

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITA' 00
	LOCALITA' REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 1 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

METANODOTTI

RIFACIMENTO GASDOTTI RETE DI CASALBORDINO:

c.t. 9113657 VAR. DER. CASALBORDINO-PAGLIETA-ATESSA
(su c.t. 4101068) DN 200 (8”), DP 70 BAR

c.t. 20903 DIR. PER CASALBORDINO
DN 100 (4”), DP 70 BAR

c.t. 20904 NUOVO ALLACCIAMENTO COMUNE DI CASALBORDINO
(su c.t. 4102822) DN 100 (4”), DP 70 BAR

NR/20400

APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MITE

Richiesta “Parere n. 424 del 27 marzo 2023”
Condizione ambientale n. 6 “Acque superficiali e Suolo e sottosuolo”
Studio di Compatibilità Geomorfologica

0	Emissione per enti	A. Tiesi N.R. Cantiello	G. Vecchio	G. Ciccarelli	04/08/2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 2 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

INDICE

1	GENERALITÀ	3
1.1	Introduzione	3
1.2	Scopo del lavoro	4
1.3	Quadro Normativo	5
2	CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE DEI TRACCIATI IN PROGETTO	7
2.1	Introduzione	7
2.2	c.t. 9113657 Variante Derivazione Casalbordino-Paglieta-Atessa (su c.t. 4101068) DN 200 (8"), DP 70 bar	8
2.3	c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar	9
2.4	c.t. 20905 Nuovo Allacciamento Comune di Paglieta DN 100 (4"), DP 70 bar	11
2.5	c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar	11
2.6	Interazione delle opere in progetto con le aree a pericolosità geomorfologica e indagini geognostiche	12
2.7	Riferimenti normativi aree di pericolosità P.A.I.	13
3	COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA DELL'OPERA CON LE AREE P.A.I.	18
4	ANALISI DEI RISULTATI E SOLUZIONI PROGETTUALI	26
5	CONCLUSIONI	30
6	ALLEGATI E ANNESSI	32

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 3 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

1 GENERALITÀ

1.1 Introduzione

La presente documentazione rientra nell'ambito della realizzazione del "Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino e opere connesse", il quale si sviluppa all'interno della Regione Abruzzo e rientra nella pianificazione di Snam Rete Gas S.p.A. di rifacimento ed ammodernamento della rete regionale di trasporto, ai fini della razionalizzazione della rete stessa e del mantenimento degli standard di sicurezza in materia di norme antincendio.

Il progetto "Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse" prevede la realizzazione di alcuni metanodotti aventi diametro compreso tra DN 200 (8") e DN 100 (4") e DP 70 bar facenti parte della cosiddetta "Rete di Casalbordino", per una lunghezza complessiva di circa 15,5 chilometri.

In particolare, il rifacimento in progetto interesserà i seguenti metanodotti:

- Metanodotto c.t. 9113657 "Variante derivazione Casalbordino-Paglieta-Atessa (su c.t. 4101068)" DN 200 (8"), DP 70 bar, avente una lunghezza di 5+058 chilometri;
- Metanodotto c.t. 20903 "Diramazione per Casalbordino" DN 100 (4"), DP 70 bar, avente una lunghezza di 6+202 chilometri;
- Metanodotto c.t. 20904 "Nuovo All.to Comune di Casalbordino" DN 100 (4"), DP 70 bar, avente una lunghezza di circa 3+796 chilometri;
- Metanodotto c.t. 20905 "Nuovo All.to Comune di Paglieta" DN 100 (4"), DP 70 bar, avente lunghezza di 0+250 chilometri;
- Metanodotto c.t. 9113664 "Ricollegamento C.A.P.S.U. Paglieta" DN 100 (4"), DP 70 bar, avente lunghezza pari a 0+160 chilometri.

Successivamente alla realizzazione dei metanodotti in progetto sopra menzionati, è prevista la dismissione dei seguenti metanodotti esistenti:

- Metanodotto 4101068 "Derivazione Casalbordino – Paglieta - Atessa" DN 200 (8"), MOP 70 bar, avente una lunghezza di 5+194 chilometri;
- Metanodotto 4102636 "Allacciamento Leterificio Paglieta" DN 80 (3"), MOP 70 bar, avente una lunghezza di 0+101 chilometri;
- Metanodotto 4101316 "Allacciamento comune di Casalbordino" DN 80 (3"), MOP 70 bar, avente una lunghezza di 1+275 chilometri;
- Metanodotto 4101240 "Collegamento pozzi Agip n. 1 Villalfonsina" DN 80 (3"), MOP 70 bar, avente una lunghezza di 2+047 chilometri;
- Metanodotto 4101316 "Collegamento pozzo Agip Villalfonsina" DN 80 (3"), MOP 70 bar, avente una lunghezza di 4+159 chilometri;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 4 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

- Metanodotto 4104005 “Allacciamento Comune di Paglieta” DN 80 (3”), MOP 70 bar, avente una lunghezza di 0+031 chilometri;
- Metanodotto 4160203 “Allacciamento C.A.P.S.U. Paglieta” DN 80 (3”), MOP 70 bar, avente una lunghezza di 0+365 chilometri;
- Metanodotto 4101850 “Allacciamento Leterificio Marchioli” DN 80 (3”), MOP 64 bar, avente una lunghezza di 3+317 chilometri.

Le opere ricadono nella Regione Abruzzo, in provincia di Chieti, andando ad interessare il territorio comunale di Paglieta, Torino di Sangro, Villalfonsina e Casalbordino.

La presente documentazione è stata redatta ad integrazione della Verifica di assoggettabilità alla VIA (ID_VIP: 6290), per quanto attiene alla richiesta di integrazione/approfondimento formulata dalla Commissione tecnica di verifica dell’Impatto Ambientale – VIA e VAS, con parere n. 424 del 27 marzo 2023, trasmessa con comunicazione m_ante-CTVA.REGISTRO UFFICIALE. I. 0005160.03-05-2023.

All’interno del documento viene riportato quanto segue:

La sottocommissione VIA, ACCERTA, per le ragioni indicate in premessa sulla base delle risultanze dell’istruttoria che precede, che qui si intendono integralmente riportate quale motivazione per presente provvedimento Ritenendo comunque necessario che si provveda: ad ottemperare alle Condizioni Ambientali citate in seguito.

In particolare:

- *Condizione ambientale n. 6*
 - *Oggetto della prescrizione:*
 - *Il Proponente, relativamente alle aree classificate a pericolosità Geomorfologica, deve acquisire il parere dell’Autorità di Bacino del Distretto Idrografico dell’Appennino Centrale, approntando uno studio di Compatibilità Geomorfologica.*

1.2 Scopo del lavoro

La presente relazione analizza le interferenze dei tracciati in progetto con le aree in dissesto nell’ambito del progetto “Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse”, ed in particolare ne analizza la compatibilità geomorfologica.

Per la definizione di dettaglio delle caratteristiche geomorfologiche delle aree in esame sono stati effettuati sopralluoghi e rilievi lungo i tracciati dei metanodotti in progetto.

Tali attività, unitamente alle informazioni di carattere bibliografico reperite ed acquisite tramite la consultazione di cartografie esistenti, hanno permesso di definire la

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITA' 00
	LOCALITA' REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 5 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

situazione geologica di superficie, l'assetto geomorfologico delle zone impegnate e di pianificare correttamente la 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;
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 gasdotto;
6. Definizione delle opere di mitigazione e considerazioni conclusive.

1.3 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";
- Legge n. 109 del 11 febbraio 1994 "Legge Quadro in materia di lavori pubblici (Legge Merloni)";
- 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/20400	UNITA' 00
	LOCALITA' REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 6 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

- 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 di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi" (P.A.I.) adottato in prima adozione con D.G.R. n. 1386 del 29 dicembre 2004 e approvato con D.G.R. n. 1383/C del 27 dicembre 2007;
- Piano Stralcio di Difesa delle Alluvioni (P.S.D.A.) adottato con Deliberazione n. 20 del 20 dicembre 2019, pubblicato sul B.U.R.A. ordinario n. 12 del 25.03.2020;
- Determina dirigenziale area ADS n.31 del 39.11.2021 – Strato cartografico relativo alla pericolosità e al rischio idrogeologico rappresentato dai PAI vigenti sul territorio del Distretto Appennino Centrale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 7 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

2 CRITICITA' GEOMORFOLOGICHE DEI TRACCIATI IN PROGETTO

2.1 Introduzione

Dall'analisi geomorfologica e geologica dei tracciati dei metanodotti in progetto, emergono alcune criticità geomorfologiche riconducibili principalmente all'instabilità dei versanti ed al substrato costituito da materiale fine, e per la presenza di alcuni corsi d'acqua che, nel tempo, potrebbero accelerare fenomeni di erosione spondale con conseguente migrazione del corso d'acqua.

Pertanto, date le condizioni geomorfologiche del territorio interessato dal passaggio dei metanodotti in progetto, costituito da aree caratterizzate da una franosità diffusa con piani di scivolamento collocati ad una certa profondità dal piano campagna, si è optato per l'attraversamento, di tali zone, in sotterraneo (tramite tecnologia trenchless), in modo tale da posizionare la condotta in zone stabili e soprattutto per evitare di aggravare le già precarie condizioni di equilibrio morfologico.

La morfologia, associata ai litotipi affioranti, presenta diversi versanti da moderatamente a fortemente acclivi (degradanti in modo netto verso i piccoli fondovalle presenti alla base degli stessi) e sia superfici sub-pianeggianti di raccordo tra le aree collinari pedappenniniche ed il litorale abruzzese.

La natura dei sedimenti fa sì che, in determinate condizioni, tali depositi possano muoversi verso il basso generando movimenti gravitativi lungo i versanti. Tali fenomeni possono assumere notevoli dimensioni, attivandosi per l'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. Essi 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 prevede una serie di accorgimenti e soluzioni mirate al consolidamento dei versanti o con opere di drenaggio per l'allontanamento delle acque superficiali per evitare l'imbibizione della coltre alterata e degradata per quanto riguarda le aree interessata da dissesti geomorfologici superficiali, mentre per tutte le altre aree in dissesto, interferenti con i metanodotti in progetto, saranno superate tramite tecnologia trenchless, in modo da posizionare la condotta a profondità di sicurezza al di sotto dei piani di scorrimento attuali e/o potenziali.

I casi di maggiore criticità evidenziano, per lo più, movimenti franosi di scorrimento/scivolamento traslazionale o rotazionale e colamenti lenti.

Laddove non è possibile proteggere le condotte con opere ingegneristiche puntuali, si è ricorso all'inserimento di opere trenchless come le Trivellazioni Orizzontali Controllate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 8 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Per quanto riguarda gli attraversamenti fluviali si evidenzia che i corsi d'acqua di importanza minore, verranno intercettati a cielo aperto prevedendo un accurato e ponderato approfondimento della posa della condotta; soltanto in casi limitati verranno realizzati mediante tecnologia trenchless. Infine, gli attraversamenti dei corsi d'acqua e la percorrenza di alcuni tratti in alveo potrebbero necessitare opere di sistemazione idraulica.

Del punto di vista geologico i tracciati in progetto e le relative opere connesse si inseriscono in un contesto geologico regionale dominato dagli ambienti morfostrutturali, precedentemente descritti, caratterizzati da variabilità litologica e morfologica così come evidenziato negli elaborati cartografici relativi alla "Carta Geologica" (Rif. 20400-PG-CGB-001 / 002 / 003)

Le principali criticità geomorfologiche riscontrate vengono riassunte e descritte nei paragrafi sottostanti.

2.2 c.t. 9113657 Variante Derivazione Casalbordino-Paglieta-Atessa (su c.t. 4101068) DN 200 (8"), DP 70 bar

Dall'analisi geologica e geomorfologica del tracciato non emergono criticità geomorfologiche rilevanti in quanto, lo stesso, si sviluppa su di un'area pianeggiante costituente la pianura alluvionale del Fiume Sangro.

La prima interferenza che si può riscontrare è rappresentata dalla percorrenza in aree censite dall'Autorità dei Bacini Regionali e Interregionale Fiume Sangro, attraverso il Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (successivamente indicato come PSDA), in attuazione della Direttiva 2007/60/CE del Distretto Appennino Centrale UoM-Cod ITR131 e ITI023, correlate al Fiume Sangro.

Tali aree sono state suddivise all'interno del PSDA in 4 classi di pericolosità idraulica, le quali vengono attraversate partendo all'incirca dal punto di inizio del metanodotto in progetto e sino alla località Quarchioni. Lungo quest'attraversamento vengono intercettate aree censite a pericolosità idraulica Moderata (P1), Media (P2), Elevata (P3) e Molto Elevata (P4). Da quanto riportato dalle norme, per tutti gli interventi ricadenti nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata (P4), elevata (P3) e media (P2), per le quali verrà predisposto uno studio di compatibilità idraulica e soggetti ad approvazione da parte dell'ente preposto.

Ulteriori criticità sono state riscontrate in corrispondenza di alcuni fossi, i cui alvei si presentano stretti ed incisi, i quali saranno attraversamenti mediante scavo a cielo aperto. In questo caso è prevista la realizzazione di opere di regimazione idraulica, quali ad esempio palizzate o gabbionate, ed opere di rivestimento del fondo alveo, al fine di agevolare il ripristino spondale ed evitare l'erosione del fondo alveo.

Il fosso inciso in loc. Piano la Barca verrà attraversato con tecnologia trenchless attraverso una Trivellazione Orizzontale Controllata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 9 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

2.3 c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4''), DP 70 bar

Anche in questo caso sono presenti interferenze dovute all'attraversamento di aree censite dall'Autorità dei Bacini Regionali e Interregionale Fiume Sangro, attraverso il Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni, con diversi gradi di pericolosità

In particolare, vengono intercettate aree censite a pericolosità idraulica Moderata (P1), Media (P2), Elevata (P3) e Molto Elevata (P4), come nell'areale dell'impianto iniziale P.I.D.S. n.1 ricade all'interno dell'area perimetrata come P4.

Da evidenziare che l'impianto in oggetto è collocato all'interno delle aree esondabili, pertanto è lecito attendersi che in corrispondenza degli eventi di piena venga a trovarsi esposto al deflusso della piena in area golenale. Tuttavia, tenendo conto delle modeste dimensioni dell'opera in progetto, del fatto che il solo sopralzo rispetto al piano campagna è costituito dal muretto perimetrale (la recinzione in pannelli metallici grigliati risulta infatti "permeabile" nei confronti di eventuali deflussi), si può affermare che le modifiche indotte sul profilo di piena dalla realizzazione delle opere siano assolutamente trascurabili.

Comunque, da quanto riportato dalle norme, per tutti gli interventi ricadenti nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata (P4), elevata (P3) e media (P2), verrà predisposto lo studio di compatibilità idraulica il quale sarà soggetto di approvazione da parte dell'ente preposto.

Altra criticità riscontrata è nel tratto compreso tra la Strada Provinciale 119 Sangritana e la strada sterrata intercettata dalla linea in progetto. Tale criticità è dovuta alla presenza di leggere ondulazioni lungo la superficie del versante, pertanto, sono state valutate delle opere di drenaggio per l'allontanamento delle acque superficiali e sotto superficiali per evitare l'imbibizione della coltre alterata e degradata che potrebbe mobilizzarsi.

Una ulteriore criticità si riscontra a valle delle abitazioni in località Colle Martino, dove il tracciato, per un breve tratto in leggera mezzacosta.

Come detto, anche se il tracciato in progetto non interferisce con l'area cartografata a pericolosità da frana, in questo tratto di versante, fino al raggiungimento la superficie sub-pianeggiante a monte delle case e in prossimità della S.P. Trav.2 verso il mare, si è ritenuto necessario un approfondimento geomorfologico dell'area limitrofa al passaggio della condotta con l'esecuzione di due prospezioni sismiche a rifrazione (SIS1 e SIS2), le quali hanno evidenziato la presenza di un sismostrato superficiale a bassa velocità di spessore variabile da 4,00 a 7,00 metri, assimilabile alla coltre superficiale limoso argillosa e sabbiosa. L'unità sismica sottostante, assimilabile alle argille limose compatte, presenta un sostanziale incremento delle velocità delle onde di compressione. Per tale motivo, al fine di poter dare maggiore stabilità alla condotta da realizzare e fenomeni di dissesto alle case limitrofe si prevede la realizzazione di una paratia di pali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 10 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Altro tratto con criticità è compreso tra la Contrada S. Maria in Fiore e l'impianto P.I.L. + P.I.D.A. n.1, dove vi è la presenza di un'area cartografata nel Piano Stralcio Idrogeologico (P.A.I.) dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi, censita come area a "Pericolosità elevata - P2". Il versante in destra idrografica si presenta dissestato con la presenza di un fenomeno franoso che si estende alla base del versante in sinistra idrografica. Per ovviare a tale criticità geomorfologica si è ricorsi ad eseguire il passaggio mediante la realizzazione di una trivellazione con tecnologia trenchless, preferibilmente una Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). La campagna di indagini geognostica effettuata, mostra la presenza di un livello superficiale, costituente la coltre eluvio-colluviale di natura argilloso-limosa con spessore variabile tra gli 0,80 m e i 2,40 nel fondovalle. Al di sotto di tale coltre si ritrova la presenza di un livello limoso argilloso e sabbioso sino ad una profondità di 6,00-7,00 metri nel fondovalle e fino a 1,80 m nella porzione medio-superiore del versante. In profondità si ritrova il substrato argilloso limoso compatto.

Da evidenziare nelle immediate vicinanze al tracciato in progetto, nella zona di fondovalle dell'affluente del Fiume Osento, la presenza di un pozzo ad uso agricolo, costruito tramite anelli in calcestruzzo prefabbricati. Tale pozzo ha una profondità di circa 4,70 metri rispetto al piano campagna, il quale presenta un livello idrico ad una profondità di circa 2,60 metri dal piano campagna.

Ulteriore criticità si riscontra sui versanti presenti tra le progressive chilometriche 3+000 e 4+000, infatti, i versanti presenti sul lato destro e sul lato sinistro sono caratterizzati dalla presenza di dissesti geomorfologici censiti dal PAI con pericolosità moderata (P1), elevata (P2) e molto elevata (P3), pertanto si è ricorsi ad eseguire il passaggio in sotterraneo, mediante la realizzazione di una trivellazione con tecnologia trenchless, di tipo Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) data la presenza di litologie fini di natura argilloso-limosa e limoso-argillosa.

Un'altra criticità si ha in corrispondenza dell'attraversamento del Fosso Petrino da eseguire a cielo aperto, il quale risulta inciso intorno ai 3,50-4,00 metri, pertanto, saranno previste idonee opere di protezione spondale, quali ad esempio doppie palizzate in legname, gabbionate e rivestimento di fondo alveo.

Successivamente, la risalita del versante in destra idrografica del Fosso Petrino necessita delle opere di drenaggio per l'allontanamento delle acque superficiali e sotto superficiali per evitare l'imbibizione della coltre alterata e degradata che potrebbe mobilizzarsi.

Raggiunta la strada sterrata, a monte dell'attraversamento della stessa, sono previste delle opere di contenimento a gabbioni.

Il versante in sinistra idrografica del Fiume Osento presenta delle leggere ondulazioni dovute a movimenti superficiali, causati da eventi meteorologici intensi. Per tale motivo si suggerisce la realizzazione di opere di drenaggio e di regimazione idrica superficiale (letto di posa drenante e dreni laterali).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 11 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Ulteriore criticità riscontrata è relativa all'attraversamento del Fiume Osento, lungo il quale è stata censita dall'Autorità dei Bacini Regionali e Interregionale Fiume Sangro delle zone a pericolosità idraulica Moderata (P1), Media (P2), Elevata (P3) e Molto Elevata (P4). Inoltre l'area boscata presente sulle sponde del Fiume Osento risulta soggetto a Sito di Interesse Comunitario (SIC) denominato "Boschi ripariali del Fiume Osento". Per tale motivo si è ricorsi ad eseguire l'attraversamento mediante la realizzazione di una trivellazione con tecnologia trenchless, ed in particolare tramite Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) data la natura argilloso-limosa dei depositi presenti. Da evidenziare, in destra idrografica, la presenza di un livello ghiaioso con ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa, presente tra le profondità di 10,40 e 12,40 m dal piano campagna.

Dal Fosso Carlocchetto, passando dal Fosso Rovato e sino all'impianto P.I.D.S. finale, il tracciato in progetto interseca versanti che si presentano dissestati con fenomeni franosi ben visibili e censiti dal P.A.I. come dissesti a pericolosità elevata P2 e, pertanto, per ovviare a tale criticità geomorfologica si è ricorsi ad eseguire il passaggio mediante la realizzazione di una trivellazione con tecnologia trenchless, nel particolare la Trivellazione Orizzontale Controllata.

L'attraversamento del Fosso Carlocchetto, il quale avverrà mediante scavo a cielo aperto, e per tale motivo sarà previsto delle opere di protezione spondale e, inoltre, un approfondimento della condotta per la presenza di accumuli del materiale mobilizzato dai fenomeni gravitativi agenti sui versanti.

2.4 c.t. 20905 Nuovo Allacciamento Comune di Paglieta DN 100 (4"), DP 70 bar

Dall'impianto l'impianto P.I.L. + P.I.D.A. n.1 si stacca il nuovo allacciamento al comune di Paglieta, avente una lunghezza di circa 250 metri.

Il tracciato si sviluppa nella parte altra del versante sul quale, nella parte terminale dell'allacciamento, sono presenti dei dissesti e dei fenomeni franosi ben visibili sulla strada asfaltata (fratture e deformazioni del manto stradale) e sul muro di contenimento a monte della strada (fratture). Per tale motivo, a protezione del tratto terminale della condotta, in prossimità dell'impianto da porre fuori esercizio, sarà prevista la realizzazione di un'opera di sostegno consistente in una paratia di pali avere lunghezza di circa 90 metri.

Tale paratia avrà sia una funzione di protezione del gasdotto in costruzione e sia di sostentamento alla strada comunale Via Roma.

2.5 c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar

Subito dopo l'attraversamento della Contrada Civita, i versanti in destra e sinistra idrografica del Fosso Ripari si presentano dissestati con fenomeni franosi ben visibili

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 12 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

e censiti dal P.A.I. come dissesti a pericolosità elevata P2 e, pertanto, per ovviare a tale criticità geomorfologica si è ricorsi ad eseguire il passaggio mediante la realizzazione di una trivellazione con tecnologia trenchless della tipologia Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

Successivamente in loc. Campo di Pardo, il tracciato si pone su di un versante, posizionato a mezzacosta che presenta delle lievi ondulazioni, sinonimo di movimenti superficiali. Per tale motivo, e per mantenere le distanze dalle abitazioni presenti, si è ricorso ad eseguire il passaggio mediante tecnologia trenchless (Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

2.6 Interazione delle opere in progetto con le aree a pericolosità geomorfologica e indagini geognostiche

In riferimento alle problematiche connesse al rischio ed alla pericolosità geomorfologica 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) e di quelle relative alla redazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale (P.A.I.).

Dalla sovrapposizione dei tracciati dei metanodotti 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 e, in particolare, i tracciati della Diramazione per Casalbordino ed il Nuovo Allacciamento al Comune di Casalbordino, in progetto, interferiscono con aree a pericolosità e/o rischio geomorfologico.

Nella tabella sottostante si riportano le interferenze rilevate.

Relativamente ai movimenti franosi intercettati ed attraversati, si evidenzia che è stata condotta una campagna di indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche e prospezioni geofisiche riassunte nella tabella sottostante 2.6.A) finalizzate alla caratterizzazione litostratigrafica ed elastomeccanica dei litotipi, con ricostruzione del modello geologico e geotecnico al fine di ubicare la condotta laddove non si riscontrano interferenze con i fenomeni franosi.

Pericolosità	Progressiva chilometrica	Prove geofisiche (Lunghezza in m)	Prove penetrometriche (Profondità in m)	Sondaggio (Profondità in m)
Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4''), DP 70 bar				
Versante dissestato con pericolosità elevate (P2)	2+140-2+255	SIS4 (140)	DPSH2 (8) DPSH3 (4)	---

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 13 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Pericolosità	Progressiva chilometrica	Prove geofisiche (Lunghezza in m)	Prove penetrometriche (Profondità in m)	Sondaggio (Profondità in m)
Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4''), DP 70 bar				
Versante dissestato con pericolosità molto elevata (P3)	5+065-5+270	---	---	S9 (15) S10 (40) S11 (15)
Versante dissestato con pericolosità elevata (P2)	5+740-5+880	---	---	S12 (40) S13 (15)
Versante dissestato con pericolosità elevata (P2) Pericolosità da Scarpata (Ps)	5+900-6+180	---	---	S14 (15)
Metanodotto c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di Casalbordino DN 100 (4''), DP 70 bar				
Versante dissestato con pericolosità elevata (P2)	0+150-0+405	---	---	S15 (20)
Versante dissestato con pericolosità elevata (P2)	0+405-0+565	---	---	S16 (20) S17 (20)

Tab. 2.6.A – Tabella riepilogativa aree a pericolosità geomorfologica ed indagini geognostiche

2.7 Riferimenti normativi aree di pericolosità P.A.I.

Gli interventi progettuali in oggetto, interferiscono con aree a diversa pericolosità geomorfologica, classificata come aree a pericolosità P3, P2 e Ps.

La disciplina delle aree a pericolosità, come detto precedentemente, sono normate dall'art. 9 (Norme comuni per le aree di pericolosità P3, P2, P1 e Ps) delle Norme di Attuazione.

1. Tutti i nuovi interventi, opere ed attività ammissibili nelle aree di pericolosità molto elevata, elevata e da Scarpata possono essere realizzati da parte del soggetto proponente, subordinatamente al parere positivo rilasciato dall'Autorità di Bacino, sullo Studio di compatibilità idrogeologica, ove richiesto dalle presenti norme.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 14 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

2. Allo scopo di impedire l'aumento del rischio nelle aree di pericolosità perimetrate, tutti i nuovi interventi, opere e attività, previsti dal Piano, ovvero assentiti dopo la sua approvazione, devono essere comunque tali da:
- migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;
 - non costituire in nessun caso un fattore di aumento del rischio da dissesti di versante, attraverso significative e non compatibili trasformazioni del territorio nelle aree interessate;
 - non costituire elemento pregiudizievole all'attenuazione o alla eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti; e quindi alla sistemazione definitiva delle aree a rischio stesse né pregiudicare la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
 - garantire le condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza del cantiere, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
 - limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo.

Nell'art. 10 (Studio di compatibilità idrogeologica) invece vengono indicati le opere consentite nelle aree a pericolosità geomorfologica.

- Salva diversa espressa specificazione, tutti i progetti per nuovi interventi, nuove opere e nuove attività consentite nelle aree di pericolosità molto elevata (P3), elevata (P2) e da Scarpata (Ps) sono accompagnati da uno Studio di compatibilità idrogeologica. Lo studio, redatto in conformità agli indirizzi tecnici di cui all'Allegato E alle presenti norme, è presentato, insieme al progetto preliminare a cura del soggetto pubblico o privato che propone l'intervento.
- Nessun progetto di intervento localizzato alle aree a pericolosità di cui al precedente comma 1 può essere approvato senza la preventiva approvazione da parte dell'Autorità di Bacino del connesso Studio di compatibilità idrogeologica, ove richiesto dalle presenti norme.

Le aree intercettate dai tracciati in progetto ricadono, dal punto di vista del vincolo geomorfologico, all'interno di una fascia a pericolosità P2 e P3 ed intercettano anche una Pericolosità da Scarpata Ps.

Le aree a pericolosità P3 sono normate dall'art. 14 "Disciplina delle aree a pericolosità molto elevata (P3)" delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "fenomeni gravitativi e processi erosivi", il quale prevede:

- Nelle aree a pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente:
 - opere ed interventi finalizzati alla mitigazione del rischio e della pericolosità gravitativa ed erosiva;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 15 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

- b) opere urgenti realizzate dalle autorità di Protezione Civile o dalle autorità competenti, per la tutela di persone, beni ed attività in condizioni di rischio imminente;
 - c) attività di manutenzione delle opere di consolidamento e di risanamento idrogeologico esistenti;
 - d) interventi di ricostruzione e di riqualificazione del patrimonio naturale ed ambientale;
 - e) le opere strettamente necessarie alle attività di sfruttamento minerario ed idrogeologico di corpi rocciosi nel rispetto della normativa vigente e purché nell'ambito dello Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, si dimostri che l'attività di estrazione, produzione ed esercizio non alteri o incrementi le condizioni di instabilità in un intorno significativo dell'intervento e non contribuisca ad innescare fenomeni di subsidenza incompatibili con le finalità di tutela del presente Piano.
- 2.** Nelle aree a pericolosità molto elevata e quindi vietato:
- a) realizzare nuove infrastrutture di trasporto e di servizi (strade, ferrovie, racquadotti, elettrodotti, metanodotti, oleodotti, cavi elettrici di telefonia, ecc.), fatti salvi i casi previsti nel successivo articolo 16, lett. d);
 - b) realizzare opere pubbliche o di interesse pubblico, quali ospedali, scuole, edifici religiosi, ed altre opere di urbanizzazione secondaria, di edilizia residenziale pubblica, insediamenti produttivi, nonché le opere a rete a servizio di nuovi insediamenti previsti dai piani di insediamenti produttivi e dai piani di edilizia economica e popolare;
 - c) impiantare nuove attività di escavazione e/o prelievo, in qualunque forma e quantità, di materiale sciolto o litoide, fatta eccezione per le attività relative alla ricerca archeologica e per gli interventi finalizzati alla eliminazione della pericolosità idrogeologica;
 - d) impiantare qualunque deposito e/o discarica di materiali, rifiuti o simili;
 - e) realizzare opere private di canalizzazione di acque reflue;
 - f) qualsiasi tipo di intervento agro-forestale non compatibile con la fenomenologia del dissesto in atto;
 - g) in genere qualunque trasformazione dello stato dei luoghi, sotto l'aspetto morfologico, infrastrutturale ed edilizio, che non rientri tra gli interventi espressamente consentiti di cui ai successivi Artt. 15 e 16.
- 3.** Lo Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, non è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettere a), b), c) e d) del presente articolo; è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettera e) del presente articolo.

Nell'Articolo 16 "interventi consentiti in materia di infrastrutture pubbliche" si evince che:

- 1.** Fermo restando le disposizioni generali per gli interventi non consentiti nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata da dissesti di versante, di al

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 16 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

precedente art. 14, nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- d) Le nuove infrastrutture a rete previste dagli strumenti di pianificazione territoriale/urbanistica (provinciali, comunali, dei consorzi di sviluppo industriali o di altri Enti competenti) o da normative di legge, dichiarati essenziali, non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili.

Le aree a pericolosità P2 sono normate dall'art. 17 "Disciplina delle aree a pericolosità elevata (P2)", il quale prevede:

2. Fermo restando quanto disposto agli art. 9 e 10 del precedente Capo I ed all'art. 14 del precedente CAPO II, nelle aree a pericolosità elevata P2 sono consentiti esclusivamente gli interventi ammessi nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata P3, di cui agli articoli 15 e 16 delle presenti norme, ed inoltre:
 - e) gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti dalla lettera d) dell'art. 3 del DPR 6 giugno 2001 n. 380, che non comportino incremento del carico urbanistico, e gli interventi di recupero a fini abitativi del patrimonio edilizio storico nelle forme consentite dagli strumenti urbanistici.
 - f) la realizzazione di parcheggi pertinenziali ai sensi dell'art. 9 della Legge 122/1989, a condizione che non comportino aumento della pericolosità e/o del rischio, inteso quale incremento di uno o più fattori che concorrono a determinarlo, secondo la formulazione di riferimento contenuta nel DPCM 29.09.1998;
 - g) gli interventi di edilizia rurale necessari per la conduzione aziendale consistenti:
 - sub 1) nella nuova realizzazione di strutture di servizio, incluse quelle per le attività di trasformazione dei prodotti aziendali, e nuovi interventi abitativi destinati all'imprenditore a titolo principale non diversamente localizzabili nell'ambito dell'azienda agricola;
 - sub 2) nella ristrutturazione e ampliamento degli edifici esistenti nella misura massima del 30% del volume complessivo di ciascuno di essi;
 - h) manufatti, strutture di assistenza, di servizio e per il ristoro, esclusivamente riferiti ad attività per il tempo libero e la fruizione dell'ambiente, a condizione che si tratti di strutture mobili con misure di allertamento attivate;
 - i) l'installazione di pannelli termici e/o fotovoltaici che non comportino la realizzazione di strutture in elevazione.
3. Lo Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, è richiesto per tutti gli interventi di cui al comma precedente.

Le aree a pericolosità Ps sono normate dall'art. 20 "Scarpate morfologiche (Ps)" delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni gravitativi e processi erosivi", nel quale si riporta quanto segue:

1. Gli Enti Locali provvedono alla corretta trasposizione nei propri strumenti urbanistici delle Scarpate, come definite ai punti 2 e 3 dell'Allegato F alle presenti

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 17 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

norme, nel rispetto delle specifiche di cui al punto 4 dello stesso Allegato e appongono le fasce di rispetto per l'ampiezza stabilita al punto 6 dell'Allegato F alle presenti norme.

2. In corrispondenza delle fasce di rispetto delle Scarpate, sono consentiti esclusivamente gli interventi di cui all'art. 14, gli interventi di cui all'art. 15 comma 1 (ad esclusione dei punti k e m), gli interventi di cui all'art. 16 comma 1 e gli interventi di cui all'art. 17 comma 1 delle presenti norme.
3. La eliminazione delle condizioni di pericolosità costituisce, di fatto, eliminazione dei vincoli derivanti dall'applicazione dei precedenti commi del presente articolo.
4. Per scarpate con fronti consolidati artificialmente, con opere debitamente collaudate, all'interno delle fasce di rispetto, come definite al punto 5 dell'Allegato F alle presenti norme, sono consentiti gli interventi di cui al D.P.R. n. 380/01, art. 3 comma 1 lettere a), b), c), d), f) e gli ampliamenti di edifici esistenti solo per adeguamenti igienico-sanitari, adeguamenti alle normative e premi di cubature, laddove già previsto dallo strumento urbanistico vigente, limitatamente ad un massimo del 20% della volumetria esistente; per detti interventi, ad eccezione di quelli di cui alla lett. f, non è richiesto lo Studio di compatibilità idrogeologica.
5. Per scarpate con fronti inattivi o quiescenti, rivestiti da un manto spontaneo d'essenze arboree stabilizzanti, sono consentiti gli stessi interventi del precedente comma 4 del presente articolo; per detti interventi è richiesto lo Studio di compatibilità idrogeologica.

C'è da ribadire che le interferenze con tali aree vengono superate attraverso la posa in sotterraneo della condotta in progetto tramite tecnologia trenchless, al di sotto dei potenziali piani di scivolamento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 18 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

3

COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA DELL'OPERA CON LE AREE P.A.I.

L'analisi delle interferenze lungo il tracciato dei metanodotti in progetto è stata eseguita valutando la cartografia tematica redatta dall'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro.

Lo studio cartografico ha evidenziato la presenza di alcune aree a Pericolosità frana P3, P2 e Pericolosità di Scarpata Ps, interferenti con i tratti di metanodotto sopra elencati.

Nelle tabelle a seguire si riportano in maniera sintetica i siti oggetto di studio, relativamente ai singoli tratti di metanodotto in cui è stato suddiviso il progetto principale; nello specifico vengono illustrate le sezioni di riferimento, l'ambito comunale di appartenenza, la pericolosità P.A.I., il tipo di frana e la progressiva chilometrica di riferimento per singolo tratto.

Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4''), DP 70 bar (Rif. 20400-PG-PAI-002)

Sito	Sezione	Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche
1	Sez. 1	Paglieta (CH)	Elevata (P2)	----	2+140-2+255
2	Sez. 2	Torino di Sangro (CH)	Molto Elevata (P3)	---	5+065-5+270
3	Sez. 3A	Torino di Sangro (CH)	Elevata (P2)	Frana diffusa superficiale	5+740-5+880
	Sez. 3B	Torino di Sangro (CH)	Elevata (P2) Da scarpata (Ps)	---	5+900-6+180

Tab. 3.A – Tabella riepilogativa aree a pericolosità geomorfologica e sezione di verifica di stabilità

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 19 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Metanodotto c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di Casalbordino DN 100

Sito	Sezione	Comune	Pericolosità	Tipo di frana	Progressive chilometriche
4	Sez. 4A	Sangro (CH) Villalfonsina (CH)	Elevata (P2)	Frana diffusa superficiale	0+150-0+405
	Sez. 4B	Villalfonsina (CH)	Elevata (P2)	Scivolamento rotazionale / traslativo	0+405-0+565

Tab. 3.B – Tabella riepilogativa aree a pericolosità geomorfologica e sezione di verifica di stabilità

I dati geologici-geotecnici e le informazioni litologiche sono stati dedotti, come detto precedentemente, da una accurata campagna di indagini, di seguito sintetizzata:

- sopralluoghi tecnici di verifica con contestuale esecuzione di rilevamento geologico-geomorfologico;
- rilievo topografico di dettaglio dell'areale oggetto di intervento, eseguito con drone UAS;
- esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- esecuzione di Standard Penetration Test (S.P.T.);
- indagini geofisiche di superficie a rifrazione;
- indagini geofisiche di superficie tipo M.A.S.W.;
- prove penetrometriche dinamiche super pesanti (D.P.S.H.);
- prove geotecniche di laboratorio su campioni prelevati.

Le indagini geognostiche puntuali eseguite (sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche dinamiche) hanno consentito di ricostruire il modello geologico e geotecnico dei siti investigati.

Le indagini geofisiche comprendono sia prospezioni sismiche a rifrazione sia prospezioni geofisiche tipo M.A.S.W (Multichannel Analysis of Surface Waves) finalizzate all'individuazione delle caratteristiche elastomeccaniche del sottosuolo.

La distribuzione spaziale delle indagini risulta piuttosto omogenea, con maggiore concentrazione di sondaggi geognostici nelle zone in cui è prevista la realizzazione di trenchless. Nelle aree di studio in cui si dispone delle prove penetrometriche dinamiche (Sito 1), il modello geologico-tecnico è stato ricostruito mediante interpolazione e confronto tra litologie similari presenti in aree di studio vicine. Su ogni profilo topografico ricostruito, vengono riportate le posizioni delle indagini

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 20 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

all'interno della sezione geologica, la cui verticale viene proiettata sulla sezione di riferimento (si vedano "Sezioni Attraversamenti" allegate).

Le indagini sismiche tipo M.A.S.W., previste esclusivamente in corrispondenza di nuove strutture in calcestruzzo, sono successivamente state integrate anche nei siti oggetto di studio, al fine di poter individuare la categoria di sottosuolo.

I profili topografici utilizzati nelle verifiche di stabilità sono stati estrapolati dal modello digitale del terreno ottenuto dal rilievo drone sopra citato.

Le sezioni sono state tracciate lungo le linee di massima pendenza dei versanti, coincidenti con i profili delle trenchless, nei tratti in cui il metanodotto intercetta aree classificate con pericolosità P3, P2 o Ps.

Dal punto di vista litostratigrafico le aree sono caratterizzate prevalentemente da 2-3 strati superficiali poggianti su un orizzonte abbastanza spesso di argille compatte.

Gli strati superficiali presentano una tessitura limosa-argillosa-sabbiosa, talvolta con concrezioni calcaree. È da evidenziare, nel sito 4, la presenza di uno strato sabbioso grossolano con ghiaia e rari ciottoli di spessore contenuto.

Il modello geotecnico, che sta alla base delle verifiche di stabilità di versante, è stato determinato nel rispetto di quanto indicato dalle Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo, all'Allegato E paragrafo 10.13.

La valutazione dei parametri geotecnici è indispensabile per la progettazione del metanodotto e delle opere connesse; la determinazione dei suddetti parametri è stata condotta a partire dagli elaborati geologici progettuali e dai risultati della campagna di indagini eseguita.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.

I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere ottenuti mediante specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e attraverso l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito.

Le verifiche di stabilità sono state svolte sulla scorta di un modello geotecnico di riferimento coerente con i contenuti della relazione geologica e coerente con le sezioni geologiche ricostruite nel progetto definitivo, in corrispondenza delle trenchless.

Per ogni sito oggetto di analisi di stabilità, si è fatto riferimento ad un profilo topografico di dettaglio derivante da rilievo drone, su cui è stato elaborato un modello geotecnico rappresentativo del contesto geolitologico e stratigrafico dell'area. Gli spessori di ogni singolo strato e le relative caratteristiche geotecniche

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 21 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

sono state dedotte dalle risultanze delle indagini dirette (se disponibili) quali sondaggio a carotaggio continuo e prove di laboratorio su campioni indisturbati; nelle aree sprovviste di sondaggi, si è fatto riferimento alle prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. ed alle risultanze delle indagini geofisiche di superficie.

I modelli geotecnici elaborati presentano spessori e litologie abbastanza omogenee, formate prevalentemente da terreni a granulometria fine e, subordinatamente, da orizzonti superficiali a granulometria medio-grossolana; il Sito 4 presenta un modello geotecnico più complesso, caratterizzato in prevalenza da terreni coesivi (n.4 strati) ed un livello intermedio sabbioso grossolano con ghiaia e rari ciottoli.

Nelle tabelle sottostanti, si riportano i modelli geotecnici utilizzati per le verifiche di stabilità.

Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar

Livello	Profondità (m)	Peso di volume (kN/m³)	Coesione (C) (kN/m²)	Angolo di attrito interno (Ø °)
Livello pedogenizzato argilloso-limoso	0,00 – 2,40	18,00	6,00	24,00
Livello limoso-argilloso e sabbioso in matrice limosa (mobilizzato)	2,40 – 6,60	19,00	40,00	15,00
Argille limose compatte	6,60 – >8,00	19,00	36,00	9,00

Tab. 3.A – Modello Geotecnico Sito 1 Sez. 1

Livello	Profondità (m)	Peso di volume (kN/m³)	Coesione (C) (kN/m²)	Angolo di attrito interno (Ø °)
Coltre mobilizzabile	0,00 – 13,00	19,00	25,00	18,00
Limo sabbioso-argilloso ed argilla debolmente limosa	13,00 – 30,00	19,00	37,00	11,00
Argilla grigia	>30,00	19,00	71,00	11,00

Tab. 3.B – Modello Geotecnico Sito 2 Sez. 2

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 22 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Livello	Profondità (m)	Peso di volume (kN/m ³)	Coesione (C) (kN/m ²)	Angolo di attrito interno (Ø °)
Coltre mobilizzabile	0,00 – 5,00	19,00	25,00	18,00
Argilla limoso-sabbiosa con concrezioni calcaree	5,00 – 8,00	19,00	57,00	8,00
Argilla debolmente sabbiosa ed argilla grigia	8,00 – 20,00	19,00	68,00	5,00

Tab. 3.C – Modello Geotecnico Sito 3 Sez. 3A

Livello	Profondità (m)	Peso di volume (kN/m ³)	Coesione (C) (kN/m ²)	Angolo di attrito interno (Ø °)
Coltre mobilizzabile	0,00 – 8,00	19,00	25,00	18,00
Alternanza di limo argilloso e limo sabbioso	8,00 – 12,00	19,00	40,00	10,00
Argilla limoso-sabbiosa con concrezioni calcaree	12,00 – 15,00	20,00	57,00	8,00
Argilla debolmente sabbiosa ed argilla grigia	15,00 – 20,00	20,00	68,00	6,00

Tab. 3.D – Modello Geotecnico Sito 3 Sez. 3B

Metanodotto c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di Casalbordino DN 100

Livello	Profondità (m)	Peso di volume (kN/m ³)	Coesione (C) (kN/m ²)	Angolo di attrito interno (Ø °)
Coltre mobilizzabile	0,00 – 10,00	19,00	60,00	6,00
Argilla limoso-sabbiosa	10,00 – 17,00	19,00	42,00	6,00
Argilla grigia	>17,00	19,00	71,00	8,00

Tab. 3.E – Modello Geotecnico Sito 4 Sez. 4A

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 23 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Livello	Profondità (m)	Peso di volume (kN/m ³)	Coesione (C) (kN/m ²)	Angolo di attrito interno (Ø °)
Coltre mobilizzabile	0,00 – 7,00	19,00	60,00	6,00
Argilla debolmente limosa ed argilla limosa	7,00 – 10,00	19,00	42,00	4,00
Sabbia grossolana con ghiaia e rari ciottoli e sabbia limosa	10,00 – 12,00	19,00	51,00	5,00
Argilla limoso-sabbiosa	12,00 – 20,00	19,00	66,00	6,00
Argilla grigia	>20,00	19,00	71,00	8,00

Tab. 3.F – Modello Geotecnico Sito 4 Sez. 4B

Le prove di laboratorio su campioni indisturbati hanno consentito di assegnare i parametri geotecnici per ogni orizzonte litologico.

Maglia dei centri

Per definire una superficie di scorrimento è stata opportunamente creata una maglia dei centri rettangolare avente un'origine, un passo ed un numero di punti opportunamente dimensionato sia in direzione delle ascisse e sia delle ordinate.

In tutte le verifiche di stabilità eseguite, quindi, è stata opportunamente creata una maglia dei centri, tale da consentire di analizzare molteplici superfici di scorrimento.

In particolare, nelle verifiche eseguite, il suo posizionamento definitivo è stato valutato in funzione del tratto di versante da investigare. Inoltre è opportuno evidenziare che è stato investigato l'intero versante spostando la maglia di volta in volta in modo tale da coprire l'intera sezione anche se nelle sezioni riportate in allegato viene indicata la superficie di scorrimento con fattore di sicurezza minimo e relativa maglia dei centri. Tale assunzione è scaturita dal fatto che i versanti analizzati sono interessati frequentemente da fenomeni franosi localizzati in diverse parti del versante medesimo (parte bassa, media ed alta). Infatti, sulle unità fisiografiche prossime al metanodotto in progetto non sono stati rilevati fenomeni franosi che hanno interessato l'intero versante, in realtà si tratta di versanti dissestati ovvero di fenomeni franosi localizzati, di limitata estensione, che interessano maggiormente la coltre di alterazione.

Inoltre, analizzando preliminarmente la topografia del versante e l'andamento degli strati superficiali, sono state individuate superfici di scivolamento "circolari" e "generiche", aventi un fattore di sicurezza minimo sia in condizioni statiche e sia in condizioni "pseudo-statiche", ossia in caso di sisma.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 24 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Per maggiori dettagli in merito ai modelli geotecnici adottati e i parametri assegnati, si rimanda ai tabulati di calcolo allegati.

Ai sensi della vigente normativa per le costruzioni (N.T.C. 2018), occorre definire i parametri sismici che intervengono nella valutazione delle azioni di progetto. In particolare, vengono definiti i coefficienti sismici orizzontale e verticale da utilizzare nel cosiddetto approccio "pseudo-statico", nel quale le azioni sismiche, per loro natura dinamiche, vengono assimilate ad azioni statiche, di intensità proporzionale alle masse in gioco attraverso i sopra citati coefficienti.

Nelle N.T.C. è definito il Periodo di riferimento per l'azione sismica (V_R), prodotto tra la Vita Nominale (V_N) e la Classe di Uso (C_U) della struttura

$$V_R = V_N \times C_U$$

Per quanto riguarda la Vita Nominale, essa è stata posta pari a 50 anni (Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari); per quanto riguarda la Classe d'Uso, per tutte le aree di studio si è fatto riferimento alla classe IV (Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica), alla quale corrisponde un coefficiente $C_U=2$, per cui si è ottenuto un periodo di riferimento per l'azione sismica pari a 100 anni.

Il Tempo di Ritorno dell'azione sismica (T_R) è definito come il tempo medio che intercorre tra i terremoti che superano un prefissato livello, ed è legato alla Probabilità di Superamento P_{VR} , cioè la probabilità che il livello di azione sismica sia superato, che a sua volta dipende dallo Stato Limite considerato:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento (P_{VR}), cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli Stati Limite (Ultimi e di Esercizio) considerati, sono le seguenti:

- Stato Limite Ultimo di Prevenzione del Collasso (SLC): $P_{VR} = 5\%$
- Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV): $P_{VR} = 10\%$
- Stato Limite di Esercizio di Danno (SLD): $P_{VR} = 63\%$
- Stato Limite di Esercizio di Operatività (SLO): $P_{VR} = 81\%$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 25 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

La Categoria di Sottosuolo, ricavata dalle indagini sismiche di superficie con metodologia M.A.S.W., è risultata uguale per il sito 1, 2 e 3 e corrispondente alla 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 m"; mentre per l'area di studio corrispondente al sito 4 è definita come Categoria C, ossia "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

Analizzando il rilievo topografico di dettaglio è stato possibile valutare le pendenze medie per ogni singola sezione di riferimento; gran parte dei versanti risulta avere pendenze medie inferiori a 15°, ad eccezione del Sito 4, sez 4B, caratterizzato da pendenze leggermente maggiori e quindi una categoria topografica T2 (Pendii con inclinazione media $1 > 15^\circ$).

Per i versanti con pendenze inferiori a 15°, è stata attribuita la categoria topografica T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Si riporta di seguito, in formato tabellare, un riepilogo della caratterizzazione sismica delle aree di studio.

Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar (Rif. 20400-PG-PAI-002)

Sito	Sezione	Progressive chilometriche	Classe d'uso	Vita Nominale	Categoria di Sottosuolo	Categoria Topografica
1	Sez. 1	2+140-2+255	IV	50 anni	E	T1
2	Sez. 2	5+065-5+270	IV	50 anni	E	T1
3	Sez. 3A	5+740-5+880	IV	50 anni	E	T1
	Sez. 3B	5+900-6+180	IV	50 anni	E	T1

Tab. 3.C – Tabella riepilogativa caratterizzazione sismica e sezione di verifica di stabilità

Metanodotto c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di Casalbordino DN 100

Sito	Sezione	Progressive chilometriche	Classe d'uso	Vita Nominale	Categoria di Sottosuolo	Categoria Topografica
4	Sez. 4A	0+150-0+405	IV	50 anni	C	T1
	Sez. 4B	0+405-0+565	IV	50 anni	C	T2

Tab. 3.D – Tabella riepilogativa caratterizzazione sismica e sezione di verifica di stabilità

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 26 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

4 ANALISI DEI RISULTATI E SOLUZIONI PROGETTUALI

Le verifiche di stabilità eseguite sui quattro siti di studio, per un totale di n. 6 analisi, hanno consentito di valutare, in condizioni statiche e sismiche, la stabilità globale del versante, con metodo di Morgenstern-Price (1965) e di Bishop (1955), al fine di avere un confronto tra le analisi, ottenendo risultati simili tra loro.

I calcoli numerici sono stati realizzati su molteplici superfici circolari a raggio variabile ad incremento costante. L'analisi è stata estesa a superfici di scivolamento "circolari", con calcolo automatico della superficie a fattore di sicurezza minimo e "generiche", impostate manualmente all'interno del modello.

I risultati ottenuti possono considerarsi abbastanza accettabili, compatibili con il modello geotecnico ipotizzato e con la morfologia delle aree di studio; nello specifico, nei versanti caratterizzati da pendenze basse e medie (Sito 1, Sito 2 e Sito 3) si ha, in condizioni statiche, un FS_{MIN} maggiore rispetto ai valori minimi imposti, compreso tra 1,46 e 1,58 che interessa anche gli strati più profondi.

Nel Sito 4 ed in particolare nella sezione 4B, caratterizzato da pendenze maggiori e scivolamenti rotazionali/traslativi che interessano gli strati superficiali, si hanno in condizione statiche, valori di FS_{MIN} inferiori a quello imposto, ma comunque pari ad 1 ed interessano solo gli strati superficiali.

Nelle condizioni sismiche non vi è alcuna opera strutturale avente funzioni di consolidamento ed il modello geotecnico di riferimento rimane invariato rispetto alla situazione statica, in quanto l'attraversamento in trenchless non comporta variazioni geotecniche significative.

Relativamente ai Siti 1, 2 e 3, in condizioni sismiche, si ha, ovviamente, una riduzione del fattore di sicurezza minimo calcolato. Tale riduzione comunque, risulta sempre superiore ai valori minimi previsti ed è compreso tra 1,20 e 1,34.

Nel Sito 2, avente pericolosità geomorfologica molto elevata P3, avendo riscontrato la presenza di una superficie di scivolamento con FS_{MIN} pari a 1,20, prossimo al passaggio della condotta, si prevede un leggero approfondimento del corridoio della trenchless, in modo tale da posizionare la tubazione ben al di sotto dei potenziali piani di scorrimento.

Per quanto riguarda, invece, il Sito 4, in condizioni sismiche rimangono le criticità superficiali con FS_{MIN} inferiori ai minimi previsti.

Inoltre, al fine di valutare la stabilità globale dell'opera che decorre all'interno del versante (attraversamento in trenchless), si considerano superfici di scorrimento più estese, ubicate al di sotto ed in prossimità del metanodotto in progetto.

Si ottengono risultati abbastanza accettabili in quanto le superfici di scorrimento passanti all'interno del substrato argilloso, forniscono valori di FS_{MIN} maggiori rispetto ai valori minimi previsti sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche (Figure 4.A e 4.B).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 27 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

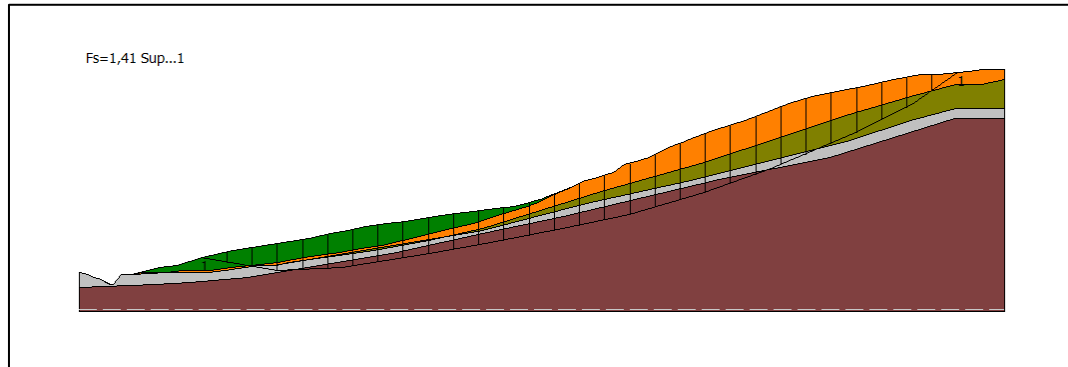


Fig. 4.A – Esempio di analisi in condizioni statiche sulla sezione 4B, con superficie di scivolamento ipotizzata al di sotto della *trenchless*. $FS_{MIN}=1.41$

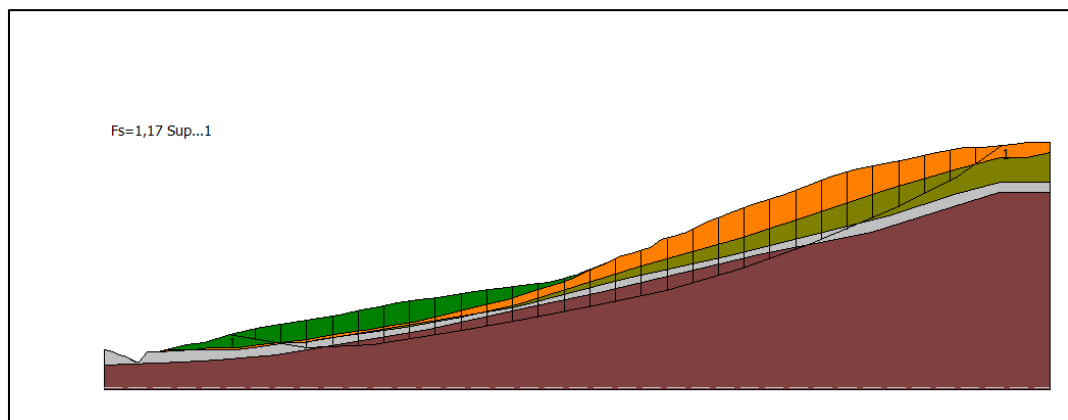


Fig. 4.B – Esempio di analisi in condizioni dinamiche sulla sezione 4B, con superficie di scivolamento ipotizzata al di sotto della *trenchless*. $FS_{MIN}=1.17$

Anche nel Sito 4, relativamente alla sezione 4B, si prevede un approfondimento del corridoio della *trenchless*, passante al di sotto della superficie di scivolamento, al fine di garantire una maggiore stabilità della condotta.

Nei casi in esame, le aree a pericolosità geomorfologica individuate verranno attraversate o in *trenchless*, senza nessuna alterazione dei luoghi interessati dai fenomeni franosi.

Le soluzioni progettuali elencate all'interno degli elaborati specialistici di progetto e riassunte nelle successive tabelle, consistono nella realizzazione di attraversamenti in *trenchless*, ossia una Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). Tale scelta non va a consolidare il movimento franoso, bensì permette la realizzazione dell'opera in totale sicurezza, attestandola negli orizzonti profondi, aventi caratteristiche geotecniche migliori.

Per i versanti caratterizzati da una franosità diffusa con piani di scivolamento collocati ad una certa profondità dal piano campagna si è optato per

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 28 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

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.

Le modalità di trivellazione sono state scelte in seguito ad una campagna di indagini geognostiche e geofisiche, e in funzione di ciò l'attraversamento sarà realizzato con tecnica tipo T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata).

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 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 29 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

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 reggispinta 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.

Nelle tabelle sottostanti si riportano le soluzioni progettuali previste per le aree a pericolosità geomorfologica e sulle quali sono state eseguite le verifiche di stabilità.

Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar (Rif. 20400-PG-PAI-002)

Sito	Sezione	Pericolosità	Progressive chilometriche	Soluzione progettuale
1	Sez. 1	Elevata (P2)	2+140-2+255	Attraversamento in <i>trenchless</i>
2	Sez. 2	Molto Elevata (P3)	5+065-5+270	Attraversamento in <i>trenchless</i>
3	Sez. 3A	Elevata (P2)	5+740-5+880	Attraversamento in <i>trenchless</i>
	Sez. 3B	Elevata (P2) Da scarpata (Ps)	5+900-6+180	Attraversamento in <i>trenchless</i>

Tab. 4.A – Tabella riepilogativa soluzioni progettuali per le aree a pericolosità geomorfologica

Metanodotto c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di Casalbordino DN 100

Sito	Sezione	Pericolosità	Progressive chilometriche	Soluzione progettuale
4	Sez. 4A	Elevata (P2)	0+150-0+405	Attraversamento in <i>trenchless</i>
	Sez. 4B	Elevata (P2)	0+405-0+565	Attraversamento in <i>trenchless</i>

Tab. 4.B – Tabella riepilogativa soluzioni progettuali per le aree a pericolosità geomorfologica

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 30 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

5 CONCLUSIONI

Da un punto di vista geomorfologico i tracciati in progetto intercettano sia versanti da moderatamente a notevolmente acclivi degradanti verso i fondivalle dei corsi d'acqua principali e secondari e sia superfici sub-pianeggianti.

La natura dei sedimenti fa sì che, in determinate condizioni, tali depositi possano muoversi verso il basso generando movimenti gravitativi lungo i versanti.

Relativamente alle interferenze con il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, dalla sovrapposizione della cartografia tematica con gli interventi progettuali previsti si evidenzia che vi sono alcune interferenze con le aree censite a pericolosità geomorfologica, ossia quelle ricadenti all'interno di aree cartografate a pericolosità geomorfologica molto elevata P3 ed elevata P2 e quelle ricadenti Ps (orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia).

Al fine di acquisire il parere dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, è stato effettuato uno studio di analisi e verifica di stabilità globale relativamente alle aree in frana censite nella cartografia P.A.I., interferenti col tracciato di progetto del metanodotto.

La campagna di indagini eseguita a supporto del Progetto Definitivo, ha consentito di effettuare la modellazione geotecnica e sismica dei siti; il rilievo topografico di dettaglio ha permesso l'estrazione dei profili di riferimento, sui quali ricostruire l'intera modellazione dei versanti.

Mediante analisi numerica è stato possibile ottenere dei FS_{MIN} che hanno evidenziato delle criticità superficiali esclusivamente nel Sito 4, ed in particolare nella sezione 4B. È stata, altresì, effettuata l'analisi di stabilità anche ricercando la superficie "generica" estendendo l'analisi al substrato argilloso, interessato dal passaggio della condotta in progetto. I risultati ottenuti mostrano valori del fattore di sicurezza minimo maggiori rispetto ai valori minimi previsti sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

Per quanto riguarda, invece, i Siti 1, 2 e 3 si evidenzia una riduzione dei FS_{MIN} quando si è in condizioni sismiche rispetto a quelle statiche, anche negli strati più profondi, ma comunque superiori a quelli previsti.

Le soluzioni progettuali adottate, quale la realizzazione di attraversamenti in trenchless delle aree in frana, appaiono efficaci ai fini della sicurezza dell'opera all'interno del versante.

Da evidenziare che per il Sito 2 e per la sez. 4B del Sito 4, al fine di aumentare le condizioni di sicurezza, si prevede un leggero abbassamento del corridoio interessato dal passaggio della condotta in progetto.

Complessivamente si può affermare che le opere in progetto sono compatibili con le norme di attuazione del P.A.I. in quanto non aumentano il livello di pericolosità già individuato nella cartografia del P.A.I.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 31 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

Inoltre, l'adozione di soluzioni progettuali, saranno finalizzate sia alla messa in sicurezza dei luoghi e sia alla salvaguardia della condotta.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20400	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. REL-GE0-5402	
	PROGETTO Rifacimento Gasdotto rete di Casalbordino e opere connesse	Pagina 32 di 32	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-013-00-RT-E-5402

6 ALLEGATI E ANNESSI

ALLEGATI

Carta geologica (1:10000)

- NR/20400-PG-CGB-001 Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse "Metanodotto c.t. 9113657 Variante Derivazione Casalbordino-Paglieta-Atessa DN 200 (8"), DP 70 bar"
- NR/20400-PG-CGB-002 Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse "Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar"
- NR/20400-PG-CGB-003 Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse "Metanodotto c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar"

Carta Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I. Frane – I.F.F.I.) (1:10000)

- NR/20400-PG-PAI-001 Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse "Metanodotto c.t. 9113657 Variante Derivazione Casalbordino-Paglieta-Atessa DN 200 (8"), DP 70 bar"
- NR/20400-PG-PAI-002 Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse "Metanodotto c.t. 20903 Diramazione per Casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar"
- NR/20400-PG-PAI-003 Rifacimento Gasdotto Rete di Casalbordino ed opere connesse "Metanodotto c.t. 20904 Nuovo Allacciamento Comune di casalbordino DN 100 (4"), DP 70 bar"

ANNESI

- Annesso 1 – Report indagini geognostiche
- Annesso 2 – Sezioni verifiche di stabilità
- Annesso 3 – Tabulati di calcolo verifiche di stabilità