

AAG/SERV/Bologna/LL.CC./bm

Vs. Rif. Prot. ENGCO/INFSRU/S/349 del 20/02/2023

All: N. 4 (Articolo Tecnico, Disciplinare, Relazione, Sezione)

" N. 4 al C.C.

Marca da Bollo Euro 16,00

n. 01211231213892 del 23/02/2023

Spett.le **SNAM RETE GAS S.P.A.**

Pec: ingcos.cenor@pec.snam.it

Mail: riccardo.mancini@snam.it

Mail: antonio.marenzi@snam.it

e, p.c. AL CENTRO D – SEDE

" AL SUPPORTO TECNICO - SEDE

" AL SORVEGLIANTE S.S. 16
IAMMARINO GABRIELE
g.iammarino@stradeanas.it

OGGETTO: S.S. 16 "ADRIATICA"

ATTRAVERSAMENTO E ALLACCIAMENTO METANODOTTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI AL KM 145+489 IN COMUNE DI RAVENNA (RA) – Contratto n. 7000000262359

In relazione alla domanda pervenuta in data 20/02/2023 ed assunta al protocollo di arrivo al n. 129530 del 21/02/2023 e successive integrazioni, relativa alla concessione indicata in oggetto, Anas, nella persona del Dott. Antonio MERCURIO, nella sua qualità di Responsabile Area Amministrativa/ Gestionale della Struttura Territoriale Emilia Romagna, in virtù di procura Rep. 84725, Rogito 24064 del 11/09/2020, Notaio Dott. Paolo CASTELLINI

VISTO

il vigente Codice della Strada (Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i. di seguito per brevità "Codice della Strada") ed il relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione (D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e s.m.i. di seguito per brevità "Regolamento");

le nuove "Condizioni Generali Tecnico-Amministrative" regolanti i rapporti tra Anas S.p.A. e Snam Rete Gas S.p.A. le cui prescrizioni si intendono qui integralmente riportate;

Struttura Territoriale Emilia Romagna

Viale A. Masini, 8 - 40126 Bologna T [+39] 051 6301111 - F [+39] 051 244970

Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

Anas S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. e concessionaria ai sensi del D.L. 138/2002 (convertito con L. 178/2002)

Sede Legale: Via Monzambano, 10 - 00185 Roma T [+39] 06 44461 - F [+39] 06 4456224

Pec anas@postacert.stradeanas.it

Cap. Soc. Euro 2.269.892.000,00 Iscr. R.E.A. 1024951 P.IVA 02133681003 C.F. 80208450587



il disciplinare sottoscritto dal soggetto richiedente in segno di accettazione e l'allegato articolo tecnico che ne fa parte integrante;

il parere tecnico positivo sulla realizzazione dell'opera in questione;

CONSIDERATO CHE

il richiedente ha prodotto la documentazione necessaria;

AUTORIZZA

ai sensi degli articoli 26 e 27 del Codice della Strada, fatti salvi i diritti di terzi e l'eventuale competenza di ogni altro Ente e/o Amministrazione per il rilascio di ulteriori autorizzazioni e/o licenze prescritte dalle norme vigenti, **SNAM RETE GAS S.p.A.** all'esecuzione dei lavori per **attraversamento sotterraneo con gasdotto** alla progressiva chilometrica **145+489**, secondo le prescrizioni contenute nell' articolo tecnico allegato e facente parte integrante della presente disposizione, della S.S. **16 (ADRIATICA)** Comune **Ravenna** Provincia **Ravenna**.

La validità della presente concessione è pari alla durata residua delle "Condizioni Generali Tecnico-Amministrative" regolanti i rapporti tra Anas S.p.A. e Snam Rete Gas S.p.A.

La presente autorizzazione è subordinata all'osservanza, oltreché delle norme di cui al Codice della Strada e relativo Regolamento, di tutta la normativa a tutela della circolazione stradale e di tutte le condizioni e prescrizioni tecniche specifiche che potranno eventualmente essere impartite da Anas.

La realizzazione delle opere in oggetto dovrà iniziare, previa comunicazione alla scrivente, entro giorni **60** (sessanta) dalla data della presente, e le stesse dovranno essere ultimate nel termine di giorni **365** (trecentosessantacinque) naturali e consecutivi decorrenti dalla data della presente Autorizzazione. In caso di inottemperanza l'atto è da intendersi privo di validità.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere effettuata in conformità agli elaborati tecnici allegati alla domanda, sui quali è stato espresso parere tecnico positivo da parte di questa Struttura Territoriale Anas e che fanno parte integrante del presente atto.

Rimane esplicitamente stabilito che codesto richiedente resta unico responsabile, a qualsiasi effetto, di eventuali danni o incidenti che dovessero verificarsi in conseguenza della costruzione, manutenzione ed uso delle opere oggetto della presente restandone completamente sollevata Anas da qualsivoglia responsabilità.

Codesto richiedente terrà la Società Anas concedente sollevata ed indenne da qualsiasi altra pretesa o molestia, anche giudiziaria, che per dato o fatto della presente, potesse provenire da terzi, intendendosi che l'autorizzazione stessa viene assentita senza pregiudizio dei terzi.

Per quanto non espressamente indicato nel presente atto, si fa riferimento alle disposizioni e prescrizioni di cui al Codice della Strada e relativo Regolamento.

Qualsiasi irregolarità rispetto a quanto prescritto con la presente autorizzazione, rilevata dal personale Anas, sarà verbalizzata al titolare della stessa ai sensi del Codice della Strada e relativo Regolamento.

La presente autorizzazione dovrà essere esibita, se richiesta, ai funzionari addetti alla vigilanza identificabili attraverso l'apposita tessera di riconoscimento per l'abilitazione al Servizio di Polizia Stradale. Questi vigileranno affinché non vengano commessi abusi o irregolarità rispetto a quanto prescritto con la presente autorizzazione.

IL RESPONSABILE AREA AMM.VA GESTIONALE
(Dott. Antonio MERCURIO)

STRADA STATALE N. 16 (ADRIATICA)

Provincia di **RAVENNA**

Comune di **RAVENNA**

Contratto n. **7000000262359**

DISCIPLINARE

Contenente le disposizioni di carattere generale e specifico per la realizzazione di attraversamento sotterraneo con gasdotto in corrispondenza del Km 145+489 della S.S. 16 "ADRIATICA", nel Comune di Ravenna (RA) - che si prescrivono sulla base del vigente Codice della Strada (Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285) di seguito per brevità "C.d.S." e del relativo Regolamento di Esecuzione e di attuazione (D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495) di seguito per brevità solo "Regolamento" e delle "Condizioni generali tecniche e Amministrative regolanti i rapporti tra Anas Spa e Snam Rete Gas Spa, in materia di attraversamenti e parallelismi delle reciproche infrastrutture" sottoscritte in data 10/10/2017, a seguito di domanda presentata da:

- Snam rete Gas Spa con Sede legale in Piazza Santa Barbara, 7 -San donato Milanese (MI) P.I./C.F. 10238291008, corredata dalla relativa documentazione tecnica, sulla quale è stato espresso il parere positivo dalla competente Area Gestione Rete della Struttura Territoriale Emilia Romagna;

ARTICOLO 1

Descrizione dell'opera

L'opera avrà le seguenti caratteristiche: **attraversamento sotterraneo**

La destinazione d'uso dell'opera è la seguente: **gasdotto**.

Il concessionario si impegna ad adibire l'opera esclusivamente a tale uso restandone tassativamente vietato ogni altro, pena la revoca della presente licenza unitamente all'applicazione delle sanzioni previste dall'art. 22 del C.d.S.

ARTICOLO 2

Modalità di esecuzione dei lavori

L'esecuzione dei lavori dovrà essere effettuata in conformità agli elaborati tecnici allegati alla domanda per i quali è stato espresso parere tecnico positivo da parte di questa Struttura Territoriale Anas e che fanno parte integrante del presente atto e subordinatamente all'osservanza delle prescrizioni tecniche specifiche impartite nell'allegato **Articolo Tecnico**, e a quanto prescritto nelle "Condizioni generali tecniche e Amministrative regolanti i rapporti tra Anas Spa e Snam Rete Gas Spa, in materia di attraversamenti e parallelismi delle reciproche infrastrutture".

ARTICOLO 3

Termini per l'esecuzione dei lavori

Le date di inizio e ultimazione lavori dovranno essere tempestivamente comunicate a questa Struttura Territoriale per gli adempimenti di competenza. La messa in esercizio e l'utilizzo dell'opera sono subordinate all'esito positivo del sopralluogo della struttura tecnica Anas competente, finalizzato alla verifica della conformità dei lavori eseguiti alle prescrizioni contenute nel presente disciplinare.

ARTICOLO 4

Durata della concessione

La concessione ha durata fino al 31/12/2035.

Alla scadenza la concessione si intenderà cessata, salvo rinnovo che potrà essere richiesto dal concessionario a questa Struttura Territoriale con apposita istanza in bollo, da presentare almeno 90 (novanta) giorni prima della scadenza. Il rinnovo sarà concesso previa verifica, da parte di Anas S.p.A, della persistenza delle condizioni previste dal C.d.S. e dal Regolamento.

Resta comunque nella facoltà di Anas S.p.A non concedere il rinnovo o richiedere la rimozione dell'opera qualora la situazione dei luoghi dovesse risultare modificata, anche in presenza di pagamento già effettuato per spese di istruttoria e sopralluogo.

La concessione potrà essere altresì revocata o non rinnovata, anche in parte, a giudizio insindacabile dell'Anas per motivi connessi al pubblico interesse o alla tutela della sicurezza del transito e del patrimonio del demanio e dell'ANAS. In tal caso nessun indennizzo è dovuto da parte di Anas Spa, restando il concessionario, invece, tenuto all'immediato ripristino dei luoghi.

ARTICOLO 5

Condizioni Economiche

Ai sensi dell'articolo 27 del Codice della Strada è dovuto un canone annuo determinato/aggiornato ogni anno ai sensi della Legge 449/97 art. 55, comma 23. Il relativo prezzario sarà pubblicato entro il 31 dicembre di ogni anno sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, oltre che sul sito www.stradeanas.it sezione Servizi/"Licenze e concessioni"/"Leggi e normative".

Il canone applicato dovrà essere corrisposto secondo le modalità di cui all'art. 19 delle "Condizioni generali tecniche e Amministrative regolanti i rapporti tra Anas Spa e Snam Rete Gas Spa, in materia di attraversamenti e parallelismi delle reciproche infrastrutture

Il mancato pagamento delle somme richieste a titolo di canone entro i termini indicati da ANAS S.p.A. decorrente dall'invio di regolare fattura, determinerà l'addebito delle spese per il recupero delle somme non corrisposte nei termini ed eventuali onere aggiuntivi ivi inclusi gli interessi moratori nella misura stabilita dal D.lgs. 9 ottobre 2002 n. 231.

Il permanere non giustificato della morosità determinerà: l'avvio del procedimento di revoca della/e singola/e autorizzazione/i cui si riferisce la morosità, che verrà comunicata con le formalità e la tempistica di cui alla legge 241/90; l'impossibilità di ottenere nuove concessioni o rinnovi su tutto il territorio nazionale.

Il canone annuale da pagare ad ANAS per la presente concessione è pari a €. 793,75 (Settecentonovantatre/75) più la corrente aliquota IVA.

ARTICOLO 6

Oneri ed obblighi per il concessionario

Le dimensioni, le caratteristiche e la destinazione d'uso dell'opera, come descritte nei precedenti articoli 1 e 2 del presente disciplinare, non possono essere variate senza la preventiva autorizzazione di Anas S.p.A, che sarà subordinata alla verifica della rispondenza delle modifiche richieste alle vigenti disposizioni.

Eventuali difformità per mancata tempestiva comunicazione della variazione e qualsiasi irregolarità rispetto a quanto prescritto con il presente disciplinare, rilevate in linea di fatto da Anas S.p.A, saranno verbalizzate al concessionario ai sensi del C.d.S. e relativo Regolamento, ed addebitate allo stesso.

E' fatto obbligo al titolare della concessione di mantenere, a suo totale carico o dei suoi aventi causa, l'opera in condizioni ottimali in modo che ne sia sempre assicurata la perfetta funzionalità e stabilità.

Il concessionario resta in ogni caso unico responsabile della sicurezza del transito e di qualsiasi danno che dovesse verificarsi alle persone, animali o cose in genere. E' obbligo del concessionario risarcire tutti i danni derivanti dall'esecuzione dei lavori o dall'esercizio della licenza, nei riguardi sia di Anas S.p.A sia dei privati ed Enti diversi, con l'obbligo di riparare e/o risarcire tali danni e tenere questa Società stessa ed i suoi funzionari indenni da ogni pretesa e/o richiesta, anche giudiziaria, che per dato o fatto della concessione potesse provenire da terzi.

Durante l'esecuzione dei lavori dovrà provvedersi alle prescritte segnalazioni diurne e notturne e in particolare dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui all'art. 21 del Codice della Strada, e non dovrà essere in nessun modo ostacolato il libero transito né dovranno depositarsi materiali ed attrezzi sul piano viabile.

Il mancato effettivo utilizzo dell'opera oggetto della concessione non è rilevante al fine della determinazione del canone che risulta comunque dovuto come conseguenza della possibilità, riconosciuta al concessionario, di realizzare l'opera.

In caso di trasferimento a terzi della titolarità dell'opera alla quale la concessione si riferisce o dell'esercizio dell'attività, il concessionario dovrà darne immediata comunicazione ad Anas S.p.A allegando alla stessa tutta la documentazione necessaria a comprovare l'avvenuto trasferimento di titolarità. Nelle more del procedimento di subentro, il concessionario rimarrà obbligato ad osservare tutte le prescrizioni del presente disciplinare, ivi compresa quella relativa al pagamento del canone, fino alla formalizzazione del provvedimento di subentro del nuovo titolare.

La sottoscrizione del presente atto comporta l'obbligo per il concessionario ad attenersi a nuove eventuali successive prescrizioni che Anas S.p.A potrà impartire per ragioni di carattere tecnico o di viabilità, anche se tali prescrizioni possano comportare la modificazione o la demolizione dei lavori consentiti nel presente atto.

La presente concessione è rilasciata, ai sensi degli articoli 26 e 27 del Codice della Strada, fatti salvi i diritti di terzi e la eventuale ulteriore competenza di ogni altro Ente e/o Amministrazione per il rilascio di eventuali ulteriori autorizzazioni e/o licenze prescritte dalle norme vigenti.

ARTICOLO 7

Modifica – Revoca – Rinuncia

La concessione non costituisce servitù permanente sulla strada, nel senso che ANAS si riserva il diritto di revocarla in qualunque tempo, ovvero di modificare, a suo insindacabile giudizio, in tutto o in parte le clausole in essa contenute o di imporre altre ed ulteriori condizioni di tutela senza che il concessionario od i suoi subentranti possano pretendere compensi o indennità di sorta.

Anas S.p.A conserva, inoltre, in ogni tempo, il pieno ed insindacabile diritto di modificare, in qualsiasi modo, la strada ed i suoi manufatti, preavvisando in tal caso il concessionario che provvederà, a sue spese, nel minor tempo possibile, alla eventuale richiesta di soppressione, rimozione o variazione dell'opera in piena conformità alle prescrizioni che saranno impartite da Anas S.p.A in base al nuovo stato dei luoghi ovvero alle nuove esigenze della viabilità, senza che possa essere eccepito alcunché o reclamati compensi o rimborsi di sorta.

In caso di inadempienza i lavori verranno eseguiti direttamente da Anas S.p.A a spese del concessionario.

Nessun compenso potrà essere riconosciuto al concessionario in dipendenza della inutilizzazione dell'opera durante i lavori che eseguirà ANAS S.p.A.

Il presente atto è suscettibile di revoca da parte di Anas S.p.A ai sensi dell'articolo 27, comma 5, del Codice della Strada, per sopravvenuti motivi di pubblico interesse o di tutela della sicurezza stradale ovvero nel caso

di accertata insolvenza rispetto al pagamento di quanto dovuto a titolo di canone senza che Anas S.p.A sia tenuta a corrispondere alcun indennizzo.

In caso di revoca il concessionario dovrà eseguire sul corpo stradale, a sua cura e spese, tutte le opere, necessarie ad insindacabile giudizio di Anas S.p.A, per eliminare ogni soggezione derivante dalla concessione. In caso di inadeguatezza dei lavori eseguiti, Anas S.p.A provvederà direttamente a cura e spese del concessionario.

Il concessionario potrà rinunciare in ogni tempo ai diritti riconosciuti con il presente atto ed in tal caso dovrà inoltrare specifica comunicazione a questa Struttura Territoriale.

Nelle more del procedimento di rinuncia, il concessionario rimarrà obbligato ad osservare tutte le prescrizioni del presente disciplinare, ivi compresa quella relativa al pagamento del canone, fino alla formalizzazione del provvedimento di rinuncia e di cancellazione della relativa utenza negli applicativi aziendali.

ARTICOLO 8 Articolo Vigilanza

La presente autorizzazione dovrà essere esibita, se richiesta, ai funzionari addetti alla vigilanza identificabili attraverso l'apposita tessera di riconoscimento per l'abilitazione al Servizio di Polizia Stradale. Questi vigileranno affinché non vengano commessi abusi o irregolarità rispetto a quanto prescritto con la presente autorizzazione. Ove vengano accertati irregolarità o abusi, si darà avvio alla procedura di contestazione della violazione ai sensi del Codice della Strada e relativo Regolamento.

Anas S.p.A assicura il trattamento dei dati personali in conformità a quanto previsto dal Decreto Legislativo 196/2003 ed il loro utilizzo per fini esclusivamente istituzionali.

Per quanto non espressamente indicato, si fa riferimento alle disposizioni e prescrizioni di cui al Codice della Strada e relativo Regolamento e alle "Condizioni generali tecniche e Amministrative regolanti i rapporti tra Anas Spa e Snam Rete Gas Spa, in materia di attraversamenti e parallelismi delle reciproche infrastrutture".

PER COMPLETA ACCETTAZIONE
SNAM RETE GAS S.P.A



Alberto Carena

Per Anas S.P.A.:

Il Responsabile Area Amministrativa Gestionale
Dott. Antonio MERCURIO

PER COMPLETA ACCETTAZIONE
SNAM RETE GAS S.P.A



Alberto Carena



ARTICOLO TECNICO

PRESCRIZIONI E MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI

(Allegato al Disciplinare Pratica n. 7000000262359)

Le opere, in questione, dovranno essere eseguite in conformità al progetto allegato alla richiesta in data 21/02/2023 con n. di prot. CDG-0129530-E.

Società richiedente: SNAM RETE GAS S.P.A.

Strada Statale n.16 "Adriatica"

ATTRAVERSAMENTO E ALLACCIAMENTO METANODOTTO FSRU RAVENNA E

COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

PRESCRIZIONI TECNICHE

Art.1) – PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Le opere dovranno essere eseguite con materiali di qualità e secondo le buone regole dell'arte e mantenute in buono stato ed in piena efficienza a totali cure e spese della Ditta Concessionaria.

Qualora la realizzazione delle opere interferisca con la circolazione veicolare, sarà necessario richiedere al Compartimento apposita emissione di Ordinanza di limitazione del traffico. La concessionaria dovrà, pertanto, presentare almeno 15 gg. prima dell'inizio dei lavori, relativa richiesta contenente il tempo esecutivo della realizzazione delle opere che comportano limitazioni al traffico. Il tempo esecutivo non potrà essere superiore a quello della concessione. Il periodo indicato deve essere tassativamente rispettato.



Struttura Territoriale Emilia Romagna

Viale A. Masini, 8 - 40126 Bologna T [+39] 051 6301111 - F [+39] 051 244970
Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

Anas S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. e concessionaria ai sensi del D.L. 138/2002 (convertito con L. 178/2002)

Sede Legale: Via Monzambano, 10 - 00185 Roma T [+39] 06 44461 - F [+39] 06 4456224

Pec anas@postacert.stradeanas.it

Cap. Soc. Euro 2.269.892.000,00 Iscr. R.E.A. 1024951 P.IVA 02133681003 C.F. 80208450587



Art.2) – PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

a - SCAVI

L'intervento in questione viene effettuato per l'attraversamento con tecnica "spingitubo" della S.S. 16 "Adriatica" alla progressiva chilometrica 145+489 da parte del metanodotto in progetto "FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti".

L'attraversamento è situato nel territorio comunale di Ravenna inquadrato nel foglio 35 mappale 44 e foglio 140 mappale 125 dell'U.T.E. (Ufficio Tecnico Erariale-Catasto).

La posa verrà realizzata mediante trivellazione di un tubo di protezione chiuso in acciaio in grado di contenere completamente la condotta di linea e avente funzione di protezione meccanica nei confronti dei carichi esterni e drenaggio.

L'attraversamento verrà realizzato mediante trivellazione di un tubo di protezione DN 1050 (42") al cui interno verrà inserito il tubo di linea DN 900 (36").

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.

Le lavorazioni verranno eseguite evitando la manomissione della piattaforma stradale.

b - RIPRISTINI

Solo se la piattaforma stradale o le sue pertinenze, durante i lavori o in dipendenza della loro esecuzione, dovessero essere intaccati, la Società SNAM RETE GAS S.P.A. dovrà intervenire sul corpo stradale e le sue pertinenze per ripristinarle con le modalità esistenti al momento della loro manomissione, sempre nel rispetto di quanto previsto nel vigente D.M. 01/10/2013.



Art.3) DURATA DEI LAVORI

Le opere oggetto della presente autorizzazione dovranno essere iniziate entro gg. 60 (giorni sessanta) dalla data del rilascio dell'autorizzazione. Il tempo utile per l'ultimazione dei lavori resta fissato in gg. 365 (giorni trecentosessantacinque) naturali e consecutivi a decorrere dalla data dell'autorizzazione.

Art.4) SICUREZZA

Il Richiedente, al fine di garantire la pubblica e privata incolumità ed il libero transito sulla strada statale, durante il periodo di esecuzione dei lavori, è tenuta ad attenersi alle disposizioni di cui al D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 – attuazione dell'Art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, nonché al rispetto del Codice della Strada (D. L. vo. 30/04/1992 n. 285 e s. m. i.), del Regolamento per l'esecuzione del Codice della Strada (D. P. R. 16/12/1992 n. 495 e s. m. i.) e del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 10/7/2002 (Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo), per quanto concerne la regolamentazione dei cantieri mobili.

In particolare l'Impresa dovrà mettere in opera idonee barriere di protezione (in corrispondenza ed a debita distanza dagli scavi) ed apporre tutta la segnaletica necessaria (diurna e notturna). Durante l'esecuzione dei lavori sarà posta e mantenuta in opera la predetta segnaletica orizzontale e verticale a cura, spese e responsabilità del richiedente.

Bologna, li 09/05/2023.

Il Capo Nucleo
Ing. Simone Curti

Il Capo Centro
Geom. Lorenzo Laudadio

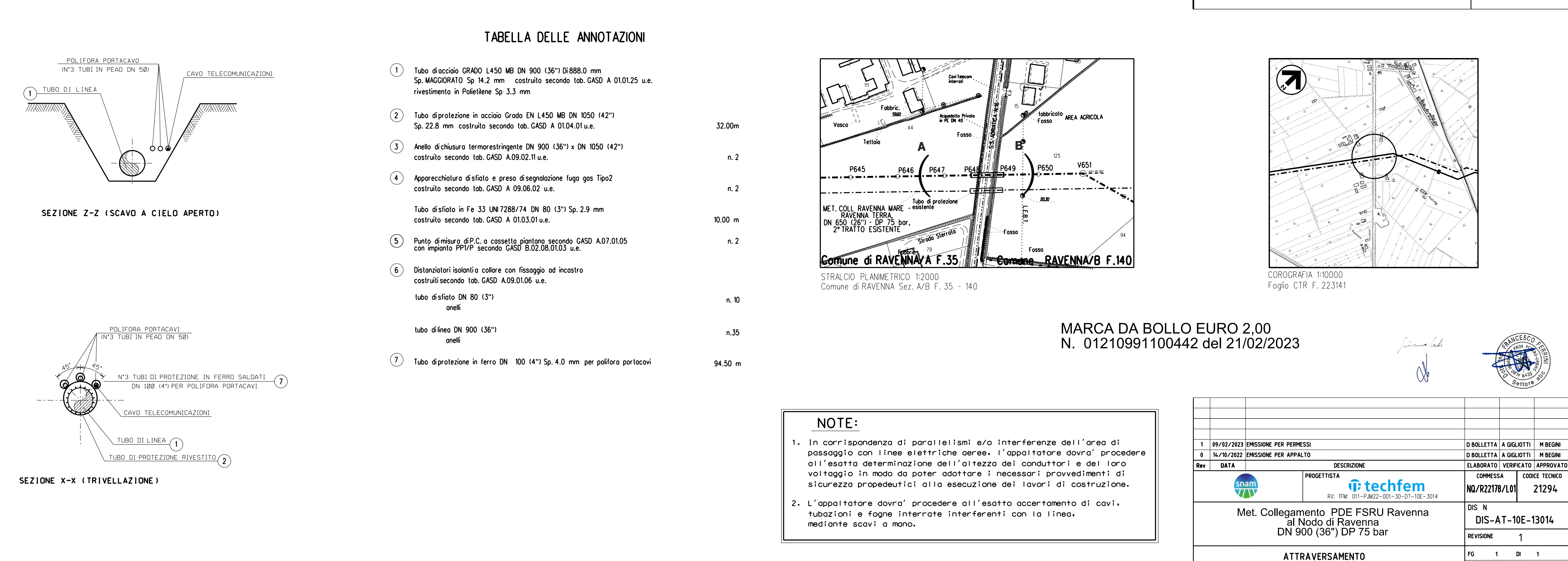
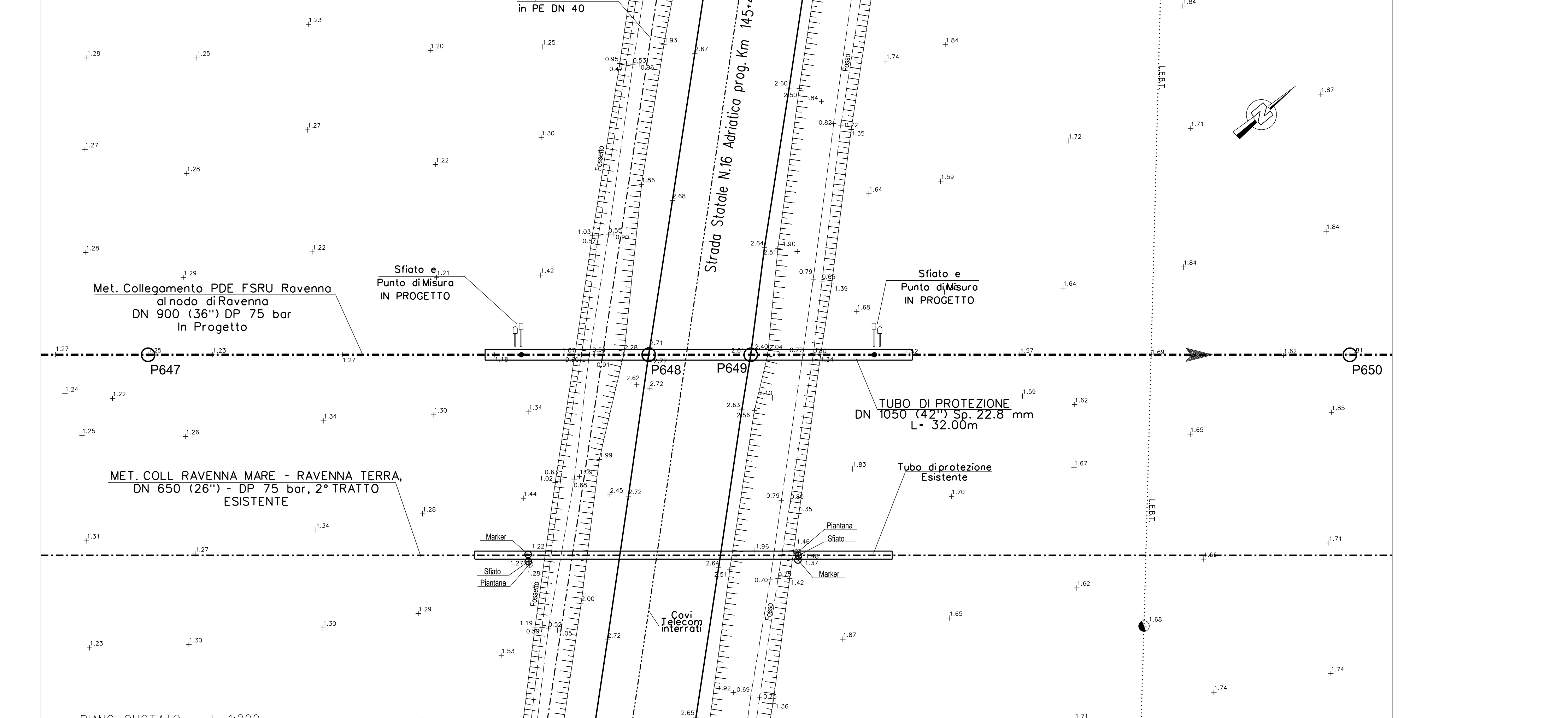
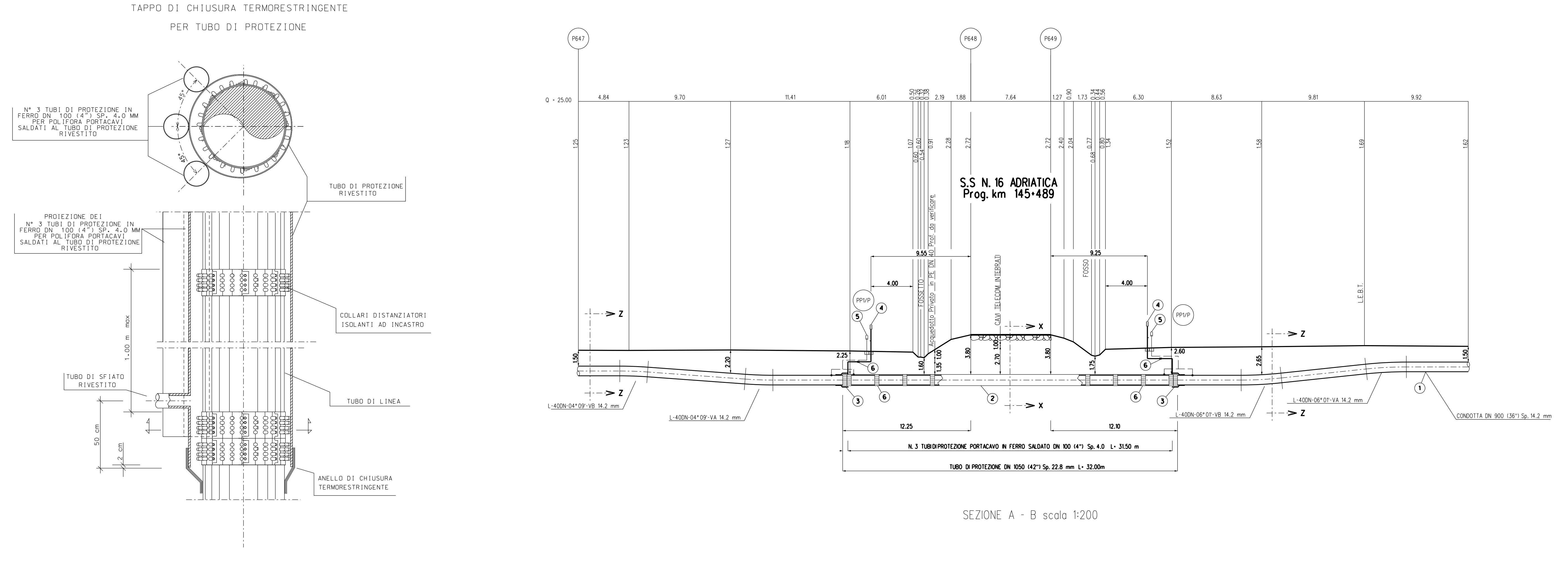
Il Responsabile Supporto Tecnico
Signed by ENRICO GENINI
on 17/05/2023 17:28:07 CEST

Il Responsabile Area Gestione Rete
Ing. Gennaro Coppola
Signed by GENNARO COPPOLA
on 24/05/2023 21:05:59 CEST



Alberto Carena





	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 1 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

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:

S.S. N. 16 ADRIATICA
Progr. Km 145+489

Comune di Ravenna (RA)

RELAZIONE TECNICA

firmato





0	Emissione per Permessi	E.Camerini	A.Gigliotti	M.Begini	09/02/2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 2 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

INDICE

1.	GENERALITÀ	4
1.1	Scopo	4
1.2	Elaborati grafici di riferimento	4
1.3	Definizioni	4
1.4	Normativa di Riferimento	5
2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
2.1	Caratteristiche geometriche	6
2.2	Caratteristiche meccaniche	7
3.	CALCOLO DELLO SPESSORE DEL TUBO DI LINEA	8
4.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL TUBO DI PROTEZIONE	10
4.1	Parametri geotecnici	10
4.2	Analisi dei carichi sulla protezione	10
4.3	Calcolo delle deformazioni e verifica all'ovalizzazione	19
4.4	Calcolo delle sollecitazioni e verifica della resistenza del tubo di protezione	21
4.5	Verifica al buckling	24
4.6	Calcolo della spinta e verifica del tubo all'infissione	26
5.	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA	29
5.1	Tubo di Linea DN 900 (36")	29
5.2	Tubo di Protezione DN 1050 (42")	29
5.3	Protezione Catodica	29
5.4	Polifora Portacavi e telecontrollo	30
6.	GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO	31
6.1	Geometria dell'attraversamento	31
6.2	Modalità esecutive	31

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 3 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

7.	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	33
8.	CONCLUSIONI	34

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 4 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

1. GENERALITÀ

1.1 Scopo

Nella presente relazione sono illustrate le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive con tecnica "spingitubo" dell'attraversamento della S.S. N. 16 Adriatica previsto alla progressiva chilometrica 145+489 da parte del metanodotto in progetto "FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti".

L'attraversamento è situato nel territorio comunale di Ravenna inquadrato nel foglio 35 mappale 44 e foglio 140 mappale 125 dell'U.T.E. (Ufficio Tecnico Erariale-Catasto).

La posa verrà realizzata mediante trivellazione di un tubo di protezione chiuso in acciaio in grado di contenere completamente la condotta di linea e avente funzione di protezione meccanica nei confronti dei carichi esterni e drenaggio (cfr paragrafo 2.8 del D.M. 17.04.2008).

1.2 Elaborati grafici di riferimento

DIS-AT-10E-13014

Attraversamento S.S. N. 16 Adriatica Prog. Km 145+489

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 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;

Tecnica "spingitubo" (o "no dig"): trivellazione orizzontale controllata ad andamento rettilineo finalizzata alla posa della tubazione interrata senza necessità di esecuzione di scavo a cielo aperto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 5 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

1.4 Normativa di Riferimento

Per la progettazione del tratto a terra sono state prese in considerazione le norme e disposizioni di legge vigenti, costituite dalle seguenti normative:

- *D.M. 17.04.2008* del Ministero dello Sviluppo Economico – 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.
- *D.M. 17.01.2018*: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.
- CSLLP Circolare 21/01/2019, n. 7 “Circolare Applicativa - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.”
- 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”
- *D.L. 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”
- 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”
- *D.L. 25 Febbraio 2000*: “Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione”
- *Decreto Legislativo 30 Aprile 1992, n. 285*: “Nuovo Codice della Strada”.
- *Specifiche Snam Rete Gas e documentazione contrattuale.*
- *Norme CEI / UNI / EN.*

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 6 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

L'attraversamento verrà realizzato mediante trivellazione di un tubo di protezione DN 1050 (42") al cui interno verrà inserito il tubo di linea DN 900 (36").

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.

2.1 Caratteristiche geometriche

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

• diametro esterno	D_e	=	916.40	mm
• spessore	t	=	14.20	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	=	1036.6	mm
• peso per unità di lunghezza	p	=	596.77	kg/m

d. Tubo portacavi DN 100 (4")

• diametro esterno	D_e	=	114.30	mm
• spessore	t	=	4.00	mm
• diametro interno	D_i	=	106.30	mm
• peso per unità di lunghezza	p	=	10.88	kg/m

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 7 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

2.2 Caratteristiche meccaniche

a. Tubo di linea a spessore normale e 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	$R_{t0.5} = 450 \text{ MPa}$

d. Tubo portacavi DN 100 (4")

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 8 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

3. CALCOLO DELLO SPESSORE DEL TUBO DI LINEA

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 9 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

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.

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

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

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

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 fm=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.**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 10 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

4. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL TUBO DI PROTEZIONE

In riferimento a quanto previsto al *punto 2.8 del DM 17/04/08*, il tubo di protezione deve essere dimensionato in relazione ai carichi esterni agenti (diametro, spessore, tipo di acciaio) in modo che risultino verificate le massime sollecitazioni cui è soggetto durante le fasi di messa in opera per spinta di infissione. Sono determinate le condizioni tenso-deformative del tubo di protezione in relazione alla profondità di posa e al massimo carico mobile transitante.

4.1 Parametri geotecnici

Per la definizione dei parametri geotecnici si fa riferimento alla campagna di sondaggi svolti nel 2017 per conto Snam Rete Gas (rif. relaz. Comis LSC-202-1).

L'analisi bibliografica, le indagini eseguite, unitamente alle osservazioni di superficie fatte con il rilevamento geologico hanno consentito la ricostruzione della stratigrafia del sito e sono state desunte le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Nel dettaglio, il modello geotecnico desunto dal sondaggio prossimo all'attraversamento (sondaggio SG 7) spinto fino alla profondità di 25 m. Le indagini hanno evidenziato la presenza di terreni argillosi debolmente limosi fino alla profondità di 4.40m, sabbia limosa moderatamente addensata fino a 5.50m, ghiaia piccola con ghiaietto ben arrotondata con scarsa matrice sabbiosa fino a 8.00 m, sabbia poco addensata con livelli debolmente limosi poco consistenti fino a 17.00 m e terreni costituiti da sabbia fine debolmente limosa moderatamente addensata fino alla profondità di circa 24.5 m.

Gli elementi di conoscenza ricavati dall'esame comparato con l'indagine eseguita e con la bibliografia esistente, risultano più che sufficienti per giungere alla caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Nella fattispecie, l'attraversamento in spingitubo della S.S. N. 16 Adriatica avviene ad una profondità di circa 3.70 m riferito al piano strada e correlando i dati ottenuti dai sondaggi geognostici, la trivellazione spingitubo intercetta terreni argillosi debolmente limosi.

I parametri per la zona interessata dall'attraversamento desunti dalle indagini sono quindi:

SONDAGGIO		
γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ [°]
15.4	19.8	33

Tabella 2. Riassunto dei parametri geotecnici.

Cautelativamente infine si assume la falda a livello campagna.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 11 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

4.2 Analisi dei carichi sulla protezione

Il tubo di protezione è dimensionato in base ai carichi a cui sarà sottoposto in opera:

- carico geostatico dovuto al terreno di ricoprimento;
- carico idrostatico (in presenza di falda);
- carico variabile da traffico veicolare sulla superficie stradale;
- peso proprio delle tubazioni.

4.2.1 Carico geostatico

La posa in opera a cielo aperto di una condotta può avvenire in trincea stretta, trincea larga o terrapieno in funzione che siano soddisfatte o meno le seguenti condizioni:

- Trincea stretta: $L_t \leq 3D$ e $L_t > H/2$;
- Trincea larga: $3D < L_t < 10D$ e $L_t < H/2$;
- Trincea infinita (terrapieno): $B \geq 10D$ e $L_t \geq H/2$

con:

- D : diametro esterno del tubo di linea in mm;
- H : profondità di interramento della condotta misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo;
- L_t : larghezza della trincea alla profondità H .

Tuttavia, in condizione esecutiva di posa in opera mediante trivella spingitubo, per determinare l'entità e la distribuzione delle azioni effettivamente agenti sul tubo di protezione, alla profondità di posa prevista in progetto, occorre distinguere gli effetti dei carichi permanenti indotti dal peso del terreno da quelli indotti dai carichi variabili. Nei limiti delle condizioni di affidabilità delle condizioni di verifica, si ritiene di poter procedere alle necessarie valutazioni secondo schemi semplificati e prudenziali.

Per quanto attiene agli effetti gravitativi indotti dal terreno, la condizione esecutiva di posa in opera mediante trivella spingitubo si ritiene possa dar luogo all'effetto arco, senza instabilizzazione della colonna verticale direttamente sovrastante il tubo di protezione. Ne segue che il carico reale sopportato dal tubo è minore di quello geostatico.

La letteratura specializzata offre diversi metodi per la determinazione del carico agente sulla corona di un cavo rivestito posto a diverse profondità, in relazione alle caratteristiche del terreno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 12 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

Facendo riferimento alla teoria di Marston-Spangler¹, adattata al caso, si determinano le modalità di calcolo attinenti alla condizione in cui non viene intaccato in modo diretto il prisma di terreno sovrastante la tubazione. Il carico per unità di lunghezza del manufatto, dato dal peso specifico del terreno sul tubo in condizioni trenchless deriva da:

$$G_t = c_d \cdot \gamma_t \cdot D^2 - 2 \cdot C \cdot c_d \cdot D$$

Trascurando, a vantaggio di sicurezza, il contributo della coesione del terreno C , G_t risulta dipendere solo dal diametro esterno D e dal coefficiente correttivo di carico c_d (maggiore di 1), è così possibile per un attraversamento realizzato con tecnica spingitubo riportarsi cautelativamente alle condizioni analoghe di una trincea stretta in cui L_t è pari a D .

Fatte queste considerazioni, la formula di Marston-Spangler diviene:

$$G_t = c_d \cdot \gamma_t \cdot L_t^2$$

con:

- γ_t : peso per unità di volume del terreno sovrastante il tubo;
- c_d : coefficiente correttivo di carico pari a:

$$c_d = \frac{1 - e^{\frac{-2k_a\mu H}{L_t}}}{2k_a\mu}$$

con:

- μ : coefficiente di attrito tra il terreno sovrastante il tubo e i terreni delle pareti (verticali) della trincea:

$$\mu = \tan \phi$$

- k_a : coefficiente di spinta attiva esercitata dal terreno sulla condotta pari a:

$$k_a = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$

Per la valutazione del carico geostatico dovuto al prisma di terreno sovrastante il tubo si considera che quest'ultimo sia immerso in un mezzo omogeneo con angolo di attrito interno ϕ e coesione c costanti.

Per i terreni dotati di solo attrito e coesione nulla, le pressioni agenti sul tubo risultano superiori al caso in cui il terreno abbia valori significativi di coesione, come riportato nei risultati delle teorie di Caquot-Kerisel e di Terzaghi per il calcolo delle pressioni agenti sui rivestimenti delle gallerie. Inoltre la pressione agente sul tubo è esercitata in larga parte dal materiale costituente il rilevato stradale, per il quale può ipotizzarsi nullo il valore della coesione. Pertanto, come già

¹ - Marston A., "The theory of external loads on closed conduits in the light of latest experiments"; Bulletin 96, Engineering experiment station, Iowa State College; Ames, Iowa, USA, 1930.

- Spangler M.G., "Pipeline crossing under railroads and highways", Journal American water works association, USA, 1964.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 13 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

cautelativamente assunto precedentemente, si trascura l'apporto della coesione e si assume il che il prisma di terreno sovrastante il tubo sia dotato di solo comportamento attritivo.

La condotta è stata ipotizzata con un comportamento a tubo semirigido che si deforma sotto l'effetto dei carichi.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei valori calcolati del carico geostatico:

CALCOLO DEL CARICO GEOSTATICO					
L_t [m]	μ	k_a	C_d	γ [kN/m ³]	G_t [kN/m]
1,08	0,65	0,295	1,90	19,8	44,33

Tabella 3. Riassunto dei valori calcolati

4.2.2 Carico idrostatico

In presenza di falda il tubo interrato è soggetto anche ad un carico G_w pari a:

$$G_w = \gamma_w \cdot \left(H - h_w - h_r + \frac{D_e}{2} \right) \cdot D_e$$

con:

- D_e : diametro esterno del tubo di protezione in mm;
- γ_w : peso per unità di volume dell'acqua di falda;
- h_w : profondità della falda dal piano campagna, inteso come livello di colmo dei fossi di guardia;
- h_r : altezza del rilevato dal piano campagna, inteso come livello di colmo dei fossi di guardia.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei valori calcolati del carico idrostatico.

CALCOLO DEL CARICO IDROSTATICO					
D_e [m]	γ_w [kN/m ³]	h_w [m]	h_r [m]	H [m]	G_w [kN/m]
1,08	10,00	0	1,6	3,7	28,65

Tabella 4. Riassunto dei valori calcolati

Dal sondaggio non risulta la presenza di falda, ad ogni modo cautelativamente si assume la falda a livello campagna, ovvero $h_w = 0.00$ m, risultando così un carico idrostatico $G_w = 28.65$ kN/m

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 14 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

4.2.3 Carico variabile dovuto al traffico

Per la valutazione dei carichi variabili da traffico si fa riferimento al *punto 5.1.3.3.2* del *DM 17/01/2018*. La sede stradale è composta da una o più carreggiate eventualmente divise da uno spartitraffico, da banchine o marciapiedi secondo l'importanza, la funzione e le caratteristiche della strada. La geometria viene così definita:

- w : larghezza della carreggiata;
- w_l : larghezza della corsia convenzionale su una carreggiata:
 - se le parti sono separate da una barriera di sicurezza fissa, ciascuna parte, incluse le corsie d'emergenza e le banchine, è autonomamente divisa in corsie convenzionali (ved. *Figura 1*).

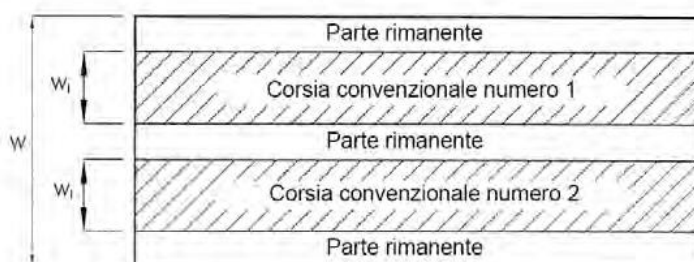


Figura 1. Esempio di numerazione delle corsie.

se le parti sono separate da barriere di sicurezza mobili l'intera carreggiata, inclusa la zona di spartitraffico centrale, è divisa in corsie convenzionali.

- n_c : numero di corsie in una carreggiata definite secondo la *Tabella 5*;
- $w-(n_c \times w_l)$: larghezza rimanente della carreggiata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 15 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

DEFINIZIONE DELLE CORSIE CONVENZIONALI			
Larghezza di carreggiata w [m]	Numero di corsie convenzionali n_c	larghezza della corsia convenzionale w_l [m]	Larghezza della zona rimanente $w - (n_c \times w_l)$ [m]
$w < 5.40$	1	3.00	$(w - 3.00)$
$5.40 \leq w < 6.00$	2	$\frac{W}{2}$	0
$6.00 \leq w$	$\text{Int} \left(\frac{W}{3} \right)$	3.00	$w - (3.00 \times n_c)$

Tabella 5. Numero e larghezza delle corsie convenzionali

La disposizione e numerazione delle corsie va determinata in modo che gli effetti della disposizione dei carichi riproduca la condizione di progetto più sfavorevole, nel nostro caso coincide con lo schema 1 descritto nel *punto 5.1.3.3.3. del DM 17/01/2018*: carichi concentrati su due assi tandem Q_k , applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40 m, e da carichi uniformemente distribuiti q_k (ved. *Figura 2*).

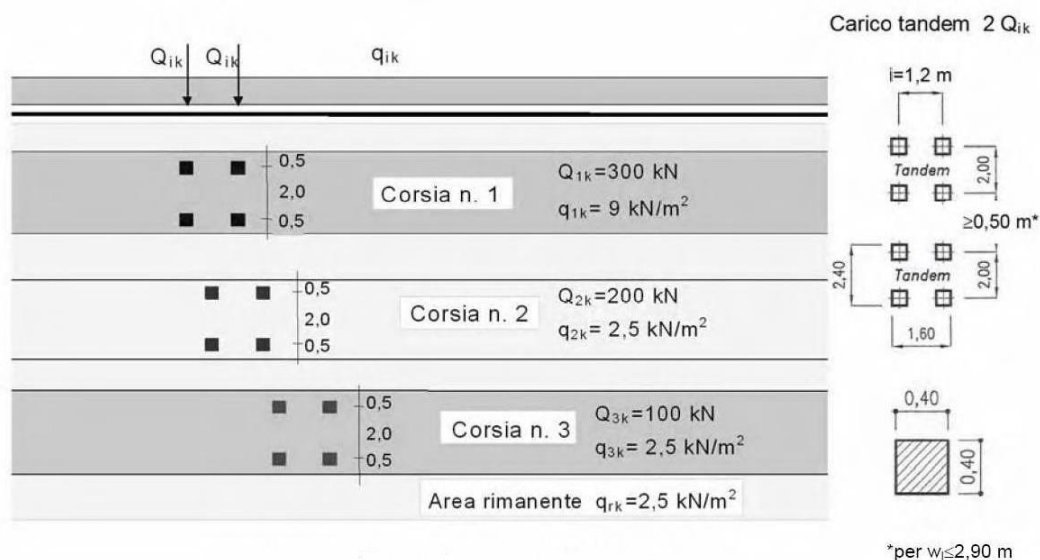


Figura 2. Schema di carico 1 (dimensioni in metri)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 16 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

I valori di Q_k e q_k sono definiti nella *Tabella 6* sotto riportata:

INTENSITA' DEI CARICHI		
Posizione	Carico asse concentrato Q_{ik} [kN]	Carico uniformemente distribuito q_{ik} [kN/m ²]
Corsia principale	300.00	9.00
1 ^a corsia di sorpasso	200.00	2.50
2 ^a corsia di sorpasso	100.00	2.50
Altre corsie	0.00	2.50
Parte restante	0.00	2.50

Tabella 6. Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

Nel nostro caso, sotto l'ipotesi di trincea stretta di larghezza L_t , si considera agente sulla tubazione un solo carico tandem per ogni corsia.

Per il calcolo delle sollecitazioni, come già detto in precedenza, si considerano i carichi concentrati Q_k applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata di lato 0.40 m, di interassi 1.2 e 2.0 m rispettivamente nelle direzioni parallele e ortogonale all'asse della corsia, e un carico uniformemente distribuito q_k .

In base alla profondità massima H_{max} di interramento della condotta (per essere a favore della sicurezza), vengono quindi calcolati i valori dell'incremento di tensione indotta dai carichi mobili sulla condotta nelle sezioni più sfavorite individuate sull'asse della corsia n.1 e lungo l'asse dei carichi dei semiassi.

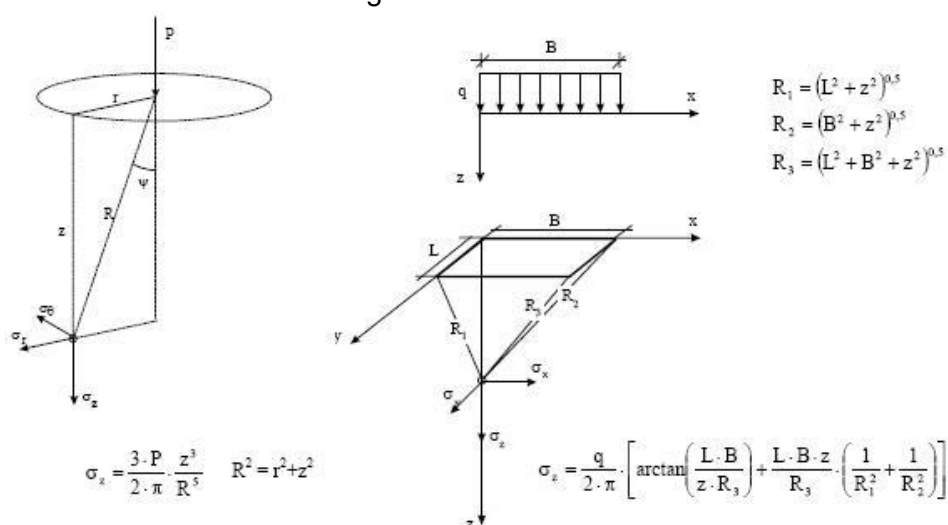


Figura 3. Incrementi di pressione indotti dai carichi alla profondità z secondo la teoria di Boussinesq

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 17 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

Nella *Figura 3* sono riportate le espressioni di σ_z secondo la teoria di Boussinesq per una pressione uniforme su una superficie rettangolare e per un carico verticale concentrato P agente in superficie.

La tensione complessiva agente è ottenuta sovrapponendo gli effetti dovuti all'azione contemporanea dei carichi P pari a $Q_k/2$ (carichi per ogni impronta di pneumatico) e ai carichi uniformemente distribuiti q_k nella condizione peggiore.

Il sovraccarico mobile agente sulla protezione a profondità H risulta:

$$G_m = \sigma_z \cdot L_t$$

con:

- σ_z : incremento di pressione verticale indotto dal sovraccarico mobile alla profondità $z=H$ determinato sulla base della teoria di Boussinesq.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati dei calcoli effettuati per le corsie attraversate individuando la verticale lungo la quale si hanno le massime sollecitazioni indotte, nel caso in esame nel baricentro del primo tandem sulla prima corsia:

CALCOLO DELLE TENSIONE INDOTTE (carichi concentrati)						
Corsia	Carico P [kN]	Posizione carico		Distanza orizzontale r [m]	Distanza R [m]	Tensione indotta σ_z [kN/m ²]
		x [m]	y [m]			
Corsia n.1	150	-0,6	-1	1,17	3,88	4,13
	150	-0,6	1	1,17	3,88	4,13
	150	0,6	1	1,17	3,88	4,13
	150	0,6	-1	1,17	3,88	4,13
Corsia n.2	150	-0,6	-2	2,09	4,25	2,62
	150	-0,6	-4	4,04	5,48	0,73
	150	0,6	-4	4,04	5,48	0,73
	150	0,6	-2	2,09	4,25	2,62
Corsia n.3	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
Parte restante	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
Tensione indotta totale					$\Sigma \sigma_z =$	23.22

Tabella 7. Incremento di pressioni dovuto ai carichi variabili da traffico (concentrati).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 18 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

CALCOLO DELLE TENSIONE INDOTTE (carico distribuito)							
Corsia	Carico q [kN/m ²]	Dimensioni carico		Distanze			Tensione indotta σ_z [kN/m ²]
		L [m]	B [m]	R_1 [m]	R_2 [m]	R_3 [m]	
Corsia n.1	9,00	3,00	1,08	4,76	3,86	4,89	1,30
Corsia n.2	9,00	3,00	1,08	4,76	3,86	4,89	1,30
Corsia n.3	-	-	-	-	-	-	-
Parte restante	-	-	-	-	-	-	-
Tensione indotta totale						$\Sigma\sigma_z =$	2.95

Tabella 8. Incremento di pressioni dovuto ai carichi variabili da traffico (uniformemente distribuito).

CALCOLO DEL CARICO VARIABILE DOVUTO AL TRAFFICO				
σ_{zQ} [kN/m ²]	σ_{zq} [kN/m ²]	$\Sigma\sigma_z$ [kN/m ²]	L_t [m]	G_m kN/m
23,22	2,95	26,17	1,08	28,38

Tabella 9. Riassunto dei valori calcolati

4.2.4 Pesi propri permanenti

Si definiscono i pesi propri per unità di lunghezza del tubo di linea G_l e del tubo di protezione G_b . La somma di questi pesi dà il valore del carico permanente agente G_p :

$$G_p = G_l + G_b$$

CALCOLO DEL PESO PROPRIO		
G_l [kN/m]	G_b [kN/m]	G_p [kN/m]
3,16	5,97	9,13

Tabella 10. Riassunto dei valori calcolati

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 19 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

4.3 Calcolo delle deformazioni e verifica all'ovalizzazione

L'espressione delle deformazioni Δx per condotte interrate flessibili dovute ad un carico generico G_k è fornita dalla seguente formulazione (Spangler):

$$\Delta x(G_k) = \frac{c_x \cdot G_k \cdot k_\beta \cdot R_m^3}{EJ + 0.061 \cdot E_t \cdot R_m^3}$$

con:

- E : modulo di elasticità dell'acciaio;
- c_x : costante di ritardo che tiene conto dell'incremento nel tempo dei carichi indotti dal terreno, variabile tra 1 e 1.5 in funzione del grado di costipamento del terreno di riempimento; per terreni addensati quali i casi di sottofondo stradale e per condizioni di esecuzione trenchless, si può assumere unitario; ad ogni modo, cautelativamente si assume $c_x = 1.5$;
- J : momento di inerzia della parete dell'anello pari a $\frac{t^3}{12}$;
- R_m : raggio medio dell'anello pari a $\frac{(D-t)}{2}$;
- k_β : coefficiente di deflessione, funzione dell'angolo β di appoggio tra tubo e terreno, desunto dai valori riportati in *Tabella 11*; per posa con tecnica spingitubo si considera un rinterro con $\beta=0^\circ$;

VALORI k_β	
$\beta [^\circ]$	k_β
0	0.11
30	0.108
60	0.103
90	0.096
120	0.089
150	0.085
180	0.083

Tabella 11. Valori di k_β in funzione di β

- E_t : modulo di reazione laterale del terreno di riempimento in funzione del grado di compattazione; il materiale di rinterro nel caso di spingitubo è il terreno naturale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 20 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

Per ponti di prima categoria i carichi mobili per la verifica degli stati deformativi vengono assunti con il loro intero valore. La combinazione di carico agli SLE risulta quindi essere data dalla semplice somma dei termini di carico:

$$G_d = G_t + G_w + G_p$$

$$G_{md} = G_m$$

CALCOLO DELLA DEFORMAZIONE DOVUTA AI CARICHI PERMANENTI							
E [N/mm ²]	J [mm ³]	C_x	G_d [N/mm]	k_β	R_m [mm]	E_t [N/mm ²]	Δx_d [mm]
210000	987,70	1,5	82,10	0,11	530,7	20,7	5,111

Tabella 12. Ovalizzazione dovuta ai carichi permanenti.

CALCOLO DELLA DEFORMAZIONE DOVUTA AL CARICO VARIABILE							
E [N/mm ²]	J [mm ³]	C_x	G_{md} [N/mm]	k_β	R_m [mm]	E_t [N/mm ²]	Δx_{md} [mm]
210000	987,70	1,5	28,38	0,11	530,7	20,7	1,767

Tabella 13. Riassunto del carico variabile

La deformazione complessiva Δx_{tot} dovuta all'effetto contemporaneo dei carichi permanenti e variabili si ottiene per sovrapposizione degli effetti. Il terreno di rinterro sarà quello attualmente esistente però con un grado di costipamento Proctor adeguato.

Il valore della deformazione ammissibile è fissato in relazione delle caratteristiche meccaniche del tubo e della tipologia dell'attraversamento. Al fine di operare un giusto compromesso tra la sicurezza strutturale del tubo e l'integrità del manto stradale superficiale, si assume il seguente valore deformativo ammissibile pari al 3% del diametro nominale DN come suggerito dalla AWWA (American Water Works Association) per le condotte semirigide:

$$\Delta x_{tot} < \Delta x_{amm} = 0.03 \cdot DN$$

VERIFICA ALL' OVALIZZAZIONE			
Δx_d [mm]	Δx_{md} [mm]	Δx_{tot} [mm]	Δx_{amm} [mm]
5,611	1,767	7,377	31,50
$\Delta x_{tot} < \Delta x_{amm}$ VERIFICATO			

Tabella 14. Riassunto dei valori calcolati

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 21 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

4.4 Calcolo delle sollecitazioni e verifica della resistenza del tubo di protezione

Il calcolo delle sollecitazioni massime nelle varie sezioni della condotta (verticale inferiore, superiore e orizzontale mediana) è effettuato in funzione delle deformazioni secondo le seguenti espressioni:

- Sezione verticale inferiore:

$$M_b = \Delta x_{tot} \cdot \left(\frac{k_b}{k_\beta} \right) \cdot \frac{EJ}{R_m^2}$$

- Sezione verticale superiore:

$$M_t = \Delta x_{tot} \cdot \left(\frac{k_t}{k_\beta} \right) \cdot \frac{EJ}{R_m^2}$$

- Sezione verticale mediana:

$$M_s = \Delta x_{tot} \cdot \left(\frac{k_s}{k_\beta} \right) \cdot \frac{EJ}{R_m^2}$$

con:

- E : modulo di elasticità dell'acciaio;
- J : momento di inerzia della parete dell'anello pari a $\frac{t^3}{12}$;
- R_m : raggio medio dell'anello pari a $\frac{(D-t)}{2}$;
- Δx_{tot} : deformazione totale calcolata moltiplicando le azioni per i coefficienti parziali di sicurezza relativi alle combinazioni di carico agli SLU.

Secondo tali combinazioni di carico i valori di calcolo rispettivamente per i carichi permanenti e variabili G_d e G_{md} agenti sulla tubazione interrata in esame sono:

$$G_d = \gamma_{G1} \cdot G_t + \gamma_{G1} \cdot G_p + \gamma_{G1} \cdot G_w$$

$$G_{md} = \gamma_{Q1} \cdot G_m$$

con:

- γ_{G1} : coefficiente moltiplicativo dei carichi permanenti strutturali pari a 1.00 se favorevoli, 1.35 se sfavorevoli (per condotta interrata il terreno è considerato alla pari di un carico permanente strutturale);
- γ_{Q1} : coefficiente moltiplicativo dei carichi variabili da traffico pari a 0.00 se favorevoli, 1.35 se sfavorevoli.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 22 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

CALCOLO CARICO PERMANENTE				
G_t [kN/m]	G_p [kN/m]	G_w [kN/m]	γ_{G1}	G_d [kN/m]
44,33	9,13	28,65	1,35	110,84

Tabella 15. Riassunto del calcolo del carico permanente

CALCOLO CARICO VARIABILE		
G_m [kN/m]	γ_{Q1}	G_{md} [kN/m]
28,38	1,35	38,31

Tabella 16. Riassunto del calcolo del carico variabile

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE VERTICALE INFERIORE						
Δx_{tot} [mm]	K_b	K_β	E [N/mm ²]	J [mm ³]	R_m [mm]	M_b [N]
9,29	0,294	0,11	210000	987,70	530,7	18276,36

Tabella 17. Riassunto del calcolo delle sollecitazioni della sezione verticale inferiore

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE VERTICALE SUPERIORE						
Δx_{tot} [mm]	K_t	K_β	E [N/mm ²]	J [mm ³]	R_m [mm]	M_t [N]
9,29	0,153	0,11	210000	987,70	530,7	9511,17

Tabella 18. Riassunto del calcolo delle sollecitazioni della sezione verticale superiore

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE VERTICALE MEDIANA						
Δx_{tot} [mm]	K_s	K_β	E [N/mm ²]	J [mm ³]	R_m [mm]	M_s [N]
9,29	0,150	0,11	210000	987,70	530,7	9324,67

Tabella 19. Riassunto del calcolo delle sollecitazioni della sezione verticale mediana

Mentre le tensioni circonferenziali sono così ottenute:

- Sezione verticale inferiore:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 23 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

- Sezione verticale superiore:

$$\sigma_t = \frac{M_t}{W}$$

- Sezione verticale mediana:

$$\sigma_s = \frac{M_s}{W}$$

con:

- W : modulo di rigidezza flessionale della parete del tubo pari a

$$W = \frac{t^2}{6};$$

- t : spessore del tubo di protezione.
- K_b, K_t, K_s : coefficienti adimensionali calcolati in funzione dell'angolo di appoggio secondo la *Tabella 20*;

$\beta [^\circ]$	K_b	K_t	K_s
0	0.294	0.153	0.150
30	0.235	0.152	0.148
60	0.189	0.147	0.143
90	0.157	0.14	0.137
120	0.138	0.133	0.131
150	0.128	0.127	0.126
180	0.125	0.125	0.125

Tabella 20. Valori di K_b, K_t, K_s in funzione di β

Si verifica che l'acciaio, sottoposto alle tensioni circonferenziali calcolate, si mantenga in campo elastico e che quindi siano minori del carico unitario di snervamento:

$$\sigma_{\max} < \sigma_{\text{amm}} = \frac{R_{t0.5}}{\gamma_M}$$

con:

- γ_M : coefficiente di sicurezza pari a 1.05 (*DM 17/01/2018*)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 24 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL TUBO DI PROTEZIONE							
W mm^2	σ_b $[N \cdot mm^2]$	σ_t $[N \cdot mm^2]$	σ_s $[N \cdot mm^2]$	γ_M	$R_{t0.5}$ MPa	σ_{max} $[N \cdot mm^2]$	σ_{amm} $[N \cdot mm^2]$
86,64	210,95	109,78	107,63	1,05	450	210,95	428,57
$\sigma_{max} < \sigma_{amm}$ VERIFICATO							

Tabella 21. Verifica della resistenza del tubo di protezione

4.5 Verifica al buckling

Si verifica che le caratteristiche del tubo impediscano fenomeni di plasticizzazione innescati con la pressione esercitata dai carichi verticali agenti sulla sezione del tubo (verifica al buckling).

Per un anello circolare sottoposto a pressione esterna uniforme il valore della pressione critica vale (ved. Tabella 22):

$$(1) \quad p_{cr} = \frac{E \cdot t^3}{4 \cdot R_m^3 \cdot (1 - \nu^2)} \quad \text{per } \sigma_{cr} = \frac{p_{cr} \cdot R_m}{t} < R_{t0.5}$$

$$(2) \quad p_{cr} = \frac{t}{R_m} \cdot \frac{(R_{t0.5})}{\left(1 + 4 \cdot \frac{(R_{t0.5} \cdot R_m^2)}{E \cdot t^2}\right)} \quad \text{per } \sigma_{cr} = \frac{p_{cr} \cdot R_m}{t} \geq R_{t0.5}$$

con:

- ν : modulo di Poisson;
- E : modulo elastico dell'acciaio;
- R_m : raggio medio;
- t : spessore del tubo di protezione.

CALCOLO DELLA PRESSIONE CRITICA						
E $[N/mm^2]$	ν	t $[mm]$	R_m $[mm]$	$R_{t0.5}$ $[N/mm^2]$	σ_{cr} $[N/mm^2]$	p_{cr} $[N/mm^2]$
210000	0,3	22,8	530,7	450	106,4852	4,57

Tabella 22. Calcolo della pressione critica nel caso in esame

Se in presenza di ovalizzazione iniziale Δx , la pressione critica si riduce ed è data dalla soluzione dell'equazione:

$$p_{sn}^2 - B \cdot p_{sn} + C = 0$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 25 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

$$p_{sn} = \frac{\sqrt{(B - (2 \cdot B - 4 \cdot C))}}{2}$$

dove B, C sono tutti calcolati in funzione di p_{rc} calcolato in precedenza con l'espressione (1) o (2):

$$B = \frac{R_{t0.5} / \gamma_M}{m} + (1 + 6 \cdot m \cdot n) p_{cr}$$

$$C = \frac{R_{t0.5} / \gamma_M}{m} p_{cr}$$

con:

$$\bullet m = \frac{R_m}{t}$$

$$\bullet n = \frac{\Delta x}{R_m}$$

Per la verifica al buckling si confronta la pressione critica p_{sn} con la massima pressione agente sul tubo p_{vd} dovuta ai carichi verticali. Deve risultare che:

$$p_{vd} = \frac{P_{vd}'}{D_e} < p_{sn}$$

con:

- D_e : diametro esterno del tubo di protezione in mm;
- P_{vd}' : carico verticale totale dato dalla somma del carico geostatico G_t , idrostatico G_w , peso proprio del tubo di protezione e della tubazione di linea G_p e carichi mobili G_m secondo la seguente espressione e mostrato nella **Tabella 23**:

$$P_{vd}' = \gamma_{G1} \cdot G_p + \gamma_{G1} \cdot G_t + \gamma_{G1} \cdot G_w + \gamma_{Q1} \cdot G_m$$

CALCOLO DEL CARICO VERTICALE TOTALE						
G_p [kN/m]	G_t [kN/m]	G_w [kN/m]	G_m [kN/m]	γ_{G1}	γ_{Q1}	P_{vd}' [kN/m]
9,13	44,33	28,65	28,38	1,35	1,35	149,15

Tabella 23. Calcolo del carico verticale totale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 26 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

La verifica al buckling del caso in esame viene riportata nella seguente *Tabella 24*:

VERIFICA AL BUCKLING							
m	n	B	C	D_e [mm]	p_{cr} [N/mm ²]	p_{sn} [N/mm ²]	p_{vd} [N/mm ²]
23,28	0,02	34,17	84,23	1084,20	4,57	2,67	0,14
$p_{vd} < p_{sn}$ VERIFICATO							

Tabella 24. Verifica al buckling

4.6 Calcolo della spinta e verifica del tubo all'infissione

Sulla base dei dati geotecnici del terreno attorno al tubo di protezione si determina, per ogni tratto di lunghezza L_i e approfondimento H_i (misurato rispetto alla generatrice superiore della condotta), il valore Td_i della spinta della trivella. Questo valore viene calcolato considerando anche la resistenza per attrito lungo la parete esterna del tubo a contatto con il terreno, secondo la formula qui di seguito esposta.

$$Td_i = \mu_a \cdot P_{vd}' \cdot L_i \cdot (\pi \cdot D)$$

con:

- P_{vdi}' : carico verticale totale dato dalla somma del carico geostatico G_{ti} , idrostatico G_{wi} , pesi propri permanenti G_{bi} e carichi mobili G_{mi} relativi al tratto L_i del tubo di protezione secondo l'espressione:

$$P_{vdi}' = \gamma_{G1} \cdot G_{bi} + \gamma_{G1} \cdot G_{ti} + \gamma_{G1} \cdot G_{wi} + \gamma_{Q1} \cdot G_{mi}$$

- μ_a' : coefficiente di attrito tubo-terreno, dipendente dal tipo di terreno e si ricava dalla seguente *Tabella 25*:

ϕ [°]	μ_a
15	0.200
20	0.250
25	0.350
30	0.400
33	0.450
35	0.500
180	0.125

Tabella 25. Coefficiente d'attrito tubo-terreno in funzione dell'angolo d'attrito

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 27 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

I valori dei carichi mobili G_{mi} sono nulli per tutti i tratti di tubo non inclusi nella larghezza della carreggiata*.

L'attraversamento si considera suddiviso in sette (7) tratti di lunghezze L_1, L_2, L_3, w o $2w+ls, L_4, L_5, L_6$ disposti in questo ordine nel senso gas ai quali corrisponde un'altezza media H_i . La lunghezza complessiva del tubo di protezione è L_a dato dalla somma dei tratti L_i , è definita dallo schema nella *Figura 4* e dalla *Tabella 26*:

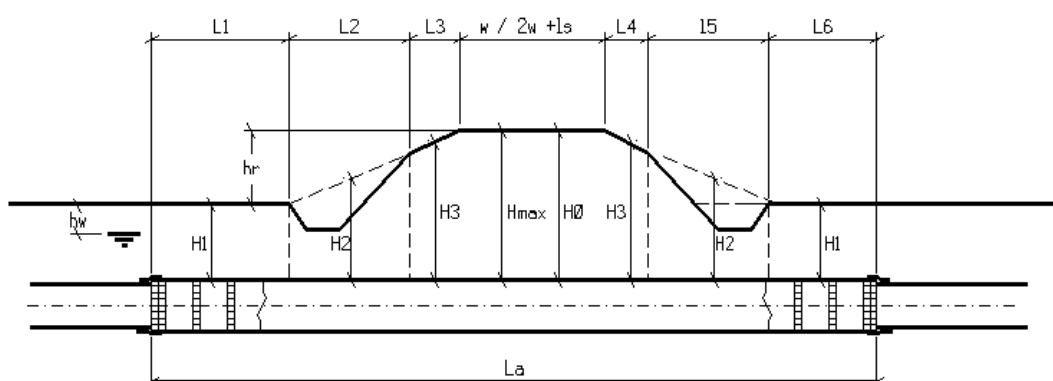


Figura 4. Divisione dell'attraversamento in sette (7) tratti di lunghezza L_i e altezza H_i

GEOMETRIA ATTRAVERSAMENTO							
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	$2w+ls$	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
L_i	7,47	2,89	1,88	7,64	1,27	2,98	7,87
H_i	2,25	2,36	3,22	3,70	3,45	2,66	2,60

Tabella 26. Geometria dell'attraversamento del caso in esame

Per tanto il valore complessivo della spinta di infissione del tubo di protezione per l'attraversamento in esame T_d è dato dalla somma delle singole spinte T_{d_i} :

$$T_d = \sum_{i=1}^n T_{d_i}$$

*di larghezza w o $2w+ls$ rispettivamente se si tratta di strada ad una carreggiata o a due carreggiate divise da spartitraffico.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 28 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

CALCOLO DELLA SPINTA DELLA TRIVELLA							
	D [m]	H_i [m]	L_i [m]	G_{ti} [kN/m]	G_{wi} [kN/m]	P_{vdi} [kN/m]	Td_i [kN]
Tratto 1	1,08	2,25	7,47	33,33	30,27	93,91	1075,27
Tratto 2	1,08	2,36	2,89	34,37	31,46	96,94	429,39
Tratto 3	1,08	3,22	1,88	41,29	40,79	118,86	342,51
w	1,08	3,70	7,64	44,33	45,99	168,30	1970,85
Tratto 4	1,08	3,45	1,27	42,81	43,28	124,28	241,93
Tratto 5	1,08	2,66	2,98	37,03	34,72	104,91	479,19
Tratto 6	1,08	2,60	7,87	36,52	34,07	103,35	1246,64
$\Sigma Td_i =$							5785,79

Tabella 27. Calcolo della spinta di infissione

Il valore della tensione che la spinta di infissione totale trasmette al tubo deve risultare inferiore al carico unitario di snervamento minimo dell'acciaio.

$$\sigma_{\max} = \frac{T_d}{A_t} < \frac{R_{t0.5}}{Y_M}$$

con:

- A_t : area della sezione trasversale.

La verifica del tubo all'infissione del caso in esame viene riportata nella seguente Tabella 28:

VERIFICA DEL TUBO ALL' INFSSIONE					
T_d [kN]	A_t [mm ²]	σ_{\max} [Nmm ²]	$R_{t0.5}$ [N/mm ²]	Y_M	σ_{amm} [Nmm ²]
5785,79	76026,29	76,10	450	1,05	428,57
$\sigma_{\max} < \sigma_{amm}$ VERIFICATO					

Tabella 28. Verifica del tubo all'infissione

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 29 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

5. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA

5.1 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.

5.2 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.

5.3 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 - CuSO₄.

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 30 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

5.4 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.

I tubi in PEAD DN 50 saranno alloggiati all'interno di tubi in ferro DN 100 (4") di spessore 4.0 mm opportunamente saldati al tubo di protezione in progetto.

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 31 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

6. GEOMETRIA E MODALITA' ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO

6.1 Geometria dell'attraversamento

La geometria dell'attraversamento indicata nell'allegato DIS-AT-10E-13014, tiene conto di quanto previsto nel *D.M. 17/04/2008*.

Il tubo di protezione verrà posto ad una profondità minima di interrimento, riferita al piano stradale, superiore alla minima profondità prescritta e sarà 3.70 m con una lunghezza totale di 32 m.

6.2 Modalità esecutive

L'utilizzo della tecnica spingitubo ha come vantaggio quello di poter mantenere la viabilità dell'infrastruttura da attraversare e di evitare possibili cedimenti della sede stradale.

Il criterio è quello di asportare il materiale di scavo all'interno solo dopo che il foro è già sostenuto dal tubo di protezione infisso nel terreno tramite martinetti idraulici. In fase esecutiva, infatti, particolare attenzione dovrà essere posta al mantenimento della coclea per lo scavo e lo smarino adeguatamente arretrata rispetto al tubo di protezione in avanzamento al fine di garantire condizioni di sicurezza nei confronti di potenziali scavarnamenti nell'intorno della trivellazione.

L'attraversamento sarà realizzato 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, del tubo di protezione e del tubo di protezione necessarie;
- esecuzione degli scavi in corrispondenza della buca di spinta per l'alloggiamento della trivella e in corrispondenza della buca di arrivo;
- predisposizione delle eventuali opere di sostegno provvisorie, di presidio idraulico e/o drenaggio (in caso di presenza di falda superficiale);
- esecuzione degli eventuali contrafforti reggispinga per le macchine operatrici;
- messa in opera mediante trivella del tubo di protezione DN 1050 (42") con tubi portacavi DN 100 (4") saldati sul tubo di protezione stesso;
- preparazione, fuori opera, della colonna d'attraversamento (sigaro) costituita dalle barre di tubo di linea DN 900 (36") saldate di testa, controllo delle saldature con metodo non distruttivo e successivo precollaudo idraulico;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 32 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

- infilaggio del "sigaro" DN 900 (36") all'interno del tubo di protezione DN 1050 (42") previa predisposizione di collari distanziatori isolanti e successivo collegamento ai tratti di linea a monte e a valle dell'attraversamento;
- chiusura delle estremità del tubo di protezione DN 1050 (42") con fasce termorestringenti;
- demolizione o asportazione delle eventuali strutture di sostegno degli scavi e necessarie alla trivellazione, rinterro, compattazione per strati di terreno non superiori a 30 cm, livellamento, riporto dello strato di humus superficiale, ripristino e completo recupero ambientale dell'area interessata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 33 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

7. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

In questo capitolo è riportata la documentazione fotografica dello stato di fatto con indicata la direzione in rosso del tracciato di progetto. L'indicazione planimetrica dei punti di ripresa (con i relativi coni visivi), è riportata nella planimetria catastale di Figura 5.

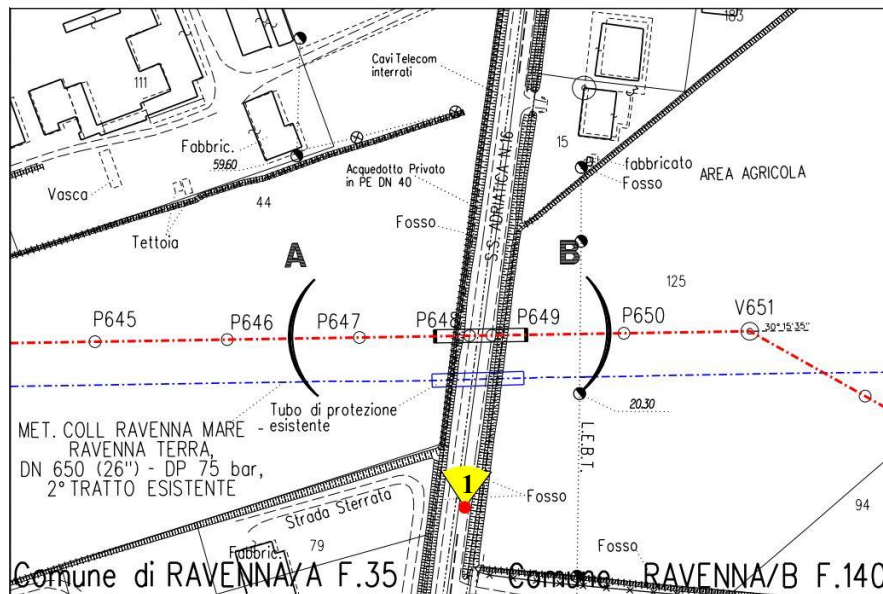


Figura 5: Stralcio planimetrico con punti di ripresa in corrispondenza dell'attraversamento della S.S N. 16 Adriatica con il metanodotto in progetto (in rosso) ed il metanodotto esistente (in blu)

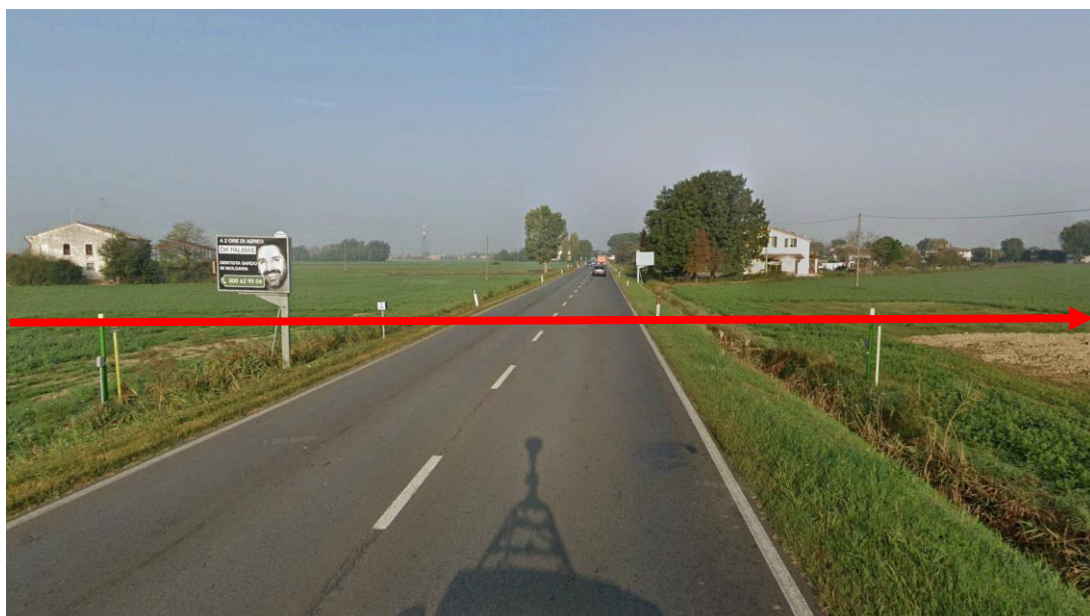


FOTO N.1 - Attraversamento S.S. 16 Adriatica senso gas

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178/L01	UNITA' 20
	LOCALITA' RAVENNA	SPC. REL-AT-E-37311	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 34 di 34	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-3011

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'infrastruttura stradale che del metanodotto nelle fasi di costruzione e di esercizio di entrambe.