
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITA'</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 1 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

## REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO

**RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) - GALLESE  
DN 650 (26”) DP 75 bar  
E OPERE CONNESSE**

### RELAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (REPORT)



1	Emissione per permessi	A. Tiesi	G. Vecchio	A. Spadacini	31/01/2020
0	Emissione per commenti	A. Tiesi	G. Vecchio	A. Spadacini	20/12/2019
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 2 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ'</b> .....	<b>3</b>
	1.1 INTRODUZIONE.....	3
	1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEI TRACCIATI</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA</b> .....	<b>22</b>
	3.1 SONDAGGI MECCANICI.....	22
	3.2 PROVE GEOTECNICHE IN SITU .....	25
	3.3 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO.....	32
	3.4 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE E STATICHE .....	35
	3.5 PROSPEZIONI GEOFISICHE .....	37
	3.5.1 SISMICA A RIFRAZIONE .....	38
	3.5.2 INDAGINE SISMICHE M.A.S.W.....	39
	3.6 PROSPEZIONI GEOELETTTRICHE.....	41
<b>4</b>	<b>PARAMETRI FISICO-MECCANICI DELLE UNITA' GEOTECNICHE RISCOINTRATE</b> .....	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>ALLEGATI ED ANNESSI</b> .....	<b>47</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 3 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

## 1 GENERALITÀ'

### 1.1 Introduzione

La presente relazione riporta i risultati della campagna di indagini geognostiche eseguite alla data odierna nell'ambito del progetto "Rifacimento Metanodotto Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar e dei rifacimenti e ricollegamenti connessi”, il quale si sviluppa all'interno delle Regioni Umbria, Marche e Lazio con andamento in senso gas NE-SO, tra le province di Perugia, Macerata, Terni, Rieti e Viterbo.



In particolare l'opera oggetto della presente relazione prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- Rifacimento del Metanodotto Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”) DP 75 bar MOP 70 bar L=109+740 chilometri.

Il punto di partenza del metanodotto in progetto sarà ubicato a valle dell'impianto P.I.D.I. (Punto di Intercettazione di Derivazione Importante) della linea in progetto da altra opera "Rifacimento Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)", in località Colfiorito del Comune di Foligno, mentre il punto d'arrivo sarà previsto in corrispondenza della Centrale Snam di Gallese.

La linea principale in progetto presenta, come detto precedentemente, una lunghezza complessiva di circa 109.0 chilometri e sono ulteriormente previsti circa 13.0 chilometri di metanodotti in progetto per ricollegare le linee attualmente interconnesse ai metanodotti esistenti "Recanati-Foligno DN 600 (24”), MOP 70 bar", "Foligno-Terni DN 550 (22”) MOP 70 bar" e "Foligno-Terni-Civita-Roma O. Tr. Terni Civita Castellana DN 550 (22”), MOP 70 bar", in dismissione, fino alla Centrale di Compressione Gas SRG di Gallese. In particolare, il ricollegamento o il rifacimento riguarda i seguenti allacciamenti principali (identificati nella documentazione allegata dall'unità 12 all'unità 17):

- Derivazione per Foligno DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+735 chilometri e ricollegamento avente L=0+340 chilometri (unità 12);
- Rifacimento Allacciamento Comune di Bevagna DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+455 chilometri e ricollegamento avente L=0+010 chilometri (unità 13);
- Rifacimento Allacciamento Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+240 chilometri (unità 14);
- Rifacimento Allacciamento dell'Acqua minerale Sangemini DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+910 chilometri e ricollegamento L=0+600 chilometri (unità 15);
- Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+930 chilometri (unità 16);
- Ricollegamento Allacciamento Centrale Cog. Edison DN 400 (16”), DP 75 bar L=1+755 chilometri (unità 17).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 4 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

Oltre agli interventi principali di cui sopra sono previsti dei rifacimenti e dei ricollegamenti secondari.

Il progetto prevede, infine, la dismissione e la contestuale rimozione dei metanodotti e degli impianti di linea esistenti, sostituiti dalle nuove opere in progetto e lo smantellamento di sezioni di impianto o intere aree impiantistiche non più necessarie. In particolare, la dismissione interesserà i seguenti metanodotti principali (identificati nella documentazione allegata dall'unità 90):

- Metanodotto (4500220) Recanati-Foligno DN 600 (24”), MOP 70 bar L=22+785 (unità 90);
- Metanodotto (4500320) Foligno-Terni DN 550 (22”), MOP 70 bar L=58+185 (unità 90);
- Metanodotto (4500350) Foligno-Terni-Civita-Roma O. tratto Terni-Civita Castellana DN 550 (22”), MOP 70 L=23+420 (unità 90).

Le indagini geognostiche sono state finalizzate, principalmente, alla ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo e del comportamento geomeccanico dei terreni interessati da alcune opere da realizzare sia lungo la condotta e sia in corrispondenza degli impianti di linea.

Un altro obiettivo delle indagini geognostiche è stato quello di fornire utili indicazioni per definire la fattibilità delle trenchless, finalizzate al superamento di alcune zone con elevate criticità geomorfologiche. In tal caso, le indagini previste hanno consentito la scelta e la tipologia di trenchless da realizzare e che meglio si adatta al contesto litostratigrafico locale.



Inoltre, con l'ausilio delle indagini geognostiche è possibile effettuare scelte progettuali adeguate in merito alla tipologia e geometria delle opere da realizzare.

Ulteriore finalità delle indagini “in situ” è stata quella di eseguire un maggiore approfondimento sulla potenziale presenza di strutture carsiche in corrispondenza delle litologie carbonatiche intercettate dal tracciato e, in particolar modo, da alcune opere in trenchless.

In alcuni dei carotaggi previsti, ubicati in aree a rischio archeologico alto o esplicito, è stata condotta un'analisi archeologica dei primi metri della carota (circa 5.00 metri di profondità) di terreno estratta per valutare possibili rinvenimenti.

La campagna geognostica (sondaggi geognostici a rotazione e prospezioni geofisiche) ha consentito di ricostruire sia la stratigrafia dell'area e, quindi, risalire ai rapporti stratigrafici e geometrici delle diverse litologie, sia di verificare eventuali presenze di strutture ipogee nelle aree con maggior rischio carsico e di strutture archeologiche sepolte.

Per alcune prospezioni geofisiche (geoelettriche e georadar) mirate esclusivamente all'individuazione di strutture carsiche ed emergenze archeologiche, l'inaccessibilità ai siti ha causato dei ritardi di esecuzione rispetto a quanto programmato, pertanto i

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 5 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

risultati di tali indagini verranno integrati nelle successive revisioni della presente trattazione.

I risulti emersi durante la campagna geognostica effettuata sono riportati nell'Annesso 1.

Durante la campagna geognostica sono stati eseguiti n. 93 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con prove S.P.T. (Standard Penetration Test) e prelievo di campioni indisturbati ad ogni cambio litologico ritenuto significativo.

Inoltre, sono state eseguite anche n. 27 prove penetrometriche dinamiche o statiche da eseguirsi in alternativa ai sondaggi geognostici, nei siti n cui l'accesso alla sonda non risulta possibile o molto difficoltoso ed in corrispondenza della realizzazione di alcuni impianti di linea, o in corrispondenza di alcuni fenomeni franosi censiti dall'Autorità di Bacino competente.

In associazione alle indagini dirette, sono state eseguite n. 29 prospezioni sismiche a rifrazione che per problemi legati all'accessibilità dei luoghi, alcuni stendimenti sono stati suddivisi in più tratti e n. 28 prospezioni geofisiche tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).



Infine, sono state eseguite n. 135 prospezioni geoelettriche multielettrodiche (tomografie di resistività) in corrispondenza degli attraversamenti in trenchless, al fine di indagare la potenziale presenza di cavità carsiche lungo il tracciato del metanodotto ed, inoltre, all'individuazione di eventuali emergenze archeologiche interferenti con i tracciati del metanodotto in progetto, collocate a bassa profondità.

In alcune situazioni sono stati eseguiti tre stendimenti geoelettrici paralleli tra di loro al fine di avere maggiori informazioni nella ricostruzione del modello geologico del sottosuolo.

In considerazione della notevole estensione del metanodotto in progetto, la campagna di indagini geognostiche è stata suddivisa in due lotti, il Lotto 1 relativo alle province di Macerata e Perugia e il Lotto 2 relativo alle province di Terni, Rieti e Viterbo.

Nella sottostante tabella si riporta un quadro sinottico in cui vengono sintetizzati il numero di indagini geognostiche/prove eseguite per ciascuna tipologia.

Tipologia indagini	Descrizione	Lotto 1	Lotto 2	Totale	
		Prov. Macerata e Perugia	Prov. Terni, Rieti, Viterbo	numero	metri
Indagini "in situ"	Sondaggi a carotaggio continuo	36	57	93	---
"	Prove S.P.T.	127	177	304	---
"	Prelievo campioni rimaneggiati	76	146	222	---

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 6 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004



“	Prelievo di campioni indisturbati	34	56	90	---
“	Prove C.P.T.	---	3	3	---
“	Prove D.P.S.H.	17	7	24	---
“	Sismica a rifrazione	14	15	29	8496
“	M.A.S.W.	12	16	28	---
“	Prospezioni geoelettriche	99*	36**	135	15951
Analisi geotecniche di laboratorio	Campioni rimaneggiati	8	32	40	---
“	Campioni indisturbati	13	32	45	---

**Tab. 1.1** – Quadro sinottico indagini geognostiche ed analisi geotecniche di laboratorio eseguite – (\*) Le prospezioni geoelettriche si riferiscono agli stendimenti sismici che hanno riguardato n. 10 siti di interesse, (\*\*) Le prospezioni geoelettriche si riferiscono agli stendimenti sismici che hanno riguardato n. 12 siti di interesse

## 1.2 Normativa di Riferimento



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

- Legge n. 64 del 02 febbraio 1974 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche e successive integrazioni”;
- A.G.I.–Associazione Geotecnica Italiana “Raccomandazioni sulla programmazione e esecuzione delle indagini geotecniche, 1977”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 “Norme Tecniche relative alle costruzioni antisismiche”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 11 marzo 1988 “Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- A.G.I.–Associazione Geotecnica Italiana “Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio, 1994”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1996 “Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 7 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02 ottobre 2003 “Modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03 maggio 2005 “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.
- Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale (Allegato al voto n. 36 del 27 luglio 2007)”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Circolare applicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti n. 7 del 21 gennaio 2019 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 8 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEI TRACCIATI

Dal punto di vista geologico il tracciato in progetto e le relative opere connesse si inseriscono in un contesto geologico regionale dominato dagli ambienti morfo-strutturali precedentemente descritti.

### **Rifacimento Metanodotto Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”) DP 75**

Il tracciato riguardante il Rifacimento del Metanodotto Foligno (Fraz. Colfiorito) -Gallese rappresenta la dorsale lungo la quale si sviluppa la quasi totalità del progetto e dal quale si diramano i diversi allacciamenti previsti. Essa si sviluppa per una lunghezza di 109+740 chilometri. Il punto di partenza è previsto mediante tie-in sullo stacco fondellato del “Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)” in uscita dall’impianto P.I.D.I. terminale (in progetto), in località Colfiorito nel Comune di Foligno.

Il tracciato, dopo circa 220.0 metri lineari, ricade nel territorio della Regione Marche, nel Comune di Serravalle di Chienti ponendosi ai piedi di Monte Trella.

Da qui, il tracciato si dirama in direzione prevalentemente NE-SO attraversando le aree di fondovalle ubicate ai piedi dei versanti e rilievi calcari del bacino di Colfiorito, fino a giungere in località San Vittore del Comune di Foligno. Di seguito prosegue il suo percorso nella piana di Foligno sempre in direzione NE-SO per poi, mediante una deviazione in direzione sud, raggiungere, dapprima, i rilievi collinari di Montefalco, per poi iniziare l’ascesa verso Il Monte Martano, il quale, con i suoi 1077.0 m.s.l.m. rappresenta il punto più elevato del tracciato.

Lo scollinamento da Monte Martano avviene sempre in direzione sud verso il Comune di Massa Martana caratterizzato da una morfologia prettamente collinare che si riscontra anche successivamente nel territorio comunale di Acquasparta.

Superato il centro abitato di Acquasparta, il tracciato si sviluppa in direzione SE attraversando i rilievi collinari compresi tra i Comuni di Montecastrilli e di San Gemini; da questo punto cambia direzione dirigendosi a SE verso la piana alluvionale di Narni, attraversata dal Fiume Nera ad ovest di Terni.



A questo punto, il tracciato supera le propaggini nord del Monte Tassinari ed attraversa i rilievi collinari del Comune di Otricoli, per poi discendere nella pianura alluvionale del Fiume Tevere, nei territori comunale di Magliano Sabina e Gallese.

Percorre la pianura alluvionale del Tevere per circa tre chilometri prima di raggiungere il punto di arrivo in corrispondenza della Centrale di Compressione Gas SRG di Gallese, ubicata lungo un pianoro poggiate su depositi vulcanici delimitato da scarpate a notevole acclività.

L’intero tracciato del metanodotto in progetto è caratterizzato da una morfologia variabile incontrando tratti montuosi, tratti a morfologia collinare e fondovalle più o meno ampi.

In considerazione della notevole lunghezza del tracciato, esso è stato suddiviso ed accorpato in tratti assimilabili, geomorfologicamente più significativi, al fine di valutarne



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 9 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

le principali caratteristiche ed evidenziarne le eventuali criticità riscontrate durante i sopralluoghi effettuati in campo.

Nel tratto iniziale del tracciato e fino alla progressiva chilometrica 7+630, coincidente con la realizzazione del primo microtunnel, si rinvencono nelle zone sub-pianeggianti prevalentemente depositi alluvionali e conoidi alluvionali; in prossimità degli impluvi si riscontrano spesso accumuli di materiale detritico derivante dalla disgregazione del materiale roccioso proveniente dai principali rilievi. Quest'ultimi sono caratterizzati da successioni di calcari e calcari dolomitici ed a tratti da una successione di rocce calcareo-silico-marnose.



In prossimità della chilometrica 7+630 è presente un versante boscato ad andamento ondulato con presenza di scarpata al piede. Tale zona, che verrà oltrepassata con tecnologia trenchless (microtunnel), seguendo approssimativamente lo stesso allineamento del metanodotto esistente da dismettere, è tipica di ambiente carsico.

Il versante interessato dalla trivellazione mostra una litologia calcarea in prossimità dell'area di ingresso, mentre in uscita si individua una coltre eluvio-colluviale. Si tratta di calcari micritici di colore rosato più o meno intenso, alternati ad interstrati pelitici sottili; talora, sono presenti intercalazioni calcarenitiche grigio-biancastre. La coltre eluvio-colluviale è costituita essenzialmente da depositi fini a matrice limosa-argillosa rossastra derivanti dalla dissoluzione delle rocce calcaree.

Dalla consultazione della Carta Geologica della Regione Umbria emerge la presenza, in prossimità dell'ingresso della trenchless, di una faglia con prevalente componente trascorrente (destra).

Dall'uscita della trenchless e fino alla progressiva chilometrica 14+800 circa, il tracciato intercetta versanti che presentano acclività elevate con scarpate anche di notevole entità ed una rocciosità diffusa. I versanti mostrano una fitta vegetazione e sono incisi da una serie di corsi d'acqua tipici di ambiente montano, i quali determinano impluvi con la formazione di una coltre eluvio-colluviale derivante dalla disgregazione del substrato calcareo dei rilievi. In questo tratto, il punto più elevato è rappresentato dal "Monte" (all'incirca al chilometro 12+500), dal quale inizia la discesa verso il fondovalle del Fiume Topino, in direzione SO, durante il tratto discendente verso il fondovalle viene attraversata un'area S.I.C. denominata "Sasso di Pale" (IT5210030). Man mano che si scende verso il fondovalle, la litologia passa dai calcari micritici rosati e calcari marnosi a frattura scheggiata a marne calcaree sottilmente stratificate. In prossimità della chilometrica 14+800 è presente un contatto tettonico (faglia inversa) che determina un netto cambio litologico, passando dalle marne calcaree alle torbiditi pelitico-arenacee con frequenti calcareniti. Anche la morfologia subisce un netto cambiamento con la presenza di versanti ad acclività più ridotta rispetto a quelli di monte.

Dalla progressiva chilometrica 14+800 (località Ravigliano) e fino alla PK 19+660 circa (Strada Statale n. 3) viene attraversata la piana alluvionale del Fiume Topino, la quale risente, nel tratto iniziale, della presenza di versanti morfologicamente ondulati (località San Vittore), fino all'attraversamento di Via Flaminia Nord, con la presenza alla base

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 10 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004



degli stessi di una coltre eluvio-colluviale e depositi di versante. La piana alluvionale del Topino è costituita da depositi alluvionali terrazzati tendenzialmente sabbioso-ghiaiosi e depositi alluvionali sabbioso-argillosi in prossimità dell'alveo del fiume, il quale sarà attraversato con scavo a cielo aperto. Superato il primo attraversamento del Topino, il metanodotto prosegue la percorrenza della piana alluvionale, nella quale sono previsti altri due attraversamenti del corso d'acqua fino al raggiungimento ed all'attraversamento della Strada Statale n. 3, da effettuarsi mediante trivellazione spingitubo.

Il secondo attraversamento del Fiume Topino avverrà mediante tecnologia trenchless (microtunnel) compreso tra le progressive chilometriche 18+890 e 19+175, mentre il terzo avverrà con scavo a cielo aperto.

Dalla progressiva chilometrica 19+660 e fino alla progressiva chilometrica 21+700, la morfologia del territorio attraversato subisce dapprima un leggero incremento di pendenza dovuto alla presenza dei terrazzi fluviali in sinistra idrografica del Topino, costituiti da depositi alluvionali tendenzialmente sabbioso-ghiaiosi e successivamente un notevole aumento lungo la risalita del colle San Sebastiano.

Il tracciato verrà posato mediante scavo a cielo aperto fino in prossimità dell'impluvio del Fosso Treggiano, la cui natura litologica è rappresentata da torbiditi pelitico-arenacee con frequenti calcareniti e da una coltre eluvio-colluviale con depositi di versante. Dalla progressiva chilometrica 20+330 e fino alla progressiva chilometrica 21+680 circa si prevede la realizzazione di un microtunnel sia per la ristrettezza dell'area e sia per minimizzare l'impatto in una zona ad elevato pregio ambientale. L'uscita del microtunnel avviene alla base di un versante che si presenta ondulato, abbastanza acclive e con pietrosità. La litologia evidenzia una coltre eluvio-colluviale tendenzialmente composta da elementi fini e depositi di versante provenienti da monte.

Superato il Colle di San Sebastiano, dalla progressiva chilometrica 21+700 fino alla progressiva 33+000 il tracciato procede in direzione SE nella piana di Foligno caratterizzata da depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi. In questo tratto il tracciato attraversa in sequenza il Torrente Chiona, la Strada Statale n. 75 e la F.S. Terontola-Foligno; dopodiché, aggirata la zona industriale di Foligno in prossimità del chilometro 25+000, si prosegue la percorrenza nella piana di Foligno, attraversando in sequenza, nuovamente il Torrente Chiona, la Strada Statale n. 316, di nuovo il Fiume Topino (trivellazione con spingitubo), il Torrente Teverone (canale rivestito in cls), il Fiume Clitunno ed il Torrente Timia (canale rivestito in cls); questi ultimi tre attraversamenti saranno effettuati mediante la tecnologia trenchless (Trivellazione Orizzontale Controllata) per una lunghezza complessiva di circa 295.0 metri, per poi proseguire nell'ampio fondovalle formato dal Fosso Malcompare costituito da argille ed argille sabbiose grigio-giallastre passanti gradualmente verso l'alto a sabbie giallo-ocracee, nel territorio comunale di Bevagna. La percorrenza del fosso prosegue fino al raggiungimento dei primi rilievi collinari dell'area di Montefalco. In particolare, dalla progressiva chilometrica 33+965 e fino alla progressiva 35+765 (località Casale) si incontrano i rilievi collinari di Montefalco, particolarmente instabili dal punto di vista geomorfologico e pertanto si è previsto di oltrepassarli mediante

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 11 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004



tecnologia trenchless. Si procederà con scavo a cielo aperto fino alla base del rilievo che si presenta abbastanza acclive per poi realizzare il primo di due microtunnel in successione, avente una lunghezza di circa 1210.0 metri. Il secondo microtunnel, più corto rispetto al primo, avrà una lunghezza di 565.0 metri circa. La litologia mostra ghiaie e conglomerati in facies fluviale e di conoide caratterizzati da clasti carbonatici. Condizioni analoghe si riscontrano nella realizzazione del secondo microtunnel, più corto rispetto al precedente, con uscita in prossimità del Fosso Satriano. Dall'uscita del secondo microtunnel, il tracciato risale il versante verso la Strada Vicinale Casale.

Dalla progressiva chilometrica 36+300 e fino al chilometro 41+715, il tracciato attraversa superfici terrazzate e blandi rilievi che non presentano particolari criticità geomorfologiche, in cui si ha un'alternanza litologica tra argille ed argille sabbiose grigio-giallastre passanti verso l'alto gradualmente a sabbie giallo-ocracee e limi argillosi debolmente sabbiosi di colore marrone con clasti e concrezioni calcaree. Tra gli attraversamenti intercettati, oltre ad una serie di strade vicinali, vi è il Torrente Attone e tale situazione si riscontra fino all'attraversamento del Torrente Puglia nel quale si rivengono depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi. Qui, si riscontra un'erosione accentuata del corso d'acqua con la messa a giorno delle opere di sistemazione spondale (palizzate).

Oltrepassato l'alveo del Torrente Puglia, il tracciato del metanodotto prosegue la risalita verso il Monte Martano con un netto cambio litologico, con la presenza di contatti tettonici, determinato dal materiale roccioso proveniente dalla disgregazione in atto sulle pendici del versante. Qui, i versanti si presentano maggiormente ondulati e con rocciosità diffusa che talvolta mostra fenomeni di scivolamento. In particolare, si evidenziano dapprima ghiaie e conglomerati fluvio-lacustri a matrice per lo più sabbiosa e successivamente, man mano che si risale il versante, una coltre eluvio-colluviale con clasti di varie dimensioni e depositi di versante. Ciò è riscontrabile fino all'ubicazione dell'impianto PIDI n. 8 in progetto.

Dalla progressiva chilometrica 42+350 circa e fino al chilometro 50+890, il tracciato in progetto prevede il passaggio sulle pendici del Monte Martano, il quale con i suoi 1077.0 m.s.l.m., rappresenta il punto più elevato interessato dall'opera.

Nel tratto iniziale di risalita verso la cima del Monte Martano, da Casa Pian delle Noci (Località Seggiano) fino a Monte Cucco, alla progressiva chilometrica 45+000 circa, il metanodotto in progetto percorre un tratto in cresta, in alcuni tratti particolarmente ristretto, caratterizzato da un'alternanza di calcari marnosi a frattura scheggiata e marne calcaree sottilmente stratificate in contatto tettonico tra di loro mediante un sistema di faglie dirette. Nei tratti nei quali il substrato è caratterizzato dalla presenza di marne calcaree, si hanno le maggiori criticità geomorfologiche. In questi tratti (in prossimità delle progressive chilometriche 42+450 e 45+130) la percorrenza del tracciato interferisce con aree ad erosione attiva; qui, il fenomeno è particolarmente accentuato nei tratti privi o scarsi di copertura vegetale e su quei terreni già disgregati da processi di degradazione meteorica. Si notano fenomeni di dilavamento dovuti all'azione delle acque meteoriche, le quali scorrono lungo la superficie favorite dalla

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 12 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

pendenza dei versanti. Tale fenomeno ha provocato sulla superficie del terreno l'asportazione ed il trasporto delle particelle solide e la formazione di incisioni.



Alla progressiva chilometrica 44+750 circa, il tracciato del metanodotto abbandona il parallelismo con quello esistente dirigendosi verso la cima del Monte Cucco lungo la linea di massima pendenza per circa 200.0 metri per poi ridiscendere, prima di giungere in cima, lungo un impluvio verso la strada bianca e proseguire nuovamente in stretto parallelismo con il metanodotto esistente. Appena ripreso il parallelismo e subito dopo il raggiungimento di un impluvio, tale fenomeno si ripresenta in modo abbastanza accentuato.

Proseguendo il crinale verso la vetta di Monte Martano si evidenzia la presenza di calcari micritici alternati ad interstrati pelitici molto sottili sovrascorsi sui calcari marnosi. Lo scollinamento avviene in corrispondenza del km 47+550 per poi dirigersi in direzione di un insediamento militare ed un'antenna di ricezione; da qui inizia la discesa lungo il versante, in cui gli spazi, ad eccezione del primo tratto, aumentano leggermente rispetto al tratto in risalita, caratterizzato da diversi litotipi, quali calcari micritici, marne e calcari marnosi, calcari silicei e calcari massivi spesso in contatto tettonico tra di essi mediante sistemi di faglie dirette.

In prossimità della progressiva chilometrica 48+415, a causa della riduzione dello spazio areale per poter ubicare in cresta la condotta in progetto, si lascia il parallelismo con il metanodotto esistente, discende lungo il versante per circa 200.0 metri in direzione della sottostante strada bianca, percorre la base del versante in parallelismo alla strada bianca fino al chilometro 49+200. Successivamente prosegue la discesa lungo il versante, attraversa per due volte la strada bianca e riprende la percorrenza alla base del versante sempre in parallelismo alla strada bianca fino alla progressiva chilometrica 49+795, in prossimità di un incrocio stradale, per poi rimettersi in stretto parallelismo con la condotta esistente.

Proseguendo la discesa, in prossimità della chilometrica 50+890, si giunge in località Colle nel Comune di Massa Martana, dove si evidenzia un contatto tettonico (faglia diretta) tra i calcari silicei del versante e i detriti di falda dell'area ubicata ai piedi del versante e quest'ultimi si trovano a loro volta in contatto tettonico (faglia diretta) con i depositi di conoide alluvionale provenienti da tutta una serie di torrenti e fossi altamente incisi che si diramano procedendo da monte verso valle.

Dalla progressiva chilometrica 50+890 e fino al chilometro 59+215, il tracciato percorre rilievi collinari aventi leggere ondulazioni e solchi di ruscellamento superficiali e piccoli impluvi solcati da torrenti di modesta portata. In questo tratto si propende per la realizzazione del metanodotto con scavo a cielo aperto con realizzazione di opere di drenaggio lungo le percorrenze dei versanti a maggiore criticità geomorfologica. Le litologie intercettate sono prevalentemente depositi di conoide alluvionale, principalmente riscontrabili in prossimità degli impluvi solcati dai corsi d'acqua, ed una coltre eluvio-colluviale avente clasti di varie dimensioni e depositi di versante. In prossimità della località Colpetrazzo iniziano ad affiorare i primi depositi carbonatici e travertinosi riscontrabili fino al tratto che costeggia la strada comunale località

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 13 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004



Campetelle e ridiscende verso la Strada Provinciale n. 416, iniziando la percorrenza nel fondovalle del Torrente Naia caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi. Il tratto di fondovalle viene successivamente abbandonato a causa della presenza di alcuni insediamenti abitativi presenti in località Molinaccio, nel comune di Massa Martana, interessando un ripido versante boscato, il quale viene superato mediante la realizzazione di una trenchless (microtunnel avente lunghezza di circa 330 metri compreso tra le progressive chilometriche 59+215 e 59+545) con ingresso a valle del primo attraversamento della Strada Provinciale n. 416 ed uscita a monte del secondo attraversamento della stessa strada provinciale.

Dall'uscita della trenchless, dopo aver superato un piccolo rilievo boscato con scavo a cielo aperto, la condotta in progetto percorre un corridoio costituito da terrazzamenti boscati parallelamente alla strada comunale della Romita, per poi risalire un altro tratto ripido boscato nella parte iniziale e con leggere ondulazioni ed accentuata rocciosità nella parte terminale fino all'attraversamento della strada bianca di Santa Lucia. Da questo punto inizia la discesa, nuovamente, verso il fondovalle del Torrente Naia, interessando tutta una serie di superfici terrazzate ubicate ad est del raccordo autostradale E45 "Orte-Todi-Perugia", fino all'incirca al chilometro 64+580 dove avviene l'attraversamento della superstrada. Le superfici terrazzate mostrano un andamento tendenzialmente sub-pianeggiante con leggere ondulazioni, le quali formano piccole scarpatine morfologiche ed una leggera erosione superficiale dovuta ai fenomeni di ruscellamento delle acque meteoriche. Nel tratto compreso tra la strada di Collepulcino e la Strada Statale n. 418, le superfici terrazzate si riducono sensibilmente in areale, in quanto i rilievi calcarei massivi ubicati a monte si spingono molto più a valle rispetto alle zone attraversate in precedenza dal tracciato, determinando un'area in cui le pendenze risultano più accentuate, con conseguente aumento del fenomeno di ruscellamento superficiale delle acque meteoriche ed evidenti ondulazioni e depressioni topografiche che rendono l'area soggetta a frequenti fenomeni di instabilità. Le litologie che si riscontrano mostrano la presenza di detriti di falda a granulometria variabile provenienti dalla disgregazione dei calcari presenti lungo i versanti ubicati a monte, mentre negli impluvi si formano depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi.

La medesima situazione geomorfologica è stata riscontrata anche successivamente in prossimità di altri due impluvi in località Piedimonte del Comune di Acquasparta, prima dell'attraversamento del raccordo autostradale, necessario a causa dell'elevata urbanizzazione riscontrata in località La Fornace.

Il cambio litologico tra l'ammasso roccioso dei rilievi ed i materiali più fini riscontrati nel fondovalle è messo in evidenza dalla presenza di un contatto tettonico, rappresentato nella cartografia ufficiale come faglia diretta.

Dalla progressiva chilometrica 64+580 fino al chilometro 69+000 circa, si è cercato di mantenere per quanto più possibile il tracciato nell'area di fondovalle. Dopo aver attraversato in sequenza il raccordo autostradale E45, la Strada Provinciale n. 113, il Fosso di Portaria e la F.S. Orte-Todi-Perugia, il tracciato devia al fine di evitare l'interferenza con un tratto di circa 600.0 metri con presenza di un'area boscata che

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 14 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004



mostra instabilità. Si è deciso di posizionare la condotta nel fondovalle di un fosso che mostra una superficie sub-pianeggiante senza alcuna criticità geomorfologica e successivamente realizzare una trenchless di circa 695.0 metri lineari appena a valle del corso d'acqua. Tale trenchless è finalizzata sia al superamento di un versante irregolare con solchi di erosione evidenti e sia a minimizzare l'impatto su insediamenti abitativi e produttivi. L'uscita della trenchless è prevista lungo una superficie incolta leggermente ondulata ubicata ai piedi di un tratto boscato, in prossimità della stazione di Montecastrilli.

Le litologie mostrano sempre la presenza di depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi ed una coltre eluvio-colluviale con clasti di varie dimensioni. Dalla consultazione della Carta Geologica della Regione Umbria è emersa la presenza di depositi carbonatici travertinosi in prossimità della realizzazione della trenchless; tale presenza verrà meglio investigata con la realizzazione di una campagna geognostica finalizzata alla determinazione litologica puntuale.

Proseguendo sempre in direzione sud lungo il fondovalle, parallelamente alla F.S. Orte-Terni-Perugia, la condotta giunge in località Fattoria Casa Nuova. Qui il tracciato inizia la risalita del versante dapprima a cielo aperto e, successivamente, mediante l'esecuzione di una trenchless (microtunnel avente lunghezza di circa 1215.0 metri) necessaria per superare un versante interessato da fenomeni franosi attivi. Tra l'altro, il corridoio individuato si rende necessario sia per evitare interferenze con aree geomorfologicamente instabili da attraversare a cielo aperto e sia per evitare zone urbanizzate nei pressi di San Gemini.

Nel tratto in risalita del versante, prima dell'ingresso del microtunnel, si ha un netto cambio litologico rispetto ai terreni fin qui intercettati. Si tratta di un versante con graduale aumento della pendenza caratterizzato da una componente prevalentemente argillosa. La trenchless prevista avrà origine in prossimità dell'attraversamento della Strada Provinciale n. 41 ed uscita in prossimità della confluenza tra il Fosso Bianco ed il Fosso Campacci su un'area ondulata con erosione superficiale diffusa a media acclività.

Dall'uscita del microtunnel (progressiva chilometrica 71+620) e fino al chilometro 82+600 circa, il metanodotto in progetto inizia la percorrenza nella valle del Torrente Caldaro. Dal punto di vista geomorfologico il fondovalle, nella parte iniziale fino alla progressiva chilometrica 76+600 coincidente con l'area adibita alla realizzazione di un impianto con stacco al comune di San Gemini, si presenta particolarmente stretto con alveo a tratti meandriforme ma tendenzialmente deposizionale piuttosto che erosivo, anche se in alcuni tratti quest'ultimi fenomeni prevalgono sui primi. I versanti ubicati sia in destra che in sinistra idrografica si presentano, in alcuni tratti, fortemente ondulati e con erosione superficiale diffusa soprattutto nella parte medio-alta del versante, con tendenza a formare delle piccole superfici terrazzate alla base. I versanti intercettati in questo primo tratto sia in destra che in sinistra idrografica presentano fenomeni di instabilità strettamente legati alla morfologia ed alla litologia. Generalmente, si tratta di versanti ad elevata acclività, maggiormente accentuata nella parte più a monte, e litologicamente caratterizzati dalla presenza di argille ed argille siltose a volte alternati

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 15 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

a strati sabbiosi, i quali possono dar luogo, nei tratti più ristretti alla base dei versanti interessati da tagli artificiali, in fase di apertura pista o scavo della trincea per posa tubazione, a dinamiche di versante abbastanza accentuate. Per questo motivo e per evitare di attraversare più volte l'alveo del Torrente Caldaro, si è optato di realizzare una serie di trivellazioni mediante tecnologia trenchless. In particolare, sono previste n. 3 trivellazioni orizzontali controllate aventi lunghezze rispettivamente di 1130.0, 530.0 e 300.0 metri lineari.



L'area di realizzazione dell'impianto con stacco dell'allacciamento al Comune di San Gemini si presenta con leggera acclività e rocciosità e con la presenza di leggeri solchi di ruscellamento favoriti dal contesto litologico caratterizzato dalla presenza di argille ed argille siltose.

Dalla progressiva chilometrica 76+600 e fino al chilometro 82+600, il fondovalle del Torrente Caldaro diventa sempre più ampio attraversando depositi alluvionali terrazzati tendenzialmente sabbioso-ghiaiosi della Pian di Rota, senza alcuna evidenza geomorfologica di rilievo. In prossimità della progressiva chilometrica 80+120 avviene l'attraversamento della Strada Statale n. 3 ter, in località Ponte Caldaro e, successivamente, del Torrente Caldaro, il quale presenta alveo inciso ed abbastanza profondo in roccia, del raccordo autostradale E45 "Orte-Todi-Perugia", della F.S. "Orte-Terni", prima di immettersi nella piana alluvionale del Fiume Nera, in ambito territoriale del Comune di Narni.

Da questo punto e fino alla progressiva chilometrica 85+680, coincidente con l'attraversamento in cls del Canale Recentino e la risalita verso il Nodo di Narni, si intercetta un'area sub-pianeggiante nella quale predominano i depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi, del Fiume Nera. Nel tratto suddetto si attraversa, in sequenza, il Torrente Caldaro, la Strada Provinciale n. 24, il Fiume Nera, la Strada Statale n. 3 ed il Canale Recentino. L'attraversamento del Fiume Nera riguarda un tratto di alveo lineare e profondo, con scarsa erosione e sponde naturali poco elevate. Esso avverrà mediante la realizzazione di una trenchless (microtunnel avente una lunghezza di 360.0 metri lineari) compresa tra la progressiva chilometrica 83+125 e 83+485.

Oltrepassato l'attraversamento in cls del Canale Recentino si ha un salto morfologico caratterizzato da un versante a componente argillosa che presenta ondulazioni ed avvallamenti con solchi di erosione diffusi, dove è stata realizzata un'ottimizzazione mediante la realizzazione di una trenchless (T.O.C.) avente lunghezza di circa 430.0 metri (tra la progressive chilometriche 85+470 e 85+900), la quale permetterà di attraversare sia il canale in cls e sia il versante ubicato in destra idrografica, prima di raggiungere il pianoro sul quale è ubicata l'area del Nodo di Narni.

Dall'uscita dell'area di impianto di Narni, il tracciato in progetto percorre dapprima un tratto sub-pianeggiante fino all'attraversamento della Strada Comunale dei Cerri caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati tendenzialmente sabbioso-ghiaiosi, per poi ridiscendere i rilievi collinari argillosi verso l'area S.I.C. e Z.P.S. del Lago artificiale formato dal Torrente Aia. L'attraversamento del Torrente Aia e della Strada Provinciale

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 16 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

n. 64 avviene mediante tecnologia T.O.C. per una lunghezza di circa 285.0 metri lineari, dove si hanno evidenze litologiche di depositi alluvionali terrazzati sabbioso-argillosi.

Dalla progressiva chilometrica 88+100 e fino al chilometro 91+350, la condotta dapprima risale un impluvio rappresentato dal Fosso dell'Acqua caratterizzato da argille ed argille siltose con sabbie, lasciando il parallelismo con la condotta esistente al fine di evitare un'area in frana e, successivamente, oltrepassa un rilievo boscato costituito da rocce calcaree massive in località "i Cappuccini" fino a raggiungere l'attraversamento della Strada Provinciale n. 20, in prossimità della quale è cartografato un contatto tettonico definito come faglia diretta. Oltrepassato l'attraversamento della Strada Provinciale n. 20 e di un Acquedotto Romano, si risale un versante fittamente boscato fino al raggiungimento del punto più elevato in località Costa Romana. Qui, la litologia è caratterizzata sempre da rocce calcaree che però si presentano maggiormente fratturate e mal stratificate rispetto al tratto precedente; nelle depressioni presenti sul versante si ha un accumulo di materiale detritico a granulometria variabile.

In cresta i calcari massivi sovrascorrono sui calcari micritici ed, inoltre, si evidenzia un contatto tettonico (faglia diretta) tra i calcari massivi ed i calcari marnosi sottilmente stratificati.



In prossimità della progressiva chilometrica 91+100 circa si intercetta una colata di detrito quiescente.

Dalla progressiva chilometrica 91+350 inizia la discesa lungo il versante verso una piccola piana alluvionale, incisa dal Fosso di Costa Romana. Il tracciato percorre questa piccola piana in direzione SO attraversando dapprima la Strada Provinciale n. 72 e successivamente il Fosso di Costa Romana, fino alla percorrenza in parallelo per un tratto della Strada Statale n. 3 dove è prevista la realizzazione di un impianto (progressiva chilometrica 92+750). Qui le litologie sono caratterizzate da una coltre eluvio-colluviale con presenza di rocciosità derivante dalla disgregazione e dall'accumulo delle rocce calcaree dei rilievi circostanti. A questo punto, la condotta, al fine di aggirare il Colle Sgatrielli ed alcune unità abitative in località Fondi di S. Antonio, prosegue la percorrenza in parallelismo con la Strada Statale n. 3 dove è prevista la realizzazione di una trenchless (microtunnel avente lunghezza pari a 135.0 metri lineari).

La litologia interessata dal microtunnel mostra la presenza di materiale scadente costituito da detriti di falda a granulometria variabile.

Dall'uscita della trenchless (progressiva chilometrica 93+185), la condotta prosegue la percorrenza in un tratto sub-pianeggiante, in parte boscato ed in parte adibito ad uliveto, a valle della Strada Statale n. 3 prima di risalire il versante verso Colle San Marco, dove è presente un campo di pannelli solari; si percorre il versante calcareo acclive e fittamente boscato fino a giungere in prossimità di un impianto esistente in località Fongalle, al chilometro 95+300 circa, dove è prevista la realizzazione di un nuovo impianto. Qui, la litologia subisce un netto cambiamento, in corrispondenza di un contatto tettonico, passante dalle rocce calcaree ai depositi marini costituiti da



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 17 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

un’alternanza di sabbie, sabbie limose, travertini, arenarie, limi ed argille. Da qui, il tracciato discende lungo una serie di superfici terrazzate e, per aggirare l’abitato di Schifanoia, attraversa un tratto boscato. Le superfici terrazzate, in contatto tettonico, presentano calcari micritici e calcari marnosi alternati a marne con depositi ghiaiosi e limoso-argillosi, presentano lievi fenomeni di ruscellamento superficiale del materiale fine poggiate sul substrato roccioso e la presenza di un’area instabile limitrofa al passaggio della condotta in progetto. L’uscita dal tratto boscato coincide con una superficie sub-pianeggiante adibita ad uliveto e con il successivo attraversamento della Strada Comunale Moricone. Il tratto oltre la strada comunale risale un versante ondulato con pendenza abbastanza elevata che, tuttavia, allo stato attuale non presenta fenomeni di ruscellamento. Da questo tratto in poi, inizia la discesa verso la vallata incisa dal Fosso di Schifanoia.



Alla progressiva chilometrica 96+350 circa è prevista l’uscita dal tratto boscato ed è stata ottimizzata la percorrenza lungo la strada bianca anziché percorrere la scarpata a monte e poi il versante a valle che si presenta ondulato a mezzacosta. La percorrenza lungo la strada bianca implica la realizzazione di una paratia di pali a protezione della condotta e della stessa strada lungo tutto il tratto sotto strada.

La discesa verso il Fosso di Schifanoia è caratterizzata dalla presenza di versanti ondulati ed irregolari, talvolta con segni di dissesto, che potrebbero dar luogo all’attivazione di fenomeni franosi. Sono presenti lungo un versante degli estensimetri finalizzati alla determinazione delle deformazioni dimensionali che il terreno può subire se sottoposto a sollecitazioni. Pertanto, il tracciato in progetto è stato ottimizzato lungo la discesa verso il sottostante fosso interessando le aree geomorfologicamente più stabili. I versanti interessati dal passaggio della condotta sono caratterizzati da un’alternanza di sabbie, sabbie fini, limi argillosi ed argille prive di strutture che favoriscono l’instaurarsi di fenomeni di instabilità morfologica.

Il tratto con scavo a cielo aperto proseguirà lungo il versante in sinistra senso gas, in parallelismo alla strada bianca, fino al raggiungimento di un’area relativamente sub-pianeggiante (progressiva chilometrica 97+785) sulla quale è previsto l’ingresso della trenchless (microtunnel) per una lunghezza di circa 245.0 metri lineari, finalizzata al superamento del Fosso di Schifanoia.

Il superamento del predetto fosso mediante tecnologia trenchless è necessario poiché il tratto di fondovalle si presenta ristretto e già occupato dal metanodotto esistente (il quale, peraltro, sarà dismesso) ed i versanti ubicati sia in destra sia in sinistra idrografica presentano fenomeni di instabilità con evidenti ondulazioni ed erosione diffusa, cartografati anche dall’Autorità di Bacino. Inoltre, la morfologia degli stessi non evidenzia alcuna superficie terrazzata e geomorfologicamente più stabile sulla quale inserire il tracciato in progetto. La litologia mostra la presenza di depositi alluvionali con clasti anche di notevole dimensione.

All’uscita della trenchless, si ha dapprima un allargamento areale caratterizzato da una superficie sub-pianeggiante da percorrersi con scavo a cielo aperto, fino al raggiungimento del Fosso di Primalaia, il quale si restringe man mano che si prosegue

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 18 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

con la percorrenza fino ad incidere notevolmente i versanti ubicati a monte ed a valle. Qui è stata individuata un’ottimizzazione del tracciato poiché la risalta a mezzacosta verso il Podere Sant’Angelo, progressiva chilometrica 98+915 circa, è interessata da fenomeni franosi che possono rappresentare una forte criticità per la stabilità dei versanti. Tutto ciò è testimoniato dalla presenza di una serie di inclinometri posizionati lungo il versante, le cui letture hanno misurato, in alcuni tratti, spostamenti consistenti fino ad 11,5 millimetri nella porzione superficiale. Per questo motivo si è deciso di realizzare una trenchless (microtunnel) che attraversa il versante al piede, in parallelo al Fosso di Primalaia. Le litologie sono tipici depositi alluvionali sabbioso-argilloso.

Dall’uscita della trenchless (progressiva chilometrica 99+865) e fino al chilometro 103+600, in località Crepafico del Comune di Otricoli, la condotta percorre un tratto di fondovalle determinato dal corso d’acqua del Torrente l’Aia.



Anche in questo caso, dal punto di vista geomorfologico, il fondovalle si presenta particolarmente stretto caratterizzato da depositi alluvionali. I versanti ubicati sia in destra che in sinistra idrografica si presentano, in alcuni tratti, fortemente ondulati e con erosione superficiale diffusa soprattutto nella parte medio-alta del versante, con tendenza a formare delle piccole superfici terrazzate alla base. Per questo motivo si è deciso di posizionare la condotta il più possibile vicino al corso d’acqua, lungo le superfici terrazzate, individuando, così, la condizione morfologicamente più idonea.

Dal fondovalle in località Crepafico (progressiva chilometrica 103+600 circa), la condotta risale il versante dirigendosi verso località Lunelli (area potenzialmente archeologica). Il versante si presenta instabile, ad elevata acclività, ondulato e con erosione superficiale diffusa. Pertanto, è stato deciso di realizzare la risalita mediante la realizzazione di una trivellazione orizzontale controllata avente lunghezza pari a 455.0 metri, compresa tra le progressive chilometriche 103+660 e 104+115. Dalla cartografia ufficiale il versante presenta un’alternanza di sabbie, sabbie fini, limi sabbiosi ed argille.

Giunto in cresta, il tracciato in progetto prosegue il suo percorso quasi parallelamente alla strada bianca fino alla progressiva chilometrica 104+500 circa, in località San Vincenzo, per poi ridiscendere rapidamente nella piana alluvionale del Fiume Tevere. In cresta avviene un netto cambio litologico con prevalenza di depositi piroclastici costituenti una copertura rigida e dalla morfologia tipicamente tabulare poggianti su depositi plio-pleistocenici molto più teneri e facilmente erodibili. Questo tratto verrà attraversato mediante tecnologia trenchless, in quanto, come detto, si tratta di un’area potenzialmente archeologica. Si prevede la realizzazione di un microtunnel avente una lunghezza di circa 400.0 metri lineari compreso tra le progressive chilometriche 104+515 e 104+915.

Il tratto discendente verso la pianura alluvionale del Fiume Tevere rappresenta anche il limite amministrativo che separa l’Umbria dal Lazio.

Nel tratto laziale il tracciato attraversa la Strada Statale n. 3, l’Autostrada A1 ed una strada comunale sempre mediante trivellazione con tecnologia trenchless (microtunnel avente anch’esso lunghezza pari a 400.0 metri) e, successivamente, il Fiume Tevere

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 19 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

mediante Trivellazione Orizzontale Controllata per una lunghezza di circa 340.0 metri lineari (progressive chilometriche comprese tra 105+725 e 106+065). Sempre nella piana alluvionale del Fiume Tevere, il metanodotto in progetto attraversa il canale in cls che alimenta la Centrale ENEL di Ponte Felice alla chilometrica 107+300; l'attraversamento verrà realizzato mediante la realizzazione di un microtunnel avente lunghezza di circa 320.0 metri lineari.

Attraversata la F.S. "Firenze-Roma" e la Strada Statale n. 315 mediante un'unica trivellazione spingitubo lunga circa 80.0-100.0 metri lineari, la condotta prosegue all'interno della zona industriale di Gallese e, percorrendo l'unico corridoio possibile, giunge in prossimità di un versante che conduce ai piedi del pianoro sul quale è ubicata la Centrale di Compressione di Gallese, punto di arrivo del metanodotto in progetto. Il versante sarà attraversato mediante la realizzazione di un microtunnel avente lunghezza lineare di 305.0 metri, compreso tra le progressive chilometriche 108+935 e 109+240.

La risalita verso il pianoro sul quale è posizionata la Centrale è caratterizzata dalla presenza di un versante molto ripido e boscato e verrà realizzata mediante scavo a cielo aperto, in parallelo al metanodotto esistente. In alternativa è da valutare la possibilità di realizzare un tratto di circa 70.0 metri lineari mediante trivellazione spingitubo, al fine di superare una scarpata rocciosa presente nella parte medio-alta del versante. L'ingresso della condotta all'interno dell'impianto è previsto sul pianoro lungo il lato nord.

### **Allacciamenti principali**

La linea principale in progetto ha una lunghezza complessiva di circa 109+740 chilometri, mentre sono previsti ulteriori 13.0 chilometri circa di rifacimenti e ricollegamenti al metanodotto "Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese".



Di seguito vengono descritte le principali caratteristiche geomorfologiche dei tracciati relativi agli Allacciamenti in progetto.

#### **"Derivazione per Foligno DN 100 (4”), DP 75 bar”**

In corrispondenza della progressiva chilometrica 19+400 si stacca la "Derivazione per Foligno DN 100 (4”), DP 75 bar" per una lunghezza di circa 1735.0 metri ed il "Rifacimento Allacciamento al Comune di Foligno 2 Pr. DN 150 (6”), DP 75 bar" per una lunghezza di circa 340.0 metri lineari. Si tratta di un'area sub-pianeggiante caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi e da materiale di riporto di origine antropica.

#### **"Rifacimento All. Comune di Bevagna DN 100 (4”), DP 75 bar”**

In prossimità della progressiva chilometrica 30+400 circa si avrà lo stacco e relativo "Rifacimento Allacciamento Comune di Bevagna DN 100 (4”), DP 75 bar" per una lunghezza di 1455.0 metri ed il "Rifacimento Allacciamento Fornace Briziarelli DN 100

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 20 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

(4”), DP 75 bar” per una lunghezza di circa 10 metri. Si tratta di un’area sub-pianeggiante caratterizzata da depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi.

“Rifacimento All. Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar”

In prossimità della chilometrica 35+820 circa si ha lo stacco e relativo “Rifacimento Allacciamento Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar” per una lunghezza di 1240.0 metri. Il tracciato, subito dopo l’uscita dall’impianto, percorre in parallelismo una strada bianca adiacente al Fosso Satriano, per poi risalire il versante. In questo tratto è stata compiuta una leggera ottimizzazione in quanto il tracciato di base era posizionato in corrispondenza di una stradina in ghiaia che presenta ai margini una leggera scarpata. Il tracciato ottimizzato è stato collocato al di là della scarpata evitando anche di interessare la vegetazione presente. Il tratto in risalita si presenta abbastanza ondulato e con diffusi solchi di ruscellamento superficiale.



Oltrepassato il versante, il tracciato prosegue in parallelismo con la strada comunale ed eseguirà una serie di attraversamenti fino a raggiungere la Strada Provinciale n. 445 e di conseguenza l’impianto esistente. La litologia mostra ghiaie e conglomerati in facies fluviale e di conoide caratterizzati da clasti carbonatici.

“Rifacimento All. dell’acqua minerale Sangemini DN 100 (4”), DP 75 bar”

In prossimità della progressiva chilometrica 69+400 è previsto il “Rifacimento Allacciamento dell’acqua minerale Sangemini DN 100 (4”), DP 75 bar” per una lunghezza di 1910.0 metri. Dallo stacco, in corrispondenza del P.I.D.I. n.13, il tracciato in progetto percorre una superficie sub-pianeggiante, attraversa la F.S. “Terni-Perugia”, prosegue parallelamente alla Strada Statale n. 3 bis “Raccordo Autostradale E45” ai piedi di un versante argilloso ondulato ed abbastanza acclive con fenomeni di instabilità e successivamente attraversa in modalità trenchless un tratto boscato. Dall’uscita della trenchless, il tracciato prosegue lungo una superficie sub-pianeggiante fino a giungere all’impianto (PIDI/PIDA). Dall’impianto terminale dell’All. dell’acqua minerale Sangemini, si staccherà il “Rifacimento Allacciamento Aziende vetrarie Industriali DN 100 (4”), DP 75 bar” per una lunghezza pari a circa 600.0 metri. Quest’ultimo, si posizionerà tra la Strada Statale n. 3 bis ed il fosso limitrofo all’area industriale; le litologie mostrano la presenza di una coltre eluvio-colluviale con clasti di varie dimensioni.

“Rifacimento All. Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar”

In prossimità della chilometrica 76+600 circa, dal metanodotto principale si stacca il “Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar” per una lunghezza di 1930.0 metri. Lo stacco avviene da un PIDS in progetto posizionato su una superficie avente leggera acclività e la presenza di lievi solchi di ruscellamento favoriti dal contesto litologico caratterizzato dalla presenza di argille ed argille siltose. Il metanodotto percorre un tratto iniziale compreso tra la strada bianca comunale ed il Fosso Misciano; attraversata la strada prosegue risalendo ai piedi di un versante, in parallelismo al fosso e dopo circa 700.0 metri intercetta un’area perimetrata dall’Autorità di Bacino come frana per scivolamento quiescente a pericolosità P3.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 21 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

Anche il tratto compreso tra l'allacciamento alla cabina utente e l'impianto P.I.D.A. è posizionato su un'area che presenta lievi fenomeni di instabilità.

Da sottolineare che non si rilevano alternative di tracciato percorribili e gli approfondimenti geologici saranno finalizzati all'inserimento di eventuali opere di sistemazione e sostegno del versante.

“Ricollegamento All. Centrale Cog. Edison Term. DN 400 (16”), DP 75 bar”

In prossimità della chilometrica 85+200 circa avviene lo stacco riguardante il “Ricollegamento Allacciamento Centrale Cog. Edison Term. DN 400 (16”), DP 75 bar” di lunghezza 1755.0 metri circa. Il tracciato si sviluppa su una superficie sub-pianeggiante caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali terrazzati tendenzialmente sabbioso-ghiaiosi del Fiume Nera, la quale non presenta alcuna criticità morfologica.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 22 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

### 3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA



#### 3.1 Sondaggi meccanici

La finalità delle indagini in sito è stata quella di ricostruire più dettagliatamente le principali caratteristiche e i lineamenti del sottosuolo, con particolare riferimento alla natura litologica e stratigrafica delle aree interessate dal passaggio della condotta in progetto.

Per quanto riguarda il lotto 1 sono stati realizzati n. 36 sondaggi a carotaggio continuo suddivisi in:



- N. 1 sondaggio spinto fino alla profondità di 60.00 metri dal piano campagna;
- N. 1 sondaggio spinto fino alla profondità di 30.00 metri dal piano campagna;
- N. 12 sondaggi spinti fino alla profondità di 20.00 metri dal piano campagna;
- N. 3 sondaggi spinti fino alla profondità di 15.00 metri dal piano campagna;
- N. 4 sondaggi spinti fino alla profondità di 10.00 metri dal piano campagna;
- N. 15 sondaggi spinti fino alla profondità di 5.00 metri dal piano campagna.

Per quanto riguarda il lotto 2, invece, sono stati eseguiti n. 57 sondaggi verticali, a carotaggio continuo spinti fino a profondità comprese tra 5.00 metri e 60.00 metri dal piano campagna.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 23 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004



Numero sondaggio	Profondità sondaggio (m)	N° SPT	N° Campioni Indisturbati	N° Campioni rimaneggiati	Finalità
S1	10.00	5	---	5	PIDI 1 Archeologia
S1bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S1ter	5.00	---	---	---	Archeologia
SM1	20.00	5	2	5	Fattibilità Trenchless
SM1A	5.00	---	---	---	Archeologia
SM2	20.00	2	---	2	Fattibilità Trenchless
SM2A	5.00	---	---	---	Archeologia
S2	20.00	5	---	5	Fattibilità Trenchless Archeologia
S2bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S2ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S3	20.00	6	---	6	Fattibilità Trenchless
S4	10.00	4	1	4	Attraversamento ferrovia e PIL 3
ST1	20.00	5	---	5	Attraversamento fluviale
ST2A	20.00	5	---	5	Fattibilità trenchless
ST2B	20.00	5	---	5	Fattibilità trenchless
S5	15.00	5	2	5	Fattibilità Trenchless Probabile
S5A	5.00	---	---	---	Archeologia
S5A bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S5A ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S6	10.50	2	3	2	Fattibilità Trenchless
S9	10.00	4	1	4	Attraversamento ferrovia
ST4	20.00	1	3	---	Attraversamento fluviale
S10	20.00	4	1	4	Fattibilità Trenchless
S10A	5.00	---	---	---	Archeologia
S10A bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S10A ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S11	20.00	---	2	5	Fattibilità Trenchless
S12	60.00	---	2	5	Fattibilità Trenchless
S13	20.00	5	5	2	Fattibilità Trenchless
S14	30.00	2	2	2	Fattibilità Trenchless
S15	15.00	5	2	5	Fattibilità Trenchless
S15A	5.00	---	---	---	Archeologia
S15A bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S15A ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S16	15.00	6	---	8	Fattibilità Trenchless
S17	20.00	5	2	5	Fattibilità Trenchless
S17A	10.00	3	---	---	Archeologia Attraversamento E45
S17A bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S17A ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S18	15.00	3	2	4	Fattibilità Trenchless
S19	30.00	5	2	5	Fattibilità Trenchless

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 24 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

S20	15.00	5	---	5	Fattibilità Trenchless Archeologia
S20 bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S20 ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S21*	15.00	4	1	4	Fattibilità Trenchless
S22*	20.00	4	2	4	Fattibilità Trenchless
S23	20.00	6	1	7	Fattibilità Trenchless
S24	60.00	5	2	6	Fattibilità Trenchless
S25	50.00	5	2	5	Fattibilità Trenchless
S25A	20.00	4	2	5	Fattibilità Trenchless
S25B	20.00	5	1	5	Fattibilità Trenchless
S25C	20.00	4	2	5	Fattibilità Trenchless
S25D	20.00	4	2	5	Fattibilità Trenchless
S25E	20.00	4	2	4	Fattibilità Trenchless
S26	10.00	3	2	3	Attraversamento ferrovia e Pil 15
SN1	20.00	5	---	6	Fattibilità Trenchless
SN2	20.00	5	---	4	Fattibilità Trenchless
S26A**	5.00	---	---	---	Archeologia
S26A** bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S26A** ter	5.00	---	---	---	Archeologia
SR1	30.00	6	3	4	Fattibilità Trenchless
SR2	30.00	2	3	4	Fattibilità Trenchless
S27	20.00	3	2	4	Fattibilità Trenchless
S28	20.00	4	1	5	Fattibilità Trenchless Archeologia
S28bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S28ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S28A	5.00	---	---	---	Archeologia
S28A bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S28A ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S28B	20.00	6	---	7	Fattibilità Trenchless
S29	20.00	6	---	4	Tratto a mezzacosta (opere di sostegno)
S30	20.00	5	1	2	Fattibilità Trenchless
S31	15.00	3	2	2	Fattibilità Trenchless
S32	20.00	4	2	2	Fattibilità Trenchless
S33	20.00	4	2	2	Fattibilità Trenchless
S34	20.00	4	2	2	Fattibilità Trenchless
S35	15.00	3	2	4	Fattibilità Trenchless Archeologia
S35bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S35ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S36	30.00	6	2	7	Fattibilità Trenchless Archeologia
S36bis	5.00	---	---	---	Archeologia
S36ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S36A	20.00	6	---	4	Fattibilità Trenchless Archeologia
S36A bis	5.00	---	---	---	Archeologia



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 25 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

S36A ter	5.00	---	---	---	Archeologia
S37	25.00	6	1	2	Fattibilità Trenchless
S38	25.00	5	2	2	Fattibilità Trenchless
S39	25.00	6	1	2	Fattibilità Trenchless
S40	10.00	4	---	2	Attraversamento ferrovia
S41	20.00	5	1	2	Fattibilità Trenchless
S42	25.00	7	-	2	Fattibilità Trenchless

**Tab. 3.1** - Sintesi sondaggi geognostici – (\*) Sondaggi riferiti al Met. Rif. All. dell’Acqua Minerale Sangemini, (\*\*) Sondaggi riferiti al Met. Ricoll. All. Centrale Edison term.

Il dettaglio dei sondaggi geognostici è riportato nell’elaborato Annesso 1.

### 3.2 Prove geotecniche in situ

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento sul fondo del foro di sondaggio dalle quali si ricava la resistenza alla penetrazione in funzione della profondità. Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard suggerite dall’A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.



Le prove penetrometriche dinamiche (tipo S.P.T.) sono state eseguite tramite strumentazione costituita da un dispositivo automatico di sganciamento del maglio (massa battente) del peso di 63,5 Kg con caduta libera da un’altezza di 76 cm. La massa battente scorre lungo aste di collegamento al terminale di infissione aventi peso per metro lineare di circa 7 Kg. L’esecuzione avviene secondo le modalità contenute nella normativa ASTM n D 1586/68 e compresa nelle “Raccomandazioni ISSMFE” per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento sul fondo del foro di sondaggio dalle quali si ricava la resistenza alla penetrazione in funzione della profondità. Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard suggerite dall’A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

L’esecuzione avviene secondo le modalità contenute nella normativa ASTM n. D 1586/68 e compresa nelle “Raccomandazioni ISSMFE” per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

Lo strumento viene infisso nel terreno facendo avanzare la punta di 45 cm, registrando separatamente i colpi relativi agli intervalli 0-15 (N1); 15-30 (N2) e 30-45 (N3). I valori riferiti ai primi 15 cm generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione; si registrano solo se il numero di colpi è maggiore di 50 (lo strumento va a rifiuto). Il valore di  $N_{spt}$  è quindi dato dalla somma dei colpi ottenuti nei restanti 30 cm. Le prove sono state realizzate con la punta chiusa.



Per i terreni nel quale si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l’angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 26 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004



individuare un valore di massima ponendo in tale caso  $N_{spt}=100$ ; a tale valore sono inoltre state applicate le correzioni di litologia e di falda.

Per quanto riguarda il lotto 1, sono state eseguite, all'interno del foro di sondaggio in totale n. 127 prove S.P.T., mentre per il lotto 2 sono state effettuate n. 177 prove penetrometriche dinamiche in foro tipo S.P.T.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 27 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

Numero sondaggio	Sigla prova S.P.T.	Profondità di prova (m dal p.c.)	Numero di colpi (N <sub>1</sub> -N <sub>2</sub> -N <sub>3</sub> )	N <sub>spt</sub>
S1	SPT1	1.50-1.95	11-11-12	23
	SPT2	3.00-3.45	16-28-27	55
	SPT3	6.00-6.45	20-37-49	86
	SPT4	7.50-7.95	50/8	Rifiuto
	SPT5	9.00-9.45	50/6	Rifiuto
SM1	SPT1	1.50-1.95	3-3-4	7
	SPT2	4.50-4.95	8-11-13	24
	SPT3	7.50-7.95	12-14-15	29
	SPT4	10.50-10.95	20-29-27	56
	SPT5	13.50-13.95	22-31-32	63
SM2	SPT1	1.50-1.95	50/11	Rifiuto
	SPT2	4.50-4.95	50/8	Rifiuto
S2	SPT1	3.00-3.45	25-50/5	Rifiuto
	SPT2	6.00-6.45	27-35-41	76
	SPT3	9.00-9.45	15-33-37	70
	SPT4	12.00-12.45	18-32-32	64
	SPT5	15.00-15.45	21-30-34	64
S3	SPT1	3.00-3.45	18-50/10	Rifiuto
	SPT2	6.00-6.45	12-39-50/5	Rifiuto
	SPT3	9.00-9.45	13-33-41	74
	SPT4	12.00-12.45	18-29-30	59
	SPT5	15.00-15.45	21-50/5	Rifiuto
	SPT6	18.00-18.45	14-33-39	72
S4	SPT1	1.50-1.95	4-4-4	8
	SPT2	4.50-4.95	15-48-50/11	Rifiuto
	SPT3	7.50-7.95	43-46-50/9	Rifiuto
	SPT4	9.00-9.45	50/13	Rifiuto
ST1	SPT1	3.00-3.45	50/8	Rifiuto
	SPT2	6.00-6.45	50/11	Rifiuto
	SPT3	9.00-9.45	50/4	Rifiuto
	SPT4	12.00-12.45	50/13	Rifiuto
	SPT5	15.00-15.45	50/5	Rifiuto
ST2A	SPT1	1.50-1.95	3-4-7	11
	SPT2	4.50-4.95	31-50/8	Rifiuto
	SPT3	7.50-7.95	3-2-4	6
	SPT4	10.50-10.95	26-35-39	74
	SPT5	13.50-13.95	33-50/11	Rifiuto
ST2B	SPT1	1.50-1.95	2-3-6	9
	SPT2	4.50-4.95	29-35-50/12	Rifiuto
	SPT3	7.50-7.95	3-3-5	8
	SPT4	10.50-10.95	36-50/9	Rifiuto
	SPT5	13.50-13.95	41-50/7	Rifiuto
S5	SPT1	1.50-1.95	16-27-17	44
	SPT2	4.50-4.95	8-8-8	16
	SPT3	7.50-7.95	6-6-15	21
	SPT4	12.00-12.45	7-7-17	24
	SPT5	13.50-13.95	9-15-18	33
S6	SPT1	3.00-3.45	4-35-17	52
	SPT2	6.00-6.45	50/1	Rifiuto

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITA'</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 28 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

S9	SPT1	1.50-1.95	9-8-6	14
	SPT2	4.50-4.95	18-31-32	63
	SPT3	6.00-6.45	30-50/12	Rifiuto
	SPT4	9.00-9.45	50/14	Rifiuto
ST4	SPT1	18.50-18.95	22-36-42	78
S10	SPT1	4.50-4.95	1-2-2	4
	SPT2	7.50-7.95	4-7-12	19
	SPT3	12.00-12.45	18-22-20	42
	SPT4	15.00-15.45	20-24-26	50
S13	SPT1	1.50-1.95	5-4-6	10
	SPT2	6.00-6.45	4-15-17	32
	SPT3	7.50-7.95	10-18-18	36
	SPT4	10.50-10.95	16-21-26	47
	SPT5	15.00-15.45	18-24-31	55
S14	SPT1	3.00-3.45	15-50/5	Rifiuto
	SPT2	6.00-6.45	9-21-20	41
S15	SPT1	1.50-1.95	3-2-4	6
	SPT2	4.50-4.95	2-3-4	7
	SPT3	6.00-6.45	10-12-13	25
	SPT4	10.50-10.95	6-6-19	25
	SPT5	13.50-13.95	20-35-11	46
S16	SPT1	1.50-1.95	4-3-5	8
	SPT2	3.00-3.45	4-5-8	13
	SPT3	7.50-7.95	12-7-13	20
	SPT4	10.50-10.95	7-7-10	17
	SPT5	12.00-12.45	8-5-9	14
	SPT6	13.50-13.95	36-42-50/12	Rifiuto
S17	SPT1	1.50-1.95	12-12-11	23
	SPT2	4.50-4.95	5-15-27	42
	SPT3	7.50-7.95	12-24-28	52
	SPT4	10.50-10.95	50/6	Rifiuto
	SPT5	15.00-15.45	50/4	Rifiuto
S17A	SPT1	3.00-3.45	4-5-7	12
	SPT2	6.00-6.45	4-8-10	18
	SPT3	9.00-9.45	7-11-14	25
S18	SPT1	6.00-6.45	3-5-9	14
	SPT2	12.00-12.45	5-9-12	21
	SPT3	15.00-15.45	6-10-16	26
S19	SPT1	9.00-9.45	5-10-13	23
	SPT2	13.50-13.95	7-14-20	34
	SPT3	22.50-22.95	15-17-20	37
	SPT4	25.50-25.95	12-19-23	42
	SPT5	28.50-28.95	14-17-26	43
S20	SPT1	3.00-3.45	15-16-20	36
	SPT2	6.00-6.45	10-14-16	30
	SPT3	9.00-9.45	29-22-11	33
	SPT4	12.00-12.45	11-18-26	44
	SPT5	15.00-15.45	19-22-18	40
S21	SPT1	6.00-6.45	9-10-8	18
	SPT2	9.00-9.45	18-29-36	65
	SPT3	12.00-12.45	27-40-50/5	Rifiuto
	SPT4	15.00-15.45	24-35-48	83

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITA'</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 29 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

S22	SPT1	6.00-6.45	3-4-4	8
	SPT2	12.00-12.45	12-18-21	39
	SPT3	15.00-15.45	24-36-50/6	Rifiuto
	SPT4	18.00-18.45	28-42-50/8	Rifiuto
S23	SPT1	3.00-3.45	4-7-10	17
	SPT2	6.00-6.45	13-14-20	34
	SPT3	9.00-9.45	14-21-33	54
	SPT4	12.00-12.45	15-19-30	49
	SPT5	16.50-16.95	18-21-25	46
	SPT6	19.50-19.95	18-26-29	55
S24	SPT1	10.50-10.95	15-22-34	56
	SPT2	25.50-25.95	31-50/4	Rifiuto
	SPT3	30.00-30.45	29-50/8	Rifiuto
	SPT4	36.00-36.45	50/5	Rifiuto
	SPT5	42.00-42.45	50/6	Rifiuto
S25	SPT1	3.00-3.45	3-4-6	10
	SPT2	15.00-15.45	27-50/5	Rifiuto
	SPT3	21.00-21.45	35-50/12	Rifiuto
	SPT4	30.00-30.45	50/9	Rifiuto
	SPT5	39.00-39.45	49-50/14	Rifiuto
S25A	SPT1	3.00-3.45	3-3-6	9
	SPT2	12.00-12.45	12-14-20	34
	SPT3	15.00-15.45	19-28-34	62
	SPT4	18.00-18.45	23-37-44	81
S25B	SPT1	3.00-3.45	9-8-6	14
	SPT2	6.00-6.45	1-1-1	2
	SPT3	9.00-9.45	8-14-3	17
	SPT4	12.00-12.45	1-2-8	10
	SPT5	15.00-15.45	9-12-14	26
S25C	SPT1	9.00-9.45	11-26-34	60
	SPT2	12.00-12.45	18-31-50/3	Rifiuto
	SPT3	15.00-15.45	14-29-50/8	Rifiuto
	SPT4	18.00-18.45	19-26-39	65
S25D	SPT1	3.00-3.45	3-3-6	9
	SPT2	12.00-12.45	10-19-34	53
	SPT3	15.00-15.45	28-40-50/8	Rifiuto
	SPT4	18.00-18.45	19-25-27	52
S25E	SPT1	3.00-3.45	4-7-10	17
	SPT2	12.00-12.45	21-26-34	60
	SPT3	15.00-15.45	19-24-37	61
	SPT4	18.00-18.45	25-34-50/6	Rifiuto
S26	SPT1	3.00-3.45	2-3-11	14
	SPT2	6.00-6.45	9-7-7	14
	SPT3	9.00-9.45	6-8-6	14
SN1	SPT1	3.00-3.45	9-10-12	22
	SPT2	6.00-6.45	12-11-14	25
	SPT3	9.00-9.45	19-20-26	46
	SPT4	12.00-12.45	14-22-30	52
	SPT5	15.00-15.45	27-24-34	58
SN2	SPT1	3.00-3.45	9-11-13	24
	SPT2	6.00-6.45	12-14-15	29
	SPT3	9.00-9.45	14-17-19	36

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITA'</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 30 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

	SPT4	12.00-12.45	18-21-29	50
	SPT5	15.00-15.45	23-30-50/4	Rifiuto
S27	SPT1	3.00-3.45	10-13-9	22
	SPT2	6.00-6.45	7-11-12	23
	SPT3	12.00-12.45	14-19-27	46
S28	SPT1	3.00-3.45	9-13-20	33
	SPT2	9.00-9.45	6-9-22	31
	SPT3	13.50-13.95	27-50/8	Rifiuto
	SPT4	16.50-16.95	34-50/2	Rifiuto
S28B	SPT1	3.00-3.45	35-50/6	Rifiuto
	SPT2	6.00-6.45	9-11-13	24
	SPT3	9.00-9.45	8-12-18	30
	SPT4	12.00-12.45	14-21-29	50
	SPT5	15.00-15.45	22-29-43	72
	SPT6	18.00-18.45	26-34-39	73
S29	SPT1	3.00-3.45	18-50/8	Rifiuto
	SPT2	6.00-6.45	9-13-18	31
	SPT3	9.00-9.45	50/8	Rifiuto
	SPT4	12.00-12.45	50/13	Rifiuto
	SPT5	15.00-15.45	50/14	Rifiuto
	SPT6	18.00-18.45	29-47-50/13	Rifiuto
S30	SPT1	7.60-8.05	31-40-50	90
	SPT2	9.00-9.45	50/3	Rifiuto
	SPT3	13.00-13.45	50/5	Rifiuto
	SPT4	16.00-16.45	40-50/4	Rifiuto
	SPT5	18.00-18.45	46-50/2	Rifiuto
S31	SPT1	3.50-3.95	20-24-31	55
	SPT2	9.00-9.45	20-26-35	61
	SPT3	12.00-12.45	24-42-50/6	Rifiuto
S32	SPT1	4.50-4.95	2-5-5	10
	SPT2	9.00-9.45	3-6-10	16
	SPT3	13.50-13.95	2-4-10	14
	SPT4	18.70-19.15	3-6-11	17
S33	SPT1	7.50-7.95	2-3-6	9
	SPT2	10.50-10.95	3-5-9	14
	SPT3	14.70-15.15	2-4-7	11
	SPT4	17.50-17.95	2-3-6	9
S34	SPT1	5.40-5.85	2-5-11	16
	SPT2	14.60-15.05	3-6-7	13
	SPT3	18.50-18.95	3-5-9	14
	SPT4	22.50-22.95	2-4-10	14
S35	SPT1	3.00-3.45	9-14-21	35
	SPT2	12.00-12.45	19-50/6	Rifiuto
	SPT3	15.00-15.45	29-50/12	Rifiuto
S36	SPT1	3.00-3.45	4-6-10	16
	SPT2	6.00-6.45	7-9-13	22
	SPT3	12.00-12.45	27-50/4	Rifiuto
	SPT4	18.00-18.45	37-50/13	Rifiuto
	SPT5	21.00-21.45	43-50/12	Rifiuto
	SPT6	27.00-27.45	39-50/5	Rifiuto
S36A	SPT1	3.00-3.45	12-28-30	58
	SPT2	6.00-6.45	24-42-50/6	Rifiuto



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITA'</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 31 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

	SPT3	9.00-9.45	34-50/10	Rifiuto
	SPT4	12.00-12.45	27-50/4	Rifiuto
	SPT5	15.00-15.45	50/6	Rifiuto
	SPT6	18.00-18.45	43-50/2	Rifiuto
S36B	SPT1	2.50-2.95	4-4-8	12
	SPT2	7.50-7.95	2-3-6	9
	SPT3	13.50-13.95	2-3-5	8
	SPT4	21.00-21.45	2-7-13	20
S36C	SPT1	4.50-4.95	2-3-6	9
	SPT2	10.50-10.95	2-5-9	14
	SPT3	19.50-19.95	3-7-11	18
	SPT4	28.50-28.95	3-7-11	18
S37	SPT1	5.50-5.95	5-8-11	19
	SPT2	9.50-9.95	15-24-29	53
	SPT3	12.00-12.45	16-27-50/8	Rifiuto
	SPT4	15.00-15.45	16-22-31	53
	SPT5	21.00-21.45	24-50/11	Rifiuto
	SPT6	24.00-24.45	21-33-46	79
S38	SPT1	2.50-2.95	2-3-4	7
	SPT2	7.50-7.95	12-35-50/3	Rifiuto
	SPT3	12.00-12.45	14-39-50/11	Rifiuto
	SPT4	21.00-21.45	22-50/4	Rifiuto
	SPT5	23.50-23.95	41-50/6	Rifiuto
S39	SPT1	3.60-4.05	4-6-7	13
	SPT2	9.00-9.45	10-50/4	Rifiuto
	SPT3	12.00-12.45	14-21-38	59
	SPT4	16.50-16.95	7-13-9	22
	SPT5	21.00-21.45	16-35-50/6	Rifiuto
	SPT6	24.00-24.45	11-27-43	70
S40	SPT1	1.50-1.95	4-5-5	10
	SPT2	3.00-3.45	5-8-17	25
	SPT3	7.00-7.45	8-12-8	20
	SPT4	9.00-9.45	9-15-14	29
S41	SPT1	3.00-3.45	7-4-4	8
	SPT2	6.00-6.45	9-17-35	52
	SPT3	12.00-12.45	11-15-32	47
	SPT4	14.00-14.45	10-22-38	60
	SPT5	18.00-18.45	6-15-24	39
S42	SPT1	3.00-3.45	50/8	Rifiuto
	SPT2	9.00-9.45	50/10	Rifiuto
	SPT3	13.50-13.95	8-18-36	54
	SPT4	19.50-19.95	11-22-50/4	Rifiuto
	SPT5	21.00-21.45	50/9	Rifiuto
	SPT6	22.50-22.95	50/11	Rifiuto
	SPT7	24.00-24.45	50/6	Rifiuto

Tab. 3.2 - Sintesi prove S.P.T. eseguite

Nell'Annesso 1 vengono riportati in dettaglio le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi e le profondità di prelievo dei campioni di terreno.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 32 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

### 3.3 **Analisi geotecniche di laboratorio**

Durante la campagna di indagine geognostica, sono stati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio una serie di campioni prelevati indisturbati e rimaneggiati.

Su tali campioni sono state effettuate le seguenti analisi di laboratorio:

- Caratterizzazione del campione (peso dell'unità di volume, contenuto naturale d'acqua, analisi granulometrica, su tutti i campioni, limiti di liquidità e plasticità, soltanto sui campioni coesivi, densità relativa, sui campioni incoerenti);
- Prove meccaniche su terreni (prova di taglio diretto).

In particolare, per quanto riguarda il lotto 1, sono stati prelevati n. 76 campioni rimaneggiati di terreno per analisi geotecniche in corrispondenza delle prove S.P.T. eseguite e n. 34 campioni indisturbati.

Per quanto riguarda, invece, il lotto 2, sono stati prelevati n. 146 campioni rimaneggiati di terreno per analisi geotecniche in corrispondenza delle prove S.P.T. eseguite e n. 56 campioni indisturbati.

I campioni rimaneggiati sono stati prelevati direttamente con campionatore semplice e riposti immediatamente in sacchetti in polietilene sigillati ermeticamente e contrassegnati.



I campioni indisturbati sono stati prelevati dal sottosuolo con l'utilizzo di un campionatore Shelby e fustelle metalliche e campionatore a rotazione Denison e fustelle metalliche. Una volta prelevati, i campioni sono stati sigillati ermeticamente con paraffina e tappi di testa e di fondo, dopodiché, sono stati contrassegnati con indicazione di località del prelievo, numero del sondaggio e profondità.

In particolare, per il lotto 1 sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio n. 21 campioni di terreno (n. 8 rimaneggiati e n. 13 indisturbati), sui quali sono state eseguite le analisi granulometriche, la determinazione delle caratteristiche fisiche, la determinazione dei limiti di consistenza e la prova di taglio diretta consolidata drenata.

Per il lotto 2, invece, sono stati sottoposti ed analizzati n. 64 campioni di terreno (n. 32 rimaneggiati e n. 32 indisturbati).



Di seguito, vengono riportati in tabella i risultati sintetici delle prove di laboratorio, rimandando il dettaglio delle analisi di laboratorio all'Annesso 1.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 33 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

Sondaggio	Sigla campione	Profondità campione (m)	Contenuto d'acqua W (%)	Peso di volume medio Y (kN/m <sup>3</sup> )	Indice di Plasticità (%)	Angolo d'attrito Φ' (°)	Coesione c' (kPa)	CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA
S1	CR1	1.50-2.00	17.60	18.80	42.00	---	---	Sabbia limoso-argillosa
S2	CR5	15.00-15.50	---	17.80	---	39.60	4.80	Ghiaia in matrice sabbiosa
S3	CR6	18.00-18.50	---	17.70	---	36.90	4.40	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa
S4	CI1	3.50-4.00	25.10	19.00	32.90	24.40	18.50	Sabbia con argilla e limo
ST1	CR1	3.00-3.50	---	17.70	---	40.40	7.00	Ghiaia e ciottoli in poca matrice sabbiosa
S6	CI3	4.30-5.00	23.00	18.50	25.00	11.30	74.0	Limo argilloso sabbioso
	CI5	10.00-10.50	29.90	18.90	23.00	27.30	13.30	Sabbia limosa debolmente argillosa
S9	CI1	3.00-3.50	24.20	18.70	25.40	28.90	11.00	Sabbia con limo e argilla
ST4	CI1	3.00-3.60	26.10	18.90	24.90	18.40	63.10	Limo sabbioso-argilloso
S10	CI1	3.00-3.60	26.20	19.10	28.80	24.80	12.70	Sabbia debolmente argilloso-limosa
S11	CI1	3.00-3.60	25.10	19.00	32.80	17.40	61.70	Limo debolmente sabbioso-argilloso
	CI3	9.00-9.60	25.10	18.90	33.30	11.50	83.40	Argilla limosa debolmente limosa
	CI4	12.00-12.60	25.70	19.20	23.80	25.10	14.90	Sabbia debolmente limoso-argillosa
S12	CR1	50.00-50.50	21.20	18.90	40.50	9.20	82.50	Argilla limosa a tratti debolmente sabbiosa
S13	CI2	3.00-3.60	26.70	18.80	33.60	16.40	54.0	Sabbia, limo e argilla
S13	CI6	12.00-12.60	26.10	18.80	22.60	7.90	79.30	Argilla debolmente limosa a tratti debolmente sabbiosa
S14	CR1	3.00-3.50	---	18.20	---	31.60	3.80	Ghiaia in matrice sabbiosa
	CI4	15.00-15.50	24.30	19.10	25.10	17.60	75.80	Argilla limoso-sabbiosa
S15	CR1	1.50-2.00	20.80	19.00	30.40	---	---	Sabbia argilloso-limosa
	CI1	3.00-3.60	32.30	18.10	30.30	15.80	69.60	Argilla limosa debolmente sabbiosa
S16	CR2	3.00-3.50	26.90	19.40	39.40	---	---	Argilla sabbioso-limosa con poca ghiaia
S18	CI1	3.00-3.65	59.70	16.74	65.00	16.00	28.00	Argilla con limo
	CR1	6.00-6.50	53.70	17.03	103.00	17.00	25.00	Argilla con limo
	CI2	9.00-9.65	34.10	18.14	51.00	18.50	20.00	Argilla con limo
S19	CI1	18.00-18.50	32.50	19.89	48.00	20.50	32.00	Argilla con limo
	CR2	22.50-23.00	15.40	19.60	10.00	32.50	10.00	Limo con sabbia argilloso
S21	CR1	6.00-6.50	29.10	19.73	10.00	32.00	14.00	Limo sabbioso e argilloso
S22	CI1	3.00-3.65	25.3	19.49	19.00	26.00	7.00	Limo con sabbia argilloso

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITA'</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 34 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

	CI2	9.00-9.60	26.30	19.36	36.00	24.50	18.00	Limo argilloso con sabbia
	CR1	12.00-12.50	19.80	19.57	---	24.00	25.0	Argilla con limo
S23	CR1	6.00-6.50	16.10	20.76	N.P.	36.00	10.00	Sabbia limosa
	CI1	13.50-14.00	23.90	19.79	48.00	19.00	38.00	Argilla con limo
S24	CI1	7.50-8.15	22.80	19.27	24.00	26.6	8.00	Limo con argilla
	CR1	10.00-10.50	20.40	19.64	29.00	24.00	22.00	Limo con argilla
	CI2	19.50-20.00	21.90	19.41	28.00	24.00	34.00	Argilla con limo
	CR2	30.00-30.50	20.40	18.01	37.00	24.00	22.00	Argilla con limo
S25	CR1	3.00-3.50	18.80	20.20	24.00	28.00	18.00	Limo con argilla debolmente sabbioso
	CI1	9.00-9.65	23.20	20.07	41.00	23.50	30.00	Argilla con limo
	CR2	15.00-15.45	22.50	18.63	40.00	24.00	21.00	Argilla con limo
	CI2	24.50-25.15	20.70	19.86	37.00	23.00	22.00	Argilla con limo
S25A	CI1	6.00-6.50	25.60	20.05	15.00	30.50	15.00	Limo argilloso
S25B	CR1	4.00-5.00	---	---	---	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
	CR2	15.00-17.00	---	---	---	---	---	Ghiaia sabbiosa e limosa
S25C	CI2	6.00-6.45	20.20	20.12	36.00	24.2	10.00	Limo con argilla sabbioso
S25D	CI1	6.00-6.50	15.20	21.08	19.00	26.50	48.00	Limo argilloso
	CR1	11.80-12.30	16.90	18.87	7.00	---	---	Sabbia con limo argilloso
S25E	CI1	6.00-6.50	22.80	20.73	32.00	26.00	30.00	Limo con argilla
S26	CI1	4.50-5.00	19.00	19.68	23.00	25.50	28.00	Limo con argilla sabbioso
SN1	CR1	2.00-3.00	8.10	20.36	N.P.	---	---	Ghiaia con sabbia debolmente limosa
	CR2	5.00-6.00	8.50	20.42	N.P.	---	---	Ghiaia con sabbia
SN2	CR1	2.00-3.00	7.20	20.15	N.P.	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
	CR2	5.00-6.00	6.10	20.02	N.P.	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
SR1	CR1	4.50-5.00	6.00	19.46	7.00	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
	CI1	10.20-10.70	28.60	18.77	45.00	22.00	35.00	Limo con argilla debolmente sabbioso
	CR2	18.50-19.00	8.50	19.98	14.00	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa e argillosa
SR2	CI1	2.40-2.80	27.50	18.98	28.00	25.50	28.00	Limo Con argilla
	CR1	12.50-13.00	6.90	19.67	12.00	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa e argillosa
S27	CR1	3.00-3.50	1.90	17.08	12.00	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa e argillosa
	CI1	9.00-9.65	16.90	19.65	11.00	29.00	30.00	Limo argilloso

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 35 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

S28	CI1	6.00-6.65	29.70	19.50	67.00	20.50	45.00	Argilla con limo
S29	CR1	6.00-6.50	10.80	19.47	17.00	27.00	5.00	Ghiaia con limo argilloso e sabbioso
	CR2	9.00-9.50	15.60	20.97	16.00	---	---	Ghiaia con limo argilloso e sabbioso
S30	CI1	7.00-7.60	22.80	19.91	34.00	24.50	36.00	Limo con argilla
S31	CI1	3.00-3.40	10.70	18.07	17.00	27.50	26.00	Limo con argilla debolmente sabbioso
S32	CI1	5.40-5.90	23.30	20.06	33.00	26.00	32.00	Limo con argilla
	CR1	13.30-13.80	21.00	20.60	25.00	---	---	Limo con argilla
S33	CI2	9.00-9.50	25.70	19.13	32.00	24.50	15.00	Limo con argilla debolmente sabbioso
	CR2	17.30-17.80	21.30	20.78	23.00	---	---	Limo con argilla
S34	CI1	7.20-7.60	24.70	19.48	26.00	25.50	28.00	Limo con argilla
	CI2	12.50-13.00	24.90	19.64	28.00	25.00	32.00	Limo con argilla
S35	CR1	4.50-5.00	5.90	18.90	8.00	---	---	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
	CI1	6.00-6.50	19.40	20.11	17.00	27.00	32.00	Limo con argilla
S36	CR1	2.50-3.00	18.30	20.00	27.00	23.00	30.00	Limo con argilla
	CI2	15.00-15.65	21.70	19.69	30.00	24.40	25.00	Limo con argilla
S36A	SPT1	3.00-3.45	37.60	15.16	9.00	---	---	Sabbia con limo debolmente ghiaioso e argilloso
	CR1	9.00-9.50	36.40	17.51	8.00	---	---	Ghiaia limosa sabbiosa debolmente argillosa
S36B	CI1	9.00-9.40	21.80	20.53	24.00	24.60	32.00	Limo con argilla
S36C	CI1	6.60-7.00	21.50	19.54	36.00	22.00	33.00	Limo con argilla
S37	CI1	9.00-9.40	23.30	19.72	29.00	27.0	15.00	Limo con argilla
S39	CI1	3.00-3.60	21.30	17.54	6.00	31.50	15.00	Limo con sabbia debolmente argilloso
	CR2	7.00-7.30	10.50	19.55	4.00	---	---	Sabbia con limo debolmente argillosa
S40	CR1	4.70-5.00	26.80	20.08	22.00	---	---	Ghiaia con sabbia limosa e argillosa
S41	CI1	5.50-5.90	23.10	16.28	14.00	34.00	20.00	Sabbia con limo ghiaiosa e argillosa
	CR2	8.70-9.00	15.10	20.21	6.00	---	---	Sabbia limosa debolmente argillosa
S42	CR1	11.30-11.60	19.90	19.57	4.00	---	---	Sabbia con limo debolmente argilloso

Tab. 3.3 – Risultati sintetici analisi di laboratorio eseguite

### 3.4 Prove penetrometriche dinamiche e statiche

Oltre ai predetti sondaggi geognostici, sono state eseguite anche prove penetrometriche pesanti suddivise in statiche (C.P.T. “Cone Penetration Test”) e dinamiche (D.P.S.H. “Dynamic Probing Super Heavy”).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 36 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

In particolare, sono state eseguite tutte prove penetrometriche dinamiche super pesanti (D.P.S.H.) ad eccezione di n. 3 prove penetrometriche statiche eseguite con punta meccanica telescopica tipo Begemann (C.P.T.M.).

La prova penetrometrica statica C.P.T. consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infisse nel terreno a velocità costante. In tale prova, realizzata con punta meccanica Begemann, vengono determinate la resistenza di punta ( $Q_c$ ), l'attrito laterale ( $F_s$ ) e la resistenza totale ( $Q_t$ ) mediante una cella di carico.

Le prove C.P.T. sono state effettuate in presenza di terreni idonei (limi e argille) e prevedono l'infissione nel terreno di una punta meccanica (tipo Begemann) con un angolo di apertura pari a  $60^\circ$ , un diametro di 35.7 millimetri e una superficie laterale del manicotto pari a  $150.0 \pm 3 \text{ cm}^2$  mediante un sistema idraulico di spinta da 20.0 tonnellate ed una batteria di aste ad una velocità costante di  $2.00 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$ .

La prova penetrometrica dinamica continua pesante D.P.S.H. consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.



Nella prova penetrometrica D.P.S.H. viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 20.0 centimetri di approfondimento; l'attrezzatura è composta da una batteria di aste avente lunghezza di 1.50 metri con diametro compreso tra 32.0 e 34.0 millimetri, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di  $60^\circ$  e da un maglio battente di 73.0 chilogrammi che viene fatto cadere da un'altezza di 75.0 centimetri.

L'elaborazione, l'interpretazione e la visualizzazione grafica consentono di catalogare e parametrizzare il suolo attraversato come un'immagine in continuo che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati.

Queste tipologie di prove rappresentano un ottimo strumento per rilevare l'andamento stratigrafico lungo la verticale e contemporaneamente la misura dell'angolo di attrito, la compressibilità drenata dei terreni granulari e la resistenza al taglio non drenata nei terreni coesivi. Esse sono state eseguite in associazione alle prospezioni geofisiche in corrispondenza di alcuni fenomeni franosi intercettati lungo il metanodotto in progetto.

Relativamente al lotto 1, sono state eseguite n. 17 prove penetrometriche dinamiche continue D.P.S.H. spinte fino al rifiuto strumentale, mentre per il lotto 2 sono state effettuate n. 7 prove penetrometriche dinamiche continue di tipo D.P.S.H., spinte fino a profondità comprese tra 6.30 metri e 15.00 metri di profondità dal piano campagna e n. 3 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (C.P.T.M.), spinte fino a profondità comprese tra 2.40 metri e 15.00 metri di profondità dal piano campagna.

Di seguito vengono indicate la sigla della prova penetrometrica, la profondità della prova raggiunta e le finalità di esecuzione della prova.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 37 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

DPSH/CPTM	Profondità [m]	Finalità
DPSH 1	5.40	Verifica falda o cono detritico
DPSH 2	14.50	Pidi 2
DPSH 3	7.50	Tratto a mezzacosta
DPSH 4	7.40	Tratto a mezzacosta
DPSH 5	9.10	Verifica falda o cono detritico
DPSH 6	7.20	Verifica falda o cono detritico
DPSH 7	9.30	Pil 4
DPSH 8	9.30	Pidi 5
DPSH 11	14.50	Pil 6
DPSH 12	5.30	Pidi 7
DPSH 13	14.50	Pidi 8 e Verifica falda o cono detritico
DPSH 14	13.00	Verifica frana
DPSH 18	6.10	Verifica falda o cono detritico
DPSH 19	6.40	Verifica falda o cono detritico
DPSH 20	4.40	Verifica falda o cono detritico
DPSH 21	4.30	Pidi 10
DPSH 22	7.20	Verifica falda o cono detritico
SCPT 23	8.10	Pids
SCPT 24	9.00	Pil 11
SCPT 25	6.30	Pil 12
CPTM 26	15.00	Pidi 14
CPTM 27	6.40	Pidi 16
SCPT 28	15.00	Pidi 17
SCPT 29	8.70	Pidi 18
SCPT 33*	11.40	Verifica frana
CPTM 33*	2.40	Verifica frana
SCPT 34*	10.80	Verifica frana



**Tab. 3.4** - Indicazione delle profondità e finalità delle prove penetrometriche eseguite. (\*) Indagini riferite al Rif. All. Comune di Sangemini

Il dettaglio delle prove penetrometriche è riportato nell'Annesso 1.

### 3.5 Prospezioni Geofisiche

Le prospezioni geofisiche eseguite nella campagna geognostica sono state finalizzate alla definizione delle principali caratteristiche elasto-dinamiche e litologico-stratigrafiche dei litotipi presenti nelle aree investigate. Per tale scopo sono state realizzate:

- Prospezioni sismiche a rifrazione ad onde longitudinali;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 38 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

- Prospezioni sismiche di superficie con metodologia M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).

### 3.5.1 Sismica a rifrazione



Le prospezioni sismiche a rifrazione ad onde longitudinali sono finalizzate principalmente alla correlazione dei dati desunti dai sondaggi geognostici, soprattutto in corrispondenza delle opere trenchless. Per tale motivo vanno eseguite contemporaneamente alla campagna dei sondaggi geognostici. Per le predette prove non è prevista la restituzione in 3D.

La sismica a rifrazione è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di velocità delle onde sismiche nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati e la conseguente determinazione di unità sismostratigrafiche. L'indagine consiste nel disporre, lunga una linea, una serie di geofoni che registrano l'arrivo delle onde sismiche indotte nel terreno da una sorgente energizzante artificiale ubicata in posizione nota. Leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni si costruiscono i diagrammi delle dromocrone; questi permettono di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati al di sotto dello stendimento dei geofoni.

In considerazione della lunghezza e di alcuni impedimenti logistici (vegetazione fitta, recinzioni, viabilità, ecc.) gli stendimenti delle prospezioni geofisiche sono stati suddivisi in tratti. In particolare, relativamente al lotto 1, sono state eseguite n. 14 prospezioni sismiche a rifrazione per un totale di 5225.0 metri lineari suddivisi in 47 stese sismiche, mentre per il lotto 2 sono state eseguite n. 15 prospezioni sismiche con metodologia a rifrazione, per un totale di n. 66 con stese di lunghezza compresa tra 69.0 metri e 138.0 metri, per un totale di 3271.0 metri lineari.

Di seguito, vengono sintetizzati i risultati ottenuti, rimandando all'Annesso 1 per ulteriori approfondimenti.

Sismica a rifrazione (SIS)	Finalità	Lunghezza [m]
SIS M	Fattibilità Trenchless	480.00
SIS 1	Tratto a mezzacosta	360.00
SIS 2	Fattibilità trenchless	240.00
SIS 3	Fattibilità trenchless	240.00
SIS 4	Fattibilità trenchless	840.00
SIS 5	Fattibilità trenchless	480.00
SIS 6	Fattibilità trenchless	240.00

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 39 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

SIS 7	Fattibilità trenchless	480.00
SIS 8	Fattibilità trenchless	600.00
SIS 8A	Verifica fratturazione roccia	755.00
SIS 8A-1	Verifica fratturazione roccia	150.00
SIS 9	Fattibilità trenchless	360.00
SIS 10	Fattibilità trenchless	594.00
SIS 11	Fattibilità trenchless	370.00
SIS 12	Fattibilità trenchless	300.00
SIS 14	Fattibilità trenchless	92.00
SIS 16	Fattibilità trenchless	69.00
SIS 16A	Fattibilità trenchless	69.00
SIS 17*	Verifica Frana	92.00
SIS 18A	Verifica Frana	69.00
SIS 18B	Verifica Frana	69.00
SIS 19	Fattibilità trenchless	516.00
SIS 19bis	Verifica frana	69.00
SIS 19ter	Verifica frana	69.00
SIS 20	Fattibilità trenchless	430.00
SIS 21	Fattibilità trenchless	325.00
SIS 22	Fattibilità trenchless	138.00

**Tab. 3.5.1** - Sintesi delle prospezioni geofisiche sismica a rifrazione. (\*) Indagini riferite al Rif. All. Comune di San Gemini

### 3.5.2 Indagine sismiche M.A.S.W.

La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in letteratura come Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW). I sismogrammi sono stati oggetto di filtraggio per l'eliminazione delle alte frequenze e "depurati" dalle onde di volume, al fine di ottenere dei picchi d'ampiezza nelle oscillazioni relative alle onde di superficie. Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase. Su di esso s'individuano, come zone di massima ampiezza, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui si ottiene la variazione delle velocità di queste ultime con il variare della loro frequenza, o lunghezza d'onda. Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze con le profondità.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 40 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

Quest'ultimo passo, successivo alla definizione della curva di dispersione, si ottiene mediante un processo d'inversione, che porta al risultato finale, costituito da un profilo verticale delle velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ), posto al centro della stesa di geofoni. Le velocità di fase delle onde di Rayleigh ( $V_r$ ), in un mezzo omogeneo, sono legate a quelle di volume dalla seguente relazione:

$$V_r^6 - 8V_s^2 V_r^4 + (24 - 16 V_s^2 / V_p^2) V_s^4 V_r^2 + (16 V_s^6 / V_p^6 - 1) V_s^6 = 0$$

In un mezzo non omogeneo le velocità delle onde di volume ( $V_p$  e  $V_s$ ) variano con la profondità. Le velocità di fase delle onde di Rayleigh mostrano velocità differenti per differenti valori di frequenza e sono fortemente legate ai valori delle velocità delle onde trasversali. Ciò consente di passare da modelli frequenza/velocità di fase delle onde di Rayleigh a modelli monodimensionali  $V_s$ /profondità.

Gli elaborati forniti sono riportati nell'Annesso 1.



Tali indagini sono state realizzate in corrispondenza degli impianti di linea ed in alcuni tratti particolari dove dovranno essere inserite delle opere geotecniche durante la progettazione di dettaglio.

Relativamente al lotto 1, sono state eseguite n. 12 prospezioni sismiche tipo M.A.S.W. disponendo sul terreno un array lineare di 12 geofoni con spaziatura pari a 5.00 metri (ad esclusione della MASW 8 nella quale si è optato per una spaziatura pari a 4.00 metri e della prova MASW 22 eseguita con array da 24 geofoni). Per quanto riguarda il lotto 2, invece, sono state eseguite n. 16 prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W., con stendimenti aventi lunghezza pari a 46.00 metri lineari.

Pertanto, sono state realizzate complessivamente n. 28 M.A.S.W, i cui dettagli sono disponibili nell'Allegato 1.

Indagini sismica tipo MASW	Finalità	Velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria sottosuolo secondo N.T.C. 2018
MASW 1	Impianto Trappola	364.06	B
MASW 2	Impianto P.I.D.I. 2	226.32	E
MASW 3	Impianto P.I.L. 3	311.97	E
MASW 4	Impianto P.I.L. 4	534.77	B
MASW 5	Impianto P.I.D.I. 5	375.28	B
MASW 6	Impianto P.I.L. 6	319.63	C
MASW 7	Impianto P.I.D.I. 7	442.20	B
MASW 8	Impianto P.I.D.I. 8	512.25	B
MASW 9	Impianto P.I.D.I. 9	407.70	B
MASW 10	Impianto P.I.D.I. 10	450.88	B
MASW 11	Impianto P.I.L. 11	336.00	C
MASW 12	Impianto P.I.L. 12	439.00	B
MASW 13	Impianto P.I.D.I. 13	324.00	C
MASW 14	Impianto P.I.D.I. 14	287.00	C
MASW 15	Impianto P.I.L. 15	302.00	C



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 41 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

MASW 16	Impianto P.I.D.I. 16	205.00	C
MASW 17	Impianto P.I.D.I. 17	258.00	C
MASW 18	Impianto P.I.D.I. 18	351.00	C
MASW 19	Opere di consolidamento	640.00	B
MASW 20	Impianto P.I.L. 19	436.00	B
MASW 21	Verifica area in frana	357.57	E
MASW 22	Verifica area in frana	429.17	B
MASW 23	Verifica area in frana	351.00	C
MASW 24	Verifica area in frana	356.00	C
MASW 25	Verifica area in frana	226.00	C
MASW 26	Verifica area in frana	354.00	E
MASW 27	Verifica area in frana	387.00	B
MASW 28	Verifica area in frana	329.00	C

**Tab. 3.5.2** - Sintesi delle prospezioni geofisiche tipo MASW

### 3.6

#### Prospezioni Geoelettriche



Sono state eseguite alcune indagini geoelettriche multielettrodiche (Tomografie di resistività) ubicate in quei tratti dove sono previsti i passaggi in sotterraneo mediante tecnologia trenchless, al fine di indagare la potenziale presenza di cavità carsiche lungo il tracciato del metanodotto.

Ulteriore finalità delle prospezioni geoelettriche è stata quella di individuare eventuali emergenze archeologiche interferenti con i tracciati dei metanodotti in progetto, collocate a profondità ridotte.

Le prospezioni geoelettriche hanno consentito di avere indicazioni sugli spessori delle coperture residuali e di suolo presenti al di sopra di termini calcarei, con caratteri prettamente litoidi e con contrasto elettrico molto forte tra il substrato calcareo e la copertura pedogenetica.

A tale scopo, per ciascun sito individuato, sono state realizzate 3 stese multielettrodiche di lunghezza variabile, tra loro parallele e distanziate di circa 5/10 metri, in modo da investigare l'intera fascia lavori. Si è optato per eseguire i 3 stendimenti paralleli in modo tale da avere una ricostruzione con maggiore dettaglio del sottosuolo.

Il passaggio dai valori di resistività apparente, misurati in campagna, a modelli bi-dimensionali di resistività reale del terreno, è stata realizzata tramite l'inversione dei dati utilizzando un apposito software di modellazione. L'inversione consiste nel produrre dei modelli di resistività reale su cui vengono calcolati dei valori sintetici di resistività apparente in relazione al tipo di array utilizzato. I valori calcolati vengono confrontati, in cicli iterativi, con quelli misurati in campagna, fino a che l'errore può essere considerato minimo. Il modello finale di resistività reale sarà quello che produce resistività apparenti stimate che più si avvicinano a quelle misurate realmente.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 42 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

Sono state eseguite, relativamente al lotto 1, n. 10 prospezioni geoelettriche per un totale di 99 stendimenti, dei quali n. 84 per fini archeologici per una lunghezza totale di 7320.0 metri lineari e n. 15 per fini geologici per una lunghezza totale di 2805.0 metri lineari.

Per quanto riguarda le prospezioni geoelettriche sul lotto 2, sono state eseguite n. 12 prospezioni geoelettriche per un totale di n. 36 stese di lunghezza compresa tra 46.00 metri e 235.00 metri.

Nella tabella sottostante sono riportate sinteticamente le prospezioni geoelettriche eseguite:

Prospezione Geoelettrica	Finalità	Lunghezza (m)
GEOA 1.1	Archeologia	94.00
GEOA 1.2	Archeologia	94.00
GEOA 1.3	Archeologia	46.00
GEOA M.1	Archeologia	94.00
GEOA M.2	Archeologia	94.00
GEOA M.3	Archeologia	94.00
GEOA M.4	Archeologia	94.00
GEO 1.1	Verifica carsismo trenchless	115.00
GEO 1.2	Verifica carsismo trenchless	115.00
GEO 1.3	Verifica carsismo trenchless	235.00
GEOA 3.1	Archeologia	94.00
GEOA 3.2	Archeologia	94.00
GEOA 3.3	Archeologia	46.00
GEO 2.1	Verifica trenchless	235.00
GEO 2.2	Verifica trenchless	235.00
GEOA 4.1	Archeologia	94.00
GEOA 4.2	Archeologia	94.00
GEOA 4.3	Archeologia	94.00
GEOA 4.4	Archeologia	46.00
GEOA 5.1	Archeologia	94.00
GEOA 5.2	Archeologia	94.00
GEOA 5.3	Archeologia	94.00
GEOA 5.4	Archeologia	94.00
GEOA 6.1	Archeologia	46.0
GEOA 6.2	Archeologia	94.00
GEOA 6.3	Archeologia	94.00
GEOA 6.4	Archeologia	94.00
GEOA 7.1	Archeologia	94.00
GEOA 7.2	Archeologia	94.00
GEOA 7.3	Archeologia	94.00
GEOA 8.1	Archeologia	94.00
GEOA 8.2	Archeologia	46.00
GEOA 8.3	Archeologia	94.00
GEOA 8.4	Archeologia	94.00
GR-9bisC	Archeologia	124.00
GR-9bisN	Archeologia	124.00
GR-9bisS	Archeologia	124.00
GR-9C	Archeologia	188.00



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 43 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

GR-9N	Archeologia	188.00
GR-9S	Archeologia	188.00
GR-10C	Archeologia	188.00
GR-10N	Archeologia	188.00
GR-10S	Archeologia	188.00
GEO 3AC	Verifica trenchless	420.00
GEO 3AE	Verifica trenchless	420.00
GEO 3AO	Verifica trenchless	420.00
GR-11C	Archeologia	46.00
GR-11N	Archeologia	46.00
GR-11S	Archeologia	46.00
GR-12C	Archeologia	235.00
GR-12N	Archeologia	235.00
GR-12D	Archeologia	235.00
GEO-4AC	Verifica trenchless	188.00
GEO-4AE	Verifica trenchless	188.00
GEO-4AW	Verifica trenchless	188.00
GEO-4BC	Verifica trenchless	46.00
GEO-4BE	Verifica trenchless	46.00
GEO-4BW	Verifica trenchless	46.00
GEO-5AC	Verifica trenchless	117.00
GEO-5AE	Verifica trenchless	117.00
GEO-5AW	Verifica trenchless	117.00
GEO-6AC	Verifica trenchless	195.00
GEO-6AE	Verifica trenchless	195.00
GEO-6AW	Verifica trenchless	195.00
GEO-7AC	Verifica trenchless	117.00
GEO-7AN	Verifica trenchless	117.00
GEO-7AS	Verifica trenchless	117.00
GEO-8AC	Verifica trenchless	78.00
GEO-8AN	Verifica trenchless	78.00
GEO-8AS	Verifica trenchless	78.00

**Tab. 3.6** - Sintesi delle prospezioni geoelettriche eseguite

Il dettaglio delle prove geoelettriche è riportato nell'Annesso 1.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 44 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

#### 4 PARAMETRI FISICO-MECCANICI DELLE UNITA' GEOTECNICHE RISCOstrate

Il corridoio interessato dal passaggio dei metanodotti in progetto è stato suddiviso in unità litotecniche derivate dai dati provenienti dal rilevamento geologico e geomorfologico e dai dati desunti dalle indagini geognostiche eseguite lungo i tracciati.



Queste ultime sono per lo più informazioni puntuali che vengono estese alle informazioni areali geologiche e geomorfologiche, al fine di poter costituire le unità litotecniche.

In particolare, sono state individuate lungo i tracciati in progetto n. 12 unità litotecniche, così descritte:

1. Unità L1: Rocce carbonatiche costituite da calcari micritici, silicei e marnosi. Stratificati, talvolta massivi, da fratturati a molto fratturati, di colore variabile dal rosa al biancastro;
2. Unità L2: Depositi eluvio-colluviali fini con clasti eterometrici ed eterogenei;
3. Unità L3: Depositi alluvionali recenti ed attuali costituiti da: sabbie argillose talvolta ghiaiose e ghiaie in matrice sabbioso-argillosa, depositi di conoidi alluvionali, talvolta ciottolosi in matrice sabbioso-argillosa;
4. Unità L4: Depositi fluvio-lacustri da limoso-argillosi a ghiaiosi in matrice sabbiosa;
5. Unità L5: Depositi argilloso-limosi e siltosi con intercalazioni sabbiose;
6. Unità L6: Depositi arenacei a struttura massiva;
7. Unità L7: Depositi torbiditici;
8. Unità L8: Depositi alluvionali terrazzati;
9. Unità L9: Depositi marini;
10. Unità L10: Depositi di frana;
11. Unità L11: Depositi piroclastici massivi;
12. Unità L12: Depositi marnosi e calcareo-marnosi.

Una volta individuate le Unità litotecniche, la parametrizzazione geotecnica delle diverse unità è stata eseguita analizzando i risultati delle indagini in situ effettuate (sia dirette e sia indirette), dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni di terreno prelevati e, nei tratti privi di indagini geognostiche, i parametri sono stati determinati da studi bibliografici.

Nella tabella sottostante si riportano i parametri medi per ogni unità litotecnica individuata:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 45 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

Unità litotecniche	Peso per unità di volume t/m <sup>3</sup>	Angolo di attrito interno $\phi^{\circ}$	Coesione non drenata Cu Kg /cm <sup>2</sup>	Vs,eq m /s	Categoria di sottosuolo NTC 2018
L1	2,2	40	—	380.85	B
L2	1,94	22	0.60	311.97	E
L3	1,85	28	0.30	394.56	B
L4	1,80	26	0.35	387.00	B
L5	1,75	24	0.50	351.00	C
L6	2,10	24	1.60	—	—
L7	1,45	—	0.10	—	—
L8	1,90	30	0.25	317.35	C
L9	1,80	27	0.40	351.00	C
L10	1,60	16	0.12	329.00	C
L11	2,40	36	2.40	—	—
L12	2,20	35	0.70	—	—

Nota: I parametri MEDI riportati in tabella sono derivati dalle indagini geogostiche eseguite ed, in assenza di esse, sono stati derivati dalla bibliografia.

**Tab. 4.A – Parametri medi delle unità litotecniche riscontrate**

Per ulteriori dettagli riguardanti le Unità litotecniche individuate si rimanda alla cartografia “Carta litotecnica” (rif. 19093-11-DT-D-5216, 19093-12-DT-D-5216, 19093-13-DT-D-5216, 19093-14-DT-D-5216, 19093-15-DT-D-5216, 19093-16-DT-D-5216, 19093-17-DT-D-5216 e 19093-90-DT-D-5216).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 46 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

## 5 CONCLUSIONI

Dalla campagna di indagini eseguita è stato possibile ricostruire la litostratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche dei sedimenti in corrispondenza dei tracciati in progetto.



Inoltre, le indagini geognostiche hanno consentito di poter ricostruire il modello geologico e geotecnico del sottosuolo, in modo tale da poter calibrare gli interventi progettuali in funzione del contesto geomorfologico e litostratigrafico locale.

Particolarmente utili sono state le informazioni desunte dalle indagini per poter scegliere la tipologia e le tecniche più adatte per il passaggio in sotterraneo mediante trenchless.

Altra finalità delle indagini eseguite è stata quella di poter avere ulteriori informazioni e ricostruire la geometria delle aree instabili, intercettate dal tracciato.

Infatti, con i dati desunti dalle indagini e dalle prove di laboratorio sono state effettuate delle verifiche di stabilità (Doc.10-RT-E-5023) per poter stabilire i potenziali piani di scivolamento e posizionare la condotta in sicurezza.

Dai dati disponibili e desunti dalle indagini eseguite non sono emerse criticità legate a fenomeni carsici.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19093</b>	<b>UNITÀ</b> <b>10</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO</b>	<b>SPC. 10-RT-E-5004</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar E OPERE CONNESSE</b>	Pagina 47 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5004

## 6 ALLEGATI ED ANNESSI

### Cartografia indagini geognostiche

- 19093-11-DT-D-5230 Rifacimento Met. Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar
- 19093-14-DT-D-5230 Rifacimento All. Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-15-DT-D-5230 Rifacimento All. dell’acqua minerale Sangemini DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-16-DT-D-5230 Rifacimento All. Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar

Annesso 1 – Report indagini geognostiche