente legata al sollevamento differenziale che i rilievi hanno subito alla fine del Terziario e che ha determinato la forte e caratteristica inclinazione degli strati mesozoici verso est. Questo, di età compresa tra il Cambriano-Ordoviciano superiore e il Carbonifero inferiore, è stato fortemente interessato dalla tettonica a

scala sia locale che regionale, la quale ha da una parte favorito le condizioni affinché avvenisse l'intrusione tardo-paleozoica (Carbonifero superiore-Permiano circa) e, contemporaneamente, modifica in maniera profonda lo spessore iniziale della formazione al punto da non poterlo più definire con precisione. Tali intrusioni, la cui composizione è in genere granodioritica-leucogranitica, sono state accompagnate dalla messa in posto di un intenso sistema filoniano che anch'esso intrude il basamento metamorfico.

Durante il Mesozoico tali movimenti si placano e, sino al Giurassico inferiore, l'Isola non viene più coinvolta in fasi deformative e va a costituire un alto strutturale emerso. È proprio su questo alto strutturale che si imposta la trasgressione giurassica, che terminerà nel Dogger con la formazione di una vasta piattaforma carbonatica, che ricopre in discordanza angolare il basamento paleozoico deformato.

Durante l'Eocene si registra una nuova fase di instabilità tettonica, testimoniata da un'intensa attività vulcanica, e da una perdurante continentalità che determina l'assenza di sedimenti marini fino al Chattiano/Aquitano e un energico ringiovanimento dei rilievi, con la produzione di potenti sequenze clastiche continentali sintettoniche.

La nuova e importante fase tettonica estensionale ha inizio a partire dal Burdigaliano superiore quando, in concomitanza con la rotazione del blocco sardo-corso e all'apertura del bacino balearico, si sviluppano nell'Isola una serie di fosse tettoniche entro le quali si registra una nuova ingressione marina. L'estensione continua anche nel Pliocene quando, contemporaneamente all'apertura del Mar Tirreno, si registra una intensa attività effusiva che porta alla formazione dei vasti espandimenti lavici particolarmente diffusi nell'area e che, allo stato attuale, rappresentano gli attuali alti strutturali per effetto dell'erosione selettiva che ha portato a un'inversione dei rilievi appunto nelle colate basaltiche.

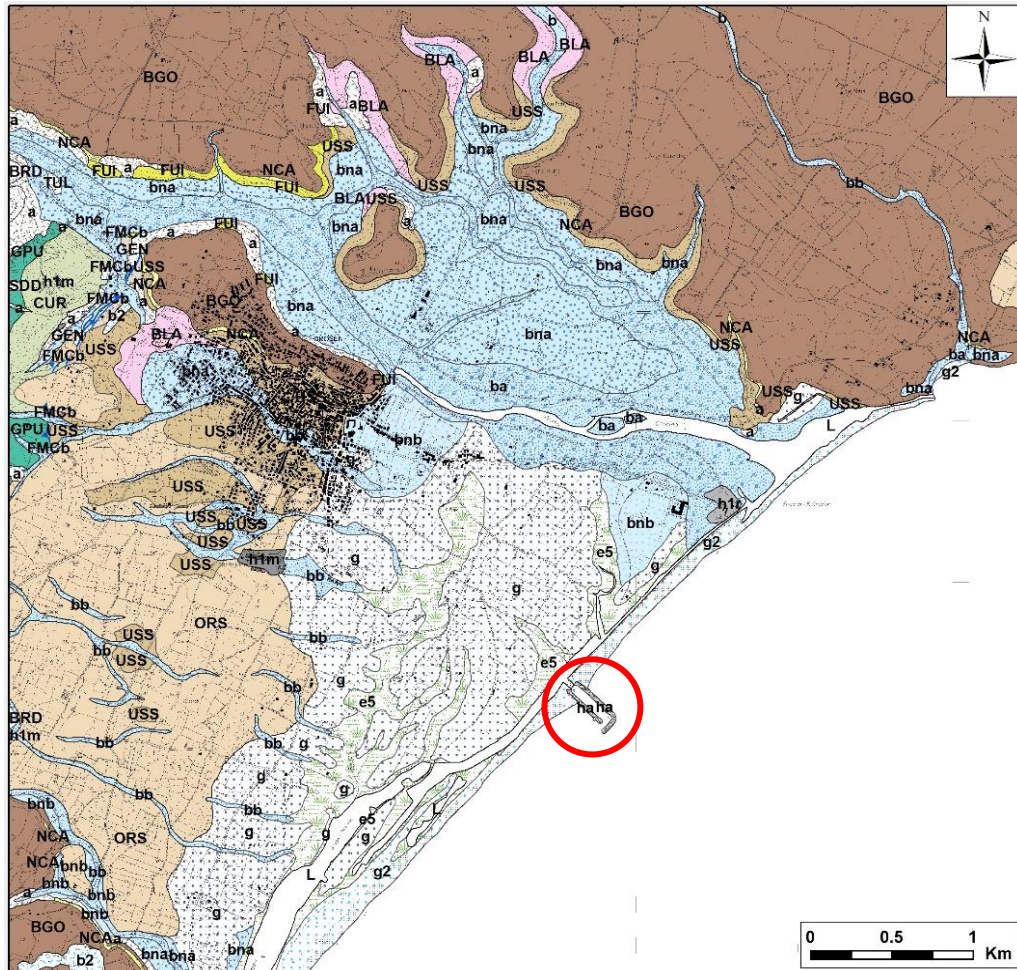
I depositi più recenti, legati alla piana del Cedrino e al suo sistema di foce (depositi alluvionali, lagunari, litorali), vedono la loro origine e la loro evoluzione nelle dinamiche avvenute negli ultimi 10.000 anni. L'attuale configurazione geomorfologica della pian costiera terminale del fiume e del suo complesso e articolato sistema di foce è il risultato di intensi processi deposizionali e di colmata alluvionale ad opera del corso d'acqua verificatisi negli ultimi 10.000 anni, connessi pertanto con la trasgressione marina versiliana e con il progressivo innalzamento (a partire dall'ultima fase glaciale) del livello marino fino all'attuale posizione.

L'abbassamento del livello del mare e la grande quantità di materiale sedimentario trasportato dal corso d'acqua hanno determinato la progressiva progradazione della foce fluviale e la costruzione della piana alluvionale posta immediatamente a Sud dell'attuale area di foce.

La costruzione della piana è avvenuta quindi per progressiva progradazione dei depositi alluvionali ad opera della corrente di deriva litorale, attraverso la giustapposizione di lingue sabbioso-limose. Su questi depositi si sono originati suoli fertili, talvolta con profili di salinità superiori al normale, dovuti alla falda salmastra affiorante in superficie spesso per eccessivo

emungimento delle falde superficiali di acqua dolce. Le attuali zone umide di Su Petrosu e di Avalé costituiscono pertanto forme fluviali e marino-litorali residuali, testimoni di queste fasi progressive di progradazione della piana e conseguente avanzamento della linea di costa. La porzione della zona umida più interna, corrispondente all'attuale stagno di Su Petrosu, è riferibile alle fasi più antiche del processo di accrescimento; mentre lo stagno di Avalé corrisponde ad una fase più recente.





- |                                |  |                           |
|--------------------------------|--|---------------------------|
| <b>Depositi olocenici</b>      | <b>Succ. vulcano-sedimentaria plio-pleist.</b> | <b>Depositi antropici</b> |
| e5-Depositi palustri           | BGO-Basalti dei Golli                          | h1m-Discariche minerarie  |
| g-Depositi di spiaggia antichi | NCA-F.ne di Nuraghe Casteddu                   | h1r-Materiali di riporto  |
| g2-Depositi di spiaggia        | FUI-F.ne di Fuile                              | ha-Manufatti              |
| b2-Coltri eluvio-colluviali    | <b>Succ. sedimentaria cenozoica</b>            | <b>Elementi lineari</b>   |
| a-Depositi di versante         | USS-F.ne di Ussana                             | — Faglia Certa            |
| a1-Corpi di frana              | ORS-Sintema di Orsei                           | ▲▲ Faglia Inversa Certa   |
| a1a-Corpi di frana antichi     | CUR-Conglomerati di Cuccu'e Flores             |                           |
| b-Depositi alluvionali         | FMC-Formazione di Monte Cardiga                |                           |
| bb-Depositi all. sabbiosi      | <b>Succ. sedimentaria mesozoica</b>            |                           |
| ba-Depositi all. ghiaiosi      | GPU-Formazione di Gorropu                      |                           |

Figura 7 – Carta geologica dell'area vasta tratta dal CARG e modificata

### 5.1.2 Inquadramento geomorfologico

Il principale elemento geomorfologico del settore in studio è rappresentato dalla piana alluvionale del Fiume Cedrino, uno dei più significativi esempi di ambiente di foce fluviale della Sardegna. L'area comprende gli stagni di Avalè e Su Petrosu, la zona di foce del Cedrino e l'estesa fascia costiera che raccorda *Punta di Osalla* a *Punta Nera* ed è dominata da una spiccata variabilità delle forme e dei processi evolutivi in relazione alle intense dinamiche fluviali e marino-litorali. Tale area si inserisce in un contesto paesaggistico in cui le quote maggiori sono localizzate alle spalle dell'abitato di Orosei lungo una fascia orientata W-E che separa i centri abitati di Gattelli e la stessa Orosei. Appartengono a questa fascia, con quote via via decrescenti muovendosi verso l'alveo del Cedrino, i rilievi di *Monte Tuttavista* (che con i suoi 806 m s.l.m. rappresenta un sito di importanza non solo naturalistica ma anche economica perché ospita le attività di estrazione di materiale lapideo marmoreo), *Punta Conca Niedda* (719 m s.l.m.) e *Punta Fraigada* (553 m s.l.m.). Altri rilievi isolati sono rappresentati dall'altopiano di *Gollei*, su cui sorge la periferia nord-occidentale di Baunei, che presenta una giacitura suborizzontale leggermente inclinata verso NE in direzione dell'alveo del Cedrino con quote che degradano da 70 a 50 m s.l.m.; l'altopiano di Santa Lucia, posto in sponda sinistra del Cedrino, avente giacitura suborizzontale debolmente inclinata verso SW in direzione dell'alveo del Cedrino, con quote che diminuiscono da un massimo di 51 a un minimo di 43 m s.l.m.. Da questo punto, la piana si estende in continuità per 4 km verso la linea di costa e non si riscontrano ulteriori rilievi isolati. Per facilitare la descrizione della morfologia e dei processi evolutivi per ogni settore citato, viene proposto uno schema semplificato della piana, procedendo da monte a valle (Figura 8), così rappresentato:

#### PIANA ALLUVIONALE E PORZIONE TERMINALE DEL FIUME CEDRINO

Comprende la piana terrazzata olocenica e l'attuale alveo fluviale. Il primo tratto è compreso tra gli altipiani basaltici di *Gollei* e di *Camiai*, mentre oltre il testimone basaltico di Santa Lucia si allarga progressivamente e comprende parte della piana di Pedra Longa, che costituisce una conoide alluvionale del Rio Zarule.

#### FOCE DEL CEDRINO

È il punto in cui le dinamiche fluviali e marino-litorali sono più intense e contribuiscono all'evoluzione di forme e processi variabili nel tempo e nello spazio. La foce è del tipo a estuario, piuttosto ampia, occlusa per la maggior parte dell'anno da un cordone sabbioso che origina una vasta area paludosa a golene e piccole aree umide. Queste apparivano un tempo sommerse mentre ora, causa anche il minore apporto e deflusso idrico, si trovano emerse e saldate alla terra ferma. In occasione dei più importanti eventi meteorici, l'energia dell'onda di piena è in grado di sfondare il cordone sabbioso, favorendo così i naturali processi sedimentari responsabili del naturale ripascimento dell'intero cordone di spiaggia.



#### SISTEMI STAGNALI DI AVALÈ E SU PETROSU

Trattasi di zone umide strettamente legate alle interazioni tra le dinamiche marino-litorali e fluviali esplicatesi durante l'Olocene; che risultano tra loro separate da paleocordoni di spiaggia. Attualmente la loro tendenza naturale è orientata alla scomparsa per effetto delle colmate e dell'interrimento da parte degli apporti fluviali ma, anche, per effetto della ricaduta di sabbia sottovento proveniente dal cordone sabbioso.

#### CORDONE LITORANEO E SPIAGGIA SOMMERSA DI MARINA DI OROSEI – OSALLA

Consiste in un esteso litorale sabbioso che si estende da Punta Nera di Osalla a sud sino a Punta Nera a nord, per un totale di circa 8 km. La sua origine e il suo assetto attuale vengono fatti risalire all'ultima trasgressione quaternaria e, in particolare, all'ultima fase glaciale wurmiana, mentre i depositi sabbiosi stabilizzati dalla vegetazione possono essere riferiti all'Olocene. La disposizione dei sedimenti è attuata dal moto ondoso e dalle correnti marine che, attraverso le loro dinamiche, sono in grado di ridistribuire e riorganizzare il materiale trasportato dal fiume. La recente origine dei depositi è testimoniata anche dalla scarsa presenza e dal limitato sviluppo dei depositi eolici e, anche, dalla scarsa vegetazione autoctona.



Figura 8 – Contesto geomorfologico dell'area vasta. Immagine tratta da Google Earth.

- 1) Monte Tutta Vista; 2) Punta Conca Niedda; 3) Punta Fraigada; 4) Gollei; 5) Santa Lucia;
- 6) Punta Nera di Osalla; 7) Stagno di Avalè; 8) Stagno Su Petrosu; 9) Foce del Cedrino; 10) Punta Nera

## 6. QUADRO PROGETTUALE

Il presente Progetto definitivo riguarda gli “Interventi di riqualificazione e messa in sicurezza delle bocche a mare nella Marina di Orosei” e comprende le seguenti lavorazioni:

- Realizzazione isole di ormeggio per ospitare i natanti, esclusivamente durante i mesi estivi
- Installazione di panne galleggianti antinquinamento per la protezione della peschiera.

### 6.1 Inquadramento delle aree interessate dagli interventi

L'area interessata dagli interventi di realizzazione di isole di ormeggio e installazione di panne galleggianti antinquinamento intende ampliare l'offerta del numero dei posti barca nelle bocche a mare della Marina di Orosei per la migliore fruizione e valorizzazione del porto. Nel molo nord sono attualmente presenti una passerella e un pontile galleggiante di circa 70 metri che consentono l'ormeggio in sicurezza di 24 imbarcazioni, facenti parte di un primo lotto di interventi per la riqualificazione e messa in sicurezza della bocca a mare Su Portu.

L'area di intervento oggetto della presente relazione coinvolge i moli di frangiflutto nord e sud delle bocche a mare della Marina di Orosei. Queste ultime, realizzate nei primi anni 90, sono dotate di lavorieri e permettono l'ossigenazione e la rigenerazione del novellame nei retrostanti stagni di Avalè e Su Petrosu che risultano essere in concessione alla Società Cooperativa Tra Pescatori Il Risveglio. La concessione non comprende le bocche a mare.



Figura 9 L'area di intervento nelle bocche a mare Su Portu

## 6.2 Descrizione generale degli interventi

L'intervento ha come obiettivo l'organizzazione di servizi primari per una fruizione sostenibile delle bocche a mare, in modo così da evitare l'utilizzo della spiaggia, particolarmente sensibile dal punto di vista ambientale, al fine di portistico, salvaguardando dunque gli habitat esistenti. L'azione prevede l'installazione di panne galleggianti antinquinamento per la protezione della peschiera e di isole galleggianti per l'ormeggio destinate alla fruizione da parte dei turisti e dei pescatori.

### 6.2.1 Installazione panne galleggianti antinquinamento

L'intervento prevede l'installazione di panne galleggianti antinquinamento chiamate anche barriere galleggianti marine, allo scopo di formare una protezione tra l'area portuale e la peschiera presente all'imboccatura delle bocche a mare Su Portu. Queste barriere sono adatte al confinamento di perdite di liquidi e rifiuti nocivi galleggianti a seguito di sversamenti accidentali.

La barriera sarà posizionata nella fascia di rispetto dei 30 metri, compresa tra i lavorieri e le isole di ormeggio, come si può vedere dalla **fig. 11**. Le panne, con cime di rinforzo e traino inserita nella rete, saranno costituite da moduli componibili, dotati di agganci tra moduli, realizzati attraverso moschettoni di alluminio.



Figura 10 Esempio di tipologia di barriera galleggiante marina



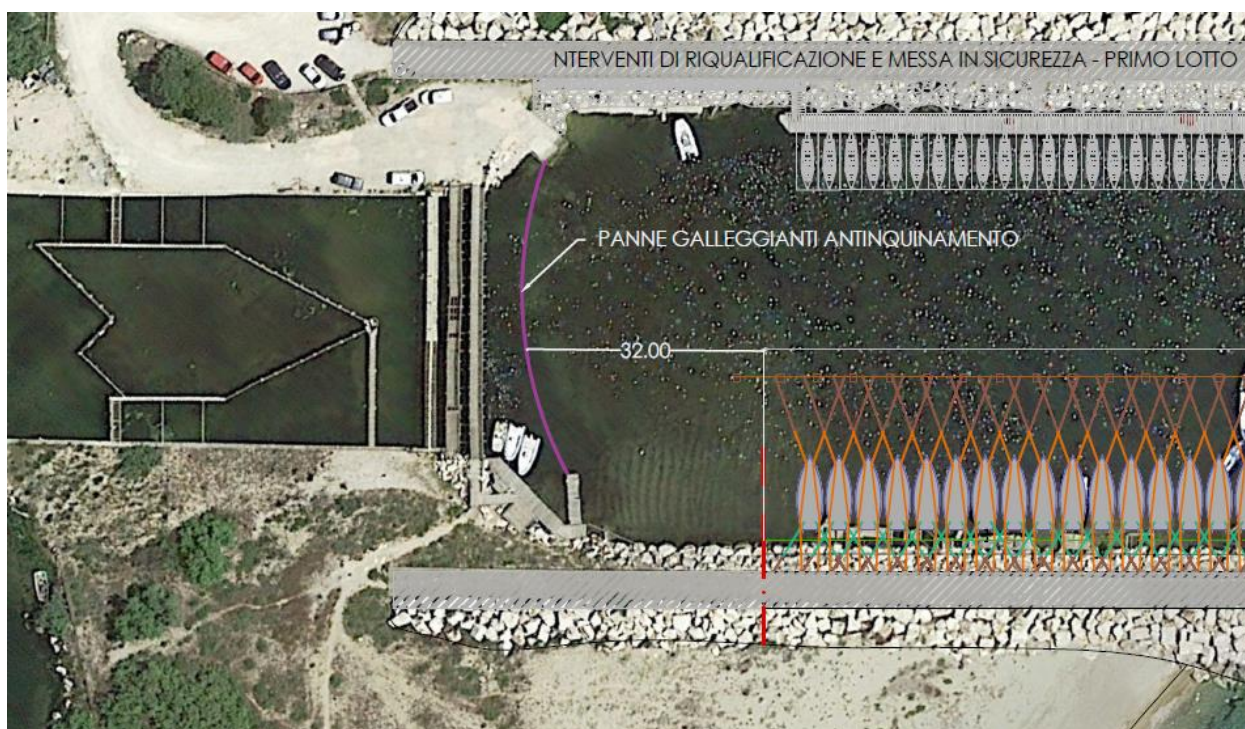


Figura 11 Installazione barriera marina galleggiante

### 6.2.2 Realizzazione isole di ormeggio

L'intervento prevede la realizzazione di due isole di ormeggio lungo i moli frangiflutti nord e sud delle bocche a mare Su Portu.

L'isola di ormeggio sarà disposta per imbarcazioni di lunghezza fino a m 10 ed è studiata per un *ormeggio di poppa*. Per la manovra di ormeggio ci si dovrà avvicinare alla banchina con la poppa della barca, da qui, con l'aiuto di attrezzatura consona (mezzo marinaio passacime), si recuperano le cime di poppa e le si assicurano alle bitte. Subito dopo si recuperano le trappe collegate al sistema catena/corpi morti da abbittare sulla prua.

Il sistema ormeggio sarà costituito da 4 golfari per posto barca connessi al muro paraonde. Ai golfari più esterni verranno collegate le catene  $\varnothing$  12 e le cime di poppa, mentre a quelli più interni verranno collegate le trappe e le catene ( $\varnothing$  12 -16) di prua, connesse a loro volta al sistema catena passante per tutti i corpi morti sul fondale. Si prevedono quindi cime di diametro ridotto che collegano le catene alla banchina al solo fine di aiutare l'armatore a recuperare la catena per completare il proprio sistema di ormeggio.

I sistemi di ormeggio delle imbarcazioni saranno costituiti da n. 19 corpi morti lato nord e n. 30 lato sud in c.a. delle dimensioni 2,20x2,20x0,30 cm da porre interrati di 20 cm sul fondale, (minimo -1.5 m sul l.m.m.) e non poggianti sul fondo. I corpi morti, dotati di golfari di diametro 30 mm su ogni lato, i golfari interni sono collegati fra loro da una catena madre DIN 763 di diametro 22 mm, dalla quale si dipartirà la trappa di ormeggio per le singole imbarcazioni.

Il sistema di corpi morti cui è collegata la catena madre sul golfare interno, sarà munito anche di catene di collegamento sempre diametro 22 tra i corpi morti degli ormeggi nord e sud con il passo di un collegamento ogni due corpi morti, come meglio rappresentato sullo schema di stesa delle catene madri, ed aventi esclusivamente il compito di catene di sicurezza in esubero ai calcoli di stabilità effettuati.

Detta trappa sarà rimossa alla fine della stagione estiva al fine di eliminare eventuali interferenze con la monta dei pesci e con eventuali materiali galleggianti che potrebbero fuoriuscire dallo stagno durante le piene.

L'attività di ormeggio sarà data in gestione a un'organizzazione esterna che si occuperà del servizio navetta diurno che permetterà ai diportisti di sbarcare dalla propria imbarcazione e raggiungere la banchina. Si rende comunque necessario, dato il numero di posti barca e i servizi previsti, la redazione di un **Piano di ormeggio** redatto dal comune e approvato dagli Enti competenti, per disciplinare le modalità di utilizzo e di gestione delle bocche a mare, anche ai fini della sicurezza della navigazione.

L'attività sarà assolutamente limitata al periodo estivo (giugno settembre) con esclusione assoluta dei mesi in cui le fasi di monta sono più delicate e copiose, che seppure se verificano sempre con la bassa marea, sono i mesi di marzo, aprile e maggio, periodi nei quali deve essere limitato al massimo l'utilizzo degli specchi acquei delle bocche a mare.

Altro periodo in cui è opportuno limitare l'utilizzo delle bocche a mare è la stagione invernale in quanto le imbarcazioni all'ormeggio peggiorerebbero le condizioni di deflusso ponendo quindi a rischio le imbarcazioni stesse che in caso di affondamento potrebbero costituire una probabile fonte di inquinamento. Durante i mesi invernali sono infatti più frequenti eventi atmosferici quali mareggiate, forti venti e piogge che potrebbero causare problemi alle imbarcazioni ormeggiate anche in considerazione del fatto che le bocche in oggetto, in modo particolare quella di Su Portu, fanno parte della foce del Cedrino e quindi soggette a portate idriche considerevoli.

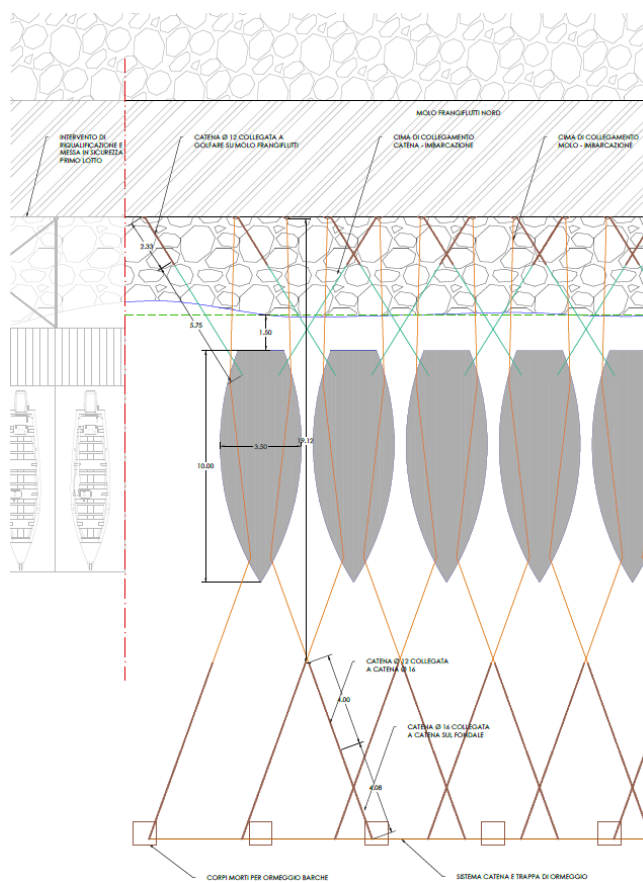


Figura 12 Schema progettuale Isola di Ormeggio

### 6.2.3 Dimensionamento dei sistemi di ormeggio

Il sistema di ormeggio, come riportato nello schema grafico, è progettato per accogliere al massimo n° 31 imbarcazioni di lunghezza massima 10 mt sul molo frangiflutti nord e n° 50 imbarcazioni sempre della solita lunghezza sul molo frangiflutti sud. Su entrambi i moli l'ormeggio delle imbarcazioni è previsto di poppa. Altre disposizioni, dovranno essere valutate dagli Enti competenti.

I corpi morti sono stati dimensionati in base a velocità del vento  $V_w$  fino a 33.33 m/sec (120 km/h) e la formula utilizzata è la seguente:

$$R_W = C_W \cdot C_1 \cdot p \cdot A_W = C_W \cdot C_1 \cdot p \cdot (A_{TW} \cdot \cos^2 \alpha + A_{LW} \cdot \sin^2 \alpha)$$

Equazione 1

Dove:

- $C_W$  è un fattore di forma adimensionale che varia tra 1 e 1.3 (in mancanza di studi su modello si adotta il valore di 1.3);
- $C_1$  è un fattore di raffica variabile tra 1.25 e 1.45 con l'accortezza di assumere valori inferiori per navi grandi (nel nostro caso si assume 1.45);
- $\alpha$  è l'angolo tra l'asse longitudinale della nave dalla poppa alla prua e la direzione del vento;

- $A_{lw}$  è l'area della superficie laterale della nave sottoposta all'azione del vento (non si hanno dati precisi a disposizione, si sono comunque considerati 20 mq per le imbarcazioni di L=10 mt);
- $A_{tw}$  è l'area della superficie trasversale della nave sottoposta all'azione del vento;
- $p$  è l'energia cinetica del vento che è pari a  $V_w^2/16000$  [ton/mq].

**Tabella 1 - Calcolo della forza del vento**

Fattore di forma adimensionale $C_w$ [-]	1.3
Fattore di raffica adimensionale $C_I$ [-]	1.45
Angolo $\alpha$	90°
Area superficiale laterale dell'imbarcazione $A_{lw}$	20 mq
Area superficiale trasversale dell'imbarcazione $A_{tw}$	0 mq
	33.33 m/s
	Velocità del vento massima $V_w$
Energia cinetica del vento $p = V_w^2/16000$	0.069 ton/mq
Azione del vento sulla prima imbarcazione $R_w$	2.32 ton

Per il dimensionamento oltre alla forza del vento è stata considerata la forza idrodinamica  $F_{idrodin}$  dovuta alla corrente; è stata utilizzata una velocità  $v_{corr}$  di quest'ultima pari a 0.8 m/s. Tale valore è stato possibile dedurlo dalle formule del moto uniforme:

$$v_{corr} = c \sqrt{R_i \cdot p}$$

Equazione 2

Dove:

- $c$  è il coefficiente di attrito in funzione del coefficiente di scabrosità di Kutter e del raggio idraulico
- $R_i$  [m] è il raggio idraulico in funzione dell'area del deflusso e del contorno bagnato
- $p$  è la pendenza che è stata assunta pari a 0.02%.

La formula per il calcolo della forza idrodinamica  $F_{idrodin}$  è la seguente:

$$F_{idrodin} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{acqua} \cdot C_f \cdot A \cdot v_{corr}^2$$

Equazione 3

Dove:

- $\gamma_{acqua}$  [kg/mc] è il peso specifico dell'acqua marina;
- $C_f$  [-] è il fattore di forma;
- $A$  [mq] è l'area investita;
- $v_{corr}$  [m/s] è la velocità media della corrente da moto uniforme.



**Tabella 2 - Calcolo della forza idrodinamica**

$\gamma_{acqua}$	1025 kg/mc
$V_{corr}$	0.8 m/s
<b>A</b>	3.2 mq
$C_f$	0.4
$F_{idrodin}$	419.84 N

E' stata successivamente calcolata una forza complessiva che tiene conto della forza del vento sulla prima imbarcazione che investe e la stessa forza al 50% sulle imbarcazioni oltre la prima, a ciò è stata aggiunta la forza della corrente. È stato poi applicato un coefficiente riduttivo di 0.7 alla forza del vento per considerare la non contemporaneità delle forze del vento e della corrente.

Per lo schema con l'ormeggio poppiero sul molo frangiflutti nord (v. **Tabella 3**) (31 barche di lunghezza massima di 10 metri) sono stati previsti 19 corpi morti posti con un interasse di 7 mt. E' stato ipotizzato che la forza esercitata dal vento sulle imbarcazioni, si ripartisca a metà tra i golfari e i corpi morti: complessivamente, è stato stimato che si ha una forza di trascinamento dei corpi morti pari a 20.23 ton contro una forza di resistenza data dall'attrito dei corpi morti con il fondo di circa 24.92 ton: poiché quest'ultima è maggiore della prima (24.92 > 20.23), la verifica può dirsi soddisfatta.

Per lo schema con l'ormeggio poppiero sul molo frangiflutti sud (v. **Tabella 4**) (50 barche di lunghezza massima di 10 metri) sono stati previsti 30 corpi morti posti con un interasse di 7 mt. E' stato ipotizzato che la forza esercitata dal vento sulle imbarcazioni, si ripartisca a metà tra i golfari e i corpi morti: complessivamente, è stato stimato che si ha una forza di trascinamento dei corpi morti pari a 32.70 ton contro una forza di resistenza data dall'attrito dei corpi morti con il fondo di circa 39.25 ton: poiché quest'ultima è maggiore della prima (39.25 > 32.70), la verifica può dirsi soddisfatta anche per il sistema di ormeggio del molo frangiflutto sud.

In relazione all'**assetto idraulico determinato dalla modifica apportata alla sezione tramite le opere in progetto**, si rimanda alle considerazioni riportate nello Studio di Compatibilità Idraulica allegato. In aggiunta a quanto riportato si sottolinea che appare da escludere un accumulo di materiali incoerenti in corrispondenza dei corpi morti in caso di eventi meteorici rilevanti che potrebbero verificarsi durante il periodo di attività diportistica, in quanto è stata attuata la procedura progettuale dell'interro di tali corpi morti, così come descritto nel successivo par. 6.2.5, riducendo così significativamente lo spessore al di sopra del fondale di tali elementi, che determinerebbero ostacoli al deflusso, ad una quota di 0,10 m. Inoltre è da considerare che durante la vita utile dei corpi morti, questi tendono naturalmente ad affondarsi per cedimento e stabilizzazione del sottofondo, riducendo così l'ostacolo a valori minimi se non nulli.

Inoltre, i materiali trasportabili dalla corrente in condizioni di eventi intensi verrebbero trattenuti dal corpo idrico a monte del molo costituito dallo stagno Petrosu, che opera una naturale funzione di laminazione e bacino di sedimentazione; come struttura di collegamento tra lo stagno e la bocca a mare sono presenti inoltre i lavorieri della peschiera, che determinerebbero il trattenimento dei materiali più grossolani. I restanti materiali fini che potrebbero essere trasportati dalla corrente non costituirebbero una cospicua riduzione della sezione di portata per sedimentazione sul fondo, tenuto conto che questi transiterebbero in sospensione, come anche testimoniato dal fatto che dalla costruzione delle bocche, non si sono mai verificate criticità significative di insabbiamento o riduzioni delle batimetrie.

**Tabella 3 - Calcoli Molo Nord**

N° imbarcazioni	<b>31</b>		
Coefficiente riduttivo	<b>0.7</b>		Per non contemporaneità vento e corrente
Forza complessiva	<b>42.33</b>	ton	Si considera forza al 50% oltre la prima
Forza complessiva sui corpi	<b>21.17</b>	ton	Si considera 50% forza su corpi morti e 50% sui golfari
Inclinazione catena	<b>15°</b>		
F <sub>x</sub>	<b>20.44</b>	ton	
F <sub>y</sub>	<b>5.48</b>	ton	
N° corpi morti	<b>19</b>		
massa corpo morto immerso	<b>2.178</b>	ton	Dimensioni = 2.2 · 2.2 · 0.3
R <sub>y,resistente</sub>	<b>35.55</b>	ton	Forza peso agente sul fondale detratta spinta di sollevamento
R <sub>x,resistente</sub>	<b>24.88</b>	ton	Forza resistente allo scorrimento
Lunghezza molo	<b>131.85</b>	m	
Interasse corpi	<b>7</b>	m	
N° corpi	<b>19</b>		
R <sub>x,resistente</sub>	<b>&gt;</b>	<b>F<sub>x</sub></b>	
	24.88	<b>&gt;</b>	20.44

**Tabella 4 - Calcoli Molo Sud**

N° imbarcazioni	<b>50</b>		
Coefficiente riduttivo	<b>0.7</b>		Per non contemporaneità vento e corrente
Forza complessiva	<b>67.71</b>	ton	Si considera forza al 50% oltre la prima
Forza complessiva sui corpi	<b>33.86</b>	ton	Si considera 50% forza su corpi morti e 50% sui golfari
Inclinazione catena	<b>15°</b>		
F <sub>x</sub>	<b>32.70</b>	ton	Forza complessiva su corpi morti di trascinamento
F <sub>y</sub>	<b>8.76</b>	ton	
N° corpi morti	<b>30</b>		
massa corpo morto immerso	<b>2.178</b>	ton	Dimensioni = 2.2 · 2.2 · 0.3
R <sub>y,resistente</sub>	<b>56.08</b>	ton	Forza peso agente sul fondale detratta spinta di sollevamento
R <sub>x,resistente</sub>	<b>39.25</b>	ton	Forza resistente allo scorrimento
Lunghezza molo	<b>208.39</b>	m	
Interasse corpi	<b>7</b>	m	
N° corpi	<b>30</b>		
R <sub>x,resistente</sub>	<b>&gt;</b>	<b>F<sub>x</sub></b>	
	39.25	<b>&gt;</b>	32.70



Infine, si sottolinea che l'infrastruttura all'interno della quale verranno realizzate le opere non costituisce di fatto una struttura portuale ma, di fatto, potrebbe essere assimilato ad un campo ormeggio.

#### **6.2.5 Sorbonatura per messa in opera dei corpi morti**

Il posizionamento dei corpi morti avverrà previa sorbonatura del fondale marino. La procedura si realizzerà secondo i seguenti passaggi: si provvederà all'imbrago dei corpi morti di dimensioni con catene posizionate in modo che il sollevamento sia inclinato di 45 gradi; seguirà l'appoggio sul fondo di solo un lato, tenendo in trazione il carico. Si procederà quindi all'esecuzione della sorbonatura del sedime sottostante con sorbona ad acqua operata con brandeggio dell'operatore che non comporti tassativamente il posizionamento degli arti superiori sotto il corpo morto. Il sedime verrà quindi aspirato fino alla profondità di - 20 cm e successivamente seguirà l'appoggio graduale posizionando il corpo morto in trazione con un'inclinazione decrescente fino al totale interro. L'ultima operazione coincide con il disinbrago del corpo morto.

Si stima che il volume di sedime da asportare sarà corrispondente ad un quota di 0.20 m per una superficie pari a quella dei singoli corpi morti, moltiplicato per il numero totale di questi e perciò pari a: **Volume totale** =  $2.2\text{ m} \cdot 2.2\text{ m} \cdot 0.2\text{ m} \cdot 49 = 47.4\text{ m}^3$ .

In merito alla gestione del sedime asportato si sottolinea che, per via della quantità limitata di materiale da movimentare, non si rende necessario dotare il progetto di specifiche batimetrie del fondale all'interno del molo. Per quanto riguarda la **gestione dei sedimenti marini** il caso in esame ricade all'interno della tipologia definita alla lettera f) dell'art. 2 del DM. 173 del 15/07/2016 (Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini) recante: *"spostamenti in ambito portuale: movimentazione dei sedimenti all'interno di strutture portuali per le attività di rimodellamento dei fondali al fine di garantire l'agibilità degli ormeggi, la sicurezza delle operazioni di accosto ovvero per il ripristino della navigabilità, con modalità che evitino una dispersione dei sedimenti al di fuori del sito di intervento"*; come specificato nell'art. 1, comma 2, il *"regolamento non si applica: a) agli spostamenti in ambito portuale e alle operazioni di ripristino degli arenili, così come definite all'articolo 2"*; per tale ragione non è prevista la caratterizzazione dei sedimenti escavati. Inoltre non si ricade neanche nelle specifiche di cui all'art. 3.4 *"Movimentazione di sedimenti portuali in aree contigue"* in quanto tale articolo riguarda *"Le movimentazioni di sedimenti portuali, diversi dagli spostamenti in ambito portuale di cui all'art. 2, lettera f)"*, perciò non appare necessario effettuare neanche le analisi per la caratterizzazione ecotossicologica. Si considera comunque che tali sedimenti movimentati potranno essere depositati in aderenza rispetto alla scogliera esistente, da entrambi i lati del molo.

## **7. REQUISITI DEL PROGETTO ED APPROFONDIMENTI NECESSARI**

Il grado di approfondimento degli studi di settore ambientali, paesaggistici, tecnici sin qui affrontati per la redazione del progetto definitivo, ha permesso un discreto grado di approfondimento conoscitivo per l'individuazione, sia nella composizione spaziale che tecnica, degli interventi progettuali proposti. Rispetto alla fase di fattibilità tecnica economica precedente si è affrontato l'aspetto dei possibili impatti di carattere ambientale e paesaggistico, riportato all'interno delle relazioni 1.3 Studio di prefattibilità ambientale e 1.5 Relazione paesaggistica.

### 8. CRONOPROGRAMMA DELLE PROCEDURE E DEGLI INTERVENTI

	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12
Conferenza dei servizi decisoria e approvazione progetto definitivo												
Redazione e approvazione Progetto esecutivo												
Procedura di Appalto dei Lavori												
Consegna ed Esecuzione Lavori												

## 9. QUADRO ECONOMICO

<b>"Intervento di riqualificazione e messa in sicurezza della bocca a mare Su Portu nella Marina di Orosei"</b>			
	<b>LAVORI</b>	<b>PARZIALI</b>	<b>TOTALI</b>
<b>Lavori a Misura:</b>			
	Opere marittime	€ 156.855,00	
	Importo totale lavori		€158.400,46
	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribassi (PSC)		€ 7.920,02
<b>A</b>	<b>Totale lavori + costi sicurezza</b>		<b>€166.320,48</b>
<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE</b>			
		<b>PARZIALI</b>	<b>TOTALI</b>
<b>Spese tecniche e studi specialistici</b>			
	Progettazione, studi specialistici, DL, sicurezza	€ 29.000,00	
	Cassa CNPAIA ed EPAP 4%	€ 1.160,00	
<b>B</b>	<b>TOTALE SPESE TECNICHE</b>		<b>€ 30.160,00</b>
<b>Spese generali</b>			
<b>C</b>	Imprevisti ed eventuali accordi bonari (esclusa IVA)	€ 6.047,28	
	Corrispettivi e incentivi alla progettazione inclusa quota C.U.C. (80% del 2%)*	€ 2.661,13	
	Corrispettivi e incentivi alla progettazione - fondo innovazione (20% del 2%)**	€ 0,00	
	Spese per commissioni giudicatrici	€ 0,00	
	Spese pubblicità bandi di gara	€ 0,00	
	Contributo AVCP stazione appaltante (gara progettazione e gara lavori)	€ 255,00	
<b>D</b>	Rilievi, diagnosi iniziali, accertamenti e indagini geognostiche	€ 0,00	
<b>E</b>	monitoraggio ambientale	€ 0,00	
	<b>Totale spese generali</b>		<b>€ 8.963,41</b>
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>		<b>€ 39.123,41</b>
<b>Sommano</b>		<b>€ 205.443,89</b>	
<b>I.V.A.</b>			
	IVA su A - lavori (22%)	€ 36.590,51	
	IVA su B - spese tecniche (22%)	€ 6.635,20	
	IVA su C - imprevisti (22%)	€ 1.330,40	
	IVA su D (22%)	€ 0,00	
	IVA su E (22%)	€ 0,00	
	<b>SOMMA IVA</b>		<b>€ 44.556,11</b>
	<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>		<b>€ 250.000,00</b>

\* somme a destinazione vincolata erogabili ai sensi dell'art. 113 comma 3 d.lgs. 50/2016

\*\* somme a destinazione vincolata non erogabili ai sensi dell'art. 113 comma 4 d.lgs. 50/2016