

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 1 di 34	Rev. 0

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

METANODOTTO

**Derivazione per Sestri Levante
 DN 400 (16"), DP 75 bar
 e opere connesse**

Strade di accesso provvisorie interferenti con aree "P3"

0	Emissione	Mencucci	Nisii	Palozzo	Feb.2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 2 di 34	Rev. 0

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
1.1	Inquadramento territoriale	6
1.2	Documenti di Riferimento	7
2	INTRODUZIONE	8
2.1	Schede monografiche	8
3	STRADA DI ACCESSO ID3	9
3.1	Progetto di adeguamento stradale	9
3.2	Inquadramento geomorfologico	10
3.3	Indagini geognostiche	10
3.4	Assetto geologico	14
3.5	Inquadramento idrogeologico	14
3.6	Conclusioni	14
3.7	Documentazione fotografica	15
4	STRADA DI ACCESSO ID10	16
4.1	Progetto di adeguamento stradale	16
4.2	Inquadramento geomorfologico	17
4.3	Assetto geologico – strutturale	17
4.4	Inquadramento idrogeologico	17
4.5	Indagini geognostiche	17
4.6	Interferenza con l'area P3	19
4.7	Tratto esterno all'area P3	19
4.7.1	Caratterizzazione dell'ammasso roccioso	19
4.7.2	Verifiche di stabilità	22
4.7.3	Test di Markland	22
4.7.4	Risultati dei test di Markland	23
4.7.5	Calcoli di stabilità	26
4.8	Conclusioni	28
4.9	RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis	29

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 3 di 34	Rev. 0

ALLEGATI

Cartografia

ALLEGATO 1

Schede IFFI delle aree interessate

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 4 di 34	Rev. 0

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto denominato “Rifacimento metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16”), DP 75 bar e opere connesse” prevede, come intervento principale, la messa in opera di una nuova condotta DN 400 (16”) di lunghezza complessiva pari a 36,755 km che sostituirà alcuni tratti del metanodotto “Derivazione per Sestri Levante DN 400/250 (16”/10”), MOP 70 bar” attualmente in esercizio, che verrà dismesso, allo scopo di incrementare l’affidabilità e la flessibilità della rete di trasporto.

Il progetto prevede la realizzazione di alcuni tratti in sostituzione della linea esistente, che sarà dismessa e rimossa solamente in corrispondenza delle percorrenze di nuova progettazione, nonché l’adeguamento di alcune linee secondarie di vario diametro che prendono origine dalla linea principale, al fine di garantire la fornitura del servizio al bacino delle utenze presenti nell’area.

Nel complesso la nuova linea avrà la lunghezza di 36,755 km di cui 7,745 km già esistenti e 29,010 km di nuova realizzazione.

Il territorio interessato dall’opera è compreso nelle Regioni Emilia-Romagna, Comune di Albareto (PR) e Liguria, Comuni di Varese Ligure, Carro, Maissana in Provincia della Spezia e Castiglione Chiavarese, Casarza Ligure e Sestri Levante nell’ambito della Città Metropolitana di Genova.

Più in dettaglio l’intervento prevede le seguenti opere in progetto (Tab. 1.1/A) e dismissione (Tab. 1.1/B).

Tab. 1.1/A Linea principale e linee secondarie in progetto

Denominazione metanodotto	DN (mm)	DP (bar)	Lunghezza (km)
Linea principale			
Rifacimento Derivazione per Sestri Levante	400	75	36,755*
Linee secondarie			
Ricollegamento al Comune di Albareto	100	75	0,095
Allacciamento al Comune di Varese Ligure	100	75	0,045
Ricollegamento All. Comune di Varese Ligure	250	75	0,060
Collegamento Area Trappole ad HPRS1 Casarza Ligure	400	75	0,085
Ricollegamento a Der. per Sestri Levante	250	24	0,035
Tubazioni di servizio per Isolation System (3 linee)	50	24	0,090
Variante Torrente Petronio	250	24	0,585
Ricollegamento al Comune di Sestri Levante	200	24	0,020
Adeguamento cabina HPRS 768/A	400	24	0,045

* di cui 7,745 km già esistenti e 29,010 km di nuova realizzazione

Oltre alle linee sopra elencate, da progetto è prevista la posa delle seguenti condotte provvisorie:

- “Variante Provvisoria Derivazione per Sestri Levante DN 250 (10”), DP 75 bar”, in località Pezze del Comune di Casarza Ligure (GE) della lunghezza di circa 0,165 km che servirà a garantire il flusso di gas durante la realizzazione dei

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 5 di 34	Rev. 0

nuovi tratti e degli impianti in progetto e che sarà rimossa una volta che il nuovo metanodotto DN 400 sarà in esercizio;

- in corrispondenza del punto di linea PIL n. 3, in progetto, un'Interconnessione di monte DN 250 (10"), DP 75 bar", in località Casa Storta, Comune di Varese Ligure, della lunghezza di circa 0,010 km;
- in corrispondenza del punto di linea PIL n. 3, in progetto, un'Interconnessione di valle DN 250 (10"), DP 75 bar", in località Casa Storta, Comune di Varese Ligure, della lunghezza di circa 0,010 km.

Oltre alle linee in progetto si prevede la dismissione e la rimozione della linea esistente, in corrispondenza dei tratti di nuova progettazione. La dismissione riguarda pertanto 27,590 km e comporta anche l'adeguamento (rifacimento e ricollegamento) di alcune linee secondarie di vario diametro che, prendendo origine dalla linea principale, garantiscono la fornitura del servizio al bacino di utenze dell'area. Tale adeguamento si attua attraverso la contestuale realizzazione di 9 nuove linee secondarie e la dismissione di 4 tubazioni secondarie esistenti.

Inoltre, è previsto l'ampliamento dell'area trappole di Albareto con la realizzazione dell'impianto di riduzione della pressione HPRS-100 in corrispondenza del punto di partenza del tracciato, che terminerà nell'area trappole di Casarza Ligure di nuova realizzazione. In prossimità di quest'ultimo sarà realizzato anche l'impianto di riduzione della pressione HPRS-50 per consentire il "Ricollegamento alla Derivazione per Sestri Levante DN 250 (10"), DP 75 bar".

Tab. 1.1/B Linea principale e linee secondarie in dismissione

Denominazione metanodotto	DN (mm)	MOP (bar)	Lunghezza (km)
Linea principale			
Derivazione per Sestri Levante	400/250	70	27,590
Linee secondarie			
Allacciamento al Comune di Albareto	100	70	0,090
Allacciamento Varese Ligure	100	70	0,080
Derivazione per Sestri Levante – Variante Petronio	250	70	0,595
Allacciamento al Comune di Sestri Levante	200	70	0,020

Oltre alla costruzione delle nuove linee è prevista la realizzazione di n. 12 punti di linea in progetto:

- n. 1 punto di intercettazione di derivazione semplice (PIDS);
- n. 5 punto di intercettazione di linea (PIL) dislocati lungo la linea principale;
- n. 1 punto di intercettazione di derivazione importante (PIDI);
- n. 1 punto di intercettazione con discaggio di allacciamento (PIDA), ubicato sulla linea secondaria All. Com. Varese Ligure;
- n. 1 area trappole di partenza con impianto di riduzione HPRS-100, Comune di Albareto (PR);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16'') DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 6 di 34	Rev. 0

- n. 1 area trappole di arrivo, Comune di Casarza Ligure (GE);
- n. 1 impianto di riduzione della pressione HPRS-50 ubicato lungo la linea principale nel Comune di Casarza Ligure (GE);
- n. 1 ampliamento impianto HPRS 768/A nel Comune di Sestri Levante (GE);

e la dismissione di n. 6 punti di linea:

- n. 1 punto di intercettazione con discaggio di allacciamento (PIDA);
- n. 4 punti di intercettazione di linea (PIL);
- n. 1 punti di intercettazione con discaggio di allacciamento (PIDI + PIDA).

Il progetto della Derivazione per Sestri Levante DN400, in continuità con la linea esistente, si sviluppa lungo la direttrice nord-est / sud-ovest. L'intervento parte dalla Regione Emilia – Romagna, nell'Alta Val di Taro, interessando il territorio del Comune di Albareto (PR) per poi valicare la dorsale appenninica ligure, discendere lungo l'Alta Val di Vara, interessando i territori dei Comuni di Varese Ligure, Maissana e Carro afferenti alla provincia della Spezia, fino a terminare nel Genovesato, attraversando in successione il Comune di Castiglione Chiavarese e quello di Casarza Ligure e Sestri Levante, con un intervento puntuale.

1.1 Inquadramento territoriale

L'intervento si localizza maggiormente, nella porzione orientale della Regione Liguria, interessando i territori della Città Metropolitana di Genova e della provincia di La Spezia e la parte montana della Provincia di Parma, in Emilia Romagna, per i primi 10 km circa della condotta in progetto.

I territori attraversati presentano una morfologia prevalentemente montana con alcuni tratti di fondovalle caratterizzati da piccoli comparti agricoli prevalentemente destinati a prati e pascoli e sporadici appezzamenti ad olivo in Liguria.

In figura si riporta l'inquadramento territoriale dell'opera in progetto (Fig. 1/A).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 7 di 34	Rev. 0

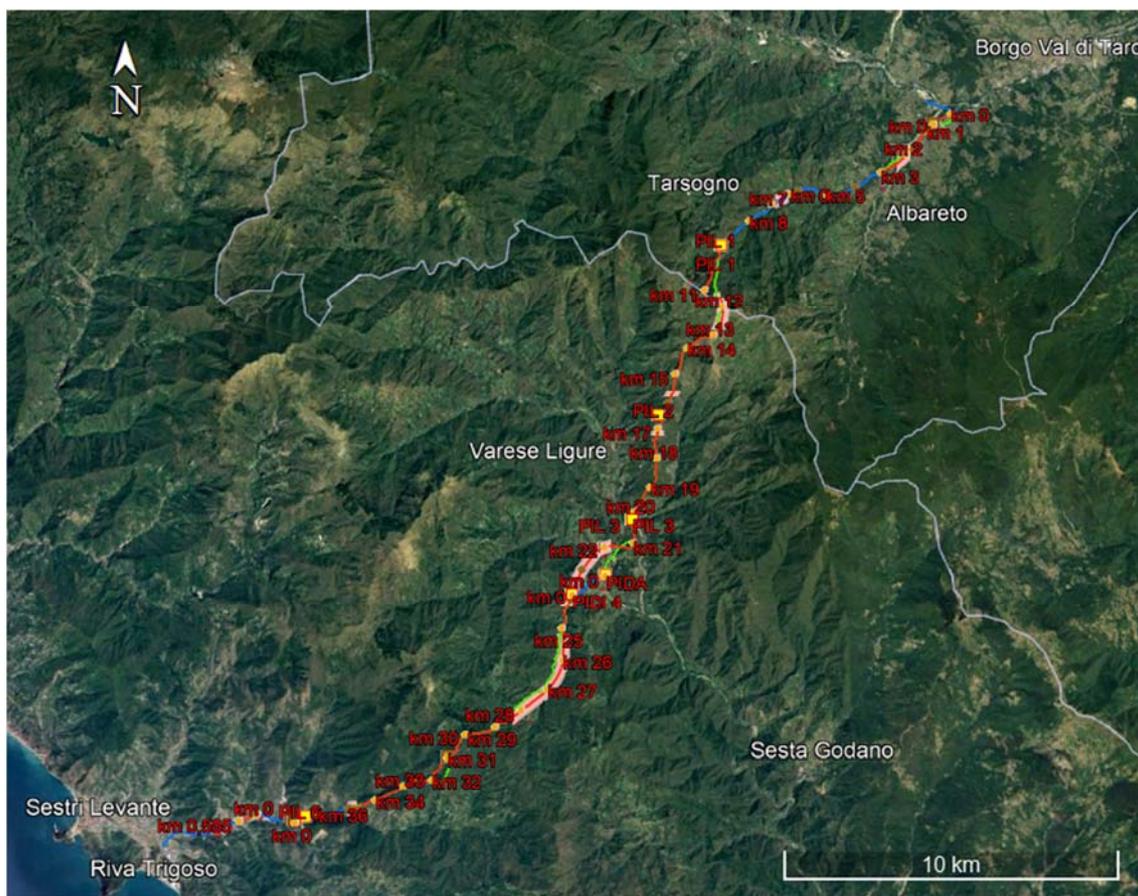


Fig. 1/A Inquadramento territoriale dell'opera in progetto (linea continua rossa); in blu i tratti che resteranno in esercizio; in verde i tratti in dismissione

1.2 Documenti di Riferimento

- | | |
|----------------------|---|
| [1] REL-CGD-E-13022 | Relazione geologica |
| [2] REL- GEO-E-13024 | Relazione geotecnica (sintesi delle indagini eseguite) |
| [3] REL- GEO-E-13027 | Relazione compatibilità geomorfologica aree PAI |
| [4] REL- CI-E-13029 | Relazione idrogeologica e censimento pozzi e sorgenti |
| [5] PG-TPSO-D-13221 | Planimetria tracciato di progetto con Indagini geognostiche |
| [6] PG-DRIF-D-13207 | Aree a pericolosità da frana (PAI e IFFI) e idraulica |
| [7] PG-CGD-D-13208 | Geologia e Geomorfologia in scala 1:10000 |
| [8] PG-CI-D-13209 | Idrogeologia |

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 8 di 34	Rev. 0

2 INTRODUZIONE

Per consentire l'accesso al tracciato, il progetto prevede la costruzione di piste provvisorie o l'adeguamento di strade esistenti. Alcune di queste attraversano aree ad elevata suscettività al dissesto (P3). Conformemente al metodo adottato nello Studio di Impatto Ambientale per il tracciato stesso, sono stati eseguiti studi geologico-geomorfologici per valutare il grado di interferenza tra le opere previste e tali aree ad elevata suscettività al dissesto.

2.1 Schede monografiche

Nel seguito sono riportate le schede monografiche delle potenziali interferenze con le aree ad elevata suscettività al dissesto delle classi P3 (pericolosità elevata, Mosaicatura nazionale della pericolosità da frana e indicatori di rischio frane; progettoiffi@isprambiente.it) discusse nel presente documento, ordinate nel senso del flusso del gas.

Ciascuna scheda comprende:

- stralcio planimetrico della carta di suscettività al dissesto;
- stralcio geologico-geomorfologico di dettaglio dell'area;
- immagine fotografica rappresentativa del tratto interessato dall'area ad elevata suscettività al dissesto;
- definizione dell'assetto geologico - geomorfologico locale del versante che comprende il tracciato di progetto della strada e l'area ad elevata suscettività al dissesto, e valutazione del livello di pericolosità delle aree P3;
- descrizione, dove necessario, degli interventi previsti dal progetto per assicurare la compatibilità dell'opera con l'area.

Le schede sono state compilate sulla scorta dei dati acquisiti nel corso dei sopralluoghi tecnici e sulla base della consultazione della piattaforma nazionale della pericolosità da frana (Idrogeo-Isprambiente), del Progetto IFFI (progetto Inventario Fenomeni Franosi Italiani) e dei Piani di Bacino.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 9 di 34	Rev. 0

3 STRADA DI ACCESSO ID3

La scheda descrive l'interferenza della pista di accesso ID3 con un'area classificata a pericolosità elevata (P3) secondo le classificazioni del PAI e come frana complessa all'interno del Progetto IFFI (movimento n°0340124800, Inventario Fenomeni Franosi italiani, scheda in allegato). L'area è situata sul versante destro del torrente Arcina, a valle delle località l'Erta – Cà Ottoboni, nel comune di Albareto.

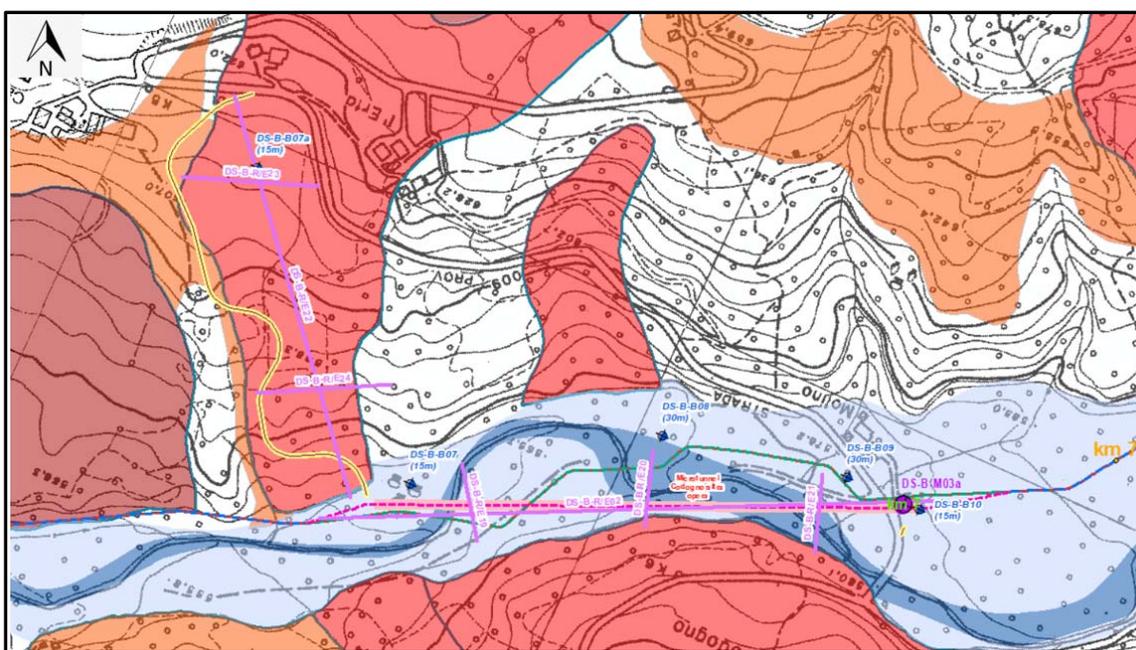


Fig. 3/A: Stralcio dalla carta “Aree a pericolosità da frana (PAI e IFFI) e idraulica” (Dis. PG-DRIF-D-13207), con tracciato di progetto della pista ID3. Legenda: strada ID3 (linea a doppio tratto gialla), metanodotto in dismissione (linea verde), metanodotto in progetto (linea rossa), trenchless (quadrettato fucsia), aree P4 (marrone), aree P3 (rosso), aree P2 (arancione), scala 1:5000

3.1 Progetto di adeguamento stradale

Per consentire l'accesso all'imbocco NE del microtunnel Codogno, si prevede la realizzazione di una pista sterrata, che si stacca dalla S.P. n.103 - Cacciarasca, per scendere nel fondovalle dell'Arcina. La pista ID3 ha una lunghezza di circa 480 m ed una larghezza media di 4 m. Date le condizioni morfologiche del versante (acclività in media moderata) la strada sarà ricavata con interventi di limitata entità sul versante (spessori di scavo e riporto largamente inferiori ad 1 m) (Fig. 3/A).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 10 di 34	Rev. 0

3.2 Inquadramento geomorfologico

Il versante che scende dalle località l'Erta e Cà Ottoboni verso il fondovalle dell'Arcina è caratterizzato da morfologia blandamente ondulata, con frequenti avvallamenti e dossi di limitata estensione. L'acclività è variabile, molto bassa (intorno a 5°) nel settore di quota superiore, leggermente maggiore nel settore inferiore (compresa tra 10° e 15° circa). L'intero versante fa parte di un vasto accumulo franoso classificato come quiescente.

L'area a pericolosità elevata P3 occupa un avvallamento più accentuato del pendio, ed è compresa tra due modeste dorsali, in gran parte esterne all'area P3. La pista attraversa nel tratto di quota superiore la dorsale nordorientale, interessando marginalmente l'area P3 e vi entra pienamente nel settore inferiore del versante. Nel settore centrale dell'area P3 vi è una marcata variazione di pendenza, cui però non corrispondono forme attribuibili a movimenti recenti. Indizi di riattivazione o ripresa dei movimenti gravitativi sono assenti in tutta l'area P3, che si estende verso monte anche alla strada provinciale n. 103 ed a parte degli edifici dell'abitato l'Erta. Nel complesso si può confermare quindi che le condizioni dell'accumulo sono di sostanziale quiescenza.

3.3 Indagini geognostiche

Sono state eseguite sia indagini dirette (un sondaggio geognostico a carotaggio continuo, DS-B-B07a), che indagini geofisiche (3 profili sismici e 3 profili geoelettrici). La posizione del sondaggio geognostico e delle stese geofisiche è riportata in Fig. 3/B (rif. REL-GEO-E-13024, Relazione geotecnica).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-SIS-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 11 di 34	Rev. 0

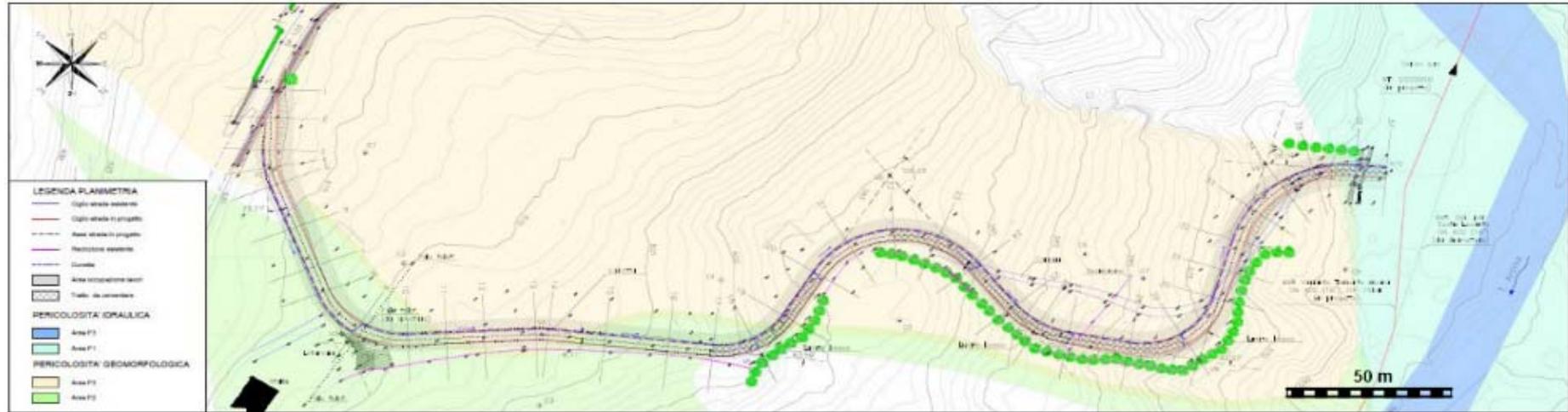


Fig. 3/A: Stralcio planimetrico del progetto della strada di accesso al tracciato ID3 (modificato dal DIS CIV-4C-11013).
LEGENDA: Pericolosità geomorfologica: area P3 (colore arancio chiaro), area P2 (colore verde chiaro).
 Pericolosità idraulica: Area P3 (colore azzurro), area P1 (colore verde azzurro).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 12 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

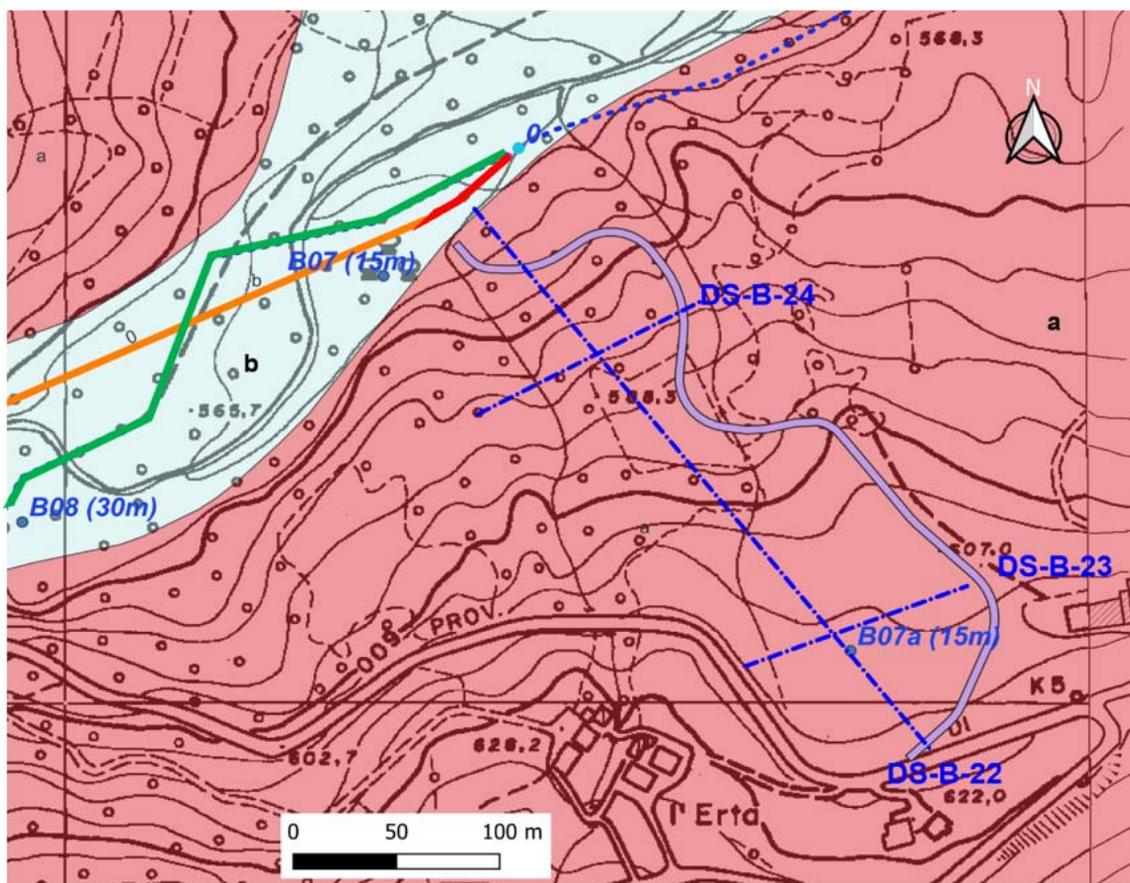


Fig. 3/B: Stralcio modificato dalla Carta geologico-geomorfologica a scala 1:10.000 (Dis. PG-CGD-D-13208). **LEGENDA:** Microtunnel Codogno (linea di colore arancio), tracciato in dismissione (linea di colore verde), tracciato in progetto (linea di colore rosso), strada ID3 (linea di colore viola), Sondaggi geognostici (simbolo circolare di colore blu), profili geofisici (linea tratto punto di colore blu), Depositi di frana quiescente (a), depositi alluvionali degli alvei attuali (b).

Sondaggi geognostici

Dalla stratigrafia del sondaggio DS-B-B07a si ricava che l'accumulo di frana è costituito da un orizzonte superiore formato da argilla sabbiosa con abbondante frazione ghiaiosa di colore grigio-giallastro, ossidato, dello spessore di circa 3 m, cui segue un livello di analoghe caratteristiche litologico-granulometriche, ma con maggiore componente di elementi grossolani, di dimensioni fino a decimetriche, di colore grigio, osservabile fino alla profondità di circa 11 m dal p.c. La coltre di frana ricopre sequenze di argilliti e arenarie molto fratturate fino a fondo foro (15 m).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 13 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Profili sismici

Sono stati eseguiti 3 profili sismici a rifrazione in onde P (un profilo longitudinale lungo massima pendenza e due profili trasversali). Per la descrizione delle caratteristiche operative dell'indagine sismica (metodi di acquisizione ed elaborazione dati) si rimanda alla relazione geotecnica (sintesi delle indagini eseguite - REL- GEO-E-13024).

Nella tabella sottostante sono riportate le caratteristiche principali dei profili (Tab. 3/A):

Tab. 3/A: Profili sismici eseguiti.

Sigla profilo	N. geofoni	Lunghezza (m)	Orientamento	Distanza geofoni (m)
DS-B-R22	72	360	longitudinale	5
DS-B-R23	24	120	trasversale	5
DS-B-R24	24	120	trasversale	5

Profili geoelettrici

I tre profili geoelettrici, coincidenti con quelli sismici, sono stati eseguiti con la tecnica dei profili multi-elettrodo Polo-Dipolo con elaborazione tomografica. Nella tabella sottostante sono riportate le caratteristiche principali dei profili (Tab. 3/B):

Tab. 3/B: Profili geoelettrici eseguiti.

Sigla profilo	N. geofoni	Lunghezza (m)	Orientamento	Distanza elettrodi (m)
DS-B-E22	72	360	longitudinale	5
DS-B-E23	24	120	trasversale	5
DS-B-E24	24	120	trasversale	5

Per la descrizione delle caratteristiche operative dell'indagine geoelettrica (metodi di acquisizione ed elaborazione dati) si rimanda ugualmente al documento sopra citato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 14 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

3.4 Assetto geologico

Il versante attraversato dalla pista ID3 è interamente formato da un potente accumulo appartenente ad una frana complessa quiescente. Lo spessore della coltre detritica, stimabile intorno agli 11 m sulla base del sondaggio DS-B-B07a, eseguito nel settore dell'area P3 prossimo alla strada provinciale n. 103, aumenta considerevolmente verso valle, secondo quanto si ricava dalle indagini geofisiche, che indicano spessori fino a 40 m di facies siltitiche molto allentate, sostanzialmente attribuibili all'accumulo di frana.

3.5 Inquadramento idrogeologico

L'accumulo di frana si può valutare come mediamente permeabile per porosità, con possibili variazioni del grado di permeabilità relativa dipendenti dalla marcata eterogeneità del deposito, in cui può variare significativamente il rapporto clasti ghiaiosi – matrice argilloso-sabbiosa. Il livello piezometrico misurato nel sondaggio DS-B-B07a a fine perforazione era pari a circa 3 m dal p.c..

3.6 Conclusioni

L'attraversamento dell'area P3, che avviene principalmente nel settore inferiore del tracciato della pista (tra le progressive 230 m e 480 m circa), non comporterà interventi di scavo e riporto significativi, lasciando sostanzialmente inalterate le condizioni di equilibrio del versante.

Tenendo conto anche delle attuali condizioni di stabilità dell'area P3 nel suo complesso (assenza di forme legate a movimenti gravitativi recenti sia nel tratto di versante interessato dalla realizzazione della pista sia a monte di questa lungo la strada provinciale n. 103 e negli edifici dell'abitato l'Erta), si può ritenere che la realizzazione del tratto della pista che ricade in area P3 sia compatibile con le condizioni geologico-geomorfologiche dell'accumulo di frana. Tuttavia, un basso rischio di riattivazione dei movimenti gravitativi, date le caratteristiche geotecniche della coltre di frana (con abbondante componente argillosa) non può essere escluso nel caso si verificano intense e prolungate precipitazioni nel periodo di realizzazione ed utilizzo della pista.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 15 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

3.7 Documentazione fotografica



Foto 1: Panoramica dalla strada provinciale del settore di quota superiore dell'area P3.



Foto 2: Variazione di pendenza nel tratto centrale dell'area indagata interessata dalla P3.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 16 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

4 STRADA DI ACCESSO ID10

La scheda descrive l'interferenza della pista di accesso ID10 con un'area a pericolosità elevata (P3) secondo le classificazioni del PAI e come colamento lento all'interno del Progetto IFFI (movimento n° 0111054203, Inventario Fenomeni Franosi italiani, scheda in allegato). L'area è situata sul versante Ovest della dorsale Monte La Rocca - Monte del Laghetto, nel comune di Varese Ligure (Fig. 4/A).

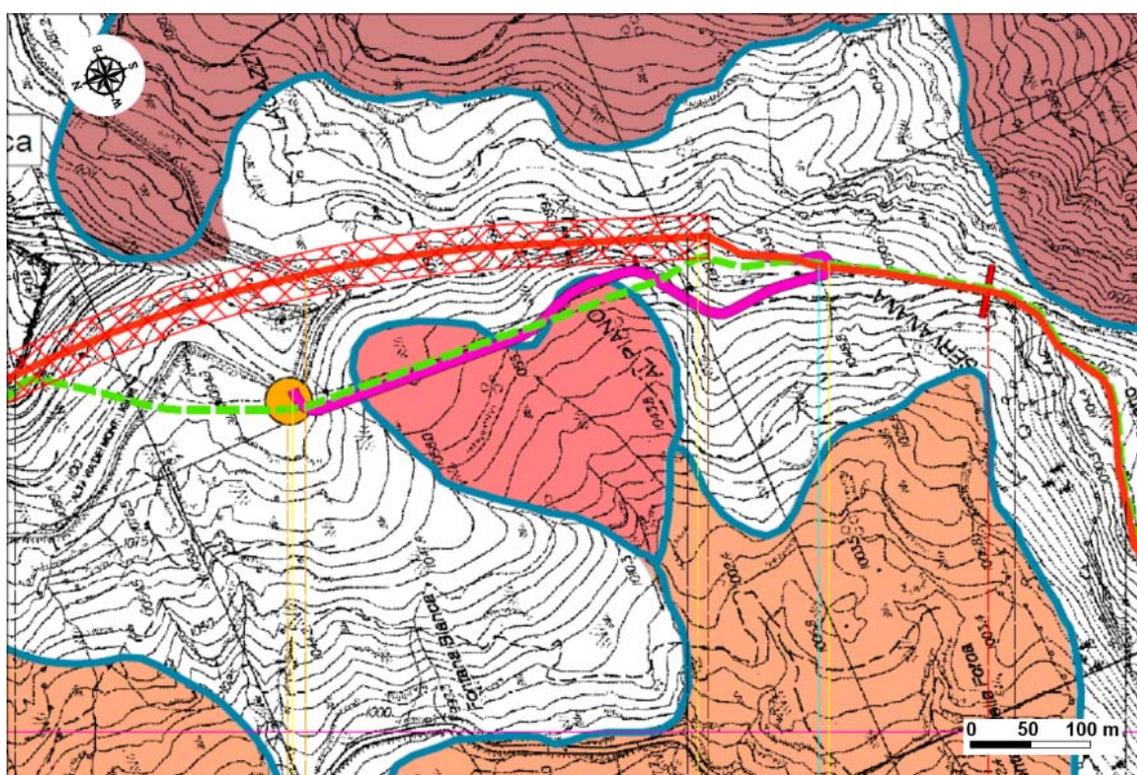


Fig. 4/A: Stralcio dalla carta “Aree a pericolosità da frana (PAI e IFFI) e idraulica” (Dis. PG-DRIF-D-13207), con tracciato di progetto della pista ID 10. **Legenda:** strada ID10 (linea a doppio tratto viola), metanodotto in dismissione (linea verde), metanodotto in progetto (linea rossa), trenchless (quadrettato rosso), aree P4 (marrone), aree P3 (rosso), aree P2 (arancione).

4.1 Progetto di adeguamento stradale

Per consentire l'accesso all'area di cantiere in cui sarà scavato il pozzo del raise borer La Rocca, si prevede la realizzazione di una strada della lunghezza di circa 600 m, che si staccherà dall'Alta Via dei Monti Liguri nel tratto che percorre il versante Sud del Monte La Rocca. La strada indicata come ID10, che avrà una larghezza minima di 3,5 m, non sarà asfaltata, ma cementata in un primo breve tratto di circa 70 m. Le tavole di dettaglio della planimetria, del profilo e delle sezioni di progetto sono riportate nel DIS-CIV-5C-11190, cui si fa riferimento. Date le condizioni morfologiche dei versanti, la strada sarà ricavata con limitati

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 17 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

interventi nel primo tratto, in gran parte compreso nell'area P3 (dalla sezione 7 alla sezione 13, e dalla sezione 16 alla 19, secondo la numerazione del DIS-CIV-5C-11190), mentre nel tratto finale gli interventi di scavo saranno significativi: le scarpate avranno altezze comprese tra 3 e 4 m, e le pendenze saranno mediamente elevate, fino a 64° (dalla sezione 24 alla sezione 35).

Le condizioni geologico-geomorfologico del tratto della pista che ricade in area P3 sono esaminate nel paragrafo 4.6; nei paragrafi successivi sono esaminate le condizioni di stabilità dei fronti di scavo in conseguenza degli interventi previsti dal progetto di realizzazione della nuova pista.

4.2 Inquadramento geomorfologico

Il tracciato di progetto della strada percorre in direzione N-S il versante Ovest della dorsale Monte La Rocca - Monte del Laghetto, caratterizzato da morfologia complessa. Due dorsali secondarie, trasversali rispetto alla principale, situate nel primo tratto ed in quello finale della pista, racchiudono un ampio avvallamento centrale solcato, a valle del tracciato, da due incisioni torrentizie. L'avvallamento centrale corrisponde all'accumulo di una frana in evoluzione, interpretabile come colamento lento quiescente. L'acclività, modesta nella dorsale settentrionale e nella conca centrale (intorno a 5°), aumenta nella dorsale attraversata dal tratto finale della pista fino a 15°-20°.

4.3 Assetto geologico – strutturale

Il versante percorso dalla strada è formato da sequenze arenaceo-siltitiche appartenenti alla formazione delle Arenarie di Ponte Bratica, affioranti soprattutto sul crinale della dorsale principale Monte La Rocca - Monte del Laghetto. Nella conca centrale il substrato lapideo è coperto da un accumulo detritico di una frana in evoluzione. L'assetto strutturale nel crinale è a traversopoggio, con direzione della giacitura compresa tra ENE-OSO e ONO-ESE ed immersione verso S di 20° - 40°.

4.4 Inquadramento idrogeologico

Le Arenarie di Ponte Bratica rappresentano un'unità idrogeologica scarsamente permeabile per fratturazione. La coltre detritica di frana è per contro caratterizzata da permeabilità primaria per porosità di grado medio. Nell'area della pista di accesso non vi sono emergenze idriche.

4.5 Indagini geognostiche

Snam ha installato in passato e in tempi successivi (dal 1986 al 2002), nell'intorno della linea in dismissione e all'interno dell'area P3, tre inclinometri ed un piezometro (Fig. 4/B). L'ultimo periodo di monitoraggio disponibile riguarda gli anni 2000-2003.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 18 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Nell'inclinometro I5 non si sono rilevate deformazioni significative nell'ultimo periodo di letture (spostamenti totali in testa inferiori a 10 mm, assenza di superfici di scivolamento). In I3 e I4 per contro le due superfici di scivolamento riconosciute nel primo periodo di monitoraggio, poste rispettivamente alla profondità di 9 e 11 m dal p.c., hanno messo in luce, nell'intervallo 2000-2003, velocità di spostamento molto basse (comprese tra 0.25 e 0.6 mm/mese).

Lo studio dell'area ha previsto, inoltre anche la realizzazione di stazioni geomeccaniche che hanno permesso di caratterizzare qualitativamente e quantitativamente i pochi affioramenti disponibili (rif. Paragrafo 4.7).

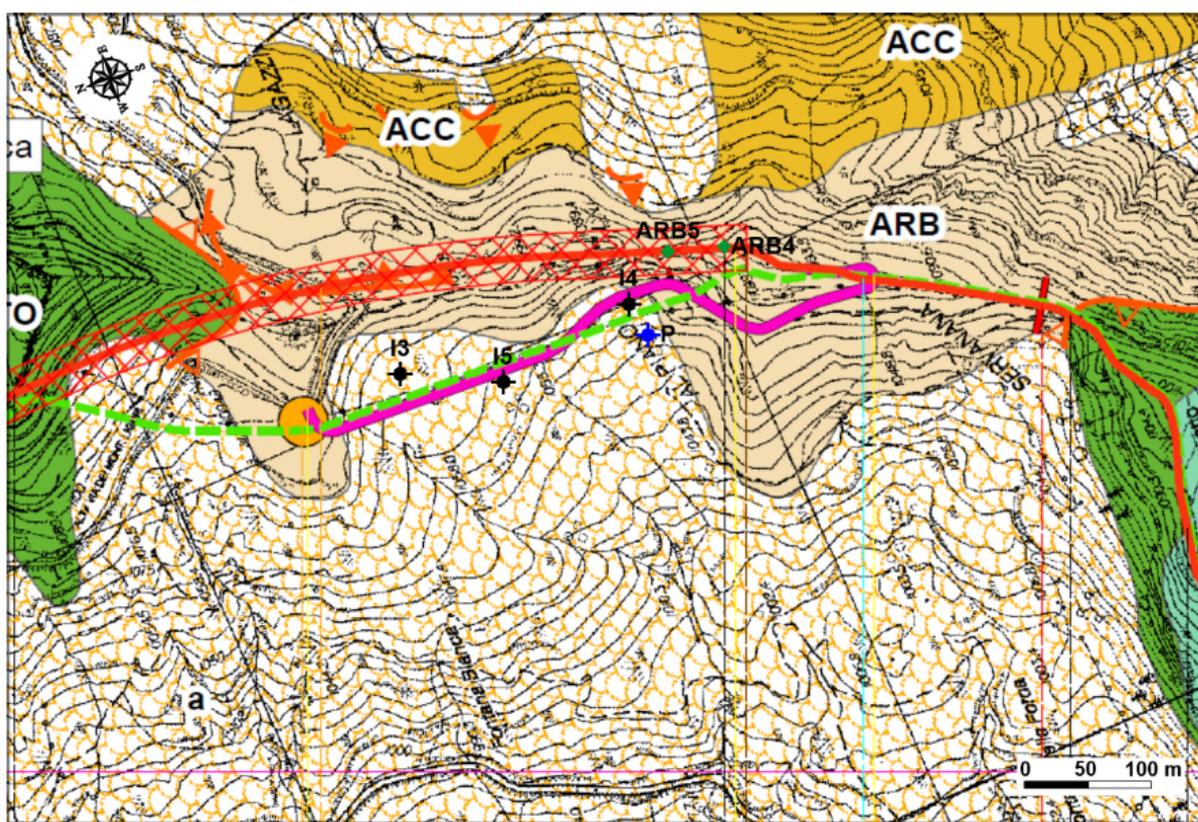


Fig. 4/B: Stralcio modificato dalla Carta geologico-geomorfologica a scala 1:10.000 (Dis. PG-CGD-D-13208). **LEGENDA:** Flysch di Ottone (oto), Arenarie di Ponte Bratica (arb), Argille e calcari di Canetolo (acc), depositi di frana (a), nicchia di distacco (linea rossa a triangoli), inclinometri (I3-I5), piezometro (P), stazioni del rilievo geomeccanico (ARB4-ARB5).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 19 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

4.6 Interferenza con l'area P3

I due tratti della strada che attraversano l'area P3 sono situati all'interno di un corpo di frana, interpretabile come colamento lento quiescente. I dati degli inclinometri installati all'interno del corpo di frana in prossimità della linea in dismissione, indicavano l'esistenza di superfici di scorrimento poste a profondità di circa una decina di metri dal p.c., ma con velocità di spostamento, misurate nei primi anni 2000, molto basse. Le condizioni morfologiche attuali, data l'assenza di indizi significativi di movimenti gravitativi nell'intorno del tracciato, confermano che tale quadro è ancora valido, e che la frana dell'area P3 è sostanzialmente in stato di quiescenza.

4.7 Tratto esterno all'area P3

Nel tratto esterno all'area P3 vengono esaminate le condizioni di stabilità dei fronti di scavo conseguenza degli interventi previsti dal progetto di realizzazione della nuova pista.

4.7.1 Caratterizzazione dell'ammasso roccioso

Per la caratterizzazione degli ammassi rocciosi sono stati eseguiti due stendimenti lineari, denominati ARB4 e ARB5 (Fig. 4/B). I parametri geometrici e fisico-meccanici principali dei sistemi di discontinuità riconosciuti dal rilievo geomeccanico (giacitura, persistenza, spaziatura, scabrezza, apertura, condizioni d'alterazione, presenza d'acqua, riempimento) sono illustrati nella tabella 4/A.

L'ammasso roccioso in cui saranno ricavate le scarpate in scavo è costituito dalle Arenarie di Ponte Bratica. Esso è formato da strati da spessi a medi di siltiti di colore grigio, con intercalazioni di calcareniti e calcari micritici in strati da medi a sottili. Le siltiti sono caratterizzate da facile suddivisione in scaglie, i calcari e le calcareniti sono spesso boudinati e smembrati. Data l'omogeneità delle condizioni strutturali, dei dati raccolti nelle due stazioni è stata fatta un'unica elaborazione statistica.

La stratificazione S è il sistema di discontinuità nettamente predominante, per ubiquità e persistenza. Oltre al sistema S, con orientazione dispersa in ragione della presenza di pieghe da aperte a chiuse, di dimensioni decimetriche, sono stati definiti altri due sistemi di discontinuità di frattura, denominati K1 e K2, di bassa persistenza e frequenza (Fig. 4/C).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 20 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Tab. 4/A: **Caratterizzazione delle famiglie di discontinuità dell'ammasso roccioso delle stazioni ARB4 e ARB5.**

Sistema	S	K1	K2
Orientazione	187°/33°	315°/76°	3°/69°
Persistenza	1-3 m – 3-10 m	≤1m	≤ 1m, 1-3 m (rara)
Spaziatura	<2 cm e 2-6 cm	6-20 cm	2-6 cm
Scabrezza	ondulata, liscia	Planare, ondulata(rara), liscia, rugosa (rara)	Planare, ondulata(rara), liscia, rugosa (rara)
JRC	0-2		
Apertura	chiusa	chiusa	chiusa
Condizioni d'alterazione	debolmente alterata	debolmente alterata	debolmente alterata
Riempimento	assente	assente	assente
Presenza d'acqua	assente	assente	assente
JCS	calcari: 32 MPa		

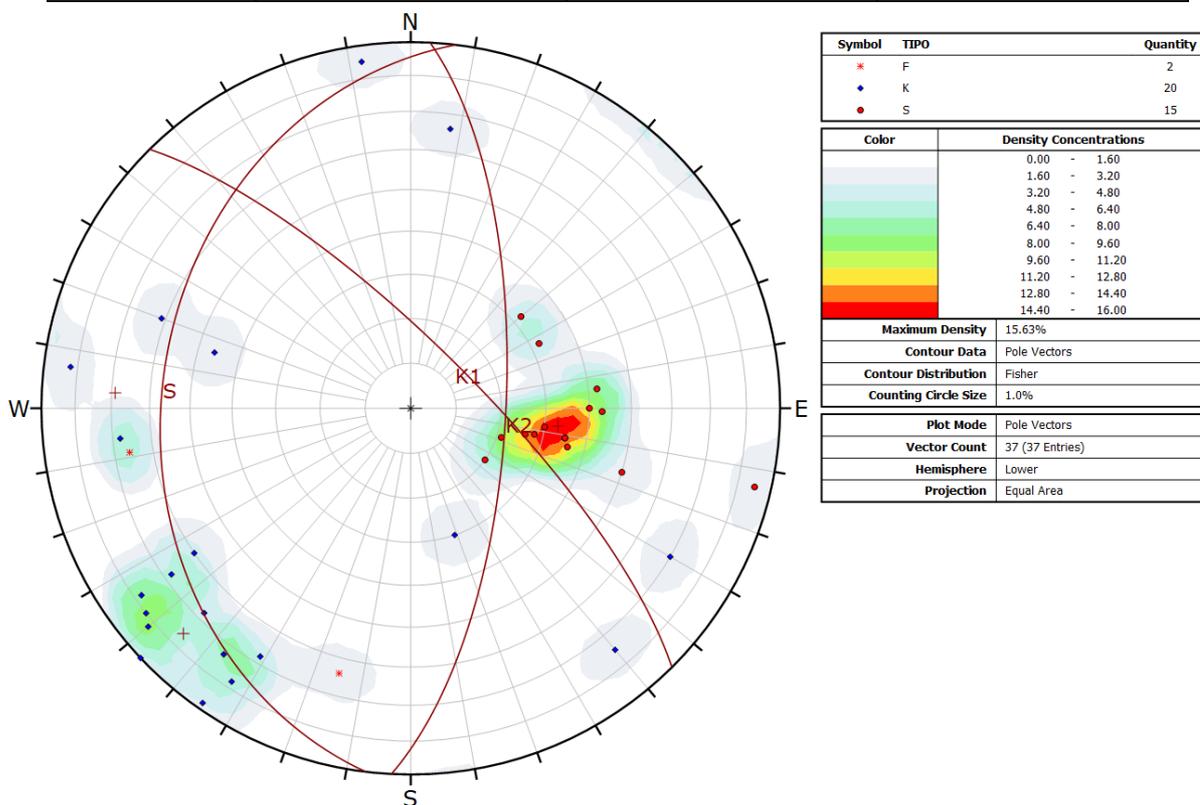


Fig. 4/C: **Stazioni ARB4-ARB5. Proiezione equiareale sulla semisfera inferiore delle discontinuità rilevate nelle stazioni del rilievo geomeccanico (il simbolo di colore blu indica le discontinuità di fratture, il simbolo rosso la stratificazione, l'asterisco le faglie)**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 21 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028



Foto 3: Stazione ARB4.



Foto 4: Stazione ARB5.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 22 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

4.7.2 Verifiche di stabilità

Le analisi di stabilità sono state eseguite considerando l'ammasso roccioso come mezzo discontinuo, per mezzo dei Test di Markland. Sui cinematismi geometricamente possibili sono state poi eseguite verifiche di stabilità all'equilibrio limite con il programma Rocplane.

4.7.3 Test di Markland

Con il test di Markland si può verificare l'esistenza di volumi rocciosi instabili definiti dai valori medi di giacitura dei sistemi di discontinuità principali e dall'orientazione delle superfici libere delle scarpate stradali.

Nei test eseguiti sono stati utilizzati i valori centrali della distribuzione delle misure di orientazione delle diverse famiglie di discontinuità, calcolati secondo gli algoritmi statistici del programma DIPS (Rocscience Inc., Toronto). Nel test è stato introdotto, come valore dell'angolo di attrito di base delle discontinuità, un cerchio d'attrito di 30°.

Le caratteristiche geometriche dei fronti di scavo, ricavate dalle sezioni di progetto (Dis. CIV-5C-11190) sono illustrate nella tabella 4/B.

Tab. 4/B: Geometria delle scarpate stradali.

Sezioni di progetto di riferimento	Orientazione delle scarpate (immersione in°)	Altezza (m)	Inclinazione (°)
Sezioni 24÷25	325	4	64
Sezioni 26	300	3	64
Sezione 27÷35	275	4	64

Scivolamento su cunei

Nei diagrammi che riproducono i test di Markland (vedi le pagine seguenti) l'area in colore rosso indica la zona critica primaria, compresa tra la traccia ciclografica della superficie della scarpata e il cono d'attrito, il cui valore è stabilito nell'analisi cinematica in 30° per tutti i sistemi di discontinuità. I punti di intersezione tra due superfici di discontinuità che cadono all'interno dell'area in colore rosso rappresentano cunei che soddisfano le condizioni geometriche e d'attrito per lo scivolamento. Lo scivolamento può avvenire lungo una delle due superfici o lungo la linea di intersezione.

L'area in colore giallo indica la zona critica secondaria, compresa tra la superficie della scarpata stradale e la traccia ciclografica del piano inclinato di un angolo pari all'angolo del cono di attrito. I punti di intersezione di due superfici di discontinuità che cadono all'interno dell'area in colore giallo rappresentano cunei il cui scivolamento avviene su una delle due superfici di discontinuità. Tali punti di intersezione hanno un'inclinazione inferiore all'angolo d'attrito; tuttavia il cinematismo può verificarsi se l'inclinazione della superficie di discontinuità su cui avviene lo scivolamento ha un'inclinazione superiore all'angolo di attrito.

Scivolamento planare

Nei diagrammi del test di Markland per lo scivolamento planare (vedi le pagine seguenti) l'area in colore rosso indica la zona critica primaria, compresa tra il cono d'attrito, il cui valore è

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 23 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

stabilito nell'analisi cinematica in 30° per tutti i sistemi di discontinuità, i limiti laterali corrispondenti ad un intervallo di 20° (che definiscono la massima differenza di orientazione tra la superficie della scarpata stradale e la discontinuità) e il limite dell'inviluppo di emersione (*daylight envelope*), che contiene i poli delle superfici di discontinuità con inclinazione minore dell'inclinazione della scarpata stradale. I poli delle superfici di discontinuità che cadono all'interno dell'area in colore rosso soddisfano le condizioni geometriche, e in prima approssimazione d'attrito, per lo scivolamento planare.

4.7.4 Risultati dei test di Markland

I diagrammi dei test di Markland sono riportati nelle pagine seguenti. Di seguito sono illustrati i risultati ottenuti.

Fronte immergente verso 325°

Non vi è nessun cinematismo potenzialmente instabile.

Fronte immergente verso 300°

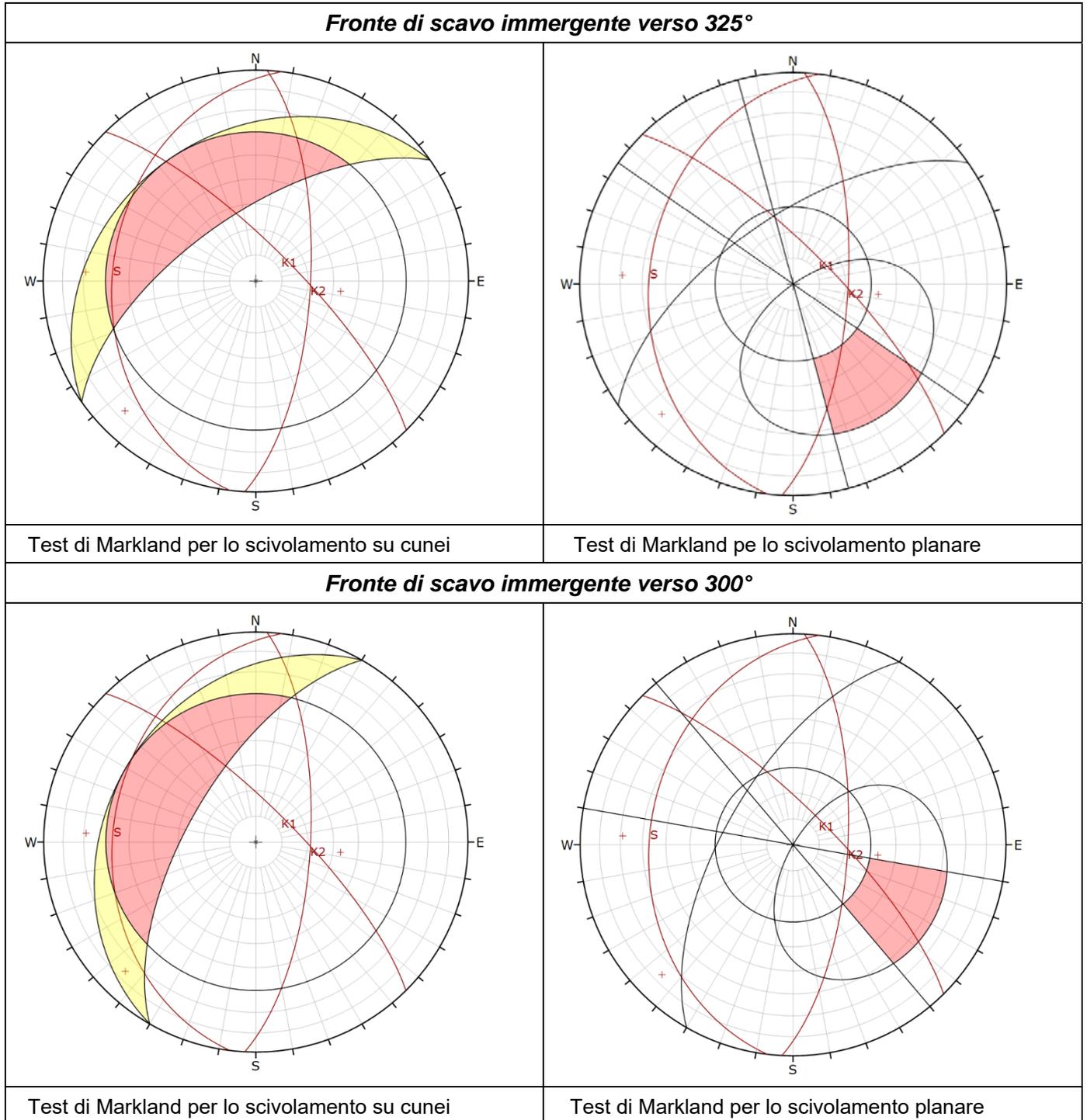
Non vi è nessun cinematismo potenzialmente instabile.

Fronte immergente verso 275°

Il sostanziale parallelismo tra il fronte di scavo e la giacitura di S rende possibile lo scivolamento planare su S.

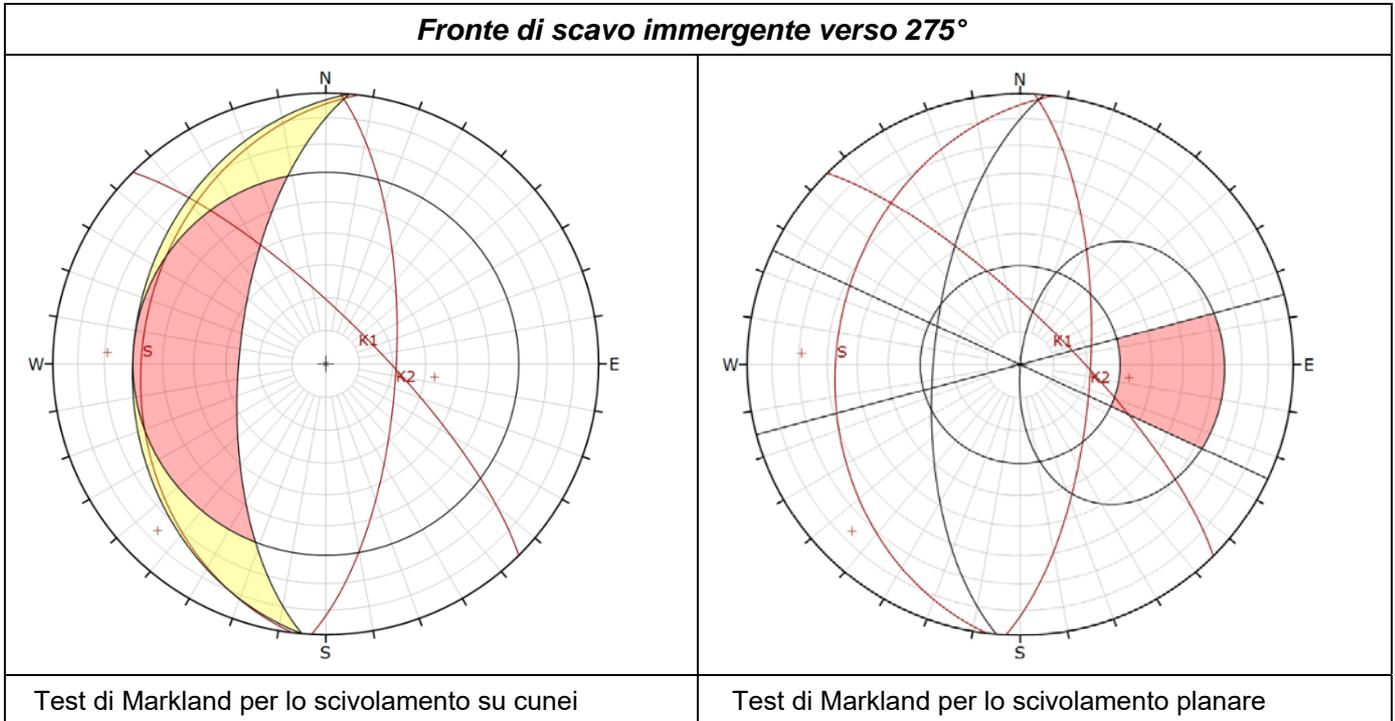
	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria		REL-GEO-E-13028
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 24 di 34

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 25 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 26 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

4.7.5 Calcoli di stabilità

L'analisi di stabilità riguarda lo scivolamento planare su S per il fronte di scavo immergente verso 275°.

Pericolosità sismica

La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).

Le coordinate geografiche decimali del centroide del sito nel sistema ED 50 sono le seguenti:

Latitudine: 44,409736; Longitudine: 9,634179

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 4/C. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 (§ 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto di una Vita Nominale di 50 anni (opere ordinarie) e di una Classe d'uso IV, per costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti. È stato assunto di conseguenza un periodo di riferimento, V_r , uguale a 100 anni (D. 17/01/2018, § 2.4.3).

Tab. 4/C: Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), di salvaguardia della vita (SLV), del danno (SLD) e di operatività (SLO). (V_r periodo di riferimento, T_r tempo di ritorno, a_g accelerazione massima di riferimento, F_o fattore di amplificazione spettrale, T_c periodo relativo all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro).

Parametri	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento nel V_r	0.81	0.63	0.1	0.05
T_r	60 anni	100 anni	949 anni	1950 anni
a_g	0.0723 g	0.0951 g	0.2247 g	0.2821 g
F_o	2.4371	2.3738	2.4247	2.4129
T_c	0.2479 sec	0.26 sec	0.2827 sec	0.3045 sec

Categorie di suolo e condizioni topografiche

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso del sito è assimilabile, in base ai risultati della prova MASW DS-B-M07, ai sottosuoli compresi nella categoria B. Conseguentemente il parametro di amplificazione stratigrafica S_s è stato assunto pari al valore massimo di 1,2 (D.M. 17/01/2018, tabella 3.2.IV).

Le condizioni topografiche sono assimilabili a quelle della categoria T2 (pendii con inclinazione media superiore a 15°). Il relativo coefficiente di amplificazione S_T è stato assunto pari a 1,2 (D. 17/01/2018, tabella 3.2.V).

Azione sismica

In assenza di analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, ritenute non necessarie in questa fase del progetto, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (D. 17/01/2018, § 7.11.3.5.2) con la relazione:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 27 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i valori di a_{\max} riportati nella tabella 4/D.

Tab. 4/D: Valori di a_{\max} ottenuti per i diversi stati limite.

	SLO	SLD	SLV	SLC
a_{\max}	0.1041 g	0.1369 g	0.3235 g	0.4062 g

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

in cui k_h è il coefficiente della componente orizzontale della forza, k_v il coefficiente della componente verticale e β_s il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle NTC 2018 e pari nel caso attuale a 0.24 per SLO e SLD, e 0,28 per SLV e SLC. I valori ottenuti sono riportati nella tabella che segue (Tab. 4/E):

Tab. 4/E: Coefficienti sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), di salvaguardia della vita (SLV), del danno (SLD), e di operatività (SLO).

	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.0249	0.0328	0.0906	0.1137
k_v	0.0125	0.0164	0.0453	0.0569

Parametri geomeccanici di progetto

Applicando il criterio di rottura di Barton - Bandis i parametri geomeccanici necessari per il calcolo sono, oltre all'angolo dell'attrito di base, JRC e JCS. I valori caratteristici sono stati stimati sulla base delle misure rilevate sul terreno (tabella 4/A). Per ottenere i parametri di progetto sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per i fronti di scavo. Pertanto, ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I delle NTC 2018). I valori dei parametri geomeccanici di progetto sono calcolati direttamente per ogni singolo cinematismo dal programma Rocplane applicando l'Eurocodice 7, che utilizza gli stessi coefficienti parziali delle NTC-2018.

Per la generalità dei casi sono state assunte condizioni idrauliche drenate. Il peso specifico apparente è stato assunto pari a $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$. L'azione sismica è stata simulata con il metodo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 28 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

pseudo - statico, per mezzo di un'azione statica equivalente, espressa dai coefficienti sismici calcolati nel paragrafo successivo.

Risultati

I risultati dei calcoli indicano che lo scivolamento planare ha un coefficiente di sicurezza pari a 1 in condizioni sismiche; in assenza di sollecitazioni sismiche il coefficiente di sicurezza risulta superiore al limite di 1,1 ($F=1,17$).

4.8 Conclusioni

I movimenti dell'accumulo di frana che costituisce l'area ad elevata pericolosità P3 registrati nei dati inclinometrici dei primi anni 2000, sono sostanzialmente trascurabili (valori inferiori ad 1 cm/anno) e sono confermati dall'assenza di indizi morfologici attuali che suggeriscano una diversa evoluzione della frana. Tale quadro permette di indicare che quindi sono ampiamente compatibili con un'opera provvisoria e di basso impatto (per ridotti interventi di scavo e riporto all'interno dell'area P3) quale è la pista ID10.

Per quanto riguarda le condizioni di stabilità dei fronti di scavo che dovranno essere realizzati nel tratto finale della pista esterno all'area P3, le analisi condotte indicano fattori di sicurezza pari a 1 in condizioni sismiche, e in assenza di sollecitazioni sismiche il fattore di sicurezza risulta superiore al limite stabilito dalla normativa ($F=1,17$). Tenuto conto del carattere provvisorio della pista tali condizioni di stabilità appaiono compatibili con l'esecuzione dell'intervento.

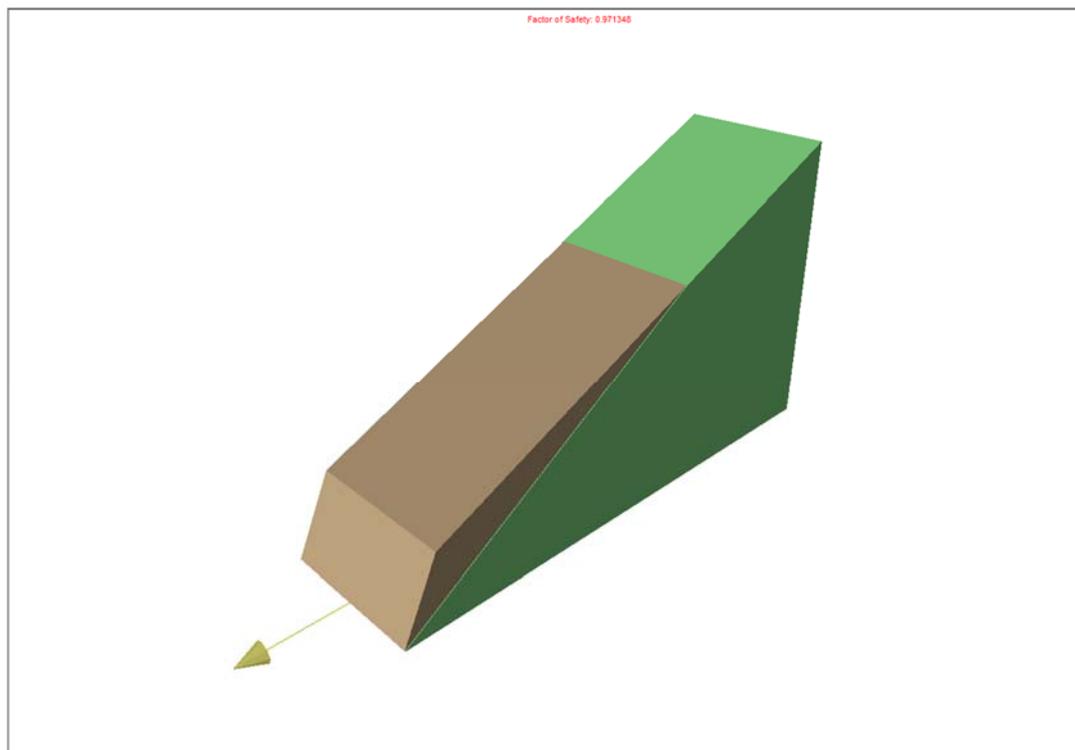
Tuttavia, data la variabilità dell'orientazione di S, il sistema di discontinuità che influisce maggiormente sulle condizioni di stabilità, sarà necessario che l'Appaltatore esegua, durante le operazioni di scavo delle scarpate, un rilievo geologico-strutturale di controllo delle effettive caratteristiche dell'ammasso roccioso in sito, che sono state ricavate per questo studio da affioramenti esposti lungo il crinale, ad una distanza non trascurabile dai fronti di scavo medesimi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 29 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

4.9 RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Condizioni sismiche



Analysis Results

- Analysis Type - Deterministic
- Normal Force 0.455304 MN/m
- Driving Force 0.357553 MN/m
- Resisting Force 0.347309 MN/m
- Factor of Safety 0.971348

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 30 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Geometry

Slope Height	4 m
Wedge Weight	0.576588 MN/m
Wedge Volume	23.0635 m ³ /m
Wedge Height	4 m
Unit Weight	0.025 MN/m ³
Slope Angle	64 °
Failure Plane Angle	33 °
Upper Face Angle	25 °
Bench Width	25 m
Wedge Height	4 m
Waviness	10 °
Intersection Point (B) of slope and upper face	(1.95093 , 4)
Intersection point (C) of failure plane and upper face	(16.8775 , 10.9604)
Upper face length (B --> C)	16.4696 m
Failure plane length (Origin --> C)	20.1241 m
Wedge Slope length (Origin --> B)	4.45041 m
Tension Crack	Not Present

Strength

Shear Strength Model	Barton-Bandis
JRC	2
JCS	30 MN/m ²
Residual Friction Angle (phir)	30 °
Shear Strength	0.013269 MN/m ²
Shear Resistance	0.267026 MN/m

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 31 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Seismic Force

Direction	Horizontal
Seismic Coefficient	0.09
Seismic Force	0.0518929 MN/m

Design Standard

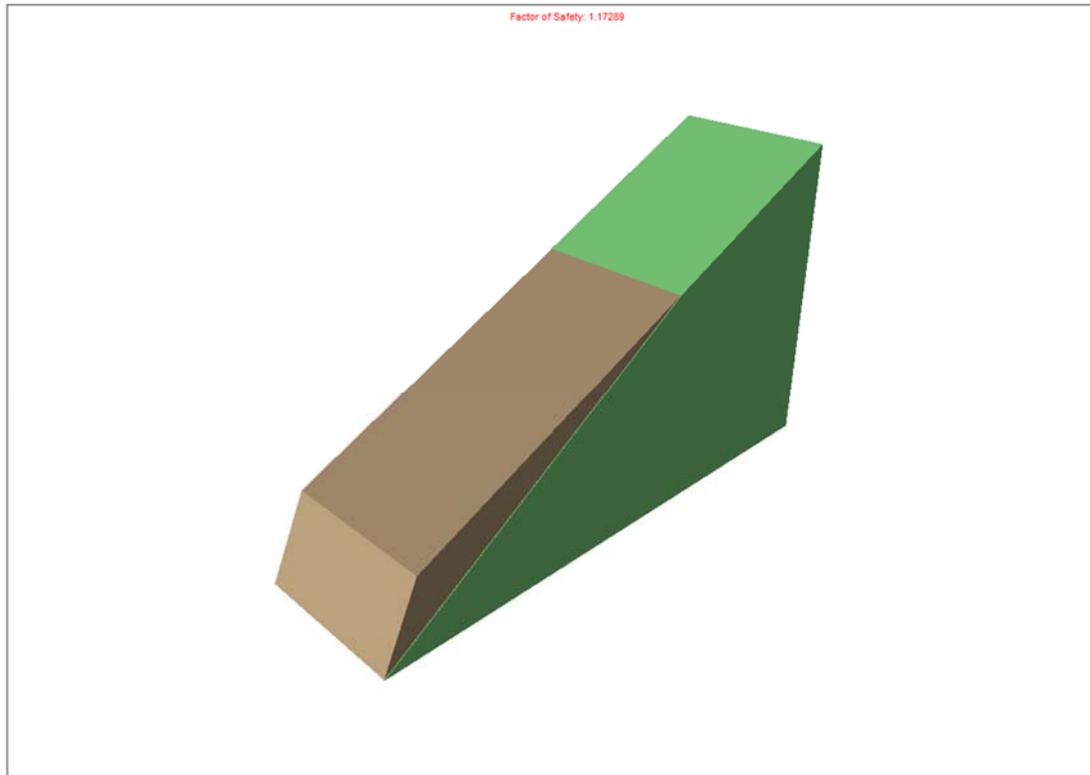
- Selected Type: Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Weight density	1
Shear strength (other models)	1.25
Earth resistance	1
Bolt tensile capacity	1.1
Seismic Coefficient	1
Water Pressure	1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 32 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Assenza di sollecitazioni sismiche



Analysis Results

- Analysis Type - Deterministic
- Normal Force 0.483567 MN/m
- Driving Force 0.314032 MN/m
- Resisting Force 0.368325 MN/m
- Factor of Safety 1.17289

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 33 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Geometry

Slope Height	4 m
Wedge Weight	0.576588 MN/m
Wedge Volume	23.0635 m ³ /m
Wedge Height	4 m
Unit Weight	0.025 MN/m ³
Slope Angle	64 °
Failure Plane Angle	33 °
Upper Face Angle	25 °
Bench Width	25 m
Wedge Height	4 m
Waviness	10 °
Intersection Point (B) of slope and upper face	(1.95093 , 4)
Intersection point (C) of failure plane and upper face	(16.8775 , 10.9604)
Upper face length (B --> C)	16.4696 m
Failure plane length (Origin --> C)	20.1241 m
Wedge Slope length (Origin --> B)	4.45041 m
Tension Crack	Not Present

Strength

Shear Strength Model	Barton-Bandis
JRC	2
JCS	30 MN/m ²
Residual Friction Angle (phir)	30 °
Shear Strength	0.0140657 MN/m ²
Shear Resistance	0.283059 MN/m

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna – Regione Liguria	REL-GEO-E-13028	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 34 di 34	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-83028

Seismic Force

Direction Horizontal
 Seismic Coefficient 0
 Seismic Force 0 MN/m

Design Standard

- Selected Type: Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Weight density	1
Shear strength (other models)	1.25
Earth resistance	1
Bolt tensile capacity	1.1
Seismic Coefficient	1
Water Pressure	1