

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ 20
	LOCALITÀ RAVENNA	SPC. REL-AT-E-35090	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 1 di 15	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

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

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

**ATTRAVERSAMENTO:**

**Scolo Arcabologna Ramo Sud**

**RELAZIONE TECNICA - ILLUSTRATIVA**



0	Emissione per Permessi	E.Camerini	A.Gigliotti	M.Begini	20/09/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 2 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

## INDICE

<b>1.</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>3</b>
1.1	Scopo	3
1.2	Elaborati grafici di riferimento	3
1.3	Definizioni	3
1.4	Normativa di Riferimento	3
<b>2.</b>	<b>UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE STATO DI FATTO</b>	<b>5</b>
2.1	Descrizione del progetto	5
2.2	Inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del tracciato	6
2.3	Ubicazione area di intervento	6
<b>3.</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>8</b>
4.1	Caratteristiche geometriche	8
4.2	Caratteristiche meccaniche	9
<b>5.</b>	<b>VERIFICA DELLO SPESSORE DEL TUBO DI LINEA DN 900 (36")</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA</b>	<b>12</b>
6.1	Tubo di Linea DN 900 (36")	12
6.2	Tubo di Protezione DN 1050 (42")	12
6.3	Protezione Catodica	12
6.4	Polifora Portacavi e telecontrollo	13
<b>7.</b>	<b>GEOMETRIA E MODALITA' ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO</b>	<b>14</b>
7.1	Geometria dell'attraversamento	14
7.2	Modalità esecutive	14
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>15</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 3 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

## 1. GENERALITA'

### 1.1 Scopo

Nella presente relazione sono illustrate le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive dell'attraversamento con scavo a cielo aperto dello Scolo Arcabologna Ramo Sud, da parte del metanodotto in progetto "FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti".

Tale attraversamento è situato, secondo l'U.T.E. (Ufficio Tecnico Erariale-Catasto), nel territorio comunale di Ravenna inquadrato nella Sezione A, foglio 194 mappale 99 e foglio 180 mappali 30.

### 1.2 Elaborati grafici di riferimento

- DIS-AT-11E-37277 Attraversamento Scolo Arcabologna Ramo Sud

### 1.3 Definizioni

*Condotte di 1° specie:* condotte con pressione massima di esercizio superiore a 24 bar;

*Profondità di interrimento:* distanza compresa tra la generatrice superiore del tubo e la superficie del terreno (piano campagna);

*Tubo di protezione:* manufatto chiuso avente funzione di protezione meccanica della tubazione, di ripartizione dei carichi e di drenaggio;

*Diametro nominale (DN):* numero arrotondato utilizzato ai fini di riferimento e che è collegato approssimativamente alle dimensioni di fabbricazione dei tubi.

*Pressione massima di esercizio (MOP):* massima pressione relativa alla quale un sistema può essere fatto funzionare in modo continuo nelle condizioni di normale esercizio;

*Pressione di progetto (DP):* pressione relativa alla quale si riferiscono i calcoli di progetto: la pressione di progetto (DP) deve essere uguale o superiore alla pressione massima di esercizio (MOP) prevista;

### 1.4 Normativa di Riferimento

Per la realizzazione della relazione in oggetto è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica con le seguenti disposizioni:

- *Decreto Ministeriale 17 Aprile 2008: "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8"*
- *Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"*
- *Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617: "Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14/01/08"*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 4 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

- *Decreto Ministeriale 4 Aprile 2014: Ministero delle Infrastrutture e Trasporti. "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"*
- *Decreto del Presidente della Repubblica 23 Marzo 1998, n. 126: "Norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva"*
- *Specifiche Snam Rete Gas e documentazione contrattuale*
- *Decreto Legislativo 25 Febbraio 2000: "Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione"*
- *Decreto Legge 25 Giugno 2003, n. 233: "Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive"*
- *Decreto Legislativo 9 Aprile 2008, n. 81: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"*
- *Norme CEI /UNI/ EN*
- *Decreto Legislativo 30 Aprile 1992, n. 285: "Nuovo Codice della Strada"*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 5 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

## 2. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE STATO DI FATTO

### 2.1 Descrizione del progetto

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 quindi occorreranno maggiori spazi per accomodare le nuove parti impiantistiche.

Le condotte che attualmente collegano la piattaforma Petra con il deposito costiero (due condotte DN 550(22")) non sono interessate dall'intervento progettuale perché le verifiche condotte hanno mostrato l'incompatibilità con le condizioni di trasporto del gas naturale in uscita dalla FSRU.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 6 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

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

## 2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del tracciato

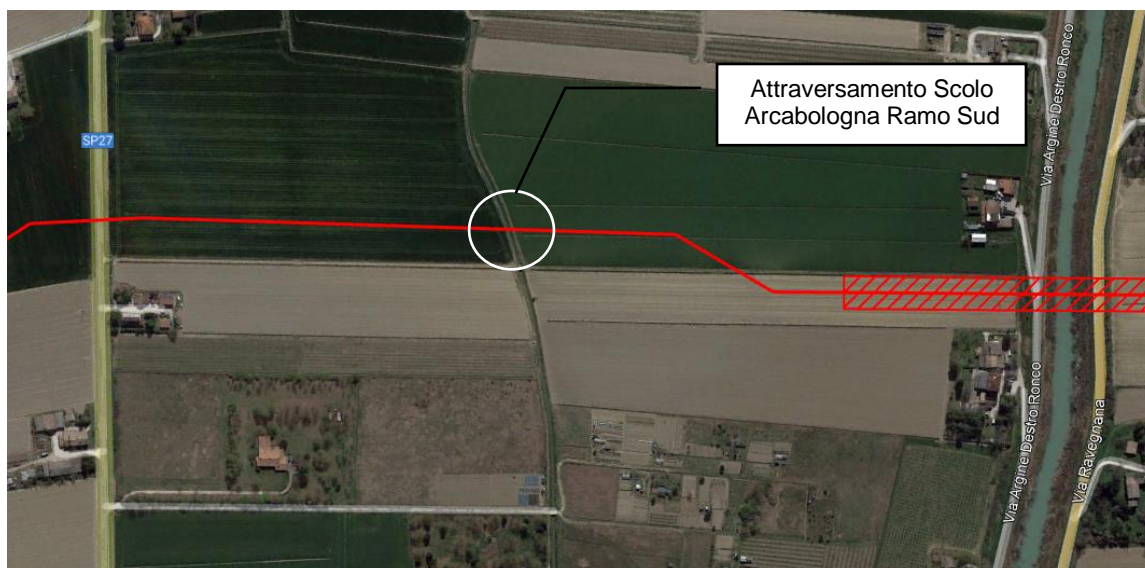
Per quanto riguarda l'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'opera in progetto, si rimanda alla relazione geologica n. REL-CGB-E-35070 e ai relativi allegati.

## 2.3 Ubicazione area di intervento

L'attraversamento in oggetto sarà situato nella Regione Emilia Romagna, nel Comune di Ravenna.

In questa zona, il tracciato attraversa superfici adibite ad uso seminativo che non presentano particolari criticità geomorfologiche.

In corrispondenza dell'attraversamento, il corso d'acqua presenta un'ampiezza di circa 4.80 metri e profondità di circa 1.3 metri, con sponde rivestite in massi.



**Figura 2.3:** Stralcio con foto aerea dell'ubicazione dell'attraversamento dello Scolò Arcabologna Ramo Sud con il metanodotto in progetto (in rosso)

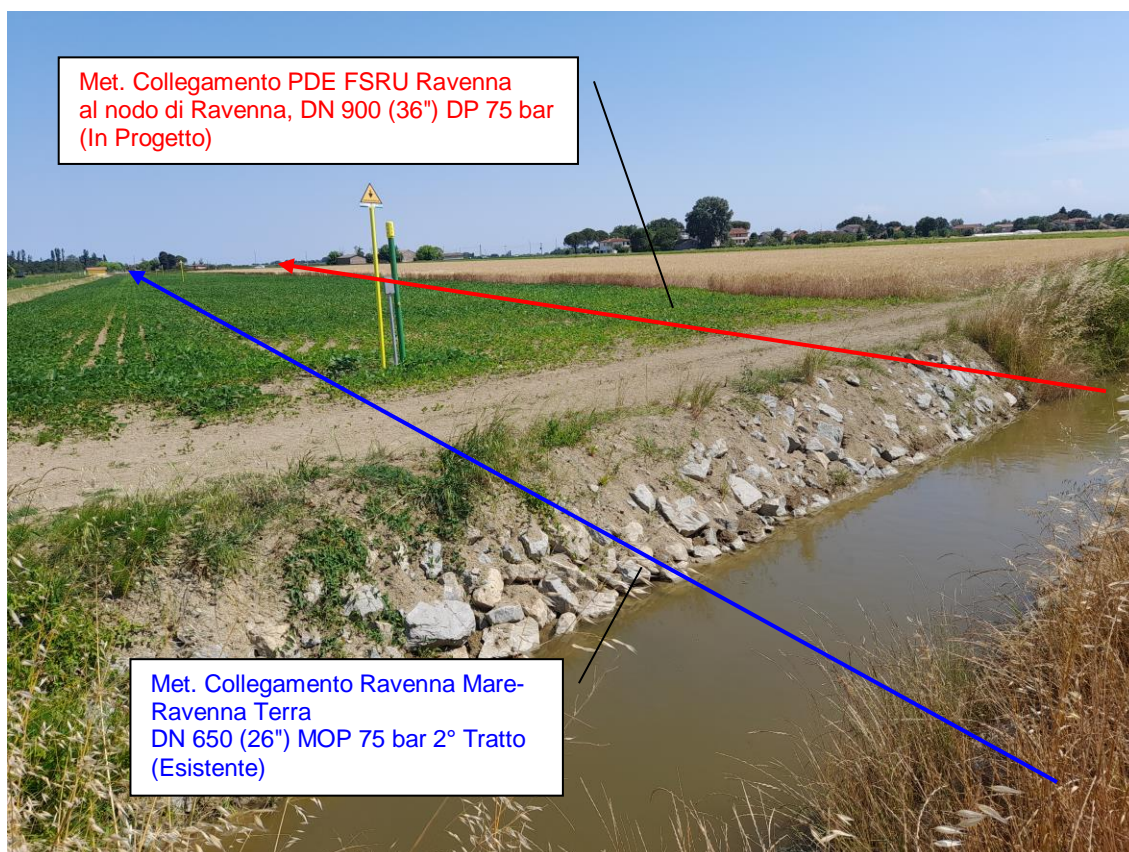


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 7 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

### 3. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Si riporta di seguito la documentazione fotografica relativa all'attraversamento dello scolo oggetto di studio.



**Figura 3.1:** Panoramica della zona dell'attraversamento (in rosso l'andamento qualitativo della tubazione in progetto ed in blu quello della tubazione in esercizio)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 8 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

#### 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

L'attraversamento verrà realizzato mediante scavo di una trincea a cielo aperto e successiva posa del tubo di protezione DN 1050 (42") al cui interno verrà inserito il tubo di linea DN 900 (36") a spessore 14.2 mm.

Entrambe le tubazioni sono costituite da acciaio di qualità aventi le caratteristiche meccaniche e chimiche rispondenti a quanto richiesto dal *D.M. 17/04/2008*.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche geometriche e meccaniche delle condotte oggetto dell'attraversamento.

##### 4.1 Caratteristiche geometriche

###### a. Tubo di linea a spessore maggiorato DN 900 (36")

diametro esterno	$D_e$	=	916.4 mm
spessore	$t$	=	14.2 mm
diametro interno	$D_i$	=	888.00 mm
peso per unità di lunghezza	$p$	=	315.92 kg/m

###### b. Tubo di protezione DN 1050 (42")

diametro esterno	$D_e$	=	1084.2 mm
spessore	$t$	=	22.8 mm
diametro interno	$D_i$	=	1038.6 mm
peso per unità di lunghezza	$p$	=	596.77 kg/m

###### c. Tubo portacavi DN 100 (4")

diametro esterno	$D_e$	=	114.30 mm
spessore	$t$	=	4.00 mm
diametro interno	$D_i$	=	106.3 mm
peso per unità di lunghezza	$p$	=	10.88 kg/m



	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>NQ/R22178</b>	UNITÀ <b>20</b>
	LOCALITÀ <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	PROGETTO <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 9 di 15	Rev. <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

#### 4.2 Caratteristiche meccaniche

*a. Tubo di linea a spessore maggiorato DN 900 (36")*

tipo di acciaio	L450 NB/MB
carico unitario di snervamento minimo garantito	$R_{t0.5} = 450 \text{ Mpa}$

*b. Tubo di protezione DN 1050 (42")*

tipo di acciaio	L450 NB/MB
carico unitario di snervamento minimo garantito	$R_{t0.5} = 450 \text{ Mpa}$

*c. Tubo portacavi DN 100 (4")*

tipo in ferro	L360 MB
carico unitario di snervamento minimo garantito	$R_{t0.5} = 360 \text{ MPa}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ 20
	LOCALITÀ RAVENNA	SPC. REL-AT-E-35090	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 10 di 15	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

## 5. VERIFICA DELLO SPESSORE DEL TUBO DI LINEA DN 900 (36")

In riferimento al *DM 17/04/08*, lo spessore nominale del tubo di linea minimo  $t_{\min}$ , al netto delle tolleranze negative di fabbricazione, deve risultare non inferiore al valore determinato con la seguente espressione:

$$t \geq t_{\min} [\text{mm}] = \frac{(DP \times D)}{(20 \times s_p)}$$

con:

- $D$ : diametro esterno della condotta in mm;
- $DP$ : pressione di progetto;
- $s_p$ : sollecitazione circonferenziale ammissibile  $[\text{MPa}] \leq f \times R_{t0.5}$ ;
- $f$ : grado di utilizzazione;
- $R_{t0.5}$ : carico unitario di snervamento minimo garantito;

Secondo il *DM 17/04/08* le condotte per il trasporto di gas naturale si classificano in funzione della MOP, pressione massima di esercizio:

- 1ª specie con  $MOP > 24$  bar;
- 2ª specie con  $12 < MOP \leq 24$  bar;
- 3ª specie con  $5 < MOP \leq 12$  bar;
- 4ª specie con  $1.5 < MOP \leq 5$  bar;
- 5ª specie con  $0.5 < MOP \leq 1.5$  bar;
- 6ª specie con  $0.04 < MOP \leq 0.5$  bar;
- 7ª specie con  $MOP \leq 0.04$  bar.

Il metanodotto in oggetto ha una pressione  $DP$  pari a 75 bar, pertanto si classifica di 1ª specie e si definisce il grado di utilizzazione  $f$  per le tubazioni di linea pari a **0.72** massimo utilizzabile (*punto 2.1 DM 17/04/08*).

Deve comunque essere garantito uno spessore minimo  $t_{\min 2}$ , come specificato nel punto 2.1 del *DM 17/04/08*, pari a:

- 1,8 mm per diametri esterni fino a 30 mm;
- 2,3 mm per diametri esterni oltre 30 mm e fino a 65 mm;
- 2,6 mm per diametri esterni oltre 65 mm e fino a 160 mm;
- 3,5 mm per diametri esterni oltre 160 mm e fino a 325 mm;
- 4,5 mm per diametri esterni oltre 325 mm e fino a 450 mm;
- 1% del diametro esterno per diametri esterni oltre i 450 mm.

Il metanodotto in progetto prevede l'utilizzo di una condotta DN 900, quindi si considera  $t_{\min 2} = 1\% \text{ DN } 9,16 \text{ mm}$ , come minimo di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 11 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

Sempre per condotte di 1° specie, nel caso in cui non siano rispettate le condizioni elencate nel *punto 2.5 del DM 17/04/08*, lo spessore minimo deve essere calcolato aumentando del 25% la pressione di progetto, come indicato nella seguente formula:

$$t \geq t_{\min 1} [\text{mm}] = \frac{(1.25 \times DP \times D)}{(20 \times s_p)}$$

Il valore utilizzabile per lo spessore della condotta deve essere maggiore del massimo, tra lo spessore minimo di legge ( $t_{\min 2}$ ), e quello calcolato ( $t_{\min 1}$ ).

A seguire si riportano in *Tabella 1 e 2* i risultati dei calcoli sopra esposti per il caso in oggetto congiuntamente con la verifica dello spessore selezionato.

<b>VERIFICA SPESSORE DI LINEA DELLA CONDOTTA SECONDO IL D.M.</b> <b>17/04/2008</b>								
<b>DN</b> <b>[mm]</b>	<b>D</b> <b>[mm]</b>	<b>DP</b> <b>[bar]</b>	<b>R<sub>t0.5</sub></b> <b>[Mpa]</b>	<b>f</b>	<b>sp</b> <b>[MPa]</b>	<b>t<sub>min1</sub></b> <b>[mm]</b>	<b>t<sub>min2</sub></b> <b>[mm]</b>	<b>t</b> <b>[mm]</b>
900	916.4	75.0	450.0	0.72	324	10.61	9.16	14.2
<b>t &gt; t<sub>min</sub> VERIFICATO</b>								

**Tabella 1.** Verifica dello spessore normale di linea secondo il D.M. 17/04/2008 (fattore di utilizzazione  $f=0.72$ )

<b>VERIFICA SPESSORE DI LINEA DELLA CONDOTTA SECONDO IL D.M.</b> <b>17/04/2008</b>								
<b>DN</b> <b>[mm]</b>	<b>D</b> <b>[mm]</b>	<b>DP</b> <b>[bar]</b>	<b>R<sub>t0.5</sub></b> <b>[Mpa]</b>	<b>f</b>	<b>sp</b> <b>[MPa]</b>	<b>t<sub>min1</sub></b> <b>[mm]</b>	<b>t<sub>min2</sub></b> <b>[mm]</b>	<b>t</b> <b>[mm]</b>
900	916.4	75.0	450.0	0.57	256.5	13.40	9.16	14.2
<b>t &gt; t<sub>min</sub> VERIFICATO</b>								

**Tabella 2.** Verifica dello spessore di linea con un incremento del 25% della pressione di progetto secondo il D.M.17/04/2008 attraverso l'uso del fattore di utilizzazione adottato  $f_m=0.57$  (GASD C.04.01.00)

Essendo che il valore utilizzato per la condotta in progetto (DN 900 (36") con  $s= 14.2$  mm) è nettamente superiore a quello minimo di legge ( $s=13.40$  mm), la verifica allo spessore, **risulta ampiamente soddisfatta.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 12 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

## 6. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA

### 6.1 Tubo di Linea DN 900 (36")

La condotta è costituita da tubi DN 900 (36") in acciaio EN L450 NB/MB di spessore maggiorato pari a 14.2 mm. Le estremità sono calibrate e smussate tali da consentire l'unione mediante saldatura elettrica di testa ad arco sommerso.

I tubi sono rivestiti esternamente da una pellicola in polietilene dello spessore di 3.30 mm avente funzione di protezione passiva onde garantire il completo isolamento elettrico e l'integrità dell'acciaio nel tempo, insieme all'impianto di protezione catodica attiva.

### 6.2 Tubo di Protezione DN 1050 (42")

Il tubo di protezione contiene completamente la condotta e ha la duplice funzione di protezione meccanica e drenaggio, pertanto il suo diametro è tale da formare un'intercapedine libera con il tubo di linea.

All'interno del tubo di protezione, allo scopo di mantenere la condotta di linea centrata ed isolata, verranno utilizzati appositi collari distanziatori isolanti in PEAD con fissaggio ad incastro, posti ad un interasse non superiore a 1.00 m.

Il tubo di protezione verrà chiuso alle estremità con fasce termorestringenti in modo da assicurare la perfetta tenuta del sistema tubo di linea - tubo di protezione.

Su ognuna delle due estremità del tubo di protezione verrà installato un tubo di sfiato (DN 80), posizionato in modo da evitare la formazione di sacche di gas.

### 6.3 Protezione Catodica

La condotta interrata è protetta dalla corrosione con:

- una protezione passiva esterna in polietilene, di adeguato spessore, ed un rivestimento interno in vernice epossidica; i giunti di saldatura sono rivestiti in cantiere con fasce termorestringenti di polietilene;
- una protezione attiva (catodica), attraverso un sistema di corrente impressa con apparecchiature poste lungo la linea che rende il metallo della condotta elettricamente più negativo rispetto all'elettrolita circostante (terreno, acqua, ecc.).

La protezione attiva viene effettuata mediante trasformatori dotati di circuiti automatici che mantengono il potenziale della tubazione più negativo o pari a -1V rispetto all'elettrodo di riferimento Cu - CuSO<sub>4</sub>.

Sono inoltre previsti periodici controlli dello stato elettrico del sistema mediante prese di potenziale predisposte in prossimità dell'attraversamento.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 13 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

#### 6.4 Polifora Portacavi e telecontrollo

Insieme alla condotta sarà posta in opera una polifora portacavi costituita da 3 tubi in PEAD DN 50-PN16. All'interno di uno dei 3 tubi in PEAD verrà alloggiato il cavo per telemisura e telecontrollo a sussidio del gasdotto, mentre gli altri due tubi portacavo hanno funzione di scorta e manutenzione.

In corrispondenza dell'attraversamento in oggetto, i tubi in PEAD DN 50 saranno alloggiati all'interno di tubi in ferro DN 100 (4") di spessore 4.0 mm, opportunamente posati a fianco del tubo di protezione in progetto.

La polifora sarà interrotta nelle posizioni più opportune da pozzetti rompitratta per favorire sia l'infilaggio del futuro cavo telecomunicazioni sia per l'alloggiamento delle giunzioni delle pezzature di cavo telecomunicazioni.

Per il dettaglio della posa in opera della polifora portacavi si rimanda alla sez.K-K del disegno di progetto allegato.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 14 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

## 7. GEOMETRIA E MODALITA' ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO

### 7.1 Geometria dell'attraversamento

La geometria dell'attraversamento indicata nell'allegato DIS-AT-11E-37277, tiene conto di quanto previsto nel D.M.17/04/2008.

Il tubo di protezione verrà posto ad una profondità minima al di sotto dell'alveo fluviale di 2.50 metri superiore alla minima richiesta, con una lunghezza totale di 18.00 m.

### 7.2 Modalità esecutive

L'attraversamento sarà realizzato "a cielo aperto" con un piccolo cantiere operante contemporaneamente a quello principale di linea.

A seguire si riportano le principali fasi operative per la posa in opera della condotta di linea:

- apertura della pista di lavoro;
- trasporto a piè d'opera delle attrezzature, barre del tubo di linea e del tubo di protezione necessarie;
- Deviazione o incanalamento del corso d'acqua in tubi preposti allo scopo ("tomboni") capaci di contenere le portate defluenti per tutto il tempo delle fasi di scavo, posa e rinterro dell'attraversamento;
- Esecuzione dello scavo, delle protezioni necessarie al sostegno delle pareti dello stesso, aggotamento di acque eventualmente presenti;
- preparazione, fuori opera, dei tratti rettilinei, delle curve stampate e della colonna d'attraversamento (sigari), costituiti dalle barre di tubo di linea DN 900 (36") saldate di testa, controllo delle saldature con metodo non distruttivo e successivo precollaudo idraulico;
- sistemazione del tubo di protezione DN 1050 (42") all'interno della trincea;
- infilaggio dei "sigari" DN 900 (36") all'interno dei tratti rettilinei in tubo di protezione DN1050 (42") previa predisposizione di collari distanziatori isolanti;
- chiusura del tubo di protezione con fasce termorestringenti;
- saldatura del tubo di sfiato al tubo di protezione;
- Rinterro completo del tratto;
- Rimozione dei tomboni, ripristino dell'area interessata dai lavori alla situazione originaria e realizzazione delle eventuali opere complementari di protezione previste.

Per escludere che un eventuale approfondimento dell'alveo dovuto a fenomeni di erosione del fondo alveo possa danneggiare la tubazione, è prevista la ricostituzione spondale con rivestimento in massi, per una lunghezza di circa 19.00 m.

I massi sono duri e compatti, di natura calcarea, basaltica, granitica o trachitica privi di inclusioni o di piani di sfaldamento con pezzatura media maggiore da 0.30 m3. L'opera è

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>20</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>SPC. REL-AT-E-35090</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA</b> <b>RETE NAZIONALE GASDOTTI</b>	Pagina 15 di 15	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5090

dimensionata in modo da ricostruire l'originaria morfologia della sponda, in particolare non vengono alterate le caratteristiche geometriche della sezione di deflusso e del profilo del corso d'acqua. I massi sul paramento esterno del rivestimento sono disposti in modo da formare un insieme con forme naturali prive di allineamenti rettilinei e geometrici. Il rivestimento viene realizzato per tutto il fronte dell'area di lavoro ed immersato lateralmente in terreno inalterato per almeno 3 m.

## 8. CONCLUSIONI

L'attraversamento in oggetto, progettato conformemente a quanto previsto nel *D.M.17/04/2008* in particolare per quanto concerne la scelta progettuale dei materiali delle condotte e delle modalità di posa in opera della condotta, è tale da garantire la massima sicurezza sia dell'alveo fluviale che del metanodotto nelle fasi di costruzione e di esercizio di entrambe.