



COMUNE DI LOIRI PORTO SAN PAOLO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA/DEFINITIVO PER IL NUOVO ASSETTO DI PORTISTICO DEL LUNGOMARE DI PORTO SAN PAOLO

ELABORATO:

TITOLO:

D

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

RIF. ELABORATO: 21-018

REVISIONI	DATA	OGGETTO	
	00	26-09-2022	
	01		
	02		
	03		

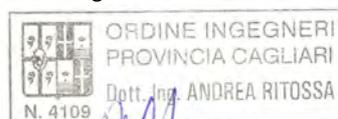
RED.: FP VER.: AR APPR.: AR

PROGETTISTI:

ING. ANDREA RITOSSA S.R.L.



Ing. Andrea RITOSSA



[Handwritten signature]

COMMITTENTE:

COMUNE DI LOIRI PORTO SAN PAOLO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. SIMONA LEPORI



Il presente, o parte di esso, non può essere riprodotto in alcuna forma, in alcun modo e per nessuno scopo, senza autorizzazione.
Ogni infrazione sarà perseguita a termini di legge.

Sommario

Premessa	1
1 Descrizione del progetto	3
1.1 Durata e modalità realizzative	13
1.2 Cumulo con altri progetti esistenti	14
2 Localizzazione dell'intervento, definizione del contesto paesaggistico e situazione vincolistica	15
2.1 Descrizione della zona speciale di conservazione ZSC - SIC ITB010010 "Isole Tavolara, Molaro e Molarotto"	19
2.1.1 Caratteristiche generali del sito	19
2.1.2 Analisi degli habitat prioritari presenti nel sito di interesse	25
2.1.3 Analisi della fauna e flora	27
2.2 Verifica di compatibilità con il Piano Paesaggistico Regionale	28
2.2.1 Assetto ambientale	30
2.2.2 Assetto insediativo	30
2.3 Aree sottoposte a vincolo idrogeologico (R.D. 3267/1923)	30
2.4 Piano Assetto Idrogeologico (PAI)	31
2.5 Beni storico-artistici-archeologico	31
2.6 Piano Urbanistico Comunale.....	32
3 Le alternative progettuali	33
4 Analisi dello stato attuale delle componenti dell'ambiente potenzialmente interessati dagli impatti ..	37
4.1 Suolo	37
4.2 Ambiente marino e idrico.....	39
4.3 Atmosfera e Qualità dell'aria	39
4.4 Biodiversità	42
5 Significatività degli effetti delle opere e attività sugli aspetti ambientali	43
5.1 Suolo	43
5.2 Atmosfera.....	43
5.3 Ambiente idrico.....	46
5.4 Aree protette	47
5.5 Paesaggio.....	47

5.6	Uso delle risorse naturali e produzione di rifiuti	47
5.6.1	Consumo di suolo	47
5.6.2	Consumo di acqua	49
5.6.3	Produzione di rifiuti	49
5.6.4	Terre e rocce da scavo - sedimenti	49
5.6.5	Rischi per la salute umana	49
6	Piano di monitoraggio	49
6.1	Monitoraggio morfo batimetrico	50

Premessa

Il presente studio è stato redatto secondo le indicazioni di cui all'Art 22 del d.Lgs 3 aprile 2006, n. 152.

I capitoli che compongono la presente relazione sono stati organizzati coerentemente allo schema riportato all'Allegato VII alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006 relativo ai contenuti dello Studio di Impatto Ambientale.

Il presente studio ha lo scopo di definire quelli che potrebbero essere gli effetti ambientali a seguito della realizzazione dell'approdo per la nautica da diporto previsto nel Comune di Loiri Porto San Paolo.

Il progetto è stato finanziato mediante il Programma Regionale di Sviluppo FSC 2014-2020 approvato dal Consiglio Regionale con Risoluzione n. 6/5 del 24.2.2015 che prevede nell'ambito delle sue strategie, la Strategia 5.8 "Programmazione Territoriale". Con delibera n. 5 del 29/05/2018, la Comunità Montana del Monte Acuto in associazione con l'Unione di Comuni Riviera di Gallura e il Comune di Golfo Aranci, sono stati riconosciuti come Soggetto Attuatore Unico, venendogli conferita la delega per la fase attuativa del Progetto di Sviluppo Territoriale "Monte Acuto-Riviera di Gallura, Territori di eccellenza della Sardegna", assegnando al Comune di Loiri Porto San Paolo la Sub Azione 17.02.2 PT-CRP-17/INT-16 "Valorizzazione e miglioramento della fruizione delle coste e delle aree protette" dell'importo di 1.285.000 euro per interventi di portualità sostenibile, che mira a migliorare l'attrattività e la competitività del territorio attraverso lo sviluppo di un sistema turistico integrato basato sulla valorizzazione delle risorse culturali e ambientali mettendo in connessione la costa e l'interno e favorendo la promozione integrata del territorio, la rivitalizzazione del tessuto economico e imprenditoriale locale ed il potenziamento dei servizi nell'ottica di migliorare la qualità della vita ed il benessere delle persone.

Il turismo costituisce per tale comune la base dell'economia ed è sempre più in forte espansione risentendo dell'effetto trainante della Costa Smeralda, della presenza dell'Area Marina Protetta di Tavolara e, per quanto attiene ai trasporti, della vicinanza dell'aeroporto e del porto di Olbia.

Nel centro urbano costiero si registra costantemente la crescita dell'offerta ricettiva e di servizi rivolti ad una pressante domanda turistica anche di tipo ambientale.

In tale contesto la realizzazione dell'approdo per la nautica da diporto potrebbe costituire una componente fondamentale per l'economia della zona, creando col centro abitato, una stretta relazione che avrebbe la sua massima efficacia se potesse superare il condizionamento della stagionalità ed essere presente in tutte le stagioni dell'anno.

L'intervento previsto è inquadrabile nella fattispecie di cui al punto f) *porti con funzione turistica e da diporto, quando lo specchio d'acqua è inferiore o uguale a 10 ettari, le aree esterne interessate non superano i 5 ettari e i moli sono di lunghezza inferiore o uguale a 500 metri* dell'allegato II-bis e IV alla

parte seconda del decreto 152/2006, e ricade all'interno dell'area marina protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo e deve essere sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto ambientale ai sensi dell'art. 6 comma 7 del succitato decreto. Ai sensi dell'art.10 comma 3 del medesimo Decreto, lo Studio di Impatto Ambientale dovrà contenere anche gli elementi per lo svolgimento della procedura di Incidenza Ambientale di cui all'articolo 5 del decreto n. 357 del 1997.

1 Descrizione del progetto

Allo stato attuale la struttura più importante per l'ormeggio delle imbarcazioni è costituita da un molo in pietrame della lunghezza di circa 40 metri protetto sul lato esterno da una scogliera aderente in massi naturali e sul lato interno, a parete verticale, ormeggiano le imbarcazioni impiegate per il collegamento con la base militare installata sull'Isola di Tavolara e quelle che esercitano l'attività commerciale di collegamento ai fini turistici con le isole e i siti più suggestivi della costa.

Le suddette attività attualmente hanno caratteristiche di saltuarietà e potrebbero essere consentite durante tutto il corso dell'anno.

Con spiccate caratteristiche di stagionalità, nel sito di interesse, sono presenti tre pontili galleggianti radicati a riva su banchine in calcestruzzo che hanno dato luogo ad un ambito marittimo che interessa circa 200 m della costa, all'interno del quale si è sviluppata l'attività del diporto nautico consolidatosi nel tempo con la relativa destinazione d'uso del sito.

Più a Nord, radicati su una banchina di riva sempre in calcestruzzo, si dipartono tre pontili galleggianti in concessione demaniale ad un privato.

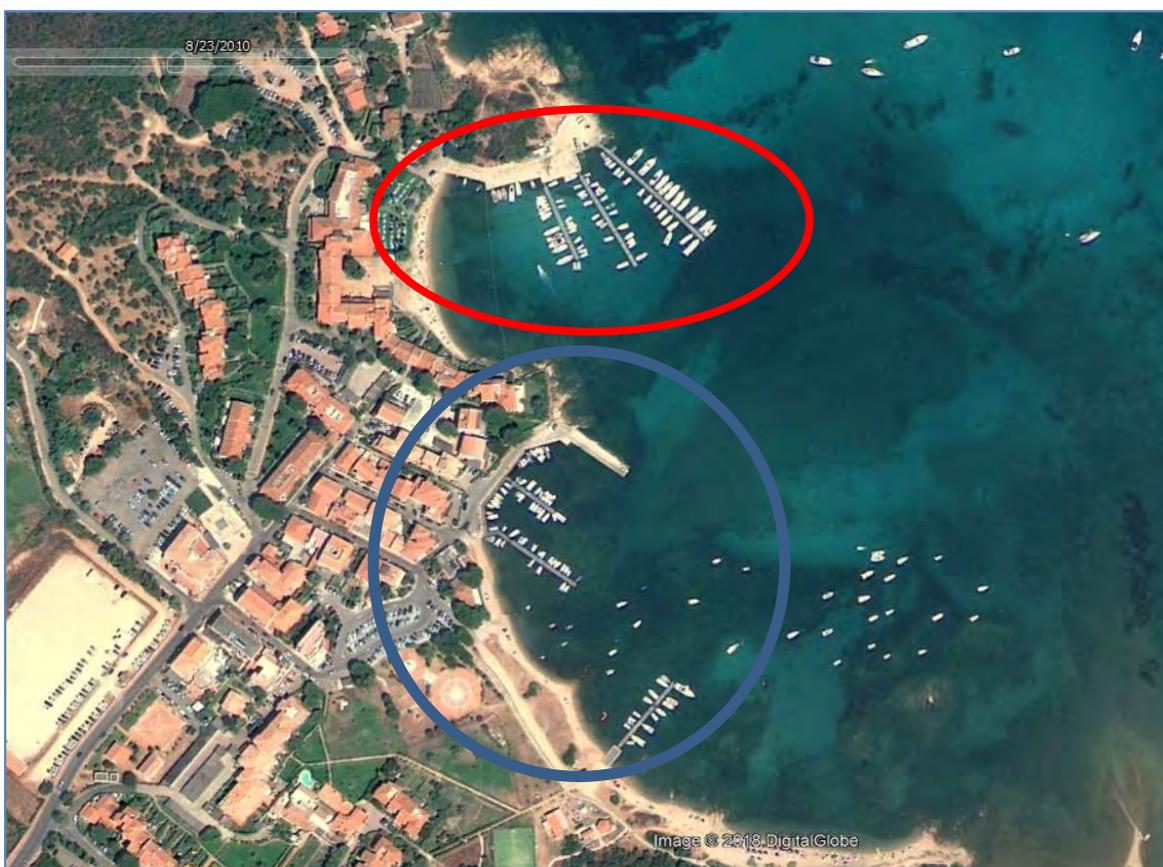


Figura 1 Inquadramento porto San Paolo - In rosso i pontili in concessione privata. In blu la concessione demaniale comunale nella quale si intende intervenire

È chiaro come tali attività si svolgano in condizioni di estrema precarietà per il pesante condizionamento dovuto alle traversie marittime provenienti dal 1° e 2° quadrante (grecale – levante – scirocco) che investono il paraggio di nostro interesse, non solo nella stagione invernale ma anche saltuariamente durante l'estate, costringendo i concessionari dei pontili a continui interventi per affrontare il variare delle situazioni meteoriche e garantire la sicurezza delle imbarcazioni ormeggiate al fine di evitare incidenti che potrebbero avere anche conseguenze di tipo ambientale. A ciò si aggiunge il costo per lo smontaggio e il rimontaggio dei pontili alla fine della stagione estiva ed all'inizio di quella successiva.

In tale contesto appare chiaro come le iniziative, pur coraggiose, non siano in grado di garantire i ritorni che il diporto nautico può e deve fornire, sia in termini diretti che indotti, ma si debbano limitare ad una stentata remunerazione per i concessionari e per le poche unità lavorative stagionali.

Il progetto che si presenta, si pone l'obiettivo di superare tale situazione e configurare la proposta di un approdo per la nautica da diporto in grado di garantire tale attività per tutto il corso dell'anno in situazione di sicurezza delle imbarcazioni ed al contempo generare una serie di indotti economici che si ripercuotano positivamente sull'immediato territorio.

Come riportato in premessa il turismo costituisce per il comune di Loiri San Paolo la base dell'economia e in tale contesto il diporto nautico potrebbe costituire una componente fondamentale per l'economia della zona.

Il progetto previsto consiste pertanto in una serie di interventi finalizzati alla realizzazione di un vero e proprio approdo volto a costituire una componente fondamentale per l'economia della zona.

Gli interventi in progetto consistono in:

- Allungamento del molo esistente, mediante un banchinamento costituito da blocchi in calcestruzzo imbasati su scanno in pietrame, come l'esistente;
- Rifiorimento della scogliera del molo esistente e pavimentazione dello stesso in continuità architettonica con il prolungamento;
- Realizzazione di un nuovo pontile in legno su pali lungo 76 metri;
- Allungamento del pontile galleggiante esistente con altri 3 moduli galleggianti;
- Realizzazione di un antemurale banchinato in massi da 1 a 3 t per proteggere gli specchi acquei portuali;

Con il finanziamento attualmente a disposizione della Stazione Appaltante non è possibile realizzare tutti gli interventi che permetterebbero di completare l'intero intervento. Tra gli interventi non realizzabili con il finanziamento sopra citato, rientrano la realizzazione degli impianti di servizio alle imbarcazioni, per i quali attualmente è prevista la sola predisposizione e l'aumento dell'offerta di posti barca mediante

l'allungamento del pontile galleggiante e la realizzazione del banchinamento dell'antemurale.

Il banchinamento, del tipo a gravità, consentirebbe l'ormeggio stagionale di ulteriori 28 imbarcazioni e l'allungamento del pontile galleggiante l'ormeggio fisso di 20 imbarcazioni.

Le lavorazioni di cui sopra pertanto, e prioritariamente quelle relative agli impianti, potranno essere realizzate con le economie di gara o mediante il reperimento di ulteriori somme da parte dell'Amministrazione.

Si segnala come l'utilizzo dell'antemurale per l'incremento del numero di posti barca costituisca un vantaggio in termini ambientali in quanto si andrebbe a soddisfare una domanda senza l'utilizzo di ulteriori porzioni di fondale.

Nel presente Studio si riporta l'analisi dell'intero progetto generale comprendente anche le opere non realizzabili con il finanziamento attualmente disponibile, come riportate nella planimetria sottostante.

Per gli approfondimenti e le specifiche sul dimensionamento delle opere si rimanda agli elaborati specialistici riportati nell'elenco elaborati del presente progetto.

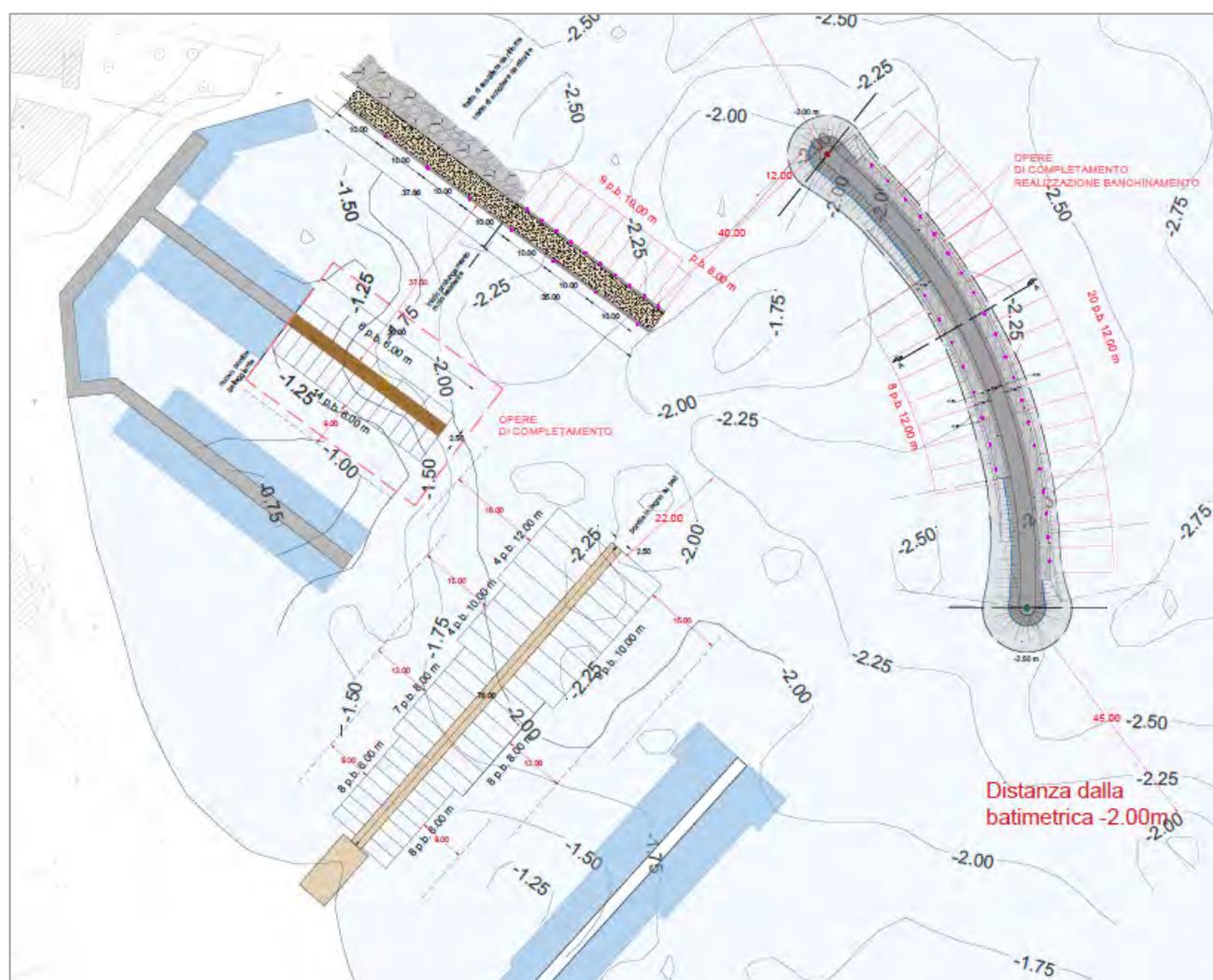


Figure 2 Planimetria generale di progetto

Al capitolo 3 viene riportata un'analisi comparativa tra tre alternative progettuali, una relativa all'opzione zero, una alla realizzazione di un porto turistico dotato di opere foranee di tipo fisso e banchinamenti interni, e una di tipo leggero in cui ricade la proposta sopra riportata, costituita da strutture fisse ma che consentono una sostanziale invarianza delle caratteristiche ambientali del sito pur consentendo di ampliare l'offerta di posti barca ed ottimizzare l'utilizzo di quelli esistenti.

E' importante evidenziare come tutte le opere previste in progetto si articolino strettamente nell'ambito marittimo già coinvolto nell'attività del diporto nautico con l'ovvia impossibilità di poter consentire al suo interno attività alternative.

Gli interventi riguardano pertanto fondamentalmente la rimodulazione delle strutture esistenti, tutto il tratto di costa interessato dall'intervento viene lasciato allo stato naturale, oltre l'ultimo pontile esistente la spiaggia, con destinazione esclusiva alla balneazione, si sviluppa per circa 200 metri.

1° intervento. Prolungamento per circa 35 metri dell'esistente banchina a gravità a servizio dei collegamenti con la base militare di Tavolara.



Figura 3 Stralcio planimetria prolungamento molo esistente

Avendo funzioni fondamentali di protezione del sito dalle traversie del 1° quadrante è stata necessariamente adottata una struttura a gravità imbasata su uno scanno di base in pietrame del peso da 5-50 kg.

Sul piano di posa del blocco in cemento verranno opportunamente disposti massi naturali del peso da 500 kg a 1000 kg in modo da smorzare l'effetto dell'onda incidente e consentire una parziale filtrazione del moto ondoso tale da garantire una costante vivificazione delle acque interne.

La sovrastruttura è costituita fundamentalmente da un solettone in cemento armato dello spessore di 40 cm, poggiante su setti trasversali con testate in pietra. Il solettone si prevede una pavimentazione in calcestruzzo architettonico e il posizionamento di due bottazzi laterali in legno di rovere. Nello spessore del solettone verranno inseriti tre cavidotti per poter consentire il passaggio delle principali linee di servizio. In progetto è previsto anche lo spostamento del fanale verde di segnalazione della testata del molo (già presente nell'attuale testata) in corrispondenza della testata del prolungamento del molo.

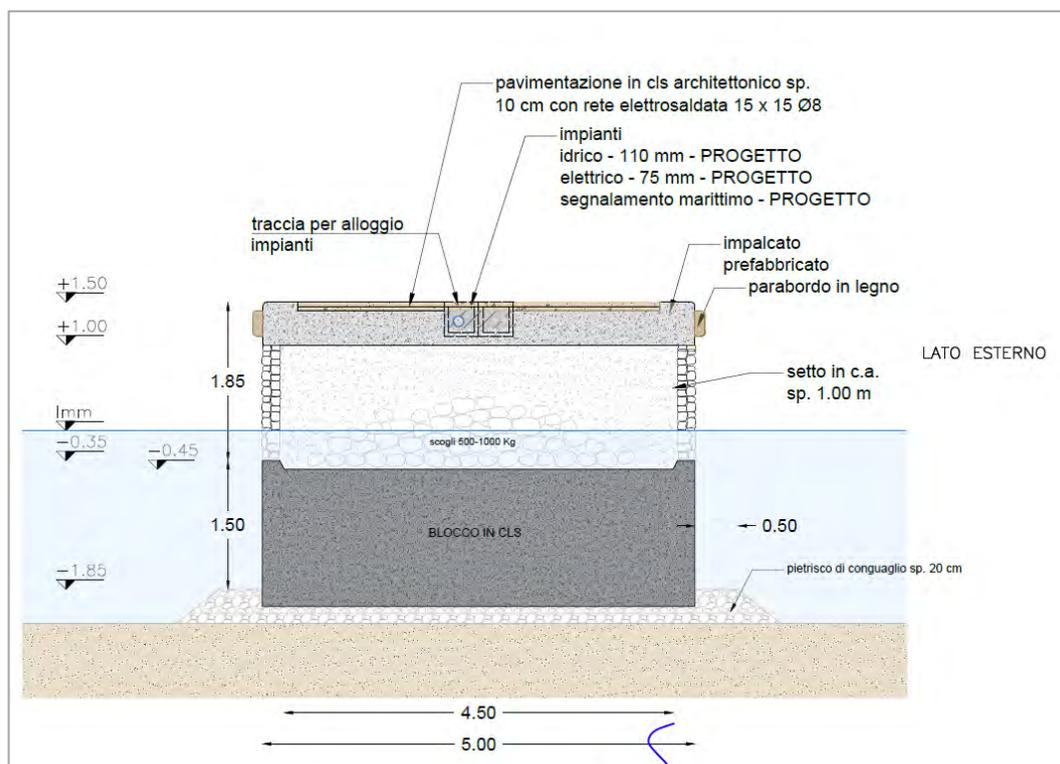


Figura 4 Sezione tipologica prolungamento molo esistente

L'intervento si completa con delle opere di messa in sicurezza del molo esistente mediante il rifiorimento della scogliera con dei massi da 1-3 ton da posizionare al di sopra dei blocchi esistenti e alcuni interventi da effettuare su alcuni sgrottamenti e giunti che necessitano di essere sigillati.

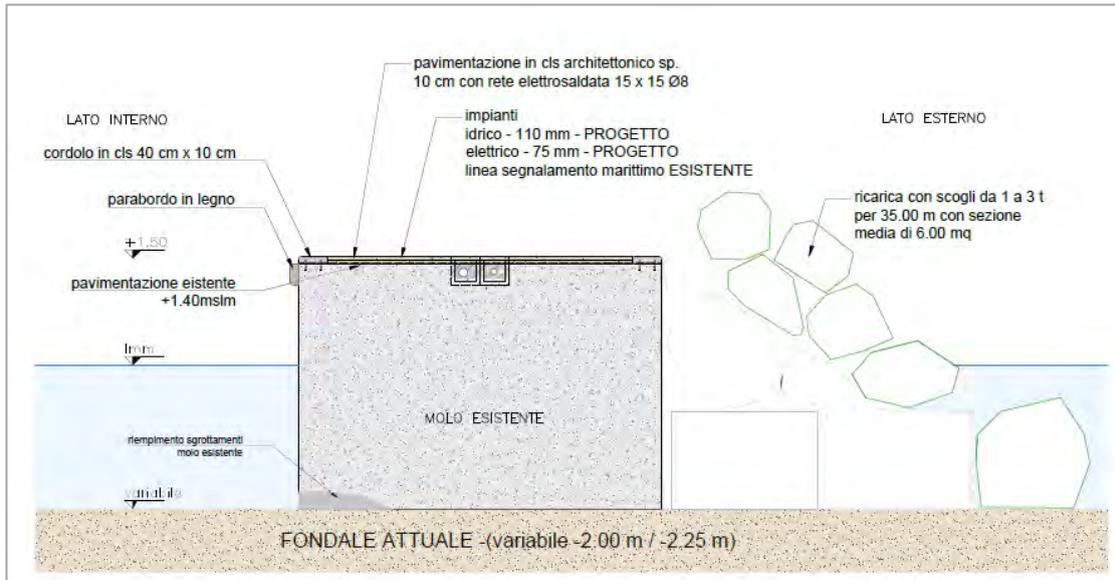


Figura 5 Intervento di rifiorimento scogliera e riempimento agrottamenti molo esistente



Figure 6 Foto dello stato attuale scogliera da rifiorire e giunto tipo da ripristinare

II° intervento. Proseguendo verso l'interno del bacino si prevede il prolungamento dell'esistente pontile galleggiante per circa 36 metri.

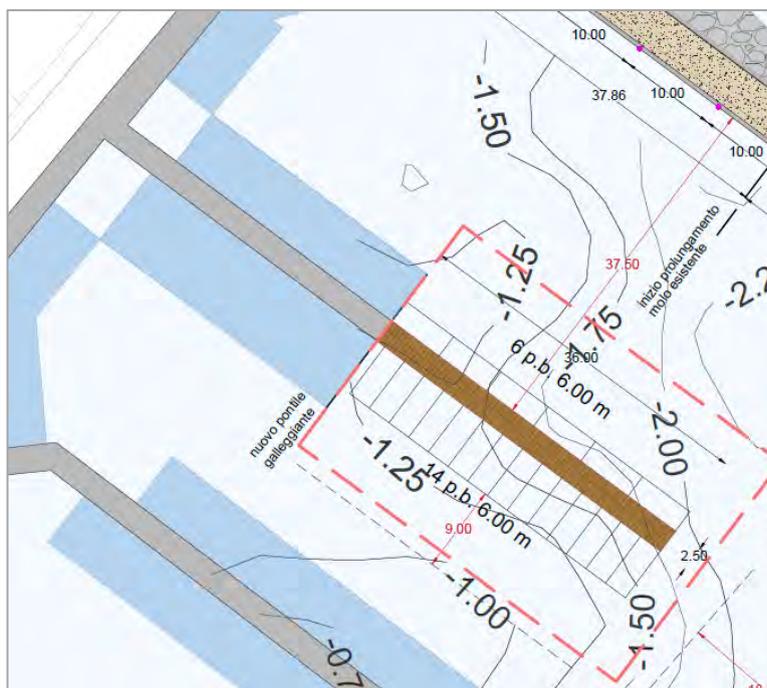


Figura 7 Stralcio planimetrico prolungamento pontile galleggiante

Il prolungamento del pontile esistente verrà realizzato con elementi galleggianti costituiti da elementi modulari a galleggiamento discontinuo, della lunghezza non inferiore a m 8.00 e della larghezza complessiva non inferiore a m 2.35.



Figura 8 Prospetto modulo tipo pontile galleggiante

Tali pontili sono costituiti da un robusto telaio in profilato d'acciaio saldati, zincati a caldo e successivamente trattati con due mani di vernice epossido-bituminose. Gli elementi saranno sostenuti da una serie di cassoni galleggianti in calcestruzzo solfatorestante incrementato con fibre di polipropilene e armato con reti di nylon e barre in acciaio inox, con nucleo di polistirolo espanso a cellula chiusa di dimensioni e quantità tali da permettere un sovraccarico di 400 kg/m², un dislocamento non inferiore a 680 kg/m ed un bordo libero, a pontile scarico, non inferiore a cm 75. Il piano di calpestio sarà previsto in doghe di legno esotico pregiato, così come i parabordi laterali. È prevista inoltre la realizzazione di due canalette laterali di alloggiamento degli impianti. Il prolungamento del pontile permetterà l'ormeggio fisso di ulteriori 20 imbarcazioni.

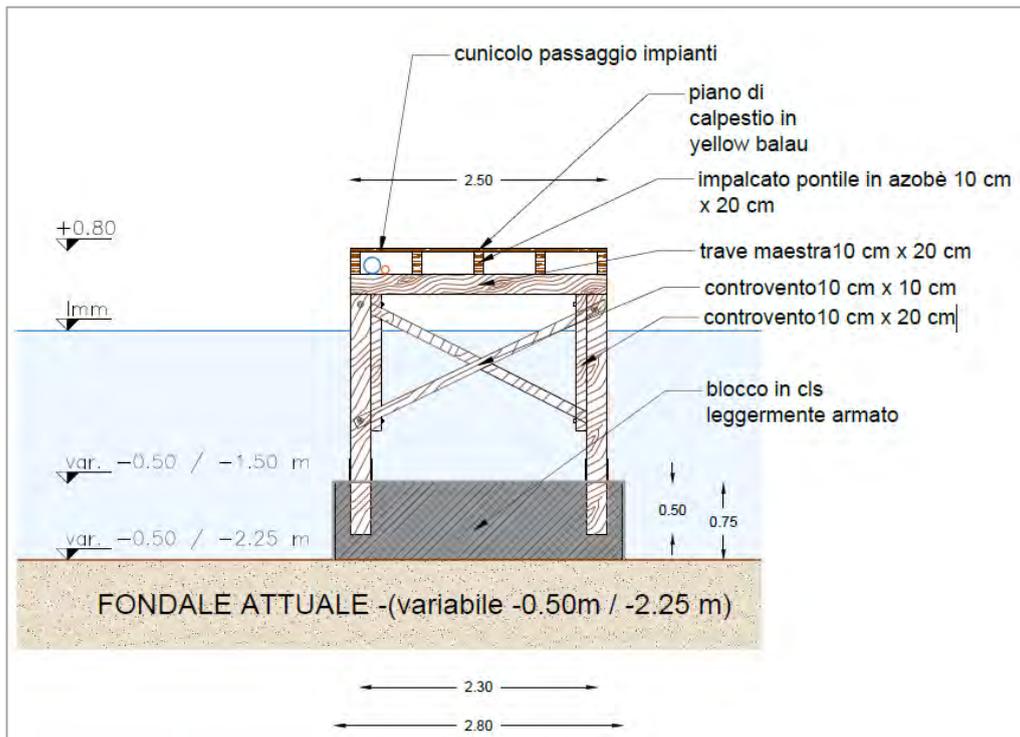


Figura 10 Sezione tipologica pontile in legno

IV° intervento. L'opera è costituita da una scogliera in massi naturali del peso da 1000÷3000 kg della lunghezza di circa 105 metri di forma leggermente arcuata con quota dell'estradosso a +1.00 m sul l.m.m., larghezza dello stesso pari a 3.00 m e pendenza delle scarpate con rapporto 1/1. Tale struttura, prevista nel progetto in appalto del tipo non attraccabile, unitamente al prolungamento dell'attuale molo consentirà, come evidenziato dall'allegato studio meteomarinario, il ridosso dell'approdo anche rispetto alle traversie della stagione invernale.

Al di sotto della scogliera, il fondale sabbioso su substrato granitico presente, garantirà la resistenza alle sollecitazioni che l'antemurale è in grado di trasmettere.

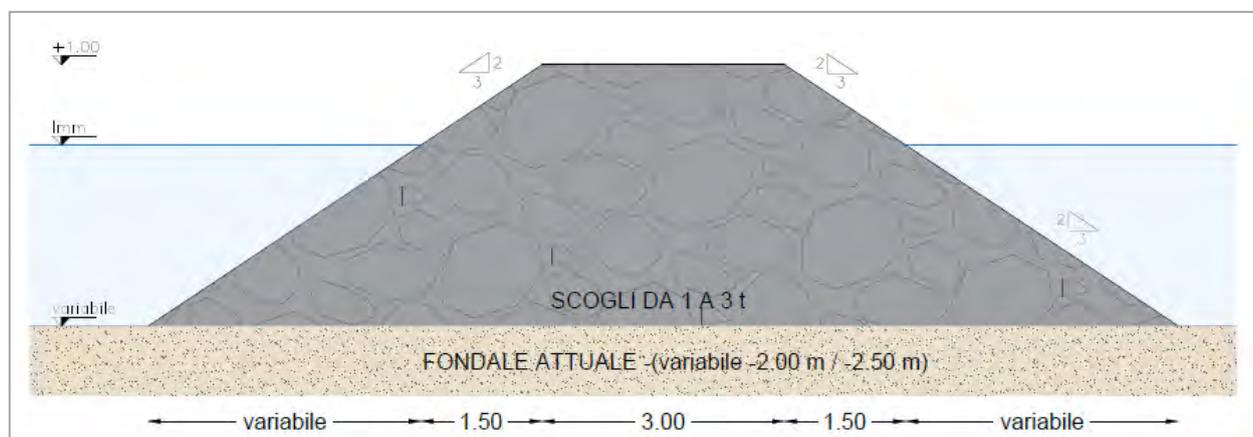


Figura 11 Sezione tipologica antemurale senza banchinamento

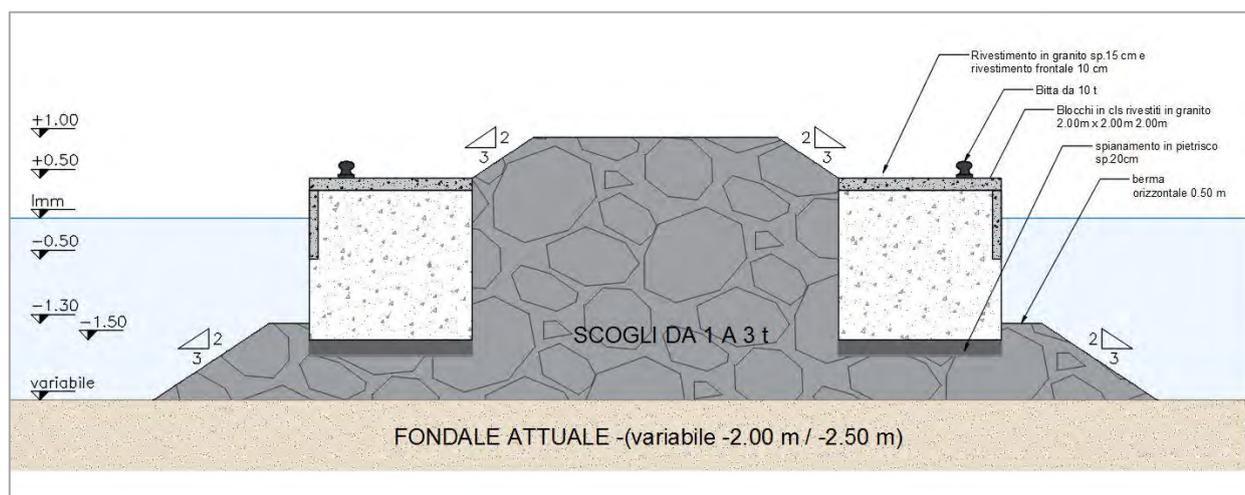


Figura 12 Sezione tipologica antemurale con banchinamenti

Il banchinamento dell'antemurale oltre a determinare l'incremento del numero di posti barca, pari a 28, costituisce un vantaggio in termini ambientali in quanto si andrebbe a soddisfare una domanda senza l'utilizzo di ulteriori porzioni di fondale.

In progetto è prevista inoltre la collocazione di due nuovi fanali in corrispondenza delle testate dell'antemurale. I segnalamenti luminosi avranno caratteristiche conformi alle normative vigenti, da sottoporre in fase esecutiva all'approvazione del Comando Marifari.

Il complesso delle opere previste nel progetto generale consentirà l'ormeggio di 106 imbarcazioni delle quali 68 potranno godere di un ormeggio stabile per tutto il corso dell'anno mentre per 38 viene considerato l'ormeggio come stagionale, quest'ultimo è previsto sul lato esterno del prolungamento del molo in muratura e nell'antemurale. Considerazioni prudenziali di sicurezza inducono a tale soluzione.

Sul lato interno del prolungamento del molo in muratura potrebbero trovare ormeggio le imbarcazioni da pesca, altra risorsa tradizionale del territorio, dedite, nella stagione estiva, anche alle attività di ittiturismo. Nel complesso la nuova offerta di posti barca risulta articolata secondo una flotta tipo fortemente cumulata attorno alla dimensione dei 10.00 m l.f.t., valore che individua la categoria dei natanti e che appare il più idoneo a soddisfare le caratteristiche della domanda che può essere generata dall'approdo in progetto.

In un bilancio complessivo a tale numero deve essere aggiunto quello relativo all'attuale offerta di posti barca valutabile in circa 120 imbarcazioni di misura variabile tra i 4.00 m e i 10.00 m, decisamente cumulato verso i valori più bassi di tale fascia di utenza. Nel complesso durante la stagione estiva potrà trovare ormeggio nell'approdo di Porto San Paolo un numero di imbarcazioni oltre a 200 unità, valore che appare ben calibrato sulla dimensione e le caratteristiche del territorio di immediata gravitazione e che potrebbe arrivare ad oltre 200 unità se si rende attraccabile anche l'antemurale.

Il numero delle imbarcazioni previsto sarà infatti in grado di generare sulla borgata e nelle zone immediatamente adiacenti un indotto positivo in termini di richiesta di servizi cui le strutture a terra devono

essere in grado di rispondere in termini efficienti.

Nel caso in questione il rapporto tra domande e offerta appare corretto e il diportista, soprattutto quello in transito, potrà trovare immediatamente a tergo della struttura portuale soddisfacimento alle sue richieste. Ovviamente tale rapporto andrà rafforzandosi nel tempo consolidando il più efficiente equilibrio tra domanda e offerta.

A completamento dell'intervento, saranno collocate bitte in ghisa sferoidale ed arredi di banchina quali anelloni d'ormeggio e parabordi.

1.1 Durata e modalità realizzative

Il tempo di realizzazione previsto per le opere in progetto è pari a 210 giorni, comprensivi dei tempi di allestimento e smobilitazione cantiere. Si rinvia per i dettagli al cronoprogramma.

In relazione agli interventi previsti, le fasi lavorative sono state organizzate secondo le seguenti modalità:

- Accantieramento nel parcheggio comunale limitrofo all'area portuale – 1 settimana;
- Realizzazione antemurale
 - Gli scogli per la realizzazione dell'antemurale saranno approvvigionati da una delle numerose cave di granito della Gallura. Il trasporto dei massi fino al sito di destinazione avverrà via mare mediante idoneo pontone che verrà caricato presso il porto industriale di Olbia nell'area già adibita a tale attività. Il pontone una volta giunto nel punto di destinazione provvederà al posizionamento dei massi secondo le sagome di progetto. Il pontone dovrà avere pescaggio a pieno carico pari a circa 1,5 metri e pertanto, considerando la portata dei mezzi di tali dimensioni, potrà trasportare circa 400 tonnellate di scogli ogni viaggio. Considerando che il pontone potrà eseguire un viaggio al giorno compreso lo scarico, il tempo strettamente necessario all'esecuzione dei lavori è pari a circa 18 giorni; considerando le soste per cause meteo si ritiene che le lavorazioni potranno avere una durata massima di 45 giorni naturali e consecutivi.
- Realizzazione del prolungamento del molo esistente.
 - Il pontone di cui sopra con ulteriori due viaggi potrà eseguire il rifiorimento della scogliera esistente e predisporre lo scanno di imbasamento del prolungamento del pontile. Una volta predisposto lo scanno si potrà procedere mediante getti in paratia alla realizzazione dei blocchi di calcestruzzo costituenti la base del pontile andando a completare la sovrastruttura (setti e solette) per consentire l'esecuzione dei lavori in avanzamento. Con il pontone saranno riempite le celle antirisacca. Per la realizzazione del pontile si opererà da terra con un'idonea gru in grado di movimentare i casseri, l'utilizzo di betoniere e pompe per il calcestruzzo e barca di appoggio con sommozzatori.

Una volta ultimata la struttura si procederà con la realizzazione delle finiture.

Il tempo necessario per la realizzazione delle lavorazioni è pari a 90 giorni naturali e consecutivi.

- Realizzazione di pontile su pali

- La prima fase di realizzazione riguarda il posizionamento dei plinti del pontile che saranno prefabbricati nell'area di cantiere e trasportati con autocarro munito di gru presso il molo esistente; una volta scaricati a bordo banchina potranno essere trasferiti sul luogo di posa mediante un piccolo pontone o con palloni idrostatici.

Una volta posizionati i basamenti si potrà procedere con avvicinamento delle strutture in legno con le medesime modalità di cui sopra o procedente per sezioni finite da terra verso largo.

Il montaggio della struttura richiederà circa 90 giorni consecutivi.

- Installazione dei pontili galleggianti

- I pontili galleggianti sono di tipo prefabbricato e potranno essere trasferiti sul luogo di installazione via mare o scaricati da un camion gru dal molo esistente.

Prima del posizionamento del pontile dovranno essere predisposti i corpi morti di ancoraggio che saranno realizzati e posti in opera con le medesime modalità dei plinti del pontile in legno.

Tempo di realizzazione 30 giorni.

- Sistemi di ormeggio

- I lavori si concluderanno con il posizionamento dei sistemi di ormeggio costituiti da corpi morti e catenari che saranno realizzati e posti in opera con le stesse modalità dei plinti del pontile in legno.

I lavori complementari relativi alla realizzazione della banchina sul molo antemurale potranno essere realizzati da mare con l'utilizzo di un pontone e richiederanno circa 60 giorni naturali e consecutivi.

La realizzazione degli impianti richiederà circa 30 giorni lavorativi.

1.2 Cumulo con altri progetti esistenti

Non si riscontrano interventi esistenti nelle vicinanze dell'area di intervento.

2 Localizzazione dell'intervento, definizione del contesto paesaggistico e situazione vincolistica

Il Comune di Loiri Porto San Paolo ubicato nella Sardegna Nord-Orientale è articolato in due borgate principali, il capoluogo Loiri nell'entroterra e Porto San Paolo situato sulla costa e a stretto contatto con la S.S. 125.

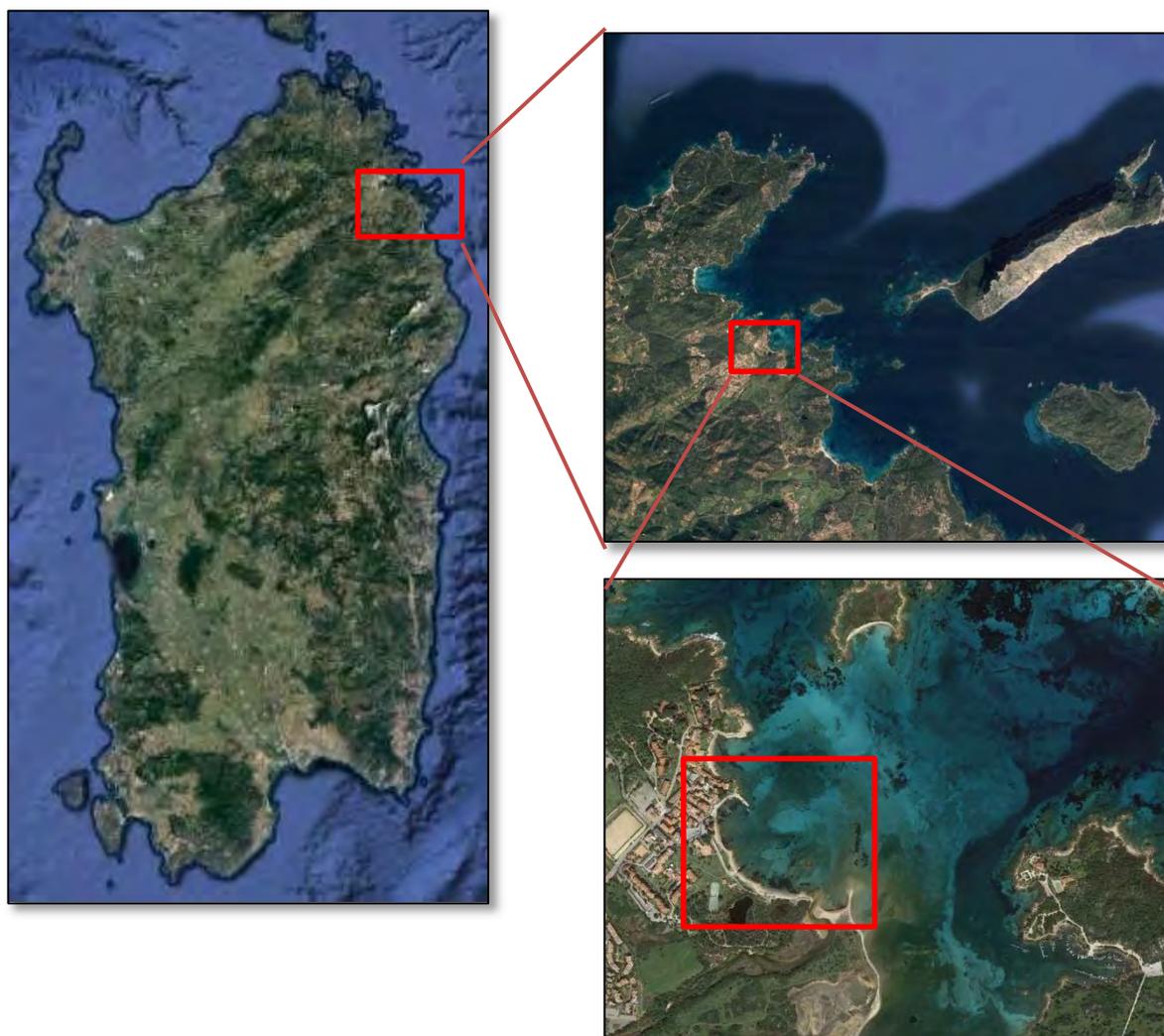


Figure 13 Inquadramento area di intervento

Porto San Paolo ricade nella perimetrazione del Piano Paesaggistico della Regione Sardegna all'interno dell'Ambito costiero N°18 denominato "Golfo di Olbia".



Figure 14 Estratto N.T.A. del P.P.R. Ambito di paesaggio n.18 "Golfo di Olbia"

L'area di interesse, nella quale si inserisce il progetto proposto, ricade all'interno di un sistema di aree naturali oggetto di protezione e tutela Rete Natura 2000.

La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario. La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali" (Art. 2). Soggetti privati possono essere proprietari dei siti Natura 2000, assicurandone una gestione sostenibile sia dal punto di vista ecologico che economico.

L'area di interesse rientra nell'elenco delle aree protette sancite dalla Direttiva 92/43/CEE, cosiddetta "Direttiva Habitat". Con riferimento al caso in specie, l'area di progetto è interessata dal seguente SIC-ZSC:

- **Zone speciali di conservazione (ZSC) SIC ITB010010 “Isole Tavolara, Molara e Molarotto.**

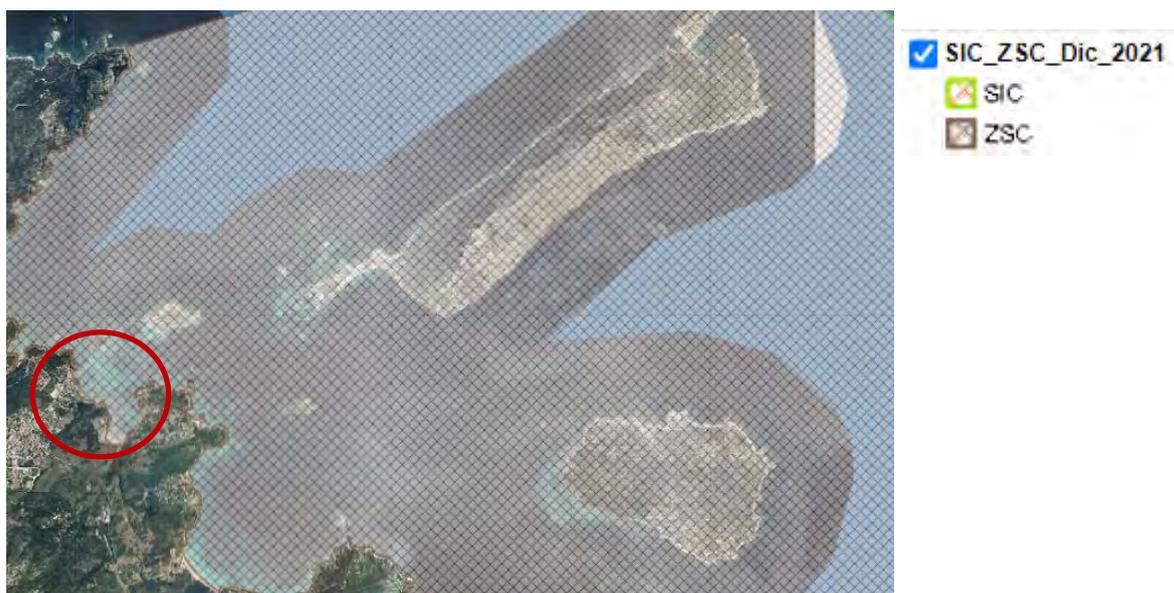


Figure 15 ZSC-SIC ITB010010 Tavolara, Molara E Molarotto

A circa 300 metri dall’opera più esterna prevista in progetto, ricade la perimetrazione della Zona di protezione speciale ZPS ITB013019 “Isole del Nord – est Capo Cesareo e Stagno di San Teodoro”. Tale zona include il SIC ITB010010 “Isola di Tavolara, Molara e Molarotto”, nonché dell’Area Marina Protetta (AMP) “Tavolara - Punta Coda Cavallo” ad eccezione della parte lungo la costa del comune di Loiri Porto San Paolo.



Figure 16 ZPS ITB013019 “Isole del Nord – est Capo Cesareo e Stagno di San Teodoro”

- **Area marina protetta L. 394/1991 Tavolara – Punta Coda Cavallo;**

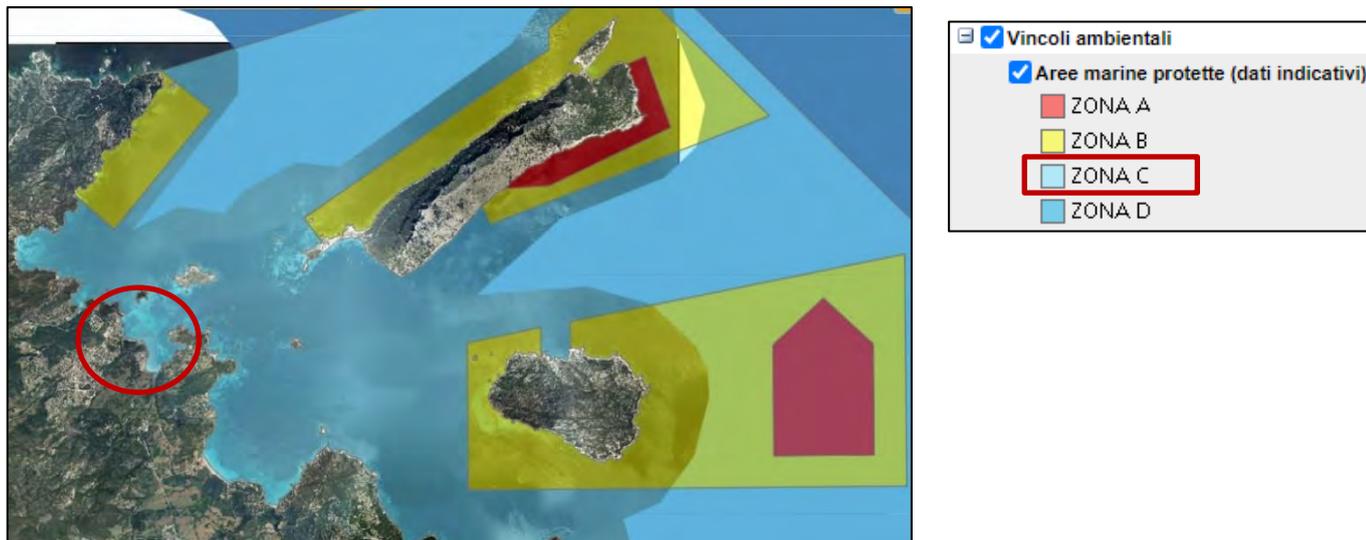


Figure 17 Area marina protetta Tavolara –Punta Coda Cavallo_- Zona C (cerchio in rosso area interessata dall'intervento)

- **Aree IBA**



Figure 18 Aree IBA

Come si può vedere dalle immagini sopra riportate le aree Rete Natura 2000 ricadenti nel comune di Loiri Porto San Paolo, interessano la sola parte a mare.

2.1 Descrizione della zona speciale di conservazione ZSC - SIC ITB010010 “Isole Tavolara, Molara e Molarotto

Codice identificativo Natura 2000: SIC ITB010010

Denominazione esatta del sito “Isola di Tavolara, Molara e Molarotto”

Estensione del sito e confini geografici: 16.005,00 ettari (94% superficie marina).

Il SIC comprende le isole di Tavolara, Molara e Molarotto. Esso risulta compreso all'interno dell'AMP “Tavolara Capo Coda Cavallo”, per tutti i suoi confini. Nella parte Sud il SIC comprende le zone B di riserva parziale di Molara e Molarotto e la parte della zona A di riserva integrale dell'isola di Molarotto. Nel tratto Nord esso include le zone di riserva generale ed integrale dell'isola di Molara. Le altre porzioni del SIC confinano con la zona C di riserva parziale dell'AMP.

Coordinate geografiche: Longitude – 9,69472; Latitude - 40,8952777777778

Altitudine: 0 - 565 m.s.l.m (P. Cannone a Tavolare)

Comuni ricadenti: Olbia, Loiri Porto San Paolo, San Teodoro

Provincia/e di appartenenza: Provincia di Olbia Tempio

2.1.1 Caratteristiche generali del sito

L'area del SIC Tavolara è situata nella costa nord-orientale della Sardegna affacciata sul Mar Tirreno e comprende la porzione di Area Marina Protetta Tavolara Punta Capo Coda Cavallo (di seguito AMP Tavolara), tra le isole di Tavolara, Molara e Molarotto nonché le isole stesse. L'AMP Tavolara include anche la fascia costiera compresa tra Capo Ceraso e Capo Coda Cavallo, tutte le altre piccole isole comprese in questo tratto di mare, come Isolotto Rosso, Isola Piana, Isola dei Cavalli e altre, ed una porzione di territorio marittimo non inclusa nel SIC L'AMP è stata istituita nel 1998 con Decreto Ministeriale del 12 dicembre, ed in seguito modificato con Decreto ministeriale del 28 novembre 2001. L'AMP Tavolara, e conseguentemente l'area SIC, è gestita da un consorzio di gestione tra i comuni di Olbia, Loiri Porto San Paolo e S.Teodoro.

Il Consorzio è stato costituito ai sensi dell'art.31 del D.Lgs. 18/08/2000 quale ente strumentale degli enti locali, è dotato di personalità giuridica e di autonomia imprenditoriale, in esecuzione della Convenzione stipulata tra i tre Enti a gennaio 2003. L'AMP Tavolara è stata definitivamente affidata in gestione al consorzio costituito dai tre comuni con decreto del Ministero dell'Ambiente in data 12 dicembre 2003 con il quale è stato anche approvato il “Disciplinare tecnico per l'affidamento in gestione dell'area marina protetta Tavolara Punta Coda Cavallo”.

Il SIC Tavolara è un sito marino costiero caratterizzato dalla presenza di diversi habitat marini con particolare riferimento alla presenza di Posidonia oceanica e di specie quali il Tursiops truncatus e tartarughe

marine. Il sito è costituito da un sistema di isole di natura calcarea e granitica prospiciente la costa di Olbia-San Teodoro e comprende Isole di Tavolara, Molarà, Molarotto e lo specchio d'acqua sino alla fascia costiera compresa tra Capo Ceraso e Capo Coda Cavallo, e naturalmente anche tutte le piccole isole comprese in questo tratto di mare, come Isolotto rosso, Isola piana ecc, ma non include nessuna parte terrestre dell'isola madre, escludendo pertanto tutti il sistema degli insediamenti costieri.

L'isola di Tavolara, che poggia nella parte occidentale sul basamento granitico, si eleva a 565 m. di quota con P. Cannone a sud e a 510, a nord, con P. Castellaccio, con falesie imponenti a picco sul mare. La morfologia è aspra e l'isola è per buona parte inaccessibile. Del tutto differente il paesaggio di Molarà che si eleva a poco più di 150 m. di quota con morfologie meno marcate con affioramento di grandi massi e trovanti granitici. Poco distante lo scoglio di Molarotto egualmente di natura granitica.

La maggior parte del territorio del SIC è destinato alla conservazione e alla fruizione turistico-didattica. La pesca è consentita ai soli residenti e regolamentata solo in alcuni settori a mare. Alcune aree costiere, corrispondenti all'area terrestre dello Spalmatore, nell'isola di Tavolara, e ad alcune spiagge lungo la costa, sono parzialmente utilizzate a fini turistico-balneari e sono oggetto di concessione.

Su tutte le altre isole e gli isolotti minori non ci sono usi antropici del suolo, che risulta occupato principalmente da formazioni termomediterranee e falesie. La porzione marina, gli arenili e le coste, compresi gli interi isolotti minori, appartengono al Demanio marittimo; le isole di Tavolara e di Molarà sono private.

Un'ampia porzione nordorientale dell'isola di Tavolara è gravata da servitù militare (Stazione radiotelegrafica US Navy gestita dalla Marina militare italiana).

Tutte le isole comprese nel SIC sono classificate come Oasi di Protezione Faunistica, dove l'attività venatoria non è consentita.

Il litorale del SIC è irraggiungibile da terra.

L'isola di Tavolara è raggiungibile in estate grazie a un servizio navale privato di trasporto passeggeri che collega Porto San Paolo con Spalmatore di terra. Non ci sono servizi di trasporto regolari per le altre isole.

La zona C di riserva parziale, tratto in cui l'area oggetto di intervento ricade, comprende il residuo tratto di mare, all'interno dell'area naturale marina protetta.

In tale area, fatto salvo quanto disposto dalla normativa vigente, sono consentite la navigazione a natanti ed imbarcazioni, l'ormeggio, regolamentato dall'Ente Gestore, le immersioni subacquee compatibili con la tutela dei fondali, la pesca sportiva con lenze e canne da fermo.

In tutte le zone dell'Area Marina Protetta è vietato l'ancoraggio, salvo che nelle zone appositamente individuate ed attrezzate.

Nell'area del SIC sono presenti in tutto 100 concessioni, di cui una a terra, nell'Isola di Tavolara, e 99 a mare, suddivise tra il Comune di Olbia, Loiri Porto San Paolo e San Teodoro.

Nessuna delle aree in concessione ricade in corrispondenza di habitat presenti nel piano, questo evidenzia immediatamente l'azione dell'AMP nel controllo di tali permessi, che attraverso studi e ricerche svolte ha consentito di fare precise valutazioni sulle aree individuate da destinare alla fruizione turistica.

Il numero elevato di concessioni fa però emergere il numero elevato di fruitori, o comunque l'elevata domanda turistica. Un carico antropico che, anche se non coincidente in termini di area concessa con gli habitat, lascia presupporre un'incidenza nel sito.

La descrizione biologica del sito è incentrata sugli habitat e le specie di importanza comunitaria dell'AMP, partendo dalla verifica e dall'aggiornamento del Formulario standard del SIC, basandosi su studi di dettaglio, in particolare quelli svolti dall'AMP durante le proprie attività di gestione, oltre che da indagini sul campo. Dai sopralluoghi effettuati e dall'esame della documentazione del Piano di Gestione del SIC e dalla relazione ambientale redatta per la AMP, si ritiene che la realizzazione delle opere in progetto non creino interferenze agli habitat descritti di seguito, i quali sono individuati prevalentemente per l'isola di Tavolara e isole limitrofe, non individuandone nell'area oggetto di intervento.

2.1.1.1 Habitat

I criteri di stima utilizzati per la valutazione del sito coinvolgono gli habitat, la flora e le specie faunistiche, in particolare per quanto riguarda l'habitat i criteri sono individuati sulla base di:

1. Superficie coperta dai singoli habitat rispetto alla superficie totale del SIC;
2. Qualità del dato
3. Grado di rappresentatività del tipo di habitat naturale sul sito;
4. Superficie del sito coperta dal tipo di habitat naturale rispetto alla superficie totale coperta da questo tipo di habitat naturale sul territorio nazionale;
5. Grado di conservazione della struttura e delle funzioni del tipo di habitat naturale in questione e possibilità di ripristino;
6. Valutazione globale del valore del sito per la conservazione del tipo di habitat naturale in questione.

Nella Tabella 1 riportiamo le tipologie degli habitat prioritari che interessano l'area in esame e relativo valore.

Tabella 1 Tipologia di habitat prioritari presenti nel sito

Codice	Nome scientifico	Ha sup. coperta	Qualità del dato	Rappresentatività	Superficie relativa	Grado di conservazione	Valutazione globale
1120*	Praterie di Posidonia (Posidonion oceanica)	4528,31	G	A	C	B	A
1150*	Lagune costiere	0,34	G	A	C	A	A

2250	Dune costiere con <i>Juniperus ssp.</i>	0,49	G	D			
3170	Stagni temporanei mediterranei	0,001	G	D			
6220	Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero- Brachypodietea	99,75	G	B	C	B	B

Habitat

PF: individua gli habitat non prioritari ma che possono avere una "forma prioritaria"

NP: individua habitat non più esistenti nel sito

qualità dei dati: G = buona; M = mediocre, P = scarsa

Valutazione del sito

Rappresentatività: A = eccellente; B = buona; C = ridotta; D = sconosciuta

Superficie relativa: A = eccellente; B = buona; C = ridotta

Grado di conservazione: A = eccellente; B = buona; C = ridotta

Valutazione Globale: A = eccellente; B = buona; C = ridotta

2.1.1.2 Fauna

Per la fauna i criteri di valutazione sono individuati sulla base di:

- Tipologia;
- Unità;
- Categoria di abbondanza;
- Qualità del dato
- Popolazione
- Conservazione
- Isolamento
- Globale

2.1.1.3 Uccelli

Uccelli elencati nell'articolo 4 della Direttiva 147/2009/CEE:

Codice	Nome scientifico	Tipo	Unità	Cat. di abbondanza	Qualità dei dati	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
A111	Alectoris barbara	P		P	DD	C	B	A	C
A255	Anthus campestris	R	P		M	C	B	C	C
A091	Aquila chrysaetos	R	P		M	D			
A218	Athene noctua	P		C	DD	C	A	C	C

A087	Buteo buteo	P		P	DD	D			
A010	Calonectris diomedea	R	P		G	C	B	C	C
A224	Caprimulgus Europaeus	R		P	DD	C	B	C	C
A224	Caprimulgus europaeus	R		P	DD	C	B	C	C
A366	Carduelis cannabina	P		P	DD	C	A	C	C
A669	Carduelis corsicana	P		P	DD	C	A	C	C
A081	Circus aeruginosus	C		P	DD	D			
A026	Egretta garzetta	W		P	P	D			
A026	Egretta garzetta	R	P		G	C	B	C	C
A103	Falco peregrinus	P	P		M	C	A	C	C
A096	Falco tinnunculus	P		P	DD	D			
A322	Ficedula hypoleuca	C		P	DD	D			
A251	Hirundo rustica	C		P	DD	D			
A014	Hydrobates pelagicus	C		P	DD	D			
A338	Lanius collurio	C		P	DD	D			
A181	Larus audouinii	C		P	M	C	C	C	C
A181	Larus audouinii	R	P		G	B	C	C	A
A246	Lullula arborea	P	p		M	C	B	C	C
A459	Larus cachinnans	R		C	DD	D			
A281	Monticola solitarius	P		C	DD	C	B	C	C
A277	Oenanthe Oenanthe	C		P	DD	D			
A214	Otus scops	R		P	DD	D			
A094	Pandion haliaetus	W		P	DD	D			
A094	Pandion haliaetus	C	I		G	D			
A392	Phalacrocorax aristotelis	P	P		G	A	A	C	A

	desmarestii								
A314	Phylloscopus sibilatrix	C		P	DD	D			
A250	Ptyonoprogne rupestris	R		C	DD	C	A	C	C
A464	Puffinus yelkouan	R	P		G	A	B	C	A
A275	Saxicola rubetra	C		P	DD	D			
A193	Sterna hirundo	R	P		G	C	C	C	C
A193	Sterna hirundo	C		P	M	D			
A191	Sterna sandvicensis	C		P	P	D			
A191	Sterna	W		P	P	D			

	sandvicensis								
A210	Streptopelia turtur	C		P	DD	D			
A309	Sylvia communis	C		P	DD	D			
A305	Sylvia melanocephala	P		P	DD	D			
A301	Sylvia sarda	P		P	DD	D			
A302	Sylvia undata	r		C	DD	C	A	C	C
A302	Sylvia undata	c		C	DD	C	A	C	C
A302	Sylvia undata	w		C	DD	C	A	C	C
A048	Tadorna tadorna	R	P		M	C	B	C	C
A283	Turdus merula	C		C	DD	D			

Habitat

S: "sensibilità": qualora l'accessibilità al pubblico dei certe informazioni e dati possa costituire un elemento di rischio per la conservazione della specie

NP: indica le non più presenti nel sito

Tipo: p = permanente, r = riproduzione, c = concentrazione, w = svernamento Dimensine: indica il numero minimo e massimo della popolazione presente Unità: i = individui, p = coppie

Cat.di abbondanza: C = comune, R = rara, V = molto rara, P = presente, DD = dati sono

Quaità dei dati: G = buona; M = mediocre, P = scarsa, VP = molto scarsa

2.1.1.4 Mammiferi

Tabella 2 Tipologia di mammiferi prioritari presenti nel sito

Codice	Nome scientifico	Tipo	Unità	Cat. di abbondanza	Qualità dei dati	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1310	<i>Miniopterus schreibersii</i>	C		P	DD	D			
1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	C		P	DD	D			
1349	<i>Tursiops truncatus</i>	P		P	DD	D			

2.1.1.5 Anfibi

L'Allegato II non riporta la presenza di anfibi nel sito di Tavolara.

2.1.1.6 Rettili

Tabella 3 Tipologia di rettili prioritari presenti nel sito

Codice	Nome scientifico	Tipo	Unità	Cat. di abbondanza	Qualità dei dati	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1224	<i>Caretta caretta</i>	P		P	DD	D			

2.1.1.7 Piante

Tabella 4 Tipologia di piante prioritare presenti nel sito

Codice	Nome scientifico	Tipo	Unità	Cat. di abbondanza	Qualità dei dati	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1791	<i>Centaurea horrida</i>	P	i		G	A	A	B	B

2.1.2 Analisi degli habitat prioritari presenti nel sito di interesse

Dall'elenco degli habitat del formulario SIC si evince che sono presenti 2 habitat prioritari e 3 non prioritari. Sulle isole dell'AMP non ci sono habitat con un livello di minaccia nettamente maggiore rispetto ad altri, in quanto l'impatto dato dal calpestamento e dall'azione del bestiame brado o inselvatichito, il più diffuso fattore di minaccia, colpisce in modo trasversale più habitat. Forse l'unica eccezione è data dalle formazioni basse di euforie vicino alle scogliere (habitat 5320), il cui degrado dato dal pascolo, dagli inerti e dalla gestione dell'area militare è preoccupante per la conservazione di *Centaurea horrida*.

Praticamente tutti gli habitat rupicoli, dunali e comprendenti formazioni arbustive sono condizionati dalla presenza di bestiame al pascolo brado. Al contempo alcune formazioni di gariga ed arbusteto si trovano in un delicato equilibrio con lo stesso (2230, 5320, 6220) in quanto potrebbe risentire negativamente dei fenomeni successionali derivanti ad una sua eventuale cessazione.

Gli habitat dunali (1210, 2110, 2120, 2210, 2230) possono risentire inoltre dei danni operati alle specie edificatrici da parte delle operazioni di pulizia delle spiagge e dell'impatto del calpestio (problematica poco rilevante su Tavolara, riferibile essenzialmente alle zone costiere poste ai margini del SIC). Per molte delle formazioni che si hanno sulle isole (1210, 1240, 1310, 1410, 2110, 2120, 2210, 2230) la presenza di specie invasive come *Carpobrotus* sp. è un fattore di minaccia diffuso ed affermato.

A livello marino, gli habitat maggiormente interessati da effetti di impatto sono 1120 - Praterie di posidonia e 1170 - Scogliere; quest'ultimo, come evidenziato nella relativa scheda descrittiva, comprende habitat estremamente differenziati, dei quali merita particolare attenzione il coralligeno.

2.1.2.1 1120*: Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*)

Specie caratteristiche presenti nell'AMP

Posidonia oceanica; Associate alle foglie di Posidonia possono essere presenti alghe di tipo fotofilo (*Hydrolithon farinosum*, *Pneophyllum fragile*); associate ai rizomi alghe di tipo sciafile come *Peyssonnelia squamaria* e *Flabellia petiolata*. Tra le specie animali: *Pinna nobilis*; *Paracentrotus lividus*; *Epinephelus guaza*.

Descrizione fisionomico-strutturale e ruolo ecologico

Le praterie sottomarine a Posidonia oceanica costituiscono una formazione climax bentonica endemica del Mediterraneo. Nel piano infralitorale le praterie a Posidonia oceanica si trovano in contatto con le fitocenosi fotofile dell'ordine Cystoserietalia e dell'ordine Caulerpetalia e con quelle sciafile dell'ordine Rhodymenietalia.

Le praterie marine a Posidonia costituiscono uno degli habitat più importanti del Mediterraneo, e assumono un ruolo fondamentale nell'ecosistema marino per quanto riguarda la produzione primaria, la biodiversità, l'equilibrio della dinamica di sedimentazione. La prateria a posidonia sostiene un elevato numero di specie animali che, "pascolando", si cibano delle sue foglie o degli organismi epifiti per tutta la durata dell'anno e a rappresenta il luogo fondamentale per la riproduzione e in diversi casi per i primi momenti di vita.

Stato di conservazione

- Rappresentatività: elevata
- Grado di conservazione: generalmente buona ma con tendenza alla regressione. Alcune aree inoltre, in particolare la baia dello Spalmatore, risultano notevolmente danneggiate.
- Valore complessivo: elevato
- Principali minacce: attività di ancoraggio delle imbarcazioni, ripascimento, invasione di specie esotiche quali *Caulerpa* spp, pesca illegale a strascico, realizzazione di opere costiere, inquinamento, apporti fangosi, posa di cavi e condotte sottomarine.

La tipologia degli habitat proposti per l'area di intervento in base alla documentazione fotografica, ai rilievi effettuati non corrono nessun rischio perché non sono presenti.

In conclusione si ritiene che non sussistano situazioni di disturbo e/o pericolosità nei confronti degli habitat riportate nel formulario del SIC.

2.1.3 Analisi della fauna e flora

L'area riveste una grande importanza faunistica, in particolare per alcune specie di uccelli pelagici. Le isole di Tavolara e Molara ospitano infatti indicativamente la metà della popolazione mondiale di berta minore (*Puffinus yelkouan*), una delle pochissime specie di uccelli marini nidificanti nel Mediterraneo, e una delle principali colonie della sottospecie mediterranea di marangone dal ciuffo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*); presente con poche coppie anche la berta maggiore (*Calonectris diomedea*). Sopralluoghi mirati non hanno permesso invece di confermare la nidificazione di uccello delle tempeste mediterraneo (*Hydrobates pelagicus melitensis*).

Il SIC ospita inoltre una colonia nidificante di gabbiano corso (*Larus audouinii*) e un limitato numero di coppie di sterna comune (*Sterna hirundo*). Importante anche la fauna legata agli ambienti insulari terrestri, in particolare agli ambienti di macchia e di gariga (*Alectoris barbara*, *Caprimulgus europaeus*, *Sylvia undata*) e agli ambienti rocciosi (*Falco peregrinus*, *Falco tinnunculus*, *Monticola solitarius*). Segnalata anche una coppia nidificante di *Aquila chrysaetos*, presumibilmente irregolare e non confermata nel 2013. Di interesse biogeografico ed ecologico la presenza di garzaie di *Egretta garzetta* e *Bubulcus ibis* sull'isolotto Reulino e sull'Isola Ruja. Tra i rettili sono presenti due endemismi sardo-corsi quali la lucertola tirrenica *Podarcis tiliguerta*, di cui a Molarotto è presente una sottospecie esclusiva, *P. t. ranzii*, e algiroide nano *Algyroides fitzingeri*; il tarantolino *Euleptes europaea* e il gongilo *Chalcides ocellatus*, endemismo sudmediterraneo-est-africano-arabico, sono diffusi su isole e isolotti. Sono presenti inoltre due testuggini terrestri, delle quali sola la testuggine di Hermann (*Testudo hermannii*) è -forse- autoctona in Sardegna mentre la testuggine marginata (*T. marginata*) è stata introdotta in Sardegna già in epoca greca o etrusca. Nell'arcipelago sono segnalati anche due chiroteri, rinolofa maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) e miniottero di Schreiber (*Miniopterus schreibersii*), non rilevati durante indagini mirate svolte a a Tavolara nel 2013. Tali indagini hanno invece permesso di rilevare la presenza abbondante di *Tadarida taeniotis*.

Tra le moltissime specie marine, merita citare gli avvistamenti di tartaruga caretta (*Caretta caretta*) e di tursiopi (*Tursiops truncatus*). Tra i pesci era segnalato nel recente passato *Alosa fallax* (fra le catture della pesca locale); il tipo di pesca che ne permetteva la cattura (strascico) è vietato attualmente nell'AMP, mancano quindi indicazioni recenti sullo status di questa specie.

Dai sopralluoghi effettuati e dall'esame della documentazione del Piano di Gestione del SIC e dalla relazione ambientale redatta per la AMP, si ritiene che la realizzazione delle opere in progetto non creino interferenze agli habitat, fauna e flora sopra descritti, i quali sono individuati prevalentemente per l'isola di Tavolara e isole limitrofe, non individuandone nell'area oggetto di intervento.

Anche per le specie floristiche i sopralluoghi effettuati non hanno messo in evidenza la presenza di flora di interesse conservazionistico. Così come per le altre componenti biotiche anche per la fauna riteniamo che

non ci siano pericolosità legate all'intervento proposto.

Dall'analisi generale del territorio, si può affermare che non esiste nessun pericolo di disconnessione ecologica all'interno del SIC e neanche nelle strette vicinanze dell'area dei lavori, non verranno realizzate strutture tali da creare impedimento a qualsiasi specie animale e vegetale, al contrario come per l'antemurale, favoriranno l'insediamento di nuove comunità bentoniche.

Tutte le varie fasi della lavorazione non richiedono l'uso di materiali inquinanti, al contrario verranno utilizzati prevalentemente materiali lapidei locali. In conclusione si ritiene che non sussistano situazioni di disturbo e/o pericolosità nei confronti delle varie specie riportate nel formulario del SIC.

2.2 Verifica di compatibilità con il Piano Paesaggistico Regionale

Per quanto riguarda i beni paesaggistici ed ambientali individuati dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR), facendo riferimento alle immagini sottostanti, si evince che nel sito oggetto di progetto sono presenti i seguenti beni paesaggistici ed ambientali. L'area in esame ricade nella componente paesaggio ambientale "zone antropizzate", la percentuale maggiore di Habitat ricade nelle "Aree naturali e subnaturali", quindi in queste aree sono ammessi interventi di trasformazione che siano realizzati in coerenza con l'assetto del paesaggio e non incidano sulla sua fruibilità (art. 42 NTA PPR 2013).

Beni paesaggistici e identitari

- Fascia costiera - art. 143 D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii
- Parchi e riserve nazionali o regionali - art. 142 D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii
- Zone umide costiere - art. 143 D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii



Figure 1 Parchi e aree protette nazionali (perimetrazione blu)



Figure 2 Zona umida costiera (perimetrazione blu)

Il PPR individua, all'interno della Scheda d'ambito relativa all'Ambito 18 "Golfo di Olbia" nella quale ricade l'area oggetto dell'intervento, un insieme di valori, criticità e indirizzi che dovrebbero essere considerati nella pianificazione e nella realizzazione delle opere all'interno dell'area.

In particolare, il PPR riconosce che *"La conformazione del sistema paesaggistico-costiero, la varietà delle opportunità di fruizione rappresentate dalle tipologie di siti naturali (cale rocciose, spiagge, golfi naturali, sistema insulare) ed insediativi (ricettività, portualità, servizi) rappresentano una potenzialità anche in relazione ad una dimensione abitativa non unicamente relegata alla stagionalità"*, e identifica tra le criticità *"l'accessibilità alle risorse costiere, che contrasta con l'entità e le potenzialità che, in tale Ambito, il sistema naturale ed insediativo è in grado di esplicitare"*. E' inoltre riconosciuta la *"difficile accessibilità e fruizione collettiva delle risorse costiere"* e sono pertanto necessarie *"strategie di gestione territoriale finalizzate a favorire la disponibilità di spazi pubblici per la fruizione del territorio costiero"*

Sulla base delle precedenti considerazioni, il progetto proposto nella sua interezza, può che essere considerato in linea con le prescrizioni indicate all'interno del PPR.

2.2.1 Assetto ambientale

L'area in cui ricadono le opere a terra ricade, come già detto, tra i beni paesaggistici ambientali individuati nell'art. 17 punto 3 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR "Fascia costiera", "Zone umide" e "Parchi e aree protette nazionali".

Gli elementi individuati sono quindi *"oggetto di conservazione e tutela finalizzati al mantenimento delle caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie in modo da preservarne l'integrità ovvero lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche"* (art.18, punto 1). L'intervento si prefigura autorizzabile, poiché non prevede nessuna modifica sostanziale rispetto a quanto già realizzato che possa andare ad influire sugli equilibri esistenti.

2.2.2 Assetto insediativo

L'intervento in progetto non presenta significative criticità in quanto l'opera ricade in un'area antropizzata, classificata dal PPR per quanto concerne l'aspetto insediativo come insediamento turistico, e della quale, vista l'attuale utilizzo, possiede già la destinazione d'uso di approdo consolidata per le attività relative alla nautica da diporto.

L'intervento in progetto appare pertanto in linea con le prescrizioni e gli indirizzi del PPR.

2.3 Aree sottoposte a vincolo idrogeologico (R.D. 3267/1923)

Il sito di intervento non rientra in aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

2.4 Piano Assetto Idrogeologico (PAI)

Dal punto di vista idrografico l'unità principale è rappresentata dal Riu Sacalamala, che sfocia immediatamente a sud dell'area di intervento. Si tratta di un corso d'acqua della lunghezza complessiva di circa 4 km, che drena un bacino impostato bassorilievi granitici di circa 6,6 km² orientato SW-NE.

Il corso d'acqua è stato studiato nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF), dal quale risultano le aree a pericolosità idraulica. Come visibile dalla figura sotto riportata il tratto di spiaggia antistante l'area del porticciolo è lambita da un'area a pericolosità elevata di livello Hi4. Relativamente agli interventi in progetto, dovendosi realizzare a mare, risultano al di fuori di tali aree.

Anche rispetto a possibili criticità da frana la presenza di un substrato stabile e le ridotte acclività non lasciano prevedere problematiche di alcun tipo.

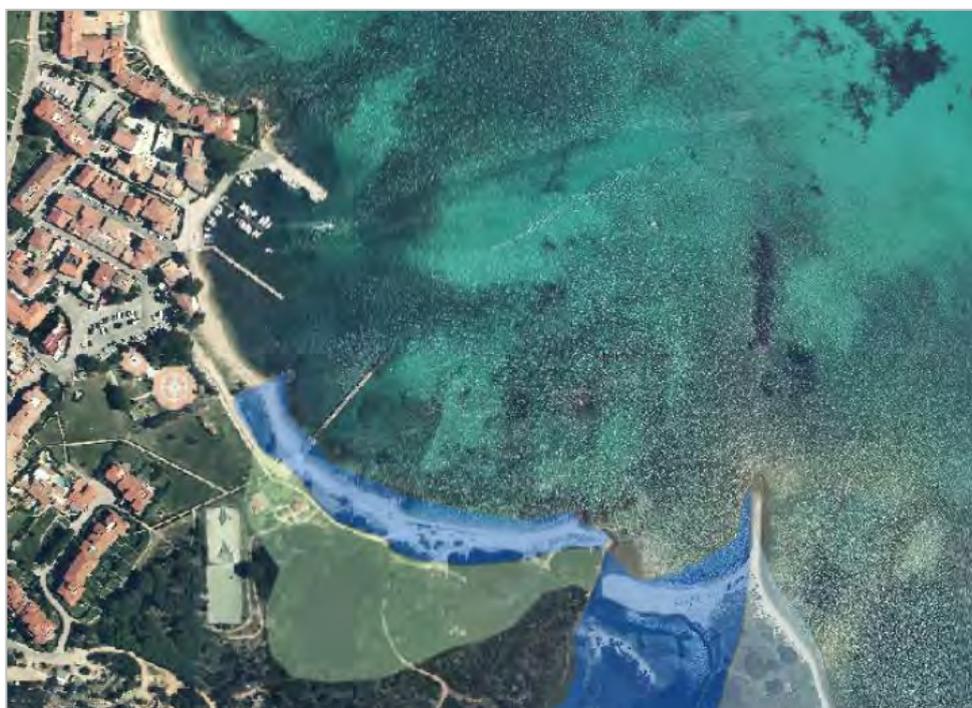


Figure 21 Inquadramento intervento nell'ambito del PSFF

2.5 Beni storico-artistici-archeologico

Nell'area in esame non risultano essere presenti vincoli su beni storico-artistici-archeologico-architettonici (L.1089/1939).

2.6 Piano Urbanistico Comunale

L'area interessata dal progetto viene classificata dal Piano di Fabbricazione vigente e dal Piano Urbanistico Comunale in adeguamento al PPR e al PAI in fase di adozione, come zona H sottoposto a tutela ambientale.

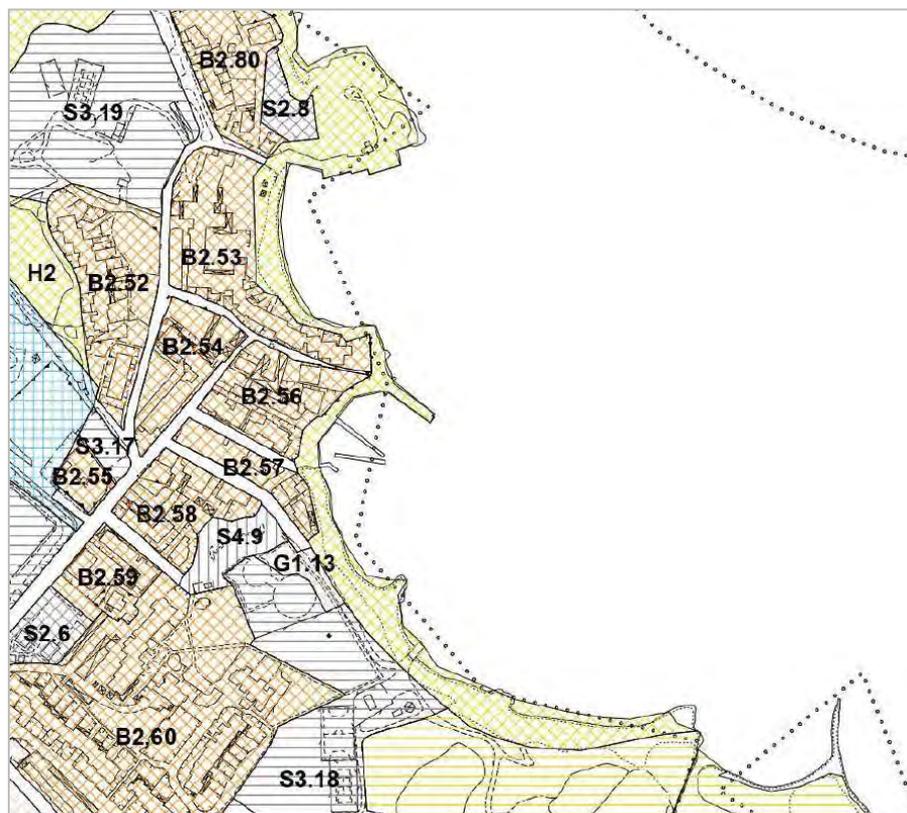
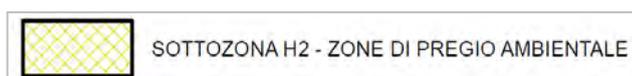


Figure 22 Stralcio PUC - Ante variante 2022



Con riferimento a tale pianificazione locale con delibera del consiglio Comunale n. 8 del 11-04-2022 si è proceduto alla variante urbanistica al P.U.C. del Comune di Loiri Porto San Paolo in quanto l'opera pubblica in oggetto non era prevista dagli strumenti urbanistici vigenti e pertanto non realizzabile. Poiché il PUC attuale già prevedeva tra i suoi obiettivi fondamentali la previsione di incentivare attività connesse al settore diportistico ed in particolare le Zone G nelle zone costiere destinate ad ospitare le strutture di interesse collettivo di supporto alla nautica diportistica, con la presente variante si è proposta la modifica della qualificazione dell'ambito territoriale da zona H.2 a zona G (ZonaG.1.11) "Attività portuali", in località Porto San Paolo necessaria per la realizzazione dell'intervento denominato "Interventi di Portualità sostenibile - Comune di Loiri Porto San Paolo".

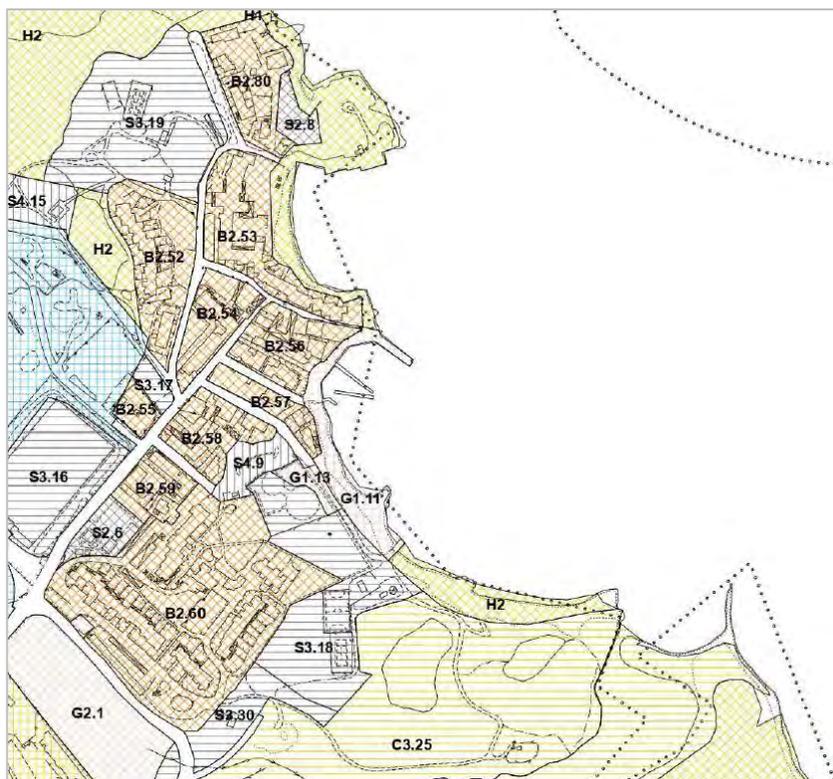


Figure 23 Stralcio PUC - Post variante 2022



3 Le alternative progettuali

Prima di giungere alla soluzione progettuale proposta nel presente progetto, sono stati studiati altri scenari possibili al fine di valutare quello che possa consentire un miglioramento dell'attrattività e della competitività del territorio attraverso lo sviluppo di un sistema turistico integrato basato sulla valorizzazione delle risorse culturali e ambientali mettendo in connessione la costa e l'interno, e che presenti il miglior rapporto costi-benefici anche di carattere ambientale.

Scenario 0

Lo scenario zero, preso in considerazione, corrisponde all'ipotesi di "non intervento", che lascia invariato l'attuale situazione e conformazione del bacino portuale.

Il turismo costituisce la base dell'economia del Comune di Loiri Porto San Paolo che risulta essere sempre più in forte espansione, sia sul litorale che nel centro urbano. In tale contesto il diporto nautico potrebbe costituire una componente fondamentale per l'economia della zona creando col centro abitato una stretta relazione che avrebbe la sua massima efficacia se potesse superare il condizionamento della stagionalità ed

essere presente in tutte le stagioni dell'anno.

Lo scenario evolutivo connesso all'opzione di non intervento determinerebbe per il Comune di Loiri San Paolo nessun beneficio.

L'incremento di 106 posti barca proposto con il presente intervento generale non andrebbe ad incrementare la pressione antropica in quanto l'obiettivo è quello di fornire un ormeggio sicuro, regolamentato e compatibile con l'ambiente per le imbarcazioni che già gravitano nell'ambito marittimo ma che risultano ormeggiate all'ancora in aree spesso sensibili.



Figure 24 Inquadramento dall'alto dell'area di intervento - in azzurro numerose imbarcazioni ormeggiate alla fonda

Rimarrebbe pertanto in essere una situazione non regolamentata e con possibile impatto sulle specie protette quali posidonia oceanica.

Scenario 1

La presente ipotesi progettuale prevede la realizzazione di una struttura portuale completa nel porto di Porto San Paolo. L'ipotesi prevede la realizzazione del molo di sopraflutto e di sottoflutto, mediante opere foranee in massi ed eventuali banchinamenti in calcestruzzo al fine di rendere l'opera attraccabile, oltre ad una completa riorganizzazione degli ormeggi mediante banchinamenti interni e pontili al fine di migliorare fruizione del porto.

Il numero dei posti barca disponibili avrebbe sicuramente un incremento ma la chiusura del bacino mediante la realizzazione di opere fisse porterebbe ad una sostanziale variazione delle caratteristiche ambientali, portando ad una alterazione dello stato morfodinamico, impedendo la redistribuzione mediante le correnti marine dell'apporto dei sedimenti del Rio Scalamala che sfocia poco più a sud e venendo meno il ricambio delle acque del bacino.

Scenario 2

Il presente scenario prevede la soluzione adottata nel progetto generale, ossia la sistemazione dell'area portuale mediante strutture fisse, che consentono una sostanziale invarianza delle caratteristiche ambientali del sito pur consentendo di ampliare l'offerta di posti barca ed ottimizzare l'utilizzo di quelli esistenti.

Nello specifico è previsto l'allungamento del molo a gravità esistente per 35 metri, l'allungamento del pontile esistente mediante moduli galleggianti per 36 metri, la realizzazione di un antemurale e la realizzazione di un nuovo pontile in legno di tipo fisso. Tale intervento prevede inoltre la riqualificazione del molo esistente ad uso militare con un miglioramento della percezione paesaggistica.

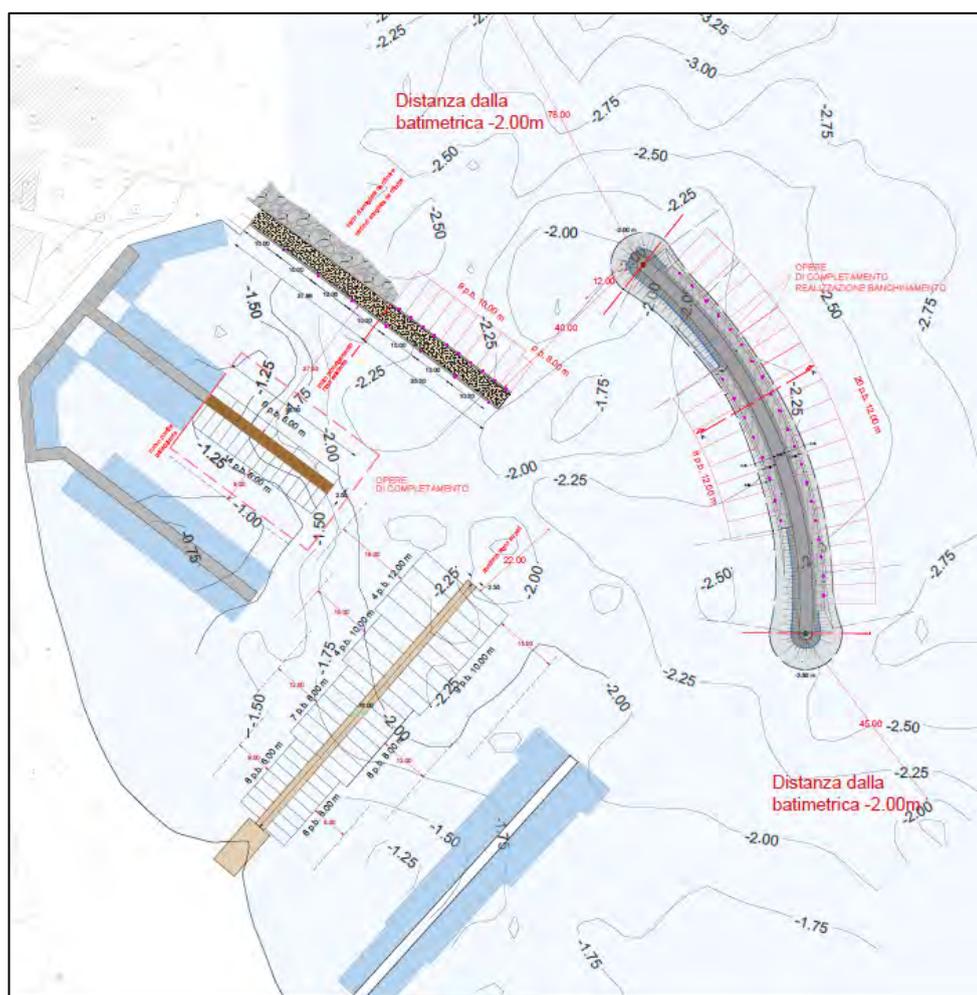


Figure 25 Inquadramento scenario di progetto

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di confronto tra i tre scenari presi in considerazione, riportante i criteri e i relativi indicatori:

INDICATORI

<u>IMPATTO</u>		<u>BASSO</u>	<u>MEDIO</u>	<u>ALTO</u>
NESSUNO	0			
POSITIVO		1	2	3
NEGATIVO		- 1	- 2	- 3

<u>CRITERI</u>	<u>OPZIONE ZERO</u>	<u>OPZIONE 1</u>	<u>OPZIONE 2</u> (soluzione proposta in progetto)
<u>Impatto in fase di cantiere</u> (impatto sonoro – produzione di polveri - traffico mezzi)	0	-3	- 1
<u>Interferenze opere con componenti ambientali e marine</u> (correnti- spiaggia biocenosi fauna)	-2	- 3	- 1
<u>Impatto visivo</u>	0	- 3	1
<u>Soddisfacimento della domanda</u>	-3	2	2
<u>Costi di realizzazione</u>	0	- 3	- 1
<u>Costi di manutenzione</u>	-3	-1	-1
<u>Incremento dei servizi per la diportistica</u>	-3	3	3
<u>Sicurezza di accesso al porto</u>	-3	3	3
<u>Sicurezza e confort interni al porto</u>	-3	3	2
<u>Ritorni economici diretti</u>	0	3	3
<u>Ritorni economici sul territorio</u>	0	3	3
<u>Somma</u>	-17	4	12

Dalla tabella di confronto è possibile vedere come la soluzione 2, possa offrire al Comune di Loiri Porto San Paolo l'opera col minor valore nel rapporto costi-benefici, rapporto nel quale per l'appunto la difficoltà

maggiora sta nel confronto tra costi di realizzazione che vanno sostenuti immediatamente in un arco di tempo ristretto e benefici che invece si manifestano nel tempo durante la vita utile dell'iniziativa.

4 Analisi dello stato attuale delle componenti dell'ambiente potenzialmente interessati dagli impatti

Nel presente paragrafo si intende presentare un'analisi dell'area di studio al momento zero (scenario di base), inteso come condizione temporale di partenza dei sistemi ambientali e sociali sulla quale si innestano i successivi eventi di trasformazione e gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera (Opzione di progetto).

Le componenti ed i fattori ambientali che verranno considerati nel presente studio sono i seguenti:

- suolo;
- ambiente marino e idrico;
- atmosfera e qualità dell'aria;
- vegetazione e flora;
- paesaggio naturale;

4.1 Suolo

L'area di intervento ricade nella porzione di suolo all'interno del perimetro portuale. Il suolo risulta caratterizzato dalla diffusa presenza del complesso intrusivo ercinico della Sardegna ("batolite sardocorso"), attraversato da un variegato corteo filoniano-tardo ercinico, sormontato dalla coperture quaternarie di origine sedimentaria di tipo marino-litorale e alluvionale.

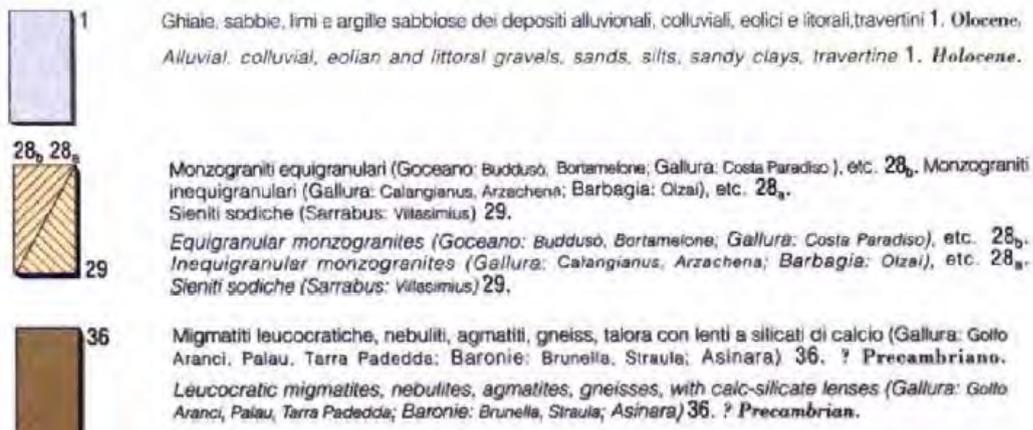


Figure 3 Stralcio Carta Geologica della Sardegna

Per il raggiungimento dei suddetti obiettivi è stata condotta nel mese di luglio 2021 una campagna geognostica investigativa a mare consistita nella realizzazione di n. 4 carotaggi eseguiti con vibrocarotiere e di n. 2 prove di laboratorio per la definizione dei parametri geotecnici, oltre ad una prova sismica a terra mediante tecnica MASW per la determinazione della categoria di sottosuolo valida ai fini sismici.

Con riferimento ai risultati provenienti dalla campagna geognostica, il modello geologico locale del sito si caratterizza per la diffusa presenza del basamento granitico locale fratturato, obliterato talora da una sottile coltre di sabbie di origine marina.

4.2 Ambiente marino e idrico

L'area oggetto di intervento comprende il settore marino antistante la spiaggia di Porto San Paolo, nel tratto di costa esposto verso il quadrante nord orientale, delimitato a N dal piccolo promontorio granitico e dal molo esistente da cui partono i collegamenti con l'Isola di Tavolara e a sud da una piccola cuspidi sabbiosa e dal pontile in legno posto a metà della spiaggia stessa.

Come indicato anche nello Studio meteo-marino, dove sono stati presi come riferimento per la determinazione del clima ondoso i dati registrati dalla boa ondometrica di Capo Comino, detto tratto di costa è esposto principalmente a due traversie: il vento da scirocco che costituisce il vento più frequente e di grecale che determina gli eventi più estremi.

Relativamente al tratto costiero in studio, l'intensità di detti venti rispetto a quanto registrato nella stazione di Capo Comino è senz'altro attenuata dalla posizione dello stesso paraggio all'interno dell'insenatura, in particolare per quanto riguarda il vento di scirocco, smorzato dalla presenza dei due promontori di Punta Don Diego e di Punta La Greca. Le batimetrie risultano piuttosto ridotte, con valori massimi di -2,50 m dal livello del mare in corrispondenza degli areali dove si prevede di realizzare l'antemurale e l'allungamento del molo esistente, mentre mediamente di -1,50 m dal livello del mare in corrispondenza dei pontili.

La principale ricarica della spiaggia di Porto San Paolo è rappresentata dagli apporti sedimentari del corso d'acqua del Rio Scalamala che sfocia poco più a sud, ridistribuiti poi dalle correnti marine ed in subordine dall'erosione della roccia granitica affiorante in corrispondenza dei promontori circostanti (Punta Corallina, Punta Don Diego e Punta La Greca). Dal punto di vista idrografico l'unità principale è rappresentata appunto dal Rio Scalamala, che sfocia immediatamente a sud dell'area di intervento. Si tratta di un corso d'acqua della lunghezza complessiva di circa 4 km, che drena un bacino impostato bassorilievi granitici di circa 6,6 km² orientato SW-NE.

Il corso d'acqua è stato studiato nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF), dal quale risultano le aree a pericolosità idraulica. Il tratto di spiaggia antistante l'area del porticciolo è lambita da un'area a pericolosità elevata di livello Hi4. Relativamente agli interventi in progetto, dovendosi realizzare a mare, risultano al di fuori di tali aree.

Anche rispetto a possibili criticità da frana la presenza di un substrato stabile e le ridotte acclività non lasciano prevedere problematiche di alcun tipo.

4.3 Atmosfera e Qualità dell'aria

Il presente paragrafo si pone come obiettivo di fornire una caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria e della situazione meteo climatica del sito in esame, al fine di verificare la compatibilità ambientale del progetto.

Il Decreto Legislativo 155/2010 suddivide il territorio delle Regioni e Province autonome in zone ed agglomerati ai fini della valutazione e gestione della qualità dell'aria.

L'identificazione delle zone è stata effettuata sulla base delle caratteristiche del territorio, dei dati di popolazione e del carico emissivo distribuito su base comunale.

La zonizzazione di seguito proposta è stata realizzata per la protezione della salute umana per gli inquinanti PM10, PM2,5, NO2, SO2, CO, Pb, Benzene, As, Cd, Ni, B(a)P.

Tabella 3 – Composizione delle zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Codice zona	Nome zona	Codice Comune	ISTAT	Nome Comune
IT2008	Zona urbana	104017		Olbia
		090064		Sassari (esclusa l'area industriale di Fiume Santo)
IT2009	Zona industriale	092003		Assemini
		092011		Capoterra
		107016		Portoscuso
		090058		Porto Torres (più l'area industriale di Fiume Santo)
		092066		Sarroch
IT2010	Zona rurale	costituita dalla rimanente parte del territorio regionale		
IT2011	Zona Ozono	Tutti i comuni – comprende tutte le altre zone		

La zona industriale (IT2009) è costituita dai comuni in cui ricadono aree industriali in cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o industriali localizzate nel territorio, caratterizzate prevalentemente da emissioni puntuali. Non sono stati inclusi in questa zona i Comuni sul cui territorio ricadono solo impianti isolati (quali Samatzai, Ottana, Serramanna, Siniscola). La zona urbana (IT2008) è invece costituita dalle aree urbane rilevanti, la cui individuazione è stata effettuata a partire dall'analisi dei carichi emissivi; è stato possibile accorpate le aree che presentano maggiori analogie anche in termini di livelli degli inquinanti. Si tratta di centri urbani sul cui territorio si registrano livelli emissivi significativi, principalmente prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico. Nel Comune di Olbia, in particolare, a tali sorgenti emissive si aggiungono anche le attività portuali e aeroportuali.

La rimanente parte del territorio è stata accorpata nella zona rurale (IT2010) dal momento che, nel complesso, risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti, dalla presenza di poche attività produttive isolate e generalmente con un basso grado di urbanizzazione.

In particolare, si è deciso di escludere l'Isola di Tavolara e il Comune di Loiri Porto San Paolo poiché trattasi di una zona di particolare pregio naturalistico e considerato che non presenta sul suo territorio sorgenti emissive rilevanti, si è deciso quindi di non includerla nella zona industriale insieme al Comune di Olbia bensì nella zona rurale.



Figure 27 Zone di qualità per la protezione della salute umana



Figure 28 IT2010 – Zona Rurale

A partire dal 2011, la Rete Regionale si è dotata, nell'ambito del piano di adeguamento, di una stazione di fondo rurale regionale. La stazione denominata CENSEO, cod. IT2010, è utilizzata per la valutazione della qualità dell'aria ed è ubicata all'interno del Complesso Forestale del Sarcidano, nella zona di Seulo. La situazione di Loiri Porto San Paolo, nonostante la vicinanza ad Olbia viene accorpata nella zona rurale (IT2010) e risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti, dalla presenza di poche attività produttive isolate e generalmente con un basso grado di urbanizzazione.

4.4 Biodiversità

Il tratto di costa oggetto di intervento non è interessato da flora e fauna di rilievo, peraltro l'intervento a terra è estremamente limitato e quindi non è in grado di incidere sulla varietà delle specie che popolano l'area di intervento.

Per quanto riguarda la flora marina invece l'area d'intervento ricade nel SIC Isola di Tavolara, Molaro e Molarotto, area profondamente studiata e normata. In occasione della presentazione del progetto in esame, tale zona è stata mappata rispetto lo stato della posidonia oceanica esistente, mediante dei rilievi in immersione, è stata svolta l'indagine ambientale volta a conoscere quello che sarà l'ambiente marino in cui verranno realizzati gli interventi.

Tramite l'interpretazione di fotografie aeree è stato possibile effettuare un piano di campionamento mirato per determinare le principali biocenosi marine e il limite della fanerogama marina Posidonia oceanica. Il transetto e le immersioni puntuali, tutti in seguito georeferenziati, hanno permesso la stesura di una cartografia di dettaglio del fondale marino.

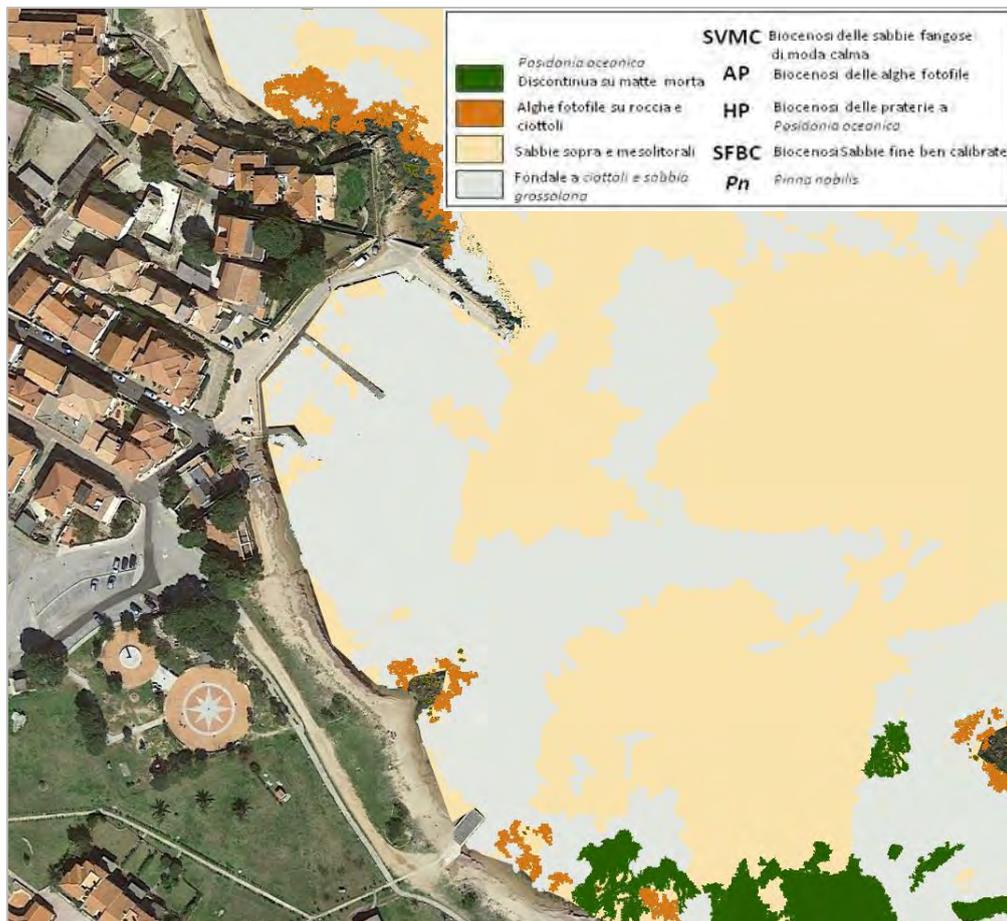


Figure 29 Cartografia di dettaglio del fondale marino in esame - distribuzione delle principali biocenosi rilevate in immersione

Dall'inquadramento su carta bionomica sopra riportata e come meglio descritto nella relazione specialistica Ambientale allegata, redatta dal Dott. naturalista Pieraugusto Panzalis, si evince come l'intervento non interessi biocenosi di pregio.

5 Significatività degli effetti delle opere e attività sugli aspetti ambientali

Il progetto in esame si localizza nell'ambito diportistico di Porto San Paolo e comporta la realizzazione di interventi che coinvolgono prevalentemente il settore marino-costiero.

La maggior parte delle lavorazioni verranno realizzate in mare e quelle a terra saranno realizzate in ambito portuale e quindi in un contesto già fortemente antropizzato.

Per le attività previste a terra non sussiste la possibilità di interferenze con il comparto floro-faunistico, per quanto riguarda le opere in acqua, come descritto al capitolo 4, l'area di intervento non risulta interessata da componenti marine potenzialmente fragili.

Nei seguenti paragrafi si espongono i possibili impatti potenziali che possono venire a determinarsi per le diverse lavorazioni in fase costruttiva e in fase di esercizio sulle componenti ambientali di interesse e le relative misure previste per evitare, prevenire e ridurre o compensare gli impatti ambientali significativi e negativi e le eventuali disposizioni di monitoraggio.

Si vuole precisare che l'area in questione è già caratterizzata dalla presenza di attività e opere legate al diporto nautico pertanto si ritiene che l'impatto della nuova realizzazione sia minimo considerando che si parte da una situazione in cui i livelli ambientali sono già alterati.

5.1 Suolo

Come sopra riportato il progetto in esame comporta la realizzazione di interventi che coinvolgono prevalentemente il settore marino-costiero. L'unico impatto possibile sul suolo è quindi legato alla fase di cantiere dovuto al rischio di perdite accidentali di fluidi dai mezzi d'opera i quali saranno, tuttavia, dotati di appositi kit anti-sversamento utili a contenere al massimo il rischio di dispersione nell'ambiente.

Si provvederà ad effettuare rifornimenti di carburanti e attività di manutenzione dei mezzi esclusivamente su aree impermeabili e, ove non disponibili, si provvederà alla realizzazione provvisoria di rivestimenti impermeabili sui quali operare.

Pertanto, l'impatto sulla matrice suolo può essere ritenuto non significativo.

5.2 Atmosfera

Fase di cantiere

In fase di cantiere l'alterazione qualitativa della componente Aria e Clima si riconduce alle fasi di

trasporto e movimentazione dei materiali. In particolare, si prevede:

- L'emissione di polveri durante le fasi di movimentazione e trasporto delle materie necessarie alla realizzazione delle opere,
- Emissione di inquinanti gassosi da parte dei mezzi trasporto impiegati sia via terra che mare e eventuali impianti presenti in cantiere.

I principali mezzi di cantiere che saranno presenti nelle aree di lavorazione si stimano essere i seguenti:

- Autocarro;
- Autobetoniera;
- Escavatore;
- Autogrù;

Inoltre, sono previsti i seguenti mezzi marittimi:

- Pontone.

Pertanto, durante la fase di cantiere si potrebbe avere un leggero peggioramento della qualità dell'aria nell'area interessata dai lavori; tuttavia, nell'area in cui saranno realizzati i lavori non si prevedono emissioni concentrate, che quindi saranno mitigate grazie ai fenomeni di diffusione e diluizione delle particelle in aria. Inoltre, i lavori saranno realizzati in un periodo di tempo limitato e definito dal cronoprogramma, pertanto, non si evidenziano fenomeni irreversibili in grado di alterare la qualità dell'aria.

Le possibili cause di inquinamento che potrebbero presentarsi in atmosfera sono di seguito elencate:

- Polveri
- Rumore
- Emissioni gassose

Polveri

Le polveri verranno generate esclusivamente dalle fasi di approvvigionamento/smaltimento dei materiali, il transito e l'esercizio dei mezzi di cantiere.

Il controllo della produzione di polveri all'interno del cantiere potrà essere ottenuto mediante l'adozione degli accorgimenti di seguito indicati:

- Bagnatura periodica delle superfici di cantiere in relazione al passaggio dei mezzi e delle operazioni di carico/scarico, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva;
- Bagnatura periodica delle aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei materiali, o loro copertura al fine di evitare il sollevamento delle polveri;
- Bagnatura delle pietre prima della fase di lavorazione;
- Limitare le attività che comportano l'emissione di polveri nelle giornate di vento intenso e/o diretto verso ricettori sensibili;
- Copertura dei cassoni dei mezzi con teli durante le fasi di trasporto, in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali;
- impiego di veicoli da Euro 6 a basse emissioni.

La realizzazione dell'antemurale, totalmente realizzato in mare, lontano dalla riva, non genererà polveri durante la realizzazione.

Rumore

La componente rumore è associata pressoché esclusivamente alle emissioni delle macchine operatrici in cantiere e proverranno principalmente dalle lavorazioni a terra per la realizzazione del molo in pietrame.

Al fine di contenere tali impatti occorrerà effettuare le seguenti azioni:

- adozione di velocità ridotta da parte dei mezzi pesanti;
- programmare lo sfasamento temporale delle lavorazioni più rumorose;
- spegnere i motori nei casi di pause apprezzabili;
- utilizzo di strumentazioni e veicoli omologati, con emissioni rumorose rispettose delle normative nazionali ed europee, il più possibile moderni e rispettarne la manutenzione e il corretto funzionamento;
- impiego di veicoli da Euro 6 e mezzi navali certificati MARPOL.

Considerando il tipo di lavorazioni e la brevità delle stesse, si ritiene che non si genereranno disturbi alle popolazioni residenti nelle aree circostanti, tantomeno alle specie animali che vivono nel sito circostante.

Le emissioni acustiche derivanti dalle lavorazioni saranno comunque controllate al fine di non risultare fastidiose, si provvederà ad effettuare i lavori nei soli giorni lavorativi, sospendendo le lavorazioni nei fine settimana, in modo da mitigare ulteriormente l'impatto.

Per i lavori in oggetto saranno rispettati i valori limite pari a 70 dB(A) e risulta quindi indispensabile una gestione del cantiere e delle attività lavorative al fine di minimizzare l'impatto acustico e vibrazionale sui ricettori circostanti. Verrà pertanto previsto esclusivamente l'utilizzo di mezzi d'opera ed attrezzature di lavoro dotate di marcatura CE, che garantiscano le minori emissioni possibili di CO₂, cioè rispettosi delle normative europee più recenti.

Si prevede di realizzare i lavori nel periodo ottobre/maggio al fine di non creare disturbo durante la stagione turistica.

Emissioni gassose

Durante le lavorazioni, le emissioni gassose proverranno sostanzialmente dall'utilizzo di combustibile da parte dei mezzi di cantiere terrestri e dai mezzi marittimi quali il pontone.

Al fine di ridurre i potenziali impatti ambientali l'appaltatore dovrà utilizzare mezzi Euro 6 e applicare misure di gestione ambientale durante tutta l'esecuzione delle opere in modo da arrecare il minore impatto possibile sull'ambiente; pertanto il soggetto dovrà disporre di una certificazione secondo la norma ISO 14001.

Fase di esercizio

I lavori previsti in progetto non produrranno a regime nessun tipo di inquinamento o disturbo ambientale, le uniche emissioni in atmosfera in fase di esercizio potrebbero essere attribuite agli scarichi dei motori delle imbarcazioni, ma l'intervento non comporterà un incremento del traffico marittimo, in quanto l'area in esame durante i mesi estivi risulta essere già molto trafficata, anzi l'intervento previsto in progetto permetterà una gestione controllata sia degli accessi che degli ormeggi che non saranno del tipo selvaggio.

5.3 Ambiente idrico

Fase di cantiere

Per quanto riguarda le lavorazioni in acqua, il progetto non prevede interventi di escavazione subacquea, pertanto non si ritiene possano generarsi particolari problemi di torbidità.

L'unico impatto potenziale che potrebbe presentarsi è:

- Sversamento accidentale dovuto all'uso di mezzi nautici e macchinari;

Durante la fase di cantiere, al fine di evitare che i mezzi marittimi possano accidentalmente sversare degli idrocarburi in mare, gli stessi saranno dotati di panne assorbenti antinquinamento.

I mezzi marittimi saranno del tipo con pali di stabilizzazione ovvero mezzi che occupano una superficie molto ridotta di fondale a differenza dei comuni pontoni che utilizzano delle ancore per la stabilizzazione del mezzo. Le ancore comportano anche la formazione di solchi, asportazione di eventuali biocenosi e quindi il loro impiego ai fini ambientali è decisamente molto impattante.

Fase in esercizio

Il progetto a regime non darà luogo a scarichi idrici di sostanze organiche o inorganiche, incluse sostanze tossiche, nelle acque interessate. Gli unici rifiuti che verranno prodotti, saranno prodotti dalle imbarcazioni che una volta ormeggiati conferiranno i rifiuti prodotti negli appositi contenitori.

Si ritiene che l'aumento dei posti barca non porti ad un potenziale aumento del carico inquinante nello specchio acqueo, in quanto il numero dei posti barca in progetto andrà pressochè ad uguagliare il numero di imbarcazioni che già ormeggiavano alla fonda nelle acque del bacino portuale.

Inoltre nel limitrofo approdo di Cala Finanza è presente una stazione per l'aspirazione delle acque di sentina che viene attualmente utilizzata anche dalle imbarcazioni ormeggiate sul lungomare di Porto San Paolo ed alla quale potranno fare riferimento anche i natanti il cui ormeggio è previsto con il presente progetto.

La realizzazione del prolungamento della banchina in pietrame esistente, mediante celle poste in

comunicazione tra gli specchi acquei, rappresenterà un intervento ambientalmente indispensabile per garantire una migliore qualità delle acque interne, consentendo i necessari ricambi idrici.

I lavori previsti in progetto come sopra descritti, saranno del tipo fisso, ma trattasi di opere che non implicheranno escavi dei fondali.

In fase di esercizio l'intervento porterà ad un evidente miglioramento dello stato degli habitat e specie sensibili presenti sui fondali, in quanto con la realizzazione di nuovi posti barca verrà meno l'ormeggio alla fonda, venendo meno la distruzione di tali specie dovuta all'asportazione.

La non realizzazione dell'intervento porterebbe ad una gestione, come già in parte accade, di un sistema incontrollato ed abusivo di ormeggi.

5.4 Aree protette

Le lavorazioni che verranno eseguite, come descritto in precedenza, avranno un basso rischio nei confronti delle matrici e delle componenti ambientali sul sito stesso d'intervento, nonostante ricada in aree protette (Natura 2000) descritte in precedenza.

Nessuna modifica delle componenti suolo e acque della suddetta area sarà possibile, mentre, per quanto riguarda aria e rumore, il quantitativo relativamente ridotto delle emissioni fa sì che alla distanza alla quale si trovano le Aree protette non si potrà avere alcun tipo di impatto. Conseguentemente, anche l'impatto sugli habitat e sulle specie presenti nei Siti protetti potrà ritenersi sostanzialmente nullo.

5.5 Paesaggio

Come precedentemente descritto e come visibile dalle tavole di progetto, gli interventi previsti in progetto non andranno ad interferire con il paesaggio, l'utilizzo di materiale locale o comunque naturale come granito e legno limiteranno l'impatto visivo/percettivo. Il completamento con le opere previste, contribuirà a migliorare l'intero contesto urbano.

5.6 Uso delle risorse naturali e produzione di rifiuti

Nel caso in esame dato il tipo di opere in progetto, le modalità esecutive dei lavori e l'assenza di vegetazione nell'area d'intervento, l'utilizzo di risorse naturali è riferibile soprattutto al consumo di suolo e di acqua.

5.6.1 Consumo di suolo

Il consumo di suolo sarà di due tipi, quello legato alle materie prime necessarie per la realizzazione dell'opera, aggregati per calcestruzzo e massi e pietrame per il rifiorimento della scogliera della banchina e per la realizzazione dell'antemurale.

Il quantitativo di inerti necessario per confezionare il calcestruzzo per la realizzazione delle banchine e per la pavimentazione della banchina è piuttosto contenuto, per via delle modeste dimensioni dell'opera in

progetto. Tuttavia, al fine di favorire un uso che sia il più sostenibile possibile per le risorse naturali, **compatibilmente con gli standard di qualità richiesti dall'opera, si farà ricorso all'utilizzo** di calcestruzzi contenenti il massimo contenuto di aggregati riciclati provenienti da rifiuti non pericolosi originati da attività di costruzione e demolizione da approvvigionare presso gli impianti di recupero più prossimi al sito, nel rispetto dei limiti imposti dalla Normativa (NTC18) Tab. 11.2.III., a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

Tabella 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	≤ C45/55	fino al 15%
da calcestruzzi > C45/55	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Per quanto riguarda l'approvvigionamento dei massi, questi verranno approvvigionati da cave locali presenti nelle vicinanze, trasportando il materiale dalle cave ai punti di carico nel porto di Olbia e successivamente tramite pontone trasportare il materiale al cantiere.

Elenco cave di approvvigionamento				
ENTE GESTORE	COMUNE	AUTORIZZ. N.	DATA	Materiale
L'Uruena Monte Littu	Comune di Loiri Porto San Paolo	1046_C	12/04/1999	Granito
La Lana Azza Ruia	Comune di Loiri Porto San Paolo	126_C	17/11/1998	Inerti per conglomerati
Casagliana Caldosu	Comune di Olbia	219_C	31/05/1999	Inerti per conglomerati

Tabella 2 Elenco non esaustivo delle cave di approvvigionamento (si faccia riferimento al piano regionale delle attività estrattive)

Per quanto riguarda il maggiore ingombro sul fondale data dalla realizzazione del prolungamento del molo e dalla realizzazione dell'antemurale, si coprirà un'area piuttosto contenuta, pari a circa 1790 m², area che comunque è ubicata in una zona che ad oggi, nel periodo estivo, si trova in condizione di sovraffollamento dovuto all'ormeggio alla fonda di numerose imbarcazioni e pertanto, impossibilitata alla presenza di biocenosi marine di alcun tipo, pertanto tale realizzazione si traduce in una minore interferenza con le biocenosi ivi presenti e in un favorevole insediamento di nuove comunità bentoniche.

Per quanto sopra descritto, l'impatto legato al consumo di suolo è abbastanza contenuto e, comunque, non significativo.

5.6.2 Consumo di acqua

Il consumo di acqua è legato per lo più a due aspetti: il confezionamento del calcestruzzo necessario per la realizzazione dei banchinamenti e delle pavimentazioni

Per quanto riguarda il consumo legato al confezionamento del calcestruzzo, anche in questo caso le modeste dimensioni dell'opera in progetto fanno sì che il consumo di risorse naturali sia abbastanza contenuto.

Anche in questo caso è possibile ritenere che l'impatto legato al consumo di acqua sia abbastanza contenuto sia nel tempo di utilizzo che nelle quantità e comunque sempre in maniera funzionale e circoscritta al cantiere. In fase di esercizio, l'utilizzo della risorsa idrica è relativo al servizio di utilizzo delle colonnine offerto lungo le opere in progetto.

5.6.3 Produzione di rifiuti

Le opere previste in progetto non prevedono la produzione di rifiuti in grandi quantità, l'attività per cui si prevedere la produzione di rifiuti è per la realizzazione delle banchine. Per tutti i rifiuti prodotti si prediligeranno, per il conferimento, gli impianti di recupero e/o le discariche autorizzate più vicine.

I rifiuti urbani da parte delle imbarcazioni che usufruiranno dell'approdo offerto dalla banchina verranno smaltiti in maniera idonea secondo la normativa vigente, garantendo la differenziazione degli stessi secondo le classi merceologiche previste dal comune.

5.6.4 Terre e rocce da scavo - sedimenti

Il tipo di lavoro in progetto non prevede la movimentazione di sedimenti infatti le opere verranno realizzate su quello che è il fondale esistente, verranno prodotte in minima quantità terre e rocce provenienti dalla realizzazione delle tracce per gli impianti.

5.6.5 Rischi per la salute umana

Agli interventi in progetto non sono associati rischi per la salute umana. Non si rilevano infatti particolari problematiche attinenti inquinamento o contaminazione di aria, acqua e suolo. Per quanto concerne la fase di cantiere, il recepimento delle indicazioni contenute nel Piano di Sicurezza consentiranno di minimizzare i rischi per la salute umana connesse alle lavorazioni previste nell'ambito del progetto.

6 Piano di monitoraggio

Le opere previste in progetto, come precedentemente specificato, non prevedono la realizzazione di escavi o movimentazione di sedimenti dai fondali, e andranno a installarsi su tratti di fondale privi di posidonia oceanica come meglio descritto nella relazione ambientale del Dott. Pieraugusto Panzalis.

Pertanto noto il contesto in cui sorgeranno le nuove opere e l'attuale destinazione come approdo turistico, si ritiene che al fine di monitorare l'area di intervento, sia sufficiente un piano di monitoraggio morfologico della durata quinquennale non essendo prevedibili impatti sulle componenti ambientali sia in fase di

realizzazione che di esercizio dell'opera.

Seppure nello studio meteomarinario si ritiene con ragionevole certezza che le opere non provocheranno apprezzabili modifiche sui litorali sabbiosi, si ritiene opportuno effettuare un monitoraggio morfo batimetrico dell'evoluzione dei litorali come di seguito descritto.

6.1 Monitoraggio morfo batimetrico

Il monitoraggio morfo batimetrico della durata di cinque anni prevede la realizzazione di un rilievo topografico lungo la linea di riva dell'area interessata dall'intervento e della spiaggia limitrofa e un rilievo batimetrico nelle medesime aree.

Il rilievo verrà effettuato ogni sei mesi utilizzando un gps rtk per il rilievo della spiaggia emersa spingendosi fino alla batimetria di -0,5 metri al fine di "collegare lo stesso con il rilievo batimetrico.

Il rilievo batimetrico sarà effettuato utilizzando il medesimo sistema di posizionamento di cui sopra ed un ecoscandaglio idrografico con frequenza pari a 200 Khz.

Entrambi i rilievi dovranno essere effettuati lungo allineamenti equidistanti 10 metri mentre la linea di riva dovrà essere rilevata ogni 2 metri circa.

Dei rilievi verrà fatta una restituzione cartografica con piano quotato ed isobate e per ogni fase di monitoraggio dovrà essere prodotta una relazione contenente un esame critico dei dati ottenuti con verifica delle cause di eventuali oscillazioni della linea di riva per verificare se siano dovute all'intervento in oggetto o a cause naturali.



Figura 30 Aree interessate dal monitoraggio della durata quinquennale



COMUNE DI LOIRI PORTO SAN PAOLO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA/DEFINITIVO PER IL NUOVO ASSETTO DI PORTISTICO DEL LUNGOMARE DI PORTO SAN PAOLO

ELABORATO:

ALL. 1

TITOLO:

RELAZIONE AMBIENTALE

RIF. ELABORATO: 21-018

REVISIONI	DATA	OGGETTO	
	00	26-09-2022	
	01		
	02		
	03		

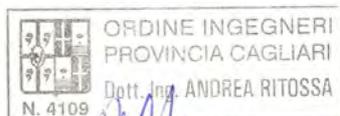
RED.: FP VER.: AR APPR.: FR

PROGETTISTI:

ING. ANDREA RITOSSA S.R.L.



Ing. Andrea RITOSSA



[Handwritten signature]

COMMITTENTE:

COMUNE DI LOIRI PORTO SAN PAOLO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. SIMONA LEPORI



Il presente, o parte di esso, non può essere riprodotto in alcuna forma, in alcun modo e per nessuno scopo, senza autorizzazione.
Ogni infrazione sarà perseguita a termini di legge.



PROVINCIA DI OLBIA TEMPIO



Comune di Loiri Porto San Paolo

Consorzio di Gestione Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo

Relazione Ambientale

Studio di fattibilità tecnica economica per il nuovo assetto diportistico del lungomare di Porto San Paolo

Olbia li 04/01/2019

Il tecnico incaricato
Dott. Pieraugusto Panzalis

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Pieraugusto Panzalis".



Sommario

Introduzione	3
Inquadramento dell'area	4
Caratteristiche meteo-marine dell'area	6
Inquadramento geomorfologico	8
Inquadramento biologico.....	11
La zonazione bionomica	11
Materiali e metodi.....	13
Analisi d'immagine	14
La Caratterizzazione bionomica secondo la classificazione di Peres et Picard.....	15
Carta della vulnerabilità del territorio marino.....	18
Conclusioni	19
Bibliografia	20
Indagine fotografica della zona in oggetto.....	23

Introduzione

Il lavoro, effettuato dai tecnici del Consorzio di Gestione dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo, ha lo scopo di effettuare la caratterizzazione bionomica dei fondali marini nelle acque antistanti la baia di Porto San Paolo all'interno dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo. Tale studio in ambito marittimo è finalizzato ad integrare gli studi di fattibilità e l'istruttoria per il parere ambientale rilasciato dall'ente scrivente.

I rilievi sono stati effettuati in immersione. Tramite l'interpretazione di fotografie aeree è stato possibile effettuare un piano di campionamento mirato per determinare le principali biocenosi marine e il limite della fanerogama marina *Posidonia oceanica*. Il transetto e le immersioni puntuali, tutti in seguito georeferenziati, hanno permesso la stesura di una cartografia di dettaglio del fondale marino.

La cartografia ambientale tematica riveste un ruolo di primaria importanza sia per gli aspetti di ricerca di base, legati alla conoscenza degli ecosistemi, sia per gli aspetti finalizzati, legati a necessità di intervento e gestione del territorio. Tricart e Kilian (1985) affermano che il rilevamento cartografico è insostituibile per analizzare gli aspetti spaziali dell'ambiente naturale. Per questi motivi, la cartografia ecologica è molto sviluppata in ambiente terrestre, dove la mappatura della vegetazione o delle caratteristiche mesologiche e pedologiche costituisce ormai un elemento fondamentale nell'ambito degli studi ambientali e della gestione territoriale.

L'immersione di personale scientifico subacqueo rimane la tecnica più accurata di mappatura delle praterie di fanerogame, ed è comunque insostituibile come "verità mare" di immagini satellitari, fotografie aeree o sonogrammi.

I costi elevati e l'operatività inevitabilmente limitata, però fanno sì che la mappatura in immersione sia conveniente solo per carte a grande scala di praterie con estensione ridotta.

Tra le metodiche usate figurano: la fotografia aerea e immersioni subacquee. Benché diversi tra loro, questi metodi non devono essere considerati alternativi, ma piuttosto complementari. Solo l'uso congiunto di diverse tecniche può garantire efficienza e risultati verificati. (Meinesz *et al.* 1988).

Al fine di gestire l'ambiente in maniera razionale e sostenibile, il supporto cartografico riveste una sempre maggiore importanza.

Infatti qualsiasi pianificazione che intervenga sull'ambiente esterno deve essere valutata con strumenti adatti. Le rappresentazioni cartografiche non sono quindi univoche, ma sono "adattate" all'ambiente che vogliono rappresentare.

Gli ambienti costieri sono ambienti di transizione, infatti in tali ambienti insistono processi fisici ed ecologici di natura diversa. La complessità di tali ambienti è dovuta alle interazioni fra questi processi a cui si aggiungono interventi antropici.

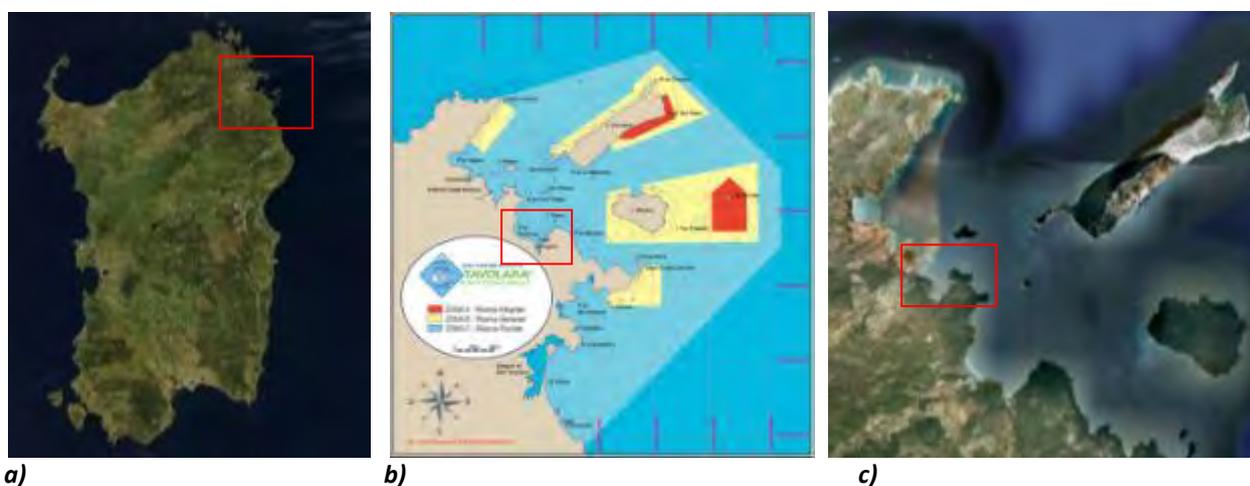
Il monitoraggio di tali ambienti è quindi necessario ogni qual volta si interviene e si modifica la struttura fisica ed ecologica di questi sistemi.

Inquadramento dell'area

Identificata come Area Marina Protetta di riferimento, con la Legge n°979 del 31 dicembre nel 1982, è stata istituita nel 1998 con Decreto Ministeriale del 12 dicembre, ed in seguito modificato con Decreto ministeriale del 28 novembre 2001.

Il decreto contiene la perimetrazione delle tre zone a diverso livello di protezione e prevede che la gestione debba essere affidato, ad un consorzio fra i tre comuni rivieraschi: Olbia, Lori (presente con la sua frazione costiera di Porto San Paolo) e S. Teodoro.

L'aria marina comprende le isole di Tavolara, Molaro, Molarotto e la fascia costiera compresa tra Capo Ceraso (Olbia) e Cala Finocchio (S. Teodoro), e naturalmente tutte le piccole isole comprese in questo tratto di mare, come Isolotto Rosso, Isola Piana ecc.

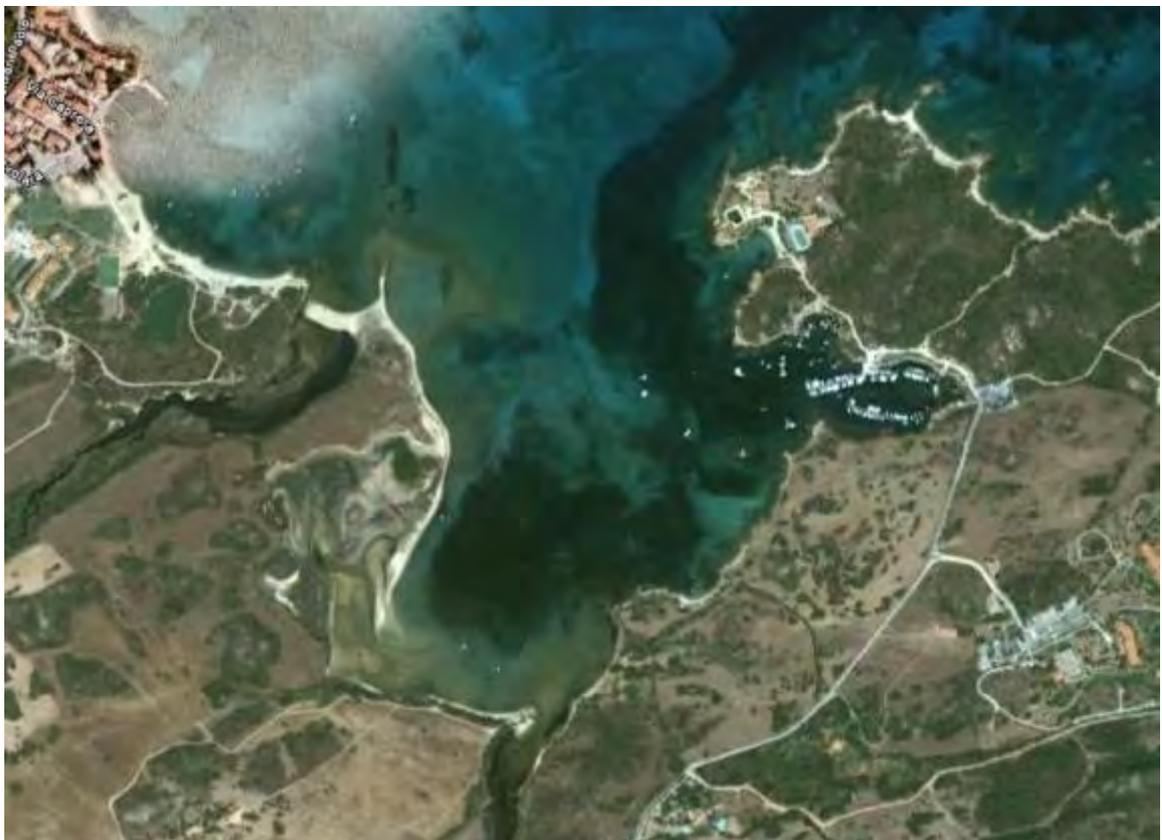


La piccola baia di Porto san Paolo è situata nella parte nord dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo, all'interno della zona C della medesima in prossimità del piccolo porticciolo di Loiri Porto San Paolo. Questo tratto di costa bassa è delimitato a nord da punta Corallina, ed a sud da punta La Greca. Questi due promontori delimitano anche il golfo di Porto San Paolo. Le acque basse, formate principalmente da fondali a *Posidonia oceanica* sabbia e scogli granitici affioranti sono caratterizzate principalmente da acque calme. In prossimità della baia sono presenti due isolotti poco distanti dalla costa, L'isola dei Cavalli e l'isola Piana. La baia è occupata numerose concessioni demaniali, inclusi pontili galleggianti che sono posizionati a poche decine di metri dal molo militare del porto.

Lo specchio di mare antistante la baia è caratterizzato da un fondale composto principalmente da sabbie fini di origine alluvionale e da ciottoli, sempre di origine granitica, di diverse dimensioni. Il fondale è distinto principalmente da popolamenti a *Caulerpa prolifera* e alghe fotofile associate alle formazioni granitiche presenti.



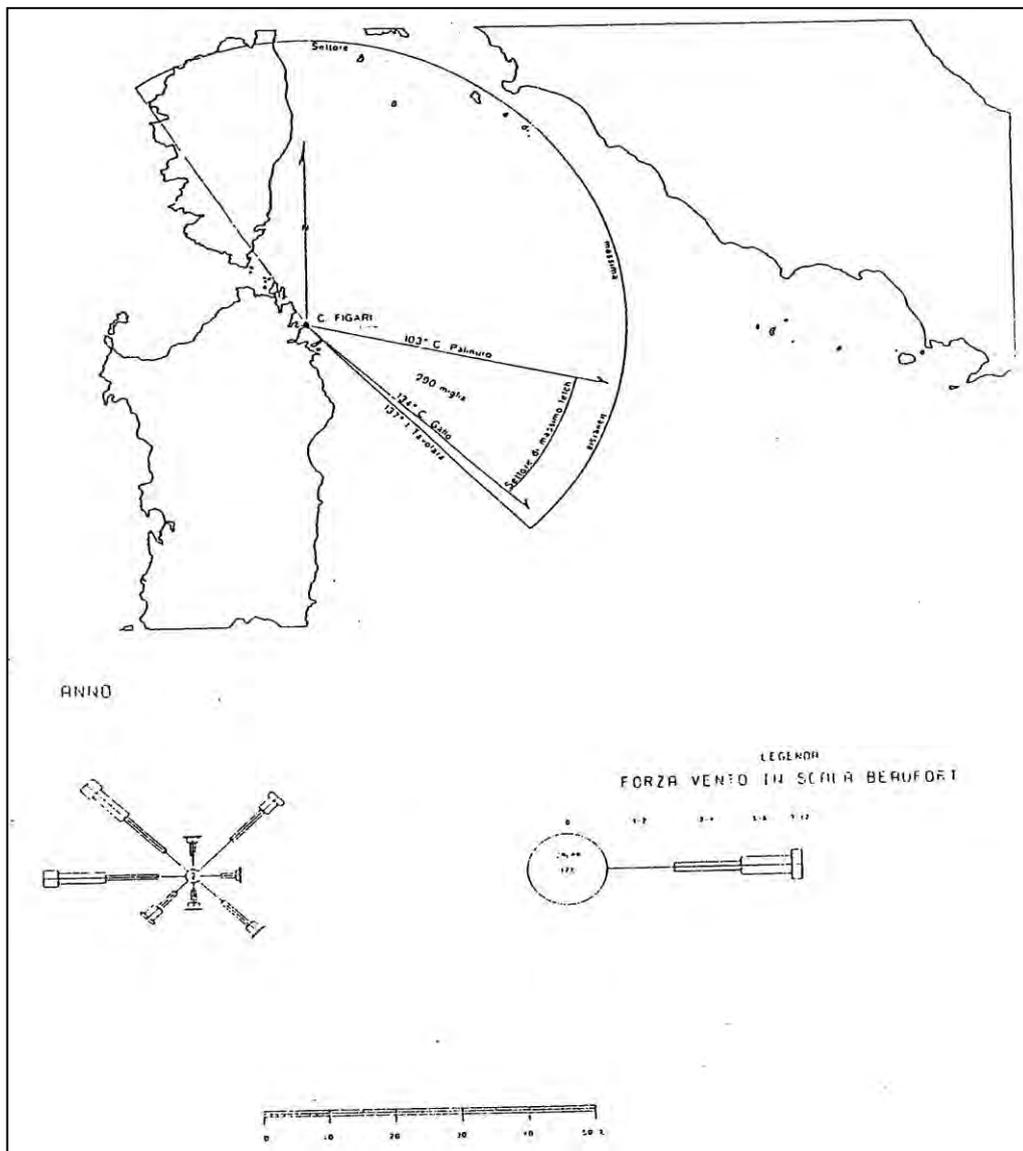
Fotografia aerea di Porto San Paolo – particolare del porticciolo



Fotografia aerea della baia di Porto San Paolo – Zona ampia

Caratteristiche meteo-marine dell'area

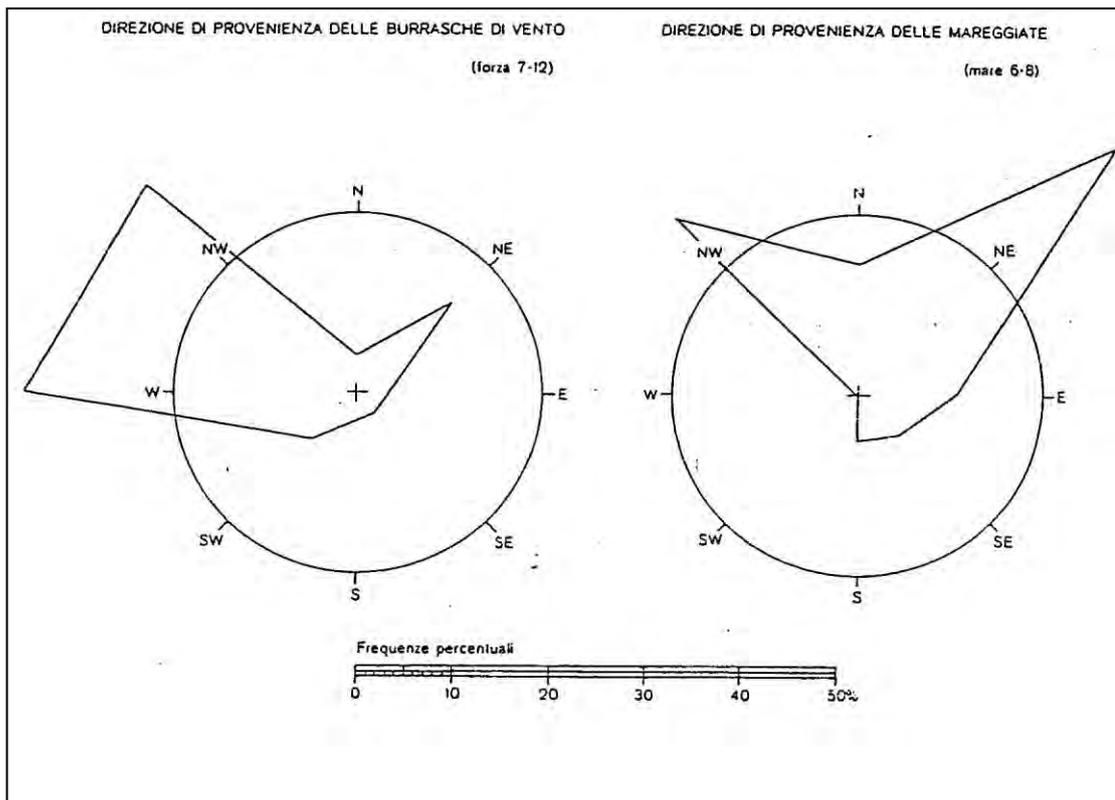
Le Caratteristiche anemometriche, sotto riportate, sono quelle rilevate dalla stazione della M.M. di Capo Figari, ricavate per un periodo di rilevamento di 27 anni (1930-1957).



Settore di Massima traversia, di massimo fetch e diagramma polare delle frequenze medie annuali percentuali di direzione ed intensità del vento per la stazione di Capo Figari (Istituto Idrografico della Marina) Fig. 1

La figura 1 (I.I.M.) presenta il settore di massima traversia e quello di massimo fetch per la stazione di Capo Figari, accompagnati dalla rosa dei venti relativa alla frequenza media annua, calcolata per le 8 direzioni principali e per cinque intervalli di forze (0, 1-2, 3-4, 5-6, 7-12). L'analisi di queste figure permette di evidenziare l'importanza dei venti provenienti da NW, W, NE e, in misura minore, da SE. La figura di seguito riportata, invece, rappresenta sinteticamente le elaborazioni condotte dall'I.I.M. su 27 anni di osservazioni relative allo stato del mare e dalla durata massima delle mareggiate registrate dalla stazione di Capo Figari. Considerando che il settore di massima traversia (Cioè quello che comprende tutte le direzioni da cui possono

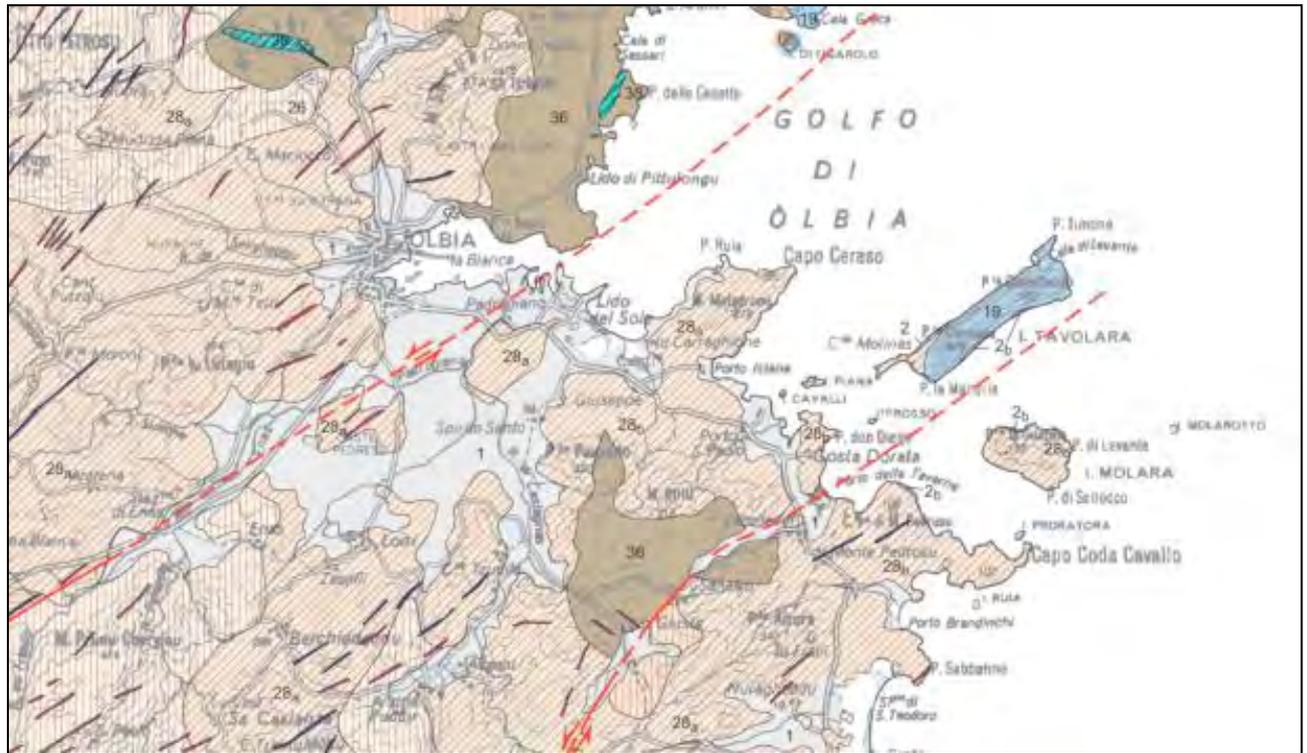
provenire venti in grado di produrre una significativa agitazione del mare) è individuato tra i 317° e 137°, l'area risulta battuta principalmente da mareggiate originate da venti settentrionali (principalmente grecale e maestrale). Questi venti, nei mesi tardo autunnali ed invernali possono determinare mareggiate (Forza 6-7) della durata massima di anche 62 ore. Nei mesi estivi si possono verificare condizioni di mare forza 7 di provenienza NW -NE, ma nel complesso, in questo periodo le condizioni del mare sono positive, con le maggiori frequenze di mare forza 0-1.



Direzione e provenienza delle burrasche di vento e delle mareggiate presso la stazione di Capo Figari (I.I.M.)

La breve descrizione sulle caratteristiche meteo marine della zona più ampia, è un passo fondamentale per l'individuazione dei principali venti e mareggiate che agiscono sulla zona.

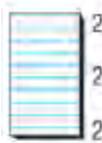
Inquadramento geomorfologico



Estratto della carta Geologica della Sardegna



1 Ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali, travertini 1. Olocene. *Alluvia, colluvial, eolian and littoral gravels, sands, silts, sandy clays, travertine 1. Holocene.*



2_c Arenarie eoliche con Cervidi (*Megaceros verticomis*, *Dama dama*) e Proboscidi (*Elephas melitensis*) (Arenarie wurmiane Auct.) (Nurra; Iglesiente; etc.) 2_c. Conglomerati, arenarie e biocalcareni di spiaggia (Panchina Auct.), con Molluschi (*Mytilus senegalensis*, *Spondylus gaederopus*, *Strombus bubonius*, *Patella ferruginea*, *Conus testudinarius*) e Celenterati (*Gladocora coespitosa*) 2_b. Pleistocene sup. Conglomerati, sabbie, argille più o meno compattate, in terrazzi e conoidi alluvionali (Alluvioni antiche Auct.) 2_a. ? Pliocene - Pleistocene.

Eolian sandstones with Cervidea (Megaceros verticomis, Dama dama) and Proboscidea (Elephas melitensis) (Arenarie wurmiane Auct.) (Nurra, Iglesiente, etc.) 2_c. Conglomerates, sandstones and biocalcarenes (Panchina Auct.), with Mollusca (Mytilus senegalensis, Spondylus gaederopus, Strombus bubonius, Patella ferruginea, Conus testudinarius) and Coelenterata (Gladocora coespitosa) 2_b. Upper Pleistocene. Conglomerates, sand and mud deposits, loaded and unloaded, in river terraces, alluvial cones, (Alluvioni antiche Auct.) 2_a. ? Pliocene - Pleistocene.



28_b, 28_a Monzograniti equigranulari (Goceano: Buddusù, Bortamestone; Gallura: Costa Paradiso), etc. 28_c, Monzograniti inequigranulari (Gallura: Calangianus, Arzachena; Barbagia: Olzai), etc. 28_a, Sieniti sodiche (Sarrabus: Villasimius) 29.

Equigranular monzogranites (Goceano: Buddusù, Bortamestone; Gallura: Costa Paradiso), etc. 28_b, Inequigranular monzogranites (Gallura: Calangianus, Arzachena; Barbagia: Olzai), etc. 28_a, Sieniti sodiche (Sarrabus: Villasimius) 29.

La geomorfologia della zona che interessa l'AMP è condizionata dalla storia geologica e dall'evoluzione tettonica della area, nonché influenzata dai litotipi presenti nella zona.

L'area costiera che interessa l'AMP è per lo più composta di Monzograniti, che formano i capi e le scogliere, e da accumuli sedimentari quaternari che si trovano nelle baie e nelle zone a più marcata idrografia.

Dal punto di vista strettamente idrografico tutta la zona in cui si trova l'AMP è interessata da corsi d'acqua, a regime torrentizio, di breve decorso che nella maggior parte dei casi terminano negli stagni costieri presenti.

I rii di maggior importanza si trovano soprattutto nel settore meridionale della riserva con i rii S. Teodoro, di Filieai ed altri minori che sfociano nello stagno di S. Teodoro, che probabilmente hanno contribuito, con i loro depositi, all'addolcimento del profilo della costa, la quale doveva essere più simile a quella gallurese se si nota il contatto fra tali depositi e i graniti retrostanti; e con il fosso di Lutturai, anch'esso sfociante in uno stagno (Brandinchi). Lo stagno di S. Teodoro copre una superficie di 2,3 Km² ed ha un bacino idrografico di 60,91 Km². Più a Nord il rio de la Taverna sfocia nell'omonimo stagno che presenta un bacino di 10 Km².

La presenza di questi rii è stata fondamentale per la morfologia attuale delle coste di questa porzione della Sardegna Nord Orientale, infatti, questi fiumi hanno contribuito alla formazione delle profonde valli che originano poi, con la loro prosecuzione a mare le strette insenature che caratterizzano la costa.

La morfologia marina, nell'area interessata, è caratterizzata dalla logica prosecuzione a mare del substrato granitico, che nonostante sommerso continua a portare i segni di un recente periodo subaereo. Tale substrato si incontra a tratti lungo tutto il periplo costiero dell'AMP fino a profondità di 10—15 metri; sullo stesso si imposta localmente la prateria a Posidonia oceanica.

La continuità degli affioramenti rocciosi è interrotta da coperture di sabbie quarzoso feldespatiche nelle spiagge sommerse corrispondenti a modeste insenature (Orru P., Pasquini C.; 1992).

Il fondale sabbioso, probabilmente eredità di spiagge oggi sommerse, caratterizzato da sabbie quarzoso-feldespatiche è compreso fra la linea di riva ed il limite delle piattaforme in roccia o delle matte di Posidonia oceanica. Il fondo di tali spianate di sabbia è ornato da ripple e megaripple, in alcune aree ad elevata profondità, oltre il limite della Posidonia oceanica, si rilevano delle vere e proprie dune.

La piattaforma continentale che borda il lato orientale della Sardegna è più breve e con scarpata più acclive che quella occidentale. Notevole è la copertura sedimentaria plio-quaternaria che ricopre il basamento dando alla stessa una morfologia più dolce interrotta bruscamente dalla rottura di pendio al bordo della stessa che presenta forti accumuli di sedimenti in progradazione. Nonostante questa caratteristica pressoché regionale la piattaforma continentale dell'area che comprende l'area marina protetta si sviluppa per circa 10 miglia nautiche, quindi risulta con morfologia diversa a quella caratterizzante tutto il versante della Sardegna orientale.

Infatti, il bordo della stessa risulta poco accentuato, tranne che nei tratti dove è incisa rispettivamente a Nord ed a Sud dai canyon di Molara e di Posada.



Carta Geomorfológica dei fondali marini

	Prateria Discontinua su Sabbia		Calcari e Dolomie
	Prateria su Roccia		Coralligeno di Piattaforma
	Sabbie Litorali		Granito
	Sabbie Bioclastiche		Metamorfiti
	Sabbie Limose Organogene		Prateria a Poseidonia su Matte
	Limi Sabbiosi di Piattaforma		Prateria Discontinua su Roccia
	Spiaggia Beach Rock		

Inquadramento biologico

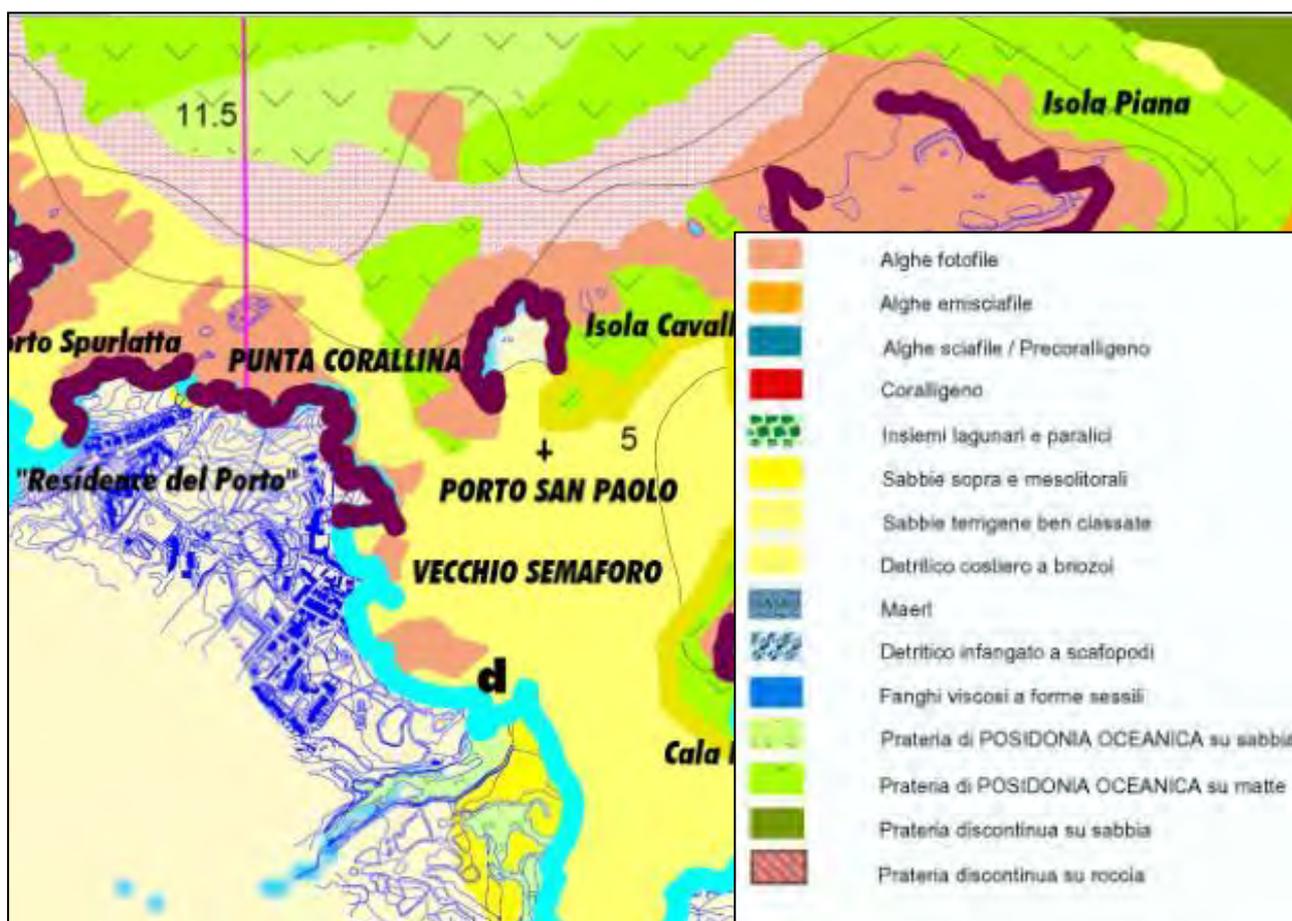
L'indagine dell'area esaminata è stata condotta con la tecnica dei campionamenti in situ, ed dell'analisi di immagini satellitari ed aeree. Sono state eseguite una serie di immersioni per valutare lo stato di conservazione del fondale marino. Le immersioni subacquee di personale scientifico qualificato hanno reso possibile una caratterizzazione ambientale della porzione di territorio marino dove si trova il corpo morto della boa. In tal modo è stato possibile coprire un'ampia porzione di fondale marino per valutarne meglio le caratteristiche del fondale.

La mappatura delle strutture, siano esse abiotiche o biotiche, dell'ambiente marino avviene oramai quasi in toto grazie al supporto della tecnologia, infatti sia a elevate come a basse profondità strumenti come ecografi, multibeam, sidescan sonar, foto aeree e immagini satellitari sono utilizzate al fine di identificare le caratteristiche e/o le perturbazioni in ambiente sommerso. Specificatamente si ritrovano in bibliografia molti casi nei quali la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* avviene combinando informazioni provenienti da foto aeree con rilievi effettuati in situ o con immagini side scan sonar (Baroli et al 2004, Cancemi et al 2000, De Falco et al. 2000, Pasqualini et al. 1999, Pasqualini et al 1998)

Lo scopo di questo lavoro è la caratterizzazione del fondale marino antistante il porticciolo di Porto San Paolo. Per ottenere tale mappatura sono state incrociate differenti tipologie di informazioni. Infatti sono state analizzate foto aeree della zona, dati riguardanti le batimetrie e rilievi effettuati in immersione. Data la bassa profondità delle acque tra 0 e 4 metri si è scelto di privilegiare le informazioni ottenute attraverso una serie di survey sul posto (transetti e verità mare), i quali hanno permesso in seguito di analizzare le foto aeree della zona e quindi di ottenere una cartografia bionomica adeguata.

La zonazione bionomica

Campo di studio della bionomia è la zonazione dei popolamenti biologici. Uno dei concetti basilari in bionomia è quello di biocenosi: secondo la teoria individualistica è un raggruppamento di specie organizzato e funzionalmente integrato. Il significato del termine bionomia può essere reso con "definizione dell'ambiente attraverso criteri biologici". Il suo campo di studio è conoscere quali raggruppamenti di organismi sono presenti, come sono distribuiti e perché. Si tratta dunque di una caratterizzazione biologica dell'ambiente che mira a definire zone diverse sulla base del popolamento biologico che le abita; in ultima analisi, bionomia è quindi lo studio della zonazione degli organismi.



Estratto della cartografia bionomica dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo

In mare la distribuzione degli organismi non è omogenea ma varia in accordo alle caratteristiche dei diversi ambienti che sott'acqua si possono incontrare. Come è noto una prima suddivisione che si fa dell'ambiente marino è la distinzione tra benthos, costituito dall'insieme degli organismi legati al fondo marino, e pelagos, costituito dagli organismi di acque libere (plancton e necton), che non traggono contatti diretti e permanenti col fondo. Anche limitandosi al bentos, tuttavia, è constatazione comune che esiste una netta zonazione biologica, che i raggruppamenti floro-faunistici cambiano ad esempi, in relazione alla natura del substrato: sui fondi rocciosi sono preponderanti gli organismi che vivono al di sopra del substrato (epibenthos), mentre sui fondi sabbiosi e fangosi sono nel complesso più rappresentati gli organismi che vivono infossati nei sedimenti (endobenthos). (Bianchi C. N. 1991).

Per l'analisi delle biocenosi prenderemo in considerazione la zonazione verticale, che divide l'ambiente marino in zone o piani. I vari piani (zona verticale di spazio in cui le condizioni ambientali sono più o meno omogenee) sono separati tra loro da delle discontinuità ambientali e da marcati rinnovamenti floro-faunistici.

Partendo da qualche metro sopra il livello del mare abbiamo il sopralitorale o anche detto zona degli spruzzi, questa fascia nonostante si trovi fuori del mare, ha grosse interazioni con esso, e non viene quasi mai

sommersa. Il mesolitorale è la zona in cui si ha alternanza di emersione ed immersione. L'infralitorale si estende dalla superficie fino alla massima profondità alla quale si trovano fanerogame marine. Il Circalitorale dal limite inferiore delle fanerogame marine fino al margine della platea continentale. Il sistema profondo non lo prenderemo in considerazione. Ognuna di queste zone ha un differenti tipi di popolamenti bentici in relazione ai tipi di substrato.

Per questo è emersa l'esigenza da parte degli studiosi di creare un modello di zonazione delle comunità - o biocenosi bentoniche - come utile strumento operativo al fine di possedere un quadro di riferimento per poter identificare i principali elementi che caratterizzano l'ambiente in esame.

Il modello attualmente più utilizzato, tra i vari proposti per il Mar Mediterraneo, è quello di Pérès e Picard (1964) che individua sia per il sistema fitale (presenza di luce) che per quello afitale (senza luce) le diverse biocenosi presenti sui fondali mobili e duri. Secondo tale modello all'interno di ciascun sistema si possono individuare dei "piani" che si susseguono verticalmente e si estendono tra due livelli "critici" entro i quali le condizioni ambientali si mantengono più o meno costanti.

All'interno di ogni piano si trovano le biocenosi tipiche dello stesso, che sono costituite da specie caratteristiche, accompagnatrici e accidentali. Le specie caratteristiche sono dette esclusive nel caso in cui siano legate ad un determinato biotopo e si trovino solo eccezionalmente altrove; sono dette preferenziali se sono nettamente più abbondanti in un determinato biotopo, ma, allo stesso tempo possono essere accompagnatrici in un altro. Le specie accompagnatrici possono essere ugualmente abbondanti in diversi biotopi, in quanto sono specie distribuite nell'intero piano, oppure indicatrici di un certo fattore edafico, o ancora a larga ripartizione ecologica. Infine le specie accidentali sono quelle caratteristiche di un'altra biocenosi, che, vengono trovate eccezionalmente nel biotopo in esame.

Materiali e metodi

L'indagine dell'area esaminata è stata condotta con la tecnica dei campionamenti in situ, ed l'analisi di immagini satellitari ed aeree. Per la valutazione delle biocenosi del tratto di mare è stato realizzato un transetto sub della lunghezza di cinquanta metri. Identificato un punto di partenza, del transetto, si è seguita una direzione perpendicolare a costa. In tal modo è stato possibile coprire un'ampia porzione di fondale marino per valutarne meglio le diverse biocenosi. Altre immersioni sono state effettuate per valutare le "verità mare". Grazie, infatti alla fotointerpretazione è stato possibile identificare dei punti chiave per la cartografia. La mappatura delle strutture, siano esse abiotiche o biotiche, dell'ambiente marino avviene oramai quasi in toto grazie al supporto della tecnologia, infatti sia a elevate come a basse profondità strumenti come ecografi, multibeam, sidescan sonar, foto aeree e immagini satellitari sono utilizzate al fine di identificare le caratteristiche e/o le perturbazioni in ambiente sommerso. Specificatamente si ritrovano in bibliografia molti

casi nei quali la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* avviene combinando informazioni provenienti da foto aeree con rilievi effettuati in situ o con immagini side scan sonar (Baroli et al 2004, Cancemi et al 2000, De Falco et al. 2000, Pasqualini et al. 1999, Pasqualini et al 1998). Per ottenere tale mappatura sono state incrociate differenti tipologie di informazioni. Infatti sono state analizzate foto aeree della zona, dati riguardanti le batimetrie e rilievi effettuati in immersione. Data la bassa profondità delle acque tra 0 e 4 metri si è scelto di privilegiare le informazioni ottenute attraverso una serie di survey sul posto (transetti e verità mare), i quali hanno permesso in seguito di analizzare le foto aeree della zona e quindi di ottenere una cartografia bionomica adeguata.

Analisi d'immagine

Gli ambienti costieri sono ambienti di transizione, infatti in tali ambienti insistono processi fisici ed ecologici di natura diversa. La complessità di tali ambienti è dovuta alle interazioni fra questi processi a cui si aggiungono interventi antropici. Il monitoraggio di tali ambienti è quindi necessario ogni qual volta si interviene e si modifica la struttura fisica ed ecologica di questi sistemi.

Posidonia oceanica (L.) Delile, è la pianta marina più diffusa del mar Mediterraneo di cui è endemica (Pergent et al., 1995), tale pianta colonizza generalmente i fondali mobili: sabbie da fini a grossolane fino alla profondità di circa 40 metri in acque oligotrofe (Boudouresque et al., 1990).

La *Posidonia oceanica* forma nelle acque costiere vere e proprie praterie che sono un ecosistema chiave per l'ambiente costiero. Inoltre possono essere importanti per la stabilizzazione dei sedimenti costieri e la protezione degli arenili (De Falco et al 2003, Jeudy de Grissac and Boudouresque, 1985) o per alcune attività antropiche quali per esempio la pesca (Mazzella et al., 1993).

L'analisi d'immagine ha trovato applicazioni in molti settori del monitoraggio di ambienti terrestri, di transizione (Boak and Turner 2005) e marini (Baroli et al 2004, Cancemi et al. 2000).

Le informazioni ottenute attraverso le analisi a cui si sottopongono le fonti di informazione siano esse semplici foto aeree, immagini satellitari o altro, sono spesso inseriti in ambiente GIS e restituiti cartograficamente evidenziando i tematismi che più interessano.

Numerosi sono gli studi di monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica* effettuati con l'utilizzo di foto aeree ed immagini satellitari (Pasqualini et al 1998, De Falco et al 2006, Fornes et al 2006).

La Caratterizzazione bionomica secondo la classificazione di Peres et Picard

HP: biocenosi delle praterie a *Posidonia oceanica*

A differenza del tipico ambiente di scogliera dove si sviluppano un'infinità di microambienti secondo la maggiore o minore quantità di luce presente, il posidonieto è un ambiente piuttosto omogeneo che possiamo dividere in due aree fondamentali: la parte superiore illuminata in prossimità dell'apice delle foglie e quello in ombra che si crea in prossimità dei rizomi. La presenza biologica più evidente sono i pesci. Tra le foglie della prateria troviamo numerosi gamberetti, che si nutrono dell'abbondante residuo organico presente. Tra i policheti sessili troviamo lo spirografo *Spirographis spallanzani*, che con il ciuffo branchiale si protende dal tubo calcareo in cerca di piccole prede. L'attiniario *Alicia mirabilis* si espande quasi esclusivamente di notte, ma non è raro trovarlo tra i rizomi di *Posidonia oceanica*. Tra i molluschi che si trovano tra la prateria la specie più appariscente è *Pinna nobilis*, il più gran mollusco bivalve del Mediterraneo. Anche solamente le foglie di posidonia sono un piccolo ecosistema: infatti queste, soprattutto nella parte apicale, sono ricche d'organismi, come i briozoi. Tra questi ricordiamo: *Electra posidoniae*, con filari di zooidi che corrono in genere parallelamente ai bordi delle foglie, *Carbasea papyrea*, simile alla precedente, *Callopora lineata*, forma incrostazioni a disco con lo zoario di colore grigio con piccoli aculei, *Chlidonia pyriformis*, ramificata, presente nei rizomi a basse profondità e svariate altre specie.

AP: biocenosi delle alghe fotofile

Tra questi popolamenti oltre a trovare quelle alghe che sono caratteristiche di zone abbondanti di luce, abbiamo anche altri organismi, come echinodermi, crostacei ecc. Nella zona ad alto dinamismo abbiamo la *Cystoseira*, spesso in associazione col genere *Laurencia*. In questa prima fascia abbiamo anche *Mytilus galloprovincialis* e, in zone ristrette e a moderata eutrofizzazione, di alghe verdi appartenenti ai generi *Ulva* e *Chaetomorpha* (popolamenti nitrofilo). Dove l'idrodinamismo è evidentemente meno accentuato, su rocce più profonde ma ben illuminate, le comunità bentoniche sono caratterizzate da associazioni ad alghe fotofile dominate dalle alghe verdi appartenenti ai generi *Acetabularia* e *Dasycladus*, dalle alghe brune dei generi *Padina*, *Dictyota*, *Dictyopteris* e dalle alghe rosse dei generi *Gelidium* e *Liagora*. Lungo tutta la fascia granitica abbiamo l'associazione ad alghe corallinacee e ricci ("facies ad Arbacia"), molto comune a tutte le profondità e localmente estesa fin in superficie che presenta alte densità di ricci di mare (*Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*). Tra le alghe rosso incrostanti abbiamo *Lithophyllum* spp., *Lithothamnium* spp.. Alle alghe coralline incrostanti spesso si accompagna la dominanza della spugna *Chondrilla nucula*.

SFBC: biocenosi delle sabbie fini ben calibrate

Associazione a *Cymodocea nodosa* su sabbie fini ben calibrate, associazione a *Caulerpa prolifera* reperiscono popolamenti bentonici caratterizzati da specie tipicamente sabulicole, come il polichete *Nephtys hombergi* e il bivalve *Tellina pulchella*, e da organismi limicoli, come il polichete *Glycera unicornis* e il bivalve *Abra alba*.

Tra le biocenosi SFBC, troviamo anche specie caratteristiche esclusive e preferenziali, quali il bivalve *Spisula subtruncata*, il polichete *Owenia fusiformis*, il decapode *Diogenes pugilator* e l'echinoderma *Ophiura ophiura*, si ritrova ad una profondità compresa tra 5 e 15m.

SVMC: Biocenosi delle sabbie fangose superficiali di ambiente calmo

Queste sabbie melmose, spesso mescolate a ghiaia, generalmente non oltrepassano la profondità di tre metri, e se lo fanno avviene in condizioni di assoluta calma. Si ritrovano anche a meno di 1,5 m nelle cale protette da barriere naturali (radici di *Posidonia*), o artificiali (moli, dighe frangiflutti). La biocenosi si può ritrovare anche dentro i porti, le cui acque sono poco inquinate. Presente in tutto il Mediterraneo, in particolare in stagni, lagune, piccoli porti con scarso inquinamento, in baie e cale riparate e in zone costiere protette dalle barriere.

Tra le associazioni presenti troviamo:

Associazione a *Cymodocea nodosa*

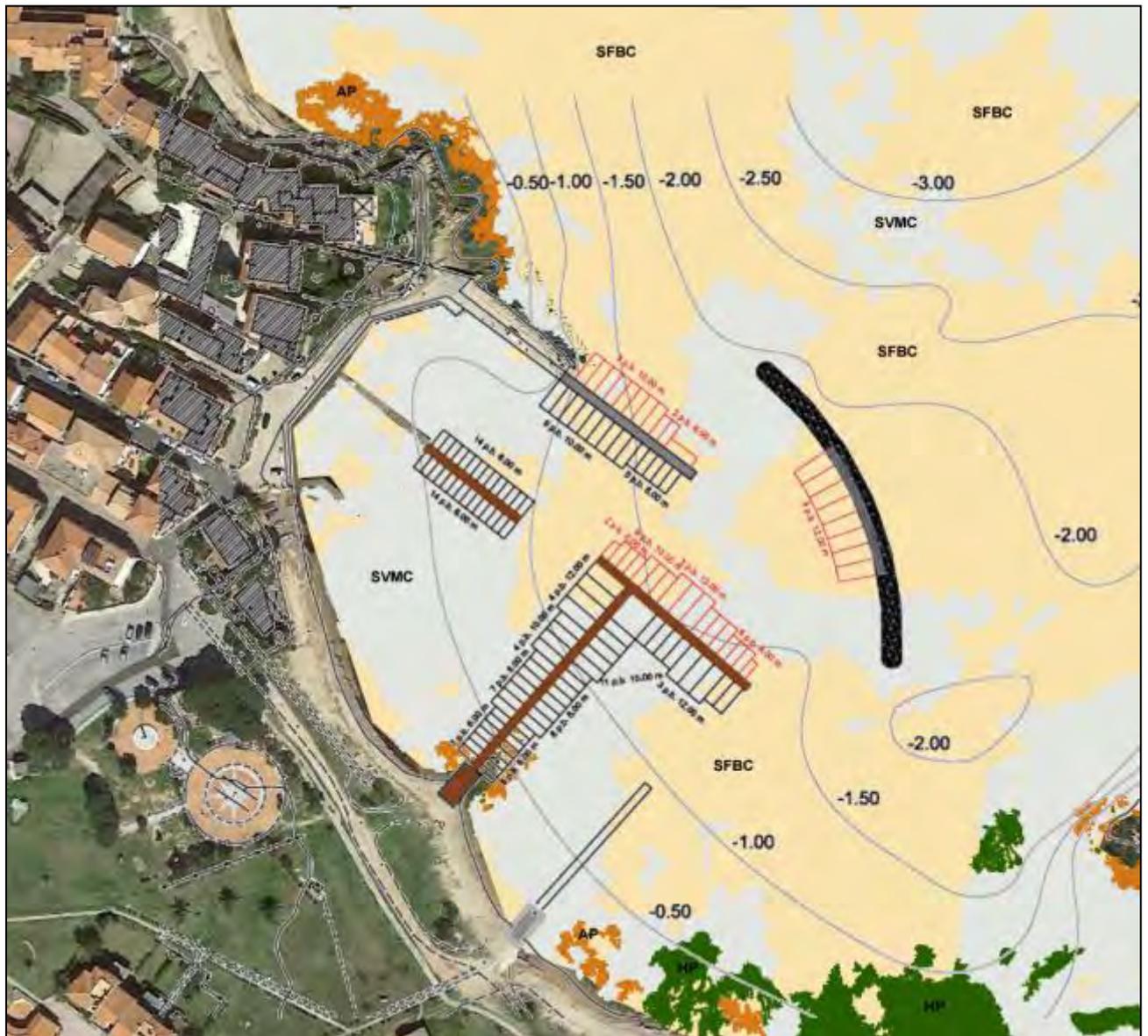
Questa fanerogama, diffusa lungo le coste del Mediterraneo, colonizza i fondi mobili da 0 a 20 m di profondità. L'incapacità dei rizomi di accrescersi in senso ortotropico impedisce l'edificazione di una vera e propria "matte" cosicché i prati consistono in uno strato superficiale di sedimento contenente un denso sviluppo vegetale, comprensivo di un compatto intreccio radicale cui si dà il nome inglese di "turf" per i prati a *Cymodocea*. Questa specie presenta una densità che tende ad aumentare dall'inverno all'estate e foglie più lunghe in primavera. Si afferma su sedimenti con prevalenza di elementi fini scarsamente ossidati.

Associazione a *Caulerpa prolifera*: *Caulerpetum proliferae*

Specie caratteristica: *Caulerpa prolifera*; forma prati talvolta molto densi; è presente un elevato numero di organismi vegetali e animali epibionti e coinquilini.

Associazione a *Caulerpa racemosa*: *Caulerpetum racemosae*

Specie caratteristica: *Caulerpa racemosa* diffusa in molte varietà e forme ecologiche. La vegetazione è di tipo psammofilo-pelofilo. I prati si presentano con una struttura orizzontale a mosaico o in densi prati continui. L'associazione si sta diffondendo con rapidità in tutto il Mediterraneo.



Distribuzione delle principali biocenosi rilevate in immersione

	<i>Posidonia oceanica</i> Discontinua su matte morta	AP	Biocenosi delle alghe fotofile
	Alghe fotofile su roccia e ciottoli	HP	Biocenosi delle praterie a <i>Posidonia oceanica</i>
	Sabbie sopra e mesolitorali	SFBC	Biocenosi Sabbie fine ben calibrate
	Fondale a ciottoli e sabbia grossolana	Pn	<i>Rinna nobilis</i>
		SVMC	Biocenosi delle sabbie fangose di moda calma

Carta della vulnerabilità del territorio marino

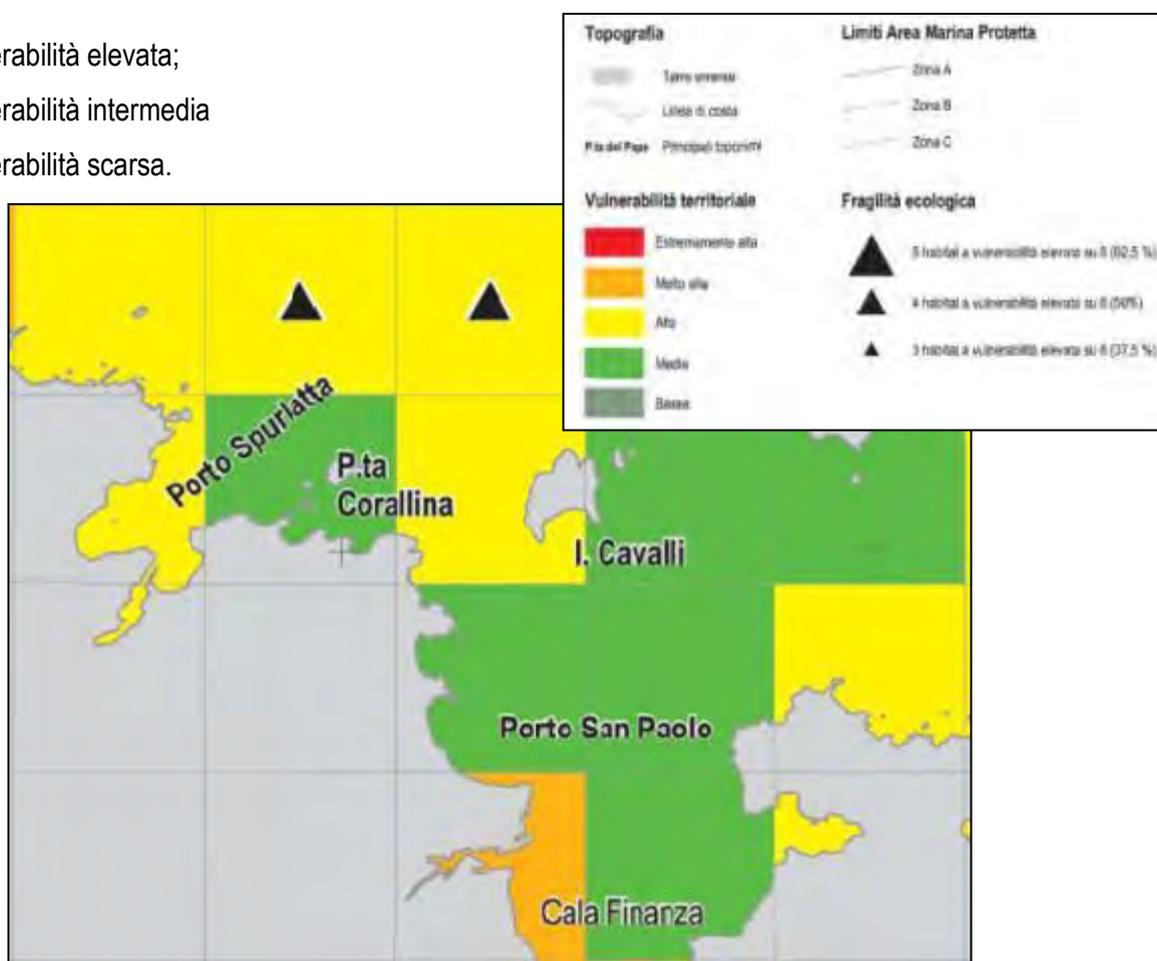
La vulnerabilità è definita come la capacità dell'habitat di conservare la sua struttura e le sue funzioni a fronte di influenze sfavorevoli attuali o potenziali. Maggiore è la vulnerabilità di un habitat, maggiore è la probabilità che esso subisca alterazioni a seguito di un impatto anche relativamente modesto. La carta della vulnerabilità del territorio marino fornisce informazioni sul livello di vulnerabilità di ogni parcella territoriale e su dove sono concentrati gli ecosistemi più fragili, e quindi più esposti ad alterazioni di origine antropica o climatica. Il suo utilizzo permette di prevedere attività di monitoraggio mirate ed eventualmente provvedere ad azioni di protezione più efficaci o ad iniziative di mitigazione delle conseguenze di cambiamenti indesiderati.

Secondo l'Annesso IV del documento UNEP(OCA)/MED WG 149/5 Rev. 1 (Unep MAP, 1998), la classificazione degli habitat può essere effettuata, in maniera considerata soggettiva e talvolta controversa, a tre livelli:

vulnerabilità elevata;

vulnerabilità intermedia

vulnerabilità scarsa.



Estratto della carta tematica delle vulnerabilità del territorio marino dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo

Conclusioni

Nell'area di studio non sono state riscontrate specie di particolare interesse conservazionistico, tutelate dalle attuali leggi nazionali ed Europee (direttiva CEE 92/43 e DPR n. 357 del 08/09/97), sia nella frangia del mesolitorale sia nella zona infralitorale. Eccezion fatta per delle patch di *Posidonia oceanica* esterne all'area di progetto. Tutte le strutture necessarie all'adeguamento del lungomare di Porto San Paolo, come si può vedere dalla carta, della caratterizzazione bionomica del fondale, sono posizionati su ciottoli e sabbia grossolana, e non ledono le biocenosi presenti ed identificate nella cartografia bionomica.

Bibliografia

- ALONGI G. ET. AL.. 1993. Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta, Caulerpales) per le coste italiane. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania , 26:49-53.
- Atzeni, A., Map of environmental risk along sardinian coast. SELCA Firenze.
- Balduzzi A., Bianchi C. N., Cattaneo-Vietti R., Cerrano C., Cocito S., Cotta S., Degl'innocenti F., Diviacco G., Morgigni M., Morri C., Pansini M., Salvatori L., Senes L., Sgorbini S., Tunesi L., 1994. Primi lineamenti di bionomia bentica dell'isola Gallinaria (Mar Ligure). Atti dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, 10: 603-617.
- Baroli M, De Falco G, Piergallini G. (2004) Cartografia ad alta risoluzione dei popolamenti bentonici della fascia costiera dell'Area Marina Protetta del Sinis – Penisola di Mal di Ventre finalizzata alla gestione del diporto nautico. *Biologia Marina Mediterranea* Vol. 10 (2), 644-646.
- Barsanti M., Peirano A., Sgorbini S., Cocito S., Bianchi C. N., Morri C., 2003. Rilevamento dei prati di *Cymodocea nodosa* mediante Side Scan Sonar, ROV ed immersioni subacquee: area costiera-marina tra Chiavari e Sestri Levante. In: *Studi per la creazione di strumenti di gestione costiera: Golfo del Tigullio* (a cura di O. Ferretti). ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 141-155.
- Bianchi C. N. e Morri C. . *Indicatori biologici ed ecologici nell'ambiente marino*. Università degli studi di Genova, Dip.Te.Ris, Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue risorse.
- Bianchi, C. N, Navone, A. (1991). Carta Bionomica dei Fondi Marini. AMP Tavolara Capo Coda Cavallo
- Bianchi C. N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Frascchetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G., 2003a. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Cap. 6. I fondi duri. *Biologia Marina Mediterranea*, 10 (suppl.): 199-232.
- Bianchi C. N., Zattera A., 1986. Alcune considerazioni sulla gestione della fascia costiera. *Notiziario della Società Italiana di Biologia Marina*, 10: 25-29.
- Bianchi C. N., Zurlini G., 1984. Criteri e prospettive di una classificazione ecotipologica dei sistemi marini costieri italiani. *Acqua Aria*, 8: 785-796.
- Blott S. J., Pye K. (2001). GRADISTAT: a Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediment. *Earth Surface Process and Landforms*, 26, 1237-1248.
- Boak H. E. and Turner I. L. (2005). Shoreline definition and detection: a Review. *Journal of Coastal Research*, 21, 688-703.

-
- Boudouresque C.F., Bianconi C.H., Meinesz A., (1990). Live *Posidonia oceanica* in a coralligenous algal bank at Sulana Bay, Corsica. *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranee* 32 (1), 11.
- Boudouresque C. F., Avon M., Gravez V. (a cura di), 1991. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie, Marseille.
- Cancemi, G., Baroli, M., De Falco, G., Agostini S., Piergallini G., Guala I. (2000). Cartografia integrata delle praterie marine superficiali come indicatore dell'impatto antropico sulla fascia costiera. *Biol. Mar. Med.*, 7(2): 509-516.
- Cavazza W., Immordino F., Moretti F., Peirano A., Pironi A., Ruggiero F. (2000). Sedimentological parameters and seagrass distributions as indicators of anthropogenic coastal degradation at Monterosso Bay (Ligurian Sea, NW Italy). *Journal of Coastal Research*, 16(2), 295-305.
- De Falco G., Baroli M., Murru E., Piergallini G., Cancemi G. (2006). Sediment Analysis Evidence Two Different Depositional Phenomena Influencing Seagrass Distribution in The Gulf of Oristano (Sardinia, Western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*, 22, 1043-1050.
- De Falco G., Molinaroli M., Baroli M., Bellacicco S. (2003). Grain size and compositional trends of sediments from *Posidonia oceanica* meadows to beach shore, Sardinia, Western Mediterranean. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 58, 299-309.
- De Falco G, Murru E, Baroli M, Cancemi G, Piergallini G (2000) Photo-aerial image processing and sediment analysis as indicators of environmental impact on *Posidonia oceanica* in the Mediterranean sea. *Proced. Fourth International Seagrass Biology Workshop, Balagne Corsica (France), 26 Sept.-2 Oct 2000*, Pergent G., Pergent-Martini C, Buia MC, Gambi MC (eds.), *Biol. Mar. Med.*, 7(2) pp 349-352.
- Jeu de Grissac, A., & Boudouresque, C. F. (1985). Roles des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*. *Colloque franco-japonais Oceanographie*. Marseille, 16–21 September 1985 1, 143–151.
- Doumenge F. 1995. Quelques réflexions sur les algues Caulerpes. *Biol. Mar. Medit.* 2: 613-633.
- Fierro, G., Piazzi, M. *Atlante delle Spiagge Italiane* (1999). CNR, Selca editore , Firenze Italy.
- Fornes A., Basterretxea G. , Orfila A., Jordi A., Alvarez A. , Tintore J. (2006). Mapping *Posidonia oceanica* from IKONOS. *Photogrammetry and Remote Sensing*, 60, 315-322.
- Giaccone G. & V. Di Martino. 1997. Inquadramento fitosociologico ed ecologia della vegetazione a Caulerpe in Mediterraneo. In: *Atti del Convegno SOS Caulerpa? Introduzione di nuove specie nel Mediterraneo e compatibilità con quelle presenti*; pp.69-86.
- Hamel H. 1926. Quelques algues rares du nouvelles pour la flore méditerranéenne. *Bull. du Muséum National d'Histoire naturelle*. 32:420

-
- Lewis, D. W., & McConchie, D. (1994). *Analytical sedimentology* (197 pp.). New York: Chapman and Hall.
- Mazzella L., Scipione M. B., Gambi M. C., Buia M. C., Lorenti M., Zupo V., Cancemi G. (1993). The Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*: a comparative overview. First International Conference on Mediterranean Coastal Environment. MEDCOAST 93, Antalya, Turkey, pp 103-116.
- Orrù, P. e Ulzega, A. (1991). *Carta Geomorfologica Marina e Continentale*. Università studi di Cagliari.
- Pasqualini V., Pergent Martini C., Clabut P., Pergent G. (1998). Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and side scan sonar: application off the island of Cordica. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 47(3), 359-368.
- Pergent G, Pergent Martini C., Boudouresque, C. F. (1995). Utilization de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualite du milieu litoral en Mediterranee : etat de conaissainces. *Mesogee* 54, 3-27.
- Short f.t., Wyllie-echeverrias s., 1996. Natural and human-induct disturbance of seagrasses. *Environm. Cons.*, 23 :17-27.
- VERLAQUE M. ET AL. 2000. The *Caulerpa racemosa* Complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.* 43: 49-68.

Indagine fotografica della zona in oggetto

