

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

EMERGENZA GAS

INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50) FRSU ALTO TIRRENO E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

PROPOSTA DI PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE


Marco Compagnino

0	Emissione	F. Montani	L. Volpi	M. Compagnino	Giugno 2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

INDICE

1.	INTRODUZIONE	6
1.1.	Premessa	6
1.2.	Soluzione Proposta	6
1.3.	Struttura del Documento	7
2.	INQUADRAMENTO PROGETTUALE	9
2.1.	Caratteristiche generali del Progetto	9
2.2.	Fasi Realizzative	10
2.2.1.	Sistema di Ormeaggio e Subsea facilities	10
2.2.2.	Descrizione area cantiere a terra e pozzo di spinta ²⁷	
2.2.3.	Tracciati a Terra e Impianti	28
2.2.4.	Tratto in dismissione	46
2.2.5.	Pre-Commissioning	47
2.2.6.	Commissioning	50
2.2.1.	Avviamento	50
2.2.2.	Inserimento in gas	51
2.2.3.	Cronoprogramma	51
2.3.	Fase di Esercizio	53
2.3.1.	Il Terminale FSRU	53
2.3.1.1.	Caratteristiche della FSRU	54
2.3.1.2.	Sistema di ormeggio della FSRU	57
2.3.1.3.	Manifold Sottomarino (PLEM)	60
2.3.1.4.	Impianto di Correzione Indice di Wobbe (IW)	61
2.3.2.	OPERE CONNESSE	62
2.3.2.1.	Linea a mare (sealine)	62
2.3.2.2.	Approdo costiero	63
2.3.2.3.	Cavo a Fibra Ottica (FOC) sottomarino	64
2.3.2.4.	Progetto FRSU Alto Tirreno e collegamento a Rete Nazionale Gasdotti (tratti a terra)	64

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.4.	Fase di Decommissioning – Fine Esercizio della FSRU	70
2.4.1.	Dismissione dell’Opera	70
2.4.2.	Ripristino del Sito	71
2.4.3.	Fine Esercizio del Gasdotto	72
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	73
4.	DEFINIZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	75
4.1.	Obiettivi del Monitoraggio	75
4.2.	Criteri metodologici	76
4.3.	Fasi di Monitoraggio	76
4.4.	Aree di Monitoraggio	77
4.5.	Monitoraggio dei Fattori Ambientali/Agenti Fisici di Interesse	77
4.6.	Metodologie di Controllo Qualità, Validazione, Analisi ed Elaborazione dei Dati	78
5.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – ON SHORE	79
5.1.	Atmosfera	79
5.1.1.	Finalità del Monitoraggio	79
5.1.2.	Individuazione delle aree da monitorare	79
5.1.3.	Parametri Analitici	80
5.1.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	81
5.2.	Acque Sotterranee	81
5.2.1.	Finalità del Monitoraggio	81
5.2.2.	Individuazione delle aree da monitorare	81
5.2.3.	Metodologia di rilevamento	84
5.2.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	85
5.3.	Suolo e Sottosuolo	86
5.3.1.	Finalità del Monitoraggio	86
5.3.2.	Individuazione delle aree da monitorare	86
5.3.3.	Metodologia di rilevamento	94

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

5.3.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	96
5.4.	Rumore	97
5.4.1.	Finalità del monitoraggio	97
5.4.2.	Individuazione delle aree da monitorare	97
5.4.3.	Metodologia di rilevamento	98
5.4.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	99
5.5.	Biodiversità Terrestre	100
5.5.1.	Finalità del monitoraggio	100
5.5.2.	Individuazione delle aree da monitorare	100
5.5.3.	Metodologia di rilevamento	104
5.5.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	107
6.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – OFF SHORE	109
6.1.	Atmosfera	109
6.1.1.	Finalità del Monitoraggio	109
6.1.2.	Individuazione delle aree da monitorare	109
6.1.3.	Parametri Analitici	109
6.1.4.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	109
6.2.	Matrice Colonna d'Acqua	109
6.2.1.	Finalità del Monitoraggio	109
6.2.2.	Individuazione delle aree da monitorare	110
6.2.3.	Profili Idrologici	112
6.2.4.	Caratteristiche Fisiche, Chimiche e Microbiologiche	112
6.2.5.	Analisi Fisiche	112
6.2.6.	Analisi Chimiche	113
6.2.7.	Analisi Microbiologiche	114
6.2.8.	Saggi Ecotossicologici	114
6.2.9.	Popolamenti Planctonici	115
6.2.10.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	116
6.3.	Fondali Marini	116

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 5 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6.3.1.	Finalità del Monitoraggio	116
6.3.2.	Individuazione delle aree da monitorare	116
6.3.3.	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche dei sedimenti	118
6.3.4.	Analisi granulometriche	118
6.3.5.	Analisi chimiche	119
6.3.6.	Analisi Microbiologiche	120
6.3.7.	Saggi ecotossicologici sui sedimenti	120
6.3.8.	Popolamenti Macrobentonici	121
6.3.9.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	121
6.4.	Cetacei e Tartarughe Marine	122
6.4.1.	Finalità del Monitoraggio	122
6.4.2.	Individuazione delle aree da monitorare	122
6.4.3.	Metodologia di Monitoraggio	122
6.4.3.1.	Monitoraggio Visivo a Mare	122
6.4.3.2.	Monitoraggio Acustico Passivo	125
6.4.4.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	126
6.5.	Rumore Sottomarino	126
6.5.1.	Finalità del Monitoraggio	126
6.5.2.	Individuazione delle aree da monitorare	126
6.5.3.	Parametri Analitici	126
6.5.4.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	127
7.	MODALITÀ E RESTITUZIONE DEI DATI	128
7.1.	Restituzione dei dati rilevati	128
7.2.	Documentazione da produrre	128
8.	GESTIONE DELLE ANOMALIE	130
9.	SINTESI DEL PIANO DI MONITORAGGIO	131

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

1. INTRODUZIONE

1.1. Premessa

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art. 5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, Snam FSRU Italia, società controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), ha ottenuto in data 25/10/2022 l'autorizzazione unica per la realizzazione di un Terminale di Rigassificazione nel porto di Piombino, tramite l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) e la realizzazione delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente (di seguito l'**"Autorizzazione Unica"**).

L'Autorizzazione Unica, al punto 10, ha prescritto di presentare, entro 45 giorni dalla pubblicazione della Ordinanza medesima sul Bollettino Regionale della Toscana, il progetto integrativo di ricollocazione della FSRU in sito off-shore, nonché il progetto relativo agli interventi necessari per la dismissione della FSRU stessa dal porto di Piombino decorso il suddetto termine di tre anni. Con successive Ordinanze di proroga, il predetto termine è stato fissato al 26 Giugno 2023.

Il Progetto FSRU Alto Tirreno, di cui il presente documento è parte integrante insieme ai suoi allegati, illustra la soluzione sviluppata dagli ingegneri e specialisti incaricati da Snam per il ricollocazione della FSRU TUNDRA per i successivi 22 anni una volta lasciato il porto di Piombino.

1.2. Soluzione Proposta

L'analisi ha escluso la possibilità di trovare un ormeggio a lungo termine della FSRU all'interno di un porto diverso da quello di Piombino, non rinvenendosi in nessun altro porto le seguenti caratteristiche peculiari di Piombino, quali: (i) una banchina idonea per geometria e capacità strutturali, (ii) un pescaggio del porto ovunque maggiore di 15 m, (iii) un punto di ingresso nella Rete nazionale Gasdotti ad una distanza ragionevole ed in grado di ricevere l'incremento di portata previsto (i.e., 5 miliardi di metri cubi/anno).

La ricerca della soluzione si è indirizzata verso possibili siti offshore verificando la sussistenza di tre requisiti essenziali: (i) il collegamento in un punto della Rete Nazionale in grado di ricevere la portata prevista, (ii) la fattibilità tecnica, urbanistica ed ambientale del tracciato della condotta a mare ed a terra, (iii) la capacità della FSRU di svolgere con continuità il servizio di rigassificazione rispetto alle condizioni meteomarine attese nel sito prescelto.

I requisiti sopra richiamati hanno portato a selezionare un sito offshore a circa 2 miglia nautiche (circa 4 km) dalla costa ligure di ponente di fronte a Vado Ligure (SV) potendo sia evitare le rotte di ingresso/uscita del traffico navale che sfruttare l'approdo a terra in corrispondenza dell'area industriale di Tirreno Power.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

1.3. Struttura del Documento

Il presente documento costituisce la proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) che illustra i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate per attuare il Monitoraggio Ambientale (MA) del progetto "FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti" in oggetto.

Il PMA, in base all'art. 28 del D. Lgs 152/2006 e s.m.i., rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare i potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto. Inoltre, ai sensi dell'art. 22 comma 3 lettera e) e dell'articolo 25 comma 4 lettera c) del D. Lgs 152/2006 e s.m.i., il Monitoraggio Ambientale (MA) costituisce lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di esecuzione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (Proponente, Autorità Competenti) di attivare tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano appropriate alle previsioni effettuate.

Il PMA proposto è stato predisposto secondo quanto indicato nelle Linee Guida redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale (SNPA n. 28/2020, Maggio 2020), nelle quali si rimanda al principale documento guida a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM, oggi Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, MASE), rappresentato dalle indicazioni operative contenute nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)" con la collaborazione dell'ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Il documento rappresenta l'aggiornamento delle esistenti "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443) – Rev.2 del 23 Luglio 2007", e risulta così strutturato:

- Capitoli da 1 a 5: indirizzi Metodologici Generali – Rev. 1 del 16 Giugno 2014;
- Capitolo 6: indirizzi Metodologici Specifici per i seguenti fattori (fattori ambientali e agenti fisici):
 - Atmosfera (Capitolo 6.1 delle Linee Guida) – Rev. 1 del 16 Giugno 2014,
 - Ambiente Idrico (Capitolo 6.2 delle Linee Guida) – Rev. 1 del 17 Giugno 2015,
 - Agenti Fisici – Rumore (Capitolo 6.5 delle Linee Guida) – Rev. 1 del 30 Dicembre 2014.

Le Linee Guida hanno lo scopo di individuare, in via preliminare, i seguenti principali fattori sulla base della stima e valutazione degli impatti eseguita nello Studio di Impatto Ambientale:

- le componenti ambientali oggetto di attività di Monitoraggio Ambientale (MA);
- le fasi di attuazione del MA;
- i criteri di selezione dei punti di MA;
- le metodologie e tipologie di MA applicate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il presente documento si configura come uno strumento flessibile e dinamico che può essere soggetto a revisioni e aggiornamenti in occasione di modifiche significative dell'impianto, nonché a seguito di indicazione da parte degli Enti preposti al controllo.

Nel seguito saranno pertanto illustrate le attività di monitoraggio finalizzate ad assicurare il controllo sui potenziali impatti sull'ambiente, derivanti dallo svolgimento delle attività di cantiere ed esercizio.

Sulla base di quanto sopra, il PMA prevede attività di monitoraggio nelle seguenti fasi:

- fase ante-operam (AO), prima della fase esecutiva dei lavori;
- fase in corso d'opera (CO), durante la realizzazione delle opere;
- fase post-operam (PO), dopo il completamento delle attività di cantiere e durante la fase di esercizio.

Oltre alla presente Introduzione, il documento risulta così strutturato:

- Capitolo 2: Sintesi dei principali aspetti progettuali;
- Capitolo 3: Riferimenti normativi e bibliografici;
- Capitolo 4: Individuazione delle componenti ambientali oggetto del monitoraggio;
- Capitolo 5: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – On-Shore;
- Capitolo 6: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Off-Shore;
- Capitolo 7: Modalità di restituzione dei dati;
- Capitolo 8: Gestione delle anomalie;
- Capitolo 9: Sintesi della Proposta di Piano di Monitoraggio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

2.1. Caratteristiche generali del Progetto

Il Progetto FSRU Alto Tirreno include le seguenti opere:

Terminale FSRU

- ✓ La FSRU Golar Tundra (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m³, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) x 43,4 m (larghezza).
- ✓ L'impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio, regolazione e misura fiscale (PDE di Quiliano e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Gagliardi (in Comune di Quiliano, Liguria).

E le seguenti Opere Connesse costituite dal metanodotto di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti che include:

- ✓ Tratto di condotta sottomarina (sealine) e relativo cavo telecomando DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 4.2 km;
- ✓ Tratti di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE di Quiliano e relativo cavo telecomando, denominati:
 - i. Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) – FASE 1 DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 2,120 km;
 - ii. Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti– FASE 2 DN 500 (20") DP 75 bar, di lunghezza pari a circa 2,00 km;
- ✓ Impianto PDE di Quiliano contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra).
- ✓ Il collegamento (con sostituzione di una parte dell'attuale condotta DN 300) tra il PDE di Quiliano e la nuova Area Trappole, interconnessione e regolazione in loc. Chinelli con relativo cavo telecomando, denominato Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26") DP 75 di lunghezza pari a circa 24.5 km che a sua volta include:
 - N. 2 Punti di Intercettazione Linea (PIL) e n. 3 Punti di Intercettazione di derivazione importante (PIDI) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008;
 - N. 1 Punto di Intercettazione di derivazione importante (PIDI) con interconnessione con il metanodotto "Cairo Montenotte -Savona DN 300 (12") e regolazione della pressione da 75 bar a 64 bar;
 - N. 1 un impianto ex-novo dove è previsto sia la trappola di arrivo del nuovo metanodotto "Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26")", DP 75 bar" sia la trappola di partenza a monte del collegamento con il metanodotto "Cairo Montenotte - Savona DN 300 (12")"; è altresì prevista anche la

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 10 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

interconnessione di entrambi con il metanodotto Ponti-Cosseria DN 750 (30") e regolazione della pressione da 75 bar a 64.



Figura 2.1: Inquadramento generale del progetto

2.2. Fasi Realizzative

2.2.1. Sistema di Ormeaggio e Subsea facilities

Per l'installazione del sistema di ormeggio a torretta sono previste le seguenti attività:

- Campagne di indagini e sondaggi;
- Campagna di preparazione del fondale marino (se richiesta);
- Pre-installazione delle linee di ormeggio;
- Installazione della turret buoy;
- Collegamento delle linee di ormeggio alla turret buoy;
- Installazione del PLEM;
- Installazione del riser flessibile;
- Metrologia e Installazione del giunto di connessione tra condotta sottomarina e PLEM;
- Collegamento della turret buoy alla FSRU;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Attività di pre-commissioning.

Lavori di preparazione del fondale marino

Sulla base dei risultati delle campagne di indagine e del progetto dell'intero sistema di ormeggio e trasferimento, potrebbero essere necessari lavori di preparazione del fondale marino.

Le finalità di questi lavori sono:

- Rimozione di detriti/ostacoli che potrebbero essere di impedimento per la posa delle linee di ormeggio;
- Preparazione del fondale per l'installazione delle fondazioni di strutture sottomarine.

La rimozione dei detriti/ostacoli potrà essere eseguita da un LCV equipaggiato con gru a sollevamento compensato. La stessa tipologia di mezzo potrà anche eseguire la posa di contenute quantità di materiale (come, ad esempio, sacchi di sabbia) per l'eventuale preparazione del fondale.

Pre installazione delle ancore e dei segmenti inferiori di catena

La prima fase prevederà una campagna di preinstallazione delle ancore e dei segmenti inferiori di catena, che si effettuerà mediante l'utilizzo di 2 AHV (Anchor Handling Vessel) a supporto delle operazioni. Si evidenzia che le ancore saranno dotate di connettori sottomarini per le linee di ormeggio compatibili con i ROV (Remote Operate Vehicle) che consentono le operazioni di movimentazione anche con robot marini telecomandati da remoto.

Il sistema di ormeggio sarà composto da 6 linee equidistribuite ogni 60 gradi e composte da un segmento inferiore ed intermedio di catena ed uno superiore di cavo in acciaio. Le 6 linee di ormeggio, le ancore e tutte le relative attrezzature e componentistiche associate saranno mobilitate in un porto designato, trasportate al campo offshore ed installate per mezzo di 2 AHV.

I 2 AHV selezionati per svolgere delle operazioni di installazione del sistema di ormeggio imbarcheranno le ancore e le linee di ormeggio precedentemente predisposte presso la banchina di stoccaggio.

Tutti i restanti componenti del sistema di ormeggio verranno consegnati su apposite bobine o sistemi di contenimento e caricati a bordo della nave installatrice.

I 2 AHV si dirigeranno in sito e svolgeranno le seguenti attività di installazione:

- Preparazione delle ancore a bordo della nave installatrice e posizionamento nelle aree previste per l'installazione;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

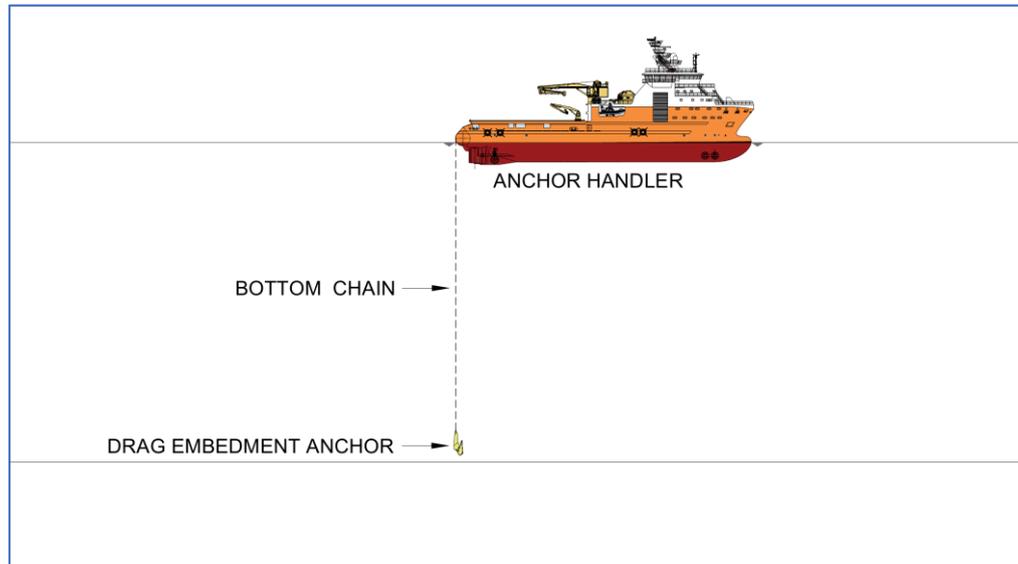


Figura 2.2: Tipico di pre-posizionamento delle ancore sopra le aree di installazione

- Pre-installazione di ancore nelle aree designate e disposizione in acqua di una prima parte delle catene di ormeggio;
- Prova di carico delle ancore fino al raggiungimento del valore di tensionamento di progetto;

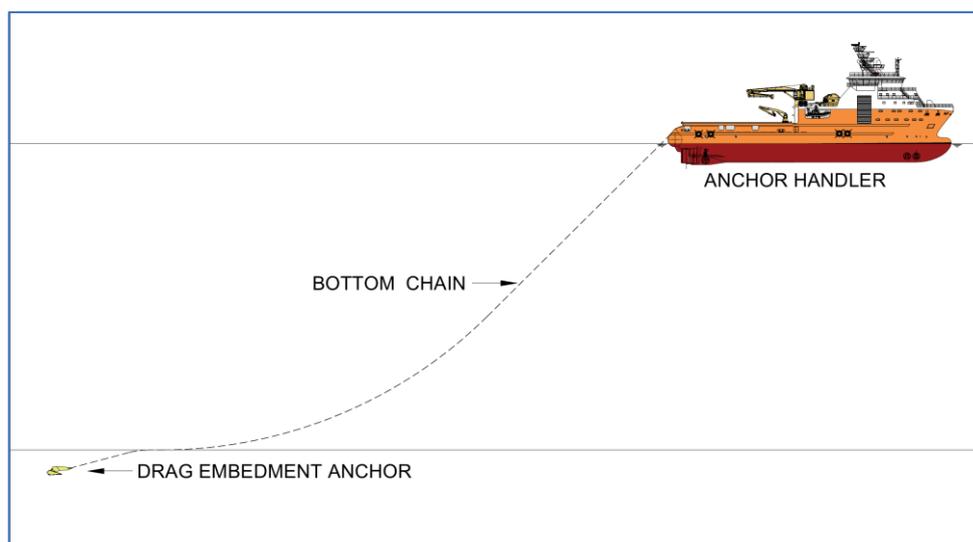


Figura 2.3: Tipico di tensionamento delle ancore

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Installazione dei componenti necessari per il sistema di ormeggio e disposizione in acqua della restante lunghezza di catena;
- Installazione dei connettori di ormeggio per la *turret buoy* (questa operazione può anche essere svolta durante la fase di recupero (hook up) della turret buoy);
- Installazione dell'attrezzatura di sollevamento necessaria al successivo recupero delle linee;
- Abbandono sul fondo delle linee.

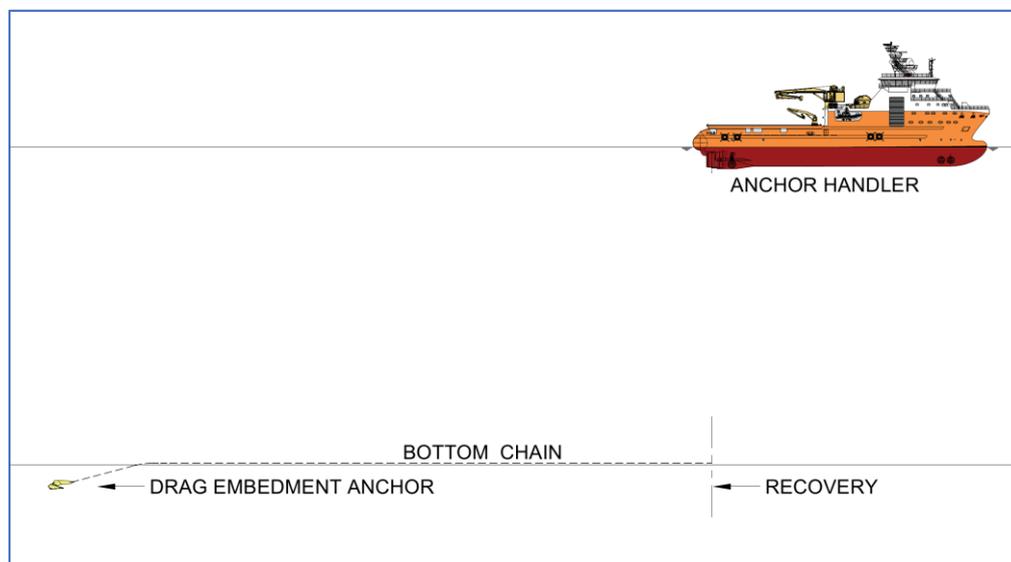


Figura 2.4: Tipico di abbandono delle linee di ormeggio sul fondo

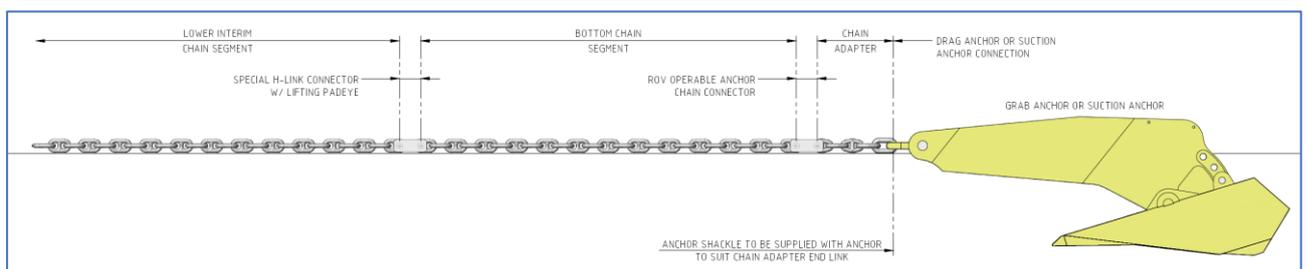


Figura 2.5: Tipico linea di ormeggio con catena e drag anchor

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Installazione della Turret Buoy e collegamento alle linee di ormeggio

Per quanto riguarda l'installazione della *turret buoy*, il recupero e la connessione delle linee di ormeggio alla stessa, è previsto l'utilizzo di una nave installatrice e di due navi dedicate alla posa di ancore (AHV1 e AHV2).

La *turret buoy* ed i segmenti superiori del cavo in acciaio saranno preparati in un'area di stoccaggio dedicata, ubicata vicino al sito di installazione offshore. Una nave installatrice, dotata di una gru da almeno 400 te, trasporterà al campo di installazione la *turret buoy*, opportunamente rizzata a bordo, ed i 6 segmenti di cavo in acciaio collegati ai connettori della *turret buoy* ed assicurati sul ponte della nave di installazione. Date le caratteristiche della *turret buoy*, essa avrà una galleggiabilità netta positiva e sarà quindi necessario trasportare a bordo della nave installatrice un peso aggiuntivo, ai fini di zavorrarla ed immergerla alla profondità adatta all'aggancio delle linee di ormeggio.

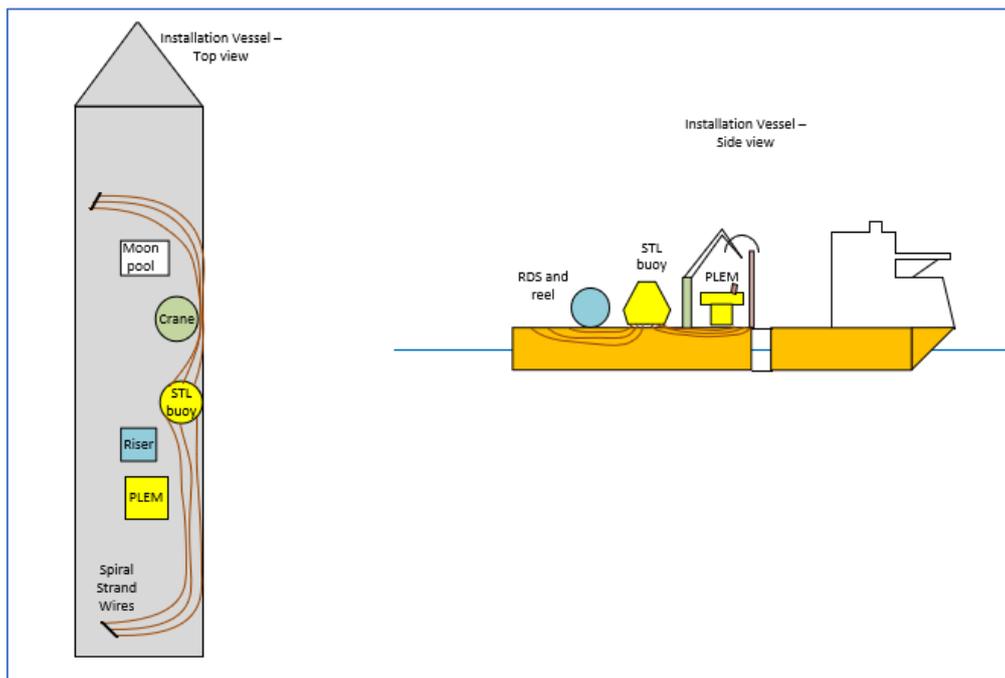


Figura 2.6: Tipico piano di stivaggio della nave dedicata al trasporto e all'installazione della *turret buoy*

I segmenti di catena intermedi saranno trasportati al campo di installazione dai due AHV.

Di seguito viene presentata la procedura tipicamente applicata per l'installazione della *turret buoy*:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Sollevamento e collegamento di 3 segmenti di cavo in acciaio alla barra di sollevamento dell'AHV1 e dei restanti 3 segmenti di cavo in acciaio alla barra di sollevamento dell'AHV2, come illustrato nella figura seguente;

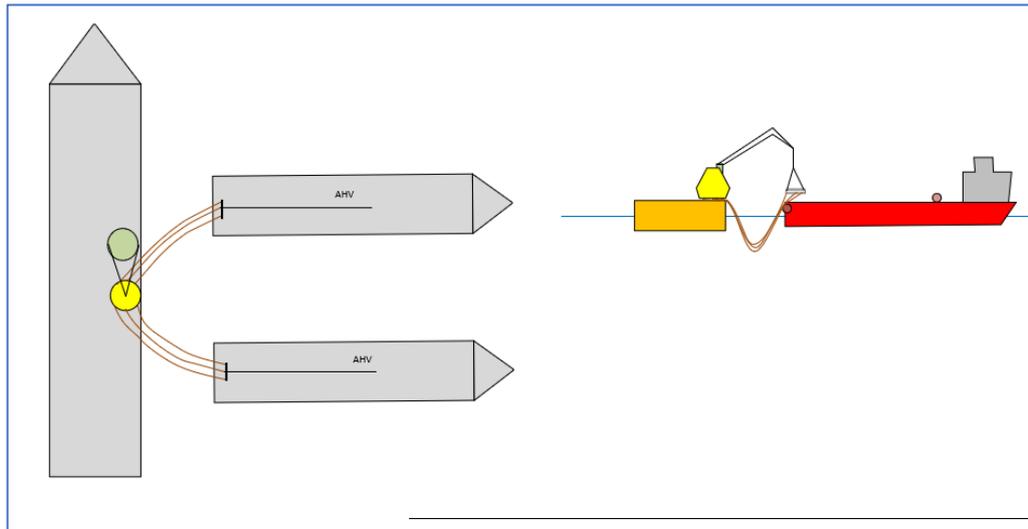


Figura 2.7: Tipico dell'operazione di sollevamento e collegamento dei cavi in acciaio alle barre di sollevamento dei 2 AHV

- Connessione della *turret buoy* alla gru della nave installatrice e rilascio dei sistemi di rizzaggio.
- Posizionamento della *turret buoy* fuori bordo, sulla superficie del mare, e disconnessione della stessa dalla gru della nave installatrice. In questa fase, illustrata nella figura di seguito, i due AHV manterranno stabile il posizionamento della *turret buoy*;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

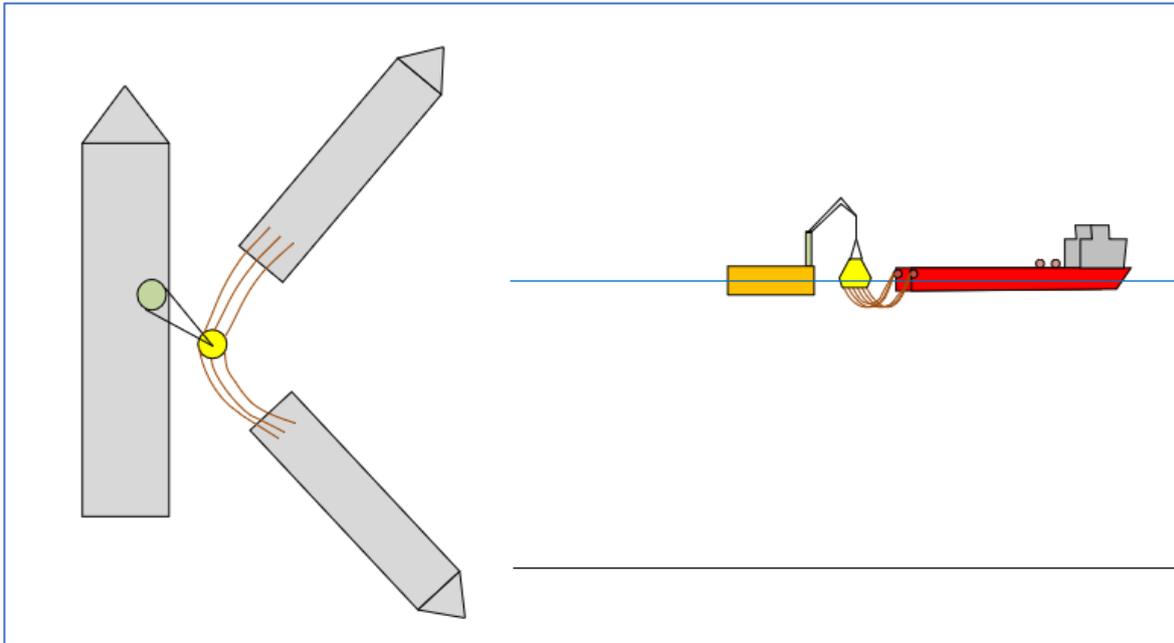


Figura 2.8: Tipico dell'operazione di posizionamento fuori bordo della *turret buoy*

- Connessione della zavorra alla gru della nave installatrice;
- Posizionamento fuori bordo e abbassamento della zavorra fino ad una profondità adeguata dove sarà possibile procedere collegandola alla turret buoy per mezzo di un ROV;
- Abbassamento della zavorra ad una profondità tale da ottenere l'immersione della torretta;
- Allontanamento della turret buoy dalla nave installatrice per mezzo dei due AHV, come rappresentato nella figura di seguito;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

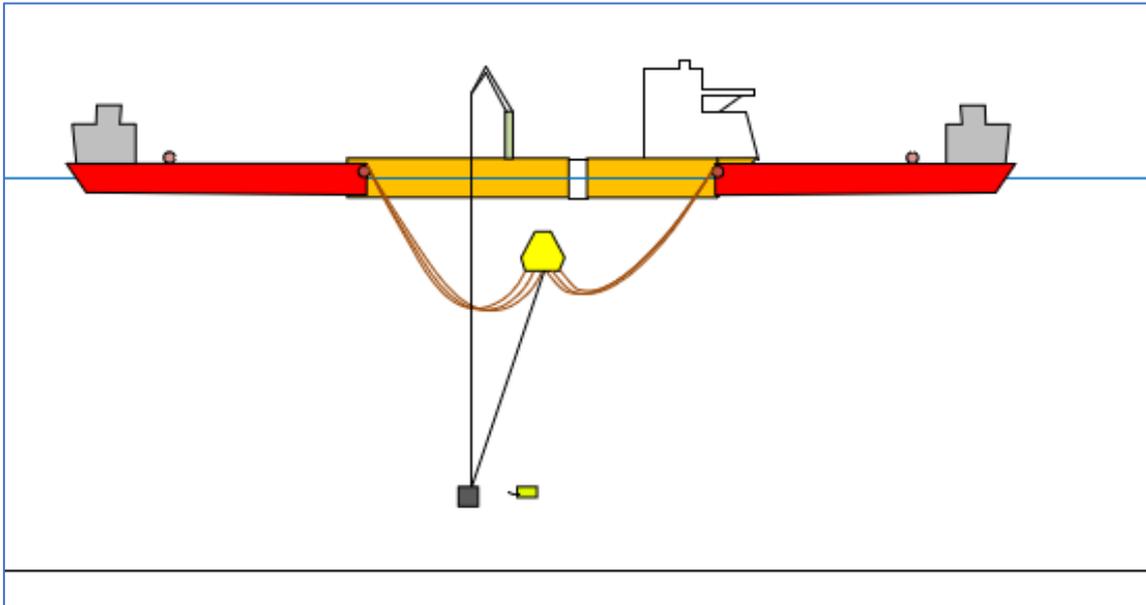


Figura 2.9: Tipico dell'operazione di allontanamento della *turret buoy* dalla nave installatrice per mezzo dei due AHV

- Abbassamento della zavorra fino al fondale;
- Rilascio della zavorra dalla gru e recupero delle relative attrezzature di sollevamento sul ponte della nave installatrice.

Al termine di questa procedura, la *turret buoy* si troverà in una posizione idonea per procedere con il collegamento della stessa alle linee di ormeggio precedentemente preinstallate.

I passaggi tipicamente necessari a svolgere l'operazione di collegamento sono:

- Posizionamento fuoribordo e abbassamento fino al fondale delle barre di sollevamento dei 2 AHV, con i relativi cavi in acciaio precedentemente collegati, come rappresentato nella figura seguente;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 18 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

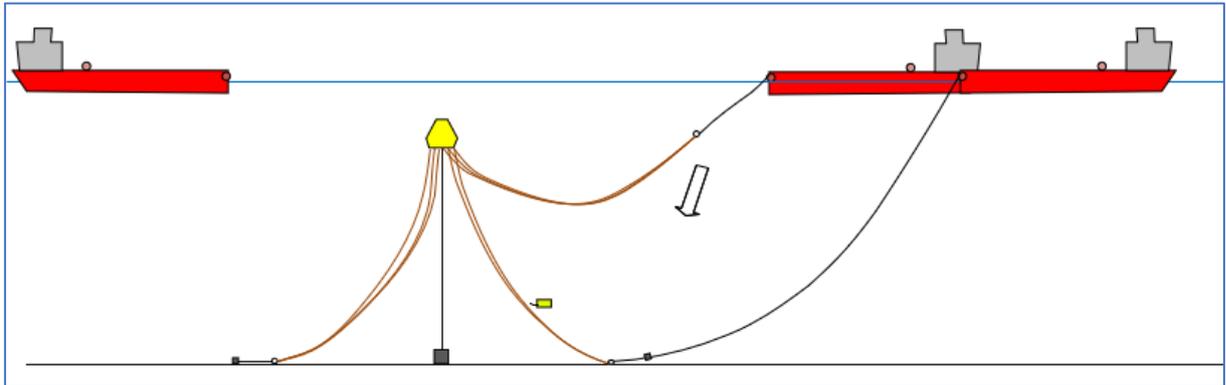


Figura 2.10: Tipico dell'operazione di abbassamento fino al fondale delle barre di sollevamento dei 2 AHV

- Recupero sul ponte di un segmento di cavo in acciaio da parte di un AHV e connessione dello stesso al segmento intermedio di catena, come rappresentato nella figura seguente;

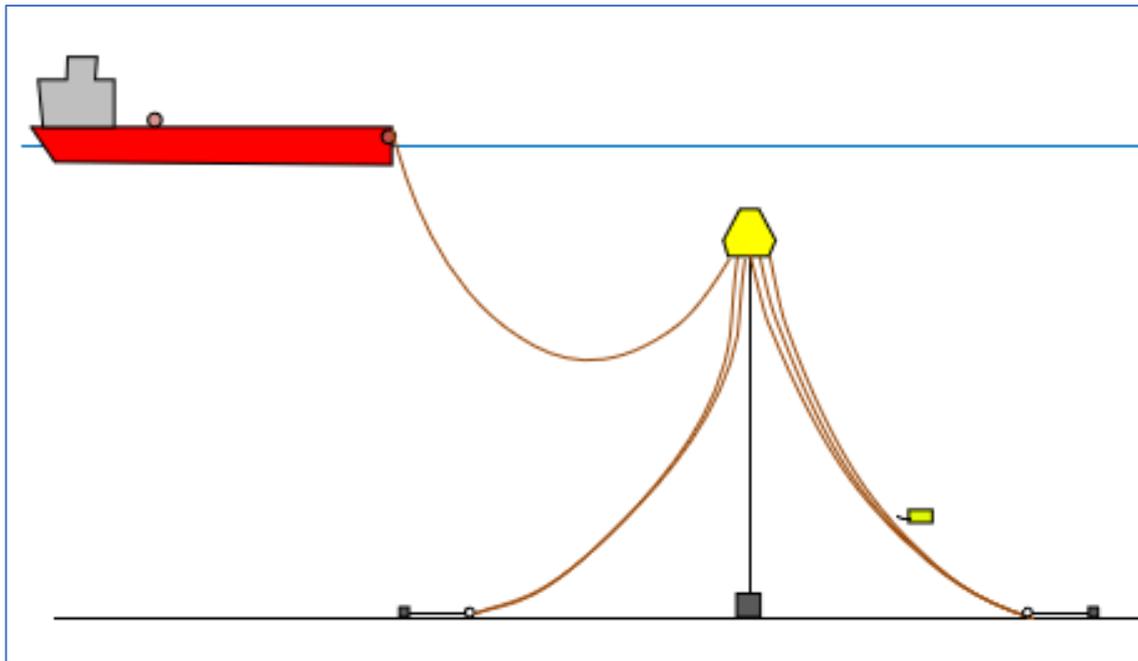


Figura 2.11: Tipico dell'operazione di recupero sul ponte dell'AHV di un cavo in acciaio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Rilascio in acqua del cavo in acciaio e del segmento intermedio di catena, bloccando la catena qualche metro prima della fine;
- Installazione del connettore alla fine del segmento intermedio di catena e connessione del cavo del verricello del AHV qualche anello prima della fine della catena;
- Rilascio del cavo del verricello. In questa fase un adeguato posizionamento del AHV sarà necessario al fine di appoggiare il connettore installato alla fine del segmento intermedio di catena nella posizione idonea per il collegamento con la parte inferiore di catena precedentemente abbandonata sul fondale.
- Connessione della parte inferiore di catena al connettore del segmento intermedio di catena per mezzo di un ROV

Tale procedura dovrà essere eseguita per ciascuna linea di ormeggio. Una volta terminato il collegamento di tutte le linee di ormeggio si procederà recuperando a bordo della nave installatrice il peso utilizzato per zavorrare la *turret buoy*.

Installazione del PLEM

Il PLEM, come descritto nel documento REL-100-E-00100, è dotato di una di fondazione a gravità e di una copertura (sovrastuttura metallica) per la protezione dall'eventuale impatto dovuto ad oggetti caduti.

I passaggi di installazione tipici per il PLEM sono:

- Collegamento del PLEM alla gru della nave tramite sistema di movimentazione e sollevamento (rigging equipment) dedicato. Il collegamento avverrà attraverso appositi punti di sollevamento integrati ai 4 angoli del PLEM;
- Movimentazione del PLEM fuoribordo tramite gru della nave e discesa attraverso la splash zone (la nave di installazione, durante questa fase, sarà a distanza di sicurezza da qualsiasi infrastruttura sottomarina);
- Abbassamento del PLEM a circa 20 m sopra il fondale marino. Il ROV monitorerà questa fase;
- Movimentazione dell'imbarcazione verso il target box del PLEM e orientamento del PLEM in accordo con l'orientamento di progetto;
- Abbassamento della struttura sul fondale e posizionamento del PLEM nella target area (tipicamente una tolleranza di 3 m x 3 m rispetto alla posizione del centro geometrico del PLEM è accettata) e attesa che la fondazione si assesti nel fondale marino per effetto del peso proprio;
- Una volta che il PLEM ha raggiunto il livello di penetrazione alla profondità di progetto e il suo livellamento è in accordo con le tolleranze di posa, verrà eseguita una survey di monitoraggio e l'attrezzatura di survey verrà recuperata.
- La sequenza tipica di installazione descritta si riferisce ad un PLEM con struttura integrata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Piccole variazioni nella sequenza suindicata potranno essere previste in caso di PLEM con struttura modulare, nel qual caso potrebbe essere necessario installare dapprima la struttura di fondazione e successivamente, con le stesse modalità, la relativa protezione dotata di appositi dispositivi di guida (Guide Post).

Installazione del riser flessibile

Il riser flessibile verrà avvolto nel sito di produzione su di un aspo, che sarà trasportato via mare fino ad un'area di stoccaggio dedicata (analogamente a tutti gli ancillaries).

Il mezzo navale dedicato all'installazione transiterà per l'area di stoccaggio, dove preleverà tramite sollevamento l'aspo e lo collocherà nel proprio Reel Drive System (RDS).

L'installazione del riser verrà effettuata prima dell'arrivo ed il posizionamento della FSRU.

La procedura di installazione proposta prevede di iniziare con l'installazione della parte terminale sottomarina. Tale approccio comporterà carichi di infilaggio (pull-in loads) superiori in corrispondenza della torretta, ma presenta vantaggi durante la posa della parte sottomarina e l'installazione degli elementi di galleggiamento. Eventuali soluzioni alternative, che prevedono di procedere iniziando con l'installazione dalla torretta, saranno definite durante l'ingegneria di dettaglio, qualora necessario.

Una procedura tipica per l'installazione del riser è qui descritta, in fase di successiva ingegneria si valuterà l'eventuale necessità di installare dei relativi blocchi di ancoraggio verticali ed orizzontali, il cui impatto ambientale comunque rimarrà confinato nell'area prossima al PLEM.

- Prelevare la prima estremità dall'aspo e posizionarla sulla torre verticale di varo (VLS - Vertical Lay Tower) ed all'interno dei tensionatori (tensioner);
- Impegnare (serrare) i tensionatori e montare il dispositivo ausiliario di installazione alla parte terminale del riser;
- Installare una clampa provvisoria per il fissaggio dell'appesantimento in prossimità dalla terminazione sottomarina
- Abbassare il riser verso il fondale marino rilasciandolo tramite l'RDS ed i tensionatori, fin quando la traccia per l'installazione del primo modulo di galleggiamento non raggiunge l'area di lavoro.
- Installare il primo modulo e continuare a rilasciare il riser, installando i moduli di galleggiamento previsti, fin quando la clampa per l'appesantimento temporaneo viene a trovarsi a circa 30-40 m di profondità;
- Collegare la massa di appesantimento temporanea a detta clampa (in modo da appesantire adeguatamente il riser);
- Continuare a rilasciare il riser installando gli eventuali ulteriori moduli di galleggiamento e manovrare il mezzo navale in modo da adagiare la massa di appesantimento temporanea sul fondale marino in prossimità del PLEM;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 21 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Continuare a rilasciare il riser in modo che assuma la configurazione “ad onda” (wave configuration) prestabilita ed avvicinare il mezzo navale verso la turret buoy;
- Quando il riser sarà completamente srotolato dall’aspo, rilasciarne dall’aspo l’estremità e posizionarla sopra lo scivolo (chute) della VLS;
- Connettere l’estremità al verricello (A&R winch) e trasferire il carico ad esso;
- Rilasciare i tensionatori ed abbassare il riser con il verricello;
- Abbassare l’estremità al di sotto della turret buoy ed avvicinare il mezzo navale il più possibile ad essa;
- Abbassare la braca (della gru sullo stesso mezzo navale o su di un altro mezzo) all’interno l’imbocco della turret buoy;
- Connettere la braca all’estremità del riser e iniziare a recuperarla, rilasciando contemporaneamente il cavo del verricello, in modo da trasferire progressivamente il carico dal verricello alla gru;
- Continuare rilasciando il cavo del verricello e tirando contemporaneamente l’estremità del riser con la gru verso la torretta, fino ad innestare il meccanismo di aggancio alla turret buoy;
- Rilasciare la braca dall’estremità del riser, che adesso risulterà sostenuto dalla turret buoy.
- La parte terminale sottomarina del riser potrà adesso essere collegata al PLEM tramite un opportuno dispositivo di allacciamento (tie-in tool) e si potrà procedere con la rimozione della massa di appesantimento temporanea.

Attualmente non sono previsti sistemi di ancoraggio per il riser flessibile. In una fase successiva dell’ingegneria ne sarà valutata l’eventuale necessità.

Metrologia e Installazione del Giunto di Connessione tra Condotta e PLEM

La metrologia consiste nell’esatta misurazione della distanza tra le estremità della condotta e il PLEM per costruire il giunto di connessione. Esistono varie tecnologie per raggiungere questo obiettivo, tra cui l’acustica (LBL – Long BaseLine) o LiDAR (Light Detection and Ranging) è la più comunemente utilizzata. Entrambi i sistemi possono essere utilizzati su ROV.

L’obiettivo è identificare quei parametri necessari per la fabbricazione del giunto di connessione tra la condotta sottomarina e il PLEM, ovvero:

- La distanza presa sulle tre direzioni principali tra le facce delle due estremità;
- La distanza verticale tra le estremità e il fondale marino;
- Orientamento e assetto di ogni estremità;
- Profilo del fondale lungo il corridoio di posa del giunto di connessione.

Le attività di ispezione relative alla metrologia possono essere riassunte come segue:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 22 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Controllo dimensionale delle strutture;
- Installazione e calibrazione di LBL array;
- Indagine batimetrica tramite WROV (work class ROV);
- Metrologia (misurazioni) tramite dispositivi acustici;
- Misura della profondità tramite sensori Digiquartz.

Il giunto di connessione è tipicamente prefabbricato prima della campagna di metrologia, a parte alcune saldature (solitamente 2 o più) chiamate "metrology welds". Una volta ricevuti i parametri del rilievo sarà possibile tagliare a misura i giunti pre-assemblati e completare la fabbricazione.

Il giunto di connessione sarà installato da un LCV o un mezzo navale di maggiori dimensioni in funzione della dimensione del giunto di connessione. Il giunto sarà prelevato dal cantiere di fabbricazione, sollevato e fissato a bordo del mezzo navale, utilizzando una lunga barra di sollevamento (spreader bar). Il mezzo navale di installazione navigherà verso il sito di installazione del giunto di connessione.

Generalmente, il giunto sarà installato con il seguente metodo:

- Collegamento del giunto alla spreader bar;
- Sollevamento del giunto tramite gru, e spostamento fuori bordo;
- Immersione del giunto;
- Posizionamento del giunto in corrispondenza delle estremità da connettere (condotta e PLEM) con l'utilizzo del posizionamento del mezzo navale e del ROV;
- Esecuzione delle connessioni con l'estremità della condotta sottomarina e con il piping del PLEM. Esecuzione dei test sulle estremità;
- Rimozione e recupero della strumentazione utilizzata per l'installazione.

Per quanto riguarda la connessione del cavo telecomando, sarà recuperata la terminazione, precedentemente abbandonata in prossimità del PLEM, e collegata all'interno della stazione mediante l'impiego di sommozzatori o ROV. Una volta all'interno della stazione PLEM, si provvederà a eseguire i dovuti collegamenti con il sistema di attuazione della valvola sottomarina.

Collegamento della FSRU alla turret Buoy

Nella fase iniziale di questa operazione la *turret buoy* galleggia a circa 30 metri al di sotto della superficie ed è pre-connessa ad un cavo, sufficientemente robusto e di materiale sintetico, da utilizzarsi per il recupero e installazione finale. La FSRU dovrà essere relativamente stabile durante le operazioni offshore e dovrà necessariamente essere supportata da mezzi navali in assistenza (tipicamente rimorchiatori) ai fini di mantenere posizione e orientamento durante tutto il processo di collegamento. Tale operazione è largamente effettuata nell'industria petrolifera offshore e sarà adeguatamente pianificata mediante l'esecuzione di analisi dedicate e successivamente monitorata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 23 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Si prevede di utilizzare una linea di recupero dedicata all'interno del sistema a torretta esterna della FSRU e successivamente di effettuare le seguenti operazioni atte al recupero e al collegamento finale della *turret buoy*:

- Posizionamento della FSRU sopra la *turret buoy* tramite l'utilizzo dei rimorchiatori;
- Collegamento della linea di recupero della FSRU al cavo sintetico collegato alla *turret buoy*;
- Rilascio dei rimorchiatori.

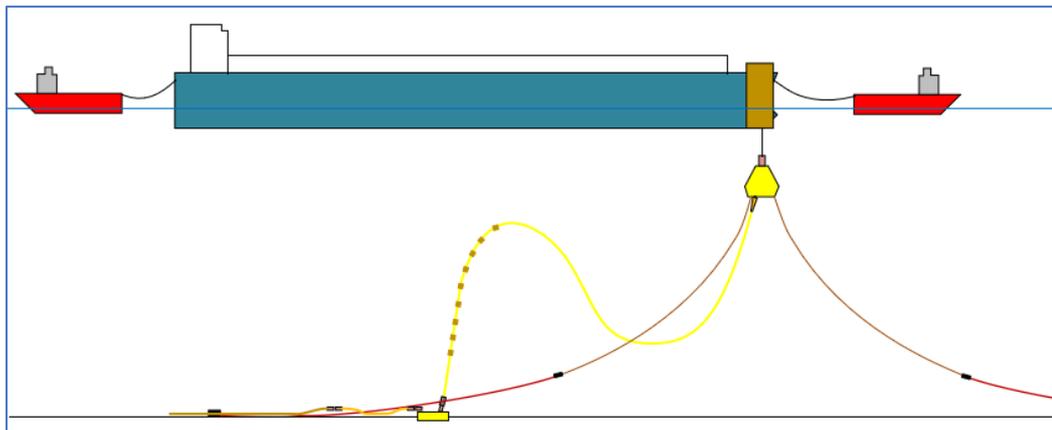


Figura 2.12: Tipico dell'operazione di collegamento della linea di recupero della FSRU al cavo sintetico collegato alla turret buoy

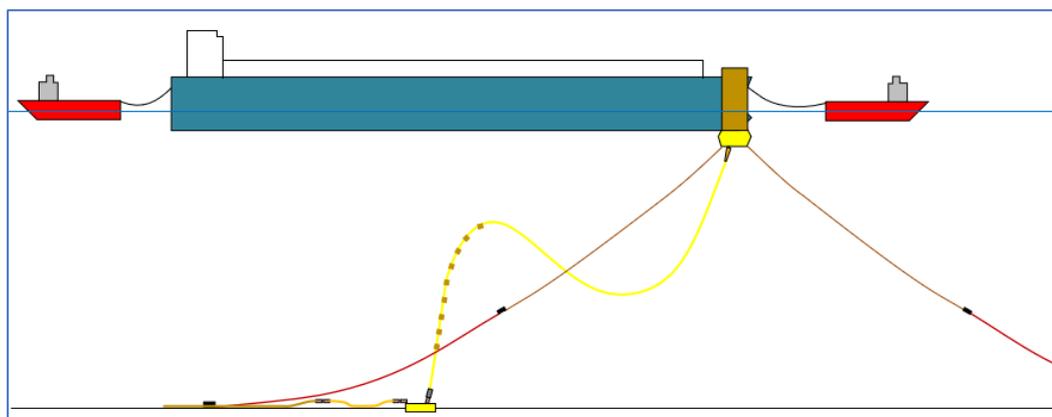


Figura 2.13: Tipico dell'operazione di recupero e fissaggio della turret buoy dentro la torretta

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 25 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Posa della condotta lungo il tracciato

Completata la fase di tiro della condotta nell'approdo costiero la posa proseguirà verso il largo per mezzo dello stesso lay barge, sino al raggiungimento della posizione prestabilita, dove la condotta verrà abbandonata sul fondale. L'accoppiamento delle barre è effettuato mediante saldatura. Tutte le saldature saranno sottoposte a controlli mediante l'utilizzo di tecniche non distruttive (NDT). Dopo il rivestimento dei giunti di saldatura con fasce termorestringenti e il ripristino della continuità del calcestruzzo di appesantimento, la condotta è varata facendola scorrere sulla "rampa di varo" gradualmente a tratti di lunghezza variabile in funzione della capacità di saldatura del mezzo di posa, mediante l'avanzamento dello stesso mezzo posa tubi. La "rampa di varo" permetterà di far assumere alla condotta, trattenuta a bordo da un sistema di tensionamento (tensionatore), la conformazione predefinita dal tipo mezzo in utilizzo (varo a "S") allo scopo di contenere nella tubazione le sollecitazioni di posa entro i limiti previsti.

La posa della condotta sarà effettuata da un mezzo posa-tubi che avanzerà utilizzando un sistema di 10-12 ancore, opportunamente disposte nell'intorno dell'area di lavoro. La posizione sulla rotta di posa sarà continuamente verificata con un sistema di radio posizionamento (tipo satellitare) attraverso un sistema di controllo centralizzato la nave posatubi, avanzerà gradualmente in relazione alle lunghezze di condotta varata di volta in volta. In accordo con la produzione giornaliera delle stringhe per la posa, l'area di varo si muoverà lungo il tracciato della condotta con una traslazione media di circa 1 km/giorno.

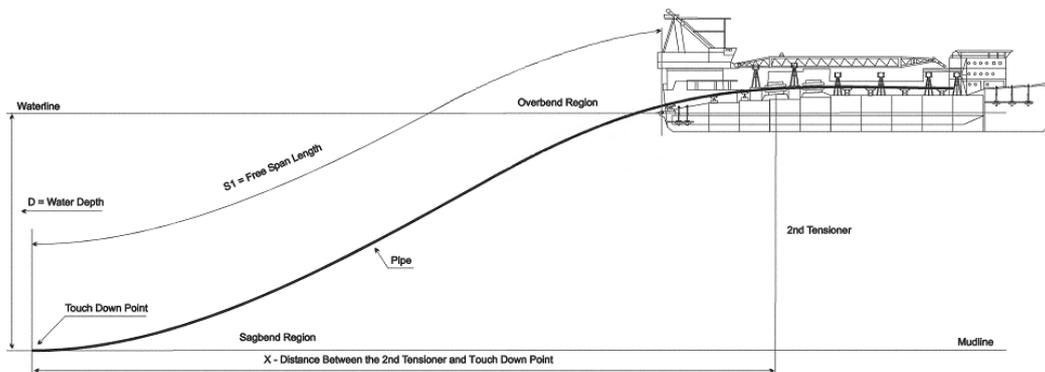


Figura 2.15: Tipica configurazione di posa a "S"

Interro della condotta

Una volta che la condotta sarà posata sul fondo, nei tratti in cui è previsto l'interramento per garantirne la stabilità, il tubo sarà affossato utilizzando mezzi sottomarini idonei allo scopo.

La metodologia di scavo applicata sarà quella del post-trenching.

Questa tecnica consiste nell'uso di un mezzo sottomarino che provvederà all'affossamento della tubazione asportandole materiale da sotto, dopo che è stata varata e posata nella

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 26 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

posizione voluta. Il materiale di scavo sotto la condotta sarà depositato lateralmente alla trincea sempre muovendosi a cavallo del tubo.

La macchina di scavo PTM (Post Trenching Machine) sarà movimentata da un mezzo nave equipaggiato di gru e idoneo per il posizionamento in bassi fondali.



Figura 2.16: Esempio di Mezzo Sottomarino Tradizionale per Operazione di Interramento della Condotta con Post trenching”

Installazione Cavo sottomarino a fibra ottica (FOC)

Nel tratto a mare, il cavo sarà installato in parallelo alla nuova condotta DN800, ad una distanza non inferiore a 50m circa per garantire l'assenza di interferenze con le operazioni di post-trenching della condotta e sarà interrato per circa 1m.

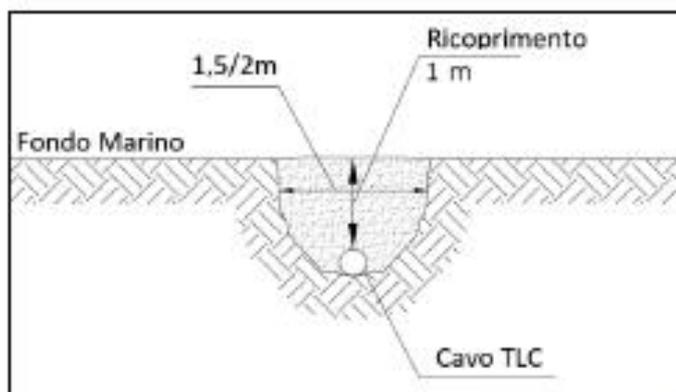


Figura 2.17: Tipica Sezione Trasversale di Cavo affossato

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 27 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prima dell'entrata nel microtunnel il cavo si avvicinerà alla nuova condotta e proseguirà quindi all'interno del microtunnel, quindi arriverà fino all'impianto a terra.

In particolare, completato il varo della condotta, si procederà con il tiro del cavo all'interno del tubo "casing" nel microtunnel. Il cavo sarà collegato alla fune di tiro a terra, posato sul fondale e varato fino ad arrivare in prossimità della FSRU, dove poi verrà trasferito e tirato all'interno della torretta.

Anche il cavo, al termine delle attività, sarà interrato con tecnologia post trenching.

2.2.2. Descrizione area cantiere a terra e pozzo di spinta

Il cantiere a terra sarà preparato prima delle operazioni con i seguenti equipaggiamenti:

- Sistema di fissaggio a terra;
- Winch e sistema di alimentazione;
- Pulegge di rinvio;
- Messaggera preinstallata nel il condotto di tiro all'interno del microtunnel;
- Condotto/convogliatore installato all'ingresso del microtunnel (J-Tube).

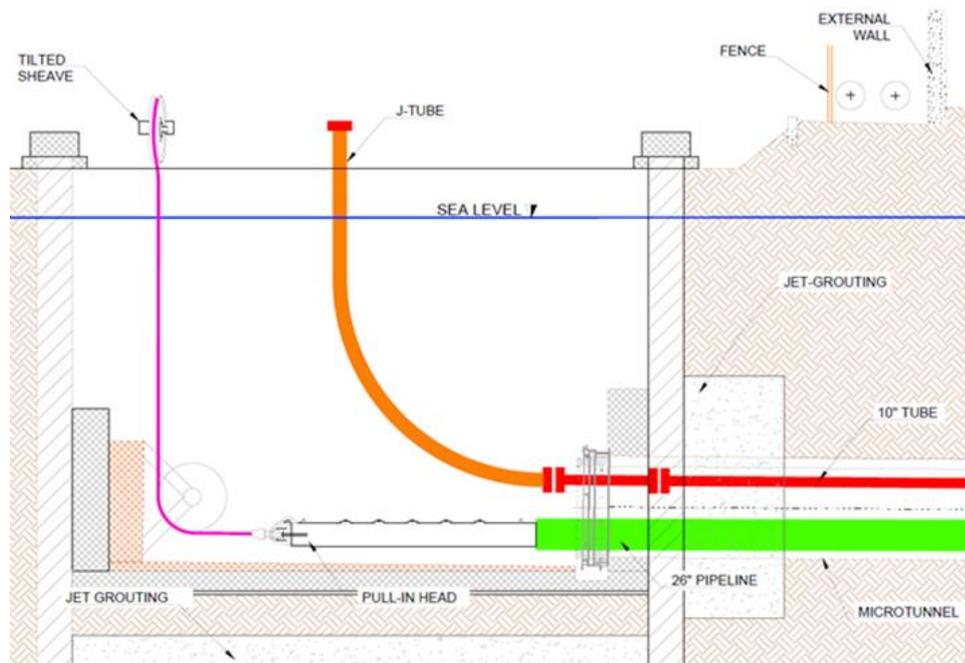


Figura 2.18: Vista in sezione di un tipico pozzo di spinta

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 28 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

L'argano, con il quale saranno effettuate le operazioni di tiro a terra, è stato considerato preliminarmente che abbia una capacità di tiro pari a 10ton.

2.2.3. Tracciati a Terra e Impianti

Le operazioni di messa in opera delle condotte si articolano, generalmente nella seguente serie di fasi operative:

- apertura dell'area di passaggio;
- sfilamento delle tubazioni lungo l'area di passaggio;
- saldatura di linea e controlli non distruttivi delle saldature;
- scavo della trincea;
- rivestimento dei giunti;
- posa della condotta;
- rinterro della condotta;
- realizzazione degli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua, di opere in sotterraneo, degli impianti e dei punti di linea (interventi realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea);
- collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta;
- esecuzione dei ripristini.

Apertura dell'area di passaggio

Lo svolgimento delle varie fasi operative e cantieristiche relative alla costruzione del metanodotto richiede l'apertura di un'area di passaggio, che deve essere per quanto possibile continua e di larghezza tale da garantire la massima sicurezza nei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso.

L'apertura dell'area di passaggio è realizzata con mezzi cingolati, quali ruspe, escavatori e pale cariatrici, ecc.

Nelle aree occupate da vegetazione ripariale e colture arboree (vigneti, frutteti, ecc.), l'apertura dell'area di passaggio può comportare il taglio delle piante, da eseguirsi al piede dell'albero secondo la corretta applicazione delle tecniche selvicolturali, e la rimozione delle ceppaie; in alternativa l'espianto e il reimpianto degli alberi (es. oliveti). Nelle aree agricole sarà garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e drenaggio ed in presenza di colture arboree si provvederà, ove necessario, all'ancoraggio provvisorio delle stesse. In questa fase si opererà anche lo spostamento di eventuali pali di linee elettriche e/o telefoniche ricadenti nella fascia di lavoro.

Contestualmente all'apertura dell'area di passaggio sarà eseguito, ove presente, la salvaguardia dello strato umico superficiale che, accantonato con adeguata protezione al

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 29 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

marginale della fascia di lavoro, sarà riposizionato nella sede originaria durante la fase dei ripristini. In questa fase verranno realizzate talune opere provvisorie, come tombini, guadi o quanto altro serve per garantire il deflusso naturale delle acque.

Nel caso in oggetto, la larghezza dell'area di passaggio messa a disposizione dell'Appaltatore per la messa in opera delle condotte sarà pari a:

- 24 m normale e 20 m ridotta per il tratto Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN650 (26"), DP 100 bar;
- 21 m normale e 18 m ridotta per il tratto Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti – Fase 1, DN 500 (20"), DP 75 bar;
- 24 m normale e 20 m ridotta per il tratto Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti – Fase 2, DN 650 (26"), DP 75 bar;

Per i tratti in stretto parallelismo tra il Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti – Fase 2, DN 650 (26"), DP 75 bar e il "Metanodotto Alessandria-Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12"), MOP 64 bar" in dismissione, l'area di passaggio avrà una larghezza di 24 m.

Infine, per i nuovi Allacciamenti, la fascia di lavoro avrà una larghezza pari a:

- 14 m normale e 12 m ridotta per gli Allacciamenti DN100 (4");
- 16 m normale e 14 m ridotta per gli Allacciamenti DN 250 (10") e DN 200 (8").

Le superfici dell'area di passaggio non interessate dal deposito dello scotico e dal terreno di risulta dallo scavo della trincea, saranno dedicate al montaggio delle condotte ed al transito dei mezzi adibiti al trasporto del personale, dei rifornimenti e dei materiali e per il soccorso.

In corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture e servizi interrati di particolare importanza, di norma sono previsti allargamenti delle aree di passaggio evidenziati nelle planimetrie di progetto.

L'accessibilità all'area di passaggio è normalmente assicurata dalla viabilità ordinaria, che, durante l'esecuzione dell'opera, subirà unicamente un aumento del traffico dovuto ai soli mezzi dei servizi logistici.

I mezzi adibiti alla costruzione (escavatori e macchine operatrici) invece utilizzeranno l'area di passaggio messa a disposizione per la realizzazione dell'opera.

Oltre alle arterie statali e provinciali, l'accessibilità al tracciato è assicurata dalla esistente viabilità secondaria costituita da strade comunali, vicinali e forestali, spesso in terra battuta.

L'accesso dei mezzi al tracciato richiederà la ripulitura ed adeguamento del sedime carrabile (ove necessario).

Per permettere l'accesso all'area di passaggio o la continuità lungo la stessa, in corrispondenza di alcuni tratti particolari si prevede, inoltre, l'apertura di piste temporanee di passaggio di minime dimensioni. Le piste, tracciate in modo da sfruttare il più possibile l'esistente rete di viabilità campestre, saranno rimosse al termine dei lavori di costruzione dell'opera e l'area interessata ripristinata nelle condizioni preesistenti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 30 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Sfilamento dei tubi lungo l'area di passaggio

L'attività consiste nel trasporto dei tubi dall'area di cantiere ed al loro posizionamento lungo la fascia di lavoro, predisponendoli testa a testa per la successiva fase di saldatura. Per queste operazioni, saranno utilizzati escavatori e mezzi cingolati o gommati adatti al trasporto delle tubazioni.

Saldatura di linea

I tubi saranno collegati mediante saldatura ad arco elettrico impiegando motosaldatrici a filo continuo. L'accoppiamento sarà eseguito mediante accostamento di testa di due tubi, in modo da formare, ripetendo l'operazione più volte, un tratto di condotta.

I tratti di tubazioni saldati saranno temporaneamente disposti parallelamente alla traccia dello scavo, appoggiandoli su appositi sostegni in legno per evitare il danneggiamento del rivestimento esterno. I mezzi utilizzati in questa fase saranno essenzialmente escavatori o autocarri, motosaldatrici e compressori ad aria.

Controlli non distruttivi alle saldature

Le saldature saranno tutte sottoposte a controlli non distruttivi mediante l'utilizzo di tecniche ad ultrasuoni.

Scavo della trincea

Lo scavo destinato ad accogliere la condotta sarà aperto con l'utilizzo di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno attraversato (escavatori in terreni sciolti, martelloni in roccia/calcestruzzo).

Le dimensioni standard della trincea sono riportate nei Disegni tipologici di progetto (vedi Dis. STD-D-11800).

Dove necessario, si provvederà al contenimento delle pareti laterali dello scavo mediante l'utilizzo di opere provvisorie tipo sbadacchiature, sistemi di puntellazione per scavi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 31 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

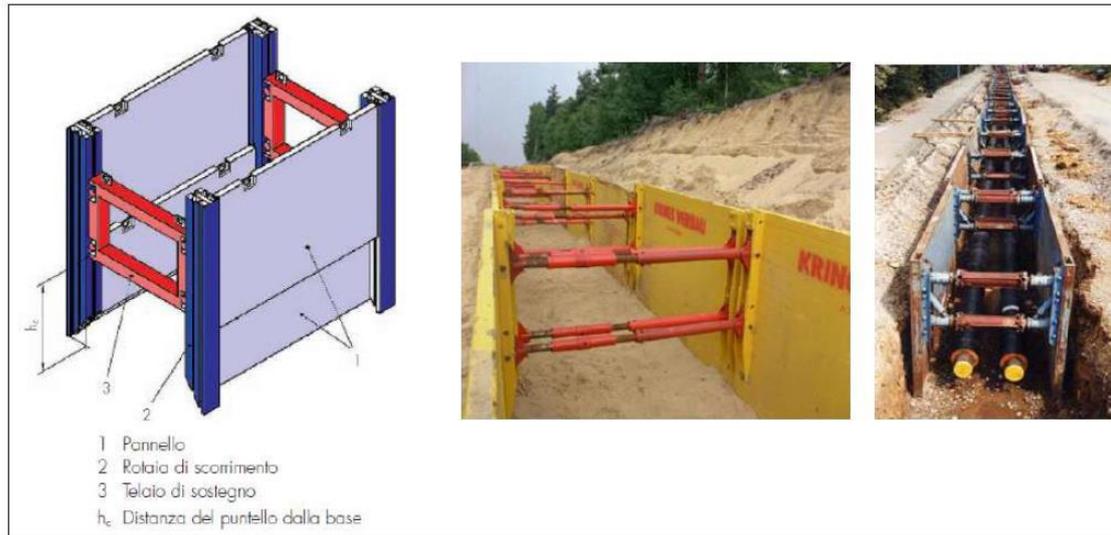


Figura 2.19: Opere provvisorie - sbadacchiature con legname e sistemi di puntellazione per scavi

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della condotta. Tale operazione sarà eseguita in modo da evitare la miscelazione del materiale di risulta con lo strato humico accantonato, nella fase di apertura dell'area di passaggio.

I movimenti terra associati all'apertura e chiusura della trincea prevedranno l'accantonamento del terreno scavato lungo l'area di passaggio, senza richiedere trasporto e movimenti del materiale longitudinalmente all'asse dell'opera. Il materiale accantonato, laddove risultato conforme ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente, verrà totalmente riutilizzato in sito nella fase di ripristino degli scavi, non sono quindi previsti surplus di materiale.

Le operazioni di scavo comporteranno il deposito delle seguenti tipologie di cumuli di TRS:

- Cumuli dello strato superficiale humifico oggetto di scotico, derivante dall'apertura dell'area di passaggio e degli allargamenti;
- Cumuli delle TRS prodotte per lo scavo della trincea per posa condotta o per dismissione condotta (gli scavi per posa e dismissione non si sovrapporranno, in quanto la fase di dismissione della linea esistente inizierà solo successivamente alla messa in esercizio della nuova linea).

I suddetti cumuli sono da intendersi come delle "dune" che si estendono parallelamente al tracciato di progetto e ricadenti all'interno dall'area di occupazione lavori.

In corrispondenza dei tratti trenchless (Microtunnel) il materiale di risulta dalle operazioni di risulta sarà caratterizzato e conferito a discariche autorizzate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 32 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Rivestimento dei giunti

Al fine di realizzare la continuità del rivestimento in polietilene, costituente la protezione passiva della condotta, si procederà a rivestire i giunti di saldatura con apposite fasce termorestringenti. Il rivestimento della condotta sarà quindi interamente controllato con l'utilizzo di un'apposita apparecchiatura a scintillio (holiday detector) e, se necessario, saranno eseguite le riparazioni con l'applicazione di mastice e pezze protettive. È previsto l'utilizzo di autocarri adatti al sollevamento della condotta.

Posa della condotta

Ultimata la verifica della perfetta integrità del rivestimento, la condotta saldata sarà sollevata e posata nello scavo con l'impiego di trattori posatubi (sideboom). Nel caso in cui il fondo dello scavo presenti asperità tali da poter compromettere l'integrità del rivestimento, sarà realizzato un letto di posa con materiale inerte (sabbia, ecc.).

Rinterro della condotta

La condotta posata sarà ricoperta utilizzando il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dello scavo della trincea (il materiale accantonato, laddove risultato conforme ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente, verrà totalmente riutilizzato in sito nella fase di ripristino, non sono quindi previsti surplus di materiale).

A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà, ove necessario, a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato.

Realizzazione degli attraversamenti

Gli attraversamenti di infrastrutture (strade, corsi d'acqua, servizi interrati, ecc.) esistenti vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea.

Le metodologie realizzative previste sono diverse e, in sintesi, possono essere così suddivise:

- attraversamenti con scavo a cielo aperto;
- attraversamenti per mezzo di tecnologie "trenchless".

Gli attraversamenti di strade provinciali, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) sono realizzati, in accordo alla normativa vigente, con tubo di protezione.

Il tubo di protezione è verniciato internamente e rivestito, all'esterno, con polietilene applicato a caldo in fabbrica dello spessore minimo di 3 mm.

Contemporaneamente alla messa in opera del tubo di protezione, si procede, fuori opera, alla preparazione del cosiddetto "sigaro". Questo è costituito dal tubo di linea a spessore

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 33 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

maggiorato, cui si applicano alcuni collari distanziatori che facilitano le operazioni di inserimento e garantiscono nel tempo un adeguato isolamento elettrico della condotta. Il “sigaro” viene poi inserito nel tubo di protezione e collegato alla linea.

Una volta completate le operazioni di inserimento, alle estremità del tubo di protezione saranno applicati i tappi di chiusura con fasce termorestringenti.

In corrispondenza di una o di entrambe le estremità del tubo di protezione, in relazione alla lunghezza dell'attraversamento ed al tipo di servizio attraversato, è collegato uno sfiato. Lo sfiato, munito di una presa per la verifica di eventuali fughe di gas e di un apparecchio tagliafiama, è realizzato utilizzando un tubo di acciaio DN 80 (3”) con spessore di 2,90 mm. La presa è applicata a 1,50 m circa dal suolo, l'apparecchio tagliafiama è posto all'estremità del tubo di sfiato, ad un'altezza massima pari a 2,50 m. In corrispondenza degli sfiati, sono posizionate piantane alle cui estremità sono sistemate le cassette contenenti i punti di misura della protezione catodica.

Gli attraversamenti realizzati con scavo a cielo aperto, con o senza tubo di protezione, sono generalmente realizzati in corrispondenza di piccoli canali e di strade interpoderali.

Questa tecnica causa, durante la fase di costruzione, un temporaneo disturbo dovuto agli sbancamenti per l'apertura dell'area di passaggio dei mezzi di lavoro e per il materiale di risulta proveniente dagli scavi; tale disturbo è comunque transitorio e legato alla durata dei lavori.

Opere trenchless

Per superare particolari elementi morfologici (es. mare) e/o in corrispondenza di particolari situazioni di origine antropica (ad es. infrastrutture viarie) o di corsi d'acqua arginati, saranno adottate soluzioni in sotterraneo (denominate convenzionalmente nel testo trenchless) con l'utilizzo, nello specifico, del Microtunnel.

Il metodo costruttivo del Microtunnel consente di superare un'area interessata da un ostacolo mediante la realizzazione di un tunnel sotterraneo (aventi solitamente diametri interni < 2,5m), che collega un pozzo di partenza ad uno di arrivo (Figura seguente).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 34 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

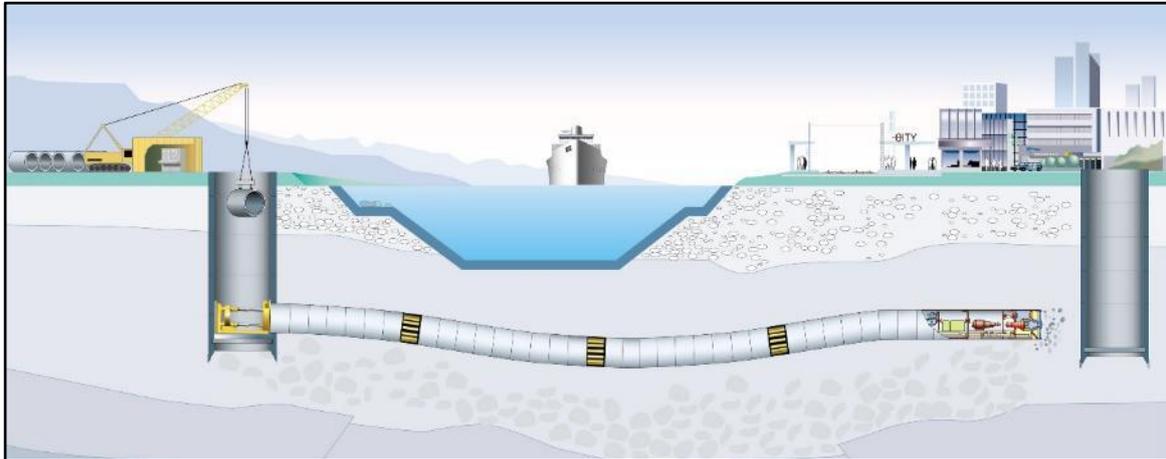


Figura 2.20: Attraversamento di un ostacolo con la metodologia Trenchless del Microtunnel

Dal punto di vista geometrico, la configurazione dell'intera opera sotterranea (pozzi e tunnel), è progettata in planimetria e in sezione in modo da non interferire con l'area e le profondità che caratterizzano l'ostacolo presente lungo lo sviluppo del tracciato in progetto.

Al termine dello scavo del tunnel, si procede prima con l'installazione della condotta in progetto e della polifera portacavi all'interno del tunnel e dei pozzi, e successivamente all'intasamento con miscela cementizia dell'intercapedine tra la condotta e il tunnel.

Le principali fasi di costruzione del metodo sono: la costruzione dei pozzi di partenza e di arrivo; lo scavo del microtunnel; l'installazione della condotta in progetto e della polifera portacavi nel tunnel; l'intasamento del tunnel; il riempimento dei pozzi e il ripristino delle aree di cantiere alle morfologie originarie.

Tipicamente le attività di lavoro per la costruzione di un attraversamento con MT si articolano nella seguente sequenza temporale:

- a. Preparazione delle aree cantiere
 - Accantonamento dell'humus, recinzioni e calpestio
 - Stoccaggio dei materiali e delle attrezzature
- b. Costruzione delle postazioni di spinta e di recupero
 - Eventuali drenaggi delle aree e scavi di pre-sbancamento
 - Realizzazione delle strutture di contenimento e di fondo pozzo
 - Realizzazione del muro reggispinga nella postazione di spinta
- c. Installazione delle attrezzature nella postazione di spinta
 - Rotaie guida
 - Sistema per l'allontanamento del terreno di scavo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 35 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Stazione di spinta principale
- Testata di perforazione
- Strumentazione di controllo della direzionalità
- d. Produzione dei fanghi bentonitici
 - Installazione dell'impianto di produzione dei fanghi
 - Installazione dei silos di stoccaggio
 - Installazione dell'impianto di trattamento dello slurry
 - Circuito idraulico per la mandata e il recupero dei fanghi
- e. Installazione delle attrezzature per la fornitura di energia elettrica e oleodinamica
- f. Approvvigionamento dei tubi di rivestimento
 - Stoccaggio in area cantiere dei tubi di rivestimento in c.a. prodotti in stabilimento
- g. Operazioni di tunnelling
 - Scavo e rimozione del terreno
 - Posa in avanzamento dei tubi di protezione ed eventuali iniezioni lubrificanti
 - Installazione di stazioni di spinta intermedie
 - Controlli di direzionalità dello scavo
- h. Operazioni di intasamento, sigillatura ed impermeabilizzazione
 - Iniezioni di intasamento nel terreno di trivellazione
 - Sigillatura ed impermeabilizzazione dei giunti nel tubo di protezione
- i. Recupero delle attrezzature a fine trivellazione e pulizia del mt
- j. Installazione della condotta nel microtunnel
 - Installazione dei tubi portacavi per cavi telecomando
 - Installazione di tubi in PEAD per l'intasamento del MT
 - Collaudo idraulico della stringa (se prevista)
 - Opere accessorie per l'installazione della condotta nel MT
 - Installazione della condotta (saldature, controlli, sabbiatura, rivestimento di protezione catodica, etc.)
 - Installazione del sistema di protezione catodica
 - Collaudo idraulico post-installazione della condotta per la sezione in tunnel e nei pozzi
 - Collegamenti della condotta con la linea
- k. Intasamento del MT con miscele autolivellanti
- l. Riempimento pozzi di trivellazione

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 36 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

m. Ripristini e recupero ambientale

- Smobilitazione cantiere e rinterro delle postazioni di trivellazione
- Ripristino morfologico delle aree in prossimità delle due postazioni
- Ripristini ambientali.

Il metodo costruttivo microtunnel prevede che l'azione di avanzamento della macchina di scavo, sia esercitata da una stazione di spinta ubicata nel pozzo di partenza della trivellazione, e sia trasmessa mediante i tubi di rivestimento in c.a. inseriti progressivamente dietro la macchina di scavo (Figura seguente).

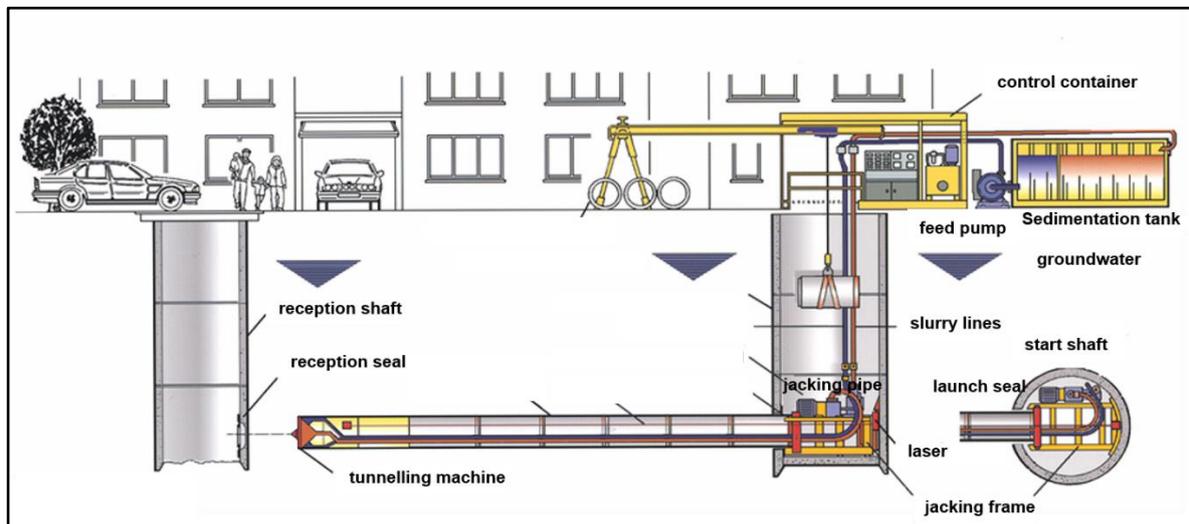


Figura 2.21: Schema costruttivo della metodologia Microtunnel

In associazione alla stazione di spinta principale sono usualmente utilizzate anche stazioni di spinta intermedie posizionate progressivamente durante l'avanzamento. I diametri esterni dei tubi di rivestimento in c.a. raggiungono tipicamente valori massimi del diametro esterno di 3000mm.

La configurazione geometrica di attraversamento può essere rettilinea o curvilinea. Nel caso di utilizzo di geometrie ad asse curvilineo (sia sul piano orizzontale che su quello verticale) sono impiegati tubi di rivestimento in c.a. con giunti a bicchiere, che sfruttano la possibilità di deviazione angolare offerta dal giunto stesso.

Le guarnizioni presenti tra i giunti dei tubi di rivestimento in c.a. garantiscono la tenuta idraulica e consentono di realizzare un'opera in sotterraneo impermeabile anche in condizioni di scavo in terreni saturi.

Il sistema di costruzione MT è costituito dai seguenti principali mezzi d'opera:

- testa fresante;
- sistema di spinta principale ed intermedio;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 37 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- tubi di rivestimento prefabbricati in c.a.;
- sistema di guida (cabina controllo e softwares);
- sistema di controllo della direzionalità (sistema a raggi laser);
- sistema per la riduzione degli attriti e sostegno del fronte scavo;
- impianto di produzione dei fanghi;
- impianto di trattamento del fango di perforazione;
- pompe e circuiti idraulici per i fanghi di perforazione;
- silos di stoccaggio dei materiali;
- sistema di rimozione del terreno di scavo (nastri trasportatori, slurry);
- pompe e circuito idraulico per la lubrificazione durante la perforazione;
- power pack;
- mezzi per la movimentazione dei materiali e delle attrezzature.

Usualmente è necessario costruire due postazioni di trivellazione: il pozzo di spinta in corrispondenza di un'estremità dell'attraversamento, collegato tramite il tunnel al pozzo di recupero della fresa, posizionato sull'estremità opposta del tunnel.



Figura 2.22: Pozzo di lancio di un MT e stazione di spinta principale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 38 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.23: Interno di un pozzo di lancio di un MT



Figura 2.24: Interno di un Microtunnel (MT) durante lo scavo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 39 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.25: Pozzo di recupero della fresa di un Microtunnel (MT)

Per l'installazione della condotta nel MT solitamente è utilizzato un sistema di tiro.

Il sistema di tiro è configurato in modo da posizionare in un pozzo del microtunnel un argano, con una fune d'acciaio stesa all'interno del microtunnel fino al pozzo ubicato all'estremo opposto.



Figura 2.26: Argano con fune d'acciaio per il tiro della condotta nel MT

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 40 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.27: Tunnel pronto per l'inserimento della condotta. La fune d'acciaio collegata all'argano è stesa sul fondo del MT

Il pozzo dal quale è inserita la condotta viene modificato in modo da poter accogliere lungo una rampa la stringa di condotta da varare nel tunnel. In testa alla stringa da inserire è saldata una testa di tiro di forma conica alla quale è collegata la fune d'acciaio collegata all'argano. La colonna di tubo è posizionata su una via a rulli in modo che possa scorrere durante le fasi di tiro.

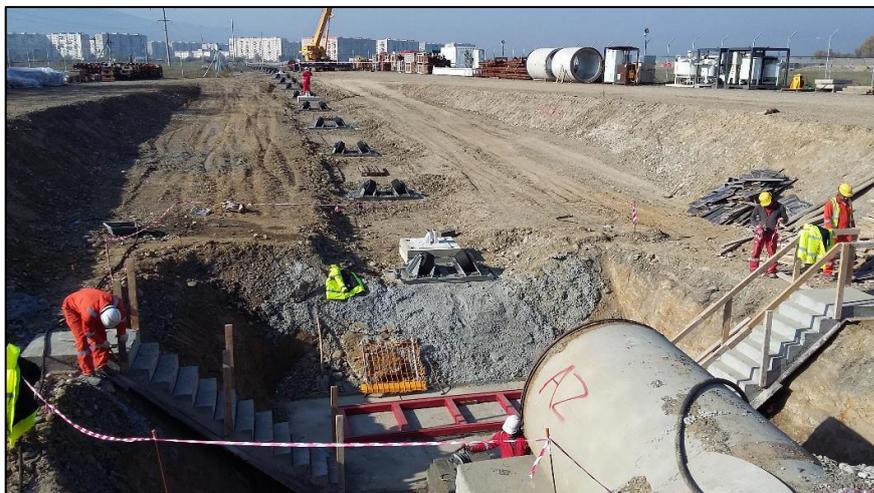


Figura 2.28: Pozzo e rampa preparate per il varo della condotta nel microtunnel

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 41 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.29: Testa di tiro saldata alla stringa di condotta da inserire nel MT e collegamento con la fune d'acciaio collegata all'argano

Nella seguente figura è mostrata la fase di inizio del tiro della colonna da inserire nel microtunnel.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 42 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.30: Installazione della stringa di condotta nel microtunnel

Durante l'installazione sono installati dei collari distanziatori sulla condotta prima dell'ingresso nel tunnel al fine di ridurre gli attriti durante il varo e di proteggere il rivestimento del tubo da eventuali abrasioni con il fondo in c.a. del tunnel.

Al termine dell'inserimento della condotta nel tunnel, si esegue il collaudo idraulico della condotta per garantire la totale integrità e, successivamente si completano i lavori con l'intasamento dell'intercapedine tra la condotta e il rivestimento interno del tunnel mediante iniezioni di miscele cementizie.

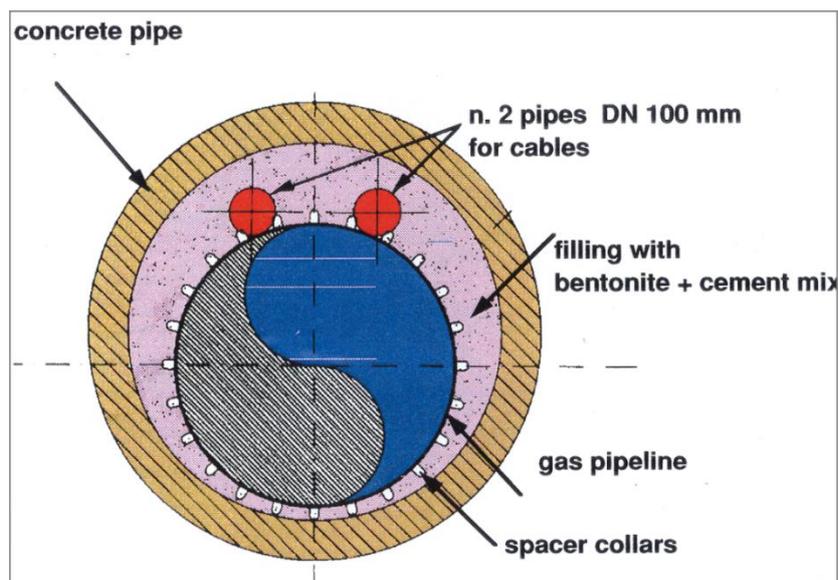


Figura 2.31: Sezione tipo della condotta posata nel microtunnel al termine dei lavori

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 43 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Completato l'intasamento del tunnel si concludono i lavori con il riempimento dei pozzi, la rimozione delle opere accessorie e il ripristino delle aree temporanee di cantiere alle condizioni morfologiche originarie.

In generale, il sistema d'installazione della condotta è costituito dai seguenti principali mezzi d'opera:

- argano, fune di tiro e testa di tiro;
- via a rulli o in alternativa, per la movimentazione della stringa, possono essere utilizzati side-booms (nel caso di installazione di una stringa);
- collari distanziatori da installare sulla condotta (all'interno del MT);
- impianto per la produzione della miscela autolivellante per l'intasamento finale del tunnel;
- pompe, circuiti idraulici e tubi per l'intasamento del MT.

Realizzazione degli impianti di linea

La realizzazione degli impianti di linea consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc.) e la realizzazione di fabbricati in muratura, ove previsti, per il ricovero delle apparecchiature e dell'eventuale strumentazione di controllo.

Al termine dei lavori si procede al collaudo ed al collegamento dei sistemi alla linea.

Attività preliminari alla messa in gas

Le apparecchiature di processo devono essere ispezionate internamente al fine di appurarne l'integrità operativa.

Dopo il completamento della costruzione, si procede alla verifica di ogni struttura; ciascun sistema/sottosistema, compreso il sistema di controllo e l'impianto elettrico, è verificato per la corretta installazione.

Si veda per maggiori dettagli il successivo relativo al Pre-commissioning.

Mezzi

Una stima dei mezzi necessari alla realizzazione dell'opera, suddivisi per fasi di cantiere è indicata nella tabella seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 44 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 2.1: Mezzi per la realizzazione dell'opera

FASE DI LAVORO	MEZZI	N.	POTENZA [kW]
Apertura pista	Escavatore cingolato	1	120
	Pala gommata	1	120
	Autocarro	1	120
	Fuoristrada/pulmino	1	100
Sfilamento	Side Boom	1	120
	Fuoristrada	2	100
	Trattori per sfilamento	2	120
	Escavatore cingolato	1	120
Scavo della trincea	Escavatore cingolato	2	120
	Autocarro	2	120
	Fuoristrada/pulmino	1	100
Saldatura e piegatura tubi	Autocarro	2	120
	Escavatore cingolato	1	120
	Side Boom	1	120
	Fuoristrada/pulmino	1	100
	Pay-Welder	2	120
	Compressore	1	50
Posa tubi e preinterro	Side Boom	4	120
	Escavatore cingolato	1	120
	Autocarro	1	120
	Fuoristrada/pulmino	2	100
	Pala cingolata	1	120
Rinterro e chiusura pista	Escavatore cingolato	1	120
	Pala gommata	1	120
	Autocarro	1	120
Collaudo idraulico e svuotamento	Stazione di pompaggio	1	120
	Autocarro	1	120
	Escavatore	1	120
	Fuoristrada	2	100
	Compressore	2	50
Messa in gas	Promiscuo	1	100

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 45 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

FASE DI LAVORO	MEZZI	N.	POTENZA [kW]
	Fuoristrada	2	100
Ripristini morfologici	Escavatore	2	120
	Autocarro	2	120
	Fuoristrada	2	100
Ripristini vegetazionali	Escavatore	1	120
	Escavatore leggero	1	120
	Autocarro	1	120
	Fuoristrada	1	100
Realizzazione opere trenchless/lavori meccanici di montaggio	Pala meccanica	2	120
	Escavatore	2	120
	Autocarro per smarino	2	120
	Gru >25 Ton	1	200
	Autogru ≤ 25 t	2	200
	Autobetoniera	2	120
	Fuoristrada	2	100
	Promiscuo	2	100
	Sistemi perforazione	1	120
	Trivella	1	120
	Ripristini viabilità	Escavatore	1
Pala meccanica		1	120
Autocarro		2	120
Fuoristrada		2	100

Materiali

La realizzazione dei metanodotti richiede l'impiego di materiali che, oltre all'acciaio della tubazione e dei relativi apparati (valvole, ecc.), è principalmente costituito da calcestruzzo per le solette di fondazione delle opere di ripristino, per i basamenti delle valvole di intercettazione.

Si evidenzia che il calcestruzzo e i materiali inerti da utilizzare saranno reperiti sul mercato dagli operatori locali più vicini alle aree di realizzazione delle diverse opere. La realizzazione dell'opera non comporterà l'apertura di alcuna cava di prestito al servizio dell'opera.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 46 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Collaudo idraulico

A condotta completamente posata e collegata si procederà al collaudo idraulico che è eseguito riempiendo la tubazione di acqua e pressurizzandola ad almeno 1,3 volte la pressione massima di esercizio, per una durata di 48 ore.

Le fasi di riempimento e svuotamento dell'acqua del collaudo idraulico sono eseguite utilizzando idonei dispositivi, comunemente denominati "pig", che vengono impiegati anche per operazioni di pulizia e messa in esercizio della condotta.

Queste attività sono svolte suddividendo la linea per tronchi di collaudo. Ad esito positivo dei collaudi idraulici e dopo aver svuotato l'acqua di riempimento, i vari tratti collaudati verranno collegati tra loro mediante saldatura controllata con sistemi non distruttivi.

Al termine delle operazioni di collaudo idraulico e dopo aver proceduto al rinterro della condotta, si eseguirà un ulteriore controllo dell'integrità del rivestimento della stessa. Tale controllo è eseguito utilizzando opportuni sistemi di misura del flusso di corrente dalla superficie topografica del suolo.

L'acqua di collaudo verrà quindi filtrata ed analizzata chimicamente ai fini della corretta gestione finale.

Esecuzione degli interventi di ottimizzazione, mitigazione e dei ripristini

I ripristini rappresentano l'ultima fase di realizzazione di un metanodotto e consistono in tutte le operazioni, che si rendono necessarie a riportare l'ambiente allo stato preesistente i lavori. Al termine delle fasi di montaggio, collaudo e collegamento si procede a realizzare gli interventi di ripristino.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali.

- **Ripristini morfologici:** si tratta di opere ed interventi mirati alla riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo la riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.
- **Ripristini vegetazionali:** tendono alla ricostituzione, nel più breve tempo possibile, della copertura vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale e seminaturale. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

2.2.4. Tratto in dismissione

Ultimata la messa in esercizio del Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale DN 650 (26"), DP 75 bar e degli stacchi esistenti, l'attività di dismissione delle linee Alessandria-Cairo Montenotte e Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12"), riguarderà il tratto compreso tra il PIDI n. 1 di interconnessione e il collegamento che si stacca dall'area trappole,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 47 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

interconnessione e riduzione in loc. Chinelli con il DN 300 esistente; l'attività comporterà la rimozione della condotta esistente e dei relativi stacchi mediante la realizzazione di scavi a cielo aperto.

Per alcuni tratti di condotta, in corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture di rilievo realizzati con tubo di protezione, può essere previsto lo sfilamento della condotta e l'intasamento del tubo di protezione in luogo della completa rimozione.

Di seguito una breve descrizione degli interventi previsti.

- **Rimozione:** rimozione totale della condotta e delle opere accessorie attraverso scavi per messa a vista della condotta, successivo rinterro con ripristini morfologici delle aree interessate dai lavori.
- **Estrazione del tubo di linea e intasamento del tubo di protezione:** rimozione della sola condotta di trasporto del gas attraverso lo sfilamento della stessa dal tubo di protezione, che verrà mantenuto in loco. Tutte le attività verranno eseguite nell'ambito di due piccole aree di cantiere collocate in corrispondenza delle due estremità del tubo di protezione stesso il quale, al termine dei lavori, verrà inertizzato tramite intasamento con malta cementizia.
- **Intasamento del tubo di linea:** la condotta di trasporto del gas non verrà rimossa ma mantenuta in loco. Tutte le attività verranno eseguite nell'ambito di due piccole aree di cantiere collocate in corrispondenza delle due estremità del tubo di linea il quale, al termine dei lavori, verrà inertizzato tramite intasamento con malta cementizia.
- **Smantellamento degli impianti:** lo smantellamento degli impianti e punti di linea consiste nello smontaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (apparecchiature di controllo, ecc.) e nello smantellamento dei basamenti delle valvole in c.a.

In ogni caso, al termine delle operazioni, è previsto il ripristino morfologico delle limitate aree interessate dagli scavi.

2.2.5. Pre-Commissioning

A valle del completamento dell'installazione delle apparecchiature costituenti gli impianti, si avviano le attività di precommissioning con lo scopo di verificare che tutte le parti dell'impianto appena completate meccanicamente siano state realizzate in maniera conforme al progetto originario.

Durante il pre-commissioning non viene introdotto il fluido di processo (gas naturale) nell'impianto ma solo fluidi di servizio quali aria compressa, acqua, azoto, vapore.

Sono temporaneamente messi sotto tensione a scopo di test i componenti elettrici quali quadri di distribuzione, gruppi di continuità.

Parte integrante della fase di precommissioning riguarderà anche il collaudo dei sistemi di ormeggio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 48 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Una volta eseguita l'installazione del giunto che conetterà la condotta sottomarina e il PLEM sarà possibile provvedere alle attività di pre-commissioning.

Tutte le attività di installazione della torretta sulla FSRU avverranno in cantiere prima dell'arrivo in sito.

Il collaudo idraulico del sistema costituito dalla condotta sottomarina che va dal FSRU al punto di interconnessione linea mare/terra, e le operazioni connesse ad esso, devono assicurare che il sistema sia pronto per essere collegato agli altri sistemi (ovvero il rigassificatore e la condotta a terra) ed alla successiva introduzione del prodotto e prevederà le seguenti attività principali:

- Riempimento, pulizia e calibratura interna della condotta;
- Collaudo idraulico della condotta;
- Collaudo idraulico di altre componenti facenti parte del sistema della condotta sottomarina;
- Prova di tenuta dell'intero sistema oppure, in alternativa, prove di tenuta sulle singole connessioni flangiate non testate durante il collaudo della condotta;
- Svuotamento del sistema;
- Essiccamento;
- Flussaggio e preservazione con azoto.

La caratterizzazione e lo smaltimento delle sostanze chimiche saranno eseguiti con procedure prestabilite e sotto il controllo delle autorità competenti, saranno definite le procedure per il prelievo e lo scarico dell'acqua necessaria. La caratterizzazione chimica dei rifiuti provenienti dall'acqua scaricata della condotta e le procedure di raccolta e smaltimento saranno presentate alle Autorità territoriali competenti.

L'acqua utilizzata per il riempimento e collaudo può essere acqua dolce o di mare, pulita, non aggressiva e di qualità che limiti al minimo il rischio di corrosione della tubazione. Non è consentito l'uso di acque reflue o derivanti da processi industriali.

Prima di accertarne l'idoneità verrà eseguita un'analisi di laboratorio, e potrebbe essere trattata con additivi chimici ove richiesti ad evitare l'insorgenza di fenomeni corrosivi o accrescimento microbico.

L'acqua utilizzata, inoltre, sarà filtrata per impedire l'ingresso di corpi estranei all'interno della tubazione in prova e, in caso di presenza di corpi solidi in sospensione (sabbia, limo, ecc.) o nel caso di acqua torbida, devono essere usate delle attrezzature di decantazione e di filtraggio (50 micron) per evitare fenomeni di sedimentazione.

La stima preliminare del volume di acqua prelevata durante le varie fasi del collaudo è riportata nella seguente tabella riepilogativa:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 49 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Sottosistema/Operazione	Volume di acqua stimato
Condotta / Pre-allagamento (qualora richiesto)	1550 m ³
Condotta / Riempimento, pulizia e calibratura interna	1550 m ³
Condotta / Collaudo	10 m ³
Riser Flessibili / Riempimento	110 m ³
Riser Flessibili / Collaudo	1 m ³
Intero sistema / Prova di tenuta	10 m ³

Per quanto riguarda il cavo sottomarino a fibra ottica (FOC), le seguenti operazioni sono previste:

- Attività di Pre-commissioning volte a verificare l'integrità meccanica della Fibra Ottica e delle relative terminazioni e connessioni;
- Attività di Commissioning volte a verificare l'integrità del link relative funzionalità associate.

Con riferimento alle condotte a terra, le attività preliminari alla messa in gas consistono nell'esecuzione in sequenza delle seguenti operazioni:

- Pulizia;
- Riempimento;
- Collaudo;
- Svuotamento;
- Controllo;
- Essiccamento;
- Depressurizzazione e inertizzazione.

Il collaudo idraulico sarà effettuato suddividendo la condotta in tronchi di collaudo di lunghezza variabile, sulla base principalmente del profilo altimetrico della condotta, della localizzazione dei possibili punti di prelievo e di smaltimento dell'acqua da utilizzare per lo stesso collaudo.

L'approvvigionamento avviene in modo diretto sulla linea da collaudare o attraverso linee di adduzione provvisorie appositamente predisposte e di seguito smantellate.

Si provvederà alla individuazione del punto di prelievo dell'acqua, utilizzando sorgenti naturali, quali corsi d'acqua superficiali, bacini e pozzi, serbatoi artificiali o reti idriche disponibili in zona, nel rispetto della legislazione vigente in materia.

Non è consentito l'utilizzo di acque reflue o derivanti da processi industriali.

Al fine di evitare il possibile ingresso di corpi estranei nell'impianto in prova e nel caso di presenza di corpi solidi in sospensione (sabbia, limo ecc.), l'acqua sarà opportunamente

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 50 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

filtrata, oppure in caso di acque torbide, si procede ad utilizzare apparati di decantazione e filtraggio (50 micron) per evitare fenomeni di sedimentazione.

2.2.6. Commissioning

L'attività di commissioning si effettua ad impianto meccanicamente completato e precommissionato per essere pronti per introdurre il GNL.

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 (FSRU Alto Tirreno):

- Messa in esercizio dei servizi (utilities);
- Messa in esercizio dei generatori di emergenza;
- Per la parte elettrica: energizzazione della sottostazione 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;
- 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.

2.2.1. Avviamento

Portate a termine le fasi di pre-commissioning e commissioning il Terminale FSRU Alto Tirreno 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 finale e l'ottimizzazione dell'impianto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 51 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.2.2. Inserimento in gas

La messa in gas comprende l'esecuzione delle operazioni necessarie per imbottire di gas naturale la condotta con eliminazione completa di aria o altri gas presenti nella condotta stessa.

L'esecuzione delle fasi operative previste per la messa in gas presuppone che:

- tutte le fasi previste nella costruzione siano state espletate con particolare riguardo all'essiccamento della linea e degli impianti quando previsto;
- siano stati eseguiti tutti i collegamenti (definitivi o provvisori) per l'immissione di gas nella condotta.

La pressurizzazione andrà eseguita di norma per tronchi successivi utilizzando le valvole di by-pass dei punti di intercettazione; tutte le valvole di linea che delimitano il tronco da pressurizzare dovranno essere poste in posizione di chiusura.

L'immissione del gas naturale nel tratto di condotta in condizioni di vuoto è eseguita in modo graduale.

Il recupero e lo smaltimento di eventuali residui devono essere effettuati secondo le prescrizioni legislative in vigore in tema di rifiuti.

Esaurite tutte le fasi esecutive, i metanodotti potranno essere considerati pronti per la fase di pressurizzazione per il completamento della messa in esercizio.

2.2.3. Cronoprogramma

Nel seguito viene fornito il cronoprogramma preliminare delle attività previste nell'area di intervento per le fasi di cantiere fino all'operatività del Terminale.

La realizzazione del Progetto in questione seguirà diverse fasi, di seguito si riporta un Cronoprogramma delle attività.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 52 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

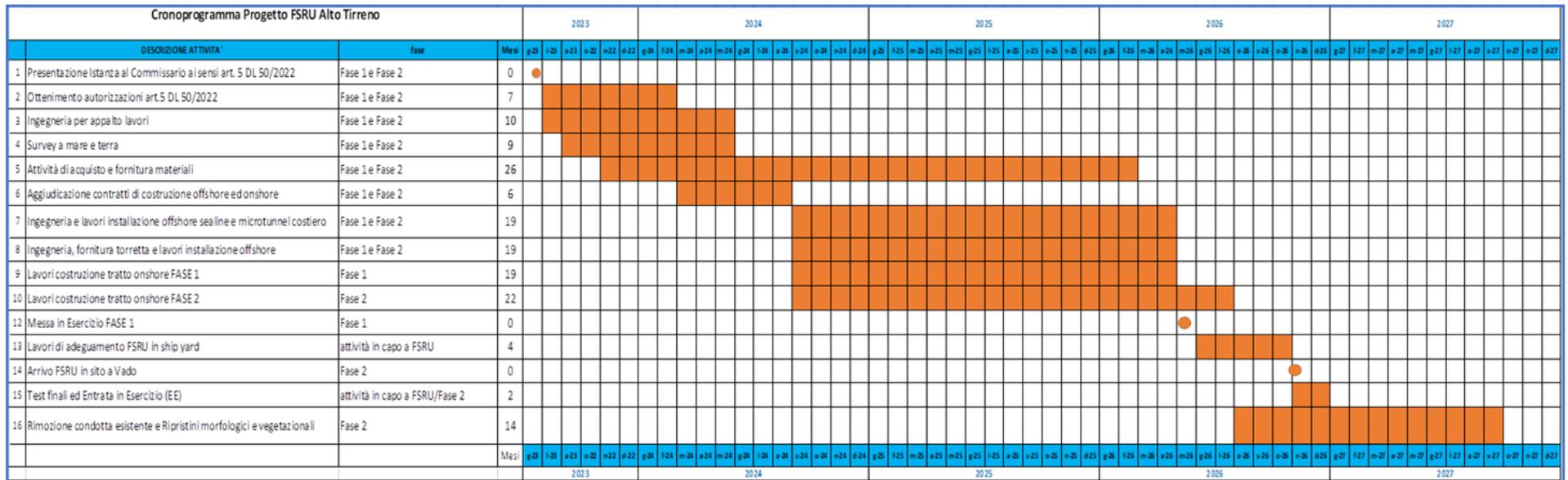


Figura 2.32: Cronoprogramma delle attività

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 53 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.3. Fase di Esercizio

2.3.1. Il Terminale FSRU

Il Progetto FSRU Alto Tirreno prevede la rilocazione dell'ormeggio della FSRU Golar Tundra a circa 2.3 miglia (circa 4.2 km) dalla linea di costa.

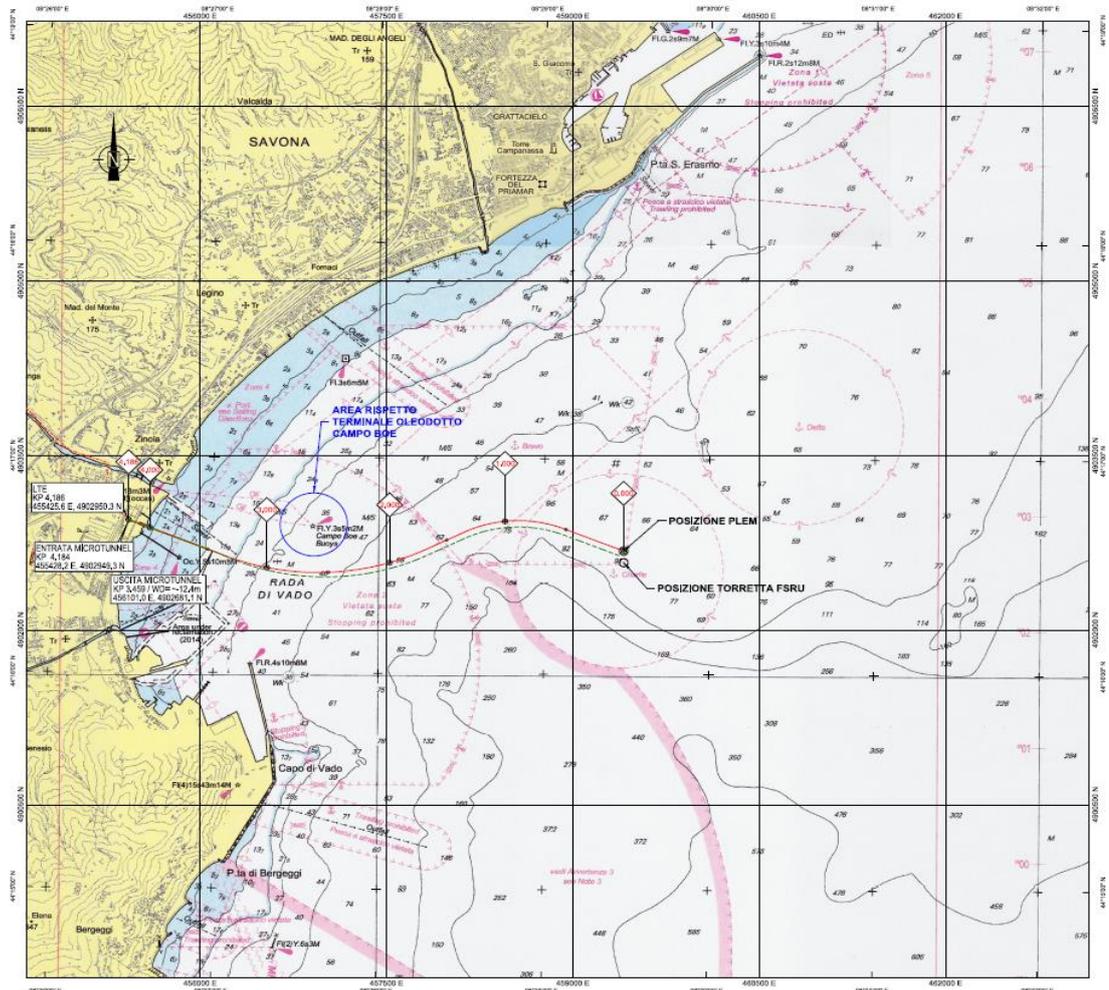


Figura 2.33: Ubicazione delle opere a mare

La FSRU, da ormeggiarsi mediante un sistema a “torretta” ancorato sul fondo marino con idonei dispositivi ad una profondità di circa 90 m, sarà collegata a terra mediante un nuovo gasdotto sottomarino (sealine) da DN 650 (26") Pressione di Progetto DP 100 bar e lunghezza circa 4,2 km.

La FSRU riceverà gas naturale liquefatto (GNL) dalle navi cisterna di GNL che si accosteranno al rigassificatore. Il GNL sarà rigassificato a bordo della FSRU e il gas verrà esportato a terra.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 54 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il Terminale FSRU è costituito dai seguenti elementi principali:

- Una unità di rigassificazione di stoccaggio galleggiante (FSRU) “Golar Tundra”, opportunamente modificata per l'integrazione in prua del sistema di ormeggio;
- Un sistema di ormeggio a Torretta - Eventualmente disconnettibile con operazione pianificata;
- Il sistema di esportazione del gas, costituito da:
 - Un manifold sottomarino con valvola di intercettazione (PLEM);
 - Una tubazione flessibile DN 350(14”) (riser) di connessione tra la torretta di ormeggio della FSRU ed il PLEM,
- L'impianto di correzione dell'Indice di Wobbe (IW) posizionato in località Gagliardi in Comune di Quiliano (SV).

Il sistema è stato dimensionato per una vita utile nominale > 22 anni.

2.3.1.1. Caratteristiche della FSRU

La FSRU Golar Tundra ha una capacità nominale di stoccaggio GNL pari a circa 170.000 m³ e una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h che vengono trasferiti nella rete Nazionale mediante un sistema di condotte; nella seguente tabella se ne riportano le principali caratteristiche dimensionali.

Tabella 2.2: Principali dettagli dimensionali e tecnici della FSRU Golar Tundra

FSRU GOLAR TUNDRA - Principali dettagli dimensionali e tecnici		
Parametro	U.M	Valore
Lunghezza fuori tutto/Length Overall	m	292,5
Lunghezza tra le perpendicolari/Length BP	m	281
Larghezza/Breadth	m	43,42
Altezza di costruzione/Depth	m	26,6

La FSRU è dotata di No.4 serbatoi di stoccaggio di GNL, disposti nella parte centrale della carena. L'impianto di rigassificazione è posto a prua mentre le sistemazioni per gli alloggi dell'equipaggio, la sala controllo centralizzata e i macchinari di servizio sono a poppa.

La FSRU sarà rifornita tramite l'arrivo periodico di navi metaniere di taglia simile, le quali ormeggeranno in configurazione Ship-To Ship (STS) e convoglieranno il GNL dai propri serbatoi a quelli della FSRU, tramite delle manichette.

L'impianto di stoccaggio di GNL e la parte di rigassificazione sono costituiti dai seguenti sistemi:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 55 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Sistema di scarico GNL dalla nave metaniera spola;
- Sistema di stoccaggio GNL, capacità nominale pari a circa 170.000 m³ (la capacità operativa è pari al 98,5% di tale valore);
- Sistema di pompaggio e rigassificazione;
- Sistema di gestione del BOG – Boil off gas;
- Sistema di gestione acqua mare;
- Sistemi ausiliari.

Il sistema di rigassificazione installato a bordo della FSRU utilizzerà sempre l'acqua di mare come fonte di calore per la vaporizzazione del GNL. Nella condizione di esercizio è previsto, da parte della FSRU, il prelievo e la restituzione dell'acqua di mare. La portata massima di acqua di mare necessaria ai vaporizzatori risulta di circa 18.000 m³/h.

Per prevenire la crescita di organismi marini nel sistema di acqua di mare della FSRU, è previsto inoltre un sistema di iniezione di ipoclorito. L'acqua rilasciata dalla FSRU avrà un contenuto di Cloro compatibile con il limite indicato dalla normativa, pari a 0,2 mg/l (valore massimo di cloro attivo libero per sistema di elettro-clorinazione come definito nell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Al fine di valutare i meccanismi di dispersione indotti dal contenuto di cloro e dal gradiente termico in uscita dall'impianto è stato condotto uno studio mediante applicazione di modello numerico atto a riprodurre la circolazione litoranea nell'area di studio (REL-AMB-E-00010 in allegato).

Descrizione Generale del Processo

Il trasferimento del GNL avverrà attraverso l'ormeggio STS (ship-to-ship) tra la metaniera e la FSRU. Il GNL, una volta stoccato nei serbatoi della FSRU, sarà quindi trasferito, mediante un sistema di pompaggio, al sistema di vaporizzazione per il cambio di fase. Il gas naturale vaporizzato sarà quindi convogliato al sistema di scarico.

Il sistema impiantistico è progettato per operare senza soluzione di continuità per 365 giorni all'anno 24 ore su 24 ore assicurando una portata annuale di gas naturale di circa 5 miliardi di standard metri cubi.

Il Terminale FSRU Alto Tirreno sarà in grado di operare nelle seguenti modalità:

- Servizio di rigassificazione;
- Servizio di rigassificazione e carico GNL da nave metaniera spola;
- Servizio di carico GNL su nave metaniera di piccola taglia (Small Scale);
- Stoccaggio senza servizio di rigassificazione.

Capacità di stoccaggio di GNL

La FSRU è dotata di No. 4 serbatoi a membrana, aventi le seguenti condizioni operative:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 56 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Capacità massima complessiva di stoccaggio: circa 170.000 m³ suddivisi in termini di volume operativo (98,5% della capacità massima) in n.1 serbatoio da circa 24.000 m³ e n.3 serbatoi da circa 48.000 m³;
- Temperatura di stoccaggio GNL: -163°C.

Dai serbatoi di stoccaggio, il GNL viene inviato ad un collettore principale per mezzo di un sistema di pompaggio costituito dalle pompe in-tank principali.

Sistema di Vaporizzazione

Il sistema di vaporizzazione è costituito da 3 (tre) treni di rigassificazione, ciascuno dei quali può operare con una portata massima di 294.500 Sm³/h. Il sistema di vaporizzazione opererà normalmente con tutti e 3 i treni.

Il sistema di vaporizzazione si compone delle seguenti apparecchiature principali:

- No.6 pompe booster ciascuna con capacità di 260 m³/h che aumentano la pressione del flusso LNG fino a 75 barg;
- No.3 pompe di sollevamento dell'acqua di mare, ciascuna con una capacità massima di 6.000 m³/h, situate nella sala di prua. Ciascuna pompa d'acqua di mare è dotata di un filtro;
- No.6 scambiatori di calore utilizzati per vaporizzare il GNL prima dell'invio in rete.

Il fabbisogno termico della FSRU coincide con il calore necessario a vaporizzare il GNL nei vaporizzatori.

Il calore totale scambiato, considerando uno scenario estremo con:

- No.3 treni di vaporizzatori (No. 6 scambiatori) operanti in contemporanea;
- Un gradiente termico massimo dell'acqua di mare tra ingresso ed uscita pari a 7°C,

richiederà una portata massima di acqua mare di circa 18.000 m³/h.

L'acqua di mare, utilizzata per la vaporizzazione del GNL, sarà addizionata a bordo della FSRU con un minimo contenuto di cloro per prevenire la proliferazione di microorganismi all'interno degli scambiatori. Il quantitativo di cloro immesso sarà al di sotto del limite di 0,2 mg/l indicato dalla normativa vigente (Rif. Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

La FSRU è dotata di un sistema di trattamento dell'acqua di mare, volto ad inibire la formazione della crescita vegetativa all'interno del circuito di acqua di riscaldamento (cooling water).

Il sistema sfrutta il principio dell'elettrolisi dell'acqua di mare per produrre, direttamente a bordo, ipoclorito di sodio e idrogeno. L'ipoclorito di sodio prodotto dal sistema viene poi iniettato nel circuito.

La FSRU è dotata con una presa campione per la misurazione del contenuto di cloro allo scarico dell'acqua di mare, al fine di assicurare che gli scarichi siano conformi a quanto previsto dalla normativa vigente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 57 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Gestione del Boil-Off Gas (BOG)

Il Boil-off gas (BOG) è prodotto dalla vaporizzazione spontanea del GNL derivante dalla movimentazione del fluido e dello scambio termico con l'esterno. La produzione di BOG dell'impianto varia in funzione delle operazioni attive.

È generalmente previsto l'invio del BOG al ricondensatore per il recupero del GNL.

Alimentazione Elettrica

Le utenze della FSRU, una volta ancorata al largo di Vado Ligure, saranno alimentate attraverso gli esistenti motori di bordo. Si precisa che a bordo della FSRU Golar Tundra sono installati quattro motori principali di tipo marino:

- tre motori di potenza termica pari a circa 24 MW ciascuno, in grado di produrre 11.700kW elettrici ciascuno;
- un motore di potenza termica pari a circa 12 MW e in grado di produrre 5.850kW elettrici.

Durante l'esercizio della FSRU nelle condizioni di normale funzionamento è necessaria l'operatività di due motori, secondo il seguente assetto:

- due motori da 24 MW termici; o
- un motore da 24 MW termici e un motore da 12 MW termici.

L'avvio di un terzo motore si potrà verificare nel caso in cui sia necessario scambiare i motori in funzione (ad es. riduzione del carico, manutenzione, problematiche riscontrate ad uno dei motori): in tale condizione un motore risulterà in assetto di spegnimento, mentre l'altro in assetto di avviamento. Per il funzionamento normale il carico sarà ripartito tra i motori in percentuale rispetto alla loro cilindrata.

Per quanto riguarda la potenza termica massima raggiunta con il funzionamento dei motori per l'alimentazione elettrica della FSRU, questa sarà comunque inferiore a 50 MW.

2.3.1.2. Sistema di ormeggio della FSRU

Il sistema di ormeggio selezionato per la FSRU è il sistema a torretta tipo STL.

Il STL è un sistema di ormeggio a punto fisso che consiste nell'avere il mezzo navale (FSRU) collegato in modo tale che sia libero di ruotare intorno ad un punto fisso (torretta), con e senza una nave metaniera ormeggiata sul fianco.

La torretta è sua volta ormeggiata tramite delle linee di ancoraggio al fondale marino, permettendo così al mezzo navale ad essa collegato di disporsi secondo la risultante dei carichi ambientali agenti (corrente, onde e vento).

Il STL costituisce una tecnologia consolidata e diffusa nell'ambito dell'industria petrolifera offshore (Oil & Gas industry) ed è costituito dai seguenti componenti []:

- Struttura di integrazione della nave, sia nella parte superiore della prua sia in quella inferiore (zona bulbo);
- Struttura di interfaccia tra la FSRU e la turret buoy, composta da:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 58 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Struttura a torretta per alloggiamento della *turret buoy*;
- Piattaforma rotante;
- Collegamento per riser;
- Struttura di accesso alla torretta;
- Modulo di galleggiamento (*turret buoy*) della piattaforma rotante;
- Sistema di ormeggio.

Il STL sarà progettato in modo tale che sia possibile permettere alla FSRU di disconnettersi qualora necessario, lasciando galleggiare la *turret buoy* (di cui si riporta un tipico nella figura sottostante) ad una profondità adeguata al di sotto del pelo libero dell'acqua.

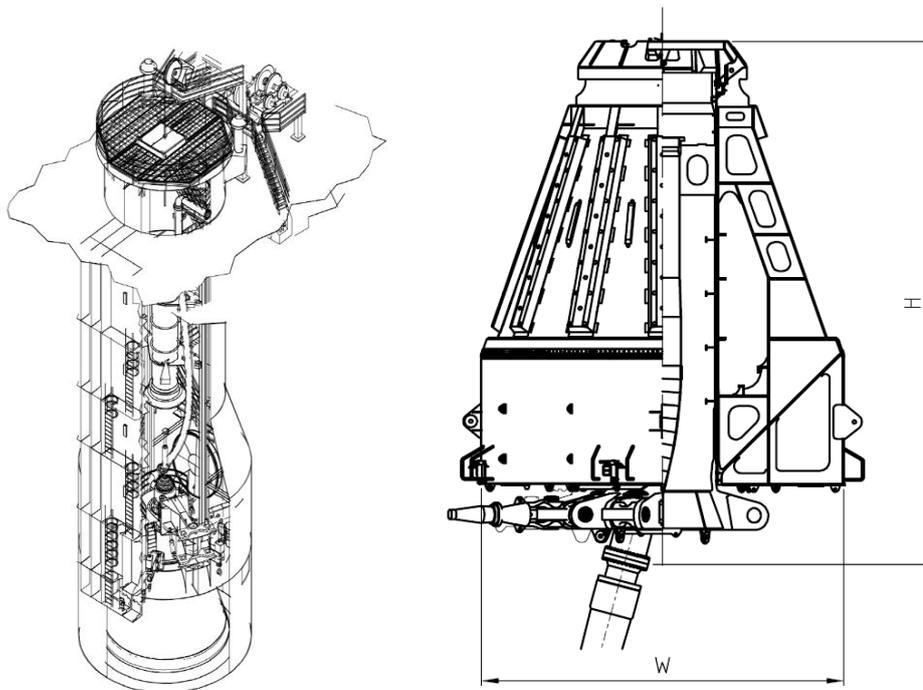


Figura 2.34: Dettaglio di una tipica *turret buoy*

Il sistema di ormeggio preliminarmente scelto è composto da sei linee di ancoraggio uniformemente distribuite e disposte a 60 gradi l'una dall'altra.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 59 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.35: FSRU Golar Tundra con turret buoy

Sulla base delle informazioni al momento disponibili e in considerazione dei carichi agenti sul sistema di ancoraggio e la tipologia di ormeggio prevista, la soluzione proposta prevede l'utilizzo di ancore a trascinnamento (drag embedded anchor) o, qualora le condizioni del fondale lo richiedessero, potranno se del caso essere prese in considerazione opzioni alternative quali ancore su palo ("hammer piles" o "suction piles").



Figura 2.36: Configurazione tipica di ancore a trascinnamento

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 60 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

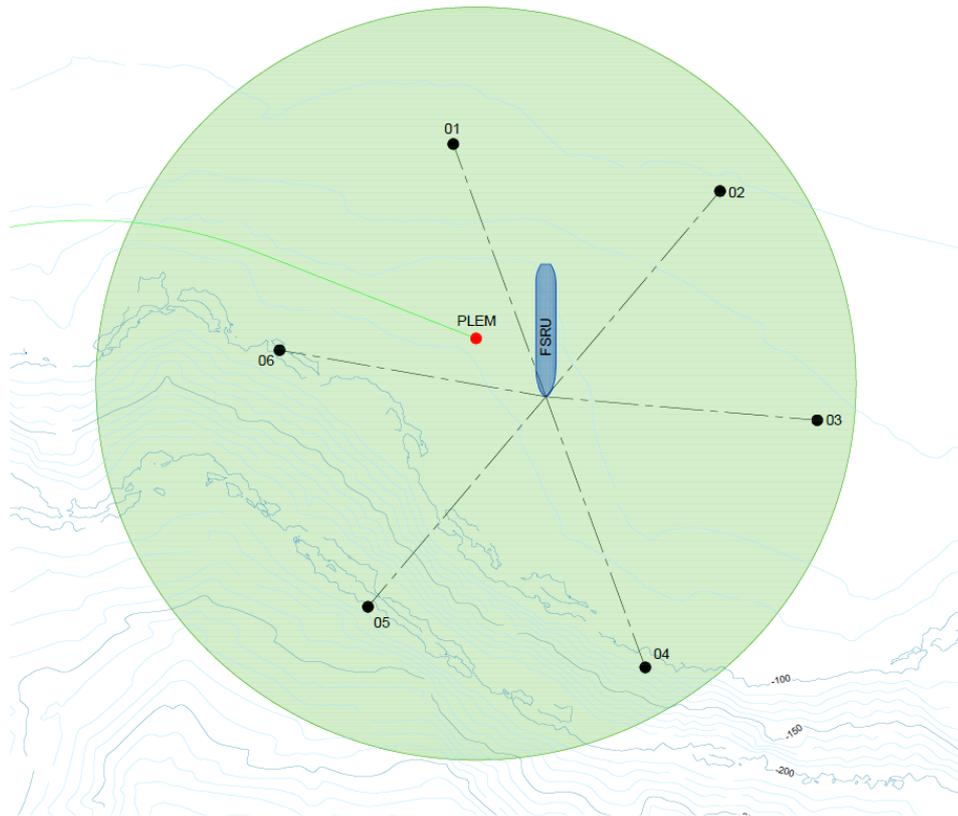


Figura 2.37: Schema di Ormeccio

2.3.1.3. Manifold Sottomarino (PLEM)

Tramite una tubazione flessibile di diametro DN350(14") (riser), il gas naturale sarà inviato dalla FSRU al PLEM e, da quest'ultimo, attraverso la connessione flangiata alla condotta sottomarina (sealine).

Il PLEM è essenzialmente costituito da:

- una struttura di fondazione a gravità (skirt e mudmat) per l'interazione con il fondale marino e per sostenere il piping, la valvola di intercettazione sottomarina e relativi equipment di attuazione;
- una struttura sovrastante che assicura la protezione delle tubazioni e delle valvole e dall'eventuale impatto dovuto alla caduta di oggetti (dropped object).

Le dimensioni del PLEM sono contenute all'interno di un'area avente dimensioni circa 20 m x 20 m.

Una configurazione tipica del PLEM è riportata nella seguente figura.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 61 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

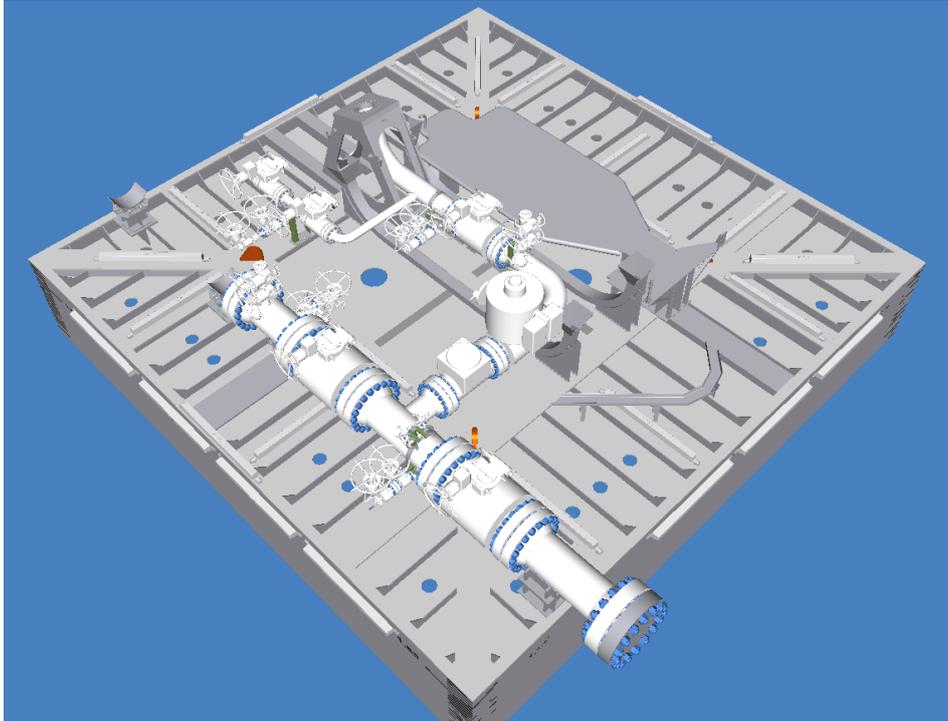


Figura 2.38: Tipica configurazione del PLEM

Nel PLEM verrà installata una valvola di intercettazione sottomarina per creare una barriera di sicurezza nel caso in cui sia necessario interrompere la linea di flusso d'esportazione. La valvola sarà operabile mediante un idoneo sistema di controllo.

La FSRU, a sua volta, sarà collegata al PLEM attraverso una tubazione flessibile DN350(14'') (denominato riser) che consentirà il passaggio del gas naturale. Il collegamento tra la FSRU ed il riser avviene attraverso il sistema di ormeggio a torretta descritto nei paragrafi che seguono.

2.3.1.4. Impianto di Correzione Indice di Wobbe (IW)

Il terminale FSRU Alto Tirreno comprende anche l'impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente al PDE di Quiliano ubicato in Località Gagliardi nel Comune di Quiliano (SV).

L'impianto consentirà di aumentare la flessibilità di ricevimento e di rigassificazione di gas liquefatti gestibili dalla FSRU. Infatti, andrà a correggere, diluendoli con azoto, quei gas naturali non in linea con le specifiche di trasporto della Rete Nazionale Gasdotti.

Il sistema di correzione selezionato, sfruttando il principio dell'adsorbimento selettivo e reversibile dell'ossigeno presente nell'aria ambiente, mediante l'utilizzo di setacci molecolari, permette di ottenere una corrente ricca in azoto che viene utilizzata per correggere il potere

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 62 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale calorifico del GN prodotto dalla FSRU qualora risulti più alto del valore indicato nel Codice di Rete Nazionale.

2.3.2. OPERE CONNESSE

Il Progetto FSRU Alto Tirreno include una serie di opere connesse da realizzarsi a mare ed a terra, quali:

- La condotta sottomarina (sealine) di diametro DN 650 (26") lunga circa 4,2 km che si stacca dal PLEM fino al punto di approdo a terra.
- Il cavo telecomando a fibra ottica (FOC) che connette il PLEM al punto di giunzione all'approdo costiero (circa 4,2 km di lunghezza tratto a mare) e che poi prosegue per ulteriori 26,5 km a terra fino all'impianto Area Trappole, Interconnessione e Regolazione in località Chinelli in Comune di Cairo Montenotte (SV).
- L'allacciamento FSRU Alto Tirreno tratto a terra DN 650 (26"), DP 100 bar (L= 2.120 m ca) dall'uscita a terra del microtunnel di attraversamento della linea di costa fino all'Impianto PDE in Località Gagliardi.
- La condotta di collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar (L= 2.000 m ca) – FASE 1
- La condotta di collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar (L= 24.525 m ca) – FASE 2

Di seguito per ciascuna componente delle suddette opere connesse viene fornita una descrizione tecnica sintetica rinviando per i maggiori dettagli alla documentazione progettuale.

2.3.2.1. Linea a mare (sealine)

RIEPILOGO LINEA A MARE				
n.	Descrizione	codice linea	Lunghezza	note
1	Metanodotto FRSU Alto Tirreno e Collegamento alla rete Nazionale Gasdotti	-	4,2 km	

Per la realizzazione della nuova condotta sottomarina, il progetto prevede l'utilizzo di tubazioni con diametro nominale DN 650 (26") tubi con un carico unitario al limite di snervamento pari a 450 N/mm², con spessore pari a:

- WT=17.5mm per KP 0.0 - 0.8 (WD>80m)
- WT=15.9mm per KP 0.8 - 4.2 (WD<80m).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 63 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La rotta a mare si sviluppa su una lunghezza di circa 4,2 km tra zona in prossimità della FSRU posta ad una profondità di circa 90 m e l'approdo ubicato nel territorio comunale di Vado Ligure, a ovest della foce del Torrente Quiliano, in Provincia di Savona.

Il tracciato a mare mantiene un andamento curvilineo in direzione Est-Ovest per poi assumere un andamento NW-SE in corrispondenza della costa, a partire dall'isobata dei 25 m.

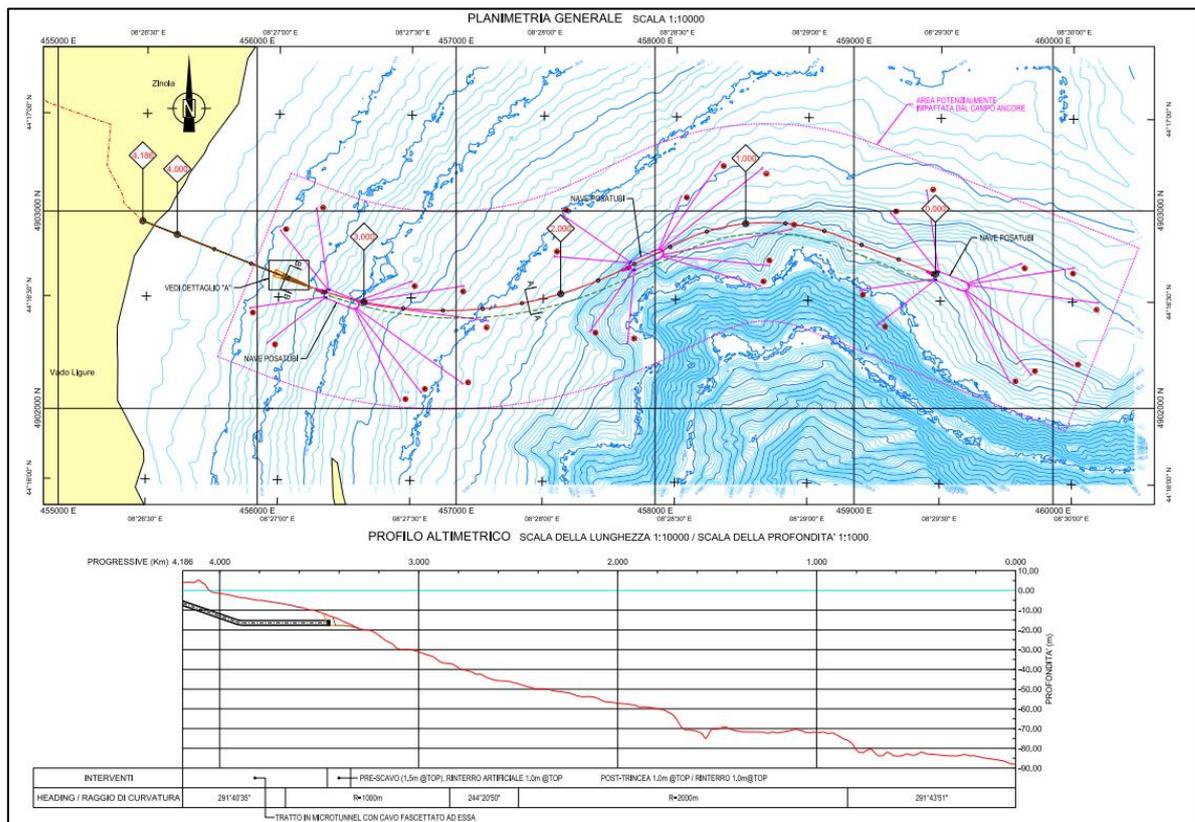


Figura 2.39: Andamento generale della condotta e profilo batimetrico

2.3.2.2. Approdo costiero

L'approdo costiero della condotta è previsto tramite la realizzazione di un microtunnel. Tale soluzione tecnica permette di attraversare la linea di costa senza lo scavo di una trincea sia nel tratto a mare che a terra. Il punto di uscita a mare è localizzato a circa 600 m dalla linea di costa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 64 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

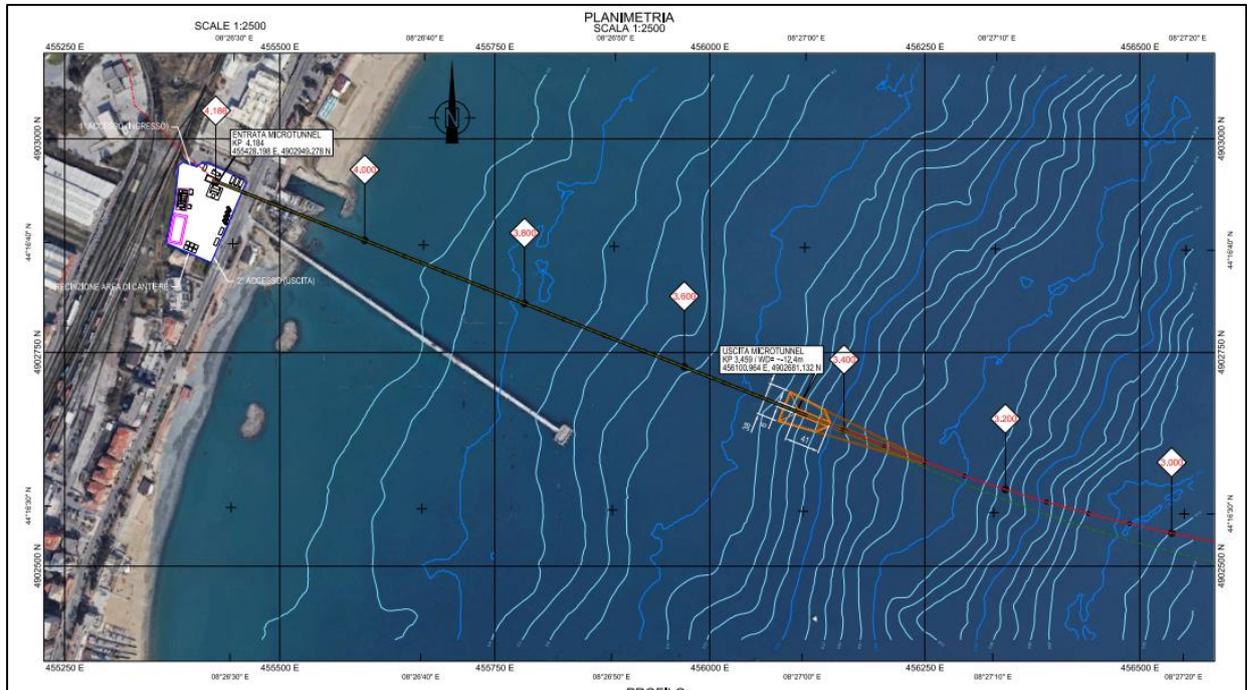


Figura 2.40: Microtunnel di approdo costiero

La lunghezza complessiva del microtunnel è pari a circa 724 m. Il tracciato planimetrico è rettilineo per facilitare il tiro di infilaggio della tubazione al suo interno mentre sul piano verticale la forma è curva con un raggio di curvatura compatibile con l'elasticità della condotta.

2.3.2.3. Cavo a Fibra Ottica (FOC) sottomarino

Oltre alla condotta a mare (sealine), è prevista l'installazione di un cavo a fibra ottica (FOC) per il telecontrollo della valvola di intercetto posizionata nel PLEM. Il cavo consentirà di operare le operazioni di apertura/chiusura della valvola da remoto dal Dispacciamento (Centro di Controllo) Snam Rete Gas di San Donato Milanese. Il cavo, nel tratto sottomarino, sarà posato in parallelo alla nuova condotta DN650(26") ad una distanza di circa 50 m. Prima dell'ingresso nel microtunnel il cavo si avvicinerà alla nuova condotta e proseguirà quindi all'interno del microtunnel. A terra il cavo sarà posato nella stessa trincea della condotta fino all'area impiantistica di Chinelli per una lunghezza totale di circa 22,680 km.

2.3.2.4. Progetto FRSU Alto Tirreno e collegamento a Rete Nazionale Gasdotti (tratti a terra)

Le opere a terra sono costituite da:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 65 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- L'Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar (Fase 1) della lunghezza di circa 2,120 km con i relativi punti di linea ad esso connessi (n. 2 PIL) e un impianto PDE di lancio-ricevimento pig e regolazione DP100-75 bar in località Gagliardi (comune di Quiliano-SV).
- L'Impianto PDE contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra)
- Il Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar (Fase 1) della lunghezza di circa 2,00 km con il relativo impianto di interconnessione con l'Allacciamento Tirreno Power di Vado Ligure DN 500 (20"), DP 75 bar" esistente ubicato in località "Monte Plan Mora" (comune di Quiliano-SV).
- Il Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar (Fase 2) della lunghezza di circa 24,50 km con i relativi punti di linea (n. 2 PIL e n. 4 PIDI) e un impianto di lancio-ricevimento pig, interconnessione e regolazione DP 75-64 bar ubicato in località "Chinelli" (Comune di Cairo Montenotte-SV). Dalla linea in progetto sono previste i collegamenti agli allacciamenti esistenti di seguito elencati:
 - Ricollegamento ad allacciamento Bormioli DN 100 (4")
 - Rifacimento allacciamento 2i Rete Gas DN 100 (4")
 - Ricollegamento ad Impianto di regolazione di Carcare (SV) DN 250 (10")
 - Ricollegamento DN 100 (4") per allacciamento IREN Ambiente e Ferrania
 - Ricollegamento DN 200 (8") per allacciamento. Cartiere Carrara e Zincol Ossidi
 - Ricollegamento a cabina di riduzione di Bragno DN 100 (4")
 - Nuovo allacciamento Liguria Gas DN 100 (4")
 - Nuovo stacco per Comune di Cairo Montenotte DN 100 (4")
- la dismissione dei metanodotti Alessandria-Cairo Montenotte e Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12") esistenti, che verranno sostituiti in parte, con il DN 650, dall'impianto PIDI 1 di interconnessione e regolazione fino all'area impiantistica di Chinelli per una lunghezza totale di circa 22,680 km.

Per il tratto di Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar (Fase 2) lo studio ha portato a mantenere per una buona parte del tracciato la direttrice del metanodotto Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12") esistente per poi giungere all'impianto Area trappole, interconnessione e regolazione in località Chinelli.

Di seguito si riporta la descrizione dei tracciati.

Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar L= 2.120 m ca

La linea di questo tratto affronta l'area a ridosso della costa che risulta decisamente antropizzata e per il suo passaggio si sono dovute prevedere una successione di opere trenchless atte a minimizzare l'impatto sul territorio utilizzando nel contempo gli esigui spazi a disposizione per la cantierizzazione.

Il tracciato del metanodotto ha il suo inizio in una area recintata prospiciente la Via Aurelia (SS1) e subito dopo il Microtunnel di approdo, attraversa un fascio di binari ferroviari

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 66 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

mediante altro Microtunnel L= 110 m ca sino a giungere in altra area recintata di proprietà Tirreno Power dove un fabbricato non più utilizzato dovrà essere dismesso.

Nell' area di approdo, tra i due MT è prevista l'ubicazione del PIL n. 1 valvola di intercettazione di monte prevista per gli attraversamenti ferroviari. Successivamente il tracciato raggiunge il greto del Torrente Quiliano mediante altri due microtunnel consecutivi rispettivamente di lunghezza L= 170 m ca e L= 210 m ca sottopassando un'altra ferrovia, la variante della via Aurelia, un paio di strade comunali e il piazzale del deposito dell'area ligure della Conad. Al PK 0,540 ca inizia la percorrenza del Torrente Quiliano che porta il tracciato sino al punto finale al PK 2,120 in corrispondenza dell' impianto in progetto (Località Gagliardi) per l' interconnessione tra tubazioni e la riduzione della pressione.

La percorrenza del corso d'acqua è costituita da una parte iniziale in Microtunnel (L= 330 m ca) per meglio gestire gli spazi a disposizione e dal successivo tratto a completamento per sezioni con scavi a cielo aperto (L= 1.150 m ca) dove si prevede anche la contemporanea apertura delle opere trasversali di regimazione.

Ultimata la posa della tubazione, le opere in cemento armato trasversali verranno completamente ripristinate e lo scavo rinterrato ricostituendo così l'originale asta fluviale. In questo tratto la linea, subito dopo il sottopasso del ponte di Via San Pietro, abbandona momentaneamente la percorrenza fluviale ponendosi in sponda destra idraulica al fine di predisporre il PIL n. 2, impianto di valle dell'attraversamento ferroviario.

Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale DN 500 (20"), DP 75 bar (L= 2.000 m ca)

La linea di questo tratto affronta l'area montuosa a ridosso della pianura alluvionale della sponda destra del Torrente Quiliano.

Il tracciato in progetto parte dall' impianto trappole PDE-IW punto di arrivo della condotta off/onshore dal terminale di rigassificazione e con direzione Ovest attraversa prima il breve tratto pianeggiante coltivato prevalentemente con alberi da frutto ed olivi per poi iniziare la salita di una cresta la cui continuità permette di raggiungere la sommità del Monte Plan Mora dove è prevista l' interconnessione con l'esistente pari diametro DN 500 (20") Cosseria -Vado Ligure allacciamento a Centrale Tirreno Power.

Il tratto di salita si presenta boscato, facilmente raggiungibile grazie alla presenza di numerose strade di servizio per linee AT i cui tralicci, ove ubicati, (se ne incontrano 5) occupano quasi interamente la stretta cresta.

In questi passaggi si dovrà posizionare la condotta solo dopo aver creato adeguato spazio mediante la messa in opera di paratie di pali.

Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale DN 650 (26"), DP 75 bar (L= 24.525 m ca)

Questo Metanodotto è il tratto più lungo del "sistema" Progetto FSRU Alto Tirreno. La linea partendo dall' impianto trappole PDE-IW di Quiliano (Loc. Gagliardi) con direzione prevalentemente settentrionale si collega alla rete nazionale interconnettendosi con

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 67 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

l'esistente tubazione Ponti-Cosseria DN 750 (30") in località Chinelli nel comune di Cairo Montenotte.

La nuova linea sfrutta ove possibile e comunque per lunghi tratti il "corridoio tecnologico" rappresentato dall' esistente Metanodotto Cairo M. – Savona DN 300 (12") il quale, una volta costruita e in gas la nuova condotta, verrà dismesso effettuandone di fatto la sostituzione. Il progetto prevede ovviamente il riallacciamento o il rifacimento degli esistenti punti di consegna.

La verifica del tracciato ha come già detto, privilegiato l'utilizzo del corridoio in essere del DN 300 ponendo la nuova linea in stretto parallelismo alla tubazione in esercizio. Tale scelta, seppur oggettivamente vincente sotto il profilo ambientale, autorizzativo e di "consumo" del territorio, pone in evidenza, nelle lunghe percorrenze di cresta, le difficoltà costruttive e di dismissione legate alla esiguità degli spazi a disposizione.

La linea ha inizio dall' impianto trappole (PDE_IW) con direzione Ovest per poi deviare decisamente verso Nord percorrendo l'ampio terrazzo fluviale della destra Torrente Quiliano. Territorio non antropizzato dove sono presenti coltivazioni a frutteto, oliveto e seminativo. Al PK 0+600 ca la linea attraversa in unica soluzione mediante Microtunnel (MT Throwers L= 300 m ca) il Torrente Quiliano e il suo affluente Torrente Quazzola per poi velocemente attestarsi sul terrazzo fluviale in sinistra dei corsi d'acqua. Il tracciato, tempo di percorrere l'area cantiere del microtunnel, entra nell' alveo del Torrente Quazzola e ne percorre il greto seguendone la meandricazione per circa 500m sino a raggiungere un terrazzo fluviale in destra idrografica dove inizia il vero e proprio parallelismo con l'esistente DN 300 Cairo-Savona (PK 1+450 ca).

Il tracciato ora sino al PK 8+300, percorre una stretta cresta dove sono solo presenti la tubazione in esercizio e uno stretto sentiero usato per le verifiche manutentive pedonali della condotta e come pista da Mountain Bike

Al PK 2+035 sfruttando un allargamento della cresta occupato da un boschetto di acacie è prevista l'ubicazione del PID1 n. 1 impianto che permette l'interconnessione regolandone contemporaneamente la pressione con l'esistente DN 300 il quale da questo punto sino alla cabina di Savona e Vado Ligure rimarrà in funzione.

Le strade di accesso in questo tratto sono poche e spesso "stagionali" in quanto legate all' esigenza di raggiungere aree per il taglio del bosco ceduo che copre i versanti.

Raggiunta la sommità del Monte Baraccone, la linea continua a seguire la tubazione esistente non più su di una cresta ma sul ciglio di una strada bianca a servizio dell'impianto eolico "Monte Baraccone" composto da 5 turbine due delle quali in prossimità della tubazione esistente e quindi anche della linea in progetto.

Al PK 9+400 circa (all'altezza del Forte Burot) la linea in progetto abbandona il parallelismo deviando momentaneamente verso Ovest per discendere in valle seguendo una cresta sufficientemente larga e poco pendente.

Tale deviazione si rende necessaria in quanto la linea esistente, nel suo passaggio vallivo, si trova inglobata nella percorrenza di giardini privati recintati e nelle vicinanze di ville anche storiche senza alcuna possibilità di porre la linea in progetto fuori da detti perimetri.

Raggiunto il terrazzo fluviale del Fiume Bormida, la presenza dell'area industriale di Altare obbliga la linea ad un passaggio in trenchless. Il versante sinistro della valle viene affrontato

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 68 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

(PK 11+000) con un microtunnel (MT Swaami L= 830 m ca). All' uscita del microtunnel, la linea inizia risalire il versante per raggiungere nuovamente il gasdotto esistente DN 300 (12") e proseguire il suo percorso ponendosi nuovamente in stretto parallelismo sino all' attraversamento della Strada Comunale Negreppie dove la linea in progetto si discosta da quella in esercizio per evitare un'area censita PAI.

In fondo alla valle è presente il PIDI di Vispa dove una linea DN 10" è collega al vicino impianto di riduzione di Carcare. In continuità geometrica alla recinzione esistente, al PK 12+750, è previsto anche il nuovo PIDI n. 2 che ricollegherà la tubazione DN 10" per Carcare.

Dopo l'impianto la line prosegue in stretto parallelismo con la tubazione esistente DN 300 sempre con direzione Nord transitando tra l'abitato di Carcare e la zona industriale di Ferrania sino a raggiungere la località di Bragno al PK 17+400 ca. Durante questo lungo passaggio oltre alcuni tratti di percorrenza in cresta, nelle aree vallive, vengono attraversati parecchi servizi stradali e ferroviari. Nell' ordine al PK 13+630 l'autostrada A6 corsia sud e contemporaneamente la galleria della Ferrovia Savona-Torino (in Galleria), al PK 14+110 l'Autostrada A6 corsia Nord, al PK 14+345 lo stradone della zona industriale di Ferrania (Via Antonio Gramsci - Via Giacomo Matteotti, al PK 14+350 si incrocia nuovamente la Ferrovia Savona- San Giuseppe.

Nei pressi del campo sportivo di Bragno, è ubicato l'impianto HPRS esistente dal quale si staccano due tubazioni: una per Italia Coke e l'altra per la zona industriale di Cairo Montenotte. Il PIDI 4 (PK 17+410), previsto per ricollegare l'impianto HPRS alla nuova linea in progetto, amplia di poco il perimetro esistente.

Successivamente la linea affronta il versante Ovest della ripida e rocciosa collina Ripa dei Manzi mediante un Microtunnel (MT Bragno L= 870 m ca) sottopassando nel contempo in tutta sicurezza il Fiume Bormida, la Strada Comunale Via Stalingrado e l'area sommitale in località Villa Leoncini censita PAI (PK 18+000 ca).

Terminato il microtunnel in località Fratelli Beretta, dove i terrazzi del Rio Valchiosa si presentano adeguatamente spaziosi, il tracciato si inerpicca sul versante per ridiscendere nella valletta successiva del Rio delle Moglie dove ritrova lo stretto parallelismo con l'esistente DN 300 (PK 19+000 ca).

La linea percorre per circa 1 km una stretta cresta sempre verso Nord, sino a raggiungere l'ampia valle del Rio Loppa dove, dopo aver attraversato il corso d'acqua, supera i due successivi bassi contrafforti mantenendo il parallelismo con la tubazione esistente sino a giungere nell' ampia piana del Fiume Bormida.

La presenza di fabbriche e capannoni artigianali impedisce alla linea di proseguire il parallelismo con la tubazione esistente. Il tracciato prevede quindi, dopo il PIL n. 5 (PK 21+855), il Microtunnel SP29 L= 242 m ca al PK 22+000, l'attraversamento della Ferrovia San Giuseppe Acqui al PK 22+300, il PIDI 6 (PK 22+380) e prosegue continuando la percorrenza dei terrazzi in destra idrografica del Fiume Bormida anche mediante l'utilizzo di passaggi in Microtunnel (MT XXV Aprile L= 380 m) nel tratto più stretto del versante.

Il Fiume Bormida viene attraversato con scavi a cielo aperto al PK 23+500 ca.; le sponde saranno ripristinate con metodi naturali (scogliere in massi e intarsi di talee vive).

Successivamente il tracciato percorre per circa 250 m la Strada Comunale Chinelli ponendosi sul ciglio di monte. In questo tratto, il ripristino del versante e la messa in sicurezza della

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 69 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

condotta verranno effettuati mediante un muro (altezza massima 1,50 m) rivestito di pietra locale.

L'attraversamento del successivo Rio Vignaroli porta il tracciato a percorrere un pianoro a sud della frazione Chinelli di Cairo M. sino a raggiungere il PIL esistente del Metanodotto DN 750 (30") Ponti -Cosseria.

Questa area impiantistica, debitamente ampliata rappresenta il punto terminale del metanodotto in progetto PK 24+525. Qui le tubazioni esistenti e in progetto saranno interconnesse fra loro, la pressione di esercizio debitamente regolata e verranno inserite le trappola di arrivo del collegamento DN 650 (26") e quella della condotta DN 300 che sino ad Alessandria rimarrà in esercizio.

Tratti particolari dei tracciati a terra

I tratti particolari del corridoio in progetto sono rappresentati dagli attraversamenti in sotterraneo con metodologia trenchless, elencati alla tabella seguente.

Comune	Modalità di attraversamento	Denominazione	Lunghezza (m)
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar			
Vado Ligure	Microtunnel	MT Ferrovia	110
Vado Ligure / Quiliano	Microtunnel	MT Tangenziale	170
Quiliano	Microtunnel	MT FS/Piazzale	210
Quiliano	Microtunnel	MT T. Quiliano	330
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar			
Quiliano	Microtunnel	MT Throwers	300
Altare	Microtunnel	MT Swaami Gitananda	830
Cairo Montenotte	Microtunnel	MT Bragno	870
	Microtunnel	MT SP 29	245
	Microtunnel	MT XXV Aprile	380

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 70 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.4. Fase di Decommissioning – Fine Esercizio della FSRU

Per decommissioning e ripristino ambientale si intendono le attività necessarie per dismettere le infrastrutture, i sistemi e le apparecchiature allo scopo di riportare l'area interessata dalle opere in condizioni simili rispetto a quelle originarie ed antecedenti alle installazioni impiantistiche.

La scelta delle tecnologie e la sequenza operativa degli interventi saranno definitivi nel dettaglio in fase di progetto esecutivo di decommissioning al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

- gestione ottimale della logistica di cantiere;
- impiego di soluzioni tecnologicamente avanzate;
- impiego di macchine specifiche per le demolizioni/rimozioni delle strutture sui fondali, opportunamente dimensionate;
- gestione delle varie fasi operative in condizione di massima sicurezza;
- gestione ottimale dei rifiuti;
- minimizzazione degli impatti ambientali;
- ripristino del sito.

2.4.1. Dismissione dell'Opera

Sono di seguito elencate e descritte in maniera generale le attività necessarie per il Decommissioning per il Terminale:

- Acquisizione di tutti i necessari permessi;
- Mobilitazione dei mezzi navali necessari;
- Ispezione delle strutture prima degli interventi;
- Eliminazione totale di tutti i gas da tutta l'FSRU, compreso il GNL presente nel sistema di contenimento del carico e il gas naturale dei sistemi di processo, dei riser e della pipeline;
- Scollegamento dei risers dal Terminale;
- Recupero di tutto il materiale e successivo scarico presso il porto individuato per avvio a smaltimento/recupero;
- Pulizia generale dell'area sottomarina e ispezione finale;
- De-mobilitazione delle navi di supporto.

La mobilitazione delle navi appoggio avrà luogo presso il porto individuato.

La gestione della logistica assicurerà, per quanto possibile, la continuità delle operazioni di dismissione offshore.

L'appaltatore incaricato analizzerà le fasi necessarie per lo svolgimento delle operazioni di dismissione ed emetterà una procedura dettagliata per ciascuna operazione da eseguirsi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 71 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

offshore. Dopo ogni operazione, il subappaltatore incaricato emetterà un verbale finale il cui contenuto minimo dovrà essere definito nelle procedure di dismissione.

Prima dell'avvio delle operazioni sarà eseguita un HAZID/o risk assesment per l'identificazione dei pericoli legate alle attività.

2.4.2. Ripristino del Sito

Per attività di ripristino delle aree di progetto si intendono gli interventi di riqualificazione ambientale che verranno realizzati al termine degli interventi di decommissioning per recuperare i fondali.

Al completamento delle attività di decommissioning saranno condotte delle Indagini ambientali, che saranno finalizzate a verificare lo stato di qualità dei fondali e delle acque nelle aree interessate dalla presenza delle strutture e dall'esecuzione delle relative attività di dismissione. Tali indagini saranno eseguite dopo aver provveduto ad un'attenta rimozione di tutti gli eventuali materiali derivanti dalle operazioni di rimozione che possano costituire, nel tempo, fonte di inquinamento delle varie matrici ambientali.

Le indagini prevederanno il prelievo di campioni e l'esecuzione di analisi di laboratorio. Il posizionamento, le profondità dei punti di indagine e la scelta del set analitico da monitorare saranno valutati in considerazione delle attività svolte e della storia pregressa del sito. Saranno inoltre considerate tutti i risultati dei monitoraggi effettuati durante la vita utile del Terminale.

I risultati delle indagini ambientali saranno descritti in una relazione tecnica descrittiva contenente:

- la storia del sito;
- la descrizione dei criteri seguiti per la pianificazione delle indagini ambientali;
- la descrizione delle modalità operative di indagine;
- il report fotografico con le immagini dei fondali;
- i risultati delle indagini ed analisi;
- la documentazione attestante il corretto smaltimento dei rifiuti durante l'esecuzione delle indagini.

Tutte le operazioni di prelievo, conservazione e trasporto dei campioni dovranno essere effettuate in condizioni rigorosamente controllate in modo da evitare la perdita di rappresentatività del campione alterando le caratteristiche chimico-fisiche delle matrici ambientali investigate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 72 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.4.3. Fine Esercizio del Gasdotto

I parametri tecnici sono continuamente tenuti sotto controllo tramite l'effettuazione delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, le quali garantiscono che il trasporto del gas avvenga in condizioni di sicurezza.

Qualora invece Snam Rete Gas valuti la tubazione ed i relativi impianti/punti di linea non più utilizzabili per il trasporto del metano alle condizioni di esercizio prefissate, questi possono essere declassati, diminuendo la pressione di esercizio, ovvero messi fuori esercizio o rimossi definitivamente.

La eventuale messa fuori esercizio della condotta può consistere nel mettere in atto le seguenti operazioni:

- bonificare la linea;
- fondellare il tratto di tubazione interessato per separarlo dalla condotta in esercizio;
- riempire tale tratto con gas inerte (azoto) alla pressione di 0,5 bar;
- mantenere allo stesso la protezione elettrica;
- mantenere in essere le concessioni stipulate all'atto della realizzazione della linea, provvedendo a rescinderle su richiesta delle proprietà;
- continuare ed effettuare tutti i normali controlli della linea.

La rimozione delle tubazioni esistenti può essere effettuata per tratti di linea "chiusi", mettendo in atto le seguenti operazioni:

- Operazioni di bonifica e messa fuori esercizio della condotta;
- individuazione, messa a giorno e protezione dei servizi presenti nel sottosuolo interferenti con le condotte da rimuovere;
- apertura della pista di lavoro all'interno dell'area di passaggio;
- esecuzione degli scavi necessari per la rimozione della linea e degli impianti;
- sezionamento della condotta nella trincea in tronconi. Prima di procedere al primo taglio di separazione di ciascun troncone, dovrà essere ripetuta la prova di esplosività;
- imbragamento e rimozione della condotta dallo scavo con idonei mezzi di sollevamento;
- sezionamento dei materiali provenienti dalla rimozione delle condotte ed impianti dimessi (indicativamente in barre della lunghezza massima di 12 m, o massimo 10 m per trasporto in cassoni chiusi);
- pulizia, trasporto ed accatastamento temporaneo dei materiali tubolari provenienti dalla rimozione in aree predisposte conformi alla normativa vigente;
- rinterro della trincea con eventuale fornitura in opera di idoneo terreno mancante (sostitutivo delle tubazioni asportate);
- esecuzione dei ripristini morfologici e delle opere accessorie.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 73 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

3. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

I principali riferimenti normativi e bibliografici del PMA sono riportati nel seguito:

- Brüggmann, L. and Kremling, K. (2007). Methods of Seawater Analysis, Third Edition (eds K. Grasshoff, K. Kremling and M. Ehrhardt), Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany;
- D.Lgs. 152/06. “Norme in materia ambientale”;
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (DLgs 152/2006 e smi; DLgs 163/2006 e smi) - Rev. 1” del 16/06/2014 (Ministero dell’ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali);
- Linee Guida redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente per la Redazione degli Studi di Impatto Ambientale;
- Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia elaborato dall’ISPRA;
- Linee guida per il monitoraggio degli habitat di interesse comunitario elaborato dall’ISPRA;
- D.M. 260/10 (ex DM 56/09), per la definizione dei valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità dei sedimenti di aree marino costiere e di transizione. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D.M. 24/01/96 (Allegato B2) - Direttive inerenti alle attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della legge 10 maggio 1976, n. 319, e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino.
- D. Lgs. 13/10/2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.
- Decisione della Commissione UE 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
- Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: Habitat, ISPRA (2016);
- OSPAR Commission, 1997. “JAMP Guidelines for General Biological Effects Monitoring (Ref. No: 1997-7)”;
- OSPAR Commission, 2008. “JAMP Guidelines for Contaminant-Specific Biological Effects (Ref. No: 2008-9)”;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 74 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- UNESCO (1988) - The acquisition, calibration and analysis of CTD data. A report of SCOR Working Group 51. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 54 http://www.jodc.go.jp/info/ioc_doc/UNESCO_tech/096989eb.pdf;
- Short F.T., Coles R.G. (2001) - Global seagrass research methods. Elsevier Science and Technology, Amsterdam, pp.482;
- UNEP, RAC/SPA (2011) – Draft Guidelines for the Standardization of Mapping and Monitoring Methods of Marine Magnoliophyta in the Mediterranean. UNEP (DEPI)/MED WG 359/9;
- D.P.C.M. 1/3/1991. "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge n. 447 del 26/10/1995. "Legge quadro sul rumore";
- D.P.C.M. 14/11/1997. "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M. 16/3/1998. "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 75 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

4. DEFINIZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO

4.1. Obiettivi del Monitoraggio

Avere un quadro ambientale completo del contesto in cui si va ad operare è indispensabile per eseguire un monitoraggio “mirato”, e discriminare se, e in quale entità, una eventuale variazione delle caratteristiche delle matrici ambientali ritenute coinvolte, in termini di impatto, può essere imputata alle attività oggetto di progettazione o ad altri fattori.

La tipologia dei parametri da monitorare e la durata del monitoraggio sono proporzionati alla natura, all'ubicazione, alle dimensioni del progetto e alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

Il monitoraggio rappresenta, pertanto, l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio; esso rappresenta lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le “risposte” ambientali non siano coerenti con le previsioni effettuate.

Gli obiettivi del MA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate e adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

- verifica dello scenario ambientale utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale tramite l'identificazione delle azioni di progetto che generano, per ciascuna fase (AO – Ante Operam: fase che precede la realizzazione del progetto; CO – Corso d'Opera: fase di cantiere; PO – Post Operam: fase di esercizio), possibili impatti ambientali significativi sui fattori ritenuti di interesse per il progetto (fattori ambientali e agenti fisici), e verifica dello stato dell'ambiente (scenario di base) utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale che sarà utilizzato a scopo di confronto con le fasi successive dei monitoraggi;
- progettazione del monitoraggio degli impatti ambientali (e verifica delle previsioni contenute nello Studio di Impatto Ambientale), mediante la definizione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio per la rilevazione dei parametri di riferimento, a seguito dell'implementazione del progetto durante le sue diverse fasi (AO – Ante Operam: fase che precede la realizzazione del progetto; CO – Corso d'Opera: fase di cantiere; PO – Post Operam: fase di esercizio). Tali attività consentiranno inoltre di:
 - verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio,
 - individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- comunicazione dei risultati delle attività svolte nell'ambito del PMA mediante trasmissione della documentazione alle Autorità Competenti coinvolte ed eventuale pubblicazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 76 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

4.2. Criteri metodologici

Le attività da programmare e adeguatamente documentare nel PMA, in modo commisurato alla natura dell'opera e alla sua ubicazione, sono finalizzate a:

- verificare lo scenario ambientale di riferimento;
- valutare la possibilità di avvalersi di adeguate reti di monitoraggio esistenti;
- verificare le previsioni degli impatti ambientali attraverso il monitoraggio dell'evoluzione dello scenario ambientale di riferimento a seguito dell'attuazione del progetto, mediante identificazione delle azioni di progetto che generano, in fase di cantiere e di esercizio, potenziali impatti ambientali sulle componenti (fattori ambientali ed agenti fisici) coinvolte negli interventi di progetto in termini di variazione dei parametri ambientali caratterizzanti lo stato quali-quantitativo di ciascuna tematica ambientale soggetta a un impatto significativo (fonti: progetto, studi specialistici e di approfondimento);
- identificare le componenti (fattori ambientali ed agenti fisici) da monitorare (fonti: progetto, studi specialistici) sulla base degli interventi di progetto previsti e del contesto vincolistico dell'area di intervento;
- identificare le componenti (fattori ambientali ed agenti fisici) interessate da potenziali impatti per le quali sono state individuate misure di mitigazione per ridurre l'entità degli impatti ambientali significativi individuati in fase di cantiere e di esercizio, e per le quali non si prevedono attività di monitoraggio;
- identificare le componenti (fattori ambientali ed agenti fisici), trattate nel PMA, in quanto interessate da impatti ambientali per le quali sono state programmate le attività di monitoraggio.

Nell'ambito del PMA sono quindi definite:

- le aree di indagine all'interno delle quali programmare le attività di monitoraggio;
- i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente (fattore ambientale/agente fisico) attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche in coerenza con le previsioni effettuate;
- le caratteristiche/tipologia del monitoraggio.

4.3. Fasi di Monitoraggio

Data la natura del progetto e la tipologia e l'entità degli impatti ambientali attesi, si prevedono disposizioni preliminari di monitoraggio per le seguenti fasi:

- **fase ante-operam (AO)**, volto alla definizione dei parametri di qualità ambientale di background ai fini della conoscenza dello stato "zero" dell'ambiente nell'area che verrà occupata dalle opere a progetto prima della loro realizzazione. La definizione dello stato "zero" consente il successivo confronto con i controlli da effettuarsi in fase di cantiere ed esercizio ed eventualmente a conclusione della vita utile delle opere;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 77 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- **fase di cantiere (CO)**, durante la realizzazione delle opere: monitoraggi svolti al fine di analizzare l'evoluzione degli indicatori ambientali rilevati nella fase precedente, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte durante la fase di cantiere dell'opera a progetto;
- **fase post-operam o di esercizio (PO)**, dopo il completamento delle attività di cantiere: si prevede la realizzazione del monitoraggio finalizzato al confronto dello stato post-operam con quello antecedente la realizzazione e al monitoraggio durante l'esercizio.

Le attività di monitoraggio potrebbero comunque essere soggette a possibili modifiche e integrazioni in relazione:

- al processo di condivisione da parte delle Autorità Competenti;
- ai risultati delle prime indagini di monitoraggio.

Le disposizioni preliminari di monitoraggio per ciascun fattore ambientale/agente fisico sono analizzate secondo uno schema articolato in:

- finalità del monitoraggio;
- componenti interessate dall'opera in progetto;
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- metodologia di campionamento e parametri analitici (oggetto di monitoraggio);
- durata e frequenza del monitoraggio.

4.4. Aree di Monitoraggio

Per ciò che concerne l'articolazione spaziale delle attività di monitoraggio, queste vengono tipicamente svolte secondo schemi definiti quali, ad esempio:

- punti di monitoraggio;
- transetti o griglie;
- indagini areali.

L'articolazione spaziale dei monitoraggi è stata pertanto definita in base all'estensione attesa degli effetti legati alle fasi di cantiere e di esercizio, la quale è risultata generalmente limitata alle aree limitrofe.

4.5. Monitoraggio dei Fattori Ambientali/Agenti Fisici di Interesse

L'individuazione delle componenti ambientali (fattori ambientali ed agenti fisici) di interesse è stata effettuata in base ai criteri analitici-previsionali utilizzati nello Studio di Impatto Ambientale per la stima degli impatti e relative azioni di mitigazione, tenendo conto delle caratteristiche del contesto ambientale e territoriale, con particolare riguardo alla presenza di ricettori e dei possibili effetti/impatti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 78 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

I “ricettori” sono rappresentati dai sistemi, o elementi di un sistema naturale o antropico, che sono potenzialmente esposti agli impatti generati da una determinata sorgente di pressione ambientale.

Al fine di incentrare il controllo sui fattori ed i parametri maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto delle opere in progetto sull’ambiente, e data la natura degli interventi di progetto, le presenti disposizioni preliminari di monitoraggio risultano incentrate sull’analisi delle seguenti componenti (fattori ambientali ed agenti fisici), rispettivamente riferiti agli ambiti on-shore ed off-shore:

- On-Shore:
 - Atmosfera,
 - Acque Sotterranee,
 - Suolo e Sottosuolo,
 - Rumore,
 - Biodiversità Terrestre;
- Off-Shore:
 - Atmosfera,
 - Matrice Colonna d’acqua,
 - Fondali marini,
 - Cetacei e tartarughe marine,
 - Rumore sottomarino.

4.6. Metodologie di Controllo Qualità, Validazione, Analisi ed Elaborazione dei Dati

I parametri ambientali, caratterizzanti lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente ambientale, devono essere scelti in maniera da risultare significativi per il controllo degli impatti ambientali stessi e devono caratterizzare:

- sia lo scenario di base (ante operam);
- sia i potenziali effetti ambientali (monitoraggio in corso d’opera e post operam).

Al fine di assicurare la qualità dei dati saranno stabilite le procedure specifiche per ciascuna componente ambientale che regolamentino le operazioni di controllo qualità, validazione analisi ed elaborazione dei dati in relazione alle condizioni al contorno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 79 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

5. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – ON SHORE

5.1. Atmosfera

5.1.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio sulla componente Atmosfera è finalizzato a caratterizzare la qualità dell'aria nell'area potenzialmente interessata dal progetto nelle diverse fasi (ante operam, fase di cantiere e di esercizio) mediante rilevazioni strumentali dei parametri e inquinanti ritenuti rilevanti rispetto alla tipologia di opera.

5.1.2. Individuazione delle aree da monitorare

In base agli esiti dello Studio modellistico ricadute in atmosfera in fase di esercizio della FSRU (REL-AMB-E00003), l'area interessata dai valori massimi di ricaduta a terra (per gli scenari massimi simulati), risulta l'area residenziale in Comune di Bergeggi – Via XXV Aprile.

Si propone, pertanto, il monitoraggio presso il punto ATM-01, di cui si riportano nel seguito le coordinate.

Le coordinate definitive dei punti saranno definite anche in base alla presenza di idonee postazioni per il mezzo di monitoraggio (accessibilità, allaccio elettrico, etc.).

Tabella 5.1: Punti di Monitoraggio Componente Atmosfera

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
ATM-01	44°15'19.75"N	8°26'54.57"E	Area residenziale via XXV Aprile nel Comune di Bergeggi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 80 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 5.1: Punti di Monitoraggio Componente Atmosfera

5.1.3. Parametri Analitici

Il monitoraggio della qualità dell'aria potrà essere svolto attraverso l'utilizzo di una centralina di rilevamento dotata di strumentazione per la misurazione di parametri chimici e meteorologici da installare presso il punto di campionamento prescelto.

I parametri di interesse, la cui scelta è stata effettuata sulla base dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale in termini di caratterizzazione della qualità dell'aria ambiente e di valutazione degli impatti significativi correlati all'opera in progetto oltre che al contesto territoriale e ambientale nel quale l'opera si inserisce, sono:

- parametri chimici:
 - biossido di zolfo (SO₂),
 - ossidi di azoto (NO_x),

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 81 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- polveri fini PM₁₀ e PM_{2,5};
- parametri meteorologici:
 - velocità e direzione del vento,
 - temperatura,
 - umidità relativa,
 - pressione atmosferica,
 - irraggiamento solare,
 - precipitazioni atmosferiche.

5.1.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Le disposizioni preliminari di monitoraggio della qualità dell'aria prevedono:

- fase ante operam (AO): No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso il punto prescelto per un totale di 8 settimane di misura, prima dell'entrata in esercizio del Terminale;
- fase post operam di esercizio (PO): No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso il punto prescelto per un totale di 8 settimane di misura nel primo anno di attività del Terminale.

5.2. Acque Sotterranee

5.2.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio della componente ha come obiettivo la conservazione delle falde idriche sotterranee, con particolare riferimento alle potenziali interazioni legate agli attraversamenti in trenchless previsti in fase di cantiere.

5.2.2. Individuazione delle aree da monitorare

Al fine di monitorare l'interferenza delle attività in progetto con il livello di falda, si ritiene necessario effettuare il monitoraggio della portata, del livello e della torbidità delle falde riscontrate in corrispondenza degli attraversamenti in trenchless previsti successivamente al superamento delle aree industriali e degli attraversamenti infrastrutturali (ferrovia e autostrada) in zona approdo, lungo il tracciato di progetto, attraverso l'installazione di piezometri.

I punti di monitoraggio delle acque sotterranee sono indicati con la sigla AS. Ad ogni punto indicato è associata, ove possibile, una coppia di piezometri ubicati a monte e a valle rispetto all'andamento della falda.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 82 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La precisa ubicazione dei punti di monitoraggio potrebbe subire modifiche sulla base degli accordi da stipulare con le ditte proprietarie dei terreni.

Di seguito si riporta, ad ogni modo, una proposta di ubicazione di tali punti.

Tabella 5.2: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS-01	44°17'32.70"N	8°25'4.80"E	MT Throwers
AS-02	44°20'1.14"N	8°19'32.22"E	MT Swaami Gitananda
AS-03	44°22'55.40"N	8°18'20.48"E	MT Bragno
AS-04	44°24'31.07"N	8°16'58.43"E	MT SP29
AS-05	44°24'49.24"N	8°16'48.10"E	MT XXV Aprile

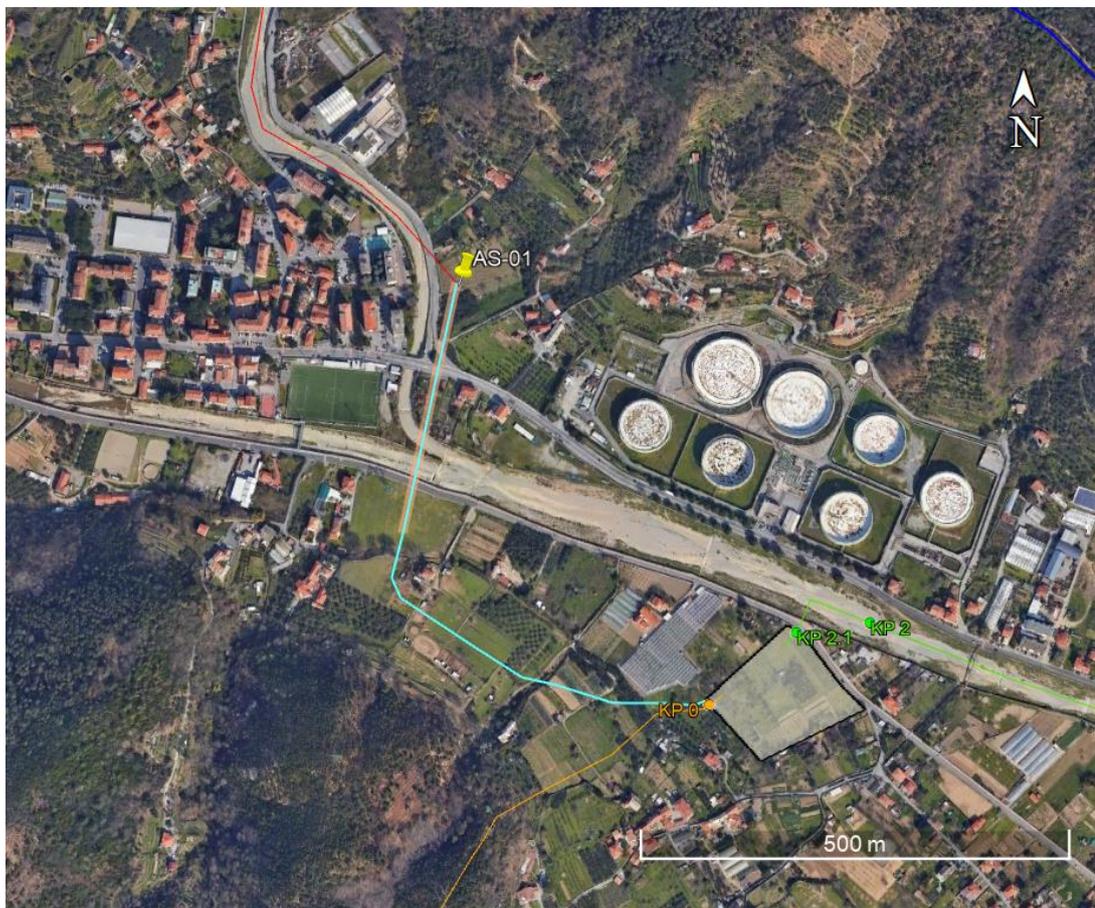


Figura 5.2: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee (1 di 3)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 83 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

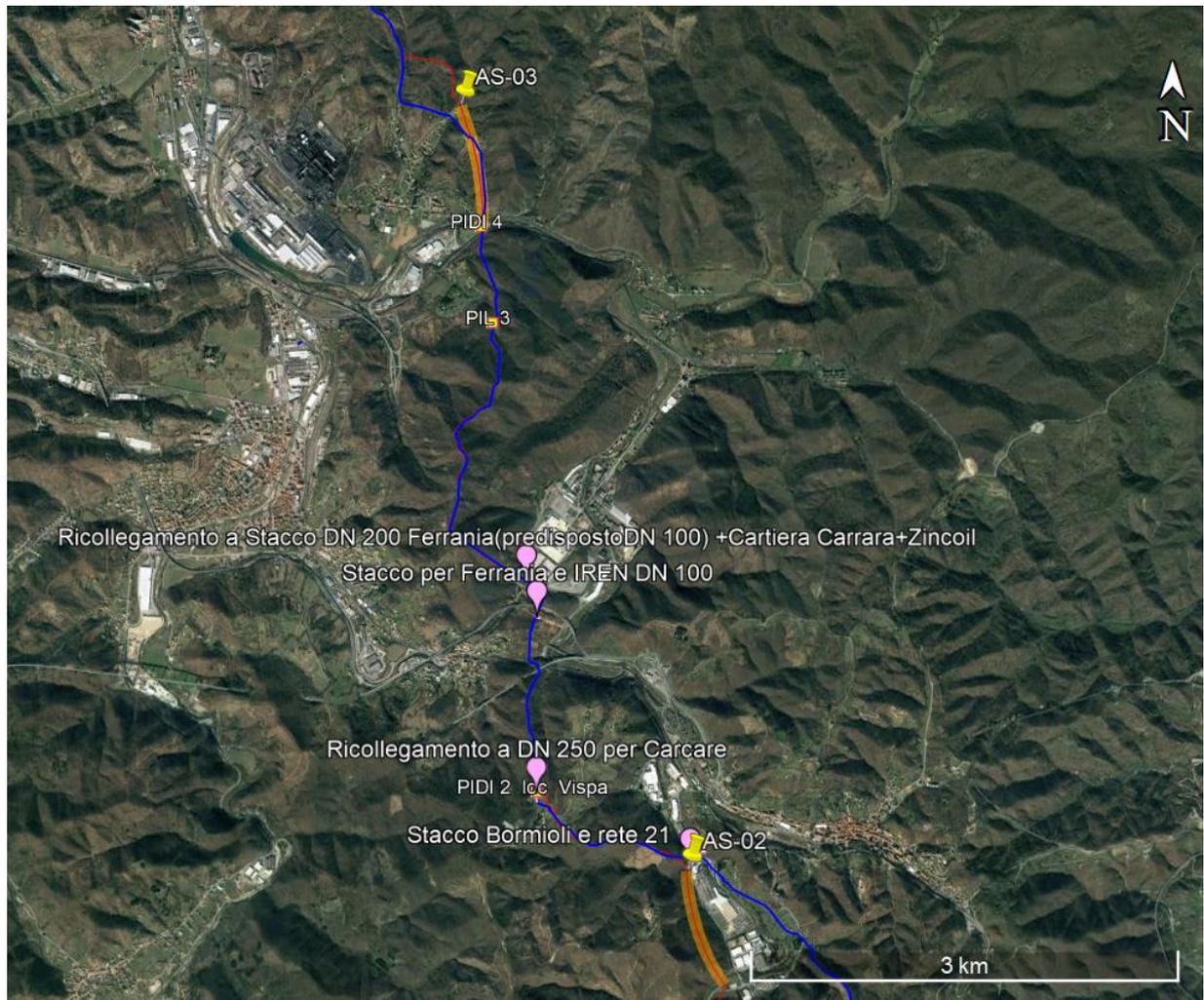


Figura 5.3: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee (2 di 3)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 84 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

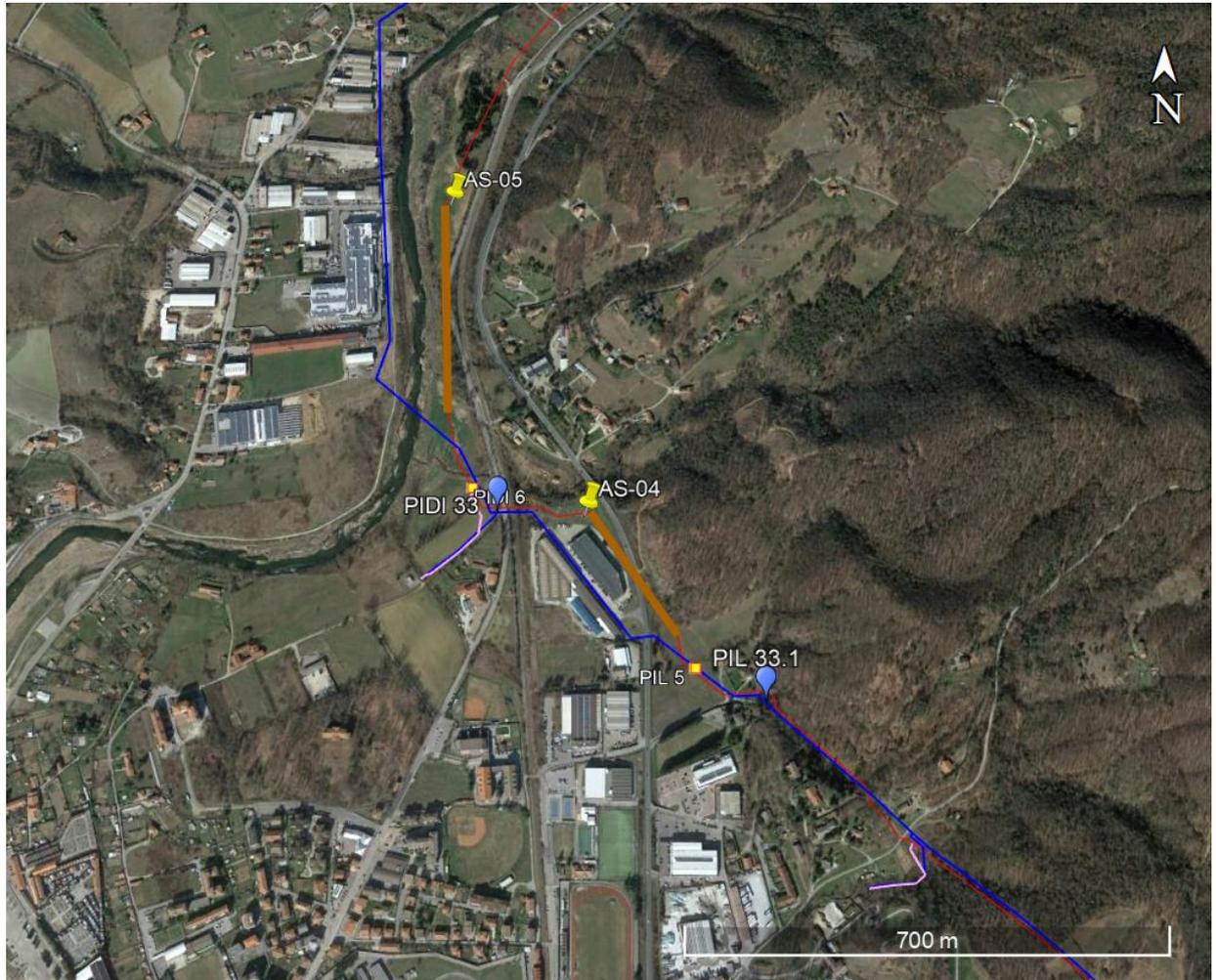


Figura 5.4: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee (3 di 3)

5.2.3. Metodologia di rilevamento

Il monitoraggio delle acque sotterranee prevede No. 5 punti di monitoraggio complessivi in corrispondenza dei principali attraversamenti in trenchless delle Opere Connesse (con, ad ogni punto, associata una coppia di piezometri, ove possibile, ubicati a monte e a valle rispetto all'andamento della falda).

In corrispondenza di ciascun punto di monitoraggio sarà effettuata una lettura freaticometrica e prelevato un campione di acqua per le determinazioni di laboratorio.

I campioni d'acqua prelevati saranno sottoposti ad analisi presso laboratori accreditati ACCREDIA; i parametri chimici e chimico-fisici previsti sono quelli riportati nel paragrafo seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 85 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Per questi parametri il laboratorio incaricato, in conformità al D.Lgs. n. 152/2006, applicherà metodi analitici riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale.

I parametri oggetto di monitoraggio sono indicati nella seguente tabella.

Tabella 5.3: Parametri di laboratorio da analizzare sulle acque sotterranee

Parametro	Unità di misura
Torbidità	NTU
Temperatura dell'acqua	°C
Livello freaticometrico	m da p.c.
pH	unità pH
Conducibilità elettrica specifica	mS/cm
Potenziale Redox	mV
Ossigeno disciolto	mg/l
Sb	mg/l
O2	mg/l
Cloruri	mg/l
Idrocarburi (n-esano)	mg/l
Alluminio	mg/l
Ferro	mg/l
Manganese	mg/l
Arsenico	mg/l
Cadmio	mg/l
Cromo totale	mg/l
Cromo VI	mg/l
Mercurio	mg/l
Nichel	mg/l
Rame	mg/l
Zinco	mg/l
Piombo	mg/l

5.2.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase ante operam (AO): No.1 campionamento precedente l'apertura del cantiere;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 86 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Fase di cantiere (CO): No.1 campionamento nel periodo di realizzazione dell'attraversamento in trenchless;
- Fase post operam (PO): No.1 campionamento stagionale (per un totale di 4 campionamenti) da effettuarsi nel primo anno a decorrere dalla data di completamento dell'opera.

5.3. Suolo e Sottosuolo

5.3.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo ha lo scopo di analizzare e caratterizzare i terreni interessati dalle attività di cantiere. Obiettivo principale dell'attività è il controllo delle possibili alterazioni di tali caratteristiche, a valle delle operazioni di impianto dei cantieri stessi e delle relative lavorazioni in corso d'opera, al momento della restituzione dei terreni stessi al precedente uso.

5.3.2. Individuazione delle aree da monitorare

L'attività di monitoraggio mira a verificare la qualità dei terreni, l'assenza di contaminazioni legate alla fase di cantiere ed il recupero della capacità d'uso del suolo al termine delle attività di cantiere e dei relativi interventi di ripristino.

Le aree individuate per il monitoraggio ante operam delle caratteristiche chimiche del suolo sono identificate nel Piano Preliminare di Utilizzo in Sito delle Terre e Rocce da Scavo escluse dalla Disciplina dei Rifiuti (Doc. n. REL-PDC-E-11001) e relative carte (DIS-PDU-E-11213, DIS-PDU-E-11313 e DIS-PDU-E-11413) al quale si rimanda.

Di seguito si riportano i punti di campionamento.

Tabella 5.4: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati in progetto

Name	No. di campioni	Profondità (m)	Comune	x	y
PA01	3	3	Quiliano	453965.9	4904094
PA02	3	3	Quiliano	454385.1	4903985
PA03	3	3	Quiliano	454765.9	4903729
PA05	3	5	Quiliano	455304.4	4903119
PF04D	3	4	Quiliano	453968.8	4904127
PF04S	3	4	Quiliano	453985.6	4904168
PF05D	3	4	Quiliano	454057.4	4904088
PF05S	3	4	Quiliano	454076	4904124

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 87 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Name	No. di campioni	Profondità (m)	Comune	x	y
PF06D	3	4	Quiliano	454151.2	4904050
PF06S	3	4	Quiliano	454165.7	4904085
PF07D	3	4	Quiliano	454246.8	4904017
PF07S	3	4	Quiliano	454259.6	4904045
PF08D	3	4	Quiliano	454350.2	4903984
PF08S	3	4	Quiliano	454359.2	4904014
PF09D	3	4	Quiliano	454459.6	4903939
PF09S	3	4	Quiliano	454468.4	4903969
PF10D	3	4	Quiliano	454560.3	4903906
PF10S	3	4	Quiliano	454574.8	4903932
PF11D	3	4	Quiliano	454633.3	4903854
PF11S	3	4	Quiliano	454653	4903886
PF12S	3	4	Quiliano	454729.5	4903818
PF13D	3	4	Quiliano	454765.3	4903717
PF13S	3	4	Quiliano	454798.8	4903737
PF14D	3	4	Quiliano	454840	4903635
PF14S	3	4	Quiliano	454865	4903664
PF15D	3	4	Savona	454696.7	4903789
PF15D	3	5	Savona	454927	4903559
PF15S	3	4	Savona	454957.4	4903606
PF18D	3	5	Savona	455250.9	4903436
PF18S	3	4	Savona	455272.2	4903480
PF19D	3	4	Quiliano	453316.5	4904983
PF19S	3	4	Quiliano	453332.7	4904988
PF20D	3	4	Quiliano	453332.1	4904875
PF20S	3	4	Quiliano	453354.2	4904878
PF21D	3	4	Quiliano	453311.2	4904764
PF21S	3	4	Quiliano	453336.4	4904762
PF22D	3	4	Quiliano	453380.1	4904668
PF22S	3	4	Quiliano	453391.8	4904687
PF23D	3	4	Quiliano	453467.2	4904619
PF23S	3	4	Quiliano	453476.7	4904629
PF24D	3	4	Quiliano	453510.5	4904557
PF24S	3	4	Quiliano	453523.5	4904566
PN01	3	3	Cairo Montenotte	443208	4919470
PN02	3	3	Cairo Montenotte	443087.9	4919007

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 88 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Name	No. di campioni	Profondità (m)	Comune	x	y
PN03	3	3	Cairo Montenotte	442973.1	4918668
PN04	3	5	Cairo Montenotte	442675.8	4918093
PN05	3	5	Cairo Montenotte	442681	4917691
PN05new	3	5	Cairo Montenotte	442913.2	4917518
PN06	3	5	Cairo Montenotte	443048.9	4917312
PN07	3	3	Cairo Montenotte	443327.1	4917055
PN08	3	3	Cairo Montenotte	443702.1	4916649
PN09	3	3	Cairo Montenotte	443912.8	4916320
PN10	3	3	Cairo Montenotte	443922.3	4915676
PN11	3	3	Cairo Montenotte	444033.4	4915404
PN12	3	3	Cairo Montenotte	444252.1	4914985
PN13	3	5	Cairo Montenotte	444686.5	4914541
PN16	3	5	Cairo Montenotte	444838.1	4913664
PN17	3	3	Cairo Montenotte	444922.7	4912815
PN18	3	3	Cairo Montenotte	444860.2	4912369
PN19	3	3	Cairo Montenotte	444726.6	4911996
PN20	3	3	Cairo Montenotte	444604.8	4911520
PN21	3	3	Cairo Montenotte	444998.2	4911229
PN22	3	3	Cairo Montenotte	445194.3	4910890
PN23	3	3	Carcare	445224.9	4910509
PN24	3	3	Carcare	445192.4	4909967
PN25	3	3	Carcare	445326.5	4909552
PN26	3	3	Altare	445711.3	4909384
PN27	3	5	Altare	446232.5	4909164
PN29	3	5	Altare	446476.2	4908361
PN30	3	3	Altare	446564.5	4907924
PN31	3	3	Altare	447010.9	4907726
PN32	3	3	Quiliano	447285.5	4907360
PN33	3	3	Quiliano	447261.8	4906868
PN34	3	3	Quiliano	447560.2	4906678
PN35	3	3	Quiliano	448040.6	4906785
PN36	3	3	Quiliano	448522.8	4906822
PN37	3	3	Quiliano	448978.1	4906719
PN38	3	3	Quiliano	449414.4	4906497
PN39	3	3	Quiliano	449802.1	4906272
PN40	3	3	Quiliano	450286.6	4906227

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 89 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Name	No. di campioni	Profondità (m)	Comune	x	y
PN41	3	3	Quiliano	450764.4	4906158
PN42	3	3	Quiliano	451242.9	4906150
PN43	3	3	Quiliano	451671.3	4905913
PN44	3	3	Quiliano	452124.5	4905744
PN45	3	3	Quiliano	452383.5	4905341
PN46	3	3	Quiliano	452752.3	4905045
PN47	3	3	Quiliano	453245.8	4905008
PN48	3	3	Quiliano	453381.4	4904681
PN48new	3	5	Quiliano	453566.1	4904520
PN49	3	5	Quiliano	453497.3	4904205
PT01	3	3	Quiliano	453823	4904012
PT02	3	3	Quiliano	453493.6	4903710
PT03	3	3	Quiliano	453129	4903356
PT04	3	3	Quiliano	452658.5	4903098
PT05	3	3	Quiliano	452479	4902789

Tabella 5.5: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati in dismissione

Name	No. di campioni	Profondità (m)	Comune	X	Y
PD12	3	3	Altare	447325.302	4908124.283
PD11	3	3	Altare	447109.005	4908520.033
PD10	3	3	Altare	446800.673	4908874.299
PD09	3	3	Altare	446408.271	4909160.965
PD08	3	3	Cairo Montenotte	444833.787	4914192.637
PD07	3	3	Cairo Montenotte	444478.757	4914501.346
PD06	3	3	Cairo Montenotte	444281.751	4914841.937
PD05	3	3	Cairo Montenotte	442699.548	4917631.178
PD04	3	3	Cairo Montenotte	442564.118	4918063.939
PD03	3	3	Cairo Montenotte	442647.514	4918514.878
PD02	3	3	Cairo Montenotte	442967.787	4918894.984
PD01	3	3	Cairo Montenotte	443370.157	4919320.464

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 90 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 5.6: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo nelle Piazzole per i tratti in Progetto

Name	Area (m ²)	No. di campioni	Comune
Piazzola 03	679	3	Quiliano
Piazzola 04	1419	3	Quiliano
Piazzola 05	927	3	Quiliano
Piazzola 06	1902	3	Quiliano
Piazzola 01	432	3	Vado Ligure
Piazzola 02	1516	3	Vado Ligure
Piazzola 03	341	3	Quiliano
Piazzola 04	332	3	Quiliano
Piazzola 14	2498	3	Cairo Montenotte
Piazzola 18	3609	4	Cairo Montenotte
Piazzola 21	1925	3	Cairo Montenotte
Piazzola 01	3005	4	Quiliano
Piazzola 02	2329	3	Quiliano
Piazzola 03	567	3	Quiliano
Piazzola 04	5120	5	Altare
Piazzola 05	1093	3	Carcare
Piazzola 06	2222	3	Carcare
Piazzola 08	2303	3	Carcare
Piazzola 09	7288	5	Cairo Montenotte
Piazzola 1 bis	3643	4	Quiliano
Piazzola 10	2202	3	Cairo Montenotte
Piazzola 11	840	3	Cairo Montenotte
Piazzola 12	5226	5	Cairo Montenotte
Piazzola 13	2374	3	Cairo Montenotte
Piazzola 15	1604	3	Cairo Montenotte
Piazzola 17	4102	4	Cairo Montenotte
Piazzola 19	5643	5	Cairo Montenotte
Piazzola 20	1467	3	Cairo Montenotte
Piazzola 22	4543	4	Cairo Montenotte
Piazzola 23	1591	3	Cairo Montenotte
Piazzola 24	1552	3	Cairo Montenotte
PDE Quiliano	15117	9	Quiliano

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 91 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 5.7: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo nelle Piazzole per i tratti in dismissione

Name	Area (m ²)	No. di campioni	Comune
P7 dism	1354	3	Altare
P19 dism	137	3	Carcare
P20 dism	323	3	Cairo Montenotte
P21 dism	780	3	Cairo Montenotte
P22 dism	362	3	Carcare
P23 dism	411	3	Carcare
P24 dism	1061	3	Cairo Montenotte
P34 dism	2958	4	Cairo Montenotte
P36 dism	2484	3	Cairo Montenotte
P8 dism	211	3	Altare
P29 dism	511	3	Cairo Montenotte

Con riferimento alla verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli, sono stati identificati due punti di monitoraggio elencati nella tabella seguente.

Tabella 5.8: Punti di Monitoraggio Suolo - verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli

Codice punto	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
SUO-01	44°17'52.00"N	8°24'20.46"E
SUO-02	44°25'33.24"N	8°17'8.42"E

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 92 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

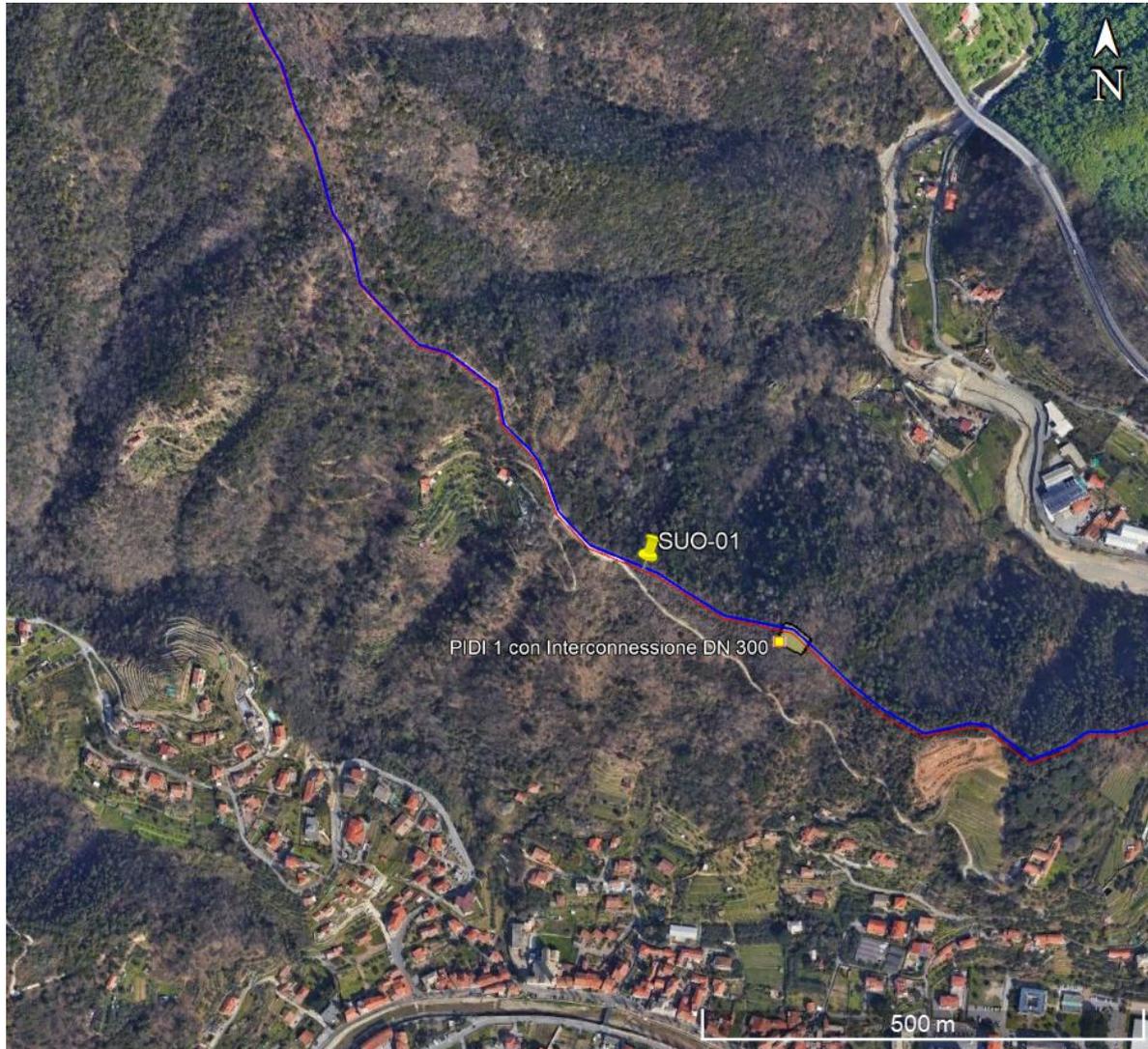


Figura 5.5: Punti di Monitoraggio Componente Suolo e Sottosuolo - verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli (1 di 2)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 93 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

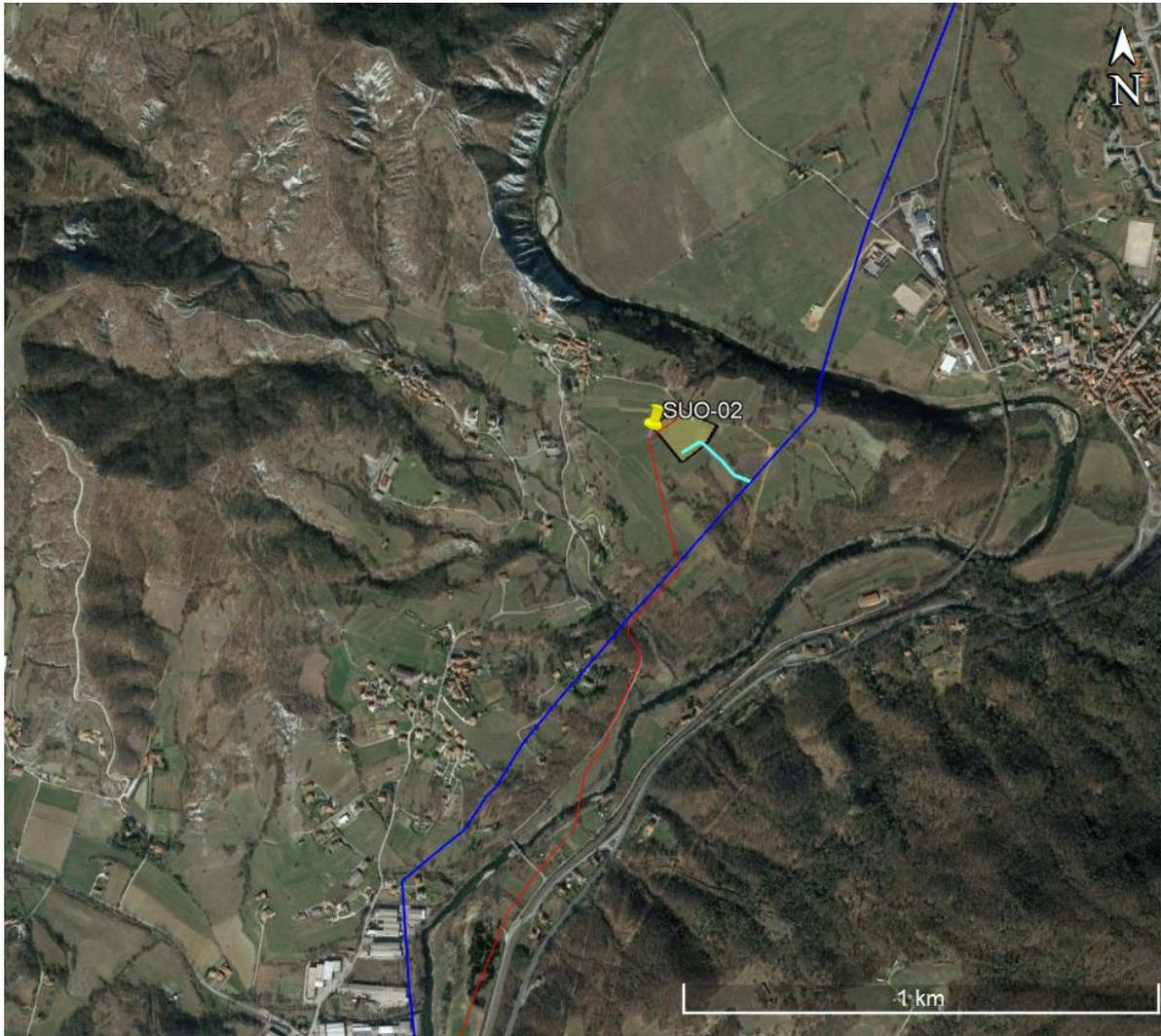


Figura 5.6: Punti di Monitoraggio Componente Suolo e Sottosuolo - verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli (2 di 2)

In considerazione della variabilità dei pedo-tipi lungo il tracciato del metanodotto, riscontrata tramite la consultazione della Carta Ecopedologica disponibile sul portale ufficiale del MASE, sono stati individuati i suoli maggiormente rappresentativi delle principali realtà pedogenetiche intercettate dal tracciato e di conseguenza sono stati scelti i siti dove eseguire il monitoraggio sia ante che post operam.

In particolare, le opere previste dal progetto, nel primo chilometro di tratta dalla zona di approdo, attraversano un'area catalogata come "Altro" e più specificatamente indicata come "Area Urbana", presso la quale non si ritiene necessario effettuare il monitoraggio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 94 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Più nell'entroterra, sono intercettati i "Rilievi alpini con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche e clima temperato montano" e più specificatamente le "Basse montagne e colline delle Alpi Liguri della Riviera di Ponente, prospicienti il mare, incise da valli strette e brevi (m 0-600)". Tali aree risultano caratterizzate dalla presenza di scisti filladici e carboniosi, con vulcaniti. Si propone pertanto il monitoraggio in corrispondenza del punto SUO-01.

Nel tratto finale (di maggiore lunghezza), viene attraversata l'area catalogata come "Rilievi alpini con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche e clima temperato montano" e più specificatamente le "Colline e montagne prealpine delle Alpi Liguri, a medie e basse quote, a forme arrotondate e frequenti versanti ripidi, generalmente coltivate nelle porzioni medio-basse dei versanti più dolci (m 300-1300)". Tali aree risultano caratterizzate dalla presenza di sabbie, arenarie e conglomerati prevalentemente calcarei. Si propone pertanto il monitoraggio in corrispondenza del punto SUO-02.

5.3.3. Metodologia di rilevamento

Caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati

Il prelievo dei campioni di terreno, eseguito in accordo con quanto definito dall'Allegato 2 del DPR 120/2017 e, in generale, secondo le indicazioni del D.Lgs.152/06 e s.m.i. I campioni, formati dopo appropriata quartatura degli incrementi dell'intervallo da caratterizzare ed eliminando in campo la frazione granulometrica con diametro maggiore di 2 cm, mettendo in atto opportuni accorgimenti tesi a confezionare campioni rappresentativi dello stato chimico-fisico dei terreni ed a evitare potenziali fenomeni di cross-contamination.

I campioni di terreno, dopo il confezionamento e l'apposizione della etichetta identificativa (sigla punto di indagine, sigla del campione, profondità di prelievo e data di prelievo), sono stati conservati a bassa temperatura sino al recapito presso il laboratorio di analisi.

Per ciascun campione di terreno è stato considerato il set analitico ridotto previsto dalla Tab. 4.1 dell'All.4 del DPR 120/17 (tabella seguente).

Tabella 5.9: Set Analitico Terreni

Set analitico "ridotto" - Tab. 4.1 All. 4 DPR 120/17
- Umidità a 105 °C
- Scheletro
- Metalli (Arsenico; Cadmio; Cobalto; Nichel; Piombo; Rame; Zinco; Mercurio; Cromo totale; Cromo VI)
- Idrocarburi C>12
- Amianto (solo nei campioni 0÷1 m da p.c.)
- BTEX e IPA (solo in prossimità di infrastrutture stradali, ferroviarie e insediamenti industriali)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 95 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli

Per quanto riguarda la matrice suolo (top soil), si prevedono inoltre 3 saggi, in corrispondenza dei punti da SUO-01 e SUO-02:

- un saggio ecotossicologico sul suolo tal quale (TQ):
 - Test di fitotossicità con *Lepidium sativum*, *Sinapis alba* e *Sorghum saccharatum* (UNI 11357:2010);
- un saggio su elutriato del suolo (estratto acquoso dei suoli -EA):
 - Saggio di tossicità acuta con il crostaceo *Daphnia magna* (ISO 6341:2013);
 - Saggio di tossicità cronica con l'alga *Pseudokirchneriella subcapitata* (ISO 8692:2012);
- un saggio di genotossicità:
 - sull'estratto organico del suolo (EO) mediante saggi Salmonella/microsome test (Ames test).

Il monitoraggio dei suoli finalizzato alla valutazione del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli interessati dalla pista lavoro, in seguito ai ripristini vegetazionali e morfologici effettuati, verrà effettuato, sia in fase di caratterizzazione (ante operam) che in fase di verifica (post operam).

Il monitoraggio consisterà nella descrizione del top soil e del subsoil, e nel prelievo di campioni per l'analisi di laboratorio (un campione per ciascun orizzonte pedogenetico), in corrispondenza dei primi due orizzonti a partire dal piano campagna.

La descrizione dei suoli sarà effettuata secondo quanto riportato nella "Guida alla descrizione dei suoli in campagna e alla definizione delle loro qualità" (2002) Gardin L., Costantini E. A. C., Napoli R." e secondo i criteri riportati nel "Soil Survey Manual" (Soil Survey Staff S.C.S. U.S.D.A., 1993). Il sistema di classificazione di riferimento per la classificazione dei suoli è il sistema WRB (IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS World Reference Base for Soil Resources, edizione Italiana - 1999).

Il monitoraggio dei suoli consisterà nella descrizione e campionamento di un profilo di suolo per ogni area test.

In particolare, saranno effettuate le seguenti descrizioni. La descrizione dell'ambiente in cui si trovano i suoli, oltre all'anagrafica del punto (sigla, località, comune, provincia), le coordinate geografiche, l'utilizzazione prevalente del suolo/vegetazione, la quota in metri sul livello del mare e gli aspetti superficiali; la descrizione dei caratteri stazionali indicandone eventuale pendenza, quota, pietrosità, rocciosità, substrato, uso del suolo, tipo e intensità dei processi erosivi. Successivamente saranno individuati gli orizzonti pedogenetici e per ogni livello individuato sarà stimata la tessitura, il colore e le screziature secondo gli standard delle Munsell Soil Charts (1954), la presenza di scheletro, l'effervescenza, il drenaggio, la consistenza, la struttura, la porosità, la profondità utile alle radici, ed il grado di umidità. La descrizione del profilo sarà effettuata tramite la scheda di rilevamento elaborata dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 96 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Ogni orizzonte pedogenetico individuato sarà opportunamente campionato; nel caso di insufficiente profondità del suolo, il prelievo verrà fatto nei primi 10-15 cm del profilo, comunque corrispondenti all'orizzonte superficiale. Per ciascun orizzonte verrà prelevato un campione, non inferiore a 1kg di suolo per le determinazioni chimico fisiche.

Sui campioni degli orizzonti pedogenetici verranno eseguite una serie di analisi chimico-fisiche secondo i metodi ufficiali MUACS (1992) e successive modifiche, per la determinazione dei seguenti parametri:

- Tessitura (sabbia, limo, argilla);
- pH;
- carbonati totali;
- carbonio organico;
- azoto totale;
- fosforo assimilabile;
- potassio assimilabile;
- basi di scambio (Ca, Mg, Na, K);
- conduttività elettrica;
- Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.)

5.3.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati:

- Fase ante operam (AO): No.1 campionamento per ciascun punto di monitoraggio.

Il monitoraggio del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli (inclusi i saggi ecotossicologici e genotossici) nelle stazioni di monitoraggio SUO-01 e SUO-02 si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase ante operam (AO): No. 1 campionamento (preferibilmente in primavera o in autunno);
- Fase di cantiere (CO): durante il periodo in cui sarà presente il cantiere non saranno effettuate campagne di misura;
- Fase post operam (PO): No. 1 campionamento annuale per i 3 anni successivi alle attività di ripristino morfologico/vegetazionale all'interno della fascia lavori, preferibilmente in primavera o in autunno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 97 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

5.4. Rumore

5.4.1. Finalità del monitoraggio

Il monitoraggio del clima acustico è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie potenzialmente interessate dal progetto nelle diverse fasi (ante operam, fase di cantiere e di esercizio) mediante rilevazioni strumentale.

5.4.2. Individuazione delle aree da monitorare

I ricettori identificati sono stati individuati nelle aree ad uso residenziale o comunque potenzialmente frequentate, che risultano ubicate in prossimità delle opere di progetto.

Il monitoraggio della componente rumore in corso d'opera prevede il controllo dell'evolversi della situazione ambientale, il controllo delle emissioni acustiche delle lavorazioni al fine di evitare il manifestarsi di emergenze specifiche, o di adottare eventuali misure di mitigazione degli impatti. Il riferimento di tale attività di monitoraggio deve essere il rispetto dei limiti posti dalla normativa vigente.

Le attività di cantiere per la realizzazione di un metanodotto hanno carattere temporaneo nel tempo e nello spazio. Le principali operazioni di cantiere possono essere schematizzate suddividendo l'intero tracciato in settori su cui si succedono temporalmente le varie fasi di lavoro.

Campagne di misura in corso d'opera saranno pertanto realizzate in corrispondenza delle fasi di cantiere maggiormente impattanti da un punto di vista del clima acustico, presso i ricettori più vicini alle aree di intervento.

In fase di esercizio saranno inoltre previste campagne di misura in corrispondenza dei ricettori potenzialmente interessati dalle emissioni sonore degli Impianti e in particolare dell'Impianto PDE di Quiliano e adiacente Impianto di Correzione dell'Indice di Wobbe, già oggetto di una campagna di misura del clima acustico attuale (9 e 23 Maggio 2023).

Tabella 5.10: Punti di Monitoraggio Componente Rumore – Impianto PDE di Quiliano e Impianto di Correzione dell'Indice di Wobbe

Codice punto	Coordinate		Denominazione Ricettore
	Latitudine	Longitudine	
RUM-01	44°17'14.7" N	8°25'18.4" E	Abitazione Via Gagliardi 2-2a (Quiliano)
RUM-02	44°17'16.5" N	8°25'27.2" E	Via 25 Aprile 1-3 (Quiliano)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 98 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 5.7: Punti di Monitoraggio Componente Rumore - Impianto PDE di Quiliano e Impianto di Correzione dell'Indice di Wobbe

5.4.3. Metodologia di rilevamento

Il monitoraggio del rumore sarà svolto da tecnico competente in acustica attraverso l'utilizzo di apposita strumentazione conforme agli standard EN-CEI.

In considerazione del fatto che le attività di cantiere generalmente inizieranno circa alle ore 07.30 e termineranno approssimativamente alle ore 17.30, si programmeranno le misure ad integrazione continua sull'intero periodo diurno 6.00-22.00.

In fase di esercizio, la misurazione del rumore ambientale esterno, espresso in livello equivalente continuo "Leq in dB(A)" sarà prevista sia in periodo diurno, sia in periodo notturno, sempre tramite misure ad integrazione continua.

Gli indicatori ambientali del rumore sono tratti dal DPCM 1.03.1991 e DPCM 14.11.1997 per la valutazione del rumore diurno ed in particolare:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 99 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Limite di emissione in Leq in dB(A), periodo diurno (6-22);
- Limite differenziale diurno;
- Limite di immissione diurno.

Durante il monitoraggio il passo di campionamento della registrazione sarà di 1 secondo, in modo tale da avere una risoluzione del segnale tale da consentire l'analisi spettrografica e l'individuazione dei contributi dei singoli tipi di sorgenti in caso di necessità.

I valori così rilevati verranno poi mediati in maniera logaritmica per ottenere i valori di Leq ed i valori percentili della postazione ove sono state effettuate le misure.

Per i rilievi fonometrici verranno utilizzati un fonometro ed un calibratore conformi alle indicazioni riportate nel D.M.A. 16/03/1998. In riferimento alle specifiche tecniche richieste dallo stesso decreto, la strumentazione verrà calibrata prima e dopo ogni ciclo di misura.

Durante le misure saranno inoltre rilevate le condizioni meteorologiche in termini di precipitazioni, nebbia, umidità e temperatura media, ventosità.

5.4.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Le misurazioni del rumore saranno effettuate in corrispondenza dei periodi caratterizzati dalle maggiori emissioni acustiche, ovvero delle lavorazioni maggiormente impattanti in fase di cantiere e delle condizioni di esercizio dell'impianto più gravose. In particolare:

- fase ante operam (AO): No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) prima dell'inizio dei lavori di costruzione. Il monitoraggio sarà svolto presso i punti più accessibili e rappresentativi dei ricettori acustici individuati, con misure per integrazione continua di 8 ore in periodo diurno (da selezionare nel periodo 6-22) e 8 ore in periodo notturno (22-6).
- fase di costruzione (CO): durante la fase di costruzione il monitoraggio sarà garantito da campagne fonometriche da effettuarsi durante le attività di cantiere di maggior generazione del rumore. Le misure saranno condotte ad integrazione continua di 8 ore in periodo diurno (da selezionare nel periodo 6-22). Le tempistiche relative allo svolgimento delle campagne di monitoraggio potranno subire modifiche nella fase di definizione di dettaglio delle attività di cantiere;
- fase post operam di esercizio (PO): No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) da effettuarsi entro il primo anno di esercizio dell'impianto solo in corrispondenza dei ricettori prossimi all'Impianto PDE di Quiliano e adiacente Impianto di correzione dell'Indice di Wobbe. Il monitoraggio sarà svolto con misure per integrazione continua di 8 ore in periodo diurno (da selezionare nel periodo 6-22) e 8 ore in periodo notturno (22-6).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 100 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

5.5. Biodiversità Terrestre

5.5.1. Finalità del monitoraggio

Il monitoraggio della Biodiversità Terrestre è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti su vegetazione, fauna ed ecosistemi naturali potenzialmente interessati dal progetto in fase di cantiere.

In particolare, la presenza delle aree protette favorisce la presenza (stanziale o transitoria), di diverse specie animali, tra cui numerosi uccelli, chiroterri e anfibi.

Lo scopo del presente progetto di monitoraggio è pertanto quello di accertare lo stato di conservazione del popolamento faunistico presente o transitante nell'area di progetto, al fine di arricchire il quadro conoscitivo dell'area ed essere in grado, successivamente, di accertare e verificare ogni potenziale effetto che lo stesso (in particolare nella fase di cantiere), potrà comportare sulla componente indagata.

5.5.2. Individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio della componente biodiversità sarà realizzato in corrispondenza dei punti riportati nella seguente tabella.

L'esatta posizione verrà concordata con le Autorità competenti, tenendo in considerazione gli esisti dello Studio di Impatto Ambientale (particolari prescrizioni), le finalità del monitoraggio, lo stato di avanzamento del progetto esecutivo, i limiti intrinseci del territorio, fra cui la facilità di accesso al punto di monitoraggio.

Relativamente ai chiroterri e all'avifauna, in fase di AO, sarà identificato il transetto da eseguire tenendo in considerazione o stato ecologico e conservazionistico degli habitat potenzialmente idonei per la presenza delle suddette specie.

Tabella 5.11: Punti di Monitoraggio Biodiversità Terrestre

Codice identificativo punto di misura	Coordinate		Componente da esaminare
	Latitudine	Longitudine	
BIO-01	44°16'54.87"N	8°26'1.57"E	Avifauna Anfibi
BIO-02	44°17'2.84"N	8°26'5.42"E	Avifauna
BIO-03	44°16'36.15"N	8°24'15.33"E	Avifauna Chiroterri Vegetazione

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 101 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Codice identificativo punto di misura	Coordinate		Componente da esaminare
	Latitudine	Longitudine	
BIO-04	44°17'50.19"N	8°24'26.68"E	Avifauna Chiroteri Vegetazione
BIO-05	44°18'46.26"N	8°21'12.84"E	Avifauna Chiroteri Vegetazione
BIO-06	44°23'0.08"N	8°18'21.86"E	Avifauna Chiroteri
BIO-07	44°24'49.94"N	8°16'49.41"E	Avifauna Chiroteri
BIO-08	44°25'6.49"N	8°17'0.26"E	Avifauna Anfibi Vegetazione
BIO-09	44°25'37.62"N	8°17'17.54"E	Avifauna

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 102 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

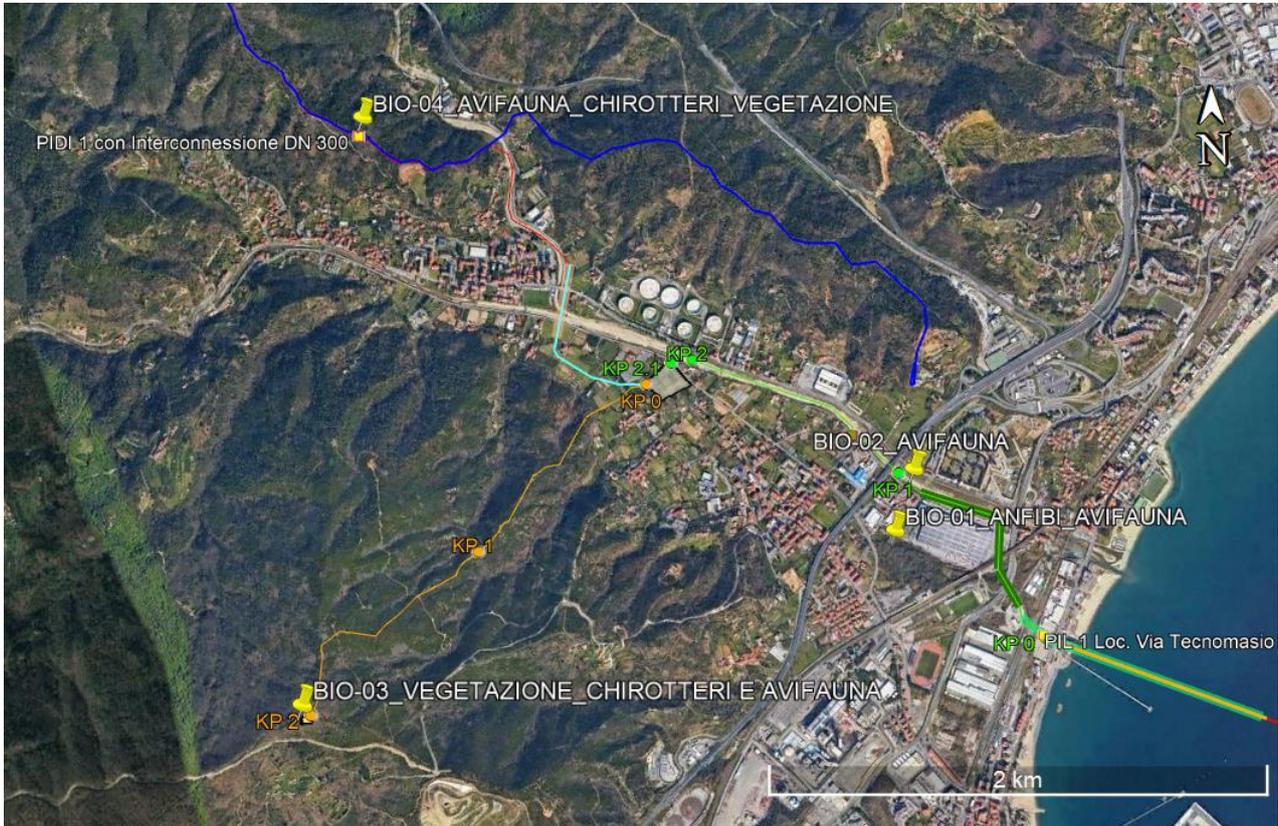


Figura 5.8: Punti di Monitoraggio Componente Biodiversità Terrestre (1 di 3)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 103 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

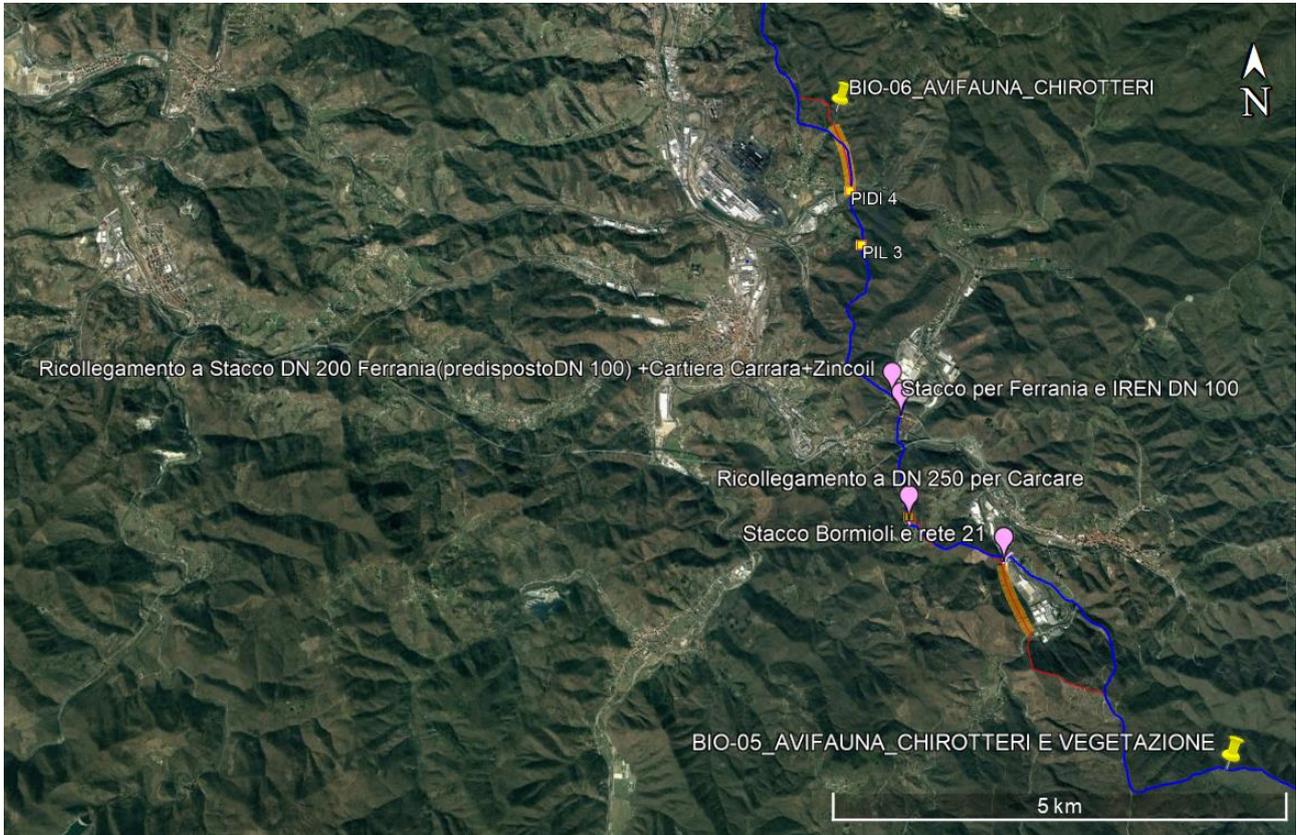


Figura 5.9: Punti di Monitoraggio Componente Biodiversità Terrestre (2 di 3)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 104 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

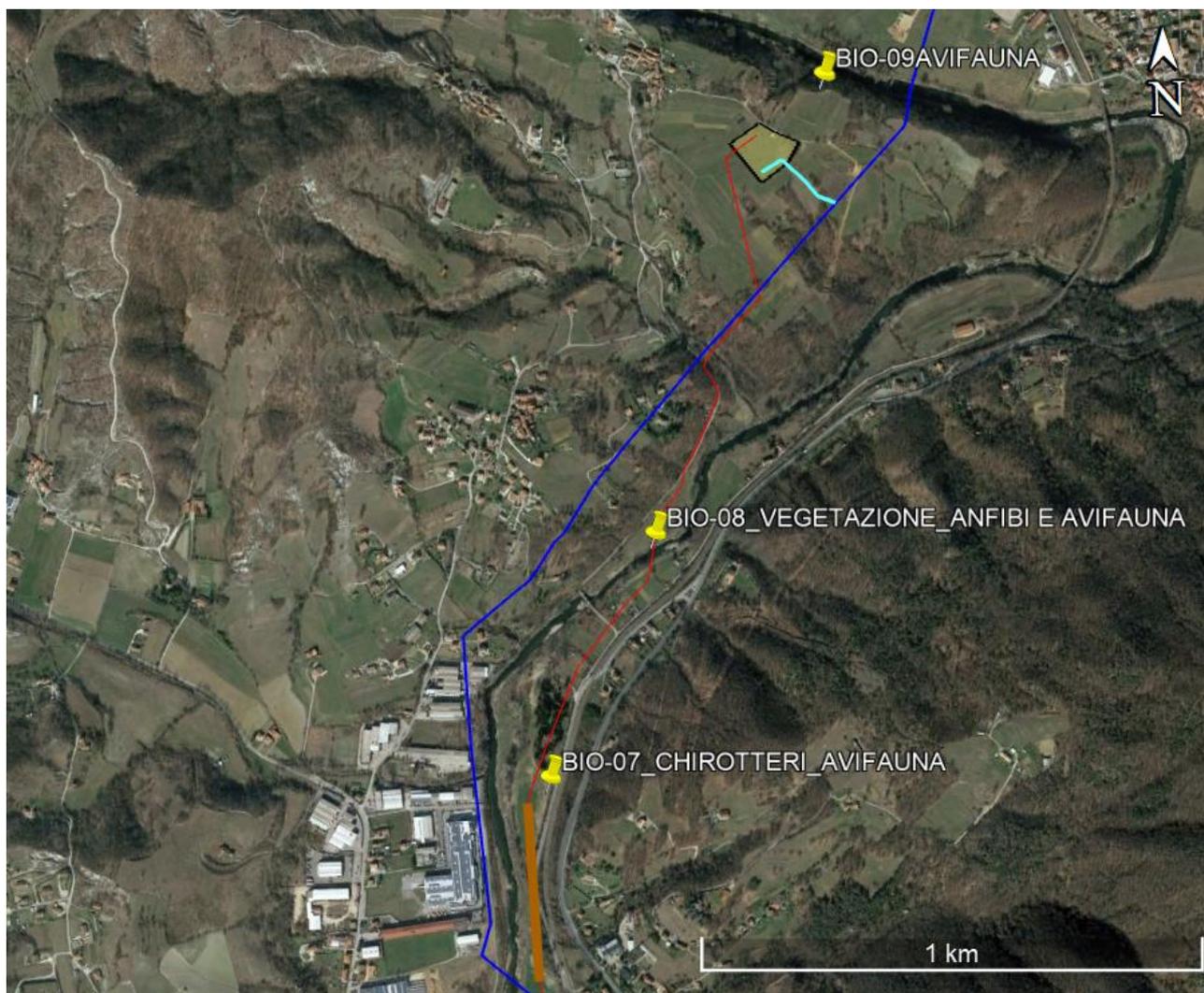


Figura 5.10: Punti di Monitoraggio Componente Biodiversità Terrestre (3 di 3)

5.5.3. Metodologia di rilevamento

Avifauna

La proposta di PMA prevede pertanto campagne di monitoraggio da effettuarsi con rilievi ornitologici mediante osservazioni dirette e indirette (vocalizzazioni) su transetti, distribuiti uniformemente sul territorio ed individuati all'interno delle diverse tipologie ambientali, lungo i quali si individueranno punti d'ascolto (durata delle soste per ogni punto di ascolto pari a 8 minuti).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 105 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tale tecnica di censimento mira ad ottenere informazioni sulla densità relativa delle singole specie, vale a dire sui cambiamenti nell'abbondanza (osservata) passando da un ambiente all'altro o da un momento all'altro.

Al termine dei rilievi di campo i dati raccolti potranno essere analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero e dell'abbondanza relativa di specie di uccelli presenti nel territorio d'indagine.

Nello specifico, alla produzione degli elenchi di specie, si devono riportare i seguenti parametri:

- abbondanze relative;
- indici di diversità (tra le più utilizzate: ricchezza specifica totale (S), diversità di Shannon (H'), Indice di equiripartizione (J), dominanza di Simpson (D));
- frequenza di specie di interesse conservazionistico/rare/minacciate.

Oltre ai dati ornitologici i rilevatori sono tenuti a riportare le caratteristiche ambientali entro un raggio di 100 m dall'osservatore nonché informazioni di carattere generale relative al rilevamento (ad esempio codice identificativo, data e orario, condizioni meteorologiche).

Il rilievo deve essere seguito nei giorni in assenza di pioggia, nebbia o forte vento, con orario di rilevamento standard preferibilmente dall'alba alle 11:00 (ora solare) (Blondel et al. 1981; Fornasari et al. 1998).

I dati raccolti saranno registrati opportunamente su un'apposita scheda di rilevamento.

Tali analisi ripetute nei medesimi punti e con le medesime metodologie, potranno inoltre fornire informazioni utili ad individuare un trend delle popolazioni ed a valutare possibili variazioni significative della numerosità.

Chiroteri

Il riconoscimento di alcune specie e di alcuni generi della chiroterofauna presente nell'area di studio si svolgerà mediante il rilievo dei segnali di ecolocalizzazione emessi durante i voli di spostamento e di caccia, e le osservazioni dirette notturne con strumenti ottici. Le registrazioni delle emissioni ultrasonore prodotte dai pipistrelli saranno ottenute seguendo un determinato percorso campione nelle ore notturne, e saranno realizzate con bat-detector automatico in continuo e passivo, in modalità time expansion. La funzione fondamentale del Bat detector è quella di convertire i segnali ultrasonori emessi dai chiroteri in volo, compresi in un campo di frequenze tra 10 e 120 kHz, in suoni udibili all'orecchio umano.

I segnali di ecolocalizzazione, registrati su supporto digitale integrato nel batdetector vengono successivamente analizzati mediante software di bioacustica per l'analisi di emissioni ultrasonore. L'identificazione delle specie viene effettuata secondo le indicazioni metodologiche fornite da Barataud (Balades dans l'in audible, 1996) integrate da ulteriori informazioni bibliografiche. Durante le operazioni di campo, l'ascolto dei suoni viene accompagnato, per quanto possibile, dall'osservazione diretta mediante binocolo dell'animale rivolgendo attenzione principalmente alle sue dimensioni e silhouette; inoltre vengono considerate la colorazione delle parti inferiori – quando visibili - l'altezza e il tipo di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 106 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

volò. I transetti percorsi sono georeferenziati tramite GPS o su mappa, e ogni contatto è registrato su apposita scheda di rilievo. I risultati ottenuti in seguito al rilevamento sono utilizzati per la caratterizzazione del popolamento dei chiroterteri dell'area indagata.

Anfibi

Transetti (visivi e audio): si esegue un percorso lineare di lunghezza definita e vengono contati gli individui presenti a destra e sinistra del percorso. La distanza tra un transetto e l'altro deve essere fissa e non deve essere inferiore a 5 metri. Nel caso di anfibi acquatici canori, quali ad esempio gli anuri, vengono contati i richiami dei maschi lungo il transetto o in punti d'ascolto. Il transetto (della lunghezza di circa 1 km) deve essere collocato in modo casuale intorno ad un sito riproduttivo. Questa tecnica prevede un'elevata specializzazione da parte dell'operatore, in quanto ogni canto deve corrispondere ad un solo individuo e non deve essere contato più volte. Le ore in cui si rileva la maggiore attività canora sono quelle comprese tra le 18:00 e le 24:00. Il night driving è invece un transetto rappresentato dalla strada percorsa e la tecnica consiste nel contare gli individui incontrati nell'unità di tempo durante le ore notturne.

Vegetazione

L'individuazione dei tipi vegetazionali è stata realizzata mediante fotointerpretazione e verifiche sul campo secondo la classificazione fisionomica europea degli habitat secondo CORINE (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITY, 1991).

Secondo quanto richiesto, si richiede di eseguire il monitoraggio mediante la metodologia del "Plot permanente".

Il Quadrato permanente è un'area ben definita, in genere all'interno di un popolamento elementare, delimitata da picchetti e di superficie variabile tra 1 e 25-100 metri quadrati. All'interno di questo quadrato vengono ripetuti con periodicità variabile dei rilievi molto accurati (spesso con conteggio di tutti gli individui) per valutare variazioni anche sottili nella composizione floristica e nella struttura. All'interno di questi plot verrà eseguito il monitoraggio della componente vegetazione e flora mediante rilievi fitosociologici, applicando la scala di Braun-Blanquet. (BRAUN-BLANQUET, 1932).

Il rilievo quali-quantitativo mediante metodo di Braun-Blanquet permette di rilevare in tempi più rapidi possibili variazioni nella composizione delle fitocenosi presenti, causati, ad esempio, dalle attività di cantiere o da possibili contaminazioni dei suoli e delle acque a causa di eventi accidentali.

Il rilievo fitosociologico (metodo di valutazione quali-quantitativa) si differenzia dal rilievo strettamente floristico (metodo qualitativo) perché, accanto ad ogni specie, si annotano i valori di "abbondanza- dominanza". Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni: nella superficie campione (stazione di rilevamento), circoscritta nel perimetro di un quadrato di almeno 10 x 10 m di lato, si effettua il censimento delle entità floristiche presenti, che viene riportato sulla relativa scheda di rilevamento, unitamente alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie. Si specificano inoltre i parametri stazionali

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 107 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

(altezza, esposizione, inclinazione), morfometrici (altezza degli alberi, diametro, ecc) con breve cenno sulle caratteristiche pedologiche, informazioni che completano la caratterizzazione della stazione. Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928), secondo il seguente schema.

Tabella 5.12: Schema per la Stima del Grado di Copertura (Metodo Braun-Blanquet, 1928)

Classe di Abbondanza	% di copertura
+	< 1%
1	1-5%
2	5-25%
3	25-50%
4	50-75%
5	75-100%

5.5.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Per tutte le componenti sopra esaminate, monitoraggi saranno effettuati nelle seguenti fasi:

- fase ante operam (AO): No.1 campagna stagionale da eseguire nel periodo precedente l'avvio del cantiere:
 - avifauna nidificante: 1 volta ogni 15 g tra Mag e Lug;
 - avifauna migratoria: 2 volte nei periodi Mar-Apr e Sett-Ott.;
 - chiroteri: 3 volte (Mar-Mag; Giu-Ago; Sett-Ott);
 - anfibi: 3 volte tra Mar-Mag;
 - vegetazione: 1 volta tra Mag-Giu;
- fase di costruzione (CO): durante la fase di costruzione saranno svolte campagne di monitoraggio durante le attività di cantiere maggiormente impattanti sulle aree naturali protette (generazione di rumore e polveri in prossimità di tali aree);
- fase post operam di esercizio (PO): No.1 campagna stagionale nei primi 3 anni successivi il termine delle attività di cantiere (con periodi come in fase AO).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 108 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Al fine di caratterizzare in modo esaustivo e valutare i possibili impatti generati dall'opera in progetto, si ritiene opportuno eseguire le differenti indagini nella stagione ritenuta più idonea tenendo in considerazione le diverse esigenze ecologiche dei diversi taxa faunistici monitorati. Nella tabella seguente si riporta pertanto, l'articolazione delle indagini previste nell'arco di 1 anno, specificando il periodo di rilevamento più idoneo nonché la frequenza dei campionamenti.

Componente	Periodo di rilevamento	Frequenza
Avifauna nidificante	Maggio - Luglio	1 volta ogni 15 giorni nel periodo indicato
Avifauna migratoria	1° Periodo primaverile: Marzo - Aprile 2° Periodo autunnale: Settembre - Ottobre	2 volte nei 2 periodi indicati
Chiroteri	1° Periodo primaverile: Marzo - Maggio 2° periodo estivo: Giugno - Agosto 3° periodo autunnale: Settembre - Novembre	1 volta nei 3 periodi indicati
Anfibi	Marzo - Maggio	3 volte nel periodo indicato
Vegetazione	Maggio-Giugno	1 volta nel periodo indicato

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 109 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – OFF SHORE

6.1. Atmosfera

6.1.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio sulla componente Atmosfera è finalizzato, una volta entrato in esercizio la FSRU, a monitorare le emissioni fuggitive di metano.

6.1.2. Individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio delle emissioni fuggitive sarà svolto sulla FSRU, in corrispondenza di tutte le potenziali sorgenti che saranno precedentemente identificate (flange, valvole, strumenti, etc.).

6.1.3. Parametri Analitici

Il monitoraggio delle emissioni fuggitive potrà essere svolto successivamente ad una identificazione di tutte le potenziali sorgenti emissive e a tale scopo si prevede di effettuare un censimento di tali punti (flange, valvole, etc.). Tale fase risulterà già effettuata durante la permanenza nel porto di Piombino.

La misura delle concentrazioni delle perdite di metano potrà essere effettuata tramite un analizzatore di gas (comunemente chiamato sniffer) e una volta misurate le emissioni procedere alla stima delle emissioni complessive.

6.1.4. Durata e Frequenza del Monitoraggio

Si prevede, in fase post operam (PO), una volta entrata in esercizio la FSRU nella nuova ubicazione:

- No. 1 campagna di misura nel primo anno di esercizio, da ripetersi ogni 3 anni per l'intero esercizio della FSRU.

6.2. Matrice Colonna d'Acqua

6.2.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica della qualità delle acque marine. Obiettivo principale dell'attività è il controllo delle possibili alterazioni delle caratteristiche qualitative, a valle delle operazioni previste per le attività di cantiere offshore e in seguito all'entrata in esercizio dell'FSRU.

Il monitoraggio delle acque marine è considerato uno strumento efficace e fondamentale in quanto consente la sorveglianza della qualità ecologica dell'ambiente marino, delle forme di pressione che insistono sull'ambiente costiero e pelagico e permette la gestione dei fenomeni

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 110 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

anomali e delle emergenze ambientali. L'acquisizione dei dati idro-biologici è determinante per garantire il GES (Good Environmental Status) obiettivo della Marine Strategy Framework Directive (MSFD 2008/56/EC) dell'UE. Sulla colonna d'acqua possono essere condotte misurazioni dirette e/o indirette, ovvero attraverso il prelievo di campioni per successive analisi di laboratorio con il principale scopo di valutare la presenza o meno di composti idrosolubili. Le misurazioni dirette sono finalizzate a rilevare i principali parametri utili a caratterizzare lo stato fisico (es temperatura, salinità, pH, torbidità, pressione, densità, ossigeno disciolto) del sistema marino, fattori che concorrono a determinare il destino dei contaminanti. Inoltre, gli studi di monitoraggio hanno anche l'obiettivo di valutare la loro biodisponibilità tramite l'approccio ecotossicologico che consente una valutazione integrata degli effetti dei contaminanti in soluzione o in sospensione. Il monitoraggio della colonna d'acqua non può prescindere dallo studio della componente biotica, attraverso la definizione della qualità microbiologica delle acque, e la raccolta e le analisi quali-quantitative condotte su fitoplancton e zooplancton. Queste ultime due componenti ecologiche sono essenziali in quanto rappresentano rispettivamente produttori primari (autotrofi) e consumatori primari (eterotrofi), che svolgono un ruolo chiave negli ecosistemi neritici e pelagici. L'ingente biomassa planctonica ed in particolare le fluttuazioni stagionali in termini di produttività assicurano e influenzano il corretto funzionamento delle reti trofiche marine.

Indirettamente lo studio del plancton consente anche la caratterizzazione dell'idrologia di un'area e permette di intercettare precocemente possibili variazioni che insistono sulla colonna d'acqua come le variazioni dei termoclini stagionali e/o il rimescolamento di masse d'acqua a differenti densità (aree di upwelling). Tra le componenti biotiche della matrice acqua non può essere trascurata quella ittioplanctonica rappresentata dalle uova e dalle fasi larvali e giovanili dei pesci, determinante per assicurare il turn over e la dispersione anche di specie ittiche di rilevante valore commerciale, oggetto di attività di pesca.

6.2.2. Individuazione delle aree da monitorare

I prelievi ed i monitoraggi avverranno in corrispondenza dell'area di installazione della FSRU secondo uno schema preliminarmente ipotizzato come di seguito proposto, con punti in corrispondenza della FSRU (No. 1 punto in corrispondenza dello scarico delle acque di rigassificazione, No. 4 punti a 100 m di distanza + No. 4 controlli).

La posizione delle stazioni è da considerarsi indicativa.

La posizione reale sarà verificata al momento dell'esecuzione dei monitoraggi, anche al fine di poter assicurare la replica negli stessi punti, nelle varie fasi di progetto previste.

Tabella 6.1: Punti di Monitoraggio Componente Colonna d'Acqua

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AMC-01	44°16'30.31"N	8°29'35.78"E	Profilo idrologico, caratteristiche e analisi ch-
AMC-02	44°16'33.34"N	8°29'35.42"E	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 111 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AMC-03	44°16'27.64"N	8°29'35.57"E	fi e microbiologiche, saggi ecotossicologici, popolamenti planctonici
AMC-04	44°16'30.59"N	8°29'39.31"E	
AMC-05	44°16'30.36"N	8°29'31.38"E	
AMC-06	44°16'46.40"N	8°29'32.75"E	
AMC-07	44°16'14.78"N	8°29'37.92"E	
AMC-08	44°16'30.65"N	8°29'57.25"E	
AMC-09	44°16'30.05"N	8°29'13.58"E	

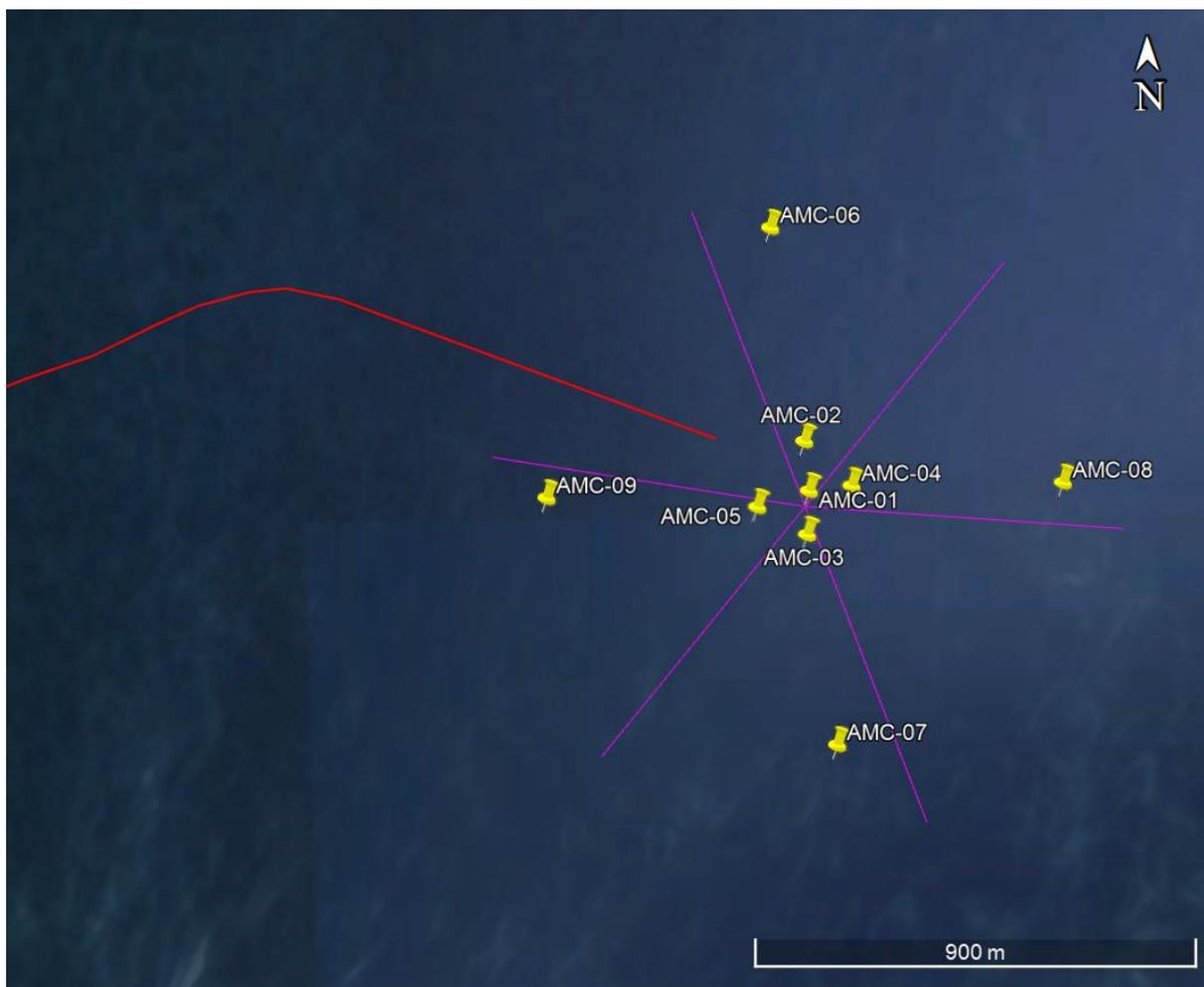


Figura 6.1: Punti di Monitoraggio Matrice Colonna d'Acqua

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 112 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6.2.3. Profili Idrologici

I profili idrologici saranno eseguiti in tutte le stazioni su base stagionale tramite una sonda multiparametrica dotata di sensori specifici per la acquisizione dei seguenti parametri: Temperatura, Conducibilità, Ossigeno, pH, Potenziale redox, Torbidità, Fluorescenza. Durante il monitoraggio sarà fornita evidenza delle periodiche tarature.

La sonda multiparametrica eseguirà la lettura contemporanea di tutti i parametri e provvederà alla compensazione automatica delle misure effettuate.

La sonda verrà calata dalla superficie fino alla massima profondità possibile evitando di toccare il fondo e creare una improvvisa risospensione dei sedimenti falsando la misura in corso. I dati saranno elaborati tramite software.

6.2.4. Caratteristiche Fisiche, Chimiche e Microbiologiche

I campioni per la caratterizzazione fisica, chimica e microbiologica della colonna d'acqua saranno prelevati tramite bottiglie Niskin in corrispondenza di 2 quote batimetriche (superficiale e profonda) e refrigerati in attesa della consegna ai laboratori.

6.2.5. Analisi Fisiche

La misura di trasparenza della colonna d'acqua sarà definita tramite Disco di Secchi secondo la procedura indicata nella Scheda n°3 delle Metodologie Analitiche di Riferimento ICRAM (Cicero e Di Girolamo 2001).

Il materiale particellato in sospensione di natura inorganica (derivante dalla risospensione di sedimenti o materiale di erosione) oppure di natura organica (costituito da organismi viventi, dai loro prodotti metabolici e dalla loro decomposizione) sarà determinato tramite metodo gravimetrico.

Le analisi dei nutrienti inorganici disciolti (NO_3 , NO_2 , PO_4 , $\text{Si}(\text{OH})_2$) saranno effettuate a partire da un'aliquota (100 ml) di acqua filtrata su filtri Whatmann GF/F. I campioni così trattati verranno mantenuti in frigo a 4 °C.

Le analisi di azoto e fosforo totali saranno effettuate a partire da un'aliquota (100 ml) di acqua marina tal quale (non filtrata) mantenuta in frigo a 4 °C per al massimo 15 giorni prima delle analisi.

L'analisi della concentrazione della clorofilla sarà effettuata sul particellato marino trattenuto dai filtri Whatmann GF/F che dovranno essere congelati (-80 °C) subito dopo la filtrazione. Omogenizzazione ed estrazione avverranno in acetone al 90 %, le analisi effettuate con HPLC.

Si prevede l'utilizzo dell'indicatore descrittivo dello stato di qualità delle acque marino costiere TRIX (indice di stato trofico) che prende in considerazione le principali componenti degli ecosistemi marini che caratterizzano la produzione primaria, i nutrienti e la biomassa fitoplanctonica.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 113 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

L'indice riassume in un valore numerico una combinazione di 4 variabili (Ossigeno disciolto, Clorofilla "a", Fosforo totale e Azoto inorganico disciolto) che definiscono, in una scala di valori da 1 a 10, le condizioni di trofia e il livello di produttività delle aree costiere.

6.2.6. Analisi Chimiche

In merito alla valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici, secondo il DM 260/2010 modificato e integrato con il 172/2015 saranno ricercati i seguenti parametri chimici: metalli pesanti, Idrocarburi totali, IPA, Acidi aloacetici, Aloacetoni-trili, alofenoli, BTEX, fenoli e clorofenoli, aniline, cloro attivo libero, composti organostannici, pesticidi (inclusi i fosforati), tensioattivi anionici e non ionici e altri aromatici clorurati e difenileteri.

La determinazione dei metalli (escluso il mercurio) sarà effettuata mediante spettrometria di emissione atomica accoppiata induttivamente al plasma a rivelazione con spettrometria di massa (Al, As, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, V e Zn).

L'analisi del mercurio sarà effettuata sul campione tal quale mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un Analizzatore Diretto del Mercurio.

I composti organostannici (TBT, DBT, MBT) verranno determinati tramite estrazione e derivatizzazione seguite da analisi gascromatografica impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa.

La determinazione del Cloro sarà effettuata per via spettrofotometrica UV.

I tensioattivi totali verranno determinati come somma dei tensioattivi anionici determinati per via spettrofotometrica UV e tensioattivi non ionici, determinati per titolazione.

La determinazione dei composti organici volatili sarà effettuata mediante analisi gas cromatografica dello spazio di testa o mediante tecnica Purge & Trap sul campione tal quale e determinazione con tecnica FID (idrocarburi) o ECD (composti clorurati) o a spettrometria di massa, mentre la determinazione dei composti organici semivolatili (SVOC) per via gas cromatografica con rivelazione FID (idrocarburi alifatici), ECD (specifico per composti clorurati) o a spettrometria di massa (tandem) sugli estratti con opportune miscele solventi previa eventuale derivatizzazione e purificazione.

Le Diossine e furani nonché i PCB diossina simili saranno effettuati tramite estrazione e purificazione seguite da analisi gascromatografica in alta risoluzione impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

Relativamente a diossine e furani, i fattori di tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEQ (International TEF) saranno calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8- tetraclorodibenzodiossina), considerando l'affinità di questa molecola come valore unitario di riferimento.

L'accuratezza e precisione delle analisi, incluse le procedure di preparazione del campione (digestione o estrazione ove effettuate) sarà verificata attraverso periodici Controlli di Qualità impiegando materiali standard di riferimento e, se esistenti, partecipazioni a circuiti interlaboratorio accreditati; le tarature degli strumenti di misura saranno affidate a centri accreditati LAT e le curve di taratura previste dai metodi scelti verranno costruite con soluzioni standard certificate e verificate periodicamente per testarne la robustezza.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 114 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 6.2: Elenco delle analisi fisiche e chimiche da effettuare sulla matrice acque

Elenco delle analisi fisiche e chimiche
Nutrienti
Solidi sospesi
Clorofilla a
Elementi in tracce
Idrocarburi totali
Tensioattivi anionici
Tensioattivi non ionici
Acidi aloacetici
Aloacetoni-trili
BTEX
Fenoli e Clorofenoli
Alometani e Composti Organici Volatili (VOC)
Cloro attivo libero
Composti Organostannici
Aniline
Pesticidi

6.2.7. Analisi Microbiologiche

Le analisi microbiologiche saranno eseguite ricercando gli organismi patogeni tipici della colonna d'acqua di aree portuali: *Escherichia coli* (APAT CNR IRSA 7030 / metodo C (2003), Streptococchi fecali (enterococchi) (APAT CNR IRSA 7040 / metodo C (2003).

6.2.8. Saggi Ecotossicologici

Dovranno essere selezionate 3 specie test al fine di comporre una batteria che tenga in considerazione il livello trofico di appartenenza.

In particolare, dovrà essere utilizzata una specie rappresentativa della componente batterica (decompositori), una della componente fitoplanctonica (produttori primari) ed una della componente mero-zooplanctonica (consumatori).

Si riporta di seguito un esempio di batteria di analisi ecotossicologiche che potrà essere effettuata.

- Saggio di tossicità acuta tramite valutazione dell'inibizione della bioluminescenza batterica in *Aliivibrio fischeri* (*Vibrio fischeri*) (ISO 11348-3:2007/Amd 1:2018 o ISO 11348-1:2007/Amd 1:2018);
- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione della crescita algale in *Phaeodactylum tricornutum* (ISO 10253:2016);
- o, in alternativa, Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione del corretto sviluppo larvale in embrioni di *Paracentrotus lividus* (EPA/600/R-95-136/Sezione 15 +

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 115 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 11/2017) o, in alternativa, in embrioni di *Crassostrea gigas* (ISO 17244:2015);

- *Test di genotossicità*: saggi Comet Assay e del micronucleo (MN test) che rappresentano i più rilevanti biomarcatori di effetto per organismi esposti a contaminanti chimici come gli IPA o metalli, e saggi Salmonella/microsome test (Ames test) che consentono di tenere sotto controllo la formazione di sottoprodotti durante il processo di clorazione dell'acqua (OECD 471:1997).

6.2.9. Popolamenti Planctonici

Fitoplancton

Per lo studio di questa componente biotica saranno prelevati campioni di d'acqua (in singola replica) non selettivi tramite bottiglie Niskin a due diverse profondità (superficie e fondo).

Sarà, inoltre, valutata la diversità complessiva delle stesse comunità tramite raccolta selettiva mediante retino (in singola replica) da plancton con opportuno vuoto di maglia (20 µm trainato verticalmente nella zona fotica).

L'eventuale presenza di taxa potenzialmente tossici appartenenti alle così dette Harmful Algae (HA) dovrà essere tempestivamente segnalata.

I dati saranno elaborati tramite tecniche statistiche che consentano di rilevare eventuali differenze significative imputabili alla presenza del rigassificatore.

Zooplancton

La frazione olo e meroplanctonica sarà campionata mediante rete standard WP-2 (57 cm di diametro e vuoto di maglia da 200 µm) corredata di un flussimetro che permetta la restituzione quantitativa degli organismi raccolti (ind m⁻³). Per ciascuna stazione dovranno essere effettuati un campionamento orizzontale uno verticali per la raccolta degli organismi. I campioni saranno effettuati in singola replica.

Il comparto ittioplanctonico sarà campionato con bongo-net da 60 cm di diametro e vuoto di maglia da 300 µm corredata di un flussimetro che permetta la restituzione quantitativa degli organismi raccolti (ind m⁻³).

Dovranno essere previsti campionamenti sia orizzontali sia verticali con entrambi gli strumenti.

La pescata orizzontale sarà effettuata mediante traino delle reti navigando a velocità costante di 2 nodi per un tempo totale di 15 minuti.

Il campionamento verticale sarà realizzato su punto fisso in modo da investigare tutta la colonna d'acqua dalla prossimità del fondale marino, fino alla superficie.

I campioni saranno fissati in soluzione di formaldeide e acqua di mare (al 4%) o, in alternativa, in soluzione alcolica al 70% in acqua di mare.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 116 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

I dati saranno elaborati tramite tecniche statistiche che consentano di rilevare eventuali differenze significate imputabili alla presenza del rigassificatore.

6.2.10. Durata e Frequenza del Monitoraggio

I monitoraggi saranno effettuati:

- fase ante operam (AO): No.1 campagna prima dell'avvio del cantiere, intorno all'area di prevista installazione della FSRU e in corrispondenza di punti di controllo;
- fase post operam di esercizio (PO): Campagne stagionali per tutta la durata di esercizio dell'FSRU, intorno all'area di prevista installazione della FSRU (ubicazione da finalizzare una volta ormeggiata la FSRU per verifica fattibilità) e in corrispondenza di punti di controllo.

6.3. Fondali Marini

6.3.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica della qualità dei sedimenti marini. Obiettivo principale dell'attività è il controllo delle possibili alterazioni delle caratteristiche qualitative degli stessi, a valle delle operazioni previste per le attività di cantiere offshore e in seguito all'entrata in esercizio dell'FSRU.

6.3.2. Individuazione delle aree da monitorare

I punti di campionamento saranno posti in corrispondenza:

- un punto all'exit point del microtunnel costiero;
- un punto ogni miglio nautico circa tra l'exit point e l'area di prevista localizzazione della FSRU;
- un punto in corrispondenza di ciascun punto di ancoraggio del sistema di ormeggio a torretta.

La posizione delle stazioni è da considerarsi indicativa. Presenza di substrati duri, habitat sensibili, cavi e condotte preesistenti potrebbero portare ad una variazione delle stesse.

In corrispondenza dell'area di localizzazione della FSRU saranno, inoltre, previsti No. 9 punti (stessi punti previsti per la matrice Colonna d'acqua, riportati anche in Tabella 6.1 e Figura 6.1 e in particolare No. 1 punto in corrispondenza dello scarico delle acque di rigassificazione, No. 4 a 100 m di distanza + No. 4 controlli), presso i quali saranno previste anche analisi ecotossicologiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 117 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 6.3: Punti di Monitoraggio Componente Fondale Marino

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AMC-01	44°16'30.31"N	8°29'35.78"E	Caratteristiche e analisi ch-fi e microbiologiche, saggi ecotossicologici, popolamenti macrobentoniciplanctonici
AMC-02	44°16'33.34"N	8°29'35.42"E	
AMC-03	44°16'27.64"N	8°29'35.57"E	
AMC-04	44°16'30.59"N	8°29'39.31"E	
AMC-05	44°16'30.36"N	8°29'31.38"E	
AMC-06	44°16'46.40"N	8°29'32.75"E	
AMC-07	44°16'14.78"N	8°29'37.92"E	
AMC-08	44°16'30.65"N	8°29'57.25"E	
AMC-09	44°16'30.05"N	8°29'13.58"E	
SED-01	44°16'31.60"N	8°27'7.89"E	
SED-02	44°16'34.48"N	8°28'17.73"E	
SED-03	44°16'48.02"N	8°29'26.71"E	
SED-04	44°16'45.04"N	8°29'53.04"E	
SED-05	44°16'28.62"N	8°30'2.78"E	
SED-06	44°16'10.96"N	8°29'46.00"E	
SED-07	44°16'14.96"N	8°29'18.46"E	
SED-08	44°16'33.28"N	8°29'9.51"E	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 118 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 6.2: Punti di Monitoraggio Fondali Marini

6.3.3. Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche dei sedimenti

Il prelievo dei campioni di sedimento sarà condotto secondo le metodologie analitiche di riferimento ICRAM (secondo le linee guida indicate in Cicero e Di Girolamo, 2001). La quantità di materiale prelevata dovrà essere sufficiente a garantire le analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, compresa l'aliquota di scorta da conservare per eventuali approfondimenti e verifiche (D.M.173/16). Per le analisi chimico-fisiche dovranno essere recuperati i primi 2 cm di sedimento, preventivamente ripuliti da componenti di origine antropica (plastica, vetro, metallo etc.) e naturale (ciottoli e organismi del macrobenthos) di dimensioni superiori a 5 mm e opportunamente omogenizzati per essere suddivisi nelle varie aliquote da destinare alle analisi.

6.3.4. Analisi granulometriche

L'analisi granulometrica sarà effettuata a 1 Ø (phi) scegliendo un metodo che consenta la ripartizione del sedimento nelle principali classi dimensionali. I sedimenti saranno suddivisi mediante classificazione ternaria di Shepard (1958) in sabbia, limo e argilla e riportati su appositi diagrammi che potranno essere modificati in caso di elevata presenza di ghiaia.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 119 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6.3.5. Analisi chimiche

La determinazione dei metalli (escluso il mercurio) sarà effettuata mediante mineralizzazione a microonde e successiva analisi mediante spettroscopia di Assorbimento atomico (Cd) o spettrometria di emissione atomica accoppiata induttivamente al plasma a rivelazione ottica (Al, As, Cr, Cu, Fe, Ni, P, Pb, V e Zn).

L'analisi del mercurio sarà effettuata sul campione tal quale mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un Analizzatore Diretto del Mercurio.

Il Cromo esavalente verrà determinato mediante digestione alcalina seguita da determinazione spettrofotometrica UV.

IL TOC sarà determinato con analizzatore diretto del carbonio previa eliminazione del carbonio inorganico mediante trattamento acido.

La sostanza organica sarà determinata mediante calcinazione o metodo equivalente.

L'Azoto totale sarà determinato tramite digestione acida seguita da determinazione Spettrofotometrica UV.

I composti organostannici (TBT, DBT, MBT) saranno determinati tramite estrazione e derivatizzazione seguite da analisi gascromatografica impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa.

La determinazione del Cloro verrà eseguita mediante combustione in ambiente ossidante e successiva determinazione del cloro adsorbito sotto forma di cloruro per cromatografia ionica

La determinazione dei composti organici volatili sarà effettuata mediante analisi gas cromatografica dello spazio di testa o mediante tecnica Purge & Trap sul campione tal quale e determinazione con tecnica FID (idrocarburi) o ECD (composti clorurati) o a spettrometria di massa, mentre la determinazione dei composti organici semivolatili (SVOC) viene eseguita per via gas cromatografica con rivelazione FID (idrocarburi alifatici), ECD (specifica per composti clorurati) o a spettrometria di massa (tandem) sugli estratti con opportune miscele solventi previa eventuale derivatizzazione e purificazione.

Le Diossine e furani nonché i PCB diossina simili saranno determinati tramite estrazione e purificazione seguite da analisi gascromatografica in alta risoluzione impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

Relativamente a diossine e furani, i fattori di tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEQ (International TEF) saranno opportunamente calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina), considerando l'affinità di questa molecola come il valore unitario di riferimento.

Le analisi saranno effettuate da laboratori accreditati (ove esistenti) ed eseguite da personale qualificato, formato e competente.

L'accuratezza e precisione delle analisi, incluse le procedure di preparazione del campione (digestione o estrazione ove effettuate) dovrà essere verificata attraverso periodici Controlli di Qualità impiegando materiali standard di riferimento e, se esistenti, partecipazioni a circuiti

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 120 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

interlaboratorio accreditati; le tarature degli strumenti di misura saranno affidate a centri accreditati LAT e le curve di taratura previste dai metodi scelti dovranno essere costruite con soluzioni standard certificate e verificate periodicamente per testarne la robustezza.

Si riporta di seguito l'elenco delle analisi complete con unità di misura e limite di rilevabilità.

Eventuali variazioni delle metodiche saranno tempestivamente segnalate.

Tabella 6.4: Elenco delle analisi chimiche da effettuare sulla matrice sedimenti

Elenco delle analisi chimiche Sedimenti
Idrocarburi C >12
Elementi in tracce
Cromo esavalente (Cr VI)
Cloro
Total Organic Carbon (TOC)
Sostanza organica
Idrocarburi Policiclici Aromatici
Policlorobifenili
Pesticidi organoclorurati
Composti organostannici
Acidi aloacetici
Aloacetoni nitrili
Alofenoli
Diossine e furani
PCB diossina simili
Nutrienti

6.3.6. Analisi Microbiologiche

Le analisi microbiologiche saranno eseguite ricercando gli organismi patogeni: *Escherichia coli*, Spore di Clostridi Solfitoriduttori, *Salmonella spp.*, Streptococchi fecali ed Enterococchi.

6.3.7. Saggi ecotossicologici sui sedimenti

La valutazione ecotossicologica della matrice "sedimento" sarà effettuata tramite una batteria di almeno 3 specie test che prendano in considerazione differenti livelli trofici di appartenenza.

Verrà utilizzata una specie rappresentativa della componente batterica (decompositori), una della componente fitoplanctonica (produttori primari) ed una della componente mero-zooplanctonica (consumatori).

Inoltre, dato che la maggior parte delle analisi ecotossicologiche prevede la valutazione di frazioni acquose, la cui preparazione a partire dal sedimento prevede una fase di manipolazione, è necessario includere nella batteria un saggio da eseguire sulla matrice tal quale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 121 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Si riporta di seguito un esempio di batteria di analisi ecotossicologiche.

- Saggio di tossicità acuta tramite valutazione dell'inibizione della bioluminescenza batterica in *Aliivibrio fischeri* (*Vibrio fischeri*) su sedimento "tal quale" (ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 04/2021) o, in alternativa, saggio di sviluppo larvale (larval development rate, LDR) con il copepode calanoide *Acartia tonsa* (ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 13/2019)
- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione della crescita algale in *Phaeodactylum tricornutum* su elutriato (ISO 10253:2016)
- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione del corretto sviluppo larvale in embrioni di *Paracentrotus lividus* (EPA/600/R-95-136/Sezione 15 + ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 11/2017) o, in alternativa, in embrioni di *Crassostrea gigas* su elutriato (ISO 17244:2015).

Il rischio ecotossicologico sarà valutato con l'ausilio del software SediQualSoft.

6.3.8. Popolamenti Macrobentonici

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici sarà effettuato tramite benna Van Veen con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1 m². Ciascun campione dovrà essere setacciato su maglia 0,5mm e fissato in formalina al 8% e, dopo il sorting, in alcool al 70%. Gli individui dovranno essere contati e determinati al più basso livello tassonomico possibile. I dati verranno analizzati utilizzando tecniche multivariate e univariate compreso il calcolo dei seguenti parametri: numero totale di individui (N); numero di specie (S); indice di ricchezza specifica di Margalef (D); indice di diversità di Shannon (H'); indice di equitabilità di Pielou (J).

Lo Stato di Qualità Ecologica dell'area sarà determinato attraverso il calcolo dell'indice AMBI e suo derivato M-AMBI.

6.3.9. Durata e Frequenza del Monitoraggio

I monitoraggi saranno effettuati:

- fase ante operam (AO): No.1 campagna, precedente l'avvio del cantiere per la definizione della fase di bianco, lungo la condotta, nei punti intorno al punto di localizzazione della FSRU e in corrispondenza dei punti di ancoraggio del sistema di ormeggio a torretta;
- fase post operam (PO): No.1 campagna nei punti individuati per AO;
 - No.1 campagna nei punti lungo la sealine e in corrispondenza dell'exit point (SED-01, SED-02 e AMC-01),
 - No.1 campagna in prossimità di ciascun punto di ancoraggio (SED-03, 04, 05, 06, 07 e 08), ubicazione da finalizzare una volta ormeggiata la FSRU per verifica fattibilità;
- fase post operam di esercizio (PO): No.1 campagna annuale per tutta la durata di esercizio per i soli punti in prossimità del Terminale FSRU (da AMC-01 a AMC-09), ubicazione da finalizzare una volta ormeggiata la FSRU per verifica fattibilità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 122 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6.4. Cetacei e Tartarughe Marine

6.4.1. Finalità del Monitoraggio

Durante la fase di lavori a mare (in corso d'opera), al fine di tutelare la biodiversità marina (in particolare mammiferi marini e tartarughe marine) da eventuali impatti negativi causati dal rumore subacqueo delle operazioni, si propone un monitoraggio visivo della fauna marina e acustico dei cetacei, da eseguirsi tramite qualificati MMO (Marine Mammals Observer) e operatori PAM (Passive Acoustic Monitoring) esperti rispettivamente nel riconoscimento visivo dei cetacei e in generale delle specie protette di maggior interesse (quali le tartarughe marine) e dei segnali acustici da essi prodotti.

6.4.2. Individuazione delle aree da monitorare

I monitoraggi visivi ed acustici saranno svolti direttamente dalle imbarcazioni coinvolte nelle attività di cantiere o da mezzo navale dedicato, in modo da coprire un'area sufficientemente ampia ad evitare ogni potenziale interferenze con le specie marine.

6.4.3. Metodologia di Monitoraggio

Di seguito si riporta la descrizione delle proposte di monitoraggio da condurre in corso d'opera.

Con riferimento alle indicazioni riportate nelle LLGG ISPRA 2014 e 2015, si evidenzia inoltre che:

- non è prevista l'installazione di artefatti che possano causare mortalità, né sono previste prospezioni geofisiche. Potenziali disturbi sono limitati alle operazioni offshore;
- non sono presenti siti di nidificazione di tartarughe marine nell'area di studio. Le attività di costruzione prevedono velocità dei mezzi navali limitate. Si prevede comunque il monitoraggio visivo in corso d'opera;
- in considerazione della limitata durata delle attività e del rumore emesso in una regione con traffico navale elevato, non si prevede il monitoraggio della distribuzione/abbondanza delle specie di mammiferi marini (anche in linea con analoghi progetti). Il monitoraggio è previsto in corso d'opera (fase di cantiere) per l'intero svolgimento delle attività di costruzione a mare, attraverso la presenza di operatori MMO e PAM;
- ove necessarie saranno definite le misure di mitigazione previste.

6.4.3.1. Monitoraggio Visivo a Mare

Il monitoraggio della presenza di mammiferi marini e tartarughe marine verrà effettuato con osservatori (MMO). La presenza dei mammiferi marini verrà rilevata attraverso tecniche di avvistamento visivo applicabili durante le ore diurne e con condizioni meteomarine inferiori a Beaufort 4/5 (MMO). Il monitoraggio potrà essere effettuato direttamente a bordo dei mezzi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 123 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

di cantiere, da piattaforma elevata con buona visibilità al fine di garantire la copertura delle attività nelle ore diurne.

Per il monitoraggio visivo verranno utilizzati speciali binocoli marini che garantiscano la visibilità all'interno dell'area di monitoraggio. I binocoli saranno inoltre dotati di reticolo per stimare le distanze o, qualora ne fossero privi, gli operatori dovranno essere dotati di range finder che permetta loro di stabilire la distanza tra la posizione dei mammiferi marini e la fonte del rumore affinché vengano applicate le opportune misure di mitigazione.

Qualora gli MMO rilevassero la presenza di un individuo od un gruppo di mammiferi marini all'interno dell'area di monitoraggio, allora la presenza degli animali verrà segnalata e verranno applicate le misure di mitigazione previste (si veda in seguito).

Le misure di mitigazione sono state definite tenendo in considerazione i seguenti criteri, in linea con quanto indicato nelle linee guida ACCOBAMS (2013) e JNCC (2015, 2017):

- le misure previste devono essere tecnicamente applicabili in condizioni di sicurezza per il personale, le apparecchiature, i mezzi navali e le strutture da realizzare;
- l'applicazione delle misure sarà basata sulle informazioni raccolte dagli operatori MMO e PAM;
- andranno tenute in considerazione le condizioni operative ed eventuali situazioni contingenti o necessarie;
- scopo delle misure è garantire la massima tutela delle specie di mammiferi e rettili marini minimizzando, per quanto possibile, l'interruzione delle operazioni.

Generalmente, le misure di mitigazione del rumore offshore, a seconda delle attività previste possono tipicamente includere:

- procedure di interruzione delle attività (Shut Down – SD) in caso di avvistamento di individui all'interno della Exclusion Zone dopo l'avvio delle attività. Le attività possono quindi essere riprese 30 minuti dopo l'allontanamento degli individui avvistati;
- procedure di depotenziamento delle sorgenti di rumore (Power Down – PD) in caso di avvistamento di individui all'interno di una fascia più ampia dopo l'avvio delle attività. Le normali attività possono essere riprese 30 minuti dopo l'allontanamento degli individui;
- procedure di avvio progressivo delle attività o dopo una interruzione o rallentamento (Soft Start – SS) mediante graduale incremento delle sorgenti di rumore sottomarino.

Occorre evidenziare come nel caso in esame, le attività di costruzione previste ed i motori dei mezzi navali impiegati non possono essere interrotti o depotenziati in maniera istantanea. Alcune attività ed i motori dei mezzi non possono essere arrestati, mentre ulteriori attività possono essere depotenziate progressivamente.

In caso di rilevamento di un individuo od un gruppo di mammiferi marini all'interno dell'area di monitoraggio prima dell'avvio delle attività, saranno applicate le seguenti misure di mitigazione:

- avvistamento nella ZS: sarà effettuato un avvio progressivo (soft start) delle sorgenti di rumore sottomarino connesse con i mezzi navali e le attrezzature utilizzate. Inoltre,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 124 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

durante i 30 minuti antecedenti l'inizio delle attività, è previsto che gli osservatori si accertino dell'assenza anche di singoli individui nelle aree limitrofe;

- avvistamento nella ZE: le attività saranno posticipate fino all'allontanamento degli animali, attendendo almeno 30 minuti dall'ultimo avvistamento.

In caso di rilevamento delle specie ad attività in corso:

- all'interno della ZS: gli MMO si limiteranno ad osservarne e annotarne il comportamento e le caratteristiche;
- all'interno della ZE: nonostante sia possibile presumere che queste vi siano entrate volontariamente, in presenza dei livelli sonori prodotti dai mezzi navali di cantiere,¹ si prevederà, ove tecnicamente possibile, a minimizzare le sorgenti di rumore necessarie per lo svolgimento delle attività (allontanamento mezzi non necessari, rallentamento attività di posa per il tratto offshore, etc.). In ogni caso il rischio di collisione coi mezzi navali viene considerato trascurabile, viste le limitate velocità dei mezzi in operazione.

In generale le osservazioni visive forniranno dati in merito all'occorrenza, distribuzione e comportamento delle specie nell'area (al fine di determinare i possibili effetti delle attività su questa componente biologica) e/o informazioni di base per l'attuazione di misure di mitigazione in tempo reale, se necessario. Le informazioni da registrare in caso di rilevamento visivo saranno:

- specie (o caratteristiche generali degli individui osservati);
- numero di individui (effettivo o stimato);
- taglia/classe di età/sexo (se determinabili);
- comportamento iniziale che ha consentito l'avvistamento (salto, affioramento, soffio, altro) e note indicative sul comportamento generale del gruppo/individuo;
- data, ora, coordinate del punto di avvistamento, condizioni meteomarine, visibilità;
- distanza dal punto di osservazione (stimata grazie al binocolo con reticolo);
- direzione di spostamento del gruppo/individuo;
- apparente eventuale reazione a una specifica attività di disturbo (nessuna, avvicinamento, allontanamento, altro);
- note particolari.

La registrazione di tali dati avverrà ogni 3 minuti fino a quando gli animali saranno presenti nell'area di monitoraggio.

¹ In aggiunta a quanto sopra, in letteratura si rilevano casi in cui alcune specie hanno mostrato capacità di adattamento a livelli elevati di rumore in determinate condizioni

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 125 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Si evidenzia infine come l'inizio di ogni nuova attività non potrà avere luogo in condizioni di scarsa visibilità (periodo notturno, foschia, etc.), al fine di garantire le condizioni di operatività ottimali agli MMO.

Per quanto riguarda i rettili marini, con particolare riferimento alla specie di tartaruga marina *Caretta caretta*, si sottolinea che i MMO segnaleranno la presenza e la posizione di tali animali se riscontrati nell'area durante le ricognizioni al fine di preservarne l'incolumità.

6.4.3.2. Monitoraggio Acustico Passivo

Il monitoraggio della presenza di mammiferi marini, in condizioni di scarsa visibilità e di notte², verrà effettuato attraverso il monitoraggio acustico passivo (PAM). La presenza dei mammiferi marini verrà rilevata attraverso localizzazione acustica passiva (PAM), attraverso minimo No. 2 operatori scientifici situati a bordo del mezzo di cantiere che staranno all'ascolto presso dedicata postazione. Gli operatori PAM verificheranno, attraverso l'utilizzo di un idrofono che potrà essere a trascinamento o a stazionamento (in configurazione vertical o horizontal array), i livelli sonori emessi nel corso delle attività di cantiere e l'eventuale presenza di cetacei. Tale sistema permetterà inoltre di verificare la distanza degli esemplari rispetto alla sorgente sonora.

Qualora gli operatori PAM rilevassero la presenza di un individuo od un gruppo di mammiferi marini all'interno dell'area di monitoraggio (ZE e ZS), saranno allertati gli MMO per una verifica visiva quando possibile e saranno intraprese le misure di mitigazione descritte in precedenza.

Saranno ad ogni modo verificati in ogni momento i livelli sonori presenti e confrontati con i valori soglia di disturbo dei cetacei.

Le rilevazioni acustiche forniranno dati in merito all'occorrenza, distribuzione e comportamento dei mammiferi marini nell'area (al fine di determinare i possibili effetti delle attività su questa componente biologica) e/o informazioni di base per l'attuazione di misure di mitigazione in tempo reale, se necessario.

Le registrazioni acustiche saranno continue durante tutto l'avvistamento. In caso di rilevamento acustico (senza riscontro visivo), i suoni emessi dagli animali potranno essere registrati con lo scopo di caratterizzare i parametri vocali delle specie e misurare la produzione di fischi e di click. I segnali acustici verranno captati dall'idrofono, amplificati, digitalizzati ed analizzati su laptop mediante un software appositamente dedicato che permetta l'analisi del segnale in tempo reale. I dati saranno archiviati in un database e restituiti sotto forma di report sintetico.

² L'impiego di binocoli con funzione night vision non è stato considerato in ragione della limitata efficacia.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 126 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6.4.4. Durata e Frequenza del Monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase di cantiere (CO): monitoraggio da effettuare durante le attività di cantiere offshore.

6.5. Rumore Sottomarino

6.5.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio del rumore sottomarino ha come obiettivo quello di stimare i livelli di rumore dell'area marina di interesse e verificare il contributo delle attività di esercizio del Terminale.

6.5.2. Individuazione delle aree da monitorare

In considerazione della potenziale rumorosità generata sia in fase di cantiere, legata alla presenza di mezzi, che in fase di esercizio legata all'esercizio del Terminale, saranno previsti monitoraggi nell'area intorno all'area di cantiere e in area (da definire) nell'intorno della FSRU.

6.5.3. Parametri Analitici

Le misurazioni acustiche saranno effettuate tramite un idrofono dotato di gabbia protettiva in acciaio AISI e fissato ad essa tramite supporti elastici (che ne riducono il self noise), connesso ad un cavo in kevlar di adeguata lunghezza. L'idrofono, appesantito con una zavorra, sarà calato dall'imbarcazione appoggio a profondità adeguata, assicurando comunque il suo sollevamento di almeno 4 metri sopra il fondale marino.

Saranno inoltre rilevati i parametri oceanografici (temperatura, salinità, conducibilità e profondità) tramite una sonda multiparametrica.

Successivamente ai rilievi acustici, si procederà con la caratterizzazione del rumore attraverso la stima dei seguenti livelli usati nell'acustica subacquea (ISO 18405:2017):

- Sound Pressure Level (root mean square) [($L_{p,rms}$) dB re 1 μ Pa]
 - $L_{p,rms}=10\log_{10}(p^2/p_0^2)$ [dB re 1 μ Pa²]
- Sound Pressure Level (root mean square) può anche essere espresso nella seguente forma:
 - $L_{p,rms}=20\log_{10}(\sqrt{p^2}/p_0)$ [dB re 1 μ Pa]
- Sound Pressure Level (peak) [(L_{p-pk}) dB re 1 μ Pa]
 - $L_{p,pk}=20\log_{10}(p_{pk}/p_0)$ [dB re 1 μ Pa]
- Sound Exposure Level [($L_{E,p}$) dB re 1 μ Pa²s]
 - $L_{E,p}=10\log_{10}(E_p/E_{p,0})$ [dB re 1 μ Pa² s]

Sound Exposure Level [($L_{E,fc}$) dB re 1 μ Pa²s] potrà essere stimato anche nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e a 125 Hz:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 127 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- $L_{E,63} = 10 \log_{10}(E_{p,63}/E_{p,0})$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$]
- $L_{E,125} = 10 \log_{10}(E_{p,125}/E_{p,0})$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$]

$E_{p,63}$ e $E_{p,125}$ sono l'integrale nel tempo del quadrato della pressione stimata nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 e 125 Hz nell'intervallo di tempo considerato (T).

- Mean Square Sound Power Spectral Density [($L_{p,f}$) dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$]
- $L_{p,f} = 10 \log_{10}((p^2)_f / (p^2)_{f,0})$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$]

Tutte le misurazioni e le analisi acustiche saranno effettuate seguendo le indicazioni descritte nel National Physical Laboratory (NPL) Good Practice Guide No. 133 – Underwater Noise Measurement (Robinson et al., 2014).

6.5.4. Durata e Frequenza del Monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase di cantiere (CO): monitoraggio da effettuare durante le attività di cantiere offshore.
- Fase di Esercizio (PO): campagne semestrali (estate/inverno) da ripetere ogni 3 anni in corrispondenza della configurazione di esercizio più gravosa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 128 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

7. MODALITÀ E RESTITUZIONE DEI DATI

Oltre alle specifiche informazioni riportate nelle componenti trattate nei precedenti Capitoli 5 e 6, nel presente capitolo si riportano informazioni a carattere generale in merito a:

- restituzione dei dati rilevati;
- pubblicazione dei dati su Sistema Informativo;
- documentazione da produrre.

7.1. Restituzione dei dati rilevati

Il cronoprogramma delle attività monitoraggio sarà condiviso mensilmente con tutti gli Enti interessati; inoltre, le attività che prevedono campionamenti saranno comunicate agli Enti, a mezzo posta elettronica, indicando le date e gli orari stimati del campionamento ed i riferimenti del responsabile.

Rispetto ad ogni fase del monitoraggio, verrà predisposta una specifica Relazione per fasi/annuale che sarà comprensiva di resoconti in dettaglio delle attività effettuate in campo nella fase in esame, corredata da cartografia aggiornata delle aree interessate, risultati di elaborazioni e considerazioni conclusive sulla qualità ambientale dei territori interessati.

I risultati alfanumerici analitici delle attività di monitoraggio, completati dalla opportuna georeferenziazione dei punti di monitoraggio, verranno trasmessi in allegato alle Relazioni di sintesi.

Come programmazione minima, si prevede di trasmettere i dati digitali:

- in occasione della trasmissione delle relazioni (come allegati);
- qualora si manifestassero specifiche criticità ambientali o superamenti dei limiti di legge, limitatamente alla componente interessata;
- in qualunque momento su richiesta degli Enti coinvolti.

7.2. Documentazione da produrre

Nei rapporti tecnici predisposti periodicamente (in seguito ad ogni monitoraggio) a seguito dell'attuazione del PMA verranno sviluppati i seguenti argomenti:

- finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente ambientale/agente fisico;
- descrizione e localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- parametri monitorati;
- articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 129 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Inoltre, i rapporti tecnici includeranno per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite schede di campionamento contenenti:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo, coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), componente ambientale/agente fisico monitorato, fase di monitoraggio;
- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale), uso reale del suolo, presenza di fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e/o gli esiti del monitoraggio (descrizione e distanza dall'area di progetto);
- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di campionamento verrà inoltre corredata da:

- inquadramento generale (in scala opportuna) che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica e/o su foto aerea (scala 1:10,000) dei seguenti elementi:
 - stazione/punto di monitoraggio (ed eventuali altre stazioni e punti di monitoraggio previsti nell'area di indagine, incluse quelle afferenti a reti pubbliche/private di monitoraggio ambientale),
 - elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato stradale, aree di cantiere, opere di mitigazione),
 - ricettori sensibili,
 - eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;
- Immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 130 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

8. GESTIONE DELLE ANOMALIE

Le possibili fasi per la gestione delle anomalie che potranno essere adeguate in relazione al caso specifico ed al contesto di riferimento sono:

- descrizione dell'anomalia, che riporti le seguenti informazioni:
 - dati relativi alla rilevazione (data, luogo, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore del prelievo, foto, altri elementi descrittivi),
 - descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge),
 - descrizione delle cause (se non identificate le eventuali ipotesi),
 - eventuali ulteriori analisi effettuate;
- accertamento dell'anomalia:
 - verifiche in situ, effettuazione di nuovi rilievi/analisi/elaborazioni, controllo della strumentazione,
 - comunicazioni e riscontri da parte dei responsabili delle attività.

In caso l'anomalia venga risolta, saranno comunicati gli esiti delle verifiche effettuate e le indicazioni se l'anomalia rilevata sia imputabile o meno alle attività di cantiere/esercizio dell'opera.

Qualora a seguito delle verifiche di cui sopra l'anomalia persista e sia imputabile all'opera (attività di cantiere/esercizio), verranno individuate soluzioni operative di seconda fase per la risoluzione dell'anomalia mediante:

- comunicazione dei dati e delle valutazioni effettuate;
- attivazione di misure correttive per la mitigazione degli impatti ambientali imprevisti o di entità superiore a quella attesa;
- programmazione di ulteriori rilievi/analisi/elaborazioni.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata legata alle attività (cantiere ed esercizio), si definirà quale azione correttiva intraprendere in accordo con gli Enti di controllo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 131 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

9. SINTESI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono riportate le attività di monitoraggio previste nelle presenti disposizioni preliminari del monitoraggio.

Tabella 9.1: Quadro Sinottico delle Disposizioni Preliminari per Monitoraggio Onshore

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
Atmosfera	ATM-01	<ul style="list-style-type: none"> parametri chimici: biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), polveri fini PM₁₀ e PM_{2,5}; parametri meteorologici: velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare, precipitazioni atmosferiche 	Campionamento con Mezzo mobile	AO - Fase Ante operam No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso il punto prescelto per un totale di 8 settimane di misura Prima dell'entrata in esercizio del Terminale
				PO - Fase Post operam o di esercizio No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso il punto prescelto per un totale di 8 settimane di misura Nel primo anno di attività del Terminale
Acque Sotterranee	AS-01 AS-02 AS-03 AS-04 AS-05	Torbidità Temperature dell'Acqua Livello freaticometrico pH Conducibilità elettrica specifica Potenziale Redox Ossigeno disciolto Sb O ₂ Cloruri Idrocarburi (n-esano) Alluminio Ferro Manganese	Piezometro	AO - Fase Ante operam No.1 campionamento precedente l'apertura del cantiere
				CO – Corso d'Opera No.1 campionamento nel periodo di realizzazione dell'attraversamento in trenchless

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 132 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
		Arsenico Cadmio Cromo totale Cromo VI Mercurio Nichel Rame Zinco Piombo		PO - Fase Post operam No.1 campionamento stagionale (per un totale di 4 campionamenti) da effettuarsi nel primo anno a decorrere dalla data di completamento dell'opera
Suolo e Sottosuolo	Si vedano le carte allegare al Piano Preliminare di Utilizzo in Sito delle TS escluse dalla Disciplina dei Rifiuti (DIS-PDU-E-11213, DIS-PDU-E-11313 e DIS-PDU-E-11413)	- Umidità a 105 °C - Scheletro - Metalli (Arsenico; Cadmio; Cobalto; Nichel; Piombo; Rame; Zinco; Mercurio; Cromo totale; Cromo VI) - Idrocarburi C>12 - Amianto (solo nei campioni 0÷1 m da p.c.) - BTEX e IPA (solo in prossimità di infrastrutture stradali, ferroviarie e insediamenti industriali)	Secondo l'Allegato 2 del DPR 120/17	AO - Fase Ante operam No. 1 campagna di indagine
	SUO-01 SUO-02	Descrizione top soil e subsoil + analisi: Tessitura (sabbia, limo, argilla); pH; carbonati totali; carbonio organico; azoto totale; fosforo assimilabile; potassio assimilabile; basi di scambio (Ca, Mg, Na, K); conduttività elettrica; Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.) Saggi ecotossicologici	Analisi secondo metodi ufficiali MUACS (1992) e successive modifiche	AO - Fase Ante operam No. 1 campionamento (primavera o autunno) PO - Fase di Esercizio No. 1 Campionamento annuale (primavera o autunno) per i primi 3 anni successivi alle attività di ripristino morfologico/vegetazionale"

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 133 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
Rumore	Ricettori più vicini alle aree di intervento, + RUM-01 RUM-02	Livelli di rumorosità	Misure ad integrazione continua con postazione esterna semi-fissa	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) prima dell'inizio dei lavori di costruzione
	RUM-01 RUM-02			CO - Fase di Cantiere Campagne fonometriche da effettuarsi durante le attività di cantiere in corrispondenza delle fasi di maggior generazione del rumore presso i ricettori acustici individuati
Biodiversità Terrestre	BIO-01 BIO-02 BIO-03 BIO-04 BIO-05 BIO-06 BIO-07 BIO-08 BIO-09	Avifauna (migratrice e nidificante) Chiroteri Anfibi Vegetazione	Osservazione con binocolo/cannocchiale dai punti di osservazione e lungo i transetti (avifauna) Osservazioni dirette e registrazioni con bat-detector (chiroteri)	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna stagionale, precedente l'avvio del cantiere per ciascun gruppo: - avifauna nidificante: 1 volta ogni 15 g tra Mag e Lug - avifauna migratoria: 2 volte nei periodi Mar-Apr e Sett-Ott. - Chiroteri: 3 volte (Mar-Mag; Giu-Ago; Sett-Ott) - Anfibi: 3 volte tra Mar-Mag - Vegetazione: 1 volta tra Mag-Giu

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 134 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
			Osservazioni dirette e punti di ascolto (anfibi) Fotointerpretazione e rilievi fitosociologici sul campo	CO - Fase di Cantiere Durante la fase di costruzione saranno svolte campagne di monitoraggio durante le attività di cantiere maggiormente impattanti sulle aree naturali protette (si vedano i periodi riportati in AO) PO - Fase di Esercizio No.1 campagna stagionale, nei primi 3 anni di esercizio dell'impianto (si vedano i periodi riportati in AO)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 135 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 9.2: Quadro Sinottico delle Disposizioni Preliminari per il Monitoraggio Offshore

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
Atmosfera - Fuggitive	FSRU	Misura Fuggitive	Analizzatore di gas (sniffer)	PO – Fase di Esercizio No. 1 campagna di misura nel primo anno di esercizio, da ripetersi ogni 3 anni per l'intero esercizio dell'opera
Matrice Colonna d'Acqua	AMC-01 AMC-02 AMC-03 AMC-04 AMC-05 AMC-06 AMC-07 AMC-08 AMC-09	Profilo idrologico, caratteristiche e analisi ch-fi e microbiologiche, saggi ecotossicologici, popolamenti planctonici	Sonda multiparametrica Prelievo campioni con bottiglia Niskin Analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam No.1 Campagna prima dell'inizio delle attività di cantiere
				PO - Fase di Esercizio Campagne stagionali per ogni anno di esercizio dell'impianto (ubicazione da finalizzare una volta ormeggiata la FSRU per verifica fattibilità)
Fondali Marini	AMC-01 AMC-02 AMC-03 AMC-04 AMC-05 AMC-06 AMC-07 AMC-08 AMC-09 SED-01 SED-02 SED-03 SED-04 SED-05 SED-06 SED-07 SED-08	Caratteristiche e analisi ch-fi e microbiologiche, saggi ecotossicologici, popolamenti macrobentonici planctonici	Prelievo campioni Analisi visive e analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam No.1 Campagna prima dell'inizio dei lavori di costruzione

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-000006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 136 di 136	Rev. 0

Rif. RINA: H4 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
	AMC-01 AMC-02 AMC-03 AMC-04 AMC-05 AMC-06 AMC-07 AMC-08 AMC-09 SED-01 SED-02 SED-03 SED-04 SED-05 SED-06 SED-07 SED-08			PO – post operam No. 1 campagna nei punti lungo la sealine No. 1 campagna in corrispondenza dell'exit point del MT No. 1 campagna in prossimità di ciascun punto di ancoraggio (ubicazione da finalizzare una volta ormeggiata la FSRU per verifica fattibilità)
	AMC-01 AMC-02 AMC-03 AMC-04 AMC-05 AMC-06 AMC-07 AMC-08 AMC-09			PO - Fase di Esercizio No. 1 Campagna per ogni anno di esercizio dell'impianto (ubicazione da finalizzare una volta ormeggiata la FSRU per verifica fattibilità)
Cetacei e Tartarughe Marine	Area intorno a mezzi di cantiere	Rilievi visivi di mammiferi marini e tartarughe marine e rilievi acustici dei cetacei	Osservazioni visive (binocolo) e ascolto tramite idrofono	CO - Fase di Cantiere Monitoraggio da effettuarsi durante le attività di cantiere offshore
Rumore Sottomarino	Area intorno a mezzi di cantiere e FSRU	Rilievi acustici e stima di: - Sound Pressure Level (rms) - Sound Pressure Level (Peak) - Sound Exposure Level	Misure con idrofono e stima dei livelli sonori dell'acustica subacquea	CO - Fase di Cantiere Monitoraggio da effettuarsi durante le attività di cantiere offshore PO – Fase di Esercizio Campagne semestrali (estate/inverno) da ripetere ogni 3 anni in corrispondenza della configurazione di esercizio più gravosa