

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	1 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## TERMINALE DI PORTO TORRES

**Documentazione per Autorizzazione ai sensi dell'Art. 109 del D.Lgs 152/06**  
**Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di**  
**posa in mare di cavi e condotte**

0	Emissione per Enti	G. Cataluffi	D. Privitera	M. Compagnino	Agosto 2024
Rev.	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	2 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## INDICE

<b>LISTA DELLE TABELLE</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b> .....	<b>4</b>
<b>DEFINIZIONI</b> .....	<b>5</b>
<b>ACRONIMI E ABBREVIAZIONI</b> .....	<b>5</b>
<b>RIFERIMENTI</b> .....	<b>6</b>
<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>7</b>
<b>2 SCOPO DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>9</b>
<b>3 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO</b> .....	<b>10</b>
<b>4 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO</b> .....	<b>12</b>
4.1 CARATTERISTICHE MORFO-BATIMETRICHE .....	14
4.1.1 <i>Profondità del Fondale</i> .....	14
4.2 DATI METEOMARINI.....	14
4.2.1 <i>Regime dei Venti</i> .....	15
4.2.2 <i>Regime delle Onde</i> .....	17
4.2.3 <i>Regime delle Correnti</i> .....	17
4.3 DATI GEOTECNICI .....	18
4.4 HABITAT MARINO .....	18
4.4.1 <i>Mammiferi Marini</i> .....	18
4.4.2 <i>Comunità bentoniche</i> .....	21
4.4.3 <i>Comunità fito e zooplanctoniche</i> .....	23
4.5 INDAGINI AMBIENTALI.....	26
4.5.1 <i>Colonna d'acqua</i> .....	26
4.5.2 <i>Sedimenti</i> .....	29
<b>5 ASPETTI REALIZZATIVI</b> .....	<b>31</b>
5.1 FASI REALIZZATIVE .....	31
5.1.1 <i>Installazione della condotta e cavo a fibra ottica</i> .....	34
5.1.2 <i>L'installazione del cavo in Media Tensione (MT)</i> .....	40

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	3 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

5.2	PRE-COMMISSIONING, COMMISSIONING E AVVIAMENTO .....	41
5.3	FASE DI DECOMMISSIONING .....	43
5.4	RIPRISTINO DEL SITO .....	44
<b>6</b>	<b>ATTIVITÀ DI SCAVO E MATERIALE MOVIMENTATO.....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE (PDCA).....</b>	<b>47</b>
7.1	METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO.....	48
7.2	SET ANALITICO.....	49

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	4 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### LISTA DELLE TABELLE

Tabella 4.1: Estremi di Velocità del Vento	16
Tabella 4.2: Regime Moto Ondoso (Hs, Tp)	17
Tabella 5.1: Analisi chimiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a movimentazione all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale e relativi limiti di quantificazione	49
Tabella 5.2: Analisi microbiologiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a movimentazione all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale	51

### LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1: Corografia con Rete Energetica Sardegna Tratto Nord e ubicazione della FSRU	8
Figura 3.1: Area di Intervento	10
Figura 4.1: Perimetro SIN	13
Figura 4.2: Dettaglio della Batimetria Area Porto Torres	14
Figura 4.3: Dati del Vento	15
Figura 4-4: Diagramma Polare del Vento	16
Figura 4.5: Area Sondaggi eseguiti da CDS Marine S.r.l. & CDS (2022) – il cerchio rosso indica l'area di indagine	18
Figura 4.6: Santuario Pelagos	19
Figura 4.7: Specie di Mammiferi Marini regolarmente presenti nel Santuario Pelagos (Fonte: Borsani e Farchi, 2011 a)	20
Figura 4.8: Distribuzione della prateria di <i>P. oceanica</i> (habitat 1120) nei pressi dell'area portuale di Porto Torres (Nautilus S.c.a.r.l. – MATTM, 1999) fonte MASE, 2000).	22
Figura 4.9: Distribuzione degli habitat EUNIS (Fonte: EMODNET)	23
Figura 4.10: Dinamica del fitoplancton in ogni stazione (a, dinamica della densità totale; b, dinamica della composizione percentuale delle classi; c, composizione percentuale media annuale delle classi algali; d, le specie più abbondanti e loro massimi)	25
Figura 4.11: Stazioni di campionamento della colonna d'acqua	26
Figura 4.12: Stazioni di campionamento sedimenti	29
Figura 5.1: Cronoprogramma dei lavori (macro-fasi)	31
Figura 5.2: Esempi di Pontoni per le attività di lavoro marittime	32
Figura 5.3: Stralcio aree cantieri operativi	34
Figura 5.4: Operazione di recupero della MTBM	36
Figura 6.1: Ubicazione dell'area funzionale al cantiere offshore	45
Figura 6-2: Scavo con Panne Anti-torbidità	46
Figura 7.1: Possibile distribuzione delle stazioni di campionamento in corrispondenza dell'uscita del microtunnel, ai sensi del D.M. 7 novembre 2008	47

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	5 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### DEFINIZIONI

<b>PROPONENTE</b>	Snam S.p.A.
<b>PROGETTO</b>	Attività di ingegneria di base per il posizionamento di FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) in Porto Torres ed opere connesse
<b>SITO</b>	Porto industriale di Porto Torres
<b>TERMINALE</b>	FSRU e impianto di ricezione
<b>NAVE SPOLA</b>	Nave metaniera "shuttle carrier" necessaria a garantire la fornitura di gas naturale alla FSRU

### ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

<b>D.M.</b>	Decreto Ministeriale
<b>FSRU</b>	Floating Storage Regasification Unit
<b>GNL</b>	Gas Naturale Liquido (oppure <b>LNG</b> Liquid Natural Gas)
<b>IPA</b>	Idrocarburi Policiclici Aromatici
<b>MT</b>	Media Tensione
<b>MTBM</b>	Microtunnel Boring Machine
<b>PSV</b>	Piano di Scambio Virtuale
<b>SIN</b>	Sito di Interesse Nazionale
<b>SRG</b>	SNAM Rete Gas
<b>Tp</b>	Periodo dell'onda

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	6 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## RIFERIMENTI

### Normative

D. Lgs. 152/2006 art. 109 - Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte

Legge 28 gennaio 1994, n. 84 - Riordino della legislazione in materia portuale

DM Ambiente 15 luglio 2016 n. 172 - Modalità e delle norme tecniche per le operazioni di dragaggio nei siti di interesse nazionale (Sin)

DM Ambiente 15 luglio 2016 n. 173 - Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini

DM Ambiente 7 novembre 2008 - Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale

### Documenti

001_ZA-E-85022	Piano di Monitoraggio Ambientale
001-ZA-E-85030	Indagine ambientale area marina antistante Porto Torres
001-ZX-E-09804	Cronoprogramma dei lavori
001-ZA-E-09304	Relazione Tecnico-Illustrativa per la Condotta Sottomarina
001-EA-D-40001	Relazione Tecnica di fattibilità cavo MT

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	7 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## 1 PREMESSA

La Società Snam Rete Gas (“SRG”), soggetta all’attività di direzione e coordinamento di Snam S.p.A. (“Snam”), una delle principali società di infrastrutture energetiche e principale TSO (Transport System Operator - gestore del sistema di trasporto gas) in ambito europeo, intende allestire nel porto industriale di Porto Torres (SS) un terminale di rigassificazione su un mezzo navale permanentemente ormeggiato (“Terminale”) per consentire lo stoccaggio e la vaporizzazione di gas naturale liquefatto (GNL) per il suo trasferimento nella rete di trasporto di gas naturale a terra che sarà realizzata da Enura S.p.A., società soggetta anch’essa all’attività di direzione e coordinamento di Snam. Il Terminale è anche predisposto per svolgere servizi di Small Scale LNG attraverso il rifornimento di apposite navi metaniere “bunkering vessels”.

Il Terminale sarà costituito da una unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (Floating Storage Regasification Unit o “FSRU”) con una capacità indicativa di stoccaggio di circa 140.000 m3 di GNL e una capacità di rigassificazione nominale di circa 330.000 Sm3/h. La FSRU sarà ormeggiata a lungo termine (25 anni).

Il Progetto, inizialmente presentato da Snam (Rif. Prot. No. 245 del 29 Novembre 2022), prevedeva l’accosto della FSRU in corrispondenza della banchina carbonile in stretta adiacenza al molo di ormeggio in concessione a EP FiumeSanto. Le numerose interlocuzioni intercorse con le Autorità tecniche portuali nonché con gli organi del Comitato Tecnico Regionale (CTR), hanno fatto emergere l’opportunità di spostare la posizione del Terminale lungo la parte terminale del molo foraneo settentrionale realizzando una nuova struttura d’accosto permanente in cassoni che resterà a servizio del Porto.

Il progetto è parte integrante del più ampio progetto di “Collegamento Virtuale” (o “Virtual Pipeline”) per l’approvvigionamento di gas naturale alla Sardegna, che Snam intende realizzare, anche attraverso le sue controllate e partecipate come Snam Rete Gas ed Enura, in coerenza a quanto disciplinato dall’art. 2 comma 4 e comma 5 del Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 marzo 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale numero 125 del 30 maggio 2022, avente ad oggetto “Individuazione delle opere e delle infrastrutture necessarie al phase out dell’utilizzo del carbone in Sardegna e alla decarbonizzazione dei settori industriali dell’Isola” (c.d. DPCM Sardegna”).

Come indicato nell’art. 1 comma 1 del suddetto DPCM Sardegna, il progetto Virtual Pipeline si inserisce nell’ambito delle iniziative mirate a sostenere il rilancio delle attività produttive nella regione Sardegna, la decarbonizzazione dei settori industriali, la transizione energetica delle attività produttive e il phase-out del carbone garantendo sia l’approvvigionamento di energia all’Isola a prezzi in linea con quelli del resto d’Italia che, assicurando l’attuazione degli obiettivi del PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima).

Il progetto Virtual Pipeline include lo sviluppo delle infrastrutture di trasporto e di rigassificazione di GNL necessarie a garantire la fornitura di gas naturale in Sardegna mediante l’utilizzo di navi spola (metaniere di piccola taglia o c.d. “shuttle carrier”) tra i terminali di rigassificazione italiani regolati ed i futuri terminali di rigassificazione da realizzare in Sardegna. Lo spostamento di volumi fisici di GNL mediante navi spola sarà effettuato con

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	8 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

modalità equiparate, anche ai fini tariffari, a quelle del trasporto di gas, che comunemente avviene attraverso un qualsiasi metanodotto del sistema nazionale di trasporto.

In tale contesto, gli shipper operanti nel sistema di trasporto gas nazionale potranno rendere disponibili volumi di gas in un qualsiasi punto di ingresso del sistema o al c.d. Punto di Scambio Virtuale (PSV), richiedendone a Snam Rete Gas la riconsegna in un punto di uscita in Sardegna. In questo modo, volumi di GNL immessi nel sistema presso i terminali di stoccaggio in continente, potranno essere intercambiabili, attraverso opportuni meccanismi di “swap”, con equivalenti volumi di gas per i quali sia stata richiesta una riconsegna in Sardegna.

La disponibilità di gas naturale in Sardegna consentirà di avviare il processo di conversione a gas naturale di utenze civili e industriali, oggi ancora approvvigionate principalmente a carbone, olio combustibile, gasolio, GPL o aria propanata, con riduzione degli effetti sull’ambiente, dato che il gas naturale è un combustibile con basse emissioni inquinanti (annullamento sia di particolato (PM10) che di ossidi di zolfo (SOx), ed una considerevole riduzione degli ossidi di azoto (NOx) e, a titolo di esempio, circa -15% di CO2 rispetto al gasolio).

Il Terminale di rigassificazione di Porto Torres (art. 2 comma 4, del DPCM Sardegna) sarà il principale punto di approvvigionamento di gas naturale dei bacini di consumo della Città Metropolitana di Sassari nonché del segmento industriale, ed eventualmente termoelettrico, del Nord dell’Isola.



**Figura 1.1: Corografia con Rete Energetica Sardegna Tratto Nord e ubicazione della FSRU**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	9 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione descrive le attività previste per la caratterizzazione ambientale dell'area marina dove si sviluppa il progetto ai fini di quanto previsto dall' Art. 109 del D.Lgs 152/06 e smi "Immersione a mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte", ed è parte della documentazione relativa alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del Progetto.

In particolare, nei capitoli che seguono sono descritti:

- Capitolo 3 Inquadramento del Progetto
- Capitolo 4 Descrizione dell'area di intervento;
- Capitolo 5 Aspetti realizzativi
- Capitolo 6 Attività di scavo del materiale movimentato;
- Capitolo 5 Piano di Caratterizzazione Ambientale;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	10 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### 3 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il Progetto (“Terminale di Porto Torres”) prevede la realizzazione di un terminale di ricezione, stoccaggio e rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) del tipo flottante (Floating Storage Regasification Unit o “FSRU”) all’interno del porto industriale di Porto Torres in Provincia di Sassari e relative opere connesse per la realizzazione del collegamento a terra con lo scopo di raggiungere la futura Dorsale Nord già autorizzata con Decreto VIA n. 373 del 05.12.2022.

Nella seguente figura si riporta un inquadramento dell’area con indicate le opere in progetto:

- Terminale FSRU;
- banchina di ormeggio;
- condotta sottomarina e relativo approdo;
- cavo elettrico a Media Tensione (MT).



**Figura 3.1: Area di Intervento**

<

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	11 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Il progetto del Terminale di Porto Torres, oggetto del presente documento sarà composto da:

- Una FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità indicativa di stoccaggio pari a circa 140.000 m<sup>3</sup>, una capacità di rigassificazione di circa 330.000 Sm<sup>3</sup>/h e dimensioni pari a circa 290 m (lunghezza) x 48 m (larghezza);
- Una nuova banchina costituita da:
  - N.28 cassoni cellulari prefabbricati in c.a. zavorrati con materiale arido;
  - Coronamento dei cassoni in cemento armato gettato in opera;
  - Impalcati di collegamento tra i cassoni con travi in c.a.p. e getti in opera di completamento;
  - Scanno di imbasamento dei cassoni in pietrame protetto da una mantellata in massi naturali;
- Gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla nuova banchina est esistente costituiti da:
  - Sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito da N. 2 bracci di scarico ed una condotta in acciaio che corre interrata fino al punto di intercettazione linea (PIL) anch'esso in banchina;
  - Sistema di ormeggio della FSRU;
  - Sistema antincendio costituito da un sistema di pompaggio, un anello di distribuzione ed una serie di monitori e cortine d'acqua;
  - Sistema di controllo ed emergenza per gli impianti di processo sulla nuova banchina;
  - Sistema di blowdown e sfiato di emergenza.
- Un tratto di condotta sottomarina di lunghezza complessiva pari a circa 1670 m di cui 1300 m saranno all'interno di un microtunnel da realizzare come approdo costiero. La condotta a mare funge da collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU e il punto di interfaccia con il tratto a terra della condotta. La condotta proseguirà a terra fino al Punto d'Intercetto, che identifica il punto di ingresso nella rete di trasporto del gas naturale a terra (Rete Energetica tratto nord, si veda la Figura 1.3), che non è oggetto del presente documento;
- Un cavo elettrico di media tensione (MT) per l'alimentazione della banchina di ormeggio della FSRU;
- Un cavo telecomando per collegamento con il dispacciamento a terra di SRG con tracciato in parallelo alla condotta sottomarina.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	12 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

#### 4 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il porto industriale di Porto Torres è situato lungo la costa settentrionale della Sardegna a circa 20 km da Sassari, 30 km da Alghero e 3 km dal Comune di Porto Torres.

L'area del sito industriale è delimitata a Nord dalla linea di costa, che si affaccia sul Golfo dell'Asinara, a Est dal Rio Mannu e ad Ovest dallo stagno di Pilo.

Il nuovo Terminale prevede l'attracco permanente di una unità di stoccaggio e rigassificazione flottante (FSRU) in una banchina di accosto all'interno del Porto industriale di Porto Torres, in corrispondenza del molo foraneo settentrionale. Il sistema di ormeggio e di scarico sarà dotato delle apparecchiature necessarie allo svolgimento delle operazioni e al controllo del sistema di attracco.

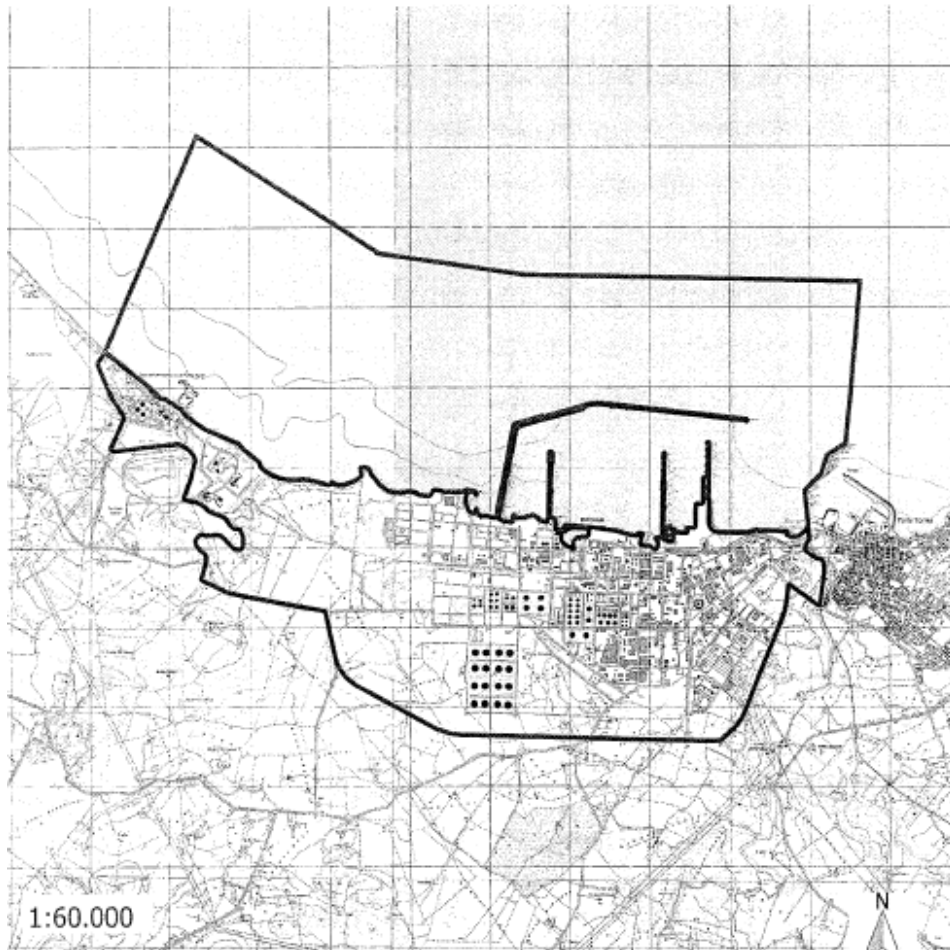
L'area oggetto dell'intervento è interamente ricompresa all'interno del Sito di Interesse Naturale (SIN) "Aree Industriali di Porto Torres", perimetrato con il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 7 febbraio 2003. L'area marina antistante al sito industriale è stata inclusa nel SIN con Decreto del 21 luglio 2016 recante "Rettifica del Decreto 3 agosto 2005 nella ripermetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale Aree industriali di Porto Torres" (G.U. Serie Generale n. 191 del 17 agosto 2016).

Il SIN ricade nel territorio dei Comuni di Porto Torres e Sassari. L'area perimetrata del SIN (figura di seguito), di superficie complessiva pari a oltre 4.600 ettari, è suddivisa in: circa 1.870 ettari di aree a terra e circa 2.740 ettari di aree a mare e include aree pubbliche e aree private (nel SIN operano oltre 140 soggetti privati) (fonte: MASE1).

<sup>1</sup> <https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin-49/>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	13 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00



**Figura 4.1: Perimetro SIN**

L'alterazione dello stato qualitativo delle matrici ambientali (suolo/sottosuolo, acque di falda e superficiali) nel SIN è attribuibile principalmente alla presenza dell'ex Stabilimento Petrolchimico e dell'area Minciaredda, dove in passato sono stati conferiti residui delle attività produttive svolte all'interno del Petrolchimico stesso.

La contaminazione nelle acque di falda del sito è di tipo diffuso, con presenza di Metalli, BTEXs (Composti Aromatici), Solventi clorurati, IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), Idrocarburi e Clorobenzeni nonché presenza di notevoli spessori di prodotto surnatante (LNAPL) e, talvolta, presenza di sottonatante (DNAPL).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	14 di 52	<b>Rev.</b> 0

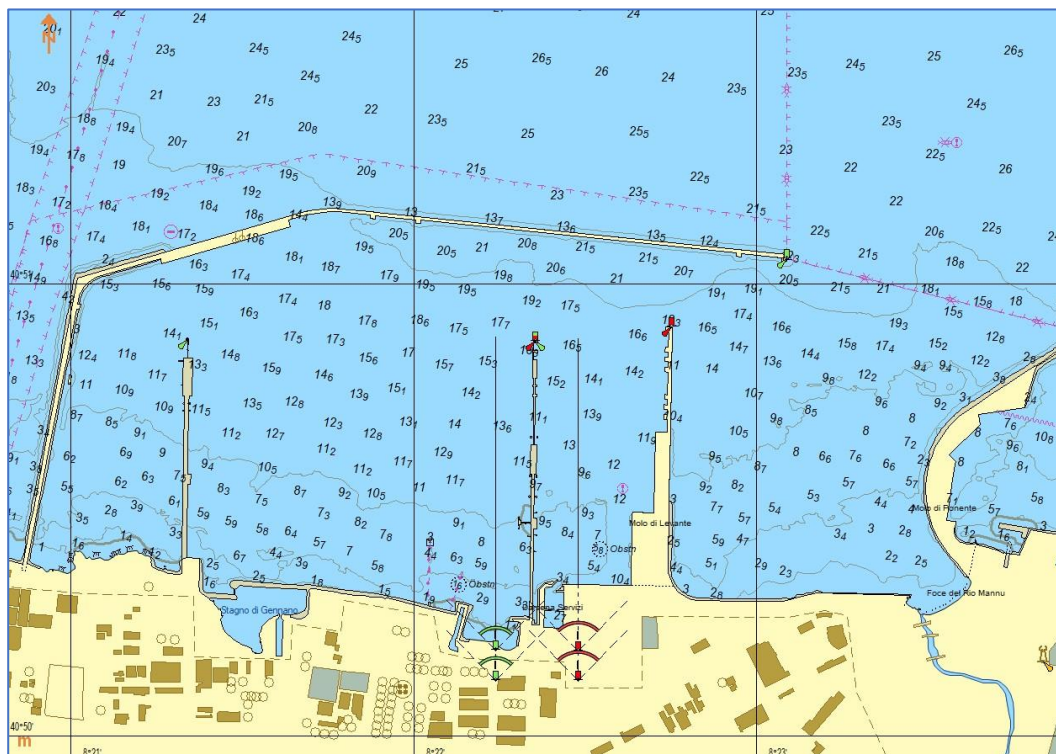
Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

La contaminazione nel suolo/sottosuolo è dovuta principalmente alla presenza di Metalli, BTEXs, Idrocarburi leggeri e pesanti, IPA, Alifatici clorurati cancerogeni, Alifatici alogenati cancerogeni e Clorobenzeni.

#### 4.1 Caratteristiche morfo-batimetriche

##### 4.1.1 Profondità del Fondale

Attualmente il porto presenta una profondità massima di circa 21,5 m all'imboccatura mentre il nuovo accosto identificato per l'ormeggio della FSRU ha una profondità minima di circa 19 m, come riportato in figura di seguito.



(Rif. Database CM-93/3, DHI, "MIKE C-MAP, Extraction of the World Wide Bathymetry Data and Tidal Information, Scientific Documentation" MIKE by DHI, Horsholm 2021)

**Figura 4.2: Dettaglio della Batimetria Area Porto Torres**

#### 4.2 Dati Meteomarini

Il Comune di Porto Torres è localizzato sulla costa nord-occidentale della Sardegna e si affaccia sul golfo dell'Asinara.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	15 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

#### 4.2.1 Regime dei Venti

Relativamente al regime anemometrico sono stati analizzati valori misurati dal punto dati NOAA, che ha coordinate Latitudine = 41.00°N e Longitudine = 8.50°E, ed è considerato rappresentativo per le condizioni di vento nel Golfo dell'Asinara, sia al largo che nell'area portuale di Porto Torres. I dati, forniti ad intervalli temporali di 3 ore, coprono un periodo di tempo di 31 anni dal 01/01/1979 al 31/12/2009.

L'analisi dei dati disponibili ha evidenziato che i venti prevalenti provengono dai settori di Ovest e Ovest-Nord Ovest.

Le intensità sono generalmente moderate con il 92% di probabilità di occorrenza di venti con velocità non superiore a 10 m/s.

Direzione di provenienza (°N)	Ws(m/s)/Dir(°N) - NOAA point (08.50E 041.00N) - Frequenza di Occorrenza (%)												
	Ws(m/s)												
	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20 - 22	22 - 24	Total
0 (345-15)	1.115	2.077	1.411	0.427	0.134	0.056	0.019	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	5.243
30 (15-45)	1.079	1.979	1.491	0.541	0.216	0.082	0.023	0.009	0.001	0.000	0.000	0.000	5.421
60 (45-75)	0.980	2.190	1.863	1.087	0.437	0.174	0.045	0.014	0.003	0.000	0.000	0.000	6.796
90 (75-105)	1.097	2.666	2.553	2.029	1.094	0.404	0.125	0.039	0.011	0.000	0.000	0.000	10.018
120 (105-135)	1.008	2.133	1.478	0.545	0.157	0.036	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	5.363
150 (135-165)	0.954	1.475	0.736	0.193	0.056	0.022	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.439
180 (165-195)	0.986	1.527	0.917	0.510	0.202	0.050	0.018	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	4.213
210 (195-225)	1.094	2.200	1.873	1.294	0.874	0.372	0.138	0.049	0.015	0.008	0.000	0.000	7.918
240 (225-255)	1.271	3.212	3.154	2.008	0.981	0.539	0.235	0.086	0.029	0.008	0.002	0.000	11.525
270 (255-285)	1.445	3.962	4.457	3.338	1.973	1.094	0.495	0.210	0.075	0.010	0.002	0.000	17.060
300 (285-315)	1.325	3.736	3.633	2.294	1.756	1.348	0.900	0.555	0.277	0.073	0.009	0.000	15.906
330 (315-345)	1.238	2.624	1.919	0.673	0.314	0.184	0.079	0.046	0.014	0.006	0.001	0.000	7.098
Omnidirezionale	13.591	29.781	25.487	14.941	8.195	4.362	2.082	1.017	0.427	0.104	0.014	0.000	100.000

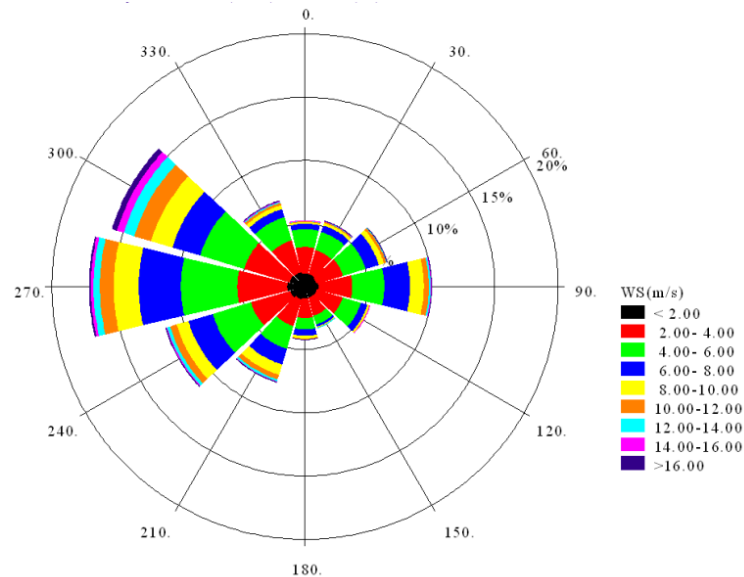
Nota (1) Distribuzione direzionale della frequenza di occorrenza del vento medio orario relativo a 10 m sopra il livello medio del mare relativo al punto dati NOAA (Latitudine = 41.00° N e Longitudine = 8.50° E)

**Figura 4.3: Dati del Vento**

Il grafico successivo riporta la rosa dei venti costruita con i dati di direzione e velocità del vento provenienti da una serie temporale tri oraria della durata complessiva di 31 anni (1979-2009) della velocità media oraria del vento 10 m sopra il livello medio del mare.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	16 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00



Nota (1) Diagramma polare medio orario relativo a 10 m sopra il livello medio del mare relativo al punto dati NOAA (Latitudine = 41.00° N e Longitudine = 8.50° E).

**Figura 4-4: Diagramma Polare del Vento**

Nella Tabella 4.1 sono riportati gli estremi direzionali delle raffiche di vento di 1 minuto.

**Tabella 4.1: Estremi di Velocità del Vento**

Direzione di provenienza (°N)	Estremi di velocità del vento (1 min - 10m) - (m/s)							
	1 anno	2 anni	5 anni	10 anni	25 anni	50 anni	100 anni	500 anni
0	12.7	13.9	15.5	16.6	18.1	19.2	20.2	22.6
30	13.8	15.1	16.8	18.0	19.5	20.7	21.8	24.4
60	15.1	16.3	17.7	18.8	20.2	21.2	22.2	24.4
90	16.6	17.7	19.0	20.0	21.2	22.0	22.9	24.8
120	12.2	13.2	14.5	15.5	16.7	17.6	18.5	20.5
150	10.5	11.6	13.0	14.0	15.3	16.3	17.2	19.4
180	13.3	14.6	16.2	17.4	18.9	20.1	21.2	23.7
210	17.8	19.2	20.9	22.2	23.8	24.9	26.1	28.6
240	19.0	20.4	22.2	23.5	25.2	26.5	27.7	30.5
270	20.1	21.3	22.9	24.1	25.5	26.6	27.6	30.0
300	26.7	28.8	31.5	33.6	36.2	38.1	40.1	44.5
330	17.2	19.0	21.4	23.1	25.4	27.2	28.9	32.9
Omnidirezionale	25.1	26.7	28.7	30.2	32.2	33.7	35.1	38.4

Nota (1) Estremi direzionali delle raffiche di vento di 1 minuto 10 m sopra il livello medio del mare. Periodo di ritorno 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 500 anni – Punto NOAA (Latitudine = 41.00° N e Longitudine = 8.50° E)



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	17 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

#### 4.2.2 Regime delle Onde

Relativamente al regime ondoso, è stata condotta una caratterizzazione del moto nell'area portuale mediante la costruzione di un modello sito-specifico di propagazione degli stati di mare del largo verso costa e di un secondo modello sito-specifico per la simulazione dell'agitazione interna al bacino. Tali modelli sono stati costruiti basandosi sulla piattaforma di modelli MIKE sviluppati da DHI.

I valori sono stati forniti in corrispondenza della diga foranea, ma sono stati considerati rappresentativi dello specchio acqueo nella porzione occidentale del porto, ossia anche in corrispondenza del sito di progetto.

**Tabella 4.2: Regime Moto Ondoso (Hs, Tp)**

Periodo di Ritorno (anni)	Estremi di altezza d'onda significativa (Hs) - Periodo di Picco associato medio (Tp)	
	Hs (m)	Tp (s)
<b>1</b>	0.44	8.6
<b>2</b>	0.51	8.7
<b>5</b>	0.58	8.8
<b>10</b>	0.66	8.9
<b>25</b>	0.75	9.0
<b>50</b>	0.82	9.0
<b>100</b>	0.87	9.1

I valori estremi di onda riportati in Tabella 4.2 sono stati quindi presi a riferimento per lo sviluppo della progettazione preliminare dell'appesantimento della condotta. Una ottimizzazione sarà condotta nella fase di successiva ingegneria.

#### 4.2.3 Regime delle Correnti

Il regime delle correnti all'interno del porto può considerarsi di esigua entità. Ai fini del dimensionamento preliminare sono stati presi in considerazione i valori conservativi estraibili dal documento OCIFM -Mooring Equipment Guidelines 4<sup>a</sup> Edizione-(MEG 4).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	18 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### 4.3 Dati Geotecnici

I dati geologici e geotecnici per l'area portuale di Porto Torres sono stati ricavati dal documento "Report sulla campagna geognostica eseguita nei mesi di Novembre e Dicembre 2022 dalla società CDS Marine S.r.l. & CDS"



**Figura 4.5:** Area Sondaggi eseguiti da CDS Marine S.r.l. & CDS (2022) – il cerchio rosso indica l'area di indagine

Sebbene i dati geotecnici attualmente disponibili non coprano nello specifico l'area interessata dall'attraversamento della condotta e del cavo, questi possono essere preliminarmente considerati quali indicativi dell'area portuale. Le perforazioni eseguite hanno riscontrato, al di sotto di un esiguo spessore di depositi granulari recenti ad alto contenuto algale, la presenza di termini calcarenitici alterati e litoidi alternati a livelli sabbiosi più o meno cementati e a uno strato di limi sabbiosi grigi.

Informazioni geologico-geotecniche dedicate al progetto saranno disponibili una volta terminata la campagna prevista.

### 4.4 Habitat Marino

#### 4.4.1 Mammiferi Marini

L'area marina di Porto Torres ricade all'interno del Santuario per i mammiferi marini, conosciuto anche come "*Pelagos*", istituito in Italia dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio successivamente all'iniziativa del Tethys Research Institute che negli anni 1989-1991 ha portato avanti le attività di ricerca del "Progetto Pelagos" per la creazione di una Riserva della Biosfera nel bacino Corso-Liguro-Provenzale che mostra la più alta concentrazione di mammiferi marini tra tutti i mari italiani (delfini, balene, ecc).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	19 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Nel Novembre 1999 i Ministri dell'Ambiente di Francia, Italia e Principato di Monaco hanno firmato l'accordo che stabilisce le regole minime condivise per il Santuario dei Cetacei, che verrà ratificato dal Governo italiano nel 2001 con la Legge 391. Il Santuario abbraccia un'area di circa 100.000 km<sup>2</sup> comprende le acque tra Tolone (costa francese), Capo Falcone (Sardegna occidentale), Capo Ferro (Sardegna orientale) e Fosso Chiarone (Toscana). Il Comune di Porto Torres, rivierasco del Santuario Pelagos, condividendone gli obiettivi, il 15 maggio 2013 ha aderito alla Carta di Partenariato del Santuario Pelagos, impegnandosi a riservare particolare attenzione alla questione mammiferi marini adottando soluzioni a basso impatto, a trasmettere informazioni sugli spiaggiamenti ed a favorire attività pedagogiche e di informazione sul Santuario.



**Figura 4.6: Santuario Pelagos**









Di seguito sono elencate le principali specie di cetacei presenti nel Santuario Pelagos:

- La Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*)
- Il capodoglio (*Physeter macrocephalus*)
- Lo zifio (*Ziphius cavirostris*)
- Il globicefalo (*Globicephala melas*)
- Il grampo (*Grampus griseus*)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	20 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

- Il tursiope (*Tursiops truncatus*)
- Il delfino comune (*Delphinus delphis*)
- La stenella striata (*Stenella coeruleoalba*)

	Specie	Nome comune	Dimensioni	Habitat	Segnali acustici prevalenti (range di frequenza)
<b>Misticeti</b>	<i>Balaenoptera physalus</i>	Balenottera comune	 20-25 m ca.	Pelagica; di scarpata profonda	10 Hz - 80 Hz
<b>Odontoceti</b>	<i>Physeter macrocephalus</i>	Capodoglio	 12-18 m ca.	Di scarpata profonda	200 Hz - 32 kHz
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio	 6 m ca.	Pelagico; di scarpata profonda	20-150 kHz
	<i>Globicephala melas</i>	Globicefalo	 5-6 m ca.	Pelagico	1 kHz - 65 kHz
	<i>Grampus griseus</i>	Grampo	 3,5 m ca.	Di scarpata profonda	2 kHz - 16 kHz
	<i>Tursiops truncatus</i>	Tursiope	 3 m ca.	Costiero	4 kHz - 130 kHz
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Stenella striata		Pelagica; di scarpata profonda	4 kHz - 65 kHz
	<i>Delphinus delphis</i>	Delfino comune	 2 m ca.	Costiero; di scarpata profonda	2 kHz - 67 kHz

**Figura 4.7: Specie di Mammiferi Marini regolarmente presenti nel Santuario Pelagos (Fonte: Borsani e Farchi, 2011 a)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	21 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

#### 4.4.2 Comunità bentoniche

Nell'ambito del rapporto ambientale della VAS del Piano di Utilizzo dei Litorali del Comune di Porto Torres (2016) è stata valutata anche l'area marina antistante il nucleo industriale, già definita dalla perimetrazione del SIN di Porto Torres, di cui al D.M. 7 febbraio 2003, che comprende il Porto industriale di Porto Torres e si estende tra la foce del Rio Mannu (confine orientale) e lo Stagno di Pilo (confine occidentale) per una superficie complessiva di circa 2.700 ha. Nell'area sono presenti pontili per l'approvvigionamento di materie prime solide e liquide. Dall'analisi della Relazione "Le bonifiche dei siti contaminati in Italia: quadro normativo e analisi delle principali criticità" della Commissione Parlamentare di inchiesta rileva:

- la compromissione dell'area marina in quanto fortemente condizionata dai reflui industriali e civili, nonché dall'intenso traffico marittimo e da eventi accidentali, connessi alle attività industriali in esercizio sull'area a terra antistante. Si registra un degrado della prateria di *Posidonia oceanica* nelle acque antistanti le aree portuali probabilmente ascrivibile agli scarichi industriali provenienti dal porto industriale nonché alla presenza di navi in rada. È presente una contaminazione diffusa nei sedimenti da idrocarburi pesanti e puntuale da mercurio e cadmio. In campioni di biota marino all'interno del porto industriale è stata rilevata la presenza di contaminazione da composti organici cancerogeni e persistenti (in particolare PCB). Particolarmente grave lo stato di contaminazione da benzene delle acque dell'area marina inclusa nella darsena servizi e dello specchio acqueo antistante, ubicati nella fascia costiera a valle del settore.

Ad ovest dell'imboccatura del porto la prateria di *Posidonia oceanica* è insediata su sabbia o matte e, nella parte più occidentale e costiera, anche su roccia. Tra l'imboccatura del porto industriale e quella del porto civico la matte si presenta mista a matte morta, per lasciare poi spazio a matte morta e chiazze di matte viva andando verso levante.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	22 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00



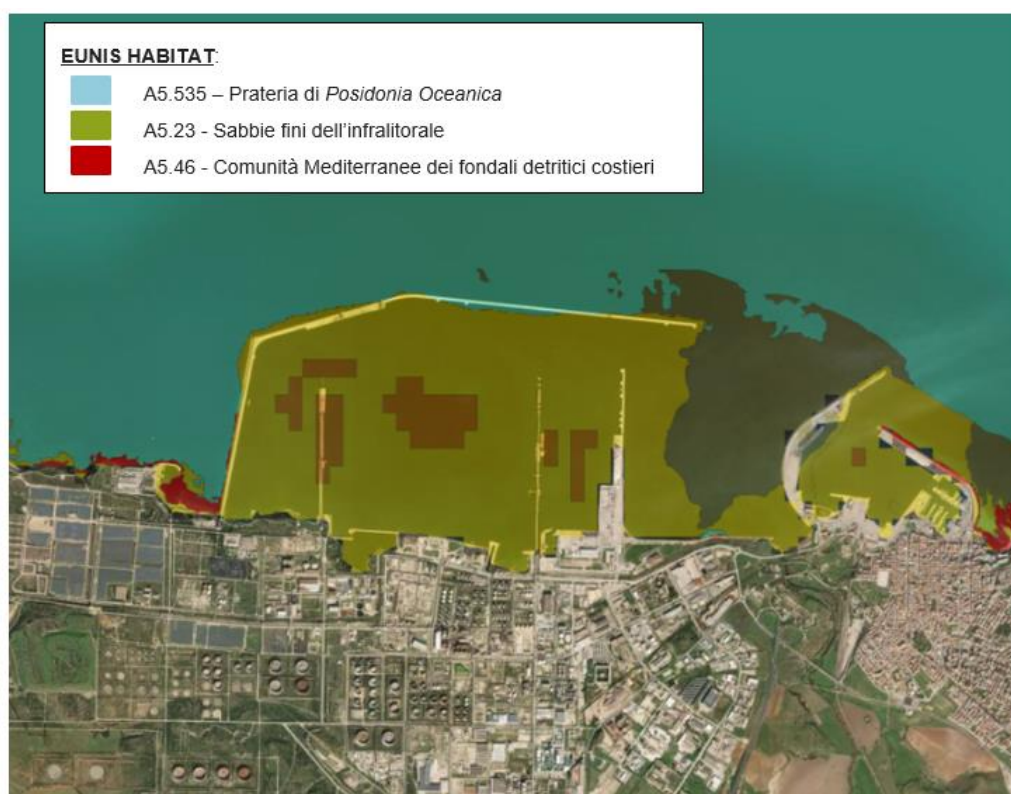
**Figura 4.8: Distribuzione della prateria di *P. oceanica* (habitat 1120) nei pressi dell'area portuale di Porto Torres (Nautilus S.c.a.r.l. – MATTM, 1999) fonte MASE, 2000).**

Per quel che concerne le aree interne al porto, secondo i dati reperiti dal portale di EMODNET il fondale risulta caratterizzato prevalentemente da sabbie riferibili ai seguenti habitat secondo la classificazione EUNIS:

- A5.23 - Sabbie fini dell'infralitorale:** Sabbie pulite che si trovano in acque poco profonde, sulla costa aperta o nei canali spazzati dalle maree delle insenature marine. L'habitat è tipicamente privo di una significativa componente di alghe ed è caratterizzato da una fauna robusta, in particolare anfipodi (*Batyporeia*) e policheti tra cui *Nephtys cirrosa* e *Lanice conchilega*.
- A5.46 - Comunità Mediterranee dei fondali detritici costieri:** Queste comunità si trovano su un substrato la cui natura è molto variabile e dipende in gran parte dalla tipologia della vicina costa e delle vicine formazioni infralitorali. Ciò implica che i substrati possono essere talvolta ghiaie e sabbie provenienti da rocce locali predominanti, talvolta detriti di conchiglie di vari molluschi, talvolta detriti di briozoi ramificati o detriti di Melobesiae morti e più o meno corrosi. Gli interstizi tra questi vari componenti sono parzialmente riempiti da una maggiore o minore proporzione di sabbia e fango.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	23 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00



**Figura 4.9: Distribuzione degli habitat EUNIS (Fonte: EMODNET)**

Il dettaglio della componente bentonica sarà approfondito mediante le attività di monitoraggio previste nella fase AO. I dettagli relativi sulle metodologie e attività che saranno svolte si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale (Doc. 001-ZA-E-85022) a cui si rimanda per maggiori dettagli.

#### 4.4.3 Comunità fito e zooplanctoniche

Il Golfo dell'Asinara, situato nella parte Nord-occidentale della Sardegna, è una vasta area marina di forma semi circolare con un'estensione di circa 500 km<sup>2</sup> ed una massa d'acqua approssimativamente di 20 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>. La profondità media si aggira sui 35 -40 metri; le maggiori batimetriche vengono raggiunte con una debole inclinazione, tanto che solo il 35% della sua superficie ha una profondità superiore ai 50 m. I venti predominanti provengono dal I e dal IV quadrante. Nella fascia costiera terrestre si trovano centri urbani e turistici, un importante sito industriale, centrali termoelettriche, un porto industriale (Porto Torres), più porti turistici e, nella sua parte più occidentale, un parco nazionale (Parco Nazionale dell'Asinara).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	24 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

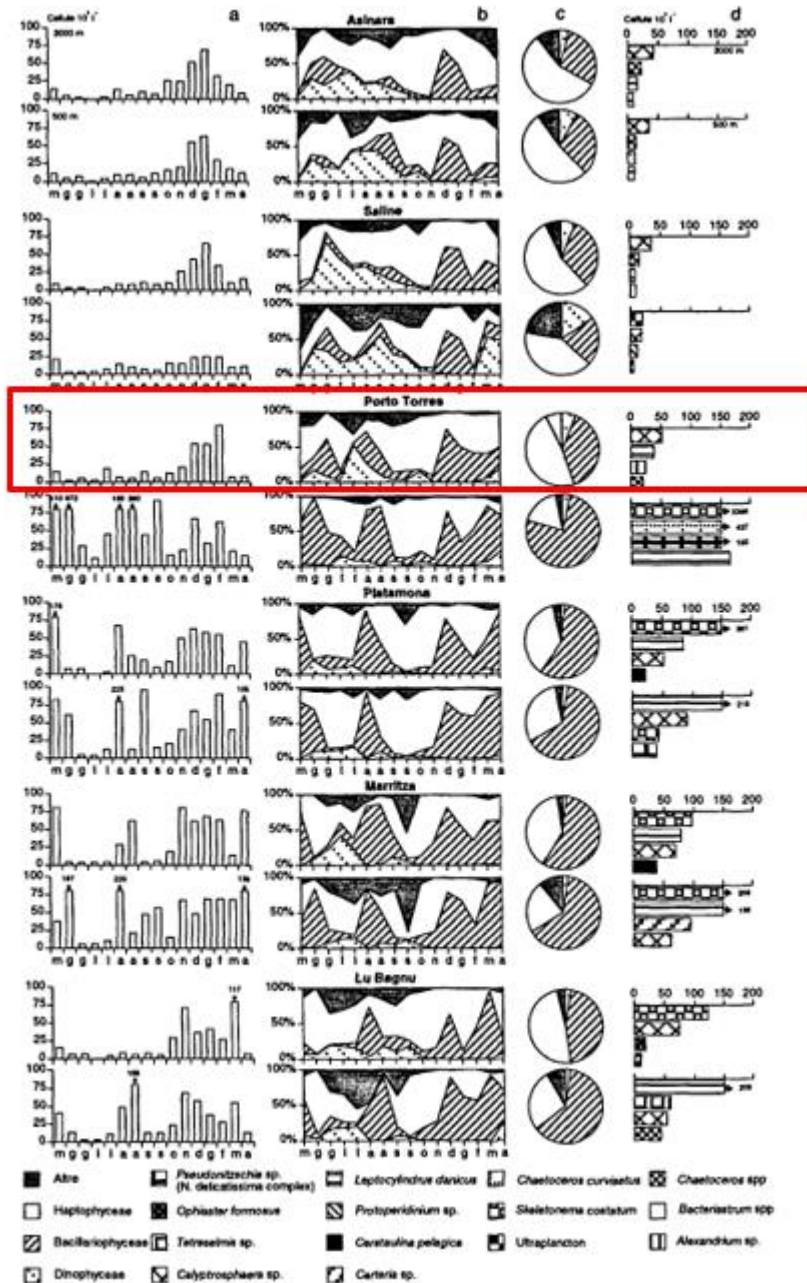
Lo studio svolto nel Golfo dell'Asinara tra il 1997 e il 1998 (Biol. Mar. Medit. (2002), 9 (I): 409-415) ha evidenziato la presenza di aree con condizioni ambientali differenti, tali da determinare uno sviluppo diversificato del fitoplancton, sia in termini quantitativi (valori e dinamica della densità) che qualitativi (composizione specifica e specie più importanti).

Il transetto eseguito in corrispondenza di Porto Torres e Platamona (transetti centrali), aree che risentono della maggiore vicinanza delle fonti di disturbo antropico, hanno mostrato densità più alte di fitoplancton, con una dominanza delle diatomee e maggiori concentrazioni di nutrienti. Tra le più rappresentative si evidenziano: *Protoperidrium sp.*, *Dynophyceae*, *Haptophyceae*, *Chsetoceroa spp.*



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	25 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00



**Figura 4.10: Dinamica del fitoplancton in ogni stazione (a, dinamica della densità totale; b, dinamica della composizione percentuale delle classi; c, composizione percentuale media annuale delle classi algali; d, le specie più abbondanti e loro massimi)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	26 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

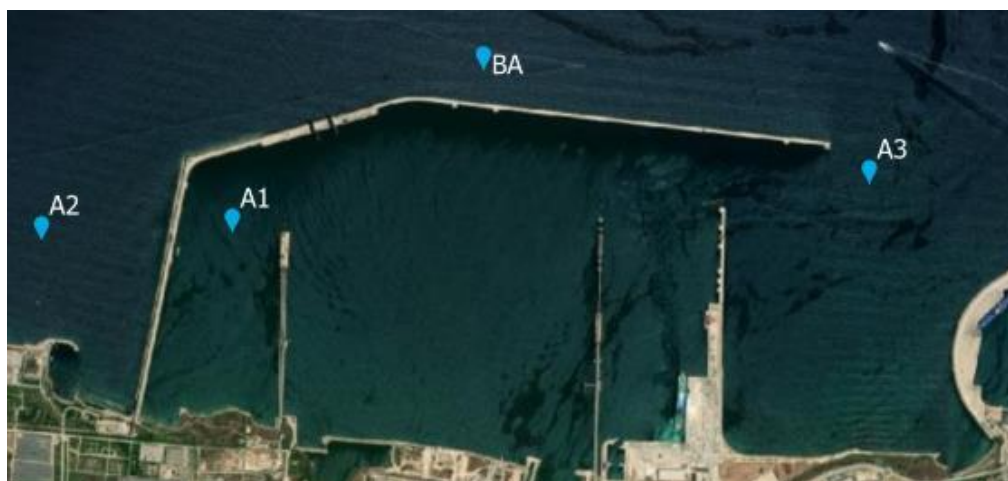
#### 4.5 Indagini ambientali

In riferimento alla caratterizzazione dell'area marina di Porto Torres, si riportano le principali risultanze emerse dalla campagna di indagine svolta a Luglio del 2022.

##### Indagine Ambientale Area Marina Antistante Porto Torres (Luglio 2022)

Nell'ambito delle indagini ambientali svolte nelle giornate del 26, 27 e 28 luglio 2022 con finalità di caratterizzazione dello stato di qualità dell'acqua nell'area portuale di Porto Torres, si riportano i risultati relativi alla comunità biologica rilevata (si veda per maggiori dettagli quanto riportato nel Doc. 001-ZA-E-85030 - Indagine Ambientale Area Marina Antistante Porto Torres - Rapporto Finale).

##### 4.5.1 Colonna d'acqua



**Figura 4.11: Stazioni di campionamento della colonna d'acqua**

In relazione alle indagini svolte sulla colonna d'acqua, i risultati hanno mostrato una sostanziale differenza tra le stazioni localizzate all'esterno dell'area portuale (le misure di trasparenza della colonna d'acqua, mediante disco di Secchi, hanno rilevato profondità assimilabili all'intera colonna d'acqua – 13 e 19 m circa) da quella interna al bacino (le misure di trasparenza hanno rilevato profondità tra 8 e 10 m su fondali rispettivamente di circa 12 e 20 m).

Medesima situazione viene osservata per la torbidità con valori più elevati registrati in corrispondenza delle stazioni interne (A1 e A3), con range compresi rispettivamente tra 1 e 2,29 NTU e tra 0,74 e 1,49 NTU, rispetto alle stazioni A2 e BA esterne al bacino portuale. Solo per BA si registra un incremento della torbidità nelle immediate vicinanze del fondale riconducibile a fenomeni di risospensione del sedimento.

In linea generale, le concentrazioni minori di ossigeno disciolto e le relative percentuali di saturazione sono registrate in corrispondenza della stazione A1 interna al porto (compresi

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	27 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

rispettivamente tra 6,6 e 7,53 mg/l e tra 106,2% e 113,39%), evidenziando una minore aerazione della colonna d'acqua probabilmente dovuta a un ridotto ricambio delle masse d'acqua.

I profili di temperatura non rivelano anomalie tenuto conto del periodo stagionale durante il quale il dato è stato acquisito. Tutti i profili mostrano la presenza di uno strato superficiale caratterizzato da temperatura pressoché costante e leggermente superiore ai 29°C seguito da un termoclino localizzato a profondità comprese tra 8 e 10,5 m circa.

I valori di pH registrati rimangono pressoché costanti lungo la colonna d'acqua in tutte le stazioni variando in un range compreso tra 8,29 e 8,59.

Maggiore variabilità si osserva per i profili di clorofilla-a, che mostrano uno o più picchi a profondità intermedie tranne che per la stazione di bianco BA in cui si osserva un picco di maggiore entità in prossimità del fondale, probabilmente dovuto alla presenza della prateria di Posidonia oceanica. I dati acquisiti sembrano evidenziare un gradiente crescente di concentrazione di clorofilla-a dalle stazioni esterne al bacino portuale a quella più interna.

Tale condizione denota un incremento della biomassa fitoplanctonica all'interno del bacino con concentrazioni che comunque denotano una condizione di oligotrofia delle masse d'acqua.

Dai risultati ottenuti, le comunità fitoplanctoniche delle acque di Porto Torres hanno mostrato caratteristiche associabili a quelle già descritte in letteratura (Cossu e Sechi, 1996) e dall'analisi del popolamento si suppone una condizione di tipo mesotrofico all'interno del porto, sia per le alte abbondanze totali che per la dominanza di diatomee, mentre all'esterno la dominanza di una specie più tipica di acque dolci-salmastre come *Ankistrodesmus falcatus* (Chlorophyceae) è di più difficile interpretazione e probabilmente da approfondire.

In merito alla componente zooplanctonica, la differente biomassa a Copepodi campionata nelle stazioni di monitoraggio è ascrivibile alla sinergica influenza di due fattori: le differenti caratteristiche idrologiche dello specchio acqueo interno ed esterno all'area portuale, così come le conseguenti eterogenee caratteristiche chimico-fisiche della colonna.

Le stazioni A1 e A2, rispettivamente ubicate nella porzione interna del porto e nella zona maggiormente riparata dalla diga foranea, sono soggette a minor afflusso di acque costiere, risultando pertanto più povere in biomassa.

Nel complesso, il popolamento oloplanctonico appare mediamente biodiversificato e, ad eccezione di taxa ubiquisti a larga ripartizione ecologica, sono bassi i valori di abbondanza, soprattutto nella stazione A1 interna al porto le cui caratteristiche chimo-fisiche della colonna non consentono la sopravvivenza di organismi poco tolleranti. La situazione esattamente contraria del comparto fitoplanctonico avvalorava questa ipotesi. Lo scarso zooplancton presente non riesce ad effettuare un'attività di grazing sufficiente a mantenere valori di fitoplancton confrontabili con le stazioni esterne.

Questa condizione è ancora più evidente osservando i risultati relativi a mero e ittiplancton. I fondali limitrofi all'ingresso del porto (stazioni A3 e BA) hanno caratteristiche probabilmente paragonabili a siti costieri meno impattati in grado di ospitare e proteggere una diversificata

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	28 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

biocenosi infralitorale di fondi mobili o a fanerogame marine. Il buon numero di taxa di Decapodi, tipici di questi fondali, ma totalmente assenti all'interno del porto ne è conferma.

Anche l'ittioplancton, con valori davvero molto modesti, come già suggerito a causa dell'assenza di campioni orizzontali, risulta comunque assente internamente al porto. Non sopravvivono neppure le uova, probabilmente anche per l'assenza di rimescolamento degli strati più superficiali.

Dal punto di vista chimico, le concentrazioni riscontrate lungo la colonna d'acqua mostrano sostanziale assenza di molti dei contaminanti ricercati. In dettaglio, solo i metalli sono stati riscontrati in tutte le stazioni (inclusa quella di controllo); in alcuni campioni sono state inoltre sporadicamente rilevate concentrazioni in tracce di alcune sostanze, tra cui tribromometano (con valori maggiori osservati nella stazione BA), triclorometano (rilevato in modo diffuso con concentrazioni sempre inferiori allo SQA-MA2), diossine e furani (rilevati in particolare nel campione A1 FONDO). Infine, gli idrocarburi totali sono stati riscontrati in tutti i campioni tranne nel campione BA FONDO, con concentrazioni relativamente costanti a rispecchiare l'utilizzo antropico del porto e dell'area circostante.

Complessivamente, le indagini indicano la presenza diffusa lungo la colonna d'acqua di cadmio, che mostra lievi superamenti dello SQA-MA sia in uno dei campioni prelevato dentro il porto (campione A1 SUP) che nei campioni prelevati esternamente al porto (campioni A2 SUP, A2 FONDO, BA SUP e BA INT). Si osservano inoltre superamenti sporadici degli SQA-MA per nichel (campioni A1 SUP e A2 SUP) e piombo (A1 SUP), indicando una maggior presenza di metalli nella stazione di prelievo interna al porto (A1); in tale sito sono stati inoltre rilevati alcuni contaminanti organici.

Con riferimento ai metalli lungo la colonna d'acqua, si segnala inoltre il superamento costante dello SQA-CMA per il mercurio; tali superamenti sono osservati in tutti i campioni. In particolare, la concentrazione maggiore è osservata nel campione A1 SUP (2,6 µg/l), mentre in tutti gli altri campioni la concentrazione di mercurio risulta compresa in un range costante di concentrazione (0,6-0,8 µg/l).

Le concentrazioni massime osservate per mercurio, cadmio, nichel e piombo risultano comunque confrontabili (e a volte inferiori) con gli esiti di una delle campagne di monitoraggio svolte esternamente al porto industriale nell'ambito della Direttiva quadro 2008/56/CE (Marine Strategy Framework Directive) e riepilogati nel documento "PROGETTO NURAGHE - FASE 1 - Approfondimenti e valutazioni relative alla definizione dei limiti di emissione ai sensi dell'art. 101 c. 2 d.lgs 152/06 per lo scarico a mare dell'impianto di trattamento acque locali (tal) in progetto" della Regione Sardegna e Provincia di Sassari (Gennaio 2016).

Con riferimento a tali osservazioni, si evidenzia che, nonostante siano stati osservati superamenti degli SQA, i test di tossicità condotti esponendo diversi organismi (V. fischeri,

<sup>2</sup> Si evidenzia che l'utilizzo di tali standard è riferito alla valutazione delle concentrazioni medie annue (SQA-MA) e non risulta pertanto del tutto appropriato per valutare i risultati di una singola campagna di indagine

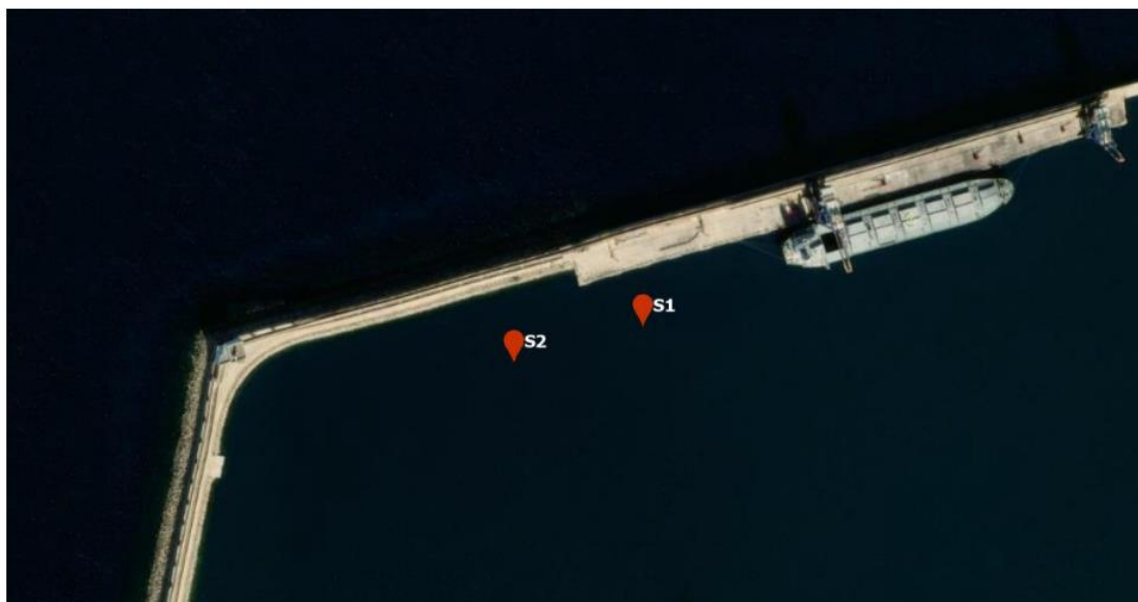
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	29 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

P. tricornutum e A. tonsa) ai campioni di acqua hanno mostrato sostanziale assenza di effetti tossici, indicando quindi assenza di criticità specifiche per gli organismi pelagici.

#### 4.5.2 Sedimenti

I campionamenti di sedimento sono avvenuti su n.2 stazioni in corrispondenza della diga foranea. La posizione dei campionamenti è riportata nella Figura di seguito.



**Figura 4.12: Stazioni di campionamento sedimenti**

In merito al sedimento, le concentrazioni riscontrate nei sedimenti campionati all'interno del porto industriale, pur mostrando per alcuni parametri (arsenico, cadmio, mercurio, alcuni IPA, esaclorobenzene e PCB) il superamento degli SQA definiti dal D. Lgs. 172/2015, riflettono l'utilizzo antropico dell'area. La presenza di tali analiti (metalli pesanti, PCB, idrocarburi e altre sostanze organiche) è, in generale, in linea con quanto tipicamente osservato nelle realtà portuali e in particolare nei porti industriali.

Ad esempio, ISPRA (2012) riporta che i sedimenti del Golfo della Spezia (SIN Pitelli) mostrano, principalmente a causa delle attività cantieristico-portuali presenti nell'area concentrazioni elevate di metalli, composti organostannici e, in misura minore, IPA, idrocarburi pesanti e PCB; i medesimi contaminanti sono stati riscontrati anche nei sedimenti del porto di Livorno, Piombino, Napoli, Taranto, Brindisi e Priolo, sebbene la distribuzione e la rilevanza della contaminazione vari ovviamente in funzione della storia degli stabilimenti industriali e delle caratteristiche dell'area.

Le concentrazioni chimiche riscontrate nei sedimenti non sono necessariamente connesse a un impatto avverso sugli organismi marini, in quanto la tossicità e i processi di bioaccumulo

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	30 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

variano in funzione dell'effettiva biodisponibilità dei contaminanti. A tal proposito, si evidenzia che, pur in presenza di superamenti degli SQA, i sedimenti non hanno mostrato presenza di tossicità per nessuno degli organismi testati. Tale osservazione risulta valida sia per i test eseguiti sulla fase solida del sedimento (con batterio bioluminescente *V. fischeri*) che per i test svolti su elutriato (con microalga marina *P. tricornutum* e copepode *A. tonsa*) e che possono essere considerati rappresentativi di scenari di risospensione del sedimento.

Infine, si evidenzia che i dati disponibili, pur indicando assenza di tossicità rilevante per gli organismi invertebrati, non permettono di valutare l'eventuale entità dei processi di bioaccumulo negli organismi superiori (in particolare, fauna ittica).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	31 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## 5 ASPETTI REALIZZATIVI

Il cantiere avrà una durata massima stimata di circa 29 mesi (si veda anche il Cronoprogramma Lavori Doc. 001-ZX-E-09804).

CRONOPROGRAMMA: TERMINALE DI PORTO TORRES E OPERE CONNESSE																														
DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	DURATA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29
1 CRONOPROGRAMMA COMPLESSIVO DELLE OPERE - FS RU PORTO TORRES	125 s																													
2 1.1 CANTIERE COSTRUZIONE MOLO A CASSONI	74 s																													
3 1.2 CANTIERE ALLESTIMENTO BANCHINA	51 s																													
4 1.3 COSTRUZIONE CONDOTTA DN 500 E CAVO 48 FO SOTTOMARINI	91 s																													

Figura 5.1: Cronoprogramma dei lavori (macro-fasi)

### 5.1 Fasi Realizzative

Le fasi costruttive di cantiere relative all'ampliamento della banchina possono essere distinte in:

- fasi costruttive a mare area in cui verrà realizzata la banchina con l'ausilio di mezzi marittimi;
- fasi costruttive a terra, dove è prevista l'area logistica di cantiere strettamente necessaria alle attività di prefabbricazione (cassoni cellulari e travi in c.a.p.), allo stoccaggio e movimentazione del materiale da costruzione ed alla logistica dei lavori.

#### Fasi Costruttive a Mare

Le fasi costruttive a mare sono sinteticamente distinte in:

- formazione dello scanno di imbasamento dei cassoni con materiale inerte proveniente da cava;
- installazione e stabilizzazione dei cassoni previo spianamento del piano di posa;
- realizzazione della sovrastruttura comprensiva delle selle d'appoggio delle travi prefabbricate d'impalcato;
- formazione delle scogliere di protezione dello scanno di imbasamento con massi naturali;
- posa delle travi prefabbricate e completamento della sovrastruttura d'impalcato; quest'ultima lavorazione può essere svolta anche con il supporto di mezzi terrestri dalla via d'accesso al sito di costruzione lungo la diga foranea.

Le attività saranno precedute dall'allestimento di un campo boe di delimitazione dello specchio acque di cantiere che sarà smobilitato al termine dei lavori.

Si descrivono nel seguito le singole fasi costruttive.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	32 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Formazione dello scanno di imbasamento e delle scogliere laterali di protezione

Lo scanno di imbasamento dovrà essere realizzato con l'ausilio di pontoni allestiti con gru a benna in modo tale da garantire un materiale in opera omogeneo. Per questa ragione si dovranno utilizzare speciali accorgimenti per escludere la possibilità che si verifichi la segregazione del materiale qualora questo venisse semplicemente versato direttamente dalla superficie del mare.

Una volta realizzato lo scanno di imbasamento secondo le geometrie di progetto per consentire l'installazione dei cassoni questo andrà livellato con materiale granulare fino alla quota di progetto con l'ausilio di pontoni e sommozzatori.



**Figura 5.2: Esempi di Pontoni per le attività di lavoro marittime**

Installazione e stabilizzazione dei cassoni

I cassoni verranno trasportati in galleggiamento con idonei rimorchiatori e posizionati topograficamente allo scopo di garantire la geometria di progetto dell'opera (rif. Tav. 001-CB-D-10031 Planimetria delle strutture di banchina).

Una volta posizionato il cassone, questo verrà affondato mediante l'immissione di acqua nelle sue celle regolata da un sistema di pompe idrauliche allestite sul pontone di supporto alle operazioni di installazione. L'immissione di acqua nelle celle sarà effettuata in modo tale da garantire in tutte le celle lo stesso tirante idrico per evitare che possa avvenire uno sbandamento (rotazione) del cassone durante il suo affondamento e quindi si possa di conseguenza provocare un suo erroneo posizionamento. Per favorire un affondamento uniforme del cassone, le celle saranno dotate di bocchette di collegamento idraulico tra di esse e dotate di saracinesche di apertura e chiusura delle stesse bocchette manovrabili dall'alto.

Una volta affondato con acqua, il cassone dovrà essere velocemente stabilizzato mediante l'immissione nelle celle, tramite pontone con benna, del materiale granulare secondo quanto previsto negli elaborati specifici di progetto.

Completamento della protezione dello scanno

A seguito della stabilizzazione del cassone si procederà con pontoni muniti di gru a grappo al completamento a sezione finita delle scogliere di protezione dello scanno di imbasamento con massi.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	33 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Realizzazione della sovrastruttura

Si procederà quindi alla realizzazione della sovrastruttura dei cassoni fino a raggiungere la quota finale del coronamento.

Ai lati del cassone la sovrastruttura sarà sagomata in modo tale da consentire la successiva collocazione delle travi prefabbricate di collegamento tra cassoni adiacenti.

Realizzazione dell'impalcato in c.a.p.

Per la realizzazione dell'impalcato si procederà alla posa delle travi prefabbricate in stabilimento con mezzi marittimi dotati di gru a fune in grado di installare travi di peso fino a 40t. A seguito della posa degli elementi prefabbricati si procederà al montaggio delle armature e getti in opera per il completamento degli impalcati.

Installazione degli arredi di banchina

Al completamento delle opere strutturali saranno installate le bitte, gli anelloni, i parabordi e le scalette alla marinara.

Per quanto concerne le operazioni inerenti la fabbricazione dei cassoni cellulari in c.a., si ipotizza la loro realizzazione in una o più località diverse da Porto Torres.

È previsto l'approvvigionamento del materiale dalle cave presenti in zona. Il materiale può essere imbarcato sia nella banchina rinfuse che a ridosso del sito di costruzione dagli sporgenti della diga foranea. Per maggiori dettagli inerenti le modalità di approvvigionamento del materiale da costruzione si rimanda integralmente al Documento Relazione sulla gestione delle materie (Doc. 001-CI-E-10036).

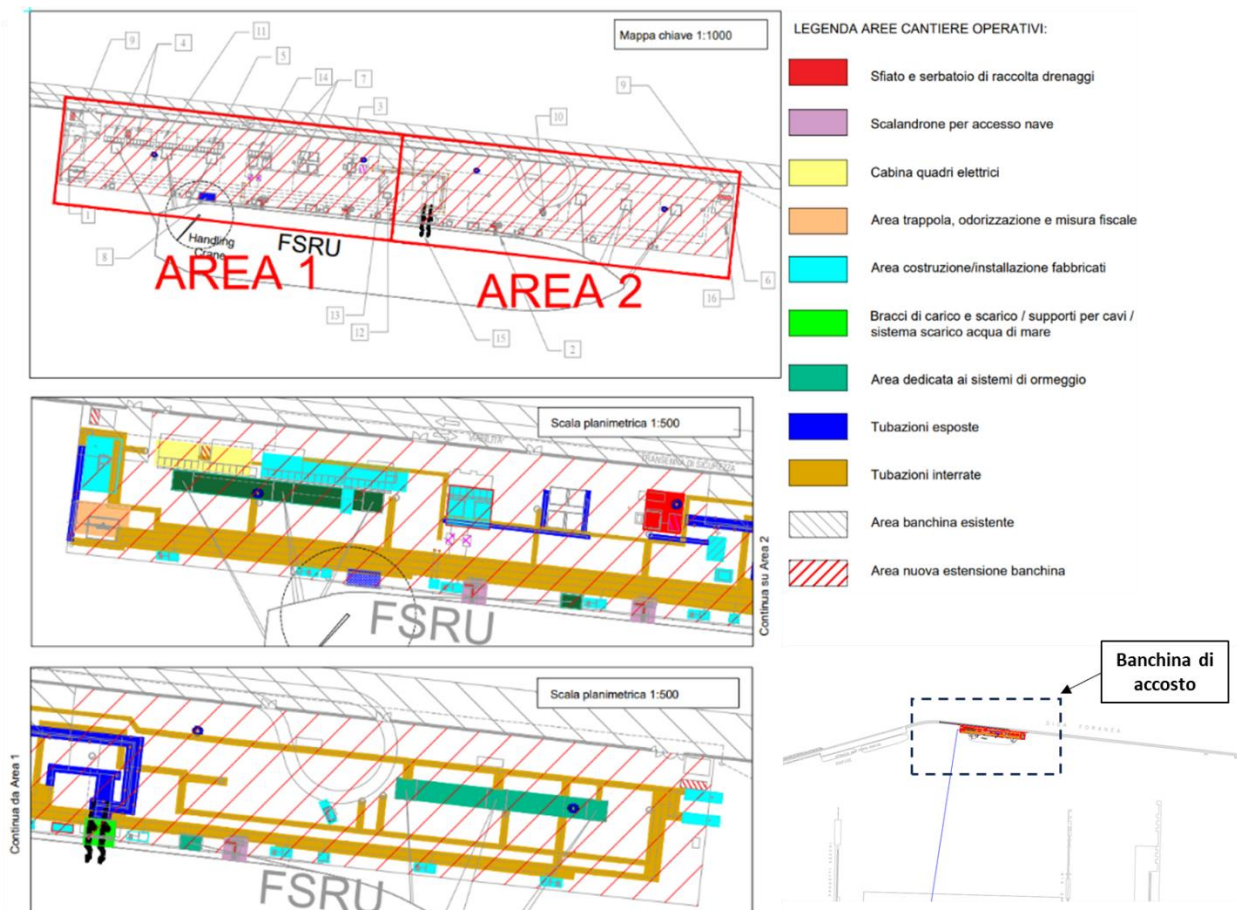
Come indicato nella Planimetria Generale Aree Cantieri Operativi (Doc. 001-GB-B-61001), nell'area dedicata alla nuova estensione della banchina esistente, avente dimensioni pari a 400m di larghezza e 44,30m di lunghezza sono previste delle aree cantiere necessarie alla realizzazione di:

- Sfiato e serbatoio di raccolta drenaggi;
- Scalandrone per accesso nave;
- Cabina quadri elettrici;
- Area trappola, odorizzazione e misura fiscale;
- Fabbricati;
- Bracci di carico e scarico / supporti per cavi / sistema scarico acqua di mare;
- Sistemi di ormeggio;
- Tubazioni (esposte e interrate).

Sono inoltre previste due aree di cantiere necessarie al deposito del materiale principale e agli uffici e deposito materiale secondario.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	34 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00



**Figura 5.3: Stralci aree cantieri operativi**

### **Fasi costruttive a terra**

Le aree di cantiere a terra ipotizzate nella zona prospiciente la radice dalla diga foranea, prevedono gli apprestamenti logistici per il personale impiegato nelle lavorazioni (uffici, wc; locale spogliatoio, mensa, ecc.) mediamente per un numero di 25 persone/giorno (al netto degli equipaggi imbarcati sui mezzi marittimi), aree di stoccaggio temporaneo dei materiali (ferri d'armatura, casseri, bitte, parabordi, ecc), aree di stoccaggio temporaneo degli elementi prefabbricati (travi c.a.p., predalles, ecc.) ed aree di sosta dei mezzi necessari alla loro movimentazione e montaggio in opera.

#### **5.1.1 Installazione della condotta e cavo a fibra ottica**

Per quanto riguarda la fase realizzativa, considerate le caratteristiche del tracciato e delle aree da attraversare, sono previste differenti attività per la posa della sealine.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	35 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

In particolare, i lavori comprenderanno:

- Predisposizione delle Postazioni e realizzazione del Pozzo di spinta a terra;
- Scavo del Microtunnel;
- Varo della condotta all'interno del Microtunnel;
- Assemblaggio sulla banchina del tratto di collegamento tra il punto di intercetto (PIL 1) e il tubo di risalita incluso;
- Metrologia finale, assemblaggio e installazione dello spool sottomarino di collegamento fra la condotta e la risalita sulla banchina.

Tutte le attività saranno realizzate all'interno del porto industriale di Porto Torres.

#### **Realizzazione del Microtunnel**

La realizzazione del Microtunnel prevede la predisposizione dell'area cantiere a terra e del pozzo di spinta. Le operazioni di scavo avverranno mediante l'avanzamento dello scudo cilindrico, cui è applicato, frontalmente, un sistema di scavo (MTBM). Durante lo scavo del microtunnel, la MTBM avanza lungo la traiettoria del tunnel ed il tubo di rivestimento in cemento armato, calato nel pozzo di partenza, è spinto nel terreno. Dopo che l'intera lunghezza del tubo di rivestimento è stata perforata, le condotte ed i cavi di alimentazione vengono disconnessi, i pistoni della stazione di spinta tirati indietro e l'anello di spinta si muove all'indietro, lasciando spazio libero per l'abbassamento di un nuovo cilindro di cemento tra la condotta precedente e l'anello di spinta. Il nuovo tubo di rivestimento viene quindi spinto avanti fino a quando la nuova condotta si adatta all'innesto del precedente. Quando tutte le condotte e i cavi sono nuovamente collegati, le operazioni di perforazione ricominciano. Dischi e taglienti situati sullo scudo del MTBM scavano il materiale di fronte al tunnel.

#### **Attività e operazioni marittime**

Al termine della perforazione del microtunnel, la MTBM si fermerà in corrispondenza di una profondità d'acqua di -18/19 m, sotto circa 4 m di copertura di terreno. Per liberare la macchina perforatrice dal terreno circostante, sarà necessario eseguire uno scavo intorno alla macchina stessa.

Una volta completata la rimozione del sedimento del punto di uscita del microtunnel, potranno iniziare le operazioni recupero della MTBM.

Le operazioni di recupero della MTBM avverranno all'interno del porto tramite l'utilizzo di un pontone. Utilizzando le attrezzature di sollevamento del pontone, la MTBM viene collegata in modo sicuro e stabile per consentirne il recupero. Una volta sollevata, la MTBM viene trasportata sul pontone per il suo spostamento verso la destinazione desiderata.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	36 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00



**Figura 5.4: Operazione di recupero della MTBM**

#### **Lavori di Scavo della Trincea interna al porto**

Il pre-scavo all'uscita del MT sarà sagomato in modo da tenere in conto della configurazione che deve assumere la condotta una volta terminata l'installazione (si veda anche la figura riportata in Doc. 001-GB-B-61001).

All'estremità del tracciato, lato offshore, è prevista la realizzazione di una trincea di transizione a partire dalla posizione del foro di entrata del MT, tale che la curvatura della condotta rientri nei limiti ammissibili, una volta posata direttamente sul fondo trincea.

L'area di scavo della trincea sarà oggetto di caratterizzazione in linea con quanto previsto dal DM 7 novembre 2008, ai sensi del DM 172/2016.

Il mezzo di scavo rimarrà nell'area durante tutta la durata delle attività, per mantenere stabile il fondo della trincea e/o le pareti laterali nel caso si verificassero movimenti del sedimento marino durante le operazioni.

I sedimenti saranno rimossi prevalentemente mediante draghe meccaniche idonee al tipo di terreno da scavare, con una produzione media stimata di 2.000-3.000 m<sup>3</sup>/giorno.

Tra i metodi di scavo meccanici saranno preferiti quelli che utilizzano draghe a cucchiaio (BHD) o draghe a grappo (GD) che montano dispositivi di tipo ambientale per minimizzare il rilascio di sedimento durante le attività di scavo, tuttavia, il mezzo di scavo dovrà essere confermato anche in base al tipo di sedimento scavato e alla profondità massima di scavo stimata di circa 25 m rispetto al livello medio mare.

Il volume di materiale movimentato per tali operazioni è pari a circa 23.000 m<sup>3</sup>. Tale materiale sarà depositato in un'area funzionale al cantiere offshore, interna al porto, in lato est del

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	37 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

pontile solidi per poi essere utilizzato nel sito medesimo a ricoprimento dello scavo una volta terminate le operazioni di posa della condotta.

Durante le fasi di scavo della trincea, ad ogni modo, è prevista l'installazione di barriere di anti-torbidità, al fine di limitare al massimo la diffusione di contaminazione eventualmente veicolata dalla torbidità stessa.

Durante tutta la durata delle operazioni sarà utilizzato un sistema a panne galleggianti anti-torbidità, mobili e disposte intorno alle aree di scavo, dotate di appendice zavorrata regolabile ancorata sul fondo, in grado di garantire la continuità di contenimento anche su fondali di vari livelli.

La barriera sarà composta da una parte galleggiante per il contenimento di eventuali materiali in galleggiamento, e una parte immersa in grado di garantire il contenimento di quanto in sospensione durante le fasi di lavoro. Così facendo verrà assicurata una protezione totale dal livello del mare sino al fondo, minimizzando il passaggio di eventuali materiali inquinanti dalla zona di lavoro verso l'esterno.

Al termine delle operazioni di scavo, le panne saranno mantenute in sito fino alla completa sedimentazione naturale del materiale eventualmente messo in sospensione.

#### **Preparazione Cantiere a Terra**

La configurazione dell'area di cantiere per la realizzazione di un microtunnel dipende da diversi fattori, tra cui l'entità del progetto stesso, il tipo di terreno, l'accesso al sito e le esigenze logistiche. Nel caso in esame, il layout del cantiere è stato progettato sulla base delle aree disponibili nell'intorno dell'area portuale.

L'area lavoro individuata per la realizzazione del microtunnel è pari a circa 8000 mq.

#### **Installazione della Testa di Tiro (Pulling Head)**

L'installazione della condotta sottomarina è suddivisa in due sezioni: una parte varata all'interno del microtunnel con l'utilizzo di un Pipe-Thruster e la restante parte installata tramite mezzo navale in sezioni giuntate tra loro tramite flange. La stringa varata all'interno del microtunnel sarà dotata anch'essa di flangia all'estremità, per la connessione con il primo spool esterno al tunnel.

Durante il varo della condotta all'interno del microtunnel, è fondamentale garantire l'integrità strutturale della flangia. A tal fine, all'estremità della condotta, sul primo sigaro da varare, verrà installata una adeguata testa di tiro che fungerà anche da sistema di protezione della flangia stessa.

Questo sistema sarà progettato per assicurare che l'installazione sia eseguita in modo efficiente e sicuro.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	38 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### **Varo della stringa all'Interno del Microtunnel**

Terminate tutte le attività preparatorie al varo, si potrà procedere con l'inserimento della condotta in microtunnel.

I doppi giunti, precedentemente assemblati e stoccati nell'area di pre-assemblaggio, saranno trasportati ed avvicinati per mezzo di side-booms in corrispondenza dell'area di varo, pronti per essere inseriti. I giunti accoppiati e saldati tra loro comporranno la stringa complessiva da posare all'interno del microtunnel.

Si opererà quindi al varo della condotta, procedendo nel seguente modo:

- posizionamento del primo sigaro da varare sulla rampa, in allineamento all'uscita del MT, ed inserimento del doppio giunto all'interno della clampa di spinta del Pipe-Thruster;
- saldatura della flangia di estremità al primo sigaro da varare;
- collegamento della testa di tiro flangiata alla flangia terminale;
- collegamento del cavo di tiro dell'argano di supporto, al golfare frontale della testa di varo;
- recupero della MTBM ed allagamento del tunnel, del pozzo di spinta e di parte della rampa di varo;
- varo del primo tronco di condotta all'interno del microtunnel tramite Pipe-Thruster;
- trasporto, allineamento, accoppiamento e saldatura del secondo doppio giunto sulla rampa di varo;
- varo del secondo giunto;
- varo dei giunti successivi, analogamente al secondo.

Raggiunta l'uscita del MT lato mare, sulla testa di varo sarà prevista l'installazione di sistemi di galleggiamento per favorire la progressione della stringa sul fondale.

La fase di varo termina quando la condotta raggiunge il punto dove è previsto il primo accoppiamento flangiato. Ogni singola operazione comporterà l'avanzamento di una stringa di tubazione di lunghezza pari a quella di un doppio giunto.

La stringa dovrà uscire dal tunnel per una lunghezza minima tale da permettere l'accoppiamento flangiato con il primo spool. Resta facoltà dell'Appaltatore ottimizzare tale distanza, nell'ottica di poter minimizzare il numero di spool necessari a colmare la distanza tra uscita MT ed approdo sulla nuova banchina.

### **Installazione di Spools e riser**

Le flange e i tubi rivestiti (con anticorrosivo e calcestruzzo dove previsto e con gli anodi già installati) saranno forniti presso l'area di lavoro a terra destinata all'assemblaggio degli spools e del tubo di risalita.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	39 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Una volta eseguiti i lavori di fabbricazione che consistono principalmente in saldatura dei componenti, esecuzione dei CND, ripristino di rivestimenti e collaudo idraulico, sarà possibile caricare gli elementi assemblati su un cargo barge, trasportarli a mare ed eseguire l'installazione.

Tutte le operazioni di misurazione e installazione degli spools e del tubo di risalita sono effettuate mediante l'ausilio di sommozzatori.

#### **Installazione del Tubo di Risalita**

L'installazione del tubo di risalita sarà eseguita da una nave opportunamente attrezzata. Il tubo di risalita consiste di un elemento rettilineo con all'estremità inferiore una curva a cui sarà saldata una flangia di tipo Welding Neck. Il tubo sarà connesso alla nuova banchina, sostenuto da un sistema di clampe ancorate alla struttura dei cassoni.

Connesse le clampe alla struttura, sarà possibile procedere con l'installazione del tubo di risalita.

#### **Installazione dei Raccordi Flangiati**

Il tratto di condotta che va dall'estremità della stringa posata all'interno del microtunnel e il tubo di risalita sulla piattaforma sarà costruito tramite installazioni di giunti flangiati tra loro.

I giunti di lunghezza idonea per il trasporto e la posa (la lunghezza approssimativa è di 40m-45m) saranno composti da tubi di linea con all'estremità saldate le flange (da una parte di tipo Welding Neck dall'altra Swivel) per eseguire la connessione.

Prima di iniziare con la posa si dovranno eseguire le attività di allagamento della stringa già posata all'interno del microtunnel e rimozione della testa usata durante il varo. Inoltre, dovrà essere verificato che il fondo della trincea sia libera da ostacoli e detriti.

I giunti pre-assemblati a terra, saranno trasportati a mare, manovrati da crane barge, allineati, e connessi tra loro tramite il serraggio dei bulloni delle connessioni flangiate. L'installazione procederà da terra verso a mare.

Arrivati con l'installazione dei raccordi flangiati a ridosso della nuova banchina, si potrà eseguire il rilievo (metrologia) per completare l'assemblaggio dell'ultimo raccordo da montare (tie-in spool) il quale conetterà il tubo di risalita con i spools rettilinei precedentemente installati.

Il tie-in sarà composto da elementi rettilinei e curve con saldate ad entrambe le estremità saldate delle flange di tipo Swivel.

L'installazione del tie-in spool seguirà modalità di posa simili a quale degli altri raccordi flangiati.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	40 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### **Posa del cavo a fibra ottica**

Il progetto prevede la posa di un cavo sottomarino dalla FSRU fino all'approdo costiero con tracciato in parallelo a quello della condotta sottomarina DN500 ad una distanza di circa 50 m all'interno della stessa trincea.

Le operazioni di posa del cavo FO all'interno del microtunnel saranno eseguite tramite l'infilaggio dello stesso all'interno di un tubo PEAD preinstallato all'estradosso della struttura del microtunnel.

Prima di eseguire la posa del cavo, il fondale dovrà essere ripulito da eventuali detriti e ostacoli.

L'inserimento del cavo FO può avvenire sia da mare verso terra che viceversa. La scelta preferenziale è quella di installare i cavi procedendo da terra verso mare.

Su un pontone ormeggiato ad una adeguata distanza dall'uscita a mare del microtunnel, sarà montato un verricello che provvederà alla forza di tiro necessaria per fare avanzare il cavo all'interno del tubo PEAD. La bobina con il cavo avvolto sarà posizionata nell'area di cantiere a terra, il cavo di tiro sarà connesso alla testa del cavo da inserire all'interno della condotta. Una volta che tutto il sistema è pronto, sarà possibile iniziare con il graduale inserimento del cavo all'interno della condotta.

Una volta che il cavo FO sottomarino è stato tirato all'interno del microtunnel, è possibile proseguire la posa verso la nuova banchina.

#### 5.1.2 L'installazione del cavo in Media Tensione (MT)

L'installazione del cavo in Media Tensione (MT) sarà realizzata con tecnologia "trenchless" (attraversamento senza scavi aperti) risultando la metodologia più valida ed efficace rispetto alla trincea aperta. Si tratta di un sistema di trivellazione in cui in una prima fase viene realizzato un foro pilota di piccolo diametro lungo il profilo di progetto prestabilito, generalmente curvo, utilizzando una lancia a getti, o in alternativa un motore a fanghi, collegata in testa a delle aste di perforazione. La testata di perforazione effettua sia l'azione di taglio meccanico del terreno che le deviazioni necessarie per seguire la direzione di progetto.

Il sistema riesce ad infilare nel terreno le aste di perforazione rotanti attraverso le quali viene pompato il fango bentonitico proveniente dall'impianto di separazione. Il fango bentonitico viene poi pompato nell'impianto di separazione; in questa unità gli scarti vengono separati e dopo un trattamento di ristrutturazione, il fluido pulito ritorna nella perforazione.

Quando la perforazione (pilot hole) raggiunge il punto di uscita (seguendo il percorso progettato), inizia la fase di alesatura per allargare il foro alla dimensione progettata.

Per l'installazione del cavo sarà prima installato un tubo-camicia in HDPE, di diametro opportuno, tramite la tecnica trenchless TOC ed all'interno di esso sarà poi infilato il cavo di media tensione.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	41 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Le estremità dello scavo saranno entrambe a mare e saranno incluse all'interno di pozzi pre-scavati denominati pozzo di entrata (entry pit) lato Diga Foranea e pozzo di uscita (exit pit) lato Molo di Levante; questi pozzi hanno la funzione di fornire una zona di transizione per l'uscita del tubo-camicia in curva elastica e quella di raccogliere i fanghi di perforazione.

Per evitare la dispersione dei fanghi e la torbidità saranno previste delle panne galleggianti (Floating Silt Curtains).

L'altezza di ricoprimento minima calcolata al fine di ottenere un'energia di impatto pari a zero, cioè che tutta l'energia cinetica dell'oggetto in caduta sia assorbita dal terreno e non trasferita al tubo-camicia in HDPE, è risultata:

- Ricoprimento naturale o con materiale di risulta: 3.5 m
- Ricoprimento con materiale ingegnerizzato (materiale arido): 1.5 m

Ne consegue che tutte le parti di tracciato TOC con una profondità di interrimento inferiore a 3,5 m e sottostanti le rotte credibili di navigazione devono essere protette con uno spessore di almeno 1,5 m di materiale arido.

## 5.2 Pre-Commissioning, Commissioning e Avviamento

### Pre-commissioning

Lo scopo del pre-commissioning è verificare che tutte le parti dell'impianto appena completate meccanicamente siano state realizzate in maniera conforme al progetto originario.

Il pre-commissioning consiste nelle seguenti attività principali:

- Controllo delle opere civili;
- Controllo dei cabinati e verifica completamento apparati elettrici, strumentali e idraulici;
- Controllo delle tubazioni;
- Controllo Apparecchiature Statiche;
- Controllo Apparecchiature Rotanti;
- Controllo apparecchiature e sistemi strumentali;
- Controlli apparecchiature e sistemi elettrici.

Durante il pre-commissioning non vengono introdotti idrocarburi nell'impianto ma solo fluidi di servizio come ad esempio aria compressa, acqua, azoto. Sono temporaneamente messi sotto tensione a scopo di test i componenti elettrici quali quadri di distribuzione, e gruppi di continuità.

Durante la fase di pre-commissioning quindi sono possibili lavori meccanici onde rettificare installazioni non corrette.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	42 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### Ormeaggio della FSRU e Collegamento alla Banchina di Accosto

Una volta terminate le operazioni di realizzazione delle opere nell'impianto di ricezione, sarà possibile ormeggiare la FSRU presso la banchina di accosto e procedere con il collegamento della stessa alle strutture di terra, tra le quali:

- Cavi di ormeggio;
- Bracci di scarico GN;
- Cavi di comunicazione elettro-strumentale.

Aiuti temporanei alla navigazione potrebbero essere richiesti durante il traino della FSRU in fase di trasporto e ormeggio.

La verifica del sistema di ormeggio sarà svolta in accordo alle regole di classe definite dal regolamento RINA, in quanto la FSRU sarà iscritta al Registro Navi Minori e Galleggianti.

### Commissioning

L'attività inizia quando le attività di Pre-commissioning sono quasi ultimate.

L'attività di commissioning si effettua ad impianto meccanicamente completato e pre-commissionato per essere pronti per introdurre il GNL. Al termine del commissioning stesso l'impianto è pronto per l'introduzione del GNL. Di conseguenza in questa fase saranno da applicarsi tutte le procedure di sicurezza previste dalle procedure medesime.

Le fasi del commissioning sono quelle qui elencate nell'ordine più comunemente usato, altre sequenze possono essere adottate in funzione di esigenze particolari di impianto, in particolare in relazione al commissioning del Terminale GNL e del metanodotto, oltre alle tubazioni principali di collegamento:

- Messa in esercizio dei servizi (utilities);
- Messa in esercizio dei generatori di emergenza;
- Per la parte elettrica: energizzazione elettrica e distribuzione alle utenze;
- Per la parte strumentale: verifica delle logiche e sequenze di funzionamento e degli interblocchi di sicurezza;
- Verifica dei sistemi di rilevazione incendio, fumo gas e dei sistemi automatici e manuali di antincendio sia all'interno di edifici sia nelle aree esterne di impianto;
- Per apparecchiature rotanti: test di circolazione di pompe, ventilatori, compressori utilizzando fluidi ausiliari,
- Per tubazioni e apparecchiature: rimozione dei filtri temporanei, installazione dei filtri permanenti, test di tenuta, test di circolazione con fluidi di servizio.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	43 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

### Avviamento

Portate a termine le fasi di pre-commissioning e commissioning il terminale è pronto per entrare in produzione.

Una volta assicurato un sufficiente livello di GNL nei serbatoi, si inizia ad alimentare il GNL ai vaporizzatori a bassa portata e progressivamente si incrementa la pressione di mandata, secondo una rampa predefinita, fino al valore normale di rete.

Successivamente si incrementa la portata, fino a giungere, sempre seguendo una rampa predefinita, al valore di marcia normale.

Una volta verificato che la qualità del prodotto è secondo specifiche, si può procedere per la regolazione fine e l'ottimizzazione dell'impianto.

### **5.3 Fase di Decommissioning**

La fase di decommissioning sarà avviata a conclusione della vita utile dell'impianto, la quale è prevista essere di circa 25 anni.

La sospensione dell'esercizio dell'impianto comporterà la messa in atto di tutte le procedure necessarie al fine di consentire le successive operazioni di dismissione.

Le parti di impianto che durante l'esercizio hanno contenuto sostanze specifiche quali bio-liquido, oli lubrificanti, prodotti chimici, liquidi infiammabili e combustibili saranno trattate eseguendo le seguenti attività:

- svuotamento delle sostanze contenute al momento della sospensione dell'esercizio;
- bonifica per eliminare eventuali residui di prodotto.

Preventivamente alle fasi di svuotamento delle apparecchiature di impianto, dovranno essere effettuate opportune verifiche per determinare l'eventuale presenza di atmosfere pericolose e accertare che sussistano le condizioni per svolgere lo svuotamento dei componenti in totale sicurezza.

La bonifica dei componenti e delle linee di impianto sarà effettuata mediante appositi flussaggi da eseguire con fluidi specifici in funzione delle sostanze da rimuovere, in particolare:

- i lavaggi di oli e sostanze combustibili saranno effettuati con vapore o acqua calda;
- i lavaggi di sostanze infiammabili saranno eseguiti unicamente con acqua fredda;
- i lavaggi di prodotti chimici potranno essere eseguiti con acqua fredda eventualmente additivata con tensioattivi o con sostanze neutralizzanti.

La fase di dismissione dell'opera comprenderà le seguenti attività successive:

- rimozione della FSRU (disormeggio e invio a bacino);
- rimozione delle coibentazioni dalle tubazioni e dai componenti di impianto;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	44 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

- pulizia e sigillatura della condotta sottomarina.

Le attività di decommissioning e dismissione dell'opera saranno appaltate a una o più ditte specializzate, munite di tutti i requisiti necessari per garantire le massime condizioni di sicurezza e di protezione dell'ambiente e della salute durante le operazioni presso l'area di progetto.

#### 5.4 Ripristino del Sito

All'atto della dismissione dell'impianto, una volta verificato lo stato di qualità delle matrici ambientali interessate, si provvederà al ripristino delle aree di progetto. In considerazione della tipologia di opera, tali operazioni consisteranno principalmente nella rimozione della FSRU. Le modalità andranno concordate con gli enti autorizzatori e di controllo e le attività saranno effettuate in accordo con la futura destinazione d'uso dell'area.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	45 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## 6 ATTIVITA' DI SCAVO E MATERIALE MOVIMENTATO

I lavori di scavo a mare si concentreranno nel tratto compreso tra l'uscita del microtunnel e la nuova banchina e includeranno il recupero della MTBM, lo scavo della zona di transizione e la realizzazione della trincea per la posa della condotta e del cavo sottomarino, fino a raggiungere il nuovo terminale.

Il volume di materiale movimentato per tali operazioni sarà di circa 23.000 m<sup>3</sup>. I sedimenti saranno rimossi prevalentemente mediante draghe meccaniche idonee al tipo di terreno da scavare, con una produzione media stimata di 2.000-3.000 m<sup>3</sup> /giorno. Le draghe di tipo meccanico sono da preferire a quelle idrauliche in quanto quest'ultime prevedono la gestione di un maggiore quantitativo di materiale di scavo sotto forma di miscela fangosa.

Tale materiale sarà depositato in un'area funzionale al cantiere offshore (Figura di seguito), interna al porto, in lato est del pontile solidi per poi essere utilizzato nel sito medesimo a ricoprimento dello scavo una volta terminate le operazioni di posa della condotta.

Tra i metodi di scavo meccanici si prediligono quelli che utilizzano draghe a cucchiaio (BHD) o draghe a grappo (GD) che montano dispositivi di tipo ambientale per minimizzare il rilascio di sedimento durante le attività di scavo. Tuttavia, il mezzo di scavo dovrà essere valutato anche in base al tipo di sedimento scavato e alla profondità massima di scavo.



**Figura 6.1: Ubicazione dell'area funzionale al cantiere offshore**

Per quanto riguarda il cavo elettrico di media tensione, come già riportato nel Paragrafo 3.3.3. sarà installato tramite tecnologia "trenchless" (attraversamento senza scavi aperti), in cui le

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	46 di 52	<b>Rev.</b> 0

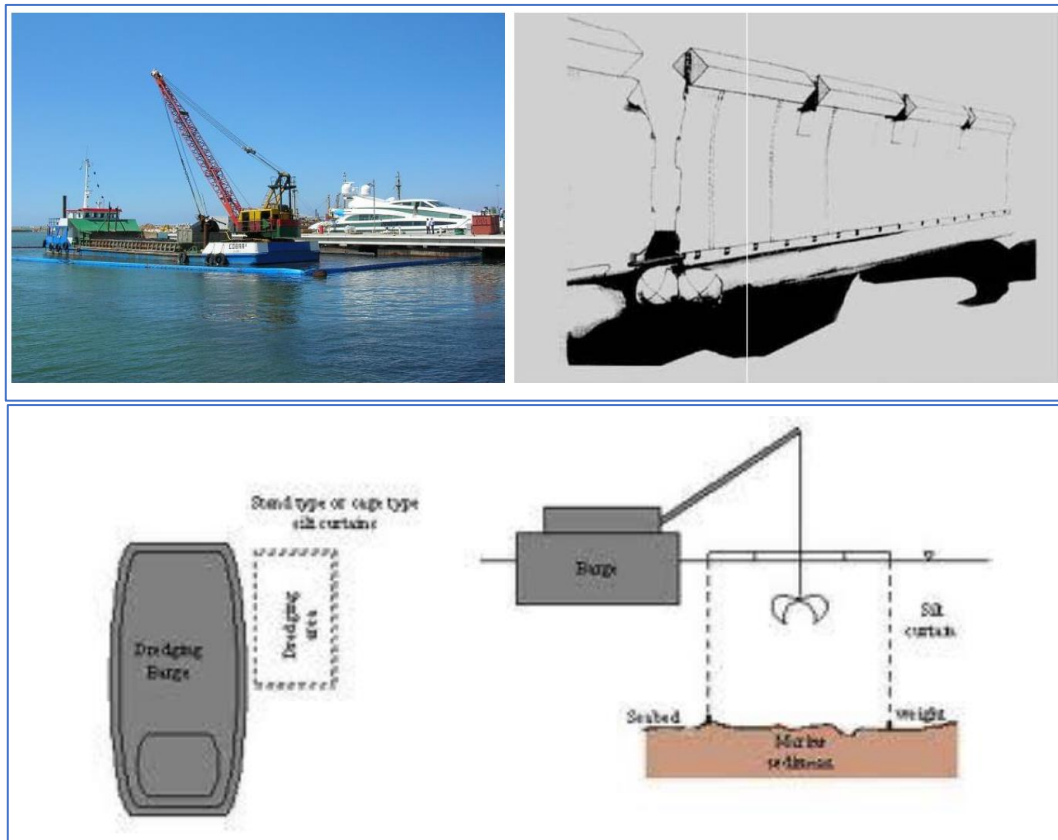
Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

estremità dello scavo saranno entrambe a mare e saranno incluse all'interno di pozzi pre-scavati denominati pozzo di entrata (entry pit) lato Diga Foranea e pozzo di uscita (exit pit) lato Molo di Levante.

Il volume totale di scavo per entrambi i pozzi sarà pari a circa 8.000 m<sup>3</sup>, per ulteriori dettagli in merito al layout preliminare delle aree di cantiere della TOC si rimanda al documento 001-EA-D-40001.

Durante le operazioni di escavo verranno messi in atto tutti gli accorgimenti che saranno resi disponibili per la minimizzazione della risospensione dei sedimenti tramite un sistema a panne galleggianti anti-torbidità, mobili e disposte intorno alle aree di scavo, dotate di appendice zavorrata regolabile ancorata sul fondo, in grado di garantire la continuità di contenimento anche su fondali di vari livelli (Figura di seguito).

Inoltre, sarà applicato adeguato Piano di Monitoraggio della torbidità (001\_ZA-E-85022) e potrà essere prevista la rimodulazione delle attività (fino alla temporanea sospensione), qualora si dovessero riscontrare, durante i monitoraggi, situazioni di particolare criticità.



**Figura 6-2: Scavo con Panne Anti-torbidità**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	47 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## 7 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE (PDCA)

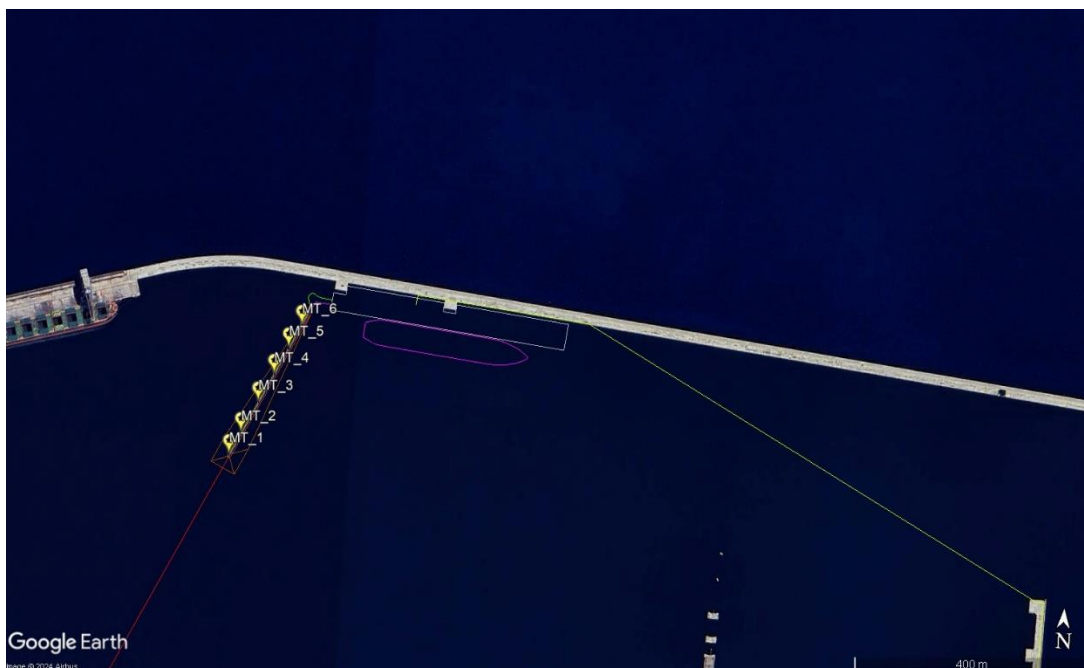
La strategia di indagine da eseguire sui sedimenti da sottoporre a movimentazione consentirà una caratterizzazione significativa dell'intera superficie e dell'intero volume di materiale oggetto dell'intervento.

Le operazioni di indagine ambientale previste riguarderanno la caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dei sedimenti marini superficiali e subsuperficiali in prossimità del punto di uscita del microtunnel e del cavo elettrico Media Tensione (MT).

Il campionamento è previsto in corrispondenza delle stazioni stabilite in base alle indicazioni contenute nel D.M. 7 novembre 2008, alla normativa vigente, in funzione delle condizioni specifiche dei siti e sulla base di indicazioni del Ministero Italiano della Transizione Ecologica (ora Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica).

Più in dettaglio l'ubicazione teorica delle stazioni segue una distribuzione uniforme, con una densità di prelievo almeno equivalente a quella ottenibile con un sistema di maglie di dimensioni pari a 50x50 m, come indicato dall'allegato A "Criteri e metodologie per la caratterizzazione dei sedimenti portuali da sottoporre ad attività di escavo" al D.M. 7 novembre 2008.

Di seguito si riporta la proposta di distribuzione delle stazioni di campionamento dei sedimenti, in corrispondenza dell'uscita del microtunnel. Ogni stazione sarà rappresentativa di una cella di area 50x50.



**Figura 7.1: Possibile distribuzione delle stazioni di campionamento in corrispondenza dell'uscita del microtunnel, ai sensi del D.M. 7 novembre 2008**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	48 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Il medesimo piano di campionamento ai sensi del D.M. 7 novembre 2008, espresso per le aree di uscita del microtunnel, sarà riprodotto in corrispondenza dei pozzi di entrata e di uscita.

La strategia di caratterizzazione proposta sarà condivisa con l'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna e potrà essere oggetto di integrazioni/aggiornamenti, in base alle informazioni raccolte dallo stesso Ente, di cui all'Art. 2 del citato Allegato A.

### 7.1 Metodologia di Campionamento

Le attività di prelievo dei sedimenti secondo lo schema di campionamento di cui al paragrafo precedente saranno eseguite mediante carotiere di tipo vibrocorer, o eventualmente a rotazione, dotati di liners in polietilene inerte o polipropilene o policarbonato.

Il sistema di perforazione sarà comunque tale da rendere minimo il disturbo provocato nei sedimenti attraversati, per escludere il propagarsi dei contaminanti dagli strati superficiali a quelli più profondi. Nel caso d'utilizzo di carotiere a rotazione la velocità di rotazione sarà moderata in modo da ridurre l'attrito tra sedimento e campionatore.

In ciascun punto di campionamento sarà prelevata una carota di lunghezza superiore a 50 cm allo spessore di sedimento da dragare (quest'ultimo già approssimato per eccesso ai consecutivi 50 cm), e comunque non inferiore ai 2 m (ciò laddove non sia accertata e opportunamente documentata la presenza di fondi duri che impediscano la penetrazione dello strumento durante le attività di carotaggio).

Da ciascuna carota saranno poi prelevate sezioni di sedimento, secondo le seguenti indicazioni:

- per quota di escavo inferiore ai 2 m saranno prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm sino alla quota di 2 m (4 sezioni);
- per quota di escavo superiore ai 2 m saranno prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm sino alla quota di 2 m; oltre i 2 m di profondità e sino alla quota di escavo, sarà prelevata una sola sezione di 50 cm per ogni metro lineare di lunghezza della carota, nel caso in cui tale sezione sia rappresentativa dell'intero metro; qualora, invece, a causa della presenza di strati eterogenei, non sia possibile selezionare una sezione di 50 cm rappresentativa dell'intero metro, saranno prelevate due sezioni consecutive di 50 cm; al di sotto della quota di escavo sarà prelevata ed analizzata una sezione di 50 cm di spessore.

Il sondaggio sarà eseguito in verticale e le carote recuperate per per l'intera lunghezza prevista, un'unica operazione, senza soluzione di continuità, utilizzando aste di altezza adeguata allo spessore di materiale da caratterizzare e tenendo conto della necessità di ottenere un recupero pari al 100%.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	49 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

## 7.2 Set Analitico

Le analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed eco-tossicologiche dei sedimenti raccolti saranno effettuate da laboratorio privato accreditato, in conformità alle norme UNI/CEN/ISO o altri standard di riferimento nazionali o internazionali equivalenti, aggiornati e adeguati alla matrice sedimento, garantendo il rispetto dei requisiti minimi previsti dal D.Lgs. 219/2010. I risultati saranno riportati su appositi certificati analitici, i quali includeranno le opportune informazioni sui parametri di qualità.

Di seguito elenco degli analiti previsti per la caratterizzazione delle componenti fisiche, chimiche, microbiologiche ed eco-tossicologiche.

- **Analisi fisiche:** descrizione macroscopica che riporti la tipologia del sedimento: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica, ecc; determinazioni di contenuto d'acqua e peso specifico; determinazioni granulometriche.
- **Analisi chimiche:** si veda la seguente tabella (da Tabella A2 dell'Allegato A al DM 7 Novembre 2008).

**Tabella 7.1: Analisi chimiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a movimentazione all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale e relativi limiti di quantificazione**

Specie Chimiche	Singoli parametri e specifiche analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione richiesto * (mg/kg(^) s.s.)
Metalli	Al As Cd Cr totale Cu Fe Hg Ni Pb Zn V	Su tutti i campioni prelevati	5,0 0,5 0,05 5,0 1,0 5,0 0,05 1,0 1,0 1,0 1,0
Policlorobifenili (PCB)	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB105, PCB114, PCB118, PCB123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB157, PCB 167, PCB 169, PCB 170,	Su tutti i campioni prelevati	0,0001 per singolo composto 0,00001 per singolo composto dei PCB Diossina simili

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	50 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Specie Chimiche	Singoli parametri e specifiche analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione richiesto * (mg/kg(^) s.s.)
	PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria (per i PCB Diossina simili si richiede la determinazione con spettrometria di massa ad alta risoluzione)		
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	Naftalene Acenaftene Fluorene Fenantrene Antracene Fluorantene Pirene Benzo(a)antracene Crisene Benzo(b)fluorantene Benzo(k)fluorantene Benzo(j)fluorantene Benzo(a)pirene Benzo(b)pirene Dibenzo(a,h) antracene Benzo(g,h,i)perilene Indeno(1,2,3,c,d)pirene Acenaftilene	Su tutti i campioni prelevati	0,001 per singolo idrocarburo
Benzene		Su tutti i campioni prelevati	1.0
Idrocarburi leggeri (C≤12)**		Su tutti i campioni prelevati	0.5
Idrocarburi pesanti (C>12)		Su tutti i campioni prelevati	1.5
Azoto totale		Solo su campioni di sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare	
Fosforo totale		Solo su campioni di sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare	
Carbonio Organico Totale (TOC)		Su tutti i campioni prelevati	
Pesticidi organoclorurati	DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4) Cis-clordano Trans-clordano Aldrin Dieldrin Endrin α-esaclorocicloesano β-esaclorocicloesano	In presenza di attività presenti o pregresse che ne facciano ipotizzare la presenza, su una percentuale dei campioni	0.0005 per singolo composto

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	51 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Specie Chimiche	Singoli parametri e specifiche analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione richiesto * (mg/kg(^) s.s.)
	γ-esaclorocicloesano (Lindano) Eptacloro EptacloroEpossido		
Esaclorobenzene	HCB	Su una percentuale dei campioni	0.0001
Composti organostannici	Espresso come Sn totale di origine organica	Su una percentuale dei campioni	0.001
Diossine e furani [Somatoria PCDD/PCDF (conversione T.E.)]	Determinati con spettrometria di massa ad alta risoluzione al fine del raggiungimento del limite di rilevanza richiesto	Su una percentuale dei campioni	0.5x10 <sup>-6</sup>
Amianto	Espresso in mg/kg s.s. Determinato attraverso una delle seguenti tecniche: diffrattometria a raggi oppure I.R. - Trasformata di Fourier	Su una percentuale dei campioni	
Solventi aromatici (BTEX)		Su una percentuale dei campioni	1.0 per singolo composto
<p>Devono essere inoltre ricercate tutte quelle sostanze ricavabili sulla base delle informazioni disponibili su ambiente e territorio circostanti, relative alla contaminazione dell'area, messe a disposizione dall'Autorità di Sistema Portuale, con particolare attenzione alle sostanze Pericolose e Prioritarie di cui alla decisione del Parlamento europeo e del Consiglio n. 2455/2001/Ce.</p> <p>In questi casi le sostanze aggiuntive devono essere ricercate su un numero rappresentativo di campioni, scelti in modo tale da ottenere una distribuzione il più possibile rappresentativa dell'area da caratterizzare, con particolare attenzione alle zone con maggiore contaminazione presunta.</p> <p>* Con la dizione "limite di quantificazione richiesto" si intende la concentrazione di analita più bassa misurabile con il metodo utilizzato dal laboratorio che procede all'analisi.</p>			

- **Analisi Microbiologiche:** si veda la seguente tabella (da Tabella A3 dell'Allegato A al DM 7 Novembre 2008);

**Tabella 7.2: Analisi microbiologiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a movimentazione all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale**

Parametro	Specifiche	Numero di determinazioni da effettuare
Enterococchi	Fecali	Su tutti i campioni prelevati
Coliformi	Totali	Su tutti i campioni prelevati

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ</b> <b>PORTO TORRES (SS)</b>	<b>001-ZA-E-85032</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Terminale di Porto Torres	52 di 52	<b>Rev.</b> 0

Rif. RINA: P0037503-3-H11\_00

Parametro	Specifiche	Numero di determinazioni da effettuare
Coliformi	<i>Escherichia coli</i>	Su tutti i campioni prelevati
Clostridi	Spore di clostridi solfito-riduttori	Su tutti i campioni prelevati
Salmonella		Su tutti i campioni prelevati
Stafilococchi		Su tutti i campioni prelevati
Miceti e Lieviti		Ai fini dell'eventuale riutilizzo dei sedimenti per ripascimenti è opportuna la determinazione su tutti i campioni. Se il sedimento prelevato è destinato ad altri usi la determinazione non è necessaria.

- Analisi ecotossicologiche: saranno effettuate su almeno il 30% dei campioni, considerando sia la fase solida del sedimento (sedimento tal quale e/o centrifugato), sia la fase liquida del sedimento (acqua interstiziale e/o elutriato), mediante impiego di una batteria di saggi biologici costituita da tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici e filogenetici differenti come da Tabella A4 "modalità di applicazione dei saggi biologici ai sedimenti" dell'allegato A al D.M. 7 novembre 2008.