

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 1 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO
 (Secondo e terzo tratto del
 Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

0	Emissione per Enti	Stroppa	Pedini	Banci	11/02/2022
Rev.	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 2 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	14
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	15
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	18
	4.1 Inquadramento geologico	18
	4.2 Inquadramento geomorfologico	22
	4.3 Inquadramento idrogeologico	23
5	CAMPAGNA GEOGNOSTICA	25
6	INTERFERENZE FRANE-TRACCIATO	26
	6.1 Ipotesi di calcolo	29
	6.2 Analisi frana 3 – profilo 1	30
	6.2.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	30
	6.2.2 Modello geologico	33
	6.2.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità	33
	6.2.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo	36
	6.3 Analisi frana 10 – profilo 2	37
	6.3.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	37
	6.3.2 Modello geologico	41
	6.3.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità	41
	6.3.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo	45
	6.4 Analisi frana 11 – profilo 3	46
	6.4.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	46
	6.4.2 Modello geologico	50
	6.4.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità	50
	6.4.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo	54

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 3 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

7	OPERE DI MITIGAZIONE E RIPRISTINI	55
	7.1 Ripristini Morfologici – Opere di sostegno e consolidamento	55
8	CONCLUSIONI	60
9	ALLEGATI	64
10	ANNESI	65

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" / 8")	Pagina 4 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

1 PREMESSA

La presente relazione di compatibilità idrogeologica riferisce sulle interferenze tra l'opera in progetto e le perimetrazioni delle competenze PAI.

In particolare, l'opera in oggetto, denominata Metanodotto Città Sant'Angelo – Alanno DN 200 (8") DP 60 bar (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Metanodotto Cellino – Pineto – Bussi DN 7" / 8"), consiste nel rifacimento dell'esistente metanodotto Città Sant'Angelo – Alanno, vale a dire, nella realizzazione di una nuova condotta e nella dismissione di quella attualmente in esercizio; essa costituisce il secondo e terzo tratto del Rifacimento del Metanodotto Cellino – Pineto - Bussi DN 7" / 8", compreso nel Piano Decennale di Sviluppo 2021 / 2030 di S.G.I., che una volta completato consentirà la magliatura di una rete a servizio di molteplici utenze (industriali ed autotrazioni) nell'area di Chieti.

Laddove l'asse del tracciato, che presenta una lunghezza in riferimento alla linea principale di circa 43+193 km, interseca movimenti gravitativi si è provveduto ad eseguire la verifica di stabilità del tratto di versante significativo ante e post operam nelle condizioni al contorno più sfavorevoli, prevedendo altresì, ove necessarie, idonee opere di stabilizzazione.

Di seguito si riepilogano brevemente le definizioni e le norme associate alle aree perimetrate con diversi livelli di pericolosità geomorfologica secondo la pianificazione della vigente Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale che recentemente ha assorbito la ex Autorità dei bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo ed Interregionale del fiume Sangro.

Le Norme Tecniche di Attuazione (NdA) dei piani relativi ai suddetti bacini, tuttora vigenti, sebbene distinte dal punto di vista degli elaborati sono rispondenti tra loro nei contenuti e perseguono le stesse finalità individuando classi di pericolosità sulla base di criteri omogenei.

In sintesi le finalità dei piani stralci per l'assetto di idrogeologico sono:

- a) l'individuazione dei dissesti in atto o potenziali;
- b) la definizione delle modalità di gestione del territorio che, nel rispetto delle specificità morfologico-ambientali e paesaggistiche connesse ai naturali processi evolutivi dei versanti, determinino migliori condizioni di equilibrio, in particolare nelle situazioni di interferenza dei dissesti con insediamenti antropici;
- c) la definizione di una politica di prevenzione e di mitigazione del rischio di dissesto di versante attraverso la formulazione di indirizzi e norme vincolanti relative ad una pianificazione del territorio compatibile con le situazioni di dissesto idraulico e la predisposizione di un quadro di interventi specifici, definito nei tipi di intervento, nella priorità di attuazione e nel fabbisogno economico di massima.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 5 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Le aree di versante in condizioni di dissesto sono distinte in base a livelli di pericolosità e di rischio, secondo la procedura definita nel PAI, ed individuate rispettivamente negli elaborati specifici.

Pertanto con riferimento al PAI dell'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro, le aree a pericolosità geomorfologica sono distinte in quattro classi, distinguendole in base a livelli di pericolosità determinati secondo le procedure indicate nella Relazione Generale:

- aree a pericolosità da frana molto elevata (P3);
- aree a pericolosità da frana elevata (P2);
- aree a pericolosità da frana moderata (P1);
- aree a pericolosità da scarpata (Ps);

Nella *Pericolosità P3* sono comprese pressoché tutte le Frane attive, indipendentemente dalla pendenza dei versanti poiché, per definizione, i fenomeni attivi sono potenzialmente i più pericolosi.

Nelle *Pericolosità P2 e P1* sono comprese quasi esclusivamente le Frane quiescenti e inattive secondo la "probabilità" più o meno elevata di riattivazione dei fenomeni, ossia a seconda che i dati sull'acclività e sulla litologia risultino più o meno predisponenti al dissesto. La possibilità di riattivazione delle Frane quiescenti e inattive, e quindi la loro appartenenza alle Pericolosità P2 o P1, è stata stabilita semi quantitativamente sulla base delle distribuzioni dei dati di litologia ed acclività.

Per quanto riguarda i *Processi Erosivi*, le superfici a calanchi e forme simili sono comprese tutte, indipendentemente dal loro Stato di Attività, nella Pericolosità P3 perché questi fenomeni una volta attivati generalmente non conoscono pausa. Al contrario, le superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso e prevalentemente concentrato, fenomeni oggettivamente meno pericolosi, sono comprese nella Pericolosità P2 se attive mentre sono comprese nella Pericolosità P1 se quiescenti o inattive.

Nella Pericolosità *Pscarpate* sono comprese tutte le categorie di "Orli di scarpata" elencate al punto precedente a prescindere dal loro Stato di Attività.

Il territorio in cui non sono stati rilevati indizi di instabilità in atto rappresenta un ipotetico quinto livello di Pericolosità che comprende le aree nelle quali, alla data di redazione del Piano, non è stata riscontrata l'evidenza di fenomeni franosi ed erosivi in qualsiasi Stato di Attività.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 6 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Per le singole categorie di Dissesto è possibile formalizzare quattro Classi di Pericolosità:

- P3 – Pericolosità Molto Elevata. Aree caratterizzate dalla presenza delle seguenti categorie di Dissesto allo stato attivo: versanti vistosamente interessati da deformazione profonda, versanti interessati da deformazioni superficiali lente attive, corpi di frana per crollo e ribaltamento attivi, corpi di frana di genesi complessa attivi, corpi di frana di colamento attivi, corpi di frana di scorrimento traslativo attivi, corpi di frana di scorrimento rotazionale attivi e le superfici a calanchi e forme similari.
- P2 – Pericolosità Elevata. Aree caratterizzate dalla presenza delle seguenti categorie di Dissesto allo stato quiescente o inattivo con alta possibilità di riattivazione: versanti interessati da deformazioni superficiali lente quiescenti e inattive, corpi di frana per crollo e ribaltamento quiescenti e inattivi, superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso e prevalentemente concentrato attive, corpi di frana di genesi complessa quiescenti e inattivi, corpi di frana di colamento quiescenti e inattivi, corpi di frana di scorrimento traslativo quiescenti, corpi di frana di scorrimento rotazionale quiescenti e inattivi.
- P1 – Pericolosità Moderata. Aree caratterizzate dalla presenza delle seguenti categorie di Dissesto allo stato quiescente o inattivo con bassa possibilità di riattivazione: versanti interessati da deformazioni superficiali lente quiescenti e inattive, corpi di frana per crollo e ribaltamento quiescenti e inattivi, superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso e prevalentemente concentrato quiescenti e inattive, corpi di frana di genesi complessa quiescenti e inattivi, corpi di frana di colamento quiescenti e inattivi, corpi di frana di scorrimento traslativo inattivi, corpi di frana di scorrimento rotazionale quiescenti e inattivi.
- Pscarpate – Pericolosità da Scarpate. Aree caratterizzate dalla presenza di Scarpate in qualsiasi Stato di Attività. Per definizione si tratta di aree aventi forma molto allungata il cui lato corto assume un'espressione cartografica del tutto indicativa. Secondo il PAI: *“Sono definite Scarpate le rotture naturali del pendio, di qualsiasi origine e litologia, con angolo (α) maggiore di 45° e altezza (H) maggiore di 2 metri; detti limiti di inclinazione ed altezza non valgono per le Scarpate di Frana attive o quiescenti (di cui al punto 3 dell'allegato F del PAI). Non sono considerate scarpate le pareti artificiali di cava, comprese quelle storiche o dimesse, gli sbancamenti stradali, ecc.”*

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 7 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Ciò detto le Norme di Attuazione al Capo II, l' art. 14 disciplina le aree a pericolosità molto elevata (P3):

1. “ Fermo restando quanto disposto agli art. 9 e 10 del precedente Capo I delle presenti Norme, nelle aree a pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente: a) opere ed interventi finalizzati alla mitigazione del rischio e della pericolosità gravitativa ed erosiva;

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 è quindi vietato:

a) realizzare nuove infrastrutture di trasporto e di servizi (strade, ferrovie, acquedotti, 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;

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 8 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

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 Art.15 e16.

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.”

L'art.16 elenca gli interventi consentiti in materia di infrastrutture pubbliche:

“1. Ferme restando le disposizioni generali per gli interventi non consentiti nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata da dissesti di versante, di cui al precedente art.14, nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente:

a) la manutenzione ordinaria e straordinaria di infrastrutture a rete o puntuali;

b) la ricostruzione di infrastrutture a rete danneggiate o distrutte da calamità idrogeologiche, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n.365/2000;

c) la ristrutturazione delle infrastrutture a rete e/o puntuali, destinate a servizi pubblici essenziali, non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, sempre che siano contestualmente realizzati tutti i lavori di consolidamento e stabilizzazione necessari e solo se detti lavori risultino sufficienti a mitigare il grado di pericolosità al di sotto di quello rilevato nel Piano e produrre un livello di rischio definitivo non superiore ad R2, sulla base dello studio di compatibilità idrogeologica appositamente previsto;

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;

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 9 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

e) i nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse;

f) i nuovi attraversamenti di sottoservizi a rete;

g) gli interventi di allacciamento alle reti principali;

h) opere di urbanizzazione primaria, previste dagli strumenti di pianificazione territoriale/urbanistica (provinciali, comunali, dei consorzi di sviluppo industriali o di altri Enti competenti) o da normative di legge, dichiarate essenziali, non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, sempre ché siano preventivamente realizzati tutti i lavori di consolidamento e stabilizzazione necessari e solo se detti lavori risultino sufficienti a garantire la stabilità dell'opera inserita nel contesto territoriale, che non comportino edificazione di strutture in elevazione di alcun tipo, ad eccezione dei casi strettamente necessari alla funzionalità dell'opera e sempre che siano attivate opportune misure di allertamento.

2. Lo Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, non è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettera a) del presente articolo; è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettere b), c), d), e), f), g) e h) del presente articolo."

L'Art. 17 disciplina le aree a pericolosità elevata (P2):

1. Fermo restando quanto disposto agli art. 9 e 10 del precedente Capo I e dall'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:

a) 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;

b) 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;

c) gli interventi di edilizia rurale necessari per la conduzione aziendale consistenti:

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 10 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

- 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;

d) 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;

e) l'installazione di pannelli termici e/o fotovoltaici che non comportino la realizzazione di strutture in elevazione.

2. Lo Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, è richiesto per tutti gli interventi di cui al comma precedente.”

L'articolo 17 bis tratta la riclassificazione di aree pericolose nella classe a pericolosità moderata (P1):

1. Su singoli dissesti perimetrati come versante interessato da deformazioni superficiali lente quiescenti, di cui all'Allegato G alle presenti norme, a seguito di appropriate indagini tecniche si possono enucleare le porzioni che soddisfano congiuntamente le seguenti condizioni:

- a) Rappresentano coltri del tipo prevalentemente eluviale, come definite nell'Allegato G, di spessore mediamente entro i 2m e localmente entro i 3m;
- b) costituiscono parti di margine, poste nella porzione topograficamente alta, del dissesto cartografato.

Le porzioni enucleate nei limiti di cui all'art.24 comma 4 lettera c delle presenti norme, una volta assentite dall'Autorità di Bacino, assumeranno la classe di pericolosità P1 sulla cartografia del Piano.

La procedura amministrativa che conduce alla nuova classificazione di pericolosità in classe P1, dettata dall'Art. 24 comma 4 lettera c delle presenti norme, prevede che i Comuni sottopongano proposte tecniche all'Autorità di Bacino che esprimerà un parere e, in caso positivo, provvederà alla modifica della cartografia del Piano.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 11 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

2. All'interno di singole aree interessate da dissesto diffuso, di cui all'Allegato H alle presenti norme, a seguito di appropriate indagini tecniche si possono enucleare aree minori che costituiscono porzioni stabili o stabilizzate. Le porzioni enucleate nei limiti di cui dall'Art.24 comma 4 lettera c delle presenti norme, una volta assentite dall'Autorità di Bacino, saranno dalla stessa assegnate alla classe di pericolosità P1 o P0 sulla cartografia del Piano.

La procedura amministrativa che conduce a tale nuova classificazione di pericolosità, dettata dall'Art.24 comma 4 lettera c delle Presenti norme, prevede che i Comuni sottopongano proposte tecniche all'Autorità di Bacino che esprimerà un parere e, in caso positivo, provvederà alla modifica della cartografia del Piano.”

L'articolo 18 illustra la disciplina delle aree a pericolosità moderata (P1):

1. Nelle aree a pericolosità moderata sono ammessi tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale, in accordo con quanto previsto dagli Strumenti Urbanistici e Piani di Settore vigenti, conformemente alle prescrizioni generali di cui all'articolo 9.

2. I Comuni possono valutare la necessità di redazione dello Studio di compatibilità idrogeologica all'interno delle aree perimetrate quali aree a pericolosità moderata (P1).

3. Tutti gli interventi ammessi nelle aree perimetrate a pericolosità moderata da dissesti gravitativi ed erosivi:

- a) sono realizzati con tipologie costruttive finalizzate alla riduzione della vulnerabilità delle opere e del rischio per la pubblica incolumità e, su dichiarazione del progettista, coerentemente con le azioni, le norme e la pianificazione degli interventi di emergenza di protezione civile previste dal presente Piano e dai piani di protezione civile comunali;
- b) sono accompagnati da indagini geologiche e geotecniche, ai sensi del DM 11marzo 1988, estese ad un ambito morfologico o un tratto di versante significativo.

4. Tutti gli interventi ammessi nelle zone delimitate a pericolosità moderata devono essere tali da non comportare aumento della pericolosità e/o del rischio, inteso quale incremento di uno o più dei fattori che concorrono a determinarlo, secondo la formulazione di cui al punto 2.1) del DPCM 29 settembre 1998.

In ultimo gli articoli 19 e 20 trattano le situazioni di pericolo non delimitate nella cartografia del Piano:

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 12 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

“Art. 19 - Cavità sotterranee e grotte carsiche

1. Nell'ambito della cartografia di Piano di cui all'Art. 4 delle presenti norme sono state indicate, con apposito graficismo sulla Carta Geomorfologica le aree caratterizzate dalla presenza di cavità sotterranee conosciute alla data di adozione del Piano.

2. Le aree caratterizzate dalla presenza di questo particolare fenomeno di dissesto non inserite nel Piano saranno perimetrate sulla cartografia di Piano conformemente alle modalità di aggiornamento del Piano indicate al successivo art. 24 punto 4 lett.b.

3. Per queste aree, al manifestarsi di segnali di pericolo o di rischio per l'incolumità delle persone e delle cose, saranno previsti interventi di risanamento, in presenza di risorse finanziarie adeguate, previa realizzazione di apposite indagini finalizzate alla esatta perimetrazione degli ambiti interessati dal fenomeno.

Art. 20 - Scarpate morfologiche (Ps)

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 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 comma1 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; perdetti 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.”

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 13 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Tutto ciò premesso, il presente studio è stato condotto in diverse fasi:

- ricerca bibliografica di tutte le informazioni sul quadro geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico generale;
- analisi delle interferenze fra il tracciato del metanodotto e le frane presenti;
- rilievo geologico e geomorfologico in un intorno significativo delle aree interessate dagli interventi di progetto, mai inferiore a 200 m dall'asse della condotta;
- esecuzione di un'accurata campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche;
- caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica delle aree in frana;
- verifiche di stabilità dei versanti interessati dalle interferenze frane-tracciato in progetto;
- analisi della compatibilità dell'opera in progetto con i movimenti gravitativi esistenti.

Si precisa che lo studio è stato esteso ad un intorno significativo dell'area mappata a rischio dal PAI considerando anche un'evoluzione spazio-temporale dei fenomeni gravitativi valutato durante i sopralluoghi effettuati in loco e sulla base della posizione reciproca dei dissesti e del tracciato di progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 14 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La relazione è stata redatta in ottemperanza alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato nella G.U. del 20.02.2018 n.42.
- Norme Tecniche di Attuazione ed allegati Tecnici del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" / 8")	Pagina 15 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il progetto denominato “Metanodotto Città Sant’Angelo – Alanno (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Metanodotto Cellino – Pineto – Bussi DN 7" / 8”)” prevede la realizzazione delle seguenti opere (Fig. 3-1):

Linea principale in progetto:

Metanodotto Città Sant’Angelo – Alanno DN200 (8”), DP 60 bar, MOP 12 bar, di lunghezza pari a 43,193 km circa.

Nodi in progetto:

- n. 15 punti di intercettazione di linea (PIL);
 - n. 11 punti di intercettazione di derivazione importante (PIDI);
 - n. 1 punto di intercettazione semplice con stacco da linea (PIDS);
 - n. 1 impianto di riduzione e misura (HPRS)
- Nota: n.1 PIDI, n.1 PIL e n.1 HPRS sono concentrati all’interno di una stessa area impiantistica

Ricollegamenti in progetto:


- Ricollegamento NODO 6420 (PIDA Real Aromi III Sud) DN 50 (2”), DP 60 bar, MOP 12 bar, di lunghezza 10 m;
- Ricollegamento NODO 6415 (PIDA Martina Gas) DN 100 (4”), DP 60 bar, MOP 12 bar, di lunghezza 9 m;
- Ricollegamento NODO 6450 (PIDA Marconi Asfalti) DN 50 (2”), DP 60 bar, MOP 12 bar, di lunghezza 21 m;
- Ricollegamento NODO 6446 (PIDA Imalai) DN 50 (2”), DP 60 bar, MOP 12 bar, di lunghezza 62 m;
- Interconnessione Met. Moscufo - Pescara DN 300 (12”), DP 70 bar, MOP 70 bar di lunghezza 103 m;
- Ricollegamento NODO 6520 (Cabina di Farsura) DN 100 (4”), DP 60 bar, MOP 12 bar di lunghezza 915 m (fondellato);
- Ricollegamento NODO 6545 (PIDA Auchan) DN 100 (4”), DP 60 bar, MOP 12 bar, di lunghezza 108 m;
- Ricollegamento Utenza SOPEA DN 50 (2”), DP 60 bar, MOP 12 bar, di lunghezza 33 m.

Linea principale in dismissione:

Metanodotto esistente Città Sant’Angelo - Alanno DN 175 (7”), MOP 12 bar, di lunghezza pari a 40,940 km circa.

Nodi in dismissione:

- n. 1 punto di intercettazione con discaggio di allacciamento (PIDA);

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 16 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

- n. 22 punti di intercettazione di linea (PIL);
- n. 2 punto di intercettazione di derivazione importante (PIDI);
- n. 2 punto di intercettazione di derivazione semplice (PIDS);
- n. 1 spurgo.

Ricollegamenti in dismissione:

- Dismissione collegamento NODO 6420 (PIDA Real Aromi III Sud) DN 50 (2"), MOP 12 bar, di lunghezza 2 m;
- Dismissione collegamento NODO 6415 (PIDA Martina Gas) DN 100 (4"), MOP 12 bar, di lunghezza 4 m;
- Dismissione collegamento NODO 6450 (PIDA Marconi Asfalti) DN 50 (2"), MOP 12 bar, di lunghezza 6 m;
- Dismissione collegamento NODO 6444 (PIDS Imalai) DN 50 (2"), MOP 12 bar, di lunghezza 17 m;
- Dismissione collegamento NODO 6446 (PIDA Imalai) DN 50 (2"), MOP 12 bar, di lunghezza 4 m;
- Dismissione collegamento NODO 6545 (PIDA Auchan) DN 100 (4"), MOP 12 bar, di lunghezza 1 m;
- Dismissione collegamento Utenza Sopea DN 50 (2"), MOP 12 bar, di lunghezza 19 m.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 17 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

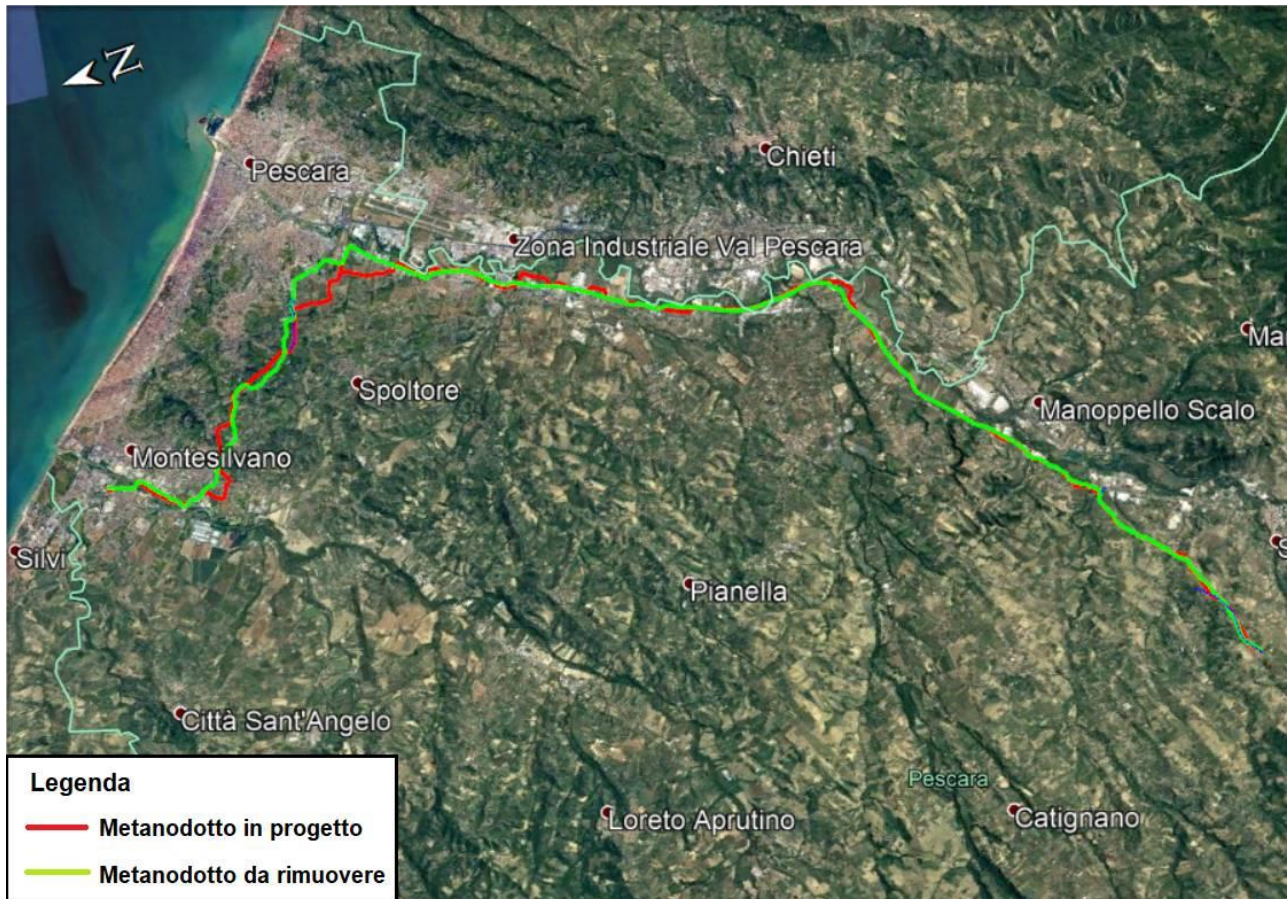


Fig. 3-1 – Foto aerea dell'area di studio con indicate le opere in progetto e in dismissione (immagine estratta da Google Earth)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 18 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

4.1 Inquadramento geologico

L'attuale assetto geologico-strutturale dell'Abruzzo ed in particolare del settore interessato dalle opere in progetto e in dismissione, è caratterizzata dalla presenza della successione silicoclastica del Pliocene medio – Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano), dalle formazioni del Pliocene Superiore – Pleistocene inferiore di Cellino e della formazione messiniana delle Argille del Cigno (Fig. 4-1; CRESCENTINI, 1971; SCISCIANI et al., 2000; CALAMITA et al., 2002) e Fig. 4-2.

I depositi affioranti corrispondono alla successione silicoclastica del Pliocene Superiore – Pleistocene inferiore appartenenti alla formazione di Mutignano che si trova in concordanza stratigrafica al di sopra dei depositi del pliocene medio-superiore (DONZELLI, 1977; CRESCENTINI 1971; CASENDI et alii, 2002; CANTALAMESSA et alii, 1986; SCISCIANI et alii, 2000; CALAMITA et alii, 2002).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" / 8")	Pagina 19 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

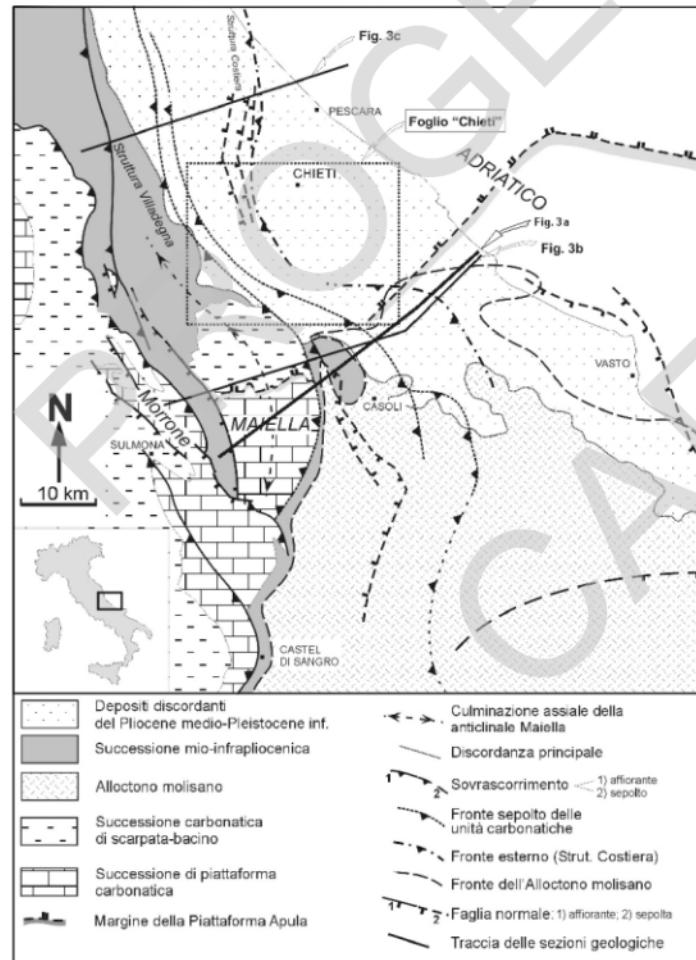


Fig. 4-1 Schema strutturale del settore esterno Abruzzese

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 20 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

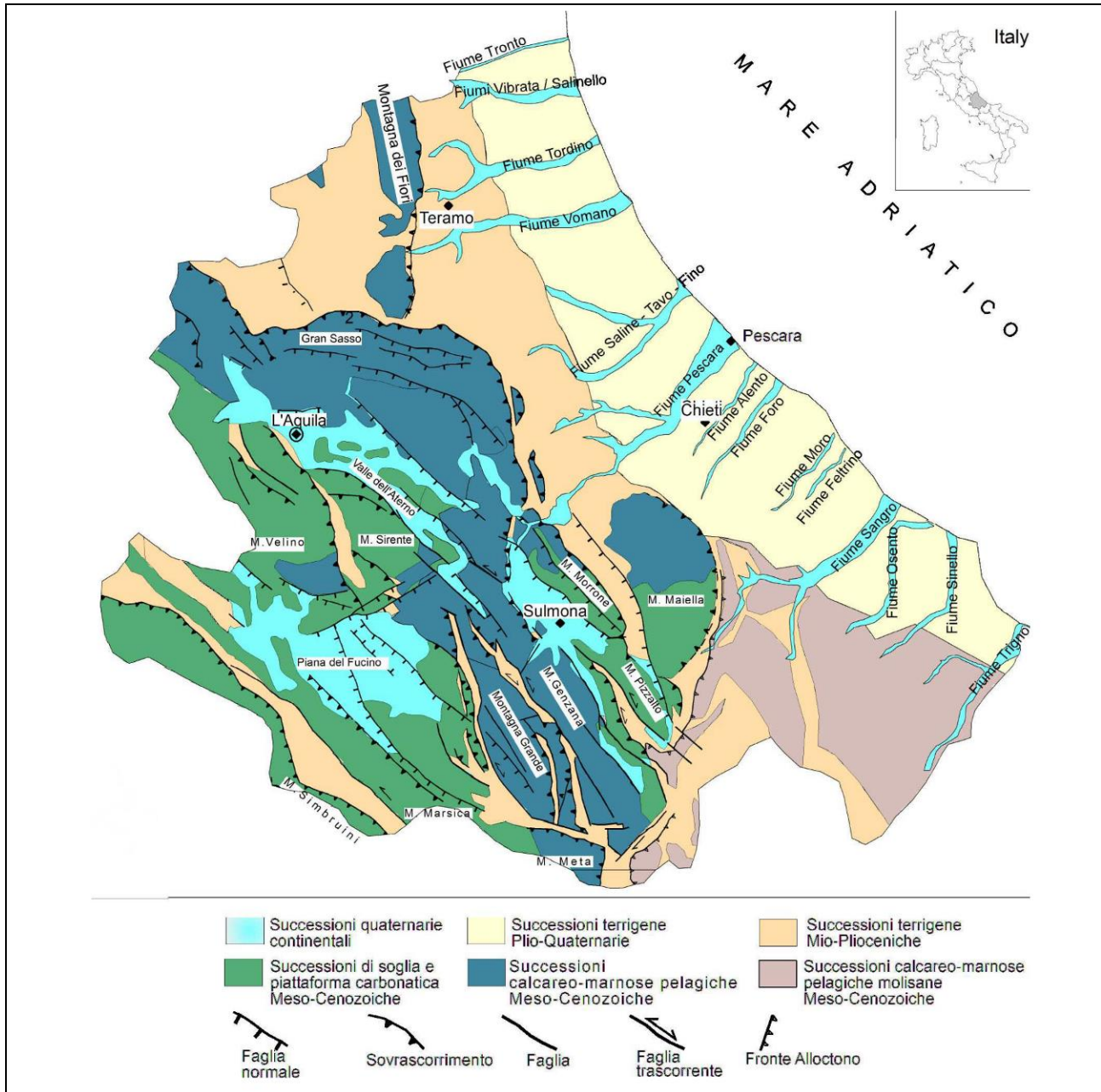


Fig. 4-2 - Assetto geologico-strutturale dell'Abruzzo (da Guide Geologiche-Regionali – Abruzzo, vol. 10)

Dai dati di sottosuolo, è possibile riconoscere, dal punto di vista strutturale, la presenza di alcuni allineamenti. Muovendosi da O verso E si individuano:

- 1) L'allineamento strutturale Villadegna-Cellino si sviluppa ad est del Flysch di Teramo (BRAMBATI, 1969; GHISSETTI et alii, 1994) e comprende una successione sedimentaria che va dai carbonati pelagici meso-cenozoici ai depositi silicoclastici del Pliocene inferiore;

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 21 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

tale struttura, sul fianco esterno, è caratterizzata da terminazioni onlap dei terreni del Pliocene medio e superiore appartenenti al Bacino di Atri e rappresenta l'allineamento strutturale più interno (CRESCENTI et alii, 1980; CASNEDI, 1991a,b).

2) Il Bacino di Atri, corrispondente al depocentro principale posto fra l'anticlinale Villadegna-Cellino e la Struttura Costiera (CRESCENTI et alii, 2004); in tale depocentro si registra il massimo sviluppo della successione silicoclastica relativa al Pliocene inferiore e medio.

3) La Struttura Costiera, delimitante ad est il Bacino di Atri, rappresenta il fronte esterno della catena ed è costituita da un sistema di anticlinali orientate in direzione N-S e NNW-SSE che corrono circa parallele alla linea di costa al di sotto della copertura sedimentaria recente. Tali strutture, a differenza del fronte deformativo più interno, sono caratterizzate da un livello di scollamento superficiale, corrispondente alle evaporiti messiniane e solo la copertura silicoclastica pliocenica risulta deformata (CASNEDI & SERAFINI, 1994). Faglie normali di età messiniano-pliocenica interessano la rampa d'avampaese adriatica al di sotto della Struttura Costiera (CALAMITA et alii, 2001; CARRUBA, 2001; MILIA, 2002; CRESCENTI et alii, 2004).

4) L'avampaese Adriatico si estende ad est della Struttura Costiera e risulta solo marginalmente deformato durante la fase finale dell'evoluzione plio-pleistocenica; esso si sviluppa principalmente nel settore off-shore. Discontinuità stratigrafiche, successioni sedimentarie via via più condensate e onlap in progressiva migrazione verso est caratterizzano questo settore, delimitato ad ovest dalla Dorsale Medio Adriatica.

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche geologiche delle aree attraversate dalle opere in progetto si rimanda alla relazione specifica Doc. "5718-001-P-RT-D-0007".

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 22 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

4.2 Inquadramento geomorfologico

L'assetto morfologico dell'area attraversata dal metanodotto in progetto è il risultato dell'interazione di numerosi e svariati processi, sia di tipo climatico sia di tipo tettonico, che nel tempo hanno modellato il paesaggio mostrando oggi una notevole varietà di forme. Un ruolo fondamentale nella costituzione del paesaggio è giocato dalle caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni affioranti ed in particolare dall'evoluzione dell'asta fluviale del fiume Saline e del fiume Pescara.

L'orografia del territorio è quella tipica della fascia pedemontana e costiera periadriatica. Essa è caratterizzata da un paesaggio collinare lentamente degradante verso NE, modellato nelle successioni argilloso-sabbiose-conglomeratiche plio-pleistoceniche e da una piana costiera di ampiezza variabile fino a 1-2 km.

I rilievi collinari presentano morfologia eterogenea e le quote variano da un massimo di circa 320m s.l.m a pochi metri s.l.m. nelle zone vallive.

I rilievi collinari attraversati dal metanodotto in progetto sono dissecati dalle valli dei fiumi principali di tipo conseguente (f. Saline e F. Pescara); esse si sviluppano in direzione SO-NE dai margini della catena appenninica, trasversalmente ad essa, fino alla costa adriatica. Le valli dei corsi d'acqua minori si sviluppano in direzione ONO-ESE o in direzione NO-SE.

La prima parte del tracciato del metanodotto in progetto attraversa rilievi collinari allungati in direzione da O-E a ONO-ESE, parallelamente alle valli. La sommità dei rilievi digrada da oltre 300 m verso ovest (Mutignano, Città Sant'Angelo) fino a 200 m (Silvi). La carta dell'acclività mostra una distribuzione delle pendenze molto articolata; si osservano versanti con pendenza fino a oltre 60% e sommità generalmente poco pendenti o subpianeggianti, che caratterizzano rilievi tipo mesa.

La seconda parte del tracciato del metanodotto in progetto, compresa tra il Fiume Tavo-Saline ed il Fiume Pescara, presenta rilievi allungati in due direzioni principali perpendicolari tra loro (SO-NE e NO-SE). Le pendenze riscontrate si attestano intorno al 20-40%.

La seconda parte del tracciato percorre la valle del fiume Pescara, subpianeggiante, mentre il tratto terminale risale lungo le colline nel comune di Alanno che fino a raggiungere una quota massima di circa 350m s.l.m. Le pendenze si attestano attorno a 30% massimo anche se i versanti circostanti raggiungono pendenze anche più elevate.

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche geomorfologiche delle aree attraversate dalle opere in progetto si rimanda alla relazione specifica Doc. "5718-001-P-RT-D-0007".

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 23 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

4.3 Inquadramento idrogeologico

Il tracciato di progetto del metanodotto si sviluppa nella prima parte nell'ambito della pianura alluvionale del Fiume Saline e successivamente, per gran parte del suo sviluppo, sulla sinistra idrografica del Fiume Pescara, interessando prevalentemente depositi alluvionali, recenti e terrazzati.

Gli acquiferi di subalveo dei fiumi adriatici, come il Saline e il Pescara, costituiscono una fonte di approvvigionamento idrico di notevole importanza, sia a scopo idropotabile che produttivo.

Ciò a causa dell'assetto idrogeologico delle pianure alluvionali, dei costi moderati per la captazione delle acque dagli acquiferi di subalveo e della loro elevata potenzialità idrica.

L'area collinare adriatica è infatti costituita principalmente da litotipi argillosi e argilloso marnosi plio-pleistocenici, con alternati nella sequenza corpi arenacei di spessore decametrico. Solo in questi corpi arenacei sono presenti modesti acquiferi che alimentano sporadiche sorgenti caratterizzate da portate raramente superiori ad 1 l/s.

Gli acquiferi delle pianure, alimentati dalle acque fluviali appenniniche, sono pertanto l'unica fonte di approvvigionamento idrico dell'area collinare e costiera adriatica.

Le acque di questi acquiferi, anche se altamente vulnerabili e attualmente interessate da fenomeni di inquinamento, hanno un ruolo fondamentale nell'approvvigionamento idropotabile dei centri abitati collinari e costieri e per l'attività produttiva dell'area adriatica (NANNI & VIVALDA, 1998).

In particolare le pianure alluvionali dei Fiumi Saline e Pescara, nei loro tratti conclusivi, poggiano sopra un substrato rappresentato da sedimenti pelitici plio-pleistocenici del bacino abruzzese; nella successione plio-pleistocenica sono a volte presenti livelli e corpi lenticolari arenaceo-conglomeratici che vengono a contatto con i depositi alluvionali costituendone, per tratti di limitata estensione, il substrato dell'acquifero di subalveo. Nel complesso quindi il substrato si può considerare costituito prevalentemente da depositi argillosi e argillo-marnosi.

Nell'area esaminata l'alveo è generalmente impostato su depositi alluvionali e soltanto in alcuni casi incide il substrato, assumendo inoltre configurazioni differenti a seconda dei tratti. L'aspetto dell'alveo fluviale del Fiume Pescara è modificato enormemente dalle opere antropiche realizzate su di esso con conseguenti diminuzioni di portata. In corrispondenza della foce la realizzazione del porto-canale di Pescara ha richiesto la rettificazione di alcuni tratti del corso fluviale. Queste opere hanno pertanto modificato fortemente sia la dinamica fluviale, sia gli ambienti ad essi collegati, sia i rapporti tra fiume e falda.

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche idrogeologiche delle aree attraversate dalle opere in progetto si rimanda alla relazione specifica Doc. "5719-001-P-RT-D-0012".

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 24 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

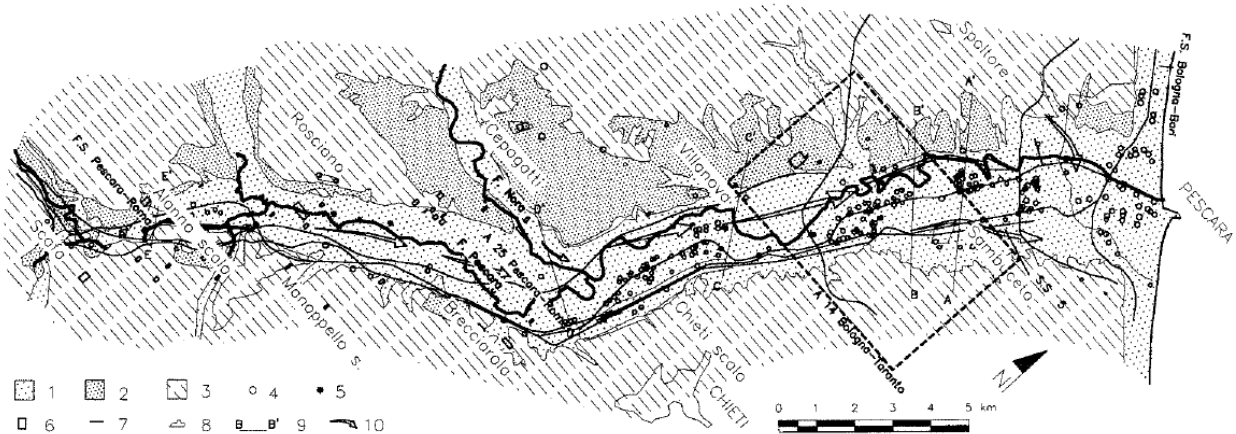


Fig. 4.3: Carta Idrogeologica della pianura del Fiume Pescara. 1) Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali dei terrazzi bassi (Pleistocene sup.-Olocene); 2) Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali dei terrazzi alti (Pleistocene inf.-medio); 3) Complesso idrogeologico dei depositi argilloso-marnosi con intercalati corpi arenaceo-pelitici (Plio-Pleistocene); 4) Produttori reali e potenziali di inquinanti; 5) Discariche; 6) Cave; 7) Infrastrutture a rete; 8) Centri abitati; 9) Tracce di sezioni geologiche; 10) Assi di drenaggio principali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 25 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

5 CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Ai fini della progettazione, nonché per lo sviluppo di studi specialistici, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche, articolata tra indagini geologiche/geotecniche, indagini geofisiche e prova di laboratorio geotecniche (per i campioni prelevati), finalizzata, oltre che alla ricostruzione litostratigrafica ed all'assetto idrogeologico locale, anche alla verifica ed alla definizione di alcuni fenomeni d'instabilità presenti lungo il tracciato.

Le indagini sono state eseguite al fine di acquisire elementi utili per la ricostruzione sia del modello geologico sia geotecnico dei terreni in corrispondenza delle aree di interesse progettuale, quali: attraversamenti delle principali infrastrutture viarie, dei corsi d'acqua, delle aree dove è prevista la realizzazione di impianti di linea relativi alla condotta in progetto e di tutte quelle aree in dissesto censite lungo il tracciato.

In particolare, per quanto concerne le indagini geofisiche (sismica a rifrazione, tomografie elettriche), le stesse vengono proposte per integrare le risultanze puntuali emerse dai sondaggi, mentre per definire la velocità delle onde di taglio verticali V_s dei primi 30 m di profondità (V_{seq}) sono state effettuate prove M.A.S.W necessarie per la classificazione sismica dei differenti terreni secondo la normativa vigente (NTC 2018).

Elenco e tipologia delle indagini geognostiche, geofisiche, penetrometriche, prove di laboratorio e i risultati di tali indagini, sono riportati nella SPC. 5719-001-P-RT-D-0013.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 26 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

6 INTERFERENZE FRANE-TRACCIATO

Nella Tab. 6-1 vengono riportate le interferenze fra il tracciato del metanodotto e le opere connesse ricadenti all'interno del territorio di competenza delle Autorità di Bacino ed i movimenti gravitativi cartografati dal PAI e dal progetto IFFI dell'ISPRA. I dati raccolti sono stati opportunamente controllati tramite rilevamento geologico-geomorfologico eseguito alla scala 1:10.000 da cui sono scaturite mappature in certi casi diverse da quelle PAI e decisamente più cautelative.

COMUNE	PERICOLOSITÀ	TIPOLOGIA DI FRANA	STATO DI ATTIVITÀ	PROGRESSIVE CHILOMETRICHE	METODOLOGIA DI ATTRAVERSAMENTO
Città S. Angelo	Pscarpate	Frattura di trazione	Attivo	0+165	Scavo a cielo aperto
	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Non attivo	Da 4+875 a 4+980	Scavo a cielo aperto
Montesilvano	P2	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente	Da 5+455 a 5+760	Trenchless
	Pscarpate	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana	Non attivo	7+350	Trenchless
	Pscarpate	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	Quiescente	8+930	Scavo a cielo aperto
	Pscarpate	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	Quiescente	36+570	Scavo a cielo aperto
	Pscarpate	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	Non attivo	36+695	Scavo a cielo aperto
	Pscarpate	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	Non attivo	36+830	Scavo a cielo aperto
	Pscarpate	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana	Quiescente	40+765	Trenchless
	P2	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	Quiescente	Da 42+220 a 42+270	Trenchless
	P2	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente	Da 42+350 a 42+535	Trenchless

Tab. 6-1 Interferenze con aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. relative al metanodotto in rifacimento

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 27 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

COMUNE	PERICOLOSITÀ	TIPOLOGIA DI FRANA	STATO DI ATTIVITÀ	PROGRESSIVE CHILOMETRICHE
Montesilvano	P3	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	Attivo	Da 5+745 a 5+755
	Pscarpate	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana	Non attivo	6+295
	Pscarpate	Fascia di rispetto scarpata	-	Da 6+555 a 6+595
Alanno	Pscarpate	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	Quiescente	37+400
	P2	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	Quiescente	Da 39+815 a 39+835
	P2	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente	Da 39+925 a 40+150

Tab. 6-2 Interferenze con aree a pericolosità geomorfologica cartografate nel P.A.I. relative al metanodotto in dismissione

Per valutare la compatibilità dell'opera in progetto con l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi, nelle aree a pericolosità da scarpata (Ps), le interferenze individuate con il metanodotto in progetto possono essere ritenute indirette, laddove la posa della condotta è prevista in sotterraneo, mediante metodologia trenchless (Interferenze 4 e 9, v. Tab. 6-1).

Nei casi in cui il tracciato in progetto interferisce con orli di scarpata il cui superamento è previsto con scavo a cielo aperto, si evidenzia che:

- in corrispondenza dell'interferenza n.1, classificata come una frattura di trazione, dai rilievi in campo, non sono emersi elementi che riconducono a quanto censito dal P.A.I., poiché trattasi di un'area fortemente antropizzata;
- in corrispondenza delle restanti interferenze (n. 5, 6, 7, 8), gli scavi sono di limitata estensione e a carattere temporaneo, inoltre il fronte di scavo verrà protetto

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 28 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

mediante apprestamenti che limiteranno l'esposizione dell'area processi locali di instabilità.

Per quanto concerne le aree a pericolosità elevata P2 (interferenze n. 3, 10 e 11), interferite dal metanodotto in progetto, è stata eseguita la verifica di stabilità del tratto di versante significativo, in accordo con quanto indicato nel comma 3 dell'art. 10 delle NtA del PAI.

Come noto l'analisi di stabilità consiste nella ricerca della eventuale superficie di scorrimento più svantaggiosa, con l'individuazione delle zone a "resistenza" minore. La potenziale superficie di scorrimento viene ricostruita in funzione della geometria del pendio, delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sottosuolo e dei coefficienti sismici, come previsto dalle NTC 2018. Le verifiche effettuate riguardano la stabilità globale del versante, e sono state eseguite sulla sezione più cautelativa dal punto di vista della sicurezza, rappresentata dalla direzione di massima pendenza del sito (condizione più sfavorevole) e/o dalla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Tutte le analisi sono state eseguite in corrispondenza dei tratti di versante interessati dagli interventi in progetto. Tali elaborazioni sono state eseguite utilizzando il programma *Stap 16.0*, prodotto dalla "Aztec Informatica", un programma per l'analisi di stabilità dei pendii in terra con i metodi dell'Equilibrio Limite (Fellenius, Bishop, Janbu, Bell, Sarma, Spencer, Morgenstern e Price, Maksimovic, GLE). Il software consente di analizzare superfici di rottura circolari, a spirale logaritmica e di forma generica, in presenza di falda, sisma e terreno pluristratificato. Le caratteristiche geometriche del pendio, gli elementi ad esso connessi (sovraccarichi, opere di sostegno, sollecitazioni sismiche) e i parametri geotecnici del terreno possono essere inseriti e modificati all'interno dell'area di lavoro. L'analisi di stabilità è stata condotta per processi deformativi connessi con superfici di scorrimento circolari e generiche, sia in termini di tensioni totali che efficaci, con diversi metodi di letteratura.

Pertanto sono stati valutati dei raggi di curvatura variabili che generalmente possono essere rappresentativi di fenomeni gravitativi a diversa scala: raggi di curvatura elevati che racchiudono buona parte del corpo di frana approssimano colamenti o scivolamenti traslazionali; raggi di curvatura ridotti approssimano scivolamenti rotazionali o fenomeni di instabilità localizzati.

L'analisi per superficie generica si basa sul presupposto che eventuali scivolamenti coinvolgono la porzione stratigrafica maggiormente detensionata per effetto delle condizioni di frana rilevate, per cui, partendo dalla linea di contatto delle due diverse unità

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 29 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

geotecniche individuate, è stato analizzato il fattore di sicurezza facendo variare lo spessore man mano coinvolto.

Nello specifico (cfr. *Annessi 1, 2, 3, 4 e 5 al presente elaborato*) i fattori di sicurezza minimi sono stati ottenuti in corrispondenza della superficie generica impostata al contatto fra i litostrati, *in virtù del considerevole volume di terreno coinvolto*.

Tale condizione, seppur cautelativa, definisce il limite a cui tenderebbero eventuali fenomeni gravitativi con approfondimento delle superfici di scivolamento e che potrebbero interessare il pendio anche in fase successive.

6.1 Ipotesi di calcolo


L'analisi di stabilità consiste nella ricerca della superficie di scorrimento rilevata o verosimilmente riscontrabile nel pendio di studio o che potrebbe svilupparsi in funzione della natura geologica – geomorfologica dell'area con l'individuazione delle zone a "resistenza" minore, al fine di confrontare il fattore di sicurezza espresso con quello richiesto dalla normativa vigente.

La potenziale superficie di scorrimento viene ricostruita in funzione della geometria del pendio, delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sottosuolo e dei coefficienti sismici, come previsto dalle NTC del 2018.

Il Fattore di Sicurezza minimo ritenuto accettabile per garantire le condizioni di sicurezza dei versanti interessati dalla realizzazione del progetto, in considerazione del buon livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato, è pari a **1,2 in condizioni sismiche (1,1 in condizioni statiche)**, come visibile nella seguente Tab. 6-3:

Valori del Fattore di Sicurezza e stabilità dei versanti		
$F_s < 1$ <i>Versante instabile</i>	$1 < F_s < 1,2$ <i>Versante in precaria stabilità</i>	$F_s \geq 1,2$ <i>Versante stabile in condizioni sismiche</i>

Tab. 6-3 Valori del Fattore di Sicurezza correlati alla stabilità dei versanti

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 30 di 65	Rev. 0


Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

6.2 Analisi frana 3 – profilo 1

6.2.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica

Il sito in esame ricade nel settore meridionale del comune di Montesilvano, in provincia di Pescara, in particolare in località Montesilvano Colle, dove le opere in progetto risalgono il versante occidentale del rilievo, caratterizzato da movimenti gravitativi censiti dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico della regione Abruzzo, classificati come corpi di frana a scorrimento rotazionale con pericolosità elevata (P2), stato quiescente (Fig. 6.1) ed interferiti dalla condotta nel tratto compreso tra il km 5+455 e il km 5+760.

Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano i depositi afferenti alla formazione di Mutignano ed in particolare le due associazioni conglomeratica (FMTd) e pelitico-sabbiosa (FMTc, Fig. 6.2), caratterizzate rispettivamente da sabbie e arenarie di colore giallastro frequentemente bioturbate e alternanze a dominante pelitica di argille limose grigio-giallastre e sabbie. Dal punto di vista geomorfologico, il versante attraversato dalla condotta in oggetto risale il versante occidentale di un rilievo le cui pendenze sono comprese tra 5° e 30°. Il movimento franoso si imposta a quote comprese tra 60 e 160 m s.l.m.. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da media permeabilità, il substrato argilloso presenta un grado di permeabilità molto basso. Dai sondaggi eseguiti nell'area (SH06 e SH07) risulta la presenza di falda a profondità variabili comprese tra 9,50 m e 37,60 m dal piano campagna, in corrispondenza dei livelli con contenuti sabbiosi maggiori (Fig. 6.3).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 31 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

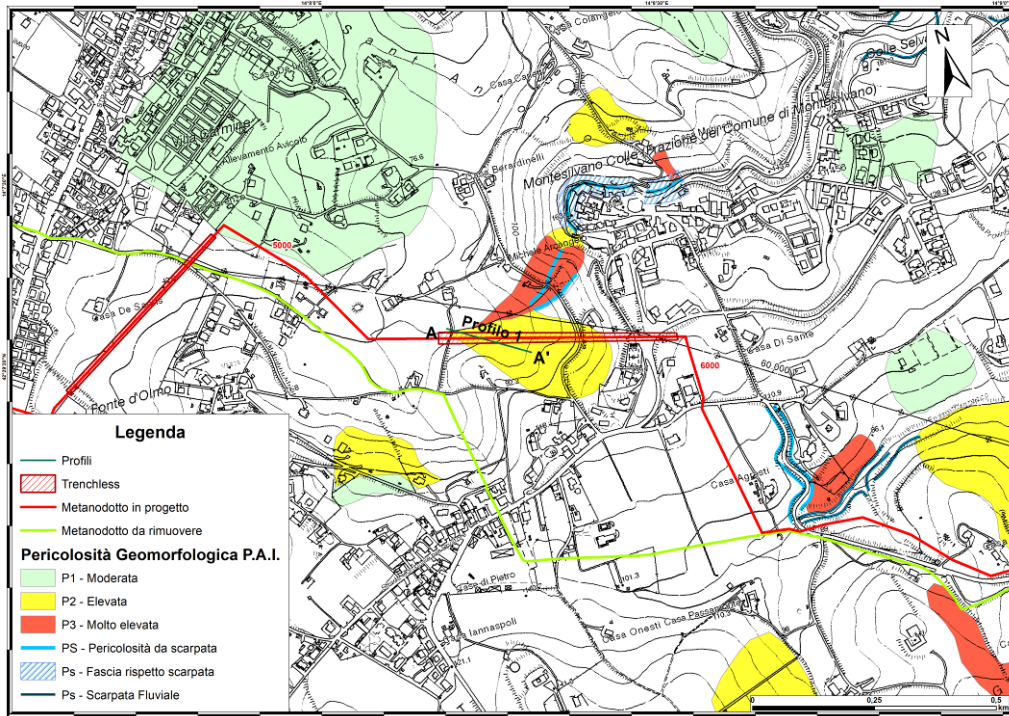
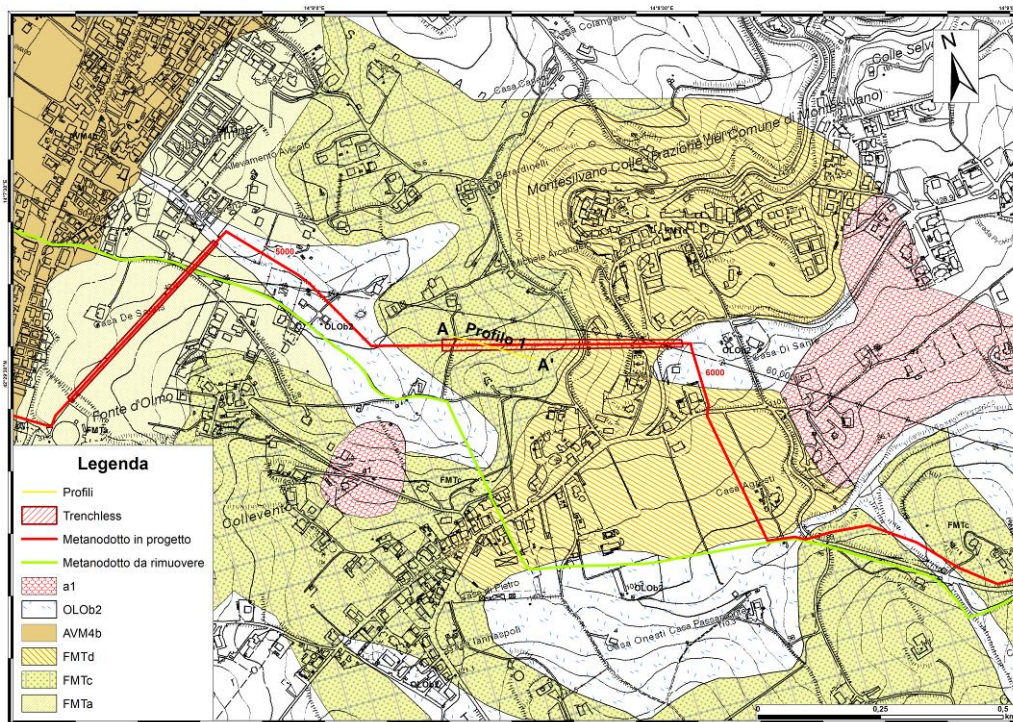


Fig. 6.1: Stralcio carta della pericolosità geomorfologica P.A.I. (da km 5+455 a km 5+760)



	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 32 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Fig. 6.2: Stralcio della carta geologica - geomorfologica (da km 5+455 a km 5+760)

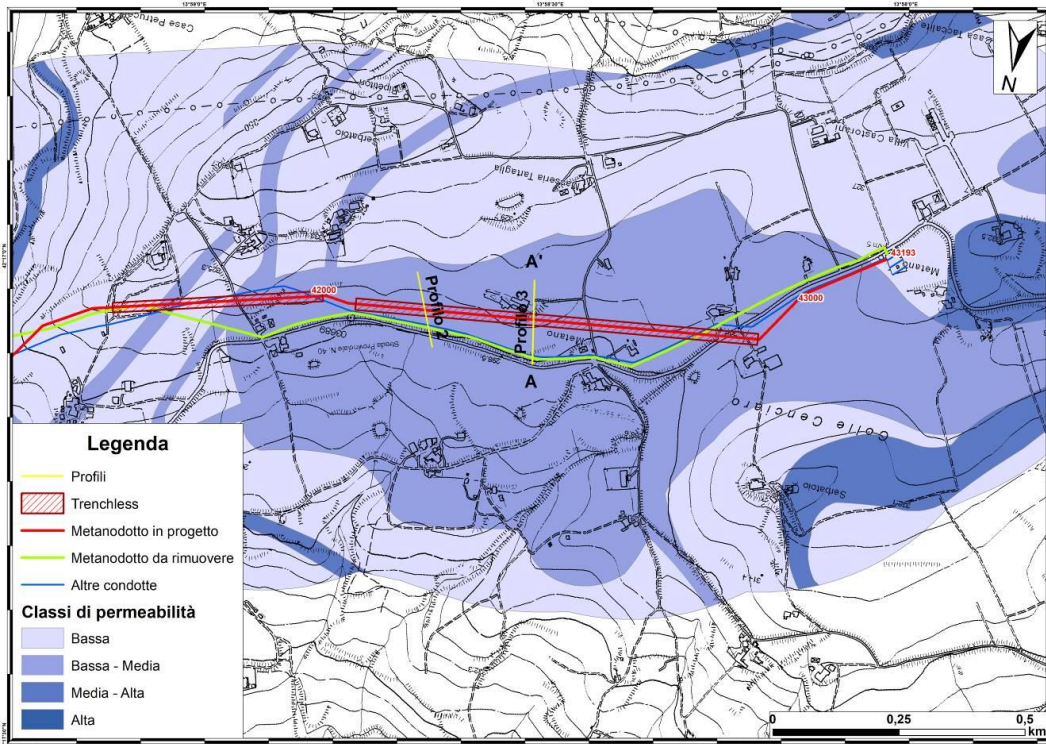


Fig. 6.3: Stralcio della carta idrogeologica (da km 5+455 a km 5+760)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 33 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

6.2.2 Modello geologico

Per la verifica di stabilità della frana 3 è stato analizzato il profilo 1 tracciato secondo la linea di massima pendenza del pendio.

Dalla campagna geognostica condotta è stata definita la successione stratigrafica che rileva un corpo di frana (quiescente) con spessori fino a 15 – 20 m costituito dal limo argilloso sovrastante l'argilla marnosa di base.

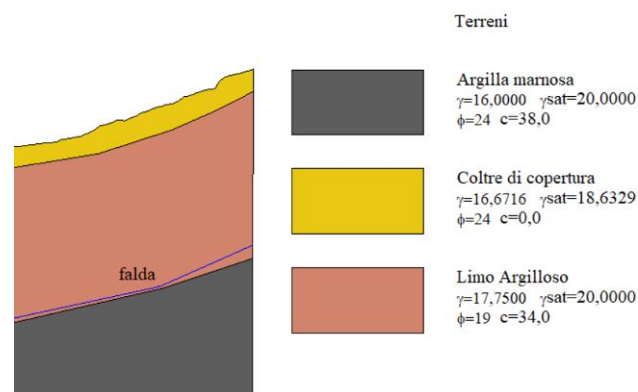


Fig. 6.4: Stratigrafia

La quota di falda riscontrata in corrispondenza del sondaggio è impostata al contatto di strato a permeabilità minore, con variabilità in funzione dello spessore di copertura.

6.2.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità

Lo studio di stabilità è stato condotto con le seguenti ipotesi:

- superfici di scorrimento circolari e a spirale logaritmica
- falda variabile con analisi di sensitività condotta variando la quota di falda fino a piano campagna
- analisi in condizioni drenate come condizione critica
- analisi in condizioni statiche e sismiche
 - Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici;
 - Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto;
 - Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto).

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Annesso 1 al presente documento, sono stati ricostruiti sulla base della cartografia disponibile, del rilevamento geologico e dei risultati delle indagini svolte.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, interpolando i risultati delle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggi L2 SH06 – L2 SH07 – L2 SH08, relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati sui

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 34 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

medesimi sondaggi, unitamente alla tomografia sismica ST1 a_b e alla MASW 5), i cui risultati sono visibili nella SPC. 5719-001-P-RT-D-0013 “*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*”.

Per la coltre di copertura, rilevata la presenza di un corpo di frana attivo, i parametri geotecnici corrispondono ai valori di resistenza residui desunti dalle prove di laboratorio sui campioni prelevati in corrispondenza dei sondaggi, in virtù dell’assunzione che tali spessori rappresentano la coltre di frana.

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio sono di seguito riportati:

n°	Descrizione	g	g_{sat}	f'	c'
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	Coltre di copertura	16,67	18,63	24.00	0,0
2	Limo Argilloso	17,75	20,00	19.00	34,0
3	Argilla marnosa	16,00	20,00	24.00	38,0

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C**
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 35 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

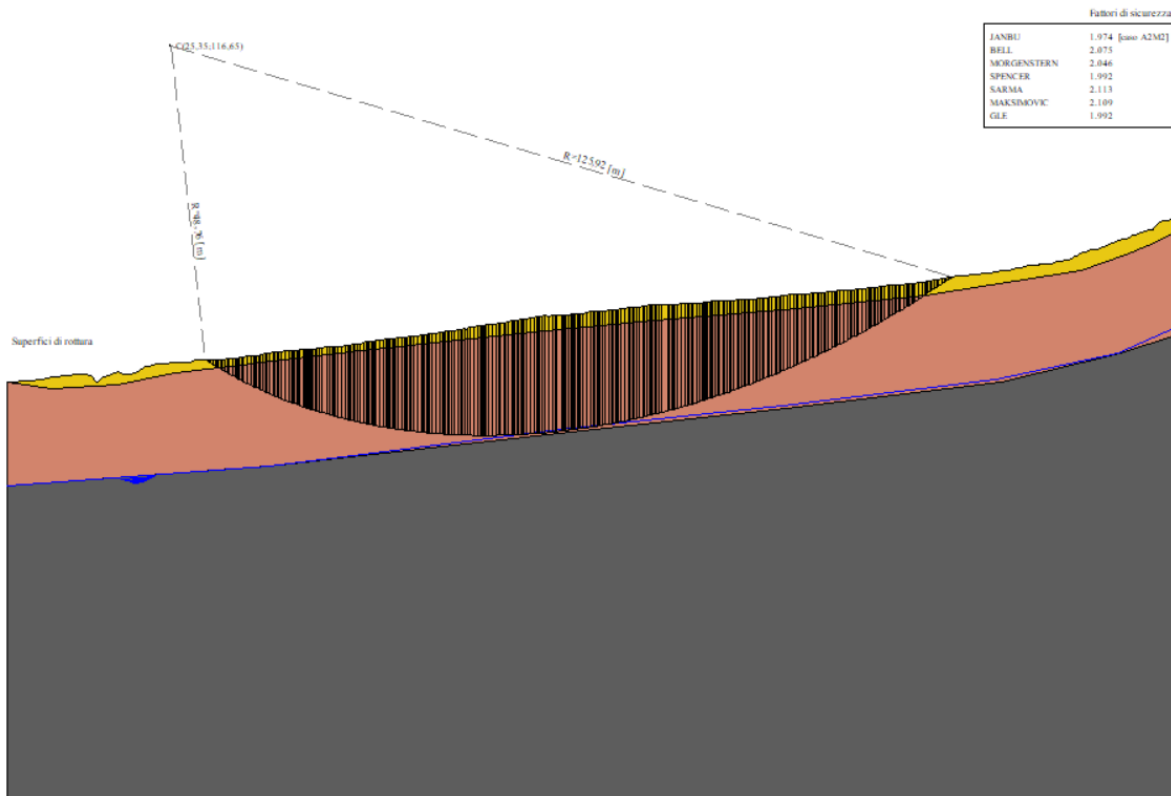


Fig. 6.5: Profilo del terreno e superficie di rottura analizzata

Risultati analisi

L'analisi è stata condotta definendo una superficie logaritmica rappresentativa di un movimento profondo che si imposta allo strato di contatto con le argille marnose. La superficie logaritmica consente di analizzare porzioni maggiori del pendio, ed interpreta movimenti di deformazioni lente che coinvolgono l'intero spessore di copertura. Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Condizioni drenate:

il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs_{min} = 1,974)**;

Coefficiente di sicurezza minimo 1.974

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 36 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	6	1.974	1	4.902	4
BELL	6	2.075	1	5.077	4
MORGENSTERN	4	2.046	1	2.627	3
SPENCER	6	1.992	1	5.070	4
SARMA	6	2.113	1	5.074	4
MAKSIMOVIC	6	2.109	1	5.197	4
GLE	6	1.992	1	5.070	4

Gli strati superficiali denotano invece condizioni di instabilità locali con superfici di rottura circolari che interessano la coltre superficiale e i primi metri del pendio, rappresentativi di fenomeni di scorrimento secondari connessi a cinatismi più profondi.

Inoltre è stata condotta un'analisi di sensitività che analizza il fattore di sicurezza al variare della quota di falda.

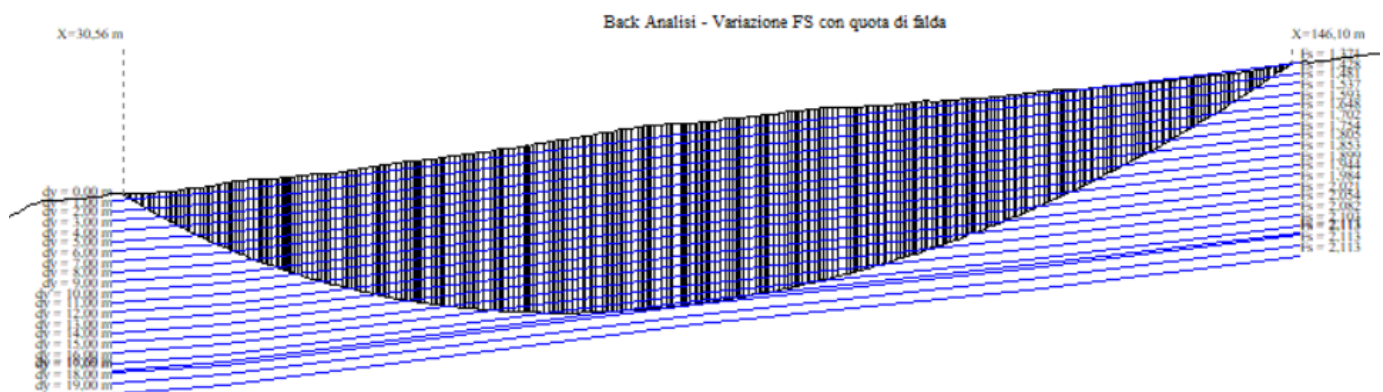


Fig. 6.6: Analisi di sensitività al variare della quota di falda

I risultati ottenuti evidenziano che, aumentando il livello di saturazione del terreno, i fattori di sicurezza diminuiscono sensibilmente fino ad un decadimento del 35%

6.2.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo

Il versante di studio è caratterizzato dalla presenza di un movimento franoso quiescente, le cui condizioni di stabilità denotano la vulnerabilità degli strati più superficiali connessi ad una possibile riattivazione dei movimenti franosi più profondi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 37 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Le condizioni di saturazione dei livelli superficiali non rendono compatibile la posa della condotta secondo le profondità relative alla tipologia di posa con scavo a cielo aperto (ordine di 1,5 – 2,5 m).

Per tale ragione si è scelto di posare la condotta con tecnologia trenchless, che consente di raggiungere profondità maggiori (ordine dei 15-20 m) al fine di intercettare i profili a stabilità maggiori.


In tali condizioni, l'opera risulta compatibile con il movimento gravitativo e con i processi di versante legati alla sua potenziale evoluzione, anche in virtù del limitato impatto che le operazioni di posa determinano sul contesto di stabilità rilevato per il pendio attraversato.

6.3 Analisi frana 10 – profilo 2

6.3.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica

Il sito in esame ricade nel settore sud-orientale del comune di Alanno, in provincia di Pescara, dove le opere in progetto attraversano il versante settentrionale di un rilievo, caratterizzato da movimenti gravitativi censiti dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico della regione Abruzzo, classificati come deformazioni superficiali lente con pericolosità elevata (P2), in stato quiescente (Fig. 6.7) ed interferiti dal metanodotto in progetto nel tratto compreso tra il km 42+220 e il km 42+270.

Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano i depositi delle coltri-eluvio colluviali (OLOb2) caratterizzate da limi, argille e limi con inclusi clasti eterometrici, seguite in profondità dalla formazione delle Argille del Cigno (AGC1, Fig. 6.8), costituite da peliti alternate a corpi arenacei. Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore caratterizzato da rilievi moderatamente acclivi. La frana, in particolare, si verifica lungo il versante settentrionale, digradante verso N, con pendenze comprese tra i 5° e 15°. Il movimento franoso si imposta a quote comprese tra 300 e 325 m s.l.m. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da media permeabilità, il substrato argilloso presenta un grado di permeabilità molto basso. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nel corpo di frana strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche (Fig. 6.9).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 38 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

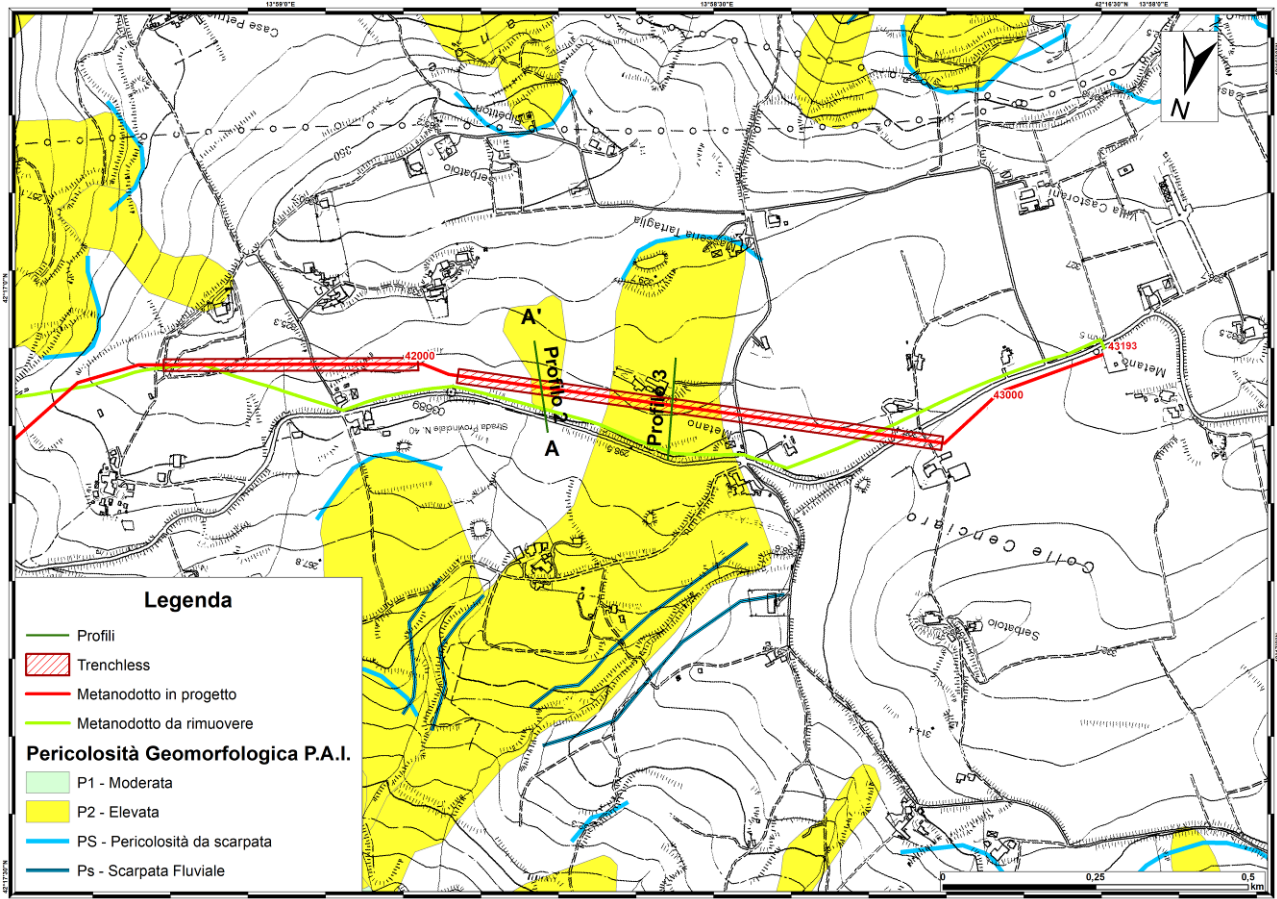


Fig. 6.7: Stralcio carta della pericolosità geomorfologica P.A.I. (da km 42+220 a km 42+270)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 39 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

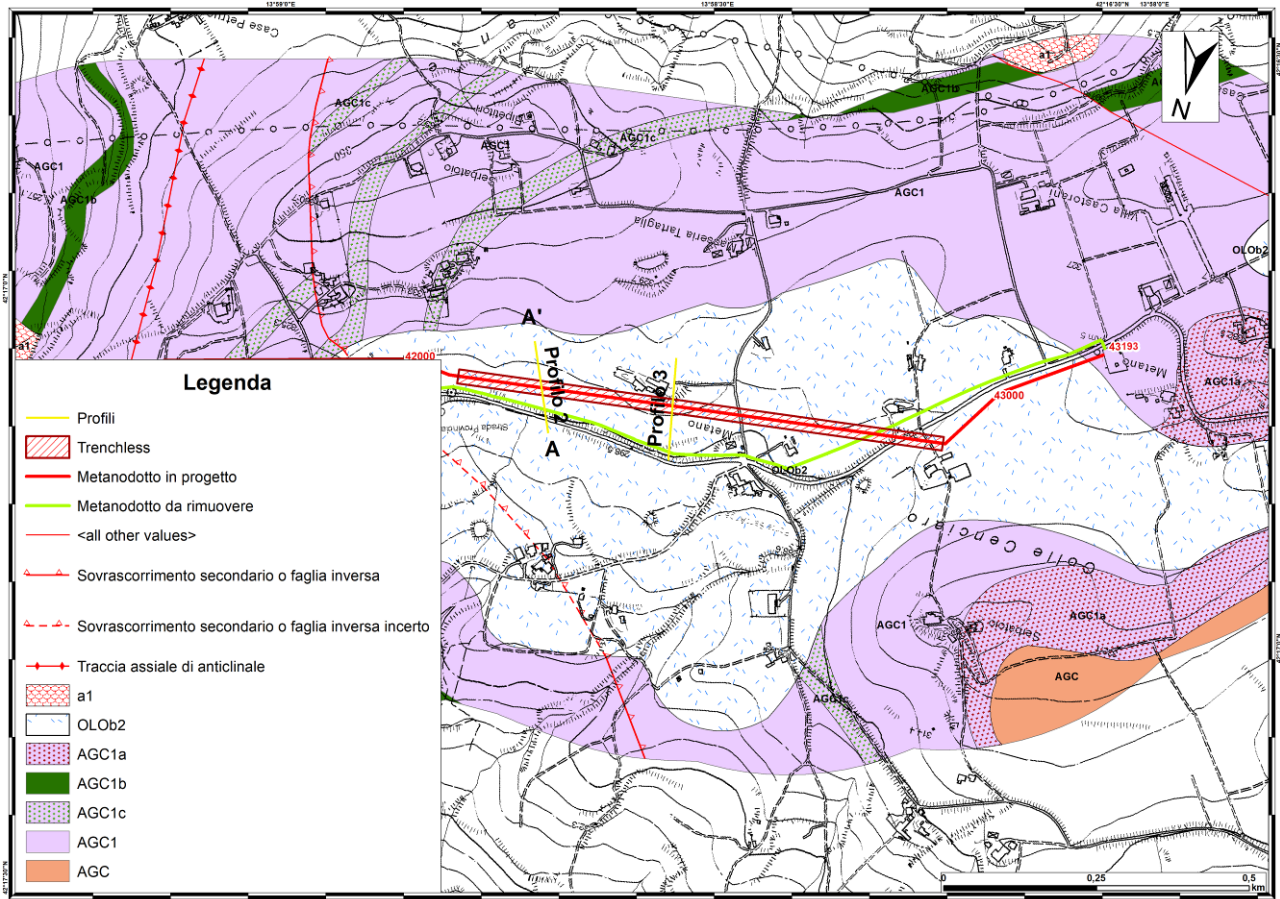


Fig. 6.8: Stralcio della carta geologica - geomorfologica (da km 42+220 a km 42+270)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 40 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

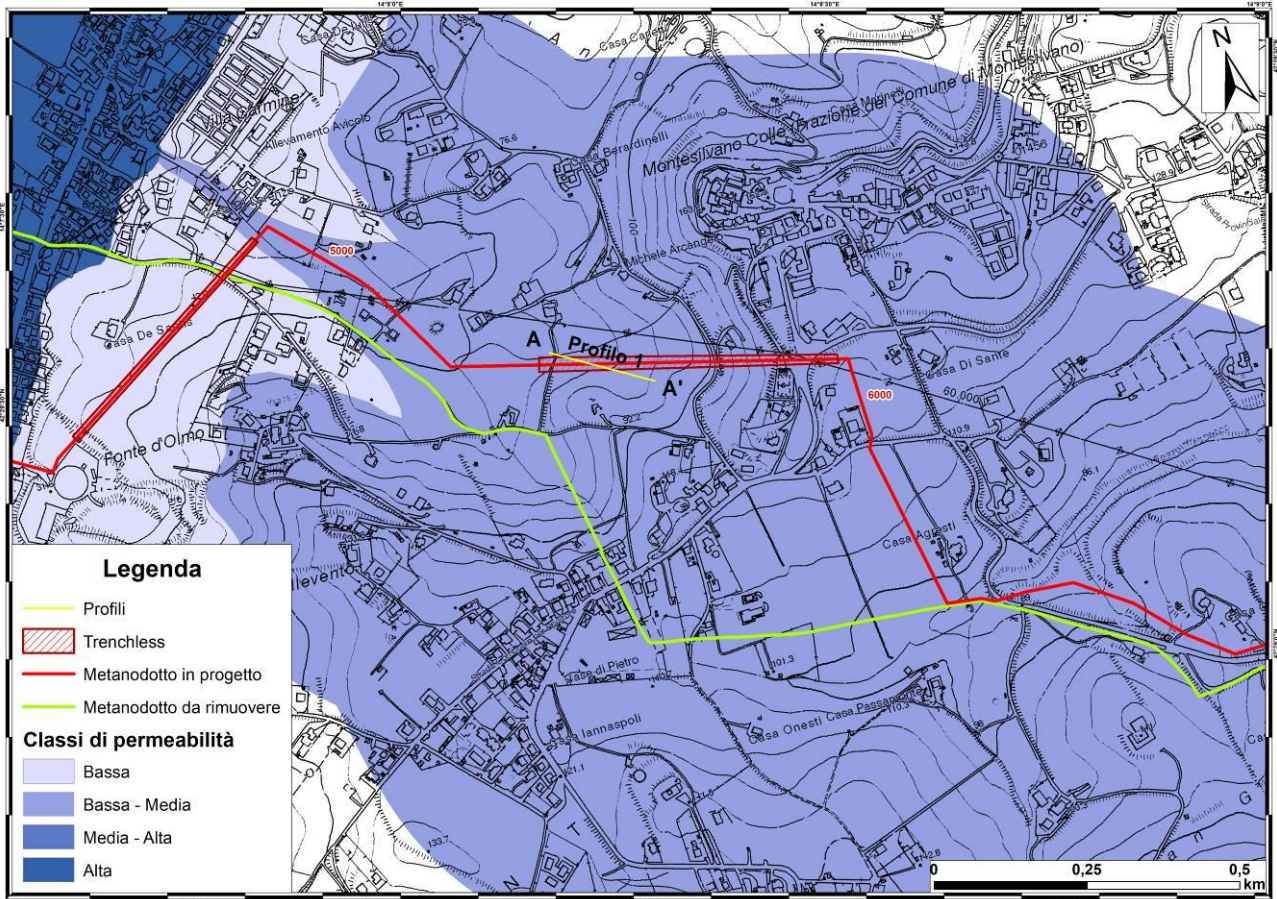


Fig. 6.9: Stralcio della carta idrogeologica (da km 42+220 a km 42+270)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 41 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

6.3.2 Modello geologico

Per la verifica di stabilità della frana 10 è stato analizzato il profilo 2 tracciato secondo la linea di massima pendenza del pendio.

L'area interferita è classificata ad elevata pericolosità (P2) dal Piano di Assetto Idrogeologico, associato a deformazioni lente, tipiche dei complessi argillosi.

Dalla campagna geognostica condotta è stata definita la successione stratigrafica che rileva un corpo di frana (quiescente) con spessori fino a 10 – 15 m costituito da argilla limosa sovrastante l'argilla marnosa di base.

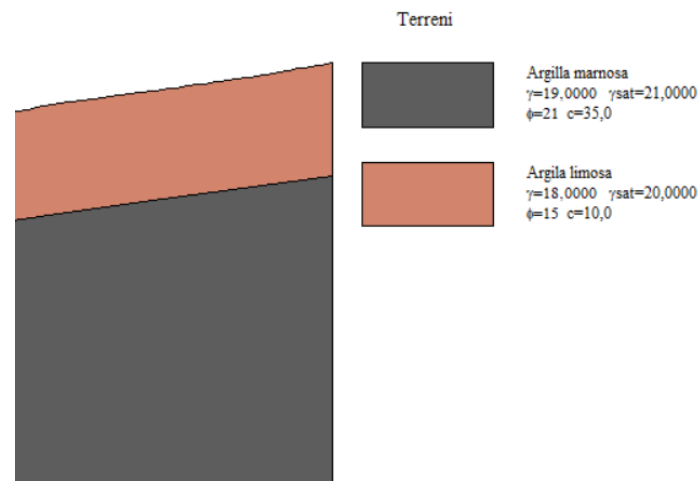


Fig. 6.10: Stratigrafia

Non si rileva la presenza della falda per cui possono verificarsi eventuali effetti di saturazione connessi con gli apporti meteorici che localmente interessano i primi metri del versante.

Ciò determina dei fenomeni di dissesto localizzati che potrebbero coinvolgere gli spessori interessati dalla posa del metanodotto in progetto.

6.3.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità

Lo studio di stabilità è stato condotto con le seguenti ipotesi:

- superfici di scorrimento circolari e a spirale logaritmica
- analisi in condizioni drenate e non drenate
- analisi in condizioni statiche e sismiche
 - Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici;
 - Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto;
 - Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 42 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Annesso 2 e 3 al presente documento, sono stati ricostruiti sulla base della cartografia disponibile, del rilevamento geologico e dei risultati delle indagini svolte.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, interpolando i risultati delle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio L2_SH45 relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati sui medesimi sondaggi, unitamente alla tomografia sismica ST 7 e alla MASW 28), i cui risultati sono visibili nella SPC. 5719-001-P-RT-D-0013 “*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*”.

I parametri di resistenza utilizzati per le verifiche sono stati opportunamente ridotti al fine di portare in conto, per lo strato di copertura delle argille limose, i fenomeni locali di detensionamento caratteristici delle deformazioni lenti e quiescenti.

Le verifiche di stabilità condotte risentono inoltre dei gradienti clivometrici non marcati con inclinazioni che non superano i 15°.

Per la coltre di copertura costituita dalle argille limose, rilevata la presenza di un corpo di frana quiescente, i parametri geotecnici sono stati abbattuti per rappresentare i probabili valori di resistenza residui desunti dalle prove di laboratorio sui campioni prelevati in corrispondenza dei sondaggi.

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio sono di seguito riportati:

n°	Descrizione	g [kN/mc]	g _{sat} [kN/mc]	f' [°]	c' [kPa]	cu [kPa]
1	Argilla limosa	18,00	20,00	15,00	10,0	40
2	Argilla marnosa	19,00	21,00	21,00	35,0	70

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C**
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 43 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

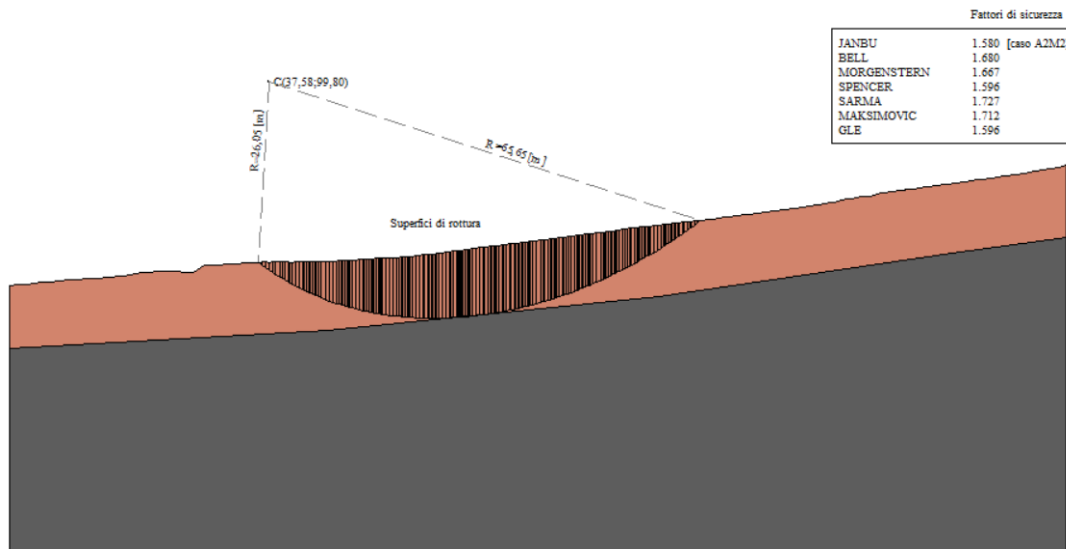


Fig. 6.11: Profilo del terreno e superficie di rottura analizzata (condizione drenata)

Risultati analisi

L'analisi è stata condotta definendo una superficie logaritmica rappresentativa di un movimento profondo che si imposta allo strato di contatto con le argille marnose. La superficie logaritmica consente di analizzare porzioni maggiori del pendio ed interpreta movimenti di deformazioni lente che coinvolgono l'intero spessore dell'argilla limosa di copertura.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Condizioni drenate:

il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs_{min} = 1,384)**;

Numero di superfici analizzate	3169
Coefficiente di sicurezza minimo	1.384
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	2

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
FELLENIOUS	340	2.084	87	3.678	774

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 44 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
BISHOP	340	2.223	87	4.581	774
JANBU	1244	1.372	2	10.925	1243
JANBU COMPLETO	2	5.978	817	5.978	817
BELL	1244	1.447	2	14.231	1243
MORGENSTERN	664	1.438	2	3.448	629
SPENCER	1042	1.384	2	12.438	1241
SARMA	1244	1.498	1	14.124	1243
MAKSIMOVIC	1243	1.474	2	14.368	1243
GLE	1042	1.384	2	12.438	1241

Condizioni non drenate:

In condizioni non drenate i Fs di sicurezza relativo alla superficie analizzata sono mediamente più alti:

il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs_{min} = 1,455)**;

Numero di superfici analizzate 12
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.455
 Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 7

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
FELLENIIUS	12	1.655	7	2.059	8
BISHOP	2	1.655	7	2.059	8
JANBU	8	1.408	6	3.443	5
BELL	8	1.451	6	3.509	5
SPENCER	3	1.455	7	3.496	5
SARMA	8	1.516	2	3.596	5
MAKSIMOVIC	8	1.474	6	3.599	5
GLE	3	1.455	7	3.496	5

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 45 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

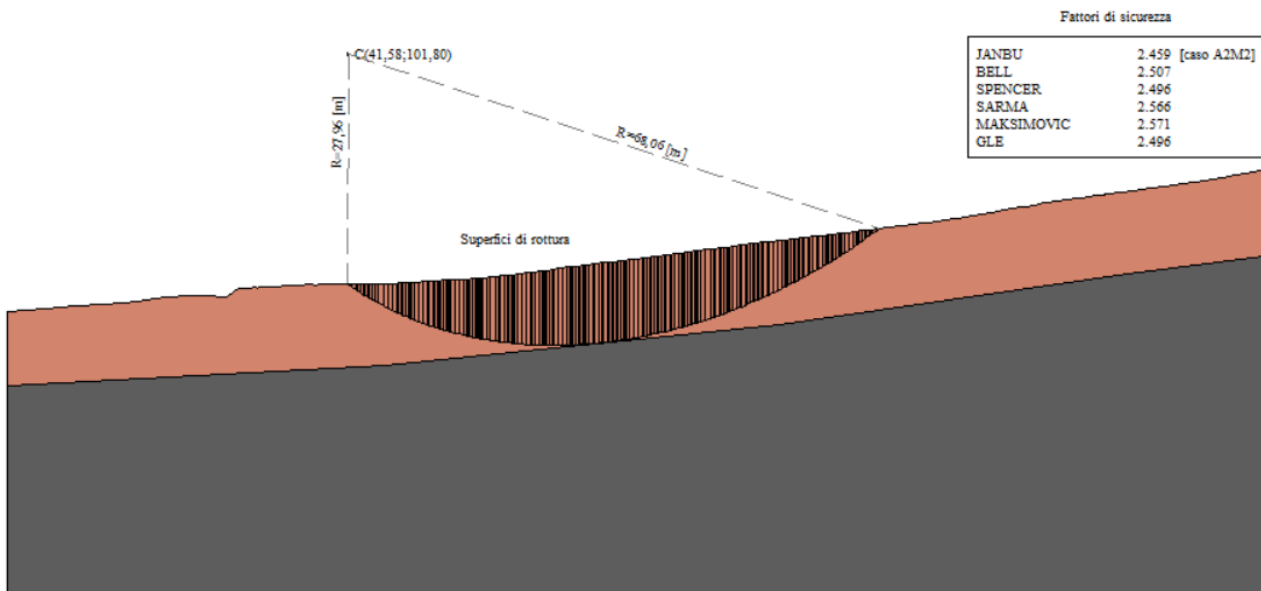


Fig. 6.12: Profilo del terreno e superficie di rottura analizzata (condizione non drenata)

6.3.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo

Il versante di studio è caratterizzato dalla presenza di un movimento franoso quiescente, le cui condizioni di stabilità denotano la vulnerabilità degli strati più superficiali connessi ad una possibile aumento delle pressioni idrauliche connesse con il regime degli eventi meteorologici.

Le condizioni di saturazione dei livelli superficiali non rendono compatibile la posa della condotta secondo le profondità relative alla tipologia di posa con scavo a cielo aperto (ordine di 1,5 – 2,5 m).

Per tale ragione si è scelto di posare la condotta con tecnologia trenchless, che consente di raggiungere profondità maggiori (ordine dei 15-20 m) al fine di intercettare i profili a stabilità maggiori che coinvolgono le argille marnose.

In tali condizioni, l'opera risulta compatibile con il movimento gravitativo e con i processi di versante legati alla sua potenziale evoluzione, anche in virtù del limitato impatto che le operazioni di posa determinano sul contesto di stabilità rilevato per il pendio attraversato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 46 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

6.4 Analisi frana 11 – profilo 3

6.4.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica

Il sito in esame ricade nel settore sud-orientale del comune di Alanno, in provincia di Pescara, dove le opere in progetto attraversano il versante settentrionale di un rilievo, caratterizzato da movimenti gravitativi censiti dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico della regione Abruzzo, classificati come scorrimenti rotazionali con pericolosità elevata (P2), in stato quiescente (Fig. 6.13) ed interferiti dal metanodotto in progetto nel tratto compreso tra il km 42+350 e il km 42+535.

Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano i depositi delle coltri-eluvio colluviali (OLOb2), caratterizzate da limi, argille e sabbie con inclusi clasti eterometrici, seguite in profondità dalla formazione delle Argille del Cigno (AGC1, Fig. 6.14), costituite da peliti alternate a corpi arenacei. Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore caratterizzato da rilievi moderatamente acclivi. La frana, in particolare, si verifica lungo il versante settentrionale, digradante verso N, con pendenze comprese tra i 5° e 15°. Il movimento franoso si imposta a quote comprese tra 300 e 325 m s.l.m.. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da media permeabilità, il substrato argilloso presenta un grado di permeabilità molto basso. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nel corpo di frana strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche (Fig. 6.15).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 47 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

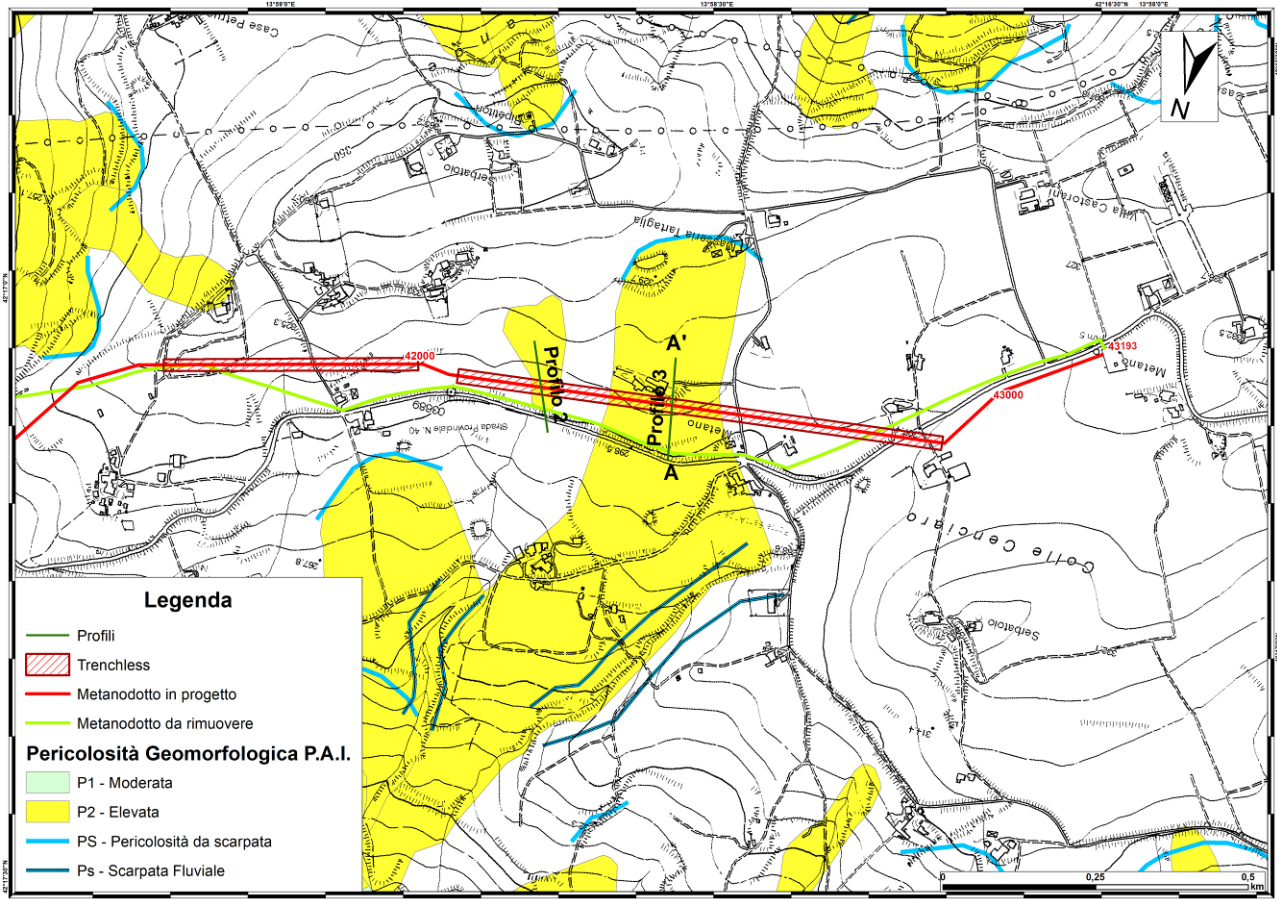


Fig. 6.13: Stralcio carta della pericolosità geomorfologica P.A.I. (da km 42+350 a km 42+535)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 48 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

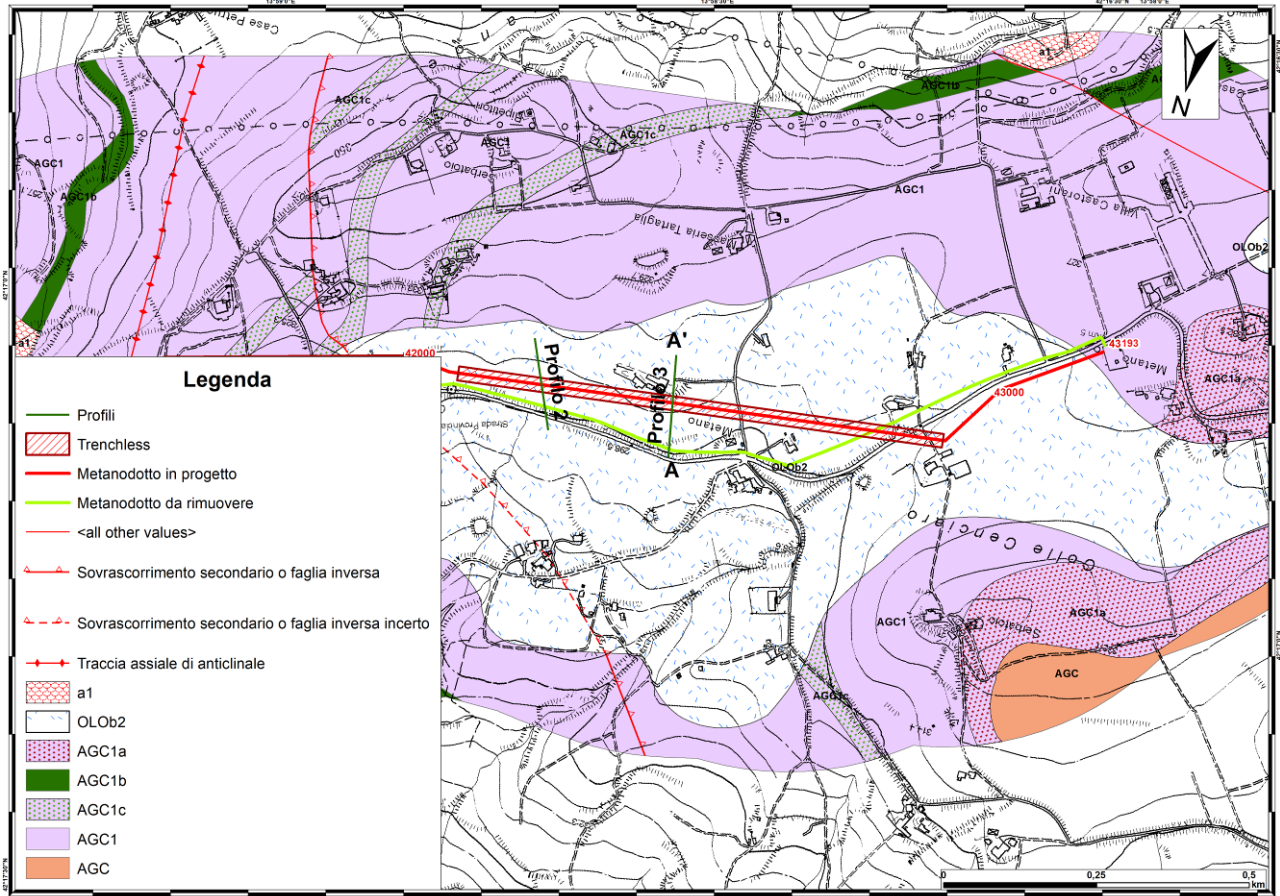


Fig. 6.14: Stralcio della carta geologica - geomorfologica (da km 42+350 a km 42+535)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 49 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

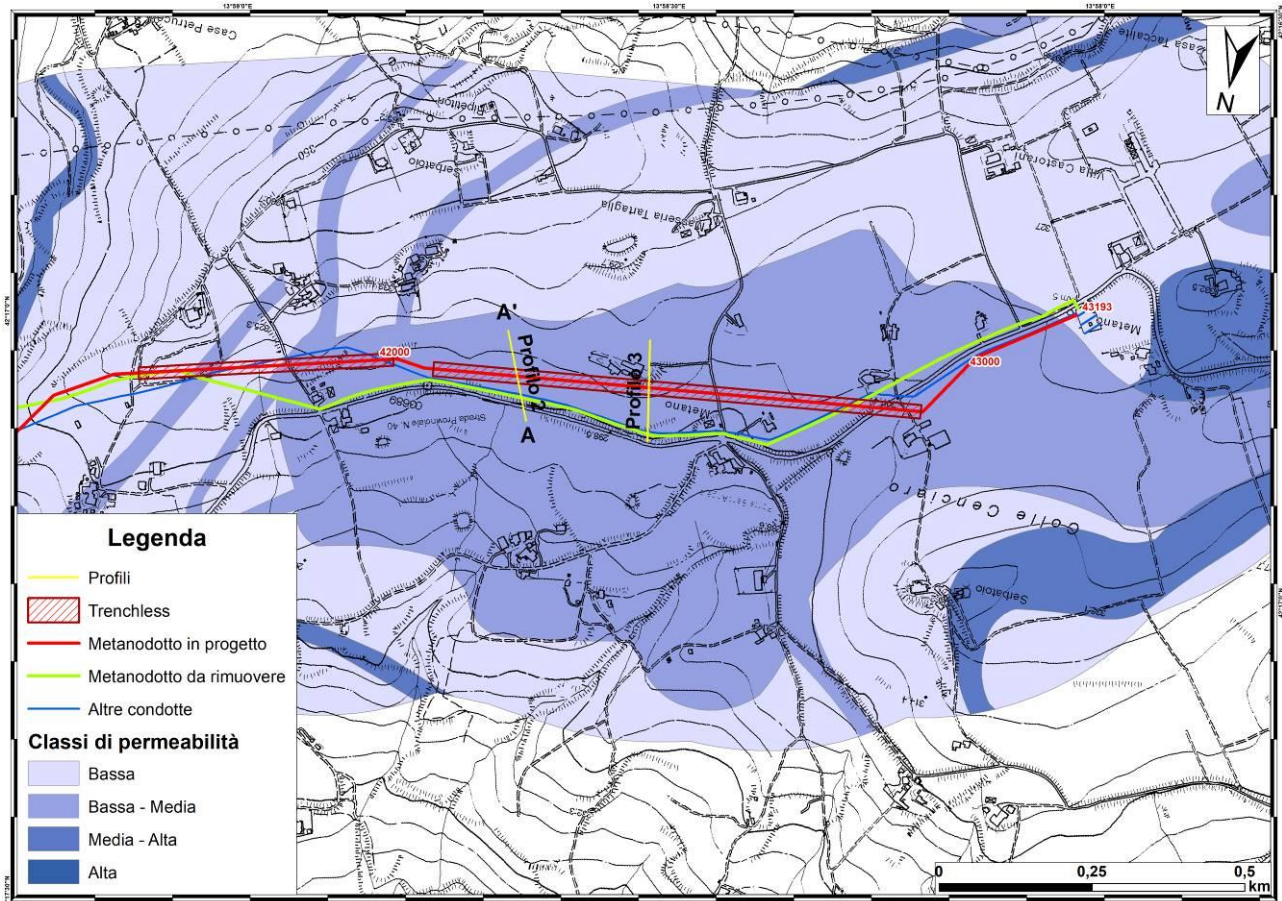


Fig. 6.15: Stralcio della carta idrogeologica (da km 42+350 a km 42+535)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 50 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

6.4.2 Modello geologico

Per la verifica di stabilità della frana 11 è stato analizzato il profilo 3 tracciato secondo la linea di massima pendenza del pendio.

L'area interferita è classificata ad elevata pericolosità (P2) dal Piano di Assetto Idrogeologico, associato a scorrimenti rotazionali.

Dalla campagna geognostica condotta è stata definita la successione stratigrafica che rileva un corpo di frana (quiescente) con spessori fino a 10 m costituito da argilla debolmente limose e sabbiose sovrastante l'argilla grigio azzurra di base.

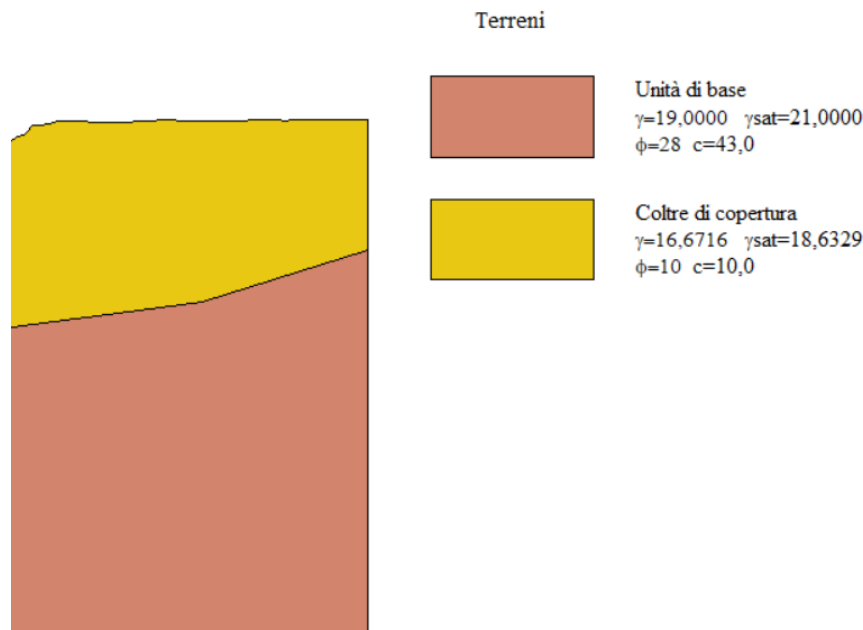


Fig. 6.16: Stratigrafia

Non si rileva la presenza della falda per cui posso verificarsi eventuali effetti di saturazione connessi con gli apporti meteorici che localmente interessano i primi metri del versante.

Ciò determina dei fenomeni di dissesto localizzati che potrebbero coinvolgere gli spessori interessati dalla posa del metanodotto in progetto.

6.4.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità

Lo studio di stabilità è stato condotto con le seguenti ipotesi:

- superfici di scorrimento circolari e a spirale logaritmica
- analisi in condizioni drenate
- analisi in condizioni statiche e sismiche
 - Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici;

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 51 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto;
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto).

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Annesso 4 e 5 al presente documento, sono stati ricostruiti sulla base della cartografia disponibile, del rilevamento geologico e dei risultati delle indagini svolte.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, interpolando i risultati delle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio L2_SH46 – L2_SH 48, relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati sui medesimi sondaggi, unitamente alla tomografia sismica ST 7 e alla MASW 28), i cui risultati sono visibili nella SPC. 5719-001-P-RT-D-0013 “*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*”.

I parametri di resistenza utilizzati per le verifiche sono stati opportunamente ridotti al fine di portare in conto, per lo strato di copertura, i fenomeni locali di detensionamento caratteristici delle deformazioni lenti e quiescenti.

Le verifiche di stabilità condotte risentono inoltre dei gradienti clivometrici non marcati con inclinazioni che non superano i 15°

Per la coltre di copertura costituita dalle argille limose, rilevata la presenza di un corpo di frana quiescente, i parametri geotecnici sono stati quindi abbattuti per rappresentare i probabili valori di resistenza residui desunti dalle prove di laboratorio sui campioni prelevati in corrispondenza dei sondaggi.

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio sono di seguito riportati:

n°	Descrizione	g [kN/mc]	g_{sat} [kN/mc]	f' [°]	c' [kPa]
1	Coltre di copertura	16,67	18,63	10,00	10,0
2	Unità di base	19,00	21,00	28,00	43,0

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C**
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 52 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

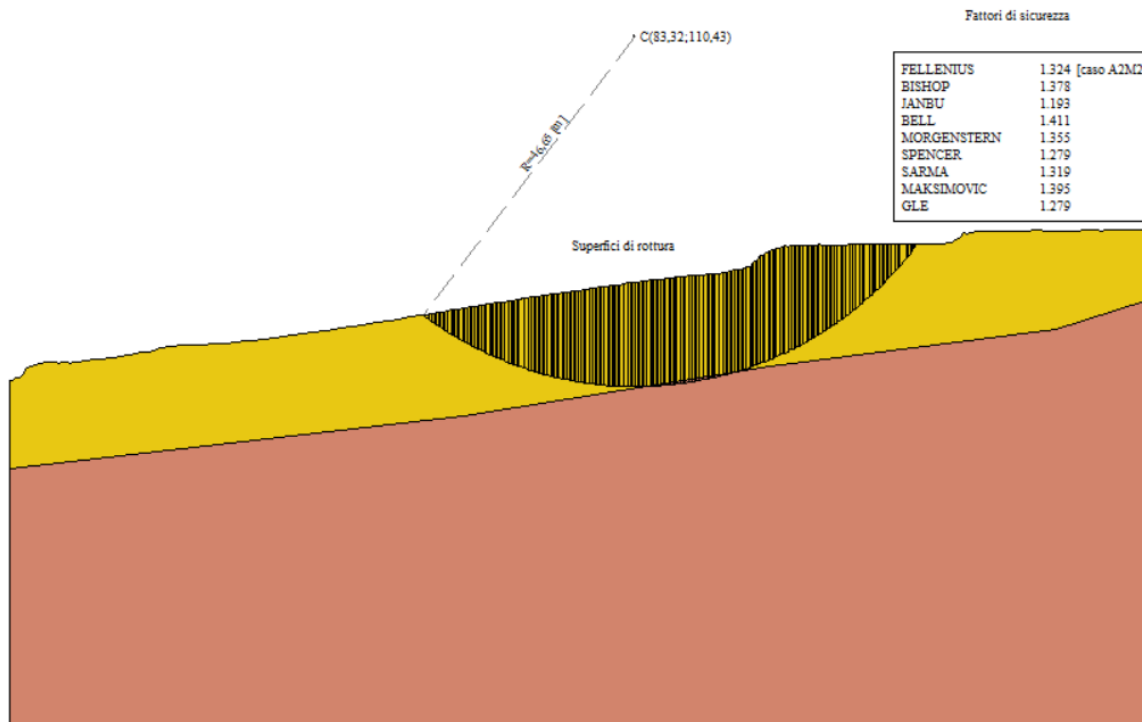


Fig. 6.17: Profilo del terreno e superficie di rottura analizzata (condizione drenata)

Risultati analisi

L'analisi è stata condotta definendo una superficie logaritmica rappresentativa di un movimento profondo che si imposta allo strato di contatto con le argille marnose.

La superficie logaritmica consente di analizzare porzioni maggiori del pendio, ed interpreta movimenti di deformazioni lente che coinvolgono l'intero spessore dell'argilla limosa di copertura.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Condizioni drenate:

il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **F_s** è minore di **1,2 (F_smin = 1,279)**;

Numero di superfici analizzate 4992
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.279
 Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 6

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 53 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
FELLENIIUS	516	1.324	7	3.018	694
BISHOP	516	1.352	16	3.263	694
JANBU	4992	1.188	1	5.804	926
JANBU COMPLETO	2	1.496	134	1.630	47
BELL	926	1.380	21	7.403	926
MORGENSTERN	679	1.335	16	2.916	730
SPENCER	925	1.279	6	7.156	926
SARMA	926	1.297	24	6.953	926
MAKSIMOVIC	926	1.372	16	7.164	926
GLE	925	1.279	6	7.156	926

Condizioni non drenate:

Numero di superfici analizzate	4992
Coefficiente di sicurezza minimo	1.279
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	6

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
FELLENIIUS	516	1.324	7	3.018	694
BISHOP	516	1.352	16	3.263	694
JANBU	4992	1.188	1	5.804	926
JANBU COMPLETO	2	1.496	134	1.630	47
BELL	926	1.380	21	7.403	926
MORGENSTERN	679	1.335	16	2.916	730
SPENCER	925	1.279	6	7.156	926
SARMA	926	1.297	24	6.953	926
MAKSIMOVIC	926	1.372	16	7.164	926
GLE	925	1.279	6	7.156	926

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 54 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

6.4.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo

Il versante di studio è caratterizzato dalla presenza di un movimento franoso quiescente, le cui condizioni di stabilità denotano la vulnerabilità degli strati più superficiali connessi ad una possibile aumento delle pressioni idrauliche connesse con il regime degli eventi meteorologici.

Le condizioni di saturazione dei livelli superficiali non rendono compatibile la posa della condotta secondo le profondità relative alla tipologia di posa con scavo a cielo aperto (ordine di 1,5 – 2,5 m).

Per tale ragione si è scelto di posare la condotta con tecnologia trenchless, che consente di raggiungere profondità maggiori (ordine dei 15-20 m) al fine di intercettare i profili a stabilità maggiori che coinvolgono le argille marnose

In tali condizioni, l'opera risulta compatibile con il movimento gravitativo e con i processi di versante legati alla sua potenziale evoluzione, anche in virtù del limitato impatto che le operazioni di posa determinano sul contesto di stabilità rilevato per il pendio attraversato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 55 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

7 OPERE DI MITIGAZIONE E RIPRISTINI

In accordo con le esigenze progettuali di posizionare la condotta in aree stabili che ne garantiscano l'integrità nella fase di esercizio e quindi nel lungo periodo, sono state previste delle opere di sostegno. Consistono principalmente in palizzate, fascinate e viminate, paratie di pali funzionali alla stabilità dei tratti di versanti intercettati dal metanodotto e strutture di sostegno in gabbioni.

7.1 Ripristini Morfologici – Opere di sostegno e consolidamento

Le opere di sostegno e consolidamento si classificano come ripristini morfologici. Esse hanno la funzione di garantire il sostegno di pendii naturali, fronti di scavo, terrapieni, trincee e rilevati. Possono assolvere funzioni statiche di sostegno, di semplice rivestimento, di tenuta; possono essere rigide o flessibili, a sbalzo o ancorate; possono infine poggiare su fondazioni dirette o su fondazioni profonde.

Ai fini dell'effetto indotto sull'assetto morfologico, possono essere distinte le opere fuori terra (in legname, in massi, in gabbioni o in c.a.) e le opere interrato che, non essendo visibili, non comportano alterazioni del profilo originario del terreno.

Le opere di sostegno possono essere sia di tipo rigido, che flessibile, come descritto di seguito.

I diaframmi in sacchetti (Fig. 7.1) svolgono un'azione di sostegno passiva in quanto determinano il trattenimento del materiale di rinterro in trincea. Per la loro costruzione si utilizzano sacchetti in tessuto non tessuto con terra proveniente dagli scavi o reperibile in loco delle dimensioni di 0,50 x 0,70 m. I sacchetti sono poi messi in opera in modo da creare un diaframma ad arco con estradosso rivolto verso monte; tale diaframma dovrà essere realizzato in modo da avere il fronte di monte verticale ed il fronte di valle con pendenza come da particolare (STD0806).

Il piano di appoggio in fondazione dovrà essere su terreno indisturbato e dovrà essere livellato in modo da presentare una pendenza verso monte di almeno 3%. Per elevate dimensioni in fondazione il piano di appoggio dovrà essere gradonato e con contropendenza di cui sopra, le ali delle briglie dovranno essere immorsate per almeno 0,20 m in terreno roccioso e 0,50 m in terreno sciolto indisturbato.

In relazione alle specifiche caratteristiche pedologiche dell'area di intervento, potrà essere eseguite la messa a dimora di talee, e/o l'inerbimento di tutta l'area interessata dai lavori.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 56 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207



Fig. 7.1 – Diaframmi in sacchetti.

Tab. 7.1: Ripristini Morfologici – Diaframmi in sacchetti – Metanodotto in progetto

Progressiva chilometrica		Comune	Località
Da	A		
7+985	8+140	Montesilvano	Fosso Valle Turci
8+770	8+810	Pescara	Valle Turci
8+880	8+930	Pescara	Valle Turci
10+205	10+760	Spoltore	Fontecchia
10+840	11+225	Spoltore	Bucciarelli
13+400	13+515	Spoltore	Case Cipriani
39+675	39+745	Alanno	Fascitelli
41+250	41+570	Alanno	Candelora

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 57 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Le palizzate in legname, per ripristino scarpate, svolgono un'azione di sostegno del terreno posto a tergo (Fig. 7.2). Per la loro costruzione si utilizza tondame, da conficcarsi nel terreno, di 12 cm di diametro, alto circa 1,5 m posto ad un interasse di 0,5 m. I pali, la cui estremità inferiore è sagomata a punta, fuoriescono dal terreno per una porzione di circa 0,5 m.

La parte fuori terra viene completata ponendo in opera, orizzontalmente, dei pali affiancati, del diametro di 8-10 cm, lunghezza 2 metri.

Essi sono collegati ai pali verticali con filo di ferro zincato (DN 2,7 mm) e chiodi, a formare una parete compatta in modo da irrigidire la struttura. L'intervento può essere completato, inoltre, con la messa a dimora di talee o piantine radicate.

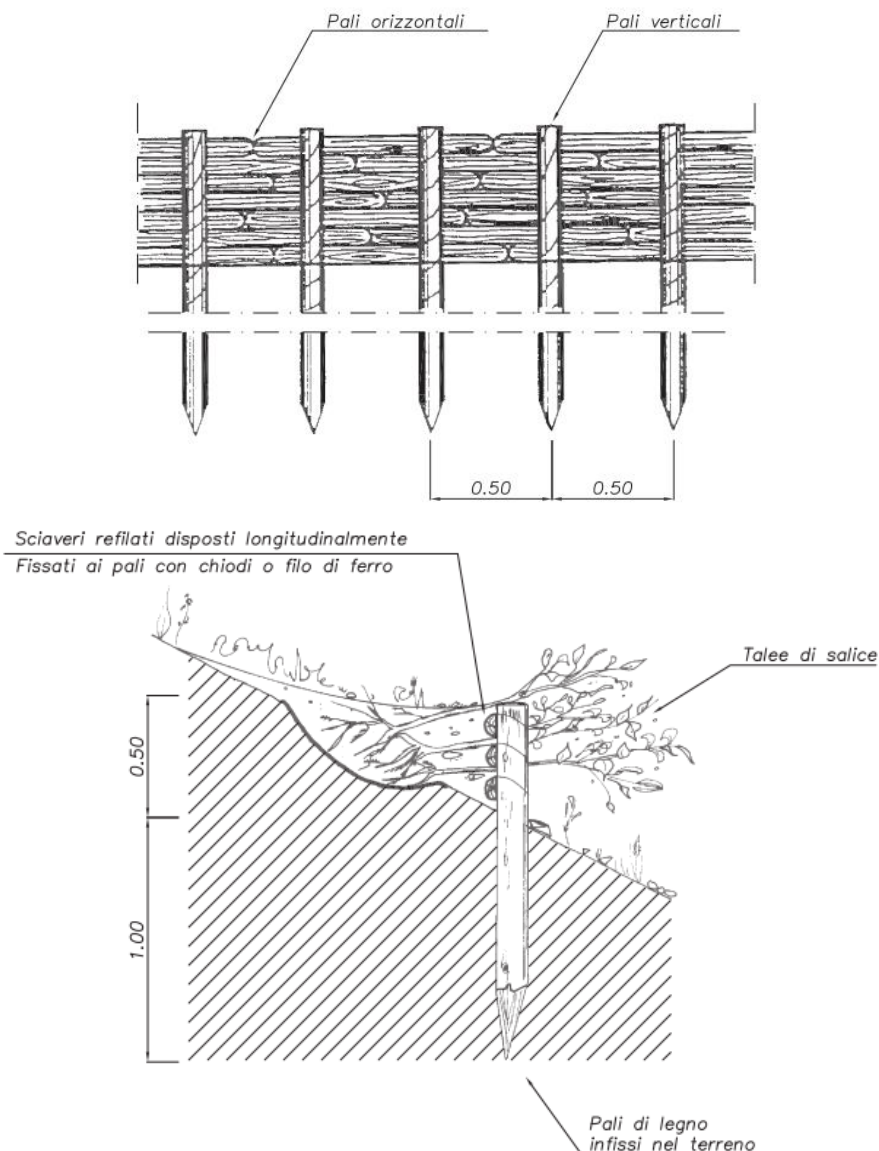


Fig. 7.2 – Ripristino scarpate con palizzate in legname

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 58 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Tab. 7.2: Opere di sostegno – Ripristino scarpate con palizzate in legname – metanodotto in progetto

Progressiva chilometrica	Comune	Località
32+835	Rosciano	Fosso di Casa Leotta
32+855		

Opere di sostegno rigide

Si definiscono opere di sostegno rigide quelle opere che non prevedono significativa deformabilità sotto l'azione dei carichi a cui sono sottoposte.

Nel progetto in esame, come opere di sostegno di tipo rigido, sono state previste paratie di pali in c.a.: i pali sono delle strutture indispensabili per risolvere alcuni problemi di ingegneria legati alle scadenti caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni. Sono impiegati nelle opere di fondazione, di sostegno, di contenimento e drenaggio profondo per molteplici realizzazioni di infrastrutture civili ed industriali e per interventi quali la sistemazione e stabilizzazione di scarpate naturali ed artificiali e di pendii in frana attraverso paratie di pali.

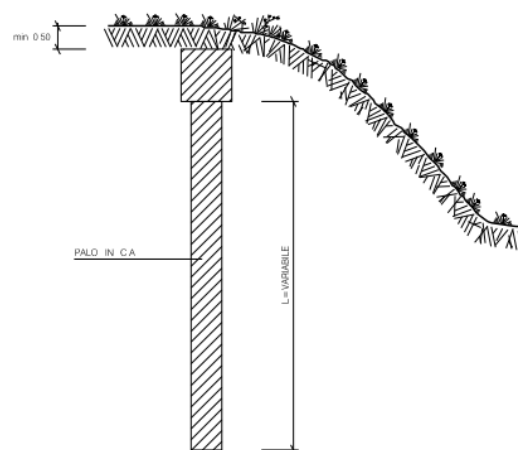


Fig. 7.3 – Paratia di Pali.

Tab. 7.3 - Opere di sostegno – Paratia di Pali – Metanodotto in Progetto

Progressiva chilometrica		Comune	Località
Da	A		
2+360	2+405	Montesilvano	Lago da Pesca

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 59 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

Le fascinate vive sono utilizzate negli interventi di sistemazione dei versanti con pendenza non superiore ai 30°-35° (Fig. 7.4).

Con questo sistema si ottiene il rinverdimento ed il drenaggio superficiale dei pendii mediante la formazione di file di gradoni, disposti parallelamente alle curve di livello, nei quali sono sistemati delle fascine di astoni o ramaglia, possibilmente lunghi e dritti, prelevati da piante legnose con elevata capacità di diffusione vegetativa (STD00805).

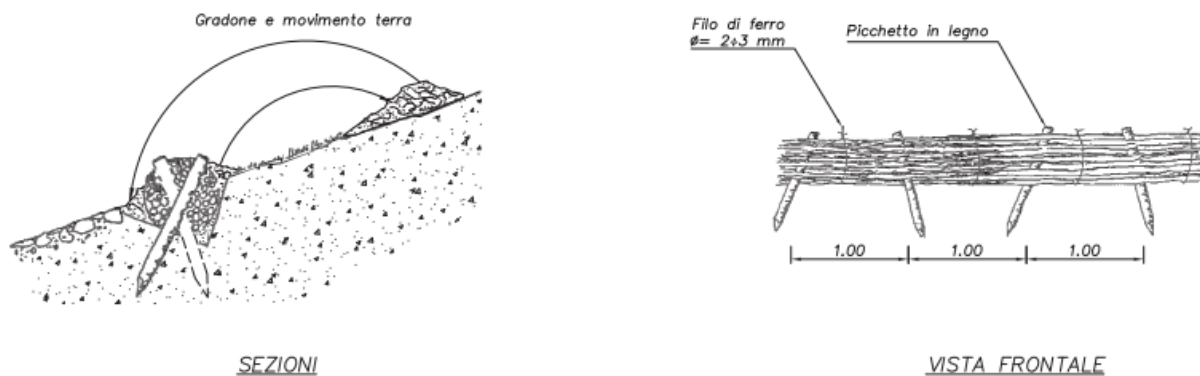


Fig. 7.4 – Fascinate spondali.

Tab. 7.4: Ripristini Morfologici – Fascinate Spondali – Metanodotto in progetto

Progressiva chilometrica		Comune	Località
Da	A		
7+985	8+140	Montesilvano	Valle Furci
8+140	8+750	Montesilvano-Pescara	Valle Furci
12+360	12+435	Spoltore	Case Seminario
39+675	39+745	Alanno	Candelora

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 60 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

8 CONCLUSIONI

Nel presente documento è illustrato uno studio di compatibilità geomorfologica realizzato nell'ambito della progettazione del Metanodotto Città Sant'Angelo - Alanno DN 200 (8"), DP 60 bar, MOP 12 bar e opere connesse.

Il tracciato del metanodotto intercetta diverse aree cartografate dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della regione Abruzzo. Tale studio viene redatto ai sensi dell'art. 10 in conformità agli indirizzi tecnici dell'Allegato E delle Norme di Attuazione del PAI e della vigente normativa di settore. Gli interventi in progetto rientrano tra quelli consentiti dall'art. 16 comma 1 lettera d) (vedi Cap.1). In particolare, il tracciato in progetto interferisce con n.1 area a pericolosità moderata (P1), n.7 pericolosità da scarpata (Ps) e con n.3 a pericolosità elevata (P2).

Relativamente a quest'ultime, come disposto dalle NTA del PAI si è proceduto nell'eseguire le verifiche di stabilità.

Per quanto concerne le pericolosità da scarpata (Ps), normate dall'art. 20 delle NtA del PAI, le interferenze n. 4 e 9 (v. Tab. 6-1), si può riassumere quanto segue:

- nei casi di posa della condotta in sotterraneo (mediante trenchless), le interferenze individuate possono essere ritenute indirette, poiché tale metodologia non altera le condizioni morfologiche delle aree interessate da tali pericolosità.
- nei casi di posa della condotta con scavo a cielo aperto, si precisa che gli scavi saranno di limitata estensione e a carattere esclusivamente temporaneo, poiché il metanodotto verrà posato ed immediatamente rinterrato. Il fronte di scavo verrà protetto da opportuni accorgimenti tecnico-costruttivi che limiteranno l'esposizione della scarpata. Inoltre sono previste opere di ingegneria naturalistica per il ripristino del profilo morfologico della scarpata, con conseguente miglioramento delle condizioni locali di instabilità.

I risultati dello studio possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

1) Gli interventi in progetto si sviluppano nel settore orientale della regione Abruzzo, attraversando diversi comuni, tra i quali Città S. Angelo, Montesilvano, Spoltore, Cepagatti, Rosciano e Alanno in provincia di Pescara ed i comuni di S. Giovanni Teatino e di Chieti in provincia di Chieti.

2) Il tracciato del metanodotto si sviluppa, dal punto di vista geologico nella successione silicoclastica del Pliocene medio – Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano) dalle formazioni del Pliocene Superiore – Pleistocene inferiore di Cellino e della formazione messiniana delle Argille del Cigno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 61 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

3) Morfologicamente, il metanodotto si colloca in un primo tratto parallelamente al fiume Saline, il cui fondovalle è caratterizzato da tratti morfologici generalmente blandi, in seguito percorre il tratto collinare a SO del comune di Montesilvano, per poi proseguire parallelamente al fiume Pescara. Negli ultimi 7 km circa la condotta risale di quota percorrendo diversi tratti collinari caratterizzati di pendenze moderatamente acclivi, per i quali a seguito dell'individuazione di corpi di frana, è stato previsto il superamento di questi ultimi mediante metodologia trenchless.

4) Per la caratterizzazione stratigrafica, fisico-meccanica e sismica del sottosuolo, in considerazione dell'entità degli interventi in progetto e della natura dei terreni presenti è stato eseguito un piano di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, consistito in sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove SPT in foro, prove penetrometriche di tipo statica CPT e dinamica DPSH, prelievo di campioni indisturbati, prove geotecniche di laboratorio, prospezioni di sismica a rifrazione, prospezioni sismiche di tipo MASW e prospezioni di tomografia elettrica. Le indagini eseguite lungo il tracciato del metanodotto ed in corrispondenza delle aree interessate da movimenti gravitativi sono consultabili nell'elaborato "SPC. 5719-001-P-RT-D-0013" - Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche", redatto a corredo dello stesso progetto e che costituisce parte integrante del presente documento.

5) Dalla consultazione della cartografia del PAI, è stato possibile identificare le interferenze del tracciato con le aree perimetrate a pericolosità da frana (vedi Cap. 6). Nella Tab. 6-1 vengono riportate le n°11 interferenze fra il tracciato del metanodotto in progetto e le aree a pericolosità da frana, censite dal P.A.I.. In particolare, le frane interferite sono afferibili a scorrimenti rotazionali e deformazioni superficiali lente.

6) Per valutare la compatibilità del metanodotto in progetto con le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche delle aree attraversate dal metanodotto, è stato effettuato:

- un rilievo geologico-geomorfologico in scala di dettaglio;
- un piano di indagini per la determinazione dell'assetto stratigrafico, geotecnico e sismico (cfr. Cap. 4, Cap. 5 e SPC. 5719-001-P-RT-D-0013 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche");
- una verifica di stabilità del versante (Cfr. Annessi 1, 2, 3, 4, 5 al presente documento), nel caso delle aree a pericolosità di frana elevata (P2) interferite dal metanodotto in progetto. Le verifiche svolte riguardano la stabilità globale del versante, eseguite sulla sezione più cautelativa rappresentata dalla direzione di

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 62 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

massima pendenza del sito e/o dalla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Tali verifiche sono state realizzate considerando che le condizioni ante-operam siano meno cautelative rispetto a quelle post-operam, in quanto si ritiene che nella messa in posa della condotta, la sostituzione di parte del terreno con la tubazione utilizzata e gli accorgimenti tecnici che verranno utilizzati miglioreranno le condizioni di stabilità globale rispetto allo stato ante-operam. Le analisi sono state eseguite utilizzando il programma *Stap 16.0*, prodotto dalla "Aztec Informatica", un programma per l'analisi di stabilità dei pendii in terra con i metodi dell'Equilibrio Limite (Fellenius, Bishop, Janbu, Bell, Sarma, Spencer, Morgenstern e Price), utilizzando il modello geologico e geotecnico desunto dal rilevamento geologico, dai risultati delle indagini svolte e dalla bibliografia disponibile.

Per il metanodotto in progetto, sulla base dei risultati delle verifiche eseguite (cfr. Annessi - Relazioni di Calcolo allegati al presente documento) e del contesto geomorfologico, si può riassumere che i profili analizzati, caratterizzati da condizioni di quiescenza, risultano al limite delle condizioni di stabilità, denotando una condizione limite di equilibrio che potrebbe essere aggravato da eventuali fenomeni di saturazione o da perturbazioni indotte dalle fasi di lavoro.

In tali situazioni, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless TOC, che consentono di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto del corpo di frana (vedi paragrafi relativi alle singole interferenze), rendendo l'opera in progetto del tutto compatibile con i movimenti gravitativi esaminati.

7) Per quanto riguarda le interferenze delle aree a pericolosità geomorfologica (P.A.I.) con il metanodotto esistente, il progetto prevede interventi e modalità operative tali da ridurre al minimo l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito. Infatti, gli scavi verranno effettuati a settori, con mezzi leggeri e realizzando piste di accesso ristrette, in modo da ridurre al minimo (ed in tempi molto contenuti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito. Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo, inoltre è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 63 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

In conclusione, gli interventi in progetto rientrano tra quelli consentiti dall'art. 16 comma 1 lett. d delle NTA del PAI, in quanto:

- ✓ sono compatibili con le condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche locali;
- ✓ si tratta di servizi essenziali non delocalizzabili;
- ✓ non concorreranno ad aumentare il carico insediativo;
- ✓ saranno realizzati con idonei accorgimenti costruttivi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 64 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

9 ALLEGATI

- ALLEGATO 1: Carta geologica, geomorfologica e geologico-strutturale
 - 5719-001-P-PG-D-1034
 - 5719-001-D-PG-D-1022
- ALLEGATO 2: PAI – Carta della pericolosità da frana
 - 5719-001-P-PG-D-1025
 - 5719-001-D-PG-D-1004
- ALLEGATO 3: PAI - Carta del rischio da frana
 - 5719-001-P-PG-D-1026
 - 5719-001-D-PG-D-1005
- ALLEGATO 4: Carta delle indagini geognostiche e geofisiche
 - 5719-001-P-PG-D-1038
- ALLEGATO 5: Carta delle opere di mitigazione e ripristino
 - 5719-001-P-PG-D-1050
 - 5719-001-D-PG-D-1018

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5719	UNITÀ 001
	LOCALITÀ REGIONE ABRUZZO	SPC. P-RT-D-0008	
	PROGETTO: MET. CITTA' SANT'ANGELO – ALANNO (Secondo e terzo tratto del Rifacimento Met. Cellino – Pineto – Bussi DN 7" /8")	Pagina 65 di 65	Rev. 0

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-210-207

10 ANNESSI

- ANNESSO 1: Verifica di stabilità Profilo 1
- ANNESSO 2: Verifica di stabilità Profilo 2 condizioni drenate
- ANNESSO 3: Verifica di stabilità Profilo 2 condizioni non drenate
- ANNESSO 4: Verifica di stabilità Profilo 3 condizioni drenate
- ANNESSO 5: Verifica di stabilità Profilo 3 condizioni non drenate