



Comune di Piano di Sorrento

Città Metropolitana di Napoli

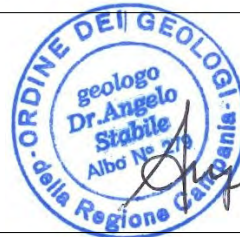
PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO DEI LAVORI DI DISGAGGIO MASSI, CONSOLIDAMENTO COSTONE E REALIZZAZIONE BARRIERE PARAMASSI IN VIA LAVINOLA
LOTTO DI COMPLETAMENTO
 CUP: B13HI9000890001 - CIG: 8657289CE0

Angelo
Stabile

02.09.2022
08:52:15
GMT+01:00
Angelo Stabile

IL PROGETTISTA :

CENTRO DI GEOLOGIA TECNICA
di S.Palomba - A.Stabile - L. Starace
 GEOLOGIA - ECOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - GEOFISICA
 80067_SORRENTO (NA) - VICO 3° ROTA, 30 - TEL. & FAX: (081) 8773495
 E-MAIL: centrogeotec@gmail.com PEC: centrogeotec@epap.sicurezza postale.it
 Dott. Geologo Angelo STABILE - OGRC n. 279 - iscriz.: 18.11.1980
 Rif.: GG7025A20



COLLABORAZIONI PER LA PREDISPOSIZIONE DI ELABORATI SPECIALISTICI DI DETTAGLIO :



Ing. Domenico Trombetta
calcoli strutturali e sicurezza

Via Laudano 2, 80069 Vico Equense (NA) tel/fax 081.8798489 - 3334201508
 e-mail: domenicotrombetta83@alice.it pec: domenico.trombetta@ordingna.it

STUDIO PARLATO
 INGEGNERIA & TERRITORIO
 Via Piano, 26 - 80050 Pimonte (NA)
 cell: 331 46 90 407
 email: ing.parlato@parlato.com • info@stparlato.com
 p.iva: 09312141212

Ing. Antonino Parlato
*consulenza topografica e
misurazioni*

N.	REVISIONE	DATA	IL RUP
01	REV.01	Febb. 2022	Arch. Francesco Saverio Cannavale Responsabile V settore
02			
03			
04			

<input type="checkbox"/>	STUDIO DI FATTIBILITÀ	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO		
<input type="checkbox"/>	STATO DEI LUOGHI		<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO			
<input checked="" type="checkbox"/>	GEOLOGIA	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTURA	<input type="checkbox"/>	STRUTTURE	<input type="checkbox"/>	ECONOMICI
<input type="checkbox"/>	SICUREZZA	<input type="checkbox"/>	TECNICO PRESTAZIONALI	OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)	
OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)	
TIMBRO E FIRMA		TIMBRO E FIRMA		TIMBRO E FIRMA		TIMBRO E FIRMA	
ELABORATO	TAVOLA n.	DESCRIZIONE DELLA TAVOLA				SCALA	
DESCRITTIVO	C01	Fascicolo delle indagini geognostiche				-	
		P.E.	P.	E.D.	S. I.	DATA	
						Nov. 2021	

INDICE

1. PREMESSA	1
2. RILIEVO TOPOGRAFICO E CON DRONE.....	2
3. RILEVAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI CAMPAGNA	4
4. RILIEVO GEOMECCANICO	4
4.1 Introduzione.....	4
4.2 Rilievo geomeccanico	5
4.3 Prove Sclerometriche.....	12
4.4 Valutazione dell'angolo di attrito lungo le discontinuità	13
5. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI	14
5.1 Rock Mass Rating	14
5.2 SMR di romana	16
6. SINTESI DEI DATI GEOMECCANICI PREGRESSI.....	18

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dal Comune di Piano di Sorrento, nell'ambito delle attività del "Progetto definitivo ed esecutivo dei lavori di disgaggio massi, consolidamento costone e realizzazione barriere paramassi in Via Lavinola – Lotto di Completamento", nel territorio comunale di Piano di Sorrento (fig. 1.1), sono stati eseguiti rilievi ed indagini geognostiche al fine di caratterizzare, dal punto di vista geologico, geomorfologico e geomeccanico, i terreni interessati dagli interventi.

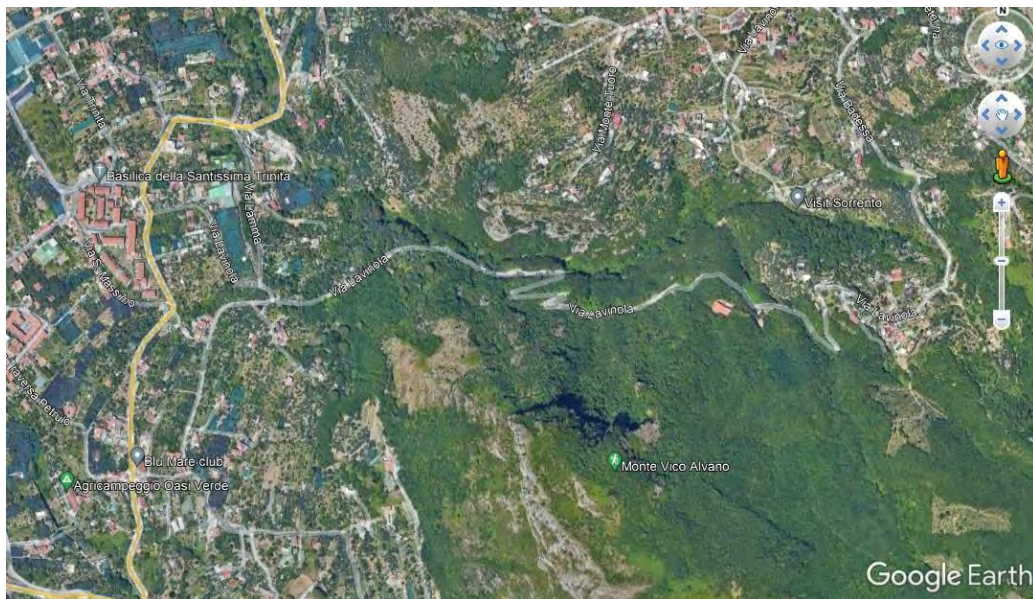


Fig. 1.1. Vista satellitare dell'area in esame nel territorio comunale di Piano di Sorrento

Più nello specifico si è proceduto alla realizzazione di:

- rilievo fotografico con drone;
- rilievo topografico;
- accurato rilevamento geologico geomorfologico di campo;
- indagini geomeccaniche;
- prove sclerometriche con Martello di Smidth.

I dati in tal modo acquisiti sono stati integrati dall'ampia mole di risultanze disponibili dagli studi pregressi eseguiti nell'area in esame e in un intorno significativo, nonché da lavori a carattere scientifico e professionale eseguiti dallo scrivente in contesti territoriali e geologici analoghi. In particolare sono stati consultati gli elaborati annessi a:

- Progetto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi su Via Lavinola” - Progetto Preliminare a cura di Idrogeo S.r.l.; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - Progetto Definitivo Generale Preliminare a cura di Idrogeo S.r.l. e Studio Tecnico DeCa; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - Progetto Esecutivo I Lotto a cura di Idrogeo S.r.l. e Studio Tecnico DeCa; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - Progetto Esecutivo II Lotto a cura di Idrogeo S.r.l.; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - Progetto Esecutivo III Lotto a cura di Idrogeo S.r.l.; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto “Intervento di mitigazione del rischio idrogeologico lungo via Lavinola e la viabilità di collegamento con la località Arola-Preazzano, insistenti nei Comuni di Piano di Sorrento e Vico Equense, mediante la realizzazione di barriere paramassi - Progetto Definitivo a cura del Comune di Vico Equense e del Comune di Piano di Sorrento.

Nei paragrafi seguenti si riporta una sintesi delle risultanze emerse dalle indagini condotte e dalle approfondite integrazioni.

2. RILIEVO TOPOGRAFICO E CON DRONE

Al fine di caratterizzare le geometrie delle aree di intervento ed in considerazione della folta vegetazione esistente, è stato acquisito un rilievo lidar disponibile presso il *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare*.

Tale rilievo, realizzato nell’anno 2017, ha restituito modello digitale del terreno (DTM) di estremo dettaglio del versante in oggetto, essendo caratterizzato da una

maglia di acquisizione inferiore al 1*1m, scevro del disturbo connesso alla fitta vegetazione.

Il suddetto DTM è stato quindi integrato mediante l'esecuzione di un rilievo topografico del tratto di Via Lavinola interessato dagli interventi di mitigazione del rischio. Le operazioni topografiche sono state eseguite a terra mediante Stazione Totale per un tratto di lunghezza pari a circa 880 ml.

I rilievi come sopra descritti hanno consentito di restituire i seguenti elaborati cartografici di dettaglio:

- B01 Planimetria a curve di livello;
- B02 Profili trasversali;
- B03 Pianta Via Lavinola;
- B04 Profilo longitudinale Via Lavinola;
- B05a Sezioni trasversali Via Lavinola;
- B05b Sezioni trasversali Via Lavinola;

Inoltre, in considerazione dell'ampia area da investigare e delle difficoltà logistiche di accesso che spesso si riscontrano, è stato eseguito un rilievo fotografico con drone.

Scopo del rilievo fotografico con drone è stato la realizzazione di una indagine visiva anche in settori difficilmente accessibili volta a meglio definire alcuni caratteri morfologici peculiari del versante oggetto di intervento (fig. 2.1, 2.2).



Fig. 2.1 Vista frontale del versante settentrionale di Monte Vico Alvano incombente su Via Lavinola



Fig. 2.2 Vista dall'alto del tratto di Via Lavinola oggetto di interventi di mitigazione del rischio

3. RILEVAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI CAMPAGNA

E' stato eseguito un accurato rilevamento geologico e geomorfologico di campagna, con lo scopo di:

- riconoscere gli elementi geolitologici rinvenibili lungo il versante;
- valutare i rapporti geometrici tra le unità rilevate;
- ubicare ove possibile le opere di consolidamento realizzate negli interventi pregressi;
- approfondire la pericolosità di talune particolarità morfologiche, in particolare rilevate mediante il rilievo fotografico con drone.

Si è proceduto pertanto alle osservazioni dirette lungo il taglio stradale di Via Lavinola ed al rilievo alle pendici del versante, descrivendo le unità di copertura detritico-piroclastiche ed il substrato carbonatico sottostante e cartografando tutti gli interventi di consolidamento esistenti.

I dettagli relativi al rilievo eseguito sono riportati nell'elaborato *A01 – Stato dei Luoghi* ed opportunamente ripresi negli elaborati specialistici.

4. RILIEVO GEOMECCANICO

4.1 Introduzione

In considerazione della copiosa mole di dati disponibili a seguito della realizzazione degli interventi pregressi, ai fini della la caratterizzazione degli aspetti

geostrutturali e geomeccanici del costone in esame si è ritenuto opportuno operare una sintesi delle conclusioni di suddette indagini.

I dati in tal modo sono stati integrati mediante la realizzazione di una stazione geomeccanica, realizzata nel novembre 2021 e la cui ubicazione è riportata in fig. 4.1.

Pertanto di seguito successivamente alla descrizione ed elaborazione del rilievo geomeccanico si riporta per comodità di lettura una sintesi dei dati geomeccanici scaturiti dai rilievi pregressi.



Fig. 4.1. Ubicazione della stazione geomeccanica realizzata nel novembre 2021

4.2 Rilievo geomeccanico

Come precedentemente detto è stata eseguita una stazione geomeccanica, con stendimento orizzontale e verticale, seguendo le Raccomandazioni proposte dall'I.S.R.M. (1978). Pertanto sono state rilevate le principali caratteristiche delle discontinuità:

- Giacitura del fronte: ricavata con l'uso della bussola ed espressa attraverso i valori di immersione ed inclinazione.
- Giacitura delle superfici dei giunti: immersione e inclinazione dei giunti, necessarie ad identificare la presenza di eventuali famiglie di discontinuità e le loro interazioni nel formare blocchi potenzialmente instabili.
- Tipo di discontinuità: distinzione tra giunti di strato, joint e faglie.
- Distanza progressiva: distanza in metri del giunto rilevato dall'inizio dello stendimento; è utile per la determinazione della spaziatura delle discontinuità e, quindi, delle dimensioni dei blocchi.
- Lunghezza dei giunti: lunghezza del singolo giunto, espressa in metri.

- Persistenza dei giunti: codice letterale che esprime le terminazioni degli estremi dei giunti (su roccia, su discontinuità o non visibile).
- Scabrezza: misurata con il pettine di Barton, consente di ricavare il tipo medio del profilo della superficie del giunto da confrontare con profili standard (al fine di ricavare l'indice di rugosità JRC (joint roughness coefficient)).
- Apertura: distanza tra le pareti della discontinuità espressa in mm.
- Forma: piana, ondulata o segmentata, a seconda di come si presenta la traccia della discontinuità.
- Riempimento: tipo di riempimento delle discontinuità aperte (assente, coesivo o incoerente).
- Acqua: eventuale presenza d'acqua nei giunti con quattro possibilità (asciutto, umido, stillicidio, venute).
- Compattezza: resistenza alla compressione uniassiale delle pareti della discontinuità misurata eseguendo dieci prove con il martello di Schmidt, strumento che consente di calcolare il JCS (Joint Compressive Strength).

In tabella 4.1 si riporta la scheda di rilievo geomeccanico relativo alla stazione ST1 mentre nelle figure 4.2, 4.3 e 4.4 sono riportate le diverse rappresentazioni stereografiche dei dati acquisiti.

Procedendo alla analisi cluster dei dati acquisiti, sono state identificate quattro famiglie di discontinuità principali oltre alla stratificazione (Fig. 4.5), la cui giacitura media è riportata nella seguente tabella 4.2.

CENTRODI GEOLOGIA TECNICA - SORRENTO (NA)

LOCALITA'	Via Lavinola		DATI FRONTE			IMMERSIONE	152		LUNGH. (m)	7.1		DATA	07/11/2021
STAZIONE	1		IMMERSIONE	INCLINAZIONE	88								
STENDIMENTO O/V	O			ALTEZZA (m)	4								
ID	PROGRESSIVA (m)	TIPO	IMMERSIONE	INCLINAZIONE	LUNGHEZZA (m)	PERSISTENZA	SCABREZZA (Classe)	APERTURA (mm)	FORMA	RIEMPIMENTO	ACQUA		
1	0.00	S	178	6	--	--	2	0-7	P	A	A		
2	0.00	J	154	85	1.25	X-X	3	0	P	A	A		
3	0.30	J	154	85	0.80	R-D	2	0	P	A	A		
4	0.80	J	158	90	0.70	R-D	3	0	P	A	A		
5	0.80	J	304	83	0.90	X-X	4	NV	P	NV	A		
6	1.05	J	154	89	1.20	X-X	3	NV	P	NV	A		
7	1.24	J	300	84	0.80	X-D	5	NV	S	NV	A		
8	1.38	J	90	60	1.05	R-D	2	0	P	A	A		
9	1.39	J	174	82	0.85	X-X	2	0	P	A	A		
10	1.48	J	178	78	2.30	X-X	2	0	P	A	A		
11	1.58	J	304	78	1.20	D-X	5	NV	S	NV	A		
12	1.58	J	82	68	0.70	R-D	2	0	P	A	A		
13	1.85	J	72	60	0.50	D-R	2	1	P	A	A		
14	1.98	S	178	10	--	--	2	0-7	P	A	A		
15	2.08	J	247	63	0.85	X-D	4	3-13	P	A	A		
16	2.18	J	167	83	2.10	X-X	2	0	P	A	A		
17	2.28	J	167	83	1.10	D-D	3	0	P	A	A		
18	2.32	J	241	59	0.90	X-D	3	0-4	P	A	A		
19	2.40	J	167	83	1.10	R-D	2	0	P	A	A		
20	2.48	J	160	74	0.40	X-X	3	NV	P	NV	A		
21	2.60	J	241	69	0.80	D-D	5	0-2	P	A	A		
22	3.57	J	68	70	0.60	D-R	3	0	P	A	A		
23	3.70	J	157	68	1.70	D-R	5	NV	P	NV	A		
24	4.13	J	154	71	0.25	X-X	2	NV	P	NV	A		
25	4.50	J	158	65	1.20	X-X	4	37	P	I	A		
26	5.08	J	148	66	2.00	X-X	2	2-10	P	I	A		
27	5.18	J	190	64	1.20	X-D	2	0	P	A	A		
28	5.30	J	58	70	2.00	X-X	2	NV	P	NV	A		
29	5.48	J	148	66	2.00	X-D	2	0-1	P	I	A		
30	6.00	S	178	10	--	--	2	0	P	A	A		
31	6.23	J	154	68	1.20	X-X	2	0-1	P	I	A		
32	6.35	S	178	10	--	--	2	0	P	A	A		
33	7.06	S	178	10	--	--	2	0	P	A	A		
34	7.06	J	152	88	2.20	X-X	3	NV	P	NV	A		

LOCALITA'	Via Lavinola		DATI FRONTE			IMMERSIONE	152		LUNGH. (m)	2		DATA	07/11/2021
STAZIONE	1		IMMERSIONE	INCLINAZIONE	88			NOTA	Intersezione con ST10 alla progressiva 0.40 m				
STENDIMENTO O/V	V			ALTEZZA (m)	5								
ID	PROGRESSIVA (m)	TIPO	IMMERSIONE	INCLINAZIONE	LUNGHEZZA (m)	PERSISTENZA	SCABREZZA (Classe)	APERTURA (mm)	FORMA	RIEMPIMENTO	ACQUA		
1	0.00	S	178	10	--	--	2	20	P	I	A		
2	0.40	J	152	80	0.65	D-X	2	0-2	P	I	A		
3	0.45	J	168	70	0.65	D-X	2	0-2	P	I	A		
4	0.55	J	170	72	0.60	D-X	2	0-2	P	I	A		
5	0.67	J	172	71	0.55	D-X	2	0-2	P	I	A		
6	0.80	J	168	71	0.50	D-X	2	0-2	P	I	A		
7	0.85	S	178	10	--	--	2	20	P	A	A		
8	0.96	J	169	73	0.50	D-X	2	0-2	P	I	A		
9	1.11	J	171	70	0.80	X-D	2	0-2	P	A	A		
10	1.40	S	181	5	--	--	3	0	P	A	A		
11	1.52	J	292	78	0.60	D-X	3	NV	P	NV	A		
12	1.69	J	160	77	0.60	D-X	3	0	P	A	A		
13	1.85	S	350	5	--	--	2	0	P	A	A		
14	1.87	J	160	77	0.60	D-X	3	0	P	A	A		
15	1.98	S	350	5	--	--	2	0	P	A	A		
16	6.00	J	152	80	0.65	D-X	2	0-1	P	I	A		

TIPO	PERSISTENZA	SCABREZZA	FORMA	RIEMPIMENTO	ACQUA
S = strato	X = non visibile	1 = liscia	P = piana	A = assente	A = asciutto
J = joint	R = roccia	10 = max scab.	O = ondulata	C = coesivo	U = umido
F = faglia	D = discontinuità		S = segmentata	I = incoerente	S = stillicidio
					V = venute

Tab. 4.1. Scheda di rilievo geomeccanico della stazione ST1, stendimenti orizzontale e verticale

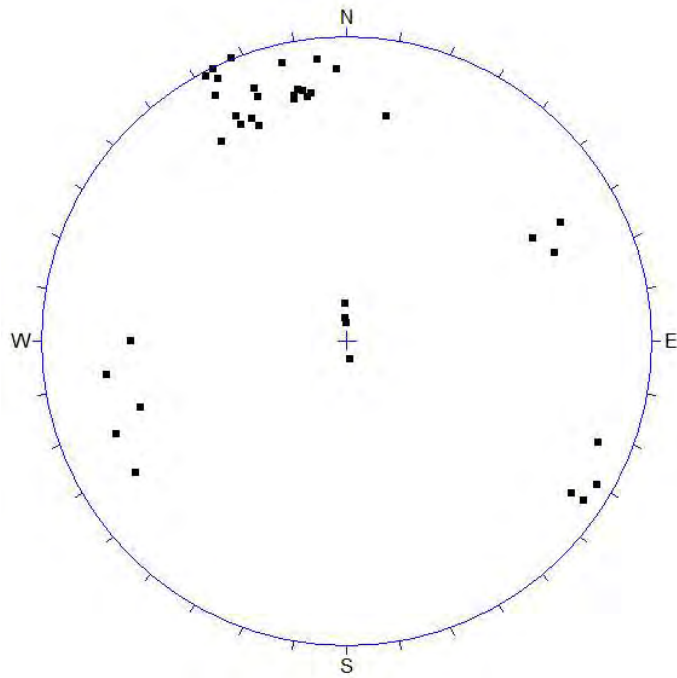


Fig. 4.2. Proiezione stereografica dei poli

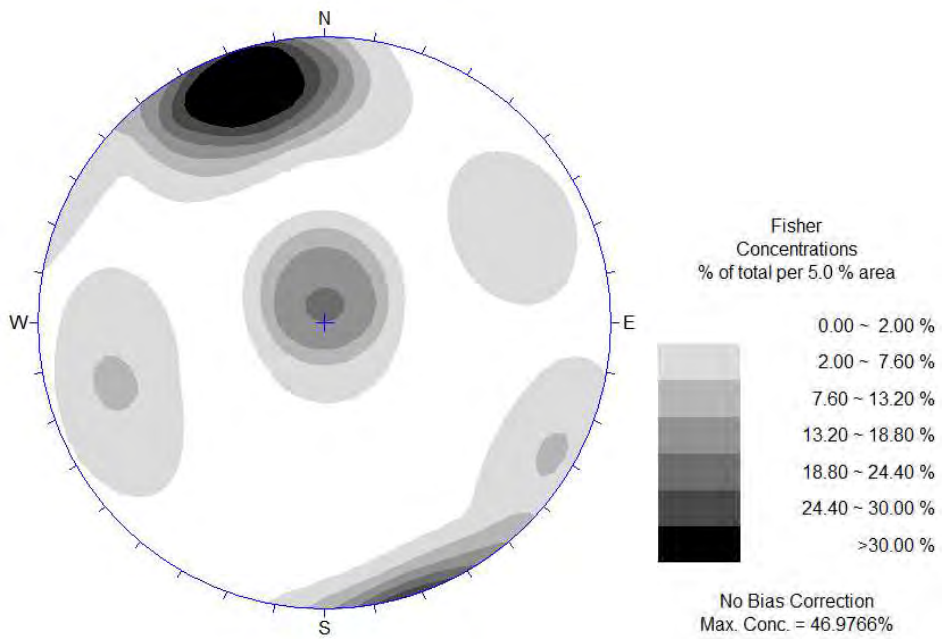


Fig. 4.3. Diagramma di densità di poli

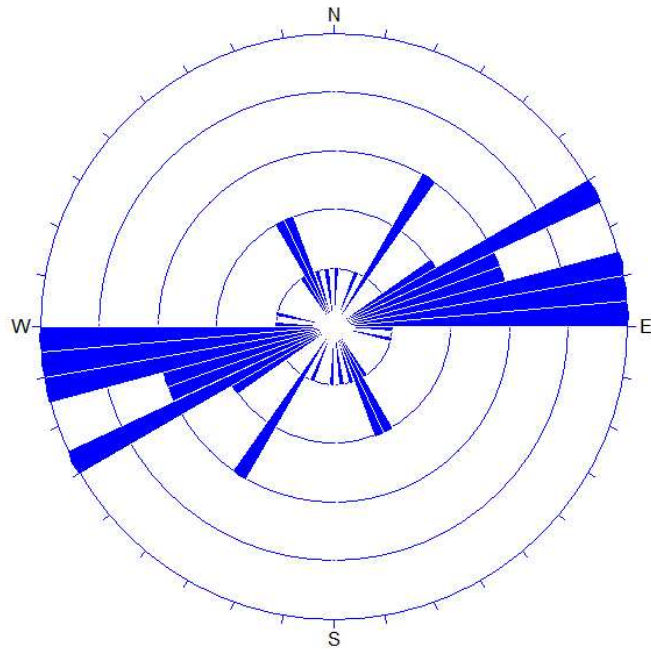


Fig. 4.4. Diagramma a rosetta

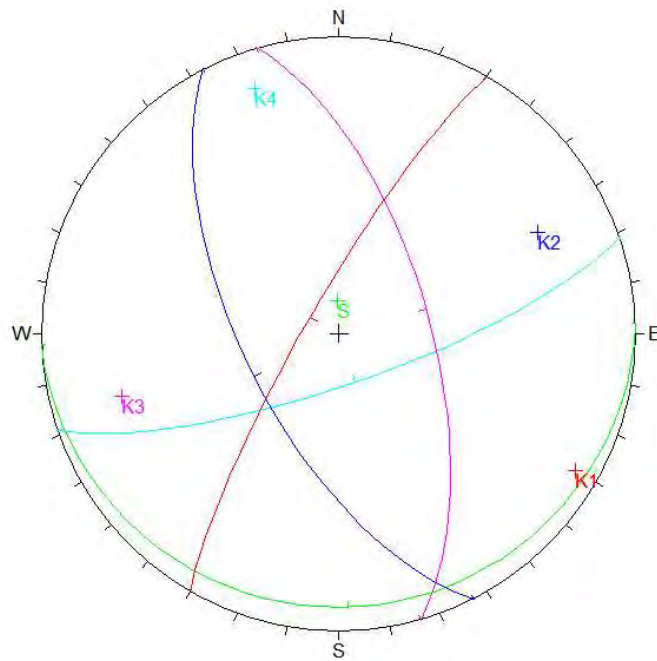


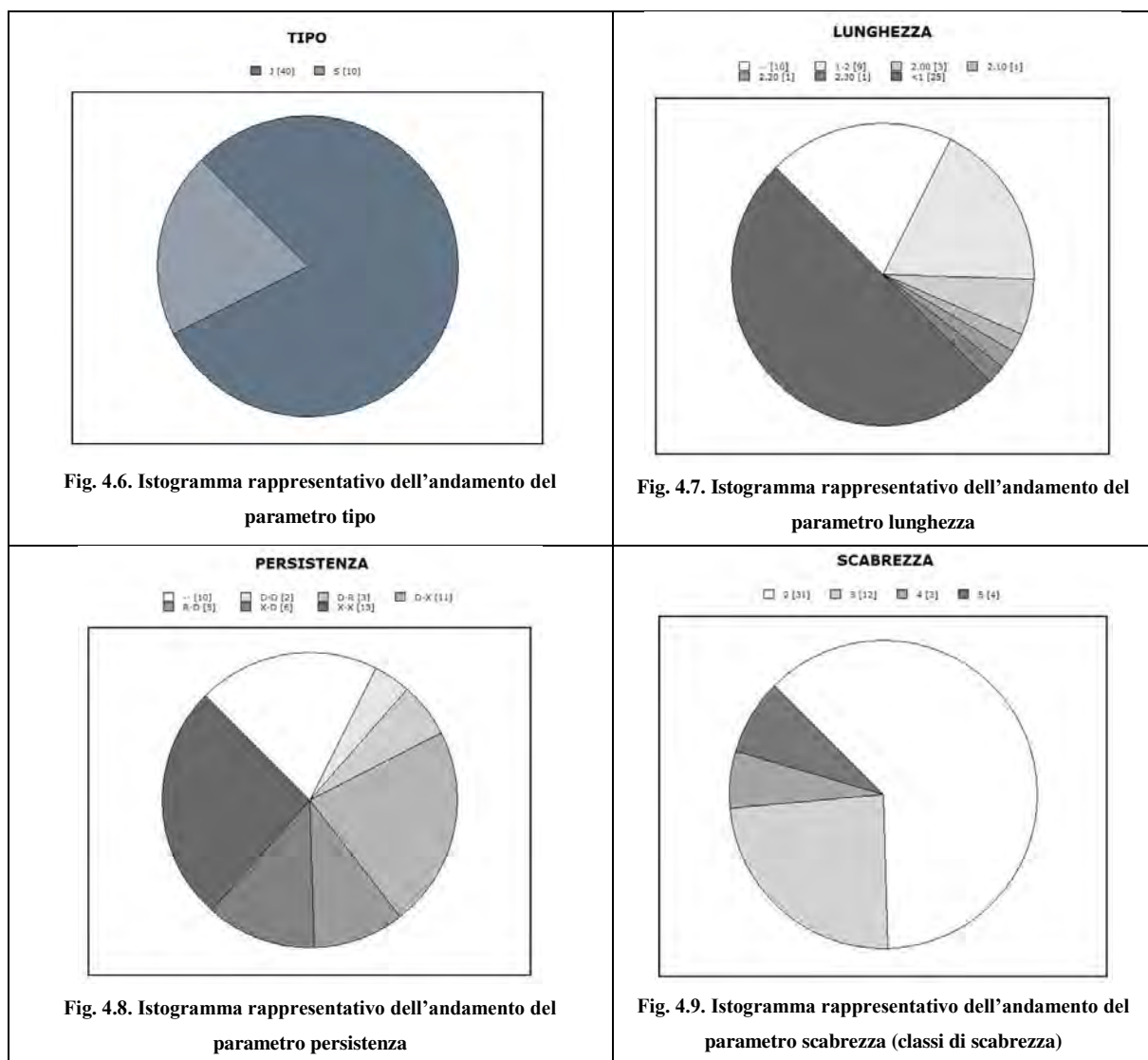
Fig. 4.5. Ciclografiche delle principali famiglie di discontinuità identificate

SET	IMMERSIONE	INCLINAZIONE
K1	300	81
K2	243	64
K3	74	65
K4	161	76
S	178	9

Tab. 4.2 Giacitura media delle principali famiglie di discontinuità identificate

Inoltre si è proceduto ad una analisi statistica del dato acquisito. Come si evince dagli istogrammi delle principali caratteristiche rilevate (Fig. da 4.6 a 4.13), la maggior parte delle discontinuità rilevate presenta lunghezza variabile da decimetrica a circa 2 m, pertanto ricadenti nelle classi da “molto bassa” a “bassa”. Le superfici di discontinuità si presentano prevalentemente piane e lisce, con valori di JRC variabili per lo più tra 2 e 6. Le discontinuità sono risultate per lo più chiuse con riempimento assente.

Infine per ciascuna famiglia di discontinuità si è proceduto alla valutazione della spaziatura, le cui risultanze sono riportate nella figura 4.14.



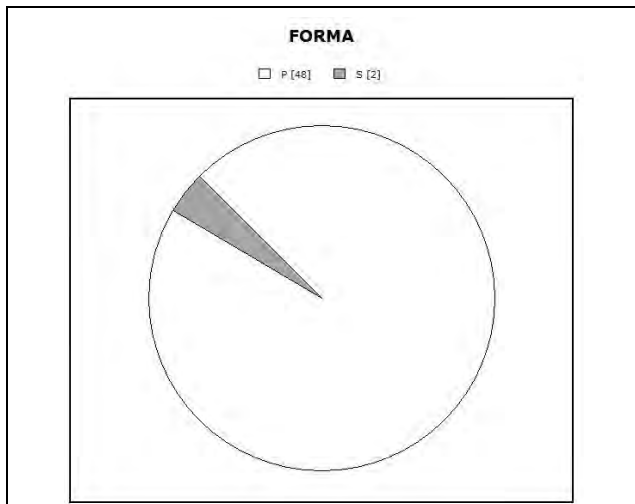


Fig. 4.10. Istogramma rappresentativo dell'andamento del parametro forma

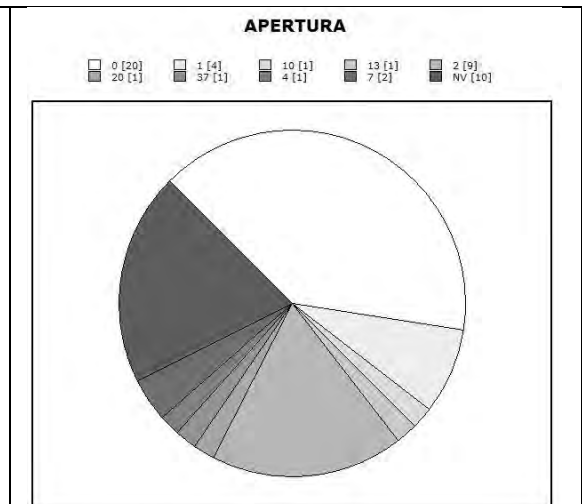


Fig. 4.11. Istogramma rappresentativo dell'andamento del parametro apertura

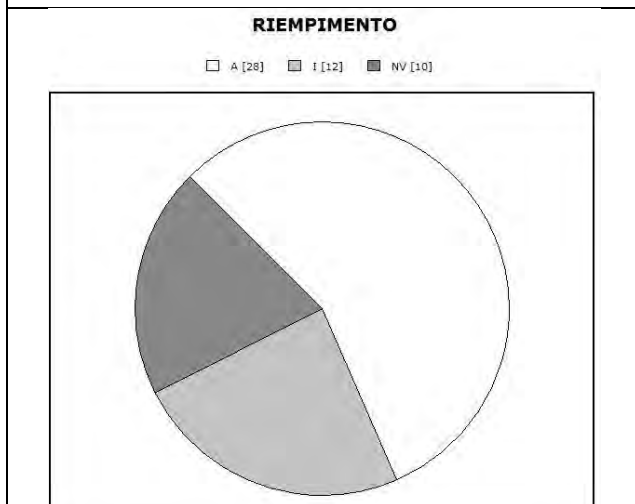


Fig. 4.12. Istogramma rappresentativo dell'andamento del parametro riempimento

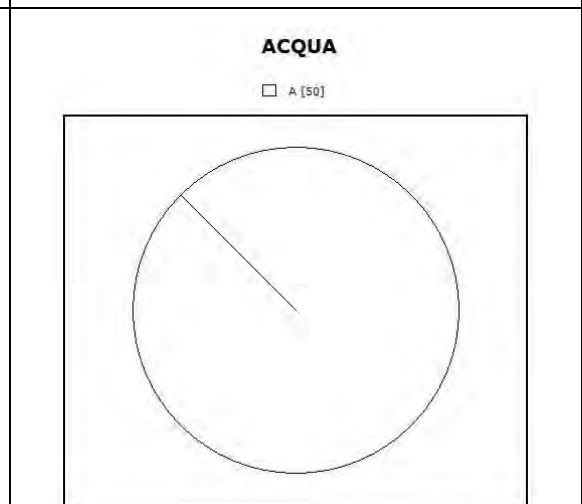


Fig. 4.13. Istogramma rappresentativo dell'andamento del parametro acqua



Fig. 4.14. Valori in metri della spaziatura per ciascuna famiglia di discontinuità identificata

4.3 Prove Sclerometriche

Durante le attività di campo sono state eseguite misure sclerometriche (n. 5 prove) relative alle principali famiglie di discontinuità rilevate, con lo scopo di valutare le caratteristiche di resistenza a compressione delle superfici.

Le prove sono eseguite con il martello di Schmidt costituito da un percussore cilindrico che impatta sulla superficie di discontinuità con energia costante, impressa dallo scatto di una molla. Il percussore rimbalza in maniera proporzionale alla resistenza a compressione della roccia. Il rimbalzo viene registrato da un indicatore lungo una scala graduata.

Il valore di rimbalzo, opportunamente parametrizzato in funzione anche dell'angolo di battuta e della densità del materiale, a partire da curve di correlazione indice di battitura - resistenza meccanica determinate sperimentalmente (fig. 4.15), fornisce un'indicazione orientativa della resistenza del materiale,

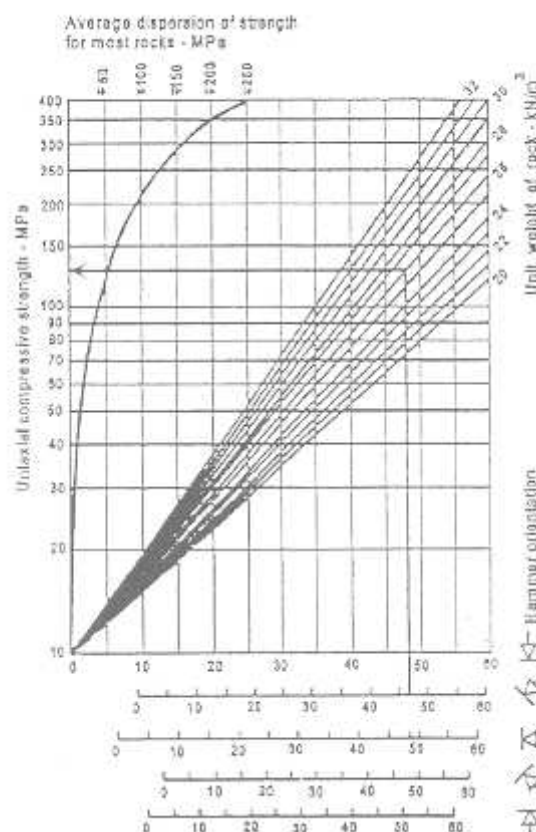


Fig. 4.15. Grafico di restituzione del valore di resistenza a compressione uniaassiale dal numero di colpi (ISRM, 1978)

Pertanto la prova è eseguita applicando il martello di Schmidt in direzione perpendicolare alla superficie della discontinuità interessata ed operando letture in gruppi di 10, così come riportate nella scheda di rilievo (tab. 4.3), eliminando poi le 5

letture più basse e calcolando la media delle 5 più alte.

A seguito delle prove sclerometriche eseguite i valori di rimbalzo sono risultati variabili tra 20 e 52; considerando una densità della roccia carbonatica è stata assunta pari a circa 26.00 kN/m³ è risultato un valore di resistenza a compressione lungo le superfici di discontinuità variabile tra 45-135 MPa.

		DISCONTINUITA'														JCS	
Giacitura discontinuità		Lettura impulsi										Orientazione sclerometro				MPA	
												Verso basso		Verso alto			Oriz zont ale
		IMM	INCL	-90°	-45°	+90°	+45°										
178	10	30	28	30	34	32	32	52	48	46	44	X					107
152	88	24	32	46	46	40	34	46	46	40	38					X	98
58	70	32	29	44	46	50	44	42	38	44	46		X				110
178	6	48	50	48	50	46	40	40	46	46	50	X					135
292	78	22	22	26	24	20	40	26	22	24	40					X	45

Tab. 4.3. Scheda di rilievo delle prove sclerometriche e relativi valori di JCS

4.4 Valutazione dell'angolo di attrito lungo le discontinuità

La valutazione dell'angolo d'attrito lungo una discontinuità è stata operata attraverso il criterio di rottura di *Barton e Choubey* (1997), secondo il quale, per elevati valori della tensione normale al giunto (σ_n), le asperità si rompono coinvolgendo anche la resistenza della roccia integra, oltre che la stessa scabrezza. Il criterio di rottura è espresso dalle seguente espressione:

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tg} [\varphi_b + \text{JRC} \log_{10} (\text{JCS}/\sigma_n)]$$

da cui si ricava:

$$\varphi = \varphi_b + [\text{JRC} \log_{10} (\text{JCS}/\sigma_n)]$$

Il valore di σ_n corrisponde alla massima tensione normale agente sui piani di rottura. Tale tensione può essere stimata attraverso il prodotto di γH , dove H è la profondità alla quale si può verificare un problema di instabilità dei blocchi rocciosi. In ipotesi cautelative, viene utilizzata una profondità di calcolo di 1.15 m sulla base della spaziatura valutata nella stazione geomeccanica.

I valori assunti sono i seguenti:

$$\sigma_n = 26 \text{ kN/m}^3 * 1.15 \text{ m} = 0.030 \text{ MPa};$$

JRC = compreso tra 2-6;

JCS = compreso 45-135 MPa

Pertanto, considerando un angolo di attrito di base (ovvero per roccia intatta e superficie liscia) pari a $\varphi_b = 36^\circ$ (da fonti bibliografiche riferite a materiali di analoga natura), si ottiene un valore dell'angolo di attrito medio della discontinuità pari a $\varphi = 50^\circ$.

5. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

5.1 Rock Mass Rating

Sulla base dei dati acquisiti in campo per la stazione di misura ST1 si è proceduto a definire l'indice RMR di base (*Rock Mass Rating*) di *Bieniawski* (1973). Nello specifico, la classificazione geomeccanica di *Bieniawski* considera cinque parametri elementari:

- 1) Resistenza a compressione uniassiale del materiale intatto;
- 2) Percentuale di carotaggio modificata (RQD);
- 3) Spaziatura delle discontinuità;
- 4) Condizioni delle discontinuità;
- 5) Presenza d'acqua.

Ad ognuno dei parametri è assegnato un punteggio, la cui somma definisce l'RMR di base, secondo la seguente formula:

$$\text{RMR}_b = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

Classificazione di Bieniawski per RMR_{base}								
Parametri		Valori della classificazione						
resistenza della roccia intatta	indice della resistenza puntuale	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	valore basso, si preferisce la compressione monoassiale		
	resistenza compressione monoassiale	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
valutazione		15	12	7	4	2	1	0
qualità della roccia RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
valutazione		20	17	13	8	3		
spaziatura discontinuità		> 2.0 m	0.6-2.0 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm		
valutazione		20	15	10	8	5		
condizione delle discontinuità		superfici veramente scabre, non continue, senza separazioni, senza alterazioni atmosferiche	superfici leggermente scabre, separazione < 1 mm, leggera alterazione atmosferica	superfici leggermente scabre, separazione < 1 mm, forte alterazione atmosferica	superfici lisce oppure spacchi < 5 mm oppure separazione continua 1-5 mm	spacchi deboli > 5 mm di spessore oppure separazioni > 5 mm, continue		
valutazione		30	25	20	10	0		
acqua sotterranea	afflusso su 10 m di lunghezza di galleria	nessuno	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	> 125 l/min		
	pressione interstiziale (tensione principale massima)	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	> 0.5		
	condizioni generali	Perfettamente asciutto	umido	bagnato	stillante	fluente		
valutazione		15	10	7	4	0		

Tab. 5.1. Schema classificativo RMR tratto da Bieniawski

Come precedentemente detto è stata operata una valutazione della compressione uniassiale a partire dalle prove sclerometriche pervenendo ad un valore variabile tra 45 e 135 MPA.

L'RQD (*Rock Quality Designation*) è stato valutato, sulla base della relazione di *Palmstrom* (1982) ovvero:

$$RQD = 115 - 3.3 \cdot J_v$$

dove: J_v è il numero di fratture per ogni metro cubo di roccia, determinato per ciascuna stazione sulla base dei dati geomeccanici acquisiti. In definitiva il valore di RQD è risultato pari a circa 90%, pertanto la qualità dell'ammasso roccioso può essere definita, in base alla classificazione di *Deere* (1963), come "molto Buona".

Dall'analisi statistica del dato acquisito, è risultato che la maggior parte delle discontinuità è caratterizzata da lunghezza da "molto bassa" a "bassa". Le superfici di discontinuità si presentano prevalentemente piane e lisce, con valori di JRC variabili

per lo più tra 2 e 6; per lo più sono chiuse con riempimento assente e da non alterate a leggermente alterate. Dai valori di spaziatura calcolati risulta che esse ricadono prevalentemente nella classe “moderata”.

Ad ognuno dei parametri suddetti è stato assegnato un valore dell'indice di riferimento. La somma dei cinque indici ha consentito di calcolare il valore del RMR di base (RMR_b), che è risultato variabile tra 65 e 83.

STAZIONE	RMRB
K1	83
K2	65
K3	76
K4	70
S	70

Tab. 5.2. Sintesi dei valori di RMRb calcolati per le diverse famiglie di discontinuità identificate

Nel sistema di classificazione di *Bieniawski* l'indice RMR_b , calcolato come precedentemente detto, deve essere corretto sulla base dell'influenza delle giacitura delle famiglie individuate sulla stabilità dei fronti ed in relazione alla problematica ingegneristica da affrontare. Nel caso specifico, volendo definire la propensione dei fronti a generare frane in roccia, è opportuno utilizzare l' RMR_b per definire l' SMR di Romana che si descrive di seguito.

5.2 SMR di romana

Il metodo *Slope Mass Rating (SMR)* di Romana, sviluppato da Romana nel 1985, consiste in un approccio fattoriale basato su dati di campagna ed ottenuto a partire dal valore di RMR di base di *Bieniawski* a cui si aggiungono fattori definiti dall'orientamento relativo fra discontinuità e fronte del versante.

Dopo la parametrizzazione dei valori di RMR_b caratteristici di ciascuna stazione geomeccanica, è stato applicato il metodo dello *Slope Mass Rating di Romana* (1985) per la definizione dell'indice SMR secondo la seguente formula:

$$SMR = RMR_{di\ base} + (F1 \cdot F2 \cdot F3) + F4$$

Il fattore di aggiustamento relativo all'orientamento delle discontinuità è basato sulla definizione quantitativa dei fattori F1, F2 ed F3, mentre il fattore F4 rappresenta un fattore di correzione legato al metodo di scavo. I suddetti fattori suddetti vengono di seguito descritti:

- **F1** – riflette il parallelismo tra la direzione della discontinuità e quella del fronte, il suo valore oscilla tra 1 e 0,15 rispettivamente per la condizione in cui le direzioni sono esattamente parallele e per il caso in cui le due direzioni divergono fra loro di un angolo maggiore di 30°; Romana suggerisce di calcolare l'indice, quando l'angolo di divergenza (A) tra le direzioni è inferiore a 30°, con la relazione **F1 = (1-senA)²**.
- **F2** – nel caso dello scorrimento planare e dello scivolamento di cunei, valuta l'influenza dovuta rispettivamente all'inclinazione della discontinuità e all'inclinazione della retta d'intersezione tra due piani; il parametro varia tra 1 e 0,15 relativamente a discontinuità con inclinazione maggiore di 45° e a discontinuità con inclinazione minore di 20°. Quando l'angolo d'inclinazione della discontinuità (β_j) o quello della retta d'intersezione tra due piani (β_y) è minore di 45°, Romana consiglia di utilizzare la relazione **F2 = tg² β** . Nell'ipotesi di rottura per ribaltamento, il fattore F2 assume sempre valore 1.
- **F3** – valuta la relazione esistente tra l'inclinazione della discontinuità β_j e quella del pendio β_s ; nel caso di scorrimento planare si tiene conto della differenza $\beta_j - \beta_s$, nel caso di ribaltamento della somma $\beta_j + \beta_s$, in quello dello scivolamento di cunei $\beta_y - \beta_s$.
- **F4** – considera il metodo di abbattimento della roccia ed è stato numericamente stabilito su base empirica tenendo conto che i pendii naturali sono più stabili in quanto hanno raggiunto condizioni di equilibrio in tempi lunghi e talora risultano protetti dalla vegetazione, quindi si assume il valore (F4 = 15); l'abbattimento tramite "*presplitting*" favorisce la stabilità del fronte (F4 = 10); la riprofilatura del fronte con sparo controllato associa un (F4 = 8); l'uso di esplosivi inseriti in fori da mina non modifica la stabilità (F4 = 0); le volate irregolari, senza "*presplitting*" ed in fori di mina non paralleli, peggiorano la stabilità (F4 = -8); l'abbattimento con mezzi meccanici può essere realizzato solo in rocce tenere o molto fratturate quindi ha un effetto indifferente sulla stabilità (F4 = 0).

Il metodo di Romana è stato applicato a tutte le famiglie di giunti presenti nell'ammasso ed il valore minimo che assume tale indice è stato considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso per la stazione analizzata. In ultima analisi il valore di SMR minimo è risultato 42, ovvero l'ammasso roccioso ricade nella III Classe – Mediocre.

F1	tipologia	molto favorevole	favorevole	indifferente	sfavorevole	molto sfavorevole
$ \alpha_j - \alpha_s $	planare	$> 30^\circ$	$30^\circ-20^\circ$	$20^\circ-10^\circ$	$10^\circ - 5^\circ$	$< 5^\circ$
$ \alpha_y - \alpha_s $	cuneo	-	-	-	-	-
$ (\alpha_j - \alpha_s) - 180^\circ $	ribaltamento	-	-	-	-	-
	F1	0,15	0,4	0,7	0,85	1
F2	tipologia	molto favorevole	favorevole	indifferente	sfavorevole	molto sfavorevole
β_j	planare	$< 20^\circ$	$20^\circ-30^\circ$	$30^\circ-35^\circ$	$35^\circ-45^\circ$	$> 45^\circ$
β_y	cuneo	-	-	-	-	-
	F2	0,15	0,4	0,7	0,85	1
	ribaltamento	-	-	-	-	-
	F2	1	1	1	1	1
F3	tipologia	molto favorevole	favorevole	indifferente	sfavorevole	molto sfavorevole
$(\beta_j - \beta_s)$	planare	$> 10^\circ$	$10^\circ-0^\circ$	0°	$0^\circ - (-10^\circ)$	$< -10^\circ$
$(\beta_y - \beta_s)$	cuneo	-	-	-	-	-
$(\beta_j + \beta_s)$	ribaltamento	$< 110^\circ$	$110^\circ-120^\circ$	$> 120^\circ$	-	-
	F3	0	-6	-25	-50	-60

Tabella 5.3. Definizione dei parametri F1, F2 e F3 secondo Romana. Con: α_j = immersione del giunto; α_s = immersione del fronte del versante; α_y = immersione della retta d'intersezione di due piani per la rottura a cuneo; β_j = inclinazione del giunto; β_s = inclinazione del pendio; β_y = inclinazione della retta d'intersezione di due piani per la rottura a cuneo.

6. SINTESI DEI DATI GEOMECCANICI PREGRESSI

Come detto in premessa, le indagini realizzate sono state ampiamente integrate attraverso la mole di dati disponibili per la caratterizzazione geologica, geomorfologica e geomeccanica dell'area in studio, derivate dalle fasi progettuali pregresse. Difatti, a seguito delle analisi e dei confronti effettuati si può rilevare una sostanziale omogeneità delle informazioni acquisite nel corso delle diverse fasi progettuali così come richiamate ed elencate in premessa.

Come si evince dagli studi ed indagini pregresse, eseguite anche mediante l'ausilio di geologi-rocciatori, il versante in oggetto è costituito da una ossatura in ammassi rocciosi carbonatici, con alle pendici la presenza di una fascia detritica di versante di spessore variabile (Carta Geologica e Relazione geologica e di compatibilità idrogeologica annessa al Progetto Definitivo Generale). Le rocce del substrato sono ricoperte da una coltre talora discontinua di depositi piroclastici di copertura.

Il versante è contraddistinto dalla presenza di più balze rocciose sub-verticali soggette a fenomeni di crollo di blocchi per meccanismi del tipo scivolamenti (planari e cuneiformi) e ribaltamenti (Carta Geomorfologica e Relazione geologica e di compatibilità idrogeologica annessa al Progetto Definitivo Generale) e volumetrie dal decimetro cubico ai metri cubici (volume massimo stimato 4.6 mc così come riportato nella Relazione Geologica annessa al Progetto Esecutivo III Lotto Funzionale). Tale circostanza è per altro evidenziata dalla presenza di numerosi morfotipi connessi alla

franosità, quali blocchi franati rinvenibili lungo le pendici del versante, nicchie di distacco, tetti in roccia, ecc. (Carta Geomorfologica e Relazione geologica e di compatibilità idrogeologica annessa al Progetto Definitivo Generale).

Nelle fasi progettuali pregresse, la caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi è stata operata attraverso le risultanze di numerose stazioni geomeccaniche omogeneamente distribuite lungo il versante, le cui risultanze sono state dettagliatamente sintetizzate negli elaborati annessi al Progetto Esecutivo III Lotto Funzionale ed in particolare nella Carta delle stazioni geomeccaniche e della suscettività per frane da crollo.

Nel dettaglio, sono state analizzate:

- n. 9 stazioni geomeccaniche nel Progetto Definitivo Generale;
- n. 9 stazioni geomeccaniche nel Progetto Esecutivo II Lotto;
- n. 7 stazioni geomeccaniche di uno studio di tesi ripreso nel Progetto Esecutivo III Lotto.

Dallo studio condotto ed dalla analisi della totalità dei dati geomeccanici acquisiti, sono state identificate n. 6 famiglie di discontinuità principali oltre alla stratificazione (Relazione Geologica annessa al Progetto Esecutivo III Lotto Funzionale). Dall'analisi delle caratteristiche di tali discontinuità risulta che le balze rocciose in esame sono contraddistinte prevalentemente da ammassi rocciosi parzialmente stabili con rotture planari lungo alcuni giunti e/o molti cunei, essendo i valori di SMR rientranti nella classe III di Romana (SMR = 41-60), così come riportato nella zonizzazione della nella Carta delle stazioni geomeccaniche e della suscettività per frane da crollo annessa al Progetto Esecutivo III Lotto. Subordinatamente si riconoscono balze costituite da ammassi rocciosi parzialmente stabili con alcune rotture di blocchi isolati, essendo i valori di SMR rientranti nella classe II di Romana (SMR = 61-80) ed ammassi instabili con rotture planari lungo molti giunti e/o cunei, essendo i valori di SMR rientranti nella classe IV di Romana (SMR = 21-40).



Comune di Piano di Sorrento

Città Metropolitana di Napoli

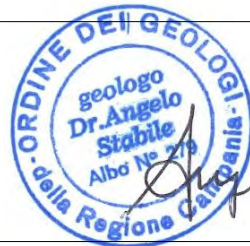
PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO DEI LAVORI DI DISGAGGIO MASSI, CONSOLIDAMENTO COSTONE E REALIZZAZIONE BARRIERE PARAMASSI IN VIA LAVINOLA
LOTTO DI COMPLETAMENTO
 CUP: BI3HI9000890001 - CIG: 8657289CE0

Angelo
Stabile

02.09.2022
08:52:15
GMT+01:00
Angelo Stabile

IL PROGETTISTA :

CENTRO DI GEOLOGIA TECNICA
di S. Palomba - A. Stabile - L. Starace
 GEOLOGIA - ECOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - GEOFISICA
 80067_SORRENTO (NA) - VICO 3° ROTA, 30 - TEL. & FAX: (081) 8773495
 E-MAIL: centrogeotec@gmail.com PEC: centrogeotec@epap.sicurezza postale.it
 Dott. Geologo_Angelo STABILE - OGRC n. 279 - iscriz.: 18.11.1980
 Rif.: CG7025A20



COLLABORAZIONI PER LA PREDISPOSIZIONE DI ELABORATI SPECIALISTICI DI DETTAGLIO :



Ing. Domenico Trombetta
calcoli strutturali e sicurezza

Via Laudano 2, 80069 Vico Equense (NA) tel/fax 081.8798489 - 3334201508
e-mail: domenicotrombetta83@alice.it pec: domenico.trombetta@ordingna.it

STUDIO PARLATO
 INGEGNERIA & TERRITORIO
 Via Piano, 26 - 80050 Pimonte (NA)
 cell: 331 46 90 407
 email: ing.parlato@stparlato.com - info@stparlato.com
 p.iva: 09312141212

Ing. Antonino Parlato
*consulenza topografica e
misurazioni*

N.	REVISIONE	DATA	IL RUP
01	REV.01	Febb. 2022	Arch. Francesco Saverio Cannavale Responsabile V settore
02			
03			
04			

<input type="checkbox"/>	STUDIO DI FATTIBILITÀ	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO		
<input type="checkbox"/>	STATO DEI LUOGHI		<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO			
<input checked="" type="checkbox"/>	GEOLOGIA	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTURA	<input type="checkbox"/>	STRUTTURE	<input type="checkbox"/>	ECONOMICI
<input type="checkbox"/>	SICUREZZA	<input type="checkbox"/>	TECNICO PRESTAZIONALI				
OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA	
ELABORATO	TAVOLA n.	DESCRIZIONE DELLA TAVOLA				SCALA	
DESCRITTIVO	C02	Relazione geologica				-	
		P.E.	P.	E.D.	S. I.	DATA	
						Nov. 2021	

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI GENERALI.....	4
2.1 Ubicazione Topografica dell'intervento.....	4
2.2 Caratteristiche strutturali e geologiche generali.....	5
3. MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME.....	6
3.1 Stratigrafia e coltri di copertura.....	6
3.2 Morfologia.....	9
3.3 Caratteristiche della circolazione idrica sotterranea.....	12
3.4 Vincoli idrogeologici.....	13
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	16
4.1 Pericolosità Sismica Di Base.....	16
4.2 Determinazione dei parametri geologici per la valutazione della Pericolosità Sismica Locale.....	21
5. ANALISI DI STABILITÀ' DEL VERSANTE.....	23
6. VALUTAZIONI CONCLUSIVE E INTERVENTI NECESSARI ALLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO.....	28
6.1 Necessità dell'intervento.....	28
6.2 Tipologia degli interventi proposti.....	29

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dal Comune di Piano di Sorrento, nell'ambito delle attività del "Progetto definitivo ed esecutivo dei lavori di disgaggio massi, consolidamento costone e realizzazione barriere paramassi in Via Lavinola – Lotto di Completamento", nel territorio comunale di Piano di Sorrento (fig. 1.1), è stato eseguito uno studio geologico dell'area in cui verranno allestiti gli interventi in progetto.

Nello specifico, come meglio dettagliato nell'elaborato A01 – Relazione generale, gli interventi oggetto di progettazione sono volti alla mitigazione del rischio per frana da crollo in formazioni lapidee incombente sul tratto di Via Lavinola in esame ed alla stabilizzazione dei fronti strada latitanti Via Lavinola.



Fig. 1.1. Vista satellitare dell'area in esame nel territorio comunale di Piano di Sorrento

Lo studio delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e geomeccaniche della zona è stato effettuato, in via preliminare, mediante l'analisi di quanto riportato nella bibliografia scientifica e dei dati ricavati in precedenti lavori professionali eseguiti dallo scrivente sia nella zona di intervento sia in quelle limitrofe. In particolare si è potuto disporre di un'ampia mole di dati derivati da studi relativi alle diverse fasi progettuali che hanno interessato l'area:

- Progetto Preliminare "Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi su Via Lavinola" - a cura di Idrogeo S.r.l.; Committente Comune di Piano di Sorrento.

- Progetto Definitivo Generale “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - a cura di Idrogeo S.r.l. e Studio Tecnico DeCa; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto Esecutivo I Lotto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - a cura di Idrogeo S.r.l. e Studio Tecnico DeCa; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto Esecutivo II Lotto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - a cura di Idrogeo S.r.l.; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto Esecutivo III Lotto “Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola” - a cura di Idrogeo S.r.l.; Committente Comune di Piano di Sorrento.
- Progetto Definitivo “Intervento di mitigazione del rischio idrogeologico lungo via Lavinola e la viabilità di collegamento con la località Arola-Preazzano, insistenti nei Comuni di Piano di Sorrento e Vico Equense, mediante la realizzazione di barriere paramassi” - a cura del Comune di Vico Equense (Ente Capofila) e del Comune di Piano di Sorrento.
- Lavori urgenti per la messa in sicurezza ed eliminazione del pericolo di smottamento in prosecuzione dell’intervento in corso di realizzazione a seguito dell’evento franoso del 17 dicembre 2019 - “RIPRISTINO DELLO STATO DI SICUREZZA DELLA PARTE DI VERSANTE IN VIA LAVINOLA IN PROSECUZIONE VERSO MONTE DELLA ZONA IN CORSO DI MANUTENZIONE CIG: 822328771”

Successivamente, mediante ripetuti sopralluoghi e rilievi, sono state approfondite le conoscenze sulle peculiarità geolitologiche, morfologiche ed idrogeologiche del sito (Cfr.: C01 - Fascicolo delle indagini geognostiche), integrando i dati di campagna, come sopra descritto, mediante quelli derivati da studi scientifici e professionali

La cartografia di base utilizzata nel presente lavoro, per i cui dettagli si rimanda agli elaborati di rilievo (da B01 a B05b) è derivata dalla elaborazione di un rilievo LIDAR disponibile presso il *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del*

Territorio e del Mare, realizzato con volo del 2017 e maglia di acquisizione inferiore al 1*1m (Cfr. C01 - Fascicolo delle indagini geognostiche).

I rilievi e le indagini condotte nell'area di interesse hanno consentito di evidenziare come il versante in esame sia, per assetto geologico-geomorfologico, predisponente alla attivazione di fenomeni franosi e, quindi, la necessità di un intervento per la messa in sicurezza del versante e conseguente mitigazione del rischio per l'area sottostante.

2. RIFERIMENTI GENERALI

2.1 Ubicazione Topografica dell'intervento

L'area in esame si colloca in corrispondenza del versante settentrionale di Monte Vico Alvano, nel territorio comunale di Piano di Sorrento, tra le quote 230 e 640 m slmm. Tale settore di versante incombe sull'arteria stradale Via Lavinola, che costituisce via di collegamento tra alcune frazioni di Vico Equense ed i Comuni della Penisola Sorrentina. Essa si individua nel F. 196 Tav I NE della Carta d'Italia edita dall'I.G.M. e negli Elementi 466143-466144 della Carta Tecnica della Regione Campania (fig. 2.2.1). Ricade, inoltre, nell'ambito territoriale di competenza dell'Autorità distrettuale dell'Appennino Meridionale subentrata all'Autorità di Bacino regionale della Campania Centrale.

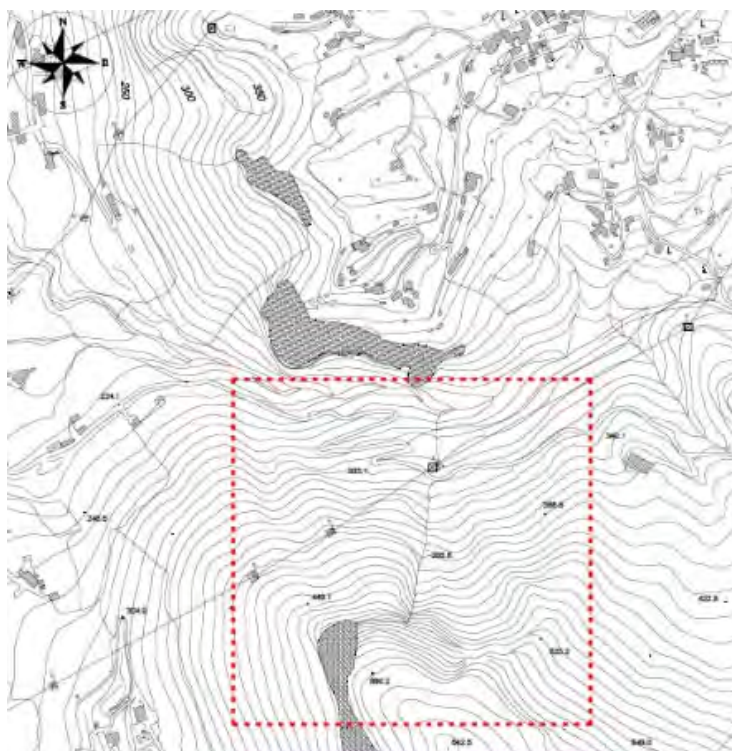


Fig. 2.1.1. Stralcio della Carta Tecnica della Regione Campania con indicazione dell'area di studio

2.2 Caratteristiche strutturali e geologiche generali

Il territorio comunale di Piano di Sorrento è inserito nel più ampio contesto dei Monti Lattari.

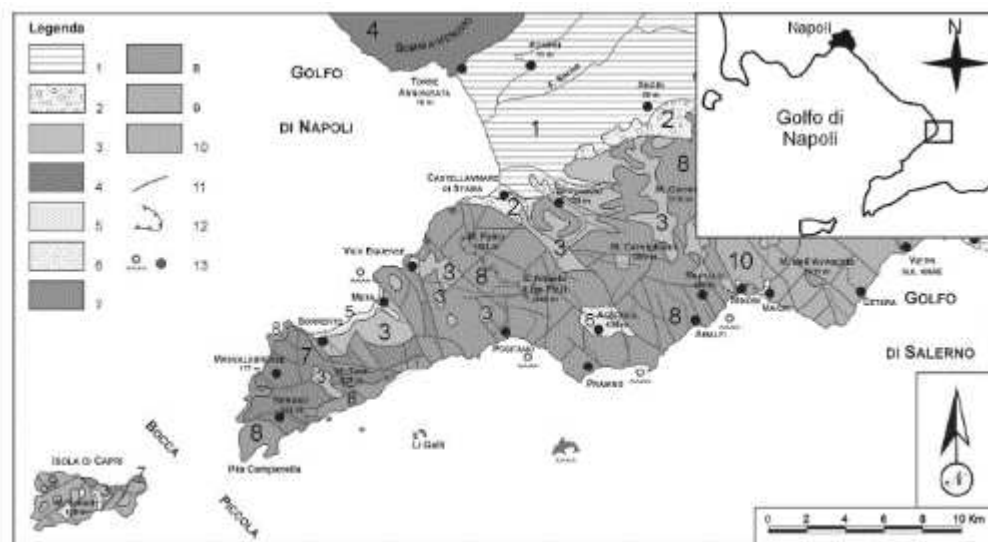


Fig. 2.2.1. Schema geologico dei Monti Lattari (da Bonardi et al., 1988 mod.): 1) Depositi marini, piroclastici ed alluvionali recenti e attuali; 2) Detrito di falda; 3) Depositi piroclastici in posto o rimaneggiati; 4) Depositi vulcanici del Somma-Vesuvio; 5) Ignimbrite campana (39.000 anni fa); 6) Conglomerati di Agerola; 7) Arenarie mioceniche della formazione di Punta Lagno; 8) Calcarei dolomitici intensamente fratturati e carsificati; 9) Calcarei (Lias-Cretaceo); 10) Dolomie triassiche; 11) Faglia; 12) Sovrascorrimento; 13) Sorgente e sorgente sottomarina.

L'ossatura della dorsale dei Monti Lattari è data da rocce carbonatiche di età mesozoica, riferibili all'Unità Monti Picentini -Monti Lattari (appartenenti alla Piattaforma Campano-Lucana) che si estende fino all'isola di Capri, antica propaggine della penisola. Questa Unità è costituita da calcari ben stratificati, con intercalazioni di livelli marnoso.

Localmente, sui depositi carbonatici, si rinvengono terreni miocenici (trasgressivi) del flysch marnoso-arenaceo.

Sul substrato roccioso, poggiano talora sedimenti clastici e piroclastici, provenienti dall'alterazione e degradazione dei versanti carbonatici e dai vari centri eruttivi campani attivi nel Pleistocene sup.-Olocene.

Da un punto di vista strutturale, la Penisola Sorrentina è interessata da diversi sistemi di faglie dei quali i più evidenti sono quelli appenninici e quelli antiappenninici e, subordinatamente nord-sud. Tale assetto strutturale è connesso alle vicende geodinamiche occorse nel Plio-Pleistocene che ha prodotto la

successione e sovrapposizione di diverse fasi deformative di tipo compressivo, trascorrente ed estensionale accompagnate da fasi di intensa erosione.

Dal punto di vista geomorfologico, i versanti che bordano la costa sono tutti versanti di faglia ad alta energia di rilievo, creatisi in seguito a sollevamenti plio-quadernari. Questi movimenti hanno determinato la forte acclività dei versanti carbonatici, che sul mare si traducono in coste a falesia e che nell'entroterra sono frequentemente interessati da frane riferibili a crolli, scivolamenti planari e colate rapide di fango derivate dalla movimentazione dei depositi piroclastici di copertura in appoggio sulle rocce carbonatiche. Morfologie più dolci, riconducibili a rilievi collinari si riconoscono in corrispondenza dei depositi flyschoidi, i quali possono essere interessati da movimenti lenti di versante (creep, soliflusso, colate lente).

Superfici sub-pianeggianti contraddistinguono invece prevalentemente i terrazzi di aggradazione piroclastica connessi alla messa in posto dei depositi dell'Ignimbrite Campana.

3. MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

3.1 *Stratigrafia e coltri di copertura*

Come detto in Premessa, la ricostruzione della successione stratigrafica dell'area in oggetto è stata operata attraverso la realizzazione di un accurato rilievo geologico di campo per i cui dettagli si rimanda agli elaborati specifici (Cfr. A01 – Stato dei luoghi e C01-Fascicolo delle indagini geognostiche). Dal confronto tra i dati in tal modo acquisiti e quelli derivati dalla consultazione dell'ampia mole di dati scaturiti dei lavori pregressi, così come citati in Premessa, risulta una sostanziale omogeneità dei dati acquisiti. Per tale motivo le cartografie tematiche, per i cui dettagli si rimanda all'elaborato C03, sono state integralmente tratte dal Progetto "Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola" - Progetto Definitivo Generale Preliminare a cura di Idrogeo S.r.l. e Studio Tecnico DeCa; Committente Comune di Piano di Sorrento.

La successione dei terreni presenti è contraddistinta da un substrato carbonatico (fig. 3.1.1) costituito da rocce calcaree e calcareo dolomitiche di colore grigio, biancastro o avana, ricche in rudiste. Gli ammassi carbonatici si presentano in strati da spessi a sottili con immersione per lo più verso sud-ovest, nella parte altimetricamente più elevata del versante, mentre in corrispondenza di alcuni

affioramenti nel settore basso del versante risultano immergenti verso nord-est.

Le rocce carbonatiche sono attraversate da diverse famiglie di discontinuità (cfr. C01-Fascicolo delle indagini geognostiche) la cui intersezione può determinare l'isolamento di blocchi con volumetrie dal decimetro cubo ai metri cubi, il cui stato di stabilità è strettamente connesso all'assetto morfologico locale nonché al grado di alterazione e detensionamento delle superfici discontinuità presenti.



Fig. 3.1.1. Affioramento del substrato carbonatico

Alle pendici del versante, il substrato carbonatico risulta obliterato dalla presenza di depositi detritici di versante (Fig. 3.1.2) costituiti da clasti carbonatici eterometrici (da centimetrici a blocchi) a spigoli per lo più vivi immersi in matrice cineritica limo sabbiosa più o meno abbondante. Tale deposito risulta pedogenizzato nella parte alta e attraversato dagli apparati radicali della folta vegetazione.



Fig. 3.1.2. Affioramento di detrito di versante

Gli ammassi rocciosi carbonatici sono interessati dalla presenza di una coltre di copertura data da depositi piroclastici rimaneggiati e pedogenizzati prodotti nel corso dell'attività storica dei vulcani napoletani. Si tratta prevalentemente di piroclastiti costituite da cineriti fini con disperse pomice ed elementi carbonatici e con numerosi filamenti vegetali e radici derivate folta vegetazione esistente. Localmente, alla base della scarpata subverticale lungo alcuni pianori di modesto sviluppo planimetrico, si rinvencono modesti affioramenti di pomice grossolane in facies essenzialmente rimaneggiata.

Il rilievo di campo ha evidenziato la presenza una coltre di copertura per lo più di spessore esiguo (<0.5 m) e a carattere discontinuo in quanto si rinvencono lungo la scarpata diffusi affioramenti di roccia carbonatica (fig. 3.1.3).



Fig. 3.1.3. Esigua spessore della coltre di copertura localmente interrotta dalla presenza di affioramenti di roccia carbonatica

3.2 Morfologia

L'area in studio è ubicata lungo il versante settentrionale di Monte Vico Alvano, tra le quote 230 e 640 m slmm.

Dal punto di vista geomorfologico, si tratta di un versante strutturale in evoluzione per fenomeni di slope replacement, quindi soggetto ad arretramento parallelo a se stesso della scarpata in roccia.

Difatti, il settore di versante in esame è caratterizzato dalla presenza di balze rocciose di morfoselezione di altezza variabile, la più significativa delle quali è data dalla free face (cfr. elab. C03 – Carta geomorfologica) con dislivelli fino anche a 70 m. Tali balze rocciose si contraddistinguono per una evidente morfologia a tetto (fig. 3.2.1) connessa ai banchi di strato a sbalzo e dalla diffusa presenza di nicchie di distacco in roccia, a testimonianza della predisposizione a generare frane veloci

in formazioni lapidee. In considerazione dei litotipi carbonatici che costituiscono l'ossatura del rilievo in tutt'uno con la presenza di faglie e fratture che attraversano gli ammassi rocciosi, si individuano fenomeni carsici epigei ed ipogei. Più in dettaglio, manifestazioni di carsismo epigeo possono riconoscersi lungo la free face, ove si distinguono ad esempio cavità e scavernamenti (fig. 3.2.2)

La free face si raccorda nella parte alta a d una sub-pianeggiata (fig. 3.2.3), posta a circa 640 m slmm, identificabile come lembo relitto di antiche superfici di erosione a debole pendenza.

Mentre, verso valle si raccorda attraverso una fascia pedecollinare (fig. 3.2.4) all'incisione torrentizia di Vallone Lavinola. Tale settore di versante si caratterizza per una acclività prevalente variabile tra 30-40° e la sua genesi è connessa ai processi morfogenetici attivi lungo il retrostante versante prevalentemente dati dall'azione della gravità (fenomeni franosi in roccia) e subordinatamente all'azione delle acque dilavanti.

L'idrografia dell'area è rappresentata dalla presenza di due impluvi immaturi di modesto sviluppo longitudinale e ad andamento rettilineo. Si tratta di incisioni a carattere torrentizio che costituiscono via di incanalamento preferenziale delle acque di ruscellamento superficiale con recapito nell'asta torrentizia principale data dal Vallone Lavinola posto alla base del settore di versante esaminato



Fig. 3.2.1. Free face con evidente morfologia a tetti



Fig. 3.2.2. Cavità carsica



Fig. 3.2.3. Superficie sommitale a debole pendenza



Fig. 3.2.4. Fascia pedecollinare

3.3 Caratteristiche della circolazione idrica sotterranea

L'area esaminata è compresa nella unità idrogeologica dei Monti Lattari, il cui acquifero principale è dato dai massicci carbonatici che si rinvencono diffusamente in tutta la Penisola Sorrentina; gli altri depositi dati da successioni flyschoidi e vulcaniti sono sede di falde effimere, generalmente di scarsa entità e potenzialità.

I litotipi affioranti nell'area sono da ricondurre al *Complesso calcareo dell'Unità Picentino-Taburno* (Fig. 3.3.1) dato da una successione di calcari dolomitici, calcareniti e calcilutiti in facies di retroscogliera, compresa tra il Giurassico e il Cretaceo superiore. Costituisce un acquifero fessurato in cui è da segnalare la presenza di un livello di marne ad Orbitoline (Aptiano) che rappresenta una discontinuità idrogeologica nella serie sedimentaria, alla quale sono riconducibili numerose sorgenti di alta quota contraddistinte da portate modeste. Tale acquifero è caratterizzato da elevati valori di permeabilità per fessurazione e carsismo.

I principali deflussi della falda di base degli acquiferi carbonatici giacciono a quota prossima al livello del mare ed hanno direzione di deflusso preferenziale verso i settori settentrionali (Golfo di Napoli e Piana del Sarno), mentre, un'aliquota inferiore è diretta verso sud (Golfo di Salerno). La circolazione idrica di base si attesta intorno a quote prossime al livello del mare e pertanto non si ravvisano interferenze con le opere fondali degli interventi in progetto.

Sui depositi carbonatici si rinvencono spessori ridotti di coperture detritico-piroclastiche. Questi, essendo caratterizzati da una matrice fine prevalentemente di natura piroclastica, presentano valori di permeabilità per porosità generalmente medio-bassa, variabili in funzione del grado d'addensamento e della granulometria prevalente. La presenza di livelli o porzioni più ricche in pezzame e detrito può determinare drenanze e filtrazioni difformi a causa della disomogeneità delle loro caratteristiche e della loro geometria. Questi depositi sono di norma sede di falde superficiali temporanee, di scarso interesse, alimentate essenzialmente dalle acque piovane.

Durante lo svolgimento del rilevamento e lo studio condotto non hanno evidenziato la presenza in zona di emergenze sorgive; è possibile in ogni caso

l'instaurarsi di piccole falde effimere sospese nei terreni di copertura di origine piroclastica in occasione di piogge intense.



Fig. 3.3.1. Stralcio della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale (Celico et alii, 2004), con in evidenza l'area in esame

3.4 Vincoli idrogeologici

L'Autorità di Bacino Campania Centrale, con delibera del C.I. n. 1 del 23/02/2015, pubblicata sul BURC n.20 del 23 marzo 2015, approvò il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" che resta valido anche se alla prima è subentrata l'AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Nella cartografia del P.S.A.I., come schematizzato nella tabella 3.4.1 e riportato nelle figure seguenti (Fig. 3.4.1 e 3.4.2), il sito d'intervento rientra in un'area perimetrata a pericolosità e rischio da frana, ricadendo nelle classi di pericolosità molto elevata (P4) ed classi di rischio da elevata (R3) a molto elevato (R4).

L'area non è perimetrata tra quelle con pericolosità idraulica e, di conseguenza, nullo è il rischio idraulico (Fig. 3.4.3 e 3.4.4).

Per quanto riguarda gli aspetti vegetazionali e la pericolosità geomorfologica il sito rientra nelle zone Bosco S2-S1 e in parte Macchia bassa – Gariga (Fig. 3.4.5).

L'area è vincolata alle disposizioni che fanno capo al RDL n.3267 del 30

dicembre 1923 e s.m.i. (Fig. 3.4.6).

PERICOLOSITÀ FRANE	il sito ricade in un'area perimetrata a pericolosità molto elevata	P4
RISCHIO FRANE	Il manufatto è da considerare a rischio molto elevato	R3-R4
PERICOLOSITÀ IDRAULICA	il sito ricade in un'area non perimetrata a pericolosità idraulica	///
RISCHIO IDRAULICO	I manufatto non è da considerare a rischio idraulico	///
ASPETTI VEGETAZ. E PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	la zona è perimetrata in parte come Bosco S2-S1 e in parte Macchia bassa - Gariga	

Tabella 3.4.1

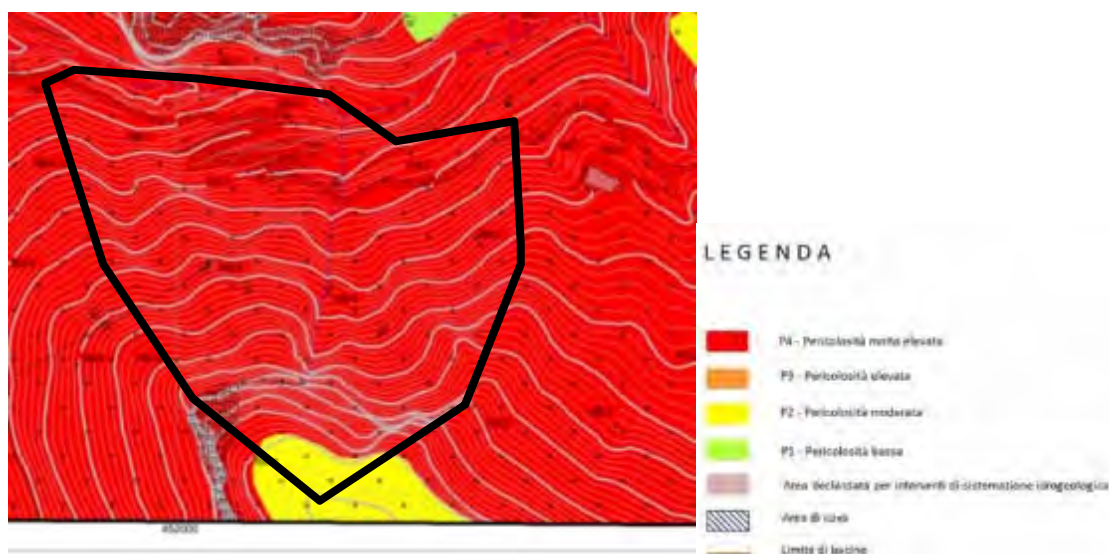


Fig. 3.4.1 Stralcio della Carta della Pericolosità da frana dell'A.d.B. Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex A.d.B. Campania Centrale, agg. 2015, con in evidenza l'area in esame

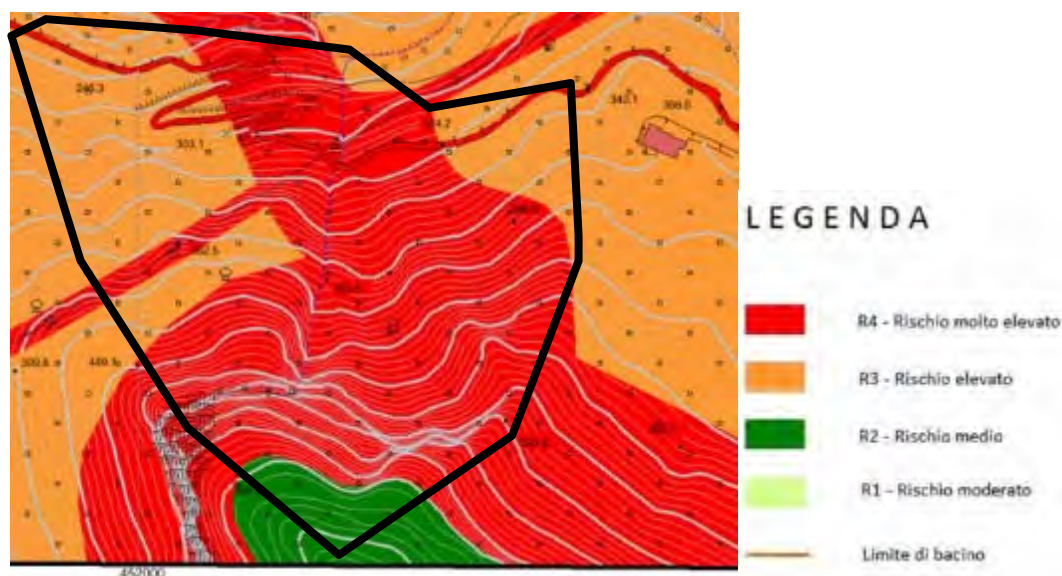


Fig. 3.4.2 Stralcio della Carta del rischio da frana dell'A.d.B. Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex A.d.B. Campania Centrale, agg. 2015, con in evidenza l'area in esame

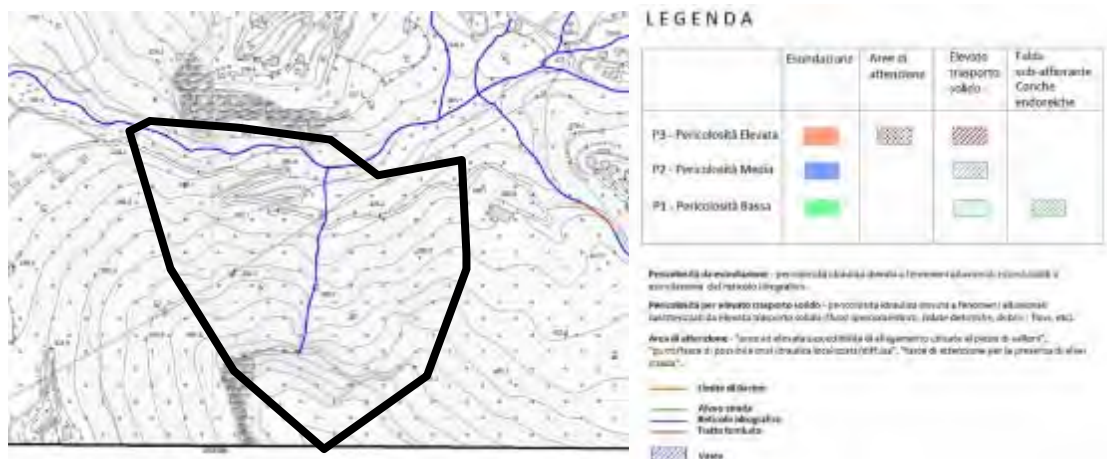


Fig. 3.4.3 Stralcio della carta della pericolosità idraulica dell'A.d.B. Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex A.d.B. Campania Centrale, agg. 2015, con in evidenza l'area in esame

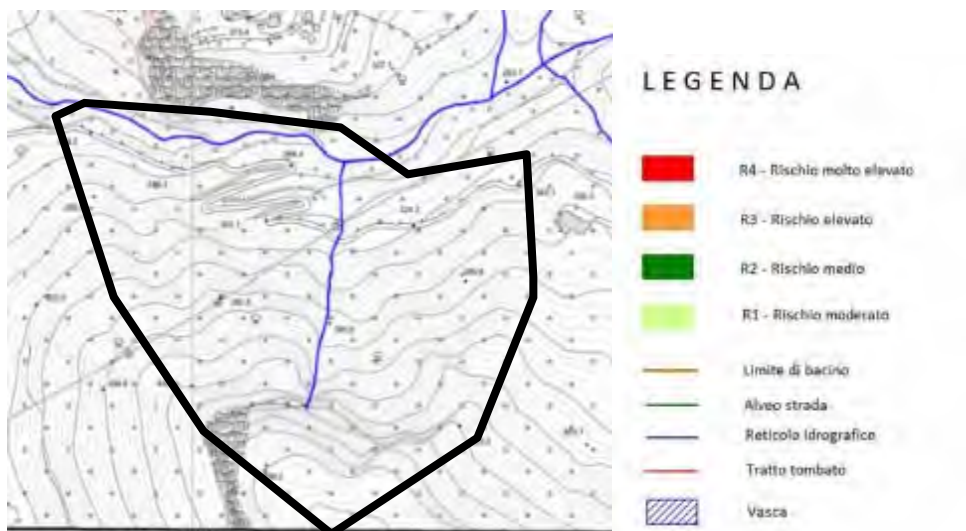


Fig. 3.4.4 Stralcio della carta del rischio idraulico dell'A.d.B. Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex A.d.B. Campania Centrale, agg. 2015, con in evidenza l'area in esame

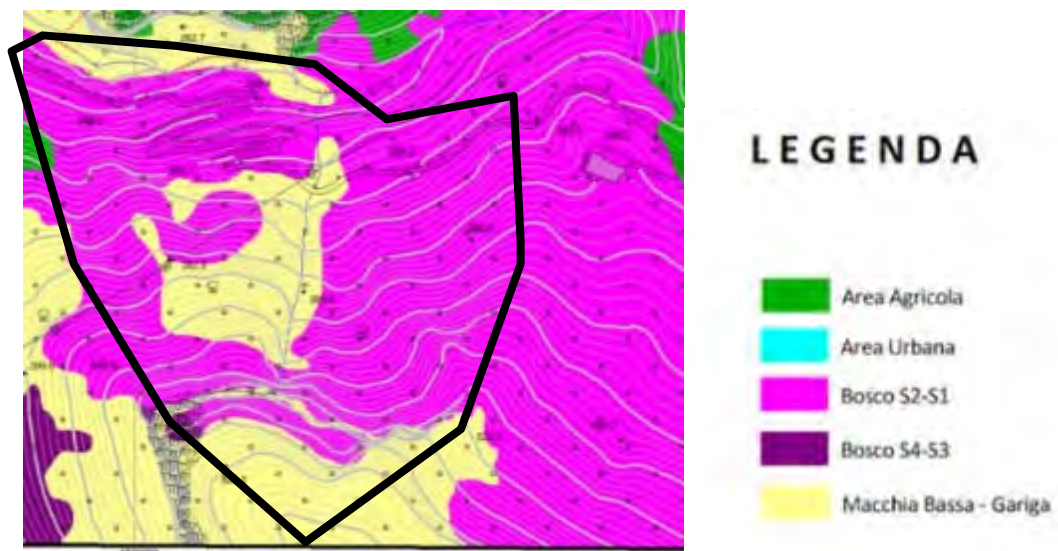


Fig. 3.4.5 Stralcio della carta di sintesi aspetti vegetazionali e pericolosità geomorfologica dell'A.d.B. Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex A.d.B. Campania Centrale, agg. 2015, con in evidenza l'area in esame

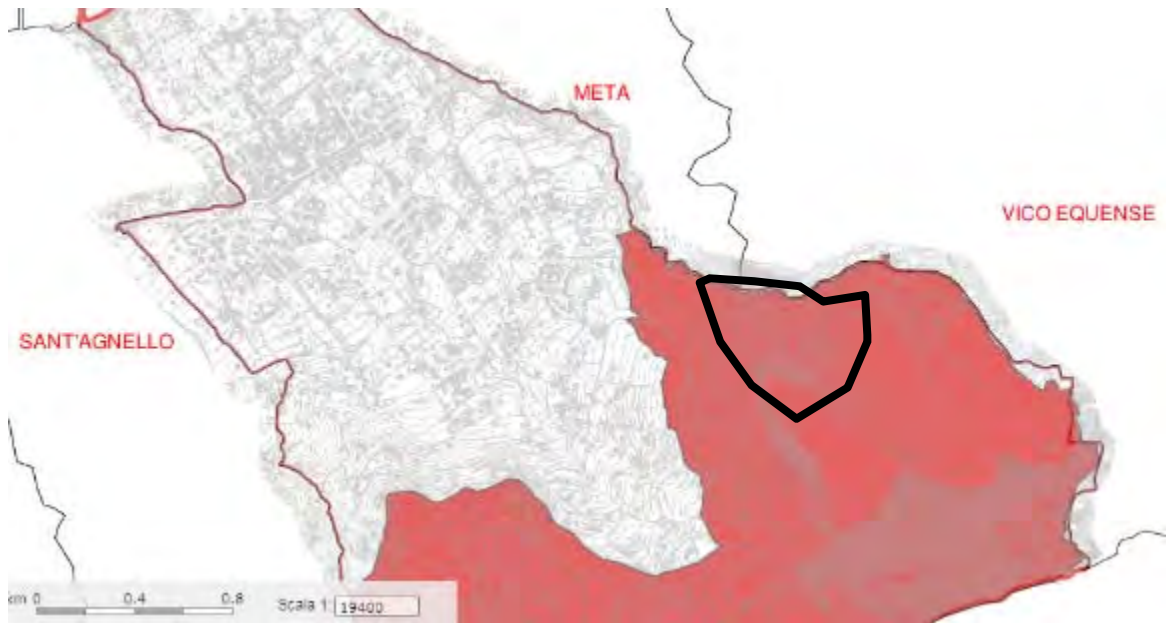


Fig. 3.4.6 Stralcio della cartografia del Vincolo Idrogeologico tratta dal SIT del Comune di Piano di Sorrento, con in evidenza l'area in esame

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

4.1 Pericolosità Sismica Di Base

Il territorio comunale di Piano di Sorrento, con delibera della Giunta regionale della Campania n. 5447 del 7 Novembre 2002 è stato classificato sismico con grado di sismicità $S = 6$; attualmente risulta inserito nella zona sismica 3 caratterizzata da bassa sismicità ovvero da valori di PGA (Picco di Accelerazione al Suolo) compresi tra 0,05 e 0,15 g (Figura 4.5.1) che però, in particolari contesti geologici, può vedere amplificati i propri effetti.

L'analisi della sismicità storica evidenzia che i massimi eventi che hanno interessato il territorio comunale di Piano di Sorrento e quelli limitrofi, sono generati da sorgenti sismogenetiche attive localizzate nell'Appennino Campano-Lucano (figura 4.5.2) e/o connesse all'attività vulcanica del Somma Vesuvio. Gli eventi che hanno maggiormente interessato il territorio sono riportati nella Tab. 4.5.1.

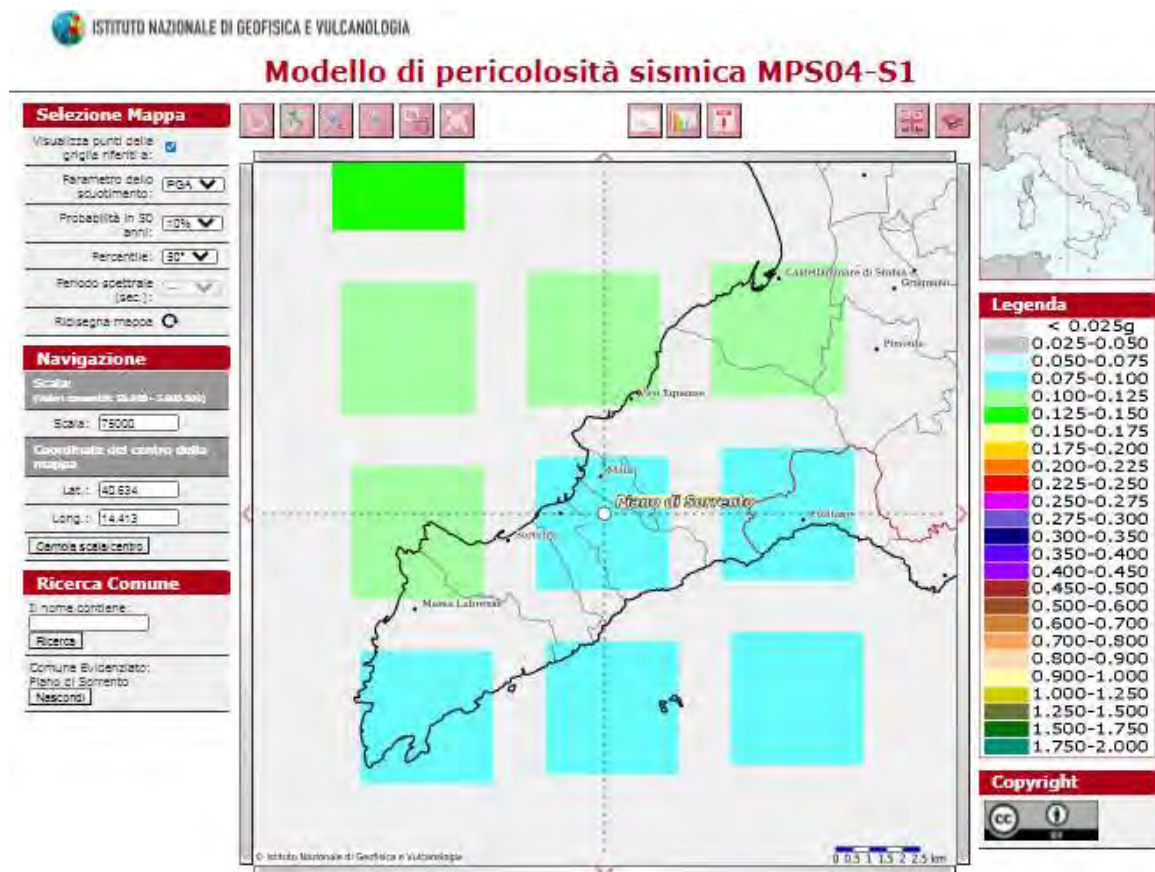


Fig. 4.5.1. Mappa di pericolosità sismica del territorio comunale di Piano di Sorrento con in evidenza l'area in esame

PlaceID	IT_60265									
Coordinate (lat, lon)	40.635, 14.409									
Comune (ISTAT 2015)	Piano di Sorrento									
Provincia	Napoli									
Regione	Campania									
Numero di eventi riportati	7									
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
7	1732	11	29	07	40		Irpinia	183	10-11	6.75
5	1930	04	27	01	46		Salernitano	26	7	4.98
7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
3	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
7	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90

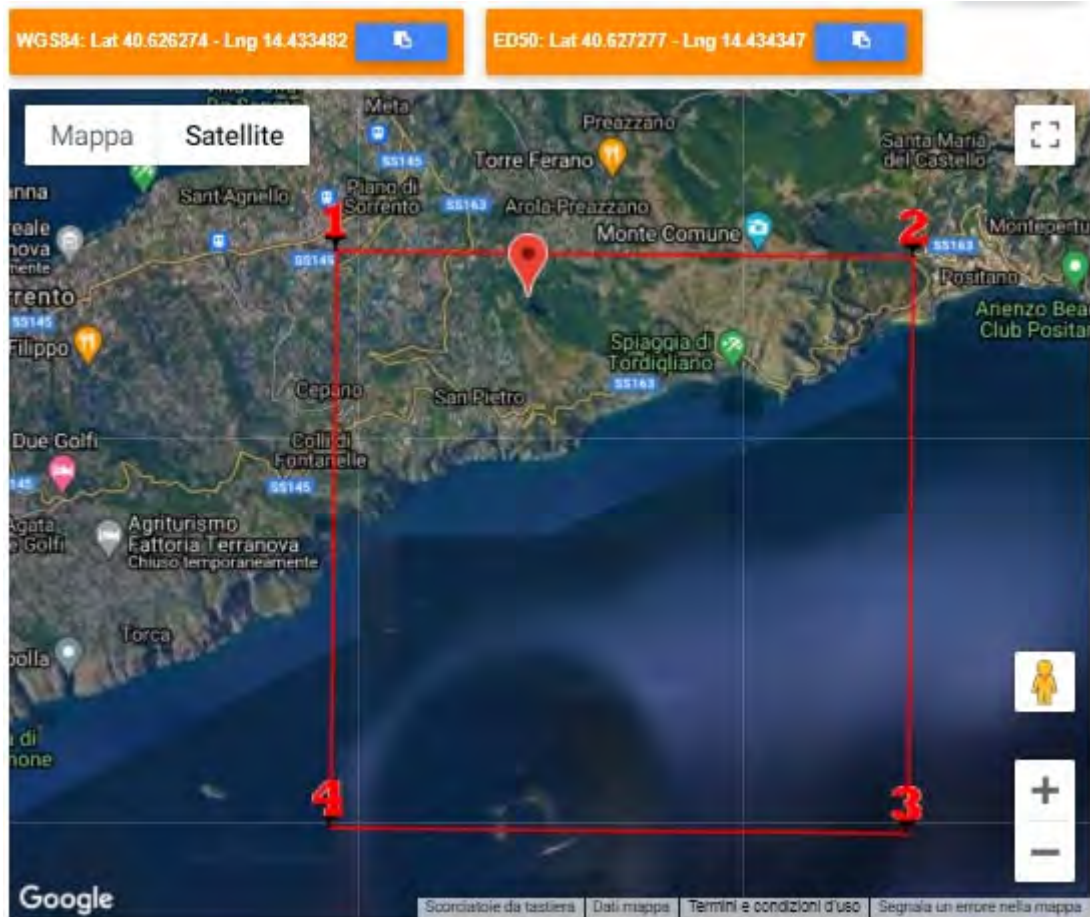
Tab. 4.5.1. Catalogo parametrico dei terremoti italiani con $imax \geq 5$ dall'anno 1000 al 2014 INGV-CPTI 15



Fig. 4.5.2. Individuazione delle sorgenti sismogenetiche

In base al D.M. 17 gennaio 2018, la stima dei parametri spettrali per il sito da esaminare, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, può essere effettuata usando i dati riferiti ad un reticolo a maglia quadrata costituito da 10.751 nodi (con distanza massima < di 10 km), esteso all'intero territorio nazionale. Il singolo nodo è contrassegnato da un numero identificativo e dalle coordinate geografiche.

Il sito in esame ha le seguenti coordinate geografiche (ED50): Lon.: $14,434347^\circ$ – Lat.: $40,627277^\circ$, e ricade nel quadrante che ha per vertici i nodi 34314, 34313, 34092 e 34091. In figura 4.5.3 sono riportate la posizione del sito rispetto al quadrante del reticolo della maglia di riferimento e le coordinate dei nodi di riferimento.



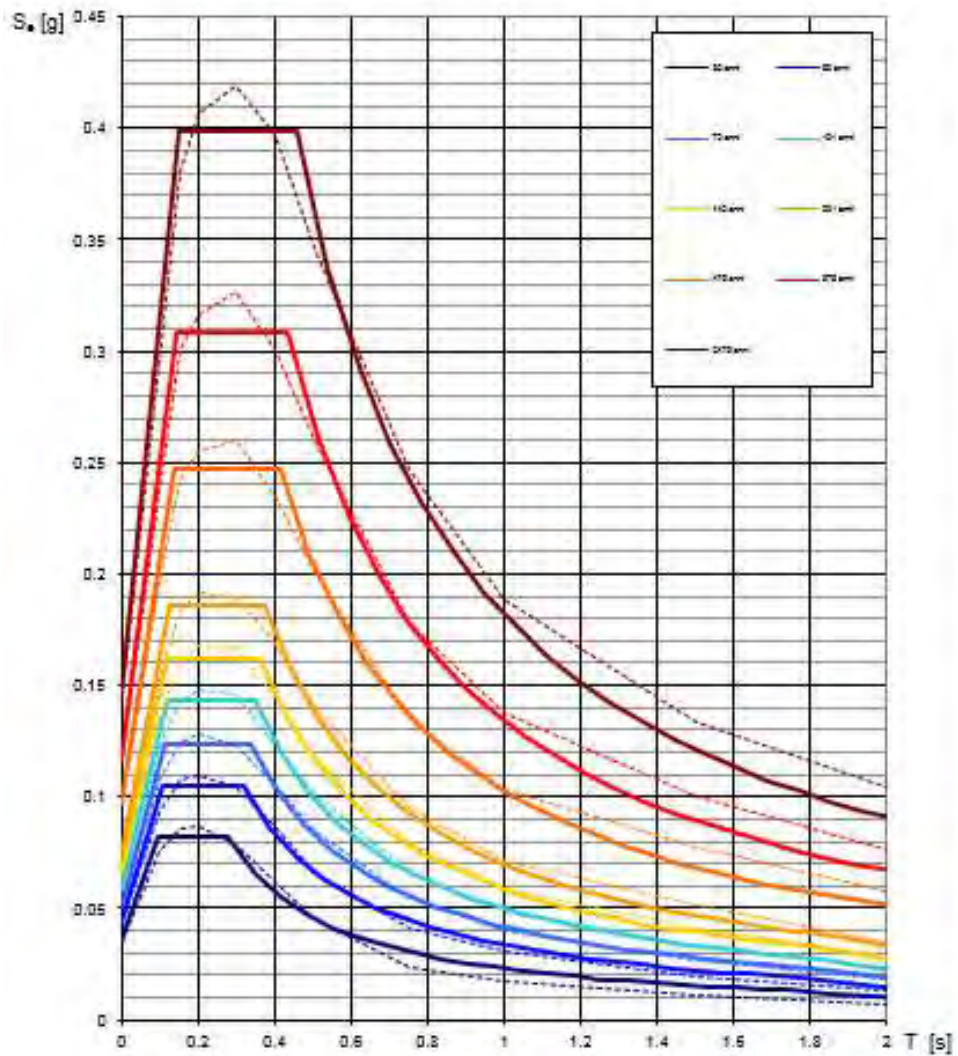
siti di riferimento				
Sito 1	ID: 34091	Lat: 40,6313	Lon: 14,4124	Distanza: 1901,792
Sito 2	ID: 34092	Lat: 40,6307	Lon: 14,4782	Distanza: 3723,447
Sito 3	ID: 34314	Lat: 40,5807	Lon: 14,4775	Distanza: 6332,499
Sito 4	ID: 34313	Lat: 40,5813	Lon: 14,4117	Distanza: 5463,546

Fig. 4.5.3. Posizione del sito rispetto al quadrante del reticolo della maglia di riferimento e coordinate dei nodi di riferimento.

Per la definizione degli spettri di azione sismica per il sito d'intervento, relativi ai differenti tempi di ritorno, è necessario calcolare parametri a_g , F_0 , e T^*_c .

Questi, riportati nella tabella 4.5.2, si ottengono dalla media pesata dei valori che essi assumono ai 4 vertici del quadrante in cui il sito ricade (figura 4.5.3) in funzione dell'inverso della distanza del sito d'intervento rispetto ai quattro vertici stessi. Mentre in figura 4.5.4 sono riportati gli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento.

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0.035	2.341	0.277
50	0.044	2.376	0.318
72	0.051	2.400	0.339
101	0.058	2.460	0.349
140	0.065	2.478	0.362
201	0.074	2.504	0.375
475	0.097	2.556	0.416
975	0.117	2.644	0.434
2475	0.145	2.747	0.455

Tab. 4.5.2. Valori dei parametri a_g , F_0 , e T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimentoSpettri di risposta elastica per i periodi di ritorno T_R di riferimentoFig. 4.5.4. Spettri di risposta elastica per i periodi di ritorno T_R di riferimento

4.2 Determinazione dei parametri geologici per la valutazione della Pericolosità Sismica Locale

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC, D.M. 17.01.2018) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti nei riguardi dell'azione sismica, l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

L'azione sismica sulla costruzione è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, come riportato nel paragrafo precedente.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati nelle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle **condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo** effettivamente presente nel sito di costruzione e della **morfologia della superficie**. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Determinazione della categoria di sottosuolo

Il parametro meccanico certamente più significativo per la caratterizzazione del tipo di sottosuolo è rappresentato dal valore V_{seq} , che è una velocità equivalente delle onde di taglio che si propagano nel sottosuolo al di sotto del piano fondale e fino al substrato rigido.

Dai valori delle velocità delle onde di taglio specifiche dei litotipi, si perviene alla definizione delle caratteristiche elastiche del sottosuolo dell'area indagata e si determina la V_{seq} :

$$V_{seq} = H / \sum_{i=1,N} (h_i/v_i) \text{ in cui:}$$

H = spessore dello strato di terreno compreso tra il piano di fondazione e la sommità del substrato rigido ($V_s > 800 \text{ m/s}$)

h_i e v_i sono rispettivamente lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (in m/sec) dei terreni presenti nello spessore H di sottosuolo.

Qualora non sia possibile definire la profondità di rinvenimento del substrato rigido il valore di H viene posto uguale 30 m, per cui $V_{seq} = V_{s30}$.

Nel caso in esame, il sottosuolo è costituito rocce carbonatiche stratificate e

fratturate; da fonti bibliografiche nonché da dati sperimentali acquisiti in ambiti litologici e contesti geografici simili a quello in esame, a tali litologie è possibile attribuire velocità sismica delle onde S superiori a 800 m/s che comportano l'inserimento dei terreni considerati nella **Categoria di sottosuolo A**, ovvero "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.", alla quale compete, al sottosuolo in esame, un **coefficiente stratigrafico $S_s = 1,00$** .

Determinazione della Categoria Topografica

In relazione alle caratteristiche morfologiche riscontrate, ovvero un versante ad elevata inclinazione, interessato da balze di morfoselezione sub-verticali, e con larghezza in cresta molto minore che alla base, si considera una **Categoria topografica T4**, con valore massimo del **coefficiente di amplificazione topografica S_T** , risulta pari a **1,40**.

Determinazione dell'accelerazione sismica locale

L'accelerazione di base a_g , (riferita ad un substrato rigido con $V_s > 800$ m/s e a condizioni topografiche pianeggianti), in base ai risultati ottenuti, va rimodulata, per gli stati limite considerati, in funzione **dell'incremento sismico locale indotto dalle condizioni stratigrafiche e morfologiche che caratterizzano il sito in esame** il cui valore è calcolato in base all'algoritmo:

$$A_{g \max} = a_g \times S_s \times S_T \text{ con } S_s=1,0 \text{ e } S_T = 1,4$$

Determinazione del pericolo di liquefazione del terreno di fondazione

Le caratteristiche tecniche dei terreni di fondazione e l'assenza di falda idrica a profondità significative per il problema in esame, rendono nullo il rischio di fenomeni di liquefazione in dipendenza di eventi sismici.

5. ANALISI DI STABILITÀ' DEL VERSANTE

Il rilevamento geologico - geomorfologico di campo ha evidenziato come il versante in oggetto sia diffusamente predisponente alla attivazione di frane veloci in formazioni lapidee. Difatti, sono stati osservate numerose testimonianze inerenti la franosità in roccia che caratterizza l'area (cfr. A02 - Stato Dei Luoghi, C02 – Relazione geologica), quali massi franati giacenti lungo l'arteria stradale o lungo il versante, impronte da impatto sull'asfalto, morfologie delle balze rocciose da associare a franosità (nicchie di distacco, tetti in roccia, ecc).

I modelli di rottura possibili in funzione del tipo e del grado di controllo strutturale, sono (fig. 5.1):

- scivolamenti planari, governati da una discontinuità a franapoggio meno, immergente in concordanza con il pendio;
- scivolamenti di cunei, definiti da due discontinuità appartenenti a differenti famiglie, con linea d'intersezione immergente in concordanza con il pendio ed inclinazione della linea d'intersezione inferiore all'inclinazione del versante;
- ribaltamenti di blocchi di roccia, identificabile da due o più famiglie di discontinuità subverticali ed una famiglia a basso angolo, oppure ribaltamenti flessurali per superamento della resistenza al taglio lungo superfici di discontinuità a reggipoggio.

Oltre ai suddetti cinematismi che tipicamente coinvolgono singoli blocchi di roccia, possono verificarsi instabilità globali dei versanti rocciosi con superficie di rottura circolare, quando il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso è molto elevato e tale da indurre valori di resistenza al taglio molto bassi, assimilabili al comportamento tipico di una roccia sciolta per ciò che attiene i cinematismi di instabilità (fig. 5.1).

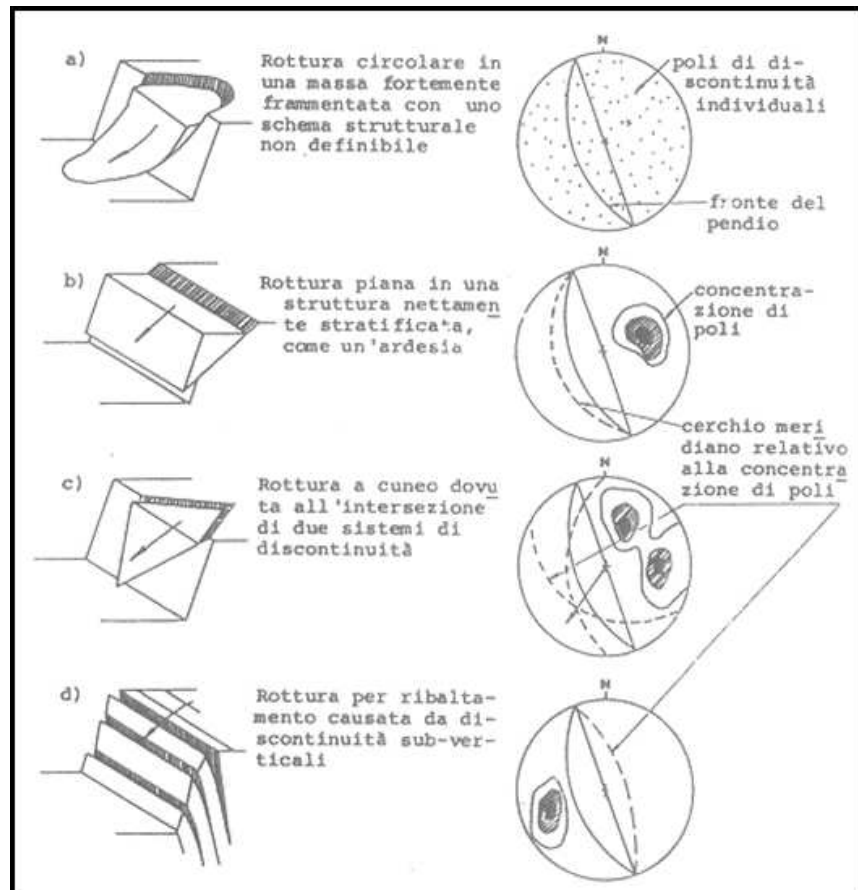


Fig. 5.1. Rappresentazione di dati strutturali relativi a 4 possibili modalità di rottura di un pendio, riportati su stereogrammi equi-area equatoriali come poli e cerchi mediani (ISRM, 1978).

Sulla base dei rilievi geomeccanici eseguiti si è proceduto ad una analisi dei cinematismi di rottura potenzialmente attivabili lungo il versante in esame.

La definizione delle tipologie di cinematismi potenzialmente attivabili lungo il fronte roccioso è stato eseguito avvalendosi del Test di Matheson, imponendo un valore di angolo di attrito delle discontinuità pari a 50° , calcolato con il criterio di *Barton e Choubey* (1997) come riportato nell'elab. C01 – Fascicolo delle indagini geognostiche.

La geometria e l'orientazione delle discontinuità in tutt'uno con quella del fronte hanno evidenziato come lo stesso sia predisponente a meccanismi di rottura riconducibili a scivolamenti planari e a cuneo ed a ribaltamenti (fig. 5.2, 5.3 e 5.4).

Nella Tabella seguente si segnalano i cinematismi d'instabilità che il test di Matheson evidenzia per le diverse famiglie identificate nella stazione geomeccanica eseguita.

PRINCIPALI CINEMATISMI ATTESI			
STAZIONE	RIBALTAMENTO	SCIVOLAMENTO PLANARE	SCIVOLAMENTO A CUNEO
ST1	K4	K3 K4	K1-K2 K1-K4 K2-K3 K3-K4

Tab. 5.1. Cinematismi attesi, con indicazione delle famiglie predisponenti.

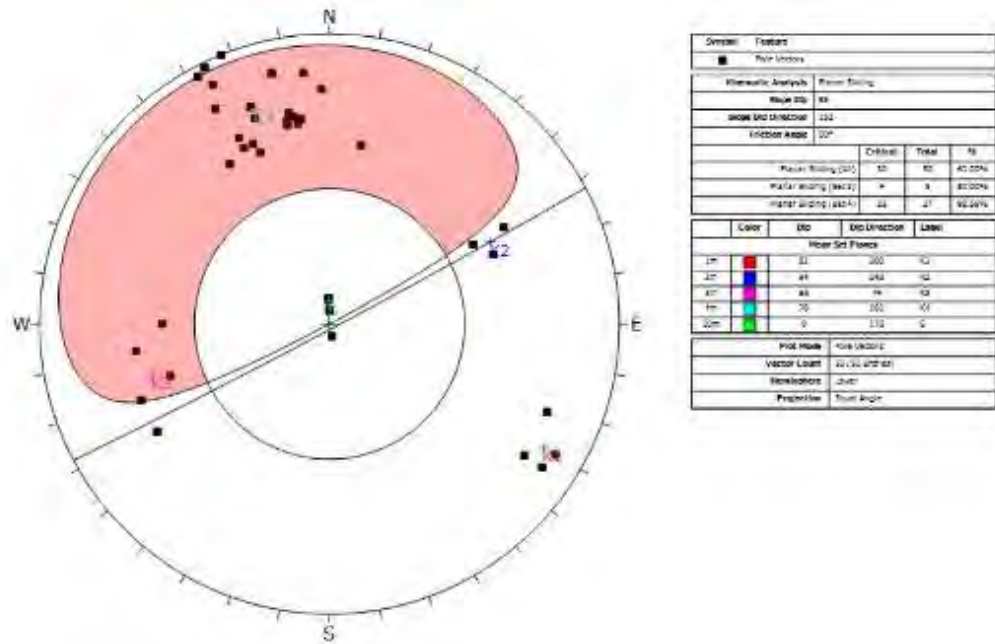


Fig. 5.2. Scivolamento planare per ST1. In rosa il settore ove ricadono i poli potenzialmente instabili

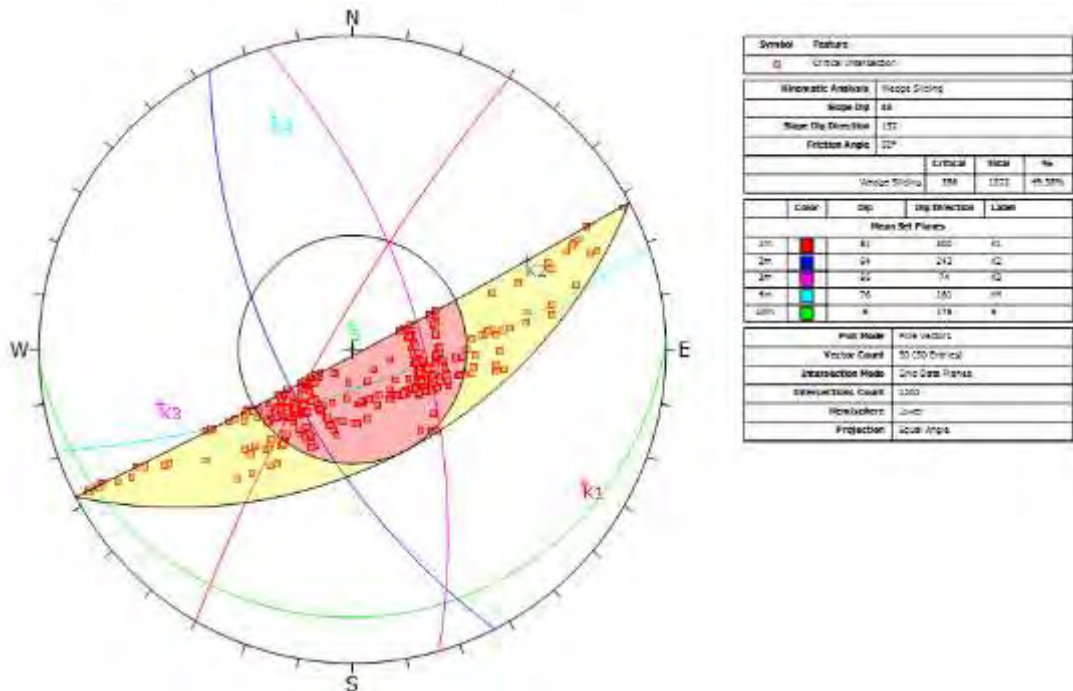


Fig. 5.3. Scivolamento a cunei per ST1. In rosa il settore ove ricadono le intersezioni delle famiglie predisponenti all'instabilità

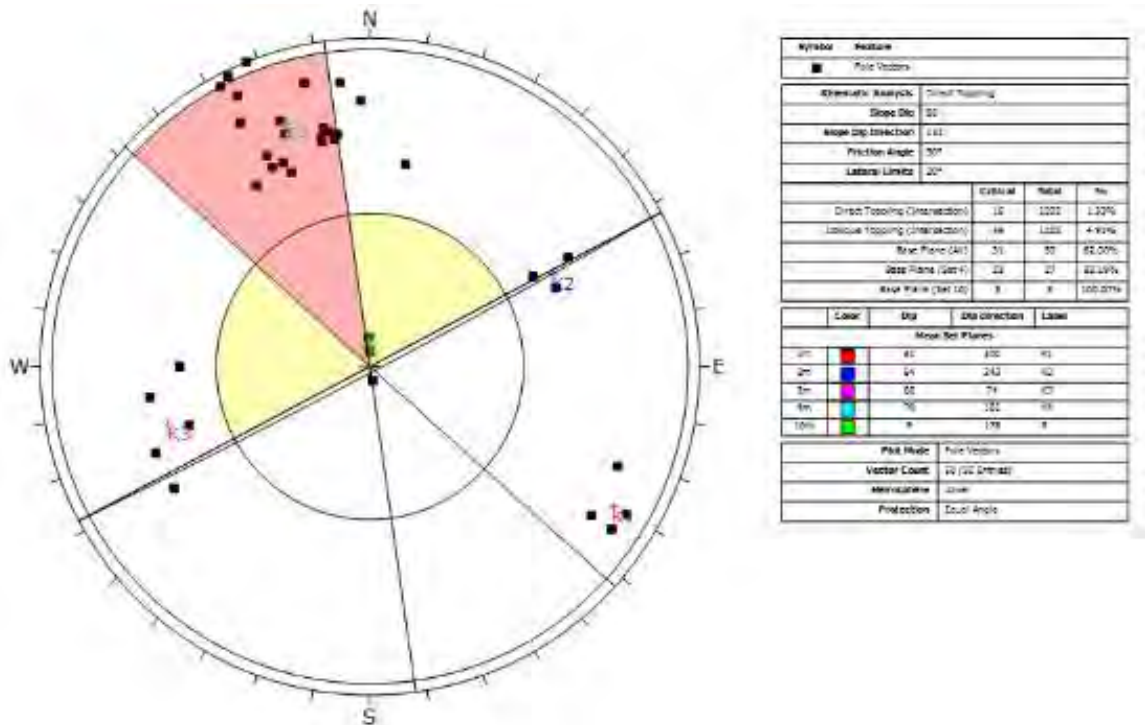


Fig. 5.4. Test di Matheson per il ribaltamento diretto alla stazione ST1. In rosa il settore in cui si verificano condizioni di instabilità

Quanto suddetto trova conferma anche negli elaborati annessi alle diverse fasi progettuali che hanno interessato l'area in esame, le cui risultanze sono derivate da una copiosa mole di dati geologici, geomorfologici e geostrutturali acquisiti sia a terra che in parete con l'ausilio di geologi – rocciatori.

In definitiva, le balze rocciose presenti lungo il versante in esame risultano predisponenti a frane in roccia con meccanismi prevalenti del tipo scivolamento (planare ed a cuneo) e sub-ordinatamente ribaltamenti. I volumi rocciosi mobilizzabili vanno dai decimetri cubi ai metri cubi, con un valore massimo scaturito dagli studi pregressi di circa 4.6 m³ (vedi Relazione Geologica annessa al Progetto "Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola" - Progetto Esecutivo III Lotto a cura di Idrogeo S.r.l.; Committente Comune di Piano di Sorrento), valore utilizzato a vantaggio di sicurezza nell'ambito delle verifiche traiettografiche eseguite per il dimensionamento delle barriere paramassi.

Ulteriori fenomeni di instabilità hanno interessato in tempi recenti le scarpate prospicienti l'arteria stradale nei settori altimetricamente più bassi del versante. Qui affiorano materiali detritici lungo pareti talora ad alto angolo con dislivelli

mediamente intorno ai 4 m, derivate da tagli stradali. Le caratteristiche meccaniche di tali terreni, in tutt'uno con l'assetto morfologico e con l'azione degli agenti esogeni (acqua di infiltrazione, acqua di ruscellamento superficiale, apparati radicali, ecc.), favorisce l'attivazione lungo tali pareti di frane in detrito con meccanismi del tipo scivolamento rotazionale che interessano volumi anche di diversi metri cubi.

Come precedentemente detto, gli ammassi rocciosi carbonatici sono interessati dalla presenza di una coltre di copertura data da depositi piroclastici rimaneggiati e pedogenizzati con spessori per lo più inferiori a 0.5 m ed a carattere discontinuo. Come riportato anche nel Progetto Definitivo Generale, i dati di archivio consultati ed, in particolare la *Carta Censimento Frane* annessa al PSAI Rischio da frana dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (aggiornamento 2015) e la cartografia tematica dell'*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia* consultabile online tramite la piattaforma IdroGEO (con aggiornamenti fino al 2021), indicano che a seguito degli eventi pluviometrici eccezionali nel gennaio del 1997, il versante fu interessato da una frana in materiale piroclastico (fig. 5.5). Attualmente l'impronta di tale frana è totalmente obliterata dalla vegetazione a testimonianza del modesto spessore interessato dall'evento. Gli stessi dati evidenziano che questo è l'unico evento da colata attivatosi lungo il versante in esame.

Si segnala infine la possibilità del verificarsi di fenomeni di erosione lineare e areale delle coltri ad opera delle acque dilavanti. Tale circostanza può verificarsi in particolare in corrispondenza delle incisioni torrentizie che costituiscono linea preferenziale di deflusso superficiale, in quanto attualmente privi di opere di regimentazione delle acque meteoriche.



Fig. 5.5. Stralcio della cartografia tematica dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia consultabile online tramite la piattaforma IdroGEO (con aggiornamenti fino al 2021)

6. VALUTAZIONI CONCLUSIVE E INTERVENTI NECESSARI ALLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

6.1 Necessità dell'intervento

L'esame dei dati a disposizione ricavati dall'osservazione diretta del costone e suffragati dalle analisi eseguite nelle fasi progettuali pregresse, confermano la necessità di un intervento di mitigazione del rischio incombente sulla arteria stradale di Via Lavinola.

Difatti, dallo studio condotto è stato evidenziato come le balze rocciose caratterizzanti il versante in esame siano, per caratteristiche geostutturali e morfologiche, predisponenti all'attivazione di frane veloci in formazioni lapidee, con volumi variabili dai decimetri cubi ai metri cubi. I massi distaccatisi dalle pareti sub-verticali secondo meccanismi di scivolamento (planare ed a cuneo) e ribaltamento, possono percorrere traiettorie tali da investire l'arteria stradale sottostante, come evidenziato dai massi franati rinvenuti lungo la strada e dalle impronte da impatto rinvenibili sull'asfalto.

Le osservazioni di campo hanno evidenziato le medesime problematiche lungo le scarpate prospicienti l'arteria stradale analizzata. Difatti, sono talora presenti scarpate ad alto angolo in roccia ed anche in detrito interessate da forte alterazione e degradazione ad opera degli agenti esogeni.

Ulteriore fenomeno di instabilità è connesso alla erosione lineare e areale delle coltri ad opera delle acque dilavanti, che in particolare in coincidenza di eventi pluviometrici eccezionali può determinare l'asportazione di parte della coltre di copertura ed il trasporto verso valle del materiale detritico.

Per i dettagli circa i rilievi e le indagini eseguite si rimanda agli specifici elaborati (cfr.: A02 – Stato dei luoghi, C01-Fascicolo indagini geognostiche), mentre le risultanze emerse sono riportate nei paragrafi precedenti.

Si segnala che il settore di versante in esame è stato oggetto in passato di numerosi interventi di consolidamento, nonché oggetto ad oggi di un ulteriore progetto di messa in sicurezza mediante realizzazione di barriere paramassi, così come richiamati in Premessa e riportati negli elaborati grafici di progetto (cfr.: E02 – Planimetria degli interventi).

La presente fase progettuale è stata, quindi, volta ad individuare ulteriori aree che necessitino dell'allestimento di opere di mitigazione del rischio incombente sul tratto di Via Lavinola in esame, nell'ottica di completamento ed eventuale integrazione degli interventi previsti nel Progetto Definitivo Generale "*Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola*", realizzato nel 2004 a cura di Idrogeo S.r.l. e Studio Tecnico DeCa, con Committente Comune di Piano di Sorrento.

Pertanto, al fine di consentire la mitigazione del tratto di Via Lavinola in esame sono stati individuati interventi ed opere che saranno descritte nel paragrafo successivo, in uno con le opportune opere di manutenzione e controllo da eseguire con regolare periodicità al fine di garantire nel tempo l'efficacia delle opere e delle strutture progettate.

6.2 Tipologia degli interventi proposti

Come detto, le caratteristiche geomorfologiche del versante settentrionale del M.te Vico Alvano danno origine ad eventi franosi del tipo frane da crollo in formazioni lapidee, che hanno reso necessaria la chiusura al transito veicolare e pedonale di Via Lavinola-Casa Nocillo che si sviluppa nel territorio comunale di Piano di Sorrento. Testimonianze di tali eventi franosi, statisticamente più frequenti rispetto ad altre tipologie di cinematismi, ed osservazioni in loco, evidenziano la elevata propensione all'attivazione di frane da crollo in formazioni lapidee, che si

concretizzano nel distacco di massi carbonatici e nel relativo rimbalzo e rotolamento verso valle sino a raggiungere spesso l'arteria stradale.

Inoltre, testimonianze di eventi franosi recenti ed osservazioni in loco, hanno messo in evidenza come la conformazione geomorfologica (scarpate artificiali connesse al taglio stradale) e litologica (detrito di versante) delle scarpate latitanti Via Lavinola-Casa Nocillo predisponga le stesse al verificarsi di eventi franosi anche in materiale detritico.

Pertanto, gli interventi oggetto di progettazione sono volti prioritariamente alla mitigazione del rischio per frana da crollo in formazioni lapidee incombente sul tratto di Via Lavinola in esame ed alla stabilizzazione dei fronti strada latitanti l'arteria stradale.

Gli interventi di mitigazione del rischio previsti, per i cui dettagli si rimanda agli specifici elaborati progettuali e la cui ubicazione è riportata nei grafici E02 – Planimetria degli interventi ed E03 – Sezioni tipologiche degli interventi, sono di seguito brevemente descritti:

- **pulizia delle aree interessate dall'intervento con eliminazione della vegetazione infestante e disgaggio di blocchi instabili**, intervento prioritario rispetto agli altri previsti in quanto indispensabile per consentire un più dettagliato rilievo dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e garantire la sicurezza del cantiere nelle fasi successive. Tale intervento, eseguito in corda da personale specializzato, comporterà:
 - la rimozione della vegetazione erbacea ed arbustiva infestante con particolare attenzione alla vegetazione radicata nelle fratture della roccia;
 - disgaggio di massi e di ogni altro materiale in genere, di modeste dimensioni ed in condizioni di precario equilibrio;
 - cippatura in sito della ramaglia e dei tronchi derivanti dalle fasi di pulizia, e distribuzione finale nel suolo di intervento dei residui vegetali macinati;
 - frantumazione di blocchi di dimensioni superiori a 0.3 mc, e trasporto a rifiuto finale del materiale disgaggiato.
- **Messa in opera di rete addossate al versante e rafforzamento corticale/posa geostuoia**. Le reti saranno a maglie esagonali con dimensioni 8 x 10 cm, a doppia torsione zincate e plastificate, con filo elementare avente diam int/est 2,7/3,5 mm galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%) conforme alla EN 10244 –

Classe A. La rete sarà fissata da fune in trefoli di acciaio zincato AMZ, con Φ pari a 16 mm alla sommità e con Φ di 12 mm alla base del versante; la fune sarà fissata mediante chiodi di acciaio a filettatura continua con diametro di 26 mm e lunghezza compresa tra 1 e 2 m.

Per alcuni dei tratti oggetto di intervento e meglio individuati in tavola grafica, la posa semplice della rete sarà affiancata dalla realizzazione di rafforzamento corticale con funi metalliche e tiranti attivi permanenti con orditura romboidale con maglia di 3,00 x 6,00 m e tiranti 1 ogni 18 m².

Per i versanti con maggior ricoprimento di terreni sciolti è prevista l'applicazione di rivestimento con geocomposito, ovvero rete accoppiata a geostuoia tridimensionale polimerica compenstrate e rese solidali durante il processo di produzione.

- **Realizzazione di barriere paramassi**, a dissipazione di energia, per classe di livello di energia 8 (MEL \geq KJ 5000) ed altezza di 5 m. La struttura di intercettazione sarà formata da pannelli di rete in fune con orditura a maglia quadra, con sovrapposta rete a maglia a intreccio più fine per arrestare il moto di piccoli elementi lapidei, con struttura di collegamento (controventi longitudinali, di monte e di valle) in funi d'acciaio ed ulteriori elementi di fissaggio in acciaio zincato.
- **Posa di pannelli di fune** di dimensioni di m² 18 (6x3), con fune di maglia con diametro mm 10 e fune di bordo diametro 12mm, costruiti con un'unica fune di tessitura d'acciaio ad anima metallica con resistenza del filo elementare di 1770 N/mm², chiusa mediante nodi realizzati su entrambi gli spezzoni di fune costituenti gli spigoli della maglia, in doppio filo di acciaio del diametro 3 mm conforme alla norma EN 10218 e galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5,00%)-Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 - Classe A con quantitativo non inferiore a 255 g/m² e con tiranti permanenti saranno in barra d'acciaio a filettatura continua.

Gli interventi previsti sono stati definiti nel pieno rispetto dei criteri riportati nell'allegato D delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio e sono meglio descritti negli elaborati descrittivi e grafici di progetto.

Sorrento, febbraio 2022



Comune di Piano di Sorrento

Città Metropolitana di Napoli

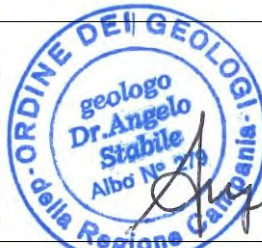
PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO DEI LAVORI DI DISGAGGIO MASSI, CONSOLIDAMENTO COSTONE E REALIZZAZIONE BARRIERE PARAMASSI IN VIA LAVINOLA
LOTTO DI COMPLETAMENTO
 CUP: B13HI9000890001 - CIG: 8657289CE0

Angelo
Stabile


02.09.2022
08:52:15
GMT+01:00
Angelo Stabile

IL PROGETTISTA :

CENTRO DI GEOLOGIA TECNICA
di S. Palomba - A. Stabile - L. Starace
 GEOLOGIA - ECOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - GEOFISICA
 80067_SORRENTO (NA) - VICO 3° ROTA, 30 - TEL. & FAX: (081) 8773495
 E-MAIL: centrogeotec@gmail.com PEC: centrogeotec@epap.sicurezza postale.it
 Dott. Geologo_Angelo STABILE - OGRC n. 279 - iscriz.: 18.11.1980
 Rif.: GG7025A20



COLLABORAZIONI PER LA PREDISPOSIZIONE DI ELABORATI SPECIALISTICI DI DETTAGLIO :

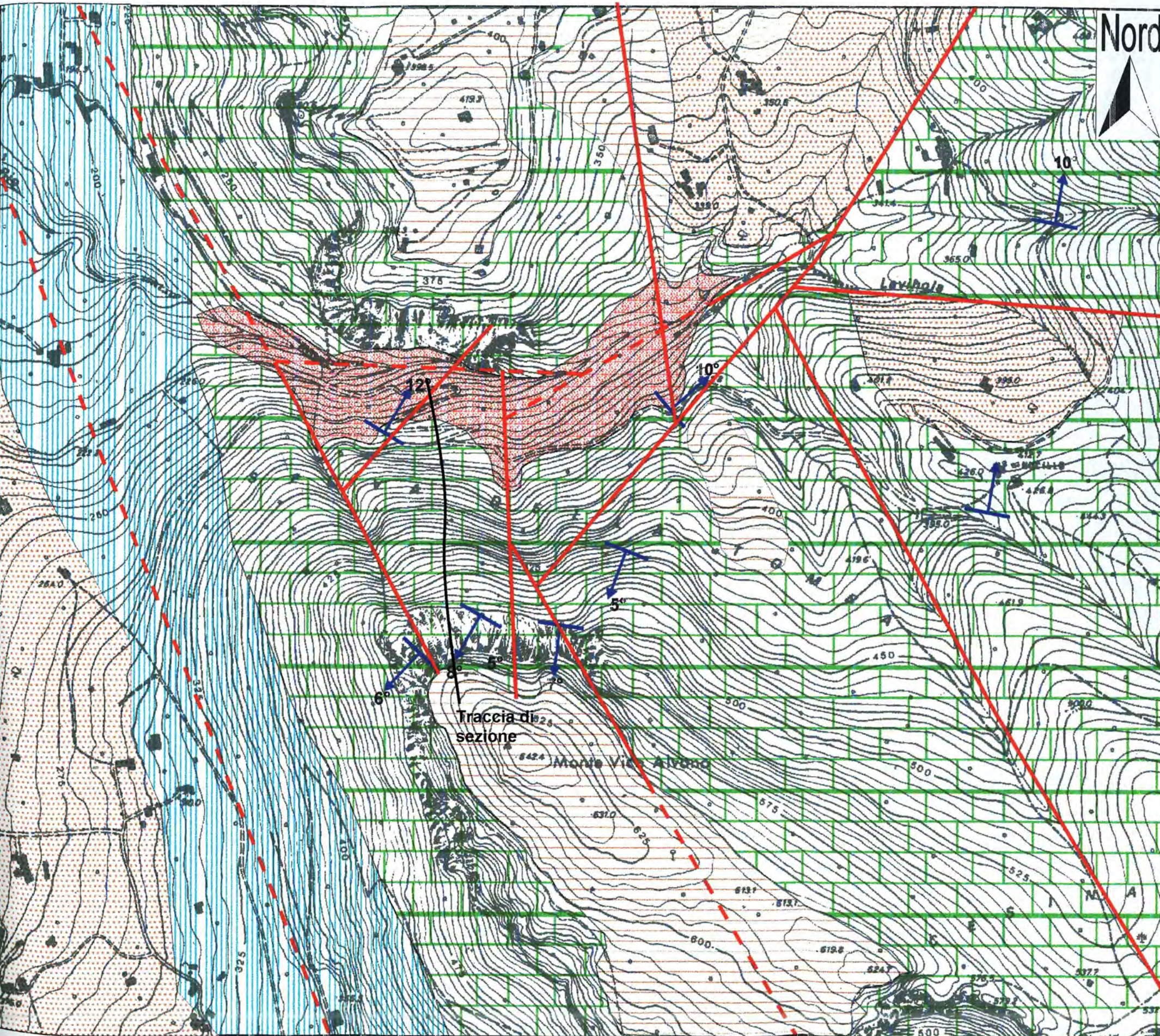

 Ing. Domenico Trombetta
calcoli strutturali e sicurezza
 Via Laudano 2, 80069 Vico Equense (NA) tel/fax 081.8798489 - 3334201508
 e-mail: domenicotrombetta83@alice.it pec: domenico.trombetta@ordingna.it

STUDIO PARLATO
 INGEGNERIA & TERRITORIO
 Via Fiano, 26 - 80050 Pimonte (NA)
 cell: 331 46 90 407
 email: ing.parlato@stparlato.com - info@stparlato.com
 p.iva: 09312141212

Ing. Antonino Parlato
*consulenza topografica e
 misurazioni*

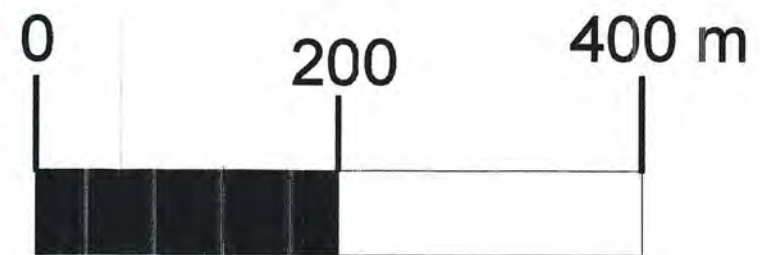
N.	REVISIONE	DATA	IL RUP
01	REV.01	Febb. 2022	Arch. Francesco Saverio Cannavale Responsabile V settore
02			
03			
04			

<input type="checkbox"/>	STUDIO DI FATTIBILITÀ	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO	
<input type="checkbox"/>	STATO DEI LUOGHI		<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO		
<input checked="" type="checkbox"/>	GEOLOGIA	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTURA	<input type="checkbox"/>	ECONOMICI	
<input type="checkbox"/>	SICUREZZA	<input type="checkbox"/>	TECNICO PRESTAZIONALI			
OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		
ELABORATO DESCRITTIVO	TAVOLA n. C03	DESCRIZIONE DELLA TAVOLA Allegati cartografici alla relazione geologica: C. Geologica, Sezione Geologica, C. degli spessori, C. Geomorfologica, C. Idrogeologica				SCALA -
		P.E.	P.	E.D.	S. I.	DATA Nov. 2021




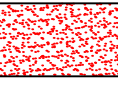
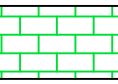


*Integralmente tratta dallo Studio Geologico annesso al Progetto "Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola" - Progetto Definitivo Generale. Committente Comune di Piano di Sorrento.

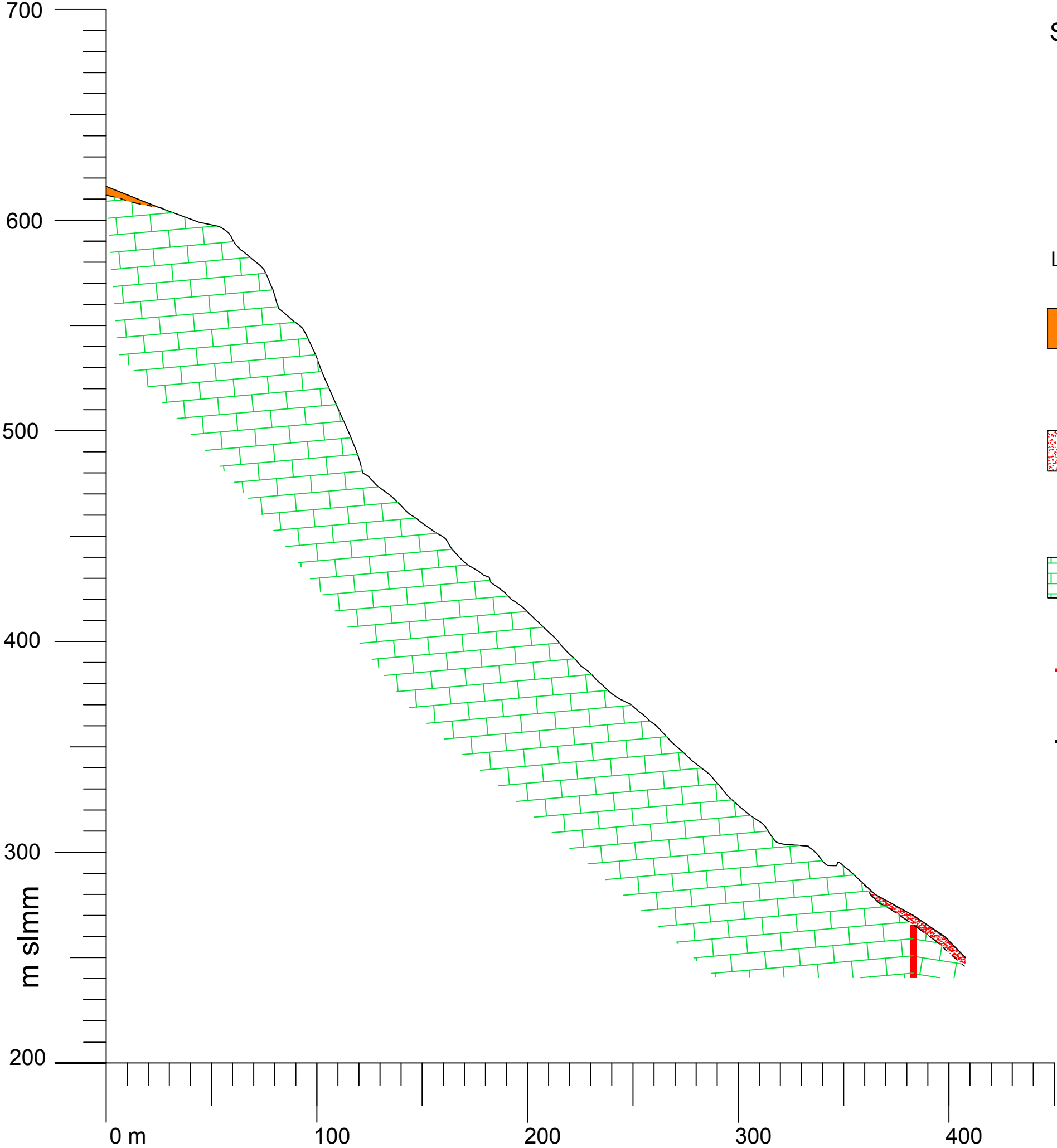
CARTA GEOLOGICA. 1) Depositi piroclastici da caduta costituiti da ceneri, lapilli e pomici intercalati a piroclastiti rimaneggiate (Olocene-Pleistocene superiore). 2) Detrito di versante costituito da clasti calcarei eterometrici in matrice cineritica (Olocene-Pleistocene). 3) Conglomerati di Scanzano, Castel Fellino e Masseria Gragnano (Pleistocene superiore). 4) Membro calcareo marnoso (Miocene-Oligocene). 5) Arenarie del Deserto (Tortoniano inferiore). 6) Calcari di Meta (Cretacico superiore). 7) Principali discontinuità tettoniche; in tratteggio quelle presunte e la loro probabile prosecuzione. 8) Giacitura degli strati.

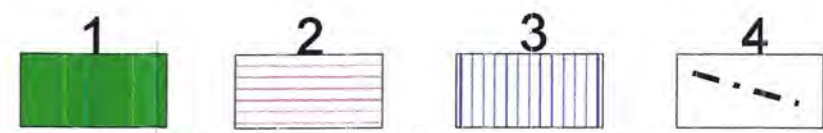
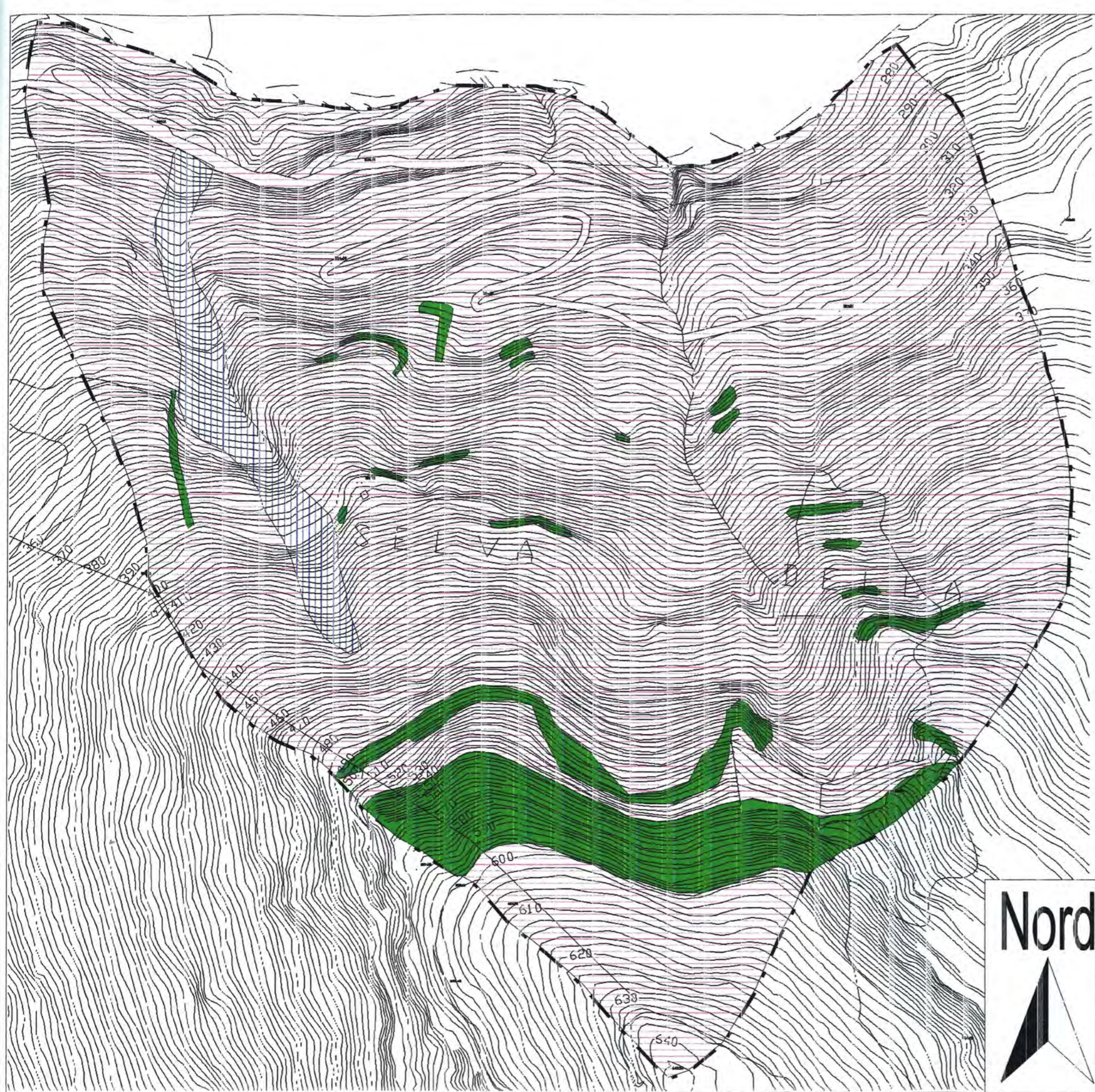


SEZIONE GEOLOGICA

LEGENDA:

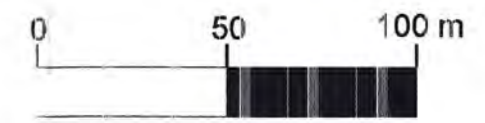
-  Depositi piroclastici da caduta costituiti da ceneri, lapilli e pomici intercalati a piroclatiti rimaneggiate (Olocene - Pleistocene superiore)
-  Detrito di versante costituito da clasti calcarei eterometrici in matrice cineritica (Olocene - Pleistocene)
-  Calcari di Meta (Cretacico superiore)
-  Faglia
-  Limite stratigrafico, tratteggiato se presunto

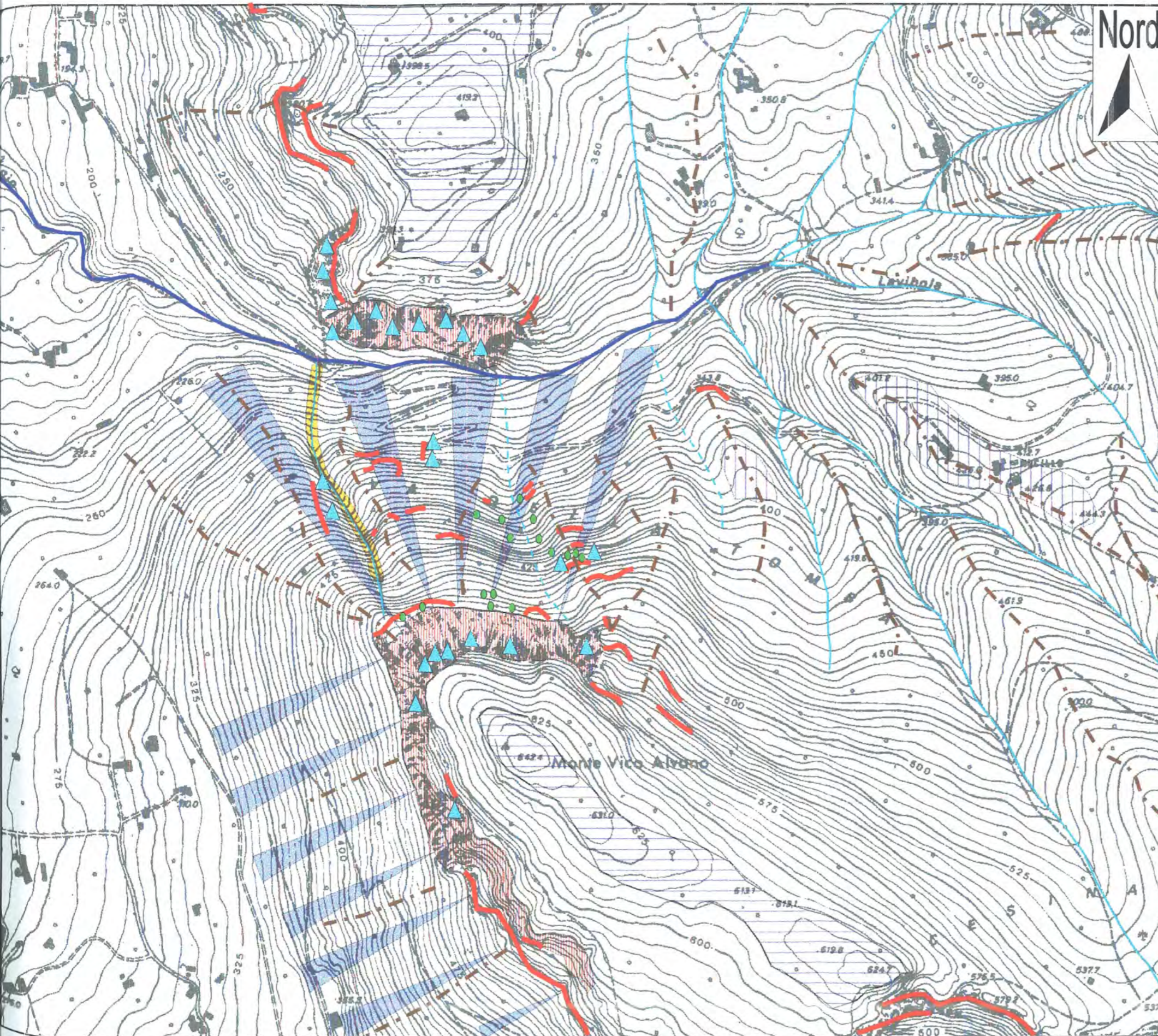
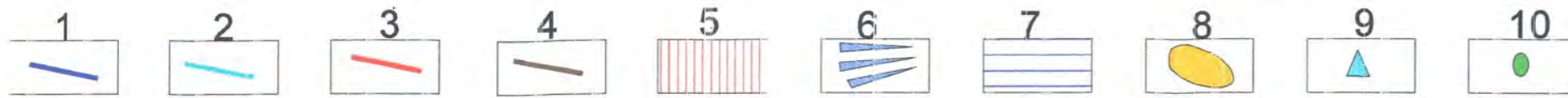




*Integralmente tratta dallo Studio Geologico annesso al Progetto "Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola" - Progetto Definitivo Generale. Committente Comune di Piano di Sorrento

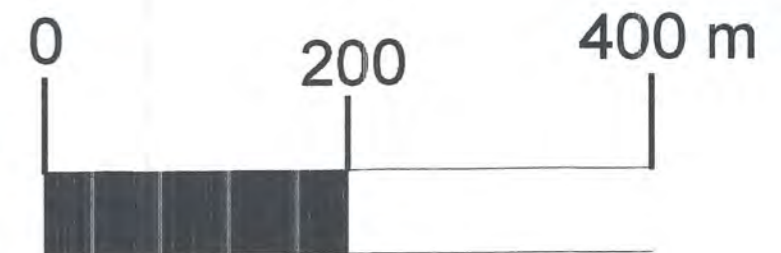
CARTA DEGLI SPESSORI DELLE COLTRI DETRITICO-PIROCLASTICHE. 1) CLASSE A: Substrato carbonatico affiorante. 2) CLASSE B: coperture detritico-piroclastiche di spessore prevalentemente inferiore a 0.5 m. 3) CLASSE C: coperture detritico-piroclastiche di spessore prevalentemente comprese tra 0.5-2.0 m. 4) Area in esame.

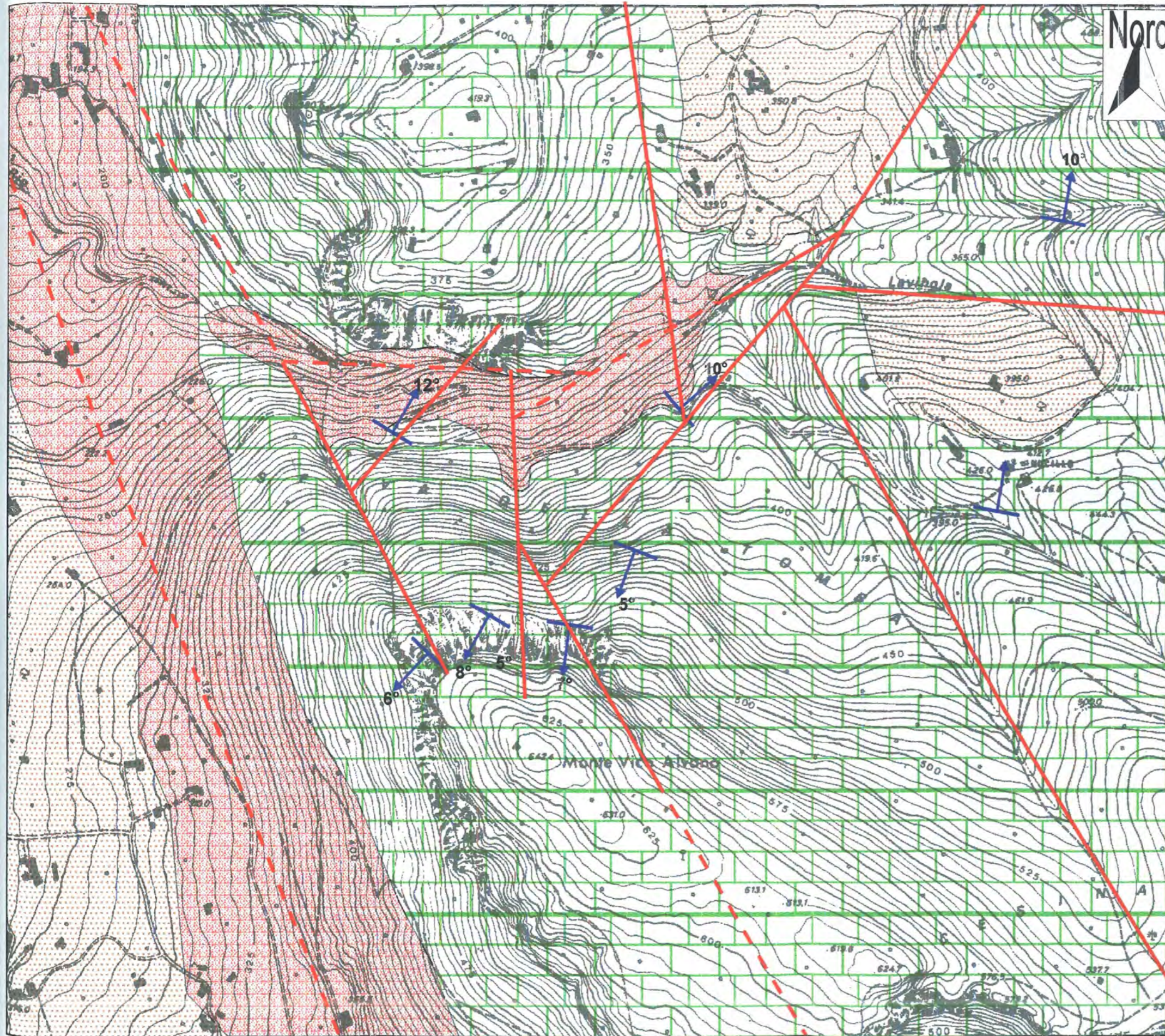
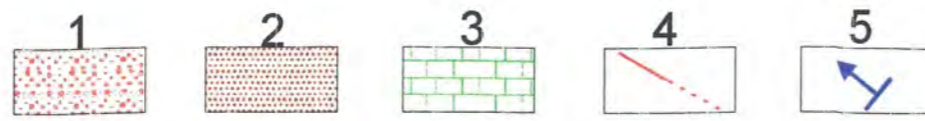




*Integralmente tratta dallo Studio Geologico annesso al Progetto "Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola" - Progetto Definitivo Generale. Committente Comune di Piano di Sorrento.

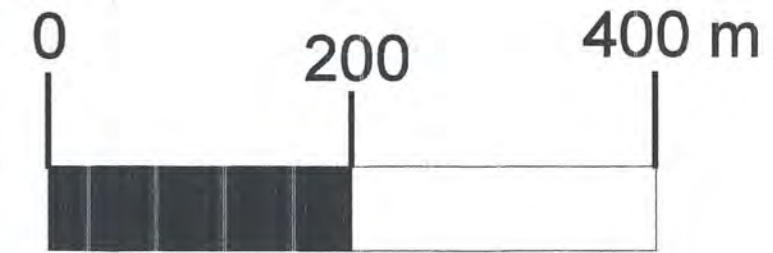
CARTA DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI SIGNIFICATIVI E DEI DISSESTI. 1) Forra. 2) Impluvio; tratteggiato se poco inciso e caratterizzato da deboli evidenze morfologiche. 3) Orlo di scarpata di morfoselezione o strutturale. 4) Dorsale morfologica. 5) *Free Face*. 6) Versante strutturale. 7) Paleosuperficie. 8) Frana da colata rapida. 9) Frana da crollo in materiale lapideo (calcare). 10) Blocco carbonatico crollato dalle pareti retrostanti.





*Integralmente tratta dallo Studio Geologico annesso al Progetto "Disgaggio massi pericolanti, consolidamento costone, realizzazione barriera paramassi in Via Lavinola" - Progetto Definitivo Generale. Committente Comune di Piano di Sorrento.

CARTA DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI. 1) *Complesso detritico-piroclastico*: depositi detritici (di versante e di antiche conoidi) da sciolti a cementati frammiato ed intercalato a piroclastiti e tufi (Tufo Grigio Campano); permeabilità variabile per tipo (per porosità nei termini sciolti, per frattura in quelli litoidi) e grado (da basso a medio-alto). 2) *Complesso arenaceo-argilloso*; permeabilità variabile da strato a strato ma complessivamente bassa. 3) *Complesso carbonatico con copertura piroclastica*: rocce prevalentemente calcaree, stratificate e fratturate, altamente permeabili per frattura e carsismo, mantellate da depositi piroclastici, per lo più sciolti; questi ultimi, di granulometria medio-fine, presentano permeabilità bassa per porosità. 4) Principali discontinuità tettoniche; in tratteggio quelle presunte e la loro probabile prosecuzione. 5) Giacitura degli strati.





Comune di Piano di Sorrento

Città Metropolitana di Napoli

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO DEI LAVORI DI DISGAGGIO MASSI, CONSOLIDAMENTO COSTONE E REALIZZAZIONE BARRIERE PARAMASSI IN VIA LAVINOLA
LOTTO DI COMPLETAMENTO
 CUP: B13HI9000890001 - CIG: 8657289CE0

Angelo
Stabile


02.09.2022
08:52:15
GMT+01:00
Angelo Stabile

IL PROGETTISTA :

CENTRO DI GEOLOGIA TECNICA
di S.Palomba - A.Stabile - L. Starace
 GEOLOGIA - ECOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - GEOFISICA
 80067_SORRENTO (NA) - VICO 3° ROTA, 30 - TEL. & FAX: (081) 8773495
 E-MAIL: centrogeotec@gmail.com PEC: centrogeotec@epap.sicurezza postale.it
 Dott. Geologo_Angelo STABILE - OGRC n. 279 iscriz.: 18.11.1980
 Rif.: GG7025A20



COLLABORAZIONI PER LA PREDISPOSIZIONE DI ELABORATI SPECIALISTICI DI DETTAGLIO :


 Ing. Domenico Trombetta
calcoli strutturali e sicurezza
 Via Laudano 2, 80069 Vico Equense (NA) tel/fax 081.8798489 - 3334201508
 e-mail: domenicotrombetta83@alice.it pec: domenico.trombetta@ordingna.it

STUDIO PARLATO
 INGEGNERIA & TERRITORIO
 Via Fiano, 26 - 80050 Pimonte (NA)
 cell: 331 46 90 407
 email: ing.parlato@stparlato.com - info@stparlato.com
 p.iva: 09312141212

Ing. Antonino Parlato
*consulenza topografica e
 misurazioni*

N.	REVISIONE	DATA	IL RUP
01	REV.01	Febb. 2022	Arch. Francesco Saverio Cannavale Responsabile V settore
02			
03			
04			

<input type="checkbox"/>	STUDIO DI FATTIBILITÀ	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO		
<input type="checkbox"/>	STATO DEI LUOGHI		<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO			
<input checked="" type="checkbox"/>	GEOLOGIA	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTURA	<input type="checkbox"/>	STRUTTURE	<input type="checkbox"/>	ECONOMICI
<input type="checkbox"/>	SICUREZZA	<input type="checkbox"/>	TECNICO PRESTAZIONALI	OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)	
OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE)	
TIMBRO E FIRMA		TIMBRO E FIRMA		TIMBRO E FIRMA		TIMBRO E FIRMA	
ELABORATO	TAVOLA n.	DESCRIZIONE DELLA TAVOLA				SCALA	
DESCRITTIVO	C04	Valutazione della pericolosità e del rischio residuo				-	
		P.E.	P.	E.D.	S. I.	DATA	
						Nov. 2021	

1. CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' E DI RISCHIO COME ATTUALMENTE DEFINITI PER LA ZONA NEL P.S.A.I.

Il progetto interessa una vasta area che si identifica con il versante settentrionale del rilievo denominato nella toponomastica "M.te Vico Alvano" nel territorio comunale di Piano di Sorrento.

Nella cartografia del P.S.A.I., l'area d'intervento rientra tra quelle perimetrata a **pericolosità da frana molto elevata (P4)** e a **rischio da frana anch'esso molto elevato (R4)**.

L'area **non è perimetrata tra quelle con pericolosità idraulica** e, di conseguenza, **nullo è il rischio idraulico**.

Per quanto riguarda gli aspetti vegetazionali e la pericolosità geomorfologica il sito rientra nelle zone perimetrata, in massima parte come:

- A2: Bosco S2-S1, con **pericolosità geomorfologica media**;

e in parte, di minore estensione, come:

- B: Macchia bassa-Gariga, con **pericolosità geomorfologica non elevata**.

Come confermato dalle indagini condotte per lo studio di compatibilità geologica, tale perimetrazione trova giustificazione nella conformazione geomorfologica e strutturale del sito e nelle caratteristiche litologiche del versante roccioso nel cui contesto si opera, tenendo conto degli interventi di sistemazione e di mitigazione del rischio effettuati in passato, in particolare: "Progetto definitivo: **DISGAGGIO MASSI PERICOLANTI, CONSOLIDAMENTO COSTONE E REALIZZAZIONE BARRIERA PARAMASSI IN VIA LAVINOLA – ESECUTIVI 1°, 2° E 3° LOTTO**", e di quelli oggetto di progettazione definitiva, approvata ma non ancora realizzata: "**INTERVENTO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO LUNGO VIA LAVINOLA E LA VIABILITÀ DI COLLEGAMENTO CON LA LOCALITÀ AROLA PREAZZANO, INSISTENTI NEI COMUNI DI PIANO DI SORRENTO E VICO EQUENSE, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI BARRIERE PARAMASSI**" - C.U.P. N. I13D20000070002. APPROVAZIONE PROGETTO DEFINITIVO AI FINI DELLA CANDIDATURA A FINANZIAMENTO NELL'AMBITO DEL

PROGRAMMA REGIONALE DI “INTERVENTI DI MOBILITÀ SOSTENIBILE NELLE COSTIERE AMALFITANA E SORRENTINA – I FASE”.

La **pericolosità molto elevata, P4**, come riportata negli atti dell’AdB, Campania Centrale (ad oggi inglobata nell’AdB Distrettuale dell’Appennino Meridionale), è riconosciuta per:

Aree caratterizzate dalla presenza di dissesti attivi, da fenomeni di dissesto attualmente quiescenti, ma con elevata probabilità di riattivazione, a seguito della presenza di evidenze manifeste di fenomeni di dissesto potenziali o dalla concomitanza di più fattori con caratteristiche fortemente predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti dei depositi sciolti delle coperture, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo). Comprendono, inoltre, settori di territorio prossimi ad aree interessate da dissesti attivi o potenzialmente riattivabili, aree di possibile transito o accumulo di flussi detritico-fangosi provenienti da dissesti innescatisi a monte e incanalati lungo direttrici delimitate dalla morfologia, oltre ad aree di possibile transito e/o recapito di materiali provenienti da dissesti di diversa tipologia, innescatisi a monte e anche non convogliati lungo direttrici delimitate dalla morfologia

La descrizione sopra riportata si riconosce in massima parte per l’area considerata.

Alla pericolosità da frana molto elevata si associa un rischio da frana parimenti molto elevato tenuto conto delle trasformazioni antropiche subite, ovvero, in particolare, della realizzazione della strada di collegamento della S.S. 163 con la Frazione di Arola, posta nel territorio comunale di Vico Equense.

Queste condizioni sono rimaste tali nonostante la realizzazione degli interventi effettuati in passato per ridurre le condizioni di pericolo da frana riconducibili alle caratteristiche geomorfologiche originarie.

Come riportato nel **DPCM n.180 del 11 giugno 1998 le condizioni di rischio molto elevate (R4)** caratterizzano un rischio:

Per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

Anche in tal caso, il rischio così definito è ricollegabile a condizioni geomorfologiche e, quindi, di pericolosità insite nella natura originaria dei luoghi.

2. INTERVENTI DI MITIGAZIONE E VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO RESIDUI

Gli interventi di mitigazione del rischio, come riportati nel progetto da attuare, richiedono una valutazione della **pericolosità e del rischio residuo** come previsto dall'art. 36, comma 2 delle Norme di Attuazione del PSAI.

Al Titolo I, Art. 2, lettere f) e h) del PSAI, in merito, si definiscono:

“Pericolosità residua: *Il livello di pericolosità che persiste in una data area a seguito della realizzazione di un intervento di sistemazione idrogeologica;”*

“Rischio residuo: *Il livello di rischio che persiste in una data area a seguito della realizzazione di un intervento di sistemazione idrogeologica;”*

Il grado di pericolosità/rischio residuo, inteso come livello di pericolosità/rischio conseguente alla realizzazione di opere di sistemazione idrogeologica significative, non può mai essere considerato azzerato, in quanto alcune condizioni esterne (eventi meteorologici, opere antropiche, progressivo logorio strutturale delle opere, ecc.) possono compromettere nel tempo l'efficienza delle opere in progetto.

Gli interventi realizzati in passato furono eseguiti in conseguenza di eventi franosi pregressi e finalizzati essenzialmente alla sistemazione delle aree dissestate e solo parzialmente con lo scopo di mitigare il rischio da frana.

Gli interventi previsti dal presente progetto, oltre la generale pulizia ed il disgaggio delle aree indicate quali oggetto di intervento, sono:

- Posa in opera di reti addossate alle pareti carbonatiche con eventuale intervento di rafforzamento corticale mediante posa in opera di funi di acciaio e tiranti attivi permanenti;
- Posa in opera di pannelli in fune;
- Realizzazione di barriere paramassi disposte lungo possibili percorsi di

blocchi lapidei in rotolio sul versante;

Gli interventi su elencati, che vanno ad integrare gli interventi passati, sono finalizzati alla mitigazione del rischio ma collocati su di un'area limitata rispetto al versante perimetrato in condizioni di pericolosità da frana molto elevata. Essi, per la vastità delle aree a pericolosità molto elevata da mettere in sicurezza e per la lunghezza del percorso stradale, non sono tali da ricondurre in condizioni accettabili la pericolosità da frana dal momento che non intervengono in modo tale da escludere, nella fattispecie, *la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi alle infrastrutture*. Il rischio residuo permane molto elevato sebbene ridotto in termini probabilistici o mitigato solo localmente, in attesa di completare gli interventi sull'intero versante con successivi progetti tali da assicurare condizioni di rischio accettabile per i fruitori dell'intera arteria stradale.

Pertanto, all'area oggetto degli interventi di mitigazione del rischio descritti in precedenza, continueranno a essere assegnati, alla realizzazione di quanto previsto, **livelli di pericolosità e di rischio preesistenti, valutati molto elevati sebbene ridotti rispetto a quelli attuali**.

Per tali condizioni, in ogni caso, occorre preservare nel tempo la funzionalità degli interventi realizzati e, quindi, è indispensabile sottoporre tali opere ad un **idoneo e rigoroso piano di azioni ordinarie di manutenzione e monitoraggio** tese a garantire nel tempo la necessaria tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico del costone interessato dai lavori.

Il *piano di manutenzione e di monitoraggio delle opere* riporta le attività da porre in essere e la loro periodicità al fine di garantire quanto richiesto e riportato nell'Allegato B del PSAI.

Sorrento febbraio 2022



Comune di Piano di Sorrento

Città Metropolitana di Napoli

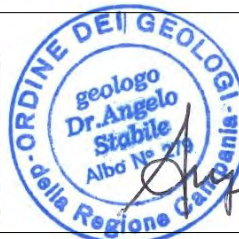
PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO DEI LAVORI DI DISGAGGIO MASSI, CONSOLIDAMENTO COSTONE E REALIZZAZIONE BARRIERE PARAMASSI IN VIA LAVINOLA
LOTTO DI COMPLETAMENTO
 CUP: B13HI9000890001 - CIG: 8657289CE0

Angelo
Stabile

02.09.2022
08:52:15
GMT+01:00
Angelo Stabile

IL PROGETTISTA :

CENTRO DI GEOLOGIA TECNICA
di S. Palomba - A. Stabile - L. Starace
 GEOLOGIA - ECOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - GEOFISICA
 80067_SORRENTO (NA) - VICO 3° ROTA, 30 - TEL. & FAX: (081) 8773495
 E-MAIL: centrogeotec@gmail.com PEC: centrogeotec@epap.sicurezza postale.it
 Dott. Geologo_Angelo STABILE - OGRC n. 279 - iscriz.: 18.11.1980
 Rif.: GG7025A20



COLLABORAZIONI PER LA PREDISPOSIZIONE DI ELABORATI SPECIALISTICI DI DETTAGLIO :



Ing. Domenico Trombetta
calcoli strutturali e sicurezza

STUDIO PARLATO
 INGEGNERIA & TERRITORIO
 Via Fiano, 26 - 80050 Pimonte (NA)
 cell: 331 46 90 407
 email: ing.parlato@stparlato.com - info@stparlato.com
 p.iva: 09312141212

Ing. Antonino Parlato
*consulenza topografica e
misurazioni*

Via Laudano 2, 80069 Vico Equense (NA) tel/fax 081.8798489 - 3334201508
 e-mail: domenicotrombetta83@alice.it pec: domenico.trombetta@ordingna.it

N.	REVISIONE	DATA	IL RUP
01	REV.01	Febb. 2022	Arch. Francesco Saverio Cannavale Responsabile V settore
02			
03			
04			

<input type="checkbox"/>	STUDIO DI FATTIBILITÀ	<input type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO		
<input checked="" type="checkbox"/>	STATO DEI LUOGHI		<input type="checkbox"/>	PROGETTO			
<input type="checkbox"/>	GEOLOGIA	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTURA	<input type="checkbox"/>	STRUTTURE	<input type="checkbox"/>	ECONOMICI
<input type="checkbox"/>	SICUREZZA	<input type="checkbox"/>	TECNICO PRESTAZIONALI				
OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA		OPERATORE ECONOMICO ESTERNO (EVENTUALE) TIMBRO E FIRMA	

ELABORATO	TAVOLA n.	DESCRIZIONE DELLA TAVOLA	SCALA
DESCRITTIVO	C05	Relazione di compatibilità idrogeologica	-
		P.E. P. E.D. S. I.	DATA Nov. 2021

1. COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON QUANTO PRESCRITTO NELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PSAI, ADB DISTRETTUALE APPENNINO MERIDIONALE OGGI VIGENTE (DELIB. N. 1 IN DATA 23 FEBBRAIO 2015 DEL C.I. EX ADB CAMPANIA CENTRALE ⁽¹⁾)

La zona interessata dal progetto è perimetrata, nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, come area a Pericolosità per frana molto elevata (P4); di conseguenza, le infrastrutture esistenti e la frequentazione dei luoghi sono sottoposti a Rischio per frana molto elevato. L'area non risulta classificata come fascia fluviale, di conseguenza non sono state riconosciute condizioni di rischio idraulico.

Per quanto riguarda gli aspetti vegetazionali e la pericolosità geomorfologica il sito rientra nelle zone perimetrare, in massima parte come:

- A2: Bosco S2-S1, con **pericolosità geomorfologica media**;
- e in parte, di minore estensione, come:
- B: Macchia bassa-Gariga, **con pericolosità geomorfologica non elevata**

Per il versante, in seguito ai rilievi effettuati e a quelli già riportati nel Progetto Definitivo redatto nel 2004 (del quale il presente progetto è definito IV Lotto di Completamento), è stata riconosciuta la necessità di progettare interventi integrativi delle opere di mitigazione del rischio già effettuate in passato.

Gli interventi previsti nel presente progetto sono consentiti dalle Norme di Attuazione del P.S.A.I. relative alle aree perimetrate a rischio frana. Infatti, nell'**art. 18 "Interventi di mitigazione del rischio da frana"**, al **comma 1**, si legge:

1. Nelle aree perimetrate a rischio da frana sono ammessi:

- a) *gli interventi di bonifica e di sistemazione delle aree di possibile innesco e sviluppo dei fenomeni di dissesto nonché le opere di difesa attiva e passiva;*
- b) *.....omissis*

Come prescritto dall'art. 36, il progetto definitivo, da sottoporre al preventivo parere da parte dell'AdB competente in base all'art. 7 comma 2 delle citate norme, è accompagnato da uno studio di compatibilità, commisurato alla tipologia e all'entità dell'intervento, sviluppato secondo le indicazioni riportate nell'**allegato B delle**

⁽¹⁾ Il piano, adottato con delibera del C.I. dell' A.d.B. Campania Centrale è tutt'ora vigente sebbene l'AdB Campania Centrale ha "cessato" la sua attività ed è oggi sostituita giuridicamente e per ambito territoriale dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino meridionale.

Norme di Attuazione del PSAI, da sottoporre a preventivo parere dell'Autorità di bacino competente.

Lo studio, in linea con quanto riportato nell'allegato B "per interventi di bonifica e di sistemazione di movimenti franosi", è stato supportato da:

- Analisi dello stato dei luoghi;
- Rilievi con elaborazione grafica di planimetrie, piante e sezioni;
- Fascicolo delle indagini geognostiche;
- Relazione geologica con allegati:
 - Carta geologica;
 - Sezione Geologica;
 - Carta degli spessori dei terreni di copertura;
 - Carta geomorfologica;
 - Carta idrogeologica
- Relazione paesaggistica e fotosimulazione di progetto;
- Relazione geotecnica e di calcolo strutturale;
- Carta degli interventi;
- Sezioni tipologiche di progetto;
- Stima dei costi (Computo metrico);
- Piano di manutenzione degli interventi, compreso il piano di monitoraggio per il controllo della loro efficacia nel tempo;
- Valutazione della pericolosità residua a seguito degli interventi eseguiti;
- Relazione di compatibilità idrogeologica.

Gli interventi in progetto:

- **non comportano alterazioni delle condizioni geomorfologiche del sito;**
- **non determinano un aumento del pericolo idraulico.**

*La mitigazione del rischio è realizzata attraverso la riduzione della pericolosità intervenendo sulle cause della franosità **mediante opere di bonifica e di sistemazione** del versante ed, in particolare, sugli elementi instabili che lo caratterizzano al fine di impedire una successiva riattivazione o di limitarne l'evoluzione (interventi di pulizia e disgaggio, posa in opera di reti con rafforzamento*

corticale, ecc.).

Per quanto riguarda la tipologia degli interventi, in linea con quanto previsto dalla Normativa vigente, si individuano le seguenti tipologie a carattere intensivo: interventi di tipo attivo, quali:

- pulizia e disgaggio;
- posa in opera di reti addossate alla parte con eventuale intervento di rafforzamento corticale mediante posa in opera di funi di acciaio e tiranti attivi permanenti;
- posa in opera di pannelli di rete in funi d'acciaio;
- realizzazione di barriere paramassi disposte lungo possibili percorsi di blocchi lapidei in rotolio sul versante.

È chiaro, quindi, che **gli interventi in progetto rientrano nelle tipologie atte a ridurre il pericolo da dissesti di versante e sono finalizzati a migliorare le condizioni generali dell'assetto idrogeologico dell'area.**

È stata effettuata una valutazione del "rischio residuo" che, dopo l'esecuzione e il collaudo delle opere in progetto da sottoporre nel tempo a monitoraggio e manutenzione, pone la fruibilità della zona in condizioni di minor rischio rispetto a quello definito attualmente.

Sulla base di quanto esposto, si può dedurre in definitiva che il progetto è compatibile con la Normativa esistente considerato anche che:

- La realizzazione delle suddette opere non prevede movimenti di terreno e/o sbancamenti.
- Nel sottosuolo, fino a profondità significative, non si rinvenivano falde idriche sotterranee.
- Rispetta quanto prescritto dalle NTC (DM 17 gennaio 2018) e in particolare la correlata normativa sismica. In proposito, l'area, come tutto il territorio comunale, è classificata a basso grado di sismicità (III categoria, S = 6).

Infine, con riferimento alle norme di attuazione dello stesso Piano Stralcio, relativamente al rischio da frana: Titolo III, Capo I, art. 16, comma 7, si ravvisa che **non sussistono condizioni di incompatibilità con la realizzazione del progetto**, considerato che l'intervento:

- *“Migliora o comunque non peggiora le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;*
- *non costituisce un fattore di aumento della pericolosità da dissesti di versante ...;*
- *non costituisce elemento pregiudizievole all’attenuazione o all’eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistente;*
- *non pregiudica la sistemazione definitiva delle aree a rischio né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino degli strumenti di programmazione provvisoria e urgente*
- *garantisce condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza del cantiere in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente*
- *impiega tecniche a basso impatto ambientale”.*

Sorrento, febbraio 2022