



# **GALSI S.p.A.**

## **Milano, Italia**

---

<b>Gasdotto Algeria - Sardegna - Italia (GALSI) Tratto Sardegna</b>	<b>Studio di Impatto Ambientale (Sezione IIb) Quadro di Riferimento Progettuale</b>
---	---

**INDICE**

	<u>Pagina</u>
<b>ELENCO DELLE TABELLE</b>	<b>V</b>
<b>ELENCO DELLE FIGURE</b>	<b>VI</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2 SEZIONE ALGERIA-SARDEGNA E TERMINALE DI ARRIVO A PORTO BOTTE</b>	<b>2</b>
2.1 SEZIONE SOTTOMARINA ALGERIA-SARDEGNA	2
2.1.1 Caratteristiche Tecniche Generali	2
2.1.2 Descrizione del Tracciato	2
2.1.3 Criteri Generali di Progettazione	4
2.1.4 Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive	4
2.2 SEZIONE ON-SHORE PORTO BOTTE	5
2.2.1 Caratteristiche Tecniche Generali	5
2.2.2 Criteri Generali di Progettazione	5
2.2.3 Descrizione del Tracciato	6
2.2.4 Descrizione della Salina di S. Antioco	6
2.2.5 Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive	7
2.2.6 Fascia di Asservimento	7
2.2.7 Elementi di Segnalazione	8
2.3 TERMINALE DI ARRIVO DI PORTO BOTTE	8
2.3.1 Unità di Processo	9
2.3.2 Sistemi Ausiliari	11
2.3.3 Sistema Antincendio	15
2.3.4 Strumentazione, Automazione e Telecomunicazioni	15
2.3.5 Sistema Elettrico	15
2.3.6 Opere Civili	15
<b>3 SEZIONE ON-SHORE SARDEGNA</b>	<b>18</b>
3.1 LINEA	18
3.1.1 Caratteristiche Tecniche Generali	18
3.1.2 Criteri Generali di Progettazione	19
3.1.3 Descrizione del Tracciato	19
3.1.4 Sistemi di Protezione dalla Corrosione	24
3.1.5 Fascia di Asservimento	25
3.1.6 Elementi di Segnalazione	26
3.2 IMPIANTI DI LINEA	26
3.2.1 Punti di Intercettazione	26
3.2.2 Punti di Lancio e Ricevimento PIG	26
3.2.3 Ubicazione degli Impianti di Linea	28
3.2.4 Opere Complementari	29
<b>4 SEZIONE SARDEGNA-TOSCANA</b>	<b>30</b>
4.1 SEZIONE ON-SHORE OLBIA	30
4.1.1 Caratteristiche Tecniche Generali	30
4.1.2 Criteri Generali di Progettazione	31

4.1.3	Descrizione del Tracciato	31
4.1.4	Attraversamenti Principali	31
4.1.5	Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive	31
4.1.6	Fascia di Asservimento	32
4.1.7	Elementi di Segnalazione	32
4.2	SEZIONE SOTTOMARINA SARDEGNA-TOSCANA	32
4.2.1	Caratteristiche Tecniche Generali	32
4.2.2	Descrizione del Tracciato	32
4.2.3	Criteri Generali di Progettazione	34
4.2.4	Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive	34
<b>5</b>	<b>ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE, COLLAUDO, ESERCIZIO E MANUTENZIONE</b>	<b>35</b>
5.1	COSTRUZIONE SEZIONE SOTTOMARINA ALGERIA-SARDEGNA E TERMINALE DI ARRIVO A PORTO BOTTE	35
5.1.1	Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna	35
5.1.2	Terminale di Arrivo di Porto Botte	41
5.2	COSTRUZIONE SEZIONE ON-SHORE SARDEGNA	43
5.2.1	Attività di Preparazione dell'Area	44
5.2.2	Preparazione e Posa della Condotta	46
5.2.3	Realizzazione degli Attraversamenti	48
5.2.4	Realizzazione degli Impianti	54
5.3	COSTRUZIONE SEZIONE SOTTOMARINA SARDEGNA-TOSCANA	54
5.3.1	Metanodotto On-Shore Olbia	54
5.3.2	Sezione Sottomarina Sardegna-Toscana	57
5.4	COLLAUDO IN OPERA DELLA CONDOTTA	63
5.5	RIPRISTINI AMBIENTALI DEL METANODOTTO	64
5.5.1	Ripristino Sezione Algeria-Sardegna	64
5.5.2	Ripristino On-Shore Sardegna	65
5.5.3	Ripristino Sezione Sardegna-Toscana	67
5.6	TEMPI DI REALIZZAZIONE	67
5.7	ESERCIZIO E MANUTENZIONE DEL METANODOTTO	67
5.7.1	Avviamento e Fermata del Metanodotto	67
5.7.2	Ispezione del Metanodotto	68
5.7.3	Manutenzione del Metanodotto	69
5.8	BONIFICA E RIPRISTINO AMBIENTALE A FINE ESERCIZIO	70
5.8.1	Sezioni Condotta Sottomarina e Sezioni di Metanodotto a Terra	70
5.8.2	Terminale di Porto Botte	70
<b>6</b>	<b>ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO</b>	<b>72</b>
6.1	VARIANTE MACOMER	72
6.2	VARIANTE SAN GAVINO	73
6.3	MICROVARIANTI DI TRACCIATO	74
<b>7</b>	<b>REGIME NORMATIVO E VINCOLISTICO</b>	<b>75</b>
7.1	CONDOTTA SOTTOMARINA	75
7.1.1	Codici e standard	75

7.2	TERMINALE DI ARRIVO	75
7.2.1	Leggi	75
7.2.2	Normalizzazioni	77
7.3	SEZIONE ON-SHORE	79
7.3.1	Leggi	79
7.3.2	Normalizzazioni	81
<b>8</b>	<b>INTERAZIONI CON L'AMBIENTE</b>	<b>85</b>
8.1	EMISSIONI IN ATMOSFERA	85
8.1.1	Condotte Sottomarine AS ed SI	85
8.1.2	Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	86
8.1.3	Impianti a Terra	86
8.1.4	Sezione On-Shore Sardegna	87
8.2	EMISSIONI SONORE	88
8.2.1	Condotte Sottomarine AS ed SI	88
8.2.2	Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	88
8.2.3	Impianti a Terra	88
8.2.4	Sezione On-Shore Sardegna	89
8.3	PRELIEVI IDRICI	89
8.3.1	Condotte Sottomarine AS e SI	89
8.3.2	Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	89
8.3.3	Impianti a Terra	90
8.3.4	Sezione On-Shore Sardegna	90
8.4	SCARICHI IDRICI	91
8.4.1	Condotte Sottomarine AS e SI	91
8.4.2	Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	91
8.4.3	Impianti a Terra	92
8.4.4	Sezione On-Shore Sardegna	92
8.5	PRODUZIONE DI RIFIUTI	93
8.5.1	Condotte Sottomarine AS e SI	93
8.5.2	Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	93
8.5.3	Impianti a Terra	93
8.5.4	Sezione On-Shore Sardegna	94
8.6	UTILIZZO DI MATERIE PRIME E RISORSE NATURALI	94
8.6.1	Condotte Sottomarine AS e SI	94
8.6.2	Sezione di Metanodotto On-Shore (Porto Botte)	95
8.6.3	Sezione di Metanodotto On-Shore (Olbia)	95
8.6.4	Impianti a Terra	96
8.6.5	Sezione On-Shore Sardegna	96
8.7	TRAFFICO MEZZI TERRESTRI E NAVALI	97
8.7.1	Condotte Sottomarine AS e SI	97
8.7.2	Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	98
8.7.3	Impianti a Terra	98
8.7.4	Sezione On-Shore Sardegna	98

---

<b>9</b>	<b>MISURE PROGETTUALI PER LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI</b>	<b>99</b>
9.1	INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE	99
9.1.1	Metanodotto On-Shore	99
9.1.2	Metanodotto Off-Shore	102
9.1.3	Impianti	103
9.2	RIPRISTINI	104
9.2.1	Azioni da Prevedere in Fase di Apertura del Cantiere/Pista di Lavoro	104
9.2.2	Ripristini Morfologici	104
9.2.3	Ripristini Vegetazionali	104
9.2.4	Monitoraggio dei Ripristini	105

**RIFERIMENTI**

**ELENCO DELLE TABELLE**

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 2.1: Caratteristiche Tecniche della Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna	2
Tabella 2.2: Coordinate di Progetto Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna	2
Tabella 2.3: Caratteristiche Generali del Metanodotto DN 650, Tratto On-Shore	5
Tabella 2.4: Parametri di Esercizio del Terminale di Porto Botte	9
Tabella 3.1: Caratteristiche Tecniche del Metanodotto DN 1200	18
Tabella 3.2: Percorrenza in Sequenza Progressiva Lungo la Direttrice di Progetto	20
Tabella 3.3: Lunghezza di Percorrenza nei Territori Comunali	21
Tabella 3.4: Ubicazione Impianti di Linea	28
Tabella 4.1: Caratteristiche Generali del Metanodotto DN 800, Tratto On-Shore	30
Tabella 4.2: Principali Attraversamenti del Metanodotto DN 800, Tratto On-Shore	31
Tabella 4.3: Caratteristiche Tecniche della Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana	32
Tabella 4.4: Coordinate di Progetto Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana	33
Tabella 5.1: Lunghezza di Tiro della Condotta per Approdo Porto Botte	39
Tabella 5.2: Attraversamenti della Condotta Sottomarina AS	41
Tabella 5.3: Ubicazione delle Infrastrutture Provvisorie	44
Tabella 5.4: Attraversamenti delle Infrastrutture e dei Corsi d'Acqua Principali	51
Tabella 5.5: Lunghezza di Tiro della Condotta per Approdo Olbia	60
Tabella 5.6: Attraversamenti della Condotta Sottomarina SI	62
Tabella 6.1: Variante di Macomer, Interferenze con Aree Protette	73
Tabella 6.2: Elenco delle Microvarianti effettuate in Fase di Definizione del Tracciato	74
Tabella 8.1: Mezzi Impiegati per la Costruzione delle Condotte Sottomarine	85
Tabella 8.2: Mezzi Impiegati per la Costruzione del Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	86
Tabella 8.3: Mezzi Impiegati per la Costruzione degli Impianti a Terra	87
Tabella 8.4: Mezzi Impiegati per la Realizzazione del Metanodotto DN 1200	87
Tabella 8.5: Prelievi Idrici Fase di Cantiere Condotte Sottomarine	89
Tabella 8.6: Prelievi Idrici Fase di Cantiere Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	89
Tabella 8.7: Prelievi Idrici Fase di Cantiere del Terminale di Arrivo di Porto Botte	90
Tabella 8.8: Prelievi Idrici Fase di Esercizio del Terminale di Arrivo di Porto Botte	90
Tabella 8.9: Prelievi Idrici Fase di Cantiere del Metanodotto On-Shore	90
Tabella 8.10: Scarichi Idrici Fase di Cantiere Condotte Sottomarine	91
Tabella 8.11: Scarichi Idrici Fase di Cantiere Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)	91
Tabella 8.12: Scarichi Idrici Fase di Esercizio del Terminale di Arrivo di Porto Botte	92
Tabella 8.13: Scarichi Idrici Fase di Cantiere del Metanodotto On-Shore	92
Tabella 8.14: Rifiuti prodotti durante l'Esercizio del Terminale di Porto Botte	94
Tabella 8.15: Utilizzo Materie Prime/Risorse - Fase di Realizzazione On-Shore Olbia	96
Tabella 8.16: Utilizzo Materie Prime/Risorse in Fase di Esercizio, Impianti di Linea	96
Tabella 8.17: Utilizzo Materie Prime/Risorse - Fase di Realizzazione On-Shore	97

**ELENCO DELLE FIGURE****Figura No.**

Figura 2.1	Tracciato di Progetto Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna
Figura 2.2	Salina di S.Antioco
Figura 2.3	Installazione Anodi Sacrificali
Figura 2.4	Cippi di Segnalazione
Figura 2.5	Corografia del Terminale di Arrivo a Porto Botte
Figura 2.6	Layout del Terminale di Arrivo a Porto Botte
Figura 3.1	Punti di Intercettazione e Derivazione Importanti (PIDI)
Figura 3.2	Stazione di Lancio e Ricevimento Pig
Figura 4.1	Tracciato di Progetto Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana
Figura 5.1	Sezione Tipo Posa Condotta Sottomarina
Figura 5.2	Tecnica Realizzativa della Posa di una Condotta a Mare, Esempi di Spiaggiamento e di Pose a Mare
Figura 5.3	Sezione Tipica Pista e Scavo
Figura 5.4	Sezione Tipica Posa Condotta
Figura 5.5	Attraversamento Tipico per Ferrovie di Stato o in Concessione
Figura 5.6	Attraversamento Tipico Autostrade e Assimilabili
Figura 5.7	Attraversamento Tipico Strade Statali e Provinciali
Figura 5.8	Attraversamento Tipico Strade Comunali e Vicinali
Figura 5.9	Attraversamento Tipico Fiumi, Torrenti e Grossi Canali
Figura 5.10	Attraversamento Subalveo di Corsi d'Acqua Minori
Figura 5.11	Attraversamento con Trivellazione Orizzontale Controllata, Schema Operativo
Figura 5.12	Attraversamento mediante Microtunnelling, Schema Operativo
Figura 5.13	Misure di Protezione dai Fenomeni di Erosione, Sistemazioni Idraulico-Forestali
Figura 5.14	Misure di Protezione dai Fenomeni di Instabilità dei Versanti, Sistemazioni Idraulico-Forestali
Figura 5.15	Misure di Protezione dai Fenomeni di Instabilità dei Versanti, Trave di Contenimento in Calcestruzzo
Figura 5.16	Misure di Protezione dai Fenomeni di Instabilità dei Versanti, Muri in Pietrame
Figura 5.17	Misure di Protezione dai Fenomeni di Instabilità dei Versanti, Gabbionata
Figura 5.18	Ripristino Morfologico dei Corsi d'Acqua, Scogliere
Figura 5.19	Ripristino Vegetazionale, Aree Agricole
Figura 5.20	Cronoprogrammi delle Attività
Figura 6.1	Variante di Macomer, Aree SIC e Aree Archeologiche
Figura 6.2	Variante di Macomer, Documentazione Fotografica

---

**RAPPORTO  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (SEZIONE II b)  
QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE  
GASDOTTO ALGERIA – SARDEGNA – ITALIA (GALSI)  
TRATTO SARDEGNA**

## **1 INTRODUZIONE**

Il presente Quadro di Riferimento Progettuale del SIA fornisce la descrizione degli elementi progettuali e le soluzioni adottate (con particolare riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi) nonché i rilasci nell'ambiente e le interazioni del progetto con l'ambiente e il territorio. Inoltre riporta una descrizione delle principali alternative considerate e le motivazioni che hanno condotto al loro abbandono; infine, descrive le misure previste per il monitoraggio.

Il documento si articola come segue:

- il Capitolo 2 descrive le caratteristiche generali della condotta sottomarina Algeria – Sardegna e del terminale di arrivo di Porto Botte;
- il Capitolo 3 descrive le caratteristiche generali del metanodotto on-shore che collega Porto Botte con Olbia;
- il Capitolo 4 descrive le caratteristiche generali della condotta sottomarina Sardegna – Toscana, con riferimento al breve tracciato on-shore della Sardegna e a quello della condotta sottomarina;
- il Capitolo 5 illustra l'articolazione delle attività di costruzione, collaudo, esercizio e manutenzione del metanodotto. In tale capitolo sono anche descritte le attività previste per la dismissione dell'opera ed il successivo ripristino ambientale delle aree interessate;
- nel Capitolo 6 vengono presentate le diverse alternative di tracciato, sia in fase di fattibilità che in fase di progettazione;
- nel Capitolo 7 sono presentate le norme e le disposizioni a livello regionale e nazionale applicabili al progetto, per quanto concerne la salvaguardia dell'ambiente e la protezione della popolazione;
- nel Capitolo 8 viene presentata l'analisi delle azioni progettuali e la definizione dei fattori di impatto, con riferimento alle fasi di costruzione, commissioning ed esercizio per i tratti di condotta sottomarina e on-shore e per il terminale di arrivo di Porto Botte;
- nel Capitolo 9 vengono descritti i provvedimenti progettuali per la mitigazione degli impatti per i tratti di condotta sottomarina e on-shore e per il terminale di arrivo di Porto Botte.

Le informazioni e i dati progettuali riportati nel presente documento fanno riferimento agli Elaborati di progetto ed ai relativi allegati (GALSI, 2008).



## 2 SEZIONE ALGERIA-SARDEGNA E TERMINALE DI ARRIVO A PORTO BOTTE

### 2.1 SEZIONE SOTTOMARINA ALGERIA-SARDEGNA

#### 2.1.1 Caratteristiche Tecniche Generali

Nella tabella seguente sono presenti le principali caratteristiche tecniche della condotta sottomarina Algeria-Sardegna.

**Tabella 2.1: Caratteristiche Tecniche della Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna**

Caratteristiche Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna	
Lunghezza	284.8 km
Massima Profondità Fondale	2,880 m
Rivestimento cls	40 mm / 120 mm
Diametro esterno tubo linea	DN 650 – Ø = 26"
Spessore	17.5 mm / 37.1 mm
Portata del metanodotto	8 miliardi Sm <sup>3</sup> /a
Gas vettoriato	Gas naturale
Pressione di progetto	183 barg
Qualità Materiale	DNVSAWL-485
Protezione anti - corrosione	rivestimento in polipropilene (3 strati) e anodi sacrificali

#### 2.1.2 Descrizione del Tracciato

La condotta sottomarina Algeria-Sardegna, il cui tracciato identificato come “rotta AS-5 Rev. 10M” è riportato in Figura 2.1, collegherà l’Algeria (Approdo di Kou diet Draouche) con la Sardegna (Approdo di Porto Botte); in Tabella 2.2 sono riportate le coordinate del tracciato di progetto.

**Tabella 2.2: Coordinate di Progetto Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna**

Coordinate UTM - Sistema WGS 84 (F32)			
Vertici	Est	Nord	Raggio Curvatura [m]
KOUDIET DRAOUCHE	416125	4082025	0
1	413642	4089893	5,000
2	417189	4093348	5,000
3	418023	4095230	1,500
4	422553	4096073	1,500
5	421103	4099440	1,500
6	422043	4101994	1,500
7	420323	4103303	2,500

<b>Coordinate UTM - Sistema WGS 84 (F32)</b>			
<b>Vertici</b>	<b>Est</b>	<b>Nord</b>	<b>Raggio Curvatura [m]</b>
8	415990	4106180	4,000
9	407510	4114778	3,000
10	405100	4117343	4,000
11	405444	4124098	4,000
12	406171	4126315	3,000
13	406283	4129127	3,000
14	406594	4130857	3,000
15	406987	4134915	4,000
16	405132	4139590	3,000
17	404860	4141737	3,000
18	403530	4144930	8,000
19	404235	4155290	8,000
20	395933	4194370	3,000
21	395793	4196143	3,000
22	394425	4199794	3,000
23	392117	4210905	8,000
24	394344	4218963	8,000
25	394743	4221023	8,000
26	396568	4227466	8,000
27	397327	4231259	8,000
28	398027	4234492	8,000
29	398454	4235897	4,000
30	400223	4240495	8,000
31	401598	4244666	8,000
32	404496	4250604	4,000
33	403871	4258230	4,000
34	410617	4262226	4,000
35	412347	4266973	4,000
36	412068	4270126	4,000
37	414485	4273202	4,000
38	416254	4278304	4,000
39	414065	4283683	4,000
40	417400	4289683	3,000
41	419439	4290620	3,000
42	421487	4294847	3,000
43	422750	4296525	4,000
44	441550	4304630	4,000
45	446311	4306095	4,000
46	449431	4307911	4,000
47	452560	4312180	4,000
48	454117	4314547	4,000
49	454622	4317251	6,000
50	455451	4319245	4,000
PORTO BOTTE	458535	4323680	0

Il sistema è progettato per una singola direzione di flusso, dall'Algeria alla Sardegna.

Dall'approdo di Koudiet Draouche il tracciato si allontana perpendicolarmente dalla costa per alcuni km, per poi deviare in direzione Nord-Est, e successivamente Nord-NordEst, fino a circa il venticinquesimo kilometro.

Da qui il tracciato assume una direzione Nord-Ovest-Ovest per una ventina di km, lungo i quali la profondità comincia a crescere rapidamente fino ad arrivare a -2,880 m (il massimo raggiunto per tutto il tratto Algeria-Sardegna), per assestarsi su tale profondità per i 125 km successivi, dove comincia a risalire.

Dopo aver deviato il suo percorso verso Nord-NordEst dal km 140 al km 225 circa, il tracciato assume una direzione Nord-Est-Est fino all'approdo in Sardegna di Porto Botte.

In corrispondenza degli approdi di Koudiet Draouche e Porto Botte saranno installate linee di adattamento con DN 650 (26"), per facilitare un eventuale futuro secondo metanodotto tra Algeria e Sardegna.

### **2.1.3 Criteri Generali di Progettazione**

Con particolare riferimento alla condotta sottomarina in prossimità dell'approdo costiero, si è posta particolare attenzione a:

- garantire che la sezione finale del tracciato per l'approccio alla costa non presenti curve in modo da facilitare l'installazione della condotta e lo scavo della trincea;
- garantire che la sezione finale di approccio alla costa abbia direzione perpendicolare alla linea di costa al fine di minimizzare la lunghezza della trincea e l'esposizione alle interferenze delle onde nella parte di tracciato prossima alla costa;
- limitare per quanto possibile l'attraversamento di aree sensibili, sia in prossimità dell'approdo, sia nel tratto di condotta sottomarina;
- minimizzare la lunghezza della linea in mare;
- evitare aree potenzialmente inquinate;
- evitare interferenze con aree interessate da un intenso traffico navale e attività di pesca;
- minimizzare il numero di attraversamenti delle linee esistenti.

### **2.1.4 Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive**

Il tipico problema delle condotte interrato e sottomarine è la corrosione, ossia la graduale asportazione del materiale della tubazione per effetto chimico (ossidazione) o elettrochimico (corrosione galvanica), in cui il metallo si comporta da anodo e l'ambiente circostante da catodo. Il metanodotto Galsi sarà protetto dalla corrosione tramite l'utilizzo di:

- una protezione passiva che consiste nel rivestire esternamente la condotta con polimeri in grado di proteggere il metallo dall'ossidazione;
- una protezione attiva (protezione catodica), mediante l'applicazione di anodi sacrificali.

L'abbinamento della protezione catodica con il rivestimento isolante ha la principale funzione di ridurre la superficie metallica di scambio della corrente di protezione. Due sono i vantaggi che ne conseguono:

- riduzione della corrente totale di protezione;
- maggiore uniformità delle condizioni di protezione lungo la condotta.

## 2.2 SEZIONE ON-SHORE PORTO BOTTE

### 2.2.1 Caratteristiche Tecniche Generali

Il breve tratto di condotta tra lo spiaggiamento ed il terminale sarà completamente interrato ed in considerazione della natura dei terreni la profondità minima di copertura è prevista essere pari a 1.5 metri.

Il diametro e gli spessori della tubazione sono sintetizzati nella seguente tabella. Verrà utilizzato materiale di qualità con caratteristiche di classe EN L485.

**Tabella 2.3: Caratteristiche Generali del Metanodotto DN 650, Tratto On-Shore**

Caratteristiche Tecniche Condotta del Metanodotto Sezione On-shore Sardegna	
Parametro Condotta	Valore
Diametro Nominale	DN 650 (26")
Pressione di Progetto	183 barg
Diametro Interno	585.8 mm
Materiale	UNI EN 10208-2 L 485MB
Caratteristiche meccaniche Rt min.	485 N/mm <sup>2</sup>
<b>Fattore di sicurezza</b>	
Tubo di linea	K = 1.40
Per spessore maggiorato	K = 1.75
Efficienza del Giunto	1
<b>Spessore di Calcolo</b>	
Tubo di linea	17.5 mm <sup>(1)</sup>
Per spessore maggiorato	17.5 mm <sup>(1)</sup>
<b>Tubazioni di Protezione</b>	
Diametro Esterno	DN 800 (32")
Qualità	UNI EN 10208-2 L 415MB
<b>Caratteristiche Generali</b>	
Profondità dello scavo	tale da garantire un ricoprimento minimo della condotta di 1.5 m
Valvole	No. 1 in corrispondenza del Terminale di Arrivo di Porto Botte
Stazione Scraper Trap	No. 1 in corrispondenza del Terminale di Arrivo di Porto Botte
Protezione catodica	protezione dalla corrosione attiva e passiva

Nota <sup>(1)</sup>: Spessore definito da parte a mare.

Per il calcolo degli spessori di linea delle tubazioni sono stati scelti i seguenti coefficienti di sicurezza minimi rispetto al carico unitario al limite di allungamento totale (carico di snervamento):

- k=1.40 per il tubo di linea;
- k=1.75 per la linea a spessore maggiorato.

Negli attraversamenti di strade principali e dove sarà ritenuto necessario, la condotta sarà messa in opera con un tubo di protezione di adeguate caratteristiche (si veda la Tabella 2.3).

### 2.2.2 Criteri Generali di Progettazione

In generale, la definizione del tracciato della sezione di metanodotto on-shore è stata eseguita nel rispetto di quanto disposto dal DM del 24 Novembre 1984 "Norme di sicurezza per il

*trasporto del gas naturale (...)*” e dal successivo DM del 17 Aprile 2008 “*Regola Tecnica per la progettazione degli impianti di trasporto di gas naturale (...)*”, dalla legislazione vigente e dalla normativa tecnica relativa alla progettazione di queste opere ed applicando i seguenti criteri di base:

- individuare il tracciato in base alla possibilità di ripristinare le aree attraversate riportandole alle condizioni originali, minimizzando l’impatto ambientale;
- transitare il più possibile in zone a destinazione agricola, evitando di attraversare aree comprese in piani di sviluppo urbanistico e/o industriale;
- evitare zone soggette a frane o di dissesto idrogeologico;
- evitare, ove possibile, le aree di rispetto delle sorgenti e dei fossi captati ad uso idropotabile;
- contenere il numero degli attraversamenti fluviali, stradali e ferroviari;
- interessare il meno possibile le zone boschive e/o di colture pregiate;
- utilizzare, il più possibile, i corridoi di servitù già costituiti da altre infrastrutture esistenti (canali, strade, ecc.);
- fare in modo di garantire l’accessibilità agli impianti di sicurezza;
- valutare accuratamente i piani di sviluppo urbanistico locale ed evitare zone soggette a vincoli particolari nonché zone destinate a future edificazioni.

### **2.2.3 Descrizione del Tracciato**

Il tracciato del metanodotto che si estende tra l’approdo ed il Terminale di Arrivo di Porto Botte, presenta una lunghezza pari a circa 1.4 km in direzione Nord (si veda la Figura 2.2).

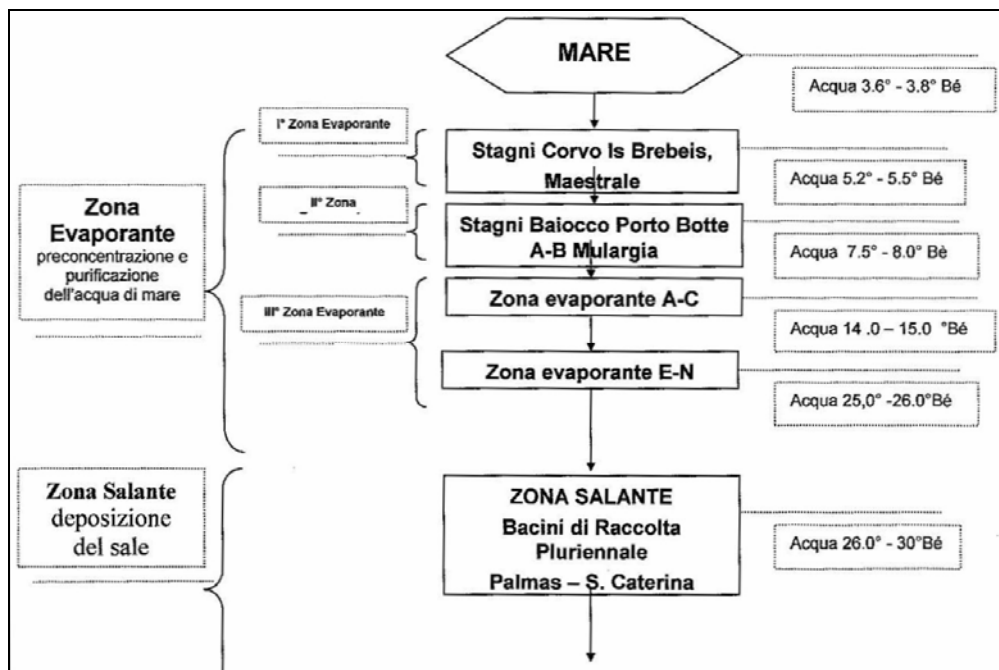
Il primo tratto del metanodotto, per circa 1 km, interessa direttamente la Salina di S.Antioco mentre il restante tracciato risulta inserito all’interno di un contesto agricolo.

### **2.2.4 Descrizione della Salina di S. Antioco**

La Salina di Sant’Antioco, situata nella parte sud occidentale della Sardegna nel Sulcis Iglesiente in provincia di Carbonia-Iglesias, si estende su una fascia lunga circa 15 km, per una profondità massima di circa 3 km.

La superficie utile coperta dalle acque è di circa 1,500 ettari; quest’ultima è suddivisa in evaporante (1,300 ettari) e salante (200 ettari); il rapporto tra la superficie evaporante e quella salante per la Salina di Sant’Antioco risulta quindi essere di 6.5:1.

La superficie evaporante serve a portare le acque di mare a saturazione rispetto al cloruro di sodio, mentre nella zona salante si ha deposizione di sale. Questa zona viene continuamente alimentata con acqua satura preparata dalle zone evaporanti, le quali hanno superfici e forme irregolari; le caselle salanti sono invece perfettamente regolari per esigenze di raccolta (vedi schematizzazione immagine seguente).



Il movimento delle acque a ciclo continuo viene realizzato sfruttando nella maggior parte della superficie il dislivello naturale del terreno; ove ciò non è possibile provvedono 6 stazioni idrovore di sollevamento dislocate nelle varie zone della Salina.

La prima di queste stazioni, in ordine di grandezza (Idrovora di Porto Pino), è quella che provvede al prelevamento delle acque di mare.

La quantità di acqua da immettere in Salina dipende dalla quantità di acqua che evapora; la quantità di acqua di mare utilizzata per la produzione del sale varia a seconda dell'andamento climatico stagionale, essa si aggira in media intorno a 14,000,000 m<sup>3</sup> annui. Ne risulta che la produzione annua di sale è di circa 150,000-180,000 tonnellate; la raccolta inizia normalmente nella prima decade del mese di agosto e termina normalmente verso la fine del mese di novembre.

### 2.2.5 Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive

Il metanodotto Galsi sarà dotato di due sistemi di protezione alla corrosione, come riportato nel Paragrafo 2.1.4, analogamente per la condotta sottomarina ed il metanodotto on-shore.

Il breve tratto on-shore in esame, fino ad arrivare al Terminale di Arrivo di Porto Botte, riceverà protezione anche dagli anodi sacrificali più vicini. Una protezione addizionale sarà quindi comunque prevista attraverso il sistema on-shore di protezione catodica a corrente impressa (si veda Figura 2.3). La posizione degli impianti di protezione catodica sarà generalmente definita dopo la posa della tubazione.

### 2.2.6 Fascia di Asservimento

La costruzione e il mantenimento di un metanodotto sui fondi altrui sono legittimati da una servitù il cui esercizio, lasciate inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo di questi fondi, limita la fabbricazione nell'ambito di una fascia di asservimento a cavallo della condotta (servitù non aedificandi).

La società che avrà in gestione la condotta acquisirà la servitù stipulando con i singoli proprietari dei fondi un atto autentificato, registrato e trascritto in adempimento di quanto in materia previsto dalle leggi vigenti.

L'ampiezza di tale fascia varia in rapporto al diametro ed alla pressione di esercizio della linea di interesse. Per il metanodotto in oggetto la fascia di asservimento è di larghezza pari a 85 m (40 m per lato dall'asse di ciascuna delle due condotte).

### **2.2.7 Elementi di Segnalazione**

A conclusione dell'opera il metanodotto risulterà visibile esternamente mediante la segnaletica di sicurezza costituita da cartelli standard. I cartelli saranno posizionati a distanze regolari ed avranno lo scopo di segnalare la presenza dall'esterno della condotta interrata (si veda lo schema tipico riportato in Figura 2.4).

In particolare lungo la linea verranno installati:

- cartelli indicatori;
- cippi chilometrici;
- cippi di segnalazione aerea.

## **2.3 TERMINALE DI ARRIVO DI PORTO BOTTE**

Nel presente capitolo vengono descritte le caratteristiche del terminale di arrivo di Porto Botte, con riferimento a quanto indicato negli Elaborati di Progetto ed ai relativi allegati.

Il Terminale di Arrivo sarà ubicato nell'area dedicata sita nel Comune di S. Giovanni Suergiu, in prossimità della salina di S. Antioco (si veda la Corografia riportata in Figura 2.5).

Il terminale, si veda il layout in Figura 2.6, riceverà il gas dalla condotta di mandata da Koudiet Draouche (DN 650 – 26") e, dopo aver controllato e regolato la sua pressione ed averlo misurato fiscalmente, indirizzerà il gas nel metanodotto on-shore (DN 1200 - 48") in direzione Olbia, attraversando tutta la Regione Sardegna.

Il terminale sarà costituito essenzialmente da un sistema di misura del gas ed un sistema di controllo e regolazione della pressione.

Sono previsti inoltre i seguenti edifici principali: una costruzione adibita alla misurazione del gas, una sala controllo ed una costruzione per il sistema elettrico ed una sala controllo e sala elettrica separate, contenenti la struttura per generatore d'emergenza.

E' prevista una rete stradale interna per collegare l'accesso al terminale con i fabbricati e le aree impianti. Vi saranno camminamenti pavimentati per accedere alle zone di manutenzione ed alle aree di manovra del terminale.

Il Terminale di Arrivo di Porto Botte si estenderà su di un'area di circa 55,600 m<sup>2</sup>, suddivisibili nelle seguenti aree:

- area impianti;
- area fabbricati;
- strade, pavimentazioni ed aree verdi.

I parametri di esercizio, con cui opera il Terminale di Arrivo in condizioni di normale funzionamento, sono riportati nella tabella seguente.

**Tabella 2.4: Parametri di Esercizio del Terminale di Porto Botte**

Portata volumetrica	
Portata Massima	8*10 <sup>9</sup> Sm <sup>3</sup> /anno
Portata Minima	307,000 Sm <sup>3</sup> /h (60% della portata massima)
Temperature di esercizio	
Temperatura in ingresso	-1.5/+18.4 °C
Temperatura in uscita	3 °C (min)
Pressioni di esercizio	
Pressione in ingresso	77 barg
Pressione richiesta in uscita	75 barg

### 2.3.1 Unità di Processo

#### 2.3.1.1 Unità di Separazione Gas

All'ingresso della stazione, il gas sarà indirizzato verso uno slug catcher oppure verrà inviato direttamente all'unità di filtrazione gas attraverso un by-pass.

Lo slug catcher sarà composto da un serbatoio orizzontale (con un'unica tubazione) fornito di un pacco demister allo scarico. Questo sarà equipaggiato con indicatori e rilevatori di livello, ed avrà uno scarico automatico di fluido verso il serbatoio per la raccolta dei corpi estranei. Il separatore è progettato per funzionare con il 100% della portata massima di gas, alla minima pressione di 77 barg; è stato comunque previsto un margine aggiunto pari al 5% della portata.

Il drenaggio dello slug catcher sarà automatizzato, grazie all'utilizzo di una valvola pneumatica per il controllo del livello.

Nel caso in cui si abbia un livello di liquido molto alto nello slug catcher, scatterà un allarme di alto livello che prevederà l'intervento dell'operatore e nel caso il livello continui ad aumentare, si raggiungerà una nuova soglia che prevede il blocco dell'impianto.

Il separatore potrà essere isolato durante le operazioni di manutenzione, sarà interrato e coperto da una tettoia.

#### 2.3.1.2 Unità di Filtrazione Gas

Il gas verrà successivamente indirizzato attraverso un filtro per gas, in modo da proteggere il terminale dall'introduzione involontaria di liquido e/o detriti provenienti dalla condotta sottomarina Algeria – Sardegna.

I filtri sono del tipo a due stadi di cui il primo a cartucce per la separazione dei solidi ed il secondo a pacco lamellare per la separazione dei liquidi. In condizioni di normale esercizio, l'unità di filtrazione gas sarà gestita direttamente dal Sistema di Controllo della Stazione (SCS); verranno installati due filtri gas in parallelo, uno in funzione e l'altro di riserva. Ogni filtro è progettato per funzionare con il 100% della portata massima di gas, alla pressione operativa di 77 barg; è comunque previsto un margine aggiunto pari al 5% della portata.

Il drenaggio di ciascun filtro sarà automatizzato, grazie all'utilizzo di una valvola pneumatica per il controllo del livello.



Nei casi in cui il livello del liquido sia molto alto nel serbatoio più basso, oppure la caduta di pressione sia elevata, una valvola in entrata isolerà la linea di filtrazione da manutenzione. Prima dell' esclusione del filtro intasato, il sistema prevederà l' inserimento in linea del filtro di riserva.

Una valvola di sicurezza pressione proteggerà ogni filtro; la pressione di progetto è pari a 183 barg (166 barg + 10%).

Ciascun filtro potrà essere isolato per manutenzione. Essi saranno posti in vasca interrata coperta da una tettoia.

### 2.3.1.3 Unità di Riscaldamento Gas

L' unità di riscaldamento gas sarà in funzione in regime transitorio, solamente a seguito di blocco della linea.

In tal caso, sarà necessario innalzare la temperatura del gas a causa del relativo basso valore di ingresso; il gas, dopo essere stato filtrato, sarà quindi inviato ad un sistema di riscaldamento.

Viene prevista l' installazione di due scambiatori a fascio tubiero (uno in funzione ed uno in stand-by); il fluido sarà acqua calda prodotta dai riscaldatori a gas (per maggior dettaglio si veda Paragrafo 2.2.2.5).

L' unità di riscaldamento gas è progettata per le condizioni di avviamento: la massima portata, con una pressione stimata in entrata di 115 barg, e la temperatura di ingresso pari a 0°C.

La temperatura verrà controllata da una valvola a tre vie che frazionerà la portata d' acqua tra lo scambiatore di calore ed un by-pass; la sua misura sarà effettuata a valle del sistema di riduzione della pressione.

Nel caso in cui si avrà pressione elevata della parte acqua o fuoriuscita di gas ad alta pressione, saranno previste: valvole PSV per proteggere il circuito dell' acqua ed una valvola per isolare la parte gas.

Una valvola di sicurezza proteggerà lo scambiatore in caso di incendio; la pressione di progetto è pari a 183 barg (166 barg + 10%).

Ciascuno scambiatore di calore gas potrà essere isolato durante le operazioni di manutenzione.

### 2.3.1.4 Unità di Regolazione della Pressione

A valle del terminale di arrivo, il gas dovrà essere consegnato alla pressione di 75 barg alla condotta a terra. Per permettere questo verranno installate due linee di riduzione di pressione in parallelo (una in funzione ed una di riserva).

Ogni linea conterà di due valvole di regolazione, di cui una pneumatica ed una elettroidraulica. La prima ha la funzione di regolazione della pressione e la seconda di chiusura nel caso di eccesso di pressione a valle delle stesse.

Nel caso in cui le due valvole di regolazione non bastassero, è prevista un' ulteriore valvola di sicurezza; la pressione di progetto è pari a 82.5 barg (75 barg + 10%).

Ogni linea di riduzione della pressione potrà essere isolata durante le operazioni di manutenzione; l'unità di regolazione della pressione sarà interrata e coperta da una tettoia.

#### 2.3.1.5 Unità di Misura Fiscale

Il gas, dopo essere passato attraverso il sistema di regolazione della pressione, sarà indirizzato ad una stazione di misura fiscale; questa sarà costituita da tre percorsi di misura disposti in parallelo (due in funzione ed uno di riserva). Ciascun percorso è progettato per funzionare con il 50% della portata massima di gas.

Ciascun percorso sarà dotato di sistema per la misura fiscale, composto da un misuratore di portata ad ultrasuoni, con correzione di pressione e temperatura. I computer del misuratore saranno posti all'interno della sala controllo e le informazioni saranno inviate al sistema SCS.

Dopo la misura fiscale il gas passerà attraverso una sezione di analisi, che verrà composta da:

- due cromatografi (uno in funzione ed uno in stand-by), previsti per determinare: l'indice di Wobbe, la composizione del gas ed il potere calorifico;
- analizzatori, previsti per determinare: il contenuto di acido solfidrico e di zolfo totale, il punto di rugiada dell'acqua e del gas ed il contenuto di ossigeno.

Ogni percorso di misura potrà essere isolato durante le operazioni di manutenzione; l'unità di misura fiscale sarà interrata, coperta da una tettoia e circondata da una recinzione.

#### 2.3.1.6 Trappole di Lancio e Ricevimento Pig

Il progetto prevede la costruzione di impianti di lancio e ricevimento PIG (Trappole). In particolare è prevista la realizzazione di:

- una stazione di ricevimento PIG, posta all'ingresso del terminale di arrivo, collegata alla condotta sottomarina con DN 650 (26") proveniente dall'Algeria;
- una stazione di lancio PIG, posta all'uscita del terminale di arrivo, collegata al metanodotto on-shore con DN 1200 (48") in direzione di Olbia.

Detti dispositivi, utilizzati per il controllo e la pulizia interna della condotta, consentiranno l'esplorazione diretta e periodica, dall'interno, delle caratteristiche geometriche e meccaniche della stessa. Il punto di lancio e ricevimento sarà costituito essenzialmente da un corpo cilindrico denominato "trappola", di diametro superiore a quello della linea per agevolare l'inserimento ed il recupero del PIG.

### **2.3.2 Sistemi Ausiliari**

#### 2.3.2.1 Aria Strumenti

Il sistema di aria compressa fornirà aria agli strumenti ed ai servizi alle condizioni richieste di pressione e rugiada.

La configurazione prevista per il sistema è la seguente:

- 2 unità di compressione aria (una in funzione ed una in stand-by);
- 2 unità di esitamento aria (una in funzione ed una in stand-by);

- 1 serbatoio di accumulo aria strumenti;
- 1 umida serbatoio di accumulo aria servizi.

Ogni unità di compressione aria conterrà un compressore non lubrificato azionato da un motore elettrico, dotato di: refrigeratore intermedio, post-refrigeratore, sistemi ausiliari e di controllo comprendenti un annesso quadro di comando locale. Il compressore in funzione sarà avviato e fermato da un comando locale, il suo funzionamento verrà automaticamente controllato dal sistema di gestione dei compressori. La pressione di mandata sarà regolata tra 6 e 9 barg. All'uscita è previsto un serbatoio di accumulo di aria umida, successivamente l'aria verrà indirizzata all'essiccatore.

L'unità di essiccamento aria comprende: due pre-filtri paralleli, due colonne gemelle (recupero una in servizio ed una in rigenerazione) contenenti disidratante solido, due post-filtri paralleli ed un sistema di controllo automatico per la regolazione dei cicli di rigenerazione ed il monitoraggio dell'umidità dell'aria dal quadro locale di comando.

Dopo l'essiccatore, alla cui uscita verrà analizzata l'umidità dell'aria, sarà installato un serbatoio di accumulo di aria essiccata per strumenti, dimensionato per garantire il fabbisogno di aria in condizioni di emergenza, con una pressione variante tra i 9 ed i 6 barg. L'aria servizi potrà essere erogata finché la pressione dell'aria strumenti sarà maggiore di 7 barg.

Il sistema sarà protetto contro le sovrappressioni da valvole di sicurezza pressione poste all'uscita del compressore, degli essiccatori e dei serbatoi di accumulo; la pressione di sistema scatto valvole di sicurezza è pari a 11 barg.

Tre trasmettitori di pressione, con logica 2 su 3, bloccheranno l'impianto per bassa pressione aria.

#### 2.3.2.2 Unità Gas Combustibile

Il gas combustibile sarà preso a valle dell'unità di misura del gas ed indirizzato all'unità gas combustibile; questa rifornirà un generatore a combustione gas per la produzione di acqua calda.

La configurazione prevista per il sistema è la seguente:

- 2 percorsi di misura fiscale (uno in funzione ed uno in stand-by);
- 2 riscaldatori elettrici (uno di riserva all'altro) che assicurano la minima temperatura accettabile del gas combustibile;
- 2 valvole di riduzione della pressione.

La pressione verrà quindi regolata da due riduttori di pressione, in modo tale da conformarsi con i requisiti del generatore a combustione gas; ciascuno di essi così potrà soddisfare il 100% della domanda di gas combustibile, ed i valori di riferimento subiranno solo una lieve variazione.

Nel caso in cui, all'interno del generatore a combustione gas, si abbia un basso livello di acqua oppure una temperatura elevata della stessa, il generatore di calore verrà messo fuori servizio.

In caso di persistenti valori alti di pressione, anche dopo la regolazione dei riduttori, una valvola di isolamento sarà chiusa ed una valvola di sicurezza pressione proteggerà la condotta.

Ciascun percorso di misura, ciascuna linea di riduzione pressione e ciascun generatore di calore potrà essere isolato durante le operazioni di manutenzione.

#### 2.3.2.3 Sistema di Sfiati

Il sistema di depressurizzazione sarà installato per ridurre l'accumulo di gas in caso di manutenzione, d'incendio, esplosione e/o qualsiasi altra situazione di pericolo. L'obiettivo del sistema è quindi quello di diminuire la pressione.

Il gas rilasciato durante la depressurizzazione verrà scaricato verso un vent, situato in un'area sicura che tiene conto delle installazioni circostanti, di qualsiasi estensione prevista degli impianti attuali e delle condizioni del vento.

Il sistema di sfiati comprende:

- valvole di blow down;
- orifizi di limitazione;
- valvole di scarico;
- sotto-drenaggi;
- drenaggio principale;
- vent con sistema di spegnimento.
- Le aree di processo collegate con il sistema di sfiati, attraverso una valvola di blow down, sono:
  - l'unità gas combustibile;
  - i principali collettori di gas del terminale (filtrazione, riscaldamento gas e scarichi);
  - trappole.

#### 2.3.2.4 Sistema Drenaggi

*“Closed drain”*

I liquidi presenti nello slug catcher, nei filtri di aspirazione e nelle trappole verranno spinti per gravità verso il serbatoio di drenaggio interrato.

Considerato che in questo tratto di condotta la presenza di acqua di condensa è improbabile, il serbatoio di drenaggio sfiaterà attraverso una linea di ventilazione (munita di dispositivo di arresto fiamma) non connessa al sistema di sfiati.

Una pompa verticale sommersa è prevista per il carico delle autobotti; l'acqua drenata infatti verrà trattata al di fuori del terminale. Nel caso in cui il livello del liquido all'interno del serbatoio sarà molto basso, tale pompa verrà fermata.

*Acque Reflue*

L'acqua reflua sanitaria sarà trattata in sito grazie ad un sistema dedicato; l'acqua verrà quindi rilasciata nel terreno all'interno di un'area di percolazione.

#### 2.3.2.5 Sistema Acqua Calda

La funzione di questo sistema sarà fornire acqua calda agli scambiatori acqua/gas, per assicurare la minima temperatura accettabile del gas, che è di 3 °C.

Il sistema sarà in funzione solamente in regime transitorio a seguito di blocchi della linea.

Esso sarà composto da un circuito d'acqua chiuso con:

- 2 caldaie gas;
- 1 vaso di espansione acqua calda;
- 2 pompe acqua calda;
- 1 serbatoio di stoccaggio acqua;
- 1 pompa nel serbatoio acqua.

Le pompe, le caldaie, i generatori e gli scambiatori sono dimensionati per funzionare con il 100% della portata massima di gas.

La caldaia in servizio sarà avviata, fermata e regolata dal suo quadro locale di controllo e da remoto (sala controllo, telecontrollo). Il serbatoio di stoccaggio acqua sfiaterà attraverso un vent.

Nel caso in cui, il livello del liquido nel vaso di espansione acqua calda o la portata nella linea di scarico della pompa siano troppo bassi, la pompa acqua calda sarà fermata.

Nel caso invece in cui il livello del liquido dentro al serbatoio di stoccaggio acqua sia molto basso, verrà fermata la pompa all'interno del serbatoio.

Ciascuna caldaia e ciascuna pompa potrà essere isolata durante gli interventi di manutenzione; i generatori combustione verranno installati all'aperto sotto una tettoia, e saranno dotati di bruciatori anti-NO<sub>x</sub>.

#### 2.3.2.6 Acque non Trattate ed Acque Sanitarie

La configurazione del sistema sarà la seguente:

- 1 serbatoio di stoccaggio acque non trattate;
- 1 accumulatore acque sanitarie;
- 2 pompe acque non trattate.

L'acqua verrà stoccata in un serbatoio interrato, destinato alle acque non trattate, con capacità pari a 5 m<sup>3</sup>; il rifornimento di acqua sarà automatizzato da una valvola meccanica di controllo livello.

Due pompe verticali sommerse (una in funzione ed una in stand-by), collegate al serbatoio di stoccaggio acque non trattate, trasferiranno l'acqua alla rete sanitaria. Queste opereranno in modalità on/off, in accordo con i requisiti di pressurizzazione. Per limitare la frequenza delle partenze e degli arresti delle pompe, le pompe di drenaggio degli scarichi verranno dotate di un contenitore per l'accumulatore.

Il serbatoio per lo stoccaggio delle acque non trattate sfiaterà attraverso una linea di ventilazione; nel caso in cui il livello del liquido dentro tale serbatoio sia molto basso, verrà fermata la pompa.

#### **2.3.2.7 Generatore Diesel di Emergenza**

Un generatore diesel di emergenza (EDG) erogherà energia nel caso di perdita dal sistema principale; nel sistema sarà incluso anche un serbatoio giornaliero di gasolio.

Il gruppo elettrogeno di emergenza è dimensionato per coprire l'intera richiesta della stazione. Esso entrerà in funzione automaticamente al mancare dell'energia di rete ed assicurerà il completo funzionamento della stazione per almeno 72 ore.

Al rientro della rete il generatore verrà posto in stand-by e quindi spento.

Il sistema sarà fatto in modo che non possa mai avvenire una condizione di parallelo fra rete e generatore.

#### **2.3.3 Sistema Antincendio**

Vengono previsti sistemi di antincendio localizzati nelle zone di impianto con HALON o CO<sub>2</sub> essendo gli impianti stessi posizionati in buche o vasche.

#### **2.3.4 Strumentazione, Automazione e Telecomunicazioni**

La strumentazione di campo farà capo ad una sala controllo dove troveranno posto tutti i quadri di strumentazione con le logiche di sistema nonché l'interfaccia con un sistema di supervisione e controllo a distanza mediante telecomunicazioni.

#### **2.3.5 Sistema Elettrico**

La linea elettrica di collegamento fra la rete e la stazione raggiungerà un sezionatore che troverà posto in un apposito contenitore posizionato sulla recinzione.

Dal sezionatore un cavo porterà l'energia elettrica alla sala elettrica dove si trovavano i sezionatori di scambio rete/generatore e quindi tutti i sezionatori per tutte le utenze di campo.

#### **2.3.6 Opere Civili**

Le principali opere civili da realizzare per la costruzione e l'installazione del terminale di arrivo a progetto sono:

- preparazione dell'area;
- opere di palificazione;
- edifici per impianti e quadri elettrici, sala controllo, uffici, officina e magazzino;
- opere di fondazione di macchinari ed apparecchiature;
- infrastrutture per tubazioni e via cavo;
- reti fognarie e vasche per raccolta e trattamento effluenti;
- sistemazioni esterne.

### 2.3.6.1 Fabbricati e cabinati

I fabbricati in progetto sono:

- 1 struttura per il sistema acqua calda;
- 2 sale controllo ed elettrica;
- 2 strutture per la misura fiscale del gas;
- 1 struttura per la riduzione di pressione;
- 1 struttura per il sistema filtrante.

#### 2.3.6.1.1 Struttura per Sistema Acqua Calda

Le caldaie per produzione di acqua calda e gli scambiatori acqua/gas saranno posizionati sotto tettoia.

#### 2.3.6.1.2 Strutture per Misura Fiscale

Il sistema di misura fiscale sarà posto in una vasca con la pavimentazione a -3 m circa dal piano campagna, con copertura latero-cementizia e completa di impianto di condizionamento.

#### 2.3.6.1.3 Sale Controllo ed Elettrica

La stazione prevede due edifici, in ciascuno si troverà la sala controllo e la sala elettrica. Un edificio interesserà la trappola di arrivo ed i relativi sistema di drenaggio e vent. Nell'altro troveranno posto le apparecchiature relative a: sistema di filtrazione, sistema di riscaldamento, sistema di riduzione della pressione, sistema di misura, analizzatori e trappola di lancio PIG con relativi annessi.

### 2.3.6.2 Strade e Piazzali

La necessità di raggiungere il terminale con mezzi pesanti rende indispensabile l'adeguamento della strada di accesso ad esso, realizzato a seguito di autorizzazione comunale.

Verrà realizzata una rete stradale interna tale da collegare l'accesso alle unità con i fabbricati e le aree impianti.

### 2.3.6.3 Reti di Raccolta Acque Reflue

Le acque dei pozzetti, che potranno essere oleose, saranno convogliate in un serbatoio di raccolta, ed in seguito portate ad un impianto di smaltimento tramite autobotte.

Le acque dei servizi saranno anch'esse convogliate in un serbatoio dedicato, in seguito evacuate tramite autobotte e smaltite tramite apposito impianto.

### 2.3.6.4 Opere Ausiliarie

#### 2.3.6.4.1 Superfici Verdi

A meno delle aree coperte, di servizio e stradali, l'area dell'impianto sarà tenuta a verde, senza alberi ed opportunamente mantenuta.

#### 2.3.6.4.2 *Recinzioni, Ingressi e Parcheggio*

L'area del terminale sarà recintata e provvista di opportune uscite di sicurezza. Il cancello di ingresso principale sarà di tipo scorrevole motorizzato ed affiancato ad un cancello pedonale. Un ulteriore ingresso carrabile sarà ubicato in posizione opposta per casi di emergenza e/o impraticabilità dell'ingresso principale. Lungo il perimetro esterno alla recinzione verrà realizzata una strada di accesso; inoltre ogni lato dell'impianto sarà provvisto di uscite di emergenza pedonale.

Verranno realizzate zone di parcheggio autobotti in corrispondenza di:

- ingresso principale;
- ingresso secondario.

Dette aree avranno le seguenti caratteristiche:

- superficie non assorbente in asfalto o in calcestruzzo liscio;
- cordolatura di 15 cm lungo i lati della strada;
- assenza di tombini o bocche di lupo, collegati alla rete di raccolta delle acque meteoriche di centrale;
- strisce gialle di delimitazione ed adeguata cartellonistica di segnalazione.

Verranno inoltre realizzati due spazi adibiti a parcheggio, entrambi posti a fianco delle due entrate principali.



### 3 SEZIONE ON-SHORE SARDEGNA

L'opera in oggetto, progettata per il trasporto di gas naturale secondo quanto prescritto dal DM 17 Aprile 2008, ad una pressione massima di esercizio di 75 barg, sarà costituita da una condotta, formata da tubi di acciaio collegati mediante saldatura (linea), che rappresenta l'elemento principale del sistema di trasporto in progetto, e da una serie di impianti che, oltre a garantire l'operatività della struttura, realizzano l'intercettazione della condotta in accordo alla normativa vigente.

- Linea: condotta interrata della lunghezza complessiva di circa 272 km;
- Impianti di linea:
  - No. 38 punti di intercettazione di derivazione importanti (PIDI),
  - No. 1 punto di lancio/ricevimento PIG (scraper trap).

La pressione di progetto, adottata per il calcolo dello spessore delle tubazioni, è pari a 75 barg.

#### 3.1 LINEA

##### 3.1.1 Caratteristiche Tecniche Generali

La condotta sarà completamente interrata ed in considerazione della natura dei terreni la profondità minima di copertura è prevista essere pari a 1.5 m.

Il diametro e gli spessori della tubazione sono sintetizzati nella seguente tabella. Verrà utilizzato materiale di qualità con caratteristiche di classe UNI EN 10208-2 L 450MB.

**Tabella 3.1: Caratteristiche Tecniche del Metanodotto DN 1200**

<b>Caratteristiche Tecniche Condotta del Metanodotto</b>	
<b>Parametro Condotta</b>	<b>Valore</b>
Diametro Nominale	DN 1200 (48")
Pressione di Progetto	75 bar
Diametro Interno	11,184.30 mm
Materiale	UNI EN 10208-2 L 450MB
Caratteristiche meccaniche Rt min.	450 N/mm <sup>2</sup>
<b>Fattore di sicurezza</b>	
Tubo di linea	K = 1.40
Per spessore maggiorato	K = 1.75
Efficienza del Giunto	1
<b>Spessore di Calcolo</b>	
Tubo di linea	16.1 mm
Per spessore maggiorato	18.9 mm
Spessore Rinforzato	25.9 mm
<b>Tubazioni di Protezione</b>	
Diametro Esterno	DN 1400 (52")
Qualità	UNI EN 10208-2 L 415MB

Per le deviazioni di tracciato (piano orizzontale) ed eventuali variazioni di pendenza (piano verticale) si provvederà con l'inserimento di curve ricavate da tubi piegati a freddo con un raggio di curvatura uguale a 40 volte il suo diametro nominale (40 DN) oppure con l'inserimento di curve prefabbricate con raggi pari a 7 volte il diametro nominale (7 DN).

Per il calcolo degli spessori di linea delle tubazioni sono stati scelti i seguenti coefficienti di sicurezza minimi rispetto al carico unitario al limite di allungamento totale (carico di snervamento):

- $k=1.40$  per la linea;
- $k=1.75$  per la linea a spessore maggiorato.

Negli attraversamenti di strade importanti e dove sarà ritenuto necessario, la condotta sarà messa in opera con un tubo di protezione di adeguate caratteristiche (si veda la Tabella 3.1).

### **3.1.2 Criteri Generali di Progettazione**

In generale, la definizione del tracciato della sezione di metanodotto on-shore è stata eseguita nel rispetto di quanto disposto dal DM del 24 Novembre 1984 “*Norme di sicurezza per il trasporto del gas naturale (...)*” e dal successivo DM del 17 Aprile 2008 “*Regola Tecnica per la progettazione degli impianti di trasporto di gas naturale (...)*”, dalla legislazione vigente e dalla normativa tecnica relativa alla progettazione di queste opere ed applicando i seguenti criteri di base:

- individuare il tracciato in base alla possibilità di ripristinare le aree attraversate riportandole alle condizioni originali, minimizzando l’impatto ambientale;
- transitare il più possibile in zone a destinazione agricola, evitando di attraversare aree comprese in piani di sviluppo urbanistico e/o industriale;
- evitare zone soggette a frane o di dissesto idrogeologico;
- evitare, ove possibile, le aree di rispetto delle sorgenti e dei fossi captati ad uso idropotabile;
- contenere il numero degli attraversamenti fluviali, stradali e ferroviari;
- interessare il meno possibile le zone boschive e/o di colture pregiate;
- utilizzare, il più possibile, i corridoi di servitù già costituiti da altre infrastrutture esistenti (canali, strade, ecc.);
- fare in modo di garantire l’accessibilità agli impianti di sicurezza;
- valutare accuratamente i piani di sviluppo urbanistico locale ed evitare zone soggette a vincoli particolari nonché zone destinate a future edificazioni.

### **3.1.3 Descrizione del Tracciato**

Il tracciato on-shore avrà una lunghezza di circa 272 km e attraverserà la Regione Sardegna da Sud-Ovest a Nord-Est interessando le Province di Carbonia-Iglesias, Cagliari, Medio Campidano, Oristano, Nuoro, Sassari ed Olbia-Tempio. L’opera sarà costituita da una tubazione del diametro di DN 1200 (48”), completamente interrata. Il tracciato di progetto del metanodotto on-shore è riportato nell’Allegato A dell’Elaborato di Progetto “*Condotta a Terra Sardegna*”, in scala 1:10,000.

L’arrivo del gasdotto in Sardegna, proveniente dall’Algeria, è previsto nel Golfo di Palmas presso le Saline di S. Antioco (Comune di S. Giovanni Suergiu, in provincia di Carbonia-Iglesias) in prossimità della località di Porto Botte, mentre l’uscita è prevista in prossimità del Comune di Olbia, presso la Località Saline.

Nelle tabelle seguenti si riportano le percorrenze relative ai singoli territori comunali attraversati dal tracciato di progetto.

**Tabella 3.2: Percorrenza in Sequenza Progressiva Lungo la Diretrice di Progetto**

No.	Provincia	Comune	da km	a km	Percorrenza (km)
1	Carbonia-Iglesias	S. Giovanni Suergiu	0+00	11+387	11.387
2		Carbonia	11+387	29+378	17.992
3		Iglesias	29+378	30+029	0.651
4		Villamassargia	30+029	34+844	4.815
5		Domusnovas	34+844	37+546	2.702
6		Musei	37+546	41+825	4.279
7	Cagliari	Siliqua	41+825	48+490	6.666
8		Vallermosa	48+490	54+953	6.463
9		Villasor	54+953	59+250	4.297
10	Medio Campidano	Serramanna	59+250	61+487	2.237
11		Villacidro	61+487	71+645	10.159
12		S. Gavino Monreale	71+645	82+440	10.795
13		Sardara	82+440	83+876	1.436
14		Pabillonis	83+876	85+903	2.026
13		Sardara	85+903	86+039	0.137
15	Oristano	Mogoro	86+039	93+203	7.163
16		Uras	93+203	100+078	6.875
17		Marrubiu	100+078	108+750	8.673
18		Santa Giusta	108+750	111+109	2.359
19		Palmas Arborea	111+109	114+858	3.749
20		Oristano	114+858	117+697	2.840
21		Simaxis	117+697	123+176	5.479
22		Ollastra	123+176	125+235	2.059
23		Zerfaliu	125+235	129+430	4.194
24		Villanova Truschedu	129+430	131+342	1.912
23		Zerfaliu	131+342	131+935	0.593
25	Paulilatino	131+935	142+784	10.849	
26	Abbasanta	142+784	149+789	7.005	
27	Norbello	149+789	151+966	2.176	
28	Nuoro	Borore	151+966	155+824	3.858
29		Macomer	155+824	156+957	1.134
28		Borore	156+957	157+989	1.032
29		Macomer	157+989	161+359	3.370
30		Sindia	161+359	169+618	8.259
29		Macomer	169+618	171+437	1.819
31	Sassari	Semestene	171+437	175+287	3.850
32		Bonorva	175+287	191+484	16.197
33		Torralba	191+484	193+456	1.973
34		Mores	193+456	207+993	14.537
35		Ozieri	207+993	220+748	12.755
36	Olbia-Tempio	Oschiri	220+748	234+833	14.085
37		Berchidda	234+833	235+775	0.942
36		Oschiri	235+775	236+705	0.930
37		Berchidda	236+705	248+862	12.157
38		Monti	248+862	261+463	12.601
39		Loiri Porto S. Paolo	261+463	263+052	1.589
40		Olbia	263+052	272+021	8.970

**Tabella 3.3: Lunghezza di Percorrenza nei Territori Comunali**

No.	Provincia	Comune	da km	a km	km parz.	km tot.	
1	Carbonia-Iglesias	S. Giovanni Suergiu	0+00	11+387	11+387	11+387	
2		Carbonia	11+387	29+378	17+992	17+992	
3		Iglesias	29+378	30+029	0+651	0+651	
4		Villamassargia	30+029	34+844	4+815	4+815	
5		Domusnovas	34+844	37+546	2+702	2+702	
6		Musei	37+546	41+825	4+279	4+279	
7	Cagliari	Siliqua	41+825	48+490	6+666	6+666	
8		Vallermosa	48+490	54+953	6+463	6+463	
9		Villasor	54+953	59+250	4+297	4+297	
10	Medio Campidano	Serramanna	59+250	61+487	2+237	2+237	
11		Villacidro	61+487	71+645	10+159	10+159	
12		S. Gavino Monreale	71+645	82+440	10+795	10+795	
13		Sardara		82+440	83+876	1+436	1+573
				85+903	86+039	0+137	
14		Pabillonis	83+876	85+903	2+026	2+026	
15	Mogoro	86+039	93+203	7+163	7+163		
16	Oristano	Uras	93+203	100+078	6+875	6+875	
17		Marrubiu	100+078	108+750	8+673	8+673	
18		Santa Giusta	108+750	111+109	2+359	2+359	
19		Palmas Arborea	111+109	114+858	3+749	3+749	
20		Oristano	114+858	117+697	2+840	2+840	
21		Simaxis	117+697	123+176	5+479	5+479	
22		Ollastra	123+176	125+235	2+059	2+059	
23		Zerfaliu		125+235	129+430	4+194	4+787
				131+342	131+935	0+593	
24		Villanova Truschedu	129+430	131+342	1+912	1+912	
25		Paulilatino	131+935	142+784	10+849	10+849	
26	Abbasanta	142+784	149+789	7+005	7+005		
27	Norbello	149+789	151+966	2+176	2+176		
28	Nuoro	Borore	151+966	155+824	3+858	4+890	
			156+957	157+989	1+032		
29		Macomer		155+824	156+957	1+134	6+323
				157+989	161+359	3+370	
				169+618	171+437	1+819	
30		Sindia	161+359	169+618	8+259	8+259	
31	Sassari	Semestene	171+437	175+287	3+850	3+850	
32		Bonorva	175+287	191+484	16+197	16+197	
33		Torralba	191+484	193+456	1+973	1+973	
34		Mores	193+456	207+993	14+537	14+537	
35		Ozieri	207+993	220+748	12+755	12+755	
36	Olbia-Tempio	Oschiri	220+748	234+833	14+085	15+015	
			235+775	236+705	0+930		
37		Berchidda		234+833	235+775	0+942	13+099
				236+705	248+862	12+157	
38		Monti	248+862	261+463	12+601	12+601	
39		Loiri Porto S. Paolo	261+463	263+052	1+589	1+589	
40	Olbia	263+052	272+021	8+970	8+970		

Il tracciato attraversa la piana intorno a Carbonia, la valle Cixerri, la piana del Campidano, percorrendo poi l'altopiano di Abbasanta, l'altopiano di Campeda, valle Mannu, la piana di Oschiri e la piana di Olbia.

Di seguito si riporta una descrizione del tracciato on-shore distinto in tre tratti:

- primo tratto: Porto Botte-Serramanna;
- secondo tratto: Serramanna-Chilivani;
- terzo tratto: Chilivani-Olbia.

#### 3.1.3.1 Porto Botte – Serramanna

Il gasdotto in arrivo dall'Algeria inizierà il suo tratto terrestre in corrispondenza delle saline di Sant'Antioco poco a Nord-Ovest della foce del Riu Palmas nel Comune di S. Giovanni Suergiu (Carbonia-Iglesias). In prossimità delle stesse saline sarà ubicata la stazione impiantistica di Porto Botte, non oggetto del presente progetto.

Il territorio di questo primo tratto terrestre si colloca in un'area sub-pianeggiante, a tratti collinare, con quote terreno tra 10-140 m s.l.m.. L'area è a vocazione prevalentemente agricola e, al di là di alcuni centri abitati, poco popolata.

Il tracciato devia leggermente verso Ovest della città di Carbonia al fine di evitare una importante zona montuosa ad Est dell'abitato stesso.

Dopo aver proseguito per circa 0.5 km verso Nord, il tracciato in progetto procede in direzione Nord-Ovest, in un contesto pianeggiante, intersecando la Strada Provinciale No.77, la Strada Statale No. 126, il Rio S. Milano e passando ad Ovest dell'abitato di S. Giovanni Suèrgiu.

Successivamente, dopo l'abitato di Matzaccara, ora con andamento verso Nord, il tracciato attraversa la Strada Provinciale No. 2 e prosegue fino all'attraversamento della Strada Statale No. 126.

Ora in direzione Nord-Est, viene attraversata la linea ferroviaria Carbonia-Domusnovas, proseguendo poi nella stessa direzione della ferrovia fino all'ingresso nel Comune di Villamassargia attraversando il Riu Cixerri.

A Nord del centro abitato di Villamassargia vengono attraversate la Strada Provinciale No. 86 (2 volte), nuovamente la linea ferroviaria ed infine la Strada Provinciale No. 87.

A Nord di Musei vengono attraversate la Strada Provinciale No. 82 e la Strada Statale No. 130. Successivamente, sempre nel Comune di Musei viene incrociata la Strada Provinciale No. 87 per Domusnovas. Vengono inoltre attraversati corsi d'acqua di minore importanza. Nel Comune di Siliqua (Provincia di Cagliari) viene attraversata la Strada Provinciale No. 88 ed in seguito nel Comune di Vallermosa, appena a Sud dell'abitato, la Strada Statale No. 293.

Dopo l'abitato di Vallermosa il tracciato procede in direzione Nord, attraversando alcuni corsi d'acqua minori e la Strada Statale No. 196 per Villasor, fino ad arrivare nel Comune di Serramanna.

#### 3.1.3.2 Serramanna - Chilivani

Il gasdotto incontra, nel Comune di Serramanna, il Torrente Leni, il Canale Collettore Basso e la Strada Statale No. 293 in direzione di Samassi.

Successivamente viene attraversata la Strada Provinciale di Villacidro, la Ferrovia Villacidro-Isili ed il Torrente Seddamus fino ad arrivare nel Comune di S. Gavino Monreale.

Qui incontra il canale ripartitore N.O.E.A.F., la Strada Provinciale No. 14 ed il Riu S. Maria Maddalena.

Il tracciato prosegue in direzione Nord-Ovest dove viene attraversata la Strada Statale No. 197, circa a metà strada tra i comuni di S. Gavino e Sanluri.

Dopo l'attraversamento della Strada Statale No. 197, il tracciato si dispone parallelamente ad una strada comunale tra gli abitati di Pabillonis e Sàrdara, incontrando la Ferrovia Cagliari-Olbia, per poi attraversare la Strada Provinciale No. 69 dopo il Canale Flumini Malu ed il Riu Arianna..

Superato il comune di Sàrdara il tracciato corre per circa 5 km parallelamente alla Strada Statale No. 131, ad una distanza di circa 600 m, per poi attraversarla appena dopo il Riu Sassu nel Comune di Mogoro. Prosegue poi in parallelismo alla stessa sino ad Uras attraversando la Strada Statale No. 442, per poi continuare, per circa 7 km, sempre parallelamente alla Strada Statale No. 131, ma ad una distanza di circa 400 m.

Dopo l'attraversamento dei Comuni di Marrubiu, S. Giusta e Palmas Arborea, incontra la Strada Provinciale No. 57 nel Comune di Oristano. In seguito nel Comune di Simaxis (Provincia di Oristano) incontra la Strada Provinciale Marmilla, per poi raggiungere gli abitati di Ollastra Simaxis e Zerfaliu attraversando la Strada Statale No. 388 appena prima del centro abitato di Zerfaliu, in concomitanza del Canale Adduttore Tirso Arborea.

L'area in esame può essere definita montagnoso-collinare. In particolare si individuano tre regioni. La prima e l'ultima con altezza media di circa 250 m s.l.m.; quella centrale di circa 700 m s.l.m.

All'altezza di Zerfaliu il tracciato attraversa il Fiume Tirso, procedendo verso l'abitato di Villanova Truschedu, dopo il quale, da una quota di 50 m s.l.m., si innalza fino a circa 250 m s.l.m., presso il comune di Paulilatino.

Attraversata la Strada Provinciale No. 11, dopo l'abitato di Paulilatino, viene ripresa la direzione Nord con gli attraversamenti della Ferrovia Cagliari-Golfo Aranci e della Strada Statale No. 131; subito prima quest'ultimo attraversamento si trova l'area destinata all'installazione della stazione intermedia scraper (km 139,50). Vengono poi attraversati il Riu Pizzu ed il Riu Mannu, nel Comune di Abbasanta.

L'area si inserisce poi in un territorio collinoso-montano, l'altopiano della Campeda. Parte da quota 270 m s.l.m., raggiunge 650-710 m s.l.m., in prossimità di Macomer, per poi mantenere la stessa quota fino a Bonorva e quindi scendere fino alla quota di 170 m s.l.m. presso Chilivani.

Il tracciato 2 km dopo la Strada Provinciale No. 15 per Abbasanta procede in direzione Nord.

Dopo circa 4 km, ora in direzione Nord-ovest, salendo da quota 400 m s.l.m. a quota 700 m s.l.m., viene attraversata la Strada Provinciale No. 77 per Borore e la Strada Provinciale No. 43 per Macomer.

Procedendo ora verso Nord, si scende all'interno di un altipiano collinare e la condotta attraversa la Ferrovia Complementare ed in seguito Strada Statale No. 129bis, proseguendo in parallelismo destro con una strada minore ed attraversa la Strada Provinciale No. 44 per Macomer. Vengono in questo tratto anche attraversati il Riu Temo e la Ferrovia Cagliari-Golfo Aranci oltre ad alcuni corsi d'acqua di minor importanza.

Il tracciato acquisisce ora andamento Nord-Est, si mantiene ad una quota di circa 680 m s.l.m. ed attraversa nuovamente la Ferrovia (in galleria), la Strada Statale No. 131 e

l'acquedotto ESAF nel Comune di Bonorva, per poi discendere costeggiando l'abitato di Rebeccu. Dopo attraversa la Strada Provinciale No. 43 in un altipiano caratterizzato da diversi monti rocciosi isolato come il monte Ladu o il monte Cujaru; vengono poi attraversate anche le strade Provinciali No. 83 e 21, dopo il Riu Tortu ed il Riu Casteddu.

Dopo l'attraversamento nuovamente della Strada Statale No. 83, del Rio Mannu e della Ferrovia Cagliari-Chilivani, vengono attraversati l'acquedotto Fontana Majore Chilivani, la Strada Provinciale Mores-Bono, nuovamente altri tratti di acquedotto, la Strada Statale No. 128bis e la Strada Provinciale No. 63 nel Comune di Mores.

Il territorio di questo tratto si caratterizza per avere una quota uniforme di circa 200 m s.l.m., degradante verso il mare solo negli ultimi 20 km. L'area si presenta con delle morbide colline ed è a vocazione prevalentemente agricola.

A circa 6 km Nord-Est di Mores il tracciato devia verso Nord-Est mantenendo questo andamento oltre la località Monti.

Dopo aver attraversato tre tratti di acquedotto, la Strada Provinciale No. 102, la Ferrovia Sassari-Chilivani, la Strada Provinciale No. 1 ed il Rio Rizzolu, il tracciato prosegue in parallelo alla Strada Statale No. 597 che collega Olbia e che, in corrispondenza di Oschiri, diventa la Strada Statale No. 199. Viene attraversata la Strada Provinciale No. 63.

Nel Comune di Ozieri vengono successivamente attraversati tratti di acquedotto, la Strada Statale No.132 ed il Rio Mannu (affluente del bacino artificiale del Coghinas).

### 3.1.3.3 Chilivani - Olbia

Tra Chilivani ed Olbia il tracciato si inserisce nella valle della Strada Statale No. 199 tra i Monti di Alà e Monte Limbara. La quota del terreno tra gli abitati di Chilivani e Monti varia da 170 m s.l.m. a 320 m s.l.m., decrescendo poi fino al livello del mare presso Olbia.

Nel Comune di Oschiri vengono attraversate la Strada Statale No. 597 e No. 392, successivamente, dopo aver incontrato le Strade Statali No. 392 e No. 597, viene attraversato tre volte il Rio Mannu in una zona dove esso sviluppa un'ampia ansa (Campos Valzos) e la Strada Statale No. 199 ponendosi alla sua destra. Il tracciato attraversa, poi, nuovamente la Strada Statale No. 199, 2 volte, la prima in corrispondenza circa della stazione di Berchidda e la seconda circa un chilometro e mezzo dopo. L'area in questione si presenta scarsamente abitata, fatta eccezione per alcuni centri abitati come Berchidda e Monti.

Prima dell'abitato di Monti vengono attraversate la Ferrovia Cagliari Terranova-Golfo Aranci e la Strada Statale No. 389, mentre, subito dopo l'abitato vengono attraversate nuovamente la Ferrovia, la Strada Statale No.199 (2 volte) ed il Riu S. Michele; dopo circa 5 km viene attraversata nel Comune di Monti la Ferrovia Cagliari-Golfo Aranci. Nel Comune di Loiri viene di seguito attraversato il Riu Parasole e dopo circa 8 km, nel Comune di Olbia, la Strada Statale 131d. Dopo aver raggiunto la Centrale di Compressione di Olbia (al km 272), il gasdotto prosegue per circa 5 km verso il mare, attraversando il Riu de su Piricone, l'acquedotto e la Strada Statale No. 125.

### 3.1.4 Sistemi di Protezione dalla Corrosione

Il tipico problema delle condotte interrate è la corrosione, ossia la graduale asportazione del materiale della tubazione per effetto chimico (ossidazione) o elettrochimico (corrosione)

galvanica), in cui il metallo si comporta da anodo e l'ambiente circostante da catodo. Il metanodotto Galsi sarà dotato di due sistemi di protezione alla corrosione:

- una protezione passiva esterna, costituita da un rivestimento in polietilene estruso triplice spessore;
- una protezione attiva (protezione catodica), mediante impianti a corrente impressa (si veda la Figura 2.3) con relative:
  - stazioni di impressione corrente,
  - giunti isolanti,
  - punti di misura.

L'abbinamento della protezione catodica con il rivestimento isolante ha la principale funzione di ridurre la superficie metallica di scambio della corrente di protezione. Due sono i vantaggi che ne conseguono:

- riduzione della corrente totale di protezione;
- maggiore uniformità delle condizioni di protezione lungo la condotta.

La protezione attiva sarà attuata tramite il collegamento ad alimentatori a corrente continua. Le condizioni di protezione saranno verificate se il potenziale tubo/terreno misurato, al netto delle cadute ohmiche, detto anche potenziale "vero", sarà inferiore a quello di protezione (valore corrispondente alla soglia di immunità del ferro). Il potenziale vero, però, non dovrà mai essere troppo negativo poiché condizioni di sovrapprotezione potrebbero provocare danni, quali il distacco del rivestimento e lo sviluppo di idrogeno con possibile infragilimento del materiale.

Il controllo del sistema è mantenuto da un adeguato numero di punti di misura del potenziale elettrico opportunamente localizzati lungo la condotta. La posizione degli impianti di protezione catodica sarà generalmente definita dopo la posa della tubazione.

Negli attraversamenti in corrispondenza degli sfiati, saranno posizionate delle piantane, alle cui estremità sono sistemate le cassette contenenti i punti di misura della protezione catodica.

### **3.1.5 Fascia di Asservimento**

La costruzione ed il mantenimento di un metanodotto sui fondi altrui sono legittimati da una servitù il cui esercizio, lasciate inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo di questi fondi, limita la fabbricazione nell'ambito di una fascia di asservimento a cavallo della condotta (servitù non aedificandi).

La società che avrà in gestione la condotta acquisirà la servitù stipulando con i singoli proprietari dei fondi un atto autentificato, registrato e trascritto in adempimento di quanto in materia previsto dalle leggi vigenti.

L'ampiezza di tale fascia varia in rapporto al diametro ed alla pressione di esercizio della linea di interesse. Per il metanodotto in oggetto la fascia di asservimento è di larghezza pari a 40 m (20 m per parte dall'asse della condotta).



### **3.1.6 Elementi di Segnalazione**

A conclusione dell'opera il metanodotto risulterà visibile esternamente mediante la segnaletica di sicurezza costituita da cartelli standard. I cartelli saranno posizionati a distanze regolari ed avranno lo scopo di segnalare la presenza dall'esterno della condotta interrata (si veda lo schema tipico riportato in Figura 2.4).

In particolare lungo la linea verranno installati: cartelli indicatori, cippi chilometrici e cippi di segnalazione aerea.

## **3.2 IMPIANTI DI LINEA**

Nel tratto di metanodotto on-shore in esame, gli impianti di linea comprendono i punti di intercettazione di linea ed una stazione intermedia di lancio e ricevimento pig.

### **3.2.1 Punti di Intercettazione**

In accordo alla normativa vigente (DM 17 Aprile 2008), la condotta sarà sezionabile in tronchi mediante apparecchiature di intercettazione (valvole). Tale decreto impone che, per un metanodotto di 1<sup>a</sup> specie, la distanza massima di sezionamento della condotta sia 15 km nel caso di valvole telecontrollate.

Per l'opera in progetto è prevista l'installazione di Punti di Intercettazione e di Derivazione Importante (PIDI) che, oltre a sezionare la condotta hanno la funzione di consentire sia l'interconnessione con altre condotte sia l'alimentazione di condotte derivate dalla linea principale (si veda il Disegno Tipologico di Progetto in Figura 3.1). I PIDI saranno telecontrollati, e potranno essere costituiti da una valvola di linea e da valvole di by-pass e di derivazione, nel caso sia piano previsti.

I punti di intercettazione sono costituiti da tubazioni interrate, ad esclusione della tubazione di scarico del gas in atmosfera (attivata, eccezionalmente, per operazioni di manutenzione straordinaria e per la prima messa in sicurezza della condotta) e della sua opera di sostegno. Gli impianti comprendono inoltre valvole di intercettazione interrate, apparecchiature per la protezione elettrica della condotta ed un fabbricato in muratura per il ricovero delle apparecchiature e dell'eventuale strumentazione di controllo.

In corrispondenza degli attraversamenti di linee ferroviarie, le valvole di intercettazione, in conformità alle vigenti norme, devono comunque essere poste a cavallo di ogni attraversamento ad una distanza fra loro non superiore a 2,000 m.

Le valvole di intercettazione di linea saranno motorizzate per mezzo di attuatori fuori terra e manovrabili a distanza mediante cavo di telecomando, interrato a fianco della condotta, e/o tramite ponti radio con possibilità di comando a distanza (telecontrollo) per un rapido intervento di chiusura.

L'ubicazione degli impianti sarà prevista in vicinanza di strade esistenti, dalle quali verrà derivato un breve accesso carrabile, qualora non fosse possibile saranno previste nuove strade di accesso.

### **3.2.2 Punti di Lancio e Ricevimento PIG**

Sul territorio della Sardegna, oltre alle stazioni di lancio e ricevimento pig presenti all'interno del Terminale di Arrivo di Porto Botte e della Centrale di Olbia, è prevista una

scraper trap intermedia. Tale stazione, che si trova all'incirca in corrispondenza della progressiva 139.5 km nel Comune di Paulilatino, è situata circa 500 m ad Est della Stazione Ferroviaria di Paulilatino e permette il lancio ed il ricevimento degli scovoli, (si veda il Disegno Tipologico di Progetto in Figura 3.2) comunemente chiamati PIG.

La stazione Scraper Trap sarà composta essenzialmente da:

- No. 1 trappola di arrivo pig con:
  - by-pass con valvola a sfera  $\varnothing$  16",
  - drenaggio con valvola a sfera  $\varnothing$  4",
  - sfiato con valvola a sfera  $\varnothing$  8",
  - indicatore di passaggio pig,
  - manometro;
- No. 1 trappole di lancio pig con:
  - by-pass con valvola a sfera  $\varnothing$  16",
  - drenaggio con valvola a sfera  $\varnothing$  4",
  - sfiato con valvola a sfera  $\varnothing$  8",
  - manometro.

I PIG, utilizzati per il controllo e la pulizia interna della condotta, consentono l'esplorazione diretta e periodica, dall'interno, delle caratteristiche geometriche e meccaniche della tubazione, così da garantire l'esercizio in sicurezza del metanodotto.

Il punto di lancio e ricevimento sarà costituito essenzialmente da un corpo cilindrico denominato "trappola", di diametro superiore a quello della linea per agevolare il recupero del PIG. Carrelli scorrevoli su rotaie permetteranno l'inserimento e/o l'estrazione dei pig dalle trappole. Tutte le manovre potranno essere effettuate manovrando localmente le valvole o comandandole a distanza.

Segnalatori di passaggio PIG, con indicazione locale e remota, saranno installati sulla linea, sia in ingresso stazione che in uscita. I drenaggi delle trappole saranno convogliati in un serbatoio interrato. La stazione potrà essere munita di torcia fredda (vent) e di eventuale stacco per l'alimentazione di future utenze.

La "trappola", gli accessori per il carico e lo scarico del pig e la tubazione di scarico della linea sono installati fuori terra, mentre le tubazioni di collegamento e di by-pass all'impianto saranno interrate, come i relativi basamenti in c.a. di sostegno.

Nella stazione sarà installato anche un box per l'alloggiamento dei quadri elettrici, di telecomando e telecontrollo. La stazione sarà recintata con pannelli standard in grigliato metallico zincato.

Per la viabilità interna sono previste strade delimitate da cordoli prefabbricati in calcestruzzo; le acque meteoriche saranno raccolte in appositi pozzetti drenanti e non vengono previsti servizi igienici e relativi scarichi.

Le aree "piping" saranno pavimentate con autobloccanti prefabbricati posati su materiale arido compattato e strato di sabbia dello spessore di 5 cm circa.

Il punto di lancio e ricevimento PIG previsto comporterà l'occupazione di una superficie pari a circa 9,300 m<sup>2</sup>.

### 3.2.3 Ubicazione degli Impianti di Linea

L'ubicazione degli impianti (i PIDI sono indicati con il codice VB con numerazione progressiva) e le informazioni ad essi relativi sono riportate nella tabella seguente.

**Tabella 3.4: Ubicazione Impianti di Linea**

Progressiva (km)	Provincia	Comune	Impianto	Strada di accesso
9+750	Carbonia-Iglesias	S.G.Suergiu	VB-01	Nuova 60 m
19+800		Carbonia	VB-02	Nuova 40 m
20+030			VB-03	Nuova 30 m
30+700		Villamassargia	VB-04	Nuova 30 m
32+550			VB-05	Nuova 40 m – da ripristinare 150 m
34+100			VB-06	Da ripristinare 400 m
47+150	Cagliari	Siliqua	VB-07	Nuova 30 m
59+220		Villasor	VB-08	Nuova 50 m
69+700	Medio Campidano	Villacidro	VB-09	Nuova 50 m
70+550		Villacidro	VB-10	Nuova 50 m
82+300		S.G. Monreale	VB-11	Nuova 1.250 m
84+200		Pabillonis	VB-12	Nuova 50 m
96+700	Oristano	Uras	VB-13	Nuova 50 m
107+900		Marrubiu	VB-14	Nuova 50 m
121+550		Simaxis	VB-15	Nuova 50 m
131+300		Zerfaliu	VB-16	Nuova 40 m
139+500		Paulilatino	VB-17 e stazione Scraper	Nuova 70 m
140+300		Paulilatino	VB-18	Nuova 30 m
146+250		Abbasanta	VB-19	Nuova 40 m
155+000	Nuoro	Borore	VB-20	Nuova 60 m
164+500		Sindia	VB-21	Nuova 40 m
165+700		Sindia	VB-22	Nuova 60 m
175+150	Sassari	Semestene	VB-23	Nuova 50 m
176+650		Bonorva	VB-24	Nuova 50 m
185+200		Bonorva	VB-25	Nuova 80 m
193+600		Mores	VB-26	Nuova 500 m
194+850		Mores	VB-27	Nuova 800 m
207+000		Mores	VB-28	Nuova 50 m
208+700		Ozieri	VB-29	Nuova 50 m
221+100	Olbia-Tempo Pausania	Oschiri	VB-30	Nuova 80 m
235+500		Berchidda	VB-31	Nuova 60 m
246+080		Berchidda	VB-32	Nuova 50 m
247+700		Berchidda	VB-33	Da ripristinare 400 m
254+000		Monti	VB-34	Nuova 40 m
254+750		Monti	VB-35	Da ripristinare 600 m

---

259+650		Monti	VB-36	Da ripristinare 300 m
261+100		Monti	VB-37	Nuova 30 m
272+100		Olbia	VB-38	Nuova 50 m

### 3.2.4 Opere Complementari

Lungo il tracciato del gasdotto saranno realizzati, in corrispondenza di punti particolari, quali attraversamenti di corsi d'acqua, strade, ecc., interventi che assicurando la stabilità dei terreni, garantiranno anche la sicurezza della tubazione.

Gli interventi consisteranno, in genere, nella realizzazione di opere di sostegno e di protezione spondale dei corsi d'acqua.

Le opere saranno progettate tenendo conto delle esigenze degli enti preposti alla salvaguardia del territorio e della condotta. In particolare, tra le opere fuori terra, oltre al ripristino delle opere esistenti interessate dai lavori di posa della nuova condotta, saranno realizzati interventi di regimazione idraulica in corrispondenza degli attraversamenti dei principali corsi d'acqua (per lo più muri cellulari in legname e scogliere in massi per il contenimento e la protezione delle sponde) ed opere di sostegno (muri cellulari in legname e muri in pietrame) in corrispondenza delle scarpate stradali o salti morfologici in generale.

## 4 SEZIONE SARDEGNA-TOSCANA

### 4.1 SEZIONE ON-SHORE OLBIA

#### 4.1.1 Caratteristiche Tecniche Generali

Il breve tratto di condotta tra la Centrale di Compressione e lo spiaggiamento (circa 4.7 km) sarà completamente interrata ed in considerazione della natura dei terreni la profondità minima di copertura è prevista essere pari a 1.5 metri.

Il diametro e gli spessori della tubazione sono sintetizzati nella seguente tabella. Verrà utilizzato materiale di qualità con caratteristiche di classe EN L485.

**Tabella 4.1: Caratteristiche Generali del Metanodotto DN 800, Tratto On-Shore**

Caratteristiche Tecniche Condotta del Metanodotto Sezione On-shore Sardegna	
Parametro Condotta	Valore
Diametro Nominale	DN 800 (32")
Pressione di Progetto	200 barg
Diametro Interno	751.4 mm
Materiale	UNI EN 10208-2 L 485MB
Caratteristiche meccaniche Rt min.	485 N/mm <sup>2</sup>
<b>Fattore di sicurezza</b>	
Tubo di linea	K = 1.40
Per spessore maggiorato	K = 1.75
Efficienza del Giunto	1
<b>Spessore di Calcolo</b>	
Tubo di linea	30.7 mm <sup>(1)</sup>
Per spessore maggiorato	30.7 mm <sup>(1)</sup>
<b>Tubazioni di Protezione</b>	
Diametro Esterno	DN 900 (40")
Qualità	UNI EN 10208-2 L 415MB
<b>Caratteristiche Generali</b>	
Profondità dello scavo	tale da garantire un ricoprimento minimo della condotta di 1.5 m
Valvole	No. 1 in corrispondenza della Centrale di Compressione di Olbia
Stazione Scraper Trap	No. 1 in corrispondenza della Centrale di Compressione di Olbia
Protezione catodica	protezione dalla corrosione attiva e passiva

Nota <sup>(1)</sup>: Spessore definito da parte a mare.

Per il calcolo degli spessori di linea delle tubazioni sono stati scelti i seguenti coefficienti di sicurezza minimi rispetto al carico unitario al limite di allungamento totale (carico di snervamento):

- k=1.40 per il tubo di linea;
- k=1.75 per la linea a spessore maggiorato.

Negli attraversamenti di strade principali e dove sarà ritenuto necessario, la condotta sarà messa in opera con un tubo di protezione di adeguate caratteristiche (si veda la Tabella 4.1).

#### 4.1.2 Criteri Generali di Progettazione

In generale, la definizione del tracciato della sezione di metanodotto on-shore è stata eseguita nel rispetto di quanto disposto dal DM del 24 Novembre 1984 “*Norme di sicurezza per il trasporto del gas naturale (...)*” e dal successivo DM del 17 Aprile 2008 “*Regola Tecnica per la progettazione degli impianti di trasporto di gas naturale (...)*”, dalla legislazione vigente e dalla normativa tecnica relativa alla progettazione di queste opere.

Vengono anche in questo caso applicati gli stessi criteri di base previsti per il breve tratto on-shore attraverso Le Saline di S.Antioco per il terminale di arrivo a Porto Botte, riportate nel Paragrafo 2.2.2.

#### 4.1.3 Descrizione del Tracciato

Il tracciato del metanodotto, nel tratto compreso tra la Centrale di Compressione e l’approdo costiero in Località “Le Saline”, si estende per una lunghezza complessiva di circa 4.7 km con direzione prevalente Nord-Est.

In particolare il tracciato si allontana dalla Centrale di Compressione in direzione Nord per circa 500 m, per poi deviare verso Nord-Nord-Est e proseguire lungo questa direzione per circa 3.2 km. Circa 130 m prima dell’attraversamento con la Strada Statale 125, il metanodotto svolta poi verso Nord-Est continuando lungo questa direttrice per circa 1.5 km fino all’approdo costiero in Località “Le Saline”.

Lungo il suo percorso il metanodotto interessa prevalentemente aree pianeggianti ad uso agricolo, incontrando poi in corrispondenza dell’approdo zone umide costiere di retrospiaggia e spiagge sabbiose.

#### 4.1.4 Attraversamenti Principali

Nella seguente Tabella sono elencati i principali attraversamenti del metanodotto on-shore (Comune di Olbia, Provincia di Olbia-Tempio).

**Tabella 4.2: Principali Attraversamenti del Metanodotto DN 800, Tratto On-Shore**

Progressiva (km)	Attraversamento	Descrizione	Tipologia
0+300	Corso d’Acqua	Riu de su Piricone	A cielo aperto
2+520	Condotta	Acquedotto	Trivella/Spingitubo
3+970	Strade Provinciali e Statali	Strada Statale No. 125	Trivella/Spingitubo

La descrizione delle modalità per la realizzazione degli attraversamenti è riportata nel successivo Paragrafo 5.3.1.2.

#### 4.1.5 Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive

Il metanodotto Galsi sarà dotato di due sistemi di protezione alla corrosione, come riportato nel Paragrafo 2.1.4, analogamente per la condotta sottomarina ed il metanodotto on-shore .

Il breve tratto on-shore in esame, fino ad arrivare allo spiaggiamento presso Le Saline, riceverà protezione anche dagli anodi sacrificali più vicini allo spiaggiamento, analogamente al metanodotto on-shore attraverso le Saline di S.Antioco (rif. Paragrafo 2.2.5).

#### 4.1.6 Fascia di Asservimento

La costruzione e il mantenimento di un metanodotto sui fondi altrui sono legittimati da una servitù il cui esercizio, lasciate inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo di questi fondi, limita la fabbricazione nell'ambito di una fascia di asservimento a cavallo della condotta (servitù non aedificandi).

L'ampiezza di tale fascia varia in rapporto al diametro ed alla pressione di esercizio della linea di interesse. Per il metanodotto in oggetto la fascia di asservimento è di larghezza pari a 80 m (40 m per lato dall'asse della condotta).

#### 4.1.7 Elementi di Segnalazione

A conclusione dell'opera il metanodotto risulterà visibile esternamente mediante la segnaletica di sicurezza costituita da cartelli standard. I cartelli saranno posizionati a distanze regolari ed avranno lo scopo di segnalare la presenza dall'esterno della condotta interrata (si veda lo schema tipico riportato in Figura 2.4).

## 4.2 SEZIONE SOTTOMARINA SARDEGNA-TOSCANA

### 4.2.1 Caratteristiche Tecniche Generali

Nella tabella seguente sono presentate le principali caratteristiche tecniche della condotta sottomarina Sardegna-Toscana.

**Tabella 4.3: Caratteristiche Tecniche della Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana**

Caratteristiche Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana	
Lunghezza	275.3 km
Massima Profondità Fondale	875 m
Rivestimento cls	40 mm / 80 mm
Diametro esterno tubo linea	DN 800 – Ø = 32"
Spessore	21 mm / 32.6 mm
Portata del metanodotto	8 miliardi di Sm <sup>3</sup> /a
Gas vettoriato	Gas naturale
Pressione di progetto	200 barg
Qualità Materiale	DNVSAWL-485
Protezione anti - corrosione	rivestimento in polipropilene (3 strati) e anodi sacrificali

### 4.2.2 Descrizione del Tracciato

La condotta sottomarina Sardegna-Toscana, il cui tracciato identificato come "rotta SI-3 Rev. 10Q" è riportato in Figura 4.1, collegherà la Sardegna (Approdo di Olbia) con la Toscana (Approdo di Piombino); in Tabella 4.4 sono riportate le coordinate del tracciato di progetto.

**Tabella 4.4: Coordinate di Progetto Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana**

Coordinate UTM - Sistema WGS 84 (F32)			
Vertici	Est	Nord	Raggio Curvatura [m]
SALINE	548413	4528365	0
1	549626	4530290	2,500
2	552703	4531301	3,000
3	557240	4532852	3,000
4	561712	4535282	3,000
5	561343	4538744	3,000
6	559890	4544218	3,000
7	558422	4551290	3,000
8	553242	4559604	3,000
9	552290	4565760	4,000
10	546030	4570890	4,000
11	549954	4576107	4,000
12	551989	4578246	4,000
13	555422	4579999	4,000
14	561811	4583356	4,000
15	574133	4591075	5,000
16	581737	4592306	5,000
17	580229	4600533	5,000
18	579885	4602436	5,000
19	578683	4606926	5,000
20	578500	4608305	5,000
21	577374	4612425	5,000
22	579457	4616489	5,000
23	584212	4624292	5,000
24	587725	4630532	4,000
25	590789	4633836	4,000
26	591700	4635124	4,000
27	600901	4645685	4,000
28	605194	4647676	3,000
29	606387	4654418	3,000
30	607607	4662833	4,000
31	610133	4668057	3,000
32	614320	4675920	4,000
33	616470	4677290	4,000
34	618420	4681180	4,000
35	621172	4684688	4,000
36	627617	4698415	3,000
37	627437	4700186	4,000
38	632320	4742629	4,000
39	633137	4755049	3,000
PIOMBINO	632942	4757025	0

Il sistema è progettato per una singola direzione di flusso, dalla Sardegna alla Toscana.

Dall'approdo di Olbia il tracciato si allontana perpendicolarmente dalla costa per alcuni km, per poi deviare leggermente in direzione Nord-Nord-Ovest; in questo tratto il fondale decresce abbastanza rapidamente, raggiungendo i -90 m di profondità in 25 km di tracciato, per assestarsi su tale valore fino all'incirca al km 65 presso l'Arcipelago di La Maddalena.



Superato l'arcipelago, il tracciato assume una direzione Nord-Est per circa 35 km, lungo il quale viene raggiunta la massima profondità dell'intero tracciato (875 m circa), per poi assumere una direzione Nord-Nord-Ovest per un tratto di circa 20 km.

Successivamente il tracciato mantiene, per i circa 155 km restanti, un andamento Nord-Nord-Est, passando tra l'Isola di Montecristo e l'Isola del Giglio (distanza di circa 70 km dall'approdo) per poi dirigersi verso Nord nel Golfo di Follonica mantenendosi ad una distanza di oltre 15 km dalle coste dell'Isola d'Elba.

Lo spiaggiamento di Piombino è situato lungo la costa settentrionale del Golfo di Follonica, tra Torre del Sale e Torre Mozza.

#### **4.2.3 Criteri Generali di Progettazione**

Con particolare riferimento alla condotta sottomarina in prossimità dell'approdo costiero, si è posta particolare attenzione a:

- garantire che la sezione finale del tracciato per l'approccio alla costa non presenti curve in modo da facilitare l'installazione della condotta e lo scavo della trincea;
- garantire che la sezione finale di approccio alla costa abbia direzione perpendicolare alla linea di costa al fine di minimizzare la lunghezza della trincea e l'esposizione alle interferenze delle onde nella parte di tracciato prossima alla costa;
- limitare per quanto possibile l'attraversamento di aree sensibili (parchi naturali, praterie di posidonia, aree protette, ecc.), sia in prossimità dell'approdo, sia nel tratto di condotta sottomarina;
- minimizzare la lunghezza della linea in mare;
- evitare aree potenzialmente inquinate;
- evitare interferenze con aree interessate da un intenso traffico navale e attività di pesca;
- minimizzare il numero di attraversamenti delle linee esistenti.

#### **4.2.4 Sistemi di Protezione dalle Azioni Corrosive**

Il tipico problema delle condotte interrato e sottomarine è la corrosione, ossia la graduale asportazione del materiale della tubazione per effetto chimico (ossidazione) o elettrochimico (corrosione galvanica), in cui il metallo si comporta da anodo e l'ambiente circostante da catodo. Il metanodotto Galsi sarà protetto dalla corrosione tramite l'utilizzo di:

- una protezione passiva che consiste nel rivestimento esterno della condotta con polimeri in grado di proteggere il metallo dall'ossidazione;
- una protezione attiva (protezione catodica), mediante l'applicazione di anodi sacrificali.

L'abbinamento della protezione catodica con il rivestimento isolante ha la principale funzione di ridurre la superficie metallica di scambio della corrente di protezione. Due sono i vantaggi che ne conseguono:

- riduzione della corrente totale di protezione;
- maggiore uniformità delle condizioni di protezione lungo la condotta.

## **5 ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE, COLLAUDO, ESERCIZIO E MANUTENZIONE**

La definizione delle più appropriate tecniche per la costruzione del metanodotto rappresenta il momento più importante per la minimizzazione ed il contenimento dei disturbi dell'opera sull'ambiente attraversato. Infatti, una volta messo in opera, il metanodotto risulterà completamente interrato e nel corso dell'esercizio non indurrà alcun impatto sull'ambiente.

Le attività di costruzione in esame dell'opera saranno svolte con diversi cantieri per la costruzione: delle condotte sottomarine, del Terminale di Arrivo a Porto Botte, del metanodotto a terra in Sardegna, oltre che dei punti speciali delle linee (attraversamenti e spiaggiamento). Nel seguito del Paragrafo sono descritte:

- attività connesse alla posa delle condotte sottomarine;
- attività connesse alla costruzione del Terminale di Porto Botte;
- attività connesse alla realizzazione del metanodotto on-shore in Sardegna;
- attività di collaudo in opera della condotta;
- ripristini ambientali;
- esercizio e manutenzione del metanodotto;
- bonifica e ripristino ambientale a fine esercizio.

### **5.1 COSTRUZIONE SEZIONE SOTTOMARINA ALGERIA-SARDEGNA E TERMINALE DI ARRIVO A PORTO BOTTE**

#### **5.1.1 Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna**

La realizzazione della condotta si articola su due fasi principali:

- posa della condotta sottomarina in acque profonde (nei tratti in alti fondali fra Algeria e Sardegna la condotta sarà solo posata sul fondo, mentre in prossimità della costa sarà comunque interrata);
- realizzazione dello shore-approach della condotta in corrispondenza di Porto Botte (condotta in trincea).

Per quanto riguarda la fase di cantiere, considerata la diversa natura delle aree attraversate, sono previste differenti metodologie per la posa della condotta. In particolare sono previste le seguenti tecniche di intervento:

- utilizzo di nave posa-tubi con metodo convenzionale di posa per il tratto in acque profonde;
- tecnica "open cut" per la realizzazione dello shore-approach in Porto Botte.

Le tecniche costruttive sopra citate sono descritte nei paragrafi successivi. In Figura 5.1 si riportano alcuni esempi di sezioni di posa della condotta sottomarina.

#### 5.1.1.1 Aree di Cantiere

L'area di cantiere relativa alla nave posa-tubi si limiterà al solo ingombro del mezzo, all'impronta della condotta sul fondale e ad eventuali aree impegnate dalle linee di ormeggio. Navi posatubi dotati di posizionamento dinamico non necessitano di linee di ormeggio.

Per le operazioni di varo della condotta per l'approdo è identificabile un'area di cantiere a mare essenzialmente costituita da:

- area per ancoraggio della nave posa-tubi;
- spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori.

L'installazione della condotta a mare comporterà l'allestimento delle seguenti aree di lavoro a terra:

- cantiere di prefabbricazione e stoccaggio, costituito da un'area ad uso industriale o con caratteristiche simili, prossimo alla costa in modo da rifornire la nave posa-tubi attraverso rimorchiatori navi di supporto. Per quanto riguarda in particolare i requisiti per la scelta di tale area e della banchina di attracco (porto idoneo ad operazioni di carico/scarico) sono:
  - disponibilità e costi;
  - vicinanza reciproca (aree di stoccaggio e banchina di attracco potrebbero anche essere adiacenti);
  - vicinanza della banchina di attracco (porto) alla rotta di progetto (per ridurre tempi e costi di trasporto in mare)
- cantiere presso l'approdo costiero, esteso in parte a terra ed in parte a mare, per l'esecuzione della trincea in cui la condotta viene posata e successivamente ricoperta in modo da proteggerla dagli effetti di eventuali attività umane (pesca, ancoraggio, ecc.) e per le operazioni di tiro della condotta a terra effettuate tramite puleggia o verricello (indicativamente 5,000 m<sup>2</sup>);
- cantieri di collaudo finale allestiti alle estremità della condotta sottomarina e costituiti da un'area contenente le attrezzature e la strumentazione per il lancio del PIG/ricevimento e l'allagamento della condotta.

#### 5.1.1.2 Attività di Costruzione Lungo la Rotta

Lungo la rotta off-shore in corrispondenza di alti fondali la condotta sarà semplicemente posata sul fondo. La posa della condotta prevede la preparazione di una stringa (successione di tubi saldati in testa) a bordo della nave posa-tubi, il varo della tubazione in mare ed il suo successivo abbandono sul fondale.

I tubi, dopo i lavori di rivestimento, appesantimento con calcestruzzo (gunitatura) ed installazione degli anodi, saranno stoccati provvisoriamente nell'area di stoccaggio tubi e materiali, dalla quale potranno essere agevolmente trasportati, su autoarticolati, ad un punto di attracco (banchina portuale) e da qui caricati sugli appositi mezzi navali (pipe carriers, rimorchiatori), che riforniranno in maniera continuativa i mezzi posa-tubi.

La posa della condotta sarà effettuata da un mezzo posa-tubi sul quale verrà eseguito l'accoppiamento delle barre mediante saldatura elettrica. 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 ed il ripristino della continuità del calcestruzzo di appesantimento, la condotta sarà 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 ad “S” o varo a “J”) allo scopo di contenere nella tubazione le sollecitazioni di posa entro i limiti previsti. Uno schema dell’operazione di varo (varo ad “S”) e alcune fotografie delle relative attività sono riportate in Figura 5.2.

La nave posa-tubi sarà equipaggiata mediante sistema di ancoraggio tradizionale o con un sistema di posizionamento dinamico (Dynamic Positioning, DP). Il secondo sistema è l’unico utilizzabile in corrispondenza delle più elevate profondità raggiunte dal tracciato.

Nel primo caso il mezzo, la cui posizione sulla rotta di posa sarà continuamente verificata con un sistema di radio-posizionamento (tipo satellitare), sarà tenuto in posizione per mezzo di 8-12 ancore, sulle quali attraverso un sistema di controllo centralizzato degli argani avanzerà gradualmente in relazione alle lunghezze di condotta varata di volta in volta.

Man mano che proseguirà la posa, le ancore saranno salpate e spostate in un’altra posizione per mezzo di un rimorchiatore adibito a questo scopo. La zona occupata dal sistema di ancoraggio (campo ancore) sarà segnalata per mezzo di boe poste in corrispondenza di ogni ancora.

Tenuto conto degli spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori, l’area occupata dal campo ancore si estenderà per alcuni chilometri in senso longitudinale e trasversale. Tale zona, maggiorata della distanza di sicurezza, rappresenta l’area da interdire alla navigazione durante i lavori di posa.

Nel secondo caso (sistema di posizionamento dinamico) il sistema permette di mantenere con estrema precisione la posizione del mezzo nelle condizioni operative richieste per la posa; la posizione viene verificata continuamente mediante sistema di radioposizionamento di tipo satellitare collegato ad un computer di controllo che agisce sul sistema di propulsione e direzionamento del mezzo stesso. Non richiedendo l’uso delle ancore tale sistema risulta sfruttabile in acque con profondità elevata nelle quali l’uso delle ancore sarebbe impossibile.

In accordo con la produzione giornaliera, l’area di varo si muoverà lungo il tracciato della condotta con una traslazione media di circa 2 km/giorno.

Tipicamente i mezzi navali utilizzati durante tali operazioni sono quindi i seguenti:

- Utilizzo di nave posa-tubi con sistema di ancoraggio tradizionale:
  - No. 1 Nave Posa-tubi eventualmente con ancoraggi,
  - No. 1 Rimorchiatore di supporto,
  - No. 1 Rimorchiatore per l’approvvigionamento tubi;
  - No. 2 Rimorchiatori salpa-ancore addetti alla movimentazione delle ancore del mezzo posa-tubi,
- Utilizzo di nave posa-tubi con un sistema di posizionamento dinamico:
  - No. 1 Nave Posa-tubi con posizionamento dinamico che non richiede l’ausilio di rimorchiatori,

- No. 1 Mezzo Navale di supporto;
- No. 1 Rimorchiatore per l'approvvigionamento tubi.

Il dettaglio dei mezzi utilizzati in fase di cantiere per la posa della condotta sottomarina sono riportati in Tabella 8.1 (Paragrafo 8.1.1).

#### 5.1.1.3 Realizzazione dello Shore-approach

Per la realizzazione dello shore-approach è prevista l'esecuzione delle seguenti attività:

- preparazione dell'area di cantiere e scavo della trincea;
- operazioni di tiro e posa della condotta;
- ricoprimento della trincea e ripristino delle aree.

Nelle aree in prossimità della costa la condotta verrà interamente interrata sia per limitare le possibili interferenze della condotta con le attività di pesca sia per assicurarne la stabilità.

In corrispondenza della costa la trincea verrà confinata in palancolato per consentire la protezione dello scavo ed una riduzione degli spazi necessari al cantiere. Il palancolato sarà costruito in parte da terra e in parte da mare attraverso un pontone attrezzato con escavatore a benna meccanica (o idraulico).

Lo scavo della trincea sarà condotto con l'impiego di benne tali da non rilasciare importanti quantità di parti fini del materiale escavato durante la movimentazione dei sedimenti.

Al termine dei lavori le palancole verranno completamente rimosse e verranno ripristinati la spiaggia e il fondale marino interessati dagli scavi.

Per la realizzazione dell'approdo costiero nell'area dello spiaggiamento di Porto Botte, sarà necessaria la predisposizione di un'area di cantiere, funzionale alle operazioni di tiro, con un'estensione di circa 5,000 m<sup>2</sup>.

La condotta sarà interrata fino ad una certa profondità di fondale, oltre il quale sarà prevista una breve sezione di transizione, in cui la condotta passa dall'interramento alla semplice posa sul fondale.

#### 5.1.1.4 Operazioni di Tiro e Posa della Condotta

Per il completamento dello shore-approach si prevede l'esecuzione delle seguenti attività di tiro e posa della condotta:

- posizionamento della nave posa-tubi a basso pescaggio ad una distanza dalla linea di costa di circa 1,400 m;
- ancoraggio della nave posa-tubi in posizione con la "rampa di varo" allineata sulla rotta di progetto della condotta da posare;
- installazione sulla spiaggia del sistema di tiro a terra della condotta (testa di tiro), costituito da verricello lineare e relativi blocchi di ancoraggio;
- assemblaggio della stringa di tubo a bordo della nave posa-tubi a basso pescaggio (la stringa è munita alla sua estremità, lato costa, di idonea testa di tiro);

- tiro della tubazione all'interno della trincea precedentemente scavata; il "tiro" termina quando la testa di tiro ha raggiunto la costa. Il "tiro" è effettuato manovrando un verricello lineare: ogni singola operazione di tiro comporterà l'avanzamento di una stringa di tubazione di lunghezza variabile in funzione della capacità di saldatura del mezzo di posa.

La testa di tiro della condotta sarà posizionata nell'area di cantiere dello shore-approach.

La lunghezza di tiro necessaria è funzione della profondità del fondale raggiungibile con diverse tipologie di mezzi posa-tubi. Per l'approdo di Porto Botte, considerando una profondità del fondale di circa 6 m, è necessaria una lunghezza di tiro di 1,400 m.

**Tabella 5.1: Lunghezza di Tiro della Condotta per Approdo Porto Botte**

Approdo di Porto Botte Lunghezza di Tiro della Condotta	
Profondità di Riferimento	Tipica Lunghezza di Tiro
Profondità del Fondale a 6 m	1,400 m

Tipicamente i mezzi navali utilizzati durante le operazioni di varo per lo shore-approach delle condotte sono:

- mezzo posa-tubi;
- due rimorchiatori salpa-ancore addetti alla movimentazione delle ancore del mezzo posa-tubi;
- rimorchiatore di supporto per l'eventuale assistenza durante il varo ed il rilievo visivo e strumentale.

#### 5.1.1.5 Collegamento in Superficie

Per collegamento in superficie si intende l'operazione finale di collegamento in superficie (fuori acqua) tra la condotta varata dal mezzo posa-tubi a basso pescaggio (in prossimità dell'approdo costiero) e quella posata in mare aperto dal mezzo posa tubi per alti fondali; il collegamento sarà eseguito da un mezzo navale (dotato di piccole gru laterali) simile alla nave posa-tubi.

Dal mezzo, ancorato al fondo, saranno sollevate fuori dell'acqua le estremità dei due tratti di linea che saranno saldati tra loro. Dopo il controllo della saldatura ed il successivo rivestimento, la condotta sarà adagiata sul fondo, spostando lateralmente il mezzo. Da questo momento la linea sarà continua dall'Algeria alla Sardegna pronta per il collaudo finale.

#### 5.1.1.6 Campata Libera ed Interventi sul Fondo

Nella fase precedente la posa verranno effettuati appositi rilievi e studi, mirati ad analizzare il posizionamento della condotta sul fondale ed a valutare l'opportunità di interventi mirati a migliorare la stabilità del metanodotto. Questi verranno previsti con particolare attenzione per le sezioni di tracciato che possono implicare la realizzazione di un tratto sospeso; dopo la posa, la condotta verrà comunque nuovamente ispezionata, per valutare l'accuratezza degli interventi effettuati.

Nel caso in cui non si reputi o non sia possibile una modifica del tracciato per i tratti di condotta sospesi, sarà possibile intervenire sul fondale rimuovendo picchi o creando ulteriori

punti di supporto a tali tratti, ad esempio con l'uso di materassi in cemento. Alternativamente è possibile aumentare lo spessore della condotta per renderla più resistente alle tensioni nei tratti sospesi, non andando in questo modo ad agire sul fondale.

#### 5.1.1.7 Realizzazione degli Attraversamenti

L'indagine effettuata lungo il tracciato ha identificato un certo numero di cavi a fibre ottiche e cavi telegrafici che la condotta attraverserà nel suo percorso; non sono state invece individuate condotte sottomarine.

Nel caso in cui una condotta incroci un'altra tubatura o dei cavi sottomarini, è necessario cercare di attenuare qualsiasi danno potenziale ad altri servizi e mitigarne gli effetti. La procedura generale per la realizzazione degli attraversamenti prevede le seguenti attività:

- esecuzione di rilievi ed indagini prima della posa della condotta, in modo da determinare con precisione il punto di attraversamento del cavo;
- marcatura dei punti di attraversamento mediante transponder di tipo acustico (o strumenti analoghi);
- rimozione di ogni possibile ostacolo nell'area dell'attraversamento;
- installazione di materassi in cemento sul fondale, di supporto o di protezione, posizionati adiacenti e paralleli ai cavi nei punti di incrocio;
- installazione della condotta con sezione in attraversamento retta, ed angolo di incidenza del cavo preferibilmente maggiore di 30°;
- rilievo post – posa finale.

I tipi di cavi presenti sul tracciato di progetto possono essere divisi in tre categorie: cavi in fibra ottica in servizio, cavi in fibra ottica fuori servizio e cavi telegrafici. Il metodo di attraversamento dipenderà sia dalla profondità dell'acqua che dalla posizione dei cavi ad ogni attraversamento.

Per ciascuno dei cavi, identificati durante le indagini sui tracciati, verrà applicato uno dei metodi seguenti, tutti e quattro coerenti con gli standard di uso comune.

- Caso 1: Riguardo i cavi attivi che si trovano su profondità minori di 100 m, non è possibile pensare che questi possano autointerarsi. Dovrà quindi essere posto un materasso di supporto in cemento, adiacente e parallelo al cavo nel punto di incrocio e coperto con un gradino di roccia;
- Caso 2: Riguardo i cavi attivi che si trovano su profondità tra i 100 m e i limiti di pesca stabiliti, è ragionevole supporre che il cavo possa cominciare ad autointerarsi, a causa della presenza di argilla molle sul fondo. Per limitare però la possibilità di interazioni con altri servizi verrà posto un materasso di cemento adiacente e parallelo al cavo nel punto di incrocio, che sarà successivamente coperto con un gradino di roccia;
- Caso 3: Riguardo i cavi in disuso, abbandonati o sepolti, la posa della condotta avverrà senza materassi di supporto o copertura di roccia;
- Caso 4: Per le profondità più elevate dei limiti di pescaggio, un materasso di supporto in calcestruzzo verrà posizionato nel punto di incrocio. A causa del basso rischio di interazione potenziale con altre attività non è richiesta una copertura di roccia.

Di seguito si riporta l'elenco degli attraversamenti di cavi sottomarini individuati nel tratto di metanodotto off-shore di interesse.

**Tabella 5.2: Attraversamenti della Condotta Sottomarina AS**

Nome cavo	Stato	Prof (m)	Coordinate incrocio E	Coordinate incrocio N	Metodo di attraversamento
COLUMBUS 2	In Servizio Cavo in fibra ottica	2790	400421,9	4172451,1	Caso 4
CANBIS	In Servizio Cavo in fibra ottica	2805	397236,1	4187673,3	Caso 4
COLUMBUS 3	In Servizio Cavo in fibra ottica	2805	396555,9	4190923,6	Caso 4
FLAG C	In Servizio Cavo in fibra ottica	2815	393875,9	4205679,4	Caso 4
SMW3 SEG,8,3	In Servizio Cavo in fibra ottica	2820	394354,3	4207650,5	Caso 4
MARBIS	In Servizio Cavo in fibra ottica	2820	399187,5	4216583,8	Caso 4
MATTRESS 2	In Servizio Cavo in fibra ottica	2795	4080097,3	4232760,5	Caso 4
MARHERAK	In Servizio Cavo in fibra ottica	2800	408061,5	4232695,5	Caso 4
SMW2 SEG,5,5	In Servizio Cavo in fibra ottica	2795	412353,8	4240488,6	Caso 4
MARIBISERTA	In Servizio Cavo in fibra ottica	2790	414136,6	4243725,4	Caso 4
ARIANNE 2	In Servizio Cavo in fibra ottica	2200	422967	4259758,1	Caso 4
FRANCE-LYBIA	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	2805	402812	4223164,5	Caso 3
MARBEBY	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	2710	420887,9	42255983,2	Caso 3
MARTEL	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	2030	425496,6	4264350,9	Caso 3
ARTEMIS	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	1020	433391	4278684	Caso 3
ROME-MALAGA	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	2435	423762	4261201,5	Caso 3

### 5.1.2 Terminale di Arrivo di Porto Botte

#### 5.1.2.1 Posa del Tratto di Condotta tra lo Spiaggiamento ed il Terminale di Arrivo

La progettazione del tratto di condotta a terra tra lo spiaggiamento ed il Terminale di Arrivo di Porto Botte non è ancora stata definita nel dettaglio.

Allo stato attuale della progettazione si ipotizza di attraversare le saline e il Canale Circondario con scavo a cielo aperto. Le modalità di scavo, le fasi di realizzazione degli interventi e la relativa tempistica saranno concordate con i gestori delle saline.

#### 5.1.2.2 Articolazione delle Attività di Realizzazione ed Esercizio del Terminale

La realizzazione dell'opera comporterà essenzialmente lo sviluppo delle seguenti attività:



- apertura/allestimento cantiere;
- preparazione dell'area;
- realizzazione opere civili;
- montaggi;
- commissioning;
- messa a punto dell'impianto;
- esercizio.

#### 5.1.2.3 Progettazione di Base ed Esecutiva

La progettazione di base è volta alla definizione dei seguenti elementi:

- caratteristiche principali dei vari componenti che costituiscono l'impianto;
- specifiche funzionali e di sistema;
- data sheet di macchine e componenti;
- schemi di flusso.

A valle di tale operazione si provvede all'ordinazione delle principali macchine elettriche e termiche e, successivamente, verrà sviluppata la progettazione esecutiva nell'ambito della quale si completerà, in dettaglio, il progetto; precisamente si procederà a:

- dimensionamento di tutte le apparecchiature;
- assegnazione ai fornitori degli ordini dei vari sistemi, sottosistemi e componenti degli impianti;
- disposizione plano-altimetrica di tutti i componenti principali e ausiliari e delle tubazioni;
- verifica della mappatura dei livelli di emissione sonora sulla base del posizionamento delle apparecchiature e dei fabbricati;
- elaborazione dei disegni di montaggio;
- elenco dettagliato dei materiali;
- preparazione dei manuali di istruzione, montaggio, avviamento e conduzione dell'impianto.

In conformità con quanto richiesto dalla vigente normativa in materia, il Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Progettazione svilupperà il Piano Generale di Coordinamento e il Piano di Sicurezza e Coordinamento, piani che verranno resi noti a tutte le componenti operative interessate nella realizzazione dell'opera.

#### 5.1.2.4 Costruzione del Terminale

Le principali fasi di cantiere necessarie per la realizzazione del terminale sono:

- pulizia e preparazione del sito;
- posa in opera di manufatti interrati, quali tubazioni, pozzetti e chiusini;

- preparazione dei piani di fondazione delle strade e dei piazzali interni all'area dell'impianto;
- realizzazione delle opere di fondazione profonde e/o superficiali;
- realizzazione delle opere civili in elevazione, quali getti di travi e solai, murature e pavimentazioni;
- montaggio dei componenti dell'impianto;
- rivestimenti e coibentazioni;
- finitura di manufatti e componenti;
- formazione di fondo e manto stradale;
- sistemazione a verde.

La durata del cantiere è stimata in circa 21 mesi, comprensiva della fase di realizzazione delle opere civili e della fase dei montaggi elettromeccanici delle varie componenti dell'impianto. A questi andranno aggiunti circa 8 mesi per le fasi di commissioning e di avviamento del Terminale di Arrivo. Per la realizzazione del terminale si prevede l'utilizzo di circa 30 unità lavorative

Le attività di cantiere non prevedono l'effettuazione di stoccaggi anche temporanei di materiali pericolosi che comportino rischi particolari.

L'organizzazione del cantiere e le attività connesse saranno sviluppate secondo quanto definito nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, che secondo quanto previsto dalla normativa vigente, sarà portato a conoscenza di tutti gli operatori presenti in cantiere.

## **5.2 COSTRUZIONE SEZIONE ON-SHORE SARDEGNA**

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Le attività di costruzione della condotta si svolgeranno come indicato nel seguito, facendo riferimento alle principali fasi di lavoro:

- 1- mobilitazione cantiere;
- 2- trasporto tubi;
- 3- apertura pista;
- 4- sfilamento tubi;
- 5- scavo linea;
- 6- saldatura;
- 7- posa condotta e polifora;
- 8- rinterri;
- 9- attraversamenti e onfilaggio cavo TLC;
- 10- collaudo condotta;

- 11- cerca falla;
- 12- essicamento;
- 13- start-up;
- 14- ripristini.

### 5.2.1 Attività di Preparazione dell'Area

Per l'installazione del cantiere saranno realizzate delle apposite "infrastrutture provvisorie" costituite essenzialmente dalle piazzole per lo stoccaggio dei materiali.

Le piazzole saranno realizzate quanto più possibile in prossimità delle strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle tubazioni e contigue alla fascia di lavoro; saranno inoltre realizzate, ove non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole.

#### 5.2.1.1 Realizzazione di Infrastrutture Provvisorie

Con il termine di "infrastrutture provvisorie" s'intendono le piazzole di stoccaggio per l'accatastamento delle tubazioni (P), della raccorderia, ecc..

Le piazzole saranno realizzate a ridosso di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto dei materiali. La realizzazione delle stesse, previo scotico e accantonamento dell'humus superficiale, consiste nel livellamento del terreno.

Si eseguiranno, ove non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

In fase di progetto è stata individuata la necessità di predisporre 40 piazzole provvisorie di stoccaggio, tutte collocate in corrispondenza di superfici prative o a destinazione agricola. Le informazioni ad esse relative sono riportate in Tabella 5.3.

**Tabella 5.3: Ubicazione delle Infrastrutture Provvisorie**

Progressiva (km)	Provincia	Comune	No. Ordine	Superficie (mxm)	Strada di accesso
2+950	Carbonia-Iglesias	S.G.Suergiu	P1	120X120	Da ripristinare 100 m
12+500		Carbonia	P2	120X120	Da ripristinare 200 m
16+700			P3	50X50	Esistente
26+700		Villamassar gia	P4	120X120	Nuova 50 m
30+300			P5	120X120	Esistente
32+050			P6	50X50	Nuova 50 m
40+400		Musei	P7	120X120	Da ripristinare 150 m
48+700	Cagliari	Vallermosa	P8	120X120	Nuova 150 m
61+350	Medio Campidano	Serramanna	P9	120X120	Nuova 50 m
71+250		Villacidro	P10	120X120	Nuova 50 m
79+500		S.G. Monreale	P11	50X50	Nuova 30 m
84+200		Pabillonis	P12	50X50	Nuova 50 m
97+500	Oristano	Uras	P13	120X120	Nuova 50 m
107+750		Marrubiu	P14	120X120	Nuova 50 m

117+400		Oristano	P15	120X120	Nuova 50 m
121+400		Simaxis	P16	50X50	Nuova 50 m
126+200		Zerfaliu	P17	50X50	Nuova 150 m
133+200		Paulilatino	P18	120X120	Da ripristinare 100 m
138+600		Paulilatino	P19	50X50	Nuova 40 m
140+700		Paulilatino	P20	50X50	Da ripristinare 150 m
146+500		Abbasanta	P21	120X120	Nuova 50 m
157+850	Nuoro	Borore	P22	120X120	Nuova 200 m
169+100		Sindia	P23	120X120	Nuova 50 m
175+000	Sassari	Semestene	P24	50X50	Nuova 50 m
178+000		Bonarva	P25	50X50	Nuova 50 m
178+400		Bonarva	P26	50X50	Nuova 50 m
188+600		Bonarva	P27	120X120	Nuova 100 m
190+500		Bonarva	P28	50X50	Nuova 50 m
198+200		Mores	P29	120X120	Nuova 150 m
206+900		Mores	P30	50X50	Nuova 50 m
213+700		Ozieri	P31	120X120	Nuova 100 m
219+200		Ozieri	P32	120X120	Nuova 50 m
228+000	Olbia-Tempio	Oschiri	P33	120X120	Nuova 100 m
238+150		Berchidda	P34	120X120	Nuova 50 m
244+700		Berchidda	P35	50X50	Da ripristinare 150 m
248+600		Monti	P36	50X50	Nuova 150 m
252+200		Monti	P37	50X50	Nuova 30 m
258+850		Monti	P38	50X50	Nuova 50 m
267+500		Olbia	P39	50X50	Da ripristinare 1,900 m
271+950		Olbia	P40	120X120	Nuova 200 m

### 5.2.1.2 Apertura dell'Area di Passaggio

Le operazioni di scavo della trincea e di montaggio della condotta richiederanno l'apertura di una pista di lavoro, denominata "area di passaggio".

Tale pista è rappresentata da una fascia di terreno che si estende lungo l'asse della condotta da realizzare, idonea a consentire le seguenti attività:

- scavo della trincea;
- deposito del terreno di risulta dello scavo da utilizzare per il successivo rinterro della condotta;
- sfilamento ed assiemaggio dei tubi;
- transito e stazionamento dei mezzi necessari al montaggio della condotta ed alla posa della stessa nello scavo;
- transito dei mezzi di soccorso, di trasporto del personale, dei materiali e dei rifornimenti.

La pista di lavoro, la cui sezione tipica è riportata in Figura 5.3, dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale, da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso. Nelle aree occupate da boschi, vegetazione ripariale e colture arboree (vigneti, frutteti, ecc.), l'apertura dell'area di passaggio comporterà il taglio delle piante, da eseguirsi al piede dell'albero secondo la corretta applicazione delle tecniche selvicolturali, e la rimozione delle ceppaie.

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 pali di linee elettriche e/o telefoniche ricadenti nella fascia di lavoro.

La fascia di lavoro normale avrà una larghezza complessiva pari a 30 m e dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- su un lato dell'asse picchettato, uno spazio continuo di circa 12 m per il deposito del materiale di scavo della trincea;
- sul lato opposto, una fascia disponibile della larghezza di circa 18 m dall'asse picchettato per consentire:
  - l'assiemaggio della condotta;
  - il passaggio dei mezzi occorrenti per l'assiemaggio, il sollevamento e la posa della condotta e per il transito dei mezzi adibiti al trasporto del personale, dei rifornimenti e dei materiali e per il soccorso.

In tratti caratterizzati da particolari condizioni morfologiche e vegetazionali (presenza di vegetazione arborea d'alto fusto) tale larghezza potrà, per tratti limitati, essere ridotta ad un minimo di 22 m, rinunciando alla possibilità di transito con sorpasso dei mezzi operativi.

La fascia di lavoro ristretta, di larghezza complessiva pari a 22 m, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- su un lato dell'asse picchettato, uno spazio continuo di circa 9 m per il deposito del terreno vegetale e del materiale di scavo della trincea;
- sul lato opposto, una fascia disponibile della larghezza di circa 13 m dall'asse picchettato per consentire:
  - l'assiemaggio della condotta;
  - il passaggio dei mezzi occorrenti per l'assiemaggio, il sollevamento e la posa della condotta.

In corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture (strade, metanodotti in esercizio, acquedotti, ecc.), di corsi d'acqua e di aree particolari (impianti di linea), l'ampiezza della fascia di lavoro sarà superiore ai valori sopra riportati (30 e 22 m) per evidenti esigenze di carattere esecutivo ed operativo.

### **5.2.2 Preparazione e Posa della Condotta**

Completata la fase di apertura della pista si procederà allo sfilamento ed alla saldatura dei tubi e delle curve. Durante l'operazione di assiemaggio i tubi verranno posizionati lungo la pista e predisposti testa a testa per la successiva saldatura. I tubi e le curve necessarie alle deviazioni del tracciato saranno uniti mediante saldatura ad arco voltaico; le saldature saranno controllate mediante radiografia ed ultrasuoni.

Terminata tale fase verrà effettuato lo scavo con l'impiego di scavatori a pale meccaniche. La profondità di scavo sarà tale da garantire una copertura minima di 1.5 m (si veda la Figura 5.4).

Il materiale di risulta sarà depositato a lato dello scavo, mentre sul fondo dello scavo, che accoglierà la condotta saldata, verrà predisposto un letto di posa utilizzando terreni fini sciolti.

Effettuata la posa della tubazione già predisposta a bordo scavo, si procederà alle operazioni di copertura della trincea utilizzando il terreno precedentemente scavato, che verrà opportunamente compattato. Solo nel caso di attraversamento di strade minori, se realizzato a cielo aperto, la compattazione sarà effettuata mediante apposito attrezzo compattatore (damper).

Sarà da prevedere, se necessario, l'impiego di palancole, armature e pompe (well point) per assicurare gli scavi delle buche laddove vengano impiegate trivelle.

#### 5.2.2.1 Sfilamento dei Tubi lungo l'Area di Passaggio

L'attività consiste nel trasporto dei tubi dalle piazzole di stoccaggio ed al loro posizionamento lungo la fascia di lavoro, predisponendoli testa a testa per la successiva fase di saldatura.

Per queste operazioni, saranno utilizzati trattori posatubi (sideboom) e mezzi cingolati adatti al trasporto delle tubazioni.

#### 5.2.2.2 Saldature 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 sacchetti di sabbia posizionati su appositi sostegni in legno per evitare il danneggiamento del rivestimento esterno. I mezzi utilizzati in questa fase saranno essenzialmente trattori posatubi, motosaldatrici e compressori ad aria.

#### 5.2.2.3 Controlli non Distruttivi delle Saldature

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

#### 5.2.2.4 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).

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.

#### 5.2.2.5 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 trattori posatubi per il sollevamento della colonna.

#### 5.2.2.6 Posa della Condotta

Ultimata la verifica della perfetta integrità del rivestimento, la colonna 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.).

#### 5.2.2.7 Rinterro

La condotta posata sarà ricoperta utilizzando totalmente il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dello scavo della trincea.

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

### **5.2.3 Realizzazione degli Attraversamenti**

Gli attraversamenti di corsi d'acqua e delle infrastrutture vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea.

Le metodologie realizzative previste sono diverse, la scelta del sistema dipende da diversi fattori, quali: profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, intensità del traffico, eventuali prescrizioni dell'ente competente, ecc.

I mezzi utilizzati sono scelti in relazione all'importanza dell'attraversamento stesso. Le macchine operatrici fondamentali (trattori posatubi ed escavatori) sono sempre presenti ed a volte coadiuvate da mezzi particolari, quali spingitubo, trivelle, ecc.

Nel seguito sono indicate le modalità tipiche per la realizzazione degli attraversamenti di infrastrutture e di corsi d'acqua incontrati lungo il tracciato del metanodotto.

#### 5.2.3.1 Individuazione della Tecnica di Attraversamento di Infrastrutture

Gli attraversamenti delle infrastrutture principali incontrate lungo il percorso rappresentano un problema delicato in quanto la posa della tubazione deve garantire la continuità del servizio preesistente.

Per la realizzazione degli attraversamenti, tipicamente, si farà ricorso a tecniche definite "trenchless", caratterizzate da un limitato o nullo ricorso allo scavo a cielo aperto, che consentano di non interrompere la funzionalità dell'infrastruttura da attraversare. Attraversamenti con scavi a cielo aperto ("open cut") verranno effettuati nei casi in cui l'interruzione della linea non comporti eccessivi problemi o l'adozione di tecnologie trenchless possa risultare problematica in considerazione della tipologia dei terreni incontrati.

In particolare tra le tecniche trenchless si potrà fare ricorso alla trivella spingitubo o, in casi particolari, si potrà valutare la possibilità di ricorrere al microtunnel, che consistono nello "spingere" il tubo al di sotto dell'infrastruttura da attraversare. Nel caso di maggiori

profondità di attraversamento con spingitubo lo scavo necessario per le operazioni verrà protetto con palancole che verranno rimosse a fine lavori. La scelta della tecnologia da applicare verrà definita a livello di progetto di dettaglio e dipenderà dalle caratteristiche geotecniche del terreno da attraversare.

Per l'attraversamento di strade di primaria importanza verrà utilizzato un tubo di protezione nel quale sarà inserita la condotta. La macchina trivella/spingitubo verrà posizionata in uno scavo, a quota opportuna, ad un estremo dell'attraversamento. Lo scavo dell'estremità opposta servirà al recupero della testa del tubo di protezione. Su ciascuna delle estremità del tubo di protezione sarà saldato un tubo di sfiato di acciaio, di altezza non inferiore a 2,5 m, fuori terra completo di apparecchiatura tagliafiamma alla sommità.

Successivamente all'inserimento della condotta, le estremità del tubo di protezione verranno chiuse mediante fasce termoresistenti. In corrispondenza degli sfiati verrà applicata una "conchiglia" con cavi collegati sia al tubo di protezione che alla condotta, allo scopo di controllare l'assenza di contatti e misurare la quantità di energia elettrica assorbita dalla condotta stessa (sistema di protezione catodica).

Nelle figure seguenti sono mostrati rispettivamente gli schemi tipici degli attraversamenti di:

- ferrovie di stato o in concessione (Figura 5.5);
- autostrade o assimilabili (Figura 5.6);
- strade statali e provinciali (Figura 5.7);
- strade comunali e vicinali (Figura 5.8);

#### 5.2.3.2 Individuazione della Tecnica di Attraversamento di Corsi d'Acqua

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua verranno realizzati in subalveo in modo da evitare gli impatti di tipo paesaggistico indotti dal passaggio aereo della condotta.

Nelle Figure 5.9 e 5.10 sono riportati gli attraversamenti tipici rispettivamente per fiumi-torrenti-grossi canali e per i corsi d'acqua minori.

Normalmente gli attraversamenti verranno realizzati con posa in "scavo a cielo aperto". Durante i lavori di scavo in alveo si devierà, se necessario, il corso d'acqua all'interno dell'alveo. Durante i lavori di scavo in alveo verrà sempre assicurato il libero deflusso delle acque anche lasciando, ove necessario, "varchi" opportunamente dimensionati nella zona di deposizione del materiale scavato. A varo della tubazione avvenuto, si procederà al rinterro dello scavo ponendo particolare cura alla compattazione dei terreni in corrispondenza delle sponde manomesse ed alla loro riprofilatura.

In generale, nei casi in cui le caratteristiche dei corpi idrici siano tali da impedire o rendere problematica la realizzazione di attraversamenti a cielo aperto si valuterà la possibilità di procedere con tecniche di tipo "trenchless".

#### 5.2.3.3 Metodologie di Attraversamento "Trenchless"

Le tecniche alternative allo scavo a cielo aperto che tipicamente si possono utilizzare sono le seguenti:

- trivellazione orizzontale controllata (TOC);
- scudo guidato (microtunnel) o spingitubo.



#### 5.2.3.3.1 Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

La trivellazione orizzontale controllata (TOC, o HDD dalla dicitura inglese horizontal directional drilling) è una tecnica utilizzata negli attraversamenti al di sotto dell'alveo dei corsi d'acqua compatibilmente con le caratteristiche geotecniche del sottosuolo (si veda lo schema operativo in Figura 5.11). Con la trivellazione orizzontale controllata si raggiungono profondità di posa superiori a quelle ottenibili con i metodi tradizionali.

Il procedimento, derivato dalla tecnica di perforazione direzionale dei pozzi petroliferi, permette di realizzare fori di profilo curvilineo. Consiste di due fasi:

- lungo un profilo direzionale prestabilito si effettua la trivellazione pilota di piccolo diametro, seguita da un tubo guida. In ogni momento è possibile conoscere la posizione della testa della trivellazione e correggerne la direzione automaticamente;
- successivamente si procede all'allargamento del foro fino ad un diametro tale per permettere l'alloggiamento, tramite tiro-posa, della condotta. La posa della condotta avviene così a profondità di posa molto superiori a quelle ottenibili con metodi tradizionali. Questo assicura, ad esempio, l'integrità degli argini e garantisce la sicurezza futura per la condotta che viene posta al riparo da possibile erosione.

I principali vantaggi della tecnica sono essenzialmente:

- ridotti volumi di scavo e di cantiere e conseguente limitato disturbo all'area interessata dai lavori e alla vegetazione presente;
- integrità delle opere esistenti, in particolare per quanto riguarda gli argini;
- profondità di posa senza vincoli di profondità;
- possibilità di posa indipendentemente dalle condizioni idrauliche.

Gli svantaggi sono essenzialmente legati alla difficoltà di superamento di manufatti sepolti che non siano stati evidenziati dalle campagne geognostiche conoscitive.

#### 5.2.3.3.2 Microtunnel

La trivellazione con scudo guidato o microtunnelling, è applicata per l'attraversamento di corsi d'acqua ed il superamento di ostacoli naturali non affrontabili con i metodi tradizionali (si veda lo schema operativo in Figura 5.12). La tecnica del microtunnelling garantisce gli stessi i vantaggi della trivellazione orizzontale, ma su lunghezze molto maggiori e con il controllo della direzione di avanzamento tramite una fresa a scudo guidata da un laser. Innanzitutto vengono costruiti due pozzi alle estremità del tunnel, uno di spinta e l'altro per il recupero del dispositivo di perforazione. Lo scavo viene effettuato per mezzo di uno scudo cilindrico che avanza nel terreno spinto da un sistema di martinetti idraulici. Il tunnel viene rivestito con tubi in calcestruzzo o in acciaio di lunghezza variabile in funzione del diametro e della dimensione del pozzo di spinta. Una volta realizzato un tratto di tunnel di lunghezza equivalente ad un elemento del tubo di rivestimento, la perforazione è interrotta, vengono ritirati i martinetti idraulici di spinta e inserito un nuovo elemento strutturale. Terminato il tunnel, si procede a inserire la tubazione e a riempire l'intercapedine tra metanodotto e tubo di rivestimento con una miscela di cemento.

Il microtunnelling può essere utilizzato in presenza di terreni a granulometria fine, sciolti con ghiaie (clasti di dimensioni massime 30-40 cm), terreni rocciosi con resistenza alla compressione non superiore a 1,400-1,600 kg/cm<sup>2</sup>.

5.2.3.4 Elenco degli Attraversamenti

Le metodologie realizzative previste per l'attraversamento delle maggiori infrastrutture viarie e dei principali corsi d'acqua lungo il tracciato del metanodotto in oggetto sono riassunte in Tabella 5.4.

**Tabella 5.4: Attraversamenti delle Infrastrutture e dei Corsi d'Acqua Principali**

Progressiva (km)	Provincia	Attraversamento	Descrizione	Tipologia
1+730	Carbonia-Iglesias	Strada Provinciale	S.P. No. 77 di Portoscuso	Trivella/spingitubo
3+040		Strada Statale	S.S. No. 126 Sud al km 6.50	Trivella/spingitubo
13+010		Strada Provinciale	S.P. No. 2	Trivella/spingitubo
16+360		Strada Statale	S.S. No. 126 al km 20.55	Trivella/spingitubo
19+850		Ferrovia	F.S. Carbonia-Domusnovas	Trivella/spingitubo
29+055		Strada Provinciale	S.P. No. 85 Ciraba al km 4.10	Trivella/spingitubo
30+820		Ferrovia	F.S. Carbonia-Domusnovas	Trivella/spingitubo
30+865		Corso d'Acqua	Riu Cixerri	Trivella/spingitubo
31+960		Strada Provinciale	S.P. No. 86 di Iglesias	Trivella/spingitubo
33+750		Ferrovia-Corso d'Acqua	F.S. Iglesias-Cagliari e Riu Arriali	Trivella/spingitubo
35+510		Strada Provinciale	S.P. No. 86 di Iglesias	Trivella/spingitubo
37+400		Strada Provinciale	S.P. No. 82	Trivella/spingitubo
37+700		Strada Statale	S.S. No. 130 al km 42.55	Trivella/spingitubo
40+300		Strada Provinciale	S.P. No. 87 al km 41.50	Trivella/spingitubo
44+760	Cagliari	Strada Provinciale	S.P. No. 88	Trivella/spingitubo
50+610		Strada Statale	S.S. No. 293 di Giba al km 24.40	Trivella/spingitubo
53+140		Strada Provinciale	S.P.54.190 No. 293 Decimoputzu	Trivella/spingitubo
54+190		Canale	Canale	Spingitubo o TOC
59+180		Strada Statale	S.S. No. 196 di Villacidro al km 17.83	Trivella/spingitubo
61+240	Medio-Campidano	Strada Statale	S.S. No. 293 di Ciba al km 15.50	Trivella/spingitubo
61+480		Canale	Canale	Spingitubo/scavo
63+130		Corso d'Acqua	Torrente Leni	Spingitubo/scavo
66+760		Strada Provinciale	S.P. di Villacidro	Trivella/spingitubo
69+790		Ferrovia	F.S. Villacidro-Isili	Trivella/spingitubo
71+685		Corso d'Acqua	Torrente Seddamus	Trivella/spingitubo
74+010		Strada Provinciale e Canale	Canale ripartitore N.O.E.A.F.	Trivella/spingitubo
74+100		Strada Provinciale	S.P. No. 14 bis al	Trivella/spingitubo

			km 9.33		
75+010		Corso d'Acqua	Riu S.Maria Maddalena	Scavo	
76+190		Strada Statale	S.S. No. 197 S.G. del Fulmini al km 11.30	Trivella/spingitubo	
79+690		Strada Comunale	S.C. Pabillonis e S.G. Monreale (Ex S.P.) al km 4.60	Trivella/spingitubo	
81+400		Canale	Canale Flumini Malu	Scavo/spingitubo	
83+220		Corso d'Acqua	Riu Arianna	Scavo	
83+370		Ferrovia	F.S. Cagliari-Olbia	Trivella/spingitubo	
84+260		Strada Provinciale	S.P. di S. Maria	Trivella/spingitubo	
89+000		Strada Comunale	S.C. Pabillonis-Zeppera (Ex S.P.)	Trivella/spingitubo	
91+350		Strada Statale	S.S. No. 131 Carlo Felice	Microtunnel	
		Corso d'Acqua	Riu Sassu		
94+110		Strada Statale	S.S. No. 442 di Laconi	Trivella/spingitubo	
115+060		Strada Provinciale	S.P. No. 57	Trivella/spingitubo	
121+490		Strada Provinciale	S.P. della Marmilla	Trivella/spingitubo	
122+700	Oristano	Strada Statale	S.S. No. 338 al km 12.55	Trivella/spingitubo	
125+700		Corso d'Acqua	Fiume Tirso	Scavo o TOC	
138+750		Strada Provinciale	S.P. No. 11 al km 30.77	Trivella/spingitubo	
140+210		Ferrovia	F.S. Cagliari-Golfo Aranci	Trivella/spingitubo	
141+940		Strada Statale	S.S. No. 131 Carlo Felice	Trivella/spingitubo	
146+280		Strada Provinciale	S.P. No. 15 Abbasanta-Lussurgiu	Trivella/spingitubo	
153+130			Strada Provinciale	S.P. No. 77	Trivella/spingitubo
158+075			Strada Provinciale	S.P. No. 43 S. Lussurgiu-Macomer	Trivella/spingitubo
165+050		Nuoro	Ferrovia	F.S. complementare	Trivella/spingitubo
165+100	Strada Statale		S.S. No. 129 bis al km 7.96	Trivella/spingitubo	
168+970	Strada Provinciale		S.P. No. 44 al km 5.80	Trivella/spingitubo	
171+380	Corso d'Acqua		Riu Temo	Scavo	
175+490	Sassari	Ferrovia	F.S. Cagliari-Golfo Aranci (abbandonata)	Trivella/spingitubo	
177+300		Ferrovia	F.S. Cagliari-Golfo Aranci (in galleria)	Scavo/estradosso (30 m)	
178+180		Strada Statale	S.S. No. 31 Carlo Felice	Trivella/spingitubo	
181+750		Condotta	Acquedotto ESAF	Trivella/spingitubo	
185+270		Strada Provinciale	S.P. No. 43	Trivella/spingitubo	

			Bonorva-Bono	
185+860		Corso d'Acqua	Rio Tortu	Scavo
187+840		Corso d'Acqua	Rio Casteddu	Scavo
188+410		Strada Provinciale	S.P. No. 83 al km 9.28	Trivella/spingitubo
188+950		Strada Provinciale	S.P. No. 21 al km 6.60	Trivella/spingitubo
190+340		Strada Provinciale	S.P. No. 83 al km 7.10	Scavo
193+210		Corso d'Acqua	Rio Mannu	Scavo
194+800		Ferrovia	F.S. Cagliari-Chilivani	Trivella/spingitubo
197+950		Condotta	Acquedotto Fontana Maggiore-Chilivani	Trivella/spingitubo
198+160		Strada Provinciale	S.P. Mores-Bono	Trivella/spingitubo
199+200		Condotta	Acquedotto Fontana Maggiore-Chilivani	Trivella/spingitubo
199+700		Condotta	Acquedotto del Bidighinzu	Trivella/spingitubo
200+530		Condotta	Acquedotto	Trivella/spingitubo
200+700		Strada Statale	S.S. No. 128 bis	Trivella/spingitubo
203+450		Strada Provinciale	S.P. No. 63	Trivella/spingitubo
204+050		Condotta	Acquedotto	Trivella/spingitubo
204+930		Condotta	Acquedotto	Trivella/spingitubo
206+380		Condotta	Condotta anello	Trivella/spingitubo
206+880		Strada Provinciale	S.P. No. 102	Trivella/spingitubo
208+000		Ferrovia	F.S. Sassari-Chilivani	Trivella/spingitubo
208+490		Condotta e Corso d'Acqua	Condotta Anello e Riu Rizzoli	Trivella/spingitubo
208+790		Strada Provinciale	S.P. No. 1	Trivella/spingitubo
210+050		Condotta	Condotta anello	Trivella/spingitubo
213+930		Strada Provinciale	S.P. No. 63	Trivella/spingitubo
216+070		Strada Statale	S.S. No. 132	Trivella/spingitubo
218+500		Corso d'Acqua	Riu Mannu	Scavo
219+110		Strada Provinciale	S.P. di Badde Cheja	Trivella/spingitubo
221+035	Olbia-Tempio	Strada Statale	S.S. No. 157 del Logudoro al km 34.10	Trivella/spingitubo
228+940		Strada Statale	S.S. No. 392 del Lago di Coghinas al km 30.50	Trivella/spingitubo
231+720		Strada Statale	S.S. No. 597 Sassari-Olbia	Trivella/spingitubo
234+810		Corso d'Acqua	Riu Mannu	Scavo
235+560		Strada Statale	S.S. No. 199 di Monti al km 24.650	Trivella/spingitubo
235+750		Corso d'Acqua	Riu Mannu	Scavo
236+820		Corso d'Acqua	Riu Mannu	Scavo
238+950		Strada Statale	S.S. No. 199 di Monti al km 28.07	Trivella/spingitubo
240+170		Strada Statale	S.S. No. 199 di Monti al km 29.35	Trivella/spingitubo

246+640		Ferrovia	F.S. Cagliari-Golfo Aranci	Trivella/spingitubo
248+630		Strada Statale	S.S. No. 389 al km 37.80	Trivella/spingitubo
252+440		Strada Statale	S.S. No. 199 di Monti al km 42.80	Trivella/spingitubo
254+780		Ferrovia	F.S. Cagliari-Golfo Aranci	Trivella/spingitubo
255+540		Corso d'Acqua	Riu S. Michele	Scavo
260+330		Ferrovia	F.S. Cagliari-Golfo Aranci	Trivella/spingitubo
262+270		Corso d'Acqua	Riu Parasole	Scavo
270+260		Strada Statale	S.S. No. 131D	Trivella/spingitubo

## 5.2.4 Realizzazione degli Impianti

### 5.2.4.1 Punti di Intercettazione e Derivazione Importante

Una volta effettuata la preparazione dell'area di installazione, la realizzazione degli impianti di linea (PIDI) consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc.). Le valvole sono quindi messe in opera completamente interrate, ad esclusione dello stelo di manovra (apertura e chiusura della valvola).

### 5.2.4.2 Scraper Trap

Le principali fasi di cantiere necessarie per la realizzazione del terminale sono:

- pulizia e preparazione del sito;
- posa in opera di manufatti interrati, quali tubazioni, pozzetti e chiusini;
- opere civili e montaggi elettromeccanici;
- finitura di manufatti e componenti.

La durata del cantiere può essere stimata nell'ordine di qualche mese.

## 5.3 COSTRUZIONE SEZIONE SOTTOMARINA SARDEGNA-TOSCANA

### 5.3.1 Metanodotto On-Shore Olbia

#### 5.3.1.1 Realizzazione della Linea Principale

Le attività di costruzione della condotta si svolgeranno come indicato con riferimento alle principali fasi di lavoro:

- installazione del cantiere;
- apertura della pista di lavoro;
- realizzazione dello scavo, posa della tubazione e copertura della trincea.

##### 5.3.1.1.1 Installazione del Cantiere

L'area di lavoro per il cantiere di linea sarà estesa in lunghezza per coprire le varie fasi di lavoro dall'apertura della pista al ripristino della pista di lavoro.

Le principali fasi di lavoro risultano essere:

- 1a Fase: apertura piste;
- 2a Fase: sfilaggio tubazioni;
- 3a Fase: saldatura tubazioni;
- 4a Fase: scavo e posa;
- 5a Fase: ripristini.

Per l'installazione del cantiere saranno realizzate delle apposite "infrastrutture provvisorie" costituite essenzialmente dalla piazzola per lo stoccaggio delle tubazioni.

La piazzola sarà individuata quanto più possibile in prossimità delle strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle tubazioni e contigue alla fascia di lavoro; sarà inoltre realizzata, se non già presente, l'accesso provvisorio dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alla piazzola.

#### 5.3.1.1.2 Apertura della Pista

La fase iniziale del lavoro di costruzione del metanodotto prevede "l'apertura della pista" ossia dell'area di passaggio entro la quale si svolgeranno tutte le operazioni per la realizzazione del metanodotto.

La pista di lavoro è rappresentata da una fascia di terreno che si estende lungo l'asse della condotta da realizzare, idonea a consentire le seguenti attività:

- scavo della trincea;
- deposito del terreno di risulta dello scavo da utilizzare per il successivo rinterro della condotta;
- sfilamento ed assiemaggio dei tubi;
- transito e stazionamento dei mezzi necessari al montaggio della condotta ed alla posa della stessa nello scavo;
- transito dei mezzi di soccorso, di trasporto del personale, dei materiali e dei rifornimenti.

Per la preparazione della pista si provvederà in primo luogo alla rimozione di tutti gli ostacoli presenti all'interno della pista che potranno costituire impedimento ai lavori, al taglio della vegetazione arborea, ove necessario, ed infine ai lavori di spianamento per rendere la pista di lavoro idonea a consentire le successive fasi di costruzione.

In prossimità della pista di lavoro verranno posizionate le opere complementari a carattere provvisorio, quali:

- piste di accesso;
- aree di stoccaggio delle tubazioni;
- aree di cantiere e di ricovero mezzi;
- impianti di betonaggio.

In considerazione della brevità del tratto in oggetto, circa 5 km, tali aree saranno comunque limitate in estensione e in parte potranno condividere gli utilizzi concentrando più funzioni in un'unica area.

In considerazione delle aree interessate dal metanodotto è previsto l'utilizzo di pista di lavoro normale, la cui larghezza complessiva sarà pari a circa 26 metri. La sezione tipica della pista è indicata in Figura 5.3.

#### 5.3.1.1.3 Sfilaggio e Saldatura Tubazioni, Scavo, Posa e Copertura della Trincea

Completata la fase di apertura della pista si procederà allo sfilaggio ed assiemaggio dei tubi e alla saldatura dei tubi e delle curve. Durante l'operazione di assiemaggio i tubi verranno posizionati lungo la pista e predisposti testa a testa per la successiva saldatura. I tubi e le curve necessarie alle deviazioni del tracciato saranno uniti mediante saldatura ad arco voltaico. Le saldature saranno controllate mediante radiografia ed ultrasuoni.

Terminata tale fase verrà effettuato lo scavo con l'impiego di scavatori a pale meccaniche. La profondità di scavo sarà tale da garantire una copertura minima di 1.5 m (si veda la Figura 5.4).

Il materiale di risulta sarà depositato a lato dello scavo, mentre sul fondo dello scavo, che accoglierà la condotta saldata, verrà predisposto un letto di posa utilizzando terreni fini sciolti.

Effettuata la posa della tubazione già predisposta a bordo scavo, si procederà alle operazioni di copertura della trincea utilizzando il terreno precedentemente scavato, che verrà opportunamente compattato. Solo nel caso di attraversamento di strade minori, se realizzato a cielo aperto, la compattazione sarà effettuata mediante apposito attrezzo compattatore (damper).

#### 5.3.1.2 Realizzazione degli Attraversamenti Metanodotto On-Shore Olbia

Nel seguito sono indicate le modalità tipiche per la realizzazione degli attraversamenti di infrastrutture e di corsi d'acqua incontrati lungo il tracciato del metanodotto.

##### 5.3.1.2.1 Attraversamenti di Infrastrutture

L'unica infrastruttura viaria di rilievo interessata dal tracciato del metanodotto è la Strada Statale No. 125 (si veda la Tabella 4.2), che verrà attraversata con tecnica trenchless, che consentirà di non interrompere la funzionalità dell'infrastruttura. In Figura 5.7 sono riportate le sezioni degli attraversamenti tipici di tale infrastruttura.

In considerazione del fatto che tale infrastruttura è caratterizzata da traffico paragonabile ad una strada provinciale, tipicamente si farà ricorso a tecniche definite "trenchless", caratterizzate da un limitato o nullo ricorso allo scavo a cielo aperto, che consentano di non interrompere la funzionalità dell'infrastruttura da attraversare.

Attraversamenti con scavi a cielo aperto (ossia tagliando l'infrastruttura) verranno effettuati nei casi in cui l'interruzione della linea non comporti eccessivi problemi o l'adozione di tecnologie trenchless possa risultare problematica in considerazione della tipologia dei terreni incontrati.

La scelta della tecnologia da applicare verrà definita a livello di progetto di dettaglio e dipenderà dalle caratteristiche geotecniche del terreno da attraversare.

#### 5.3.1.2.2 Attraversamenti di Corsi d'Acqua

Il principale corso d'acqua attraversato dal metanodotto è costituito dal Riu de su Piricone, che verrà attraversato in subalveo (si veda la Tabella 4.2).

Nella Figura 5.10 sono riportate le sezioni degli attraversamenti tipici per i corsi d'acqua minori.

Durante i lavori di scavo in alveo si devierà, se necessario, il corso d'acqua all'interno dell'alveo; verrà sempre assicurato il libero deflusso delle acque anche lasciando, ove necessario, "varchi" opportunamente dimensionati nella zona di deposizione del materiale scavato. A varo della tubazione avvenuto, si procederà al rinterro dello scavo ponendo particolare cura alla compattazione dei terreni in corrispondenza delle sponde manomesse e alla loro riprofilatura.

### 5.3.2 Sezione Sottomarina Sardegna-Toscana

La realizzazione della condotta si articola su due fasi principali:

- posa della condotta sottomarina in acque profonde (nei tratti in alti fondali fra Toscana e Sardegna la condotta sarà solo posata sul fondo, mentre in prossimità della costa sarà comunque interrata);
- realizzazione dello shore-approach della condotta in corrispondenza di Olbia (condotta in trincea).

Per quanto riguarda la fase di cantiere, considerata la diversa natura delle aree attraversate, sono previste differenti metodologie per la posa della condotta. In particolare sono previste le seguenti tecniche di intervento:

- utilizzo di nave posa-tubi con metodo convenzionale di posa per il tratto in acque profonde;
- tecnica "open cut" per la realizzazione dello shore-approach in Olbia.

Le tecniche costruttive sopra citate sono descritte nei paragrafi successivi. In Figura 5.1 si riportano alcuni esempi di sezioni di posa della condotta sottomarina.

#### 5.3.2.1 Aree di Cantiere

L'area di cantiere relativa alla nave posa-tubi si limiterà al solo ingombro del mezzo, all'impronta della condotta sul fondale e ad eventuali aree impegnate dalle linee di ormeggio. Nel caso di utilizzo di navi posa-tubi dotate di posizionamento dinamico non vi è la necessità di linee di ormeggio.

Per le operazioni di varo della condotta per gli approdi è identificabile un'area di cantiere a mare essenzialmente costituita da:

- area per ancoraggio della nave posa-tubi;
- spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori.



L'installazione della condotta a mare comporterà l'allestimento delle seguenti aree di lavoro a terra:

- cantiere di prefabbricazione e stoccaggio, costituito da un'area ad uso industriale o con caratteristiche simili, prossimo alla costa in modo da rifornire la nave posa-tubi attraverso rimorchiatori navi di supporto. Per quanto riguarda in particolare i requisiti per la scelta di tale area e della banchina di attracco (porto idoneo ad operazioni di carico/scarico) sono:
  - disponibilità e costi;
  - vicinanza reciproca (aree di stoccaggio e banchina di attracco potrebbero anche essere adiacenti);
  - vicinanza della banchina di attracco (porto) alla rotta di progetto (per ridurre tempi e costi di trasporto in mare)
- cantiere presso l'approdo costiero, esteso in parte a terra ed in parte a mare, per l'esecuzione della trincea in cui la condotta viene posata e successivamente ricoperta in modo da proteggerla dagli effetti di eventuali attività umane (pesca, ancoraggio, ecc.) e per le operazioni di tiro della condotta a terra effettuate tramite puleggia o verricello (indicativamente 5,000 m<sup>2</sup>);
- cantieri di collaudo finale allestiti alle estremità della condotta sottomarina e costituiti da un'area contenente le attrezzature e la strumentazione per il lancio del pig/ricevimento e l'allagamento della condotta.

#### 5.3.2.2 Attività di Costruzione Lungo la Rotta

Lungo la rotta sottomarina in corrispondenza di alti fondali la condotta sarà semplicemente posata sul fondo. La posa della condotta prevede la preparazione di una stringa (successione di tubi saldati in testa) a bordo della nave posa-tubi, il varo della tubazione in mare ed il suo successivo abbandono sul fondale.

I tubi, dopo i lavori di rivestimento, appesantimento con calcestruzzo (gunitatura) ed installazione degli anodi, saranno stoccati provvisoriamente nell'area di stoccaggio tubi e materiali, dalla quale potranno essere agevolmente trasportati, su autoarticolati, ad un punto di attracco (banchina portuale) e da qui caricati sugli appositi mezzi navali (pipe carriers, rimorchiatori), che riforniranno in maniera continuativa i mezzi posa-tubi.

La posa della condotta sarà effettuata da un mezzo posa-tubi sul quale verrà eseguito l'accoppiamento delle barre mediante saldatura elettrica. 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 ed il ripristino della continuità del calcestruzzo di appesantimento, la condotta sarà 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 ad "S" o varo a "J") allo scopo di contenere nella tubazione le sollecitazioni di posa entro i limiti previsti.

La nave posa-tubi potrà essere equipaggiata mediante sistema di ancoraggio tradizionale o con un sistema di posizionamento dinamico (Dynamic Positioning, DP).

Nel primo caso il mezzo, la cui posizione sulla rotta di posa sarà continuamente verificata con un sistema di radio-posizionamento (tipo satellitare), sarà tenuto in posizione per mezzo di 8-12 ancore, sulle quali attraverso un sistema di controllo centralizzato degli argani avanzerà gradualmente in relazione alle lunghezze di condotta varata di volta in volta.

Man mano che proseguirà la posa, le ancore saranno salpate e spostate in un'altra posizione per mezzo di un rimorchiatore adibito a questo scopo. La zona occupata dal sistema di ancoraggio (campo ancore) sarà segnalata per mezzo di boe poste in corrispondenza di ogni ancora.

Tenuto conto degli spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori, l'area occupata dal campo ancore si estenderà per alcuni chilometri in senso longitudinale e trasversale. Tale zona, maggiorata della distanza di sicurezza, rappresenta l'area da interdire alla navigazione durante i lavori di posa.

Nel secondo caso (sistema di posizionamento dinamico) il sistema permette di mantenere con estrema precisione la posizione del mezzo nelle condizioni operative richieste per la posa; la posizione viene verificata continuamente mediante sistema di radioposizionamento di tipo satellitare collegato ad un computer di controllo che agisce sul sistema di propulsione e direzionamento del mezzo stesso. Non richiedendo l'uso delle ancore tale sistema risulta sfruttabile in acque con profondità elevata nelle quali l'uso delle ancore sarebbe impossibile.

In accordo con la produzione giornaliera, l'area di varo si muoverà lungo il tracciato della condotta con una traslazione media di circa 2 km/giorno.

Tipicamente i mezzi navali utilizzati durante tali operazioni sono quindi i seguenti:

- Utilizzo di nave posa-tubi con sistema di ancoraggio tradizionale:
  - No. 1 Nave Posa-tubi eventualmente con ancoraggi,
  - No. 1 Rimorchiatore di supporto,
  - No. 2 Rimorchiatori salpa-ancore addetti alla movimentazione delle ancore del mezzo posa-tubi,
- Utilizzo di nave posa-tubi con un sistema di posizionamento dinamico:
  - No. 1 Nave Posa-tubi con posizionamento dinamico che non richiede l'ausilio di rimorchiatori,
  - No. 1 Mezzo Navale di supporto.

Il dettaglio dei mezzi utilizzati in fase di cantiere per la posa della condotta sottomarina sono riportati in Tabella 8.1 (Paragrafo 8.1.1).

### 5.3.2.3 Realizzazione dello Shore-Approach

Per la realizzazione dello shore-approach è prevista l'esecuzione delle seguenti attività:

- preparazione dell'area di cantiere e scavo della trincea;
- operazioni di tiro e posa della condotta;

- ricoprimento della trincea e ripristino delle aree.

Nelle aree in prossimità della costa la condotta verrà interamente interrata sia per limitare le possibili interferenze della condotta con le attività di pesca sia per assicurarne la stabilità.

In corrispondenza della costa la trincea verrà confinata in palancole per consentire la protezione dello scavo ed una riduzione degli spazi necessari al cantiere. Il palancole sarà costruito in parte da terra e in parte da mare attraverso un pontone attrezzato con escavatore a benna meccanica (o idraulico).

Lo scavo della trincea sarà condotto con l'impiego di benne tali da non rilasciare importanti quantità di parti fini del materiale escavato durante la movimentazione dei sedimenti.

Al termine dei lavori le palancole verranno completamente rimosse e verranno ripristinati la spiaggia e il fondale marino interessati dagli scavi.

Per la realizzazione dell'approdo costiero nell'area dello spiaggiamento di Olbia, sarà necessaria la predisposizione di un'area di cantiere, funzionale alle operazioni di tiro, con un'estensione di circa 5,000 m<sup>2</sup>.

La condotta sarà interrata fino ad una certa profondità di fondale, oltre il quale sarà prevista una breve sezione di transizione, in cui la condotta passa dall'interramento alla semplice posa sul fondale.

#### 5.3.2.4 Operazioni di Tiro e Posa della Condotta

Per il completamento dello shore-approach si prevede l'esecuzione delle seguenti attività di tiro e posa della condotta:

- posizionamento della nave posa-tubi a basso pescaggio ad una distanza dalla linea di costa di circa 700 m;
- ancoraggio della nave posa-tubi in posizione con la "rampa di varo" allineata sulla rotta di progetto della condotta da posare;
- installazione sulla spiaggia del sistema di tiro a terra della condotta (testa di tiro), costituito da verricello lineare e relativi blocchi di ancoraggio;
- assemblaggio della stringa di tubo a bordo della nave posa-tubi a basso pescaggio (la stringa è munita alla sua estremità, lato costa, di idonea testa di tiro);
- tiro della tubazione all'interno della trincea precedentemente scavata; il "tiro" termina quando la testa di tiro ha raggiunto la costa. Il "tiro" è effettuato manovrando un verricello lineare: ogni singola operazione di tiro comporterà l'avanzamento di una stringa di tubazione di lunghezza variabile in funzione della capacità di saldatura del mezzo di posa.

La testa di tiro della condotta sarà posizionata nell'area di cantiere dello shore-approach.

La lunghezza di tiro necessaria è funzione della profondità del fondale raggiungibile con diverse tipologie di mezzi posa-tubi. Per l'approdo di Olbia, considerando una profondità del fondale di circa 6 m, è necessaria una lunghezza di tiro di 700 m.

**Tabella 5.5: Lunghezza di Tiro della Condotta per Approdo Olbia**

Approdo di Olbia Lunghezza di Tiro della Condotta
--

<b>Profondità di Riferimento</b>	<b>Tipica Lunghezza di Tiro</b>
Profondità del Fondale a 6 m	700 m

Tipicamente i mezzi navali utilizzati durante le operazioni di varo per lo shore-approach delle condotte sono:

- mezzo posa-tubi;
- due rimorchiatori salpa-ancore addetti alla movimentazione delle ancore del mezzo posa-tubi;
- rimorchiatore di supporto per l'eventuale assistenza durante il varo ed il rilievo visivo e strumentale.

#### 5.3.2.5 Collegamento in Superficie

Per collegamento in superficie si intende l'operazione finale di collegamento in superficie (fuori acqua) tra la condotta varata dal mezzo posa-tubi a basso pescaggio (in prossimità dell'approdo costiero) e quella posata in mare aperto dal mezzo posa tubi per alti fondali; il collegamento sarà eseguito da un mezzo navale (dotato di piccole gru laterali) simile alla nave posa-tubi.

Dal mezzo, ancorato al fondo, saranno sollevate fuori dell'acqua le estremità dei due tratti di linea che saranno saldati tra loro. Dopo il controllo della saldatura ed il successivo rivestimento, la condotta sarà adagiata sul fondo, spostando lateralmente il mezzo. Da questo momento la linea sarà continua dalla Sardegna alla Toscana pronta per il collaudo finale.

#### 5.3.2.6 Campata Libera ed Interventi sul Fondo

Nella fase precedente la posa verranno effettuati appositi rilievi e studi, mirati ad analizzare il posizionamento della condotta sul fondale ed a valutare l'opportunità di interventi mirati a migliorare la stabilità del metanodotto. Questi verranno previsti con particolare attenzione per le sezioni di tracciato che possono implicare la realizzazione di un tratto sospeso; dopo la posa, la condotta verrà comunque nuovamente ispezionata, per valutare l'accuratezza degli interventi effettuati.

Nel caso in cui non si reputi o non sia possibile una modifica del tracciato per i tratti di condotta sospesi, sarà possibile intervenire sul fondale rimuovendo picchi o creando ulteriori punti di supporto a tali tratti, ad esempio con l'uso di materassi in cemento. Alternativamente è possibile aumentare lo spessore della condotta per renderla più resistente alle tensioni nei tratti sospesi, non andando in questo modo ad agire sul fondale.

#### 5.3.2.7 Realizzazione degli Attraversamenti

L'indagine effettuata lungo il tracciato ha identificato un certo numero di fibre ottiche e cavi telegrafici che la condotta attraverserà nel suo percorso. Non sono state individuate condotte sottomarine esistenti.

Nel caso in cui una condotta incroci un'altra tubatura o dei cavi sottomarini, è necessario cercare di attenuare qualsiasi danno potenziale ad altri servizi e mitigarne gli effetti. La procedura generale per la realizzazione degli attraversamenti prevede le seguenti attività:

- esecuzione di rilievi ed indagini prima della posa della condotta, in modo da determinare con precisione il punto di attraversamento del cavo;
- marcatura dei punti di attraversamento mediante transponder di tipo acustico (o strumenti analoghi);
- rimozione di ogni possibile ostacolo nell'area dell'attraversamento;
- installazione di materassi in cemento sul fondale, di supporto o di protezione, posizionati adiacenti e paralleli ai cavi nei punti di incrocio;
- installazione della condotta con sezione in attraversamento retta, ed angolo di incidenza del cavo preferibilmente maggiore di 30°;
- rilievo post – posa finale.

I tipi di cavi presenti sul tracciato di progetto possono essere divisi in tre categorie: cavi in fibra ottica in servizio, cavi in fibra ottica fuori servizio e cavi telegrafici. Il metodo di attraversamento dipenderà sia dalla profondità dell'acqua che dalla posizione dei cavi ad ogni attraversamento.

Per ciascuno dei cavi, identificati durante le indagini sui tracciati, verrà applicato uno dei metodi descritti al paragrafo 5.1.1.7.

Di seguito si riporta l'elenco degli attraversamenti di cavi sottomarini individuati nel tratto di metanodotto off-shore di interesse.

**Tabella 5.6: Attraversamenti della Condotta Sottomarina SI**

Nome cavo	Stato	Metodo di attraversamento
AJAGARA	In Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 1
GENOVA- GOLFO ARANCI	In Servizio Cavo in fibra ottica	Da definire
ROMABAR	In Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 1
GENOVA- GOLFO ARANCI	In Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 2
MADGIGLIO	In Servizio Cavo in fibra ottica	Da definire
MARPALO	In Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 2
MADGIGLIO	In Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 2
PIGRO	In Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 1
ITASAR	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 3
ITASAR	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 3
SAPEI 1	Installato Cavo elettrico	Caso 3
MATTRESS 1	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 3
ITASAR	Fuori Servizio Cavo in fibra ottica	Caso 3
TG CAPTAL	Fuori Servizio	Caso 3

	Cavo telegrafico	
TG CASBAR	Fuori Servizio Cavo telegrafico	Caso 3
TG CAPITAL	Fuori Servizio Cavo telegrafico	Caso 3
TG CAPITAL	Fuori Servizio Cavo telegrafico	Caso 3

#### 5.4 COLLAUDO IN OPERA DELLA CONDOTTA

Prima dell'entrata in esercizio, l'intero metanodotto sarà sottoposto a prova di collaudo per valutarne la tenuta. La prova verrà effettuata in accordo alle modalità indicate dal Decreto Ministeriale 17 Aprile 2008.

Immediatamente prima di iniziare una prova, un PIG a spazzola, del tipo con tazze e spazzole incorporate, dovrà passare attraverso gli interi tratti di tubazione in collaudo per ripulirla dai residui di acqua o di materiali estranei.

Per questo motivo, al termine del passaggio dei pigs, sarà richiesta l'osservazione del materiale estraneo che verrà così espulso dalla linea, al fine di valutare il grado di pulizia interna della tubazione.

Dopo la pulizia, la tubazione sarà riempita con acqua pulita ed a basso contenuto di sali che spingerà due PIG a scovolo, capaci di eliminare totalmente l'aria dalla tubazione.

I due pigs saranno separati durante il loro passaggio in modo tale da assicurarne la non aerazione dell'acqua di prova.

La procedura della prova sarà la seguente:

- dopo il riempimento della condotta con acqua, la pressione sarà alzata rapidamente fino alla metà della pressione normale di esercizio;
- la pressione sarà poi aumentata lentamente, fino alla pressione di prova specificata, e la quantità di acqua pompata nel tubo sarà misurata e correlata alla pressione misurata, con la bilancia campionatrice. Questa pressione sarà tenuta per 24 ore.

Le attrezzature necessarie per le prove sono: manometri, compressori per mettere in pressione la linea, strumenti per la taratura dei manometri, pigs di calibrazione, flange cieche, fondelli da saldare e trappole provvisorie per i pigs. Tali apparecchiature saranno localizzate alle estremità del tratto di linea in collaudo (a Koudiet Draouche e Porto Botte per il tratto Algeria-Sardegna e a Olbia e Piombino per il tratto Sardegna-Toscana).

L'acqua necessaria per l'effettuazione del test idraulico potrà essere prelevata in mare, e utilizzata a valle di una filtrazione; non sarà necessaria l'additivazione dell'acqua con chemicals antifouling.

Si cercherà comunque di ottimizzare l'utilizzo d'acqua al fine di minimizzare il più possibile i prelievi idrici e conseguentemente gli scarichi. Tali scarichi avverranno solo a seguito di un eventuale trattamento delle acque reflue e comunque una volta accertata la loro non contaminazione.

Si potrà considerare che il tubo avrà superato la prova se non verrà registrata alcuna perdita, mentre il tubo è tenuto a piena pressione di prova.

## **5.5 RIPRISTINI AMBIENTALI DEL METANODOTTO**

Le attività di ripristino ambientale costituiscono l'ultima fase della realizzazione di un metanodotto.

Le opere di ripristino hanno lo scopo di riportare le aree interessate dai lavori (pista di lavoro, aree di cantiere) allo stato originario, pertanto saranno progettate e realizzate per ricostruire le condizioni naturali esistenti prima degli interventi. Mediante la realizzazione delle attività di ripristino ambientale gli effetti derivanti dalla costruzione del metanodotto saranno attenuati nell'immediato, con tendenza ad annullarsi completamente nel tempo.

In effetti, in ogni fase di costruzione della condotta, a partire dalla definizione del tracciato ottimale, vengono adottate tutte le precauzioni per contenere e minimizzare gli impatti sui sistemi naturali attraversati.

I ripristini saranno in particolare finalizzati alla necessità primaria di ricostituire gli equilibri naturali preesistenti, sia per quanto attinente alla morfologia ed alla difesa del suolo da fenomeni di degradazione (ripristino geomorfologico), sia per quanto attinente alla ricostruzione della copertura vegetale che manterrà la preesistente relazione fra la struttura fisica e meccanica del terreno e la distribuzione della flora (ripristino vegetazionale).

### **5.5.1 Ripristino Sezione Algeria-Sardegna**

#### **5.5.1.1 Ripristino Sezione Sottomarina Algeria-Sardegna**

Il tracciato del metanodotto interessa per circa 12 km la prateria di Posidonia del Golfo di Palmas.

Analizzando la fisionomia della prateria, seguendo una direzione costa-largo, la prateria si presenta sviluppata su matte mostrando tuttavia ampi e diffusi segni di degrado antropico; in corrispondenza del punto di approdo il limite superiore della prateria è situato a circa 2 m di profondità.

Proseguendo verso il largo a partire da una profondità di circa 10 m alcune chiazze di sabbia situate nelle vicinanze e lungo il tracciato interrompono la continuità della prateria. La prateria resta pressoché invariata per circa 7.5 km fino ad una profondità di circa 16 m. A partire da tale profondità la prateria si presenta a chiazze su substrato sabbioso per circa 1 km, fino ad una profondità di circa 20 m.

La prateria continua mostrandosi estremamente frammentata per circa 3 km fino ad una profondità di circa 30 m. Alcune chiazze di Posidonia interessano ancora la fascia batimetrica compresa tra i 30 e i 32 m dove si rileva il limite inferiore. Il tracciato della condotta attraversa ancora per circa 500 m quest'area di Posidonia a chiazze per poi interessare un fondale sabbioso a profondità maggiori di 32 m.

In fase esecutiva saranno individuate le metodologie di posa della condotta sottomarina e sarà definita l'eventuale necessità di prevedere particolari interventi di ripristino nelle aree più prossime alla costa.

#### **5.5.1.2 Ripristino Sezione On-Shore Porto Botte**

Il tracciato a terra tra lo spiaggiamento ed il Terminale di Porto Botte interessa le saline di S. Antioco.

A fine lavori si provvederà a ripristinare lo stato delle vasche e dei manufatti interessati dalle aree di posa, in maniera tale da restituirle al pregresso utilizzo.

### **5.5.2 Ripristino On-Shore Sardegna**

Il tratto in esame interesserà aree a destinazione quasi esclusivamente agricola con diverse morfologie; risulteranno dunque necessarie le seguenti opere di ripristino:

- ripristino geomorfologico e idraulico di aree pianeggianti e di aree collinari e montuose;
- ripristino vegetazionale di aree a destinazione agricola.

#### **5.5.2.1 Ripristini Morfologici**

I ripristini dei terreni saranno di diversa natura in quanto il metanodotto interessa territori di differente morfologia. Nel seguito sono descritte le operazioni di ripristino con riferimento a:

- aree pianeggianti;
- aree collinari e montuose;
- canali e/o corsi d'acqua.

##### **5.5.2.1.1 Attraversamenti di Aree Pianeggianti**

Parte del tracciato attraversa aree agricole pianeggianti. Le opere di ripristino di queste aree saranno di carattere morfologico ed idraulico, finalizzate a riportare il terreno alla stessa coltività e fertilità di prima dei lavori. Le aree pianeggianti e sub-pianeggianti non presentano, al riguardo, problemi particolari in quanto il ripristino è limitato ad una accurata riprofilatura del terreno.

##### **5.5.2.1.2 Attraversamenti di Aree non Pianeggianti**

La linea attraversa per lunghi tratti aree non pianeggianti. In tali tratti saranno adottate idonee metodologie costruttive, in funzione della situazione locale incontrata. Nel caso di falda superficiale si procederà all'esecuzione di dreni in modo da abbassare il livello della falda ed aumentare in tal modo la stabilità del versante attraversato.

Si procederà alla regimazione delle acque meteoriche in modo da evitare il ristagno idrico e l'erosione incontrollata con conseguente asportazione del terreno fertile superficiale. Le superfici saranno rimodellate in modo da ricostruire l'originale profilo e pendenza prima dell'intervento. Verranno ricostruiti gli impluvi naturali in modo da non alterare il normale deflusso delle acque meteoriche stesse.

Ove necessario, per il contenimento dello strato superficiale di terreno di riempimento e per evitarne il dilavamento verranno realizzate sistemazioni a carattere idraulico-forestale, quali ad esempio fascinate, viminate e palizzate.

Nelle Figure 5.13 e 5.14 sono riportati alcuni esempi di sistemazioni idraulico-forestali. In particolare:

- in Figura 5.13 sono riportati alcuni esempi di misure di protezione dai fenomeni di erosione (fascinate, gabbionate, palizzate);



- in Figura 5.14 sono riportati alcuni esempi di misure di protezione dai fenomeni di instabilità dei versanti (palizzate per il trattenimento del terreno superficiale e lo smaltimento delle acque meteoriche).

Nel caso di fenomeni di instabilità saranno progettate opere per la stabilizzazione dei terreni di tipo rigido (quali muri in cemento armato, pietrame) o di tipo flessibile (quali gabbioni, ecc..).

Esempi di tali misure di protezione sono riportati nelle seguenti Figure:

- in Figura 5.15 è riportato un esempio di protezione di versante effettuato mediante una trave di contenimento in calcestruzzo;
- in Figura 5.16 è riportato un altro esempio di opera rigida, ma di minore impegno strutturale (muri in pietrame);
- in Figura 5.17, infine, è riportato un esempio di opera flessibile (gabbionata).

#### 5.5.2.1.3 Canali e/o Corsi d'Acqua

Negli attraversamenti dei canali e dei corsi d'acqua, in funzione della tecnica adottata per l'attraversamento stesso, si provvederà ove necessario a ripristinare l'alveo e le arginature con apposite opere di sistemazione quali scogliere (si veda la Figura 5.18), palizzate per protezioni spondali ecc..

#### 5.5.2.2 Ripristini Vegetazionali

Analogamente ai ripristini morfologici, le caratteristiche dei ripristini vegetazionali varieranno in funzione dei terreni incontrati. Nel seguito sono indicati gli interventi possibili con riferimento alla tipologia dei terreni attraversati dal metanodotto, ossia:

- aree agricole;
- aree a bosco;
- corpi idrici e aree con vegetazione di ripa.

##### 5.5.2.2.1 Aree Agricole

La maggior parte del tracciato attraversa aree agricole pianeggianti. Il ripristino vegetazionale di queste è finalizzato a riportare il terreno allo stesso livello di coltivabilità e fertilità precedente alla realizzazione dei lavori.

Oltre ad una accurata riprofilatura del terreno, particolare attenzione verrà indirizzata verso lo strato soprastante di terreno fertile (scotico) delle aree coltivate. Tale terreno verrà asportato, conservato e successivamente riposto sopra il materiale di riempimento, una volta posizionata la tubazione. Un esempio di ripristino ambientale di aree agricole è riportato in Figura 5.19.

Per quel che concerne i frutteti (viti, ulivi) lungo il percorso, si farà particolare attenzione nel ridurre al minimo il taglio dei filari e si provvederà alla successiva ripiantumazione al termine dei lavori.

##### 5.5.2.2.2 Aree a Bosco

Le aree boschive lungo il tracciato sono limitate. I ripristini di tali aree saranno finalizzati alla salvaguardia dell'aspetto paesaggistico ed al ripristino della copertura vegetale preesistente.

Sono previste ripiantumazioni con essenze vegetali tipiche delle aree interessate. Le specie arboree da rimettere a dimora, ove necessario, saranno quelle che meglio si adatteranno alle condizioni edafiche e climatiche presenti.

#### 5.5.2.2.3 Corpi Idrici e Aree con Vegetazione di Ripa

I corsi d'acqua attraversati dal metanodotto sono numerosi. In queste aree sarà particolarmente importante evitare alterazioni ambientali, allo scopo di garantire la salvaguardia degli aspetti paesaggistici e visivi.

### **5.5.3 Ripristino Sezione Sardegna-Toscana**

#### 5.5.3.1 Ripristino Sezione On-Shore Olbia

Per quanto riguarda i ripristini morfologici e vegetazionali nel tratto di condotta a terra tra la Centrale di Compressione di Olbia e lo spiaggiamento, si rimanda ai Paragrafi 5.5.2.1 e 5.5.2.2, in quanto saranno analoghi a quelli previsti per il metanodotto on-shore in Sardegna.

#### 5.5.3.2 Ripristino Sezione Sottomarina Sardegna-Toscana

Il punto di approdo di Olbia è caratterizzato da una prateria di Posidonia che presenta un limite superiore estremamente frammentato ed intervallato da aree di sabbia fine.

I primi 750 m di condotta sottomarina interesseranno direttamente un fondale sabbioso, ed il limite superiore della prateria di Posidonia verrà incontrato ad una profondità compresa tra 4 e 5 m.

Il tracciato interesserà la prateria sino al km 4.8 della condotta, dove termina la prateria che in generale si presenta intervallata da zone di intermatte insabbiata con sedimento a granulometria media.

In fase esecutiva saranno individuate le metodologie di posa della condotta sottomarina e sarà definita l'eventuale necessità di prevedere particolari interventi di ripristino nelle aree più prossime alla costa.

## **5.6 TEMPI DI REALIZZAZIONE**

In Figura 5.20 è riportato il cronoprogramma generale del progetto.

## **5.7 ESERCIZIO E MANUTENZIONE DEL METANODOTTO**

### **5.7.1 Avviamento e Fermata del Metanodotto**

L'avviamento della condotta sottomarina sarà richiesto dopo il commissioning ed a seguito di ogni riparazione che richieda lo svuotamento della tubazione. La sequenza delle operazioni necessarie per l'avvio è tale da assicurare la messa in marcia in sicurezza della tubazione, eliminando l'aria e l'acqua eventualmente presente.

La procedura termina quando il metanodotto raggiunge le condizioni operative, le valvole di controllo ad entrambi i lati sono aperte ed il gas fluisce attraverso la tubazione.

Lo shut-down prevede il trattamento del gas nella condotta con il metanolo e la chiusura delle valvole di controllo di portata e successivamente l'arresto dei compressori.

### **5.7.2 Ispezione del Metanodotto**

Verranno effettuati controlli ed ispezioni con frequenza tale da garantire la sicurezza e l'efficienza del metanodotto.

I controlli tipicamente previsti per le condotte sottomarine sono riassunti di seguito:

- controlli esterni:
  - ROV (Remote Operated Vehicle) survey,
  - route survey,
  - protezione catodica;
- controlli mediante PIG:
  - misura dello spessore,
  - geometria della tubazione,
  - danni meccanici-deformazioni interne.

Le operazioni di ispezione esterna utilizzeranno appositi mezzi a controllo remoto (ROV). Per il lancio ed il ricevimento dei PIG per i controlli periodici verranno utilizzate le infrastrutture presenti alle stazioni a terra.

Le ispezioni esterne sulla condotta sottomarina sono operazioni marine che vengono tipicamente condotte da uno specifico mezzo operativo (DVS, diving support vessel). Dal mezzo di supporto è possibile operare i ROV che vengono utilizzati nel caso di ispezioni che richiedano contatto fisico con la tubazione e che sono equipaggiati con visori e bracci meccanici che permettono di operare procedure anche complesse. In funzione del tipo di analisi da effettuare sono disponibili specifici strumenti da installare sul ROV. Le attività tipiche sono le seguenti:

- localizzazione e identificazione della pipeline;
- ispezione visiva per la ricerca di danni esterni;
- verifica della copertura esterna della pipeline;
- monitoraggio e misura delle condizioni di spannino;
- misura del potenziale di protezione catodico;
- identificazione delle perdite.

Le ispezioni interne, verranno effettuate utilizzando appositi pig intelligenti in grado di monitorare l'eventuale corrosione, lo stato del rivestimento, la geometria del tubo e gli spessori. In funzione del tipo di analisi verrà scelto un determinato tipo di pig. Si noti che le ispezioni possono essere condotte su tubazioni in esercizio utilizzando il gas naturale per la spinta dei pig.

Analogamente alle sezioni sottomarine, anche per il tratto on-shore Sardegna saranno previste:

- ispezioni periodiche lungo la linea per verificare eventuali alterazioni o situazioni di potenziale pericolo determinate, ad esempio, da lavori di terzi;
- ricerca perdite mediante utilizzo di pig-intelligenti, per la verifica dell'integrità delle tubazioni.

Al termine del ripristino ambientale, al fine di prevenire o mitigare eventuali fenomeni di mutazione dell'assetto morfologico e vegetazionale legati alla realizzazione del metanodotto, risulta inoltre opportuno effettuare le seguenti attività di controllo:

- ispezioni periodiche delle canalette ed eventualmente provvedere alle opere di manutenzione richieste;
- monitoraggio periodico dell'area in cui è localizzata la condotta in relazione ad eventuali fenomeni di instabilità del terreno, con particolare riguardo agli argini ed alle sponde dei fiumi;
- sopralluoghi periodici di controllo dell'evoluzione del ripristino dell'area interessata dagli interventi in modo da sviluppare appropriati e tempestivi piani di manutenzione.

### **5.7.3 Manutenzione del Metanodotto**

Nelle successive fasi di ingegneria verranno definite in dettaglio le procedure operative nel caso di necessità di operazioni di manutenzione e riparazione della condotta sottomarina. L'entità del danno determina la tempistica dell'intervento.

Per quanto riguarda le condotte sottomarine si potranno verificare:

- danni di lieve entità che non pregiudicano la sicurezza e la produzione (ad esempio danni al rivestimento esterno) e che necessitano un monitoraggio ed un intervento di manutenzione che può essere programmato nel tempo;
- danni che possono richiedere una variazione delle condizioni operative (ad esempio una lieve perdita) e che richiedono rapida azione di riparazione e danni che necessitano l'interruzione del servizio (come ad esempio una rottura di ampie dimensioni con fuoriuscita di gas e parziale riempimento della tubazione con acqua).

È opportuno sottolineare come le statistiche indichino che la rottura con interruzione del servizio è un fatto estremamente infrequente. Nel caso avvenga sarà necessario procedere alla depressurizzazione del metanodotto ed alla sostituzione della sezione di tubazione danneggiata. I mezzi coinvolti nella sostituzione saranno diversi in funzione della lunghezza del tratto da sostituire; nel caso di tratti considerevoli (>70m circa) sarà da considerare l'utilizzo di mezzi di potenzialità analoghe a quelle richieste per la posa del metanodotto. L'operazione consisterà nel sollevare la pipeline in modo da poter eliminare le sezione danneggiata e sostituirla con una nuova saldandola a bordo del mezzo di posa. Per rotture locali (< 70 m circa) si interverrà con mezzi di supporto e ROV.

Analogamente alle sezioni sottomarine anche per i tratti on-shore verranno effettuate attività di manutenzione della linea, al fine di garantire le condizioni di regolare operatività del sistema distributivo.

La parola manutenzione deve essere intesa in senso ampio, non comprendendo solo interventi tradizionali di carattere meccanico, bensì attività quali:

- verifica della rete e programmi di ricerca delle dispersioni mediante sorveglianza e ispezione dell'intera lunghezza della condotta;
- controllo e verifica degli impianti ausiliari;
- sostituzioni programmate di eventuali tratti di tubazioni danneggiate;
- controllo sistematico dell'efficienza della protezione catodica contro la corrosione della tubazione.

Saranno previste ispezioni periodiche lungo la linea effettuate per verificare l'insorgenza e prevenire situazioni collegate a eventi naturali che possono danneggiare la condotta e i danni causati da attività di scavo, posa di manufatti, ecc. non conosciute/programmate.

## **5.8 BONIFICA E RIPRISTINO AMBIENTALE A FINE ESERCIZIO**

La durata di un gasdotto è in funzione del sussistere dei requisiti tecnici e strategici che ne hanno motivato la realizzazione.

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 si valutino non più utilizzabili tubazione e relativi impianti per il trasporto del metano, alle condizioni di esercizio prefissate, gli stessi vengono messi fuori esercizio.

### **5.8.1 Sezioni Condotta Sottomarina e Sezioni di Metanodotto a Terra**

La procedura di messa fuori esercizio potrà essere svolta con modalità diverse, da valutare caso per caso, in funzione delle condizioni fisico-ambientali dell'area in cui si dovrà operare. A riguardo, si possono prefigurare interventi di rimozione totale o parziale della condotta o interventi di inertizzazione della stessa, qualora venga lasciata nel suolo/fondale opportunamente protetta e controllata.

In questo caso, la messa fuori esercizio consiste nel mettere in atto tutte le operazioni necessarie per porre in sicurezza la condotta prima del suo scollegamento finale da impianti di terra ad essa collegati.

Le operazioni prevedono per prima cosa la pulizia e la bonifica della condotta tramite passaggio di una batteria di pig all'interno della stessa, il cui avanzamento è realizzato tramite riempimento di acqua di mare filtrata in pressione.

Dopo le operazioni di bonifica verranno saldate sui tronconi terminali, ormai sezionati dal resto dell'impianto, le "teste di abbandono" dotate di valvole per consentire il riempimento con acqua di mare filtrata.

### **5.8.2 Terminale di Porto Botte**

Il linea generale, il piano di bonifica e ripristino ambientale a fine esercizio, prevede la rimozione delle strutture del terminale ed il recupero della zona, con l'obiettivo di creare le condizioni che permettano, in un tempo ragionevole, il ripristino delle condizioni antecedenti l'installazione.

Le operazioni necessarie per il ripristino dell'area interessata dall'opera sono in sintesi:

- sospensione dell'esercizio del terminale;
- rimozione di tutte le sostanze, prodotti chimici, oli lubrificanti contenuti nelle apparecchiature, tubazioni e serbatoi presenti;
- smantellamento degli impianti e delle strutture presenti;
- demolizione degli edifici e delle strutture presenti;
- rimozione dei materiali di risulta, che verranno smaltiti in accordo alla normativa vigente;
- ripristino dell'area.

## 6 ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO

Le principali macro-alternative di tracciato esaminate in fase di studio di fattibilità sono descritte dettagliatamente nel volume introduttivo al SIA (Volume I) e riguardano sia diversi punti di approdo in Sardegna e in Toscana, sia i possibili tracciati on-shore e off-shore di collegamento fra essi.

Per quanto riguarda le varianti minori apportate al tracciato in Sardegna per ottimizzare il percorso o evitare aree critiche dal punto di vista tecnico ed ambientale o programmatico (Vincoli e Zonizzazione Uranistica) sono descritte nel seguito del presente Capitolo.

Tale varianti di tracciato si possono distinguere in due varianti più significative (circa 20 km) ed alcuni aggiustamenti di tracciato di lunghezza molto più limitata (massimo alcuni km). Tale alternative sono di seguito analizzate distinte nei seguenti seguenti paragrafi:

- variante di Macomer (Paragrafo 6.1);
- variante Aranceto (Paragrafo 6.2);
- micro-varianti di tracciato (Paragrafo 6.3)

### 6.1 VARIANTE MACOMER

L'individuazione del tratto centrale di attraversamento della Sardegna, comune alle diverse alternative esaminate, ha richiesto specifici approfondimenti nell'area di Macomer, caratterizzata dalla presenza di numerose aree di interesse archeologico e di alcune aree naturali protette. Sono stati pertanto individuati tre tracciati alternativi, rappresentati in Figura 6.1, e confrontati con particolare riferimento ai Siti Natura 2000 e alle aree di interesse archeologico.

Per quanto riguarda i Siti Natura 2000 immediatamente a Nord di Macomer vi sono due SIC e uno ZPS che vanno a costituire una vasta area protetta trasversale al tracciato e per questo difficilmente evitabili dalla linea:

- SIC Catena del Marghine e Goceano (ITB011102), anche individuato dalla regione con L.R. 31/89 come Parco Regionale Margine e Planaria ma non ancora istituito ufficialmente;
- SIC Altopiano di Campeda (ITB021101);
- ZPS ITB023050 Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali.

L'area protetta Catena del Marghine e Goceano è caratterizzata da due grandi formazioni di natura eruttiva, che vantano un patrimonio boschivo di rilevanza primaria a livello regionale, mentre l'Altopiano di Campeda ne costituisce il naturale proseguimento. L'Altopiano ha un'altezza di circa 650 m s.l.m. ed è costituito da imponenti colate basaltiche e costituisce un ambiente favorevole alla riproduzione della Gallina Prataiola. L'altopiano è molto esposto ai venti e costituisce un ambiente particolare, che a tratti ricorda la fredda steppa solcata da piccoli corsi d'acqua e cosparsa di radi Sughereti.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva in cui sono evidenziati il numero delle aree protette attraversate e la lunghezza complessiva del loro interessamento per le tre varianti di Macomer.

**Tabella 6.1: Variante di Macomer, Interferenze con Aree Protette**

Alternativa	Attraversamenti Aree Protette		Numero Aree Protette Prossime al Tracciato (<500m)
	No. Aree	km Totali	
Alternativa Macomer A	3	12.4 km	4
Alternativa Macomer B	3	17.0 km	3
Alternativa Macomer C	2	17.7 km	2

Come si rileva dall'esame della Figura 6.1, un ulteriore spostamento verso occidente del tracciato della condotta consentirebbe di evitare completamente l'interessamento di un SIC.

Tuttavia ad Ovest di Sindia sono presenti le profonde incisioni vallive del Rio Mannu, che rendono assolutamente sconsigliabile, sia da un punto di vista tecnico sia ambientale, l'ipotesi di un attraversamento del corso d'acqua in tale zona. A titolo esemplificativo in Figura 6.2 sono riportate alcune riprese fotografiche delle incisioni vallive in corrispondenza di Sindia.

L'alternativa C proposta, pertanto, deve considerarsi l'alternativa più occidentale tra quelle tecnicamente e ambientalmente fattibili.

Per quanto riguarda gli aspetti archeologici occorre rilevare come l'area archeologica di Macomer, che si estende da Abbasanta a Bonaria, è una delle più importanti come quantità e qualità di ritrovamenti Nuragici (si veda Figura 6.1). Tra i numerosi elementi di pregio archeologico quelli che maggiormente si contraddistinguono per importanza e stato di conservazione vi sono il Nuraghe Losa (Abbasanta), i Nuraghi Zuras e Aiga (Abbasanta), il Nuraghe Santa Barbara (Macomer) e il Nuraghe Orolo (Bortigali).

L'alternativa Macomer A, come si può osservare dall'esame della Figura 6.1, presenta numerose e significative interferenze con le aree archeologiche. Tali interferenze diminuiscono spostandosi più ad occidente verso i tracciati B e C.

Pertanto, in considerazione delle minori interferenze dell'alternativa C con le aree archeologiche e con le aree SIC, tale ipotesi di tracciato è risultata preferibile.

## 6.2 VARIANTE SAN GAVINO

In provincia di Medio Campidano, in corrispondenza del chilometro 54 di tracciato, è stata valutata una variante di tracciato di circa 20 km per ottimizzare la lunghezza del tracciato ed evitare alcune aree di maggior antropizzazione.

Tale variante ha permesso inoltre di evitare l'interessamento in corrispondenza dei comuni di Villasor e Serramanna di una vasta area coltivata a frutteto ed in particolare con numerosi aranceti.

In Figura 6.3 si riporta uno stralcio cartografico con l'indicazione del tracciato di progetto e l'alternativa scartata. In figura è stato riportato inoltre l'indicazione dell'uso del territorio dando evidenza delle aree antropizzate, delle colture a frutteto e della presenza di cave.

Dall'esame della figura emerge come il tracciato di progetto è risultato preferibile in quanto:

- ottimizza la lunghezza dell'opera accorciando di diversi chilometri il tracciato;



- limita le interferenze con le aree di maggior antropizzazione, allontanandosi in particolare dagli abitati di Samassi, Sanluri e Sardara. L'alternativa scartata rimaneva a circa 1.5 km da Samassi e circa 3 km da Sanluri e Sardara;
- evita l'interessamento di un'area con coltivazioni di pregio (arance e pesche);
- evita interferenze con un'area caratterizzata da diverse attività estrattive.

### 6.3 MICROVARIANTI DI TRACCIATO

Contestualmente alla definizione del tracciato di progetto è stata effettuata una verifica accurata della coerenza con i vari strumenti urbanistici comunali. Tali operazioni hanno determinato alcune modifiche al tracciato dovute alla necessità di evitare vincoli urbanistici imposti dalla pianificazione locale.

Tutte le modifiche apportate possono essere definite microvarianti e sono relative da alcune centinaia di metri ad alcuni chilometri.

Di seguito si riporta un elenco dei comuni dove è stato necessario definire a livello progettuale delle microvarianti a causa della presenza di aree a destinazione d'uso incompatibili con la realizzazione del metanodotto secondo la relativa pianificazione urbanistica vigente (aree di salvaguardia archeologica, aree antropizzate, etc..) o a causa di vincoli progettuali o ambientali.

**Tabella 6.2: Elenco delle Microvarianti effettuate in Fase di Definizione del Tracciato**

Comune	Provincia	Motivazione Tecnica della Variante
San Giovanni Suergiu	Carbonia-Iglesias	Ottimizzazione Approdo
San Giovanni Suergiu	Carbonia-Iglesias	Attraversamento Zona Archeologica
Carbonia	Carbonia-Iglesias	Attraversamento Zona H di Salvaguardia
Villamassargia	Carbonia-Iglesias	Attraversamento Zona G destinata a Servizi e Allontanamento da Zona Urbana
Paulilatino	Oristano	Evitare percorrenza in fondo valle del Rio Trogos
Mores	Sassari	Ottimizzare attraversamento del Rio Pizzinnu
Ozieri	Sassari	Allontanamento da Zona D Produttiva
Monti	Olbia Tempio	Limitare interferenze con Strada Statale 199

## **7 REGIME NORMATIVO E VINCOLISTICO**

### **7.1 CONDOTTA SOTTOMARINA**

#### **7.1.1 Codici e standard**

I codici e gli standard per il progetto del metanodotto offshore, sono stati scelti in accordo con tutti i requisiti normativi, utilizzando i codici di condotta, le note guida e i codici e gli standard sotto riportati.

L'elenco delle norme elencate è da intendersi come indicativo e non esaustivo; verranno comunque applicate le leggi, le normative e gli standard italiani vigenti in materia.

#### Standard di qualità

- ISO 9000-10 Quality Management and Quality Assurance Standards, 2003.

#### Progettazione condotta sottomarina

Gli standard di progetto per le sezioni di metanodotto offshore sono Det Norske Veritas (DNV).

- DNV OS F101 Submarine Pipeline Systems, 2000 (Amended Jan 2003);
- DNV RP F103 Cathodic Protection of Submarine Pipelines by Galvanic Anodes, 2003;
- DNV RP F105 Free Spanning Pipeline, 2002;
- DNV CN 30.5 Environmental Conditions and Environmental Loads, 1992;
- DNV RP E305 On Bottom Stability Design of Submarine Pipelines, 1988.

Dove richiesto possono essere indicati codici e standard aggiuntivi, sempre che non contengano requisiti in conflitto con i precedenti.

### **7.2 TERMINALE DI ARRIVO**

Gli interventi che si andranno a realizzare sono stati progettati nel rispetto di tutte le norme ed i regolamenti esistenti; in particolare ci si è attenuti alla seguente vigente legislazione.

#### **7.2.1 Leggi**

- DM 17 Aprile 2008, Regola Tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto del gas naturale con densità non superiore a 0,8;
- DM 24 Novembre 1984, Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8;
- Legge del 10 Maggio 1976 No. 319, Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- DPR del 24 Maggio 1988 No. 203, Attivazione delle direttive CEE in materia di qualità dell'aria (emissioni gassose in atmosfera);

- DM del 16 Febbraio 1982 (Ministero degli Interni), Modificazioni del DM del 27 Settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi;
- DPR del 29 Luglio 1982 No. 577, Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi di prevenzione e di vigilanza antincendio;
- Circolare del 1 Dicembre 1982 No. 53 (Ministero degli Interni), Servizi di prevenzione incendi in materia di rischi di incendi rilevanti. Indicazioni applicative;
- Legge No. 66 del 4 Marzo 1982 e norme integrative dell'ordinamento del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco;
- DM del 16 Novembre 1983 (Ministero degli Interni), Elenco della attività, nel campo di rischi d'incendi rilevanti, all'esame degli ispettori regionali e interregionali;
- Legge del 7 Dicembre 1984 No. 818, Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- DPR 27 Aprile 1955 No. 547 relativo alle Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- DPCM del 1 Marzo 1991, Limiti massimi di esposizione al rumore negli impianti abitativi e nell'ambiente esterno;
- D.Lgs. 15 Agosto 1991 No. 277, Attuazione delle direttive No. 80/1197/CEE, 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE e 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della Legge 30 Luglio 1990, No. 212;
- DPR del 19 Marzo 1956 No. 303, Norme generali per l'igiene del lavoro;
- Legge 1 Marzo 1968 No. 186 relativa al riconoscimento delle Norme CEI quali norme di buona tecnica;
- DPR 21 Luglio 1982 No. 675 relativo al recepimento della direttiva CEE/79/196 sui metodi di protezione che si applicano al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in "atmosfera esplosiva";
- Legge 18 Ottobre 1977 No. 791 sull'attuazione della direttiva CEE/73/23 relativa al materiale elettrico destinato ad essere impegnato entro certi limiti di tensione;
- Direttiva 2006/95/CE, Materiale elettrico utilizzato per tensioni fino a 1000Vca e 1500Vcc;
- D.Lgs 19 Settembre 1994 No. 626, Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 89/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- D.Lgs 19 Marzo 1996 No. 242, Modifiche ed integrazione al D.Lgs 9 Settembre 1994 No. 626 recante attuazione di direttive Comunitarie riguardanti il miglioramento delle sicurezze e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- Direttiva 2006/42/CE ex 98/37/CE – direttiva macchine;

- DPR 24 Luglio 1996 No. 459, Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE, concernenti il ravvicinamento della legislazione degli Stati Membri relative alle macchine;
- Direttiva 2004/108/CE ex 89/336/CE compatibilità elettromagnetica;
- DM 10 Marzo 1998, Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- DPR 547/55, Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge 52/96, Recepimento della Direttiva Europea 94/9/CE (Atex);
- Legge 150/89 (Direttiva europea No. 82/130), Norme transitorie per la costruzione e vendita del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;
- DPR 727/82 (Direttiva europea No. 79/196/CE), Materiali per i quali si applicano taluni sistemi di protezione;
- DPR 126/98, Regolamento recante norma per l'attuazione della Direttiva 94/9/C (Atex) in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera parzialmente esplosiva (obbligo, a partire dal 1 Luglio 2003, di marcatura CE anche su detto materiale);
- DM 1 Marzo 1983, Designazione dell'organismo italiano autorizzato a rilasciare i certificati per il materiale elettrico antideflagrante ed elenco degli altri organismi CEE autorizzati;
- DPR 462/01, Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi contro le scariche atmosferiche, dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e impianti elettrici pericolosi;
- D.Lgs 233/03, Attuazione della Direttiva Europea 99/92/CE e altre concernenti il miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori durante il lavoro;
- DPR 6 Giugno 2001 No.380, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- Legge 5 Novembre 1971 No. 1086, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Legge 2 Febbraio 1974 No. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- DM 11 Marzo 1988, Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

### **7.2.2 Normalizzazioni**

La progettazione e la costruzione dell'impianto saranno eseguite in conformità alle seguenti normative tecniche:

#### **1. Recipienti in Pressione:**

- ISPESL/PED;

- API 520/521;
  - ASTM, UNI (per i materiali).
2. Tubazioni:
- ANSI B 31.3;
  - Standard e norme NACE;
  - API Std;
  - ASTM, UNI (per i materiali).
3. Impianti Strumentali:
- API Std;
  - UNI Std;
  - ISA Std;
  - ATEX 94/9/CE.
4. Impianti Elettrici e Zone Pericolose:
- CEI-EN (CENELEC), Norme Europee Armonizzate;
  - Norma CEI 91-10/1-4;
  - Protezione delle strutture contro i fulmini;
  - CEI 31.30 (CEI 60079-10), Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas- parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi;
  - CEI 31.33, Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas;
  - CEI 31.34, Costruzione elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas;
  - CEI 31.35, III edizione costruzione elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas: guida all'applicazione della norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) - classificazione dei luoghi pericolosi;
  - CEI 31.35/A, III edizione costruzione elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas guida all'applicazione della norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) - classificazione dei luoghi pericolosi – esempi applicativi;
  - Norma CEI 64-8;
  - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua;
  - CEI 11-1, Impianti di produzione, trasporto e distribuzione energia elettrica;

- CEI 11-17, Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI da 3-14 a 3-26, Segni grafici per schemi;
- CEI 17-13/1, Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.);
- CEI 20.22.3 cat. 3c, Prove sui cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-35, Prove sui cavi sottoposti al fuoco (non propaganti la fiamma);
- CEI 20-37, Prove sui gas emessi durante la combustione;
- CEI 20-38-1, Cavi isolati in gomma non propagante l'incendio e a bassissima emissione di fumi.

#### 5. Impianti Antincendio:

- NFPA National Fire Protection Association;
- UNI EN 5, Componenti dei sistemi di rivelazione e segnalazione manuale d'incendio;
- UNI EN 9795, Sistemi fissi automatici di rivelazione e segnalazione manuale d'incendio;
- UNI EN 3, Estintori di incendio portatili;
- UNI/VVF 9492, Estintori carrellati antincendio.

#### 6. Civile/Strutturale:

- DM 14 Settembre 2005, Norme tecniche per le costruzioni – Testo Unico e successive integrazioni/modificazioni (NTC 2008);
- OPCM 23 Marzo 2003 No. 3274 e successive modifiche, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- UNI EN 206-1, Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI 11104, Calcestruzzo – Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 201-1.

## 7.3 SEZIONE ON-SHORE

### 7.3.1 Leggi

La progettazione, la costruzione e l'esercizio del metanodotto sono disciplinate essenzialmente dalla seguente normativa:

- DM 17 Aprile 2008, Regola Tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto del gas naturale con densità non superiore a 0,8;

- DM 16 Novembre 1999 del Ministero dell'Interno, Modificazione al DM 24 Novembre 1994 recante Norme di Sicurezza per il Trasporto, la distribuzione, l'accumulo, l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8;
- DM 24 Novembre 1984 del Ministero dell'Interno, Norme di Sicurezza per il Trasporto, la distribuzione, l'accumulo, l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8;
- DPR 616/77 e DPR 383/94, Trasferimento e deleghe delle funzioni amministrative dello Stato;
- RD 1775/33, Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- DM 23 Febbraio 1971 del Ministero dei Trasporti e successive modificazioni, Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto;
- Circolare 09 Maggio 1972, No. 216/173 dell'Azienda Autonoma FF.S., Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti gas e liquidi con ferrovie;
- DPR 753/80, Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie;
- DM 03 Agosto 1981 del Ministero dei Trasporti, Distanza minima da osservarsi nelle costruzioni di edifici o manufatti nei confronti delle officine e degli impianti delle FF.S.;
- Circolare 04 Luglio 1990 No. 1282 dell'Ente FF.S., Condizioni generali tecnico/amministrative regolanti i rapporti tra l'ente Ferrovie dello Stato e la SNAM in materia di attraversamenti e parallelismi di linee ferroviarie e relative pertinenze mediante oleodotti, gasdotti, metanodotti ed altre condutture ad essi assimilabili;
- RD 1740/33, Tutela delle strade;
- D.Lgs 285/92 e 360/93, Nuovo Codice della strada;
- DPR 495/92, Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada;
- RD 368/04, Testo unico delle leggi sulla bonifica;
- RD 523/04, Polizia delle acque pubbliche;
- L 64/74, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- OPCM 3274/03, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- L 426/98, Nuovi interventi in campo ambientale;
- DM 471/99, Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati ai sensi dell'articolo 17 del D.Lgs 5 Febbraio 1997, No. 22, e successive modificazioni ed integrazioni;
- L 198/58 e DPR 128/59, Cave e miniere;
- L 898/76, Zone militari;

- DPR 720/79, Regolamento per l'esecuzione della L 898/76;
- D.Lgs 626/94, Attuazione delle Direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- D.Lgs 14 Agosto 1996, No. 494 "Attuazione della direttiva 92/57 CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili;
- D.Lgs 19 Novembre 1999, No. 528, Modifiche ed integrazioni al D.Lgs 14 Agosto 1996 No. 494 recante attuazione della direttiva 92/57 CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili;
- L 186/68, Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- DM 22 Gennaio 2008 No. 37 del Ministero dello Sviluppo Economico, Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 (quaterdecies, comma 13, lettera a) della L No. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- L 1086/71, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- DM 14 Gennaio 2008 del Ministero delle Infrastrutture, Norme tecniche per le costruzioni.

### **7.3.2 Normalizzazioni**

I materiali con cui è stata progettata e sarà realizzata l'opera sono in conformità alle Normalizzazioni riportate nel seguito.

#### **7.3.2.1 Strumentazione e Sistemi di controllo**

- API RP-520 Part., Dimensionamento delle valvole di sicurezza (ultima edizione);
- API RP-520 Part., Dimensionamento delle valvole di sicurezza (ultima edizione).

#### **7.3.2.2 Sistemi Elettrici**

- CEI 64-8/1992, Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V;
- CEI 64-2 (Fasc. 1431)/1990, Impianti elettrici utilizzatori nei luoghi con pericolo di esplosione;
- CEI 81-1 (Fasc. 1439)/1990, Protezione di strutture contro i fulmini.

#### **7.3.2.3 Impiantistica e Tubazioni**

- ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems (solo per applicazioni specifiche es. fornitura trappole bidirezionali);
- ASME B1.1/1989 Unified inch Screw Threads;
- ASME B1.20.1/1992 Pipe threads, general purpose (inch);



- ASME B16.5/1988+ADD.92 Pipe flanges and flanged fittings;
- ASME B16.9/1993 Factory-made Wrought Steel Butt welding Fittings;
- ASME B16.10/1986 Face-to-face and end-to-end dimensions valves;
- ASME B16.21/1992 Non metallic flat gaskets for pipe flanges;
- ASME B16.25/1968 Butt welding ends;
- ASME B16.34/1988 Valves-flanged, and welding end;
- ASME B16.47/1990+Add.91 Large Diameters Steel Flanges;
- ASME B18.21/1991+Add.91 Square and Hex Bolts and screws inch Series;
- ASME B18.22/1987 Square and Hex Nuts;
- MSS SP44/1990 Steel Pipeline Flanges;
- MSS SP75/1988 Specification for High Test Wrought Butt welding Fittings;
- MSS SP6/1990 Standard finishes contact faces of pipe flanges;
- API Spc. 1104 Welding of pipeline and related facilities;
- API 5L/1992 Specification for line pipe;
- EN 10208-2/1996 Steel pipes for pipelines for combustible fluids;
- API 6D/1994 Specification for pipeline valves, and closures, connectors and swivels;
- ASTM A 193 Alloy steel and stainless steel-bolting materials;
- ASTM A 194 Carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure;
- ASTM A 105 Standard specification for “forging, carbon steel for piping components”;
- ASTM A 216 Standard specification for “carbon steel casting suitable for fusion welding for high temperature service”;
- ASTM A 234 Piping fitting of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevate temperatures;
- ASTM A 370 Standard methods and definitions for “mechanical testing of steel products”;
- ASTM A 694 Standard specification for “forging, carbon and alloy steel, for pipe flanges, fitting, valves, and parts for high pressure transmission service”;
- ASTM E 3 Preparation of metallographic specimens;
- ASTM E 23 Standard methods for notched bar impact testing of metallic materials;
- ASTM E 92 Standard test method for vickers hardness of metallic materials;
- ASTM E 94 Standards practice for radiographic testing;
- ASTM E 112 Determining average grain size;
- ASTM E 138 Standards test method for Wet Magnetic Particle;
- ASTM E 384 Standards test method for microhardness of materials;

- ISO 898/1 Mechanical properties for fasteners – part 1 – bolts, screws and studs;
- ISO 2632/2 Roughness comparison specimens – part 2 : sparkeroded, shot blasted and grit blasted, polished;
- ISO 6892 Metallic materials – tensile testing;
- ASME Sect. V Non-destructive examination;
- ASME Sect. VIII Boiler and pressure vessel code;
- ASME Sect. IX Boiler construction code-welding and brazing qualification;
- CEI 15-10 Norme per “Lastre di materiali isolanti stratificati a base di resine termoindurenti”;
- ASTM D 624 Standard method of tests for tear resistance of vulcanised rubber;
- ASTM E 165 Standard practice for liquid penetrant inspection Method;
- ASTM E 446 Standard reference radiographs for steel castings up to 2” in thickness;
- ASTM E 709 Standard recommended practice for magnetic particle examination.

#### 7.3.2.4 Sistema di Protezione Anticorrosiva

- ISO 8501-1 Preparazione delle superfici di acciaio prima di applicare vernici e prodotti affini. Valutazione visiva del grado di pulizia della superficie – parte 1: gradi di arrugginimento e gradi di preparazione di superfici di acciaio non trattate e superfici di acciaio dalle quali è stato rimosso un rivestimento precedente;
- UNI 9783 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – interferenze elettriche tra strutture metalliche interrate;
- UNI EN 12954 Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse – principi;
- UNI 10166 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – posti di misura;
- UNI 10167 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – dispositivi e posti di misura;
- UNI CEI 5 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – misure di corrente;
- UNI CEI 6 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – misure di potenziale;
- UNI CEI 7 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – misure di resistenza elettrica;
- UNI CEI 8 Dispositivi di protezione catodica – alimentatori di protezione catodica;
- UNI 10265 Protezione catodica di strutture metalliche – segni grafici;
- UNI 10362 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – verifiche e controlli;
- UNI 10405 Protezione catodica di condutture metalliche interrate – localizzazione del tracciato, di falle nel rivestimento e di contatto con strutture estranee;
- UNI 10835 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – anodi e dispersori per impianti a corrente impressa – criteri di progettazione e installazione;

- UNI 11094 Protezione catodica di strutture metalliche interrate – criteri generali per l’attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione della UNI EN 12954 anche in presenza di correnti disperse;
- UNI EN 13509 Tecniche di misurazione per la protezione catodica;
- UNI 10611 Rivestimenti isolanti di strutture metalliche interrate da associare alla protezione catodica – criteri di progettazione e controllo.

## 8 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

Con il termine “Interazioni con l’Ambiente ed il Territorio”, si intende includere sia l’utilizzo di materie prime e risorse sia le emissioni di materia in forma solida, liquida e gassosa, le emissioni acustiche che possono essere rilasciate verso l’ambiente esterno, nonché il traffico di mezzi.

In particolare nel seguito sono identificate le relazioni tra il progetto e l’ambiente e quindi sono quantificati (per la fase di costruzione, per la fase di commissioning e per la fase di esercizio) dell’opera:

- le emissioni in atmosfera;
- le emissioni sonore;
- i prelievi idrici;
- gli scarichi idrici;
- la produzione di rifiuti;
- l’utilizzo materie prime e risorse;
- il traffico mezzi.

Queste interazioni possono rappresentare una sorgente di impatto e la loro quantificazione costituisce, quindi, un aspetto fondamentale dello Studio di Impatto Ambientale. A tali elementi, in particolare, è fatto riferimento per la valutazione degli impatti riportata nei Quadri di Riferimento Ambientale.

### 8.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA

#### 8.1.1 Condotte Sottomarine AS ed SI

La realizzazione degli shore-approach, il varo e la posa delle condotte sottomarine determineranno l’emissione di inquinanti dai mezzi navali e dalle macchine utilizzate per le operazioni.

**Tabella 8.1: Mezzi Impiegati per la Costruzione delle Condotte Sottomarine**

Tipologia Mezzi	No. Mezzi	Potenza
<b>Operazioni di Posa (in alti fondali)</b>		
Rimorchiatore	2	7,500 kW
Nave Posatubi	1	70 MW
<b>Realizzazione Shore-approach</b>		
Escavatore	2	350 kW
Autocarro	3	350 kW
Apripista cingolato	1	200 kW
Gru su cingolato	1	300 kW
Generatore	3	20 kW
Compressore	3	60 kW
Battipalo	1	200 kW

Tipologia Mezzi	No. Mezzi	Potenza
Escavatore su Pontone	2	350 kW
Rimorchiatore	2	7,500 kW
Rimorchiatore per Campo Ancore	2	3,700 kW
Nave Posatubi	1	70 MW

La stima delle emissioni di tali mezzi e la descrizione dettagliata della metodologia utilizzata, è riportata nel Quadro di Riferimento Ambientale del SIA (Sezioni IIc e IIId).

In condizioni di normale esercizio le condotte in oggetto non danno origine ad emissioni in atmosfera.

### 8.1.2 Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)

Le attività di posa in opera dei tratti di metanodotto on-shore comporteranno lo sviluppo di polveri essenzialmente durante l'effettuazione dei movimenti terra per la preparazione dell'area di lavoro, per lo scavo della trincea, per la posa della tubazione, ecc.. Non sono previste attività di demolizione.

Le emissioni di inquinanti in atmosfera tipici della combustione in fase di costruzione sono imputabili essenzialmente ai fumi di scarico delle macchine e dei mezzi pesanti impegnati in cantiere, quali autocarri per il trasporto materiali, escavatori, autobetoniere, gru, ecc..

Il numero massimo di mezzi impiegati per la realizzazione dei tratti terrestri in Sardegna delle condotte sottomarine del metanodotto Galsi è riportato nella tabella seguente. Tale numero è stato stimato sulla base dei dati relativi a cantieri organizzati per la realizzazione di metanodotti on-shore simili per dimensioni a quello in esame.

**Tabella 8.2: Mezzi Impiegati per la Costruzione del Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)**

Tipologia Mezzi	No. Mezzi	Potenza
Escavatore	2	350 kW
Autocarro	3	350 kW
Apripista cingolato	1	200 kW
Sideboom e trattori	2	250 kW
Generatore	3	20 kW
Compressore	3	60 kW
Pompe	2	100 kW
Motosaldatrici	4	10 kW

La stima delle emissioni di polveri e inquinanti gassosi in fase di cantiere viene presentata nel Quadro di Riferimento Ambientale del metanodotto (Sezioni IIc e IIId)..

In condizioni di normale esercizio la condotta in oggetto non da origine ad emissioni in atmosfera.

### 8.1.3 Impianti a Terra

Le attività di costruzione degli impianti a terra previsti (terminale di arrivo a Porto Botte, Scrapper Trap Intermedia e PIDI), comporteranno lo sviluppo di polveri essenzialmente

durante l'effettuazione dei movimenti terra per la preparazione dell'area di lavoro, per la realizzazione delle fondazioni, ecc.. Non sono previste attività di demolizione.

Le emissioni di inquinanti in atmosfera tipici della combustione in fase di costruzione sono imputabili essenzialmente ai fumi di scarico delle macchine e dei mezzi pesanti impegnati in cantiere, quali autocarri per il trasporto materiali, escavatori, autobetoniere, gru, ecc..

Il numero di mezzi impiegati per la realizzazione degli impianti a terra del metanodotto Galsi per la parte Sardegna è riportato nella tabella seguente. Tale numero è stato stimato sulla base dei dati relativi a cantieri organizzati per la realizzazione di metanodotti on-shore simili per dimensioni a quello in esame.

**Tabella 8.3: Mezzi Impiegati per la Costruzione degli Impianti a Terra**

Tipologia Mezzi	Numero di mezzi			Potenza (kW)
	Terminale Porto Botte	Scraper Trap intermedia	PIDI	
Escavatori	2	1	1	350
Autocarri	2	1	1	350
Gru	1	1	0	300
Motosaldatrici	5	2	1	10
Autobetoniere	1	1	1	400
Pale cingolate	1	1	0	200
Vibratori a piastra	1	1	1	100
Compressori	2	2	1	60

La stima delle emissioni di polveri e inquinanti gassosi in fase di cantiere viene presentata nel Quadro di Riferimento Ambientale (Sezione IIe).

In condizioni di normale esercizio saranno riscontrabili solamente le emissioni connesse al traffico di mezzi per la manutenzione degli impianti.

L'impianto acqua calda del terminale funzionerà solo in regime transitorio in occasione di blocchi della linea.

#### 8.1.4 Sezione On-Shore Sardegna

Le attività di posa in opera del metanodotto on-shore previste comporteranno lo sviluppo di polveri essenzialmente durante l'effettuazione dei movimenti terra per la preparazione dell'area di lavoro, per lo scavo della trincea per la posa della tubazione, ecc.. Non sono previste attività di demolizione.

Le emissioni di inquinanti in atmosfera tipici della combustione in fase di costruzione sono imputabili essenzialmente ai fumi di scarico delle macchine e dei mezzi pesanti impegnati in cantiere, quali autocarri per il trasporto materiali, escavatori, autobetoniere, gru, ecc..

Il numero massimo di mezzi impiegati per la realizzazione della sezione terrestre del metanodotto Galsi è riportato nella tabella seguente. Tale numero è stato stimato sulla base dei dati relativi a cantieri organizzati per la realizzazione di metanodotti on-shore simili per dimensioni a quello in esame.

**Tabella 8.4: Mezzi Impiegati per la Realizzazione del Metanodotto DN 1200**

Tipologia Mezzi	No. Mezzi	Potenza (kW)
Scavatori	2	350
Sideboom e trattori	6	250
Motosaldatrici	8	10
Generatori, Compressori, Pompe	8	350
Autocarri, rimorchi, autocisterne	6	350
Auto trasporto per Valvole	4	70

La stima delle emissioni di polveri e inquinanti gassosi in fase di cantiere viene presentata nel Quadro di Riferimento Ambientale (Sezione IIe).

In condizioni di normale esercizio la condotta in oggetto non dà origine ad emissioni in atmosfera.

## 8.2 EMISSIONI SONORE

### 8.2.1 Condotte Sottomarine AS ed SI

La produzione di emissioni sonore durante la fase di cantiere è connessa essenzialmente all'impiego dei mezzi navali per le attività di posa della condotta e alla realizzazione dello shore-approach.

In fase di esercizio le condotte sottomarine non producono alcuna emissione sonora.

### 8.2.2 Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)

Per quanto riguarda i tratti on-shore delle condotte sottomarine la produzione di emissioni sonore in fase di cantiere è connessa essenzialmente all'impiego di macchine meccaniche di trasporto, sollevamento, movimentazione e scavo, ed è imputabile alle usuali attività di cantiere.

Il dettaglio dei valori di emissione considerati per i diversi macchinari è riportato nel Quadro di Riferimento Ambientale (Sezioni IIc e IId).

L'esercizio delle condotte non sarà origine di emissioni sonore.

### 8.2.3 Impianti a Terra

La produzione di emissioni sonore nella fase di cantiere per gli impianti a terra previsti (terminale di arrivo a Porto Botte, Scraper Trap Intermedia e PIDI) è connessa essenzialmente all'impiego di macchine meccaniche per il trasporto, il sollevamento, la movimentazione e la costruzione, ed è imputabile alle usuali attività di cantiere.

Il dettaglio dei valori di emissione considerati per i diversi macchinari è riportato nel Quadro di Riferimento Ambientale (Sezione IIe).

In fase di esercizio l'unica possibile fonte di rumore è costituita dalla stazione di controllo e regolazione della pressione del terminale: in tale cabina non sono comunque presenti motori a scoppio, motori elettrici o altre apparecchiature rotanti; le uniche fonti di rumore sono costituite dalle valvole di riduzione della pressione del gas.

### 8.2.4 Sezione On-Shore Sardegna

La produzione di emissioni sonore in fase di cantiere è connessa essenzialmente all'impiego di macchine meccaniche di trasporto, sollevamento, movimentazione e costruzione ed è imputabile alle usuali attività di cantiere, come più in dettaglio quantificato nel Quadro di Riferimento Ambientale (Sezione IIe).

L'esercizio della condotta non sarà origine di emissioni sonore.

## 8.3 PRELIEVI IDRICI

### 8.3.1 Condotte Sottomarine AS e SI

I prelievi idrici in fase di cantiere sono ricollegabili essenzialmente ai soli usi civili.

Le quantità relative sono stimate, sulla base di dati relativi a cantieri di opere simili per tipologia e dimensioni, come indicato nella tabella seguente.

**Tabella 8.5: Prelievi Idrici Fase di Cantiere Condotte Sottomarine**

Prelievi Idrici Fase di Cantiere	Modalità di Approvvigionamento	Quantità
Acqua per usi civili connessi alla presenza del personale addetto alla costruzione del metanodotto off-shore	Autobotti, reti acquedottistiche locali (cantiere a terra) Cisterne a bordo nave (cantiere lungo la rotta di posa)	12.5 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(1)</sup>

Nota: 1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 200 addetti.

In fase di commissioning i prelievi idrici sono ricollegabili all'effettuazione della prova di collaudo idraulico della condotta.

L'acqua da utilizzare per il collaudo sarà acqua di mare filtrata; per il tratto AS è previsto vengano utilizzati circa 80,000 m<sup>3</sup> di acqua, mentre per il tratto SI circa 125,000 m<sup>3</sup>.

In fase di esercizio delle condotte sottomarine non sono previsti prelievi idrici.

### 8.3.2 Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)

I prelievi idrici in fase di cantiere sono ricollegabili essenzialmente all'umidificazione delle aree di cantiere per limitare le emissioni di polveri dovute alle attività di movimento terra e agli usi civili. Le quantità relative sono stimate come indicato nella tabella seguente.

**Tabella 8.6: Prelievi Idrici Fase di Cantiere Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)**

Prelievi Idrici - Fase di Cantiere	Modalità di Approvvigionamento	Quantità
Acqua per attività di cantiere (bagnatura piste, attività varie, ecc.)	Autobotti, reti acquedottistiche locali	5-10 m <sup>3</sup> /giorno (ipotizzato)
Acqua per usi civili connessi alla presenza del personale addetto alla costruzione del metanodotto	Autobotti, reti acquedottistiche locali	1.2 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(1)</sup>

Nota: 1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 20 addetti.



Durante l'esercizio del metanodotto non sono previsti prelievi idrici di alcun genere.

### 8.3.3 Impianti a Terra

Per quanto riguarda la fase di cantiere del terminale di arrivo di Porto Botte, considerando l'impiego di circa 30 addetti ed un consumo pari a 0.1 m<sup>3</sup> al giorno, si stima un consumo giornaliero di acqua pari a 3 m<sup>3</sup> al giorno. Per quanto riguarda la bagnatura terre di cantiere ed il lavaggio dei mezzi, verranno utilizzati rispettivamente 10 e 5 m<sup>3</sup> al giorno. Considerando inoltre un quantitativo di 5 m<sup>3</sup> al giorno per le altre attività di cantiere, si riportano nella tabella seguente i prelievi idrici associati alla realizzazione del terminale.

**Tabella 8.7: Prelievi Idrici Fase di Cantiere del Terminale di Arrivo di Porto Botte**

Destinazione d'Uso	Quantità (m <sup>3</sup> /giorno)
Uso del personale	3
Bagnatura terre	10
Lavaggio mezzi	5
Uso per attività di cantiere	5
<b>TOTALE</b>	<b>23</b>

Per quanto riguarda la fase di esercizio, il terminale di Porto Botte non sarà presidiato costantemente. Saranno presenti 8 addetti per circa 2 mesi all'anno. In tali periodi si può stimare un consumo di circa 0.8 m<sup>3</sup> di acqua per usi civili.

Per quanto concerne invece i consumi idrici ad uso industriale, il consumo giornaliero, dovuto ai lavaggi e ad i consumi dei sistemi ausiliari ammonta a circa 0.5 m<sup>3</sup>.

Nella tabella seguente si riportano i prelievi idrici associati all'esercizio del terminale.

**Tabella 8.8: Prelievi Idrici Fase di Esercizio del Terminale di Arrivo di Porto Botte**

Tipologia	Quantità (m <sup>3</sup> /giorno)	Modalità Approvvigionamento
Usi Civili	0.8	Acquedotto
Usi Industriali	0.5	Acquedotto
<b>TOTALE</b>	<b>1.3</b>	Acquedotto

Non sono previsti consumi idrici nelle fasi di normale esercizio dei PIDI e delle Scraper Trap.

### 8.3.4 Sezione On-Shore Sardegna

I prelievi idrici in fase di cantiere sono ricollegabili essenzialmente all'umidificazione delle aree di cantiere per limitare le emissioni di polveri dovute alle attività di movimento terra e agli usi civili. Le quantità relative sono stimate come indicato nella tabella seguente.

**Tabella 8.9: Prelievi Idrici Fase di Cantiere del Metanodotto On-Shore**

Prelievi Idrici - Fase di Cantiere	Modalità di Approvvigionamento	Quantità
Acqua per attività di cantiere (bagnatura piste, attività varie, ecc.)	Autobotti, reti acquedottistiche locali	5-10 m <sup>3</sup> /giorno (ipotizzato)

Acqua per usi civili connessi alla presenza del personale addetto alla costruzione del metanodotto	Autobotti, reti acquedottistiche locali	1.2 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(1)</sup>
--	---	---

Nota: 1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 20 addetti per ogni cantiere.

In fase di commissioning i prelievi idrici sono ricollegabili all'effettuazione della prova di collaudo idraulico della condotta. L'acqua da utilizzare per il collaudo verrà prelevata da corpo idrico superficiale o approvvigionata tramite carri botte. Al fine di minimizzare al più possibile i prelievi idrici, e conseguentemente gli scarichi, l'acqua verrà "spostata", per quanto possibile, all'interno della condotta in modo da poter essere utilizzata per la prova di collaudo su vari tratti di tubazione.

Durante l'esercizio del metanodotto non sono previsti prelievi idrici di alcun genere.

## 8.4 SCARICHI IDRICI

### 8.4.1 Condotte Sottomarine AS e SI

Gli scarichi idrici in fase di cantiere per le condotte sottomarine sono ricollegabili essenzialmente ai soli usi civili. In particolare:

**Tabella 8.10: Scarichi Idrici Fase di Cantiere Condotte Sottomarine**

Scarichi Idrici Fase di Cantiere	Modalità di Scarico	Quantità
Reflui di origine civile connessi alla presenza del personale addetto alla costruzione del metanodotto off-shore	Fossa biologica Imhof (cantieri a terra) Impianti di bordo (cantieri lungo la rotta di posa)	12.5 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(1)</sup>

Nota : 1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 200 addetti.

Durante le attività di commissioning del metanodotto, gli scarichi idrici saranno collegati alla effettuazione del test idraulico. Come già indicato con riferimento ai prelievi, verrà adottato il principio di minimo spreco.

Alla fine del test l'acqua verrà restituita al mare, previa verifica di compatibilità ambientale eventuale trattamento in accordo alle norme vigenti.

Durante l'esercizio delle condotte sottomarine non sono previsti scarichi idrici.

### 8.4.2 Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)

Gli scarichi idrici in fase di cantiere sono ricollegabili essenzialmente agli usi civili e alle acque meteoriche. In particolare:

**Tabella 8.11: Scarichi Idrici Fase di Cantiere Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)**

Scarichi Idrici - Fase di Cantiere	Modalità di Scarico	Quantità
------------------------------------	---------------------	----------

Reflui di origine civile connessi alla presenza di personale per costruzione metanodotto on-shore	Fossa biologica Imhof	1.2 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(1)</sup>
Acque meteoriche in fase di cantiere	Smaltimento mediante sistema di scoline di drenaggio che sfrutteranno pendenza naturale del terreno	--

Nota: 1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 20 addetti.

Durante l'esercizio del metanodotto non sono previsti scarichi idrici di alcun genere.

### 8.4.3 Impianti a Terra

Anche per il Terminale di Porto Botte gli scarichi idrici in fase di cantiere sono ricollegabili essenzialmente agli usi civili e alle acque meteoriche. Valgono le stesse considerazioni riportate nel paragrafo precedente per il tratto terrestre del metanodotto.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, le acque sanitarie sono stimabili pari a 0.1 m<sup>3</sup> al giorno a persona, per un totale di 0.8 m<sup>3</sup> al giorno (8 addetti), per un periodo stimato di 2 mesi per anno dato che l'impianto non è presidiato. Tali acque verranno trattate in sito grazie ad un sistema dedicato; l'acqua verrà quindi rilasciata nel terreno all'interno di un'area di percolazione.

Le acque reflue industriali saranno trasferite per gravità ad un separatore API e, successivamente, ad una fossa di evaporazione; la quantità di acqua industriale stimata ammonta a circa 2 m<sup>3</sup> al giorno.

**Tabella 8.12: Scarichi Idrici Fase di Esercizio del Terminale di Arrivo di Porto Botte**

Tipologia	Quantità (m <sup>3</sup> /giorno)	Modalità Smaltimento
Usi Civili	0.8	Sistema dedicato
Usi Industriali	0.5	Fossa di evaporazione
<b>TOTALE</b>	<b>1.3</b>	

Non sono previsti consumi idrici nelle fasi di normale esercizio dei PIDI e delle Scraper Trap.

### 8.4.4 Sezione On-Shore Sardegna

Gli scarichi idrici in fase di cantiere sono ricollegabili essenzialmente agli usi civili e alle acque meteoriche. In particolare:

**Tabella 8.13: Scarichi Idrici Fase di Cantiere del Metanodotto On-Shore**

Scarichi Idrici - Fase di Cantiere	Modalità di Scarico	Quantità
Reflui di origine civile, costruzione metanodotto	Fossa biologica Imhof	1.2 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(1)</sup>

Acque meteoriche in fase di cantiere	Smaltimento mediante sistema di scoline di drenaggio che sfrutteranno pendenza naturale del terreno	--
--------------------------------------	---	----

Nota: 1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 20 addetti per ogni cantiere.

Durante le attività di commissioning del metanodotto, gli scarichi idrici saranno collegati alla effettuazione del test idraulico. Come già indicato con riferimento ai prelievi, ai fini di minimizzare i quantitativi d'acqua utilizzati, l'acqua verrà "spostata" all'interno della condotta, per quanto possibile, in modo da poter essere utilizzata per il test su vari tratti della condotta. Alla fine del test l'acqua verrà restituita a corpo idrico superficiale, previa verifica di compatibilità ambientale in accordo alle norme vigenti.

Durante l'esercizio del metanodotto non sono previsti scarichi idrici di alcun genere.

## 8.5 PRODUZIONE DI RIFIUTI

### 8.5.1 Condotte Sottomarine AS e SI

La produzione di rifiuti durante la realizzazione degli shore-approach e la presenza dei relativi cantieri a terra, consiste in :

- rifiuti tipici di cantiere (RSU ed assimilabili);
- vegetazione asportata per la preparazione delle aree di cantiere per l'approdo.

Si evidenzia che tutti i rifiuti saranno gestiti e smaltiti sempre nel rispetto della normativa vigente, privilegiando ove sia possibile la differenziazione ed il riutilizzo.

In fase di collaudo delle condotte la produzione di rifiuti è collegabile alle attività di lavaggio e pulizia della linea, che precedono l'entrata in funzione. Le quantità generate sono comunque di modesta entità.

In fase di esercizio quantità di rifiuti ridotte potranno essere prodotte dalle attività di manutenzione e pulizia periodica della linea.

### 8.5.2 Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)

La realizzazione e l'esercizio di questi brevi tratti di linea a terra determineranno una produzione di rifiuti sostanzialmente analoga per tipologia a quella stimata per la realizzazione delle condotte sottomarine.

### 8.5.3 Impianti a Terra

Per il Terminale di arrivo di Porto Botte, durante la fase di cantiere, la produzione di rifiuti è essenzialmente ricollegabile alla fase di costruzione dell'impianto e consiste in:

- rifiuti tipici di cantiere (RSU ed assimilabili);
- vegetazione asportata per la preparazione dell'area di lavoro.

Si evidenzia che tutti i rifiuti saranno gestiti e smaltiti sempre nel rispetto della normativa vigente, privilegiando ove possibile la differenziazione ed il riutilizzo.

I rifiuti prodotti durante la fase di esercizio del terminale derivano dalle diverse attività di manutenzione che vengono svolte al suo interno e dalla presenza del personale per circa 2 mesi all'anno.

Nella tabella seguente si riportano i quantitativi medi annui di rifiuti prodotti previsti per il terminale.

**Tabella 8.14: Rifiuti prodotti durante l'Esercizio del Terminale di Porto Botte**

Tipologia Rifiuto	Quantità [t/anno]
Olio esausto	0.1
Rifiuto per filtri e materiale di pulizia	0.1
Imballaggi	0.05

In condizioni di normale esercizio, non si avrà produzione di rifiuti dagli impianti di linea (PIDI e Scraper Trap). Modeste quantità potranno essere prodotte in occasione delle periodiche pulizie/manutenzioni.

#### 8.5.4 Sezione On-Shore Sardegna

La realizzazione e l'esercizio della linea a terra in Sardegna, determineranno una produzione di rifiuti sostanzialmente analoga per tipologia a quella stimata per la realizzazione delle condotte sottomarine.

## 8.6 UTILIZZO DI MATERIE PRIME E RISORSE NATURALI

### 8.6.1 Condotte Sottomarine AS e SI

La descrizione delle aree di cantiere per la realizzazione delle condotte sottomarine e degli shore-approach è riportata ai precedenti Paragrafo 5.1 e 5.3. Per quanto riguarda la realizzazione degli shore-approach sono previste aree di cantiere sia a terra sia a mare.

L'interramento della condotta in corrispondenza degli approdi porterà ad una movimentazione di sedimenti durante la realizzazione dello shore-approach.

L'area di cantiere lungo la rotta di varo della condotta è essenzialmente costituita da:

- area per ancoraggio della nave posatubi;
- spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori.

La zona occupata dal sistema di ancoraggio (campo ancore) sarà segnalata per mezzo di boe poste in corrispondenza di ogni ancora. Man mano che proseguirà la posa, le ancore saranno salpate e spostate in un'altra posizione per mezzo di rimorchiatori adibiti a questo scopo (almeno 2 rimorchiatori).

Tenuto conto degli spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori, l'area occupata dal campo ancore si estenderà per alcuni chilometri in senso longitudinale e trasversale. Tale zona, maggiorata della distanza di sicurezza, rappresenta l'area da interdire alla navigazione durante i lavori di posa.

L'avanzamento della posa del metanodotto in mare è stimabile nell'ordine di 1÷2 km lineari al giorno.

In fase di esercizio, l'occupazione di suolo sarà riferibile alle sole parti non interrato. L'occupazione di fondale sarà limitata al solo ingombro della condotta.

Per quanto riguarda la condotta sottomarina Algeria-Sardegna, all'interno del Golfo di Palmas si evidenzia che il tracciato del metanodotto in progetto attraversa aree perimetrate come potenzialmente contaminate (Sito di Interesse Nazionale "Sulcis – Iglesiente - Guspinese") ed in particolare circa 3.5 km a mare ricadono in aree perimetrate nel Sito di Interesse Nazionale quali "Aree marine potenzialmente oggetto di contaminazione passiva estese a 3 km dalla costa". Per tali aree sarà dunque necessario provvedere alla caratterizzazione dei sedimenti interessati dal tracciato del metanodotto ed alla eventuale loro bonifica.

Il personale addetto alle attività di realizzazione delle opere a mare, stimato sulla base di dati relativi ad opere simili per tipologia e dimensioni, è ipotizzabile in circa 200 unità.

### **8.6.2 Sezione di Metanodotto On-Shore (Porto Botte)**

Il tratto di metanodotto che si sviluppa tra lo spiaggiamento e il Terminale di Porto Botte interesserà le vasche salanti della salina di Sant'Antioco. Per tutta la durata dei lavori, tali vasche non saranno utilizzabili per le attività di produzione del sale.

Le modalità realizzative dell'opera e le fasi di esecuzioni del lavoro verranno concordate con i gestori della salina e mireranno a minimizzare le interazioni con le attività del sito produttivo.

Per la realizzazione di questo tratto di condotta è previsto il coinvolgimento di circa 20 unità.

### **8.6.3 Sezione di Metanodotto On-Shore (Olbia)**

Per la realizzazione di questo tratto terrestre del metanodotto sarà prevista una pista di lavoro lungo tutto in tracciato (circa 4.7 km) di 26 m.

In corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture stradali (Strada Statale No. 125) e di corsi d'acqua, l'ampiezza della pista di lavoro potrà essere superiore al valore sopra riportato per evidenti esigenze di carattere operativo ed esecutivo e andrà ad occupare aree di cantiere provvisorie supplementari.

Il personale addetto alle attività di costruzione, stimato sulla base di dati relativi a cantieri di opere simili per tipologia e dimensioni, è ipotizzabile in circa 20 unità per il cantiere di linea.

I movimenti terra per la preparazione della trincea per la posa della condotta sono pari a 4-6 m<sup>3</sup> a m lineare per un totale indicativo di 28,200 m<sup>3</sup>.

In linea di principio si prevede di rinterrare per i riempimenti tutto il terreno scavato per la preparazione della trincea; non è pertanto prevedibile terreno di risulta per cui procedere a smaltimento. Nel caso dovessero essere incontrati terreni interessati da contaminazione questi verranno smaltiti secondo le modalità e le procedure previste dalla normativa vigente.

Il consumo di materiali da costruzione, in particolare materiale granulare di riempimento fondo scavo, è stimato pari a circa 550 m<sup>3</sup> (circa 1,000 t) per km di scavo.

I quantitativi di materie prime e risorse naturali impiegate durante la realizzazione del metanodotto on-shore sono sintetizzati nella tabella seguente.

La durata delle attività di costruzione è stimata in meno di un mese, considerando che l'avanzamento nella posa del metanodotto è dell'ordine di 500 metri lineari al giorno nei tratti pianeggianti.

**Tabella 8.15: Utilizzo Materie Prime/Risorse - Fase di Realizzazione On-Shore Olbia**

Risorsa	Quantità
Occupazione Area Pista di Lavoro	122,200 m <sup>2</sup>
Manodopera	20 addetti (max)
Movimenti Terra	28,200 m <sup>3</sup>
Inerte	2,600 m <sup>3</sup>

#### 8.6.4 Impianti a Terra

L'area impegnata durante le fasi di realizzazione del terminale di Porto Botte ammonterà a circa 60,000 m<sup>2</sup>, comprensivi dell'area di cantiere (circa 4,000 m<sup>2</sup>). Il numero massimo di addetti alle attività di costruzione del terminale 30 addetti.

Una stima di larga massima della quantità di terre movimentate porta ad un valore comunque ampiamente cautelativo di circa 32,000 m<sup>3</sup> (tale cifra tiene conto dei movimenti terra per la predisposizione del piano di posa delle strutture ed impianti e per la sistemazione superficiale finale).

Nella tabella seguente si riportano i valori previsti di utilizzo di materie prime e risorse naturali associati all'esercizio del Terminale e l'occupazione di suolo prevista per i PIDI e la Scraper Trap.

**Tabella 8.16: Utilizzo Materie Prime/Risorse in Fase di Esercizio, Impianti di Linea**

Materia Prima/Risorsa – Terminale di Arrivo	Quantità
Cartucce filtranti	0.1 t/anno
Manodopera	8 (2 mesi l'anno)
<b>Occupazione di Suolo</b>	<b>Superficie</b>
Terminale di Arrivo	56,000 m <sup>2</sup>
Stazione Scraper Trap	9,300 m <sup>2</sup>
PIDI (No. 37)	450 m <sup>2</sup> ciascuna (Totale 16,650 m <sup>2</sup> )

#### 8.6.5 Sezione On-Shore Sardegna

Per la realizzazione del metanodotto on-shore in Sardegna sarà impegnata, lungo tutto in tracciato, una fascia di terreno centrata sull'asse del metanodotto e avente larghezza massima complessiva pari a 30 m.

In corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture (strade, ferrovie, ecc.), di corsi d'acqua e di aree particolari (imbocchi trivellazioni, impianti di linea), l'ampiezza della pista di lavoro sarà superiore al valore sopra riportato per evidenti esigenze di carattere operativo ed esecutivo e andrà ad occupare aree di cantiere provvisorie supplementari.

Il personale addetto alle attività di costruzione, stimato sulla base di dati relativi a cantieri di opere simili per tipologia e dimensioni, è ipotizzabile in circa 20 unità per il cantiere di linea.

I movimenti terra per la preparazione della trincea per la posa della condotta sono pari a 4-6 m<sup>3</sup> a m lineare per un totale indicativo di 1,630,000 m<sup>3</sup>.

In linea di principio si prevede di rinterrare per i riempimenti tutto il terreno scavato per la preparazione della trincea; non è pertanto prevedibile terreno di risulta per cui procedere a smaltimento. Nel caso dovessero essere incontrati terreni interessati da contaminazione questi verranno smaltiti secondo le modalità e le procedure previste dalla normativa vigente.

In corrispondenza dello spiaggiamento di Porto Botte e dei successivi primi 30 km di tracciato on-shore, il metanodotto attraversa aree perimetrate come potenzialmente contaminate (Sito di Interesse Nazionale “Sulcis – Iglesiente - Guspinese”).

Come più specificatamente descritto nel Quadro di Riferimento Programmatico ed Ambientale, per tali aree sarà dunque necessario provvedere alla caratterizzazione dei terreni e dei sedimenti interessati dal tracciato del metanodotto ed alla eventuale loro bonifica.

Il consumo di materiali da costruzione, in particolare materiale granulare di riempimento fondo scavo, è stimato pari a circa 550 m<sup>2</sup> (circa 1,000 t) per km di scavo.

I quantitativi di materie prime e risorse naturali impiegate durante la realizzazione del metanodotto on-shore sono sintetizzati nella tabella seguente.

**Tabella 8.17: Utilizzo Materie Prime/Risorse - Fase di Realizzazione On-Shore**

Risorsa	Quantità
Occupazione Area Pista di lavoro	8,160,000 m <sup>2</sup>
Manodopera	20 addetti (max)
Movimenti Terra	1,630,000 m <sup>3</sup>
Inerte	150,000 m <sup>3</sup>

## 8.7 TRAFFICO MEZZI TERRESTRI E NAVALI

### 8.7.1 Condotte Sottomarine AS e SI

Tutte le attività per le condotte sottomarine prevedono l'utilizzo di mezzi navali, la cui tipologia dipende dalle caratteristiche del lavoro in atto. Le tipologie di mezzi navali che si prevede di utilizzare per le principali operazioni sono nel seguito specificate:

- posa della condotta lungo la rotta:
  - una nave posa-tubi per il varo della condotta,
  - due rimorchiatori salpa ancore (non necessari nel caso di nave posa-tubi a posizionamento dinamico),
  - un rimorchiatore di supporto;
  - un rimorchiatore per il trasporto tubi;
- scavo e reinterro della trincea:
  - pontone attrezzato o veicolo subacqueo di affossamento,
  - mezzo navale di supporto.

Il dettaglio dei mezzi utilizzati in fase di cantiere per la posa delle condotte sottomarine e realizzazione degli shore-approach sono riportati in Tabella 8.1 (Paragrafo 8.1.1).



### **8.7.2 Sezioni di Metanodotto On-Shore (Porto Botte ed Olbia)**

In fase di costruzione del metanodotto l'incremento di traffico sulla rete stradale è ricollegabile a:

- mezzi per il trasporto dei materiali e del personale impegnato nelle attività di realizzazione dell'opera;
- attrezzature di cantiere (movimentazione terreni, posa tubazioni, ecc.).

In Tabella 8.2 ( Paragrafo 8.1.1.1) sono stimati i mezzi utilizzati in fase di cantiere per la realizzazione dei tratti terrestri delle condotte sottomarine.

In fase di esercizio il traffico è essenzialmente ricollegabile allo spostamento degli addetti per le attività di manutenzione ed ispezione della linea.

### **8.7.3 Impianti a Terra**

Il numero di mezzi impiegati per la realizzazione degli impianti a terra (terminale di arrivo a Porto Botte, Scraper Traper Intermedia e PIDI) è riportato nella Tabella 8.3 (Paragrafo 8.1.2). Tale numero è stato stimato sulla base dei dati relativi a cantieri organizzati per la realizzazione di impianti simili.

In fase di esercizio il traffico di mezzi sarà relativo solamente alla manutenzione degli impianti.

### **8.7.4 Sezione On-Shore Sardegna**

In fase di costruzione del metanodotto l'incremento di traffico sulla rete stradale è ricollegabile a:

- mezzi per il trasporto dei materiali e del personale impegnato nelle attività di realizzazione dell'opera;
- attrezzature di cantiere (movimentazione terreni, posa tubazioni, ecc.).

In Tabella 8.4 ( Paragrafo 8.1.3) sono stimati i mezzi utilizzati in fase di cantiere per la realizzazione del metanodotto on-shore in Sardegna.

In fase di esercizio il traffico è essenzialmente ricollegabile allo spostamento degli addetti per le attività di manutenzione ed ispezione della linea.

## **9 MISURE PROGETTUALI PER LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI**

Il contenimento degli impatti indotti sull'ambiente dalla costruzione e dall'esercizio delle opere a progetto è stato affrontato con due diversi approcci tra essi complementari (interventi di ottimizzazione):

- scelte tecnologiche e impiantistiche in sede progettuale;
- misure di buona ingegneria e corretta gestione dei cantieri e degli impianti in fase di costruzione e di esercizio.

Oltre a quanto sopra riportato si sono studiati interventi di ripristino da realizzare a valle della finalizzazione dei lavori di costruzione/posa volti a riequilibrare gli eventuali scompensi indotti.

### **9.1 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE**

#### **9.1.1 Metanodotto On-Shore**

Nel seguito del paragrafo sono descritte le principali misure progettuali che saranno adottate per la mitigazione degli impatti connessi allo svolgimento delle seguenti fasi realizzative del metanodotto on-shore:

- installazione del cantiere e dei servizi;
- pulizia dell'area e preparazione della pista di lavoro;
- scavo della trincea;
- posa della tubazione;
- rinterro.

##### **9.1.1.1 Installazione del Cantiere e dei Servizi**

Per quanto riguarda la fase di installazione del cantiere e dei servizi ad esso associati le principali misure mitigative che sarebbe opportuno adottare sono le seguenti:

- utilizzo della fossa biologica Imhoff per tutti gli impianti igienico sanitari del cantiere, in modo da prevenire eventuali contaminazioni della risorsa idrica sia superficiale che di falda;
- predisposizione di idonei sistemi di contenimento per le aree destinate ad ospitare il rifornimento dei mezzi o lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose quale misura speciale di sicurezza nel caso non sia possibile eseguire queste attività ad almeno 50 m dai corpi idrici superficiali;
- predisposizione di scoline di drenaggio per l'allontanamento delle acque meteoriche dall'area di lavoro e realizzazione se necessario di eventuali filtri per i sedimenti in presenza di corsi d'acqua significativi

#### 7.8.1.2 Pulizia dell'Area e Preparazione della Pista di Lavoro

La attività vere e proprie di cantieristica iniziano con la preparazione della pista di lavoro. Le misure mitigative che possono essere previste in questa fase sono finalizzate a limitare per quanto possibile il consumo di suolo attraverso le seguenti attività:

- localizzazione delle strutture di cantiere in aree già disturbate (quando possibile) o comunque utilizzare quanto più possibile aree vicine a piste già esistenti;
- massima riduzione di ogni modifica connessa con gli spazi di cantiere, strade e percorsi d'accesso, spazi di stoccaggio, etc., relazionandola strettamente alle opere da realizzare, con il totale ripristino dell'area all'originario assetto una volta completati i lavori;
- compattazione dei suoli dell'area di lavoro prima dello scavo per limitare fenomeni di filtrazione e prevenire eventuali contaminazioni da sversamento accidentale;
- minimizzazione delle dimensioni delle aree di cantiere e delle piste di lavoro in presenza di aree di interesse archeologico;
- localizzazione delle aree di accesso all'area di cantiere il più lontano possibile da residenze private o aree di pregio ambientale;
- apertura del minor numero possibile di sentieri e piste di cantiere attraverso le aree vegetate in modo da limitare il disturbo dei suoli e, di conseguenza, le possibilità di diffusione di specie vegetali indesiderate;
- limitazione del traffico dei mezzi di costruzione in aree con vegetazione o in presenza di specie animali sensibili attraverso:
  - deviazione del traffico non strettamente necessario in modo da aggirare le aree sensibili,
  - protezione delle aree sensibili con apposite barriere;
- minimizzazione della ripulitura delle piazzole da vegetazione e da eventuali colture presenti;
- bagnatura delle gomme degli automezzi e umidificazione del terreno nelle aree di cantiere al fine di contenere quanto più possibile la produzione di polveri.

#### 9.1.1.2 Scavo della Trincea

Le principali misure di mitigazione degli impatti legate alla fase di scavo della trincea hanno lo scopo di prevenire situazione di alterazione delle caratteristiche di qualità delle acque superficiali e sotterranee e di evitare eventuali interferenze con l'assetto idraulico del territorio. Di seguito si riporta un elenco di tutti i possibili accorgimenti tecnici operativi che è possibile adottare:

- esecuzione delle opere di scavo a regola d'arte, in modo da arrecare il minor disturbo possibile;
- esecuzione del dewatering della trincea per evitare che una eventuale contaminazione dell'ambiente, sia diretta che indiretta, da parte di sedimenti e scarichi acidi o salini si propaghi più velocemente attraverso le acque di ristagno nello scavo;

- mantenimento, quando possibile, degli strati medio-superficiali del manto vegetale nelle aree in cui la falda è molto vicina alla superficie;
- conservazione delle terre rimosse ad almeno 10 m dal punto più alto delle linee di drenaggio per evitare il dilavamento del materiale;
- minimizzazione dei tempi di esposizione agli agenti atmosferici della trincea aperta;
- in presenza di aree di interesse archeologico, controllo degli scavi impiegando personale qualificato, in accordo con la Soprintendenza competente;
- nel caso di rinvenimento di reperti, adozione delle misure più idonee di concerto con la Soprintendenza competente come:
  - asportazione e conservazione in luoghi idonei dei reperti,
  - piccole varianti di tracciato per la salvaguardia delle strutture archeologiche rinvenute;
- messa in opera di percorsi alternativi temporanei per la viabilità locale, in modo da rendere quanto più possibile contenuto il disturbo alla circolazione;
- prevedere due distinti stoccaggi temporanei per la parte superficiale di terreno (humus) e per quella più profonda; i due stoccaggi dovrebbero inoltre essere localizzati sui due lati opposti dell'area di intervento per evitare che vengano in contatto.

Nel caso di attraversamento di terreni interessati da fenomeni pregressi di contaminazione, si dovrà provvedere alla loro rimozione e smaltimento secondo le modalità previste dalla normativa vigente e provvedere alla sostituzione degli stessi con materiali appositamente reperiti di analoghe caratteristiche.

#### 9.1.1.3 Posa della Tubazione

In fase di posa della condotta è possibile mitigare gli impatti adottando le seguenti misure:

- impedire o limitare il transito dei mezzi di lavoro sui suoli rimossi o da rimuovere;
- bagnatura delle gomme degli automezzi da lavoro che circolano sulla pista adiacente lo scavo, per evitare la diffusione di polvere e controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi;
- umidificazione del terreno nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per impedire l'emissione di polvere.

#### 9.1.1.4 Rinterro

Durante la fase di copertura della trincea è di fondamentale importanza evitare l'alterazione dell'assetto morfo-dinamico dei terreni coinvolti. Le principali misure mitigative sono di seguito elencate:

- rivegetare il prima possibile la pista di lavoro per ripristinare il precedente equilibrio idrogeologico e per garantire un adeguato livello di stabilità nel medio e nel lungo termine;
- ricollocare l'humus ed il materiale di scavo nell'ordine originale per facilitare la rivegetazione;

- assicurare un grado di compattezza del terreno che ricopre la condotta tale da evitare il moto verticale dell'acqua e al tempo stesso garantire l'esistenza di strati porosi che impediscano la formazione di flussi orizzontali continui di acqua nel sottosuolo;
- utilizzare scivoli per lo scarico dei materiali per limitare l'innalzamento di polveri;
- mantenere sotto controllo il drenaggio da aree coltivate in modo da evitare eventuali migrazioni di prodotti funzionali all'agricoltura;
- interrompere a intervalli regolari la trincea mediante sacchi di sabbia o cemento stabilizzato disposti a corona della tubazione, in modo da rallentare o interrompere il flusso d'acqua lungo la pipeline per evitare l'erosione del suolo circostante;
- realizzare opportune canalette per facilitare e regolamentare il deflusso delle acque meteoriche contribuendo anche alla prevenzione dei fenomeni di erosione.

### **9.1.2 Metanodotto Off-Shore**

La realizzazione della condotta off – shore e in particolare lo scavo della trincea e la fase di posa sul fondale potranno indurre i seguenti effetti sull'ambiente interessato:

- risospensione dei sedimenti ed aumento della torbidità delle acque;
- interferenze/danneggiamenti alle praterie di posidonia.

Di seguito sono descritte le principali misure progettuali che saranno adottate durante la posa del metanodotto off-shore per la mitigazione degli impatti potenziali sopra citati.

#### **9.1.2.1 Risospensione di Sedimenti e Aumento di Torbidità delle Acque**

Durante lo scavo della trincea per la realizzazione dello shore-approach e durante la posa della condotta off-shore si potrebbe generare una torbidità delle acque nell'area circostante la zona di posa dovuta ai materiali fini messi in sospensione e dispersi dalle correnti.

L'impatto sulla colonna d'acqua andrà confinato in tempi ristretti, soprattutto per non interferire con il fitoplancton; trattandosi di zone anche in mare aperto, la corrente non consentirà di stabilire una situazione stazionaria ed il moto ondoso potrebbe ricircolare materiale proveniente dal sedimento.

Le misure di mitigazione, da definirsi in base alla qualità dei sedimenti movimentati, potrebbero prevedere l'installazione di panne di contenimento superficie-fondo intorno alla zona di scavo. Se la buona qualità del sedimento (materiale ad uso ripascimenti) consente di non condizionare negativamente la qualità della colonna d'acqua, si potrà procedere considerando di operare nella stagione di minor ricchezza del popolamento fitoplanctonico e riducendo al minimo i tempi operativi ed i volumi di sedimenti rimossi.

#### **9.1.2.2 Interferenze/Danneggiamenti alle Praterie di Posidonia Oceanica**

La posa della condotta off-shore interessa un tratto caratterizzato dalla presenza di praterie di posidonia. Le attività di costruzione verranno condotte in modo tale da minimizzare i rischi di impatto e si presterà la massima attenzione, in fase di realizzazione dell'opera, a non attivare le sorgenti di perturbazione. Verranno poste in atto adeguate misure cautelative; in particolare:

- gli ancoraggi di navi e pontoni sulla prateria presente saranno minimizzati, ovviamente nell'ambito di quanto possibile per garantire simultaneamente la sicurezza del personale e dei mezzi impiegati per i lavori;
- laddove possibile, l'ancoraggio dei mezzi potrebbe essere sostituito o affiancato dall'ormeggio su corpi morti opportunamente predisposti nelle radure eventualmente esistenti all'interno della prateria;
- il danneggiamento alla prateria per la realizzazione della trincea sarà limitato attraverso un'opportuna individuazione del corridoio ottimale di posa, anche in seguito all'esecuzione di rilievi diretti in sito volti a definire la reale estensione della prateria nelle aree di progetto;
- la risospensione di sedimenti dovuta ad operazioni di escavo andranno minimizzate mediante l'utilizzo di tecniche di costruzione appropriate.

### **9.1.3 Impianti**

Per quanto riguarda l'apertura dei cantieri degli impianti (PIDI, Scraper Trap e Terminale di Porto Botte) di porranno in atto i medesimi accorgimenti previsti per i cantieri di linea.

Per quanto concerne il terminale di Porto Botte occorre inoltre evidenziare che verranno posti in essere i seguenti accorgimenti.

#### **9.1.3.1 Ottimizzazione del Progetto Architettonico**

L'aspetto estetico e l'inserimento del Terminale nel contesto ambientale locale sarà particolarmente curato; la scelta dei colori e delle caratteristiche architettoniche delle parti in vista saranno realizzate in modo che possano inserirsi armonicamente nel contesto paesaggistico del sito, compatibilmente con i vincoli stabiliti dalla normativa di sicurezza e con le esigenze d'efficienza e funzionalità dell'impianto.

#### **9.1.3.2 Sistemi per la Prevenzione della Contaminazione del Terreno**

Le apparecchiature contenenti oli di lubrificazione e/o gli additivi chimici verranno posti in locali chiusi. Le acque di lavaggio e gli eventuali sversamenti accidentali di oli verranno raccolti in apposite vasche di accumulo per poi essere scaricati a mezzo di botti spurgo e smaltiti in impianti autorizzati secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

I serbatoi contenenti prodotti potenzialmente contaminanti saranno dotati di appositi bacini di contenimento dimensionati per la capacità massima, al fine di evitare che la rottura accidentale di un serbatoio possa contaminare il terreno. Sono previsti controlli periodici dello stato di conservazione dei sistemi.

#### **9.1.3.3 Altri Accorgimenti Progettuali**

Oltre a quanto sopra descritto, si è provveduto a:

- prevedere l'installazione di macchine dell'ultima generazione disponibile sul mercato, caratterizzate da performances ambientali di alto livello;
- prevedere, ove possibile, l'insonorizzazione degli equipment più rumorosi;
- definire circuiti separati per il sistemi/reti di drenaggio delle acque.

## **9.2 RIPRISTINI**

Nei precedenti capitoli del documento sono state descritte le attività di ripristino morfologico e vegetazionale previste per i vari tratti di condotta a terra. In sintesi sono previste le seguenti azioni:

- azioni da realizzare in fase di apertura del cantiere/pista;
- ripristini morfologici;
- ripristini vegetazionali;
- monitoraggio dei ripristini.

### **9.2.1 Azioni da Prevedere in Fase di Apertura del Cantiere/Pista di Lavoro**

Le attività elencate nel seguito verranno realizzare in fase di apertura dei cantieri e delle piste di lavoro al fine di consentire, a fine lavori, un più agevole ed efficace intervento di ripristino:

- in fase di apertura della pista:
  - il taglio degli alberi e della vegetazione in genere dovrà avvenire in maniera ordinata, limitando l'intervento agli esemplari per cui si ritiene strettamente necessario,
  - il terreno fertile di risulta dovrà essere accantonato per il successivo riutilizzo in fase di ripristino;
- in fase di scavo della trincea, il materiale di risulta dovrà essere mantenuto separato dal terreno fertile di cui al punto precedente.

### **9.2.2 Ripristini Morfologici**

I ripristini morfologici hanno lo scopo di restituire alle aree interessate dai lavori di posa della condotta la configurazione morfologica che avevano prima dell'avvio dei lavori. Tali interventi sono necessari al fine di:

- consentire una corretta regimazione delle acque;
- assicurare la stabilità dei suoli;
- evitare l'insorgere di fenomeni di erosione;
- consentire il successivo impianto di specie vegetali (ripristini vegetazionali).

Ove possibile, per la realizzazione

### **9.2.3 Ripristini Vegetazionali**

La previsione di adeguati interventi di ripristino vegetazionale, finalizzati ad avviare i processi di ricostruzione della copertura vegetale antecedente alla realizzazione dell'opera, consente di accelerare l'insediamento della fitocenosi ed annullare nel tempo gli effetti negativi indotti dalla rimozione della vegetazione originaria.

Tali interventi verranno effettuati con riferimento alle caratteristiche botanico-vegetazionali dell'area interessata dai lavori. In tal modo la qualità della vegetazione esistente lungo il

tracciato del metanodotto verrà alterata solo provvisoriamente e limitatamente alla pista di lavoro; non verrà, inoltre, arrecato alcun danno permanente alla fauna.

Di seguito si riporta un elenco delle possibili azioni da eseguire a fine lavori in modo da ripristinare le aree attraversate:

- provvedere alla immediata rivegetazione, possibilmente con specie autoctone, dell'area di intervento una volta completati i lavori di messa in sicurezza e ripristino dei suoli disturbati;
- utilizzo di specie vegetali caratterizzanti la fitocenosi circostante e preesistenti nella fascia di lavoro per evitare la diffusione di specie non autoctone durante le operazioni di ripristino;
- controllo della qualità dei suoli usati per la rivegetazione;
- monitoraggio dell'evoluzione della rivegetazione avendo cura di controllare l'eventuale sviluppo di formazioni vegetali nocive o indesiderate;
- ove necessario saranno distribuiti sulla superficie da rinverdire terreni con caratteristiche chimico-fisiche idonee alla piantumazione;
- a seconda delle situazioni verrà effettuata la messa a dimora di piante provenienti da vivai oppure si procederà alla semina e alla copertura del seme.

#### **9.2.4 Monitoraggio dei Ripristini**

Al termine del ripristino ambientale al fine di prevenire o mitigare eventuali fenomeni di mutazione dell'assetto morfologico e vegetazionale legati alla realizzazione del metanodotto risulta opportuno anche in fase di esercizio effettuare le seguenti attività di controllo:

- ispezioni periodiche delle canalette ed eventualmente provvedere alle opere di manutenzione richieste;
- monitoraggio periodico dell'area in cui è localizzata la condotta in relazione ad eventuali fenomeni di instabilità del terreno, con particolare riguardo agli argini ed alle sponde dei fiumi;
- sopralluoghi periodici di controllo dell'evoluzione del ripristino dell'area interessata dagli interventi in modo da sviluppare appropriati e tempestivi piani di manutenzione.



**RIFERIMENTI**

Galsi, 2008, “Gasdotto Algeria-Sardegna-Italia (GALSI), Condotta Sottomarina Algeria – Sardegna, P=183 barg, DN 650 (26”) e Terminale di Arrivo a Porto Botte, Elaborati di Progetto”

Galsi, 2008, “Gasdotto Algeria-Sardegna-Italia (GALSI), Condotta a Terra Sardegna, P=75 barg, DN 1200 (48”), Elaborati di Progetto”

Galsi, 2008, “Gasdotto Algeria-Sardegna-Italia (GALSI), Condotta Sottomarina Sardegna – Italia, P=200 barg, DN 800 (32”) e Terminale di Arrivo a Piombino, Elaborati di Progetto”