



**SEZIONE DEL GENIO MILITARE
PER LA MARINA
CAGLIARI**

STAZIONE VLF - ISOLA DI TAVOLARA (OT)

PROGETTO DEFINITIVO

**"RESTAURATION OF HEALTH AND SAFETY
CONDITIONS TO OPERATE THE STATION -
STAZIONE VLF - ISOLA DI TAVOLARA (OT)"**

**Aggiornamento del Piano di
Monitoraggio Ambientale**

COMMITTENTE	SEZIONE DEL GENIO MILITARE PER LA MARINA DI CAGLIARI – P.zza Marinai d'Italia snc
PROGETTISTA	MODIMAR s.r.l. Via Monte Zebio 40, Roma
CODICE DOCUMENTO	21 018 DR 016 1 AMB
DATA	05.05.2024
REVISIONE	REV. 1

Sommario

1	PREMESSA	3
2	GLI OBIETTIVI DEL PROGETTO	6
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	10
4	PIANO DI MONITORAGGIO	15
4.1	ATMOSFERA	17
4.1.1	<i>Parametri oggetto di rilevamento</i>	18
4.1.2	<i>Parametri da rilevare</i>	20
4.1.3	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i>	20
4.1.4	<i>Valori di soglia di attenzione e modalità di gestione degli eventuali superamenti</i>	21
4.2	RUMORE	21
4.2.1	<i>Ubicazione e caratterizzazione dei punti di monitoraggio</i>	21
4.2.2	<i>Criteri di campionamento e tecniche di misura</i>	23
4.2.3	<i>Parametri da rilevare</i>	23
4.2.4	<i>Durata e frequenza delle misure</i>	24
4.2.5	<i>Valori di soglia di riferimento e modalità di gestione degli eventuali superamenti</i>	25
4.3	AMBIENTE IDRICO – ACQUE MARINO COSTIERE	26
4.3.1	<i>Durata e frequenza delle misure</i>	27
4.3.2	<i>Parametri oggetto di rilevamento</i>	28
4.3.3	<i>Valori di soglia di riferimento e modalità di gestione degli eventuali superamenti</i>	30
4.3.4	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i>	30
4.3.5	<i>Modalità di intervento in caso di superamento di limiti di torbidità – Sistema di allerta</i>	31
4.4	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	32
4.5	BIODIVERSITÀ, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI TERRESTRI E MARINI	33
4.5.1	<i>Durata e frequenza delle misure</i>	34
4.5.2	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i>	35

1 PREMESSA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) accompagna il Progetto Definitivo “*Restaurazione of health and safety conditions to operate the station - stazione VLF - Isola di Tavolara (OT)*” come richiesto nell’ambito della procedura di cui al Titolo III, art. 21 ai fini dell’ottenimento della Valutazione di Impatto Ambientale.

Il presente elaborato intende rispondere alla Richiesta di integrazioni ai sensi dell’art. 24 comma 4 del D. Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. pervenuta dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica con Prot. m_ante.CTVA.REGISTRO UFFICIALE.U.0011215.06-10-2023 (ID VIP 10013). È importante evidenziare che il PMA ha recepito le osservazioni formulate da ARPA Sardegna nell’ambito della succitata procedura.

In data 5 marzo 2015 l’isola di Tavolara, in Provincia di Olbia Tempio (OT), è stata interessata da un importante evento burrascoso, che ha determinato ingenti danni all’area portuale di competenza della Marina Militare Italiana, in località Spalmatore di fuori. L’evento ha determinato la parziale distruzione della barriera frangiflutti, realizzata a protezione di Cala di Ponente, e la degradazione della pavimentazione in cemento armato del piazzale ovest, come dimostra la fotografia aerea di seguito riportata.

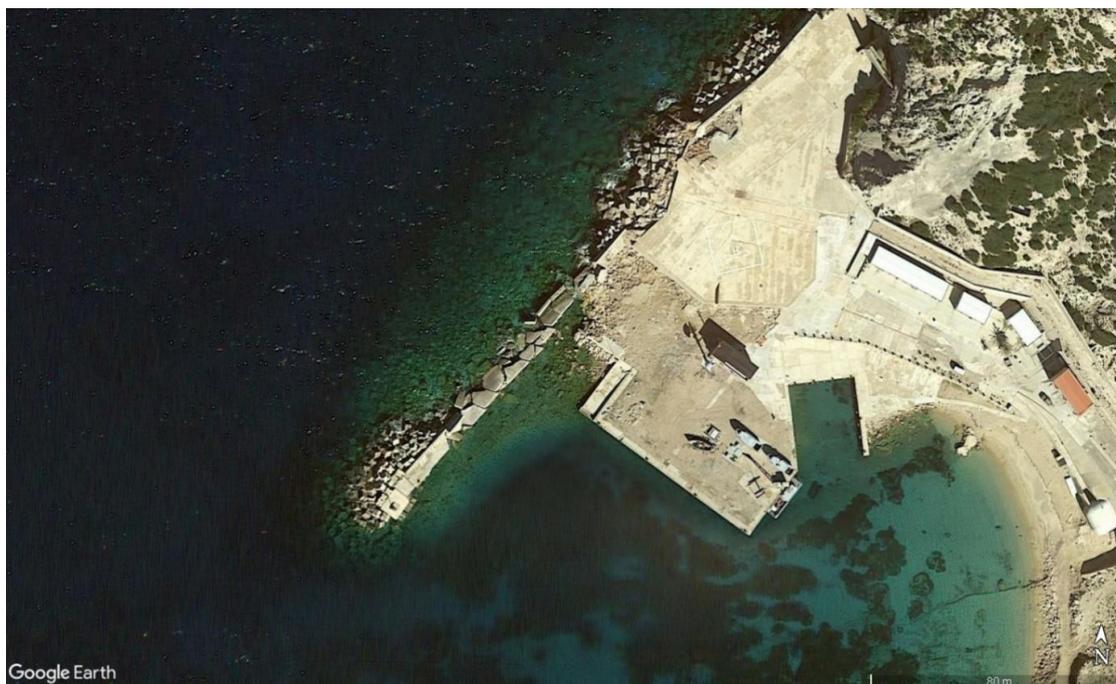


Figura 1.1 – Fotografia aerea dell’infrastruttura portuale di servizio alla Stazione VLF

Già prima all’evento dell’anno 2015 il piazzale versava in una condizione di erosione e dilavamento dovuto alle frequenti ingressioni marine causate, molto probabilmente, da un dimensionamento non adeguato ed alle tendenze delle recenti variazioni climatiche e peraltro aggravato dalla vetustà della barriera frangiflutti antistante il piazzale Ovest. Tale piazzale, è costituito da una parte superiore in rilevato (a quota più alta e pari a circa +6 m sul l.m.m.), adiacente al molo, con funzione portante e da una parte sottostante, più ampia (a quota inferiore

rispetto alla precedente pari a circa +2 m sul l.m.m.), utilizzata dalla Marina Militare come area di rimessaggio, parcheggio e funzioni operative di carico e scarico.

Il progetto Definitivo dell'intervento in studio, di cui la Società Modimar S.r.l. è risultata aggiudicataria, è volto al:

- rifacimento e potenziamento con opportuno ampliamento della barriera frangiflutti lato piazzale Ovest, estesa dalla testata del molo fino alla fine della barriera lato piazzale Ovest inferiore, tenendo conto dell'effettiva azione del mare e con la funzione di garantire la totale protezione delle opere a terra, nella porzione di barriera maggiormente esposta alle onde;
- rifacimento totale dei piazzali Ovest, con ripristino delle zone danneggiate e pericolose oltre al totale rifacimento, esteso a tutta la superficie dei piazzali, degli strati di sottofondo e pavimentazione, compreso il riposizionamento del cavo coassiale con relativo chiusino (superfici interessate: aree tratteggiate "D" e "H" riportate nella figura seguente).

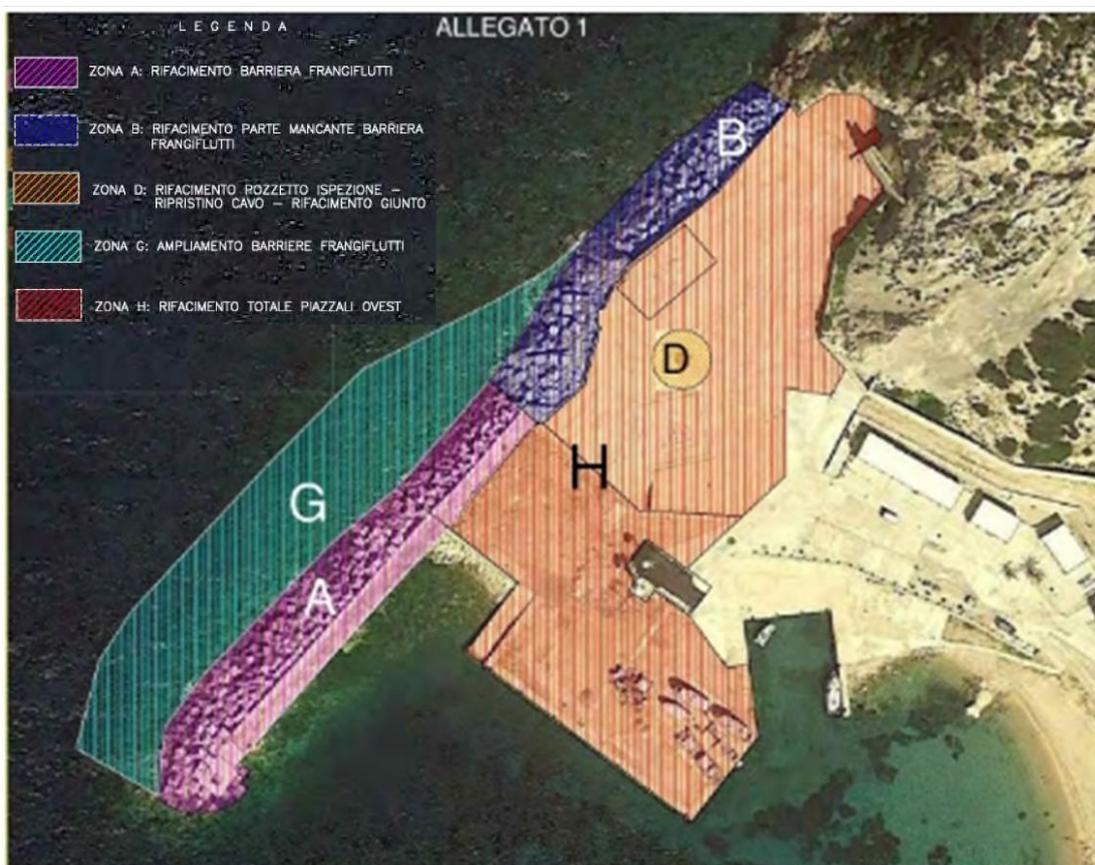


Figura 1.2 –Stralcio progettuale degli interventi in progetto come da disciplinare tecnico

Il Progetto definitivo, allegato al SIA, mantiene l'indicazione di una manutenzione straordinaria in quanto le lavorazioni previste sono identificabili nel salpamento e adeguamento della sagoma trapezia della diga foranea, con realizzazione di nuovi strati filtro e mantellata esterna in massi naturali di grande pezzatura. La proposta progettuale definitiva intende anche rimodulare il posizionamento degli elementi artificiali in calcestruzzo (tetrapodi, antifer e

cubi), presenti dentro e fuori acqua, presumibilmente posti in opera in successivi interventi manutentivi. In particolare, si prevede di utilizzare tutti questi elementi artificiali, oltre che una parte del pietrame di pezzatura minore, per la predisposizione delle nuove sagome, ovvero da utilizzare per i riempimenti e creazione delle scarpate lato mare della nuova diga foranea, nelle sezioni correnti ed in testata. In tal modo la nuova diga foranea risulterà avere un inserimento ambientale e paesaggistico migliore rispetto alla situazione attuale in quanto saranno visibili solamente massi naturali di grande pezzatura.

Occorre infine sottolineare che la nuova sagoma della diga foranea interesserà fondali in cui è già presente un consistente quantitativo di materiale lapideo, che nel corso degli anni ha subito assestamenti e scoscendimenti dovuti all'azione delle onde. Infatti, l'impronta della nuova scogliera occuperà porzioni di fondale sabbioso in cui sono presenti, distribuiti in modo caotico, numerosi elementi lapidei naturali ed artificiali trascinati sul fondo dalla forza delle onde incidenti.

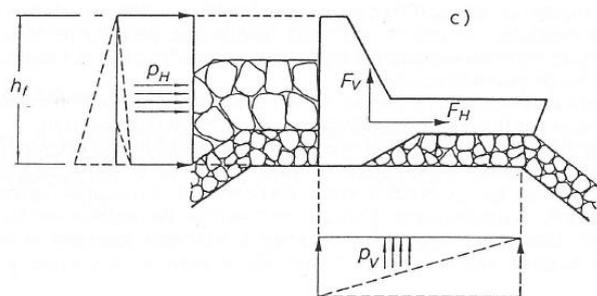
2 GLI OBIETTIVI DEL PROGETTO

Da quanto sopra riportato è evidente che l'opera a gettata del molo di sopraflutto dell'approdo militare di Cala di Ponente, posta a protezione dei retrostanti piazzali e specchio acqueo interno, ha subito nel corso degli anni importanti danneggiamenti di varia entità che hanno reso indispensabile la redazione di successivi progetti di ripristino (in particolare della mantellata esterna della scogliera) per evitare il verificarsi di ulteriori e maggiori danni che potessero rendere particolarmente insicuri gli ormeggi interni e pericoloso il transito sui piazzali retrostanti la suddetta scogliera di delimitazione e protezione dell'area militare. Seppure i precedenti interventi abbiano consentito di ripristinare delle sagome della scogliera di protezione dal moto ondoso, da quanto riportato nel paragrafo precedente è facile evincere che la tipologia di ripristino non è stata omogenea, ma si è fatto ricorso a differenti approcci per cercare di ottenere una maggiore stabilità degli elementi collocati sulla mantellata esterna. Infatti come si vede anche dall'immagine seguente è possibile osservare come la consistenza attuale della scogliera presenta un'alternanza di elementi artificiali eterogenea (tetrapodi nella parte iniziale di radicamento a terra e da elementi tipo Antifer nel successivo tratto intermedio) secondo sagome pseudo trapezoidali o più assimilabili a quasi triangolari.

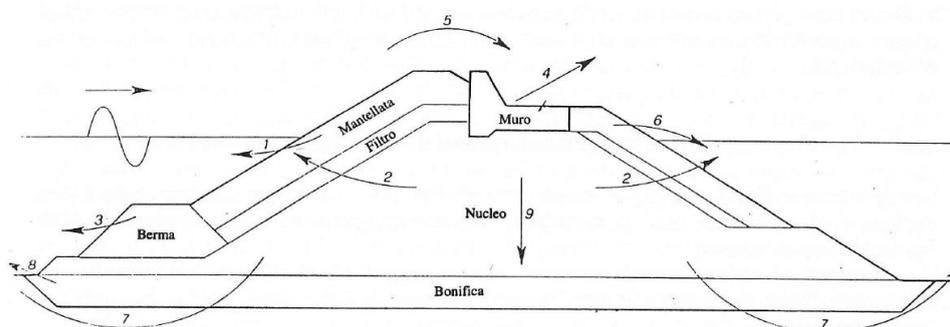


In altre parole la mantellata esterna è stata rifiorita e riprofilata adottando una scarpata inclinata, avente una pendenza abbastanza ripida e stimabile in $2/3$, che in sommità non presenta una berma orizzontale ben strutturata come indicato e richiesto dalle “Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime” – Consiglio Superiore dei LL.PP. (Pubbl. GNCDI n. 1450, 1996). Infatti la larghezza minima delle berme, solitamente realizzata con gli stessi elementi della mantellata, è stabilita in $3 \div 4$ volte la dimensione tipica degli elementi (in generale massi naturali) che le costituiscono. Tale berma risulta di fondamentale importanza per la stabilità della diga, ma anche per limitare:

- le pressioni derivanti dall'impatto delle onde sulle strutture retrostanti (ovvero sul muro paraonde dell'elemento di coronamento in calcestruzzo che solitamente viene costruito a tergo della mantellata della scogliera);



- il sormonto delle masse d'acqua che possono raggiungere le superfici ad essa retrostanti compromettendo la stabilità e sicurezza della diga stessa (massiccio di coronamento e paramento interno), nonché delle vie di transito utilizzate da persone e mezzi solitamente realizzate sul massiccio di coronamento.



- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 Rimozione degli elementi della mantellata | 6 Danneggiamento paramento interno |
| 2 Rimozione dei fini | 7 Collasso della fondazione |
| 3 Erosione della berma al piede | 8 Erosione del fondale al piede |
| 4 Spostamento del muro paraonde | 9 Assestamento del frangiflutti |
| 5 Sormonto e tracimazione | |

Inoltre lo stato di progressivo degrado dovuto all'azione di scalzamento operata dalle onde nel corso degli anni è ben documentato dalle due figure seguenti in cui è visibile la situazione della scogliera nell'anno 2004 e poi successivamente nell'anno 2019. Dal confronto delle due fotografie aeree si può facilmente constatare l'ammaloramento della mantellata della scogliera del molo di sopraflutto, soprattutto dopo l'evento del 2015, con il suo parziale ripristino.



a)

b)

Immagini satellitari della scogliera del molo di sopraflutto: a) anno 2004; b) anno 2019

Le immagini precedenti mostrano però che la scogliera presenta pendenze della scarpata (lato mare) decisamente acclivi con una esigua larghezza della berma di sommità, per cui le onde (peraltro non frangenti per la presenza degli elevati fondali nella zona immediatamente antistante l'opera di difesa) vanno ad "impattare" sulle strutture retrostanti causando notevoli danneggiamenti e rilevanti effetti di sormonto collegati all'impatto diretto delle onde che non vengono attenuati per l'assenza di una berma di adeguata larghezza.

Le stesse immagini dimostrano anche che l'adozione di massi artificiali di peso elevato, tipo tetrapodi e/o cubi modificati (detti Antifer) aventi coefficienti di stabilità K_D caratteristici più elevati rispetto ai massi naturali, non sono risultati sufficienti a garantire un'adeguata protezione alle strutture retrostanti.

Nel caso specifico, essendo le pendenze della mantellata ricostruita approssimativamente pari a 2/3, i corrispondenti valori del coefficiente di stabilità variano da un minimo di $K_D = 5$ per un masso tipo Antifer (in doppio strato) in corrispondenza della testata ad un valore di $K_D = 8$ per un tetrapodo (sempre in doppio strato) per la sezione corrente (vedi tabella seguente).

Criterio di "non danneggiamento" con limitata tracimazione							
Elemento	n (3)	Posa in opera	Sezione corrente		Testata		Scarpa Cot α
			K_D (2)		K_D		
			Onda frangente	Onda non frangente	Onda frangente	Onda non frangente	
Masso naturale							
arrotondato	2	alla rinfusa	1.2	2.4	1.1	1.9	da 1.5 a 3.0
arrotondato	>3	alla rinfusa (4)	1.6 (4)	3.2	1.4 (4)	2.3	(5)
a spigoli vivi	2	alla rinfusa	2.0	4.0	1.9 1.6 1.3	3.2 2.8 2.3	1.5 2.0 3.0
a spigoli vivi	>3	alla rinfusa	2.2	4.5	2.1	4.2	(5)
a spigoli vivi	2	speciale (6)	5.8	7.0	5.3	6.4	(5)
Parallelepipedo (7)	2	speciale (1)	7.0-20.0	8.5-24.0	--	--	
Tetrapodo e Quadripodo							
Tetrapodo	2	alla rinfusa	7.0	8.0	5.0 4.5 3.5	6.0 5.5 4.0	1.5 2.0 3.0
Tribar	2	alla rinfusa	9.0	10.0	8.3 7.8 6.0	9.0 8.5 6.5	1.5 2.0 3.0
Dolos	2	alla rinfusa	15.8 (8)	31.8 (8)	8.0 7.0	16.0 14.0	2.0 (9) 3.0
Cubo modificato	2	alla rinfusa	6.5	7.5	--	5.0	(5)
Hexapod	2	alla rinfusa	8.0	9.5	5.0	7.0	(5)
Toskane	2	alla rinfusa	11.0	22.0	--	--	(5)
Masso naturale (K_{RR}) assortiti	-	alla rinfusa	2.2	2.5	--	--	

Nel caso dei massi naturali tali valori diminuiscono a $K_D = 4$ per la sezione corrente e $K_D = 3,2$ per la sezione di testata, sempre adottando una pendenza 2/3 (corrispondente a $\cot\alpha=1,5$) ed adottando sempre il doppio strato. Tale considerazione fa comprendere come gli ultimi

interventi di ripristino e risagomatura effettuati solo con materiale lapideo (hanno avuto una durata decisamente limitata e comportato consistenti deformazioni delle sagome trapezie realizzate portando la stessa diga foranea e le retrostanti aree (piazzali) a subire notevoli deformazioni, asportazioni di materiale ed ai danneggiamenti attualmente riscontrati.

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

La ricostruzione della scogliera sarà realizzata mediante rifioritura e risagomatura della scogliera che nella nuova e ripristinata conformazione geometrica della sezione trasversale consentirà di assolvere di nuovo alla primaria funzione protettiva della stessa, rendendo al tempo stesso più sicuro il transito nei piazzali immediatamente retrostanti la scogliera oggi degradata, riportando la scogliera ad un'accettabile grado di affidabilità nei confronti del moto ondoso incidente.

I lavori di "rifioritura e risagomatura" della scogliera, relativi all'intero sviluppo di 220 m, dovranno quindi essere preceduti dal preliminare salpamento sia dei massi artificiali che si trovano fuori acqua (parte emersa ed iniziale della diga foranea) sia degli elementi lapidei situati sulla sommità del tratto terminale della scogliera. I salpamenti dovranno riguardare anche alcune porzioni subacquee della diga foranea esistente, limitando tale intervento a quegli elementi eccedenti le sagome di progetto necessari per un'efficace rimodellazione degli strati filtro e della mantellata in massi naturali soprastante.

Le rimozioni riguarderanno gli elementi (artificiali e naturali) spostati dalle onde o scoscesi al piede della stessa scogliera anche successivamente alla mareggiata del 2015, (lato mare e lato terra nel solo tronco terminale prossimo alla testata) riposizionando il materiale recuperato all'interno della sagoma tronco piramidale di progetto nei tratti in cui è necessario effettuare il riempimento e la riprofilatura della scarpata inclinata del corpo diga (nucleo) con una pendenza più dolce di quella attuale (da 2/3 a 1/2).

Particolare attenzione andrà posta nel salpamento e ricollocazione dei massi artificiali presenti al di fuori dell'acqua e situati di poco al di sotto del l.m.m.; infatti essi dovranno essere impiegati, eseguendo un opportuno intasamento con il materiale lapideo di pezzatura minore, per il riempimento delle sezioni trasversali prossime alla testata al fine di poter predisporre una scarpata inclinata (con pendenza 1/2) del nuovo "nucleo" su cui realizzare lo strato filtro e la sovrastante mantellata in massi naturali di grandi dimensioni.

Nella progettazione della "rifioritura" della scogliera secondo le sagome trapezoidali di progetto si è posta grande attenzione nella scelta delle dimensioni e pesi dei massi, cercando di intervenire in modo da adottare gli elementi lapidei più stabili per le peculiari condizioni di moto ondoso del paraggio. Questo obiettivo è stato raggiunto eseguendo sia specifiche verifiche analitiche di dimensionamento e verifica dei massi del doppio strato costituente la mantellata esterna utilizzando una pezzatura di grande dimensione e peso rispetto a quelli esistenti (vedi anche Relazione 21 018 DR 007 – Verifiche di stabilità) sia facendo eseguire alcune simulazioni su modello fisico, al fine di individuare il comportamento delle sezioni correnti di progetto tenendo conto degli effetti tridimensionali che i calcoli analitici trascurano. I dimensionamenti sono stati eseguiti utilizzando le geometrie desunte dalla precedente impostazione progettuale di fattibilità mantenendo quote altimetriche e le pendenze di progetto (nella zona di testata per garantire la stabilità della mantellata, la pendenza rispetto al progetto preliminare è stata ridotta).

Più in dettaglio, la Soluzione A individuata ed adottata dal PFTE prevedeva la realizzazione di una nuova barriera frangiflutti, dimensionata per una vita nominale della struttura di 100 anni, nella porzione compresa tra la testata del massiccio di coronamento ed il muro di

delimitazione fra i due piazzali e rifacimento della pavimentazione con relativo sottofondo. Tale soluzione ha individuato le seguenti lavorazioni:

- demolizione elemento di coronamento e salpamento della scogliera esistente con reimpiego nei rinfianchi o riempimenti della nuova opera a gettata previa verifica di conformità e rispetto dei vigenti disposti normativi in merito all'immersione di materiale in ambiente marino.
- costruzione di una nuova scogliera con posa in opera di pietrame scapolo di cava di pezzatura 50-500 kg per la costituzione dello scanno di imbasamento;
- posa in opera di massi naturali di pezzatura 1000-3000 kg per la formazione dello strato filtro a protezione del nucleo;
- completamento della scogliera con la posa in opera lato mare di una mantellata di protezione, avente inclinazione variabile, composta da massi naturali di pezzatura compresa tra 7000 e 12000 kg;
- completamento nel tratto terminale della diga foranea, a tergo della mantellata esterna, con un massiccio di coronamento dotato di muro paraonde fino ad una quota di +5.00 m sul l.m.m.;
- realizzazione della nuova pavimentazione dei piazzali (superiore ed inferiore) in calcestruzzo armato previa demolizione della pavimentazione esistente e del relativo sottofondo.

La nuova scogliera presenterà quindi un tracciato rettilineo, con orientamento SW-NE e una nuova testata che internamente presenta una pendenza della scarpata maggiore di quella lato mare, assunta pari a 2/3. Lo sviluppo della nuova opera foranea è incrementato di circa 20 metri rispetto alla situazione attuale raggiungendo complessivamente circa 220 m (di cui 120 m rettilinei sono relativi alla nuova diga foranea che protegge anche il piazzale inferiore in corrispondenza della sua radice e circa 100 m relativi alla scogliera posta a protezione del retrostante piazzale superiore) con una larghezza della berma di sommità di 10,0 m posta ad una quota altimetrica di +5,0 m sul l.m.m. La nuova opera foranea poggerà su fondali variabili tra le profondità - 4,0 (all'interno dello specchio acqueo ridossato) e - 20,0 m sul l.m.m. individuate sulla base dei rilievi batimetrici resi disponibili con il progetto di fattibilità tecnico economico. Considerando l'entità delle profondità di imbasamento dell'opera e la presenza del corpo diga dell'opera pre-esistente si è reso necessario adottare una preliminare rimodellazione della sagoma trapezoidale della diga foranea prima della posa in opera del materiale lapideo dello strato filtro e della soprastante mantellata, mantenendo invariate le rimanenti dimensioni. L'opera a gettata sarà pertanto costituita da un nucleo costituito dalla precedente opera a gettata in cui i volumi vuoti saranno riempiti con i materiali salpati (massi artificiali e materiale lapideo di minore dimensione e peso) che saranno disposti a formare delle scarpate con pendenza 1/2 su cui verrà posizionato lo strato di massi naturali di I categoria (aventi peso compreso tra 500- 1250 kg) in doppio strato per uno spessore di 1,50 m. Al di sopra saranno posizionati i massi di peso compreso tra 7-12 t, sempre disposti in doppio strato, per la formazione della mantellata esterna che al piede (lato mare) sarà trattenuta da una berma, formata da un doppio strato di massi di peso compreso tra 3 - 7 t, la cui quota di sommità varia con la profondità lungo lo sviluppo longitudinale della scogliera, passando da profondità di - 16,50 m (in testata) a -7,80 m sul l.m.m. (alla radice).

Da quanto appena sopra riportato le dimensioni e gli ingombri della nuova opera a gettata di difesa dal moto ondoso (Figura 3.1) sono quelle riportate di seguito:

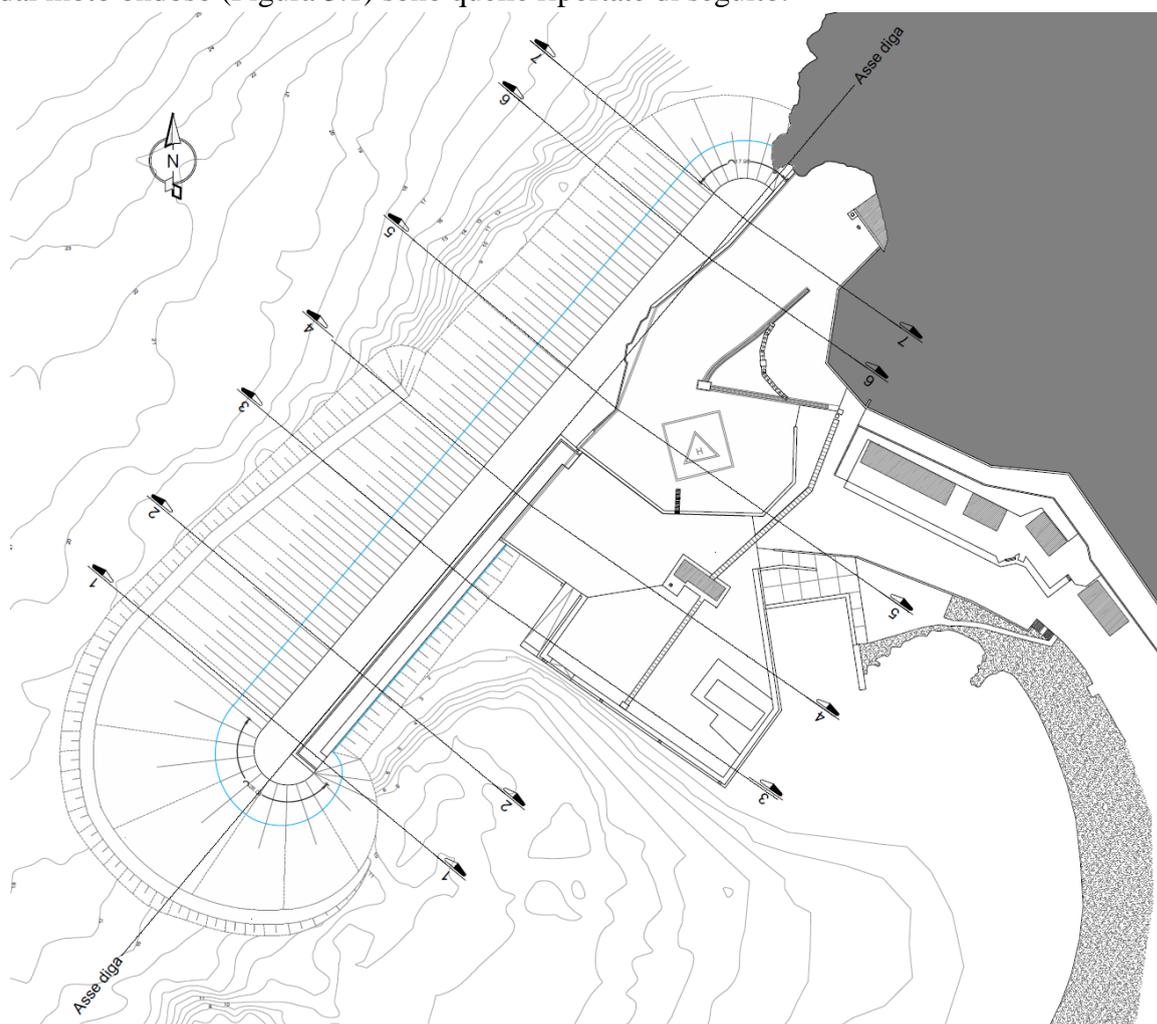


Figura 3.1 – Planimetria di progetto con indicazione dell'ubicazione delle sezioni tipo

Da quanto appena sopra riportato è facile comprendere che il ripristino e miglioramento della nuova opera di difesa a gettata prevede una preliminare operazione di salpamento fuori e dentro acqua del materiale lapideo naturale e dei massi artificiali, presenti sopra e sotto il l.m.m, operazioni che richiedono inoltre un'attenta Direzione Lavori.

Come accennato in precedenza l'opera a gettata, oltre a proteggere lo specchio acqueo dell'approdo di servizio della Stazione VLF, nel tratto iniziale di radicamento a terra ha la funzione di riparare dall'azione diretta del moto ondoso i due piazzali facenti parte dell'area militare ubicati nella zona nord-occidentale. L'azione delle onde ha creato sensibili danni anche alle pavimentazioni di tali aree scoperte, utilizzate come superfici di deposito temporaneo di materiali e attrezzature varie.

La proposta di progetto prevede (vedi Figura 3.2) quindi il ripristino della funzionalità delle pavimentazioni mediante preventiva demolizione delle parti residuali degradate della pavimentazione esistente ed il loro successivo rifacimento.



Figura 3.2 – Planimetria con indicazione della sistemazione dei piazzali superiore e inferiore)

In particolare la rimozione dell'esistente strato di calcestruzzo da 15 cm, armato con rete elettrosaldata, riguarderà prevalentemente la superficie del Piazzale Ovest Superiore (avente una estensione complessiva di 4116 m²), in quanto Piazzale Ovest Inferiore (di 3844 m²) presenta già ampie superfici in cui tale strato superficiale è assente. Una volta rimosso tutto lo strato superficiale in calcestruzzo, la sistemazione di progetto prevede l'esecuzione della scarifica del materiale granulare sottostante, misto a ciottoli e pietrame di varie dimensioni, con conseguente livellamento del nuovo piano di appoggio. Sulle superfici così trattate è stato previsto il collocamento in opera di uno strato di granulare misto cementato (di spessore minimo di 30 cm) che garantisce maggiore resistenza rispetto al misto stabilizzato utilizzato nell'attuale situazione, su cui verrà direttamente gettato in opera un nuovo strato calcestruzzo, dello spessore di 20 cm, con interposizione di una nuova rete elettrosaldata ($\phi 8$ mm a maglia quadrata 20/20 cm) zincata a caldo.

Alle nuove pavimentazioni sono state assegnate idonee pendenze (di valore pari a 1%) che consentiranno all'acqua piovana ed a quella di tracimazione di poter scorrere verso il limite occidentale dei piazzali ove è stata posizionata una tubazione (collettore di scarico) dotato di pozzetti grigliati aventi la funzione di raccogliere e scaricare in mare (in zona ridossata) i volumi idrici pervenuti sulle pavimentazioni. Come si può facilmente osservare dalla precedente Figura 4.9 al piazzale superiore sono state assegnate quote altimetriche più alte nella zona più interna ed inferiori nella fascia immediatamente retrostante la nuova scogliera in modo da consentire all'acqua di scorrere verso la condotta di raccolta e scarico. Tale tubazione, in corrispondenza del cambiamento di quota presenta un salto (realizzato con un pozzetto inglobato nella nuova struttura paraonde che risulta collegata alla radice all'esistente muro di divisione tra i due piazzali) che consente di raggiungere il piano del piazzale inferiore, più basso di circa 4 m rispetto a quello superiore, e di scaricare le portate raccolte alla radice della nuova opera foranea.

Gli esistenti piazzali sono percorsi da numerose e specifiche reti di sotto servizi che dovranno essere preventivamente mappate e sottoposte all'attenzione dell'Autorità militare. Pertanto le lavorazioni di demolizione delle esistenti pavimentazioni e la successiva scarifica del materiale granulare sottostante dovranno essere eseguite salvaguardando tutte le reti di sotto-servizi presenti al di sotto della citata pavimentazione.

Per quanto riguarda il drenaggio delle acque meteoriche è stato previsto un collettore di raccolta e scarico sia delle portate meteoriche sia di quelle di tracimazione del moto ondoso incidente che potranno interessare le superfici dei piazzali in occasione delle mareggiate più severe. Il drenaggio delle acque che raggiungeranno i piazzali verrà eseguito mediante l'impiego di pezzetti (60 x 60 cm) dotati di griglie incernierate al telaio sottostante (per evitarne lo spostamento e perdita) che convoglieranno i volumi raccolti nella sottostante tubazione che riverserà i volumi idrici raccolti in corrispondenza dell'angolo che si verrà a formare tra la radice della nuova diga foranea ed il limite del piazzale inferiore.

4 PIANO DI MONITORAGGIO

Il PMA è orientato a verificare i parametri ambientali potenzialmente influenzabili dalle lavorazioni connesse alla riqualificazione e messa in sicurezza del molo di sopraflutto in oggetto e quindi verificare, per ciascuna componente ambientale oggetto di monitoraggio, le relative soglie di riferimento, definite sulla base delle disposizioni normative vigenti. Il superamento di queste soglie implica l'attuazione di procedure di controllo o, in alternativa, specifiche azioni correttive per il superamento delle criticità riscontrate.

Il presente PMA (Piano di Monitoraggio Ambientale), costituisce un aggiornamento conseguente alle indicazioni e prescrizioni fornite dagli Enti interessati dal procedimento ambientale in corso di svolgimento ed ha come obiettivo principale quello di:

- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante le attività di cantiere, il controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di Progetto definitivo;
- definire la programmazione spazio-temporale delle attività di monitoraggio;
- definire il numero, le tipologie e la distribuzione delle stazioni di campionamento.

4.1 – Componenti ambientali oggetto di monitoraggio

Si riportano in Tabella le componenti ambientali oggetto del piano di monitoraggio del progetto; la scelta delle matrici da monitorare è stata condotta sulla base delle valutazioni del SIA, concentrando le attività di monitoraggio ante operam, in fase di esercizio e in fase post operam su quelle componenti ritenute potenzialmente interessate da impatti negativi, per cui risulta necessario monitorare nel tempo lo stato qualitativo dell'ambiente.

Sistema antropico	ATMOFERA - Qualità dell'aria
	RUMORE
Ambiente idrico	Acque marino costiere
Componente suolo e sottosuolo	Suolo e Sottosuolo
Componente biodiversità, flora, fauna ed ecosistemi	Valutazione degli effetti del progetto sull'evoluzione della linea di riva dei siti di interesse comunitario

Individuazione delle matrici ambientali oggetto del PMA

4.2 - Fasi temporali del monitoraggio

In linea generale, si possono distinguere tre diverse fasi di monitoraggio:

- monitoraggio ante operam - AO o monitoraggio dello scenario di "stato attuale". Questo tipo di monitoraggio ha come obiettivo quello di individuare le condizioni ambientali di base da confrontare con le successive fasi di monitoraggio sulla base delle rilevazioni condotte.
- monitoraggio in corso d'opera – CO: Questo tipo di monitoraggio ha come obiettivo quello di monitorare lo stato delle componenti ambientali nel tempo, al fine di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello Studio di Impatto Ambientale.
- monitoraggio post operam – PO: Questo tipo di monitoraggio si pone l'obiettivo di verificare lo stato delle componenti ambientali una volta completata la fase realizzativa dell'intervento.

Il cronoprogramma dei lavori del progetto prevede circa 12 mesi per la realizzazione delle opere previste in progetto e quindi il monitoraggio si dovrà svolgere per un periodo superiore, considerando le attività ante e post operam, con durata variabile in funzione delle componenti ambientali di seguito riportate.

Le Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) individuano tre diverse fasi temporali in cui il PMA deve essere articolato, definite come segue:

- ANTE OPERAM (AO). Periodo che precede l'avvio dei lavori e che quindi può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all'emanazione del provvedimento di VIA. Si concentra sullo stato dei fondali in modo da poter identificare lo stato ex ante dello specchio acqueo non perturbato dai lavori.
- IN CORSO D'OPERA (CO). Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi. Identifica lo stato dei luoghi durante l'esecuzione dei lavori e in presenza dei mezzi di cantiere ivi operanti per la costruzione delle opere.
- POST OPERAM (PO). Periodo che comprende la fase di esercizio riferibile quindi:
 - ✓ al periodo che precede l'entrata in funzione dell'opera nel suo assetto definitivo (pre-esercizio),
 - ✓ all'esercizio dell'opera, eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo.

Nella seguente Tabella è riportato uno schema di raffronto tra le fasi di monitoraggio individuate dalle linee guida e quelle dell'attuazione del progetto.

Fase di monitoraggio	Fase del progetto	Descrizione
AO - ante operam	Prima dell'inizio dei lavori	<u>Prima</u> dell'inizio delle attività di cantiere. Corrisponde alla fase immediatamente successiva al termine dell'iter di approvazione del progetto, ma precedente a quella dell'accantieramento.
CO - corso d'opera	Fase di cantiere	Fase di cantiere e della realizzazione delle opere.
PO - stato finale	Stato finale	Stato dell'opera <u>al termine</u> delle attività previste nel progetto

Occorre precisare che non tutte le fasi di monitoraggio devono essere necessariamente attuate per ciascuna delle componenti ambientali considerate, in quanto, data la natura delle opere da realizzare, le fonti di potenziale impatto sono da ricondurre soprattutto alla fase CO di cantiere, mentre nella fase PO sono per la quasi totalità dei comparti ambientali considerati del tutto assenti. Nella Tabella riportata di seguito sono specificate per singola componente ambientale le fasi delle attività di monitoraggio.

Componente	Ante Operam	Corso d'opera fase di cantiere	Post Operam fase di esercizio
Atmosfera	X	X	
Rumore	X	X	
Acque marino costiere	X	X	
Suolo e Sottosuolo	X		
Flora, fauna e biodiversità	X	X	X

Nel caso specifico, essendo l'area di intervento interna all'AMP dell'Isola di Tavolara, è stato richiesto dall'ARPA Sardegna di effettuare specifiche indagini sulla componente Biota già in fase del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale che sono riportate in uno specifico documento, intitolato Report conclusivo delle attività: Isola di Tavolara (SS) – STAZIONE VLF NATO TAVOLARA – Servizio per l'esecuzione di indagini ed elaborazioni tecniche relative alla componente "BIODIVERSITA'" allegato alla relazione di risposta puntuale alle integrazioni richieste dal MASE.

4.1 ATMOSFERA

Per quanto riguarda la componente Atmosfera, il procedimento di monitoraggio prevede il piazzamento di centraline fisse e/o mobili (poste su laboratori mobili, rilocabili attrezzati) per la determinazione di una serie di parametri (vedi Figura 4.1).



Figura 4.1 – Proposta ubicazione stazioni di monitoraggio dell’Atmosfera

La definizione dei punti di monitoraggio è stata condotta considerando i recettori più prossimi all'area interessata dall'esecuzione degli interventi di progetto a terra.

Il punto AT 01 è individuato al fine di verificare l'impatto sullo stato qualitativo dell'aria durante l'esecuzione dell'intervento di esecuzione del rifacimento delle pavimentazioni dei piazzali con mezzi terrestri.

Il punto AT 02 è invece stato individuato considerando fase di realizzazione del calcestruzzo con il previsto impianto mobile che sarà ubicato nell'area prossima alla darsena interna in cui sono previste le operazioni di confezionamento e successivo carico su autobetoniera. Si fa presente che le valutazioni espresse nel SIA, indicano come risultato la modesta rilevanza e le poco significative variazioni sulla qualità dell'aria in virtù della modesta entità dei mezzi coinvolti anche per il breve intervallo temporale necessario per il completamento delle opere. Ciò nonostante, viene prevista l'esecuzione del monitoraggio durante le fasi lavorative nelle aree oggetto di rifacimento delle pavimentazioni, in quanto esse rappresentano quelle che potranno essere maggiormente influenzate da variazioni della qualità dell'aria.

4.1.1 Parametri oggetto di rilevamento

I parametri oggetto di monitoraggio saranno i seguenti:

- parametri descrittivi delle condizioni meteorologiche (Direzione Venti (DV), Velocità Venti (VV), Temperatura (Temp), Umidità Relativa (UMR), Pressione atmosferica (Press));
- concentrazioni degli inquinanti tipicamente associati alle attività di cantiere PM_{10} , il $PM_{2,5}$ e i PTS.

Tutte le misurazioni degli inquinanti dovranno essere effettuate con strumentazione conforme alle attuali norme vigenti, come quelle mostrate di seguito in Figura 4.2



Figura 4.2 - Esempio di campionatori per il PM₁₀

Il metodo di campionamento dovrà rispettare il D.M. 05 giugno 2015 e UNI EN 12341:2014 e consta di due fasi principali: il prelievo delle polveri sospese in aria ambiente, operato sul campo, e la successiva analisi chimica, effettuata in laboratorio. Durante la prima fase (campionamento) la frazione di interesse delle polveri atmosferiche (PM₁₀ o PM_{2,5}) viene raccolta su una membrana filtrante in quarzo. Il campionamento viene effettuato aspirando attraverso la membrana un volume noto di aria mediante i sistemi di campionamento a basso volume (2,3 m³/h) descritti rispettivamente nella norma UNI EN 12341:2001 e UNI EN 14907:2005. È possibile utilizzare sistemi dotati di dispositivo automatico sequenziale per la sostituzione dei filtri, anche se più frequentemente la sostituzione è manuale.

In questo secondo caso è importante prestare particolare attenzione a non manomettere il campione prelevato. La manipolazione delle membrane circolari da 47 mm in quarzo deve essere eseguita utilizzando pinzette a punta arrotondata e piatta, al fine di evitare contaminazioni e danneggiamenti. Ogni membrana va ispezionata prima dell'uso, facendo attenzione che non siano presenti fori, sbavature, depositi, macchie, granelli, imperfezioni e non-uniformità del substrato. Le membrane che risultano in non perfetto stato di conservazione devono essere eliminate. Ad ogni membrana deve essere assegnato un codice unico d'identificazione; la membrana deve essere quindi disposta in un contenitore di materiale appropriato (es.: HDPE) fornito d'etichetta. Il contenitore sarà usato per conservare e trasportare la membrana tra il laboratorio ed il luogo di campionamento e viceversa. È sempre consigliato stabilire una sequenza di membrane e registrare l'operazione su un registro o su un supporto informatico, documentando la vita e le caratteristiche di ogni membrana.

Poiché si tratta di attività regolari, il valore di concentrazione sarà restituito come il valore medio di campionamento, come indicato nella normativa vigente, effettuato nell'arco di 24 ore, con inizio dalle 00:00 e fine alle ore 24:00 dello stesso giorno per PM₁₀ e PM_{2,5} mentre per gli inquinanti gassosi la media sarà oraria. Pertanto la durata del singolo campionamento è pari a 24 ore. Al termine della prima fase le membrane vengono trasportate al laboratorio di analisi per la fase successiva di analisi in laboratorio.

Per quanto riguarda invece il monitoraggio delle grandezze meteo, queste potranno essere facilmente determinate con una stazione meteo portatile; i dati potranno essere registrati su apposite schede per ognuno dei giorni in cui avviene la misura del PM₁₀.

4.1.2 Parametri da rilevare

Nella seguente Tabella è sinteticamente riportato uno schema dei parametri da misurare durante l'esecuzione del monitoraggio della componente aria.

NUMERO PUNTO	DESCRIZIONE	PARAMETRI DA MISURARE
punto AT 01	Limite piazzale superiore	Parametri meteo precipitazioni, umidità, temperatura, pressione atmosferica, velocità e direzione del vento.
punto AT 02	Zona in prossimità degli edifici della base militare	Concentrazione di PM10 valore medio giornaliero in µg/m ³

Parametri da rilevare durante lo svolgimento del monitoraggio

I risultati del monitoraggio saranno utilizzati eventualmente per definire e prescrivere l'implementazione di nuove misure di mitigazione o il potenziamento di quelle già previste all'interno dello Studio di Impatto Ambientale.

4.1.3 Articolazione temporale del monitoraggio

Le campagne di misurazioni saranno condotte con la seguente cadenza temporale:

Ante operam AO

- n. 2 rilevamenti della durata di una settimana nel mese precedente l'inizio dei lavori presso le due centraline fisse. La durata del monitoraggio sarà di almeno 10 h per ciascun punto di misura.

Corso d'opera CO

- rilevamenti in continuo da effettuarsi nelle due stazioni individuate durante i lavori, comunque, adeguata al periodo di tempo necessario per terminare i lavori in oggetto.

Post operam PO

- Non si ritiene necessaria l'esecuzione del monitoraggio post operam poiché l'intervento non modifica la tipologia ed il numero di mezzi che utilizzavano l'infrastruttura nell'ante operam.

Come già indicato sopra ogni misura avrà durata 10 ore e la media oraria dovrà essere confrontata con il valore per la qualità dell'aria fissato nell'Allegato XI del D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

4.1.4 Valori di soglia di attenzione e modalità di gestione degli eventuali superamenti

Viene definito un valore SOGLIA DI RIFERIMENTO, pari al limite normativo fissato dalle tabelle del D. Lgs 155/10 e ss.mm.ii. Nel caso in cui durante l'esecuzione delle opere dovessero verificarsi dei superamenti del valore di riferimento rispetto a quanto rilevato nell'ante operam saranno attuate e di implementate le misure di mitigazione individuate nello Studio di Impatto Ambientale, che si riportano di seguito per maggiore comodità:

- per stoccaggi di materiali polverulenti dovranno essere utilizzati cassoni chiusi (coperti con appositi teli resistenti e impermeabili o comunque dotati di dispositivi di contenimento delle polveri) per i mezzi che movimentano terra o materiale polverulento;
- saranno utilizzati mezzi di cantiere rispondenti ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti, dotati di sistemi di abbattimento del particolato, per i quali prevedere frequenti manutenzioni e verifiche dell'efficienza, anche attraverso misure dell'opacità dei fumi;
- i depositi di materiale sciolto in cumuli caratterizzati da frequente movimentazione, in caso di vento, devono essere protetti da barriere e umidificati, mentre i depositi con scarsa movimentazione devono essere protetti mediante coperture, quali teli e stuoie;
- nelle giornate di intensa ventosità (velocità del vento pari o maggiore a 10 m/s) le operazioni di escavazione/movimentazione di materiali polverulenti dovranno essere sospese;

Facendo riferimento ai suggerimenti dell'ARPA Sardegna, riportati nelle Osservazioni allegate al parere reso sulle valutazioni inerenti il progetto in esame, si adotteranno anche le seguenti procedure esecutive:

- saranno spenti i motori dei mezzi da lavoro nei periodi di pausa dalle lavorazioni;
- sarà limitato l'utilizzo di più mezzi contemporaneamente.

4.2 RUMORE

Per quanto riguarda il monitoraggio della componente rumore, di seguito vengono descritti sia i punti nei quali eseguire il monitoraggio, sia i metodi di campionamento e analisi. Inoltre, saranno individuati i relativi livelli di soglia al superamento dei quali attivare procedure di controllo e verifica e specifiche azioni per il superamento delle criticità riscontrate.

4.2.1 Ubicazione e caratterizzazione dei punti di monitoraggio

In Figura 4.3 è riportato un estratto cartografico delle aree che saranno interessate dai lavori con l'ubicazione dei punti in cui eseguire il monitoraggio finalizzato a verificare l'eventuale impatto ambientale sulla matrice rumore derivante dall'attuazione dei lavori in esame, in cui sono stati individuati 2 diversi punti di misura, meglio dettagliati nella seguente Tabella

NUMERO PUNTO	DESCRIZIONE	PUNTO DI CAMPIONAMENTO	AREA LAVORO
punto R 01	Confine area piazzale rialzato	Punto più alto delle aree di cantiere in prossimità del confine dell'area militare (interno all'area protetta ZSC-ZPS ITB010010)	A circa 80 m dall'area di accesso alla berma sommitale della diga foranea e in prossimità della superficie di lavoro ove è previsto il rifacimento della pavimentazione del piazzale (parte rialzata)
punto R 02	Prossimità fabbricati adibiti a uffici	Punto poco distante dall'area di prefabbricazione	Circa 25 mt dall'area di sedime ove sarà ubicata la stazione di betonaggio mobile

La definizione dei punti di monitoraggio è stata condotta considerando come obiettivo principale quello inerente l'impatto da rumore sui Siti Natura 2000 (punto R 01), ma anche quello di verificare il possibile disturbo alle attività militari che si svolgono all'interno degli uffici presenti nei fabbricati esistenti (punto R 02).

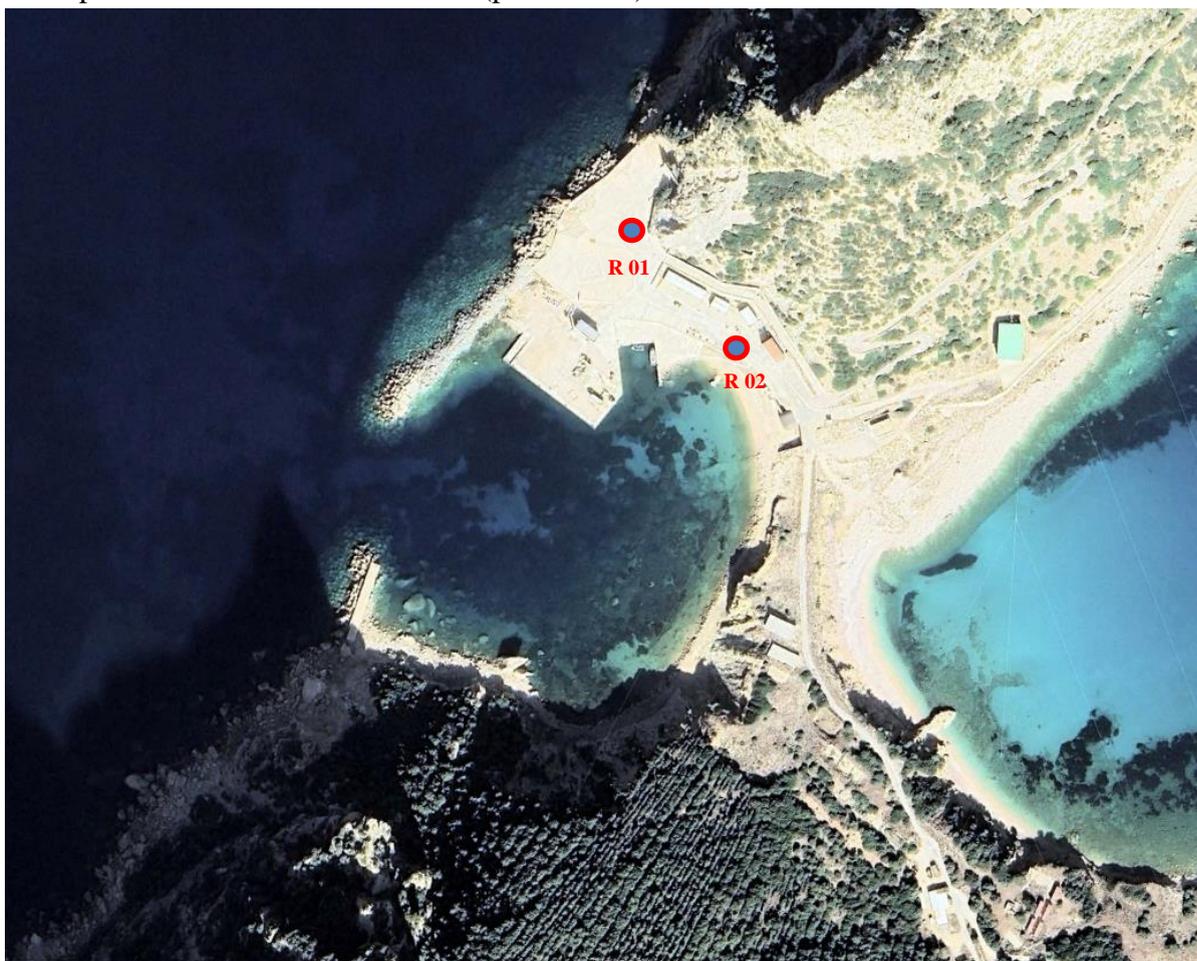


Figura 4.3 - Ubicazione dei punti di monitoraggio del rumore

L'impatto sulla componente rumore, che verrà monitorato prima e durante le varie fasi di cantiere (approvvigionamento materiali, loro stoccaggio temporaneo, successiva preparazione della miscela di calcestruzzo e suo trasferimento sui luoghi di getto) riguarderà due zone specifiche: la prima identificabile nell'area in cui verranno eseguiti i lavori di realizzazione del rifacimento della pavimentazione del piazzale superiore (punto R 01), mentre l'altra è relativa all'area di prefabbricazione e all'area di cantiere (poco più distante) in cui è prevista l'esecuzione del massiccio di coronamento e del muro paraonde. Le misure dovranno essere eseguite per verificare l'eventuale disturbo che potrà essere arrecato alle aree protette presenti ai confini della base militare, ma anche agli uffici (posti a pochi metri di distanza dai fabbricati che li ospitano) per valutare i livelli di rumorosità cui saranno sottoposti (seppur per poco tempo) i militari ivi presenti (punto R 02).

4.2.2 Criteri di campionamento e tecniche di misura

Le misurazioni e le valutazioni di impatto acustico nelle fasi AO e CO-fase di cantiere saranno condotte da Tecnico Competente in Acustica (TCA, rif. Legge Quadro sull'Inquinamento acustico 447/1995) e dovranno essere eseguite nel rispetto del DM 16/03/1998 "Metodologia misure di rumore". La catena di misura dovrà essere conforme ai requisiti del DM 16/03/1998 (fonometro in classe 1) e la strumentazione dovrà provvista di certificato di taratura, da allegare alla relazione tecnica di supporto alla valutazione di impatto redatta dal TCA.

Il microfono potrà essere posizionato in prossimità di spazi aperti fruibili da persone o comunità, purché a 1 m di distanza dalla parete di edifici. In quest'ultimo caso l'altezza del microfono deve essere, preferibilmente, pari a 4 m dal suolo (da valutare in funzione delle caratteristiche dell'edificio e dalla presenza di finestre).

Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento.

La procedura di misura prevede la determinazione del L_A (livello ambientale con ponderazione A) durante lo svolgimento sia dell'attività di realizzazione del rifacimento delle pavimentazioni sia della realizzazione del massiccio di coronamento e del muro paraonde. Per quanto riguarda la definizione del tempo di riferimento per la misura si ritiene sufficiente ai fini della verifica del livello differenziale ($L_A - L_R$) di condurre misure di durata anche breve (10-15 min), ma comunque non inferiore a 10 minuti. Per quanto riguarda invece il rispetto dei limiti assoluti di emissione (DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore") si potrà sempre far riferimento a misure di durata breve (10-15 minuti) nel caso di tutti i recettori individuati.

Per quanto riguarda invece la fase AO, la sessione di misura riguarderà la stima del L_A (dBA) negli stessi punti di misura, analogamente a quanto riportato nella Tabella precedente.

4.2.3 Parametri da rilevare

In linea generale, le misure fonometriche nel periodo di riferimento consentiranno la definizione del livello di pressione sonora $L_{eq,A}$. Durante la misura è necessario valutare

anche le grandezze meteorologiche e climatiche come la velocità del vento, la temperatura, l'umidità relativa e l'assenza di precipitazioni; queste informazioni dovranno essere riportate all'interno della VIAC (Valutazione di impatto acustico) redatta dal tecnico TCA.

Nella fase AO la definizione del $L_{eq,A}$ permetterà la definizione del livello da utilizzare successivamente come valore residuo (L_R) per la stima del livello differenziale.

Nella fase CO-fase di cantiere la definizione del $L_{eq,A}$ permetterà la definizione del livello ambientale (L_A) da utilizzare per la verifica del livello di emissione e del livello differenziale.

Non sono invece previste attività di monitoraggio nella fase PO-fase di esercizio, quando le opere, in tale data saranno realizzate.

L'area non è inserita nella classificazione del piano di Classificazione Acustica adottato dal comune di Olbia, per cui per ciascuno dei punti di misura si è fatto riferimento alla Classe Acustica del luogo classificato più vicino che è quello di Capo Ceraso; il riferimento alle classi acustiche di Capo Ceraso (assimilabili a quelle dell'Isola di Tavolara) è riportato nella Tabella seguente.

NUMERO PUNTO	CLASSI ACUSTICHE -interno-	CLASSI ACUSTICHE -esterno-
punto 01	Classe I Aree particolarmente protette	Classe I Aree particolarmente protette
punto 02	Classe I Aree particolarmente protette	Classe I Aree particolarmente protette

Classi acustiche ai sensi del DPCM 14 novembre 1997 per i punti di monitoraggio

Si rammenta la definizione dei valori di immissione e emissione, così calcolati sulla base del valore della potenza sonora misurata per ogni recettore i-esimo durante la campagna CO-fase di cantiere ($L_{A,i}$) e del valore di potenza sonora misurata per ogni recettore i-esimo ($L_{R,i}$), secondo le seguenti espressioni (sottrazione intesa come differenza energetica):

$$L_{imm} = L_{A,i}$$

$$L_{em} = L_{A,i} - L_{R,i}$$

4.2.4 Durata e frequenza delle misure

Nella Tabella è riportato il quadro sintetico della durata e della frequenza delle attività di misura del rumore. Si prevede prima dell'inizio dei lavori l'esecuzione di un monitoraggio AO per una durata non inferiore a 10 minuti sui Punti R 01 e R 02.

NUMERO PUNTO	Monitoraggio AO	Monitoraggio CO-fase di cantiere	Monitoraggio PO-fase di esercizio
punto R 01	<p>$L_{eq}(A) = L_{R1}$ stimato sul tempo di riferimento non inferiore a 10 minuti</p> <p>da eseguire una tantum prima dell'inizio delle attività di cantiere</p>	<p>$L_{eq}(A) = L_{A1}$ stimato sul tempo di riferimento non inferiore a 10 minuti</p> <p>da eseguire durante la fase di realizzazione della pavimentazione e del massiccio di coronamento</p>	<p>Non previsto, in quanto la fase PO-stato finale corrisponde a quella "a opere già realizzate"</p> <p>Per loro natura tali opere, non determinano emissioni sonore di alcun tipo.</p>
punto R 02	<p>$L_{eq}(A) = L_{R2}$ stimato sul tempo di riferimento non inferiore a 4 ore</p> <p>da eseguire una tantum prima dell'inizio delle attività di cantiere</p>	<p>$L_{eq}(A) = L_{A2}$ stimato sul tempo di riferimento non inferiore a 4 ore</p> <p>da eseguire durante la fase di miscelazione e prefabbricazione del calcestruzzo, ma anche mentre avviene il trasporto del calcestruzzo dal cantiere di prefabbricazione fino all'area di scarico</p>	

Per una corretta valutazione in fase CO del rumore indotto dal passaggio dei mezzi di cantiere che percorrono l'area di collegamento tra zona di confezionamento del calcestruzzo e di esecuzione della pavimentazione e del massiccio di coronamento, si ritiene necessario eseguire le misure (sia AO che CO) per 4 ore. Lo stesso tipo di monitoraggio verrà ripetuto in fase CO-fase di cantiere in due sessioni di misura. Per quanto riguarda infine la fase PO-stato di esercizio, non si prevede lo svolgimento di attività di monitoraggio, in quanto le opere, per loro stessa natura, non determinano emissioni sonore di alcun tipo.

4.2.5 Valori di soglia di riferimento e modalità di gestione degli eventuali superamenti

Nel caso del monitoraggio della componente rumore è stata definita la sola *soglia di riferimento*, pari al limite normativo fissato dalle tabelle del DPCM 14 novembre 1997.

Nel caso in cui l'attività di monitoraggio evidenzia il superamento del valore *soglia di riferimento* il Proponente o, per suo conto, la Ditta Appaltatrice dei lavori, dovrà:

- rivalutare il processo di produzione, al fine di individuare i mezzi / lavorazioni meno rumorose e attuare misure organizzative tali da mitigare le emissioni eccessivamente rumorose;
- potenziare le misure di mitigazione già previste, ad es. attuando interruzioni dei lavori durante il corso della giornata lavorativa e/o introducendo barriere fonoassorbenti mobili da impiegare in prossimità dei limiti dei recettori durante l'attività di prefabbricazione e posa in opera del calcestruzzo.

Ai fini della tutela dell'AMP, le misure di mitigazione aggiuntive sopra riportate dovranno essere previste anche nei casi in cui i valori misurati per i punti R 01 e R 02 risultano scostarsi in modo significativo rispetto ai monitoraggi AO.

4.3 AMBIENTE IDRICO – ACQUE MARINO COSTIERE

Per quanto riguarda il monitoraggio della componente acque marino costiere, nel seguito di questo paragrafo vengono descritti sia i punti nei quali eseguire il monitoraggio sia i metodi di campionamento e analisi. Inoltre, saranno individuati i relativi livelli di soglia al superamento dei quali si dovranno attivare le procedure di controllo e verifica oltre che specifiche azioni per il superamento delle eventuali criticità eventualmente riscontrate.

Pertanto, come osservabile dalla figura 4.4, la qualità dell'ambiente idrico marino sarà monitorato sistematicamente mediante due postazioni "fisse" e due postazioni "mobili" le cui misure saranno rilevate rispettivamente da apparecchi fissi e da uno mobile (sonda multiparametrica) collocato su mezzo nautico attrezzato per la rilevazione dei parametri chimici e fisici e per raccogliere i campioni di acqua (bottiglia tipo Niskin) alla profondità desiderata, portandoli in superficie e sottoponendoli poi ad analisi.

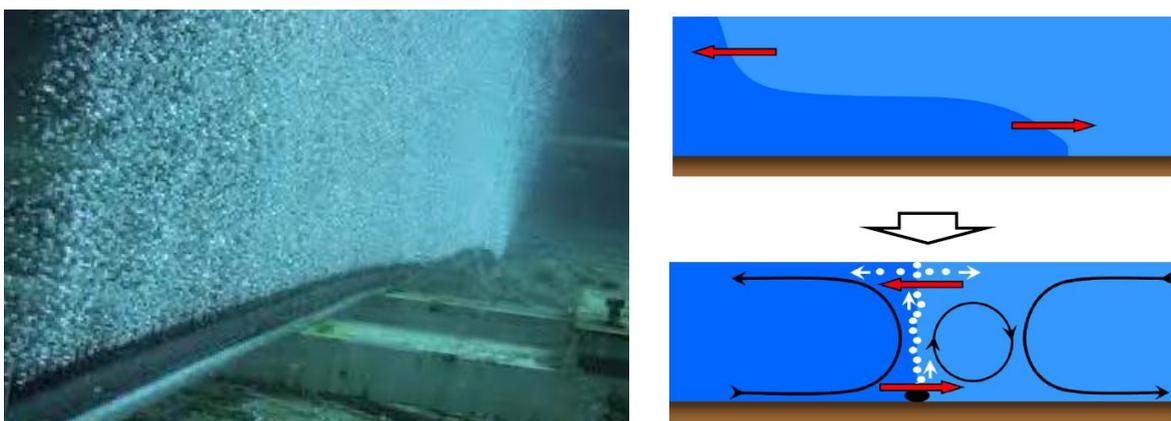
Occorre precisare che le coordinate specifiche dei punti misura e campionamento, relative ai punti interessati dal monitoraggio, potranno variare dell'ordine di qualche metro, in conseguenza della necessità di eseguire il monitoraggio con operazioni svolte da mezzi marittimi in mare.



Figura 4.4 – Proposta di ubicazione delle stazioni di monitoraggio dell'Ambiente idrico

Si ricorda infine che la necessità di effettuare questo tipo di monitoraggio scaturisce dalle valutazioni condotte nel SIA approfondite nell'iter di autorizzazione ambientale in cui è emersa

la necessità di verificare gli effetti indotti dalle lavorazioni previste con i mezzi marittimi e delle misure mitigative applicabili (panne galleggianti o impiego di sistemi tipo air bubble screen). Quest'ultimo riesce a contenere efficacemente l'intorbidimento delle acque durante l'esecuzione dei lavori previsti nel progetto basandosi su semplici concetti fisici, ovvero che l'acqua carica di sedimenti evidenzia una densità maggiore rispetto all'acqua limpida e che bolle ascendenti provocano una corrente verticale di aria e acqua verso la superficie generando un flusso che ha l'effetto di tenere isolati i solidi sospesi.



Inoltre l'impiego di sistemi tipo air bubble screen consente una ottima operatività del mezzo marittimo che può manovrare liberamente (al contrario di quando vengono utilizzate le panne) in quanto l'interazione con il "muro di bolle" non comporta problemi legati alla sicurezza della navigazione.



4.3.1 Durata e frequenza delle misure

Nel presente paragrafo del PMA vengono individuate e proposte le attività da svolgere ai fini del monitoraggio previsto nei differenti momenti di attuazione:

- situazione ante operam - AO: definizione dello stato di "bianco" al fine di stabilire i valori di allerta funzionali al monitoraggio dei parametri chimico – fisici (in particolare della torbidità) della colonna d'acqua;
- corso d'opera - CO: verifica, mediante rilevamento con la stazione mobile che seguirà l'andamento dei lavori ad una distanza massima di 50 m dalla panne galleggianti / sistema

air bubble screen al fine di controllare eventuali superamenti in modo tempestivo. A tal proposito si provvederà a concordare con ARPAS la elaborazione di un documento in cui sarà implementato un “sistema di allerta e di controllo” da attivare in caso di superamento del limite di soglia individuato in funzione del valore di “bianco” e delle azioni da porre in atto al fine di verificare il ripristino delle condizioni iniziali accettabili;

- post operam – PO: non sono previste attività di monitoraggio in fase di esercizio in quanto ad interventi eseguiti, sono da escludere potenziali fenomeni di intorbidimento delle acque marine indotti da mezzi d'opera ed ogni altra forma di interazione.

Le analisi saranno affidate ad un laboratorio accreditato individuato tra strutture che svolgano attività di ricerca, servizi e consulenza di alto livello e a un solido e strutturato network con Enti pubblici e strutture private di analisi e ricerca sia nazionali sia internazionali.

4.3.2 Parametri oggetto di rilevamento

Il monitoraggio prevede di:

- monitorare i cambiamenti delle caratteristiche principali della colonna d'acqua;
- monitorare livelli di torbidità in situ e la concentrazione di solidi sospesi in colonna d'acqua.

La qualità delle acque marine costiere sarà monitorata con misurazioni puntali rappresentative dell'intera colonna mediante sonda multiparametrica. I dati scaturiti dal monitoraggio *ante operam*, saranno utilizzati per individuare la variabilità ambientale e confrontati con le campagne di misura in corso d'opera per la valutazione della torbidità generata durante le attività di rifiorimento e ricostruzione della mantellata del molo, finalizzate a valutare l'entità del plumes di torbidità generato che, come noto, dipende dalla velocità della corrente e dalla natura del fondale, ma, soprattutto, dalle modalità operative seguite dai mezzi marittimi utilizzati per l'esecuzione delle opere.

La caratterizzazione riguarderà il rilevamento dei parametri chimico-fisici propri delle masse d'acqua (tra i quali temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità, salinità, pH, torbidità) ed in particolare la determinazione dei solidi sospesi. Il report di tale attività sarà riportato in apposita relazione scritta al termine del lavoro. Il monitoraggio sarà eseguito da personale specializzato con l'utilizzo dell'attrezzatura necessaria (sonda multiparametrica CTD, correntometro profilatore acustico ad effetto Doppler (ADCP), utilizzando apparecchiature fisse e mobili collocate su mezzi nautici adeguatamente equipaggiati.

Sulla base di metodologie analitiche di riferimento per il monitoraggio dell'ambiente marino-costiero, per i sensori della sonda multiparametrica si prevedono le seguenti caratteristiche:

Temperatura

- Range di -2 + 35°C
- Accuratezza pari a 0,005°C
- Risoluzione pari a 0,0005°C

Pressione

- Range variabile
- Accuratezza pari a 0,25%
- Risoluzione pari a 0,04 %

pH

- Range di 0-14 unità di pH
- Accuratezza pari a 0,01 unità di pH
- Risoluzione pari a 0,001 unità di pH

Ossigeno disciolto con sistema di calcolo della percentuale di saturazione

- Compensazione di temperatura
- Range di 0-50 ppm
- Accuratezza pari a 0,1 ppm
- Risoluzione pari a 0,01 ppm

Torbidità

- Autorange su 3 ordini di grandezza senza necessità di modifica manuale
- Accuratezza pari a 0,05 NTU
- Tempo di risposta pari a 0,2 secondi

Il campionamento sarà suddiviso in due parti:

- una riguarda la misura dei parametri chimici e fisici con sonda multi-parametrica sia a livello superficiale (a circa 50 cm dal pelo dell'acqua) sia a livello profondo (circa 50 cm dal fondo). Con la sonda multi parametrica saranno misurati i parametri sopra indicati;
- l'altra consiste nel prelievo dei campioni di acqua, destinati all'analisi dei solidi sospesi, nei medesimi punti. Anche in questo caso saranno prelevati per ogni punto di misura: un campione a livello superficiale (cica 50 cm dal pelo dell'acqua) e un campione a livello profondo (circa 50 cm dal fondo).

Il calcolo dei Solidi Sospesi Totali (TSS) dovrà essere effettuato in Laboratorio secondo metodo APAT CNR IRSA 2090. Tale metodo consiste nel filtrare una quantità di campione variabile tra i 300 e i 1500 ml su filtri Whatman GF/F (Ø 47 mm) pre-muffolati per 4 ore a 450°C e poi pesati su bilancia analitica. Dopo la filtrazione del campione, il filtro con il particellato è stato lavato 3 volte, con 15 ml di acqua MilliQ, ed è stato quindi congelato a -20°C fino al momento dell'analisi.

Successivamente il filtro dovrà essere essiccato in stufa termostatica a 105°C per 48 ore e lasciato raffreddare in essiccatore per 1 ora prima di effettuare la pesata dello stesso. La differenza di peso del filtro tra prima della filtrazione e dopo la filtrazione determina la quantità (in mg) di solidi sospesi presenti nel campione; rapportando questa al volume di acqua filtrata (espressa in litri) si ottengono i mg/litri di solidi sospesi.

La strumentazione che verrà utilizzata per le misurazioni della torbidità rispetteranno le seguenti specifiche minime:

SCALA DI MISURA	da 0.00 a 50.00 NTU (Nephelometric Turbidity Unit)
	da 50 a 1000 NTU
RISOLUZIONE	0.01 (da 0.00 a 50.00 NTU)
	1 NTU (da 50 a 1000 NTU)
PRECISIONE	± 2% F. S.

Caratteristiche minime dello strumento per la misura della torbidità

Per il sistema di campionamento e di conservazione dei campioni verranno seguite le indicazioni riportate nel capitolo 4 del "Manuale dei Metodi Analitici per le Acque", mentre le analisi del parametro TSS saranno effettuate presso laboratorio accreditato.

Si precisa che per la determinazione del TSS, si rende possibile utilizzare metodiche analitiche diverse da quelle descritte, purché riferite a norme tecniche equivalenti.

4.3.3 Valori di soglia di riferimento e modalità di gestione degli eventuali superamenti

Il valore *soglia di riferimento* è assunto pari al 25% dei valori medi definiti preliminarmente all'inizio dei lavori, sulla base del monitoraggio AO.

Nel caso in cui l'attività di monitoraggio evidenzi il superamento del valore *soglia di riferimento* il Proponente o, per suo conto, la Ditta Esecutrice dei lavori, dovrà:

- rivalutare il processo di produzione, al fine di individuare le lavorazioni meno impattanti e attuare misure organizzative tali da mitigare o eliminare le variazioni significative dei parametri oggetto di interesse;
- interrompere temporaneamente i lavori fino al momento in cui la quantità di materiale in sospensione tornerà simile ai parametri di riferimento iniziali.

4.3.4 Articolazione temporale del monitoraggio

Le campagne di misurazioni saranno condotte con la seguente cadenza temporale:

Ante operam

- n.1 campagna monitoraggio della durata di 1 giorno presso tutte e 4 le stazioni (ST1÷ST4) opportunamente finalizzata alla determinazione delle caratteristiche generali delle acque ed in particolare della torbidità a 0,50 m dalla superficie marina e in prossimità del fondo per un intervallo di tempo giornaliero. Il monitoraggio sarà eseguito da personale specializzato con l'utilizzo di sonda multiparametrica e bottiglia tipo Niskin.

Corso d'opera

- La durata del monitoraggio, 1 giorno ogni 20 giorni lavorativi, sarà adeguata al periodo di tempo necessario per l'esecuzione dei lavori da eseguire in mare (dalla attività di salpamento materiale lapideo sui fondali alla posa in opera dei massi naturali della mantellata). E' prevista la messa in opera di due sonde multiparametriche fisse (Stazioni ST3 e ST4) che eseguiranno la misura della torbidità in continuo monitorando i lavori marittimi e l'utilizzo di una sonda multiparametrica mobile collocata su imbarcazione dedicata (per le Stazioni ST1 e ST2). In caso di superamento dei limiti di torbidità definiti nelle le Stazioni ST1 e ST2 sulla base dello stato di bianco verranno verificati i valori del monitoraggio di controllo presso le Stazione ST3 e ST4;
- campagne di monitoraggio di campioni di acqua della durata di 1 giorno ogni 20 giorni lavorativi presso tutte e 4 le stazioni (ST1÷ST4) opportunamente finalizzata al monitoraggio delle caratteristiche generali delle acque ed in particolare della torbidità a 0,50 m dalla superficie marina e in prossimità del fondo ad intervalli di tempo di 5 ore durante il giorno (ore 8:00, 13:00 18:00). Il monitoraggio sarà eseguito da personale specializzato con l'utilizzo di bottiglia tipo Niskin.

Post operam

Si prevede che venga eseguito nelle settimane successive la fine dei lavori e verrà effettuato un monitoraggio specifico per il confronto con l'ante operam e sarà eseguito quindi con le stesse metodologie della campagna eseguita prima dell'inizio dei lavori.

- n.1 campagna monitoraggio della durata di 1 giorno presso tutte e 4 le stazioni (ST1÷ST4) opportunamente finalizzata alla determinazione delle caratteristiche generali delle acque ed in particolare della torbidità a 0,50 m dalla superficie marina e in prossimità del fondo per un intervallo di tempo giornaliero. Il monitoraggio sarà eseguito da personale specializzato con l'utilizzo di sonda multiparametrica.
- n. 1 campagna di monitoraggio acqua della durata di 1 giorno dopo la conclusione dei lavori presso le stazioni ST1 e ST4 opportunamente finalizzata al monitoraggio delle caratteristiche generali delle acque ed in particolare della torbidità a 0,50 dalla superficie marina e in prossimità del fondo per un intervallo di tempo giornaliero. Il monitoraggio sarà eseguito da personale specializzato con bottiglia tipo Niskin.

Procedura comportamentale ed informativa del PMA

Si ritiene necessario definire una procedura comportamentale per informare il committente dei lavori ed i soggetti preposti al controllo tra cui l'ARPA Sardegna dello svolgimento del Piano di Monitoraggio, anche al fine di intervenire in caso di potenziali effetti ambientali.

La figura di riferimento è individuata nel **Direttore dei Lavori**, quale soggetto responsabile dell'attuazione del Piano di Monitoraggio, che dovrà:

1. informare il Committente e l'ARPA Sardegna e gli altri soggetti indicati almeno 7 giorni prima della data in cui si svolgerà la campagna *ante* e quella *post operam*; il termine potrà ridursi a 3 giorni per i prelievi in *corso d'opera* durante le fasi lavorative;
2. verificare che le condizioni del mare consentano le operazioni di rilevamento, valutando eventuali ritardi nell'esecuzione delle indagini o il loro spostamento a data successiva;
3. durante i lavori, dovrà essere informato sui valori di torbidità rilevati nelle stazioni prossime al cantiere (ST1 e ST2) e verificare che il valore di controllo rilevato nelle stazioni esterne (ST3 e ST4) sia compatibile con quello di riferimento (o valore di "bianco") stabilito prima dell'inizio dei lavori. Quindi qualora i valori siano superiori al valore di soglia, dovrà attivare senza indugio la procedura di sospensione delle lavorazioni (vedi punto seguente);
4. trasmettere ogni 15 giorni agli Enti coinvolti gli esiti delle analisi effettuate;
5. ogni 30 giorni dall'acquisizione dei dati relativi alle attività di monitoraggio dovrà rimettere agli Enti coinvolti una relazione riassuntiva dell'esito del monitoraggio effettuato.

4.3.5 Modalità di intervento in caso di superamento di limiti di torbidità – Sistema di allerta

Sulla base dei risultati delle misure eseguite per lo stato di bianco (*ante operam*) nelle stazioni prima dell'inizio dei lavori verranno quindi definiti i livelli di torbidità chiamati nel seguito "*livello di preallerta*" e "*livello di allerta*" che saranno alla base della procedura denominata "**Sistema di Allerta**", che verrà redatta prima dell'inizio dei lavori e condivisa con gli Enti competenti da attuare nel corso dello svolgimento degli interventi in oggetto, le cui modalità

saranno regolamentate e definite come descritto nel seguito.

1. Qualora la misurazione rilevasse per un arco temporale pari ad ore 2 (due), un livello di torbidità alle Stazioni ST1 e ST2 pari al “livello di preallerta” definito come “bianco” in fase ante operam, il Direttore dei Lavori verrà tempestivamente contattato dal Referente Responsabile dell’Ufficio di Direzione Lavori addetto al controllo dei valori di soglia e sarà attivato il monitoraggio presso le stazioni supplementari ST3 e ST4 (STATO DI PREALLERTA);
2. qualora la misurazione rilevasse anche per le Stazioni ST3 e ST4, per un arco temporale pari ad ore 2 (due), un livello di torbidità pari o superiore al “livello di allerta”, il Direttore dei Lavori contatterà tempestivamente il comandante del mezzo marittimo operante in cantiere ed i lavori saranno interrotti (STATO DI ALLERTA);
3. Qualora a seguito di uno STATO DI ALLERTA, la misurazione presso le stazioni ST1 e ST2 rilevasse per un arco temporale di ulteriori ore 2 (due) consecutive alle 4 precedenti, il livello di torbidità inferiore al “livello di preallerta”, il Direttore dei Lavori, tramite sms ed email, darà l’autorizzazione alla ripresa dei lavori (CESSAZIONE CRITICITA’), e potranno ricominciare i lavori.

Ne consegue che:

1. Nello stato di “PREALLERTA”, l’Impresa esecutrice delle lavorazioni è tenuta ad implementare le azioni mitigative necessarie per il contenimento della diffusione della torbida (attivazione sistema “air bubble screen” e/o posizionamento di panne galleggianti).
2. Nello stato di “ALLERTA”, il D.L. ordinerà all’Impresa esecutrice delle lavorazioni, l’immediata sospensione delle attività di immissione in acqua del materiale lapideo ai sensi dell’art. 121 del D. Lgs. 36/23 (Sospensione dei lavori).
3. Nello stato di “CESSAZIONE CRITICITA” il D.L., ordinerà con e-mail ed SMS all’Impresa esecutrice delle lavorazioni la prosecuzione delle attività di che trattasi.
4. Qualora il D.L. accertasse un eventuale inadempimento all’ordine di sospensione delle lavorazioni, previsto nello stato di “ALLERTA”, dovrà comunicare tale inadempienza alla Committenza che potrà valutare l’eventuale ricorso alla risoluzione del contratto per grave inadempimento, grave irregolarità e grave ritardo, ai sensi dell’art.122 del D. Lgs. 36/23 (Risoluzione).

4.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

Dallo studio di VIA è stato valutato che l’occupazione del suolo in fase di cantiere dovuta all’installazione dello stesso possa essere considerato trascurabile, mentre l’occupazione del suolo subacqueo, in fase di esercizio, dovuto all’incremento del nuovo ingombro del molo di sopraflutto sul fondale è stato valutato lieve.

Ne consegue che l’alterazione della qualità del suolo (fuori e dentro l’acqua) può essere imputato solo a eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti sia a terra che in mare e quindi si ritiene che non sia necessario effettuare uno specifico monitoraggio su tale componente.

Peraltro come indicato per la componente delle acque marine le misure di mitigazione, qualora necessarie, i mezzi marittimi saranno dotati per il contenimento della diffusione e dispersione di

inquinanti quali olii o idrocarburi di dispositivi di protezione ambientale (panne galleggianti e/o sistemi “air bubble screen”), mentre per le aree a terra (essendo attualmente le superfici già pavimentate) saranno resi disponibili in cantiere appositi dispositivi di protezione ambientale (teli impermeabili e/o assorbenti per il contenimento della diffusione e dispersione di inquinanti a terra).

Per quanto riguarda i potenziali impatti subacquei della nuova diga foranea sui sedimenti presenti sul fondo marino e sulle eventuali alterazioni del regime sedimentario non si prevede l'esecuzione di un monitoraggio specifico, in quanto non si rilevano potenziali fonti di impatto sommerse su tale componente; infatti non essendo previsti dragaggi e/o movimentazioni di sedimenti non si attendono alterazioni significative della componente, se non quelle legate all'eventuale aumento della torbidità durante il corso dei lavori di posa in opera del materiale lapideo già valutate per la componente idrica - acque marine.

4.5 BIODIVERSITÀ, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI TERRESTRI E MARINI

Il monitoraggio della presente componente è finalizzato alla valutazione dello stato ecologico dell'ecosistema nel corso del tempo per valutare eventuali cambiamenti / danneggiamenti che possono essere arrecati agli habitat con la conseguente e possibile perdita di biodiversità. In particolare l'interesse è stato rivolto all'habitat principale del sito di intervento che è rappresentato dalle Praterie di Posidonia presenti con vaste estensioni nell'AMP in cui ricade l'area di intervento. Altro aspetto molto importante da monitorare è la possibile “invasione biologica” dell'area oggetto di esecuzione delle opere da parte di specie “aliene”, ovvero specie provenienti da altre regioni biogeografiche introdotte dall'uomo in nuovi ambienti con possibile e conseguente causa di perdita di biodiversità. La globalizzazione ha infatti favorito l'intensificarsi dei traffici commerciali, contribuendo a disperdere nei mari di tutto il mondo specie opportuniste, in grado di resistere al trasporto involontario (ad es. sullo scafo delle navi) che una volta stabilitesi possono soppiantare le native e deteriorare l'ambiente marino.

Posidonia oceanica

Per quanto riguarda la Posidonia si deve evidenziare che in occasione del procedimento VIA, necessario per valutare le implicazioni ambientali conseguenti allo svolgimento dei lavori ed esecuzione delle opere, è stato richiesto ed effettuato un approfondimento (vedi rapporto sulla Biodiversità allegato al documento integrativo di risposta puntuale alle richieste di integrazioni effettuata dal MASE) su tale tematica ambientale con specifiche indagini sulla distribuzione e sullo stato ecologico delle fanerogame marine presenti nelle aree in cui saranno realizzati gli interventi ed in quelle immediatamente adiacenti mediante un'indagine di monitoraggio finalizzata al controllo generale dello stato della Prateria di *Posidonia oceanica* presente sul fondale. Per un approfondimento sulle attività di rilievo eseguite si rimanda all'elaborato specifico intitolato “Report conclusivo delle attività: Isola di Tavolara (SS) – Stazione VLF NATO TAVOLARA – Servizio per l'esecuzione di indagini ed elaborazioni tecniche relative alla componente “Biodiversità”.

Il monitoraggio della prateria di Posidonia esterna alle aree di intervento dovrà effettuato tenendo in debita considerazione le tecniche e le modalità indicate nella bibliografia di settore quali le “linee guida per la predisposizione dei Progetti di Monitoraggio Ambientale (PMA)

delle opere soggette a procedure di VIA” elaborate dal Ministero MATTM nel 2015¹ e la scheda metodologica ISPRA sulle procedure di campionamento e raccolta dati della qualità biologica delle angiosperme (ISPRA 2012)².

Specie aliene

Il contrasto alla diffusione delle specie aliene viene effettuato, oltre che ad agire sui vettori di introduzione, sul monitoraggio dei siti a rischio, così da segnalare tempestivamente la presenza di nuove specie e attivare misure di contenimento che ne evitino l’ulteriore diffusione.

Dovendo utilizzare mezzi marittimi per l’esecuzione delle opere in progetto si prevede l’attuazione di un numero significativo di viaggi di trasferimento da e per l’Isola di Tavolara a partire dai principali luoghi di imbarco più vicini. Ovviamente il più probabile e limitrofo punto di carico/scarico dei materiali (lapidei e da costruzione) è il porto di Olbia, che ad oggi risulta censito come luogo oggetto di bio-invasioni. Quindi nel caso in cui si dovesse confermare la scelta del porto di Olbia, come punto di carico / scarico, si dovrà mettere in atto una procedura di monitoraggio che possa consentire la valutazione della presenza di specie invasive sulla carena del pontone e/o sulle pareti della banchina di accosto. Tale operazione potrebbe essere effettuata eseguendo il “fouling”, cioè il prelievo ed analisi di campioni su cui ricercare la presenza di organismi che vivono sui substrati artificiali sommersi.

4.5.1 Durata e frequenza delle misure

Nel presente paragrafo del PMA vengono individuate e proposte le attività da svolgere ai fini del monitoraggio previsto nei differenti momenti di attuazione:

- situazione ante operam - AO: n. 1 campagna per
 - ✓ la definizione dello stato ecologico iniziale della Posidonia mediante ricognizione video e foto dei fondali e conseguente calcolo della densità dei fasci fogliari in riferimento a scale di interpretazione;
 - ✓ le attività di monitoraggio in siti ad elevato rischio di introduzione di specie aliene, sarà utilizzato un metodo messo a punto negli USA, già utilizzato nel Mediterraneo, che prevede l’immersione in mare di substrati artificiali composti da pannelli in PVC fissati con mattoni, sui quali gli organismi marini possono insediarsi e crescere.
- corso d’opera - CO: verifica, mediante rilevamento periodico (video e foto) dello stato di conservazione dell’habitat relativo alla Posidonia durante la realizzazione delle opere subacquee con cadenza mensile durante tutto il periodo di esecuzione dei lavori con mezzi marittimi. Per il controllo di eventuali presenze di specie aliene si dovranno valutare (monitoraggio standardizzato) eventuali cambiamenti nella composizione delle comunità marine, con particolare attenzione alla componente aliena, secondo frequenze mensili;
- post operam – PO: attività di monitoraggio a poca distanza temporale dalla conclusione dei lavori per verificare il mantenimento dello stato ecologico iniziale, finalizzato ad escludere potenziali fenomeni di deterioramento della Posidonia eventualmente causati dai

¹ Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) MATTM Direzione per le Valutazioni Ambientali - ISPRA, Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (REV. 1 DEL 17/06/2015)

² ISPRA 2012 Elemento di Qualità Biologica Angiosperme - Scheda metodologica ISPRA per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia PREI. T.Bacci, S.F.Rende M.Montelafacone: SM_ARPA_Mod10_Posidonia_ALL1METPREI.pdf

lavori. Invece per le specie aliene in caso di loro assenza il monitoraggio si conclude con i lavori, mentre in caso si dovesse riscontrare una loro presenza si potranno attuare le seguenti attività (ad es. monitoraggio nel breve periodo: 1 anno al fine di una verifica di assenza di criticità e due rilievi a lungo termine: uno dopo 3 anni, l'altro dopo 5 anni dalla fine dei lavori per verificare eventuali sviluppi di bio-invasione).

4.5.2 Articolazione temporale del monitoraggio

Le campagne di misurazioni saranno condotte con la seguente cadenza temporale:

Ante operam

- n. 1 attività di monitoraggio sulla prateria di Posidonia esterna all'area di cantiere sarà eseguita tramite scansione del fondale con drone subacqueo e in due stazioni con indagini subacquee seguendo la scheda metodologica standard con le procedure di campionamento e raccolta dati delle caratteristiche fisiografiche e di quelle strutturali delle angiosperme tramite operatori subacquei (quali ad es. la misura della densità dei fasci fogliari suddivisa in cinque classi, da 1 = cattivo a 5 = elevato, secondo i requisiti della direttiva quadro sulle acque WFD, 2000);
- n.1 campagna di monitoraggio delle fanerogame marine ridislocate nel caso in cui venga attuata la fattibilità di uno specifico piano di trapianto in area di ricolonizzazione opportunamente scelta;
- n.1 campagna monitoraggio sulle biocenosi bentoniche, con il prelievo di 1 campione sul fondo presso tutte le stazioni ST1÷ST4 con l'utilizzo della benna tipo Van Venn, per indagare il macrobenthos e le caratteristiche principali dei sedimenti mobili.
- n.1 campagna di monitoraggio per la individuazione della presenza di specie aliene mediante posa in opera di substrati idonei (pannelli di PVC fissati con mattoni) sui quali gli organismi marini possono insediarsi e crescere. Tale campagna deve essere iniziata almeno 3 mesi prima dell'inizio dei lavori al fine di confermare quanto già individuato nella campagna di indagini eseguita nell'Aprile 2024 cui si rimanda per ogni approfondimento.

Corso d'opera

- campagne del monitoraggio, ogni 20 giorni lavorativi, sulla prateria di Posidonia nell'area di cantiere adiacente le opere in esecuzione sarà eseguita tramite scansione del fondale non distruttiva con drone subacqueo per verificare il grado di ri-sospensione dei sedimenti;
- n.1 campagna monitoraggio della durata di 1 giorno, ogni 20 giorni lavorativi, sulle biocenosi bentoniche, con il prelievo di 1 campione sul fondo presso le stazioni ST1e ST4 con l'utilizzo della benna tipo Van Venn, per confrontare le condizioni del macrobenthos rispetto allo stato iniziale e le caratteristiche principali dei sedimenti mobili;
- Campagna di verifica mensile con estrazione dei substrati artificiali (pannelli in PVC) per la successiva analisi da effettuare mediante microscopi con telecamera per l'analisi dei campioni degli organismi presenti.

Post operam

Si prevede che venga eseguito nelle settimane successive la fine dei lavori e verrà effettuato un monitoraggio specifico per il confronto con l'ante operam e sarà eseguito quindi con le stesse

metodologie della campagna eseguita prima dell'inizio dei lavori.

- n. 1 attività di monitoraggio sulla prateria di Posidonia esterna all'area di cantiere sarà eseguita tramite scansione del fondale con drone subacqueo e in due stazioni con indagini subacquee seguendo la scheda metodologica standard con le procedure di campionamento e raccolta dati delle caratteristiche fisiografiche e di quelle strutturali delle angiosperme tramite operatori subacquei;
- n.1 campagna di monitoraggio per la conferma della presenza delle specie protette nelle aree di cantiere in particolare delle fanerogame marine per la verifica conclusiva dello stato ecologico dopo la conclusione dei lavori;
- n.1 campagna monitoraggio sulle biocenosi bentoniche, con il prelievo di 1 campione sul fondo presso le stazioni ST1e ST4 con l'utilizzo della benna tipo Van Venn, per confrontare le condizioni del macrobenthos rispetto allo stato iniziale le caratteristiche principali dei sedimenti mobili;
- non si prevede un monitoraggio per le specie aliene dopo la conclusione dei lavori nel caso in cui non siano state rilevate presenze nelle attività eseguite in corso d'opera. Se dovessero essere rilevate presenze "aliene" si dovranno attuare le attività da attuarsi fino a 5 anni dopo la conclusione dei lavori come indicato poco sopra.