

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D. Lgs 152/2006

PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

HUB ENERGETICO **AGNES ROMAGNA 1&2** UBICATO NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA COSTA EMILIANO-ROMAGNOLA E NEL COMUNE DI RAVENNA

Titolo:

RELAZIONE TECNICA SULLE OPERE DI APPRODO IN ZONA COSTIERA

Codice identificativo:

AGNROM_EP-R_REL-APPRODO-HDD

Proponente:



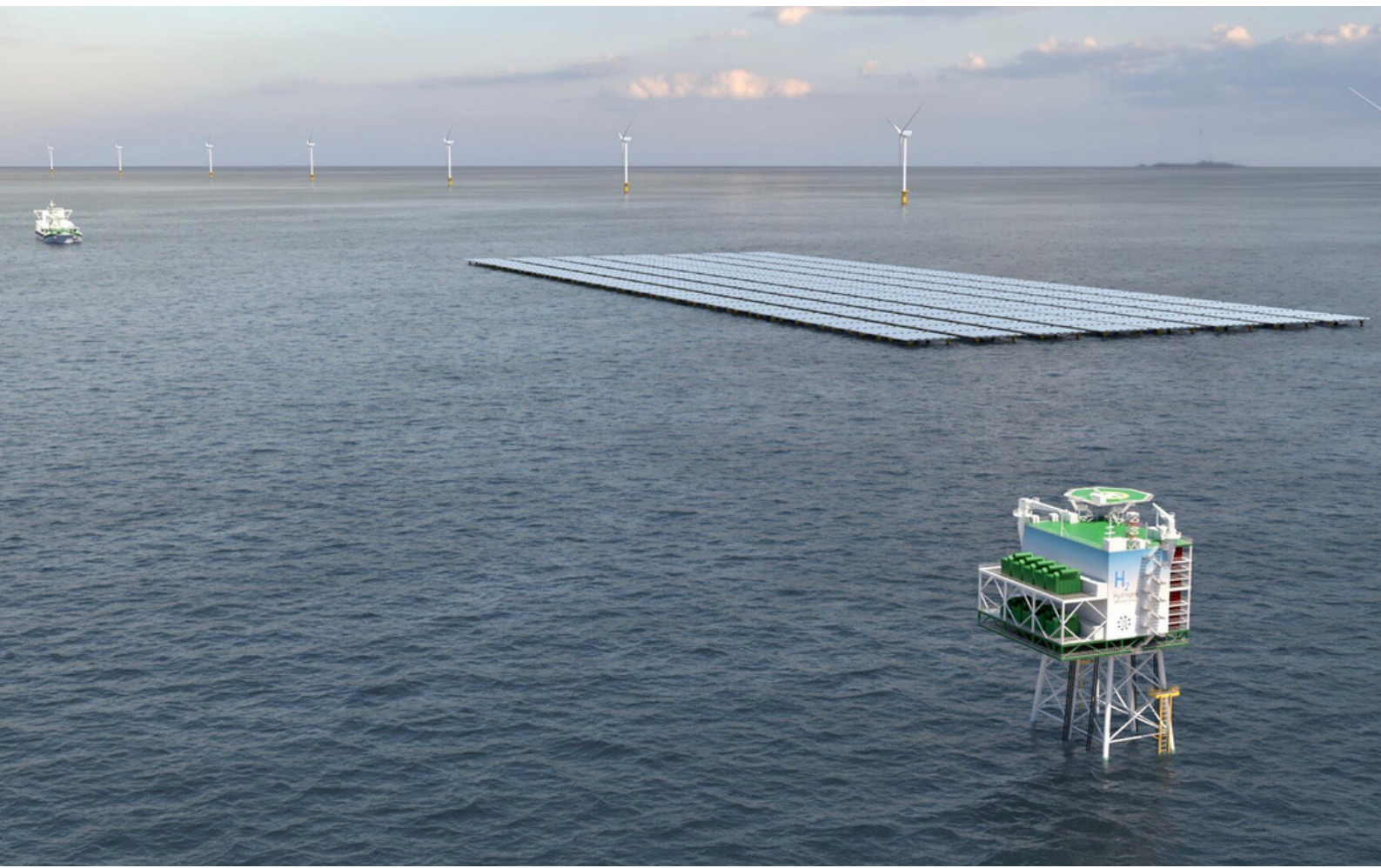
Agnes S.r.l.
P. IVA: 02637320397



Autore del documento:



CEBAT S.p.A.
P. IVA: 15324221009



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Relazione tecnica sulle opere di approdo in zona costiera
Codice documento	AGNROM_EP-R_REL-APPRODO-HDD
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	24/01/2023
Versione	1.0
Autore/i	G. Casadidio; M. Corniati
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_2
Sezione	Elaborati di progetto
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	G. Casadidio; M. Corniati	A. Bernabini	AGNES	Emissione finale
Ver.	Rev.	Redazione	Controllo	Emissione	Commenti

FIRME DIGITALI



Sommario

1. INTRODUZIONE	4
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO	5
2. INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI	6
2.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI APPRODO	6
2.1 INQUADRAMENTO DELLA MODALITÀ DI "ATTERRAGGIO" DEI CAVI MARINI	10
3. VALUTAZIONE DEI VINCOLI AL CONTORNO	13
3.1 SEZIONI TIPOLOGICHE	13
3.2 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	15
3.3 CONSIDERAZIONI METEOMARINE	19
3.3.1 LIMITAZIONI METEO – MARINE PER LE ATTIVITÀ A MARE	21
3.4 CONSIDERAZIONI AMBIENTALI	21
3.4.1 STIMA DEI VOLUMI DEI FANGHI DI PERFORAZIONE	24
3.4.2 CONSIDERAZIONI SULLA FLORA E FAUNA MARINA	24
3.4.3 RUMORE	25
4. PERFORAZIONE HDD E INSTALLAZIONE DI TUBI HDPE	28
4.1 GENERALE	28
4.2 FASE 1 – ESECUZIONE FORO PILOTA	31
4.3 FASE 2 - ALESATURA	34
4.3.1 ATTREZZATURE OFF-SHORE	37
4.3.2 SALDATURA DELLE TUBAZIONI	40
4.4 FASE 3 – TIRO TUBAZIONE	43
4.5 FANGHI DI PERFORAZIONE E RECUPERO	44
4.6 COMPLETAMENTO DELLA LINEA E SMOBILITAZIONE	45
4.7 TOLLERANZE	45
5. CARATTERISTICHE TECNICHE INSTALLAZIONE	46
5.1 CALCOLI E VERIFICHE DELL'INSTALLAZIONE	47
5.1.1 CALCOLO SOVRALESATURA	47
5.1.2 CALCOLO DEL TIRO DELLE TUBAZIONI	48
5.1.3 VERIFICA PRESSIONI LIMITE	51
5.2 VERIFICA IN ESERCIZIO DELLA TUBAZIONE	52
6. DESCRIZIONE DELLA VASCA DEI GIUNTI DI TRANSIZIONE	54
7. QHSE	56
7.1 ASPETTI PRELIMINARI SULLA QUALITÀ	56
8. ANALISI DEL RISCHIO	57
9. CRONOPROGRAMMA PRELIMINARE DELL'INTERVENTO	60



Indice delle figure

FIGURA 1 - INQUADRAMENTO GENERALE AREA MARINA E TERRESTRE	6
FIGURA 2 - INQUADRAMENTO AREA ATTERRAGGIO CAVI OFFSHORE	7
FIGURA 3 – ORTOFOTO E STATO DI FATTO AREA DI APPRODO	7
FIGURA 4 - INQUADRAMENTO AREA DI APPRODO	8
FIGURA 5 - INDIVIDUAZIONE SOTTOSERVIZI ESISTENTI NELL'AREA DI PARCHEGGIO	9
FIGURA 6 - INDIVIDUAZIONE SOTTOSERVIZI ESISTENTI LUNGO VIALE DELLE SIRTÌ	10
FIGURA 7 - SEZIONI SOTTOSERVIZI PRESENTI LUNGO VIALE DELLE SIRTÌ	11
FIGURA 8 - SEZIONE TIPOLOGICA E STRALCIO DI TRACCIATO NUOVO GASDOTTO	11
FIGURA 9 - SEZIONE DI PROGETTO PARCO MARITTIMO - STRALCIO IN PROSSIMITÀ DELL'AREA DI APPRODO	12
FIGURA 10 - TIPOLOGICO CAVO AT OFFSHORE E CARATTERISTICHE	13
FIGURA 11 - SEZIONE TIPOLOGICA PERFORAZIONE	14
FIGURA 12 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA	15
FIGURA 13 - LOCALIZZAZIONE DELLE INDAGINI SVOLTE NELL'AMBITO DELLA PROGETTAZIONE DEL METANODOTTO "RAVENNA TERRA – RAVENNA MARE" – FONTE DOC REL-CGB-E-35070 PROGETTO FSRU	16
FIGURA 14 - ANDAMENTO DELLE PRECIPITAZIONI E DELLA TEMPERATURA NELL'ARCO DELL'ANNO – FONTE DOC. REL-PROG-E-0001 PROGETTO FSRU	19
FIGURA 15 - ESEMPIO SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO TORBIDITÀ E SVERSAMENTI A MARE	23
FIGURA 16 - ESEMPI DI SISTEMI DI ORMEGGIO ECO-FRIENDLY	25
FIGURA 17 - STRALCIO PIANO COMUNALE DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA (L.R. 89/98)	26
FIGURA 18 - SEZIONE TIPICA MACCHINA HDD	30
FIGURA 19 – PUNTA UTENSILE FORO PILOTA	31
FIGURA 20 – UNITÀ RECUPERO FANGHI	33
FIGURA 21 – SCHEMA LAY-OUT TIPOLOGICO DI CANTIERE	33
FIGURA 22 – SCHEMA ALESATURA	35
FIGURA 23 – SCHEMA FASI DI LAVORO	35
FIGURA 24 – ARRIVO ALESATORE AL PUNTO DI PARTENZA	36
FIGURA 25 - PONTONE TIPICO E BARCA DI APPOGGIO	37
FIGURA 26 - SCHEMA POSIZIONE PONTONE	38
FIGURA 27- VALUTAZIONI PRELIMINARI AREE DI RICOVERO IMBARCAZIONI DI LAVORO	39
FIGURA 28 - INDIVIDUAZIONE AREA OPZIONE 1 PER SALDATURA TUBAZIONI	41
FIGURA 29- INDIVIDUAZIONE AREA OPZIONE 2 PER SALDATURA TUBAZIONI	42
FIGURA 30 – SCHEMA TIRO DELLE TUBAZIONI	43
FIGURA 31– ARRIVO TUBAZIONE ALLA BUCA DI PARTENZA	43
FIGURA 32– FASIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ	44
FIGURA 33 - MODELLAZIONE TRAIETTORIA DI PERFORAZIONE	48
FIGURA 34 – GRAFICO DEL TIRO DELLA PIPELINE	49
FIGURA 35 – TIPOLOGIA MACCHINE IPOTIZZATE	50
FIGURA 36 - RISULTATI VERIFICHE DI STRESS	50
FIGURA 37 - GRAFICO DI DISTRIBUZIONE DELLE PRESSIONI	51
FIGURA 38: GEOMETRIA GENERALE VASCA DEI GIUNTI DI TRANSIZIONE: PIANTA	54
FIGURA 39: GEOMETRIA GENERALE VASCA DEI GIUNTI DI TRANSIZIONE: SEZIONI	55



Indice delle tabelle

TABELLA 1 - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE TUBAZIONI.....	14
TABELLA 2 - ABACO TUBAZIONI PEAD.....	14
TABELLA 3 - DATI STRATIGRAFICI – FONTE REL-CGB-E-35070 PROGETTO FSRU.....	17
TABELLA 4 - SIMULAZIONI STRATIGRAFICHE - FONTE DOC. RELAZIONE GEOTECNICA PROGETTO AGNES ROMAGNA.....	18
TABELLA 5 - TABELLE ESTREMI DI VENTO, ONDA E CORRENTE MENSILI PER IL SITO DI PUNTA MARINA - FONTE DOC. REL-PROG-E-0001 PROGETTO FSRU	20
TABELLA 6- STIMA VOLUMI RIFIUTI PRODOTTI (ESCLUSO FANGHI DI PERFORAZIONE) DURANTE LE ATTIVITÀ DI HDD.....	22
TABELLA 7- STIMA DEI FLUIDI DI PERFORAZIONE	24
TABELLA 8- SIMULAZIONE EMISSIONI SONORE DURANTE LE ATTIVITÀ DI TRIVELLAZIONE	26
TABELLA 9 - SIMULAZIONE EMISSIONI SONORE CON SISTEMI DI MITIGAZIONE	27
TABELLA 10 - SCHEMA DELLE SOTTOFASI DELL’HDD	28
TABELLA 11 - SINTESI DATI GEOMETRICI	46
TABELLA 12 - CALCOLO DIAMETRO DI SOVRALESATURA.....	48
TABELLA 13 - ANALISI PRELIMINARE DEI RISCHI	58
TABELLA 14 - CRONOPROGRAMMA PRELIMINARE DELLE ATTIVITÀ	60



1. INTRODUZIONE

Il Progetto Romagna 1&2 è relativo alla installazione e messa in esercizio di un hub energetico localizzato in parte nel tratto di mare antistante la costa emiliano-romagnola e in parte nell'area del Comune di Ravenna. Agnes S.r.l. è la società ideatrice e proponente del progetto, con sede a Ravenna (RA).

L'hub presenta caratteristiche altamente innovative, in primis l'integrazione di impianti a mare di produzione di energia da fonte solare ed eolica, la cui elettricità viene trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

1. immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
2. stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
3. produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

Agnes S.r.l., nell'espletamento dei servizi sopra indicati, intende perseguire i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e delle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Le opere del Progetto sono nello specifico:

- un impianto eolico off-shore composto da 25 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 200 MWp ("Romagna 1");
- un impianto eolico off-shore composto da 50 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 400 MWp ("Romagna 2");
- un impianto fotovoltaico da 100 MWp di tipologia galleggiante;

ed opere di connessione costituite da:

- due stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV off-shore;
- una stazione elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV on-shore (SSE Agnes Ravenna Porto) con opere connesse tra cui un impianto di accumulo di energia di potenza nominale fino a 50 MWp ed un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori;
- elettrodotti marini di inter-array da 66 kV ed export da 220kV, una buca giunti terra-mare per cavi export da 220 kV, cavi export terrestri a 220 kV per la trasmissione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaico alla SSE Agnes Ravenna Porto e da questa, mediante cavi export terrestri a 380 kV alla Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla RTN.

La società proponente ha iniziato a svolgere analisi di fattibilità tecnico-economiche dal 2017 e da allora sono stati compiuti notevoli sforzi di progettazione per gestire le complessità dettate dalle innovazioni



tecnologiche proprie degli impianti e maturare le scelte tecniche in base alle esigenze e gli input degli stakeholder.

Nel gennaio del 2021 Agnes ha avviato ufficialmente l'iter di autorizzazione del Progetto, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003 e secondo quanto disposto dalla circolare n. 40/2012 del MIT (ora MIMS). È stato superato con esito positivo la prima fase del complesso iter, ovvero l'istruttoria di Concessione Demaniale Marittima ai sensi dell'art. 36 del Codice Della Navigazione, in cui hanno espresso parere circa 30 enti, nessuno dei quali è risultato negativo o ostativo.

La società ha quindi proceduto con l'avanzamento dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (D. Lgs 152/2006), basata sullo Studio d'Impatto Ambientale e del Progetto con livello di approfondimento Definitivo, dei quali questo documento risulta parte.

1.1 Scopo del documento

L'oggetto della presente relazione riguarda la descrizione delle modalità di atterraggio dei cavi marini alla buca giunti – terra mare che sarà realizzata presso l'area di approdo nel Parcheggio Demaniale antistante Viale dei Sirti in località Punta Marina.

Nello specifico, la relazione tecnica illustrerà le modalità della perforazione con trivellazione orizzontale controllata (TOC) e le caratteristiche della vasca dei giunti dove avverrà la transizione dei cavi marini in terrestri, analizzando più nello specifico la vincolistica che insiste nell'area, i potenziali impatti sull'ambiente, e le analisi di rischio, così come un'attenta valutazione dei volumi di fanghi in gioco e dei valori considerati per l'ingegnerizzazione dell'opera.



2. INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI

2.1 Inquadramento dell'area di approdo

L'area terrestre coinvolta dal Progetto riguarda l'installazione di una serie di impianti e opere di connessione che avverrà nella sua totalità entro i confini del Comune di Ravenna, nella regione Emilia-Romagna.

Il pozzetto di giunzione, identificato come **"Area di Approdo"**, è previsto in un parcheggio pubblico a circa 250 metri della spiaggia di Punta Marina (RA) nei pressi di Viale delle Sirti. Da lì, una coppia di cavi terrestri 220 kV giungerà fino alla zona portuale, a sud della Pialassa dei Piomboni.

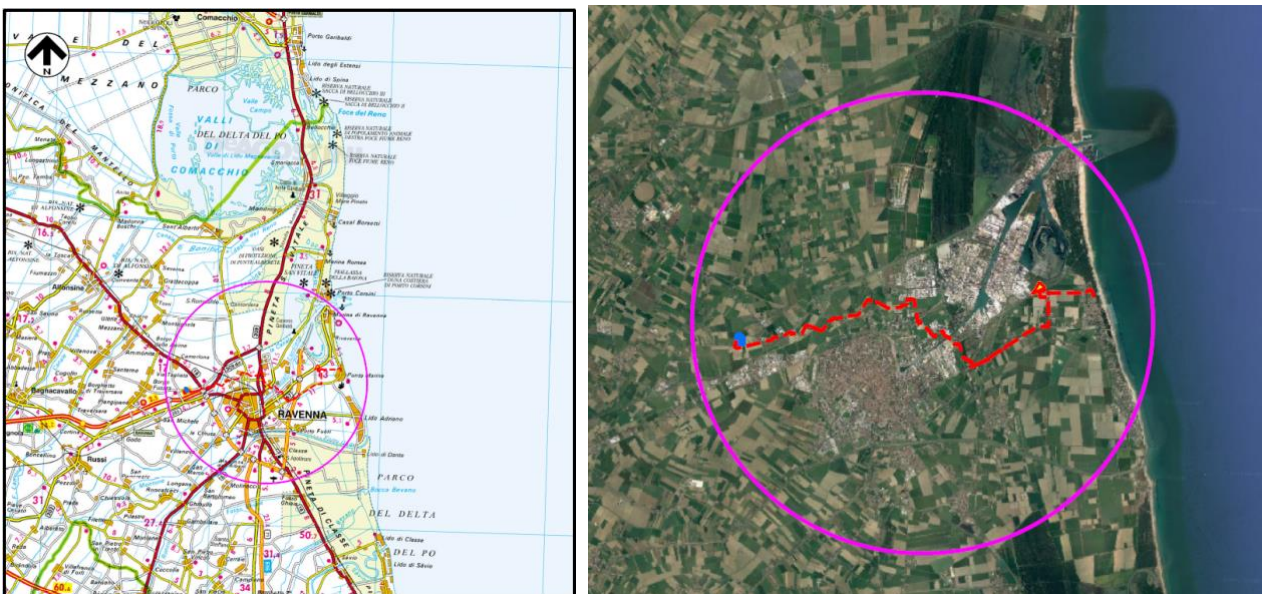


Figura 1 - Inquadramento generale area marina e terrestre

Con riferimento alla corografia di progetto, il tracciato in progetto in cavi interrati a 220 kV, parte dalla buca giunti posta in area Parcheggio Demaniale, località Punta Marina ed arriva alla Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV di nuova realizzazione, denominata "Agnes Ravenna Porto", in area Cassa di Colmata "A" Via Trieste.

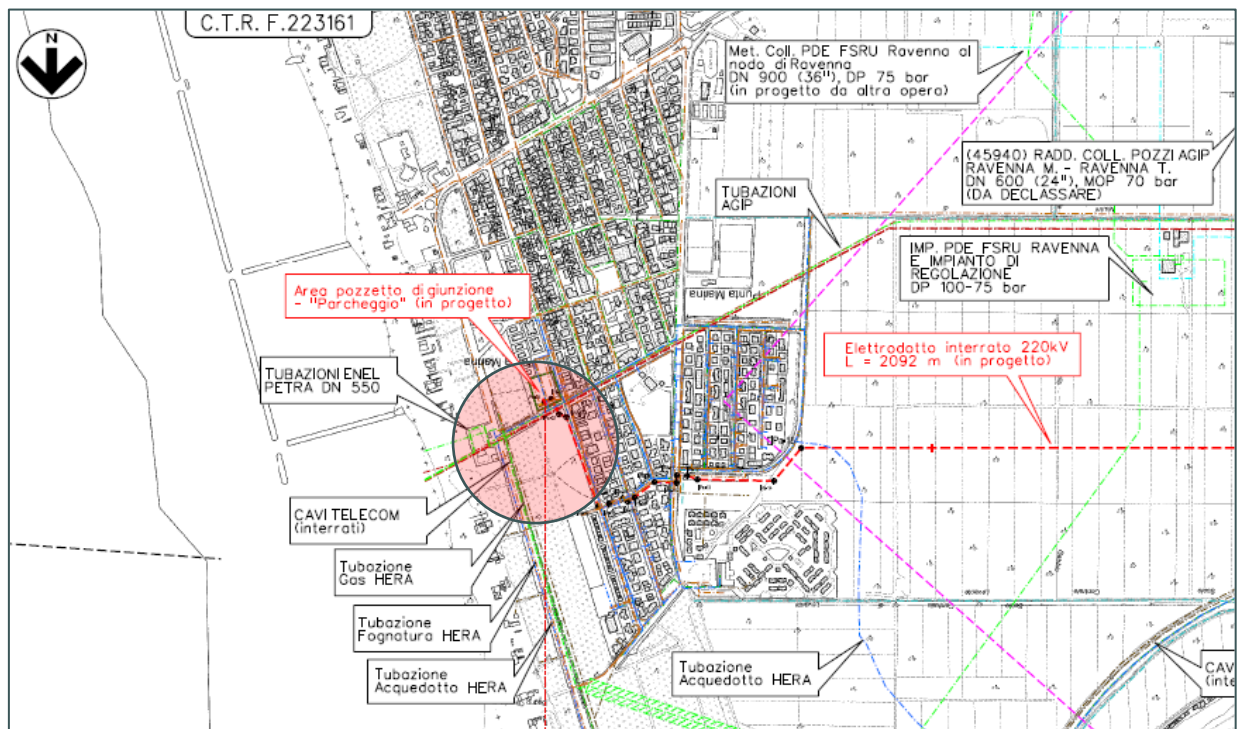


Figura 2 - Inquadramento area atterraggio cavi offshore



Figura 3 – Ortofoto e stato di fatto area di approdo

La scelta dell'area di approdo è il risultato di una analisi di diverse zone ubicate nei pressi dell'atterraggio dei cavi, sia in termini di analisi vincolistiche che di spazi a disposizione. In particolare sono state valutate aree prossime alla spiaggia, ubicate pertanto a Est del Lungomare Colombo, ma tali aree risultano interessate dall'ampio progetto di riqualificazione litoranea Parco Marittimo e pertanto sono state scartate.

È stata poi individuata un'area potenzialmente idonea in termini di spazi – Colonia - posta a nord di Viale delle Sirti, anch'essa tuttavia scartata a causa dei vincoli ambientali presenti e dell'impatto che avrebbe avuto per il primo tratto terrestre che avrebbe interessato pesantemente una porzione di macchia mediterranea, pertanto con impatto rilevante in termini ambientali e paesaggistici.



L'approdo risultato più idoneo ubicato in loc. Punta Marina, risulta quello attualmente adibito a parcheggio pubblico, in area demaniale, posizionato in prossimità della fine di Viale delle Sirti, prima dell'intersezione con Lungomare C. Colombo. L'area risulta facilmente accessibile dal Lungomare C. Colombo in arrivo dalla SS67 collegata con la viabilità primaria dell'intera Provincia.



Figura 4 - Inquadramento area di approdo

Nell'area in oggetto al momento risulta presente una rete di sottoservizi ed in particolare:

- Acquedotto
- Fognatura bianca
- Gas

Per quanto riguarda le tubazioni del Gas è segnalata una condotta di 7ma specie DN100 e DN150 longitudinale al parcheggio e ubicata in posizione centrale e periferica.

Per quanto riguarda le tubazioni dell'acquedotto sono segnalate tubazioni in ghisa e ca DN100 e DN200 adiacenti e parallele a quelle del gas.



Infine è presente un collettore per lo scarico delle acque di piattaforma in CLS Diam. 400 dislocato lungo le vie di percorrenza del parcheggio e i collegamenti trasversali.

La distribuzione dei sottoservizi insistenti nell'area è sinteticamente rappresentata nelle immagini seguenti, mentre per una ricognizione più completa si rimanda al documento "Relazione sulle interferenze delle opere terrestri" con codice AGNROM_EP-R_REL-INT-TERRA.



Figura 5 - Individuazione sottoservizi esistenti nell'area di parcheggio

A valle delle prime interlocuzioni con gli Enti gestori risulta che

- le reti di fognatura bianca sono tratte terminali, per cui potranno essere ricostruite dal Soggetto Attuatore (previa richiesta di parere a Hera e attivazione dell'Alta Sorveglianza in cantiere) in base alle aree che rimarranno disponibili nello stato di progetto. L'importante sarà mantenere/ripristinare gli allacciamenti dei privati.
- Le reti di acquedotto e gas risultano collegate sia a quelle esistenti in via delle Sirti, sia a quelle di via della Medusa, pertanto, in caso di interferenza, si valuterà la possibilità di dismettere le reti previa verifica idraulica. Anche in questo caso l'importante sarà garantire il servizio alle utenze private.

In base agli ingombri necessari per le attività in progetto e alle indicazioni degli Enti gestori sarà necessario prevedere dei by pass provvisori (o definitivi, da valutare nelle successive fasi di progetto esecutivo) prima dell'avvio delle attività in oggetto al fine di garantire il servizio senza soluzione di continuità.

In ogni caso prima delle attività è opportuno eseguire una indagine georadar delle aree potenzialmente interessate dalle buche di partenza e raccolta fanghi di perforazione al fine di evitare possibili interferenze con le tubazioni esistenti.



2.1 Inquadramento della modalità di “atterraggio” dei cavi marini

La fascia presente tra l’area di approdo e la spiaggia ad est del lungo mare Colombo risulta interessata dalla presenza di numerosi sottoservizi preesistenti e dal progetto del nuovo FSRU che sarà posizionato nel tratto iniziale lungo C. Colombo. Per quanto riguarda il tratto dal parcheggio alla spiaggia, risultano presenti diversi sottoservizi esistenti sia lungo Viale delle Sirti (in particolare oleodotti in arrivo dal mare) che lungomare Colombo.

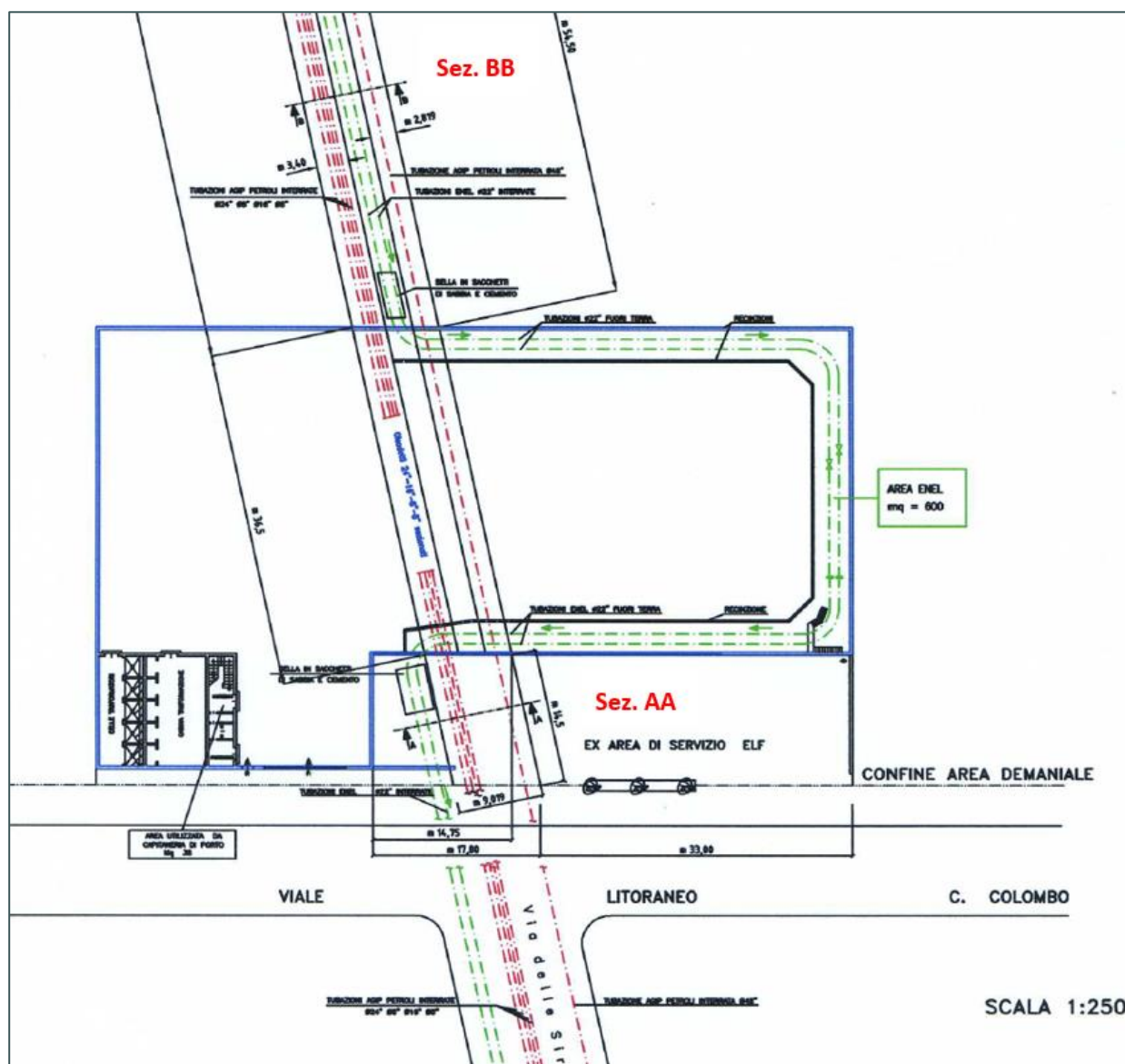


Figura 6 - Individuazione sottoservizi esistenti lungo Viale delle Sirti



Relazione tecnica delle opere di approdo in zona costiera
 AGNROM_EP-R_REL-APPRODO-HDD

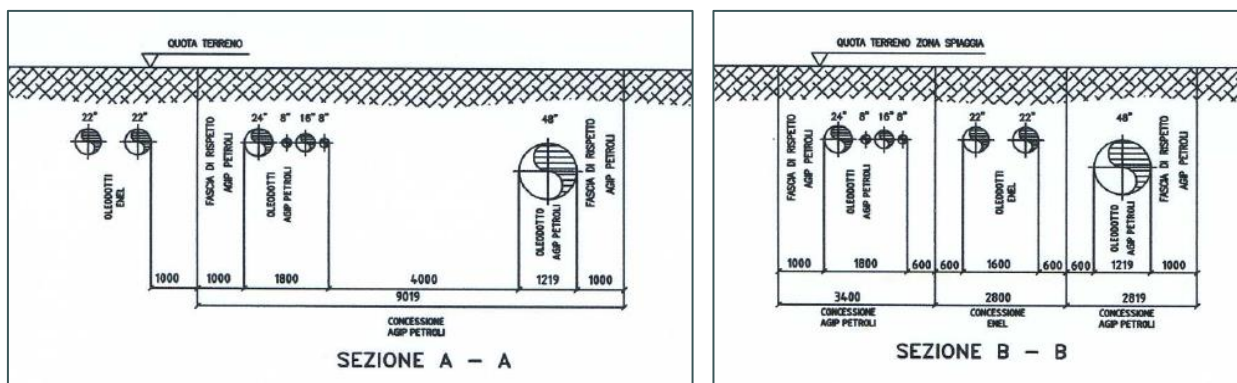


Figura 7 - Sezioni sottoservizi presenti lungo Viale delle Sirti

Per quanto riguarda il nuovo gasdotto in progetto, le profondità di posa previste risultano essere generalmente inferiori a 3 metri.

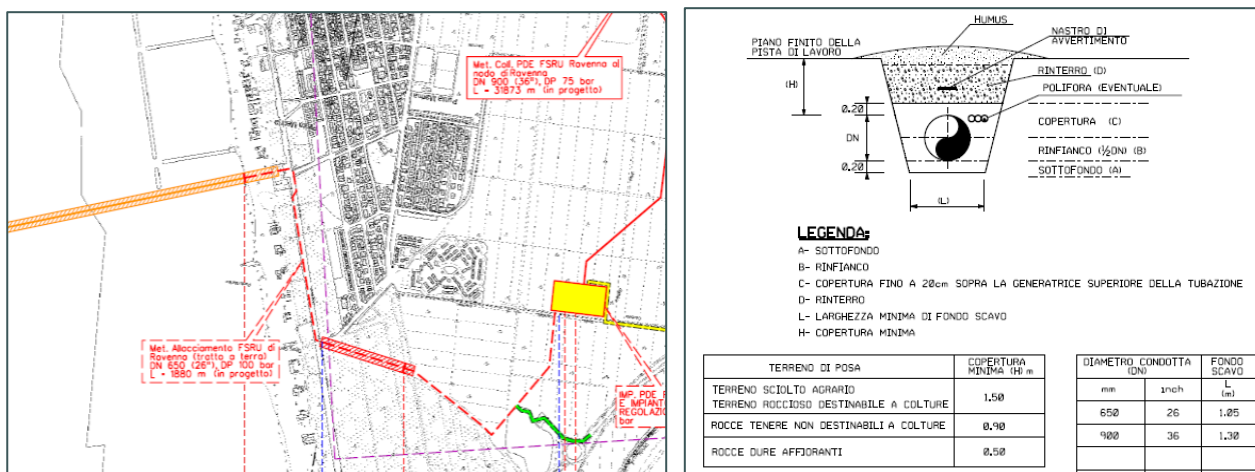
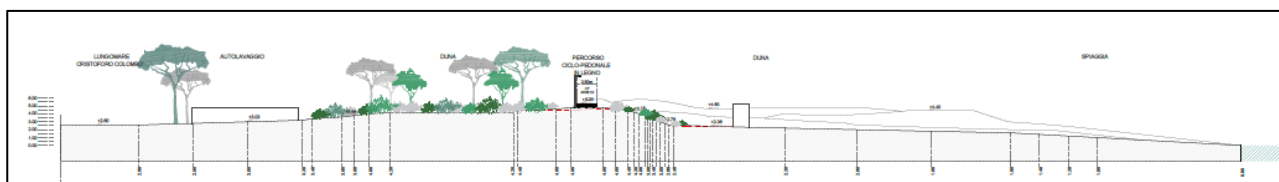


Figura 8 - Sezione tipologica e stralcio di tracciato nuovo gasdotto

Per quanto riguarda il tratto di litorale interessato dagli interventi previsti nell'ambito del progetto del Parco Marittimo non risultano potenziali interferenze con le opere in oggetto, così come si evince dagli elaborati relativi al settore interessato dalla traiettoria di atterraggio dei cavi di cui si riporta la sezione più prossima e nella quale si evincono solo delle rimodellazioni del terreno minimali.



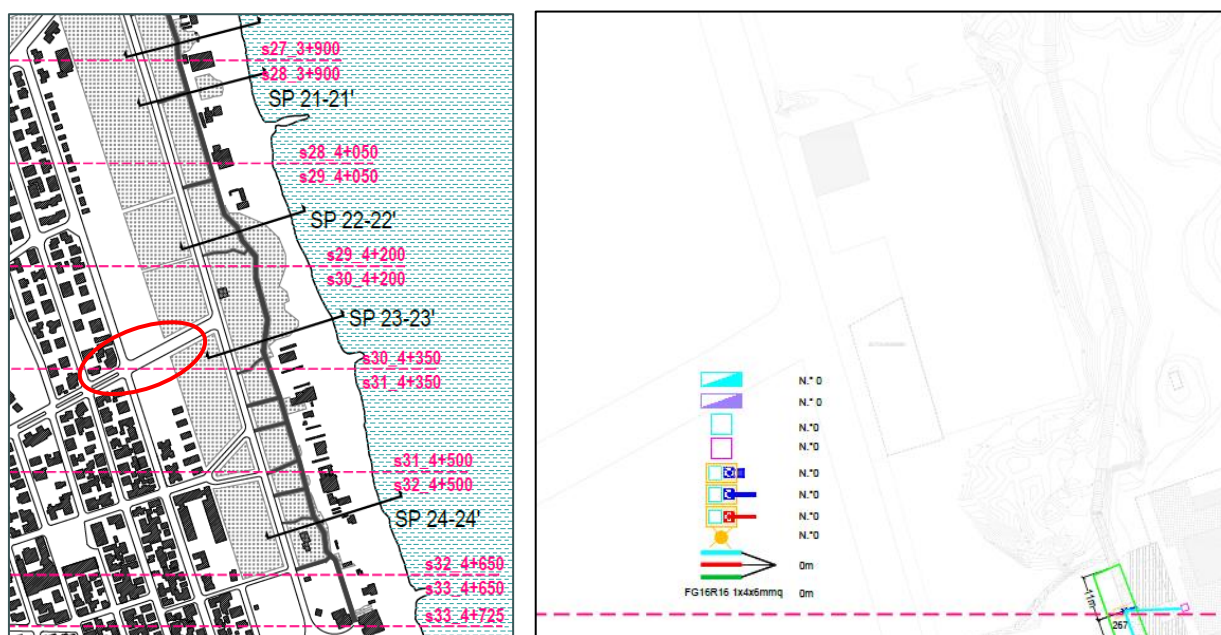


Figura 9 - Sezione di progetto Parco Marittimo - stralcio in prossimità dell'area di approdo

La tecnologia ipotizzata per l'atterraggio dei cavi ha tenuto pertanto conto dei seguenti vincoli:

- Presenza di numerosi sottoservizi esistenti lungo Viale delle Sirti e Lungomare Colombo
- Area verde presente fra il parcheggio e Lungomare Colombo
- Area approdo nuovo gasdotto – progetto FSRU
- Necessità di uscita a mare con adeguato battente d'acqua
- Necessità di garantire nel tratto offshore in avvicinamento alla costa un adeguato interrimento dei cavi
- Garantire adeguata distanza di sicurezza tra tracciato oleodotti esistenti e gasdotto in progetto lungo il tratto offshore
- Minimizzare l'impatto lungo il tratto di litorale interessato da numerose opere di riqualificazione legate al progetto del "Parco Marittimo"

Visti i vincoli esistenti e le numerose interferenze si è optato per la **tecnologia HDD** (Horizontal directional drilling) con installazione di 2 tubi PEAD posti ad adeguata distanza, per l'atterraggio dei 2 cavi offshore a 220 KV.



3. VALUTAZIONE DEI VINCOLI AL CONTORNO

3.1 Sezioni tipologiche

Il collegamento sottomarino prevede la posa di 2 cavi marini di energia a tensione di 220 kV. Per un maggior dettaglio su questa componente di impianto si rimanda al documento “Relazione tecnica dei cavi elettrici marini” con codice AGN_EP-R_REL-CAVI-MARE.

Per il progetto sarà scelto un cavo *tricolore* con fibra integrata e sezione 3x2000 mmq. Tuttavia, per la presente progettazione dell’opera HDD, in via cautelativa, si è preso in considerazione un cavo sovradimensionato, con le caratteristiche tipiche di un cavo di sezione 2500 mmq, per il quale si riportano i dati sotto.

Potranno infatti essere utilizzati cavi marini fino a 3x2500 mmq soprattutto nella sezione corrispondente all’area di approdo, nella quale, se verrà richiesta in fase di Progettazione Esecutiva una trasmissione energetica superiore ad 1 GW nominale, potrebbero essere necessari dei sovradimensionamenti del cavo da 2000 a 2500 mmq.

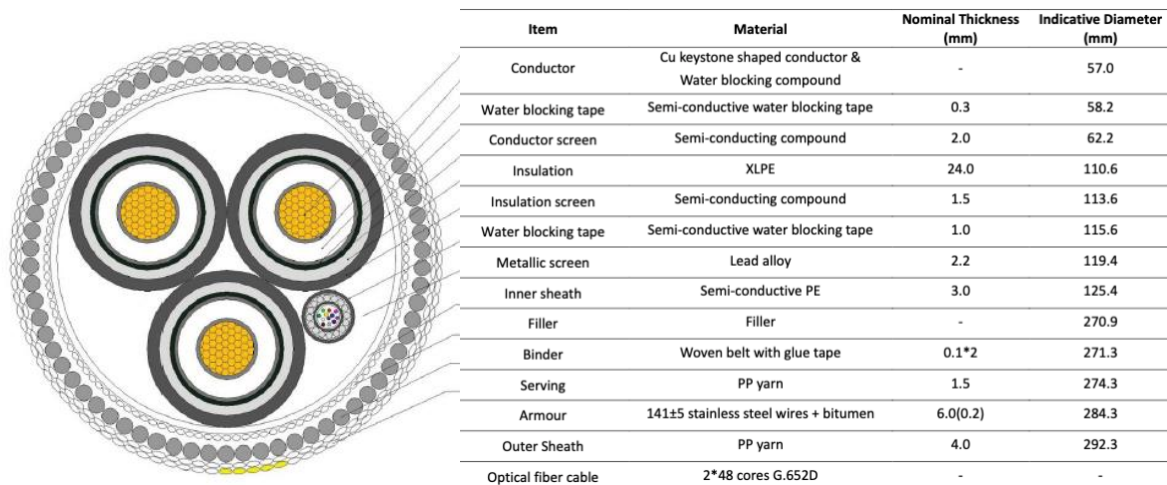


Figura 10 - Tipologico cavo AT offshore e caratteristiche

Nello specifico, sono state assunte le seguenti caratteristiche geometriche:

D_{est} 300 mm

W_{acqua} 102 kg/m

Per cui è prevista la posa all’interno di un tubo in PEAD dalle seguenti caratteristiche

- Tubo: HDPE PN 12,5 SDR 13,5
- Diametro esterno: 800 mm
- Spessore: 58,8 mm
- Lunghezza (*) HDD: ~830 m



*La lunghezza finale dell'HDD andrà rivalutata anche in funzione della scelta finale del cavo e della massima capacità di tiro ammissibile del cavo stesso. Ai fini del presente report si è pertanto considerata la massima lunghezza attesa ai fini del dimensionamento della tubazione

Tabella 1 - Caratteristiche geometriche delle tubazioni

MATERIALE	DIAMETRO ESTERNO	DIAMETRO INTERNO	SPESSORE	D TUBO / D CAVO
PE 100 PN 10 SDR17	800 mm	682,40	58,80 mm	2,27

La posa all'interno del tubo avrà la seguente configurazione.

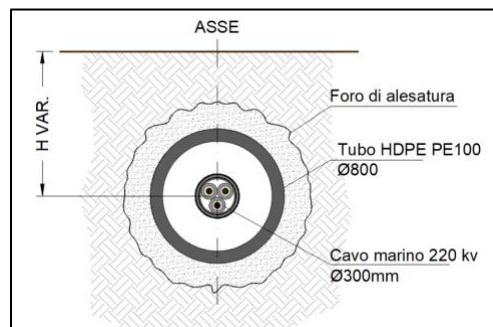


Figura 11 - Sezione tipologica perforazione

Eventuali alternative del diametro e spessore della tubazione potranno essere valutate solo a valle della definizione finale delle caratteristiche geometriche del cavo e degli approfondimenti geotecnici che saranno effettuati lungo le traiettorie di perforazione attese. Il presente dimensionamento della tubazione è pertanto da intendersi preliminare e funzionale alla verifica degli sforzi e stress attesi sia durante la fase di installazione che durante la fase permanente e andrà verificato a valle della definizione del cavo da installare.

Tabella 2 - Abaco tubazioni PEAD

PE 100 Pipe Calculation Table															
da mm	SDR 17 - PN 10			SDR 13.6 - PN 12.5			SDR 11 - PN 16			SDR 9 - PN 20			SDR 7.4 - PN 25		
	Code	S mm	Kg/m	Code	S mm	Kg/m	Code	S mm	Kg/m	Code	S mm	Kg/m	Code	S mm	Kg/m
630	7.500.180.630	37.4	69.40	7.500.175.630	46.3	84.60	7.500.176.630	57.2	102.0	7.500.172.630	70.3	125.0			
710	7.500.180.710	42.1	88.00	7.500.175.710	52.2	107.0	7.500.176.710	64.5	130.0	7.500.172.710	79.3	160.0			
800	7.500.180.800	47.4	112.0	7.500.175.800	58.8	136.0	7.500.176.800	72.6	166.0	7.500.172.800	89.3	202.0			
900	7.500.180.900	53.3	141.0	7.500.175.900	66.1	173.0	7.500.176.900	81.7	210.0						
1000	7.500.180.910	59.3	175.0	7.500.175.910	73.4	215.0	7.500.176.910	90.8	259.0						
1200	7.500.180.912	71.1	262.0	7.500.175.912	88.2	304.0	7.500.176.912	109.1	375.0						



3.2 Considerazioni geologiche e geotecniche

Recentemente l'area offshore di interesse è stata oggetto di un progetto della Regione Emilia Romagna per la messa in sicurezza dei tratti litoranei che in particolar modo prevede l'impiego di sabbie prelevate da giacimenti sottomarini (progetto in_Sand). Si riporta nel seguito l'inquadramento geologico dell'area basato sugli studi effettuati durante questo progetto regionale (2021).

Dal punto di vista geologico-strutturale, il bacino epicontinentale adriatico nel suo complesso rappresenta l'avanfossa plio-quadernaria della catena appenninica. Esso consiste in una piattaforma continentale molto ampia, con gradiente costante fino alla latitudine estesa di Ancona e di Zara, per poi evolvere, attraverso una scarpata, in un bacino più profondo "Depressione Meso-adriatica" al largo di Pescara. Le massime profondità (>1000 m) si raggiungono a sud in corrispondenza della Fossa Adriatica, al largo della Puglia.

Il fondale dell'Alto Adriatico è costituito da depositi di età tardo-quadernaria ed è caratterizzato da un gradiente notevolmente basso. Dagli studi di ricerca scientifici pubblicati emerge che l'evoluzione della successione stratigrafica presente nella zona è strettamente legata alle fluttuazioni eustatiche tardo-quadernarie che presentano un andamento piuttosto complesso. Per una maggiore definizione del quadro geologico si rimanda agli elaborati specifici.

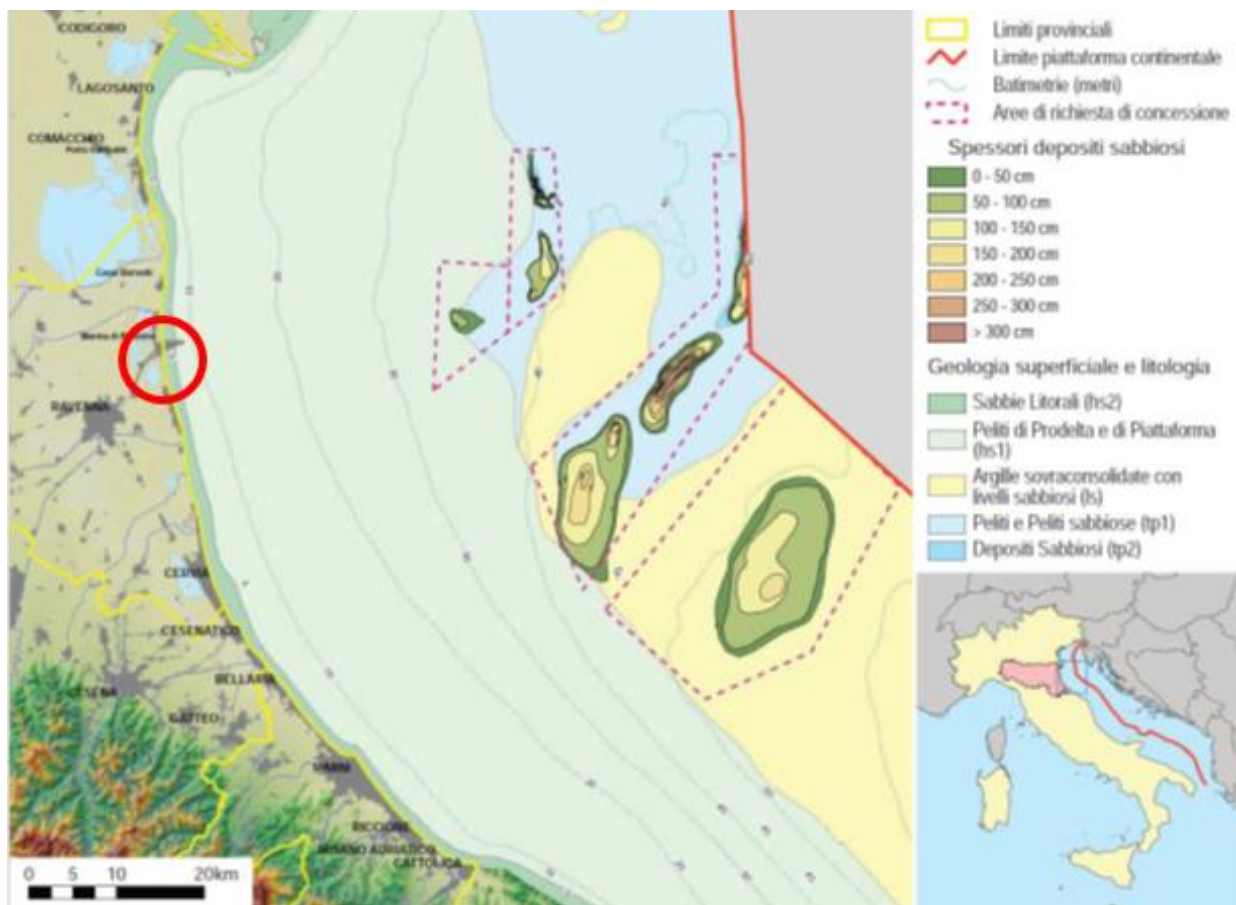


Figura 12 - Inquadramento geologico dell'area



Ad oggi non sono ancora stati effettuati studi specifici delle aree in oggetto, per cui sono state fatte delle stime sulla base della campagna geognostica della Regione Emilia-Romagna e delle valutazioni effettuate nell'ambito del progetto FSRU.

In particolare, in riferimento a quest'ultimo sono stati valutati i risultati di una serie di sondaggi e indagini geofisiche pregresse oltre agli stessi dati resi disponibili dalla Regione Emilia-Romagna secondo la mappatura di seguito riportata.



Area approdo progetto Agnes



Indagini di interesse per assunzioni sulla tipologia di terreno

Figura 13 - Localizzazione delle indagini svolte nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra – Ravenna Mare" – fonte doc REL-CGB-E-35070 progetto FSRU



Di seguito si riportano i risultati relativi all'area maggiormente prossima all'approdo dell'HDD in progetto

Tabella 3 - Dati stratigrafici – fonte REL-CGB-E-35070 progetto FSRU

Sondaggio 1	Profondità (m)
Limo sabbioso	0.00-2.00
Sabbia limosa	2.00-12.00
Limo con sabbia	12.00-25.00
Sondaggio 2	Profondità (m)
Limo sabbioso	0.00-4.30
Argilla limosa	4.30-10.20
Limo argilloso-sabbioso	10.20-17.00
Sabbia fine limosa	17.00-25.00

CPTU 1	Profondità (m)
Limo argilloso, limo sabbioso	0.00 2.80
Sabbia, sabbia limosa	2.80-11.90
Argilla limosa	11.90-20.00
CPTU 2	Profondità (m)
Alternanza di sabbia limosa predominante con limo sabbioso	0.00-20.00

MASW	Coordinate punto centrale	Vs30 (m/s)	Cat. Suolo
M1	N44,392414 E12,287102	188	C
M2	N44,376167 E12,260592	198	C
M3	N44,387054 E12,161011	181	C
M4	N44,426841 E12,125340	182	C
M5	N44,460697 E12,183887	208	C

I risultati sopra riportati trovano conferma anche nelle valutazioni preliminari del progetto definitivo dell'hub energetico "Agnes Romagna 1&2" dove, sulla base delle informazioni geotecniche disponibili in letteratura applicabili all'area di interesse, sono state valutate due differenti possibili stratigrafie (soft and stiff) per valutare le capacità assiali dei pali di fondazione e valutare le curve di interazione palo-terreno.

Tali profili sono stati definiti in modo da tenere conto della possibile variabilità locale attesa sia in termini di stratigrafia (ovvero alternanza tra orizzonti granulari e coesivi) che di resistenza.



Tabella 4 - Simulazioni stratigrafiche - fonte doc. Relazione Geotecnica progetto Agnes Romagna

GSU	Soil Type	Depth		Thk (m)	γ' (kN/m ³)	S_u		ϕ' (°)	δ (°)	β (-)	N_q (-)	$f_{t,max}$ (kPa)	q_{max} (kPa)	P-Y Type CYCLIC (-)	ϵ_{50} (-)	k (kN/m ³)
		from (m)	to (m)			from (kN/m ²)	to (kN/m ²)									
I	Very soft to soft CLAY	0.0	7.0	7.0	7.5	3	22	-	-	-	-	-	-	Soft Clay	0.020	-
II	Soft to firm CLAY	7.0	25.0	18.0	8.5	22	60	-	-	-	-	-	-	Soft Clay	0.015	-
III	Firm to stiff CLAY	25.0	45.0	20.0	8.5	60	100	-	-	-	-	-	-	Soft Clay	0.005	-
IV	Firm to stiff CLAY	45.0	55.0	10.0	9.0	100	120	-	-	-	-	-	-	Stiff Clay	0.005	55000
V	Medium dense SAND	55.0	67.0	12.0	8.5	-	-	30	25	0.37	20	81	5000	API Sand	-	11000
VI	Stiff to very stiff CLAY	67.0	120.0	53.0	9.0	125	150	-	-	-	-	-	-	Stiff Clay	0.005	110000

Caso soft

GSU	Soil Type	Depth		Thk (m)	γ' (kN/m ³)	S_u		ϕ' (°)	δ (°)	β (-)	N_q (-)	$f_{t,max}$ (kPa)	q_{max} (kPa)	P-Y Type CYCLIC (-)	ϵ_{50} (-)	k (kN/m ³)
		from (m)	to (m)			from (kN/m ²)	to (kN/m ²)									
I	Medium dense to loose SAND	0.0	2.5	2.5	7.5	-	-	25	20	0.29	12	67	3000	API Sand	-	5400
II	Soft CLAY	2.5	5.0	2.5	7.5	20	20	-	-	-	-	-	-	Soft Clay	0.020	-
III	Medium dense SAND	5.0	7.0	2.0	8.5	-	-	30	25	0.37	20	81	5000	API Sand	-	11000
IV	Firm CLAY	7.0	10.0	3.0	8.5	40	40	-	-	-	-	-	-	Soft Clay	0.010	-
V	Medium dense SAND	10.0	12.5	2.5	8.5	-	-	30	25	0.37	20	81	5000	API Sand	-	11000
VI	Firm CLAY	12.5	20.0	7.5	8.5	60	75	-	-	-	-	-	-	Soft Clay	0.005	-
VII	Dense SAND	20.0	45.0	25.0	9.0	-	-	35	30	0.46	40	96	10000	API Sand	-	22000
VIII	Medium dense SAND-SILT	45.0	50.0	5.0	8.0	-	-	25	20	0.29	12	67	3000	API Sand	-	5400
IX	Dense SAND	50.0	60.0	10.0	9.0	-	-	35	30	0.46	40	96	10000	API Sand	-	22000
X	Medium dense SAND-SILT interlayered with CLAY	60.0	80.0	20.0	8.5	-	-	25	20	0.29	12	67	3000	API Sand	-	5400
XI	Stiff to very stiff CLAY	80.0	120.0	40.0	8.5	140	160	-	-	-	-	-	-	Stiff Clay	0.005	110000

Caso stiff

In base alla letteratura e alle analisi preliminari effettuate risulta plausibile assumere un terreno di tipo prevalentemente limoso / sabbioso coesivo per la presenza diffusa a più livelli di argilla.

Ai fini della perforazione teleguidata le indicazioni desumibili da letteratura possono fornire una stima del terreno atteso durante la perforazione, ma andranno tuttavia implementate con una serie di indagini puntuali e mirate a definire localmente i parametri meccanici dei vari strati attraversati, al fine della migliore scelta possibile degli utensili di perforazione e dei potenziali rischi attesi durante la perforazione stessa.

Al riguardo si rimanda allo specifico elaborato di inquadramento dell'HDD su base geologica/tecnica (AGNROM_EP-D_PLAN-GEO-HDD) nel quale sono raccomandate le seguenti indagini puntuali da eseguire in prossimità dell'asse fra le 2 perforazioni:

Nr. 1 sondaggio da eseguire in corrispondenza dell'entry point dell'HDD (approdo) fino ad una profondità di 20 m.

Nr. 3 sondaggi a mare spinti fino ad una profondità di 25m di cui

- Nr. 1 sondaggio in prossimità della linea di costa
- Nr. 1 sondaggio a ca. 250/300 m dalla linea di costa
- Nr. 1 sondaggio a ca. 500/600 m dalla linea di costa

Per ogni sondaggio è opportuno prevedere almeno 4 prelievi da effettuare ad una quota di 10/12/18/23 m.

Per ciascun carotaggio andranno eseguite prove SPT in foro ogni metro e dovranno essere visibili e catalogate le carote prelevate.

Partendo dall'assunto di presenza di terreni granulometrici come evidenziato dai dati di letteratura, per ciascun campione prelevato alle quote sopra indicate sono raccomandati almeno i seguenti test di laboratorio



- Test di permeabilità
- Limiti di Atterberg
- Peso, indice dei vuoti, densità totale e della parte solida (saturo e insaturo), coesione (stima), modulo di taglio
- Curve granulometriche

Oltre alle indagini dirette, vista la tipologia di opera, si ritiene opportuno eseguire alcune indagini geofisiche che andranno correlate con le indagini puntuali effettuate mediante carotaggi

Al riguardo si prevede una indagine di tipo geofisico lungo il tratto marino mediante tomografia elettrica ERT (*Electrical Resistivity Tomography*) longitudinale alla traiettoria ed eseguita in corrispondenza dell'asse fra le due perforazioni associata ad una serie di tomografie trasversali eseguite in corrispondenza dell'intersezione dell'asse longitudinale con i punti di perforazione secondo lo schema rappresentato nella tavola di inquadramento geologico con sovrapposizione della traiettoria degli HDD.

3.3 Considerazioni meteomarine

In base ai dati di letteratura e presenti nella Relazione Meteomarina (doc. AGNROM_EP-R_REL-METEO) è possibile inquadrare da un punto di vista metomarina la zona di Marina di Ravenna. Tali indagini potranno indirizzare la scelta migliore del periodo dell'anno per l'esecuzione delle attività, tenendo tuttavia pur sempre in conto i vincoli stagionali e di turismo che interessano l'area.

L'area di Ravenna è caratterizzata da un clima caldo e temperato. Si registra una temperatura media di 15.0 °C e una piovosità media annuale di 767 mm (tabella seguente). La piovosità in particolare si mantiene elevata nel corso dell'intero anno, anche nei mesi più asciutti. Gennaio è il mese più secco con un valore medio mensile di 49 mm di pioggia. Novembre è il mese con maggiore piovosità, con una media di 87 mm. Riguardo la temperatura del sito, il mese più caldo è luglio con una temperatura media di circa 25.6 °C. Gennaio invece è il mese con la temperatura più bassa, la media è infatti di circa 5°C (si vedano le figure seguenti).

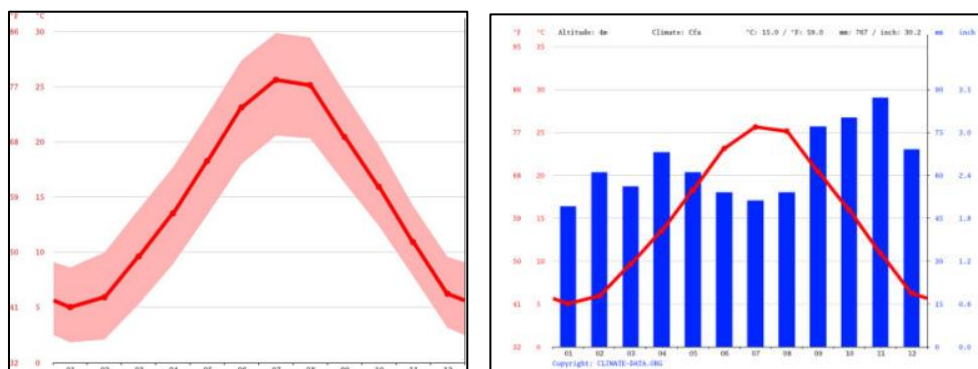


Figura 14 - Andamento delle precipitazioni e della temperatura nell'arco dell'anno – Fonte DOC. REL-PROG-E-0001 progetto FSRU



Le seguenti tabelle mostrano i valori estremi annuali direzionali e mensili omnidirezionali di vento, onda e corrente a 5m sotto il livello del mare (b.s.l.).

Tabella 5 - Tabelle estremi di vento, onda e corrente mensili per il sito di Punta Marina - Fonte DOC. REL-PROG-E-0001 progetto FSRU

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1979 - Dec. 2021 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E																				
Monthly extreme wind speed - 10 m above sea level																				
Return period	1 Year				10 Year				100 Year				1000 Year				10000 Year			
Month	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)
Jan	20.9	18.9	17.4	16.2	25.5	22.9	20.9	19.3	29.7	26.5	24.0	22.1	33.6	29.9	27.0	24.7	37.5	33.1	29.8	27.2
Feb	23.3	21.0	19.2	17.8	29.3	26.2	23.8	21.9	35.1	31.1	28.1	25.7	40.8	35.9	32.2	29.2	46.3	40.5	36.1	32.6
Mar	22.9	20.6	18.9	17.5	28.4	25.4	23.1	21.3	33.7	29.9	27.0	24.8	38.7	34.2	30.7	28.0	43.7	38.3	34.2	31.0
Apr	20.2	18.3	16.8	15.6	25.0	22.5	20.5	19.0	29.7	26.5	24.0	22.1	34.2	30.3	27.4	25.1	38.5	34.0	30.6	27.9
May	19.2	17.4	16.0	14.9	24.2	21.8	19.9	18.5	29.2	26.1	23.7	21.8	34.1	30.3	27.3	25.0	39.0	34.4	30.9	28.2
Jun	18.6	16.9	15.6	14.5	23.7	21.3	19.5	18.1	28.8	25.7	23.4	21.5	33.8	30.1	27.1	24.9	38.9	34.4	30.8	28.1
Jul	19.2	17.4	16.0	14.9	25.0	22.5	20.5	19.0	30.9	27.5	25.0	22.9	36.9	32.7	29.4	26.8	43.1	37.8	33.8	30.7
Aug	18.2	16.5	15.2	14.2	23.6	21.2	19.4	18.0	29.1	26.0	23.6	21.7	34.6	30.7	27.7	25.4	40.3	35.5	31.8	28.9
Sep	20.2	18.3	16.8	15.7	25.6	22.9	20.9	19.4	30.7	27.4	24.8	22.8	35.8	31.8	28.6	26.2	40.9	36.0	32.3	29.3
Oct	21.6	19.5	17.9	16.7	27.2	24.3	22.2	20.5	32.6	29.0	26.2	24.0	37.8	33.4	30.0	27.4	43.0	37.8	33.7	30.6
Nov	24.6	22.1	20.2	18.7	30.8	27.5	24.9	22.9	36.8	32.6	29.3	26.8	42.7	37.5	33.5	30.4	48.4	42.3	37.5	33.9
Dec	23.7	21.4	19.5	18.1	29.3	26.1	23.7	21.9	34.5	30.6	27.6	25.3	39.5	34.9	31.3	28.5	44.4	38.9	34.7	31.5
Annual	27.6	24.7	22.5	20.8	32.9	29.3	26.5	24.3	38.2	33.7	30.3	27.6	43.3	38.0	34.0	30.8	48.4	42.2	37.5	33.9

Wave Monthly Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N																				
Month	1 yr Return Period				10 yr Return Period				100 yr Return Period				1000 yr Return Period				10000 yr Return Period			
	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)
January	3.16	8.03	6.82	9.37	4.09	8.59	7.42	9.87	4.98	9.00	7.87	10.23	5.85	9.30	8.21	10.49	6.69	9.55	8.48	10.70
February	3.37	8.18	6.98	9.50	4.38	8.74	7.58	10.00	5.36	9.14	8.03	10.35	6.31	9.45	8.36	10.61	7.25	9.68	8.63	10.81
March	3.12	8.00	6.79	9.34	4.01	8.55	7.38	9.83	4.86	8.95	7.81	10.18	5.68	9.25	8.15	10.45	6.48	9.49	8.42	10.65
April	2.78	7.75	6.53	9.11	3.66	8.35	7.17	9.66	4.51	8.80	7.65	10.05	5.35	9.14	8.02	10.35	6.19	9.41	8.32	10.58
May	2.32	7.33	6.09	8.72	3.05	7.96	6.74	9.30	3.78	8.43	7.25	9.72	4.51	8.80	7.65	10.05	5.22	9.09	7.97	10.31
June	2.21	7.22	5.97	8.62	3.02	7.93	6.72	9.27	3.85	8.46	7.29	9.75	4.69	8.88	7.74	10.12	5.55	9.21	8.10	10.41
July	2.14	7.15	5.90	8.56	2.94	7.87	6.66	9.22	3.78	8.43	7.25	9.72	4.64	8.86	7.71	10.10	5.52	9.20	8.09	10.40
August	2.03	7.04	5.78	8.45	2.72	7.70	6.47	9.06	3.42	8.21	7.01	9.52	4.12	8.61	7.44	9.88	4.82	8.93	7.79	10.17
September	2.47	7.48	6.24	8.86	3.24	8.09	6.88	9.41	3.98	8.54	7.36	9.82	4.71	8.89	7.75	10.13	5.43	9.17	8.05	10.37
October	2.75	7.72	6.49	9.08	3.48	8.24	7.05	9.56	4.17	8.64	7.47	9.91	4.84	8.94	7.80	10.17	5.48	9.18	8.07	10.39
November	3.30	8.13	6.93	9.45	4.21	8.66	7.49	9.93	5.08	9.04	7.91	10.26	5.92	9.33	8.23	10.51	6.72	9.56	8.49	10.70
December	3.34	8.16	6.96	9.48	4.32	8.71	7.55	9.97	5.27	9.11	7.99	10.32	6.19	9.41	8.32	10.58	7.08	9.65	8.59	10.78

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1987 - May. 2020 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E					
Monthly extreme current speed - 5 m b.s.l.					
Return period	1 Year	10 Year	100 Year	1000 Year	10000 Year
Month	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)
Jan	0.30	0.37	0.43	0.50	0.56
Feb	0.29	0.36	0.43	0.49	0.55
Mar	0.31	0.39	0.46	0.53	0.60
Apr	0.32	0.39	0.46	0.53	0.60
May	0.31	0.38	0.44	0.50	0.55
Jun	0.34	0.41	0.48	0.54	0.60
Jul	0.28	0.34	0.39	0.44	0.49
Aug	0.25	0.30	0.35	0.39	0.44
Sep	0.29	0.37	0.45	0.52	0.60
Oct	0.28	0.34	0.40	0.46	0.51
Nov	0.30	0.37	0.43	0.49	0.54
Dec	0.31	0.38	0.45	0.51	0.58
Annual	0.38	0.44	0.50	0.56	0.61

In base alle fonti bibliografiche di cui sopra appare evidente che i periodi con le condizioni maggiormente favorevoli sembrano essere quelli a ridosso della stagione estiva (primavera/autunno), escludendo quest'ultima per probabili limitazioni legate alla stagione turistica.



3.3.1 Limitazioni meteo – marine per le attività a mare

La trivellazione orizzontale controllata terra-mare prevede una serie di attività a mare così come meglio illustrato nei paragrafi successivi.

Dalle indagini bibliografiche sopra esposte appare evidente la possibilità di periodi / giornate in cui le condizioni del moto ondoso, vento e maree possano risultare proibitive per l'esecuzione di talune attività

Nell'ipotesi di utilizzo di imbarcazioni e mezzi nautici standard, ed in particolar modo all'utilizzo di pontone ormeggiato senza l'ausilio di stabilizzatori (jack-up), di seguito si riportano i limiti di operatività usualmente osservati

- Wind force (a 10mt) max 6 m/sec
- HS wave max 1,5 m (max 2 ma da valutare anche in funzione della frequenza)
- Sea current max 0.5 m/sec

Confrontando i limiti operativi con gli estremi attesi si nota come la scelta del periodo in cui effettuare le opere a mare (ovvero del periodo in cui statisticamente le condizioni risultano più favorevoli) è indispensabile per la riduzione dei tempi di inoperatività e conseguentemente di discontinuità delle attività.

3.4 Considerazioni ambientali

Da un punto di vista ambientale occorre dividere le attività a terra da quelle a mare.

Nel primo caso le aree di intervento sono limitate e non risultano particolari interferenze da un punto di vista ambientale.

In particolare, l'area adibita a parcheggio presenta dei filari di alberi a delimitazione delle corsie di parcheggio.

In sede di cantierizzazione si provvederà a proteggere le essenze limitrofe alle attività di perforazione con opportuni teli protettivi mentre quelli interferenti con la buca giunti terra mare e la zona di stazionamento della macchina saranno rimossi con salvaguardia delle radici e ricoverati in aree vegetali idonee o appositi vasi secondo le indicazioni che saranno impartite da tecnico agronomo forestale per poi essere reimpiantate.

Per quanto riguarda la movimentazione delle terre si prevede la produzione dei volumi di terra interessati dalla buca di partenza e dalla buca per la gestione dei fanghi di perforazione.

In assenza di analisi preliminari il terreno di scavo andrà accatastato in appositi cassoni e sottoposto ad analisi.

Vista l'ubicazione del sito di perforazione, evidentemente antropizzato, si assume che l'intero volume di scavo sia conferito come rifiuto, pertanto, il terreno accatastato prima di essere conferito andrà sottoposto ad analisi rifiuto per caratterizzazione codice CER secondo il D.Lgs 152/06 e s.m.i.

Complessivamente, vista la modalità di apprestamento dell'area di cantiere, si stimano le seguenti tipologie di rifiuto, conseguenti quantità e stima del codice rifiuto (nell'ipotesi di terreno non inquinato).



Tabella 6- Stima volumi rifiuti prodotti (escluso fanghi di perforazione) durante le attività di HDD

Rifiuto	Origine	Qtà stimata	Unità di misura	Codice CER
cemento	Demolizione piastrelle cemento piazzale	80	mc	1701
metalli	-	-	-	-
olio	Macchinari (forfettario)	50	l	1301
vernici	-	-	-	-
PVC, plastica, PEAD (sfridi tubo)	Sfridi di cantiere	2000	kg	1201
cartone	Sfridi di cantiere	100	kg	1501
rottami di cavo	Sfrido taglio per giunzioni	800	kg	1704
Terre e rocce da scavo	Scavo buca di partenza e buca fanghi	max 850	mc	1705
bitume	Forfettario	40	mc	1703

Chiaramente le quantità sopra stimate andranno verificate in fase operativa e conferite in base alle analisi di laboratorio che verranno effettuate.

Per quanto riguarda la traiettoria della perforazione, appena dopo l'area di parcheggio è presente un tratto boschivo con alberi ad alto fusto. Al fine di salvaguardare le radici delle essenze potenzialmente interessate dalla linea di traiettoria delle perforazioni si prevede un approfondimento > 6 metri lungo il tratto interessato.

Le attività a mare saranno limitate al punto di uscita della perforazione.

In prima battuta si prevede la realizzazione di una piccola buca di arrivo in prossimità del fondale per agevolare la fuoriuscita delle aste di perforazione e confinare il piccolo quantitativo di fanghi bentonitici previsto all'uscita. Al fine di confinare eventuali sversamenti di fanghi e limitare la torbidità dell'acqua si prevede di confinare la porzione di specchio d'acqua interessata dall'exit point con barriera galleggiante antinquinamento, dotata di telo verticale anticontaminazione, estesa dalla superficie al fondale.

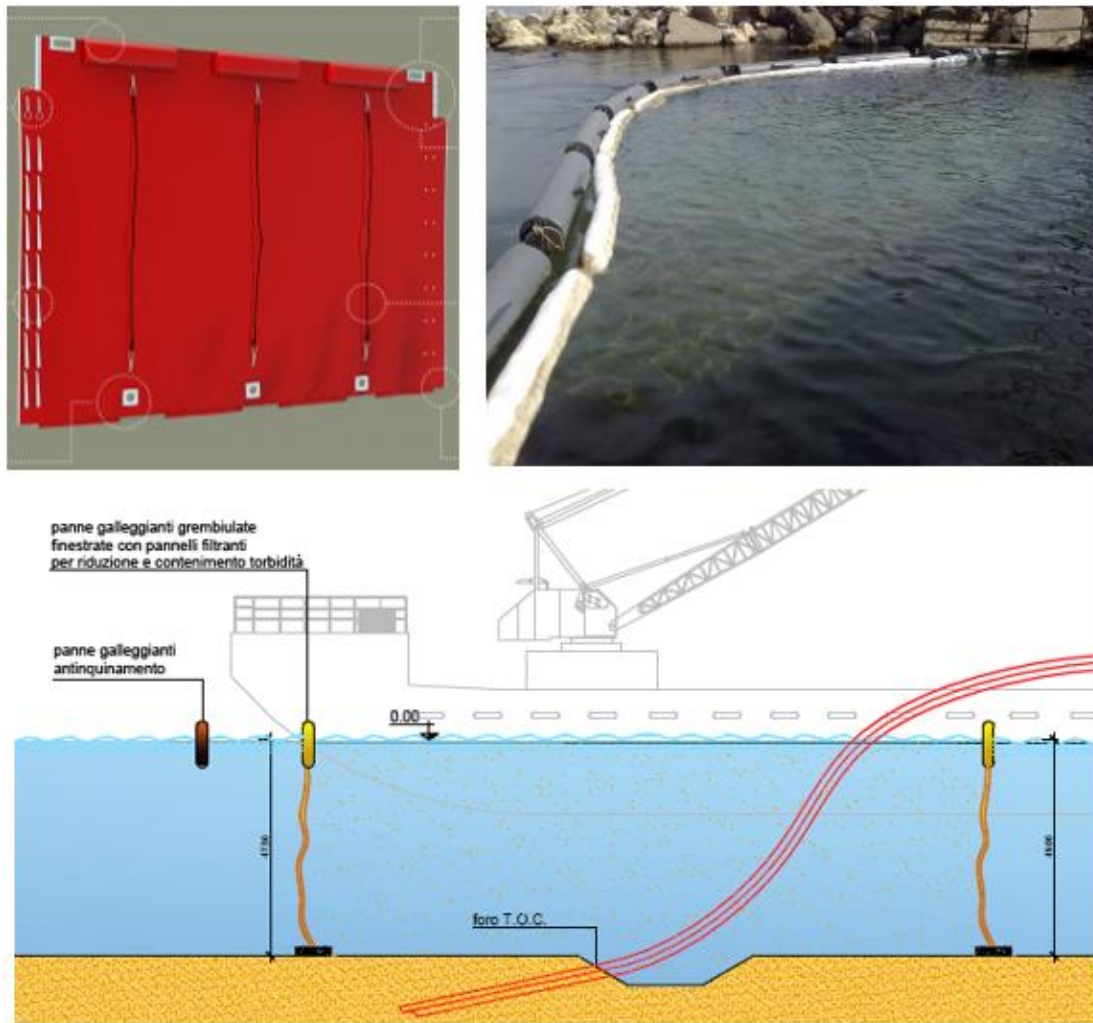


Figura 15 - Esempio sistemi di protezione contro torbidità e sversamenti a mare

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato relativo alle aree di cantiere “Cantierizzazione dell'opera di approdo” (doc. AGNROM_EP-D_EPCI-HDD).

I residui bentonitici verranno poi raccolti in appositi sacchetti stagni e caricati sui mezzi navali di supporto alle operazioni per essere poi portati a terra e conferiti come il resto degli altri fanghi bentonitici.

In merito a quest'ultimi generalmente i fanghi residui dalle perforazioni sono considerati rifiuti con codice CER 010504.

Nelle perforazioni complesse tipiche di un terra mare si prevede l'installazione di un ciclo di riciclaggio dei fanghi che prevede il trattamento di quest'ultimi (che vengono raccolti nella vasca fanghi) mediante il passaggio all'interno dell'unità di riciclaggio dal quale viene separato il rifiuto solido umido (smarino) proveniente dalla perforazione. La restante aliquota verrà fatta passare all'interno delle cosiddette unità di miscelazione dove verrà arricchita con nuova bentonite e acqua dolce per tornare nuovamente in circolo.



La porzione di rifiuto solido verrà raccolta in apposite aree e conferita come rifiuto negli impianti di smaltimento, previa analisi di caratterizzazione.

3.4.1 Stima dei volumi dei fanghi di perforazione

Sulla base delle assunzioni riportate, si stimano i seguenti volumi di fluido di perforazione da considerare come sommatoria per entrambe le perforazioni.

Tabella 7- Stima dei fluidi di perforazione

Agnes landfall - Hypothesis 830 m												
Lenghten HDD	830	N° rod estimated		83	Hyp L rod 10 m							
Phases	D		A		L rod (hypothesis)		%soil		%soil/rod		drill fluid/soil ratio	
Pilot borehole	250	mm	0,049	sm	10	m	0,048	mc/m	0,73	mc/rod	1,45	mc/rod
Reaming phase	450	mm	0,159	sm	10	m	0,109	mc/m	1,63	mc/rod	3,26	mc/rod
Reaming phase	630	mm	0,312	sm	10	m	0,151	mc/m	2,26	mc/rod	4,52	mc/rod
Reaming phase	1100	mm	0,950	sm	10	m	0,630	mc/m	8,95	mc/rod	22,37	mc/rod
									1126	mc	2623	mc
x 2 borehole									2251	mc	5245	mc

In caso di variazione dei diametri di alesatura attesi le quantità andranno rivalutate di conseguenza.

3.4.2 Considerazioni sulla flora e fauna marina

L'area antistante la costa di Marina di Ravenna, così come la maggior parte del mare adriatico, non è generalmente interessata da vaste praterie di Posidonia o Cymodocea, considerate essenze da salvaguardare e tutelate dalla normativa ambientale vigente.

Tuttavia, prima dell'avvio delle attività dovrà essere eseguita una ispezione visiva sottomarina in corrispondenza delle coordinate dell'exit point di entrambe le perforazioni al fine di scongiurare eventuali radure di flora mediterranea. In caso di presenza di radure interferenti (possibilità come detto alquanto remota) sarà necessario spostare il punto di uscita in prossimità di aree sabbiose e prevedere dei sistemi di ancoraggio *eco-friendly* dei natanti. Per il pontone in particolare, tipicamente l'ancoraggio è previsto mediante corpi morti (tipo blocchi calcestruzzo) posizionati sul fondale in corrispondenza dei 4 vertici dell'imbarcazione. Nel caso di interferenza di quest'ultimi con aree interessate da flora marina si dovrà prevedere dei sistemi di ancoraggio *eco-friendly* tipo a vitone o *manta ray* perfettamente compatibili con gli ecosistemi dei fondali marini e rispettosi della flora.



Ancoraggi a vite

Blocchi cemento

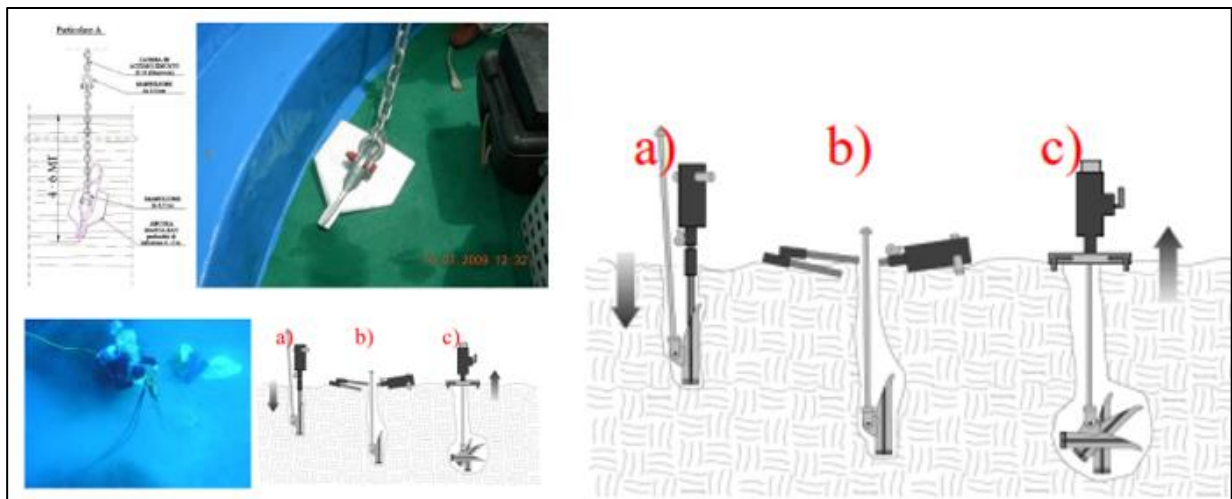


Figura 16 - Esempi di sistemi di ormeggio eco-friendly

In caso di necessità di utilizzo di ancoraggi a basso impatto quali ad esempio ancoraggi a vite si valuterà un adeguato piano di ormeggio che andrà sottoposto ad approvazione prima dell'avvio delle attività.

Il piano definitivo verrà definito dall'impresa esecutrice a valle dell'ispezione marina ed in funzione delle condizioni meteo marine in cui si opererà.

3.4.3 Rumore

Il presente paragrafo mira a valutare il potenziale impatto acustico delle attività legate alla perforazione HDD sull'ambiente circostante tenuto conto dei potenziali recettori e della classe di zonizzazione acustica e dalle relative norme di attuazione.



Tab. 2 – Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) [Tabella C del D.P.C.M. 14.11.97, in applicazione della L 447/95]

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturno (22.00-6.00)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II – Aree prevalentemente residenziali	55	45
III – Aree di tipo misto	60	50
IV – Aree di intensa attività umana	65	55
V – Aree prevalentemente industriali	70	60
VI – Aree esclusivamente industriali	70	70

Figura 17 - Stralcio piano comunale di classificazione acustica (L.R. 89/98)

L'area di cantiere in oggetto risulta limitrofa ad aree ricadenti in classe III e IV ubicate in un raggio di ca. 50m dalle aree oggetto di attività per cui si assume un limite diurno pari a 60 dba.

Come mostrato nella seguente simulazione del cantiere tenuto conto dei dati macchina (laddove disponibili o da letteratura) il livello di pressione sonora equivalente a 20 e 50 m risulta calcolato senza considerare gli effetti dispersivi di vegetazione o semplicemente aria (a titolo cautelativo)

Dai risultati ottenuti è verosimile un superamento dei limiti ammissibili previsti dalla zonizzazione acustica e sarà necessario ottenere apposita deroga prevista per attività temporanee di cantiere.

Tabella 8- Simulazione emissioni sonore durante le attività di trivellazione

ATTREZZATURE HDD TERRA MARE				
	Lw	h	Lp	Lp
D330	117	8	80	72
Escavatore	99	4	62	54
Gruppo elettrogeno	70	8	33	25
Un. Riciclaggio	101	8	64	56
Pompa	95	8	58	50
Autocarro con gru	98	1	61	53
R			20	50
LP eq.			80,3	72,3



In alternativa o in accompagnamento all'autorizzazione in deroga sarà necessario prevedere l'inserimento di barriere supplementari a quelle normalmente presenti nelle aree di cantiere, ad esempio usando barriere con pannelli fonoisolanti tipiche per cantieri stradali che garantiscono un $R_w = 14$ db.

Tabella 9 - Simulazione emissioni sonore con sistemi di mitigazione

ATTREZZATURE HDD TERRA MARE - Attenutate			
	Lw	h	Lp
D330	117	8	58
Escavatore	99	4	40
Gruppo elettrogeno	70	8	11
Un. Riciclaggio	101	8	42
Pompa	95	8	36
Autocarro con gru	98	1	39
R			50
LP eq.			58,3



Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle prescrizioni che saranno contenute nel PSC e alle analisi degli effettivi macchinari che saranno utilizzati.



4. PERFORAZIONE HDD E INSTALLAZIONE DI TUBI HDPE

4.1 Generale

Nel capitolo seguente vengono descritte le principali attività e attrezzature tipiche per l'installazione dei tubi con HDD per approdi terra mare.

Nella fase esecutiva le seguenti attività e attrezzature possono essere modificate rispetto a quanto descritto in base ai vincoli al contorno, alla disponibilità degli spazi forniti e alle procedure utilizzate dall'impresa incaricata.

Di seguito è riportata una tabella che elenca i vari passaggi di ciascuna delle tre principali attività (foro pilota, alesatura, tiro tubazione):

Tabella 10 - Schema delle sottofasi dell'HDD

Mobilizzazione e preparazione del sito	
Sequenza	Attività
0	Ottenimento permessi, autorizzazioni demaniali e ordinanze specchi d'acqua interessati dalle attività
1	Delimitazione dell'area di cantiere a terra
2	Picchettamento del punto di ingresso a terra e individuazione tramite coordinate del punto di arrivo a mare
3	Verifica presenza sottoservizi potenzialmente interferenti
4	Approvvigionamento idrico
5	Allestimento area di lavoro
6	Preparazione buca di ingresso
7	Posizionamento macchina e allestimento di tutte le connessioni necessarie
8	Controllo sottomarino in prossimità del punto di uscita a mare per controllo eventuali interferenze non rilevate in fase di survey e presenza di vegetazione
9	Verifica e controllo delle attrezzature
Operazione di perforazione HDD	
10	Preparazione delle batterie di aste per l'esecuzione del foro pilota
11	Calibrazione del sistema di guida e realizzazione campo magnetico artificiale (almeno nel tratto a mare)
12	Esecuzione del foro pilota mediante ausilio di fanghi bentonitici
Operazione di alesatura	
13	Operazioni propedeutiche all'installazione degli utensili di alesatura a mare
14	Recupero eventuale fuoriuscita di fanghi bentonitici
15	Collegamento degli utensili preposti all'alesatura del foro



16	Esecuzione 1 st back-reaming (utile per questa perforazione prevedere batteria d'aste posteriore al fine di poter garantire l'alesatura senza soluzione di continuità – opzione da definire anche in funzione delle condizioni meteo marine)
17	Esecuzione 2 st o n back-reaming (sovente sono necessari più passaggi di alesatura per la realizzazione del foro finale)
Installazione di tubi HDPE	
18	Stesa e saldatura delle tubazioni in prossimità della buca di partenza o in area attigua con spazi idonei per la stesa dell'intera stringa da installare. Verifica ed eliminazione di eventuali bavette di saldatura presenti lato interno tubo (opzione eventualmente attivata dal cliente) NB in caso di impossibilità di realizzare l'intero collegamento a terra è possibile realizzare in spezzoni da trasportare via mare in prossimità del punto di uscita provvedendo a saldarli poi insieme da pontone anche se sarebbe preferibile preparare l'intera stringa a terra
19	Installazione di apposita fune messaggera all'interno delle tubazioni
20	Trasporto della stringa di tubazione per galleggiamento via mare in corrispondenza del punto di installazione, mediante barche di supporto
21	Collegamento della tubazione con l'alesatore mediante interposizione di apposito utensile girevole
22	Tiro della tubazione all'interno del foro
23	Scollegamento della tubazione in prossimità della buca di partenza e taglio di extra lunghezze di tubazione con puntuale alesatura degli spigoli (evitare presenza di spigoli vivi alle estremità)
24	Sagomatura delle tubazioni in prossimità del raccordo la Buca giunti terra mare
25	Esecuzione pigging test (opzione eventualmente richiesta dal cliente)
26	Chiusura delle testate delle tubazioni con appositi tappi di protezione
Smobilitazione	
27	Rimozione delle attrezzature
28	Ripristino delle aree interessate dalle lavorazioni incluso smaltimento fanghi di perforazione

L'operazione HDD (Horizontal Directional Drilling) sarà eseguita da una macchina di perforazione situata nel punto di ingresso prestabilito, dove verrà installato anche il cantiere operativo principale che includerà le necessarie attrezzature ausiliarie. La perforazione del foro pilota verrà eseguita spingendo una testa di perforazione all'interno del terreno con un angolo di ingresso approssimativamente compreso tra 10 e 15°. Un set di aste di perforazione viene aggiunto man mano che la perforazione procede e spinte seguendo un percorso definito.



Il punto di partenza dell'asse di perforazione sarà a circa 1 / 1,5 metri al di sotto del piano di campagna al fine di aumentare la profondità della perforazione in prossimità dei tratti sensibili (presenza interferenze).

Il punto di uscita sottomarino sarà in corrispondenza delle coordinate individuate negli elaborati grafici allegati al Progetto. Una chiatta ("pontone") sarà ormeggiata in prossimità del punto di uscita per assistenza durante tutte le operazioni del *drilling* (foro pilota, alesatura e tiro della tubazione).

All'uscita del foro pilota verrà collegato l'utensile di alesatura al rig di perforazione. L'alesatura del foro pilota si ottiene utilizzando la rotazione del rig di perforazione impressa all'alesatura di forma tronco conica che creerà un anulus di dimensioni idonee al passaggio del tubo o fasci di tubi.

Le sezioni del tubo HDPE saranno collegate a terra mediante saldatura e l'intera lunghezza del tubo verrà trasportata per galleggiamento da barche di assistenza nelle posizioni del foro di uscita. Il tubo verrà quindi tirato attraverso il foro forato fino a raggiungere il foro di ingresso a terra.

La saldatura delle canne dei tubi dovrà essere eseguita in modo tale da evitare il più possibile bavette interne difficilmente rimovibili una volta collegati tutti i tubi.

Quando il tubo HDPE è installato e l'operazione HDD è completata, l'area del foro di perforazione a terra verrà ripristinata alle sue condizioni originali.

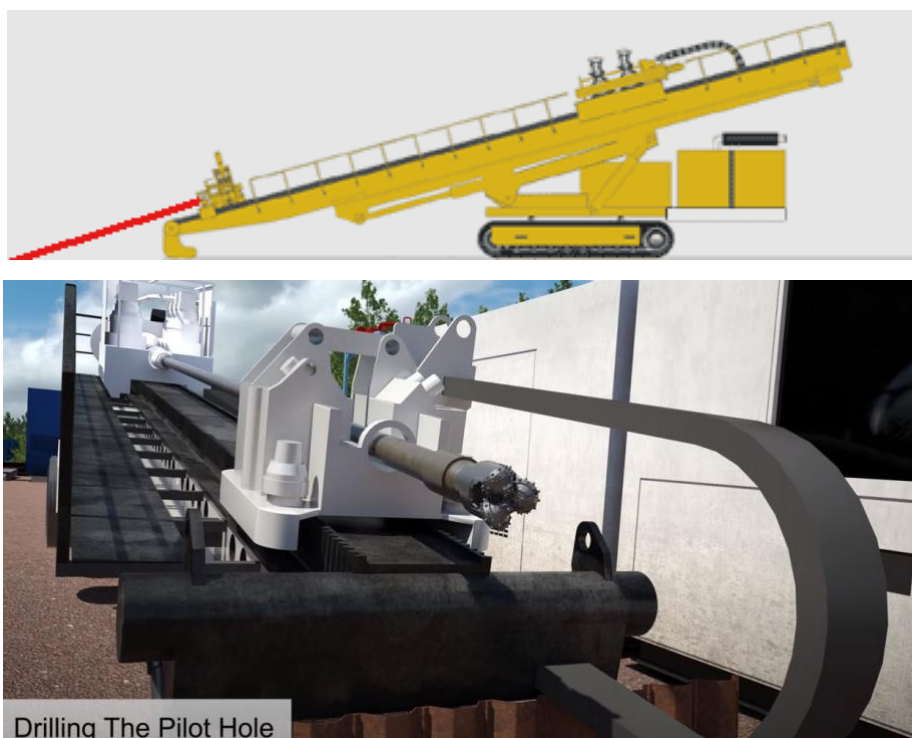


Figura 18 - Sezione tipica macchina HDD

Durante le operazioni di perforazione dovrà essere resa disponibile un quantitativo di acqua sufficiente necessario per tutte le operazioni. Generalmente si stima l'impiego di un volume di acqua dolce per la



miscelazione del fango di perforazione, indicativamente pari a 2 / 2,5 volte la sezione dell'anulus per metro lineare equivalente a valori che possono arrivare fino a 30 m³/h, (anche oltre in caso di fori di grandi dimensioni - valori indicativi che possono variare in funzione della miscela costituita e della velocità di avanzamento). Più fango viene riciclato, minore è il fabbisogno di acqua.

4.2 Fase 1 – Esecuzione foro pilota

All'inizio della perforazione del foro pilota, la prima parte del Down Hole Assembly (DHA) è costituita da una punta di perforazione (trapano), opportunamente sagomata e collegata con barre di perforazione amagnetiche, spinte nel terreno con un angolo il cui limite dipende dal tipo di macchina utilizzata (solitamente entro i 15°).

Il fluido di perforazione fluisce nel cosiddetto bit di testa che imprime una rotazione alla punta di perforazione per perforare il terreno. In funzione della tipologia di terreno possono essere utilizzate diverse tipologie di punte a seconda della consistenza del terreno stesso.

Il fluido di perforazione esce dal DHA ad alta pressione e trasporta il materiale "fratturato" attraverso l'anulus. Ogni asta di perforazione è seguita da un'altra e il processo continua fino a quando la testa arriva nel punto di uscita predefinito. Il foro pilota avrà un diametro di circa 220 / 250 mm e verrà praticato seguendo il percorso e il profilo di progetto.

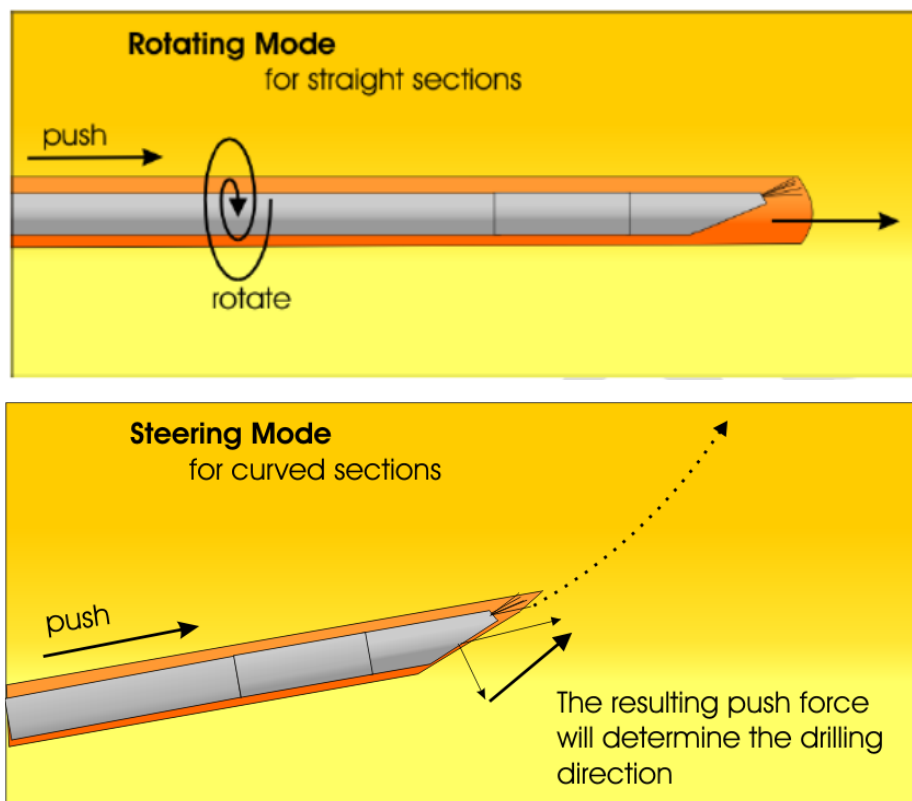


Figura 19 – Punta utensile foro pilota



La posizione della testa di perforazione durante l'avanzamento è determinata da un sensore situato direttamente dietro la testa. Il sensore misura un campo magnetico indotto e i dati raccolti dal sensore forniscono l'azimut e l'inclinazione del foro e la posizione rotazionale della punta (ParaTrack).

Al fine di garantire una adeguata calibrazione e guida è necessario creare lungo la traiettoria (o al minimo nel tratto marino) un campo magnetico artificiale mediante stesa in acqua di cavo LV lungo il perimetro interessato dalle traiettorie dei 2 HDD. Tale cavo sarà ancorato mediante corpi morti sul fondale o a pelo d'acqua collegato a boe segnaletiche posizionate comunque all'interno dello specchio d'acqua concesso per le attività.

Il piano asimmetrico della scarpa direzionale crea un angolo fra l'asse di avanzamento e l'asta di perforazione: se è necessario un cambio di direzione, l'asta di perforazione viene ruotata in modo che il piano asimmetrico coincida con il cambio di direzione desiderato. Quando non sono richiesti cambi di direzione, si procede facendo avanzare e contemporaneamente ruotare l'asta di perforazione: in tal modo l'effetto di deviazione viene ripartito uniformemente su tutta la circonferenza e pertanto si annulla. Attraverso la lettura dei dati provenienti dal sistema di guida si controlla che la perforazione proceda lungo il percorso prestabilito: nel caso di scostamenti, si apportano le opportune manovre correttive atte a mantenere la perforazione entro tale percorso (drilling path).

Il fluido di perforazione da utilizzare per la perforazione è un composto di acqua e bentonite e/o polimeri biodegradabili. Il fluido di perforazione riduce la coppia di perforazione, dà lubrificazione al tubo e fornisce un lavaggio anulare del materiale di perforazione oltre a garantire sostentamento al foro stesso.

Durante il processo di alesatura, il fango rimasto all'interno del foro verrà spinto verso la fossa di partenza, allontanato in apposita vasca di recupero dove potrà essere recuperato e/o immediatamente smaltito.

È opportuno rivestire la fossa di perforazione di adeguato tessuto plastico o similare per evitare eventuali dispersioni dei fanghi.

L'esperienza indica che solitamente la quantità di fuoriuscita di fanghi a mare è limitata; tuttavia, una squadra di subacquei dovrà provvedere a monitorare la quantità di fango e intervenire a raccoglierla e a sigillarla in sacchetti impermeabili da riportare all'unità fanghi installata nel sito di perforazione (buca di partenza).





Figura 20 – Unità recupero fanghi

Le aree preposte alla buca di partenza dovranno essere di dimensioni adeguate e idonee all'installazione di tutte le attrezzature necessarie per la gestione di tutte le fasi previste, con particolare attenzione al recupero dei fanghi e loro eventuale riutilizzo nel processo di trivellazione.

Nell'immagine seguente è schematizzata una tipica area di cantiere con l'individuazione delle varie postazioni. Resta inteso che sarà cura dell'impresa esecutrice organizzare e gestire adeguatamente gli spazi necessari.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato relativo alla cantierizzazione onshore (AGNROM_EP-D_EPCI-HDD).

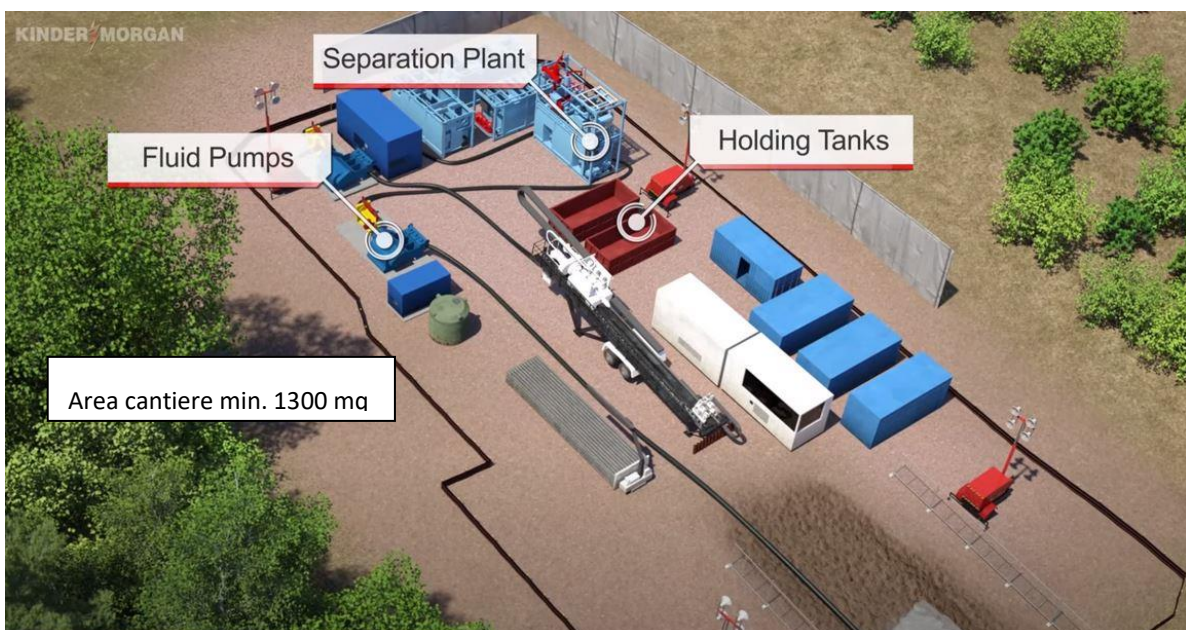


Figura 21 – Schema lay-out tipologico di cantiere



A titolo esemplificativo si riportano di seguito i tipici apprestamenti / attrezzature che si prevede utilizzare in questo genere di HDD

- Macchina di perforazione
- Batterie aste
- Approvvigionamento acqua
- Unità riciclo fanghi e miscelazione
- Unità raccolta fanghi
- Unità di pompaggio
- Unità utensili di ricambio / fasi drilling
- Unità compound / apprestamenti
- Power unit / unità laboratorio
- Stoccaggio fanghi / polimeri per perforazione

Mezzi d'opera a terra

- Escavatore
- Camion con gru
- Carrellone per trasporto attrezzature eventualmente da rimuovere una volta allestito il cantiere
- Rig macchina di perforazione

4.3 Fase 2 - Alesatura

Al termine della perforazione, il foro pilota verrà ingrandito a sufficienza per tirare il tubo HDPE. Ciò si ottiene eseguendo una serie di passaggi di pre-alesatura con appositi tools per l'allargamento del foro fino alla dimensione desiderata. Gli strumenti di pre-alesatura sono collegati alla batteria di aste di perforazione nel punto di uscita sottomarino sfruttando il pontone posto a servizio di tutte le attività.

Solitamente, al fine di garantire una maggiore continuità durante le fasi di pre-alesatura, una batteria di aste è collegata in continuità anche dietro a ciascun alesatore. Tuttavia la scelta di tale configurazione dipende dalle condizioni meteo marine tipiche che si presentano, in quanto necessita di assistenza continua a mare che non potrebbe essere garantita in caso di condizioni avverse.

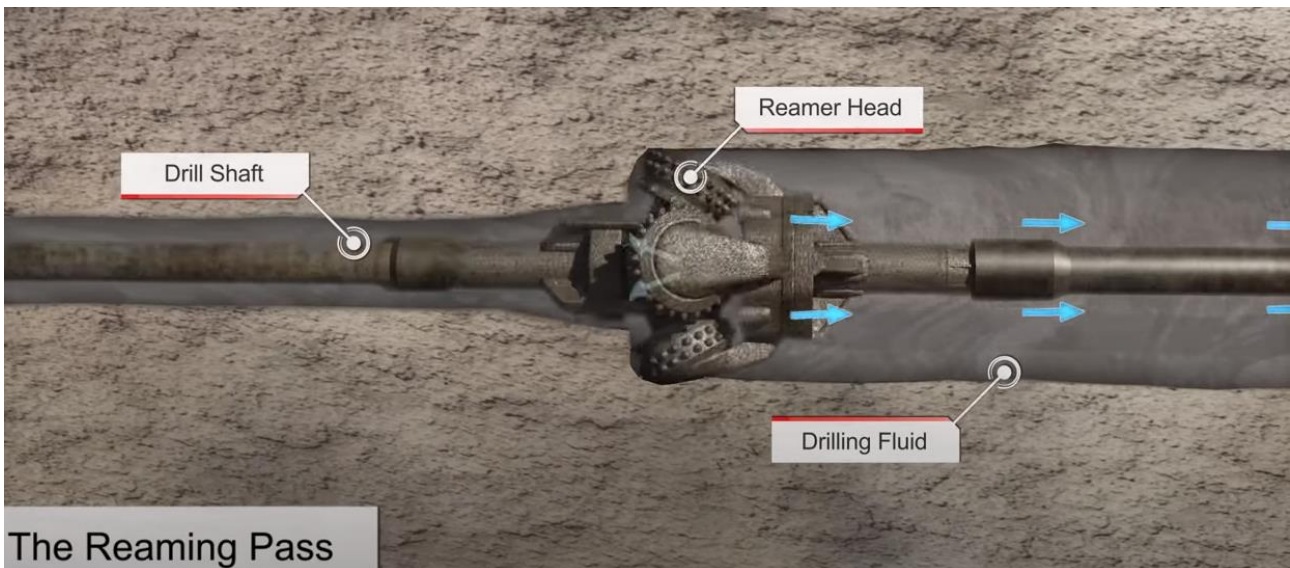


Figura 22 – Schema alesatura

Durante la fase di alesatura, l'utensile viene fatto ruotare dalla batteria d'aste e imprime una azione abrasiva finalizzata all'allargamento del foro. Anche la fase di alesatura è costantemente eseguita insufflando fluidi di perforazione per garantire l'adeguata lubrificazione e allontanamento del materiale alesato.

L'operazione di alesatura viene ripetuta fino a ottenere il diametro richiesto del foro, seguendo sempre la stessa linea centrale del foro pilota realizzato precedentemente.

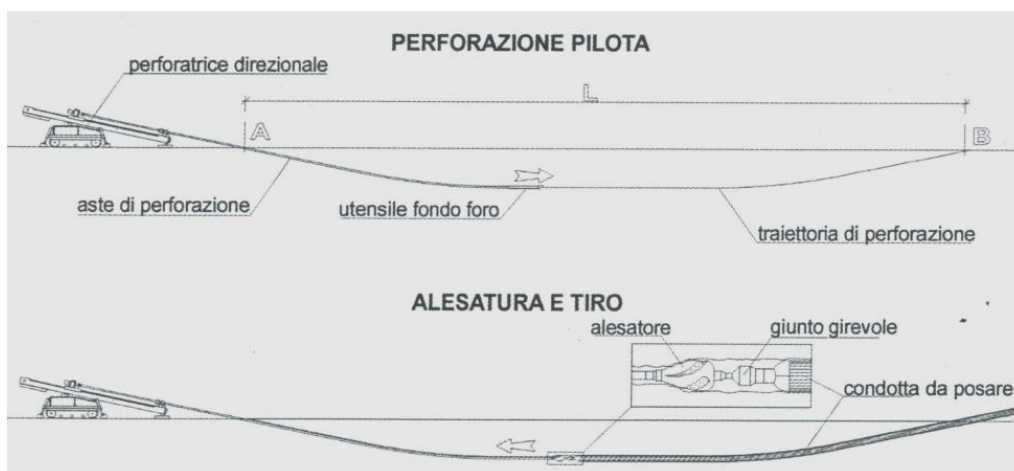


Figura 23 – Schema fasi di lavoro

Particolare importanza assumono in questa fase la sovralesatura e la lubrificazione. Per sovralesatura si intende la maggiore dimensione che deve avere il diametro nominale del foro allargato rispetto al diametro nominale esterno della tubazione / fascio di tubi da installare. Essa è necessaria per creare un opportuno



distacco tra le pareti del preforo e la tubazione (anulus). Questo distacco si rende necessario per una serie di motivi, quali:

- Ridurre l'ampiezza delle aree di contatto tubazione-terreno al fine di ridurre le forze di attrito complessive;
- Permettere il ricircolo dei fluidi di perforazione e, nei casi in cui esso risulti determinante, garantire che vi sia sufficiente spazio perché svolga anche un'azione di sostentamento del foro;
- Permettere che tra tubazione e pareti del preforo, vi sia sempre un'adeguata quantità di agente lubrificante (che nella quasi totalità dei casi è rappresentato dal fluido di perforazione stesso, alle volte opportunamente additivato).



Figura 24 – Arrivo alesatore al punto di partenza

Prima del completamento delle fasi di alesatura, verrà installata all'interno del tubo HDPE una apposita corda, denominata messaggera, di capacità portante minima pari a 4 tonnellate. Le estremità saranno sigillate e testate.

La messaggera in oggetto sarà posizionata all'interno della tubazione e quindi indirettamente trasportata con il tubo durante la fase di tiro.

Il posizionamento della messaggera all'interno della tubazione dovrebbe avvenire dopo la fase di saldatura dei tubi in quanto viceversa si potrebbe correre il rischio di danneggiarla, pertanto, potranno essere seguite le seguenti fasi:

- Saldatura delle tubazioni con rimozione dei cordoni di saldatura interni ed esterni
- Inserimento fune messaggera all'interno della stringa di tubazioni mediante pallone sparato da compressore ad una delle due testate del tubo
- Recupero e stesa della messaggera lungo l'intera stringa di tubazione
- Collegamento e bloccaggio della messaggera in corrispondenza della testa della tubazione

Prima dell'avvio delle operazioni l'appaltatore incaricato delle attività dovrà produrre apposita procedura che dovrà essere validata dalla Committenza.



4.3.1 Attrezzature off-shore

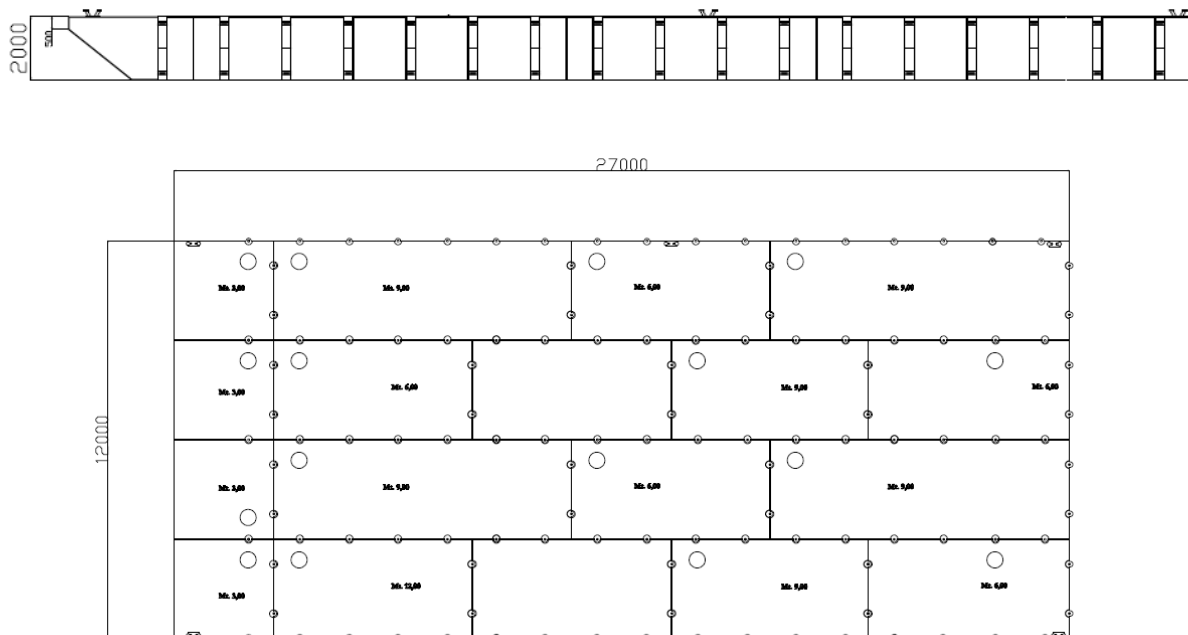
Come riportato nei paragrafi precedenti, le attività a mare saranno assistite da apposito pontone e barche di assistenza.



Figura 25 - Pontone tipico e barca di appoggio

Le dimensioni del pontone saranno scelte dall'impresa esecutrice in funzione dell'esperienza acquisita e della lunghezza di perforazione da realizzare.

Le dimensioni tipiche di un pontone possono essere ricavabili da moduli preassemblati. Ipotizzando moduli di 12 x 3 m si ottengono dimensioni tipiche come ad es. 12 x 27, che tuttavia andranno valutate nel dettaglio dall'impresa operante (di seguito schema di un pontone modulare – dimensioni non vincolanti).



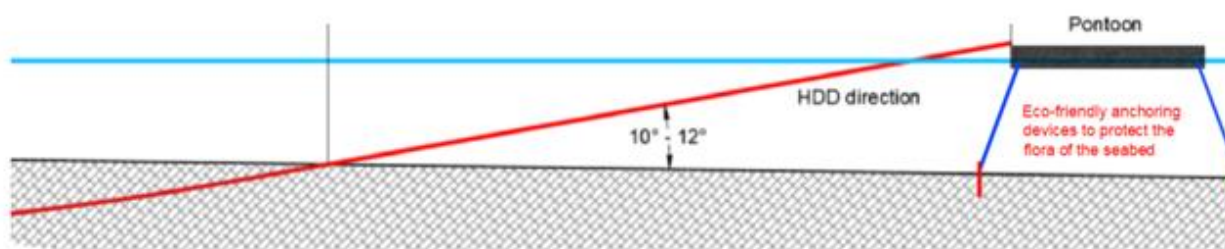


Figura 26 - Schema posizione pontone

Il pontone solitamente è movimentato da un rimorchiatore a spinta e sarà ancorato lungo la direzione del punto di uscita ad una distanza sufficiente per consentire il recupero delle aste di perforazione e della tubazione lungo la direzione di uscita.

Il pontone sarà ancorato in almeno 4 punti al sottosuolo (al riguardo si rimanda al paragrafo 3.2.2) e sarà disponibile per tutte le attività dell'HDD. Il pontone solitamente è dotato di ca. 4 verricelli e ancore, un escavatore cingolato, una rastrelliera per aste di perforazione, un'unità di potenza con due generatori, un hydropack, attrezzature di sicurezza, serbatoio di gasolio ecc. Il pontone e la barca di ausilio devono rimanere in mare durante l'intero progetto ed essere dispiegate continuamente a seconda delle esigenze fino a quando il tubo in HDPE non viene tirato e sigillato.

Diversi equipaggi di subacquei certificati supporteranno le operazioni.

In caso di condizioni meteo marine avverse o a discrezione dell'equipaggio operante il pontone sarà ricoverato presso strutture portuali attigue. Al riguardo il vicino porto di Marina di Ravenna che dista 3,32 miglia nautiche offre diverse soluzioni di ricovero che chiaramente dovranno essere preliminarmente concordate con l'autorità competente.

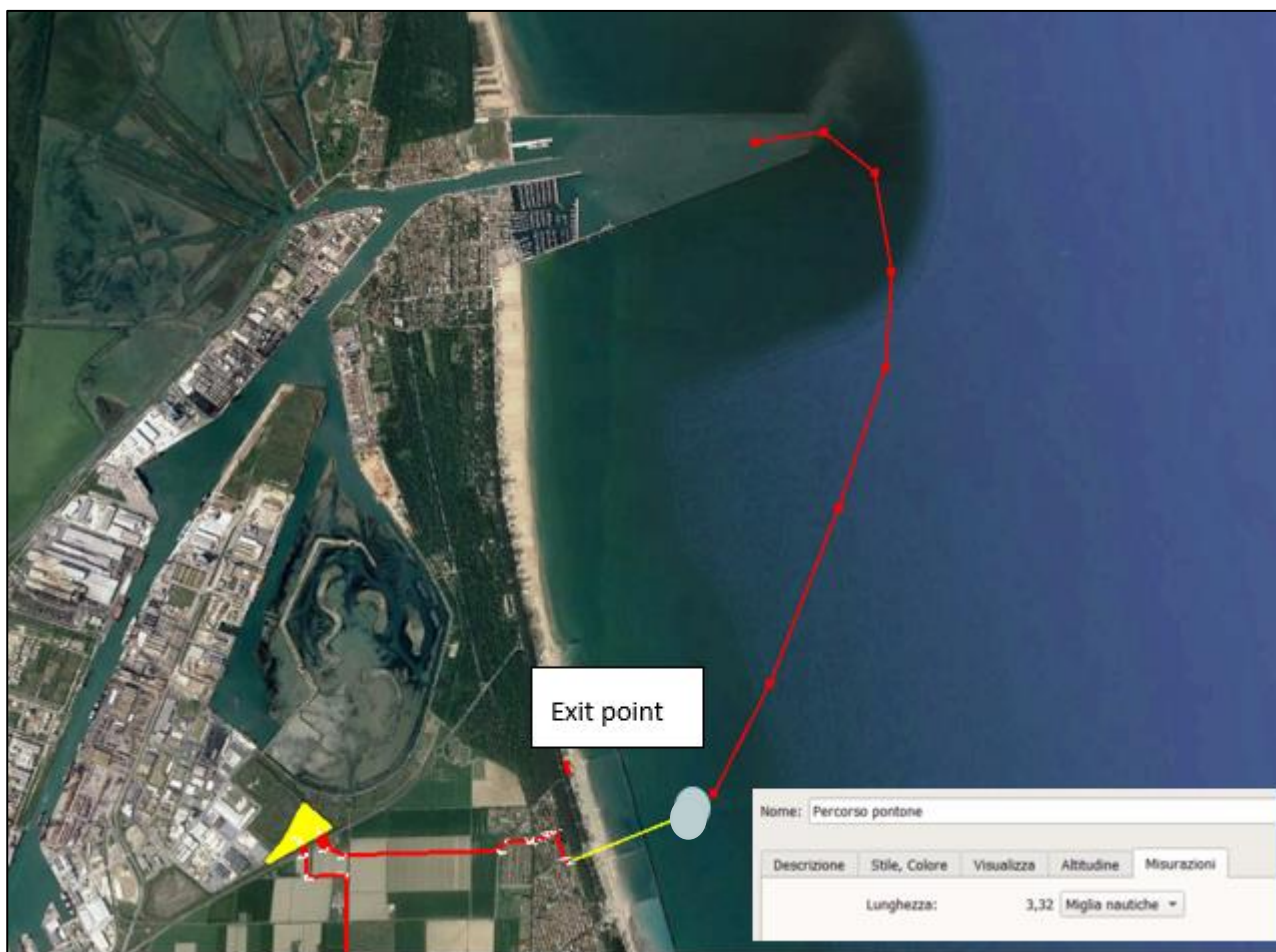


Figura 27- Valutazioni preliminari aree di ricovero imbarcazioni di lavoro



4.3.2 Saldatura delle tubazioni

La giunzione delle tubazioni non potrà in alcun modo avvenire mediante giunti a compressione, ma necessariamente per saldatura ad es. per termofusione secondo la seguente sequenza esemplificativa:



Macchina per termofusione e aspetto finale a saldatura avvenuta



Rimozione eventuali bavette esterne



Rimozione eventuali bavette interne

La fine di limitare le operazioni a mare (svincolando il prosieguo di almeno una parte delle attività dalle condizioni meteo marine), in fase preliminare sono state individuate alcune opzioni preposte alla saldatura dei tubi a terra. La scelta delle aree per tale lavoro è finalizzata a garantire la possibilità di saldare l'intera stringa di tubazioni al massimo in 2 tronconi da giuntare prima di completare il varo a mare della pipeline. Trattasi chiaramente di aree ad occupazione temporanea e senza impatti permanenti sui sedimenti interessati.



Figura 28 - Individuazione area Opzione 1 per saldatura tubazioni

Le aree individuate ovviamente andranno sottoposte ad approvazione da parte delle autorità competenti e rilascio di apposita autorizzazione. In prima battuta si ipotizza l'esecuzione delle saldature lungo l'ampia spiaggia antistante la postazione Enel prospiciente la parte terminale di viale delle Sirti, comoda per l'accesso e il trasporto delle canne di tubazione e vicina all'approdo. Tale soluzione prevede la concessione demaniale



per occupazione temporanea della spiaggia e probabilmente alcune opere propedeutiche di protezione delle canne di tubazione e dei macchinari preposti contro il rischio di mareggiate (tipo dune in sabbia o barriera con blocchi di cemento poi rimossi).

In alternativa si individua il lungo pontile adiacente al porto, che anche in questo caso, andrà sottoposto ad approvazione all'autorità portuale e demaniale di competenza.



Figura 29- Individuazione area Opzione 2 per saldatura tubazioni

Trattasi evidentemente di valutazioni preliminari che potranno essere meglio definite nelle successive fasi del progetto. Le stringhe di tubazioni realizzate a terra verranno poi trasportate con modalità floating (utilizzo di palloni per la galleggiabilità) via mare al punto di arrivo dell'HDD, mediante utilizzo della barca di ausilio al pontone (spingitore) e/o altro tipo di imbarcazione di supporto. In caso di spazi limitati disponibili (nessuna possibilità di procedere con la saldatura dell'intera stringa di tubi), si potrà procedere alla saldatura del tubo in sezioni ad esempio da 420m. Quando tutte le sezioni sono pronte, potranno essere saldate in sequenza man mano che vengono portate a mare e tirate dalle imbarcazioni di appoggio.

Resta inteso che per tutte e le opzioni, la disponibilità del tratto terrestre per le operazioni di stesa / saldatura dovrà essere preventivamente concordato / autorizzato dagli Enti gestori e il percorso a mare dovrà essere pianificato in funzione delle condizioni meteo – marittime e a valle dei necessari permessi delle Autorità marittime



4.4 Fase 3 – Tiro tubazione

La fase finale dell'operazione HDD è il pull-back del tubo HDPE attraverso il foro alesato. Durante l'operazione di pull-back, un reamer viene collegato al tubo, che ruota e viene tirato verso la macchina utilizzando la circolazione di fluido di fanghi



Figura 30 – Schema tiro delle tubazioni

Il collegamento tra il tubo e il reamer avviene tramite un utensile girevole, detto *swivel*, per annullare coppia e rotazione. Il tubo / fascio di tubi verrà tirato fino alla buca di ingresso dove sarà poi scollegato dall'utensile e opportunamente raccordato con la tubiera della trincea.



Figura 31– Arrivo tubazione alla buca di partenza



In sintesi, tutte le operazioni sono rappresentate nel seguente schema:

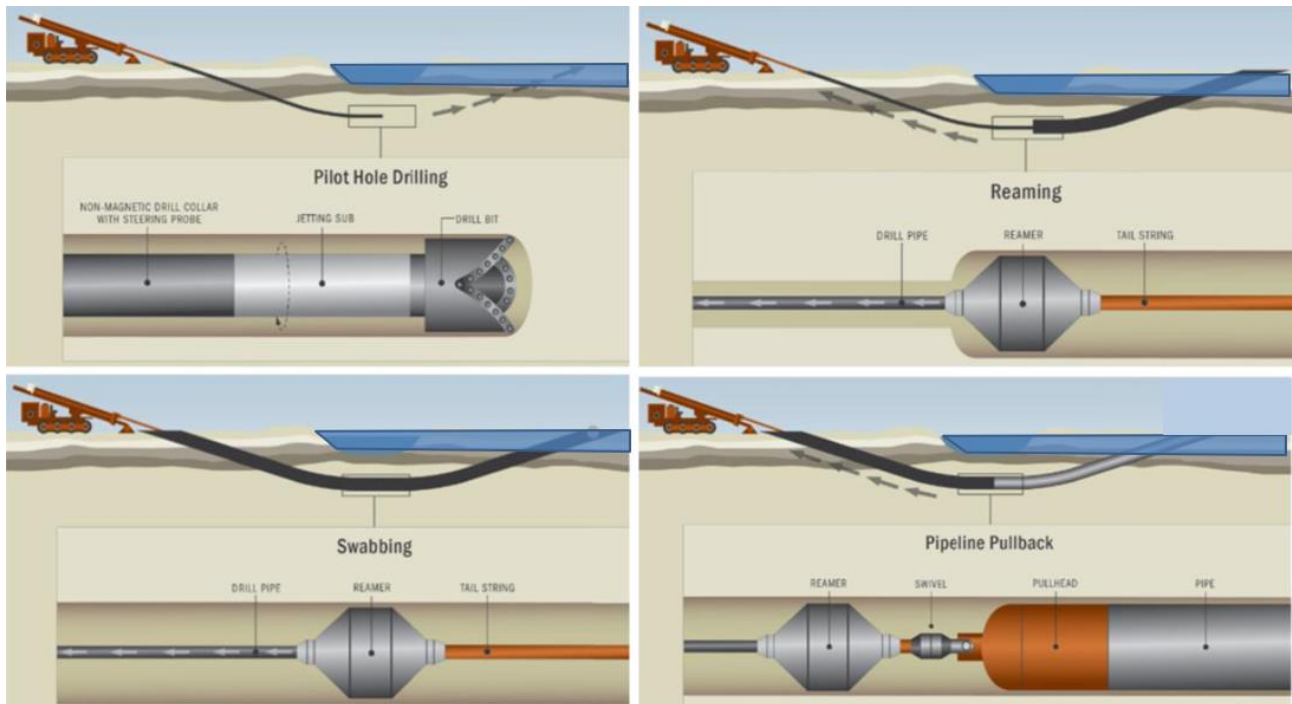


Figura 32– Fasizzazione delle attività

4.5 Fanghi di perforazione e recupero

Il *mud engineer* dovrà provvedere a definire la corretta composizione in relazione alle analisi sui fanghi di ritorno eseguite direttamente in sito. La miscela di fanghi utilizzati dovrà essere conforme ai requisiti ambientali secondo la normativa vigente per cui andranno valutati miscele a base bentonitica eventualmente integrate da polimeri biodegradabili.

I fanghi bentonitici svolgono molteplici funzioni:

- trasmettono la forza di taglio idraulico poiché agiscono sul terreno e lo disgregano sfruttando l'energia cinetica
- In ragione della loro tixotropicità mantengono in sospensione i materiali più fini e ne rendono possibile la loro eduazione mentre i materiali più grossolani vengono dislocati sulle pareti del foro
- Saturano le porosità delle pareti del foro garantendo una maggiore stabilità ed una riduzione della rugosità naturale e quindi dell'attrito. Le pareti del foro vengono rivestite da uno strato di fango il cui spessore può variare da alcuni millimetri fino a 2/3 cm; la formazione del pennello sulle pareti del foro avviene per presso-filtrazione dell'acqua libera eccedente attraverso il terreno che funziona da filtro naturale trattenendo le particelle



- Contribuiscono alla stabilizzazione del foro combinando una azione di spinta idrostatica sulle pareti generata dal battente idraulico con la funzione legante che possono apportare penetrando nel terreno stesso e miscelandosi con esso
- Mantengono la temperatura dell'utensile di perforazione entro valori compatibili con le esigenze dello strumento di guida in esso alloggiato
- Durante le fasi delle lavorazioni i fanghi dovranno essere confinati all'interno di appositi recipienti / buche isolate

Al fine del recupero del fango di perforazione, si prevede la preparazione di una fossa/vasca impermeabile in prossimità dell'area di perforazione, dove sarà trasportato attraverso apposita tubazione. Da questo bacino il fango verrà pompato nell'unità di separazione, dove il materiale solido verrà separato meccanicamente. Successivamente il fango verrà pompato nell'unità di miscelazione per supportare le operazioni di perforazione.

Al termine delle attività di perforazione (o durante le attività step by step) i rifiuti residui solidi e liquidi dovranno essere smaltiti, secondo le normative vigenti e l'area ripristinata secondo le condizioni originali.

Al riguardo si rimanda la capitolo 3.2.

4.6 Completamento della linea e smobilitazione

Una volta terminate le operazioni di installazione della tubazione si provvederà ad eliminare le extra lunghezze della tubazione, a sigillare le teste e a ripristinare i luoghi alle condizioni ante operam, effettuando anche una ricognizione nel punto di uscita a mare per verificare eventuale eccedenza di fanghi non ancora smaltiti.

Il troncone a terra sarà poi collegato alla buca giunti Terra mare prevista ubicata in prossimità dell'*entry point* degli HDD.

Al termine delle attività si procederà alla smobilitazione dell'area.

Al termine della fase di realizzazione del foro pilota le curve possono essere più articolate e meno regolari di quelle ipotizzate in sede di progetto, in quanto, a causa dell'interazione con il terreno, può accadere che l'asse del foro si modifichi.

Durante la fase di avanzamento tutti i dati di perforazione dovranno essere registrati per l'emissione del definitivo "*as-built*".

4.7 Tolleranze

Generalmente il sistema di guida geomagnetico tipo paratrack garantisce tolleranze minime dell'ordine dell'1%. Tuttavia vista la lunghezza della perforazione e presenza di sottoservizi che potrebbero interferire nella lettura del campo magnetico è stato assunto un corridoio della perforazione avente una fascia di 80 m come desumibile dagli elaborati grafici allegati.



5. CARATTERISTICHE TECNICHE INSTALLAZIONE

Di seguito vengono riassunte le principali caratteristiche geometriche dell'installazione, definite in base:

- Ai parametri geotecnici analizzati
- Allo stato attuale dei luoghi in particolar modo in prossimità della buca di partenza
- All'eventuale presenza di ostacoli lungo il tracciato lato marino
- Alla presenza di flora e fauna marina
- All'angolo di inclinazione fondale
- Al tracciato preliminare cavi marini

Tabella 11 - Sintesi dati geometrici

PILOT BOREHOLE		
Number of boreholes	2	
Drilling machine position	Area parcheggio antistante Viale delle Sirti	
Pilot hole direction	Ovest - Est	
Coordinates of HDD 1 entry point	Est	284564,49
Coordinates WGS84 UTM Zone 32N	Nord	4924949,36
Coordinates of HDD 1 exit point	Est	285242,78
Coordinates WGS84 UTM Zone 32N	Nord	4925425,69
Coordinates of HDD 2 entry point	Est	284568,49
Coordinates WGS84 UTM Zone 32N	Nord	4924944,82
Coordinates of HDD 2 exit point	Est	285258,40
Coordinates WGS84 UTM Zone 32N	Nord	4925403,51
Planimetric length of drilling	HDD 830 m	
Pilot hole entrance trajectory inclination	13°	
Pilot hole exit trajectory inclination	10°	
Depth of submarine at exit point	-4,10 m	
Pilot Borehole Diameter (Expected. Bore Diameter)	250 mm	
REAMING		
External diameter of final over-reaming (indicative values)	PC: 1100 mm	



PIPE PULL	
Positioning of the drilling machine	Area parcheggio antistante Viale delle Sirti
Direction of pipe pulling	Da mare a terra (Est – Ovest)
Pipes to be pulled	HDPE pipe PE100 DN 800 (da verificare a valle definizione tipologia cavo)

Per ulteriori dettagli relative al tracciato si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio.

5.1 Calcoli e verifiche dell'installazione

A valle della descrizione delle varie fasi relative alla trivellazione orizzontale controllata si riportano nella seguente sezione le simulazioni effettuate finalizzate alla verifica dei parametri di progetto al fine di verificare il tracciato geometrico riportato negli elaborati grafici, in funzione dei parametri del terreno, della tubazione e di tutti gli altri fattori che possono influenzare l'esecuzione dell'HDD.

Si precisa che il calcolo teorico preliminare e le risultanze derivanti partono da presupposti teorici che risultano sovente soggetti a variabili (specie in tema di approdi terra mare) non facilmente controllabili, e da assunzioni che dovranno essere rivedute ed eventualmente integrate/revisionate dall'impresa appaltatrice in funzione delle proprie attrezzature ed esperienze.

La modellazione dell'HDD è stata effettuata col software *BoreAid* ver. 5.1.08.

5.1.1 Calcolo sovralesatura

La sovralesatura è data dal rapporto

$$D_o = (1 + r)D_p$$

avendo indicato con:

- D_o = sovralesatura
- D_p = diametro esterno del tubo da installare



Dove r rappresenta un valore variabile in funzione dei raggi di curvatura presenti in progetto e della tipologia prevalente di terreno.



Tabella 12 - Calcolo diametro di sovralesatura

CALCOLO DIAMETRO FINALE DI ALESATURA																	
Calculation of the over boring Diameter D0																	
r	0,280	over boring coefficient															
Dp	0,8	Outer diameter of the tube to be installed															
D0	1,100	sovralesatura															
coefficiente di sovralesatura r																	
curvatura massima e raggio minimo del percorso		TERRENO TIPO															
C ≤ 0,1%	R ≥ 1.000 m	1	2	3	4												
0,1% < C ≤ 0,2%	1.000 m > R ≥ 500 m	30%	25%	35%	20%												
0,2% < C ≤ 0,5%	500 m > R ≥ 200 m	36%	31%	42%	26%												
0,5% < C ≤ 1%	200 m > R ≥ 100 m	40%	34%	45%	29%												
1% < C ≤ 2%	100 m > R ≥ 50 m	43%	37%	48%	32%												
2% < C ≤ 4%	50 m > R ≥ 25 m	46%	41%	52%	35%												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAB. VIII classificazione del terreno in macroclassi</th> </tr> <tr> <th>macroclasse</th> <th>descrizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TIPO 1</td> <td>terreni granulari a grana da media a fine (sabbia sciolta, ghiaia sciolta, ecc.)</td> </tr> <tr> <td>TIPO 2</td> <td>terreni coesivi (argille, argille sabbiose, sabbie argillose, limi, limi sabbiosi, ecc.)</td> </tr> <tr> <td>TIPO 3</td> <td>terreni coesivi con trovanti rocciosi, ghiaia di granulometria grossolana</td> </tr> <tr> <td>TIPO 4</td> <td>roccia</td> </tr> </tbody> </table>						TAB. VIII classificazione del terreno in macroclassi		macroclasse	descrizione	TIPO 1	terreni granulari a grana da media a fine (sabbia sciolta, ghiaia sciolta, ecc.)	TIPO 2	terreni coesivi (argille, argille sabbiose, sabbie argillose, limi, limi sabbiosi, ecc.)	TIPO 3	terreni coesivi con trovanti rocciosi, ghiaia di granulometria grossolana	TIPO 4	roccia
TAB. VIII classificazione del terreno in macroclassi																	
macroclasse	descrizione																
TIPO 1	terreni granulari a grana da media a fine (sabbia sciolta, ghiaia sciolta, ecc.)																
TIPO 2	terreni coesivi (argille, argille sabbiose, sabbie argillose, limi, limi sabbiosi, ecc.)																
TIPO 3	terreni coesivi con trovanti rocciosi, ghiaia di granulometria grossolana																
TIPO 4	roccia																

Nel caso in oggetto visto anche la natura del terreno si prevede un diametro di sovralesatura pari a 1100 mm.

5.1.2 Calcolo del tiro delle tubazioni

Il calcolo del tiro avviene mediante modellazione del percorso secondo regole trigonometriche finalizzate ad individuare tutti gli elementi geometrici del tracciato.

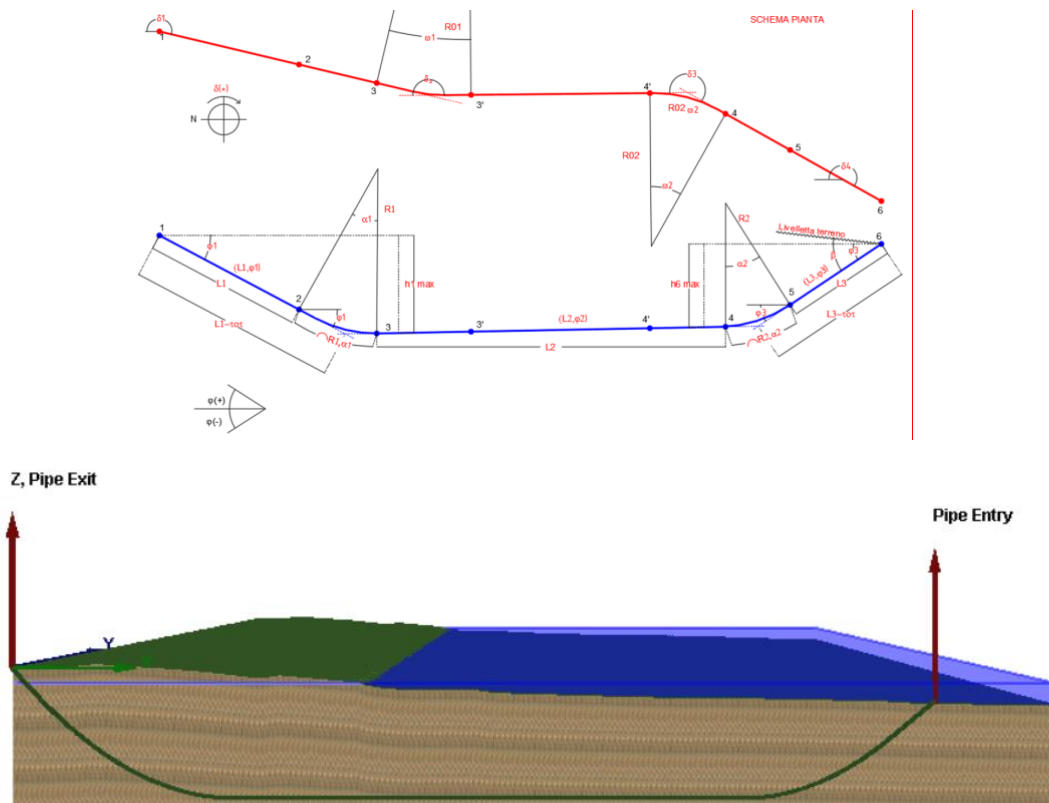


Figura 33 - Modellazione traiettoria di perforazione



Le grandezze adottate per il calcolo del tiro sono riassunte di seguito. Nella simulazione è stato considerato il tubo “chiuso” ovvero vuoto, al fine di valutare il valore massimo del tiro e i seguenti valori di coefficiente di attrito ottimizzati per effetto lubrificante dell’anulus.

coefficiente di attrito	simbolo	valore
tubo-terreno, statico	μ_{gs}	0,80÷0,60
tubo-terreno, dinamico	μ_{gd}	0,50÷0,40
tubo con rulli di scorrimento, statico	μ_{gs}	0,20÷0,15
tubo con rulli di scorrimento, dinamico	μ_{gd}	0,15÷0,10
tubo-foro, statico	μ_s	0,70÷0,40
tubo-foro, dinamico	μ_d	0,50÷0,10

La massima forza di tiro risultante considerando tubo vuoto risulta pari a 188 ton.

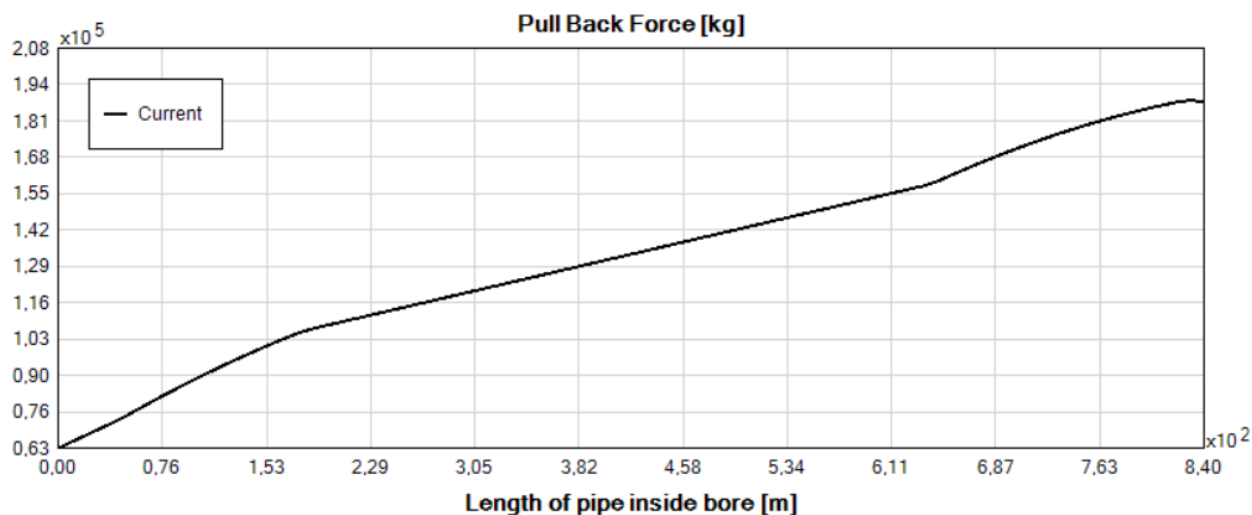
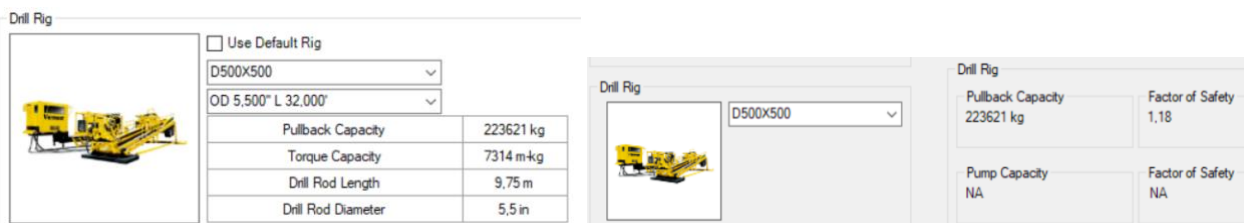


Figura 34 – Grafico del tiro della pipeline

La massima forza di tiro risultante considerando il ballast (tubo riempito in una certa aliquota) risulta pari a 83 ton.

Nella modellazione effettuata sono state ipotizzate 2 macchine tipo Vermeer **D500x500 (capacità 223 ton)** e Vermeer **D330x500 (capacità 154 ton)**.



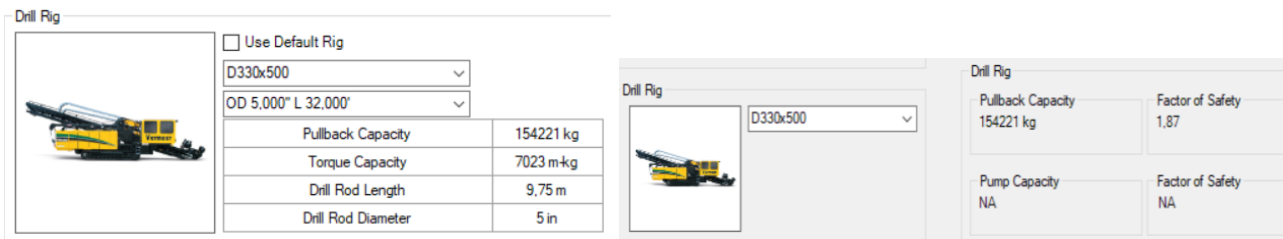


Figura 35 – Tipologia macchine ipotizzate

Le quali possono risultare idonee in funzione alle modalità di installazione del tubo (vuoto o con ballast) e a valle del dimensionamento finale da sviluppare nelle successive fasi del progetto quando tutti i parametri geotecnici e del cavo saranno definiti.

Nella tabella di riepilogo dei valori calcolati vengono presentate due colonne. Nella prima colonna vengono mostrati i valori dei parametri nella posizione in cui si ha la massima forza di ritiro lungo il percorso di perforazione. Potrebbe non trattarsi del massimo assoluto di tutte le quantità poiché, ad esempio, la tubatura potrebbe non essere piegata in quella particolare posizione. La seconda colonna nella tabella mostra il massimo assoluto di ciascun parametro (considerato in qualsiasi punto lungo la perforazione e non solo nel punto di massimo pullback).

In-service Loads				
	Calculated	Allowable	Factor of Safety	Check
Deflection [%]	2,701	7,5	2,8	OK
Unconstrained Collapse [kPa]	366,0	916,0	2,5	OK
Compressive Wall Stress [kPa]	1926,7	7929,0	4,1	OK
Installation Loads				
	Calculated	Allowable	Factor of Safety	Check
Deflection [%]	0,287	7,5	26,2	OK
Unconstrained Collapse [kPa]	434,3	865,9	2,0	OK
Tensile Stress [kPa]	13403,0	22000,0	1,6	OK

Figura 36 - Risultati verifiche di stress

NB: per *installation loads* si intendono i carichi durante la fase di installazione, mentre per *in-service load*, quelli con il tubo in servizio.

Resta inteso che il valore massimo di tiro potrebbe subire oscillazioni in funzione di imprevisti o irregolarità non modellabili in fase di progettazione. Per cui è consigliabile adottare sempre delle macchine di adeguata potenza capaci di gestire eventuali picchi anche di notevole entità e in relazione all'esperienza maturata dagli operatori.



5.1.3 Verifica pressioni limite

Un'altra verifica importante da definire in fase di progettazione è quella delle pressioni limite, ovvero, la capacità del terreno di bilanciare adeguatamente la pressione dei fanghi di perforazione al fine di evitare rischi di *frac-out* (fuoriuscita dei fanghi in superficie). Tali azioni solitamente, a meno di fratture preesistenti nei substrati del terreno, sono meno frequenti nelle trivellazioni terra mare.

Per calcolare la pressione limite è necessario ipotizzare la reologia dei fanghi di perforazione, la portata della pompa e la densità del fluido di perforazione. Sarà cura del mud engineer valutare la miglior ricetta possibile, finalizzata ad ottenere valori di viscosità plastica e *yield point* idonee.

Utilizzando mix tipici per trivellazioni terra-mare, è possibile modellare in via preliminare le curve delle pressioni e il rischio di *frac-out* in funzione della tipologia di terreno assunto sabbioso – limoso con parametri meccanici da letteratura (da verificare a valle delle indagini geognostiche puntuali definite nei parametri precedenti).

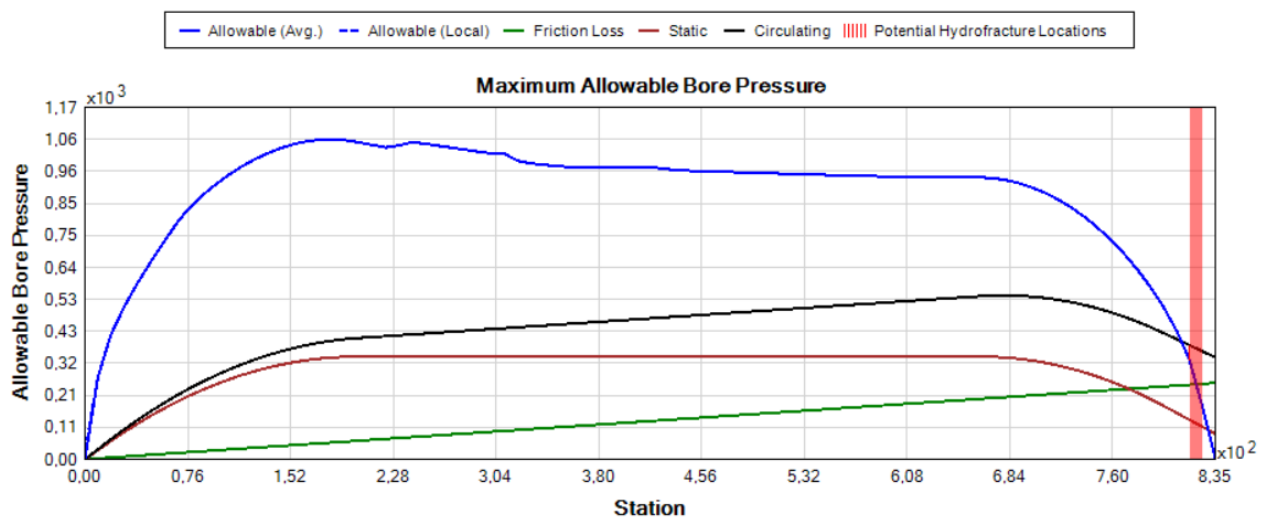


Figura 37 - Grafico di distribuzione delle pressioni

Dal confronto delle curve ottenute dalle verifiche, si evidenzia che la pressione operativa dei fanghi risulta sempre inferiore rispetto a quella ammissibile, ad eccezione dell'ultimo tratto di trivellazione dove, a causa della sempre minore copertura di terreno sopra il foro e della maggiore pressione dei fanghi necessaria per far tornare il flusso verso il rig, la pressione massima ammissibile viene superata. Questo non significa che si verificherà necessariamente dispersioni di fanghi, vista anche la pressione idrostatica concomitante, ma che i margini di sicurezza assunti risultano superati a livello teorico. Per tale motivo, in corrispondenza del tratto terminale della perforazione occorre sempre prevedere la possibile fuoriuscita di una esigua quantità di fango che sarà confinato e recuperato come descritto nei paragrafi precedenti.



5.2 Verifica in esercizio della tubazione

Lo scopo del calcolo statico applicato alle tubazioni interrato quali quelle in progetto, è quello di determinare la deformazione diametrale a lungo termine di un tubo interrato soggetto a carichi esterni, quali il peso del terreno, i carichi mobili (in questo caso assenti in corrispondenza del tratto sottomarino) e la colonna d'acqua agente.

La deformazione del diametro orizzontale può essere calcolata preliminarmente utilizzando la formula di Spangler:

$$\Delta d = \frac{QKF}{8SN + 0.061E_t}$$

in cui:

- Δd deformazione assoluta diametrale del tubo in senso orizzontale [mm];
- Q il carico totale gravante sul tubo dato dalla somma del carico dovuto al rinterro, al carico indotto dalla falda, dal carico dell'acqua contenuta nella tubazione e dai carichi veicolari e statici [kN/m];
- K coefficiente di sottofondo, parametro che dipende dalla tipologia di appoggio del tubo sul fondo della trincea; si rimanda a quanto contenuto nella successiva tabella;
- F coefficiente di deformazione differita. Esso tiene conto dell'incremento di deformazione che la condotta subisce nel tempo;
- SN rigidità anulare della tubazione [kN/m²];
- E_t modulo di elasticità del terreno di rinfiaccio secondo Winkler [kN/m²].

Nota la deformazione assoluta si calcola la deformazione relativa δ come rapporto tra Δd ed il diametro esterno DN . La verifica è superata se la deformazione δ è minore della deformazione diametrale limite δ_{LIM} :

$$\delta < \delta_{LIM}$$

La verifica deve essere condotta sia nelle condizioni di breve che di lungo termine ricordando che per la verifica a lungo termine il coefficiente di deformazione differita deve essere posto cautelativamente pari a 2. Si sottolinea che secondo Spangler il parametro δ deve essere sempre inferiore al 5 %.

Di seguito si riportano gli esiti del calcolo:

Carico totale sulla tubazione (Q_{tot}) = 168.74 kN/m (stima cautelativa e desunta in base a dati di letteratura e similitudini col caso di tubazione in trincea)

Verifica delle deformazioni a breve termine

Angolo di appoggio (2α) = 90

Coefficiente di sottofondo (K) = 0.096

Coefficiente di deformazione differita (F) = 1



Deformazione diametrale del tubo (Δ_d) = 14.04 mm

Deformazione percentuale (δ) = 1.76 %

Deformazione massima ammissibile (δ_{lim}) = 5 %

Verifica soddisfatta = SI

Verifica delle deformazioni a lungo termine

Coefficiente di deformazione differita (F) = 2

Deformazione diametrale del tubo (Δ_d) = 28.09 mm

Deformazione percentuale (δ) = 3.51 %

Deformazione massima ammissibile (δ_{lim}) = 5 %

Verifica soddisfatta = SI

Verifica di instabilità all'equilibrio elastico

Fattore di progettazione (F_s) = 2.5

Fattore di spinta idrostatica (R_w) = 0.67

Coefficiente empirico supporto elastico (B') = 0.947

Pressione risultante dovuta ai carichi esterni (P_{est}) = 4.50

Pressione ammissibile di Bucking (ANSI-AWWA C950/88) - Lungo termine = 1163.50 kN/m²

Verifica soddisfatta = SI



6. DESCRIZIONE DELLA VASCA DEI GIUNTI DI TRANSIZIONE

La vasca dei giunti di transizione in progetto sarà collocata nell'“Area di Approdo”, come precedentemente specificato, e costituirà il punto di collegamento tra i cavi marini e i cavi terrestri.

La vasca in calcestruzzo ha base rettangolare di dimensioni 1100x1150 cm e profondità pari a 2 m (quota di estradosso della platea di fondazione).

Le pareti laterali, di spessore 25 cm, presentano delle forature che consentiranno il passaggio dei cavi.

In particolare, due delle quattro pareti saranno caratterizzate da:

- 2 fori per il passaggio di 2 cavi marini all'interno di due tubi in PEAD di diametro minimo DN500;
- 6 fori per il passaggio di 6 cavi terrestri all'interno di tubi in PEAD di diametro DN280 (linea 220 kV).

La platea di base, di spessore 25 cm, è realizzata su un getto di calcestruzzo magro con spessore minimo di 10 cm.

Una volta realizzata la vasca e i giunti di transizione, l'opera risulterà completamente interrata.

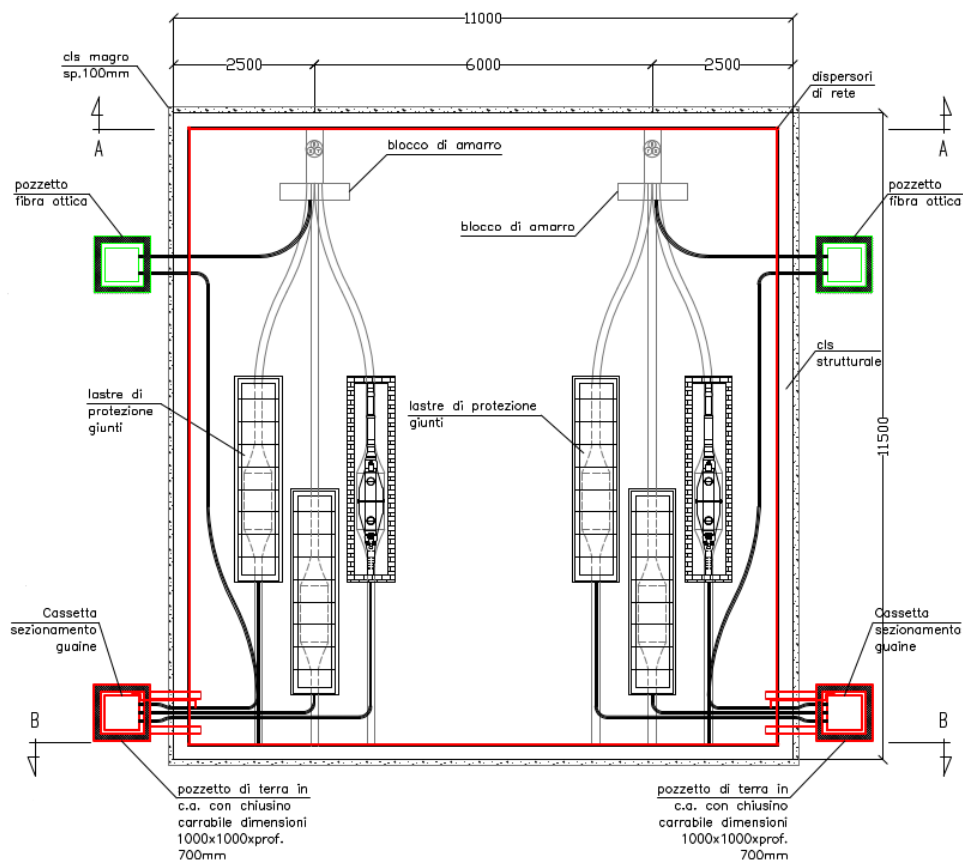


Figura 38: Geometria generale vasca dei giunti di transizione: pianta

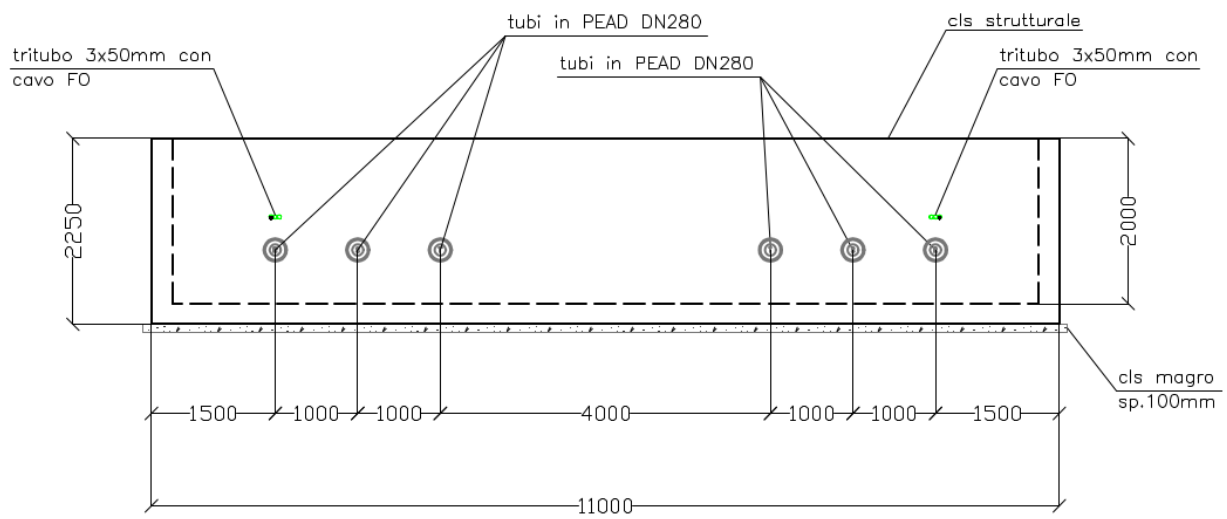
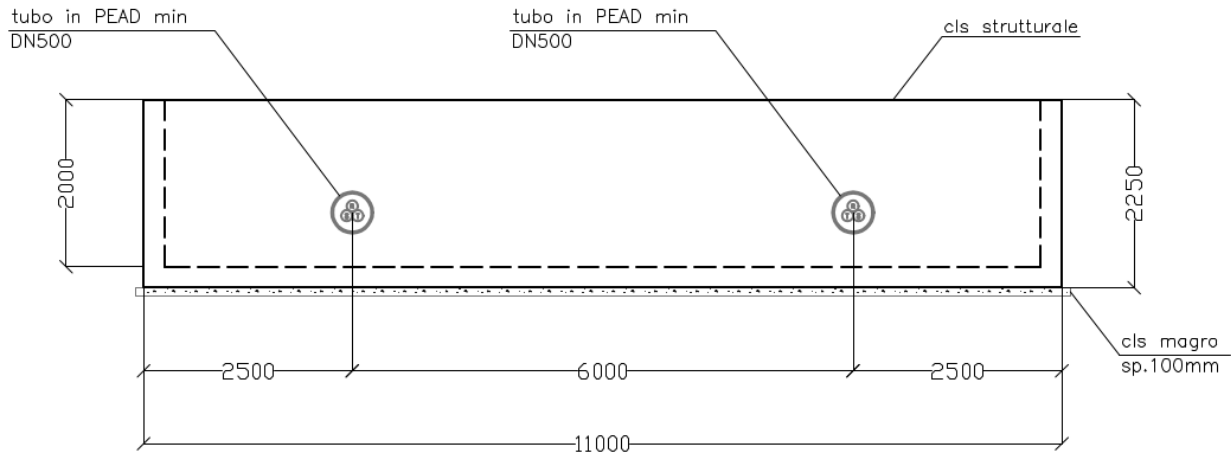


Figura 39: Geometria generale vasca dei giunti di transizione: sezioni



7. QHSE

7.1 Aspetti preliminari sulla Qualità

Al fine di garantire la qualità delle attività svolte, dovranno essere adottate diverse misure che coinvolgono il personale, le attrezzature e le procedure. Le misure più importanti sono:

- Tutte le attrezzature devono essere azionate solo da personale addestrato ed esperto
- Le operazioni devono essere eseguite secondo procedure stabilite e consolidate
- Tutte le attrezzature dovranno avere certificati validi ed essere conformi ai libretti d'uso e manutenzione (verifiche periodiche , etc.)
- Devono essere elaborati elenchi di controllo per le principali attrezzature coinvolte, che dovranno essere controllate prima dell'uso, durante il funzionamento e dopo l'uso.
- Le operazioni dovranno essere sequenziate in specifiche fasi con puntuale definizione di ogni singolo step
- Il preposto site manager sarà responsabile del controllo e del rispetto della procedura operativa.
- Qualsiasi evento e/o imprevisto dovrà essere opportunamente registrato e segnalato al personale preposto al controllo

La gestione delle emergenze dovrà essere definita e descritta nell'apposito piano operativo di sicurezza che dovrà essere fornito dall'appaltatore a valle del recepimento delle prescrizioni contenute nel PSC.

Le attività dovranno essere svolte secondo apposite procedure redatte anche in funzione dell'analisi di rischio effettuata preliminarmente. In caso di un pericolo non precedentemente incluso nella valutazione dei rischi, il responsabile del sito, con la collaborazione del team di lavoro, effettuerà un'analisi e una valutazione supplementare per determinare le adeguate misure di mitigazione e prevenzione.

Ogni attività a terra sarà coordinata dal responsabile terrestre, il quale, mediante contatto radio si coordinerà periodicamente con il responsabile offshore che supervisiona le attività in corrispondenza del pontone e sottomarine.



8. ANALISI DEL RISCHIO

Nelle attività relative agli HDD terra mare, particolare importanza riveste la valutazione del rischio associato alle varie fasi di lavoro, in quanto permette l'adozione di procedure atte a mitigare l'entità del rischio e a prevenirne l'insorgenza.

Il metodo di valutazione del rischio delinea il livello di rischio che è possibile prevedere per ciascuna sotto attività della perforazione, identificato come prodotto della probabilità per il danno cagionato, e riportato in apposita matrice del rischio.

Una volta identificato il livello di rischio, vengono indicate le misure di mitigazione e il loro peso; per ogni misura di mitigazione, verrà effettuata un'altra valutazione del rischio e il risultato finale sarà rappresentato come la media ponderata di ogni singola analisi.

Probability (P)

Probability of Risk		
	1. Remote	Unlikely but conceivable
	2. Possible	May occur, could well occur
	3. Probable	May occur several times, occurs frequently

Severity (S)

Severity of Risk		
	1. Minor	<i>H&S:</i> Injury with short term effect, not reportable under RIDDOR. <i>Environment:</i> Nuisance to fauna and flora. <i>Project:</i> Minor changes required to achieve construction objectives with low cost and/or delivery implications
	2. Severe	<i>H&S:</i> Major injury or disability or ill health with effect reportable under RIDDOR, single fatality. <i>Environment:</i> Potentially impact to fauna and flora for days / weeks. <i>Project:</i> Major changes required to achieve construction objectives with significant cost and/or delivery implications.
	3. Extreme	<i>H&S:</i> Multiple fatalities. <i>Environment:</i> Detrimental to local ecosystem for months <i>Project:</i> Significant impact to construction objectives.

Risk Category (R)

PROBABILITY	Minor	Severe	Extreme
Remote	1	2	3
Possible	2	4	6
Probable	3	6	9

1 – 2 Risk is controlled as far as is reasonably practical, no further control measures necessary

3 – 4 Risk is controlled as far as is reasonably practical

6 – 9 Hazard should be avoided



In questa fase viene fornita una valutazione preliminare finalizzata a fornire elementi utili all'impresa esecutrice per la definizione delle procedure interne e all'adozione di tutti i sistemi necessari per ovviare ad eventuali criticità.

Tabella 13 - Analisi preliminare dei rischi

RISK ASSESSMENT MATRIX								
ITEM	RISK	RISK CLASSIFICATION			MITIGATIONS MEASURE	REDUCE RISK CLASSIFICATION		
		P	S	R		P	S	R
1	Downhole failure of drilling equipment	2	2	4	Check of all drilling equipment before being run into hole	1	2	2
					Trip out to check condition of equipment after set number of hours recommended by manufacturer / supplier	1	2	2
					Monitoring and recording of drilling forces to ensure they are within the tolerances of the equipment	1	2	2
					Ensure sand content of drilling fluid is minimised to reduce abrasive wear	1	2	2
					Fishing for equipment lost in hole	2	2	4
2	Accumulation of cuttings in borehole leading to equipment stuck in hole	1	3	4	Monitoring the volume of cuttings removed from the HDD against volume drilled	1	2	2
					Trained mud engineer in charge of drilling fluids	1	2	2
					Real time downhole Annular Pressure Monitoring to identify restrictions in borehole annulus and trigger remedial action	1	3	3
3	Breakout of drilling fluid to the surface during pilot drilling	2	2	4	HDD Design has sufficient depth below surface for the expected ground conditions	1	2	2
					Monitoring of drilling fluid returns and volumes to warn of inadequate hole cleaning	2	2	4
					Drilling fluid to be of sufficient viscosity and properties for the ground being drilled	2	2	4
					Real time downhole Annular Pressure Monitoring to warn of overpressuring by drilling fluid	1	2	2
					Have Lost Circulation Materials available on site to seal any breakout	1	2	2
					Grouting if necessary	1	2	2
4	Drill unable to advance because of concretions / boulders / obstructions / hard rock	3	3	9	Sidetrack around obstacles (laterally or horizontally)	1	3	3
					Additional ground investigations to identify zones (customer's sow)	1	3	3
					Have the necessary hole bottom tools	2	2	4
					Drill the pilot bore hole with forward and backward movements	2	2	4
					Change tool down the bore hole in case of forward speed reduction and/or stop advancement	2	2	4
					Drill with downhole motor and rock bit	1	2	2
5	Release of drilling fluid to sea when drilling out exit	3	2	6	Stopping point of pilot hole considers ground conditions found during pilot drilling	2	2	4
					Drilling fluid pump rate reduced when ground becomes soft	1	2	2
					Evaluate use of alternative drilling fluid or water	1	2	2
6	Breakout of drilling fluid to the sea during forward reaming	3	2	6	Monitoring of drilling fluid returns and volumes to warn of inadequate hole cleaning	2	2	4
					Drilling fluid to be of sufficient viscosity and properties for the ground being drilled	2	2	4
					Pilot hole stopped in competent ground before exit point and only advanced to exit when reaming to that point is completed	1	2	2
					Lost Circulation Materials available on site to seal any breakout	2	2	4
7	Unthreading from downhole equipment during back reaming due to insufficient make-up torque applied to connections on barge / workboat	2	2	4	Competent personnel on barge / workboat making drillpipe / assembly connections	1	2	2
					Drilling technique to maintain consistent torque and avoid overspinning	2	2	4
					Use of cradles to assist in aligning drill rods	1	2	2
					Hydraulic breakout unit installed on barge / workboat	1	2	2
8	HDPE duct stuck during pullback	2	3	6	Hole cleaning run(s) performed before pullback	1	3	3
					Installation forces monitored	1	2	2
					Safe pull limit adhered to	1	2	2



Relazione tecnica delle opere di approdo in zona costiera
 AGNROM_EP-R_REL-APPRODO-HDD

9	Ground Collapse in borehole due to loose / weak ground or blowing sands when drilling out exit	2	3	6	Ensure drilling fluid characteristics are suitable for ground conditions (e.g. viscosity, fluid loss / filter cake)	2	2	4
					Real time downhole Annular Pressure Monitoring to avoid damage to ground by over-pressuring with drilling fluid	1	2	2
					HDD designed to drill in the most suitable ground conditions	1	2	2
					Casing any unstable areas near entry or exit	1	2	2
					Grout any areas of instability downhole	1	2	2
10	Forward reaming (option) fails to follow pilot hole	2	2	4	Use of sufficiently long lead rods in front of stabiliser	1	2	2
					Use of a passive tool on lead rods (e.g. bull nose)	1	2	2
					Monitoring of drilling forces during forward reaming and comparison to pilot hole rate of penetration	1	2	2
					Trip out and survey reamed hole if in doubt	1	2	2
11	HDPE duct is damaged during pullback	2	2	4	Design to avoid unsuitable ground conditions if possible	1	2	2
					Cleaning run satisfactorily completed before pullback	1	2	2
					Monitoring of forces during pullback operations	1	2	2
					Duct removed, borehole reconditioned, new or repaired duct installed	1	2	2
12	Swelling clays encountered	2	2	4	Minimise distance drilled in any swelling clays identified in ground investigations	1	2	2
					Trained mud engineer to tailor drilling fluids to conditions	1	2	2
					Shale inhibitor additives in drilling fluid	1	2	2
					Gypsum based drilling fluid	1	2	2
13	Site works or HDD entry encounters Unexploded Ordnance	1	3	3	Commission a UXO specialist to undertake a desk study and any further recommended work (customer's sow)	1	2	2
					UXO specialist to advise on precautions and any safe working methods required (customer's sow)	1	2	2
					All excavations to be undertaken under a permit to dig system	1	2	2
					Suspected device is to be left in position, and UXO procedures followed	1	2	2
14	Fluid loss into and contamination of aquifer	2	3	6	Ground Investigations to identify position of aquifer and design to ensure sufficient elevation above the top of the aquifer (customer's sow)	1	2	2
					If small voids / losses are encountered attempt to seal with stop loss additives or grout	1	2	2
					If the voids / losses are too large to seal, drill with water rather than drilling fluid	1	3	3
					Abandon pilot hole and drill a new pilot at higher elevation	1	1	1
15	Collapse of dry borehole above sea level	2	3	6	Selection of entry position with low elevation	1	2	2
					Excavation of areas prone to collapse	1	2	2
					Installation of support casing in affected zones	1	3	3
					Ground improvement (grouting / soil mixing) prior to works commencing	1	1	1
16	Drill encounters unexpected ground that is unfavourable to HDD	2	3	6	Thorough Ground Investigations programme including boreholes and geophysical investigations (customer's sow)	1	3	3
					Employ mitigation measures for adverse ground (downhole motor drilling, grouting etc.)	1	2	2
					Trip back and sidetrack into favourable ground	1	1	1
					Trip out and re-drill new profile or new location	1	1	1
17	Rollover / tip over of mobile equipment or heavy haulage	2	3	6	Access roads to be suitable for HGV's and strictly followed by delivery vehicles	1	3	3
					Site area to be stable and level	1	3	3
					Site area ground works designed to accept expected equipment loads	1	3	3
					Drivers to check and secure load prior to moving vehicle	1	2	2
18	Damage to existing offshore cables or pipelines during HDD operations	2	3	6	Identify position and depth of pipelines and cables	1	3	3
					Ensure suitable separation between HDD's and existing infrastructure	1	3	3
					Ensure sufficient stand-off between offshore vessels, including anchor points, and existing infrastructure	1	3	3
					Use of suitable HDD guidance system with accuracy to avoid any risk of misalignment.	1	3	3



9. CRONOPROGRAMMA PRELIMINARE DELL'INTERVENTO

Di seguito si riporta una stima sommaria dei tempi per l'esecuzione della perforazione in oggetto.

L'esecuzione dell'opera di approdo, come visibile nel Cronoprogramma Generale di Costruzione, AGNROM_EP-R_CRONOPROGRAMMA, è stata prevista in periodo invernale, per poter arrecare un minor impatto al luogo che è tipico popolarsi in stagione estiva in relazione alle attività turistiche tipiche della località.

Nel *Gantt* seguente non vengono considerati eventuali imprevisti/vincoli (condizioni meteo marine avverse, altro) che potrebbero occorrere durante le attività e che andranno valutate di volta in volta.

Tabella 14 - Cronoprogramma preliminare delle attività

Attività / weeks	Cronoprogramma di massima per esecuzione 2 HDD																															
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32		
Preparazione del sito	■	■																														
Pulizia dell'area e verifica ulteriori servizi interferenti con buca di partenza		■	■																													
HDD1 - Esecuzione foro pilota				■	■	■	■																									
HDD1 - Esecuzione alesature e tiro della tubazione *								■	■	■	■	■	■	■	■																	
HDD2 - Esecuzione foro pilota																	■	■	■	■												
HDD2 - Esecuzione alesature e tiro della tubazione *																							■	■	■	■	■	■	■	■		
Smobilizzo cantiere																															■	■