



**COMUNE DI
BRACIGLIANO**
Provincia di Salerno

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE
E MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
DISSESTI IN LOCALITÀ TAVOLARA**

DATA: LUGLIO 2023

*Intervento n°6 della deliberazione CIPE n.8 / 2012
già n.71 dell'allegato 1 all'Accordo di Programma del 12.11.2010*

CUP: I43B08000150001

PROGETTO RAFFORZATO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA
(ai sensi del art.41 del DL 36/2023 - Allegato 1.7)
APPALTO INTEGRATO PROGETTO ESECUTIVO E LAVORI

numero	titolo	cod. elaborato
08	RELAZIONE GEOTECNICA	PD-ED.08
		scala
		-

Sindaco: Dott.re Giovanni Iuliano

U.T.C UFFICIO TECNICO COMUNALE
Ufficio del Rischio Idrogeologico

RUP: Arch. Paola Giannattasio

Supporto al RUP: Avv. Domenico Leone
Giuridico Amministrativo

Valutazione Incidenza Ambientale:
Dott. Biologo Gabriele De Filippo

Responsabile area economico/finanziaria:
Dott. Alfonso Amabile

Progettazione: Ing. Cono Francesco Cimino

Geologo: Dott. Elio Lo Russo

Valutazione Impatto Ambientale:
Dott. Agronomo Silvestro Caputo



1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

1.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

Al fine di giungere ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere di mitigazione della pericolosità idrogeologica e contemporaneamente giungere ad una stima più precisa dei volumi relativi ai terreni superficiali potenzialmente mobilizzabili posti sui versanti bordieri, oltreché ad una dettagliata ricostruzione litostratigrafica di quei settori posti al confine tra il *mountain front* e la fascia pedemontana, ad una caratterizzazione sismica dei vari litotipi in cui sono previste le opere di mitigazione della pericolosità idrogeologica, è stato redatto un piano di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche ad integrazione di quelle già effettuate in occasione dello studio di fattibilità, secondo lo schema della pagina successiva (Fig. 1-1-1).

In seguito alle indagini effettuate (elaborato n. 6) si è potuto così ricostruire con ulteriore dettaglio rispetto allo studio di fattibilità, il modello geologico dell'area, il suo assetto litostratigrafico-strutturale, la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni in cui insisteranno le opere di difesa (attiva e passiva) ed i rapporti con le eventuali falde idriche superficiali presenti.

Dall'analisi dei dati scaturiti dalla campagna di indagini è stato possibile ricostruire lo schema dei rapporti geologici delle varie unità litologiche così come indicato nel par.2 (Fig. 2-3).



INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
DISSESTI IN LOCALITÀ TAVOLARA

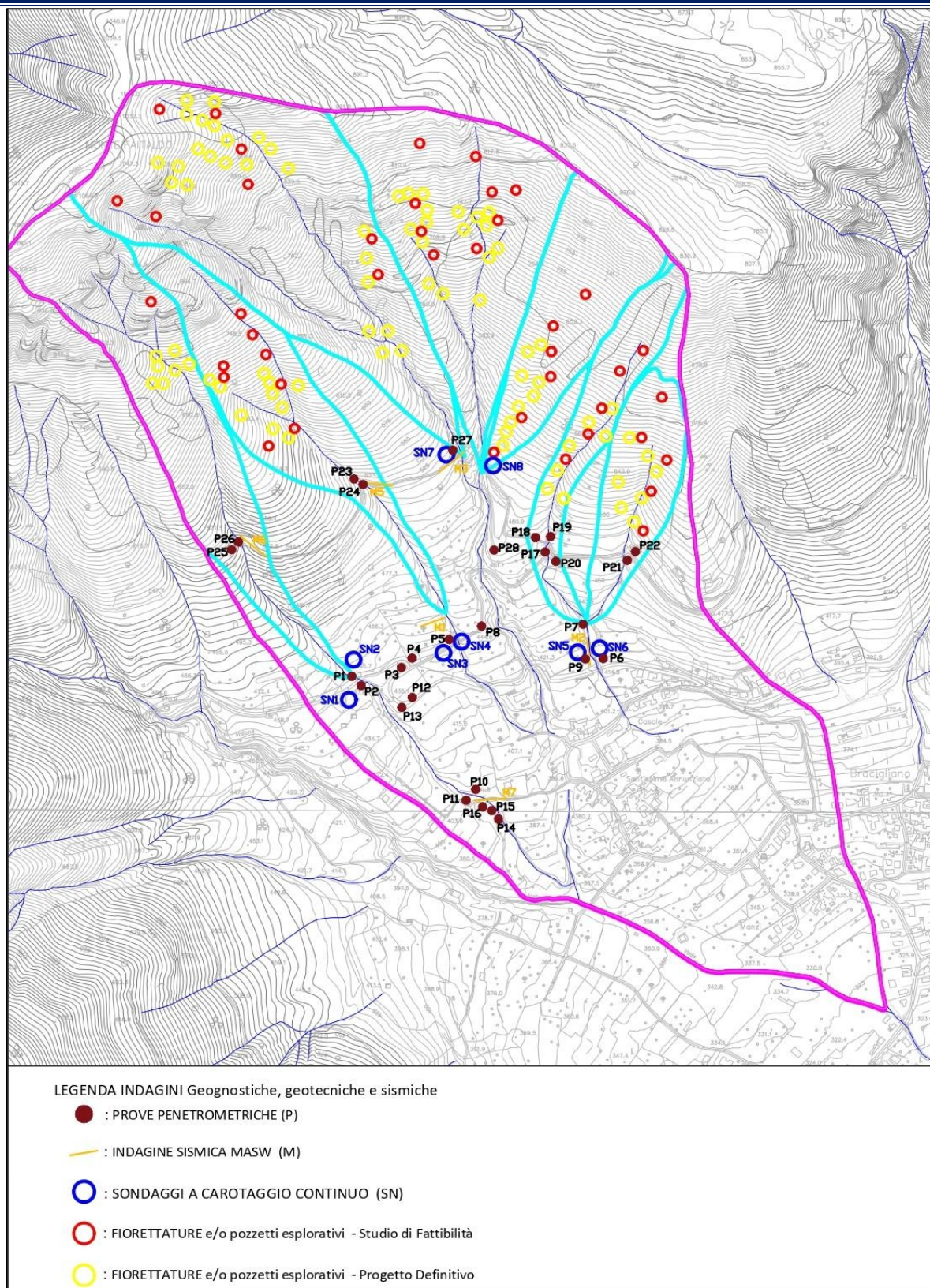


Fig. 1-1-1 – Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche del progetto definitivo ad integrazione delle indagini effettuate nell'ambito dello studio di fattibilità



1.2 STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO E PARAMETRI GEOTECNICI

La stratigrafia locale in prossimità dell'area di raccordo tra i versanti bordieri e l'area di fondovalle (settori in cui insisteranno le opere di difesa passiva) e la relativa caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime seguono lo schema dinanzi descritto e sintetizzato nella Fig. 2-3:

- da 0,00 a - 2,00 metri dal p.c.:

Coltre di alterazione dei terreni sottostanti. Si tratta di terreni rimaneggiati e pedogenizzati con intercalazioni di sabbie limose e ghiaiose ad elementi cineritici e pomicei.

Tali terreni risultano avere proprietà geotecniche scadenti con stato di consistenza molle-plastico.

- da - 2,00 a circa - 12,00 metri dal p.c.:

depositi di fondovalle, costituiti da limi sabbiosi e sabbie limose a composizione cineritica con elementi clastici carbonatici dispersi; a tali depositi sono intercalati accumuli di frana tipo "colata" e "debris-flow" in cui sono presenti frammenti litoidi di varie dimensioni in matrice limoso-sabbiosa a composizione cineritica.

I parametri geotecnici scaturiti da campioni prelevati dai sondaggi SN1 e SN2 tra 4 m e 4,5 m di profondità dal piano campagna sono:

Peso specifico dei grani $\gamma_s = 26.25 \text{ kN/m}^3$

Contenuto d'acqua $w = \text{da } 11,32 \% \text{ a } 25\%$

Peso di volume naturale $\gamma = \text{da } 17.14 \text{ kN/m}^3 \text{ a } 19.30 \text{ kN/m}^3$

Peso di volume secco $\gamma_d = \text{da } 14.10 \text{ kN/m}^3 \text{ a } 17.40 \text{ kN/m}^3$

Porosità $P = \text{da } 33\% \text{ a } 46\%$

Indice di porosità $e = \text{da } 0.49 \text{ a } 0.87$

Grado di saturazione $S_r = \text{da } 59\% \text{ a } 76\%$



Coesione efficace $c' =$ da 3,2 kPa a 6,9 kPa

Angolo di attrito efficace $\phi' =$ da 23,7° a 27,2°

Tali terreni risultano avere proprietà geotecniche molto variabili da medie a scadenti con stato di consistenza plastico. A circa 7-8 metri di profondità di tali depositi si assiste ad un miglioramento delle proprietà geotecniche come si evince dalle prove penetrometriche effettuate.

o da circa - 12,00 a circa - 28,00 metri dal p.c.:

falda detritica più o meno cementata, costituita da pezzame carbonatico inglobato in una matrice arenitica e/o piroclastica con tessitura sabbioso-limosa. L'unità è intercalata alla soprastante unità ed è per lo più sepolta; affiora in prossimità dello sbocco dei sottobacini S3, S4 e S5, dove sono state previste opere di difesa passiva e dove sono stati effettuati i sondaggi SN7 e SN8 dai cui campioni sono scaturiti i seguenti parametri geotecnici:

Peso specifico dei grani $\gamma_s = 26.20 \text{ kN/m}^3$

Contenuto d'acqua $w =$ da 6.71 a 18.75%

Peso di volume naturale $\gamma =$ da 20.4 a 21.5 kN/m^3

Peso di volume secco $\gamma_d =$ da 16.80 a 18.60 kN/m^3

Porosità $P =$ da 28.75% a 33.8%

Indice di porosità $e =$ da 0.40 a 0.58

Grado di saturazione $S_r =$ da 43.44% a 87.70%

Angolo di attrito efficace $\phi' =$ da 30° a 35°

Tali terreni risultano avere buone proprietà geotecniche con uno stato di consistenza che varia dal compatto al molto compatto.



- da circa - 28,00 dal p.c.:

unità calcareo clastica, costituita da successioni stratificate di calcareniti, calcilutiti e dolomie calcaree diversamente fratturate. Tale unità rappresenta il substrato relativo con spessore stimato di almeno 50 metri.

Le proprietà meccaniche dell'unità sono medio-alte con bassa compressibilità ed elevata compattezza.



2 MODELLO GEOLOGICO

In seguito al rilevamento di campagna, alle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche (esteso anche alle aree limitrofe) è stato possibile distinguere due diversi assetti litostratigrafici per altrettanti unità geomorfologiche.

Nell'ambito dell'unità geomorfologica dei versanti bordieri (*mountain front*) si sono individuate tre unità litostratigrafiche distinte che dalla più recente alla più antica (dall'alto verso il basso) sono:

- unità detritico-colluviale, costituita da depositi piroclastici rimaneggiati (colluvium) più o meno humificati che occupano il fondo delle concavità morfologiche (Z.O.B. - elaborati n. 36-37) presenti lungo i versanti. L'unità risulta avere spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro;
- unità detritico-piroclastica (coperture piroclastiche), a copertura della sottostante unità calcareo-dolomitica e costituita da intercalazioni di limi sabbiosi spesso argillificati, materiale detritico sciolto proveniente dal substrato, livelli di pomici granulari più o meno rimaneggiate e piroclastiti in giacitura primaria localmente pedogenizzate. Lo spessore di questa unità risulta essere molto variabile sia lateralmente che verticalmente con valori compresi tra alcuni decimetri a qualche metro;
- unità calcareo-dolomitica, costituita da successioni stratificate di calcareniti, calcilutiti e dolomie calcaree. Non è raro riscontrare livelli decimetrici di marne calcaree nell'ambito della successione. In generale la stratificazione risulta attraversata da fratture che conferiscono all'ammasso una discontinuità più o meno spinta. Tale unità rappresenta il substrato roccioso con spessore stimato di almeno 50 metri.

Nell'ambito dell'area di fondovalle si sono individuate tre unità litostratigrafiche distinte che dalla più recente alla più antica (dall'alto verso il basso) sono:

- depositi di fondovalle (detritico-alluvionali), costituiti da limi sabbiosi e sabbie limose a composizione cineritica con elementi clastici carbonatici dispersi (depositi



di piana di esondazione); a tali depositi sono intercalati depositi di versante costituiti anche da accumuli di frana tipo “colata detritico-fangosa” in cui sono presenti frammenti litoidi di varie dimensioni in matrice limoso-sabbiosa a composizione cineritica. Tale unità, allo sbocco dei valloni ed in prossimità della rottura di pendenza con i versanti bordieri, risulta organizzata in conoidi di deiezione coalescenti dallo spessore compreso tra il metro ed oltre la decina di metri;

- falda detritica (brecce di pendio) più o meno cementata, anch'essa per lo più sepolta e costituita da pezzame carbonatico inglobato in una matrice arenitica e/o piroclastica con tessitura sabbioso-limosa. L'unità ha spessori variabili (da qualche metro ad una decina di metri) ed intercalata alla soprastante unità;
- unità calcareo-dolomitica, per lo più sepolta e costituita da successioni stratificate di calcareniti, calcilutiti e dolomie calcaree. In generale la stratificazione risulta attraversata da fratture che conferiscono all'ammasso una discontinuità più o meno spinta. Tale unità rappresenta il substrato roccioso con spessore stimato di almeno 50 metri;

In seguito ai rilevamenti di campagna, alle indagini geognostiche, geotecniche, sismiche ed alle relative analisi (vedere elaborato n. 6), è stato possibile dettagliare i rapporti stratigrafici del substrato e delle coperture detritico-piroclastiche che ammantano l'area. Le relative carte scaturite da tali approfondimenti sono schematizzate nelle figure 2-1 e 2-2 e contenute nella loro scala originale nell'elaborato N. 36 codice PD-EG.12 - Carta Geolitologica ad elementi geomorfologici e Carta delle Coperture.

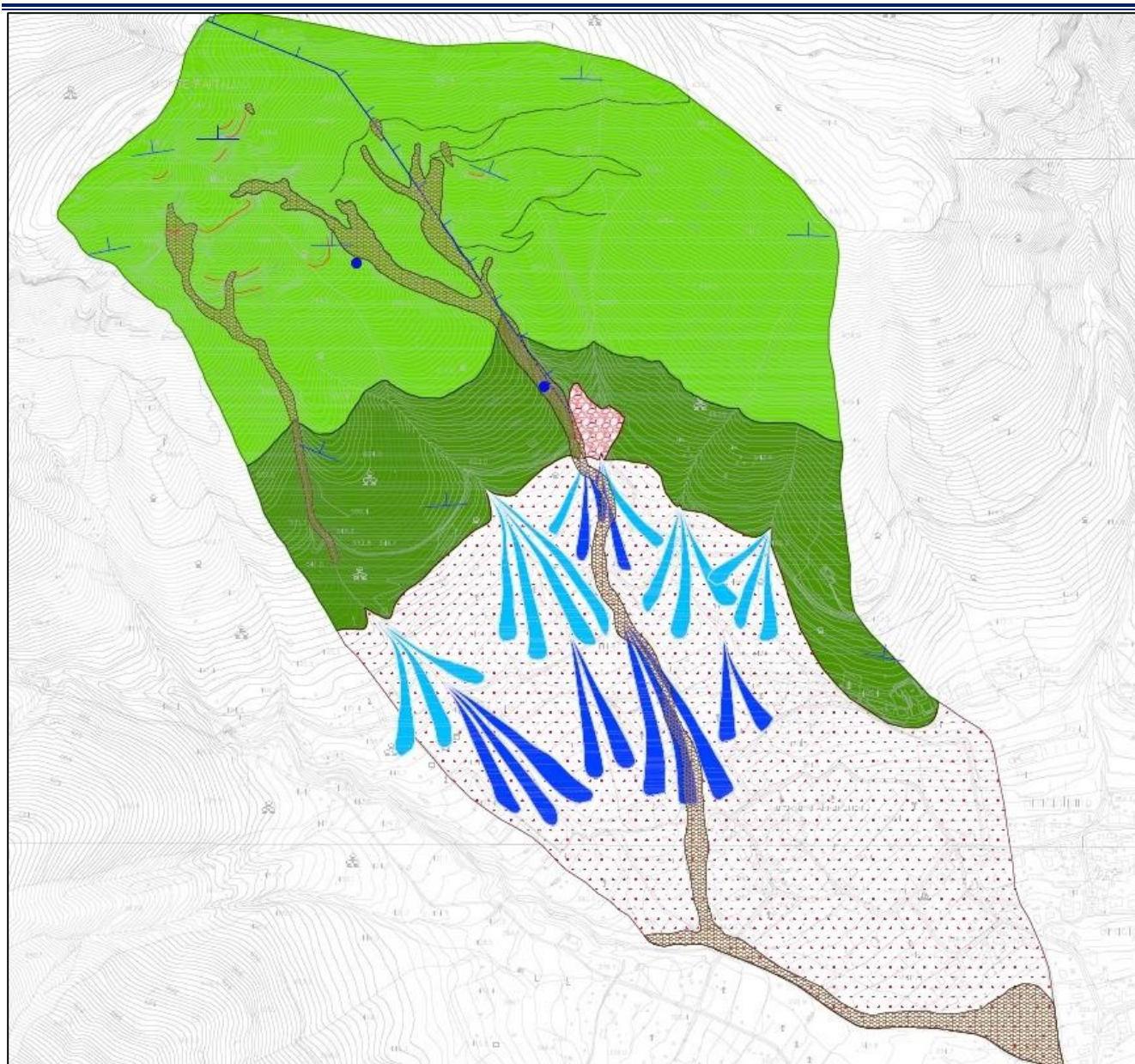


Fig. 2-1 - Carta geologica con elementi geomorfologici dell'area di intervento - Scala 1:10.000



Legenda della Carta geologica con elementi geomorfologici

	Sentieri che tagliano la copertura piroclastica
	Sorgenti Effimere
	Giaciture degli strati
	Faglie (i trattini indicano la parte ribassata)
	Orlo di scarpata di degradazione
	Sagome delle colate detritico-fangose del 1998
	Conoidi detritico-alluvionali attivi
	Conoidi detritico-alluvionali quiescenti
	Depositi detritico-alluvionali
	Brecce di pendio
	Calcari stratificati e calcari dolomitici
	Calcari stratificati e dolomie calcaree

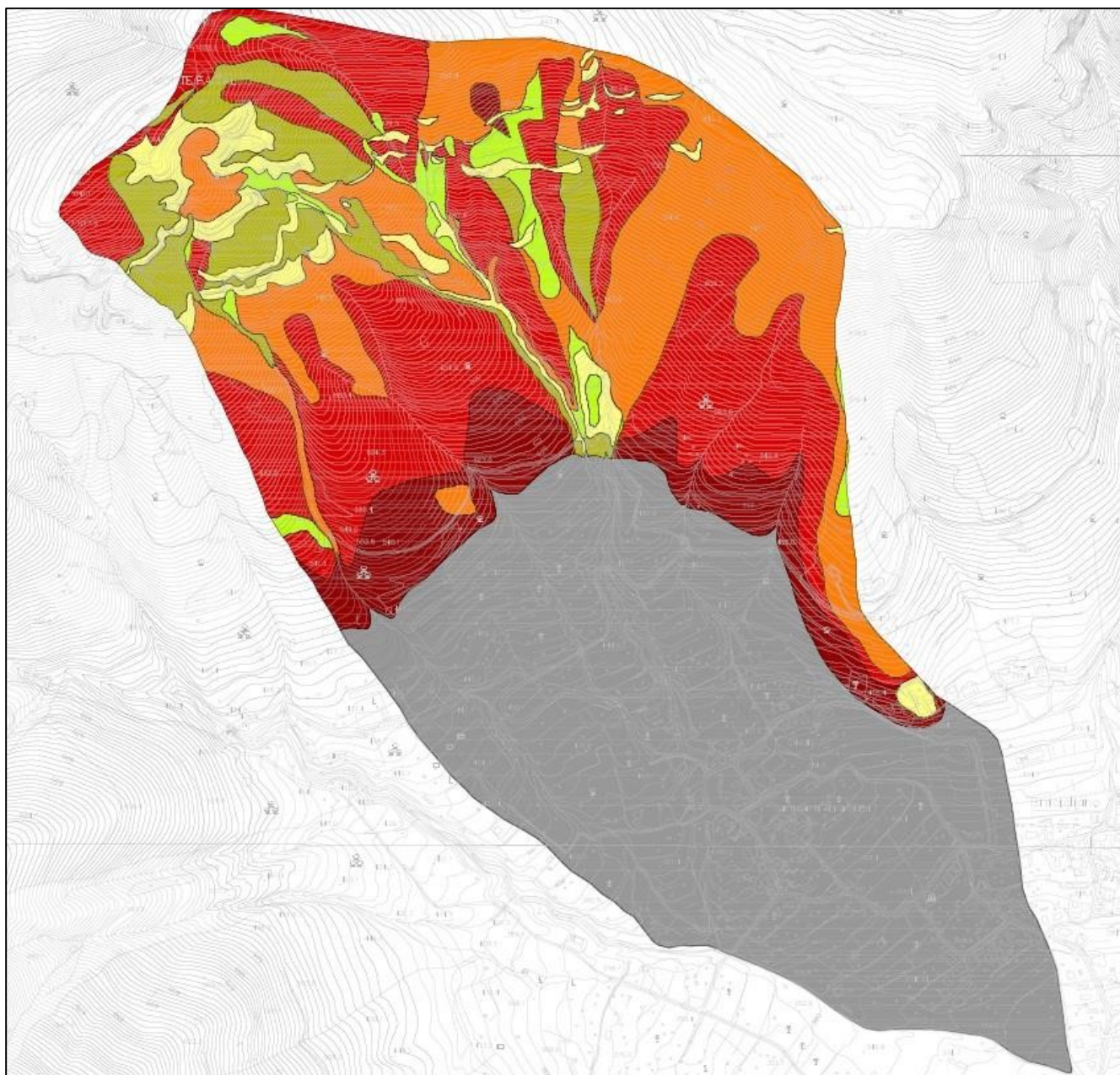









Fig. 2-2 - Carta delle coperture piroclastiche dell'area di intervento - Scala 1:10.000



Legenda della Carta delle coperture piroclastiche

Classi di spessore	
	spessori da 0 a 0,20 m
	spessori da 0,20 a 0,50 m
	spessori da 0,50 a 1,00 m
	spessori da 1,00 a 1,50 m
	spessori da 1,50 a 2,00 m
	spessori + 2,00 m
	Depositi detritico-alluvionali con spessori da 2,0 m a oltre 10,0 m



Lungo i versanti bordieri fino alla fascia pedemontana il rapporto generale tra le unità litologiche individuate e quelle adiacenti è rappresentato nello schema lito-stratigrafico che segue (fig.2-3).

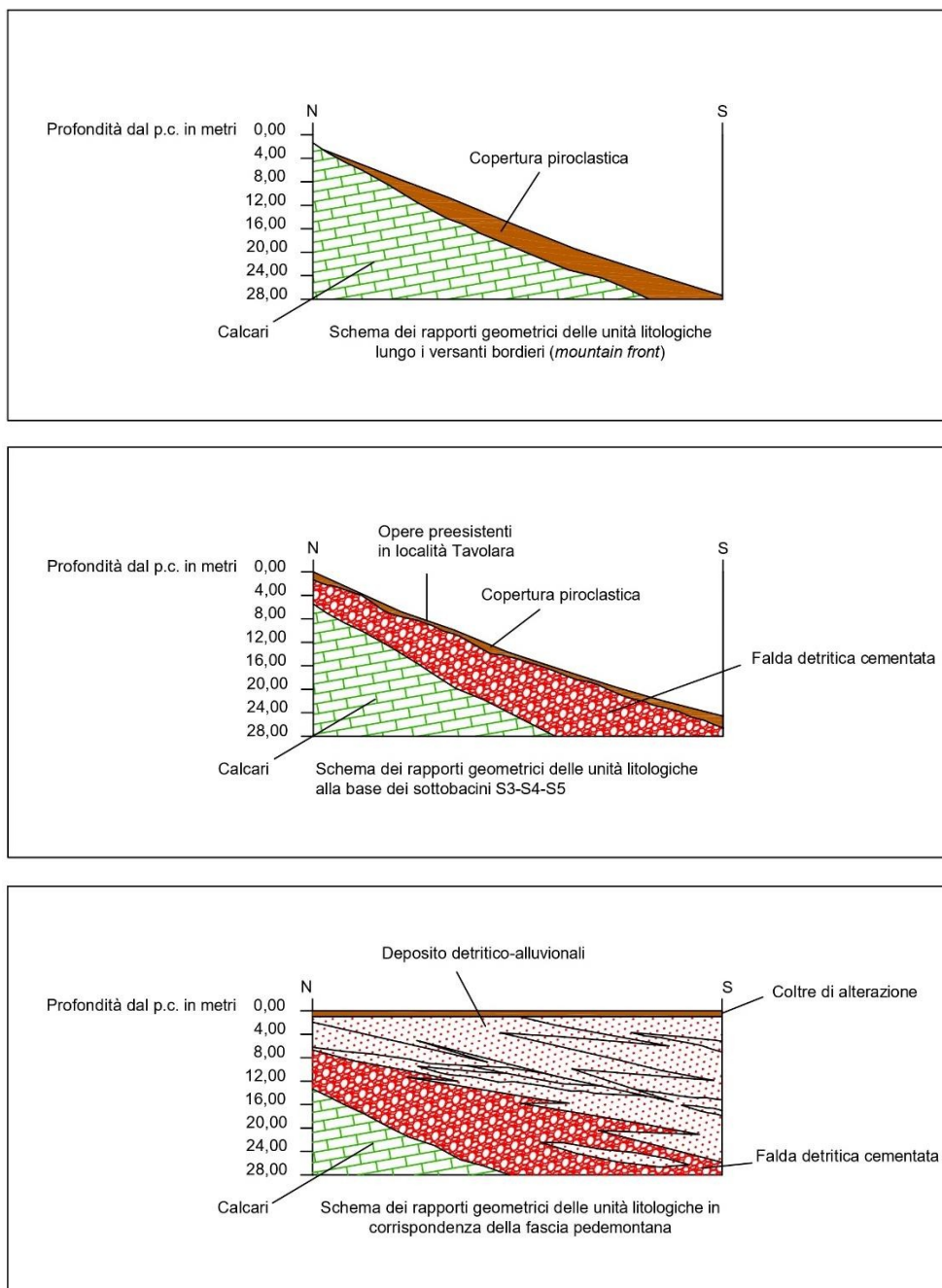


Fig. 2-3 - Schema lito-stratigrafico dai versanti bordieri fino alla fascia pedemontana

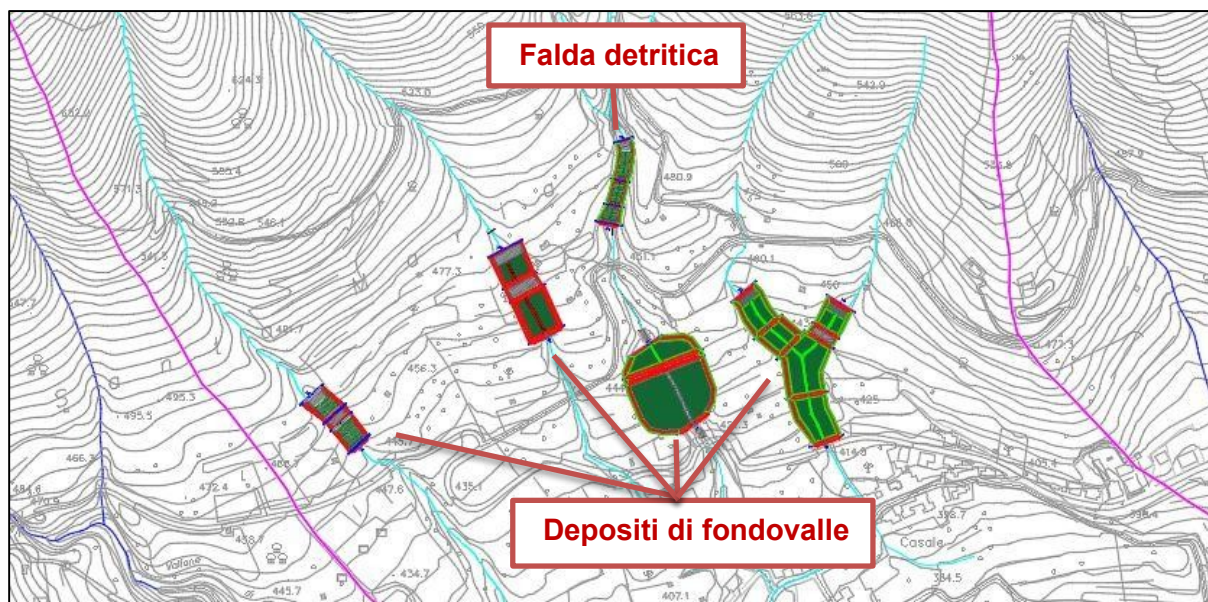


3 TERRENI DI FONDAZIONE E FRONTI DI SCAVO

Dai riscontri ottenuti dalla caratterizzazione geomorfologica, geologica, geotecnica, idrogeologica e sismica si deduce la fattibilità delle opere in progetto.

Queste consisteranno nella realizzazione di vasche di laminazione delle portate idriche e di raccolta della frazione solida con contorno in gabbionate e terre armate a protezione delle scarpate naturali ed artificiali; trasversalmente alle vasche sono previste briglie di salto in c.c.a. e gabbioni.

Nel seguente schema vengono evidenziate le opere ed i rispettivi terreni su cui insisteranno i cui parametri geotecnici sono indicati nel paragrafo 1.2, mentre le categorie sismiche di suolo sono indicate nel paragrafo 6 dell'Elaborato n. 6.



Durante le fasi di scavo nell'ambito dei depositi di fondovalle bisognerà prestare attenzione a non superare le altezze critiche che, secondo il metodo di Taylor per quanto riguarda lo sbancamento a parete verticale è stabilito dalla relazione:

$$H_c = 3,85 c / \gamma$$

dove:

H_c = altezza massima di sbancamento verticale;

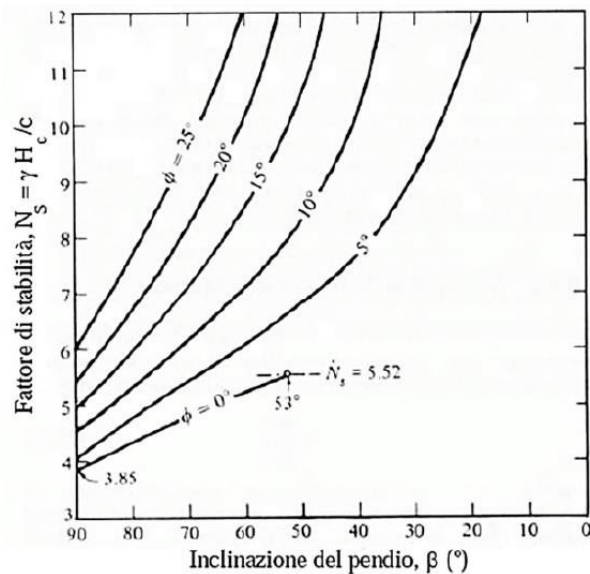
c = coesione = 5 KN/m²;

γ = peso di volume del terreno sbancato = 18 KN/m³

Sostituendo si ottiene un'altezza massima per scavi verticali H_c di 1,10 m.



Durante le fasi di scavo nell'ambito della falda detritica, in cui la reazione dei terreni è funzione sia dell'attrito interno che della coesione, è possibile ricorrere alle curve di Taylor, in cui possiamo ricavare l'altezza critica (breve termine) in funzione della coesione, dell'angolo di attrito interno e della pendenza del pendio:



Curve di Taylor

$$H_c = N_s c / \gamma$$

dove:

H_c = altezza massima di sbancamento verticale;

c = coesione = 5 KN/m²;

γ = peso di volume del terreno sbancato = 20 KN/m³

ϕ = Angolo di attrito = 25°

Sostituendo si ottiene un'altezza massima per scavi verticali H_c di 1,50 m.



ASSEVERAZIONE

Il sottoscritto Elio Lo Russo nato ad Avellino il 18/9/1972 e residente a Napoli in via Enrico Pessina 56, in qualità di Geologo iscritto con il n°1898 all'Albo dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania, consapevole della responsabilità cui potrà andare incontro in caso di dichiarazioni, fatti, stati e qualità non rispondenti al vero, dichiara sotto la propria responsabilità, ai sensi degli articoli 4 e 26 della L. n. 15/68 e D.P.R. 403/98:

- che la *Relazione geologica a margine del progetto definitivo relativo ai "Dissesti in località Tavolara nel comune di Bracigliano - SA"* (CUP: I43B08000150001) redatta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Bracigliano (SA), è stata eseguita nel rispetto della Legge 64/74 e dei DD.MM. emanati ai sensi degli Art. 1 e 3 della stessa legge, del D.M. dell'11/3/1988, della Legge 183/89 e del D.M. del 17/01/2018.

Napoli, Marzo 2023

Dr. Geol. Elio Lo Russo





Sommario

1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	1
1.1	Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche	1
1.2	Stratigrafia di dettaglio e parametri geotecnici	3
2	MODELLO GEOLOGICO.....	6
3	TERRENI DI FONDAZIONE E FRONTI DI SCAVO.....	13