

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 1 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

**RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE
LARINO-SORA-COLLEFERRO
TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2**

DN 350 (14"), DP 75 bar

**Relazione Attraversamento: Trivellazione Orizzontale Controllata
(T.O.C. N°4) Parallelismo Strada Comunale ex Bifernina**

0	Emissione per permessi	Micieli	Gramigna	Barci	05/2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 2 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

1	GENERALITA'	3
1.1	Scopo	3
1.2	Elaborati grafici di riferimento	7
	Disegno n. 5733-1-001-AP-D-1205.	7
1.3	Definizioni	7
1.4	Normativa di riferimento	7
2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
2.1	Caratteristiche geometriche	9
2.2	Caratteristiche meccaniche	10
3	CALCOLO DELLO SPESSORE DEL TUBO DI LINEA	11
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA	13
4.1	Tubo di linea	13
4.2	Protezione catodica	13
5	LINEAMENTI PAESAGGISTICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROLOGICI IDRAULICI	14
5.1	Inquadramento Paesaggistico	14
5.2	Lineamenti geomorfologici ed idrologici-idraulici dell'area d'intervento	14
6	GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO	15
6.1	Geometria dell'attraversamento	15
6.2	Modalità esecutive	16
6.3	Descrizione generale metodologia Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.)	16
6.3.1	Esecuzione del foro pilota e controllo direzionale	16
6.3.2	Alesaggio del foro e tiro-posa della condotta	17
6.3.3	Attrezzatura di perforazione e di tiro-posa	18
6.3.4	Montaggio della condotta	20
6.4	Ripristini	21
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	22

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 3 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

1 GENERALITA'

1.1 Scopo

Il presente lavoro è parte integrante del progetto denominato "RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO-SORA-COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14"), DP 75 bar", il quale prevede sia il rifacimento di nuove condotte e sia la dismissione di condotte esistenti comprese tra l'impianto N. 595 e l'impianto N. 785 (Impianto Skid di Montagano) del metanodotto "Larino – Colleferro – Sora", di proprietà di Società Gasdotti Italiana S.p.A., con relativa messa fuori esercizio della condotta e degli impianti esistenti.

L'opera in rifacimento presenta una lunghezza complessiva pari a 26,797 km e parte dal territorio comunale di Guardialfiera fino a terminare nel territorio comunale di Ripalimosani, interessando nel complesso 9 comuni (Guardialfiera, Casacalenda, Lupara, Morrone del Sannio, Castellino del Biferno, Petrella Tifernina, Matrice, Montagano e Ripalimosani), tutti ricadenti nel territorio regionale del Molise in provincia di Campobasso.

Lo scopo del presente documento è la descrizione delle attività legate all'attraversamento Parallelismo Strada Comunale ex Bifernina, ai materiali usati e alle modalità esecutive di messa in posa dell'opera, in funzione delle caratteristiche litotecniche e geomorfologiche riscontrate. Il tratto di condotta di questo attraversamento prevede una perforazione, attraverso la metodologia trenchless della TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), di 425.17 m per una distanza orizzontale di 419.93 m e verrà posata a partire da 1.50 m dal p.c. fino ad una profondità massima di 25.10 m.

L'opera è stata progettata analizzando le condizioni geologiche generali del sito, le quali sono state definite preliminarmente attraverso la realizzazione n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, integrati da n. 1 tomografia sismica e n. 1 tomografia elettrica. Tali indagini hanno permesso di valutare adeguatamente le profondità di posa della condotta, tenendo conto delle caratteristiche litotecniche dei terreni da attraversare e della presenza o meno di livelli di falda.

In figura 1.1.1 sono riportate le ubicazioni dei sondaggi a carotaggio continuo e delle stese sismica ed elettrica realizzate. Le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo sono riportate nelle figure 1.1.2 e 1.1.3.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 4 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

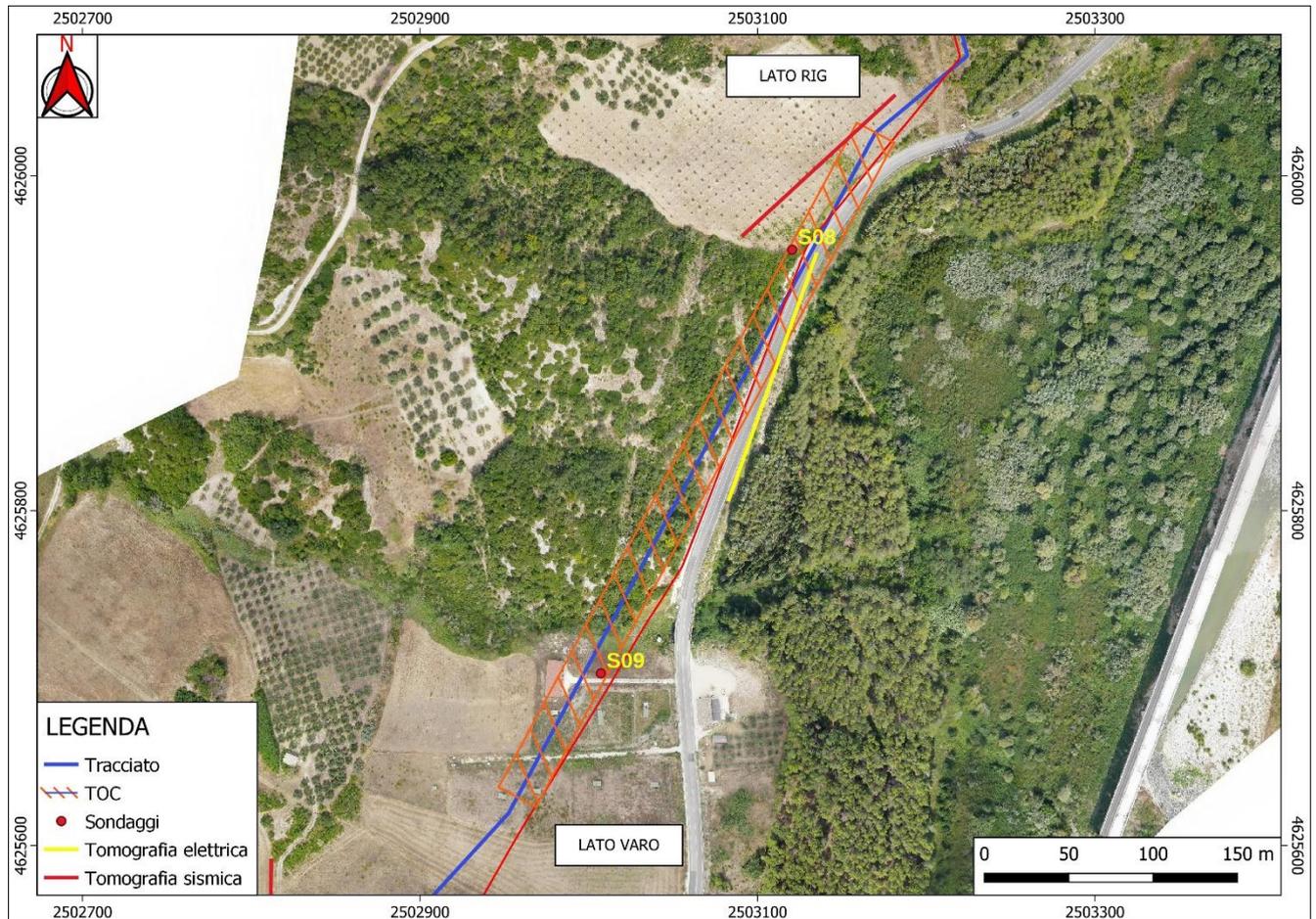


Figura 1.1.1 – Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite sul tratto di interesse.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 5 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

IMPRESA: GEOSECURE SRL CANTIERE: RIFACIMENTO METANODOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO - TRATTO LARINO - MONTAGANO - LOTTO 2 DATA PERFORAZIONE: DICEMBRE 2022 COORDINATE: 41.7851890, 14.7967775 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio Continuo GEOLOGO REDATTORE: Geol. Vincenzo Cortese	 GEOSECURE S.R.L. <small>GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES</small> <h1>S08</h1>
--	--

Scala 1:100

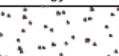
Profondità (mt)	Progressive	Potenza (mt)	Stratigrafia	Descrizione dei terreni attraversati	Campioni Indisturbati	% Carotaggio					Falda Rinvenuta	S. P. T.
						20	40	60	80	100		
1.00	0.90	0.90		TERRENO VEGETALE DI COLORE BRUNASTRO - MARRONCINO CON RADICI E FRUSTOLI CARBONIOSI								
2.00				LIMO ARGILLOSO MOLLE DI COLORE MARRONCINO								
3.00	2.50	1.60		ARENARIE TENERE POCO CEMENTATE DI COLORE TENDENZIALMENTE AVANA	N.1					2.50	N.1 10 - 12 - 15	
4.00												
5.00					N.2							
6.00												
7.00												
8.00					N.3						N.2 13 - 12 - 17	
9.00												
10.00												
11.00												
12.00												
13.00					N.4						N.3 12 - 16 - 19	
14.00												
15.00	15.00	12.50										

Figura 1.1.2 – Stratigrafia sondaggio S08.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 6 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

IMPRESA: GEOSECURE SRL CANTIERE: RIFACIMENTO METANODOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO - TRATTO LARINO - MONTAGANO - LOTTO 2 DATA PERFORAZIONE: DICEMBRE 2022 COORDINATE: 41.7829083, 14.7954203 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio Continuo GEOLOGO REDATTORE: Geol. Vincenzo Cortese	 GEOSECURE S.R.L. GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES <h1>S09</h1>
--	---

Scala 1:100

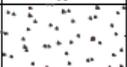
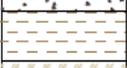
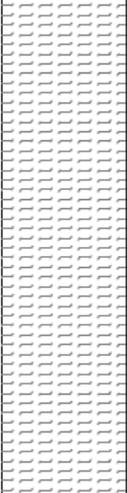
Profondità (mt)	Progressive	Potenza (mt)	Stratigrafia	Descrizione dei terreni attraversati	Campioni Indisturbati	% Carotaggio 20 40 60 80 100	Falda Rinvenuta	S. P. T.
1.00	1.20	1.20		TERRENO VEGETALE DI COLORE BRUNASTRO - MARRONCINO CON RADICI E FRUSTOLI CARBONIOSI				
2.00	2.00	0.80		LIMO ARGILLOSO MOLLE DI COLORE MARRONCINO				
3.00				ARENARIE TENERE POCO CEMENTATE DI COLORE TENDENZIALMENTE AVANA	N.1		2.70	N.1 9 - 11 - 12
4.00								
5.00					N.2			
6.00								
7.00	6.80	4.80		ALTERNANZA DI MARNE GRIGIE MEDIAMENTE CONSISTENTI E ARGILLE SABBIOSE GRIGIE FOGLIETTATE	N.3			N.2 9 - 12 - 14
8.00								
9.00								
10.00								
11.00								
12.00								
13.00					N.4			N.3 11 - 14 - 15
14.00								
15.00	15.00	8.20						

Figura 1.1.3 – Stratigrafia sondaggio S09.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 7 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

1.2 Elaborati grafici di riferimento

Disegno n. 5733-1-001-AP-D-1205.

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);

T.O.C. trivellazione orizzontale controllata finalizzata alla posa della tubazione interrata senza necessità di esecuzione di scavo a cielo aperto;

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

L'opera sarà progettata e realizzata in conformità alla normativa vigente in materia ed in particolare:

➤ D.M. del 17/04/2008

Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8.
- pubblicato nel Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 107 del 08/05/2008;

➤ D.M. del 17/01/2018

Norme tecniche per le Costruzioni

➤ D.M. 04/04/2014

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"

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 8 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

➤ **D.P.R. 23/03/1998, n.26**

“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. lgs. 25/02/2000:**

“Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione”.

➤ **D.L. 25/06/2003, 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. lgs. 09/04/2008, 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**

➤ **D. Lgs. 30/04/1992, n.285**

“Nuovo Codice della Strada”.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 9 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le tubazioni impiegate per la realizzazione del gasdotto in progetto saranno in acciaio di qualità e rispondenti a quanto prescritto al punto 2.1 del D.M. 14.04.2008.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche geometriche e meccaniche della condotta oggetto dell'attraversamento.

2.1 Caratteristiche geometriche

a. Tubo di linea DN 350 (14")

- Diametro esterno De = 355.6 mm
- Spessore 10.3 mm

b. Trivellazione orizzontale controllata

lunghezza trivellazione l = 425.17 m

lunghezza orizzontale l = 419.93 m

Tratto rettilineo discendente (lato rig)

lunghezza l = 17.68 m

angolo in ingresso a = 14°

Primo tratto di curva elastica

lunghezza l = 120.96 m

angolo in ingresso a = 14°

Tratto rettilineo

lunghezza l = 55.08 m

angolo in ingresso a = 0°

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 10 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Secondo tratto di curva elastica

lunghezza $l = 103.97 \text{ m}$

angolo in ingresso $a = 12^\circ$

Tratto rettilineo ascendente

lunghezza $l = 102.24 \text{ m}$

angolo in ingresso $a = 12^\circ$

2.2 Caratteristiche meccaniche

Tubo di linea DN 350 (14")

Tipo di acciaio L360 NB/MB

Carico unitario di snervamento minimo garantito $R_{t0.5}=360 \text{ MPa}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 11 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

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:

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

con:

D : diametro esterno della condotta, in mm;

DP : pressione di progetto, in bar;

s_p : sollecitazione circonferenziale ammissibile [MPa] < $f \times R_{t0.5}$;

f : grado di utilizzazione;

$R_{t0.5}$: carico unitario di snervamento minimo garantito, in MPa.

Secondo il *DM 17/04/08* le condotte per il trasporto di gas naturale si classificano di 1^a specie, se la pressione massima di esercizio è superiore a 24 bar; alla 7^a, se la pressione massima di esercizio è inferiore o uguale a 0.04 bar.

- Il gasdotto in oggetto ha una pressione $DP=75$ bar, pertanto si classifica di 1^a specie, definendo il grado di utilizzazione per le tubazioni di linea pari a $f=0.57$.

Deve comunque essere garantito uno spessore minimo pari a 3.5 mm ($t_{min2}=1\%D$ per diametri compresi tra 160 e 325 mm) come specificato nel punto 2.1 *DM 17/04/08*.

Sempre per condotte di 1^o specie, al fine di soddisfare le prescrizioni dei punti 2.5 e 2.7 della "Regola Tecnica" del *DM 17/04/08*, lo spessore minimo dei tubi deve essere comunque non inferiore allo spessore calcolato in base alla pressione di progetto DP aumentata del 25%, come indicato nella seguente formula:

$$t \geq t_{min1} [mm] = \frac{(1.25 \times DP \times D)}{20 \times s_p}$$

A seguire si riportano in Tabella 3.1 i risultati dei calcoli sopra esposti per il caso in oggetto congiuntamente con la verifica dello spessore selezionato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 12 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

VERIFICA SPESSORE DI LINEA DELLA CONDOTTA SECONDO IL D.M.17/04/2008									
DN [mm]	D [mm]	DP [bar]	R _{10.5} [Mpa]	f	S _p [Mpa]	t _{min} [mm]	t _{min1} [mm]	t _{min2} [mm]	t [mm]
350	355.6	75.0	360.0	0.57	205.2	6.50	8.12	4.50	10.30
t > t_{min} VERIFICATO									

Per soddisfare le prescrizioni del punto 2.7 della “Regola tecnica” sarà adottato uno spessore di linea standard (7,1 mm) il quale risulta superiore allo spessore calcolato in base alla pressione di progetto DP e aumentata del 25% sopra indicato come t_{min1}.

Lo spessore adottato per i tubi di linea con DN 350, pari a 10.3 mm, al netto della tolleranza negativa garantita di fabbricazione, risulta maggiore del t_{min2} ammesso al punto 2.1 della “Regola tecnica”.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 13 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA

4.1 Tubo di linea

La condotta è costituita da tubi DN 350 in acciaio EN L360NB/MB di spessore pari a 10.3 mm con le estremità 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 2.50 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.

4.2 Protezione catodica

La condotta, onde evitare la corrosione dell'acciaio, avrà una protezione attiva (catodica) costituita da un sistema a corrente elettrica impressa.

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 14 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

5 LINEAMENTI PAESAGGISTICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROLOGICI IDRAULICI

5.1 Inquadramento Paesaggistico

L'area in esame è situata nella parte centro-orientale della regione Molise sviluppandosi a partire dal territorio collinare di Matrice e scendendo prevalentemente in direzione nord-est verso la valle del Fiume Biferno, interessando gli ambiti amministrativi della Provincia di Campobasso. In particolare, il gasdotto attraversa i territori dei comuni di Guardialfiera, Casacalenda, Lupara, Morrone del Sannio, Castellino del Biferno, Petrella Tifernina, Matrice, Montagano e Ripalimosani.

5.2 Lineamenti geomorfologici ed idrologici-idraulici dell'area d'intervento

L'assetto orografico dell'area è caratterizzato dalla pressoché costante diminuzione delle quote andando dal margine occidentale della regione verso il litorale. In particolare, l'area in cui si inserirà il gasdotto, dal punto di vista topografico, è caratterizzata da rilievi generalmente poco acclivi con pendenze accentuate in prossimità dei margini collinari.

L'attraversamento in progetto interesserà, dal punto di vista geomorfologico, un tratto collinare, con un dislivello massimo di circa 19 m ed una pendenza media dell'11.5%.

Dal punto di vista geo-litologico, dall'analisi delle stratigrafie ottenute con i sondaggi a carotaggio continuo si è appurata la presenza di terreni a diversa granulometria: limi argillosi molli, arenarie tenere poco cementate, marne grigie alternate ad argille sabbiose fogliettate mediamente consistenti. Terreni attraversabili dalla tecnica di perforazione prevista per il loro moderato grado di consistenza.

I terreni, dedotti dalle stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo (Figg. 1.1.2 e 1.1.3), che saranno attraversati dalla TOC sono descritti di seguito:

- terreno di copertura vegetale con spessore variabile in media tra -0.90 e -1.20 m;
- limi argillosi molli rinvenuti sotto la coltre vegetale fino a -2.50 m in S08 e -2.00 m in S09;
- arenarie tenere poco cementate, da -2.50 fino a fondo foro (-15.00 m) in S08 e da -2.00 fino a -6.80 in S09;
- alternanza di marne grigie mediamente consistenti e argille sabbiose grigie fogliettate, rinvenute solo in S09 a -6.80 m dal p.c fino a fondo foro (-15.00 m).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 15 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

L'idrogeologia dell'area è diretta conseguenza dei litotipi presenti, differenziandosi tra le formazioni sabbiose argillose e le argille marnose, con diverso grado di permeabilità, funzione della porosità e/o della fratturazione. Nello specifico, il contrasto di permeabilità tra le formazioni argillose sottostanti ed i terreni più grossolani comporta la probabile presenza di falde a pelo libero che possono variare stagionalmente in funzione delle precipitazioni meteorologiche. Infatti, è stata segnalata la presenza di livelli idrici a -2.50 e -2.70 m in S08 e S09 rispettivamente. I livelli di falda ritrovati in tutti i sondaggi fanno verosimilmente ipotizzare che le formazioni argilloso/marnose ritrovate solo in S09 siano in realtà presenti (al disotto delle profondità raggiunte con le trivellazioni) sotto l'intero tracciato dell'attraversamento in progetto e che questo livello litologico sia il substrato di riferimento dell'intera area.

In riferimento al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) l'opera non interferisce con areali a pericolosità e/o rischio idraulico, mentre è segnalata una pericolosità per frana elevata (PF2) nella parte più settentrionale ed una pericolosità moderata PF1 nella parte più meridionale, le quali però non comportano nessun tipo di intervento particolare, in quanto le operazioni annesse alla realizzazione della TOC non provocano nessuno squilibrio dello stato attuale dell'area.

Data, invece, l'interferenza con il sistema di circolazione idrica sotterranea sarà garantito il naturale equilibrio piezometrico, prima, durante e a fine lavori, avvalendosi di opportune misure tecnico-operative volte alla conservazione del regime freaticometrico preesistente.

6 GEOMETRIA E MODALITA' ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO

6.1 Geometria dell'attraversamento

La geometria dell'attraversamento indicata nell'allegato *Dis. 5733-1-001-AP-D-1205*, tiene conto di quanto previsto nel *D.M. 17/04/2008*.

Le coperture della T.O.C. rispetto al piano campagna sono da considerarsi valori minimi da rispettare durante l'esecuzione della trivellazione controllata, la geometria finale esecutiva sarà verificata e stabilita dalla ditta esecutrice sulla base delle indagini geognostiche e dallo stato dei luoghi al momento della realizzazione dell'opera (come, ad esempio, la presenza di aree allagate, altezza della falda, ecc.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 16 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

6.2 Modalità esecutive

L'attraversamento dell'area avverrà con Trivellazione Orizzontale Controllata.

Nell'elaborato grafico di dettaglio Dis. 5733-1-001-AP-D-1205 oltre alla geometria dell'attraversamento sono riportate le seguenti informazioni di progetto:

- Diametro interno e/o esterno, spessore e tipo di acciaio della condotta di linea;
- Lunghezza complessiva della T.O.C. e lunghezze parziali dei tratti rettilinei e curvilinei;
- Angoli di ingresso e uscita e raggio di curvatura;
- Copertura minima dal piano campagna.

6.3 Descrizione generale metodologia Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.)

Il procedimento della Trivellazione Orizzontale Controllata è un miglioramento della tecnologia e dei metodi sviluppati per la perforazione direzionale di pozzi petroliferi.

Il procedimento impiegato nella maggioranza degli attraversamenti mediante Trivellazione Orizzontale Controllata è a due fasi. La prima consiste nella trivellazione di un foro pilota di piccolo diametro lungo un profilo direzionale prestabilito. La seconda implica l'allargamento di questo foro pilota fino ad un diametro tale da permettere l'alloggiamento, tramite il tiro-posa del servizio da porre in opera.

6.3.1 Esecuzione del foro pilota e controllo direzionale

Il foro pilota viene realizzato facendo avanzare la batteria di aste pilota con in testa una lancia a getti di fango bentonitico che consente il taglio del terreno (jetting).

Nelle fasi di esecuzione del foro pilota, così come nelle successive fasi di alesaggio e varo della condotta, sarà previsto il monitoraggio in continuo della pressione del fango di perforazione al fine di eliminare ogni possibile interferenza tra le operazioni di trivellazione ed il sistema fisico circostante.

Al fine di minimizzare le interferenze con l'ambiente esterno e con le falde acquifere (a carattere esclusivamente fisico e comunque di entità molto limitata) si prevedrà l'utilizzo di miscele bentonitiche (fango di perforazione) additivate con polimeri biodegradabili con alto potere coesivo ed alta fluidità con caratteristiche di riduttori di filtrato.

Questi accorgimenti consentiranno la saturazione di eventuali microfessurazioni che dovessero formarsi nell'intorno dell'asse di trivellazione, garantendo che durante l'esecuzione

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 17 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

dell'attraversamento non si verifichi la formazione di vie preferenziali di filtrazione lungo l'asse di trivellazione.

La lancia a getti di fango bentonitico consiste in una asta che presenta una deviazione di circa 1° e dispone di due ugelli, uno centrale rispetto alla testa e l'altro, eccentrico, in asse con la deviazione.

I cambi di direzione necessari sono ottenuti ruotando le aste di perforazione in modo tale che la direzione della deviazione coincida con quella desiderata (asse trivellazione).

Il tracciato del foro pilota sarà controllato durante la trivellazione da frequenti letture dell'inclinazione e dell'azimut all'estremità della testa di perforazione. Queste letture, unite ai dati relativi alla lunghezza delle aste di trivellazione già installate, saranno utilizzate per calcolare le coordinate orizzontali e verticali dell'estremità di testa rapportate al punto di inizio della trivellazione.

Di norma le misurazioni della posizione saranno eseguite ad ogni giunto del tubo pilota (circa 9-10 metri) e riportate sul disegno di progetto del profilo, in modo da avere un riscontro immediato delle eventuali deviazioni. Qualora si evidenziassero delle discordanze, l'asta pilota verrà ritirata per una lunghezza tale da permettere la correzione necessaria. Periodicamente durante la trivellazione del foro pilota, un tubo guida verrà fatto ruotare ed avanzare in modo concentrico sopra l'asta di perforazione pilota. Il tubo guida eviterà il bloccaggio dell'asta pilota, ridurrà gli attriti permettendo di orientare senza difficoltà l'asta di perforazione, e faciliterà il trasposto verso la superficie dei materiali di scavo. Esso, inoltre, manterrà aperto il foro, nel caso di necessità di ritiro dell'asta pilota.

Il foro pilota sarà completato quando sia l'asta pilota che il tubo guida fuoriusciranno alla superficie sul lato opposto al rig. L'asta pilota è quindi ritirata, lasciando il tubo guida lungo il profilo di progetto.

6.3.2 Alesaggio del foro e tiro-posa della condotta

In base ai riscontri ottenuti durante la perforazione del foro pilota ed in base alle caratteristiche dei terreni attraversati, verrà deciso se effettuare contemporaneamente l'alesaggio ed il tiro della condotta oppure eseguire ulteriore alesaggio.

Questa fase consisterà nell'allargamento del foro pilota per mezzo di un alesatore. Tale operazione potrà essere eseguita prima del tiro-posa della condotta o contemporaneamente ad esso. Nel caso di prealesatura, la fresa ed i relativi accessori verranno fissati al tubo guida nel

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 18 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

punto di uscita. Quindi la fresa verrà fatta ruotare e contemporaneamente tirata dal rig di perforazione, allargando in questo modo il foro pilota. Contestualmente all'avanzamento della testa fresante, dietro di essa verranno assemblate nuove aste di tubo guida per garantire la continuità di collegamento all'interno del foro.

Durante le fasi di trivellazione, di prealesatura e di tiro-posa, verrà impiegato del fango bentonitico. Questo fango, opportunamente dosato in base al tipo di terreno, avrà molteplici funzioni quali ridurre gli attriti nelle fasi di scavo, trasportare alla superficie i materiali di scavo, mantenere aperto il foro, lubrificare la condotta nella fase di tiro-posa e garantirne il galleggiamento.

6.3.3 Attrezzatura di perforazione e di tiro-posa

L'insieme del cantiere di perforazione è costituito dal rig vero e proprio, dall'unità di produzione dell'energia, dalla cabina di comando, dall'unità fanghi, dall'unità approvvigionamento idrico, dall'unità officina e ricambi, dalla trivella, dalle aste pilota, dalle aste di tubo guida, dalle attrezzature di alesaggio e tiro-posa e da una gru di servizio.

Tutte queste attrezzature saranno assemblate ed immagazzinate in container in modo da essere facilmente trasportabili su strada "in sagoma". Nel seguito si riporta una descrizione sommaria delle attrezzature comunemente utilizzate:

- *Rig*: è costituito da una torre di perforazione posta su di un piano inclinato (slittone). Su di esso trasla il carrello di perforazione completo con il motore idraulico che permette la rotazione del mandrino. Le aste di perforazione vengono installate sul mandrino e il loro montaggio viene eseguito con morse idrauliche.
- *Cabina di comando*: si trovano tutti i dispositivi per manovrare il rig e le altre attrezzature.
- *Unità generatore di energia*: è necessaria al funzionamento dell'impianto ed è generalmente costituita da una serie di motori elettrici o a scoppio che producono energia idraulica. Questa energia viene trasmessa al rig tramite la cabina di comando e serve per la traslazione del carrello e la perforazione del carrello.
- *Unità fanghi*: è costituita da una vasca in cui vengono preparati i fanghi bentonitici per mezzo di una tramoggia venturi e di miscelatori; tramite pompe sommerse comandate dall'operatore i fanghi vengono immessi nel circuito. Gli stessi fanghi possono essere riciclati per una successiva utilizzazione grazie ad appositi filtraggi. La raccolta della

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 19 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

bentonite sarà realizzata mediante scavo nel terreno di vasche opportunamente impermeabilizzate.

- *Unità approvvigionamento idrico*: costituita generalmente da una pompa sommersa ubicata nel corso d'acqua da attraversare. Tramite dei tubi flessibili (manichette) invia l'acqua necessaria alla preparazione dei fanghi alla vasca di miscelazione.

- *Trivella*: le trivelle utilizzate sono di due tipi, una a getti ed una a motore a fanghi. La trivella a getti è sostanzialmente un'asta di trivellazione con due fori sulla testa, uno centrale e l'altro eccentrico. La bentonite in pressione, fuoriuscendo dai fori esercita un'azione di scavo nel terreno.

La trivella con motore a fanghi è costituita da una turbina, azionata dai fanghi in pressione, che imprime una rotazione ad uno scalpello posto sulla testa; i fanghi fuoriescono poi da un foro posto sullo scalpello. Gli scalpelli possono essere di diversi tipi a seconda delle condizioni di terreno incontrate. Questa trivella si completa con la scarpa direzionale, che è un ringrosso eccentrico dell'asta di perforazione posizionato a circa 1 metro dalla testa.

- *Aste pilota*: le aste sono normali aste di trivellazione di trivellazione da 2" 7/8. A seconda del sistema direzionale impiegato le aste possono essere dotate di giunti conici o cilindrici.

Le aste di trivellazione ubicate proprio dietro la trivella sono in materiale amagnetico per non influenzare il sistema di controllo direzionale; queste aste sono fragili e si richiede molta cautela nel maneggiarle.

In alcuni tipi di terreno è necessario l'utilizzo di un'asta pilota più resistente e sul mercato sono disponibili aste per tubo pilota da circa 5" 13/7 e oltre. Questi ultimi possono essere impiegati per la trivellazione di terreni molto compatti e di roccia tenera.

- *Tubo guida*: è costituito da aste di perforazione standard da 5" che soddisfano la maggioranza delle esigenze di tiro. In caso necessiti uno sforzo di tiro superiore alla norma, vengono utilizzate, nelle fasi più critiche aste rinforzate.

Nel caso le aste sopra descritte non sopportino lo sforzo di tiro oppure servano grosse quantità di bentonite, si possono utilizzare aste da 7" o più.

- *Attrezzature alesaggio e tiro-posa*: sono attrezzature che cambiano da ditta a ditta in base alle esperienze degli operatori, ai brevetti che le tutelano e ai tipi di terreni da attraversare.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 20 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

- *Alesatore*: è formato da una corona dentata su cui sono posti da nove a sei ugelli per l'uscita dei fanghi e una quantità variabile di taglienti. I taglienti sono generalmente posizionati a gruppi di 3 o 5 e possono avere diverse caratteristiche meccaniche.
- *Fresa a barilotto*: chiamata anche barrel reamer è costituita da un cilindro bombato e dentato alle estremità completo con i soliti ugelli. Questo alesatore è molto utile se usato in coppia con il precedente perché permette di mantenere sempre la fresa rispetto al foro.
- *Snodo*: lo snodo o swivel è indispensabile per evitare che la condotta ruoti durante l'operazione di tiro-posa. Viene interposto tra la fresa e la condotta ed è costituito generalmente da un reggispira autolubrificante con un cuscinetto in teflon o rulli. E' indispensabile mantenere integro questo snodo per evitare il bloccaggio della condotta durante il tiro-posa.

6.3.4 Montaggio della condotta

Dal lato opposto a quello dove sarà posizionato il Rig verrà eseguita la prefabbricazione della colonna di varo.

Ove le dimensioni del cantiere e le attrezzature a disposizione lo consentano, la colonna di varo verrà preferibilmente assemblata in un'unica soluzione per evitare tempi di arresto, per saldature ed operazioni di controllo e rivestimento dei giunti, durante la fase di tiro-posa.

A saldatura completata verranno eseguiti i controlli non distruttivi delle saldature (radiografie) e successivamente si provvederà al rivestimento dei giunti di saldatura.

La colonna, prima del tiro-posa, verrà precollaudata idraulicamente.

Per l'esecuzione del tiro-posa verrà predisposta una linea di scorrimento della colonna (rulli, carrelli o sostentamento con mezzi d'opera).

Durante il varo, l'ingresso della condotta nel foro verrà facilitato, facendole assumere una catenaria predeterminata in base all'angolo d'ingresso nel terreno, al diametro ed al materiale della condotta; ciò permetterà di evitare sollecitazioni potenzialmente dannose sulla condotta da varare.

Al fine di ridurre al massimo le sollecitazioni indotte alla tubazione, durante la fase di tiro-posa, dovranno essere rigorosamente rispettati i valori di raggio minimo di curvatura elastica della tubazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 21 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Al termine dei lavori verrà redatto un elaborato riportante l'esatto posizionamento della condotta così come realmente posta in opera

6.4 Ripristini

In genere, le principali fasi del lavoro di ripristino, relativamente agli attraversamenti di fiumi realizzati con scavo a cielo aperto possono essere così riassunte:

- Rinterro degli scavi;
- Opere di difesa spondale (se previste);
- Ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato;
- Eventuale inerbimento.

Nel caso specifico della TOC in progetto non sono previsti ripristini particolari dal punto di vista della sistemazione idraulica e neanche interventi sui versanti o altri elementi geomorfologici a potenziale rischio. Sarà garantita, invece, la conservazione del regime freaticometrico preesistente, data l'intercettazione di possibili livelli di falde a pelo libero nelle formazioni più permeabili rinvenute nel sottosuolo.

Si provvederà alla riprofilatura dell'area di cantiere nei punti di ingresso e uscita della trivellazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 22 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 23 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

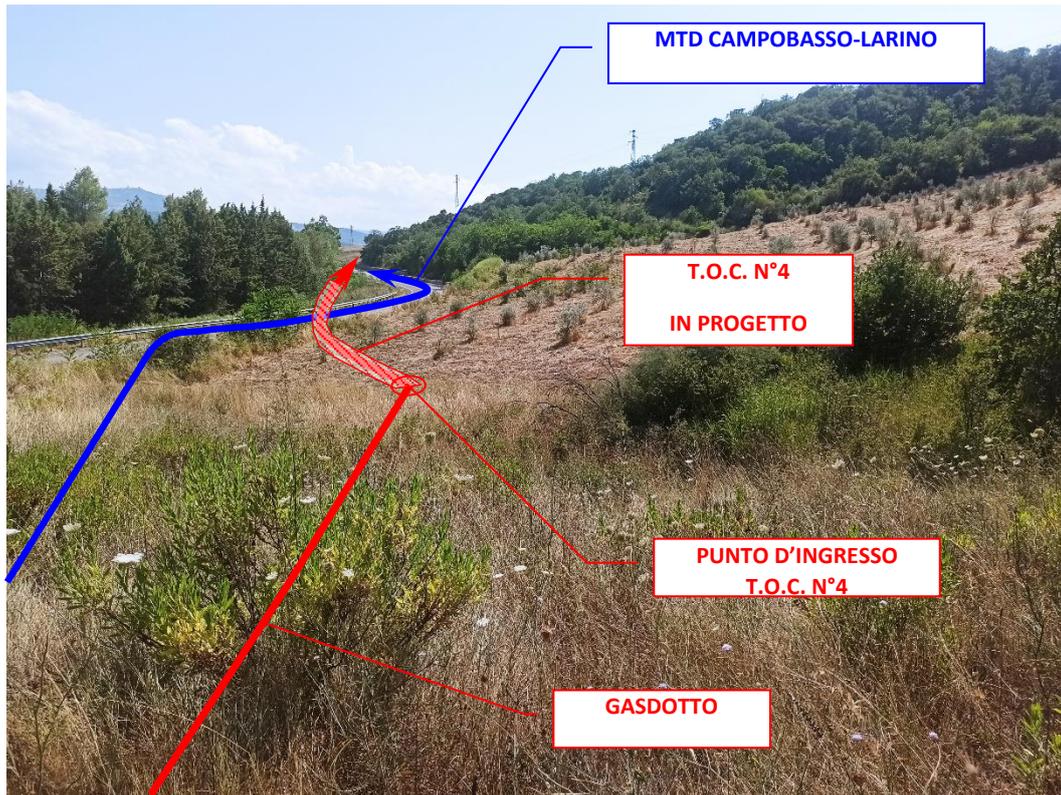


Foto n°1 – Ingresso Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C. n°4) e 1° Attraversamento Strada Comunale ex Bifernina.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 24 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

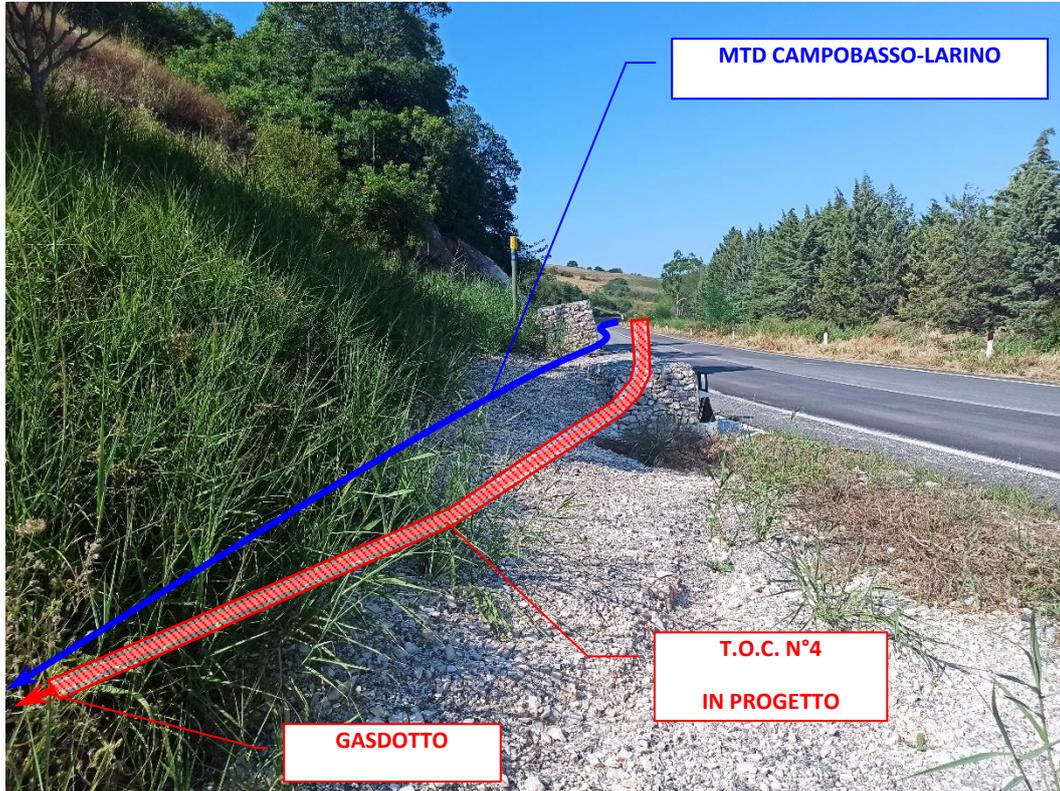


Foto n°2 – Percorrenza T.O.C. n°4 e 2° Attraversamento Strada Comunale ex Bifernina.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733/1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0016	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 25 di 25	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

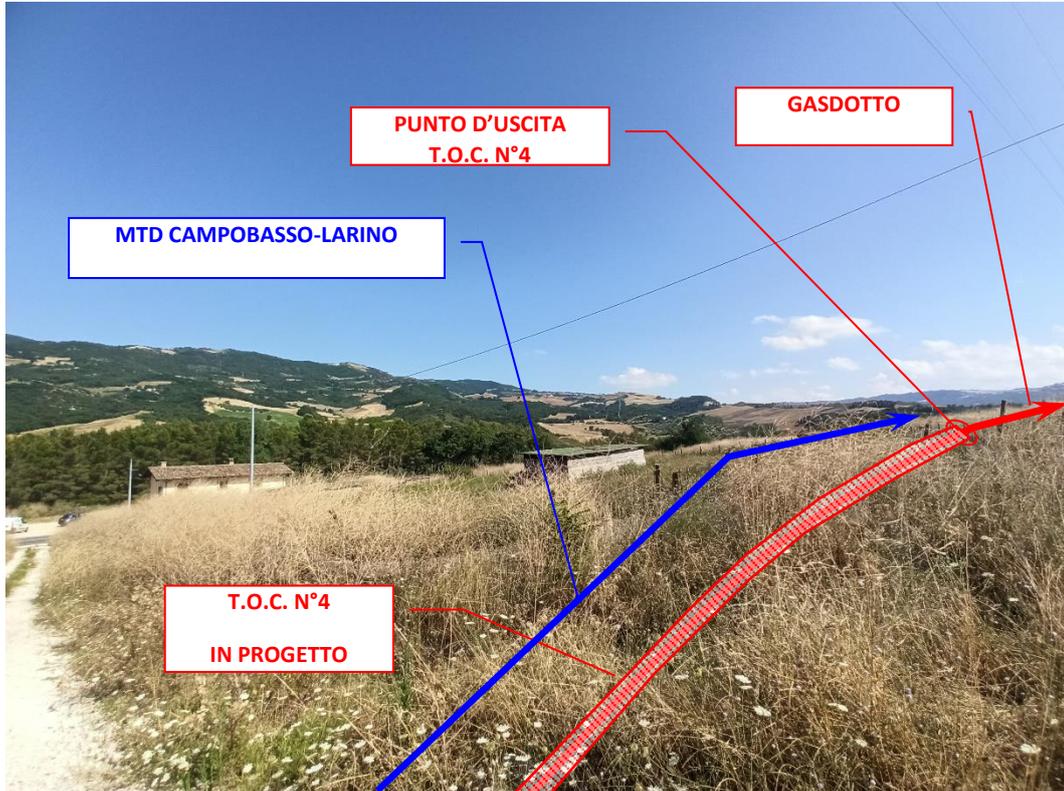


Foto n°3 – Vista panoramica gasdotto in progetto e punto d’uscita Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C. n°4) in località *Farotta*.