

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 1 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI - POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

INDICE

PREMESSA.....	5
INTRODUZIONE	8
SOMMARIO.....	11
1 BASI DI PROGETTO.....	12
1.1 INTRODUZIONE	12
1.2 DEFINIZIONI	12
1.3 CODICI E STANDARD	13
1.3.1 <i>Progettazione metanodotto sottomarino</i>	13
1.3.2 <i>Materiali</i>	13
1.3.3 <i>Qualità</i>	13
1.4 PARAMETRI GENERALI DI PROGETTAZIONE	14
1.4.1 <i>Descrizione generale del sistema</i>	14
1.4.2 <i>Limiti di batteria</i>	14
1.4.3 <i>Volumi di gas</i>	15
1.4.4 <i>Pressione del gas</i>	15
1.4.5 <i>Composizione del gas</i>	15
1.5 DATI OCEANOGRAFICI	16
1.5.1 <i>Temperatura</i>	16
1.5.2 <i>Onde e venti</i>	16
1.5.3 <i>Correnti</i>	17
1.6 DATI DI PROGETTO PER IL METANODOTTO	17
1.6.1 <i>Caratteristiche della tubazione</i>	17
1.6.2 <i>Buckle arrestors</i>	18
1.6.3 <i>Tipo di rivestimenti</i>	18
1.6.4 <i>Stabilizzazione</i>	18
1.6.5 <i>Protezione catodica</i>	18
1.7 TRACCIATO DEL METANODOTTO	19
1.7.1 <i>Caratteristiche generali</i>	19
2 TRACCIATO DEL METANODOTTO SOTTOMARINO	22
2.1 INTRODUZIONE	22
2.2 PUNTO DI APPRODO DI OTRANTO.....	22
2.3 SONNESSIONE ALLA SEZIONE A TERRA DEL PROGETTO POSEIDON	24
2.4 PUNTO DI APPRODO IN GRECIA	24
2.5 SEZIONE SOTTOMARINA	24
2.5.1 <i>Interazioni con terzi</i>	25
2.5.2 <i>Piattaforma continentale greca</i>	27
2.5.3 <i>Scarpata continentale greca</i>	28
2.5.4 <i>Fondale ionico</i>	28
2.5.5 <i>Scarpata continentale italiana</i>	29
2.5.6 <i>Piattaforma continentale italiana</i>	29
3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL METANODOTTO SOTTOMARINO.....	31
3.1 ANALISI IDRAULICA.....	31
3.2 SCELTA DEI MATERIALI	31
3.2.1 <i>Grado dell'acciaio</i>	31
3.2.2 <i>Rivestimento</i>	32



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 3 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

3.3	SPESSORE DEI TUBI	32
3.4	SOVRASPESSORI DI CORROSIONE	33
3.5	BUCKLE ARRESTORS	33
3.6	PROTEZIONE CATODICA.....	33
3.7	GIUNTI ISOLANTI	34
3.8	STABILIZZAZIONE DEL METANODOTTO	34
4	COSTRUZIONE DEL METANODOTTO	36
4.1	GENERALITA'	36
4.2	SHOREAPPROACH DI OTRANTO	36
4.2.1	<i>Considerazioni generali sul metodo di costruzione</i>	36
4.2.2	<i>Preparazione del cantiere a terra</i>	39
4.2.3	<i>Preparazione del foro di uscita a mare</i>	44
4.2.4	<i>Trivellazione</i>	47
4.2.5	<i>Posa del metanodotto</i>	53
4.2.6	<i>Ripristino</i>	55
4.2.7	<i>Durata delle operazioni allo spiaggiamento</i>	56
4.3	SEZIONE OFFSHORE	56
4.3.1	<i>Posa del metanodotto</i>	56
4.3.2	<i>Tie-in</i>	59
4.3.3	<i>Analisi ed interventi al fondale</i>	60
4.3.4	<i>Attraversamenti</i>	60
4.3.5	<i>Pre-commissioning e commissioning</i>	62
4.3.6	<i>Durata delle operazioni di posa del metanodotto sottomarino</i>	63
5	ESERCIZIO E MANUTENZIONE DEL METANODOTTO	64
5.1	INTRODUZIONE	64
5.2	ESERCIZIO DEL METANODOTTO	64
5.2.1	<i>Controllo del metanodotto</i>	64
5.2.2	<i>Avviamento e fermata del metanodotto</i>	65
5.2.3	<i>Procedura nel caso di perdita</i>	65
5.2.4	<i>De-pressurizzazione del metanodotto</i>	66
5.3	CONTROLLI	67
5.4	MANUTENZIONE	68



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 4 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO ADESCRIZIONE GENERALE DEL SISTEMA.....	FIGURA 1
ALLEGATO BTRACCIATO COMPLESSIVO (1:200.000)	DOC. 31040901-0101-DRW-00-003
ALLEGATO CTRACCIATO IN ACQUE ITALIANE (1: 100.000)	DOC. 31030508-0101-DRW-00-008
ALLEGATO DTRACCIATO IN ACQUE ITALIANE (1: 25.000).....	DOC. 31030508-0101-DRW-00-006
ALLEGATO EPUNTO DI APPRODO DI OTRANTO (1: 1.500).....	DOC. 31030508-0101-DRW-00-007
ALLEGATO FTRACCIATO DELLA SEZIONE A TERRA.....	DOC.566-X003-R3
ALLEGATO GPROFILO DELLA TRIVELLAZIONE	DOC. 31030508-0101-DRW-00-004
ALLEGATO HAREA LAVORI AL LANDFALL DI OTRANTO (1:1.500)DOC.	31030508-0101-DRW-00-005
ALLEGATO I AREA DI TRANSIZIONE A MARE	DOC. 31030508-FIG-001(C.1)
ALLEGATO LBIBLIOGRAFIA	



**PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)**

Pagina : 5 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

PREMESSA

Il presente documento “Progetto Preliminare, rev. 1, Novembre 2007”, rivede e sostituisce il precedente “Progetto Preliminare, rev. 0, Settembre 2006”, emesso da Edison e DEPA (società di stato greca operante nel settore del gas naturale) nel settembre del 2006.

Il documento costituisce il Progetto Preliminare per la realizzazione, all'interno del progetto Poseidon, del metanodotto sottomarino per l'importazione di gas naturale dalla Grecia all'Italia attraverso il Canale d'Otranto.

La nuova edizione del Progetto Preliminare si è resa necessaria a seguito di studi ed analisi svolte a completamento ed approfondimento di quelle effettuate durante lo Studio di Fattibilità. Tali nuovi studi hanno portato ad alcune variazioni nel progetto:

- Metodo di realizzazione del punto di approdo ad Otranto: il punto di approdo di Otranto verrà realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata (HDD, horizontal directional drilling).
Studi specialistici specifici hanno dimostrato la fattibilità di tale metodo costruttivo; l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata garantirà la massima copertura del metanodotto allo spiaggiamento e minimizzerà le possibili interazioni con le praterie di posidonia esistenti.
- Tracciato offshore: il tracciato del metanodotto passerà a sud-ovest dell'area di scarico munizioni presente nel canale di Otranto.
Tale tracciato è il risultato dell'ottimizzazione, a seguito dei risultati di una campagna di acquisizione di dati di tipo geofisico e geotecnico realizzata nei mesi di settembre ed ottobre del 2007, di un corridoio di posa già preliminarmente identificato durante lo Studio di Fattibilità mediante lo studio di carte e mappe di pubblico dominio.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 6 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

La prima edizione del Progetto Preliminare (“progetto Preliminare, rev. 0, Settembre 2006), basata sui soli risultati dello Studio di Fattibilità, indicava comunque come caso base il corridoio di posa denominato Tracciato A, caratterizzato dal passaggio a nord-est dell’area di scarico munizioni Nato presente nel canale di Otranto, di lunghezza pari a circa 217km e di profondità massima pari a circa 1400-1450m in quanto la fattibilità del corridoio di posa denominato Tracciato B, con passaggio a sud-ovest dell’area di scarico munizioni, non era certa a causa della mancanza di dati, con particolare riferimento alla sezione relativa alla scarpata continentale italiana.

Nei mesi di settembre ed ottobre 2007 è stata effettuata, ad opera della società specializzata svedese MMT e con la supervisione di Intec Engineering, una campagna di rilievi di tipo geotecnico e geofisico (reconnaissance survey) finalizzata ad acquisire dati per la definizione della batimetria e delle altre caratteristiche geomorfologiche nell’area del progetto rilevanti al fine della realizzazione del gasdotto. La campagna è stata condotta lungo entrambi i Tracciati A e B.

L’analisi dei risultati della campagna di rilievi ha dimostrato la fattibilità del corridoio B ed ha anche portato ad una sua ottimizzazione con la determinazione di un tracciato posa considerato fattibile dal punto di vista tecnico e preferibile rispetto al Tracciato A.

Il Tracciato B, scelto per lo sviluppo del progetto Poseidon e descritto nel Progetto Preliminare, rev. 1, Novembre 2007, risulta preferibile rispetto al Tracciato A in quanto, tecnicamente fattibile, comporta i seguenti vantaggi:

- la sua lunghezza, 206km, è inferiore rispetto a quella del tracciato A, con conseguenti minori impatti legati alla costruzione ed alla posa;
- la massima profondità, 1380m, è minore, con benefico impatto in termini di eventuali problematiche tecniche relative alla installazione;
- il tracciato del metanodotto è stato determinato nell’ottica di minimizzare le interazioni con le infrastrutture esistenti (il tracciato B ha un numero minore di attraversamenti minore rispetto al Tracciato A e, nel fondale ionico interessa aree comunque distanti da infrastrutture esistenti)



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 7 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Il metanodotto attraversa le acque territoriali italiane per circa 45 Km a partire da un punto caratterizzato da una profondità del fondale di circa 140 m. Nelle acque territoriali le modifiche rispetto al Tracciato A riguardano principalmente la sezione distante dalla costa; la maggiore lunghezza della sezione è dovuta al fatto che la scarpata continentale italiana è attraversata in un punto posto più a sud rispetto al punto di attraversamento del tracciato A, identificato come idoneo per la costruzione del gasdotto dal punto di vista tecnico e nell'ottica della ottimizzazione complessiva della lunghezza dell'opera. Sono state inoltre effettuate alcune modifiche all'angolo di curvatura del tracciato per l'allineamento con lo shoreapproach e per l'attraversamento dei cavi, al fine di evitare alcune zone rocciose localizzate in dettaglio durante la campagna di rilievi e garantire l'adeguato angolo di incidenza per gli attraversamenti.

Il tracciato lungo il fondale ionico risulta essenzialmente rettilineo con direzione generale nord-ovest a partire dalla scarpata continentale greca, e si colloca, come detto a sud-ovest dell'area di scarico munizioni.

Per quanto riguarda la scarpata e la piattaforma continentale greca le modifiche rispetto al tracciato A sono minori e essenzialmente legate all'ottimizzazione del tracciato.

Le nuove scelte progettuali verranno dettagliate all'interno del documento.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 8 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce il Progetto Preliminare per la realizzazione, all'interno del progetto Poseidon, del metanodotto sottomarino per l'importazione di gas naturale dalla Grecia all'Italia attraverso il Canale d'Otranto.

Il progetto Poseidon è stato sviluppato congiuntamente da Edison S.p.A e DEPA S.A. (società di stato greca operativa nel settore del gas) nell'ambito del progetto Interconnessione Italia – Grecia (IGI), relativo alla realizzazione di un metanodotto per l'importazione in Italia, attraverso la Grecia, del gas naturale proveniente dalle aree del Mar Caspio e del Medio Oriente.

Tale progetto è stato oggetto di uno specifico Protocollo di Intenti, fra il Ministro per lo sviluppo greco e il Ministro delle Attività Produttive (ora Ministero per lo Sviluppo Economico) italiano, siglato ad Atene il 24 Giugno 2005 e successivamente trasformato in Accordo Intergovernativo a Lecce, il 4 Novembre 2005.

In data 13 marzo 2006 il gasdotto Poseidon è stato inserito dal Ministero dello Sviluppo Economico nella Rete nazionale dei Gasdotti di cui all'articolo 9 del D.lgs. n.164/ 2000.

Il 26 luglio 2007 il Ministro dello Sviluppo economico italiano, il Ministro per lo sviluppo greco ed il Ministro dell'energia e delle risorse naturale turco hanno siglato un Accordo Intergovernativo per lo sviluppo di un sistema di gasdotti per l'importazione di gas dalle aree del Caspio e del Medio Oriente attraverso la Turchia e la Grecia, estendendo quindi il quadro istituzionale a supporto del progetto.

Il progetto IGI nella sua completezza è costituito da:

- sezione a terra (“on-shore”) in Grecia, dalla zona nord-orientale (Komotini) alla costa occidentale prospiciente il Mare Adriatico, della lunghezza complessiva di circa 600 km comprensiva delle relative stazioni di compressione e misura.
- sezione “off-shore” (Progetto Poseidon) attraverso il canale di Otranto, che prevede in dettaglio la realizzazione delle seguenti infrastrutture:
 - stazione di compressione, misura ed invio sulla costa ovest della Grecia e relativo tratto di metanodotto di collegamento a terra tra la stazione e il punto di approdo del metanodotto sottomarino;
 - metanodotto sottomarino della lunghezza di circa 206 km dal punto di approdo sulla costa greca fino ad Otranto attraverso il Canale d’Otranto (oggetto del presente Progetto Preliminare);
 - metanodotto di collegamento a terra (circa 3 km) tra il punto di approdo di Otranto e la stazione di misura sita nel medesimo comune (oggetto di uno specifico Progetto Preliminare).

L’infrastruttura consentirà una importazione iniziale di gas in Italia di circa 8 miliardi di Nm³/anno e potranno essere effettuati futuri potenziamenti.

La realizzazione del progetto, inserita in un contesto energetico caratterizzato dalla crescita del mercato prevista per i prossimi anni e dalla conseguente necessità di ricorrere ad importazioni addizionali di gas in Italia, assume un’importanza strategica nell’ambito del potenziamento delle infrastrutture energetiche del sistema Italia e, più in generale, del sistema EU.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 10 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Contribuirà infatti non solo a sostenere la crescita di domanda, ma risponderà anche alla necessità di diversificazione dei mercati di origine del gas al fine di garantire la sicurezza e la stabilità delle forniture.

Il presente documento è stato preparato da Edison e DEPA sulla base della propria esperienza e dei risultati delle analisi tecniche effettuate dalle società PLE (Eon Engineering dal 14.05.2004), Intec e D'Appolonia fino al momento della stesura dello stesso.

La bibliografia dettagliata è riportata nell'Allegato L.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 11 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

SOMMARIO

Il presente documento costituisce il Progetto Preliminare per la realizzazione, nell'ambito del progetto Poseidon, del metanodotto sottomarino per l'importazione di gas naturale dalla Grecia all'Italia.

Il Capitolo 1 riporta le Basi di Progetto, ossia i dati ed i parametri necessari per la definizione e la progettazione del metanodotto sottomarino. Oltre alla descrizione del sistema ed alle specifiche sulle prestazioni richieste sono riportati anche dati tecnici relativi alle condizioni ambientali ed alle proprietà dei materiali utilizzati. I dati saranno eventualmente rivisti sulla base di ulteriori approfondimenti durante la fase di progettazione definitiva.

Il Capitolo 2 descrive il tracciato del metanodotto sottomarino così come identificato sulla base dell'analisi dei risultati della campagna di rilievi geofisici e geotecnici. Al fine della descrizione il tracciato è stato suddiviso in zone differenti per caratteristiche morfologiche. Viene descritto il punto di approdo in Italia e vengono riportate alcune considerazioni sul metodo costruttivo, che verrà trattato più in dettaglio nel Capitolo 4.

Il Capitolo 3 riporta le caratteristiche tecniche del metanodotto sottomarino. Vengono analizzati tutti gli aspetti fondamentali della progettazione: il dimensionamento, la scelta dei materiali, la stabilizzazione e la protezione anticorrosione.

Nel Capitolo 4 vengono descritte le modalità di costruzione del metanodotto sottomarino. Si descrivono le tecniche di posa in acque basse e profonde e particolare attenzione è posta sugli aspetti costruttivi per i punti di approdo.

Il Capitolo 5 descrive la filosofia per l'esercizio, il controllo e la manutenzione del sistema.

1 BASI DI PROGETTO

1.1 INTRODUZIONE

Le basi di progetto rappresentano i dati essenziali necessari per la progettazione.

I dati riportati sono stati rivisti e completati durante lo Studio di Fattibilità tecnica del progetto e le ulteriori analisi effettuate e saranno utilizzati per la successiva fase di ingegneria.

1.2 DEFINIZIONI

Nel presente paragrafo sono riportate in modo sintetico le definizioni dei principali termini tecnici utilizzati per descrivere il progetto.

- Landfall: area a terra necessaria nella costruzione del metanodotto offshore. L'area del landfall di Otranto è compresa tra la linea di costa ed il punto di ingresso della traiettoria dell'HDD (horizontal directional drilling), che rappresenta il punto di connessione con la sezione a terra del metanodotto (punto di approdo).
- HDD (horizontal directional drilling): metodo di costruzione per effettuare attraversamenti sotterranei che implica la realizzazione, mediante tecniche di trivellazione controllata, di un condotto attraverso il quale verrà posata la tubazione.
- Punto di approdo: il punto che identifica il termine del metanodotto offshore e nel quale avviene il collegamento con il metanodotto a terra
- Shoreapproach: la sezione di metanodotto offshore in prossimità della costa che, in funzione della vicinanza alla stessa, richiede particolari metodi di costruzione e posa. Per l'approdo di Otranto tale sezione inizia a circa 400m dalla linea di costa (profondità del fondale -25m).



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 13 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

1.3 CODICI E STANDARD

I codici e gli standard per il progetto sono stati preliminarmente scelti in accordo con i requisiti di Grecia ed Italia come specificato nella norma europea EN 14161. Dove non vi era riferimento in tale norma, è stato utilizzato il Det Norske Veritas 'Offshore Standard - Submarine Pipeline Systems' che rappresenta la pratica internazionalmente accettata ed è stato utilizzato in progetti simili.

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

1.3.1 Progettazione metanodotto sottomarino

DNV OS F101	Offshore Standard - Submarine Pipeline Systems, 2000
DNV RP B401	Recommended Practice - Cathodic Protection Design, 1993
DNV RP F105	Recommended Practice - Free Spanning Pipelines, 2002
DNV CN 30.5	Environmental Conditions and Environmental Loads, 1992
DNV RP E305	Recommended Practice – On-bottom Stability Design of Submarine Pipelines, 1988

1.3.2 Materiali

SPEC 5L	Specification for Line Pipe
STD 1104	Standard for Welding Pipelines and Related Facilities

1.3.3 Qualità

ISO 9001	Quality Management Systems – Requirements, 2000
----------	---



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 14 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

1.4 PARAMETRI GENERALI DI PROGETTAZIONE

1.4.1 Descrizione generale del sistema

Il metanodotto sottomarino si inserisce all'interno del progetto Poseidon, rappresentato schematicamente nella figura 1 dell'Allegato A. Il sistema permetterà l'importazione in Italia di gas naturale proveniente dalla Grecia.

Il progetto Poseidon prevede la realizzazione delle seguente infrastrutture:

- stazione di compressione, misura ed invio sulla costa ovest della Grecia, localizzata preliminarmente nei pressi di Stavrolimenas (caso base al quale si fa riferimento nel presente documento) o di Perdika (ipotesi alternativa) e relativo tratto di metanodotto di collegamento a terra tra la stazione e il punto di approdo del metanodotto sottomarino;
- metanodotto sottomarino dalla costa greca fino alla Puglia attraverso il Canale d'Otranto;
- metanodotto di collegamento a terra tra il punto di approdo di Otranto e la stazione di misura sita nel medesimo comune.

La lunghezza della sezione offshore è di circa 206 km; la massima profondità prevista è di circa 1380 m.

1.4.2 Limiti di batteria

I limiti di batteria per il metanodotto sottomarino, oggetto del presente Progetto Preliminare, sono i giunti isolanti tra metanodotto sottomarino e metanodotto a terra, collocati ad entrambi i punti di approdo in Grecia ed in Italia.

1.4.3 Volumi di gas

Attraverso il metanodotto sottomarino, una volta completate tutte le infrastrutture previste nell'intero progetto IGI, verrà importato in Italia un volume iniziale di gas pari a 8 miliardi di Nm³ annui (portata di progetto). La realizzazione dell' intero Progetto IGI potrà implicare lo sviluppo di futuri potenziamenti, caratterizzate da volumi incrementali di gas importabile.

1.4.4 Pressione del gas

La pressione di riconsegna del gas in Italia, a monte della cabina di misura di Otranto, è di 75 bar_g.

1.4.5 Composizione del gas

La composizione del gas utilizzata per l'analisi idraulica e la progettazione del metanodotto sottomarino è riportata nella tabella 1.1. Tale composizione è rappresentativa del gas proveniente dalla Turchia.

Composizione	% mol
Metano	82.00
etano	7.58
propano	2.53
n-butano	1.58
i-butano	0
pentano e sup.	0.63
azoto	3.47
CO ₂	1.89
O ₂	0.32

Tabella 1.1: caratteristiche del gas

1.5.3 Correnti

Nella tabella 1.3 vengono riportati i dati sulle correnti, con riferimento a misurazioni effettuate nel 1995 nella zona est dello Stretto di Otranto.

Profondità misurazione	40m	300m	1030m
Velocità media (cm/s)	20	4.7	5.0
Velocità massima (cm/s)	44.7	16.8	20.9

Tabella 1.3: correnti

1.6 DATI DI PROGETTO PER IL METANODOTTO

1.6.1 Caratteristiche della tubazione

Nella tabella 1.4 vengono riportate le caratteristiche principali della condotta sottomarina.

Grandezza	valore
Materiale	X-70
Metodo di costruzione	SAW
Fattore di costruzione	0.85
Modulo elastico	207.000 MPa
Densità	7.850 kg/m ³
Coefficiente di espansione termica	11,6 x 10 ⁻⁶ /°C.
Conduktività termica	49 W/m°K

Tabella 1.4: caratteristiche della tubazione

Il metanodotto avrà diametro pari a 32" (DN 800 mm).



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 18 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Lo spessore preliminare delle tubazioni è il seguente:

- 20,6 mm (tratto in profondità < 150 m)
- 33,7 mm (tratto in profondità > 150 m)

1.6.2 Buckle arrestors

Si prevedono “buckle arrestors” ad anello per le sezioni in acque profonde per evitare fenomeni di propagazione di danni localizzati che potrebbero generarsi in fase di posa o di esercizio del metanodotto.

La tipologia dei buckle arrestors che verranno utilizzati sarà identificata in funzione del metodo di posa nelle successive fasi di progettazione di dettaglio del metanodotto.

1.6.3 Tipo di rivestimenti

Il metanodotto sarà rivestito esternamente per fornire protezione alla corrosione e ai danneggiamenti durante la posa.

1.6.4 Stabilizzazione

Si prevede un rivestimento in cemento per stabilizzare il metanodotto in acque poco profonde, dove l'effetto delle correnti diventa più sensibile al venire meno della pressione idrostatica della colonna d'acqua posta sopra il metanodotto stesso.

1.6.5 Protezione catodica

La protezione catodica della sezione sottomarina verrà realizzata mediante l'istallazione di anodi sacrificali in lega di alluminio (Al-Zn-In). Per la sezione a terra sarà previsto un sistema di protezione a corrente impressa. Il sistema sarà dimensionato per proteggere il

metanodotto per tutta la durata del suo esercizio mediante polarizzazione ad un potenziale di circa -800mV.

1.7 TRACCIATO DEL METANODOTTO

1.7.1 Caratteristiche generali

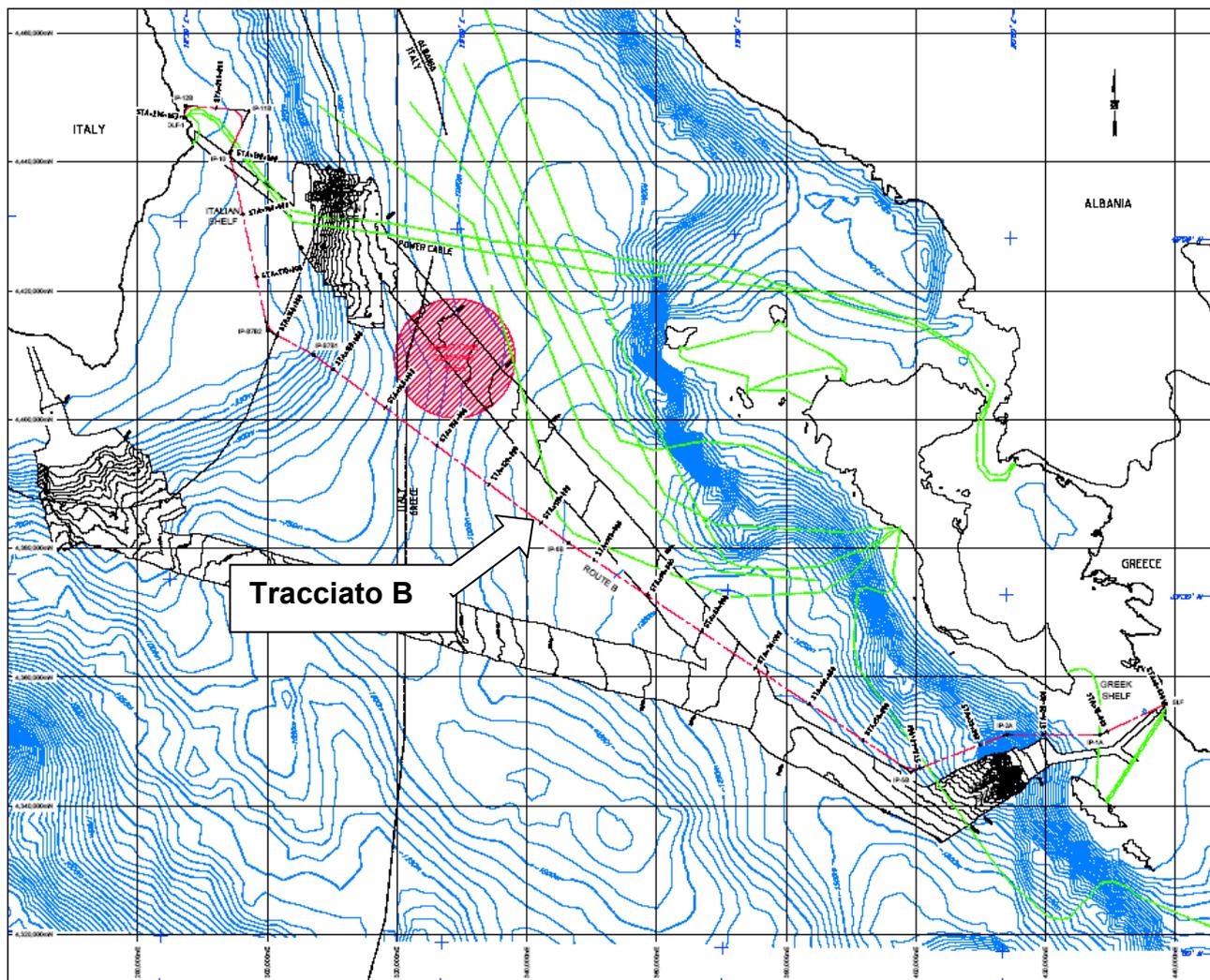


Figura 1.1: tracciato del metanodotto



**PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)**

Pagina : 20 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Il tracciato identificato per il metanodotto Poseidon è il tracciato B, riportato nella figura 1.1. La sua fattibilità, che al termine della prima fase dello Studio di Fattibilità non era certa a causa della mancanza di dati di tipo geofisico e geotecnico (con particolare riferimento alla scarpata continentale italiana), è stata confermata sulla base dei risultati della campagna di rilievi effettuata nei mesi di settembre ed ottobre 2007 che ha permesso anche una ottimizzazione del tracciato. Sensibilmente più breve del tracciato A in precedenza identificato come caso base, e caratterizzato da un minor numero di attraversamenti, il tracciato B è stato quindi scelto come tracciato di progetto.

Il tracciato congiungerà il punto di approdo in Grecia, sulla costa ovest della Grecia, con Otranto in Italia attraverso lo Stretto di Otranto.

Il metanodotto passerà tra l'isola di Corfù e di Paxos, attraverserà la scarpata continentale greca, si muoverà quindi verso nord ovest in direzione dell'Italia, passando a sud-ovest di un'area di scarico munizioni della NATO e continuerà risalendo poi la scarpata continentale Italiana.

Il tracciato, che prevede quattro attraversamenti di cavi sottomarini, avrà una lunghezza di circa 206 km; la massima profondità raggiunta sarà di circa 1380 m.

Nella figura 1.2 è riportata la batimetria preliminare del tracciato.

E' opportuno osservare che il tracciato definitivo del metanodotto sarà consolidato nelle successive fasi del progetto sulla base dei dati raccolti mediante un survey di dettaglio.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 22 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

2 TRACCIATO DEL METANODOTTO SOTTOMARINO

2.1 INTRODUZIONE

Il tracciato del metanodotto Poseidon collega il punto di approdo in Grecia (l'area di Stavrolimenas è stata assunta preliminarmente come caso base) ad Otranto (Italia) con passaggio a sud dell'isola greca di Corfù e a sud-ovest dell'area di scarico munizioni della NATO. La lunghezza è pari a circa 206 Km e la profondità massima è di circa 1380m.

Il tracciato complessivo dalla costa greca all'Italia è riportato nel documento 31040901-0101-DRW-00-003 (Allegato B). Il documento 31030508-0101-DRW-00-008 (Allegato C) riporta per maggiore dettaglio (scala 1:100.000) il tracciato da Otranto fino a circa 50 km dalla costa italiana. L'andamento del tracciato nelle acque territoriali italiane è riportato anche, in scala 1:25.000 nell'Allegato D (documento 31030508-0101-DRW-00-006).

2.2 PUNTO DI APPRODO DI OTRANTO

Utilizzando per la realizzazione dello shoreapproach il metodo HDD, il punto di approdo di Otranto, scelto sulla base di considerazioni tecniche ed ambientali emerse dall'analisi comparativa tra differenti siti potenziali fatta a valle di una studio della documentazione e delle carte disponibili e di una visita sul luogo per confermare i dati emersi, viene a coincidere con il punto di ingresso della traiettoria dell'HDD.

Posizionato a circa 150m dalla costa, il punto di approdo è indicato preliminarmente dalle seguenti coordinate (rif. Allegato E, documento 31030508-0101-DRW-00-007) :

- 287,143 E
- 4,446,913 N (WGS84, UTM 34).

Il landfall è localizzato ad est dell'abitato di Otranto, nelle vicinanze della punta Malcatone. Il punto di approdo, in particolare, è localizzato tra la radice della diga foranea del Porto di

Otranto ed il cavo ENEL da 400kV che collega Grecia ed Italia, a circa 100m a sud-ovest rispetto al suo punto di approdo. Il cavo, realizzato nel 2001-2002 a seguito dell'accordo tra Enel e la compagnia elettrica greca DEH è l'infrastruttura più importante presente nell'area del landfall. E' interrato e risulta ben segnalato ed identificabile.

La profondità del fondale marino aumenta in modo relativamente rapido ed a circa 400 metri dalla costa è intorno ai 25 metri.

La costa nell'area del landfall è pianeggiante per una striscia di ampiezza variabile dai 25 ai 50 metri. Alle spalle di tale striscia il terreno acquista lieve pendenza e si innalza fino ad una altezza di circa 13-14 metri dove vi sono aree che risultano ampiamente inutilizzate.

L'accesso alla zona è garantito da una strada sterrata che inizia nei pressi della zona del porto, il cui accesso è a circa 300 metri ad ovest del punto di spiaggiamento.



Figura 2.1: punto di spiaggiamento di Otranto



**PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)**

Pagina : 24 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

2.3 CONNESSIONE ALLA SEZIONE A TERRA DEL PROGETTO POSEIDON

Al punto di approdo di Otranto, il metanodotto offshore si connette alla sezione a terra del metanodotto Poseidon. Il tracciato di tale sezione di metanodotto, della lunghezza di circa 3 km, interessa il comune di Otranto ed è descritto nella specifica documentazione di progetto “Metanodotto di Interconnessione Grecia-Italia Progetto Poseidon Tratto Italia – Parte a Terra”, Doc. n. 05-599-H5, Rev.1, già emesso da Edison e DEPA nel settembre del 2006 ed al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

E' opportuno sottolineare che a causa del diverso metodo di costruzione considerato per la realizzazione dello shoreapproach, il punto di connessione con il metanodotto offshore è arretrato di circa 80m rispetto a quanto indicato nella documentazione citata, venendosi così a trovare a sud del cavo ENEL nel tratto nel quale esso è posato parallelamente alla linea di costa. L'attraversamento del cavo verrà realizzato quindi durante la trivellazione per la realizzazione dello shoreapproach mediante un'unica traiettoria.

Non sono da segnalare ulteriori significative variazioni del tracciato a terra.

Nell'allegato F è riportato in scala 1:10.000 il tracciato a terra (doc. C566-X003-R3).

2.4 PUNTO DI APPRODO IN GRECIA

Il punto di approdo sulla costa occidentale greca sarà localizzato nel tratto di costa ovest prospiciente il tratto di mare tra le isole di Corfù e Paxos. Preliminarmente è stata considerata l'area di Stavrolimenas come caso base e quella di Perdika come ipotesi alternativa.

2.5 SEZIONE SOTTOMARINA

Il tracciato sottomarino, localizzato tra Italia e Grecia, è stato identificato preliminarmente sulla base di analisi effettuate su carte di pubblico dominio e quindi dei risultati di una campagna di acquisizione di dati di tipo geofisico e geotecnico realizzata nei mesi di settembre ed ottobre del 2007.



**PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)**

Pagina : 25 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

L'analisi di questi risultati ha portato alla determinazione di un corridoio di posa del metanodotto considerato fattibile dal punto di vista tecnico.

Il metanodotto attraversa le acque territoriali italiane per circa 45 Km a partire da un punto caratterizzato da una profondità del fondale di circa 140 m ed interessa essenzialmente la piattaforma continentale italiana (paragrafo 2.5.5).

Nel documento 31040901-0101-DRW-00-003 (Allegato B), come anticipato, è riportato il tracciato complessivo dalla costa greca all'Italia; nel documento 31030508-0101-DRW-00-008 (Allegato C) è disponibile in scala 1:100.000 il tracciato del metanodotto a partire da circa 50 Km dalla costa italiana, mentre nel documento 31030508-0101-DRW-00-006 (Allegato D) vi è il dettaglio (scala 1:25.000) della rotta e della batimetria dal punto di spiaggiamento di Otranto fino al limite delle acque territoriali italiane. A tali documenti si fa riferimento per la localizzazione dei punti identificativi utilizzati nei prossimi paragrafi per la descrizione del tracciato.

2.5.1 Interazioni con terzi

Il tracciato del metanodotto è stato determinato nell'ottica di minimizzare le interazioni con le infrastrutture esistenti.

Nella tabella 2.1 sono elencate tutte le strutture che sono state identificate e considerate nell'analisi svolta per la determinazione del tracciato scelto per il metanodotto; è possibile osservare il collocamento delle strutture elencate nella figura 2.2 dove è riportato il tracciato B come identificato durante lo Studio di Fattibilità. Le successive ottimizzazioni del tracciato, effettuate a seguito della campagna di rilievi geofisici e geotecnici, non sono significative ai fini dello scopo della figura 2.2.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 26 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

N°	Posizione	Dettagli disponibili
1	Italia- Grecia	Operativo; 1997; Otranto, Italia – Kerkira (Corfù) , Greece; 163 Km a 3x 565 Mbit/s; Telecom Italia, OTE
2	Corfù – Bar	Operativo: 1999 Corfù, Grecia - Bar, Montenegro; 350 Km a 1 x 2.5 Gbit/s; OTE, Telecom Italia, CYPTT
3	Corfu – Paxos	N.d.; OTE (da confermare)
4	Adria 1	Operativo: 1997 Kerkira (Corfù), Grecia – Durres, Albania – Dubrovnik, Croatia; OTE
5	Corfu – Lekhainos – EMOS	N.d.; OTE (da confermare)
6	Corfu – Bari 1	N.d.; OTE, Telecom Italia
7	Corfu – Bari 2	N.d.; OTE, Telecom Italia
8	Corfu – Bari 3	N.d.
9	Otranto – Epirus	Fibre ottiche – parallelo al cavo ad alta tensione (10)
10	Italia – Grecia	Installazione 2001-2002 Cavo ad alta tensione, 500-megawatt; DEH, Enel.
11	Paxos – Grecia	N.d.
12	Baia di Otranto – Base militare	N.d.
13	Zona abbandono munizioni	Diametro: 10 MN

Tabella 2.1: Elenco delle strutture considerate per la determinazione del tracciato

Per quanto riguarda le Acque Territoriali Italiane le infrastrutture più importanti interessate dal percorso del metanodotto, come anticipato, sono il cavo ad alta tensione tra Italia e Grecia ed il cavo per telecomunicazioni, a fibre ottiche, posato parallelamente ad esso. Il punto di approdo del cavo è collocato circa 100 metri a nord-ovest rispetto a quello del metanodotto (distanza che assicura la possibilità di condurre i lavori di posa del metanodotto senza interferenze con le strutture esistenti) e giunge in Grecia nell'area di Aetos. Il cavo, in acciaio ed interrato ad una profondità compresa tra 0,6 ed 1 metro fino a 150 metri di profondità del fondale marino, può trasmettere circa 500 MW di potenza con una tensione di 400 kV in corrente continua.

Il metanodotto attraverserà i due cavi (ad alta tensione ed a fibre ottiche) ad una profondità di circa 75 metri. Il tracciato del metanodotto è stato identificato per assicurare un adeguato angolo di incidenza per l'attraversamento che verrà ulteriormente studiato e ottimizzato nelle successive fasi del progetto.

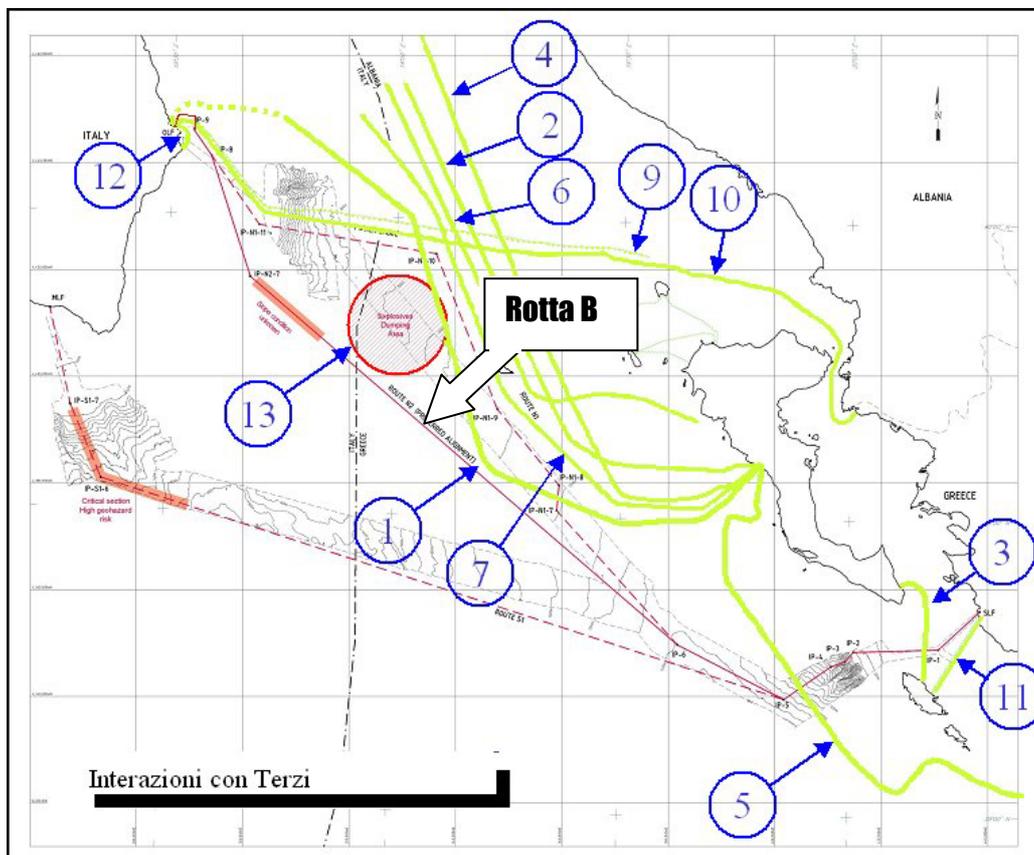


Figura 2.2: strutture considerate per la determinazione del tracciato

2.5.2 Piattaforma continentale greca

Dal punto di approdo (punto SLF) in Grecia, nei pressi di Stavrolimenas, il tracciato si muove lungo la piattaforma continentale greca in direzione ovest/sud-ovest. Dopo circa 11 km (punto IP-1A, raggio di curvatura 4000m) il tracciato piega verso ovest ed attraversa il cavo telefonico sottomarino che collega le isole di Corfù e Paxos in acque poco profonde



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 28 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

(< 150m) passando quindi nel canale di mare tra le due isole per arrivare alla scarpata continentale greca dopo circa 20 km dallo spiaggiamento (tratto tra i punti IP-1A ed IP-2A).

2.5.3 Scarpata continentale greca

La sezione, che va dall'area della piattaforma continentale al fondale ionico, è caratterizzata dalla presenza di un fondale molto irregolare, con pendenze notevoli. La scarpata inizia ad una profondità di circa 140-150 metri (nel tratto di metanodotto compreso tra IP-1A ed IP-2A) sebbene i gradienti diventano rilevanti intorno ai 300 metri (circa a 30 km dal punto di approdo, nel tratto compreso tra IP-2A ed IP-5B). Dopo i 1200 metri di profondità (a circa 40 km dal punto di approdo di Stavrolimenas, nel tratto compreso tra IP-2A ed IP-5B, in prossimità di quest'ultimo) l'influenza della scarpata si riduce sensibilmente e i gradienti diminuiscono.

Alla base della scarpata, in acque profonde, il metanodotto attraversa un cavo per telecomunicazioni (a circa 40 km dal punto di approdo di Stavrolimenas).

2.5.4 Fondale ionico

L'andamento del tracciato è stato determinato sulla base delle caratteristiche del fondale marino e dei vincoli alla determinazione della rotta, che nello specifico sono gli attraversamenti dei cavi sottomarini e una zona di abbandono esplosivi inesplosi sul fondale. L'area di abbandono, utilizzata per l'abbandono delle munizioni non utilizzate durante le missioni NATO nella campagna del Kosovo nel 1999, è evidenziata nell'Allegato B ("munitions dumping area"). Tale area ha un diametro di 10 miglia nautiche ed è identificata dalle seguenti coordinate:

- UTM 34N: 4409 kmN, 329 kmE
- Geodetiche: 39°49'00" N; 19°00'00" E



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 29 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Il tracciato, superata la scarpata continentale greca (IP-5B), si muove in direzione nord/ovest (raggio di curvatura 4000m) ed evita con adeguato margine di sicurezza la zona di abbandono esplosivi passando a sud-ovest della stessa.

La sezione di metanodotto nel fondale ionico, è di circa 110 km. La massima profondità è di circa 1380m, a circa 60 km da Stavrolimenas, nelle acque territoriali greche.

2.5.5 Scarpata continentale italiana

La scarpata continentale viene attraversata dal tracciato nella sezione collocata ad ovest dell'area munizioni. Le pendenze risultano sensibili tra la profondità di -600m e -150m, all'incirca ad una distanza dal punto di approdo in Grecia di 150 e 160 km. Tale sezione inizia a circa 5km dal punto IP-B7-B1 per concludersi a pochi chilometri dal punto IP-B7-B2. Il tracciato identificato, considerato tecnicamente fattibile, si sviluppa lungo una sezione caratterizzata da un fondale che, sulla base dei dati acquisiti durante i rilievi, non mostra caratteristiche tali da impedire la realizzazione del metanodotto. Fino al punto IP-B7-B1 il tracciato ha direzione nord/ovest; in tale punto esso curva in direzione ovest/nord-ovest con angolo di curvatura di 4000m.

2.5.6 Piattaforma continentale italiana

Il tracciato prosegue nelle Acque Territoriali Italiane lungo la piattaforma continentale italiana. Terminata la scarpata continentale si muove per circa 2 km in direzione ovest/nord-ovest fino al punto IP-B7B2 per poi proseguire (raggio di curvatura 4000m) in direzione nord/nord-ovest per circa 28 km (tratto IP-B7-B2 - IP-10). Il metanodotto assume poi direzione nord/nord-est (IP-10, raggio di curvatura di 4000m) in modo da attraversare nella sezione compresa tra IP-10 – IP-11B (lunghezza circa 7 km) e con adeguato angolo di incidenza il cavo ad alta tensione che collega Grecia ed Italia ed il cavo per telecomunicazioni ad esso parallelo. Nel punto di attraversamento la profondità del fondale è di circa 75m. Al punto IP-11B il tracciato presenta una ampia curva di 2000m di raggio



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 30 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

che lo porta ad assumere orientamento generale verso ovest (tratto IP-11B – IP-12B, lunghezza circa 10 km). Una successiva curvatura di raggio pari a 1300m (IP-12B) consentirà al metanodotto di posizionarsi in modo tale da raggiungere in linea retta e perpendicolarmente alla costa il punto di approdo. Viene assicurata prima dell'inizio della parte di metanodotto interrato, una adeguata sezione rettilinea che risulta necessaria durante la fase di costruzione dello shoreapproach.

3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL METANODOTTO SOTTOMARINO

3.1 ANALISI IDRAULICA

Il metanodotto avrà diametro pari a 32" (DN 800 mm) ed una massima pressione operativa (MAOP) di 150 barg.

Queste caratteristiche sono state definite a valle di dettagliate simulazioni idrauliche sul sistema, al fine di garantire l'importazione dei volumi di gas con una pressione di riconsegna in Italia pari a circa 75 bar_g.

I dati principali riguardanti il dimensionamento idraulico del sistema sono riportati nella tabella 3.1.

Lunghezza metanodotto	206 km
P riconsegna Italia (a monte della cabina di misura)	75 bar _g
Portata del metanodotto	8 x 10 ⁹ Nm ³ /anno
Fattore di carico	10%
Diametro del metanodotto	32" (DN 800mm)
MAOP	150 bar _g

Tabella 3.1: dimensionamento idraulico del metanodotto offshore

3.2 SCELTA DEI MATERIALI

3.2.1 Grado dell'acciaio

Il materiale con cui verranno realizzate le tubazioni per il metanodotto sarà acciaio X-70 che offre, rispetto ai più economici X-60 e X-65 migliori proprietà di resistenza meccanica.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 32 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

La scelta di questo tipo di acciaio è in linea con quelle effettuate per i più recenti progetti analoghi.

3.2.2 Rivestimento

La superficie esterna dei tubi sarà rivestita da un triplo strato di polipropilene (o similari) che avrà lo scopo di evitare fenomeni di corrosione. Questo tipo di rivestimento, largamente utilizzato in Europa, offre un sistema di protezione passivo alla corrosione molto efficace, ed ha buone capacità meccaniche e di resistenza.

Lo spessore del rivestimento attualmente previsto è di circa 4,5 mm.

La superficie interna dei tubi sarà rivestita mediante resina epossidica (o materiali analoghi per caratteristiche e prestazioni) per aumentare l'efficienza del flusso di gas diminuendo la scabrezza del tubo (tipicamente fino a 0,01 mm).

Per il rivestimento anticorrosione dei giunti si potrà scegliere se applicare polietilene (PE), polipropilene (3LPP) o resina epossidica (FBE: fusion bond epoxy). I tre metodi, dei quali andranno confrontati prestazioni e costi, si differenziano per quanto riguarda la procedura applicativa ma si basano sul principio di rivestire il giunto mediante un film continuo di materiale anticorrosivo sfruttando le proprietà termico/meccaniche dei materiali usati.

3.3 SPESSORE DEI TUBI

Lo spessore preliminare delle tubazioni è il seguente:

- 20,6 mm (tratto in profondità < 150 m)
- 33,7 mm (tratto in profondità > 150 m)

Lo spessore dei tubi è stato calcolato per garantire resistenza alla pressione interna, esterna ed alle sollecitazioni sia durante l'esercizio che durante la posa.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 33 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Le forze esterne che agiscono sui tubi sono diverse in funzione della profondità alla quale il tubo viene posato: in acque poco profonde il dimensionamento del tubo è governato dalla resistenza alla pressione interna, in acque profonde dalle sollecitazioni durante la posa.

3.4 SOVRASPESSORI DI CORROSIONE

Poiché il fluido trasportato è gas anidro, non ci può essere azione corrosiva da parte di gas acidi eventualmente presenti come anidride carbonica e H₂S.

Inoltre il rivestimento interno dei tubi costituisce una barriera tra l'acciaio e il gas trasportato riducendo così ogni potenziale pericolo di corrosione.

Nessuno sovrasspessore di corrosione è stato pertanto considerato nella progettazione.

3.5 BUCKLE ARRESTORS

Si prevedono “buckle arrestors” per la sezione in acqua profonda per evitare fenomeni di propagazione di danni localizzati che potrebbero generarsi in fase di posa o di esercizio del metanodotto. La tipologia dei buckle arrestor che verranno utilizzati sarà identificata in funzione del metodo e dei mezzi di posa nelle successive fasi di progettazione di dettaglio del metanodotto.

3.6 PROTEZIONE CATODICA

Il progetto del metanodotto prevede, in aggiunta al rivestimento, una ulteriore protezione catodica per proteggere le tubazioni dalla corrosione.

La protezione catodica implica l'installazione lungo la condotta sottomarina di anodi sacrificali realizzati in una apposita lega di alluminio (Al-Zn-In).

Per lo shoreapproach gli anodi saranno concentrati al lato mare della traiettoria HDD per proteggere la sezione interrata del metanodotto poiché non possono essere installati lungo quest'ultima.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 34 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

L'ingegnerizzazione determinerà l'ottimizzazione del sistema agendo sulle dimensioni e la spaziatura tra i singoli anodi in funzione della sezione di metanodotto considerato.

La sezione onshore sarà protetta mediante un sistema di corrente impressa.

Il sistema sarà dimensionato per proteggere il metanodotto per tutta la durata del suo esercizio mediante polarizzazione della tubazione ad un potenziale indicativo di -800mV.

3.7 GIUNTI ISOLANTI

Ad entrambi i punti di approdo, all'interfaccia tra metanodotto sottomarino e metanodotto a terra, poiché i metodi di protezione anticorrosione sono differenti (rivestimento e anodi sacrificali per il metanodotto sottomarino; corrente impressa per il metanodotto a terra) è prevista la posa di un giunto isolante. Lo scopo del giunto isolante è di separare elettricamente i due sistemi di protezione ed evitare processi elettrochimici negativi per le tubazioni.

Il giunto isolante sarà installato a terra e interrato. Non è necessaria la realizzazione di un pozzo di ispezione.

Il giunto può essere costituito da un apposita guarnizione di materiale non conduttivo montata tra le flange per mezzo di apposite rondelle e bulloni isolati oppure può essere di tipo integrato nel qual caso il giunto isolante viene saldato alle tubazioni.

3.8 STABILIZZAZIONE DEL METANODOTTO

Nei pressi della costa, a partire da una profondità del fondale di circa -150m, sarà previsto un rivestimento in cemento.



Figura 3.1: giunti isolanti integrati

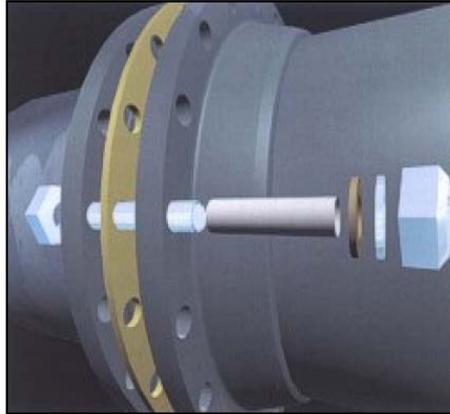


Figura 3.2: guarnizione isolante

Il rivestimento in cemento è necessario per aumentare la stabilità del metanodotto che, una volta posato è sottoposto a forze di tipo idrodinamico che tendono, se non controbilanciate, a spostarlo dalla sua posizione originaria.

Tali forze risultano maggiori per le parti di metanodotto in acque poco profonde, per le quali è richiesto un rivestimento maggiore. In acque con profondità maggiore di 150 m non è richiesto e previsto nessun rivestimento.

Il cemento considerato per il rivestimento ha una densità di 3040 kg/m^3 .

Nell'Allegato D sono riportati i differenti spessori di rivestimento in relazione della profondità del fondale nelle diverse sezioni di tracciato nelle Acque Territoriali Italiane.

4 COSTRUZIONE DEL METANODOTTO

4.1 GENERALITÀ

Il tracciato del metanodotto può essere concettualmente suddiviso in tre differenti sezioni:

- shoreapproach;
- acque basse;
- acque profonde.

Lo shoreapproach richiede metodi costruttivi specifici; il metodo costruttivo non varia invece per le due sezioni ad acque basse e profonde ma potranno esserci, in funzione del contrattista scelto per la costruzione, differenze per quanto riguarda l'estensione relativa delle due parti e per la logistica della posa in funzione delle capacità e del tipo di mezzi utilizzati. Si distinguono infatti:

- mezzi di posa in grado di posare sia in acque profonde che in acque basse;
- mezzi di posa per acque basse non adeguati per la posa in acque profonde: in tal caso un mezzo di posa secondario realizzerà la posa nelle sezioni vicino alla costa, tipicamente fino a 150-200m di profondità.

4.2 SHOREAPPROACH DI OTRANTO

4.2.1 Considerazioni generali sul metodo di costruzione

Lo shoreapproach di Otranto verrà realizzato mediante la tecnica HDD (horizontal directional drilling).

La tecnica, derivata da quella di perforazione direzionale dei pozzi petroliferi, permette di realizzare fori di profilo curvilineo e viene comunemente impiegata negli attraversamenti al di sotto di corsi d'acqua compatibilmente con le caratteristiche geotecniche del sottosuolo.

Concettualmente 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.

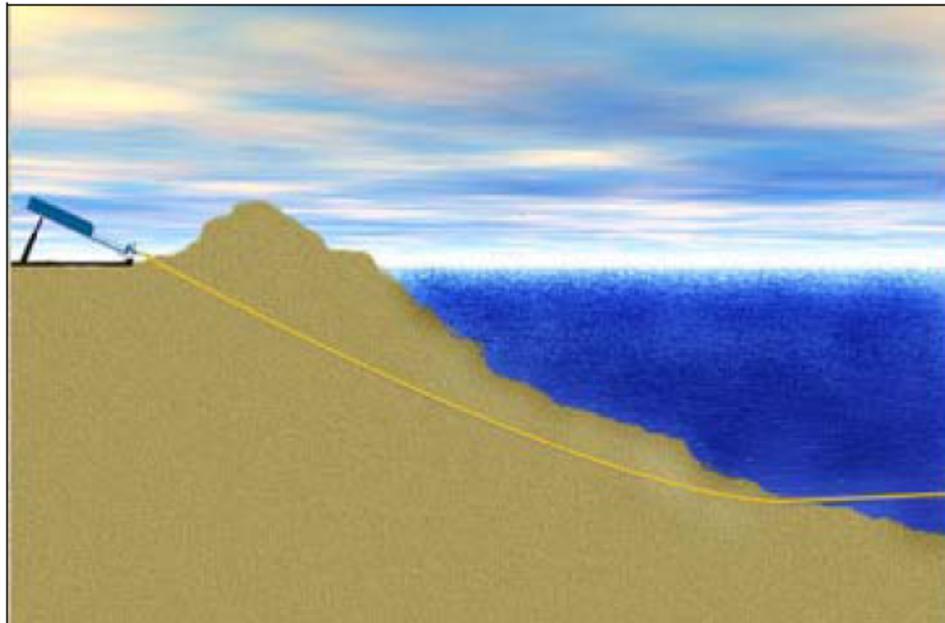


Figura 4.1: HDD (rappresentazione schematica)

Nel caso specifico del landfall di Otranto è stato definito che la trivellazione e il successivo alesaggio verranno effettuati a partire da terra (forward reaming), in modo da minimizzare gli impatti non essendoci in questo caso la necessità di avere un cantiere offshore (jack-up) nelle fasi di realizzazione della trivellazione.

In questa fase del progetto si ritiene fattibile la possibilità di effettuare l'alesaggio di una significativa parte della traiettoria (indicativamente fino a 30-50m dal foro di uscita, dato da confermare sulla base dei risultati delle analisi geotecniche di dettaglio) prima di realizzare



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 38 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

il foro di uscita in modo da massimizzare il ricircolo dei fanghi di perforazione (per maggiori dettagli si fa riferimento al paragrafo 4.2.4). Ultimata la fase di realizzazione del foro lungo l'intera traiettoria e il suo successivo alesaggio la posa del metanodotto verrà effettuata tramite la tecnica "pull back" che consiste nel tirare all'interno del foro realizzato, utilizzando la trivella/spingitubo, la tubazione precedentemente assemblata e posizionata sul fondale a valle del punto di uscita della traiettoria dell'HDD e connessa mediante un giunto rotante alla stringa di perforazione.

Il metodo scelto, ritenuto fattibile sulla base dei dati preliminari geomorfologici e geofisici dell'area interessata, implica volumi di scavo e di cantiere limitati e permette la realizzazione dello shoreapproach senza l'attraversamento delle praterie di posidonia eventualmente presenti nell'area prospiciente il punto di approdo. Inoltre offre la massima copertura al metanodotto che risulta interrato a profondità maggiori rispetto ad una installazione con trincea tradizionale.

Il metanodotto, al fine di garantire stabilità, protezione contro gli eventuali impatti e minimizzazione dell'impatto visivo, verrà interrato a partire da una profondità del fondale di circa -25m. Tale profondità si raggiunge a circa 400m dalla costa al di fuori delle esistenti prateria di posidonia.

La lunghezza della traiettoria della trivellazione, determinata sulla base di requisiti tecnici, di sicurezza e dai dati ambientali è di circa 550m, dalla profondità di -25m fino al punto di approdo situato a circa 150m dalla costa, a sud della sezione di cavo ENEL ad alta tensione parallelo alla costa che verrà quindi anch'esso attraversato nella realizzazione dello shoreapproach.

Nel documento 31030508-0101-DRW-00-004, riportato nell'Allegato G, è visibile il profilo longitudinale della trivellazione HDD mentre nel disegno 31030508-0101-DRW-00-007 nell'allegato E è visibile in scala 1:1500 la traiettoria con evidenziati il punto di ingresso a terra e di uscita a mare.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 39 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Più in dettaglio, la costruzione/posa del metanodotto nello shoreapproach può essere suddivisa nelle seguenti attività, che verranno ulteriormente dettagliate nei paragrafi seguenti:

- preparazione del cantiere a terra;
- preparazione del foro di uscita a mare
- trivellazione;
- posa del metanodotto;
- ripristino.

4.2.2 Preparazione del cantiere a terra

Il cantiere a terra per la realizzazione dello shoreapproach mediante HDD avrà un'area di circa 50X50m, stimata sulla base dei mezzi che vengono tipicamente utilizzati per realizzazioni di questo tipo e dimensione. Il punto di ingresso della trivellazione sarà collocato a circa 150m dalla costa ed ad una altitudine di 15m sul livello del mare. La posizione e l'area di cantiere è riportata nel documento 31030508-0101-DRW-00-005 nell'Allegato H; la disposizione dell'area di lavoro, posizionata ad ovest del SIC "Costa di Otranto – Santa Maria di Leuca", è stata identificata preliminarmente con l'obiettivo di eliminare ogni possibile interazione, in fase di costruzione, con il cavo ad alta tensione, che risulta adeguatamente distante dall'area considerata.

La fase di preparazione dell'area di cantiere a terra, che potrà essere affidata a contrattisti locali, avrà una durata di circa dieci giorni. Verranno svolte le seguenti attività:

- rilievo dello stato ante-operam finalizzato a garantire il ripristino delle condizioni ambientali antecedenti l'inizio dei lavori;
- preparazione delle vie di accesso al cantiere;
- preparazione dell'area di lavoro;

Più in dettaglio, l'accesso al cantiere sfrutterà la fascia di asservimento per la sezione di metanodotto a terra. La preparazione dell'area di cantiere implicherà lo sbancamento dell'area per uno spessore tale da asportare il terreno vegetale superficiale e il successivo



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 40 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

livellamento. Il terreno vegetale rimosso verrà utilizzato per ricavare i bacini di contenimento e separazione dei rifiuti e dei fluidi di perforazione esausti, realizzati mediante la creazione di argini in terra battuta con la formazione di gradoni in contropendenza. Lo sbancamento avverrà nel rispetto dei vincoli locali adottando le soluzioni tecniche necessarie a garantire un adeguato drenaggio delle acque e la salvaguardia del regime idrogeologico della zona. Verrà realizzato un piazzale di circa 50 x 50 m con materiali inerti, compattato e rullato. Nel caso sia necessario si provvederà ad una ulteriore stabilizzazione del terreno. Alla base del rilevato del piazzale di norma potrà essere interposto un geotessile con funzione drenante. In tal modo verrà evitato anche il contatto diretto tra il terreno naturale e l'imbankamento con il materiale di riporto. Lungo il perimetro della postazione sarà realizzato un fosso per l'intercettazione delle acque meteoriche. Eventualmente parte del terreno superficiale rimosso per la realizzazione dell'area di cantiere potrà essere stoccato in sito e quindi usato nella fase di ripristino dell'area.

Il piazzale avrà dimensioni tali da consentire la movimentazione, il montaggio e la corretta operabilità delle apparecchiature.

Per quanto riguarda i servizi il cantiere sarà indipendente per la fornitura di energia. Per i consumi idrici, di entità modesta in fase di preparazione del cantiere e essenzialmente legati alla produzione dei fanghi di perforazione nella fase di realizzazione dello shoreapproach (si veda a tale proposito il paragrafo 4.2.4), come caso base si ritiene che l'acqua necessaria verrà alimentata mediante autocisterne utilizzando eventualmente per lo stoccaggio gli opportuni bacini per la separazione dei fanghi o serbatoi temporanei. Nel caso sia necessario integrare/diversificare la fornitura di acqua durante la fase di trivellazione si potrà prevedere l'alimentazione da un conveniente punto di prelievo dalla rete civile/industriale esistente.

I mezzi ed il personale che verranno utilizzati per la preparazione del cantiere a terra dipenderanno dalla effettiva disponibilità del contrattista. Si stima che nel cantiere vi sarà

una presenza media di circa 10 addetti. A titolo indicativo potranno essere impiegati i mezzi elencati nella tabella 4.1.

Una volta preparata l'area di cantiere gli impianti per l'esecuzione della trivellazione potranno essere portati in cantiere e installati (durata dell'installazione prevista: 3-4 giorni). Tralasciando l'impianto di trivellazione, tutte le apparecchiature sono tipicamente dimensionate per essere trasportate in container; l'apparecchiatura di dimensioni maggiori solitamente è l'unità di riciclo dei fanghi che può avere una altezza di circa 6m (possono però essere utilizzate in parallelo unità di dimensioni inferiori).

Tipologia Mezzi	Numero Max di Mezzi
Scavatrici	2
Pale	1
Autocarri	1
Rulli	1
Autobetoniere	1
Pompaggio cls	1
Autogru	2
Motosaldatrici	1
Gruppi elettrogeni	2
Motocompressori	1
Martelli pneumatici	1

Tabella 4.1: mezzi tipici per la realizzazione del cantiere

Nella figura 4.2 è riportata una immagine di un cantiere per progetti di analoghe dimensioni mentre nella figura 4.3 è riportata una tipica unità di riciclo dei fanghi. Nella figura 4.4 è raffigurata una planimetria tipica nella quale, oltre alle diverse apparecchiature è visibile il bacino per il deposito dei fanghi; il numero effettivo di vasche e le loro dimensioni, al fine della separazione dei detriti di perforazione, del lagunaggio e del ricircolo dei fanghi, sarà definito nelle ulteriori fasi del progetto sulla base dei dati geotecnici dettagliati per la determinazione delle caratteristiche del terreno e di studi

effettuati dal contrattista per l'esecuzione dell'HDD con considerazioni specifiche sulla capacità dell'impianto di riciclo dei fanghi.

Nel caso sia necessario integrare la fornitura di acqua durante la fase di trivellazione, dettagliata nel paragrafo 4.2.4, la planimetria del cantiere potrà prevedere lo spazio per la fornitura della stessa mediante autobotti utilizzando eventualmente il bacino di deposito dei fanghi o vasche/serbatoi temporanei.

Le apparecchiature principali tipicamente presenti in cantiere sono riportate nella tabella 4.2.

Apparecchiature	Numero indicativo
Trivella/spingitubo	1
Braccio meccanico	1
Pompe fanghi	1/2
Unità di miscelazione fanghi	1/2
Unità di riciclo fanghi	1/2
Generatore	1

Tabella 4.2: apparecchiature principali presenti nel cantiere di perforazione

La trivella-spingitubo verrà utilizzata per la trivellazione, per la successiva fase di alesaggio e per la posa del metanodotto nel foro tramite metodo "pull back". Le dimensioni effettive dell'impianto, in termini di potenza di tiro e momento torcente, dipenderanno dalle disponibilità del contrattista e dalle specifiche relative alla lunghezza, al diametro del foro ed alla natura del terreno. I dati necessari per la valutazione definitiva verranno acquisiti in fasi ulteriori del progetto, sulla base di rilievi geotecnici dettagliati.

Il circuito dei fanghi prevede unità di miscelazione, pompe per l'invio dei fanghi ad alta pressione ed unità di separazione dei fanghi per il riciclo degli stessi alla trivellazione.

Il riciclo verrà effettuato sulla base di una separazione fisica, per rimuovere i frammenti di roccia e mantenere il fluido di trivellazione a specifica. L'eliminazione dei frammenti di

roccia sarà effettuata mediante vibrovagli e setacci di dimensioni progressivamente inferiori.

Nel cantiere saranno previsti inoltre lo stoccaggio dei tubi e della bentonite necessaria per la preparazione dei fluidi di trivellazione (si veda il paragrafo 4.2.4) oltre ai locali officina e controllo.

Nell'area di cantiere per diminuire il livello di impatto sonoro durante la perforazione, seppur limitata nel tempo, saranno prese le necessarie misure di attenuazione. A titolo esemplificativo tra le misure di attenuazione si cita l'uso di barriere fonoassorbenti.

Si stima che la potenza complessivamente richiesta dal cantiere sia di circa 3 MW. La trivella e le pompe, che contribuiscono in modo significativo al consumo energetico, saranno azionate da motori diesel dedicati mentre un ulteriore generatore, la cui potenza può essere stimata in circa 1 MW, verrà utilizzato per le rimanenti apparecchiature e per tutti i servizi accessori.

Sarà da prevedere in cantiere l'uso ed il rifornimento mediante trasporto su gomma di combustibili, lubrificanti e materiali di consumo.



Figura 4.2: immagine di un cantiere a terra



Figura 4.3: unità di riciclo/separazione fanghi

4.2.3 Preparazione del foro di uscita a mare

Per la costruzione dello shoreapproach di Otranto mediante HDD con trivellazione effettuata da terra sarà da prevedere al punto di uscita della trivellazione, localizzato a circa 400m dalla costa e ad una profondità di -25m, la realizzazione di una zona di transizione che consenta un adeguato passaggio tra la sezione interrata del metanodotto e quella posizionata sul fondale. Una rappresentazione schematica dell'area di transizione è riportata nell'Allegato I, documento 31030508-FIG-001(C1).

L'area di transizione, posizionata al di fuori della zona interessata dalle prateria di posidonia, avrà dimensioni variabili in funzione del tipo di terreno presente ed in questa fase del progetto stimabili in 50m (lunghezza) X 20m (larghezza) X 1-2m (altezza).

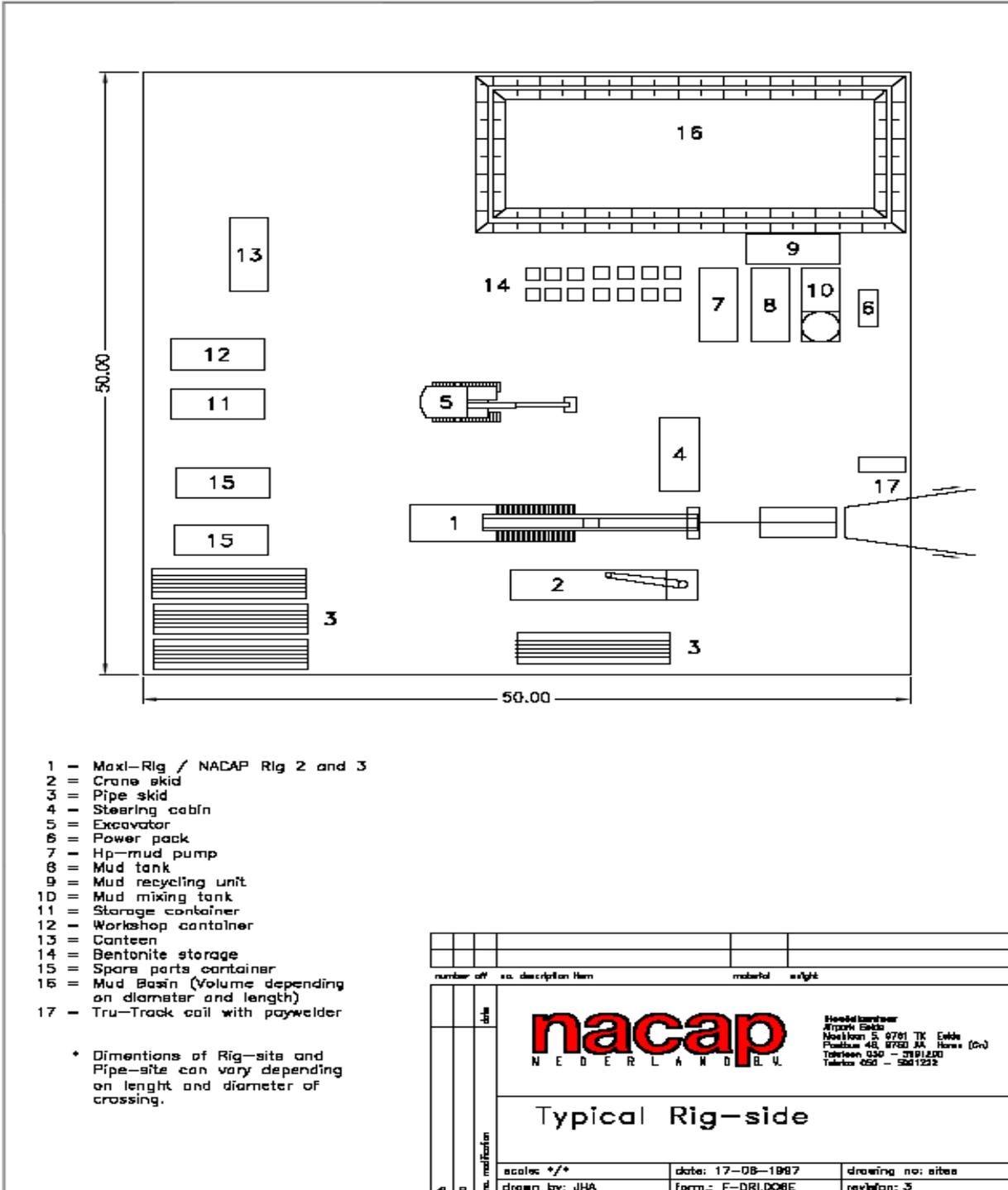


Figura 4.4: disposizione dell'area di cantiere (tipico)

La realizzazione dell'area di transizione potrà essere effettuata mediante escavatore montato su chiatta o pontone (backhoe dredger, figura 4.5) o mediante draga aspiratrice stazionaria (CSD-cutter section dredger, figura 4.6). La scelta del tipo di mezzo dipenderà dalla effettiva natura del suolo, dalle condizioni meteomarine nonché dalla disponibilità ed esperienza del trattista.



Figura 4.5: backhoe dredger



Figura 4.6: cutter suction dredger – CSD

Nella tabella 4.3 sono elencati, in via preliminare, tutti i mezzi che potranno essere coinvolti nella fase di realizzazione dell'area di transizione, che potrà essere effettuata in parallelo alla preparazione del cantiere a terra. Nel caso si utilizzino chiatte sarà da prevedere l'impiego di rimorchiatori. Il posizionamento delle ancore potrà essere ottimizzato per evitare ogni possibile interazione con le praterie di posidonia.

Tipologia Mezzi	Numero di Mezzi
Cutter suction dredger /draga su chiatta	1
Rimorchiatori	2
Mezzo di supporto	1

Tabella 4.3: mezzi tipici per la realizzazione dell'area di transizione a mare

4.2.4 Trivellazione

Ultimata la fase di preparazione del sito, la realizzazione dello shoreapproach di Otranto mediante metodo HDD può essere suddivisa nelle seguenti fasi principali:

- realizzazione della trivellazione pilota (inizialmente fino a 30-50m dal previsto punto di uscita)
- alesaggio del foro fino a quel momento realizzato
- completamento della trivellazione pilota
- completamento dell'alesaggio
- eventuale rimozione dei fanghi dall'area di transizione a mare

La descrizione dettagliata e l'organizzazione di dettaglio di ciascuna fase dipenderà dai requisiti operativi del contraffittista oltre che dalla progettazione di dettaglio. Si stima che la trivellazione del foro pilota abbia una durata di circa una settimana, la fase di alesaggio principale di circa 4 settimane ed una ulteriore settimana è richiesta per il completamento delle operazioni.



**PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)**

Pagina : 48 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

La trivellazione comporterà lavori essenzialmente nel cantiere a terra. Eventualmente potrà essere previsto l'uso di una chiatta di supporto per il monitoraggio e la pulizia del foro di uscita a mare.

Foro pilota

La realizzazione della trivellazione pilota, come anticipato, verrà eseguita per mezzo dell'impianto di trivellazione posizionato nell'area cantiere a terra. La perforazione sarà eseguita da terra in direzione del punto di uscita lungo la traiettoria predeterminata e controllata automaticamente. Come anticipato verrà effettuata in due fasi, la prima delle quali si concluderà a circa 30-50m dal punto di uscita della traiettoria, in modo da ultimare la trivellazione durante la seconda fase.

Sulla base dei dati geofisici disponibili si ritiene sarà necessario utilizzare per la perforazione uno scalpello rotante alimentato da un motore di tipo down-hole che sfrutta i fanghi di perforazione; il tipo di scalpello definitivo verrà determinato sulla base delle analisi di dettaglio del terreno.

Nella figura 4.7 è riportata l'immagine di una trivella utilizzata per la realizzazione di attraversamenti mediante metodo HDD.

La traiettoria di trivellazione preliminarmente identificata è riportata nell' Allegato G (profilo longitudinale) ed nell' Allegato E (tracciato).

La lunghezza della sezione da eseguire in trivellazione è di circa 550m, la massima profondità della traiettoria è di circa -28m, a circa 200m dalla costa (profondità del fondale in quel punto: -7m circa). In corrispondenza della linea di costa la copertura stimata sarà di circa 12m.



Figura 4.7: impianto di trivellazione

Alesaggio

La fase di alesaggio prevede l'allargamento del foro pilota fino alle dimensioni adeguate per la successiva posa del metanodotto attraverso il foro. Tipicamente è richiesto un foro di diametro pari a 1,5 volte quello del metanodotto. Nel caso del landfall di Otranto si stima che verrà effettuato l'alesaggio fino ad un diametro di circa 48" (120cm), con una conseguente rimozione complessiva di circa 650-700m³ di terreno. I frammenti di roccia rimossi saranno portati in superficie per mezzo dei fanghi di perforazione, da questi separati e quindi andranno poi smaltiti. L'operazione di alesaggio, che segue quella di perforazione del foro pilota, sarà svolta in due fasi successive. Verrà effettuata a partire da terra lungo la traiettoria perforata ed utilizzando una apposita fresa che verrà connessa alla stringa di perforazione. Nella figura 4.8 è visibile una fresa utilizzata per l'alesaggio del foro pilota.

Fanghi di perforazione

Durante le fasi di costruzione verranno utilizzati fanghi di perforazione. Tali fanghi sono ottenuti dalla miscelazione di acqua dolce e bentonite in rapporti specifici e dipendenti dalle condizioni e dalle caratteristiche del suolo e operative.

La bentonite è una argilla naturale caratterizzata da una elevata idrofilia. Solitamente i fanghi hanno un contenuto in bentonite del 4-6%. Le condizioni al sito di Otranto, nel quale il suolo dovrebbe essere caratterizzato da un contenuto di argilla abbastanza alto,

potrebbero portare ad una riduzione della percentuale di bentonite da utilizzare. Tale dato sarà oggetto di studio nelle successive fasi della progettazione.



Figura 4.8: fresa per l'alesaggio

Si stima che il consumo di acqua dolce previsto nelle fasi di trivellazione e di alesaggio sia di circa 2400m³. La punta massima di portata d'acqua giornaliera stimata è di circa 300m³. Tale punta massima è stata calcolata in modo conservativo nell'ipotesi di non riciclare i fanghi di perforazione; nel caso di riciclo e quindi recupero dei fanghi si stima che tale portata massima potrà essere ridotta.

Come caso base si ritiene che l'acqua necessaria venga alimentata mediante autocisterne utilizzando eventualmente per lo stoccaggio gli opportuni bacini per la separazione dei fanghi o serbatoi temporanei. Mediamente saranno necessari 3 carichi/giorno con un massimo teorico di 10 carichi/giorno corrispondenti alla massima portata giornaliera necessaria.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 51 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Nel caso sia necessario integrare/diversificare la fornitura di acqua durante la fase di trivellazione si potrà prevedere l'alimentazione da un conveniente punto di prelievo dalla rete civile/industriale esistente.

Il prelievo di acqua mare per soddisfare i requisiti idrici in fase di cantiere viene considerato come caso alternativo. Tale prelievo comporta infatti la necessità di utilizzare additivi organici biodegradabili per garantire la stabilità dei fanghi bentonitici.

I fanghi di perforazione, utilizzati sia nella fase di trivellazione del foro pilota che di alesaggio, vengono utilizzati per:

- raffreddare e lubrificare lo scalpello;
- azionare il motore down-hole (che sfrutta l'energia idraulica dei fanghi per azionare lo scalpello rotante);
- trasportare al di fuori del foro i frammenti di roccia;
- sigillare eventuali fratture che possono formarsi nella formazione.

Come già esposto, trivellazione del foro pilota ed alesaggio verranno effettuati in due fasi successive, al fine di realizzare gran parte dello scavo (fino a circa 30-50m dal foro di uscita, dato da confermare sulla base dei dati risultanti da rilievi geotecnici di dettaglio) ricircolando i fanghi di perforazione. Solamente nella parte finale della trivellazione e dell'alesaggio, a causa del gradiente di pressione tra foro di ingresso e di uscita della traiettoria, vi sarà del versamento di fanghi e frammenti di roccia nell'area di transizione al foro di uscita a mare. La quantità di fanghi argillosi (contenuto in argilla inferiore al 6%) deposta sarà di circa 1680m³. Tali fanghi argillosi, di composizione analoga a quella naturalmente presente nei fondali in prossimità della costa, saranno naturalmente dispersi per l'azione delle correnti e delle onde.

Il circuito dei fanghi prevede una unità di miscelazione della bentonite con l'acqua e pompe ad alta pressione per l'invio dei fanghi al motore down-hole. I fanghi vengono



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 52 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

quindi ricircolati all'indietro lungo il foro trivellato/alesato portando così in superficie i frammenti di roccia.

Fanghi e roccia vengono quindi sottoposti ad un processo di separazione e ricircolo.

Il riciclo verrà effettuato sulla base di una separazione fisica, per rimuovere la roccia e mantenere il fluido di trivellazione a specifica. L'eliminazione dei frammenti di roccia sarà effettuata mediante vibrovagli e setacci di dimensioni progressivamente inferiori. La vasca per il deposito dei detriti, così come quella per il lagunaggio dei fanghi esausti, sarà dimensionata nelle ulteriori fasi del progetto sulla base di dati geotecnici dettagliati e di studi effettuati dal contraffittista per l'esecuzione dell'HDD con considerazioni specifiche sulla capacità dell'impianto di riciclo dei fanghi. Supponendo un bacino di raccolta dei detriti di dimensioni di circa 10mX10mX1m di profondità, sulla base del volume da scavare stimato di 650-700m³, tale bacino dovrà essere svuotato sette volte.

Si sottolinea che durante le fasi di realizzazione, al fine di annullare/minimizzare l'evenienza di eventuali fenomeni di dispersione dei fanghi, saranno messe in atto da parte del contraffittista le adeguate misure di gestione e controllo. Tali misure saranno oggetto di studio nella fase di ingegneria del cantiere. A titolo puramente indicativo e non esaustivo tra tali misure di controllo possono essere citate le seguenti, tipicamente impiegate in realizzazioni analoghe:

- pressione di esercizio: la perforazione viene condotta in modo che la pressione all'interno del foro non possa indurre al terreno circostante pressioni superiori a quelle presenti,
- monitoraggio del flusso del fluido: durante la perforazione viene effettuata un'osservazione continua, monitorando il rapporto tra flussi del fluido di ritorno all'entrata e all'uscita e la qualità stessa del fango. Il regolare monitoraggio consente il riconoscimento precoce di un'eventuale perdita di fluido,
- definizione del livello di pressione: prima di avviare le operazioni di perforazione in corrispondenza di ogni sezione della trivellazione vengono effettuati calcoli della pressione, al fine di valutare le massime portate ammesse per la pompa. Tali calcoli

sono basati sulle attrezzature di trivellazione, sulla pompa di circolazione e su altri aspetti tecnici,

- monitoraggio della pressione: la pressione effettiva del fango viene monitorata attraverso un confronto tra i livelli di pressione teorici e pratici. In caso di valori anomali è possibile reagire immediatamente riducendo la portata della pompa, ritirando la colonna di perforazione o portando avanti la trivellazione,
- sensori di pressione: nell'utensile di direzionamento vengono installati sensori di pressione che misurano la pressione del fango nell'anello del foro di trivellazione. Tali sensori sono appositamente progettati per formazioni geologiche tenere e contribuiscono, in maniera molto efficace, ad evitare il verificarsi di sversamenti. Le letture possono anche fornire un avviso precoce di un guasto del sistema per il fango.

Lo smaltimento dei frammenti di roccia e dei fanghi bentonitici avverrà in accordo alla normativa vigente. In via preliminare si ritiene che potrà essere considerata l'ipotesi di utilizzare i fanghi come fertilizzanti; in alternativa dovrà essere identificato un punto di scarico dove trasportare i residui della trivellazione (via terra o eventualmente via mare).

4.2.5 Posa del metanodotto

La posa del metanodotto allo shoreapproach nel foro precedentemente realizzato avverrà mediante metodo "pullback" che consiste nel tirare all'interno del foro realizzato il relativo tratto di metanodotto in precedenza realizzato e temporaneamente posato sul fondale a valle del punto di uscita. Il pullback verrà eseguito da terra utilizzando lo stesso impianto di trivellazione con il quale è stato eseguito il foro.

Tale metodo di costruzione implica le seguenti fasi:

- realizzazione del tratto di tubazione che verrà inserito nel foro;
- connessione della tubazione con la stringa di perforazione (tie-in);



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 54 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

- fase di tiro (“pull back”)

La realizzazione della tubazione e la sua posa temporanea sul fondale a valle del foro di uscita potrà essere effettuata utilizzando lo stesso mezzo di posa che realizzerà la parte di tracciato in acque poco profonde. Tale mezzo potrà essere dotato di sistema di posizionamento dinamico od anche di sistema di ancoraggio tradizionale poiché l'area interessata dai lavori è collocata più a largo della prateria di posidonia. E' eventualmente possibile anche posare la tubazione lievemente più a largo rispetto al foro di uscita e quindi avvicinarla al foro nella fase di pullback. E' opportuno osservare comunque che il mezzo di posa dipenderà dalle disponibilità del contrattista.

Nel documento 31030508-0101-DRW-00-005 riportato nell'allegato H è possibile osservare l'area che sarà interessata dalle operazioni a mare allo shoreapproach. Tale area, di 300mX320m, è da intendersi come comprensiva dello spazio necessario per eventuali ancoraggi di mezzi di posa e chiatte e per il movimento in sicurezza dei diversi mezzi impiegati nelle fasi di cantiere.

Dopo che la tubazione sarà posata sul fondale dovrà essere effettuata la connessione con la stringa di perforazione per la successiva fase di pullback. La connessione verrà effettuata mediante un apposito giunto rotante che consente la rotazione della stringa di perforazione senza trasmettere il movimento alla tubazione mentre viene tirata.

La connessione prevede il sollevamento delle estremità della stringa e della tubazione al di sopra del livello del mare. L'operazione verrà effettuata con un mezzo dotato di bracci meccanici con adeguata capacità di sollevamento. Potrà essere utilizzata una chiatta oppure venire impiegato lo stesso mezzo di posa della linea. Attorno alla chiatta saranno da prevedere in questa fase mezzi di supporto come rimorchiatori e mezzi per il controllo del fondale. In prossimità del foro di uscita in particolare potrebbe essere eventualmente presente una chiatta di supporto per il monitoraggio ed eventualmente la pulizia del foro stesso durante le operazioni.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 55 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Nella tabella 4.4 sono riportati, a titolo esemplificativo, i mezzi che potranno essere impiegati nelle fasi di posa del metanodotto allo shoreapproach e di tie-in.

Tipologia Mezzi	Numero di Mezzi
Mezzo di posa o chiatta con bracci meccanici	1
Rimorchiatori	2
Mezzo di supporto	2

Tabella 4.4: mezzi tipici per la realizzazione del metanodotto allo shoreapproach

La fase di pullback prevede il tiro del metanodotto connesso alla stringa di perforazione all'interno del foro. Per facilitare le operazioni, impostare un corretto angolo di ingresso nel foro e minimizzare gli attriti la pipeline potrà essere sostenuta per mezzo di bracci meccanici.

L'avanzamento del metanodotto all'interno del foro avverrà sfruttando la potenza delle trivella che sarà dimensionata quindi anche sulla base delle resistenze stimate in fase di pullback.

Si stima che il tempo necessario per completare le operazioni di pullback sia di circa quattro giorni.

4.2.6 Ripristino

Terminata la fase di costruzione, una volta rimossi gli impianti e smaltiti i fanghi di perforazione nel modo opportuno, l'area di lavoro a terra sarà ripulita e riportata alle condizioni originali ricoprendola col terreno originario eventualmente rimosso in fase di preparazione.

Non si ritiene necessario in questa fase ripristinare meccanicamente l'area di transizione a mare in quanto verrà riempita in modo naturale per azione delle correnti e delle onde.

La durata della fase di ripristino è di circa 10 giorni, inclusa la rimozione degli impianti.

4.2.7 Durata delle operazioni allo spiaggiamento

Nel diagramma seguente sono indicate le tempistiche necessarie per il completamento dei lavori di posa al punto di spiaggiamento di Otranto.

La durata complessiva dei lavori è di circa 10 settimane.

attività	durata (sett)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
preparazione area cantiere	1,5	■	■								
installazione impianti	0,5		■								
trivellazione foro pilota (fino a 30-50m)	1			■	■						
alesaggio (fino a 30-50m dal punto di uscita)	4				■	■	■	■			
completamento trivellazione ed alesaggio	1								■	■	
operazioni di "pullback"	0,5									■	
rimozione impianti	0,5										■
ripristino	1										■

Figura 4.9: programma dei lavori al punto di spiaggiamento di Otranto

4.3 SEZIONE OFFSHORE

4.3.1 Posa del metanodotto

La costruzione del metanodotto nella sezione offshore prevede la posa della tubazione sul fondale.

La posa del metanodotto nel canale di Otranto, considerati profondità e dimensioni della tubazione da realizzare potrà avvenire sia con metodo J-lay che con metodo S-lay.

I due metodi si differenziano essenzialmente per l'angolo di uscita della tubazione dal mezzo di posa.

Nel metodo J-lay (rappresentato nella figura 4.10) i tubi vengono saldati tra loro in posizione verticale essendo l'angolo di uscita della tubazione dal mezzo di posa compreso tra 0° e 15° rispetto alla verticale. In questo modo la tubazione avrà una sola zona di curvatura appena sopra il fondale, assumendo una forma che richiama la lettera che dà il nome a questo metodo di posa.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 57 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Tipicamente il mezzo di posa J-lay, sviluppato per la posa in acque profonde, ha operatività fino a 150 – 200 metri, al di sotto di queste profondità la costruzione deve essere effettuata da un altro mezzo di posa a pescaggio inferiore.

Nel metodo S-lay (rappresentato nella figura 4.11) i tubi vengono saldati orizzontalmente e la tubazione deve essere sostenuta dagli appositi “stinger” del mezzo di posa che avranno requisiti di dimensioni dettati dalle tensioni che si sviluppano durante la posa stessa. La condotta avrà due punti di curvatura, uno relativo allo stinger ed uno al fondale marino, venendo ad assumere una forma ad “S”. I mezzi di posa S-lay sono adeguati per la costruzione anche in acque basse.

Per l'installazione in acque profonde, il mezzo di posa sarà equipaggiato con un sistema di posizionamento dinamico (Dynamic Positioning, DP). Tale 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 stesse sarebbe impossibile.

Nel caso di posa in acque poco profonde il mezzo potrà essere equipaggiato con sistema di posizionamento dinamico o mediante sistema di ancoraggio tradizionale. In questo 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. Attraverso un sistema di controllo centralizzato degli argani il mezzo avanzerà gradualmente in relazione alle lunghezze di condotta varata di volta in volta.

Il metodo di posa definitivo, la scelta del mezzo di posa e, nel caso di utilizzo di più mezzi (uno per il varo in acque basse ed uno per quello in acque profonde), della suddivisione

effettiva delle relative sezioni di posa, dipenderanno dai risultati delle successive analisi di dettaglio e dalla disponibilità e dalle scelte del contraffittista costruttore.

Durante la posa verranno utilizzati anche mezzi di appoggio per il monitoraggio e controllo della stessa e per il trasporto delle tubazioni al mezzo principale; nel caso di utilizzo di nave posa-tubi con ancore si dovranno prevedere anche un minimo di due rimorchiatori.

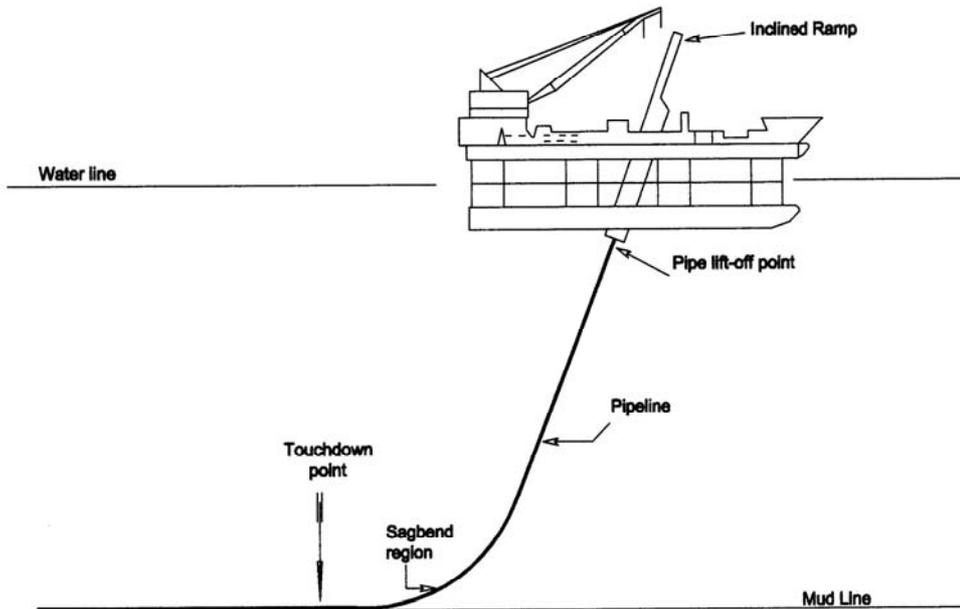


Figura 4.10: metodo di posa J-lay

Nella seguente tabella 4.5 sono riportati i mezzi tipicamente impiegati durante la posa, nell'ipotesi di utilizzare un mezzo di posa con sistema di ancoraggio tradizionale.

Tipologia Mezzi	Numero di Mezzi
Mezzo di posa (laybarge)	1
Rimorchiatori	2
Mezzo di supporto (support vessel)	2
Mezzo per trasbordi/trasferimenti	1

Tabella 4.5: mezzi tipici per la posa del metanodotto a mare

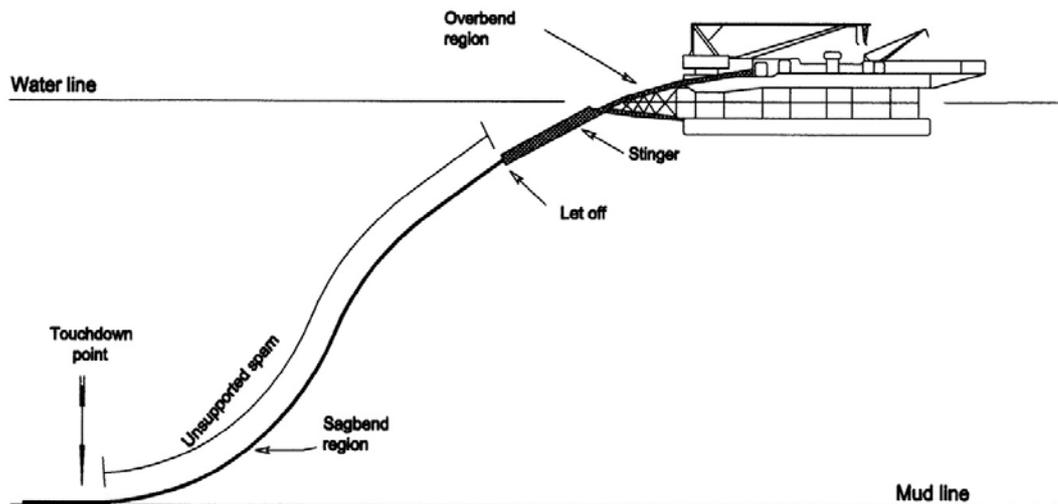


Figura 4.11: metodo di posa S-lay

4.3.2 Tie-in

La continuità della linea da approdo ad approdo si otterrà mediante le operazioni di tie-in (connessione) che hanno lo scopo di unire tratti di metanodotto che per esigenze costruttive sono stati in precedenza abbandonati sul fondale (ad esempio nel caso di utilizzo di mezzi di posa differenti per diverse sezioni o allo shore approach).

Tipicamente l'operazione di connessione viene realizzata mediante il metodo "surface tie-in": un mezzo di posa appositamente attrezzato con gru laterali recupera le due estremità delle linee precedentemente abbandonate sul fondale, rimuove la copertura terminale e salda le due linee insieme per poi ricollocarle sul fondale.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 60 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

4.3.3 Analisi ed interventi al fondale

Nella fase precedente la posa verranno effettuati appositi rilievi e studi mirati ad analizzare il posizionamento della tubazione sul fondale ed a valutare l'opportunità di interventi mirati a migliorare la stabilità del metanodotto con particolare attenzione alle sezioni di tracciato che possono implicare la realizzazione di un tratto sospeso di pipeline.

In questo caso, qualora non si reputi opportuno o non sia possibile una modifica del tracciato si potrà intervenire sul fondale rimuovendo picchi o creando ulteriori punti di supporto al tratto sospeso (ad esempio con l'uso di materassi in cemento) oppure si potrà, non agendo sul fondale, modificare lo spessore della tubazione aumentandolo in modo da rendere la tubazione più resistente alle tensioni nei tratti sospesi.

Dopo la posa la tubazione verrà ispezionata nuovamente per valutare l'accuratezza degli interventi effettuati.

4.3.4 Attraversamenti

Il metanodotto lungo il suo tracciato come visto al paragrafo 2.5 attraverserà cavi in acque profonde ed in acque basse. In particolare, in acque basse italiane è previsto l'attraversamento del cavo elettrico e del cavo a fibre ottiche ad esso parallelo ad una profondità di circa 75m.

La procedura generale per la realizzazione degli attraversamenti prevede le seguenti attività:

- esecuzione di rilievi ed indagini prima della posa per determinare con precisione il punto di attraversamento del cavo. In caso di difficoltà nella determinazione un apposito segnale potrà essere inviato lungo il cavo in modo da facilitarne l'identificazione;

- marcatura mediante transponder di tipo acustico (o strumenti analoghi) dei punti di attraversamento;
- rimozione di ogni possibile ostacolo nell'area dell'attraversamento;
- installazione di "materassi di supporto" di cemento sul fondale. Anche in caso di cavo interrato, per evitare la possibilità di ogni interazione futura tra metanodotto e cavo, uno strato di materassi verrà posizionato sopra l'allineamento del cavo in modo da mantenere separazione tra esso ed il metanodotto;
- installazione della pipeline; la sezione in attraversamento sarà diritta e l'angolo di incidenza al cavo sarà preferibilmente maggiore di 30°. Durante l'istallazione il punto di contatto della pipeline al suolo verrà monitorato tramite appositi ROV;
- eventuale istallazione di "materassi di protezione";
- rilievo post-posa finale.

Nella figura 4.12 è possibile osservare una schematizzazione dei materassi di protezione; nella figura 4.13 è rappresentato uno schema tipico di attraversamento.

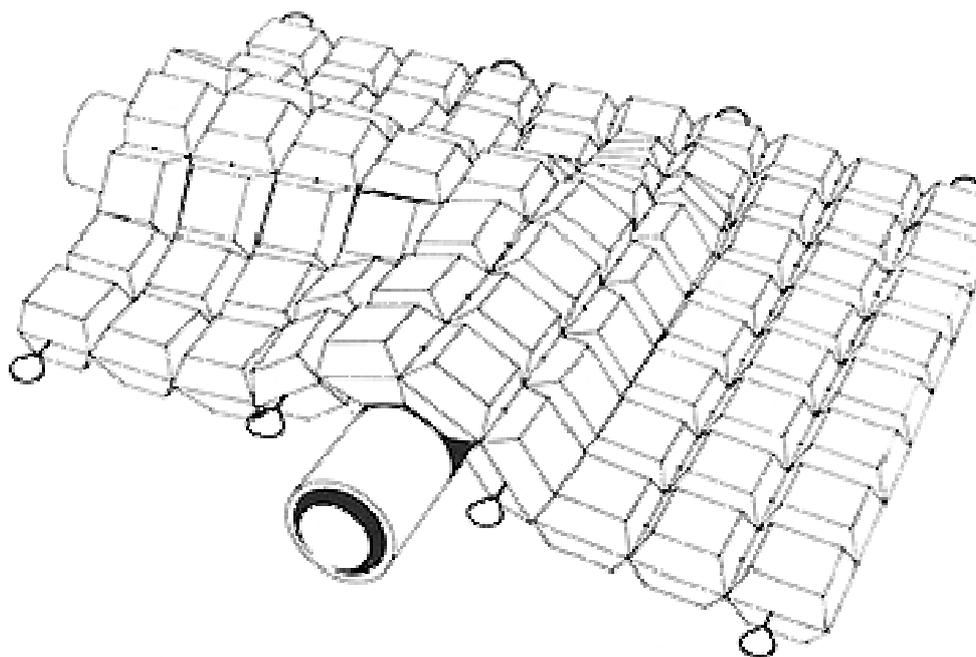


Figura 4.12: tipici materassi di protezione in cemento

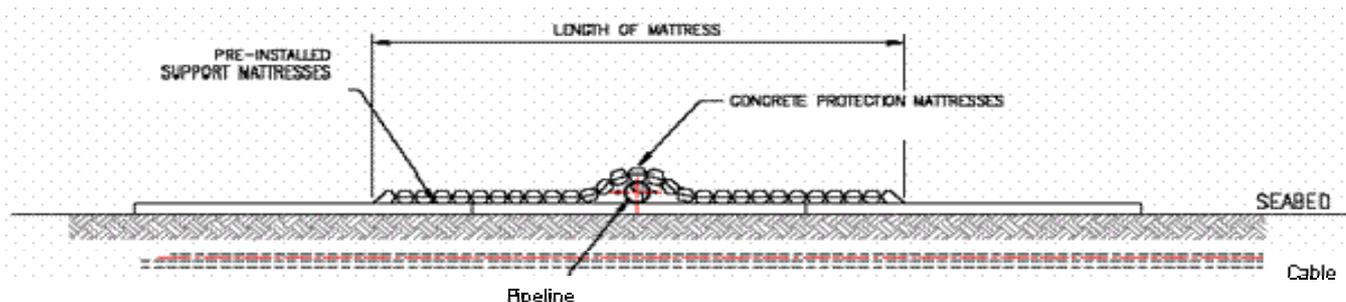


Figura 4.13: schema tipico di un attraversamento

4.3.5 Pre-commissioning e commissioning

Dopo la costruzione ed il collaudo idraulico, prima che le operazioni di trasporto del gas abbiano inizio, il metanodotto sottomarino dovrà essere svuotato dall'acqua. L'acqua dovrà essere eliminata per evitare la possibilità di formazione di idrati. Il metodo più conveniente è quello di eliminarla mediante flussaggio di metanolo. Si eliminerà dapprima l'acqua dalla tubazione mediante l'invio di un primo pig (scovolo); la minima quantità di acqua che rimarrà nel tubo by-passando il pig verrà assorbita mediante flussaggio di metanolo e quindi rimossa. Lo spessore del film che rimarrà sulla parete del tubo è stimato in circa 0,05 mm (parete con rivestimento interno). Il liquido che rimarrà sarà costituito per il 99% da metanolo e verrà eliminato nelle prime fasi di produzione (entro due mesi).

Un ulteriore flussaggio di azoto, a seguito del metanolo, servirà a spiazzare l'aria presente nella tubazione. Una volta asciutto il metanodotto e rimosso l'ossigeno mediante l'uso di azoto, il gas naturale può essere trasportato lungo la tubazione. Solitamente è il gas naturale stesso che spinge il pig che rimuove l'azoto.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 63 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Per i compressori e le strutture di invio e ricevimento dei pig nel caso le infrastrutture a terra non siano disponibili si utilizzeranno appositi sistemi mobili. I fluidi necessari verranno forniti mediante sistemi di generazione temporanei o serbatoi.

4.3.6 Durata delle operazioni di posa del metanodotto sottomarino

Complessivamente la durata della fase di posa nelle Acque Territoriali italiane è di circa 23 giorni, stimato su una velocità di posa media di 2km/giorno.

5 ESERCIZIO E MANUTENZIONE DEL METANODOTTO

5.1 INTRODUZIONE

Durante lo Studio di Fattibilità sono stati identificati i requisiti di base che verranno poi utilizzati per sviluppare le procedure operative, di ispezione, manutenzione e riparazione per il metanodotto sottomarino. Sono stati analizzati i seguenti aspetti:

- operazioni per avviamento, fermata e eventi di emergenza;
- programma, strumenti e frequenza delle ispezioni;
- programma e strumenti di manutenzione;
- metodi e sistemi di riparazione.

5.2 ESERCIZIO DEL METANODOTTO

5.2.1 Controllo del metanodotto

Le normali condizioni di esercizio prevedono nel caso di importazione di $8\text{BNm}^3/\text{anno}$ una pressione di mandata alla stazione di Stavrolimenas di circa 110 bar_g ed una pressione di arrivo ad Otranto di 75 bar_g .

Il gas che fluirà attraverso il metanodotto sottomarino verrà misurato alla stazione di compressione sulla costa greca ed alla stazione di misura nell'immediato entroterra di Otranto.

Valvole per il controllo di portata e pressione (FCV e PCV) saranno utilizzate per le normali procedure di controllo operativo. Valvole di chiusura di emergenza (ESD) garantiranno una ulteriore protezione in caso di evento che richieda un isolamento rapido del metanodotto sottomarino dalle infrastrutture a terra.



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 65 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

Un sistema SCADA verrà utilizzato per coordinare il sistema. Verranno monitorate in tempo reale le informazioni necessarie per operare in maniera adeguata il metanodotto e per identificare eventuali perdite sulla base dei dati di flusso e di contenuto di acqua nel gas.

5.2.2 Avviamento e fermata del metanodotto

L'avviamento del metanodotto sottomarino sarà effettuato dopo il commissioning e 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'acqua eventualmente presente mediante metanolo e l'aria mediante l'uso di gas inerte (azoto). 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.

I compressori per l'aria, l'azoto ed il metanolo, richiesti per la procedura di avviamento, in considerazione del fatto che tale procedura è un evento infrequente, saranno richiesti per il servizio quando necessario su apposite unità trasportabili.

La fermata prevede il trattamento del gas nella condotta con il metanolo e la chiusura delle valvole di controllo di portata in Italia e quindi in Grecia per l'arresto dei compressori. Si verificherà un lieve aumento di pressione nella linea che sarà riequilibrato mediante le valvole PCV fino ad avere circa 75 bar_g di pressione in tutta la linea. Verranno quindi chiuse anche le valvole di blocco di emergenza per avere una doppia barriera.

5.2.3 Procedura nel caso di perdita

Il metanodotto attraversa sezioni con profondità differenti: nel caso si verifichi rottura in una zona dove la pressione del gas è superiore alla pressione idrostatica esterna si avrà



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 66 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

fuoriuscita di gas dalla tubazione; nel caso in cui la rottura avvenga in una zona in cui la pressione idrostatica è maggiore di quella interna del gas si verificherà ingresso d'acqua nella linea.

Il sistema di controllo SCADA è in grado di monitorare eventuali perdite di gas o ingressi di acqua nella tubazione mediante il calcolo di bilanci materiali. L'acqua eventualmente entrante nella linea verrà evidenziata anche dalle analisi sul contenuto di H₂O.

Nel caso di ingresso d'acqua verrà iniettato metanolo per evitare il blocco della linea per formazione di idrati e la valvola di controllo di flusso in Italia sarà chiusa. Questo assicurerà una pressione interna superiore a quella esterna e bloccherà l'ingresso dell'acqua.

Nel caso di perdita senza ingresso d'acqua sarà necessario mantenere adeguata pressione per evitare l'ingresso della stessa.

Utilizzando i sistemi di controllo si cercherà di identificare la zona di perdita per pianificare le operazioni di intervento, tuttavia mentre il sistema di controllo SCADA può essere in grado di identificare l'entità di alcune rotture esso offre poco aiuto nel determinarne la localizzazione: sarà necessaria una ispezione della linea, metodologia che verrà trattata nel paragrafo 5.3.

5.2.4 De-pressurizzazione del metanodotto

Nel caso, estremamente improbabile, il metanodotto si blocchi per la formazione di idrati sarà necessario depressurizzarlo affinché, diminuita la pressione, si abbia la dissociazione degli idrati stessi. I dati idraulici preliminari indicano che una pressione al di sotto dei 40 bar_g è sufficiente per la dissociazione.

La dissociazione degli idrati, in funzione dell'entità del blocco, potrebbe essere un processo molto lento. Al fine di determinare le dimensioni effettive del blocco e quindi valutare la possibilità di sostituzione della sezione di tubazione bloccata una ispezione specifica dovrà essere effettuata durante la depressurizzazione.

5.3 CONTROLLI

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

Il tipo di controlli e l'effettiva frequenza sarà definita nelle fasi successive del progetto.

Nella tabella 5.1 vengono riassunti i controlli tipicamente previsti e la loro frequenza.

CONTROLLI ESTERNI	FREQUENZA
ROV SURVEY	<ul style="list-style-type: none"> • Start up • Ogni anno
ROUTE SURVEY	<ul style="list-style-type: none"> • Alla costruzione • Ogni 5 anni
PROTEZIONE CATODICA	<ul style="list-style-type: none"> • Start up • Ogni 5 anni
CONTROLLI MEDIANTE PIG	FREQUENZA
MISURA DELLO SPESSORE	<ul style="list-style-type: none"> • Start up • Ogni 3-5 anni
GEOMETRIA DELLA TUBAZIONE	<ul style="list-style-type: none"> • Start up • Ogni anno per i primi 5 anni • Ogni 2 anni per il periodo successivo
DANNI MECCANICI-DEFORMAZIONI INTERNE	<ul style="list-style-type: none"> • Start up • Prima di ogni controllo sullo spessore e la geometria

Tab. 5.1: tipica frequenza dei controlli al metanodotto

Le operazioni di ispezione esterna utilizzeranno appositi mezzi a controllo remoto (ROV, remotely operated vehicle). Per il lancio ed il ricevimento dei pig per i controlli periodici verranno utilizzate le infrastrutture presenti alle stazioni a terra (stazione di compressione e di misura).

Le ispezioni esterne sul metanodotto offshore 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



PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)

Pagina : 68 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

meccanici che permettono di effettuare operazioni anche complesse. In funzione del tipo di analisi da svolgere 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 spanning;
- 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. E' opportuno sottolineare come le ispezioni possano essere condotte su tubazioni in esercizio utilizzando il gas naturale per la spinta dei pig.

5.4 MANUTENZIONE

Nelle fasi di ingegneria successive verranno definite in dettaglio le procedure operative nel caso di necessità di operazioni di manutenzione e riparazione del metanodotto. L'entità del danno determina la tempistica dell'intervento: si potranno così verificare danni di lieve entità che non pregiudicano la produzione e la sicurezza (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). E' opportuno sottolineare come le statistiche indichino che la rottura con interruzione del servizio è un fatto estremamente infrequente. Nel caso



**PROGETTO PRELIMINARE
PROGETTO IGI – POSEIDON
(metanodotto sottomarino)**

Pagina : 69 di 69
Novembre 2007
Rev. 1

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 la 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.