



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione



Italiadomani

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

# FUTURA LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

MISSIONE 4: Istruzione e ricerca

COMPONENTE 1: Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università

INVESTIMENTO 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

## REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVO ASILO NIDO

CUP G41B22001910006 - CIG 9688378E6F

### COMMITTENTE:

COMUNE DI VARALLO POMBIA

SINDACO: **Joshua Carlomagno**

RUP: **Geom. Ferrario Massimiliano**



### PROGETTISTA:

3TI PROGETTI ITALIA-INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Via delle Sette Chiese n.142 - Roma

C.F e P.IVA n° 07025291001



**Ing. Alfredo Ingletti** - Iscritto all'ordine degli Ingegneri di Roma n. 16300

### IMPRESA ESECUTRICE:

NEOCOS S.r.l

Via Gozzano n.66/68 - Borgomanero (NO)

P.IVA n° 01128640032



## PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato:

PARTE GENERALE

ELABORATI SPECIALISTICI

Relazione geologica, sismica e sulla caratterizzazione geotecnica



Elaborato redatto da:  
geol. Antonello Rivotta

Via S. Giovanni 27  
28047 Oleggio (NO)

Data:  
Ottobre 2023

Scala:  
Rel

Codice elaborato:  
NAN.PE.GEN.RS.RT.001

Revisione:  
A.02

A.02	Ott 2023	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO
<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>

## SOMMARIO

PREMESSA.....	2
QUADRO NORMATIVO GEOLOGICO.....	2
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	5
INQUADRAMENTO SISMICO LOCALE.....	9
INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	11
PARAMETRI DEI TERRENI.....	19
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	21
CONCLUSIONI.....	29

## PREMESSA

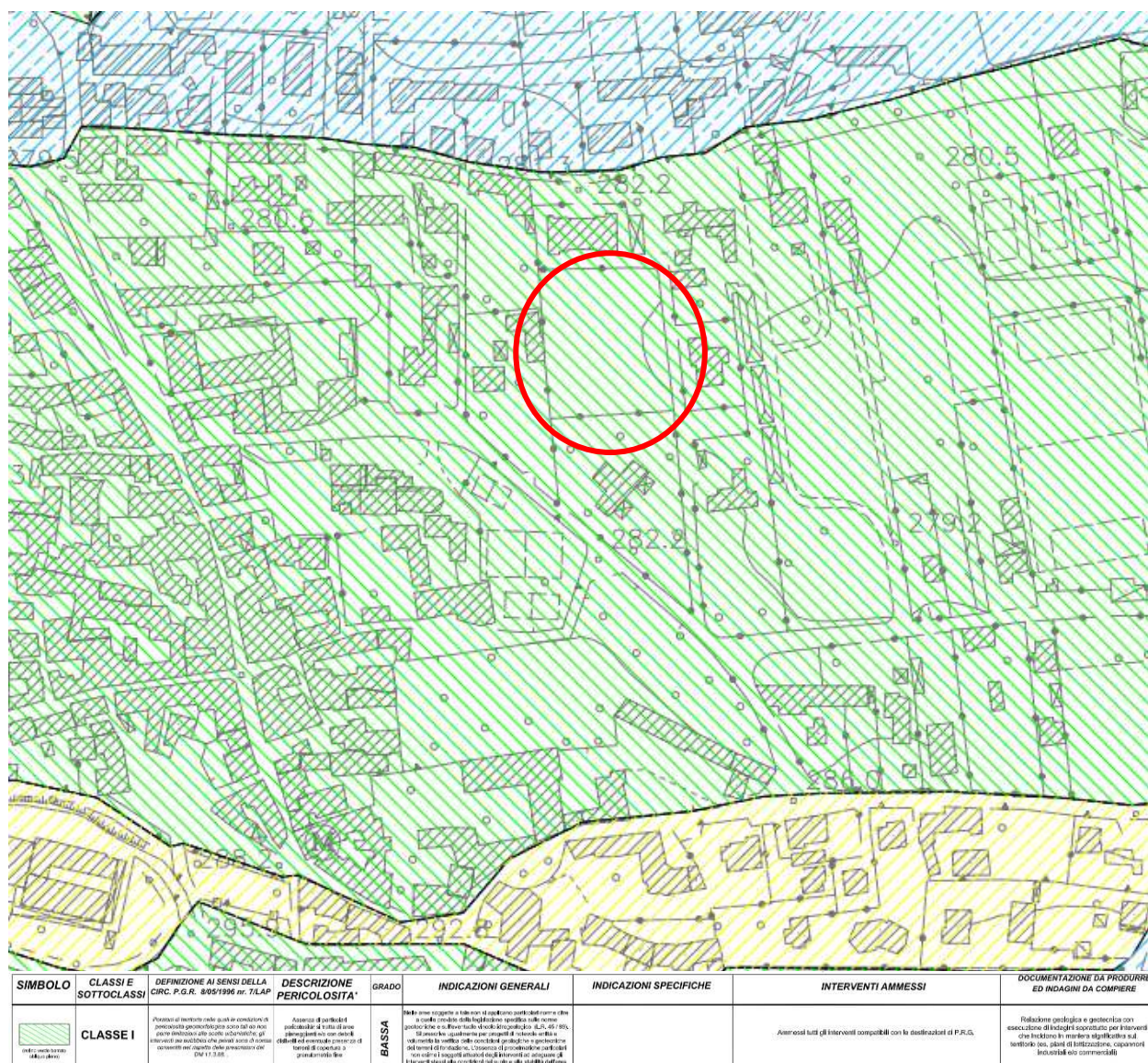
A supporto della progettazione esecutiva per la realizzazione di un polo per l'infanzia – nuovo asilo nido in Comune di Varallo Pombia, sono state svolte alcune indagini geognostiche per la caratterizzazione geologica, sismica e geotecnica del sito.

La presente relazione è redatta in ottemperanza al D.M. 17.01.2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni” con riferimento ai capitoli 3.2.2, 6.2.1 e 6.2.2 e alla normativa geologica del PRG di Varallo Pombia.

La presente relazione illustra i dati raccolti ed i risultati conseguiti.

## QUADRO NORMATIVO GEOLOGICO

Sotto l'aspetto della pericolosità geomorfologica, l'area ricade in Classe I senza limitazioni all'utilizzo urbanistico, come da stralcio della tavola 6GEOA del PRGC.



L'area in esame risulta esterna alle fasce fluviali ed al quadro dei dissesti del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI), come da stralcio cartografico seguente.

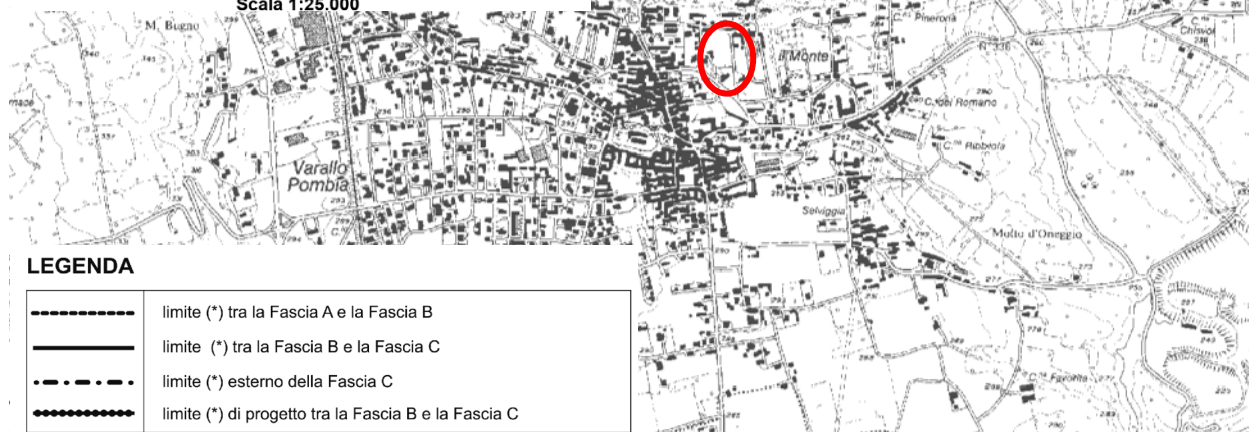
# Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Interventi sulla rete idrografica e sui versanti  
Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

Tavole di delimitazione delle fasce fluviali

FOGLIO 094 SEZ. II - Varallo Pombia  
TICINO 11 AGOGNA 11 TERDOPPIO NOVARESE 06

Scala 1:25.000



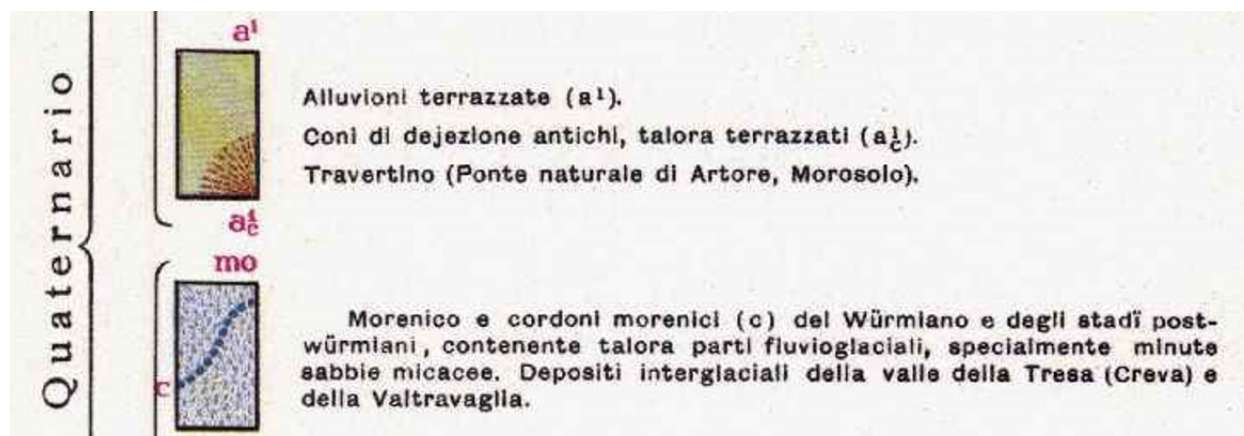
Anche la verifica della cartografia del Piano Gestione Rischio Alluvioni (Tav. 094SE), approvato con DCPM 2016, conferma che la zona non è interessata da dissesti di tipo idraulico/idrogeologico.





## INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista della cartografia geologica, il territorio ricade in parte nel Foglio n° 44 "NOVARA" ed in parte nel Foglio 31 "VARESE" (di seguito in stralcio) alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.



L'assetto fisiografico della porzione di territorio analizzata è dovuto in gran parte all'azione dei ghiacciai quaternari; in particolare, nel Pleistocene si assiste alle avanzate del Ghiacciaio dell'Ossola, che giunto in corrispondenza del M. Orfano si suddivideva in due lingue minori: una di maggiori dimensioni nel Verbanico ed una seconda, relativamente più piccola, nel Cusio.

Il modellamento del territorio avviene mediante l'azione combinata di due fenomeni entrambi collegati alle meccaniche deposizionali di natura glaciale: da un lato l'azione d'accumulo esercitata dal ghiacciaio stesso che, mettendo in gioco ingenti quantità di materiale proveniente dal proprio bacino d'alimentazione, dà luogo alla formazione di creste moreniche assai ben evidenti; dall'altro l'azione erosiva dei torrenti proglaciali, che rimodellano la superficie topografica durante la fase di ritiro dei ghiacciai, formando morfologie depresse dalla tipica forma di valloni a fondo debolmente concavo. Connessa a queste dinamiche erosive è la genesi dei numerosi terrazzi che, insieme con le morene e le aree a morfologia depressa, caratterizzano il paesaggio di origine glaciale.

Il paesaggio periglaciale viene sovente spazzato da forti correnti eoliche, che determinano l'accumulo di coltri di sedimenti fini e ben classati nelle zone riparate dal vento. Tali depositi denominati *loess*, sono caratterizzati dalla quasi totale presenza, nella composizione tessiturale, di limi dal tipico colore giallastro, con spessori talora metrici. Il diverso grado di alterazione dei *loess* è un buon indice dell'età dei depositi glaciali s.l. cui sono correlati, favorendo così la ricostruzione della cronologia degli eventi susseguiti nell'area.

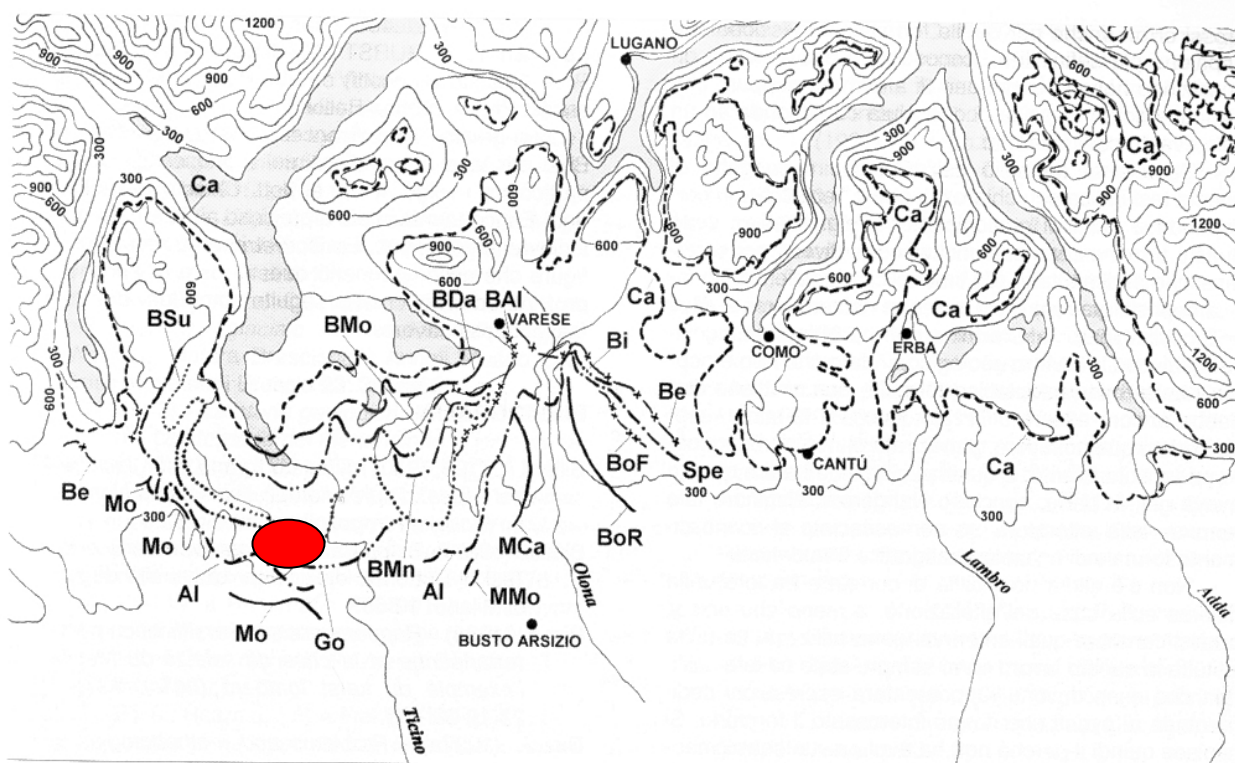
La zona è dunque interessata da sedimenti in facies glaciale, fluvioglaciale e fluviale di età compresa tra il Pleistocene medio e l'Olocene, relativi alla presenza del ghiacciaio del Verbano, con le sue cerchie moreniche e gli interconnessi scaricatori fluvioglaciali e, a seguito del suo progressivo ritiro, alla formazione del bacino lacustre rappresentato dal Lago Maggiore.

In particolare, nel territorio esaminato sono presenti le seguenti unità litostratigrafiche.

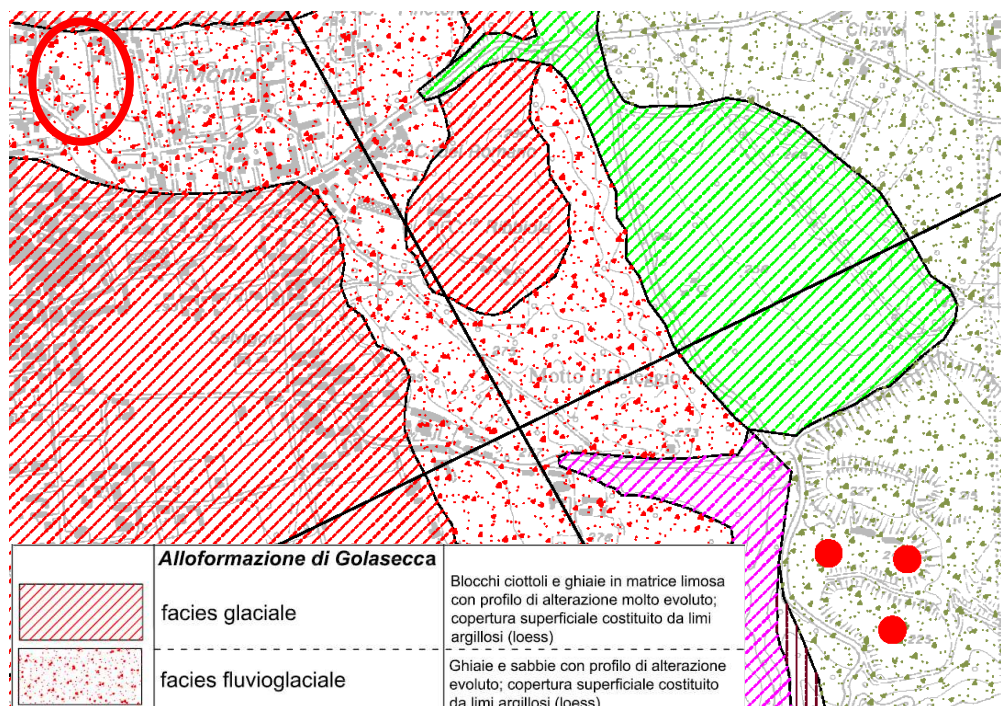
- *Depositi glaciali del Riss (Pleistocene medio - Alloformazione di Golasecca);*
- *Depositi fluvioglaciali del Riss (Pleistocene medio - Alloformazione di Golasecca).*

Il sito oggetto di indagine si colloca sui depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio, costituiti in genere da ghiaie a supporto di matrice limoso sabbiosa, con clasti alterati coperti da depositi eolici pedogenizzati con spessore medio di circa 2-3 m, come illustrato nella Relazione Geologica e nelle tavole di analisi geologica del PRGC.

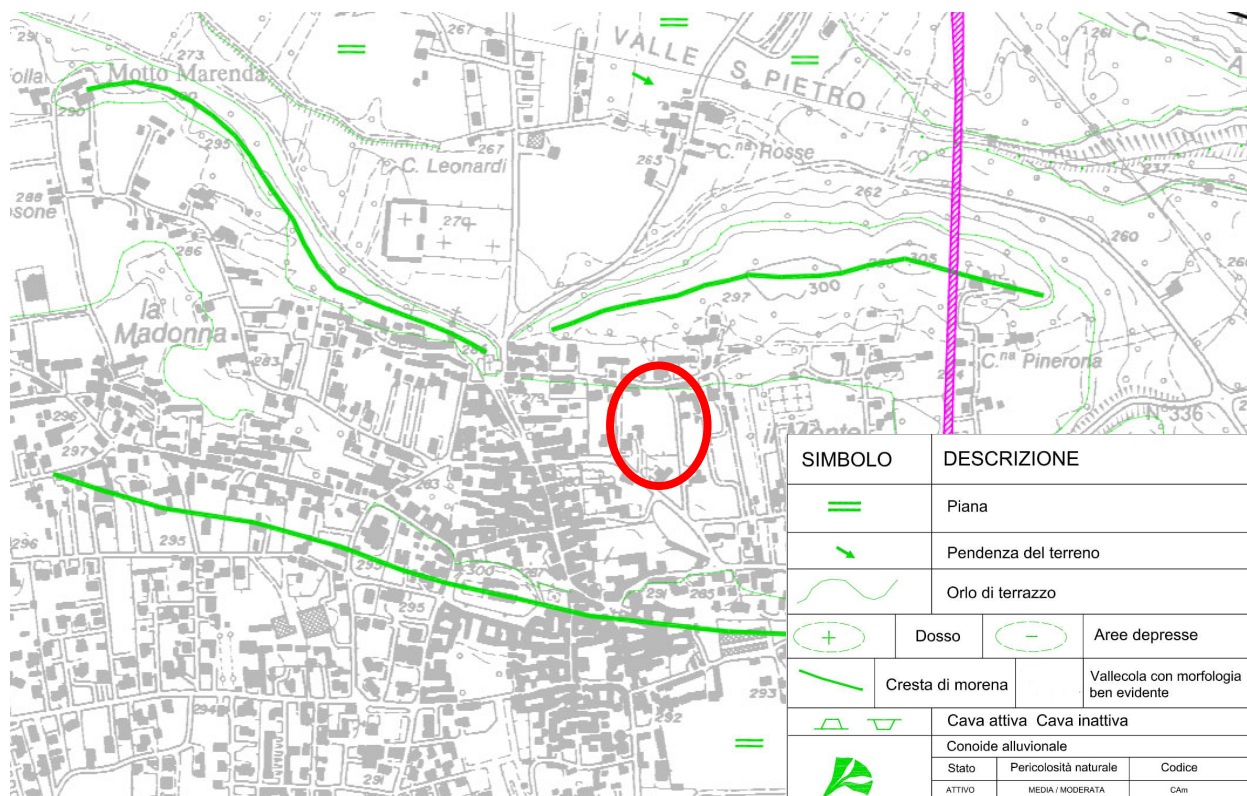
Questa unità (*Go=Golasecca*) è stata definita in base al raffronto con il lavoro pubblicato da Luisa Zuccoli, dal titolo "Geologia dei pianalti di Castelseprio e Tradate" in *Il Quaternario - Italian Journal of Quaternary Science* vol.13° Fasc. 1/2 2000, che rappresenta la sintesi di numerosi rilevamenti sul terreno, eseguiti nell'ambito di tesi di laurea e di dottorato, a cura del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano.



Di seguito si propone lo stralcio non in scala della Tavola 1 GEO del PRG e relativa legenda.

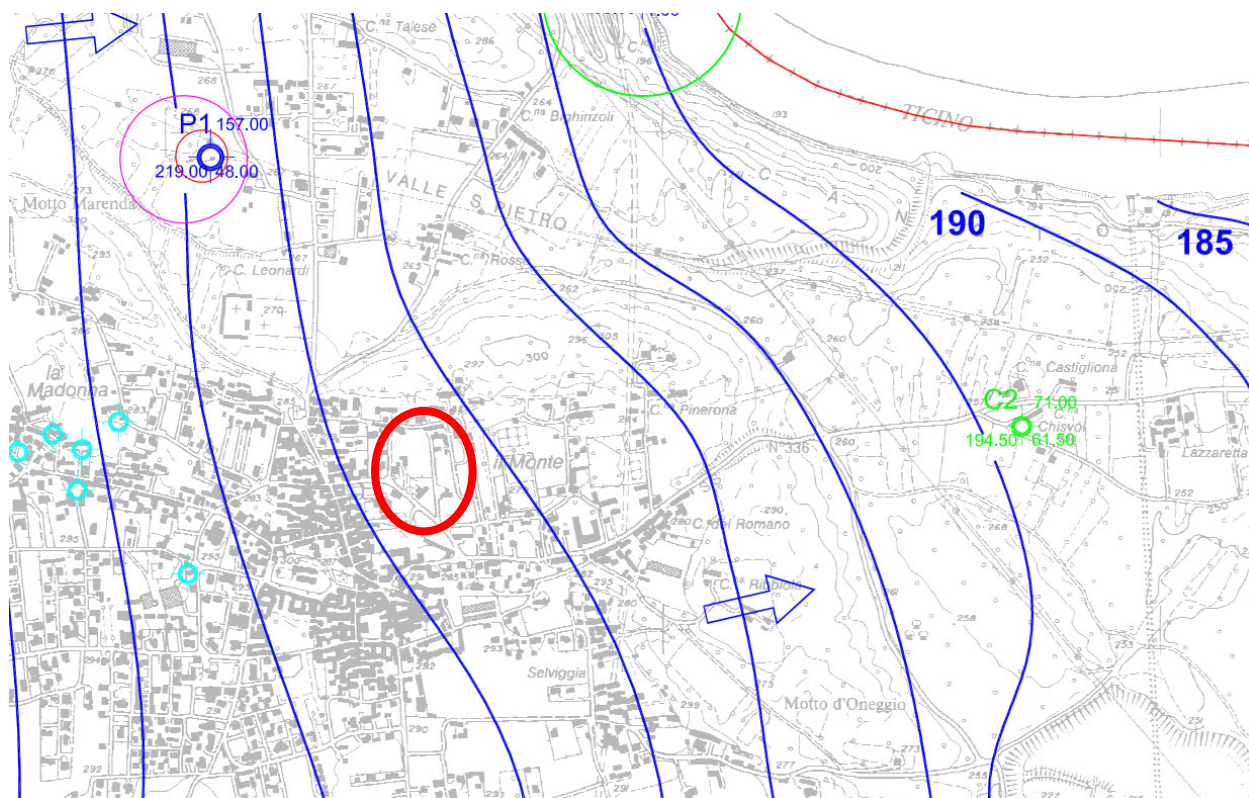


Sotto l'aspetto geomorfologico l'area in parola si colloca all'interno di uno scaricatore fluvioglaciale intercluso tra due creste moreniche che attraversano con direzione W-E il concentrico di Varallo Pombia; nessun elemento di dissesto di segnala nella zona, come si evince anche dallo stralcio seguente tratto dalla Carta Geomorfologica e dei dissesti del PRG, tav. 2 GEO.



Sotto l'aspetto idrografico non si segnalano elementi significativi nella zona di prevista costruzione mentre, dal punto di vista idrogeologico, la zona è caratterizzata dalla presenza di una falda collocata ad elevata profondità (circa 60-65 m sulla base dei dati di PRG – Carta Geoidrologica di seguito in stralcio) e di una falda freatica a carattere temporaneo ed epidermico, collocata generalmente alla base delle coperture argilloso limose superficiali e legata all'andamento meteorologico stagionale.

Nel corso delle indagini condotte in sito, in data 06.11.2023, è stata riscontrata una falda epidermica a circa 4.0 m dal piano campagna.

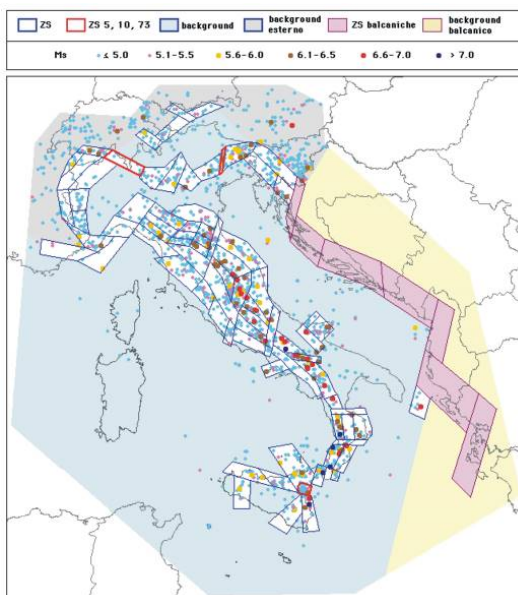


## IDROGEOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIZIONE
<div> <div>Nr. progressivo</div> <div>Profondità pozzo</div> <div>Quota assoluta</div> <div>Soglia</div> </div>	<div>Usi (art. 3 DPGR 29-7-03 nr. 10r)</div> <div>attivi</div> <div>dismessi</div>
<div> <div>Pozzi</div> <div>domestico (sigla D)</div> <div>civile (sigla C)</div> <div>potabile (sigla P)</div> </div>	<div> <div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div> </div>
<div> <div>230</div> </div>	<div>Isopiezometrica con quota riferita al livello del mare</div>
<div> <div></div> </div>	<div>Direzione di flusso prevalente</div>
<div> <div></div> </div>	<div>Aree paludose</div>
<div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div>Fasce di rispetto pozzo comunale:</div> <div>Pozzo comunale P1 (criterio cronologico)</div> <div>- linea viola fascia 365 gg</div> <div>- linea rossa fascia 60 gg</div>
<div> <div></div> </div>	<div>Pozzo comunale P2 (criterio geometrico)</div> <div>- raggio 200 metri</div>

## INQUADRAMENTO SISMICO LOCALE

Il quadro delle zone sismogenetiche, tratto dal sito del Gruppo Nazionale per la Difesa dei terremoti, catalogo parametrico NT4.1, è rappresentato nella seguente carta delle aree sismogenetiche, in riferimento alla quale la zona in esame si colloca nella zona background, con  $M_s < 5.0$  (magnitudo calcolata sulle onde superficiali).



E' stata inoltre effettuata una ricerca storica degli eventuali episodi sismici che possono aver interessato la zona in passato. A tale scopo è stato consultato il sito Internet dell'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia per la località di Varallo Pombia.

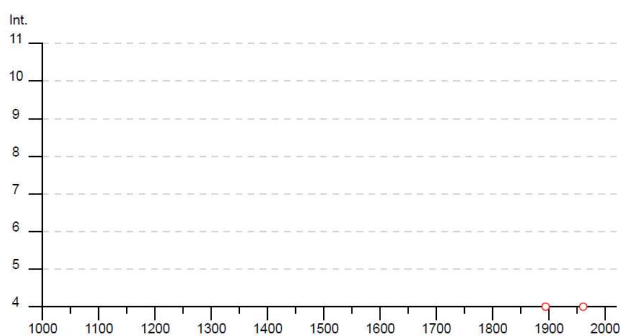
CPTI15-DBMI15 - Varallo Pombia

[https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_place/places/IT\\_](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/places/IT_)

### Varallo Pombia

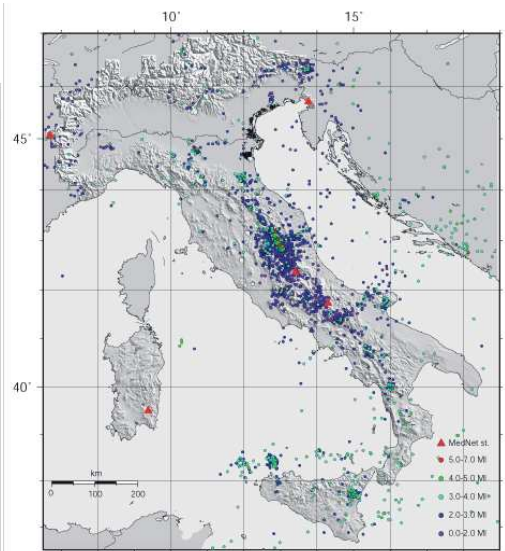
PlaceID IT\_04759  
 Coordinate (lat, lon) 45.666, 8.633  
 Comune (ISTAT 2015) Varallo Pombia  
 Provincia Novara  
 Regione Piemonte  
 Numero di eventi riportati 2

Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1894	11	27	05	07		Bresciano	183	6	4.89
4	1961	11	23	01	12	0	Prealpi bergamasche	119	6-7	4.86



Località vicine (entro 10km)

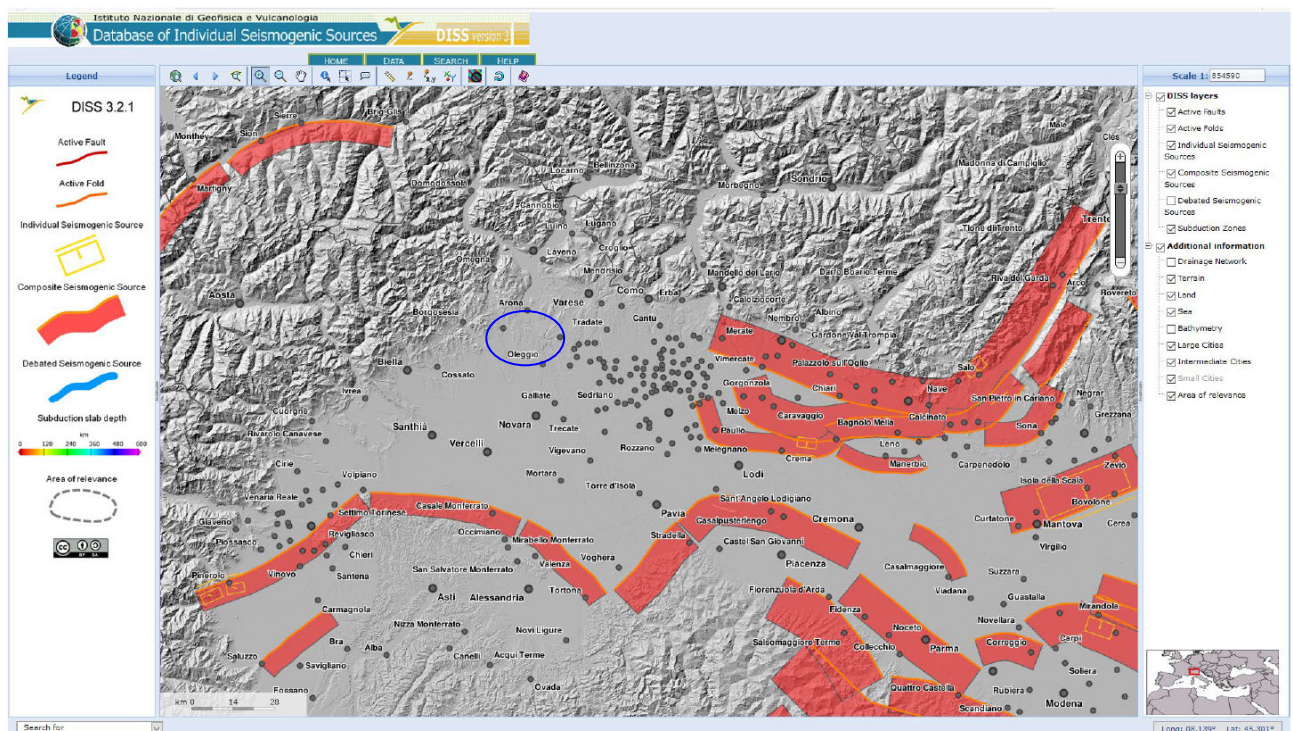
Località	EQs	Distanza (km)
Pombia	1	2
Borgo Ticino	3	3
Presa Ticino	1	4
Mezzomerico	1	6
Somma Lombardo	3	6
Agrate	2	6
Sesto Calende	3	7
Vizzola Ticino	2	7
Oleggio	7	8
Bogogno	2	8
Suno	1	8
Arsago Seprio	1	8
Veruno	1	8
Dormelletto	1	9
Casorate Sempione	1	9
Vaprio d'Agogna	3	9
Mercurio	2	10
Cressa	1	10



Mapa dei terremoti registrati dalla rete MedNet con MI calcolata (1996-2000)

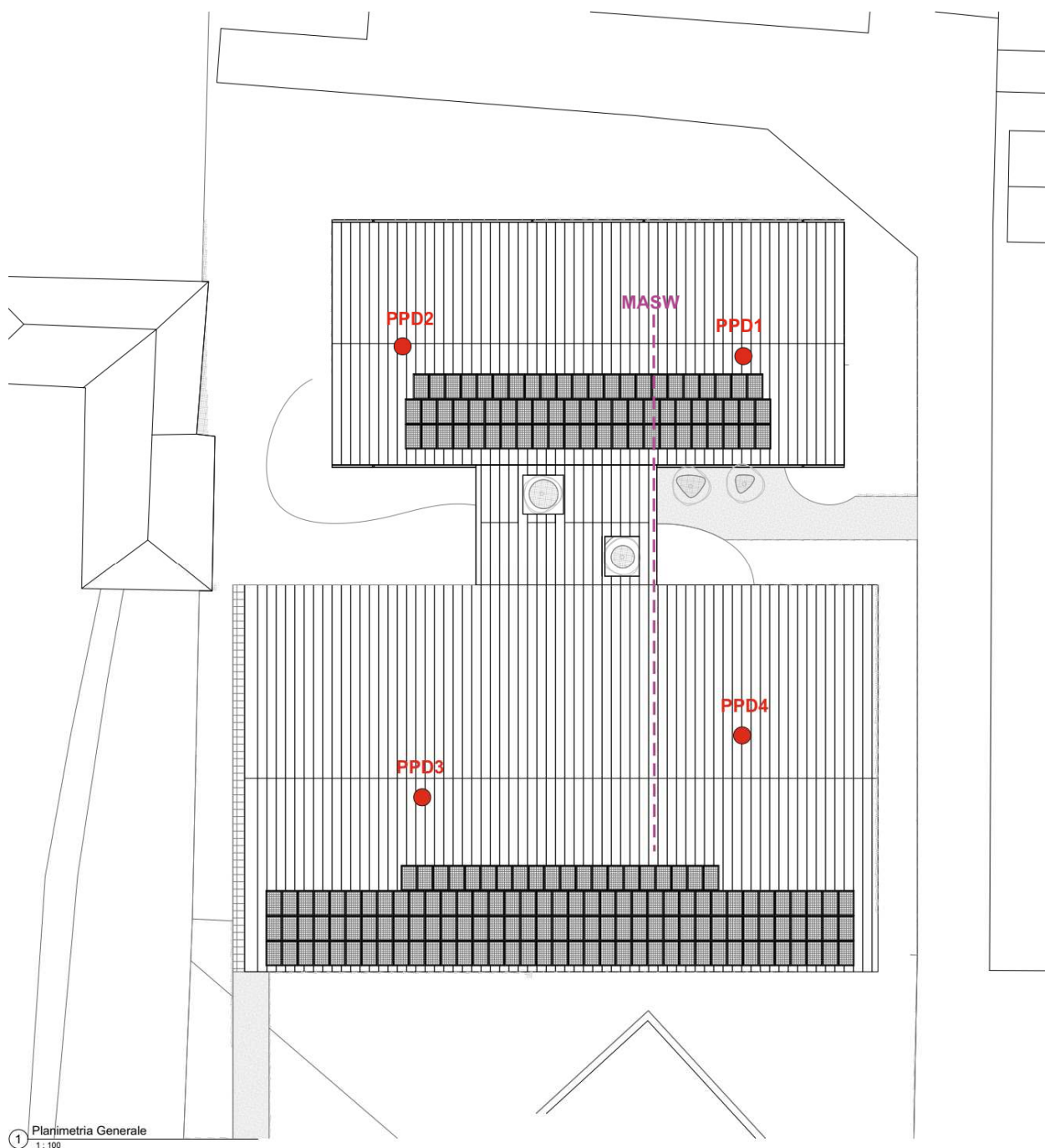
INGV – Catalogo della sismicità italiana – CSI 1.0

Nel catalogo DISS dell'INGV (Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), *The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics*; doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014) sono riportati i seguenti elementi relativi alle sorgenti potenziali di terremoti con magnitudo maggiore di 5.5.



## INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in sito sono state effettuate 4 prove penetrometriche dinamiche (PPD) e sono stati inoltre elaborati i parametri sismici derivanti dall'indagine MASW, come da planimetria schematica seguente, elaborata sulla Planimetria generale di progetto.



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di aste successive; l'infissione avviene per battitura, con le stesse modalità delle prove SPT, che costituiscono lo standard di riferimento per le prove penetrometriche. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita; la resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e, diretta, del numero di colpi ( $N_{DP}$ ) per una data penetrazione.

E' stato utilizzato un penetrometro dinamico pesante della Ditta GEODEEP DRILL, motorizzato e cingolato, con le seguenti caratteristiche tecniche:

- diametro della punta = 51 mm
- angolo della punta = 60°
- area della base della punta conica = 20,43 cm<sup>2</sup>
- diametro delle aste = 32 mm
- lunghezza delle aste = 90 cm
- peso delle aste = 6 kg
- peso del maglio = 63,5 kg
- altezza di caduta = 750 mm
- penetrazione di riferimento = 300 mm
- **Sito: nuovo Polo infanzia**
- **Data 06.11.2023**



L'energia cinetica propria di ciascun colpo è il prodotto della massa del maglio (M) per l'accelerazione di gravità (g) e per l'altezza di caduta (H). I risultati di differenti prove penetrometriche dinamiche possono

essere presentati (e/o paragonati) come valori di resistenza  $r_d$  secondo la seguente formula:  $r_d = \frac{M \cdot g \cdot H}{A \cdot e}$

- A è l'area della sezione trasversale della base della punta conica
- e è la penetrazione media per colpo.

## MODALITÀ DI INTERPRETAZIONE DEI DATI

Il penetrometro utilizzato rispetta lo standard vigente, quindi è possibile utilizzare tutta la letteratura prodotta per le prove SPT. Prima di poter essere utilizzato per ricavare i parametri geotecnici dei terreni attraversati, il valore di  $N_{SPT}$  deve, tuttavia, essere oggetto di normalizzazione, al fine di eliminare

l'influenza della pressione del terreno sovrastante e di quella indotta dal dispositivo di battitura delle aste.

#### *NORMALIZZAZIONE RISPETTO ALLA PRESSIONE DEL TERRENO.*

Dato che la resistenza alla penetrazione aumenta in modo lineare con la profondità, quindi nel caso di densità relativa costante, all'aumentare della tensione verticale efficace, è necessario operare una correzione riferendo i valori di N ad una pressione verticale efficace di 1 kg/cm<sup>2</sup> secondo la formula:

$$N_1 = C_N \cdot N$$

dove N è il numero di colpi misurati;

N<sub>1</sub> è il valore di N riferito ad un valore unitario di  $\sigma'_{v0}$ ;

$C_N = 1/\sigma'_{v0}{}^{(n)}$

Con n = 0.5 (Liao e Whitman, 1985).

E' possibile utilizzare anche la relazione di Skempton (1986) per sabbie fini:  $C_N = \frac{2}{1 + \sigma'_{v0}/100}$ , e per

sabbie grossolane:  $C_N = \frac{3}{2 + \sigma'_{v0}/100}$ , che enfatizzano meno i valori di C<sub>N</sub> per bassi valori di pressione efficace.

#### *NORMALIZZAZIONE RISPETTO AL DISPOSITIVO DI BATTITURA*

Normalmente il rendimento dei dispositivi utilizzati per le prove SPT è pari al 60% dell'energia cinetica nominale (473.4 Joule) della massa di un maglio di 63.5 kg che cade da un'altezza di 760 mm secondo la relazione:

$$N_{60} = \frac{ER_{iM}}{60} \cdot N$$

N<sub>60</sub> = numero di colpi corretto per riferirlo ad un rendimento del 60%;

ER<sub>iM</sub> = rendimento medio espresso in percentuale;

N = numero di colpi misurato.

Il valore normalizzato di N che tenga conto sia della pressione del terreno sovrastante che del rendimento del sistema di infissione, diviene  $(N_1)_{60} = C_N (ER_{iM}/60)N = ER_{iM} \cdot N / 60 \sqrt{\sigma'_{v0}}$

Adottando il valore di (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> e rispettando le indicazioni della Procedura di Riferimento nell'esecuzione della prova, le variazioni registrate nel numero di colpi dipenderanno solo dalle caratteristiche del terreno.

#### *TRASFORMAZIONE DA NDP A NSPT*

La correzione è stata introdotta utilizzando la formulazione di LaCroix e Horn (1973)

$$N_{SPT} = \left( \frac{W \cdot H}{6,2 \cdot D^2 \cdot L} \right) N$$

W = peso del maglio (kg) –H = altezza di caduta (cm) –D = diametro del cono (cmq) –L = penetrazione standard (cm) – N = numero dei colpi misurato nella prova non standard

#### *NORMALIZZAZIONE RISPETTO ALLA LUNGHEZZA DELLE ASTE*

L'energia può anche essere dispersa a causa della lunghezza delle aste, infatti se questa è minore di 10 m, i fattori di correzione mostrati in fig. 2.8 possono essere applicati al numero dei colpi per sabbia; per aste più lunghe di 10 m, nessuna correzione viene applicata.

Lunghezza delle aste	Fattore di correzione $\lambda$
>10	1.0
6-10	0.95
4-6	0.85
3-4	0.75

Tab. 2.8 Fattori di correzione in sabbia dovuti alla lunghezza delle aste

## PARAMETRI RICAVALTI

### PESO DI VOLUME

È stata utilizzata la formulazione di Bruschi:  $98,1 \cdot (1,39 + 0,053 \cdot N_{60} - 0,0011 \cdot N_{60}^2 + 0,0000076 \cdot N_{60}^3)$  e quella di Chaigneau:  $(1,27 \cdot \ln(rd) + 14,63)$ , mediando i risultati.

### DENSITÀ RELATIVA (DR)

Disponendo del valore normalizzato di NSPT  $[(N_1)_{60}]$ , la migliore classificazione risulta quella proposta da Terzaghi e Peck (1948) e da Skempton (1986), utilizzando la correlazione  $(N_1)_{60}/D_r^2 = 60$ , per  $D_r > 35\%$ . Ai valori ottenuti è necessario apportare una riduzione di 55/60, nel caso di sabbie fini, ed un incremento di 65/60 nel caso di sabbie grossolane.

### ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE ( $\Phi'$ )

Innanzitutto, si deve sottolineare che, a causa della variabilità nei valori  $N_{SPT}$ , la valutazione della prova in termini di resistenza al taglio deve essere considerata come una stima la cui attendibilità dipende da vari fattori, da valutare attentamente in funzione del contesto in cui si opera. L'angolo di resistenza al taglio del materiale indagato può essere valutato attraverso due categorie di metodi: i metodi di correlazione diretta  $N_{spt}-\phi$  e i metodi di correlazione indiretta.

Nel caso in esame è stata scelta la correlazione diretta, utilizzando la formulazione di Wolff per il valore di angolo di attrito di picco e la formula di De Mello che approssima l'angolo di attrito a volume costante.

### MODULO DI DEFORMAZIONE (O DI YOUNG)

È dato dal rapporto tra sollecitazione e deformazione corrispondente in un materiale che si trova sotto il limite di proporzionalità (legge di Hooke) sulla curva sollecitazione-deformazione. Per la valutazione del modulo di Young è stata utilizzata la relazione di Schmertmann, valida per sabbie in genere.

I moduli di deformabilità operativi, dato il comportamento non lineare dei terreni, dipendono dalle effettive deformazioni indotte e/o dal grado di mobilitazione della resistenza al taglio. Il modulo di Young operativo può essere assunto pari a quello corrispondente a tensioni di circa il 25% di quelle a rottura ( $E_{25}$ ), calcolabile con le formule di Stroud (1989) o di Jamiolkowski (1988).

### MODULO EDOMETRICO $M_0$

Per valutare questo modulo si utilizza la relazione di Mayne & Frost (1988), valida per terreni incoerenti, e quella di Schultze & Menzebach (1961), per i terreni coesivi con i seguenti parametri:

$M = 4,5 N_{60}$	argille organiche
$M = 4 + 11,5 N_{60}$	argille limose
$M = 12 + 5,8 N_{60}$	limi argillosi

Oppure la relazione di Menzebach e Malcev, valida per sabbie e ghiaie.

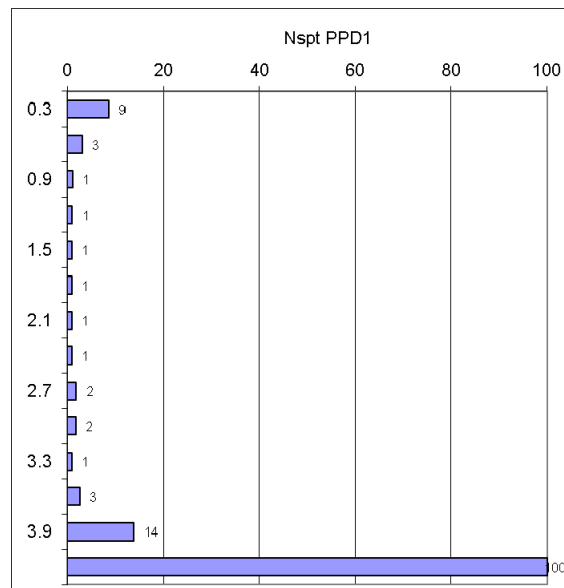
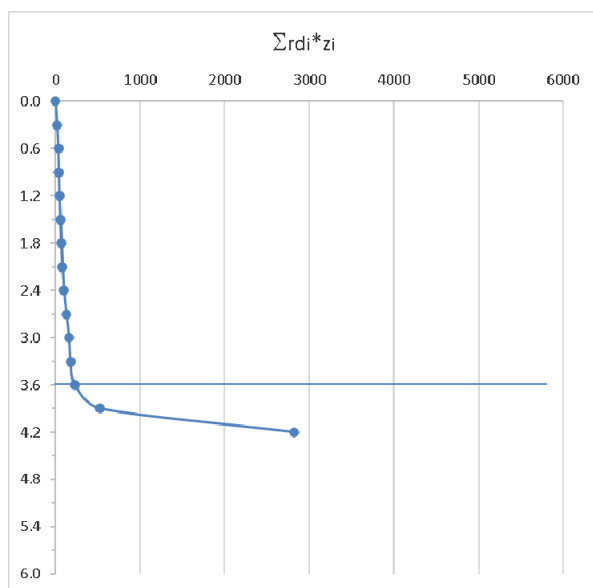
## DATI OTTENUTI

Tutte le prove hanno raggiunto il rifiuto strumentale, convenzionalmente indicato con  $N_{1(60)}=100$

PROVA 1 - falda -3.9 m da p.c.

Prof.	N	Nspt	Ce	CR	N60	peso terreno	tensione totale	pressione neutra	tensione vert. Eff.	CN adottato	N1(60)
m	N	LaCroix				t/mc	t/mq	t/mq	kg/cmq	CN	
		0.98	1.0								
0.3	8	8	8	0.75	6	1.66	0.50		0.050	1.46	9
0.6	3	3	3	0.75	2	1.51	0.95		0.095	1.43	3
0.9	1	1	1	0.75	1	1.40	1.37		0.137	1.40	1
1.2	1	1	1	0.75	1	1.40	1.79		0.179	1.38	1
1.5	1	1	1	0.75	1	1.40	2.21		0.221	1.35	1
1.8	1	1	1	0.75	1	1.40	2.63		0.263	1.33	1
2.1	1	1	1	0.75	1	1.40	3.05		0.305	1.30	1
2.4	1	1	1	0.75	1	1.40	3.47		0.347	1.28	1
2.7	2	2	2	0.75	1	1.46	3.91		0.391	1.25	2
3.0	2	2	2	0.75	1	1.46	4.35		0.435	1.23	2
3.3	1	1	1	0.75	1	1.39	4.76		0.476	1.21	1
3.6	3	3	3	0.75	2	1.50	5.21		0.521	1.19	3
3.9	16	16	16	0.75	12	1.79	5.75	0.0	0.575	1.17	14
4.2	R							0.3			100

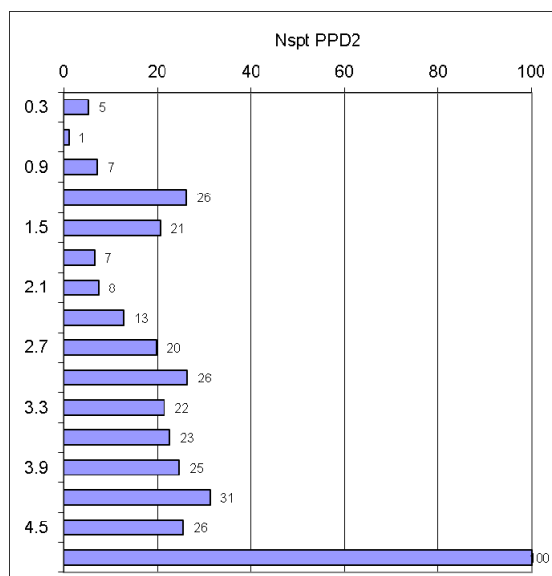
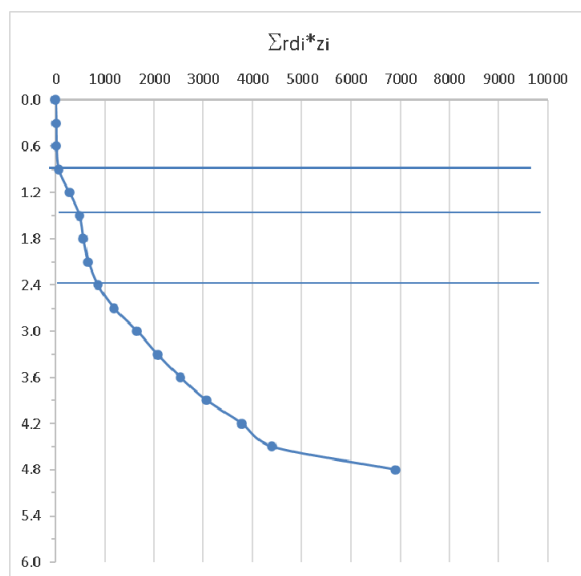
n.	Litologia presunta	Prof. m	Nspt	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	D <sub>R</sub> %	$\Phi^{10}$ DeMello	$\Phi^{10}$ Wolff	E <sub>Schm</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>25 Jam.</sub> kg/cm <sup>2</sup>	M <sub>Menz.</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	limo sabbioso	0.0-3.6	2	14.2	16	19.5	27.7	18.5	15.2	43.4
2	Sabbia ghiaiosa	3.6-3.9	14	17.5	48	28.1	31.1	141.8	104.2	177.9



PROVA 2 - falda -3.9 m da p.c.

Prof.	N	Nspt	Ce	CR	N60	peso terreno	tensione totale	pressione neutra	tensione vert. Eff.	CN adottato	N1(60)
m	N	LaCroix				t/mc	t/mq	t/mq	kg/cmq	CN	
		0.98	1.0								
0.3	5	5	5	0.75	4	1.58	0.47		0.047	1.47	5
0.6	1	1	1	0.75	1	1.41	0.90		0.090	1.44	1
0.9	7	7	7	0.75	5	1.63	1.39		0.139	1.40	7
1.2	26	26	26	0.75	19	1.92	1.96		0.196	1.37	26
1.5	21	21	21	0.75	16	1.87	2.52		0.252	1.33	21
1.8	7	7	7	0.75	5	1.63	3.01		0.301	1.30	7
2.1	8	8	8	0.75	6	1.65	3.50		0.350	1.28	8
2.4	14	14	14	0.75	10	1.76	4.03		0.403	1.25	13
2.7	22	22	22	0.75	16	1.87	4.60		0.460	1.22	20
3.0	30	30	30	0.75	22	1.95	5.18		0.518	1.19	26
3.3	25	25	25	0.75	18	1.90	5.75		0.575	1.17	22
3.6	27	27	27	0.75	20	1.92	6.32		0.632	1.14	23
3.9	30	30	30	0.75	22	1.94	6.91	0.0	0.691	1.11	25
4.2	34	33	33	0.85	28	1.99	7.51	0.3	0.721	1.10	31
4.5	28	28	28	0.85	23	1.95	8.09	0.6	0.749	1.09	26
4.8	R							0.9			100

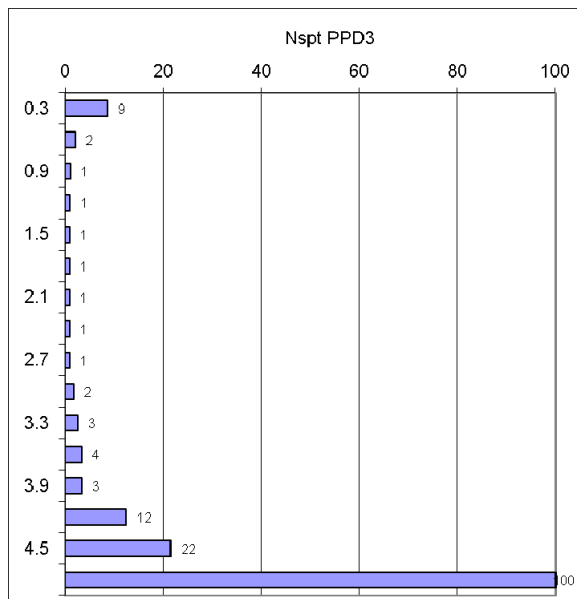
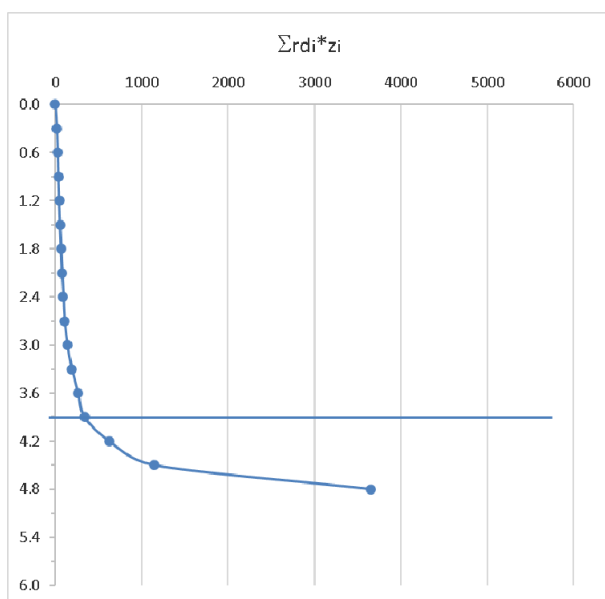
n.	Litologia presunta	Prof. m	N <sub>spt</sub>	γ kN/m <sup>3</sup>	D <sub>R</sub> %	Φ <sup>°</sup> DeMello	Φ <sup>°</sup> Wolff	E <sub>Schm</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>25 Jam</sub> kg/cm <sup>2</sup>	M <sub>Menz</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	limo sabbioso	0.0-0.9	5	15.1	24	22.3	28.5	38.4	30.9	49.3
2	Sabbia e ghiaia	0.9-1.5	23	18.6	62	29.7	33.8	208.2	144.3	219.5
3	Sabbia ghiaiosa	1.5-2.4	9	16.5	37	26.1	29.8	85.6	65.8	122.5
4	Sabbia e ghiaia	2.4-4.5	25	18.9	64	30.4	34.1	258.5	178.1	293.1



PROVA 3 - falda -4.5 m da p.c.

Prof.	N	Nspt	Ce	CR	N60	peso terreno	tensione totale	pressione neutra	tensione vert. Eff.	CN adottato	N1(60)
m	N	LaCroix				t/mc	t/mq	t/mq	kg/cmq	CN	
		0.98	1.0								
0.3	8	8	8	0.75	6	1.66	0.50		0.050	1.46	9
0.6	2	2	2	0.75	1	1.47	0.94		0.094	1.43	2
0.9	1	1	1	0.75	1	1.40	1.36		0.136	1.40	1
1.2	1	1	1	0.75	1	1.40	1.78		0.178	1.38	1
1.5	1	1	1	0.75	1	1.40	2.20		0.220	1.35	1
1.8	1	1	1	0.75	1	1.40	2.62		0.262	1.33	1
2.1	1	1	1	0.75	1	1.40	3.04		0.304	1.30	1
2.4	1	1	1	0.75	1	1.40	3.46		0.346	1.28	1
2.7	1	1	1	0.75	1	1.39	3.88		0.388	1.26	1
3.0	2	2	2	0.75	1	1.46	4.31		0.431	1.23	2
3.3	3	3	3	0.75	2	1.50	4.76		0.476	1.21	3
3.6	4	4	4	0.75	3	1.53	5.22		0.522	1.19	4
3.9	4	4	4	0.75	3	1.53	5.68		0.568	1.17	3
4.2	13	13	13	0.85	11	1.77	6.21		0.621	1.14	12
4.5	23	23	23	0.85	19	1.91	6.78	0.0	0.678	1.12	22
4.8	R							0.3			100

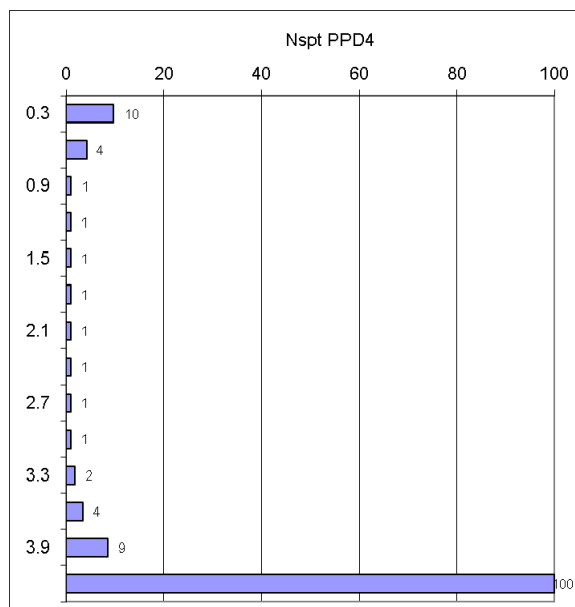
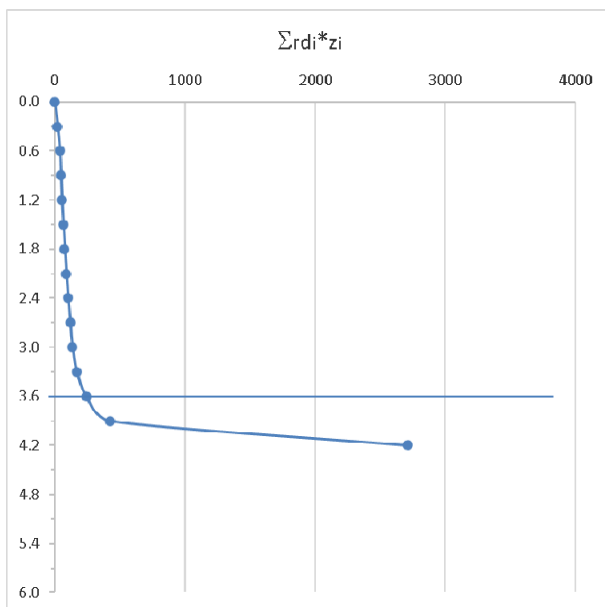
n.	Litologia presunta	Prof. m	N <sub>spt</sub>	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	D <sub>R</sub> %	$\Phi^{\circ}$ DeMello	$\Phi^{\circ}$ Wolff	E <sub>Schm</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>25 Jam.</sub> kg/cm <sup>2</sup>	M <sub>Menz.</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	limo sabbioso	0.0-3.9	2	14.3	16	19.9	27.8	20.4	16.9	44.0
2	Sabbia e ghiaia	3.9-4.5	17	18.0	53	28.9	32.0	180.7	130.3	216.3



PROVA 4 - falda -3.9 m da p.c.

Prof.	N	Nspt	Ce	CR	N60	peso terreno	tensione totale	pressione neutra	tensione vert. Eff.	CN adottato	N1(60)
m	N	LaCroix				t/mc	t/mq	t/mq	kg/cmq	CN	
		0.98	1.0								
0.3	9	9	9	0.75	7	1.68	0.50		0.050	1.46	10
0.6	4	4	4	0.75	3	1.55	0.97		0.097	1.43	4
0.9	1	1	1	0.75	1	1.40	1.39		0.139	1.40	1
1.2	1	1	1	0.75	1	1.40	1.81		0.181	1.38	1
1.5	1	1	1	0.75	1	1.40	2.23		0.223	1.35	1
1.8	1	1	1	0.75	1	1.40	2.65		0.265	1.32	1
2.1	1	1	1	0.75	1	1.40	3.07		0.307	1.30	1
2.4	1	1	1	0.75	1	1.40	3.49		0.349	1.28	1
2.7	1	1	1	0.75	1	1.39	3.91		0.391	1.25	1
3.0	1	1	1	0.75	1	1.39	4.33		0.433	1.23	1
3.3	2	2	2	0.75	1	1.45	4.76		0.476	1.21	2
3.6	4	4	4	0.75	3	1.53	5.22		0.522	1.19	4
3.9	10	10	10	0.75	7	1.68	5.73	0.0	0.573	1.17	9
4.2	R			0.85				0.3			100

n.	Litologia presunta	Prof. m	N <sub>spt</sub>	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	D <sub>R</sub> %	$\Phi^{10}$ DeMello	$\Phi^{10}$ Wolff	E <sub>Schm</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>25 Jam.</sub> kg/cm <sup>2</sup>	M <sub>Menz.</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	limo sabbioso	0.0-3.6	2	14.2	16	19.5	27.8	19.9	16.5	43.9
2	Sabbia ghiaiosa	3.6-3.9	9	16.5	35	26.4	29.6	88.6	68.6	125.4



## PARAMETRI DEI TERRENI

Le Norme Tecniche richiedono, per la scelta dei valori caratteristici, un procedimento in due fasi:

1. Identificazione dei parametri appropriati al progetto: in caso di modesti volumi coinvolti è preferibile ricorrere al  $\phi_{cv}$  mentre con grandi volumi di terreno coinvolti, può essere utilizzato il valore del  $\phi'$ ;
2. Valutazione dei valori caratteristici: valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con compensazione delle eterogeneità, o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di sufficiente rigidità; valori prossimi ai minimi invece sono giustificati quando sono coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo o in caso di strutture non sufficientemente rigide.

Il calcolo dei valori caratteristici è stato effettuato con la seguente formula, in condizioni di resistenze non

compensate e misure estrapolate:  $x_k \approx \bar{x} - 1.645 * \sigma$

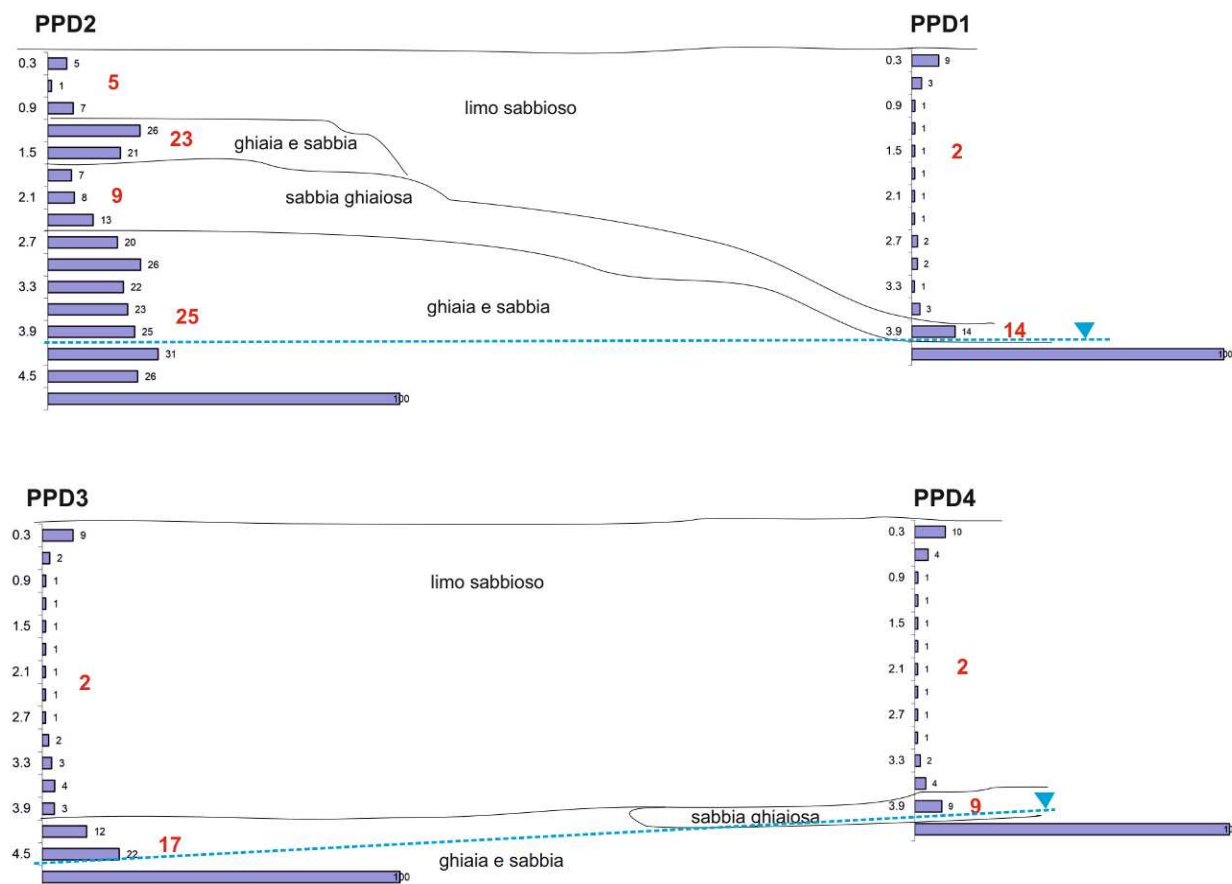
- $X$  con *barra* valore medio del parametro geotecnico;
- $\sigma$  deviazione standard;
- il coefficiente di variazione, ottenuto dal rapporto tra deviazione standard e parametro medio, è stato valutato in base alle indicazioni di bibliografia ed al numero di dati disponibili;
- -1,645: valore fissato dall'EC7, corrispondente a una probabilità di non superamento del 5% in una distribuzione Gaussiana.
- Per la stima dei valori caratteristici E ed M, per grandi volumi di rottura e pochi dati, è stato utilizzato il parametro medio

La parametrizzazione geotecnica risulta la seguente:

LITOLOGIA PRESUNTA	Nspt medio	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_m$ DeMello	$\phi'_m$ Wolff	COV	$\phi'_k$ Demello	$\phi'_k$ Wolff	$E'_k$ kg/cm <sup>2</sup>	$E'_{25k}$ kg/cm <sup>2</sup>	$M_k$ kg/cm <sup>2</sup>
limo sabbioso	3	<b>14.5</b>	20.3	27.9	10	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>45</b>
Sabbia ghiaiosa	11	<b>16.8</b>	26.9	30.2	5	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>105</b>	<b>80</b>	<b>142</b>
Ghiaia e sabbia	22	<b>18.5</b>	29.7	33.3	5	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>216</b>	<b>151</b>	<b>243</b>

## MODELLO GEOLOGICO

Il modello geologico, utilizzando i dati sopra esposti, è rappresentato negli schemi seguenti (in numero rosso la media colpi Nspt):



Dalle correlazioni risulta evidente la presenza di una coltre superficiale di limi sabbiosi, verosimilmente attribuibile a facies eoliche pleistoceniche, a cui seguono depositi mediamente addensati e grossolani riferibili ai sedimenti fluvioglaciali precedentemente citati.

Lo spessore in parte eterogeneo della coltre superficiale potrebbe anche essere attribuito a locali rimaneggiamenti del suolo originario.

## CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per la definizione del valore del parametro sismico “Vs” medio e, di conseguenza, per determinare la categoria di sottosuolo del sito, è stata condotta in sito un’indagine MASW/ReMi.



## Risultati delle analisi MASW e ReMi

Sito: nuovo polo infanzia Varallo Pombia - Data: 6 novembre 2023

### 1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori..... 24  
Distanza tra i sensori: ..... 1m  
Numero di campioni temporali ..... 2000  
Passo temporale di acquisizione ..... 1ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a ..... 0ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 1999ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

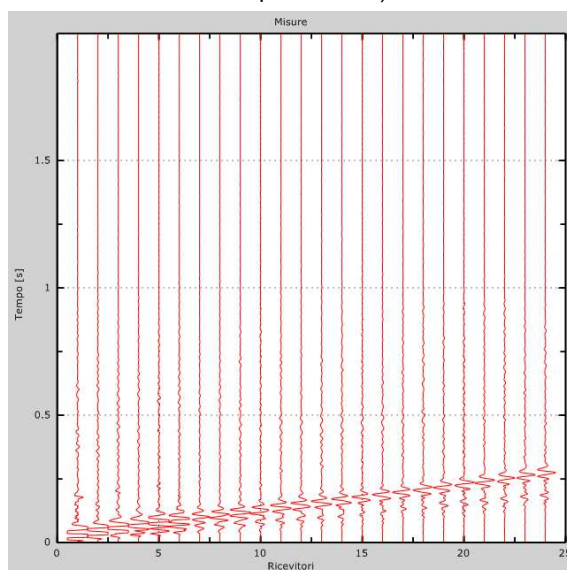


Figura 1: Tracce sperimentali

## 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale ..... 70Hz

Frequenza iniziale ..... 2Hz

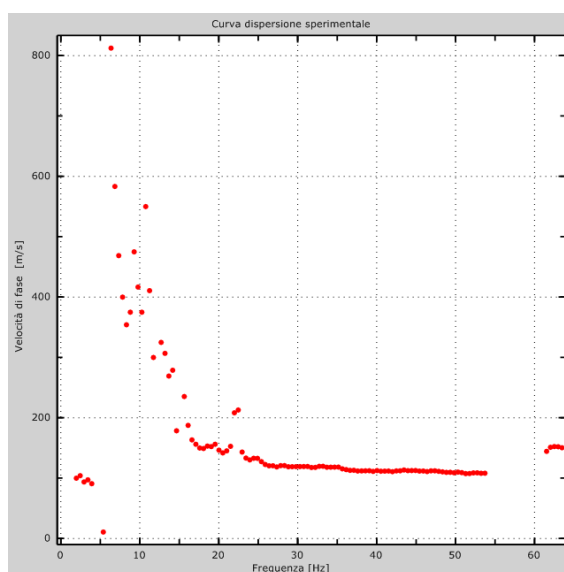


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

## 3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Numero di ricevitori ..... 24

Numero di campioni temporali ..... 3.26787e-312

Passo temporale di acquisizione ..... 2ms

Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 24

L'intervallo considerato per l'analisi comincia a ..... 0ms

L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 59998ms

I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

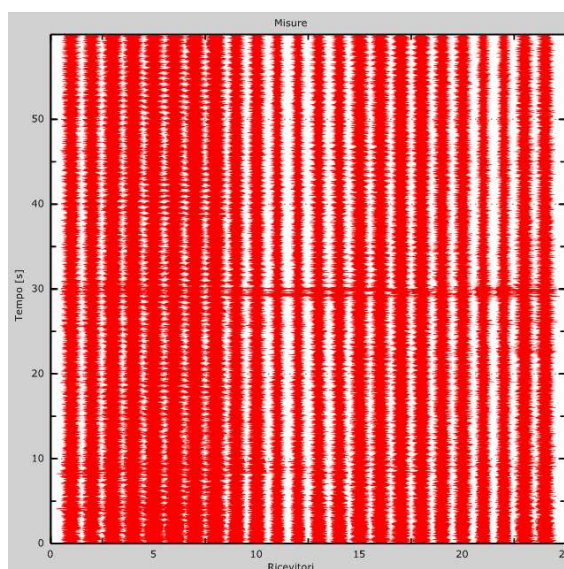


Figura 3: Tracce sperimentali

#### 4 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
6.79132	580.958	493.917	667.999
8.34605	345.434	227.673	463.196
14.639	171.352	104.791	237.913
20.2656	135.511	84.3104	186.712

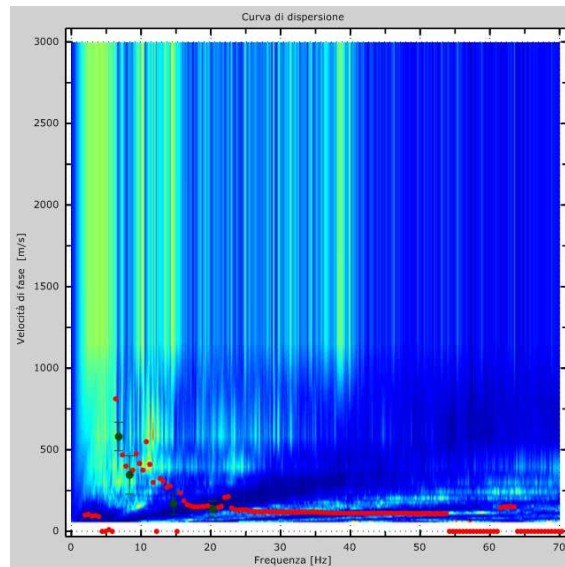


Figura 4: Curva di dispersione

#### 5 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) .....	9
Spaziatura ricevitori [m] .....	1m
Numero ricevitori .....	24
Numero modi .....	1

##### Strato 1

h [m] .....	2
z [m] .....	-2
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1481
Poisson .....	0.2
Vs [m/s] .....	130
Vp [m/s] .....	212
Vs min [m/s] .....	75
Vs max [m/s] .....	195

##### Strato 2

h [m] .....	1
z [m] .....	-3
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1508
Poisson .....	0.2
Vs [m/s] .....	140
Vp [m/s] .....	229
Vs min [m/s] .....	75
Vs max [m/s] .....	210

##### Strato 3

h [m] .....	4
-------------	---

z [m].....	-7
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1649
Poisson.....	0.48
Vs [m/s] .....	200
Vp [m/s] .....	1020
Vs min [m/s].....	95
Vs max [m/s].....	300
Falda presente nello strato	

#### Strato 4

h [m] .....	4
z [m].....	-11
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1897
Poisson.....	0.48
Vs [m/s] .....	340
Vp [m/s] .....	1734
Vs min [m/s].....	95
Vs max [m/s].....	510
Falda presente nello strato	

#### Strato 5

h [m] .....	4
z [m].....	-15
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1910
Poisson.....	0.48
Vs [m/s] .....	340
Vp [m/s] .....	1734
Vs min [m/s].....	192
Vs max [m/s].....	510
Falda presente nello strato	

#### Strato 6

h [m] .....	7
z [m].....	-22
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	1910
Poisson.....	0.48
Vs [m/s] .....	350
Vp [m/s] .....	1785
Vs min [m/s].....	192
Vs max [m/s].....	525
Falda presente nello strato	

#### Strato 7

h [m] .....	5
z [m].....	-27
Densità [kg/m <sup>3</sup> ].....	2152
Poisson.....	0.48
Vs [m/s] .....	580
Vp [m/s] .....	2957
Vs min [m/s].....	192
Vs max [m/s].....	870
Falda presente nello strato	

#### Strato 8

h [m] .....	6
-------------	---

z [m]..... -33  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>]..... 2411  
 Poisson..... 0.48  
 Vs [m/s] ..... 650  
 Vp [m/s] ..... 3314  
 Vs min [m/s]..... 323  
 Vs max [m/s]..... 975  
 Falda presente nello strato

#### Strato 9

h [m] ..... 0  
 z [m]..... -00  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>]..... 2411  
 Poisson..... 0.48  
 Vs [m/s] ..... 660  
 Vp [m/s] ..... 3365  
 Vs min [m/s]..... 323  
 Vs max [m/s]..... 990  
 Falda presente nello strato

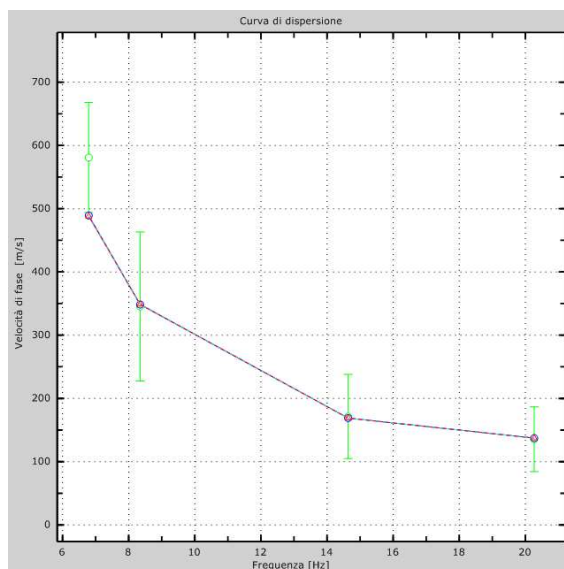


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

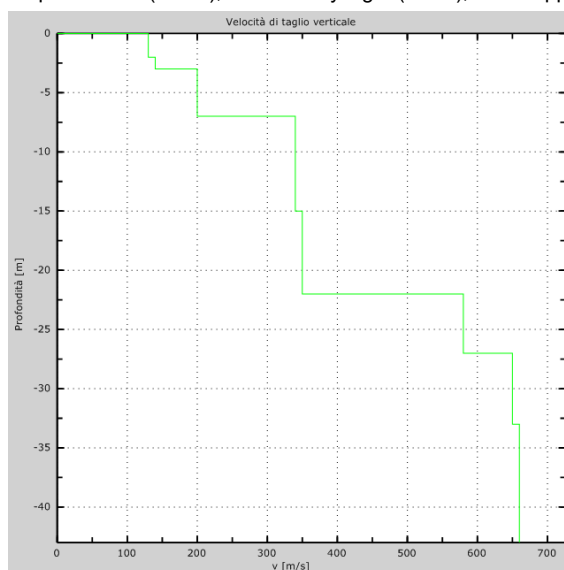


Figura 6: Profilo Vs numerico

## 6 - Risultati finali

La normativa applicata è il D.M. n°8 del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".

Piano di riferimento  $z$  (m) = ..... 0

L'unità geotecnica dello strato rigido non è stata rilevata entro 30 metri di profondità dal piano di riferimento.

Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano con la profondità.

$V_s$  equivalente [m/s] ..... 302

Tipo di suolo ..... C

### Categoria di sottosuolo

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

### Amplificazione stratigrafica

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$*

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

### Condizioni topografiche

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

### Amplificazione topografica

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

## STIMA DEI PARAMETRI SISMICI

**Geostru PS** consente di individuare la pericolosità sismica secondo le **NTC** di tutte le località Italiane. **Vita nominale 50 anni** e **Classe d'uso IV** imposte secondo quanto indicato nella Relazione tecnica e di calcolo delle strutture del Progetto Definitivo.

WGS84: Lat 45.666715 - Lng 8.633923

ED50: Lat 45.666649 - Lng 8.634939

Mappa

Satellite

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

### Stati limite

Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$	$T_c$ [s]
Operatività (SLO)	60	0.019	2.526	0.183
Danno (SLD)	101	0.024	2.590	0.211
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.045	2.653	0.298
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.052	2.739	0.315
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

## Coefficienti sismici

Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,84	1,75	1,57	1,54
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.006	0.007	0.013	0.016
kv	0.003	0.004	0.007	0.008
Amax [m/s²]	0.282	0.347	0.655	0.770
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

La normativa prevede che per il sito di costruzione sia verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica sia prossima alla superficie ed il terreno comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine.

E' comunque da sottolineare che la verifica può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0.1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

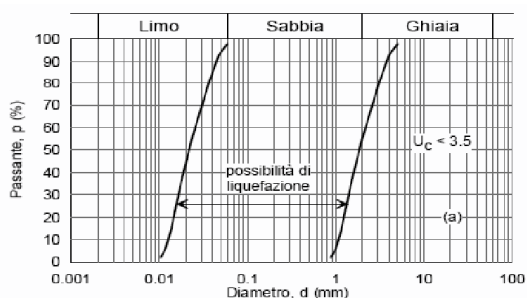


Fig. 7.11.1(a)

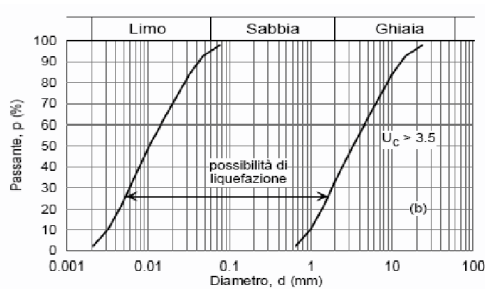


Figura 7.11.1 – Fust granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Qualora la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Relativamente al punto 1 e considerando i parametri sismici sopra rappresentati, per il sito in esame è stato ricavato un valore (SLC) di  $a_{max}$  di 0.770 m/s<sup>2</sup> che va diviso per il valore di g, pari a 9.81 m/s<sup>2</sup>: la condizione  $ag < 0.1g$  risulta soddisfatta e la verifica può essere omessa.

## CONCLUSIONI

Di seguito si riassumono i principali elementi riscontrati in sito:

- i terreni affioranti nell'area in esame sono costituiti da sedimenti fluvioglaciali, costituiti presumibilmente da sabbie ghiaiose e ghiaie e sabbie, coperte da limi sabbiosi;
- è stata fornita la parametrizzazione geotecnica dei terreni attraversati, che ha permesso di evidenziare le mediocri caratteristiche geotecniche dello strato di copertura limoso sabbioso, e sono stati individuati i principali parametri sismici di sito;
- la zona ricade nella categoria di sottosuolo **C**, definita con indagine MASW; la categoria topografica corrisponde a **T1**;
- manifestazioni idriche probabilmente di tipo epidemico e temporaneo sono state individuate, all'atto delle indagini, a circa 3.9 m di profondità; la falda freatica propriamente detta si colloca invece a profondità molto elevate, superiori a 60-65 m da p.c.;
- dal punto di vista geomorfologico l'area non manifesta evidenze di fenomeni d'instabilità in atto.

Nell'esecuzione dei lavori si dovrà tener conto delle seguenti cautele:

- data la natura sabbioso limosa dei terreni superficiali, dovrà essere tenuto in considerazione il fenomeno della risalita capillare, al fine di evitare ammaloramenti alle nuove strutture, adottando gli opportuni presidi della normale pratica costruttiva (impermeabilizzazioni, drenaggi, vespai);
- il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera;
- dovrà essere posta cura nella regimazione delle acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabili;
- eventuali scavi a fronte verticale, particolarmente se in contiguità a manufatti esistenti e/o se superiori a 2 m di altezza, dovranno essere adeguatamente sostenuti con opere provvisorie, come da disposizioni normative vigenti; in alternativa, gli scavi dovranno essere provvisti di adeguati angoli di scarpa, da verificare in fase esecutiva, in funzione delle profondità da raggiungere.
- le terre e rocce da scavo dovranno essere gestite secondo le modalità previste dal DPR 120/2017;

Al termine delle considerazioni riassunte ai punti precedenti è possibile affermare che, alle condizioni sopra esposte, la realizzazione di quanto in progetto risulterà compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico locale, considerando sia il punto di vista geologico-tecnico sia la stabilità dell'area di prevista trasformazione.

Quanto in progetto andrà comunque realizzato a regola d'arte e tenendo sempre in preminente considerazione, in ogni fase e circostanza, la stabilità generale dell'area e dei manufatti esistenti.

La validità delle ipotesi di progetto dovrà, comunque, essere verificata durante la realizzazione dei manufatti considerando, oltre ai dati raccolti in questa fase, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.