

Gasdotto TAP «Trans Adriatic Pipeline»

Prescrizione A.11 Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare

**Doc. n. IPL00-PMT-000-G-TMO-0001 Rev. 0
Agosto 2016**

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	2 of 116

Indice dei Contenuti

1. Introduzione.....	6
2. Scopo del documento	7
3. Abbreviazioni.....	8
3.1 Abbreviazioni	8
4. Fasi per l'esecuzione del progetto.....	12
5. Installazione della condotta sottomarina	14
5.1 Mezzi navali di costruzione e di supporto.....	14
5.2 Specifiche tecniche dei principali mezzi navali utilizzati	15
5.3 Sequenza di installazione della condotta	15
5.4 Tolleranze di installazione della condotta.....	16
5.5 Installazione della condotta.....	16
5.5.1 Tiro a terra in Italia	16
5.5.2 Varo della condotta	18
5.5.3 Linea di varo	20
5.5.4 Movimentazione dei tubi offshore	25
5.5.5 Operazioni di ancoraggio	26
5.5.6 Monitoraggio del posizionamento della nave SSLV Castoro Sei	29
5.6 Operazioni di emergenza.....	30
5.6.1 Abbandono del tubo per condizioni meteo avverse	30
5.6.2 Collasso sezionale della tubazione.....	30
5.7 Procedure di Saldatura, NDT e FJC.....	33
5.7.1 Saldatura.....	33
5.7.2 Prove non distruttive (NDT).....	36
5.8 Pulizia dei Tubi	40
5.9 Attività dei sommozzatori	40
5.10 Indagini sottomarine e Posizionamento mezzi navali	41
5.10.1 Attività di preparazione per le Indagini sottomarine e posizionamento.....	41
5.10.2 Calibrazioni dei mezzi navali	42
5.10.3 Indagini di ordigni inesplosi lungo i corridoi di installazione	43
5.10.4 Indagini di Ordigni Inesplosi lungo il corridoio delle ancore	44
5.10.5 Indagini del corridoio di posa delle ancore.....	44
5.10.6 Mezzi navali, strumenti/attrezzature e documentazione per le indagini UXO e pre-posa all'interno del corridoio ancore.....	45

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell’approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	3 of 116

5.10.7	Attraversamenti di cavi esistenti	46
5.10.8	Indagini di pre-posa nel corridoio d’installazione	50
5.10.9	Monitoraggio del punto di contatto della condotta con il fondale (Touch Down Monitoring)	51
5.10.10	Indagine su condotta varata (As-Laid Survey)	51
5.10.11	Indagini della condotta come-costruita (As-Built)	53
5.10.12	Strumentazione e documentazione per le indagini “As-Laid”/“As-Built”	53
5.10.13	Posizionamento della nave posatubi	55
5.10.14	Personale per le attività di Indagine e Posizionamento	58

6. Approdo Italiano..... 58

6.1	Piano Generale di Esecuzione	58
6.1.1	Scopo del lavoro	58
6.2	Attività di esecuzione	60
6.3	Piano di Costruzione	60
6.3.1	Strutture temporanee al sito ed Uffici	60
6.3.2	Pozzo di Spinta e pozzo di uscita	63
6.3.3	Costruzione del microtunnel	66
6.3.4	Attività di costruzione del microtunnel	67
6.3.5	Operazioni all’uscita del microtunnel – Recupero dello scudo fresante (TBM Recovery)	81
6.4	Installazione del tubo di protezione a terra	81
6.5	Preparazione delle operazione di tiro	82
6.5.1	Preparazione al tiro della condotta	82
6.6	Ripristino dell’area di cantiere del microtunnel a fine lavori	83

7. Interventi sul fondale marino 84

7.1	Introduzione	84
7.1.1	Dragaggio e riempimento all’uscita del microtunnel sul lato italiano	84
7.2	Lavori di dragaggio	84
7.2.1	Lato Italiano	84
7.2.2	Principi generali di funzionamento della draga escavatrice (BHD)	86
7.2.3	Rilevamento e posizionamento	88
7.3	lavori di installazione della roccia	89
7.3.1	Generale	89
7.3.2	Costruzione del terrapieno	90
7.3.3	Installazione della roccia	91
7.3.4	Rilevamento e Posizionamento	93

8. Varo del cavo sottomarino in fibra ottica (FOC) 94

8.1	fornitura del cavo sottomarino in fibra ottica (foc)	94
8.1.1	Generale	94
8.1.2	Ingegneria	95
8.1.3	Criteri di Collaudo	95

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	4 of 116

8.1.4	Requisiti di interrimento.....	96
8.1.5	Attraversamenti.....	96
8.2	Attrezzature e mezzi di installazione.....	97
8.2.1	Progettazione.....	97
8.2.2	Installazione della sezione in acque profonde.....	97
8.2.3	Test sul FOC.....	100
8.2.4	Indagini sul FOC.....	101
9.	Collaudo della condotta.....	102
9.1	Fasi del collaudo idraulico – diagramma di flusso.....	102
9.2	PIG E SISTEMA DI LOCALIZZAZIONE.....	103
9.3	Composizione dei treni di PIG.....	103
9.3.1	Composizione del Treno PIG per la Pulizia e Calibrazione.....	103
9.3.2	Composizione del Treno di PIG per lo Svuotamento.....	104
9.4	PIATTI DI PROVA.....	105
9.5	ACQUA DI COLLAUDO.....	105
9.5.1	Approvvigionamento d'acqua.....	105
9.5.2	Qualità dell'acqua.....	105
9.6	PORTATE D'ARIA.....	105
9.7	fasi operative del collaudo idraulico.....	106
9.8	RIEMPIMENTO DELLA CONDOTTA.....	106
9.9	PULIZIA E CALIBRAZIONE.....	106
9.10	COLLAUDO IDROSTATICO.....	107
9.11	SVUOTAMENTO.....	107
9.12	ESSICCAMENTO AD ARIA.....	108
9.13	INERTIZZAZIONE E IMPACCAMENTO CON AZOTO.....	108
9.14	Impianto di scarico.....	109
9.15	Apparecchiatura principale installata presso l'approdo italiano.....	111
10.	Spedizione e logistica.....	113
10.1	Spedizione.....	113
10.2	Dogane.....	113
10.3	Gestione Materiali.....	114
10.4	Gestione dei materiali ed attrezzature fornite dalla committente.....	114
10.4.1	Base Logistica ed Area di Smistamento.....	114

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	5 of 116

10.5 LOGISTICA: RICEVIMENTO, movimentazione, magazzino e caricamento dei materiali 116

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	6 of 116

1. INTRODUZIONE

Il progetto TAP riguarda la realizzazione di un gasdotto che trasporterà il gas dalle nuove fonti di approvvigionamento nella regione del Mar Caspio all'Europa Occidentale e Sud-orientale, attraverso il cosiddetto "Corridoio Meridionale del Gas".

Il gasdotto in Italia consiste in una condotta sottomarina (tratto offshore) lunga circa 45 km, una condotta interrata (tratto onshore) lunga circa 8 km e un Terminale di Ricezione del Gasdotto (PRT) ubicato nel Comune di Melendugno, in Provincia di Lecce. Il sistema avrà inizialmente una portata di 10 miliardi di metri cubi di gas naturale all'anno, che potrà essere incrementata fino a 20 miliardi di metri cubi all'anno.

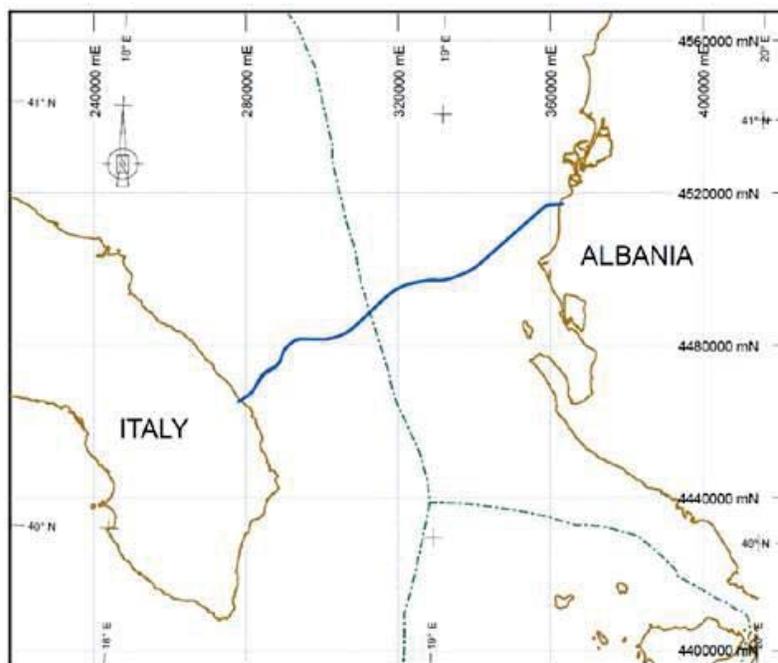


Figura 1 – Tracciato del Progetto Trans Adriatic Pipeline

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	7 of 116

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento è stato predisposto da TAP AG per rispondere alla Prescrizione A.11 del DM 0000223 del MATTM datato 11/09/2014, come modificato dal DM 0000072 del MATTM datato 16/04/2015, di seguito citata:

“In relazione a tutto quanto sopra descritto in merito alle criticità ambientali è prescritto che, prima di procedere a qualsiasi operazione sia a terra che a mare lungo le fasce di fondale marino o terreno interessate dai lavori di scavo e posa della condotta e del cavo a fibra ottica (FOC), ovvero in sede di progettazione esecutiva, sia presentato all'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare un manuale operativo contenente, ma non in modo limitativo, almeno le seguenti principali informazioni e documentazioni:

a) Logistica del cantiere e caratteristiche dei mezzi ed attrezzature di scavo e di posa in opera (pianificazione dei lavori, ubicazione delle aree di lavoro a terra e mare, attrezzature di montaggio e posa quali caratteristiche della linea di varo a mare (lay-barge) o a terra (bancali di appoggio, sistema rotabile, verricelli, sistema frenante, blocchi di ancoraggio, mezzi di sollevamento e traslazione, etc.), attrezzature ausiliarie per procedure particolari o di emergenza, sistema di aggancio dei cavi di tiro, sistema di trazione, caratteristiche dei pontoni e mezzi navali (tipo di scafo, dimensioni, pescaggio, sistema di ormeggio, limiti operativi, ecc.), tipo e caratteristiche dei verricelli, campo ancore, etc

b) Procedure di lavoro e di posa, incluse quelle relative ad operazioni accessorie allo scavo (rinterro e ripristino delle aree, protezione della condotta), esecuzione del micro tunnel con relativa costruzione del pozzo di spinta, procedure di posa (normali, particolari e/o di emergenza), procedure di ispezione e di controllo durante le operazioni di posa, ecc.

E' prescritto che il Manuale operativo debba essere redatto attenendosi a tutte le procedure base già descritte nel SIA senza variazioni sostanziali delle stesse.

Il Manuale operativo dovrà fare parte integrante dei Capitolati di appalto per le imprese esecutrici dei lavori.”

Da un'analisi del testo della prescrizione, si evince come la stessa sia volta principalmente alla conoscenza degli aspetti operativi relativi all'approdo ed alla sezione offshore. A tal proposito, la trattazione del presente documento si focalizzerà sulla descrizione delle operazioni previste per la costruzione del microtunnel e la posa a mare della condotta e del FOC.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	8 of 116

3. ABBREVIAZIONI

3.1 ABBREVIAZIONI

ACS	Anchor Corridor Survey – Indagine nel corridoio di posa
A/R	Abandonment & Recovery – Abbandono e recupero
AHT	Anchor Handling Tug - Rimorchiatore
AVN	Automatische Vortriebsmaschine mit Nassförderung (Slurry Pressurized Tunnel Boring Machine) – Macchina di scavo per il microtunnel
AWTI	Above Water Tie-In – Connessione tubazione fuori acqua
BD	Buckle Detection – Rilevamento della bugna
BHD	Backhoe Dredger – Draga escavatrice a benna
BMS	Barge Management System – Sistema di gestione di posizionamento del mezzo navale
BOP	Bottom of Pipe – Fondo del tubo
BT	Buoyancy Tank – Modulo galleggiante
CLV	Cable Lay Vessel – Mezzo posa cavo
CPI	Company Provided Item – Materiale fornito dal Committente
CR	Company Representative – Rappresentante del Committente
CSD	Cutter Suction Dredger – Draga con Sistema fresante ed aspirante
DCC	Distance Cross Course – Distanza rispetto alla rotta
DDP	Delivered Duty Paid – Dovere consegnato a pagamento
CWC	Concrete Weight Coating – Appesantimento di cemento
DGPS	Differential Global Positioning System – Sistema di posizionamento globale e differenziale
DNV	Det Norske Veritas
DP	Dynamic Positioning – Posizionamento dinamico
DSWB	Diving Support Working Barge – mezzo di supporto ai sommozzatori
DTM	Digital Terrain Model – Modello digitale del terreno
DVL	Doppler Velocity Log – Traccia della velocità delle onde acustiche
ELUC	External Line-Up Clamp – Clampa di allineamento esterna
FAT	Factory Acceptance Testing – Fattore di accettazione
FJC	Field Joint Coating – Rivestimento area saldatura del giunto
FOC	Fibre Optic Cable – Cavo a fibra ottica
FPROV	Fall Pipe Remote Operated Vehicle – Veicolo operato da

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell’approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	9 of 116

	remoto per mezzo con tubo di caduta
FPV	Fall Pipe Vessel – Mezzo con tubo di caduta
GMAW	Gas Metal Arc Welding – Saldature ad arco sommerso
GPS	Global Positioning System – Sistema di posizionamento globale
HDPE	High Density PolyEthylene – Polietilene ad alta densità
HEX	Hydraulic Excavator – Scavatore idraulico
HSE	Health, Safety, Environment – Salute, Sicurezza, Ambiente
IAU	Integrated Acoustic Unit – Unità acustica integrata
ID	Internal Diameter – Diametro interno
ILUC	Internal Line-Up Clamp – Clampa di allineamento interna
INS	Inertial Navigation System – Sistema di navigazione inerziale
IRN	Inspection Release Note – Nota di rilascio ispezione
ISB	In-Service Buckling – Instabilità durante il servizio
ISO	International Standard Organization – Organizzazione internazionale per la normazione
KP	Kilometre Post – Riferimento ad ogni chilometro
LARS	Launch And Recovery System – Sistema di lancio e recupero
LAT	Lowest Astronomical Tide – Livello più basso della marea astronomica
LBL	Long-Baseline – Base lunga
LCV	Light Construction Vessel – Mezzo di costruzione leggero
LTE	Landfall Termination End – Punto terminale dell’approdo
MBES	Multi-Beam Echo Sounder – Ecoscandaglio multi testa
MBL	Minimum Braking Load – Minimo carico di rottura
MBR	Minimum Bending Radius – Raggio minimo di curvatura
MSL	Medium Sea Level – Livello medio del mare
MT	Micro Tunnel
MTO	Material Take-Off – Lista materiali
NDT	Non Destructive Testing – Test non distruttivi
NM	Nautical Mile – Miglia nautiche
OAS	Obstacle Avoidance Sonar – Sonar per evitare gli ostacoli
OBROV	Observation class Remote Operated Vehicle – Veicolo operato da remoto per osservazione
OD	Outside Diameter – Diametro esterno
OPITO	Offshore Petroleum Industry Training Organization –

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	10 of 116

	Organizzazione per l'addestramento a mare
OT	Open Trench – Scavo a cielo aperto
PLB	Pipe Laying Barge – Barca di varo
PP	Polypropylene - Polipropilene
PPE	Personal Protection Equipment – Dotazioni per la protezione personale
PRT	Pipe Recovery Tool – Sistema per il recupero del tubo
PSV	Pipe Supply Vessel – Mezzo di supporto
PU	Polyurethane - Poliuretano
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control – Garanzia/Controllo di qualità
QHSE	Quality, Health, Safety, Environment – Qualità, Salute, Sicurezza, Ambiente
RFO	Ready for Operations – Pronti per le operazioni
ROV	Remote Operated Vehicle – Veicolo operato da remoto
SAW	Submerged Arc Welding – Saldatura ad arco sommerso
SBP	Sub-Bottom Profiler – Profilatore del fondo
SI	International System of Units and Measurement – Sistema Internazionale delle unità di misura
SIT	System Integration Test – Test del sistema integrato
SOLAS	Safety of Life at Sea – Sicurezza in mare
SoW	Scope of Work – Scopo del lavoro
SPC	Sheet Pile Cofferdam – Palancoolato
SSBL	Super-Short-Baseline - Base super corta
SSC	Suspended Sediment Concentration – Concentrazione dei sedimenti sospesi
SSLV	Semi-Submersible Laying Vessel – Mezzo di posa semi sommergibile
SSS	Side Scan Sonar - Ecoscandaglio
SWSV	Shallow Water Survey Vessel – Mezzo per l'indagine in acque basse
SSV	Survey Support Vessel – Mezzo di supporto all'attività di indagine
SWL	Safe Working Load – Carico di lavoro in sicurezza
TAP	Trans Adriatic Pipeline
TBM	Tunnel Boring Machine – Macchina di scavo della galleria
TDM	Touch Down Monitoring – Monitoraggio del punto di contatto

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	11 of 116

TDP	Touch Down Point – Punto di contatto con il fondo
TMS	Tug Management System – Sistema di gestione dei rimorchiatori
TOC	Top of Cable – Sommità del cavo
TOP	Top of Pipe – Sommità del tubo
TR	Transport Request – Richiesta di trasporto
TRAC	Task Risk Assessment Cards – Carte per la valutazione del rischio
TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger – Nave draga con sistema fresante, aspirante e di raccolta
USBL	Ultra-Short Base Line - Base ultra corta
UV	Ultraviolet - Ultravioletto
UXO	Unexploded ordnance – Ordigno inesplosivo
WD	Water Depth – Profondità dell'acqua
WROV	Working class Remote Operated Vehicle - Veicolo operato da remoto
WS	Working Station – Stazione di lavoro
WT	Wall Thickness – Spessore della parete

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	12 of 116

4. FASI PER L'ESECUZIONE DEL PROGETTO

Le principali fasi previste ai fini della costruzione del progetto per le sezioni relative all'approdo e la parte di condotta offshore, sono le seguenti:

1. Preparazione della base logistica e dell'area di ricevimento tubi a Brindisi;
2. Lavori all'approdo italiano consistenti in:
 - a. Mobilizzazione delle attrezzature per la costruzione e del personale richiesto;
 - b. Preparazione dell'area necessaria per le attività di costruzione del microtunnel che consiste in rimozione del primo stato di terreno ed installazione della recinzione.
 - c. Costruzione del pozzo di spinta;
 - d. Costruzione del microtunnel in cemento lungo 1485m, di diametro esterno pari a 3000mm e diametro interno di 2400mm, e del tubo di protezione di acciaio da 48" lungo 80m;
 - e. Allestimento necessario per le attività di tiro a terra che consistono in lavori civili per il sistema di ancoraggio del verricello di tiro, installazione del tubo di protezione del cavo a fibra ottica, installazione delle messaggere ed allagamento del microtunnel;
 - f. Esecuzione delle indagini ed i rilievi richiesti durante l'esecuzione del lavoro.
3. Indagine lungo il corridoio di posa della condotta e del cavo a fibra ottica per rilevare eventuali ordigni inesplosi (UXO) (campagna che permette fra l'altro la rilevazione dei cavi sottomarini esistenti) ed indagine lungo il corridoio ancore. In merito a queste ultime sono altresì previste, indagini per rilevare ordigni inesplosi (UXO) impiegando un mezzo dedicato.
4. Installazione di materassi in cemento per la preparazione degli attraversamenti in quattro punti con un mezzo di costruzione leggero.
5. Indagine lungo il corridoio di posa prima del varo della tubazione e dell'installazione del cavo a fibra ottica;
6. Interventi sul fondale marino in corrispondenza della zona di transizione:
 - a. Scavo all'uscita del microtunnel e installazione di una massicciata usando BHD (Backhoe Dredger – Draga escavatrice a benna) e mezzi per l'installazione di roccia;
 - b. Recupero della TBM (Tunnel Boring Machine – Macchina di scavo della galleria), installazione della bocca di invito utilizzando mezzi navali con sommozzatori;
 - c. Installazione del cavo per il tiro da terra;
 - d. Tutte le indagini richieste per l'esecuzione del lavoro.
7. Installazione della condotta con un mezzo del tipo Castoro Sei della Saipem partendo dal lato Italia:
 - a. Tiro della condotta a terra da circa KP 103.025;
 - b. Varo normale da circa KP 103.025 a KP 6.800.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	13 of 116

8. Indagini da eseguire al termine della posa del tubo da circa KP 103.025 a KP 6.800 (posizione dell'AWTI in Albania) con un mezzo di supporto per l'indagine e con attrezzature adeguate
9. Interventi sul fondale marino – operazioni per l'installazione della roccia all'uscita del micro tunnel e interventi con cumuli di ghiaia, costruiti dopo l'installazione della condotta, per la correzione della campate;
10. Lavori per l'installazione del cavo a fibra ottica da KP 105.000 a KP 5.460:
 - a. Tiro del cavo a fibra ottica all'interno di un tubo di protezione in HDPE (High Density PolyEthylene – Polietilene ad alta densità) pre-installato dentro al microtunnel.
 - b. Installazione del cavo a fibra ottica con interrimento simultaneo da KP 103.2 a KP 76.5.
11. Attività per il collaudo idraulico della condotta:
 - a. Riempimento della condotta;
 - b. Pulizia e calibratura verranno eseguiti utilizzando sei PIG dal piatto di prova all'approdo italiano fino al piatto di prova all'approdo albanese;
 - c. Collaudo idraulico usando acqua di mare filtrata (50µm) e sterilizzata con raggi ultravioletti;
 - d. Lo svuotamento verrà eseguito utilizzando otto PIG dal piatto di prova all'approdo italiano fino al piatto di prova all'approdo albanese lanciando il treno di PIG la cui posizione verrà costantemente monitorata;
 - e. L'asciugatura verrà eseguita dal piatto di prova all'approdo italiano verso il piatto di prova all'approdo albanese;
 - f. L'inertizzazione della condotta con azoto verrà eseguita iniettando azoto gassoso dal piatto di prova all'approdo italiano fino al piatto di prova a terra all'approdo albanese.
12. Gli interventi finali sul fondo marino e all'approdo verranno eseguiti al completamento dello svuotamento della condotta ed al termine dei lavori di installazione del cavo a fibra ottica:
 - a. Costruzione di una paratia all'uscita del microtunnel utilizzando un mezzo con sommozzatori.
 - b. Riempimento e ripristino dello scavo all'uscita del microtunnel con terreno utilizzando un mezzo di scavo adeguato.
13. Indagini al termine dei lavori sia della condotta che del cavo a fibra ottica.
14. Ripristino dello stato di top soil precedentemente rimosso, dei muretti a secco e della vegetazione spontanea nell'area dell'approdo italiano.

La dettagliata descrizione delle fasi su elencate verrà illustrata nei paragrafi che seguono.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	14 of 116

5. INSTALLAZIONE DELLA CONDOTTA SOTTOMARINA

5.1 MEZZI NAVALI DI COSTRUZIONE E DI SUPPORTO

I mezzi navali proposti per la costruzione del gasdotto sono riportati nella tabella seguente. I mezzi di supporto citati potrebbero essere sostituiti, in funzione della relativa disponibilità, con mezzi equivalenti aventi medesime capacità operative.

Tabella 1 - Mezzi navali di costruzione e di supporto

Tipologia di mezzo navale	ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • <u>SSLV Castoro Sei</u> • <u>Rimorchiatore/AHT (n. 3)</u> (Tipo Boulder) • <u>Navi porta Tubi (n. 2)</u> (Tipo Crest Zapata) • <u>Nave trasporto materiali consumabili</u> (Tipo Awalco Sapphire) • <u>Mezzo navale per trasporto equipaggio</u> (Tipo Pelican Glory) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiro della condotta 36", KP 103.025; • Posa della condotta a mare dal KP 103,025 fino al KP 6,8 (AWTI Albania)
<ul style="list-style-type: none"> • <u>PLB Castoro 10</u> • <u>Rimorchiatore/AHT</u> (Tipo Brodospas Luna) • <u>Nave trasporto materiali consumabili</u> (Tipo Awalco Sapphire) • <u>Mezzo navale per trasporto equipaggio</u> (Tipo Pelican Glory) 	<ul style="list-style-type: none"> • Supporto per le attività dei sommozzatori – presso il punto di uscita a mare del Microtunnel
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Mezzo navale di supporto per attività sommozzatori (DSWB)</u> (Tipo AD3) • <u>Rimorchiatore/AHT</u> (Tipo VM Prudent) 	<ul style="list-style-type: none"> • Supporto sommozzatori per il recupero della testa fresante utilizzata per la trivellazione del Tunnel (TBM) • Traino della TBM con rimorchiatore a Brindisi • Installazione del “bellmouth” all'uscita del MT (invito campana per facilitare l'ingresso della condotta nel tunnel durante il tiro) • Supporto durante il tiro a terra • Installazione della grata all'uscita del Microtunnel
<ul style="list-style-type: none"> • Mezzo navale per le indagini sottomarine 	<ul style="list-style-type: none"> • Indagini per ricerca ordigni inesplosi (UXO) lungo il corridoio di installazione della condotta e del FOC • Indagine del corridoio posizionamento ancore (ACS) • Indagine ordigni inesplosi lungo il corridoio ancore (UXO) • Identificazione dei cavi esistenti attraversati dalla condotta e dal FOC, come indicati dal COMMITTENTE

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	15 of 116

Tipologia di mezzo navale	ATTIVITÀ
	<ul style="list-style-type: none"> Indagini pre-posa lungo il corridoio di installazione della condotta e del FOC Assistenza al Castoro Sei e monitoraggio del punto di contatto della condotta con il fondale durante le attività di posa (Touch Down Monitoring) non continuo (quando richiesto) Indagini della condotta “come-varato” (“As-Laid”) Indagini della condotta e FOC “come-costruito” (“As-Built”)
<ul style="list-style-type: none"> Mezzo navale per costruzioni (LCV) 	<ul style="list-style-type: none"> Installazione array di sensori LBL; Installazione materassi per l'attraversamento dei cavi esistenti

5.2 SPECIFICHE TECNICHE DEI PRINCIPALI MEZZI NAVALI UTILIZZATI

Tabella 2 - SSLV Castoro Sei - Caratteristiche principali

SSLV Castoro Sei - Descrizione	Valore
Lunghezza nave	165.5m
Larghezza nave	65.4m
Pescaggio	9.5m min / max 14.5m
Massimo Tiro del Tensionatore	3 x 130 = 390t
Capacità massima del Verricello A&R	400t
Lunghezza rampa interna	40m
Lunghezza rampa esterna	40.8m

Tabella 3 - PLB Castoro 10 - Caratteristiche principali

PLB Castoro 10 Descrizione	Valori
Lunghezza nave	139.1m
Larghezza nave	36.6m
Pescaggio	4.28m Min / Max 5,82
Massimo Tiro del Tensionatore	180t
Capacità massima del Verricello A&R	200t

5.3 SEQUENZA DI INSTALLAZIONE DELLA CONDOTTA

Le attività preparatorie da effettuare prima di iniziare con il varo della condotta consisteranno nella costruzione dell'approdo e nell'allestimento degli attraversamenti da effettuare rispetto alla presenza di cavi precedentemente individuati. La fase successiva prevede quindi l'installazione del cavo di tiro che verrà, prima del rilascio sul fondo del mare, opportunamente dotato di grippia e boa di segnalazione. La sequenza di costruzione della condotta sarà quindi la seguente:

- Tiro della condotta a dal KP 103.025 al KP 105.04;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	16 of 116

- Posa della condotta dal KP 103.025 al KP 6.8 e abbandono nella posizione di AWTI ad una profondità di 25 m;

5.4 TOLLERANZE DI INSTALLAZIONE DELLA CONDOTTA

- Posa tubo:
 - +/- 10.0 m di tolleranza laterale rispetto alla linea nominale di centro rotta;
 - +/- 5.0 m di tolleranza laterale rispetto linea nominale di centro rotta e varo guidato assistito da ROV, solo nelle aree in prossimità ai massicci coralligeni, biocostruzioni, aree di affioramento di residui bellici, aree di esercitazioni militari di tiro e in tutte le aree in cui sono stati previsti interventi preparatori sul fondale marino prima e/o dopo la posa della condotta (come prescritto dal DM 0000223 del 11/09/2014)
- Aree pre-scavate e di attraversamento cavi:
 - +/- 2.5 m di tolleranza laterale rispetto alla linea nominale di centro rotta;
- Abbandono finale:
 - +/- 1.5 m di tolleranza laterale rispetto alla linea nominale di centro rotta;
 - +/- 3.0 m di tolleranza longitudinale rispetto a posizioni specificate;
 - +/- 1.0 gradi di tolleranza sull'orientamento della condotta, dove applicabile.

5.5 INSTALLAZIONE DELLA CONDOTTA

La sequenza delle attività di posa della condotta eseguite con la SSLV Castoro Sei è riportato qui di seguito:

- Tiro della condotta all'approdo italiano attraverso il microtunnel con la nave posizionata sul KP 103.025 (35m di profondità);
- Varo della condotta fino alla posizione di AWTI al KP 6.8. Durante l'abbandono finale della condotta verranno installati sul tubo le clampe per il successivo sollevamento e per l'attacco dei galleggianti necessari per l'operazione di AWTI.
- Lungo la rotta della condotta, nella sezione di tubo rivestita con TLPP (senza appesantimento in calcestruzzo) saranno installati anodi a bracciale rastremati in alluminio.

Le sezioni seguenti forniscono una descrizione generale delle operazioni a bordo della SSLV Castoro Sei e forniscono ulteriori dettagli sulle attività sopra menzionate.

5.5.1 Tiro a terra in Italia

L'operazione di tiro a terra inizierà dopo il completamento della costruzione del microtunnel presso l'approdo.

La nave SSLV Castoro Sei verrà ormeggiata approssimativamente al KP 103.025 (profondità di circa 35 metri) con una profondità sotto la chiglia di 25m.

Durante la preparazione della SSLV Castoro Sei per l'operazione di tiro, la stringa di tubi sarà prefabbricata all'interno della linea di varo finché la testa di tiro non raggiungerà la rampa esterna, pronta per il collegamento con il cavo di traino.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	17 of 116

In fase di esecuzione dell'operazione di tiro a terra, durante cui la nave si troverà ormeggiata in posizione fissa, l'Appaltatore utilizzerà ancore ad alta efficienza e cime galleggianti in polipropilene collegate ai cavi di ormeggio per minimizzare l'impatto con il fondale marino.

Prima di iniziare l'operazione di tiro a terra, verrà effettuata un'ispezione video dell'area circostante al punto di uscita del Microtunnel mediante l'utilizzo di un ROV.

Un rimorchiatore addetto alla movimentazione delle ancore solleverà la grippia e la boa di segnalazione e recupererà il cavo di tiro dal fondo del mare. Una volta recuperato, il cavo di tiro sarà ceduto alla SSLV Castoro Sei e collegato alla testa di tiro della condotta.

Terminate le attività preparatorie necessarie alla SSLV Castoro Sei per iniziare con le operazioni di tiro, il verricello lineare a terra verrà attivato per applicare tensione graduale al cavo ed alla pipeline. Durante le operazioni di varo verrà mantenuta la continua comunicazione tra la nave impegnata nell'installazione e l'operatore del verricello localizzato a terra.

La SSLV Castoro Sei rimarrà in posizione mantenendo la necessaria tensione di ritorno e rilasciando la stringa di tubi con gradualità.

Il sistema di tensionamento applicherà una forza nominale (inizialmente di circa 30t) che aumenterà man mano che la testa di tiro si trova in prossimità del fondo del mare al fine di garantire che le sollecitazioni sulla condotta e i carichi sui rulli si mantengano entro limiti accettabili.

A bordo della nave posatubi vengono fabbricati i doppi giunti (due tubi di lunghezza nominale pari a 12,2 m saldati l'uno all'altro) e di seguito saldati alla tubazione. Tale operazione è seguita dal tiro di 24m di condotta con il verricello lineare posizionato a terra. Queste operazioni vengono ripetute fino a che la saldatura tra la testa di tiro e la condotta raggiunge il punto di destinazione a terra.

5.5.1.1 Installazione di Collari in PU

Durante il tiro a terra, sulla stringa di condotta situata a bordo della nave, verranno installati dei collari in poliuretano (PU) al fine di evitare che il rivestimento esterno della condotta (TLPP) e gli anodi vengano danneggiati. I collari in PU elastomerico saranno pre-fabbricati in due metà e collegati al tubo attraverso bulloni a bordo della nave posatubi SSLV Castoro Sei. I collari in PU saranno progettati per resistere alle reazioni con i rulli posizionati sulla rampa di varo e per resistere al possibile attrito durante il passaggio attraverso il Microtunnel ed il tubo di protezione a terra.



Figura 2 - Rappresentazione grafica di un tipico collare in PU

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	18 of 116

5.5.2 Varo della condotta

La fabbricazione e la posa dei tubi avverrà in maniera continua all'interno del Castoro Sei. Le singole barre (giunti) verranno scaricate a bordo del medesimo mezzo quindi si procederà attraverso saldatura con la fabbricazione delle doppie barre. Al fine di verificare l'integrità della saldatura si procederà con le prove non distruttive (NDT), quindi si proseguirà con l'installazione della pipeline sul fondo del mare con la tecnica di "varo a S".



Figura 3 – Posa tubi Castoro Sei

L'attraversamento dei cavi presenti lungo la rotta della pipeline, avverrà per mezzo di materassi flessibili installati da un'imbarcazione dedicata come descritto nelle sezioni più avanti. Prima del varo della condotta, l'Appaltatore procederà con l'effettuazione di una campagna di sondaggi UXO che permetteranno di confermare la posizione dei cavi identificati durante la fase di progettazione.

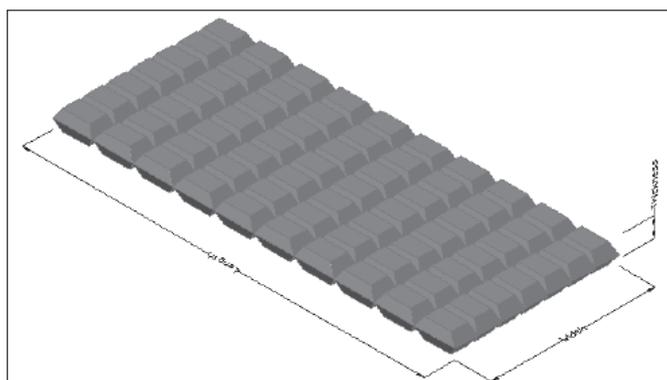


Figura 4 - Tipico materasso per l'attraversamento

5.5.2.1 Cianfratura dei tubi

La prima fase della costruzione della condotta sulla SSLV Castoro Sei consiste nella preparazione del cianfrino sia per la saldatura dei doppi giunti sia per la saldatura della colonna di tubi lungo la linea di varo. Il processo di cianfratura prevede la smussatura delle estremità dei giunti attraverso taglio degli stessi al fine di facilitare le operazioni di saldatura. Le cianfrature saranno differenti per i tubi interessati da saldatura ad arco sommerso (SAW) utilizzata per la fabbricazione del doppio giunto e quelli interessati da saldatura GMAW, da effettuarsi lungo la linea di varo. Ciascun processo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	19 of 116

di saldatura richiederà uno specifico profilo cianfrinato, qualificato e approvato. Le cianfrinatrici o le macchine di rifinitura sono dotate di spazzole per pulire la zona esposta all'estremità del tubo.



Figura 5 - Stazione di cianfrinatura e macchina di cianfrinatura a bordo della Castoro Sei

5.5.2.2 Area di fabbricazione del doppio giunto e convogliatori longitudinali

A seguito della cianfrinatura, i tubi vengono movimentati in avanti tramite convogliatori longitudinali nell'area di fabbricazione del doppio giunto. Il sistema di doppio giunto è dotato di quattro stazioni di saldatura ad arco sommerso e due stazioni di allineamento. Quattro tubi di doppio giunto possono essere saldati contemporaneamente. Dalla posizione di centro linea i tubi vengono trasportati da otto rulli idraulici motorizzati nelle stazioni di saldatura intermedia, a dritta e a sinistra, equipaggiate come segue:

- Accoppiatore interno;
- Una testa di saldatura flottante esterna, raddrizzatori di saldatura inclusi;
- Un sistema di distribuzione del flusso;
- Quattro rulli girevoli.

Dalle stazioni di saldatura intermedie, i tubi vengono spostati attraverso dei rulli verso le stazioni esterne, a dritta e sinistra nave, in cui deve essere continuata la saldatura del doppio giunto. Ogni stazione è equipaggiata come segue:

- Una testa di saldatura flottante esterna, raddrizzatori di saldatura inclusi;
- Un braccio di saldatura interna per diametri di tubo da 24" in su;
- Quattro rulli girevoli.

Tra la stazione di doppio giunto e la cattedrale (area della nave dove avviene l'accoppiamento del doppio giunto con la condotta in linea di varo) vi è un sistema convogliatore che comprende una combinazione di rulli motorizzati e unità cingolate. I tubi di doppio giunto, attraverso dei nastri convogliatori longitudinali cingolati, transitano per le stazioni di NDT dove le saldature del doppio giunto vengono esaminate, ed in seguito vengono spostati verso poppa sul convogliatore di trasferimento a cavalletto in cattedrale. Prima delle stazioni di NDT, sia a dritta sia a sinistra, è installata una 3° stazione di saldatura SAW che può essere utilizzata nel caso dovesse essere necessario.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	20 of 116

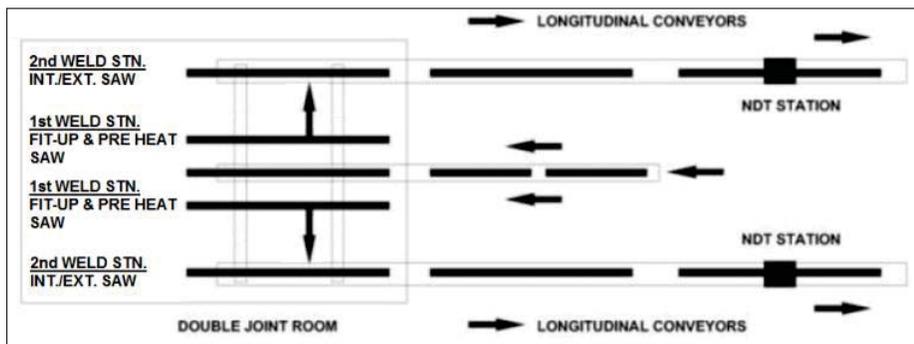


Figura 6- Area di Doppio Giunto

5.5.2.3 Convogliatore di trasferimento a cavalletto

Due convogliatori di trasferimento a cavalletto alimentati idraulicamente (o montacarichi per tubi) sono installati parallelamente all'asse longitudinale della SSLV Castoro Sei, su ogni lato della cattedrale. Con una capacità di sollevamento di 65t, trasferiscono i doppi giunti dai convogliatori longitudinali al sistema di allineamento situato all'interno della cattedrale all'inizio della linea di varo.

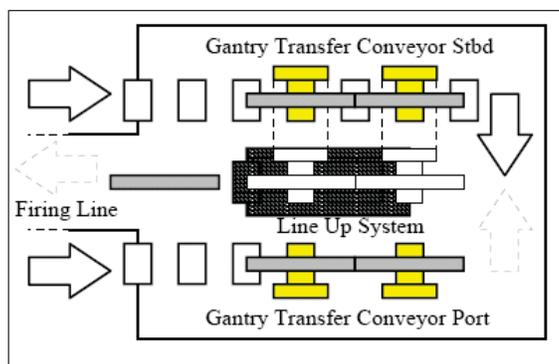


Figura 7 - Cattedrale

5.5.3 Linea di varo

La linea di varo, detta anche rampa, del Castoro Sei è mostrata sotto in figura. In posizione centrale lungo la lunghezza della nave, vi è il cuore delle attività di costruzione della condotta. La linea di varo comprende un certo numero di stazioni di lavoro sequenziali (9 in totale) che coprono saldatura, NDT e le attività di rivestimento delle saldature.

La linea di varo sul Castoro Sei si compone di tre sezioni: una rampa fissa, una rampa interna incernierata e una rampa esterna anch'essa incernierata. E' possibile modificare l'angolo delle rampe interna ed esterna per soddisfare le esigenze delle attività di varo.

La rampa fissa ha una pendenza costante di 9.2°, e ospita tutte le stazioni di saldatura ed i sistemi per fare i test NDT. La condotta è sostenuta da 5 rulli cingolati (da R1 a R4, R3a incluso) lungo la rampa fissa.

Un sistema di allineamento viene utilizzato nella cattedrale per adeguare l'angolo del doppio giunto all'inclinazione della rampa fissa e per allineare il doppio giunto alla fine della stringa di tubi

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	21 of 116

principale. Il sistema è costituito da due convogliatori cingolati montati su un telaio a comando idraulico che consente di inclinare i giunti ed è noto come "basculante".

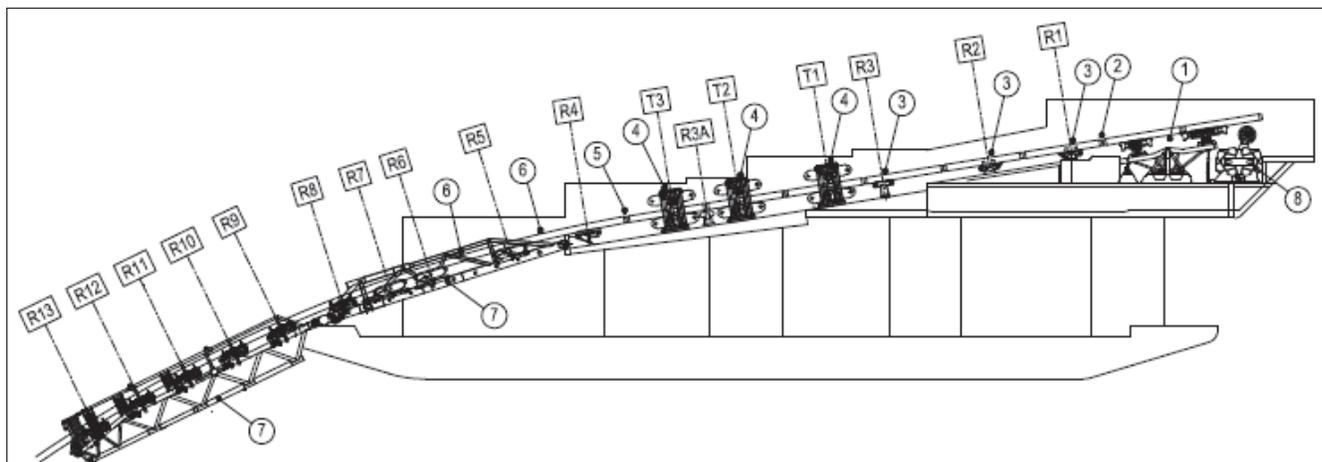


Figura 8 - Linea di varo

5.5.3.1 Configurazione rampa interna / esterna

La rampa interna è completamente protetta dalla sovrastruttura della nave, è incernierata alla rampa fissa ed è dotata di due stazioni di rivestimento della zona di saldatura. L'inclinazione della rampa può essere variata da 9° a 21°, utilizzando un sistema di carrelli verticale alimentato idraulicamente. E' dotata di quattro supporti verticali (da R5 a R8), progettati per poter essere regolati con precisione sia meccanicamente sia idraulicamente, durante la posa della condotta.

La rampa esterna (o Stinger) è lunga circa 41m e può variare la sua inclinazione verso il basso fino ad un massimo di 45° movimentando la rampa interna di conseguenza. Durante la navigazione, viene sollevata quasi verticalmente. Cinque supporti verticali (da R9 a R13) sono installati sulla rampa esterna ed inoltre i supporti R11, R12 e R13 sono dotati di rulli verticali per contenere il tubo lateralmente.

SSLV Castoro Sei – Riepilogo dei supporti	
Posizione	Rullo
Rampa fissa	Rulli cingolati - R1, R2, R3, R3A, R4
Rampa interna	Rulli cingolati - R5, R6, R7
	Roller a V - R8
Rampa esterna	R9, R10, R11, R12 e R13 – Rulli a V
	R11L, R12L e R13L - rulli verticali

Tabella 4 - SSLV Castoro Sei - Riepilogo dei supporti

5.5.3.2 Sistema di tensionamento e Abbandono/Recupero

Il sistema di tensionamento è costituito da tre tensionatori di tipo cingolato posizionati sulla rampa fissa. I tensionatori sostengono la tubazione sul SSLV Castoro Sei e permettono al tubo di muoversi alla velocità desiderata, mantenendo la tensione necessaria, ogni volta che un doppio giunto viene

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	22 of 116

saldato sulla linea ed il SSLV Castoro Sei si muove in avanti. I tensionatori (T1, T2 e T3) hanno una capacità totale di 390Te.

Mentre la nave posatubi si sposta in avanti di circa 24m, i tensionatori fanno scorrere la tubazione automaticamente garantendo al contempo che la tensione sulla tubazione rimanga all'interno dei parametri stabiliti dalle procedure di posa.

Per le operazioni di abbandono e recupero (A/R) viene utilizzato un verricello di A/R da 400 tonnellate posizionato alla testa della linea di varo al di sotto del livello del ponte nella cattedrale. Esso è composta da due verricelli, uno di trazione e uno di stoccaggio del cavo di dimensione di 105 mm.

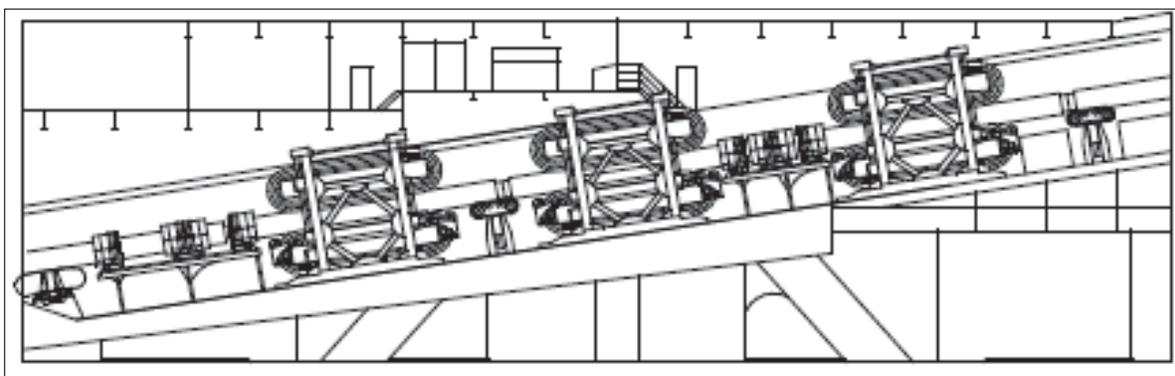


Figura 9 – Tensionatori nella linea di varo da 130 Te ognuno

5.5.3.3 Attività nella linea di varo durante le operazioni di varo normale

Durante le operazioni di varo normale, saranno utilizzate nove stazioni di lavoro (identificate di seguito con WS) nella linea di varo e tre stazioni di lavoro nella zona di prefabbricazione dei doppi giunti (DJ). In particolare verranno eseguite le seguenti attività:

Stazioni di lavoro	Attività	Posizione
WS1	Saldatura (“Root”, “Hot” ed eventuali cicli di riempimento)	Rampa fissa
WS2	Massa per la messa a terra	
WS3	Saldatura (cicli di riempimento)	
WS4	Sabbiatura + rivestimento epossidico (per la saldatura del DJ)	
WS5	Saldatura	
WS6	Nessuna attività	
WS7	Test ad ultrasuoni (AUT) Sabbiatura + rivestimento epossidico (per la saldatura di ML)	
WS8	Ricoprimento anticorrosivo del giunto di saldatura (DJ)	Rampa interna
WS9	Ricoprimento anticorrosivo del giunto di saldatura (ML)	

Tabella 5 - Sommario stazioni di lavoro

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	23 of 116

La sequenza di fabbricazione della tubazione durante il varo della condotta a bordo del Castoro Sei è esposta di seguito

- Il doppio giunto (DJ) è allineato in WS1 con la stringa della linea di varo e l'ILUC è inserito/attivato per eseguire il primo ciclo di saldatura. l'ILUC (clampa di sollevamento) viene ritirata al termine dei primi due passaggi di saldatura.
- Il completamento delle attività presso ciascuna stazione verrà segnalato attraverso l'accensione di un'apposita luce di segnalazione di colore verde. Ciò avviene presso ciascuna stazione di lavoro al completamento delle relative attività. Al termine delle operazioni presso tutte le stazioni di lavoro, la nave posatubi viene spostata in avanti di una lunghezza pari al doppio giunto (circa 24.4 metri). La saldatura appena eseguita passa in WS3;
- I passaggi di saldatura successivi sono effettuati in WS3:
 - Allo stesso tempo, un altro doppio giunto è trasferito in WS1 dove saranno ripetute le operazioni di allineamento e di saldatura di cui sopra;
- Nella WS4, il doppio giunto saldato, precedentemente ispezionato e approvato tramite verifica ad ultrasuoni (AUT) presso l'area di fabbricazione del doppio giunto stesso, viene sabbiato e preparato per l'applicazione del rivestimento;
- Tipicamente, le saldature sulla linea principale (ML) sono completate nella WS5 e la verifica AUT viene effettuata in WS7. La WS7 può essere utilizzata anche per la riparazione delle saldature;
- Nella WS7, il giunto testato e approvato viene sabbiato e preparato per l'applicazione del rivestimento;
- Il rivestimento del giunto specifico viene applicato sia nella WS8 sia nella WS9 rispettivamente per il doppio giunto e per il giunto principale;
- In caso di tubo rivestito con calcestruzzo, il riempimento del giunto verrà eseguito in queste stazioni;
- Eventuali boe, morsetti, ecc possono essere installati solo nelle stazioni dedicate al rivestimento o a quelle adiacenti a seconda del peso e della dimensione degli stessi.

Al termine delle attività su menzionate, le luci di segnalazione di colore verde saranno accese presso tutte le stazioni di lavoro pertanto la nave posatubi è pronta a spostarsi in avanti permettendo ad un nuovo giunto di essere convogliato sulla linea di varo. A processo ultimato, la sezione di tubazione completata si muove lungo la rampa di varo, quindi lungo la campata sospesa per raggiungere infine il fondo del mare.

5.5.3.4 Sistema di rilevamento del collasso sezionale

Il monitoraggio delle tensioni verrà eseguito in maniera continua durante l'installazione della tubazione, in maniera tale da garantire le condizioni operative idonee durante l'esecuzione. Nonostante ciò, potrebbe esservi la possibilità che si verifichi un collasso sezionale (buckle) dovuto ad esempio ad estesa ovalizzazione iniziale, difetti latenti nel materiale della tubazione o altre anomalie presenti nei giunti. Una collasso sezionale si verifica in generale quando il profilo della sezione circolare del tubo si distorce con conseguente ammaccatura o foratura.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	24 of 116

Quando si verifica un collasso sezionale si ha una variazione della sezione del tubo. Per rilevare eventuali deformazioni lungo la campata sospesa di posa, un rilevatore (costituito da una piastra circolare in alluminio) verrà installato a circa 50 metri oltre il punto di contatto con il fondale della campata sospesa TDP (Touch Down Point) durante la posa in acque poco profonde (verifica curvatura all'estradosso della tubazione "sagbend") o 50 metri dopo l'estremità della rampa di varo "Stinger" durante la posa in acque profonde (verifica curvatura all'intradosso della tubazione "overbend"). L'accoppiatore interno "Internal Line-Up Clamp" ILUC verrà rimosso dalla tubazione e il rilevatore del collasso sezionale, dopo essere stato connesso all'ILUC, viene calato all'interno della condotta. Il rilevatore di collasso sezionale agisce da controllo contro ogni collasso e deformazione (perdita di circolarità) della sezione del tubo durante la posa. La cella di carico ha un sistema di allarme automatico. Al verificarsi di un eventuale collasso, il rilevatore farà scattare l'allarme. Per evitare falsi allarmi, il livello della cella di carico è tipicamente impostato ad un valore superiore al peso del rilevatore includendo l'attrito del cavo quando viene tirato indietro.

5.5.3.5 Rilevatore acustico del collasso sezionale

In alternativa al rilevatore meccanico illustrato nella precedente sezione, potrebbe essere utilizzato un sistema acustico per il rilevamento del collasso sezionale. Questo sistema permette di monitorare tutta la lunghezza della campata libera durante il varo con tecniche non meccaniche. L'unità acustica integrata "Integrated Acoustic Unit" (IAU) consiste in uno speciale radar acustico sviluppato dall'Appaltatore. Il principio di funzionamento sfrutta la propagazione delle onde attraverso una guida cilindrica in questo caso costituita dalla tubazione. I tempi di ritorno e le caratteristiche dell'onda riflessa varieranno in funzione di eventuali deformazioni fornendo in questo modo le informazioni necessarie per identificare le relative anomalie.

Il pacchetto hardware IAU (unità interna, principalmente composto da altoparlanti e microfoni) è stato progettato per essere assemblato e integrato sull'accoppiatore interno (ILUC) come mostrato in figura. Una unità esterna salva ed elabora i dati registrati in modo che siano visualizzabili dal team di costruzione. Il sistema IAU permette la visualizzazione per tutta l'altezza della sezione del tubo e lungo tutto il profilo della campata libera, in tal modo le operazioni di riparazione effettuate mediante saldatura saranno facilitate.

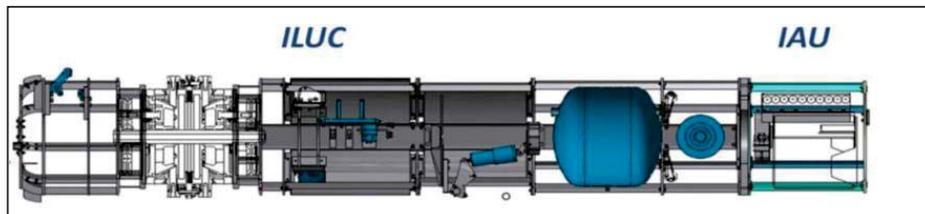


Figura 0 - Esempio di IAU montato su ILUC

Il sistema esegue le seguenti funzioni principali:

- La modalità acustica per la rilevazione del collasso è utilizzata per rilevare riduzioni del diametro del tubo al di sotto una certa soglia. Il dispositivo fornisce informazioni sulla distanza del rilevamento del collasso (riduzione del diametro del tubo) lungo la campata libera e il valore della relativa riduzione di diametro: il sistema garantisce la rilevazione di riduzioni di ovalità dell'ordine del 5% del diametro fino al punto di contatto con il fondo (TDP).
- La modalità radar acustica estesa "Extended Acoustic Radar" (EAR) esegue il rilevamento di grandi ostruzioni (ad esempio oggetti o ostacoli) lungo il tubo. In caso di rilevamento di un'ostruzione della

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	25 of 116

sezione, il dispositivo fornisce una stima della percentuale della sezione ostruita rispetto alla sezione libera e la sua distanza. Il range di localizzazione varia da pochi metri a qualche chilometro.

- Il sistema rilevamento delle intrusioni di acqua "Water Intrusion Detection" (WIDe) esegue il controllo dell'eventuale presenza di un fronte d'acqua che si muove all'interno del tubo. Il dispositivo fornisce una stima della percentuale della sezione del tubo ostruito rispetto all'area del tubo libero, la localizzazione ed una stima della velocità del fronte di acqua. Il range di localizzazione varia da pochi metri a qualche chilometro.

I tempi di misura necessari verranno ottimizzati e definiti prima dell'inizio dell'installazione annullando o riducendo il più possibile l'impatto sul ciclo produttivo.

Le misure vengono eseguite dopo il completamento del primo passaggio di saldatura, o prima o dopo la movimentazione dell'ILUC all'estremità del tubo, sulla base delle operazioni da eseguire a bordo. Inoltre, ai fini della misurazione devono essere assicurate le seguenti condizioni:

- Durante la misura non sono consentiti movimenti tra IAU e tubo;
- Durante la misura non sono consentiti movimenti tra tubo e nave;
- Durante la misura non sono consentiti movimenti idraulici dell'ILUC;
- L'accoppiamento dei due giunti dev'essere completato.

Di seguito sono descritte brevemente le varie operazioni:

- L'operatore avvierà la misurazione e, quando opportuno, darà il via libera per le operazioni di varo del tubo al termine della misurazione;
- L'operatore imposterà l'unità IAU per ricevere il ciclo di impulsi per il tempo prestabilito in fase di ingegneria ed in considerazione delle condizioni di posa;
- I dati degli impulsi ricevuti dall'unità interna verranno trasmessi tramite sistema wireless alla stazione IAU esterna, dove sarà possibile visualizzarli e registrarli;
- La verifica dei dati viene continuamente visualizzata sullo schermo dell'unità esterna. Oltre alla visualizzazione delle misure, qualsiasi superamento delle soglie impostate verrà segnalato come un'anomalia dal software e quindi studiato;
- Se non vengono trovate anomalie il tubo può essere varato, dopodiché una nuova misurazione sarà presa un volta che l'unità interna IAU si troverà in posizione.

5.5.4 Movimentazione dei tubi offshore

I singoli tubi (o giunti) sono generalmente trasportati da navi cargo, dette "Pipe Supply Vessel" (PSV), dotate di posizionamento dinamico. All'arrivo a destinazione, le navi cargo si accostano alla SSLV Castoro Sei ed inizia così lo scaricamento dei tubi sul ponte della stessa nave. Il SSLV Castoro Sei è in grado di trasportare fino a 2000 t di tubi sul ponte principale in due aree aperte rivestite in legno situate ai lati della tuga centrale, ciascuna delle quali misura circa 70 metri per 8,5 metri.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	26 of 116

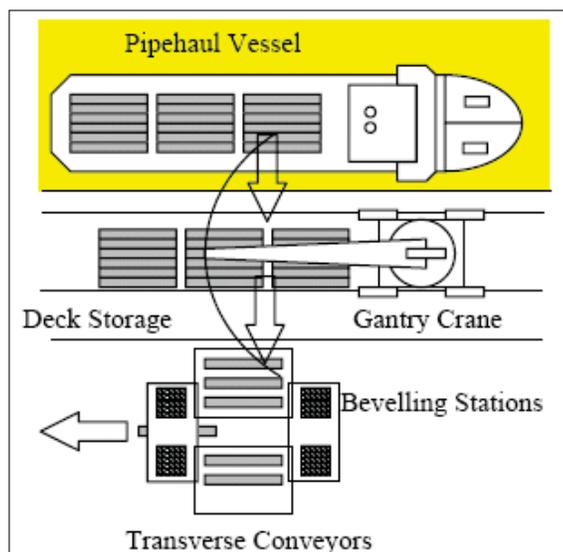


Figura 1 – Movimentazione Tubi sulla Castoro Sei

I tubi vengono poi trasferiti dal ponte ai convogliatori idraulici trasversali installati su ciascun lato del tetto della tuga centrale. Questi convogliatori trasferiscono i tubi lateralmente alla stazione di cianfrinatura e poi verso il basso tramite il convogliatore longitudinale posizionato al centro della stazione stessa.

5.5.5 Operazioni di ancoraggio

Il SSLV Castoro Sei è una nave che si sposta per mezzo di un sistema di 12 ancore e si muove tirando le linee di ormeggio a poppa e filando quelle di prua. L'operazione di ancoraggio/ormeggio della nave è supportata da rimorchiatori "Anchor Handling Tugs" (AHT) che riposizionano le ancore mentre la nave avanza lungo il percorso della tubazione.

La posizione laterale della SSLV Castoro Sei saranno corrette utilizzando le ancore di prua, durante e dopo ogni spostamento per garantire che la tubazione verrà posata lungo la direzione prevista ed entro le tolleranze definite. I topografi a bordo del Sei SSLV Castoro saranno in collegamento con il Primo Ufficiale durante queste operazioni.

Lo spostamento delle ancore sarà gestito dal Comandante/Primo Ufficiale della nave che darà istruzioni al comandante del rimorchiatore per attraccare a fianco della nave per ricevere l'ancora, per recuperare l'ancora dal fondo marino, o per spostarla quindi rilasciarla in una nuova posizione. A sua volta, il Comandante / Primo Ufficiale del SSLV Castoro Sei concorderà con il comandante del rimorchiatore l'eventuale sospensione della movimentazione delle ancore nel caso di condizioni meteorologiche avverse.

In aggiunta a quanto sopra, tutto il personale coinvolto nelle operazioni di movimentazione delle ancore sarà informato sui requisiti per l'operatività in sicurezza delle attrezzature di ormeggio e sui dati relativi al dispiegamento/monitoraggio delle ancore prima dell'inizio delle operazioni di posa del tubo.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	27 of 116

5.5.5.1 Posa delle ancore

La posa delle ancore sarà effettuata secondo la seguente procedura

- I rimorchiatori (AHT) si posizionano vicino al SSLV Castoro Sei;
- La nave posa tubi Castoro Sei tramite la sua gru trasferisce la boa e la grippia dell'ancora sul ponte dell'AHT che l'avvolgerà nel tamburo del suo verricello;
- La nave posa tubi Castoro Sei trasferisce l'ancora sull'AHT che verrà connessa alla grippia ed assicurata al ponte dall'equipaggio;
- Il SSLV Castoro Sei trasferisce il cavo dell'ancora e l'equipaggio dell'AHT lo conetterà al verricello di tiro;
- Il cavo di tiro viene collegato all'ancora dall'equipaggio dell'AHT e fissato allo "shark jaws" del rimorchiatore;
- AHT procede raggiungendo la posizione richiesta per il posizionamento dell'ancora;
- La posizione dell'AHT sarà monitorata mediante il sistema di gestione rimorchiatori (TMS);
- Il SSLV Castoro Sei applica e monitora la tensione del cavo dell'ancora;
- L'AHT rilascia il cavo di ancoraggio dagli "shark jaws" e avvia il dispiegamento dell'ancora;
- L'AHT inizia a filare la grippia mentre l'ancora scende verso il fondo del mare sotto la poppa;
- L'AHT si muove in avanti continuando a filare la grippia;
- Quando l'ancora è vicino al fondo del mare, l'AHT informa il SSLV Castoro Sei. Le coordinate della posizione dell'ancora dovranno essere registrate per confermare l'esatta posizione;
- L'AHT cala l'ancora fino a raggiungere il fondo del mare;
- Il SSLV Castoro Sei mette in tensione il cavo di ancoraggio;
- La tensione nel cavo di ancoraggio è portato a un valore superiore a quello richiesto per rilevare eventuali trascinamenti dell'ancora. In caso di trascinamento, l'ancora verrà recuperata e rimessa in posizione;
- Quando si riceve la conferma della stabilità rispetto alla tenuta in posizione, l'AHT cala la boa dell'ancora.

Per il posizionamento delle ancore in acque profonde, se necessario, il cavo delle ancore può essere esteso anche utilizzando dei cavi aggiuntivi. L'operazione di prolungamento del cavo di ancoraggio sarà eseguita a bordo dell'AHT.

5.5.5.2 Installazione della boa sul cavo di ancoraggio

Le boe sul cavo di ancoraggio sono utilizzate per mantenere la distanza verticale tra il cavo stesso ed eventuali tubazioni o cavi esistenti. Per questi tipi di boe sono comunemente usati i parabordi Yokohama collegati ai cavi di ancoraggio tramite un morsetto fisso e una fune. La procedura è la seguente:

- Il Comandante / Primo Ufficiale calcolerà la posizione corretta dello Yokohama rispetto alla posizione dell'ancora;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	28 of 116

- L'AHT riavvolgerà il cavo di ancoraggio sul suo tamburo. Al termine di tale operazione, l'AHT chiude i suoi "shark jaws" al fine di mantenere il filo di ancoraggio stabile sul ponte;
- Lo Yokohama viene collegato al cavo di ancoraggio sul ponte dell'AHT dall'equipaggio del rimorchiatore;
- L'AHT fa filare il cavo ancoraggio fuori dalla nave posatubi verso la posizione proposta di ancoraggio;
- Alla posizione corretta, l'AHT rilascia gli "shark jaws" e fa scivolare in acqua lo Yokohama dal ponte e il verricello del SSLV Castoro Sei viene messo sui freni;
- L'AHT continua a muoversi verso la posizione di ancoraggio mentre fa filare il cavo di ancoraggio dal tamburo del suo verricello. Quando si trova nella posizione corretta chiude gli "shark jaws" intorno al cavo di ancoraggio;
- La grippia è collegata all'ancora, gli "shark jaws" vengono rilasciati e l'AHT fa filare la grippia mentre l'ancora scende verso il fondo del mare.

La SSLV Castoro Sei è dotato di quattro propulsori azimutali. Questi propulsori possono essere utilizzati insieme con le linee di ormeggio in caso di forti correnti nella sezione più profonda del tracciato di posa.

5.5.5.3 Posizionamento dell'ancora

Il Comandante / Primo Ufficiale del SSLV Castoro Sei gestirà i posizionamenti delle ancore. Di seguito si riporta la sequenza della procedura:

- Il Comandante / Primo Ufficiale del SSLV Castoro Sei decidono il riposizionamento di un'ancora;
- Il Comandante / Primo Ufficiale del SSLV Castoro Sei in collaborazione con i topografi a bordo della nave identificano la nuova posizione per l'ancora. La AHT verrà istruito dal Comandante / Primo Ufficiale per recuperare l'ancora;
- La grippia verrà recuperata dall'equipaggio del rimorchiatore e collegata al verricello dell'AHT;
- L'AHT avvolgerà la grippia sul tamburo del suo verricello e posizionerà la boa dell'ancora a poppa;
- L'AHT recupererà l'ancora dal fondale e con il verricello la tirerà su fin quasi alla superficie;
- Durante il riposizionamento dell'ancora, una sufficiente tensione sul cavo di ancoraggio verrà mantenuta dal SSLV Castoro Sei per evitare collisioni con eventuali strutture sottomarine;
- Una volta raggiunta la nuova posizione per il posizionamento dell'ancora, l'AHT otterrà la conferma della posizione del Comandante / Primo Ufficiale e dai topografi;
- L'ancora sarà poi calata sul fondo del mare;
- Il cavo di ancoraggio verrà messo in tensione fino al valore richiesto. Durante la messa in tensione, particolare attenzione verrà rivolta al carico sul cavo per identificare un eventuale trascinarsi dell'ancora;
- Infine, la posizione dell'ancora verrà registrata nel registro ancore del SSLV Castoro Sei e visualizzata a schermo;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	29 of 116

- Il registro di posizionamento di tutte le ancore sarà tenuto aggiornato a bordo del SSLV Castoro Sei ad ogni spostamento.

5.5.5.4 Sistema di monitoraggio della catenaria della linea d'ormeggio

Un sistema di monitoraggio in "tempo reale" della catenaria della linea d'ormeggio è installato a bordo del SSLV Castoro Sei e attivato ogni volta che le linee di ancoraggio attraversano cavi esistenti, o altre strutture sottomarine. Il sistema di monitoraggio del cavo dell'ancora controlla la distanza tra il cavo e l'attraversamento della tubazione, cavo o struttura sottomarina in tutte le condizioni operative.

5.5.5.5 Spostamento della nave posa tubi SSLV Castoro Sei

Lo spostamento della SSLV Castoro Sei è basato sul continuo riposizionamento delle ancore nell'arco delle 24 ore.

Dopo che le attività sono state completate in tutte le stazioni di lavoro e la linea di varo ha trasmesso il via libera per lo spostamento della SSLV Castoro Sei, quest'ultima verrà spostata di 24.4 metri lungo la direzione di posa.

Lo spostamento della SSLV Castoro Sei sarà effettuato recuperando i cavi di ancoraggio di poppa e, contemporaneamente, filando i cavi di ancoraggio di prua. Dopo che la SSLV Castoro Sei viene spostata di una distanza pari a 24.4 metri, viene arrestata perché riprenda un nuovo ciclo produttivo di saldatura e costruzione condotta.

Lo spostamento della nave viene effettuato con l'ausilio dei rimorchiatori (AHT) che riposizionano le ancore permettendo alla nave di spostarsi continuamente.

Durante la posa lungo le sezioni in curva, la nave posa tubi si sposterà lungo i punti tangenziali della curva in modo che il punto di contatto tra fondo del mare e la condotta (Touchdown Point) risulti sulla rotta di progetto. Le posizioni tangenziali di questa rotta verranno calcolate usando la proiezione orizzontale della sezione di condotta in campata (definita distanza di "lay-back"). Dopo un varo di 24.4 metri lungo la sezione curva, la direzione della nave verrà regolata per mantenere il "Touchdown Point" sul percorso della curva.

5.5.6 Monitoraggio del posizionamento della nave SSLV Castoro Sei

La posizione e la direzione della nave saranno continuamente monitorate dai sistemi di rilevazione di bordo e dal team di persone addette alle relative attività. Dopo ogni riposizionamento della SSLV Castoro Sei, verrà fatta una registrazione del numero del tubo, direzione e coordinate relative alla prima stazione di lavoro della linea di varo.

La nave sarà mantenuta sull'esatta direzione al fine di posare il gasdotto entro la tolleranza richiesta rispetto alla linea centrale del percorso teorico. Se necessario, il verricellista comanderà i verricelli ancore in modo tale da far mantenere alla nave il corretto orientamento. Il posizionamento sarà controllato dal sistema DGPS. La posizione DGPS verrà costantemente aggiornata dal sistema di navigazione. Il computer di navigazione genererà un grafico per assistere il controllo posizionale della nave. Il grafico includerà il contorno della nave e i punti tangenziali, il percorso di progetto del gasdotto, il percorso reale della nave e il KP corrente. Il grafico visualizzerà inoltre tutte le informazioni storiche di posa del gasdotto ed eventuali strutture sottomarine o di superficie; mostrerà anche la distanza di "lay-back", le posizioni delle sue ancore e le posizioni degli AHT.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell’approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	30 of 116

Il riposizionamento delle ancore sarà effettuato a turno dagli AHT e monitorato dal bordo del SSLV Castoro Sei utilizzando il sistema di gestione dei rimorchiatori “Tug Management System” (TMS).

5.6 OPERAZIONI DI EMERGENZA

5.6.1 Abbandono del tubo per condizioni meteo avverse

In caso di condizioni meteo avverse, sarà necessario effettuare la seguente procedura di abbandono:

- Le operazioni di varo vengono interrotte;
- Tutte le saldature e le operazioni di rivestimento presenti lungo la linea di varo vengono completate;
- Le attrezzature interne (accoppiatore interno, eventuali apparecchiature NDT) vengono recuperate;
- Il rilevatore interno di collasso sezionale viene recuperato (o fissato alla testa abbandono / recupero);
- La testa di abbandono e recupero (A/R) viene saldata alla fine della colonna di varo;
- Il cavo del verricello di A/R viene collegato alla testa di A/R;
- La nave viene spostata in avanti fino a quando la testa di A/R raggiunge il tensionatore. Il cavo di A/R del verricello viene mantenuto allentato;
- La tensione viene trasferita dai tensionatori al cavo di A/R del verricello;
- I cingoli del tensionatore vengono aperti;
- Viene spostata la nave in avanti mantenendo la tensione di progetto sul cavo di A/R del verricello fino a quando la testa A/R è sopra la rampa di varo (manovra a tensione costante);
- La nave continua a spostarsi in avanti, diminuendo lentamente la tensione del cavo di A/R del verricello fino a quando la testa di A/R tocca il fondo del mare;
- Viene filato il cavo di A/R del verricello riducendo così la tensione a zero;
- La nave rimane in posizione con il cavo di A/R del verricello allentato;
- In caso di un peggioramento delle condizioni meteorologiche il cavo di A/R può essere scollegato dal verricello e lasciato in mare con una boa di segnalazione connessa alla fine;
- La nave si sposta quindi verso una zona riparata.

5.6.2 Collasso sezionale della tubazione

Il collasso di sezione senza allagamento (“dry buckle”) si verifica quando il profilo circolare della condotta è distorto, ma la parete della stessa non è forata, quindi l’interno della condotta rimane asciutto. I “dry buckle” tendono a verificarsi in corrispondenza della curva all’intradosso della catenaria di varo nei pressi della rampa esterna (“stinger”).

Un collasso sezionale con allagamento (“wet buckle”) si verifica invece quando il profilo circolare della condotta è distorto e la parete è forata causando un allagamento della condotta. I “wet buckle”

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell’approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	31 of 116

tendono a verificarsi in corrispondenza della curva all’estradosso della catenaria di varo nei pressi del “touchdown point”.

5.6.2.1 Dry buckle

- Prima di procedere con i tentativi di recupero della tubazione, l’ROV ispeziona la zona del collasso per accertare che il recupero attraverso la rampa di varo esterna/interna e il passaggio attraverso i tensionatori sia fattibile. Se il recupero non è fattibile, il “dry buckle” deve essere trattato come un “wet buckle” e la tubazione verrà recuperata secondo la procedura di riparazione spiegata nel prossimo paragrafo.
- L’accoppiatore interno ed eventuali attrezzature NDT vengono rimossi dalla tubazione. Il rilevatore interno del collasso viene recuperato, la piastra circolare di misurazione viene controllata. Nel caso in cui il rilevatore non può essere estratto a causa della deformazione della sezione del tubo, dovuta al collasso, sarà lasciato all’interno della tubazione ed il cavo legato fuori ad un ancoraggio temporaneo;
- La nave posatubi viene spostata lentamente verso prua di una lunghezza pari a circa 24.4 metri mantenendo tramite i tensionatori la tensione di progetto. Il recupero deve essere monitorato da ROV o subacquei;
- La sezione estrema della tubazione recuperata viene tagliata. Il cavo del rilevatore interno viene protetto durante le operazioni di taglio. La sezione tagliata viene fatta passare fuori dal cavo del rilevatore e spostata nella zona di stoccaggio. I passaggi precedenti vengono ripetuti fino a quando la sezione di tubo collassata viene recuperata attraverso i tensionatori. Il tubo più vicino alla sezione con il collasso viene tagliato. I tensionatori mantengono il livello di tensione di progetto calcolata per il varo in condizioni normali. Il rilevatore interno viene rimosso dalla tubazione, ispezionato e riparato.
- Nel caso in cui la sezione di tubo collassata non può passare attraverso i tensionatori chiusi, può essere usata la testa di A/R che verrà saldata alla colonna dopo i tensionatori. In questo modo la sezione collassata potrà superare i tensionatori che rimarranno aperti durante il recupero con il verricello di A/R;
- Il rilevatore di collasso viene ricalato all’interno della tubazione ed il suo cavo riconnesso all’accoppiatore;
- Le normali procedure di varo possono essere riprese.

5.6.2.2 Wet buckle

- La posizione, l’estensione e la forma del collasso vengono ispezionati dall’ROV. L’accoppiatore interno, eventuali attrezzature NDT e il rilevatore di collasso sezionale vengono rimossi dalla tubazione;
- Le saldature circolari vengono completate in tutte le stazioni di lavoro della linea di varo;
- La tubazione viene varata fino al fondo del mare in base alla procedura di abbandono. Questa operazione deve essere monitorata con l’ROV;
- Raggiunto il fondo del mare, l’ROV aprirà la valvola posizionata sulla testa di abbandono, che permetterà all’acqua di inondare la sezione danneggiata;
- Il SSLV Castoro Sei si allontana dalla zona del collasso in modo da liberare l’area per le manovre delle navi di appoggio all’ROV. Il cavo di A/R rimane connesso alla testa;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	32 of 116

- Al di sotto della sezione da tagliare verrà creato uno spazio tramite un getto d'acqua in pressione controllato dall'ROV. Uno strumento da taglio a filo diamantato sarà posizionato sopra la parte superiore del tubo (si veda la figura sotto). Lo strumento da taglio è azionato dall'ROV;
- A seguito del taglio lo strumento viene recuperato a bordo della nave d'appoggio;
- La nave posatubi tira la parte della tubazione danneggiata lontano dalla rotta della tubazione;
- L'ROV taglia il cavo di A/R vicino alla testa e il cavo viene recuperato a bordo della nave posatubi. Il rilevatore interno del collasso sezionale è attentamente estratto dall'ROV e recuperato a bordo della nave d'appoggio per ulteriori controlli;
- Se necessario, l'interno della tubazione sarà ripulita lanciando un PIG da terra verso mare.
- La nave d'appoggio cala lo strumento per il recupero della tubazione "Pipe Recovery Tool" (PRT), riportato nella figura in basso. Il PRT è collegato ad una boa e ad una braga circolare in acciaio che verrà utilizzata per recuperare la tubazione;
- Il PRT è calato con la gru della nave d'appoggio e guidato nel tubo utilizzando i manipolatori dell'ROV;
- Una volta inserito, il PRT verrà attivato e testato;
- Un PIG, dotato di un collettore per il recupero da parte del PRT, verrà lanciato da terra verso mare utilizzando aria compressa per rimuovere l'acqua dall'interno della tubazione. Una volta che il PIG viene recuperato dal PRT, l'iniezione di aria sarà fermata, le valvole di scarico del PRT devono essere chiuse, la tubazione sarà depressurizzata alla pressione ambientale e poi recuperata;
- La nave posatubi si posiziona in corrispondenza della tubazione;
- Il gancio di A/R viene abbassato vicino alla braga circolare in acciaio connessa al PRT;
- L'ROV aggancia il gancio di A/R alla braga circolare in acciaio;
- La nave posatubi recupera la tubazione;
- Le attrezzature di varo vengono reinstallate e può ricominciare il varo normale della tubazione.



Figura 12 - Tipico strumento da taglio con filo diamantato

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	33 of 116



Figura 13 – Tipico strumento per il recupero (PRT)

5.7 PROCEDURE DI SALDATURA, NDT E FJC

5.7.1 Saldatura

5.7.1.1 Qualifiche dei saldatori

La qualifica dei saldatori sarà effettuata a bordo di una nave dell'Appaltatore o in un laboratorio in accordo ai requisiti della DNV-OS-F101 del 2013.

Gli addetti alla saldatura, dovranno ricevere la qualifica a seguito della procedura cosiddetta "Welding procedure qualification test" WPQT

Al termine della qualifica dei saldatori, verrà predisposto un registro con un elenco di tutti i saldatori qualificati abilitati a lavorare sul progetto TAP.

L'Appaltatore identificherà i saldatori assegnando loro un numero identificativo univoco per il progetto.

5.7.1.2 Tecnologia di saldatura

5.7.1.2.1 Allineamento

La metodologia di allineamento della saldatura sulla linea principale con il GMAW e per la prefabbricazione del doppio giunto con il SAW, prevede l'utilizzo di una clampa pneumatica interna di allineamento.

Nel caso in cui l'uso dell'ILUC non sia praticabile, sarà utilizzata una clampa di allineamento esterno (ELUC - "External Line Up Clamp") con l'eventuale ausilio di puntature di pezzi di materiale simile al tubo.

5.7.1.2.2 Tecniche di saldatura e attrezzature per l'installazione

L'installazione della condotta offshore sarà effettuata con varo ad S e le saldature saranno eseguite in posizione 5G.

Le seguenti tecnologie di saldatura saranno utilizzate dall'Appaltatore a bordo della Castoro Sei:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	34 of 116

- SWS con doppio torcia (Sistema meccanizzato di saldatura orbitale in GMAW) per le saldature della linea principale;
- SWS con singola torcia (Sistema meccanizzato di saldatura orbitale in GMAW) per le saldature della linea principale;
- SMAW + GS-FCAW per le riparazioni sulle saldature della linea principale;
- SMAW per le saldature manuali (ad esempio, tie-in, ecc.) e le riparazioni;
- SAW per la prefabbricazione del doppio giunto.

Il preriscaldamento sarà applicato con bobine ad induzione nella prima stazione di saldatura ed a mano con torce a propano nelle altre stazioni di saldatura sulla linea principale (in caso di fermo del varo).

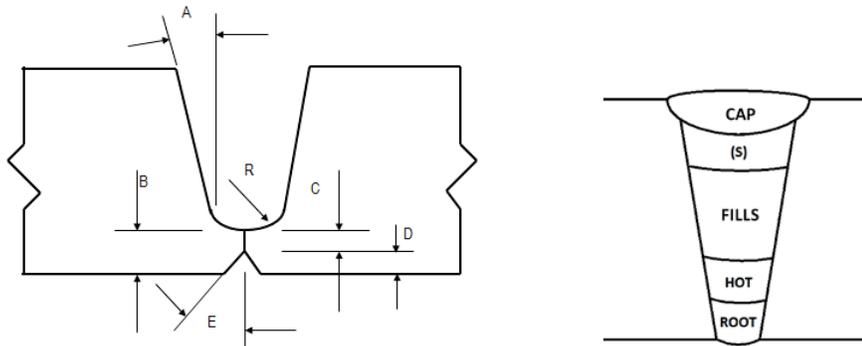
5.7.1.2.3 Preparazione del cianfrino

Laddove possibile, tutte i cianfrini necessari per la condotta saranno eseguiti utilizzando l'attrezzatura PFM ("Pipe Facing Machine", cianfrinatrice) meccanizzata.

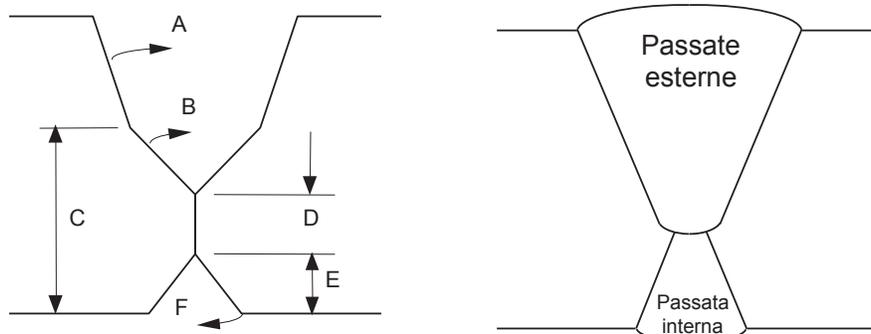
In caso di necessità, se non è possibile utilizzare l'attrezzatura PFM meccanizzata (ad esempio per il tie-in), i cianfrini saranno eseguiti con strumenti manuali.

La configurazione del cianfrino e la sequenza delle passate da utilizzare per le saldature circolari della condotta sono come sotto:

- Saldature della linea principale – Sistema di saldatura SWS:

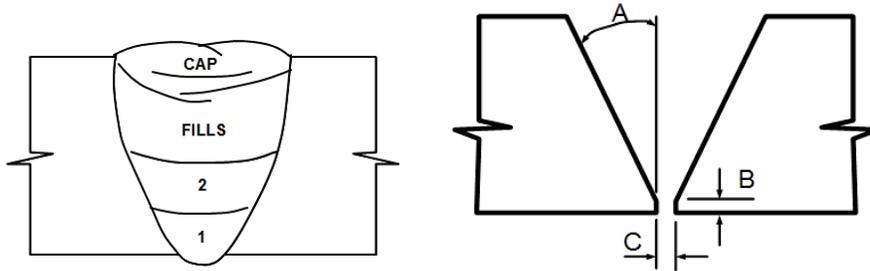


- Prefabbricazione dei doppi giunti (SAW):



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	35 of 116

- Saldature manuali:

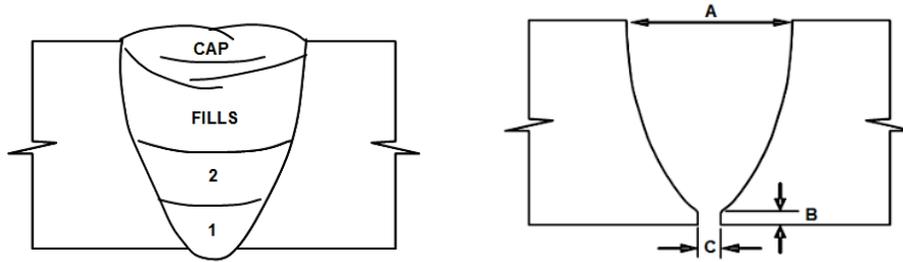


Lo riapertura/scavo delle saldature di riparazione sarà effettuato con scricatura ad arco-aria e molatura o solo con molatura, a seconda del tipo di scavo da eseguire.

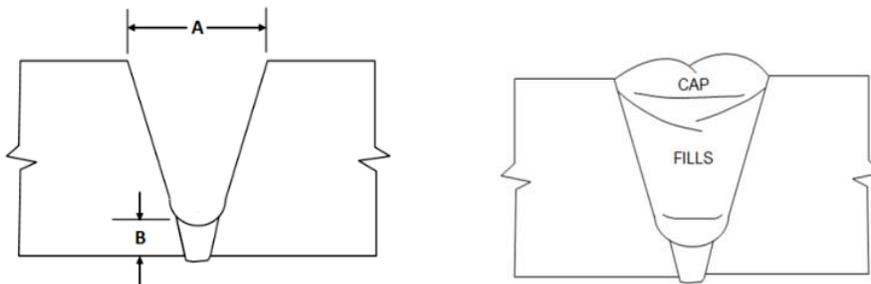
Dopo la scricatura arco-aria tutti gli scavi devono essere puliti con la mola a metallo lucente per garantire che non vi siano residui di carbonio.

La configurazione dello scavo e la sequenza delle passate da effettuare per le saldature di riparazione sono rappresentate nelle figure sotto:

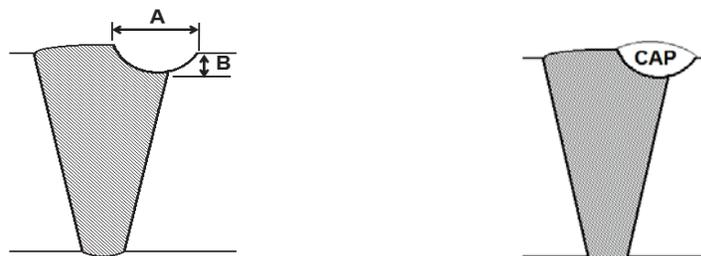
- Riparazione su tutto lo spessore del tubo:



- Riparazione parziale dello spessore del tubo:

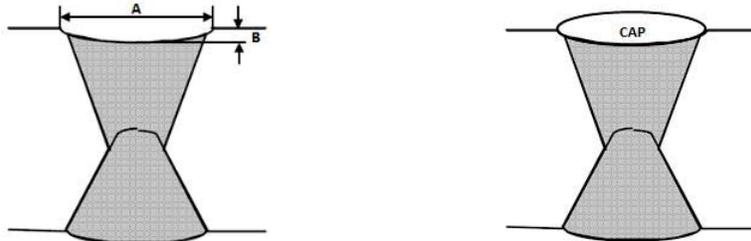


- Riparazione del 'Cap':



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	36 of 116

- Riparazione automatica del 'Cap':



5.7.1.3 Consumabili di saldatura

I consumabili di saldatura da utilizzare per il progetto TAP saranno scelti al fine di uguagliare le proprietà meccaniche del materiale di base e di soddisfare i requisiti della DNV-OS-F101 del 2013

I consumabili di saldatura proposti saranno inclusi nelle specifiche di procedura da usare a conclusione delle prove interne di saldatura.

5.7.2 Prove non distruttive (NDT)

Le attività e le procedure relative alle prove non distruttive (NDT) saranno eseguite e sviluppate in accordo ai relativi standard internazionali. Le attività NDT riguarderanno:

- la fase di qualifica della procedura di saldatura;
- la fase di qualifica dei saldatori;
- la fase di installazione off-shore.

5.7.2.1 Qualifica della procedura di saldatura

Le saldature saranno sottoposte ai seguenti metodi NDT per la fase di qualifica dei saldatori:

GMAW, SAW e SMAW (condotta da 36")

- VT (Test visivo)
- AUT (Test con ultrasuoni automatici)

5.7.2.2 Fase di installazione off-shore

I principali metodi NDT per il controllo delle saldature circonferenziali eseguite off-shore saranno i seguenti:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	37 of 116

Dettagli della condotta	Saldature della condotta	Saldature di riparazione
Saldature circonferenziali (GMAW, SAW e SMAW) Condotta da 36"	- VT - UT automatici	- VT - UT automatici - UT manuali (per verificare la presenza di nuovi difetti introdotti dopo la riparazione)

Tabella 6 – metodi NDT

Durante la fase di installazione off-shore saranno forniti i seguenti metodi NDT ausiliari, come richiesto dalle specifiche applicabili:

- UT Manuali
- MPI – Ispezione con particelle magnetiche

5.7.2.3 AUT (test con ultrasuoni automatici)

L'AUT sulla condotta da 36" sarà effettuato dal dipartimento NDT dell'Appaltatore utilizzando il sistema Olympus 'Pipe WIZARD V4'.

5.7.2.4 Validazione della procedura AUT

Il sistema AUT utilizzato è qualificato in conformità alla DNV-OS-F101 del 2013.

Lo scopo del lavoro per la procedura AUT sarà validato mediante saldature fabbricate che contengono i difetti tipici dei processi di saldatura utilizzati durante la produzione.

La seguente tabella definisce il numero di saldature contenenti un numero di difetti intenzionali tipici del processo di saldatura adottato che saranno prodotte per le attività di validazione AUT:

OD [pollici]	WT [mm]	Materiale	Processo di saldatura	Numero di saldature previste	Numero totale di difetti selezionati per il confronto
36	34	API 5L X65 (L450)	GMAW	1 o 2	8
36	34	API 5L X65 (L450)	SAW	1-2	8
36	34	API 5L X65 (L450)	SMAW	1-2	8
36	20,6	API 5L X65 (L450)	GMAW	1 o 2	8

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	38 of 116

36	20,6	API 5L X65 (L450)	SAW	1 o 2	8
36	20,6	API 5L X65 (L450)	SMAW	1 o 2	8

Tabella 7 – validazione saldature

Le saldature saranno ispezionate con AUT e RT. I risultati saranno confrontati con test di macro-sezionamento, eseguiti sui difetti precedentemente identificati.

Tutte le prove precedentemente menzionate saranno effettuate a temperatura ambiente.

5.7.2.5 Sistema di rivestimento del giunto saldato per la sezione appesantita con calcestruzzo (anticorrosivo 3LPE)

Le operazioni di preparazione e rivestimento del giunto devono essere eseguite come segue:

- Sabbiatura Sa 2 ½;
- Pre-riscaldamento con bobina di induzione 450 kVA;
- 3LHSS PE (indurimento della resina epossidica dalla bobina di induzione 450 kVA) (spessore nominale 3 mm);
- Restringimento del manicotto tramite Intellicoat o un sistema di restringimento automatico;
- PU Solido (con attrezzature di iniezione di PU ad alta pressione) con ghiaia con cassaforma galvanizzata riutilizzabile.

Questo sistema di rivestimento è applicabile a bordo del Castoro Sei per la sezione con calcestruzzo.

5.7.2.6 Sistema di rivestimento del giunto saldato per 3LPP (Tubi Nudi – acque profonde)

Le operazioni di preparazione e rivestimento del giunto devono essere eseguite come segue:

- Sabbiatura Sa 2 ½;
- Pre-riscaldamento con bobina di induzione 450 kVA;
- 3L HSS PP (indurimento della resina epossidica dalla bobina di induzione 450 kVA) (spessore nominale 3 mm);
- Restringimento del manicotto tramite Intellicoat o un sistema di restringimento automatico;
- Raffreddamento di HSS tramite acqua refrigerata;
- Raffreddamento supplementare nella successiva stazione di lavoro.

5.7.2.7 Sistema di rivestimento del giunto saldato per 3LPP (Tubi Nudi - sezione Microtunnel)

Le operazioni di preparazione e rivestimento del giunto devono essere eseguite come segue:

- Sabbiatura Sa 2 ½;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	39 of 116

- Pre-riscaldamento con bobina di induzione 450 kVA;
- Applicazione di FBE e CMPP;
- Applicazione PP a spruzzo spessore di 3-5 mm;
- Raffreddamento

5.7.2.8 Attività nelle stazioni di lavoro

A bordo della nave posa tubi, le attività delle stazioni di lavoro sono stabilite come segue:

Castoro Sei MAINLINE FJC WS	ATTIVITÀ
WS4 DJ	<ul style="list-style-type: none"> - ispezione visiva del giunto saldato - Sabbiatura Sa 2 ½; - ispezione visiva dopo la sabbiatura - Protezione della superficie sabbiata in modo da evitare danni / contaminazione sotto l'azione dei pretensionatori
WS7 ML (In comune con NDT)	<ul style="list-style-type: none"> - Sabbiatura Sa 2 ½; - ispezione visiva dopo la sabbiatura - Protezione della superficie sabbiata in modo da evitare danni / contaminazione sotto l'azione dei pretensionatori
WS8 DJ	<ul style="list-style-type: none"> - Pre-riscaldamento mediante riscaldamento ad induzione - Applicazione di resina epossidica e indurimento - Applicazione HSS e restringimento - Ispezione visiva del giunto rivestito - Raffreddamento (se necessario) - Misurazione dello spessore DFT e valutazione di difetti <p>Nella sezione appesantita con calcestruzzo del gasdotto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installazione di cassaforma galvanizzata riutilizzabile - Riempimento con PU e ghiaia - Polimerizzazione del materiale di riempimento
WS9 ML	<ul style="list-style-type: none"> - Pre-riscaldamento mediante riscaldamento ad induzione - Applicazione di resina epossidica e indurimento - Applicazione HSS e restringimento - Ispezione visiva del giunto rivestito - Raffreddamento (se necessario) - Misurazione dello spessore DFT e valutazione di difetti <p>Nella sezione appesantita con calcestruzzo del gasdotto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installazione di cassaforma galvanizzata riutilizzabile - Riempimento con PU e ghiaia - Polimerizzazione del materiale di riempimento

Tabella 8 – attività presso le stazioni di lavoro

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	40 of 116

L'uso di torce a propano (per riscaldamento e / o restringimento manicotto) sarà la soluzione di back-up in caso di:

- guasto meccanico di inverter e / o ausiliari apparecchiature del sistema di induzione;
- visibile effetto negativo del calore sul calcestruzzo circostante, che a sua volta conduce all'espansione locale del rinforzo in acciaio presente nel CWC e può causare cricche e rottura del calcestruzzo in corrispondenza della giunzione con possibili danni sul rivestimento anticorrosivo;
- Configurazione diversa dei cut-back (per giunti non "standard");
- Ingombri nelle stazioni di lavoro.

5.8 PULIZIA DEI TUBI

A bordo della nave posatubi Castoro Sei, durante il processo di fabbricazione dei doppi giunti, se necessario, entrambe le estremità del doppio giunto verranno pulite internamente con delle spazzole in nylon. La procedura standard prevede che, quando il doppio giunto arriva in cattedrale per essere saldato alla stringa, un braccio meccanico di circa 24m, dotato di una flangia circolare con un bordo in gomma, viene fatto scorrere all'interno del tubo al fine di recuperare l'ombelicale dell'accoppiatore interno. In questo modo, grazie al bordo in gomma, il tubo sarà internamente pulito rimuovendo gli eventuali corpi residui. Nella figura sotto è riportata la foto dello strumento.



Figura 14 - Disco flangiato con guarnizione in gomma utilizzato a bordo della nave posa tubi Castoro Sei

5.9 ATTIVITÀ DEI SOMMOZZATORI

Per le attività di installazione del gasdotto e del cavo a fibra ottica (FOC) sarà necessaria l'assistenza dei sommozzatori. Le attività effettuate da questi ultimi possono essere riassunte come segue:

- Rimozione detriti intorno alla TBM per consentirne il recupero;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	41 of 116

- Apertura delle valvole della TBM per l'allagamento del micro tunnel;
- Assistenza al recupero della TBM;
- Installazione dell' invito a campana ("bellmouth") sul punto di uscita a mare del micro tunnel per facilitare l'ingresso del gasdotto nel tunnel durante le operazioni di tiro;
- Ispezione visiva nell'area vicino all'uscita del micro tunnel;
- Assistenza durante il tiro a terra in Italia (ispezione visiva, rimozione dei galleggianti dalla condotta, etc.);
- Installazione della grata del micro tunnel e costruzione della paratia del tunnel nel punto di uscita a mare

5.10 INDAGINI SOTTOMARINE E POSIZIONAMENTO MEZZI NAVALI

Le attività relative alle indagini offshore che saranno effettuate per la realizzazione del gasdotto sottomarino del progetto "Trans Adriatic Pipeline" possono essere riassunte come segue:

- Rilevamento di ordigni inesplosi lungo i corridoi di posa delle ancore, di installazione del gasdotto e del cavo a fibra ottica;
- Indagini ai fini dell'installazione dei materassi per l'attraversamento dei cavi esistenti;
- Indagini pre-posa lungo i corridoi di installazione del gasdotto e del cavo a fibra ottica;
- Monitoraggio con ROV (veicolo operato da remoto) del punto in cui la condotta tocca il fondale durante le attività di posa (non continuo);
- Indagini post-posa;
- Ispezioni post operam;
- Servizio di posizionamento a bordo delle navi posa tubo e dei mezzi navali di supporto; Elaborazione dei dati raccolti e preparazione di documentazione, report e relativi grafici.

5.10.1 Attività di preparazione per le Indagini sottomarine e posizionamento

Le fasi di preparazione propedeutiche per l'inizio delle indagini a mare prevedranno le seguenti attività:

- Revisione delle specifiche e dei requisiti del Committente;
- Ottenimento/convalida dei dettagli di controllo orizzontale e verticale dal Committente;
- Preparazione e divulgazione delle istruzioni di progetto a tutto il personale presente al sito ed in ufficio;
- Preparazione dei parametri di indagine e delle informazioni di marea in anticipo rispetto alle operazioni a mare.

L'Appaltatore preparerà una procedura per le indagini sottomarine ed un Piano di Qualità per l'intera operazione. Tutte le attrezzature e le procedure saranno conformi alle specifiche del Committente.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	42 of 116

5.10.2 Calibrazioni dei mezzi navali

Prima della partenza dal porto di mobilitazione del mezzo navale che effettuerà le indagini sottomarine e della nave posa tubi, tutte le attrezzature saranno calibrate secondo le indicazioni del costruttore e delle specifiche del Committente.

I test saranno effettuati su ciascuno strumento in modalità stand-alone, su tutto il sistema di rilevazione ed acquisizione dei dati.

Tutti i certificati di taratura ed i risultati delle calibrazioni saranno presentati al Committente sotto forma di un Rapporto di Mobilitazione di Progetto.

Le seguenti attività di calibrazione saranno svolte per il mezzo navale che effettuerà le indagini:

- Prima di effettuare la calibrazione del sistema acustico, verrà eseguita la misurazione della velocità del suono, conduttività, temperatura e densità ed inserita nel sistema di navigazione.
- Calibrazione del MBES e determinazione degli errori di sincronizzazione, di beccheggio, di rollio e di allineamento:
 - Gli errori sul rollio saranno determinati effettuando due indagini sulla stessa linea in direzioni opposte su un'area con fondale piatto;
 - Gli errori beccheggio saranno determinati effettuando due indagini sulla stessa linea in direzioni opposte su un'area con fondale inclinato o su una struttura come una condotta;
 - Gli errori di sincronizzazione saranno determinati effettuando due indagini nella stessa direzione sulla stessa area ma a velocità differenti;
 - Il disallineamento del trasduttore rispetto al giroscopio della nave sarà determinato da due indagini effettuate in direzioni opposte su entrambi i lati di un target sul fondale. La correzione dell'offset sarà estrapolata da una comparazione grafica di ciascun set di dati
- Calibrazione del sistema USBL per determinare i seguenti errori: errore di allineamento, errore di movimento (asse di rollio e beccheggio) ed errore di scala. Sarà effettuata una calibrazione combinata tra Box-In (per determinare errori di allineamento/posizione) e una rotazione di 360° (per determinare errori di offset).

5.10.2.1 Controlli, verifiche e calibrazione dei sensori di rilevamento dell'ROV

Le calibrazioni le verifiche ed i controlli saranno effettuati in mare aperto per i seguenti sensori di rilevamento montati sull'ROV:

- Sensore rilevamento cavo (controlli regolari di compensazione di fondo);
- Sistema batimetrico;
- Sistema Dual-Head Multibeam Ecoscandaglio (MBES) (calibrato per errori di orientamento, beccheggio, rollio e sincronizzazione).

Tutte le calibrazioni, le verifiche ed i controlli saranno registrati e documentati come definito dalle specifiche procedure e le istruzioni di lavoro.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	43 of 116

I regolari profili CTD (conduttività/temperatura/densità) saranno registrati in modo tale da calcolare i profili delle velocità del suono (SOS, Speed Of Sound) e della densità, i cui risultati saranno utilizzati per configurare correttamente i sistemi Digi-quarzo (DQZ) e USBL (Ultra Short Base Line).

5.10.3 Indagini di ordigni inesplosi lungo i corridoi di installazione

Le indagini di ordigni inesplosi saranno eseguite per tutto il tracciato offshore della condotta e del cavo a fibra ottica (FOC). L'Appaltatore eseguirà i rilievi in modo tale da verificare le anomalie magnetiche e facilitare l'identificazione e la bonifica di possibili ordigni bellici inesplosi o detriti metallici che potrebbero costituire ostacolo per le attività di installazione del gasdotto, l'integrità delle strutture durante l'operatività e l'utilizzo dell'area (compresi scavi e altri interventi).

La larghezza del corridoio d'indagine sarà di 12 metri su ciascun lato del percorso teorico delle condotta, larghezza totale di 24 m.

Almeno tre linee di indagine (la linea di mezzzeria più 2 linee su ciascun lato a 6 m dalla mezzzeria) saranno eseguite con gli strumenti MBES ad alta risoluzione, SSS (Side Scan Sonar), SBP (Sub-bottom Profiler) montati sull'ROV e magnetometro/gradiometro per verificare che non siano presenti anomalie magnetiche nei corridoi di installazione.

Il gradiometro proposto in questa fase è l'Innovatum Smart-Search a 12 elementi, o similare, che consiste in una serie di 12 gradiometri magnetici molto sensibili che misurano il gradiente del campo magnetico nel piano verticale. I gradiometri saranno distanziati di 50 cm l'uno dall'altro per ottenere un fascio di indagine accurato di 6.5 metri, come mostrato nelle figura sotto. I dati vengono raccolti da un sistema elettronico montato sul ROV.



Figura 15 - Innovatum Smart Search da 12 elementi montato su ROV

Ciascun target rilevato sarà descritto e video documentato. L'oggetto rilevato verrà assegnato alla categoria detriti o ordigni inesplosi. Oltre al report di indagine l'Appaltatore dovrà produrre i grafici delle mappe piane e le immagini degli ostacoli, bombe, e altre anomalie magnetiche.

Come metodo alternativo, sulla piattaforma continentale, l'indagine UXO può essere condotta utilizzando gli strumenti convenzionale geofisici: SSS/SBP trainati, MBES montato sullo scafo e EIVA ROTV "Scanfish Katria" con 4 magnetometri o simile.

L'ROV sarà impiegato per l'ispezione visuale del target rilevato.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	44 of 116

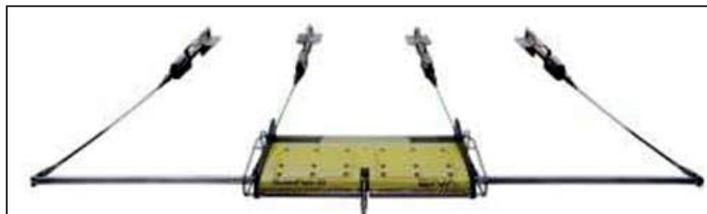


Figura 16 - EIVA ROTV "Scanfish Katria" con 4 magnetometri

5.10.3.1 Investigazione di potenziali cavi esistenti

Durante l'indagine di ordigni inesplosi, l'Appaltatore pianificherà anche un'indagine dei potenziali cavi al fine di garantire che nessun di questi venga danneggiato.

L'Appaltatore, per ogni cavo rilevato, effettuerà un'indagine dettagliata per un minimo di 100 m su ogni lato del punto di attraversamento (misurati perpendicolarmente alla condotta offshore) e per tutta la larghezza del corridoio di posa delle ancore della nave posa tubi, effettuando un video ed utilizzando MBES montato su WROV (Working ROV), cable tracker e gradiometro. Queste indagini serviranno a rilevare e confermare la quota di interro del cavo rispetto al fondale.

5.10.4 Indagini di Ordigni Inesplosi lungo il corridoio delle ancore

L'indagine UXO (ordigni inesplosi) nel corridoio di posa delle ancore sarà effettuata utilizzando Side Scan Sonar / Sub Bottom Profiler trainati, MBES montato sullo scafo ed un gradiometro trainato. Come metodo alternativo, sulla piattaforma continentale, potrà essere utilizzato un EIVA ROTV "Scanfish Katria" con gradiometro.

Un ROV sarà presente a bordo della nave ed utilizzato solo nel caso in cui sia richiesta un'ispezione visuale del target identificato.

5.10.5 Indagini del corridoio di posa delle ancore

Le indagini lungo il corridoio di posa delle ancore della nave posa tubi sarà eseguita lungo tutto il tracciato offshore della condotta. Questa indagine potrebbe essere eseguita in combinazione con l'indagine di ordigni inesplosi.

Lo scopo di questa indagine è quello di identificare eventuali ostacoli e strutture presenti sul fondale marino all'interno del corridoio di posa delle ancore che possono influenzare le operazioni di ormeggio.

Il corridoio di ancoraggio sarà esaminato utilizzando un SSS trainato per l'identificazione di target sul fondale ed un MBES montato sullo scafo. Le battute batimetriche devono essere adeguate per fornire un accurato profilo batimetrico dell'area, ragionevole per lo scopo di ancoraggio.

Un ROV sarà disponibile a bordo, pronto per essere impiegato, per un ulteriore controllo visuale, in caso di rilevazione di un qualsiasi target rilevante,

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	45 of 116

5.10.6 Mezzi navali, strumenti/attrezzature e documentazione per le indagini UXO e pre- posa all'interno del corridoio ancore

5.10.6.1 Mezzi navali, strumenti e attrezzature di indagine

Tabella 9 - Specifiche tipiche per il mezzo navale che effettuerà le indagini

Descrizione	Caratteristiche principali
Classe	DP 2 (Posizionamento Dinamico)
Pescaggio	Idoneo per lavorare ad una profondità di 15 m
Velocità	12 nodi in transito
ROV	Quantità: 1 working ROV 1 Observation Class ROV Profondità di lavoro: 850 m Altezza significativa Onda (Hs): 4,0 m

Tabella 10 - Configurazione tipica degli strumenti/attrezzature

Descrizione	Strumenti (tipici)
Strumenti di posizionamento del Mezzo navale	<ul style="list-style-type: none"> - DGNSS principale - DGNSS secondario - DGNSS sistema di controllo (PC + software) - Sistema posizionamento acustico subacqueo USBL - USBL mini-transponder - Titolo di riferimento Vaso principale - Titolo di riferimento nave secondaria - MRU (Unità di riferimento del movimento) - Sonda CTDS / SVP - Software di navigazione online - ROV sistema di acquisizione dati - Barometro digitale online
Offline	<ul style="list-style-type: none"> - ROV suite di elaborazione dati indagini - Computer - Pacchetto di elaborazione di grafici - Pacchetto acquisizione video ed editing con sovrapposizione - Sistema di revisione dei video - stampante A3
Strumenti geofisici	<ul style="list-style-type: none"> - MBES montato su scafo o palo - Doppia frequenza Side Scan Sonar e SBP combinata (completo di sistema di calo e recupero). - Magnetometro/Gradiometro

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	46 of 116

Tabella 11 - Strumenti tipici per un WROV

Descrizione	Strumenti (tipici)
Componenti principali (WROV)	<ul style="list-style-type: none"> - TMS (Tether Management System) Sistema di gestione cavo ROV - Container di controllo - Container Laboratorio - LARS - Verricello (compreso ombelicale) - HPU - Tabella di carica - Sistema di pacchetto di riserva
Sensori standard (per ogni ROV)	<ul style="list-style-type: none"> - Fotocamera TMS - Fotocamera d'aggancio - Centro SIT / fotocamera poca luce - 2 fotocamere a colori con braccio - Manipolatore per afferrare e 7 funzioni di manipolazione - Sensore ROV di direzione e attitudine - Sonar per evitare ostacoli - Copertura Video - Sensore SVP - Transponder / risponditori DIR & OMNI - Monitoraggio via cavo - 2 Bati/Altimetri - MBES a doppia testa - SSS / SBP - Gradiometro - Laser di riferimento a luce verde - Sistema video digitale a 3 canali (VisualSoft o simile)

5.10.6.2 Documentazione

Tutti i grafici delle indagini pre-posa e degli ordigni inesplosivi saranno basati sui parametri geodetici di progetto e sulle specifiche del Committente e prodotti in scala e dimensioni idonee.

L'Appaltatore presenterà al Committente un report sulle indagini del corridoio delle ancore a degli ordigni esplosivi in linea con le specifiche e requisiti del Committente.

5.10.7 Attraversamenti di cavi esistenti

Le rotte di progetto della condotta e del cavo a fibra ottica attraversano quattro cavi esistenti. Il numero e la posizione di ogni attraversamento del gasdotto sono riassunti qui di seguito:

Tabella 12 - Sommario attraversamenti gasdotto

Cavi rilevati	KP (m)	Est (m)	Nord (m)	Angolo di attraversamento (°)	Profondità (m)
Cavo n.1	62.771,81	310.811,83	4.486.919,22	70.1	800,9
Cavo n.2	79.342,91	295.796,69	4.481.685,21	43.9	124,8
Cavo n.3	88.369,4	289.241,28	4.476.717,53	34.9	117.5

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	47 of 116

Cavi rilevati	KP (m)	Est (m)	Nord (m)	Angolo di attraversamento (°)	Profondità (m)
Cavo n.4	90.879,58	287.877,28	4.474.658,95	87.3	103.2

Come specificato nei paragrafi precedenti, durante la campagna per il rilevamento degli ordigni bellici inesplosi, verranno effettuate contestualmente ulteriori indagini per confermare la presenza dei cavi individuati.

5.10.7.1 Installazione dei materassi in cemento sugli attraversamenti

Per garantire la separazione tra gasdotto e cavi, in corrispondenza degli attraversamenti l'Appaltatore installerà dei materassi in cemento utilizzando un idoneo mezzo navale (Light Construction Vessel, LCV) equipaggiato con un WROV e una gru offshore di circa 70 t in grado di raggiungere 810 m di profondità.

I materassi verranno installati con l'aiuto di un bilancino (spreader frame), come illustrato nella figura sotto, che potrà essere successivamente sganciato rilasciato da un ROV.

La posizione del bilancino sarà monitorata utilizzando due transponder installati sul bilancino e sull'ROV. Tipicamente, tre materassi saranno posati in corrispondenza di ciascun attraversamento come illustrato nei due disegni seguenti:

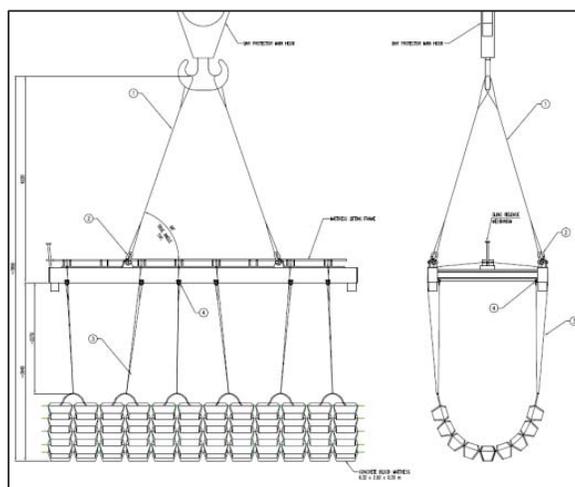


Figura 17 - Materasso in cemento armato e frame d'installazione

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	48 of 116

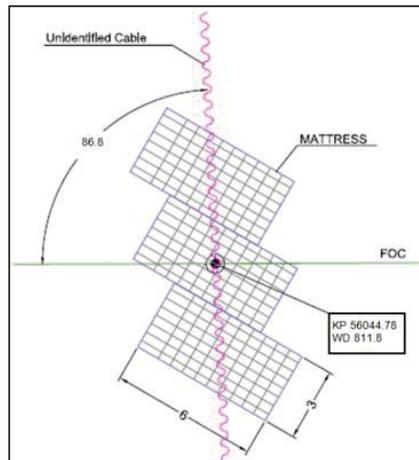


Figura 18 - Posizionamento dei materassi

L'installazione dei materassi sarà monitorata pre-installando sul fondale un array di sensori LBL (Long BaseLine) per mezzo di un WROV. Il team che si occuperà delle indagini installerà due transponder su ogni spreader frame prima dell'installazione.

Si prevede la seguente sequenza di installazione:

- Installazione dei *transponders* sugli *spreader frames*;
- Inserimento degli offset e delle dovute correzioni;
- Inserimento delle posizioni dei materassi, i tracciati di installazione ed il tracciato del cavo nella schermata di navigazione come file in background;
- Indagine visuale con ROV prima dell'installazione utilizzando il sistema di LBL array pre-installato;
- Posizionamento dei materassi durante l'installazione ed il posizionamento sul fondo, entro le tolleranze specificate, con l'ausilio del sistema LBL e l'ROV;
- Definizione della posizione di ogni materasso dopo la sua installazione per confermare che è stato installato all'interno di tolleranze utilizzando ROV ed i sensori LBL installati sullo *spreader frame*;
- Esecuzione indagini post-installazione;
- Preparazione dei reports relativi a ciascuna installazione;
- Compilazione ed emissione dei reports durante l'installazione ed al termine delle operazioni di costruzione.
- Ispezione visuale con ROV per confermare la corretta posizione dei materassi durante la posa della condotta sugli attraversamenti.

5.10.7.2 Installazione di LBL presso gli attraversamenti

Una serie (*array*) temporanea di LBL verrà installata dall'Appaltatore per il posizionamento dei materassi in corrispondenza degli attraversamenti dei cavi al fine di ottenere la tolleranza di installazione richiesta.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	49 of 116

In una fase antecedente alle attività di posa della condotta e del FOC, una serie di LBL COMPATT, progettata per coprire le aree di installazione dei materassi, sarà installata e calibrata in corrispondenza di ogni cavo da attraversare con l'ausilio di una nave con sistema di posizionamento dinamico.

Ad installazione avvenuta, verranno prodotti dei report di campo per dettagliare il metodo ed i risultati dell'installazione delle serie, includendo i valori di errore, le linee di base, le profondità residue e la stima dell'incertezza dell'aggiustamento delle coordinate dei COMPATT.

5.10.7.3 Attrezzature e strumenti per le indagini degli attraversamenti dei cavi

Le seguenti attrezzature principali e WROV o simili, saranno utilizzati dall'Appaltatore sulla nave impiegata per l'installazione dei materassi nelle aree degli attraversamenti:

Tabella 13 - Specifiche tipiche della nave

Descrizione	Caratteristiche principali
Classe	DP 2
Gru	Gru Offshore adatta per il lavoro sottomarino Profondità: circa 850 m Sistema attivo di compensazione richiesto
Sistema ROV	Quantità: 1 WROV Profondità: circa 850 m Altezza significativa Onda (Hs): 4.0 m

Tabella 14 - Strumenti (tipici) per l'installazione dei materassi

Descrizione	Strumenti (tipici)
Attrezzatura per il posizionamento	<ul style="list-style-type: none"> - DGNSS nave principale - DGNSS nave secondario - Sistema di controllo integrativo DGPS (PC + software) - Sistema USBL - Mini-transponder USBL - Riferimento primario della direzione della nave - Riferimento secondario della direzione della nave - MRU (Unità di riferimento del movimento) - Sonda CTDS - Software di navigazione online - Sistema di acquisizione dati dall'ROV - Barometro digitale online - Software LBL, NAV Pc - "Dunker" e bobina del cavo - LBL Iwand - LBL Compatte
Offline	<ul style="list-style-type: none"> - Pacchetto per il processo dei dati di indagine dell'ROV - Pacchetto per l'elaborazione di grafici - Acquisizione video e pacchetto di modifica con sovrapposizione (VisualWorks o simili)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	50 of 116

	- Sistema di revisione video (VisualSoft visiva Review o simili) - Stampante A3
--	--

Tabella 15 - Strumenti (tipici) del WROV

Descrizione	Strumenti (tipici)
Componenti principali (per sistema WROV)	<ul style="list-style-type: none"> - TMS (Tether Management System) Sistema di gestione cavo ROV - Container di controllo - Container Laboratorio - LARS - Verricello (compreso ombelicale) - HPU - Tabella di carica - Sistema di pacchetto di riserva
Sensori standard (per ogni sistema ROV)	<ul style="list-style-type: none"> - Fotocamera TMS - Fotocamera d'aggancio - Centro SIT / fotocamera poca luce - 2 fotocamere a colori con braccio - Manipolatore per afferrare e 7 funzioni di manipolazione - Sensore ROV di direzione e attitudine - Sonar per evitare ostacoli - Copertura Video - Sensore SVP - Transponder / risponditori DIR & OMNI - Monitoraggio via cavo - 2 Bati/Altimetri - MBES a doppia testa - Laser di riferimento a luce verde - Sistema video digitale a 3 canali (VisualSoft o simile) - Trasduttori ROVNav, (per la preparazione degli attraversamenti)

5.10.8 Indagini di pre-posa nel corridoio d'installazione

L'Appaltatore condurrà un'indagine pre-posa (pre-lay survey) lungo l'intero corridoio della condotta e della rotta della FOC al fine di confermare l'assenza di eventuali ostacoli che potrebbero rivelarsi pericolosi durante le operazioni installazione.

Il corridoio d'indagine avrà una larghezza minima di 3 metri (per ispezione visiva) e 12 metri (per ispezione strumentale) su entrambi i lati della rotta di progetto della condotta e del FOC.

Lo scopo dell'indagine pre-posa è il seguente:

- Verificare che il corridoio sia libero da ostacoli che potrebbero interferire con le operazioni di varo del tubo e del FOC e che potrebbero danneggiare la condotta ed il medesimo cavo a fibra ottica.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	51 of 116

- Creare un DTM (Digital Terrain Model) che copra il percorso di varo che dovrebbe essere utilizzato dalla nave posatubi e dalle navi di supporto per garantire un'installazione della condotta sicura ed efficiente.

L'indagine pre-posa del corridoio d'installazione sarà effettuata con apparecchiature acustiche rimorciate (SSS/SBP), MBES montato sullo scafo ed un controllo visivo per mezzo di ROV.

5.10.9 Monitoraggio del punto di contatto della condotta con il fondale (Touch Down Monitoring)

Durante le operazioni di varo, una nave di supporto per indagini dotata di due WROVs (uno come back-up) monitorerà il punto di contatto del gasdotto con il fondo del mare, "Touch Down Monitoring" (TDM), e fornirà il supporto necessario durante le operazioni come descritto di seguito.

Il monitoraggio del punto di contatto (TDM) non sarà continuo durante tutto il varo della condotta, ma verrà effettuato quando necessario.

L'ROV controllerà la posizione e l'integrità della tubazione in corrispondenza o in prossimità del punto di contatto.

La posizione e la profondità dell'ROV unitamente ai dati video saranno trasmessi alla nave posa tubi durante le operazioni di TDM attraverso video e dati telemetrici.

La posizione dell'ROV al TDP sarà registrata ed utilizzata per calcolare il DCC della condotta ("Distance Cross Course", distanza perpendicolare rispetto alla rotta di progetto).

La distanza "lay-back" potrà anche essere calcolata utilizzando i numeri del giunto ed il KP.

Il TDM è previsto sia eseguito visivamente dall'ROV. Nel caso di scarsa visibilità verranno utilizzate apparecchiature acustiche basate su ROV OAS ("ROV Obstacle Avoidance Sonars").

Durante le operazioni di varo il TDP sarà visualizzato sulla nave di installazione sulla schermata di navigazione on-line in ogni momento. Lo schermo Nav mostrerà la posizione degli obiettivi individuati da precedenti indagini sia all'interno che all'esterno del corridoio di varo.

Nel caso in cui la tubazione debba essere temporaneamente abbandonata, e nel caso in cui le condizioni ambientali lo consentano, l'ROV controllerà visivamente le operazioni di abbandono e monitorerà la posizione della testa di abbandono/recupero (A/R) al termine dell'operazione.

5.10.10 Indagine su condotta varata (As-Laid Survey)

Le indagini sulla condotta varata (as-laid) verranno eseguite durante le operazioni di posa sulla sezione di pipeline già posata. L'indagine "As-Laid" delle sezioni non indagate sarà effettuata subito dopo l'installazione per documentare che la condotta sia stata installata secondo le specifiche.

L'indagine "As-laid" sarà effettuata con video, MBES ad alta risoluzione montati su un WROV.

Nei tratti in cui la condotta è esposta, l'ROV viaggerà lungo la stessa ad una velocità tale da garantire qualità alle immagini acquisite.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	52 of 116

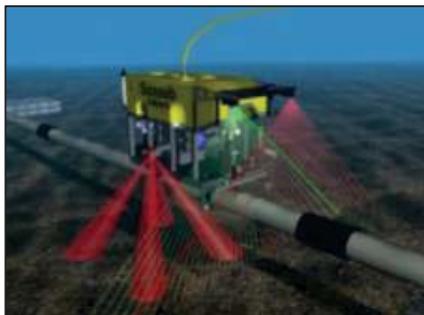


Figura 19 - Indagine As-Laid con WROV

La configurazione di acquisizione dati dell'WROV dovrebbe essere la seguente:

- Ispezione video con telecamere a braccio posizionate al centro, a dritta e a sinistra;
- Laser di riferimento;
- Doppia testa MBES;
- Side Scan Sonar (SSS);
- USBL Responder / Transponder;
- Sistema batimetrico e altimetrico;
- OAS (“Obstacle Avoidance Sonar”)

Attraverso il MBES sarà battuta un corridoio di indagine di larghezza minima di 10 metri su entrambi i lati della condotta. Nelle zone dove gli interventi sul fondale marino (ad esempio installazione di roccia) sono già stati eseguiti, potrebbero essere necessarie ulteriori indagini al fine di ottenere la copertura dati idonea per caratterizzare l'intervento effettuato.

L'indagine “As-Laid” verrà eseguita con le apparecchiature di cui sopra per raccogliere le seguenti informazioni:

- Verificare che la tubazione sia stata posata in accordo con il tracciato di progetto ed entro le tolleranze;
- Quantificare eventuali aree di interrimento, “free-span” o copertura;
- Altezza, lunghezza e posizione delle “free-span”, se esistenti;
- Configurazione del tubo negli attraversamenti;
- Condizione esterna degli anodi;
- Posizione e dimensioni dei detriti in prossimità della condotta (10 m da ogni lato);
- Posizione e dimensione di eventuali aree di danneggiamento;
- Documentare l'entità delle linee di dragaggio delle ancore, se presenti (10 m da ogni lato della condotta);
- Registrare gli eventi lungo la tubazione, la qualità dell'ingegneria e tutti gli altri punti di interesse.

Nelle zone in cui saranno richieste potenziali opere di intervento, saranno eseguite ispezioni localizzate. Qualsiasi risultato anomalo verrà segnalato immediatamente.

Tutti i valori dei KP delle indagini “As-Laid” saranno riferiti ai KP di progetto.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	53 of 116

Generalmente, l'ROV "vola" lungo la condotta ad una velocità costante di 600-700 m/ora seguito dalla nave di supporto. I dati vengono acquisiti e processati dal team delle indagini.

5.10.11 Indagini della condotta come-costruita (As-Built)

La metodologia per le indagini sulla condotta come costruita "As-Built" sarà la stessa di quella per le indagini "As-Laid".

Tutti i valori dei KP delle indagini "As-Built" saranno riferiti al database dei KP "As-Laid".

L'indagine "As-Built" della condotta verrà eseguita immediatamente dopo che l'operazione di "tie-in", lo svuotamento della condotta ("dewatering") e tutti gli interventi sul gasdotto saranno completati.

Queste ispezioni verranno utilizzate per documentare lo stato della condotta "come-installata" (As-Installed) e saranno utilizzate come base dati per tutte le future ispezioni.

L'indagine "As-Built" della condotta sarà effettuata per mezzo di video, "pipe tracker", MBES ad alta risoluzione montato su un ROV.

Lo scopo dell'indagine "As-Built" è il seguente:

- Fornire informazioni sulla posizione orizzontale e verticale del gasdotto a fine installazione;
- Fornire informazioni dettagliate su detriti, campate ("free-span"), condizione esterna degli anodi, etc.;
- Documentare la condizione della condotta.

5.10.12 Strumentazione e documentazione per le indagini "As-Laid"/"As-Built"

La seguente strumentazione, o simile, sarà utilizzata dall'Appaltatore a bordo della nave di supporto per le indagini per eseguire le indagini "As-Laid" / "As Built":

Tabella 16 - Specifiche (tipiche) della nave per le indagini

Descrizione	Caratteristiche Principali
Classe	DP 2
Gru	Idoneo per operare ad una profondità di 15m
sistema ROV	Quantità: 2 WROV (1 back-up) Profondità: circa 850 m Altezza significativa Onda (Hs): 4.0 m

Tabella 17 - Strumenti (tipici) per la nave di supporto per le indagini

Strumenti per l'indagine e per il posizionamento	
Descrizione	Strumenti (tipici)
Attrezzatura per il posizionamento	- DGNSS nave principale - DGNSS nave secondario - Sistema di controllo integrativo DGPS (PC + software) - Sistema USBL - Mini-transponder USBL

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	54 of 116

Strumenti per l'indagine e per il posizionamento	
Descrizione	Strumenti (tipici)
	<ul style="list-style-type: none"> - Riferimento primario della direzione della nave - Riferimento secondario della direzione della nave - MRU (Unità di riferimento del movimento) - Sonda CTDS - Dati telemetrici - Video telemetria (Tx) - Sistema di posizionamento online - sistema di acquisizione dati dall'ROV - Barometro digitale online
Offline	<ul style="list-style-type: none"> - Pacchetto per il processo dei dati di indagine dell'ROV - Pacchetto per l'elaborazione di grafici - Acquisizione video e pacchetto di modifica con sovrapposizione (VisualWorks o simili) - Sistema di revisione video (VisualSoft visiva Review o simili) - Stampante A3
Strumentazione geofisica	<ul style="list-style-type: none"> - MBES montato su scafo o su palo - SSS / SBP combinati rimorchiati (solo per indagine "Pre-Lay")

Tabella 18 - Strumenti (tipici) per WROV

Descrizione	Strumenti (tipici)
Componenti principali (per sistema WROV)	<ul style="list-style-type: none"> - TMS (Tether Management System) Sistema di gestione cavo ROV - Container di controllo - Container Laboratorio - LARS - Verricello (compreso ombelicale) - HPU - Tabella di carica - Sistema di pacchetto di riserva
Sensori standard (Per ogni sistema ROV)	<ul style="list-style-type: none"> - Fotocamera TMS - Centro SIT / fotocamera poca luce - Fotocamera a colori con funzione panoramica e inclinazione - 2 fotocamere a colori con braccio - Manipolatore per afferrare e 7 funzioni di manipolazione - Sensore ROV di direzione e attitudine - Sonar per evitare ostacoli - Copertura Video - Sensore SVP - Transponder / risponditori DIR & OMNI - "cable/pipe tracking" - 2 Bati/Altimetri - MBES a doppia testa

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	55 of 116

	- SSS - Sistema video digitale a 3 canali (VisualSoft o simile)
--	--

5.10.12.1 Documentazione relativa a As-Laid/As-Built

I grafici As-Laid saranno preparati sulla base dei parametri geodetici e delle specifiche di progetto e prodotti in scala e dimensioni idonee.

Esempi dei formati dei grafici As-Laid/As-Built saranno presentati dall'Appaltatore al Committente per reattiva approvazione prima dell'esecuzione delle indagini.

I grafici As-Laid/As-Built saranno prodotti nella stessa scala degli *alignment sheet*.

L'Appaltatore sottoporrà al Committente un report di indagini As-Laid/As-Built basato su specifiche e requisiti concordati preliminarmente.

5.10.13 Posizionamento della nave posatubi

Le attività di indagine e di posizionamento gestite a bordo della nave posa tubi Castoro Sei consisteranno in:

- Posizionamento di superficie e servizio di Barge Management System (BMS) durante le operazioni di tiro "shore pull" e di posa;
- Sistema di gestione dei rimorchiatori (TMS, Tug Management System) che sposteranno le ancore;

Durante le operazioni di posa, la nave posatubi sarà posizionata utilizzando il GNSS ("Global Navigation Satellite System", sistema di navigazione satellitare globale) e la bussola giroscopica. Per le operazioni di riposizionamento delle ancore saranno utilizzati il sistema di gestione BMS ("Barge Management System") e TMS ("Tug Management System") per fornire ai rimorchiatori le nuove coordinate delle ancore.

La posizione e la direzione della nave posatubi saranno continuamente monitorate dal sistema di indagine e dal team di indagine presente a bordo. Ad ogni varo di un doppio giunto verrà rilevato un "fix" registrando il numero di giunto, la direzione e le coordinate relative a un punto di riferimento a bordo nave usualmente identificato come la prima stazione di saldatura (WS1) nella linea di varo.

La nave posatubi sarà mantenuta sulla corretta direzione e posizione, assicurando l'installazione della condotta nel rispetto delle tolleranze di progetto richieste. Se necessario, il verricellista potrà correggere la direzione della nave.

I dati di posizionamento vengono elaborati in tempo reale e mostrati sul sistema di navigazione di bordo per permettere un controllo continuo della posizione della nave posatubi.

Il monitor di navigazione on line mostrerà i seguenti dati:

- posizione e direzione della nave insieme alla griglia di direzione, KP, DCC, UTM e coordinate geografiche;
- posizione e direzione dell'offset di riferimento della nave insieme alla griglia di direzione, KP, DCC, UTM e coordinate geografiche;
- Contorno nave;
- Tracciato del gasdotto;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	56 of 116

- Layout del campo (eventuali tubazioni, cavi e strutture sottomarine);
- Rischi (comprese quelli rilevati durante le indagini pre-posa)
- Zone di esclusione e di sicurezza;
- Posizione As-Built dei materassi sugli attraversamenti;
- Tolleranze di posa;
- Linea nave;
- Touch Down Point della condotta;
- Posizione e direzione di tutti i mezzi navali di supporto (AHTS, SSV e ROV)
- Posizione di tutte le ancore;
- Linee di ormeggio ed eventuali Yokohama installati;
- Sensori Compact (con relativi galleggianti) da installare sulla condotta durante la posa sugli attraversamenti e durante l'abbandono della condotta.

Il riposizionamento delle ancore, richiesto dopo diversi vari, sarà eseguito dai rimorchiatori (AHTs) e monitorato a bordo della nave posa tubi con il TMS.

I rimorchiatori saranno posizionati per mezzo del sistema GNSS ed un collegamento di telemetria dati. La posizione di tutti e 3 gli AHTs verrà trasmessa a bordo della nave posa tubi e visualizzata sullo schermo di monitoraggio di navigazione.

A bordo del Castoro Sei verrà installato un sistema di telemetria video (Rx) ed uno monitor per ricevere in tempo reale il video dell'ROV dal mezzo navale di supporto indagini e un sistema di telemetria dati per ricevere e trasmettere informazioni di navigazione tra la nave posa tubi e la nave di supporto indagini.

A bordo della nave posa tubi (Castoro Sei) sarà installato un sistema di monitoraggio in "real time" della catenaria dei cavi di ormeggio, utilizzato nel caso in cui le linee ormeggio attraversino cavi esistenti o altre strutture subacquee. Il sistema controllerà la distanza verticale tra il cavo ancora e l'eventuale condotta, cavo o struttura attraversata.

5.10.13.1 Documentazione relativa al servizio di posizionamento

5.10.13.1.1 Report di campo

Report di campo saranno preparati dal Responsabile del team e presentati al Capo Cantiere (*Superintendent*) riportando tutte le attività svolte, come nuove tarature o controlli, installazione Compact e l'abbandono finale della condotta.

5.10.13.1.2 Registro conteggio tubi (Pipe Tally Log)

Il registro conteggio tubi "*pipe tally log*" verrà preparato ed emesso dal Responsabile del team al Capo Cantiere (*Superintendent*) entro le 24 ore dalla posa della condotta.

Il registro sarà aggiornato ad ogni varo di 24m e conterrà le seguenti informazioni:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	57 of 116

- Nome della condotta e diametro;
- Numero della giunto di saldatura presente nella prima stazione di saldatura;
- KP e DCC del giunto di saldatura presente nella prima stazione di saldatura;
- Coordinate Est e Nord della prima stazione di saldatura;
- Distanza “layback2” teorica e reale;
- Direzione nave (teorica e reale);

5.10.13.1.3 Registro posizione ancore

Il registro di posizione della ancore verrà preparato e trasmesso dal Responsabile del team al Capo Cantiere (Superintendent) entro le 24 ore dal termine delle operazioni di movimentazione ancore della giornata. Il registro di posizione delle ancore sarà aggiornato ogni volta che un ancora sarà gettata e salpata e conterrà le seguenti informazioni:

- Data e ora;
- Posizione di riferimento and direzione nave;
- Numero ancora;
- Coordinate del punto di installazione e del punto di recupero dell'ancora;
- Nome del rimorchiatore assegnato;
- Coordinate della poppa del rimorchiatore assegnato;

5.10.13.2 Strumentazione per il posizionamento

La strumentazione descritta nella tabella qui di seguito, sarà utilizzata a bordo della nave posa tubi Castoro Sei e relativi rimorchiatori AHTs per espletare i servizi di indagini e di posizionamento dei mezzi:

Tabella 19 – strumentazione a bordo della nave Castoro 6

Strumentazione (tipica) installata sulla nave posa tubi Castoro Sei
sistema GNSS primario
sistema GNSS secondario (completamente indipendenti)
Correzioni differenziali del sistema primario
Correzioni differenziali del sistema secondario
Sistema GNSS QC
Sistema on-line di navigazione dati
Video telemetria Unità (Rx)
Giroscopio
Barge Management System (BMS)
Schermo Intelligente per l'operatore da remoto (ponte)
Schermo remoto (ufficio Committente e Capo Cantiere)
Monitor video per ROV
Unità telemetria dati per TMS
Unità telemetria dati per il mezzi navale di indagini
Computer and software (CAD, office, ecc.)
Offline PC per la revisione dati
Computer e Software per monitoraggio catenarie dei cavi di ormeggio
Stampante A4

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	58 of 116

UPS, alimentatori, cavi, materiali di consumo come richiesto
USBL / LBL Compatt da installare sulla condotta dove necessario
Test Unit Beacon
Stazione totale e GPS geodetico (per la mobilitazione e calibrazione)
Strumentazione (tipica) installata sui rimorchiatori (AHT)
DGPS
Correzioni differenziali
Computer di navigazione online con in esecuzione TMS
Sensore di direzione

5.10.14 Personale per le attività di Indagine e Posizionamento

Durante le attività d'installazione della condotta, l'Appaltatore impiegherà personale esperto a bordo della nave posatubi e del mezzo navale di supporto per le indagini su una base di 24 ore, 7 giorni a settimana. In aggiunta, in ufficio a terra, sarà impiegato un esperto delle indagini ("survey") a supporto delle attività a mare.

6. APPRODO ITALIANO

Lo scopo di tale sezione è fornire una descrizione dei lavori previsti per la costruzione dell'approdo sul versante italiano.

6.1 PIANO GENERALE DI ESECUZIONE

L'approdo Italiano è costituito dalla sezione localizzata tra la fine della condotta a terra (parte onshore) ed il terrapieno all'uscita del microtunnel a mare. Tale sezione sarà costruita con la tecnologia di scavo del microtunnelling utilizzata per attraversare la zona litorale/sotto-costa ed evitare quindi interferenza diretta con la pineta e la macchia mediterranea presente in quell'area.

Tale metodologia è comunemente utilizzata per l'attraversamento di strade, ferrovie, fiumi ed aree ambientali sensibili e/o di ambienti urbani.

Il microtunnel verrà costruito attraverso l'operazione di scavo e di inserimento di conci controllata in remoto. Lo scavo è eseguito con uno scudo fresante (macchina di scavo, Tunnel Boring Machine - TBM). La TBM è spinta nel terreno tramite dei pistoni idraulici montati ed allineati nel pozzo di spinta (starting/ launching shaft/ Entry Pit - ENPT). Parallelamente all'avanzamento dello scudo fresante nel terreno, vengono installati dei conci in calcestruzzo per la formazione graduale del tunnel.

6.1.1 Scopo del lavoro

Lo scopo del lavoro per la costruzione dell'approdo in Italia consiste in:

- Costruzione del pozzo di spinta e dei conci;
- Preparazione del cantiere a terra;
- Inizializzazione delle operazioni di microtunnel;
- Scavo del microtunnel diametro nominale interno (DN) DN2400mm;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	59 of 116

- Installazione degli 48" tubo di protezione in acciaio (Steel casing pipe);
- Preparazione dell'area di cantiere per le operazioni pre-collaudo (pre-commissioning);
- Ripristino dell'area di cantiere (area RFO).

Altri lavori previsti sono:

- La strada di accesso all'area di cantiere (area RFO)
- Rimozione degli olivi presenti nell'area di cantiere a terra (area RFO),
- L'insieme dei lavori a mare per il recupero dello scudo fresante all'uscita del microtunnel lato mare,
- Preparazione dell'area per lo stoccaggio temporaneo del terreno di scotico e dei muretti a secco,.

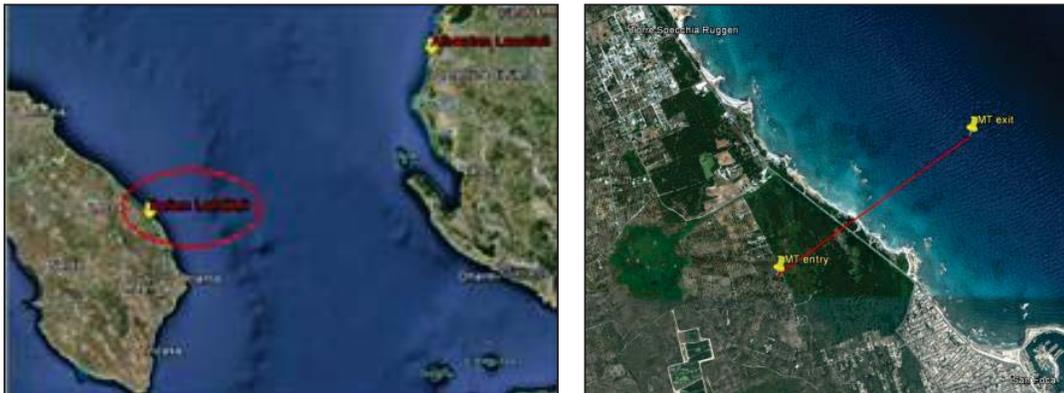


Figura 20 – Approdo Italiano: rotta del microtunnel



Figura 21 - Area di cantiere dell'approdo italiano

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	60 of 116

6.2 ATTIVITA' DI ESECUZIONE

Le seguenti attività verranno sviluppate per eseguire lo scopo del lavoro:

- Ingegneria e Progettazione (Pozzo di Spinta, conci, etc);
- Preparazione dell'area di cantiere;
- Lavori civili ad esempio l'installazione degli uffici cantiere etc;
- Costruzione del pozzo di spinta;
- Esecuzione del microtunnel;
- Installazione dei conci di spinta;
- Installazione delle attrezzature del microtunnel;
- Installazione del tubo di protezione (casing pipe);
- Ripristino dell'area di cantiere;
- Gestione dei muretti a secco (rimozione e ripristino);
- Gestione dei rifiuti;
- Gestione del materiale di scavo.

6.3 PIANO DI COSTRUZIONE

6.3.1 Strutture temporanee al sito ed Uffici

L'area di lavoro del microtunnel ha una superficie totale di circa 26000 m². Quest'area consta di due principali zone: la prima utilizzata per la costruzione del pozzo di spinta e la perforazione del microtunnel ed un'altra che verrà utilizzata in prevalenza per il collaudo della pipeline offshore.

L' area di lavoro sarà organizzata nel rispetto dei requisiti ambientali e di sicurezza garantendo nel contempo l'ottimizzazione delle diverse procedure di lavoro.



Figura 22– Area di lavoro complessiva del microtunnel e strada di accesso lungo la RoW

L'area di lavoro del microtunnel sarà organizzata nelle seguenti sotto-aree:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	61 of 116

- a) Area di accesso/manovra;
- b) Area dei servizi/strutture del personale e area di parcheggio;
- c) Pozzo di Spinta (incluso tutti i servizi e le strutture associate);
- d) Area di impianto di gestione del materiale di scavo;
- e) Area di stoccaggio temporaneo del materiale di scavo;
- f) Area dei generatori;
- g) Area di stoccaggio temporaneo dello scotico e del materiale di scavo proveniente dal pozzo di spinta;

Le attività di preparazione dell'area di cantiere consistono in:

- Sopralluogo preliminare (Pre-Entry Survey);
- Rimozione dello scotico;
- Livellamento e recinzione dell'area di cantiere;
- Pavimentazione (laddove richiesto);
- Sistema di gestione dei rifiuti;

6.3.1.1 Personale, Equipaggiamento/Strumenti/Attrezzatura e Materiale

Preparazione dell'area di cantiere a terra - Personale	
1	Direttore dei lavori civili
1	Responsabile QHSE
P/T	Perito Topografo
2/3	Operatori di macchine per movimentazione terra (escavatore, pala gommata, etc,)
5/6	Autisti di camion,
2/5	Lavoratori generici
1	Saldatori (per le geomembrane di HDPE)
1	Operatore della betoniere

Preparazione dell'area di cantiere a terra- Equipaggiamento	
2	Escavatori (peso 20-25 ton)
1	Pala gommata (peso 10-20 ton)
1	Compattatore a rullo (peso 10-15 ton)
1	Terna (peso 10-20ton)
5/6	Camion (Peso totale 44ton)
1	Mini terna /mini escavatore (peso 3-5 ton)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	62 of 116

1	Gru gommata e /o cingolata (20-30 ton)
1	Piattaforma area o cestello (PLE)
1	Materiale di saldatura per geomembrane HDPE
1	Sega
1	Strumenti manuali per movimento terra
1	Betoniera
1	Cementatrice

Note: I macchinari e la strumentazione sopra elencati potrebbero essere sostituiti durante la fase di costruzione con altri di capacità operativa equivalente

MATERIALI E FORNITURE
Calcestruzzo preconfezionato C25/30
Rete Metallica in Acciaio Ø10mm 20x20
Rete Metallica in Acciaio Ø12mm 20x20
Angolari/ Barre di acciaio piegate
Aggregato grossolano
Geotextile 300g/mq
Geomembrana in HDPE
Condotta in HDPE per cavi e manichette/tubi flessibili
Pozzetti incluse le coperture
Casseforme in legno
Barriere tipo Jersey
Materiali di sicurezza per l'area di RFO cantiere (bandiere, coni, segnaletica, etc, etc.)
Accesso per veicoli
Accesso pedonale
Recinzione dell'area RFO di cantiere
Sistema di illuminazione
Sistema CCTV
Container Uffici

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	63 of 116

6.3.2 Pozzo di Spinta e pozzo di uscita

Il pozzo di spinta è stato progettato per essere una struttura temporanea ed è funzionale alla costruzione del microtunnel, alle operazioni di tiro della condotta ed alle operazioni di hydrotesting. Il pozzo di spinta sarà poi parzialmente demolito e riempito con il medesimo terreno di scavo prodotto in fase di costruzione.

Tra i principali requisiti progettuali del pozzo di spinta, vi è la resistenza all'insieme di forze interne ed esterne, quali ad esempio la pressione della terra intorno, la pressione idrostatica e la spinta di scavo durante la perforazione del microtunnel.

Le caratteristiche dimensionali del pozzo di spinta sono riportate nella figura seguente.

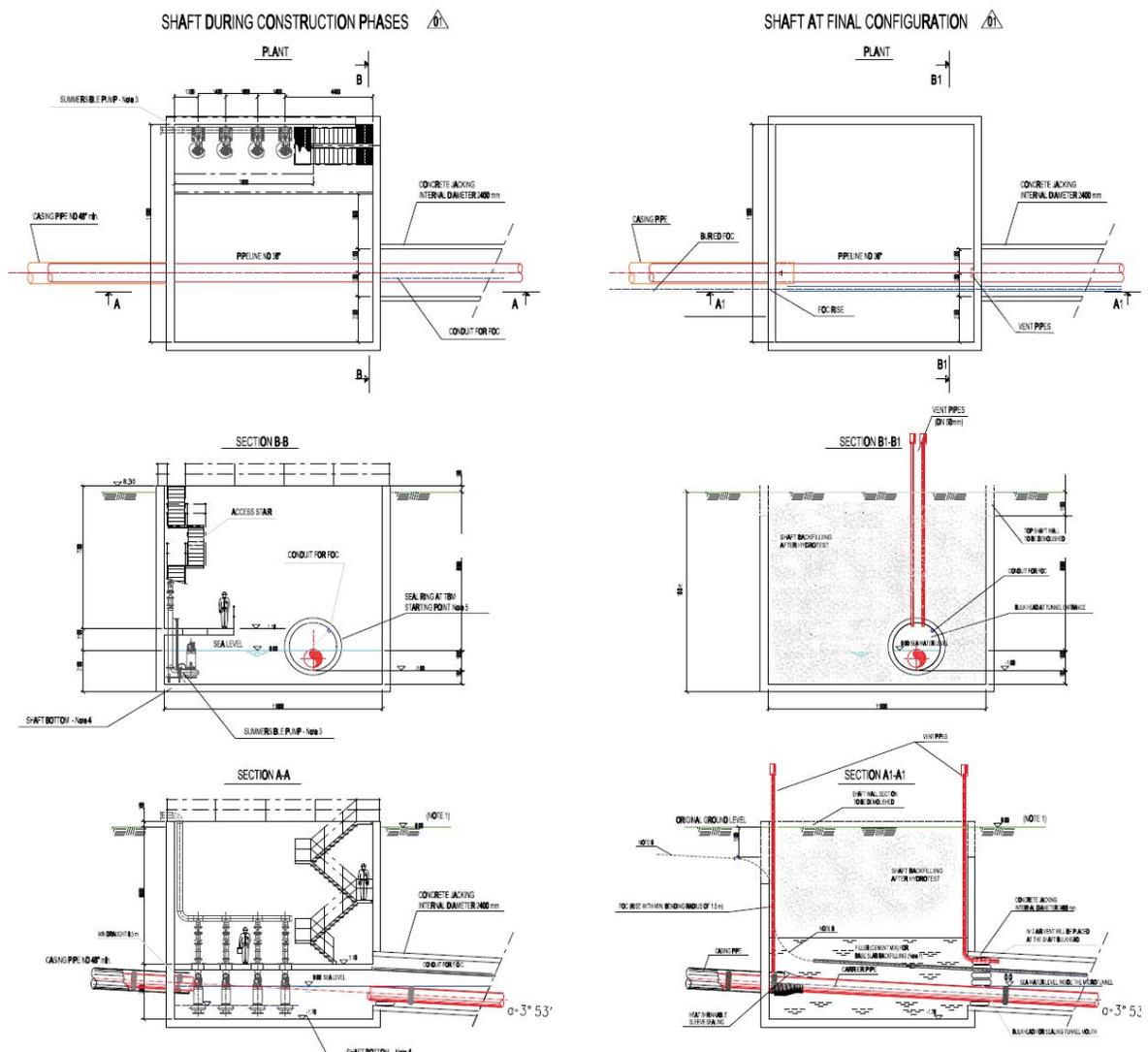


Figura 23 – Configurazione del pozzo di spinta durante la costruzione del microtunnel

Il pozzo di uscita, locato al KP 103.40 sarà funzionale anche al recupero della testa fresante.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	64 of 116

Al termine della costruzione del Microtunnel sarà installato un invito a campana (*bell mouth*) sul punto di uscita dello stesso, al fine di garantire un imbocco dolce alla condotta nella fase di tiro della stessa.

Figura 22 – Configurazione finale del pozzo di spinta



Figura 24 – Installazione tipica di un *bellmouth* nel punto di uscita del microtunnel

Tecnologia dell'iniezione della malta cementizia per la costruzione del fondo a tenuta – Jet grouting

La tecnica del Jet grouting, verrà utilizzata per la costruzione del fondo del pozzo di spinta assicurando in tal modo stabilità all'intera struttura ed impermeabilità rispetto alle infiltrazioni d'acqua.

Il fondo sarà realizzato mediante la formazione di una maglia di colonne di terreno consolidato installate con la tecnica dell'iniezione cementizia. Le colonne di terreno consolidato vengono ottenute mediante iniezione ad alta pressione (> 300 bar) di una miscela di acqua e calcestruzzo attraverso uno o più ugelli disposti sulla punta di un'asta di perforazione che penetra il terreno con moto roto-traslatorio.

La tecnica del Jet-Grouting in particolare comprende una fase di perforazione seguita da una fase di iniezione. La perforazione è eseguita con un'asta di perforazione di piccolo diametro (4-8 pollici) fino alla quota di progetto. L'asta di perforazione viene poi fatta risalire a velocità costante, iniettando nel contempo la malta cementizia che crea colonne in calcestruzzo-terreno dal basso verso l'alto.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	65 of 116

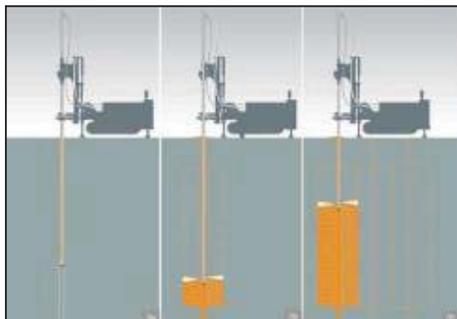


Figura 25 – Schema di costruzione jet-grouting

Per la costruzione della soletta di fondo, vengono costruite diverse colonne intersecanti in calcestruzzo-terreno come spiegato sopra. La progettazione delle colonne è fatta in modo che l'intersezione avvenga lungo tutta la lunghezza delle colonne stesse. L'attività di perforazione è fatta partendo dal livello superficiale del suolo mentre l'iniezione della miscela cementizia è eseguita a partire dal basso dalla superficie del fondo del pozzo.

6.3.2.1 Personale e Materiale

COSTRUZIONE DEL POZZO DI SPINTA	
1	Capo squadra
P/T	Surveyor
1	Operatore di machine per movimento terra
1	Saldatore (temporaneo)
P/T	Aggiustatore (se richiesto)
1	Imbragatore
3	Lavoratori inclusi carpentieri & muratori

MATERIALI e FORNITURE
calcestruzzo preconfezionato per il pozzo di spinta
Aste di acciaio per il pozzo di spinta
Conci
Casseforme in legno
Sacchi di calcestruzzo tipo Portland tipo 1
Bentonite e Additivi Opzionali
Diesel
Acqua

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	66 of 116

AREA DI CANTIERE	
	Container Uffici
	Container spogliatoio
	Container magazzino
	Container officina con strumenti generali
	Sistema di illuminazione
	Serbatoi di acqua
COSTRUZIONE POZZO DI SPINTA	
	Impianto di perforazione Bauer BG
	Strumenti di perforazione
	Conci
	tubi di alimentazione (quantità come necessario)
	Impianto di perforazione Casagrande C14
	Impianto miscelatore Tecniwell TWM 30, flusso di malta 30 mc/h;
	Pompa peristaltica HP50
	Pompa ad alta pressione type Tecniwell TW600
	2 silos per il calcestruzzo
	sistema di registrazione dati
	Unità di compressore ad aria
	Camion Ribaltabili
	Set di saldatura
	Generatori
	Seghe a taglio
	Strumenti per la movimentazione terra
	Pompe sommergibili
	Attrezzatura per sopralluogo
	Impalcature, scale , binari, etc, etc.

Note: le attrezzature su elencate potrebbero essere sostituite durante la costruzione con strumentazione di capacità operativa equivalente

Tutta l'apparecchiatura elettronica, elettrica sarà certificate "CE".

6.3.3 Costruzione del microtunnel

- Al termine della costruzione del pozzo di spinta, si procederà con le fasi necessarie per la costruzione del microtunnel. Le attività principali previste sono le seguenti:
 - Installazione della strumentazione/macchinari/equipaggiamento:
 - Installazione dell'impianto di separazione dei fanghi di perforazione;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	67 of 116

- Installazione dell'impianto di gestione bentonite;
- Installazione della cabina di controllo;
- Allestimento del pozzo di spinta:
 - Installazione del muro di spinta e dei cilindri idraulici;
 - Installazione dei laser;
 - Installazione della guarnizione di lancio;
 - Completamento dei lavori di allestimento;
- Lavori di Avanzamento del microtunnel:
 - Lancio e messa in opera della testa o scudo fresante -TBM;
 - Preparazione dei conci;
 - Preparazioni delle stazioni di spinta intermedie (conci di spinta);
 - Installazione dei conci;
- Lavori di completamento e de-mobilizzazione:
 - Completamento del microtunnel (inclusi la posa delle messaggere per la condotta, per il FOC e la preparazione all'allagamento del microtunnel), e lavori di smantellamento ;
 - Demobilizzazione dell'equipaggiamento/macchinari/attrezzature/strutture utilizzati nell'ambito della costruzione del microtunnel;
- Attività per il recupero dello scudo fresante:
 - Preparazione dello scudo fresante per il recupero;
 - Recupero dello scudo fresante;
 - Trasporto dello scudo fresante al porto;
 - Scarico dello scudo fresante in banchina.

6.3.4 Attività di costruzione del microtunnel

Il microtunnelling è una metodologia di costruzione detta "trenchless", in quanto non richiede lo scavo di trincee a cielo aperto. La tecnica del microtunnel viene eseguita in controllo remoto e consiste nell'inserimento di conci che creano una struttura continua ("via a *full-face* micro-TBM").

Il Tunnel Boring Machine (TBM), è costituito dall'insieme dei meccanismi di perforazione/macchina di scavo, scudo e attrezzature ausiliare utilizzate per la costruzione del microtunnel.

Sulla base delle caratteristiche geologiche dell'approdo, del diametro e della lunghezza del microtunnel da costruire, è stato scelto il metodo di costruzione "slurry shields" che fornisce un continuo supporto al fronte di scavo tramite una contro pressione dei fanghi di scavo..

La rotta ed il profilo del microtunnel sono state definite in base alla fattibilità, ai vincoli ed ai requisiti ambientali e di sicurezza.

Le coordinate dell'asse del microtunnel sono generate a partire dal profilo fornito nel progetto.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	68 of 116

Dai dati geologici disponibili per la sezione a mare, si evince che il microtunnel attraverserà sabbia, più o meno densa, o suolo di differente composizione mineralogica (silice calcarea, carbonato di silicio, carbonato). Localmente il microtunnel attraverserà carbonato di limo sabbioso ed un sottile strato di ghiaia limosa sabbiosa e sabbia limosa ghiaiosa. L'abrasività del terreno è prevista essere mediamente bassa.

Le operazioni di perforazione del microtunnel avverranno attraverso il pozzo di spinta all'interno del quale verrà costruito sul fronte di scavo un muro (cosiddetto di spinta) atto a fornire la necessaria contro reazione per sovrastare le spinte di avanzamento che scaturiscono durante la perforazione.

L'allineamento iniziale dello spingitore è ottenuto con un accurato posizionamento dei binari dello spingitore all'interno del pozzo di spinta dove verranno successivamente posati i conci.

Il concio sarà spinto attraverso il terreno tramite cilindri idraulici. Le operazioni di scavo vengono guidate attraverso un pannello di controllo localizzato all'interno di un dedicato container posto in superficie in prossimità del pozzo di spinta.

La posizione dello scudo è supervisionata tramite un sistema di guida remoto. Stazioni di spinta intermedia vengono montate durante l'installazione dei conci per ridurre e distribuire la forza di spinta nel caso questa si incrementi a causa dell'attrito e della lunghezza del microtunnel installato. Questo fa sì che lo scambio di forze applicate all'interno del pozzo di spinta tra lo spingitore principale ed il muro di spinta siano ridotte.

Le operazioni di scavo del microtunnel sono previste svolgersi su un orario continuato (24 ore su 24, 7 giorni su 7). I principali parametri geometrici del microtunnel sono riportati nella tabella seguente:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	69 of 116

Articolo	Descrizione
Comune	Melendugno (LE)
MICROTUNNEL	
Concio diametro interno(mm)	2400
Concio diametro esterno (mm)	3000
Lunghezza totale (m)	1,485
Numero delle sezioni diritte (-)	2
Lunghezza della sezione diritta iniziale (m)	49.89
Inclinazione della sezione iniziale (m/m)	0.068
Lunghezza della sezione diritta finale (m)	1,073.54
Inclinazione della sezione finale (m/m)	0.007
Numero delle sezioni curve(-)	1
Lunghezza della sezione curva (m)	364.49
Raggio di curvatura (m)	6000
POZZO DI SPINTA	
Lunghezza (m) x Larghezza (m) x Altezza (m) [dimensioni interne approssimate]	10 x 11 x 10
Metodologia di costruzione	Pareti calcestruzzo + iniezione di malta cementizia (Secant bored piles + jet grouting)
PUNTO DI USCITA DEL MICROTUNNEL	
Lunghezza (m) x Larghezza (m) x Altezza (m) [dimensioni interne approssimate]	105 x 10 x 5 (approx)
Metodologia di costruzione	Trincea aperta scavata per il recupero sottomarino

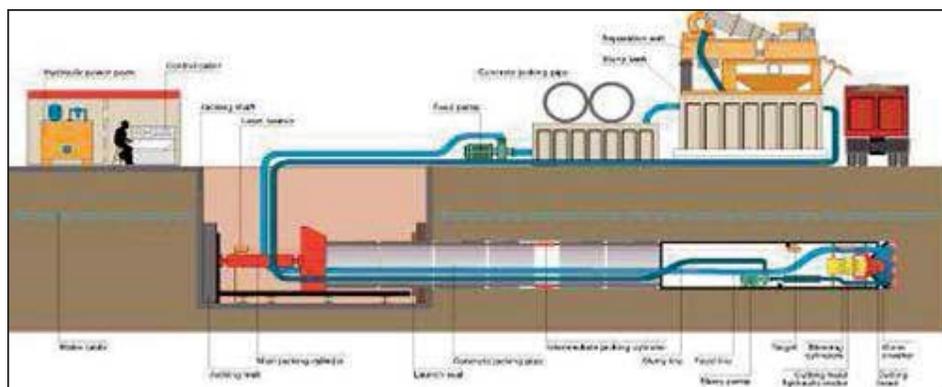


Figura 26 – Schema tipico di lavoro del microtunnel

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	70 of 116

6.3.4.1 Tecnologia dello Scudo Fresante

Il microtunnel verrà costruito utilizzando una macchina a controllo remoto con “scudo pressurizzato chiuso Slurry (Pressurized Closed Shield TBM with Remote Control Operation). La tecnologia AVN *Slurry* è basata sull’ utilizzo del materiale scavato dallo scudo fresante miscelato con “liquid medium” che deriva dal sistema di circolazione. Le macchine AVN (Slurry Pressurized Tunnel Boring Machines) utilizzano scudi fresanti (TBMs) equipaggiati con un sistema di convogliamento/trasporto dei liquidi e sono utilizzabili in quasi tutte le tipologie di terreno principalmente sabbia, ghiaia sabbiosa, ghiaia così come roccia dura. Il terreno viene scavato dallo scudo fresante tramite frese circolari che ruotano in una sospensione bentonitica lungo tutto il fronte di scavo; nel contempo lo scudo fresante viene spinto in avanti dai cilindri idraulici detti “di spingimento”.

La fresa tagliente guidata può ruotare in entrambe le direzioni offrendo così la possibilità di correggere e/o compensare il rollio della macchina che può avvenire come reazione alla coppia della fresa di taglio. Il materiale scavato si trova nella camera di scavo situata direttamente dietro scudo fresante. In questo ambiente il materiale è frantumato in granelli di dimensioni adatte al trasporto nel circuito dei liquami. Il trasporto del materiale scavato e frantumato avviene in sospensione all’interno di un fluido. Questa sospensione viene spinta tramite una pompa attraverso linee di alimentazione situate all’interno della camera di scavo. Qui il materiale scavato ed il liquido si miscelano e vengono pompati via verso il serbatoio di sedimentazione e/o l’impianto di separazione posto in superficie dove il materiale ed il liquido sono separati l’uno dall’altro. L’aggiunta di bentonite durante le operazioni di scavo è necessario per variare la densità e la viscosità del fluido perché si adatti alle diverse condizioni geologiche.

6.3.4.2 Principio di funzionamento della AVN Slurry Mix Shield

La macchina di scavo utilizzata per il progetto TAP per l’approdo Italiano è progettata e costruita dalla Herrenknecht in conformità con gli standard di sicurezza in vigore. Herrenknecht AG sviluppa e produce l’intera gamma di macchine a scudo fresante. Questi prodotti ad alta tecnologia possono essere utilizzati in tutte le condizioni geologiche. L’insieme dei diametri coperti da queste macchine varia da 100mm a 14200 mm.

La costruzione del microtunnel verrà effettuata impiegando lo scudo fresante tipo AVND2000AB che fornisce un supporto di aria compressa al fronte.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	71 of 116

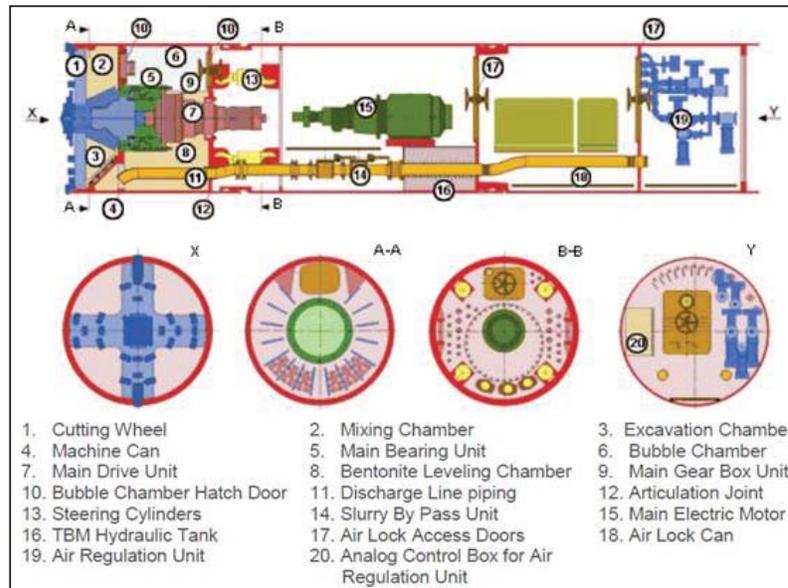


Figura 27 – Tipico schema di un macchina Herrenknecht AVN2000TBM

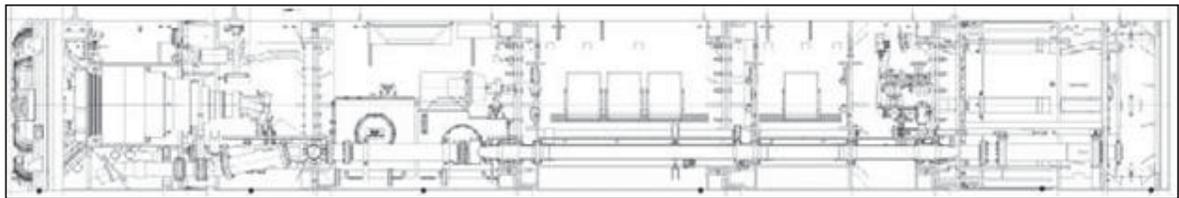


Figura 28 – Tipico schema di dettaglio di una Herrenknecht AVN2000 TBM

6.3.4.3 Frese taglienti

Le frese rotanti saranno appositamente progettate per la macchina AVND2000AB e capaci di operare in condizioni di terreno misto costituito ad esempio da miscela di terreno soffice, ghiaia/renella, roccia erosa/soffice e per rispondere anche ad imprevisti ostacoli sotterranei. Tutti le frese a disco sono a carica posteriore ossia possono essere cambiate a causa di usura e/o per danneggiamento dovuto ad ostacoli incontrati nella fase di scavo.

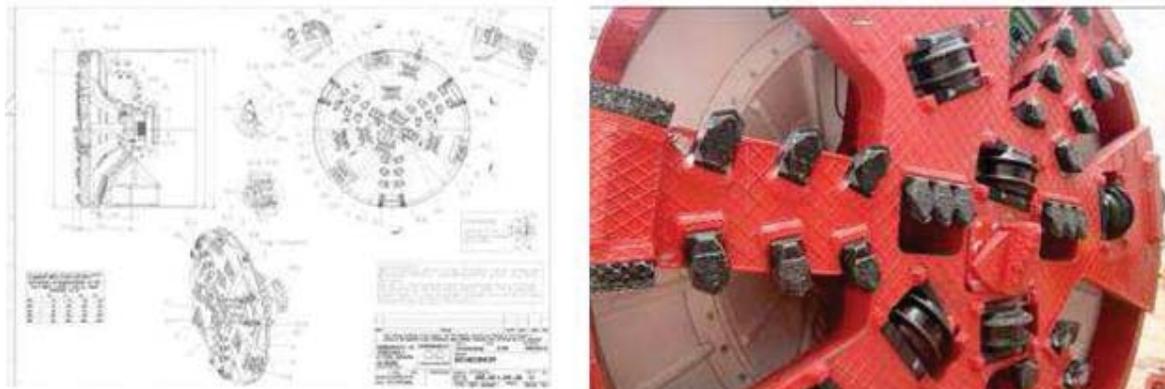


Figura 29 – Tipico testa fresante Mixed Ground per AVN2000D

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	72 of 116

6.3.4.4 Sistema automatico di lubrificazione del microtunnel

Durante le operazioni di scavo lo scudo fresante ed i conci sono soggetti alle azioni di forze di attrito che si sviluppano lungo la superficie di contatto tra il microtunnel ed il terreno circostante e che si oppongono all'avanzamento del microtunnel. Tali forze di attrito aumentano all'aumentare della lunghezza del microtunnel e di conseguenza la forza di spinta dev'essere compensata per contrastare l'aumento della resistenza. In ogni caso però la forza di spinta non può crescere indefinitamente in quanto limitata dal massimo carico assiale in grado di essere sopportato dai conci.

La riduzione ed il controllo della resistenza di attrito è dunque un fattore significativo per l'esecuzione di microtunnel. La forza di attrito dipende dalle caratteristiche del terreno che deve essere scavato, dal livello dell'acqua di falda e/o acque sotterranee, dalla capacità di sterzo della macchina e dalla capacità di lubrificazione dei conci. Al fine di favorire la riduzione dello sforzo di taglio, durante le operazioni di scavo, verranno utilizzati quali fluidi lubrificanti della bentonite o altri polimeri speciali.

La pressione di iniezione del fluido di supporto favorisce la penetrazione all'interno del terreno fino ad una certa profondità creando così un rivestimento attorno al concio. La velocità del fluido e la profondità di penetrazione della sospensione nel terreno dipendono dalla sezione dei pori del terreno e dalle caratteristiche del fluido lubrificante. I requisiti per operare in condizioni ottimali durante la costruzione del microtunnel sono:

- Precisa indagine del terreno, dimensione dei grani/granellini e composizione;
- Determinazione della pressione del terreno e di conseguenza della pressione di iniezione per la sospensione bentonitica;
- Determinazione della rapporto tra bentonite ed acqua sulla base delle dimensioni dei grani/granelli del terreno;
- Corretta preparazione della sospensione bentonitica;
- Continuità dell'iniezione della bentonite lungo tutta la rotta del microtunnel e per tutta la sua durata

Il limite di stabilità della sospensione bentonitica è di 40Kg di bentonite per metro cubo di acqua.

Gli ugelli per la distribuzione della bentonite devono essere distribuiti più uniformemente possibile lungo tutta la circonferenza del concio. Il numero di ugelli dipende dalla capacità del terreno, maggiore o minore permeabilità, di consentire la diffusione della sospensione. L'iniezione dovrebbe iniziare il più vicino possibile dietro la TBM e dovrebbe ripetersi ogni 9-12m circa.

Il produttore e fornitore della TBM, la Herrenknecht, ha sviluppato un sistema automatico di lubrificazione il quale esegue automaticamente la lubrificazione in base al tempo e la quantità richiesta e può effettuare il controllo ed il calcolo per le singole stazioni e valvole.

L'esperienza ha mostrato che il sistema di lubrificazione automatica può far raggiungere bassi valori di attrito.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	73 of 116

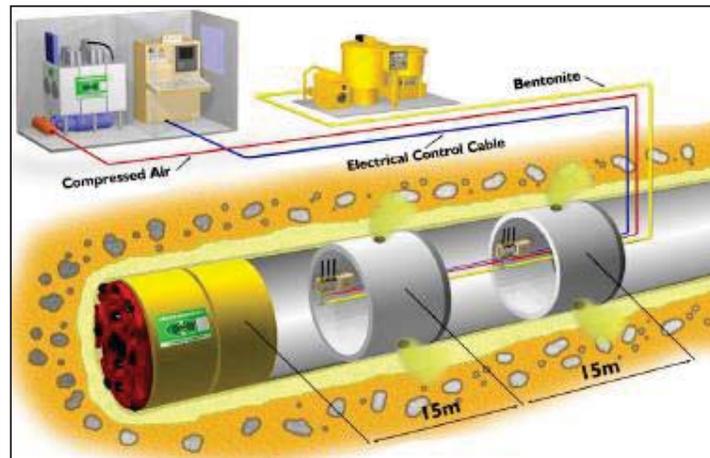


Figura 30 – Tipico Sistema Automatico di Lubrificazione

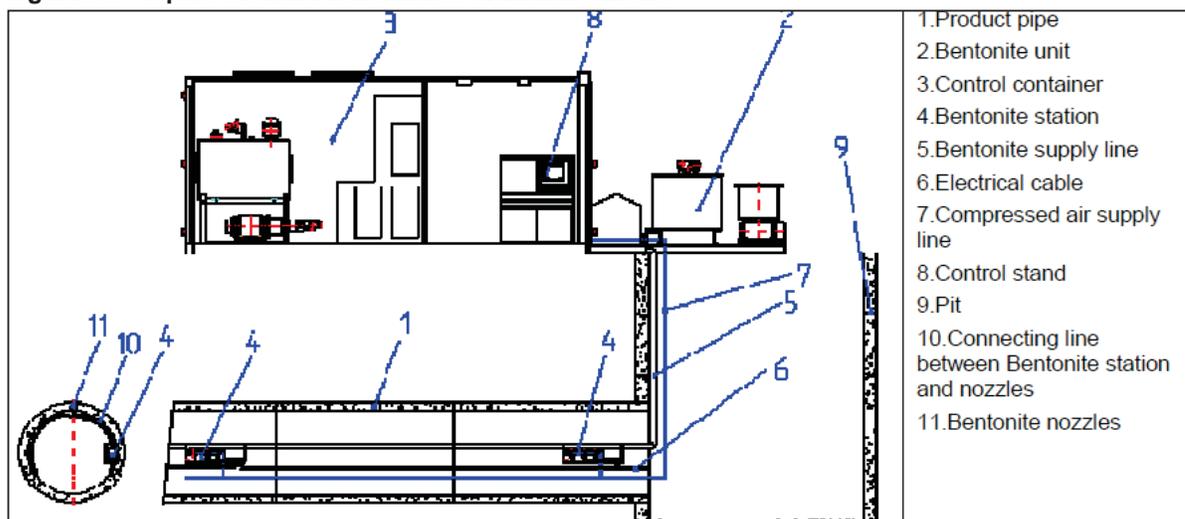


Figura 31 – Tipico schema automatico per l'impianto di lubrificazione

6.3.4.5 Sistema di guida SLS-LT

Durante le operazioni di scavo del microtunnel, verrà utilizzato uno speciale sistema di guida del tipo SLS-LT prodotto da VMT GmbH meglio descritto nei paragrafi seguenti.

Il sistema di guida per lo spingitore è installato davanti all' area del microtunnel e consiste nei diversi seguenti diversi dispositivi singoli:

- Un obiettivo laser (ELS) è rigidamente montato nello scudo fresante come riferimento;
- Un primo prisma per misure elettroniche delle distanze è montato direttamente sull' ELS.

Ad intervalli di 30-60m circa (dipende dalla curvatura dell'asse del microtunnel) viene installata una stazione laser. Questa stazione laser è equipaggiata con sensori i quali permettono di registrare automaticamente la posizione di un prisma montato sul punto di riferimento.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	74 of 116

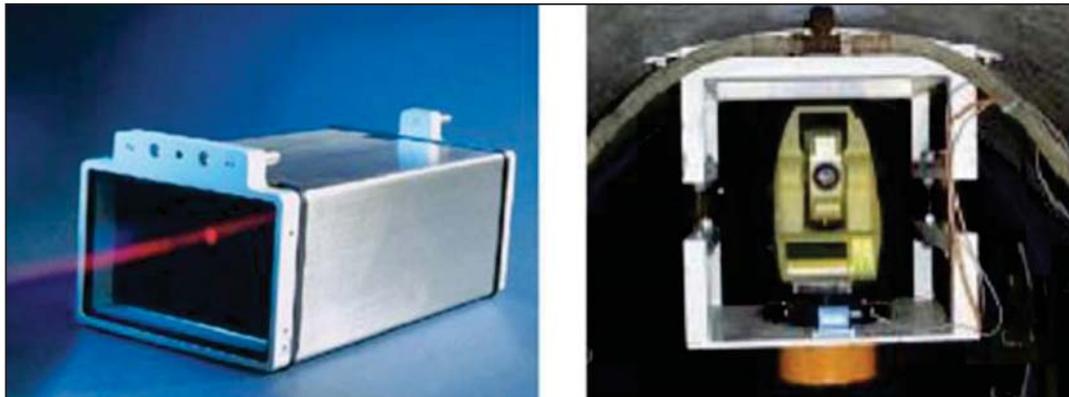


Figura 32 – Laser target ELS (sinistra) e strumento di monitoraggio, TCA montato nel tunnel (destra)

Per compensare il rollio si utilizza un tripode che in modo automatico mantiene la posizione orizzontale. Il rollio è registrato e calcolato da un inclinometro.

Un secondo prisma è installato dietro questa stazione come ridondanza e/o come obiettivo remoto. Due ulteriori prismi chiamati prismi di supporto puntuali, sono posizionati a circa 12m di fronte alla stazione laser del concio di riferimento. Ciò consente di determinare continuamente la posizione dello scudo fresante durante lo scavo del microtunnel. Ad intervalli di tempo e/o di distanze precise il sistema automaticamente si orienta in relazione all'obiettivo di ridondanza ed immediatamente dopo determina la posizione del concio di riferimento con l'ausilio del prisma di supporto puntuale, così come determina la posizione attuale dello scudo fresante. In questo modo vengono determinate le deviazioni dalla rotta di scavo.

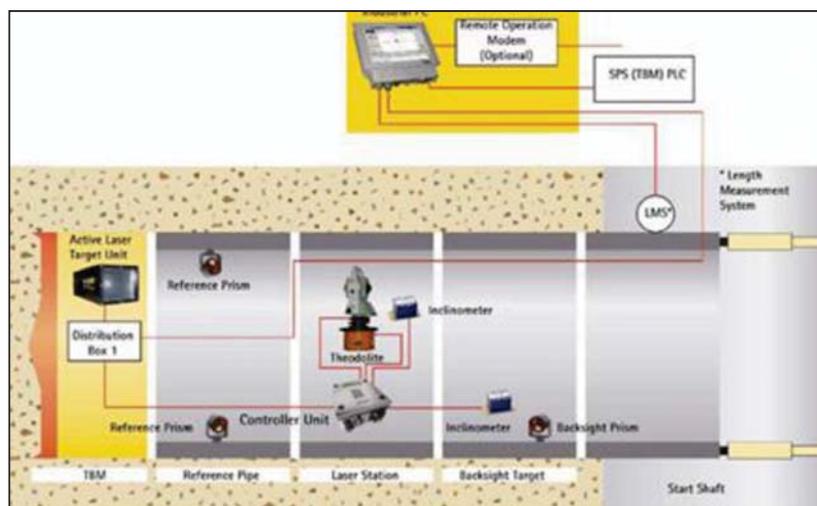


Figura 33 – Sistema di guida SLS-LT visione generale

6.3.4.6 Spingitore – Jacking System

Lo spingitore principale, standard Main Jacking Rig (1400-2100ton), verrà utilizzato per spingere la TBM e gli elementi del microtunnel durante la fase di scavo e costruzione dello stesso. Lo spingitore principale è formato da 4/6 cilindri idraulici (350 ton ognuno), un anello di spinta, una piastra posteriore, un telaio di base, una piastra di carico ed un verricello. Lo spingitore sarà installato all'interno del pozzo di spinta e regolato in direzione, altezza e beccheggio. Successivamente la

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	75 of 116

TBM sarà installata sullo spingitore ed i cilindri idraulici estesi di conseguenza. La TBM sarà così spinta verso il fronte di scavo ed allo stesso tempo le frese rotanti e gli elementi taglienti dello scudo fresante scaveranno il terreno. L'avanzamento dello scudo fresante nel suolo si arresta quando viene raggiunto il fine corsa dettato dalla lunghezza dei cilindri idraulici.

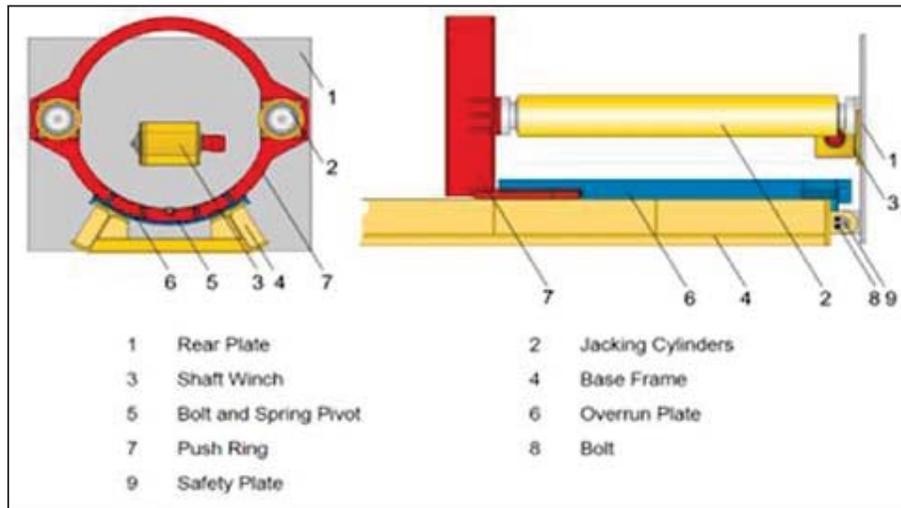


Figura 34 – Spingitore Principale e Cilindri telescopici Idraulici

6.3.4.7 Spingitori Intermedi - Intermediate Jacking Station

La resistenza all' avanzamento dovuta all' attrito tra la superficie esterna dei conchi del microtunnel ed il terreno, aumenta con la lunghezza di installazione del microtunnel. Conseguentemente anche la spinta richiesta per far avanzare i conchi nel terreno aumenta.

Se la forza richiesta dallo spingitore principale supera la massima forza ammissibile applicabile sui conchi, non sarà più possibile spingere l'intera stringa a partire dal solo pozzo di spinta e sarà necessario installare spingitori aggiuntivi intermedi lungo le sezioni del microtunnel.

Gli spingitori intermedi o stazioni intermedie di spinta (interjacks) sono installati lungo la stringa di conchi ad intervalli che vengono specificatamente definiti per ogni progetto. Attraverso la divisione della stringa in singole sezioni, la spinta necessaria si ridurrà essendo distribuita lungo il tunnel.

L'installazione di stazioni intermedie di spinta viene effettuata anche in caso di presenza di eventuali ostacoli geologici che potrebbero rallentare il processo di scavo.

Generalmente gli spingitori intermedi sono installati ogni 100m con l'eccezione del primo e dell'ultimo. La prima stazione intermedia di spinta è solitamente inserita 40-60m dietro la TBM mentre l'ultima è installata ad una distanza di circa 150-200m dalla sezione finale.

Le stazioni intermedie di spinta vengono attivate quando la forza di spinta registrata allo spingitore principale raggiunge l'80% della forza ammissibile applicabile sui conchi.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	76 of 116

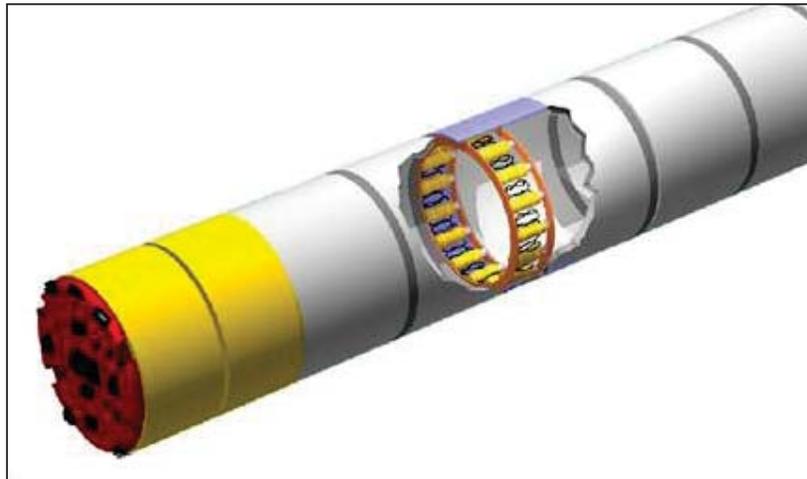


Figura 35 – Installazione degli spingitori intermedi lungo il microtunnel.



Figura 36 – Installazione di un stazione intermedia di spinta lungo il microtunnel

6.3.4.8 Sistema di rimozione del terreno (Impianto di separazione automatico)

Il terreno scavato dalla TBM viene rimosso idraulicamente da un sistema umido/bagnato detto *wet system*. Questo sistema nel caso di microtunnel di modesta lunghezza come per il progetto in questione, è più efficiente del sistema cosiddetto a secco, *dry-system*, in quanto i tempi per il trasporto del materiale scavato si riducono sensibilmente.

Nella sezione conica di frantumazione/riduzione, detta *cone crusher area*, il terreno scavato viene miscelato con il liquido di perforazione costituita ad esempio da sospensione bentonitica o acqua a seconda delle condizioni del terreno) Tale miscela viene quindi rimossa dalle pompe di smaltimento della malta/liquido/fanghi/pompe di smarino (pompe centrifughe) e trasportate attraverso le condotte al di fuori del microtunnel fino all'impianto di separazione. Le condotte della malta/liquidi/fanghi/smarino fanno parte di un sistema chiuso che comprende anche le condotte di alimentazione e le pompe di alimentazione che inviano il liquido di perforazione al fronte di scavo della TBM.

L'impianto di separazione riceve la malta/liquido/fango/smarino proveniente dallo scudo fresante e, scindendo la frazione solida da quella liquida, separa il terreno scavato dal liquido di perforazione. Il liquido di perforazione rigenerato viene quindi rimandato indietro attraverso il circuito idraulico e pompato nelle condotte/linee di alimentazione.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	77 of 116

Nell'impianto di separazione il materiale scavato viene rimosso dal liquido di perforazione tramite l'azione di un vaglio vibrante e di un ciclone.

Il principio di funzionamento di un tipico impianto di separazione è descritto di seguito.

Le pompe (malta/liquido/fango/smarino) di scarico trasportano il fluido attraverso il circuito (1) all'impianto di separazione fino al vaglio vibrante (2), dove avviene la separazione del materiale grossolano (granulometria maggiore di 5mm)

Il fluido setacciato cade all'interno di un container e viene quindi trasportato tramite pompe all'interno di cicloni (3). Qui il materiale fino (granulometria maggiore di 63 µm) viene separato in sospensione.

Il terreno separato cade all'interno di un vaglio disidratante che continua la separazione della fase solida da quella liquida (separa ulteriormente materiale fine dal liquido).

La sospensione pulita è quindi scaricata in un recipiente esterno (4) disponibile per essere riutilizzata (5).

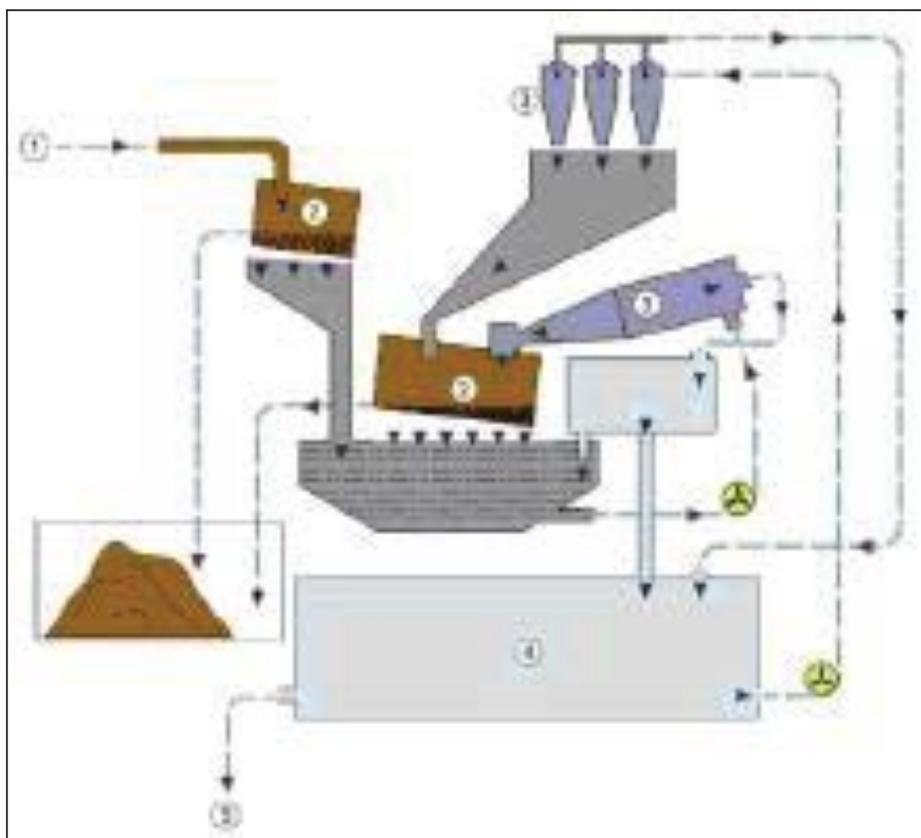


Figura 37 – Principio di funzionamento di un impianto di separazione.

Il materiale fine che non può essere separato dai cicloni, rimane in sospensione nel liquido causando un progressivo incremento del rapporto densità/viscosità. Speciali moduli addizionali chiudono il circuito di gestione del liquidi/malta/fango/smarino.

In funzione della curva granulometrica del terreno scavato, considerando il volume totale della malta/fango/liquido/smarino ed in considerazione della disponibilità di aree libere, è possibile rendere il processo di separazione più efficiente tramite l'utilizzo di:

- Serbatoi cilindrici;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	78 of 116

- Centrifughe;
- Unità di flocculazione;
- Filtri a pressa (opzionale).

Per il progetto in questione, l'impianto di separazione sarà costituito in particolare dai seguenti componenti:

- Un vaglio grossolano;
- Due unità di desabbiamento composte ognuna da un ciclone ed un vaglio disidratante;
- Una serie di cicloni addizionali e vagli vibranti fini;
- Due centrifughe;
- Un filtro a pressa (opzionale).



Figura 38 – Tipico impianto automatico di separazione.

6.3.4.9 Conci del microtunnel

Nel progetto TAP il microtunnel utilizzato per l'attraversamento dell'approdo Italiano sarà composto da conci in calcestruzzo rinforzati con acciaio.

I conci saranno prefabbricati da un produttore/fornitore qualificato che lavora in accordo con la certificazione di qualità EN-ISO9001, con le norme pertinenti con particolare riferimento alle EN 1916, DIN V 1201, ATV A 125, EN 206-1, DWA A 161.

Le principali caratteristiche dei conci previsti per la costruzione del microtunnel sono riassunte nella tabella di seguito:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	79 of 116

Caratteristiche tecniche conci – jacking pipes	
Diametro interno (mm)	2400
Diametro esterno (mm)	3000
Spessore (mm)	300
Peso (t/m)	6420

Tabella 20 – Conci del microtunnel

Caratteristiche del Materiale

Calcestruzzo:

- Qualità/Tipo: C 50/60 (cubic resistance 60 N/mm²)
- Aggregati: Sand and Gravels; cement's class quality 42.5 R
- Impermeabile per una pressione esterna di Massimo 5 bar

Rinforzo in acciaio:

- Qualità: B450A o simile
- Resistenza alla trazione: min. 540 N/mm²
- Sollecitazione di snervamento: min. 450 N/mm²
- Spessore interno di calcestruzzo – min. 40 mm
- Spessore Esterno di calcestruzzo – min. 40 mm

Caratteristiche del giunto

Connessione:

- Connessione: Anello di acciaio
 - Acciaio: S 275JR (acciaio normale)
 - Spessore: 11 mm
- Lunghezza: 300 mm

Anello di legno per la trasmissione della forza di spinta:

- Legno: Truciolare
- Spessore 35 mm
- Diametro Interno: 2440 mm
- Diametro Esterno: 2920 mm
- Modulo di curvatura elastico del legno: 2150 N/mm²

Guarnizione principale:

- Cuneiforme

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	80 of 116

- Norma: EN 681-1
- Materiale: SBR or EPDM

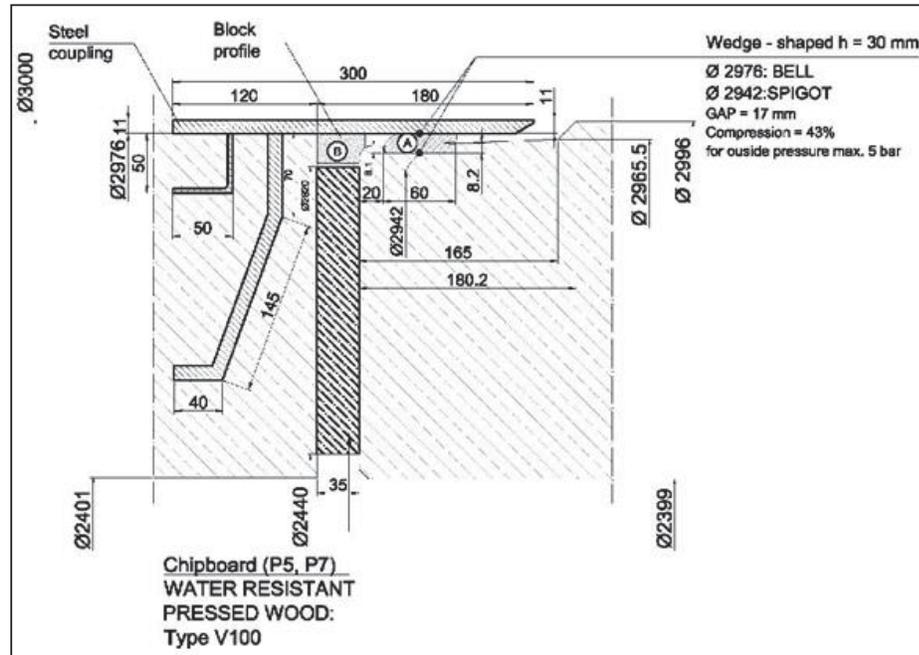


Figura 39 – Tipico giunto di un concio

Dettagli speciali per le installazioni subacquee

1. Il primo concio (Tunnel Lead Pipe) è dotato di una flangia d'acciaio sull'estremità quale superficie di supporto per le piastranti-rotolo. La flangia di acciaio funge anche da piastra di spinta per facilitare la fase di distacco prevista nelle operazioni di recupero della TBM a mare. Una volta completato il recupero della TBM, sulle estremità del concio lead pipe verrà installato un invito a campana, *bell mouth structure*, necessario per agevolare l'ingresso della condotta all'interno del microtunnel durante la fase di tiro.
2. I primi dieci conchi sono interconnessi tra loro attraverso speciali giunti che prevengono il rischio di deviazione o dislocazione degli stessi durante le operazioni di recupero sottomarino e la fase di tiro. Ognuno di questi conchi sarà progettato con una speciale scanalatura in calcestruzzo atta ad alloggiare le piastre anti-rotolo. Queste piastre saranno imbullonate sul concio stesso all'interno della scanalatura ed assicureranno un'azione antirotolo.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	81 of 116

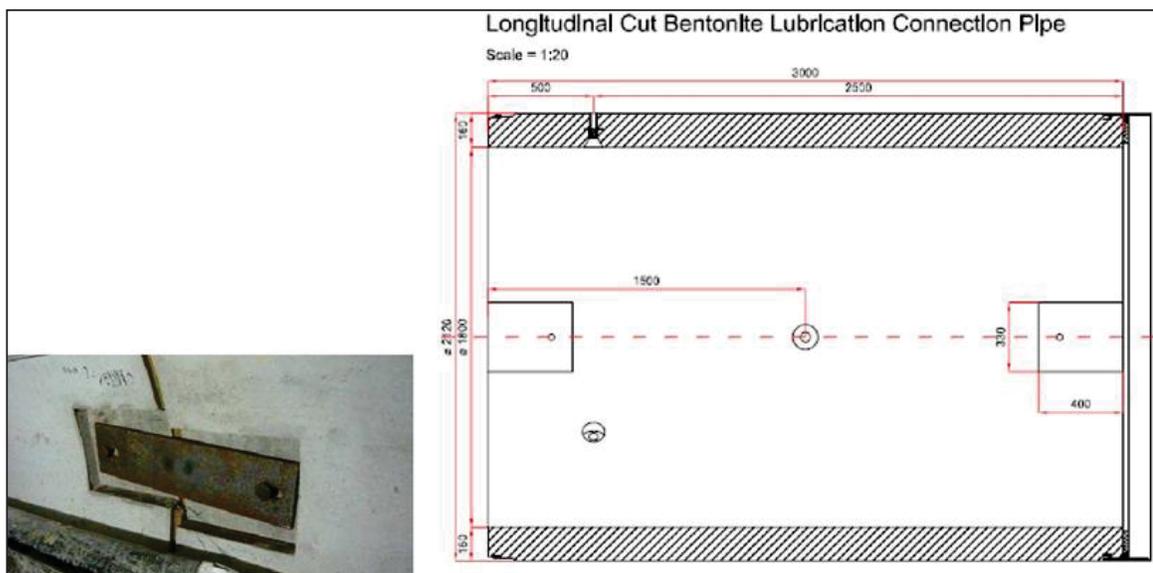


Figura 40 – Esempio di giunto di connessione e di concio di lubrificazione

6.3.5 Operazioni all'uscita del microtunnel – Recupero dello scudo fresante (TBM Recovery)

Al termine delle operazioni di scavo della zona di uscita del Microtunnel, sono previste le attività di recupero della testa fresante (TBM) che verranno effettuate attraverso l'utilizzo di un mezzo navale di supporto e l'impiego di una squadra di sommozzatori.

Le fasi principali riguardanti il recupero constano di:

- collegamento dell'attrezzatura di sollevamento alla TBM;
- distacco della TBM dal corpo del Microtunnel;
- sollevamento della TBM dal fondo marino e caricamento su apposito mezzo navale;
- trasporto della TBM al porto più vicino in grado di accoglierla.

Il peso totale dello scudo fresante in aria è previsto essere circa 200 Ton.

6.4 INSTALLAZIONE DEL TUBO DI PROTEZIONE A TERRA

Il tubo di protezione in acciaio da 48", sarà installato a partire dal pozzo di spinta e scavato in direzione ovest lato onshore. La metodologia di costruzione adottata sarà trenchless e quindi non richiede lo scavo della trincea a cielo aperto. La sezione sarà lunga circa 80m ed avrà una pendenza di circa 0.068m/m

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	82 of 116

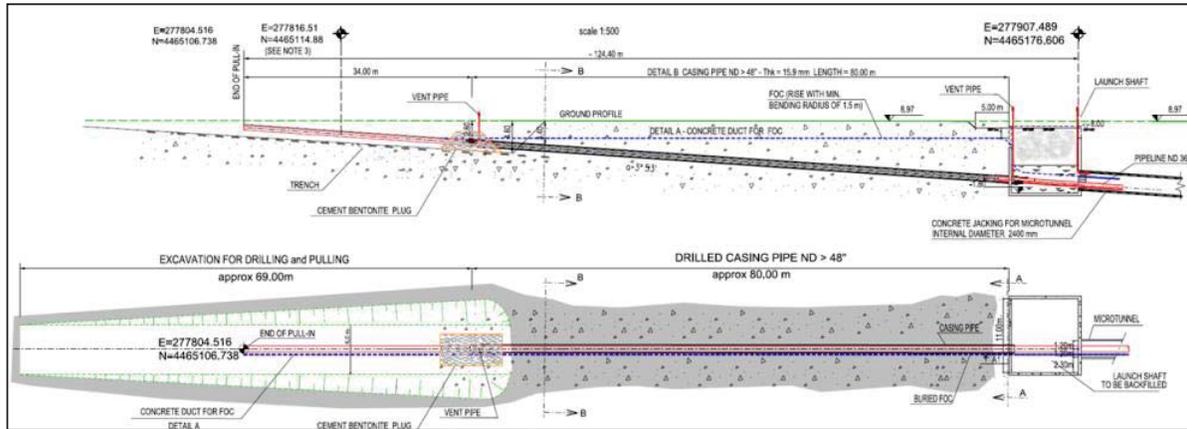


Figura 41 – Installazione del tubo di protezione da 48” a terra

Il pozzo di spinta del microtunnel sarà utilizzato anche per la costruzione del tubo di protezione da 48” e la relativa testa fresante verrà recuperata attraverso lo scavo di una trincea da effettuarsi in prossimità della posizione del verricello di tiro.

Il FOC sarà installato parallelamente al tubo di protezione dentro ad una canaletta di calcestruzzo interrata.

I principali parametri geometrici del tubo di protezione sono presentati nella tabella seguente:

Concio diametro interno(mm)	1600
Concio diametro esterno (mm)	1940
Lunghezza totale (m)	80
Profilo	dritto
Inclinazione (m/m)	0.068

Tabella 21 – caratteristiche tubo di protezione

6.5 PREPARAZIONE DELLE OPERAZIONE DI TIRO

6.5.1 Preparazione al tiro della condotta

Le attrezzature per le operazioni di tiro della condotta sull'approdo Italiano sono comprensive di:

- Verricello lineare, incluso i generatori e le unità di controllo, con una capacità nominale di 500ton;
- Basamento del verricello lineare;
- Sistema di ancoraggio/ritenuta e puleggia di deflessione;
- Cavo di tiro della condotta;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	83 of 116

Alle spalle del verricello lineare sarà effettuato un scavo per installare il muro di contenimento o le talpe

Il verricello lineare, sarà saldamente ancorato su una pavimentazione di calcestruzzo. Le operazioni di tiro, avvengono attraverso l'utilizzo di un cavo che sarà installato all'interno del microtunnel e del tubo di protezione fino al verricello mediante l'utilizzo di una messaggera, *messenger wire*.

6.6 RIPRISTINO DELL'AREA DI CANTIERE DEL MICROTUNNEL A FINE LAVORI

Il ripristino dell'area di cantiere del microtunnel a fine lavori, prevede le seguenti fasi:

Attività preliminari

- Smontaggio di tutte le attrezzature e delle strutture.
- Trasporto e smaltimento dei rifiuti presso gli impianti autorizzati in accordo alle normative vigenti in materia

Pozzo di spinta

- Il pozzo di spinta sarà demolito fino ad una profondità di -1.5m dalla superficie e di seguito riempito con la terra precedentemente scavata

Smontaggio della pavimentazione dell'area di cantiere

- L'aggregato grossolano compattato utilizzato nelle fasi iniziali della costruzione per la preparazione della superficie di lavoro sarà rimosso.
- Solette/lastre di calcestruzzo installate presso le aree di impianto e dei generatori saranno demolite.
- Tutti i detriti, rifiuti ed altri materiali saranno rimossi dall'area di cantiere e trasportati presso gli impianti autorizzati.
- Buche e superfici irregolari all'interno dell'area di cantiere saranno livellate e compattate

Scotico

- Il terreno derivante dallo scotico sarà ripristinato e livellato alle sue condizioni originali

Muretti a secco

- I muretti a secco, stoccati fuori dall'area di lavoro per la durata dei lavori saranno ricostruiti.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	84 of 116

7. INTERVENTI SUL FONDALE MARINO

7.1 INTRODUZIONE

I limiti geografici dei lavori di intervento sul fondale marino italiano sono compresi tra la linea mediana in Mare Adriatico (KP 60.142) e lo scavo della trincea all'uscita del microtunnel (KP 103.430) sul versante italiano.

Lo scopo del lavoro relativo agli interventi da effettuarsi sul fondale marino consiste nelle seguenti principali attività:

1. Dragaggio all'uscita del microtunnel;
2. Costruzione di terrapieno all'uscita del microtunnel;
3. Installazione di rocce per la riduzione delle campate libere;
4. Preparazione degli attraversamenti di cavi esistenti;

7.1.1 Dragaggio e riempimento all'uscita del microtunnel sul lato italiano

Nel punto di uscita del Microtunnel, è previsto lo scavo di una trincea la cui configurazione ed estensione è stata progettata per garantire il completamento in sicurezza del processo di scavo del microtunnel, del dissotterramento e del recupero della testa fresante.

Dopo il dragaggio della trincea verrà eseguito un rilevamento e, nel caso in cui la superficie non sia sufficientemente regolare, uno strato di ghiaia di spessore idoneo sarà installato per uniformare la superficie.

Durante le operazioni di dragaggio con draga escavatrice saranno utilizzati degli schermi blocca limo.

La funzione di uno schermo blocca limo è confinare all'interno di una certa area i solidi sospesi in acqua e limitare il loro spargimento durante i lavori di dragaggio.

Gli schermi blocca limo non saranno utilizzati in combinazione con le draghe aspiranti.

7.2 LAVORI DI DRAGAGGIO

7.2.1 Lato Italiano

Per lo scavo della trincea in prossimità dell'uscita del microtunnel (da KP 103,320 a KP 103,430) l'Appaltatore eseguirà il dragaggio con la draga scavatrice del tipo "Mimar Sinan", utilizzando schermi blocca limo come mostrato nella figura di seguito. Nella sua configurazione più estesa, questa draga è in grado di dragare fino a 32m di profondità.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	85 of 116



Figura 42 – Draga escavatrice "Mimar Sinan"

Per minimizzare l'impatto ambientale, oltre ad utilizzare gli schermi blocca limo, la draga utilizzerà una benna chiudibile. La benna dell'escavatore viene chiusa sott'acqua solo dopo che è stata riempita con il materiale dragato. Una paratia è posizionato sopra la benna durante il sollevamento del materiale, impedendo che le parti più leggere vengano portate via dall'acqua. La paratia rimane chiusa durante il movimento dell'escavatore fino a quando il materiale non viene scaricato sulla chiatta.



Figura 43 – Benna Chiusa

Dopo il completamento dei lavori di scavo, l'Appaltatore costruirà un terrapieno di ghiaia con lo scopo di facilitare l'operazione di tiro a terra della gasdotto fornendo una transizione appropriata al naturale profilo del fondo marino. Il terrapieno sarà costruito utilizzando una nave posa rocce

Dopo il tiro a terra del gasdotto e del cavo a fibra ottica, la trincea deve essere parzialmente riempita con materiale ghiaioso fino a 1 m al di sopra della parte superiore del gasdotto utilizzando una nave posa rocce del tipo "Simon Stevin". Il volume stimato di ghiaia di riempimento è di 1400 m³.

Infine il contrattista procederà con le attività di pre-commissioning come richiesto dal Cliente. Il completo ripristino della zona circostante l'uscita del microtunnel non è possibile prima della

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	86 of 116

operazioni di allagamento della gasdotto e del completamento dell'hydrotesting perché l'acqua necessaria a queste operazioni viene prelevata attraverso il microtunnel.

Dopo il collaudo idraulico del gasdotto, la trincea verrà completamente riempita.

7.2.2 Principi generali di funzionamento della draga escavatrice (BHD)

La draga escavatrice che verrà utilizzata nell'ambito dei lavori di scavo del punto di uscita del microtunnel non è autopropulsa e sarà assistita durante le operazioni di posizionamento da un rimorchiatore.

Il rimorchiatore avrà potenza sufficiente a garantire la movimentazione sicura durante il rimorchio anche in condizioni climatiche avverse. Lo stesso rimorchiatore sarà utilizzato come barca di supporto per fornire alla draga escavatrice i materiali di consumo necessari durante i lavori

La draga escavatrice è dotata di tre pali: un palo è localizzato nel centro del pontone a poppa in un sistema di scorrimento; questo palo può essere sollevato e spostato lungo la linea centrale del pontone (o pontone può essere spostato rispetto al palo fissato sul fondo del mare); gli altri due pali possono essere solo sollevati o abbassati.



Figura 44 – Draga escavatrice

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	87 of 116

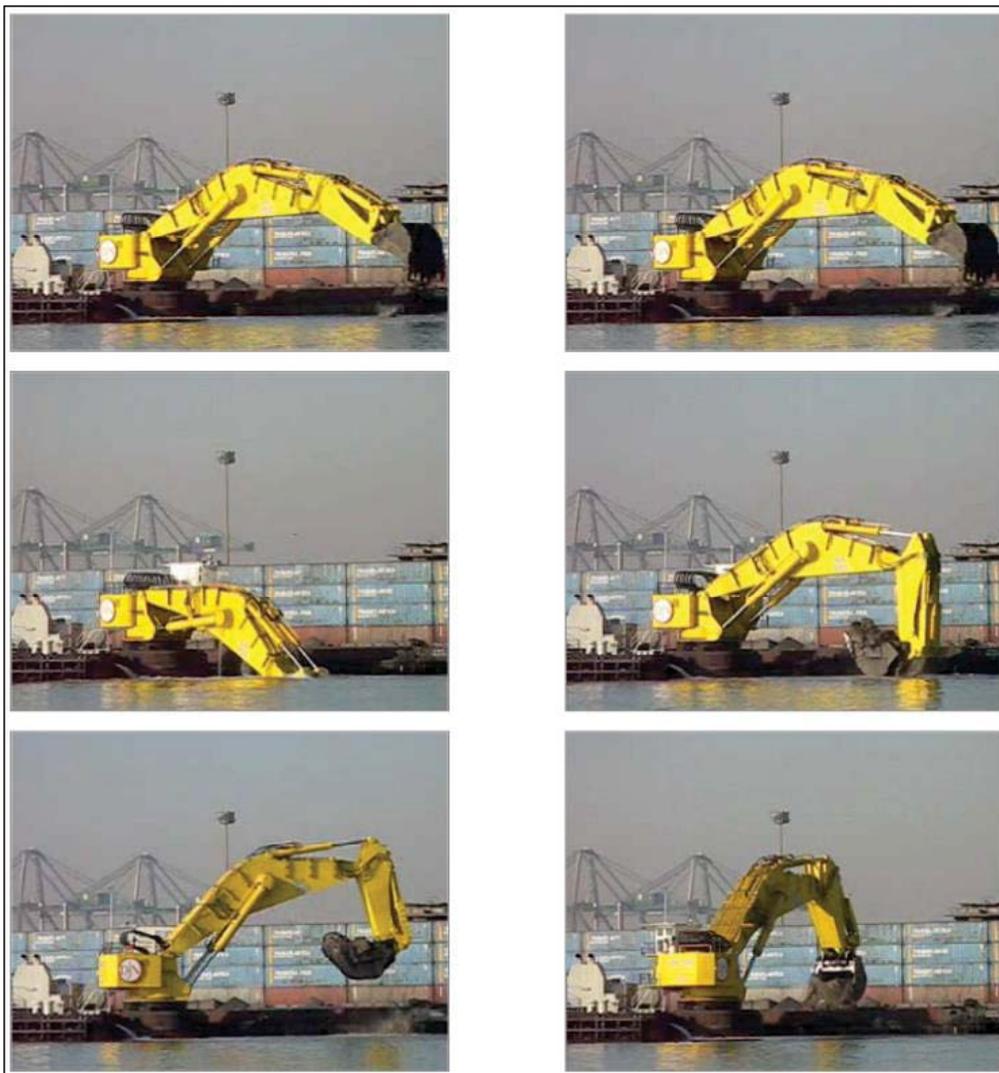


Figura 45 – Draga escavatrice al lavoro

Prima di procedere con l'abbassamento dei pali, viene effettuato il controllo della posizione attraverso sistema di posizionamento Differential Global Positioning System; tale sistema assicura l'allineamento della draga rispetto alla trincea. La draga si sposterà poi nella posizione esatta di partenza per lo scavo utilizzando il palo scorrevole e la benna. La draga scaverà a passi di circa 5-7,5 m di lunghezza.

Al termine del primo ciclo di scavo, verranno sollevati i pali anteriori di circa 2 m dal fondo del mare ed il palo scorrevole situato nella parte posteriore del pontone scorrevole sposterà la draga indietro da 5 a 7,5 m sulla rotta di dragaggio pronta per iniziare un nuovo ciclo di dragaggio.

Il riposizionamento della draga escavatrice avviene schematicamente nel seguente modo:

1. Il palo scorrevole centrale viene sollevato e spostato verso la parte anteriore del carrello del pontone.
2. All'arrivo del palo a fine corsa, il palo viene nuovamente abbassato.
3. I due pali fissi posti anteriormente sul pontone, vengono sollevati dal fondo del mare. Il pontone viene quindi spinto dal palo scorrevole per circa 7.5 m all'indietro.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	88 of 116

4. Alla conferma del corretto allineamento del draga escavatrice i due pali fissi vengono abbassati sul fondo del mare e le operazioni di scavo riprendono.

Controllo del dragaggio

Per il posizionamento della draga verrà utilizzato il sistema GPS differenziale in combinazione con girobussole.

Per controllare la posizione della benna, la draga è dotata di sistema *Digmate digviewer* IHC o simili. Questi sistemi misureranno:

- gli angoli per il braccio e della benna;
- il pescaggio del pontone;
- l'inclinazione

I livelli di dragaggio ed i relativi angoli di inclinazione possono essere impostati nel computer di bordo; in tal modo l'operatore potrà controllare attraverso i sistemi di monitoraggio informatici le linee di scavo e la posizione della benna, in relazione ai parametri settati.

Le informazioni sul livello dell'acqua verrà fornito da un mareografo collegato via radio. Il mareografo sarà posto in acqua vicino alla zona di dragaggio. La draga sarà dotato di un ricevitore radio collegato per monitorare il livello di marea durante l'operazione di dragaggio. Il "sistema digviewer" riceverà le informazioni sul livello della marea effettivo diverse volte al minuto e la profondità di dragaggio verrà aggiornata automaticamente.

Le informazioni rilevanti monitorate durante il processo di dragaggio, come ad esempio le ore di funzionamento, i guasti, le riparazioni, i tassi di produzione, le condizioni atmosferiche, la zona di dragaggio e la profondità di dragaggio, verranno annotati dagli operatori su un registro;

7.2.3 Rilevamento e posizionamento

Monitoraggio dell'avanzamento lavori

Durante il processo di dragaggio, l'avanzamento dei lavori di scavo della trincea vengono monitorati a bordo mediante sistemi di controllo di dragaggio e "Multibeam" o "Singlebeam".

Il sistema di controllo di dragaggio consente di confrontare la reale profondità della testa di dragaggio con la profondità obiettivo in modo che venga evitato il dragaggio eccessivo di materiale oltre i limiti previsti da progetto.

Rilevamenti

Le procedure di rilevamento vengono attuate al fine di monitorare l'avanzamento dei lavori e garantire l'effettuazione degli stessi nel rispetto delle specifiche tecniche di progetto:

Le attività di rilevamento comprendono,

- rilevamento pre-dragaggio
- rilevamenti intermedi durante i lavori
- rilevamento post-dragaggio
- rilevamento pre-riempimento
- rilevamento post-riempimento

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	89 of 116

7.3 LAVORI DI INSTALLAZIONE DELLA ROCCIA

7.3.1 Generale

A valle della zona di scavo della trincea nel punto di uscita del microtunnel, verrà costruito un terrapieno di ghiaia, al fine di facilitare il tiro a terra del gasdotto e fornire una transizione appropriata al profilo naturale del fondo marino. Il terrapieno di ghiaia avrà le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza: 170m
- Larghezza base: 12m
- Pendenza longitudinale: lato finale del Tunnel: 0,41 °
- Lunghezza della transizione: 32 m circa
- Versante intermedio: 0,83 °
- Pendenza fine lato mare: 1.38 °

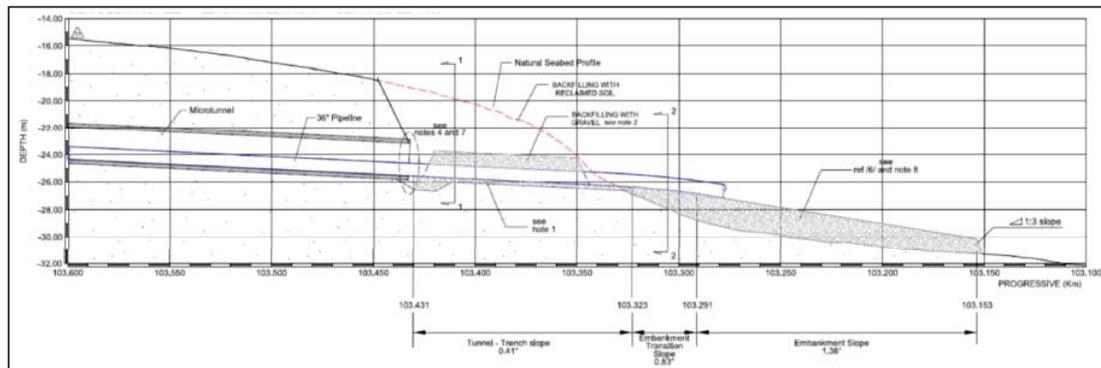


Figura 46 - Lavori all'uscita offshore del microtunnel

L'installazione di cumuli di ghiaia, avverrà anche dopo il varo della condotta, in quelle aree dove sono presenti campate libere. I cumuli devono avere una larghezza di 3 m ed una lunghezza di 5 m con una pendenza che varia da 1: 3 a 1: 4 (verticale orizzontale). La ghiaia avrà un peso unitario totale minimo di 20KN / m3 e un angolo di attrito interno di circa 38°.

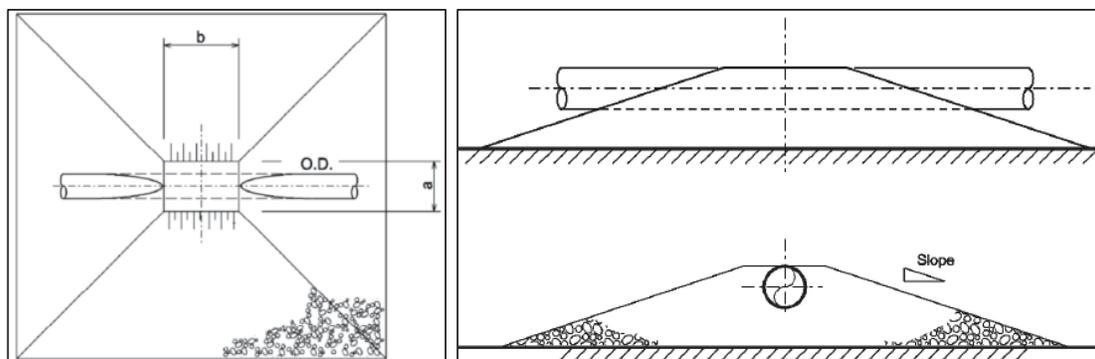


Figura 47 – Tipico cumulo di ghiaia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	90 of 116

7.3.2 Costruzione del terrapieno

L'installazione del terrapieno da effettuarsi a valle del punto di uscita del microtunnel verrà effettuato attraverso l'utilizzo di una nave posa roccia del tipo FPV JDN8625 rappresentato in figura

Tale tipo di mezzo ha una capacità di carico netto di 5.100 tonnellate ed è dotata di un tubo per l'installazione di roccia fino a 600 m di profondità.



Figura 48 - FPV JDN8625

Principio di funzionamento generale di una nave per l'installazione di rocce

Il "JDN8625" è una nave oceanica autopropulsa dotata di un tubo di caduta flessibile posizionabile in remoto per mezzo del suo Remote Operated Vehicle (ROV) installato direttamente all'estremità del tubo caduta. La nave è dotata di eliche azimutali posteriori e un'elica di prua manovrabile dal sistema di posizionamento dinamico (DP) che permette al mezzo manovre in qualsiasi direzione, o rimanere in una posizione fissa anche in condizioni di mare e vento poco favorevoli.

Le parti principali del mezzo navale "JDN8625" sono le seguenti:

- lo scafo, che contiene il motore, la propulsione, la zona equipaggio, il ponte con il controllo di navigazione, ecc ;
- la stiva con una capacità massima totale di 5.100 tonnellate;
- Il tubo di caduta rocce con dispositivo di alimentazione

Tutte le apparecchiature di bordo sono provviste di adeguati parti di ricambio per la manutenzione e riparazione ordinaria.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	91 of 116

7.3.3 Installazione della roccia

L'installazione di roccia sottomarina verrà effettuata dal Contrattista attraverso l'utilizzo della nave Multi-Purpose del tipo 'Simon Stevin' dotata di posizionamento dinamico e di un tubo di installazione roccia. La capacità del mezzo in questione ha un carico netto di circa 32.500 tonnellate.

Attività svolte attraverso la nave posa rocce

Il mezzo utilizzato per installazione di rocce, del tipo "Simon Stevin", è una nave oceanica autopropulsa ad alta potenza dotata di un tubo flessibile orientabile in remoto per mezzo del suo Remote Operated Vehicle (ROV) posizionato all'estremità del tubo di caduta. La nave è dotata di propulsori azimutali di poppa e potenti propulsori di prua che possono essere gestiti dal sistema di posizionamento dinamico (DP) che permette di effettuare manovre in qualsiasi direzione, di rimanere in una posizione fissa o di seguire una precisa rotta durante anche in condizioni climatiche poco favorevoli.



Figura 49 - Simon Stevin

Le parti principali della nave sono:

- lo scafo, che contiene i motori, la propulsione, la zona equipaggio, il ponte con il controllo di navigazione, l'eliporto;
- le 2 stive con una capacità massima totale di circa 32.500 tonnellate;
- la torre di caduta rocce.

Due grandi escavatori idraulici sono montati al centro di ciascuna stiva. Durante il caricamento della nave presso la cava, gli escavatori vengono usati per livellare il materiale, in modo da ottimizzare il carico nelle stive. Durante l'installazione della roccia questi escavatori sono utilizzati per alimentare il nastro trasportatore che porta il materiale fino alla torre di caduta.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	92 of 116

La torre di caduta è costituito da una tramoggia con un nastro trasportatore che alimenta il tubo caduta. L'estremità esterna del tubo di caduta è dotato di un ROV utilizzato per il posizionamento di precisione del tubo medesimo in fase di installazione roccia.

Il processo di installazione della roccia è controllato da sistema FPROV (Fall Pipe Remote Operated Vehicle) localizzato nella parte inferiore del tubo di caduta e permette di determinare la posizione della roccia installata.



Figura 50 – Installazione di rocce

La nave per installazione di roccia è dotata di 4. eliche azimutali poppiere, 2 eliche a scomparsa di prua azimutali e 2. eliche di prua. Questa configurazione permette l'effettuazione di manovre veloci ed una velocità di navigazione di 15,0 nodi. Tutte le apparecchiature di bordo sono provviste di adeguati pezzi di ricambio per la manutenzione ordinaria.

Il tubo di caduta rocce con ROV (FPROV)

L'apparecchiatura FPROV è costituito da:

- Un tubo di caduta rocce con ROV
- Due ombelicali FPROV / cavi di sollevamento
- Due FPROV argani ombelicali con ingranaggi spooling
- Due pulegge guida per ombelicale di sollevamento
- Due pulegge guida ombelicali

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	93 of 116



Figura 51 - Tubo di caduta rocce con ROV (FPROV)

Il tubo di caduta viene installato attraverso il FPROV. Il FPROV viene issato dai suoi ombelicali e può traslare su e giù per tutta la lunghezza del tubo di caduta. I principali requisiti operativi per il FPROV sono i seguenti:

- Il FPROV sarà in grado di operare su fondali fino alla profondità prevista dal progetto.
- Il FPROV sarà in grado di mantenere la posizione e operare anche in condizioni ambientali avverse.
- Il FPROV avrà una capacità di carico utile sufficiente per trasportare attrezzature di base e la strumentazione di rilevamento necessario per eseguire il lavoro;
- Il FPROV sarà dotato di un risponditore SSBL e transponder e trasduttore LBL
- Le capacità degli ombelicali e del sistema multiplexer saranno idonei per fornire la potenza necessaria e trasmettere i segnali richiesti per il controllo del FPROV;
- La tecnologia a fibra ottica verrà utilizzata nel trasferimento di segnali video dalla fotocamera al sistema di registrazione.

Limiti operativi

La nave di installazione rocce proposta è dotata di un controllo attivo del movimento del sistema di distribuzione per compensare i movimenti della nave. Ciò si traduce in condizioni di lavoro con altezza delle onde fino a 3,5 m o 4,5 m a seconda del periodo e della direzione dell'onda.

7.3.4 Rilevamento e Posizionamento

Il Contrattista effettuerà i rilevamenti, il posizionamento e le operazioni ROV prima, durante e dopo l'installazione della roccia.

I lavori di rilevamento sono programmati ed eseguiti secondo i più alti standard professionali. Il rilevamento sarà preferibilmente effettuato con il ROV del tubo di caduta. Come ulteriore supporto ai rilevamenti supplementari, potrebbe essere utilizzato un ROV indipendente.

Attività di rilevamento

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	94 of 116

Le attività di rilevamento comprendono le seguenti attività:

- Rilevamento pre installazione della roccia
- Rilevamento intermedio
- Rilevamento a seguito dell'installazione della roccia

Le indagini vengono effettuate mentre la nave si muove a velocità costante. I profili possono essere visualizzati in tempo reale e i dati grezzi ricavati vengono resi disponibili in tempi idonei alle esigenze di progetto.

Rilevamento prima dell'installazione delle rocce

Il rilevamento pre-installazione viene effettuato per verificare i dati del modello digitale del fondale (DTM) forniti dal Cliente.

Rilevamenti intermedi

Durante l'installazione roccia lo stato di avanzamento verrà monitorato attraverso l'effettuazione delle indagini multibeam.

Rilevamento dopo l'installazione delle rocce

Al termine delle operazioni di installazione delle rocce, verranno eseguiti un post rilevamento del DTM e una ispezione video della parte superiore dell'accumulo di roccia.

8. VARO DEL CAVO SOTTOMARINO IN FIBRA OTTICA (FOC)

8.1 FORNITURA DEL CAVO SOTTOMARINO IN FIBRA OTTICA (FOC)

8.1.1 Generale

Il progetto prevede l'installazione del cavo a fibra ottica (FOC) in parallelo alla tubazione, localizzato a circa 100 metri di distanza da quest'ultima. La lunghezza della FOC sarà di circa 106 Km ed il numero di fibre presenti all'interno della stessa può arrivare ad un massimo di 192.

Nella tabella seguente sono riportati i dati di progettazione del FOC:

Parametro	Requisito
Profondità di installazione	0-820 m
Profondità di progetto	1230 m
Vita utile	25 anni
Lunghezza del cavo a fibra ottica	106 km + 4 km di scorta
Quantità delle fibre ottiche	96 SMF o 192 SMF
Tipologia delle fibre ottiche	ITU-T G652 D
Tipo di cavo sottomarino in fibra ottica	ITU-T G 976 / IEC 60794 Collegamento universale certificato Ripetitore-tipo minore Tubo a tenuta stagna allentato metallicamente Progettato per doppia tenuta
Modalità di produzione del cavo sottomarino in fibra ottica	Lunghezza continua senza giunzioni sottomarine
Raggio minimo di curvatura	≤1.5m

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	95 of 116

Resistenza Nominale Transitoria a Trazione (NTTS)	$\geq 200\text{kN}$
Peso specifico in acqua di mare del cavo	≥ 2
Tipologia di installazione	Statica (da costa a costa) / Giunzione sottomarina ammessa

Tabella 22– dati FOC

Alle due estremità, il cavo in fibra ottica sarà avvolto (circa 200 m) su bobine posizionate vicino al verricello di tiro.

8.1.2 Ingegneria

L'ingegneria del FOC comprenderà le seguenti attività:

- a) Ottimizzazione dei criteri di progettazione relativi al sistema del cavo sottomarino in fibra ottica tra cui:
 - I dati di progettazione di base;
 - I criteri di progettazione;
- b) Valutazione dei dettagli costruttivi tra cui:
 - Analisi del percorso del cavo;
 - Analisi di instabilità del cavo sottomarino in fibra ottica;
 - Elaborazione di un documento contenente le informazioni necessarie allo scopo del lavoro;
- c) Preparazione della Richiesta di fornitura del cavo sottomarino in fibra ottica / comprensiva del trasporto:
 - Definizione della fornitura richiesta per il cavo sottomarino in fibra ottica.
 - Definizione dei requisiti di produzione e di test da eseguire sul cavo sottomarino in fibra ottica.
 - Definizione dei parametri per il carico, trasporto e installazione del cavo sottomarino in fibra ottica.
 - Definizione della documentazione e dei certificati da produrre da parte del Fornitore.
- d) Monitoraggio del fornitore selezionato durante la progettazione di dettaglio, la fabbricazione, i collaudi e ed il trasporto.

8.1.3 Criteri di Collaudo

I test di collaudo saranno eseguiti in base ai requisiti delle norme previste nelle seguenti fasi di fabbricazione, al fine di verificare l'integrità funzionale e strutturale del cavo sottomarino in fibra.

In particolare verranno eseguiti i seguenti test sulla base della specifica del produttore:

1. I test di qualifica.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	96 of 116

2. I test di fabbricazione dei cavi in fibra ottica.
3. Test di routine prima e durante l'assemblaggio del cavo a fibra ottica (prove / verifiche su componenti prima del loro assemblaggio nel cavo sottomarino, test in seguito all'assemblaggio).
4. I test di accettazione in fabbrica (FAT), effettuati presso gli impianti di produzione del fornitore, su tutta la lunghezza del cavo prodotto.
5. Monitoraggio durante il carico e test effettuati durante e dopo il carico per verificare che non si siano verificati danni durante le operazioni di carico
6. Prove di installazione effettuate durante e dopo il completamento dell'installazione.

I dati storici sulle prove di qualifica su FOC con requisiti di progettazione simili a quelle di progetto, sono disponibili presso i relativi produttori. Per la progettazione della FOC si terrà in conto dei seguenti criteri:

1. L'uso di metodologie già testate ("field proved design") per la fabbricazione del cavo.
2. Definizione dei carichi statici e dinamici che possono svilupparsi durante l'installazione e durante il funzionamento.
3. Definizione della filosofia di ispezione, manutenzione e riparazione (IMR) per il cavo sottomarino in fibra ottica secondo la prassi del settore offshore e le caratteristiche specifiche di progetto.
4. Definizione dei criteri di verifica e di controllo da adottare in tutte le fasi di installazione e post installazione
5. Dimensionamento strutturale del cavo sottomarino in fibra ottica ed apparecchiature ausiliarie connesse.

8.1.4 Requisiti di interrimento

I requisiti di installazione della FOC sono stati determinati sulla base dei dati di progetto. In particolare, per quanto riguarda l'interrimento si faccia riferimento ai criteri riportati nella tabella seguente:

Tabella 10 - Requisiti di interrimento

da KP	per KP	Profondità di interrimento[m]
76.500	103,190	2.0

8.1.5 Attraversamenti

All'interno della piattaforma continentale italiana, la FOC attraverserà 4 cavi identificati durante i rilievi effettuati durante la fase di progettazione.

Indagine ulteriori verranno effettuate dall'Appaltatore in fase di pre-posa, al fine di confermare lo stato dei cavi esistenti.

L'elenco dei cavi attraversati dal FOC è riassunto nella seguente tabella:

Tabella 23 - Dati degli attraversamenti

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	97 of 116

Cable name	Owner	Cable Conditions	KP	Easting	Northing	Xing Angle (deg)	WD
			(m)	(m)	(m)	(deg)	(m)
GWEN Cable Systems North	OTE	In Service	62769.32	310855.48	4486822.27	70.1	801
GWEN Cable Systems South	OTE	In Service	79344.91	295899.25	4481583.90	43.9	126
Unidentified Cable	N/A	Unknown ⁽¹⁾	88488.5	289295.49	4476552.19	35.7	117
Unidentified Cable	N/A	Unknown ⁽¹⁾	90911.57	287943.48	4474583.83	87.3	103.5

8.2 ATTREZZATURE E MEZZI DI INSTALLAZIONE

L'installazione della FOC avverrà attraverso l'utilizzo di una nave equipaggiata con sistema di posizionamento dinamico che effettuerà sia il tiro a terra del cavo che la posa continua fino al KP 5.465 (punto di collegamento delle due sezioni di cavo in Albania):

Tabella 24 – Flotta e divisione dello scopo del lavoro

Mezzo navale	Da KP	A KP	Attività
Nave posa cavo	5.465	103.190	- Tiro a terra del FOC all'approdo italiano - Installazione/interro del FOC
Nave di supporto per le indagini sottomarine	5.465	103.190	- Indagine prima del varo e indagine UXO - Indagini al completamento del lavoro ("As-built")
LCV ("Light Construction Vessel")	-	-	- Preparazione degli attraversamenti del FOC

8.2.1 Progettazione

L'Appaltatore si occuperà di tutte le attività tecniche relative all'ingegneria di costruzione necessaria per:

- acquisto di braghe per il sollevamento, strutture per il rizzaggio del materiale per il trasporto via mare, strutture per l'installazione e movimentazione del FOC;
- definire i materiali richiesti per gli attraversamenti dei cavi esistenti.

8.2.2 Installazione della sezione in acque profonde

La filosofia di installazione selezionata si basa sulla posa ed il simultaneo interrimento per mezzo di adeguate attrezzature di scavo. A seguito della installazione verranno effettuati i sondaggi post posa per verificare la corretta esecuzione dei lavori.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	98 of 116

8.2.2.1 Imballaggio del FOC

Il FOC sarà caricato in un cestello dedicato con adeguata capacità a bordo della nave posa tubi. Le dimensioni del cestello sono riportate nella figura e nella tabella di seguito:

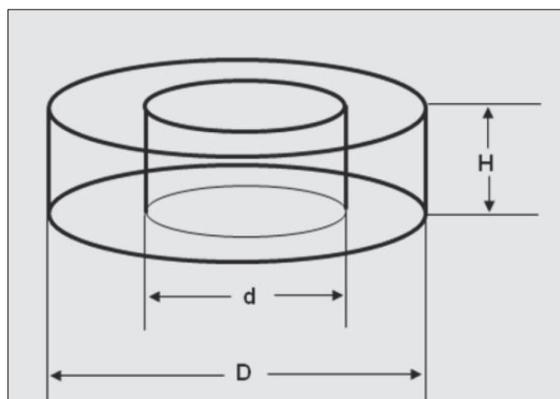


Figura 52 - Tipico cestello

Tabella 25– Dimensioni del cestello

Tipo di cavo	Diametro cavo	Lunghezza	D	D	H	Stima Peso del prodotto
	mm	m	m	M	m	T
96 Fibre	35	101.085	9	4	4	395
192 Fibre	42	101.085	9	4	4	516

8.2.2.2 Tiro del FOC

L' Appaltatore svolgerà tutte le attività necessarie per il tiro del FOC attraverso un tubo guida (conduit) fissato nella parete interna della Microtunnel (si veda figura sotto).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	99 of 116

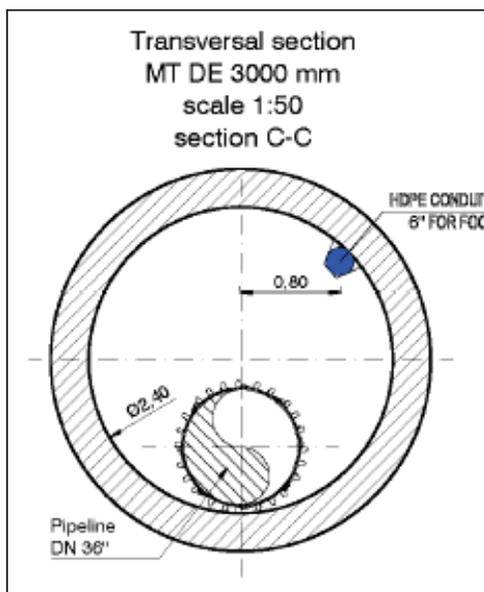


Figura 53 - Sezione trasversale Microtunnel

Nella tabella seguente è descritta la procedura di tiro del FOC:

Tabella 26 – Procedura di tiro del FOC

Step	Attività previste per il tiro del FOC
fase iniziale	Preparazione dell'area di approdo attraverso l'installazione delle attrezzature di tiro e lo stoccaggio del FOC. Nel contempo vengono eseguite le indagini preliminari lungo la rotta del FOC.
1.	In condizioni di tempo idonee, la nave posa cavo (CLV) si posiziona in prossimità dell'uscita del Microtunnel.
2.	La fune messaggera pre-installata viene recuperata a bordo della nave posa cavo.
3.	Dal mezzo CLV la fune messaggera pre-installata viene tirata fino al recupero a bordo della parte finale del cavo.
4.	La testa del FOC viene collegata alla parte terminale del cavo di tiro
5.	Attraverso la nave CLV si dà inizio al varo del FOC e nel contempo il verricello a terra inizia a recuperare la fune messaggera
6.	Il FOC viene tirato attraverso il conduit, fino a raggiungere la bobina di raccolta. Là il cavo in

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	100 of 116

	eccesso (200 m) viene raccolta lato on-shore sulla bobina dedicata.
7.	Finalizzate le operazioni di tiro, il mezzo CLV inizia la posa lungo il percorso predeterminato fino a raggiungere le coste albanesi.

8.2.2.3 Posa del FOC e interrimento

I parametri monitorati in continuo durante la posa della FOC saranno: Il punto di contatto con il fondo marino, la lunghezza varata del FOC, la tensione applicata al cavo, il raggio di curvatura del cavo, la pressata dei tensionatori.

Nella seguente tabella sono riassunte le fasi di posa del FOC ed il relativo interrimento:

Tabella 27 – Varo FOC e interrimento

Step	Varo FOC e interrimento
Fase iniziale	Il tiro in Italia del FOC è stato completato con successo.
1.	La macchina di scavo viene messa in acqua attraverso il mezzo CLV.
2.	Quando la macchina di scavo è sul fondo del mare con la catenaria stabilita, il CLV aziona la macchina di scavo monitorando qualsiasi cambiamento nella direzione della corrente e della velocità.
3.	La posizione è continuamente monitorata mediante idonea apparecchiatura di rilevamento installata sulla macchina di scavo.
4.	Agli incroci tra FOC e cavi esistenti, la macchina di scavo viene recuperata sul ponte e il FOC viene posato su materassi precedentemente installati.
5.	Alla fine dell'interrimento sul versante italiano (KP 76.500) la macchina di scavo viene recuperata sul ponte e il FOC viene varato verso l'Albania.

8.2.3 Test sul FOC

I test previsti sulla FOC

All'inizio di installazione, dopo il completamento del tiro su ciascuna sponda, verrà effettuato il test ottico tra la sponda e l'altra estremità del FOC sulla nave. A fine installazione verranno eseguiti i test ottici tra l'approdo albanese e quello italiano

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	101 of 116

8.2.4 Indagini sul FOC

Attività d'indagine durante la fase di installazione del FOC

L' Appaltatore eseguirà le seguenti indagine durante la fase di installazione del FOC:

- monitoraggio del punto di contatto tra cavo e fondo marino durante il varo (TDP);
- indagine successiva al varo.

Lo scopo dell'indagine sottomarina successiva al varo è quello di fornire informazioni sulla posizione orizzontale e verticale del FOC al fine di determinare la sua profondità e il grado di copertura laddove risulta interrato.

Le ispezioni finali del FOC saranno effettuate con il video, MBES ad alta risoluzione montati su WROV e TSS all'interno della sezione del cavo interrato.

Quando la condotta è esposta l'ROV viaggerà lungo il FOC ad una velocità tale da fornire immagini ad alta risoluzione.

La configurazione di acquisizione dati WROV sarà la seguente:

- video ispezione con telecamere centrali e ai due lati;
- sistema di tracciamento del cavo;
- Dual Head MBES.

L'MBES coprirà una larghezza minima del corridoio di indagine di 10 metri su entrambi i lati del tracciato del FOC.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	102 of 116

9. COLLAUDO DELLA CONDOTTA

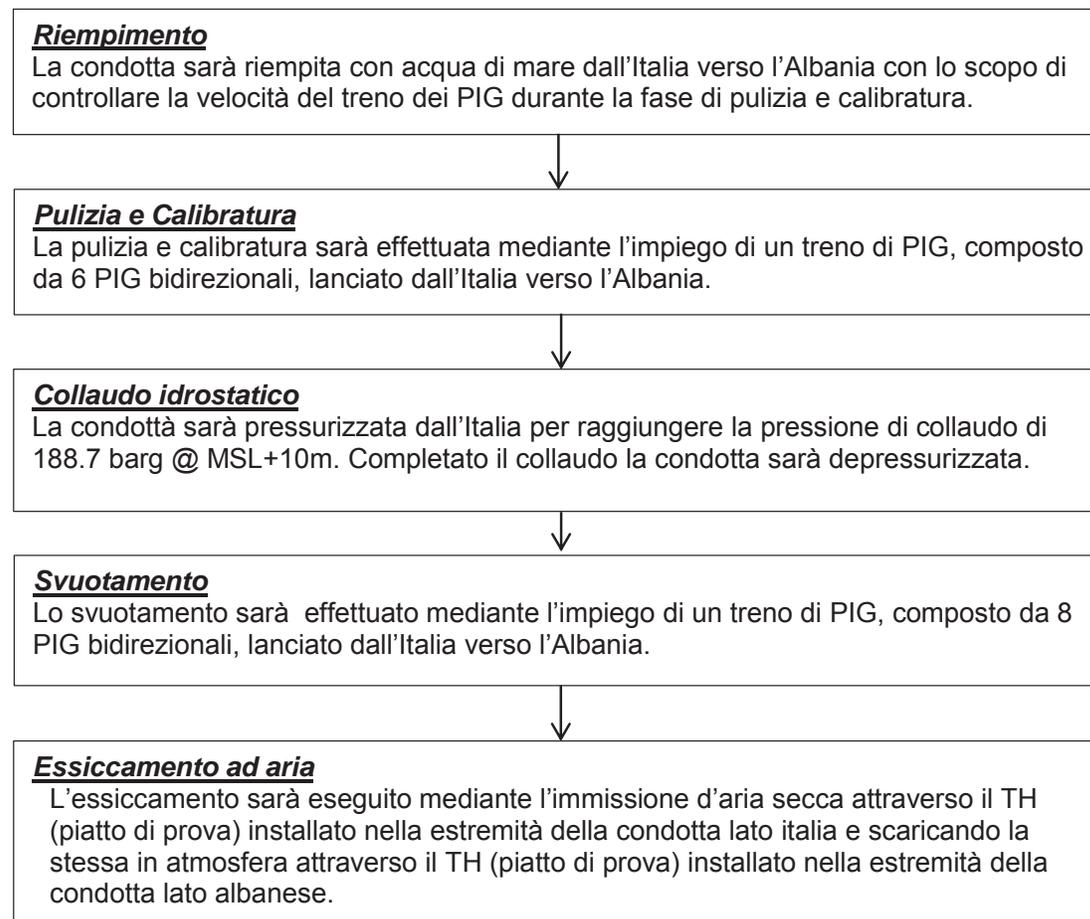
La presente sezione descrive i principi generali per l'esecuzione delle fasi di collaudo idraulico che saranno eseguite sulla condotta sottomarina di 36" del progetto TAP, fra Albania e l'Italia.

Le fasi del collaudo idraulico sono le seguenti:

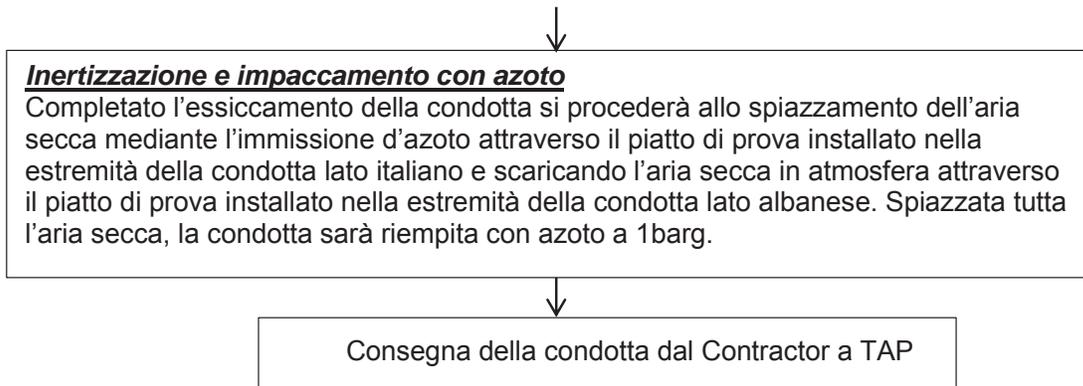
- Riempimento
- Pulizia e calibrazione;
- Collaudo idrostatico
- Svuotamento;
- Essiccamento ad aria;
- Inertizzazione e impaccamento con azoto.

9.1 FASI DEL COLLAUDO IDRAULICO – DIAGRAMMA DI FLUSSO

Le fasi del collaudo idraulico che saranno eseguite sulla condotta sono descritte nel seguente diagramma di flusso.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	103 of 116



9.2 PIG E SISTEMA DI LOCALIZZAZIONE

I PIG da utilizzare saranno del tipo bidirezionale e idonei per attraversare curve con raggio 5D.

Il materiale delle guarnizioni di tenuta e guida saranno:

- Idonei per acqua e aria secca,
- Compatibili con il rivestimento interno della condotta
- Idonei per percorrere una distanza superiore ai 300 Km senza eccessive usure

Tutti i PIG da utilizzare durante le fasi di pulizia e calibrazione e svuotamento dovranno avere 4 guarnizione di guida e 6 guarnizioni di tenuta.

Non potranno essere utilizzate spazzole che danneggino la vernice epossidica di cui la superficie interna del tubo è rivestita.

Su ogni PIG verrà installato un collare di magneti e un segnalatore di posizione.

Le flange calibrate da installare sui PIG di calibratura saranno dimensionate come previsto dalla normativa DNV OS F101.

9.3 COMPOSIZIONE DEI TRENI DI PIG

9.3.1 Composizione del Treno PIG per la Pulizia e Calibrazione

Il treno PIG necessari per eseguire la fase di pulizia e calibrazione della condotta sarà composto come segue:

PIG 1– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua di mare di 600 m³ (equivalente a circa 1 Km di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

PIG 2– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua di mare di 600 m³ (equivalente a circa 1 Km di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

PIG 3– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua di mare di 600 m³ (equivalente a circa 1 Km di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	104 of 116

FIG 4– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua di mare di 600 m³ (equivalente a circa 1 Km di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

FIG 5– PIG bidirezionale equipaggiato con: piastra di calibrazione, magneti e segnalatore acustico di posizione, seguito da un tampone di acqua di mare di 600 m³ (equivalente a circa 1 Km di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

FIG 6– PIG bidirezionale equipaggiato con: piastra di calibrazione, magneti e segnalatore acustico di posizione, seguito da un volume di acqua equivalente al volume totale della condotta, filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

9.3.2 Composizione del Treno di PIG per lo Svuotamento

Il treno PIG per eseguire la fase di svuotamento della condotta sarà composto come segue:

FIG 1– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua dolce di 250m³ (equivalente a circa 420m di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

FIG 2– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua dolce di 250m³ (equivalente a circa 420m di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

FIG 3– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua dolce di 250m³ (equivalente a circa 420m di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

FIG 4– PIG bidirezionale equipaggiato con magneti e segnalatore acustico di posizione seguito da un tampone di acqua dolce di 250m³ (equivalente a circa 420m di condotta) filtrata a 50µm e sterilizzata con UV.

FIG 5– PIG bidirezionale equipaggiato con: magneti e segnalatore elettromagnetico di posizione, seguito da un tampone d'aria secca di 65000Sm³ con un punto di rugiada uguale o inferiore a -50°C a pressione atmosferica.

FIG 6– PIG bidirezionale equipaggiato con: magneti e segnalatore elettromagnetico di posizione, seguito da un tampone d'aria secca di 65000Sm³ con un punto di rugiada uguale o inferiore a -50°C a pressione atmosferica.

FIG 7– PIG bidirezionale equipaggiato con: magneti e segnalatore elettromagnetico di posizione, seguito da un tampone d'aria secca di 65000Sm³ con un punto di rugiada uguale o inferiore a -50°C a pressione atmosferica.

FIG 8– PIG bidirezionale equipaggiato con: magneti e segnalatore elettromagnetico di posizione, seguito da un volume di area secca equivalente al volume totale della condotta.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	105 of 116

9.4 PIATTI DI PROVA

I piatti di prova per eseguire le operazioni di collaudo idraulico saranno dimensionati applicando la normativa ASME Sec VIII, Divisione 1 considerando una tensione di snervamento massimo durante la prova di tenuta uguale al 72% del carico unitario minimo al limite di allungamento totale come richiesto dalla normative ASME B31.4.

La pressione di esercizio dei piatti di prova sarà uguale alla pressione di collaudo della condotta.

I piatti di prova saranno collaudati a una pressione uguale a 1.25 volte la pressione di esercizio.

9.5 ACQUA DI COLLAUDO

9.5.1 Approvvigionamento d'acqua

L'acqua di mare sarà utilizzata per eseguire le operazioni di riempimento, pulizia / calibrazione e collaudo idraulico. Un sistema per l'approvvigionamento d'acqua, installato nell'area d'approdo italiano, trasferirà l'acqua di mare, attraverso un sistema di pompe, tubazioni e manichette, dal pozzo di entrata del microtunnel alla condotta.

Il sistema di fornitura d'acqua avrà una portata minima di 1073 m³/min con lo scopo di produrre una velocità minima di avanzamento del treno di PIG di 0/5 m/s e una pressione di mandata sufficiente per superare le perdite di carico generate durante le operazioni.

9.5.2 Qualità dell'acqua

Tutta l'acqua di mare che sarà immessa nella condotta dovrà essere filtrata usando filtri a cartuccia con lo scopo di evitare qualsiasi tipo di scarico d'acqua per il loro lavaggio, con un grado di filtrazione pari a 50µm ed un contenuto massimo di solidi in sospensione non superiore a 20/gm³.

Immediatamente a valle della filtrazione l'acqua sarà sterilizzata, mediante un'unità di raggi UV. Nessun prodotto chimico sarà aggiunto all'acqua di mare.

9.6 PORTATE D'ARIA

Per eseguire le operazioni di svuotamento ed essiccamento, aria compressa essiccata verrà fornita da una stazione di compressione temporanea installata nell'area dell'approdo italiano.

La portata di aria durante la fase di svuotamento sarà di circa 35000 Sm³/h con lo scopo di produrre una velocità minima di avanzamento del treno di PIG di circa 0.15 m/s in corrispondenza con il punto più profondo della condotta alle condizioni dell'operazione.

La portata di aria durante la fase di essiccamento sarà di circa 30000 Sm³/h.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	106 of 116

9.7 FASI OPERATIVE DEL COLLAUDO IDRAULICO

Le fasi operative del collaudo idraulico sono le seguenti:

9.8 RIEMPIMENTO DELLA CONDOTTA

Lo scopo del riempimento della condotta è di controllare la velocità del treno di PIG durante la fase di pulizia e calibrazione.

Prima di iniziare con il riempimento della condotta, il treno di PIG per la pulizia e la calibrazione sarà caricato nel piatto di prova (TH) lato Italia. La composizione del treno di PIG è descritta nella sezione 6.2.1.

Completato il caricamento dei PIG, inizierà il riempimento della condotta mediante l'immissione di acqua di mare filtrata a 50µm e sterilizzata con raggi UV.

Una stazione di pompaggio sarà installata nel area dell'approdo italiano e fornirà una portata minima di 1073 m³/min con lo scopo di produrre una velocità minima di avanzamento del treno di PIG di 0.5 m/s.

I piatti di prova installati ad entrambi le estremità della condotta (lato italiano e lato albanese) avranno le proprie valvole di scarico aperte per permettere la uscita dell'aria della condotta.

Durante la fase di riempimento, in corrispondenza con il punto di immissione d'acqua di mare nel sistema, saranno rilevati e registrati i seguenti parametri:

- Pressione
- Portata
- Volume totale d'acqua di mare immessa

9.9 PULIZIA E CALIBRAZIONE

L'operazione combinata di pulizia e calibrazione della condotta sarà eseguita mediante il lancio di un treno di PIG formato da TH (Piatto di Prova) lato italiano verso TH (Piatto di Prova) lato Albanese.

La velocità minima di avanzamento del treno di PIG sarà 0.5 m/s.

Dopo che il treno di PIG sarà arrivato nella TH (Piatto di Prova) installato in Albania, la condotta sarà depressurizzata e i PIG recuperati e controllati. Le piastre di calibrazione istallate sui PIG saranno controllate per eventuali presenze di danni.

Durante la fase combinata di pulizia e calibrazione, in corrispondenza con il punto di immissione d'acqua di mare nel sistema, saranno rilevati e registrati i seguenti parametri:

- Pressione
- Portata acqua di mare
- Volume totale d'acqua di mare immessa

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell’approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	107 of 116

9.10 COLLAUDO IDROSTATICO

Completata la pulizia e la calibrazione della condotta, si procederà ad eseguire il collaudo idrostatico come richiesto dalla normativa DNV-OS-F101

La condotta sarà collaudata ad una pressione di 188.7 barg @ MSL+10m.

La pressurizzazione della condotta sarà eseguita dal lato italiano con l'immissione d'acqua di mare filtrata a 50 µm e sterilizzata con raggi UV.

Raggiunta la pressione di collaudo, inizierà il periodo di stabilizzazione della pressione e regimazione termica

Al termine della stabilizzazione di pressione e regimazione termica, inizierà la prova di tenuta (collaudo idrostatico) che avrà una durata di 24 ore.

Al termine del collaudo idrostatico, la condotta sarà depressurizzata scaricando l'acqua in maniera controllata in Albania fino ad ottenere la pressione di svuotamento al piatto di prova. Lo scarico in Albania durante la depressurizzazione sarà eseguito come indicato nella Sezione 9.14 – “ Impianto di Scarico”.

Durante tutte le tape del collaudo idraulico, la pressione e la temperatura ambiente verranno registrate.

9.11 SVUOTAMENTO

Al termine del collaudo idrostatico la condotta sarà svuotata lanciando un treno di PIG dall'Italia verso l'Albania.

Per ridurre la salinità all'interno del tubo al di sotto di 200 ppm (mg/Kg), fra i PIG verranno inseriti tamponi d'acqua dolce.

Il treno di PIG sarà spinto con aria compressa con un punto di rugiada uguale o inferiore a -40°C a pressione atmosferica.

La portata di aria durante la fase di svuotamento sarà di 35000 Sm³/h con lo scopo di produrre una velocità minima di avanzamento del treno di PIG di 0.15 m/s in corrispondenza del punto più profondo della condotta alle condizioni di operazione.

Quando il treno di PIG di svuotamento avrà superato il KP stabilito, l'immissione di aria compressa cesserà ed il treno di PIG continuerà la sua corsa per espansione dell'aria compressa contenuta nella condotta, regolando lo scarico d'aria compressa in Albania in modo tale di avere una velocità controllata del treno di PIG di circa 0.5 m/s.

Ricevuti tutti i PIG nel piatto di prova in Albania, la condotta sarà depressurizzata fino a pressione atmosferica scaricando l'aria compressa attraverso il sistema di scarico temporaneo installato nell'area di approdo in Albania. Completata la depressurizzazione della condotta, i PIG saranno recuperati e controllati.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	108 of 116

Durante la fase di svuotamento saranno rilevati e registrati i seguenti parametri:

Lato Italiano:

- Pressione
- Portata d'acqua dolce
- Volume totale d'acqua dolce immessa
- Portata e punto di rugiada dell'aria compressa
- Volume totale d'aria compressa immessa

Lato Albanese

- Pressione
- Portata d'acqua di mare scaricata
- Volume totale d'acqua di mare scaricata

9.12 ESSICCAMENTO AD ARIA

Completato lo svuotamento si procederà ad eseguire l'essiccamento della condotta col metodo ad aria essiccata.

L'aria secca sarà fornita da una stazione temporanea di compressione (TACS) installata nell'area dell'approdo italiano.

La TACS fornirà una portata minima d'aria di 30.000 Sm³/h con un punto di rugiada uguale o inferiore a -40°C a pressione atmosferica.

L'aria secca sarà immessa in Italia ed scaricata in atmosfera in Albania tramite un sistema di scarico installato nell'area dell'approdo albanese.

L'essiccamento sarà eseguito in tre tappe:

- Flussaggio iniziale fino a raggiungere il punto di rugiada richiesto alla uscita in Albania.
- Prova di saturazione
- Flussaggio finale (minimo due volume di condotta) fino al raggiungimento del punto di rugiada richiesto all'uscita in Albania.

Durante la fase d'essiccamento saranno rilevati e registrati i seguenti parametri:

Lato Italiano:

- Pressione
- Portata, temperatura e punto di rugiada dell'aria compressa immessa
- Volume totale d'aria compressa immessa

Lato Albanese

- Pressione
- Punto di rugiada dell'aria in uscita dalla condotta

9.13 INERTIZZAZIONE E IMPACCAMENTO CON AZOTO

Completato lo svuotamento, inizieranno le operazioni d'inertizzazione e impaccamento con azoto.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	109 of 116

Per eseguire le operazioni, l'azoto gassoso potrà essere fornito:

- in stato gassoso da generatori a membrana d'azoto, o
- in stato liquido in cisterne criogeniche e poi vaporizzato in loco tramite un impianto di vaporizzazione.

L'azoto avrà una purezza minima del 98% e un punto di rugiada non superiore a -40°C a pressione atmosferica.

L'azoto sarà immesso dal lato italiano e l'aria secca rimasta nella condotta dopo l'essiccamento sarà scaricata in atmosfera attraverso un impianto di scarico installato nel lato Albanese.

Durante questa fase saranno rilevati e registrati i seguenti parametri:

Lato Italiano:

- Pressione
- Portata, temperatura e punto di rugiada dell'azoto
- Volume totale dell'azoto immesso
- Contenuto d'ossigeno dell'azoto

Lato Albanese

- Pressione
- Contenuto d'ossigeno

Quando il contenuto di ossigeno allo scarico in Albania sarà inferiore al 3%, lo scarico dell'azoto in Albania sarà chiuso e si continuerà con l'immissione di azoto fino ad arrivare ad una pressione di 1 barg.

9.14 IMPIANTO DI SCARICO

Prima dello scarico in mare in Albania, saranno prelevati campioni d'acqua di mare e acqua dolce con lo scopo di verificare se la qualità dell'acqua rispetta la normativa ambientale albanese. Se necessario, l'acqua verrà trattata prima dello scarico.

Ci sono due opzioni per eseguire lo scarico dell'acqua in Albania. Soltanto una opzione sarà applicata in base ai requisiti richiesti dalla legge albanese.

- **Impianto di scarico base**

L'acqua sarà scaricata nel palancoiato attraverso una linea temporanea di svuotamento installata fra il palancoiato e il piatto di prova di ricezione. L'acqua scaricata nel palancoiato raggiungerà il mare seguendo la pendenza naturale del terreno.

- **Impianto di scarico alternativo**

Nel casi in cui venisse richiesto dalla legge e dalla normativa ambientale albanese, l'acqua di collaudo sarà trattata prima del suo scarico in mare attraverso un impianto di trattamento composto da serbatoi d'acqua, pompe di trasferimento, filtri e vasca per raccolta solidi.

L'acqua filtrata sarà convogliata nel palancoiato attraverso una condotta temporanea di scarico installata fra il palancoiato e lo scarico del gruppo dei filtri. L'acqua scaricata nel palancoiato raggiungerà il mare seguendo la pendenza naturale del terreno.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	110 of 116

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	111 of 116

9.15 APPARECCHIATURA PRINCIPALE INSTALLATA PRESSO L'APPRODO ITALIANO

➤ **Apparecchiatura per riempimento, pulizia/calibrazione, collaudo idrostatico**

- Pompe sommerse o di sollevamento
- Filtri
- Pompe di riempimento
- Pompe di alta pressione
- Serbatoi acqua di mare e serbatoi acqua dolce
- Sterilizzatori a raggi ultra violetti
- Strumenti (manometri, termometri, registratori di pressione e temperatura, bilancia idrostatica, contatori, ecc.)
- Manichette, raccordi, valvole
- PIG e Sistema localizzazione PIG
- Container strumentazione
- Generatori
- Torri Faro
- Container magazzino

➤ **Apparecchiatura per lo svuotamento**

- Pompe di riempimento per l'immissione di acqua dolce
- Filtri per acqua dolce
- Sterilizzatori a raggi ultra violetti
- Serbatoi d'acqua dolce
- Compressori
- Essiccatori
- Compressori ad alta pressione
- Impianti di scarico dell'aria in atmosfera
- PIG e Sistema localizzazione PIG
- Generatori
- Torri Faro
- Cabina strumentazione
- Strumenti (manometri, termometri, registratori di pressione e temperatura, misuratore del punto di rugiada, contatori, ecc.)
- Manichette, raccordi, valvole, ecc.
- Container magazzino

➤ **Apparecchiatura per l'essiccamento**

- Compressori
- Essiccatori
- Impianto scarico dell'aria in atmosfera
- Strumenti (manometri, termometri, registratori di pressione e temperatura, misuratore del punto di rugiada, contatori, ecc.)
- Manichette, raccordi, valvole, ecc.
- Generatori
- Torri Faro
- Container strumentazione

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	112 of 116

- Container magazzino

➤ **Aperecchiatura per l'inertizzazione e impaccamento con azoto**

- Azoto criogenico + sistema conversione azoto liquido / generatori d' azoto a membrana
- Compressori (per opzione fornitura azoto con generatori a membrana)
- Essiccatori (per opzione fornitura azoto con generatori a membrana)
- Generatori
- Torri Faro
- Container strumentazione
- Strumenti (manometri, termometri, registratori di pressione e temperature, misuratori del punto di rugiada, misuratori del contenuto d'ossigeno, contatori, ecc.)
- Manichette, raccordi, valvole, ecc.
- Generatori

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	113 of 116

10. SPEDIZIONE E LOGISTICA

10.1 SPEDIZIONE

L' Appaltatore, si occuperà del trasporto fino alla base logistica e delle attività di sdoganamento dei seguenti beni:

- materiali acquistati dall' Appaltatore in accordo ai termini di consegna contrattuali;
- ove previsto, le attrezzature del Fornitore.

L'Appaltatore nell'ambito delle attività di trasporto, dovrà provvedere alle seguenti operazioni:

- Assicurarsi che tutta la documentazione necessaria (cioè lista di imballaggio, eventuali disegni, polizza di carico, fatture di spedizione, etc.) venga rilasciata e che sia corretta.
- Preparare un piano di trasporto e di conseguenza definire mezzi e tipologia secondo la pianificazione ed i requisiti di progetto.
- Definire i codici delle tariffe doganali dei materiali e / o delle attrezzature e le relative categorie.
- Ove richiesto, espletare e gestire le formalità di import e/o export.
- Preparare la specifiche dei trasporti, gli scopi del lavoro e valutare se necessario l'emissione di un bando di gara per un trasporto specifico.
- Monitorare la spedizione e la consegna fino alla destinazione finale, emettere il piano generale ed i reports al fine di mantenere il progetto costantemente informato.

10.2 DOGANE

L' Appaltatore organizzerà e gestirà le formalità doganali di import/export di:

- materiali ed attrezzature di proprietà dell' Appaltatore;
- Attrezzature del Subcontrattista.

I materiali e le attrezzature fornite dalla Committente saranno consegnate dalla stessa su base DDP, pertanto la Committente dovrà provvedere alle relative formalità doganali, laddove richieste.

Tuttavia l' Appaltatore provvederà ad:

- assistere la Committente, in collaborazione con le autorità doganali locali, nella definizione delle strategie di import/ export mirate a ridurre, laddove possibile, le relative tasse / imposte / dazi in accordo alla leggi ed alla regolamentazione locale;
- se richiesto dalla Committente, soddisfare le formalità doganali per conto della stessa.

Per i materiali e le attrezzature, comprese quelle fornite dalla Committente, fabbricate e/o consegnate da un paese non UE, l'Appaltatore provvederà allo stoccaggio temporaneo, in una zona doganale franca, fino alla finale riesportazione e consegna in mare aperto.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	114 of 116

Tale regime si applica per le attrezzature ed i materiali forniti dalla Committente che verranno installati al di fuori delle 12 miglia nautiche, mentre le stesse attrezzature e materiali che sono utilizzati entro la soglia delle 12 miglia dovranno essere comunque importati in modo permanente.

10.3 GESTIONE MATERIALI

L'Appaltatore sarà responsabile del corretto ricevimento, e se previsto, della importazione, gestione, stoccaggio e caricamento a bordo delle navi delle attrezzature e dei materiali utilizzati in fase di costruzione

L' Appaltatore dovrà quindi provvedere a:

- Fornire un magazzino chiuso, coperto e condizionato, al fine di conservare i materiali di progetto, accessibile a camion e/o carrello elevatore.
- Fornire idonee aree di stoccaggio aperte, richiesta per il deposito temporaneo di containers e materiale sfuso.
- Coordinare tutti i fornitori coinvolti nelle attività logistiche del progetto.
- Coordinare i servizi resi dalle agenzie marittime necessarie per supportare tutte le operazioni di costruzione in mare aperto Monitorare lo stato di avanzamento delle attività di logistica e dei servizi marittimi.

10.4 GESTIONE DEI MATERIALI ED ATTREZZATURE FORNITE DALLA COMMITTENTE

I materiali e le attrezzature fornite dalla Committente saranno consegnati via mare o via terra dalla stessa e resi su gancio. Il programma di consegna sarà concordato tra la Committente e l'Appaltatore.

L'Appaltatore garantirà la corretta tracciabilità di questi materiali ed attrezzature attraverso il suo PTS ("Pipe Tracking System") dalla ricezione dei materiali fino alla loro installazione in mare aperto.

L'Appaltatore dovrà pertanto provvedere a:

- Assicurarsi che i materiali e le attrezzature fornite dalla Committente siano ricevute opportunamente e senza rischi, immagazzinate e quindi caricate secondo le esigenze di progetto
- Noleggiare un'area di stoccaggio fino a 5 ettari, e se richiesta un'area doganale franca, livellata e compattata, che sia idonea allo stoccaggio dei tubi

10.4.1 Base Logistica ed Area di Smistamento

L'Appaltatore ha considerato quale base logistica e smistamento dei tubi, il terminal Costa Morena Est nel porto di Brindisi. In tale ambito l'Appaltatore si occuperà:

- di ricevere, immagazzinare, caricare, le attrezzature ed i materiali;
- di assistere la flotta marina ed il relative personale.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	115 of 116

Il terminal di Costa Morena Est garantisce 500 metri di banchina con 11 metri di profondità ed un'area di magazzino di almeno 5 ettari, come pure un'area doganale franca, nel caso fosse richiesta, adatta allo stoccaggio dei tubi.

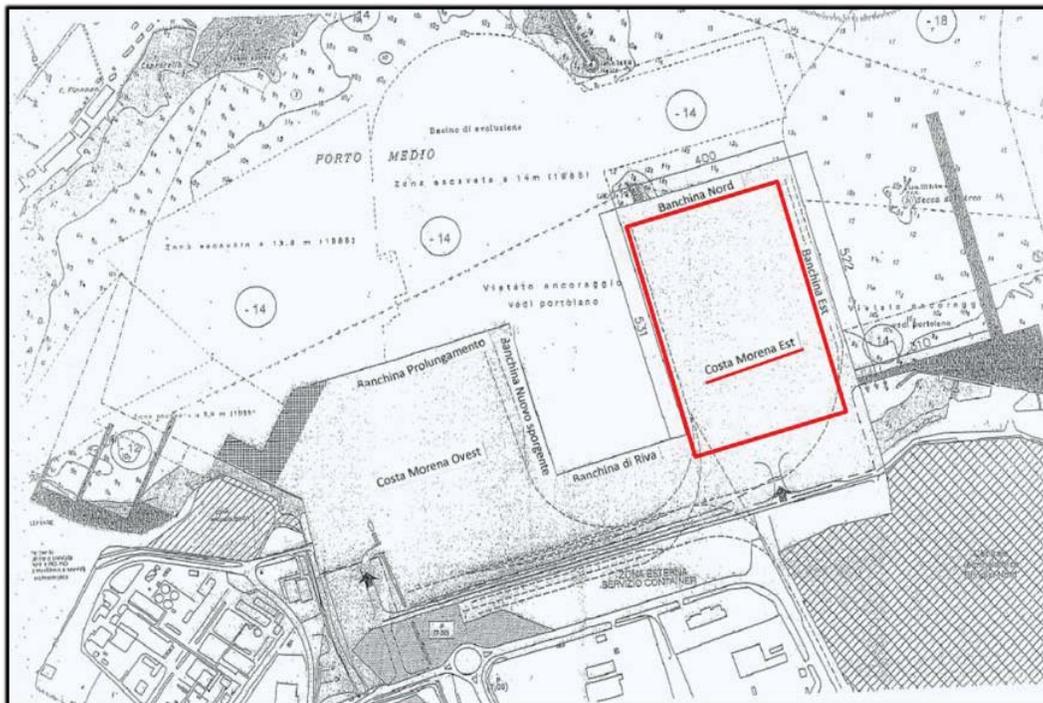
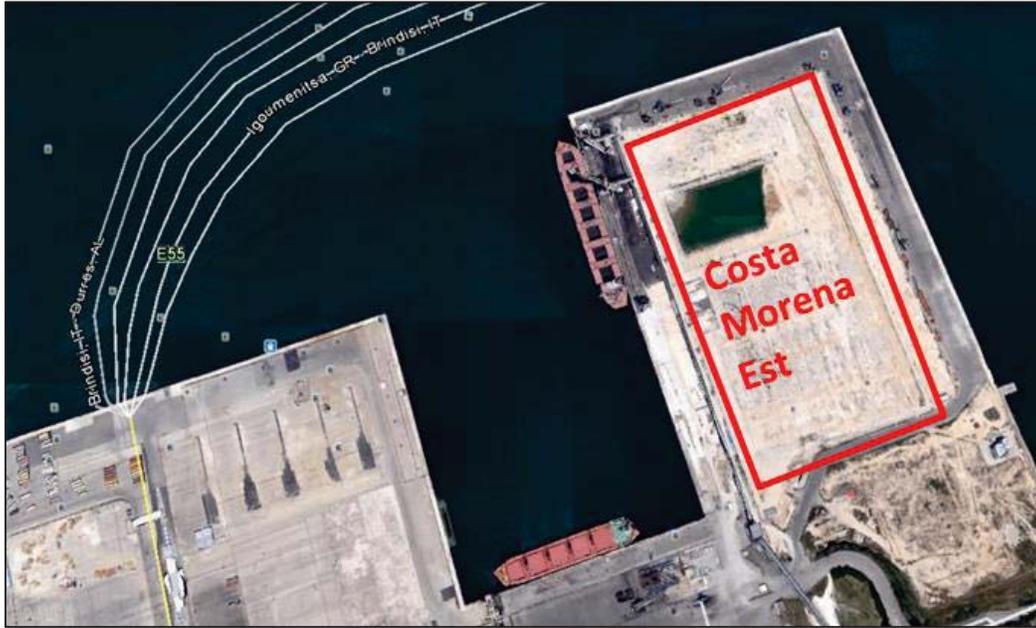


Figura 54 – Costa Morena Est Layout

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IPL00-PMT-000-G-TMO-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Prescrizione A.11 – Manuale operativo per la costruzione dell'approdo e la posa del gasdotto in mare	Page:	116 of 116

10.5 LOGISTICA: RICEVIMENTO, MOVIMENTAZIONE, MAGAZZINO E CARICAMENTO DEI MATERIALI

I materiali e le attrezzature fornite dalla Committente saranno consegnati dalla stessa al porto di Brindisi. L' Appaltatore sarà quindi responsabile dello stato e della gestione della base logistica e della base di smistamento.

L'Appaltatore nominerà l'agenzia marittima nella base logistica del porto di Brindisi al fine di assistere la propria flotta durante le operazioni costruzione. In particolare sono previste le seguenti attività:

1. Assistenza e coordinamento delle richieste di ingresso / uscita delle navi dal porto di Brindisi, incluso il servizio di rimorchio al porto dove richiesto.
2. Assistenza alle richieste per il rilascio dell'autorizzazione all'ingresso ed uscita delle navi dal porto di Brindisi, in accordo alle norme doganali, portuali, di immigrazione e altro.
3. Quanto indicato al punto 2 include tutte le formalità relative ai membri dell'equipaggio e personale in transito, in arrivo ed in partenza, e l'emissione dei documenti di ingresso ed uscita e lista dei trasporti dove applicabile. L' Appaltatore identificherà con precisione i movimenti dei vessel, dei materiali e delle persone e manterrà un registro, ove previsto, in accordo alla regolamentazione portuale ed alle autorità doganali.
4. Collaborazione e coordinamento con tutte le autorità locali, in conformità al regolamento locale al fine di soddisfare i requisiti di progetto.
5. Durante le operazioni in mare aperto, organizzazione delle formalità portuali e doganali per ognuna delle richieste di ingresso/uscita dal porto di Brindisi delle navi dell'Appaltatore (da e per l'area di installazione a mare) e per le operazioni di carico /scarico dai cargo, rifornimento di acqua e gasolio, assicurando la priorità dei servizi di attracco.
6. Fornitura di rimorchiatori portuali, su richiesta.
7. Costi Portuali e pagamenti anticipati: l'Appaltatore organizzerà ed effettuerà il pagamento di eventuali tasse portuali, spese per il trasporto merce, attendenti, pilotaggio ed altri costi portuali riconosciuti ed i oneri di autorità, dove applicabili ed in conformità con le tariffe / costi portuali.
8. Organizzazione, se richiesta, delle formalità relative al trasferimento dell'equipaggio in rotazione come di seguito:
 - a. Permessi a bordo di navi ormeggiate
 - b. Iscrizione, rimpatrio, etc.
 - c. Partecipazione alla richiesta di Visto e permessi di lavoro, estensioni, nuovi visti, visti di rientro, visti di uscita (alle navi off-shore), visti di transito (dalle navi off-shore), registrazione, permessi residenziali, preparazione di lettere di indennizzo e / o lettere di firma on / off presso l'ufficio Immigrazione al porto e/o aeroporto.
 - d. Partecipazione alla gestione degli arrivi, delle partenze dei membri dell'equipaggio extra EU e EU, incluso i trasferimenti da hotel, aeroporto, porto e vice-versa.