

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 1 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO

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

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ' GEOMORFOLOGICA

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 2 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

INDICE

1	GENERALITÀ	6
1.1	Introduzione	6
1.2	Quadro Normativo	8
2	GEOLOGIA DEL TERRITORIO	10
2.1.	Lineamenti geologici generali	10
2.2.	Lineamenti strutturali	12
3	GEOMORFOLOGIA DEL TRACCIATO	15
3.1	Situazione geomorfologica dei tracciati	15
3.2	Criticità geomorfologiche dei tracciati	39
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	50
5	INTERAZIONE DELL'OPERA CON AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA	54
5.1	Interazione delle opere con il Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)	54
5.2	Interazione delle opere con il progetto I.F.F.I.	65
5.3	Interazione delle opere con aree a pericolosità geomorfologica individuate durante sopralluoghi	67
5.4	Interazione dell'opera in progetto con le aree a pericolosità da frane e indagini geognostiche	68
5.5	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 16+000 – 20+000)	76
5.6	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 21+180 – 21+425)	83
5.7	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 21+700 – 24+160)	84

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 3 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

5.8	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 24+890 – 29+095)	87
5.9	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 34+380 – 34+440)	88
5.10	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 35+105 – 35+380)	90
5.11	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 42+435 – 42+520 e 45+140 – 45+200)	93
5.12	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 50+880 – 52+385)	94
5.13	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 54+225 – 55+120)	96
5.14	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 59+000 – 59+110)	98
5.15	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 62+900 – 63+390)	100
5.16	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 70+520 – 71+140)	101
5.17	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 72+580 – 73+410)	104
5.18	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 74+120 – 74+140)	107
5.19	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 91+070 – 91+095)	109
5.20	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 97+820 – 97+920)	110
5.21	Interazione con area a pericolosità da frane (PK 99+160 – 99+700)	112

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 4 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

5.22	Interazione con area a pericolosità da frane (Derivazione per Foligno PK 0+000 – 1+735)	114
5.23	Interazione con area a pericolosità da frane (Rifacimento Allacciamento Comune di Bevagna PK 0+020 – 0+160)	115
5.24	Interazione con area a pericolosità da frane (Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini PK 0+680 – 0+740)	117
5.25	Area a pericolosità da frane limitrofa passaggio condotta (Rifacimento Allacciamento Comune di Montefalco PK 0+245 – 0+315)	119
6	VERIFICA DI STABILITÀ	121
6.1	Area a pericolosità da frana (PK 35+105 – 35+380)	123
6.1.1	Assunzioni di calcolo	123
6.1.2	Risultati	124
6.2	Area a pericolosità da frana (PK 70+520 – 71+140)	126
6.2.1	Assunzioni di calcolo	126
6.2.2	Risultati	128
6.3	Area a pericolosità da frana (PK 72+580 – 73+410)	131
6.3.1	Assunzioni di calcolo	131
6.3.2	Risultati	132
6.4	Area a pericolosità da frana (PK 74+120 – 74+140)	134
6.4.1	Assunzioni di calcolo	134
6.4.2	Risultati	135
6.5	Area a pericolosità da frana (PK 91+070 – 91+095)	136
6.6	Area a pericolosità da frana (PK 97+820 – 97+920)	137
6.6.1	Assunzioni di calcolo	137
6.6.2	Risultati	138
6.7	Area a pericolosità da frana (PK 99+160 – 99+700)	140

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 5 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6.7.1	Assunzioni di calcolo	140
6.7.2	Risultati	141
6.8	Area a pericolosità da frana Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini (PK 0+680 – 0+740)	143
6.8.1	Assunzioni di calcolo	143
6.8.2	Risultati	144
7	ACCORGIMENTI TECNICI E MISURE DI SALVAGUARDIA	145
8	CONCLUSIONI	154
9	BIBLIOGRAFIA	157
10	ALLEGATI / ANNESSI	160

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 6 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

1 GENERALITÀ

1.1 Introduzione

Nell'ambito del procedimento dello Studio di Impatto Ambientale, in conformità a quanto disposto dalla Parte seconda, Titolo III, del Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale" come aggiornato dal Decreto Legislativo n. 104 del 16 giugno 2017 (che modifica le norme che regolano il procedimento di VIA con lo scopo di recepire la Direttiva 2014/52/UE) e riferito al progetto di "installazione di un gasdotto superiore a 20 chilometri ricadente parzialmente all'interno di siti della rete Natura 2000" da assoggettare alla procedura di VIA, è stata redatta la presente relazione di compatibilità con le aree di versante in dissesto 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 Rete Gas di Gallese.

La linea principale in progetto presenta, come detto precedentemente, una lunghezza complessiva di circa 109 chilometri e sono previsti ulteriori 13 chilometri circa di metanodotti in progetto per ricollegare le linee oggi 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, MOP 70 bar”, previsti in dismissione. In particolare, il ricollegamento o il rifacimento riguarda i seguenti allacciamenti principali:

- Derivazione per Foligno DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+735 chilometri e ricollegamento avente L=0+340 chilometri (codice 12);
- Rifacimento Allacciamento Comune di Bevagna DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+455 chilometri e ricollegamento avente L=0+010 chilometri (codice 13);
- Rifacimento Allacciamento Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+240 chilometri (codice 14);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 7 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

- Rifacimento Allacciamento dell'Acqua minerale Sangemini DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+910 chilometri e ricollegamento L=0+600 chilometri (codice 15);
- Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar L=1+930 chilometri (codice 16);
- Ricollegamento Allacciamento Centrale Cog. Edison DN 400 (16”), DP 75 bar L=1+755 chilometri (codice 17).

Oltre al metanodotto principale 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:

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

Si precisa che il livello progettuale di riferimento considerato è quello del “Progetto di fattibilità tecnico economica” come definito dall’articolo 23, commi 5 e 6, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n.50.

Lo scopo del presente documento è di evidenziare la compatibilità delle opere previste in progetto con il contesto geomorfologico locale e, in particolare, con le aree in dissesto.

Per la definizione di dettaglio delle caratteristiche geomorfologiche dell’area in esame sono stati effettuati dei sopralluoghi e dei rilievi lungo il tracciato del metanodotto in progetto. Tali attività, unitamente alle informazioni di carattere bibliografico reperite ed acquisite tramite la consultazione di cartografie esistenti, hanno permesso di definire la situazione geologica di superficie, l’assetto geomorfologico delle zone impegnate e di pianificare ed eseguire una circostanziata campagna d’indagine geognostica.

Sono, infatti, stati delineati sulla base del rilevamento geologico di superficie, i principali litotipi, il loro assetto stratigrafico, i rapporti esistenti tra i sedimenti a contatto e come gli stessi possano condizionare la circolazione idrica sotterranea, in funzione delle principali caratteristiche idrogeologiche.

In particolare, lo studio è stato articolato nei seguenti passaggi:

1. Fotointerpretazione per analisi morfologica dei fenomeni franosi;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 8 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

2. Sopralluoghi finalizzati alla verifica in campo del contesto geomorfologico;
3. Pianificazioni ed esecuzione delle indagini geognostiche;
4. Analisi dei dissesti e ricostruzione del modello geologico e geotecnico;
5. Verifiche di stabilità delle aree in dissesto intercettate dal metanodotto;
6. Definizione delle opere di mitigazione e considerazioni conclusive.

1.2 Quadro Normativo

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”;
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 30483 del 24 settembre 1988 “Istruzioni riguardanti le indagini su 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”;
- Circolare n. 218/24/3 del 09 gennaio 1996 “Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1996 “Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 9 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

- 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;
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Autorità di Bacino della Regione Marche approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 13 del 30 aprile 2001;
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Autorità di Bacino del Fiume Tevere approvato con D.P.C.M. del 10 novembre 2006.
- Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50, articolo 23 commi 5 e 6: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull’aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d’appalto degli enti erogatori nei settori dell’acqua, dell’energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 10 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

2 GEOLOGIA DEL TERRITORIO

2.1. Lineamenti geologici generali

L'area interessata dalle opere in progetto si colloca in un contesto geologico e geomorfologico piuttosto complesso determinato dall'evoluzione globale del sistema tettonico e geologico dell'Italia centrale.

Il contesto geologico regionale lungo il quale si sviluppa il tracciato in progetto è composto dai seguenti ambienti morfo-strutturali:

- Regione carsica dell'Appennino umbro-marchigiano, rappresentata dal Bacino di Colfiorito;
- Dorsale carbonatica appenninica, la quale occupa il settore orientale e meridionale;
- Alto bacino del Fiume Tevere, occupato prevalentemente dai depositi terrigeni in facies di Flysch;
- Strutture a dominio vulcanico, le quali occupano il settore sud-occidentale;
- Graben del Fiume Tevere, caratterizzato da depositi in facies sia marina sia continentale, il Bacino tiberino e le conche intermontane.

Il Bacino di Colfiorito è un bacino tipicamente carsico ubicato nella porzione orientale dell'Umbria al confine con le Marche. Esso fa parte di una ampia regione carsica denominata "Altipiani di Colfiorito", costituita da sette altipiani carsici.

Si tratta di una tipica struttura determinata da un'evoluzione tettonica compressiva seguita da una tettonica distensiva che ha determinato nel periodo Plio-Pleistocenico tutta una serie di sistemi di depressioni che separano linee di corrugamento tettonico di tipo anticlinale. All'interno di tali depressioni hanno trovato origine bacini sia di tipo lacustre sia di tipo fluviale prodotti dall'ultima regressione marina. Il Bacino di Colfiorito è attraversato da un sistema drenante fluviale che ha eroso le strutture dei rilievi principali e formato depositi di natura alluvionale. All'interno di esso, lungo gli impluvi più importanti, si riscontrano spesso accumuli di materiale detritico proveniente dalla disgregazione, sia fisica e sia chimica, del materiale roccioso proveniente dai rilievi.

La Dorsale carbonatica appenninica è prevalentemente costituita da sedimenti dolomitici, calcarei, calcareo-marnosi e marnoso-argillosi avente età compresa tra Trias superiore ed il Miocene inferiore. È possibile distinguere, all'interno di essa, almeno tre ambienti deposizionali, ai quali corrispondono tre diverse successioni aventi caratteri litostratigrafici univoci e con assetti strutturali tipici. Essi sono rappresentati dal dominio di piattaforma carbonatica, caratterizzato da successioni di calcari e calcari dolomitici, il dominio pelagico, contraddistinto da una successione di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 11 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

rocce calcareo-silico-marnose, ed un'ampia fascia di transizione interposta tra i due precedenti domini in cui si distingue una successione di sedimenti aventi caratteristiche intermedie fra il dominio pelagico e la piattaforma carbonatica.

Le fasi tettoniche compressive dell'orogenesi appenninica hanno interessato queste aree tra la fine del Mesozoico ed il Miocene, determinando deformazioni prevalentemente di tipo duttile, quali pieghe e pieghe-faglie, nelle successioni del dominio pelagico, e di tipo fragile nel dominio di piattaforma. Le fasi traslative, a vergenza E e NE, hanno prodotto l'accavallamento delle dorsali carbonatiche con la formazione dell'attuale edificio a falde sovrapposte che costituisce la catena appenninica.

L'alta valle del Fiume Tevere è costituita prevalentemente da depositi torbiditici appartenenti nella porzione più orientale ai depositi sinorogenici della successione umbro-marchigiana (Formazione marnoso-arenacea, Burdigaliano superiore). I termini torbiditici umbri, sui quali sovrascorre il flysch toscano più antico, si presentano piegati e sovrascorsi verso E. La formazione risale al Miocene superiore.

Nella parte più a monte del bacino affiorano, inoltre, con estensione più limitata ma non trascurabile, i termini del Complesso Sicilide e Liguride, costituiti da flysch argilloso-calcarei avente età compresa fra il Cretacico e l'Eocene. Tali depositi, prevalentemente argilloso-scistosi ed argilloso-marnosi, sono caratterizzati spesso dalla presenza di forme erosive e/o calanchi.

Infine, è possibile rinvenire depositi tardo-miocenici, costituiti da flysch terrigeni, interposti alle dorsali carbonatiche, i quali marcano frequentemente il sovrascorrimento delle strutture tettoniche.

I depositi terrigeni sono caratterizzati complessivamente da bassi valori di infiltrazione efficace delle acque meteoriche a spese di un ruscellamento superficiale diffuso.

Le strutture vulcaniche sono disposte parallelamente al margine tirrenico, in direzione NW-SE. Le prime di vulcanismo hanno determinato lave ed ignimbriti essenzialmente acide (rioliti, riodaciti) e successivamente il chimismo si è evoluto verso facies di tipo alcalino-potassico formando edifici costituiti da ignimbriti, piroclastiti e, in minor misura, da lave.

Lo svuotamento delle camere magmatiche, unitamente alla tettonica distensiva peritirrenica, ha determinato il collassamento delle sommità degli apparati e la formazione di vaste depressioni spesso colmate da laghi di origine vulcanica.

Nell'area compresa tra il Lazio nord-occidentale e l'Umbria orientale sono presenti ambienti vulcanici il cui trend evolutivo è determinato dalla presenza di vulcaniti litoidi costituenti una copertura rigida e dalla morfologia tipicamente tabulare poggianti su depositi plio-pleistocenici molto più teneri e facilmente erodibili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 12 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

L'incisione da parte dei corsi ha predisposto alla formazione di bacini idrografici in forte erosione con frequenti morfologie di tipo calanchivo riscontrabili nei limi argillosi plio-pleistocenici. Le rupi tufacee vengono progressivamente erose fino a divenire localmente delle placche completamente isolate generalmente abbastanza instabili.

Lungo la fascia compresa tra Orvieto e Magliano Sabina, è presente una porzione transizionale di passaggio dal dominio vulcanico a terreni di natura calcarea che preludono alla morfologia appenninica.

L'edificio a falde costituente l'Appennino centro-settentrionale è stato sottoposto, nel Pliocene superiore, ad una intensa tettonica distensiva generando numerosi bacini lacustri e palustri continentali intramontani, la cui evoluzione prosegue per tutto il Pleistocene inferiore. Nel settore più interno della catena si riconoscono depressioni in cui la sedimentazione è tipicamente continentale, con facies da lacustre-palustre a detritica di versante. Più ad ovest si estendeva il Lago Tiberino avente un ramo settentrionale (direzione Perugia e Todi) e due più ampie diramazioni meridionali (una Foligno-Spoleto ed un'altra in direzione Terni). In quest'ampio bacino, nel quale scorreva il paleo-Tevere, si sono depositi notevoli spessori di sedimenti prevalentemente argilloso-sabbiosi.

Ancora più ad occidente si individua il Graben del Tevere, sede di sedimentazione marina fino al Pleistocene inferiore e successivamente continentale; questa depressione corrisponde attualmente alla valle del medio Tevere.

2.2. Lineamenti strutturali

La complessità geologica dell'area di studio, come precedentemente riportato, è principalmente imputabile alla tormentata storia tettonica che ha determinato il formarsi della catena appenninica Umbro-Marchigiana.

L'Appennino Umbro-Marchigiano deriva dalla deformazione di differenti domini paleogeografici e deposizionali disposti sul basamento della Placca Adriatica: il Dominio Toscano, il Dominio Umbro-Marchigiano ed il Dominio Laziale-Abruzzese. Pertanto, esso rappresenta una tipica catena a falde e pieghe ("fold and thrust belt"), derivante dalla deformazione dei predetti bacini sedimentari con il probabile coinvolgimento della Placca Adriatica.

L'insieme dei lineamenti compressivi (pieghe e sovrascorrimenti) individua una disposizione ad archi strutturali concentrici; da ovest verso est si possono distinguere cinque province strutturali principali: Umbria occidentale, Preappennino umbro, Dorsale umbro-marchigiana, Pedappennino marchigiano e Zona periadriatica.

L'architettura generale di questo settore dell'Appennino corrisponde ad una pila di falde tettoniche separate da sovrascorrimenti. La caratteristica principale riguarda la sovrapposizione di scaglie tettoniche, derivate dalla deformazione della copertura

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 13 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

sedimentaria meso-cenozoica attraverso alcune superfici di accavallamento primarie e secondarie. Il fronte di sovrascorrimento più interno è ricoperto dalle vulcaniche quaternarie laziali, mentre i fronti più esterni risultano sepolti al di sotto di una spessa coltre di sedimenti plio-quadernari del Bacino Periadriatico.

L'Umbria occidentale è caratterizzata dalla sovrapposizione delle unità tettoniche toscane (principalmente torbiditi) su quelle umbre. La deformazione compressiva, avvenuta nel Miocene superiore, è assorbita da un'embricazione di scaglie tettoniche piuttosto sottili, senza lo sviluppo dei sistemi di pieghe visibili nel Preappennino umbro. La successiva tettonica estensionale consiste in sistemi di faglie normali dirette NO-SE, con immersione sia a NE sia a SO.

Il Preappennino umbro è caratterizzato dalla copertura delle torbiditi mioceniche (Marnoso Arenacea), la cui continuità è interrotta dalle ampie depressioni della Valtiberina e della Valle Umbra, riempite di sedimenti continentali plio-quadernari. I lineamenti compressivi sono tagliati dalle più recenti faglie normali ed il margine orientale del Preappennino è caratterizzato da vistose pieghe antiformali, al nucleo delle quali affiora la successione pelagica del Dominio umbro.

La Dorsale umbro-marchigiana, alla quale appartiene la culminazione topografica della catena e lo spartiacque adriatico-tirreno, è caratterizzata da imponenti strutture plicative, connesse a superficie di sovrascorrimento sottostanti. Nella parte settentrionale della Dorsale, l'azione combinata del piegamento e dell'erosione ha portato allo smantellamento della copertura torbiditica e di parte della sottostante successione pelagica, di cui affiorano termini antichi del Cretaceo inferiore.

Nel settore centrale della Dorsale umbro-marchigiana, l'assetto strutturale è caratterizzato dalle pieghe antiformali associate a sovrascorrimenti e la copertura torbiditica è stata smantellata, permettendo l'affioramento delle formazioni mesozoiche. La tettonica attiva è connessa principalmente a faglie normali e transtensive e la configurazione delle conche intermontane quaternarie, come ad esempio il bacino di Colfiorito, è strettamente controllata dai lineamenti tettonici estensionali e transtensivi.

Il settore meridionale della Dorsale umbro-marchigiana è caratterizzato da diversi fronti compressivi e dal punto di vista strutturale, alcune faglie mesozoiche risultano riattivate come lineamenti compressivi nella fase appenninica, seguita dalla successiva fase estensionale.

Nel Pedappennino marchigiano l'aspetto più evidente è costituito dalla complessa embricazione della crosta, causata da un insieme di sistemi di sovrascorrimenti che si propagano anche nel Bacino periadriatico. In superficie, le pieghe antiformali connesse ai sovrascorrimenti determinano una blanda topografia corrispondente alle dorsali interne e costiere, mentre i livelli più antichi della successione umbro-marchigiana rimangono sepolti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 14 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Nel Bacino periadriatico si notano le embricazioni ed i piegamenti associati ai numerosi sovrascorrimenti sepolti e nel settore più settentrionale si evidenzia una fitta alternanza di dorsali e depressioni, corrispondenti a pieghe antiformali e sinformi connesse a sovrascorrimenti.

Il tratto laziale del tracciato in progetto ricade all'interno della Media Valle del Tevere, posta al confine tra Umbria e Lazio; essa si estende longitudinalmente per oltre 60 chilometri secondo la direzione NNW-SSE, ed è localizzata lungo la fascia pedemontana al margine occidentale della Catena Appenninica.

La valle si presenta con fianchi simmetrici e quote debolmente decrescenti da nord verso sud che si raccordano, nella zona assiale di fondovalle, ad una piana alluvionale. La Medio Valle del Tevere strutturalmente corrisponde a gran parte del Graben del Paglia-Tevere, ossia una depressione di origine tettonica complessa, colmata da potenti successioni plio-pleistoceniche, in prevalenza terrigene.

L'area in questione fu dapprima soggetta ad una fase tettonica compressiva, sin-orogena e attiva nel Miocene medio-superiore e, successivamente, ad una fase estensionale attiva dal tardo Pliocene inferiore, che portò alla formazione del Graben del Paglia-Tevere.

I sistemi di faglie normali e/o trastensive a direzione prevalente NW-SE e immersione a SW causarono la formazione di una serie di bacini tettonico-sedimentari con medesima direzione ed in subordine a direzione antiappenninica, bacini trasversali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 15 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

3 GEOMORFOLOGIA DEL TRACCIATO

3.1 Situazione geomorfologica 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 morfologici 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” 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 comunali 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 di Gallese, ubicata lungo un pianoro poggiante su depositi vulcanici delimitato da scarpate a notevole acclività.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 16 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 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 Z.S.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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 17 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

calcareae 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 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 18 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 323.0 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 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 1223.0 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 19 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 20 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 21 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 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 716.0 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 1227.0 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 22 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 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 1127.0, 593.0 e 286.0 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 23 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 363.0 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 443.0 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 Z.S.C. e Z.P.S. del Lago artificiale formato dal Torrente Aia. L'attraversamento del Torrente Aia e della Strada Provinciale n. 64 avviene mediante tecnologia T.O.C. per una lunghezza di circa 326.0 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 24 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 126.0 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 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 poggiante 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.

File dati: 19093-10-RT-E-5023_r11

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 25 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 264.0 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 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 26 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 527.0 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 406.0 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 402.0 metri) e, successivamente, il Fiume Tevere mediante Trivellazione Orizzontale Controllata per una lunghezza di circa 346.0 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 330.0 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 27 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

avente lunghezza lineare di 306.0 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 chilometri circa di rifacimenti e ricollegamenti ai metanodotti esistenti.

In particolare, relativamente agli allacciamenti, sono previsti i seguenti interventi principali:

Denominazione metanodotto	Diametro	DP (bar)
Derivazione per Foligno (codice 12)	DN 100 (4")	75
Rifacimento All. Comune di Bevagna (codice 13)	DN 100 (4")	75
Rifacimento All. Comune di Montefalco (codice 14)	DN 100 (4")	75
Rifacimento All. dell'Acqua minerale Sangemini (codice 15)	DN 100 (4")	75
Rifacimento All. Comune di San Gemini (codice 16)	DN 100 (4")	75
Ricollegamento All. Centrale Cog. Edison (codice 17)	DN 400 (16")	75

Tab. 3.1.A – Principali allacciamenti

Di seguito vengono descritte le principali caratteristiche geomorfologiche dei tracciati relativi agli allacciamenti principali 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 320.0 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 28 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

“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 (4”), DP 75 bar” per una lunghezza di circa 10.0 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 580 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 29 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

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 metri intercetta un'area perimetrata dall'Autorità di Bacino come frana per scivolamento quiescente a pericolosità P3. 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.

Rimozione del Metanodotto (4500220) Recanati-Foligno DN 600 (24”), MOP 70 bar

Come detto in premessa, il progetto “Rifacimento Metanodotto Foligno (Fraz. Colfiorito) – Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar” prevede, oltre alla realizzazione del metanodotto in progetto, la dismissione e la contestuale rimozione dei metanodotti e degli impianti di linea esistenti, per una lunghezza complessiva di 104+390 chilometri. In particolare, il primo tratto da dismettere e rimuovere interessa il 5° tronco del “Metanodotto (4500220) Recanati-Foligno DN 600 (24”), MOP 70 bar” per una lunghezza di circa 22+785 chilometri.

Il punto di partenza del metanodotto in dismissione da rimuovere è ubicato in corrispondenza dell'area nella quale è prevista la realizzazione dell'area trappola di Colfiorito per i metanodotti “Metanodotto Sulmona-Foligno DN 1200 (48”), DP 75 bar”, “Metanodotto Foligno-Sestino DN 1200 (48”), DP 75 bar” e “Metanodotto Recanati-Foligno DN 1050 (42”), DP 75 bar” nell'omonima piana nel Comune di Foligno.

La condotta in dismissione si sviluppa prevalentemente con andamento NE-SO e, dopo aver attraversato alla progressiva chilometrica 0+185 circa lo svincolo della Strada Statale n. 77 “Val di Chienti” e la Strada Provinciale n. 441 di Volperino, prosegue il suo percorso per circa 180.0 metri in un'area sub-pianeggiante nella piana di Colfiorito, fino ai piedi del rilievo montuoso “Il Monte” interessato da una fitta area boscata, per poi ridiscendere nuovamente e proseguire la sua percorrenza in un'area prevalentemente sub-pianeggiante del bacino di Colfiorito.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 30 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Attraversata nuovamente la Strada Statale n. 77, prosegue in parallelismo con quest'ultima per circa un chilometro fino al raggiungimento del P.I.D.A. 13802/1 (da rimuovere) e della strada comunale Casette di Cupigliolo, oltrepassata la quale, inizia la risalita del Monte Sauro, attraversando una zona fittamente boscata, prima di riscendere verso Piano di Ricciano, il quale sarà percorso fino alla progressiva chilometrica 6+000 circa e dove è prevista la completa rimozione dell'impianto P.I.L. 4500220/16.

In questo tratto iniziale del tracciato si rinvencono nelle zone sub-pianeggianti prevalentemente depositi alluvionali e conoidi alluvionali, con accumuli di materiale detritico in prossimità dei maggiori impluvi. I rilievi, invece, sono caratterizzati da successioni di calcari e calcari dolomitici ed a tratti da una successione di rocce calcareo-silico-marnose.

La condotta prosegue per circa 2.0 chilometri in aree agricole, fino al raggiungimento di un'area boscata compresa tra le progressive chilometriche 6+650 e 7+000, tipica di ambiente carsico. Il versante mostra, infatti, una litologia calcarea costituita da calcari micritici di colore rosato più o meno intenso, alternati ad interstrati pelitici sottili; talora sono presenti intercalazioni calcarenitiche grigio-biancastre. È presente anche una coltre eluvio-colluviale costituita essenzialmente da depositi fini a matrice limosa-argillosa rossastra derivanti dalla dissoluzione delle rocce calcaree.

Da questo punto e fino alla progressiva chilometrica 13+850 circa, il metanodotto in dismissione intercetta versanti con elevate acclività e con scarpate anche di notevole entità e rocciosità diffusa, come il "Monte di La Franca". I versanti presentano fitta vegetazione e incisi da una serie di corsi d'acqua tipicamente di ambiente montano, i quali determinano impluvi con la formazione di una coltre eluvio-colluviale derivante dalla disgregazione del substrato calcareo. Tra questi alla progressiva chilometrica 9+080 si intercetta il Fosso Valicorno, estremamente inciso. Nel tratto sub-pianeggiante compreso tra il fosso e l'abitato di Sostino si effettuerà la rimozione dell'impianto di linea P.I.L. n. 4500220/16.1.

Oltrepassato questo breve tratto sub-pianeggiante, inizia la risalita verso "Il Monte", il quale rappresenta il punto più elevato di questo tratto (progressiva chilometrica 11+600) e, la sua successiva discesa in direzione SO, conduce verso il fondovalle del Fiume Topino. Lungo la discesa viene attraversata un'area Z.S.C. denominata "Sasso di Pale", compresa tra la progressiva chilometrica 12+726 e 13+859.

La litologia passa dai calcari micritici e marnosi a marne calcaree sottilmente stratificate che possono dar luogo a fenomeni erosivi con disgregazione del materiale detritico. In prossimità della Strada Comunale Ravignano è presente un contatto tettonico che determina un netto cambio sia dal punto di vista litologico (si passa dalle marne calcaree alle torbiditi pelitico-arenacee con frequenti calcareniti) e sia morfologico, con la presenza di versanti a minore acclività.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 31 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Da questo punto in poi, la condotta da dismettere dapprima intercetta versanti morfologicamente ondulati fino al raggiungimento di un'area edificata corrispondente con località San Vittore in cui è posizionato l'impianto P.I.L. n. 4500220/17 da rimuovere e, successivamente, attraversa la piana alluvionale del Fiume Topino. Dopo l'attraversamento della Strada Provinciale n. 449 e della ferrovia F.S. Orte-Falconara è presente, a valle della ferrovia, un altro impianto P.I.L. n. 4500220/19 ubicato prima dell'attraversamento del Fiume Topino, da rimuovere.

La condotta prosegue il suo percorso nella piana del Fiume Topino fino all'attraversamento della Strada Statale n. 3, in prossimità della progressiva chilometrica 18+500 circa. Essa intercetta aree destinate ad uso agricolo e attraversa in successione piccoli fossi irrigui e strade secondarie fino a raggiungere alla progressiva chilometrica 17+945 l'impianto P.I.D.I. n. 4500220/20-4160442/1 ed il metanodotto collegato "All. Comune di Foligno 2 pr", anch'esso da dismettere. Oltrepassata la Strada Statale n. 3 si giunge ad un nuovo impianto da dismettere, il P.I.D.A. n. 4101346 posto a servizio della Centrale di Metano.

Il metanodotto prosegue in parallelismo fino alla Strada Statale n. 75 ed alla Via Romana Vecchia fino all'incrocio con Via San Sebastiano ed al successivo raggiungimento dell'impianto P.I.D.A. n. 4102302/1 per l'"Allacciamento al Comune di Foligno 1 pr".

Tutto questo tratto si inserisce all'interno della piana alluvionale del Fiume Topino costituita da depositi alluvionali terrazzati tendenzialmente sabbioso-ghiaiosi e depositi alluvionali sabbioso-argillosi in prossimità dell'alveo.

A questo punto, si percorre, per un breve tratto, il territorio comunale di Spello, nel quale si attraversano in successione una strada comunale, Via San Cristofaro, la Strada Statale n. 75 e la ferrovia F.S. Terentola-Foligno. Questo tratto termina la sua percorrenza deviando in direzione SO inserendosi nella zona industriale, in stretto parallelismo con il Torrente Chiona, nella quale è ubicato l'impianto Area Trappole/Regolazione del "Metanodotto San Sepolcro-Foligno DN 250 (10”), MOP 70 bar".

La litologia è caratterizzata da depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi.

Rimozione del Metanodotto (4500320) Foligno-Terni DN 550 (22”), MOP 70 bar

Il secondo tratto del metanodotto esistente da dismettere e rimuovere riguarda il tratto del "Metanodotto (4500320) Foligno-Terni DN 550 (22”), MOP 70 bar" per una lunghezza circa 58+185 chilometri. Il predetto metanodotto si sviluppa in direzione S-SO e, superata la zona industriale compresa tra Foligno e Spello, prosegue la percorrenza nella piana di Foligno attraversando in sequenza la Strada Statale n. 316, il Fiume Topino (il cui attraversamento è di tipo aereo, da rimuovere), il Fiume Clitunno ed il Torrente Teverone, anche quest'ultimo attraversato con ponte aereo da

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 32 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

demolire, prima di dismettere l'impianto P.I.D.S. n. 4102683/1, dal quale si dirama per circa 2.5 chilometri l'Allacciamento alla Fornace Briziarelli DN 100 (4”), MOP 70 bar” e l'Allacciamento al Comune di Bevagna DN 80 (3”), MOP 70 bar”, entrambi da dismettere.

Dopo aver superato il Torrente Teverone, la condotta si dirige verso le aree residenziali di località Valle Cupa e di località Belvedere e, prima dell'attraversamento della Strada Provinciale n. 443, intercetta l'impianto di linea P.I.L. n. 4500320/1, il quale verrà rimosso. La risalita prosegue nel fondovalle del Fosso Bagnolo prima di interessare un versante che mostra fenomeni di instabilità con scivolamenti superficiali abbastanza diffusi ed attivi. Tale situazione si riscontra fino alla località Pietrauta, dove oltrepassato l'attraversamento della Strada Provinciale n. 445, si intercetta l'impianto P.I.D.A. n. 4104759/1 per l'Allacciamento al Comune di Montefalco DN 80 (3”), MOP 70 bar” da dismettere, ad ovest della zona industriale in località Pietrauta.

In questo tratto, la litologia mostra la presenza di ghiaie e conglomerati in facies fluviale e di conoide caratterizzati da clasti carbonatici. Nel fondovalle del Fosso Bagnolo si intercettano depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, mentre il versante è caratterizzato dalla presenza di argille e argille sabbiose grigio-giallastre passanti verso l'alto gradualmente a sabbie giallo ocracee.

Superata la zona industriale di Pietrauta, la condotta da dismettere discende verso il Fosso Satriano per poi risalire i rilievi collinari in prossimità dell'abitato di Casale.

La discesa verso il Fosso Satriano ed il primo tratto in risalita verso la Strada Vicinale Casale interessano rilievi collinari particolarmente instabili dal punto di vista geomorfologico. La litologia mostra la presenza di ghiaie e conglomerati facies fluviale e di conoide caratterizzati da clasti carbonatici.

Oltrepassata la Strada Vicinale Casale, in prossimità della progressiva chilometrica 12+000, la morfologia diventa più dolce e si incontrano superfici terrazzate e blandi rilievi che non mostrano particolari criticità geomorfologiche, almeno fino all'attraversamento del Torrente Puglia (progressiva chilometrica 16+345). In questo tratto 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. Ciò si riscontra fino all'attraversamento del Torrente Puglia nel quale si rinvencono depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi. Nell'attraversamento del torrente si riscontra un'erosione accentuata con il deterioramento delle palizzate realizzate a protezione delle sponde fluviali.

Nel tratto appena descritto ed in quello che dal Torrente Puglia conduce verso i piedi del Monte Martano, si avrà anche la dismissione degli impianti P.I.D.S. n. 4102857/1 per l'Allacciamento S.I.L.T. Laterizi DN 100 (4”), MOP 70 bar” e P.I.D.I. n. 4101993/1/4500320/2 per la “Derivazione per Spoleto DN 200 (8”), MOP 70 bar”

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 33 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Oltrepassato l'alveo del Torrente Puglia, il metanodotto in dismissione riprende la risalita verso le pendici del Monte Martano con un netto cambio litologico determinato dal materiale roccioso proveniente dalla disgregazione in atto sulle pendici. I versanti si presentano maggiormente ondulati e con rocciosità diffusa. Si evidenziano, dapprima, ghiaie e conglomerati a matrice per lo più sabbiosa e, successivamente, man mano che si risale di quota, si ha una coltre eluvio-colluviale derivante dalla dinamica di versante e costituita da clasti di varie dimensioni.

La risalita verso i Monti Martani avviene, in massima pendenza, lungo una linea di displuvio “naso” e, successivamente, percorre delle creste strette ed allungate di Colle Cerro, del Monte Cucco fino alla sommità del Monte Martano passando nelle vicinanze di un insediamento militare e di un'antenna di ricezione, per poi riprendere la lunga discesa fino a giungere in località Colle nel Comune di Massa Martana.

Nel tratto iniziale di risalita, da Casa Pian delle Noci fino a Monte Cucco, si ha 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. Inoltre, in questo tratto, in corrispondenza delle marne calcaree si evidenziano aree in forte erosione superficiale attiva, maggiormente accentuata nei tratti con scarsa copertura vegetale e su terreni già interessati da processi di disgregazione meteorica. Sono evidenti fenomeni di dilavamento superficiale a causa dell'azione e successivo scorrimento delle acque meteoriche accentuato dalle acclività dei versanti. Tale fenomeno ha determinato sulla superficie del terreno l'asportazione ed il trasporto delle particelle solide con formazione di incisione talvolta abbastanza accentuata.

Proseguendo la percorrenza verso la cima del Monte Martano, si evidenzia la presenza di calcari micritici alterati ad interstrati pelitici molto sottili sovrascorsi sui calcari marnosi.

Da questo punto inizia la discesa lungo il versante 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 di località Colle si evidenzia un contatto tettonico tra i calcari silicei del versante e i detriti di falda della zona ubicata ai piedi del versante e quest'ultimi, a loro volta, in contatto tettonico con i depositi di conoide alluvionale provenienti dai torrenti e dai fossi profondamente incisi che si diramano procedendo da monte verso valle.

Successivamente la condotta comincia la percorrenza lungo i rilievi collinari aventi leggere ondulazioni e solchi di ruscellamento superficiali ubicati alla base del Monti Martani attraversando modesti impluvi solcati da torrenti di modesta portata e brevi valloni fino a giungere il fondovalle del Torrente Naia. Lungo il percorso è prevista la rimozione anche degli impianti P.I.L. n. 4500320/3, P.I.D.S. n. 4103951/1 e P.I.L. n. 4500320/4. Le litologie intercettate sono prevalentemente depositi di conoide alluvionale, principalmente riscontrabili in prossimità degli impluvi solcati dai corsi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 34 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

d'acqua ed una coltre eluvio-colluviale avente clasti di varie dimensioni e depositi di versante. I primi depositi carbonatici e travertinosi iniziano ad affiorare in prossimità della località Colpetrazzo fino al tratto che costeggia la strada comunale località Campetelle e ridiscende verso la Strada Provinciale n. 416, iniziando la percorrenza del Torrente Naia, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi. La percorrenza in località Campetelle è interessata da fenomeni di erosione superficiale accentuati e scivolamenti della coltre superficiale.

A questo punto la condotta prosegue lungo un corridoio costituito da terrazzamenti boscati parallelamente alla strada comunale della Romita per poi risalire un ripido tratto 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 si ripercorre nuovamente il fondovalle del Torrente Naia intercettando tutta una serie di superfici terrazzate parallelamente al raccordo autostradale E45 "Orte-Terni-Perugia", fino all'incirca al chilometro 39+740 dove avviene l'attraversamento del raccordo autostradale. Le superfici terrazzate presentano un andamento, in linea di massima, sub-pianeggiante con leggere ondulazioni, le quali formano piccole scarpatine morfologiche ed una leggera erosione superficiale dovuta ai fenomeni di ruscellamento delle acque meteoriche.

Il metanodotto percorre le superfici terrazzate ubicate ad est del raccordo autostradale E45 "Orte-Todi-Perugia" (S.S. n. 3 bis) fino alla progressiva chilometrica 39+740 in località La Fornace nel Comune di Acquasparta dove, oltre al raccordo autostradale, viene attraversata anche la Strada Provinciale n. 113, prima di immettersi all'interno della zona industriale in località Le Capanne.

Il cambio litologico tra l'ammasso roccioso dei rilievi ed i materiali più fini riscontrati nel fondovalle del Torrente Naia è messo in evidenza dalla presenza di un contatto tettonico per faglia.

Dalla zona industriale, il metanodotto prosegue in direzione sud dove è prevista anche la rimozione degli impianti posizionati a monte (P.I.L. n. 4500320/5) e a valle (P.I.L. n. 4500320/7) della ferrovia F.S. Terni-Umbertide, attraversata alla progressiva chilometrica 41+110. Successivamente prosegue in stretto parallelismo con la linea ferroviaria per circa 800.0 metri fino a deviare per evitare la stazione ferroviaria di Montecastrilli e risalire un versante abbastanza ondulato ed, in parte, boscato prima di proseguire il parallelismo con la ferrovia. Il parallelismo prosegue fino alla località Fattoria Casa Nuova prima di iniziare la risalita dei versanti verso la Strada Provinciale n. 41 e giungere all'impianto P.I.D.I. n. 4103371/0.1-4101859/0.1, da cui si diramano i due metanodotti per l'"Allacciamento dell'Acqua Minerale Sangemini DN 80 (3)", MOP 70 bar" e "Allacciamento Aziende Vetrarie Industriali DN 100 (4)", MOP 70 bar" nel Comune di San Gemini.

Oltrepassata la Strada Provinciale n. 41, in prossimità dell'abitato di Quadrelli, la condotta lascia la valle del Torrente Naia ed inizia la percorrenza dei rilievi collinari,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 35 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

a tratti piuttosto acclivi, prevalentemente argillosi con erosione superficiale in alcuni tratti abbastanza accentuata e fenomeni di scivolamento diffusi, che conducono ad ovest del centro abitato di San Gemini.

Attraversata la Strada Statale n. 3 ter, la percorrenza prosegue in un continuo sali e scendi lungo i versanti, che diventano via via meno acclivi fino al raggiungimento del fondovalle del Fiume Nera. Durante la percorrenza si intercettano aree abbastanza urbanizzate, fossi secondari e versanti che mostrano una certa criticità geomorfologica, caratterizzati da una litologia prevalentemente argillosa ed argillosa limosa.

Proseguendo lungo il fondovalle del Torrente Caldaro si giunge nella zona industriale di Narni, successiva all'attraversamento del raccordo autostradale E45 "Orte-Todi-Perugia" e della ferrovia F.S. "Orte-Terni".

Dalla località La Tirante, in prossimità del raccordo autostradale, la condotta percorre un tratto sub-pianeggiante rappresentato dalla piana alluvionale del Fiume Nera, nel territorio comunale di Narni, attraversando di seguito, oltre al raccordo autostradale E45 ed alla ferrovia "Orte-Terni", i binari dell'interporto di Narni, la Strada Provinciale n. 24 ed il Fiume Nera, alla progressiva chilometrica 54+755.

Le litologie mostrano la presenza di un'alternanza di depositi alluvionali sabbioso-argillosi e sabbioso-ghiaiosi.

Oltrepassato l'alveo del Fiume Nera si attraversano in successione la Strada Statale n. 3 (progressiva chilometrica 57+510) ed il Canale Recentino (progressiva chilometrica 57+928), dove è prevista la rimozione completa dell'infrastruttura aerea, per poi giungere alla stazione d'arrivo all'interno dell'area impiantistica del Nodo di Narni.

Oltrepassato l'attraversamento 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.

Rimozione del Metanodotto (4500350) Foligno-Terni-Civita-Roma O., Tr. Terni-Civita Castellana DN 550 (22”), MOP 70 bar

Il terzo ed ultimo tratto del metanodotto esistente da dismettere e rimuovere riguarda il tratto del "Metanodotto (4500350) Foligno-Terni-Civita-Roma O., Tr. Terni-Civita Castellana DN 550 (22”), MOP 70 bar" per una lunghezza circa 23+420 chilometri. Il predetto metanodotto si sviluppa in direzione NE-SO lungo il confine regionale tra l'Umbria ed il Lazio, attraversando i territori comunali di Narni, Otricoli, Gallese e Magliano Sabina.

Dall'uscita dell'area impiantistica di Narni, il metanodotto si sviluppa su un'area sub-pianeggiante fino all'attraversamento della Strada Comunale dei Cerri, caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati tendenzialmente sabbioso-ghiaiosi, per poi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 36 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

discendere i rilievi collinari argillosi che conducono verso l'area Z.S.C. (140.0 metri lineari circa) e Z.P.S. (965.0 metri lineari circa) del Lago artificiale formato dal corso d'acqua del Torrente L'Aia, caratterizzato prevalentemente da seminativi.

La litologia è caratterizzata da argille, argille limose e sabbie, fatta eccezione per la piana alluvionale del Torrente L'Aia in cui sono presenti depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi.

Oltrepassata la Strada Provinciale n. 64, la condotta risale un impluvio rappresentato dal Fosso dell'Acqua, caratterizzato da argille ed argille siltose con sabbie interessate da movimenti franosi ben evidenti e successivamente oltrepassa, in sequenza, un rilievo boscato costituito da rocce calcaree massive in località "i Cappuccini", la Strada Provinciale n. 20 (progressiva chilometrica 3+832) e l'Acquedotto Romano (progressiva chilometrica 3+884), prima di percorrere un'area collinare caratterizzata da risalite ad elevata pendenza con presenza di fitta vegetazione boscata. In prossimità della strada provinciale è cartografato un contatto tettonico per faglia diretta.

Qui la litologia è caratterizzata sempre da rocce calcaree che però si presentano maggiormente fratturate e mal stratificate rispetto al tratto precedente; durante il sopralluogo in campo è emersa la presenza di fenomeni di colata di detrito proveniente dalla disgregazione meteorica delle rocce calcaree presenti lungo il versante.

In cresta i calcari massivi sovrascorrono sui calcari micritici ed è cartografato un altro contatto tettonico tra i calcari massivi ed i calcari marnosi sottilmente stratificati.

Da questo punto inizia la discesa lungo il versante verso una piccola area sub-pianeggiante in località Madonna Scoperta, incisa dal Fosso di Costa Romana, dove si prevede la rimozione dell'impianto P.I.D.S. n. 15794/1 per l'"Allacciamento all'impianto Unicalce DN 100 (4”), MOP 70 bar". La litologia è caratterizzata dalla presenza di 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 risale un versante boscato, nel tratto iniziale abbastanza acclive, e ridiscende verso l'impianto P.I.D.S. n. 4101828/1, il quale presenta una superficie sub-pianeggiante nella parte mediana e piccola scarpata verso la sottostante Strada Statale n. 3, la quale viene nuovamente attraversata, così come il Fosso di Ponte Sanguinaro.

Il versante è caratterizzato dalla presenza di rocce calcaree mal stratificate, mentre l'area dell'impianto è ricoperta dai detriti di falda a granulometria variabile provenienti dal disfacimento ed accumulo per gravità dell'ammasso roccioso del versante.

Oltrepassata la Strada Statale n. 3 ed il predetto fosso, si risale verso Colle San Marco, dove è presente un campo di pannelli solari, si percorre per circa un chilometro un altro versante calcareo, boscato ed acclive, fino a giungere in località

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 37 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Fongalle, dove è ubicato l'impianto P.I.D.I./P.I.D.A. n. 4500350/1-4160839/1 ed il relativo "Allacciamento Comune di Narni 4^ presa DN 100 (4”), MOP 70 bar”, anch'esso da rimuovere. Qui, la litologia subisce un netto cambiamento, in corrispondenza di un contatto tettonico, passante dalle rocce calcaree ai depositi marini costituiti da un'alternanza di sabbie, sabbie limose, travertini, arenarie, limi ed argille.

Da qui, il metanodotto dapprima discende lungo una serie di superficie terrazzate prima di scendere il versante verso la Strada Comunale Schifanoia e poi risalire ad est del centro abitato di Schifanoia. Prosegue la sua percorrenza interessando alcuni insediamenti abitativi prima di iniziare la discesa che conduce nella stretta valle incisa dal Fosso di Schifanoia. Le superfici terrazzate, in contatto tettonico, presentano calcari micritici e calcari marnosi alternati a marne con depositi ghiaiosi e limoso-argillosi, presentano leggeri fenomeni di ruscellamento superficiale del materiale fine poggiante sul substrato roccioso.

La discesa lungo i versanti che conducono all'attraversamento del Fosso di Schifanoia è caratterizzata dalla presenza di versanti ondulati ed irregolari, talvolta con evidenti segni di dissesto, che potrebbero dar luogo all'attivazione di fenomeni franosi. Lungo un tratto di versante sono presenti una serie di estensimetri finalizzati alla determinazione delle deformazioni dimensionali che il terreno può subire se sottoposto a sollecitazioni. Le litologie sono costituite da un'alternanza di sabbie, sabbie fini, limi argillosi ed argille prive di strutture che favoriscono l'instaurarsi di fenomeni di instabilità morfologica.

Alla progressiva chilometrica 11+543 circa viene attraversato il Fosso di Schifanoia, i cui versanti, sia in destra e sia in sinistra idrografica, mostrano fenomeni di instabilità con evidenti ondulazioni ed erosione superficiale. La litologia dell'attraversamento è interessata da depositi alluvionali con clasti anche di notevole dimensione.

Superato l'attraversamento del Fosso di Schifanoia, si ha dapprima un allargamento areale caratterizzato da una superficie sub-pianeggiante fino al raggiungimento del Fosso di Primalaia, il quale si restringe man mano che si prosegue con la percorrenza fino ad incidere notevolmente i versanti ubicati sia in destra e sia in sinistra idrografica. Dopo averlo attraversato per la prima volta, inizia la risalita a mezzacosta verso il Podere Sant'Angelo, 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 a 11.5 millimetri nella porzione superficiale). Oltrepasato il Podere Sant'Angelo, si ridiscende il versante verso il fondovalle del Fosso di Primalaia, il quale viene attraversato altre due volte. Il fondovalle si presenta particolarmente stretto e caratterizzato da depositi alluvionali.

Subito dopo gli attraversamenti della Strada Comunale del Poggio e della Strada Provinciale n. 71 si intercetta l'impianto P.I.D.A. n. 4160490/1 da rimuovere, da cui si

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 38 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

stacca l'”Allacciamento al Comune di Otricoli DN 100 (4”), MOP 70 bar” e si prosegue nel fondovalle determinato dal corso d’acqua del Torrente L’Aia. Anch’esso si presenta stretto e caratterizzato da depositi alluvionali con i versanti ubicati sia in destra e sia in sinistra idrografica, in alcuni tratti, fortemente ondulati e con erosione superficiale diffusa soprattutto nella parte medio-alta del versante.

La percorrenza del fondovalle del Torrente L’Aia avviene fino alla progressiva chilometrica 17+000 circa, in località Crepafico, dove è previsto l’attraversamento del torrente e la quasi contemporanea risalita del versante in località Lunelli. Il versante sul quale è posizionata la condotta si presenta particolarmente instabile con elevata acclività, ondulato e con erosione superficiale diffusa. In cartografia tali aree coincidono con i depositi di frana caotici eterometrici in evoluzione.

Giunto in cresta, il metanodotto prosegue il suo percorso quasi in parallelo alla strada bianca fino ad attraversarla alla progressiva chilometrica 18+765 circa, il quale rappresenta anche il limite regionale tra Umbria e Lazio, per poi discendere verso località San Vincenzo un versante abbastanza acclive e fittamente boscato nella parte iniziale. In questo tratto è prevista anche la rimozione dell’impianto P.I.D.I. n. 4160210/1-4500350/2. In cresta si ha un netto cambiamento litologico con prevalenza di depositi piroclastici costituenti una copertura rigida e dalla morfologia tabulare poggiate su depositi plio-pleistocenici molto più teneri e facilmente erodibili.

Da questo tratto in poi, la condotta si dirige e percorre la pianura alluvionale del Fiume Tevere, attraversando, in sequenza, la Strada Statale n. 3, l’Autostrada A1, una strada comunale ed il Fiume Tevere (progressiva chilometrica 19+590); prosegue la percorrenza all’interno della piana alluvionale del Fiume Tevere fino all’attraversamento aereo del canale artificiale della Centrale ENEL di Ponte Felice.

Il metanodotto devia in direzione SO attraversando, in sequenza, una strada comunale, la F.S “Firenze-Roma”, la Strada Statale n. 315 (ex Strada Provinciale n. 150) e si sviluppa all’interno della zona industriale di Gallese. In questo tratto è prevista la rimozione degli impianti P.I.D.A. n. 4102532/1-4102806/1 e P.I.D.I. n. 4500350/4-4103108/1 e dei relativi allacciamenti “Allacciamento Ceramica Quadrifoglio DN 80 (3”), MOP 70 bar” e “Derivazione per Gallese DN 100 (4”), MOP 70 bar”.

Infine, il metanodotto inizia la risalita del versante ripido e boscato che conduce verso il pianoro sul quale è ubicata la Centrale di Compressione Gas di Gallese, punto di arrivo della condotta da dismettere e rimuovere. Quest’ultimo tratto presenta una litologia costituita da un deposito piroclastico massivo di natura tefritico-fonolitica a matrice cirenitica.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 39 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

3.2 Criticità geomorfologiche dei tracciati

Dall'analisi geomorfologica è emerso che i tracciati in progetto presentano alcune criticità geomorfologiche legate prevalentemente all'instabilità dei versanti a substrato, per la maggior parte, argilloso.

La morfologia, associata ai litotipi affioranti, presenta sia superfici sub-pianeggianti e sia versanti da moderatamente a notevolmente acclivi, degradanti verso i fondivalle dei corsi d'acqua principali e secondari.

La natura dei sedimenti fa sì che, in determinate condizioni, tali depositi possano muoversi verso il basso generando movimenti gravitativi lungo i versanti. Le frane possono assumere notevoli dimensioni, attivandosi per infiltrazione d'acqua e/o scalzamento alla base dei versanti in prossimità dei corsi d'acqua. Si tratta di vere e proprie deformazioni plastiche che impegnano interi pendii i quali scorrono con grande lentezza, ma con continuità, come un liquido viscoso, suddividendosi in varie parti caratterizzate da diversa velocità che si sovrappongono fino a che non avviene il deposito a valle, dove i materiali sono completamente caoticizzati, e si arrestano assestandosi con ulteriori piccoli movimenti.

Per ovviare a tali criticità, il progetto dell'opera ha previsto una serie di accorgimenti e soluzioni mirate al consolidamento dei versanti con paratie di pali, muri in gabbioni o con opere di drenaggio per l'allontanamento delle acque superficiali per evitare l'imbibizione della coltre alterata e degradata.

I casi di maggiore criticità evidenziano, per lo più, movimenti franosi di scivolamento traslazionale o rotazionale e colamenti diffusi; da notare anche alcune aree caratterizzate da fenomeni localizzati e di esigua profondità come i soliflussi, le erosioni spondali ed i ruscellamenti concentrati.

Laddove non è possibile proteggere la condotta con opere ingegneristiche puntuali, si è ricorso all'inserimento di opere trenchless (Microtunnel e Trivellazioni Orizzontali Controllate).

Altra criticità geomorfologica è legata alla presenza di creste strette e allungate, riscontrate nelle aree montuose.

In linea generale, lungo il tracciato, le creste rappresentano un corridoio ideale per il passaggio del metanodotto, perché permettono di rimanere al di fuori dei versanti che le delimitano, interessati frequentemente da movimenti franosi.

In alcuni casi queste creste sono invece delimitate da ripidi versanti interessati da fenomeni di erosione idrica diffusa, talora incanalata, e da movimenti di massa. Tali processi potrebbero evolversi in modo regressivo nel corso del tempo, andando ad assottigliare ulteriormente la zona di cresta e scalzando alla base la condotta.

Per quanto riguarda gli attraversamenti fluviali si evidenzia che i corsi d'acqua, verranno intercettati nella maggior parte dei casi a cielo aperto prevedendo un

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 40 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

accurato e ponderato approfondimento della posa della condotta; soltanto in casi limitati verranno realizzati mediante tecnologia trenchless.

L'attraversamento dei corsi d'acqua e la percorrenza di alcuni tratti in alveo necessitano di opere di sistemazione idraulica quali: briglie in gabbioni, ricostituzione spondale in massi ed in gabbioni, ricostituzioni d'alveo in massi, gabbioni e materassini metallici. Le principali criticità geomorfologiche riscontrate possono essere riassunte nella seguente tabella:

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
0+220	---	Attraversamento Rio di Cesi I	Palizzate in destra e sinistra idrografica
0+475	0+930	Attraversamento versante ripido boscato con elevata rottura di pendenza (Monte Trella)	Trenchless (microtunnel) di L=471 metri
2+090	---	Attraversamento Rio di Cesi II	Palizzate in destra e sinistra idrografica
2+125	2+230	Versante boscato	Briglie in sacchetti + palizzate con cunette a tergo
3+215	---	Attraversamento strada bianca	Palizzate a monte e a valle dell'attraversamento stradale
5+225	---	Attraversamento strada bianca	Palizzate a monte e a valle dell'attraversamento stradale
5+650	5+735	Versante boscato	Palizzate
7+630	7+970	Risalita versante boscato località Franca ad andamento ondulato con presenza di scarpata al piede e di abitazioni lungo la risalita	Tale zona verrà oltrepassata con tecnologia trenchless (microtunnel) avente L= 342 metri seguendo approssimativamente lo stesso allineamento del metanodotto esistente
9+870	10+100	Percorrenza	Briglie in sacchetti + palizzate
12+025	---	Attraversamento Fosso Vallecorno	Opere di regimazione idraulica sia spondale e sia di fondo (rivestimento in massi). Briglia a valle dell'attraversamento
14+000	14+730	Percorrenza	Briglie in sacchetti
14+770	---	Attraversamento Strada Comunale Ravignano	Opere di contenimento scarpate a monte e valle (muro cellulare in legname a monte e gabbionata a valle)
14+870	14+910	Percorrenza tratto a mezzacosta con scarpate morfologiche evidenti e presenza di un insediamento abitativo in località Rivignano	Opere di contenimento a protezione dei fabbricati a monte (paratia di pali)
14+900	15+200	Percorrenza	Letto di posa drenante
15+720	15+870	Percorrenza	Letto di posa drenante
15+730	---	Versante	Muro cellulare in legname
15+950	---	Attraversamento Strada Provinciale n. 449	Muro cellulare in legname

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 41 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
16+115	16+200	Percorrenza	Opere di contenimento a valle e a monte della condotta (gabbionata)
16+525	---	Attraversamento Fiume Topino I	Ripristino spondale con scogliera e rivestimento alveo in massi
18+890	19+175	Attraversamento Fiume Topino II	Trenchless (microtunnel) di L=285 metri
19+280	---	Attraversamento Fiume Topino III	Regimazione idraulica delle sponde con scogliera in massi
20+330	21+680	Percorrenza stretta del Fosso Treggiano e superficie irregolare degradante verso la strada bianca; Versante ondulato abbastanza acclive con solchi di erosione in località San Sebastiano interessato da frane per scivolamento presunto	Trenchless (microtunnel) di L=1353 metri
21+950	---	Attraversamento Torrente Chiona I	Palizzate in destra e sinistra idrografica
24+870	---	Attraversamento Torrente Chiona II	Palizzate in destra e sinistra idrografica
29+835	30+130	Attraversamento Torrente Teverone, Fiume Clitunno e Torrente Timia	Trenchless (T.O.C.) di L= 323 metri
30+615	---	Attraversamento Fosso Malcompare I	Palizzate in destra e sinistra idrografica
31+475	---	Attraversamento Fosso Malcompare II	Palizzate in destra e sinistra idrografica
31+700	31+900	Percorrenza in prossimità della Fonte Mugeni	Riempimento dello scavo con materiale drenante per evitare di interrompere il flusso idrico nel laghetto
33+195	33+260	Percorrenza	Trincea drenante fuori condotta in destra senso gas
33+965 35+200	35+170 35+765	Percorrenza rilievi collinari di Montefalco particolarmente instabili in località Casale	Trenchless (microtunnel) di L=1223 metri Trenchless (microtunnel) di L=565 metri
38+025	---	Attraversamento Torrente Attone	Palizzate in destra e sinistra idrografica
40+822	---	Attraversamento Torrente Puglia	Palizzate in destra e sinistra idrografica
42+450	43+000	Percorrenza	Opere di regimazione idraulica superficiale (palizzate e fascinate)
44+910	45+060	Percorrenza	Letto di posa drenante
45+130	45+300	Percorrenza	Opere di regimazione idraulica (palizzate e fascinate) longitudinalmente alla condotta
48+640 49+560	49+200 49+795	Percorrenza	Opere di contenimento finalizzate ai ripristini della scarpata a monte della strada bianca (muro in pietrame e calcestruzzo oppure muro in c.a.)
51+150	51+200	Percorrenza	Palizzate a protezione delle scarpate
52+300	---	Attraversamento Fosso	Palizzate in destra e sinistra idrografica

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 42 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
54+000	---	Attraversamento Torrente Tribio	Ripristino spondale con gabbionate e rivestimento alveo in massi
58+090	58+150	Percorrenza	Trincee drenanti in destra e sinistra della condotta (per presenza di frane in prossimità della condotta)
59+215	59+545	Attraversamento versante ripido boscato con elevata rottura di pendenza in località Molinaccio	Trenchless (microtunnel) di L=332 metri
59+645	---	Attraversamento Fosso	Ripristino spondale con scogliera e rivestimento alveo in massi
59+645	60+000	Percorrenza	Briglie in sacchetti
60+325	---	Attraversamento Fosso	Ripristino spondale con scogliera e rivestimento alveo in massi
60+530 60+750	60+680 60+800	Percorrenza	Letto di posa drenante
64+845	---	Attraversamento Fosso di Portaria	Palizzate in destra e sinistra idrografica
65+770	---	Attraversamento Torrente Naia I	Ripristino spondale con scogliera
66+925	---	Attraversamento Torrente Naia III	Palizzate in destra e sinistra idrografica
67+475	68+170	Versante abbastanza irregolare con solchi di erosione evidenti e presenza di insediamenti abitativi e produttivi zona industriale Montecastrilli	Trenchless (T.O.C.) di L=716 metri
69+400	69+700	Percorrenza	Letto di posa drenante
69+740	70+150	Percorrenza tratto a mezzacosta su litologie argillose	Dreno a monte della condotta
70+405	71+620	Versanti interessati da intensa attività erosiva e da movimenti franosi in località Moscignano	Trenchless (microtunnel) di L=1227
71+600	76+600	Percorrenza fondovalle Torrente Caldaro con alveo stretto e versanti 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 presentano fenomeni di instabilità strettamente legati alla morfologia ed alla litologia	N. 1 trenchless (T.O.C.) di L=1127 metri N. 1 trenchless (T.O.C.) di L=593 metri N. 1 trenchless (T.O.C.) di L=286 metri
71+775	---	Attraversamento Torrente Caldaro I	Ripristino spondale con scogliera in massi
71+930	---	Attraversamento Torrente Caldaro II	Ripristino spondale con scogliera in massi
74+375 74+750	74+700 74+880	Percorrenza	Opere di protezione spondale con scogliera in massi in sinistra idrografica per evitare erosione spondale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 43 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
75+370	---	Attraversamento Torrente Caldaro III	Ripristino spondale con scogliera in massi
76+365	---	Attraversamento Torrente Caldaro IV	Ripristino spondale con scogliera in massi
76+510	---	Attraversamento Torrente Caldaro V	Ripristino spondale con scogliera in massi
76+765	---	Attraversamento Fosso Misciano	Ripristino spondale con scogliera e rivestimento alveo in massi
80+230	---	Attraversamento Torrente Caldaro VI	Ripristino spondale con scogliera in massi
82+635	---	Attraversamento Torrente Caldaro VII	Ripristino spondale con scogliera in massi
83+125	83+485	Attraversamento Fiume Nera	Trenchless (microtunnel) di L=363 metri
85+470	85+900	Risalita del versante dopo attraversamento Canale Recentino che presenta ondulazioni ed avvallamenti con solchi di erosione diffusi	Attraversamento del Canale e del versante in destra idrografica mediante realizzazione di una trenchless (T.O.C.) di L= 443 metri
87+745	88+030	Attraversamento Torrente L'Aia, S.P. n. 64 (Zona Z.S.C. e Z.P.S.)	Trenchless (T.O.C.) di L=326 metri
88+130	---	Attraversamento Fosso delle Valli	Palizzate in destra e sinistra idrografica
88+278	---	Attraversamento Fosso dell'Acqua	Palizzate in destra e sinistra idrografica
88+660	88+900	Percorrenza	Letto di posa drenante
91+080	91+100	Colata di detrito quiescente	
92+060	---	Attraversamento Fosso Costa Romana	Palizzate in destra e sinistra idrografica
93+050	93+185	Risalita Colle Sgatrielli e presenza di insediamenti abitativi in località Fondi di S. Antonio, prosegue la sua percorrenza in parallelismo con la Strada Statale n. 3 dove è prevista la realizzazione di una trenchless in località Madonna Scoperta	Ottimizzazione del tracciato con percorrenza in parallelismo della condotta con la S.S. n. 3 realizzazione di una trenchless (microtunnel) di L=126 metri
95+185	---	Attraversamento Strada Fongalle	Gabbionate per ripristino scarpata a monte della strada
96+350	---	Percorrenza strada comunale bianca in località Schifanoia	Gabbionata per scarpata a monte della strada bianca
96+360	96+480	Percorrenza strada comunale bianca in località Schifanoia	Paratia di pali trivellati a sostegno della condotta e della strada lungo il tratto sotto strada
96+785	---	Attraversamento strada bianca	Palizzata a monte e a valle della strada bianca
96+960	---	Attraversamento strada bianca	Gabbionate interrato a monte e a valle dell'attraversamento strada bianca
97+000	97+130	Percorrenza	Dreno fuori condotta
97+175	---	Attraversamento strada comunale	Gabbionate interrato a monte e a valle dell'attraversamento stradale
97+295	97+375	Percorrenza	Dreno fuori condotta

File dati: 19093-10-RT-E-5023_r11

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 44 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
97+380	97+615	Percorrenza	Dreno sotto condotta
97+785	98+035	Percorrenza Fosso di Schifanoia. I versanti da ambo i lati sono interessati da fenomeni di erosione e di movimenti franosi per scivolamento	Trenchless (microtunnel) di L=264 metri
98+540	---	Attraversamento Fosso di Primalaia I	Ripristino spondale con palizzate in destra e sinistra idrografica
98+915	99+865	Risalita a mezzacosta verso il Podere Sant'Angelo, è interessata da fenomeni franosi che possono rappresentare una forte criticità per la stabilità dei versanti	Trenchless (microtunnel) di L=954 metri che attraversa il versante al piede in parallelo al Fosso Primalaia
100+000	---	Attraversamento Fosso di Primalaia II	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
100+480	---	Attraversamento Fosso di Primalaia III	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
101+750	---	Attraversamento Torrente L'Aia I	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
101+825	---	Attraversamento Torrente L'Aia II	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
101+970	---	Attraversamento Torrente L'Aia III	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
102+280	---	Attraversamento Torrente L'Aia IV	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
102+330	---	Attraversamento Torrente L'Aia V	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
102+475	---	Attraversamento Torrente L'Aia VI	Ripristino spondale con scogliera in massi in destra e sinistra idrografica
102+900	103+100	Percorrenza	Opere di drenaggio trasversali alla condotta
103+660	104+115	Versante acclive interessato da erosione superficiale diffusa e da movimenti franosi in località Crepafico del Comune di Otricoli	Trenchless (T.O.C.) di L=527 metri
104+515	105+580	Area potenzialmente archeologica in località San Vincenzo, discesa del versante in località Rocchette ed attraversamento della Strada Statale n. 3, dell'Autostrada A1 e di una strada comunale	N. 1 trenchless (microtunnel) di L=406 metri N. 1 trenchless (microtunnel) di L=402 metri
105+725	106+065	Attraversamento Fiume Tevere	Trenchless (T.O.C.) di L=346 metri
107+160	107+480	Attraversamento Canale ENEL	Trenchless (T.O.C.) di L=330 metri

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 45 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
108+935	109+240	Versante boscato acclive in Comune di Gallese	Trenchless (microtunnel) di L=306 metri
109+260	---	Attraversamento Fosso Rio Muccino	Palizzata in destra idrografica e gabbionata interrata in sinistra idrografica (lato versante)
109+340	109+550	Versante molto ripido e boscato con scarpata rocciosa presente nella parte medio-alta del versante	Scavo a cielo aperto con possibilità di realizzare un tratto di circa 70 metri mediante trivellazione spingitubo

Tab. 3.2.A – Criticità geomorfologiche riscontrate

Ulteriore criticità geomorfologica riguarda il “Rifacimento All. Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar”. Infatti, dopo lo stacco dall’impianto e la percorrenza del tratto compreso tra la strada bianca comunale ed il Fosso Misciano fino all’attraversamento della stessa strada, la condotta proseguirà la sua risalita ai piedi di un versante, in parallelismo al fosso, dove dopo circa 700.0 metri intercetta un’area perimetrata dall’Autorità di Bacino come frana per scivolamento quiescente a pericolosità P3, la quale dovrà essere investigata in dettaglio. Inoltre, nella parte terminale, laddove è ubicato anche l’impianto esistente, è cartografata una frana complessa quiescente a pericolosità elevata P3. Anche il tratto compreso tra l’allacciamento alla cabina utente e l’impianto P.I.D.A. è posizionato su un’area che presenta 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.

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
0+375	---	Attraversamento Strada Comunale	Palizzate a monte dell’attraversamento stradale
0+680	0+740	Percorrenza	Dreni trasversali alla condotta (zona di accumulo frana con pericolosità P3)
1+475	---	Attraversamento Fosso Misciano	Palizzate in destra e sinistra idrografica
1+550	---	Attraversamento Fosso Cerreta	Palizzate in destra e sinistra idrografica
1+600	---	Attraversamento Strada Vocabolo San Rocco	Palizzate scarpate a monte e a valle dell’attraversamento stradale

Tab. 3.2.B – Criticità geomorfologiche riscontrate sul metanodotto “Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini”

Per il quanto riguarda il “Rifacimento All. Acque minerali Sangemini DN 100 (4”), DP 75 bar” per il superamento di un versante a forte acclività adiacente un fosso

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 46 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

fittamente boscato in località Naia del Comune di San Gemini, è stata prevista la realizzazione di una trenchless avente lunghezza pari a circa 240.0 metri.

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per porre il tracciato in sicurezza
0+290	---	Attraversamento Fosso I	Protezione spondale con scogliera in massi
0+745	---	Attraversamento Fosso II	Protezione spondale con scogliera in massi
1+280	1+500	Attraversamento versante boscato località Naia	Trenchless (T.O.C.) di L=240 metri

Tab. 3.2.C – Criticità geomorfologiche riscontrate metanodotto” Rifacimento Allacciamento dell’Acqua Minerale Sangemini”

Infine, si segnalano anche alcune criticità geomorfologiche che interessano il tracciato del “Rifacimento All. Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar”. Tale metanodotto intercetta, a valle della percorrenza del Fosso Satriano, un versante ondulato e con evidenti segni di ruscellamento superficiale diffusi. Inoltre, risulta ubicato per un breve tratto in prossimità di un’area cartografata dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere come frana complessa quiescente a pericolosità elevata P3.

Criticità geomorfologiche condotta in dismissione

Come affermato nei paragrafi precedenti, la progettazione prevede anche la dismissione e la contestuale rimozione dei metanodotti e degli impianti di linea esistenti, relativi al “Metanodotto (4500220) Recanati-Foligno DN 600 (24”)”, al “Metanodotto (4500320) Foligno-Terni DN 550 (22”)” e al “Metanodotto (4500350) Foligno-Terni-Civita-Roma O., tratto Terni-Civita Castellana DN 550 (22”)”. Le criticità geomorfologiche, individuate lungo i metanodotti esistenti in dismissione, sono state determinate partendo dall’acquisizione di tutta la documentazione bibliografica disponibile, seguita da diversi sopralluoghi in campo, i quali hanno permesso di riconoscere le aree instabili e/o potenzialmente instabili.

La rimozione della condotta comporta la messa in atto di una serie di operazioni che interferiscono sul territorio alla stregua di una nuova realizzazione e l’approccio metodologico è stato quello di identificare le aree in cui si evidenziano fenomeni di dissesto che coinvolgono o che potrebbero influire negativamente sulla sicurezza della condotta durante le fasi di rimozione.

Sono stati evidenziati eventuali e/o possibili fenomeni di instabilità che interessano anche un’areale limitrofo ai terreni attraversati dalla condotta, identificando le probabili modalità d’interazione del fenomeno di instabilità con la condotta stessa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 47 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

In particolare, sono state riscontrate aree con evidenti fenomeni di solifluzione e/o movimenti con scorrimenti traslazionali molto lenti e diffusi, testimoniati da ondulazioni ed irregolarità di versante, movimenti gravitativi più o meno estesi e zone soggette ad erosione fluviale di sponda e di fondo, dovuti, principalmente, alla dinamica fluviale.

La presenza di criticità geomorfologiche lungo la condotta in esercizio o intorno ad un'areale significativo, è stato anche uno dei motivi per il quale si è deciso di dismettere i metanodotti esistenti ed individuare un corridoio e tecnologie costruttive più idonee per la realizzazione di nuovo metanodotto.

I tratti con criticità geomorfologica presenti lungo il tracciato esistente, ed indicati nelle tabelle 5.C, 5.D e 5.E, riportate nel paragrafo 5, necessitano di ulteriori approfondimenti geologici, finalizzate a determinare le metodologie più idonee da attuare durante le fasi di rimozione delle condotte esistenti ed il ripristino delle aree di lavoro.

Relativamente ai tratti da rimuovere, si evidenzia che in molti casi la condotta esistente interessa versanti con evidenti fenomeni di dissesto e i lavori di dismissione potrebbero rappresentare la causa di una potenziale riattivazione dei fenomeni franosi.

In fase di progettazione esecutiva saranno definite le opportune opere di mitigazione dei fenomeni franosi.

Invece nelle tabelle seguenti sono indicate le opere di ripristino morfologico ed idraulico previste per il ripristino dei luoghi successivamente alla dismissione.

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per il ripristino dei luoghi
0+409	---	Attraversamento Rio di Cesi	Palizzate in destra e sinistra idrografica
3+432	---	Attraversamento Strada Comunale	Palizzate a monte dell'attraversamento per ripristino scarpata
3+590	3+750	Percorrenza risalita Monte Sauro	Opere di regimazione idraulica superficiale (canalette in terra)
8+800	9+020	Percorrenza	Briglie in sacchetti + palizzate
9+070	---	Attraversamento Fosso Vallecorno	Opere di regimazione idraulica spondale (scogliera in massi). Briglia a valle dell'attraversamento
13+120	13+740	Percorrenza	Briglie in sacchetti
13+855	---	Attraversamento Strada Comunale Ravignano	Opere di contenimento scarpate a monte e valle (muro cellulare in legname a monte e gabbionata a valle)
14+840	---	Attraversamento Strada Provinciale n. 449	Muro cellulare in legname
15+115	---	Attraversamento Fiume Topino	Ripristino spondale con scogliera in massi

File dati: 19093-10-RT-E-5023_r11

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 48 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per il ripristino dei luoghi
17+760	---	Attraversamento Fosso	Palizzate in destra e sinistra idrografica
---	---	Attraversamento Torrente Chiona su Met. S. Sepolcro-Foligno DN 250 (10")	Palizzate in destra e sinistra idrografica

Tab. 3.2.D – Criticità geomorfologiche riscontrate lungo il metanodotto in dismissione “Metanodotto (4500220) Recanati-Foligno DN 600 (24”), MOP 70 bar”

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per il ripristino dei luoghi
7+080	---	Attraversamento Strada Comunale Località Belvedere	Palizzate a monte dell’attraversamento stradale per ripristino scarpate
13+535	---	Attraversamento Torrente Attone	Palizzate in destra e sinistra idrografica
16+340	---	Attraversamento Torrente Puglia	Palizzate in destra e sinistra idrografica
17+950	18+550	Percorrenza	Opere di regimazione idraulica superficiale (palizzate e fascinate)
26+370	26+415	Percorrenza	Palizzate a protezione delle scarpate
27+520	---	Attraversamento Fosso	Palizzate in destra e sinistra idrografica
29+420	---	Attraversamento Torrente Tribio	Ripristino spondale con gabbionate
34+700	---	Attraversamento Fosso	Ripristino spondale con scogliera
40+150	---	Attraversamento Fosso di Portaria	Palizzate in destra e sinistra idrografica
40+980	---	Attraversamento Torrente Naia	Palizzate in destra e sinistra idrografica
48+535	---	Attraversamento Strada Vocabolo San Rocco I	Palizzate scarpate a monte e a valle dell’attraversamento stradale
48+858	---	Attraversamento Strada Vocabolo San Rocco II	Ripristino muro in c.a. a monte della strada e gabbionate aldi sopra del muro in c.a.
0+880	---	Attraversamento Torrente Caldaro su Met. Spina Nord di Narni DN 150 (6")	Ripristino spondale con scogliera in massi
54+770	---	Attraversamento Fiume Nera	Ripristino spondale (scogliere in massi?)

Tab. 3.2.D – Criticità geomorfologiche riscontrate lungo il metanodotto in dismissione “Metanodotto (4500320) Foligno-Terni DN 550 (22”), MOP 70 bar”

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per il ripristino dei luoghi
1+950	---	Attraversamento Torrente L’Aia	Ripristino spondale con scogliera in massi
2+090	---	Attraversamento Fosso delle Valli	Palizzate in destra e sinistra idrografica
6+095	---	Attraversamento Fosso Costa Romana	Palizzate in destra e sinistra idrografica
13+715	---	Attraversamento Fosso	Palizzate in destra e sinistra idrografica
13+830	---	Attraversamento Fosso di Primalaia I	Ripristino spondale con scogliera in massi
14+220	---	Attraversamento Fosso di Primalaia II	Ripristino spondale con scogliera in massi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 49 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prog. Km da	Prog. Km a	Luoghi e eventuali criticità riscontrate	Soluzioni progettuali da adottare per il ripristino dei luoghi
14+750	---	Attraversamento Fosso	Palizzate in destra e sinistra idrografica
16+930	---	Attraversamento Torrente L'Aia	Ripristino spondale con scogliera in massi
19+585	---	Attraversamento Fiume Tevere	Ripristino spondale con scogliere in massi
23+025	---	Attraversamento Fosso Rio Muccino	Palizzate in destra e sinistra idrografica

Tab. 3.2.E – Criticità geomorfologiche riscontrate lungo il metanodotto in dismissione “Metanodotto (4500350) Foligno-Terni-Civita-Roma O., tr. Terni-Civita Castellana DN 550 (22”), MOP 70 bar”

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 50 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

In relazione alla variabilità litologica ed alle complesse condizioni stratigrafico-strutturali dell'area in esame, i terreni affioranti nel settore in studio presentano sostanziali differenze di comportamento nei confronti dell'infiltrazione delle acque meteoriche e della circolazione idrica al loro interno. Ciò dipende principalmente dalla permeabilità dei litotipi, ma anche dall'estensione, continuità e spessore dei termini permeabili, che condizionano l'esistenza di corpi idrici estesi e dotati di apprezzabile potenzialità.

L'assetto idrogeologico del territorio regionale propende per una suddivisione dei sistemi acquiferi in quattro categorie principali, ossia gli acquiferi alluvionali, le strutture carbonatiche, l'acquifero vulcanico Vulsino e gli acquiferi minori.

I principali sistemi acquiferi alluvionali corrispondono alle più estese aree di pianura presenti in Umbria che costituiscono l'Alta e Media Valle del Tevere, la Conca Eugubina, la Valle Umbra e la Conca Ternana.

L'acquifero alluvionale dell'Alta Valle del Tevere presenta i massimi spessori, superiori ai 100 metri, nella fascia centro meridionale dell'area; negli altri settori orientali del bacino e nel bordo occidentale dello stesso i depositi ghiaioso-sabbiosi sono ridotti ed al restringersi della valle, nella zona meridionale, il complesso alluvionale risulta avere spessori di poche decine di metri.

Gli assi di drenaggio principali corrispondono nella parte settentrionale ad un probabile paleoalveo, ubicato in destra idrografica del Fiume Tevere, mentre nel settore centro meridionale coincidono con l'attuale corso del Tevere.

L'insieme delle informazioni raccolte tendono a considerare il sistema acquifero nel suo insieme come un monostrato freatico, con valori di trasmissività prevalentemente compresi tra 100 e 1000 cm²/s e da una porosità efficace media del 10%, solo localmente coperture argillose permettono la formazione di falde in pressione.

L'acquifero alluvionale della Media Valle del Tevere è arealmente poco esteso, in quanto i depositi alluvionali ricoprono una fascia molto ristretta lateralmente al corso d'acqua. Lo spessore dei depositi permeabili è generalmente ridotto con il substrato presente a profondità medie inferiori ai 50 metri. La produttività dei pozzi è generalmente ridotta e solo in alcune aree si arriva a portate intorno ai 10 l/s.

Il sistema acquifero della Conca Eugubina è identificato dai depositi detritici ed alluvionali, presenti ai piedi della dorsale carbonatica dei Monti di Gubbio, che sono delimitati dalle formazioni, prevalentemente a bassa permeabilità, della successione torbiditica della Marnoso-Arenacea, e dalle sequenze limo-sabbiose plio-pleistoceniche.

Lo spessore massimo dei depositi detritici, con potenze anche superiori ai 200 metri, si rinviene nella fascia pedemontana della dorsale carbonatica, mentre la fascia

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 51 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

alluvionale presenta potenze ridotte, generalmente comprese entro 20-30 metri; la trasmissività dei depositi alluvionali non è elevata.

La Valle Umbra è il sistema acquifero alluvionale più importante e la base dell'acquifero è generalmente costituita da depositi argillosi dei terreni plio-pleistocenici. La potenza delle sequenze permeabili risulta essere superiore anche ai 150 metri nelle aree delle conoidi del Fiume Chiascio e Topino ed in corrispondenza del Torrente Maroggia nell'area di contatto con le conoidi laterali del settore sud orientale. Il bilancio idrogeologico è caratterizzato dalla consistente aliquota di alimentazione laterale dalle strutture carbonatiche valutata intorno ai 70 milioni di mc/anno.

Con il termine Conca Ternana, invece, viene identificata l'area costituita dai depositi pliocenici-quadernari continentali, compresa tra le strutture carbonatiche dei Monti Martani, a nord, dal settore meridionale del sistema della Valnerina ad est e a sud, e dalla dorsale Narnese-Amerina al bordo occidentale.

I depositi alluvionali che costituiscono l'estesa area di pianura sono sede di un acquifero essenzialmente di tipo freatico, con spessori generalmente inferiori ai 30-40 metri, la cui ricarica è collegata considerevolmente all'alimentazione esercitata da parte delle acque del Fiume Nera.

I versanti settentrionali della Conca Ternana sono caratterizzati dalla presenza di depositi detritici, ricoperti in parte sequenze di travertini, che costituiscono livelli acquiferi di estremo interesse con valori elevati di trasmissività.

Valutazioni del bilancio idrogeologico dell'acquifero alluvionale indicano volumi di ricarica media annua intorno ai 70 milioni di mc/anno, dei quali circa il 50% risulta legata all'alimentazione proveniente dalle acque del Fiume Nera.

Le strutture carbonatiche comprendono sette idrostrutture principali: il Sistema della Valnerina, il Sistema dell'Umbria Nord-Orientale, il Sistema dei Monti Martani, il Sistema dei Monti di Amelia e di Narni, l'Unità dei Monti di Gubbio, l'Unità di Monte Malbe-Monte Tezio, l'Unità del Monte Subasio. L'area di studio intercetta, però, soltanto le prime quattro idrostrutture.

L'intera dorsale del Sistema della Valnerina è prevalentemente costituita da strutture carbonatiche sature fino a quote superiori a 800 m.s.l.m. nei settori più interni. Le direzioni di deflusso delle acque sotterranee sono, in gran parte, guidate dall'assetto tettonico dell'area con la presenza di importanti sovrascorrimenti e faglie trascorrenti che, unitamente alla configurazione strutturale dei reciproci rapporti tra le formazioni a differente permeabilità, costituiscono sia limiti laterali di flusso, sia sistemi preferenziali di drenaggio della circolazione idrica.

I livelli piezometrici decrescono da est verso ovest fino a raggiungere la minima quota in corrispondenza dell'alveo del Fiume Nera, il quale costituisce il livello di base principale del sistema. Lungo questa linea di drenaggio dominante, diretta SO-NE, si

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 52 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

hanno importanti sorgenti lineari responsabili di notevoli incrementi di portata del Nera stesso.

Il nucleo della dorsale del Sistema dell’Umbria Nord-Orientale è interamente saturato da acque sotterranee fino a quote superiori a 700 metri. Esso dà origine ad importanti emergenze idriche sia lineari lungo i principali corsi d’acqua che localizzate. Le varie strutture sono caratterizzate da estesi fenomeni carsici, che controllano in molte situazioni il drenaggio sotterraneo influenzando il regime delle emergenze e dalla presenza di corsi d’acqua che drenano consistenti volumi idrici sotterranei. Le emergenze puntuali sono situate prevalentemente sui fianchi occidentali delle anticlinali con portate anche di alcune centinaia di l/s.

La circolazione idrica sotterranea si esplica essenzialmente tramite un sistema più superficiale, relativo ai livelli acquiferi superiori, ed uno intermedio che si sovrappone al drenaggio profondo attuato in corrispondenza di un diffuso livello di saturazione di base.

Nel settore centro meridionale si trova la dorsale carbonatica dei Monti Martani, il cui sistema è idraulicamente chiuso nel settore nord-orientale dal passaggio stratigrafico a terreni a bassa permeabilità mentre lungo il margine sud-occidentale è confinato da un sistema tettonico distensivo.

La struttura è priva di sorgenti con portate significative ed il livello di saturazione del serbatoio carbonatico si colloca al di sotto dei 200 m.s.l.m. L’acquifero principale che satura il nucleo è caratterizzato da acque naturalmente scadenti per eccessiva mineralizzazione e drena, presumibilmente, a sud-ovest, verso un livello di base posto nella struttura dei Monti di Narni e di Amelia, alimentando le grandi sorgenti delle gole del Nera.

La struttura dei Monti di Narni e di Amelia, per le caratteristiche litologiche dei terreni in affioramento, costituisce un’estesa ed importante area di infiltrazione delle acque. La dorsale si estende su una superficie in territorio umbro di circa 240 chilometri quadrati e prosegue, in direzione SE, nel Lazio, dove si raccorda con la struttura dei Monti Sabini. In corrispondenza delle Gole del Nera, all’altezza di Narni, il Fiume Nera solca trasversalmente la struttura incidendo profonde gole fino a quota 75 m.s.l.m. ed esse assumono il livello di base regionale.

L’acquifero vulcanico Vulsino è dominante soprattutto nella regione Lazio e solo marginalmente interessa il territorio regionale umbro, interagendo con il tracciato in progetto nella parte terminale tra Otricoli e Magliano Sabina, dove si hanno in affioramento delle vulcaniti. L’assetto idrogeologico è sintetizzabile con la presenza di una sequenza di depositi piroclastici e colate laviche, con permeabilità differenziale in funzione della porosità e grado di fratturazione, sovrapposta ad un basamento sedimentario prevalentemente costituito da terreni argillosi pliocenici impermeabili. La potenza della sequenza dei depositi vulcanici risulta superiore anche ai 200-300

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 53 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

metri e le quote piezometriche sono ubicate intorno ai 500 m.s.l.m., decrescendo al di sotto dei 300 m.s.l.m. in corrispondenza del bordo orientale della struttura.

Negli acquiferi minori vengono individuate tutte quelle aree nella quali sono presenti sistemi di circolazione idrica sotterranea che assumono importanza a carattere locale. Tali sistemi vengono generalmente suddivisi in funzione della natura delle formazioni geologiche che li costituiscono ed in tal senso sono classificabili nelle seguenti categorie: acquiferi dei depositi detritici e dei fondivalle alluvionali, acquiferi dei depositi sabbiosi-conglomeratici plio-pleistocenici, acquiferi delle formazioni torbiditiche.

Gli acquiferi dei depositi detritici e dei fondivalle sono tipici delle pianure alluvionali minori e delle fasce detritiche, in particolare quelle ubicate ai piedi delle strutture carbonatiche, nelle quali si instaura una circolazione idrica che può risultare importante per il reperimento a carattere locale di risorse idriche sotterranee. In alcuni casi, i depositi detritici possono risultare direttamente alimentati da più ampie strutture acquifere ed essere caratterizzati da una ricarica più continua e cospicua rispetto alle aree interessate soltanto da un'infiltrazione direttamente collegata all'aliquota delle precipitazioni efficaci. Anche le alluvioni di fondovalle se sufficientemente estese e con potenze significative, e qualora collegate ai corsi d'acqua più rilevanti, risultano sede di acquiferi con volumi idrici interessanti.

Gli acquiferi dei depositi sabbiosi-conglomeratici plio-pleistocenici, presenti per lo più nella fascia centro-occidentale del territorio regionale, fanno parte della sequenza continentale fluviale e lacustre plio-pleistocenica. Le litofacies sabbioso-conglomeratiche che si rinvergono in estesi affioramenti sono sede di una circolazione idrica sotterranea che risulta talora di significativo interesse locale. Unitamente ai depositi sabbioso-conglomeratici si possono inserire le formazioni di travertino che in molte situazioni risultano connesse ai terreni fluvio-lacustri, come ad esempio ai piedi del versante occidentale dei Monti Martani. In tali depositi si instaura una circolazione idrica sotterranea che talora risulta consistente.

Gli acquiferi delle formazioni torbiditiche sono caratteristici dei depositi torbiditici arenacei e calcarenitici e risultano di estremo interesse per il reperimento di risorse idriche per i fabbisogni a carattere locale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 54 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

5 INTERAZIONE DELL'OPERA CON AREE A PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

La pericolosità idrogeologica è stata valutata considerando sia le aree a pericolosità geomorfologica ed idraulica cartografate negli elaborati del Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), sia la cartografia relativa al progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) redatta dall'I.S.P.R.A. (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e sia le aree a pericolosità geomorfologica individuate durante i sopralluoghi eseguiti in campo nelle aree di passaggio delle condotte in progetto.

5.1 Interazione delle opere con il Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Il Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) è individuato dalla Legge 3 Agosto 1998, n. 267 (c.d. Legge "Sarno") con la quale il legislatore ha impresso un'accelerazione alle procedure di pianificazione ordinaria previste ed introdotte dalla legge 18 maggio 1989, n. 183. All'art. 1, comma 1 della Legge 267/98 è previsto che le Autorità di Bacino nazionali ed interregionali e le Regioni per i bacini regionali approvino un piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico redatto ai sensi dell'art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183.

Il D. Lgs 152/2006 rielabora il concetto di bacino idrografico e suddivide l'intero territorio nazionale, ivi comprese le isole minori, in distretti idrografici.

Soppresse le Autorità di Bacino definite dalla Legge 183/89, vengono quindi introdotte le Autorità di bacino distrettuale che provvedono all'elaborazione dei piani di bacino. Nonostante l'entrata in vigore del Testo Unico e l'abrogazione della L. 183/89, tutte le attività relative ai Piani di bacino vengono tuttora svolte, in regime di proroga, dalle Autorità di bacino.

Con il recente D.M. 25 ottobre 2016, n. 294, a far data dal 17 febbraio 2017, si disciplina l'attribuzione ed il trasferimento alle Autorità di Bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino. I territori su cui sono localizzate le opere in progetto fanno parte del nuovo Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 55 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023



Fig. 5.1.A - Territorio del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale. La linea blu indica i limiti territoriali del Distretto idrografico dell'Appennino Centrale

Essendo questi Distretti di nuova costituzione, ad oggi, rimangono valide le pianificazioni di bacino pregresse come di seguito illustrato, garantendo così la continuità dell'azione di tutela del territorio.

Il P.A.I. costituisce lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale, in modo coordinato con i programmi nazionali, regionali e sub-regionali di sviluppo economico e di uso del suolo, sono pianificate e programmate le azioni e

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 56 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

norme d'uso finalizzate ad assicurare in particolare la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e geologica, nonché la gestione del demanio idrico e la tutela degli aspetti ambientali ad esso connesso.

Il territorio oggetto di studio insiste su due bacini idrografici con relative autorità competenti: l'Autorità di Bacino della Regione Marche e l'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Il progetto di piano redatto dall'Autorità di Bacino della Regione Marche è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 13 del 30 aprile 2001 e sulla base delle conoscenze acquisite e dei principi generali contenuti nella normativa vigente, classifica i territori in funzione delle diverse condizioni di pericolosità, nonché classifica gli elementi a rischio, nelle seguenti classi:

- Pericolosità

- P4 (pericolosità molto elevata);
- P3 (pericolosità elevata);
- P2 (pericolosità media);
- P1 (pericolosità moderata).

- Elementi a rischio

- R4 (rischio molto elevato);
- R3 (rischio elevato);
- R2 (rischio medio);
- R1 (rischio moderato).

Le classi di pericolosità identificano il regime dei vincoli alle attività di trasformazione urbanistica ed edilizia; le classi degli elementi a rischio, invece, costituiscono elementi di riferimento prioritari per la programmazione degli interventi di mitigazione e le misure di protezione civile.

L'Autorità di bacino del Fiume Tevere è un'Autorità di bacino di rilievo nazionale istituita direttamente a seguito della sopracitata Legge 183/89.

Con il Decreto n. 18/2018 “Adozione del Progetto di Variante di bacino del Fiume Tevere – VI stralcio funzionale per l'Assetto Idrogeologico – PAI, Norme tecniche di attuazione (NTA)” viene introdotto l'art. 9 bis e modificato l'art. 4.

Le norme del P.A.I. richiedono che i Comuni recepiscano tale elaborato al fine di verificare, sulla base di studi geologici e geomorfologici di dettaglio, la compatibilità delle previsioni urbanistiche con la pericolosità da frana evidenziata, onde evitare l'esposizione ai rischi derivanti da movimenti franosi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 57 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Il Piano, sulla base delle conoscenze acquisite e dei principi generali contenuti nella normativa vigente, classifica i territori in funzione delle diverse condizioni di pericolosità, nonché classifica gli elementi a rischio, nelle seguenti classi:

- Pericolosità

- P4 (pericolosità molto elevata);
- P3 (pericolosità elevata);
- P2 (pericolosità media);
- P1 (pericolosità moderata).

- Elementi a rischio

- R4 (rischio molto elevato);
- R3 (rischio elevato);
- R2 (rischio medio);
- R1 (rischio moderato).

Le classi di pericolosità identificano il regime dei vincoli alle attività di trasformazione urbanistica ed edilizia; le classi degli elementi a rischio, invece, costituiscono elementi di riferimento prioritari per la programmazione degli interventi di mitigazione e le misure di protezione civile.

Rischio frana ed aree in dissesto

Per individuare le interferenze con i movimenti franosi censiti dal P.A.I. sono state utilizzate sia la “Carta del Rischio Idrogeologico” redatta dall’Autorità di Bacino della Regione Marche e sia la carta redatta dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere “Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana”, dalla quale si evince la tipologia, lo stato di attività e la pericolosità. Di seguito si riportano le interferenze con le aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I.:

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
Rifacimento Met. Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar				
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	16+000 – 16+700	PIL 2 (KP 16+025)
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	16+700 – 16+970	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	16+970 – 20+000	PIL 3 (KP 17+910) PIDA 4 (KP 19+400)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 58 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
Foligno	Moderata P1	Falda per scivolamento, presunta	21+180 – 21+425	
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	21+700 – 24+160	PIL 5 (KP 22+610)
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	24+890 – 29+095	
Montefalco	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	34+380 – 34+440	
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	35+105 – 35+165	
Montefalco	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	35+220 – 35+235	
Montefalco	Elevata P3	Falda per scivolamento quiescente	35+235 – 35+380	
Giano dell'Umbria	Media P2	Area a calanchi o in erosione attiva	42+435 – 42+520	
Giano dell'Umbria	Media P2	Area a calanchi o in erosione attiva	45+140 – 45+200	
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	50+880 – 51+240	
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	51+295 – 52+385	
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	54+225 – 55+120	
Massa Martana	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	59+000 – 59+110	
Acquasparta	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	62+900 – 63+390	PIDS 9A (KP 63+145)
Montecastrilli	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	70+520 – 70+610	
Montecastrilli	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	70+610 – 70+700	
Montecastrilli	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	70+700 – 70+750	
Montecastrilli	Elevata P3	Frana per scivolamento attiva	70+750 – 70+930	
Montecastrilli	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	70+930 – 71+080	
Montecastrilli	Elevata P3	Frana complessa attiva	71+100 – 71+140	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 59 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
San Gemini	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	72+580 – 72+730	
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	72+830 – 72+860	
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	73+235 – 73+410	
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	74+120 – 74+140	
Narni	Elevata P3	Colata di detrito quiescente	91+070 – 91+095	
Narni	Elevata P3	Frana complessa quiescente	97+820 – 97+850	
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	97+850 – 97+920	
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento attiva	99+160 – 99+200	
Narni	Elevata P3	Frana complessa quiescente	99+430 – 99+530	
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	99+620 – 99+700	
Derivazione per Foligno DN 100 (4”) DP 75 Bar				
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	0+000 – 0+330	
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+330 – 0+950	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	0+950 – 1+735	
Rifacimento All. Comune di Bevagna DN 100 (4”) DP 75 bar				
Bevagna	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+020 – 0+160	
Ricollegamento All. Centrale Metano DN 100 (4”), DP 75 bar				
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+000 – 0+040	PIDA (KP 0+000)
Rifacimento All. Comune di Sangemini DN 100 (4”) DP 75 bar				
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	0+680 – 0+740	
Ricollegamento All. comune di Foligno 1° presa DN 100 (4”), DP 75 bar				
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	0+000 – 0+075	
Rifacimento All. comune di Foligno 2° presa DN 150 (6”), DP 75 bar				
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	0+000 – 0+340	PIDA (KP 0+340)
Rifacimento All. comune di Acquasparta DN 100 (4”), DP 75 bar				

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 60 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
Acquasparta	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+000 – 0+220	

Tab. 5.1.B – Tratti con interferenze aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. relativi ai metanodotti in costruzione

Per quanto riguarda i tracciati relativi al “Rifacimento All. delle acque minerali Sangemini DN 100 (4”)” ed al “Ricollegamento All. Centrale Cog. Edison Term. DN 400 (16”)”, non presentano alcuna interferenza con aree a rischio geomorfologico cartografate dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Anche per i metanodotti in dismissione sono state individuate le interferenze con le aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. e di seguito riportate:

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
Met. (4500220) Recanati – Foligno DN 600 (24”), MOP 70 bar				
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	4+825 – 4+970	
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	5+490 – 5+585	
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	9+030 – 9+070	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	14+940 – 15+340	PIL 4500220/19 (KP 15+012)
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	15+340 – 15+590	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	15+590 – 16+265	
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	16+265 – 16+435	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	16+435 – 18+125	PIDI 4500220/20 (KP 17+951)
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	18+125 – 18+760	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	18+760 - 20+470	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	20+860 – 20+915	
Foligno - Spello	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	20+915 – 21+100	
Spello	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	21+100 – 21+245	
Spello	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	21+245 – 21+495	
Spello - Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	21+495 – 22+785	Impianti trappole 4500220/24

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 61 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
				(KP 22+785)
Met. (4500320) Foligno – Terni DN 550 (22”), MOP 70 bar				
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	0+000 – 5+380	Impianti trappole 4500320/0.1 (KP 0+000)
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	6+545 – 6+645	
Montefalco	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	7+600- 7+630	
Montefalco	Elevata P3	Frana complessa quiescente	8+035 – 8+135	PIL 4500320/1 (KP 8+045)
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	8+350 – 8+395	
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	10+050 – 10+080	
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	10+135 – 10+205	
Montefalco	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	10+205 – 10+235	
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	11+240 – 11+365	
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	11+380 – 11+455	
Giano dell'Umbria	Media P2	Area a calanchi o in erosione attiva	17+945 – 18+025	
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	26+080 – 26+435	
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	26+480 – 27+525	PIL 4500320/3 (KP 26+533)
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	29+400 – 30+300	
Massa Martana	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	33+150 – 33+195	
Massa Martana	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	33+925 – 34+010	
Acquasparta	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	37+510 -38+005	
Acquasparta	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	40+070 – 40+650	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 62 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	46+350 – 46+620	
San Gemini	Elevata P3	Frana complessa quiescente	48+715 – 48+810	
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento attiva	50+525 – 50+550	
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	53+355 – 53+440	
Met. (4500350) Foligno - Terni - Civita - Roma O. Tr. Terni – Civita Castellana DN 550 (22”), MOP 70 bar				
Narni	Elevata P3	Colata di detrito quiescente	5+075 – 5+095	
Narni	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	9+640 – 9+865	
Narni	Elevata P3	Frana complessa quiescente	11+390 – 11+430	
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	11+430 – 11+485	
Otricoli	Elevata P3	Frana per scivolamento attiva	15+700 – 15+770	
Otricoli	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	16+490 – 16+680	

Tab. 5.1.C – Tratti con interferenze aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. relativi ai metanodotti principali in dismissione

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
All. Com. di Foligno 2^a pr. DN 150 (6”), MOP 70 bar				
Foligno	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	0+000 – 0+200	PIDI 4160442/1 (KP 0+000) PIDA 4160442/2 (KP 0+200)
All. Centrale Metano DN 80 (3”) MOP 70 bar				
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+000 – 0+035	
All. Com. di Foligno 1^a presa DN 100 (4”) MOP 70 bar				
Foligno	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	0+000 – 0+240	PIDA 4102302/1 (KP 0+000)
All. Fornace Briziarelli DN 100 (4”), MOP 70 bar				

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 63 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Impianto presente
Montefalco	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+300 – 0+425	
Bevagna	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	1+285 – 1+510	
All. Com. di Acquasparta DN 100 (4”) MOP 70 bar				
Acquasparta (TR)	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+000 – 0+295	PIDS 4102749/1 (KP 0+000)

Tab. 5.1.D – Tratti con interferenze aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. relativi ai metanodotti secondari in dismissione

Per quanto riguarda i tratti in dismissione, che interferiscono con le aree in frana riportate nelle suddette tabelle è necessario valutare caso per caso l’opportunità di intasare la condotta senza creare una perturbazione dell’equilibrio esistente. Altrimenti necessita valutare opportune opere di drenaggio e di consolidamento dei versanti in grado di ostacolare la riattivazione dei fenomeni imputabile agli scavi da eseguire per la rimozione della condotta.

La disciplina delle aree a pericolosità, come detto precedentemente, sono normate dall’**art. 9 bis del Decreto n. 18/2018 “Prima attribuzione della pericolosità alle aree di versante interessate da dissesto per movimenti gravitativi di cui all’elaborato “Inventario dei fenomeni franosi”**.

1. Per le aree di versante interessate da dissesto per movimenti gravitativi individuate nell’elaborato “Inventario dei fenomeni franosi” non oggetto di valutazione del livello di rischio e, quindi, non incluse nell’elaborato “Atlante delle situazioni di rischio frana” è effettuata la prima attribuzione della pericolosità. Tale attribuzione è condotta mediante applicazione semplificata dei criteri contenuti nell’allegato alle presenti norme recante “Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana”, individuando le fasce di pericolosità da dissesto per fenomeni gravitativi. All’“Inventario dei fenomeni franosi” si applica la seguente tabella di prima attribuzione della pericolosità:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 64 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Livello di pericolosità		Stato di attività	Tipo di fenomeno
P4	pericolosità molto elevata	fenomeno attivo	frana per crollo o ribaltamento; <i>debris flow</i> (colata di detrito); - orlo di scarpata di frana
P3	pericolosità elevata	fenomeno attivo	frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso; frana non cartografabile.
		fenomeno quiescente	frana per crollo o ribaltamento; frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); <i>debris flow</i> (colata di detrito); orlo di scarpata di frana; frana non cartografabile.
P2	pericolosità media	fenomeno attivo	Falda e/o cono di detrito; area a calanchi di erosione
		fenomeno quiescente	Falda o cono di detrito
		fenomeno inattivo	frana per crollo o ribaltamento; frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); <i>debris flow</i> (colata di detrito); orlo di scarpata di frana; frana non cartografabile
P1	pericolosità bassa	fenomeno inattivo	Falda o cono di detrito
		fenomeno presunto	frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; falda e/o cono di detrito; <i>debris flow</i> (colata di detrito); frana presunta; orlo di scarpata di frana

Tab. 5.1.E – Pericolosità geomorfologia applicata nella cartografia “Inventario dei fenomeni franosi”

2. Alle fasce di cui al precedente comma 1 si applicano le previsioni di cui agli artt. 11, 14 e 15, con le seguenti corrispondenze:

- fasce a pericolosità P4: art. 14;
- fasce a pericolosità P3: art. 15;
- fasce a pericolosità P2: art. 11;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 65 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

- fasce a pericolosità P1: art. 11.

Le aree intercettate dal tracciato in progetto ricadono, dal punto di vista del vincolo geomorfologico, all'interno di fasce a pericolosità P1, P2 e P3.

Le aree a pericolosità P1 e P2, quindi, sono normate dall'art. 11 "Disciplina delle aree a rischio R1 ed R2" (aree a rischio minore), il quale al comma 2 prevede che "...la realizzazione di opere è condizionata alla redazione di studi di dettaglio delle condizioni geomorfologiche delle aree che verifichino la compatibilità tra le opere previste e le condizioni di pericolo esistenti".

Le aree a pericolosità P3, invece, sono normate dall'art. 15 "Limitazioni alle attività di trasformazione del territorio nelle situazioni di rischio R3" (rischio elevato), il quale prevede che sono ammesse esclusivamente:

- tutti gli interventi consentiti nelle zone a rischio molto elevato di cui all'art. 14, commi 2 e 2;
- gli interventi edilizi sugli edifici, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, sia private che pubbliche o di pubblica utilità, di ristrutturazione edilizia, così come definiti dalle normative vigenti, finalizzati all'adeguamento ed al miglioramento sismico, alla prevenzione sismica, all'abbattimento delle barriere architettoniche, al rispetto delle norme in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro, nonché al miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie, funzionali, abitative e produttive, comportanti anche modesti aumenti di superficie e volume e cambiamento di destinazione d'uso purché funzionalmente connessi a tali interventi;
- l'installazione di manufatti leggeri prefabbricati di modeste dimensioni al servizio di edifici, infrastrutture, attrezzature e attività esistenti.

5.2 Interazione delle opere con il progetto I.F.F.I.

Il Progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), redatto dall'I.S.P.R.A. (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), fornisce un quadro sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano.

L'inventario ha censito ad oggi 620.808 fenomeni franosi che interessano un'area di circa 23.700 km², pari al 7.9% del territorio nazionale. I dati sono aggiornati al 2017 per la Regione Umbria, al 2016 per le Regioni Emilia-Romagna, Friuli Venezia-Giulia, Liguria, Piemonte, Sicilia, Valle d'Aosta e per la Provincia autonoma di Bolzano, al 2015 per la Regione Toscana e al 2014 per le regioni Basilicata e Lombardia. Per le restanti regioni i dati sono aggiornati al 2007.

Di seguito si riportano le interferenze con le aree interessate da fenomeni franosi cartografate nel progetto I.F.F.I.:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 66 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Codice tipo	Descrizione	Progressive chilometriche	Impianto presente
Rifacimento Met. Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar				
Montefalco	0	Non definita	34+180 – 34+210	
Montefalco	2	Scivolamento rotazionale/traslato	35+105 – 35+165	
Montefalco	2	Scivolamento rotazionale/traslato	35+220 – 35+380	
Montecastrilli	2	Scivolamento rotazionale/traslato	70+520 – 71+080	
Montecastrilli	0	Non definita	71+100 – 71+140	
San Gemini	2	Scivolamento rotazionale/traslato	72+580 – 72+730	
San Gemini	2	Scivolamento rotazionale/traslato	72+830 – 72+860	
San Gemini	2	Scivolamento rotazionale/traslato	73+235 – 73+410	
San Gemini	2	Scivolamento rotazionale/traslato	74+120 – 74+140	
Narni	5	Colamento rapido	91+070 – 91+095	
Narni	7	Complesso	97+820 – 97+850	
Narni	2	Scivolamento rotazionale/traslato	97+850 – 97+920	
Narni	2	Scivolamento rotazionale/traslato	99+160 – 99+200	
Narni	7	Complesso	99+430 – 99+530	
Narni	2	Scivolamento rotazionale/traslato	99+620 – 99+705	
Rifacimento All. Comune di Sangemini DN 100 (4”) DP 75 bar				
San Gemini	2	Scivolamento rotazionale/traslato	0+680 – 0+740	

Tab. 5.2.A – Tratti con interferenze aree interessate da fenomeni franosi cartografate nel progetto I.F.F.I. relativi ai metanodotti in costruzione

Anche per i metanodotti in dismissione sono state individuate le interferenze con le aree interessate da fenomeni franosi cartografate nel progetto I.F.F.I.:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 67 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Codice tipo	Descrizione	Progressive chilometriche	Impianto presente
Met. (4500320) Foligno – Terni DN 550 (22”), MOP 70 bar				
Montefalco	7	Complesso	8+035 – 8+135	PIL 4500320/1 (KP 8+045)
Montefalco	2	Scivolamento rotazionale/traslato	8+350 – 8+395	
Montefalco	2	Scivolamento rotazionale/traslato	10+050 – 10+080	
Montefalco	2	Scivolamento rotazionale/traslato	10+135 – 10+205	
Montefalco	2	Scivolamento rotazionale/traslato	11+240 – 11+365	
Montefalco	0	Non definita	11+380 – 11+455	
San Gemini	2	Scivolamento rotazionale/traslato	46+350 – 46+620	
San Gemini	0	Non definita	48+400 – 48+450	
San Gemini	7	Complesso	48+715 – 48+810	
Met. (4500350) Foligno - Terni - Civita - Roma O. Tr. Terni – Civita Castellana DN 550 (22”), MOP 70 bar				
Narni	5	Colamento rapido	5+075 – 5+095	
Narni	7	Complesso	11+390 – 11+430	
Narni	2	Scivolamento rotazionale/traslato	11+430 – 11+485	

Tab. 5.2.B – Tratti con interferenze aree interessate da fenomeni franosi cartografate nel progetto I.F.F.I. relativi ai metanodotti in dismissione

5.3 Interazione delle opere con aree a pericolosità geomorfologica individuate durante sopralluoghi

Durante i diversi sopralluoghi eseguiti nelle aree interessate dal passaggio dei metanodotti in progetto e con l’ausilio della fotointerpretazione, sono state evidenziate e, successivamente, cartografate le aree a maggiore pericolosità geomorfologica riscontrate in campo.

Nella cartografia allegata e nella sottostante tabella vengono riportate le aree dissestate non cartografate negli elaborati redatti del P.A.I. e dell’I.F.F.I.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 68 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Di seguito si riportano le interferenze con le aree instabili riscontrate in campo relativi ai metanodotti in costruzione:

Comune	Descrizione	Progressive chilometriche	Impianto presente
Rifacimento Met. Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar			
Foligno	Area in erosione attiva	14+610 – 14+675	
Foligno	Area in erosione attiva	14+695 – 14+740	
Montecastrilli	Versante dissestato	68+970 – 69+275	
Montecastrilli	Versante dissestato	71+230 – 71+505	
Narni	Frana per scivolamento quiescente	97+920 – 97+960	
Narni	Versante dissestato	99+190 – 99+430	
Narni	Versante dissestato	99+535 – 99+625	
Narni	Versante dissestato	99+715 – 99+750	
Otricoli	Versante dissestato	103+765 – 103+995	

Tab. 5.3 – Tratti con interferenze aree instabili riscontrate in campo relativi ai metanodotti in costruzione

In particolare, le criticità geomorfologiche individuate durante i sopralluoghi eseguiti in campo, verranno tutte superate mediante la realizzazione di attraversamenti con tecnologia trenchless.

Soltanto per le interferenze comprese tra le progressive chilometriche 14+610-14+675, 14+695-14+740 e 68+970-69+275, non verranno utilizzate tecnologie trenchless, in quanto, nei primi due casi si tratta di aree in erosione attiva e si ritiene sufficiente un approfondimento della condotta; mentre tra le progressive chilometriche 68+970-69+275, si interferisce con il versante dissestato al piede del versante, nella zona pianeggiante, ossia nella probabile zona d'accumulo della frana. In tal caso non sono necessarie opere di contenimento ma è sufficiente, anche in questo caso, approfondire la posa della condotta in costruzione.

5.4 Interazione dell'opera in progetto con le aree a pericolosità da frane e indagini geognostiche

In riferimento alle problematiche connesse al rischio ed alla pericolosità da frane si è tenuto conto, oltre che delle risultanze dei rilievi effettuati in campo, delle valutazioni conseguenti agli studi del Progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 69 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

e di quelle relative alla redazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino di Rilievo Regionale.

Dalla sovrapposizione del tracciato del metanodotto in progetto con la cartografia del P.A.I. dell’Autorità di Bacino competente, risulta che alcune porzioni del tracciato interferiscono con aree a pericolosità censite. La gran parte dei movimenti rilevati possono essere classificati come movimenti superficiali diffusi e, in alcuni casi, come scivolamento rotazionale/traslato.

Di seguito viene effettuata un’analisi di dettaglio delle interferenze con i limiti del P.A.I., analizzando e descrivendo i dissesti franosi intersecati dall’opera in progetto, mettendo in evidenza lo stato attuale dei luoghi e individuando le opere di mitigazione per la conservazione delle condizioni di stabilità dei pendii in corrispondenza dell’ubicazione della condotta.

Relativamente ai movimenti franosi intercettati ed attraversati, si evidenzia che è stata condotta una campagna di indagini geognostiche (prove penetrometriche, sondaggi a carotaggio continuo e prospezioni geofisiche riassunte nella tabella sottostante 5.1) finalizzate alla caratterizzazione litostratigrafica ed elastomeccanica dei litotipi, con ricostruzione del modello geologico e geotecnico al fine di ubicare la condotta ben al di sotto dei potenziali piani di scivolamento individuati in modo da non interferire con i fenomeni franosi sovrastanti.

In particolare, le prove penetrometriche, eseguite con penetrometro pesante, sono state suddivise in statiche (C.P.T. “Cone Penetration Test”) e dinamiche (D.P.S.H. “Dynamic Probing Super Heavy”).

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., che saranno effettuate in presenza di terreni idonei (limi e argille), prevedono l’infissione nel terreno di una punta meccanica (tipo Begemann) con un angolo di apertura pari a 60° , un diametro di 35.7 millimetri e una superficie di 10.0 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 1.00 metro con diametro di 32.0 millimetri, alla

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 70 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 90° e da un maglio battente di 63.5 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.

I sondaggi geognostici sono stati finalizzati alla ricostruzione più dettagliata delle principali caratteristiche e dei lineamenti del sottosuolo, con particolare riferimento alla natura litologica e stratigrafica delle aree per le quali è previsto l'attraversamento in sotterraneo. Inoltre, i sondaggi geognostici sono stati utili per le aree in frana attraversate in trenchless per la caratterizzazione litostratigrafica con ricostruzione del modello geologico e geotecnico, individuando i piani di scivolamento delle aree instabili in modo da posizionare la condotta al di sotto di questi.

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti mediante carotaggio continuo con diametro pari a 101.0 millimetri e con una profondità compresa tra 10.0 e 60.0 metri dal piano campagna. Tale profondità è stata ritenuta significativa al fine di ricostruire il modello geologico e geotecnico. All'interno dei fori di sondaggi sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test) e prelievo di campioni indisturbati sui quali sono state effettuate analisi di laboratorio.

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 centimetri, registrando separatamente i colpi relativi agli intervalli 0-15 (N1); 15-30 (N2) e 30-45 (N3). I valori riferiti ai primi 15.00 centimetri 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, ovvero lo strumento va a rifiuto. Il valore di N_{spt}

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 71 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

è quindi dato dalla somma dei colpi ottenuti nei restanti 30.00 centimetri. Le prove sono state realizzate con la punta chiusa.

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC, siglate ognuna con l'identificativo del sondaggio, la profondità di prelievo di riferimento, la profondità di esecuzione delle prove geotecniche in sito, ecc.

Durante l'esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo, sono stati prelevati campioni di terreno indisturbati, da sottoporre a prove di caratterizzazione fisica e meccanica in laboratorio utilizzando un campionatore a pareti sottili a tubo aperto tipo "Shelby", costituito da una testa dotata di valvola e da un tubo contenitore, dotato di una scarpa in acciaio INOX sul fondo (fustella: diametro 88.90 millimetri), infisso con una leggera pressione nel terreno per circa 60.00-70.00 centimetri.

I campioni una volta prelevati sono stati opportunamente sigillati e portati in laboratorio per l'esecuzione delle seguenti prove dalle quali sono stati desunti i parametri geomeccanici:

- Contenuto d'acqua % (W);
- Peso di volume kN/m^3 (γ);
- Limite di liquidità % (WL);
- Limite di plasticità % (W_p);
- Indice di plasticità % (I_p);
- Analisi granulometrica;
- Prova di taglio diretta in gradi e in kPa (Φ' e c').

Sono stati prelevati anche campioni rimaneggiati direttamente con campionatore semplice e riposto immediatamente in sacchetti in polietilene sigillati ermeticamente e contrassegnati.

Ad integrazione dei sondaggi geognostici sono state eseguite una serie di prospezioni geofisiche.

La campagna geofisica eseguita è stata finalizzata alla definizione delle principali caratteristiche elastiche dinamiche dei litotipi presenti nei siti in esame.

Per tale scopo sono state eseguite alcune prospezioni sismiche con metodologia MASW (Multichannel Analysis Of Surface Waves), le quali hanno consentito l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 72 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi.

La prospezione è stata realizzata con un numero di canali d'acquisizione pari a 48, adottando una distanza intergeofonica di 2.00 metri. Sono state eseguite delle elaborazioni sui sismogrammi ottenuti da punti di energizzazione posti a distanza prefissata dai primi geofoni.

Le prospezioni sismiche a rifrazione ad onde longitudinali sono state finalizzate principalmente alla correlazione dei dati desunti dai sondaggi geognostici, soprattutto in corrispondenza delle opere in trenchless.

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.

Il metodo geoelettrico si basa sulla misura della resistenza elettrica opposta dal terreno al passaggio di una corrente elettrica appositamente prodotta mediante

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 73 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

l'ausilio di un apparato energizzante che invia corrente con una certa potenza ad appositi elettrodi infissi nel terreno. Nel nostro caso sono state realizzate tre stese elettrodiche costituite da un numero di elettrodi tali da coprire le distanze da investigare, con distanza elettrodica pari a 5.00 metri. Questo assetto geometrico delle misure ha permesso l'elaborazione delle resistività reali di ogni singola stesa elettrodica (inversione 2D), tale da fornire informazioni sulle resistività reali dei terreni.

Le stese elettrodiche (geoelettriche) sono state eseguite lungo l'asse del metanodotto in progetto, al fine di caratterizzare un profilo di adeguata lunghezza, in funzione dell'intervento da realizzare.

Infine, sono state eseguite anche indagini georadar o G.P.R. (Ground Penetrating Radar) consistenti nell'invio nel sottosuolo di impulsi di energia elettromagnetica di breve durata e con un contenuto spettrale ben preciso. Si tratta di un sistema elettronico mediante il quale è possibile indagare terreni e materiali con notevole grado di dettaglio utilizzando la propagazione e la riflessione di onde elettromagnetiche prodotte dal sistema stesso. La profondità della sezione esplorata dipende sia dalla frequenza d'impulso immessa nel terreno sia dalla durata del tempo di ascolto degli "echi" (riflessioni) restituiti dagli strati del sottosuolo. L'attenuazione degli impulsi è correlata a due elementi: la presenza di umidità nel terreno e la frequenza di scelta.

Le indagini eseguite hanno consentito, quindi, di verificare l'eventuale presenza dei piani di scivolamento e, la ricostruzione del modello geologico e geotecnico utilizzato successivamente nelle verifiche di stabilità eseguite per le aree in frana con pericolosità elevata P3.

Anche per le aree in frana censite con livello di pericolosità da frana moderata (P1) e media (P2), è stato eseguito uno studio di compatibilità geomorfologica.

Tuttavia, per le aree a più alta pericolosità, oltre ad un'analisi geologico-morfologico-litostratigrafico dettagliato, sono state eseguite delle verifiche di stabilità al fine di avere indicazioni più precise sui piani di scivolamento in modo da poter posizionare la condotta in sicurezza.

Nella tabella sottostante (Tab. 5.1) sono riportate tutte le aree in frana intercettate e le indagini effettuate al fine di determinare la compatibilità geomorfologica dell'area con l'opera in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 74 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Metanodotto	Pericolosità	Progressiva chilometrica	Prove geofisiche (L in m)	Prove penetrometriche (Profondità in m)	Sondaggio (Prof. in m.)
Rifacimento Metanodotto Foligno (Fraz. Colfiorito)-Gallese DN 650 (26")	P1	16+000 – 16+700	MASW3		S4 (10.00) ST1 (200.00)
	P2	16+700 – 16+970		DPSH5 (19.20)	
	P1	16+970 – 20+000	MASW4	DPSH6 (7.40)	ST2A (20.00)
				DPSH7 (9.60)	ST2B (20.00)
			MASW5	DPSH8 (8.60)	S5 (15.00)
	P1	21+180 – 21+425	SIS4 (840.0)		
	P2	21+700 – 24+160	MASW6	DPSH11 (15.00)	S9 (10.00)
	P1	24+890 – 29+095			ST4 (20.00)
	P1	34+380 – 34+440	SIS5 (480.0)		S11 (20.00)
			SIS7 (480.0)		
			SIS8 (600.0)	DPSH14 (13.00)	S13 (20.00)
	P3-P1	35+105 - 35+380	MASW 21		
	P2	42+450 – 42+520			
	P2	45+140 – 45+200			
	P1	50+880 – 52+385		DPSH18 (6.20)	
				DPSH19 (6.80)	
				DPSH20 (4.80)	
	P1	54+225 – 55+120	GEOA 7.1-7.2-7.3		S15A (5.00)
					S15Abis (5.00)
					S15Ater (5.00)
	P2	59+000 – 59+110		DPSH22 (7.40)	
	P2	62+900 – 63+390		SCPT23 (8.10)	
	P3-P2	70+520 – 71+140	SIS10 (594.0)		S23 (20.00)
MASW 23					
SIS10 (594.0)				S24 (60.00)	
MASW 23					
SIS10 (594.0)				S25 (50.00)	
		MASW 23			
P3-P2	72+580 – 73+410	SIS11 (370.0)		S25A (20.00)	
		SIS12 (300.0)		S25B (20.00)	
		MASW 24		S25C (20.00)	
P3	74+120 – 74+140	MASW 24		S25D (20.00)	
P3	91+070 – 91+095	MASW 26			

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 75 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Metanodotto	Pericolosità	Progressiva chilometrica	Prove geofisiche (L in m)	Prove penetrometriche (Profondità in m)	Sondaggio (Prof. in m.)		
	P3	97+820 – 97+920	MASW 27		S30 (20.00)		
					S31 (15.00)		
	P3	99+160 – 99+200	SIS19 (516.0)	MASW 28		S32 (20.00)	
	P3	99+430 – 99+530	SIS19 (516.0)	SIS 19bis (69.0)	MASW 28	S33 (20.00)	
	P3	99+620 – 99+700	SIS19 (516.0)	SIS 19ter (69.0)	MASW 28	S34 (25.00)	
	Derivazione per Foligno DN 100 (4")	P2-P1	0+000 – 1+735	MASW5	DPSH8 (8.60)		
	Rifacimento Allacciamento Comune di Bevagna DN 100 (4")	P2	0+020 – 0+160	MASW8	DPSH13 (15.00)		
Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini DN 100 (4")	P3	0+680 – 0+740	SIS17 (92.0)	SCPT33 (11.40) /CPTM 33 (15.00)			
			MASW 25	SCPT34 (18.800)			

Tab. 5.4 – Tabella riepilogativa indagini geognostiche

All'interno dell'Annesso 2 sono state riportate tutte le indagini geognostiche citate nella presente relazione e relative alle aree in frana censite dal PAI interferenti con la condotta.

Nei paragrafi seguenti vengono analizzate in dettaglio le singole interferenze delle aree in dissesto con il tracciato in progetto. Mentre le soluzioni progettuali da adottare, al fine della messa in sicurezza del tracciato delle suddette aree in dissesto, interferenti o limitrofe al tracciato in progetto, vengono riportate schematicamente all'interno delle tabelle 7.a, 7.b e 7.c, nel capitolo 7 (Accorgimenti tecnici e misure di salvaguardia) della presente relazione. Inoltre, per le aree a pericolosità P3, interferenti con il tracciato in progetto, sono state effettuate delle verifiche di stabilità dei versanti, riportate all'interno del capitolo 6 del presente documento ed Annesso 3.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 76 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

5.5 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 16+000 – 20+000)

Dopo aver superato la cima de “Il Monte”, il metanodotto in progetto inizia la discesa verso località Rivignano e successivamente verso località San Vittore per poi attraversare la piana alluvionale del Fiume Topino fino alla Strada Statale n. 3, 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 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, dei quali il primo avverrà mediante tecnologia trenchless (microtunnel), fino al raggiungimento ed all’attraversamento della Strada Statale n. 3, da effettuarsi mediante trivellazione spingitubo.

L’area coincidente con la piana alluvionale del Fiume Topino, interessata dal passaggio del metanodotto in progetto, è stata censita dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere come falda e/o cono di detrito sia inattivo (pericolosità moderata P1) e sia attivo (pericolosità media P2), come si evince dagli stralci cartografici sottostanti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 77 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

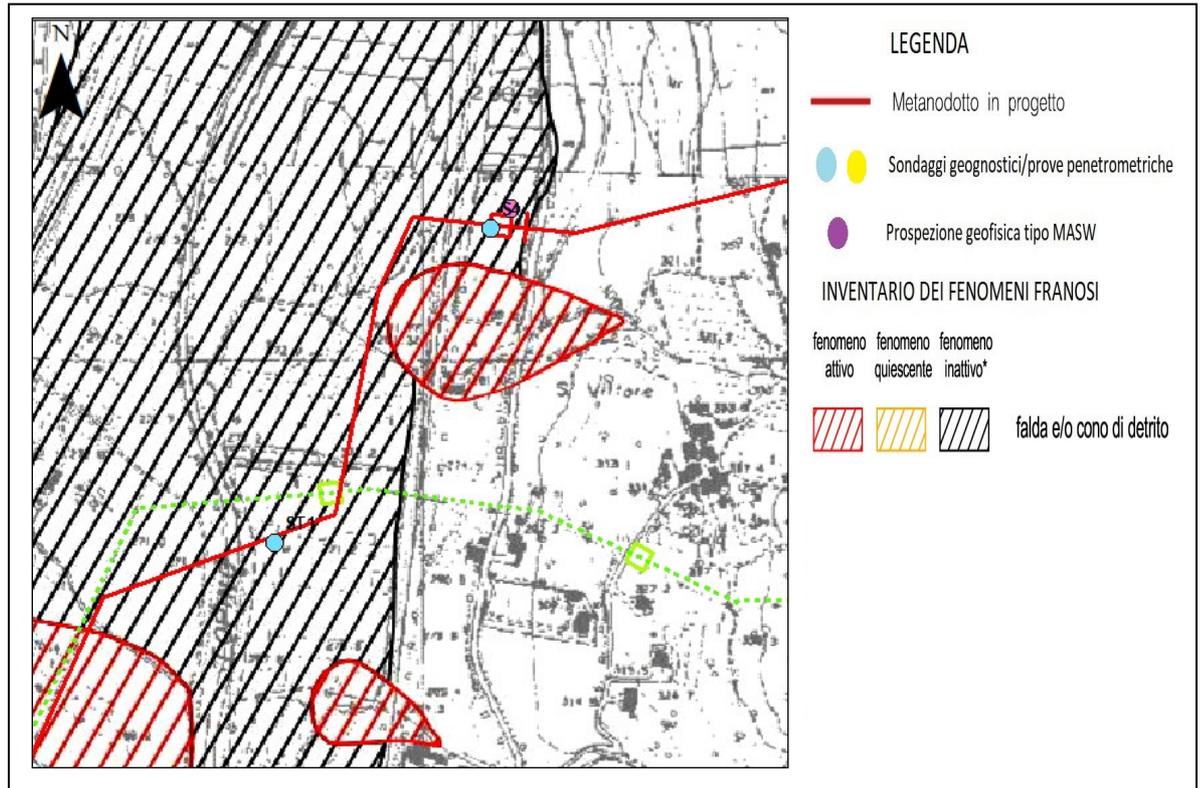


Fig. 5.5.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 16+000 – 16+700.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 78 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

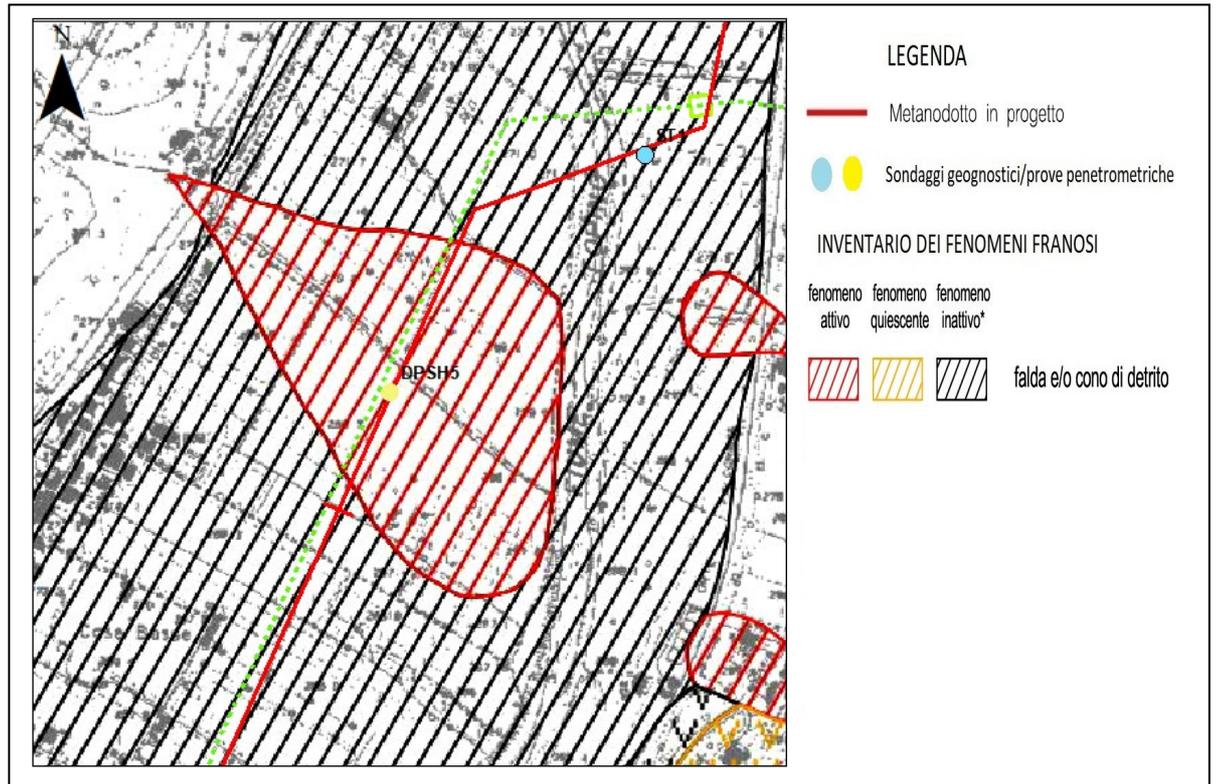


Fig. 5.5.B – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 16+700 – 16+970.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 79 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

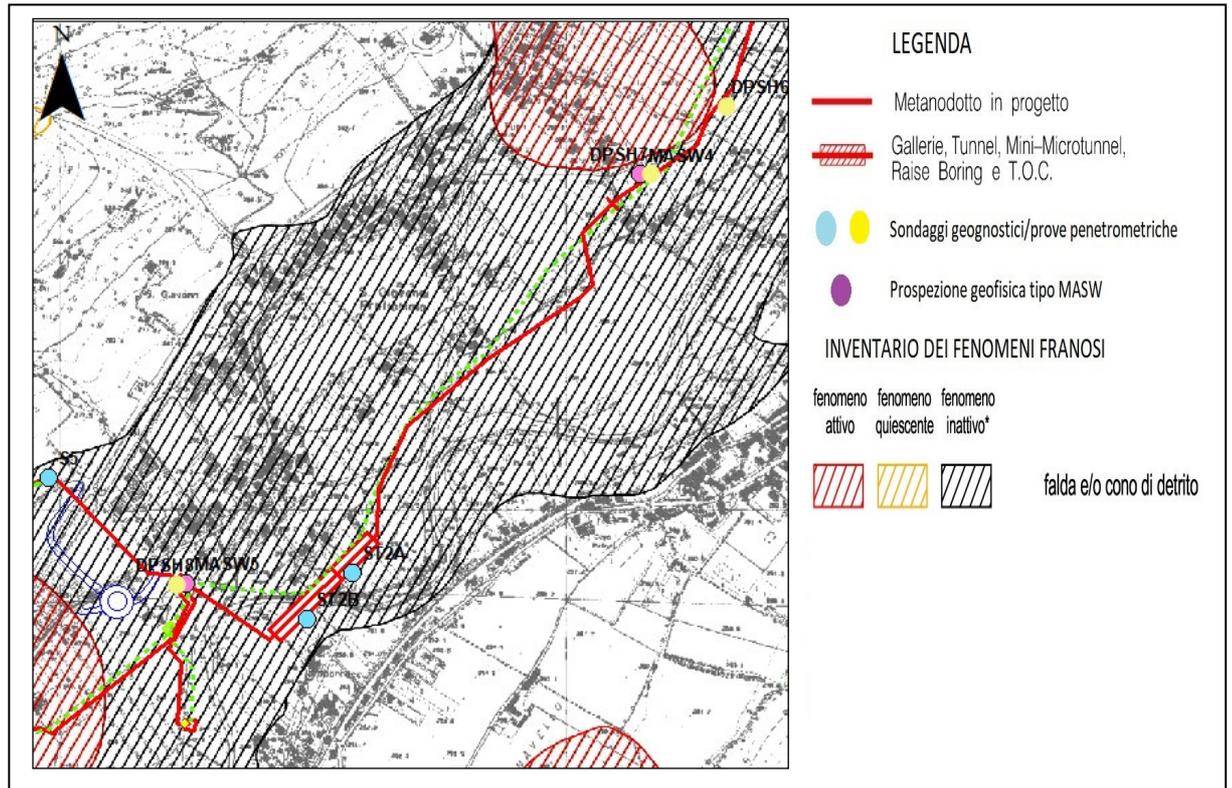


Fig. 5.5.C – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 19+970 – 20+000.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell’area in esame (Figg. 5.5.A, B e C) sono state effettuate n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 4 prove penetrometriche dinamiche e n. 3 prospezione geofisica tipo MASW.

Di seguito (Tabella 5.5.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 80 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato/rimaneggiato (m)
S4	10.00	1.50/4.50/7.50/9.00	3.00 – 3.50
ST1	20.00	3.00/6.00/9.00/12.00/ 15.00	3.00 – 3.50
ST2A	20.00	1.50/4.50/7.50/10.50/ 3.50	---
ST2B	20.00	1.50/4.50/7.50/10.50/ 3.50	---
S5	15.00	1.50/4.50/7.50/12.00/ 13.50	3.00 – 3.50 10.50 – 11.00

Tabella 5.5.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Di seguito viene riportata la descrizione delle stratigrafie ricostruite in modo diretto dai sondaggi geognostici e desunte dalle prove penetrometriche eseguite.

Sondaggio S4

Dal sondaggio si evidenzia la presenza nella parte superficiale, con spessore di circa 2.30 metri, un livello costituito da argilla limosa di colore marrone con concrezioni carbonatiche fino ad una profondità di 1.00 metro dal piano campagna e con ghiaia e ciottoli spigolosi fino alla profondità di 2.30. Al di sotto di tale profondità e fino a fondo foro (10.00 metri dal piano campagna) è presente ghiaia spigolosa con ciottoli in matrice limoso-sabbiosa di colore marrone chiaro. Alla profondità di circa 4.20 metri è stata riscontrata la presenza falda.

Sondaggio ST1

Dal sondaggio si evidenzia la presenza nella totalità di tutta la perforazione della presenza di ghiaie, ciottoli e trovanti. In particolare, fino ad una profondità di 1.50 metri dal piano campagna si rinvencono ghiaie, ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa-limosa di colore marrone; da questa profondità e fino a 3.50 metri dl piano campagna si ritrovano ghiaie e ciottoli con qualche trovante in matrice sabbiosa biancastra e, infine, da 3.50 metri e fino a fondo foro (20.00 metri) si rinvencono, nuovamente, ghiaie, ciottoli e trovanti in matrice sabbioso-limosa di colore nocciola.

Sondaggio ST2A

Dal sondaggio si evidenzia la presenza nella parte superficiale, con spessore di circa 2.40 metri, un livello costituito da limo argilloso di colore marrone con alcuni ciottoli arrotondati. Al di sotto di tale profondità è stato individuato un orizzonte costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-argillosa di colore marrone fino ad una profondità

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 81 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

di 7.20 metri dal piano campagna. A questa profondità è stato individuato un livello avente spessore di 0.90 metri costituito da argilla limosa di colore grigio con qualche ciottolo. Dalla profondità di 8.10 metri e fino a fondo foro (20.00 metri dal piano campagna) è presente ghiaia, ciottoli e trovanti in matrice argillosa più o meno sabbiosa di colore marrone virante al grigio. Alla profondità di circa 3.20 metri è stata riscontrata la presenza falda.

Sondaggio ST2B

Dal sondaggio si evidenzia la presenza nella parte superficiale, con spessore di circa 2.50 metri, un livello costituito da limo argilloso di colore marrone con alcuni ciottoli arrotondati. Al di sotto di tale profondità è stato individuato un orizzonte costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-argillosa di colore marrone fino ad una profondità di 7.40 metri dal piano campagna. A questa profondità è stato individuato un livello avente spessore di 1.00 metro costituito da argilla limosa di colore grigio con qualche ciottolo. Dalla profondità di 8.40 metri e fino a fondo foro (20.00 metri dal piano campagna) è presente ghiaia, ciottoli e trovanti in matrice argillosa più o meno sabbiosa di colore marrone virante al grigio. Alla profondità di circa 6.20 metri è stata riscontrata la presenza falda.

Sondaggio S5

Dalla stratigrafia del sondaggio si evidenzia la presenza di un orizzonte avente spessore circa 3.00 metri costituito da limo argilloso di colore marrone; da questa profondità e fino a 9.00 metri dal piano campagna si ritrova argilla limosa marrone con intercalazioni limose più o meno sabbiose. Tra 9.00 metri e 12.00 metri di profondità si riscontra un livello costituito da argilla debolmente limosa con frequenti concrezioni carbonatiche e ghiaia. Al di sotto di tale profondità e fino a fondo foro (15.00 metri dal piano campagna) è presente argilla limosa nocciola con rari ciottoli, punti e livelli torbosi di colore marrone scuro. Alla profondità di circa 9.80 metri è stata riscontrata la presenza falda.

Prova penetrometrica dinamica DPSH5

La prova si è spinta fino ad una profondità di 9.20 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

In particolare si ricostruisce una stratigrafia che evidenzia a presenza di un'alternanza di limo-argilla sabbiosa con sabbia limosa sino alla profondità di 9,00 m dal piano campagna, al di sotto del quale si ha la presenza di ghiaia e sabbia.

Alla profondità di 4.60 metri dal piano campagna è stata riscontrata la presenza della falda.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 82 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prova penetrometrica dinamica DPSH6

La prova si è spinta fino ad una profondità di 7.40 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

La stratigrafia desunta mostra un livello superficiale limoso sabbioso avente spessori di 0,60 m, al di sotto del quale si ritrova un livello argilloso, sino alla profondità di 1,80 m. Da questa profondità e sino a 7.20 m dal piano campagna, risulta essere presente un livello sabbioso limoso debolmente ghiaioso. Al di sotto di tale livello risulta essere presente ghiaia e sabbia all'interno del quale si è raggiunto il rifiuto strumentale.

Alla profondità di 4.20 metri dal piano campagna è stata riscontrata la presenza della falda.

Prova penetrometrica dinamica DPSH7

La prova si è spinta fino ad una profondità di 9.40 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Dall'interpretazione dei dati ottenuti dalla prova si è riuscito a ricostruire una stratigrafia caratterizzata da un livello di limo sabbioso e sabbia limosa avente spessore di 7,0 m, al di sotto del quale si ha la presenza di un sottile livello di argilla limosa sino a raggiungere la profondità di 9,40 m dal piano campagna. In continuità stratigrafica si riscontra un livello ghiaioso-sabbioso all'interno del quale lo strumento è andato a rifiuto.

MASW 3

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30.0 metri dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}=311.97 \text{ m/s}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come Categoria E, ossia "terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30.0 metri".

MASW 4

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30.0 metri dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}=534.77 \text{ m/s}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 83 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come Categoria B, ossia “rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360.0 m/s e 800.0 m/s”.

MASW 5

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30.0 metri dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}=375.28 \text{ m/s}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come Categoria B, ossia “rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360.0 m/s e 800.0 m/s”.

5.6 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 21+180 – 21+425)

Superato il Colle di San Sebastiano, il tracciato in progetto discende lungo un versante che si presenta ondulato, abbastanza acclive e con pietrosità diffusa, il cui rilevamento in campo mostra una litologia caratterizzata da una coltre eluvio-colluviale tendenzialmente composta da elementi fini e depositi di versante.

Quest’area è stata individuata nella cartografia ufficiale redatta dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere come area in frana per scivolamento presunto a pericolosità moderata P1. In considerazione anche della particolare criticità geomorfologica, l’intero tratto, fino alla base del versante, verrà attraversato mediante la realizzazione di una trenchless (microtunnel).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 84 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

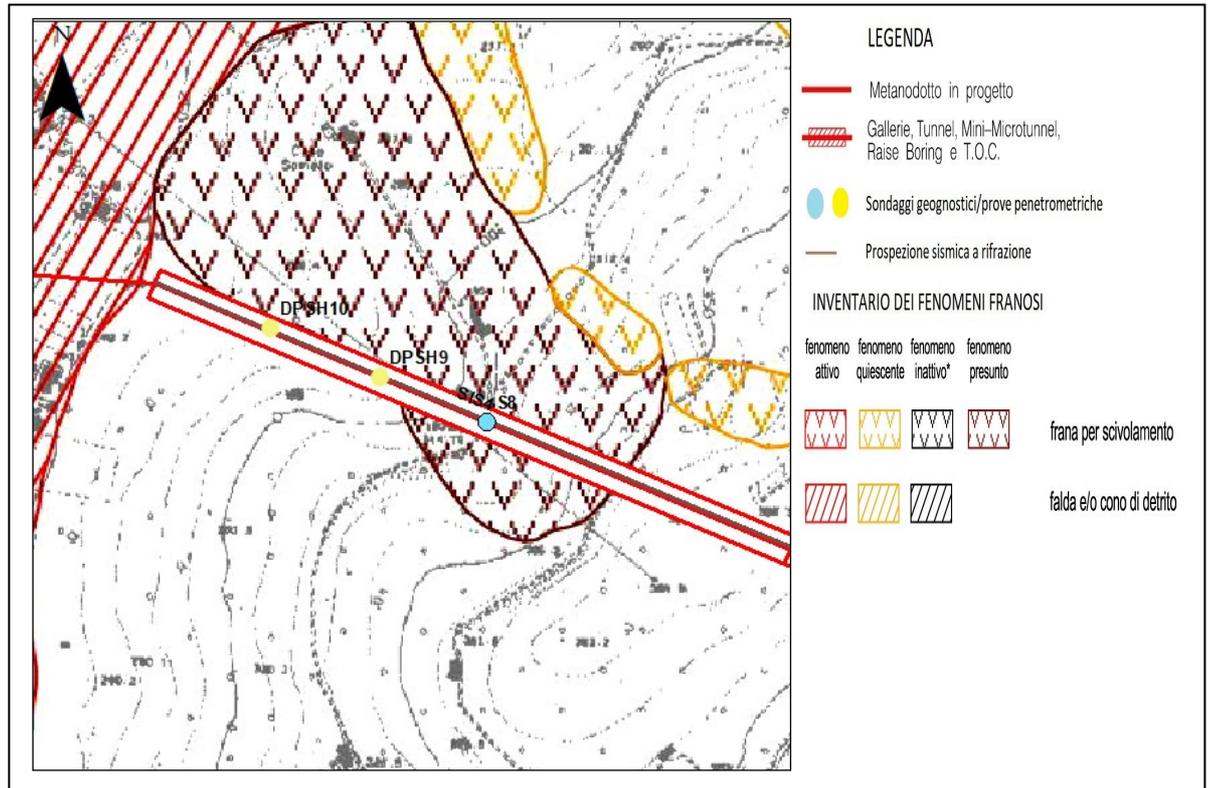


Fig. 5.6.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 21+180-21+425.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del versante dissestato (Fig. 5.6.A) erano state previste l’esecuzione di n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, n. 2 prove penetrometriche dinamiche e n. 1 prospezione sismica a rifrazione.

Tuttavia, non è stato possibile eseguire le indagini geognostiche preventivate per la non disponibilità all’accesso ai luoghi dove erano state ubicate le prove da eseguire.

5.7 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 21+700 – 24+160)

Dalla base del versante di Colle San Sebastiano, il metanodotto in progetto prosegue in direzione SE percorrendo la piana di Foligno caratterizzata da depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi, attraversando il Torrente Chiona, la Strada Statale n. 75 e la F.S. Terontola-Foligno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 85 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

L'area in oggetto è classificata dall'Autorità di Bacino competente come falda e/o cono detrito attivo a pericolosità media P2.

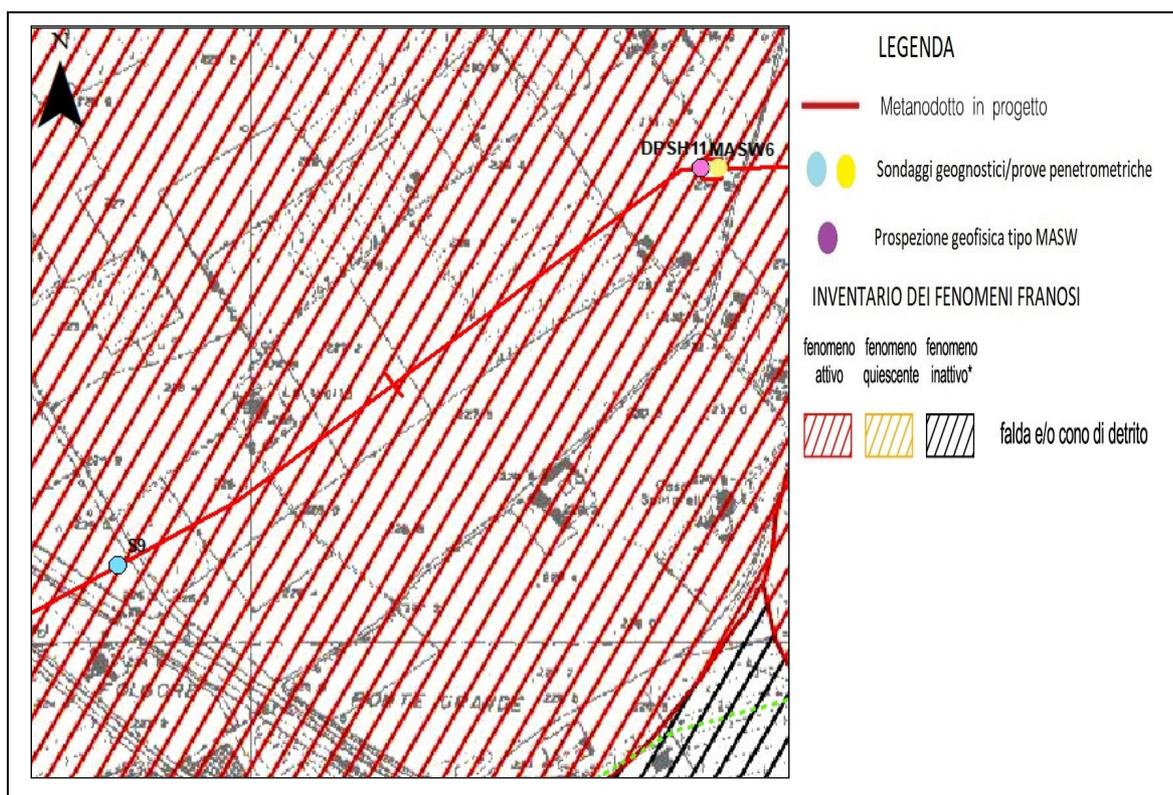


Fig. 5.7.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 21+700 – 24+160.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area in oggetto (Fig. 5.7.A) sono state effettuate n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, n. 1 prova penetrometrica dinamica e n. 1 prospezione geofisica tipo MASW.

Di seguito (Tabella 5.7.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 86 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S9	10.00	1.50/4.50/6.00/9.00	3.00 – 3.50

Tabella 5.7.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Sondaggio S9

La stratigrafia relativa al sondaggio S9 mostra la presenza, al di sotto di uno strato superficiale avente spessore di circa 1.70 metri costituito da limo sabbioso argilloso di colore marrone, di un orizzonte, che si spinge fino a circa 4.00 metri di profondità dal piano campagna, costituito da argilla più o meno limosa di colore marrone con intercalazioni centimetriche sabbiose. Tra 4.00 metri e 4.50 metri di profondità si ha un sottilissimo livello di limo argilloso marrone nel quale è stata riscontrata anche la presenza di falda. Da 4.50 metri e fino al fondo foro (10.00 metri) si ha la presenza di ghiaia arrotondata e ciottoli in matrice sabbioso-limosa di colore nocciola.

Prova penetrometrica dinamica DPSH11

La prova si è spinta fino ad una profondità di 15.00 metri dal piano campagna.

Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Dall'interpretazione dei dati ottenuti si ha una stratigrafia caratterizzata da un'alternanza di livelli sabbioso limosi e limo sabbiosi, con intercalazioni di argilla, sino alla profondità di 6,60 m dal piano campagna. Al di sotto di tale livello si ritrova la presenza di sabbia, sino alla profondità di 15,00 m, poggiante su un livello limoso-sabbioso.

MASW 6

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30.0 metri dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}=319.63 \text{ m/s}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come Categoria C, ossia “depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30.0 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180.0 m/s e 360.0 m/s”.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 87 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

5.8 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 24+890 – 29+095)

Proseguendo nella piana di Foligno, aggirata la zona industriale, si prosegue in direzione SE, attraversando nuovamente il Torrente Chiona, la Strada Statale n. 316 e per la quarta volta il Fiume Topino. Quest’area, compresa tra i corsi d’acqua del Torrente Chiona e del Fiume Topino, si presenta come un’ampia pianura sub-pianeggiante caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali prevalentemente sabbioso-argillosi.

L’Autorità di Bacino del Fiume Tevere perimetra tale area come falda e/o cono di detrito inattivo a pericolosità moderata P1.

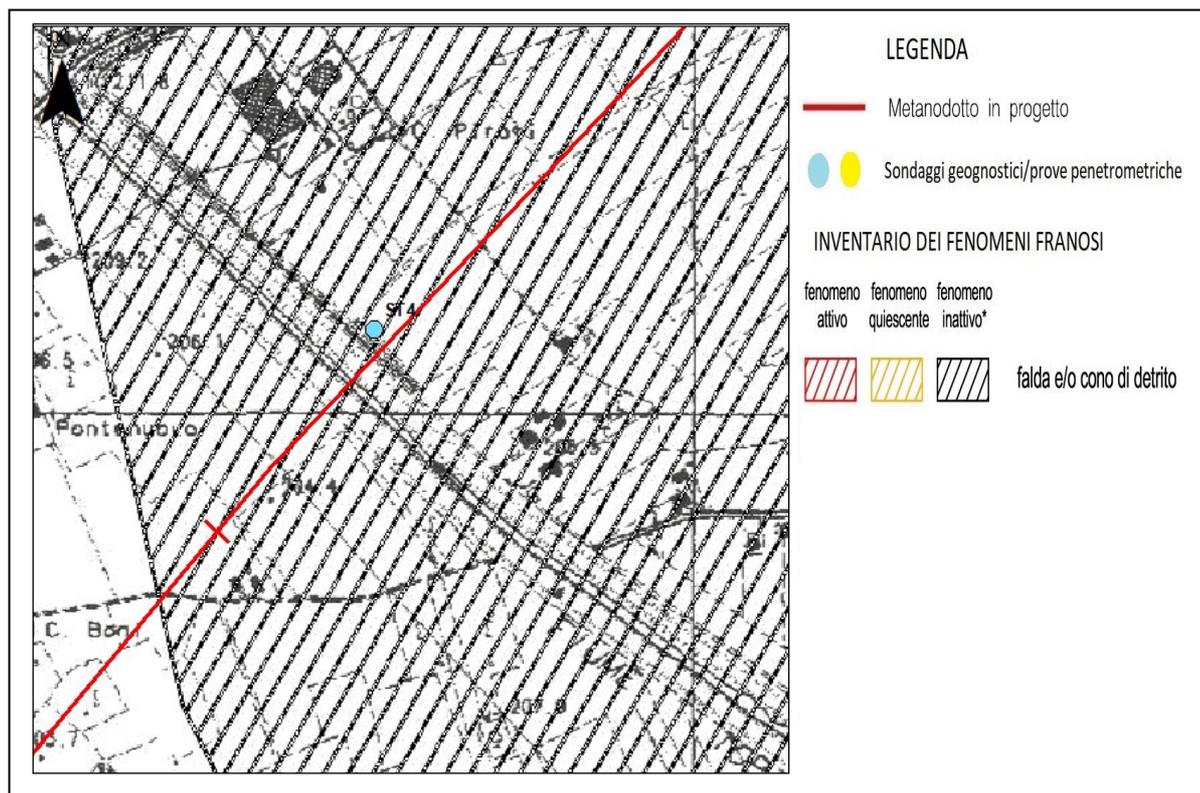


Fig. 5.8.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 24+890 – 29+095.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell’area in oggetto (Fig. 5.8.A) è stato effettuato n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 88 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Di seguito (Tabella 5.5.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
ST4	20.00	18.50	3.00 – 3.60 6.00 – 6.60 9.00 – 9.60

Tabella 5.8.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Sondaggio ST4

Il sondaggio ST4 realizzato nella piana di Foligno, in prossimità dell’Attraversamento del Fiume Topino, mostra la presenza, al di sotto di uno strato superficiale avente spessore di circa 1.40 metri costituito da sabbia limosa più o meno argillosa di colore nocciola, di un’alternanza di strati argillosi ed argillosi-limosi, che si spingono fino a circa 7.60 metri di profondità dal piano campagna; qui si incontra uno sottile livello avente spessore di circa 0.40 metri costituito da ghiaia fine in matrice argillosa di colore grigia. Dalla profondità di 8.00 metri e fino ad una profondità di 17.60 metri si rinviene argilla limosa con concrezioni calcaree, con intercalazioni centimetriche sabbiose e con ghiaia. Da 17.60 metri e fino al fondo foro (20.00 metri) si ha la presenza di ghiaia e ciottoli arrotondati in matrice limoso sabbiosa di colore ocra.

5.9 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 34+380 – 34+440)

La condotta in progetto, dopo aver superato la Strada Provinciale n. 443, inizia la risalita verso i rilievi collinari di Montefalco, particolarmente instabili dal punto di vista geomorfologico. Un primo tratto si inserisce nel fondovalle del Fosso Malcomapare più stabile e senza particolari criticità; queste ultime aumentano man mano che si risale il versante. Si notano lungo le superfici dei versanti movimento superficiali di scivolamento diffusi a partire da località Campo Letame. Tra le progressive chilometriche 34+380 e 34+440, in località Case Bianconi, si intercetta un’area censita dall’Autorità di Bacino competente come frana per scivolamento presunta a pericolosità moderata P1.

Tuttavia, tale area verrà oltrepassata mediante la realizzazione di una trenchless (microtunnel) che consentirà il superamento di altre aree instabili presenti più avanti lungo il tracciato in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 89 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

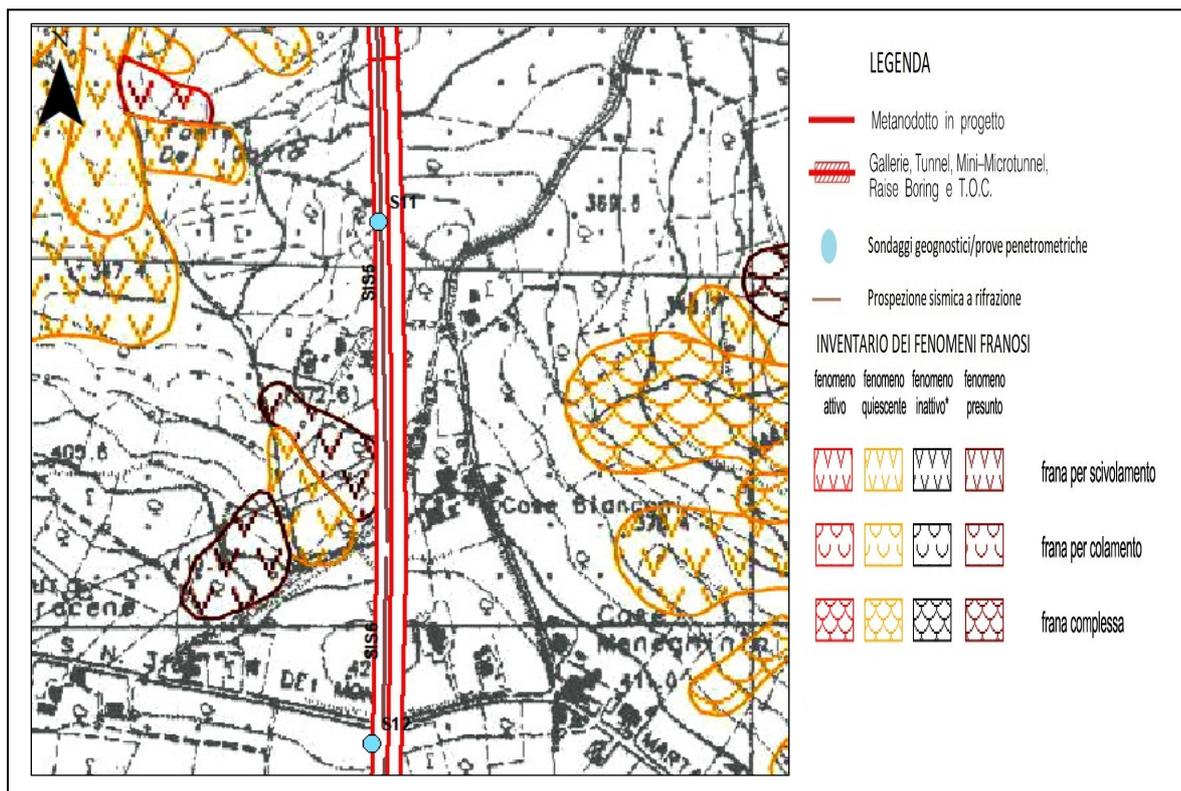


Fig. 5.9.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 34+380-34+440.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell’area in oggetto (Fig. 5.9.A) è stato effettuato n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo e n. 1 prospezione sismica a rifrazione.

Di seguito (Tabella 5.9.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi e le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 90 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S11	20.00	---	3.00 – 3.60 6.00 – 6.60 9.00 – 9.60 12.00 – 12.60 15.00 – 15.60

Tabella 5.9.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Di seguito viene riportata la stratigrafia del sondaggio geognostico effettuato S11.

Sondaggio S11

Il sondaggio S11, realizzato lungo la risalita del versante, mostra la presenza, fino ad una profondità di circa 9.00 metri dal piano campagna di argilla limosa dapprima debolmente sabbiosa di colore nocciola e, successivamente, di colore grigia con intercalazioni centimetriche sabbiose. Il passaggio alle sottostanti argille è interrotto dalla presenza di un sottile orizzonte costituito da ghiaia e ciottoli arrotondati in matrice argilloso limosa di colore nocciola, compreso tra la profondità di 9.00 metri e 10.20 metri dal piano campagna. Al di sotto di questo orizzonte, come detto, è presente argilla più o meno limosa con intercalazioni centimetriche sabbiose di colore da nocciola a grigio, intercettate fino al fondo foro (20.00 metri).

5.10 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 35+105 – 35+380)

Come già indicato precedentemente, la condotta in progetto, durante la risalita verso i rilievi collinari di Montefalco, intercetta versanti particolarmente instabili interessati da evidenti fenomeni franosi. Da un'analisi superficiale e dai rilievi in campo si nota che i fenomeni di dissesto interessano maggiormente l'ultimo tratto di risalita prima dell'attraversamento della Strada Provinciale n. 445. Oltrepassata la strada provinciale si discende lungo il versante fino all'attraversamento di un piccolo impluvio. La parte alta e mediana del versante, da un'attenta analisi geomorfologica, non risulta interessata da fenomeni gravitativi. I tratti più critici, in questo caso, coincidono, in destra idrografica dell'impluvio, con la base del versante e, in sinistra, con il primo tratto in risalita verso Case Basse di Pietrauta.

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento quiescente, classificata come area a pericolosità elevata (P3) e come aree in frana per scivolamento presunta, classificata come area in frana a pericolosità moderata

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 91 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

(P1). In considerazione della particolare instabilità geomorfologica si è, pertanto, previsto di eseguire due trenchless aventi lunghezza totale di circa 1800.0 metri.

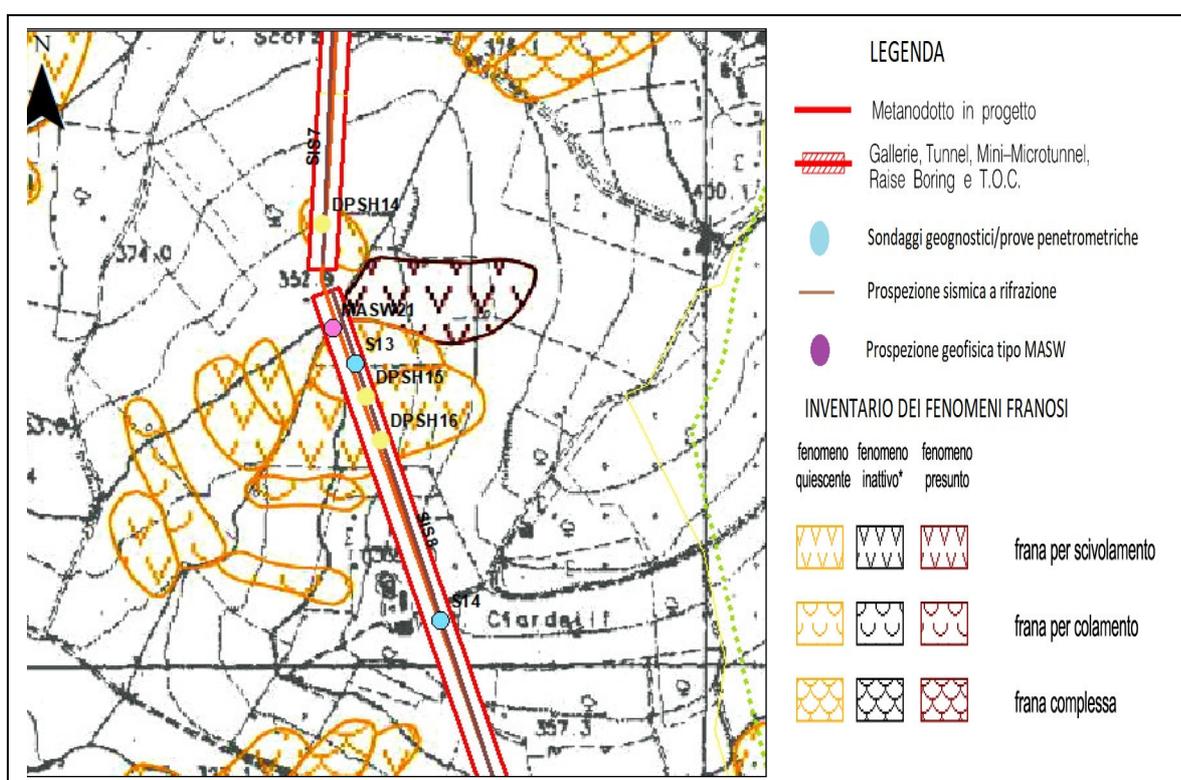


Fig. 5.7.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 35+105 – 35+380.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del versante dissestato (Fig. 5.10.A) sono state effettuate n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, n. 1 prova penetrometrica dinamica e n. 1 prospezione geofisica tipo MASW. Erano state preventivate anche altre n. 2 prove penetrometriche dinamiche, le quali non sono state realizzate a causa della mancata autorizzazione all’accesso ai fondi.

Di seguito (Tabella 5.10.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 92 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S13	20.00	1.50/6.00/7.50/10.50/ 15.00	3.00 – 3.60 12.00 – 12.60

Tabella 5.10.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Sondaggio S13

Dal sondaggio si evidenzia la presenza nella parte superficiale, con spessore di circa 3.00 metri, un livello costituito da argilla limosa debolmente sabbiosa con all'interno presenza di ghiaia e ciottoli che presenta una colorazione marrone scuro nella parte più superficiale e marrone chiara più in profondità. All'interno di esso, è intercalato, ad una profondità compresa tra 1.00 metro e 1.70 metri dal piano campagna, un sottile strato di limo sabbioso-argilloso di colore marrone. Dalla profondità di 3.00 metri dal piano campagna e fino al fondo foro (20.00 metri) si rinvergono argille debolmente limoso-sabbiose. Le argille, a profondità comprese tra 3.60 metri e 5.80 metri, si presentano di colore ocracee con ghiaia, a profondità comprese tra 5.80 metri e 9.00 metri, di colore grigio con intercalazioni centimetriche di torba marrone. Da questa profondità e fino a 20.00 metri si presenta di colore grigio scuro.

Prova penetrometrica dinamica DPSH14

La prova si è spinta fino ad una profondità di 13,00 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Dall'interpretazione stratigrafica desunta si evidenzia la presenza di un livello, dal piano campagna fino alla profondità di 12,80 metri, caratterizzato da un'alternanza di limo sabbioso e limo argilloso, al di sotto del quale si ha la presenza di un livello ghiaioso-sabbioso sul quale lo strumento è andato a rifiuto.

Alla profondità di 4.30 metri dal piano campagna è stata riscontrata la presenza della falda.

MASW 21

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30.0 metri dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}=357.57 \text{ m/s}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 93 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come Categoria E, ossia “terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30.0 metri”.

5.11 **Interazione con area a pericolosità da frane (PK 42+435 – 42+520 e 45+140 – 45+200)**

Nel tratto iniziale di risalita verso la cima del Monte Martano, da Casa Pian delle Noci (località Seggiano) fino a Monte Cucco, 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+435 e 45+140) 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 pendenza dei versanti. Tale fenomeno ha provocato sulla superficie del terreno l’asportazione ed il trasporto delle particelle solide e la formazione di incisioni.

Queste aree sono state censite dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere come “area a calanchi o in erosione attiva”, a pericolosità media P2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 94 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

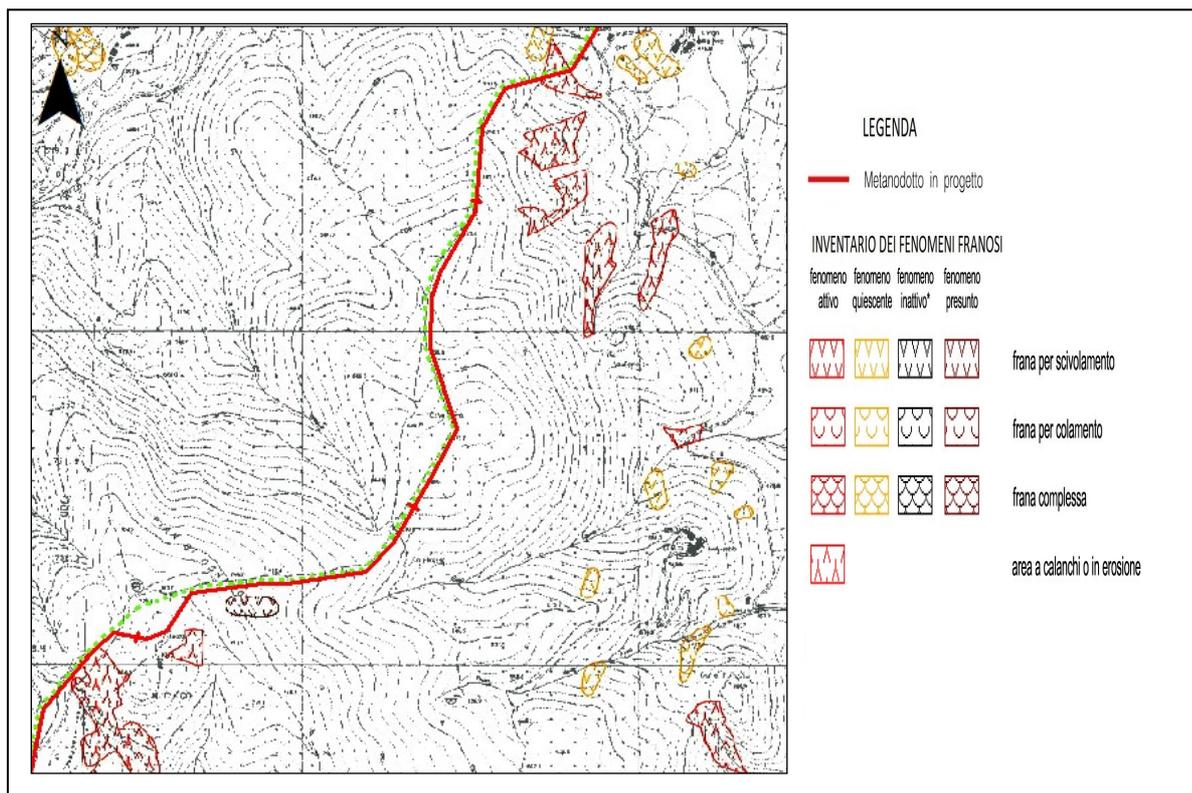


Fig. 5.11.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 42+450-42+520 e tra 45+140-45+200.

Dalla fotointerpretazione e dai rilievi di superficie emerge che in questi tratti, il versante presenta una coltre d’alterazione superficiale con spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro abbastanza allentata e, in condizioni saturate, può mobilizzare verso valle e diminuire il materiale di copertura della condotta. Si tratta, tuttavia, di fenomeni di limitata estensione ma che possono essere riattivati in caso di eventi meteorici di una certa intensità.

Per queste aree si prevede la realizzazione di opere di mitigazione e regimazione delle acque meteoriche opportunamente dimensionate in funzione del fenomeno di instabilità e delle caratteristiche litologiche.

5.12 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 50+880 – 52+385)

Dopo aver superato la vetta del Monte Martano e proseguendo la discesa, in prossimità della chilometrica 51+000 circa, si giunge in località Colle nel Comune di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 95 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Massa Martana, dove si evidenzia la presenza di depositi di conoide alluvionale provenienti da tutta una serie di torrenti e fossi altamente incisi che si diramano procedendo da monte verso valle.

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.

L'intero tratto interessato dal passaggio del metanodotto in progetto è stato censito dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come falda e/o cono di detrito inattivo, a pericolosità moderata (P1).

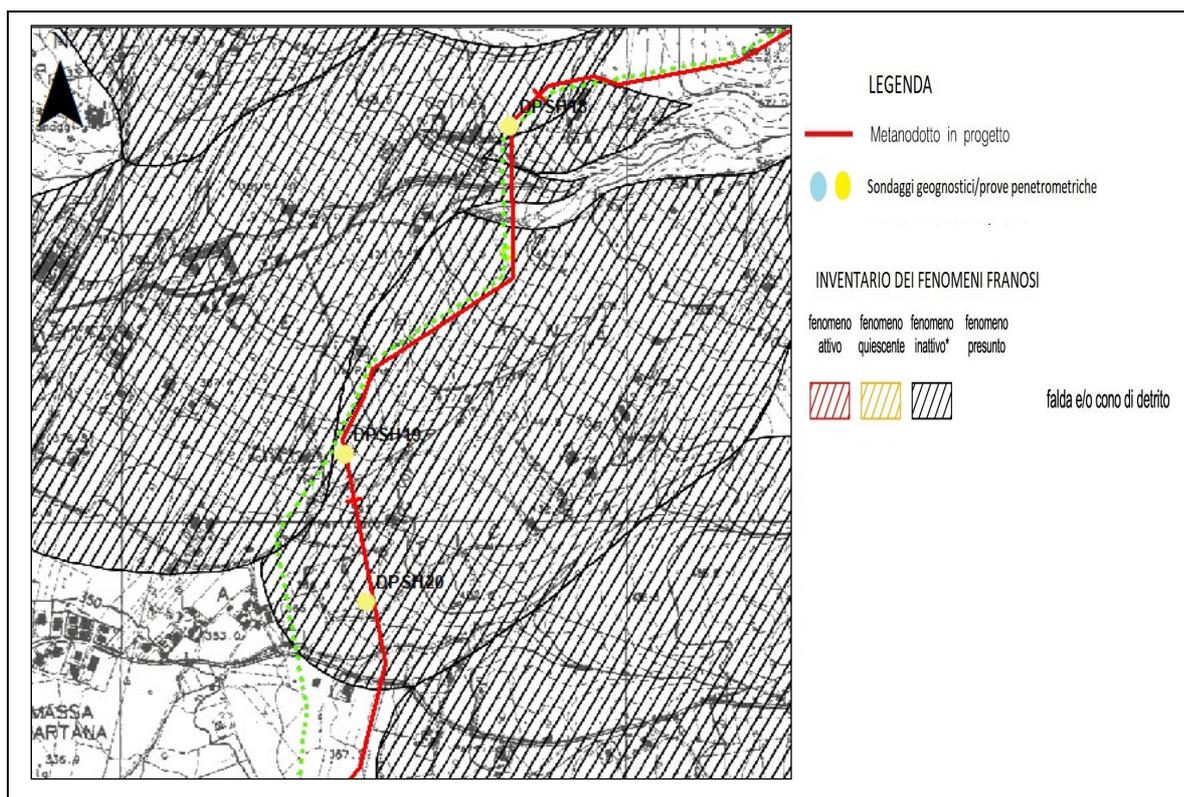


Fig. 5.12.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 50+880-52+385.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area in esame (Fig. 5.12.A) sono state effettuate n. 3 prove penetrometriche dinamiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 96 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prova penetrometrica dinamica DPSH18

La prova si è spinta fino ad una profondità di 6.20 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

In questo caso, l'interpretazione della stratigrafia mostra un primo livello, avente spessore di circa 6,00 m, di limo argilloso tendente verso il basso a limo sabbioso, poggiante su un substrato ghiaioso sabbioso, all'interno del quale lo strumento è andato a rifiuto.

Prova penetrometrica dinamica DPSH19

La prova si è spinta fino ad una profondità di 6.60 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Dalla stratigrafia desunta dall'elaborazione di tale indagine, si evidenzia la presenza di un livello superficiale limoso sabbioso con ghiaia, avente spessore di 1,20 m, al di sotto del quale, sino ad una profondità di 4.00 m dal piano campagna si presenta un livello sabbioso debolmente limoso. Al di sotto di esso si rinviene ghiaia sabbiosa all'interno del quale lo strumento è andato a rifiuto.

Prova penetrometrica dinamica DPSH20

La prova si è spinta fino ad una profondità di 4.60 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Anche in questo caso si ottiene una stratigrafia caratterizzata da un sottile strato di terreno vegetale, avente spessore di 0.20 m, al di sotto del quale si rinviene un livello sabbioso limoso e limo sabbioso fino ad una profondità di 2.60 m. Al di sotto di tale livello si ritrovano le ghiaie e sabbie, livello all'interno del quale la prova è andata a rifiuto strumentale.

5.13 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 54+225 – 55+120)

Proseguendo lungo le superfici terrazzate che da Massa Martana conducono verso la Strada Statale n. 3 ter, si incontra una vasta area censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come falda e/o cono di detrito inattivo, coincidente con un impluvio compreso tra l'alveo del Torrente Tribio e la strada comunale che conduce verso

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 97 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

località Case i Monti, determinato dall'accumulo di materiale detritico proveniente dalla disgregazione del materiale roccioso proveniente dai versanti del Monte Castro e del Monte Il Cerchio.

L'area è classificata, dal punto di vista geomorfologico, a pericolosità moderata P1.

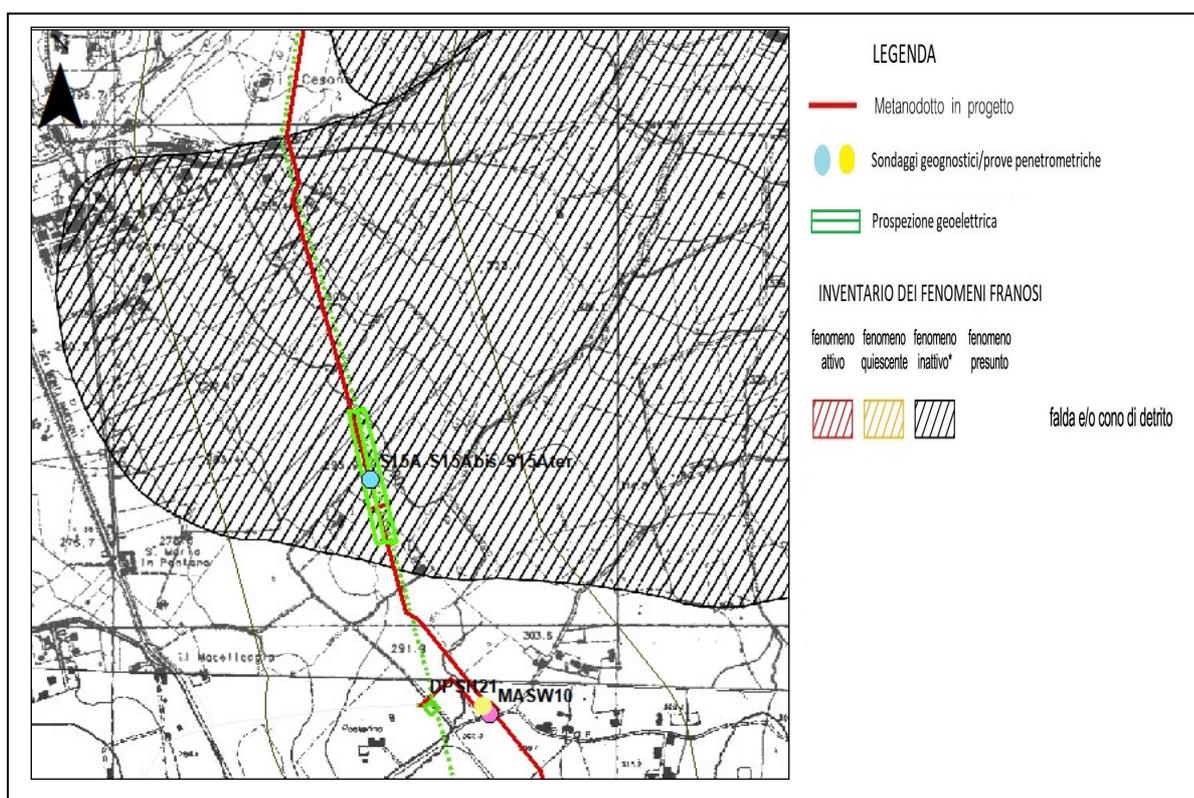


Fig. 5.13.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 54+225 – 52+120.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area interessata dalla presenza della conoide di detriti (Fig. 5.13.A) sono stati effettuati n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

Di seguito (Tabella 5.13.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 98 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)
S15A	5.00
S15A bis	5.00
S15A ter	5.00

Tabella 5.13.A – Sondaggi e profondità

Sondaggio S15A

Dalla stratigrafia emersa durante il carotaggio, si evidenzia la presenza di argilla debolmente limosa di colore nocciola con ghiaia spigolosa fino alla profondità investigata (5.00 metri dal piano campagna).

Sondaggio S15A bis

Il sondaggio S15A bis mostra una stratigrafia più eterogenea rispetto al sondaggio precedente. Infatti, al di sotto di un orizzonte costituito da argilla limosa sabbiosa rossiccia con ghiaia medio fine spigolosa, avente uno spessore di circa 1.60 metri, è presente un orizzonte costituito da ghiaia eterogenea in matrice limoso sabbiosa rossiccia fino alla profondità di 3.60 metri dal piano campagna. Tra 3.60 metri e 4.30 metri di profondità si ha un orizzonte costituito da limo argilloso sabbioso rossiccio con ghiaia fine spigolosa. Da questa profondità e fino al fondo foro (5.00 metri) si rinvengono argilla rossiccia.

Sondaggio S15A ter

Dalla stratigrafia emersa durante il carotaggio, si evidenzia la presenza al di sotto di un orizzonte costituito da argilla limosa sabbiosa rossiccia con ghiaia medio fine fino alla profondità di 2.60 metri dal piano campagna, un orizzonte, fino a fondo foro (5.00 metri), caratterizzato dalla presenza di argilla debolmente limosa rossiccia con rari clasti di ghiaia.

5.14 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 59+000 – 59+110)

La percorrenza del tracciato prosegue verso località Mezzanelli del Comune di Massa Martana e, prima di intercettare un versante boscato, interagisce con un'area interessata dall'accumulo di materiale detritico proveniente dalla disgregazione del materiale roccioso proveniente dal versante posto a monte. Tale area è censita anche dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, come falda e/o cono di detrito attivo a pericolosità geomorfologica media P2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 99 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

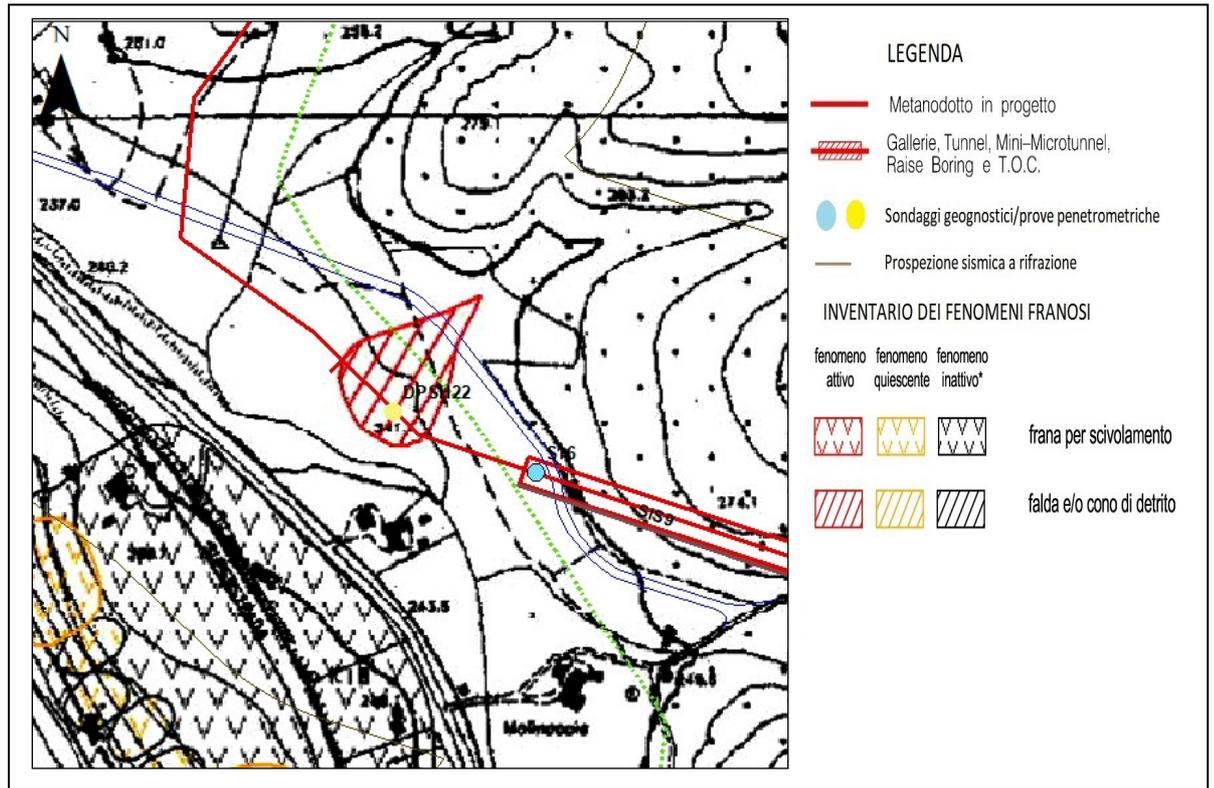


Fig. 5.14.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 59+000-59+110.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell’area in esame (Fig. 5.14.A) è stata effettuata n. 1 prova penetrometrica dinamica.

Prova penetrometrica dinamica DPSH22

La prova si è spinta fino ad una profondità di 7.20 metri dal piano campagna fino al raggiungimento del rifiuto strumentale. Con l’impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l’interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

L’elaborazione dell’indagine eseguita mostra una stratigrafia complessa caratterizzata da un livello superficiale di argilla limosa, avente spessore di 0,40 m, al di sotto del quale si ritrova un livello limoso sabbioso con ghiaia. Dalla profondità di 1,40 m e fino alla profondità di 2.60 m si ha, di nuovo, la presenza di un livello argilloso limoso. Da qui e fino alla profondità di 7.20 m dal p.c., si ha la presenza di livelli sabbiosi in alternanza a livelli limoso-sabbiosi. Al di sotto si ha la presenza di un livello ghiaioso-sabbioso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 100 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

5.15 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 62+900 – 63+390)

Un'altra interazione con un'area interessata dall'accumulo di materiale detritico proveniente dalla disgregazione del materiale roccioso del Monte Rotondo, avviene in corrispondenza di un impluvio in località Piè di Monte Alto, nel Comune di Acquasparta. Tale conoide è censita anche dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, come falda e/o cono di detrito attivo a pericolosità geomorfologica media P2.

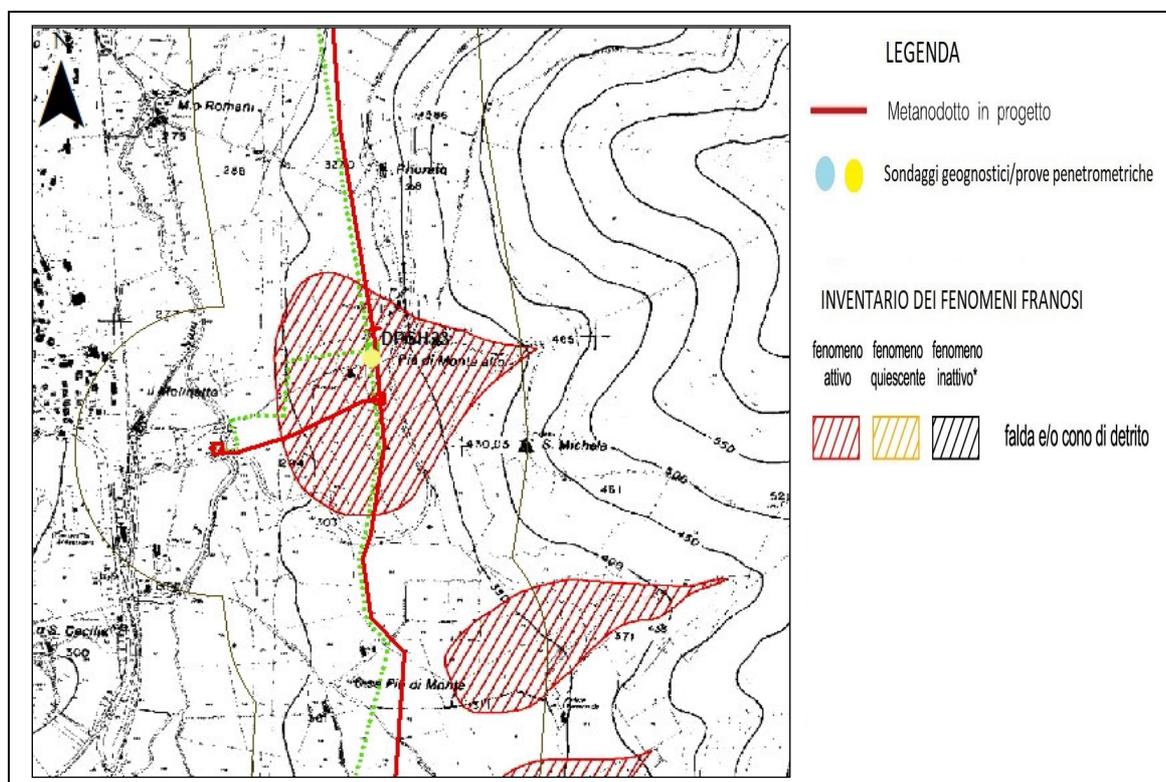


Fig. 5.15.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 62+900-63+390.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area in esame (Fig. 5.15.A) è stata effettuata n. 1 prova penetrometrica dinamica.

Prova penetrometrica dinamica SCPT23

La prova si è spinta fino ad una profondità di 8,10 metri dal piano campagna. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 101 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Dalla ricostruzione stratigrafica si evince la presenza di un livello caratterizzato da depositi di conoide sabbioso-argillosi con rare ghiaie, sino ad una profondità di 7,20, al di sotto del quale si ha la presenza di depositi grossolani di falda.

5.16 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 70+520 – 71+140)

La condotta in progetto, dopo aver superato la Strada Provinciale n. 41, che da località Quadrelli del Comune di Montecastrilli conduce verso lo stabilimento delle Acque Minerali Sangemini, inizia la discesa verso il Torrente Caldaro.

Il versante si presenta abbastanza acclive ed ondulato con erosione superficiale diffusa, inciso da due fossi, il Fosso Bianco ed il Fosso Campacci.

Il tratto che mostra maggiori criticità è quello compreso tra la parte iniziale e mediana del versante, nella quale le superfici mostrano movimenti superficiali di scivolamento maggiormente visibili dove la vegetazione risulta meno fitta. Particolare attenzione è stata sottoposta al tratto di versante in prossimità di alcuni manufatti agricoli e capannoni denominati Casa Volta Verna nel quale, i movimenti franosi risultano maggiormente visibili, anche in considerazione della diminuzione di vegetazione e la deformazione superficiale è data dalla combinazione di movimenti di scivolamento e di colamento.

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento sia attiva e sia quiescente, classificata come area a pericolosità elevata (P3) e come aree in frana per scivolamento inattiva, classificata come area in frana a pericolosità media (P2).

Il tratto precedentemente descritto in località Casa Volta Verna è censito come area in frana complessa attiva con pericolosità elevata (P3).

In considerazione della particolare instabilità geomorfologica si è, pertanto, previsto di attraversare il versante mediante l'esecuzione di una trenchless avente lunghezza di circa 1200.0 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 102 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

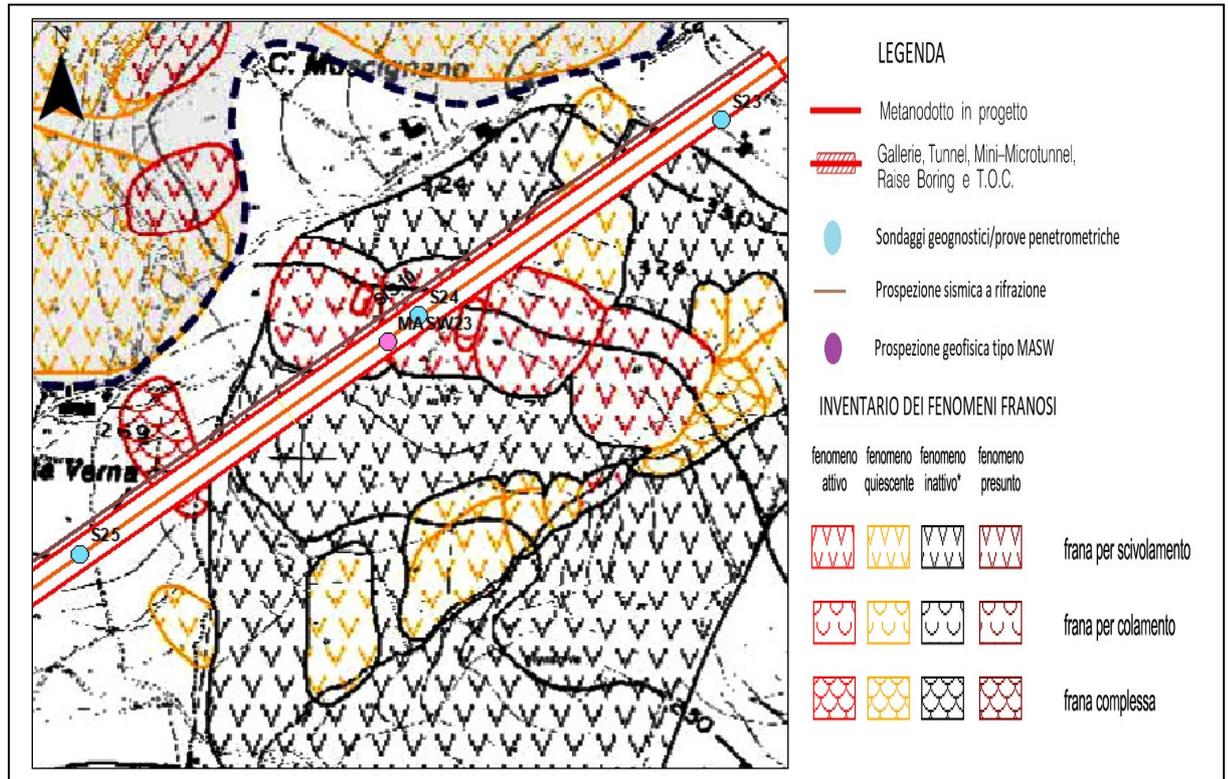


Fig. 5.16.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 70+520-71+140.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del versante dissestato (Fig. 5.16.A) sono state effettuati n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 1 prospezione sismica a rifrazione e n. 1 prospezione geofisica tipo MASW.

Di seguito (Tabella 5.16.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S23	20.00	3.00/6.00/9.00/12.00/16.50/19.50	13.50 – 14.10
S24	60.00	10.50/25.50/30.00/36.00/42.00	7.50 – 8.15 19.50 – 20.00

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 103 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S25	50.00	3.00/15.00/21.00/30.00 /39.00	9.00 – 9.65 24.50 – 25.15

Tabella 5.16.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Di seguito viene riportata la stratigrafia dei sondaggi geognostici effettuati (S23, S24 e S25) lungo il versante dissestato, con i parametri geotecnici desunti dalle prove penetrometriche dinamiche S.P.T.

Sondaggio S23

Dal sondaggio si evidenzia la presenza al di sotto di orizzonte superficiale avente spessore pari a 1.15 metri costituito da limo e sabbia, argilloso, rara ghiaia, asciutto e di colore nocciola, un orizzonte che si spinge fino a 4.90 metri dal piano campagna, costituito da argilla con limo e limosa, consistente, di colore grigio con screziature oca, asciutto fino alla profondità di 3.30 metri. Dalla profondità di 4.90 metri e fino a 7.10 metri si rinviene un orizzonte costituito da limo e sabbia fine, argilloso, debolmente ghiaioso, consistente, bagnato, di colore nocciola. Da questa profondità e fino a 17.80 metri dal piano campagna si ha un orizzonte costituito da argilla, da limosa a debolmente limosa, con presenza di concrezioni calcaree, molto consistente, debolmente umido, con alternanza di livelli di colore grigio con screziature giallastre-rossastre e livelli di colore oca. All'interno di questo orizzonte, è stato individuato, a profondità comprese tra 15.90 metri e 16.15 metri, un livello di torba, con rara ghiaia, di colore nero.

Dalla profondità di 17.80 metri dal piano campagna e fino ad una profondità di 19.85 metri si rinviene un orizzonte costituito da sabbia con ghiaia, limosa e debolmente limosa, molto addensato, di colore nocciola con screziature rossastre e giallastre, umido. Infine, da questa profondità e fino al fondo foro (20.00 metri) si ha argilla limosa asciutta di colore grigio scuro.

Sondaggio S24

Questo sondaggio è ubicato al centro del versante ed è stato spinto fino ad una profondità di 60.00 metri dal piano campagna. Dal sondaggio si evidenzia la presenza di un orizzonte costituito da limo e sabbia fine, argilloso, con rara ghiaia, asciutto e di colore nocciola, fino alla profondità di 4.20 metri dal piano campagna. Al di sotto di questo e fino ad una profondità di 7.50 metri dal piano campagna, è presente un orizzonte costituito da argilla, da limosa a debolmente limosa, di colore grigio con screziature nocciola, debolmente umido.

Da 7.50 metri e fino a 18.55 metri dal piano campagna, si ha un orizzonte costituito da argilla con limo e argilla limosa, molto consistente, debolmente umido, di colore

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 104 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

grigio. Tra 18.55 metri e 20.00 metri di profondità è presente un livello costituito da limo con argilla, rara sabbia fine e rara ghiaia, asciutto, di colore grigio.

Dalla profondità di 20.00 metri e fino al fondo foro (60.00 metri di profondità dal piano campagna) si rinviene argilla con limo e argilla debolmente limosa, molto consistente, di colore grigio intenso, asciutto.

A profondità comprese tra 40.50 metri e 41.00 metri dal piano campagna, è stato rinvenuto un livelletto costituito da limo con argilla, rara sabbia fine e rara ghiaia, asciutto, di colore grigio.

Sondaggio S25

Dal sondaggio si evidenzia la presenza di un orizzonte costituito da limo e sabbia fine, argilloso, con rara ghiaia, asciutto e di colore grigio scuro, fino alla profondità di 1.85 metri dal piano campagna. Al di sotto di questo e fino ad una profondità di 4.10 metri dal piano campagna, è presente un orizzonte costituito da argilla, da limosa a debolmente limosa, con presenza di concrezioni calcaree, poco consistente, da asciutto a debolmente umido, di colore grigio con screziature nocciola.

Da 4.10 metri e fino a 9.00 metri dal piano campagna, si ha un orizzonte costituito da argilla debolmente limosa, con presenza di concrezioni calcaree, rara ghiaia, asciutto, di colore grigio intenso. Da questa profondità e fino a 24.50 metri di profondità dal piano campagna si rinviene un orizzonte costituito da argilla, debolmente limosa, molto consistente, di colore grigio intenso, asciutto.

Dalla profondità di 24.50 metri e fino al fondo foro (50.00 metri di profondità dal piano campagna) si rinviene argilla, da limosa a debolmente limosa, molto consistente, di colore grigio intenso, asciutto.

A profondità comprese tra 40.00 metri e 41.50 metri dal piano campagna, è stato rinvenuto un livello costituito da argilla e limo, asciutto, di colore grigio chiaro.

5.17 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 72+580 – 73+410)

La condotta in progetto, dall'uscita del microtunnel (progressiva chilometrica 71+600 circa) inizia la percorrenza nel fondovalle del Torrente Caldaro il quale, dal punto di vista geomorfologico, in questo tratto 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 fortemente ondulati e con erosione superficiale diffusa soprattutto nella parte medio-alta 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 105 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

acclività, maggiormente accentuata nella parte più a monte, i quali possono dar luogo a dinamiche di versante abbastanza accentuate.

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento sia inattiva, con pericolosità media (P2) e sia quiescente, con pericolosità elevata (P3). In considerazione della particolare instabilità geomorfologica si è, pertanto, previsto di attraversare questo tratto di versante mediante l'esecuzione di una trenchless avente lunghezza di circa 1150.0 metri.

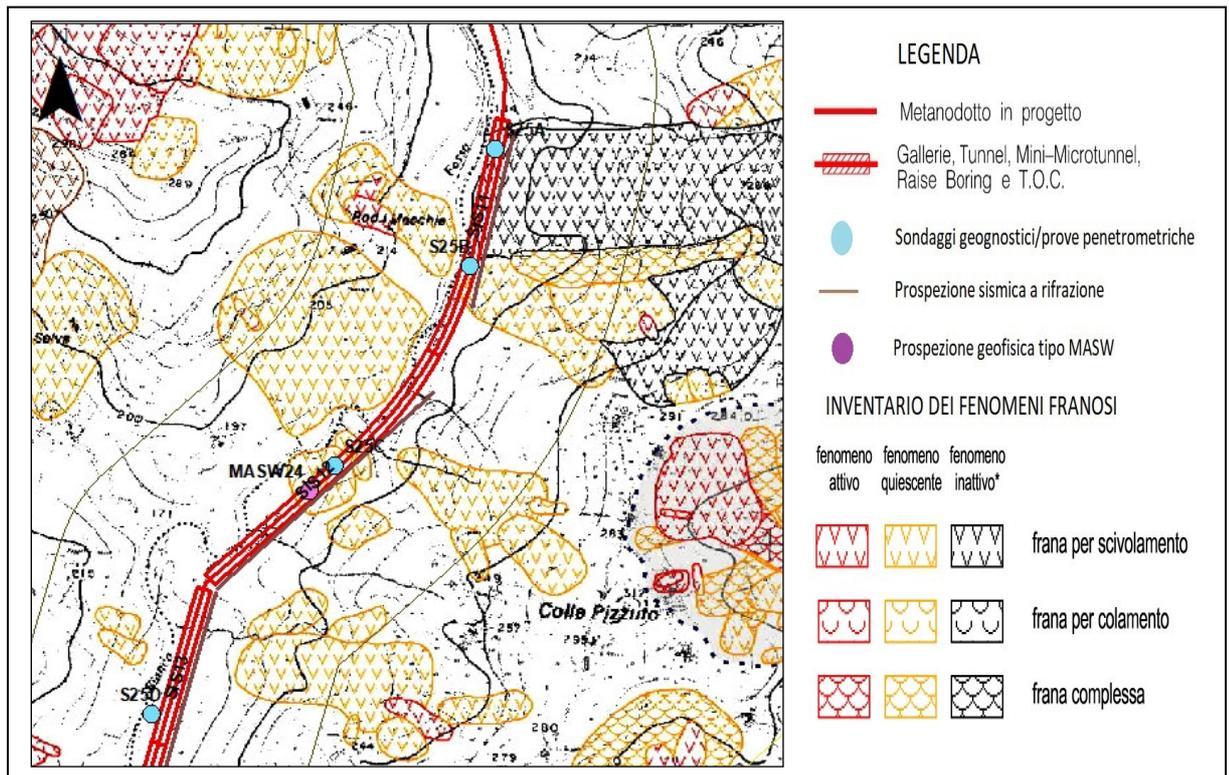


Fig. 5.17.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 72+580-73+410.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del versante dissestato (Fig. 5.17.A) sono state effettuati n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione e n. 2 prospezioni geofisiche tipo MASW.

Di seguito (Tabella 5.17.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 106 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S25A	20.00	3.00/12.00/15.00/18.00	6.00 – 6.65 9.00 – 9.65
S25B	20.00	3.00/6.00/9.00/12.00	18.00 – 18.50
S25C	20.00	9.00/12.00/15.00/18.00	3.00 – 3.65 6.00 – 6.45

Tabella 5.17.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Di seguito viene riportata la stratigrafia dei sondaggi geognostici effettuati (S25A, S25B e S25C) lungo il versante dissestato, con i parametri geotecnici desunti dalle prove penetrometriche dinamiche S.P.T.

Sondaggio S25A

Dal sondaggio si evidenzia la presenza di un orizzonte costituito a limo e sabbia fine, con ghiaia, ciottoloso, di colore grigio, asciutto dal piano campagna fino ad una profondità di 3.00 metri. Da questa profondità e fino ad una profondità di 6.00 metri dal piano campagna, si rinviene un orizzonte costituito da argilla con limo e argilla limosa, con rara ghiaia, moderatamente consistente, di colore grigio con screziature nocciola, bagnato a partire da una profondità di 5.00 metri dal piano campagna.

Dalla profondità di 6.00 metri e fino a 9.00 metri è mersa la presenza di argilla con limo e argilla limosa, debolmente sabbiosa, bagnata, di colore grigio.

Dalla profondità di 9.00 metri dal piano campagna e fino a fondo foro (20.00 metri) si rinviene un orizzonte costituito da argilla, con limo a debolmente limosa, molto consistente, asciutto, di colore grigio tendente al nocciola.

Sondaggio S25B

Dal sondaggio si evidenzia la presenza dal piano campagna e fino ad una profondità di 6.00 metri un orizzonte caratterizzato da ghiaia e sabbia, da ciottolosa a debolmente ciottolosa, debolmente limosa, moderatamente consistente, asciutto e localmente bagnato, di colore grigio. Dalla profondità di 6.00 metri e fino a 12.00 metri di profondità dal piano campagna si rinviene un orizzonte costituito da limo e argilla, da con sabbia a sabbioso, da privo di consistenza a moderatamente consistente, bagnato.

Da questa profondità è presente un orizzonte avente spessore di circa 3.00 metri caratterizzato da ghiaia, da con sabbia a sabbioso, da con limo a limosa, debolmente argillosa, poco addensato, saturo, di colore grigio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 107 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Dalla profondità di 15.00 metri e fino a 17.00 metri dal piano campagna è presente un orizzonte costituito da ghiaia, con sabbia, ciottolosa, debolmente limosa, bagnato, di colore grigio. Da 17.00 metri e fino a 19.10 metri di profondità da piano campagna è emersa la presenza di un orizzonte costituito da limo e argilla, di colore grigio intenso, asciutto.

Infine, da questa profondità e fino al fondo foro (20.00 metri) si ha ghiaia, da con sabbia a sabbiosa, da con limo a limosa, debolmente argillosa, poco addensata, satura e di colore grigio.

Sondaggio S25C

Dal sondaggio si evidenzia la presenza al di sotto di 0.10 metri di terreno vegetale, un orizzonte avente spessore pari a 2.40 metri caratterizzato da limo e sabbia fine, argilloso, ghiaioso, asciutto e di colore marrone chiaro. Dalla profondità di 2.50 metri dal piano campagna e fino ad una profondità di 3.00 metri è presente un livello costituito da limo e argilla, con presenza di concrezioni calcaree, asciutto e di colore nocciola.

Da questa profondità e fino a 6.00 metri è presente un orizzonte costituito da argilla, da limosa a debolmente limosa, con presenza di concrezioni calcaree, di colore variabile da nocciola a grigio con screziature nocciola.

Dalla profondità di 6.00 metri dal piano campagna e fino al fondo foro (20.00 metri) si rinviene un orizzonte costituito da argilla, da con limo a limosa, molto consistente, debolmente umido, di colore grigio intenso.

5.18 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 74+120 – 74+140)

Proseguendo sempre la percorrenza del fondovalle del Torrente Caldaro, il metanodotto in progetto, in sinistra idrografica, continua ad intercettare versanti fortemente ondulati e con erosione superficiale diffusa soprattutto nella parte medio-alta con tendenza a formare delle piccole superfici terrazzate alla base. I versanti intercettati presentano anche in questo caso fenomeni di instabilità strettamente legati alla morfologia ed alla litologia, i quali possono dar luogo a dinamiche di versante abbastanza accentuate.

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto, così come quella descritta precedentemente, è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento quiescente, con pericolosità elevata (P3). In considerazione della particolare instabilità geomorfologica si è, pertanto, previsto di attraversare questo tratto di versante mediante l'esecuzione di una trenchless avente lunghezza di circa 530.0 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 108 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

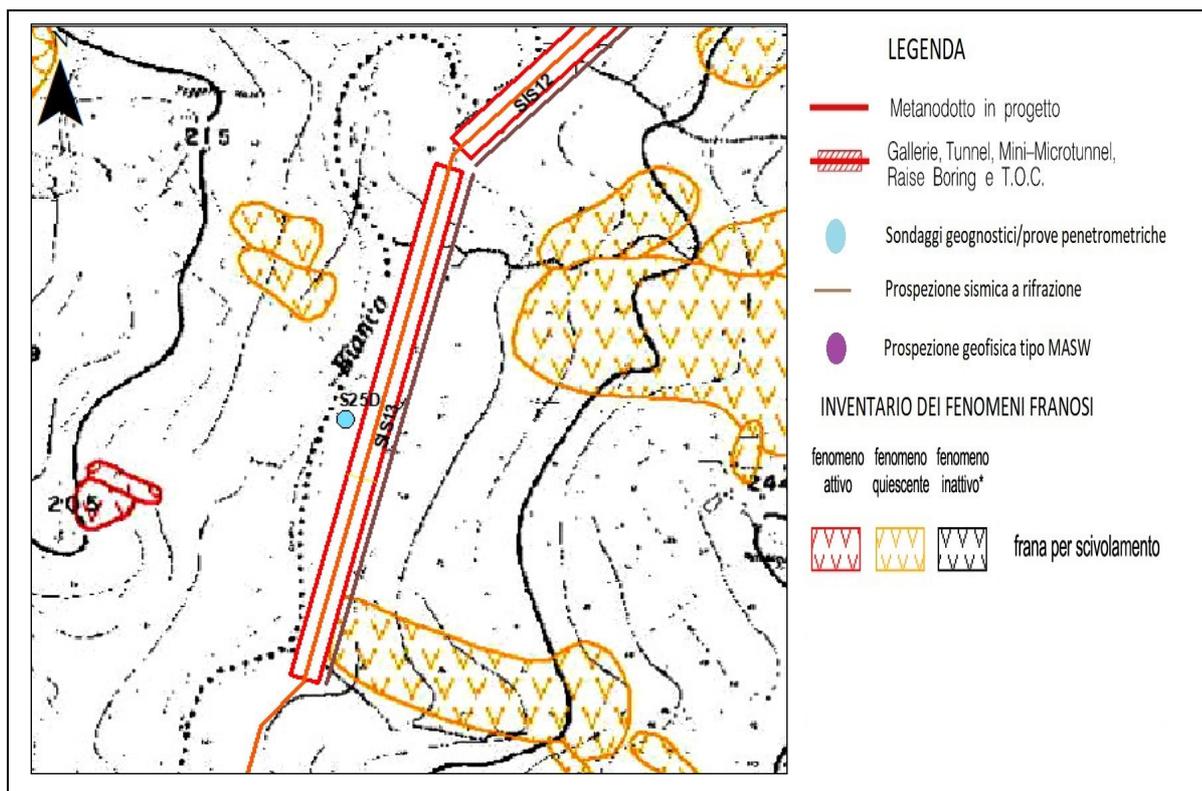


Fig. 5.18.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 74+120-74+140.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del versante dissestato (Fig. 5.18.A) sono state effettuate n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, n. 1 prospezione sismica a rifrazione e n. 1 prospezione geofisica tipo MASW.

Di seguito (Tabella 5.18.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S25D	20.00	3.00/12.00/15.00	6.00 – 6.65 9.00 – 9.65

Tabella 5.18.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 109 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Sondaggio S25D

Dal sondaggio si evidenzia la presenza, al di sotto di un orizzonte avente spessore pari a 1.90 metri costituito da sabbia e ghiaia, limosa, ciottolosa, saturo a partire da una profondità di 1.20 metri, asciutto e di colore variabile da nocciola a grigio, di un orizzonte caratterizzato da argilla, da con limo a limosa, localmente debolmente limosa, moderatamente consistente, umido, di colore grigio con screziature nocciola fino alla profondità di 6.00 metri dal piano campagna.

Da questa profondità e fino a 9.00 metri si rinviene un orizzonte caratterizzato da argilla, con presenza di concrezioni calcaree, asciutto, di colore grigio.

Da 9.00 metri di profondità dal piano campagna e fino a fondo foro (20.00 metri) si ha un orizzonte costituito da argilla, da con limo a limosa, localmente debolmente sabbiosa con presenza di concrezioni calcaree, molto consistente, di colore grigio tendente a nero tra le profondità di 13.30 metri e 13.90 metri.

5.19 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 91+070 – 91+095)

La condotta in progetto, dopo aver superato in trenchless l'attraversamento del Torrente L'Aia, lascia la piana alluvionale ed inizia la risalita verso Costa Romana. Oltrepassato un rilievo boscato in località "i Cappuccini" e la Strada Provinciale n. 20, nella risalita del versante fittamente boscato verso Costa Romana, si intercetta, in prossimità del Podere Moretti, un breve tratto sub-pianeggiante interessato dall'accumulo di materiale detritico anche di notevole dimensione proveniente dalla disgregazione del materiale roccioso lungo i versanti. Si tratta di rocce calcaree fratturate e mal stratificate soggette a notevole disgregazione con conseguente accumulo di materiale detritico nelle depressioni ai piedi dei versanti.

Una piccola area interessata da questi fenomeni, a causa della vicinanza ad alcune unità abitative (Podere Moretti), è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come colata di detrito quiescente, classificata come area a pericolosità elevata P3.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 110 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

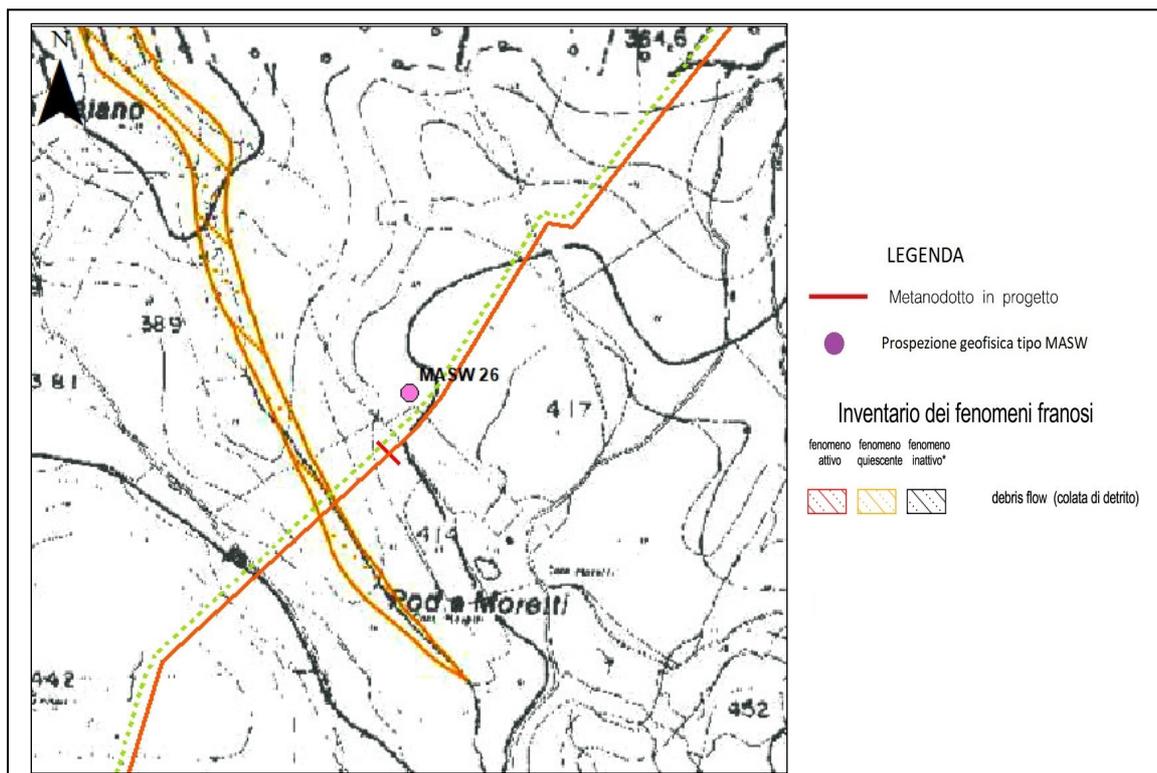


Fig. 5.19.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 91+070-91+095.

5.20 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 97+820 – 97+920)

La condotta in progetto, dopo aver superato il centro abitato di Schifanoia, nel Comune di Narni, inizia la discesa verso uno stretto impluvio formato dal Fosso di Schifanoia tra Il Colleabramo ed il Collespino, caratterizzata dalla presenza di versanti ondulati ed irregolari, con segni di dissesto che potrebbero dar luogo all’attivazione di fenomeni franosi.

I versanti ubicati sia in destra e sia in sinistra idrografica del Fosso di Schifanoia presentano fenomeni di instabilità con evidenti ondulazioni ed erosione diffusa che potrebbero innescare movimenti franosi per scivolamento.

Tale criticità morfologica è confermata dagli elaborati del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico e cartografata dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere come frana complessa quiescente lungo il versante in sinistra idrografica del Fosso e come frana

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 111 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

per scivolamento quiescente in destra; entrambi sono censiti come aree a pericolosità elevata P3.

Il tratto, a causa delle criticità geomorfologiche riscontrate associate alla ristrettezza areale fosso, viene superato mediante la realizzazione di una trenchless avente lunghezza di circa 245.0 metri lineari.

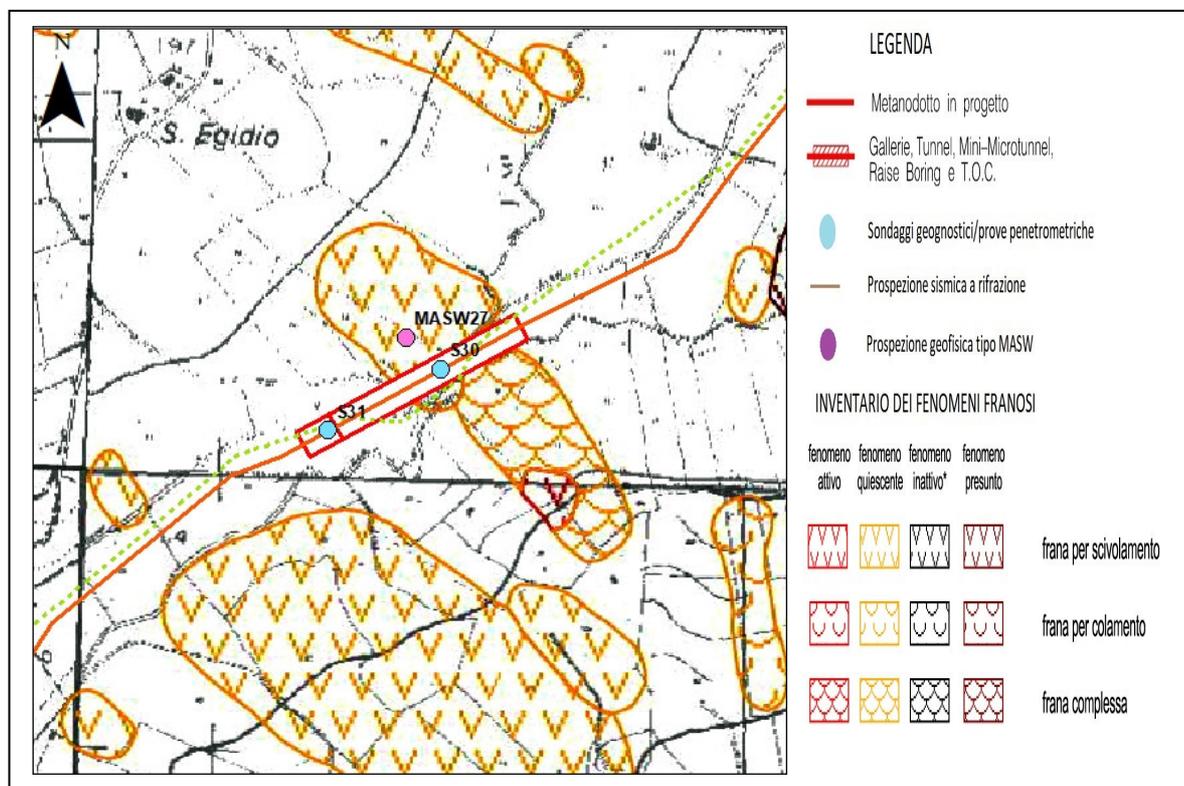


Fig. 5.20.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 97+820-97+920.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del versante dissestato (Fig. 5.20.A) sono state effettuate n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 1 prospezione sismica a rifrazione e n. 1 prospezione geofisica tipo MASW.

Di seguito (Tabella 5.20.A) vengono riportate le profondità dei sondaggi, le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento al numero dei sondaggi ed, inoltre, vengono riportate le profondità di prelievo dei campioni di terreno:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 112 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

N. sondaggio	Profondità (m)	Profondità prove S.P.T. (m)	Profondità prelievo campione indisturbato (m)
S30	20.00	7.50/9.00/13.00/16.00/ 18.00	7.00 – 7.60
S31	15.00	3.50/9.00/12.00	3.00 – 3.40 14.00 – 14.60

Tabella 5.20.A – Sondaggi, prove S.P.T. e prelievo campioni indisturbati

Di seguito viene riportata la stratigrafia dei sondaggi geognostici effettuati (S30 e S31) ai piedi dei versanti dissestati in destra ed in sinistra idrografica del Fosso di Schifanoia, con i parametri geotecnici desunti dalle prove penetrometriche dinamiche S.P.T.

Sondaggio S30

Dal sondaggio si evidenzia la presenza dal piano campagna e fino ad una profondità di 4.10 metri, di un orizzonte caratterizzato dalla presenza di argilla, da con limo a limosa, localmente debolmente sabbiosa con rara ghiaia e con presenza di concrezioni calcaree, bagnato da una profondità di 2.90 metri, di colore nocciola.

Dalla profondità di 4.10 metri dal piano campagna e fino al fondo foro (20.00 metri) si ha argilla, debolmente limosa, debolmente torbosa, molto consistente, umido, di colore grigio scuro.

Sondaggio S31

Dal sondaggio si evidenzia la presenza, al di sotto di un livello avente spessore pari a 0.30 metri di terreno vegetale costituito da limo e argilla con rara ghiaia, di colore marrone con screziature grigio, debolmente umido, di un orizzonte caratterizzato da argilla, da con limo a limosa, localmente sabbiosa, da umido a bagnato, di colore nocciola, fino ad una profondità di 3.00 metri dal piano campagna.

Da questa profondità e fino al fondo foro (15.00 metri) si rinviene argilla, da con limo a limosa, localmente debolmente sabbiosa, molto consistente, umida, di colore nocciola.

A profondità comprese tra 13.70 metri e 14.00 metri e tra 14.60 metri e 14.70 metri prevale una colorazione grigia.

5.21 Interazione con area a pericolosità da frane (PK 99+160 – 99+700)

La condotta in progetto, proseguendo nel suo percorso verso Otricoli, raggiunge lo stretto alveo del Fosso di Primalaia, il quale diventa sempre più ristretto man mano

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 113 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

che si prosegue con la percorrenza fino ad incidere notevolmente i versanti posti sia in destra e sia in sinistra idrografica del fosso.

In questo tratto è stata prevista un’ottimizzazione del tracciato con la realizzazione di una trenchless di circa 950.0 metri poiché risalita del versante verso il Podere Sant’Angelo è interessata da fenomeni franosi che possono rappresentare una forte criticità per la stabilità dei versanti. Anche il versante in sinistra idrografica del fosso mostra fenomeni di instabilità ed erosione superficiale diffusa.

Anche in questo caso, le criticità morfologiche riscontrate in campo sono confermate dagli elaborati del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico e cartografate dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere. Infatti, sono state censite tre aree rispettivamente come, frana per scivolamento attiva nel tratto compreso tra le progressive chilometriche 99+160-99+200, frana complessa quiescente tra la progressiva chilometrica 99+430 e 99+530 e frana per scivolamento quiescente in quello compreso tra 99+620 e 99+700. Tutte e tre le aree sono state classificate come aree a pericolosità elevata P3.

Nell’area in oggetto non sono state eseguite le indagini geognostiche a causa dell’inaccessibilità ai fondi; mentre le indagini geofisiche previste in progetto sono state eseguite e riportate in Annesso 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 114 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

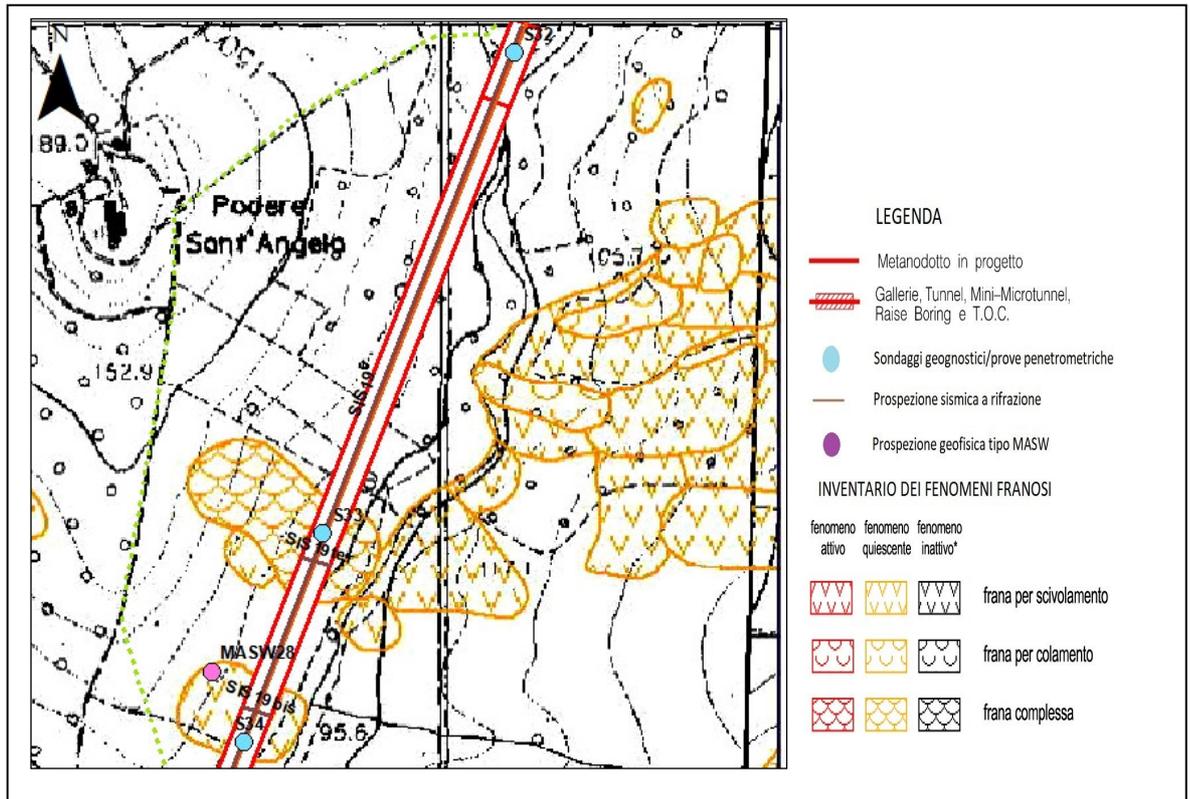


Fig. 5.21.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 99+160-99+200.

5.22 Interazione con area a pericolosità da frane (Derivazione per Foligno PK 0+000 – 1+735)

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. L’area coincidente con la piana alluvionale del Fiume Topino, interessata dal passaggio del metanodotto in progetto, è stata censita dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere come falda e/o cono di detrito sia inattivo (pericolosità moderata P1) e sia attivo (pericolosità media P2), come si evince dagli stralci cartografici sottostanti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 115 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

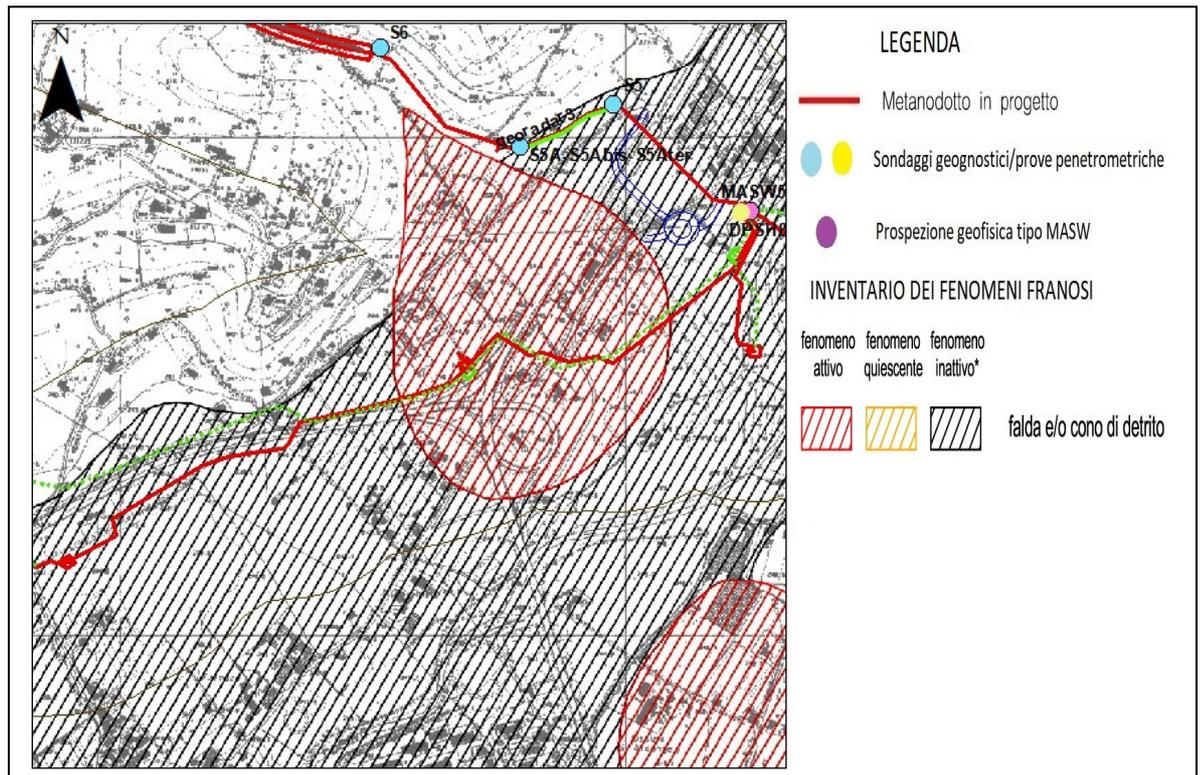


Fig. 5.22.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 0+000-1+735.

La trattazione di quest’area può essere accorpata all’interazione con area a pericolosità da frana compresa tra le progressive chilometriche 16+000 e 20+000 (paragrafo. 5.5), in quanto la “Derivazione per Foligno” ricade completamente nello stesso areale precedentemente trattato.

5.23 Interazione con area a pericolosità da frane (Rifacimento Allacciamento Comune di Bevagna PK 0+020 – 0+160)

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 (4”), DP 75 bar” per una lunghezza di circa 10.0 metri. Si tratta di un’area sub-pianeggiante caratterizzata da depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi. Successivamente all’area adibita alla realizzazione dell’impianto dal quale si stacca la condotta e fino all’incirca all’incrocio tra Via Teverone e Via Arquata, è presente un’area censita nella cartografia redatta dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 116 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

come falda e/o cono di detrito attivo e classificata a pericolosità geomorfologica media P2. Tale area coincide con la conoide di detrito formata dal Fosso Malcompare.

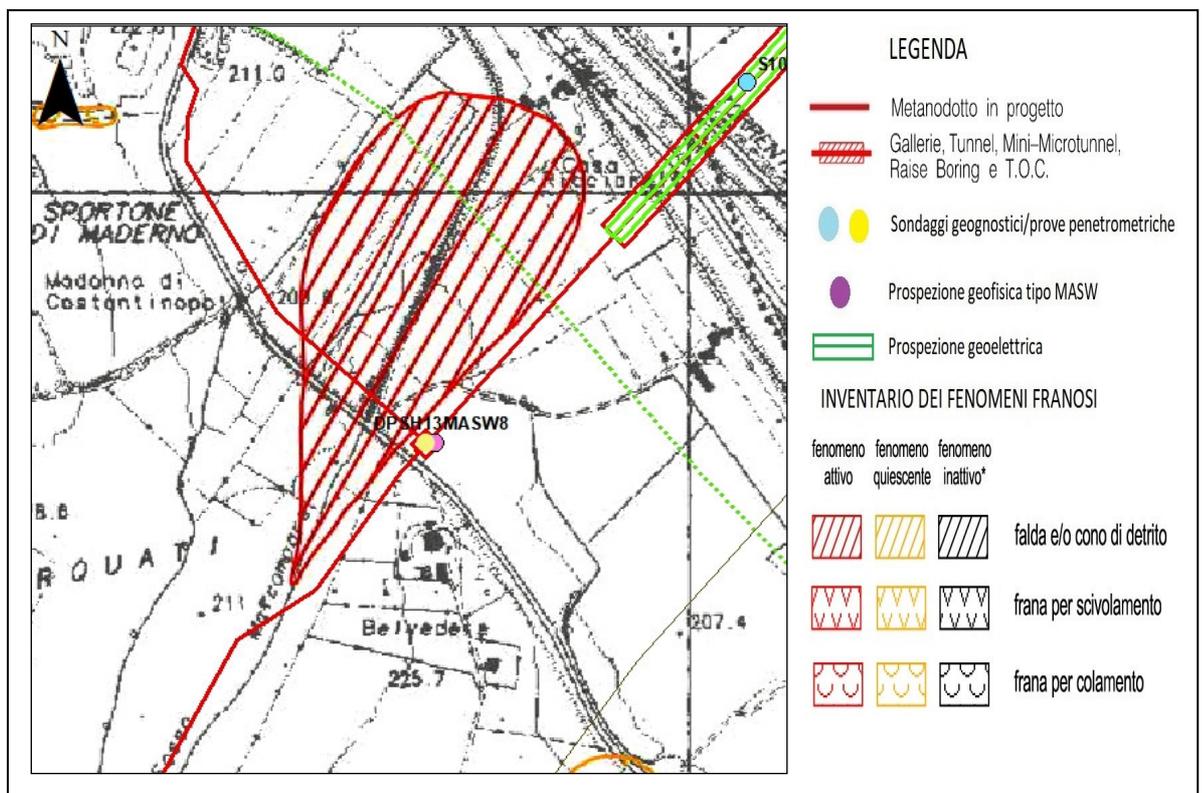


Fig. 5.23.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 0+020-0+160.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area in oggetto (Fig. 5.23.A) sono state effettuate n. 1 prova penetrometrica dinamica e n. 1 prospezione geofisica tipo MASW.

Prova penetrometrica dinamica DPSH13

La prova si è spinta fino ad una profondità di 15.00 metri dal piano campagna. Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Dalla stratigrafia desunta si ha la presenza, al di sotto di un sottile strato di terreno vegetale, in livello limoso sabbioso e limoso argilloso sino alla profondità di 11,80 m dal piano campagna. Al di sotto si ritrovano le sabbie limose. Dalla profondità di 15 m si riscontrano le ghiaie e sabbie.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 117 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

MASW 8

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30.0 metri dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}=512.25 \text{ m/s}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come Categoria B, ossia “rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente comprese tra 360.0 m/s e 800.0 m/s”.

5.24 Interazione con area a pericolosità da frane (Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini PK 0+680 – 0+740)

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. La condotta 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 metri intercetta un’area perimetrata dall’Autorità di Bacino come frana per scivolamento quiescente a pericolosità P3, censita come frana per scivolamento quiescente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 118 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

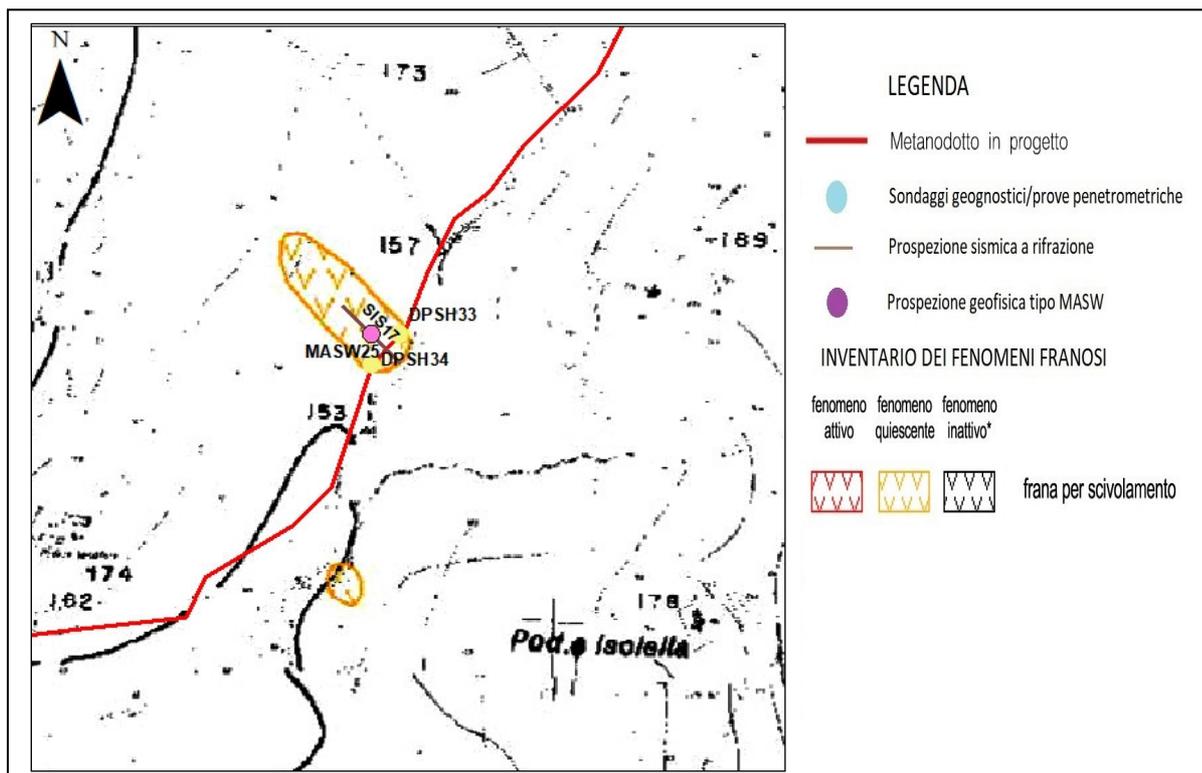


Fig. 5.24.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 0+680-0+740.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche del versante dissestato (Fig. 5.24.A) sono state effettuate n. 2 prove penetrometriche dinamiche, n. 1 prospezione sismica a rifrazione e n. 1 prospezione geofisica tipo MASW.

Prova penetrometrica dinamica SCPT33/DPSH33

La prova si è spinta fino ad una profondità di 11.40 metri dal piano campagna.

Con l’impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l’interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Dalla stratigrafia si evince la presenza di un livello superficiale, con spessore di 2,10 m, di depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi. Al di sotto, sino alla profondità di 10,50 m dal piano campagna, si ha la presenza di argille siltose alternate a strati sabbiosi. In continuità si ha la presenza del substrato argilloso sabbioso e sabbie prevalenti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 119 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Prova penetrometrica dinamica SCPT34

La prova si è spinta fino ad una profondità di 10.80 metri dal piano campagna.

Con l'impiego di alcuni software e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene l'interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura.

Dalla stratigrafia si evince la presenza di un livello superficiale, con spessore di 2,10 m, di depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi. Al di sotto, sino alla profondità di 9.60 m dal piano campagna, si ha la presenza di argille siltose alternate a strati sabbiosi. In continuità si ha la presenza del substrato argilloso sabbioso e sabbie prevalenti.

5.25 Area a pericolosità da frane limitrofa passaggio condotta (Rifacimento Allacciamento Comune di Montefalco PK 0+245 – 0+315)

Tra le criticità geomorfologiche è da segnalare anche il tracciato del “Rifacimento All. Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar”.

In prossimità della chilometrica 35+850 circa sul metanodotto principale, 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 metanodotto, a valle della percorrenza del Fosso Satriano, risale lungo un versante ondulato e con solchi di ruscellamento superficiale diffusi, rasentando un'area cartografata dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come frana complessa quiescente a pericolosità elevata P3.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 120 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

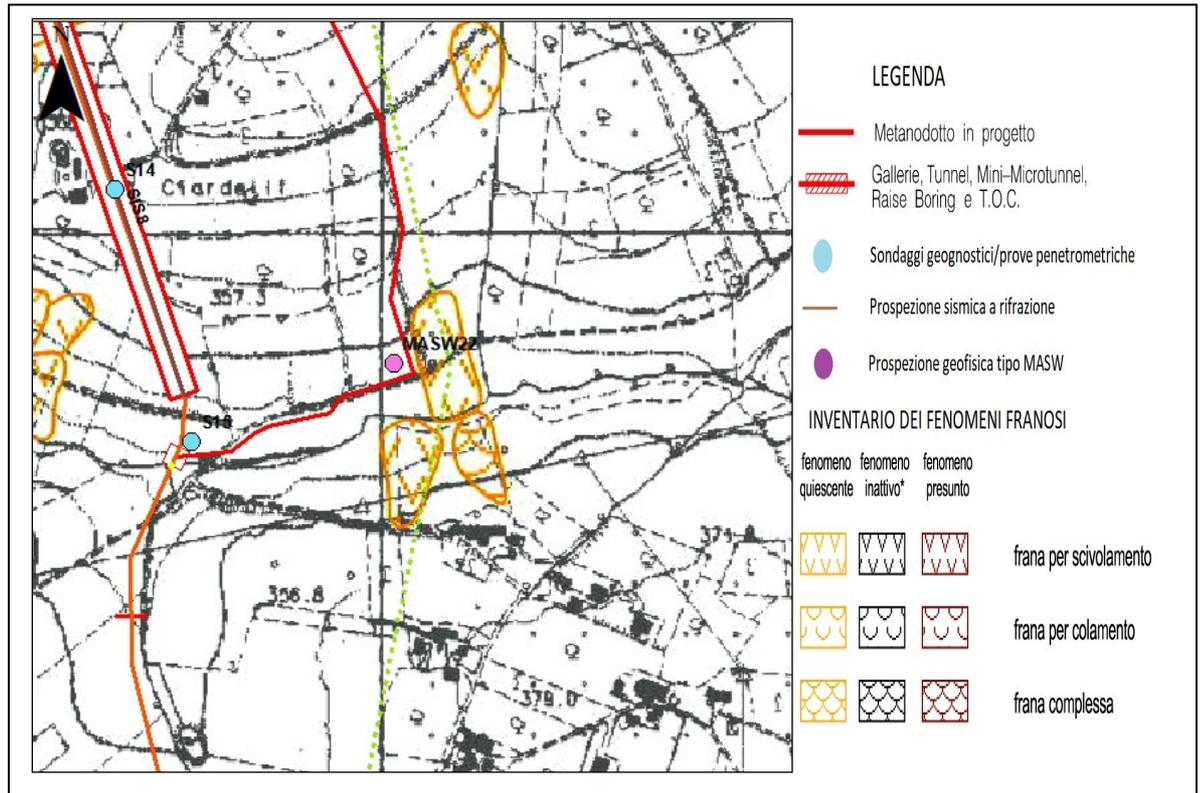


Fig. 5.25.A – Interazione della condotta in progetto con aree censite nel P.A.I. redatto dall’Autorità di Bacino tra le progressive chilometriche 0+245-0+315.

Al fine di avere maggiori informazioni sulle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell’area in esame (Fig. 5.25.A) è stata eseguita n. 1 prospezione geofisica tipo MASW.

MASW 22

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30.0 metri dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}=429.17 \text{ m/s}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come Categoria B, ossia “rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente comprese tra 360.0 m/s e 800.0 m/s”.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 121 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6 VERIFICA DI STABILITÀ

Il corridoio individuato per il passaggio del metanodotto è risultato, in base alle diverse alternative analizzate, quello che dà maggiori garanzie realizzative e di minor impatto in termini paesaggistici ed idrogeologici.

Inoltre, il corridoio scelto è stato posizionato principalmente lungo gli impluvi e le linee di cresta, che garantiscono una maggiore stabilità geomorfologica. Dove il tracciato intercetta versanti con diverso grado di pendenza, questi vengono attraversati lungo la massima pendenza, al fine di produrre minore ostacolo in un eventuale mobilitazione della coltre di alterazione.

Per le aree maggiormente critiche, caratterizzate da instabilità di versante (quiescente), sono state proposte delle soluzioni mediante trenchless, prevedendo la posa della condotta a profondità di assoluta sicurezza nei confronti della possibile evoluzione morfodinamica delle aree attraversate.

Invece, per tutte le aree in frana censite dall’Autorità di Bacino competente e attraversate dove non è stato possibile trovare un’alternativa, sono state eseguite delle verifiche di stabilità. Le tracce delle sezioni su cui sono state eseguite le verifiche sono state scelte in modo da rappresentare il versante lungo la linea di massima pendenza.

È necessario evidenziare che le verifiche di stabilità dei versanti sono state eseguite per la sola fase *ante operam*, per le frane con pericolosità P3, intercettate dal metanodotto in progetto. Tali aree saranno attraversate in sotterraneo, mediante tecnologia trenchless, pertanto non si ritiene necessario eseguire le verifiche in condizione post, in quanto l’attraversamento in trenchless non altera in superficie lo stato dei luoghi. Inoltre, le verifiche sono state effettuate in condizioni dinamiche, che rappresentano comunque la configurazione più gravosa.

Le analisi di stabilità vengono finalizzate, non tanto a verificare la stabilità della frana già censita e verificata in campo, ma alla definizione dei potenziali piani di scivolamento alla profondità di posa, in modo tale da posizionare la condotta in sicurezza, al di sotto della coltre mobilizzabile.

Infatti, dalle verifiche di stabilità eseguite, vengono evidenziati i piani di scivolamento con il minimo coefficiente di sicurezza e, come riportato nell’Annesso 3, non si evidenziano coefficienti inferiori ad 1,3; pertanto, il versante alla profondità di posa della condotta risulta stabile.

In particolare, per tutte le aree intercettate a pericolosità elevata P3, sono state eseguite verifiche di stabilità con il metodo Bishop, per la ricerca di superfici di scorrimento circolari, effettuando un’analisi a breve termine, ovvero in condizioni non drenate (dato il terreno a prevalente granulometria fine), e nello stesso tempo in condizioni dinamiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 122 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

In condizioni non drenate la presenza delle pressioni neutre potrebbe portare ad una instabilizzazione del versante, situazione più gravosa rispetto alle condizioni drenate in cui le pressioni neutre si dissipano nel tempo (condizioni a lungo termine). Il motivo di tale scelta è stato quello di effettuare l'analisi di stabilità nelle peggiori condizioni possibili, pertanto a vantaggio di sicurezza. Stesso discorso vale per l'azione sismica, in cui l'azione dinamica risulta più gravosa dell'azione statica.

Con tale verifica si vanno ad identificare le superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente, per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il coefficiente di sicurezza più basso. Tale coefficiente di sicurezza, espresso dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la tensione di taglio agente lungo la superficie di scorrimento, viene valutato impiegando sia i parametri geotecnici, congruenti con i caratteri del cinematismo atteso o accertato e sia le azioni presi con il loro valore caratteristico.

Per tali verifiche di stabilità, analizzando il contesto geomorfologico e geotecnico locale, si è optato per utilizzare un coefficiente $F_s > 1,3$. Tale scelta è stata effettuata in accordo alla normativa vigente (NTC18, cap 6.3.4) relativamente alle verifiche di stabilità di pendii naturali.

Di seguito è riportata una sintesi dei risultati ottenuti con le assunzioni di calcolo. Per i dettagli dei dati di input, delle verifiche e dei relativi risultati si rimanda agli annessi 1, 2 e 3.

Si evidenzia che per ogni verifica di stabilità sono stati calcolati i parametri sismici del sito, in relazione alla categoria di sottosuolo sismico e al fattore topografico, in accordo con il Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 123 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6.1 Area a pericolosità da frana (PK 35+105 – 35+380)

6.1.1 Assunzioni di calcolo

Relativamente all'area in frana censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento quiescente, classificata come area a pericolosità elevata (P3) e come aree in frana per scivolamento presunta, classificata come area in frana a pericolosità moderata (P1) e, in considerazione della particolare instabilità geomorfologica, sono state eseguite due verifiche di stabilità su tutte e due i versanti dell'impluvio. In particolare, sono state eseguite due verifiche di stabilità orientate rispettivamente NW-SE (Sezione 01) ed E-W (Sezione 02) seguendo la linea di massima pendenza del versante interessato.

Vista la conformazione morfologica del versante ed in considerazione che la condotta verrà posizionata in profondità tramite tecnologia trenchless, si è ritenuto utile effettuare una verifica di stabilità senza la definizione di una superficie di scorrimento, ma finalizzata alla ricerca del coefficiente minimo di sicurezza.

I parametri geomeccanici utilizzati nelle verifiche di stabilità sono stati desunti dalle indagini geognostiche, dalle analisi di laboratorio e, per la coesione non drenata (Cu), dall'elaborazione delle prove penetrometriche (statiche e dinamiche), i quali vengono sintetizzati nei seguenti modelli geotecnici.

Nelle presenti sezioni analizzate non si ha la presenza della falda.

Modello geotecnico Sezione 01				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.49	1880	1890	Argilla limosa debolmente sabbiosa con ghiaia e ciottoli
2	1.88	2140	2300	Argilla debolmente limosa sabbiosa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 124 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Modello geotecnico Sezione 02				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.49	1870	1900	Argilla limosa debolmente sabbiosa con ghiaia e ciottoli
2	1.88	2100	2300	Argilla debolmente limosa sabbiosa

Parametri sismici						
Stato limite	Ag [g]	Ss	St	a max [m/s ²]	Kv	Kh
S.L.O.	0,094	1,600	1,200	1,767	0,018	0,036
S.L.D.	0,118	1,600	1,200	2,230	0,027	0,055
S.L.V.	0,266	1,290	1,200	4,036	0,058	0,115
S.L.C.	0,332	1,110	1,200	4,343	0,062	0,124

Tab. 6.1.1 – Parametri sismici utilizzati per le verifiche di stabilità per la Sezione 01 e Sezione 02. Ag: accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica, St: coefficiente di amplificazione topografica, A max: accelerazione orizzontale massima attesa al sito, Kv: coefficiente sismico verticale, Kh: coefficiente sismico orizzontale.

6.1.2 Risultati

Dalle verifiche di stabilità eseguite, con il metodo Bishop (1955), la quale prevede la ricerca automatica delle potenziali superfici di scorrimento, si ottengono delle superfici di scorrimento che vanno ad interessare la condotta in progetto (come visibile in figura 6.1.2.A e 6.1.2.B) ma che hanno un valore minimo di sicurezza molto più grande del valore di 1,3, ritenuto valore limite di sicurezza. In particolare, i minimi valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti sono: FS 3,67 per la Sezione 01 e FS 1,92 per la Sezione 02.

Dalla sezione si nota che la condotta è posta ad una profondità di circa 15 m dal piano campagna, mentre la superficie di scorrimento circolare calcolata, con il minimo fattore di sicurezza, si trovano ad una profondità compresa tra 21 e 22 metri. Tale superficie, pur essendo più profonda della condotta in progetto, non individua fenomeni di instabilità in quanto il fattore di sicurezza associato è abbondantemente al di sopra del fattore minimo previsto, per cui il versante risulta stabile.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 125 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

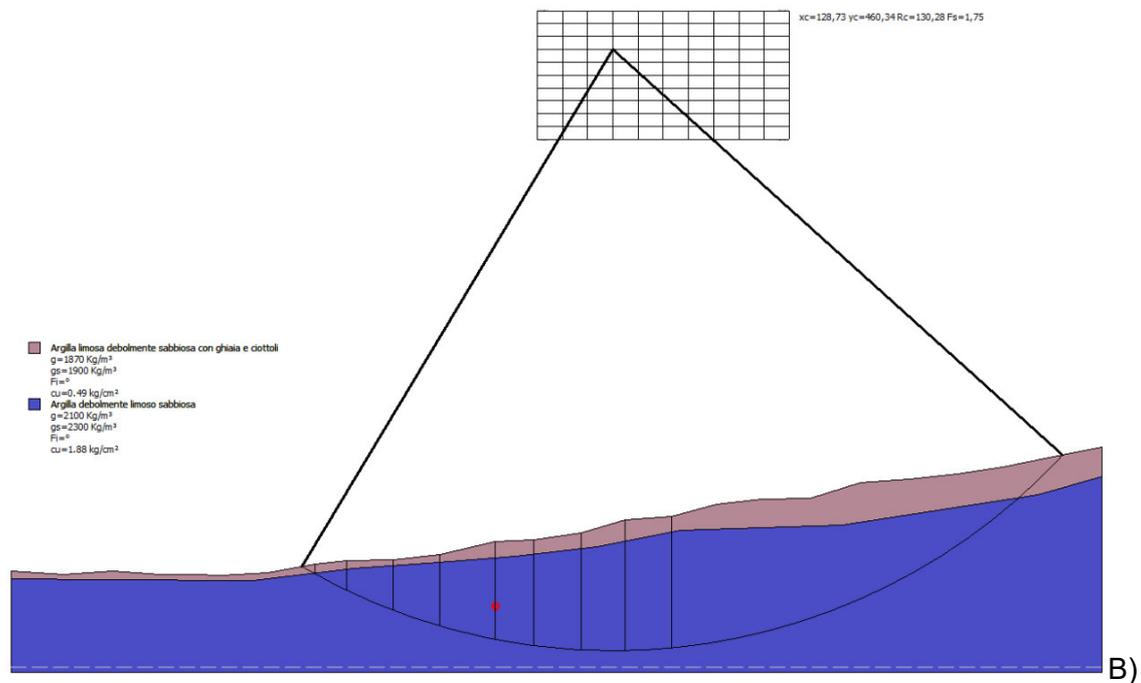
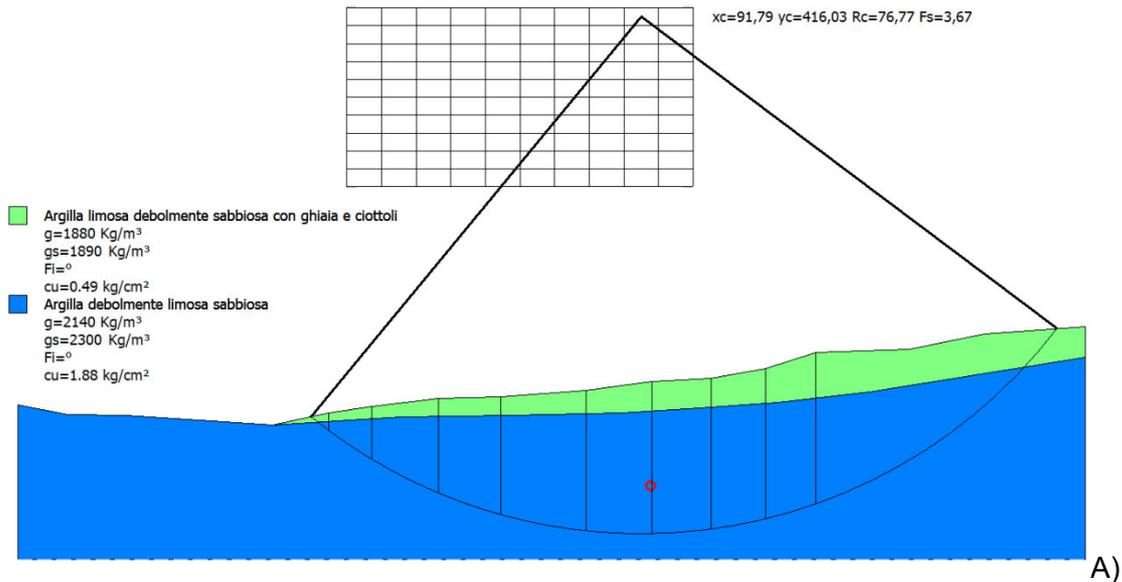


Fig. 6.1.2: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Figura 6.1.2.A verifica relativa alla Sezione 01 orientata NE-SE e figura 6.1.2.B verifica di stabilità Sezione 02, con orientazione E-W. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 126 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6.2 Area a pericolosità da frana (PK 70+520 – 71+140)

6.2.1 Assunzioni di calcolo

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento sia attiva e sia quiescente, classificata come area a pericolosità elevata (P3) e come aree in frana per scivolamento inattiva, classificata come area in frana a pericolosità media (P2). Considerando l'instabilità geomorfologica dei versanti interessati da tali fenomeni, sono state eseguite tre verifiche di stabilità ognuna sui tratti di interferenza con la condotta in progetto. In particolare sono state eseguite due verifiche di stabilità orientate N-S (Sezione 03 e Sezione 04) e NW-SE (Sezione 05), seguendo la linea di massime pendenza del versante interessato.

In considerazione che la condotta verrà posizionata in profondità tramite tecnologia trenchless, si è ritenuto utile effettuare una verifica di stabilità senza la definizione di una superficie di scorrimento, ma finalizzata alla ricerca del coefficiente minimo di sicurezza.

I parametri geomeccanici utilizzati nelle verifiche di stabilità sono stati desunti dalle indagini geognostiche eseguite, dalle analisi di laboratorio e, per la coesione non drenata (Cu), dall'elaborazione delle prove penetrometriche (statiche e dinamiche), i quali e vengono sintetizzati nei seguenti modelli geotecnici.

Nelle presenti sezioni analizzate non si ha la presenza della falda.

Modello geotecnico Sezione 03				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.91	1900	1930	Limo e sabbia fine argilloso
2	2.04	2020	2300	Argilla da limosa a con limo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 127 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Modello geotecnico Sezione 04				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.90	1910	1940	Limo e sabbia fine argilloso
2	2.05	2050	2300	Argilla da limosa a con limo

Modello geotecnico Sezione 05				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.54	1900	1940	Limo e sabbia fine con ghiaia, ciottoloso
2	2.51	2020	2300	Argilla da con limo a limosa

Parametri sismici						
Stato limite	Ag [g]	Ss	St	a max [m/s ²]	Kv	Kh
S.L.O.	0,073	1,200	1,200	1,024	0,010	0,021
S.L.D.	0,090	1,200	1,200	1,269	0,013	0,026
S.L.V.	0,198	1,200	1,200	2,791	0,034	0,068
S.L.C.	0,241	1,160	1,200	3,292	0,047	0,094

Tab. 6.2.1 – Parametri sismici utilizzati per le verifiche di stabilità per la Sezione 03 e Sezione 04 e 05. Ag: accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica, St: coefficiente di amplificazione topografica, A max: accelerazione orizzontale massima attesa al sito, Kv: coefficiente sismico verticale, Kh: coefficiente sismico orizzontale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 128 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6.2.2 Risultati

Dalle verifiche di stabilità eseguite, con il metodo Bishop (1955), si ottengono delle superfici di scorrimento, con fattore minimo, che non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto (come visibile in figura 6.2.2.C e 6.2.2.D e 6.2.2.E). Tali superfici calcolate hanno un valore minimo di sicurezza molto più grande del valore di 1,3 ritenuto valore limite di sicurezza. In particolare i minimi valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti sono: FS 4,18 per la Sezione 03 e FS 1,92 per la Sezione 04 e FS 2,55 per la Sezione 05.

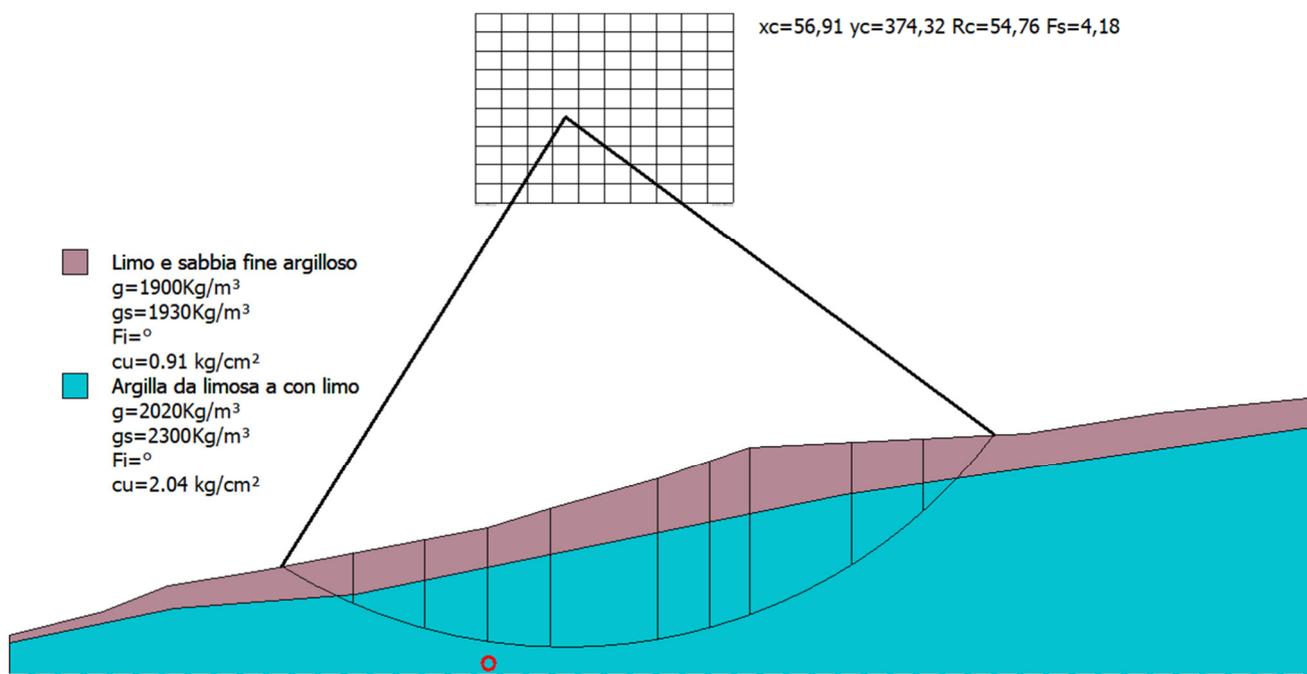


Fig. 6.2.2.C: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Verifica relativa alla Sezione 03 orientata N-S. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

Nella sezione analizzata 6.2.2.C, la condotta in progetto si ritrova ad una profondità di circa 13,50 m dal piano campagna e la profondità della superficie di scorrimento ipotetica, con fattore di sicurezza FS 4,18, si ritrova ad una profondità di circa 11,70 m.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 129 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

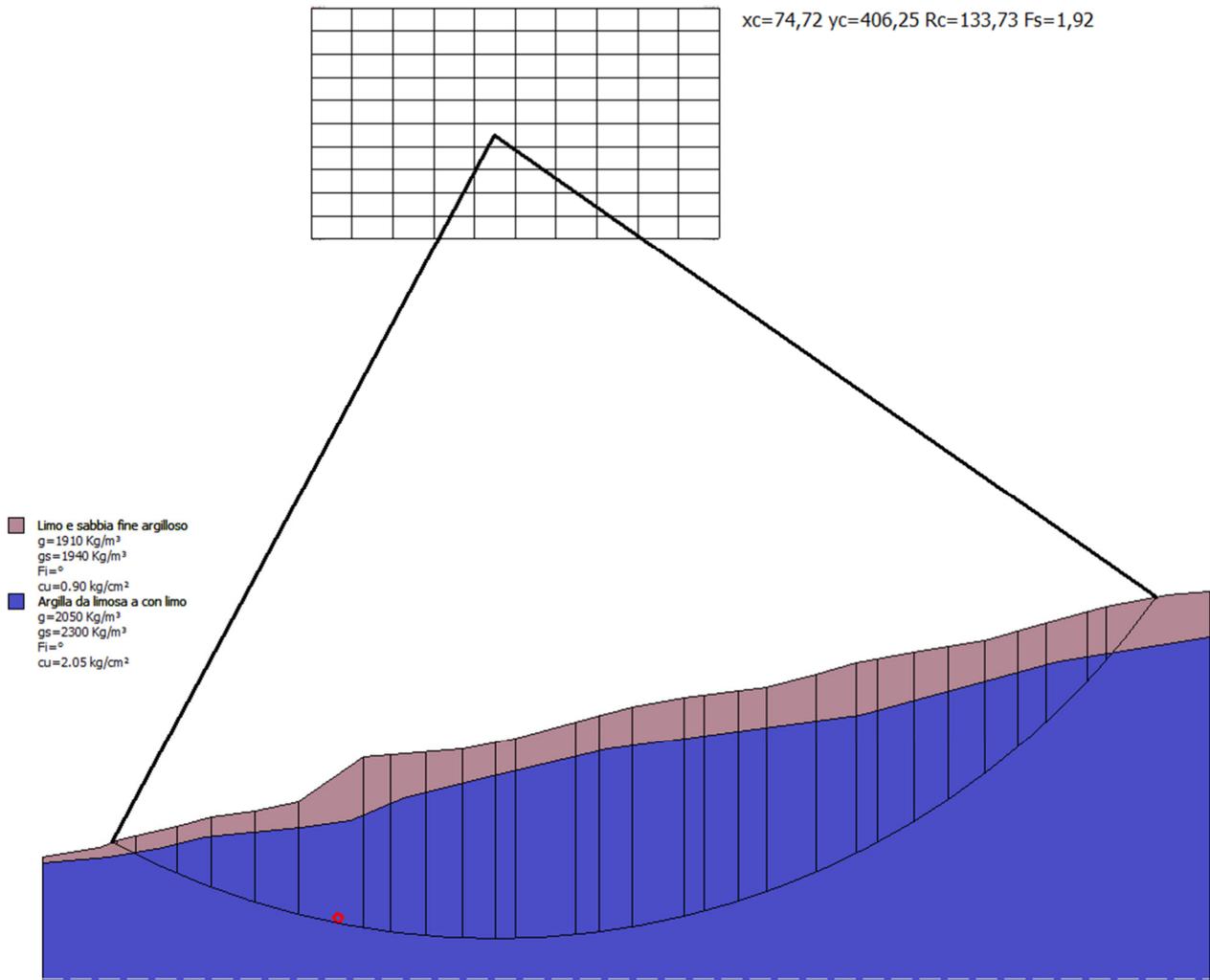


Fig. 6.2.2.D: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Verifica relativa alla Sezione 04 orientata NW-SE. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

Nella sezione analizzata 6.2.2.D, la condotta in progetto si ritrova ad una profondità di circa 23,0 m dal piano campagna e la profondità della superficie di scorrimento ipotetica, con fattore di sicurezza FS 1,92, si ritrova ad una profondità di circa 24,50 m. Pur essendo al di sotto della condotta in progetto, la superficie di scorrimento ipotetica calcolata, presenta un fattore di sicurezza maggiore di quello imposto, per cui il versante risulta stabile.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 130 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

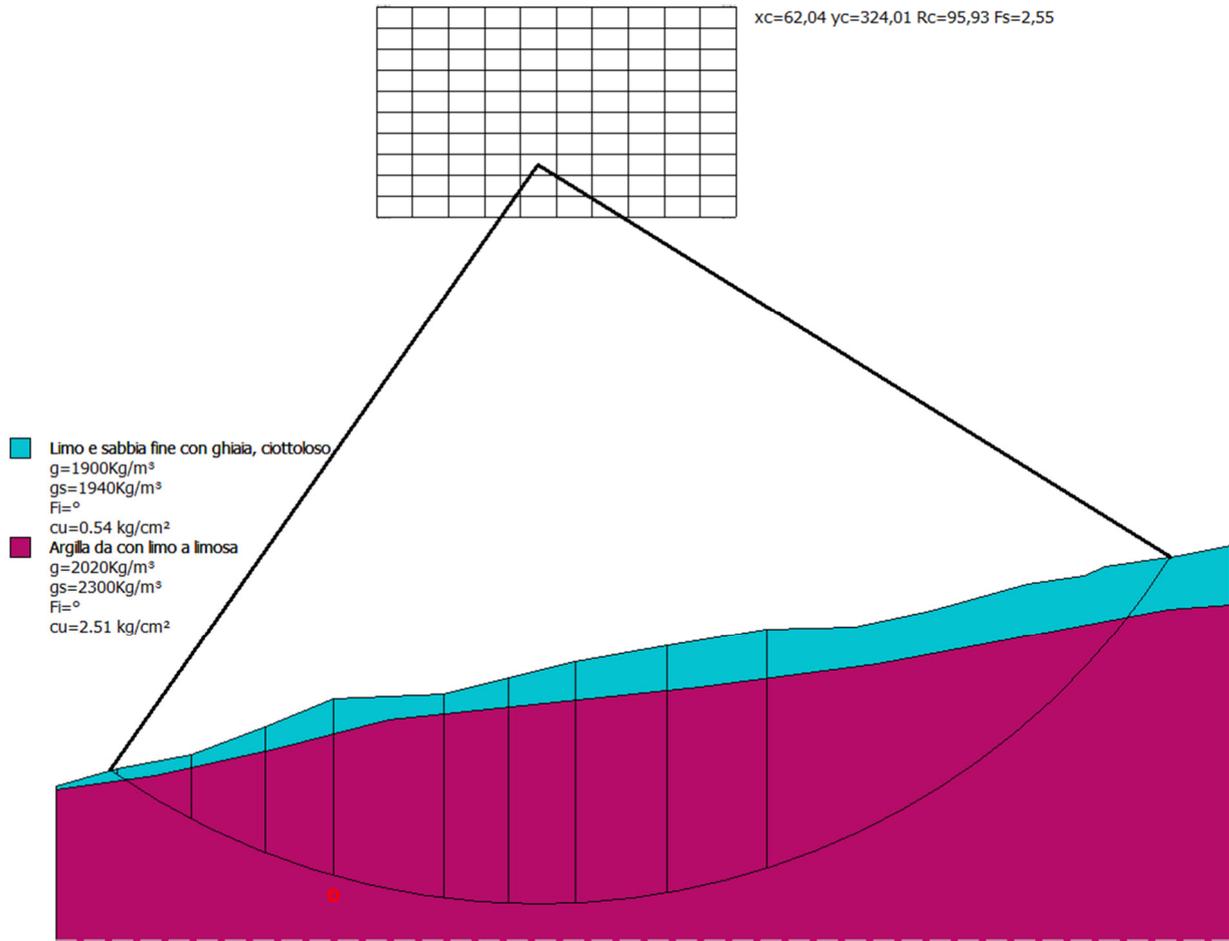


Fig. 6.2.2.E: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Verifica relativa alla Sezione 04 orientata NW-SE. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

Nella sezione analizzata 6.2.2.E, la condotta in progetto si ritrova ad una profondità di circa 24,5 m dal piano campagna e la profondità della superficie di scorrimento ipotetica, con fattore di sicurezza FS 2,55, si ritrova ad una profondità di circa 23,0 m.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 131 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6.3 Area a pericolosità da frana (PK 72+580 – 73+410)

6.3.1 Assunzioni di calcolo

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento sia inattiva, con pericolosità media (P2) e sia quiescente, con pericolosità elevata (P3). Considerando l'instabilità geomorfologica dei versanti interessati da tali fenomeni, sono state eseguite due verifiche di stabilità ognuna sui tratti di interferenza con la condotta in progetto. In particolare sono state eseguite due verifiche di stabilità orientate E-W (Sezione 06 e Sezione 07) seguendo la linea di massime pendenza del versante interessato.

In considerazione che la condotta verrà posizionata in profondità tramite tecnologia trenchless, si è ritenuto utile effettuare una verifica di stabilità senza la definizione di una superficie di scorrimento, ma finalizzata alla ricerca del coefficiente minimo di sicurezza.

I parametri geomeccanici utilizzati nelle verifiche di stabilità sono stati desunti dalle indagini geognostiche eseguite, dalle analisi di laboratorio e, per la coesione non drenata (Cu), dall'elaborazione delle prove penetrometriche (statiche e dinamiche), i quali e vengono sintetizzati nei seguenti modelli geotecnici.

Nelle presenti sezioni analizzate non si ha la presenza della falda.

Modello geotecnico Sezione 06				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.75	1800	1950	Ghiaia e sabbia, ciottolosa, debolmente limosa
2	0.12	1560	1850	Limo e argilla da con sabbia a sabbioso.
3	1.64	2080	2290	Ghiaia con sabbia ciottolosa debolmente limosa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 132 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Modello geotecnico Sezione 07				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	1.61	1850	2000	Limo e sabbia fine argilloso ghiaioso
2	2.15	2060	2300	Argilla limosa

Parametri sismici						
Stato limite	Ag [g]	Ss	St	a max [m/s ²]	Kv	Kh
S.L.O.	0,072	1,200	1,200	1,012	0,010	0,021
S.L.D.	0,089	1,200	1,200	1,255	0,013	0,026
S.L.V.	0,196	1,200	1,200	2,770	0,034	0,068
S.L.C.	0,240	1,160	1,200	3,270	0,047	0,093

Tab. 6.3.1 – Parametri sismici utilizzati per le verifiche di stabilità per la Sezione 06 e Sezione 07. Ag: accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica, St: coefficiente di amplificazione topografica, A max: accelerazione orizzontale massima attesa al sito, Kv: coefficiente sismico verticale, Kh: coefficiente sismico orizzontale

6.3.2 Risultati

Dalle verifiche di stabilità eseguite, con il metodo Bishop (1955), si ottengono delle superfici di scorrimento, con fattore minimo, che non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto (come visibile in figura 6.3.2.F e 6.3.2.G). Nella verifica di stabilità eseguita sulla sezione 06 si hanno delle superfici di potenziale scorrimento con valore di FS 0,68, che interessano solo la coltre superficiale ghiaiosa e limoso argillosa, ma non vanno ad interessare il substrato argilloso, all'interno del quale verrà posizionata la condotta in progetto. Per quanto riguarda, invece, la sezione 07 tali superfici calcolate hanno un valore minimo di sicurezza molto più grande del valore di 1,3 ritenuto valore limite di sicurezza. In particolare i minimi valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti sono: FS 2,61.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 133 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

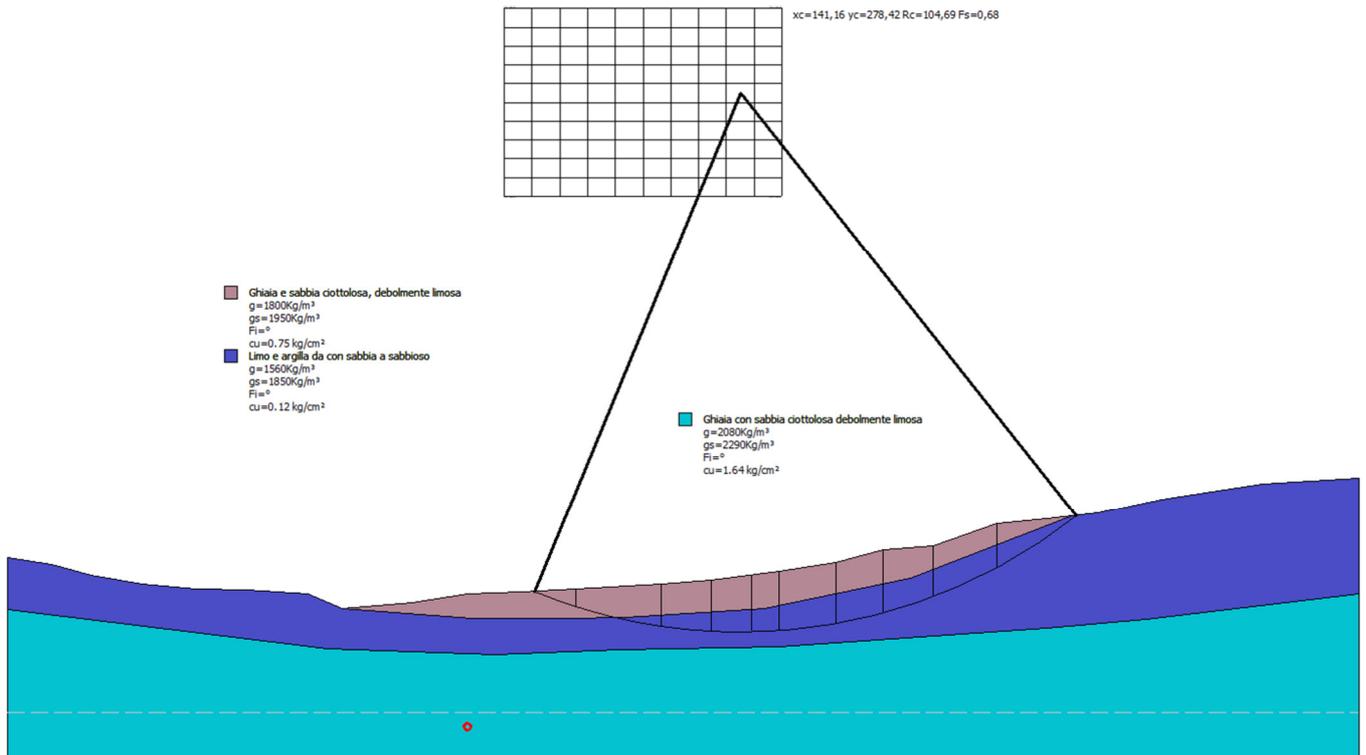


Fig. 6.3.2 F: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Verifica relativa alla Sezione 06 con orientazione E-W. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto, è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento quiescente, con pericolosità elevata (P3). In considerazione della particolare instabilità geomorfologica si è, pertanto, previsto di attraversare questo tratto di versante mediante l'esecuzione di una trenchless avente lunghezza di circa 530.0 metri.

Dal risultato della verifica di stabilità si nota la presenza della superficie di scorrimento, con fattore di sicurezza pari a 0,68, per cui instabile, ad una profondità di 10,9 m dal piano campagna, interessando gli strati più superficiali e non il basamento argilloso. La condotta invece, verrà posizionata ad una profondità di circa 24,5 m, all'interno del substrato argilloso stabile.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 134 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

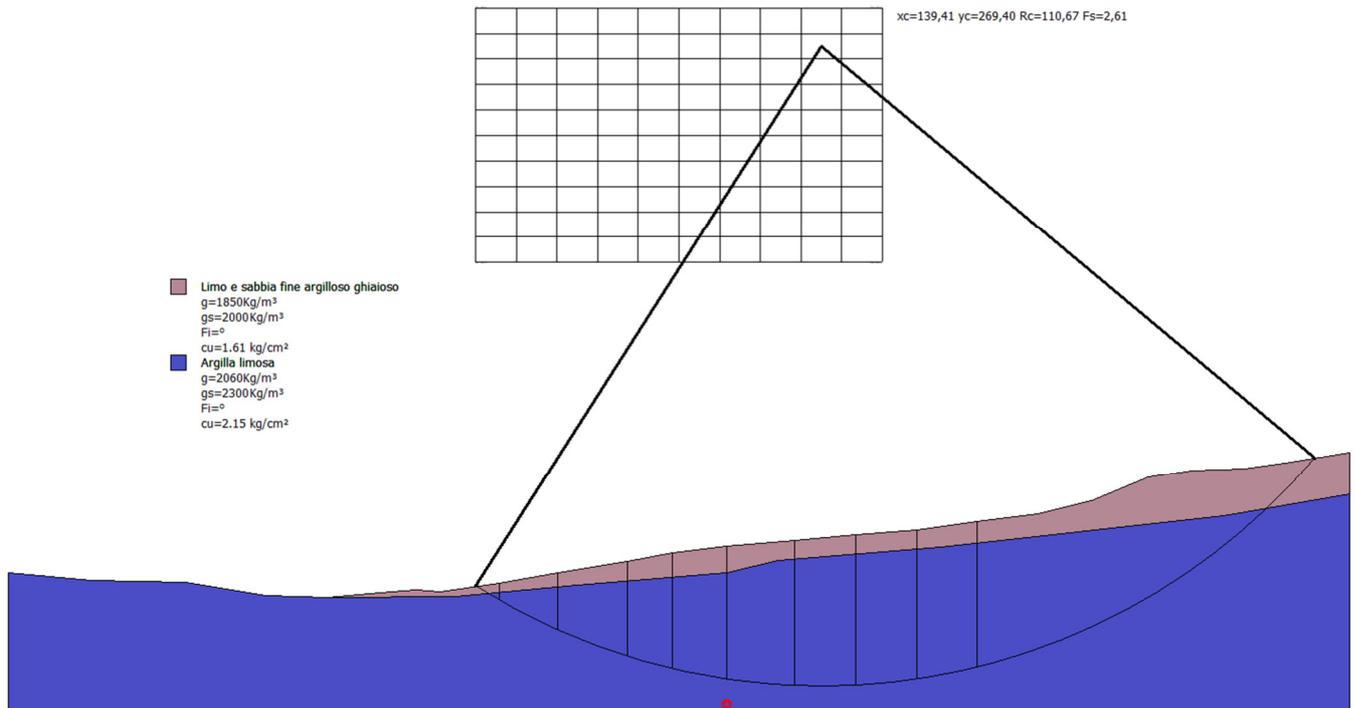


Fig. 6.3.2 G: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Verifica relativa alla Sezione 07 con orientazione E-W. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

Dal risultato della verifica di stabilità si nota la presenza della superficie di scorrimento, con fattore di sicurezza FS 2,61, quindi stabile, presente ad una profondità di 23,0, mentre la posa della condotta sarà ad una profondità di 26,70 m.

6.4 Area a pericolosità da frana (PK 74+120 – 74+140)

6.4.1 Assunzioni di calcolo

L'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto, così come quella descritta precedentemente, è stata censita dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come aree in frana per scivolamento quiescente, con pericolosità elevata (P3). In considerazione della particolare instabilità geomorfologica si è, pertanto, previsto di attraversare questo tratto di versante mediante l'esecuzione di una trenchless avente lunghezza di circa 593.0 metri.

In considerazione che la condotta verrà posizionata in profondità tramite tecnologia trenchless, si è ritenuto utile effettuare una verifica di stabilità senza la definizione di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 135 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

una superficie di scorrimento, ma finalizzata alla ricerca del coefficiente minimo di sicurezza.

I parametri geomeccanici utilizzati nelle verifiche di stabilità sono stati desunti dalle indagini geognostiche eseguite, dalle analisi di laboratorio e, per la coesione non drenata (Cu), dall'elaborazione delle prove penetrometriche (statiche e dinamiche), i quali e vengono sintetizzati nei seguenti modelli geotecnici.

Nelle presenti sezioni analizzate non si ha la presenza della falda.

Modello geotecnico Sezione 08				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.48	1940	2130	Sabbia e ghiaia, limosa ciottolosa
2	2.10	2080	2300	Argilla da con limo a limosa

Parametri sismici						
Stato limite	Ag [g]	Ss	St	a max [m/s ²]	Kv	Kh
S.L.O.	0,071	1,200	1,200	1,008	0,010	0,021
S.L.D.	0,088	1,200	1,200	1,250	0,013	0,025
S.L.V.	0,196	1,200	1,200	2,762	0,034	0,068
S.L.C.	0,239	1,160	1,200	3,261	0,047	0,093

Tab. 6.4.1 – Parametri sismici utilizzati per le verifiche di stabilità per la Sezione 08. Ag: accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica, St: coefficiente di amplificazione topografica, A max: accelerazione orizzontale massima attesa al sito, Kv: coefficiente sismico verticale, Kh: coefficiente sismico orizzontale

6.4.2 Risultati

Dalle verifiche di stabilità eseguite, con il metodo Bishop (1955), si ottengono delle superfici di scorrimento, con fattore minimo, che non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto (come visibile in figura 6.4.2.H). Tali superfici calcolate hanno un valore minimo di sicurezza molto più grande del valore di 1,3 ritenuto valore limite di sicurezza. In particolare il minimo valore di coefficienti di sicurezza per la sezione 08 è FS 2,15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 136 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

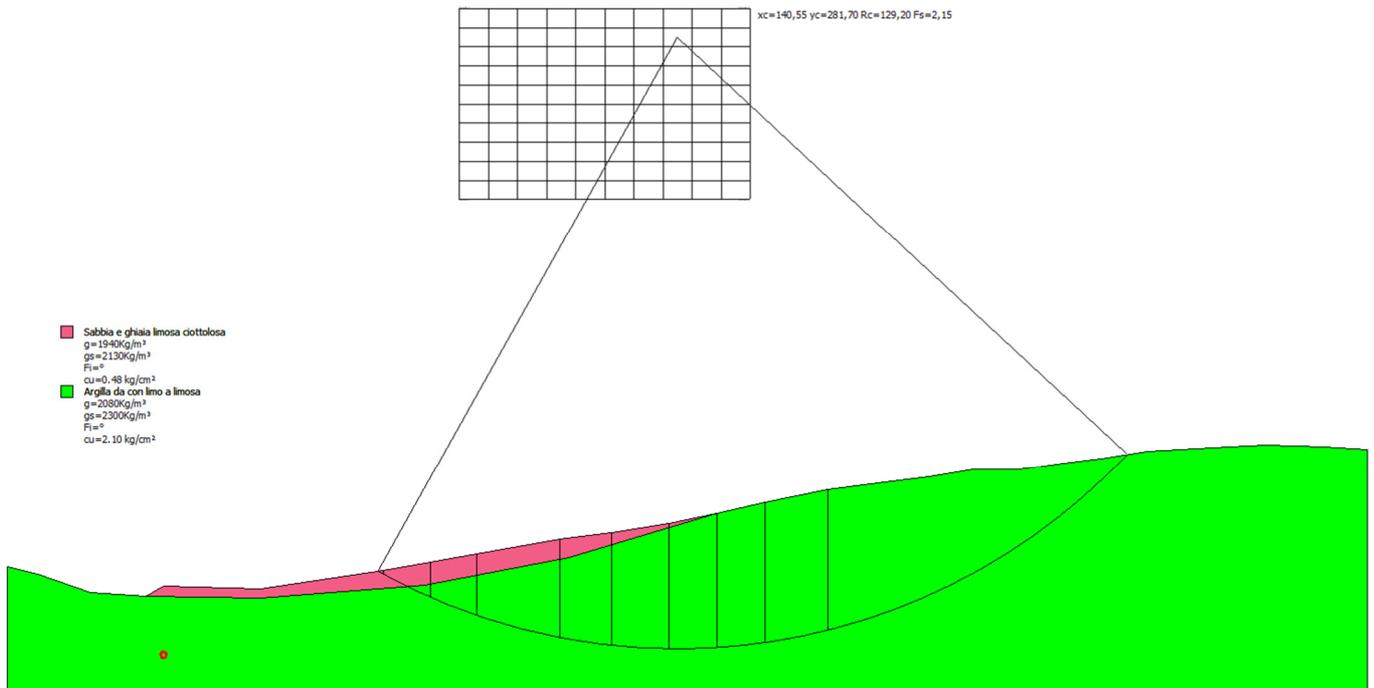


Fig. 6.4.2.H: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Sezione 08 con orientazione E-W. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

Dalla verifica di stabilità eseguita si nota la presenza della superficie di scorrimento ipotetica presente ad una profondità di 13,0 m dal piano campagna, mentre, la condotta viene posta a circa 14,5 m di profondità. Da precisare che il fattore di sicurezza di tale superficie è maggiore del fattore di sicurezza limite (FS 1,3) considerato nelle analisi di stabilità.

6.5 Area a pericolosità da frana (PK 91+070 – 91+095)

L'area in oggetto è stata cartografata dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come colata di detrito quiescente, classificata come area a pericolosità elevata P3.

Dai sopralluoghi effettuati è emerso che l'area è caratterizzata da una falda detritica, ovvero accumulo di materiale proveniente dalla disgregazione del materiale roccioso lungo i versanti, costituiti da rocce calcaree. Pertanto non si tratta di area un'area in frana ma l'evoluzione morfodinamica del sito potrà essere interessata da un ulteriore accumulo di materiale detritico. Per tale motivo non si è ritenuto opportuno effettuare la verifica di stabilità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 137 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6.6 Area a pericolosità da frana (PK 97+820 – 97+920)

6.6.1 Assunzioni di calcolo

I versanti ubicati sia in destra e sia in sinistra idrografica del Fosso di Schifanoia presentano fenomeni di criticità morfologica è confermata dagli elaborati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e cartografata dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come frana complessa quiescente lungo il versante in sinistra idrografica del Fosso e come frana per scivolamento quiescente in destra; entrambi sono censiti come aree a pericolosità elevata P3.

Il tratto, a causa delle criticità geomorfologiche riscontrate associate alla ristrettezza areale fosso, viene superato mediante la realizzazione di una trenchless avente lunghezza di circa 286.0 metri lineari.

In considerazione che la condotta verrà posizionata in profondità tramite tecnologia trenchless, si è ritenuto utile effettuare una verifica di stabilità senza la definizione di una superficie di scorrimento, ma finalizzata alla ricerca del coefficiente minimo di sicurezza.

I parametri geomeccanici utilizzati nelle verifiche di stabilità sono stati desunti dalle indagini geognostiche eseguite, dalle analisi di laboratorio e, per la coesione non drenata (Cu), dall'elaborazione delle prove penetrometriche (statiche e dinamiche), i quali e vengono sintetizzati nei seguenti modelli geotecnici.

Nelle presenti sezioni analizzate non si ha la presenza della falda.

Modello geotecnico Sezione 10				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.65	1860	1950	Argilla da con limo a limosa localmente sabbiosa
2	2.10	2080	2300	Argilla debolmente limosa e debolmente torbosa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 138 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Modello geotecnico Sezione 11				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.65	1860	1950	Argilla da con limo a limosa localmente sabbiosa
2	2.10	2080	2300	Argilla debolmente limosa e debolmente torbosa

Parametri sismici						
Stato limite	Ag [g]	Ss	St	a max [m/s ²]	Kv	Kh
S.L.O.	0,068	1,200	1,200	0,954	0,010	0,019
S.L.D.	0,084	1,200	1,200	1,188	0,012	0,024
S.L.V.	0,190	1,200	1,200	2,688	0,033	0,066
S.L.C.	0,233	1,170	1,200	3,215	0,046	0,092

Tab. 6.6.1 – Parametri sismici utilizzati per le verifiche di stabilità per la Sezione 10 e 11. Ag: accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica, St: coefficiente di amplificazione topografica, A max: accelerazione orizzontale massima attesa al sito, Kv: coefficiente sismico verticale, Kh: coefficiente sismico orizzontale

6.6.2 Risultati

Dalle verifiche di stabilità eseguite, con il metodo Bishop (1955), si ottengono delle superfici di scorrimento, con fattore minimo, che non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto (come visibile in figura 6.6.2.I e 6.6.2.L). Nella verifica di stabilità eseguita sulla sezione 10 si hanno delle superfici di potenziale scorrimento con valore di FS 1,16, che interessano lo strato superficiale argilloso, ma non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto. Per quanto riguarda, invece, la sezione 11 tali superfici calcolate hanno un valore minimo di sicurezza maggiore del valore di 1,3 ritenuto valore limite di sicurezza. In particolare i minimi valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti sono: FS 1,67.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 139 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

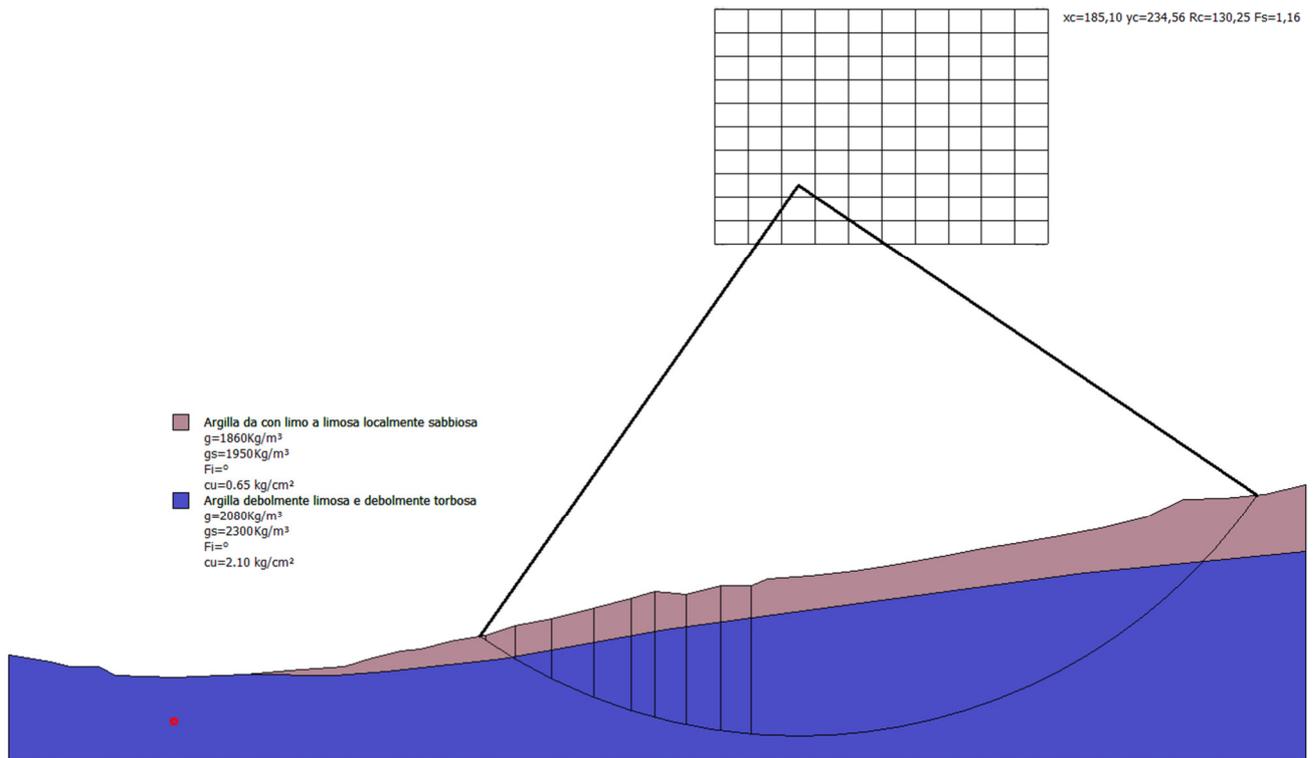


Fig. 6.6.2.I: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Verifica relativa alla Sezione 10 con orientazione NW-SE. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

Dal risultato della verifica di stabilità si nota la presenza della superficie di scorrimento, con fattore di sicurezza pari a 1,16, per cui instabile, ad una profondità di 25,0 m dal piano campagna, interessando anche il basamento argilloso. La condotta invece, nella parte bassa del versante e distante dalla potenziale superficie di scorrimento calcolata ad oltre 70 m, a distanza di sicurezza.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 140 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

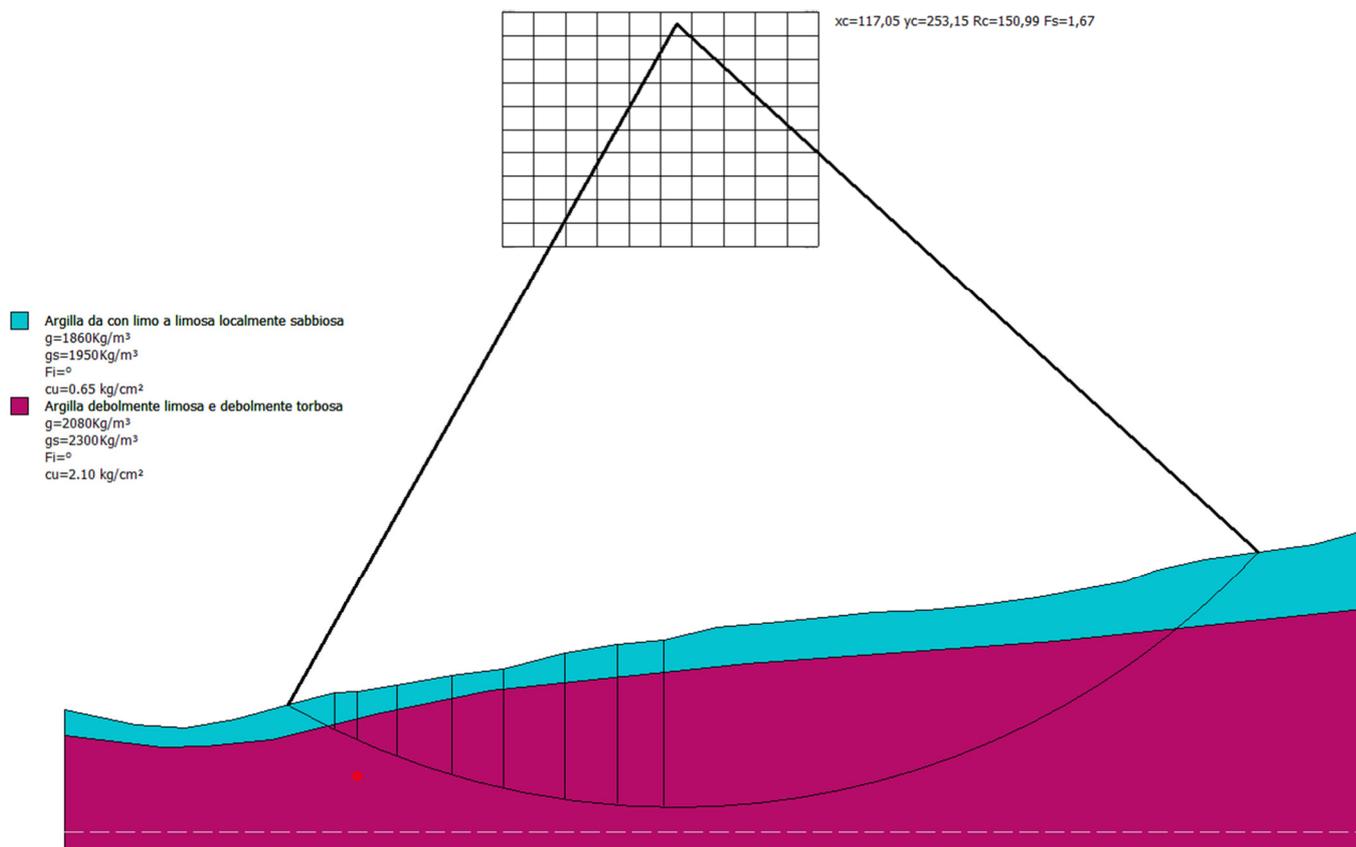


Fig. 6.6.2.L: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Verifica relativa alla Sezione 11 con orientazione NW-SE. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto

In questo caso, dalla verifica di stabilità, si evince la presenza di una superficie ipotetica di scorrimento, con fattore di sicurezza maggiore di 1,3, presente ad una profondità di circa 10,0 m dal piano campagna, mentre la quota a cui verrà posizionata la condotta in progetto è di circa 15,0 m.

6.7 Area a pericolosità da frana (PK 99+160 – 99+700)

6.7.1 Assunzioni di calcolo

Nel caso in oggetto, le criticità morfologiche riscontrate in campo sono confermate dagli elaborati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e cartografate

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 141 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere. Tutte e tre le aree sono state classificate come aree a pericolosità elevata P3.

In considerazione che la condotta verrà posizionata in profondità tramite tecnologia trenchless, si è ritenuto utile effettuare una verifica di stabilità senza la definizione di una superficie di scorrimento, ma finalizzata alla ricerca del coefficiente minimo di sicurezza.

Data l’impossibilità di eseguire le indagini geognostiche previste, a causa del divieto di accesso al fondo da parte del proprietario, la sezione geologica, su cui si basa il calcolo della verifica di stabilità, è stata ricostruita tramite l’analisi della carta geologica e dei rapporti stratigrafici tra le litologie presenti. I parametri geotecnici utilizzati nel calcolo sono stati scelti dalla bibliografia e dai dati ottenute su medesime litologie, riportate nella tabella di seguito.

Modello geotecnico Sezione 12 e Sezione 13				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.51	1860	1950	Coltre eluvio Depositi di frana caotici
2	1.82	2050	2200	Depositi ghiaiosi e limo-argillosi fluvio lacustri

6.7.2 Risultati

Dalle verifiche di stabilità eseguite, con il metodo Bishop (1955), si ottengono delle superfici di scorrimento, con fattore minimo, che non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto (come visibile in figura 6.5.2.M e 6.6.2.N). Nella verifica di stabilità eseguita sulla sezione 13 si hanno delle superfici di potenziale scorrimento con valore di FS 0.96, che interessano lo strato superficiale caratterizzato da depositi di frana, ma non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto. Per quanto riguarda, invece, la sezione 12 tali superfici calcolate hanno un valore minimo di sicurezza maggiore del valore di 1,3 ritenuto valore limite di sicurezza. In particolare i minimi valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti sono: FS 2,25.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 142 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

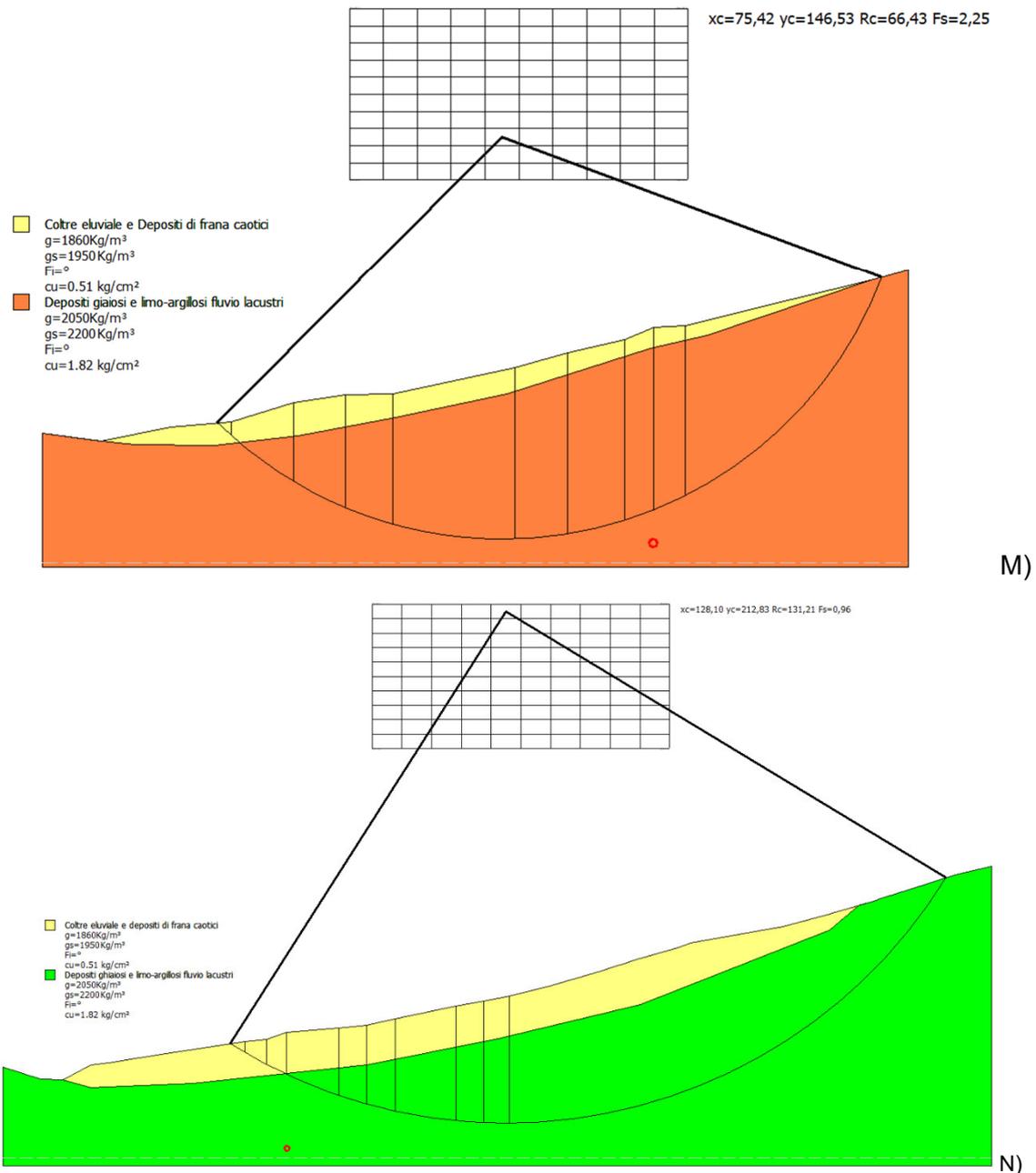


Fig. 6.7.2.M ed N: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo. Sezioni orientate a NW-SE. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 143 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

In questo caso, dalla verifica di stabilità, si evince la presenza di una superficie ipotetica di scorrimento, con fattore di sicurezza maggiore di 1,3, presente ad una profondità di circa 10,0 m dal piano campagna, mentre la quota a cui verrà posizionata la condotta in progetto è di circa 15,0 m.

6.8 Area a pericolosità da frana Rifacimento Allacciamento Comune di San Gemini (PK 0+680 – 0+740)

6.8.1 Assunzioni di calcolo

La condotta intercetta un'area perimetrata dall'Autorità di Bacino come frana per scivolamento quiescente a pericolosità P3, censita come frana per scivolamento quiescente.

In questo caso la condotta sarà posizionata con scavo in tradizionale sfruttando la blanda area pianeggiante situata tra la base del versante e il Fosso Misciano. Per tale verifica, comunque, si è ritenuto utile effettuare una verifica di stabilità senza la definizione di una superficie di scorrimento, ma finalizzata alla ricerca del coefficiente minimo di sicurezza.

I parametri geomeccanici utilizzati nelle verifiche di stabilità sono stati desunti dalle indagini geognostiche eseguite, dalle analisi di laboratorio e, per la coesione non drenata (Cu), dall'elaborazione delle prove penetrometriche (statiche e dinamiche), i quali e vengono sintetizzati nei seguenti modelli geotecnici.

Nelle presenti sezioni analizzate non si ha la presenza della falda.

Modello geotecnico Sezione 14				
Strato	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0.11	1600	1800	Depositi alluvionali sabbioso ghiaiosi
2	0.52	1860	1950	Argille siltose alternate a strati sabbiosi
3.	2.90	2100	2300	Argille e argille limose e sabbiose prevalenti

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 144 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

6.8.2 Risultati

Dalle verifiche di stabilità eseguite, con il metodo Bishop (1955), si ottengono delle superfici di scorrimento, con fattore minimo, che non raggiungono la profondità di posa della condotta in progetto (come visibile in figura 6.8.2.O). Tali superfici calcolate hanno un valore minimo di sicurezza molto più grande del valore di 1,3 ritenuto valore limite di sicurezza. In particolare il minimo valore di coefficienti di sicurezza per la sezione 14 è FS 3,04.

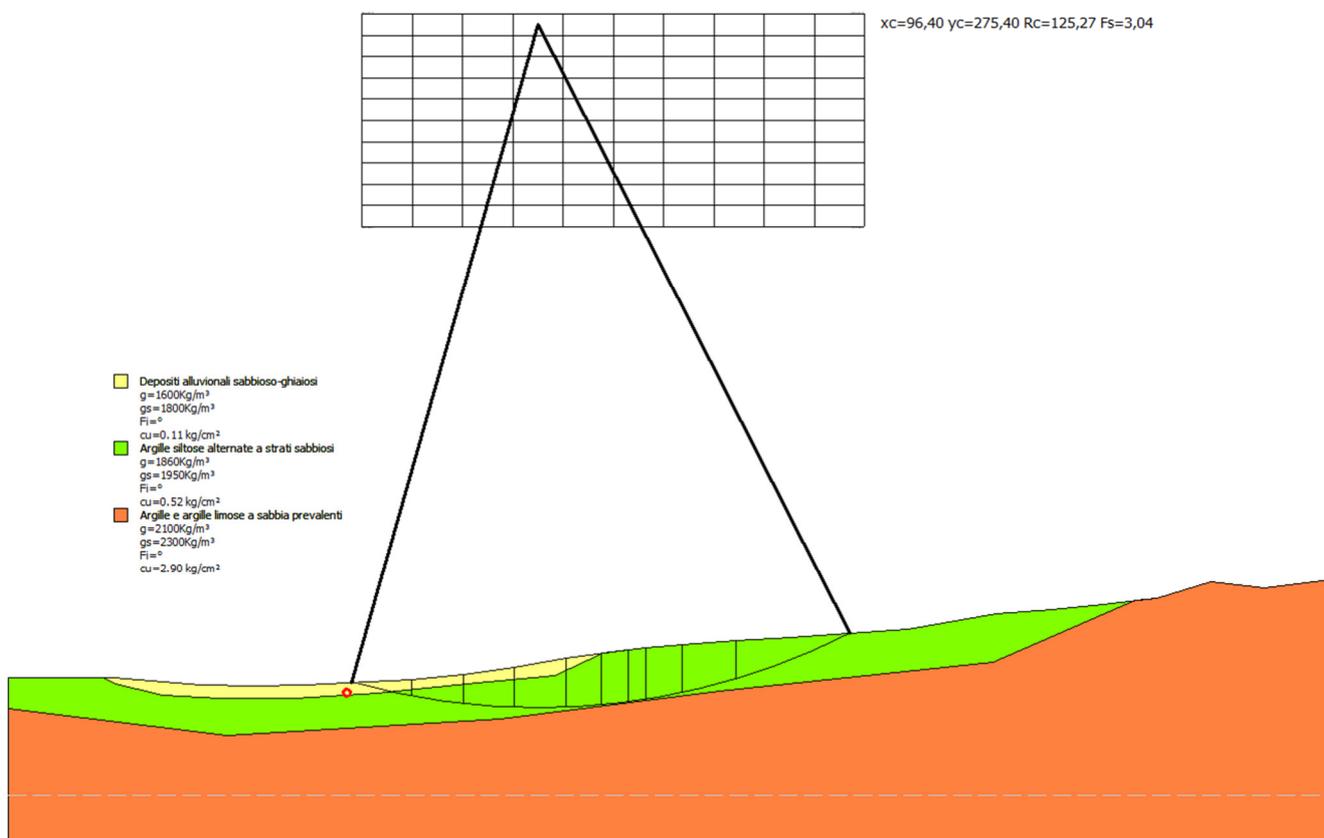


Fig. 6.7.2: Analisi di stabilità rappresentante la superficie di scorrimento circolare con fattore di sicurezza minimo, relativa alla Sezione 14 con orientazione NW-SE. Il cerchio rosso indica la condotta in progetto.

Dalla verifica di stabilità eseguita si nota la presenza di una superficie calcolata, con fattore di sicurezza maggiore del FS 1,3 minimo, limitrofo alla condotta in progetto. Comunque, da quanto risultato dalla verifica di stabilità, tale superficie risulta stabile.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 145 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

7 ACCORGIMENTI TECNICI E MISURE DI SALVAGUARDIA

In considerazione che il tracciato del metanodotto, in quanto struttura lineare, interseca lungo il suo tragitto una elevata variabilità geomorfologica, in funzione delle litologie affioranti e al processo morfogenetico che ha modellato i versanti; si può comunque affermare che l'elemento morfologico, che si ripete con una certa continuità è costituito da una serie di versanti con substrato argilloso con una propensione al dissesto che varia da media a moderata. Infatti dall'analisi della cartografia geomorfologica reperibile in letteratura, PAI, IFFI, ecc., emerge che difficilmente si riesce a trovare un corridoio che presenta una certa continuità.

In base a tale considerazione la scelta del tracciato del metanodotto previsto in progetto è stata eseguita, in modo tale da ridurre al minimo le interferenze con le zone dissestate.

Infatti, in presenza di versanti dissestati il metanodotto è stato posizionato nel fondovalle, dove solitamente è caratterizzato da una certa stabilità geomorfologica. Nel caso di impluvi stretti, l'apertura della pista per la posa della condotta potrebbe parzialmente interferire con il piede del versante e per tale motivo durante l'esecuzione dei lavori, qualora ritenute necessarie, saranno realizzate delle opere di contenimento provvisorie (gabbionate, muri cellulari in legname, palizzate) la cui tipologia sarà scelta nel progetto esecutivo, al fine di evitare la riattivazione dei fenomeni franosi.

A lavori ultimati la condotta sarà interamente interrata, e la morfologia dei luoghi sarà ricostituita ed inoltre saranno realizzate opere di drenaggio che andranno ad incidere positivamente sulla stabilità dei versanti. In ogni caso, una potenziale riattivazione del fenomeno franoso, dovuto a cause indipendenti dalla realizzazione del metanodotto non costituiscono nessun rischio per la condotta, in quanto posizionata nelle zone di accumulo del materiale mobilizzato.

Inoltre lungo gli impluvi, saranno eseguite delle opere di regimazione idraulica sia per la raccolta delle acque di ruscellamento superficiale che di regimazione idrica lungo il fosso con opere di protezione spondale finalizzate alla mitigazione del rischio idrogeologico.

Nel caso in esame, la maggior parte delle frane intercettate e censite dal PAI, verranno attraversate in trenchless, senza nessuna alterazione dei luoghi interessati dai fenomeni franosi. Soltanto in alcuni casi è necessario predisporre la realizzazione di opere sia di regimazione delle acque superficiali, sia di drenaggio, sia di consolidamento.

Le prime hanno lo scopo di allontanare le acque di ruscellamento ed evitare fenomeni di erosione superficiale ed instabilità del terreno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 146 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Vengono così regolati i deflussi superficiali, costretti a scorrere in canalizzazioni durevoli, riducendo la velocità delle correnti idriche mediante la rottura della continuità dei tratti più acclivi dei versanti impegnati dal tracciato.

A tal scopo si prevede l'eventuale realizzazione soprattutto di Canalette in terra protette da graticci di fascine verdi.

Si prevede la realizzazione di tale tipologia d'opera per la regimazione delle acque superficiali, in corrispondenza di piccole scarpate o modesti dissestati che interessano i versanti ricoperti da vegetazione naturale. Nel caso dei campi coltivati è necessario realizzare delle canalette in terra senza ostacolare le normali lavorazioni agricole.

La loro funzione è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso e della vegetazione.

Sono costituite in genere da una fila di fascine verdi tenute in posto da picchettoni di legno forte, di diametro e lunghezza adeguati, posti in opera ad una distanza media di 50 cm e infissi nel terreno a profondità di almeno 1 m.

Le canalette in terra, poste a tergo delle fascinate, saranno realizzate completamente in scavo, di forma trapezoidale e di sezione adeguata a garantire il deflusso delle acque e dotate di un argine ben costipato utilizzando il terreno proveniente dallo scavo.

Le opere di drenaggio delle acque esercitano invece un'importante ed efficace azione per il riassetto idrogeologico soprattutto per ciò che concerne il consolidamento dei terreni ed in generale la stabilità dei versanti.

Per quanto riguarda le opere di contenimento delle scarpate, interferite dal tracciato, si prevede la realizzazione di:

- muri di contenimento in gabbioni;
- muri di contenimento in massi;
- opere di sostegno in legname;

I muri di contenimento in gabbioni sono strutture di tipo "cellulare", formate da elementi parallelepipedi, costituiti da rete metallica zincata, riempiti da elementi litoidi di idonee caratteristiche geomeccaniche e granulometriche. Le singole unità sono collegate saldamente fra loro mediante legatura con filo metallico zincato in modo da realizzare una struttura monolitica.

I muri in gabbioni, per quanto riguarda il loro dimensionamento, vengono considerati come muri a gravità. Essi potranno essere a vista oppure completamente interrati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 147 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

In funzione delle caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione ed all'entità dei carichi agenti si potrà realizzare, come descritto in precedenza, una soletta di fondazione in c.a. che assumerà il compito di uniformare longitudinalmente eventuali cedimenti della struttura.

Il muro di contenimento in massi ha il pregio di inserirsi in maniera ottimale nel contesto ambientale circostante. È caratterizzato da notevole flessibilità, è di veloce realizzazione e si adatta ottimamente alle variazioni topografiche del piano campagna. I massi utilizzati, di adeguata natura litologica (calcarea o basaltica), devono essere costituiti da pietra dura e compatta, non devono presentare piani di sfaldamento o incrinature e non devono alterarsi per effetto del gelo. I blocchi sono squadrati, a spigolo vivo, ed equidimensionali.

La fondazione dei muri in massi sarà realizzata con soletta in c.a. direttamente sul terreno di base opportunamente spianato e costipato per ottenere un piano d'appoggio stabile e perfettamente uniforme.

Tale tipo di opera può essere prevista per il sostegno di alcune scarpate o terrazzamenti posti in corrispondenza di alcuni attraversamenti di aree di fondovalle.

Ulteriori tipologie di sostegno possono essere rappresentate da opere in legname, in particolare palizzate e secondariamente muri cellulari in legname.

Le palizzate in legname possono svolgere una funzione di sostegno di piccole scarpate, interessate dalle fasi di movimentazione durante la costruzione, e della coltre del terreno di copertura nei tratti di versante a maggior acclività, laddove comunque si prospettano condizioni di spinta delle terre di lieve entità.

Le palizzate vengono eseguite in guisa di cordonate continue mediante l'infissione di pali verticali di essenze forti che fuoriescono dal terreno di circa 0,60 m - 0,80 m e da pali disposti in senso orizzontale, per l'altezza fuori terra, formanti una parete compatta e saldamente legati ai pali infissi con filo di ferro zincato.

Il muro cellulare in legname, indicato anche come parete "Krainer", ha la funzione di sostegno di riporti di terreno su pendenze piuttosto considerevoli, con la particolarità di integrarsi pienamente con l'ambiente circostante in ragione del suo stato 'vivo', determinato dalla presenza di talee di specie forti ad elevato indice di attecchimento.

Il risultato finale di quest'opera di sostegno è rappresentato da una palificata in legname con talee, con pali scortecciati coricati (disposti cioè in senso sub-orizzontale) ed incastrati a 90° tra loro, che realizzano un paramento esterno leggermente inclinato verso monte; essa può essere costituita ad una o a doppia parete, in dipendenza dell'altezza del terrapieno e conseguentemente dell'azione di resistenza alle spinte più o meno elevate che deve svolgere.

Relativamente alla percorrenza degli impluvi si prevede la riprofilatura delle sponde alle condizioni originarie o la realizzazione di opere di sostegno e/o contenimento in

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 148 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

legname e/o la realizzazione di opere di difesa idraulica del fondo e/o delle sponde, la cui ubicazione puntuale è determinata solo in fase di progetto esecutivo. Le opere saranno quindi progettate tenendo conto delle esigenze degli Enti preposti alla salvaguardia del territorio e della condotta.

Infine, per le aree ad elevato dissesto, caratterizzate da una franosità diffusa con piani di scivolamento collocati ad una certa profondità dal piano campagna si è optato per l'attraversamento in trenchless, in modo tale da posizionare la condotta in zone stabili e soprattutto per evitare di aggravare le già precarie condizioni di equilibrio.

Il dettaglio degli accorgimenti costruttivi per le frane intercettate è riportato nelle seguenti tabelle.

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Opere di mitigazione
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	16+000 – 16+700	I coni detritici non mostrano segni di attività e, inoltre, essendo posizionati in aree pianeggianti, la realizzazione dell'opera non implica un aumento del rischio e l'interferenza può essere considerata nulla o trascurabile; pertanto non sono previste opere di mitigazione
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	16+700 – 16+970	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	16+970 – 20+000	
Foligno	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	21+180 – 21+425	L'attraversamento dell'area dissestata sarà eseguito mediante trenchless, con la condotta posizionata al di sotto dei potenziali piani di scivolamento instabili
Foligno - Spello	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	21+700 – 24+160	I coni detritici non mostrano segni di attività e, inoltre, essendo posizionati in aree pianeggianti, la realizzazione dell'opera non implica un aumento del rischio e l'interferenza può essere considerata nulla o trascurabile; pertanto non sono previste opere di mitigazione
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	24+890 – 29+095	
Montefalco	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	34+380 – 34+440	L'attraversamento dell'area dissestata sarà eseguito mediante trenchless, con la condotta posizionata al di sotto dei potenziali piani di scivolamento instabili
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	35+105 – 35+165	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 149 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Opere di mitigazione
Montefalco	Moderata P1	Frana per scivolamento presunta	35+220 – 35+235	
Montefalco	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	35+235 – 35+380	
Giano dell'Umbria	Media P2	Area a calanchi o in erosione attiva	42+435 – 42+520	Opere di regimazione idraulica superficiali (canalette, fascinate e palizzate)
Giano dell'Umbria	Media P2	Area a calanchi o in erosione attiva	45+140 – 45+200	
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	50+880 – 51+240	I coni detritici non mostrano segni di attività e, inoltre, essendo posizionati in aree pianeggianti, la realizzazione dell'opera non implica un aumento del rischio e l'interferenza può essere considerata nulla o trascurabile; pertanto non sono previste opere di mitigazione
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	51+295 – 52+385	
Massa Martana	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	54+225 – 55+120	
Massa Martana	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	59+000 – 59+110	
Acquasparta	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	62+900 – 63+390	
Montecastrilli	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	70+520 – 70+610	
Montecastrilli	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	70+610 – 70+700	L'attraversamento dell'area dissestata sarà eseguito mediante trenchless, con la condotta posizionata al di sotto dei potenziali piani di scivolamento instabili
Montecastrilli	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	70+700 – 70+750	
Montecastrilli	Elevata P3	Frana per scivolamento attiva	70+750 – 70+930	
Montecastrilli	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	70+930 – 71+080	L'attraversamento dell'area dissestata e sarà eseguito mediante trenchless, con la condotta posizionata al di sotto dei potenziali piani di scivolamento instabili
Montecastrilli	Elevata P3	Frana complessa attiva	71+100 – 71+140	
San Gemini	Media P2	Frana per scivolamento inattiva	72+580 – 72+730	
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	72+830 – 72+860	
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	73+235 – 73+410	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 150 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Opere di mitigazione
San Gemini	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	74+120 – 74+140	
Narni	Elevata P3	Colata di detrito quiescente	91+070 – 91+095	Si tratta di una falda detritica che si accumula alla base del versante. In considerazione del piano di posa della condotta (circa 2.00 m), l'arrivo di materiale, per la dinamica di versante, potrà aumentare la copertura, senza danneggiare la tubazione. Interferenza nulla o trascurabile
Narni	Elevata P3	Frana complessa quiescente	97+820 – 97+850	L'attraversamento dell'area dissestata sarà eseguito mediante trenchless, con la condotta posizionata al di sotto dei potenziali piani di scivolamento instabili
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	97+850 – 97+920	
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento attiva	99+160 – 99+200	
Narni	Elevata P3	Frana complessa quiescente	99+430 – 99+530	
Narni	Elevata P3	Frana per scivolamento quiescente	99+620 – 99+700	

Tab. 7.A – Rifacimento Metanodotto Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”) Tratti con interferenze aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. ed opere di mitigazione.

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	Opere di mitigazione
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	0+000 – 0+330	Si tratta di una falda detritica che si forma nella zona di raccordo tra i versanti e il fondovalle, pertanto, l'arrivo di nuovo materiale, per la dinamica di versante, potrà aumentare la copertura, senza danneggiare la tubazione.
Foligno	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	0+330 – 0+950	
Foligno	Moderata P1	Falda e/o cono di detrito inattivo	0+950 – 1+735	

Tab. 7.B – Derivazione per Foligno DN 100 (4”) Tratti con interferenze aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. ed opere di mitigazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 151 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche	
Foligno	Bevagna	Media P2	Falda e/o cono di detrito attivo	Si tratta di una falda detritica che si forma nella zona di raccordo tra i versanti e il fondovalle, pertanto, l'arrivo di nuovo materiale, per la dinamica di versante, potrà aumentare la copertura, senza danneggiare la tubazione.

Tab. 7.C - Rifacimento All. Comune di Bevagna DN 100 (4”) Tratti con interferenze aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. ed opere di mitigazione.

Le modalità di trivellazione sono state scelte in seguito ad una campagna di indagini geognostiche e geofisiche, e in funzione di ciò gli attraversamenti potranno essere realizzati con tecniche tipo T.O.C. ed altri con metodologia microtunneling.

T.O.C.

La T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata) viene realizzata con due piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea. Con questo metodo, la messa in opera della condotta comporta le seguenti operazioni:

- impostazione dei macchinari e verifiche topografiche;
- esecuzione del foro pilota;
- trivellazione/i di allargamento del preforo;
- tiro-posa della condotta.

Il procedimento consiste di due fasi. La prima prevede la trivellazione di un foro pilota di piccolo diametro lungo un profilo direzionale prestabilito. La seconda implica l'allargamento, tramite il tiro-posa, del servizio da porre in opera.

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

Di norma le misurazioni della posizione sono eseguite ad ogni giunto del tubo pilota (circa 9-10 metri) e riportate sul profilo del disegno di progetto, in modo da avere un riscontro immediato delle eventuali deviazioni. Se non dovesse coincidere, l'asta pilota verrà ritirata per una lunghezza tale da permettere la correzione necessaria. Periodicamente, durante la trivellazione del foro pilota, un tubo guida viene fatto ruotare ed avanzare in modo concentrico sopra l'asta di perforazione pilota. Il tubo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 152 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

guida evita il bloccaggio dell'asta pilota, riduce gli attriti, permettendo di orientare senza difficoltà l'asta di perforazione, e facilita il trasposto verso la superficie dei materiali di scavo. Esso, inoltre, mantiene aperto il foro, nel caso sia necessario ritirare l'asta pilota.

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

La fase di alesaggio è costituita dall'allargamento del foro pilota per mezzo di un alesatore. Tale operazione può essere eseguita prima del tiro-posa della condotta o contemporaneamente ad esso. Nel caso di prealesatura, la fresa ed i relativi accessori sono fissati al tubo guida nel punto di uscita. Quindi la fresa viene fatta ruotare e contemporaneamente tirata dal rig di perforazione, allargando in questo modo il foro pilota. Man mano che la fresa procede, dietro ad essa vengono assemblate nuove aste di tubo guida per garantire la continuità di collegamento all'interno del foro. Solitamente per linee di piccolo diametro, non superiori a 500 mm, la fase di prealesatura viene omessa, e si esegue la fase finale di installazione al completamento del foro pilota. In questo caso, la sezione di tiro della condotta prefabbricata è fissata dietro alla fresa e la segue sotto al fiume sino al rig. Per impedire che la condotta sia sollecitata a torsione si interpone fra la fresa e la condotta un giunto reggispinga girevole.

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

Microtunneling

Il metodo consente il controllo remoto di tutte le operazioni di scavo tramite una consolle ubicata all'esterno del tunnel. Il sistema è basato sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente, un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l'azione di avanzamento è esercitata dai martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le difficoltà realizzative consistono soprattutto nella scelta del metodo di perforazione, perché in corrispondenza di un terreno omogeneo, i problemi non sussistono, ma in realtà in natura è raro trovare terreni con caratteristiche tali. L'eterogeneità può rilevarsi nell'ambito di uno stesso strato e/o formazione o lungo il tracciato del microtunnel. La presenza di trovanti o comunque di ciottoli, molto frequenti nei terreni indagati con il tracciato del metanodotto in progetto, viene affrontato utilizzando attrezzature atte a scavare il terreno soffice o mediante un cono di frantumazione (frantoio installato nel retro della fresa) per ridurre le dimensioni dei

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 153 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

ciottoli e per renderli trasportabili o ancora mediante utensili a disco per demolire i trovanti.

Il problema principale con i trovanti è la possibilità che siano o di dimensioni tali da non passare attraverso le feritoie della fresa o, al tempo stesso, che le dimensioni ne consentano la rotazione senza essere frantumati dai taglienti. In questo caso sarà necessario consolidare il terreno circostante il trovante e successivamente aggredire con la fresa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 154 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

8 CONCLUSIONI

Dall'analisi di superficie effettuata tramite fotointerpretazione, dalla consultazione della cartografia di base, dai sopralluoghi diretti in campo, sono stati delineati gli elementi geologici, stratigrafici, morfologici, idrogeologici e strutturali dell'area in esame.

In particolare, da un punto di vista litologico, il tracciato intercetta, nel tratto iniziale, sedimenti dolomitici, calcarei, calcareo-marnosi e marnoso-argillosi provenienti dall'ambiente morfo-strutturale della Dorsale carbonatica appenninica.

Nell'alta valle del Fiume Tevere si incontrano prevalentemente depositi torbiditici appartenenti, nella porzione più orientale, ai depositi sinorogenici della successione umbro-marchigiana, sui quali sovrascorre il flysch toscano più antico; nella parte più a monte del bacino affiorano i termini del Complesso Sicilide e Liguride, costituiti da flysch argilloso-calcarei, prevalentemente argilloso-scistosi ed argilloso-marnosi, caratterizzati spesso dalla presenza di forme erosive e/o calanchi.

Infine, è possibile rinvenire depositi tardo-miocenici, costituiti da flysch terrigeni, interposti alle dorsali carbonatiche, i quali marcano frequentemente il sovrascorrimento delle strutture tettoniche.

Nel tratto terminale sono presenti ambienti vulcanici con la presenza di vulcaniti litoidi costituenti una copertura rigida e dalla morfologia tipicamente tabulare poggianti su depositi plio-pleistocenici molto più teneri e facilmente erodibili.

Lungo i fondivalle sono presenti depositi alluvionali principalmente sabbioso-argillosi, talvolta ghiaiosi ed una coltre eluvio-colluviale con clasti di varie dimensioni.

Sotto l'aspetto morfologico, il tracciato in progetto presenta sia superfici sub-pianeggianti e sia versanti da moderatamente a notevolmente acclivi degradanti verso i fondivalle dei corsi d'acqua principali e secondari. La natura dei sedimenti fa sì che, in determinate condizioni, tali depositi possano muoversi verso il basso generando movimenti gravitativi lungo i versanti.

Per ovviare a tali criticità, il progetto della costruenda opera prevede una serie di accorgimenti e soluzioni mirate alla stabilizzazione dei versanti (paratie di pali, muri in gabbioni, muri cellulari in legname, palizzate od opere di drenaggio per l'allontanamento delle acque superficiali ed evitare l'imbibizione della coltre alterata e degradata).

Per le aree caratterizzate da instabilità di versante attiva, dove non è stato possibile trovare delle valide alternative sono state proposte delle soluzioni mediante trenchless, prevedendo la posa della condotta a profondità di assoluta sicurezza nei confronti della possibile evoluzione morfodinamica delle aree attraversate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 155 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

Nei tratti di versante caratterizzati da medio bassa evoluzione morfodinamica, sono stati previsti degli interventi di consolidamento consistenti essenzialmente in interventi di drenaggio finalizzati sia all’abbassamento dei livelli piezometrici e sia ad evitare eccessive imbibizioni del materiale di rinterro dello scavo.

Nei tratti di percorrenza dei fondovalle sarà necessario ottimizzare lo sfruttamento delle modeste piane alluvionali presenti evitando accuratamente di posizionare la condotta in corrispondenza dell’alveo del corso d’acqua. Particolare cura dovrà, inoltre, essere posta nella risagomatura e protezione dell’alveo dei piccoli corsi d’acqua in modo da evitare che lo scavo di posa della condotta possa essere catturato quale linea preferenziale dell’acqua in fase eventi di piena. In ogni caso per evitare queste problematiche, nei tratti di fondovalle a maggiore pendenza, saranno realizzati qualche diaframma in sacchi di sabbia e cemento in modo che fungano da barriera per bloccare eventuali inneschi erosivi lungo lo scavo.

Inoltre, è necessario in fase di progettazione esecutiva valutare la necessità di realizzare opere di sostegno temporaneo con la funzione di sostegno dei versanti collocati a monte della pista lavori, per evitare che i tagli al piede possono innescare fenomeni franosi. Tale accortezza dovrà essere valutata attentamente lungo la percorrenza degli impluvi, poiché, nei tratti più stretti, la pista lavori interessa il piede del versante ed, in alcuni casi, rappresenta l’accumulo del materiale derivante dalla dinamica di versante.

Nei tratti caratteristici che attraversano le aree in pendio caratterizzati da una elevata propensione al dissesto ed in particolare in corrispondenza delle aree in frana censite dall’Autorità di Bacino competente saranno attuate misure di salvaguardia e di consolidamento attraverso l’inserimento di varie tipologie di intervento in merito al contesto geologico e morfologico relativo al luogo interessato.

Con riferimento ai dati ottenuti dalle verifiche di stabilità, eseguite soltanto per le frane a cui è stata assegnata una pericolosità elevata (P3) ed attraversate dalla condotta con tecnologia trenchless, non vengono evidenziati i piani di scivolamento con un coefficiente di sicurezza inferiore ad 1,3, alla profondità di posa della tubazione, che risulta posizionata al di sotto dei potenziali piani di scivolamento.

Si ribadisce che il fattore di sicurezza, per le verifiche di stabilità, FS 1,3 è un valore scelto dal progettista in funzione delle caratteristiche geotecniche e geomorfologiche del sito di interesse, e tale valore è stato assunto per una scelta più cautelativa.

Si evidenzia che il tracciato è stato scelto in modo tale da sfruttare aree caratterizzate da morfologia più blanda e con minor criticità geomorfologiche, rendendo la soluzione più accettabile sia sotto l’aspetto della sicurezza della condotta e sia sotto l’aspetto costruttivo, rispetto ad altri percorsi alternativi verificati nella zona.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 156 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

In conclusione, si ritiene che l'opera in progetto non determina variazioni del livello di pericolosità del territorio, non pregiudica la futura realizzazione di interventi previsti dal PAI e non aumenta il carico insediativo.

Tale studio ha consentito di inquadrare l'area dal punto di vista geologico e morfologico in modo da evidenziare le principali criticità geomorfologiche presenti sul territorio indagato.

L'opera è, quindi, da considerarsi compatibile, in quanto, le pur esistenti interferenze in alcuni tratti tra le opere da realizzare e i dissesti saranno superate con interventi di risanamento e salvaguardia (opere di consolidamento tradizionali e interventi di ingegneria naturalistica).

Le condizioni di rischio e gli effetti perturbativi sull'ambiente verranno limitate al minimo indispensabile.

Pertanto, alla luce di quanto sopra esposto si può affermare che gli interventi previsti in progetto risultano compatibili con l'assetto idrogeologico dell'area attraversata.

Sinteticamente, si ribadisce che, in corrispondenza delle aree in frana intercettate dalla condotta, saranno realizzate interventi di presidio e salvaguardia:

- opere di drenaggio e regimazione delle acque di scorrimento superficiale.
- opere di consolidamento tradizionali e di ingegneria naturalistica.

In vicinanza dell'alveo dei torrenti e dei fossi saranno realizzate adeguate opere di difesa spondale al fine di limitare i fenomeni di scalzamento al piede dei versanti e preservare in tal modo la funzionalità dell'opera.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 157 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

9 BIBLIOGRAFIA

- Mantovani E., Viti M., Babbucci D., Cenni N., Tamburelli C., Vannucchi A., Falciani F. “Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell’Appennino Tosco-Umbro-Marchigiano” – Università di Siena (2014).
- Mancini M., Girotti O., Cavinato G.P. “Il Pliocene e il Quaternario della Media Valle del Tevere (Appennino Centrale)” – *Geologica Romana* 37 (2003-2004).
- Boscherini A., Checcucci R., Natale G., Natali N. “Carta idrogeologica della Regione Umbria a scala 1:10000” – Servizio Geologico Regione Umbria, *Giornale di Geologia Applicata* 2 (2005) pp. 399-404.
- Catutto C., Cencetti C., Fisauli M., Gregori L., “I bacini pleistocenici di Anghiari e Sansepolcro nell’Alta Valle del Tevere. Il Quaternario, 8, pp.119-128” (1995).
- Ambrosetti P., Basilici G., Ciangherotti A.D., Codipietro G., Corona E., Esu D., Girotti O., Lo Monaco A., Meneghini M., Paganelli A., Romagnoli M. “La foresta fossile di Dunarobba (Terni, Umbria, Italia centrale): contesto litostratigrafico, sedimentologico, palinologico, dendrocronologico e paleomalacologico. Il Quaternario, 8, pp. 465-508” (1995).
- Basilici G. “Sedimentary facies in an extensional and deep-lacustrine depositional system: the Pliocene Tiberino Basin Central Italy. *Sedimentary Geology*, 109, pp. 73-94” (1997).
- Piali G., Barchi M.R., Minelli G. “Results of the CROP 03 deep seismic reflection profile. *Mem. Soc. Geol. It.*, 52” (1998).
- Barchi M.R., Paolacci S., Pauselli C., Piali G., Merlini S. “Geometria delle deformazioni estensionali recenti nel bacino dell’alta Val tiberina fra S. Giustino Umbro e Perugia: evidenze geofisiche e considerazioni geologiche. *Boll. Soc. geol. it.*, 118, pp. 617-625” (1999b).
- Barchi M.R., Cardinali M., Collettini C., Costanzo F., Guzzetti F., Magnani M.B., Minelli G., Mirabella F., Pauselli C., Piali G., Pucci S. “Contributo alla revisione delle zone/strutture sismogenetiche dell’Italia Centrale. Revisione dei dati geologici di superficie e interpretazione di linee sismiche a riflessione” (1999a).
- Lavecchia G., Boncio P., Brozzetti F. “Analisi delle relazioni tra sismicità e strutture tettoniche in Umbria – Marche – Abruzzo finalizzata alla realizzazione della mappa delle zone sismogenetiche” (1999).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 158 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

- Bussolotto M., Micarelli L., Benedicto A., Invernizzi C., Deiana G. "Deformation features of the Gubbio fault zone. Rend. Soc. Geol. It., 1, Nuova Serie, pp. 61-62" (2005).
- Menichetti M. "The Gubbio normal fault-fields evidences and geophysical interpretations. Rend. Soc. Geol. It., 1, Nuova Serie, pp. 130-131" (2005).
- Boncio P., Brozzetti F., Ponzani F., Barchi M., Lavecchia G., Pialli G. "Seismicity and extensional tectonics in the northern Umbria-Marche Apennines. Mem. Soc. Geol. It., 52, pp. 539-555 (1998).
- Haessler H., Gaulon R., Rivera L., Console R., Frogneux. M., Gasparini G., Martel L., Patau G., Siciliano M., Cistermas A. "The Perugia (Italy) earthquake of 29 April 1984: a microearthquake survey. Bull. Seism. Soc. of America, 78, pp. 1948-1964" (1988).
- Menichetti M., Minelli G. "Extensional tectonics and seismotectonics in Umbria (Central Italy): the Gubbio area. Boll. Soc. Geol. It., 115, pp. 115-143" (1991).
- Balocchi P., Bonetti S., Lupoli F.C. "La sequenza sismica e sismotettonica dell'alta Val Tiberina-Gubbio (Umbria). Notiziario Ingegneria Verona, 1 (2014), pp. 25-33" (2014).
- Lavecchia G., Boncio P., Brozzetti F., Stucchi M., Leshiutta I. "New criteria for seismotectonic zoning in Central Italy: insights from the Umbria-Marche Apennines. Boll. Soc. Geol. It., Volume Speciale n. 1, pp. 881-890" (2002).
- Balocchi P., Bonetti S., Lupoli F.C. "La sequenza sismica e sismotettonica dell'alta Val Tiberina-Gubbio (Umbria). Notiziario Ingegneria Verona, 1 (2014), pp. 25-33" (2014).
- Hreinsdottir S., Bennet R.A. "Active aseismic creep on the Alto Tiberina low-angle normal fault, Italy. Geology, 37, pp. 683-686" (2009).
- Rick B., Jackson L., Mencin D., Casale G. "Evidence for active creep on the Alto Tiberina low angle normal fault inferred using GPS geodesy. Geophysical Research Abstracts, Vol. 16" (2014).
- Autorità di Bacino del Fiume Tevere "Norme Tecniche di Attuazione" – Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (Luglio 2012).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 159 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

- Autorità di Bacino del Fiume Tevere “Piano di Bacino – 1° stralcio funzionale Aree soggette a rischio di esondazione nel tratto Tevere compreso tra Orte e Castel Giubileo” (Luglio 2012).
- Autorità di Bacino della Regione Marche “Norme Tecniche di Attuazione “– Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/19093	UNITÀ 10
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA, MARCHE E LAZIO	SPC. 10-RT-E-5023	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO) – GALLESE DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pagina 160 di 160	Rev. 1

Rif. TFM: 011-PJM1-005-10-RT-E-5023

10 ALLEGATI / ANNESSI

Carta geologica

- 19093-11-DT-D-5207 Rifacimento Met. Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar
- 19093-12-DT-D-5207 Derivazione per Foligno DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-13-DT-D-5207 Rifacimento All. Comune di Bevagna DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-14-DT-D-5207 Rifacimento All. Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-16-DT-D-5207 Rifacimento All. Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar

Piano di Assetto Idrogeologico – Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana

- 19093-11-DT-D-5206 Rifacimento Met. Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26”), DP 75 bar
- 19093-12-DT-D-5206 Derivazione per Foligno DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-13-DT-D-5206 Rifacimento All. Comune di Bevagna DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-14-DT-D-5206 Rifacimento All. Comune di Montefalco DN 100 (4”), DP 75 bar
- 19093-16-DT-D-5206 Rifacimento All. Comune di San Gemini DN 100 (4”), DP 75 bar

Annesso 1 – Sezioni verifiche di stabilità

Annesso 2 – Indagini geognostiche

Annesso 3 – Verifiche di stabilità