

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 1 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

r\_emiro.Giunta - Rep. CG 02/10/2023.0000084.E

**EMERGENZA GAS**  
**INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022 , N. 50)**  
**FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI**

**Relazione relativa alla soluzione tecnica di collegamento della FSRU alla rete nazionale di trasporto del gas naturale**



0	Emissione per permessi	A.GIGLIOTTI M.BEGINI	G.GOTTI	M.BEGINI H.D.AIUDI	Luglio 2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 2 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## INDICE

	PAGINA
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>8</b>
<b>2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO FSRU RAVENNA</b>	<b>10</b>
<b>3 DEFINIZIONE ED ACRONIMI</b>	<b>13</b>
3.1 Definizioni	13
3.2 Acronimi	13
<b>4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E INFRASTRUTTURALE</b>	<b>14</b>
4.1 Ubicazione dell'Ormeaggio della FSRU	14
4.2 Descrizione della Piattaforma Petra	15
4.3 Dati Ambientali	17
4.3.1 Inquadramento	17
4.3.2 Circolazione dell'Adriatico	18
4.3.3 Dati utilizzati	19
4.3.4 Dati geotecnici	24
<b>5 DESCRIZIONE GENERALE DELLA PIATTAFORMA DI ORMEGGIO</b>	<b>32</b>
5.1 Descrizione della Piattaforma Esistente Petra	32
5.2 ALTERNATIVA A: Soluzione con Cassoni – Layout della Piattaforma	33
5.3 ALTERNATIVA B: Soluzione con Palancolato - Layout della Piattaforma	33
5.4 Limite di batteria	34
5.5 Caratteristiche dimensionali della FSRU	37
5.6 Caratteristiche del GNL	37
5.7 Caratteristiche di consegna del gas in consegna alla Rete	38
5.8 Funzionamento del Terminale	39
5.9 Vita di progetto ed operatività del Terminale	40
5.10 Unità di carico GNL da nave spola	41
5.11 Unità di stoccaggio GNL	41
5.11.1 Pompe di carico principali ( <i>Main cargo pump</i> )	41
5.11.2 Pompe di alimentazione GNL ( <i>LNG feed pump</i> )	41
5.12 Sistema di vaporizzazione	42
5.12.1 Pompe ad alta pressione	42
5.12.2 Vaporizzatori	42
5.12.3 Pompe acqua mare (acqua di vaporizzazione)	43

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 3 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

5.13	Unità di scarico e consegna gas naturale	43
5.14	HIPPS	44
5.15	Sistema di misura del gas	44
5.16	Sistema di gestione BOG	44
5.17	Sistema di depressurizzazione e sfiato di emergenza	45
5.18	Sistema di Controllo del Terminale	45
5.19	Sottoservizi	46
5.19.1	Alloggi	46
5.19.2	Aria compressa	46
5.19.3	Azoto	46
5.19.4	Sistema Antivegetativo (Antifouling System)	47
5.19.5	Acqua Dolce	47
5.19.6	Sistema Acque Reflue	47
5.19.7	Acqua Demineralizzata	47
5.19.8	Gestione delle Acque Oleose	48
5.19.9	Dispositivi di Movimentazione	48
5.19.10	Alimentazione e Distribuzione elettrica	48
5.20	Sistema di ormeggio: ALTERNATIVA A	48
5.21	Sistema di ormeggio: ALTERNATIVA B	49
5.22	Vie di fuga	50
5.23	Stazione meteorologica	51
5.24	Illuminazione Esterna	51
5.25	Luci per aiuto alla navigazione (Navigation AIDS)	51
5.26	Fondazioni	52
<b>6</b>	<b>FASI REALIZZATIVE</b>	<b>53</b>
6.1	Accantieramento	53
6.2	Lavori di Adeguamento Piattaforma Petra: ALTERNATIVA A	53
6.2.1	Installazione fondazioni ed impalcato Piattaforma di ormeggio	53
6.2.2	Installazione cassoni paraonde	53
6.2.3	Installazione del piping, valvole e bracci di carico	53
6.2.4	Installazione nuove apparecchiature elettriche ed attività di pre-commissioning	54
6.2.5	Installazione nuove apparecchiature di strumentazione ed automazione	54
6.2.6	Installazione arredi di ormeggio	55

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 4 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

6.3	Lavori di Adeguamento Piattaforma Petra: ALTERNATIVA B	55
6.3.1	Installazione Cofferdam ed impalcato	55
6.3.2	Installazione del piping, valvole e bracci di carico	55
6.3.3	Installazione nuove apparecchiature elettriche ed attività di pre-commissioning	56
6.3.4	Installazione nuove apparecchiature di strumentazione ed automazione	56
6.3.5	Installazione arredi di ormeggio	57
6.4	Ormeggio della FSRU e collegamento alla piattaforma di ormeggio	57
6.5	Commissioning	57
6.6	Avviamento	57
<b>7</b>	<b>SISTEMA DI SICUREZZA</b>	<b>59</b>
7.1	Sezione ESD	60
7.2	Sezione F&G	61
<b>8</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEI METANODOTTI DI ALLACCIAMENTO</b>	<b>63</b>
8.1	SEALINE - Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a mare DN 650 (26") DP 100 bar	63
8.1.1	Realizzazione dell'approdo costiero	64
8.2	Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a mare DN 650 (26") DP 100 bar	71
8.2.1	Descrizione del tracciato	71
8.2.2	Consistenza delle opere	71
8.2.3	Strade di accesso all'area di occupazione lavori	72
8.2.4	Area di passaggio e fascia di servitù	72
8.2.5	Opere complementari e di ripristino	73
8.3	Impianto PDE FSRU Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar	74
8.4	Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar	74
8.4.1	Descrizione del tracciato	74
8.4.2	Consistenza delle opere	75
8.4.3	Strade di accesso all'area di occupazione lavori	79
8.4.4	Area di passaggio e fascia di servitù	79
8.4.5	Opere complementari e di ripristino	80
8.5	Collaudi	81
8.5.1	Met. Allacciamento FSRU Ravenna – (Tratto a mare e tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar	82
8.5.2	Impianto PDE FSRU Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar	83
8.5.3	Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar	83
<b>9</b>	<b>RICHIAMI STUDI AMBIENTALI ESEGUITI</b>	<b>85</b>

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 5 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

9.1	Modalità di gestione delle TRS e Sedimenti Marini	85
9.1.1	Tratto a Mare	85
9.1.2	Tratto a Terra	87
<b>10</b>	<b>CRONOPROGRAMMA</b>	<b>88</b>
<b>11</b>	<b>RIFERIMENTI</b>	<b>89</b>
11.1	Allegati	89
11.2	Altri riferimenti	90

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1 – Inquadramento area intervento di progetto.....	12
Figura 4-1 - Inquadramento geografico delle opere in progetto .....	14
Figura 4-2 – Struttura del Piattaforma offshore PETRA esistente.....	15
Figura 4-3: Andamento delle precipitazioni e della temperatura nell'arco dell'anno.....	17
Figura 4-4: Andamento della temperatura nell'arco dell'anno.....	18
Figura 4-5: Schema di circolazione generale dell'Adriatico .....	19
Figura 4-6 - Localizzazione delle indagini svolte nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra-Ravenna Mare DN 300 (12") DN 650 (26") e opere connesse" (Azzurro: sondaggi; giallo: prove penetrometriche; viola: prove MASW) – nel retino in giallo l'area interessata dal Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar.....	27
Figura 5-1 –ALTERNATIVA A Layout della Piattaforma di Ormeggio PETRA – Soluzione con Cassoni .....	33
Figura 5-2 – ALTERNATIVA B Layout della Piattaforma di Ormeggio PETRA – Soluzione con Palancolato.....	34
Figura 5-3 – Limite di batteria Terminale/Opere connesse – Alternativa A .....	35
Figura 5-4 – Limite di batteria Terminale/Opere connesse – Alternativa B .....	36
Figura 5-5 – Schema funzionamento FSRU.....	40
Figura 8-1 in verde l'area di lavoro per postazione di spinta microtunnel a Ravenna, in rosso il metanodotto in progetto .....	65
Figura 8-2 – Sezione preliminare del pozzo di spinta .....	66
Figura 8-3 – Fase di scavo del microtunnel.....	67
Figura 8-4 – Recupero della fresa meccanica a mare .....	67
Figura 8-5 – Area di scavo per il recupero della macchina di perforazione.....	68
Figura 8-6 – Sezione di scavo per il recupero della macchina di perforazione .....	69
Figura 8-7 – Configurazione dello schema di tiro a terra della condotta .....	70

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 6 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Figura 9-1 – Aree Interessate da Dragaggio .....	86
Figura 10-1 – Cronoprogramma delle attività .....	88

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4-1: <i>Valori medi mensili di Temperatura, Precipitazioni e Umidità</i> .....	17
Tabella 4-2: <i>estremi di vento annuali direzionali per il sito di Punta Marina</i> .....	20
Tabella 4-3: <i>estremi di vento mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina</i> .....	20
Tabella 4-4: <i>estremi di onda annuali direzionali per il sito di Punta Marina</i> .....	20
Tabella 4-5: <i>estremi di onda mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina</i> .....	21
Tabella 4-6: <i>estremi di corrente annuali direzionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.</i> .....	21
Tabella 4-7: <i>estremi di corrente mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.</i> .....	21
Tabella 4-8: scatter diagram Ws(m/s)vsDir(°N) – Punta Marina .....	22
Tabella 4-9: scatter diagram Hs(m)vsDir(°N) – Punta Marina.....	22
Tabella 4-10: scatter diagram Hs(m)vsTp(sec) – Punta Marina.....	22
Tabella 4-11: scatter diagram Cs(m/s)vsDir(°N) – Punta Marina .....	23
Tabella 4-12: <i>media delle medie giornaliere (°C) mensili lungo la colonna d'acqua (Punta Marina)</i> .....	23
Tabella 4-13: <i>massimo delle medie giornaliere (°C) mensili lungo la colonna d'acqua (Punta Marina)</i> .....	24
Tabella 4-14: <i>minimo delle medie giornaliere (°C) mensili lungo la colonna d'acqua (Punta Marina)</i> .....	24
Tabella 4-15: distribuzione dei suoli e proprietà geotecniche lungo la rotta proposta .....	25
Tabella 4-16 - Elenco delle indagini svolte nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra-Ravenna Mare DN 300 (12") DN 650 (26") e prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar.....	28
Tabella 4-17 - Elenco delle indagini svolte nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra-Ravenna Mare DN 300 (12") DN 650 (26") e prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar.....	29
Tabella 4-18 Stratigrafie derivate dalle CPTu prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar .....	30
Tabella 4-19 Risultati principali delle indagini geofisiche prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar.....	30
Tabella 4-20 Percentuali delle classi granulometriche per i vari campioni prelevati nei sondaggi geognostici.....	31
Tabella 4-21 Profondità del livello piezometrico misurato nei fori di sondaggio e nelle prove penetrometriche alla data della loro esecuzione .....	31
Tabella 5-1 – Dimensioni FSRU.....	37
Tabella 5-2 – GNL di tipo "leggero" .....	37

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 7 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Tabella 5-3 – GNL di tipo “pesante” .....37

Tabella 5-4 – Caratteristiche NG in uscita dal Terminale.....38

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 8 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), intende sottoporre l'istanza autorizzativa per l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) da ormeggiarsi in corrispondenza della piattaforma offshore esistente di Petra (Gruppo PIR) posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina (c.d. Progetto FSRU Ravenna) e delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente.

Il progetto di Snam FSRU Italia ricomprende le opere necessarie alla connessione con la Rete Nazionale Gasdotti e che saranno realizzate dalla Società Snam Rete Gas. Tali opere sono considerate, ai fini della presente istanza, opere connesse e funzionali all'esercizio della FSRU.

L'FSRU sarà in grado di stoccare fino a 170 mila metri cubi di Gas Naturale Liquefatto (GNL), rigassificarlo e trasferirlo in una nuova condotta che lo convoglierà nel punto di connessione alla Rete Gasdotti posto a circa 42 km dal punto di ormeggio presso la piattaforma esistente offshore Petra.

L'FSRU sarà rifornita ad intervalli regolari (5/7 giorni) da metaniere di taglia variabile e sarà anche in grado di rifornire a sua volta metaniere di piccola/media taglia (metaniere Small Scale LNG).

L'FSRU assicurerà un flusso annuo di almeno 5 miliardi di standard metri cubi di gas naturale equivalente a circa un sesto della quantità di gas naturale oggi importata dalla Russia.

La qualità del gas liquido gestito dalla FSRU dipenderà dalle fonti di approvvigionamento internazionali, pertanto il gas vaporizzato andrà analizzato ed eventualmente corretto per portarlo alle condizioni di trasporto richieste dalla Rete Nazionale. Le apparecchiature ed i sistemi dedicati a tale gestione (correzione indice di Wobbe) sono stati previsti in un impianto dedicato posto in prossimità dell'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna).

L'ormeggio della FSRU presso la piattaforma Petra prevede l'adeguamento della struttura esistente per tener conto che l'ormeggio della FSRU presso la piattaforma sarà permanente, che i mezzi navali coinvolti hanno degli ingombri maggiori e che occorrono maggiori spazi per accomodare le nuove parti impiantistiche. In particolare, sono state valutate e presentate due diverse alternative di ormeggio come segue:

**ALTERNATIVA A** (Rif. Allegato 3): che prevede l'ampliamento della piattaforma Petra con una serie di briccole di ormeggio verso ovest e la protezione della piattaforma con una barriera frangi flutti verso ovest da realizzarsi con cassoni autoaffondanti.

**ALTERNATIVA B** (Rif. Allegato 4): che prevede l'inglobamento della piattaforma esistente all'interno di una struttura "ad isola" da realizzarsi con un doppio palancolato metallico rinforzato da tiranti orizzontali che sia consentirà l'ormeggio lato ovest della FSRU che la protezione della stessa dal moto ondoso prevalente

La piattaforma Petra è attualmente collegata al deposito oli costiero con due condotte DN 550(22") che non sono interessate dall'intervento progettuale in quanto non compatibili con le condizioni di trasporto del gas naturale in uscita dalla FSRU.

L'entrata in esercizio del Progetto FSRU Ravenna è previsto non oltre **settembre 2024** con l'obiettivo di anticiparla a Luglio 2024.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 9 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Il presente Documento ha come scopo la Descrizione del Progetto ed è strutturato come segue:

- Descrizione del progetto, incluse le fasi di cantiere e di fine esercizio;
- Applicazione delle Migliori Tecniche Disponibili per il progetto;
- Interazioni con l'Ambiente del progetto, sia in Fase di Cantiere che di Esercizio;
- Analisi delle Alternative di Progetto, localizzative e tecnologiche.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Eg. 10 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO FSRU RAVENNA

Il Progetto FSRU Ravenna include le seguenti opere:

### Terminale FSRU Ravenna

- n.1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m<sup>3</sup>, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm<sup>3</sup>/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) x 43,4 m (larghezza).
- Gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla piattaforma offshore Petra, opportunamente adeguata, sono:
  - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito tramite bracci di carico ad alta pressione (100 barg);
  - la sostituzione ed adeguamento del sistema di ormeggio della piattaforma;
  - la parte impiantistica relativa al trasferimento del gas naturale con il piping, le valvole di intercetto e la trappola di lancio/recevimento pig;
  - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale;
  - gli impianti di sistema antincendio;
  - il punto di collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU posto convenzionalmente in corrispondenza del giunto isolante a monte della prima valvola valvola di isolamento DN 650(26") della condotta gas prima che entri in mare
- Le opere di protezione/adeguamento della piattaforma esistente secondo quanto previsto nell'ALTERNATIVA A (Rif. Allegato 3) e ALTERNATIVA B (Rif. Allegato 4).
- L'Impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio, regolazione e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna).

### Opere Connesse

Costituite da:

- La condotta di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti che include quanto segue:
  - Tratto di metanodotto a mare (sealine) e relativo cavo telecomando denominato Metanodotto Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a mare) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 8,5 km;
  - Tratto di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE FSRU di Ravenna denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 1,9 km;
  - Impianto PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar, la predisposizione per il preriscaldamento e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra).
  - La condotta "Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36") DP 75 di lunghezza pari a circa 32 km che prevede:
    - 6 Punti di Intercettazione Linea (PIL) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 11 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Area Trappola terminale in adiacenza al Nodo di Ravenna (Impianto n. 693) con installazione della stazione di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato terra sul Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	PROGETTO <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 12 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Di seguito si riporta la corografia con l'indicazione delle parti principali dell'intervento (per i dettagli vedere Allegato 1, Allegato 12 e Allegato 13.)



Figura 2-1 – Inquadramento area intervento di progetto

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 13 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

### 3 DEFINIZIONE ED ACRONIMI

#### 3.1 Definizioni

PROPONENTE	Snam FSRU Italia
PROGETTO	FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti
SITO	Ravenna, Emilia Romagna
TERMINALE	Include la FSRU, l'ormeggio offshore presso la piattaforma offshore Petra esistente, le opere di adeguamento e protezione della stessa e l'impianto a terra di correzione dell'indice di Wobbe
OPERE CONNESSE	Metanodotti (a mare ed a terra) di collegamento tra FSRU e Rete Nazionale Gasdotti
NAVI METANIERE	Navi metaniere che trasportano/prelevano GNL al/dal Terminale
SHIP-TO-SHIP	Configurazione di ormeggio delle NAVI METANIERE sul fianco della FSRU, per permettere le operazioni di scarico/carico di GNL.

#### 3.2 Acronimi

BOG	Boil-off Gas
DCS	Distributed Control System
ESD	Emergency Shut Down
F&G	Fire and Gas
FSRU	Floating Storage Regasification Unit
GNL	Gas Naturale Liquido
GN	Gas Naturale
LNG	Liquefied Natural Gas
PERC	Powered Emergency Release Couplers
SIL	Safety Integrated Level
H <sub>s</sub>	Altezza significativa dell'onda
T <sub>p</sub>	Periodo dell'onda
TRS	Terre e Rocce da Scavo



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 14 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

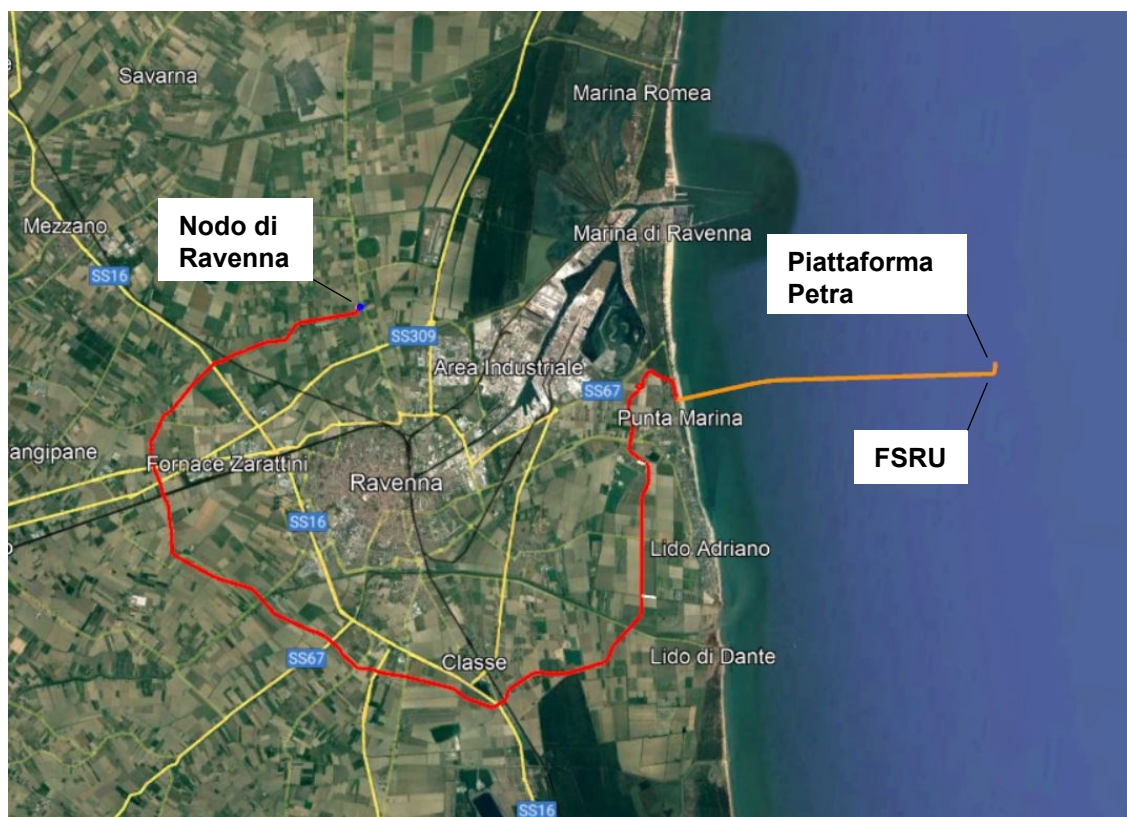
## 4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E INFRASTRUTTURALE

### 4.1 Ubicazione dell'Ormeaggio della FSRU

La posizione dell'ormeggio della FSRU è al largo di Ravenna, di fronte l'area di Punta Marina a circa 8,5 km dalla linea di costa.

L'ormeggio è previsto in corrispondenza dell'esistente piattaforma offshore di Petra (società del Gruppo PIR). La piattaforma fu realizzata alla fine degli anni '80 ed era destinata all'allibio di navi petroliere che scaricavano il prodotto e lo trasferivano, attraverso due condotte tuttora esistenti, al parco serbatoi a terra situato nell'area industriale del porto di Ravenna e da qui, attraverso un oleodotto, alla Centrale Enel di Porto Tolle. La piattaforma risulta inattiva da almeno un decennio. Attraverso l'interfaccia diretta con l'attuale proprietario Petra, sono stati recuperati i dati tecnici della struttura per eseguire le valutazioni tecniche per il suo riutilizzo come terminale di ormeggio della FSRU.

La FSRU sarà ormeggiata alla struttura Petra, previa esecuzione dei necessari lavori di adeguamento delle strutture, degli arredi di ormeggio e delle specificità impiantistiche richieste. Dalla piattaforma partirà anche la condotta di diametro DN 650(26") che consentirà il trasferimento del gas naturale verso il punto di interconnessione alla Rete Nazionale Gasdotti presso il cosiddetto Nodo di Ravenna posto a nord-ovest di Ravenna. Un inquadramento generale dell'opera è visibile in Figura 4-1 e schematizzato in Allegato 2.



**Figura 4-1 - Inquadramento geografico delle opere in progetto**

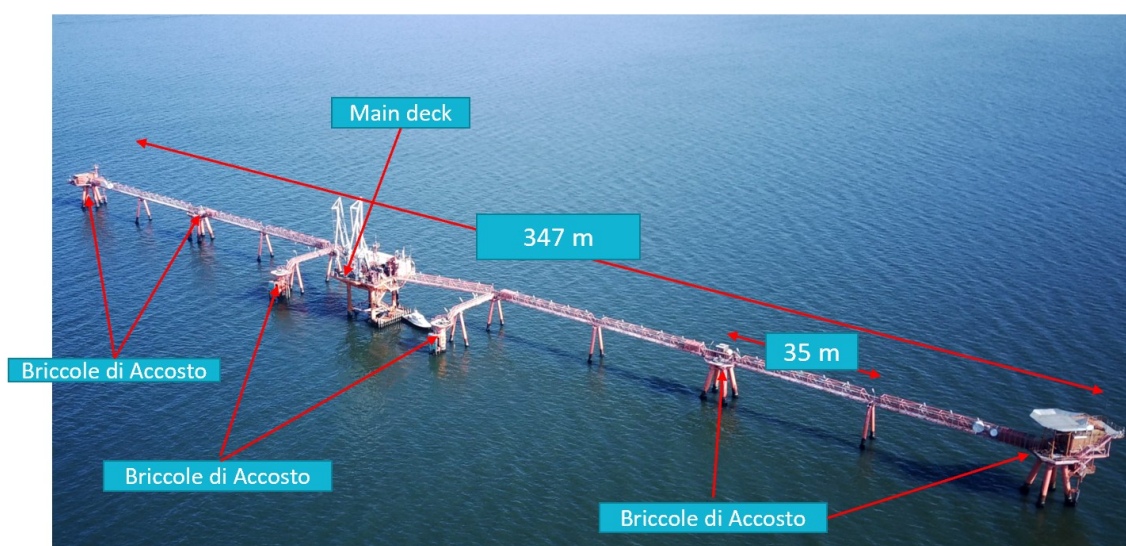
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 15 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 4.2 Descrizione della Piattaforma Petra

La piattaforma offshore di Petra è una struttura offshore che ha una lunghezza di circa 350 m, è alta circa 11,5 m e consentiva l'attracco di petroliere con stazza (DWT) da 18.000 a 80.000 tons con lunghezze comprese tra 160 e 270 m ed un pescaggio massimo di 11,5 m. La piattaforma è collegata al deposito costiero con due condotte sottomarine di diametro DN 550 (22") a bassa pressione (<18 barg).

Il fondale intorno alla è piattaforma risulta sabbioso e con fondali intorno ai 13,5m.



**Figura 4-2 – Struttura del Piattaforma offshore PETRA esistente**

La piattaforma Petra è essenzialmente costituita da:

- Una piattaforma di scarico (main deck)
- 2 briccole di accosto (ciascuna con palo da 2100 mm)
- 4 briccole d'ormeggio (ciascuna con 4 pali da 1117 mm)
- 8 coppie di pali per sostegno delle passerelle (ciascuno con pali da 762 mm)
- Sala controllo.
- Bracci di carico e unità di controllo idraulica
- Approdo delle condotte a mare
- Imbarcadere per visitatori e barco sbarco personale
- Braccio Sud
- Locale generatore diesel
- Locale mensa ed alloggi

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b>  RAVENNA (RA)	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 16 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Braccio Nord
- Locale gruppi elettrogeni



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 17 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 4.3 Dati Ambientali

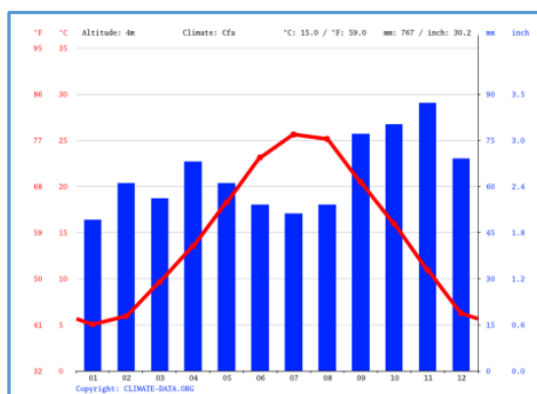
### 4.3.1 Inquadramento

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 2.1). 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 (Figura 4-3)

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 (Tabella 4-1 e Figura 4-3).

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	5	5.9	9.6	13.5	18.3	23.1	25.6	25.1	20.4	15.9	10.9	6.2
Temperatura minima (°C)	1.8	2.1	5.3	8.9	13.4	18	20.6	20.3	16.3	12.4	7.8	3.2
Temperatura massima (°C)	8.6	10	13.9	17.7	22.5	27.4	29.8	29.4	24.4	19.7	14.2	9.6
Precipitazioni (mm)	49	61	56	68	61	54	51	54	77	80	87	69
Umidità(%)	81%	77%	73%	71%	66%	60%	57%	61%	67%	76%	80%	81%
Giorni di pioggia (g.)	6	6	5	7	6	5	5	5	7	7	8	8
Ore di sole (ore)	4.8	6.3	8.2	10.0	11.8	12.9	12.8	11.7	9.8	6.7	5.4	4.7

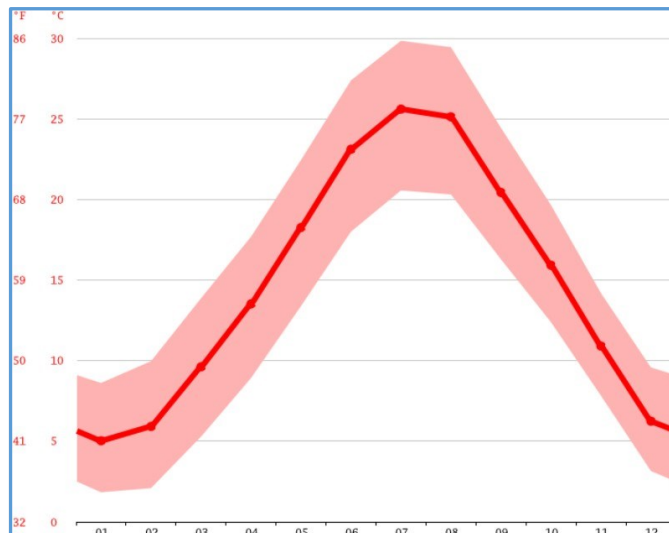
**Tabella 4-1: Valori medi mensili di Temperatura, Precipitazioni e Umidità.**



**Figura 4-3: Andamento delle precipitazioni e della temperatura nell'arco dell'anno**

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 18 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



**Figura 4-4: Andamento della temperatura nell'arco dell'anno**

I dati meteomarini sono stati forniti da DHI (Conceptual Area Characterization of the FSRU Positioning – Adriatic Zone - MI-SDF-E09031) che hanno utilizzato i modelli MWM (Mediterranean Wind Wave Model) e MSPR (Mediterranean Sea Physics Reanalysis) per onda, vento, corrente e temperatura. Il valore di Marine Growth è stato estratto da Mappa Nautica – Da Pesaro al Po di Goro N. 37 (2021 Edition).

#### 4.3.2 Circolazione dell'Adriatico

Il campo di corrente in Adriatico è principalmente dovuto alla combinazione della componente di marea, generata dall'oscillazione del livello marino dovuto alla marea astronomica, della componente di gradiente, dovuta allo spostamento di masse d'acqua di caratteristiche differenti, e dalla componente da vento, indotta dal passaggio di perturbazioni atmosferiche, cui fanno seguito oscillazioni smorzate del bacino, (sesse) fino a che la condizione di equilibrio viene raggiunta. D'importanza notevole sono anche le correnti inerziali.

Inoltre, si assiste a una variabilità stagionale per cui, a un sistema omogeneo (barotropico) presente nei mesi invernali, si passa ad un sistema stratificato (baroclinico) in estate, con caratteristiche del tutto differenti.

Per quanto riguarda gli spostamenti dovuti alle diverse caratteristiche delle masse d'acqua, la circolazione dell'Adriatico è dominata da un nucleo di acqua salata e densa che tende a risalire nell'Adriatico dallo Ionio attraverso il Canale d'Otranto. Il richiamo di quest'acqua è causato dalla presenza di acqua poco salata e poco densa nell'Alto Adriatico. Il movimento a grande scala delle masse d'acqua in Adriatico presenta due periodicità tipiche, una stagionale, dipendente dalle differenti condizioni climatiche, e una a lungo termine, dominata dall'influsso di acqua ionica in Adriatico. Tale processo è forzato da variazioni climatiche a grande scala.

Il dislivello generato dalle diverse condizioni di densità determina la circolazione fondamentale di questo mare, con il concorso anche della forza di Coriolis causata dalla rotazione terrestre.

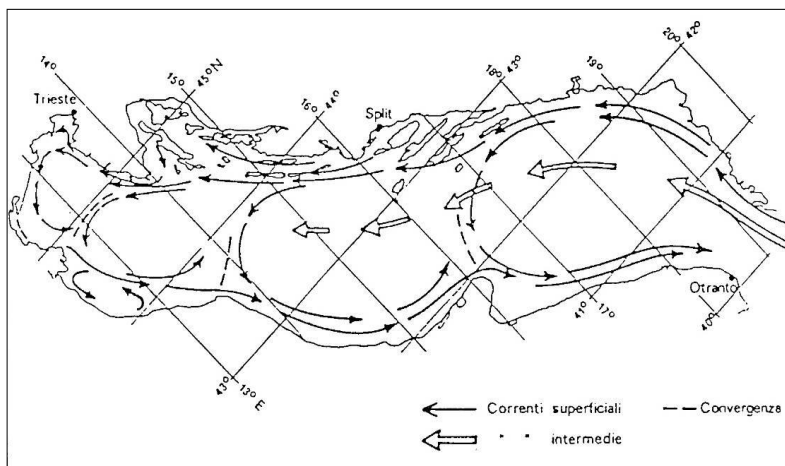
	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 19 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

A causa dei maggiori apporti di acqua dolce che si hanno nel bacino settentrionale, è sempre presente un pendio della superficie libera del mare principalmente in senso NO-SE. Altri pendii esistono tra le zone costiere, in cui le acque generalmente sono meno dense, e il largo.

Il senso principale della corrente è dunque in uscita per le acque superficiali cui necessariamente consegue, per l'equilibrio, l'entrata delle acque intermedie. L'azione della forza di Coriolis fa sì che le acque uscenti fluiscano lungo le coste italiane e le acque entranti lungo le coste orientali. Flusso e deflusso non sono ovviamente costanti nel tempo: le forti variazioni di densità tra estate e inverno causano variazioni anche vistose del regime delle correnti. Inoltre, gli apporti superficiali di acqua dolce sono tali da determinare acque costiere più sollevate di quelle a largo, tanto che vengono favorite circuitazioni tra la corrente ascendente orientale e corrente discendente occidentale, rami che girano da Est a Ovest in corrispondenza del Po, del Conero e del Gargano..

Per quanto riguarda la componente di marea, un esempio della circolazione da essa indotta è mostrato nella Figura 4-5 in cui il grafico in alto si riferisce al flusso di marea allo "spring", periodo in cui la corrente indotta dalla marea assume i valori più elevati, mentre quello in basso al "neap". Nelle figure il campo di corrente è rappresentato da frecce la cui lunghezza e il cui colore sono proporzionali alla velocità e la cui orientazione indica la direzione di propagazione. Si noti come le correnti siano decisamente più consistenti nell'Alto Adriatico, a nord del nodo anfidromico esistente al largo di Ancona per le componenti semidiurne della marea, mentre assumono valori molto più ridotti nell'Adriatico centrale e meridionale.



**Figura 4-5: Schema di circolazione generale dell'Adriatico**

#### 4.3.3 Dati utilizzati

I dati meteomarini sono stati forniti da DHI (Conceptual Area Characterization of the FSRU Positioning – Adriatic Zone - MI-SDF-E09031) che hanno utilizzato i modelli MWM (Mediterranean Wind Wave Model) e MSPR (Mediterranean Sea Physics Reanalysis) per onda, vento, corrente e temperatura. Il valore di Marine Growth è stato estratto dal documento "The macrofouling on offshore platforms at Ravenna.G. Relini, F. Tixi, M. Relini, G. Torchia. International Biodeterioration & Biodegradation 41 (1998) 41-55".

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 20 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Le seguenti tabelle mostrano i valori estremi annuali direzionali e mensili omnidirezionali di vento (Tabella 4-2 e Tabella 4-3), onda (Tabella 4-4 e Tabella 4-5) e corrente a 5m sotto il livello del mare (b.s.l.) (Tabella 4-6 e Tabella 4-7). Per quando riguarda la corrente, i valori estremi a differenti profondità possono essere ricavati applicando un profilo 1/7.

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1979 - Dec. 2021 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E																					
Whole Year extreme wind speed - 10 m above sea level																					
Return period	1 Year				10 Year				100 Year				1000 Year				10000 Year				
Wind Incoming Direction	(°N)	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)
	0.0	20.6	18.6	17.1	15.9	27.2	24.4	22.2	20.5	33.9	30.1	27.1	24.9	40.5	35.7	32.0	29.1	47.3	41.4	36.8	33.2
	30.0	25.7	23.1	21.1	19.5	31.5	28.0	25.4	23.3	36.8	32.6	29.3	26.8	41.9	36.9	33.0	30.0	46.8	40.9	36.4	32.9
	60.0	25.3	22.7	20.7	19.2	29.4	26.2	23.8	21.9	32.9	29.3	26.5	24.3	36.2	32.0	28.8	26.4	39.1	34.5	31.0	28.2
	90.0	22.3	20.1	18.4	17.1	28.3	25.3	23.0	21.2	34.2	30.4	27.4	25.1	39.9	35.2	31.6	28.7	45.6	40.0	35.6	32.2
	120.0	19.4	17.5	16.1	15.0	24.2	21.8	19.9	18.5	28.9	25.9	23.5	21.7	33.6	29.8	26.9	24.7	38.2	33.7	30.3	27.6
	150.0	19.8	17.9	16.4	15.3	23.8	21.4	19.5	18.1	27.4	24.6	22.4	20.6	30.9	27.6	25.0	23.0	34.3	30.4	27.4	25.1
	180.0	16.2	14.7	13.6	12.7	20.1	18.2	16.7	15.6	23.9	21.5	19.6	18.2	27.4	24.5	22.3	20.6	30.8	27.5	24.9	22.9
	210.0	15.1	13.8	12.8	12.0	19.2	17.4	16.0	15.0	23.1	20.8	19.1	17.7	26.9	24.1	21.9	20.3	30.5	27.2	24.7	22.7
	240.0	17.7	16.0	14.8	13.8	21.9	19.8	18.1	16.8	25.9	23.2	21.2	19.6	29.7	26.5	24.1	22.2	33.4	29.7	26.8	24.6
270.0	16.4	14.9	13.8	12.9	20.2	18.2	16.8	15.6	23.8	21.4	19.6	18.2	27.4	24.6	22.4	20.6	31.0	27.6	25.0	23.0	
300.0	19.1	17.3	15.9	14.9	23.6	21.3	19.4	18.0	28.1	25.1	22.8	21.1	32.5	28.9	26.1	24.0	36.8	32.6	29.3	26.8	
330.0	18.0	16.3	15.0	14.0	23.4	21.0	19.3	17.9	28.8	25.8	23.4	21.6	34.4	30.5	27.5	25.2	40.0	35.2	31.6	28.8	
Omnidir	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	

**Tabella 4-2: estremi di vento annuali direzionali per il sito di Punta Marina.**

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

**Tabella 4-3: estremi di vento mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina.**

Wave Directional Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N - Whole year																				
Direction - coming from (°N)	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)
0	1.32	6.11	4.82	7.59	1.85	6.83	5.57	8.26	2.39	7.41	6.16	8.79	2.93	7.87	6.65	9.22	3.48	8.24	7.05	9.56
30	2.55	7.55	6.32	8.93	3.34	8.16	6.96	9.48	4.11	8.60	7.44	9.88	4.86	8.95	7.81	10.18	5.60	9.22	8.12	10.42
60	3.61	8.33	7.14	9.63	4.47	8.78	7.63	10.03	5.28	9.11	7.99	10.32	6.06	9.37	8.28	10.55	6.81	9.58	8.51	10.72
90	3.60	8.32	7.13	9.63	4.51	8.80	7.65	10.05	5.38	9.15	8.03	10.36	6.23	9.42	8.34	10.59	7.06	9.64	8.59	10.77
120	2.83	7.79	6.57	9.15	3.61	8.33	7.14	9.63	4.39	8.74	7.59	10.00	5.16	9.07	7.94	10.29	5.94	9.33	8.24	10.52
150	1.31	6.09	4.80	7.58	1.72	6.67	5.40	8.11	2.12	7.13	5.88	8.54	2.50	7.51	6.27	8.89	2.88	7.83	6.61	9.18
180	0.76	5.14	3.81	6.73	1.12	5.79	4.49	7.30	1.46	6.33	5.05	7.80	1.81	6.78	5.51	8.22	2.15	7.17	5.91	8.57
210	0.73	5.08	3.74	6.68	1.03	5.63	4.33	7.16	1.30	6.08	4.79	7.57	1.55	6.45	5.18	7.91	1.80	6.77	5.50	8.20
240	0.52	4.63	3.26	6.33	0.91	5.42	4.11	6.97	1.38	6.20	4.92	7.68	1.92	6.91	5.65	8.33	2.51	7.51	6.28	8.89
270	0.48	4.54	3.15	6.27	0.78	5.17	3.84	6.75	1.10	5.76	4.46	7.28	1.44	6.30	5.02	7.77	1.81	6.78	5.51	8.21
300	0.69	5.00	3.66	6.62	1.02	5.61	4.31	7.15	1.33	6.12	4.84	7.61	1.63	6.55	5.28	8.00	1.93	6.92	5.66	8.34
330	1.00	5.59	4.28	7.12	1.38	6.20	4.91	7.68	1.74	6.69	5.42	8.13	2.09	7.10	5.85	8.51	2.44	7.45	6.21	8.83
OMNI	3.90	8.49	7.32	9.78	4.79	8.92	7.78	10.16	5.66	9.25	8.14	10.44	6.52	9.50	8.43	10.66	7.37	9.71	8.67	10.83

**Tabella 4-4: estremi di onda annuali direzionali per il sito di Punta Marina.**

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 21 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

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
Septembe <span>r</span>	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

**Tabella 4-5: estremi di onda mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina.**

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1987 - May. 2020 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E						
Whole Year extreme current speed - 5 m b.s.l.						
Return period		1 Year	10 Year	100 Year	1000 Year	10000 Year
Current Direction (to - °N)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)
	0.0	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28
	30.0	-	-	-	-	-
	60.0	-	-	-	-	-
	90.0	-	-	-	-	-
	120.0	0.11	0.15	0.20	0.26	0.31
	150.0	0.36	0.41	0.47	0.51	0.56
	180.0	0.35	0.42	0.48	0.54	0.60
	210.0	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19
	240.0	-	-	-	-	-
	270.0	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20
	300.0	0.13	0.17	0.21	0.25	0.28
	330.0	0.18	0.21	0.25	0.28	0.31
	Omnidir	0.38	0.44	0.50	0.56	0.61

**Tabella 4-6: estremi di corrente annuali direzionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.**

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

**Tabella 4-7: estremi di corrente mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.**

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 22 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Le tabelle seguenti mostrano i climi annuali (scatter diagram) di vento (Tabella 4-8), onda (Tabella 4-9 e Tabella 4-10) e corrente a 5m di profondità rispetto al MSL (Tabella 4-11).

WHOLE YEAR - Ws (m/s) vs Dir(°N) - DHI Data Point - Punta Marina - 44.460°N 12.389°E																										
Dir (°N)	Ws(m/s)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total	
0.0	0.28	0.82	1.18	1.09	0.76	0.52	0.34	0.22	0.14	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.65
30.0	0.29	0.84	1.26	1.21	0.97	0.82	0.68	0.57	0.43	0.35	0.27	0.23	0.17	0.13	0.10	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.44
60.0	0.24	0.84	1.36	1.24	0.86	0.78	0.80	0.78	0.75	0.63	0.52	0.41	0.29	0.20	0.12	0.07	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	10.01
90.0	0.26	0.77	1.30	1.46	0.93	0.55	0.43	0.36	0.31	0.23	0.17	0.11	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.04
120.0	0.24	0.74	1.24	1.70	1.62	1.10	0.69	0.46	0.30	0.21	0.12	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.54
150.0	0.24	0.67	1.18	1.53	1.71	1.41	0.91	0.56	0.37	0.27	0.18	0.11	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.24
180.0	0.24	0.63	0.85	0.92	0.82	0.55	0.33	0.20	0.11	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77
210.0	0.25	0.62	0.78	0.79	0.67	0.42	0.23	0.12	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.01
240.0	0.26	0.81	1.10	1.01	0.88	0.72	0.52	0.34	0.20	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.07
270.0	0.30	1.14	2.20	2.93	2.59	1.69	0.97	0.37	0.17	0.09	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.54
300.0	0.31	1.14	2.34	3.29	3.47	2.59	1.45	0.74	0.35	0.17	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.05
330.0	0.30	1.00	1.57	1.61	1.29	0.84	0.49	0.26	0.13	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.65
Omnidir	3.20	10.02	16.36	18.77	16.56	11.99	7.83	4.98	3.33	2.32	1.58	1.11	0.73	0.49	0.32	0.17	0.11	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	100.00

Tabella 4-8: scatter diagram Ws(m/s)vsDir(°N) – Punta Marina

WHOLE YEAR - Hs (m) vs Dir(°N) - DHI Data Point - Punta Marina - 44.460°N 12.389°E																				
Dir (°N)	Hs (m)																			
	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
0.0	1.24	0.79	0.27	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.0	3.09	2.07	1.08	0.56	0.32	0.19	0.13	0.11	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60.0	5.33	4.43	3.00	2.13	1.50	1.17	0.86	0.61	0.42	0.30	0.15	0.06	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
90.0	7.97	7.13	4.31	2.62	1.67	1.09	0.71	0.43	0.26	0.19	0.12	0.06	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120.0	15.28	11.95	5.23	2.56	1.33	0.63	0.33	0.18	0.08	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150.0	1.11	1.41	0.51	0.15	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180.0	0.14	0.22	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210.0	0.06	0.18	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240.0	0.05	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270.0	0.06	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300.0	0.09	0.17	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
330.0	0.33	0.53	0.17	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Omnidir	34.75	29.10	14.72	8.16	4.90	3.11	2.04	1.33	0.82	0.55	0.29	0.12	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella 4-9: scatter diagram Hs(m)vsDir(°N) – Punta Marina

Whole year- Hs(m) vs Tp(s) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E																				
Peak wave period (s)	Hs (m)																			
	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.0	1.78	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.0	9.76	3.80	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.0	9.87	8.47	2.49	0.42	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.0	7.07	9.59	5.80	2.49	1.06	0.24	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.0	4.15	4.20	3.75	3.35	2.31	1.62	0.87	0.31	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.0	1.60	2.05	1.65	1.11	0.93	0.86	0.83	0.77	0.54	0.27	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.0	0.43	0.74	0.66	0.65	0.42	0.24	0.22	0.20	0.21	0.25	0.21	0.10	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.0	0.06	0.13	0.14	0.12	0.13	0.12	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
10.0	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	34.75	29.10	14.72	8.16	4.90	3.11	2.04	1.33	0.82	0.55	0.29	0.12	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella 4-10: scatter diagram Hs(m)vsTp(sec) – Punta Marina

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 23 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Whole year- Cs(m/s) vs Dir(°N) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E - 5m b.s.l.											
Dir (°N)	Cs(m/s)										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	Total
0	2.333	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	2.369
30	1.103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.103
60	0.937	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.937
90	1.396	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.396
120	4.491	0.026	0	0	0	0	0	0	0	0	4.518
150	22.158	13.766	1.958	0.089	0.001	0	0	0	0	0	37.972
180	19.097	8.352	0.886	0.047	0.003	0	0	0	0	0	28.387
210	5.795	0.019	0	0	0	0	0	0	0	0	5.814
240	3.179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.179
270	3.077	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	3.078
300	4.745	0.082	0	0	0	0	0	0	0	0	4.828
330	5.408	0.462	0.001	0	0	0	0	0	0	0	5.872
Total	73.719	22.745	2.846	0.136	0.005	0	0	0	0	0	99.451

**Tabella 4-11: scatter diagram Cs(m/s)vsDir(°N) – Punta Marina**

Le tabelle di seguito mostrano, per ogni mese, la media delle medie giornaliere, il massimo delle medie giornaliere e il minimo delle medie giornaliere.

Mean of Daily Mean Temperature (°T) - Punta Marina				
Month	Surface	5m b.s.l.	10m b.s.l.	Near Bottom
January	10.25	10.03	8.87	7.98
February	9.29	9.14	8.11	7.49
March	10.46	10.32	9.56	9.61
April	13.13	13.04	12.75	13.30
May	17.25	17.17	17.25	18.19
June	21.24	21.20	21.58	22.63
July	25.02	25.00	25.20	25.71
August	26.94	26.91	26.53	26.59
September	24.44	24.41	23.61	23.37
October	20.85	20.70	19.46	18.93
November	16.69	16.52	15.33	14.49
December	12.74	12.57	11.38	10.54

**Tabella 4-12: media delle medie giornaliere (°C) mensili lungo la colonna d'acqua (Punta Marina)**



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 24 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Max of Daily Mean Temperature (°T) - Punta Marina				
Month	Surface	5m b.s.l.	10m b.s.l.	Near Bottom
January	14.48	13.86	12.47	11.69
February	13.87	13.60	11.65	11.07
March	16.20	14.58	13.19	13.86
April	18.47	18.29	18.05	19.03
May	22.02	21.67	22.06	24.53
June	26.17	25.45	26.56	28.28
July	29.20	29.21	28.62	29.71
August	30.92	30.18	29.96	29.72
September	28.48	28.48	27.56	27.47
October	25.60	25.60	24.28	23.57
November	23.45	22.39	21.68	19.86
December	20.11	20.24	17.28	15.87

**Tabella 4-13: massimo delle medie giornaliere (°C) mensili lungo la colonna d'acqua (Punta Marina)**

Min of Daily Mean Temperature (°T) - Punta Marina				
Month	Surface	5m b.s.l.	10 m b.s.l.	Near Bottom
January	5.98	5.98	5.83	5.21
February	5.08	5.08	5.03	4.65
March	6.45	6.45	5.97	5.35
April	8.20	8.08	8.43	8.51
May	9.89	9.90	11.10	12.59
June	15.47	15.47	17.12	17.50
July	20.39	20.39	21.34	22.15
August	22.71	22.71	23.69	23.56
September	19.83	19.83	19.07	18.86
October	14.71	14.71	14.46	14.10
November	11.83	11.83	11.07	10.53
December	8.07	8.07	7.63	6.82

**Tabella 4-14: minimo delle medie giornaliere (°C) mensili lungo la colonna d'acqua (Punta Marina)**

Infine, riguardo il marine growth, alcuni dati disponibili danno valori di spessore fino a circa 20cm – 30cm nei primi 12m-14m di acqua con una densità di 1560 kg/m<sup>3</sup>. I valori di marine growth registrati a Ravenna sono i più alti mai registrati su strutture offshore nel Mar Mediterraneo (Piattaforme Antares e PCWA).

#### 4.3.4 Dati geotecnici

##### 4.3.4.1 *Caratterizzazione Zona FSRU e Tratto a Mare*

La tabella seguente mostra la distribuzione dei suoli lungo il percorso proposto insieme alle proprietà geotecniche associate:



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 25 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

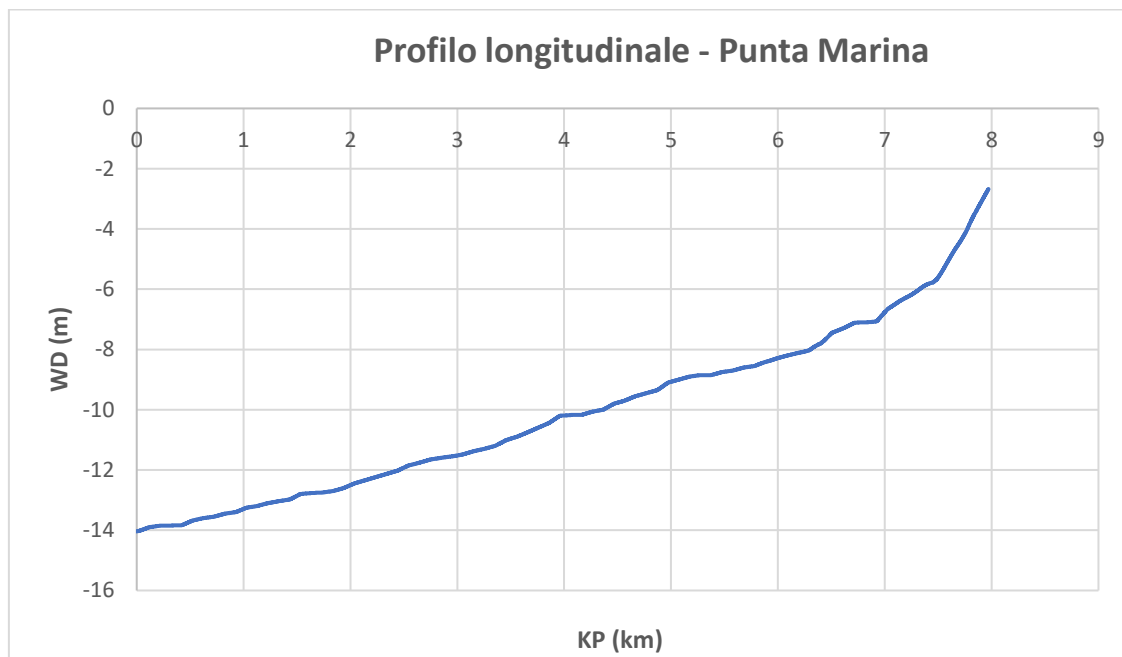
KP (km)	WD (m)	Suolo	$\gamma_{tot}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$C_u$ (kPa)	$\Phi$ (°)	$D_r$ (%)
0.0 – 7.1	14.0 – 5.0	Limo Argilloso	17.30 – 18.20	4 – 8	-	-
7.1 – End	5.0– 0.0	Sabbia siltosa	18.20	-	36	45

**Tabella 4-15: distribuzione dei suoli e proprietà geotecniche lungo la rotta proposta**

Dal punto di vista batimetrico, il gasdotto proposto attraversa un'area con batimetria in lieve pendenza verso nord-est senza che sia stato osservato alcun gradiente regionale significativo: i dati batimetrici disponibili hanno mostrato un WD massimo di circa 14.0 m.

La pendenza longitudinale varia tra 0.03° e 0.20° e raggiunge valori massimi di circa 1.4° all'approdo.

La figura seguente mostra il profilo del fondale marino dal Terminal di PIR all'approdo:



I dati sismici che possono essere utilizzati per l'area dell'offshore di Ravenna vengono elencati nella tabella sottostante:

PGA (g)	Periodo di Ritorno (y)
0.20	475
0.26	1000

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 26 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

#### 4.3.4.2 Caratterizzazione geologica-idrogeologica dei terreni attraversati dai metanodotti di collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti (Tratto a terra)

La caratterizzazione geologica dei terreni attraversati dai metanodotti di collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti è stata condotta tramite una serie di attività di base quale sopralluoghi in campo, consultazione delle carte tematiche e analisi della bibliografia disponibile, analisi dei risultati delle campagne geognostiche pregresse su opere simili. A conclusione dello studio sono stati delineati gli elementi morfologici, geologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici e sismici generali dell'area interessata dal progetto.

Il territorio di studio ricade in un contesto geologico e geomorfologico piuttosto omogeneo e stabile.

Da un punto di vista **litologico** nell'area di interesse affiorano sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale, deltizio e litorale appartenenti all'Unità di Modena Aes8a solo in una zona limitata affiorano argille, limi e alternanze limoso-sabbiose di tracimazione fluviale appartenenti al Subsistema di Ravenna Aes8. Le indagini geofisiche acquisite da campagne geognostiche pregresse hanno permesso di classificare tutti i terreni nell'ambito della **classe di suolo C**.

Dal punto di vista **morfologico**, il territorio è costituito da una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili ed argini rialzati, rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi al fine di consentire il deflusso incanalato e proteggere le aree abitate e coltivate dalle frequenti esondazioni dovute alle improvvise piene dei fiumi, che trovano facile e rapida espansione nelle zone tra un corso d'acqua e l'altro, talora particolarmente depresse. Gli argini fluviali ed i rilevati stradali sono gli unici rilievi riscontrati nell'area di pianura, mentre nella zona costiera si hanno in alcune ristrette fasce modesti rilievi determinati dalla presenza di cordoni litorali dunosi.

Per quanto riguarda gli attraversamenti fluviali si evidenzia che i corsi d'acqua minori e i canali irrigui verranno attraversati a cielo aperto prevedendo un accurato e ponderato approfondimento della posa della condotta e opere di ripristino spondale, mentre, nel caso degli alvei fluviali più importanti quali i Fiumi Uniti, il Fiume Ronco, il Fiume Montone, nonché i canali più incisi con arginature importanti quali lo Scolo Chiavichetta, lo Scolo Via Cupa, lo Scolo Canala, gli attraversamenti verranno realizzati mediante tecnologia trenchless.

Dal punto di vista **idrogeologico**, i terreni affioranti, direttamente connessi al passaggio della condotta in progetto, sono ascrivibili al Gruppo Acquifero A, ossia una falda freatica superficiale alimentata dall'infiltrazione diretta, dalle perdite di subalveo del reticolo idrografico e dall'irrigazione, regimata dalla rete di canali e scoli consorziali e soggetta ad emungimenti da parte dei pozzi presenti in zona. La falda superficiale presenta mediamente una potenza variabile tra i 15 e 20 m e la quota dal piano campagna risulta compresa tra 1 e 2 m di profondità con oscillazioni stagionali inferiori al metro.

Dal punto di vista **sismico**, il tracciato di progetto intercetta alcune faglie riportate nel catalogo ITHACA (catalogo delle faglie capaci ISPRA - dipartimento per il servizio geologico d'Italia) come "a bassa attendibilità", con ultimi indizi di movimento nel Pleistocene inferiore. Considerando che il substrato roccioso eventualmente dislocabile da tali strutture si trova a profondità di svariate centinaia di metri ricoperto da sedimenti sciolti, si ritiene di fatto trascurabile il rischio che si risenta in superficie di spostamenti strutturali.

Per quanto riguarda la **pericolosità sismica** relativa al comune di Ravenna, si evince che i valori di accelerazione massima del suolo, riscontrata con valori di PGA, sono compresi tra 0.150 e 0.175.

In base alle considerazioni emerse dal rilevamento geologico, si può affermare che l'opera in progetto risulta ampiamente compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio attraversato, nonché con i relativi strumenti di pianificazione vigenti.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 27 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Una caratterizzazione geotecnica preliminare lungo il metanodotto è stata eseguita sulla base della recente campagna di indagini geognostiche, geofisiche e di laboratorio geotecnico condotta da Snam Rete Gas nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra-Ravenna Mare DN 300 (12") DN 650 (26") e opere connesse", che transita nello stesso corridoio territoriale nel quale è previsto il nuovo gasdotto "Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar".

Le indagini prossime al tracciato dell'opera "Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar" in progetto sono indicate in Figura 4-6.



**Figura 4-6 - Localizzazione delle indagini svolte nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra-Ravenna Mare DN 300 (12") DN 650 (26") e opere connesse" (Azzurro: sondaggi; giallo: prove penetrometriche; viola: prove MASW) – nel retino in giallo l'area interessata dal Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar.**

In particolare, la campagna di indagini eseguita ha previsto la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni ed esecuzione di prove penetrometriche dinamiche e prove geofisiche, finalizzate alla definizione delle proprietà sismiche dei terreni; nel complesso le indagini utili per l'opera in progetto risultano le seguenti:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo condotti a profondità di 25 m e prelievi di campioni di terreno sottoposti a prove in laboratorio geotecnico;
- n. 8 prove CPTU;
- n. 5 prova MASW;

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 28 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Sondaggi Geognostici	Prove CPT	Indagini Geofisiche MASW
Sg1	CPTu1	M1
Sg2	CPTu2	M2
Sg4	CPTu3	M3
Sg5	CPTu4	M4
Sg6	CPTu6	M5
	CPTu7	
	CPTu9	
	CPTu12	

**Tabella 4-16 - Elenco delle indagini svolte nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra-Ravenna Mare DN 300 (12") DN 650 (26") e prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar.**

In relazione al tracciato, seppur con le difficoltà di definire precisi limiti, si possono distinguere due tratti interessati principalmente da depositi sabbiosi di duna: il primo all'incirca dalla zona di monte dell'attraversamento dei Fiumi Uniti fino all'attraversamento della S.S. 16 a Classe, l'altro invece nel tratto finale del tracciato, dall'attraversamento del canale La Canala in poi.

Nel tratto occidentale del tracciato, dal F. Ronco all'attraversamento della linea ferroviaria Ravenna-Castel Bolognese, i terreni risultano prevalentemente fini, soprattutto argillosi. Più nel dettaglio la situazione stratigrafica emersa nei singoli sondaggi è come di seguito riportata in Tabella 4-17.

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
Sondaggio 4	Profondità (m)
Limo sabbioso	0.00-2.00
Sabbia limosa e limo sabbioso	2.00-4.80
Argilla limosa	4.80-11.00
Limo argilloso-sabbioso	11.00-15.50
Sabbia limosa	15.50-25

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 29 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Sondaggio 5	Profondità (m)
Limo argilloso	0.00-2.00
Sabbia limosa	2.00-4.30
Limo argilloso-sabbioso	4.30-25.00
Sondaggio 6	Profondità (m)
Limo argilloso	0.00-2.30
Argilla	2.30-4.60
Argilla e torba	4.60-8.40
Argilla limosa	8.40-12.50
Sabbia limosa	12.50-18.00
Limo argilloso-sabbioso	18.00-25.00

**Tabella 4-17 - Elenco delle indagini svolte nell'ambito della progettazione del Metanodotto "Ravenna Terra-Ravenna Mare DN 300 (12") DN 650 (26") e prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36")", DP 75 bar.**

La situazione stratigrafica stimata sulla base delle varie prove CPTU eseguite è come di seguito descritta per le varie verticali indagate in Tabella 4-18.

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
CPTU 3	Profondità (m)
Argilla limosa	0.00-4.20
Sabbia limosa con subordinati livelli di limo sabbioso	4.20-20.00
CPTU4	Profondità (m)
Sabbia limosa	0.00-1.80
Argilla limosa	1.80-4.50
Sabbia limosa con subordinati fini livelli di argilla	4.50-12.35
CPTU6	Profondità (m)
Limo argilloso	0.00-2.70
Limo sabbioso e sabbia limosa	2.70-5.50
Argilla limosa	5.50-17.10
Sabbia limosa	17.10-20.00
CPTU 7	Profondità (m)
Limo argilloso	0.00-2.00



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 30 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Argilla limosa	2.00-16.50
Sabbia limosa	16.50-18.00
Argilla limosa	18.00-20.00
<b>CPTU 9</b>	Profondità (m)
Limo argilloso	0.00-2.00
Argilla limosa	2.00-20.00
<b>CPTU 12</b>	Profondità (m)
Argilla limosa	0.00-3.60
Sabbia e sabbia limosa con livelli di limo sabbioso	3.60-18.20
Argilla	18.20-20.00

**Tabella 4-18 Stratigrafie derivate dalle CPTu prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar**

I risultati delle indagini geofisiche hanno invece evidenziato quanto riportato in Tabella 4-19.

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

**Tabella 4-19 Risultati principali delle indagini geofisiche prossime al tracciato del Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36"), DP 75 bar**

Le prove MASW (Multichannel Spectral Analysis of Waves) hanno rilevato la velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) nel sottosuolo e la conseguente valutazione del parametro Vs30, parametro necessario per la classificazione della categoria di sottosuolo. Le velocità riportate in tabella 1 sono relative allo spessore di 30 m al di sotto del piano di imposta dell'opera, cioè di posa della tubazione, assunto pari a 2 m.

L'eterogeneità verticale e laterale dei terreni presenti nonché il differente stato di addensamento/consistenza si riflette anche nella variabilità delle velocità delle onde di taglio che in linea generale però mostrano valori medi su di uno spessore di 30 m in un range abbastanza ristretto da 181 a 208 m/s, permettendo di classificare tutti i terreni nell'ambito della classe di suolo C.

Dalle analisi granulometriche condotte sui campioni prelevati nei sondaggi geognostici è emersa la presenza di due gruppi principali:

- terreni granulari prevalentemente sabbiosi con percentuali di fini minore di 20%
- terreni coesivi con percentuale di sabbia minore di 8%

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 31 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Campione	SG1	SG1	SG1	SG2	SG2	SG2	SG4	SG4	SG4	SG5	SG5	SG6	SG6
Profondità	8.5	13.5	17.5	7.6	11.0	19.0	6.0	13.0	20.5	16	20	13.0	20.0
(m)	9.0	14.0	18.0	8.1	11.5	19.5	6.5	13.5	21.0	16.5	20.5	13.5	20.5
Ghiaia %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabbia %	81	84	6	0	6	85	1	6	86	7	6	86	7
Limo %			77	62	79		57	75		77	77		89
Argilla %			17	38	15		42	19		17	17		4
Fini	19	16				15			14			14	

**Tabella 4-20 Percentuali delle classi granulometriche per i vari campioni prelevati nei sondaggi geognostici**

I livelli piezometrici sono stati misurati sia nei fori di sondaggio che nelle varie prove CPTU. E' risultato che la tavola d'acqua è sempre molto superficiale con profondità dell'ordine di 1-2 m,

**In particolare si sono registrati alla data della esecuzione i seguenti valori, riportati in**

Tabella 4-21:

PROVA	Profondità Falda (m)	PROVA	Profondità Falda (m)
SG1	2.60	CPTU 1	2.00
SG2	2.00	CPTU 2	2.00
SG4	1.80	CPTU 3	2.60
SG5	1.50	CPTU 4	2.50
SG6	1.10	CPTU 6	2.30
		CPTU 7	3.10
		CPTU 9	2.70
		CPTU 12	2.80

**Tabella 4-21 Profondità del livello piezometrico misurato nei fori di sondaggio e nelle prove penetrometriche alla data della loro esecuzione**

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 32 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 5 DESCRIZIONE GENERALE DELLA PIATTAFORMA DI ORMEGGIO

### 5.1 Descrizione della Piattaforma Esistente Petra

Il nuovo Terminale prevede l'attracco di una *Floating and Storage Regasification Unit* (FSRU) ormeggiata in una struttura di accosto dedicata, posizionata a circa 8 km dalla costa antistante Punta Marina, in corrispondenza dell'esistente pontile PIR; la nuova struttura ospita le apparecchiature necessarie all'esportazione di gas ad alta pressione.

L'impianto di stoccaggio e rigassificazione sarà completamente installato a bordo dell'FSRU e prevederà i seguenti sistemi principali, come descritto nella Sezione 0:

- Sistema di scarico GNL dalla nave metaniera spola;
- Sistema di stoccaggio GNL, capacità nominale pari a 170'000 m3;
- Sistema di pompaggio e rigassificazione
- Sistema di gestione del BOG;
- Sistema di gestione acqua mare;
- Sistemi ausiliari

La FSRU è allestita con tutti i necessari sistemi di sicurezza ed antincendio.

La nave spola massima attesa al terminale è di capacità pari alla FSRU e di dimensioni simili.

L'impianto di ricezione sarà realizzato su una piattaforma metallica di ormeggio strutturalmente indipendente dall'esistente e collegata ad essa tramite passerelle. Sulla piattaforma di ormeggio saranno alloggiati i seguenti sistemi principali:

- Sistema trasferimento gas naturale FSRU-pontile (bracci di carico), per l'invio del gas naturale attraverso la condotta marina verso la rete di trasporto nazionale;
- Sala controllo dei sistemi in banchina;
- Sistema antincendio con nuovi locali pompe;
- Sistema di sfiato (cold vent);
- Generatore di emergenza e serbatoio diesel;
- Trappola bidirezionale per lancio/ricevimento pig.
- Risalita cavo TLC
- Giunto isolante

La FSRU sarà ormeggiata con la prua rivolta verso NORD nella nuova struttura di accosto ed ormeggio, in maniera da consentire l'evoluzione in sicurezza dei rimorchiatori durante le manovre di accosto e partenza delle navi spola. I bracci di carico del gas naturale saranno installati in corrispondenza dei collettori di alta pressione sulla FSRU.

Un cabinato di controllo sarà collocato nella nuova struttura di accosto ed ormeggio in prossimità dei bracci di carico.



	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA'
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	NQ/R22178	-
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	REL-PROG-E-00001	Rev. 0
			Fg. 33 di 90	

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

L'alimentazione elettrica così come l'azoto per l'utilizzo dei sistemi alloggiati nella nuova banchina saranno forniti dall'FSRU.

La nuova banchina ospiterà le seguenti apparecchiature:

- un gruppo elettrogeno di emergenza con relativo serbatoio diesel;
- rack di bombole di azoto di riserva;
- sfiato di emergenza;
- sistemi di rilevazione e rivelazione gas / incendio;
- sistemi di spegnimento incendio (la piattaforma di ormeggio sarà predisposta con un circuito antincendio autonomo).

## 5.2 ALTERNATIVA A: Soluzione con Cassoni – Layout della Piattaforma

In Figura 5-1 è riportato l'adeguamento della piattaforma secondo l'ipotesi progettuale della cosiddetta ALTERNATIVA A. La disposizione di tutti gli equipaggiamenti della Piattaforma di ormeggio è dettagliata nei doc. allegati (rif. Allegato 3, Allegato 6, Allegato 8, Allegato 10).

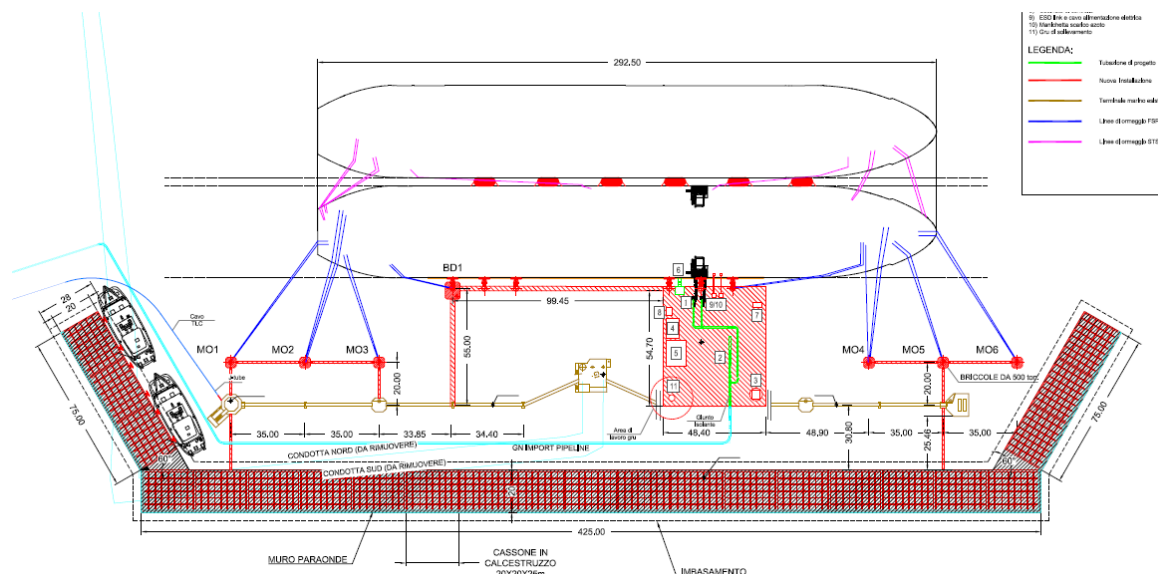


Figura 5-1 –ALTERNATIVA A Layout della Piattaforma di Ormeggio PETRA – Soluzione con Cassoni

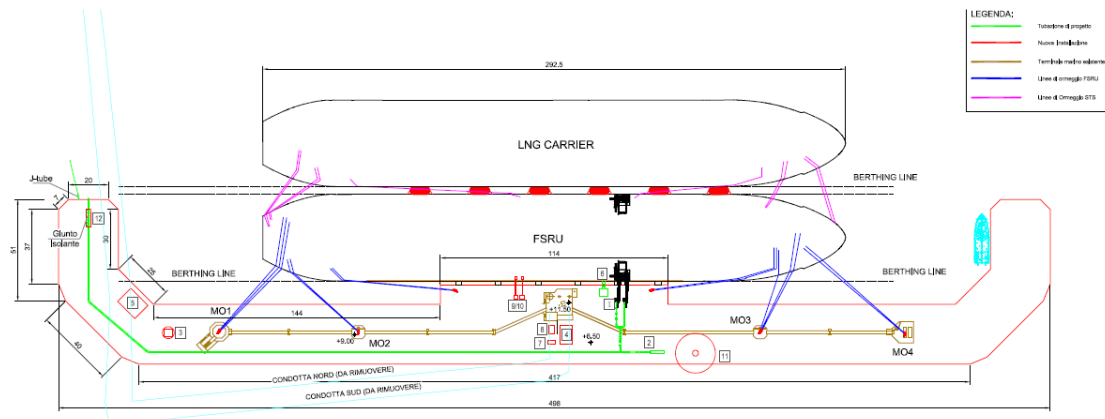
## 5.3 ALTERNATIVA B: Soluzione con Palancolato - Layout della Piattaforma

In Figura 5-2 è riportato l'adeguamento della piattaforma secondo l'ipotesi progettuale della cosiddetta ALTERNATIVA B.

La disposizione di tutti gli equipaggiamenti della Piattaforma di ormeggio è dettagliata nei doc. allegati (rif. Allegato 4, Allegato 7, Allegato 9, Allegato 11).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 34 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



**Figura 5-2 – ALTERNATIVA B Layout della Piattaforma di Ormeggio PETRA – Soluzione con Palancolato**

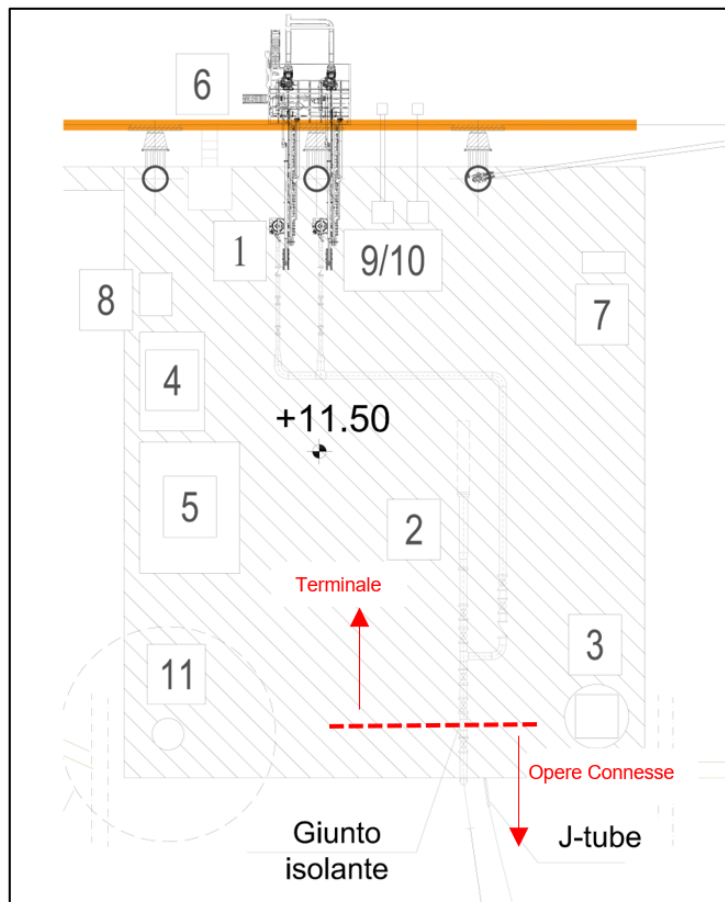
#### 5.4 Limite di batteria

Il limite di batteria per il Terminale (lato offshore) con le opere connesse è situato sulla Piattaforma Petra, ed in particolare sul giunto isolante posizionato tra le due valvole di intercetto della condotta a mare.

La Figura 5-3 mostra la soluzione prevista per l'Alternativa A, mentre la Figura 5-4 mostra la soluzione prevista per l'Alternativa B.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 35 di 90	Rev. 0

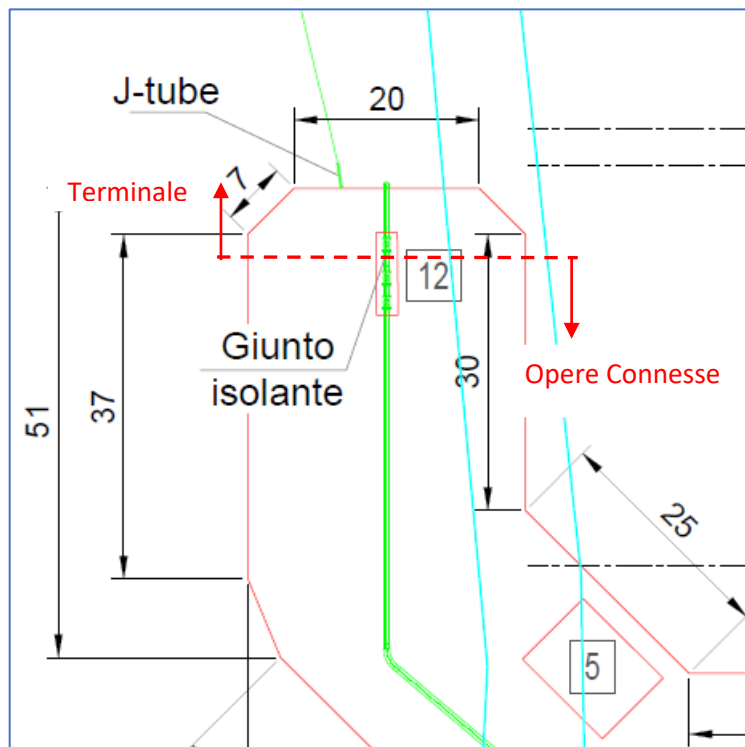
Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



**Figura 5-3 – Limite di batteria Terminale/Opere connesse – Alternativa A**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 36 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



**Figura 5-4 – Limite di batteria Terminale/Opere connesse – Alternativa B**

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 37 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 5.5 Caratteristiche dimensionali della FSRU

Le dimensioni della FSRU sono riportate nella Tabella 5-1.

Descrizione	Valore
Capacità nominale	170'000 m <sup>3</sup>
Lunghezza totale	292.5 m
Larghezza	43.42 m

Tabella 5-1 – Dimensioni FSRU

## 5.6 Caratteristiche del GNL

Il gas naturale è una miscela costituita prevalentemente da metano, azoto e altri idrocarburi.

Per consentire il trasporto sulle navi metaniere il gas deve essere sottoposto al processo di liquefazione, portandolo ad una temperatura di (meno) -162 °C a pressione atmosferica: così si ottiene il GNL.

Nella Tabella 5-2 e Tabella 5-3 sono riportati due esempi di composizione tipica del GNL in arrivo al Terminale.

Elemento	Percentuale
Metano	97.2559
Etano	1.7407
Proprano	0.0686
nButano	0.1135
iButano	0.0078
nPentano	0
iPentano	0.0019
Azoto	0.8116
Caratteristica	Valore
Tbolla @ 147mbarg(°C)	-163.1
Densità al punto di bolla (kg/m3)	436.3
Wobbe Index (MJ/Sm3)	50.28

Tabella 5-2 – GNL di tipo “leggero”

Elemento	Percentuale
Metano	89
Etano	6.89
Proprano	2.61
nButano	0.48
iButano	0.3
nPentano	0.02
iPentano	0.03
Azoto	0.1
Caratteristica	Valore
Tbolla @ 147mbarg(°C)	-159
Densità al punto di bolla (kg/m3)	459.7
Wobbe Index (MJ/Sm3)	52.95

Tabella 5-3 – GNL di tipo “pesante”

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 38 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 5.7 Caratteristiche di consegna del gas in consegna alla Rete

Nella tabella che segue sono riportati i parametri di consegna del gas in uscita dal Terminale (secondo Codice di Rete di Snam Rete Gas, vedi Rif.([A1])).

Caratteristica	Valore	U.M.	Condizioni
PCS	34.95 ÷ 45.28	MJ/Sm <sup>3</sup>	
Densità	0.555 ÷ 0.7	Kg/Sm <sup>3</sup>	
Indice di Wobbe	47.31 ÷ 52.33	MJ/Sm <sup>3</sup>	
Punto di Rugiada dell'acqua	≤ -5	°C	Alla pressione di 7000 kPa relativi
Punto di Rugiada degli idrocarburi	≤ 0	°C	Nel campo di pressione 100 ÷ 7.000 kPa relativi
Temperatura massima operativa	< 50	°C	
Temperatura minima operativa	> 3	°C	
Pressione massima operativa	75	Barg	

**Tabella 5-4 – Caratteristiche NG in uscita dal Terminale**

Il Terminale sarà in grado di garantire le seguenti pressioni del gas naturale in uscita:

- Una pressione massima di 75 barg
- Una pressione minima da garantire alla rete di 35 barg
- Una pressione normale operativa di 55/60 barg.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 39 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 5.8 Funzionamento del Terminale

Il Terminale, indipendentemente dalla configurazione progettuale (i.e., ALTERNATIVA A o ALTERNATIVA B) sarà in grado di realizzare le seguenti operazioni:

- Servizio di rigassificazione
- Servizio di carico di GNL da nave spola
- Modalità stand by con erogazione di portata minima o nessun servizio di rigassificazione

Il Terminale, tramite il sistema di trasferimento GNL, sarà approvvigionato da navi metaniere spola di capacità di stoccaggio variabile; le dimensioni massime attese per la nave spola sono 170,000 m<sup>3</sup>.

Il GNL fluirà dai serbatoi della nave spola mediante le pompe cargo attraverso il collettore principale, scorrerà all'interno delle manichette flessibili criogeniche ed in fine, attraverso il collettore cargo della FSRU ed il sistema tubazioni di trasferimento arriverà ai serbatoi criogenici del rigassificatore. Una linea dedicata di ritorno vapori permetterà la gestione del BOG in eccesso all'interno dei serbatoi della FSRU.

Il sistema di rigassificazione installato a bordo della FSRU utilizzerà l'acqua di mare come fonte di calore per la vaporizzazione del GNL (*direct sea water*).

Nello specifico, il GNL viene inviato dai serbatoi al ricondensatore (*recondenser*) tramite l'utilizzo delle pompe sommerse in-tank; da qui il fluido raggiunge le pompe di alta pressione che alimenteranno i vaporizzatori e garantiscono la pressione del gas naturale richiesta dal metanodotto.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 40 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

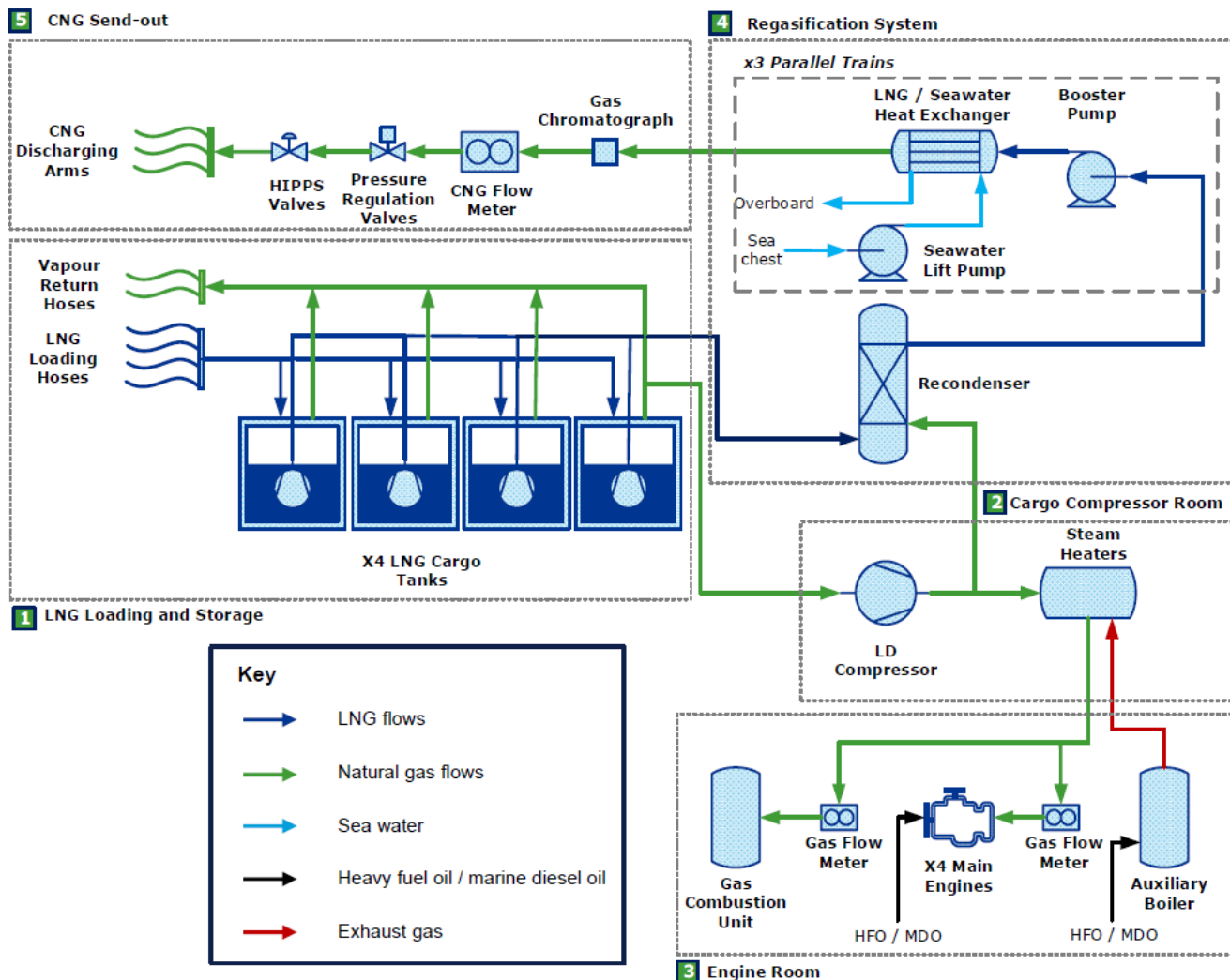


Figura 5-5 – Schema funzionamento FSRU

Durante le operazioni di carico GNL, il boil-off gas generato in eccesso dal Terminale e non ricevuto dalle navi spola durante le operazioni di caricamento sarà gestito tramite compressori dedicati (*Low Duty*) che lo convoglieranno all'interno del ricondensatore dove sarà ricondensato e recuperato mediante scambio termico in contro corrente al GNL.

IL gas naturale verrà trasferito dalla FSRU alla pipeline per mezzo di bracci di carico installati nella nuova banchina.

## 5.9 Vita di progetto ed operatività del Terminale

Il Terminale sarà progettato per avere una vita utile pari a 25 anni dalla data di start-up. Il terminale opererà per l'intero periodo senza la necessità di lasciare l'ormeggio per attività di manutenzione.



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 41 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 5.10 Unità di carico GNL da nave spola

Le operazioni di carico GNL da nave spola avverranno nella configurazione ship-to-ship tramite la connessione di massimo cinque (5) manichette flessibili, quattro (4) per il GNL ed una (1) per i vapori di ritorno.

Le pompe presenti nei serbatoi a bordo della nave metaniera spola invieranno il GNL ad una portata fino a 9'000 m<sup>3</sup>/h.

Il sistema sarà dotato di una linea dedicata di ritorno vapori alla nave metaniera spola per compensare l'effetto pistone dovuto allo svuotamento dei propri serbatoi.

Il collettore di carico (*cargo manifold*) è realizzato in accordo a Rif.[A2].

## 5.11 Unità di stoccaggio GNL

La FSRU sarà costituita da quattro (4) serbatoi di tipologia a membrana aventi una capacità nominale di 170,212.8 @ 100% ed operativa di

- Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.1: 24 273 m<sup>3</sup> (assunto 98.5% volume utile);
- Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.2: 48 650 m<sup>3</sup> (assunto 98.5% volume utile);
- Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.3: 48 650 m<sup>3</sup> (assunto 98.5% volume utile);
- Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.4: 48 650 m<sup>3</sup> (assunto 98.5% volume utile);
- Altezza di riempimento consentita:
  - Inferiore 2.75m dal fondo del serbatoio.
  - Superiore al 70% del riempimento nominale.
- Settaggio valvole di rilascio - MARVS (in modalità FSRU): 0.7 barg;

Dai serbatoi di stoccaggio il liquido sarà inviato tramite le pompe di alimentazione GNL (*LNG Feed pumps*) direttamente al ricondensatore.

### 5.11.1 Pompe di carico principali (*Main cargo pump*)

Ciascun serbatoio è dotato di due pompe di carico principali di tipo centrifugo, verticali monostadio ad azionate da motori elettrici. Ogni pompa è dimensionata per scaricare 1750 m<sup>3</sup>/h con una prevalenza di 160 m di GNL, il flusso minimo è 750 m<sup>3</sup>/h

Le pompe sono del tipo a motore sommerso, raffreddate dallo stesso GNL pompato. Il GNL viene utilizzato anche per lubrificare e raffreddare la pompa ed i cuscinetti del motore.

### 5.11.2 Pompe di alimentazione GNL (*LNG feed pump*)

All'interno di ogni serbatoio, oltre alle pompe di carico principali, si trova anche una pompa di alimentazione GNL. Lo scopo principale delle pompe di alimentazione GNL è quello di alimentare l'impianto di rigassificazione, in particolare il ricondensatore, con una pressione sufficiente. Queste pompe sono di tipo centrifugo verticali monostadio; ogni pompa è dimensionata per scaricare 650 m<sup>3</sup>/h

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 42 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

di GNL con una prevalenza di 190 m. Le pompe sono del tipo a motore sommerso, raffreddate dallo stesso GNL pompato. Lo stesso fluido viene utilizzato anche per lubrificare e raffreddare la pompa ed i cuscinetti del motore.

## 5.12 Sistema di vaporizzazione

La FSRU è dotata di tre (3) treni di rigassificazione ognuno dei quali con capacità 250 MMSCFD (totale 750 MMSCFD) e composto da:

- Due pompe ad alta pressione (booster pump)
- Due vaporizzatori (scambiatori di calore a fascio tubiero – shell & tube)

### 5.12.1 Pompe ad alta pressione

Le pompe booster HP sono pompe verticali multistadio con motore elettrico montate verticalmente in un pozzo di adduzione. Questi dispositivi sono impiegati per trasferire il GNL in uscita dal ricondensatore direttamente ai vaporizzatori ed hanno la seguente configurazione:

- n°6 x 260 m<sup>3</sup>/h, azionabili anche indipendentemente (2 per ogni treno)
- Massima pressione di spinta 126 barg;
- Massima pressione operativa 100 barg;
- Minima pressione operativa 40 barg

Per l'avviamento ed il mantenimento della portata minima, le pompe ad alta pressione sono dotate di una linea di ricircolo installata sulla mandata che riporta il GNL direttamente al ricondensatore.

### 5.12.2 Vaporizzatori

L'acqua di mare aspirata dalle prese a mare sullo scafo viene spinta all'interno dei vaporizzatori da un set di pompe di sollevamento alla pressione di circa 5 barg; quest'acqua di mare passa attraverso il mantello dello scambiatore di calore GNL/SW e finisce nuovamente in mare attraverso una differente presa a mare posta anch'essa sullo scafo ma ad una certa distanza dalla prima per minimizzare i rischi di cortocircuito termico.

A seguito dello scambio di calore, la temperatura dell'acqua di mare all'uscita dello scambiatore di calore GNL/SW deve essere superiore a 5°C per evitare il congelamento dell'acqua di mare sul lato mantello in ogni condizione di funzionamento.

Le caratteristiche del sistema di vaporizzazione sono riassunte di seguito:

- Tre (3) treni di vaporizzazione, 250 MMSCFD ciascuno
- Capacità di picco: 750 MMSCFD
- Capacità minima: 50 MMSCFD

I vaporizzatori hanno le seguenti caratteristiche:

- LATO Mantello:

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 43 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Fluido: Acqua
- Portata:  $\approx 2,700 \text{ m}^3/\text{h}$
- LATO Fascio tubiero:
  - Fluido: GNL (Ingresso)/Gas naturale (Uscita)
  - Portata:  $\approx 104,500 \text{ kg/h}$

#### 5.12.3 Pompe acqua mare (acqua di vaporizzazione)

La FSRU dispone di tre pompe di sollevamento dell'acqua di mare ciascuna da  $6,000 \text{ m}^3/\text{h}$  con una prevalenza di 70 m; ogni pompa è dotata di un sistema di filtraggio acqua mare in mandata, cioè tra la pompa ed il vaporizzatore.

### 5.13 Unità di scarico e consegna gas naturale

La FSRU dispone di un collettore ad alta pressione per lo scarico del GNL vaporizzato, dunque in stato gassoso, verso la nuova banchina. Il collettore è collegato ad un manifold dal quale si staccano due linee 16" rating 900#.

La connessione tra FSRU e condotta di trasmissione gas avverrà tramite dei bracci di carico 2 x 12" connessi lato nave ai due collettori 16" di trasmissione gas mediante un sistema di riduzione e connessione rapido (PERC). Ciascun braccio di carico è collegato, lato banchina, ad una tubazione da 12"; il gas proveniente dalle due tubazioni da 12" sarà poi convogliato in una tubazione che dalla banchina proseguirà fino ad arrivare al punto di allaccio alla Rete Nazionale dei Gasdotti, costituito da una sezione a mare di circa 9 km (diametro 26") e da un tratto a terra di circa 33 km (diametro 36"). I bracci di carico sono dotati di un sistema di sgancio rapido di sicurezza.

Il fluido rigassificato sarà scaricato ad una temperatura nel range  $3^\circ\text{C} \pm 50^\circ\text{C}$  ed alla pressione di 100 barg. Ciascun braccio di carico convoglierà il gas in tramite una tubazione da 12" ANSI 900# verso la condotta principale da 26" che attraverserà la piattaforma di ormeggio su appositi supporti fino ad arrivare alla flangia di collegamento con il *riser* per poi proseguire via mare fino a terra. la piattaforma sarà opportunamente dotata di valvole di intercetto SDV al fine di garantire un corretto isolamento e da valvole BDV per la depressurizzazione.

Al fine di garantire l'ispezione e la pulizia della condotta a mare, sarà installata una trappola bidirezionale collegata alla condotta da 26".

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 44 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 5.14 HIPPS

Il sistema HIPPS è progettato per prevenire fenomeni di sovrappressione a valle del sistema stesso, intercettando la condotta ed intrappolando la pressione nel lato a monte; le valvole di intercetto forniscono una barriera ermetica tra i due lati del sistema ed evitano la permeazione di gas che potrebbe pressurizzare una parte di impianto non progettata per resistere alla pressione di monte.

Il sistema HIPPS può essere considerato come ultima linea di difesa contro la sovrappressione e consente di effettuare un cambio di classe fra le tubazioni a monte e quella a valle in piena sicurezza.

Come riportato nello schema in Figura 5-5, il sistema HIPPS è installato prima del collettore alta pressione a bordo della FSRU.

## 5.15 Sistema di misura del gas

La FSRU è dotata di un sistema di misura non fiscale che può essere utilizzato per definire la quantità esatta di NG sbarcato dalla nave (send-out); la portata di NG viene misurata dal sistema di misurazione prima dell'invio attraverso il collettore di gas export a bordo della nave.

Il sistema di misura fiscale è composto da una linea di misura dotata di due (2) misuratori di portata in serie collegati alla cabina di misura dove è presente il calcolatore ridondato che unisce la misura di portata alle informazioni fornite dai sensori di temperatura e pressione la cui presa è integrata sulla linea di misura stessa. Il calcolatore acquisisce infine le informazioni sulla composizione del gas dai due gas cromatografi installati a valle del banco di misura e le combina con i dati dei flussimetri per ottenere la misura della quantità di gas inviata al sistema di scarico.

Caratteristiche:

- Pressione di progetto: 120barg
- Pressione di esercizio: [70 barg ÷ 105 barg]
- Temperature di progetto: -20/+60°
- Temperature di esercizio: 5°C
- Intervallo di misura: 50 to 750 MMSCFD

## 5.16 Sistema di gestione BOG

Il Boil-off gas (BOG) è prodotto dalla vaporizzazione spontanea del GNL derivante dalla movimentazione del fluido e dello scambio termico con l'esterno. La produzione di BOG dell'impianto varia sensibilmente in funzione delle operazioni attive. Il sistema sarà in grado di gestire il BOG generato nel Terminale e le portate dei vapori di ritorno dalle navi spola.

Nel dettaglio, il BOG generato sarà gestito in modo differente in funzione delle condizioni di funzionamento del terminale; di seguito sono riepilogate le procedure previste:

- 1) Il BOG generato dall'impianto nella condizione in cui è attivo il solo servizio di rigassificazione sarà raccolto dal collettore BOG principale connesso ai serbatoi della FSRU e tramite i compressori di bassa pressione sarà inviato al ricondensatore per il recupero.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 45 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- 2) Durante le operazioni di scarico GNL da nave metaniera spola, il sistema di gestione del BOG invierà parte dei vapori presenti nei serbatoi della FSRU alla nave metaniera, in modo da compensare lo svuotamento dei serbatoi della nave metaniera spola con una portata volumetrica pari al flusso di GNL scaricato.
- 3) Nel caso in cui il BOG presente nell'impianto non fosse completamente smaltito dal ricondensatore e dal ritorno vapori alla nave metaniera, la quota parte di BOG in eccesso sarà inviata ad un sistema di combustione gas (GCU).

### 5.17 Sistema di depressurizzazione e sfiato di emergenza

La depressurizzazione è richiesta in caso di messa fuori servizio controllato di parti di impianto o nel caso di emergenza al fine di mettere in sicurezza l'impianto, rimuovendo idrocarburi da parti di impianto eventualmente coinvolte da incidente.

Per gestire la depressurizzazione, la FSRU sarà dotata di un proprio sistema di scarico in atmosfera; anche la nuova piattaforma di ormeggio sarà dotata di un sistema dedicato che rilascerà in zona sicura la quantità di gas segregata nel volume dei bracci di carico con relative tubazioni da 12" oltre che del tratto di condotta da 26" fino alla prima valvola di intercetto.

La posizione è stata scelta in maniera da garantire i requisiti di sicurezza del terminale, minimizzare le interferenze con gli equipaggiamenti installati.

### 5.18 Sistema di Controllo del Terminale

Le aree impiantistiche installate nel Terminale (a bordo della FSRU e quelle dell'impianto di ricezione sulla piattaforma di ormeggio) saranno equipaggiate con sistemi di controllo e monitoraggio che permetteranno, come minimo, le seguenti funzioni:

- 1) Controllo e monitoraggio delle fasi di processo (gas/liquido) e utilities varie;
- 2) Segnalazione rapida ed accurata di qualsiasi incidente che possa portare ad una situazione di pericolo;
- 3) Controllo e monitoraggio dei parametri di sicurezza di processo e marittimi, nonché ambientali;
- 4) Controllo e monitoraggio degli accessi e delle uscite alle/dalle strutture;
- 5) Scambio di informazioni esterne/interne al Terminale in condizioni normali e di emergenza.

Le principali funzioni sopra indicate saranno svolte dai sistemi/apparati di seguito elencati:

- Sistema di Controllo Integrato con sottosezioni:
  - Processo (DCS – Distributed Control System);
  - Blocco di Emergenza (ESD);
  - Fire & Gas (F&G);
- Sistema di misura, campionamento ed analisi;
- Sistema di Controllo Marittimo;
- Sistemi Controllo Accessi ed anti-intrusione;

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 46 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Rete di comunicazione interna/esterna;

I quadri di controllo relativi ai sistemi descritti saranno installati in apposite sale quadri allocate a bordo FSRU (che costituirà la Sala di Controllo Principale) e sul pontile in un cabinato di controllo.

## 5.19 Sottoservizi

### 5.19.1 Alloggi

Gli alloggi per la FSRU saranno in grado di accogliere un totale di Personale a Bordo (POB) adeguato alla gestione dei servizi di armamento e gestione. Le cabine includeranno tutti i servizi associati come i bagni e televisori. Il blocco alloggi della FSRU includerà cuccette, uffici, mensa, sala ricreativa comune, infermeria, lavanderia, depositi.

Tutte le aree alloggi e le aree comuni saranno separate dalle aree di processo e da altre aree pericolose da una divisione resistente al fuoco e alle esplosioni. Gli alloggi saranno situati all'estremità di poppa della FSRU e comunque alla massima distanza dagli impianti di processo.

L'area alloggi sarà condizionata con l'aria prelevata da un luogo salubre e sarà dotata di apposita strumentazione di rilevamento gas e incendi nelle prese HVAC per allarmare e spegnere i sistemi HVAC al rilevamento di gas nella percentuale preimpostata al limite inferiore di esplosività (LEL) e nel caso in cui vengano rilevati gas tossici (fumo).

Sulla nuova piattaforma di ormeggio non sono previsti locali alloggi.

### 5.19.2 Aria compressa

L'aria compressa sarà prodotta direttamente a bordo della FSRU e tutti i componenti del sistema esposti all'ambiente marino saranno realizzati con materiali appropriati o adeguatamente rivestiti per evitare la corrosione dovuta all'ingresso di aria umida.

I compressori d'aria sono del tipo a vite con trasmissione a cinghia e sono raffreddati a liquido; ognuno di essi ha una portata di 314 Nm<sup>3</sup>/h con una pressione di mandata di 8 bar. I compressori sono alloggiati in involucri antirumore che contengono i motori elettrici di azionamento, i compressori e gli scambiatori di calore.

Il compressore DUTY si avvia automaticamente quando la pressione scende a 6 bar e si spegne nuovamente quando la pressione torna a 8 bar. Quando si verifica un forte consumo d'aria, il primo compressore (impostato su DUTY) si avvia al raggiungimento dei 6 bar; se la pressione continua a scendere fino a 5 bar o inferiore, si avvia il secondo compressore (STAND-BY).

Tutte le unità del compressore d'aria verranno quindi arrestate automaticamente quando la pressione del sistema è tornata a 8 bar.

Sulla nuova piattaforma di ormeggio non è prevista l'installazione di aria compressa; tutte le valvole saranno movimentate da rack di azoto oppure avranno un attuatore elettrico.

### 5.19.3 Azoto

La FSRU dispone di due generatori di azoto, installati all'interno della sala macchine. L'azoto gassoso prodotto a bordo viene utilizzato per i seguenti scopi:

- Pressurizzare l'interbarriera dei serbatoi di GNL
- Fungere da gas di tenuta per i compressori di alta e bassa pressione
- Estinguere eventuali fiamme innescate sugli sfiati.
- Flussare le tubazioni (es. linee di carico GNL, linee di BoG)



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Eg. 47 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Controllare la pressione nel ricondensatore

L'azoto verrà fornito dalla FSRU mediante una connessione dedicata tramite una manichetta flessibile sorretta da apposita struttura in carpenteria metallica per compensare i movimenti della FSRU. Un ulteriore rack di bombole servirà da stoccaggio di emergenza in caso di mancata fornitura dalla FSRU.

#### 5.19.4 Sistema Antivegetativo (Antifouling System)

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

Il sistema sfrutta il principio dell'elettrolisi dell'acqua di mare per produrre, direttamente a bordo, ipoclorito di sodio e idrogeno. L'ipoclorito di sodio prodotto dal sistema viene poi iniettato nel circuito con una concentrazione non superiore a quanto indicato nella normativa vigente.

#### 5.19.5 Acqua Dolce

L'acqua dolce è prodotta a bordo da due generatori, ciascuno dotato di scambiatore di calore con il sistema di propulsione principale per l'opportuno riscaldamento. L'acqua prodotta dai generatori passa attraverso il filtro di re-indurimento (aumento della durezza, del PH e della componente minerale) ed attraverso lo sterilizzatore agli ioni di argento prima di essere convogliata nei serbatoi di stoccaggio. Lo sterilizzatore fornisce una riserva di ioni d'argento nell'acqua mantenendola in una condizione sterile durante la conservazione. L'unità mineralizzante contiene minerali che reagiscono con l'acidità naturale dell'acqua per formare un sale neutro portando il valore del pH ad oltre sette.

La nave dispone di due serbatoi di stoccaggio, uno su ogni lato, di capacità pari a circa 190 m<sup>3</sup> ciascuno. I serbatoi possono essere riempiti anche da terra mediante opportune prese di riempimento situate a livello del ponte di ormeggio (su entrambi i lati).

#### 5.19.6 Sistema Acque Reflue

Il sistema di raccolta delle acque reflue è di tipo sottovuoto, con il vuoto prodotto da un eiettore, valvola di non ritorno e due pompe. Le tubazioni di raccolta (dai sanitari, dalla sala macchine ecc) sono dirette all'ingresso del serbatoio di trattamento delle acque reflue sotto vuoto. In circostanze normali una delle pompe sarà impostata per funzionare come pompa per vuoto, l'altra come pompa di scarico per l'impianto di trattamento.

I liquami vengono trasportati fino al serbatoio di raccolta utilizzando la pressione differenziale generata dal sistema del vuoto; dal serbatoio di raccolta i liquami vengono pompati verso l'impianto di trattamento.

L'impianto di trattamento delle acque reflue è completamente automatico ed è progettato per il trattamento delle acque nere e grigie; ci sono tre serbatoi di trattamento ed un serbatoio di sterilizzazione all'interno dell'unità e ciascuno ha uno scopo particolare nel processo di trattamento delle acque reflue.

- Vasca biofiltro
- Vasca di sedimentazione
- Vasca di carbone attivo
- Vasca di sterilizzazione

#### 5.19.7 Acqua Demineralizzata

L'acqua demineralizzata sarà prodotta a bordo della FSRU secondo necessità. Vedi sezione 5.19.5.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 48 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

#### 5.19.8 Gestione delle Acque Oleose

La FSRU è dotata di un separatore delle acque oleose utilizzato per trattare l'acqua di sentina e stoccarla in appositi serbatoi.

#### 5.19.9 Dispositivi di Movimentazione

La FSRU sarà dotata di gru e attrezzature di sollevamento adeguate per garantire:

- operazioni di carico e scarico GNL / servizi;
- manutenzione efficace di tutte le apparecchiature / package;
- gestione efficace di strumenti / materiali / forniture.

Tutte le aree di lavoro avranno una disposizione che preveda un accesso facile e sicuro per il funzionamento, l'ispezione e la manutenzione, con spazio adeguato per l'uso delle attrezzature di sollevamento e trasporto laddove è richiesto il sollevamento e il trasporto. Tutti gli accorgimenti per il trasporto sicuro ed efficiente dei materiali, sia orizzontalmente che verticalmente, saranno messi in atto.

Il sistema di movimentazione della FSRU sarà progettato ed installato con l'obiettivo di ridurre al minimo il tempo di inattività complessivo della FSRU.

La nuova piattaforma sarà dotata di una gru per permettere il sollevamento e movimentazione di attrezzature trasportate via mare.

#### 5.19.10 Alimentazione e Distribuzione elettrica

L'approvvigionamento energetico del terminale avverrà tramite il sistema di generazione installato a bordo della FSRU.

La FSRU sarà collegata alla piattaforma di ormeggio con una connessione di potenza nave-piattaforma, in grado di fornire circa 500 kVA, valore stimato per le utenze in banchina più un'opportuna contingenza. La fornitura avrà una tensione disponibile di 440V @ 60 Hz.

Tale connessione alimenta tutte le utenze elettriche della nuova piattaforma di ormeggio.

La piattaforma sarà dotata di un sistema di generazione di emergenza da 500 kVA per il back-up delle utenze in bassa tensione.

### 5.20 **Sistema di ormeggio: ALTERNATIVA A**

Il sistema di ormeggio dell'ALTERNATIVA A sarà così composto:

- Due gruppi di tre briccole di accosto ognuna delle quali dotata di un doppio respingente di tipo SUPERCONE SC1600;
- Due gruppi di tre briccole di ormeggio ognuna dotata di ganci a scocco con SWL=150 MT per ogni singolo gancio;
- Due briccole di accosto avranno anche la funzione di ospitare i ganci a scocco (SWL=150 MT per ogni singolo gancio) per le spring lines.

L'ormeggio della FSRU è quindi formato da sedici (16) linee in Dyneema con terminale in poliestere:

- due (2) cime di prua alla lunga, 1+1 di rispetto.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 49 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- quattro (4) traversini a prua, schema ridondato 2+2 di rispetto
- due (2) spring lines a prua, 1+1 di rispetto.
- due (2) spring lines a poppa, 1+1 di rispetto.
- quattro (4) traversini a poppa, schema ridondato 2+2 di rispetto
- due (2) cime di poppa alla lunga, 1+1 di rispetto.

Per la configurazione STS si sono impiegate dieci (10) linee:

- quattro (4) traversini a prua, schema ridondato 2+2 di rispetto
- una (1) spring line a prua.
- una (1) spring line a poppa.
- quattro (4) traversini a poppa, schema ridondato 2+2 di rispetto

Il layout del sistema di ormeggio è riportato in Allegato 3.

## 5.21 Sistema di ormeggio: **ALTERNATIVA B**

il sistema di ormeggio dell'ALTERNATIVA B – soluzione con Palancolato sarà così composto:

- Un set di n.12 respingenti di tipo SUPERCONE SC1600 installati in coppia su n. 6 posizioni lungo la prominenza del nuovo palancolato lato ovest;
- Due gruppi di due briccole di ormeggio componenti la struttura esistente ognuna dotata di ganci a scocco con SWL=150 MT per ogni singolo gancio;
- Due nuovi punti di ormeggio installati lungo la prominenza del nuovo palancolato lato ovest, che ospiteranno i ganci a scocco con SWL=150 MT (per singolo gancio) per le spring lines;

L'ormeggio della FSRU è quindi formato da sedici (14) linee in Dyneema con terminale in poliestere:

- due (2) cime di prua alla lunga;
- Un set triplo di traversini a prua;
- due (2) spring lines a prua, 1+1 di rispetto.
- due (2) spring lines a poppa, 1+1 di rispetto.
- Un set triplo ed un set doppio di traversini a poppa.

Per la configurazione STS si sono impiegate dieci (10) linee:

- quattro (4) traversini a prua, schema ridondato 2+2 di rispetto
- una (1) spring line a prua.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 50 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- una (1) spring line a poppa.
- quattro (4) traversini a poppa, schema ridondato 2+2 di rispetto

Il layout del sistema di ormeggio è riportato in Allegato 4.

## 5.22 Vie di fuga

Le vie di fuga dalla FSRU saranno definite dai piani di sicurezza della nave.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 51 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

### 5.23 Stazione meteorologica

Il Terminale sarà equipaggiato con un sistema di monitoraggio dei parametri ambientali e meteomarinari. In particolare, i seguenti sensori saranno installati:

- Stazione anemometrica ed anemoscopica
- Stazione ondametrica con rilevazione della velocità superficiale della corrente
- Barometro
- Termometro
- Igrometro

### 5.24 Illuminazione Esterna

Il sistema di illuminazione sarà basato sui requisiti di sicurezza per i circuiti inerenti l'operatività in emergenza dell'impianto nonché sulla adeguatezza visiva per il personale che normalmente opera in impianto.

L'impianto di illuminazione sarà suddiviso nei seguenti sistemi:

- Impianto di illuminazione generale, alimentato dalla fonte principale di energia elettrica;
- Impianto di illuminazione di emergenza e delle vie di fuga, alimentato dalla fonte di energia elettrica di emergenza indipendente dalla prima.

L'illuminazione esterna sulla piattaforma di ormeggio sarà definita in funzione dell'installazione degli impianti, per le seguenti aree:

- Zone di lavoro: l'illuminazione delle aree di lavoro sarà prevista per tutte le aree di processo, comprese tutte le sezioni dell'impianto in cui è previsto l'accesso mediante scale e piattaforme, nonché l'area manutenzione e deposito. I corpi illuminanti saranno progettati appositamente per un'illuminazione uniforme ed in prossimità delle apparecchiature da operare.
- Illuminazione della piattaforma di ormeggio servirà da illuminazione normale e di sicurezza e sarà progettata in modo che il personale possa facilmente individuare eventuali situazioni di pericolo. Le lampade saranno fissate su paline in acciaio di altezza opportuna.

### 5.25 Luci per aiuto alla navigazione (Navigation AIDS)

Il sistema luce di aiuto alla navigazione (Navigation AIDS system) sarà realizzato in base a quanto prescritto dalle raccomandazioni e linee guida internazionali fornite dalla International Association of Marine Aids to Navigation And Lighthouses Authority (IALA, in particolare IALA O-139), ICAO e SOLAS.

Le luci di navigazione marittima saranno conformi e saranno alimentate per un periodo in accordo ai requisiti IMO COLREG.

Le luci di ostacolo marine (U-light) saranno conformi ai requisiti IALA e saranno alimentate per un periodo di minimo quattro giorni senza alimentazione esterna.

Le luci di ostacolo al volo saranno conformi e saranno alimentate per un periodo minimo in accordo i requisiti dell'ICAO.

Le seguenti pubblicazioni sono rilevanti:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 52 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Raccomandazione IALA O-1239:2008, sulla marcatura delle strutture offshore artificiali;
- ICAO Organizzazione dell'aviazione civile internazionale, allegato 14;
- IMO COLREG Cod

## 5.26 Fondazioni

Le principali fondazioni per le strutture di sostegno della piattaforma di ormeggio:

- Fondazioni per piattaforma centrale
- Fondazioni per briccole di accosto
- Fondazioni per briccole di ormeggio

Le suddette opere saranno realizzate mediante pali in acciaio di diametro opportuno infissi nel fondale marino fino ad una profondità tale da garantire il sostegno dei carichi verticali e dei tagli orizzontali derivanti dai sistemi di ormeggio



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 53 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 6 FASI REALIZZATIVE

### 6.1 Accantieramento

La fase di accantieramento per l'adeguamento della piattaforma Petra è descritta per ciascuna delle due alternative progettuali nei paragrafi che seguono.

Le operazioni di accantieramento prevedono, in entrambi i casi l'esecuzione indagini pre-installazione, l'eventuale rimozione di ostacoli dal fondale marino per tutta l'area interessata dall'intervento, la eventuale demolizione delle strutture esistenti che potrebbero creare intralcio alla costruzione del nuovo ormeggio ed il livellamento dei fondali fino alla profondità di progetto.

### 6.2 Lavori di Adeguamento Piattaforma Petra: ALTERNATIVA A

Terminate le operazioni preliminari, si eseguiranno le attività necessarie per la realizzazione delle fondazioni delle strutture dell'impianto di ricezione.

#### 6.2.1 Installazione fondazioni ed impalcato Piattaforma di ormeggio

Le opere previste sono:

- Infissione pali per fondazione briccole di ormeggio alla FSRU;
- Infissione pali per fondazione briccole di accosto della FSRU
- Infissione pali per fondazione piattaforma centrale;

Terminata l'installazione delle fondazioni si procederà alla costruzione delle opere in carpenteria metallica costituenti l'impalcato della nuova piattaforma di ormeggio.

Le soluzioni proposte rispondono ai requisiti tecnici richiesti dalla normativa tecnica di riferimento nazionale (NTC2018), (rif. Allegato 5).

#### 6.2.2 Installazione cassoni paraonde

I cassoni paraonde, previsti nel lato EST della nuova piattaforma di ormeggio, saranno di tipo prefabbricato e saranno trasportati in loco tramite apposite chiatte e rimorchiatori.

Una volta raggiunto il sito di installazione, una nave da lavoro dotata di gru opportunamente dimensionata procederà con il sollevamento e la posa sul fondo fino alla profondità di progetto al fine di garantirne la stabilità.

Concluso l'affondamento si procederà con le opere di consolidamento ed il successivo riempimento con materiale di dragaggio per poi procedere con l'installazione del manto di copertura e degli arredi.

In aggiunta sarà installato un muro paraonde nell'estremo lato EST del cassone paraonde al fine di garantire una adeguata protezione.

Il volume del materiale di dragaggio necessario per il riempimento dei cassoni paraonde è di circa 285'000 m<sup>3</sup>.

#### 6.2.3 Installazione del piping, valvole e bracci di carico

Una volta realizzati i supporti e le strutture necessarie, si procederà all'installazione del piping, valvole e strumentazione di linea prevista.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 54 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

L'esecuzione di lavori meccanici comprende le seguenti attività:

- prefabbricazione di tubazioni, raccorderia, valvole, pezzi speciali e di tutti gli altri componenti previsti nel progetto.
  - La prefabbricazione comprende:
    - pulizia interna ed esterna dei tubi, delle curve e pezzi speciali, la verifica e la preparazione delle testate;
    - taglio e successiva intestatura delle tubazioni;
    - accoppiamento e saldatura delle tubazioni, delle curve, dei pezzi speciali, delle valvole, ecc.;
- preparazione di ponteggi dove necessario;
- montaggio in opera delle tubazioni, raccorderia, valvole complete di attuatore, dei pezzi speciali (prefabbricati o non), secondo i disegni di progetto;
- messa in opera dei supporti metallici tubazioni;
- controlli radiografici delle saldature;
- verniciatura parti metalliche fuori terra;
- collaudo idraulico delle tubazioni installate

I bracci di carico saranno trasportati al sito per mezzo di idonei mezzi navali ed assemblati secondo le indicazioni del fornitore.

Ultimati i lavori di installazione si procederà alle attività di pre-commissioning (test in assenza di idrocarburo).

#### 6.2.4 Installazione nuove apparecchiature elettriche ed attività di pre-commissioning

Le nuove apparecchiature elettriche saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- Installazione cavo e struttura di supporto per la connessione FSRU-piattaforma di ormeggio
- Installazione generatore diesel di emergenza
- Installazione sala controllo dove saranno alloggiati i quadri elettrici
- Installazione corpi illuminanti
- Installazione impianto di terra
- Installazione canaline portacavi e cavi elettrici per l'alimentazione nuove utenze;

A valle dell'installazione verranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

#### 6.2.5 Installazione nuove apparecchiature di strumentazione ed automazione

Le nuove apparecchiature di strumentazione saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- Installazione cavo ESD Link e struttura di supporto per la connessione FSRU-piattaforma di ormeggio
- Installazione quadro di controllo

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 55 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Cablaggio strumenti fino a quadro controllo
- Installazione dei sensori di rilevazione gas e incendio
- Installazione del sistema DCS/ESD/F&G

Al termine dell'installazione saranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

#### 6.2.6 Installazione arredi di ormeggio

I nuovi arredi di ormeggio saranno installati secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- Ganci a scocco
- Respingenti

### 6.3 **Lavori di Adeguamento Piattaforma Petra: ALTERNATIVA B**

Terminate le operazioni preliminari, si eseguiranno le attività necessarie per la realizzazione delle fondazioni delle strutture dell'impianto di ricezione.

#### 6.3.1 Installazione Cofferdam ed impalcato

Le opere previste sono:

- Infissione pali per nuovo cofferdam;
- Riempimento del cofferdam con materiale di risulta da dragaggio;
- Installazione dei dispositivi di rinforzo per il palancolato del cofferdam (tiranti, traci, cavi, ecc.)
- Installazione del manto di copertura e degli arredi.

Il volume del materiale di dragaggio necessario per il riempimento del Cofferdam è di circa 356'000 m<sup>3</sup>.

Le soluzioni proposte rispondono ai requisiti tecnici richiesti dalla normativa di riferimento nazionale (NTC2018).

In aggiunta sarà installato un muro paraonde nell'estremo lato EST della piattaforma di ormeggio al fine di garantire una adeguata protezione.

#### 6.3.2 Installazione del piping, valvole e bracci di carico

Una volta realizzati i supporti e le strutture necessarie, si procederà all'installazione del piping, valvole e strumentazione di linea prevista.

L'esecuzione di lavori meccanici comprende le seguenti attività:

- prefabbricazione di tubazioni, raccorderia, valvole, pezzi speciali e di tutti gli altri componenti previsti nel progetto.
  - La prefabbricazione comprende:
    - pulizia interna ed esterna dei tubi, delle curve e pezzi speciali, la verifica e la preparazione delle testate;
    - taglio e successiva intestatura delle tubazioni;

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 56 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- accoppiamento e saldatura delle tubazioni, delle curve, dei pezzi speciali, delle valvole, ecc.;
- preparazione di ponteggi dove necessario;
- montaggio in opera delle tubazioni, raccorderia, valvole complete di attuatore, dei pezzi speciali (prefabbricati o non), secondo i disegni di progetto;
- messa in opera dei supporti metallici tubazioni;
- controlli radiografici delle saldature;
- verniciatura parti metalliche fuori terra;
- collaudo idraulico delle tubazioni installate

I bracci di carico saranno trasportati al sito per mezzo di idonei mezzi navali ed assemblati secondo le indicazioni del fornitore.

Ultimati i lavori di installazione si procederà alle attività di pre-commissioning (test in assenza di idrocarburo).

#### 6.3.3 Installazione nuove apparecchiature elettriche ed attività di pre-commissioning

Le nuove apparecchiature elettriche saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- Installazione cavo e struttura di supporto per la connessione FSRU-piattaforma di ormeggio
- Installazione generatore diesel di emergenza
- Installazione sala controllo dove saranno alloggiati i quadri elettrici
- Installazione corpi illuminanti
- Installazione impianto di terra
- Installazione canaline portacavi e cavi elettrici per l'alimentazione nuove utenze;

A valle dell'installazione verranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

#### 6.3.4 Installazione nuove apparecchiature di strumentazione ed automazione

Le nuove apparecchiature di strumentazione saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- Installazione cavo ESD Link e struttura di supporto per la connessione FSRU-piattaforma di ormeggio
- Installazione quadro di controllo
- Cablaggio strumenti fino a quadro controllo
- Installazione dei sensori di rilevazione gas e incendio
- Installazione del sistema DCS/ESD/F&G

Al termine dell'installazione saranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 57 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

### 6.3.5 Installazione arredi di ormeggio

I nuovi arredi di ormeggio saranno installati secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- Ganci a scocco
- Respingenti

## 6.4 Ormeggio della FSRU e collegamento alla piattaforma di ormeggio

Una volta terminate le operazioni di realizzazione delle opere nell'impianto di ricezione, sarà possibile ormeggiare la FSRU presso la banchina est e procedere con il collegamento della stessa alle strutture di terra.

Aiuti temporanei alla navigazione potrebbero essere richiesti durante il traino della FSRU in fase di trasporto e ormeggio.

## 6.5 Commissioning

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

In questa fase saranno da applicarsi tutte le procedure di sicurezza previste dalle procedure medesime.

Le fasi del commissioning sono quelle qui elencate nell'ordine più comunemente usato, altre sequenze possono essere adottate in funzione di esigenze particolari di impianto, in particolare in relazione al commissioning dei serbatoi GNL e del metanodotto, oltre alle tubazioni principali di collegamento:

- Messa in esercizio dei servizi (utilities);
- Messa in esercizio dei generatori di emergenza;
- Per la parte elettrica: energizzazione della sottostazione elettrica e distribuzione alle utenze;
- Per la parte strumentale: verifica delle logiche e sequenze di funzionamento e degli interblocchi di sicurezza;
- Verifica dei sistemi di rilevazione incendio, fumo, gas e dei sistemi automatici e manuali di antincendio sia all'interno di edifici sia nelle aree esterne di impianto;
- Per apparecchiature rotanti: test di circolazione di pompe, ventilatori, compressori utilizzando fluidi ausiliari,
- Per tubazioni e apparecchiature: rimozione dei filtri temporanei, installazione dei filtri permanenti, test di tenuta, test di circolazione con fluidi di servizio.

## 6.6 Avviamento

Portate a termine le fasi di pre-commissioning e commissioning il terminale è pronto per entrare in produzione.

Una volta assicurato un sufficiente livello di GNL nei serbatoi, si inizia ad alimentare il GNL ai vaporizzatori a bassa portata e progressivamente si incrementa la pressione di mandata, secondo una rampa predefinita, fino al valore normale di rete.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 58 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Successivamente si incrementa la portata, fino a giungere, sempre seguendo una rampa predefinita, il valore di marcia normale.

Una volta verificato che la qualità del prodotto è secondo specifiche, si può procedere per la regolazione fine e l'ottimizzazione dell'impianto.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 59 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 7 SISTEMA DI SICUREZZA

Il sistema di controllo e sicurezza sarà costituito dalle sottosezioni ESD e F&G e dovrà garantire i seguenti requisiti minimi:

- Dovrà essere completamente indipendente dal sistema di controllo del processo e progettato specificamente per rilevare situazioni di pericolo e ridurne le conseguenze;
- Dovrà garantire come minimo le seguenti funzioni:
  - Attivazione del sistema ESD da un sistema di controllo centrale e/o da stazione ESD locale;
  - Monitoraggio, attivazione e controllo dei dispositivi di sicurezza;
  - Monitoraggio e controllo dei parametri di processo per mantenere gli impianti in condizioni di sicurezza;
  - Rilevazione incendi (fiamma e/o fumo);
  - Rilevazione di gas naturale;

In particolare, il sistema di sicurezza dovrà:

- Avviare automaticamente le azioni ESD appropriate secondo la filosofia ed i livelli ESD definiti qui preliminarmente ed approvati in fase di progettazione di dettaglio;
- Se necessario, attivare automaticamente i dispositivi di protezione necessari (ad es. Protezione antincendio attiva);
- Informare il Sistema di Controllo di Processo (DCS) dell'attivazione ESD;
- Controllare i dispositivi di comunicazione di emergenza visiva e acustica e gli allarmi;
- Aprire cancelli / porte di emergenza al fine di consentire l'accesso alle squadre di emergenza e l'evacuazione del personale secondo i piani di emergenza che verranno definiti dal costruttore durante la fase di progettazione di dettaglio;
- Attivare le sequenze di depressurizzazione automatica;

Il sistema ESD dovrà essere considerato per le operazioni di scarico tra FSRU e l'impianto di ricezione a terra.

Il sistema di controllo della sicurezza prevedrà una sezione per l'arresto di emergenza (ESD) ed una sezione di Fire&Gas Detection System (F&G).

Il sistema F&G avrà il compito di rilevare le situazioni pericolose mentre le azioni di messa in sicurezza saranno attuate dalla sezione di ESD.

Il sistema di controllo della sicurezza avrà il compito di rilevare le situazioni di pericolo e di ridurne le conseguenze.

Esso garantirà almeno le seguenti funzioni:

- rilevamento fughe gas naturale;
- rilevazione incendi;
- attivazione funzione di arresto di emergenza ESD;
- supervisione, attivazione e controllo dei dispositivi di sicurezza;
- supervisione e controllo dei parametri essenziali per mantenere l'installazione in condizioni sicure.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 60 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 7.1 Sezione ESD

Il sistema di arresto di emergenza (ESD) sarà composto da:

- quadri elettrici di automazione contenenti le interfacce con le apparecchiature di campo e le apparecchiature di elaborazione dei segnali di campo;
- un sistema di distribuzione delle alimentazioni elettriche
- una serie di pulsantiere, sia in sala controllo che in campo, per l'attivazione del sistema di arresto di emergenza
- un sistema di trasmissione dati ridondante, ad alta velocità, alta disponibilità e bassa latenza.

Il sistema di arresto di emergenza ESD prevedrà un nodo nella sala di controllo dell'impianto di ricezione.

Il sistema avrà un'interfaccia diretta con tutti i sistemi di sicurezza che riguardano il sistema ERS, i sistemi di rilevazione gas e incendio, il sistema di attracco e ormeggio delle navi, le pulsantiere manuali, etc.

La funzione di arresto di emergenza ESD comporterà l'attivazione delle valvole di ESD al fine di limitare i volumi coinvolti nell'incidente.

Le funzioni ESD saranno attivate in modo automatico a seguito della rilevazione da parte della sezione relativa al F&G per scenari confermati di incendio o perdita gas.

Le funzioni ESD potranno essere attivate su richiesta dai pannelli ESD locali o da quello centrale.

L'attivazione delle funzioni ESD non dovrà comportare nuove situazioni di pericolo.

La richiesta di attivazione ESD dovrà essere trasmessa al sistema di controllo di processo DCS per il coordinamento delle azioni.

La progettazione del sistema di controllo sicurezza sarà conseguente e coerente con le conclusioni del processo di valutazione dei rischi.

Le funzioni di arresto di emergenza ESD daranno origine ad una risposta strutturata in relazione all'evento pericoloso.

Il blocco dell'impianto da esse generato potrà essere totale, nel caso in cui i malfunzionamenti rilevati lo richiedano, ma anche parziale nel caso in cui si possa porre in sicurezza l'unità coinvolta nell'evento pericoloso, pur mantenendo in marcia il resto dell'impianto.

La fermata totale o parziale dell'impianto potrà essere iniziata sia da sequenze automatiche, attivate dal superamento delle condizioni operative dell'impianto stabilite in fase di progetto, sia da attivazione manuale tramite pulsanti di blocco disponibili agli operatori, posizionati in campo e/o in sala controllo, a seconda della necessità.

Il sistema ESD sarà articolato in una struttura a più livelli di protezione, di seguito descritti:

- ESD: attivazione delle operazioni di shutdown e blowdown di impianto; solo alcuni item legati alla sicurezza restano alimentati; questo livello rappresenta la fermata completa di tutte le apparecchiature di processo, isolamento dei volumi di idrocarburi presenti ed interruzione di ogni processo ed attività non strettamente necessaria e conseguente blow-down automatico o manuale della fase gassosa in pressione.
  - Per eseguire in sicurezza una funzione di emergenza associata alle funzioni ESD come identificato nella valutazione dei rischi, dovrà essere prevista l'attivazione automatica e manuale del sistema di blowdown (da parte dell'operatore in sala controllo o da altri pannelli

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 61 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

locali ESD attraverso pulsanti di emergenza) accompagnata dalla attivazione di allarme visivo e acustico nella sala controllo della nave e nell'area di carico per allertare l'equipaggio.

- **PSD:** attivazione delle operazioni di shutdown dei processi legati agli idrocarburi ed al sistema di trasferimento GNL.
  - Lo scopo di questo livello è di proteggere il contenimento del serbatoio ed il processo in caso di funzionamento al di fuori dei parametri di processo. PSD rappresenta la fermata completa di tutte le apparecchiature di processo, isolamento dei volumi di idrocarburi presenti ed interruzione di ogni processo ed attività non strettamente necessaria. Nessuna depressurizzazione è prevista.
  - L'attivazione prevista sarà automatica o manuale (da parte dell'operatore in sala controllo o da altri pannelli locali PSD attraverso pulsanti di emergenza).
- **LSD (Local Shut Down):** attivazione automatica delle operazioni di shutdown di aree locali di impianto.
  - Lo scopo di questo livello che sarà implementato a sistema secondo varie logiche 'locali' è quello di interrompere, in condizioni di sicurezza ed in caso di anomalie dei parametri di processo, le operazioni di trasferimento dalla nave gasiera FSRU alla bettolina o al deposito e le operazioni di trasferimento dal deposito all'autocisterna, ad esempio a seguito di evento di emergenza a bordo della FSRU stessa o nell'area impianto di ricezione e trasferimento prodotto, oppure di impedire il danneggiamento dei bracci di carico e/o dei raccordi con conseguente rilascio di GNL.

All'interno delle aree pericolose, saranno installati pulsanti per l'attivazione del sistema di emergenza.

L'alimentazione del sistema ESD sarà derivata da quadro UPS o con caratteristiche simili di continuità.

## 7.2 Sezione F&G

La sezione F&G del sistema di sicurezza sarà responsabile della rilevazione di fughe gas, presenza fiamme e presenza fumo e della attivazione del relativo stato di allarme che, abbinato ai sistemi attivi antincendio ad acqua, acqua e schiuma, polvere e a gas inerti permetterà di minimizzare i rischi e i danni derivanti da perdite di gas e incendi.

Per la rilevazione degli eventi accidentali indicati, saranno utilizzati, in via di massima, i seguenti sistemi:

- sensori all'infrarosso puntuali (IR point detector) e a percorso aperto (IR open path detector) per rilevare fughe gas;
- sensori multi-IR (Multi -spectrum IR detector) per rilevare fiamme;
- sensori a doppia camera di ionizzazione per rilevare fumo.

Il sistema di rivelazione gas, incendi e perdite avvierà le seguenti azioni attraverso il sistema di controllo F&G collegato al sistema ESD:

- attivazione degli impianti fissi antincendio previsti su rivelazione confermata di incendio, logica 2 su n;
- attivazione dei segnali necessari ad attivare ESD;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 62 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- allarme visivo e sonoro di: incendio, rilascio gas in Sala Controllo;
- in caso di rivelazione incendi o gas in aspirazione ai sistemi di ventilazione dei locali presidiati: fermata dell'impianto di ventilazione e condizionamento, chiusura delle serrande di intercettazione allo scopo di prevenire la propagazione fumi all'interno di locali o la dispersione di gas in aree presidiate da personale di impianto;

L'alimentazione del sistema F&G sarà derivata da quadro UPS o con caratteristiche similari di continuità.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 63 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 8 DESCRIZIONE GENERALE DEI METANODOTTI DI ALLACCIAMENTO

### 8.1 SEALINE - Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a mare DN 650 (26") DP 100 bar

La rotta a mare (condotta da DN650 - 26") si sviluppa su una lunghezza di circa 8.5 km tra lo spool / riser di collegamento con il pontile ad una profondità di circa 14 m, e l'approdo ubicato in corrispondenza della Stazione di Pompaggio Agip Petroli nei pressi della Spiaggia Libera di Punta Marina.

Il tracciato a mare mantiene un andamento rettilineo tra lo spool e l'isobata degli 8.5 m circa per poi piegare più marcatamente a Sud-Ovest, tramite una curva elastica di raggio 5000m ed infine proseguire in rettilineo dall'isobata dei 7m fino all'approdo (rif. Allegato 14).

La curva di raggio 5000m è stata introdotta per raccordare l'allineamento del microtunnel utilizzato all'approdo e la posizione dello spool in prossimità della piattaforma di ormeggio.

La rotta selezionata attraversa la zona caratterizzata come Area di Tutela Biologica "Area fuori Ravenna D.M. 14/10/2009" per un tratto di circa 3.4 km (rif. Allegato 15).

La rotta selezionata attraversa Aree delle Rete Natura 2000 (direttive 92/43/CEE e 147/2009/CEE) nella zona di approdo costiero, per un tratto di circa 0.35 km, interamente in microtunnel.

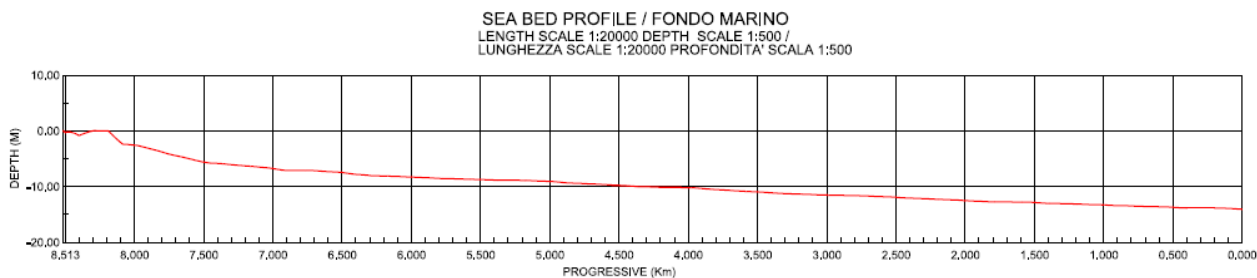
In prossimità dell'approdo, la rotta proposta passa sotto la condotta esistente (condotta da 48" Terminale SAROM – Punta Marina) e il futuro elettrodotto, tramite il microtunnel.

Non sono invece previsti attraversamenti sopra condotte o cavidotti esistenti.

La rotta proposta rimane sempre a Sud delle due condotte da 28" che collegano il Terminale SAROM e Punta Marina.

Sulla base delle informazioni disponibili, l'andamento del fondale lungo il tracciato è abbastanza uniforme e privo di irregolarità significative od ostacoli.

La figura seguente mostra il profilo longitudinale del fondale lungo la rotta proposta.



L'approdo costiero della condotta è previsto lungo un allineamento pressoché Est-Ovest tramite tecnologia trenchless, in particolare tramite la realizzazione di un "microtunnel". Tale soluzione tecnica permette di attraversare la linea di costa senza lo scavo di una trincea.

Il punto di ingresso a terra del microtunnel è localizzato a circa 1200m dalla linea di costa, in corrispondenza della Ex Stazione di Pompaggio Agip Petroli in località Punta Marina.

Il punto di uscita a mare è localizzato a circa 1200m dalla linea di costa, ad una profondità del fondale di circa 6m.

La lunghezza del microtunnel è di circa 1300 m.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 64 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Il tracciato orizzontale non presenta deviazioni planimetriche, per facilitare il tiro della condotta all'interno del microtunnel stesso, evitando contatti tra la condotta e le pareti laterali del microtunnel.

Il profilo del microtunnel nel piano verticale, da definirsi in sede di ingegneria di dettaglio, dovrà essere caratterizzato da una curvatura ad ampio raggio, in maniera tale da garantire che il peso proprio della condotta permetta di seguire il più possibile la curvatura del tunnel. In caso di curvature eccessive, infatti, potrebbero attivarsi elevate forze di contatto locali dovute alla forza di tiro. Il profilo dovrà inoltre tener conto della posizione della condotta esistente da 48", mantenendosi ad una distanza minima atta ad evitare disturbo durante la fase di perforazione.

#### 8.1.1 Realizzazione dell'approdo costiero

L'ultimo tratto della condotta a mare consiste nella realizzazione dell'approdo costiero a Ravenna in loc. Punta Marina ed è prevista con tecnologia trenchless, mediante la costruzione di un Microtunnel (MT). Di seguito vengono brevemente descritte le fasi e le modalità realizzative del Microtunnel.

##### 8.1.1.1 *Preparazione del cantiere*

Il cantiere temporaneo previsto per l'installazione della macchina di perforazione verrà installata all'interno dell'esistente area dell'impianto in concessione Petra, nella zona del lungomare C. Colombo in loc. Punta Marina (Ravenna) (.).

La macchina di perforazione verrà posizionata all'interno di un pozzo di spinta, le cui caratteristiche dipendono dalla copertura di progetto del tunnel e dalle dimensioni del blocco di spinta e della testa fresante. Il pozzo di spinta avrà una pianta rettangolare e le pareti saranno progettate per resistere alle forze di spinta e costituire un piano di lavoro stabile e asciutto.

Le dimensioni preliminari del pozzo di spinta identificate sono:

- lunghezza 12 m (dimensione interna)
- larghezza 6 m (dimensione interna)
- altezza 10 m
- pareti calcestruzzo armato

Il materiale proveniente dallo scavo sarà temporaneamente stoccato in uno spazio confinato ed eventualmente riutilizzato ripristinando il sito al termine dei lavori.



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 65 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



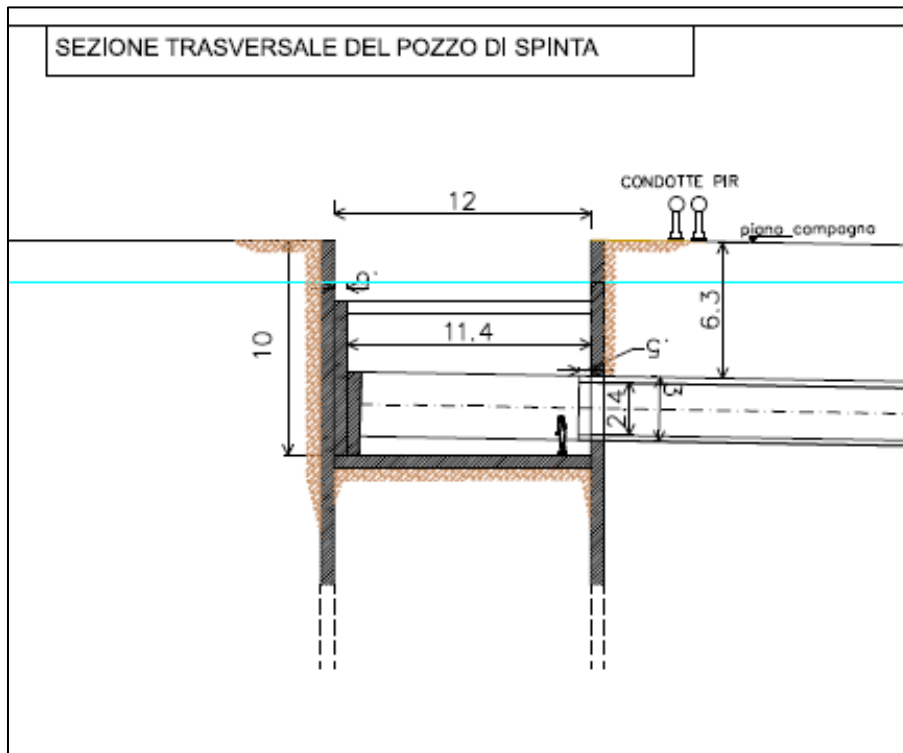
**Figura 8-1 in verde l'area di lavoro per postazione di spinta microtunnel a Ravenna, in rosso il metanodotto in progetto**

In funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno circostante, si valuterà nelle successive fasi della progettazione, la necessità di realizzare interventi di stabilizzazione del terreno per la costruzione del pozzo e delle pareti del tunnel.

Per l'inserimento della condotta nel tunnel verrà installato un argano di sollevamento all'interno o in prossimità della buca di spinta, compresi gli strumenti di controllo e l'alimentazione elettrica associati.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 66 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



**Figura 8-2 – Sezione preliminare del pozzo di spinta**

#### 8.1.1.2 Realizzazione del tunnel

L'opera in microtunnel consiste nella realizzazione di un tunnel di diametro esterno dell'ordine di 3,0 m, mediante trivellazione con macchina di perforazione (Tunnel Boring Machine – TBM) teleguidata, basata sull'avanzamento di uno scudo cilindrico cui è applicato frontalmente un sistema di scavo.

L'azione di avanzamento è esercitata da martinetti idraulici sistemati in un pozzo di spinta che agiscono sui conci tubolari di calcestruzzo (lunghezza 3 m) di rivestimento del tunnel. Lo scopo di tale sistema è quello di stabilizzare sia il fronte di scavo, sia le pareti laterali, controllando la stabilità grazie all'immediata collocazione del rivestimento definitivo del tunnel in calcestruzzo, e di limitare gli effetti di disturbo e/o di rischio indotti sull'ambiente circostante. Martinetti idraulici intermedi possono essere utilizzati in posizioni discrete lungo il microtunnel per ridurre i valori di spinta nel pozzo di ingresso.

Per la realizzazione del microtunnel è previsto l'utilizzo di una fresa a sezione integrale, con bilanciamento della pressione idrostatica sul fronte di scavo tramite fanghi di perforazione (slurry). La funzione dei fanghi è di trasportare, all'interno del condotto di ritorno dal fronte di scavo, posizionato all'interno del microtunnel stesso, il materiale di risulta sotto forma di sospensione.

Il circuito fanghi è un sistema chiuso, ovvero il fluido viene recuperato assieme al materiale scavato al fronte. La miscela di materiale scavato e slurry non viene dispersa in mare ma recuperata e riutilizzata o smaltita secondo le disposizioni di legge.

L'avanzamento della TBM è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria e di applicare conseguentemente le necessarie correzioni.

Quando la TBM ha raggiunto la posizione finale prevista, in corrispondenza del pozzo di uscita a mare, la TBM viene recuperata da mezzi marini (vedi Figura 8-4). Lo smarino da smaltire dipende dalle

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 67 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

dimensioni del tunnel e dalle dimensioni del pozzo di spinta. Per l'approdo di Ravenna, il volume totale del terreno rimosso per il tunnel è stato stimato all'incirca in 11.000 m<sup>3</sup>.



**Figura 8-3 – Fase di scavo del microtunnel**

Un cavo messaggero verrà installato all'interno del tunnel per il successivo varo della condotta.



**Figura 8-4 – Recupero della fresa meccanica a mare**

#### 8.1.1.3 Scavo in mare per recupero Testa di Perforazione

All'uscita a mare del microtunnel si deve scavare una trincea temporanea, avente lo scopo di garantire il recupero della TBM e garantire il raccordo della condotta nel piano verticale tra il punto di uscita del microtunnel (posizionato alcuni metri sotto il livello del fondale) e il fondale naturale. Il punto preliminare di uscita in mare si trova in una zona con fondale regolare e, in base alle informazioni attualmente disponibili, caratterizzata da sedimento fine (sabbie, limi).

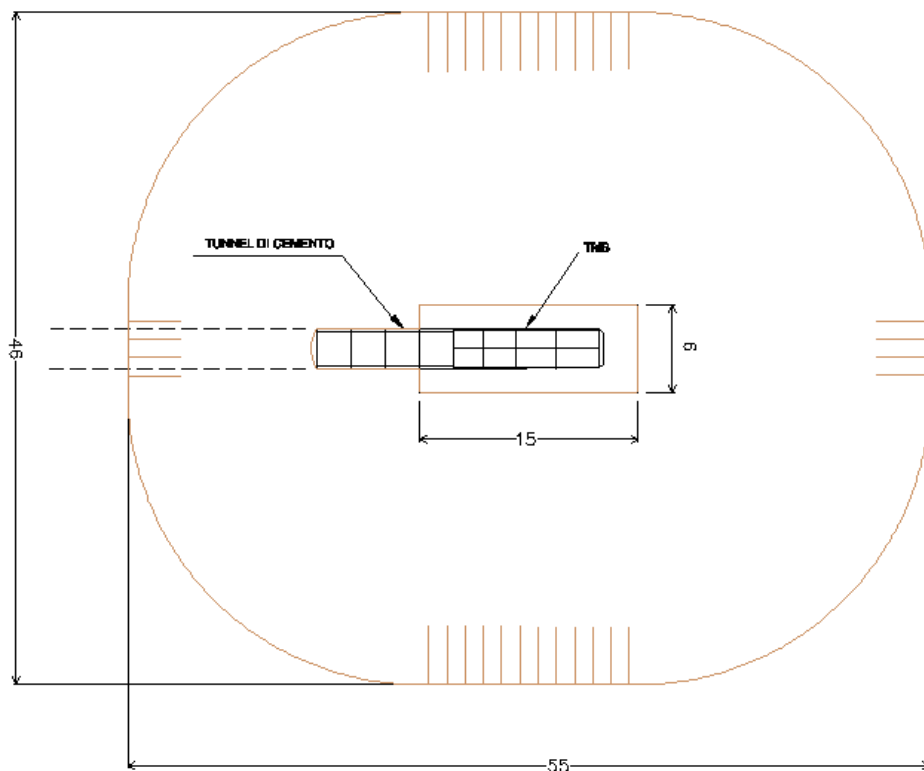
Le dimensioni preliminari dello scavo per il recupero della macchina nel punto di uscita sono:

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 68 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

- Profondità dal fondale 6.5 m (da verificare con i dati della campagna geotecnica)
- Pendenza laterale 1:3 (da verificare con i dati della campagna geotecnica)
- Lunghezza fondo scavo 15 m
- Larghezza fondo scavo 6 m
- Materiale scavato 4.000 m<sup>3</sup> (circa)

Il volume totale della trincea di scavo per il recupero della macchina perforatrice è calcolato ipotizzando una pendenza laterale stabile della trincea di 1:3.



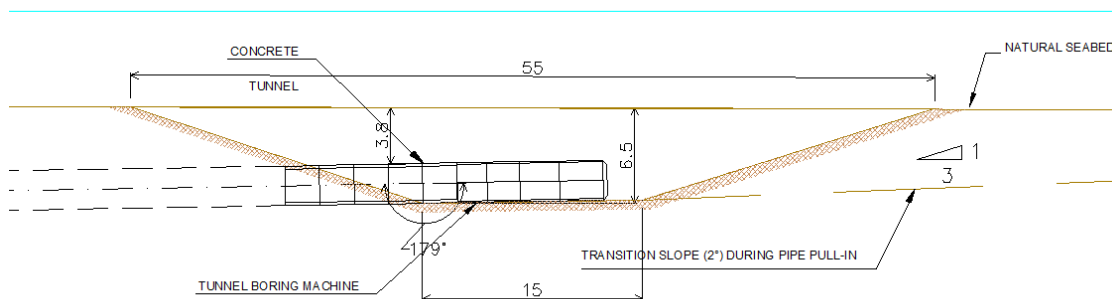
**Figura 8-5 – Area di scavo per il recupero della macchina di perforazione**

Ultimate le procedure per il recupero della testa di perforazione, il tunnel verrà temporaneamente chiuso e messo in sicurezza fino alla successiva fase di installazione della tubazione DN 650 (26") (in funzione della programmazione finale dei lavori). Poco prima del tiro della condotta lo scavo verrà finalizzato, realizzando una trincea di transizione, con una pendenza tale da non creare nella condotta sia in fase di installazione che in fase operativa, sollecitazioni e campate eccessive (superiori ai limiti consentiti dalle norme).



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 69 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



**Figura 8-6 – Sezione di scavo per il recupero della macchina di perforazione**

Le dimensioni preliminari dello scavo per la transizione col fondale marino sono:

- Profondità del fondo max. 6.5 m – min. 0.0 m
- Pendenza laterale 1:3 (da verificare con i dati della campagna geotecnica)
- Lunghezza scavo 170 m
- Larghezza scavo 5 m
- Materiale scavato 17.000 m<sup>3</sup> (circa)

#### 8.1.1.4 Varo della condotta all'interno del Tunnel

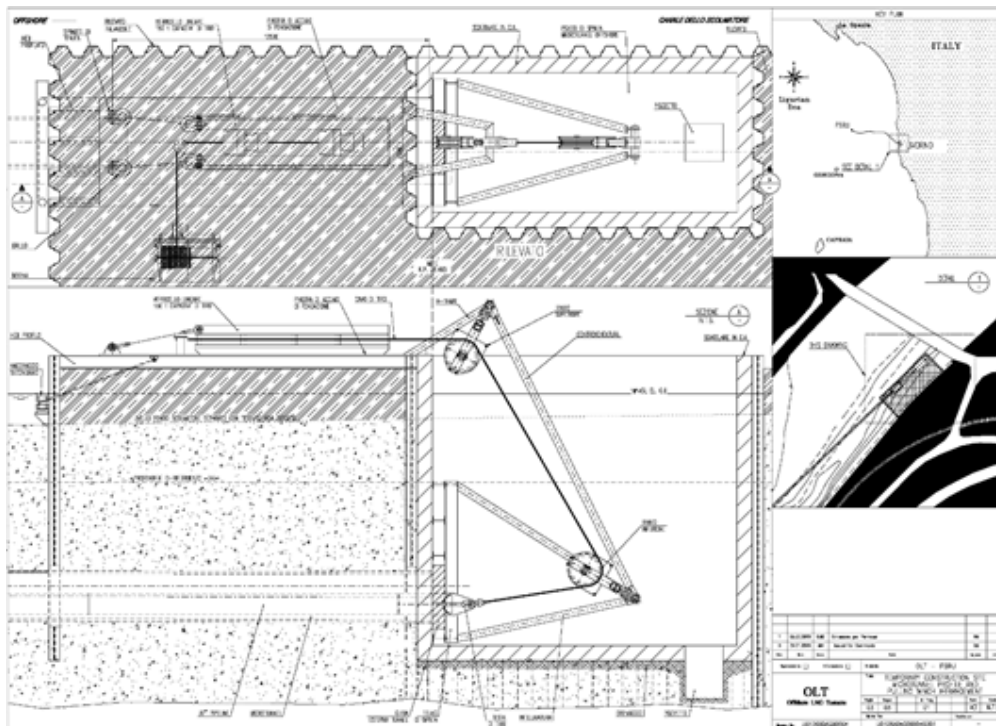
La condotta saldata preliminarmente verrà tirata all'interno del tunnel per mezzo di un argano di tiro installato a terra, posto nel pozzo di spinta o in prossimità.

In primo luogo, si procederà al posizionamento del mezzo di posa (lay barge), allineato opportunamente e ormeggiato nella posizione stabilita per l'inizio delle operazioni di tiro, circa 500 metri dall'uscita del Micro Tunnel (MT).

Si procederà quindi al recupero a bordo del mezzo di posa, del cavo di tiro precedentemente installato all'interno del microtunnel come descritto nelle sezioni precedenti. Successivamente si procederà alla preparazione della stringa (tubi saldati in testa) a bordo della nave posa-tubi, che verrà poi collegata al cavo di tiro mediante una testa opportunamente progettata per lo scopo, e poi tirata all'interno del microtunnel da mare verso terra tramite un verricello opportunamente dimensionato e posizionato nell'area di cantiere a terra, come mostrato tipicamente nella Figura 8-7.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI		Fg. 70 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001



**Figura 8-7 – Configurazione dello schema di tiro a terra della condotta**

Lo schema preliminare e il profilo dell'approdo del Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a mare DN 650 (26") sono riportati nell'elaborato grafico DIS-AT-B-15002 (rif. Allegato 16).

#### 8.1.1.5 Gestione dei fluidi di perforazione

Il consumo di acqua, utilizzata principalmente per il trasporto dello smarino del tunnel, è stimato nell'ordine dei 10.000 - 13.000 m<sup>3</sup> con l'incertezza derivante dallo stato delle particolari condizioni del suolo e delle potenziali perdite di fango dovute a possibili fessurazioni presenti nel terreno. Questa stima include il volume dei fanghi e i volumi relativamente inferiori associati al fango di lubrificazione.

Il materiale di scavo proveniente dal tunnel verrà miscelato con un fluido di trasporto e completamente recuperato e pompato attraverso la condotta dei fanghi verso la superficie e all'interno del dissabbiatore.

Qui il materiale sarà sottoposto a vagliatura, per la separazione del materiale grosso e fine dal fluido trasportatore con granulometrie superiori a 50 micron. Il materiale solido separato verrà scaricato in un contenitore per i fanghi o, ove possibile, direttamente in un camion per il trasporto a smaltimento secondo le normative vigenti.

Con la metodologia "microtunnelling" la dispersione dei fanghi di perforazione in mare è praticamente trascurabile.



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Eg. 71 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 8.2 Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a mare DN 650 (26") DP 100 bar

### 8.2.1 Descrizione del tracciato

Il tracciato del metanodotto DN 650 (26") (rif. Allegato 17) in progetto ha origine dalla FSRU che sarà ancorata al Terminale P.I.R., al largo di Ravenna, posto a circa 8,5 km dalla costa.

La condotta, dopo aver percorso il tratto offshore, raggiunge la terraferma, dove è previsto il punto di connessione tra la parte a terra e la parte a mare. Il punto di connessione è previsto nell'attuale area in cui arrivano le condotte PIR, nella zona di Puntamarina, in prossimità della spiaggia. La realizzazione dell'approdo è prevista mediante l'utilizzo di metodologia trenchless, in particolare della tecnologia del microtunnel. Il microtunnel di approdo sarà lungo circa 1300 m.

La condotta uscita dal microtunnel, nella parte iniziale il tracciato verrà posto al bordo della carreggiata stradale, sotto la strada del lungomare C. Colombo. La viabilità comunale presenta già una serie di sottoservizi (acquedotto, fognatura, rete gas di distribuzione, illuminazione pubblica, rete telefonica), pertanto il metanodotto in progetto sarà ubicato negli spazi liberi rilevati durante la progettazione esecutiva.

Dopo circa 500 m di percorrenza stradale, il tracciato supera la Pineta litoranea con un'opera trenchless (direct pipe) e si pone nella zona a seminativo limitrofa all'abitato di Punta Marina. L'opera trenchless prevista per l'attraversamento della Pineta litoranea, consentirà di non interferire minimamente con l'area boscata e quindi di salvaguardarla interamente.

Superata la Pineta litoranea, come detto precedentemente la condotta raggiunge un'area attualmente condotta a seminativo. Quest'area è ubicata all'interno del perimetro del Piano Urbanistico Attuativo CoS13 "Punta Marina", in una zona destinata a parcheggi e opere di urbanizzazione senza nuova edificazione.

Superata l'area del Piano Urbanistico Attuativo CoS13, la condotta raggiunge l'area prevista per la realizzazione del punto di entrata (PDE) e dell'impianto di regolazione DP 100-75 bar, a Sud dello scolo Centrale di Levante.

Il gas proveniente dall'FSRU, dopo essere stato regolato (regolazione pressione), esce dall'impianto mediante la condotta denominata "collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36") DP 75 bar, il cui tracciato verrà descritto di seguito.

### 8.2.2 Consistenza delle opere

Di seguito vengono descritte in modo sintetico le opere principali da realizzare.

#### 8.2.2.1 *Linea*

RIEPILOGO LINEE				
n.	Descrizione	codice linea	lunghezza (m)	note
1	Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a terra DN 650 (26") DP 100 bar	-	1880	
			<b>1.880</b>	

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 72 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

#### 8.2.2.2 Tubazione

Per la realizzazione della nuova condotta, il progetto prevede l'utilizzo di tubazioni con diametro nominale DN 650 (26") tubi con un carico unitario al limite di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>, corrispondente alle caratteristiche del grado L450 NB/MB con spessore pari a **17,6 mm**.

#### 8.2.2.3 Attraversamenti

Gli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua in progetto sono riassunti nella tabella sotto:

Progressiva Chilometrica di riferimento	Attraversamenti/ Percorrenze	Tubo di Protezione (m)	Metodo di attraversamento	Località
0+151 - 0+714	Lungomare C. Colombo	--	cielo aperto (con posa in cunicolo in c.a.)	Ravenna – Punta Marina
0+721 - 1+065	Via delle Americhe e la Pineta Litoranea	344	<b>Direct Pipe</b>	Ravenna – Punta Marina
1+810	Canale centrale Levante	--	cielo aperto	Ravenna – Punta Marina

#### 8.2.3 Strade di accesso all'area di occupazione lavori

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

I mezzi adibiti alla costruzione invece utilizzeranno l'area di passaggio messa a disposizione per la realizzazione dell'opera.

Oltre alle arterie statali e provinciali, l'accessibilità all'area di occupazione lavori è assicurata dalla esistente viabilità secondaria costituita da strade comunali, vicinali e forestali, spesso in terra battuta, che trova origine dalla citata rete viaria.

L'accesso dei mezzi richiederà la realizzazione di opere di adeguamento di tali infrastrutture, consistenti principalmente nella ripulitura e adeguamento del sedime carrabile e nella sistemazione delle canalette di regimazione delle acque meteoriche.

#### 8.2.4 Area di passaggio e fascia di servitù

La tipologia dell'**area di passaggio** normalmente a disposizione dell'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori per la messa in opera della nuova condotta DN 650, sarà eseguita come di seguito riportato:

- Pista di Lavoro Normale 24 m (10m+14m);
- Pista di Lavoro Ristretta 20 m (8m+12m)

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 73 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Le zone non interessate dal deposito di terreno di coltivo e dal terreno di scavo, saranno dedicate al montaggio delle condotte ed al transito dei mezzi adibiti al trasporto del personale, dei rifornimenti e dei materiali e per il soccorso.

L'Appaltatore dovrà tenere conto che, l'area a disposizione per i lavori di montaggio è stata definita considerando l'andamento della costruzione coincidente con il senso gas, ad eccezione di eventuali tratti di inversione pista, evidenziati nella planimetria, nei quali sarà necessario prevedere l'inversione di tale fascia, in sinistra o in destra in senso gas.

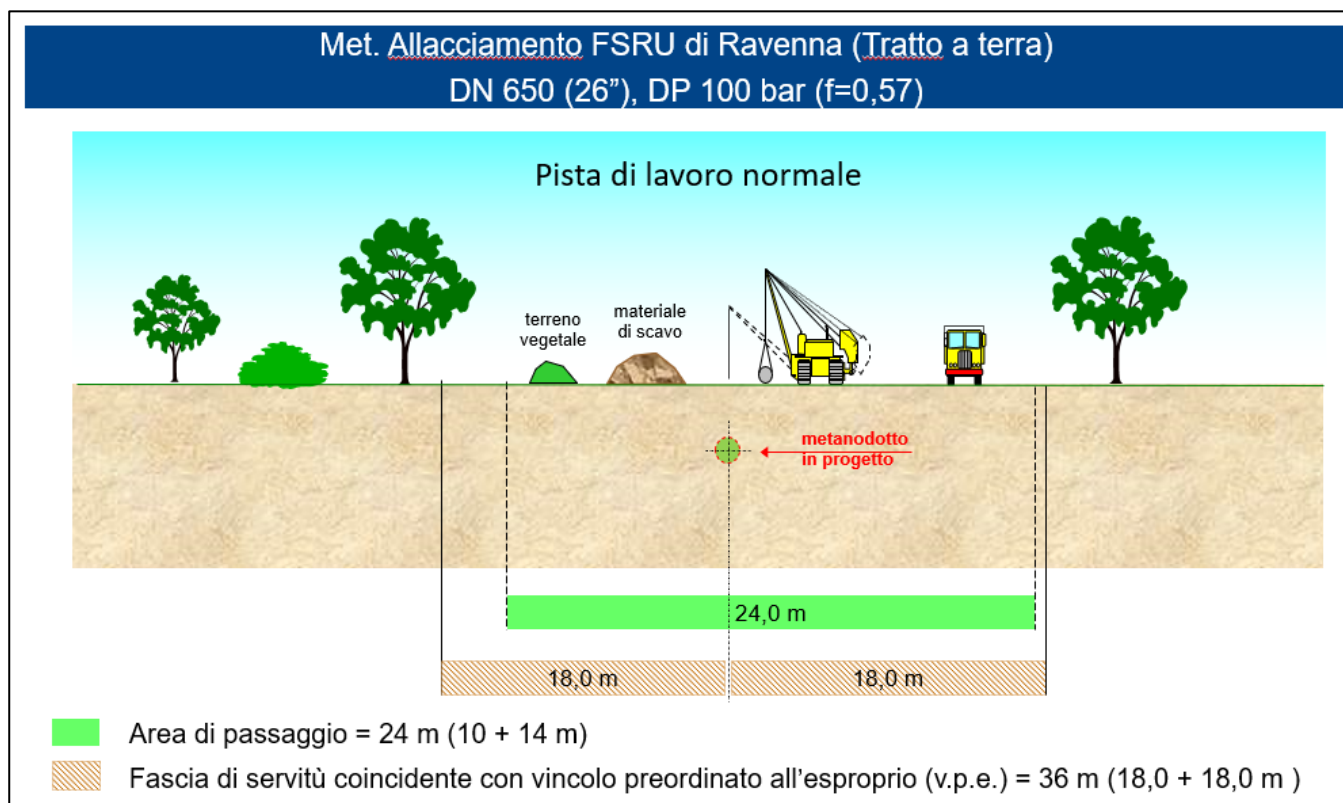
In corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture e servizi interrati di particolare importanza, di norma sono previsti allargamenti delle aree di passaggio evidenziati nelle planimetrie di progetto.

La fascia di servitù Rappresenta la distanza minima dell'asse del gasdotto dai fabbricati, misurata orizzontalmente ed in senso ortogonale all'asse della condotta e si ricava dal D.M. 17.04.08.

Nel caso specifico, considerando le massime pressioni operative (MOP), le distanze minime risultano pari a:

- **18,0 m** per il met. "allacciamento FSRU di Ravenna (tratto a terra)" DN 650 (26") DP 100 bar (grado di utilizzazione  $f=0,57$ );

La pista di Lavoro normale e la fascia di servitù sono rappresentate in Fig. sotto.



## 8.2.5 Opere complementari e di ripristino

Sarà prevista la realizzazione di eventuali opere complementari e di ripristino necessarie per la protezione ed il sostegno dei terreni e/o dei corsi d'acqua attraversati.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 74 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Tali opere, qualora necessario, comprenderanno anche il rifacimento di quelle preesistenti e demolite durante l'esecuzione dei lavori. Oltre a quanto specificatamente previsto in progetto, il Committente potrà, in corso d'opera, ordinare a sua discrezione l'esecuzione di opere complementari e di ripristino secondo le prescrizioni, i criteri e la tipologia degli standard di progetto e nella quantità ritenuta necessaria.

### 8.3 Impianto PDE FSRU Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar

Il Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a terra DN 650 (26") DP 100 bar termina nell'area impiantistica PDE prevista in loc. Punta Marina.

All'interno dell'area impiantistica di Punta Marina, è presente il doppio impianto di lancio e ricevimento "pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare Trappola DN 650 e lato terra Trappola DN 900), sarà inoltre installato un impianto di regolazione della portata e misura, con le seguenti caratteristiche:

- metanodotto di monte: DN 650 (26"), DP 100 bar;
- metanodotto di valle: DN 900 (36") DP 75 bar;
- sezione di regolazione di portata con range 100 75 bar;
- sezione di misura del gas con misuratori a ultrasuoni;
- impianto di filtraggio.

In relazione al salto di pressione da regolare è prevista la predisposizione di un'area dove alloggiare la sezione di preriscaldamento del gas. Nell'impianto è anche presente il pozzetto di immissione dell'aria nel flusso di metano per regolare eventualmente il potere calorifico del gas (l'indice di Wobbe) e portarlo nel range di accettabilità previsto dal Codice di Rete.

Il layout e i prospetti dell'impianto sono contenuti in Allegato 19

### 8.4 Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar

#### 8.4.1 Descrizione del tracciato

Dall'impianto di Punta Marina, al cui interno saranno ubicate le trappole di lancio e ricevimento PIG, la misura fiscale, la regolazione è previsto l'inizio del secondo tratto a terra.

La condotta complessivamente lunga 32 Km (rif. Allegato 17) si sviluppa come un anello attorno al nucleo abitato di Ravenna che procede in senso orario dalla zona di Punta Marina verso Sud fino ad attraversare il Fiume Canali Uniti, per poi deviare verso Ovest e superare a Sud l'abitato di Classe e proseguire in direzione Nord-Ovest verso la frazione di "Fornace Zarattini".

Attraversata l'Autostrada A14 direzione Ravenna, il tracciato devia decisamente verso Nord-Est per ricollegarsi nel Nodo di Ravenna (Imp. Snam Rete Gas n. 693).

Tutta l'opera è integralmente compresa all'interno del Comune di Ravenna. Gran parte del tracciato si sviluppa in terreni a prevalente destinazione agricola e, lungo il suo sviluppo, attraversa alcune principali infrastrutture tra le quali: il canale Fiumi Uniti, la linea ferroviaria Ferrara – Rimini, la Strada Statale n.16 Adriatica, la Strada Statale n. 3 bis Tiberina, il Fiume Ronco, la Strada Statale n. 67 Tosco-Romagnola, il Fiume Montone, la linea ferroviaria Castelbolognese – Ravenna, l'Autostrada A 14 Dir. Ravenna, la Strada Statale n.16 Adriatica e la linea ferroviaria Ferrara – Rimini.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 75 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Tutti gli attraversamenti principali saranno condotti con tecnologia trenchless, in trivellazione spingitubo (strade, ferrovie) o in Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) per i fiumi e canali principali.

In accordo al D.M. 17.04.2008 (Regola Tecnica), la condotta sarà sezionabile in tronchi mediante apparecchiature, collocate all'interno di aree recintate, denominate punti di intercettazione (P.I.L., P.I.D.I., P.I.D.S., ecc). Detti impianti, meglio individuati sulla planimetria in scala 1:10.000 (rif. Allegato 17) sono complessivamente **6 Punti di Intercettazione Linea** (P.I.L.), ubicati principalmente a monte e a valle delle linee ferroviarie attraversate per rispettare il sezionamento della condotta come previsto dalla Regola Tecnica sopra citata (per il dettaglio dei P.I.L. vedere Allegati da 21 a 26)

Il tracciato del metanodotto, termina al Nodo di Ravenna, dove è prevista la costruzione dell'impianto trappola terminale, in ampliamento dell'esistente Nodo n.693 (rif. Allegato 20).

#### 8.4.2 Consistenza delle opere

Di seguito vengono descritte in modo sintetico le opere principali da realizzare.

##### 8.4.2.1 Linea

RIEPILOGO LINEE				
n.	Descrizione	codice linea	lunghezza (m)	note
1	Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar	-	31.873	
			<b>31.873</b>	

##### 8.4.2.2 Tubazione

Per la realizzazione della nuova condotta, il progetto prevede l'utilizzo di tubazioni con diametro nominale DN 900 (36") tubi con un carico unitario al limite di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>, corrispondente alle caratteristiche del grado L450 NB/MB con spessore pari con spessore pari a **12,1 mm** (linea a spessore normale), **14,2 mm** (linea a spessore maggiorato, nei casi previsti dal D.M. 17/04/2008) o **19,6 mm** (linea a spessore rinforzato per gli attraversamenti ferroviari).

##### 8.4.2.3 Attraversamenti

Gli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua in progetto sono riassunti nella tabella sotto:

Progressiva Chilometrica di riferimento	Attraversamenti	Tubo di Protezione (m)	Metodo di attraversamento	Località
0+800	Canale Marini di Levante	--	cielo aperto	Ravenna
1+584	Via sinistra Canale Molinetto	31	trivellazione spingitubo	Ravenna
1+651	Via circonvallazione Canale Molinetto	33	trivellazione spingitubo	Ravenna

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 76 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Progressiva Chilometrica di riferimento	Attraversamenti	Tubo di Protezione (m)	Metodo di attraversamento	Località
2+250	Canale Ferrari	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
2+758	Fossina Riattivata	--	cielo aperto	Ravenna
4+576	Strada comunale via Bonifica	30	cielo aperto	Ravenna
6+115	Canale Acque alte Benini Ramo Ovest	70	trivellazione spingitubo	Ravenna
7+045	Fiumi Uniti	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
7+088	Via Marabina	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
8+811	Canale Puglioli	54	trivellazione spingitubo	Ravenna
8+831	Canale Bosca	54	trivellazione spingitubo	Ravenna
9+073	Canale Bosca Vecchia	19	cielo aperto	Ravenna
10+469	Canale Arcabologna Chiavichetta	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
11+336	F.S. Ferrara - Rimini	54	trivellazione spingitubo	Ravenna
11+523	Via Romea Sud	72	trivellazione spingitubo	Ravenna
11+548	S.S. n.16 Adriatica	72	trivellazione spingitubo	Ravenna
14+229	S.S. n.118	30	trivellazione spingitubo	Ravenna
14+806	Canale Manarone 1 ramo	30	cielo aperto	Ravenna



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI		Fg. 77 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Progressiva Chilometrica di riferimento	Attraversamenti	Tubo di Protezione (m)	Metodo di attraversamento	Località
15+026	S.S. n.3 bis Tiberina	66	trivellazione spingitubo	Ravenna
15+593	S.P. n.27 via Celia	32	trivellazione spingitubo	Ravenna
15+982	Canale Arcabologna Ramo Sud	19	cielo aperto	Ravenna
16+501	Via Argine Destro Fiume Ronco	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
16+526	Fiume Ronco	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
16+558	S.S. n.67 Tosco- Romagnola	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
17+380	Canale Lama inferiore 1 ramo	50	trivellazione spingitubo	Ravenna
17+795	Canale Canaletta inferiore sinistra	19	cielo aperto	Ravenna
18+736	Via argine Destro Montone	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
18+764	Fiume Montone	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
18+794	S.P. n.68 (via Argine Sinistro Montone)	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
19+908	S.P. n.99 (via Viazza di Sotto)	70	trivellazione spingitubo	Ravenna
20+220	Viabilità in progetto	30	cielo aperto	Ravenna
20+276	Canale Dritto	19	cielo aperto	Ravenna
21+157	Canale via Cupa	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI		Fg. 78 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Progressiva Chilometrica di riferimento	Attraversamenti	Tubo di Protezione (m)	Metodo di attraversamento	Località
21+172	Via Cupa	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
21+341	S.P. n.99 (via Viazza di Sotto)	24	trivellazione spingitubo	Ravenna
22+336	Canale Val Torto	38	trivellazione spingitubo	Ravenna
23+057	Via Fosso delle Oche	36	trivellazione spingitubo	Ravenna
23+060	Canale Giannello	36	trivellazione spingitubo	Ravenna
23+172	F.S. Castelbolognese - Ravenna	54	trivellazione spingitubo	Ravenna
23+506	S.P. n.253R San Vitale	30	trivellazione spingitubo	Ravenna
23+946	Autostrada A14 diramazione Ravenna	93	trivellazione spingitubo	Ravenna
23+977	Canale Bartolotte	93	trivellazione spingitubo	Ravenna
25+249	Canale Canala	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
25+263	S.P. n.97 (via Canala)	--	Trenchless (T.O.C.)	Ravenna
25+571	Via Sant'Egidio	24	cielo aperto	Ravenna
26+580	Canale Bagarina	36	trivellazione spingitubo	Ravenna
27+353	S.S. n.16 Adriatica	30	trivellazione spingitubo	Ravenna
27+812	F.S. Ferrara - Rimini	42	trivellazione spingitubo	Ravenna

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Eg. 79 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Progressiva Chilometrica di riferimento	Attraversamenti	Tubo di Protezione (m)	Metodo di attraversamento	Località
28+004	Canale Asino	19	cielo aperto	Ravenna
29+867	Via Ferragu	38	trivellazione spingitubo	Ravenna
30+111	Via Canalazzo	30	trivellazione spingitubo	Ravenna

Le sezioni tipologiche degli attraversamenti sono illustrate in Allegato 18.

#### 8.4.3 Strade di accesso all'area di occupazione lavori

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

I mezzi adibiti alla costruzione invece utilizzeranno l'area di passaggio messa a disposizione per la realizzazione dell'opera.

Oltre alle arterie statali e provinciali, l'accessibilità all'area di occupazione lavori è assicurata dalla esistente viabilità secondaria costituita da strade comunali, vicinali e forestali, spesso in terra battuta, che trova origine dalla citata rete viaria.

L'accesso dei mezzi richiederà la realizzazione di opere di adeguamento di tali infrastrutture, consistenti principalmente nella ripulitura e adeguamento del sedime carrabile e nella sistemazione delle canalette di regimazione delle acque meteoriche.

Ulteriori strade di accesso al cantiere da creare ex novo sono indicate nelle tavole di progetto.

#### 8.4.4 Area di passaggio e fascia di servitù

La tipologia dell'**area di passaggio** normalmente a disposizione dell'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori per la messa in opera della nuova condotta DN 900, sarà eseguita come di seguito riportato:

- Pista di Lavoro Normale 26 m (11m+15m);
- Pista di Lavoro Ristretta 22 m (9m+13m)

Le zone non interessate dal deposito di terreno di coltivo e dal terreno di scavo, saranno dedicate al montaggio delle condotte ed al transito dei mezzi adibiti al trasporto del personale, dei rifornimenti e dei materiali e per il soccorso.

L'Appaltatore dovrà tenere conto che, l'area a disposizione per i lavori di montaggio è stata definita considerando l'andamento della costruzione coincidente con il senso gas, ad eccezione di eventuali tratti

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 80 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

di inversione pista, evidenziati nella planimetria, nei quali sarà necessario prevedere l'inversione di tale fascia, in sinistra o in destra in senso gas.

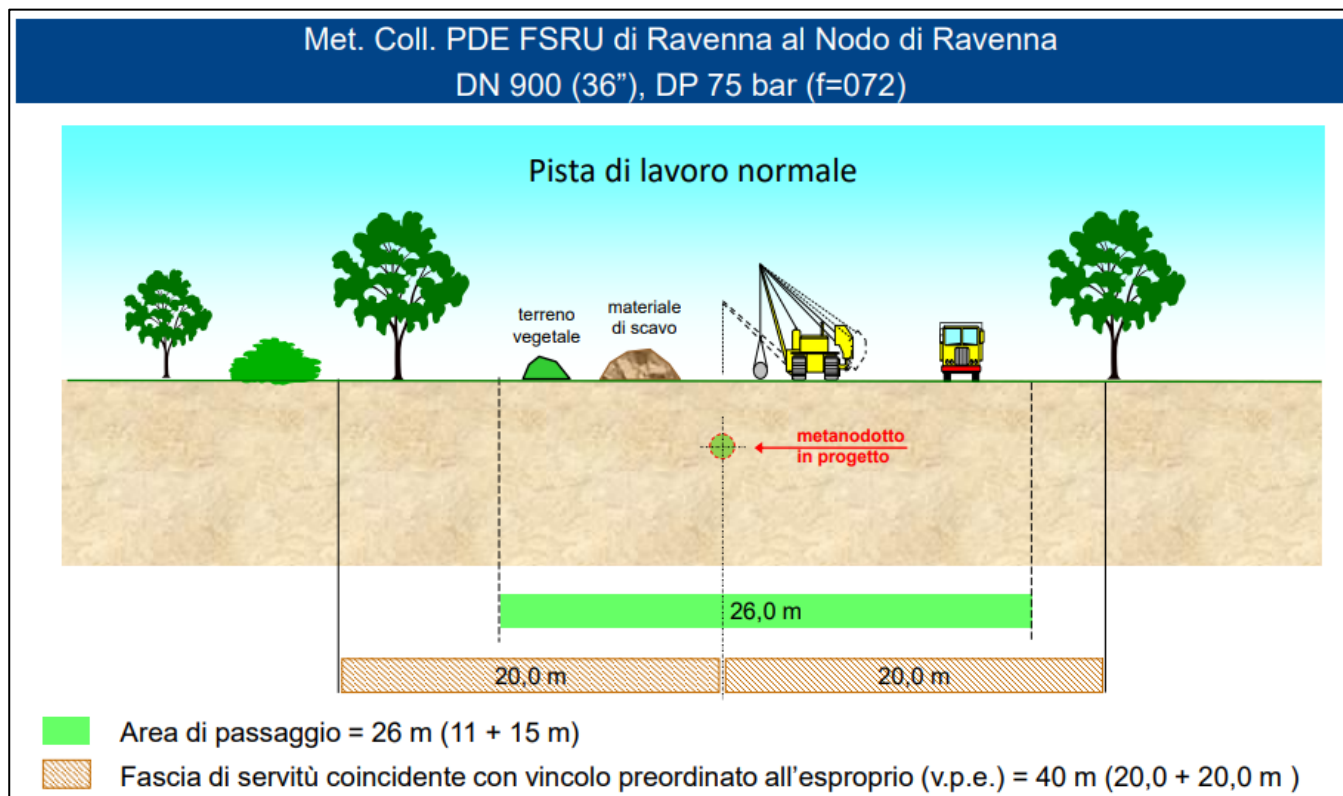
In corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture e servizi interrati di particolare importanza, di norma sono previsti allargamenti delle aree di passaggio evidenziati nelle tavole di progetto sopra citate.

La **fascia di servitù** Rappresenta la distanza minima dell'asse del gasdotto dai fabbricati, misurata orizzontalmente ed in senso ortogonale all'asse della condotta e si ricava dal D.M. 17.04.08.

Nel caso specifico, considerando le massime pressioni operative (MOP), le distanze minime risultano pari a:

- **20,0 m** per il met. "Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar (grado di utilizzazione  $f=0,72$ );

La pista di Lavoro normale e la fascia di servitù sono rappresentate in Fig. sotto.



#### 8.4.5 Opere complementari e di ripristino

Sarà prevista la realizzazione di eventuali opere complementari e di ripristino necessarie per la protezione ed il sostegno dei terreni e/o dei corsi d'acqua attraversati. In particolare per i corsi d'acqua minori, attraversati con scavo a cielo aperto, è stato scelto di effettuare un ripristino spondale e dell'alveo in massi di idonea pezzatura.

Tali opere, qualora necessario, comprenderanno anche il rifacimento di quelle preesistenti e demolite durante l'esecuzione dei lavori. Oltre a quanto specificatamente previsto in progetto, il Committente potrà, in corso d'opera, ordinare a sua discrezione l'esecuzione di opere complementari e di ripristino

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Eg. 81 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

secondo le prescrizioni, i criteri e la tipologia degli standard di progetto e nella quantità ritenuta necessaria.

## 8.5 Collaudi

A condotta completamente posata e collegata si procederà al collaudo idraulico della sezione, che verrà eseguito riempiendo la tubazione di acqua e pressurizzandola.

Durante la prova, dopo la stabilizzazione della pressione e della temperatura, verranno registrati i risultati.

La prova idraulica è considerata superata se la pressione si mantiene costante al variare della temperatura.

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

Queste attività vengono svolte suddividendo la linea in tronchi di collaudo (dipendono dalla morfologia del posto e dalla disponibilità di acqua). Ad esito positivo dei collaudi idraulici e dopo aver svuotato l'acqua di riempimento, i vari tratti collaudati vengono collegati tra loro mediante saldatura controllata con i sistemi non distruttivi.

La lunghezza dei tratti di prova può essere definita sulla base del DM 17/04/2008 capitolo 4 punto 4.4 "Collaudo in Loco" che segue una serie di specifiche tecniche nazionali e internazionali, basate su variabili come il diametro interno, spessore, differenza di quota lungo il percorso, ecc., identificate al completamento del progetto di dettaglio. In ogni caso i tratti di prova non possono superare la lunghezza di 15 km.

In questo progetto, è previsto il collaudo del tratto a terra insieme al tratto a mare (tratto a mare + approdo costiero), secondo il seguente schema:

- 1) Tratto dalla FSRU all'impianto di Punta Marina, costituito dalla condotta "allacciamento FSRU di Ravenna (tratto a mare)" DN 650 (26") e dalla condotta "allacciamento FSRU di Ravenna (tratto a terra)" DN 650 (26");
- 2) Impianto di Punta Marina (il collaudo avverrà per sezione separate di impianto, in funzione delle diverse pressioni di progetto);
- 3) Tratto dall'impianto di Punta Marina al Termina di Ravenna, costituito dalla condotta "collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36").

La suddivisione dei tratti dello schema sopra riportato, potrà comunque subire delle modifiche durante le attività di costruzione dell'opera, in funzione delle posizioni geografiche dei punti di prelievo dell'acqua di collaudo e in funzione del cronoprogramma delle fasi realizzative, che verrà messo in campo dall'impresa appaltatrice al fine di garantire il rispetto della messa in esercizio dell'opera.

L'acqua di prova deve essere dolce, pulita, non aggressiva e di qualità tale da limitare al minimo il rischio di corrosione della tubazione; per accertarne l'idoneità verrà eseguita un'analisi di laboratorio. L'acqua utilizzata per riempire la tubazione non sarà trattata con additivi chimici o con potenziali inquinanti.

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 82 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

L'acqua deve essere filtrata per impedire l'ingresso di corpi estranei all'interno della tubazione in prova e, in caso di presenza di corpi solidi in sospensione (sabbia, limo, ecc.) o nel caso di acqua torbida, devono essere usate delle attrezzature di decantazione e di filtraggio (50 micron) per evitare fenomeni di sedimentazione. Non è consentito l'uso di acque reflue o derivanti da processi industriali e non è prevista l'aggiunta di acqua da impiegare nelle prove.

Dopo la filtrazione meccanica, per evitare la dispersione di eventuali residui metallici nell'ambiente (trucioli di saldatura e / o scorie), l'acqua aspirata verrà rilasciata a flusso controllato nei corsi d'acqua presenti lungo il percorso.

Si sottolinea che i tubi saranno pretestati in fabbrica e successivamente sabbiati e rivestiti internamente con cura; pertanto, le condizioni di pulizia interna dei tubi al momento della prova idraulica saranno ottimali.

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

Si procederà, infine, all'essiccamento della condotta in modo da rendere la tubazione idonea all'inserimento di gas metano (Gas-In). Questa operazione potrà avvenire sia per mezzo di insuflaggi di aria secca, sia attraverso l'estrazione dell'umidità sottovuoto.

Lo schema delle attività di essiccamento, tendenzialmente, segue lo schema del collaudo idraulico, andando ad essiccare le singole sezioni collaudate. Nel caso specifico, in funzione del cronoprogramma delle fasi realizzative che verrà messo in campo dall'impresa appaltatrice, si valuterà la possibilità di essiccare le sezioni collaudate del "collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna" in un'unica soluzione, dopo averle collegate tra loro.

Nei punti di connessione tra le diverse sezioni collaudate idraulicamente è prevista l'esecuzione di una "saldatura di garanzia" con controlli di prova non distruttivi più restrittivi, secondo le specifiche del progetto.

#### 8.5.1 Met. Allacciamento FSRU Ravenna – (Tratto a mare e tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar

La configurazione adottata per il collaudo delle opere in progetto, ha privilegiato l'utilizzo di acqua dolce, il cui approvvigionamento sarà effettuato tramite i corsi d'acqua e/o pozzi ubicati nelle vicinanze dell'impianto PDE FSRU di Ravenna.

L'operazione di riempimento tramite "pig", verrà realizzata dalla trappola situata all'interno dell'Impianto di Puntamarina, verso il piatto di prova che sarà installato, in mare, nei pressi del FSRU. Tutte le operazioni di pressurizzazione della condotta verranno eseguite all'interno della Trappola a terra.

La stima preliminare del volume di acqua prelevata durante le varie fasi del collaudo è riportata nella Tabella 8-1.

Fase	Volume di acqua stimato per riempimento	Volume di acqua stimato per pressurizzazione
Test idraulico	3200 m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup>

**Tabella 8-1 – Volumi d'acqua previsti per le attività di "pre-commissioning"**

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 83 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

A seguito del buon esito delle operazioni di collaudo l'acqua sarà scaricata, spingendo i pig dal piatto di prova, fino alla trappola a terra, scaricandola in copri idrici ricettori idonei, che saranno individuati di concerto con le autorità competenti.

#### 8.5.2 Impianto PDE FSRU Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar

Il collaudo dell'Impianto PDE di Puntamarina sarà effettuato per sezioni separate di impianto, a seconda delle diverse pressioni di progetto.

#### 8.5.3 Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar

La configurazione adottata per il collaudo delle opere in progetto, ha privilegiato l'utilizzo di acqua dolce, il cui approvvigionamento sarà effettuato tramite i corsi d'acqua e/o pozzi ubicati nelle vicinanze dei punti di immissione.

Considerata la lunghezza del metanodotto, superiore ai 15 km, la linea in questione sarà collaudata in tre tronchi separati, della lunghezza di circa 10 km l'uno. L'esatta suddivisione dei tronchi sarà definita in funzione della posizione dei punti di prelievo dell'acqua, nonché del cronoprogramma delle attività.

##### Tratto 1

L'operazione di riempimento tramite "pig", verrà realizzata dalla trappola situata all'interno dell'Impianto PDE FSRU di Ravenna, verso il piatto di prova, che sarà installato in prossimità dell'estremità del primo tratto. Tutte le operazioni di pressurizzazione della condotta verranno eseguite all'interno della Trappola di Puntamarina.

La stima preliminare del volume di acqua prelevata durante le varie fasi del collaudo del primo tratto è riportata nella Tabella 8-2.

Fase	Volume di acqua stimato per riempimento	Volume di acqua stimato per pressurizzazione
Test idraulico	6200 m <sup>3</sup>	43 m <sup>3</sup>

**Tabella 8-2 – Volumi d'acqua previsti per le attività di "pre-commissioning"**

A seguito del buon esito delle operazioni di collaudo l'acqua sarà scaricata in copri idrici ricettori idonei, che saranno individuati di concerto con le autorità competenti.

##### Tratto 2

L'operazione di riempimento tramite "pig", verrà realizzata mediante due piatti di prova installati in prossimità delle estremità del tratto.

Tutte le operazioni di pressurizzazione della condotta verranno eseguite in corrispondenza del punto di prelievo d'acqua.

La stima preliminare del volume di acqua prelevata durante le varie fasi del collaudo del primo tratto è riportata nella Tabella 8-3.



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 84 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Fase	Volume di acqua stimato per riempimento	Volume di acqua stimato per pressurizzazione
Test idraulico	6200 m <sup>3</sup>	43 m <sup>3</sup>

**Tabella 8-3 – Volumi d'acqua previsti per le attività di “pre-commissioning”**

A seguito del buon esito delle operazioni di collaudo l'acqua sarà scaricata in copri idrici ricettori idonei, che saranno individuati di concerto con le autorità competenti.

### Tratto 3

L'operazione di riempimento tramite “pig”, verrà realizzata dalla trappola situata all'interno del Nodo di Ravenna, verso il piatto di prova, che sarà installato in prossimità dell'estremità del terzo tratto. Tutte le operazioni di pressurizzazione della condotta verranno eseguite in corrispondenza del punto di prelievo d'acqua.

La stima preliminare del volume di acqua prelevata durante le varie fasi del collaudo del primo tratto è riportata nella Tabella 8-4.

Fase	Volume di acqua stimato per riempimento	Volume di acqua stimato per pressurizzazione
Test idraulico	6200 m <sup>3</sup>	43 m <sup>3</sup>

**Tabella 8-4 – Volumi d'acqua previsti per le attività di “pre-commissioning”**

A seguito del buon esito delle operazioni di collaudo l'acqua sarà scaricata in copri idrici ricettori idonei, che saranno individuati di concerto con le autorità competenti.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 85 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 9 RICHIAMI STUDI AMBIENTALI ESEGUITI

Il Terminale di Ravenna e le relative opere connesse si inseriscono in un contesto in cui si rilevano alcune tutele derivante da diversi livelli di pianificazione, con una serie di interferenze descritte nello Studio Ambientale (Doc. No. REL-AMB-E-09001).

Per la valutazione di tali interferenze di tipo diretto o indiretto è stata predisposta la relazione paesaggistica ai sensi del D.Lgs 42/04, annessa alla presente relazione (Doc REL-AMB-E-09013).

È stata inoltre sviluppato uno studio di incidenza ambientale allo scopo di verificare la compatibilità del progetto rispetto alle aree appartenenti alla Rete Natura 2000, con particolare riferimento a quelle prossime all'area di progetto (Doc REL-AMB-E-09012).

Nell'ottica di definire la compatibilità ambientale tra le opere e l'ambiente sono stati inoltre condotti studi specialistici finalizzati a definire l'entità del potenziale impatto indotto dalle opere.

Sono stati redatti i seguenti studi:

- Studio Ambientale (Doc. No. REL-AMB-E-09001);
- Studio modellistico ricadute in atmosfera – esercizio FSRU (Doc. No. REL-AMB-E-09002);
- Valutazione di Impatto Sanitario (Doc. No. REL-AMB-E-09006);
- Valutazione del Traffico Navale nell'Area di Progetto (Doc. No. REL-AMB-E-09006);
- Studio delle tipologie forestali e stima preliminare delle piante da abbattere (Doc. No. REL-AMB-E-09005);
- Studio Modellistico Di Dispersione Termica/Chimica In Ambiente Marino In Fase Di Esercizio (Doc. No. REL-AMB-E-09010)
- Piano preliminare di utilizzo in sito terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (Doc. No. REL-PDC-E-35059);
- Relazione di verifica preventiva dell'interesse archeologico (Doc. No. REL-ARC-E-05010);

Si segnala infine che sarà condotto un monitoraggio da eseguire per le componenti potenzialmente oggetto di impatto come da indicazioni contenute nel Piano di monitoraggio ambientale (Doc. REL-PMA-E-09009).

### 9.1 Modalità di gestione delle TRS e Sedimenti Marini

#### 9.1.1 Tratto a Mare

##### 9.1.1.1 *Stima dei Volumi movimentati*

Il progetto prevede la necessità di movimentazione di sedimenti del fondale marino lungo tutto il tratto a mare della condotta fino all'exit point del microtunnel e, in particolare, in prossimità della Piattaforma Petra. In quest'ultima zona si prevede di dover realizzare una attività di dragaggio significativa, volta a rendere i fondali marini idonei all'ormeggio permanente dell'FSRU presso la struttura ed all'accesso, la manovra e l'ormeggio delle LNG Carriers.

L'immagine riportata di seguito (Figura 9-1) presenta l'area ove si prevede l'esecuzione di approfondimento dei fondali, al fine di consentire l'accesso delle gasiere (aree di tipo A - canale di accesso), la manovra e l'ormeggio presso la Piattaforma Petra (aree di tipo B) e l'uscita delle gasiere (aree di tipo C - canale di uscita).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 86 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

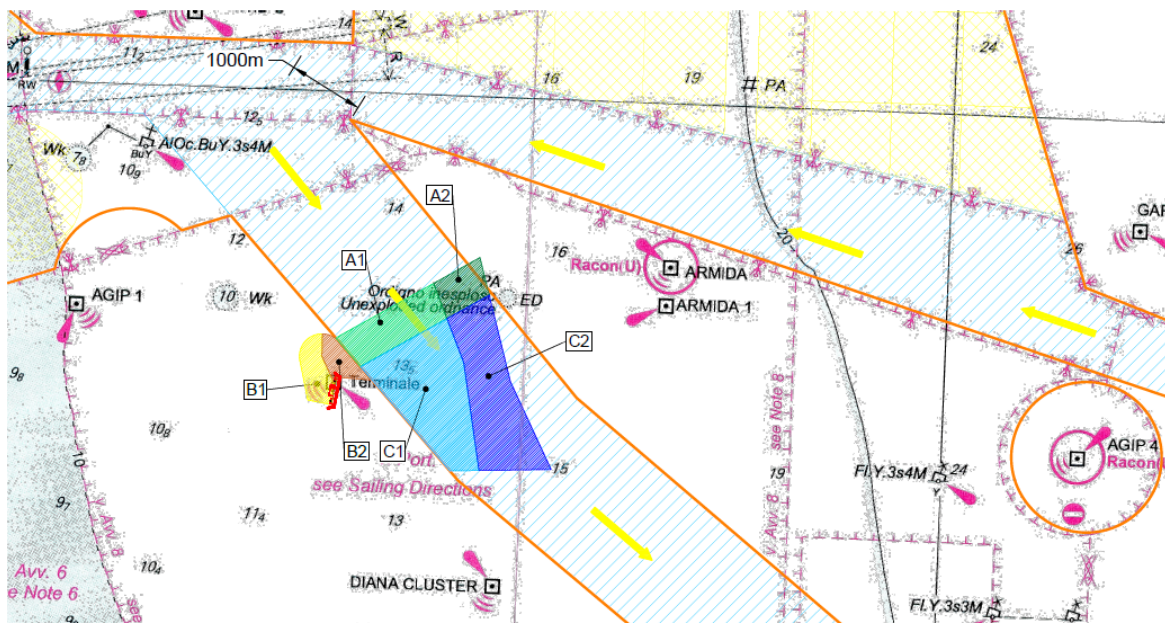


Figura 9-1 – Aree Interessate da Dragaggio

Dai dati disponibili la componente oggetto di dragaggio dovrebbe presentare prevalentemente matrice sabbiosa.

Una porzione significativa del materiale dragato sarà riutilizzata per il riempimento dei cassoni o dell'area palancolata prevista rispettivamente nelle soluzioni progettuali di adeguamento della piattaforma Petra (i.e., Alternativa A in Allegato 3 e Alternativa B in Allegato 4).

In attesa di studi più accurati, sulla base delle informazioni disponibili in letteratura si prevede la necessità di mantenere una pendenza della scarpata del canale e di perimetri delle aree oggetto di dragaggio con un angolo di circa 10° (pendenza circa 1:5).

Table 11. Typical side slopes for various soil types: underwater slopes		
Soil type	Side slope	
	Still water	Active water
Rock	Nearly vertical	Nearly vertical
Stiff clay	45°	45°
Firm clay	40°	35°
Sandy clay	25°	15°
Coarse sand	20°	10°
Fine sand	15°	5°
Mud and silt	10° to 1°	5° or less

Tabella 9-1 – Pendenze tipiche di scarpate sottomarine per differenti tipologie di terreni (BS 6349-5)

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 87 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Sulla base delle informazioni a disposizione (carta nautica), si è stimata la necessità di dover dragare le seguenti quantità per ciascun settore (ipotizzando di raggiungere una quota – 15m s.l.m.):

- ✓ AREE TIPO A (Aree del canale di accesso al Terminale): circa 690.000 m<sup>3</sup>;
- ✓ AREE TIPO B (Aree di manovra presso la piattaforma Petra): circa 1.240.000 m<sup>3</sup>;
- ✓ AREE TIPO C (Aree del canale di uscita): circa 4.210.000 m<sup>3</sup> (da valutare)

Tale misura dovrà necessariamente essere rivalutata con maggior precisione, una volta che saranno disponibili i rilievi batimetrici della zona.

Si evidenzia che, mentre il dragaggio delle aree di tipo A e di tipo B è funzionale a garantire l'arrivo delle metaniere a pieno carico al Terminale, **il dragaggio delle aree di Tipo C lo si potrebbe considerare, di concerto con le autorità marittime competenti, non strettamente necessario** in quanto, in condizioni di normale esercizio, le navi in uscita hanno ridotto sensibilmente il proprio pescaggio e pertanto navigare con i margini di franco sotto ciglia già assicurati dalle attuali quote di fondo (circa 14 metri). In caso di uscita in emergenza di una metaniera a carico pieno di può pensare al riutilizzo del canale di accesso.

Si evidenzia infine, che a prescindere dall'alternativa che verrà selezionata per l'adeguamento della piattaforma Petra, si prevede che circa tra 285.000 e 356.000 m<sup>3</sup> di materiale dragato potranno essere utilizzati per riempire rispettivamente i cassoni o il palancolato.

#### 9.1.2 Tratto a Terra

Nel tratto a terra la gestione delle TRS che prevedono il riutilizzo delle stesse nel sito di produzione allo stato naturale rientra nel campo di applicazione dell'articolo 24 del DPR 120/2017 (*"Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti"*). L'articolo 24 del suddetto DPR richiama inoltre l'applicazione dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.

Le TRS, conformi ai requisiti ambientali previsti dalla normativa, vengono interamente utilizzate direttamente nel sito di produzione per le attività di rinterro e di ripristino allo "stato naturale", ovvero senza l'impiego di trattamenti previsti dalla normale pratica industriale definiti dall'Allegato 3 del DPR 120/2017.

A scopo esemplificativo si elencano nel seguito i materiali di scavo che saranno invece gestiti come rifiuto e conferiti a smaltimento:

- Tutti i materiali non rientranti nella definizione di cui all'articolo 2 comma 1 lettera c) del DPR 120/2017;
- Il materiale di scavo derivante dalla perforazione delle opere trenchless: Microtunnel Direct Pipe e T.O.C. previste in progetto
- Le TRS non conformi alle CSC di riferimento per la specifica destinazione d'uso o ai valori di fondo naturale (VFN) autorizzati dalle Autorità competenti.

I tratti interessati dagli scavi con TRS non conformi ai limiti normativi di riferimento, saranno rinterrati con terreno conforme ai limiti previsti per la specifica destinazione d'uso.

Qualora si rilevasse la necessità di aggotare le acque di falda eventualmente presenti all'interno della trincea scavata per l'esecuzione dei lavori, le stesse potranno essere aggotate, caratterizzate e gestite secondo normativa vigente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-PROG-E-00001	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 88 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 10 CRONOPROGRAMMA

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

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

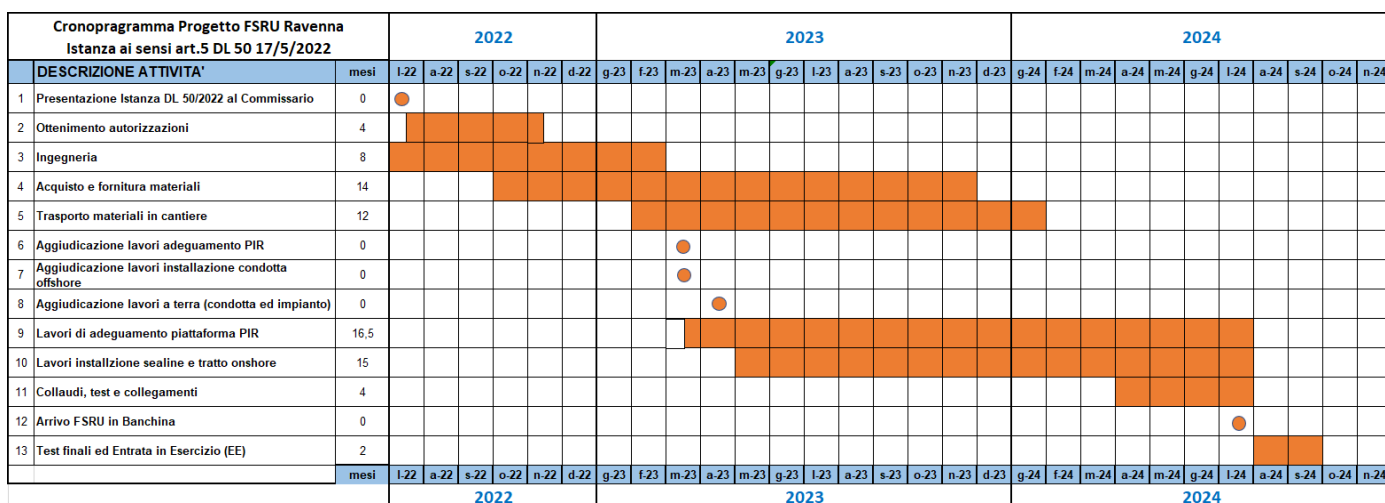


Figura 10-1 – Cronoprogramma delle attività

Le tempistiche del Progetto sono serrate e potranno richiedere di operare in parallelo su più fronti di lavoro con organizzazioni distinte ed autonome, quali:

- i lavori civili meccanici per la sistemazione della Piattaforma offshore Petra
- i lavori per la realizzazione della sealine Met. Allacciamento FSRU Ravenna - Tratto a mare DN 650 (26") nel tratto tra l'FSRU e il microtunnel di approdo costiero.
- i lavori civili meccanici per la realizzazione del tratto in Microtunnel di lunghezza 1300 m necessario per l'approdo a terra
- i lavori civili e meccanici per la realizzazione dell'impianto PDE in loc. Punta Marina
- i lavori civili e meccanici per l'esecuzione delle opere trenchless a terra (Direct Pipe, T.O.C.)
- la costruzione dei metanodotti a terra (DN 650 – DN 900) di lunghezza complessiva pari a circa 34 km.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 89 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

## 11 RIFERIMENTI

### 11.1 Allegati

- Allegato 1 DIS-COR-C-35111 Corografia di progetto
- Allegato 2 SP-D-35110 Schema di progetto
- Allegato 3 DIS-MEC-B-17000 Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni (Planimetria, sezione e layout)
- Allegato 4 DIS-MEC-B-17007 Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA B - soluzione con palancoato (Planimetria, sezione e layout)
- Allegato 5 MI-SDF-E-09101 Relazione di calcolo per sistema ormeggio alla Piattaforma Petra
- Allegato 6 DIS-MEC-B-17004 Layout tubazioni piattaforma di ormeggio PETRA ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni
- Allegato 7 DIS-MEC-B-17006 Layout tubazioni piattaforma di ormeggio PETRA ALTERNATIVA B - soluzione con palancoato
- Allegato 8 DIS-MEC-B-13011 Planimetria Antincendio Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni
- Allegato 9 DIS-MEC-B-13021 Planimetria Antincendio Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA B - soluzione con palancoato
- Allegato 10 DIS-MEC-B-13009 Layout sistemi rilevazioni gas Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni
- Allegato 11 DIS-MEC-B-13020 Layout sistemi rilevazioni gas Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA B - soluzione con palancoato
- Allegato 12 DIS-COR-B-09005-1 Corografia Allacciamento FSRU Ravenna (tratto a Mare) – Alternativa A
- Allegato 13 DIS-COR-B-09005-2 Corografia Allacciamento FSRU Ravenna (tratto a Mare) – Alternativa B
- Allegato 14 DIS-COR-B-09003 Planimetria Nautica Allacciamento FSRU Ravenna (tratto a mare)
- Allegato 15 DIS-COR-B-09004 Planimetria Nautica con vincoli Allacciamento FSRU Ravenna (tratto a mare)
- Allegato 16 7DIS-AT-E-15002 SHORE APPROACH-MICROTUNNEL
- Allegato 17 PG-TP-D-35281 TRACCIATO DI PROGETTO - Tratto a terra - 1:10.000
- Allegato 18 ST-D-37200 DISEGNI TIPOLOGICI LINEA A TERRA
- Allegato 19 MI-I-A-35270 PLANIMETRIE E PROSPETTI - PDE FSRU DI RAVENNA E IMPIANTO DI REGOLAZIONE DP 100/75 bar
- Allegato 20 MI-I-A-35271 PLANIMETRIE E PROSPETTI - IMPIANTO TRAPPOLA NODO DI RAVENNA
- Allegato 21 MI-I-D-35264 PIL N.1 - PLANIMETRIE E PROSPETTI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA (RA)</b>	<b>REL-PROG-E-00001</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Fg. 90 di 90	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-0001

Allegato 22 MI-I-D-35265 PIL N.2 - PLANIMETRIE E PROSPETTI

Allegato 23 MI-I-D-35266 PIL N.3 - PLANIMETRIE E PROSPETTI

Allegato 24 MI-I-D-35267 PIL N.4 - PLANIMETRIE E PROSPETTI

Allegato 25 MI-I-D-35268 PIL N.5 - PLANIMETRIE E PROSPETTI

Allegato 26 MI-I-D-35269 PIL N.6 - PLANIMETRIE E PROSPETTI

## 11.2 Altri riferimenti

- [A1] CODICE DI RETE – SNAM RETE GAS. Ai sensi dell'articolo 24, comma 5, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164/00.
- [A2] OCIMF "Recommendations for Manifolds for Refrigerated Liquefied Natural Gas Carriers (LNG)" - Vol Category "B"