

Contraente: 	Progetto: RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 4007300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2		Cliente: 
	N° Contratto : N° Commessa : NR/19188		
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 1 di 214	Data 18-03-2020	N° Documento Cliente: RE-CGSA-033

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA



00	18-03-2020	EMISSIONE	QUARTARONE	FILANDRO	PEDINI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 2	di 214	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-CGSA-033

INDICE

INDICE	2
1 PREMESSA	8
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
4 INQUADRAMENTO GENERALE	13
4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	13
4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	15
4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	19
4.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	20
4.5 INQUADRAMENTO SISMICO	26
4.5.1. Sismicità storica	26
4.5.2. Sismicità recente	27
4.5.3. Fagliazione attiva e capace	28
4.5.4. Classificazione sismica nazionale	30
4.5.5. Classificazione sismica regionale	32
4.5.6. Zonazione sismogenetica	34
4.5.7. Pericolosità sismica	35
5 PIANO DELLE INDAGINI	37
6 INTERFERENZE MOVIMENTI GRAVITATIVI DI VERSANTE - TRACCIATI	38
6.1 IPOTESI DI CALCOLO	40
6.2 ANALISI FRANA 1 - PROFILO 1	43
6.2.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	43
6.2.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	45
6.2.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	46
6.2.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	46
6.3 ANALISI FRANA 1 - PROFILO 2	48
6.3.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	48
6.3.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	50

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento:	Foglio	Rev.:	N° Documento Cliente:	
03858-PPL-RE-000-0033	3 di 214	00	RE-CGSA-033	

6.3.3.	VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	51
6.3.4.	COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	51
6.4	ANALISI FRANA 2 - PROFILO 3 (<i>interferenza 1</i>)	53
6.4.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	53
6.4.2.	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	55
6.4.3.	VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	56
6.4.4.	COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	56
6.5	ANALISI FRANE 3 E 4 - PROFILO 4 (<i>interferenze 2 e 3</i>)	59
6.5.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	59
6.5.2.	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	61
6.5.3.	VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	62
6.5.4.	COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	63
6.6	ANALISI FRANA 5 - PROFILO 5 (<i>interferenza 4</i>)	65
6.6.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	65
6.6.2.	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	67
6.6.3.	VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	67
6.6.4.	COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	68
6.7	ANALISI FRANA 6 - PROFILO 6 (<i>interferenza 5</i>)	70
6.7.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	70
6.7.2.	MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	72
6.7.3.	VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	73
6.7.4.	COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	73
6.8	ANALISI FRANA 7 - PROFILO 7 (<i>interferenza 6</i>)	76
6.8.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	76
6.8.2.	MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	78
6.8.3.	VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	79
6.8.4.	COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	80
6.9	ANALISI FRANA 8 - PROFILO 8 (<i>interferenza 7</i>)	82
6.9.1.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	82
6.9.2.	MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	84
6.9.3.	VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	85

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 4 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6.9.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	85
6.10 ANALISI FRANA 9 - PROFILO 9 (<i>interferenza 8</i>)	87
6.10.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	87
6.10.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	89
6.10.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	90
6.10.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	90
6.11 ANALISI FRANA 10 - PROFILO 10 (<i>interferenza 9</i>)	93
6.11.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	93
6.11.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	95
6.11.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	96
6.11.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	97
6.12 ANALISI FRANA 11 - PROFILO 11 (<i>interferenza 10</i>)	99
6.12.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	99
6.12.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	101
6.12.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	102
6.12.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	103
6.13 ANALISI FRANA 12 - PROFILO 12	105
6.13.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	105
6.13.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	107
6.13.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	108
6.13.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	108
6.14 ANALISI FRANA 13 - PROFILO 13	110
6.14.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	110
6.14.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	112
6.14.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	113
6.14.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	114
6.15 ANALISI FRANA 14 - PROFILO 14	115
6.15.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	115
6.15.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	117
6.15.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	118

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 5	di	214	Rev.:	N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
				00	

6.15.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	120
6.16 ANALISI FRANA 15 (<i>interferenza 11</i>)	121
6.16.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	121
6.17 ANALISI FRANA 16 - PROFILO 15 (<i>interferenza 12</i>)	124
6.17.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	124
6.17.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	126
6.17.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	127
6.17.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	128
6.18 ANALISI FRANA 17 (<i>interferenza 13</i>)	130
6.18.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	130
6.19 ANALISI FRANA 18 - PROFILO 16 (<i>interferenza 14</i>)	132
6.19.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	132
6.19.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	134
6.19.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	135
6.19.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	135
6.20 ANALISI FRANA 19 - PROFILO 17 (<i>interferenza 15</i>)	137
6.20.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	137
6.20.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	139
6.20.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	139
6.20.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	140
6.21 ANALISI FRANA 19 - PROFILO 18 (<i>interferenza 15</i>)	142
6.21.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	142
6.21.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	144
6.21.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	144
6.21.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	145
6.22 ANALISI FRANA 20 - PROFILO 19	147
6.22.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	147
6.22.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	149
6.22.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	150

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 6 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6.22.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	150
6.23 ANALISI FRANA 21 - PROFILO 20 (<i>interferenza 16</i>)	152
6.23.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	152
6.23.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	154
6.23.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	155
6.23.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	156
6.24 ANALISI FRANA 22 (<i>interferenza 17</i>)	158
6.24.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	158
6.25 ANALISI FRANA 23 - PROFILO 21 (<i>interferenza 18</i>)	161
6.25.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	161
6.25.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	163
6.25.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	164
6.25.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	165
6.26 ANALISI FRANA 24 - PROFILO 22 (<i>interferenza 19</i>)	167
6.26.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	167
6.26.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	169
6.26.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	170
6.26.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	170
6.27 ANALISI FRANA 25 - PROFILO 23	172
6.27.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	172
6.27.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	174
6.27.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	175
6.27.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	176
6.28 ANALISI FRANA 26 - PROFILO 24	177
6.28.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	177
6.28.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	179
6.28.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	180
6.28.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	180
6.29 ANALISI FRANA 27 (<i>interferenza 20</i>)	182

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 7 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6.29.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	182
6.30 ANALISI FRANA 28 (interferenza 21)	185
6.30.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	185
6.31 ANALISI FRANA 29 - PROFILO 25	188
6.31.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	188
6.31.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	190
6.31.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	191
6.31.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	192
6.32 ANALISI FRANE 30 e 31 - PROFILO 26 (interferenze 22 e 23)	193
6.32.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	193
6.32.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	195
6.32.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	196
6.32.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	197
6.33 ANALISI FRANA 32 - PROFILO 27 (interferenza 24)	199
6.33.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	199
6.33.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	201
6.33.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	202
6.33.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	202
6.34 ANALISI FRANA 33 e 34 - PROFILO 28 (interferenza 25)	204
6.34.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE	204
6.34.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	206
6.34.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE	207
6.34.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO	208
7 CONCLUSIONI	210
8 ALLEGATI	213
9 ANNESSI	214

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 8 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

1 PREMESSA

Il presente studio di compatibilità geomorfologica è correlato al progetto del metanodotto di nuova realizzazione "Rif. Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12") – DP 75 bar – Fase 2" e opere connesse (allacciamenti) con lunghezza finale pari a 60+780 km. Il tracciato in progetto interferisce con aree censite dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della regione siciliana; sono stati considerati anche i movimenti gravitativi limitrofi alle opere in progetto, in quanto la presenza di condizioni favorevoli alla riattivazione delle frane preesistenti, potrebbe di conseguenza compromettere la sicurezza delle condotte.

La disciplina delle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P3) è normata al comma 7 dall'art. 8 "Disciplina delle aree a pericolosità geomorfologica" delle NTA del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia. Nelle aree a pericolosità P4 e P3 sono esclusivamente consentite: (omissis) "Le occupazioni temporanee di suolo, da autorizzarsi ai sensi dell'articolo 5 della legge regionale 10 agosto 1985, n.37; realizzate in modo da non recare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità". Nel comma 8 dell'art.8 "Nelle aree a pericolosità P2, P1 e P0, è consentita l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali e attuativi, e di settore vigenti, corredati da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa in vigore ed estese ad un ambito morfologico o ad un tratto di versante significativo.

Secondo quanto riportato all'interno delle NTA del P.A.I. Sicilia, lo studio di compatibilità geomorfologica deve essere eseguito relativamente alle aree a pericolosità geomorfologica P3 (elevata) e P4 (molto elevata). Sulla base di quanto esposto, l'analisi ha escluso interferenze del metanodotto in progetto con tali aree; nonostante ciò, al fine di valutare gli impatti nei settori in cui l'opera in progetto insiste, si è proceduto con la redazione di tale studio relativamente alle aree a pericolosità geomorfologica moderata (P1) e media (P2), per le quali sono state riscontrate interferenze con l'opera in progetto.

Pertanto, individuate le interferenze del tracciato in progetto ed in dismissione con elementi di vulnerabilità geomorfologica in atto o in potenziale sviluppo, lo studio di compatibilità è stato condotto in diverse fasi:

- ricerca bibliografica su informazioni inerenti il quadro geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico generale;
- analisi delle interferenze fra il tracciato del metanodotto e le frane rilevate;
- rilievo geologico e geomorfologico in un intorno significativo delle aree interessate dagli interventi in progetto, mai inferiore a 200 m dall'asse della condotta per valutarne la potenziale evoluzione con conseguente interessamento delle condotte in progetto o in esercizio;
- esecuzione di una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche (Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*", redatto a corredo dello stesso progetto e che costituisce parte integrante del presente documento, Doc. n. PG-TPSG-122 "*Carta delle indagini geotecniche e geofisiche - Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12")*", DP 75 bar "" e Doc. n. PG-TPSG-222 "*Carta delle indagini geotecniche e geofisiche - Opere connesse al Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 (16")*", DP 75 bar "");
- caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica delle aree in frana (cfr. Cap. 4);
- verifiche di stabilità dei versanti interessati dalle interferenze frane-tracciato metanodotto in progetto (cfr. Cap. 6 e Allegati da 1 a 28 al presente documento);

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 9 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

- analisi della compatibilità dell'opera in progetto con i movimenti gravitativi esistenti, in virtù dell'assunzione delle ipotesi di studio che cautelativamente permettono di interpretare i fenomeni in atto e il loro possibile sviluppo.

Si precisa che lo studio è stato esteso anche ai movimenti gravitativi relativi al progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) ed a quelli che, seppur non cartografati, sono stati rilevati a seguito di campagna geologica – geomorfologica.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 10 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme osservate per la redazione del presente studio sono:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato nella G.U. del 20.02.2018 n.42.
- Norme Tecniche di Attuazione Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Regione Sicilia.

Per la normativa inerente alle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche si rimanda all'elaborato Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*", con allegati e relativi annessi (Doc. n. PG-TPSG-122 "*Carta delle indagini geotecniche e geofisiche - Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12")*" e Doc. n. PG-TPSG-222 "*Carta delle indagini geotecniche e geofisiche - Opere connesse al Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12")*", redatto a corredo dello stesso progetto e che costituisce parte integrante del presente documento.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 11 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto denominato “Rifacimento Metanodotto Gagliano – Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12"), DP 75 bar – Fase 2” prevede la realizzazione di una condotta per il trasporto di gas naturale che avrà una lunghezza pari a circa 60+780 km, ripartita in 60+450 km di linea principale e 0+330 km di allacciamenti. Questa nuova linea andrà a sostituire l'esistente “Metanodotto Gagliano – Termini Imerese DN Vari” che sarà dismesso nel tratto equivalente al nuovo tracciato, per una lunghezza pari a circa 60+161 km (59+861 km di linee principali e 0+300 km di allacciamenti). Contestualmente al metanodotto principale in rimozione, saranno dismessi/rimossi anche alcuni allacciamenti in corrispondenza delle condotte di nuova costruzione, mentre alcune porzioni delle condotte esistenti saranno mantenute e collegate alle opere di nuova progettazione.

La messa in opera della nuova condotta e delle opere ad essa connesse, così come la rimozione dell'esistente tubazione, prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro; tali fasi consentono di contenere le operazioni in un tratto limitato del tracciato, avanzando progressivamente nel territorio.

Gli attraversamenti di corsi d'acqua, di infrastrutture e di particolari elementi morfologici ed ecologici (aree boscate, ecc.) vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano simultaneamente all'avanzamento della linea, in modo da garantire la realizzazione degli stessi prima dell'arrivo della linea.

Le metodologie realizzative possibili sono diverse e, in sintesi, possono essere così suddivise:

- attraversamenti realizzate tramite scavo a cielo aperto;
- attraversamenti realizzati tramite tecnologie trenchless.

A loro volta questi ultimi si differenziano per l'impiego di procedimenti senza controllo direzionale:

- trivella spingitubo o con controllo direzionale;
- microtunnelling;
- trivellazione orizzontale controllata (TOC).

La scelta della metodologia da utilizzare dipende da diversi fattori, quali: profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, tipologia e consistenza del terreno, permeabilità, sensibilità dell'ambiente e così via.

Tipologie di attraversamento trenchless più complesse quali microtunnel e TOC possono essere impiegate per la posa di condotte e cavi in particolari situazioni, quali:

- attraversamento di corpi idrici importanti (fiumi, torrenti, canali, laghi, paludi, lagune, ecc.);
- attraversamento di ostacoli naturali come salti morfologici (dossi rocciosi, colline, pendii in frana, ecc.);
- attraversamento di ostacoli artificiali (autostrade e strade, ferrovie, argini, piazzali, ecc.);
- realizzazione di approdi costieri;
- sottopasso di aree di particolare pregio ambientale e/o archeologico.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 12 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

L'applicazione di tali tecnologie elimina le interferenze dirette sull'area che si intende preservare, anche se richiede la predisposizione di più ampie aree di cantiere agli estremi dell'attraversamento e una più prolungata presenza dello stesso.

Interventi di ripristino ambientale e di mitigazione sono previsti, infine, al termine dei lavori su entrambe le linee, allo scopo di ristabilire nella zona d'intervento gli equilibri naturali preesistenti e di impedire, nel contempo, l'instaurarsi di fenomeni erosivi, rafforzando la stabilità dell'area (cfr. Disegni Standard di Progetto - Schede da n. ST-1300 a n. ST-1399 e Doc. n. PG-OM-130 e PG-OM-230 "Opere di Mitigazione e Ripristino").

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 13 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

4 INQUADRAMENTO GENERALE

4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

I metanodotti in progetto e quelli in dismissione sono localizzati nel settore centro-settentrionale della Sicilia ed interessano le province di Enna, Caltanissetta e Palermo (Fig. 4-1).

In particolare le opere in oggetto si suddividono in n.10 interventi (v. "INTERVENTO x" su Doc. PG-TP-100) e si articolano come segue:

- Metanodotto "Gagliano-Termini Imerese" DN 400 (16"), DP 75 bar, il quale percorre per un totale di 42+795 km, i territori comunali di Nicosia e Sperlinga, in provincia di Enna, il territorio comunale di Resuttano in provincia di Caltanissetta ed i territori comunali di Gangi, Blufi, Alimena, Bompietro, Petralia Sottana, Castellana Sicula, Polizzi Generosa e Caltavuturo, in provincia di Palermo.
- "Rifacimento Allacciamento Comune di Sperlinga" DN 150 (6"), DP 75 bar che interessa il territorio comunale di Nicosia in provincia di Enna, per un totale di 0+110 km.
- "Rifacimento Allacciamento Comune di Bompietro" DN 150 (6"), DP 75 bar, che interessa il territorio comunale di Bompietro in provincia di Palermo, per un totale di 0+130 km.
- "Rifacimento Allacciamento Comune di Castellana Sicula" DN 150 (6"), DP 75 bar, che interessa il territorio comunale di Petralia Sottana in provincia di Palermo, per un totale di 0+065 km.
- Metanodotto "Gagliano-Termini Imerese" DN 300 (12"), DP 75 bar, il quale percorre, per un totale di 17+655 km i territori comunali di Caltavuturo, Sclafani Bagni, Sciarra e Termini Imerese, in provincia di Palermo
- "Rifacimento Allacciamento Comune di Caltavuturo" DN 150 (6"), DP 75 bar, che interessa il territorio comunale di Sclafani Bagni in provincia di Palermo, per un totale di 0+025 km.

Per quanto concerne le opere in dismissione, esse si suddividono in n. 10 tratti (v. "TRATTO X" su Doc. PG-TP-300) e si articolano come segue:

- Metanodotto in dismissione "Gagliano-Termini Imerese" DN 400 (16"), DP 75 bar, il quale percorre per un totale di 18+961,5 km i territori comunali di Nicosia e Sperlinga, in provincia di Enna, il territorio comunale di Resuttano in provincia di Caltanissetta ed i territori comunali di Gangi, Blufi, Polizzi Generosa, Castellana Sicula e Caltavuturo, in provincia di Palermo.
- Metanodotto Allacciamento Comune di Sperlinga DN 150 (6") – MOP 24 bar, che interessa il territorio amministrativo del comune di Nicosia, in provincia di Enna, per un totale di 0+100 km;
- Metanodotto in dismissione "Gagliano-Termini Imerese" DN 550 (22"), DP 75 bar, che percorre i territori comunali di Blufi, il comune di Resuttano in provincia di Caltanissetta, i comuni di Alimena, Bompietro, Petralia Sottana, Castellana Sicula e Polizzi Generosa, in provincia di Palermo, per un totale di 17+911,5 km.
- Metanodotto in dismissione "Gagliano-Termini Imerese" DN 500 (20"), DP 75 bar, che percorre il territorio amministrativo del comune di Alimena, in provincia di Palermo, per un totale di 0+477 km.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 14 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

- Metanodotto Allacciamento Comune di Bompietro DN 150 (6") – MOP 24 bar, che interessa il territorio amministrativo omonimo, in provincia di Palermo, per un totale di 0+125 km;
- Metanodotto in dismissione "Gagliano-Termini Imerese" DN 350 (14"), DP 75 bar, che percorre il territorio comunale di Polizzi Generosa, Caltavuturo, in provincia di Palermo, per un totale di 4+021 km.
- Metanodotto in dismissione "Gagliano-Termini Imerese" DN 300 (12"), DP 75 bar, che percorre i territori comunali di Caltavuturo, Sclafani Bagni, Termini Imerese e Sciara in provincia di Palermo, per un totale di 17+151 km.
- Metanodotto Allacciamento Comune di Caltavuturo DN 150 (6") – MOP 24 bar, che interessa il territorio amministrativo di Sclafani Bagni, in provincia di Palermo, per un totale di 0+020 km.

L'opera nel suo complesso ha una lunghezza pari a 120+941 km, ripartita tra 60+450 km dei metanodotti principali in progetto, 0+330 km per le opere connesse in progetto e 59+861 km per le opere principali da dismettere e complessivi 0+300 km delle opere connesse in dismissione.



Fig. 4-1 – Inquadramento geografico delle opere in progetto ed in dismissione.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 15 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le opere in progetto si inseriscono in un contesto geologico-strutturale piuttosto complesso, derivante da una lunga ed articolata storia deformativa legata a differenti processi geodinamici e morfoevolutivi, instaurati a partire dal Terziario, in risposta ad un lento e progressivo processo di convergenza tra la placca Europea (a nord) e quella Africana (a sud).

Nell'attuale configurazione dell'area centro-mediterranea, si possono distinguere due differenti domini strutturali principali: il Dominio di Avampaese, articolato in più settori a caratteristiche crostali differenti e comprendente aree non direttamente coinvolte dalle deformazioni orogeniche (Avampaese ibleo), che risulta essere formato da rocce prevalentemente carbonatiche ad assetto stratigrafico generalmente sub-pianeggiante o debolmente inclinato, ed il Dominio Orogenico, conseguenza della sovrapposizione tettonica di tre catene orogeniche, distinte dal basso verso l'alto in: Sistema a Thrust Siculo-Pelagiano, anche noto come Sistema a Thrust Esterno (Finetti et al., 2005), Catena Appenninico-Maghrebide e Catena Kabilo-Calabride o più semplicemente Catena Calabro-Peloritana (Ben Avraham et al, 1990; Lentini et al, 1994, 1995b; Finetti et al, 1996).

In linea generale, il Sistema a Thrust Siculo-Pelagiano (PSTB) risulta costituito da successioni carbonatiche affini a quelle affioranti nelle aree di avampaese, caratterizzate da coperture terrigene mioceniche e costituite da calcareniti glauconitiche e marne; alla Catena Kabilo-Calabride vengono attribuite le falde di basamento cristallino pre-paleozoico e paleozoico, le quali presentano resti delle originarie coperture meso-cenozoiche suturate, successivamente, da un deposito terrigeno sintettonico (Flysh di Capo d'Orlando); infine, la Catena Appenninico-Maghrebide, che occupa gran parte del territorio siciliano, è caratterizzata da un sistema a thrust e pieghe a vergenza sud-orientale che ha coinvolto, dall'Oligocene superiore, sequenze Mesozoico-Terziarie caratterizzate da depositi di piattaforma carbonatica e di bacino, appartenenti al paleo-margine africano, e le relative coperture terrigene mioceniche (Lentini et al., 1996; 2006) (Fig. 4-2 e Fig. 4-3).

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 16 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

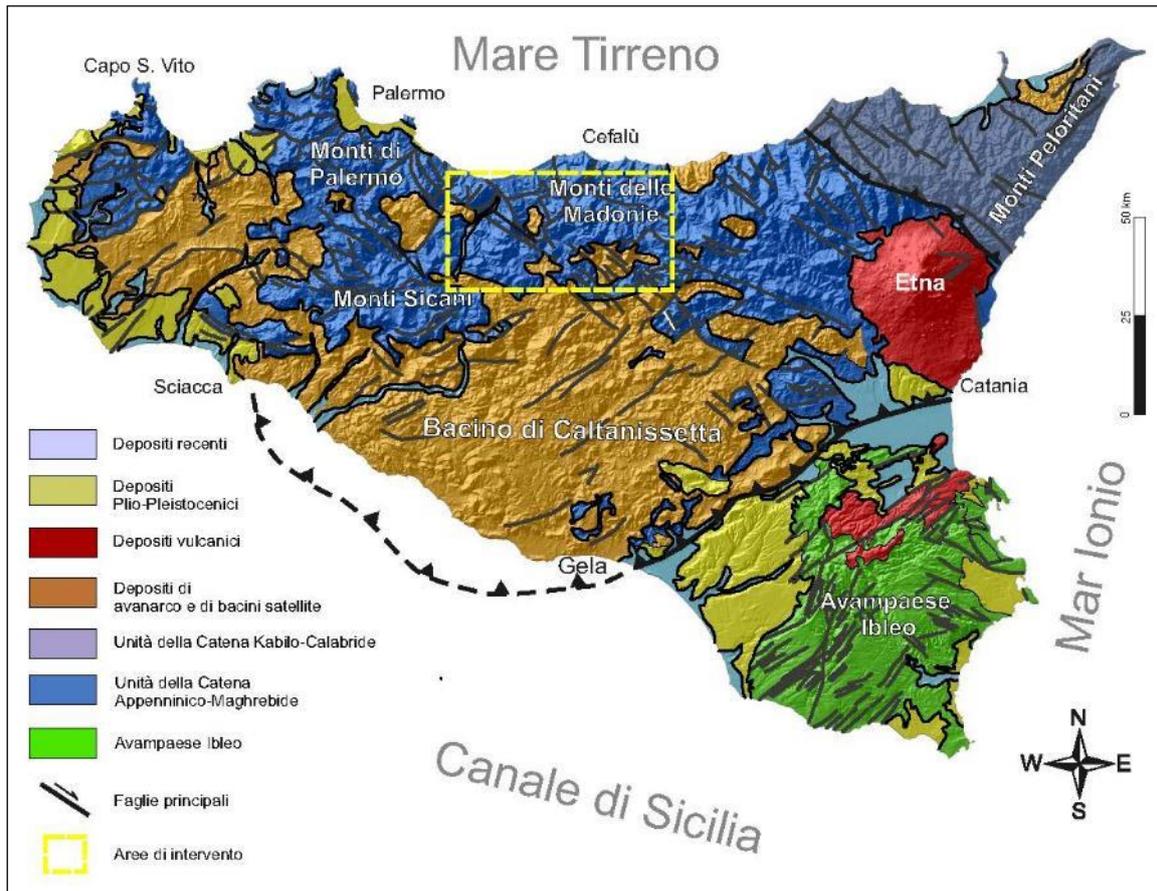


Fig. 4-2 - Assetto geologico-strutturale della Sicilia (mod. da Finetti et al., 2005).

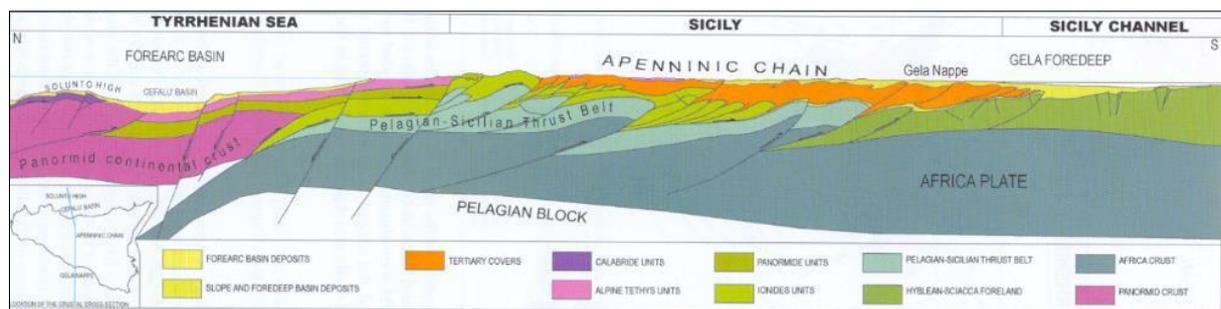


Fig. 4-3 - Profilo schematico raffigurante l'architettura strutturale dell'orogene siciliano (mod. da Finetti et al., 2005).

Sotto il profilo tettonico, il segmento della Catena Appenninico-Maghrebide è rappresentato da una serie di falde di ricoprimento impilate tettonicamente a formare un sistema SE vergente a pieghe e thrust. Tali falde, ubicate tra il paleomargine africano e quello europeo, derivano dalla formazione di sequenze depositatesi in diversi domini paleogeografici, dunque, costituenti diverse unità stratigrafico-strutturali.

Nell'area in esame, le unità strutturali rappresentano il risultato della deformazione per compressione delle originarie coperture del margine africano (Unità Panormidi ed Unità

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 17 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Imeresi), di quelle della Tetide Alpina (Unità Sicilidi) e delle loro coperture mioceniche (Flysch Numidico).

In linea generale, l'area oggetto di studio è caratterizzata da strutture tettoniche di tipo compressivo (Fig. 4-4) date da sovrascorrimenti a basso angolo e faglie inverse la cui attività ha generato sistemi di pieghe a lunghezza d'onda differente. Le principali direttrici tettoniche sono allungate prevalentemente in direzione circa E-O ed i sovrascorrimenti rappresentano gli elementi strutturali dominanti, la cui propagazione ha favorito la geometria a duplex che coinvolge le unità Sicilidi.

Le strutture tettoniche più recenti connesse all'apertura del Tirreno mostrano una tettonica trascorrente legata all'evoluzione del bacino di retroarco tirrenico. Oltre alla presenza di questo sistema di faglie trastensive destre, orientato NO-SE e definito Sistema Sud-Tirrenico, sono presenti sistemi antitetici a componente sinistra, allungati in direzione NE-SO, cui sono associate faglie normali circa meridiane (Sistema Medio-Tirrenico, Barreca e Carbone, 2008) e thrust sud-vergenti. Localmente, le strutture trascorrenti destre più importanti, spesso in configurazione en echelon, dissecano i fronti degli accavallamenti tettonici precedentemente sviluppatasi producendo un apparente allineamento E-O degli stessi. Alcune strutture, come ad esempio il Bacino di Corvillo-Nicosia, risultano addirittura ruotate secondo assi verticali per effetto del trascinamento dovuto alla propagazione delle faglie trascorrenti.

In generale, tali strutture tettoniche hanno fortemente deformato le successioni stratigrafiche affioranti nell'area e su cui si impostano le opere in progetto, ed in particolare, i sovrascorrimenti a basso angolo sono responsabili dello smembramento in differenti sub-unità dei terreni del dominio Sicilide che affiorano in maniera quasi continua su tutta l'area investigata.

Sulla base della loro posizione strutturale e dell'assetto stratigrafico, nell'area in studio sono state riconosciute quattro sub-unità tettoniche che includono sequenze sedimentarie di età comprese tra il Cretaceo inf. ed il Miocene inferiore.

In particolare, dalla posizione strutturale più elevata al basso si distinguono:

- Unità di Troina-Tusa: costituita dal Flysch di Troina-Tusa in posizione apicale, dalle Argille Varicolori, dalle calcilutiti della formazione Polizzi e dalle Argille Scagliose in posizione basale;
- Unità di Nicosia: costituita dal Flysch Numidico in posizione apicale e dalle argille Varicolori;
- Unità di Monte Salici: costituita da un orizzonte apicale marnoso e dal Flysch Numidico;
- Unità di Serra del Bosco: costituita da argille marnose e marne e dal Flysch Numidico.

Queste sub-unità tettoniche, le quali originariamente erano ubicate in posizione paleogeografica differente all'interno del cuneo di accrezione Sicilide, oggi formano una pila tettonica sud vergente in cui i sovrascorrimenti principali hanno sostanzialmente raddoppiato le originarie successioni. Si tratta, quindi, di strutture a basso angolo in cui i termini basali delle successioni sormontano tettonicamente quelli apicali. Queste strutture a thrust sono state successivamente ritagliate da strutture tettoniche orientate da O-E a NO-SE che formano un sistema di taglio destro che interessa in generale la Sicilia settentrionale ("Sistema Sud-Tirrenico", Lentini et al., 2006) e da faglie normali a diversa orientazione.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 18 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

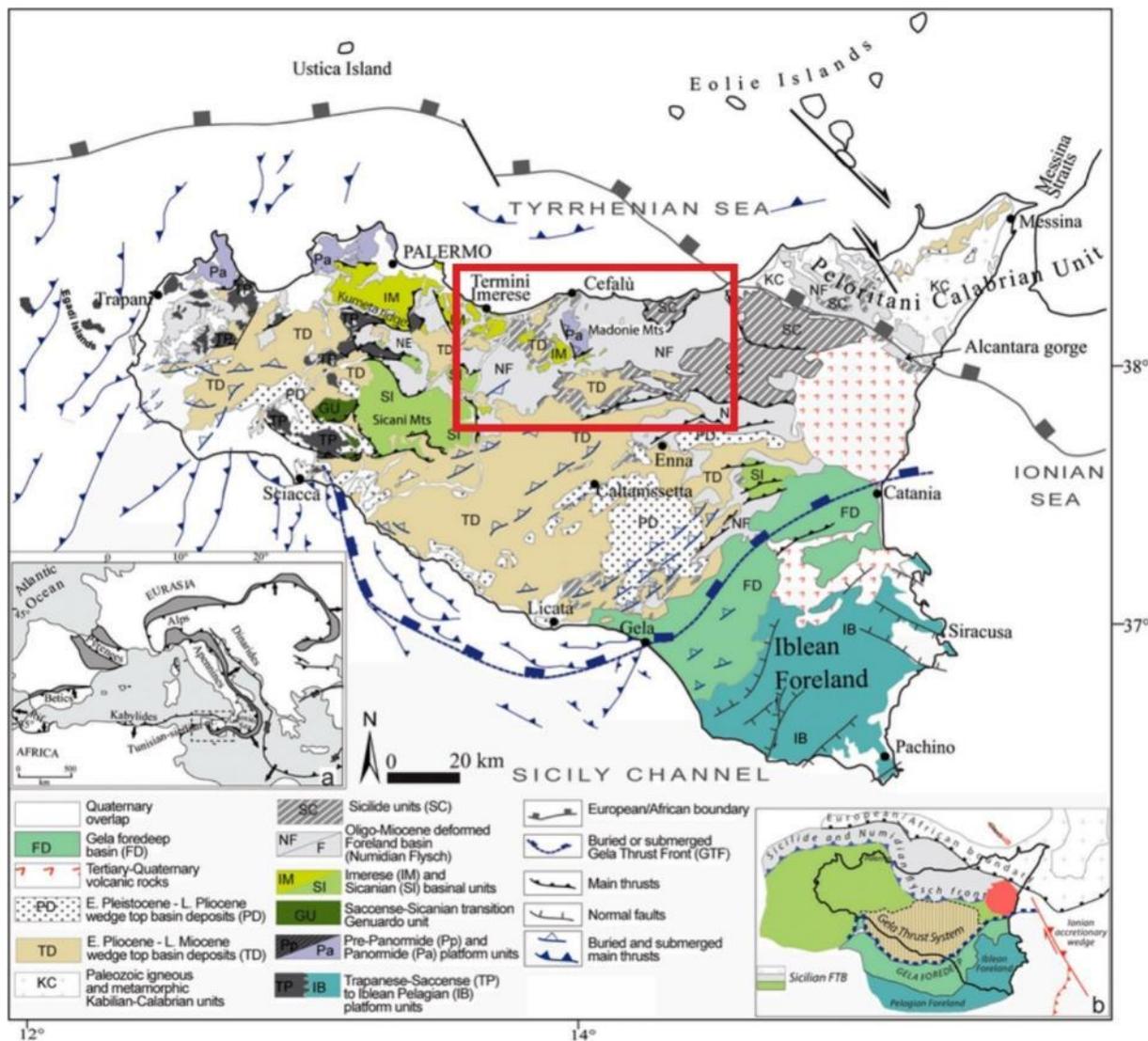


Fig. 4-4 - Carta geo-strutturale schematica della Sicilia (mod. da Morticelli et al., 2017). Il rettangolo in rosso indica l'area oggetto di intervento.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 19 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto morfologico del paesaggio siciliano è il risultato dell'interazione di numerosi e svariati processi, sia di tipo morfo-climatico sia di tipo tettonico, che nel tempo hanno modellato il paesaggio. Un ruolo fondamentale è stato giocato dalle caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni affioranti e dalla differente risposta che questi offrono alle azioni degli agenti erosivi.

Il quadro morfologico generale che caratterizza l'area oggetto di intervento si presenta, pertanto, estremamente vario e complesso in relazione alla differente natura dei litotipi affioranti.

In linea generale, in corrispondenza di terreni con caratteristiche meccaniche scadenti (comportamento plastico), si individuano pendii poco acclivi e forme dolci interrotti da profonde incisioni createsi ad opera del ruscellamento concentrato; inoltre, la scarsa copertura vegetale, caratteristica comune in tali settori, sottopone i versanti a continui fenomeni di denudazione, tra cui si distinguono quelli dovuti principalmente alla forza di gravità (processi gravitativi) come frane, soliflussi e soilcreep e quelli in cui operano principalmente agenti di trasporto (aria ed acqua) che nel complesso causano sul territorio l'instaurarsi di una instabilità morfologica diffusa.

Diverso è, invece, l'assetto morfologico dei rilievi a litologia calcareo-silico-marnosa in cui prevalgono forme aspre, pareti verticali ed estese fasce detritiche lungo i loro margini. In tali litologie sono prevalenti processi geomorfologici principalmente legati alla disgregazione fisica delle rocce con conseguente sviluppo di fenomeni franosi tipo crollo e/o ribaltamento. Lungo il territorio siciliano l'interazione tra natura litologica dei terreni, agenti erosivi, tettonica e variazioni climatiche, susseguitesi durante il Quaternario, ha dato luogo ad una rilevante varietà di forme differenti da settore a settore. Si distinguono infatti paesaggi con caratteristiche tipiche di aree montuose, paesaggi collinari fino ad arrivare a grandi pianure aperte impostate prevalentemente lungo aree costiere o in corrispondenza di estesi sistemi fluviali. I paesaggi tipicamente montuosi predominano nella fascia settentrionale dell'isola (es. Monti Peloritani, Monti Nebrodi, Madonie, Monti di Trabia, Monti di Palermo ed i Monti di Trapani), mentre i paesaggi collinari caratterizzano specialmente la porzione centro-meridionale e sud-occidentale dell'isola, in cui prevalgono rilievi di modesta altitudine con pendii poco acclivi e forme dolci generalmente interrotte da incisioni più o meno marcate causate dal ruscellamento concentrato. In genere si tratta di paesaggi argillosi cui spesso si intercalano livelli calcarei ed arenaceo-sabbiosi che producono nel complesso rilievi differenziali tipo "cuestas" per erosione selettiva.

Le opere in progetto si inseriscono in un contesto morfologico di tipo alto collinare piuttosto eterogeneo che caratterizza la fascia pedemontana meridionale della dorsale Nebrodi-Madonie e la zona a cavallo tra le Madonie occidentali (Monti di Trabia) e quelle orientali, a nord dei Monti Erei (Fig. 4-5).

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

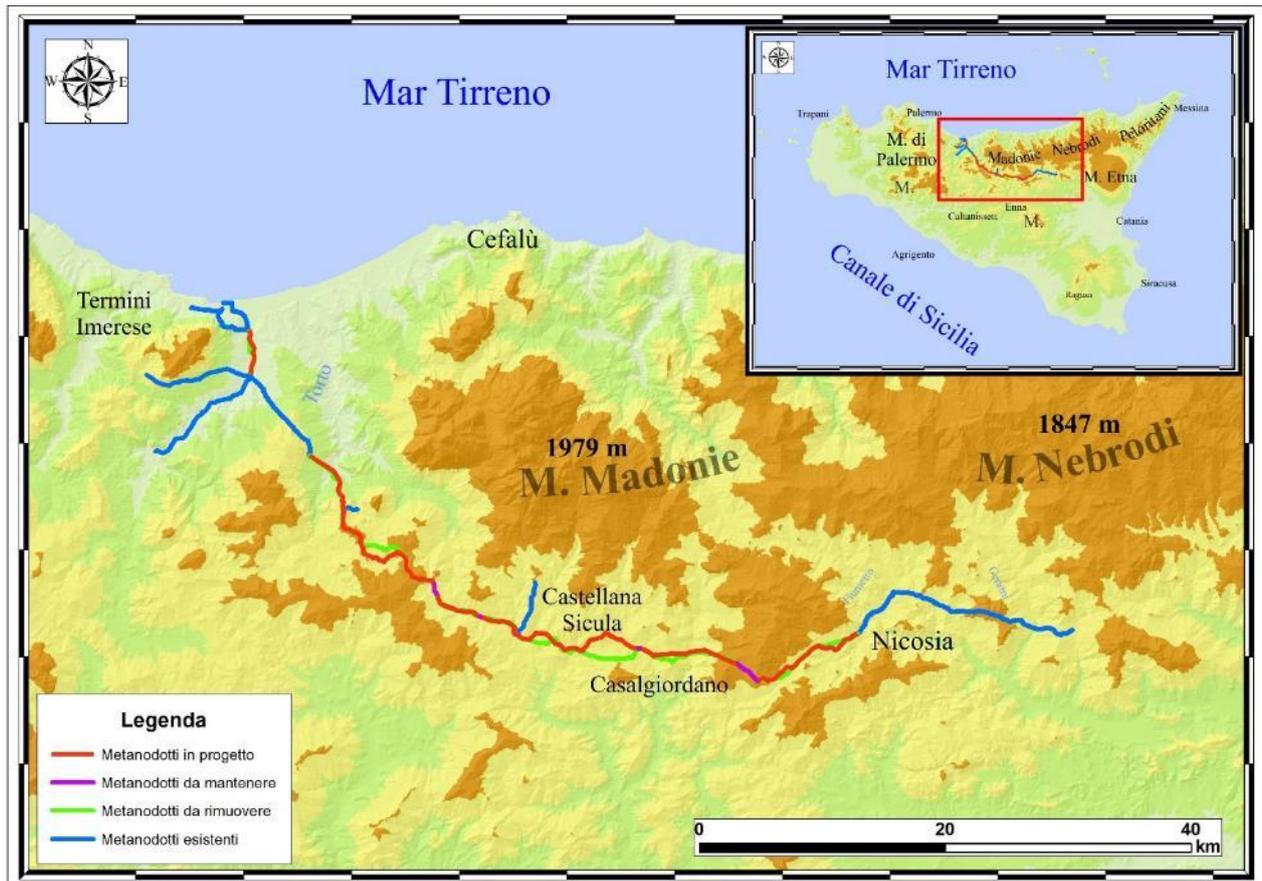


Fig. 4-5 - Caratteristiche morfologiche delle aree interessate dalle opere in progetto.

4.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche delle aree interessate dal passaggio delle opere sono state definite a partire dai dati disponibili in letteratura, ed in particolare, per l'area della Provincia di Enna è stata consultata la "Carta Idrogeologica della Provincia di Enna – Piano Territoriale Provinciale", mentre per l'area della Provincia di Palermo è stata visionata la "Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000, foglio 609 - Termini Imerese edita da Ispra" pertanto è stato così possibile assegnare ai vari litotipi affioranti i corrispondenti valori di permeabilità. I domini morfologico-idrogeologici delle aree attraversate dai tracciati delle condotte in progetto ed in dismissione sono rispettivamente costituiti da:

- Ghiaia poligenica ed eterometrica, in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbia limo-argillosa dei depositi alluvionali;
- Marne e marne calcaree (Trubi), calcareniti e calcari organogeni, gessareniti alternate a banchi di gesso con intercalazioni argillose afferibili alla serie evaporitica miocenica;
- Sequenze pelitico-arenacee, caratterizzate da intercalazioni di argille sottilmente stratificate, siltiti ed arenarie appartenenti al Flysch Numidico;
- Marne ed argille sabbiose del Tortonianiano appartenenti alla Formazione Terravecchia, Argille Varicolori, alternanze di livelli arenacei ed argilloso-marnosi delle vulcanoclastiti di Tusa (Tufiti di Tusa).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 21 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Al fine di definire gli acquiferi in senso stretto si è tenuto in considerazione che le varie litologie attraversate dalle opere in progetto ed in dismissione, in funzione della loro porosità naturale e secondaria, del loro stato di alterazione e dello stato di fratturazione possono essere potenzialmente attraversate da flussi idrici in modo permanente, in modo occasionale o temporaneo.

Pertanto, per l'analisi degli aspetti idrogeologici si è fatto riferimento, inoltre, alla classificazione dei corpi idrici sotterranei predisposta dalla Regione Siciliana nel Piano di Tutela delle Acque (2007) e all'aggiornamento redatto dall' ARPA (Acque sotterranee in Sicilia, 2018), dai quali è stato possibile dedurre che le opere in progetto ed in dismissione interessano esclusivamente il bacino idrogeologico di Caltanissetta (Fig. 4-6 - Stralcio della Carta dei bacini idrogeologici significativi con indicate le opere in progetto e in dismissione realizzata in ambiente GIS (fonti: Piano di Tutela delle Acque, 2007 e ARPA, 2018).).

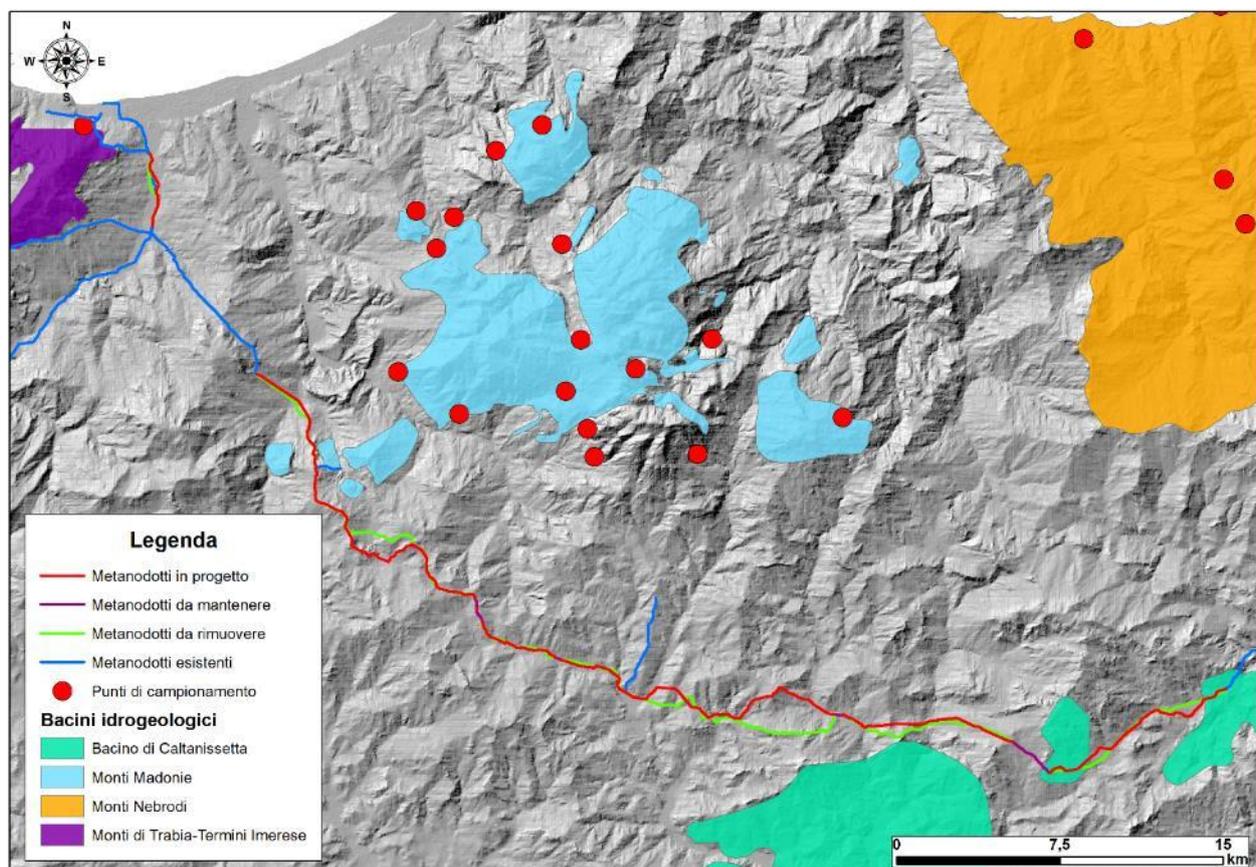


Fig. 4-6 - Stralcio della Carta dei bacini idrogeologici significativi con indicate le opere in progetto e in dismissione realizzata in ambiente GIS (fonti: Piano di Tutela delle Acque, 2007 e ARPA, 2018).

Tenendo conto della complessità del quadro stratigrafico-strutturale del territorio siciliano e della variabilità litologica, i terreni affioranti nel settore in studio presentano sostanziali differenze di comportamento nei confronti dell'infiltrazione delle acque meteoriche e della circolazione idrica al loro interno. Ciò dipende principalmente dalla permeabilità dei litotipi, ma anche da estensione, continuità e spessore dei termini permeabili che condizionano l'esistenza di corpi idrici estesi e dotati di apprezzabile potenzialità (Fig. 4-7 e Fig. 4-8).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 22 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

In relazione alle caratteristiche di permeabilità, le unità litostratigrafiche presenti possono essere classificate nel seguente modo:

- Terreni con grado di permeabilità alto (con $K > 10^{-2}$ m/s) per porosità: costituiti principalmente da ghiaia come ad esempio i depositi alluvionali attuali;
- Terreni con grado di permeabilità medio/alto (con $K = 10^{-2} \div 10^{-4}$ m/s) per porosità: costituiti da livelli di sabbie grossolane;
- Terreni con grado di permeabilità medio (con $K = 10^{-5}$ m/s) per porosità: depositi sabbiosi;
- Terreni con grado di permeabilità medio/basso (con $K = 10^{-6} \div 10^{-7}$ m/s) per porosità: caratterizzati da litologie sabbiose a granulometria fine;
- Terreni con grado di permeabilità basso (con $K = 10^{-8}$ m/s) per porosità e per fessurazione: marne e calcari marnosi con intercalazioni di livelli calcarenitici e biocalcarenitici e brecciole; sabbie, sabbie limose ed argille;
- Terreni con permeabilità bassa/impermeabili ($K = 10^{-6} \div 10^{-9}$ m/s): limo, argille limose, argille-marnose, marne argillose, argille-siltose, marne, argille scagliettate, argilliti, limi sabbiosi;
- Terreni impermeabili (con $K < 10^{-9}$ m/s): costituiti prevalentemente da argille.

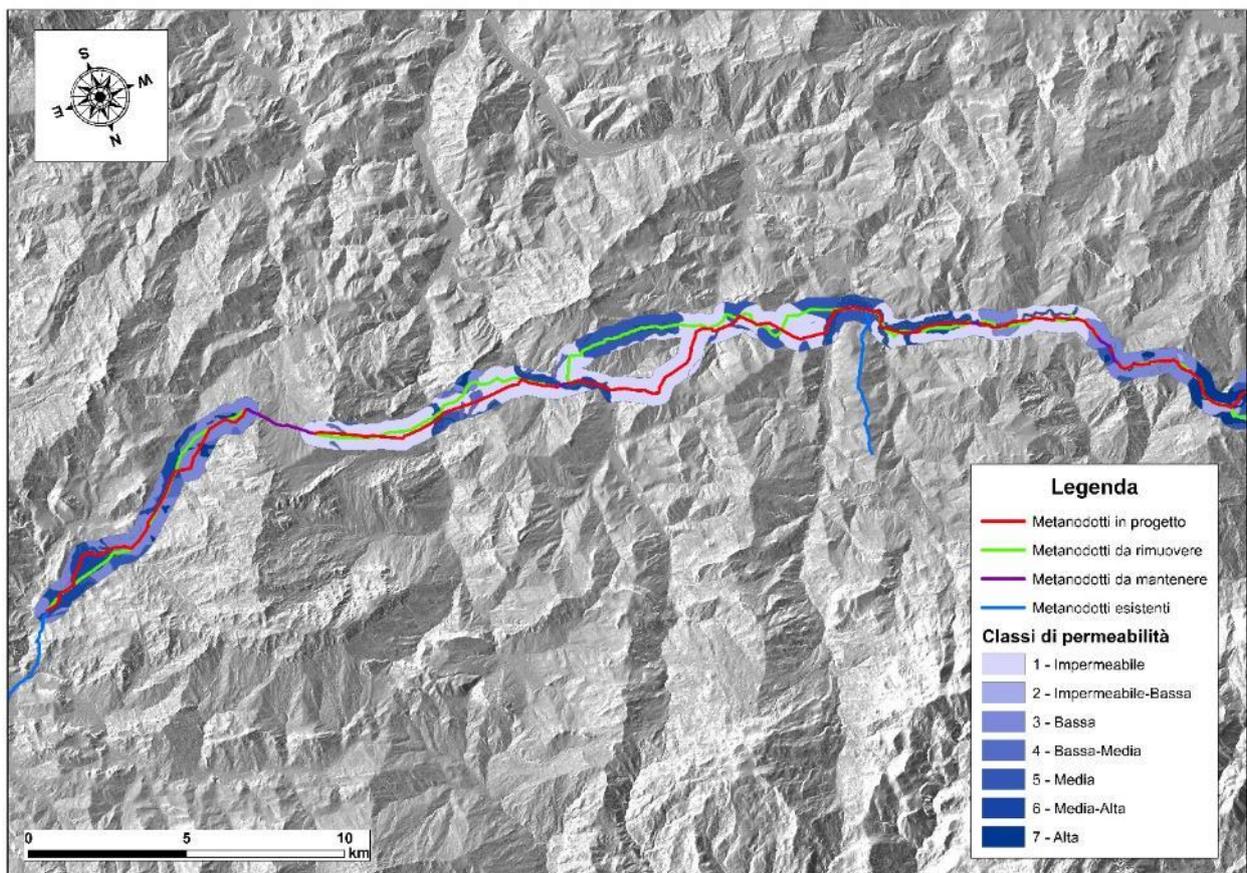


Fig. 4-7- Carta delle classi di permeabilità del Met. Gagliano-Termini Imerese DN 400 (16'') - DP 75 bar – Fase 2.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 23 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

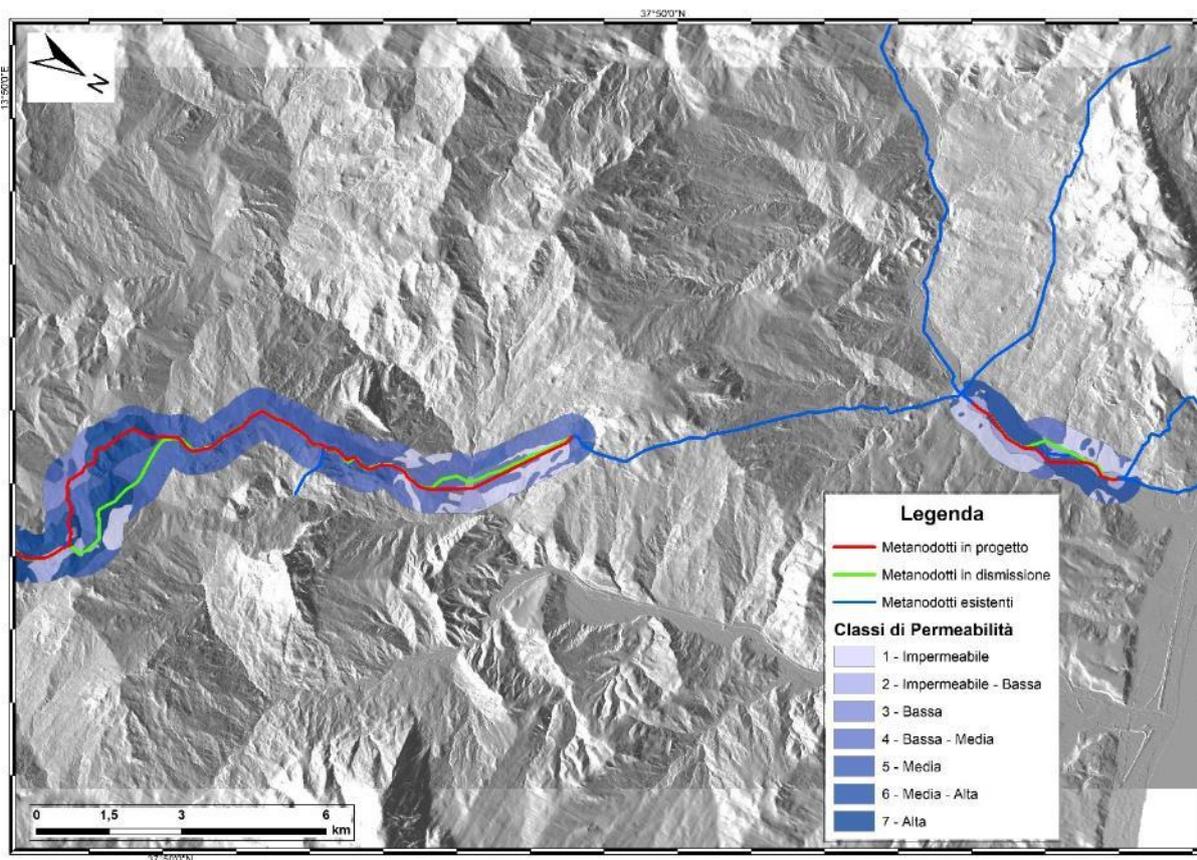


Fig. 4-8 - Carta delle classi di permeabilità del Met. Gagliano-Termini Imerese DN 300 (16'') - DP 75 bar – Fase 2.

In definitiva, le unità litologiche costituenti la successione stratigrafica dell'area in esame sono state assimilate a differenti complessi idrogeologici, in funzione sia del grado di permeabilità relativa sia delle condizioni spaziali e giaciture, con diverso significato ai fini della distribuzione delle risorse idriche sotterranee.

Sono stati così distinti i seguenti complessi idrogeologici (Fig. 4-9):

- ✓ **Complesso alluvionale:** affiorante nei fondivalle dei corsi d'acqua e lungo le foci, rappresenta il principale serbatoio naturale del territorio in cui sono contenute le risorse idriche di maggiore interesse. Esso è caratterizzato da corpi lenticolari costituiti da materiali poligenici, da grossolani a fini. Tali corpi siltoso-argillosi determinano la separazione di livelli a differente permeabilità e potenza portando alla definizione di Complesso Multifalda.

La permeabilità, essenzialmente per porosità, mostra valori medio alti con $K= 10^{-4} \div 10^{-7}$ m/s, seppure appare molto variabile in relazione alla granulometria.

Sono sede di un'attiva circolazione idrica che comporta il rapido trasferimento delle acque verso altri corpi idrici superficiali.

L'alimentazione è rappresentata principalmente dalle piogge dei mesi autunnali ed invernali, dal ruscellamento lungo i versanti dei bacini imbriferi a substrato prevalentemente argilloso ed argilloso-marnoso e dal deflusso superficiale lungo gli alvei dei corsi d'acqua. Ciò determina l'esistenza, all'interno dei depositi, di corpi idrici

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 24 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

con persistente deflusso in subalveo, seppur variabile nell'arco delle stagioni, con conseguenti fluttuazioni del livello piezometrico.

L'importanza delle risorse idriche contenute in questi acquiferi dipende, oltre che dal regime delle precipitazioni meteoriche, dall'estensione dei bacini idrografici dei corsi d'acqua e dal volume dei depositi alluvionali. Le aliquote d'acqua di infiltrazione efficace, nonché le riserve idriche immagazzinate dall'acquifero alluvionale, risultano relativamente di limitata entità, tamponate alla base dai sedimenti a granulometria fine.

Nello specifico, le acque sotterranee sono intrappolate tra i sedimenti clastici trasportati e depositati dai corsi d'acqua, tra cui il più importante è il Fiume Torto. Si tratta di depositi eterogenei poiché la sedimentazione fluviale risulta essere rapida e discontinua con condizione di sedimentazione variabile.

Gli acquiferi alluvionali sono, infatti, caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che le ha depositate.

- ✓ **Complesso evaporitico:** è generalmente rappresentato da formazioni eterogenee costituite da alternanze più o meno irregolari di livelli più permeabili (calcarei) e livelli poco permeabili o impermeabili (marnoso-argillosi).

La circolazione idrica si esplica essenzialmente in corrispondenza dei livelli permeabili sebbene, attraverso la rete di fessurazione, può instaurarsi una comunicazione fra i vari livelli di acquiferi sovrapposti; le falde acquifere, dunque, sono caratterizzate da potenzialità e soggiacenze molto variabili, legate alle condizioni litologico-stratigrafiche-stratimetriche della serie stratigrafica.

Le permeabilità relative variano, quindi, in funzione dello stato fisico dei vari litotipi, in particolare i termini permeabili per porosità risultano avere un K che varia da alto a molto basso o quasi nullo, mentre subordinatamente, quelli permeabili per fessurazione e carsismo, quali calcari vacuolari e/o gessi mostrano una permeabilità media.

Le intercalazioni impermeabili, quali argille gessose, interrompono localmente la circolazione idrica all'interno del complesso.

- ✓ **Complesso del flysch:** è costituito dalle sequenze arenaceo-conglomeratiche del Flysch Numidico. Tale complesso presenta un certo interesse idrogeologico localmente, poiché le manifestazioni sorgentizie sono legate ai banconi litoidi arenacei, i quali si presentano spesso fratturati. Questi sono caratterizzati da una permeabilità media che diventa talvolta rilevante, infatti la prevalenza dei termini arenacei rispetto a quelli pelitici comporta una circolazione idrica sotterranea, che nonostante sia discontinua, considerata nell'insieme, desta un certo interesse per via dei diffusi piani di fratturazione.

- ✓ **Complesso delle rocce impermeabili:** è costituito dal raggruppamento, per affinità sia litologiche sia idrogeologiche, di numerose formazioni pertinenti alle Unità Sicilidi ed a quelle oligo-mioceniche che caratterizzano gran parte del tracciato dei metanodotti in progetto ed in dismissione. In particolare questo complesso, che risulta essere costituito da litofacies argillose ed argilloso-marnose, costituisce degli acquicludi in quanto rappresenta dei limiti di permeabilità per gli acquiferi

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 25 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

giustapposti verticalmente e/o lateralmente. All'interno di tale complesso non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di importanza significativa.

La permeabilità per porosità primaria, e secondariamente per fessurazione, si attesta su valori medio-alti, mentre quella relativa mostra valori del coefficiente che variano da bassi a molto bassi, talora nulli (Formazione Terravecchia, Formazione delle Argille Varicolori, Argille Variegate ed Argille Scagliose) con $K = 10^{-8} \div 10^{-9}$ m/s, in funzione della presenza della componente siltitica caratterizzata da K relativamente più alto.

La morfologia della piezometrica si adatta a quella topografica risultando piuttosto superficiale e di scarsa entità, legata prevalentemente agli eventi meteorici.

Caratteristiche leggermente diverse presenta la formazione del Flysch Numidico nella sua facies pelitica a causa della giacitura dei livelli arenacei inglobati nelle argilliti, talora intensamente tettonizzate. Le caratteristiche di permeabilità relativa del complesso in oggetto variano in modo apprezzabile da livello a livello e da zona a zona mostrando, tuttavia, un K notevolmente basso, con valori compresi tra 10^{-8} e 10^{-10} m/s.

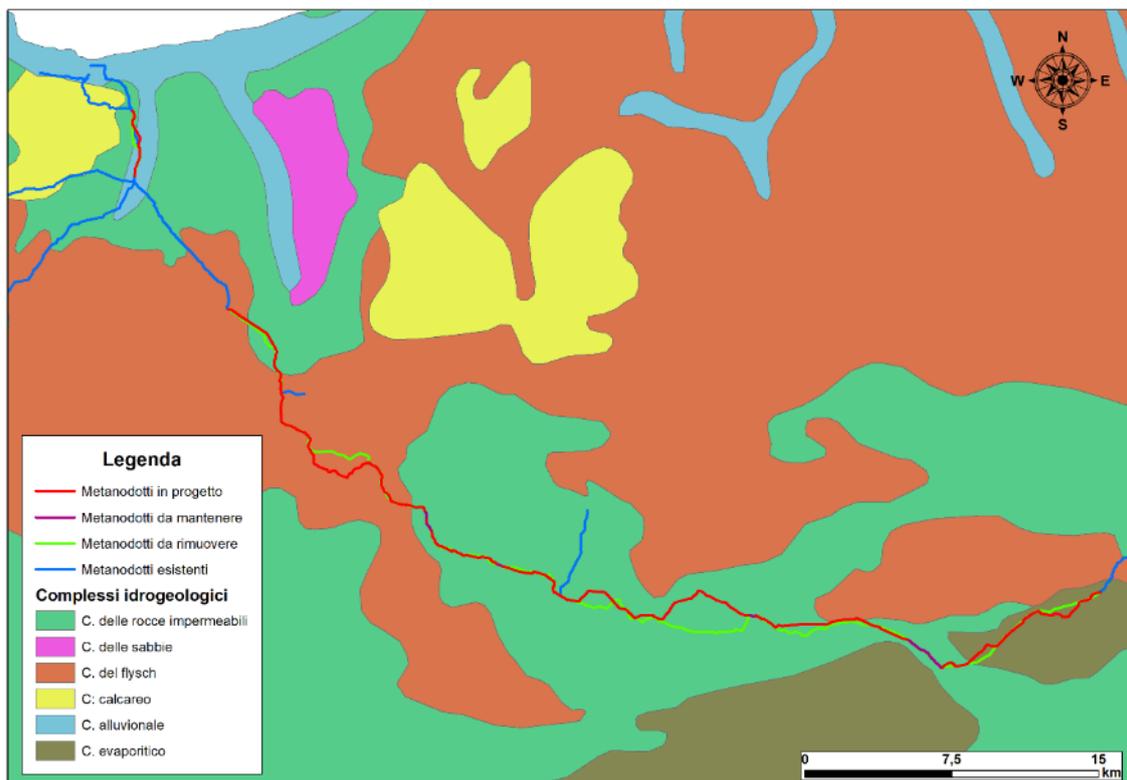


Fig. 4-9 - Stralcio della Carta dei complessi idrogeologici interessati dalle opere in progetto ed in dismissione (fonte: ISPRA).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 26 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

4.5 INQUADRAMENTO SISMICO

La Sicilia è una regione del mediterraneo centrale in cui gli effetti della tettonica recente e attiva si manifestano attraverso un'intensa attività sismica, come dimostrato dall'elevato numero di terremoti disastrosi che hanno interessato l'isola e che sono avvenuti principalmente nel settore orientale, lungo la catena dei Nebrodi-Madonie-Monti di Palermo, nella zona del Belice e nelle aree a vulcanismo attivo dell'Etna e delle Isole Eolie. Tuttavia, terremoti di minore energia hanno interessato anche le aree del Tirreno meridionale, l'area delle isole Egadi ed il Canale di Sicilia.

4.5.1. Sismicità storica

Il quadro della sismicità storica relativa alle aree interessate dalle opere è stato definito attraverso la consultazione del Catalogo Multiparametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15, INGV).

I dati reperiti testimoniano che i terremoti storici principali che hanno interessato l'area sono stati caratterizzati da una magnitudo momento (Mw) generalmente compresa tra 4 e 6 gradi (Fig. 4-10).

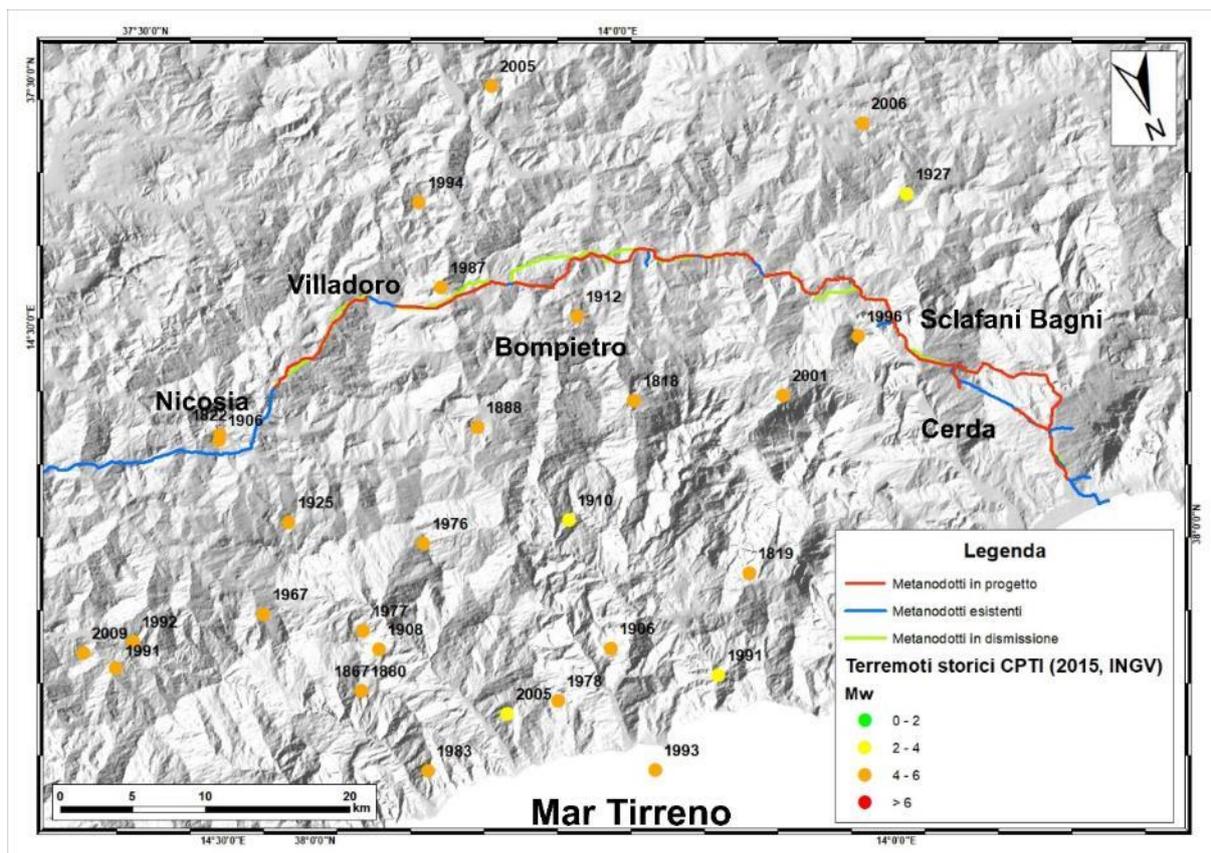


Fig. 4-10 - Mappa dei terremoti storici avvenuti nelle aree interessate dalle opere in progetto (da Catalogo Multiparametrico dei Terremoti Italiani, CPTI15, INGV).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16''/12'') - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 27 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Una rappresentazione complessiva delle informazioni sugli effetti dei terremoti che in passato hanno interessato il territorio siciliano è la carta delle massime intensità osservate (espressa secondo i gradi della scala MCS), che fornisce anche una prima immagine semplificata della pericolosità sismica (Fig. 4-11).

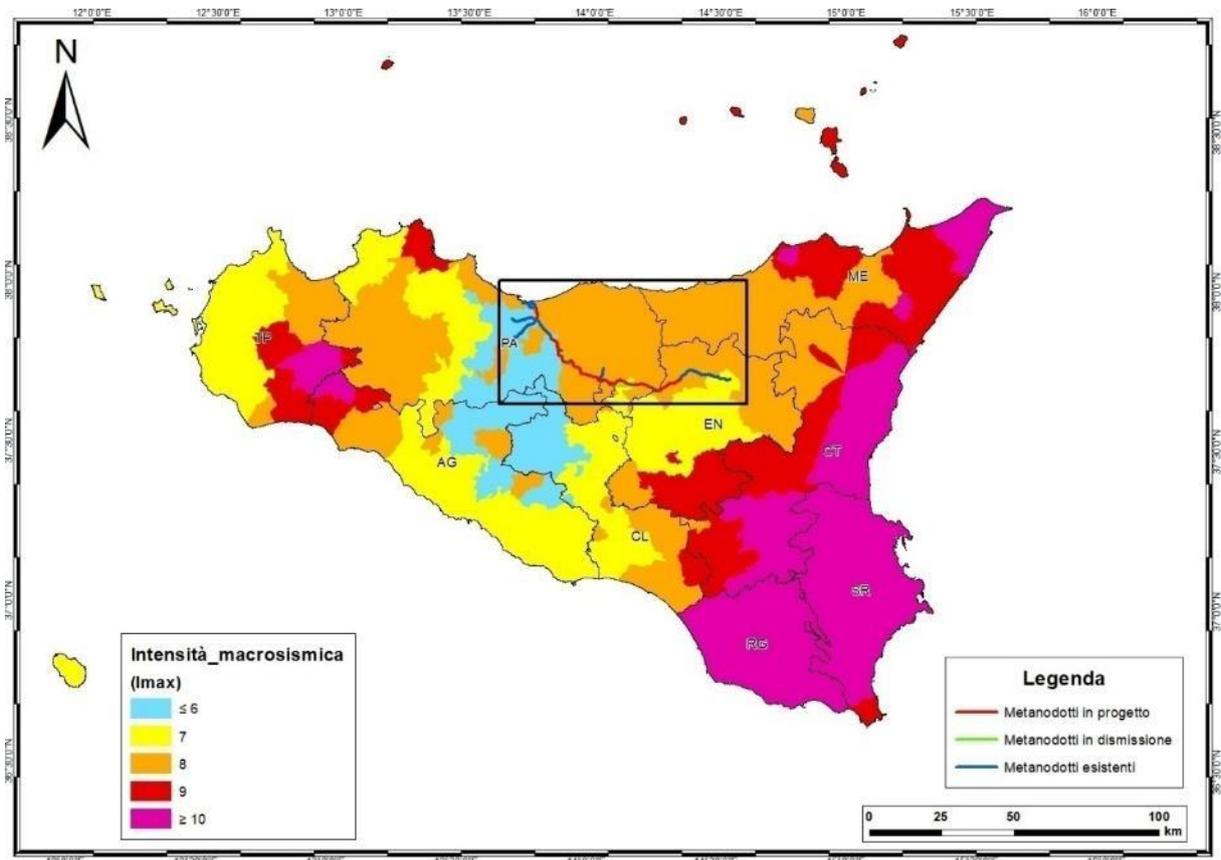


Fig. 4-11 - Massime intensità macrosismiche relativamente al territorio siciliano (GNDT, ING, SSN). Il rettangolo indica l'area oggetto di intervento.

4.5.2. Sismicità recente

Il quadro della sismicità recente (periodo 2005-2017) nelle aree in cui è stata prevista la realizzazione delle opere è stato definito attraverso la consultazione di un database messo a disposizione dal Centro Nazionale Terremoti (INGV). I dati acquisiti, gestiti all'interno di una piattaforma GIS, suggeriscono che i settori di interesse risultano caratterizzati da una sismicità strumentale compresa tra 0,5 e 60 km di profondità, con magnitudo che si attestano mediamente intorno ai 2 gradi e con valori massimi pari a 3.7 gradi (Fig. 4-12).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16''/12'') - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 28 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

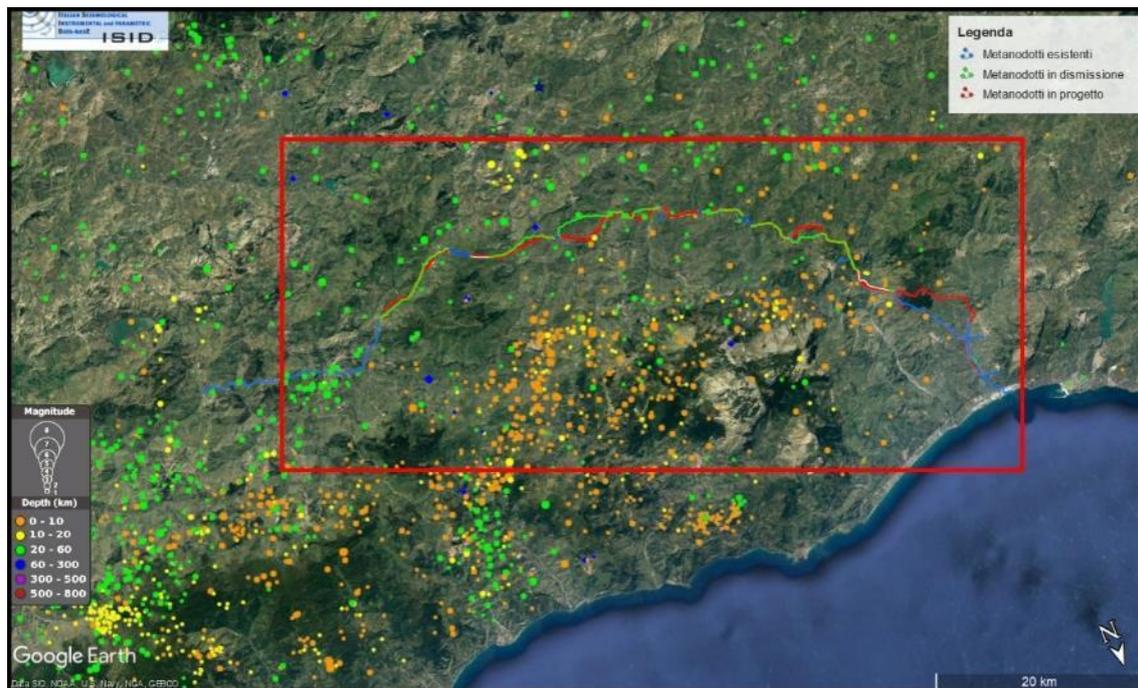


Fig. 4-12 - Sismicità recente (periodo 2005.2017) relativamente all'area interessata dalle opere (Fonte: Database Centro Nazionale Terremoti, INGV).

4.5.3. *Fagliazione attiva e capace*

Per quanto concerne lo stato della deformazione attiva, relativamente ai settori interessati dalla realizzazione del metanodotto in progetto, le conoscenze di cui dispone la comunità scientifica risultano sintetizzate all'interno di due database principali che riguardano l'intero territorio nazionale:

- Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV);
- Database ITalyHAZard from CAPable faults (ITHACA, ISPRA).

Sorgenti sismogenetiche – progetto/database DISS

Il database DISS dell'INGV raggruppa tutte le informazioni relative a faglie attive, pieghe attive, sorgenti sismogenetiche individuali, sorgenti sismogenetiche composite e sorgenti sismogenetiche dibattute in letteratura.

La consultazione del database D.I.S.S. ha permesso di definire che sia l'area in progetto sia le immediate vicinanze ad essa non risultano caratterizzate dalla presenza di strutture sismogenetiche attive (Fig. 4-13).

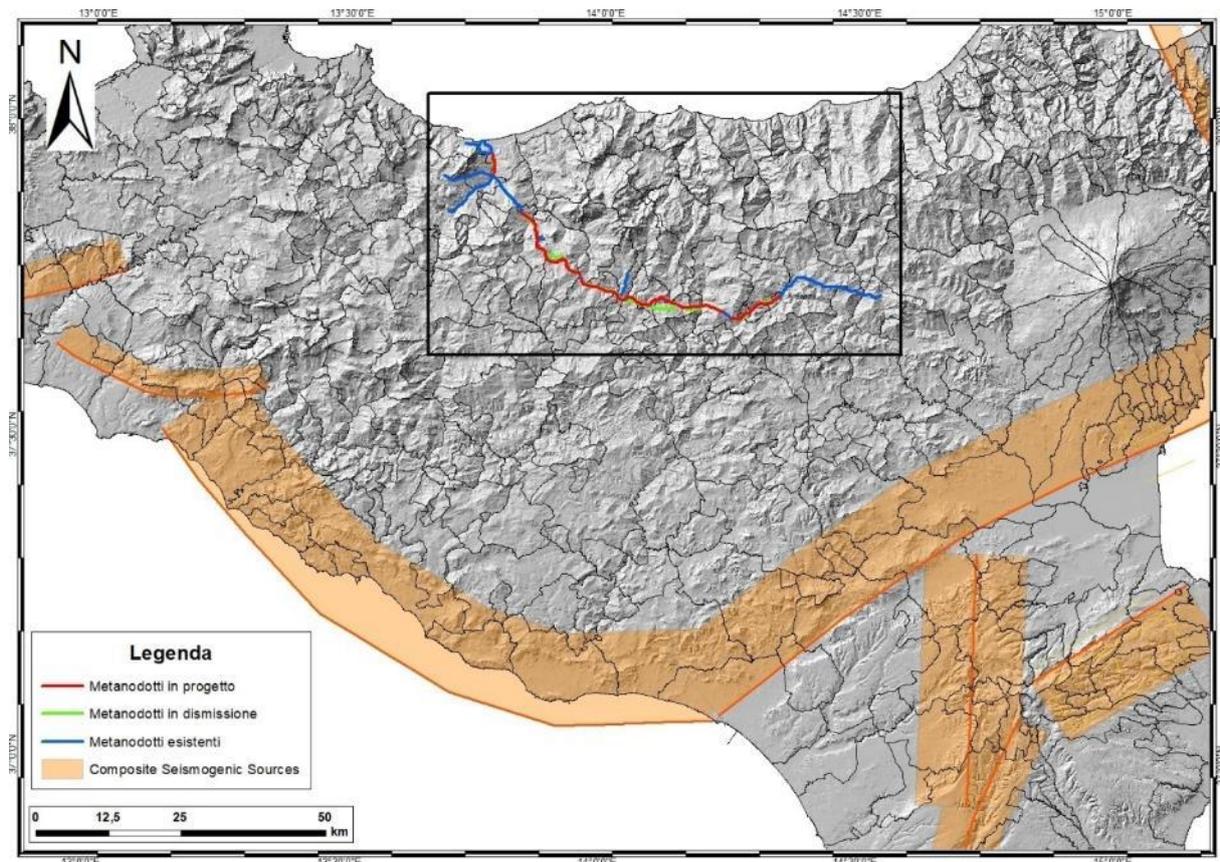


Fig. 4-13 - Sorgenti sismogenetiche. Il rettangolo indica l'area oggetto di studio.

Caratteristiche delle faglie attive – progetto ITHACA

Il database ITHACA, di proprietà dell'ISPRA, tiene conto, invece, delle faglie capaci, cioè di quelle faglie che potenzialmente possono creare deformazione permanente in superficie, al di là della natura strutturale.

Dalla consultazione del database del progetto ITHACA (ITalyHAzard from CAPablefaults) del Servizio Geologico d'Italia-ISPRA, risulta che nel territorio attraversato dal metanodotto e nelle aree limitrofe ad esso non sono presenti faglie attive e capaci (Fig. 4-14).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 30 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			



Fig. 4-14 - Stralcio dalla cartografia del progetto ITHACA. Le linee rosse indicano le possibili faglie attive e capaci, il rettangolo designa l'area in esame (Fonte: <http://sgi2.isprambiente.it/mapviewer/>).

4.5.4. Classificazione sismica nazionale

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC - 2018) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove ed alla verifica di quelle esistenti. Nei confronti dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento delle costruzioni a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito in progetto.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A - NTC).

Le valutazioni della "pericolosità sismica di base" derivano da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate; quest'ultima, quindi, chiamata più semplicemente "pericolosità sismica", costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da essere compatibile con le NTC e dotata di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici sia in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità vengono forniti nei seguenti termini:

- In valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
 - in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
 - per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.
- L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, sulla base delle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 31 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La disponibilità di informazioni puntuali e dettagliate, in particolare il riferimento a più probabilità di superamento, consente quindi di:

- a) adottare, nella progettazione e verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione ed all'uso cui essa è destinata, consentendo soluzioni più agevoli del problema progettuale, specie nel caso delle costruzioni esistenti;
- b) trattare le problematiche di carattere tecnico-amministrativo connesse alla pericolosità sismica adottando una classificazione sismica riferibile anche a porzioni territoriali dei singoli comuni.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo in oggetto è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Eventuali differenti pericolosità sismiche sono approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria effettuata dal Dipartimento per la Protezione Civile, al fine di valutarne l'attendibilità scientifica e l'idoneità applicativa in relazione ai criteri di verifica adottati nelle NTC.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- FO valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- $FO \times e \times TC^*$ i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da determinate probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre, quindi, fissare:

- La vita di riferimento VR della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni.

Fissata la vita di riferimento VR, i due parametri TR e PVR sono esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

Qualora la attuale pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno TR1 corrispondente alla VR e alla PVR fissate, il valore del generico parametro p

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 32 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

(ag, FO, TC*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai TR previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

nella quale:

p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno TR desiderato; TR1 , TR2 sono i periodi di ritorno più prossimi a TR per i quali si dispone dei valori p1 e p2 del generico parametro p.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p (ag, FO, TC*) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

In cui:

- p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- pi è il valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- di è la distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Per tutte le isole, ad esclusione di Sicilia, Ischia, Procida e Capri gli spettri di risposta vengono definiti in base a valori di ag, FO, TC* uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola.

4.5.5. *Classificazione sismica regionale*

Dopo il terremoto del 2002 in Puglia ed in Molise, ai sensi dell'O.P.C.M. del 20 marzo 2003 n°3274, è stata effettuata una riclassificazione delle categorie sismiche attribuite ai vari comuni del territorio nazionale individuando quattro zone sismiche, numerate da 1 a 4, ciascuna delle quali viene contrassegnata da un differente valore del parametro ag con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (accelerazione orizzontale massima su suolo rigido di categoria A). La proposta di riclassificazione sismica nazionale riformula, quindi, le classi delle categorie sismiche ed inserisce una nuova categoria riguardante l'intensità sismica di progetto.

Il successivo testo dell'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n.108 del 11/05/06 fissa i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

In relazione alle norme tecniche per le Costruzioni (NTC) approvate con D.M. delle infrastrutture e dei trasporti del 14/09/2005 sono individuate 4 zone, caratterizzate da 4 differenti valori di accelerazione (ag) orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastica.

Le opere in progetto si sviluppano all'interno della regione Sicilia, ed in particolare, nelle province di Enna, Caltanissetta e Palermo.

I territori attraversati ricadono interamente all'interno della Zona Sismica 2 (Fig. 4-15 e Tab. 4.1).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16''/12'') - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 33 di 214	Rev.:		N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00		

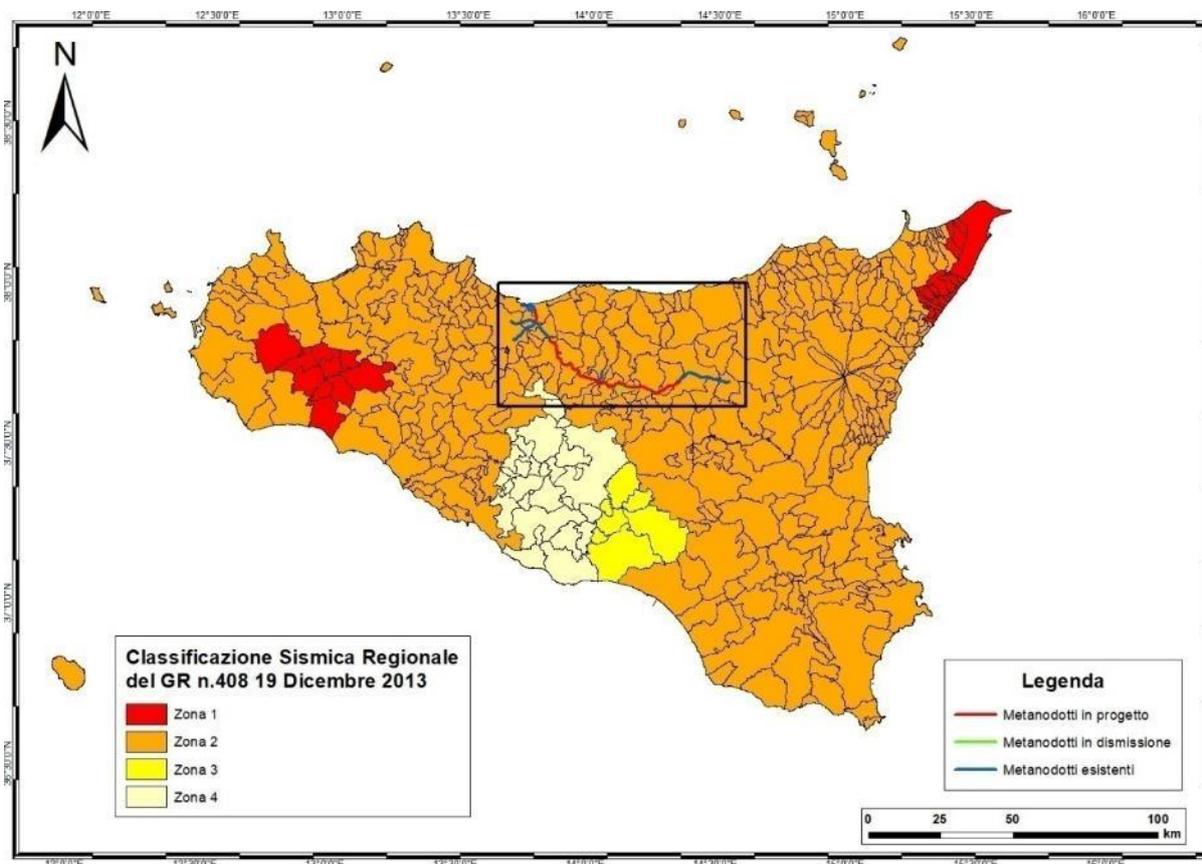


Fig. 4-15 - Classificazione sismica regionale (GR n. 408, 19 Dicembre 2013). Le aree interessate dalle opere ricadono all'interno della zona sismica 2.

Tab. 4.1 - Suddivisione delle zone sismiche in funzione dell'accelerazione al suolo.

ZONA SISMICA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
Zona 1	>25	0,35 g
Zona 2	0,15 – 0,25	0,25 g
Zona 3	0,05 – 0,15	0,15 g
Zona 4	<0,05 g	0,05 g

La Zona sismica 2 identifica aree in cui si possono verificare forti terremoti ed a cui viene associata un'accelerazione di picco (OPCM 3519/06), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag), compresa tra 0,15 e 0,25 g.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 34 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

4.5.6. Zonazione sismogenetica

Il tracciato del metanodotto in progetto “Gagliano-Termini Imerese DN 300 (12”) – DP 75 bar rientra, nella sua parte terminale, all’interno della zona sismogenetica 933 (Fig. 4-16 e Tab. 4.2). Tale area è una zona di “svincolo”, nota in letteratura come linea Monte Kumeta – Alcantara (Ghisetti e Vezzani, 1984), che si estende dal Monte Etna ai Monti di Palermo. Tale zona risulta avere un meccanismo di fagliazione prevalente di tipo inverso.

Nella zonazione ZS4 tale settore era diviso in due zone (75 e 76), successivamente raggruppate (con modifiche) nella zona 933.

La sua geometria è di difficile definizione soprattutto perché le tecniche automatiche di determinazione epicentrale utilizzate nel catalogo multiparametrico CPTI2 tendono a localizzare sulla costa tutti i terremoti storici che l’hanno interessata.

Va ricordato, inoltre, che i terremoti registrati strumentalmente negli ultimi 20 anni sembrano dare evidenze sul fatto che l’attività sismica della zona F, ovvero di quell’area compresa tra la parte più occidentale delle Isole Eolie ed Ustica caratterizzata da un sistema di faglie con orientamento circa E-W, sia molto superiore a quella della costa siciliana settentrionale e del suo immediato offshore.

In conclusione, i limiti delle tecniche di localizzazione unitamente all’analisi delle distribuzioni rendono difficile scorporare dalla ZS 933 la sismicità che andrebbe attribuita alla ZS F; si ritiene, pertanto, che la soluzione più conservativa sia quella di mantenere una geometria della zona 933 compatibile con le informazioni disponibili in catalogo, associandone anche i forti terremoti originatisi probabilmente in mare, senza alcuna rideterminazione della magnitudo.

Tale zona risulta così caratterizzata da una classe di profondità compresa tra 8 e 12 Km, da un meccanismo di fagliazione di tipo inverso e da una magnitudo massima Md di 4,4.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 35 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

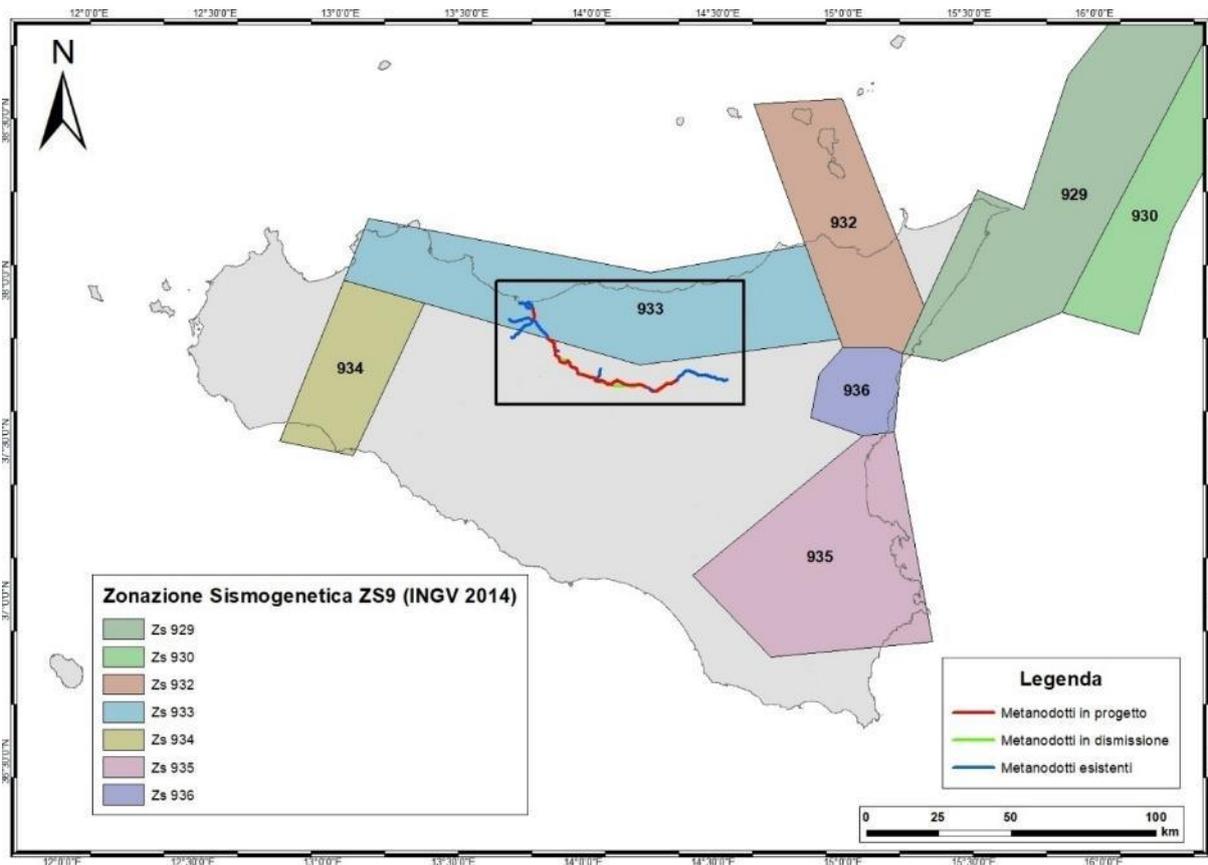


Fig. 4-16 - Zonazione sismogenetica ZS9: in azzurro la zona 933; il rettangolo evidenzia l'area in cui è prevista la realizzazione delle opere in progetto.

Tab. 4.2 - Caratteristiche sismogenetiche zona 933 (Fonte: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/App2.pdf>).

Zona sismogenetica ZS9: zona 933					
Num. Eventi Md>2.0	Num. Eventi Md>2.5	Num. Eventi Md>3.0	Magnitudo max (Md)	Classe di profondità (Km)	Profondità efficace (Km)
413	162	44	4.4	8-12	10

4.5.7. Pericolosità sismica

Secondo l'UNDRO (United Nations Disaster Relief Office) il Rischio sismico si definisce come: "Grado di probabilità che si verifichi, in una determinata area ed in un determinato periodo di tempo, un evento sismico dannoso con l'insieme degli effetti geologici e geofisici ad esso connessi, senza alcun riguardo per le attività umane".

La pericolosità sismica locale, intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito, è legata, oltre che alle caratteristiche sismotettoniche ed alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, alla propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito ed alla loro interazione con le caratteristiche geologiche locali, nonché alle caratteristiche del terremoto di progetto, inteso come l'evento sismico caratterizzato dalla massima magnitudo ed intensità, contraddistinto dalla massima accelerazione di picco e relativo contenuto in frequenza, relativamente al periodo di ritorno più prossimo.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 36 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

I principali fattori che definiscono la pericolosità sismica di una zona si possono identificare con:

- le caratteristiche degli eventi sismici che possono verificarsi nell'area in un dato intervallo temporale e con una prefissata probabilità (Periodo di ritorno);
- le condizioni geologico-morfologiche e geotecniche dei litotipi superficiali che concorrono a modificare la risposta sismica locale.

La pericolosità totale di un determinato luogo è la risultante sia della pericolosità di base, desumibile dalla carta nazionale sia della pericolosità locale derivante dalle condizioni geomorfologiche e litostratigrafiche in sito.

Importante è sottolineare che i parametri di scuotimento sono stati determinati utilizzando la zonazione sismica ed i cataloghi già adottati per la classificazione del D.M. 2005.

L'OPCM del 28 aprile 2006, n.3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" ha introdotto la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala regionale. In Fig. 4-17 è riportata la mappa di pericolosità sismica ottenuta dallo studio effettuato dall'INGV.

In tale mappa sono evidenziati con diversi colori i massimi valori di accelerazione al suolo valutata con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo tipo A.

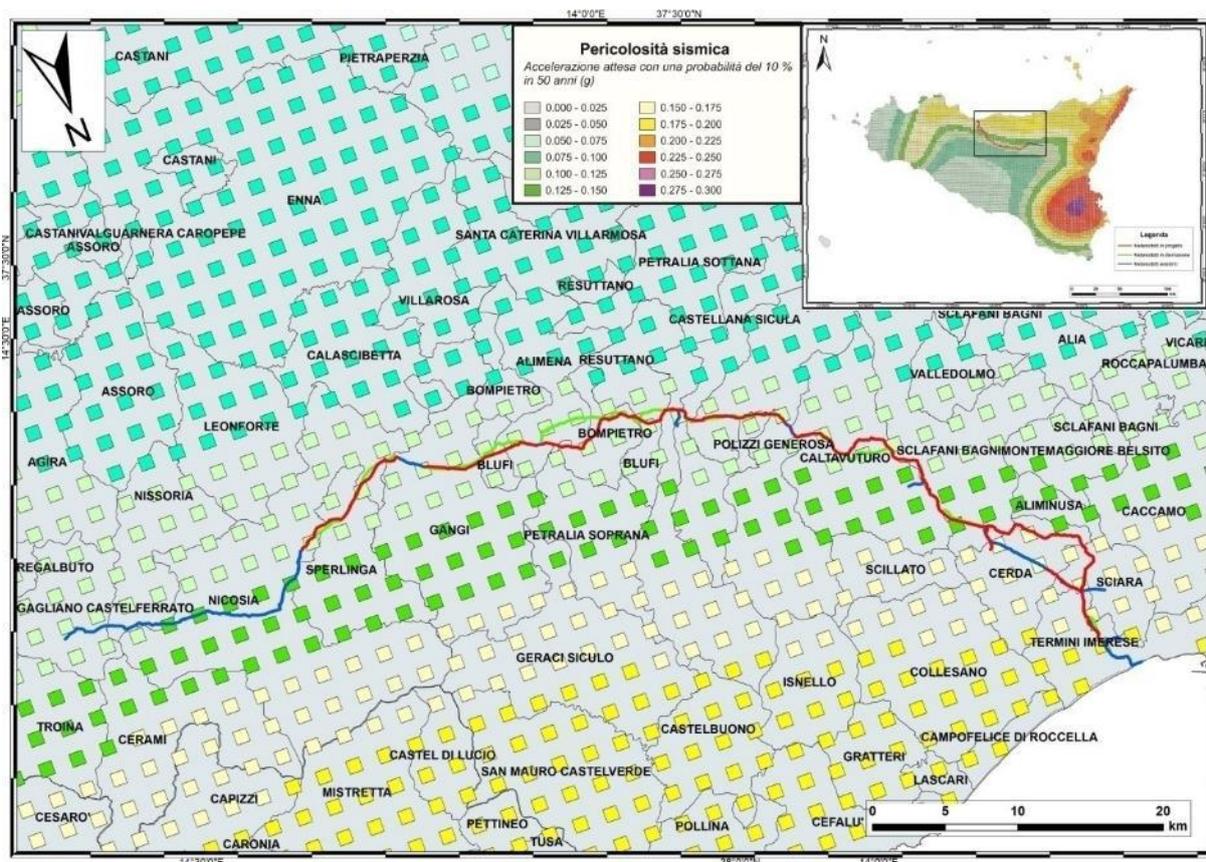


Fig. 4-17 - Mappa di Pericolosità Sismica relativamente al territorio interessato dalle opere in progetto ed in dismissione espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Fonte: INGV).

In particolare, il valore di pericolosità sismica della zona in cui ricadono le opere in progetto è compreso tra 0,100 e 0,200 g.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 37 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

5 PIANO DELLE INDAGINI

È stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche 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 effettuate 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 e M.A.S.W.), le stesse sono state eseguite sia per integrare le risultanze puntuali emerse dai sondaggi, sia per definire la velocità delle onde di taglio verticali V_s dei primi 30 m di profondità (V_{seq}) necessarie per la classificazione sismica dei differenti terreni secondo la normativa vigente.

In sintesi, il programma delle indagini geotecniche e geofisiche è stato articolato come segue:

- **n°101** sondaggi geognostici a carotaggio continuo ai fini della caratterizzazione geotecnica ed in parte ambientale. Durante l'esecuzione di tali sondaggi sono state effettuate **n°462** prove SPT in foro;
- **n°5** prove penetrometriche di tipo CPTu;
- **n°38** prove penetrometriche di tipo DPSH;
- **n°313** campioni indisturbati di terreno prelevati nei sondaggi geognostici e sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- **n°41** stendimenti geofisici di sismica a rifrazione, per un totale di 10310 m circa, in funzione della stratigrafia dei terreni esplorati, per l'investigazione dell'intero sviluppo delle trenchless previste in progetto;
- **n°34** prove geofisiche di tipo MASW;
- **n°7** prospezioni di tomografia elettrica;
- **n°1** prova down-hole.

Sui campioni indisturbati e/o rimaneggiati e ritenuti rappresentativi sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- misurazione delle caratteristiche fisiche del terreno;
- analisi granulometrica;
- determinazione dei limiti di Atterberg;
- Espansione Laterale Libera (E.L.L.)
- prova di taglio anulare;
- prova di taglio diretto;
- prova triassiale non consolidata non drenata.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla specifica relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche redatta a supporto del progetto (RE-GEO-030).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2									
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA									
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 38 di 214		Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6 INTERFERENZE MOVIMENTI GRAVITATIVI DI VERSANTE - TRACCIATI

Nella tabella seguente vengono riportate le aree in frana, interferite dai tracciati dei metanodotti in progetto ed in dismissione (v. Annesso 1) o limitrofe ad essi, censite dal P.A.I. e dal progetto I.F.F.I. unitamente ad ulteriori movimenti gravitativi di versante cartografati durante la fase di rilevamento geologico-geomorfologico. Alcune frane del PAI e dell'IFFI sono state parzialmente modificate e, sulla base dei risultati del rilevamento geomorfologico eseguito alla scala 1:10.000, sono state parzialmente riperimstrate.

In particolare, le verifiche di stabilità sono state eseguite lungo i versanti interessati da frane, per le quali ai fini della protezione della condotta di nuova progettazione, si è ritenuto opportuno conoscere il fattore di sicurezza e pertanto poter procedere con la scelta di posa e le eventuali opere di stabilità più idonee per il metanodotto in progetto.

Tab. 6.1 – Aree a pericolosità da frana interferite o limitrofe ai tracciati dei metanodotti in progetto (TP) e in dismissione (TR).

METANODOTTO	ID FRANA	ID PROFILO	COMUNE	TIPOLOGIA FRANA	PERICOLOSITÀ / ATTIVITÀ	OPERA	PROGRESSIVE KM		ID INTERFERENZA
							DA	A	
INTERVENTO 1	1	1 e 2	Sperlinga	Deformazione superficiale lenta	-	TP	3+615	4+375	-
TRATTO 1						TR	3+105	3+835	-
INTERVENTO 1	2	3	Sperlinga	Deformazione superficiale lenta	-	TP	5+165	5+225	1
TRATTO 1						TR	4+585	4+655	
INTERVENTO 3	3	4	Gangi	Deformazione superficiale lenta	-	TP	0+450	0+470	2
TRATTO 3						TR	0+370	0+390	
						TR	0+515	0+655	
INTERVENTO 3	4		Gangi	Deformazione superficiale lenta	-	TP	0+735	0+800	3
							0+860	0+955	
INTERVENTO 3	5	5	Gangi	Frana complessa	-	TP	1+390	1+435	4
TRATTO 3	6	6	Gangi	Frana complessa	-	TR	1+960	2+025	5
INTERVENTO 3						TP	1+970	2+030	
INTERVENTO 3	7	7	Gangi	Deformazione superficiale lenta	-	TP	2+340	2+555	6
INTERVENTO 3	8	8	Gangi	Deformazione superficiale lenta	-	TP	3+510	4+090	7
TRATTO 3						TR	4+335	4+950	
INTERVENTO 3	9	9	Blufi	Deformazione superficiale lenta	-	TP	4+465	4+855	8
INTERVENTO 3	10	10	Blufi	Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	-	TP	5+655	5+910	9
INTERVENTO 3	11	11	Alimena	Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	-	TP	6+110	6+295	10

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 39 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

METANODOTTO	ID FRANA	ID PROFILO	COMUNE	TIPOLOGIA FRANA	PERICOLOSITÀ / ATTIVITÀ	OPERA	PROGRESSIVE KM		ID INTERFERENZA
							DA	A	
INTERVENTO 4	12	12	Alimena	Deformazione superficiale lenta	-	TP	0+210	0+340	-
INTERVENTO 4	13	13	Alimena/ Bompietro	PAI - Area a franosità diffusa	2 - Attiva	TP	1+065	3+105	-
INTERVENTO 4	14	14	Alimena	Area a franosità diffusa	-	TP	3+090	3+225	-
INTERVENTO 4	15	-	Bompietro	PAI – Erosione accelerata	2 - Attiva	TP	4+065	4+100	11
INTERVENTO 4	16	15	Bompietro	Frana complessa	-	TP	6+495	6+685	12
INTERVENTO 4	17	-	Blufi	I.F.F.I. – Colamento lento	-	TP	8+660	8+675	13
INTERVENTO 4	18	16	Blufi	PAI – Franosità diffusa	2 - Attiva	TP	9+695	9+790	14
INTERVENTO 4	19	17 e 18	Castellana Sicula/Polizzi Generosa	Deformazione superficiale lenta	-	TP	12+685	13+200	15
TRATTO 4						TR	12+900	13+345	
INTERVENTO 5	20	19	Polizzi Generosa/ Castellana Sicula	Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	-	TP	0+260	0+420	-
INTERVENTO 5	21	20	Polizzi Generosa/ Castellana Sicula	Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	-	TP	0+555	0+605	16
INTERVENTO 5	22	-	Polizzi Generosa	Deformazione superficiale lenta	-	TP	0+820	0+905	-
TRATTO 5						TR	0+870	0+930	17
TRATTO 5	23	21	Castellana Sicula	Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	-	TR	1+340	1+500	18
INTERVENTO 5						TP	1+380	1+465	
INTERVENTO 6	24	22	Polizzi Generosa	PAI – Deformazione superficiale lenta	2 - Attiva	TP	1+490	1+845	-
TRATTO 6						TR	1+740	1+745	19
							1+810	1+845	
INTERVENTO 8	25	23	Caltavutur o/ Polizzi Generosa	Deformazione superficiale lenta	-	TP	0+310	0+580	-
TRATTO 8						TR	0+295	0+240	
INTERVENTO 8	26	24	Caltavutur o/ Polizzi Generosa	PAI – Erosione accelerata	2 - Attiva	TP	0+325	0+535	-
TRATTO 8						TR	0+335	0+550	
TRATTO 8	27	-	Caltavutur o	PAI – Colamento lento	1 - Inattiva	TR	2+645	2+675	20
INTERVENTO 8						TP	2+720	2+750	

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2									
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA									
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 40 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033		

METANODOTTO	ID FRANA	ID PROFILO	COMUNE	TIPOLOGIA FRANA	PERICOLOSITÀ / ATTIVITÀ	OPERA	PROGRESSIVE KM		ID INTERFERENZA
							DA	A	
INTERVENTO 9	28	-	Sclafani Bagni	PAI – Colamento lento	2 - Attiva	TP	8+905	8+920	21
INTERVENTO 9	29	25	Caltavuturo/ Sclafani Bagni	Frana complessa	-	TP	9+380	9+565	-
TRATTO 9						TR	8+805	8+990	
INTERVENTO 9	30	26	Caltavuturo	Deformazione superficiale lenta	-	TP	10+790	10+930	22
INTERVENTO 9	31		Sclafani Bagni	PAI – Deformazione superficiale lenta	2 - Attiva	TP	11+240	11+505	23
TRATTO 9	32	27	Sclafani Bagni	PAI – Deformazione superficiale lenta	2 - Attiva	TR	11+200	12+100	24
INTERVENTO 9						TP	11+730	12+785	
TRATTO 9	33	28		PAI – Erosione accelerata	2 - Attiva	TR	12+535	12+570	25
INTERVENTO 9	34			Deformazione superficiale lenta	-	TP	13+520	13+830	

Per valutare la compatibilità dell'opera in progetto con le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche delle aree attraversate dal metanodotto, per ciascuna interferenza è stato/a effettuato/a:

- un rilievo geologico-geomorfologico in scala di dettaglio per ciascuna area perimetrata dal PAI e dall'IFFI, e per ciascun movimento franoso rilevato durante le varie survey;
- un piano di indagini per la determinazione dell'assetto stratigrafico, geotecnico e sismico (cfr. Cap. 4 e Doc. n. RE-GEO-030 “*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*”;
- una verifica di stabilità del versante, laddove il tracciato interessa aree in cui sono stati censiti e cartografati dissesti geomorfologici, che interferiscono con il metanodotto in progetto, in zone con pendenze maggiori di 5° ed in siti in cui, pur non essendoci un'effettiva interferenza, le condizioni morfologiche richiedono una valutazione di verifica di sicurezza a scopo cautelativo.

6.1 IPOTESI DI CALCOLO

Trattandosi di opere a sviluppo lineare, le verifiche di stabilità sono state condotte laddove il contesto geologico – geomorfologico intercettato dalle lavorazioni in progetto per la posa e la dismissione del metanodotto in esercizio, risulta vulnerabile nei confronti di fenomeni di dissesto in atto o di potenziale sviluppo.

Per tale ragione, lo studio di stabilità non può prescindere dalla valutazione delle modalità esecutive delle lavorazioni, siano esse realizzate attraverso scavi a cielo

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 41 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

aperto o mediante tecnologie trenchless che ovviamente non arrecano perturbazioni a riguardo dell'equilibrio geomorfologico esistente. A valle delle verifiche di stabilità effettuate, nel caso in cui lo si rende necessario, sono state definite le eventuali opere di sostegno e/o di drenaggio necessarie per garantire le condizioni di sicurezza per il versante interessato e per l'infrastruttura in progetto.

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.

Le verifiche svolte riguardano la stabilità globale del versante, 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.

Per tutti i profili considerati le verifiche sono state eseguite in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si riportano nei corrispettivi allegati le verifiche con il coefficiente di sicurezza minimo tra la condizione non drenata e la condizione drenata.

In linea generale, si assume che le condizioni ante-operam siano meno cautelative rispetto a quelle post-operam, in virtù degli accorgimenti tecnici / operativi adottati durante la fase di esecuzione dei lavori e degli interventi di ripristino morfologico e vegetazione eseguiti al termine dei lavori. Tali interventi consistono principalmente in opere di drenaggio che agiscono in termini di stabilizzazione del versante abbassando le tensioni neutre o opere di sostegno che agiscono direttamente sulla resistenza del terreno aumentandone la resistenza a taglio.

L'efficacia degli interventi di stabilizzazione, richiesti per carenza delle condizioni di sicurezza attese, sarà verificata mediante un'analisi post operam che permette di determinare l'azione stabilizzante offerta dall'intervento in progetto.

Le elaborazioni sono state eseguite utilizzando il programma *Stap 14.0*, prodotto dalla "Aztec", 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). Il software consente di analizzare sia superfici di rottura circolari che 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) ed i parametri geotecnici del terreno possono essere inseriti e modificati all'interno dell'area di lavoro.

Le ulteriori ipotesi adottate a riguardo del metodo di calcolo, sono di seguito specificate:

- sono state considerate sia superfici di scorrimento generiche sia di forma circolare che approssimano l'intero corpo di frana cartografato;
- il metodo di calcolo utilizzato nelle analisi di stabilità è quello proposto da Janbu, un procedimento che si basa sul metodo dell'equilibrio limite e che consente di analizzare la stabilità di un pendio con superficie di scorrimento di forma circolare e generica;
- le superfici sono state analizzate sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Inoltre le superfici sono state analizzate per i casi:

- 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).

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. 6.2:

Valori del Fattore di Sicurezza e stabilità dei versanti		
Fs < 1 <i>Versante instabile</i>	1 < Fs < 1,2 <i>Versante in precaria stabilità</i>	Fs ≥ 1,2 <i>Versante stabile in condizioni sismiche</i>

Tab. 6.2 – Valori del Fattore di Sicurezza correlati alla stabilità dei versanti

- per il progetto di rimozione non sono state effettuate verifiche di stabilità, poiché l'intervento prevede delle modalità operative ed interventi di ripristino (al termine delle operazioni), 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. Una volta rimosso il metanodotto, la trincea esistente sarà riempita con il terreno di scavo, riprofilando alle condizioni ante-operam senza modificare la porzione di territorio interessata dalle lavorazioni precedentemente descritte, eventualmente prevedendo degli interventi di mitigazione e ripristino morfologico secondo i dettami dell'ingegneria naturalistica;
- un'analisi delle soluzioni progettuali da adottare al fine di diminuire la pericolosità in corrispondenza dei tratti delle aree in frana interferite;
- per ogni verifica effettuata viene espressa la compatibilità dell'intervento con le esigenze di sicurezza che si richiedono in fase di esecuzione dell'opera e per la fase di esercizio nel caso della posa di nuovo metanodotto.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 43 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.2 ANALISI FRANA 1 - PROFILO 1

6.2.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade nel settore sud-occidentale del comune di Sperlinga, in provincia di Enna, dove i metanodotti in progetto (Intervento 1, v. PG-TP-100) ed in dismissione (tratto 1, v. PG-TP-300) attraversano un'area pressoché pianeggiante, in particolare percorrono la base di un rilievo collinare, sul cui versante settentrionale, durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, è stato cartografato un movimento gravitativo di tipo deformazione superficiale lenta, che non interferisce direttamente con i metanodotti (Fig. 6-1).

Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano le gessopeliti e le gessoareniti, afferenti al membro gessoso-marnoso della Formazione di Pasquasia (GPQ3, Fig. 6-2). Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore caratterizzato da due alti morfologici, 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 680 e 700 m s.l.m.. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da una bassa 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.

L'interferenza in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-3.

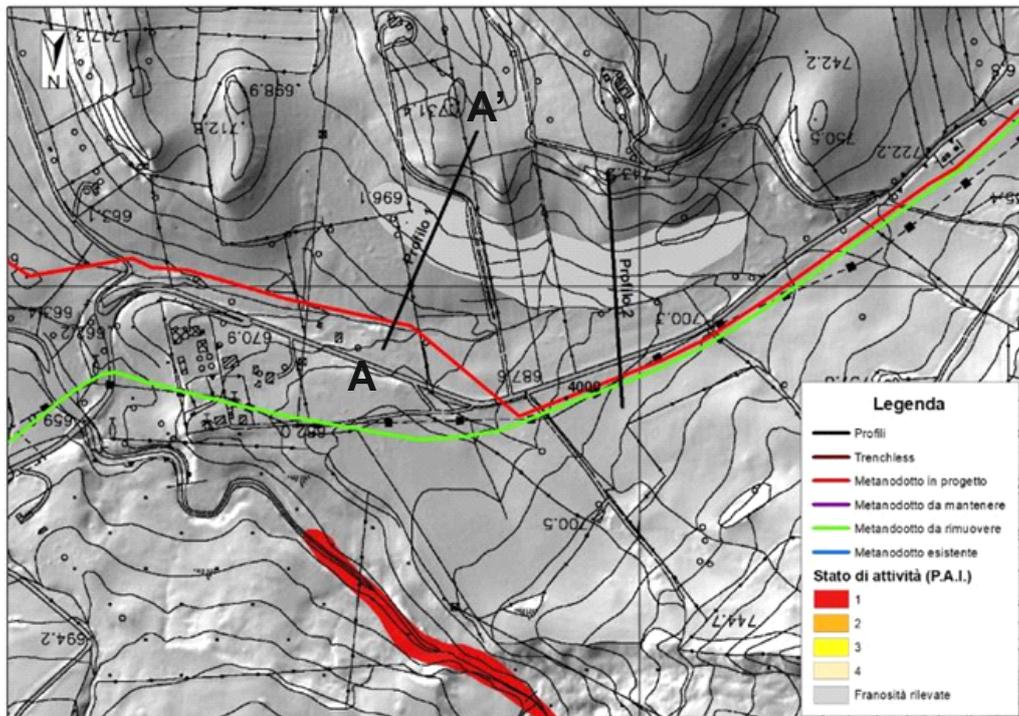


Fig. 6-1 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (da km 3+615 a km 4+375)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 44 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

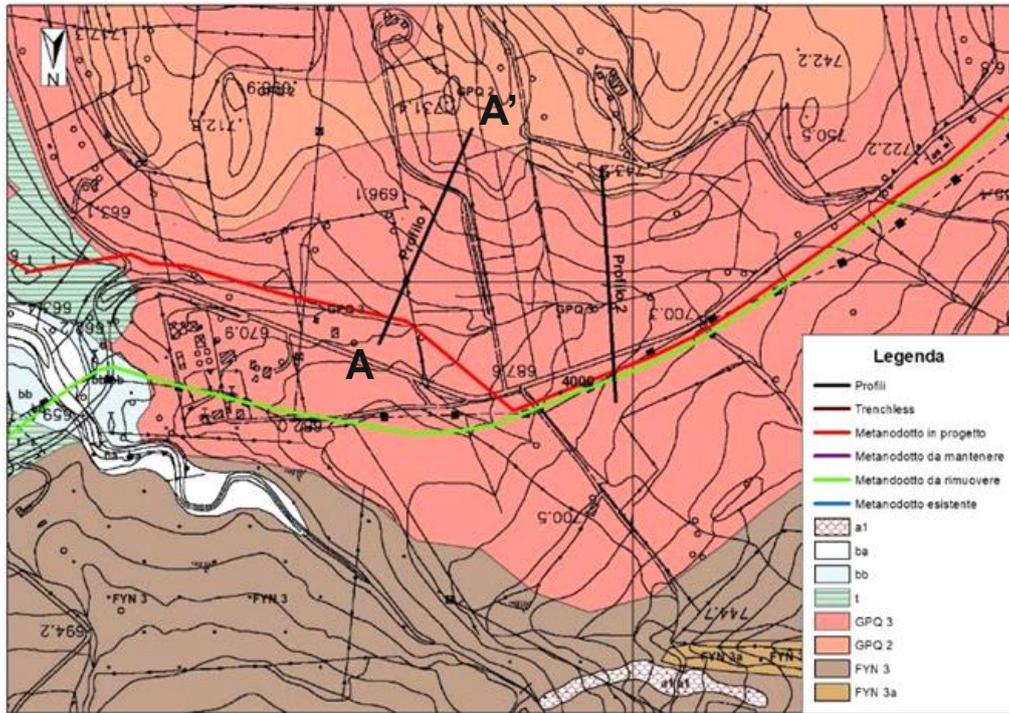


Fig. 6-2 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

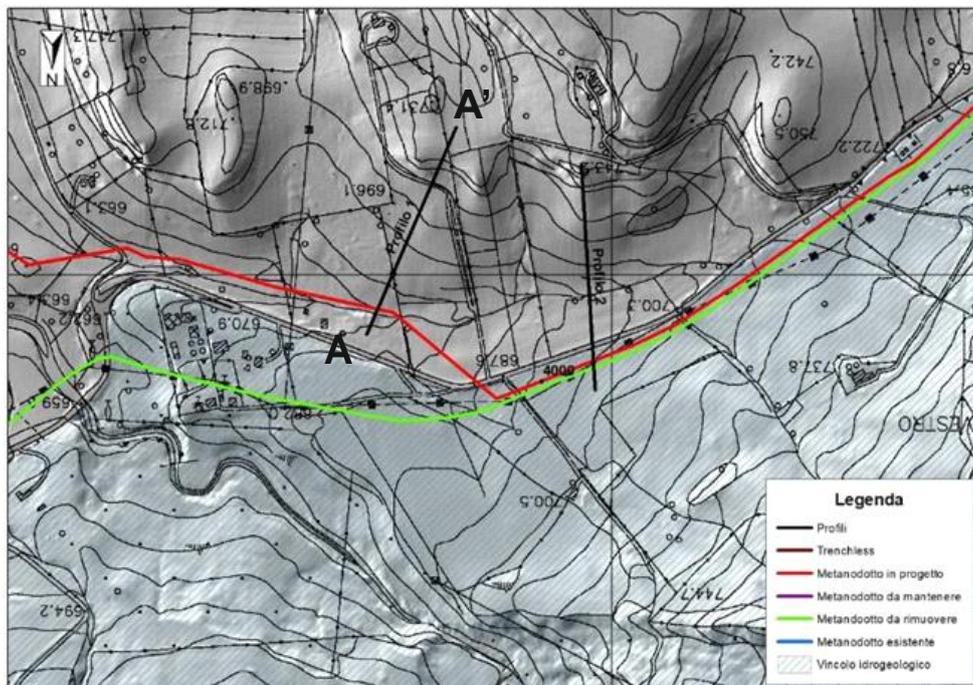


Fig. 6-3 – Stralcio dalla Carta del vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.2.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1**: *Corpo di frana limoso-argilloso*, fino alla profondità variabile tra circa 0,5 m e 4 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argilla limosa grigia*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato prelevato dal sondaggio S05), per i cui dettagli si rimanda al Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche" annesso al progetto.

I parametri geotecnici efficaci e totali sono stati desunti dalle prove geotecniche su campione indisturbato e dalle prove penetrometriche.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- ***Orizzonte 1 (spessore tra circa 0,5 e 4 m)***
Peso di volume $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,4 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 16^\circ$
Coesione drenata $c' = 12 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 54 \text{ kPa}$
- ***Orizzonte 2***
Peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 23^\circ$
Coesione drenata $c' = 25 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 125 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 1-19)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 46 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.2.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive del colle, e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,59)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 2 metri di profondità dal piano campagna, risulta essere instabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 1,11)**.

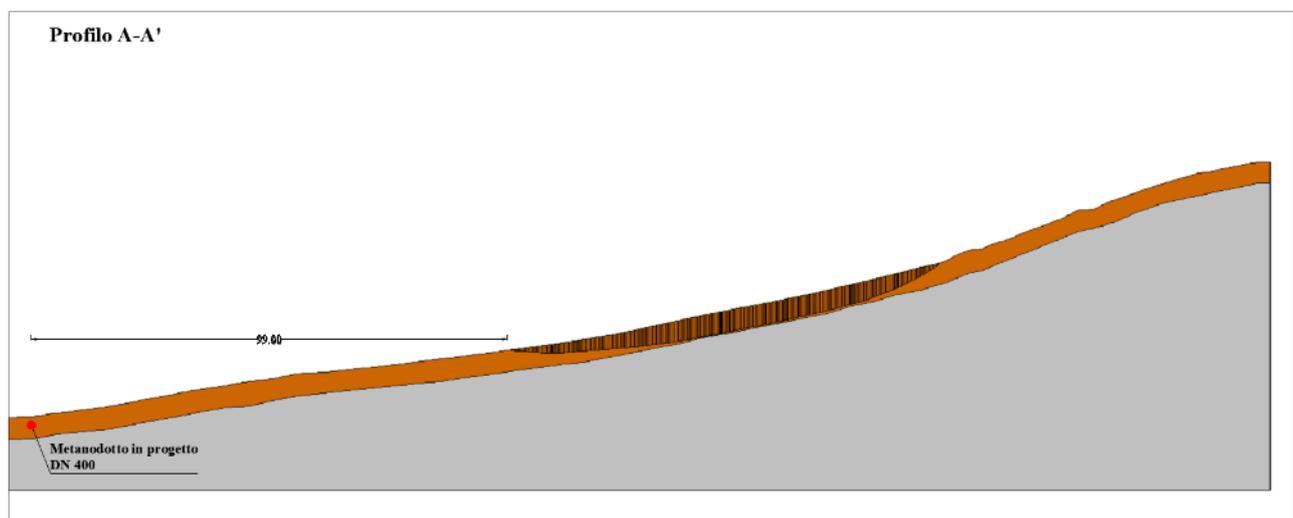


Fig. 6-4 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 1 al presente documento.

6.2.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, i metanodotti in progetto ed in dismissione si trovano a valle di un corpo di frana di tipo deformazione superficiale lenta, cartografato in fase di rilevamento, quindi non interferiscono direttamente con tale movimento (v. Fig. 6-4).

Dalle verifiche di stabilità eseguite le uniche aree instabili sono quelle presenti nella porzione medio-alta del pendio. Le superfici di scorrimento con $Fs < 1,2$ (instabili) in nessun caso interferiscono con i metanodotti in esame (vedi Allegato 1 al presente documento).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 47 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Per la rimozione del metanodotto esistente, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di posa del metanodotto in progetto e di rimozione dell'esistente tubazione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 49 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

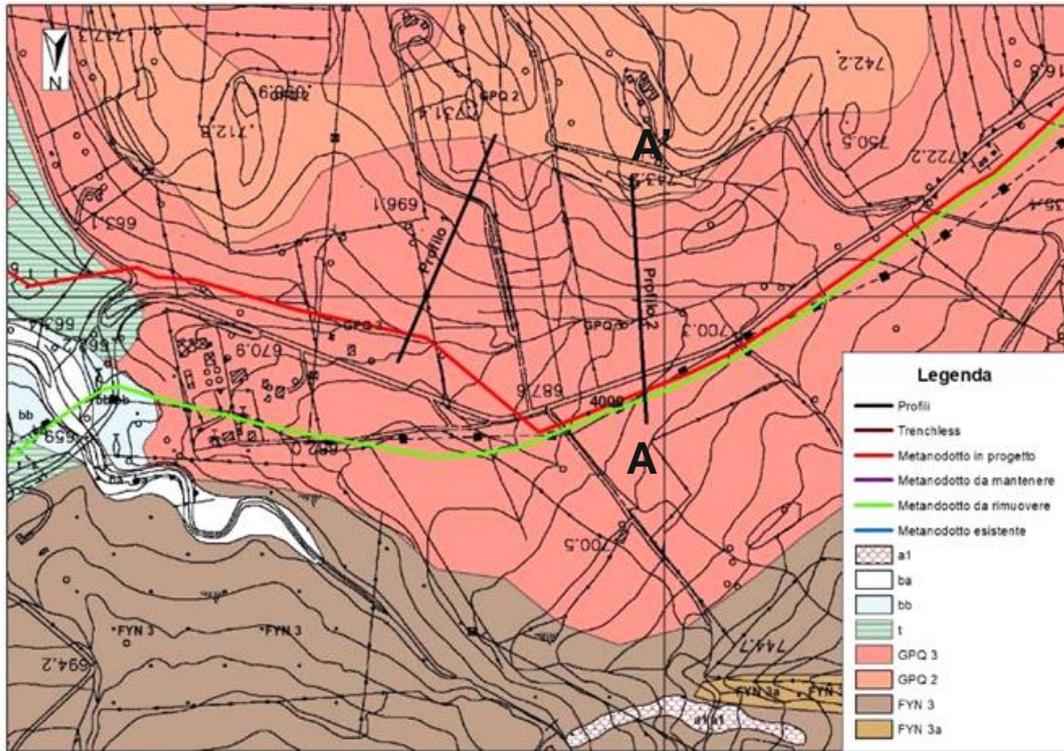


Fig. 6-6 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

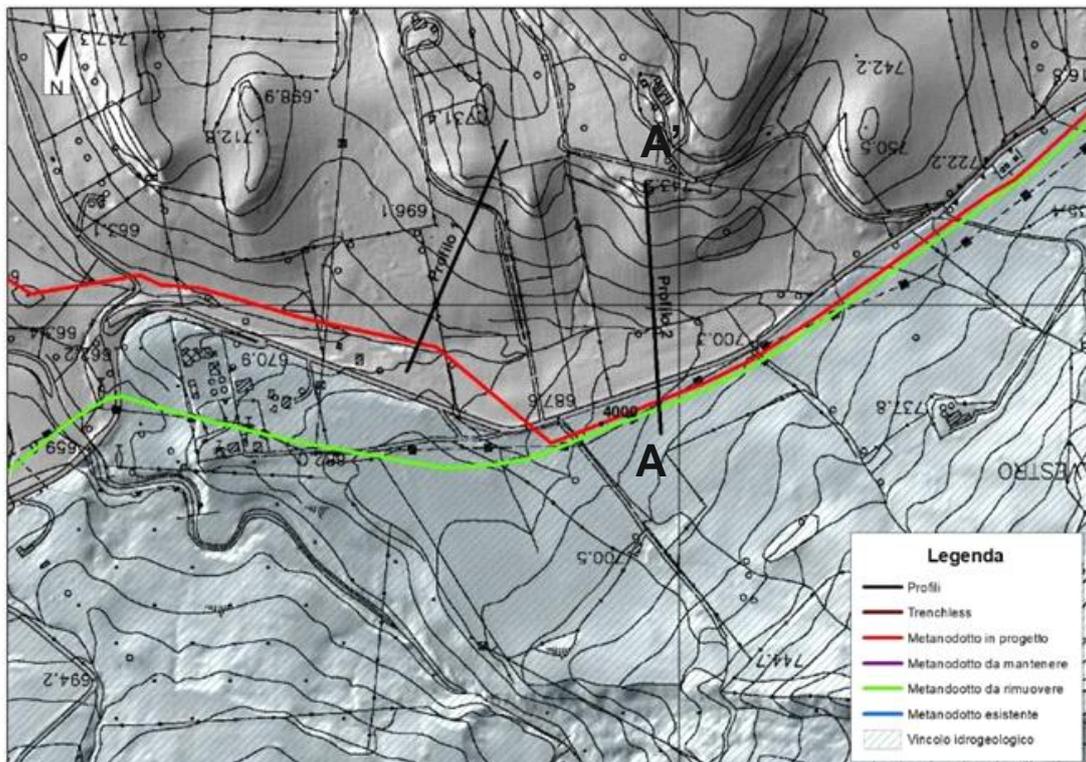


Fig. 6-7 – Stralcio dalla Carta del vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.3.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1**: *Corpo di frana limoso-argilloso*, fino alla profondità variabile tra circa 0,5 m e 4 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argilla limosa grigia*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato prelevato dal sondaggio S05), per i cui risultati si rimanda al Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche" annesso al progetto.

I parametri geotecnici efficaci e totali sono stati desunti dalle prove geotecniche su campione indisturbato e dalle prove penetrometriche.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- ***Orizzonte 1 (spessore tra circa 0,5 e 4 m)***
Peso di volume $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,4 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 16^\circ$
Coesione drenata $c' = 12 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 54 \text{ kPa}$
- ***Orizzonte 2***
Peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 23^\circ$
Coesione drenata $c' = 25 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 125 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 1-19)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 51 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.3.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive del colle, e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile in condizioni sismiche, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs= 1,22)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 4 metri di profondità dal piano campagna, risulta essere instabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,84)**.

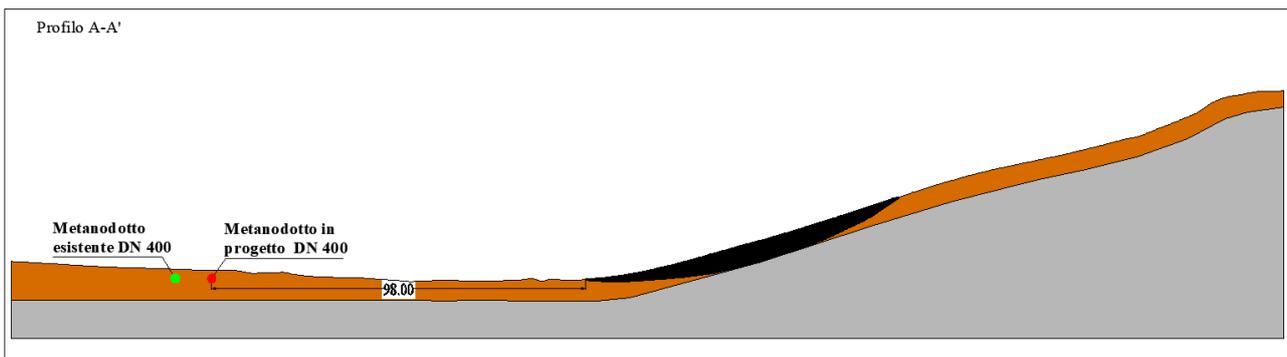


Fig. 6-8 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 2 al presente documento.

6.3.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, i metanodotti in progetto ed in dismissione si trovano a valle di un corpo di frana di tipo deformazione superficiale lenta, cartografato in fase di rilevamento, non interferendo direttamente con il corpo di frana (Fig. 6-8).

Dalle verifiche di stabilità eseguite le uniche aree instabili sono quelle presenti nella porzione medio-alta del pendio. Le superfici di scorrimento con $Fs < 1,2$ (instabili) in nessun caso interferiscono con i metanodotti in esame (vedi Allegato 2 al presente documento).

Per la rimozione del metanodotto esistente, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 52 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di posa e di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Per meglio convogliare le acque di infiltrazione sono previsti degli interventi di drenaggio delle acque meteoriche che consistono nell'esecuzione di un letto di posa drenante sotto condotta.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		N° Documento Cliente:
03858-PPL-RE-000-0033	53 di 214	00		RE-CGSA-033

6.4 ANALISI FRANA 2 - PROFILO 3 (interferenza 1)

6.4.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Sperlinga, in provincia di Enna, dove il metanodotto in progetto (Intervento 1, v. PG-TP-100) e quello in dismissione (tratto 1, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area soggetta a deformazione superficiale lenta, cartografata durante rilievi in campo. Tale frana è interferita dall'opera in progetto tra le progressive km 5+165 e 5+225 km e dalla condotta in dismissione tra il km 4+585 e il km 4+655 (Fig. 6-9).

Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano le gessopeliti e le gessoareniti, afferenti al membro gessoso-marnoso della Formazione di Pasquasia (GPQ3, Fig. 6-10). Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore caratterizzato da due alti morfologici, moderatamente acclivi. La frana, in particolare, si verifica lungo il versante meridionale, digradante verso SE con pendenze medie comprese tra i 15° e 30°. I metanodotti intersecano il movimento franoso a quote comprese tra i 690 e i 710 m s.l.m.. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da una bassa permeabilità. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nel corpo di frana strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'interferenza in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-11.

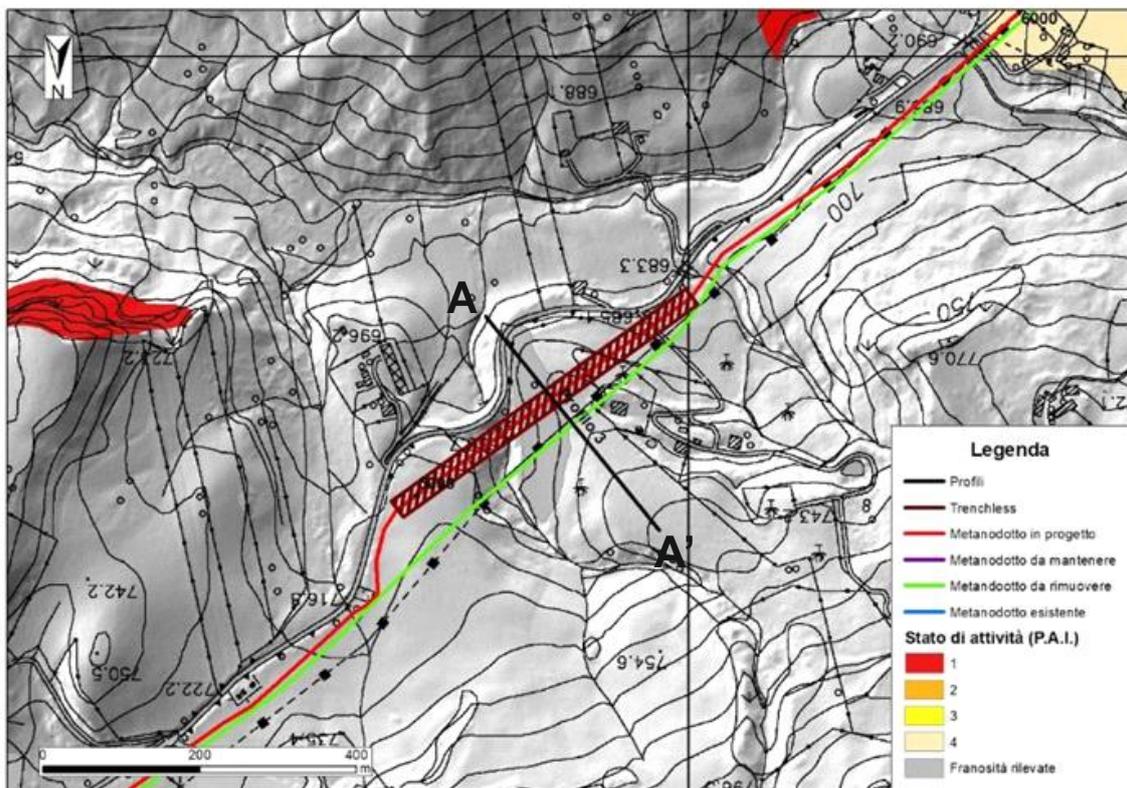


Fig. 6-9 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 5+165 a km 5+225; TR: da km 4+585 a km 4+655)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 54 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

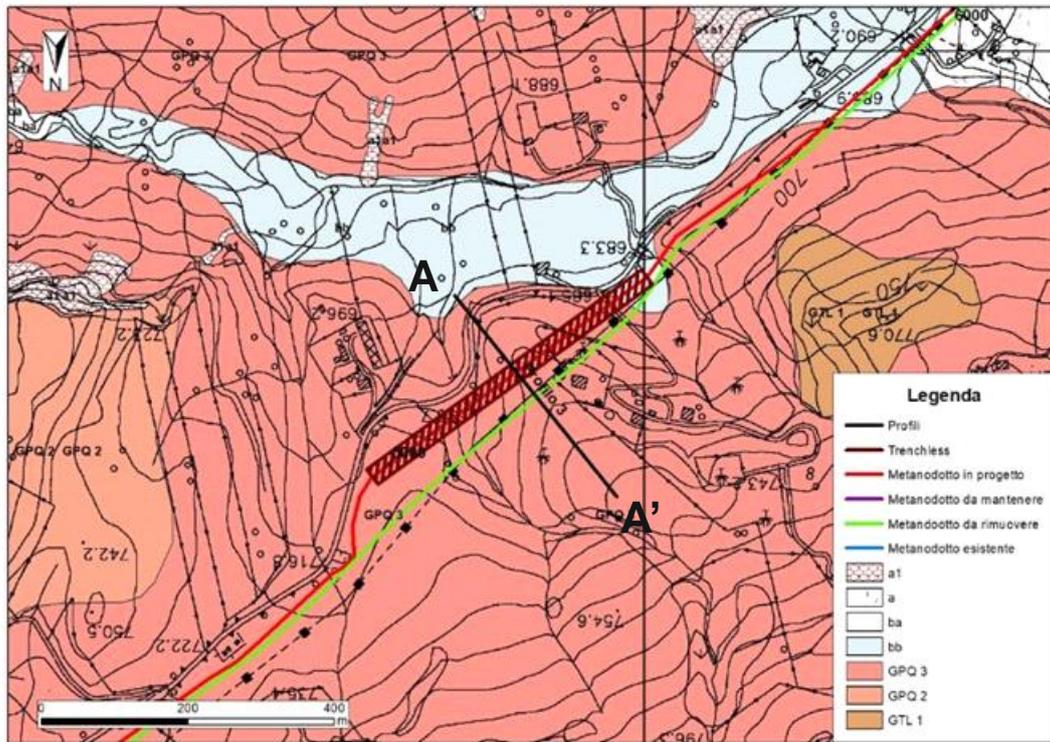


Fig. 6-10 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

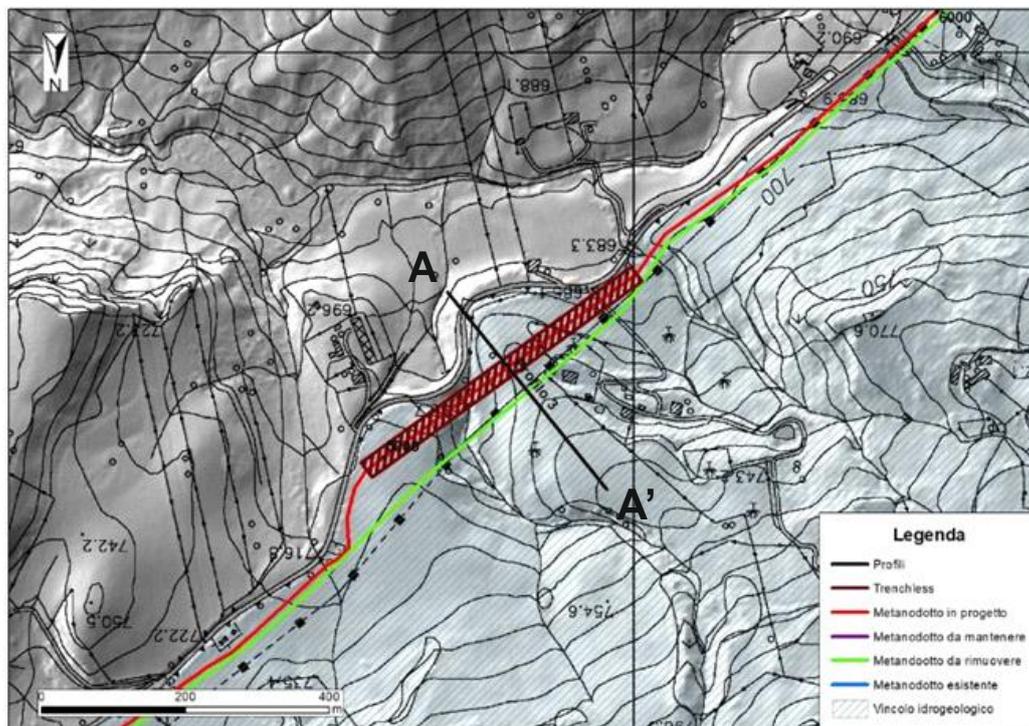


Fig. 6-11 – Stralcio dalla Carta del vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 55 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6.4.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1**: *Corpo di frana limo-argilloso*, fino alla profondità di circa 1 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Corpo di frana limo-sabbioso*, fino alla profondità di circa 6-7 m dal p.c.
- **Orizzonte 3**: *Argille limose*.

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati dai sondaggi S06 e S07), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*".

I parametri geotecnici efficaci e totali sono stati desunti dalle prove geotecniche su campione indisturbato e dalle prove penetrometriche.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per i primi due orizzonti stratigrafici sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- ***Orizzonte 1 (spessore circa 1 m)***
Peso di volume $\gamma = 19,3 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,2 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 17^\circ$
Coesione drenata $c' = 10 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 44 \text{ kPa}$
- ***Orizzonte 2 (spessore circa 6 m)***
Peso di volume $\gamma = 19,7 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 5 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 81 \text{ kPa}$
- ***Orizzonte 3***
Peso di volume $\gamma = 20,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,7 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 17^\circ$
Coesione drenata $c' = 26 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 150 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 1-20)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 56 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.4.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive del colle, e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile in condizioni sismiche, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,72)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 4 metri di profondità dal piano campagna, risulta essere instabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,89)**.

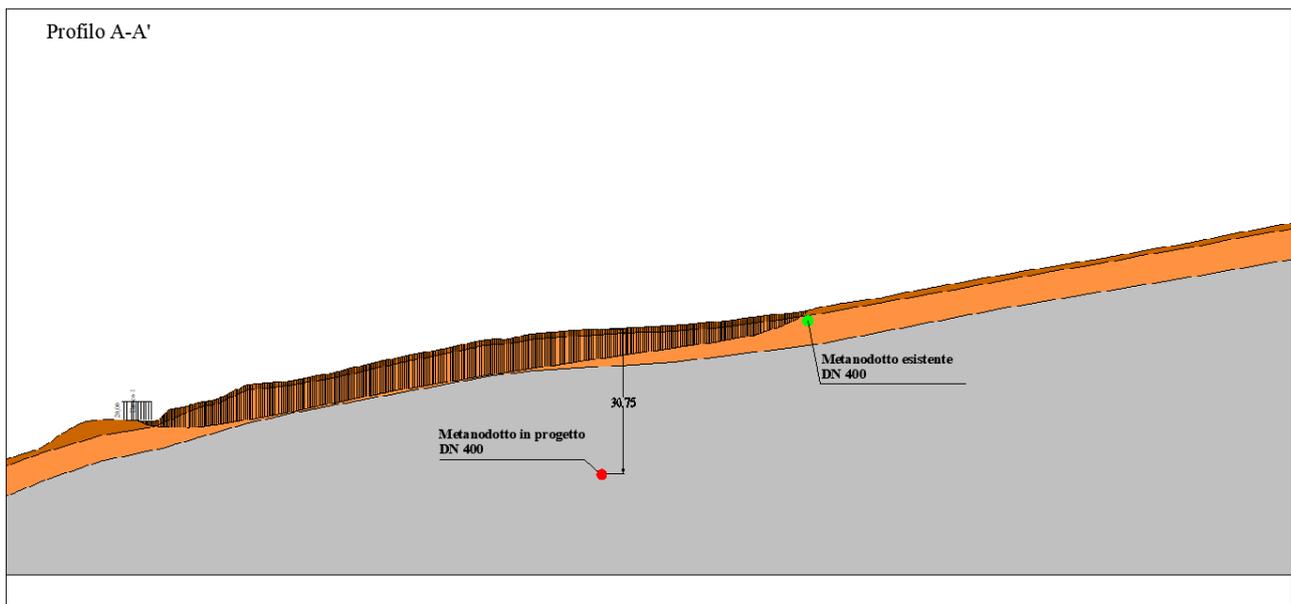


Fig. 6-12 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 3 al presente documento.

6.4.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, i metanodotti in progetto ed esistente intercettano un'area soggetta a frana di tipo deformazione superficiale lenta, cartografata in fase di rilevamento. Il metanodotto in progetto sarà reso compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto è previsto l'attraversamento mediante tecnologia TOC. Tale metodologia permette

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 57 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Il procedimento seguito con questa tecnica consta di tre fasi:

- **Realizzazione del foro pilota:**
Consiste nella realizzazione di un foro di piccolo diametro lungo un profilo prestabilito. La capacità direzionale è garantita da un'asta di perforazione tubolare dotata, in prossimità della testa, di un piano asimmetrico noto come "scarpa direzionale" e contenente al suo interno una sonda in grado di determinare in ogni momento la posizione della testa di perforazione.
- **Alesatura del foro:**
il foro pilota è allargato fino a un diametro tale da permettere l'alloggiamento della tubazione. L'alesatore viene fatto ruotare e contemporaneamente tirare dal rig di perforazione.
- **Tiro – posa della condotta:** la tubazione viene varata all'interno del foro, mediante tiro della stessa attraverso le apposite aste, fino al rig.

Al termine dei lavori di cantiere, le postazioni vengono demolite e tutte le aree di lavoro vengono ripristinate allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto del corpo di frana (Fig. 6-13), rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

In particolare, il metanodotto in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità massima di circa 43 m dal p.c. e minima di circa 28 m dal p.c., di gran lunga al di sotto degli spessori del corpo di frana presente nella zona.

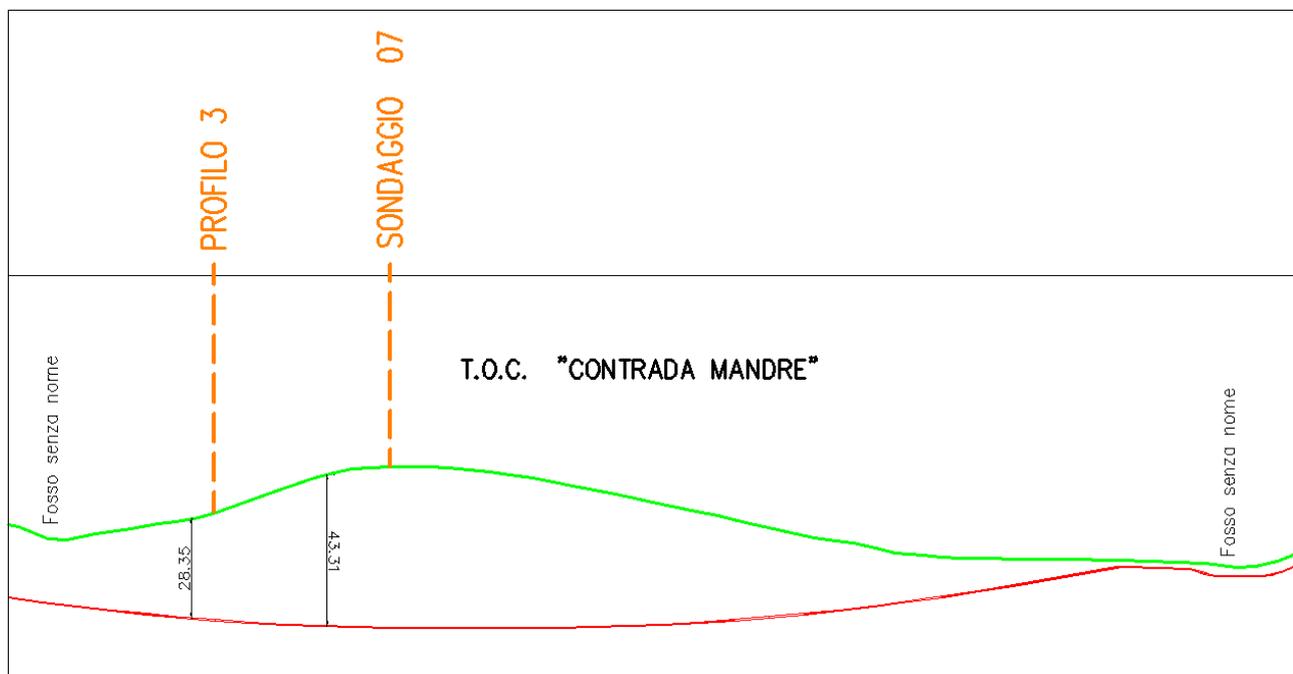


Fig. 6-13 – Sezione TOC (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 58 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di posa e di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 59 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.5 ANALISI FRANE 3 E 4 - PROFILO 4 (*interferenze 2 e 3*)

6.5.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno del territorio amministrativo del comune di Gangi, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) ed il metanodotto in dismissione (tratto 3, v. PG-TP-300) interferiscono con frane censite durante la campagna di rilevamento. La condotta in progetto interferisce con il dissesto in tre tratti compresi rispettivamente tra la progressiva km 0+450 e la km 0+470, tra il km 0+735 e 0+800 e tra il km 0+860 e 0+955, mentre il tratto in dismissione interseca i movimenti franosi tra la km 0+370 e 0+390 e tra il km 0+515 e la km 0+655 (Fig. 6-14).

Nell'area di interferenza con il movimento gravitativo (deformazione superficiale lenta) affiorano le Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (

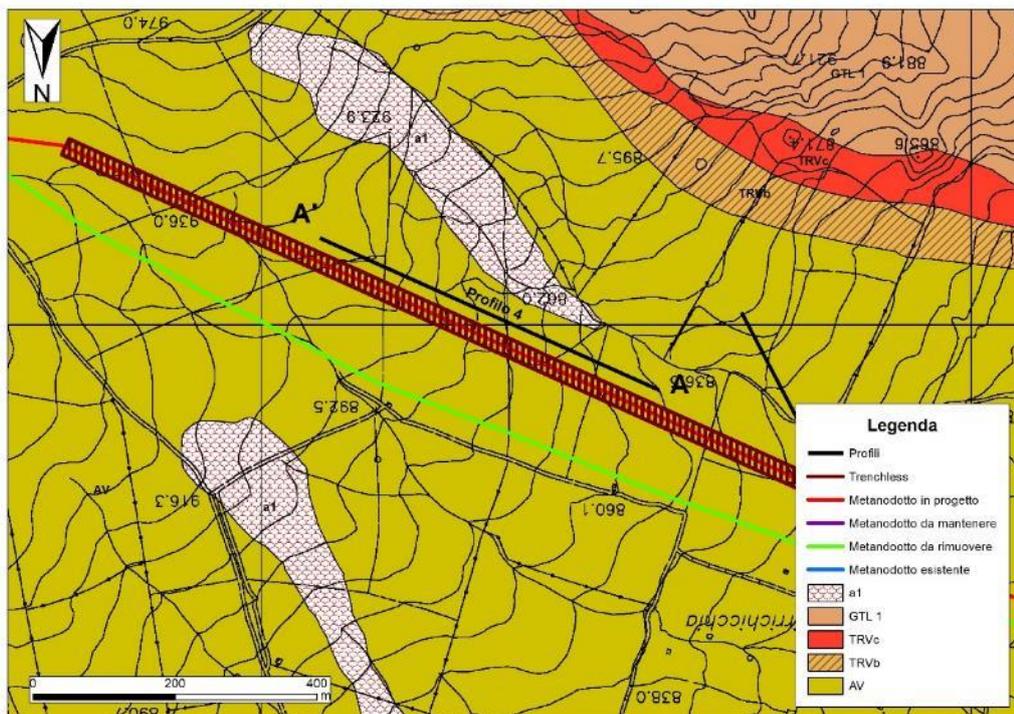


Fig. 6-15). Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore collinare caratterizzato da versanti moderatamente acclivi e movimenti franosi di diffusa estensione. I dissesti rilevati interessano, infatti, il settore settentrionale del rilievo, la cui vetta raggiunge la quota di 980 m s.l.m. L'interferenza, in particolare, si verifica lungo il versante nord-orientale, digradante verso NO con pendenze blande (0° - 5°). Il metanodotto in progetto interseca il movimento franoso a quote comprese tra gli 860 e i 900 m s.l.m., mentre la condotta esistente interferisce con le frane tra le quote 900 m s.l.m. e 930 m s.l.m. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale nelle porzioni caratterizzate dai litotipi argillosi; laddove affiorano le rocce calcaree afferenti alla successione evaporitica del Messiniano (quale il calcare di base a Nord dell'area in esame) si hanno frane complesse

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 60 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

attivate a causa di due o più tipologie di movimenti gravitativi. Il versante interessato dal dissesto è solcato da una serie di linee di impluvio ad andamento da SSE a NNO, confluenti nel limitrofo Torrente Giovanni. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da una permeabilità variabile in funzione delle percentuali pelitico-argillose, mentre il substrato argilloso è caratterizzato da 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. Nell'interferenza in esame non risulta la presenza del Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

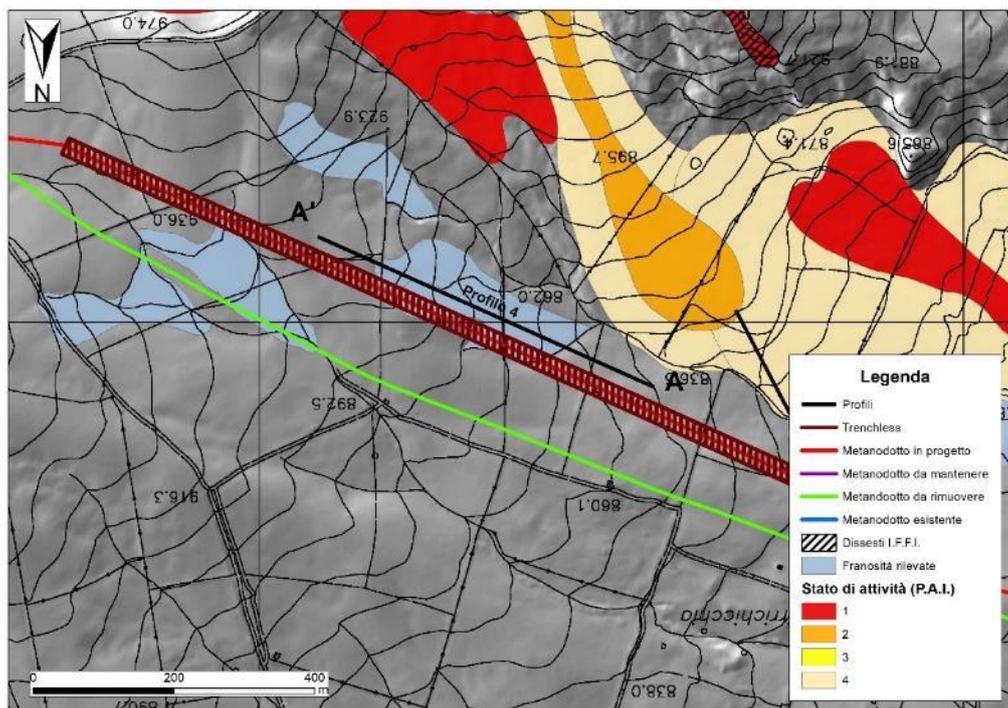


Fig. 6-14 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da 0+450 a km 0+470, da km 0+735 a km 0+800 e da km 0+860 a km 0+955; TR: da km 0+370 a 0+390 e da km 0+515 a km 0+655)

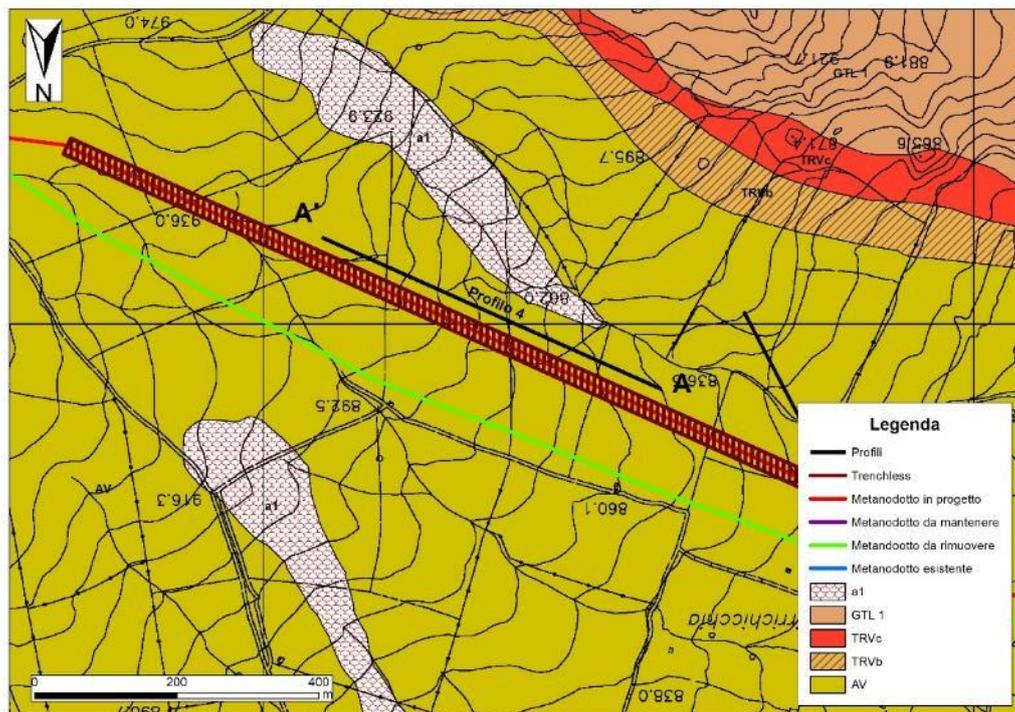


Fig. 6-15 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

6.5.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1:** *Corpo di frana limo-argilloso poco consistente, fino alla profondità variabile tra circa 1 m e 5-6 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2:** *Argille limose da consistenti a molto consistenti*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato prelevato nel S16 e prove penetrometriche CPTU 1 e CPTU 2), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

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

- **Orizzonte 1 (spessore tra circa 1 e 5-6 m)**
 Peso di volume $\gamma = 18,9 \text{ kN/m}^3$
 Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,6 \text{ kN/m}^3$
 Angolo d'attrito $\Phi' = 20^\circ$

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 62 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Coesione drenata $c' = 42$ kPa
 Angolo d'attrito residuo $\Phi' = 12^\circ$
 Coesione drenata residua $c' = 7$ kPa
 Resistenza non drenata $C_u = 78$ kPa

- **Orizzonte 2**

Peso di volume $\gamma = 19,9$ kN/m³
 Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,4$ kN/m³
 Angolo d'attrito $\Phi' = 25^\circ$
 Coesione drenata $c' = 29$ kPa
 Resistenza non drenata $C_u = 191$ kPa

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

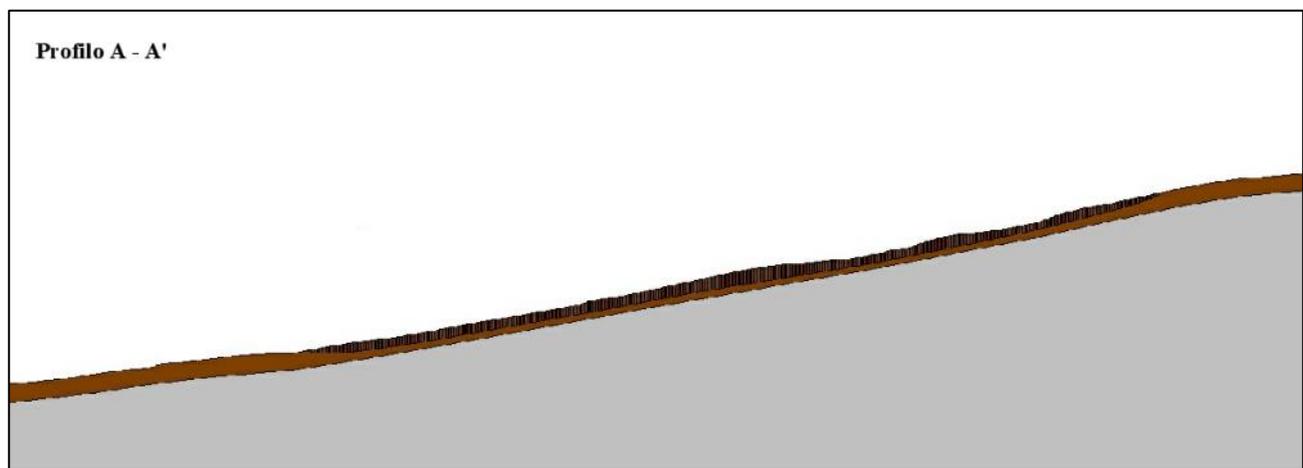
- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 3)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.5.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile in condizioni sismiche, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,22)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 4-6 metri di profondità dal piano campagna, risulta essere instabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,815)**.



RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 63 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Fig. 6-16 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 4 al presente documento.

6.5.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame i metanodotti interferiscono con un movimento gravitativo di tipo deformazione superficiale lenta, cartografato in fase di rilevamento, attraversandolo in senso longitudinale.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera in progetto con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l'azione di avanzamento, coadiuvata dall'utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-17).

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità di massima di circa 27 m dal p.c. e minima di circa 13 dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana presente nella zona.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 64 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

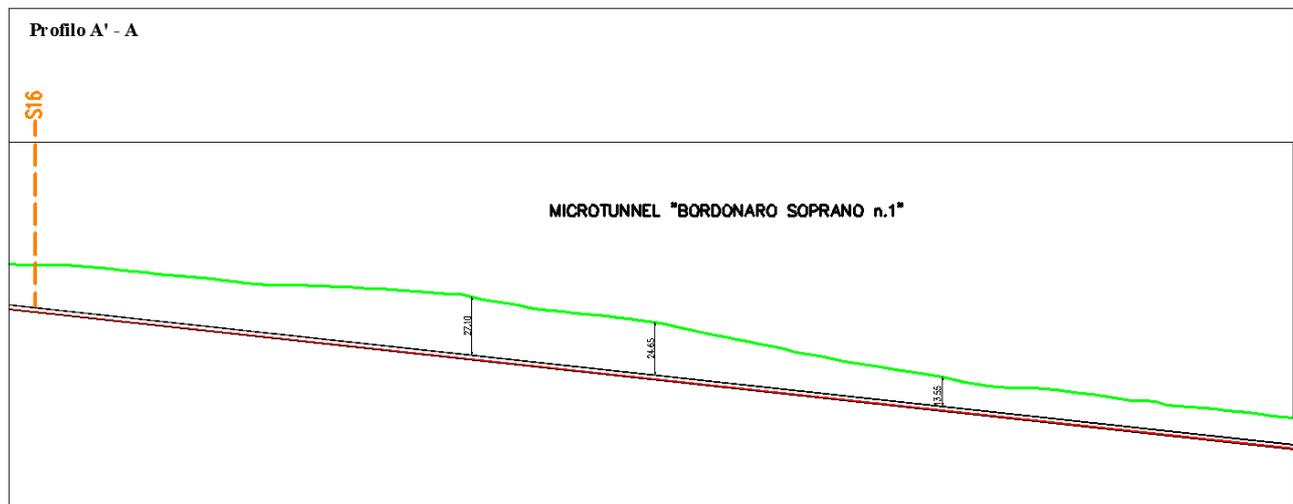


Fig. 6-17 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività di posa del metanodotto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 65 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.6 ANALISI FRANA 5 - PROFILO 5 (*interferenza 4*)

6.6.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno del territorio amministrativo del comune di Gangi, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) interferisce con una frana censita, durante la campagna di rilevamento, in un tratto compreso tra il km 1+390 e 1+435 (Fig. 6-18).

Nell'area di interferenza con il movimento gravitativo (deformazione superficiale lenta) affiorano le Argille Variegatae (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-19). Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore collinare caratterizzato da versanti moderatamente acclivi a franosità diffusa. La frana rilevata interessa, infatti, il versante settentrionale del rilievo, la cui vetta raggiunge la quota di 980 m s.l.m. L'interferenza, in particolare, si verifica lungo il versante nord-orientale, degradante verso NO con pendenze blande (0°-5°). Il metanodotto in progetto interseca il movimento franoso a quote comprese tra gli 820 e i 930 m s.l.m.. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale nelle porzioni caratterizzate dai litotipi argillosi; laddove affiorano le rocce calcaree afferenti alla successione evaporitica del Messiniano (quale il calcare di base a Sud dell'area in esame) si hanno frane complesse attivate a causa di due o più tipologie di movimenti gravitativi. Il versante interessato dal dissesto è solcato da una serie di linee di impluvio ad andamento da SSE a NNO, confluenti nel limitrofo Torrente Giovanni. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni interessati dal corpo di frana sono caratterizzati da una permeabilità molto bassa. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nel corpo di frana strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

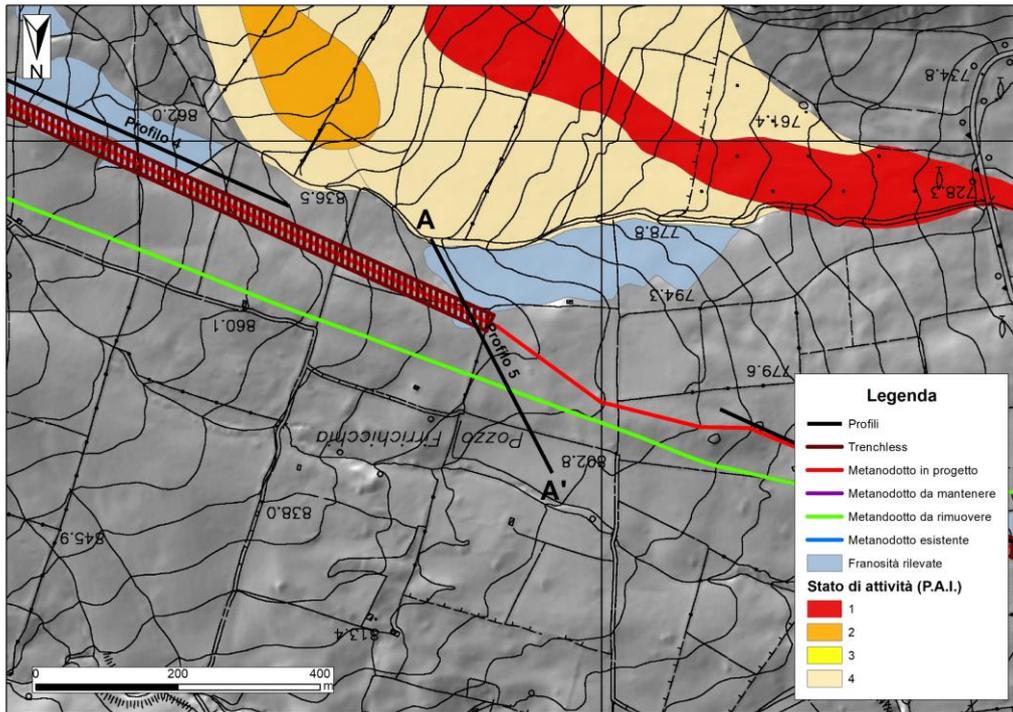


Fig. 6-18 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate

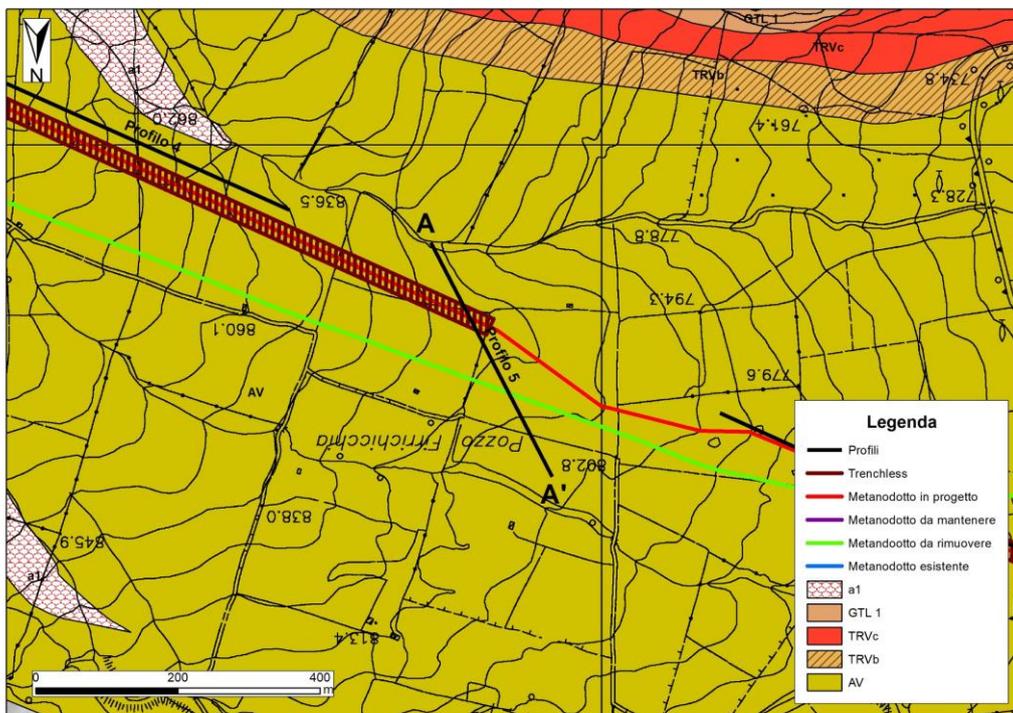


Fig. 6-19 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 67 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.6.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1**: *Corpo di frana limo-sabbioso*, fino alla profondità variabile tra circa 1 m e 5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argille limose molto consistenti*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S18 e prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S18 e prove penetrometriche DPSH 4), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

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

- ***Orizzonte 1 (spessore tra circa 1 e 5 m)***
 Peso di volume $\gamma = 18,9 \text{ kN/m}^3$
 Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,1 \text{ kN/m}^3$
 Angolo d'attrito $\Phi' = 18^\circ$
 Coesione drenata $c' = 33 \text{ kPa}$
 Angolo d'attrito residuo $\Phi' = 11^\circ$
 Coesione drenata residua $c' = 0 \text{ kPa}$
 Resistenza non drenata $C_u = 64,72 \text{ kPa}$
- ***Orizzonte 2***
 Peso di volume $\gamma = 19,1 \text{ kN/m}^3$
 Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,1 \text{ kN/m}^3$
 Angolo d'attrito $\Phi' = 20^\circ$
 Coesione drenata $c' = 39 \text{ kPa}$
 Resistenza non drenata $C_u = 79,44 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 3)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.6.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive del versante e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 68 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,31)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 4-5 metri di profondità dal piano campagna, risulta essere instabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,587)**.

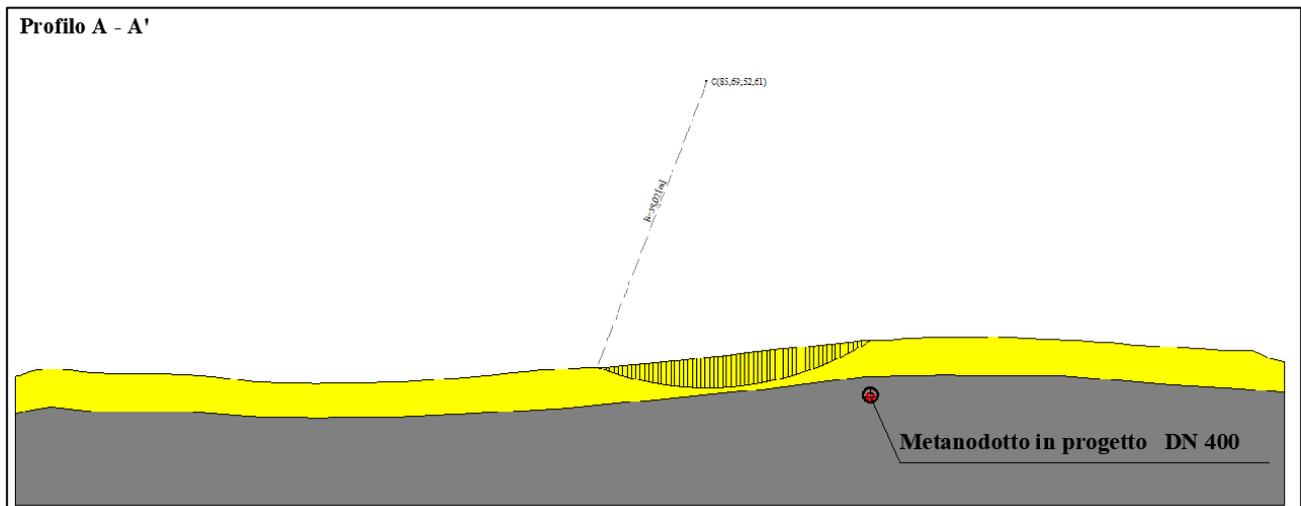


Fig. 6-20 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 5 al presente documento.

6.6.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame il metanodotto in progetto interferisce con un movimento gravitativo di tipo deformazione superficiale lenta, cartografata in fase di rilevamento, attraversandolo in senso trasversale.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l'azione di avanzamento, coadiuvata dall'utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 69 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-21).

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità di di circa 6 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana instabili presente nella zona.

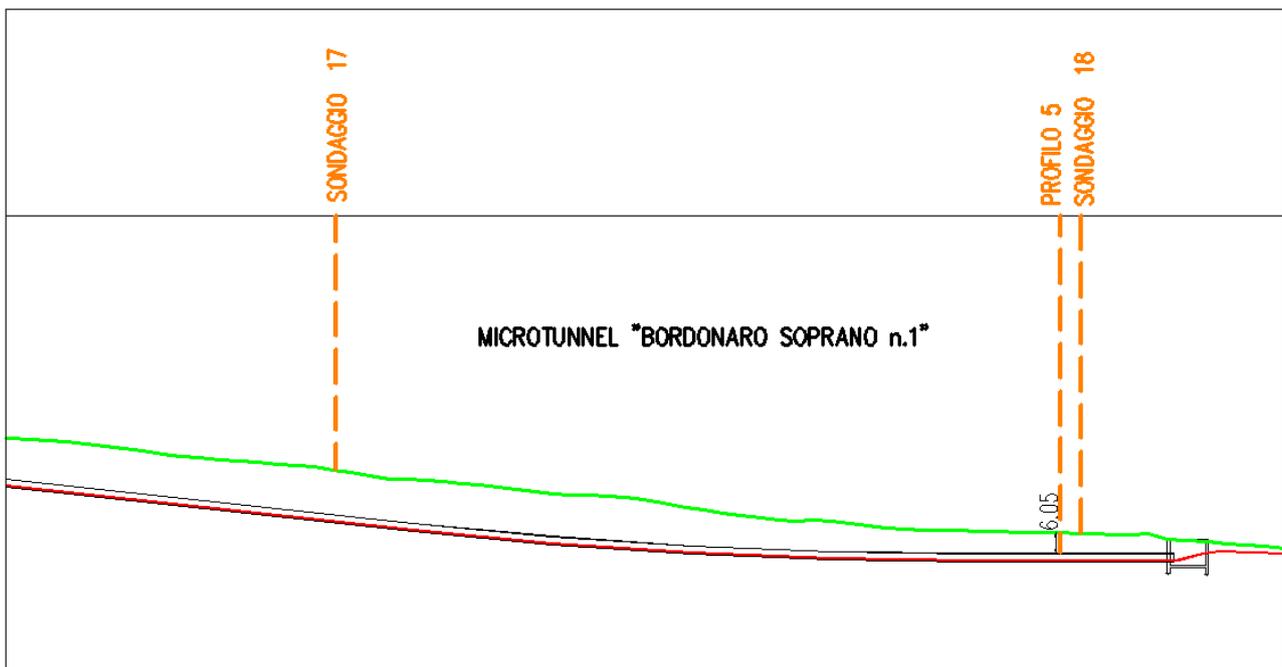


Fig. 6-21 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Sulla base di quanto esposto, le attività di posa del metanodotto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 70 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.7 ANALISI FRANA 6 - PROFILO 6 (interferenza 5)

6.7.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno del territorio amministrativo del comune di Gangi, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) e quello in dismissione (tratto 3, v. PG-TP-300) interferiscono con dissesti censiti durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico. L'interferenza con il tracciato dell'opera da realizzare, in particolare, si verifica nel tratto compreso tra il km 1+970 ed il km 2+030, mentre il metanodotto esistente interferisce con i fenomeni franosi dalla progressiva chilometrica 1+960 alla progressiva km 2+025 (Fig. 6-22).

Nell'area di interferenza con il movimento gravitativo (frana complessa) affiorano le Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e micro-conglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-23).

Dal punto di vista geomorfologico, i metanodotti attraversano un settore collinare caratterizzato da versanti moderatamente acclivi a franosità diffusa. I dissesti rilevati sono localizzati, infatti, lungo la porzione collinare a pendenze più dolci, delimitata a Nord e a Sud da due alti morfologici, le cui vette raggiungono quote rispettivamente di 800 e 900 m s.l.m. L'interferenza, in particolare, si verifica lungo la valle, degradante verso O con pendenze blande (0°-5°). Il metanodotto in progetto interseca il movimento franoso a quote comprese tra i 770 e i 780 m s.l.m., mentre l'esistente interseca a quote comprese tra 780 e 760 m s.l.m. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale nelle porzioni caratterizzate dai litotipi argillosi; laddove affiorano le rocce calcaree afferenti alla successione evaporitica del Messiniano (quale il calcare di base a Sud dell'area in esame) si hanno frane complesse attivate a causa di due o più tipologie di movimenti gravitativi. Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da una permeabilità molto bassa. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nel corpo di frana strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

Nell'interferenza in esame non risulta la presenza del Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 71 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

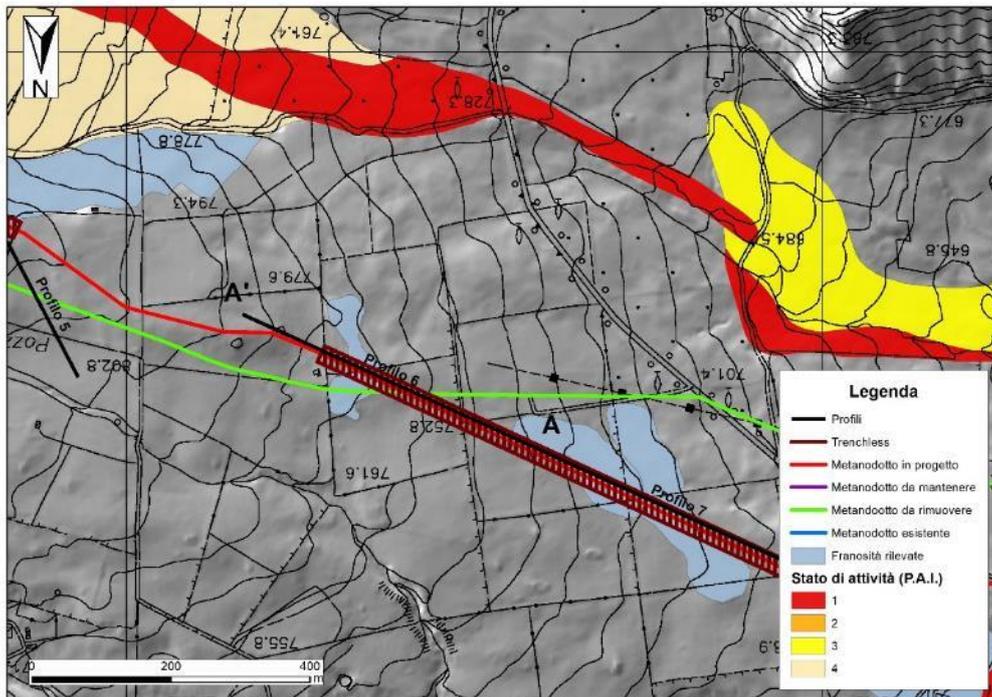


Fig. 6-22 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 1+970 a km 2+030; TR: da km 1+960 a km 2+025)

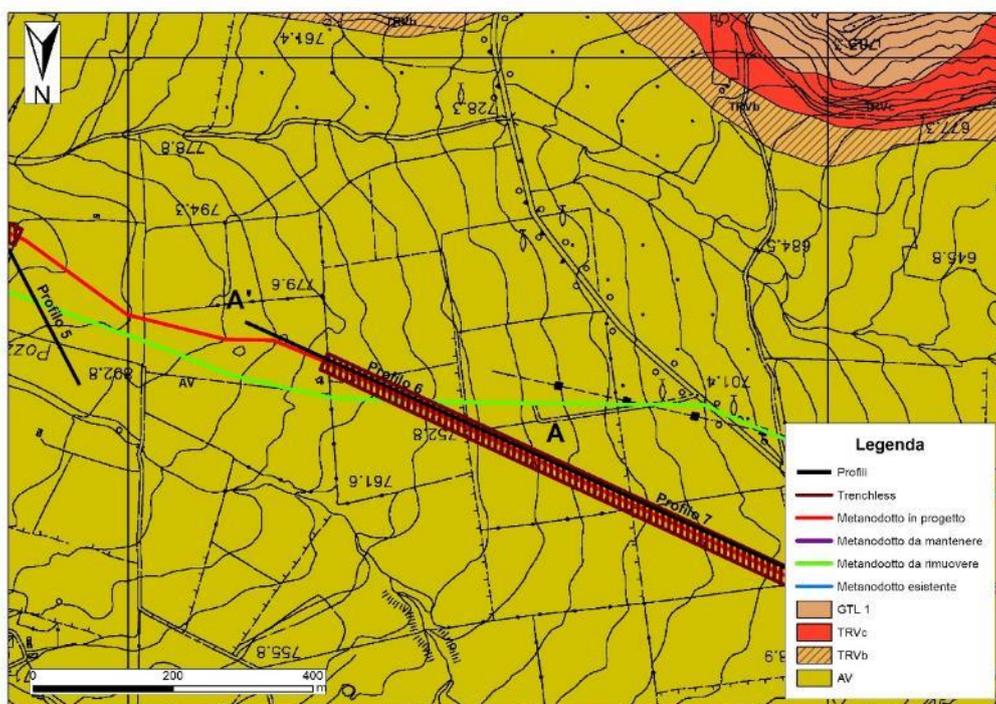


Fig. 6-23 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 72 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6.7.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 a granulometria variabile tra i limi e le sabbie, fino alla profondità di circa 4-5 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2**: *Argilla limosa molto consistente*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 6 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, dalle indagini svolte in corrispondenza della sezione (prova penetrometrica DPSH 4) e da quelle limitrofe (sondaggi S19, S20 e relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 4-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 16,0^\circ$
Coesione drenata $c' = 0,00 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 66,68 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,6 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 20,0^\circ$
Coesione drenata $c' = 39 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 93,80 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 3)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 73 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.7.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive del colle e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile nella porzione alta del pendio, in quanto il fattore di sicurezza per varie superfici calcolate evidenzia un **Fs** maggiore di **1,20 (Fs = 1,202)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 2 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,20 (Fs = 0,552)**.

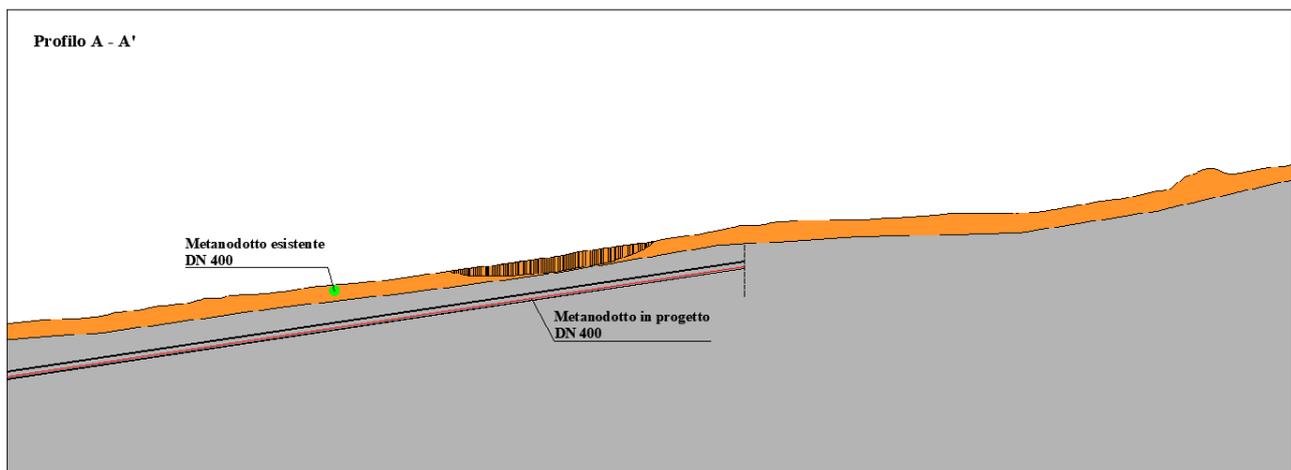


Fig. 6-24 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 6 al presente documento.

6.7.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame i metanodotti in progetto e da dismettere interferiscono trasversalmente con un movimento gravitativo di tipo complesso, cartografato in fase di rilevamento.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera in progetto con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 74 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

piena; l'azione di avanzamento, coadiuvata dall'utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-25).

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità di circa 10 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana instabili presente nella zona.

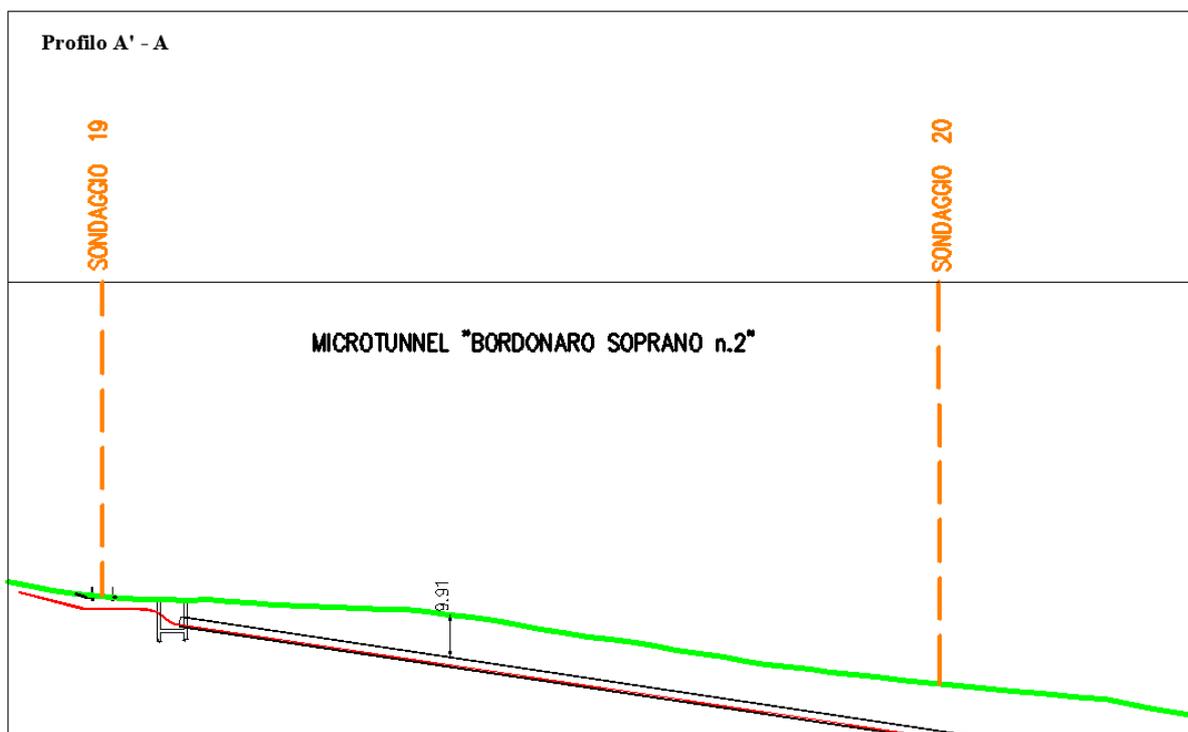


Fig. 6-25 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 75 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 76 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.8 ANALISI FRANA 7 - PROFILO 7 (*interferenza 6*)

6.8.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno del territorio amministrativo del comune di Gangi, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) interferisce con una frana censita dalla campagna di rilevamento geologico-geomorfologico. In particolare, l'interferenza con il tracciato dell'opera da realizzare si verifica nel tratto compreso tra il km 2+340 ed il km 2+555 (Fig. 6-26).

Nell'area di interferenza con il movimento gravitativo (deformazione superficiale lenta) affiorano le Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-27).

Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade in un settore collinare caratterizzato da versanti moderatamente acclivi a franosità diffusa. La frana rilevata è localizzata, infatti, lungo la porzione collinare a pendenze più dolci, delimitata a Nord e a Sud da due alti morfologici, le cui vette raggiungono quote rispettivamente di 800 e 900 m s.l.m. L'interferenza, in particolare, si verifica lungo la valle, degradante verso O con pendenze blande (0°- 5°). Il metanodotto in progetto interseca il movimento franoso a quote comprese tra i 690 e i 720 m s.l.m.. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale nelle porzioni caratterizzate dai litotipi argillosi; laddove affiorano le rocce calcaree afferenti alla successione evaporitica del Messiniano (quale il calcare di base a Sud dell'area in esame) si hanno frane complesse attivate a causa di due o più tipologie di movimenti gravitativi (rotazionale-traslazionale). Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del corpo di frana sono caratterizzati da una permeabilità molto bassa. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nel corpo di frana strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

Nell'interferenza in esame non risulta la presenza del Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 77 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

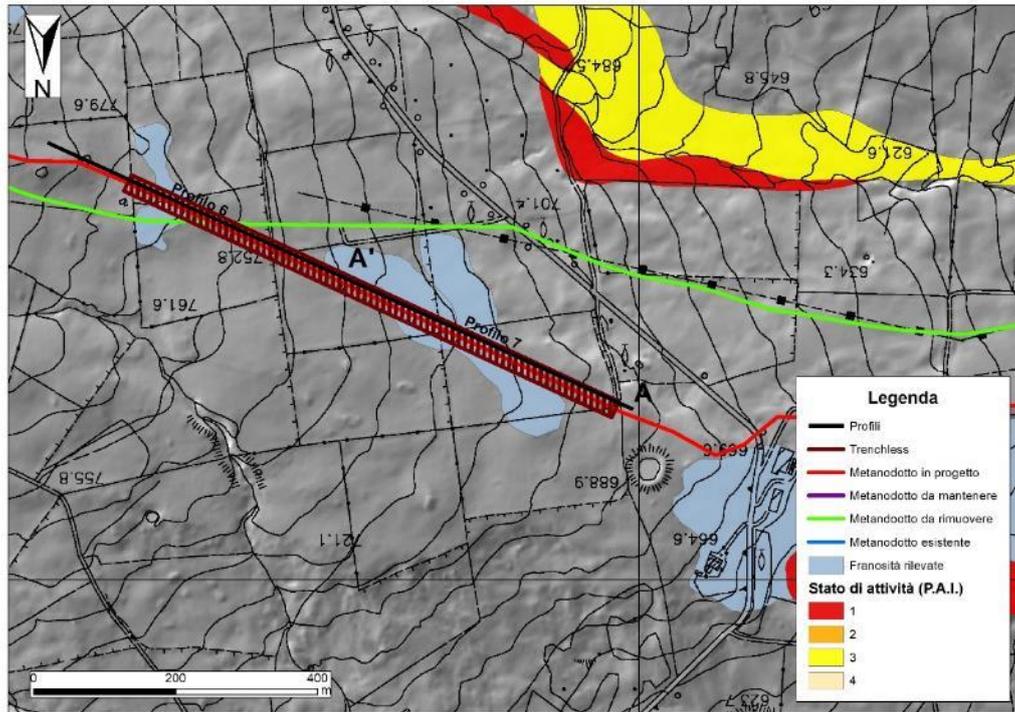


Fig. 6-26 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 2+340 a km 2+555)

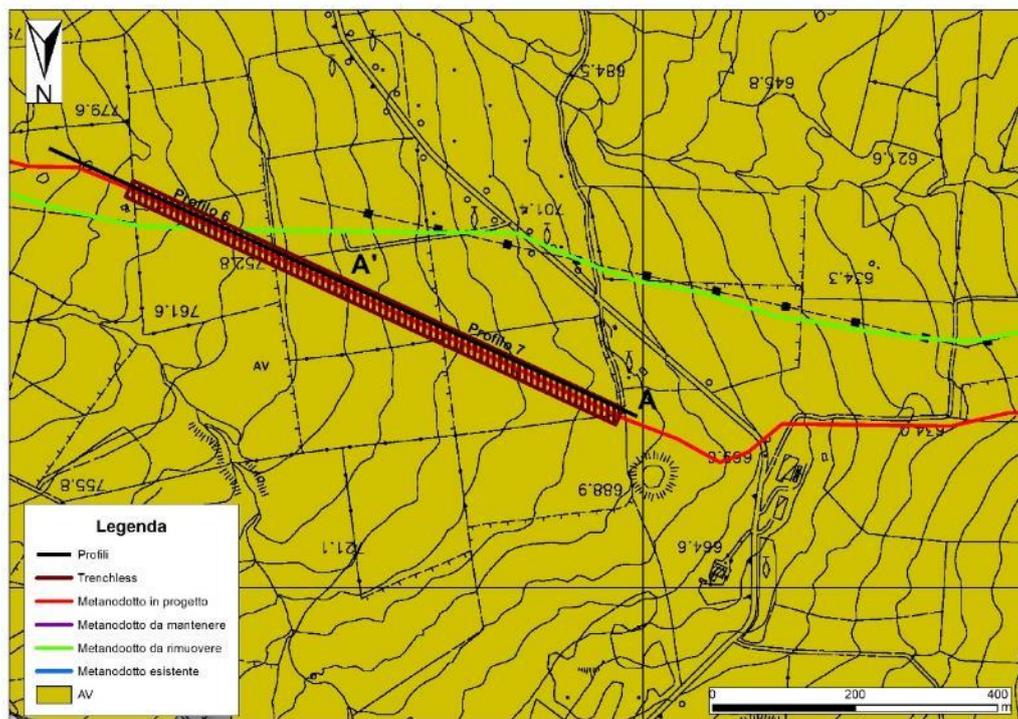


Fig. 6-27 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 78 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

6.8.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è basato sul modello di un pendio con 3 strati, ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1**: *Coltre/corpo di frana costituito da limo sabbioso con spezzoni di roccia, fino alla profondità di circa 3-4 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2**: *Argilla limosa poco consistente*
- **Orizzonte 3**: *Argilla limosa molto consistente*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 7 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, dalle indagini svolte in corrispondenza della sezione (prova penetrometrica DPSH 6) e da quelle limitrofe (sondaggio S21 e relative prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3-4 m)**
Peso di volume $\gamma = 20,2 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,3 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 12,0^\circ$
Coesione drenata $c' = 7,00 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 49,39 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 18,7 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 20,0^\circ$
Coesione drenata $c' = 39 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 151,02 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 3**
Peso di volume $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 20,0^\circ$
Coesione drenata $c' = 39 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 201,72 \text{ kPa}$

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 79 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 3)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.8.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** per varie superfici calcolate è maggiore di **1,20 (Fs = 1,612)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 2 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,20 (Fs = 1,066)**.

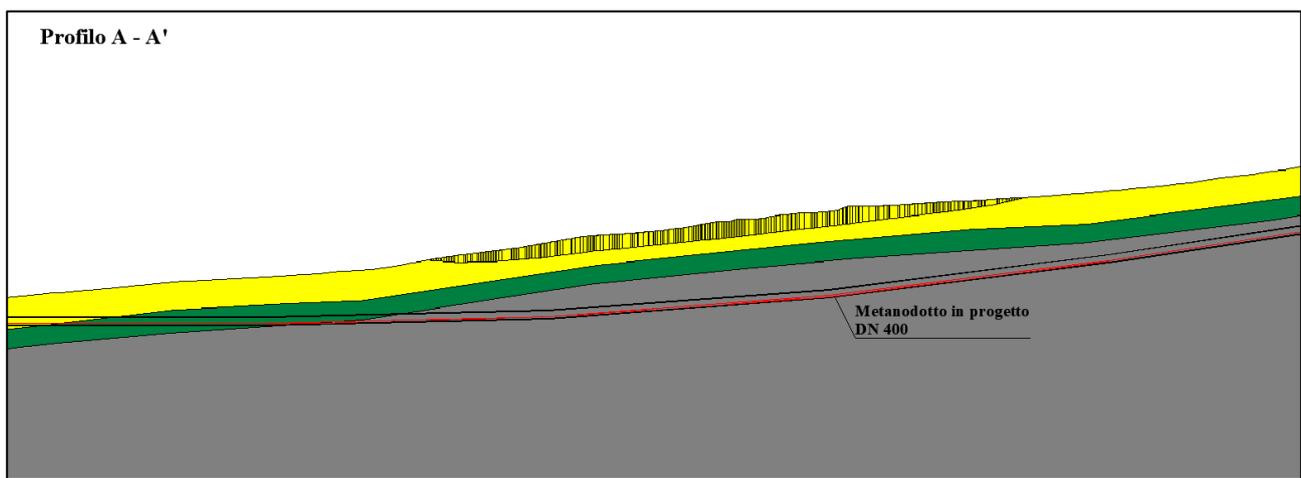


Fig. 6-28 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 7 al presente documento.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 80 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.8.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame il metanodotto in progetto interferisce trasversalmente con un movimento gravitativo di tipo deformazione superficiale lenta, cartografato in fase di rilevamento. A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l'azione di avanzamento, coadiuvata dall'utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-29).

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità massima di circa 21 m dal p.c. e minima di circa 14 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana instabili presente nella zona.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 81 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

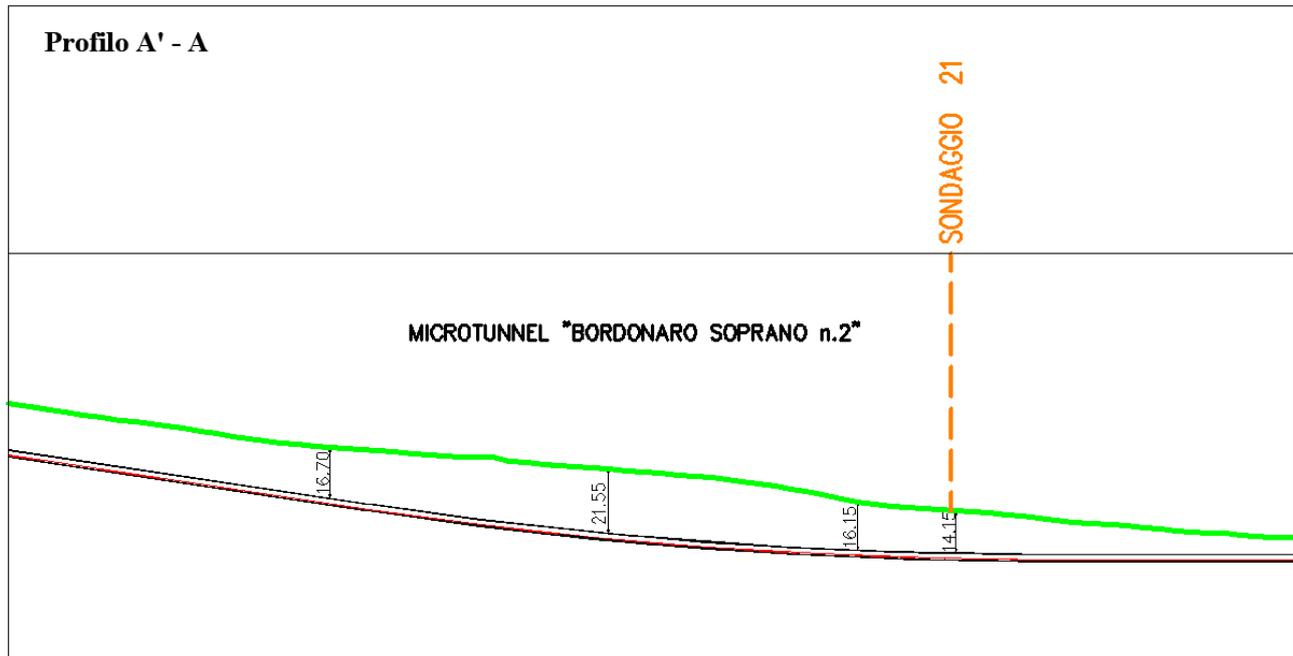


Fig. 6-29 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 82 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.9 ANALISI FRANA 8 - PROFILO 8 (*interferenza 7*)

6.9.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Gangi, in provincia di Palermo, dove il tracciato in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) interferisce con un movimento gravitativo censito durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, classificato come una deformazione superficiale lenta, difatti tale dissesto ingloba una frana censita dal P.A.I., la quale è caratterizzata da uno stato di attività incipiente, classificata come fenomeno superficiale lento e con una pericolosità media (P2). L'interferenza con il tracciato dell'opera da realizzare, in particolare, si verifica nel tratto compreso tra il km 3+510 e il km 4+090 (Fig. 6-30).

Nell'area in analisi affiorano, oltre ai depositi di frana, i depositi alluvionali olocenici afferenti al fiume Gangi (Fig. 6-31). Dal punto di vista geomorfologico, il tratto analizzato ricade in un'area collinare caratterizzata da forme blande e da versanti moderatamente acclivi (fino a 14-15° circa), ad eccezione del tratto finale dell'interferenza, nella quale le pendenze sono più elevate. I fenomeni di dissesto considerati interessano, infatti, una vasta porzione del versante settentrionale a Nord di Contrada Soletta. Il metanodotto in progetto discende lungo il versante che conduce al fondovalle dei fiume Gangi in direzione circa ESE, intersecando la frana a quote comprese tra 510 m s.l.m. e 570 m s.l.m. circa.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti mostrano permeabilità variabili. In particolare, il corpo di frana si presenta a media permeabilità, le unità di substrato si presentano impermeabili o a permeabilità molto bassa, mentre i depositi alluvionali presentano una permeabilità alta, confermata dalla presenza di falda nel sondaggio eseguito in prossimità del fiume, il quale ha mostrato un livello di soggiacenza a 2 metri di profondità dal p.c.

Nell'interferenza in esame non risulta la presenza del Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

83 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

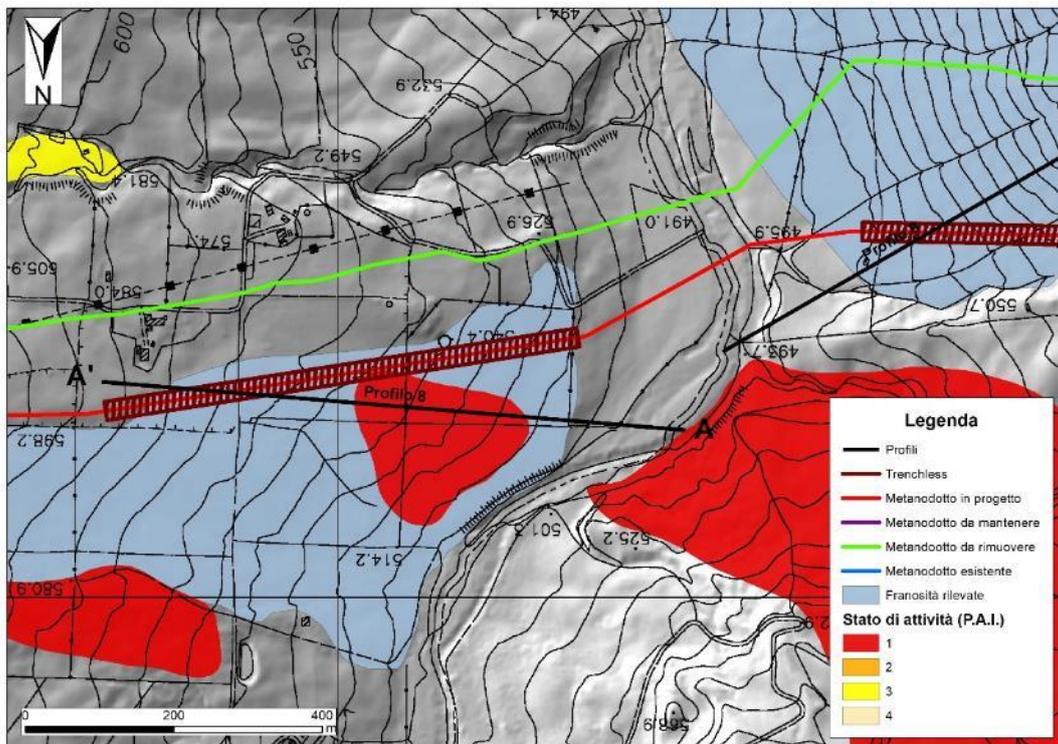


Fig. 6-30 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: km 3+510 e il km 4+090)

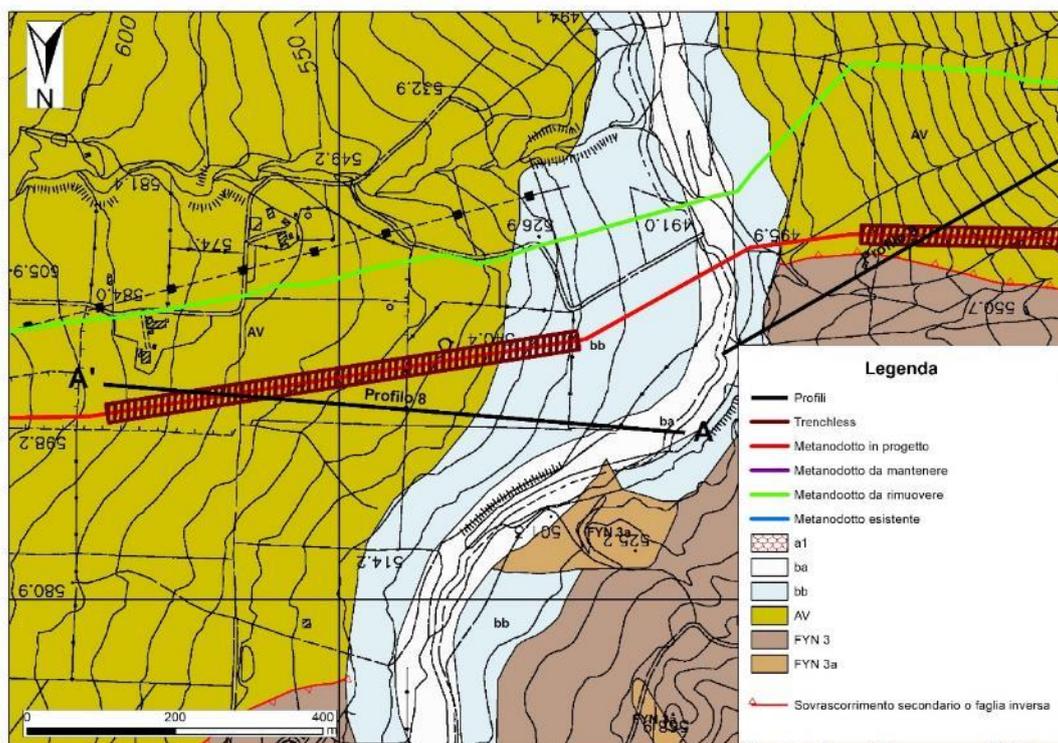


Fig. 6-31 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 84 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.9.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 argilla limosa*, fino alla profondità compresa tra circa 3-4 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argilla limosa sabbiosa*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 8 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 S23 + relative prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S23, prova penetrometrica DPSH 7) e nelle sue vicinanze, i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore tra circa 3-4 m)**
Peso di volume $\gamma = 18,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,6 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 12,0^\circ$
Coesione drenata $c' = 13 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 58,98 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 20,1 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,7 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 21^\circ$
Coesione drenata $c' = 33 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 150,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 24)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 85 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.9.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,383)**;
- 2) nel caso ipotizzato di falda al p.c., il versante in esame, nella porzione mediana, indicativamente nei primi 3 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,965)**.

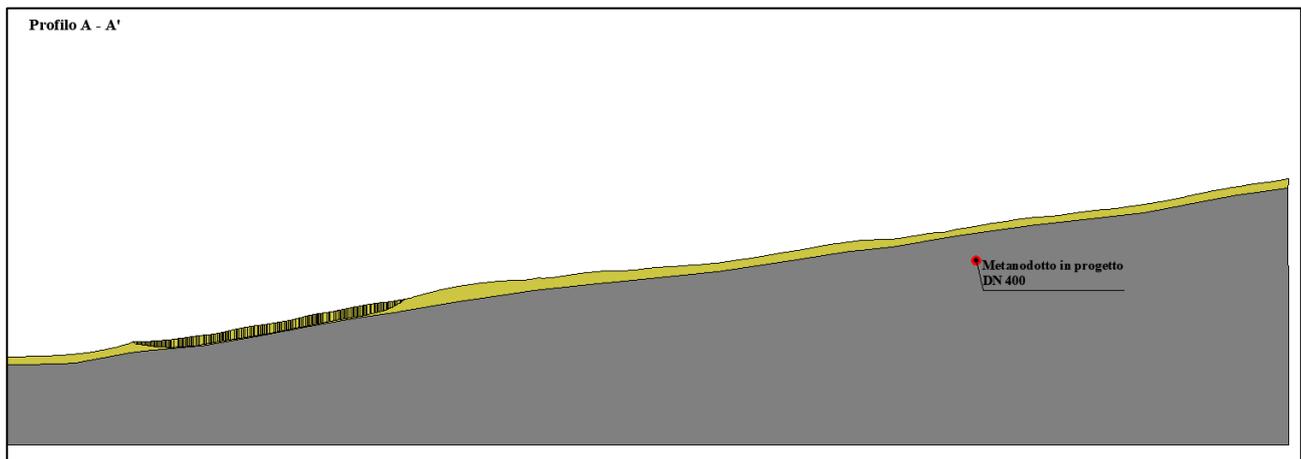


Fig. 6-32 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 8 al presente documento.

6.9.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame il metanodotto in progetto interferisce con un movimento gravitativo di tipo deformazione superficiale lenta, cartografato in fase di rilevamento.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l'azione di avanzamento, coadiuvata dall'utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 86 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-33).

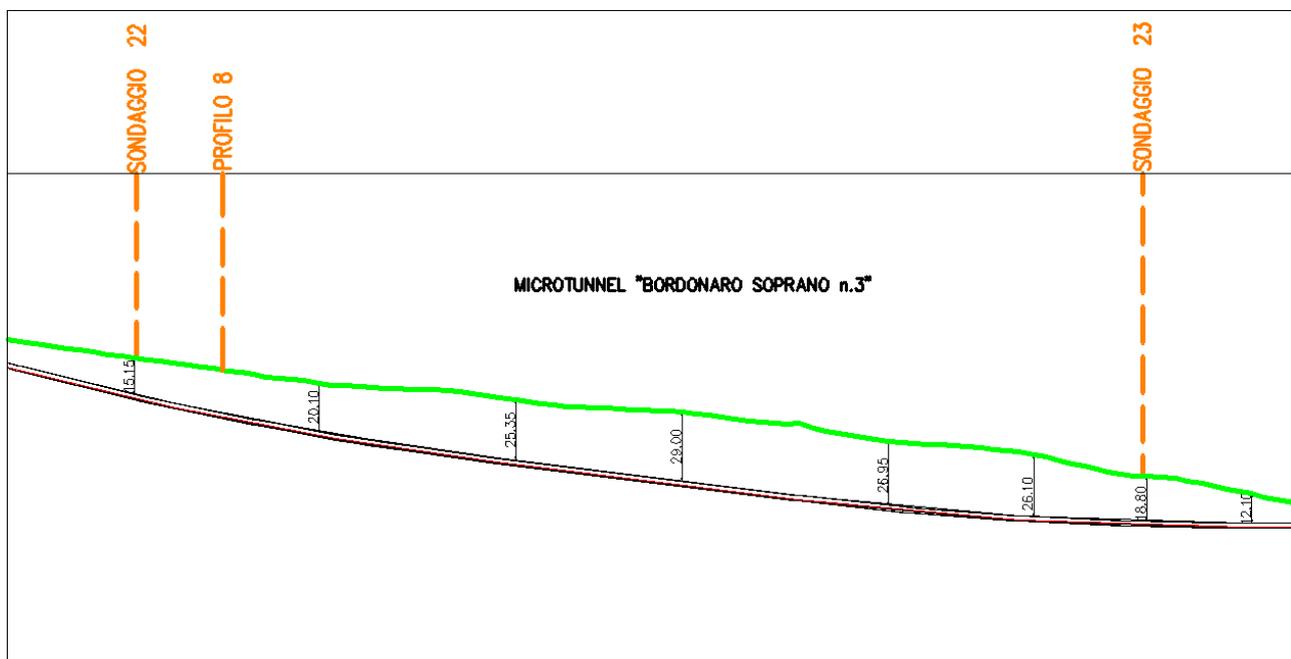


Fig. 6-33 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

In particolare, il tunnel interferisce quasi per intero con il corpo di frana ed è ubicato al di sotto degli spessori del corpo di frana instabili presente nella zona.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 87 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.10 ANALISI FRANA 9 - PROFILO 9 (*interferenza 8*)

6.10.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Blufi, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) e quello in dismissione (tratto 3, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area cartografata durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, rispettivamente dal km 4+465 al km 4+855 e dal km 4+335 al km 4+950 (Fig. 6-34).

Nell'area di interferenza con il movimento gravitativo (deformazione superficiale lenta) affiorano le Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-35).

Dal punto di vista geomorfologico, i metanodotti ricadono in sinistra idrografica del Fiume Gangi e risalgono lungo il versante da una quota di 520 a 590 m s.l.m ed il metanodotto in progetto, mentre la condotta da dismettere risale lungo il crinale del versante, in direzione OSO, fino a raggiungere la cima dello stesso (755 m s.l.m.). Le interferenze delle due linee, in particolare, si verificano lungo il versante orientale del rilievo, dove l'opera intercetta l'area a pericolosità da frana in un tratto a pendenza elevata (>30°).

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti mostrano permeabilità variabili. In particolare, il corpo di frana si presenta a bassa permeabilità, il substrato si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

Nell'area in esame non risulta la presenza del Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 88 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

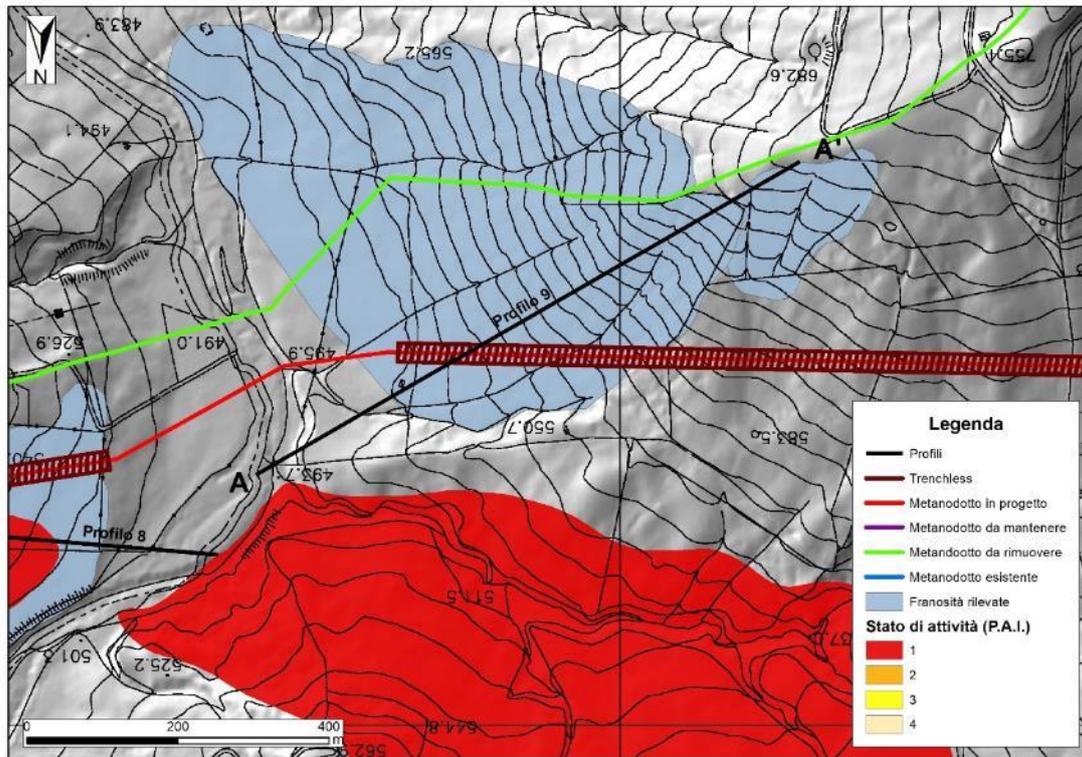


Fig. 6-34 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 4+465 a km 4+855; TR: da km 4+335 a km 4+950)

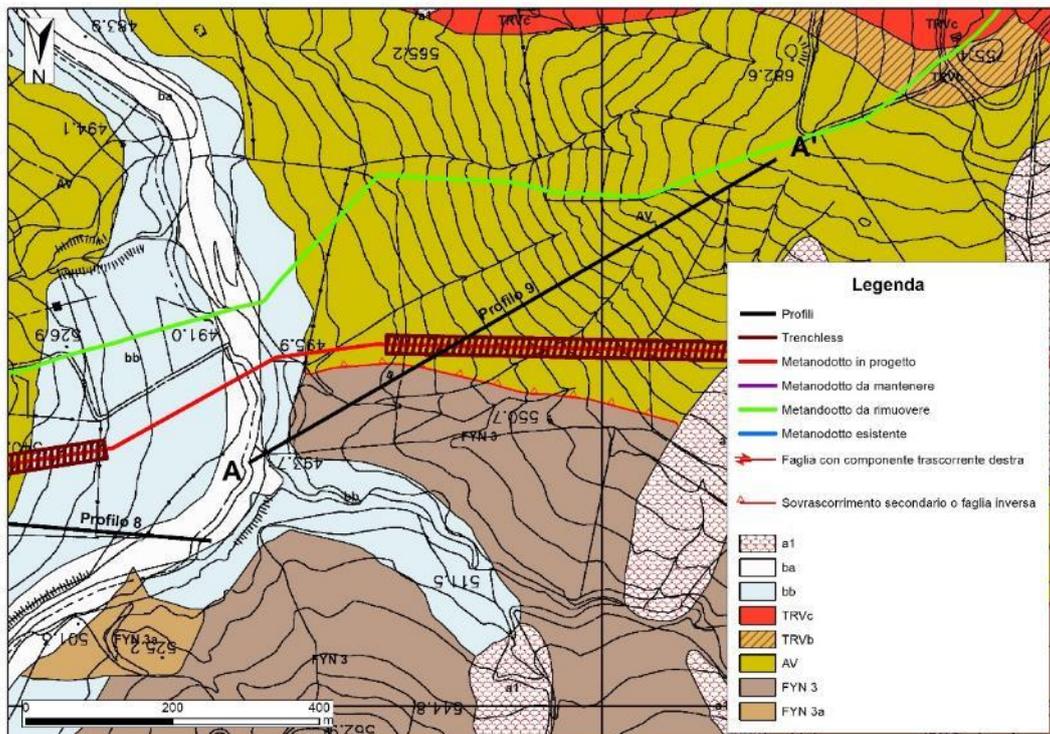


Fig. 6-35 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 89 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.10.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1**: *Coltre argilloso-limosa*, fino alla profondità variabile tra circa 3-4 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argille limose*

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini più vicine eseguite sulla stessa tipologia di terreni (Sondaggio S25 e S26 + prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S25 e prova penetrometrica DPSH 8 e SPT in foro), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore tra circa 3-4 m)**
Peso di volume $\gamma = 18,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,1 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 17^\circ$
Coesione drenata $c' = 14 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 42,03 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 21^\circ$
Coesione drenata $c' = 34 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 146,51 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 25)
- **Categoria Topografica T3** (pendenza del versante maggiore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 90 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.10.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto più acclive del versante e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, indicativamente fino alla profondità massima di 3-4 metri dal piano campagna (vedi Allegato 9 al presente documento), sia in assenza di falda acquifera che in presenza della falda non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 1,03)**.

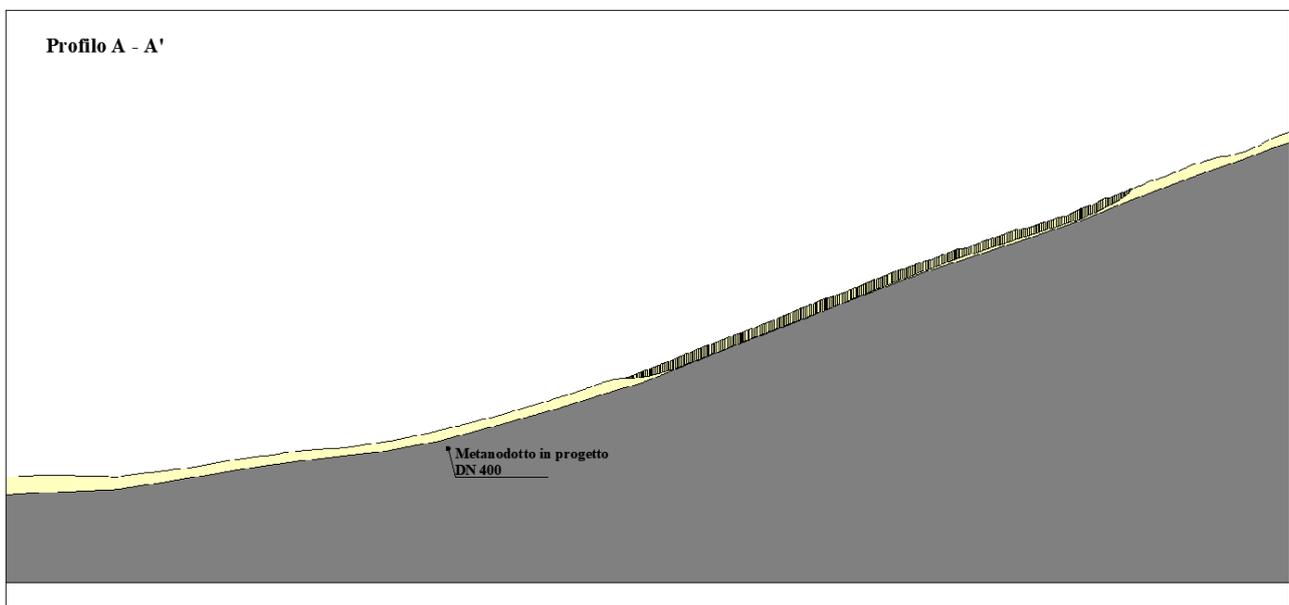


Fig. 6-36 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 9 al presente documento.

6.10.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto e quello esistente interferiscono il corpo in frana (deformazione superficiale lenta), cartografo durante il rilevamento geologico-geomorfologico, attraversandolo in senso longitudinale.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologia trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso I.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 91 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.

- Scavo del microtunnel

L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.

- Posa della condotta

Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-37).

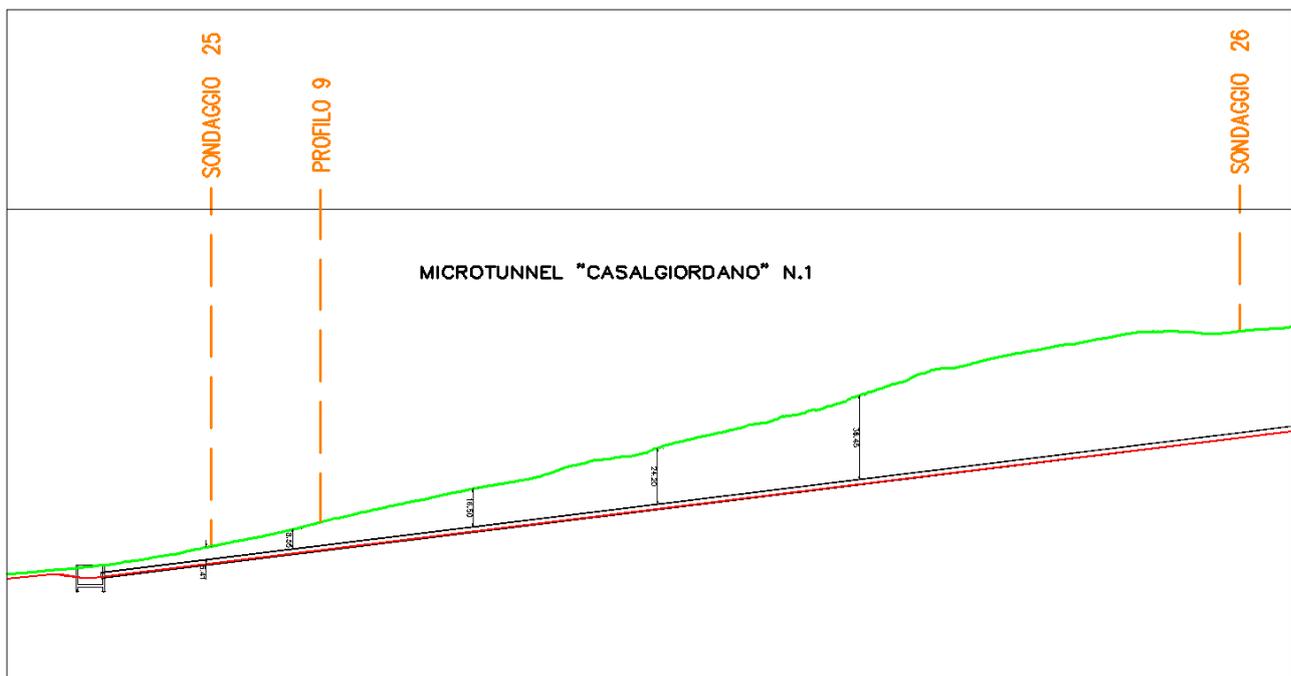


Fig. 6-37 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato al di sotto degli spessori del corpo di frana instabili presente nella zona.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 92	di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 93 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.11 ANALISI FRANA 10 - PROFILO 10 (*interferenza 9*)

6.11.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Blufi, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) interferisce con un'area cartografata durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, dal km 5+655 al km 5+910 (Fig. 6-38) che, sulla base delle osservazioni di campo, è attribuibile a dissesti conseguenti ad erosione accelerata.

Nell'area di interferenza con il movimento gravitativo, oltre ai depositi di frana, affiorano le Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-39).

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di condotta considerato ricade in sinistra idrografica del Fiume Gangi e risale lungo il versante da una quota di 640 m s.l.m. fino a raggiungere la vetta del rilievo alla quota di circa 700 m s.l.m. L'interferenza, in particolare, si verifica lungo il versante orientale del rilievo, situato a nord di Casalgiordano, dove l'opera intercetta l'area a pericolosità di frana in un tratto a pendenza medie (5°-15°).

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti mostrano permeabilità variabili. In particolare, il corpo di frana si presenta a bassa permeabilità, il substrato si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

Nell'area in esame risulta la presenza del Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile in Fig. 6-40.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 94 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

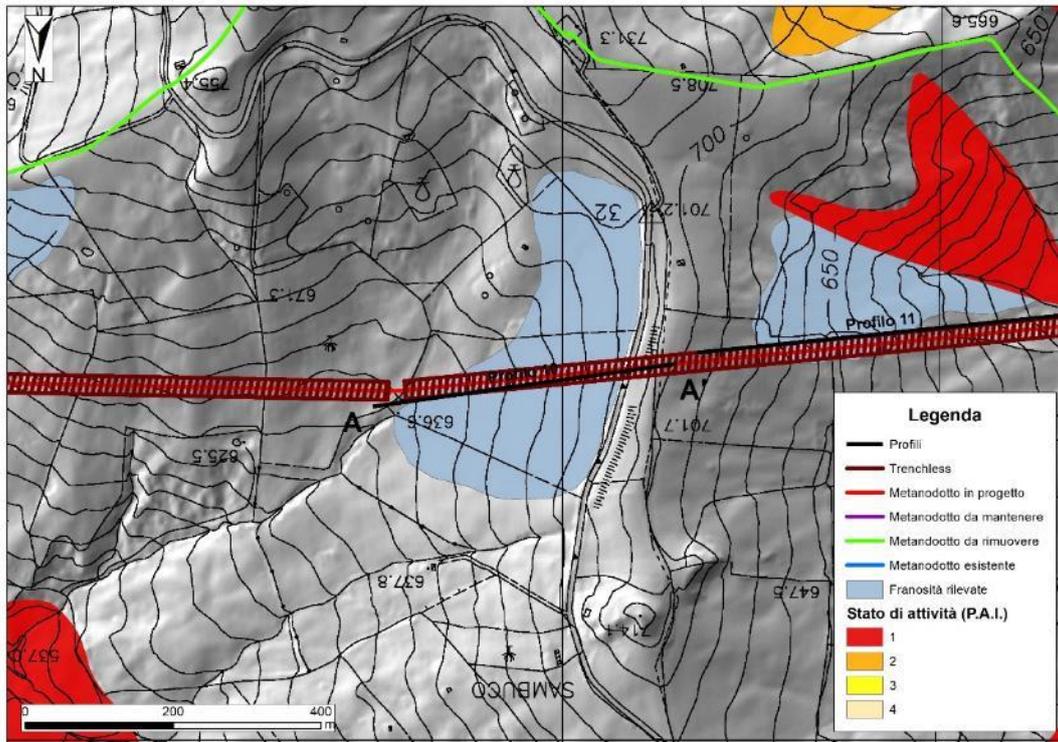


Fig. 6-38 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: dal km 5+655 al km 5+910)

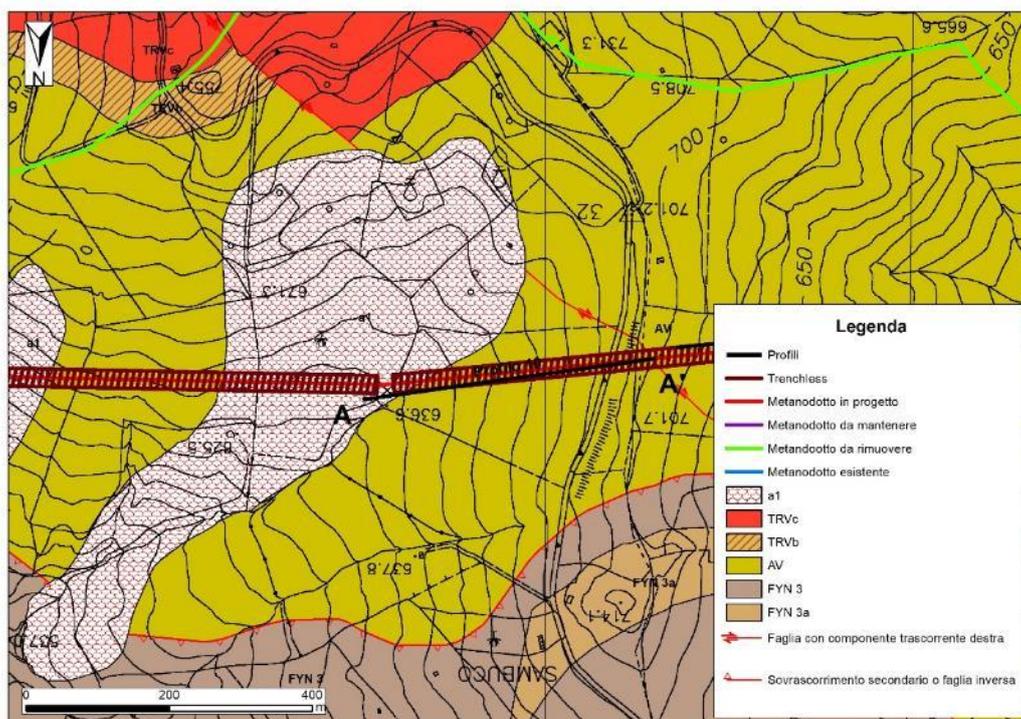


Fig. 6-39 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 95	di 214	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-CGSA-033

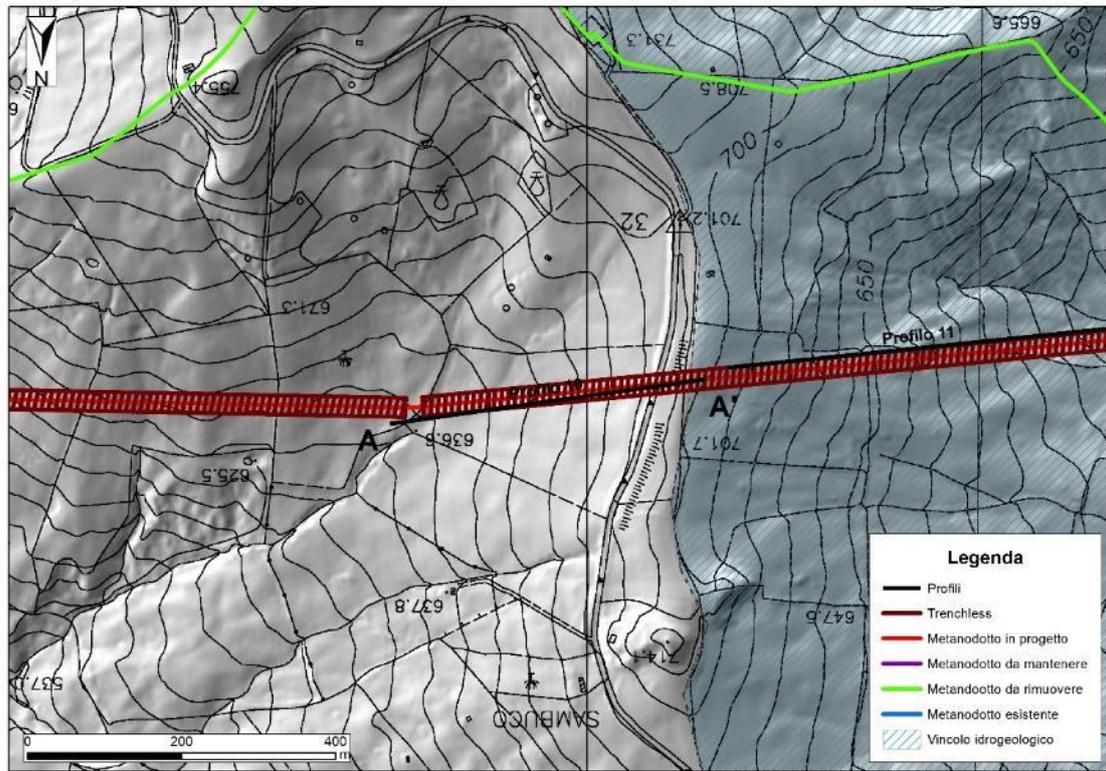


Fig. 6-40 – Stralcio dalla Carta del vincolo Idrogeologico.

6.11.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1:** Coltre/corpo di frana limo-argilloso, fino alla profondità massima 5-6 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** Argille con limo
- **Orizzonte 3:** Argilla limosa consistente

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini più vicine eseguite sulla stessa tipologia di terreni (Sondaggio S27 + prove geotecniche e di laboratorio su campione indisturbato S27 e prova penetrometrica DPSH 9 e SPT in foro), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini più vicine eseguite sulla stessa tipologia di terreni.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 96 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

- **Orizzonte 1 (spessore circa 5-6 m)**
Peso di volume $\gamma = 17,85 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,53 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 13^\circ$
Coesione drenata $c' = 9 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 37,85 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 20,1 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 21,0 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 18^\circ$
Coesione drenata $c' = 31 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 169,36 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 3**
Peso di volume $\gamma = 24,03 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 24,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 21^\circ$
Coesione drenata $c' = 34 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 255,66 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 25)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.11.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto più acclive del versante e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, indicativamente fino alla profondità massima di 5 metri dal piano campagna (vedi Allegato 10 al presente documento), sia in assenza di falda acquifera che in presenza della stessa non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 1,086)**.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 97 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

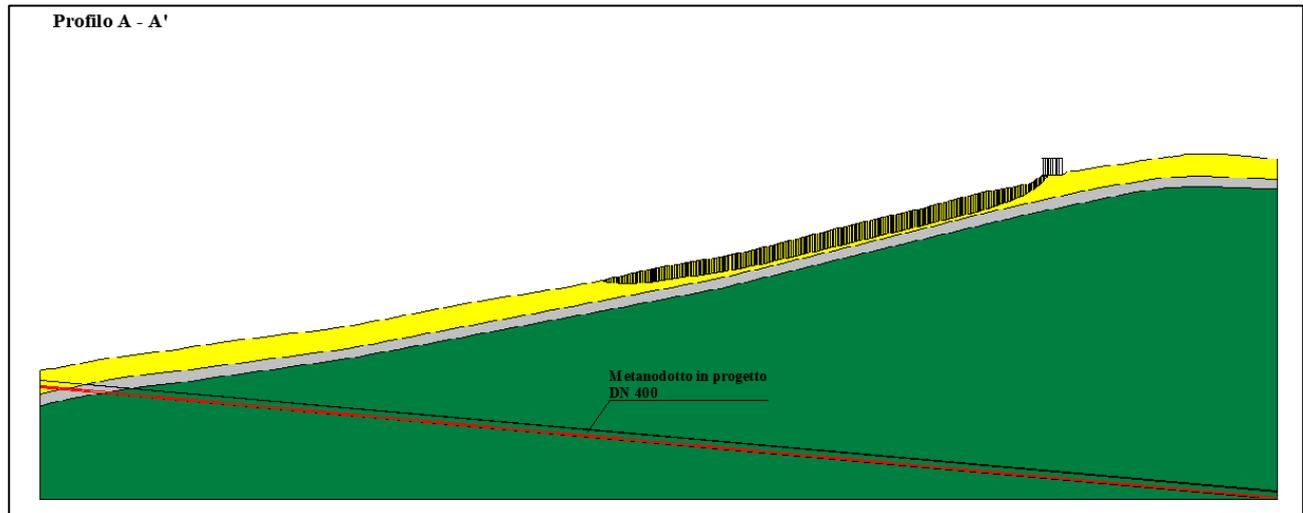


Fig. 6-41 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 10 al presente documento.

6.11.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame il metanodotto in progetto interferisce con un movimento gravitativo di tipo erosione accelerata, cartografato in fase di rilevamento.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologia trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l'azione di avanzamento, coadiuvata dall'utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 98 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-42).

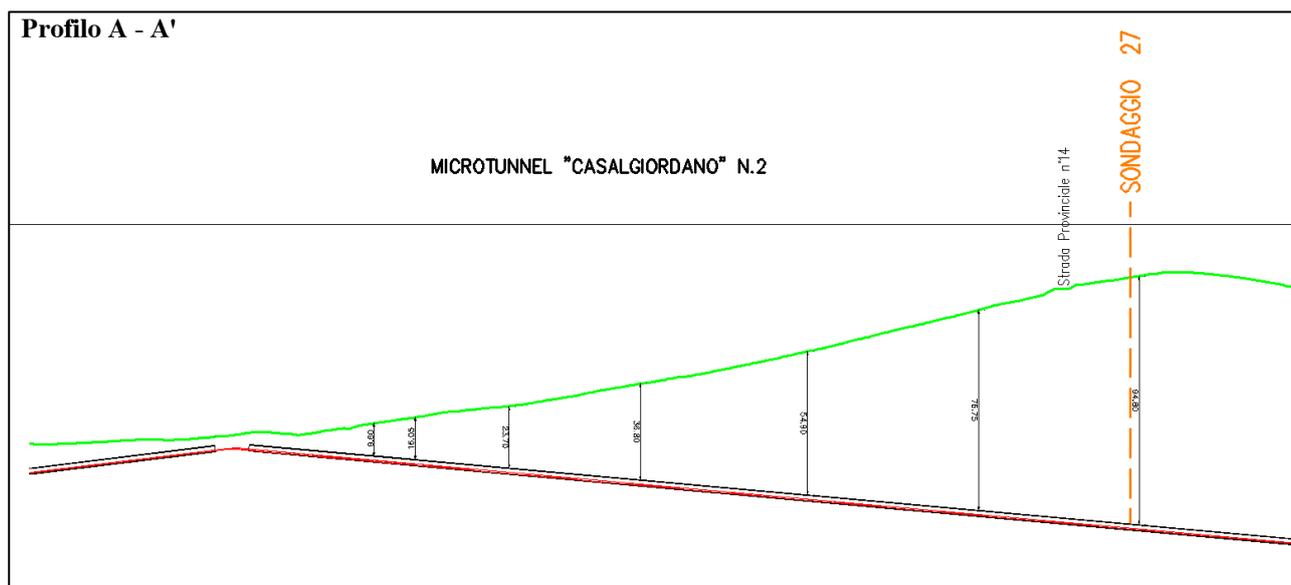


Fig. 6-42 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità massima di circa 76 m dal p.c. e minima di circa 10 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana instabili presente nella zona.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 99 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.12 ANALISI FRANA 11 - PROFILO 11 (*interferenza 10*)

6.12.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Alimena, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 3, v. PG-TP-100) interferisce con un'area in frana, cartografata durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, dal km 6+110 al km 6+295 (Fig. 6-43) che, sulla base delle osservazioni di campo, è attribuibile a dissesti conseguenti ad erosione accelerata.

Nell'area di interferenza con il movimento gravitativo affiorano le Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-44).

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di condotta considerato ricade in destra idrografica del Fiume Salso e scende lungo il versante da una quota di 700 m s.l.m. fino a raggiungere la quota di circa 550 m s.l.m. L'interferenza, in particolare, si verifica lungo il versante occidentale del rilievo, situato a nord di Casalgiordano, dove l'opera intercetta l'area in frana in un tratto a pendenza elevate (>30°). Inoltre, la tipologia di dissesto riscontrato è attribuibile alla rete di impluvi presenti lungo il versante, caratteristica dei litotipi argillosi, sede di reti idrografiche che con le intense piogge causano l'erosione dei terreni.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti presentano permeabilità basse, poiché i litotipi argillosi sono classificabili come corpi impermeabili o a permeabilità molto bassa. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

Nell'area in esame risulta la presenza del Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-45.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

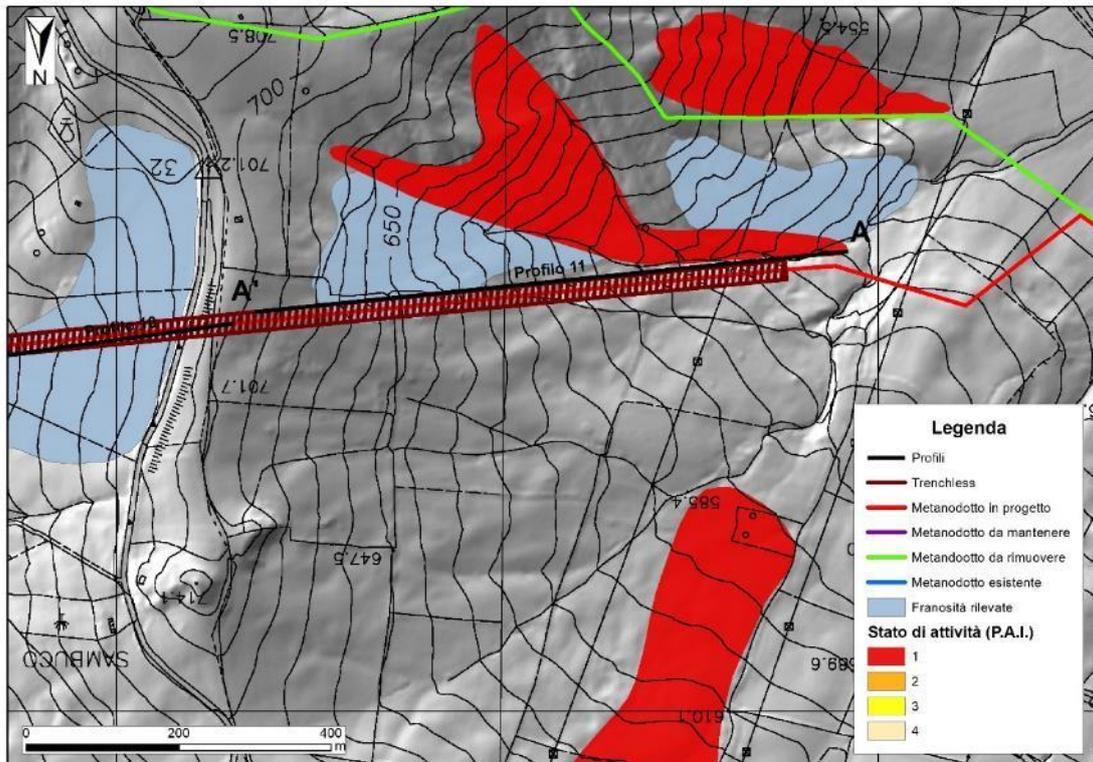


Fig. 6-43 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: dal km 6+110 al km 6+295)

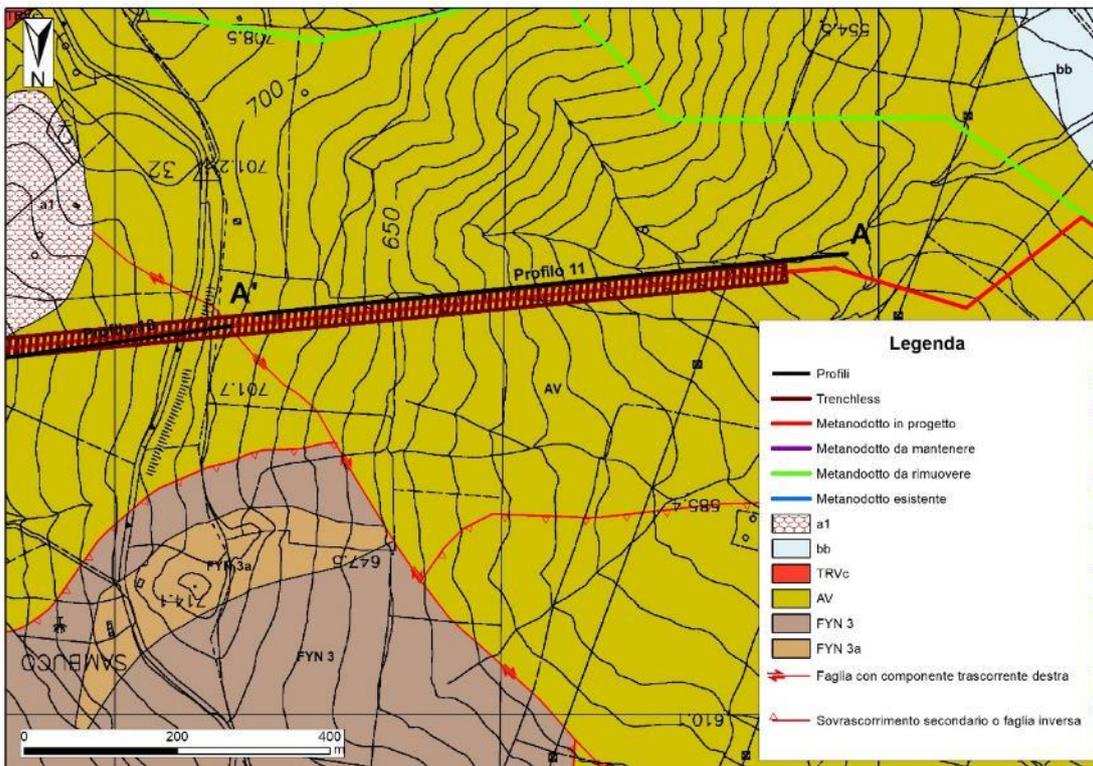


Fig. 6-44 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 101 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

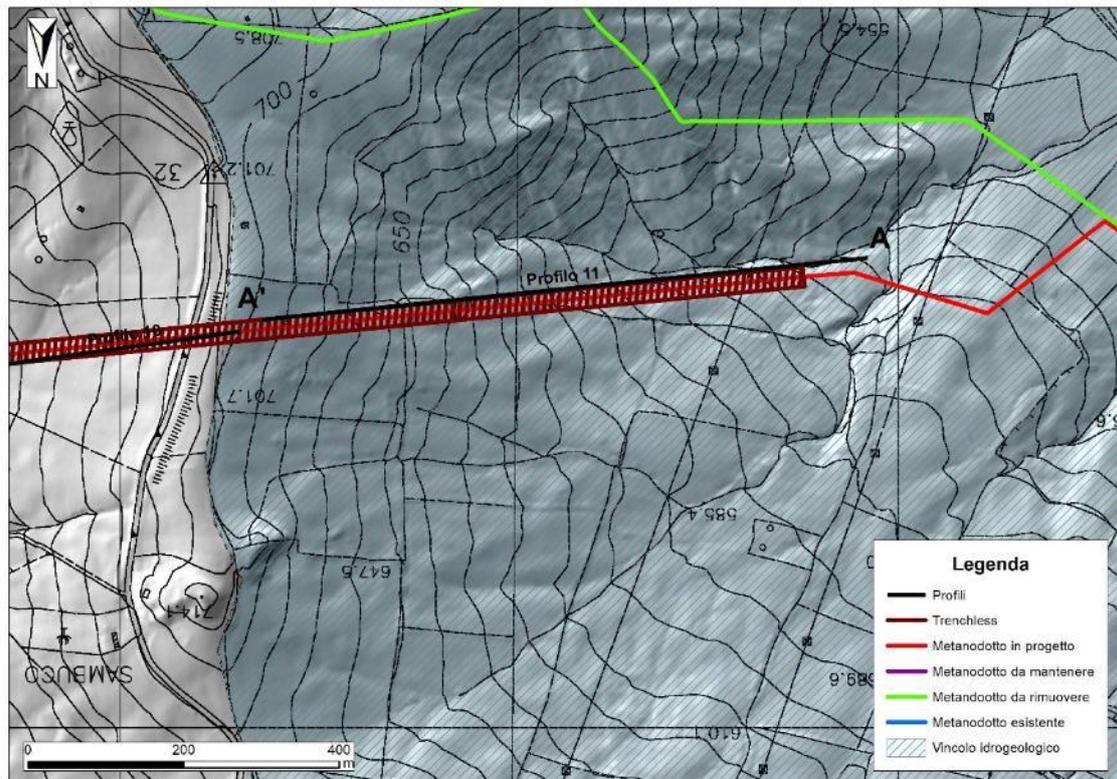


Fig. 6-45 – Stralcio dalla Carta del vincolo Idrogeologico

6.12.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 argilla-limosa, fino alla profondità massima di circa 3 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: Argille con limo molto consistenti

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 11 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 (sondaggi S28, S29 con relative prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato prelevato nel sondaggio S29; prova penetrometrica DPSH 9), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, nell'area in esame caratterizzata dalla presenza di fenomeni franosi censiti dal P.A.I. ad una distanza prossima al tracciato di progetto (<10 m) in stato attivo ($F_s < 1$) e frane cartografate durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, per il

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

primo orizzonte stratigrafico è stata eseguita una back-analisi, al fine di determinare i parametri geotecnici.

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

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3 m)**
Peso di volume $\gamma = 17,06 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,44 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 13^\circ$
Coesione drenata $c' = 3 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 29,00 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,9 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 21^\circ$
Coesione drenata $c' = 34 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 134,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 25)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.12.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, indicativamente fino alla profondità di circa 3 metri dal piano campagna (vedi Allegato 11 al presente documento), anche in assenza di falda acquifera non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,945)**.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 11 al presente documento.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

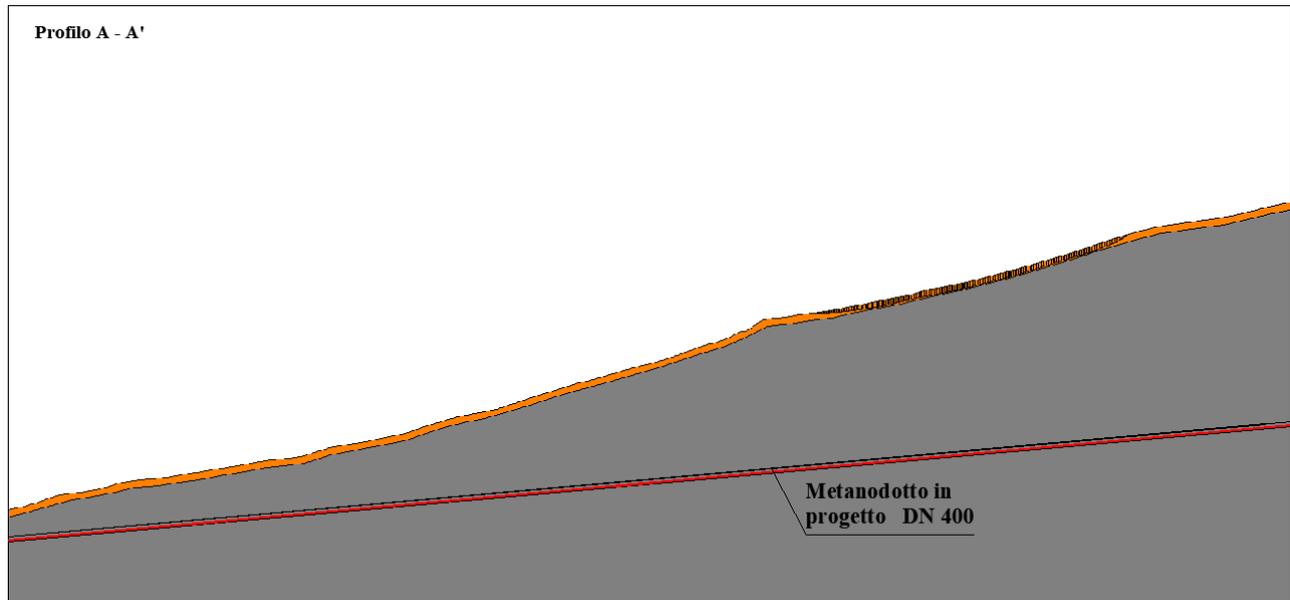


Fig. 6-46 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

6.12.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame l'opera in progetto interferisce con un'area rilevata durante la campagna di rilevamento e dista ad una distanza inferiore a 10 m da una frana censita dal P.A.I., la quale è classificata come un dissesto dovuto ad erosione concentrata in stato di attività e con pericolosità media (P2). La condotta attraversa longitudinalmente tale frana rilevata.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologia trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 104 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area del corpo di frana (Fig. 6-47) rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

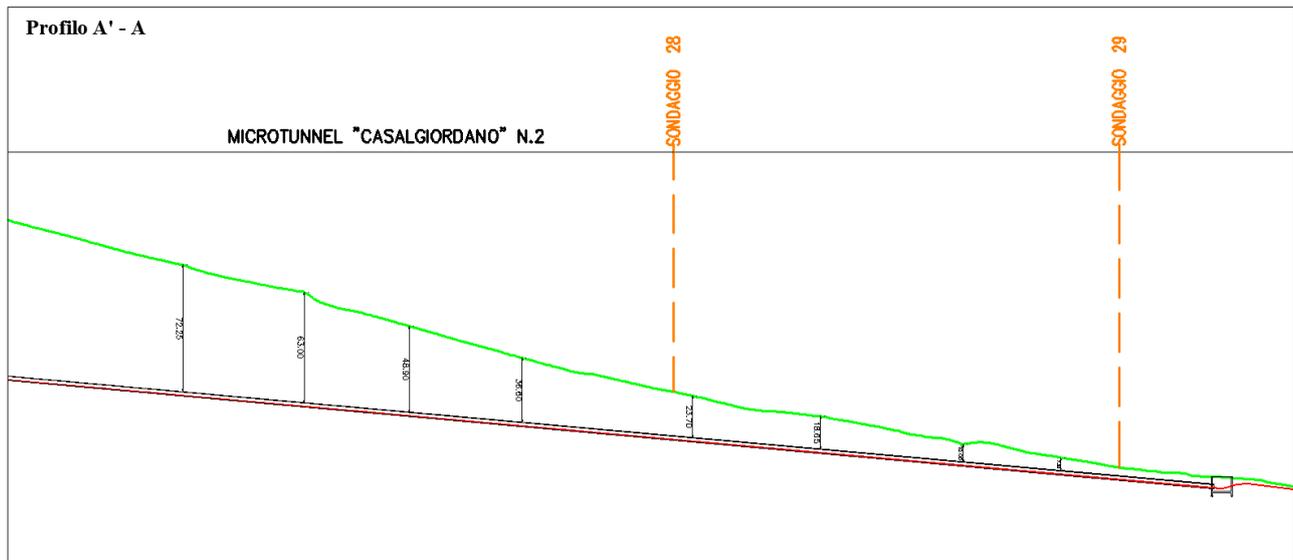


Fig. 6-47 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 105 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.13 ANALISI FRANA 12 - PROFILO 12

6.13.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Alimena, dove il metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100) non interferisce direttamente con le frane censite nell'ambito del P.A.I. e durante la campagna di rilevamento, ma ai fini precauzionali è opportuno lo studio dell'area in esame. Difatti, la condotta è posta ad una distanza prossimale alla frana censita dal P.A.I., la quale mostra uno stato attivo, è classificata come un dissesto superficiale lento con pericolosità media (P2), mentre copre una distanza inferiore ai 10 m rispetto alla frana censita durante i rilievi in campo, che in accordo con quanto riportato dal P.A.I. è riconducibile anch'essa ad una deformazione superficiale lenta (Fig. 6-48).

Geologicamente, tale settore è caratterizzato dall'affioramento dei depositi alluvionali olocenici afferenti al Fiume Salso, al di sotto dei quali si rinvengono i terreni delle Argille Variegate (AV, Fig. 6-49). Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame ricade nella valle del fondovalle del corso d'acqua sopraccitato, pressoché sub pianeggiante. Le quote maggiori si registrano a Nord dell'area in studio, dove il rilievo forma una dorsale allungata in direzione NNE-SSW la cui vetta raggiunge circa 820 m s.l.m.. L'area a pericolosità da frana interessa un settore in cui il rilievo, digradante verso Sud, risulta inciso eroso. A NE sono osservabili morfologie calanchive tipiche dei terreni argillosi, molto frequenti nella Sicilia centro – settentrionale. Le linee d'impluvio presenti convergono in un fosso, il quale a sua volta sfocia sul fiume Salso. Le zone perimetrate dal PAI e le franosità rilevate ricadono nel versante caratterizzato da pendenze moderate (5°-15), le cui le quote lungo il tracciato si mantengono intorno ai 530 m s.l.m.. In generale, l'azione morfogenetica esercitata dalle acque di dilavamento superficiale risulta evidente in tutto il settore. Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. In corrispondenza del corpo di frana il terreno mostra valori di permeabilità medie, mentre il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-50.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 106 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

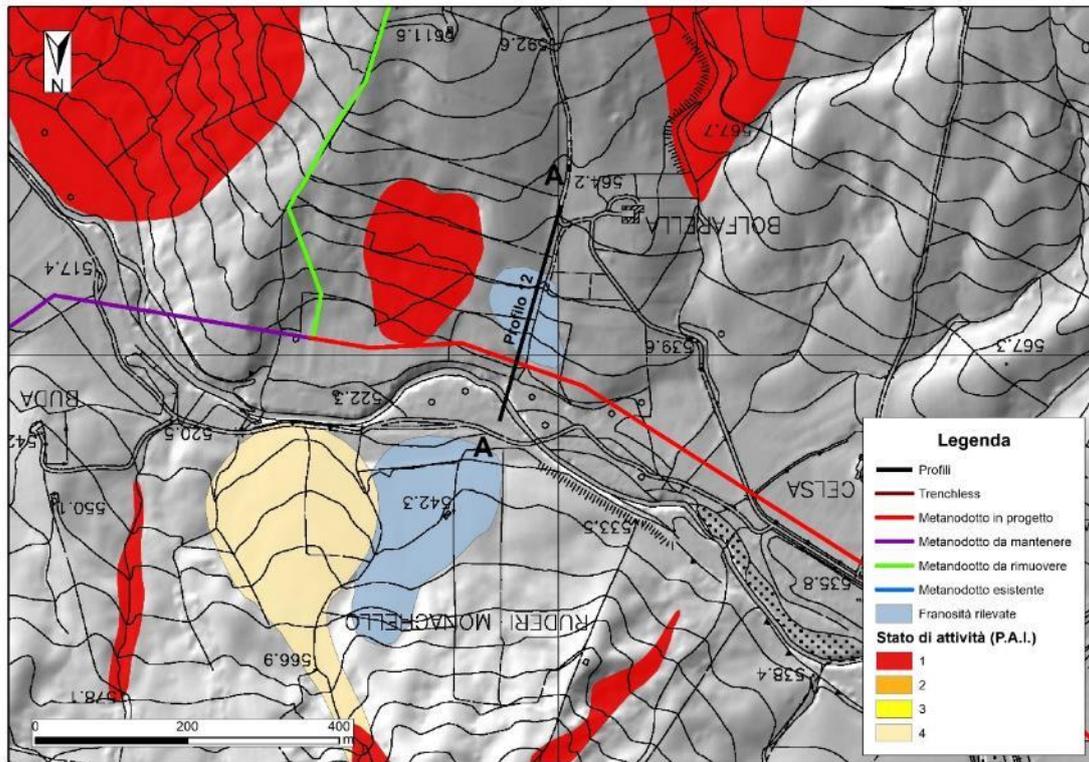


Fig. 6-48 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 0+210 a km 0+340)

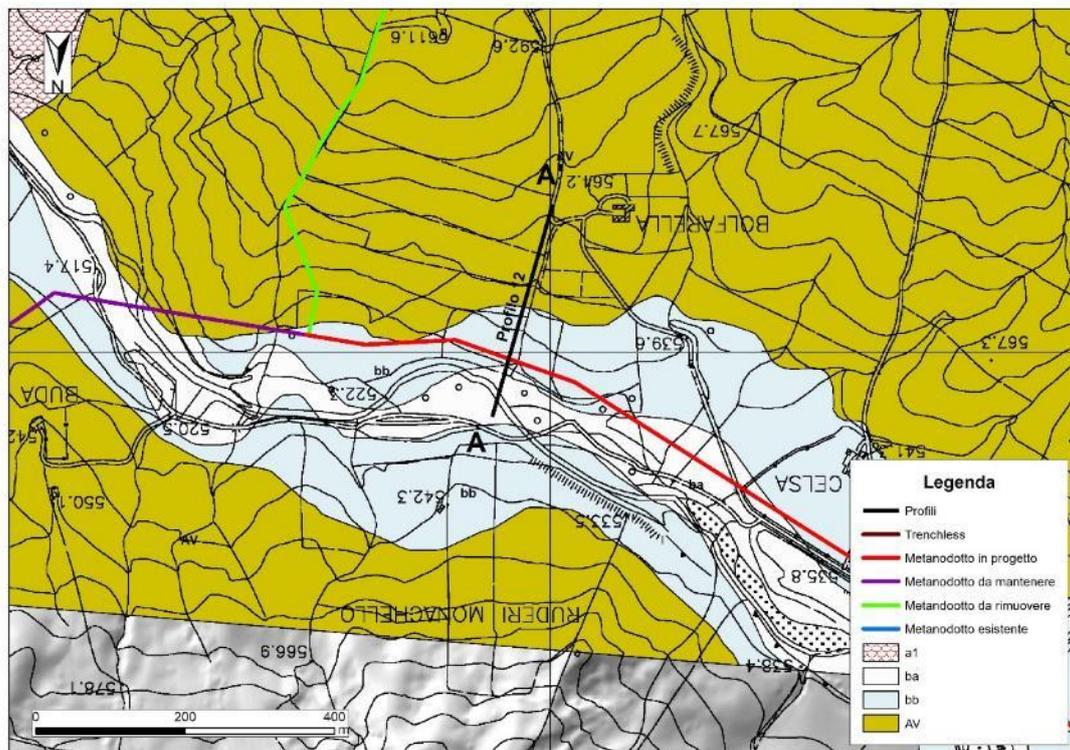


Fig. 6-49 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 107 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

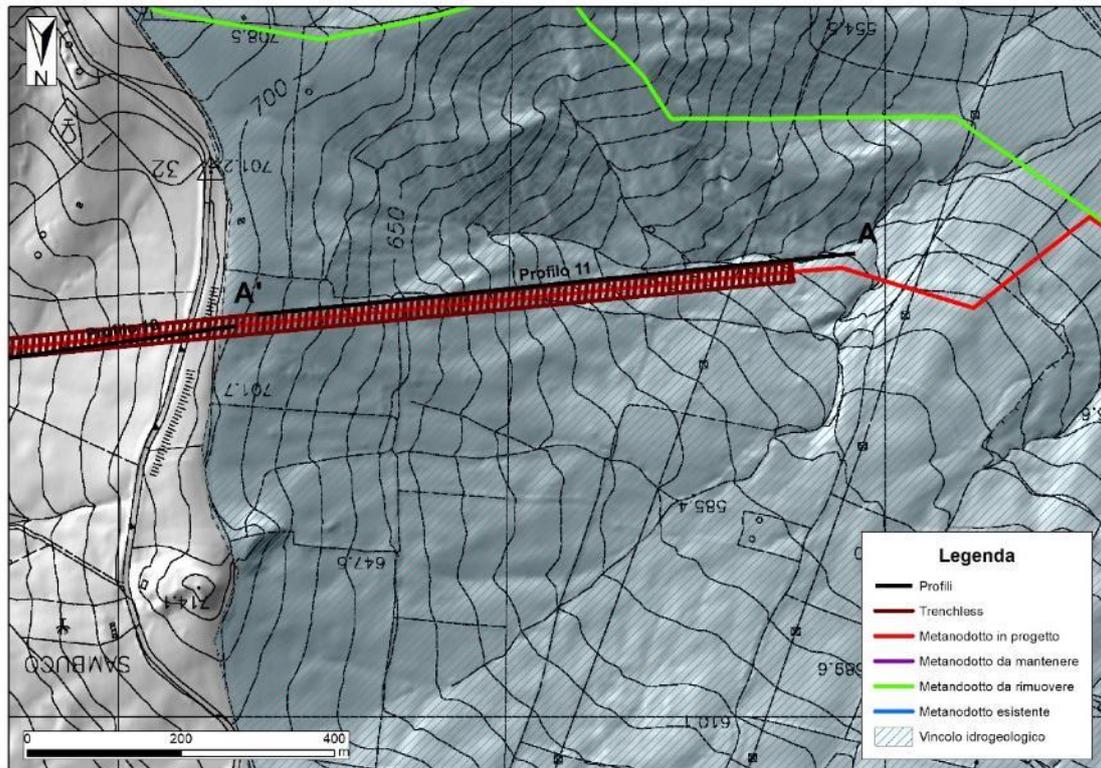


Fig. 6-50 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.13.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 sabbia-ghiaiosa*, fino alla profondità massima di circa 7 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argille limose*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 12 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 S30 + relative prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato prelevato nel S30), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 “*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*”.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 108 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

- **Orizzonte 1 (spessore circa 7 m)**
Peso di volume $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,3 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 23^\circ$
Coesione drenata $c' = 0 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,7 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,1 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 21^\circ$
Coesione drenata $c' = 34 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 4)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.13.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto più acclive del versante e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,269)**;
- 2) nel caso ipotizzato di falda al p.c., il versante in esame, nella porzione mediana, indicativamente nei primi 2 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,952)**.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 12 al presente documento.

6.13.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questo profilo, il metanodotto in progetto è situato a valle di un corpo di frana, censito durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico ed afferibile ad una deformazione superficiale lenta, la quale non interessa direttamente l'opera in progetto, ma per le condizioni morfologiche al contorno della stessa, a scopo cautelativo, è stata eseguita la verifica di stabilità del versante caratterizzato dal dissesto.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

Dalle verifiche di stabilità eseguite le uniche aree instabili sono quelle presenti nella porzione medio-bassa del pendio (Fig. 6-51). Le superfici di scorrimento con $F_s < 1.2$ (instabili) in nessun caso interferiscono con il metanodotto in esame (vedi Allegato 12 al presente documento).

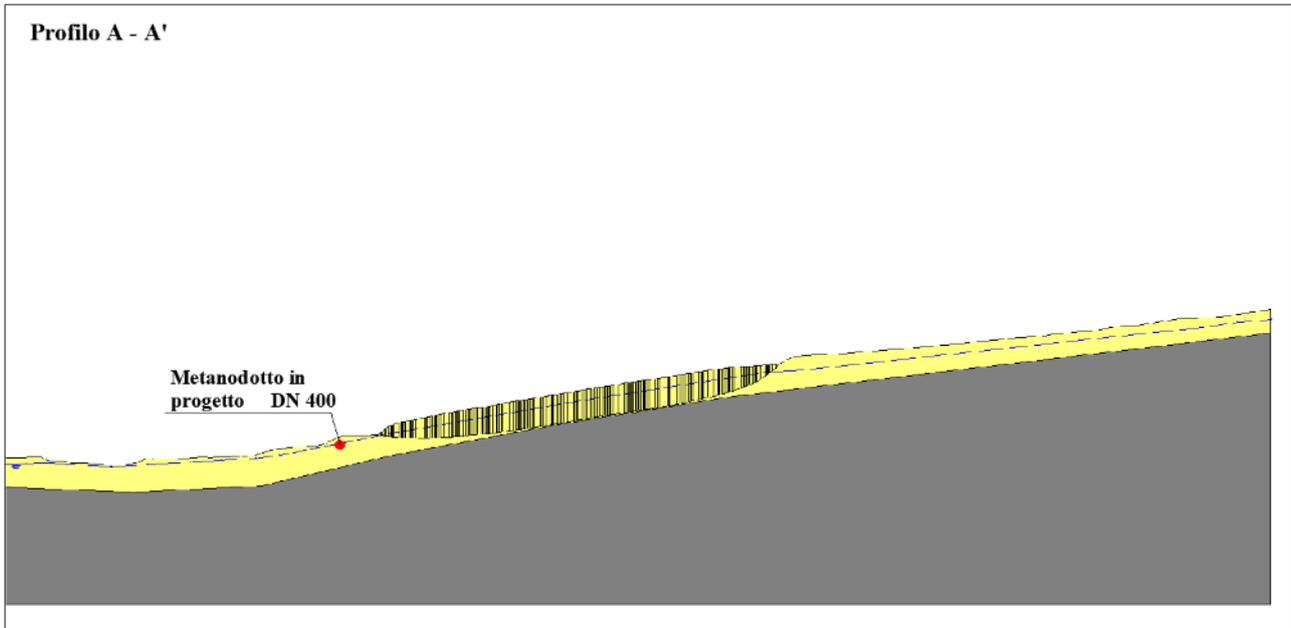


Fig. 6-51 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per meglio convogliare le acque di infiltrazione sono previsti degli interventi di drenaggio delle acque meteoriche che consistono nell'esecuzione di un letto di posa drenante (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" - Scheda ST1383 - Letto di Posa Drenante) e di trincee drenanti fuori condotta (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" - Scheda ST1385).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 110 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.14 ANALISI FRANA 13 - PROFILO 13

6.14.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito oggetto di studio ricade in parte all'interno dei limini amministrativi del comune di Alimena ed in parte nel comune di Bompietro, dove è stata individuata una frana censita dal P.A.I., con stato di attività incipiente, pericolosità media (P2), classificata come un'area a franosità diffusa (Fig. 6-52). Tale dissesto non è interferito direttamente dal metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100), ma essendo ubicato a valle di quest'ultimo, qualora il movimento arretrasse nel tempo, potrebbe interessare l'opera in progetto, pertanto a valle di quanto descritto, a scopo cautelativo, è stata prevista la verifica di stabilità.

Dal punto di vista geologico, la condotta attraversa i depositi afferenti alle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-53). Morfologicamente, il metanodotto percorre il crinale di un rilievo collinare, raggiungendo la quota massima di circa 780 m s.l.m. Lungo la risalita del versante, le frane censite dal P.A.I. interessano il settore meridionale dello stesso, nel quale sono frequenti fenomeni gravitativi, presenti anche nel settore settentrionale, con la formazione di linee di impluvio che richiamano spesso le aree già in fase di dissesto. Dal punto di vista idrogeologico, non si ha presenza di falda acquifera, poiché i terreni argillosi sono classificabili all'interno della classe di permeabilità molto bassa o similmente definiti impermeabili, per cui si hanno soltanto sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-54.

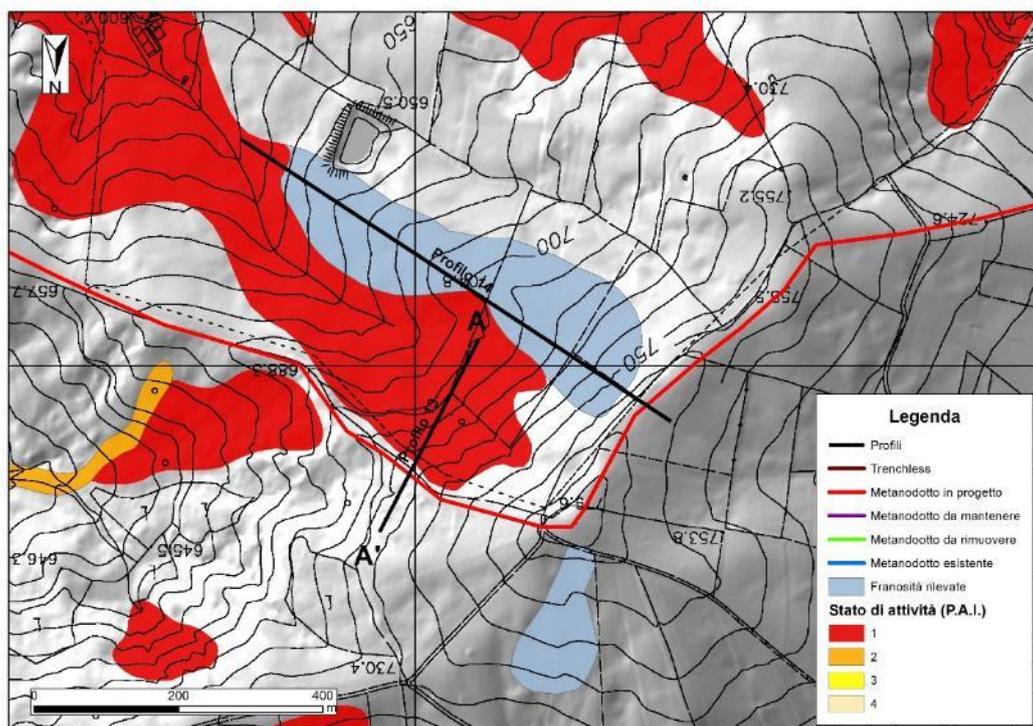


Fig. 6-52 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 111 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

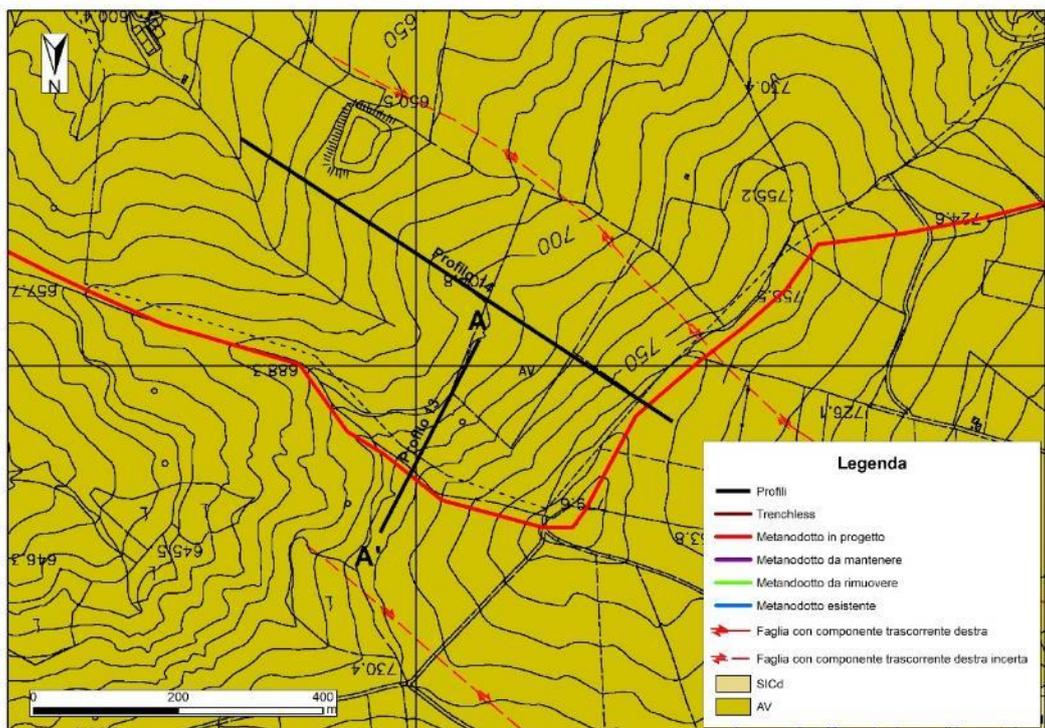


Fig. 6-53 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

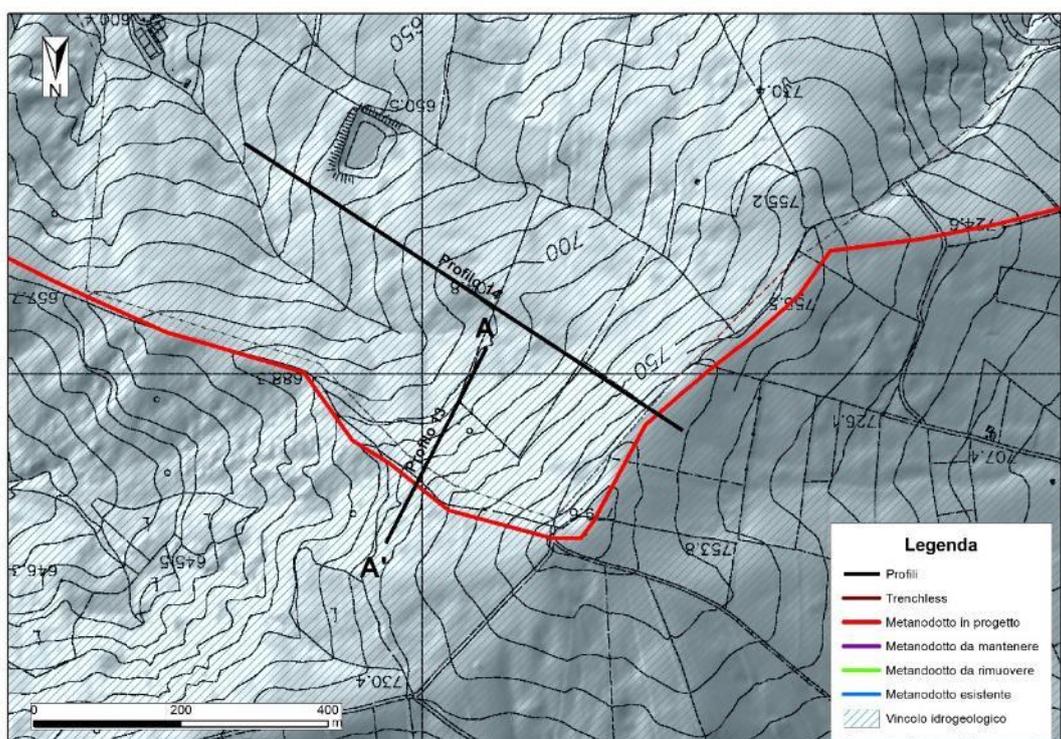


Fig. 6-54 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 112 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.14.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 da argilla limosa*, fino alla profondità variabile tra circa 4-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *argille limose molto consistenti*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 13 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 (sondaggi S32, S33, S34, S35 + relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nei sondaggi S33 e S34), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame in stato attivo ($F_s < 1$), per il primo orizzonte stratigrafico è stata eseguita una back-analisi, al fine di determinare i parametri geotecnici.

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

- **Orizzonte 1 (spessore circa 4-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 18,3 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,7 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 15^\circ$
Coesione drenata $c' = 12 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 51,84 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 24^\circ$
Coesione drenata $c' = 36 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 216,30 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 5,6,7)
- **Categoria Topografica T3** (pendenza del versante maggiore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 113 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.14.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto più acclive del versante e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,267)**;
- 2) nel caso ipotizzato di falda al p.c., il versante in esame, nella porzione mediana, indicativamente nei primi 4-5 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,802)**.

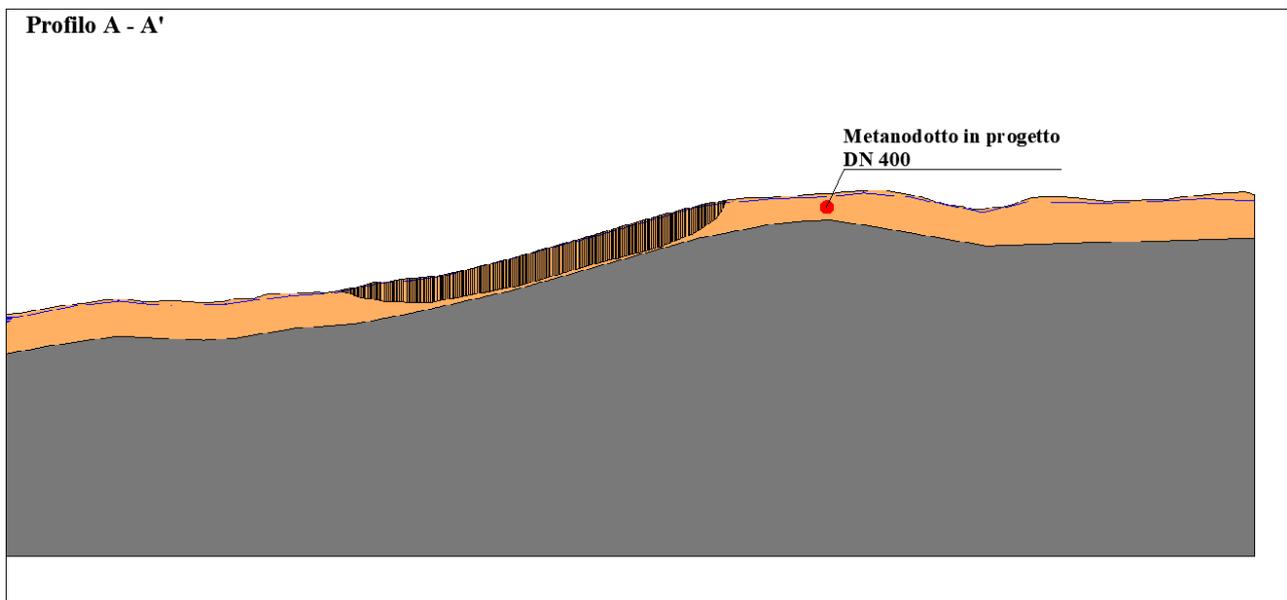


Fig. 6-55 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità (ante-operam)

Dallo studio di stabilità post-operam, inserendo una paratia di pali subito a valle del metanodotto (le dimensioni sono riportate in Allegato 13 al presente documento), sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 4-5 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile nella zona a valle della paratia, mentre non risultano superfici di scorrimento con fattori di sicurezza **Fs** minore di **1,2 (Fs = 1,303)** che interessano paratia e metanodotto, dunque l'opera si trova in condizioni di sicurezza.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 114 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

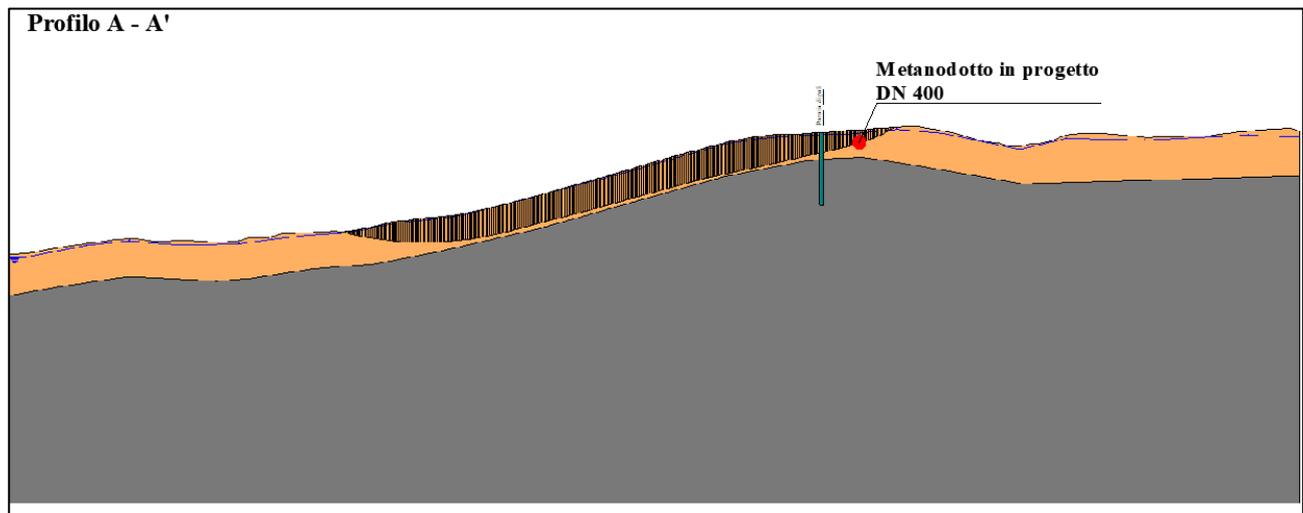


Fig. 6-56 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità (post-operam)

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni di calcolo in Allegato 13 al presente documento.

6.14.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto percorre un crinale di un versante, il cui settore meridionale è caratterizzato da un'area a franosità diffusa censita dal P.A.I. come un'area a pericolosità media (P2), la quale non interferisce direttamente con l'opera in progetto, ma nel tempo un arretramento di tale dissesto, potrebbe incidere sulla sicurezza della condotta, pertanto è stata eseguita a scopo cautelativo la verifica di stabilità del versante.

Il metanodotto in progetto risulta essere compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto:

- in tale zona sono previsti interventi di stabilizzazione mediante la posa in opera di paratia di pali. Tale intervento di consolidamento stabilizzerà il pendio nella zona in cui si trova il metanodotto.
- È prevista, inoltre, l'esecuzione di un letto di posa drenante (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" - Scheda ST1383 - Letto di Posa Drenante) e la posa di briglie in sacchetti dentro lo scavo (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" - Scheda ST1333 - Diaframmi o Briglie e appoggi in sacchetti) allo scopo di drenare le acque che da monte andrebbero ad imbibire il corpo di frana, evitandone così la saturazione, ossia aumentando le condizioni di sicurezza del pendio.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 115 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6.15 ANALISI FRANA 14 - PROFILO 14

6.15.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito oggetto di studio ricade in parte all'interno dei limini amministrativi del comune di Alimena ed in parte nel comune di Bompietro ed è stata individuata una frana censita dal P.A.I., con stato di attività incipiente, pericolosità media (P2), classificata come un'area a franosità diffusa (Fig. 6-57). Tale dissesto, inoltre, è stato riperimetrato durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico. Nonostante il dissesto non sia interferito direttamente dal metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100), qualora nel tempo il movimento arretrasse, potrebbe interessare l'opera in progetto, pertanto a valle di quanto descritto, a scopo cautelativo, è stata eseguita la verifica di stabilità nel tratto di interesse. Dal punto di vista geologico, la condotta attraversa i depositi afferenti alle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-58). Morfologicamente, il metanodotto percorre il crinale di un rilievo collinare, raggiungendo la quota massima di circa 780 m s.l.m. Lungo la risalita del versante, le frane censite dal P.A.I. interessano il settore meridionale dello stesso, nel quale l'attivazione di dissesti sono frequenti, anche nella zona settentrionale, con la formazione di linee di impluvio le quali richiamano spesso le aree già in dissesto. Dal punto di vista idrogeologico, non si ha presenza di falda acquifera, poiché i terreni argillosi sono classificabili all'interno della classe di permeabilità molto bassa o impermeabile, per cui si hanno soltanto sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-59.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 116 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

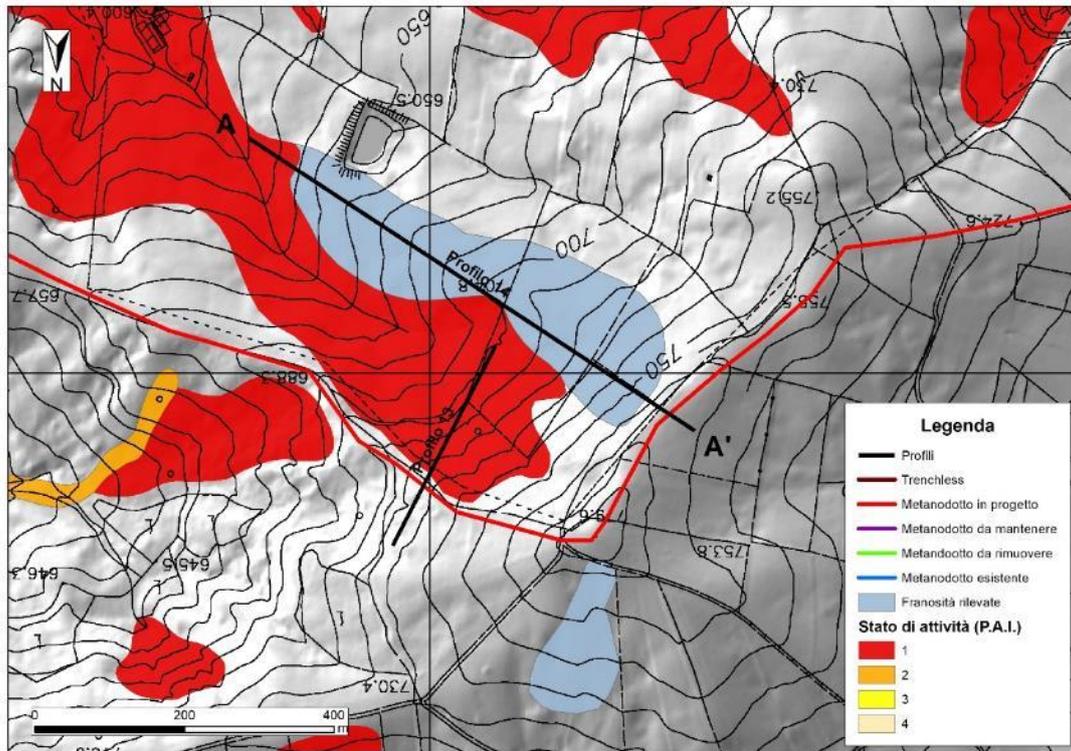


Fig. 6-57 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 3+080 a km 3+225)

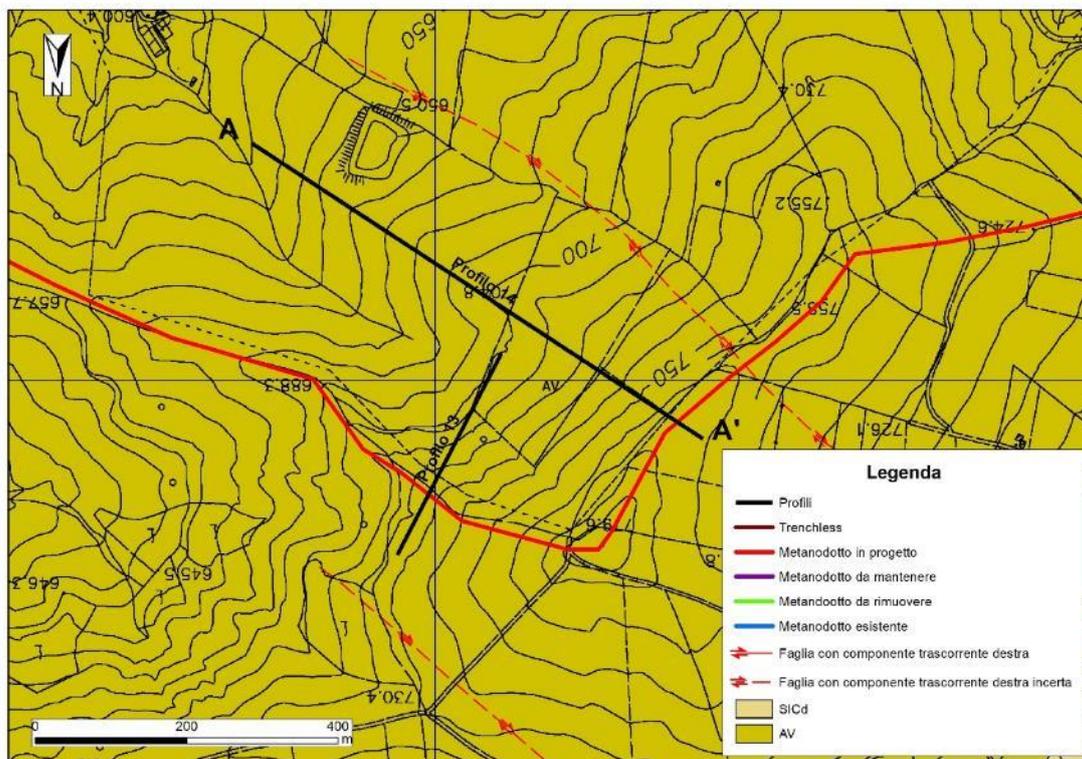


Fig. 6-58 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 117 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

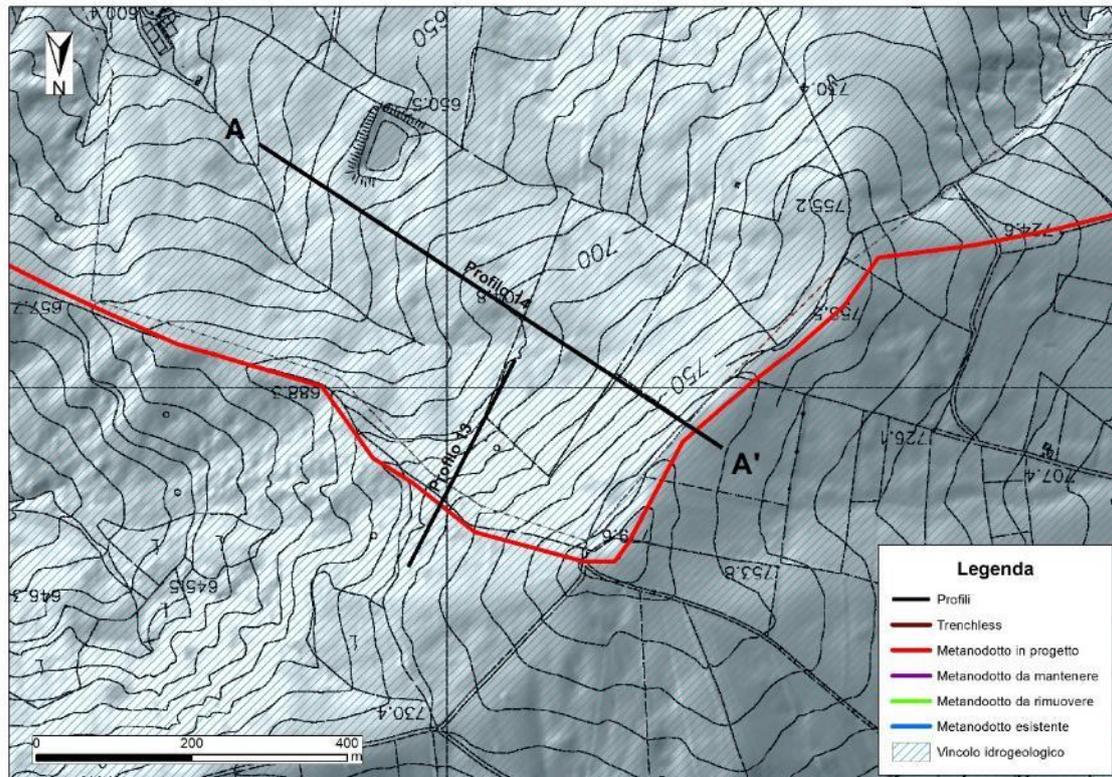


Fig. 6-59 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.15.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 da limo argilloso debolmente sabbioso, fino alla profondità di circa 4-5 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2:** *Argilla limosa marnosa*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 14 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggi S33, S34, S35 + prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S35 e S34), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 118 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

- **Orizzonte 1 (spessore circa 4-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,3 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 15^\circ$
Coesione drenata $c' = 18 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 21,3 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 30 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 7)
- **Categoria Topografica T3** (pendenza del versante maggiore di 15°)

6.15.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto più acclive del versante e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,224)**;
- 2) nel caso ipotizzato di falda al p.c., il versante in esame, nella porzione mediana, indicativamente nei primi 4-5 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,867)**.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

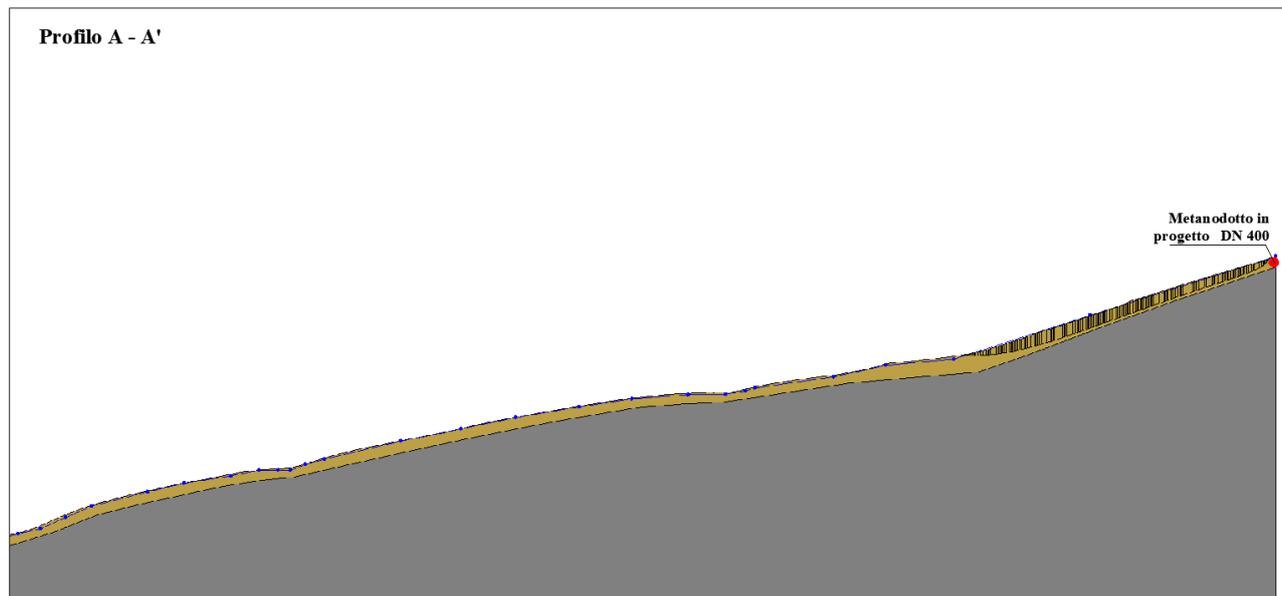


Fig. 6-60 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità (ante-operam)

Dallo studio di stabilità post-operam, inserendo una paratia di pali subito a valle del metanodotto (le dimensioni sono riportate in Allegato 14 al presente documento), sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 4-5 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile nella zona a valle della paratia, mentre non risultano superfici di scorrimento con fattori di sicurezza **Fs** minore di **1,2 (Fs = 1,313)** che interessano paratia e metanodotto, dunque l'opera si trova in condizioni di sicurezza.

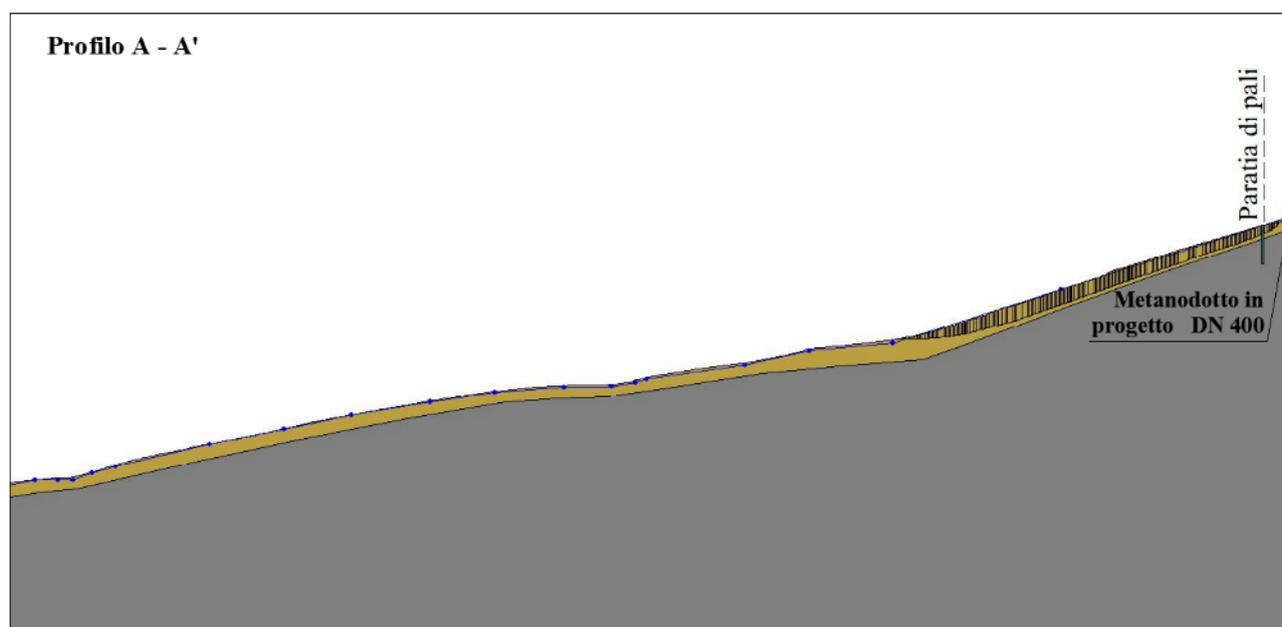


Fig. 6-61 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità (post-operam)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 120 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni di calcolo in Allegato 14 al presente documento.

6.15.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto non interferisce direttamente con un'area a pericolosità da frana media (P2), censita dal P.A.I., classificata come un dissesto dovuto a franosità diffusa, riperimetrato durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico. Qualora la stessa dovesse progredire nel tempo e quindi interessare la condotta in progetto, a scopo cautelativo è stata eseguita la verifica di stabilità lungo il versante caratterizzato da tali dissesti.

Quindi si ritiene necessario, al fine di rendere il metanodotto in progetto compatibile con il contesto geomorfologico al contorno, prevedere un intervento di stabilizzazione mediante la posa in opera di paratia di pali. Tale intervento di consolidamento stabilizzerà il pendio nella zona in cui si trova il metanodotto.

È prevista inoltre l'esecuzione di un letto di posa drenante (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" - Scheda ST1383 - Letto di Posa Drenante) e la posa di briglie in sacchetti dentro lo scavo (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" - Scheda ST1333 - Diaframmi o Briglie e appoggi in sacchetti) allo scopo di drenare le acque che da monte andrebbero ad imbibire il corpo di frana, ossia aumentando le condizioni di sicurezza del pendio.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 121 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.16 ANALISI FRANA 15 (*interferenza 11*)

6.16.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Bompietro, dove il metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100) interferisce con una frana, censita dal P.A.I., classificata come erosione, attiva e a pericolosità media (P2). L'interferenza si verifica dal km 4+065 al km 4+100 (Fig. 6-62).

Questo tratto della condotta attraversa i depositi afferenti alla Formazione delle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-63).

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di metanodotto discende un versante in direzione OSO, il quale è caratterizzato da pendenze comprese tra 5° e 10°, fino a giungere all'attraversamento di un fosso, soggetto al dissesto sopradescritto. Difatti a nord dell'attraversamento, l'area è caratterizzata da diffusi fenomeni franosi, afferibili a erosioni ed inoltre si osservano morfologie calanchive, diffusamente apprezzabili nei settori caratterizzati da tali depositi argillosi. L'azione morfogenetica esercitata dalle acque di dilavamento superficiale risulta evidente in tutto il settore. Nell'intorno dell'interferenza la rete di drenaggio superficiale risulta, infatti, costituita da corsi d'acqua di minore importanza che incidono le valli e che confluiscono nel corso d'acqua principale, rappresentato dal Rio Sagneferi.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità basse, infatti il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa. Pertanto, dalle indagini eseguiti non risulta la presenza della falda acquifera nei terreni attraversati dalla condotta in fase di progettazione.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-64.

In questo caso non sono state eseguite verifiche di stabilità, in quanto si tratta di un'area soggetta ad erosione in corrispondenza del fosso attraversato, essendo la condotta posata al di sotto della profondità massima di erosione dello stesso. Al fine di impedire l'evolversi di tale fenomeno, sono state previste opere idrauliche in corrispondenza dell'attraversamento di tale fosso soggetto ad erosione, tali da migliorare le attuali condizioni geomorfologiche del sito e porre in sicurezza in metanodotto in progetto nel lungo termine. Tali opere consistono in diaframmi o briglie in sacchetti (v. ST-1333) a monte dell'attraversamento, letto di posa drenante (v. ST-1383), palizzate (v. 1392) a protezione delle sponde del fosso.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 122 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

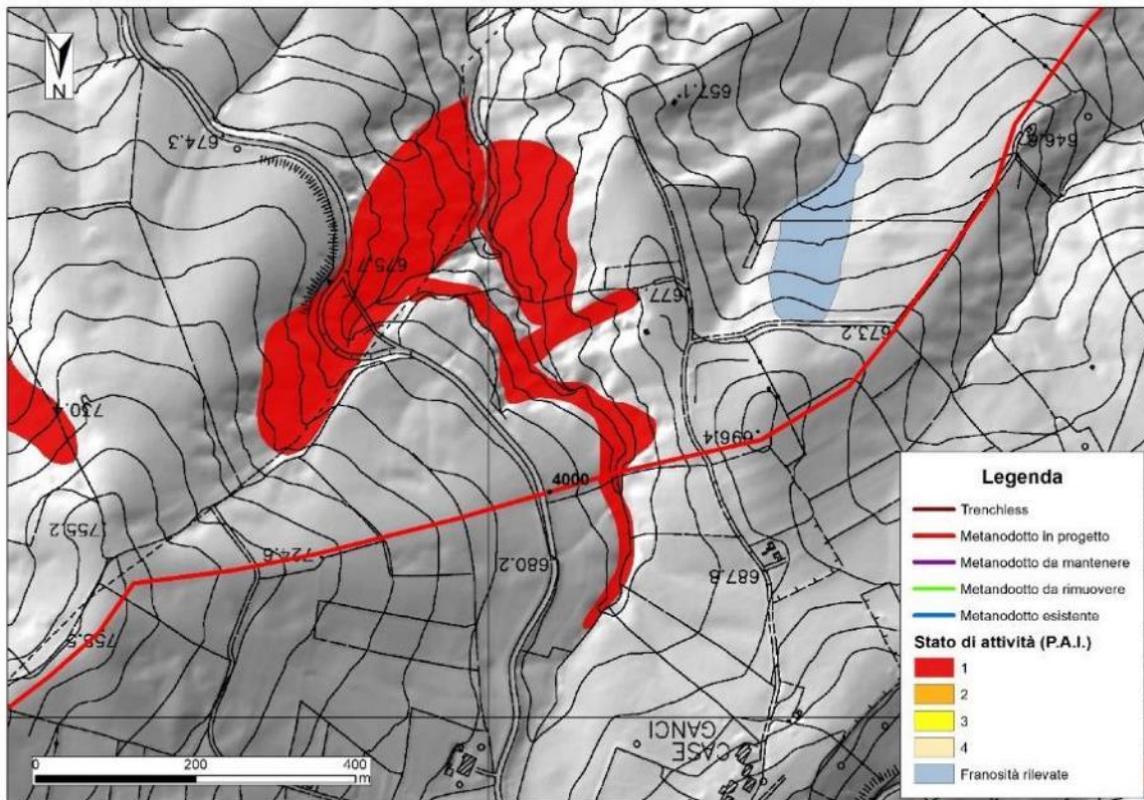


Fig. 6-62 - Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da 4+065 a km 4+100)

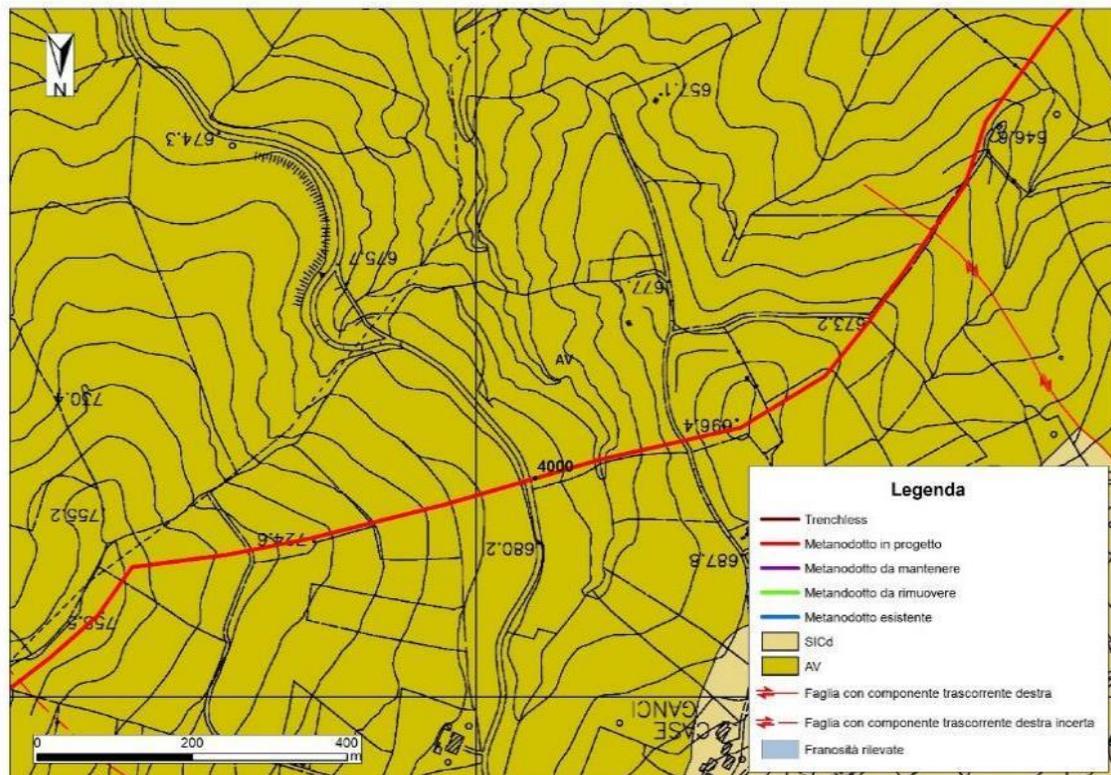


Fig. 6-63 - Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

123 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

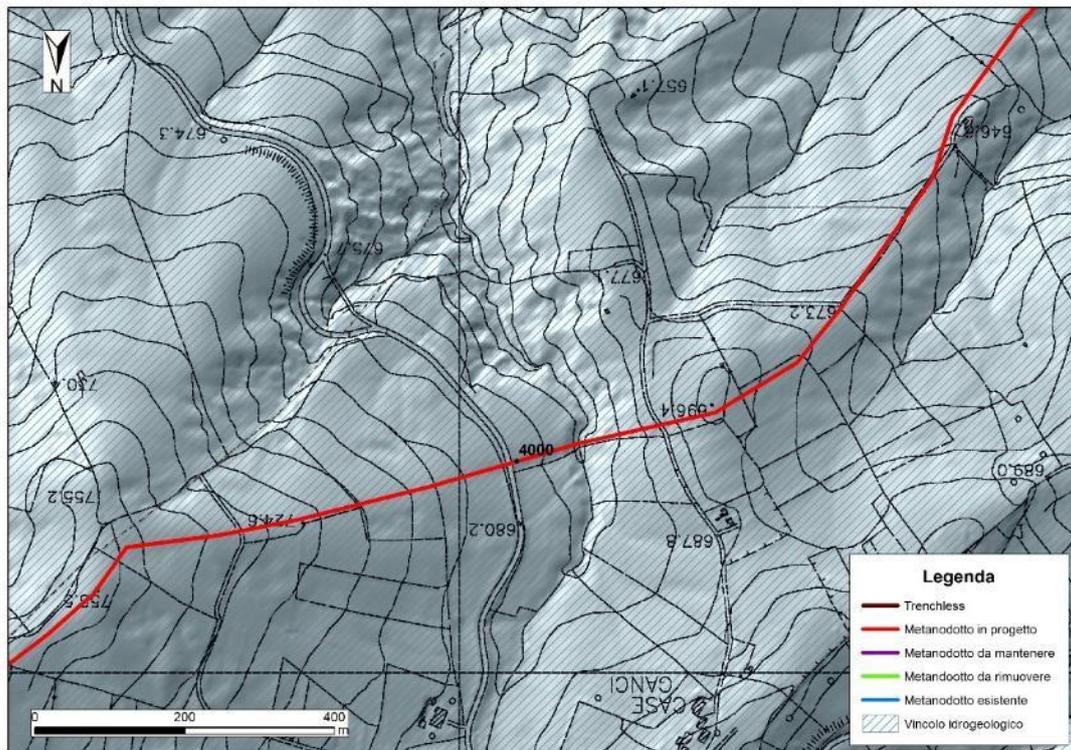


Fig. 6-64 - Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 124 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.17 ANALISI FRANA 16 - PROFILO 15 (*interferenza 12*)

6.17.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Bompietro, dove il metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100) interferisce con una frana complessa, cartografata durante il rilievo geologico-geomorfologico. L'interferenza si verifica dal km 6+495 al km 6+685 (Fig. 6-65).

Questo tratto della condotta attraversa i depositi afferenti alla litofacies arenitica della Formazione di Castellana Sicula, la quale è costituita da arenarie grigio-giallastre, spesso verdastre, cementate e ben stratificate, talora ricche in clasti quarzosi e micacei. Spesso si intercalano lenti decimetriche di conglomerati poligenici rossastri e di calcareniti grossolane (SICb, Serravalliano). Il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-66).

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di metanodotto considerato ricade in un settore collinare dalle forme blande e dolci caratterizzato da versanti moderatamente acclivi nei settori costituiti dai litotipi argillosi, mentre laddove affiorano corpi litoidi si hanno morfologie più aspre (ad esempio a SO dell'area esaminata). L'area soggetta a frane superficiali diffuse ricade, infatti, a sud del metanodotto, la zona d'impluvio considerata si sviluppa con andamento circa E-W ed è delimitata dalle aree soggette a frequenti fenomeni franosi nonché da aree soggette ad erosione concentrata. I movimenti gravitativi coinvolgono terreni occupanti entrambi i fianchi dell'area valliva. In tale contesto l'opera attraversa il rilievo morfologico a mezzacosta con un andamento circa E-W, che presenta pendenze elevate (>30°), ad eccezione della parte più prossima alla vetta la quale presenta pendenze blande (comprese tra i 5° e i 15° circa). L'azione morfogenetica esercitata dalle acque di dilavamento superficiale risulta evidente in tutto il settore. Nell'intorno dell'interferenza la rete di drenaggio superficiale risulta, infatti, costituita da corsi d'acqua di minore importanza (quale il Rio Sagneferi) che incidono le valli e che confluiscono nel corso d'acqua principale, rappresentato dal Fiume Imera Meridionale.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre la litofacies arenitica sopra descritta presenta una permeabilità media in funzione delle caratteristiche tessiturali, strutturali e giaciorali del corpo. Pertanto, dalle indagini eseguiti non risulta la presenza della falda acquifera nei terreni attraversati dalla condotta in fase di progettazione.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-67.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 125 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

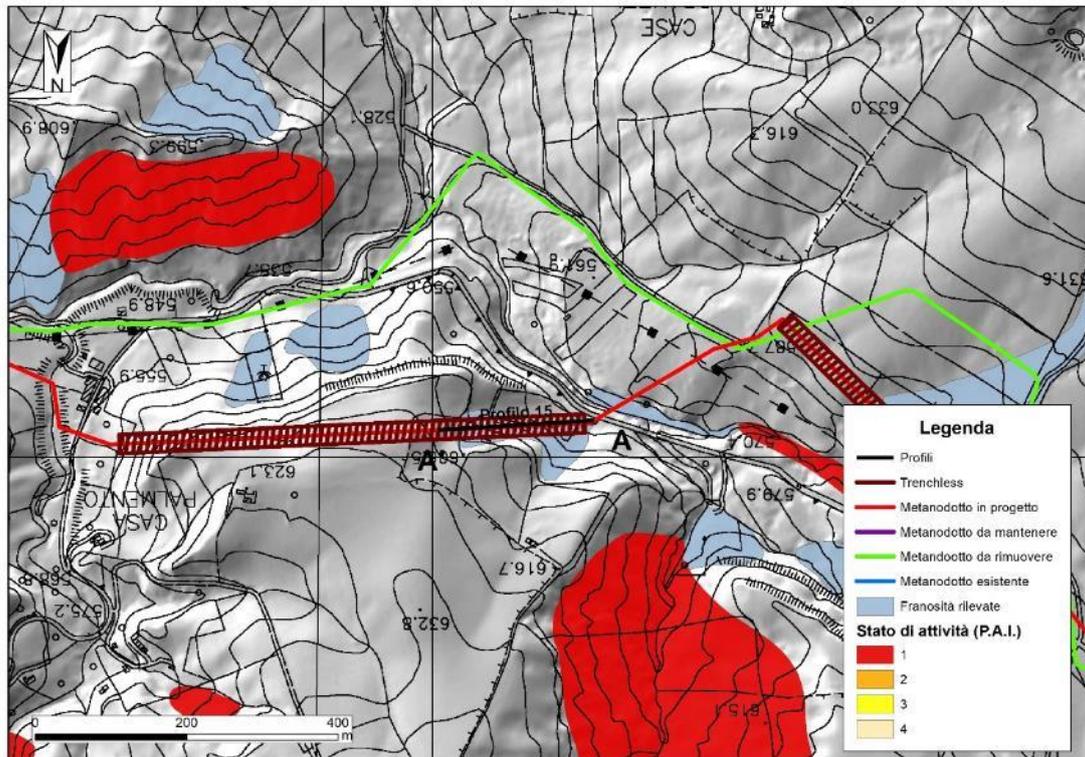


Fig. 6-65 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da 6+495 a km 6+685)

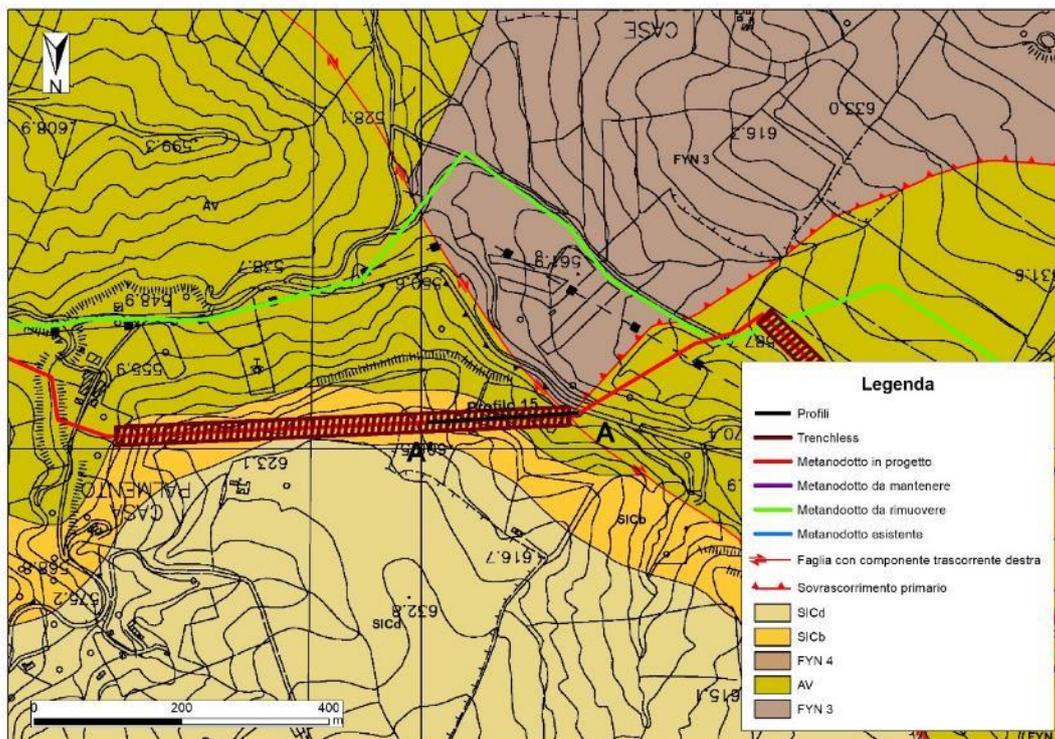


Fig. 6-66 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 126 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

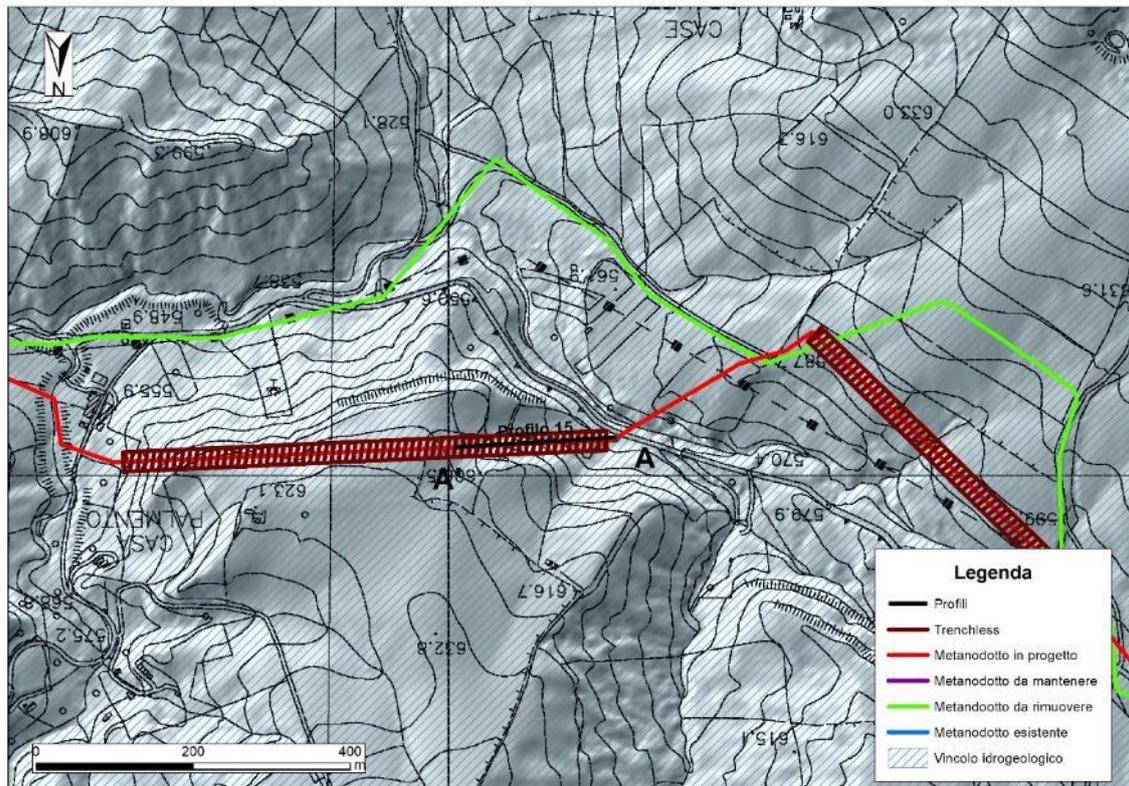


Fig. 6-67 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.17.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 da argilla limosa*, fino alla profondità di circa 4-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argilla limosa consistente*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 15 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S39 + prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S39), e da quelle eseguite nelle vicinanze del sito e sugli stessi tipi di terreno, i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 127 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

- **Orizzonte 1 (spessore circa 4-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 13^\circ$
Coesione drenata $c' = 14 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 45,46 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 24^\circ$
Coesione drenata $c' = 36 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 150,0 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 27)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.17.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa del pendio in esame, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,241)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame risulta non essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,847)**.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 128 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

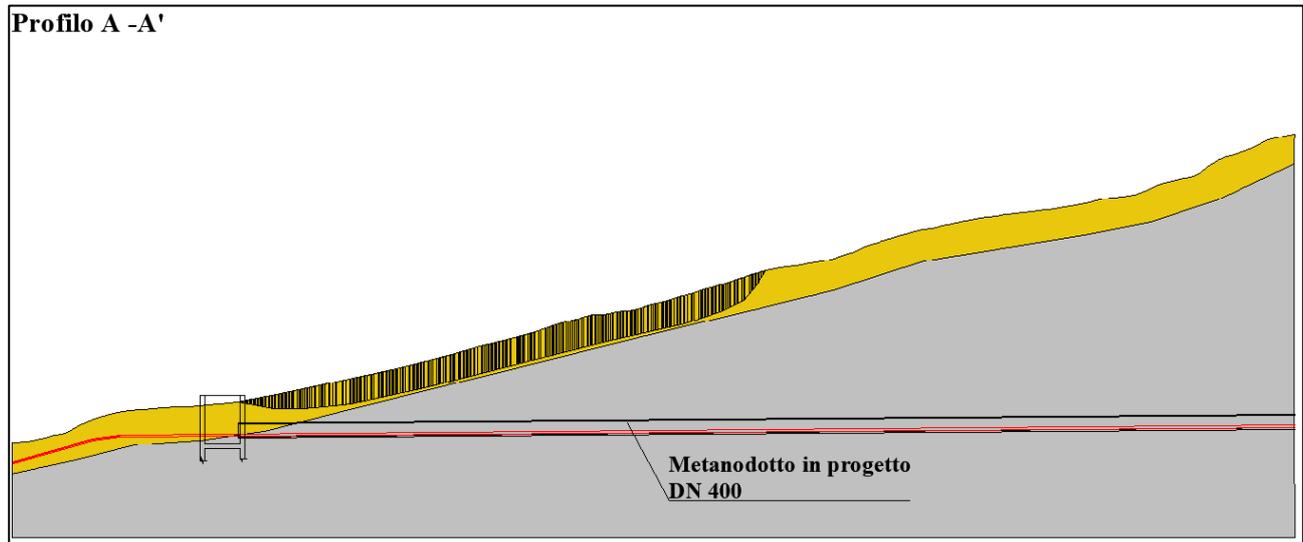


Fig. 6-68 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 15 al presente documento.

6.17.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto interferisce con un'area cartografata in fase di rilevamento come area soggetta a frana complessa.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologia trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area del corpo di frana (Fig. 6-69) rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

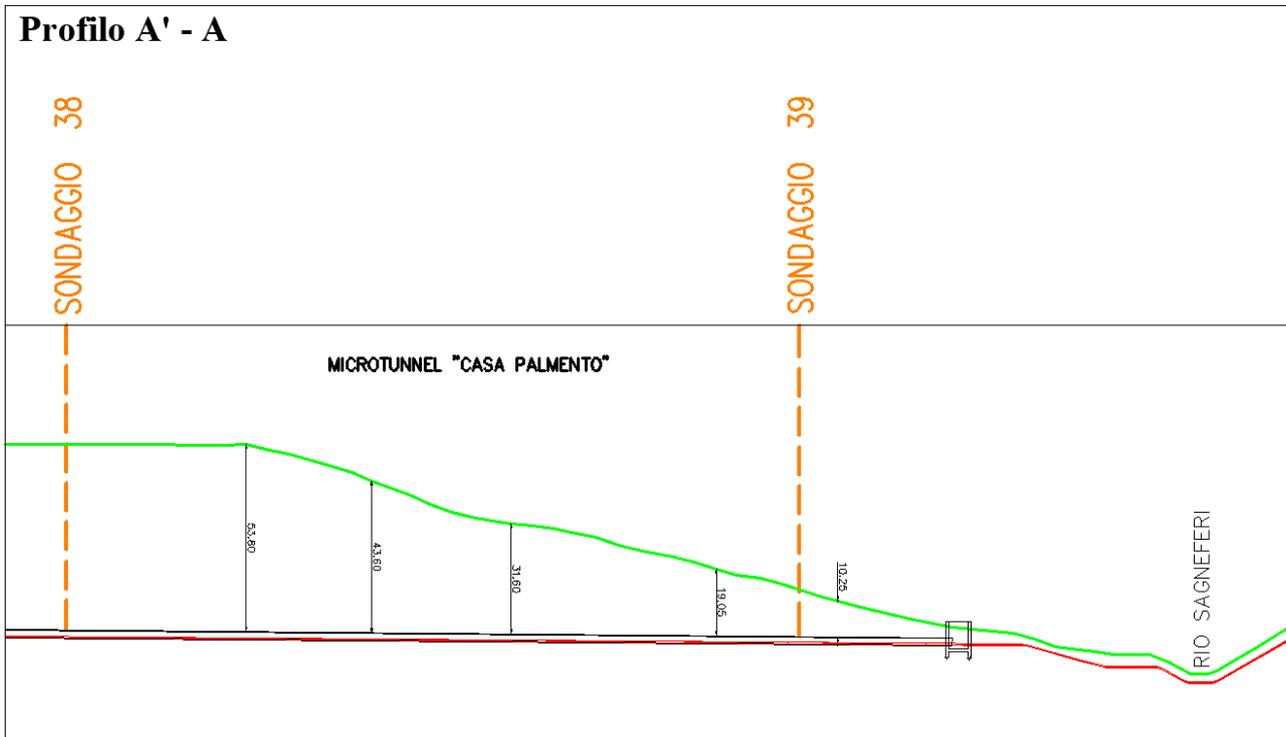


Fig. 6-69 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 130 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.18 ANALISI FRANA 17 (*interferenza 13*)

6.18.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Blufi, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100) lambisce una frana censita dall'I.F.F.I. e classificata come un colamento lento. L'interferenza del tracciato in progetto con tale dissesto si verifica tra le progressive km 8+660 e il km 8+675 (Fig. 6-70). In questo settore, il metanodotto in progetto attraversa la formazione delle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-71). Dal punto di vista geomorfologico, la condotta in progetto supera una collina, sviluppandosi in direzione ONO. Il versante in quest'area risulta avere morfologie pendenze moderate, comprese tra i 5° e i 15° e le linee di impluvio, che solcano lo stesso, confluiscono nel corso d'acqua principale, caratterizzato dal fiume Imera Meridionale. Dal punto di vista idrogeologico, i litotipi affioranti, prevalentemente argillosi, non ospitano falde acquifere, poiché sono caratterizzati da una permeabilità molto bassa, pertanto è possibile escludere un'eventuale soggiacenza.

L'area in esame non rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

In quest'area la condotta verrà posata in sotterraneo, secondo metodologia trenchless. Pertanto non si avrà interferenza tra la condotta e l'area instabile cartografata dall'IFFI e non si modificano le condizioni morfologiche esistenti, assicurando inoltre l'integrità dell'opera in progetto nel lungo termine.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

131 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

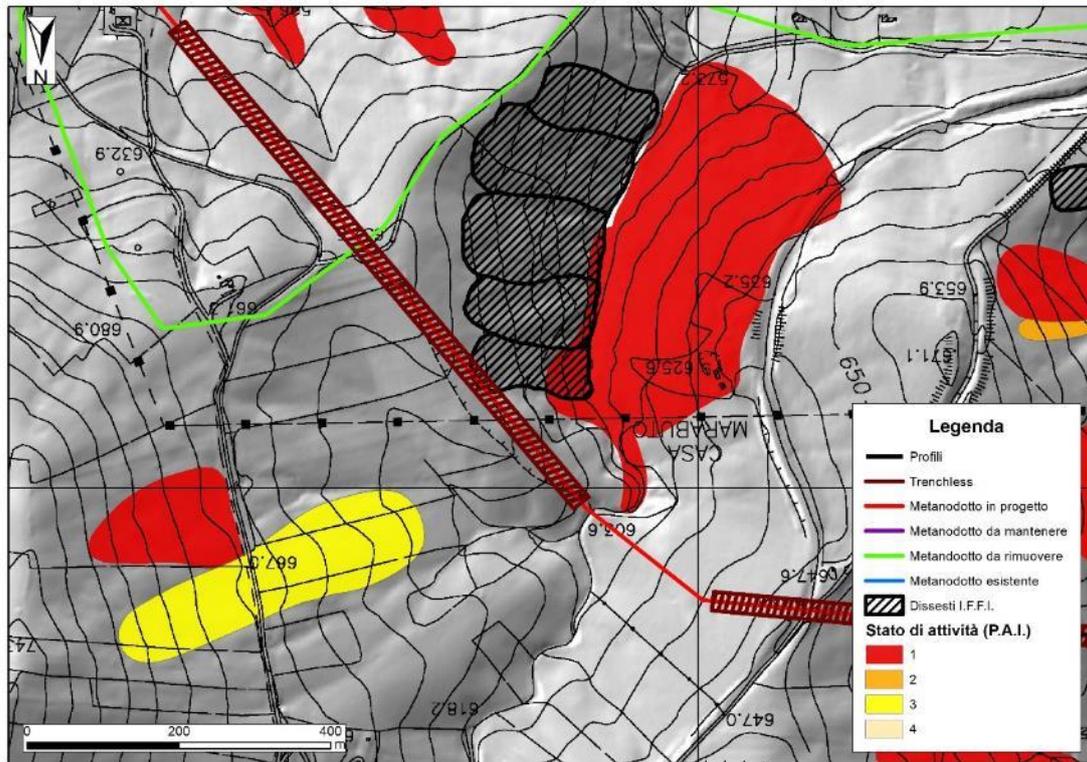


Fig. 6-70 – Stralcio dalla Carta dei dissesti I.F.F.I (TP: da km 8+660 a km 8+675) e delle franosità rilevate

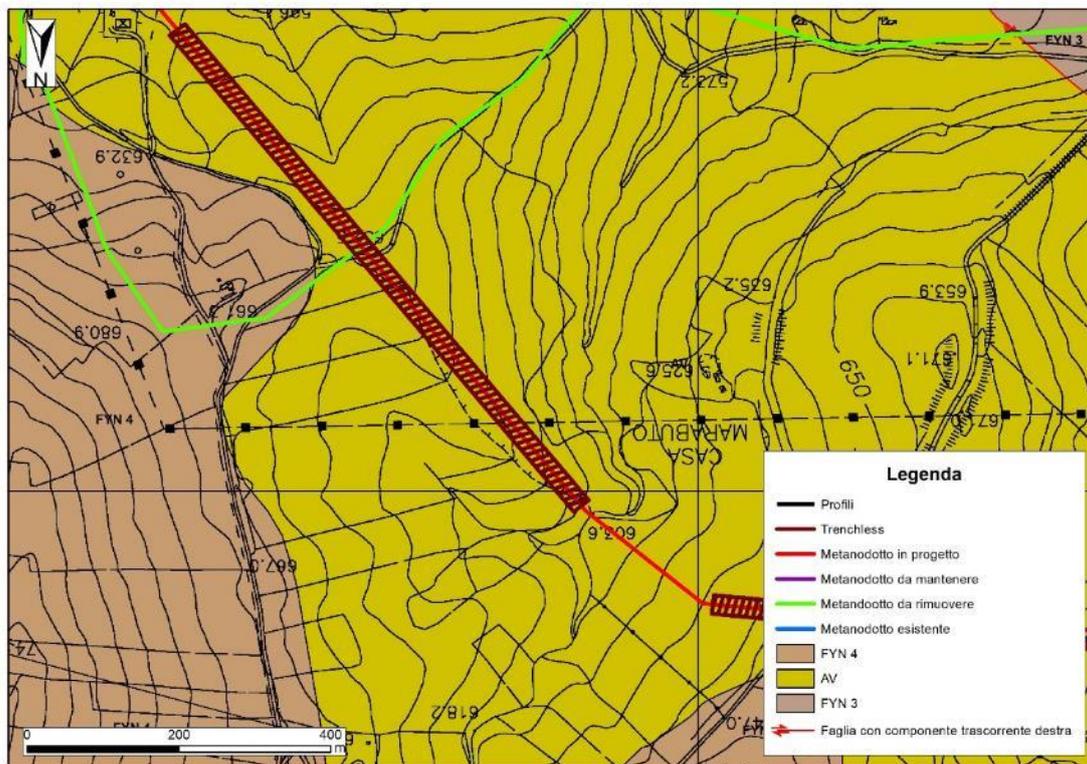


Fig. 6-71 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 132 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.19 ANALISI FRANA 18 - PROFILO 16 (*interferenza 14*)

6.19.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Blufi, dove il metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100) interferisce con un'area cartografata dal PAI. L'interferenza con il tracciato dell'opera da realizzare, in particolare, si verifica dal km 9+665 al km 9+790. Tale area è caratterizzata da una pericolosità media (P2), presenta uno stato di attività incipiente ed è classificata come un'area a franosità diffusa (Fig. 6-72). Nell'area in analisi affiorano i depositi afferenti alla formazione delle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 6-73).

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di metanodotto considerato ricade in una zona collinare dalle morfologie blande e dai versanti moderatamente acclivi. L'opera, infatti, intercetta l'area a pericolosità da frana nel settore occidentale di una dorsale collinare allungata in direzione SSE-NNW. Tale rilievo prosegue a SE dell'interferenza formando una cresta con andamento NNE-SSW. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale e sono rappresentati principalmente dal dilavamento e dall'appesantimento delle coltri superficiali. Sebbene il metanodotto nel tratto di interesse non intersechi alcun fosso, il versante lungo il quale si verifica l'interferenza corrisponde al fianco destro dell'area valliva del Fiume Imera Meridionale, il quale presenta un ampio fondovalle con andamento circa S-N.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa mentre i depositi alluvionali presenti sono caratterizzati da una permeabilità alta.

Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame non rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

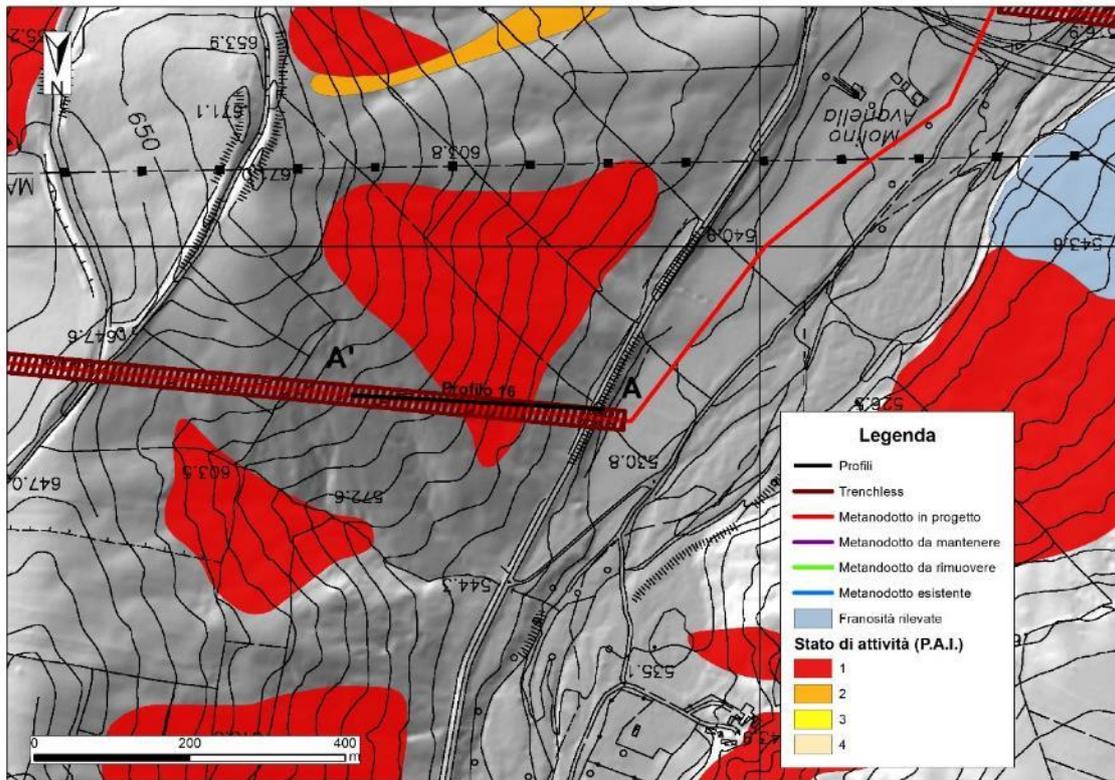


Fig. 6-72 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. (TP: da km 9+665 a km 9+790) e delle franosità rilevate

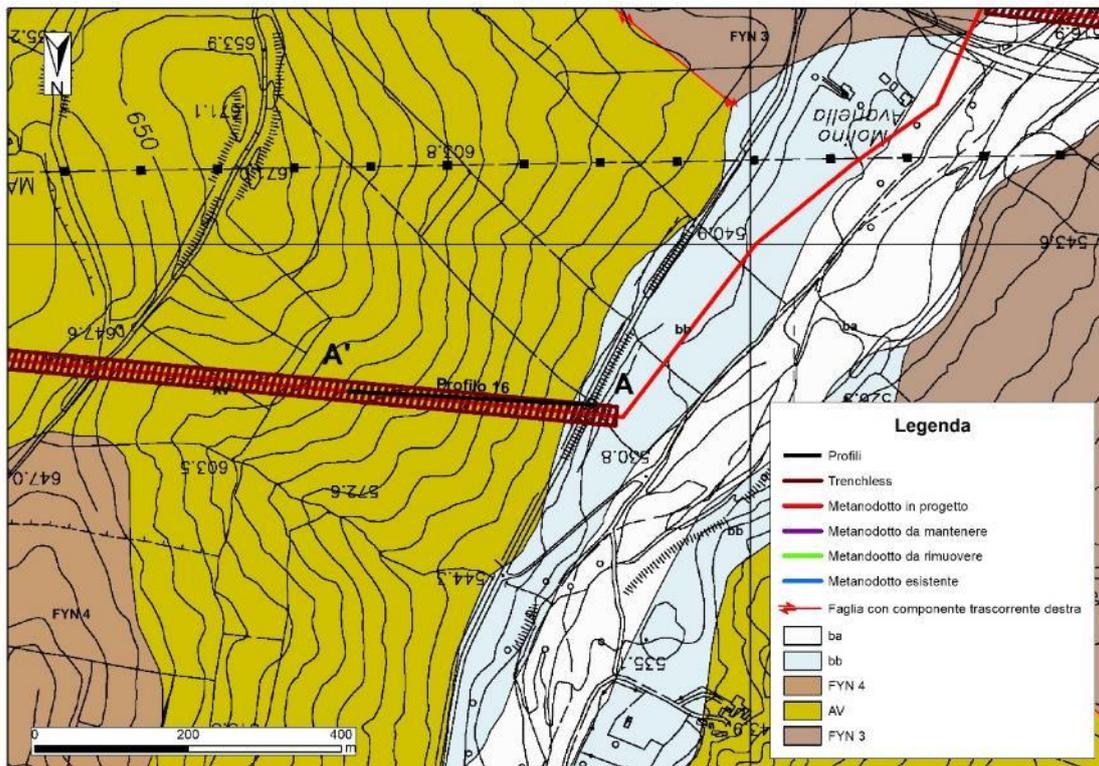


Fig. 6-73 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 134 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.19.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 da argilla limo sabbiosa fino alla profondità di circa 4-5 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2:** *Argilla debolmente sabbiosa*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 16 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S47 + prove geotecniche di laboratorio svolte sul campione indisturbato S47 + prove penetrometriche sismiche DPSH 17) e dalle indagini più vicine eseguite sugli stessi tipi di terreno, i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame in stato attivo ($F_s < 1$), per il primo orizzonte stratigrafico è stata eseguita una back-analisi, al fine di determinare i parametri geotecnici.

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

- ***Orizzonte 1 (spessore circa 4-5 m)***
Peso di volume $\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 22,56 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 11^\circ$
Coesione drenata $c' = 15 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 33,00 \text{ kPa}$
- ***Orizzonte 2***
Peso di volume $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 37 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 174,20 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 28)
- **Categoria Topografica T2** (pendenza del versante maggiore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 135 di 214	Rev.:	N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	
		00		

6.19.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e dalla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, indicativamente fino alla profondità massima di 5 metri dal piano campagna (vedi Allegato 16 al presente documento), anche in assenza di falda acquifera (condizioni non drenate) non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,971)**.

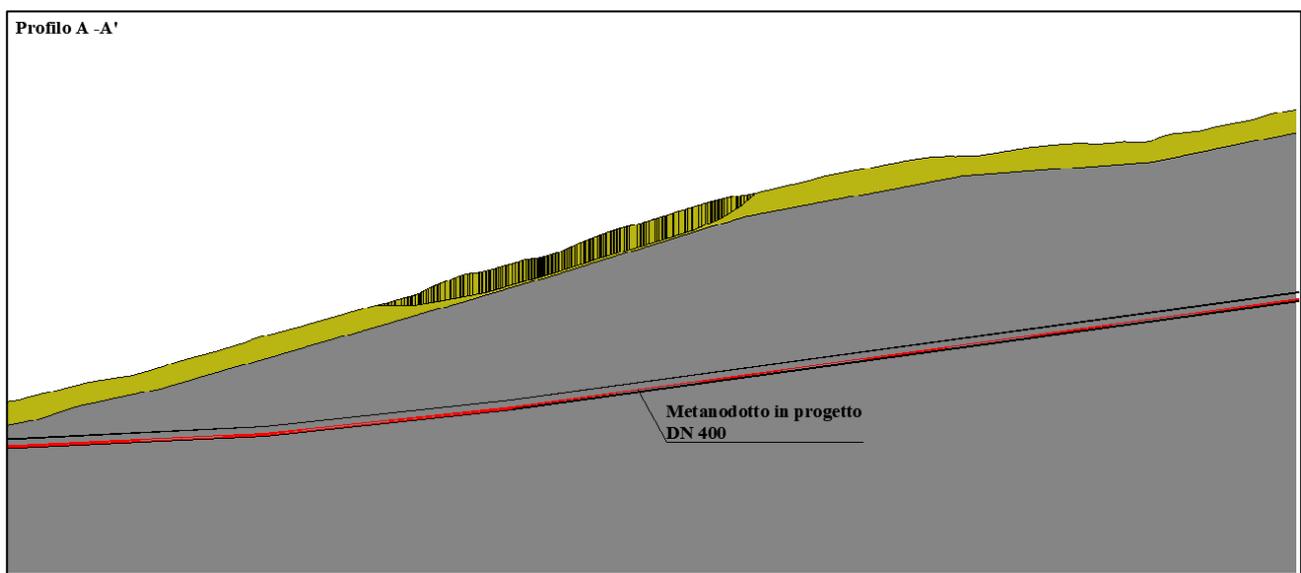


Fig. 6-74 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni di calcolo in Allegato 16 al presente documento.

6.19.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto interferisce con un'area cartografata dal PAI come area a pericolosità da frana media (P2) in attività e classificata come un'area soggetta a franosità diffusa.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area del corpo di frana (Fig. 6-75), rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

136 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

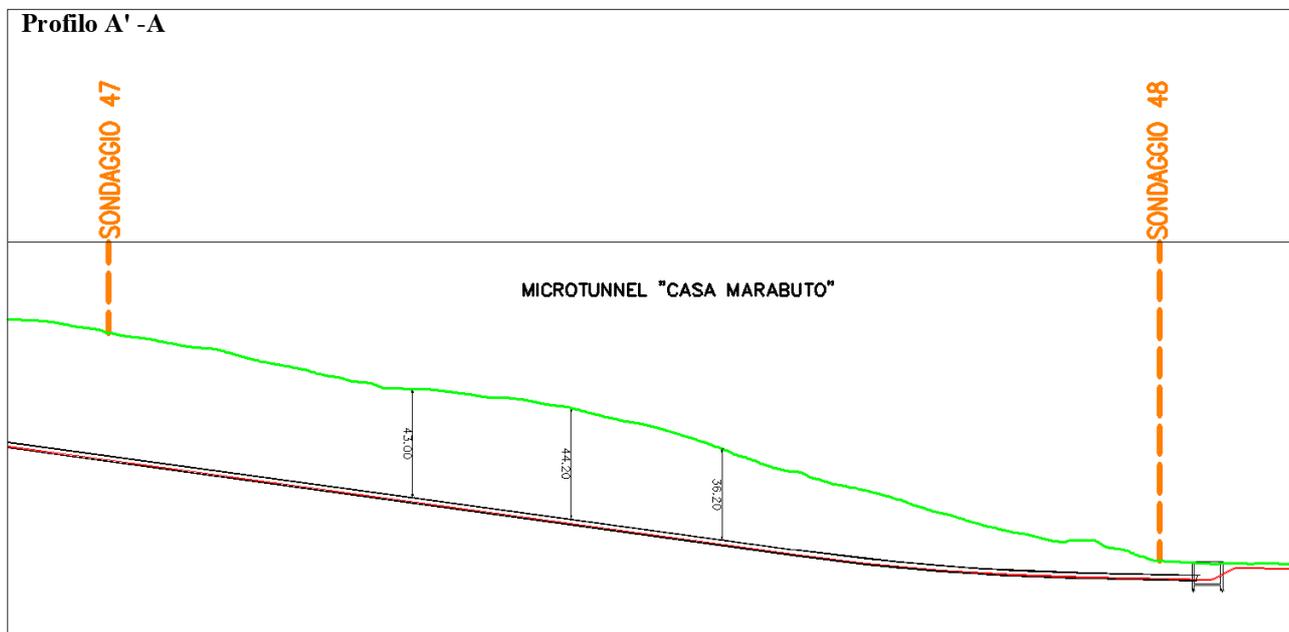


Fig. 6-75 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità massima di circa 44 m dal p.c. e minima di circa 36 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana instabili presente nella zona.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 137 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

6.20 ANALISI FRANA 19 - PROFILO 17 (*interferenza 15*)

6.20.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Polizzi Generosa, dove il metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100) e quello in dismissione (tratto 4, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area cartografata durante il rilevamento geologico-geomorfologico, rispettivamente nei tratti compresi dal km 12+685 al km 13+200 e dal km 12+900 ed il km 13+345. Tale area è riconducibile a una deformazione superficiale lenta (Fig. 6-76).

Nell'area in analisi la condotta attraversa alternativamente i depositi afferenti alla formazione delle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune e i depositi alluvionali del Vallone San Giorgio (Fig. 6-77). Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di metanodotto considerato ricade nel settore meridionale di un rilievo collinare il cui versante, digradante verso Sud, risulta caratterizzato da diversi solchi che nel tempo hanno portato alla formazione dei calanchi, morfologie tipicamente riscontrate nel territorio della Sicilia centro-settentrionale. La zona perimetrata ricade in tale area valliva, interferendo le due linee a quote comprese tra i 530 e i 560 m.s.l.m circa, in un settore in cui il versante mostra pendenze medio-alte, talvolta maggiori di 30°. L'azione morfogenetica esercitata dalle acque di scorrimento superficiale risulta evidente in tutto il settore. Gli impluvi diffusi nell'area limitrofa al metanodotto confluiscono tutti nel corso d'acqua principale, rappresentato dal Vallone S. Giorgio.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre i sedimenti alluvionali del corso d'acqua sopraccitato, sono caratterizzati da un certo grado di permeabilità. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame non rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

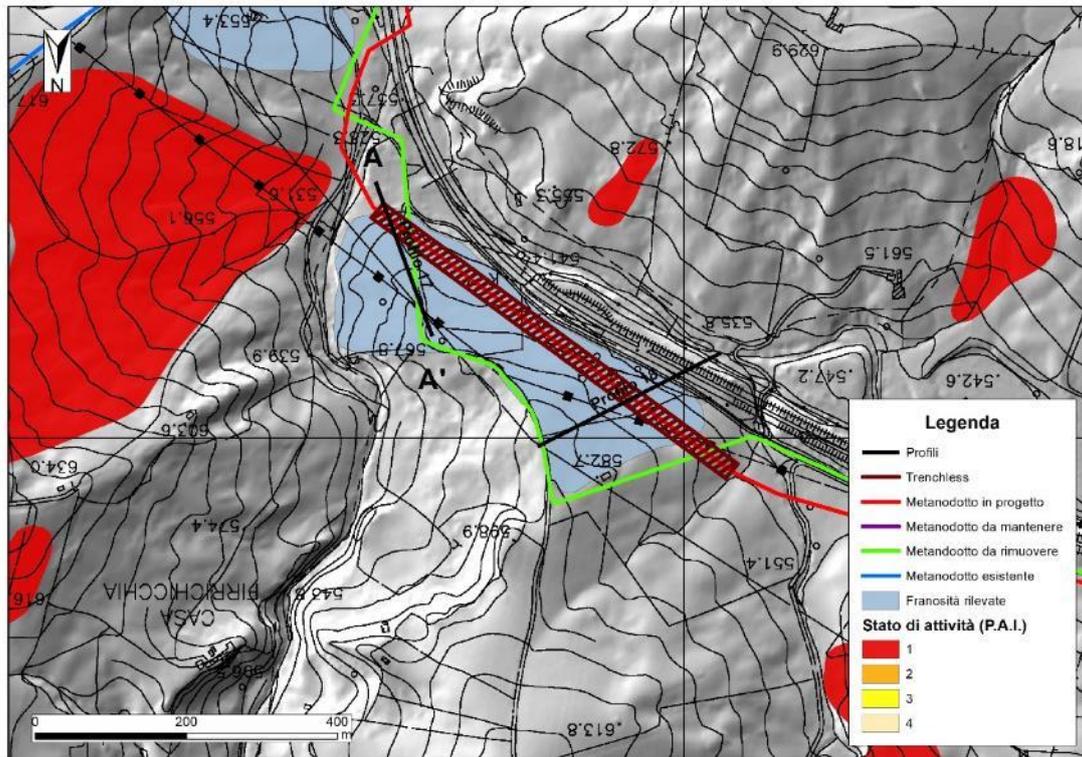


Fig. 6-76 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 12+685 a km 13+200; TR: da km 12+900 a km 13+345)

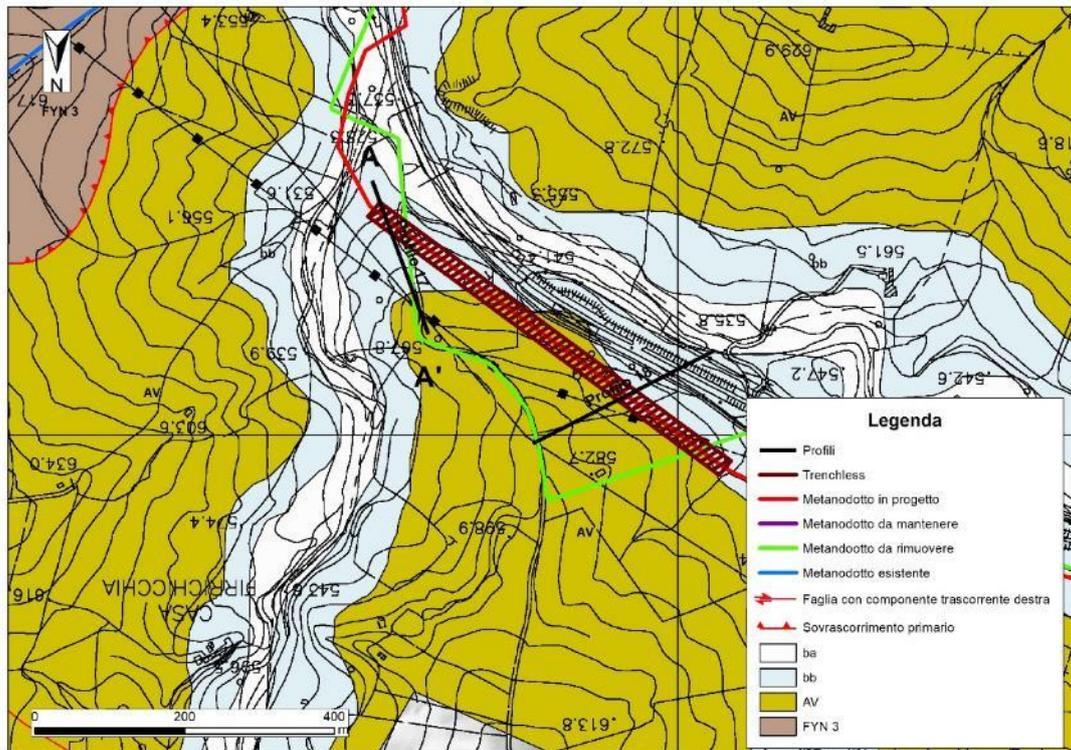


Fig. 6-77 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 139 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.20.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze della stessa e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1:** *Coltre/corpo di frana costituito argilla limo-sabbiosa*, fino alla profondità di circa 2-4 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** *Argille limose*

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte (sondaggio S54 + prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati S54, prova penetrometrica DPSH 21). La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 2-4 m)**
Peso di volume $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 21,1 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 16^\circ$
Coesione drenata $c' = 15 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 64,29 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 20,2 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,6 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 34 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 247,90 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 29)
- **Categoria Topografica T3** (pendenza del versante maggiore di 15°)

6.20.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,563)**;

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 140 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 1,098)**.

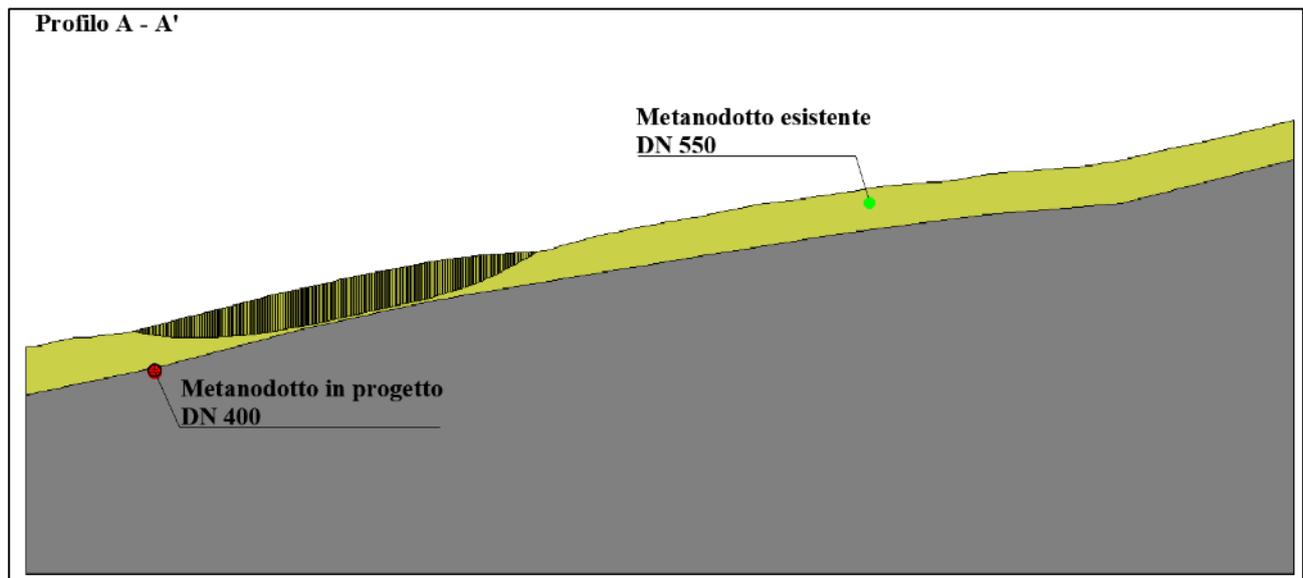


Fig. 6-78 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni di calcolo in Allegato 17 al presente documento.

6.20.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

I metanodotti in progetto ed in dismissione interferiscono con un fenomeno franoso cartografato durante la campagna di rilevamento come area soggetta a deformazione superficiale lenta.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area del corpo di frana (Fig. 6-79) rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 141 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

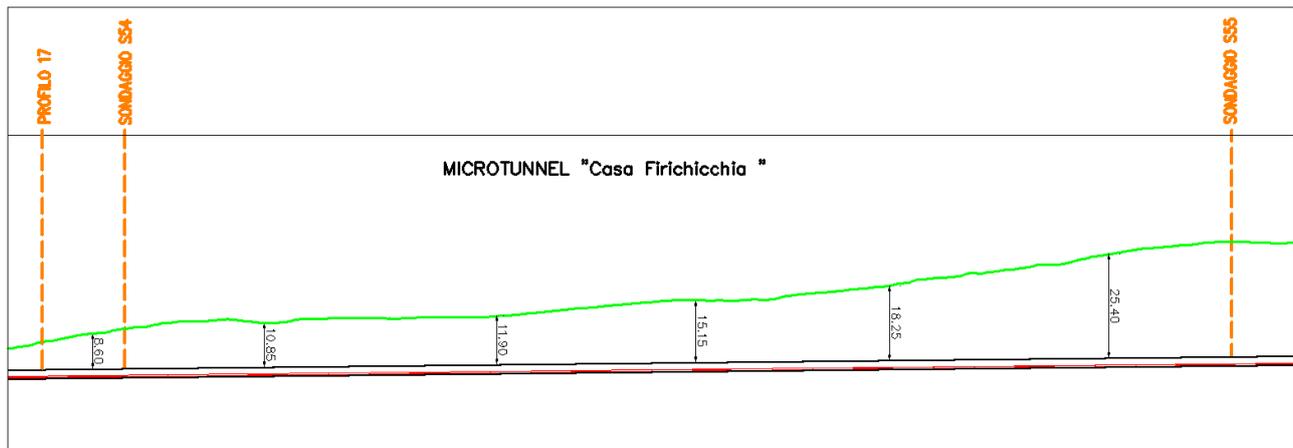


Fig. 6-79 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 142 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.21 ANALISI FRANA 19 - PROFILO 18 (*interferenza 15*)

6.21.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Polizzi Generosa, dove il metanodotto in progetto (intervento 4, v. PG-TP-100) e quello in dismissione (tratto 4, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area cartografata durante il rilevamento geologico-geomorfologico, rispettivamente nei tratti compresi il km 12+685 ed il km 13+200 e tra il km 12+900 e 13+345. Tale area è riconducibile ad una deformazione superficiale lenta (Fig. 6-80).

Nell'area in analisi la condotta attraversa alternativamente i depositi afferenti alla formazione delle Argille Variegata (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune e i depositi alluvionali del Vallone San Giorgio (Fig. 6-81). Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di metanodotto considerato ricade nel settore meridionale di un rilievo collinare il cui versante, digradante verso Sud, risulta caratterizzato da diversi solchi che nel tempo hanno portato alla formazione dei calanchi, morfologie tipicamente riscontrate nel territorio della Sicilia centro-settentrionale. La zona perimetrata ricade in tale area valliva, interferendo le due linee a quote comprese tra i 530 e i 560 m.s.l.m circa, in un settore in cui il versante mostra pendenze medio-alte, talvolta maggiori di 30°. L'azione morfogenetica esercitata dalle acque di scorrimento superficiale risulta evidente in tutto il settore. Gli impluvi diffusi nell'area limitrofa al metanodotto confluiscono tutti nel corso d'acqua principale, rappresentato dal Vallone S. Giorgio.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre i sedimenti alluvionali del corso d'acqua sopraccitato, sono caratterizzati da un certo grado di permeabilità. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame non rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 143 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

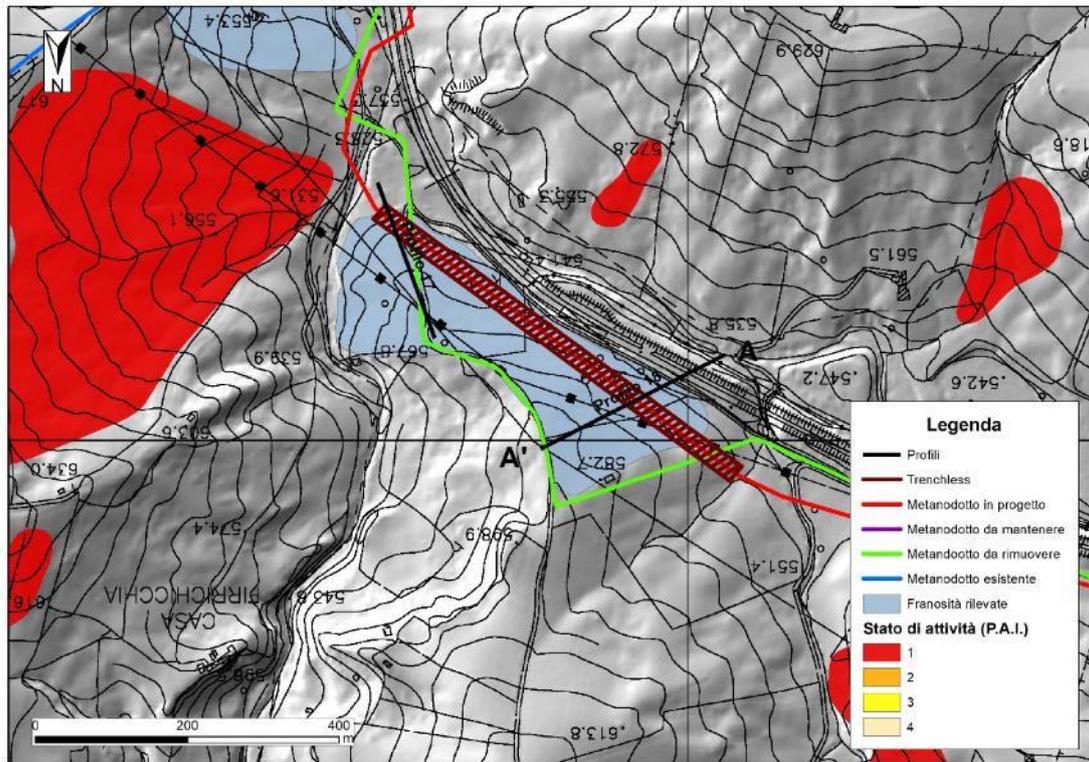


Fig. 6-80 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 12+685 a km 13+200; TR: da km 12+900 a 13+345)

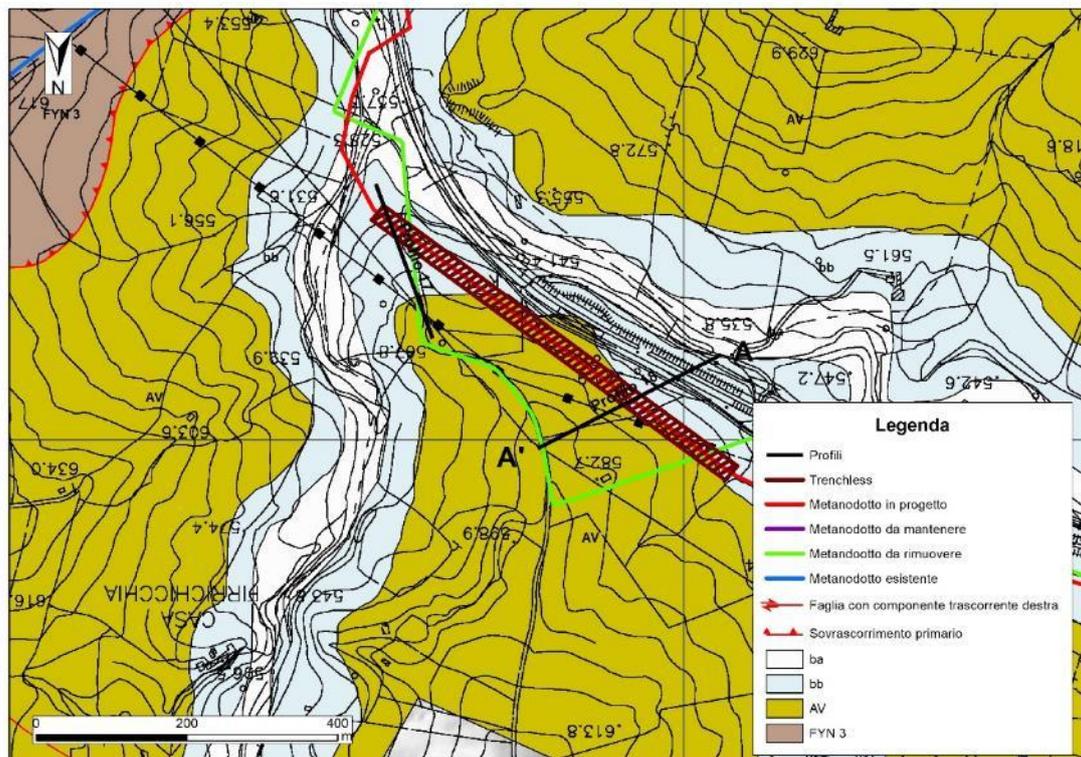


Fig. 6-81 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 144 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.21.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1:** Coltre/corpo di frana costituito da argilla limo-sabbiosa, fino alla profondità di circa 6 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** Argille limosa

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte (sondaggio S56 + prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati S56 e prova penetrometrica dinamica DPSH 22).

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 6 m)**
Peso di volume $\gamma = 19,7 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 16^\circ$
Coesione drenata $c' = 15 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 50 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,6 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 34 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 180,90 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 29)
- **Categoria Topografica T3** (pendenza del versante maggiore di 15°)

6.21.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 145 di 214	Rev.:	N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	
		00		

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, indicativamente fino alla profondità massima di 6 metri dal piano campagna (vedi Allegato 18 al presente documento), anche in assenza di falda acquifera (condizioni non drenate) non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2** (**Fs = 1,189**).

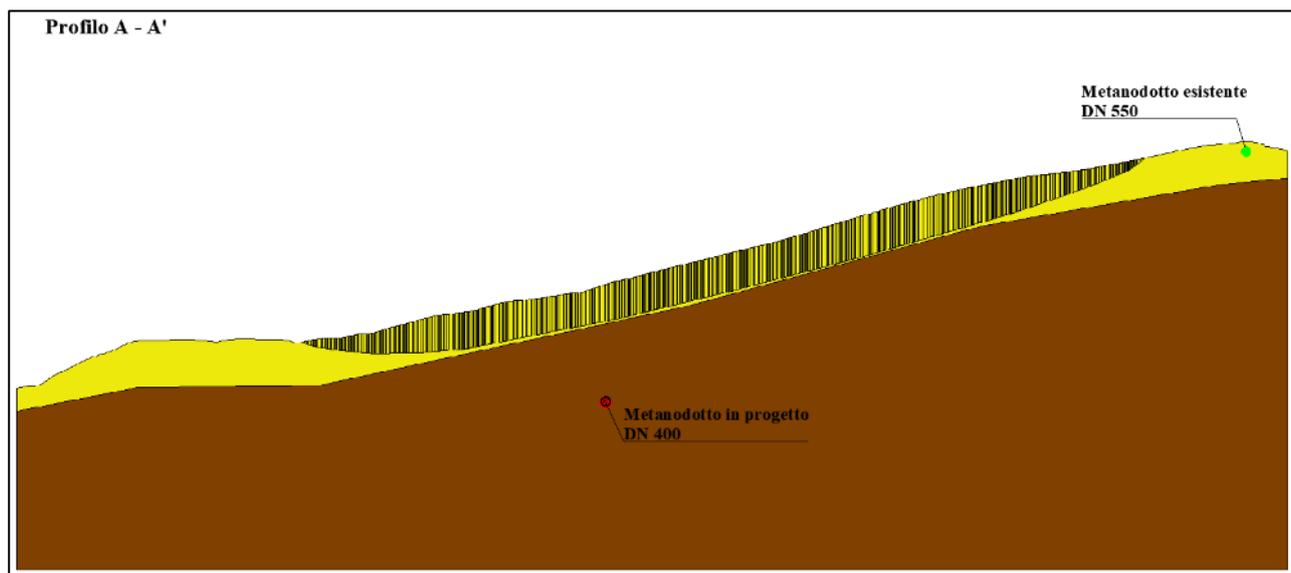


Fig. 6-82 – Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni di calcolo in Allegato 18 al presente documento.

6.21.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

I metanodotti in progetto ed in dismissione interferiscono con un fenomeno franoso cartografato durante la campagna di rilevamento come area soggetta a deformazione superficiale lenta.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologia trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area del corpo di frana (Fig. 6-83), rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 146 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

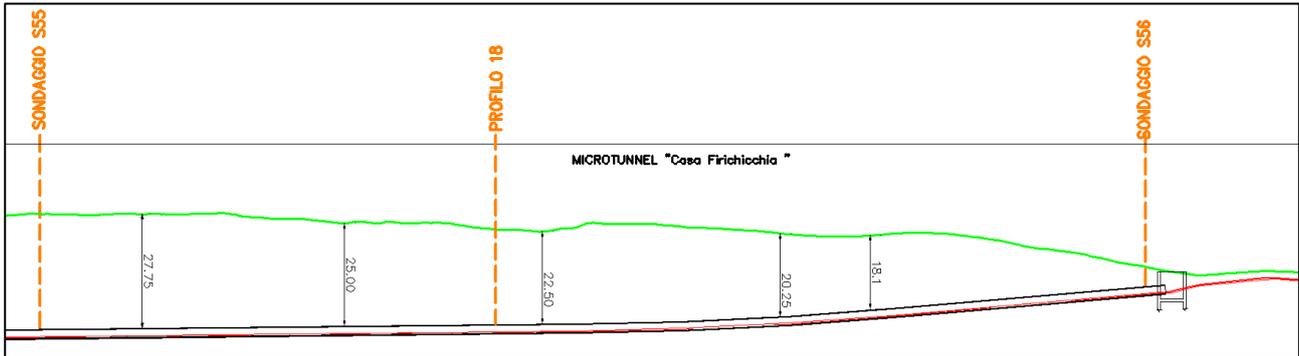


Fig. 6-83 – Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 147 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.22 ANALISI FRANA 20 - PROFILO 19

6.22.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Polizzi Generosa, dove il metanodotto in progetto (intervento 5, v. PG-TP-100) non interferisce direttamente con l'area cartografata durante la campagna di rilievo geologico-geomorfologico, la quale è riconducibile a dissesti conseguenti ad erosione accelerata (Fig. 6-84).

Nell'area in analisi affiorano i depositi alluvionali del Vallone Alberi (bb), i terreni afferenti al membro pelitico-argilloso della Formazione Terravecchia (TRVc, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), costituita da argille grigio-azzurre o brune, talora marnose, spesso siltose, con rare intercalazioni di sabbie e sabbie argillose e frequenti lenti di conglomerati ed inoltre affiorano le Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune e i depositi alluvionali del Vallone San Giorgio (Fig. 6-85).

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto in esame ricade nella zona di fondovalle dei corsi d'acqua che scorrono in questo settore, rappresentati dal citato Vallone S. Giorgio e dal Fosso S. Giuliano. In tale contesto l'opera da mettere in posa si sviluppa seguendo una direzione circa ONO, intersecando l'area in dissesto a quote comprese tra i 600 m s.l.m. circa, in un settore in cui il versante mostra pendenze blande, intorno a 15°. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale e sono rappresentati principalmente dal dilavamento e dall'appesantimento delle coltri superficiali. L'area a pericolosità da frana si estende, infatti, in un settore in cui il rilievo risulta fortemente modellato dall'azione denudazionale, essendo il versante meridionale della dorsale inciso da numerosi fossi pressochè rettilinei che scendono con andamento all'incirca N-S confluendo nel vallone. Tale corso d'acqua risulta bordare il rilievo lungo tutto il settore meridionale mostrando, in tale tratto, un andamento meandriforme.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre i depositi alluvionali presentano un certo grado di permeabilità. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame non rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 148 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

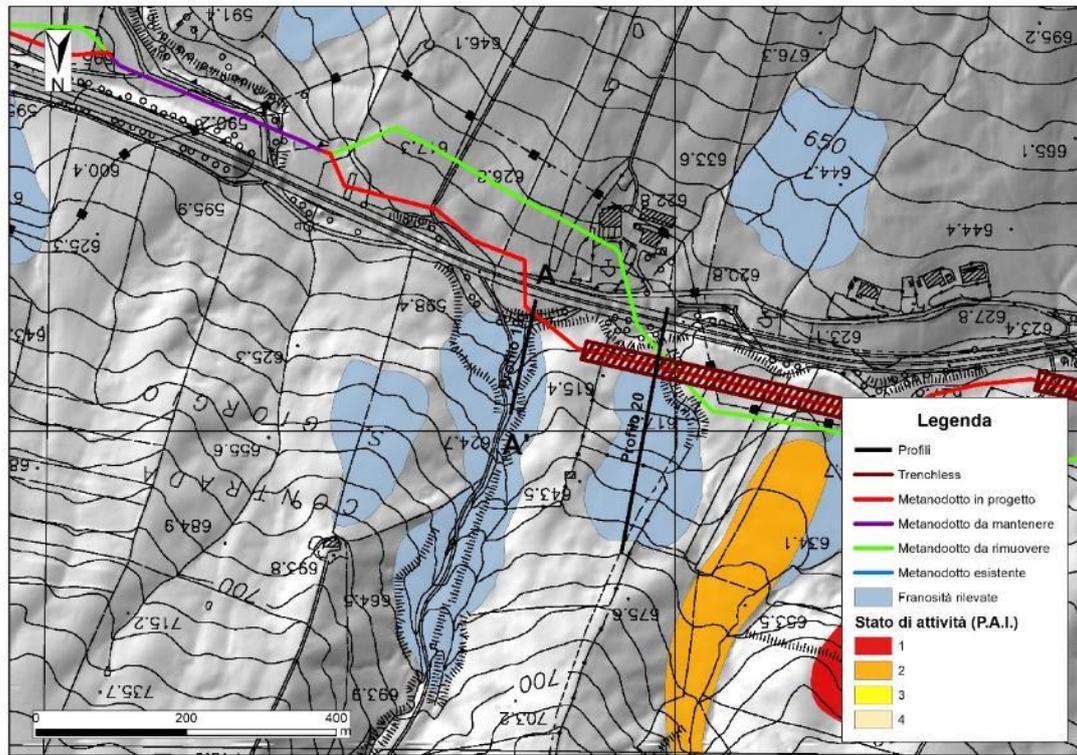


Fig. 6-84 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 0+260 a km 0+420)

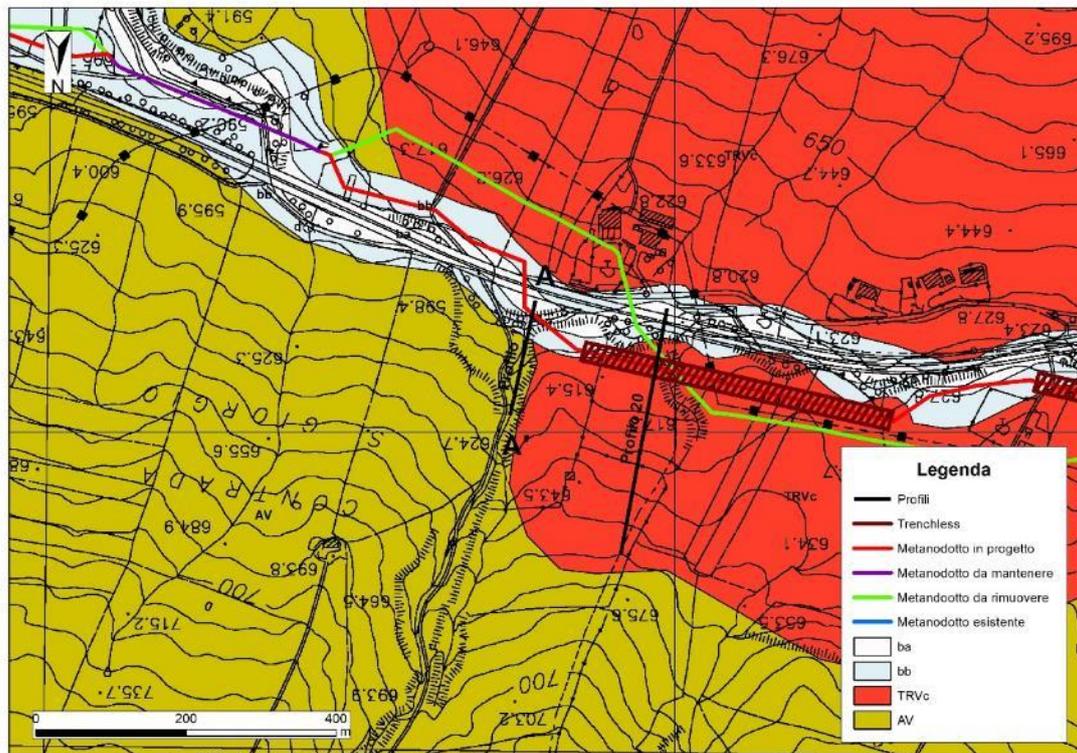


Fig. 6-85 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 149 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.22.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1:** *Coltre/corpo di frana argilla limo-sabbiosa con ghiaia*, fino alla profondità di circa 3-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** *Argille limose*

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, desunti dalla bibliografia disponibile, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S60 + prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S60 e prove penetrometriche dinamiche DPSH 23), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 15^\circ$
Coesione drenata $c' = 13 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 100,71 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 21 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 38 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 207,70 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 30)
- **Categoria Topografica T2** (pendenza del versante maggiore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 150 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.22.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,306)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 3-4 metri di profondità dal piano campagna, risulta essere instabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,807)**.



Fig. 6-86 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 19 al presente documento.

6.22.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, il metanodotto in progetto si trova in prossimità di un corpo di frana soggetto a fenomeni di erosione accelerata, cartografato durante le campagne di rilevamento geologico-geomorfologico.

Dalle verifiche di stabilità eseguite le uniche aree instabili sono quelle presenti nella porzione medio-alta del pendio (v. Fig. 6-86). Le superfici di scorrimento con $Fs < 1.2$ (instabili) in nessun caso interferiscono con i metanodotti in esame (vedi Allegato 19 al presente documento).

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 151 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

Per la posa del metanodotto, gli scavi verranno effettuati a settori, con mezzi leggeri e realizzando piste di lavoro, in modo da ridurre al minimo (ed in tempi molto ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta posata la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di posa non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 152 di 214	Rev.:		N° Documento Cliente: RE-CGSA-033

6.23 ANALISI FRANA 21 - PROFILO 20 (*interferenza 16*)

6.23.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Polizzi Generosa, dove il metanodotto in progetto (intervento 5, v. PG-TP-100) interferisce con l'area cartografata durante la campagna di rilievo geologico-geomorfologico, riconducibile a dissesti conseguenti ad erosione accelerata, nel tratto compreso tra il km 0+555 ed il km 0+605 (Fig. 6-87).

Nell'area in analisi affiorano i depositi alluvionali del Vallone Alberi (bb) e i terreni afferenti al membro pelitico-argilloso della Formazione Terravecchia (TRVc, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), costituita da argille grigio-azzurre o brune, talora marnose, spesso siltose, con rare intercalazioni di sabbie e sabbie argillose e frequenti lenti di conglomerati (Fig. 6-88).

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di opera in esame ricade nella zona di fondovalle dei corsi d'acqua che scorrono in questo settore, rappresentati dal citato Vallone S. Giorgio e dal Fosso S. Giuliano. In tale contesto l'opera da mettere in posa si sviluppa seguendo una direzione circa Ovest, intersecando l'area in dissesto a quote intorno a 600 s.l.m. circa, in un settore in cui il versante mostra pendenze blande, intorno a 15°. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale e sono rappresentati principalmente dal dilavamento e dall'appesantimento delle coltri superficiali. L'area a pericolosità da frana si estende, infatti, in un settore in cui il rilievo risulta fortemente modellato dall'azione denudazionale, essendo il versante meridionale della dorsale inciso da numerosi fossi all'incirca rettilinei che scendono con andamento pressochè N-S confluendo nel vallone. Tale corso d'acqua risulta bordare il rilievo lungo tutto il settore meridionale mostrando, in tale tratto, un andamento meandriforme.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre i depositi alluvionali presentano un certo grado di permeabilità. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame borda una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-89.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 153 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

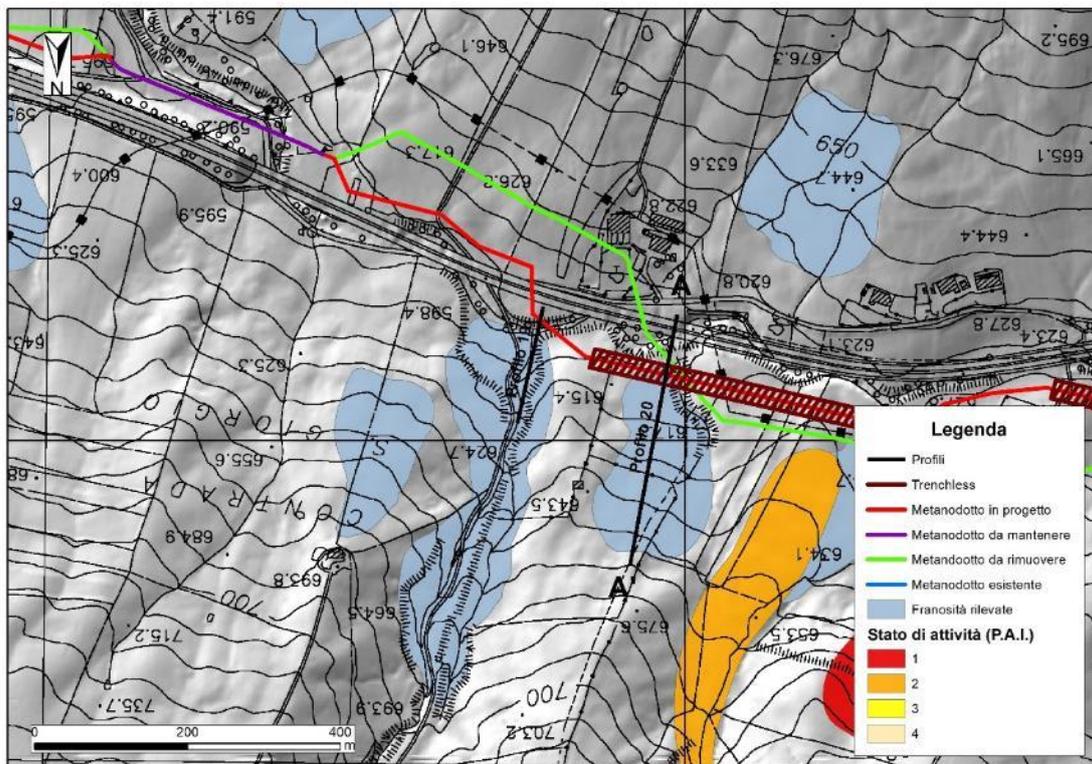


Fig. 6-87 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 0+555 a km 0+605)

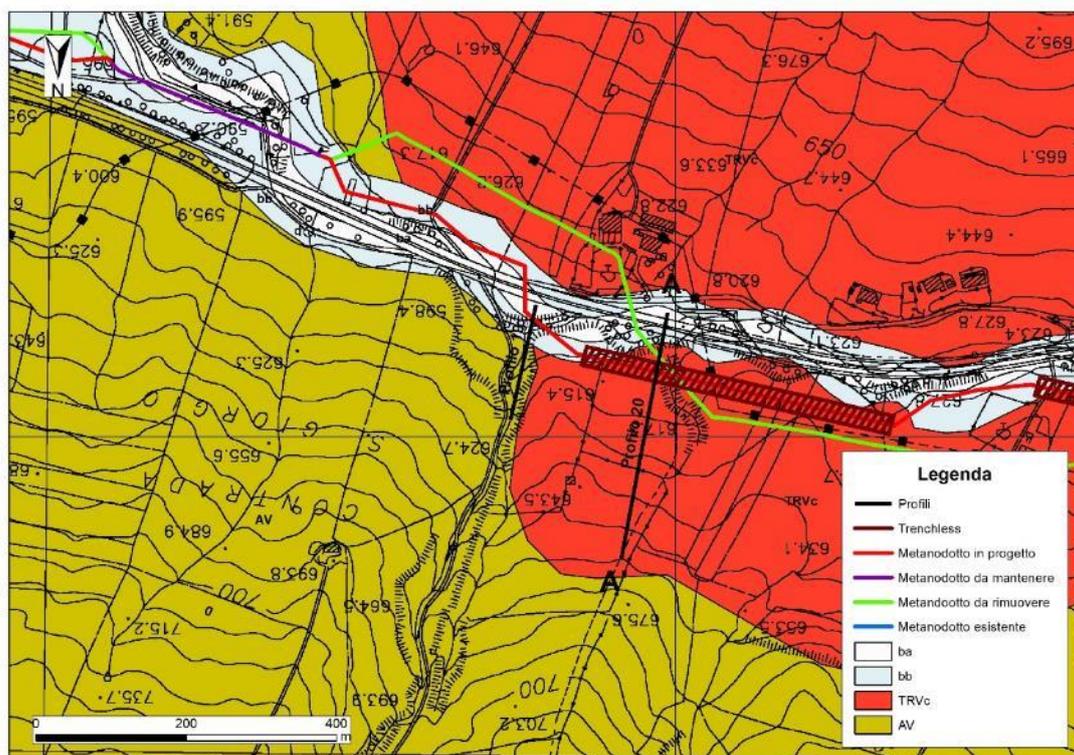


Fig. 6-88 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 154 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

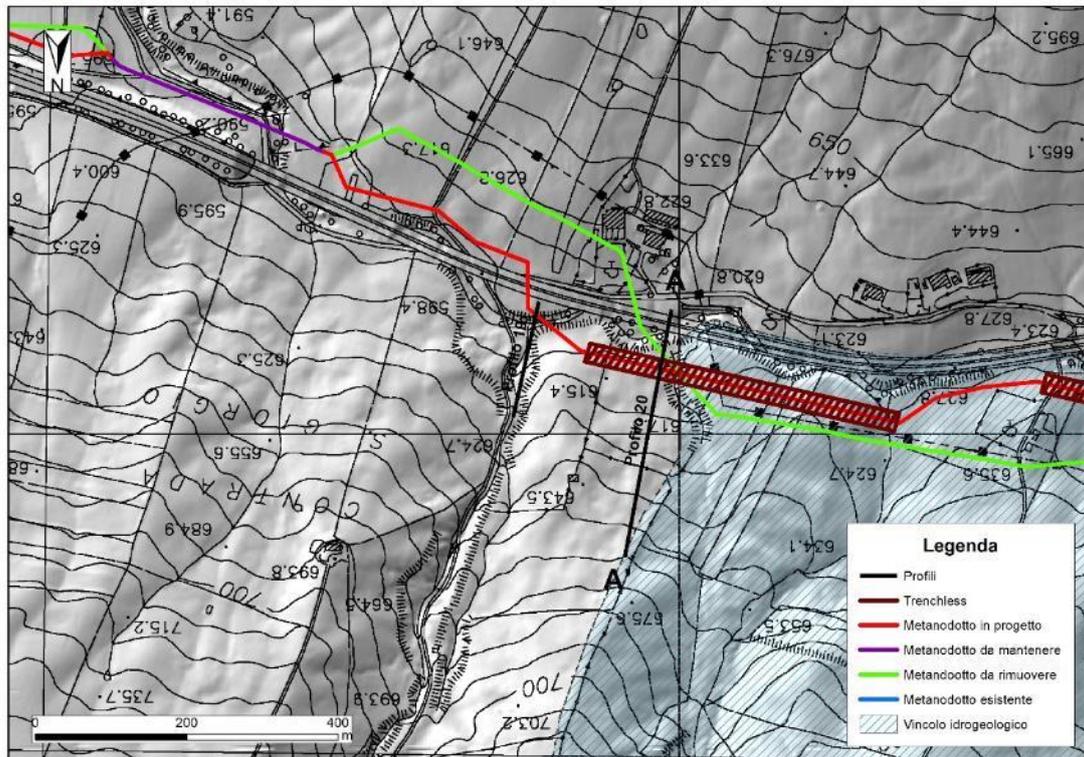


Fig. 6-89 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.23.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1**: *Coltre/corpo di frana argilla limo-sabbiosa con ghiaia*, fino alla profondità di circa 3-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: *Argille limose*

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, desunti dalla bibliografia disponibile, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S60 + prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S60 e prove penetrometriche dinamiche DPSH 23), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 155 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 15^\circ$
Coesione drenata $c' = 13 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 100,71 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 21 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 38 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 207,70 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 30)
- **Categoria Topografica T2** (pendenza del versante maggiore di 15°)

6.23.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita nel settore con maggiori criticità, corrispondente al tratto di versante più acclive e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,234)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 3-4 metri di profondità dal piano campagna, risulta essere instabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,768)**.

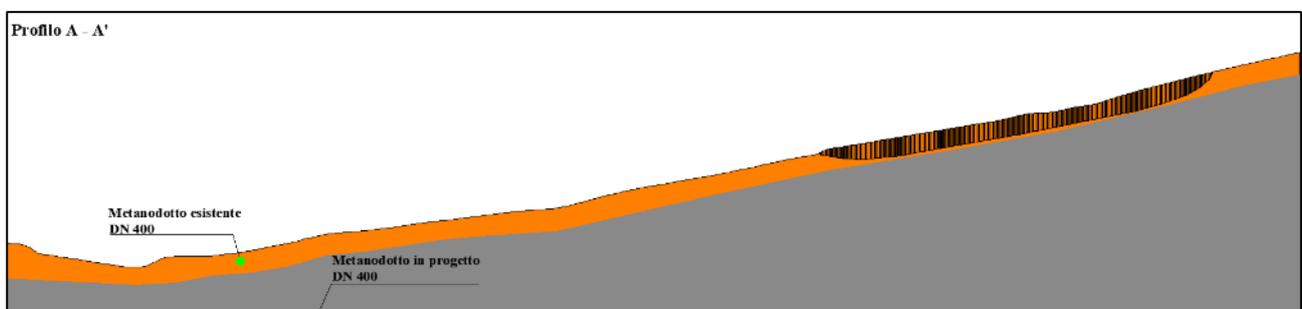


Fig. 6-90 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 20 al presente documento.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 156 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.23.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, il metanodotto in progetto si trova al piede di un corpo di frana in un'area soggetta a fenomeni di erosione accelerata, cartografato in fase di rilevamento. Il metanodotto in progetto sarà reso compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto è previsto l'attraversamento mediante tecnologia TOC, che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Il procedimento seguito con questa tecnica consta di tre fasi:

- **Realizzazione del foro pilota:**
Consiste nella realizzazione di un foro di piccolo diametro lungo un profilo prestabilito. La capacità direzionale è garantita da un'asta di perforazione tubolare dotata, in prossimità della testa, di un piano asimmetrico noto come "scarpa direzionale" e contenente al suo interno una sonda in grado di determinare in ogni momento la posizione della testa di perforazione.
- **Alesatura del foro:**
il foro pilota è allargato fino a un diametro tale da permettere l'alloggiamento della tubazione. L'alesatore viene fatto ruotare e contemporaneamente tirare dal rig di perforazione.
- **Tiro – posa della condotta:** la tubazione viene varata all'interno del foro, mediante tiro della stessa attraverso le apposite aste, fino al rig.

Al termine dei lavori di cantiere, le postazioni vengono demolite e tutte le aree di lavoro vengono ripristinate allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto del corpo di frana (Fig. 6-91), rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

In particolare, il metanodotto in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità massima di circa 21 m e minima di circa 18 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana presente nella zona.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 157 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

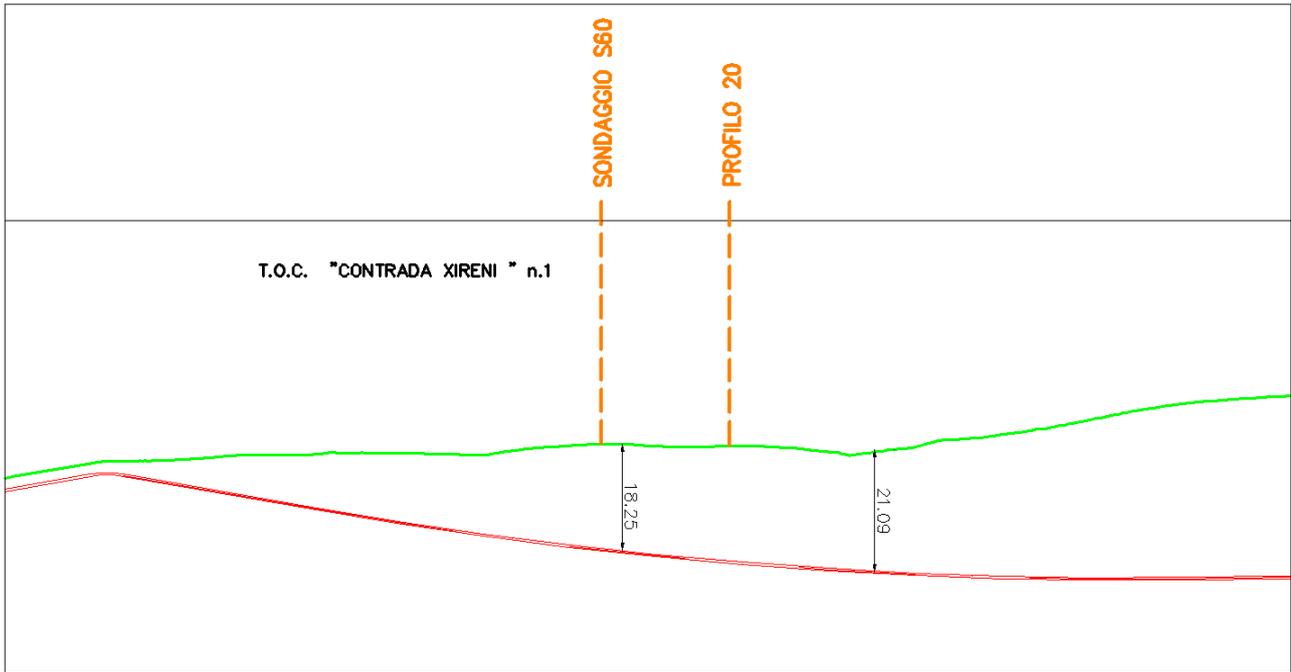


Fig. 6-91 – Sezione TOC (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 158 di 214	Rev.:		N° Documento Cliente: RE-CGSA-033

6.24 ANALISI FRANA 22 (*interferenza 17*)

6.24.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Polizzi Generosa, dove il metanodotto in progetto (intervento 5, v. PG-TP-100) non interferisce direttamente con l'area cartografata durante la campagna di rilievo geologico-geomorfologico, assimilabile ad una deformazione superficiale lenta, che rappresenta il piede di un'area P.A.I. censita come un colamento rapido inattivo, a pericolosità elevata (P3). Il metanodotto da dismettere (tratto 5, v. PG-TP-300) lambisce l'area rilevata in campo dalla progressiva km 0+870 alla km 0+930 (Fig. 6-92).

Nell'area in analisi affiorano i depositi alluvionali del Vallone Alberi (bb) e i terreni afferenti al membro pelitico-argilloso della Formazione Terravecchia (TRVc, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), costituita da argille grigio-azzurre o brune, talora marnose, spesso siltose, con rare intercalazioni di sabbie e sabbie argillose e frequenti lenti di conglomerati (Fig. 6-93).

Dal punto di vista geomorfologico, il sito in esame ricade nella zona di fondovalle dei corsi d'acqua che scorrono in questo settore, rappresentati dal citato Vallone S. Giorgio e dal Fosso S. Giuliano. In tale contesto le due linee si sviluppano seguendo una direzione circa Ovest, in corrispondenza dell'area in dissesto, interferendo con quest'ultima a quote che si attestano intorno a 600 m s.l.m. circa, in un settore in cui il versante mostra pendenze blande, intorno a 15°. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale e sono rappresentati principalmente dal dilavamento e dall'appesantimento delle coltri superficiali. L'area a pericolosità da frana si estende, infatti, in un settore in cui il rilievo risulta fortemente modellato dall'azione denudazionale, essendo il versante meridionale della dorsale inciso da numerosi fossi all'incirca rettilinei che scendono con andamento pressochè N-S confluendo nel vallone. Tale corso d'acqua risulta bordare il rilievo lungo tutto il settore meridionale mostrando, in tale tratto, un andamento meandriforme.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre i depositi alluvionali presentano un certo grado di permeabilità. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame borda una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-94.

La riattivazione dei fenomeni gravitativi, a seguito di eventi meteorici, comporterebbe un trasporto del materiale rimaneggiato a valle e quindi l'aumento nell'area di deposito del terreno di copertura al di sopra del metanodotto da dismettere; per quanto concerne il metanodotto in progetto, è prevista la posa in sotterraneo mediante metodologia trenchless (T.O.C.), al di sotto delle superfici di scivolamento, pertanto la protezione della condotta è assicurata nel lungo termine.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

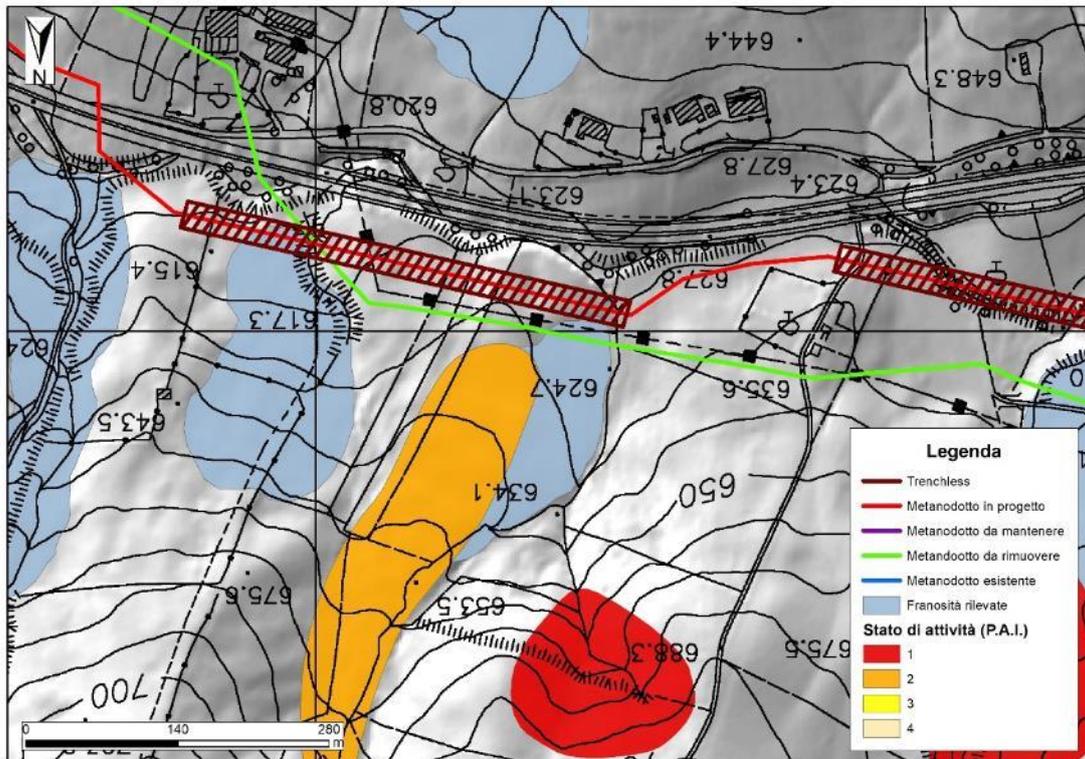


Fig. 6-92 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 0+555 a km 0+605)

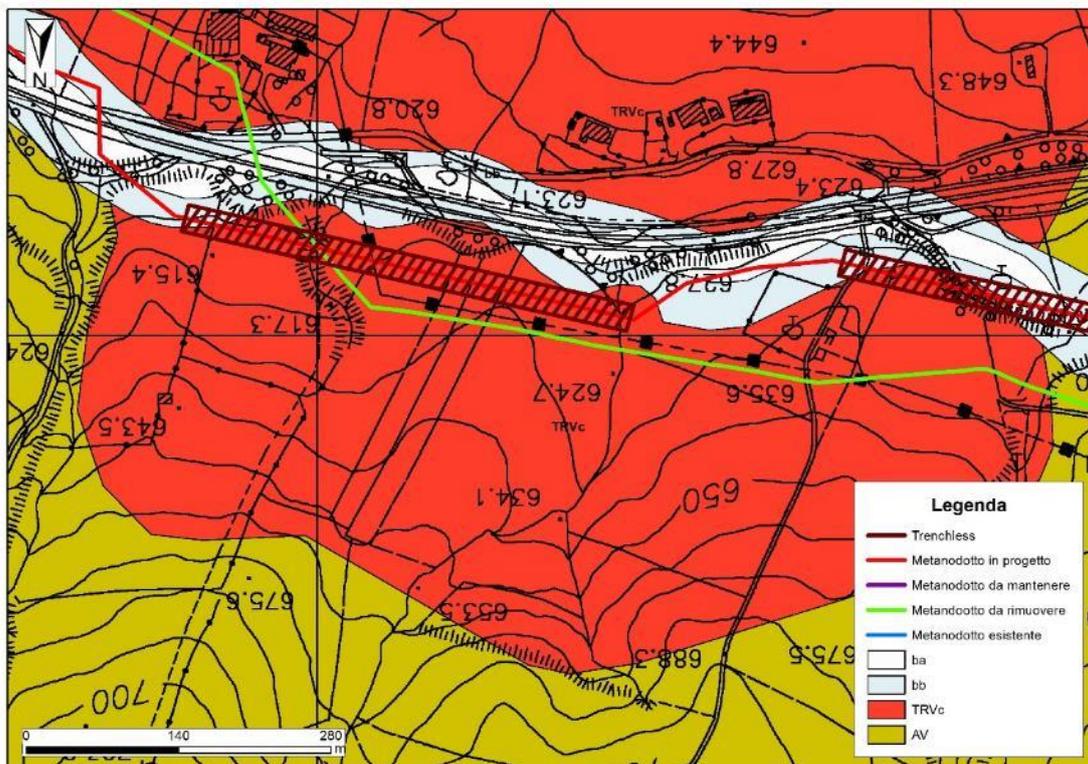


Fig. 6-93 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 160 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

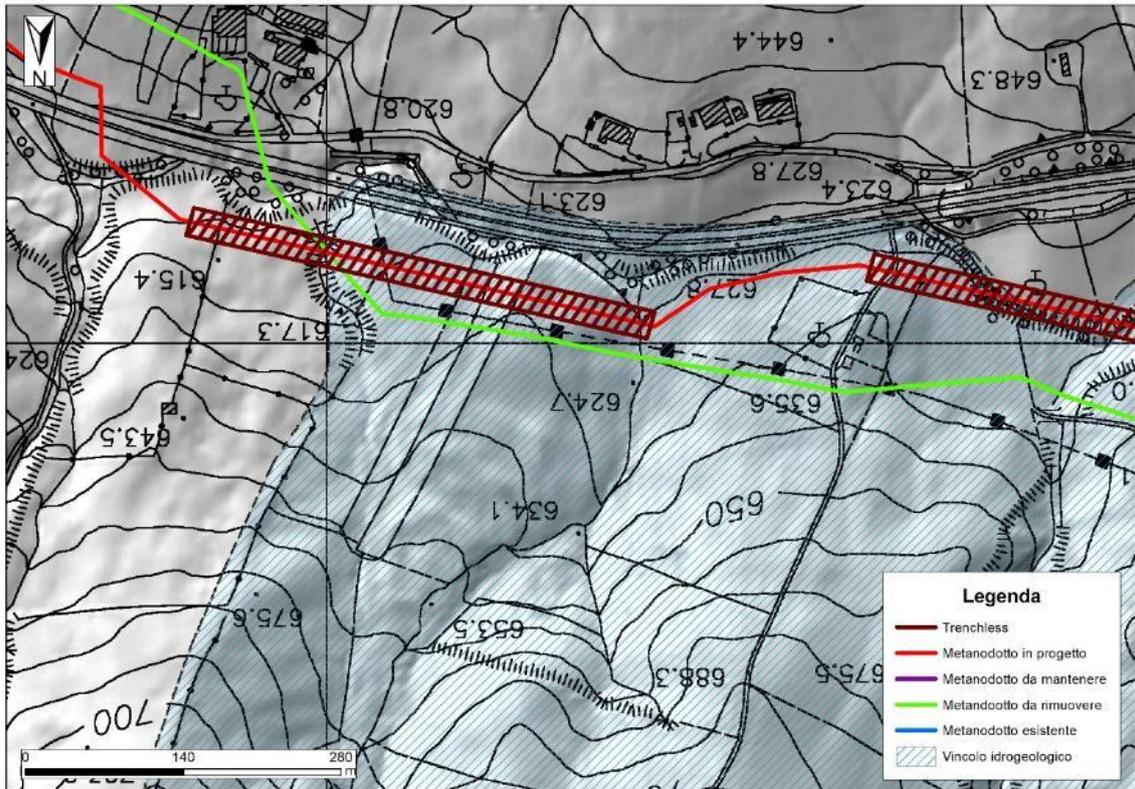


Fig. 6-94 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 161 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.25 ANALISI FRANA 23 - PROFILO 21 (*interferenza 18*)

6.25.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Castellana Sicula, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 5, v. PG-TP-100) e quello da dismettere (tratto 5, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area cartografata durante la campagna di rilievo geologico-geomorfologico, assimilabile ad erosione accelerata, rispettivamente nel tratto compreso tra le progressive km 1+340 e 1+500 e tra la km 1+380 e 1+465 (Fig. 6-95).

Nell'area in analisi affiorano i depositi alluvionali del Vallone Xireni (bb) e i terreni afferenti alle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune e i depositi alluvionali del Vallone San Giorgio (Fig. 6-96).

Dal punto di vista geomorfologico, le due linee ricadono nella zona di impluvio del corso d'acqua che borda questo settore, rappresentato dal citato Vallone Xireni. In tale contesto l'opera da mettere in posa e la linea da dismettere si sviluppano in direzione circa ONO, intersecando l'area in dissesto a quote comprese tra i 620 e i 630 m s.l.m. circa, in un settore in cui il versante mostra pendenze blande, intorno a 15°-30°. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale e sono rappresentati principalmente dal dilavamento e dall'appesantimento delle coltri superficiali. L'area a pericolosità da frana si estende, infatti, in un settore in cui il rilievo risulta fortemente modellato dall'azione denudazionale, essendo tutta la zona collinare solcata da numerosi fossi all'incirca rettilinei che scendono con andamento pressoché N-S confluendo nel vallone. Tale corso d'acqua risulta bordare il rilievo lungo tutto il settore meridionale mostrando, in tale tratto, un andamento meandriforme.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre i depositi alluvionali presentano un certo grado di permeabilità. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-97.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 162 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

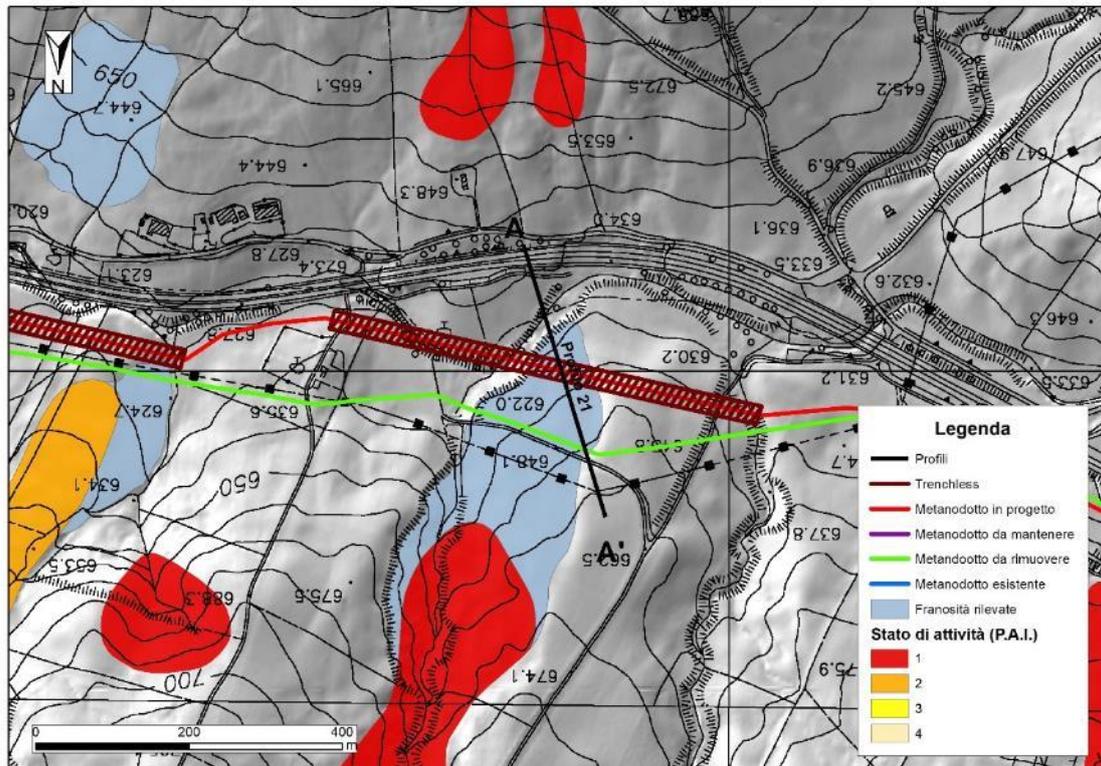


Fig. 6-95 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 1+340 a km 1+500; TR: da km 1+380 a km 1+465)

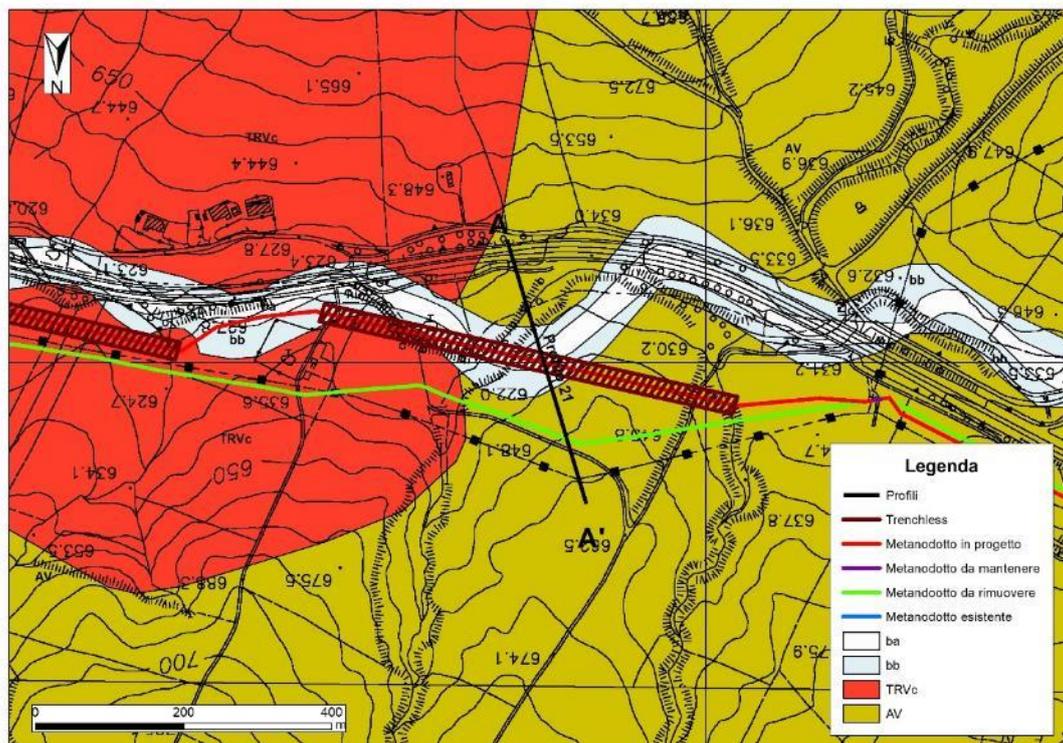


Fig. 6-96 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

163 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

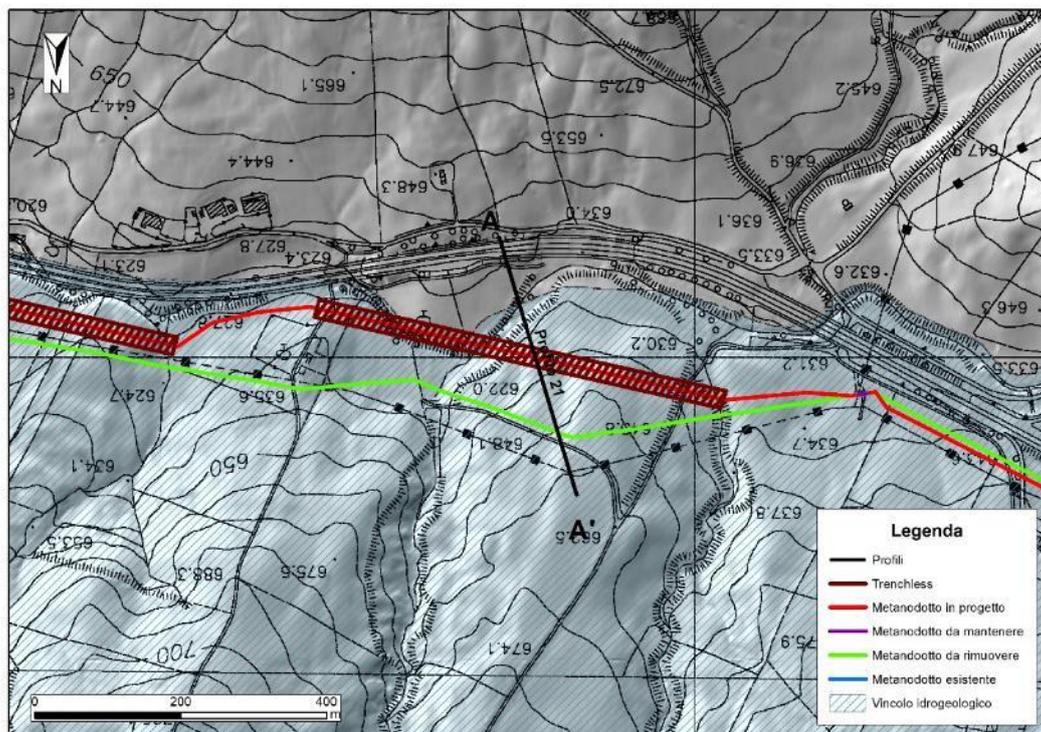


Fig. 6-97 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.25.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1**: Coltre/corpo di frana argilla limo-sabbiosa con ghiaia, fino alla profondità di circa 3-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: Argilla sabbiosa

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio, di seguito riportati, sono stati desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, desunti dalla bibliografia disponibile, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S63 e prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S63 + prove penetrometriche dinamiche DPSH 26), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 164 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 17,6 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,4 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 15^\circ$
Coesione drenata $c' = 6 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 24,80 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,2 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 23^\circ$
Coesione drenata $c' = 26 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 80,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 30)
- **Categoria Topografica T2** (pendenza del versante maggiore di 15°)

6.25.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita sulla sezione più cautelativa del pendio in esame, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità ante-operam sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,426)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 3-4 m dal p.c., non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,793)**.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 165 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

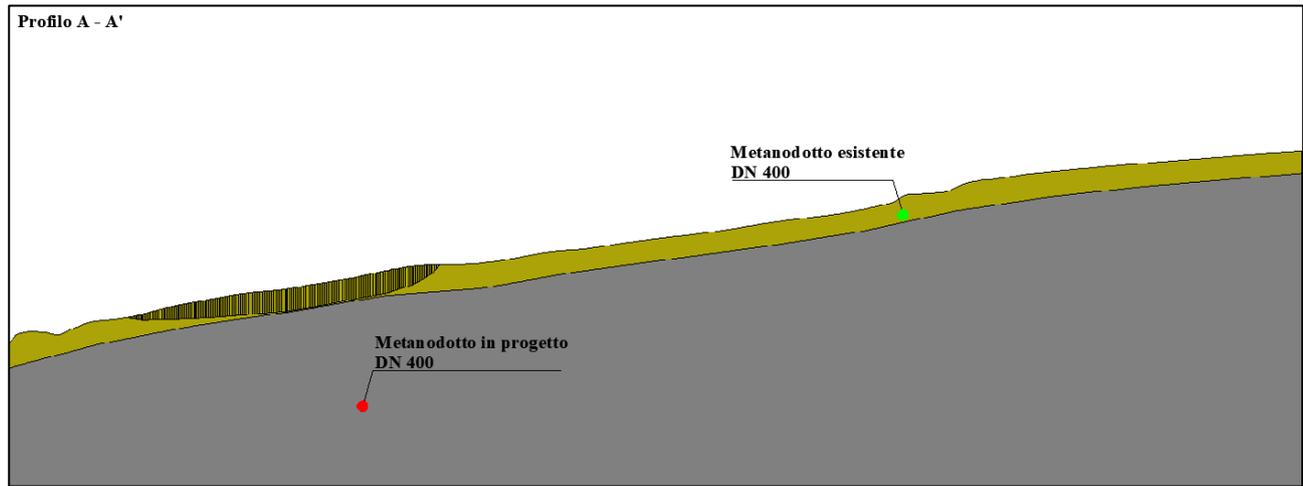


Fig. 6-98 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni di calcolo in Allegato 21 al presente documento.

6.25.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, il metanodotto in progetto si trova in prossimità del piede di un corpo di frana in un'area soggetta a fenomeni di erosione accelerata, cartografata in fase di rilevamento.

Il metanodotto in progetto sarà reso compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto è previsto l'attraversamento mediante tecnologia TOC, che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

Il procedimento seguito con questa tecnica consta di tre fasi:

- **Realizzazione del foro pilota:**
Consiste nella realizzazione di un foro di piccolo diametro lungo un profilo prestabilito. La capacità direzionale è garantita da un'asta di perforazione tubolare dotata, in prossimità della testa, di un piano asimmetrico noto come "scarpa direzionale" e contenente al suo interno una sonda in grado di determinare in ogni momento la posizione della testa di perforazione.
- **Alesatura del foro:**
il foro pilota è allargato fino a un diametro tale da permettere l'alloggiamento della tubazione. L'alesatore viene fatto ruotare e contemporaneamente tirare dal rig di perforazione.
- **Tiro – posa della condotta:** la tubazione viene varata all'interno del foro, mediante tiro della stessa attraverso le apposite aste, fino al rig.

Al termine dei lavori di cantiere, le postazioni vengono demolite e tutte le aree di lavoro vengono ripristinate allo stato originale.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 166 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto del corpo di frana (Fig. 6-99), rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

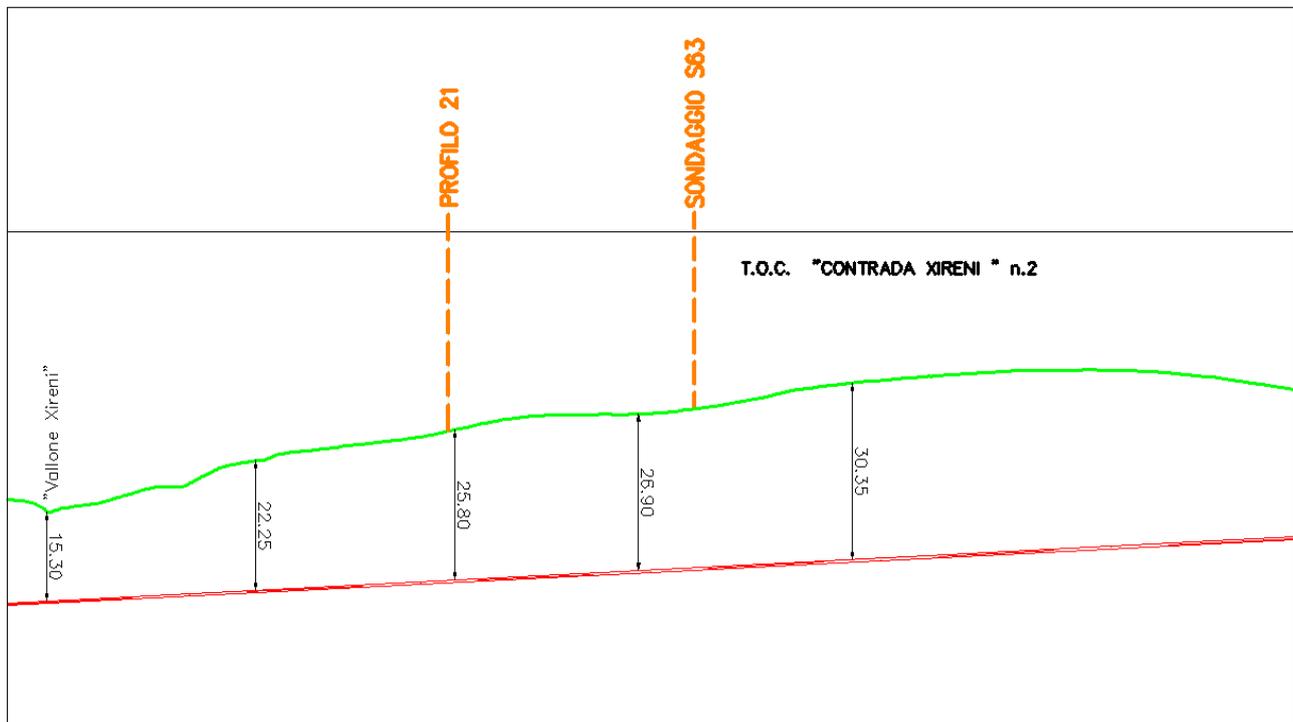


Fig. 6-99 – Sezione TOC (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 167 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.26 ANALISI FRANA 24 - PROFILO 22 (*interferenza 19*)

6.26.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Polizzi Generosa, in provincia di Palermo, dove il tracciato in progetto (intervento 6, v. PG-TP-100) non interferisce direttamente con l'area censita dal P.A.I., localizzata a valle del metanodotto, classificata come un'area a pericolosità media (P2) e caratterizzata da deformazioni superficiali lente (Fig. 6-100). Contrariamente, il metanodotto da dismettere (tratto 6, v. PG-TP-300) lambisce tale dissesto nel tratto compreso tra le progressive km 1+740 e 1+745 e tra il km 1+810 e il km 1+845. Pertanto, a causa delle condizioni morfologiche del sito, la verifica di stabilità è stata eseguita a scopi cautelativi nel lato del versante interessato dal dissesto e i cui movimenti nel tempo potrebbero compromettere la sicurezza del metanodotto.

Geologicamente, nell'area affiorano in parte i depositi afferenti alle Argille Variegate (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica e intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune ed in parte il membro pelitico-argilloso della formazione Terravecchia (TRVc, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), costituita da argille grigio-azzurre o brune, talora marnose, spesso siltose, con rare intercalazioni di sabbie e sabbie argillose e frequenti lenti di conglomerati (Fig. 6-101).

Dal punto di vista geomorfologico, l'opera è posta sulla cresta di un rilievo collinare, che si allunga in direzione SSE-NNO e presenta morfologie blande e dolci; la condotta in progetto è posta ad una distanza < a 10 m rispetto al dissesto censito; tale lato del versante presenta pendenze basse comprese tra i 5° e i 15° con quote comprese tra i 760 e i 670 m s.l.m. Il piede della frana lambisce l'area sottesa dal Vallone Gangitano. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità generalmente basse, pertanto, nell'area in frana non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame non rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

168 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

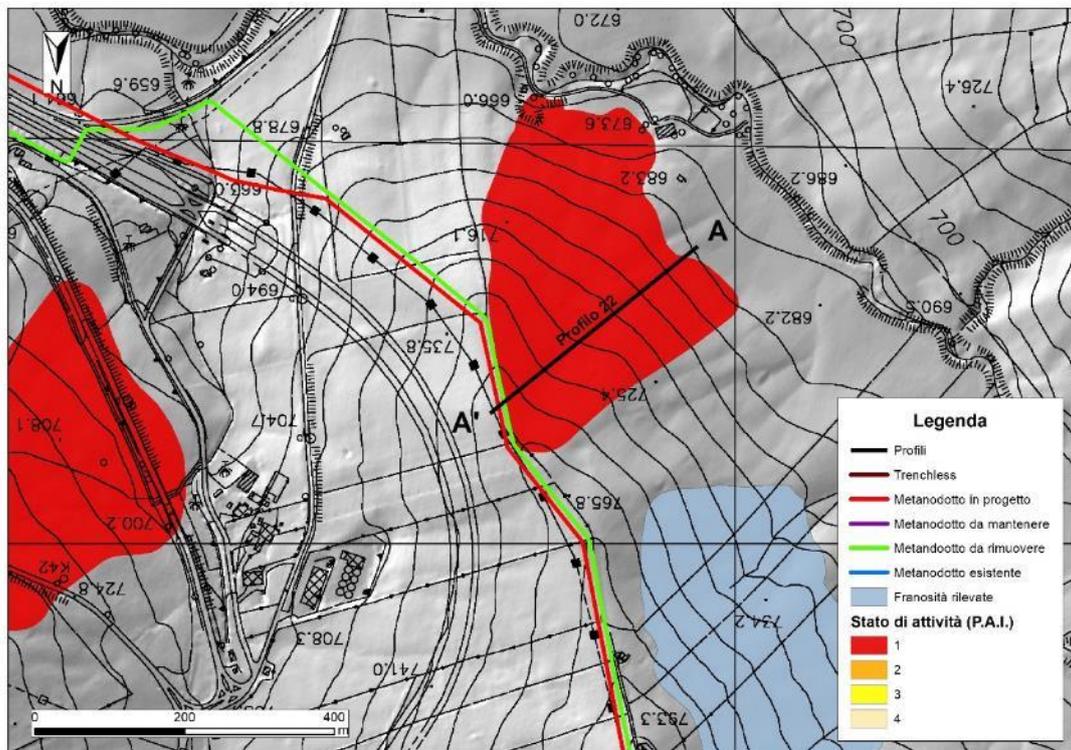


Fig. 6-100 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. (TR: da km 1+740 a 1+745 e da km 1+810 a 1+845) e delle fransità rilevate

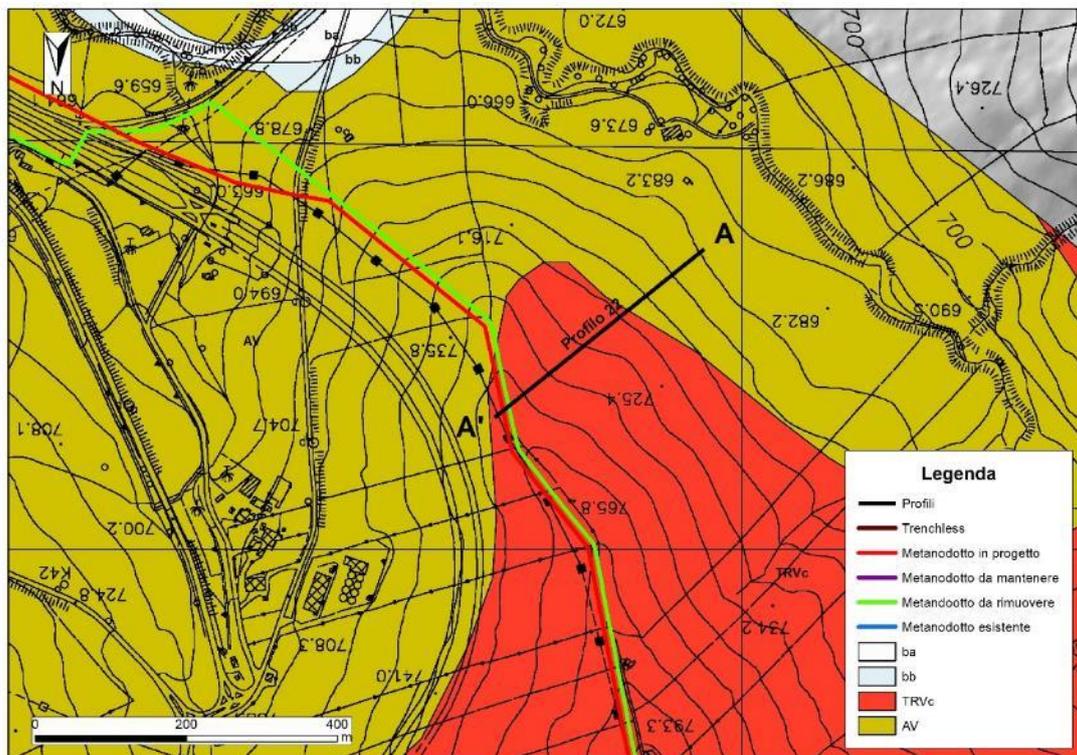


Fig. 6-101 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 169 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.26.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è basato sul modello di un pendio con 3 strati, ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1:** *Coltre/corpo di frana argilla limo-sabbiosa con ghiaia*, fino alla profondità di circa 2 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** *Argille sabbiose*
- **Orizzonte 3:** *Argille limose*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (prova penetrometrica DPSH29) e dalle indagini più vicine eseguite sugli stessi tipi di terreno (Sondaggio S66+ prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S66), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame in stato attivo ($F_s < 1$), per il primo orizzonte stratigrafico è stata eseguita una back-analisi, al fine di determinare i parametri geotecnici.

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

- **Orizzonte 1 (spessore circa 2 m)**
Peso di volume $\gamma = 18,3 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,6 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 15^\circ$
Coesione drenata $c' = 4 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 45,01 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,3 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 26^\circ$
Coesione drenata $c' = 31 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 87,00 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 3**
Peso di volume $\gamma = 20,3 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 22^\circ$
Coesione drenata $c' = 38 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata = $C_u = 368,50 \text{ kPa}$

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 170 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 31)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.26.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,225)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 2 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,72)**.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni di calcolo in Allegato 22 al presente documento.

6.26.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto non interferisce con un'area a pericolosità da frana media (P2) censita dal P.A.I. come un'area soggetta a movimento di tipo soliflusso. Ciò nonostante, in virtù della brevissima distanza (<10) tra l'opera in progetto e il dissesto censito si è proceduto con l'esecuzione della verifica di stabilità nel settore di versante interessato dalla frana, poiché tale distanza potrebbe essere coperta dall'innescò del movimento, il quale potrebbe compromettere nel lungo termine la sicurezza della condotta (Fig. 6-102).

Il metanodotto in progetto risulta essere compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto è prevista l'esecuzione di un dreno sotto condotta, con piano di posa al di sotto della superficie di scorrimento, che ha lo scopo di evitare che si possa verificare la saturazione del corpo di frana nell'intorno significativo dell'opera in progetto.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 171 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

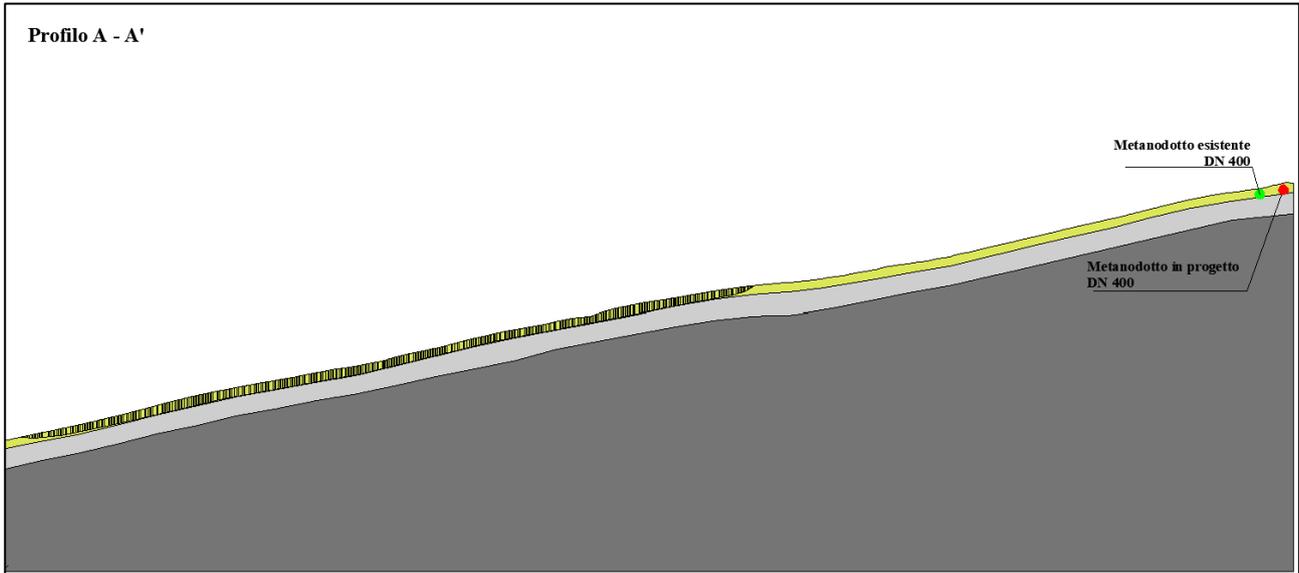


Fig. 6-102 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 172 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.27 ANALISI FRANA 25 - PROFILO 23

6.27.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Caltavuturo e di Polizzi Generosa, dove il metanodotto progetto (intervento 8, v. PG-TP-100) e quello da dismettere (tratto 8, v. PG-TP-300) non interferiscono con l'area cartografata durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, ma a causa delle condizioni morfologiche, a scopo cautelativo, si è proceduto con l'esecuzione della verifica di stabilità nella porzione di versante soggetta a dissesto. Quest'ultimo è riconducibile, sulla base del rilevamento geologico-geomorfologico svolto, ad un movimento di deformazione superficiale lenta (Fig. 6-103).

Nell'area in esame affiorano terreni riconducibili ai membri pelitico-argilloso e conglomeratico della formazione Terravecchia (TRVc, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), rispettivamente costituiti da argille grigio-azzurre o brune, talora marnose, spesso siltose, con rare intercalazioni di sabbie e sabbie argillose e frequenti lenti di conglomerati e da conglomerati rossastri a clasti eterometrici costituiti in prevalenza da arenarie del Flysch Numidico e da calcari mesozoici (Fig. 6-104). Dal punto di vista geomorfologico, il dissesto rilevato è localizzato a valle del metanodotto, quest'ultimo infatti si pone sulla cresta di un colle la cui vetta raggiunge circa 825 m s.l.m. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale e sono rappresentati principalmente dal dilavamento e dall'appesantimento delle coltri superficiali. I fossi presenti lungo il lato meridionale del versante, solcano lo stesso confluendo nel Vallone Gangitano. Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Le litologie prevalentemente argillose sono caratterizzate da un grado di permeabilità molto basso, mentre la litofacies conglomeratica presenta un certo grado di permeabilità laddove le condizioni strutturali e tessiturali fanno sì che tali depositi possano essere sede di falde acquifere locali. Pertanto, nell'area in frana non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-105.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 173 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

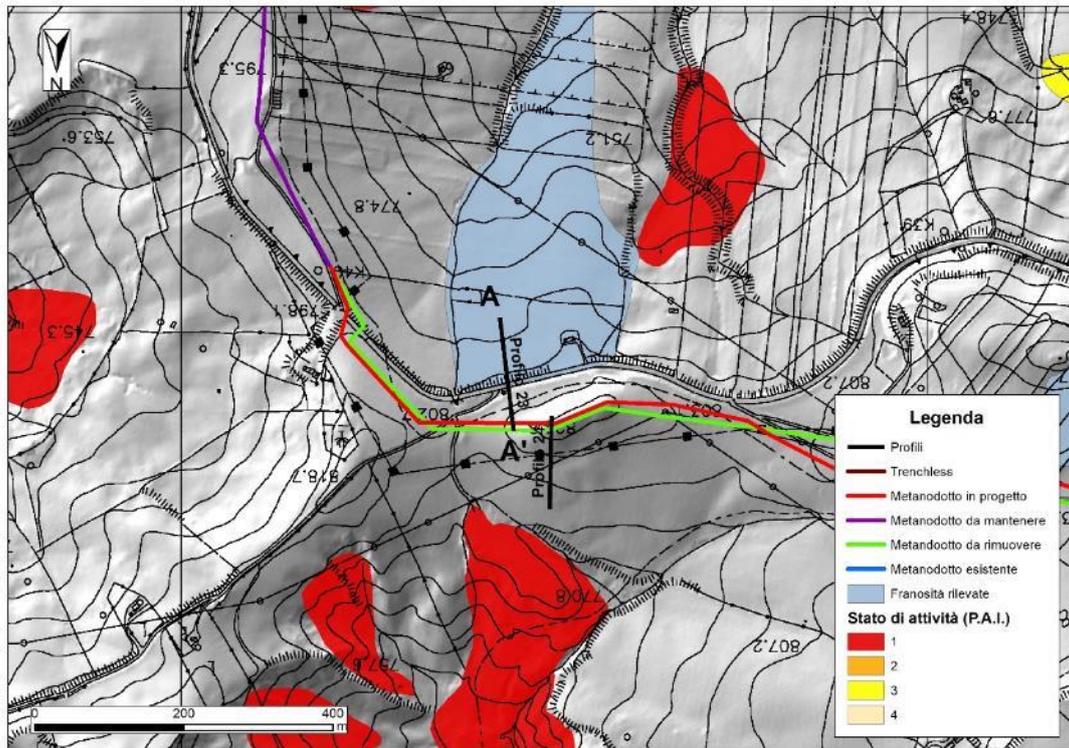


Fig. 6-103 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 0+310 a km 0+580)

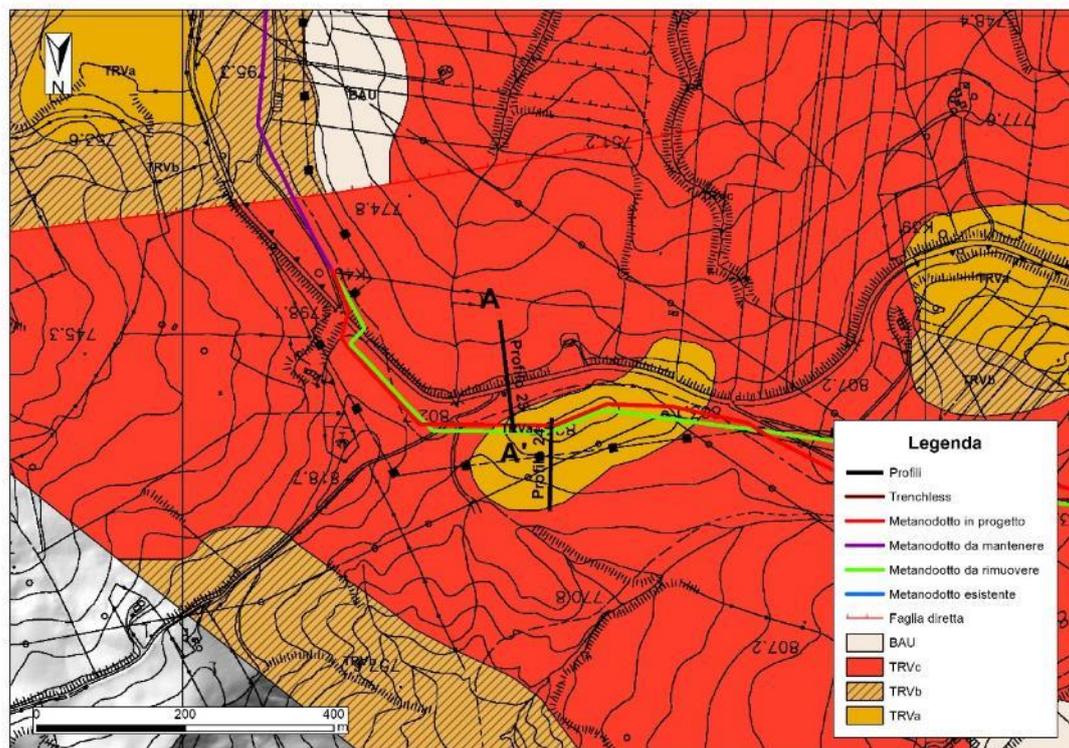


Fig. 6-104 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 174 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

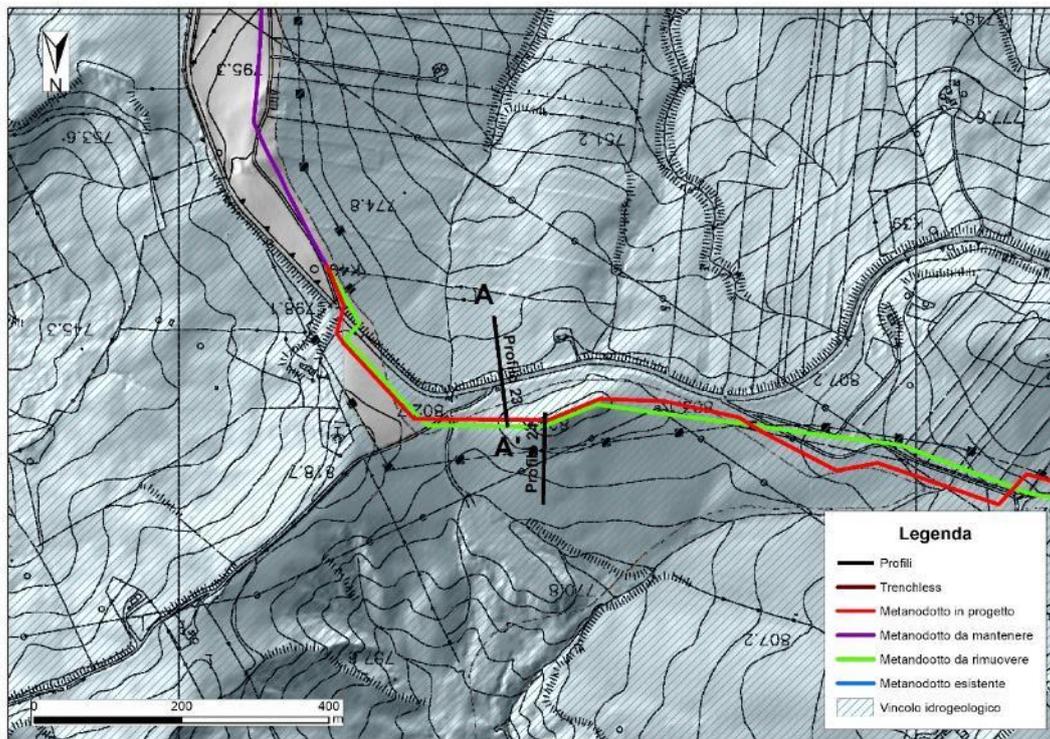


Fig. 6-105 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.27.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 limi con argilla, fino alla profondità di circa 3-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: Argille limo sabbiose

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 23 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S67 + prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S67 e prova penetrometrica dinamica DPSH 32), e dalle indagini più vicine eseguite sugli stessi tipi di terreno, i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 175 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

Si precisa che, essendo stato rilevato a valle del metanodotto un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 17,2 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,4 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 13^\circ$
Coesione drenata $c' = 11 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 29,8 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 20^\circ$
Coesione drenata $c' = 33 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 69,0 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 10)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.27.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,486)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame (lato valle), indicativamente nei primi 3 metri di profondità dal piano campagna, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,994)**.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 23 al presente documento.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 176 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.27.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto e quello in dismissione si trovano a monte rispetto ad un'area in frana, cartografata in fase di rilevamento, riconducibile a un movimento gravitativo di tipo deformazione superficiale lenta (Fig. 6-106).

Le superfici di scorrimento con $F_s < 1.2$ (instabili) non interferiscono con il metanodotto in progetto (vedi Allegato 23 al presente documento).

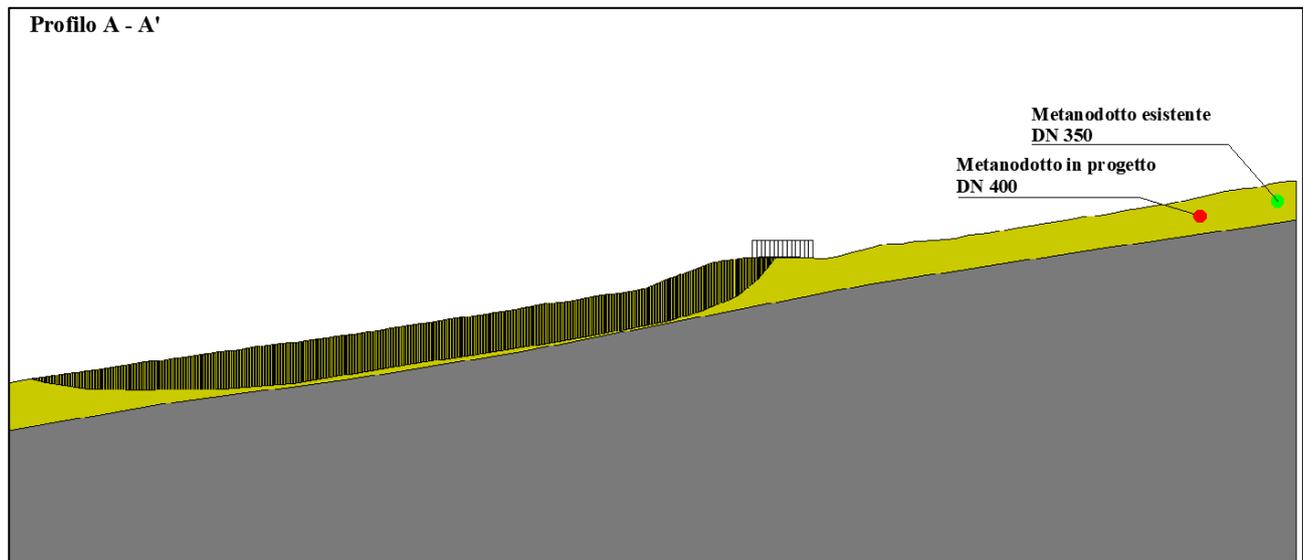


Fig. 6-106 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 177 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.28 ANALISI FRANA 26 - PROFILO 24

6.28.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Caltavuturo e di Polizzi Generosa, dove il metanodotto progetto (intervento 8, v. PG-TP-100) e quello da dismettere (tratto 8, v. PG-TP-300) non interferiscono con l'area cartografata dal P.A.I. classificata con area soggetta ad erosione accelerata, una pericolosità media (P2) ed uno stato di attività incipiente. A causa delle condizioni morfologiche del lato del versante soggetto ad area P.A.I., a scopo cautelativo, si è proceduto con l'esecuzione della verifica di stabilità nella porzione di versante più prossima al tracciato, poiché qualora il movimento della frana dovesse evolversi, potrebbe nel lungo termine compromettere la sicurezza della condotta (Fig. 6-107).

Nell'area in esame affiorano terreni riconducibili al membro conglomeratico della formazione Terravecchia (TRVa, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), costituito da conglomerati rossastri a clasti eterometrici caratterizzati in prevalenza da arenarie del Flysch Numidico e da calcari mesozoici (Fig. 6-108). Dal punto di vista geomorfologico, il dissesto rilevato è localizzato a valle delle linee, nel settore settentrionale del pendio; le condotte, infatti, risalgono lungo la cresta di un colle la cui vetta raggiunge circa 825 m s.l.m. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale e sono rappresentati principalmente dal dilavamento e dall'appesantimento delle coltri superficiali. I fossi presenti solcano il versante confluendo nel Vallone Fondaco, a sud dell'opera in progetto, inoltre la loro azione erosiva ha portato alla formazione dei calanchi, morfologie tipiche dei depositi argillosi.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area, prevalentemente argillose, sono caratterizzate da un grado di permeabilità molto basso, pertanto, nell'area in frana non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-109.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

178 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

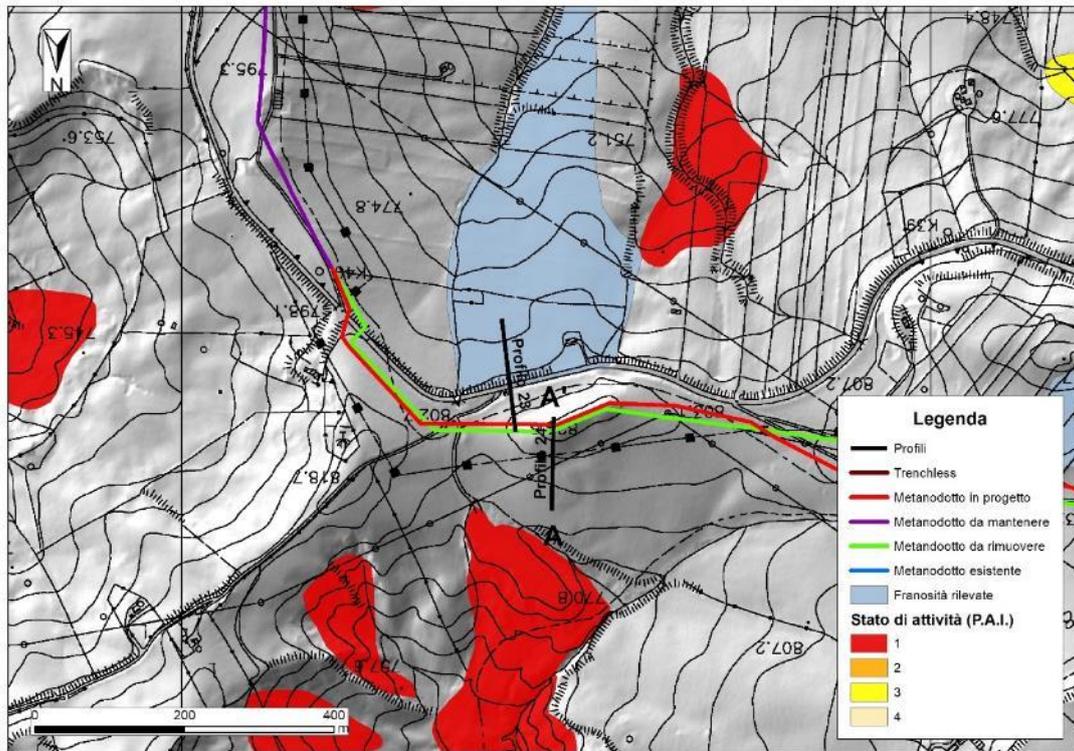


Fig. 6-107 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. (TP: da km 0+305 a km 0+450) e delle franosità rilevate

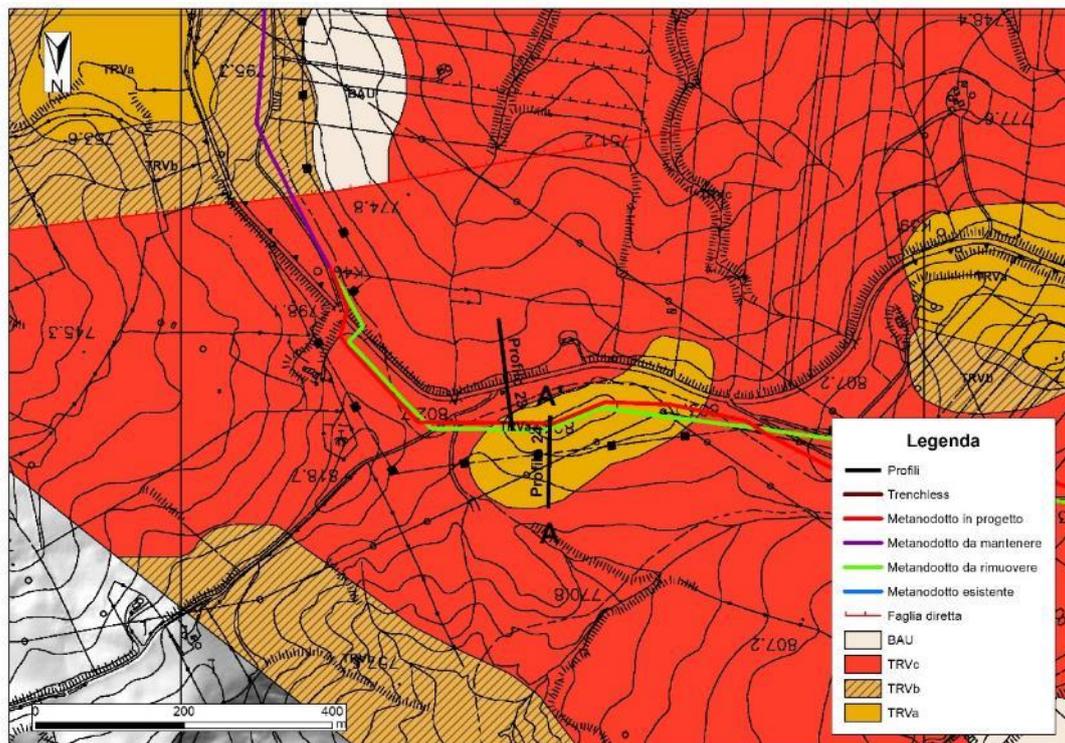


Fig. 6-108 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 179 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

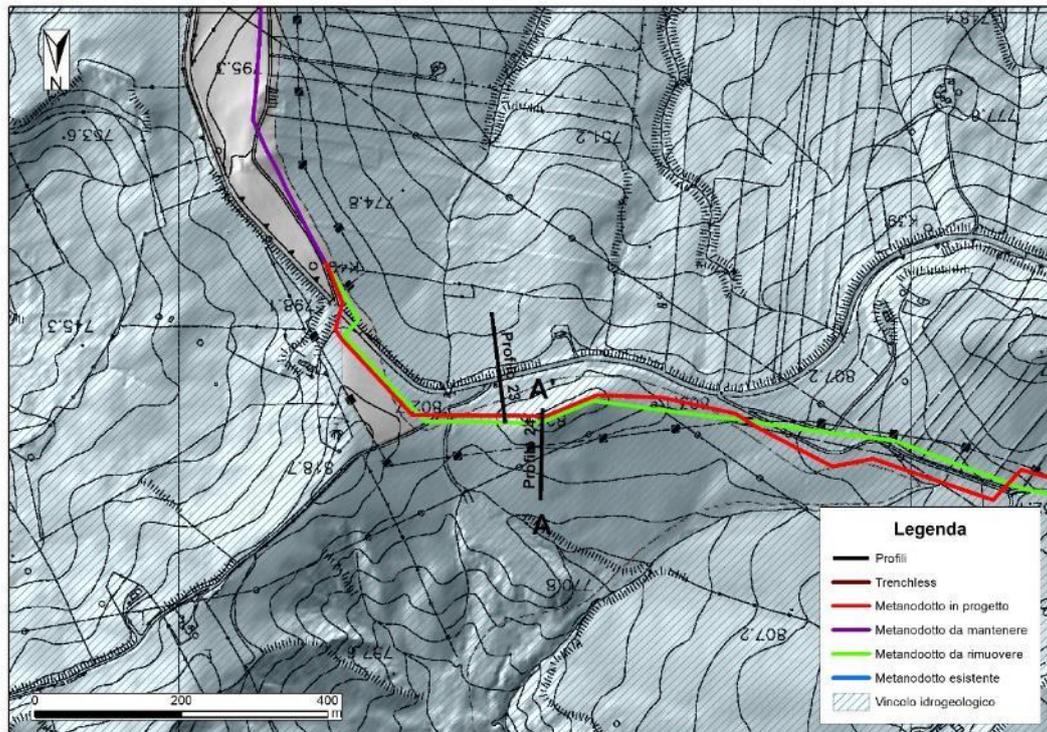


Fig. 6-109 – Stralci dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.28.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è 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 limi con argilla, fino alla profondità di circa 4-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: Argille limo sabbiose

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 24 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S67 + prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S67 e prova penetrometrica dinamica DPSH 32), e dalle indagini più vicine eseguite sugli stessi tipi di terreno, i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

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

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 180 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

- **Orizzonte 1 (spessore circa 4-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 17,2 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,4 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 27^\circ$
Coesione drenata $c' = 18 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 29,8 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 20^\circ$
Coesione drenata $c' = 33 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 69,0 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW 10)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.28.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, sia in condizioni non drenate che nel caso di condizioni drenate, risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,208)**.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 24 al presente documento.

6.28.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Il metanodotto in progetto risulta essere compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto il versante risulta stabile anche nel caso di completa saturazione (Fig. 6-110).

In ragione del principio di precauzione è prevista l'esecuzione di un letto di posa drenante (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" - Scheda ST1383 - Letto di Posa Drenante per meglio convogliare le acque di infiltrazione nell'impluvio presente a valle dei pendii.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 181 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

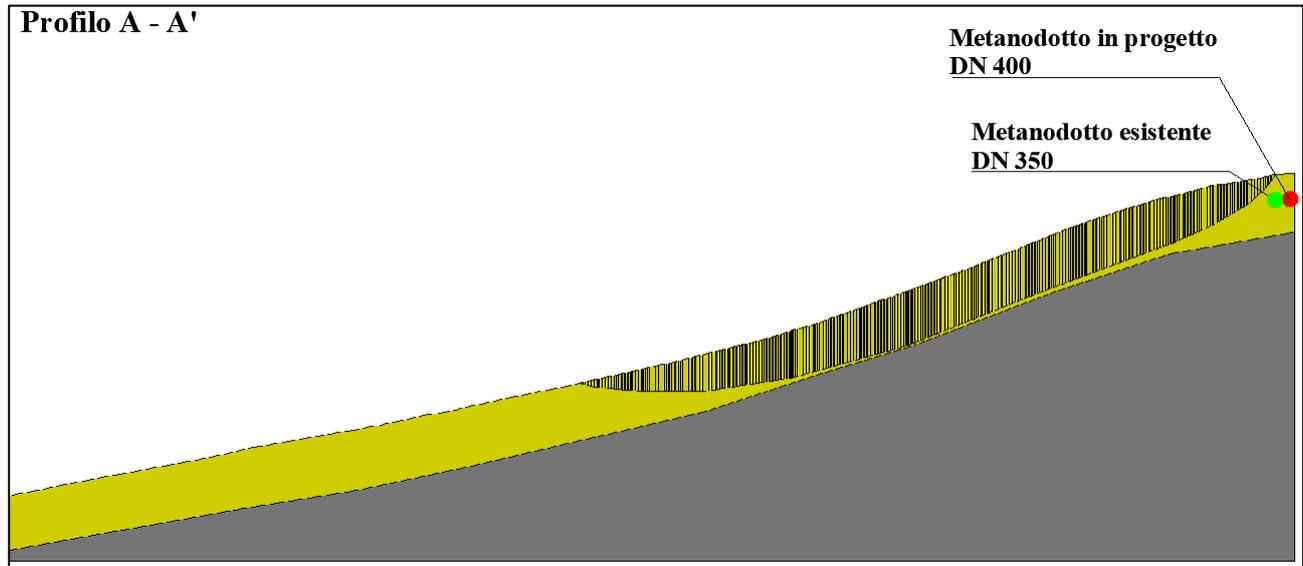


Fig. 6-110 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 182 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

6.29 ANALISI FRANA 27 (*interferenza 20*)

6.29.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Caltavuturo, dove il metanodotto progetto (intervento 8, v. PG-TP-100) e quello da dismettere (tratto 8, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area censita dal P.A.I. classificata come un'area soggetta a colamento lento, una pericolosità moderata (P1) ed uno stato inattivo. Le interferenze dei tracciati in progetto ed esistente si verificano rispettivamente tra il km 2+720 e il km 2+750 e tra il km 2+645 e il km 2+675 (Fig. 6-111).

I tracciati attraversano i depositi afferenti al membro pelitico-argilloso (TRVa) e al membro sabbioso (TRVb) della Formazione Terravecchia (Tortoniano Sup.-Messiniano Inf.), costituiti rispettivamente da argille grigio-azzurre o brune, talora marnose, spesso siltose, con rare intercalazioni di sabbie e sabbie argillose e frequenti lenti di conglomerati e da sabbie quarzose, spesso micacee, di colore grigio-azzurro, talvolta debolmente cementate, con locali intercalazioni decimetriche di conglomerati e argille.

I tracciati percorrono un'area valliva caratterizzata dalla presenza di diversi corsi d'acqua e fossi che incidono i versanti dei rilievi collinari, le cui acque confluiscono nel corso d'acqua maggiore, il torrente Vigne del Medico. Difatti, la frana censita dal P.A.I. è localizzata in prossimità dell'attraversamento dei metanodotti in progetto e esistente con il suddetto corso d'acqua.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area, prevalentemente argillose, sono caratterizzate da un grado di permeabilità molto basso, pertanto, nell'area in frana non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-113.

In tal caso, nell'area non sono previste opere in quanto il metanodotto interferisce con l'estremità finale dell'accumulo di frana localizzato in un'area di fondovalle.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 183 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

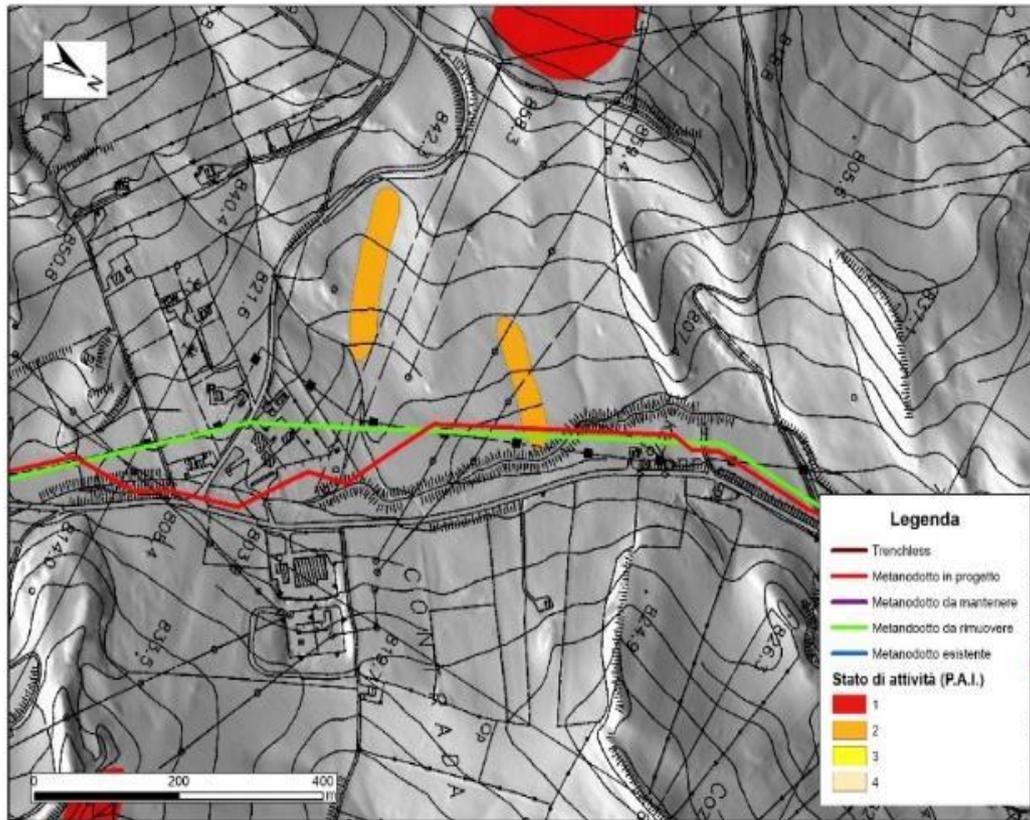


Fig. 6-111 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. (TP: da km 2+720 a km 2+750; TR; da km 2+645 a km 2+675) e delle franosità rilevate

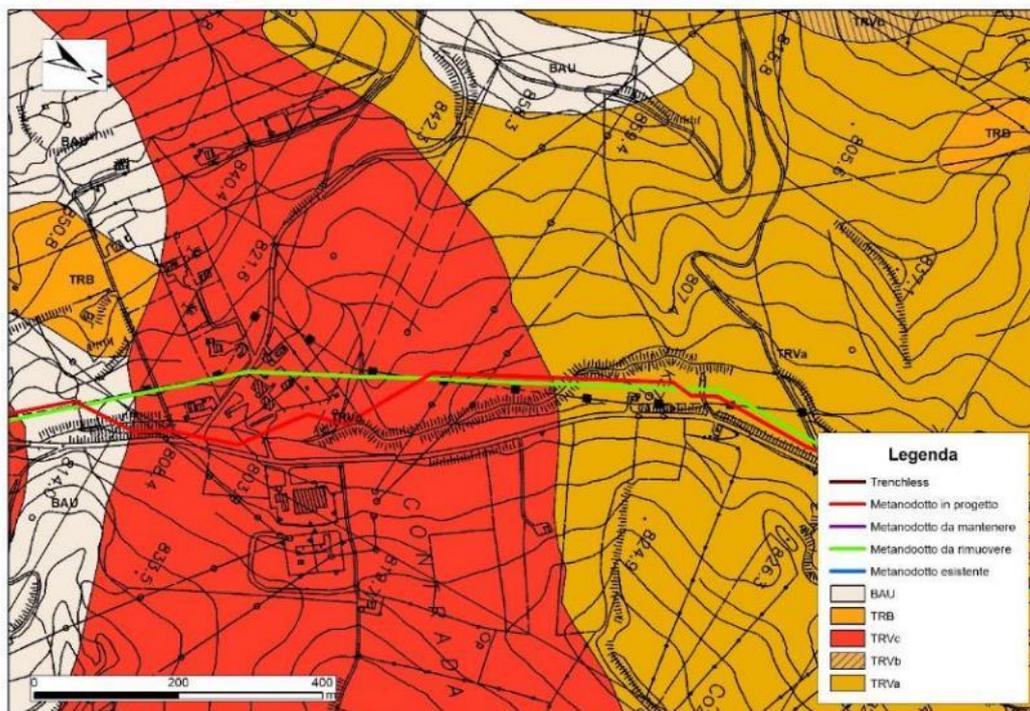


Fig. 6-112 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 184 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

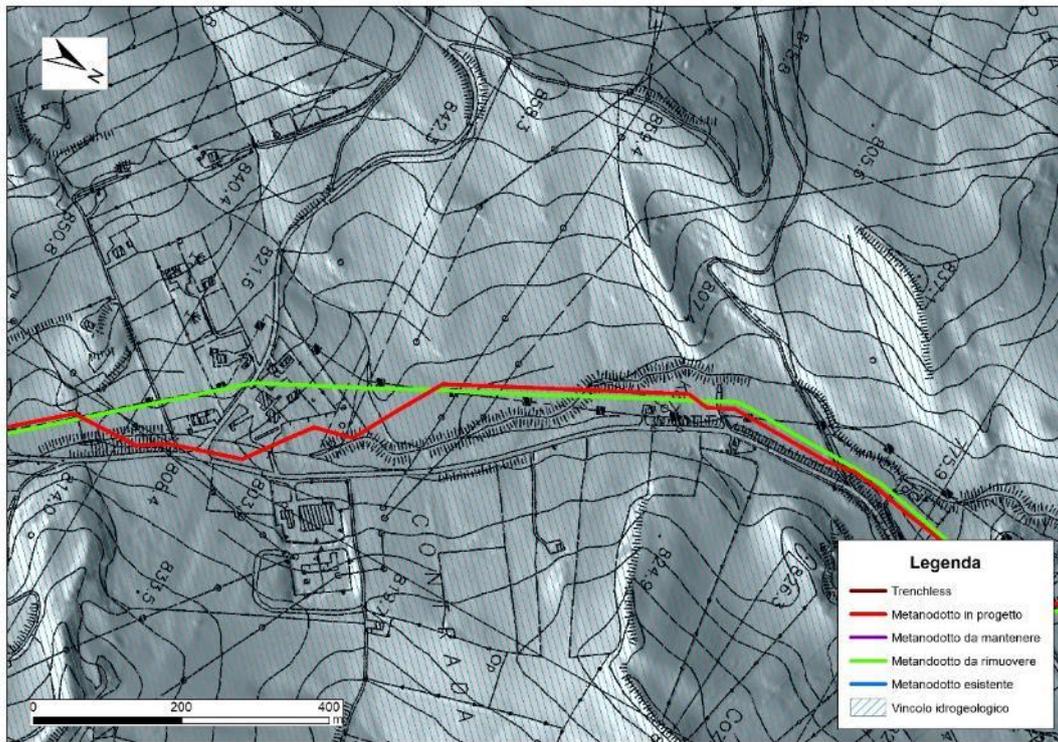


Fig. 6-113 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 185 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.30 ANALISI FRANA 28 (interferenza 21)

6.30.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Sclafani Bagni, in provincia di Palermo, dove il metanodotto in progetto (intervento 9, v. PG-TP-100) interferisce con l'area cartografata dal PAI nel tratto compreso dal km 8+905 al km 8+920, indicata come area a pericolosità da frana media (P2), riconducibile ad un colamento lento ed ad uno stato di attività incipiente (Fig. 6-114).

Nell'intorno dell'area in analisi affiorano i terreni riconducibili alla Formazione del Flysch Numidico – Membro di Geraci Siculo (FYN5, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituito da argilliti nerastre a stratificazione indistinta, passanti verso l'alto ad argille brune cui si intercalano quarzareniti e quarzoruditi giallastre in matrice sostenuta (FYN5a, Fig. 6-115).

Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame si pone sulla cresta di un versante acclive con pendenze elevate (>30°), interferendo solo marginalmente con l'area in dissesto ad una quota di circa 605 m s.l.m. Le quote maggiori si registrano a Sud dell'interferenza dove il rilievo si addolcisce, raggiunge la quota di circa 900 m s.l.m., digradando verso Nord con pendenze blande ad eccezione dei tratti più ripidi che presentano pendenze più elevate (>30°). I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuibili alle acque di dilavamento superficiale, responsabili della formazione di una rete di drenaggio superficiale articolata. Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. In corrispondenza del corpo di frana e dei terreni argillosi flyschoidi il terreno mostra valori di permeabilità bassi, mentre i corpi litoidi quarzareniti possono ospitare talvolta falde acquifere locali, dovute alla permeabilità per fessurazione della formazione. Pertanto, nell'area in frana non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-116.

In questo tratto il metanodotto in progetto percorre la cresta di un versante caratterizzata dalla presenza di quarzareniti appartenenti alla formazione del Flysch Numidico. Pertanto sulla base delle caratteristiche morfologiche e fisico-meccaniche proprie della roccia, l'area nella quale l'opera in progetto insiste, può essere considerata stabile.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 186 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

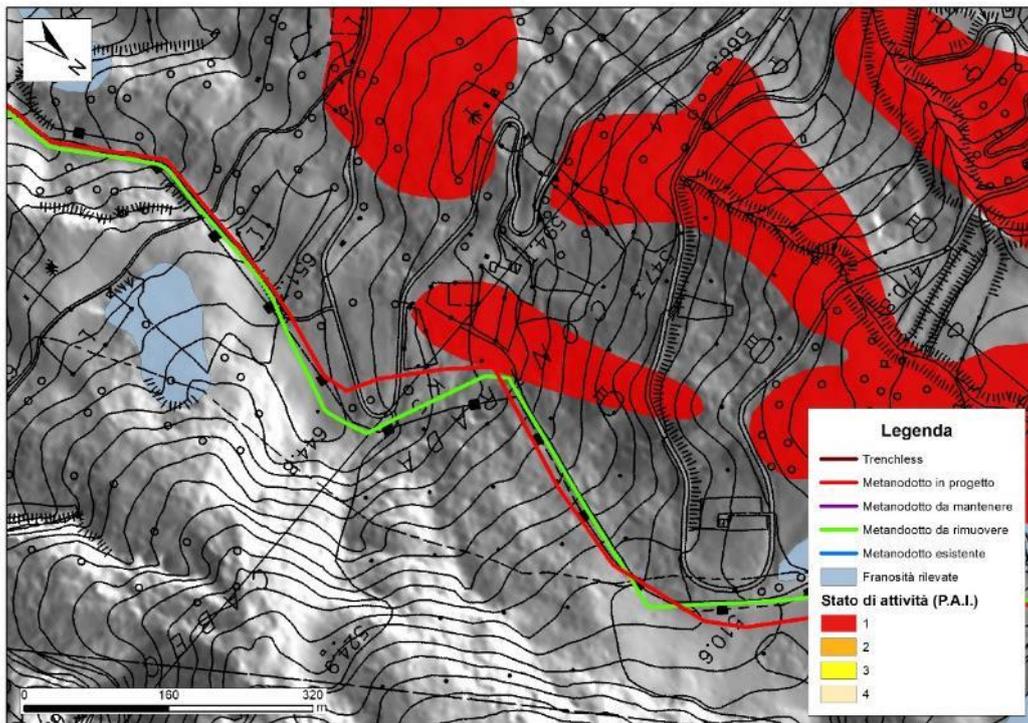


Fig. 6-114 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. (TP: da km 8+905 a km 8+920) e delle franosità rilevate

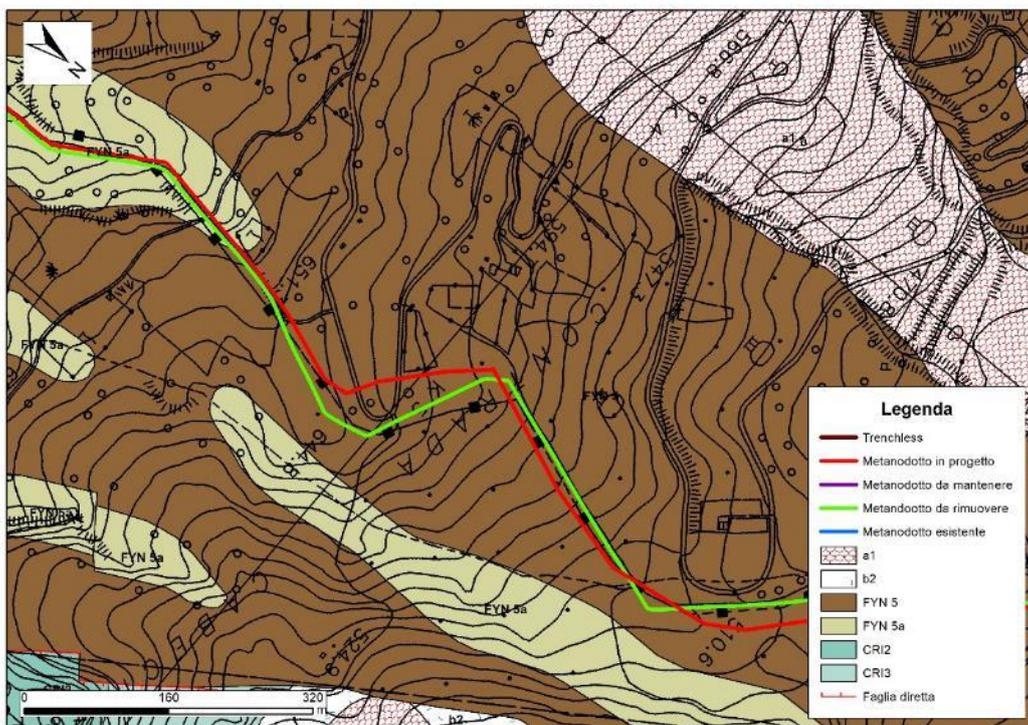


Fig. 6-115 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 187 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

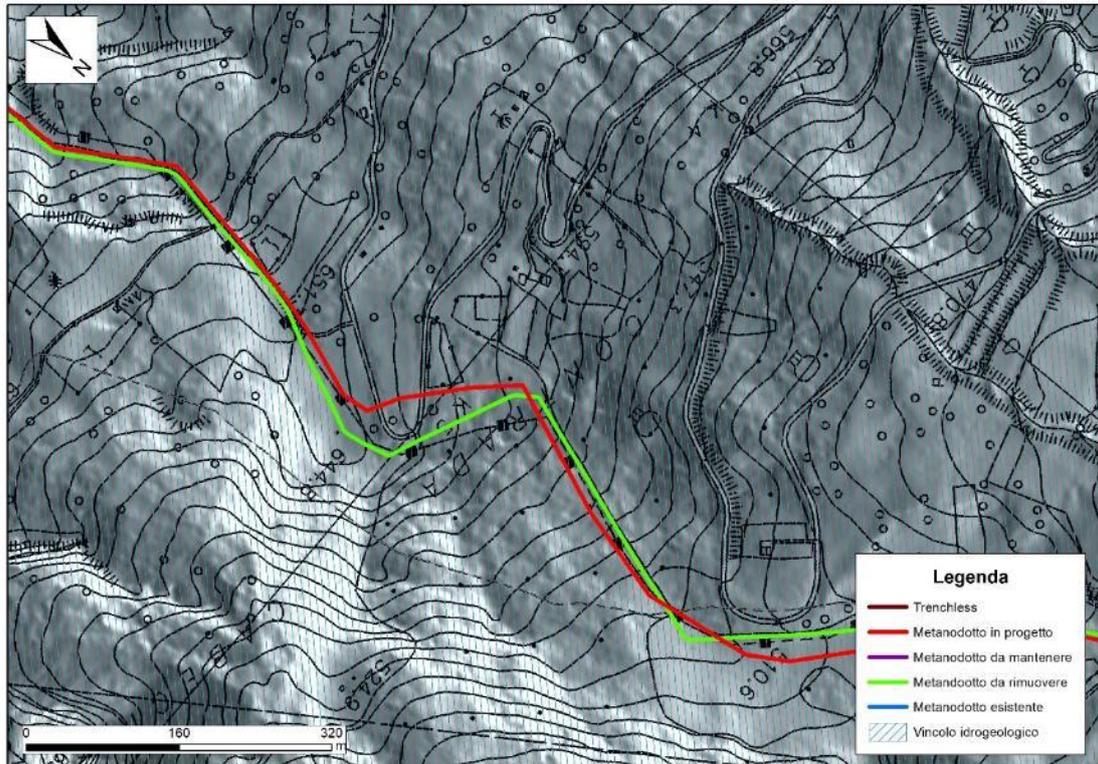


Fig. 6-116 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 188 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.31 ANALISI FRANA 29 - PROFILO 25

6.31.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade in parte all'interno dei limiti amministrativi del comune di Caltavuturo ed in parte nel comune di Sclafani Bagni, entrambi in provincia di Palermo. Il metanodotto in progetto (intervento 9, PG-TP-100) e quello da dismettere (tratto 9, v. PG-TP-300) non interessano direttamente il dissesto censito durante la campagna di rilievo geologico-geomorfologico, ma per le condizioni morfologiche osservate è stato previsto la verifica di stabilità del versante nel tratto interessato da tale fenomeno. L'area in dissesto è riconducibile, sulla base delle osservazioni in campo, ad un movimento gravitativo di tipo complesso (Fig. 6-117).

Nell'intorno dell'area in analisi affiorano i terreni riconducibili alla Formazione del Flysch Numidico – Membro di Geraci Siculo (FYN5, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), costituito da argilliti nerastre a stratificazione indistinta, passanti verso l'alto ad argille brune cui si intercalano quarzareniti e quarzoruditi giallastre in matrice sostenuta (FYN5a, Fig. 6-118). Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di metanodotto in esame ricade nel settore settentrionale del rilievo collinare precedentemente descritto (vedi profilo 28). Il metanodotto procede in direzione circa NNE lungo la cresta del versante dalle pendenze di circa 10°-15° per poi giungere nel fondovalle del torrente Salito, dal quale prosegue risalendo il pendio in sinistra idrografica. L'azione morfogenetica esercitata dalle acque di dilavamento superficiale risulta evidente in tutta la zona. Nell'intorno dell'area in analisi la rete di drenaggio risulta, infatti, costituita da numerose linee d'impluvio che solcano il rilievo con andamento variabile confluendo nel corso d'acqua menzionato.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili, sono costituiti da terreni prevalentemente di natura argillosa, caratterizzate da un grado di permeabilità molto basso. Pertanto, nell'area in frana non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-119.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 189 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

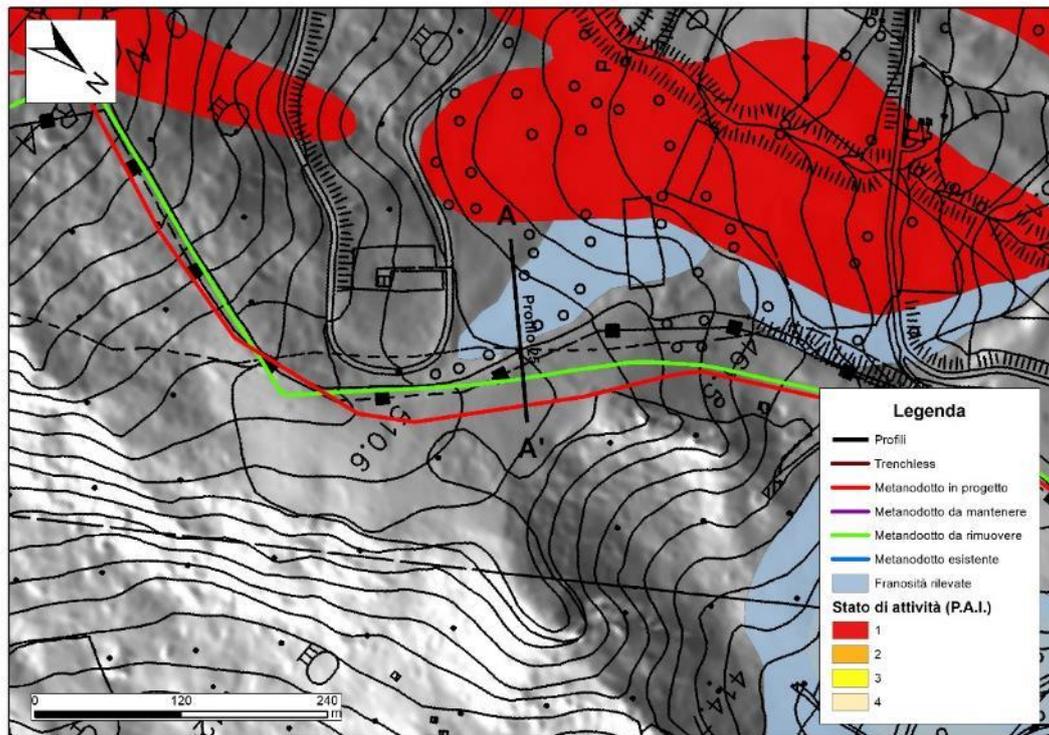


Fig. 6-117 – Stralcio dalla Carta dei dissesti e delle franosità rilevate (TP: da km 9+380 a km 9+565)

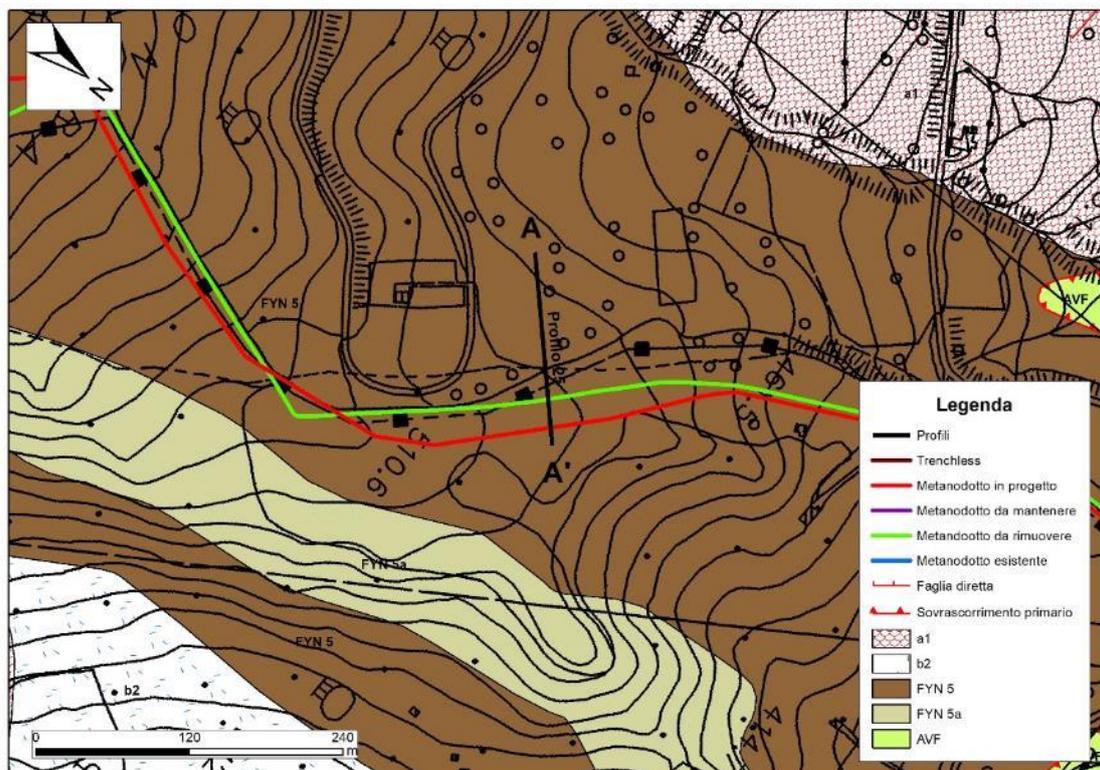


Fig. 6-118 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 190 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

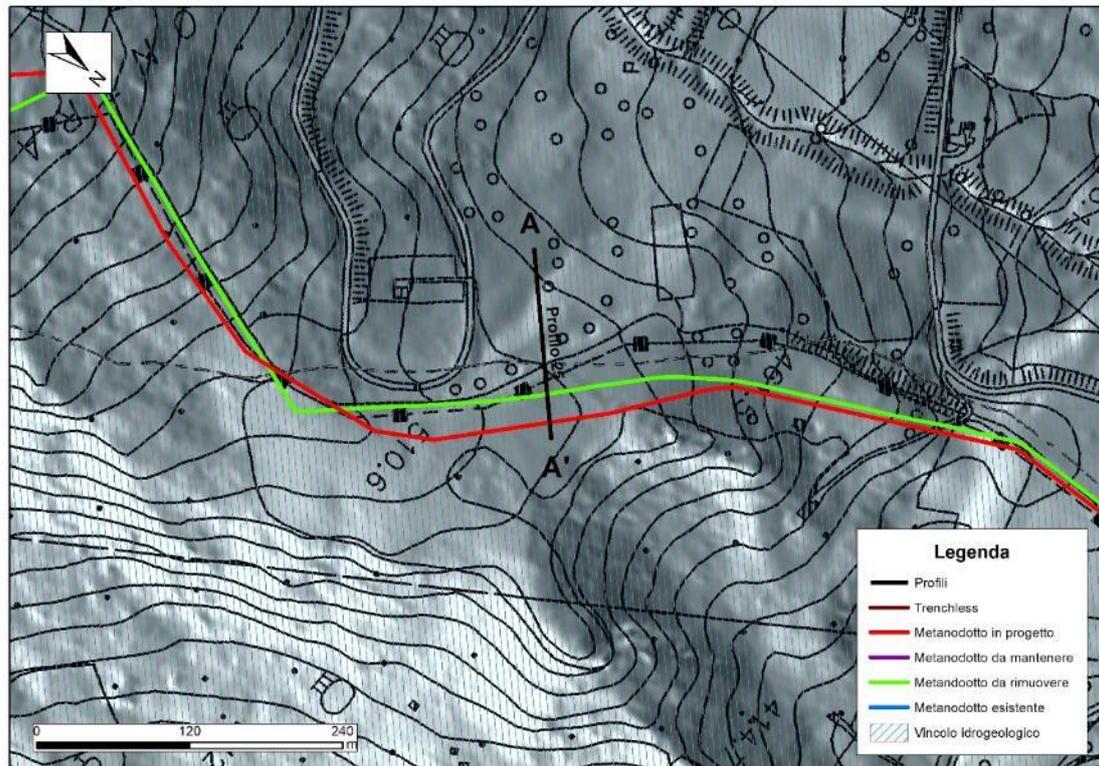


Fig. 6-119 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.31.2. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è basato sul modello di un pendio con 3 strati, ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1**: Coltre/corpo di frana costituito da argille e limo, fino alla profondità di circa 3-5 m dal p.c.
- **Orizzonte 2**: Argille limose
- **Orizzonte 3**: Argille molto consistenti

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (prova penetrometrica dinamica DPSH36) e dalle indagini più vicine eseguite sugli stessi tipi di terreno (Sondaggio S80+ prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S80), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico è stata eseguita una back-analisi, al fine di determinare i parametri geotecnici.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 191 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

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

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3-5 m)**
Peso di volume $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 19,3 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 14^\circ$
Coesione drenata $c' = 5 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 53,94 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,4 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 20^\circ$
Coesione drenata $c' = 31 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 489,1 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 3**
Peso di volume $\gamma = 20,3 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 21,2 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 23^\circ$
Coesione drenata $c' = 31 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 500 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 32)
- **Categoria Topografica T2** (pendenza del versante maggiore di 15°)

6.31.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita sulla sezione più cautelativa del pendio in esame, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Dallo studio di stabilità ante-operam sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,287)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,736)**.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 192 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.31.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, i metanodotti in progetto ed in dismissione si trovano a monte di un corpo in frana di tipo complesso, cartografato in fase di rilevamento (Fig. 6-120).
Le superfici di scorrimento calcolate con $F_s < 1,2$ non raggiungono il metanodotto in progetto. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 25 al presente documento.

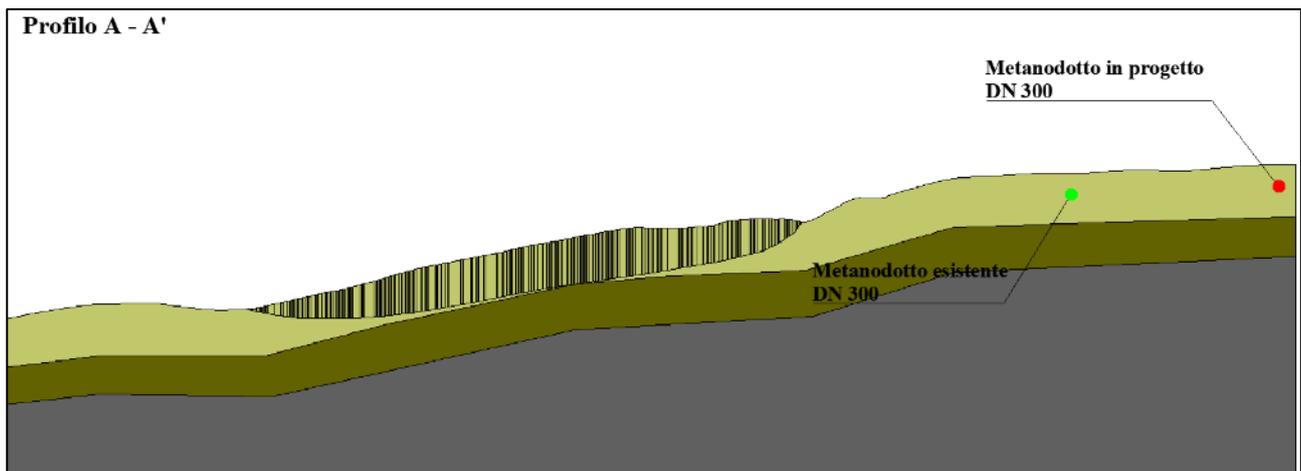


Fig. 6-120 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Inoltre al fine di evitare che si possa verificare la saturazione del corpo dell'opera in progetto è prevista l'esecuzione di un letto di posa drenante sotto condotta e di diaframmi/briglie in sacchetti.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 193 di 214	Rev.:		N° Documento Cliente: RE-CGSA-033

6.32 ANALISI FRANE 30 e 31 - PROFILO 26 (*interferenze 22 e 23*)

6.32.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Sclafani Bagni, dove il metanodotto in progetto (intervento 9, PG-TP-100) interferisce con un dissesto, cartografato durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, assimilabile ad un dissesto dovuto a deformazione superficiale lenta e con un'area di deformazione superficiale lenta, attiva, coincidente con un'area PAI classificata come area a pericolosità media (P2). Le interferenze con l'opera si verificano rispettivamente nel tratto compreso dal km 10+790 al km 10+930 e nel tratto compreso tra il km 11+240 al km 11+505 (Fig. 6-121). Oltre ai depositi di frana, nell'area di interferenza affiorano le coltri eluvio-colluviali oloceniche (b2) e i depositi afferenti alla formazione delle Argille Varicolori Interiori (AVF, Cretaceo-Paleocene), costituite da argille a struttura scagliosa e marne varicolori, spesso caotiche, diaspri e arenarie quarzose micacee, calcilutiti (Fig. 6-122).

Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame discende il versante in destra idrografica del Torrente Salito; tale settore è localizzato in una porzione di territorio collinare caratterizzato da forme blande e con versanti da moderatamente acclivi ad acclivi, con pendenze variabili comprese tra i 15° e maggiori di 30°. Le frane interessano gran parte di tutto il territorio, sviluppandosi dalle quote maggiori (400 m s.l.m) ai piedi dei versanti (200 m s.l.m). In particolare, la frana censita interessa la condotta alle quote comprese tra 160 m s.l.m. e 220 m s.l.m. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale. Il settore in esame, infatti, è caratterizzato da una rete di drenaggio costituita da fossi ad andamento variabile, che disarticolano il versante in una serie di aree morfologicamente rilevate. Tali fossi confluiscono nei due corsi d'acqua, rispettivamente il Vallone Fondachello ad Est ed il Vallone della Pietra ad Ovest, i quali a loro volta confluiscono nel torrente Salito, attraversato dal metanodotto in progetto più a valle.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa, mentre i depositi eluvio-colluviali e i corpi franosi mostrano valori di permeabilità bassi. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche. L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-123.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

194 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

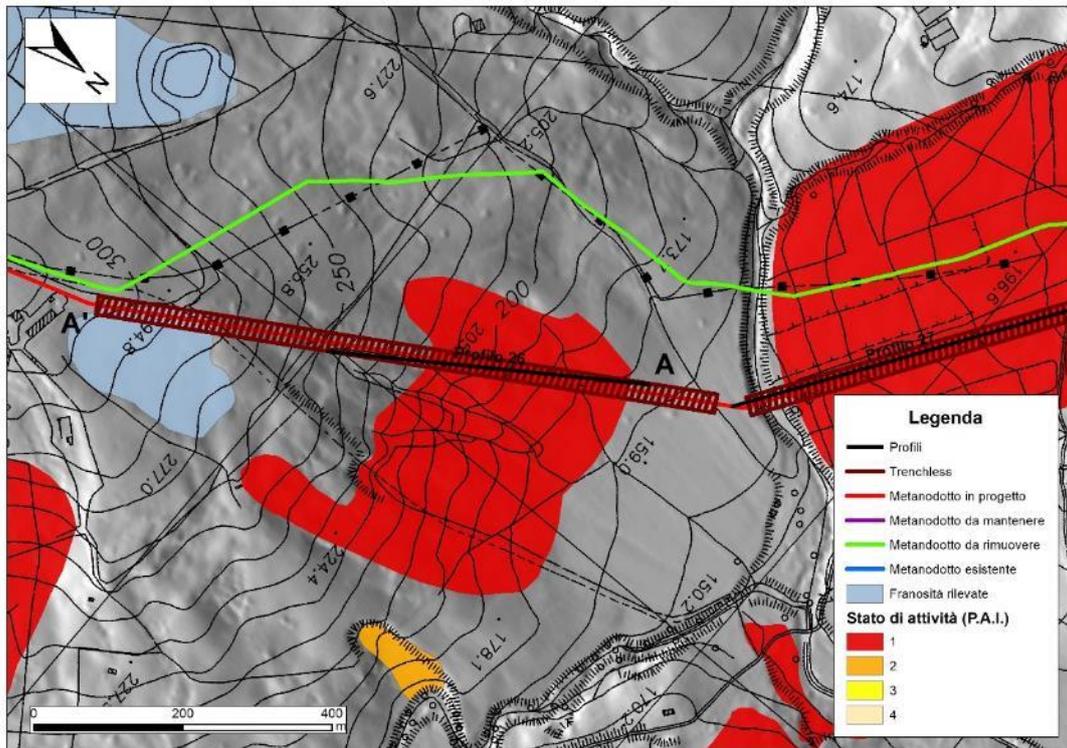


Fig. 6-121 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. (TP: da km 11+240 a km 11+505) e delle franosità rilevate (TP: da km 10+790 a km 10+930)

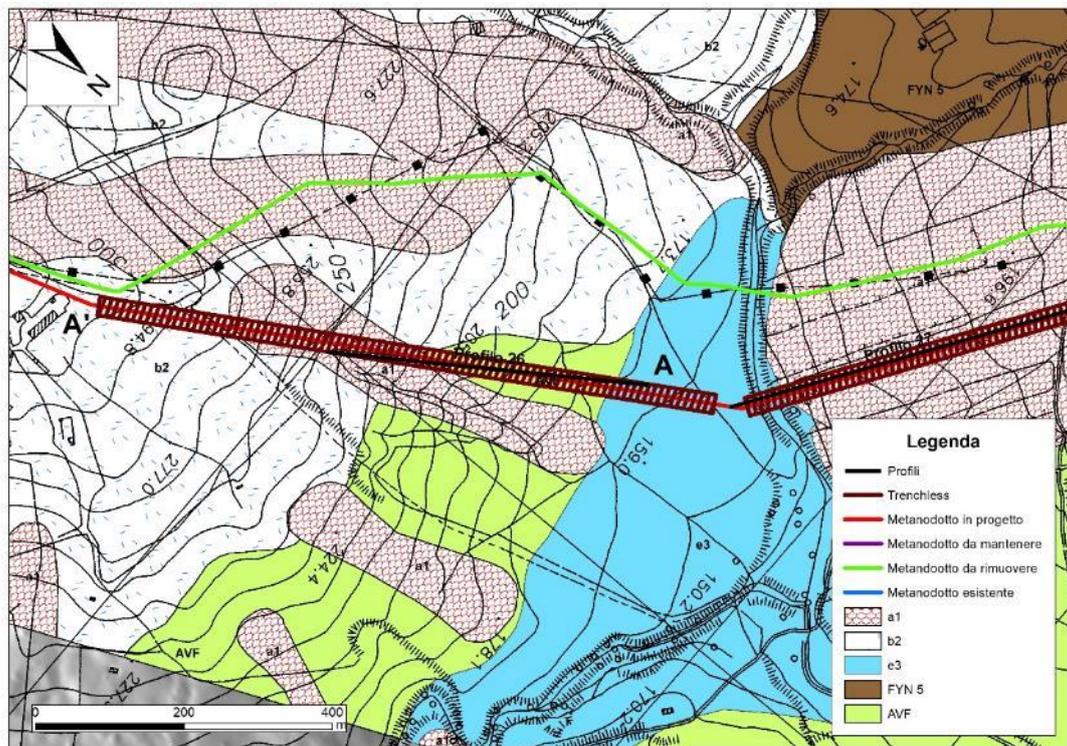


Fig. 6-122 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 195 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

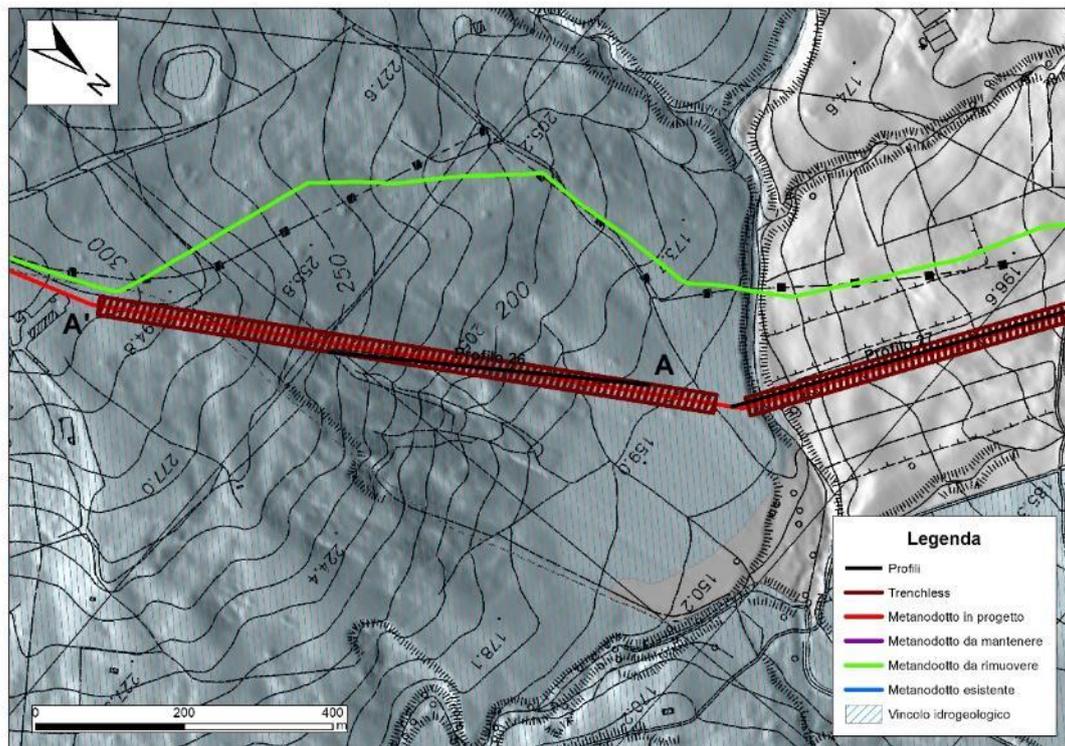


Fig. 6-123 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.32.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1:** *Coltre/corpo di frana argilla limo sabbiosa*, fino alla profondità di circa 2-3 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** *Argilla deb. sabbiosa*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 26 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S85, S86, S87 + relative prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S85 e S86), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame in stato attivo ($F_s < 1$), per il primo orizzonte stratigrafico è stata eseguita una back-analisi, al fine di determinare i parametri geotecnici.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 196 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

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

- **Orizzonte 1 (spessore circa 2-3 m)**
Peso di volume $\gamma = 18,7 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 11^\circ$
Coesione drenata $c' = 9 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 50,71 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,2 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 23^\circ$
Coesione drenata $c' = 42 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 121,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 33)
- **Categoria Topografica T2** (pendenza del versante maggiore di 15°)

6.32.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, indicativamente fino alla profondità di circa 2-3 metri dal piano campagna (vedi Allegato 26 al presente documento), anche in assenza di falda acquifera non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,995)**.

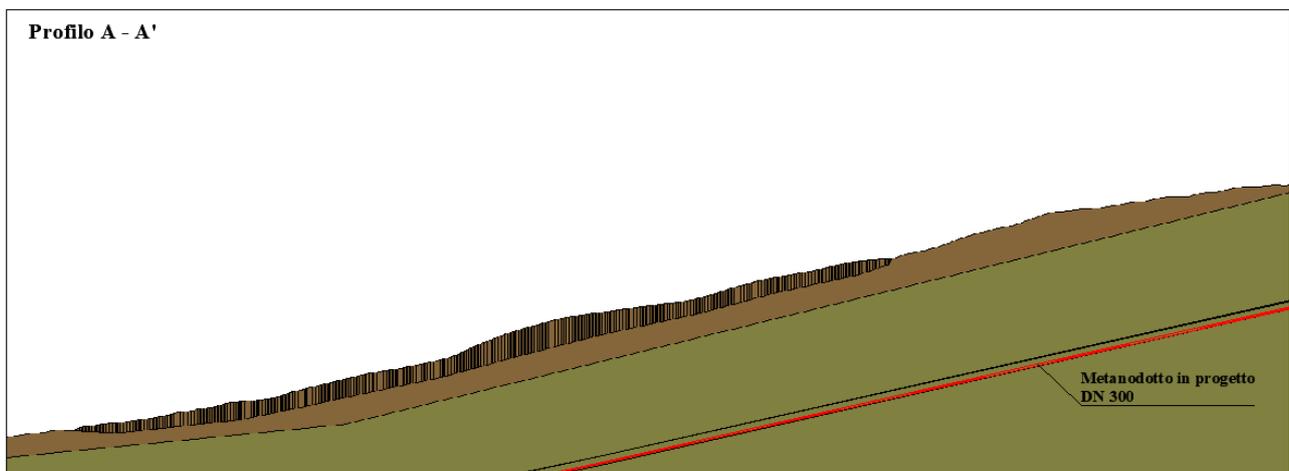


Fig. 6-124 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 26 al presente documento.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 197 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.32.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame l'opera in progetto interferisce trasversalmente con un'area censita dal P.A.I. classificata come area a pericolosità da frana media (P2), caratterizzata da un movimento gravitativo di tipo soliflusso.

A tal fine, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico al contorno è previsto l'attraversamento mediante tecnologia trenchless; in particolare verrà eseguito un Microtunnel che permetterà di posare la condotta ad una profondità tale da non avere alcuna interferenza col movimento franoso.

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l'azione di avanzamento, coadiuvata dall'utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

Le fasi operative per l'esecuzione di un microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta
Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto dell'area che in futuro potrebbe essere interessata da fenomeni gravitativi rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame (Fig. 6-125).

In particolare, il tunnel in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità di circa 35 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana presente nella zona.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0033

Foglio

198 di 214

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-CGSA-033

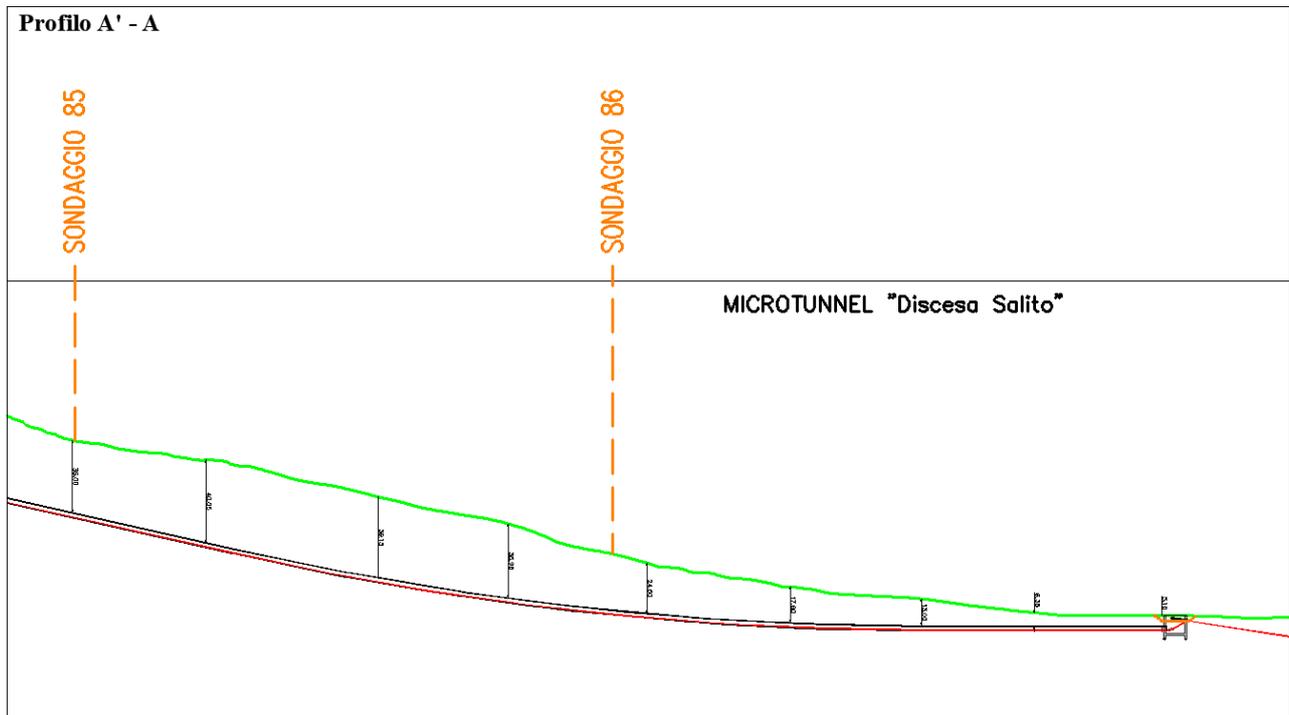


Fig. 6-125 - Sezione Microtunnel (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 199 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

6.33 ANALISI FRANA 32 - PROFILO 27 (*interferenza 24*)

6.33.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Sclafani Bagni, dove il metanodotto in progetto (intervento 9, v. PG-TP-100) ed da dismettere (tratto 9, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area di deformazione superficiale lenta, attiva, coincidente con un'area PAI classificata come area a pericolosità media (P2). L'interferenza con l'opera in progetto si verifica nel tratto compreso dal km 11+730 al km 12+785, mentre il metanodotto esistente interferisce dal km 11+200 al km 12+100 (Fig. 6-126).

Oltre ai depositi di frana, nell'area di interferenza affiorano i depositi afferenti alla formazione delle Argille Varicolori Interiori (AVF, Cretaceo-Paleocene), costituite da argille a struttura scagliosa e marne varicolori, spesso caotiche, diaspri e arenarie quarzose micacee, calcilutiti (Fig. 6-127).

Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame risale il versante in sinistra idrografica del Torrente Salito; tale settore è localizzato in una porzione di territorio collinare caratterizzato da forme blande e con versanti da moderatamente acclivi ad acclivi, con pendenze variabili comprese tra i 15° e maggiori di 30°. Le frane interessano gran parte di tutto il territorio, sviluppandosi dalle quote maggiori (400 m s.l.m) ai piedi dei versanti (200 m s.l.m). In particolare, la frana censita interessa la condotta alle quote comprese tra 150 m s.l.m. e 270 m s.l.m. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale. Il settore in esame, infatti, è caratterizzato da una rete di drenaggio costituita da fossi ad andamento variabile, che disarticolano il versante in una serie di aree morfologicamente rilevate. Tali fossi confluiscono nel corso d'acqua sopraccitato.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa mentre i depositi franosi mostrano valori di permeabilità bassi. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame non rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

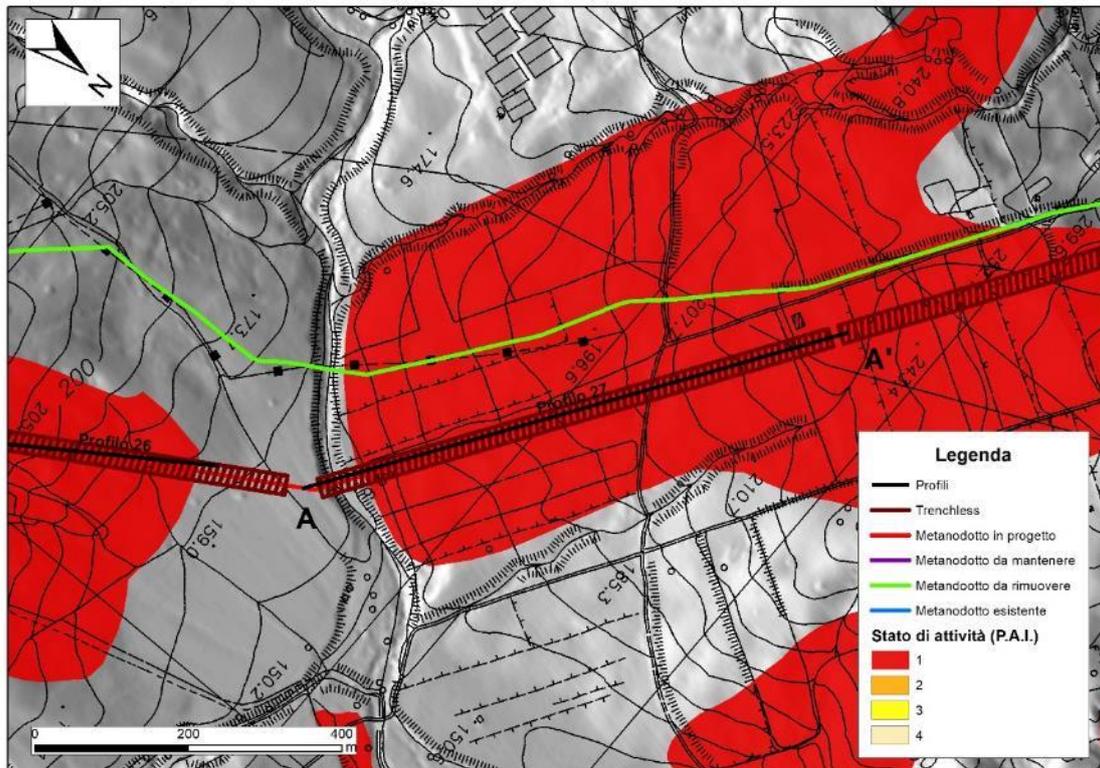


Fig. 6-126 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. (TP: da km 11+730 a km 12+785; TR: da km 11+200 a km 12+100) e delle franosità rilevate

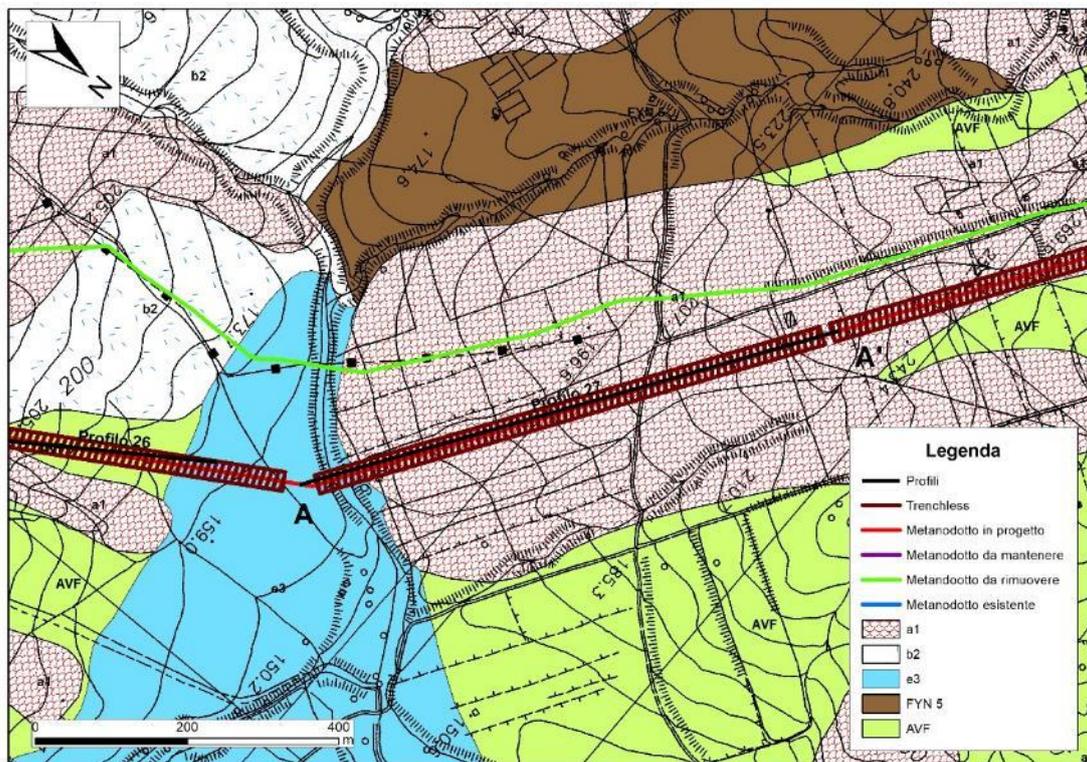


Fig. 6-127 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 201 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.33.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1:** *Coltre/corpo di frana argilla limo sabbiosa*, fino alla profondità di circa 2-3 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** *Argilla deb. sabbiosa*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 27 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S88, S89 + relative prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S89), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame in stato attivo ($F_s < 1$), per il primo orizzonte stratigrafico è stata eseguita una back-analisi, al fine di determinare i parametri geotecnici.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

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

- **Orizzonte 1 (spessore circa 2-3 m)**
Peso di volume $\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 10^\circ$
Coesione drenata $c' = 3,5 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 53,24 \text{ kPa}$
- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,2 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 23^\circ$
Coesione drenata $c' = 31 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 150,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 33)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 202 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.33.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità ante-operam sono state eseguite sulla sezione più cautelativa, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

I risultati dello studio di stabilità mostrano che il versante in esame, indicativamente fino alla profondità di circa 2-3 metri dal piano campagna, anche in assenza di falda acquifera non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,978)**.

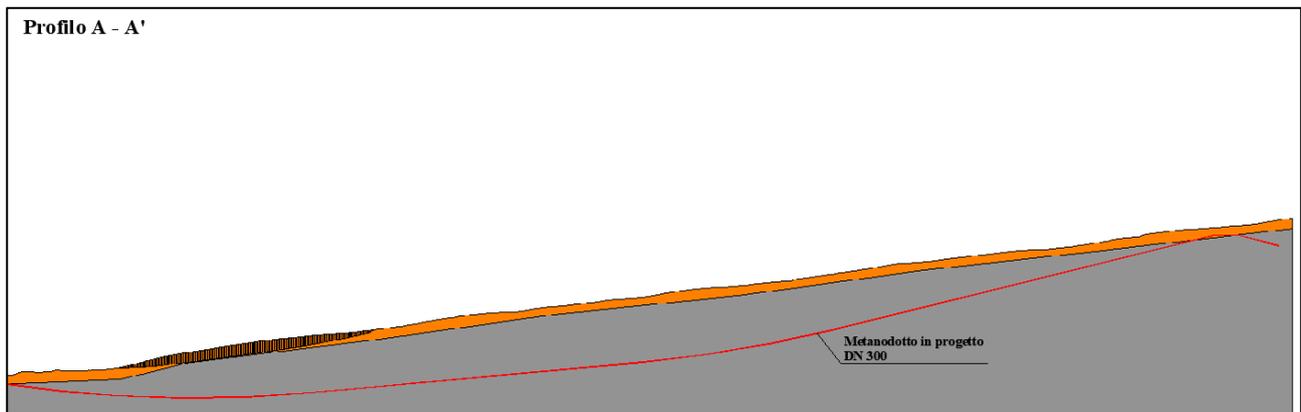


Fig. 6-128 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 27 al presente documento.

6.33.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

Nell'area in esame i metanodotti in progetto e in dismissione interferiscono longitudinalmente con un'area censita dal P.A.I. classificata come *area a pericolosità media (P2)*, costituita da un movimento gravitativo di tipo soliflusso.

Il metanodotto in progetto sarà reso compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto è previsto l'attraversamento mediante tecnologia TOC.

Il procedimento seguito con questa tecnica consta di tre fasi:

- **Realizzazione del foro pilota:**
Consiste nella realizzazione di un foro di piccolo diametro lungo un profilo prestabilito. La capacità direzionale è garantita da un'asta di perforazione tubolare dotata, in prossimità della testa, di un piano asimmetrico noto come "scarpa direzionale" e contenente al suo interno una sonda in grado di determinare in ogni momento la posizione della testa di perforazione.
- **Alesatura del foro:**
il foro pilota è allargato fino a un diametro tale da permettere l'alloggiamento della tubazione. L'alesatore viene fatto ruotare e contemporaneamente tirare dal rig di perforazione.
- **Tiro – posa della condotta:** la tubazione viene varata all'interno del foro, mediante tiro della stessa attraverso le apposite aste, fino al rig.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 203 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Al termine dei lavori di cantiere, le postazioni vengono demolite e tutte le aree di lavoro vengono ripristinate allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto del corpo di frana (Fig. 6-129), rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

In particolare, il metanodotto in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità massima di circa 32 m e minima di circa 28 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana presente nella zona.

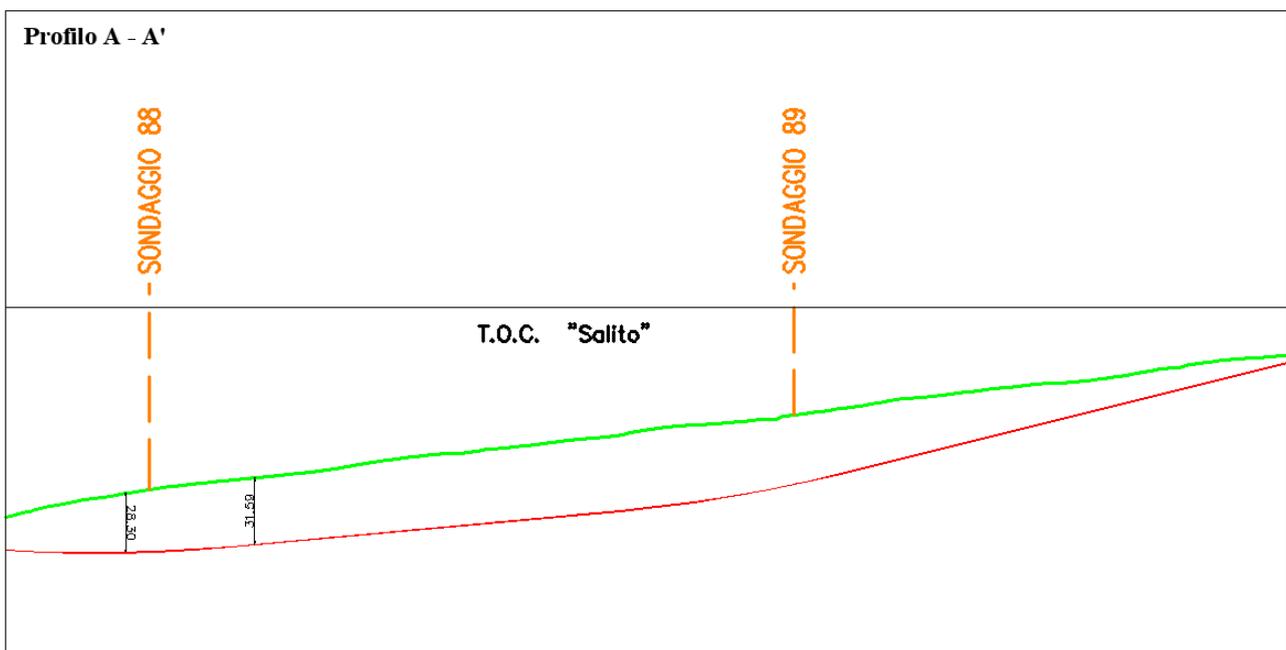


Fig. 6-129 – Sezione TOC (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo.

Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 204 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

6.34 ANALISI FRANA 33 e 34 - PROFILO 28 (*interferenza 25*)

6.34.1. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA LOCALE

Il sito in esame ricade all'interno dei limiti amministrativi del comune di Sclafani Bagni, dove il metanodotto in progetto (intervento 9, v. PG-TP-100) e da dismettere (tratto 9, v. PG-TP-300) interferiscono con un'area a deformazione superficiale lenta, rispettivamente nel tratto compreso dal km 13+520 al km 13+830 e tra il km 13+045 e il 13+120. Inoltre la condotta esistente interferisce con un'area P.A.I. in stato attivo, a pericolosità media (P2) e classificata come un dissesto dovuto ad erosione (Fig. 6-130).

Oltre ai depositi di frana, nell'area di interferenza affiorano i terreni afferenti alla formazione delle Argille Varicolori Interiori (AVF, Cretaceo-Paleocene), costituite da argille a struttura scagliosa e marne varicolori, spesso caotiche, diaspri e arenarie quarzose micacee, calcilutiti (Fig. 6-131).

Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di metanodotto in esame risale il versante in sinistra idrografica del Torrente Salito; tale settore è localizzato in una porzione di territorio collinare caratterizzato da forme blande e con versanti da moderatamente acclivi ad acclivi, con pendenze variabili comprese tra i 15° e 30°. Le frane interessano gran parte di tutto il territorio, sviluppandosi dalle quote maggiori (400 m s.l.m.) ai piedi dei versanti (200 m s.l.m.). In particolare, la frana censita interessa la condotta alle quote comprese tra 400 m s.l.m. e 450 m s.l.m. I processi morfogenetici agenti nella zona possono essere attribuiti alle acque di dilavamento superficiale e alla loro azione denudazionale. Il settore in esame, infatti, è caratterizzato da fenomeni gravitativi diffusi e una rete di drenaggio costituita da fossi ad andamento variabile, che disarticolano il versante in una serie di aree morfologicamente rilevate. Tali fossi confluiscono nel Vallone Fichi d'India, alla base del versante percorso dal metanodotto, il quale a sua volta confluisce nel Torrente Salito.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nell'area in esame sono caratterizzate da permeabilità variabili. Il substrato argilloso si presenta impermeabile o a permeabilità molto bassa mentre i depositi franosi mostrano valori di permeabilità bassi. Pertanto, non risulta la presenza della falda acquifera, ma soltanto degli sporadici accumuli idrici nella coltre strettamente connessi alle precipitazioni meteoriche.

L'area in esame rientra in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923, come visibile nella Fig. 6-132.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		205	00			

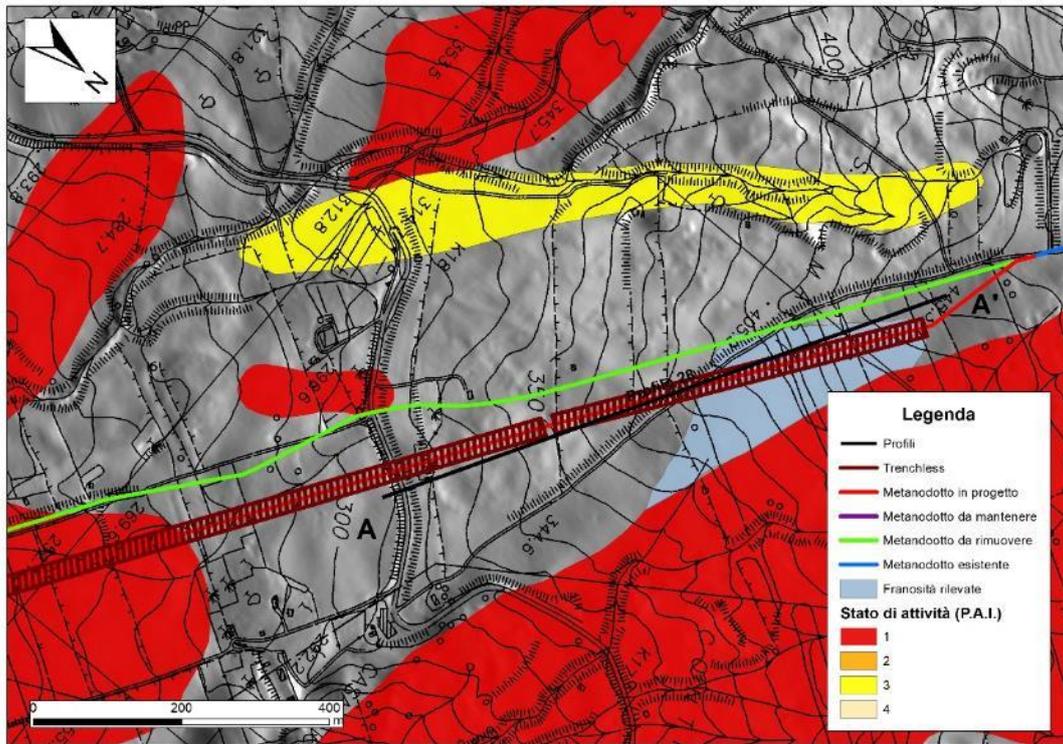


Fig. 6-130 – Stralcio dalla Carta dei dissesti P.A.I. e delle franosità rilevate (TP: da km 13+520 a km 13+830; TR: da km 13+045 a km 13+120)

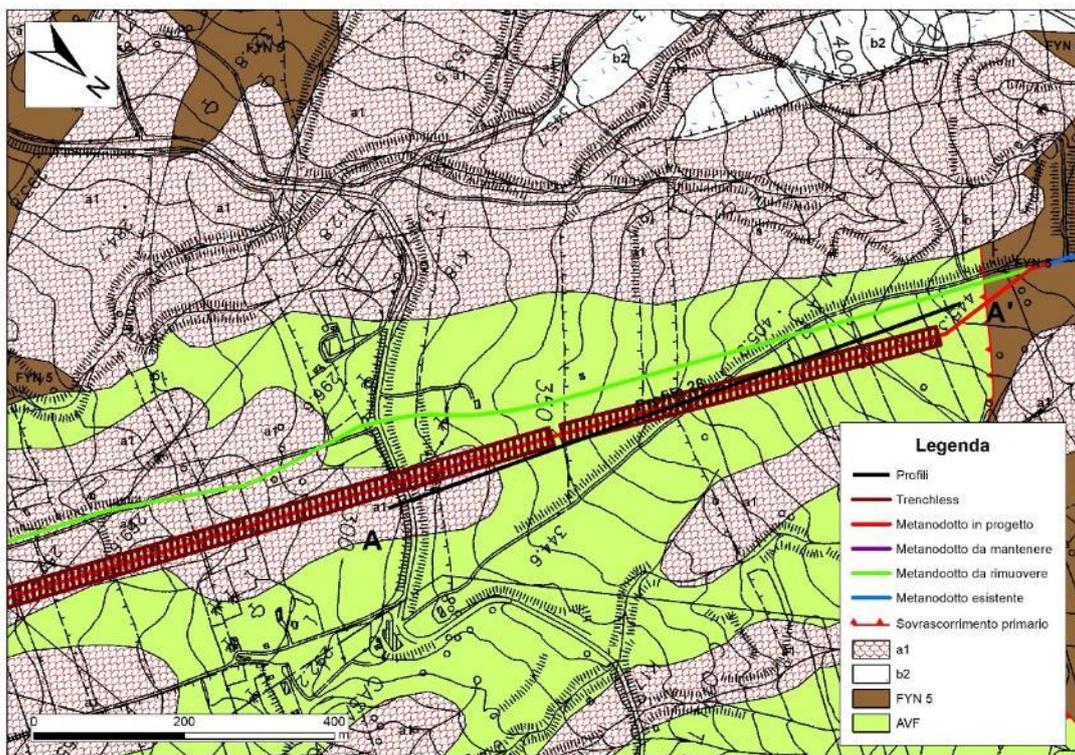


Fig. 6-131 – Stralcio dalla Carta Geologica-Geomorfologica

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 206 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

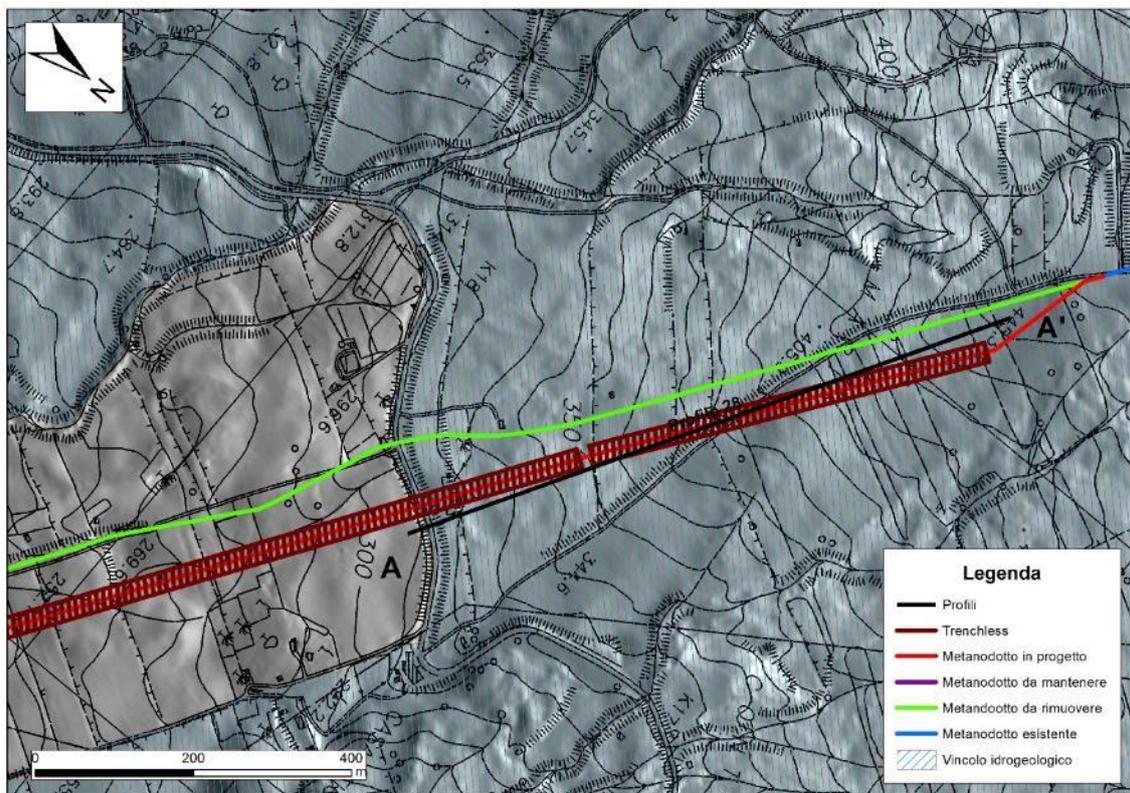


Fig. 6-132 – Stralcio dalla Carta del Vincolo Idrogeologico

6.34.2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo schema geologico dell'area di interferenza, di seguito descritto, è stato ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte nelle vicinanze dell'interferenza e sugli stessi tipi di terreno:

- **Orizzonte 1:** *Coltre/corpo di frana argilla limo sabbiosa*, fino alla profondità di circa 3-4 m dal p.c.
- **Orizzonte 2:** *Argilla deb. sabbiosa*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 28 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, dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggi S92, S93 + relative prove geotecniche di laboratorio su campione indisturbato S92), i cui risultati sono visibili nel Doc. n. RE-GEO-030 "Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche".

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici, in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 207 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

- **Orizzonte 1 (spessore circa 3-4 m)**
Peso di volume $\gamma = 18,7 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 18,9 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 11^\circ$
Coesione drenata $c' = 10 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 76,57 \text{ kPa}$

- **Orizzonte 2**
Peso di volume $\gamma = 19,9 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo $\gamma_s = 20,3 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito $\Phi' = 20^\circ$
Coesione drenata $c' = 31 \text{ kPa}$
Resistenza non drenata $C_u = 106,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo B** (ricavata dalla prospezione MASW 34)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di 15°)

6.34.3. VERIFICA DI STABILITÀ DEL VERSANTE

La verifica di stabilità ante-operam è stata eseguita sulla sezione più cautelativa del pendio in esame, rappresentata dalla zona di massima pendenza e alla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche. Dallo studio di stabilità ante-operam sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,221)**;
- 2) nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizioni rappresentative dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), il versante in esame, indicativamente nei primi 3 m di profondità dal p.c., non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,832)**.

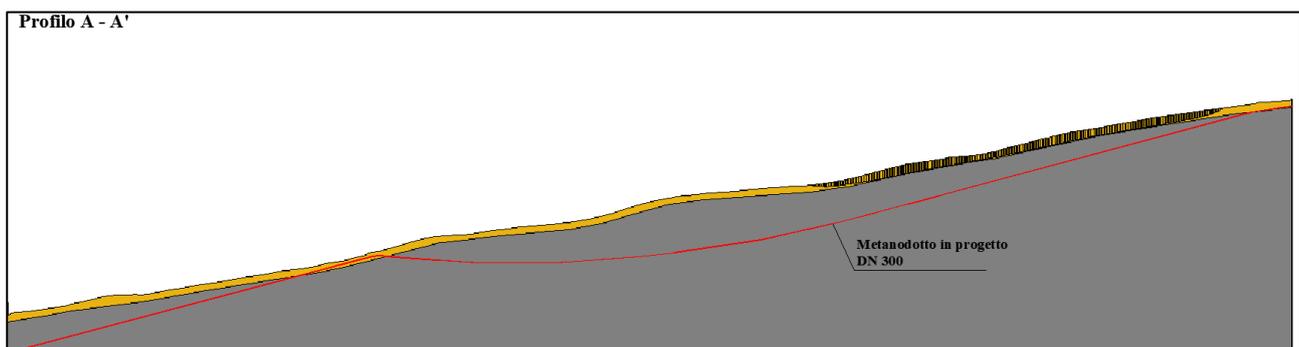


Fig. 6-133 - Sezione di verifica per l'analisi di stabilità

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 208 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 28 al presente documento

6.34.4. COMPATIBILITÀ DELL'OPERA IN PROGETTO CON IL MOVIMENTO GRAVITATIVO

In questa interferenza, i metanodotti in progetto ed in dismissione intercettano longitudinalmente un corpo di frana, cartografato durante il rilevamento geologico-geomorfologico, assimilabile ad un'area soggetta a deformazione superficiale lenta.

Il metanodotto in progetto sarà reso compatibile con il contesto geomorfologico al contorno in quanto è previsto l'attraversamento mediante tecnologia TOC.

Il procedimento seguito con questa tecnica consta di tre fasi:

- **Realizzazione del foro pilota:**
Consiste nella realizzazione di un foro di piccolo diametro lungo un profilo prestabilito. La capacità direzionale è garantita da un'asta di perforazione tubolare dotata, in prossimità della testa, di un piano asimmetrico noto come "scarpa direzionale" e contenente al suo interno una sonda in grado di determinare in ogni momento la posizione della testa di perforazione.
- **Alesatura del foro:**
il foro pilota è allargato fino a un diametro tale da permettere l'alloggiamento della tubazione. L'alesatore viene fatto ruotare e contemporaneamente tirare dal rig di perforazione.
- **Tiro – posa della condotta:** la tubazione viene varata all'interno del foro, mediante tiro della stessa attraverso le apposite aste, fino al rig.

Al termine dei lavori di cantiere, le postazioni vengono demolite e tutte le aree di lavoro vengono ripristinate allo stato originale.

Tale operazione consente di posare la condotta all'interno del substrato geologico, al di sotto del corpo di frana (Fig. 6-134), rendendo l'opera del tutto compatibile con il movimento gravitativo in esame.

In particolare, il metanodotto in corrispondenza del corpo di frana è ubicato ad una profondità massima di circa 16 m e minima di circa 7 m dal p.c., al di sotto degli spessori del corpo di frana presente nella zona.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00			

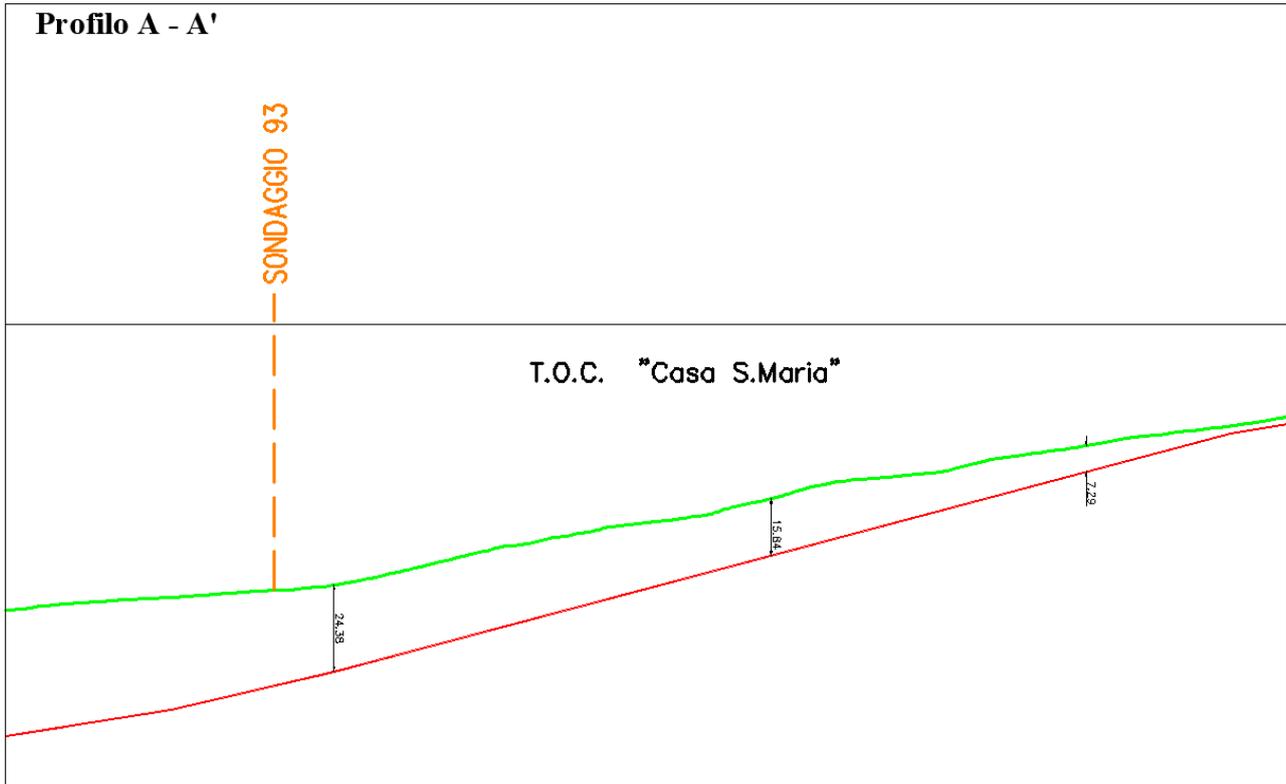


Fig. 6-134 – Sezione TOC (linea rossa). La linea verde indica il profilo topografico in senso gas.

Riguardo il metanodotto da dismettere, 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 ristretti) l'impatto con le condizioni geomorfologiche del sito.

Una volta rimossa la condotta, la trincea sarà riempita con il terreno di scavo ed è prevista la riprofilatura dell'area interessata dai lavori e la riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Le operazioni di rimozione non andranno ad alterare le condizioni geotecniche del sottosuolo. Sulla base di quanto esposto, le attività in progetto risultano essere compatibili con il movimento gravitativo esaminato.

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033		Foglio 210 di 214		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	

7 CONCLUSIONI

Nel presente documento è illustrato uno studio di compatibilità geomorfologica realizzato nell'ambito della progettazione del Rifacimento Metanodotto Gagliano-Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12") – DP 75 bar – Fase 2 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 siciliana. Tale studio viene redatto ai sensi dell'art. 8 delle NTA del PAI, inoltre è stato esteso anche ai movimenti gravitativi relativi al progetto IFFI ed a quelli non cartografati ma riscontrati durante il rilevamento geologico e geomorfologico effettuato nel corso delle varie campagne. Per questi ultimi (frane IFFI e franosità rilevate) non viene richiesto parere di compatibilità geomorfologica dal P.A.I. Gli interventi in progetto rientrano tra quelli consentiti dall'art. 7 comma 1 delle NTA del PAI (vedi Cap.1). In particolare, il tracciato in progetto interferisce con aree a pericolosità media (P2) ed in un solo caso con un'area a pericolosità moderata (P1), per le quali, nonostante le NTA del P.A.I. non ne prevedano lo studio, ai fini di un'analisi degli impatti dell'opera in progetto, sono state eseguite le verifiche di stabilità.

I risultati dello studio possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- 1) L'area in esame si sviluppa nel settore della Sicilia centro-settentrionale, attraversando diversi comuni, quali Nicosia e Sperlinga, in provincia di Enna, Resuttano in provincia di Caltanissetta ed i territori comunali di Gangi, Blufi, Alimena, Bompietro, Petralia Sottana, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, Caltavuturo, Termini Imerese e Sciara, in provincia di Palermo.
- 2) Il tracciato del metanodotto si sviluppa, dal punto di vista geologico nel dominio orogenico caratterizzato dalla Catena Appenninica Maghrebide. Le unità affioranti sono assimilabili in gran parte alla formazione delle Argille Variegate, a depositi di copertura (coltri, depositi di frana, conoidi e depositi alluvionali) ed in misura minore ai depositi della serie Gessoso-Solfifera e ai depositi afferenti al Flysch Numidico.
- 3) Morfologicamente, il metanodotto si colloca nel settore collinare, caratterizzata da tratti morfologici generalmente blandi e solo localmente di alta collina, con quote variabili dai 20 m circa del fondovalle del fiume Torto ai 960 m circa nel settore di Gangi. Le opere attraversano tre corsi d'acqua principali, il fiume Salso, il fiume Imera Meridionale ed il fiume Torto, che si sviluppano lungo una direzione circa S-N.
- 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 CPTu 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 "Doc. n. RE-GEO-030 *“Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche”*”, redatto a corredo dello stesso progetto e che costituisce parte integrante del presente documento.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 211 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

- 5) Dalla consultazione della cartografia del PAI e dell'IFFI e dal rilevamento geologico-geomorfologico realizzato nell'intorno significativo del metanodotto, è stato possibile identificare le interferenze del tracciato con le aree perimetrata a pericolosità da frana (vedi Cap. 6). Nella Tabella 6-1 vengono riportate le n°25 interferenze fra il tracciato del metanodotto (esistente e di progetto) e le aree a pericolosità da frana, censite dal P.A.I., quelle relative al progetto IFFI e quelle censite durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, per le quali è stato scelto di eseguire le verifiche di stabilità, poiché ritenute le aree più vulnerabili ai fini della sicurezza della condotta nel lungo termine. In particolare, la quasi totalità delle frane è rappresentata da deformazioni superficiali lente, dissesti dovuti ad erosione accelerata e fenomeni complessi derivanti dalla combinazione di più tipologie franose.
- 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 per ciascuna area perimetrata dal PAI e dall'IFFI, e per ciascun movimento franoso rilevato;
 - ✓ un piano di indagini per la determinazione dell'assetto stratigrafico, geotecnico e sismico (cfr. Cap. 5 e Doc. n. RE-GEO-030 "*Relazione sulle indagini geotecniche e geofisiche*");
 - ✓ una verifica di stabilità del versante (Cfr. Allegati da 1 a 28 al presente documento), nel caso delle aree a pericolosità di frana che interferiscono con il metanodotto in progetto con pendenze maggiori di 5°. 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 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 14.0*, prodotto dalla "Aztec", 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;
 - ✓ una valutazione su base geomorfologica delle interferenze con pendenze minori di 5°: in tale circostanza la verifica di stabilità del versante è stata omessa in quanto si osserva che, anche in caso di intervenuta completa saturazione, i materiali granulari, le argille varicolori e più in generale i depositi affioranti nell'area d'intervento non possono mobilizzarsi con tali pendenze (angolo d'attrito interno >> pendenza pendio).
 - ✓ un'analisi delle soluzioni progettuali da adottare al fine di mitigare le condizioni di pericolosità dei movimenti gravitativi interferenti.

Per il metanodotto in progetto, sulla base dei risultati delle verifiche eseguite (cfr. Relazioni di Calcolo in Allegato al presente documento) e del contesto

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 212 di 214		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
			00			

geomorfologico, si possono riassumere le seguenti casistiche riscontrate nelle varie interferenze:

- ✓ alcuni versanti esaminati, alle profondità indicate nei rispettivi paragrafi, non risultano essere stabili secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza calcolato risulta essere $F_s < 1,2$. In tali situazioni, per rendere compatibile l'opera con il contesto geomorfologico è previsto l'attraversamento mediante tecnologie trenchless, 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.
 - ✓ In alcuni casi esaminati il tracciato è ubicato nella parte bassa, pressoché sub-pianeggiante, del corpo di frana, in corrispondenza della zona di accumulo situata al di sotto dell'unghia della superficie di rottura. Dalle verifiche di stabilità eseguite, le uniche aree instabili sono quelle presenti nella porzione medio-alta dei pendii. Le superfici di scorrimento con $F_s < 1,2$ (instabili) non raggiungono i metanodotti in esame che sono ubicati più a valle, ossia in nessun caso interferiscono con essi.
 - ✓ In altri casi in cui il fattore di sicurezza calcolato risulta essere $F_s < 1,2$ sono previste opere di sostegno quali palizzate, paratie di pali e micropali, muri in gabbioni metallici e opere di drenaggio, quali diaframmi/briglie, trincee drenanti, come meglio specificato nei paragrafi delle singole interferenze e nell'elaborato (vedi Doc. n. ST-1299 "Disegni standard di progetto" Schede da n. ST-1300 a n. ST-1399 e Doc. n. PG-OM-130 e PG-OM-230 "Opere di Mitigazione e Ripristino"), dimensionati allo scopo di aumentare le condizioni di sicurezza e rendere compatibile l'opera con le varie interferenze.
- 7) Per quanto riguarda le interferenze 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. 8 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.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 213 di 214	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-CGSA-033
		00				

8 ALLEGATI

0. DESCRIZIONE METODO DI CALCOLO
1. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 1
2. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 2
3. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 3
4. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 4
5. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 5
6. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 6
7. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 7
8. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 8
9. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 9
10. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 10
11. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 11
12. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 12
13. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 13
14. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 14
15. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 15
16. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 16
17. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 17
18. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 18
19. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 19
20. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 20
21. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 21
22. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 22
23. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 23
24. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 24
25. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 25
26. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 26
27. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 27
28. VERIFICA DI STABILITÀ PROFILO 28
29. PG-PAI-131
PG-PAI-231
PG-PAI-331
PG-PAI-431
30. PG-PAI-132
PG-PAI-232
PG-PAI-332
PG-PAI-432
31. PG-PAI-135
PG-PAI-235
PG-PAI-335
PG-PAI-435
32. PG-CGD-142
PG-CGD-242

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0033	Foglio 214 di 214	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-CGSA-033	
		00				

9 ANNESSI

ANNESSO 1: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA