

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 1 di 56		Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse

RELAZIONE COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA AREE PAI

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
2	Aggiornamento AU 327 – Emissione per prescrizioni VIA	Brunetti	Onori	Mattei	Gen. '25
1	Emissione per Autorizzazione Unica	Rocchetti	Onori	Mattei	Ott. '23
0	Emissione	Rocchetti	Onori	Mattei	Giu. '22

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 2 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo del lavoro	5
1.3	Documenti di riferimento	5
1.4	Normative di riferimento	5
2	PIANO STRALCIO PER ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	7
2.1	Caratteristiche delle interferenze	8
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE	9
3.1	Lineamenti geologico strutturali	9
3.2	Lineamenti geomorfologici	11
4	INQUADRAMENTO SISMICO	14
4.1	Classificazione sismica	14
4.2	Pericolosità sismica di base	16
4.3	Risposta sismica locale (metodo semplificato)	18
4.4	Valutazione del potenziale di liquefazione	20
5	VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITA'	21
5.1	ID 1 (063-2CF-068) - Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle	23
5.2	ID 2 (067-1JO-033) - Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle	30
5.3	ID 3 (063-2CF-045 e 063-2CF-042) - Ricollegamento All. Comune di Bompensiere	35
5.4	ID 4 (066-1AG-017) - Rifacimento Diramazione per Agrigento	42
5.5	ID 5 (066-1AG-159) - Rifacimento Diramazione per Agrigento	47
5.6	ID 6 - Interferenze delle linee in dismissione con le aree PAI	52
6	CONCLUSIONI DELLA VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITA'	53
6.1	Area ID1 - 063-2CF-068	53
6.2	Area ID2 - 067-1JO-033	54
6.3	Area ID3 - 063-2CF-045 e 063-2CF-042	54
6.4	Area ID 4 - 066-1AG-017	55

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 3 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

6.5 Area ID 5 - 066-1AG-159 55

6.6 Aree ID 6 – Linee in dismissione 56

**Allegato 1: L&R Laboratori e Ricerche Srl di San Giovanni la Punta (CT)
Stratigrafie sondaggi geognostici**

**Allegato 2: Laboratorio Geomeccanico Orazi – Mombaroccio (PU)
Certificati prove di laboratorio geotecnico**

**Allegato 3: GEORES S.r.l. di Frosinone
Sezioni indagini geofisiche**

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 4 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Il progetto denominato "Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12"), DP 24 bar e opere connesse" prevede, come intervento principale, la messa in opera di una nuova condotta DN 300 (12") di lunghezza pari a 35,055 km, che sostituirà il metanodotto "Derivazione per Porto Empedocle DN 250 (10"), MOP 24 bar" attualmente in esercizio e che verrà dismesso.

La nuova infrastruttura, in generale, garantirà un livello di sicurezza ottimale incrementando l'affidabilità e la flessibilità di trasporto della rete esistente.

Fanno parte del progetto in esame anche la messa in opera di 9 linee secondarie (Tabella 1/A) e la rimozione di 9 linee secondarie esistenti (Tab. 1/B).

Tabella 1/A - Linea principale e linee secondarie in progetto

Denominazione metanodotto	DN (mm)	DP (bar)	Lunghezza (km)
Linea principale			
Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle	300	24	35,055
Linee secondarie			
Ricollegamento All.to Comune di Bompensiere	150	24	1,770
Rifacimento Diramazione per Agrigento	150	24	4,045
Rifacimento All.to Laterizi Akragas S.p.A.	100	24	0,110
Rifacimento All.to Comune di Agrigento	100	24	1,240
Rifacimento Collegamento Impianto Riduzione di Joppolo	300	24	0,280
Rifacimento Allacciamento Comune di Aragona	150	24	0,050
Ricollegamento Allacciamento Comune di Comitini	100	24	0,030
Rifacimento Allacciamento M&A Rinnovabili	100	24	0,245
Rifacimento Allacciamento Comune di Campofranco	100	24	0,070

Tabella 1/B – Linea principale e linee secondarie in dismissione

Denominazione metanodotto	DN (mm)	MOP (bar)	Lunghezza (km)
Linea principale			
Derivazione per Porto Empedocle	250	24	39,230
Linee secondarie			
Derivazione per Bompensiere	150	24	2,510
Diramazione per Agrigento	150	24	4,140
All.to Laterizi Akragas S.p.A.	100	24	0,030
All.to Comune di Agrigento	100	24	1,115
Collegamento Impianto Riduzione di Joppolo	200	24	0,275
All.to Comune di Aragona	150	24	0,030
All.to Comune di Comitini	100	24	0,010
All.to M&A Rinnovabili	100	24	0,010
All.to Comune di Campofranco	100	24	0,080

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 5 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

In particolare, il tracciato di progetto si sviluppa nei territori dei comuni di Campofranco, Casteltermini, Aragona, Joppolo Giancaxio, Raffadali, Agrigento, Porto Empedocle e le province interessate dal progetto sono quelle di Caltanissetta e di Agrigento.

1.2 Scopo del lavoro

Nel presente studio, relativo al progetto "Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12"), DP 24 bar e opere connesse", sono descritte le interferenze dei tracciati in progetto con aree PAI.

Il presente studio di dettaglio analizza e illustra compiutamente le interazioni previste tra l'opera in progetto e gli ambiti citati, fornendo quindi elementi utili ai fini dell'emissione del parere di compatibilità idrogeologica dell'opera da parte degli Enti coinvolti nell'attuale procedura di VIA.

1.3 Documenti di riferimento

- [1] REL-CGD-E-03021 Relazione Geologica
- [2] REL-GEO-E-03022 Relazione Geotecnica
- [3] REL-SIS-E-03023 Analisi areale della stabilità dei versanti
- [4] REL-SIS-E-03024 Relazione Sismica
- [5] PG-DRIF-D-03206 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e IFFI
- [6] PG-CGD-D-03207 Geologia e Geomorfologia
- [7] PG-CI-D-03208 Idrogeologia

1.4 Normative di riferimento

Nella redazione dello studio in oggetto è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica ed in particolare le seguenti disposizioni:

- Regione Sicilia - Decreto dell'Assessore per il Territorio e l'Ambiente n. 298/41 de 4 luglio 2000
"Piano Straordinario per l'assetto Idrogeologico";
- Regione Sicilia – D.P. n. 9/ADB del 06/05/2021
"Modifiche alla Relazione Generale - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana" - Redatta nel 2004 e Tabella Elementi a rischio;
- OPCM 20 marzo 2003 n. 3274
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 6 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

- OPCM 28 Aprile 2006 n. 3519
Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone;
- Deliberazione della Giunta Regionale 24 Febbraio 2022 n. 81
Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia – Applicazione dei criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 Aprile 2006, n. 3519;
- EN 1594 (2013) – Annex E
Gas supply system – Pipelines for maximum operating pressure over 16bar.
- D.M. 17 gennaio 2018, Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018.
Suppl. Ordinario n. 8, Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7, C.S.LL.PP. Gazzetta Ufficiale n. 35 del 11 febbraio 2019.
Suppl. Ordinario n.5, Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2019.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	REL-GEO-E-03025		
	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 7 di 56		Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

2

PIANO STRALCIO PER ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Le opere in progetto interessano nel loro sviluppo lineare sette territori comunali, tutti di competenza dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, adottato con Decreto dell'Assessore per il Territorio e l'Ambiente n. 298/41 de 4 luglio 2000, è stato redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L 183/89, dell'art. 1, comma 1, del DL 180/98, convertito con modificazioni dalla L 267/98, e dell'art. 1 bis del DL 279/2000, convertito con modificazioni dalla L.365/2000. Esso ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Nell'ambito della redazione del Piano, il territorio siciliano è stato suddiviso in n. 102 bacini idrografici ed aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori; per ciascun bacino idrografico è stato realizzato un piano stralcio di assetto idrogeologico dedicato.

Attraverso la cartografia tematica, il PAI identifica le aree del territorio interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico ed effettua la valutazione della pericolosità e del rischio geomorfologico ed idraulico del territorio. Nello specifico, secondo quanto indicato nella "Relazione Generale" del PAI, l'Autorità di Bacino classifica le aree soggette a Rischio e Pericolosità Geomorfologico e Idraulico come segue:

- Pericolosità e rischio geomorfologico

LIVELLI DI PERICOLOSITA'	LIVELLI DI RISCHIO
 P0 basso	 R1 moderato
 P1 moderato	 R2 medio
 P2 medio	 R3 elevato
 P3 elevato	 R4 molto elevato
 P4 molto elevato	

- Pericolosità e rischio idraulico

LIVELLI DI PERICOLOSITA'	LIVELLI DI RISCHIO
 P1 Pericolosità moderata	 R1 moderato
 P2 Pericolosità media	 R2 medio
 P3 Pericolosità elevata	 R3 elevato
 P4 Pericolosità molto elevata	 R4 molto elevato

Con DP n. 9/ADB del 06/05/2021 sono state approvate le "Modifiche alla Relazione Generale - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana" - Redatta nel 2004 e Tabella Elementi a rischio.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 8 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

Dall'esame della cartografia allegata al Piano, risulta che l'area oggetto di studio ricade nei seguenti bacini idrografici:

- Bacino Idrografico del Fiume Platani (codice numerico 063), di cui l'ultima variante è stata approvata con DP 07/AdB del 23/12/2019;
- Area territoriale tra i Bacini del Fosso delle Canne e F. S. Leone (066), di cui una variante che interessa il Comune di Porto Empedocle è stata approvata con DGR n. 528 del 14/12/2011;
- Bacino Idrografico del Fiume San Leone ed Area Intermedia compresa fra i Bacini del F. San Leone e del F. Naro (067), di cui un primo aggiornamento è stato approvato con DGR n. 521 del 14/12/2011, poi uno con DGR n. 512 del 02/11/2016 nei Comuni di Joppolo Giancaxio e Raffadali e uno con DGR n. 513 nel Comune di Agrigento.

2.1 Caratteristiche delle interferenze

Nel presente paragrafo vengono analizzate le potenziali criticità geologiche e geomorfologiche riscontrate lungo il tracciato delle opere in progetto e in dismissione, descrivendo le aree a pericolosità idrogeologica secondo quanto previsto dal PAI (Tabella 2/A).

Tabella 2/A: Interferenze con aree a Pericolosità da Frana

da km	a km	Percorrenza (km)	Comune	Classe di pericolosità	Codifica
Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12''), in progetto					
0,610	0,655	0,045 (**)	Campofranco	1	063-2CF-068
22,545	22,565	0,020	Joppolo Giancaxio	1	067-1JO-033
Ricollegamento All. Comune di Bompensiere DN 150 (6''), in progetto					
0,590	0,930	0,340 (*)	Campofranco	2	063-2CF-045
1,030	1,450	0,420 (**)		2	063-2CF-042
1,465	1,510	0,045 (**)		2	063-2CF-042
Rifacimento Dir. per Agrigento DN 150 (6''), in progetto					
0,965	1,120	0,155	Agrigento/Porto Empedocle	1	066-1AG-017
2,380	2,595	0,215	Agrigento	1	067-1AG-159
Derivazione per Porto Empedocle DN 250 (10''), in dismissione					
0,000	0,215	0,215	Sutera	1	063-2SU-072
26,930	26,955	0,025	Joppolo Giancaxio	1	067-1JO-033
Der. per Bompensiere DN 150 (6''), in dismissione					
0,970	1,010	0,040	Campofranco	1	063-2CF-051
1,100	1,160	0,060		2	063-2CF-042
1,955	2,185	0,230		2	063-2CF-042
Dir. per Agrigento DN 150 (6''), in dismissione					
0,960	1,120	0,160	Agrigento	1	066-1AG-017
2.435	2.635	0.200		1	067-1AG-159

(*) Interferenza superata parzialmente con metodologia di posa trenchless

(**) Interferenza superata totalmente con metodologia di posa trenchless

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 9 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE

Il territorio interessato dalla realizzazione del "Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12"), DP 24 bar" è compreso, solo nella parte meridionale tra Porto Empedocle e Agrigento, nei seguenti Fogli della Cartografia Geologica Italiana:

- Carta Geologica d'Italia - Foglio 267 Canicatti, scala 1:100.000 (Baldacci L. & Di Stefano, 1885);
- Servizio Geologico d'Italia - Foglio 271 Agrigento della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000 (E. Beneo, 1959);
- Servizio Geologico d'Italia - Foglio 636 Agrigento della Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 (A. Moretti et al., 1972).

L'analisi delle cartografie sopraindicate evidenzia come l'area di studio sia poco dotata di cartografie geologiche ufficiali aggiornate, edite negli ultimi anni, se non addirittura in molti casi scoperta.

Pertanto, la caratterizzazione geologica è stata elaborata attingendo alle informazioni presenti nella cartografia indicata, ma soprattutto utilizzando ulteriori elementi conoscitivi, maggiormente attuali, quali rilevamenti geologici inediti integrati con i dati raccolti attraverso le campagne geognostiche condotte per il metanodotto in progetto e tesi universitarie realizzate per progetti scientifici di ricerca disponibili.

Sono inoltre state utilizzate le Tavolette dell'Ente delle Miniere degli anni '50-'60, che hanno costituito la base dei Fogli in scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.

La definizione e la rappresentazione dell'assetto geologico/stratigrafico e tettonico sono state uniformate agli standard previsti dall'ISPRA (Cartografia CARG della Regione Siciliana) e secondo le convenzioni di classificazione della CIS (Commissione Italiana di Stratigrafia).

È stata predisposta una legenda univoca delle formazioni affioranti uniformata, in termini di sigle e colori, a quella del progetto CARG, con l'obiettivo di ottenere omogeneità di rappresentazione delle unità litostratigrafiche. Per i depositi di copertura è stata proposta una distinzione sulla base delle caratteristiche litologiche, utilizzando codifiche di identificazione univoche in riferimento ai dettami della CIS, tali da consentirne la precisa individuazione dal punto di vista della composizione litologico-tecnica.

Ai fini delle correlazioni e dell'omogeneizzazione delle differenti sigle geologiche presenti nelle distinte cartografie consultate, preziose si sono rivelate le informazioni attinte dalle monografie specialistiche della Sicilia, dai Quaderni APAT-CNR e dagli aggiornamenti della nomenclatura stratigrafica della CIS.

3.1 Lineamenti geologico strutturali

L'area di studio, localizzata tra la parte meridionale della Catena Appenninico-Maghrebide e la parte occidentale del Promontorio Ibleo, appartiene al Bacino di Caltanissetta.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 10 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

Il termine “Bacino di Caltanissetta”, ereditato dalla letteratura geologica degli anni ‘60–‘70, è stato adoperato per indicare quella vasta area che occupa la Sicilia centrale e che, a partire dal Miocene superiore e fino al Pleistocene inferiore, ha svolto il ruolo di avanfossa rispetto alla catena emergente (Vitale, 1995).

Nella letteratura geologica l'evoluzione dell'interpretazione dinamico-strutturale di questo bacino può essere schematizzata come segue.

A partire dal 1960 (Ogniben, 1960, 1969) fino ai primi modelli strutturali per l'area italiana (C.N.R., 1975), questo bacino è stato considerato come una associazione di sedimenti post-orogeni formati in seguito alla fase parossistica del Miocene, responsabile della formazione della catena di thrust dell'area mediterranea.

L'avanfossa tra la Catena Appenninico–Maghrebide e l'avampaese Ibleo, varia nel tempo e nello spazio all'avanzare del fronte della catena, portando alla formazione di differenti unità strutturali paleogeografiche (“Bacini Satelliti”), considerate anche come bacini di “piggy-back” (Catalano *et al.*, 1993; Vitale, 1996; Lentini *et al.*, 1991), nell'intervallo compreso tra il Miocene inferiore e il Quaternario. Sembrerebbe che questo avanzamento non si sia verificato con continuità, ma attraverso numerosi eventi, che hanno causato una graduale riduzione del bacino di avanfossa.

Durante il Miocene superiore l'avanfossa si restringe, assumendo un andamento NE–SO, e migra ulteriormente verso l'avampaese Ibleo Pelagiano (Nigro & Renda, 2000).

Tra il Tortoniano sup. ed il Messiniano inf. i settori più interni della catena accolgono la deposizione di successioni nei bacini satelliti in estensione (Formazione Terravecchia - unità litostratigrafica, introdotta da Schmidt Di Friedberg, 1965, ed istituita dallo stesso Autore sulla base di quanto descritto da Flores, 1959), che riflettono processi di collasso della catena (Giunta *et al.*, 1999b).

Lungo il margine interno dell'avanfossa progradano conoidi costituite da facies conglomeratiche e pelitico – sabbiose che lasciano posto, nei settori assiali ed esterni, a depositi pelagici (Formazione Licata) (Nigro e Renda, 2000).

Il successivo restringimento dell'avanfossa coincide, nel Messiniano sup., con la deposizione delle evaporiti che, nei settori intramontani in estensione dell'orogene (Giunta *et al.*, 1999b), sono prevalentemente rappresentati da facies torbidity (Nigro e Renda, 2000).

A partire dal Pliocene superiore (Catalano & D'Argenio, 1982), il Bacino di Caltanissetta è stato interessato da rapidi processi di subsidenza come suggerito dalle analisi biostratigrafiche dei relativi depositi clastico–carbonatici (Di Stefano *et al.*, 1993).

Tra il Pliocene ed il Pleistocene l'avanfossa si riduce ulteriormente, anche attraverso rotazioni della catena (Oldow *et al.*, 1990) accogliendo la deposizione dei Trubi e delle sovrastanti successioni in parte torbidity (Formazione Marnoso – Arenacea del Belice) (Nigro e Renda, 2000).

In questo intervallo si ha la massima estensione areale dei settori della catena; la sedimentazione avviene principalmente in ristrette aree (Bacino di Caltanissetta), sul dorso delle unità tettoniche della Falda di Gela.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 11 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

L'avanfossa pleistocenica raggiunge in questo periodo la sua minima estensione areale sia a terra che nei settori sommersi antistanti il Golfo di Gela (Argnani, 1987).

L'assetto geologico-strutturale dell'area è tipico della Sicilia centro-meridionale, caratterizzato dagli affioramenti di età terziaria e quaternaria in cui prevalgono i termini evaporitici ricoperti dalle unità terrigene post-evaporitiche, distribuite secondo un sistema prevalente di pieghe con assi orientati in direzione NO-SE. I litotipi più antichi sono rappresentati dai terreni argillosi pre-evaporitici e si rinvengono spesso al nucleo delle principali anticlinali, mentre i terreni post-evaporitici pliocenici occupano i nuclei delle sinclinali.

Nell'area interessata dal tracciato del metanodotto in progetto affiorano, oltre a localizzati nuclei delle Argille varicolori inferiori, le formazioni appartenenti al Bacino di Caltanissetta, dalla Formazione Terravecchia alla Formazione Agrigento, quest'ultima definita per indicare i depositi calcarenitici che sormontano le argille della Formazione Monte Narbone.

3.2 Lineamenti geomorfologici

L'assetto geomorfologico dell'area in studio è estremamente vario ed è influenzato dalle caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti e dal loro assetto geologico-strutturale.

Il paesaggio è modellato principalmente per erosione selettiva in corrispondenza degli affioramenti terrigeni argillosi (Formazione Terravecchia), degli affioramenti litoidi della Serie evaporitica (Calcari e Gessi), delle calcareniti pleistoceniche (Formazione Agrigento) e dei calcari marnosi (Trubi).

L'assetto orografico, nel complesso, è caratterizzato da blande forme collinari con valli ampie su cui emergono rilievi rocciosi generalmente a forma allungata o creste isolate, che raggiungono un'altezza massima di circa 500 m s.l.m...

Le morfologie più aspre e accidentate si impostano sulle litologie calcaree e gessose, sovente interessate da fenomeni carsici con forme tipiche come solchi e scannellature (karren).

La porzione settentrionale del rifacimento si sviluppa nel Bacino del Fiume Platani dove l'assetto morfologico varia decisamente spostandosi dal settore più settentrionale verso la zona di foce. In particolare, il progetto interessa il settore centrale del bacino, che presenta un assetto di tipo collinare condizionato dalle diverse caratteristiche di erodibilità delle litologie in affioramento: in corrispondenza degli ammassi rocciosi lapidei si sviluppano morfologie più aspre, con scarpate sub-verticali e versanti molto acclivi; mentre, laddove affiorano i termini argilloso-marnosi, le morfologie diventano via via più blande e particolarmente incise dal reticolo idrografico minore.

In questa porzione centrale del bacino, nelle zone di confluenza degli affluenti principali (Fiume Gallo d'Oro, Vallone di Aragona) all'interno dell'alveo del Fiume Platani, si sviluppano estese piane alluvionali di fondovalle in cui i corsi d'acqua assumono un andamento prevalentemente meandriforme; condizioni morfologiche di

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 12 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

questo tipo sono individuate ad esempio in corrispondenza della prima parte del tracciato, tra Campofranco e Aragona.

Procedendo verso sud il tracciato interessa il bacino idrografico del Fiume San Leone che ha un assetto morfologico prevalentemente di tipo collinare con estesi affioramenti argillosi dai quali emergono aspri rilievi rocciosi prevalentemente di natura gessosa e calcarea.

In linea generale, nella porzione nord-occidentale e nord-orientale del bacino idrografico affiorano i principali rilievi costituiti dalle unità litoidi dei termini della serie evaporitica messiniana, mentre nel settore centrale, non interessato dal progetto, emergono i rilievi di natura prevalentemente calcarenitica, sui quali sorge la città di Agrigento e il Parco Archeologico della "Valle dei Templi".

Procedendo verso Porto Empedocle l'area compresa tra i bacini Fosso delle Canne e Fiume San Leone ha un assetto morfologico prevalentemente di tipo collinare contraddistinto in massima parte dagli affioramenti lapidei prevalentemente gessosi della serie evaporitica.

Il contesto strutturale predominante, caratterizzato da uno stretto sistema di pieghe con assi orientati in direzione NW-SE, condiziona l'assetto geomorfologico. Infatti, in corrispondenza degli affioramenti evaporitici le linee di impluvio sono distribuite parallelamente agli assi di piega e spesso convergono all'interno di depressioni carsiche areali (doline) e puntuali (inghiottitoi), notevolmente diffusi lungo tutto il territorio. Infatti, l'area è caratterizzata da una tettonica di tipo compressivo, che genera una struttura a sinclinorio con al nucleo la deposizione di termini appartenenti alla serie gessoso-solfifera. La morfologia risulta quindi prevalentemente aspra fino alla fascia costiera che si sviluppa nel settore meridionale.

Qui si rileva un assetto sub-pianeggiante determinato da terrazzi marini tardo-pleistocenici, delimitati lungo la costa da un sistema di paleofalesie e di falesie stagionalmente attive, ai piedi delle quali si sviluppano fasce litorali sabbiose più o meno estese.

Le differenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni e l'azione degli agenti esogeni in relazione alla stabilità dei versanti determinano il modellamento del territorio.

In particolare, sulle litologie argillose a comportamento plastico si sviluppano rilievi collinari poco acclivi in cui la rete idrografica risulta notevolmente sviluppata, con incisioni più o meno accentuate in funzione delle condizioni di acclività del pendio, dello stato di alterazione dei terreni e della presenza di copertura vegetale.

Nel contesto anzi descritto si sviluppano condizioni di dissesto erosivo quali:

- il ruscellamento concentrato che si manifesta con la formazione di fossi di erosione particolarmente accentuati lungo i pendii argillosi e detritici;
- il ruscellamento diffuso che determina condizioni di erosione accelerata superficiale capace di degenerare in forme calanchive dove affiorano terreni argillosi.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 13 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

Negli affioramenti litoidi (calcari e gessi) il reticolo idrografico è poco sviluppato e si imposta in prevalenza lungo zone particolarmente fratturate, formando strette valli a "V".

Le aree di affioramento delle formazioni costituenti il complesso di copertura, invece, presentano forme pianeggianti variamente terrazzate, o blande forme collinari tipiche dei terreni argilloso-sabbiosi. Localmente sono presenti anche strutture erosive (anche in forma di calanchi) che contrastano morfologicamente con i frequenti blandi versanti argillosi. Questi ultimi si raccordano tramite cospicui corpi eluvio-colluviali con i piatti fondovalle tutti caratterizzati da abbondanti depositi alluvionali.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 14 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

4 INQUADRAMENTO SISMICO

4.1 Classificazione sismica

A seguito dell'entrata in vigore dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 recante *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 8 maggio 2003, n. 105, tutti i comuni italiani risultano classificati in zona sismica, ripartiti in quattro ambiti riferiti a diversi livelli di rischio decrescente da 1 a 4.

- Zona 1 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti;
- Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti;
- Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari;
- Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.

A ciascuna zona è stato associato un valore di pericolosità espresso dalla accelerazione massima attesa su roccia.

Un ulteriore contributo alla zonazione sismica nazionale si è avuto con l'introduzione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (MPS04) elaborata da INGV (2004) e divenuta la mappa di riferimento con l'emanazione dell'OPCM 28 aprile 2006 n. 3519 - *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone*.

Tale mappa definisce per le quattro zone sismiche individuate con l'OPCM n. 3274 i valori di riferimento della pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riportati nella Tabella 4/A seguente.

Tabella 4/A: Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

ZONA SISMICA	ACCELERAZIONE (a_g) Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

In adempimento alle suddette disposizioni, la Regione Sicilia, con Deliberazione della Giunta Regionale 24 febbraio 2022 n. 81 e Decreto del Dirigente Generale del DRPC Sicilia del 11 marzo 2022 n. 64, ha definito la nuova classificazione sismica del proprio territorio, riferendosi per la delimitazione dei diversi gradi di rischio ai confini amministrativi comunali.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 15 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

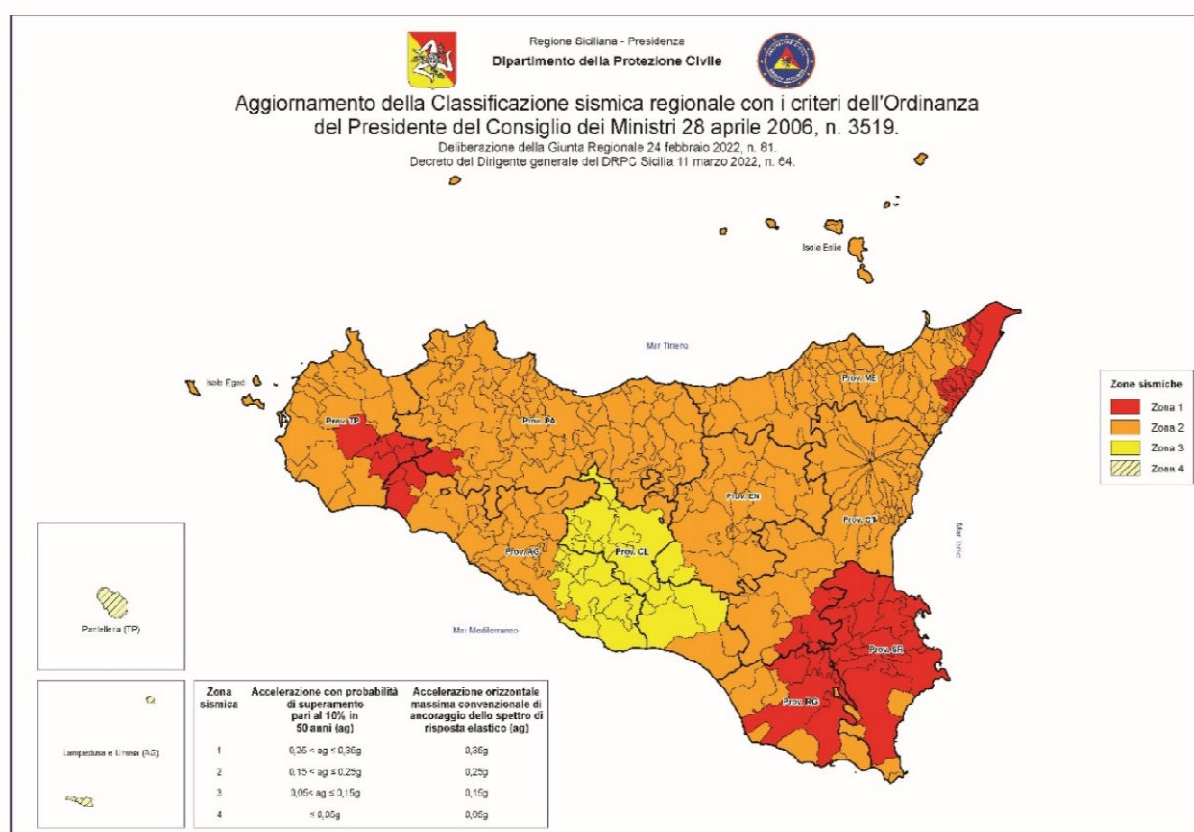


Figura 4.A: Mappa Nuova Classificazione Sismica Regione Sicilia adottata con D.D.G. n. 64 del 11 marzo 2022.

In base agli elenchi allegati al DDG n° 64 del 11 marzo 2022 ed alla mappa riportata nella precedente

Figura 4.A per i comuni interessati dal tracciato del metanodotto in progetto risulta la classificazione riportata nella seguente Tabella 4/B.

Tabella 4/B: Classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato del metanodotto in progetto (DDG 64/2022).

Comune	Provincia	Classificazione sismica
Campofranco	Caltanissetta	3
Agrigento	Agrigento	2
Aragona	Agrigento	2
Casteltermini	Agrigento	2
Joppolo Giancaxio	Agrigento	2
Porto Empedocle	Agrigento	2
Raffadali	Agrigento	2

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 16 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

4.2 Pericolosità sismica di base

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) hanno introdotto il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, ribadito dalle NTC 2018.

La “pericolosità sismica di base”, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture connesse con il funzionamento di opere come i metanodotti.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Le N.T.C. introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC 2008 forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g);

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro a_g , ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera. I punti del reticolo di riferimento riportati hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

L'azione sismica calcolata ai sensi delle NTC2018 prevede la definizione del periodo di ritorno dell'azione sismica, T_r , dipendente dalla probabilità di superamento (funzione dello stato limite) e del periodo di riferimento. Per la costruzione viene identificato un Periodo di Riferimento, V_R , che si ricava moltiplicando la Vita Nominale, V_N per il Coefficiente d'Uso, C_U . La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

Le NTC 2018 associano a tipi di costruzione un valore minimo della vita nominale espresso in anni; in particolare, per “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”, si prevede vita nominale ≥ 50 .

Ne segue che la Vita Nominale è scelta in funzione del numero di anni di vita utile previsto per la struttura senza che si debba ricorrere ad interventi di manutenzione

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 17 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

straordinaria. Coerentemente con tali indicazioni, la Vita Nominale del manufatto trova quindi riferimento nelle scelte progettuali.

La Classe d'Uso deriva da considerazioni "esterne" che tengono conto di quanto può accadere *"in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso"* (NTC 2018 par. 2.4.2). Inoltre, sull'assegnazione della Classe d'Uso intervengono criteri di qualificazione non solo tecnica ma anche "amministrativa" (finalità di protezione civile, competenza statale).

Il metanodotto in progetto appartiene ai gasdotti della rete nazionale e pertanto, nel suo insieme, può considerarsi un'opera infrastrutturale di interesse strategico.

Alla luce di tali considerazioni, si è motivatamente assunto per l'opera la seguente combinazione di V_N e C_U , conseguentemente determinando il periodo di riferimento "di progetto":

V_N , Vita Nominale della costruzione, 50 anni;

C_U , Coefficiente d'Uso (classe IV), 2.0;

V_R , Periodo di Riferimento per la costruzione, 100 anni.

Date dalle NTC 2018 (Tab. 3.2.I) le probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento, associate all'azione sismica agente per ciascuno degli stati limite di calcolo, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni,

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

è così determinato:

Tabella 4/C: Valori di T_R espressi in funzione di V_R

Stato limite		Probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R	Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R	
Esercizio (SLE)	SLO	81%	0,60 V_R	60
	SLD	63%	$\cong V_R$	101
Ultimo (SLU)	SLV	10%	$\cong 9,50 V_R$	949
	SLC	5%	19,50 V_R	1950

4.2.1 Parametri spettrali

Nella Tabella 4/D, per i vari stati limite, sono indicati i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* , calcolati come media dei valori dei nodi della griglia di riferimento, estrapolati dalla Tabella A1 delle NTC 2008

Tabella 4/D: Parametri spettrali: $V_N = 50$ anni - Classe d'Uso IV (Opere strategiche) Stato limite SLV – $T_R = 949$ anni (coordinate WGS84).

N.	Codice	Latitudine:	Longitudine	a_g	F_0	T_c^*
Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12"), in progetto						
01	063-2CF-068	37.501453°	13.709926°	0,080	2,658	0,434
02	067-1JO-033	37.378009°	13.563093°	0,072	2,632	0,442
Ricollegamento All. Comune di Bompensiere DN 150 (6"), in progetto						
03	063-2CF-045	37.504953°	13.720201°	0,080	2,659	0,433
04	063-2CF-042	37.502642°	13.723433°	0,080	2,660	0,434
Rifacimento Dir. per Agrigento DN 150 (6"), in progetto						
05	066-1AG-017	37.327762°	13.522741°	0,069	2,633	0,443
06	067-1AG-159	37.322236°	13.536446°	0,069	2,634	0,443

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 18 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

4.3 Risposta sismica locale (metodo semplificato)

4.3.1 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza della valutazione dell'effetto della risposta sismica locale sulla base di analisi specifiche è possibile fare riferimento ad una metodologia semplificata basata sulle categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 3.2.II delle NTC 2018) e sulle categorie topografiche (Tabella 3.2.III delle NTC 2018).

- *Categoria di sottosuolo di riferimento*

In relazione alle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche locali e ai dati di prove sismiche MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) eseguite in aree limitrofe, con riferimento alla Tabella 4/E seguente, il profilo stratigrafico del suolo di fondazione delle aree di studio ricade nella categoria B.

Tabella 4/E: Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2018)

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 19 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

- *Condizioni topografiche*

In relazione all'andamento morfologico locale, con riferimento alla Tabella 4/F seguente, è possibile classificare i siti di interesse come categoria T1.

Tabella 4/F: Categorie topografiche (Tabella 3.2.III e Tabella 3.2.V NTC 2018)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	---	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1.4

4.3.2 Accelerazione massima attesa in superficie

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad \text{in cui:}$$

S_S = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A,

Tabella 4/G: Espressioni di S_S (estratte da Tabella 3.2.IV NTC 2018)

Categoria sottosuolo	S_S
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 20 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

Per le singole aree oggetto di studio si avrà pertanto:

Tabella 4/H: Accelerazione massima al suolo (Stato limite SLV – TR = 949 anni)

N.	Codice	S _T	S _S	a _g	PGA [g]
01	063-2CF-068	1.0	1.20	0,080	0,096
02	067-1JO-033	1.0	1.20	0,072	0,086
03	063-2CF-045	1.0	1.20	0,080	0,096
04	063-2CF-042	1.0	1.20	0,080	0,096
05	066-1AG-017	1.0	1.20	0,069	0,083
06	067-1AG-159	1.0	1.20	0,069	0,083

4.4 Valutazione del potenziale di liquefazione

Col termine di liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Questi fenomeni si verificano soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

Le caratteristiche stratigrafiche dell'immediato sottosuolo nell'area, con la presenza di sedimenti colluviali prevalentemente limoso-argillosi da consistenti a molto consistenti, poggianti sulla formazione di base prevalentemente in facies argilloso-marnosa, permettono pertanto di escludere l'instaurarsi di fenomeni di alterazione locale (liquefazione) delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni in concomitanza di eventi sismici.

In particolare, in accordo a quanto previsto nelle N.T.C., al punto 7.11.3.4.2, la verifica a liquefazione può essere omessa in quanto:

- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC 2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) delle NTC2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 21 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

5 VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITA'

In questo capitolo sono riportate le analisi condotte su ogni singola interferenza, delle condotte in progetto e in dismissione, con le aree a pericolosità idrogeologica censite nella cartografia allegata al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia; alcune delle aree perimetrate dal PAI coincidono, come limite, anche con aree individuate nell'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI).

Le valutazioni e le analisi di compatibilità sono derivate sulla scorta dei dati acquisiti nel corso dei sopralluoghi tecnici, delle indagini geognostiche e sismiche e sulla base della consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia.

In particolare, nei paragrafi seguenti verranno esaminate le seguenti aree con interferenze PAI:

Tabella 5/A: Interferenze con aree a Pericolosità da Frana

ID	da km	a km	Percorrenza (km)	Comune	Classe di pericolosità	Codice
Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12''), in progetto						
1	0,610	0,655	0,045	Campofranco	1	063-2CF-068
2	22,545	22,565	0,020	Joppolo Giancaxio	1	067-1JO-033
Ricollegamento All. Comune di Bompensiere DN 150 (6''), in progetto						
3	0,590	0,930	0,340	Campofranco	2	063-2CF-045
3	1,030	1,450	0,420		2	063-2CF-042
3	1,465	1,510	0,045		2	063-2CF-042
Rifacimento Dir. per Agrigento DN 150 (6''), in progetto						
4	0,965	1,120	0,155	Agrigento/Porto Empedocle	1	066-1AG-017
5	2,380	2,595	0,215	Agrigento	1	067-1AG-159
Derivazione per Porto Empedocle DN 250 (10''), in dismissione						
6	0,000	0,215	0,215	Sutera	1	063-2SU-072
6	26,930	26,955	0,025	Joppolo Giancaxio	1	067-1JO-033
Der. per Bompensiere DN 150 (6''), in dismissione						
6	0,970	1,010	0,040	Campofranco	1	063-2CF-051
6	1,100	1,160	0,060		2	063-2CF-042
6	1,955	2,185	0,230		2	063-2CF-042
Dir. per Agrigento DN 150 (6''), in dismissione						
6	0,960	1,120	0,160	Agrigento	1	066-1AG-017
6	2,435	2,635	0,200	Agrigento	1	067-1AG-159

Tutte le aree oggetto di interferenza sono classificate a Pericolosità P1 o P2.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 22 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

In base a quanto previsto dall'Articolo 22 delle Norme di Attuazione del PAI (2021) nelle Aree a Pericolosità media (P2)

22.1. Nelle aree a pericolosità media (P2) oltre agli interventi di cui all'articolo 21, è consentita, previa verifica di compatibilità, l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali, attuativi, e di settore, sia per gli elementi esistenti sia per quelli di nuova realizzazione, purché corredati da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente ed estese ad un ambito morfologico o ad un tratto di versante significativi, individuabili nel contesto del bacino idrografico di ordine inferiore in cui ricade l'intervento.....omissis

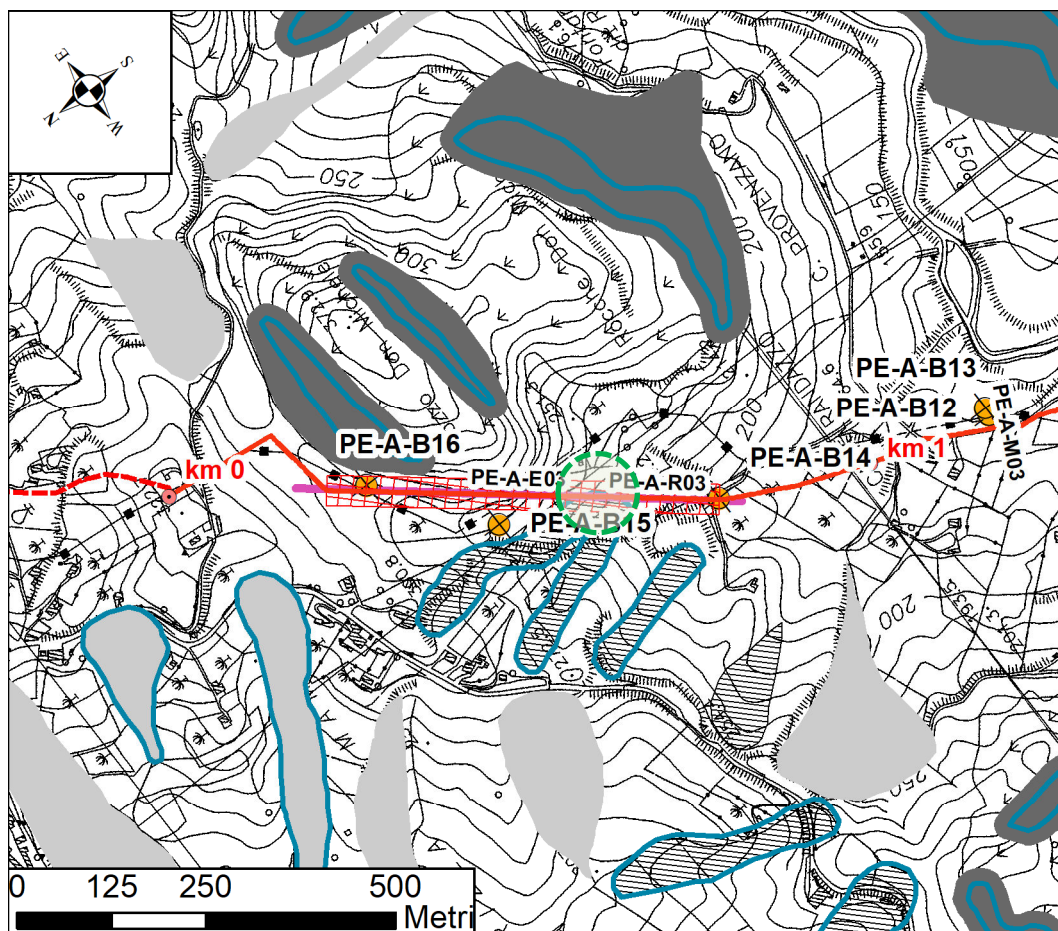
In base a quanto previsto dall'Articolo 23 delle Norme di Attuazione del PAI (2021), nelle Aree a Pericolosità moderata (P1) e bassa (P0)

23.1. Nelle aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0), oltre agli interventi di cui ai precedenti articoli 21 e 22, sono ammessi, previa verifica di compatibilità, tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale che non aggravino le condizioni di pericolosità dell'area o ne aumentino l'estensione, in accordo con quanto previsto dagli strumenti urbanistici e Piani di Settore vigenti, conformemente alle prescrizioni generali del presente provvedimento.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 23 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

5.1 ID 1 (063-2CF-068) - Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle



Legenda

Tracciati di Progetto

- Derivazione per Porto Empedocle
- Ric. All. Com. Bompensiere

Trenchless

- Microtunnel
- TOC

Indagini geognostiche

- Indagini geognostiche
- Indagini Geoelettriche
- Indagini sismiche a rifrazione

Pericolosità Geomorfologica (PAI)

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- IFFI

Figura 5/A: Interferenza tracciato di progetto con Area 063-2CF-068 e indagini eseguite.

5.1.1 Descrizione dell'area

Il metanodotto Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle D300 (12") in progetto, tra il km 0,270 e il km 0,670, nel comune di Campofranco, attraversa, mediante tecnologia trenchless (Microtunnel), il rilievo di Cozzo Don Michele, costituito da rocce evaporitiche, appartenenti alla Formazione Gessoso-Solfifera, sovrastanti litotipi prevalentemente argillosi della Formazione di Terravecchia.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 24 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

Lungo i versanti del rilievo sono presenti coltri detritiche e depositi sabbioso-argillosi che, nei tratti più acclivi, mostrano una potenziale instabilità (Figura 5/B); si evidenzia inoltre anche la presenza di frane di crollo che coinvolgono i versanti gessosi a maggiore acclività.

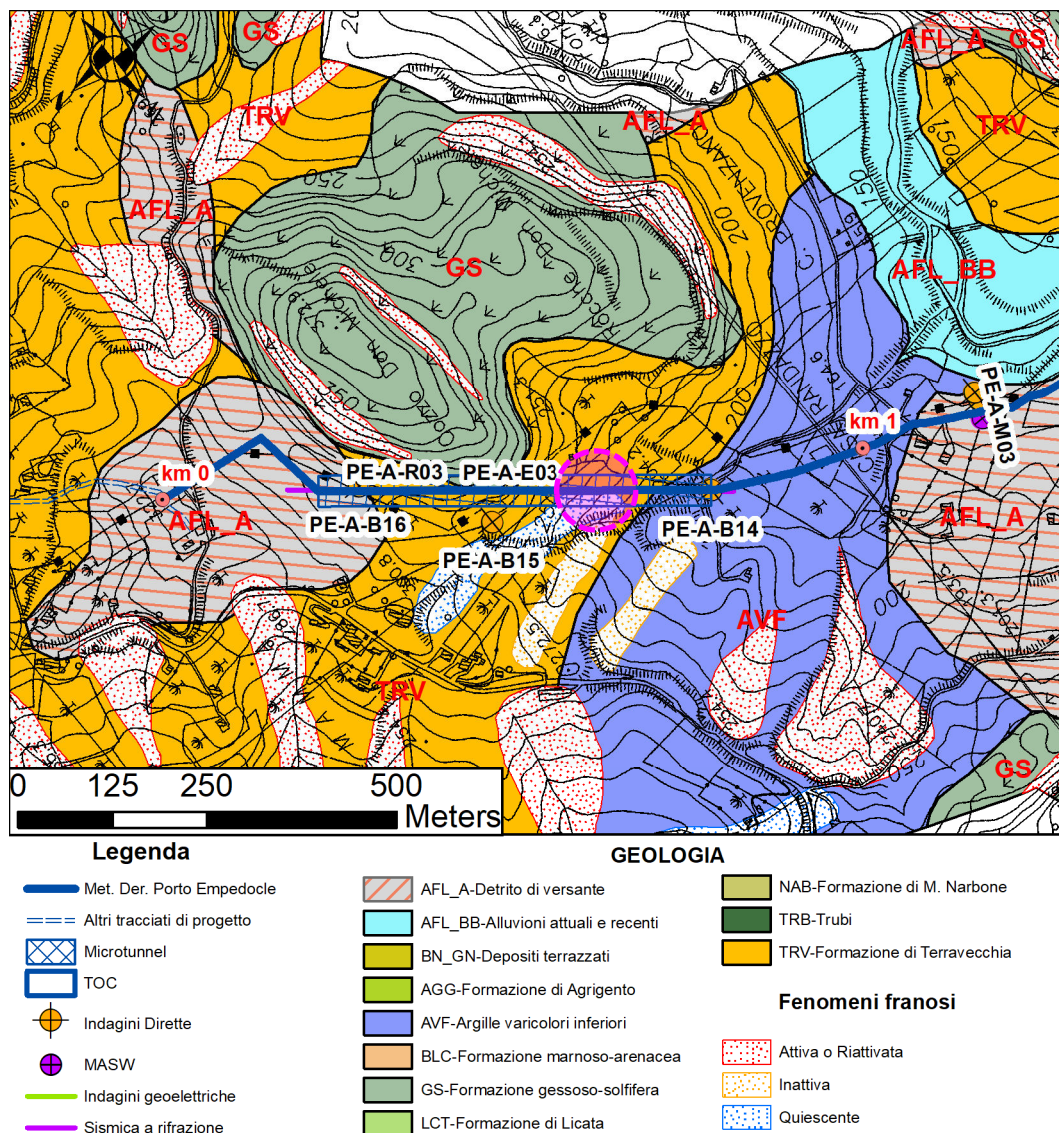


Figura 5/B: Carta geologico-geomorfologica dell'area con indagini eseguite

In questo tratto, il tracciato di progetto lambisce, per un breve tratto (dal km 0,610 al km 0,655), la porzione terminale di un'area a pericolosità geomorfologica P1 censita nel PAI dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia e coincidente, come perimetro, anche con un'area nell'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI), che tuttavia interessa il versante opposto a quello nel quale si sviluppa il tracciato di progetto; l'attraversamento dell'area avviene tramite tecnologia trenchless (Microtunnel Cozzo Don Michele) che si sviluppa per una lunghezza totale

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 25 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

di circa 530 m, con una geometria tale da passare almeno 30 m al di sotto del limite inferiore dell'area potenzialmente instabile perimetrata dal PAI.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata nella successiva Figura 5/C.

5.1.2 Indagini eseguite e modello geotecnico

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalla condotta in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica appositamente eseguita.

La campagna di indagine è consistita nell'esecuzione di indagini dirette e indirette.

In particolare, lungo la sezione di attraversamento, la ditta L&R Laboratori e Ricerche Srl di San Giovanni la Punta (CT) nel periodo di Novembre 2020- Gennaio 2021 ha eseguito n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (PE-A-B14 e PE-A-B16) spinti sino a profondità di 15÷40 m dal p.c. locale.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si è provveduto a:

- rilevare la stratigrafia mediante il riconoscimento litologico macroscopico dei terreni attraversati;
- prelevare campioni indisturbati, con campionatore a pareti sottili (Shelby) nei terreni coesivi;
- prelevare spezzoni di carota in corrispondenza degli orizzonti litoidi.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati inviati al LABORATORIO GEOMECCANICO Srl di Ugo Sergio Orazi di Mombaroccio (PU) ove sono state seguite prove di caratterizzazione e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni totali ed efficaci.

Ad integrazione della campagna geognostica, vista anche la complessità stratigrafica dell'area, la ditta GEORES S.r.l. di Frosinone ha eseguito una indagine geofisica e consistita in:

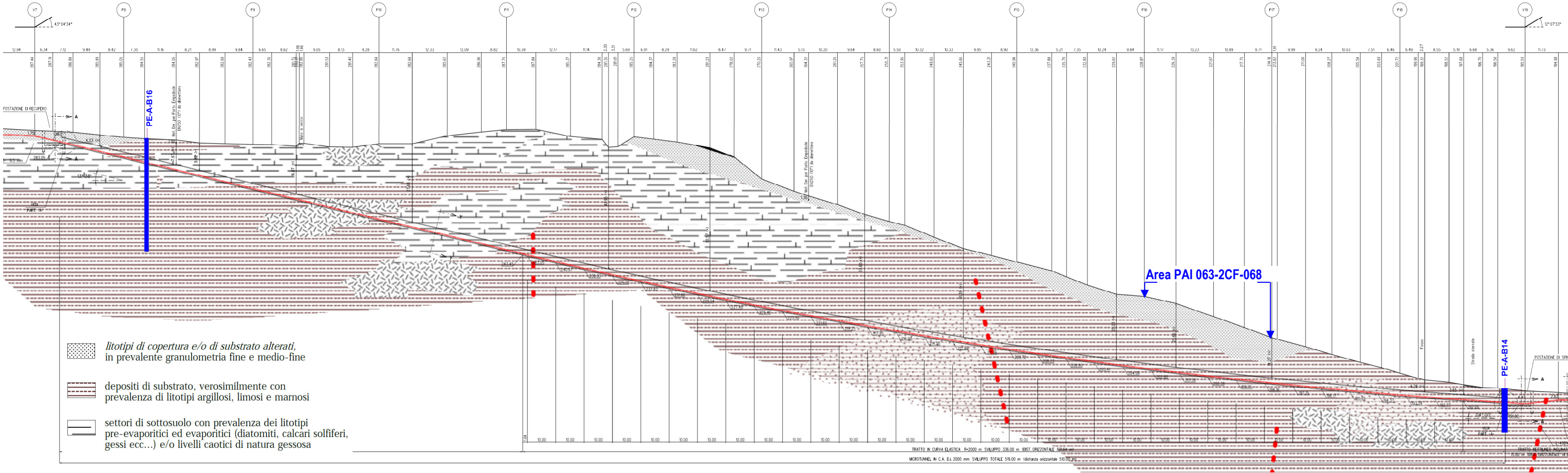
- n. 1 stendimento di sismica a rifrazione con misura della velocità delle onde P denominato PE-A-R03;
- n. 1 tomografia elettrica (ERT) denominata PE-A-E03.

L'esame dei risultati ottenuti nelle indagini eseguite, sia di tipo geognostico che di tipo geofisico, ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica della zona interessata dall'opera in progetto. Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a due strati caratterizzato da:

- *Strato 1*: coltre di copertura, rappresentata da terreno vegetale, sedimenti di origine colluviale e di forte alterazione eluviale.
- *Strato 2*: formazioni di base della Formazione di Terravecchia (TRV), della Formazione Gesso-Solfifera (GS) e della Formazione delle Argille Varicolori Inferiori (AVF) rappresentate da argille estremamente consistenti, debolmente marnose, con livelli di sedimenti evaporitici a luoghi prevalenti, di età miocenica.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025	
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 26 di 56	Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 27 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

5.1.3 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

L'esame dei dati stratigrafici, geotecnici e sismici ha messo in evidenza una successione stratigrafica abbastanza variegata caratterizzata da una coltre di copertura di origine eluvio-colluviale, generalmente di natura limoso-argillosa e argilloso-limosa, di spessore variabile da un minimo di poche decine di centimetri (corrispondente in pratica all'orizzonte pedogenizzato superficiale) ad un massimo attorno a 4÷10 m. Gli spessori maggiori di coltre (evidenziati tramite l'indagine geofisica) si rilevano nella zona dell'accumulo di frana dell'area perimetrata dal PAI con il Codice 063-2CF-068.

La coltre di copertura poggia sul substrato miocenico costituito dalla Formazione di Terravecchia (TRV), dalla Formazione della Gessoso-Solfifera (GS) e dalla Formazione delle Argille Varicolori Inferiori (AVF) rappresentate da argille estremamente consistenti, debolmente marnose, con livelli di sedimenti evaporitici a luoghi prevalenti; in particolare, nella successione stratigrafica relativa all'interferenza con l'Area PAI, è possibile individuare:

Strato 1: (dal p.c. sino a 4.0÷10.0 m di profondità)

Limo argilloso e argilla limosa di colore marrone e grigiastro, molto consistente (*coltre di copertura eluvio-colluviale*).

• Peso di volume,	γ	=	18.0÷19.0	kN/m ³
• Classificazione USCS,		=	CL e CH	
• Resistenza al taglio non drenata,	c_u	=	70÷120	kPa
• Angolo di resistenza al taglio efficace,	ϕ'	=	27	°
• Coesione intercetta,	c'	=	8	kPa

Strato 2: (da 4.0÷10.0 m di profondità in poi)

Argilla limosa, debolmente marnosa di colore grigiastro estremamente consistente con interstrati di clasti marnoso-calcarei e gesso biancastro (*formazioni di base*).

Facies argilloso-marnosa

• Peso di volume,	γ	=	20.0÷21.0	kN/m ³
• Classificazione USCS,		=	CL	
• Resistenza al taglio non drenata,	c_u	=	230÷280	kPa
• Angolo di resistenza al taglio efficace,	ϕ'	=	24÷28	°
• Coesione intercetta,	c'	=	20÷50	kPa

Facies gessosa

• Peso di volume,	γ	=	23.0	kN/m ³
• Resistenza compressione monoassiale,	q_u	=	9÷11	MPa

5.1.4 Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica (Novembre 2020- Gennaio 2021) non è stata rilevata la falda acquifera sino alle massime profondità investigate (15-40 m dal p.c. locale).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ		REL-GEO-E-03025	
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 28 di 56	Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2;

5.1.5 Tomografia sismica

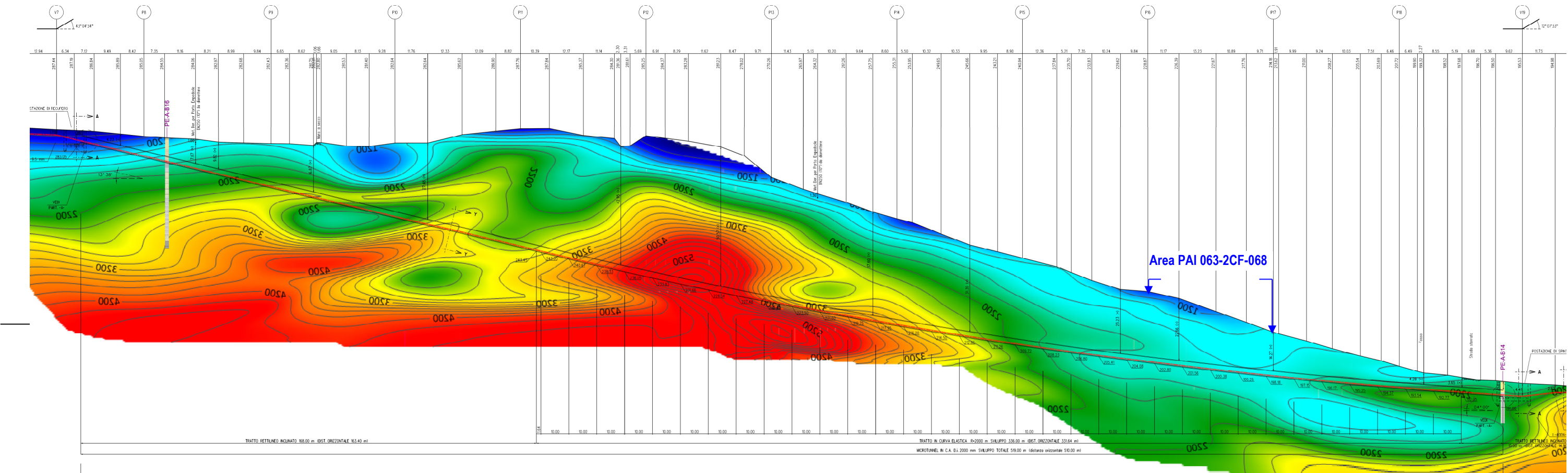


Figura 5/D: Tomografia sismica PE-A-R03 (profilo longitudinale): Microtunnel Cozzo Don Michele.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 29 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Per quanto attiene le sezioni geofisiche, il passaggio tra i depositi di copertura e la formazione miocenica di base corrisponde approssimativamente alla curva delle isovelocità delle onde di compressione (onde P) di 1500 m/sec.

Da quanto sopra descritto risulta che, nel tratto di interferenza con l'area PAI, ovvero quella suscettibile di dissesti, la profondità della trivellazione si attesta a circa 14-23 m circa e l'opera in progetto attraversa litotipi dotati di buone caratteristiche geomeccaniche presentando velocità delle onde P superiori ai 1800-2200 m/sec.

5.1.6 **Risultati della verifica tecnica di compatibilità**

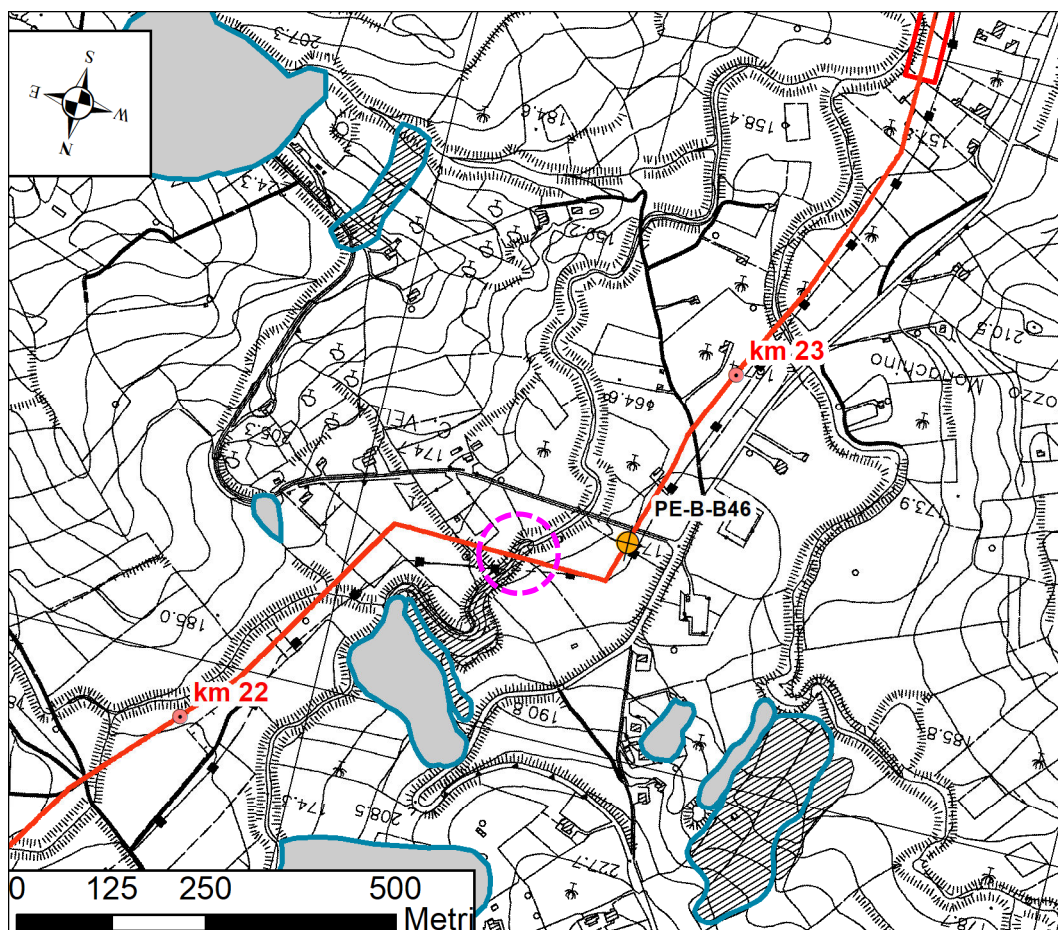
L'esame delle sezioni stratigrafiche e geofisiche dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostrano che la *trenchless*, nel tratto di interesse, si trova a profondità superiori a 14-23 m dal p.c. locale e quindi si sviluppa al di sotto della coltre di copertura eluvio-colluviale potenzialmente instabile per almeno 4-5 m e completamente all'interno della formazione miocenica di base.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 063-2CF-068 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	REL-GEO-E-03025		
	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 30 di 56		Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.2 ID 2 (067-1JO-033) - Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle



Legenda

Tracciati di Progetto

- Derivazione per Porto Empedocle
- Diramazione per Agrigento

Trenchless

- Microtunnel
- TOC

Indagini geognostiche

- Indagini geognostiche

Pericolosità Geomorfologica (PAI)

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- IFFI

Figura 5/E: Interferenza tracciato di progetto con Area 067-1JO-033 e indagini eseguite.

5.2.1 Descrizione dell'area

Il metanodotto Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle D300 (12") in progetto, tra il km 22,545 e il km 22,565, nel comune di Joppolo Giancaxio attraversa, a cielo aperto, il Vallone Vocali. Il corso d'acqua, inciso per alcuni metri nei depositi alluvionali recenti ed attuali (Figura 5/F), presenta un alveo blandamente meandriforme con locali fenomeni di erosione spondale.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 31 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

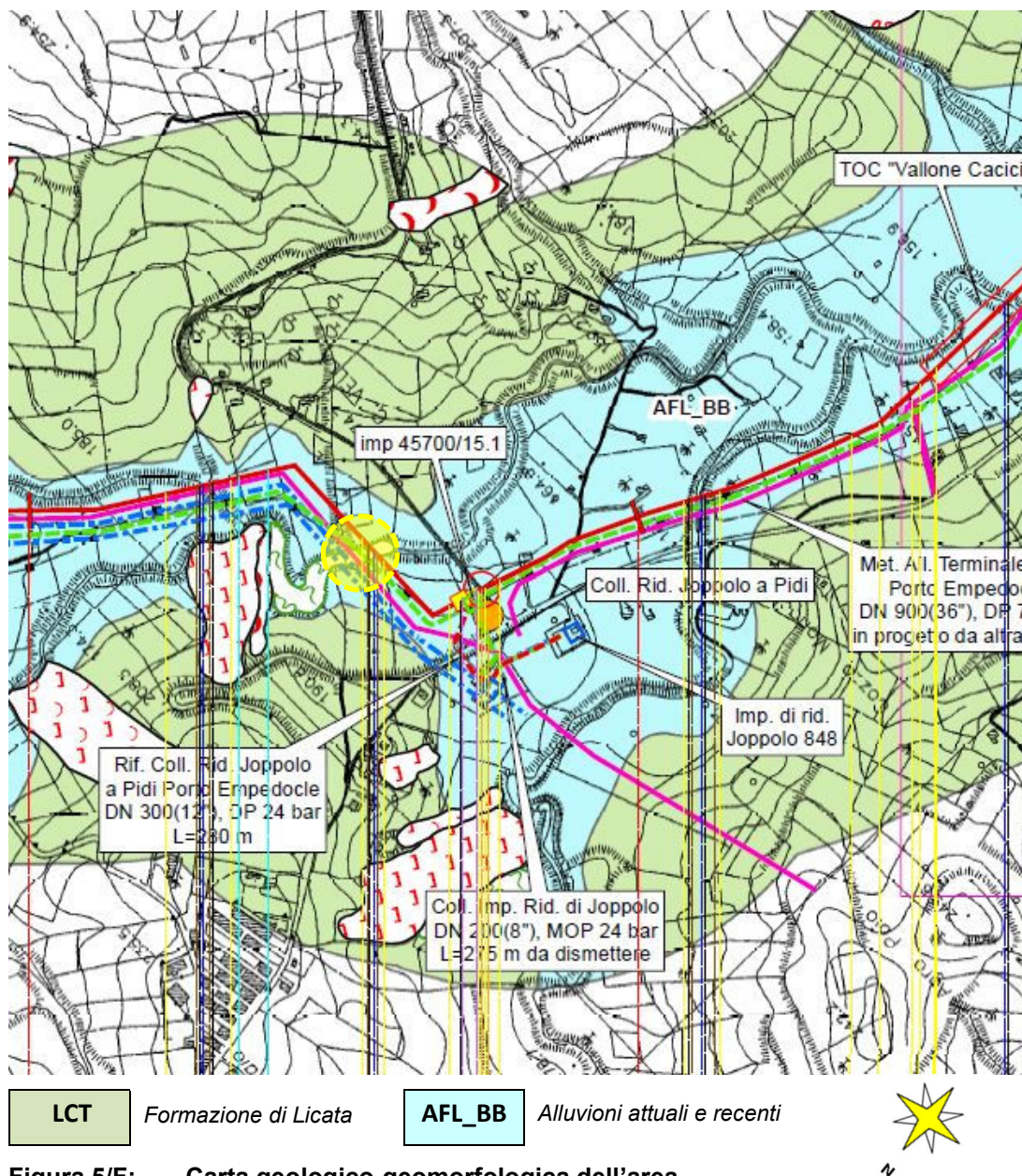


Figura 5/F: Carta geologico-geomorfologica dell'area

In questo tratto, il tracciato di progetto interessa, per un breve tratto (dal km 22,545 al km 22,565), un'area a pericolosità geomorfologica P1 censita nel PAI dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia. Tale area perimetrata come a rischio geomorfologico (e non come rischio idraulico) è stata definita a seguito dei dissesti presenti lungo le sponde nel tratto del corso d'acqua.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 32 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2



Figura 5/G: Panoramica dal ponticello della strada comunale presente subito a valle dell'area PAI (da Google Earth)

5.2.2 *Indagini eseguite e modello geotecnico*

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalla condotta in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica eseguita nell'ambito del progetto del metanodotto.

In particolare, poco più a valle della sezione di attraversamento (si veda Figura 5/E), la ditta L&R Laboratori e Ricerche Srl di San Giovanni la Punta (CT) nel periodo di Dicembre 2021 ha eseguito n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (PE-B-B46) spinto sino a profondità di 15 m dal p.c. locale.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si è provveduto a:

- rilevare la stratigrafia mediante il riconoscimento litologico macroscopico dei terreni attraversati;
- prelevare campioni indisturbati, con campionatore a pareti sottili (Shelby) nei terreni coesivi.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati inviati al LABORATORIO GEOMECCANICO Srl di Ugo Sergio Orazi di Mombaroccio (PU) ove

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	REL-GEO-E-03025		
	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 33 di 56	Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

sono state seguite prove di caratterizzazione e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni totali ed efficaci.

L'esame dei risultati ottenuti nelle indagini eseguite ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica della zona dell'attraversamento in progetto. Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a due strati caratterizzato da:

- *Strato 1*: coltre di copertura, rappresentata da terreno vegetale, sedimenti di origine alluvionale fini e/o colluviale.
- *Strato 2*: formazione di base costituita dalla Formazione di Licata (LCT) rappresentate da argille stratificate, estremamente consistenti, debolmente marnose, di età miocenica (*Langhiano inferiore-Tortoniano superiore*).

5.2.3 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici preliminari ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine alluvio-colluviale, di natura prevalentemente limoso-argillosa e argilloso-limosa, di circa 8 m di spessore.

La coltre di copertura poggia sul substrato miocenico costituito dalla Formazione di Licata (LCT) rappresentata da argille stratificate, estremamente consistenti, debolmente marnose; in particolare, nella successione stratigrafica, è possibile individuare:

Strato 1: (dal p.c. sino a 8.0 m di profondità)

Limo argilloso e argilla limosa di colore marrone e grigiastro, molto consistente (*coltre di copertura alluvio-colluviale*).

- | | | | |
|--|--------------|--------|-------------------|
| • Peso di volume, | γ = | 19.0 | kN/m ³ |
| • Resistenza al taglio non drenata, | c_u = | 50÷120 | kPa |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | φ' = | 25÷27 | ° |
| • Coesione intercetta, | c' = | 5÷10 | kPa |

Strato 2: (da 8.0 m di profondità in poi)

Argilla limosa, debolmente marnosa di colore grigiastro estremamente consistente (*formazione di base*).

- | | | | |
|--|--------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume, | γ = | 20.0÷21.0 | kN/m ³ |
| • Resistenza al taglio non drenata, | c_u = | 200÷300 | kPa |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | φ' = | 24÷28 | ° |
| • Coesione intercetta, | c' = | 20÷50 | kPa |

5.2.4 Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica (Dicembre 2021) non è stata rilevata la falda acquifera sino alla massima profondità investigata (15 m dal p.c. locale).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 34 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.2.5 **Risultati della verifica tecnica di compatibilità**

L'esame dei dati, progettuali, geomorfologici e stratigrafici dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostrano che il Vallone Vocali, presenta un alveo meandriforme, con sponde di pochi metri di altezza, localmente interessate da fenomeni di dissesto per erosione spondale. Tale situazione geomorfologica ha portato alla definizione della perimetrazione dell'area a pericolosità geomorfologica P1 Codice 067-1JO-033 in esame per un tratto di circa 20 m.

L'attraversamento del corso d'acqua è previsto a cielo aperto e le sponde verranno ripristinate mediante la costituzione di n. 2 rivestimenti spondali in massi.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 067-1JO-033 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 35 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.3 ID 3 (063-2CF-045 e 063-2CF-042) - Ricollegamento All. Comune di Bompensiere

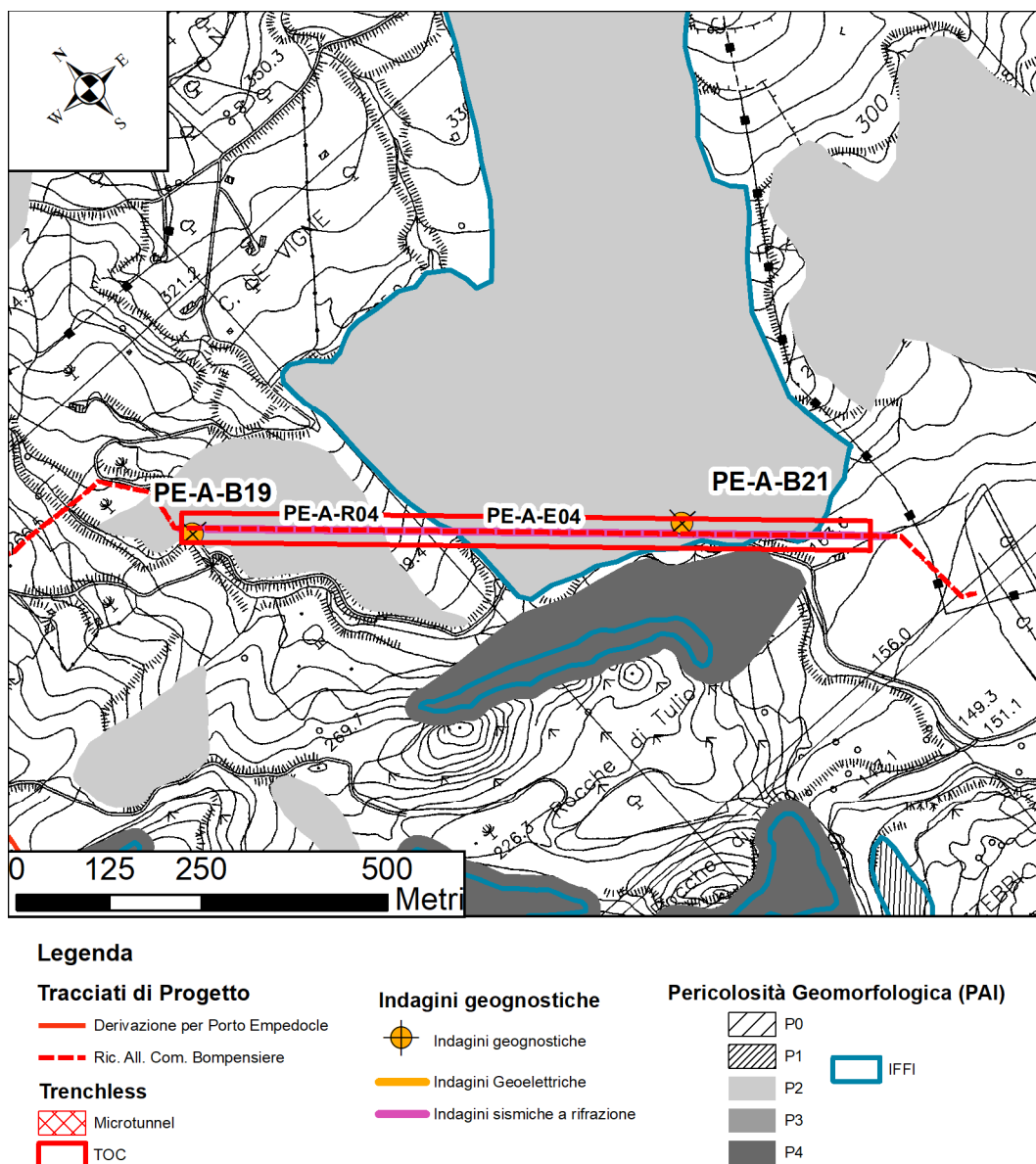


Figura 5/H: Interferenze tracciato con Area 063-2CF-045 e 063-2CF-042 indagini eseguite.

5.3.1 Descrizione dell'area

Il metanodotto Ricollegamento All. Comune di Bompensiere DN 150 (6"), in progetto, tra il km 0,590 e il km 1,510, nel comune di Campofranco in località Contrada Palermitano, attraversa, mediante tecnologia trenchless (Trivellazione Orizzontale Controllata - T.O.C.), la parte basale del versante sud-occidentale del rilievo di Rocca Spaccata, costituito dai sedimenti argilloso-marnosi della Formazione di Terravecchia.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		
			Fg. 36 di 56	Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Lungo i versanti del rilievo sono presenti coltri detritiche che nei tratti più acclivi, mostrano una potenziale instabilità (Figura 5/I).

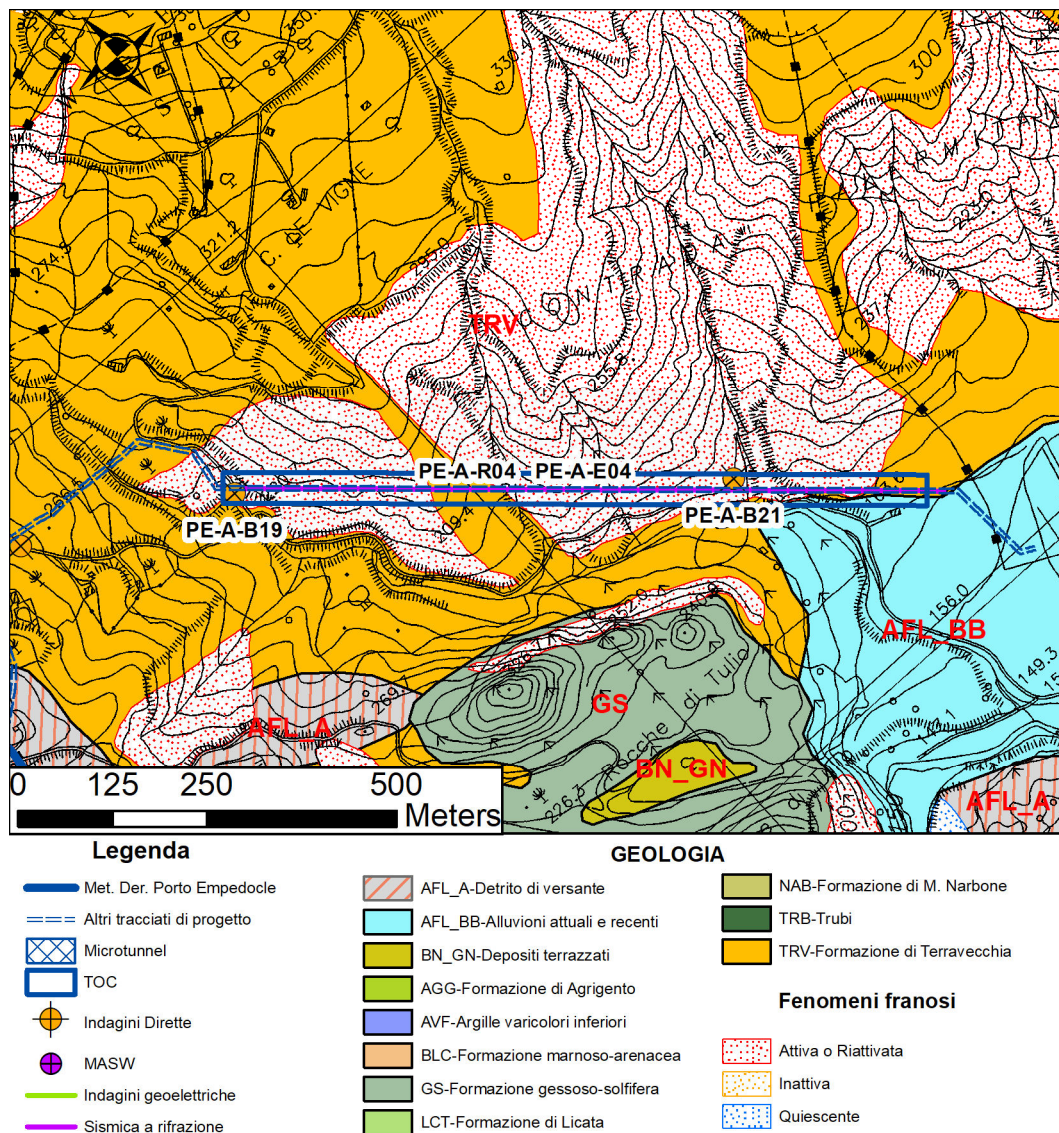


Figura 5/I: Carta geologico-geomorfologica dell'area con indagini eseguite

In questo tratto, il tracciato di progetto interessa due ampie aree (Area 063-2CF-045 e Area 063-2CF-042 dal km 0,590 al km 0,930 e dal km 1,030 al km 1,510), a pericolosità geomorfologica P2 censite nel PAI dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia. Di queste l'Area 063-2CF-042 coincide, come perimetro, anche con un'area nell'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI); l'attraversamento dell'area avviene tramite tecnologia trenchless (T.O.C. Contrada Palermitano) che si sviluppa per una lunghezza totale di circa 930 m, con una geometria tale da passare a profondità variabili da 4 m a 54 m nelle aree potenzialmente instabili perimetrate dal PAI.

Va evidenziato che, in corrispondenza della zona di ingresso della trivellazione l'Area PAI 063-2CF-045 si estende oltre la trivellazione stessa interessando per un breve

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 37 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

tratto (circa 50 m) il margine orientale della vallecchia del torrente San Giuseppe, in sinistra idrografica. L'andamento morfologico locale sub-pianeggiante e/o debolmente acclive permette di escludere la possibilità di formazione o riattivazione di movimenti gravitativi con assenza di ripercussioni sulla condotta stessa.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata nella successiva Figura 5/J.

5.3.2 *Indagini eseguite e modello geotecnico*

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalla condotta in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica appositamente eseguita.

La campagna di indagine è consistita nell'esecuzione di indagini dirette e indirette.

In particolare, lungo la sezione di attraversamento, la ditta L&R Laboratori e Ricerche Srl di San Giovanni la Punta (CT) nel periodo di Novembre 2020 ha eseguito n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (PE-A-B19 e PE-A-B21) spinti sino a profondità di 15÷20 m dal p.c. locale.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si è provveduto a:

- rilevare la stratigrafia mediante il riconoscimento litologico macroscopico dei terreni attraversati;
- prelevare campioni indisturbati, con campionatore a pareti sottili (Shelby) nei terreni coesivi.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati inviati al LABORATORIO GEOMECCANICO Srl di Ugo Sergio Orazi di Mombaroccio (PU) ove sono state seguite prove di caratterizzazione e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni totali ed efficaci.

Ad integrazione della campagna geognostica la ditta GEORES S.r.l. di Frosinone ha eseguito, nel gennaio 2020, una indagine geofisica e consistita in:

- n. 1 stendimento di sismica a rifrazione con misura della velocità delle onde P denominato PE-A-R04;
- n. 1 tomografia elettrica (ERT) denominata PE-A-E04.

L'esame dei risultati ottenuti nelle indagini eseguite, sia di tipo geognostico che di tipo geofisico, ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica della zona interessata dall'opera in progetto. Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a due strati caratterizzato da:

- *Strato 1*: coltre di copertura, rappresentata da terreno vegetale, sedimenti di origine colluviale e di forte alterazione eluviale.
- *Strato 2*: formazione di base rappresentata dalla Formazione di Terravecchia (TRV), costituita da argille estremamente consistenti, debolmente marnose, di età miocenica.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 38 di 56		Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

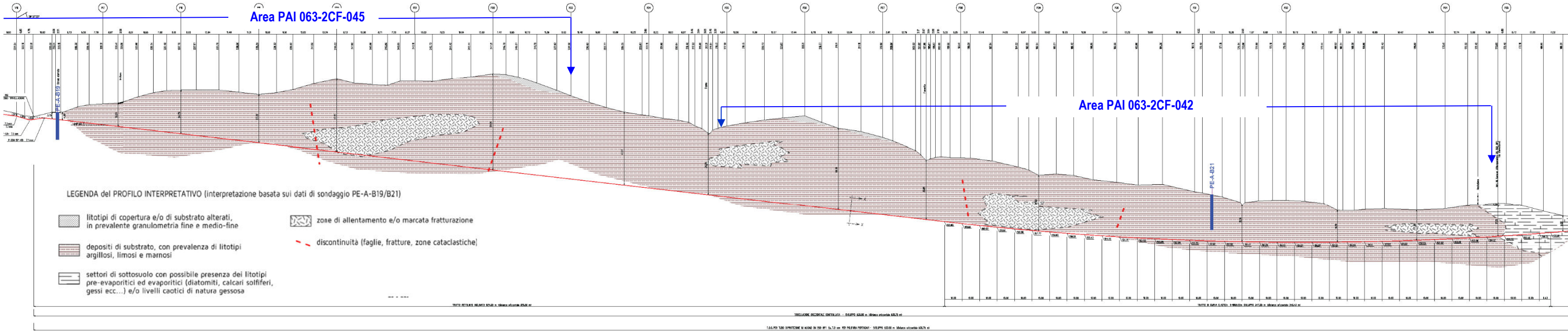


Figura 5/J: Sezione stratigrafica attraversamento T.O.C. Loc. Contrada Palermitano – Area PAI 063-2CF-045 e Area PAI 063-2CF-042.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	REL-GEO-E-03025		
	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 39 di 56	Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.3.3 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

L'esame dei dati stratigrafici, geotecnici e sismici ha messo in evidenza una successione stratigrafica abbastanza uniforme caratterizzata da una coltre di copertura di origine eluvio-colluviale, generalmente di natura limoso-argillosa e argilloso-limosa, di spessore variabile da un minimo di poche decine di centimetri (corrispondente in pratica all'orizzonte pedogenizzato superficiale) ad un massimo attorno a 8÷10 m. Gli spessori maggiori di coltre sono stati evidenziati tramite l'indagine geofisica. Nei sondaggi geognostici eseguiti (PE-A-B19 e PE-A-B21) lo spessore della coltre si aggira attorno ai 2.0-2.5 m.

La coltre di copertura poggia sul substrato miocenico rappresentato dalla Formazione di Terravecchia (TRV) costituita da argille estremamente consistenti, debolmente marnose; in particolare, nella successione stratigrafica relativa all'interferenza con l'Area PAI, è possibile individuare:

Strato 1: (dal p.c. sino a 8.0÷10.0 m di profondità)

Limo argilloso e argilla limosa di colore marrone e grigiastro, molto consistente (*coltre di copertura eluvio-colluviale*).

• Peso di volume,	γ	=	19.0	kN/m ³
• Classificazione USCS,		=	CL e CH	
• Resistenza al taglio non drenata,	c_u	=	100÷200	kPa
• Angolo di resistenza al taglio efficace,	φ'	=	25	°
• Coesione intercetta,	c'	=	20	kPa

Strato 2: (da 8.0÷10.0 m di profondità in poi)

Argilla limosa, debolmente marnosa di colore grigiastro estremamente, con sottili interstrati di sabbia limosa finissima (*formazione di base*).

• Peso di volume,	γ	=	19.0÷20.5	kN/m ³
• Classificazione USCS,		=	CL-CH	
• Resistenza al taglio non drenata,	c_u	=	150÷300	kPa
• Angolo di resistenza al taglio efficace,	φ'	=	24÷26	°
• Coesione intercetta,	c'	=	30÷50	kPa

5.3.4 Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica (Novembre 2020) non è stata rilevata la falda acquifera sino alle massime profondità investigate (15-20 m dal p.c. locale).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 40 di 56		Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.3.5 Tomografia sismica

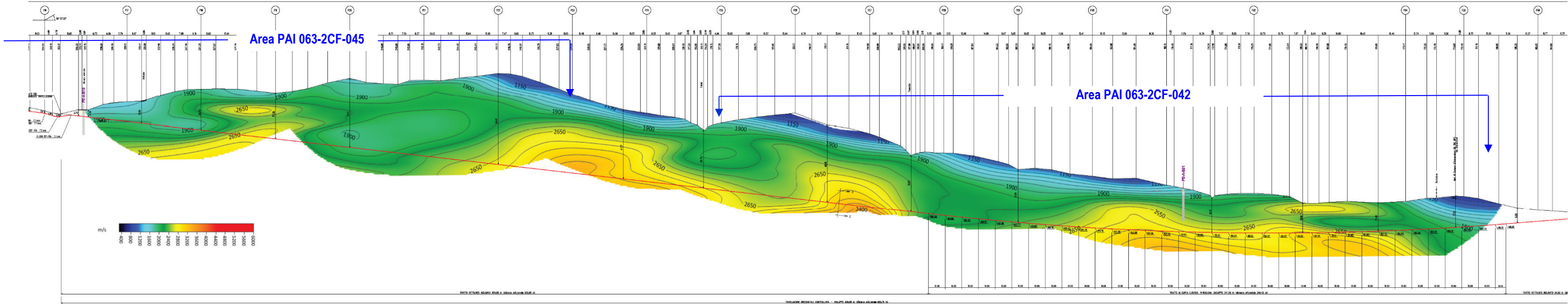


Figura 5/K: Tomografia sismica PE-A-R03 (profilo longitudinale): Microtunnel Cozzo Don Michele.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 41 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Per quanto attiene le sezioni geofisiche, il passaggio tra i depositi di copertura e la formazione miocenica di base corrisponde approssimativamente alla curva delle isovelocità delle onde di compressione (onde P) di 1500 m/sec.

Da quanto sopra descritto risulta che, nel tratto di interferenza con l'area PAI, ovvero quella suscettibile di dissesti, la profondità della trivellazione si attesta a circa 15-50 m circa e quindi ben al di sotto dell'orizzonte di copertura. L'opera in progetto attraversa litotipi dotati di buone caratteristiche geomeccaniche presentando velocità delle onde P attorno ai 1900-3000 m/sec.

5.3.6 **Risultati della verifica tecnica di compatibilità**

L'esame delle sezioni stratigrafiche e geofisiche dell'attraversamento delle aree PAI in oggetto mostrano che la *trenchless*, nel tratto di interesse, ha una geometria tale da passare a profondità variabili da 4 m a 54 m nelle aree potenzialmente instabili perimetrate dal PAI e quindi si sviluppa ben al di sotto della coltre di copertura eluvio-colluviale potenzialmente instabile m e completamente all'interno della formazione miocenica di base.

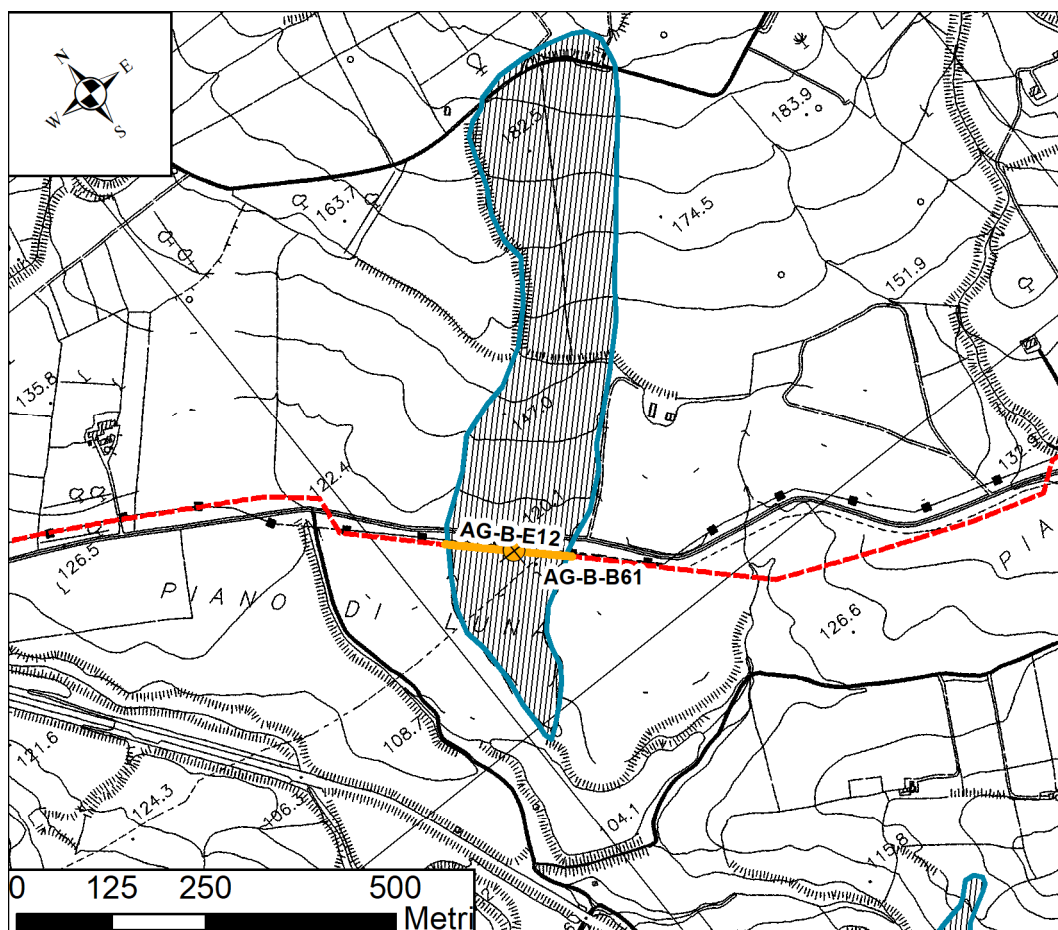
Va evidenziato che, in corrispondenza della zona di ingresso della trivellazione l'Area PAI 063-2CF-045 si estende oltre la trivellazione stessa interessando per un breve tratto (circa 50 m) il margine orientale della vallecchia del torrente San Giuseppe, in sinistra idrografica. L'andamento morfologico locale sub-pianeggiante e/o debolmente acclive permette di escludere la possibilità di formazione o riattivazione di movimenti gravitativi con assenza di ripercussioni sulla condotta stessa.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza delle aree PAI con Codice 063-2CF-045 e 063-2CF-045, con Indice di Pericolosità P2, esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	REL-GEO-E-03025		Fg. 42 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.4 ID 4 (066-1AG-017) - Rifacimento Diramazione per Agrigento



Legenda

Tracciati di Progetto

- Derivazione per Porto Empedocle
- Diramazione per Agrigento

Trenchless

- Microtunnel
- TOC

Indagini geognostiche

- Indagini geognostiche
- Indagini Geoelettriche

Pericolosità Geomorfologica (PAI)

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- IFFI

Figura 5/L: Interferenza tracciato di progetto con Area 066-1AG-017e indagini eseguite.

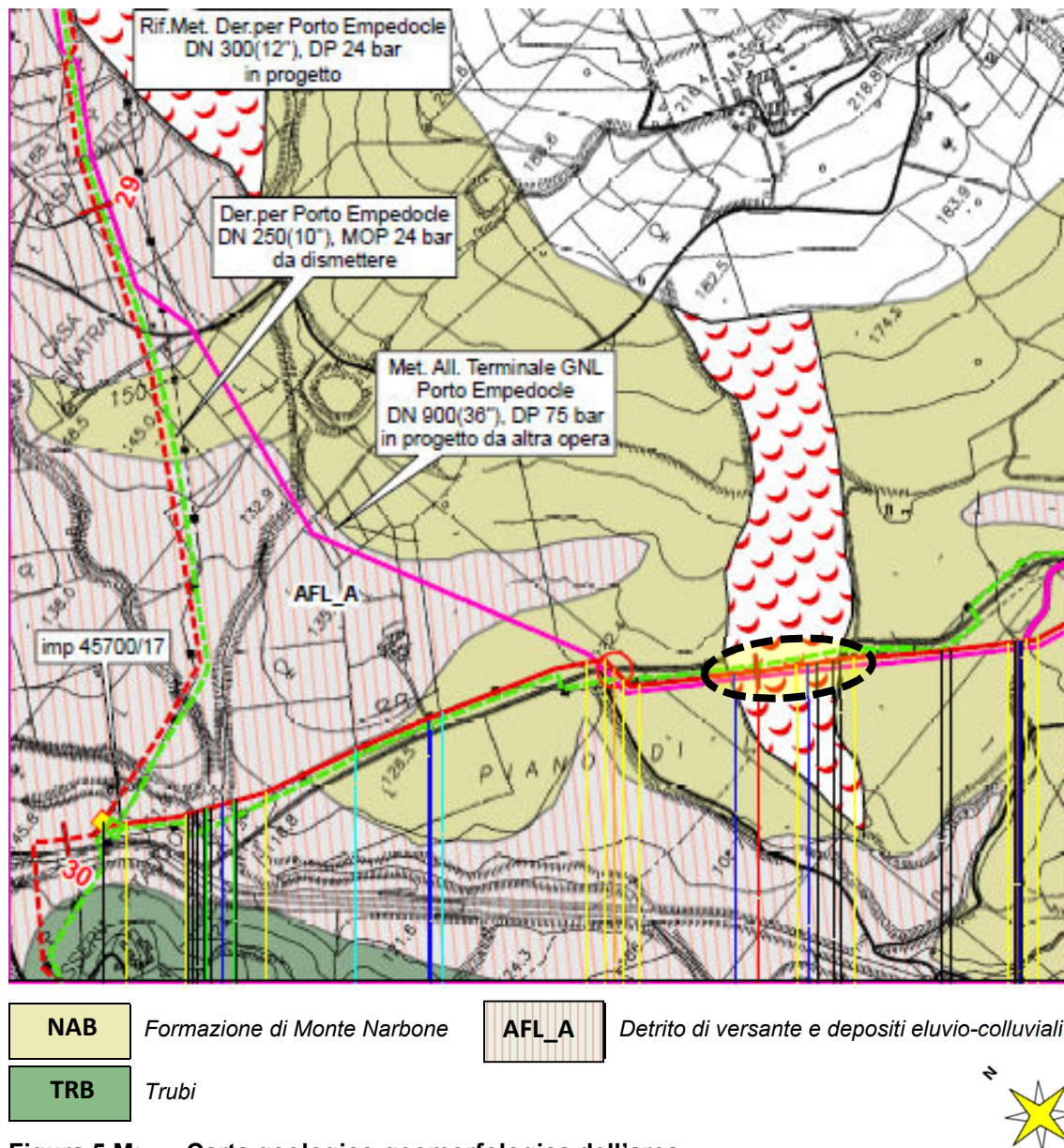
5.4.1 Descrizione dell'area

Il metanodotto Rifacimento Diramazione per Agrigento DN150 (6") in progetto, al confine tra il comune di Agrigento e Porto Empedocle, attraversa, a cielo aperto, il Piano di Luna che rappresenta la zona di raccordo tra la piana alluvionale del torrente Salsetto, in destra idrografica, ed il versante sud-occidentale del rilievo collinare (allungato in direzione NNO-SSE) sui cui sorge l'abitato di Giardina Gallotti.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	REL-GEO-E-03025		
	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 43 di 56	Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

L'andamento morfologico locale è sub-pianeggiante ed i terreni sono qui costituiti da argille marnose di colore grigio-azzurro della Formazione di Monte Narbone, localmente ricoperte da coltri di origine detritico-eluviale (Figura 5.M).



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 44 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2



Figura 5/N: Panoramica (monte senso gas) dell'area PAI dalla S.P. n. 24 (da Google Earth)

5.4.2 Indagini eseguite e modello geotecnico

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalla condotta in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica eseguita nell'ambito del progetto del metanodotto.

In particolare, la ditta L&R Laboratori e Ricerche Srl di San Giovanni la Punta (CT) nel periodo di Marzo 2022 ha eseguito n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto (AG-B-B61) sino a profondità di 20 m dal p.c. locale.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si è provveduto a:

- rilevare la stratigrafia mediante il riconoscimento litologico macroscopico dei terreni attraversati;
- prelevare campioni indisturbati, con campionatore a pareti sottili (Shelby) nei terreni coesivi.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati inviati al LABORATORIO GEOMECCANICO Srl di Ugo Sergio Orazi di Mombaroccio (PU) ove sono state seguite prove di caratterizzazione e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni totali ed efficaci.

Ad integrazione della campagna geognostica la ditta GEORES S.r.l. di Frosinone ha eseguito, nel febbraio 2022, una indagine geofisica e consistita in:

- n. 1 tomografia elettrica (ERT) denominata AG-B-E12.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	REL-GEO-E-03025		
	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 45 di 56	Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

L'esame dei risultati ottenuti nelle indagini eseguite ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica della zona dell'attraversamento in progetto. Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a due strati caratterizzato da:

- *Strato 1*: coltre di copertura, rappresentata da terreno vegetale e sedimenti di origine colluviale.
- *Strato 2*: formazione di base costituita dalla Formazione di Monte Narbone (NAB) rappresentate da argille di colore grigio-azzurro, a stratificazione indistinta, estremamente consistenti, debolmente marnose, di età pliocenica.

5.4.3 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici preliminari ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, di natura prevalentemente limoso-argillosa, di circa 3.5 m di spessore.

La coltre di copertura poggia sul substrato pliocenico costituito dalla Formazione di Monte Narbone (NAB) rappresentata da argille debolmente marnose di colore grigio-azzurro, mal stratificate, estremamente consistenti; in particolare, nella successione stratigrafica, è possibile individuare:

Strato 1: (dal p.c. sino a 3.4 m di profondità)

Limo argilloso e argilla limosa di colore marrone chiaro, da consistente a molto consistente con concrezioni nodulari biancastre (*coltre di copertura colluviale*).

- | | | | | |
|---|----------|---|--------|-------------------|
| • Peso di volume, | γ | = | 18.0 | kN/m ³ |
| • Resistenza al taglio non drenata, | c_u | = | 50÷100 | kPa |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (picco) | ϕ' | = | 24÷26 | ° |
| • Coesione intercetta, (picco) | c' | = | 5÷10 | kPa |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo) | ϕ' | = | 13÷15 | ° |
| • Coesione intercetta, (residuo) | c' | = | 0÷5 | kPa |

Strato 2: (da 3.4 m di profondità in poi)

Argilla limosa, debolmente marnosa di colore grigiastro, estremamente consistente (*formazione di base*).

- | | | | | |
|--|----------|---|-----------|-------------------|
| • Peso di volume, | γ | = | 20.0÷21.0 | kN/m ³ |
| • Resistenza al taglio non drenata, | c_u | = | 200÷300 | kPa |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | ϕ' | = | 24÷26 | ° |
| • Coesione intercetta, | c' | = | 20÷40 | kPa |

5.4.4 Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica (Marzo 2022) non è stata rilevata la falda acquifera sino alla massima profondità investigata (15 m dal p.c. locale).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 46 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.4.6 **Risultati della verifica tecnica di compatibilità**

L'esame dei dati, progettuali, geomorfologici e stratigrafici dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostra che il metanodotto in progetto attraversa, a cielo aperto, il Piano di Luna che rappresenta la zona di raccordo tra la piana alluvionale del torrente Salsetto, in destra idrografica, ed il versante sud-occidentale del rilievo collinare (allungato in direzione NNO-SSE) sui cui sorge l'abitato di Giardina Gallotti, subito a valle della S.P. n. 24.

I terreni, con andamento morfologico sub-pianeggiante, sono costituiti da una coltre di origine colluviale, di natura limoso-argilloso-sabbiosa, di circa 3.5 m di spessore poggiante sul substrato pliocenico costituito dalla formazione di Monte Narbona.

Allo stato non si hanno indizi di attività del movimento franoso cartografato.

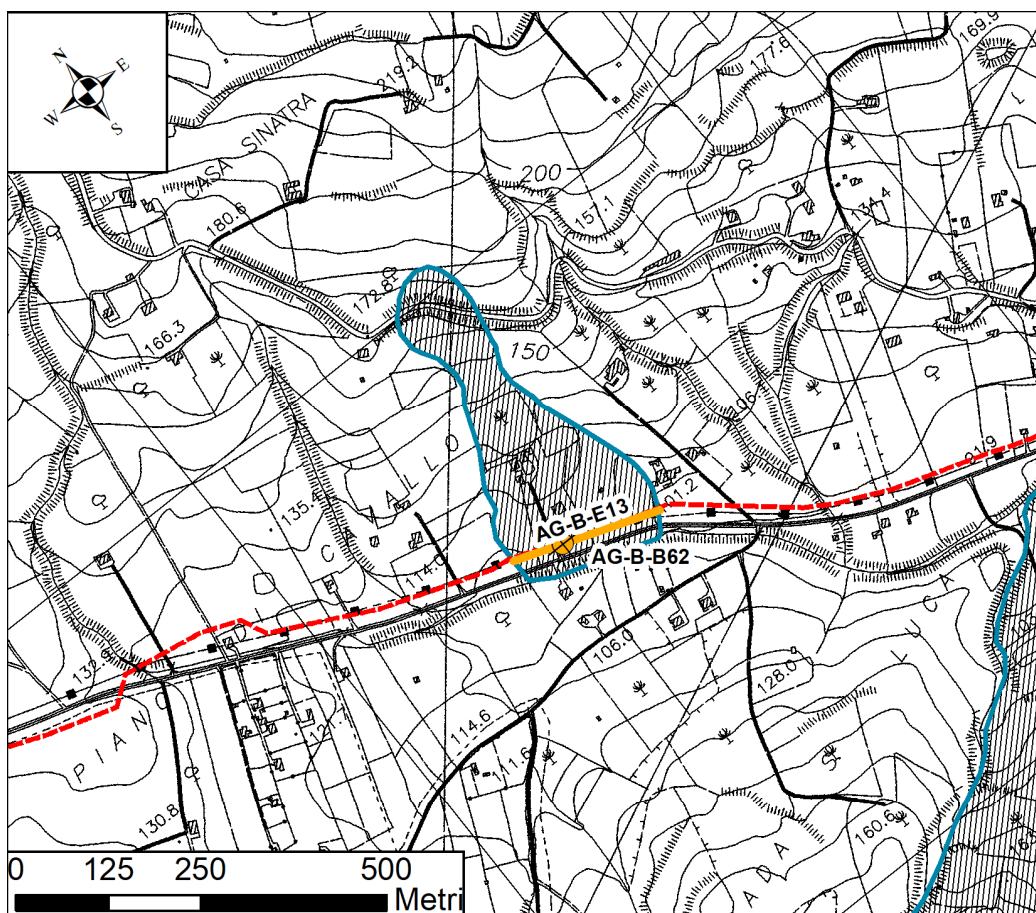
In relazione allo sviluppo dell'opera su terreni con andamento morfologico locale sub-pianeggiante permette di affermare che l'opera non vada a modificare le attuali condizioni di stabilità del versante né che sia soggetta a particolari spinte tangenziali.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 066-1AG-017 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 47 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.5 ID 5 (066-1AG-159) - Rifacimento Diramazione per Agrigento



Legenda

Tracciati di Progetto

- Derivazione per Porto Empedocle
- Diramazione per Agrigento

Trenchless

- Microtunnel
- TOC

Indagini geognostiche

- Indagini geognostiche
- Indagini Geoelettriche

Pericolosità Geomorfologica (PAI)

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- IFFI

Figura 5/O: Interferenza tracciato di progetto con Area 066-1AG-159 e indagini eseguite.

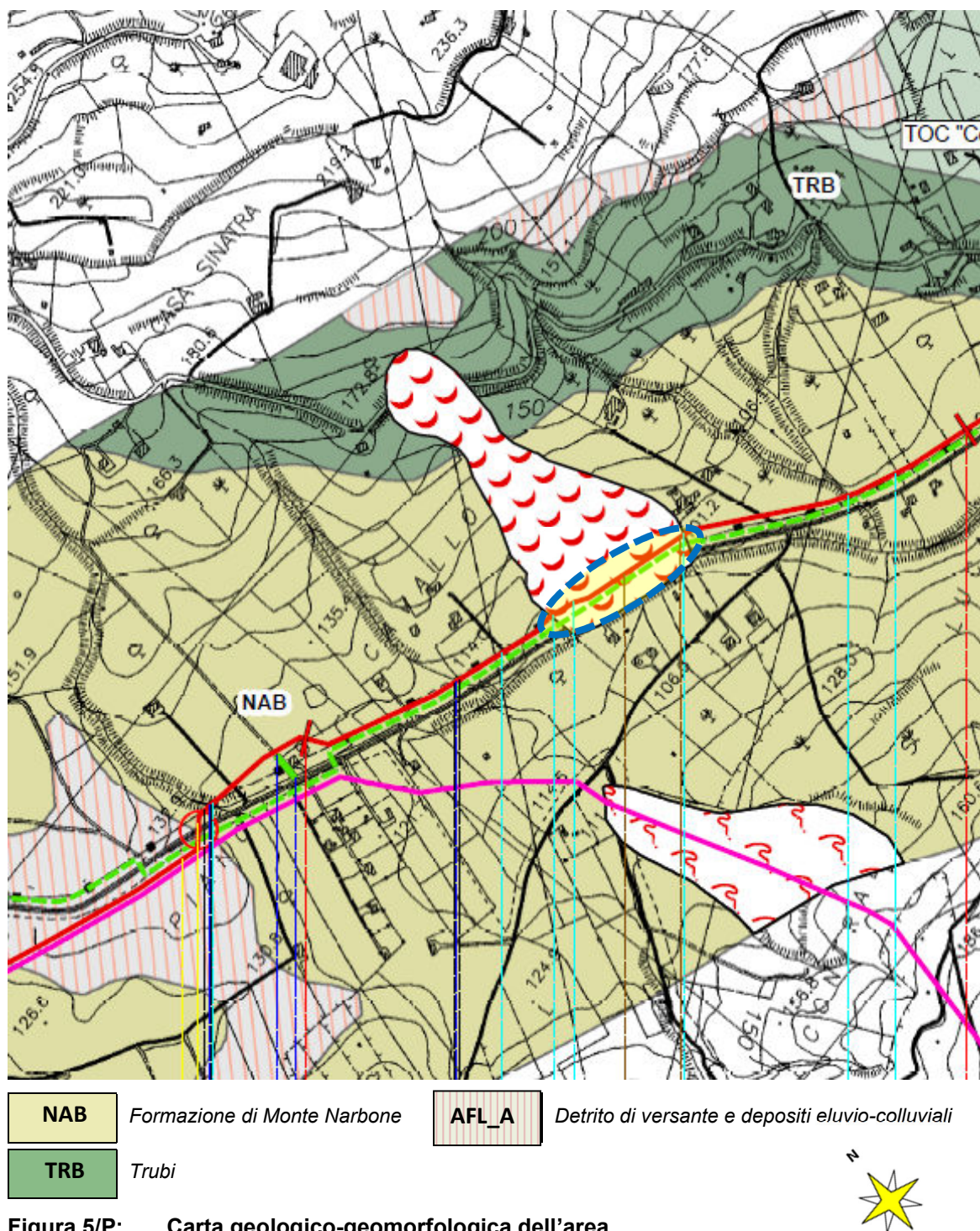
5.5.1 Descrizione dell'area

Il metanodotto Rifacimento Diramazione per Agrigento DN150 (6") in progetto, nel comune di Agrigento, attraversa, a cielo aperto, un'area con andamento morfologico sub-pianeggiante detta "Piano Cavallo" che rappresenta la zona di raccordo tra il versante meridionale del rilievo collinare (allungato in direzione NNO-SSE) su cui sorgono gli abitati di Giardina Gallotti e Montaperto ed una vallecchia allungata in direzione ONO-ESE.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 48 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

L'andamento morfologico locale è sub-pianeggiante ed i terreni sono qui costituiti da argille marnose di colore grigio-azzurro della Formazione di Monte Narbone, localmente ricoperte da coltri di origine detritico-eluviale (Figura 5/P).



	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 49 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Il tracciato di progetto interessa dal km 2,380 al km 2,595, un'area a pericolosità geomorfologica P1 censita nel PAI dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia con il Codice 066-1AG-159. Si tratta della parte basale di un accumulo di frana inattivo allo sbocco in una vallecchia allungata in direzione ONO-ESE.

Il tracciato del metanodotto si sviluppa subito a monte della S.P. n. 24 (Figura 5/Q).



Figura 5/Q: Panoramica (monte senso gas) dell'area PAI dalla S.P. n. 24 (da Google Earth)

5.5.2 Indagini eseguite e modello geotecnico

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalla condotta in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica eseguita nell'ambito del progetto del metanodotto.

In particolare, la ditta L&R Laboratori e Ricerche Srl di San Giovanni la Punta (CT) nel periodo di Marzo 2022 ha eseguito n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto (AG-B-B62) sino a profondità di 20 m dal p.c. locale.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 50 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si è provveduto a:

- rilevare la stratigrafia mediante il riconoscimento litologico macroscopico dei terreni attraversati;
- prelevare campioni indisturbati, con campionatore a pareti sottili (Shelby) nei terreni coesivi.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati inviati al LABORATORIO GEOMECCANICO Srl di Ugo Sergio Orazi di Mombaroccio (PU) ove sono state seguite prove di caratterizzazione e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni totali ed efficaci.

Ad integrazione della campagna geognostica la ditta GEORES S.r.l. di Frosinone ha eseguito, nel febbraio 2022, una indagine geofisica e consistita in:

- n. 1 tomografia elettrica (ERT) denominata AG-B-E13.

L'esame dei risultati ottenuti nelle indagini eseguite ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica della zona dell'attraversamento in progetto. Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a due strati caratterizzato da:

- *Strato 1*: coltre di copertura, rappresentata da terreno vegetale e sedimenti di origine colluviale.
- *Strato 2*: formazione di base costituita dalla Formazione di Monte Narbone (NAB) rappresentate da argille di colore grigio-azzurro, a stratificazione indistinta, estremamente consistenti, debolmente marnose, di età pliocenica.

5.5.3 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici preliminari ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, di natura prevalentemente limoso-argillosa, di circa 9.0 m di spessore.

La coltre di copertura poggia sul substrato pliocenico costituito dalla Formazione di Monte Narbone (NAB) rappresentata da argille debolmente marnose di colore grigio-azzurro, mal stratificate, estremamente consistenti; in particolare, nella successione stratigrafica, è possibile individuare:

Strato 1: (dal p.c. sino a 9.0 m di profondità)

Limo argilloso e limo sabbioso di colore avana ed argilla limosa di colore marrone, da consistente a molto consistente con concrezioni nodulari biancastre (*coltre di copertura colluviale*).

• Peso di volume,	γ	=	19.0	kN/m ³
• Classifica USCS,		=	CL-CH	
• Resistenza al taglio non drenata,	c_u	=	50÷120	kPa
• Angolo di resistenza al taglio efficace, _(picco)	φ'	=	27÷29	°
• Coesione intercetta, _(picco)	c'	=	5÷10	kPa
• Angolo di resistenza al taglio efficace, _(residuo)	φ'	=	18÷19	°
• Coesione intercetta, _(residuo)	c'	=	0÷5	kPa

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 51 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Strato 2: (da 9.0 m di profondità in poi)

Argilla limosa, debolmente marnosa di colore grigiastro, estremamente consistente (*formazione di base*).

• Peso di volume,	γ =	20.0÷21.0	kN/m ³
• Classifica USCS,	=	CH	
• Resistenza al taglio non drenata,	c_u =	250÷300	kPa
• Angolo di resistenza al taglio efficace,	ϕ' =	23÷25	°
• Coesione intercetta,	c' =	20÷40	kPa

5.5.4 Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica (Marzo 2022) non è stata rilevata la falda acquifera sino alla massima profondità investigata (15 m dal p.c. locale).

5.5.5 Risultati della verifica tecnica di compatibilità

L'esame dei dati, progettuali, geomorfologici e stratigrafici dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostra che il metanodotto in progetto attraversa, a cielo aperto, un'area con andamento morfologico sub-pianeggiante detta "Piano Cavallo" che rappresenta la zona di raccordo tra il versante meridionale del rilievo collinare (allungato in direzione NNO-SSE) su cui sorgono gli abitati di Giardina Gallotti e Montaperto ed una vallecchia allungata in direzione ONO-ESE, subito a monte della S.P. n. 24.

I terreni, con andamento morfologico sub-pianeggiante, sono costituiti da una coltre di origine colluviale di circa 9 m, di natura limoso-argilloso-sabbiosa, di spessore poggiante sul substrato pliocenico costituito dalla formazione di Monte Narbona.

Allo stato non si hanno indizi di attività del movimento franoso cartografato.

In relazione allo sviluppo dell'opera su terreni con andamento morfologico locale sub-pianeggiante permette di affermare che l'opera non vada a modificare le attuali condizioni di stabilità del versante e non sia soggetta a particolari spinte tangenziali.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 066-1AG-159 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 52 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

5.6 ID 6 - Interferenze delle linee in dismissione con le aree PAI

Lungo le linee in dismissione, la condotta fuori esercizio sarà rimossa ripristinando, in generale, le condizioni morfologiche e le opere di stabilizzazione esistenti (opere di sostegno, di drenaggio, ecc.).

Nei tratti di linea in dismissione, ricadenti in aree PAI, i lavori di rimozione non comporteranno un aggravio delle preesistenti condizioni di stabilità del versante.

Si consideri che i lavori per la rimozione della condotta fuori esercizio e del successivo rinterro della trincea non comportano sostanziali modifiche delle condizioni di stabilità dei versanti preesistenti ai lavori di rimozione, in quanto poco invasivi e richiedenti movimenti terra di ridotta entità.

Infatti, le principali fasi di lavoro consistono in:

- scotico di terreno nella fascia a cavallo della condotta;
- taglio della condotta in sezioni individuate in base alla lunghezza da rimuovere, alle condizioni morfologiche delle aree, alla presenza d'infrastrutture, ecc.;
- estrazione della condotta, per ogni tratto, procedendo con idonei mezzi di tiro e/o di sollevamento;
- ripristini morfologici e delle opere di stabilizzazione.

Per quanto riguarda l'ultima fase di lavoro, si evidenzia che, se presenti:

- le opere di stabilizzazione saranno ricostruite come preesistenti;
- i drenaggi saranno ripristinati in modo da assicurarne la loro continuità funzionale;
- le opere di drenaggio superficiale (cunette, fascinate, ecc.) saranno ricostruite.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		
	PROGETTO	REL-GEO-E-03025		
	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 53 di 56		Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

6 CONCLUSIONI DELLA VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITA'

Nel presente studio, relativo al progetto denominato "Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12"), DP 24 bar e opere connesse", è stata descritta l'interferenza dei tracciati in progetto ed in dismissione con delle aree a pericolosità idrogeologica censite nella cartografia allegata al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino (AdB) del Distretto Idrografico della Sicilia; alcune delle aree perimetrate dal PAI coincidono, come limite, anche con aree individuate nell'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI).

In particolare, sono state esaminate le seguenti aree con interferenze PAI:

Tabella 6/A: Interferenze con aree a Pericolosità da Frana

ID	da km	a km	Percorrenza (km)	Comune	Classe di pericolosità	Codice
Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12''), in progetto						
1	0,610	0,655	0,045	Campofranco	1	063-2CF-068
2	22,545	22,565	0,020	Joppolo Giancaxio	1	067-1JO-033
Ricollegamento All. Comune di Bompensiere DN 150 (6''), in progetto						
3	0,590	0,930	0,340	Campofranco	2	063-2CF-045
3	1,030	1,450	0,420		2	063-2CF-042
3	1,465	1,510	0,045		2	063-2CF-042
Rifacimento Dir. per Agrigento DN 150 (6''), in progetto						
4	0,965	1,120	0,155	Agrigento/Porto Empedocle	1	066-1AG-017
5	2,380	2,595	0,215	Agrigento	1	067-1AG-159
Derivazione per Porto Empedocle DN 250 (10''), in dismissione						
6	0,000	0,215	0,215	Sutera	1	063-2SU-072
6	26,930	26,955	0,025	Joppolo Giancaxio	1	067-1JO-033
Der. per Bompensiere DN 150 (6''), in dismissione						
6	0,970	1,010	0,040	Campofranco	1	063-2CF-051
6	1,100	1,160	0,060		2	063-2CF-042
6	1,955	2,185	0,230		2	063-2CF-042
Dir. per Agrigento DN 150 (6''), in dismissione						
6	0,960	1,120	0,160	Agrigento	1	066-1AG-017
6	2,435	2,635	0,200	Agrigento	1	067-1AG-159

Le aree di interferenza con il metanodotto in progetto sono state oggetto di indagini geognostiche e geofisiche che hanno consentito la definizione del Modello geologico del sottosuolo ed alla verifica di compatibilità in accordo con quanto previsto agli articoli 22 e 23 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana (PAI 2021).

6.1 Area ID1 - 063-2CF-068

In tale zona è previsto l'attraversamento con metodologia "trenchless". La compatibilità tra l'area potenzialmente instabile e l'opera in progetto è stata definita sulla base dell'elaborazione di una sezione stratigrafica schematica rappresentativa dell'area di interesse.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 54 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Il progetto della condotta prevede la realizzazione di un Microtunnel (Microtunnel "Cozzo Don Michele"), con una geometria tale da passare sicuramente al di sotto del limite inferiore delle coltri potenzialmente instabili perimetrata dal PAI.

L'esame delle sezioni stratigrafiche e geofisiche dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostrano che la *trenchless*, nel tratto di interesse, si trova a profondità superiori a 14-23 m dal p.c. locale e quindi si sviluppa al di sotto della coltre di copertura eluvio-colluviale potenzialmente instabile per almeno 4-5 m e completamente all'interno della formazione miocenica di base.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 063-2CF-068 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

6.2 Area ID2 - 067-1JO-033

L'area ID2 è riferita al dissesto delle sponde del Vallone Vocali. L'esame dei dati, progettuali, geomorfologici e stratigrafici dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostrano che il Vallone Vocali, presenta un alveo meandriforme, con sponde di pochi metri di altezza, localmente interessate da fenomeni di dissesto per erosione spondale. Tale situazione geomorfologica ha portato alla definizione della perimetrazione dell'area a pericolosità geomorfologica P1 Codice 067-1JO-033 in esame per un tratto di circa 20 m.

L'attraversamento del corso d'acqua è previsto a cielo aperto e le sponde verranno ripristinate mediante la *costituzione di n. 2 rivestimenti spondali in massi* tali da garantire la stabilità delle stesse ed impedire futuri fenomeni di erosione.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 067-1JO-033 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

6.3 Area ID3 - 063-2CF-045 e 063-2CF-042

In tale zona è previsto l'attraversamento con metodologia "trenchless". La compatibilità tra l'area potenzialmente instabile e l'opera in progetto è stata definita sulla base dell'elaborazione di una sezione stratigrafica schematica rappresentativa dell'area di interesse.

Il progetto della condotta prevede la realizzazione di Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C. "Contrada Palermitano"), con una geometria tale da passare sicuramente al di sotto del limite inferiore delle coltri potenzialmente instabili perimetrata dal PAI.

L'esame delle sezioni stratigrafiche e geofisiche dell'attraversamento delle aree PAI in oggetto mostrano che la *trenchless*, nel tratto di interesse, ha una geometria tale da passare a profondità variabili da 4 m a 54 m nelle aree potenzialmente instabili perimetrata dal PAI e quindi si sviluppa ben al di sotto della coltre di copertura eluvio-colluviale potenzialmente instabile e completamente all'interno della formazione miocenica di base.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 55 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

Va evidenziato che, in corrispondenza della zona di ingresso della trivellazione l'Area PAI 063-2CF-045 si estende oltre la trivellazione stessa interessando per un breve tratto (circa 50 m) il margine orientale della vallecchia del torrente San Giuseppe, in sinistra idrografica. L'andamento morfologico locale sub-pianeggiante e/o debolmente acclive permette di escludere la possibilità di formazione o riattivazione di movimenti gravitativi con assenza di ripercussioni sulla condotta stessa.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza delle aree PAI con Codice 063-2CF-045 e 063-2CF-045, con Indice di Pericolosità P2, esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

6.4 Area ID 4 - 066-1AG-017

Si tratta di interferenze del tracciato in progetto con un accumulo di frana inattivo in corrispondenza del piede del versante, nella zona di raccordo con la piana alluvionale del torrente Salsetto, subito a valle della S.P. n. 24.

L'esame dei dati, progettuali, geomorfologici e stratigrafici dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostra che il metanodotto in progetto attraversa, a cielo aperto, il Piano di Luna che rappresenta la zona di raccordo tra la piana alluvionale del torrente Salsetto, in destra idrografica, ed il versante sud-occidentale del rilievo collinare (allungato in direzione NNO-SSE) sui cui sorge l'abitato di Giardina Gallotti, subito a valle della S.P. n. 24.

I terreni, con andamento morfologico sub-pianeggiante, sono costituiti da una coltre di origine colluviale, di natura limoso-argilloso-sabbiosa, di circa 3.5 m di spessore poggiante sul substrato pliocenico costituito dalla formazione di Monte Narbona.

Allo stato non si hanno indizi di attività del movimento franoso cartografato.

In relazione allo sviluppo dell'opera su terreni con andamento morfologico locale sub-pianeggiante permette di affermare che l'opera non vada a modificare le attuali condizioni di stabilità del versante né che sia soggetta a particolari spinte tangenziali.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 066-1AG-017 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

6.5 Area ID 5 - 066-1AG-159

Si tratta di interferenze del tracciato in progetto con un accumulo di frana inattivo in corrispondenza del piede del versante, nella zona di raccordo con la vallecchia di un fossetto, subito a monte della S.P. n. 24.

L'esame dei dati, progettuali, geomorfologici e stratigrafici dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostra che il metanodotto in progetto attraversa, a cielo aperto, un'area con andamento morfologico sub-pianeggiante detta "Piano Cavallo" che rappresenta la zona di raccordo tra il versante meridionale del rilievo collinare (allungato in direzione NNO-SSE) su cui sorgono gli abitati di Giardina Gallotti e Montaperto ed una vallecchia allungata in direzione ONO-ESE, subito a monte della S.P. n. 24.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA		REL-GEO-E-03025
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse		Fg. 56 di 56 Rev. 2

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023113-105_LA-E-83025_r2

I terreni, con andamento morfologico sub-pianeggiante, sono costituiti da una coltre di origine colluviale di circa 9 m, di natura limoso-argilloso-sabbiosa, di spessore poggianti sul substrato pliocenico costituito dalla formazione di Monte Narbona.

Allo stato non si hanno indizi di attività del movimento franoso cartografato.

In relazione allo sviluppo dell'opera su terreni con andamento morfologico locale sub-pianeggiante permette di affermare che l'opera non vada a modificare le attuali condizioni di stabilità del versante né che sia soggetta a particolari spinte tangenziali.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con Codice 066-1AG-159 e Indice di Pericolosità P1 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.

6.6 Aree ID 6 – Linee in dismissione

Lungo le linee in dismissione, la condotta fuori esercizio sarà rimossa ripristinando, in generale, le condizioni morfologiche e le opere di stabilizzazione esistenti (come opere di sostegno e di drenaggio).

Nei tratti di linea in dismissione, ricadenti in aree PAI con Indice di Pericolosità P1 e P2, i lavori di rimozione non comporteranno un aggravio delle preesistenti condizioni di stabilità del versante in quanto non comporteranno sostanziali modifiche delle condizioni di stabilità dei versanti preesistenti, in quanto poco invasivi e richiedenti movimenti terra di ridotta entità.

Infatti, le principali fasi di lavoro consistono in:

- e) scotico di terreno nella fascia a cavallo della condotta;
- f) taglio della condotta in sezioni individuate in base alla lunghezza da rimuovere, alle condizioni morfologiche delle aree, alla presenza d'infrastrutture, ecc.;
- g) estrazione della condotta, per ogni tratto, procedendo con idonei mezzi di tiro e/o di sollevamento;
- h) ripristini morfologici e delle opere di stabilizzazione.

Per quanto riguarda l'ultima fase di lavoro, si evidenzia che, se presenti:

- le opere di stabilizzazione saranno ricostruite come preesistenti;
- i drenaggi saranno ripristinati in modo da assicurarne la loro continuità funzionale;
- le opere di drenaggio superficiale (cunette, fascinate, ecc.) saranno ricostruite.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che lungo le linee in dismissione, in corrispondenza delle interferenze con le aree PAI con Indice di Pericolosità P1 e P2, esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente.