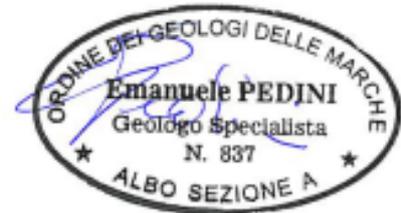


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 1 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## METANODOTTO: CELLINO ATTANASIO - PINETO

# RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA



0	Emissione per Enti	Stroppa	Pedini	Banci	28/06/21
Rev.	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5718</b>	UNITÀ <b>001</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	PROGETTO <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 2 di 44	Rev. <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO NORMATIVO</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b>	<b>15</b>
	<b>4.1 Inquadramento geologico</b>	<b>15</b>
	<b>4.2 Inquadramento geomorfologico</b>	<b>19</b>
	<b>4.3 Inquadramento idrogeologico</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CAMPAGNA GEOGNOSTICA</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>INTERFERENZE FRANE-TRACCIATO</b>	<b>23</b>
	<b>6.1 Ipotesi di Calcolo</b>	<b>26</b>
	<b>6.2 Analisi Frana 9 – Profilo 1</b>	<b>26</b>
	6.2.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	26
	6.2.2 Modello geologico	29
	6.2.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità	29
	6.2.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo	32
	<b>6.3 Analisi Frana 10 – Profilo 2</b>	<b>33</b>
	6.3.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	33
	6.3.2 Modello geologico	35
	6.3.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità	35
	6.3.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo	38
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>ANNESI</b>	<b>44</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 3 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 1 PREMESSA

La presente relazione di compatibilità idrogeologica riferisce sulle interferenze tra il tracciato del nuovo metanodotto “Cellino Attanasio-Pineto DN 200 (8”), DP 75 bar, MOP 60 bar” (e opere in dismissione connesse) e le perimetrazioni del competente PAI.

Laddove l’asse del tracciato, che presenta una lunghezza in riferimento alla linea principale di circa 20+158 km, interseca movimenti gravitativi, in accordo alle prescrizioni delle NdA del PAI, 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.

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:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 4 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

- 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 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.

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 simili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5718</b>	UNITÀ <b>001</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	PROGETTO <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 5 di 44	Rev. <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

- 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 ( $\alpha$ ) maggiore di  $45^\circ$  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.”*

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;*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 6 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

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;*

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.*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 7 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

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, semprechè 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;
- 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, semprechè siano preventivamente realizzati tutti i lavori di consolidamento e stabilizzazione

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 8 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

*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:*

- *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;*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 9 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

*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.*

*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):

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 10 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

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 11 marzo 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:

*“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*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 11 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

*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 comma 1 e gli interventi di cui all'art. 17 comma 1 delle presenti norme.*

*3. La eliminazione delle condizioni di pericolosità costituisce, di fatto, eliminazione dei vincoli derivanti dall'applicazione dei precedenti commi del presente articolo.*

*4. Per scarpate con fronti consolidati artificialmente, con opere debitamente collaudate, all'interno delle fasce di rispetto, come definite al punto 5 dell'Allegato F alle presenti norme, sono consentiti gli interventi di cui al D.P.R. n. 380/01, art. 3 comma 1 lettere a), b), c), d), f) e gli ampliamenti di edifici esistenti solo per adeguamenti igienico-sanitari, adeguamenti alle normative e premi di cubature, laddove già previsto dallo strumento urbanistico vigente, limitatamente ad un massimo del 20% della volumetria esistente; 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.”*

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;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 12 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

- verifiche di stabilità dei versanti interessati dalle interferenze frane-tracciato in progetto (cfr. Cap. 6 e Annesso 1 al presente documento);
- 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.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 13 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 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.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 14 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

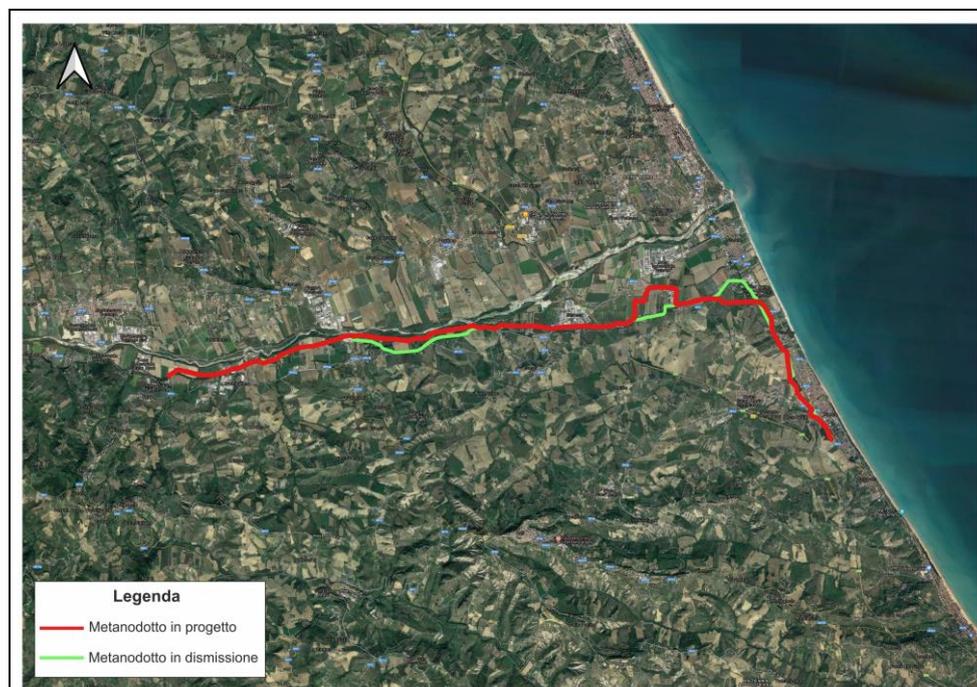
Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le opere in progetto e quelle in dismissione sono localizzate nel settore nord-orientale della regione Abruzzo ed interessano la provincia di Teramo (Fig. 3-1).

In particolare, gli interventi previsti si suddividono come segue:

- Metanodotto “Cellino Attanasio - Pineto” DN 200 (8”), DP 75 bar, nel tratto Cellino Attanasio-Pineto, il quale percorre per un totale di 20+158 km i territori comunali di Cellino Attanasio, Atri e Pineto.
- Metanodotto in dismissione “Cellino Attanasio - Pineto” DN 200 (8”), MOP 60 bar, il quale percorre per un totale di 19+811 km i territori comunali di Cellino Attanasio, Atri e Pineto.
- Ricollegamento 5990 - 6000 / 6010, il quale percorre per un totale di circa 0+033 km il territorio comunale di Atri e contestuale dismissione di circa 0+020 km;
- Ricollegamento 6050 - Utenza FIA, il quale percorre per un totale di circa 0+034 km il territorio comunale di Atri e contestuale dismissione di circa 0+010 km;
- Ricollegamento 6090, il quale percorre per un totale di circa 0+030 km il territorio comunale di Pineto e contestuale dismissione;
- Ricollegamento 6140 - Utenza Cardinali, il quale percorre per un totale di circa 0+017 km il territorio comunale di Pineto e contestuale dismissione di circa 0+006 km.



**Fig. 3-1 – Foto aerea dell’area di studio con indicate le opere in progetto e in dismissione. Immagine estratta da google earth**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 15 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

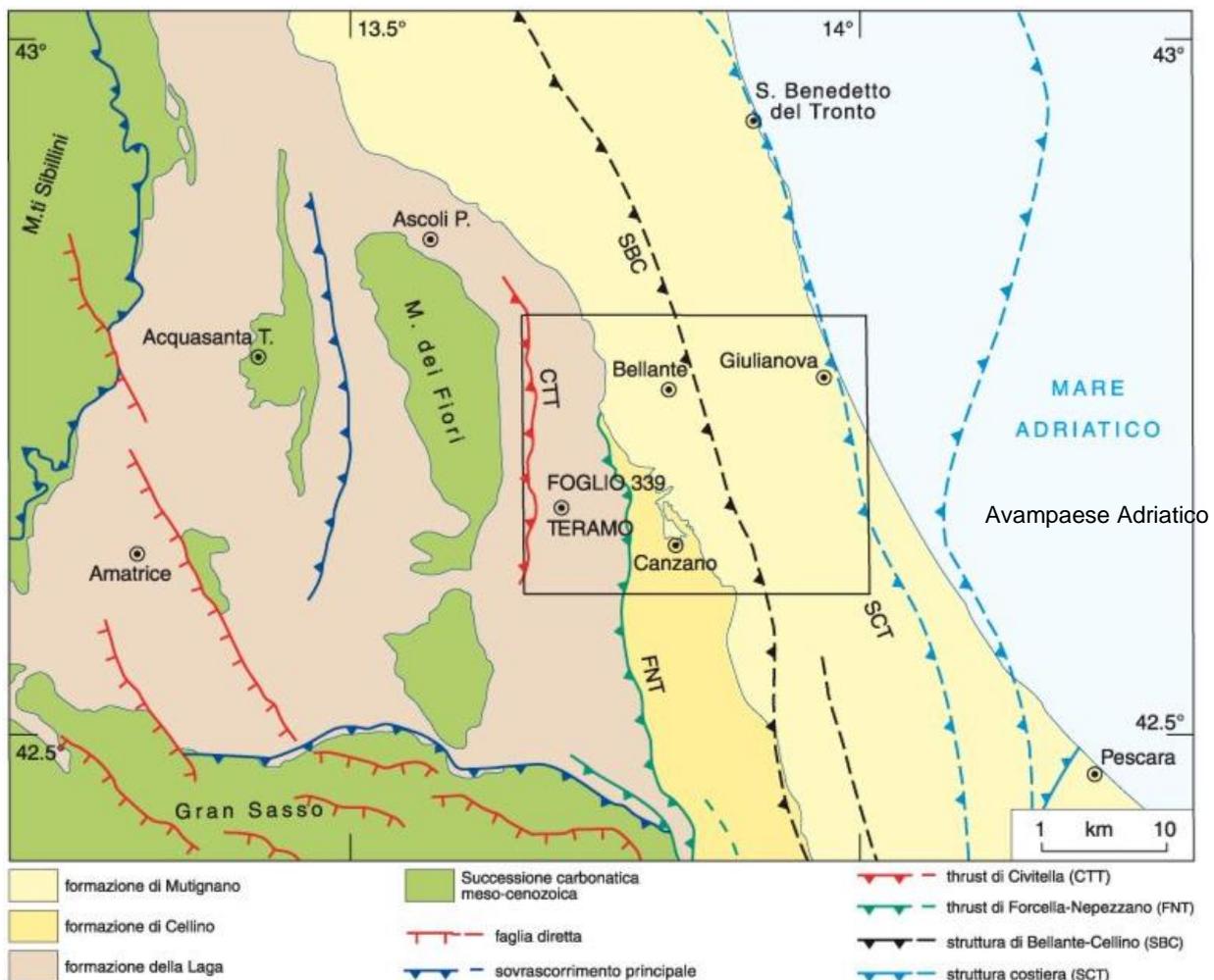
Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, 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) deposta in discordanza sia sulle strutture compressive affioranti che sulle strutture sepolte più esterne della catena (Fig. 4-1; CRESCENTINI, 1971; SCISCIANI et al., 2000; CALAMITA et al., 2002) e Fig. 4-2.

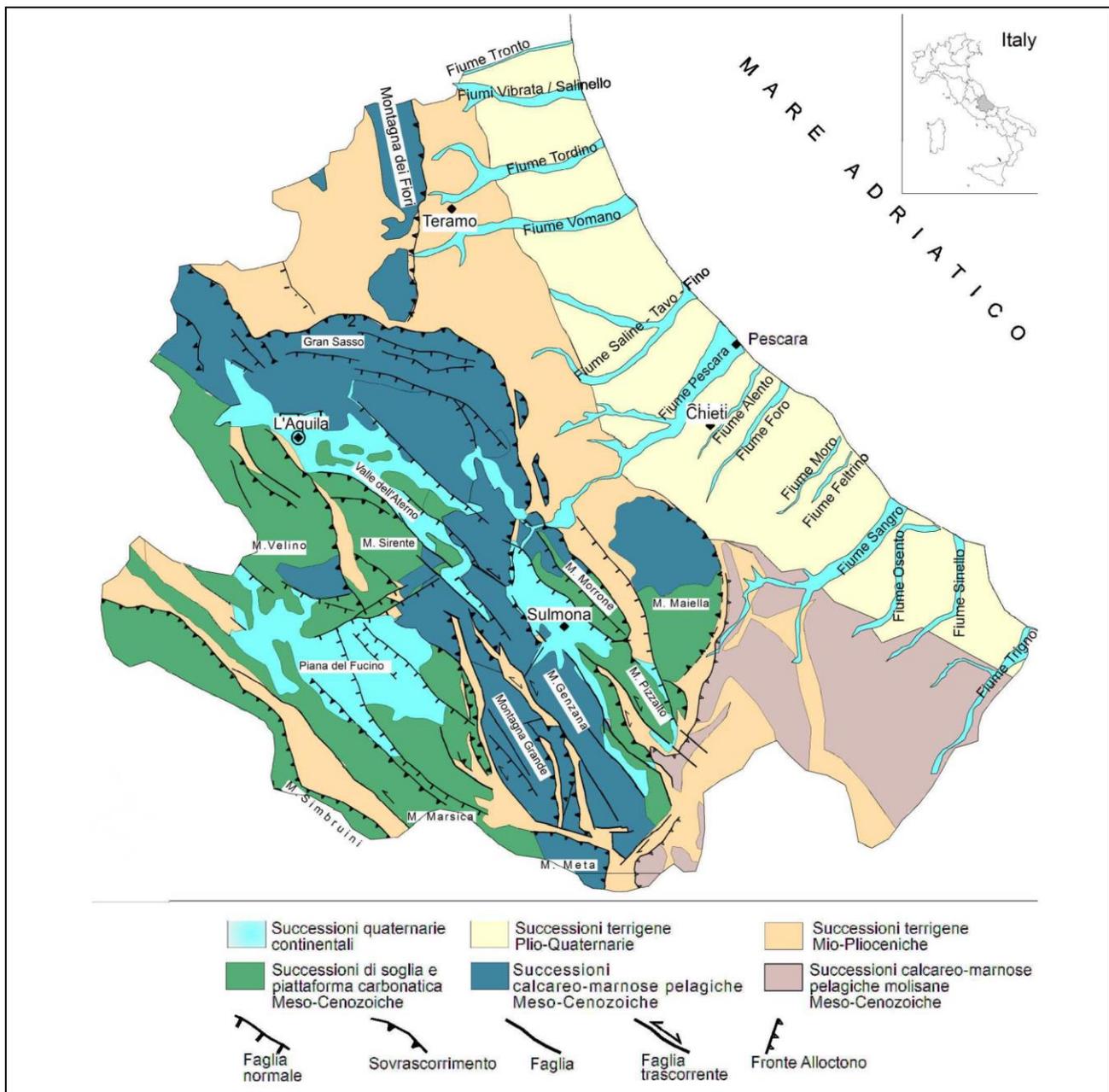
I depositi affioranti si collocano temporalmente dopo l'ultima fase di migrazione verso l'avampaese del fronte deformativo e del depocentro torbiditico pliocenico.



**Fig. 4-1 – Schema strutturale del settore Marchigiano-Abruzzese esterno.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 16 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207



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

L'enucleazione e la crescita della struttura MFM (dorsale Montagna dei Fiori-Montagnone) si realizzano durante la parte superiore del Pliocene Inferiore con l'accavallamento dei depositi messiniani su quelli del Pliocene Inferiore (lungo l'allineamento Forcella-

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 17 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

Nepezzano FNT) ed una ripresa delle deformazioni del fronte pellicolare della struttura Ballante, che mostra i maggiori tassi di crescita fra il tetto del Pliocene Inferiore e la base del Pliocene medio.

La crescita delle due principali strutture anticlinaliche porta all'individuazione di due ben distinte aree depocentrali e conseguentemente, anche durante l'intervallo Pliocene medio – Pliocene superiore, il bacino evolve in uno stadio di *piggy back*.

Questa scansione cronologica delle fasi deformative trova conferma nei dati stratigrafici di superficie e di sottosuolo ed è confortata dalle seguenti osservazioni e dalla presenza delle seguenti strutture:

- Le marne del Vomano rappresentano un deposito di bacino satellite in cui la sedimentazione si è impostata tardivamente rispetto alla enucleazione della struttura MFM ed è infatti solo blandamente deformato;
- I depositi basali della formazione di Mutignano (membro FMT<sub>1</sub> Pliocene medio) sigillano sia i thrust più interni che le pieghe ed i sovrascorrimenti più interni che interessano l'unità Cellino ma non i fronti più esterni e profondi della struttura Ballante-Cellino; nel sottosuolo i depositi correlabili col membro FMT<sub>1</sub> mostrano spessori massimi nel settore compreso fra Atri, Notaresco e Mosciano S.A.;
- I depositi del Pliocene superiore parte alta e del Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano, FMT) post datano il sollevamento dell'anticlinale di Ballante mentre risentono lievemente della crescita della struttura costiera;
- Nell'area di Atri, l'associazione sabbioso conglomeratica (FMT<sub>d</sub>) della formazione di Mutignano affiora con continuità e con assetto monoclinico, con pendenza di pochi gradi saturando le strutture compressive;
- Il bacino di Atri, corrispondente al depocentro principale posto fra l'anticlinale Villadegna-Cellino e la Struttura Costiera (CRESCENTINI et alii, 2004; in tale depocentro si registra il massimo sviluppo della successione silicoclastica relativa al Pliocene inferiore e medio;
- 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 deformatata (CASNEDI & SERAFINI, 1994). Faglie normali di età messiniano-pelitica interessano la rampa d'avampaese adriatica al di sotto della struttura costiera (CALAMITA et alii, 2001; CARRUBA, 2001; MILIA, 2002; CRESCENTINI et alii, 2004).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 18 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

- 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 offshore. 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.

La fase di segmentazione del depocentro principale in depocentri minori avviene in concomitanza della crescita della Struttura Costiera, databile al Pliocene inferiore terminale (ORI et alii 1991; CASNEDI & SERAFINI, 1994; CRESCENTINI et alii, 2004).

Da questo momento, fino al top del Pliocene superiore, le successioni sedimentarie registrano un generale decremento dei tassi di subsidenza tettonica e mostrano un a progressiva tendenza *shallowing upward*.

A partire dal Pliocene superiore si impostano condizioni di mare basso, come evidenziato dalla presenza di sistemi di *shoreface* in corrispondenza della Struttura Costiera che raggiungano la loro massima espressione durante il Pleistocene (ORI et alii 1986). I depositi registrano una fase di transizione tra un periodo durante il quale l'architettura delle successioni era controllata da intensa attività tettonica (con sollevamenti a scala locale e la progressiva migrazione del depocentro verso l'avampaese adriatico= e un periodo durante il quale le successioni risultano dominate da importanti variazioni climatiche e da flessurazioni a scala regionale (DRAMIS, 1993; CENTASMORE & NISIO, 2003).

Per effetto di questo fenomeno, che ha avuto intensità progressivamente maggiore verso l'interno della catena, i depositi postorogeni del versante adriatico hanno assunto un caratteristico assetto monoclinatico con immersione verso est-nord est (DUFURE et alii. 1989), con pendenza progressivamente decrescente in senso O-E.

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".

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 19 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 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 Vomano e dell'evoluzione costiera. Le valli secondarie dei corsi d'acqua tributari presentano in genere direzione da NNO-SSE a NO-SE.

In generale l'orografia si presenta piuttosto uniforme, caratterizzata da una serie di rilievi collinari allungati OSO-ENE e NNO-SSE, separate dalle ampie valli del Fiume Vomano.

L'area che verrà attraversata dal metanodotto in progetto e dalla contestuale dismissione del metanodotto esistente, risulta avere delle pendenze molto basse, con pendenze che variano normalmente tra lo 0 % ed il 15% circa. Soltanto nel tratto dove viene attraversata la collina prospiciente alla costa e nel tratto parallelo alla costa fino al punto finale del metanodotto, vengono attraversati i versanti che si affacciano alla costa che in alcuni punti raggiungono valori massimi del 25% di pendenza. L'idrografia è contraddistinta da un reticolo ben sviluppato, in particolare caratterizzata dal bacino idrografico del fiume Vomano nella sua parte terminale fino alla foce.

Il bacino del F. Vomano è caratterizzato da una evidente asimmetria, una maggiore estensione areale e un maggiore sviluppo del reticolo idrografico sul versante sinistro rispetto al versante destro CASTIGLIONI (1935 a.b.).

I terrazzi alluvionali afferibili al suddetto corso d'acqua sono disposti in diversi ordini con dislivelli crescenti rispetto al fondovalle; in particolare sono stati riconosciuti almeno 5 ordini di terrazzi, oltre alla piana alluvionale attuale, cui si aggiungono lembi di terrazzi particolarmente alti rispetto al fondovalle e collocati in zone di interfluvio, completamente slegati dalla morfologia delle valli alluvionali attuali. I depositi fluviali che costituiscono i terrazzi sono gli elementi principali delle successioni continentali quaternarie.

Le morfologie presenti sono legate ad un'ampia gamma di fattori; oltre alle normali forme strutturali sono presenti molte strutture legate alla gravità, quelle dovute al modellamento delle acque superficiali, le superfici relitte e le forme di origine antropica.

Per quanto riguarda le forme strutturali, esse sono dovute principalmente alla presenza di disomogeneità litologiche che caratterizzano le principali unità dei depositi marini, costituite essenzialmente da alternanze di litotipi argillosi, arenacei e conglomeratici.

Le forme connesse all'azione della gravità sono riferibili soprattutto a frane, di diversa tipologia, e a movimenti lenti di versante. I fenomeni franosi sono riferibili in prevalenza a frane di scorrimento, di colamento; presentano un diverso stato di attività, sia attivo, sia

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 20 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

quiescente, sia inattivo, come ben noto in letteratura (ALMAGIÀ, 1910; CENTAMORE et al, 1997).

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".

### 4.3 Inquadramento idrogeologico

Il tracciato di progetto del metanodotto si sviluppa in gran parte sulla destra idrografica del Fiume Vomano, interessando prevalentemente depositi alluvionali, recenti e terrazzati.

Gli acquiferi di subalveo dei fiumi adriatici, come il Vomano, 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.

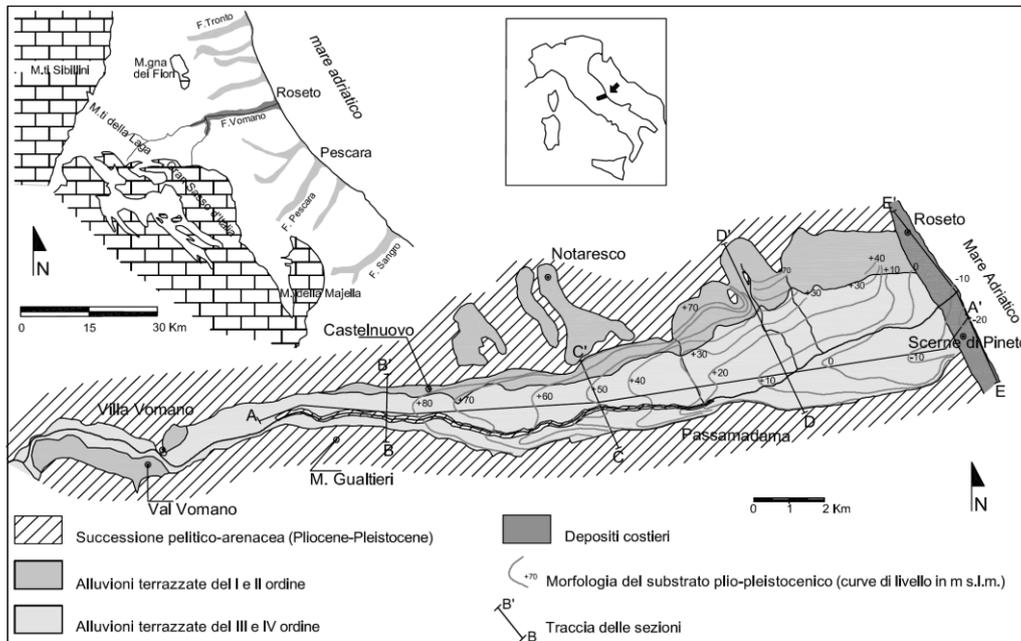
Le acque di questi acquiferi, anche se altamente vulnerabili e attualmente interessate da fenomeni di inquinamento, hanno un ruolo fondamentale nell'approvvigionamento idropotabile dei centri abitati collinari e costieri e per l'attività produttiva dell'area adriatica (NANNI & VIVALDA, 1998).

Il solo acquifero della pianura alluvionale del fiume Vomano (Fig. 4.3) soddisfa, infatti, il fabbisogno idropotabile di diversi comuni della costa adriatica (Pineto, Silvi, Montesilvano, Roseto, Città S. Angelo), inoltre esso viene intensamente sfruttato per uso industriale e, subordinatamente, irriguo.

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche idrogeologiche delle aree attraversate dalle opere in progetto si rimanda alla relazione specifica Doc. "5718-001-P-RT-D-0012".

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 21 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207



**Fig. 4.3: Localizzazione e carta geologica schematica della pianura alluvionale del fiume Vomano**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 22 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 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. 5718-001-P-RT-D-0013.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 23 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 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. Alcune frane del PAI sono state parzialmente modificate sulla base di altri database sulle frane consultati (IFFI), di lavori geologico-geomorfologici di dettaglio, pubblicazioni e carte geomorfologiche associate agli studi MOPS realizzati a scala comunale. I dati raccolti sono stati opportunamente controllati tramite rilevamento geologico-geomorfologico eseguito alla scala 1:10000 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
ATRI	P1	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	Quiescente	Da 7+735 a 7+770	Cielo Aperto
PINETO	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente	Da 15+020 a 15+675	Cielo Aperto
	PS	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	Non attivo	15+285	Cielo Aperto
	PS	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana	Quiescente	15+810	Trenchless
	PS	Orlo di scarpata con influenza strutturale	-	15+840	Trenchless
	PS	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana	Quiescente	15+890	Trenchless
	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente	Da 15+940 a 16+135	Trenchless
	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente	Da 16+965 a 17+110	Cielo Aperto
	P3	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Attiva	Da 1+7790 a 18+080	Trenchless
	P3	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	Attiva	Da 18+095 a 18+260	Trenchless

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 24 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

COMUNE	CLASSE DI PERICOLOSITA'	TIPOLOGIA DI FRANA	PROGRESSIVE CHILOMETRICHE
Atri	PS	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	5+695
	P2	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Da 5+985 a 6+150
Pineto	P1	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	Da 7+820 a 8+220
	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Da 14+180 a 15+075
	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Da 15+810 a 16+275
	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Da 16+360 a 16+510
	P1	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Da 16+650 a 16+670
	P3	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Da 17+415 a 17+525
	P3	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	Da 17+825 a 17+865
	P2	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Da 19+635 a 19+646

**Tab. 6-2 Tratti con interferenze 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, in quanto tali zone sono attraversate in sotterraneo mediante metodologie trenchless.

Per quanto concerne le aree a pericolosità molto elevata P3, 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 NdA 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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 25 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

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

Nello specifico (cfr. Annessi 1 e 2 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5718</b>	UNITÀ <b>001</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	PROGETTO <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 26 di 44	Rev. <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 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		
<b><math>F_s &lt; 1</math></b> <i>Versante instabile</i>	<b><math>1 &lt; F_s &lt; 1,2</math></b> <i>Versante in precaria stabilità</i>	<b><math>F_s \geq 1,2</math></b> <i>Versante stabile in condizioni sismiche</i>

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

## 6.2 Analisi Frana 9 – Profilo 1

### 6.2.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica

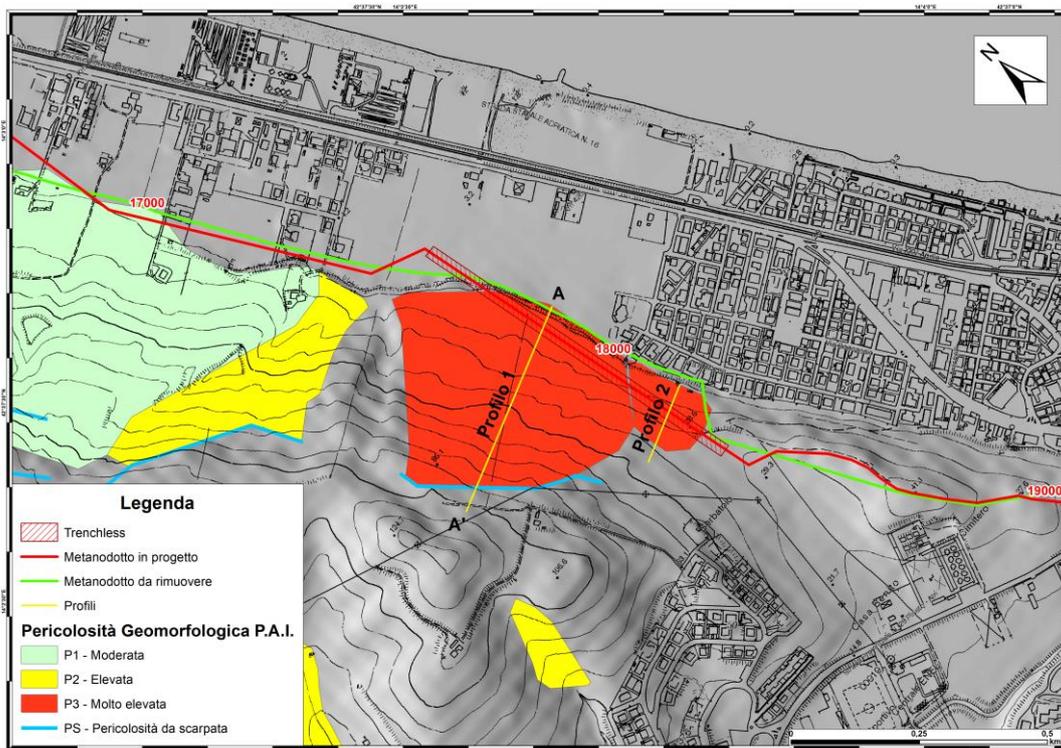
Il sito in esame ricade nel settore nord-occidentale del comune di Pineto, in provincia di Teramo, dove le opere in progetto attraversano la piana litorale ed in particolare percorrono la base di un rilievo collinare, il cui versante orientale è caratterizzato da movimenti gravitativi censiti dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico della regione Abruzzo, classificati come corpi di frana a scorrimento rotazionale con pericolosità molto elevata (P3) e stato attivo (Fig. 6.1) ed interferiti dalla condotta nel tratto compreso tra il km 17+790 e il km 18+080.

Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano depositi di frana (a1) che interessano le litologie afferenti alla Formazione di Mutignano e nello specifico la sua associazione

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 27 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

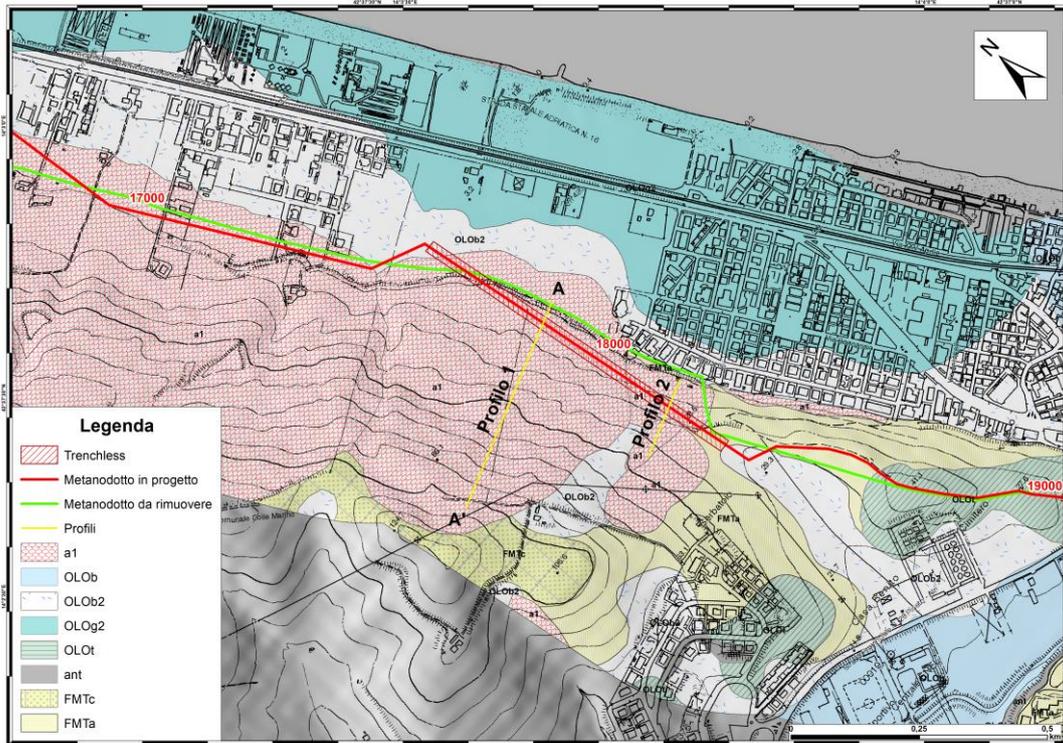
pelitica (FMTa, Fig. 6.2). Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore caratterizzato da rilievi moderatamente acclivi. La frana, in particolare, si verifica lungo il versante orientale, digradante verso NNE con pendenze comprese tra i 10° e 25°. Il movimento franoso si imposta a quote comprese tra 5 e 100 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. 6.3).



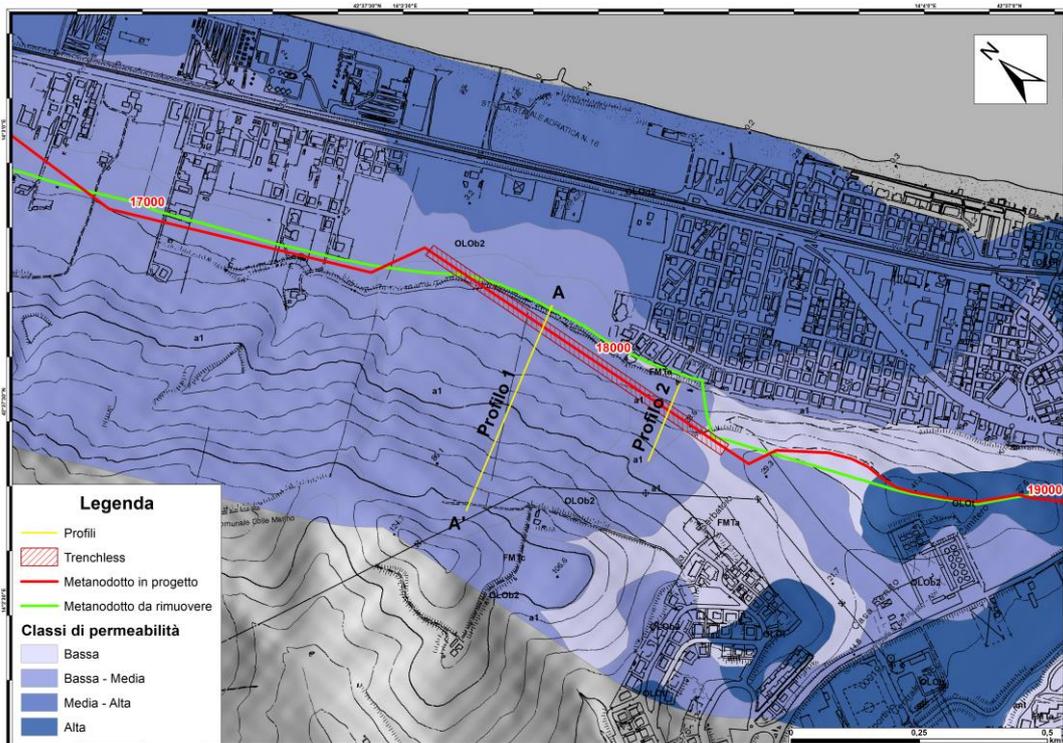
**Fig. 6.1: Stralcio carta della pericolosità geomorfologica P.A.I. (da km 17+790 a km 18+080)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 28 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207



**Fig. 6.2: Stralcio della carta geologica - geomorfologica (da km 17+790 a km 18+080)**



**Fig. 6.3: Stralcio della carta idrogeologica (da km 17+790 a km 18+080)**

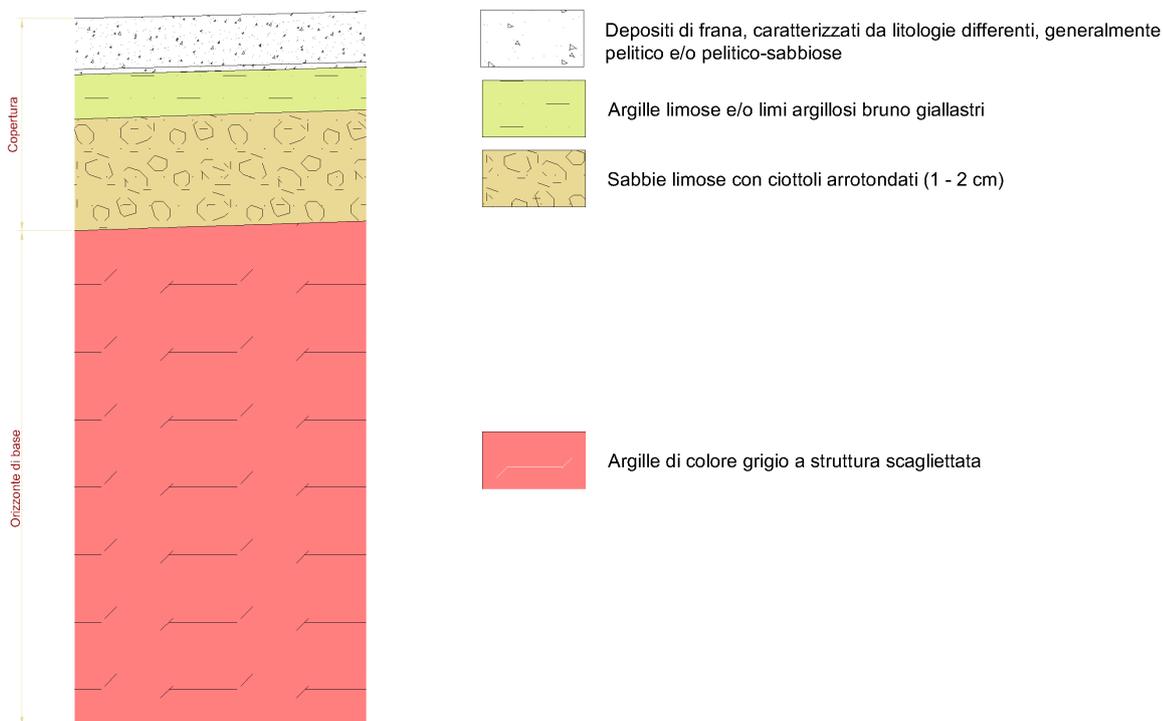
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 29 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

### 6.2.2 Modello geologico

Per la verifica di stabilità del profilo 1 (la cui posizione è indicata nelle figure al paragrafo precedente) il contesto geologico è definito attraverso la campagna geognostica condotta, che ha consentito di definire uno strato di copertura dello spessore medio di 10 m c.a. riconducibile ai depositi di frana e all'alterazione dell'argilla di base (argille e sabbie limose).

#### Sezione stratigrafica



**Fig. 6.4: Sezione geologica di riferimento**

L'orizzonte di base è costituito dalle argille di colore grigio a struttura scagliettata, consistenti e di buone caratteristiche meccaniche.

### 6.2.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità

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

- superfici di scorrimento generiche e circolari
- falda assente
- analisi in condizioni statiche e sismiche

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 30 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

- 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).

Lo schema geologico di partenza sopra richiamato ed utilizzato nella verifica di stabilità, è stato quindi basato sul modello di un pendio con 2 strati, ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1:** *Coltre/corpo di frana costituito dai detriti di frana frammisti alle argille limose e/o limi argillosi bruno giallastri, fino alla profondità variabile di circa 10 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2:** *argilla grigia a struttura scagliettata di buona consistenza*

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, desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio L1\_SH14 + L1\_SH15, relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati sui medesimi sondaggi, unitamente alla tomografia sismica ST3 e alla MASW 6), i cui risultati sono visibili nella "SPC. 5718-001-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:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 10 m)**  
 Peso di volume  $\gamma = 17,6 \text{ kN/m}^3$   
 Peso di volume saturo  $\gamma_s = 19,6 \text{ kN/m}^3$   
 Angolo d'attrito  $\Phi' = 14^\circ$   
 Coesione drenata  $c' = 8,83 \text{ kPa}$   
 Resistenza non drenata  $C_u = 44,00 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**  
 Peso di volume  $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$   
 Peso di volume saturo  $\gamma_s = 21,5 \text{ kN/m}^3$   
 Angolo d'attrito  $\Phi' = 22^\circ$   
 Coesione drenata  $c' = 38 \text{ kPa}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5718</b>	UNITÀ <b>001</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	PROGETTO <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 31 di 44	Rev. <b>0</b>

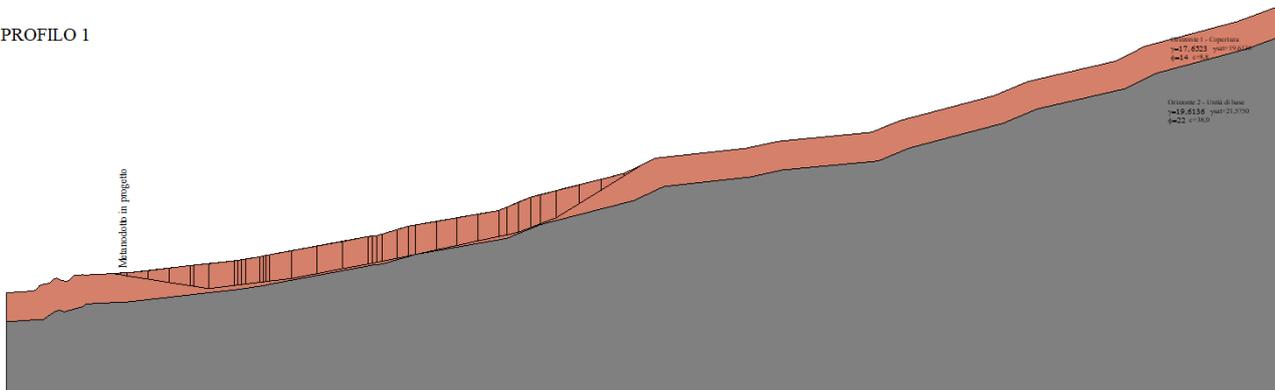
Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

Resistenza non drenata  $C_u = 170,64$  kPa  
 Resistenza non drenata  $C_u = 243,00$  kPa

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C**
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di  $15^\circ$ )

PROFILO 1



**Fig. 6.4: Sezione di verifica per l'analisi di stabilità**

## Risultati analisi

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

### Condizioni drenate:

Il versante in esame risulta essere instabile, in quanto il fattore di sicurezza **F<sub>s</sub>** è minore di **1,2 (F<sub>s</sub><sub>min</sub> = 0,930)**;

Numero di superfici analizzate	14629
Coefficiente di sicurezza minimo	0.930

	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5718</b>	UNITÀ <b>001</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	PROGETTO <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 32 di 44	Rev. <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
FELLENIOUS	11690	1.196	117	3.485	14629
BISHOP	11690	1.204	121	3.576	14629
<b>JANBU</b>	<b>14629</b>	<b>0.930</b>	<b>1</b>	<b>3.399</b>	<b>14629</b>
JANBU COMPLETO	14487	0.949	1	3.573	14629
BELL	14629	0.945	1	3.599	14629
MORGENSTERN	14629	0.939	1	3.577	14629
SPENCER	14629	0.944	1	3.578	14629
SARMA	14629	0.968	1	3.491	14629
MAKSIMOVIC	14628	0.954	1	3.581	14629
GLE	14629	0.944	1	3.578	14629

### Condizioni non drenate:

Il versante in esame risulta essere instabile, in quanto il fattore di sicurezza **F<sub>s</sub>** è minore di **1,2 (F<sub>s</sub><sub>min</sub> = 1,009)**;

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Numero di superfici analizzate 24617  
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.009

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
FELLENIOUS	11690	1.543	199	4.936	24574
BISHOP	11690	1.543	199	4.936	24574
<b>JANBU</b>	<b>24617</b>	<b>1.009</b>	<b>1</b>	<b>8.238</b>	<b>24617</b>
JANBU COMPLETO	23301	1.019	1	8.314	24617
BELL	24617	1.013	1	8.313	24617
MORGENSTERN	24188	1.035	8	8.314	24617
SPENCER	24615	1.013	1	8.316	24617
SARMA	24617	1.067	1	8.316	24613
MAKSIMOVIC	24617	1.024	1	8.313	24617
GLE	24615	1.013	1	8.316	24617

### 6.2.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo

Il versante di studio è caratterizzato dalla presenza di un movimento franoso attivo, censito dal P.A.I. della regione Abruzzo, di tipo scorrimento rotazionale, classificato a pericolosità molto elevata (P3), le cui condizioni di stabilità non soddisfano i requisiti di sicurezza richiesti per la posa e l'esercizio del metanodotto che lo attraversa.

La modalità di posa mediante trenchless in TOC (trivellazione orizzontale controllata), consente di posizionare la condotta ad una profondità di circa 35 m, all'interno dello strato

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 33 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

di base argilloso consistente e ben al di sotto della superficie di scivolamento analizzata (10 m c.a).

Per tale ragione l'opera risulta compatibile con il movimento gravitativo e con i processi di versante legati alla sua potenziale evoluzione.

### 6.3 Analisi Frana 10 – Profilo 2

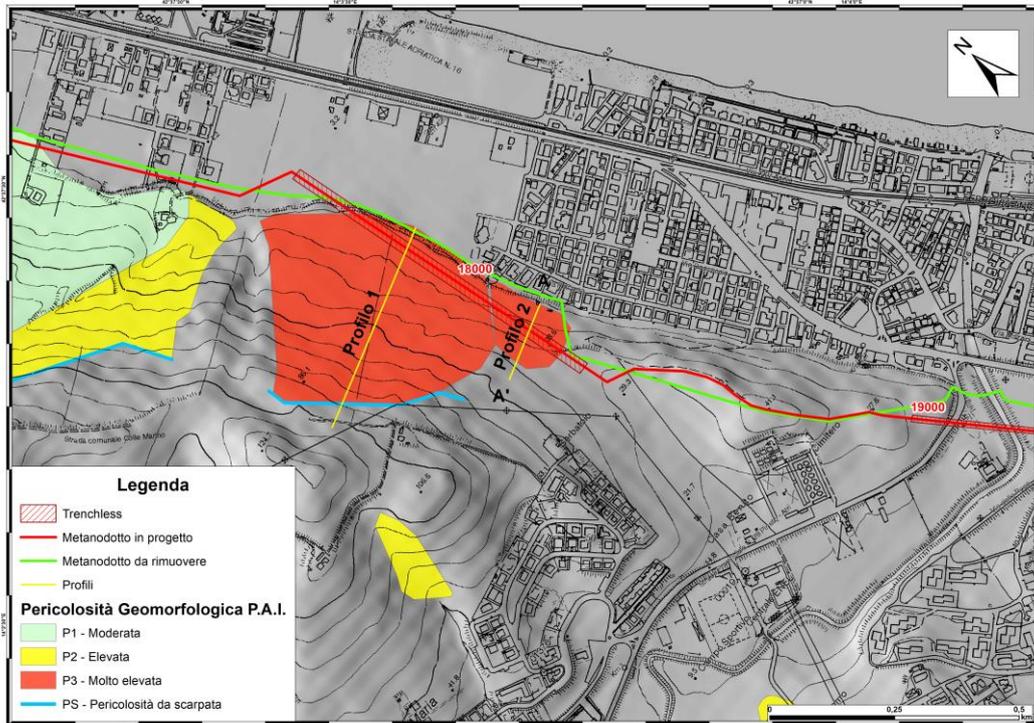
#### 6.3.1 Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica

Il sito in esame ricade nel settore nord-occidentale del comune di Pineto, in provincia di Teramo, dove le opere in progetto attraversano la piana litorale ed in particolare percorrono la base di un rilievo collinare, il cui versante orientale è caratterizzato da movimenti gravitativi censiti dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico della regione Abruzzo, classificati come deformazioni superficiali lente con pericolosità molto elevata (P3) e stato attivo (Fig. 6.5) ed interferiti dal metanodotto in progetto nel tratto compreso tra il km 18+095 e il km 18+260.

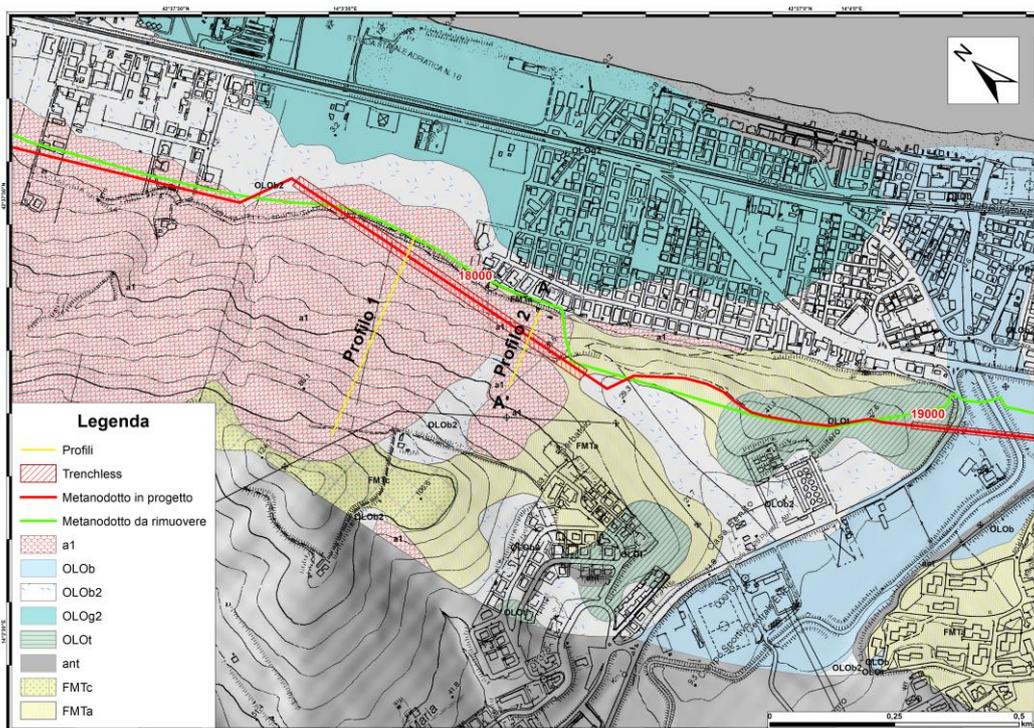
Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano depositi di frana (a1) che interessano le litologie sottostanti afferenti alla Formazione di Mutignano e nello specifico la sua associazione pelitica (FMTa, Fig. 6.6). Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore caratterizzato da rilievi moderatamente acclivi. La frana, in particolare, si verifica lungo il versante orientale, digradante verso NNE con pendenze comprese tra i 5° e 15°. Il movimento franoso si imposta a quote comprese tra 10 e 40 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. 6.7).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 34 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207



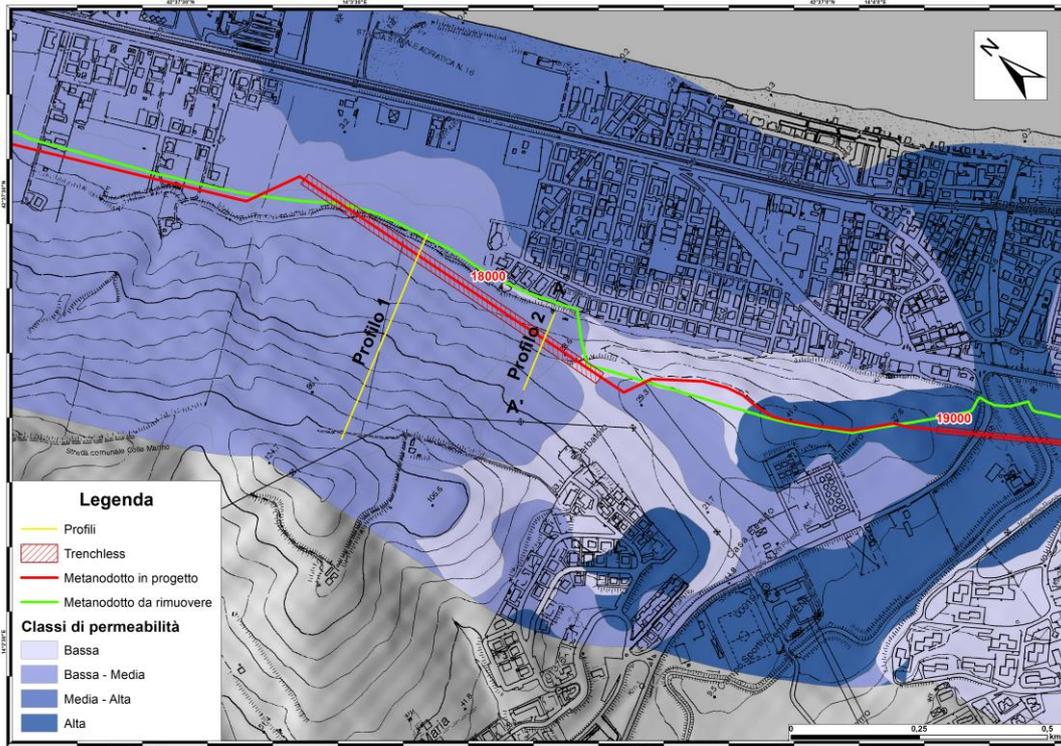
**Fig. 6.5: Stralcio carta della pericolosità geomorfologica P.A.I. (da km 18+095 a km 18+260)**



**Fig. 6.6: Stralcio della carta geologica - geomorfologica (da km 18+095 a km 18+260)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 35 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207



**Fig. 6.7: Stralcio della carta idrogeologica (da km 18+095 a km 18+260)**

### 6.3.2 Modello geologico

Le condizioni geologiche di riferimento, in analogia a quanto desunto per il profilo 1, sono riconducibili alla sezione stratigrafica di cui alla Fig. 6.4, essenzialmente afferibile allo strato alterato di copertura e all'orizzonte di base costituito da argille consistenti.

### 6.3.3 Modello geotecnico e verifica di stabilità

Lo studio di stabilità per il profilo 2 è stato condotto secondo le medesime ipotesi del profilo 1 ed in particolare:

- superfici di scorrimento generiche e circolari
- falda assente
- 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).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 36 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

Lo schema geologico di partenza sopra richiamato ed utilizzato nella verifica di stabilità, è stato quindi basato sul modello di un pendio con 2 strati, ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1**: *Coltre/corpo di frana costituito dai detriti di frana frammisti alle argille limose e/o limi argillosi bruno giallastri, fino alla profondità variabile di circa 10 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2**: *argilla grigia a struttura scagliettata di buona consistenza*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Annesso 2 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, desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio L1\_SH14 + L1\_SH15, relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati sui medesimi sondaggi, unitamente alla tomografia sismica ST3 e alla MASW 6), i cui risultati sono visibili nella "SPC. 5718-001-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:

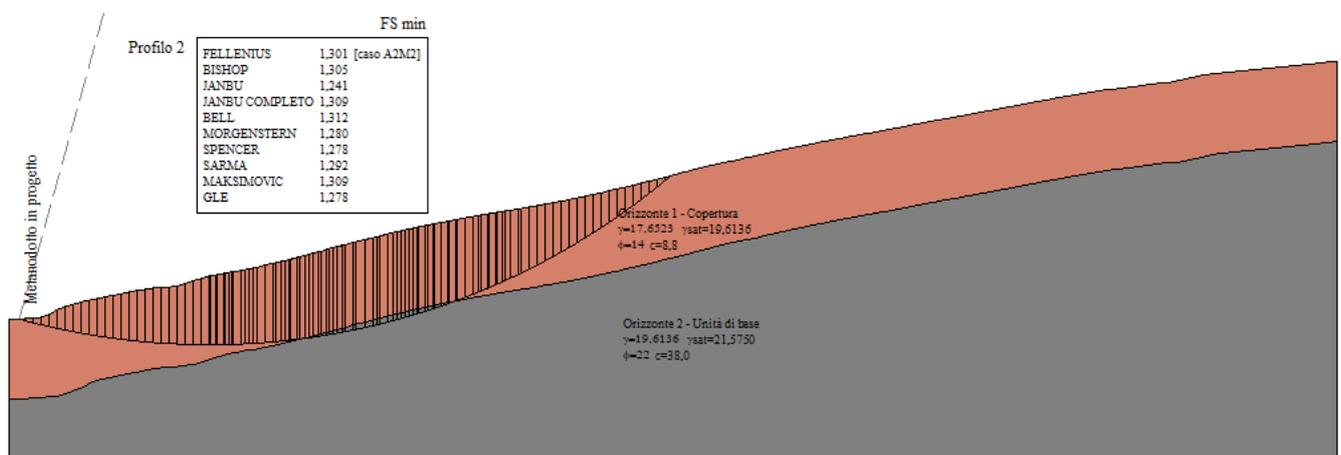
- **Orizzonte 1 (spessore circa 10 m)**  
 Peso di volume  $\gamma = 17,6 \text{ kN/m}^3$   
 Peso di volume saturo  $\gamma_s = 19,6 \text{ kN/m}^3$   
 Angolo d'attrito  $\Phi' = 14^\circ$   
 Coesione drenata  $c' = 8,83 \text{ kPa}$   
 Resistenza non drenata  $C_u = 44,00 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**  
 Peso di volume  $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$   
 Peso di volume saturo  $\gamma_s = 21,5 \text{ kN/m}^3$   
 Angolo d'attrito  $\Phi' = 22^\circ$   
 Coesione drenata  $c' = 38 \text{ kPa}$   
 Resistenza non drenata  $C_u = 170,64 \text{ kPa}$   
 Resistenza non drenata  $C_u = 243,00 \text{ kPa}$

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 37 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

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



**Fig. 6.8: Sezione di verifica per l'analisi di stabilità**

## Risultati analisi

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<sub>s</sub>** è maggiore di **1,2 (F<sub>smin</sub> =1,202)**;

Numero di superfici analizzate	3507
Coefficiente di sicurezza minimo	1.202

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
FELLENIUS	1890	1.288	1	2.305	3490
BISHOP	1890	1.305	22	2.447	3490
<b>JANBU</b>	<b>3507</b>	<b>1.202</b>	<b>1</b>	<b>2.200</b>	<b>3507</b>

	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5718</b>	UNITÀ <b>001</b>
	LOCALITA' <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	PROGETTO <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 38 di 44	Rev. <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU COMPLETO	30	1.309	22	2.261	3095
BELL	3507	1.312	22	2.467	3500
MORGENSTERN	1478	1.280	22	2.447	3500
SPENCER	3507	1.278	22	2.447	3500
SARMA	3507	1.292	22	2.385	3500
MAKSIMOVIC	3507	1.309	22	2.448	3500
GLE	3507	1.278	22	2.447	3500

### Condizioni non drenate:

Il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **F<sub>s</sub>** è maggiore di **1,2 (F<sub>s</sub><sub>min</sub> =1,642)**.

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Numero di superfici analizzate	3711
Coefficiente di sicurezza minimo	1.642

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
FELLENIOUS	1890	1.785	1	3.455	3684
BISHOP	1890	1.785	1	3.455	3684
<b>JANBU</b>	<b>3711</b>	<b>1.642</b>	<b>1</b>	<b>3.241</b>	<b>3706</b>
JANBU COMPLETO	8	1.966	189	3.106	2865
BELL	3711	1.786	1	3.556	3711
SPENCER	3711	1.715	1	3.553	3711
SARMA	3711	1.861	1	3.543	3711
MAKSIMOVIC	3711	1.786	1	3.556	3711
GLE	3711	1.715	1	3.553	3711

### 6.3.4 Compatibilità dell'opera in progetto con il movimento gravitativo

In relazione ai risultati delle analisi condotte per il profilo 2 la porzione di versante interessata dal passaggio del metanodotto presenta condizioni di sicurezza prossime alla stabilità.

La posa del metanodotto è prevista con metodologia trenchless a profondità elevate (circa 35) e al di sotto della potenziale superficie di scivolamento individuata (10 m c.a.), censita dal P.A.I. della regione Abruzzo, classificata come deformazione superficiale lenta e con pericolosità molto elevata (P3).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 39 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

*Tale tecnologia, la quale non prevede esecuzioni di scavo a cielo aperto, consente di realizzare l'opera senza perturbare le condizioni di equilibrio precario riscontrate per il pendio interessato.*

Per quanto sopra esposto, l'opera è compatibile con i processi di versante in atto o potenzialmente attivabili per azione antropica.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 40 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 7 CONCLUSIONI

Nel presente documento è illustrato uno studio di compatibilità geomorfologica realizzato nell'ambito della progettazione del Metanodotto Cellino Attanasio - Pineto DN 200 (8"), DP 75 bar e opere connesse (allacciamenti in progetto ed in dismissione).

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.4 aree a pericolosità moderata (P1), con n.4 a pericolosità da scarpata (Ps) ed in due casi con aree a pericolosità molto elevata (P3).

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 individuate possono essere ritenute indirette, poiché la condotta verrà posata in sotterraneo mediante metodologia trenchless, evitando qualsiasi alterazione delle condizioni morfologiche delle aree interessate da tali pericolosità. Esclusivamente in un caso si ha un'interferenza diretta con un orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia (Id 3, v. Tab. 6-1), in stato inattivo, dai cui rilievi geologici-geomorfologici eseguiti, non risultano evidenze della suddetta scarpata, pertanto tale interferenza non è stata considerata.

I risultati dello studio possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

1) Gli interventi in progetto si sviluppano nel settore nord-orientale della regione Abruzzo, attraversando diversi comuni, tra i quali Cellino Attanasio, Atri e Pineto, in provincia di Teramo.

2) Il tracciato del metanodotto si sviluppa, dal punto di vista geologico nella successione silicoclastica del Pliocene medio – Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano) deposta in discordanza sia sulle strutture compressive affioranti sia sulle strutture sepolte più esterne della catena. Le unità affioranti sono assimilabili in gran parte alle diverse associazioni della formazione di Mutignano, a depositi di copertura (coltri, depositi di frana, conoidi) e ai depositi alluvionali del fiume Vomano e dei suoi affluenti.

3) Morfologicamente, il metanodotto si colloca in un primo tratto lungo il fondovalle del fiume Vomano, caratterizzato da tratti morfologici generalmente blandi e solo localmente di alta collina, con quote variabili da 15 m circa a 80 m circa ed un secondo tratto, parallelo alla linea di costa a quote di circa 5 m e in alcuni tratti, corrispondenti a versanti

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 41 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

caratterizzati da pendenze comprese tra 5° e 25°, per i quali si è previsto l'attraversamento in trenchless al fine di superare diversi dissesti. Le opere attraversano tre corsi d'acqua: il fosso San Giuliano e il torrente Stampalone (entrambi affluenti del fiume Vomano) ed il torrente Calvano.

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. 5718-001-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°10 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 e Cap. 5 e SPC. 5718-001-P-RT-D-0013 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche");
- una verifica di stabilità del versante (Cfr. Annessi 1 e 2 al presente documento), nel caso delle aree a pericolosità di frana molto elevata (P3) interferite dal metanodotto in progetto. Le verifiche svolte riguardano la stabilità globale del versante, eseguite sulla sezione più cautelativa rappresentata dalla direzione di 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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 42 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

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 alle profondità indicate nei rispettivi paragrafi, non risultano essere stabili (Profilo 1) secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza calcolato risulta essere  $F_s < 1,2$ .

Per il Profilo 2 la condizione di stabilità è leggermente al di sopra del fattore di sicurezza previsto dai disposti normativi, per cui eventuali perturbazioni legate alle fasi di lavoro e di esercizio della condotta, potrebbero generare dei dissesti localizzati per la porzione di versante interessata.

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.

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 43 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

- ✓ 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.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5718</b>	<b>UNITÀ</b> <b>001</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE ABRUZZO</b>	<b>SPC. P-RT-D-0008</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>METANODOTTO CELLINO ATTANASIO - PINETO</b>	Pagina 44 di 44	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. EN: P20IT04025-PPL-RE-110-207

## 8 ALLEGATI

- ALLEGATO 1: Carta geologica, geomorfologica e geologico-strutturale
  - 5718-001-P-PG-D-1034
  - 5718-001-D-PG-D-1022
- ALLEGATO 2: PAI – Carta della pericolosità da frana
  - 5718-001-P-PG-D-1025
  - 5718-001-D-PG-D-1004
- ALLEGATO 3: PAI - Carta del rischio da frana
  - 5718-001-P-PG-D-1026
  - 5718-001-D-PG-D-1005
- ALLEGATO 4: Carta delle indagini geognostiche e geofisiche
  - 5718-001-P-PG-D-1038
- ALLEGATO 5: Carta delle opere di mitigazione e ripristino
  - 5718-001-P-PG-D-1050
  - 5718-001-D-PG-D-1018

## 9 ANNESSI

- ANNESSO 1: Verifica di stabilità Profilo 1
- ANNESSO 2: Verifica di stabilità Profilo 2