

**COMUNE DI MAZZE'**  
**PROVINCIA DI TORINO**  
**REGIONE PIEMONTE**

***PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI NUOVO  
PLESSO SCOLASTICO - SCUOLA PRIMARIA***

COMMITTENTE

Il Responsabile del Procedimento



**COMUNE DI MAZZE'**  
Piazza della Repubblica, 2  
10035 - MAZZE' (TO)

OGGETTO:

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA E  
GEOTECNICA DEL SITO AI SENSI NTC 2018**

ELABORATO:

SCALA:

PRATICA: .....

REVISIONE	DATA	OGGETTO	SIGLA	VISTO
0	Agosto 2020			

dr. geol. Maurizio Canepa



Studio di Geologia dr. Maurizio Canepa Cod. Fisc. CNP MRZ 61H11 L219 I - Part. IVA 06964550013  
Via Montenero n.26 - 1086 RIVAROLO C.SE (TO) - tel 0124 424728 Fax. 0124 25909 - Email: canepamauri@email.it

## Sommario

1	Premessa.....	2
2	Inquadramento geologico.....	3
2.1	Geomorfologia e rischio geologico .....	5
2.2	Compatibilità dell'intervento con la classificazione di sintesi del PRGC.....	8
3	Caratterizzazione litostratigrafica di dettaglio e caratterizzazione geotecnica .....	9
3.1	Caratterizzazione litostratigrafica.....	9
4	Caratterizzazione geotecnica.....	13
4.1	Le prove SPT.....	13
4.2	Le prove di laboratorio geotecnico.....	14
4.3	Interpretazione delle prove SPT in foro di sondaggio.....	16
4.4	Prove di laboratorio geotecnico.....	16
4.5	Modello geotecnico di riferimento .....	17
4.6	Costante di sottofondo o modulo di Winkler .....	18
5	Caratterizzazione sismica.....	20
7	Problematiche di drenaggio superficiale.....	26
8	Prime indicazioni per l'impianto geotermico con approvvigionamento tramite pozzo .....	26
9	Considerazioni sulle fondazioni dell'edificio .....	27

## 1 Premessa

---

Con Determinazione del Responsabile del Servizio Tecnico n° 112 del 03/08/2020 è stato affidato, dal comune di Mazzè, a seguito di T.D. Mepa n. 1367784, ai sensi dell'art. 36, Comma 2 Lett.A), del D.Lgs. 50/2016, il servizio professionale denominato: *“Relazione geologica, relazione geotecnica, indagine MASW, prova di sismica passiva a stazione singola (metodo HVSR), prove di laboratorio, prove in situ, consulenza a pratica per realizzazione pozzo di captazione per impianto di geotermia acqua/acqua relativa al nuovo sito individuato dall'Amministrazione Comunale per la realizzazione della scuola primaria unica. Codice CIG: Z252DD060B”*.

In questa relazione si prendono in considerazione prevalentemente gli aspetti geotecnici e di compatibilità geomorfologica relativamente al progetto architettonico e strutturale del nuovo edificio scolastico, fornendo, nel contempo indicazioni utili per l'approvvigionamento di acqua di falda per l'impianto di scambio geotermico da utilizzare per la climatizzazione dell'edificio.

Per l'espletamento dell'incarico sono state eseguite le seguenti indagini/prove geotecniche in sito e in laboratorio:

1. la realizzazione di n. 2 carotaggi profondi 10 m;
2. l'esecuzione di n. 4 prove SPT in foro;
3. l'esecuzione di n. 2 prove di permeabilità (Prove Lefranc) in foro;
4. l'esecuzione di n. 4 scavi geognostici da eseguire con escavatore da estendere ad una profondità di ca. 3 m;
5. prove di laboratorio geotecnico: n. 2 granulometrie, n. 2 edometriche, n. 3 prove di taglio in scatola di Casagrande;
6. l'esecuzione di uno stendimento sismico MASW per la determinazione della velocità delle onde di taglio (valore medio dei 30 m di sottosuolo sotto il piano di posa delle fondazioni);
7. l'esecuzione di una prova di sismica passiva a stazione singola (metodo HVSR).

Il sito si trova relativamente (ca. 350 m in linea retta) vicino al lotto di terreno dove in passato sono state condotte le indagini per il plesso scolastico non realizzato (indicato come *“indagine Vigna”*). Tuttavia preme precisare che, nonostante la vicinanza dei due siti, la situazione litostratigrafica è leggermente diversa. La diversità è legata alla natura dei primi metri di terreno, decisamente più ghiaioso (con importante percentuale di ciottoli) nel lotto precedente e decisamente più limoso – sabbioso (e con presenza meno abbondante di ciottoli) nel lotto in esame.

Con l'aumentare della profondità i due siti presentano invece una netta convergenza di facies litologica.

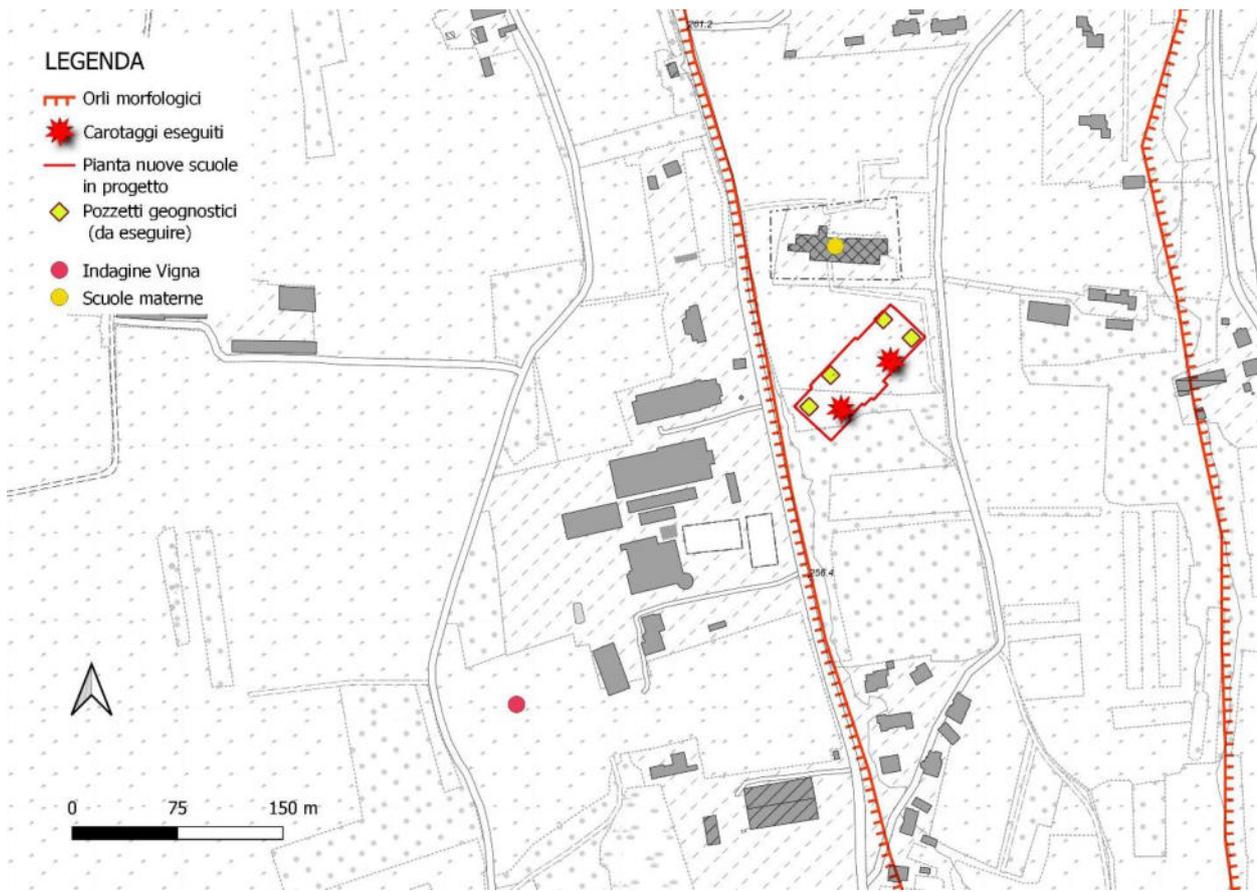


Figura 1: inquadramento dell'area di studio

Tale diversità è da ricercare, presumibilmente, nella diversa età dei depositi di natura fluvio-glaciale che costituiscono il substrato, più antica per i depositi che costituiscono il sottosuolo della zona in esame e più recente per il sito precedentemente oggetto di indagine.

## 2 Inquadramento geologico

L'area in esame, ad andamento sub-pianeggiante si colloca nel “*Complesso dei depositi fluviali e fluvio-glaciali quaternari*” posti a valle dei cordoni morenici pedemontani. Poco a monte dell'area di indagine si trova l'Anfiteatro Morenico di Ivrea, che è un imponente complesso di cerchie moreniche, edificato dal ghiacciaio della Dora Baltea allo sbocco della Valle d'Aosta nel corso di una decina di glaciazioni succedutesi nel Pleistocene. Rappresenta la testimonianza più evidente ed importante della grande estensione raggiunta dal glacialismo valdostano nel Quaternario: le sue morene terminali distano fino a 120 km dalla fronte dei ghiacciai attuali del Monte Bianco ed occupano oltre metà della larghezza della Pianura Padana tra Alpi e Collina di Torino.

Gianotti (v. Figura 2) indica la zona in esame come ancora appartenente all'apparato morenico vero e proprio, tuttavia l'esame dei terreni che lo compongono, per una profondità di indagine di 10 m, fa propendere che si tratti di un lembo di terrazzo fluviale costituito da depositi di origine fluvio-glaciale, legati al rimaneggiamento del materiale morenico retrostante. Tuttavia anche la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, riporta tale settore come appartenente alla cerchia morenica.

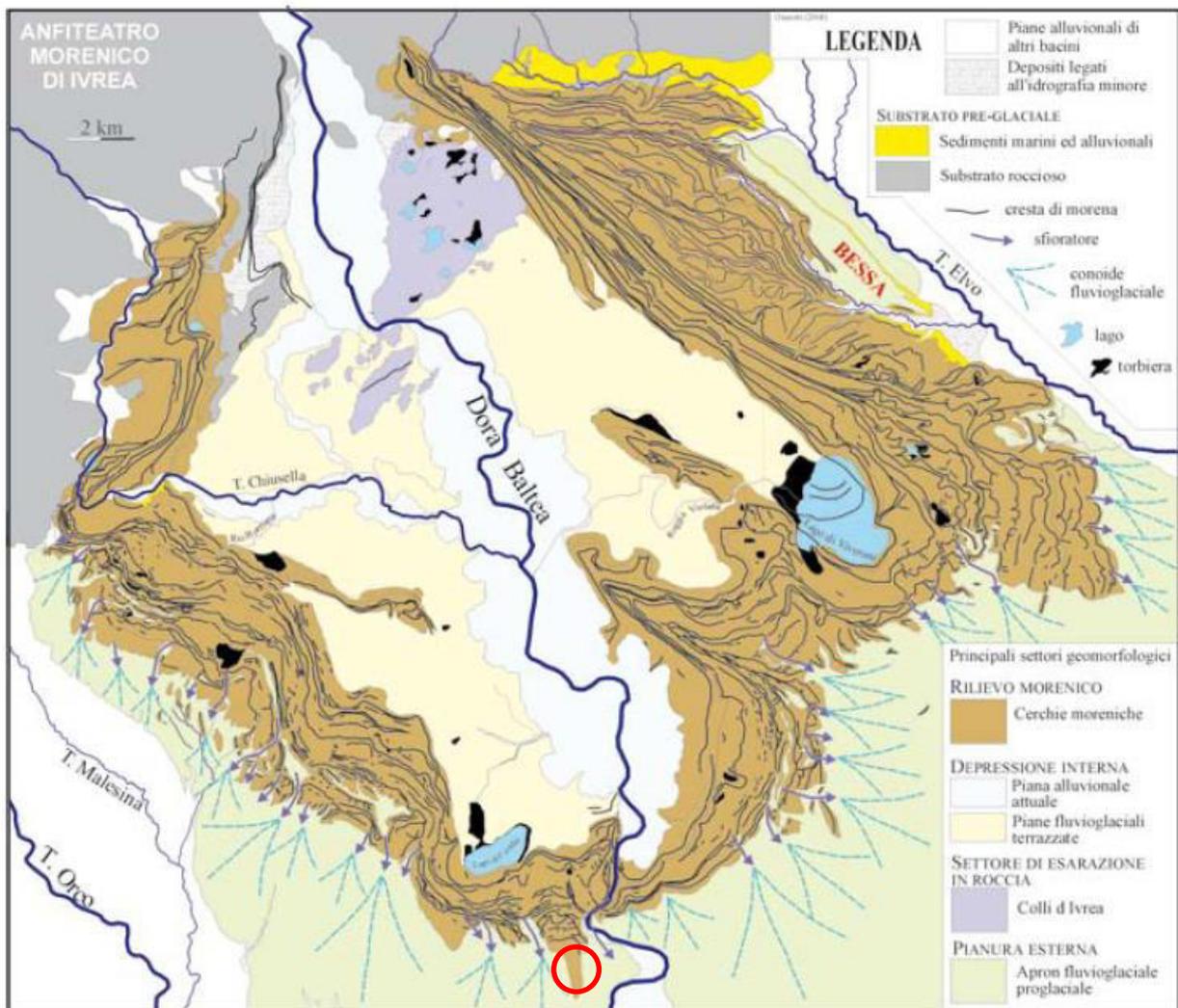


Figura 2: carta dell'anfiteatro morenico di Ivrea (da Gianotti<sup>1</sup>). Il cerchio rosso indica il sito di interesse

<sup>1</sup> Gianotti F. – L'anfiteatro morenico di Ivrea

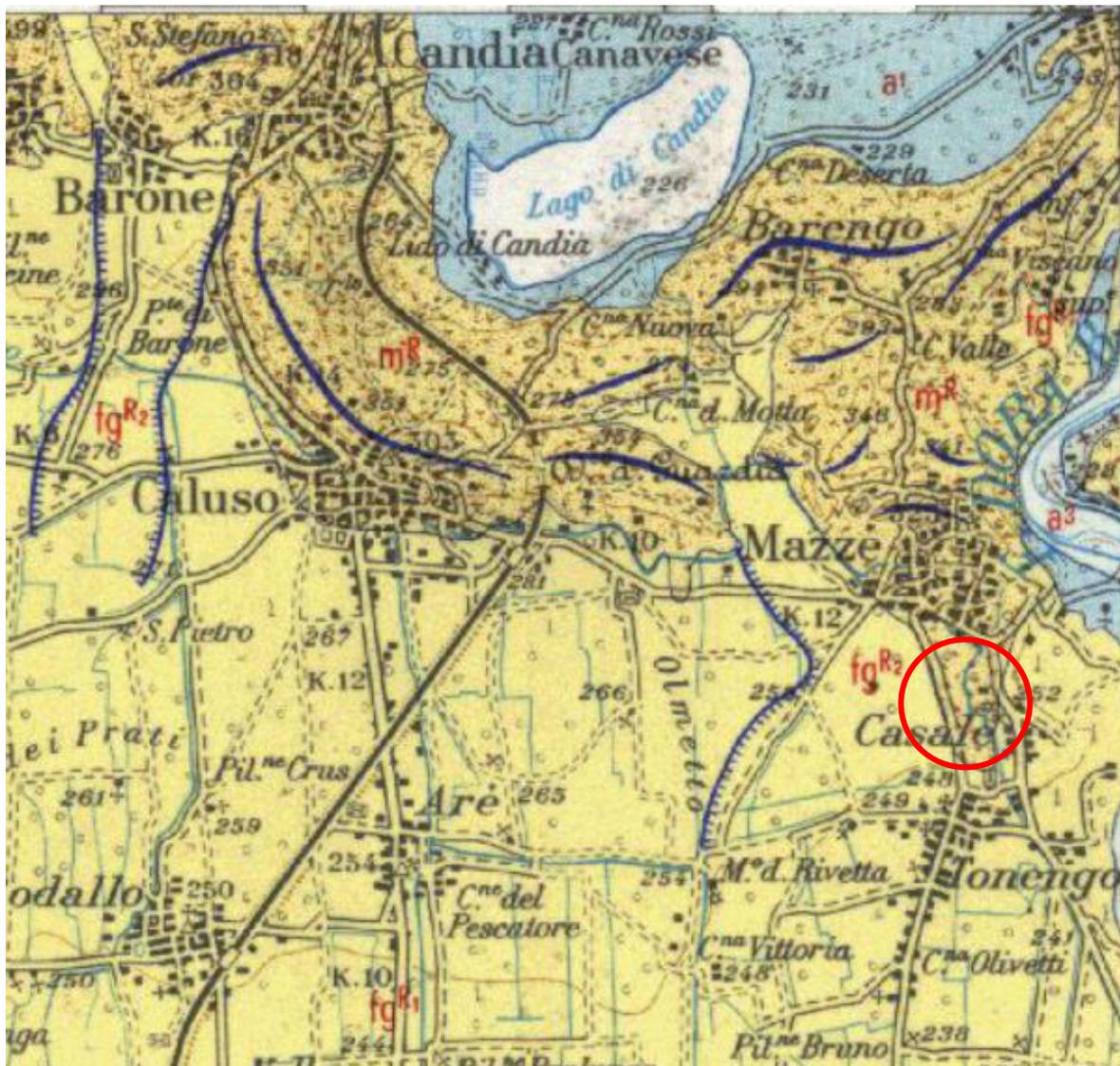


Figura 3: stralcio della Carta Geologica d'Italia (ed. 1 : 100000)

## 2.1 Geomorfologia e rischio geologico

Dal punto di vista geomorfologico, l'area si colloca su una dorsale allungata in direzione nord – sud rilevata rispetto alle zone circostanti. Essa è delimitata a ovest da un bordo di terrazzo alto ca. 4 – 5 m, mentre ad est l'orlo morfologico che lo delimita ha un'altezza di ca. 10 – 11 m e poco ad est la zona è modellata dalla Dora Baltea che ha ricavato una scarpata alta ulteriori 10 m. La zona in esame è tuttavia lontana da zone in evoluzione morfologica e presenta condizioni di stabilità.

Il piano campagna mostra una debole pendenza verso sudovest (v. Figura 4) e complessivamente si trova ad una quota inferiore di ca. 0.5 – 2 m rispetto alla strada che delimita l'appezzamento di terreno verso est (via Castone).

Come ben evidente dalla Figura 5 l'area è geomorfologicamente pianeggiante anche se con la

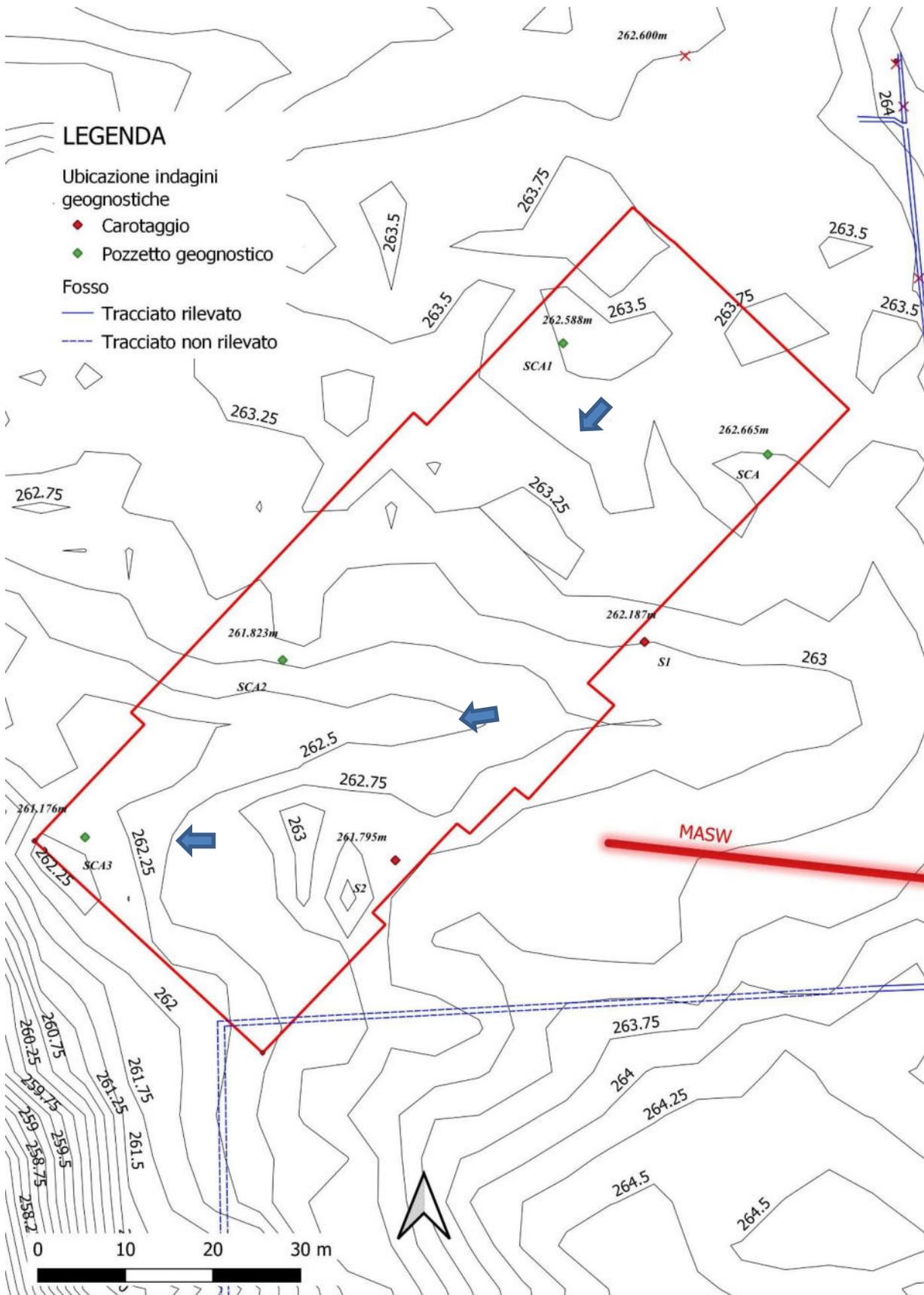


Figura 4: piano quotato a curve di livello ricavato da DTM Regione Piemonte

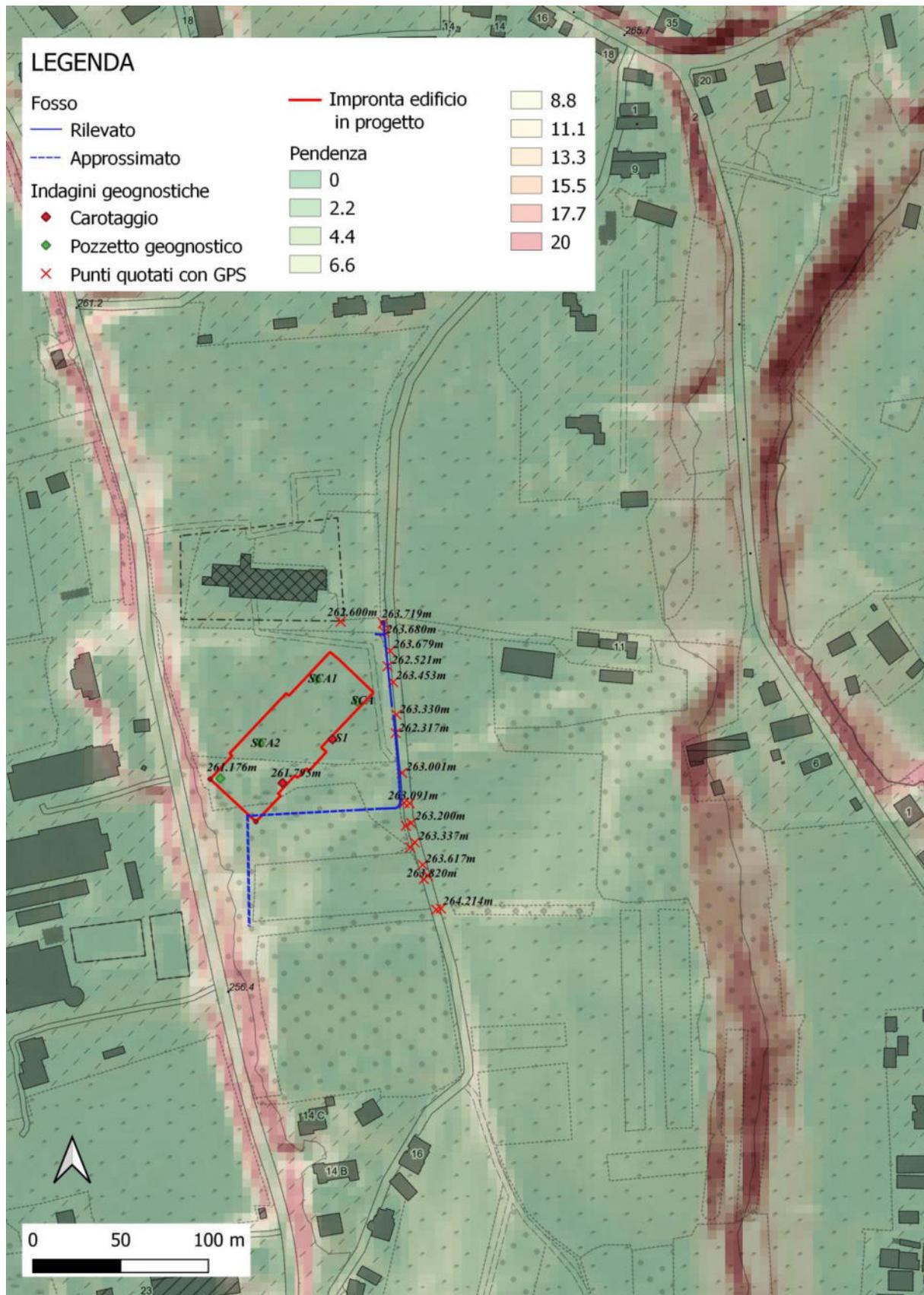


Figura 5: Carta delle pendenze sovrapposta su BDTR Regione Piemonte



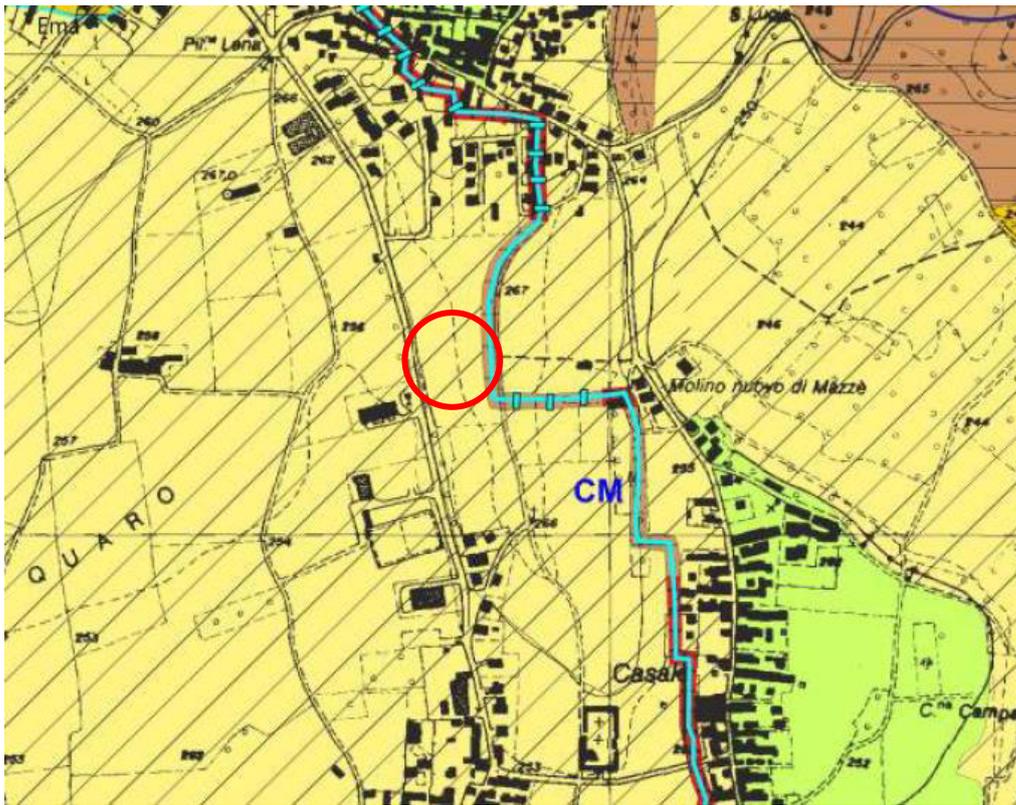


Figura 7: stralcio della Tav G6 – Carta di Sintesi allegata al PRGC di Mazzè

### 3 Caratterizzazione litostratigrafica di dettaglio e caratterizzazione geotecnica

---

#### 3.1 Caratterizzazione litostratigrafica

La caratterizzazione litostratigrafica è stata eseguita tramite la realizzazione di n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti sino ad una profondità di 10 m ciascuno e tramite la realizzazione di n. 4 scavi geognostici eseguiti con escavatore a benna rovescia.

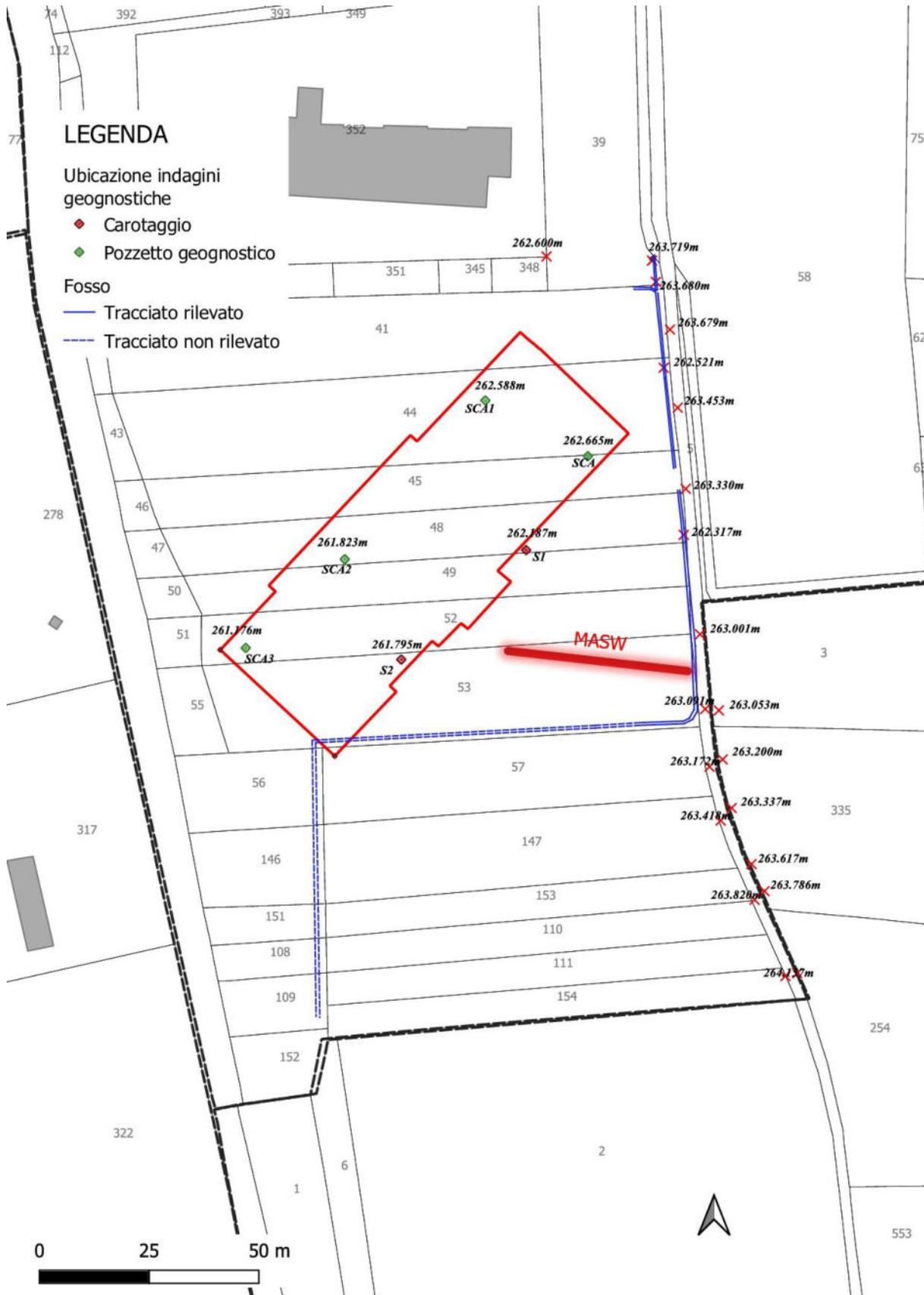


Figura 8: posizione delle indagini geognostiche eseguite

La tabella seguente riassume le coordinate, rilevate con GPS di precisione, a 72 canali, doppia frequenza, con i seguenti requisiti di precisione in modalità cinematica:

- precisione orizzontale: 10 mm  $\pm$  1 ppm;
- precisione verticale: 20 mm  $\pm$  1 ppm.

Il rilievo è stato eseguito in georeferenziazione sull'elissoide internazionale WGS84, e proiezione sul sistema di riferimento UTM, fuso 32N.

	Coord. Est	Coord. Nord	Q (m s.l.m.)	Prof. (m)
S1	416771.42	5016192.37	262.19	10.00
S2	416742.96	5016167.23	261.80	10.00
SCA	416785.50	5016213.94	262.67	2.80
SCA1	416762.12	5016226.75	262.59	1.20
SCA2	416730.08	5016190.26	261.82	1.90
SCA3	416707.51	5016169.88	261.18	2.10

Le stratigrafie dei sondaggi S1 e S2 sono riportate in allegato, unitamente alle foto delle carote di terreno. Nel seguito si riportano le stratigrafie rilevate nei pozzetti geognostici.

SCA	Descrizione terreno
	<p><u>Da 0.00 a 0.40 m:</u> <i>Terreno agrario;</i></p> <p><u>da 0.40 a 1.80 m:</u> <i>Limi sabbiosi, debolmente argillosi con ciottoli sovente alterati;</i></p> <p><u>da 1.80 a 2.80 m:</u> <i>Sabbie debolmente limose con ciottoli.</i></p>

SCA1	Descrizione terreno
	<p>Da 0.00 a 0.50 m: <i>Terreno agrario;</i></p> <p>da 0.40 a 1.20 m: <i>ciottoli, talora alterati, con ghiaia in matrice sabbioso limosa.</i></p>

SCA2	Descrizione terreno
	<p>Da 0.00 a 0.60 m: <i>Terreno agrario;</i></p> <p>da 0.60 a 1.30 m: <i>ciottoli in matrice sabbioso – limosa, debolmente argillosa, colore beige - ocra;</i></p> <p>da 1.30 a 1.90 m: <i>Ciottoli con ghiaia e sabbia in matrice limoso - sabbiosa.</i></p>

SCA3	Descrizione terreno
	<p>Da 0.00 a 0.60 m: <i>Terreno agrario;</i></p> <p>da 0.60 a 1.30 m: <i>ciottoli in matrice sabbioso – limosa, debolmente argillosa, colore marroncino;</i></p> <p>da 1.30 a 2.10 m: <i>Ciottoli con ghiaia in matrice sabbiosa.</i></p>

L'assetto litostratigrafico può pertanto essere così ricostruito:

- un primo livello di terreno agrario potente circa 0.5 – 0.6 m;
- un livello di limi sabbiosi, debolmente argillosi con ghiaia e ciottoli, più esteso in corrispondenza del settore nord orientale della zona dove verrà realizzato il fabbricato, estendentesi in profondità sino ad un massimo di 1.80 m;
- un livello di ghiaie con ciottoli in matrice sabbioso – limosa che si estende in profondità sino a ca. 4.0 m;
- un livello di ciottoli in matrice prevalentemente ghiaioso – sabbiosa non alterato ad elevata permeabilità.

#### 4 Caratterizzazione geotecnica

La caratterizzazione geotecnica è stata eseguita tramite le consuete prove geotecniche in sito, durante l'esecuzione dei due carotaggi, tramite l'esecuzione di n. 4 prove SPT (a 1.5 e 3.0 – 3.2 m di profondità) e tramite l'esecuzione di prove di laboratorio geotecnico su campioni rimaneggiati.

##### 4.1 Le prove SPT

La prova SPT consiste nel far cadere ripetutamente un maglio del peso di 63.5 kg da un'altezza di 760 mm su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato un campionatore di dimensioni standardizzate, registrando durante la penetrazione il numero di colpi ogni 15 cm di infissione della punta nel terreno. Per ciascuna prova il procedimento viene ripetuto tre volte su tratti di lunghezza ciascuno di 15 cm e registrando il numero di colpi per ciascun tratto. Il risultato è ottenuto sommando il numero di colpi di infissione degli ultimi due tratti da 15 cm.

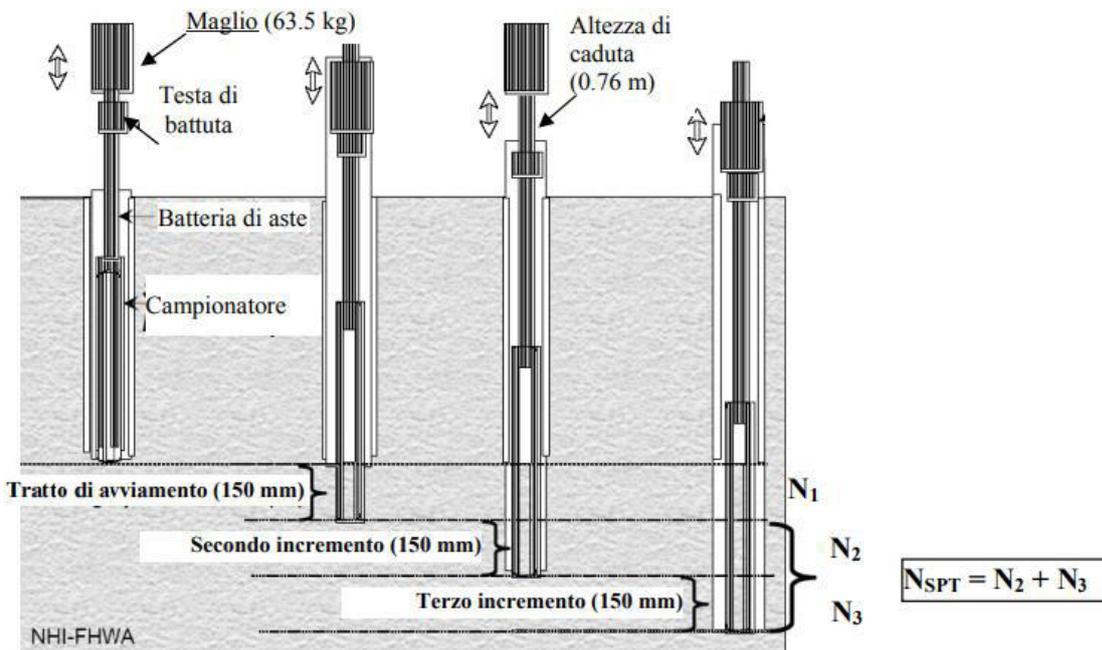


Figura 9: schema della prova SPT

A 1.5 m di profondità, sia nell'S1 che nell'S2 sono state eseguite n. 2 prove SPT che hanno fornito i seguenti valori:

S1: 13 – 23 – 31:  $N_{SPT} = 54$  colpi

S2: 11 – 20 – 48:  $N_{SPT} = 68$  colpi.

A 3.0 – 3.2 m di profondità le prove SPT hanno fornito i seguenti valori:

S1: 8 – 24 – 34:  $N_{SPT} = 58$  colpi

S2: 14 – 19 – 12:  $N_{SPT} = 31$  colpi.

#### 4.2 Le prove di laboratorio geotecnico

Sono state eseguite su un totale di 5 campioni di terreno, prelevati come descritto nella Tabella 1.

Su tutti i campioni sono state eseguite le analisi per la classificazione, tranne i Limiti di Atterberg che non è stato possibile eseguire a causa della natura prevalentemente granulare dei campioni.

Considerando quanto concordato con i progettisti in merito all'approfondimento della struttura di fondazione (1 m da piano campagna), sui campioni posti tra 1 e 2 m di profondità sono state eseguite le prove di taglio in condizioni drenate e la prova edometrica. Per confronto, inoltre, la prova di taglio è stata eseguita anche su un campione prelevato alla profondità compresa tra 6 e 6.5 m nel sondaggio S1. I valori ottenuti sono da considerare cautelativi in quanto ottenuti su provini ricostituiti in laboratorio sul passante al setaccio 4 ASTM (diametro 4.76 mm).

Tabella 1: riepilogo analisi e campioni prelevati

Sondaggio (S) - scavo (SC)	CAMPIONE (RIF. TUA TABELLA)	CAMPIONE (NUOVO RIF)	PROF. (m)	peso di volume (t/m <sup>3</sup> )	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	φ' (°)	Modulo edometrico (kg/cm <sup>2</sup> )*	Classificazione terreno (AGI, MIT)
SC0	C1	C1	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
SC0	C2	C2	2	1.97	0	28.4	63.3	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
SC1	C1	C3	1	1.85	0	27.1	52.6	Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa
S1	C2	C4	2 - 3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Limo con ghiaia e sabbia debolmente argilloso
S1	C3	C5	6 -6.5	1.95	0	32.8	n.d.	Ghiaia sabbioso limosa

\*calcolato nell'intervallo di carico compreso tra 1.00 e 2.00 kg/cm<sup>2</sup>

### 4.3 Interpretazione delle prove SPT in foro di sondaggio

Poiché l'indice  $N_{SPT}$  è una misura indiretta dell'energia necessaria a determinare la rottura del terreno, la resistenza al taglio opposta dal terreno può essere stimata con una correlazione di tipo secondario con il valore  $N_{SPT}$ .

Nel caso specifico le prove SPT sono state eseguite nei terreni sabbioso - limosi con ghiaia e ciottoli dove verrà poggiato il terreno di riporto per realizzare la base d'appoggio della platea di fondazione, ad una profondità di ca. 1.5 m e nei terreni a maggior componente ghiaiosa a ca. 3.0 – 3.2 m di profondità. La profondità indicate si riferiscono alla profondità di prelievo dei provini. Il riporto verrà approfondito sino a ca. 1 m dall'attuale piano campagna.

Le prove sono state elaborate con le formulazioni di Meyerhof (1965):

- $\varphi = 29.47 + 0.46 * N_{SPT} - 0.004 * N_{SPT}^2$  (1);
- $\varphi = 23.7 + 0.57 * N_{SPT} - 0.006 * N_{SPT}^2$  (2).

Entrambe le formulazioni sono ottimizzate per terreni con percentuale di limo < 5%, la (1) viene impiegata per casi di terreni sopra falda a profondità inferiori ai 5 m, la (2) per terreni sopra falda a profondità inferiori ai 3 m.

Applicando le due formulazioni ai valori ottenuti nelle prove SPT si ottengono i seguenti risultati:

PROVA	PROF (m)	$N_{SPT}$	$\varphi$	Peso di volume (t/m <sup>3</sup> )
SPT1	1.5	54	36.984	2.25
SPT2	1.5	68	34.716	2.37
SPT3	3.2	58	42.694	2.27
SPT4	3.2	31	39.886	2.14

I valori ottenuti sono verosimilmente sovrastimati a causa della presenza di ciottoli e di ghiaia grossolana che hanno influenzato la resistenza alla punta.

### 4.4 Prove di laboratorio geotecnico

Le prove di laboratorio geotecnico evidenziano valori dell'angolo di resistenza al taglio decisamente inferiori rispetto a quelli calcolati con formule empiriche utilizzando i dati delle prove SPT in foro. In particolare si ottengono i seguenti risultati:

CAMPIONE	PROF. (m)	peso di volume (t/m <sup>3</sup> )	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	j' (°)	Modulo edometrico (kg/cm <sup>2</sup> )*	Classificazione terreno (AGI, MIT)
C1	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
C2	2	1.97	0	28.4	63.3	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
C3	1	1.85	0	27.1	52.6	Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa

C4	2 - 3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Limo con ghiaia e sabbia debolmente argilloso
C5	6 - 6.5	1.95	0	32.8	n.d.	Ghiaia sabbioso limosa

#### 4.5 Modello geotecnico di riferimento

In pratica il modello geotecnico di riferimento può essere così sintetizzato:

- un primo livello di terreno agrario, da non considerare come terreno di fondazione e da asportare completamente per uno spessore di ca. 0.50 – 0.60 m;
- un secondo livello di terreni prevalentemente limoso – sabbiosi con limitato scheletro ghiaioso e ciottoli, potente da ca. da 1.80 m (SCO) a 1.20 m;
- un terzo livello simile al precedente, ma con una maggiore abbondanza di frazione ghiaiosa e ciottolosa, fino alla profondità di ca. 4 m;
- un ultimo livello costituito da ciottoli in matrice prevalentemente ghiaioso – sabbiosa non alterato ad elevata permeabilità.

Prof. media (m da piano campagna)	Litotipo	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Ed (kg/cm <sup>2</sup> )
0.6 – 1.8	terreni prevalentemente limoso – sabbiosi con limitato scheletro ghiaioso e ciottoli, potente da ca. da 1.80 m (SCO) a 1.20 m	27.1	1.85	52.6
1.8 – 4.0	ghiaie con ciottoli in matrice sabbioso – limosa che si estende in profondità sino a ca. 4.0 m	28.4	1.97	63.3
> 4.0	ciottoli in matrice prevalentemente ghiaioso – sabbiosa non alterato ad elevata permeabilità	32.8	1.95	> 100

Come si vede i valori dell'angolo di resistenza al taglio determinati in laboratorio sono decisamente inferiori a quelli calcolati utilizzando formule di correlazione dai risultati delle prove SPT. Questo per i seguenti motivi:

- le prove SPT sono state sicuramente influenzate dalla presenza di ciottoli all'interno dei terreni entro i quali sono state condotte;
- le prove di laboratorio sono state eseguite, per motivi di forza maggiore, su provini ricostituiti in laboratorio addensandoli alla tensione efficace corrispondente a quella stimabile per la profondità di prelievo;
- i campioni tagliati sono stati ricostituiti solo con la frazione passante al setaccio ASTM 4, e quindi non viene considerato il contributo delle forze attritive competenti alla aliquota di terreno la cui granulometria eccede i 4.56 mm;
- i diagrammi sforzo – deformazione dei tagli eseguiti non evidenziano il classico “picco” di resistenza che si evidenzia in terreni non rimaneggiati. Per questo motivo l'angolo di resistenza al taglio ottenuto non è da considerare come angolo di resistenza di picco (come quello che invece viene calcolato con le formule di correlazione da prove SPT o penetrometriche), ma piuttosto come angolo di resistenza al taglio a volume costante, tipicamente il valore che dovrebbe essere utilizzato per problemi che coinvolgono ampi

volumi di terreno e sforzi applicati lentamente e protratti nel tempo, come, appunto, in caso di dimensionamento di strutture di fondazioni.

Si precisa che i valori soprariportati possono essere considerati come valori dell'angolo di resistenza al taglio a volume costante, e che possono essere parimenti considerati valori caratteristici secondo la definizione delle NTC 2018.

#### **4.6 Costante di sottofondo o modulo di Winkler**

Per quanto attiene la costante di sottofondo o modulo di Winkler, occorre precisare che non è una proprietà intrinseca del terreno, cioè determinabile a prescindere dalla geometria delle fondazioni, dalla distribuzione dei carichi, dalle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo. In generale il metodo migliore per la sua determinazione è costituito dalle prove di carico su piastra che consentono di porre in relazione lo sforzo applicato sul terreno con la sua deformazione verticale. Tuttavia è anche possibile eseguire delle stime in base alla velocità delle onde sismiche che forniscono una soddisfacente indicazione del comportamento effettivo del terreno.

In base alle formule di Keceli (2012) e Yoshimura (1976):

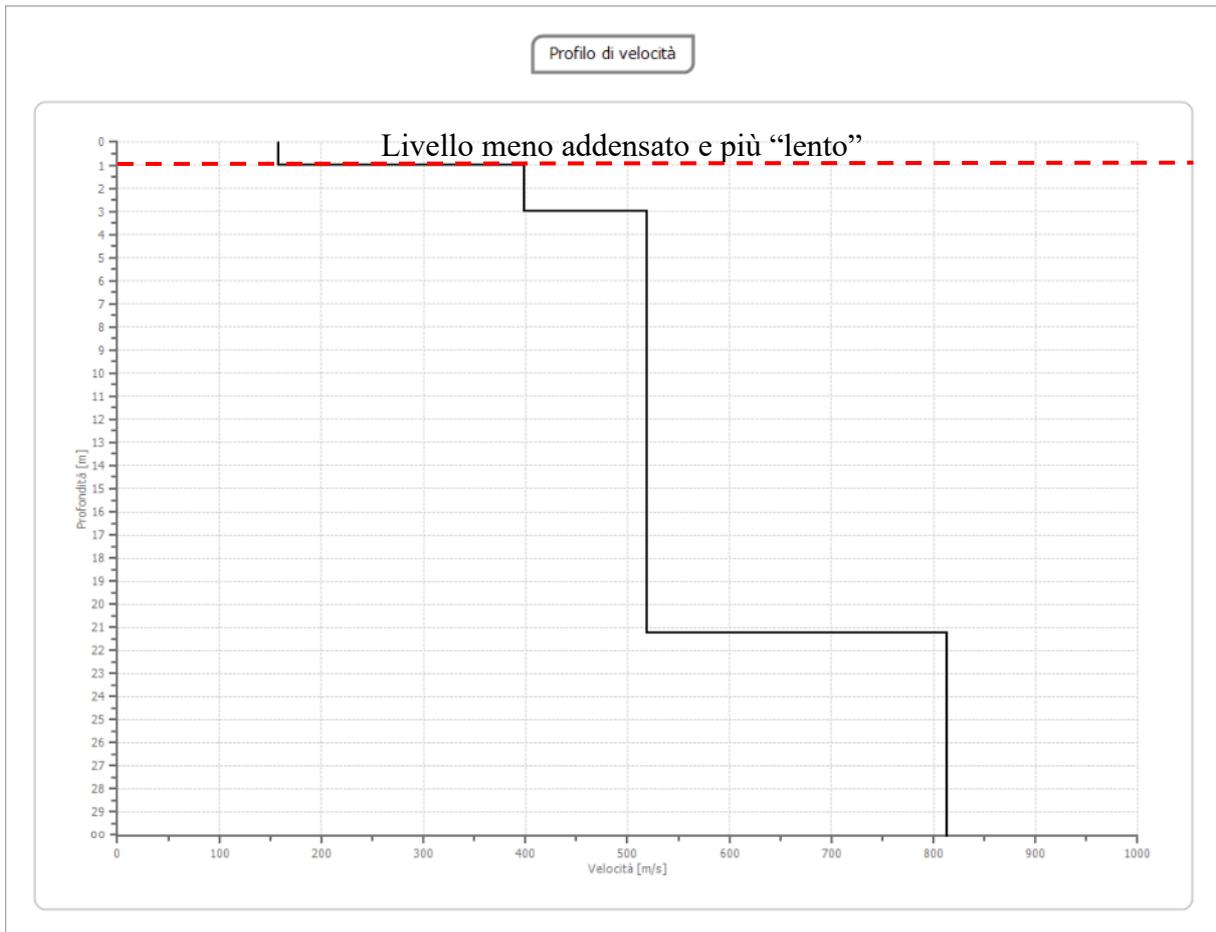
$$K = 0.025 \times V_s^{2.4} \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

integrate si ottiene:

Prof. (m)		Vs	k (Winkler)	
da	a	(m/s)	kN/m <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>
0	1	160	4873.35	0.50
1	3	400	43942.42	4.48
3	>10	500	75070.28	7.65

Come si vede dalla tabella soprastante, il primo metro di terreno fornisce un valore del coefficiente di Winkler basso, tale da sconsigliare di appoggiare la nuova fondazione al suo interno, mentre con l'approfondimento di 1 m rispetto al piano campagna, si potrebbe appoggiare le fondazioni su un sottosuolo di discreta rigidità.

Il MASW ha evidenziato un terreno di categoria B, con una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio pari a 456.91 m/s. Ha anche messo in evidenza una sismostratigrafia caratterizzata da un primo orizzonte meno addensato, dello spessore di ca. 1 m (v. Figura 10).



**Figura 10: profilo verticale della velocità delle onde sismiche di taglio**

Stante questa situazione occorre prevedere la realizzazione di una “bonifica”, ovvero asportare il terreno in sito sino a 1.0 m di profondità (profondità media stimata anche sulla base dell’osservazione diretta in sito eseguita negli scavi geognostici) e aver riportato un misto stabilizzato di adeguate caratteristiche di addensamento.

In questo caso, il materiale di riporto deve essere costituito da misti granulari appartenenti ai gruppi A1 o A2 di cui alla tabella HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006) – v. Figura 11. Il materiale andrà rullato e si dovrà raggiungere un modulo di deformazione  $Md_1 > 50$  Mpa.

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 $\leq$ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 $>$ 35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	$\leq 80$												
0,4 UNI 2332 %	$\leq 30$	$\leq 80$	$\geq 80$										
0,075 UNI 2332 %	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$\leq 40$	$\leq 40$	$\leq 40$
Indice di plasticità	$\leq 6$		N.P.	$\leq 10$	$\leq 10_{max}$	$> 10$	$> 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	$> 10$	$> 10$ (IP>LL30)	$> 10$ (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		$\leq 4$		$\leq 8$	$\leq 12$	$\leq 18$	$\leq 20$		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione e, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone							Da mediocri a scadenti					Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa					Scarsa o nulla				
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Poveri o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

Figura 11: tabella HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006)

## 5 Caratterizzazione sismica

La zona si trova in classe di pericolosità sismica III. La normativa di riferimento è rappresentata dal D.M. 17.01.18.

Tabella 2.4.I – Vita nominale VN per diversi tipi di opere		
TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale VN (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali -Strutture in fase costruttiva	10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

Si precisa che la caratterizzazione sismica è stata limitata alla determinazione dell'accelerazione massima attesa per il sito in esame. Calcolo di  $a_{max}$

L'accelerazione massima attesa sul sito in esame ( $a_{max}$ ) dipende dall'accelerazione di base  $a_g$  dall'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e topografica ( $S_T$ ).  $S_s$  dipende dai litotipi presenti in corrispondenza del sito in esame, che devono essere individuati in una delle categorie di sottosuolo.

L'accelerazione di base viene dedotta dalla planimetria dell'INGV della pericolosità sismica del territorio italiano (v. Figura 12).

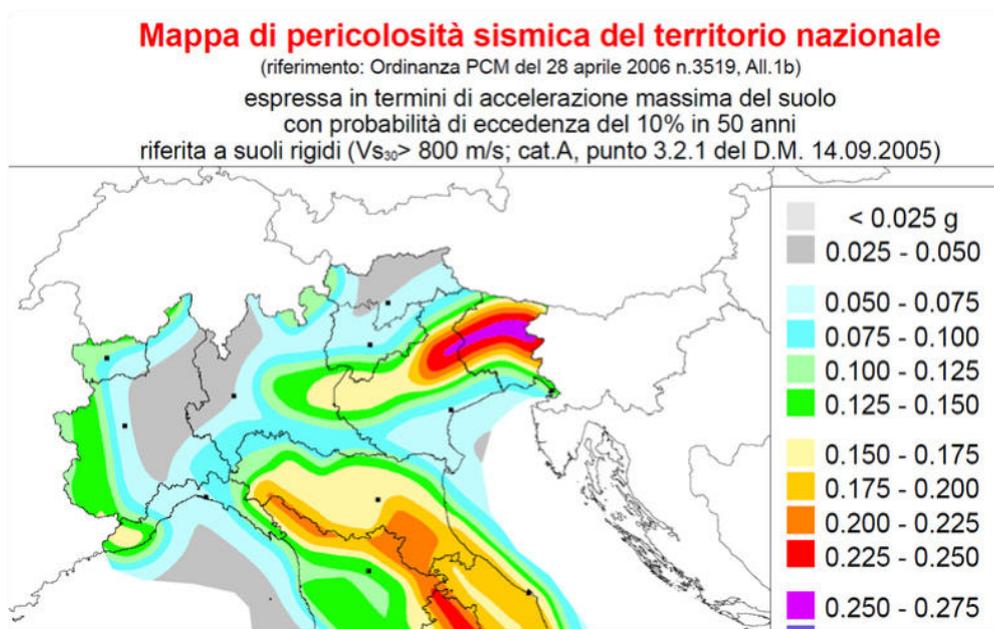


Figura 12

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio. A tale scopo è stato eseguito uno stendimento sismico MASW che ha consentito di evidenziare una  $V_{s30}$  pari a 456.91 m/s, tipica di suoli di classe B (indagine sismica MASW eseguita dal dr. Vigna e allegata alla presente relazione).

La classe topografica, trattandosi di zona di pianura, è la **T1**.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Figura 13: categorie di sottosuolo (NTC 2018)

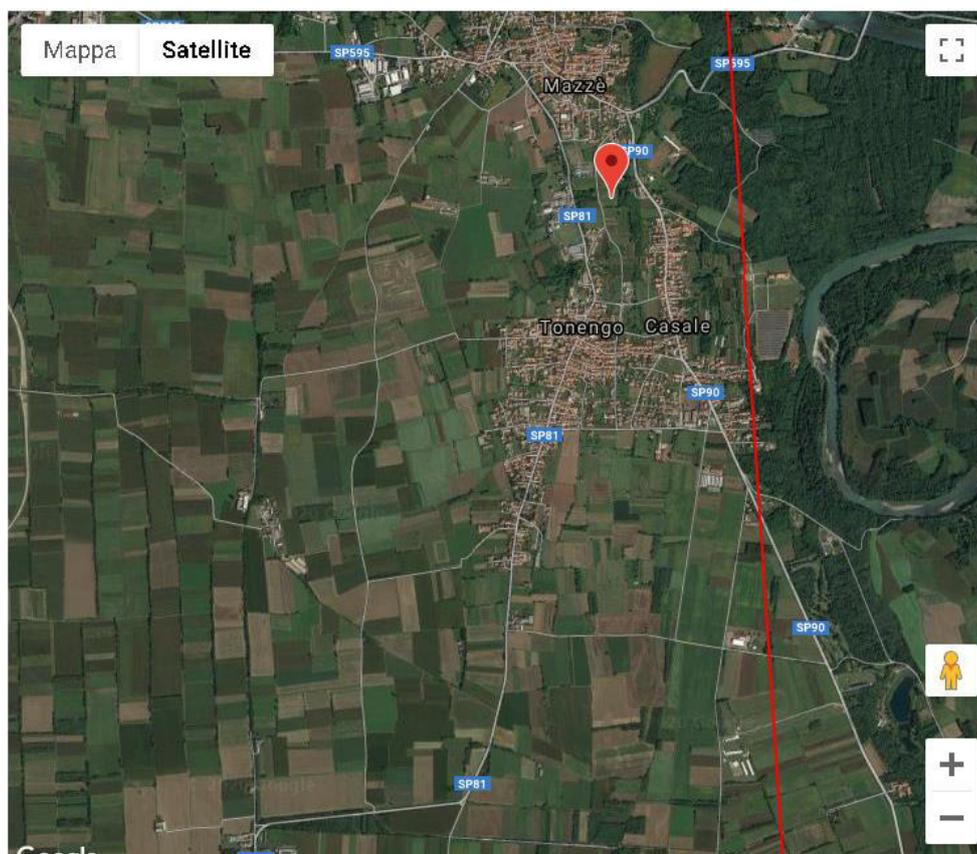


Figura 14: ubicazione del sito e nodi di riferimento del grigliato INGV per il calcolo dei parametri sismici del sito

Nel seguito si riportano i parametri sismici calcolati mediante applicazione online della Geostru, considerando che il tipo di edificio è di classe IV, avente funzioni pubbliche strategiche importanti.

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni  
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45,294798  
longitudine: 7,941117  
Classe: 4  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 12686	Lat: 45,3043	Lon: 7,8774	Distanza:
5094,444				
Sito 2	ID: 12687	Lat: 45,3075	Lon: 7,9482	Distanza:
1520,489				
Sito 3	ID: 12909	Lat: 45,2576	Lon: 7,9529	Distanza:
4234,467				
Sito 4	ID: 12908	Lat: 45,2544	Lon: 7,8821	Distanza:
6445,960				

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 100anni  
Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 60 [anni]  
ag: 0,023 g  
Fo: 2,582  
Tc\*: 0,186 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 101 [anni]  
ag: 0,027 g  
Fo: 2,644  
Tc\*: 0,210 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 949 [anni]  
ag: 0,049 g  
Fo: 2,674  
Tc\*: 0,290 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1950 [anni]  
ag: 0,056 g  
Fo: 2,745

Tc\*: 0,298 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200  
 Cc: 1,540  
 St: 1,000  
 Kh: 0,005  
 Kv: 0,003  
 Amax: 0,266  
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200  
 Cc: 1,500  
 St: 1,000  
 Kh: 0,007  
 Kv: 0,003  
 Amax: 0,321  
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200  
 Cc: 1,410  
 St: 1,000  
 Kh: 0,012  
 Kv: 0,006  
 Amax: 0,572  
 Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200  
 Cc: 1,400  
 St: 1,000  
 Kh: 0,013  
 Kv: 0,007  
 Amax: 0,661  
 Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

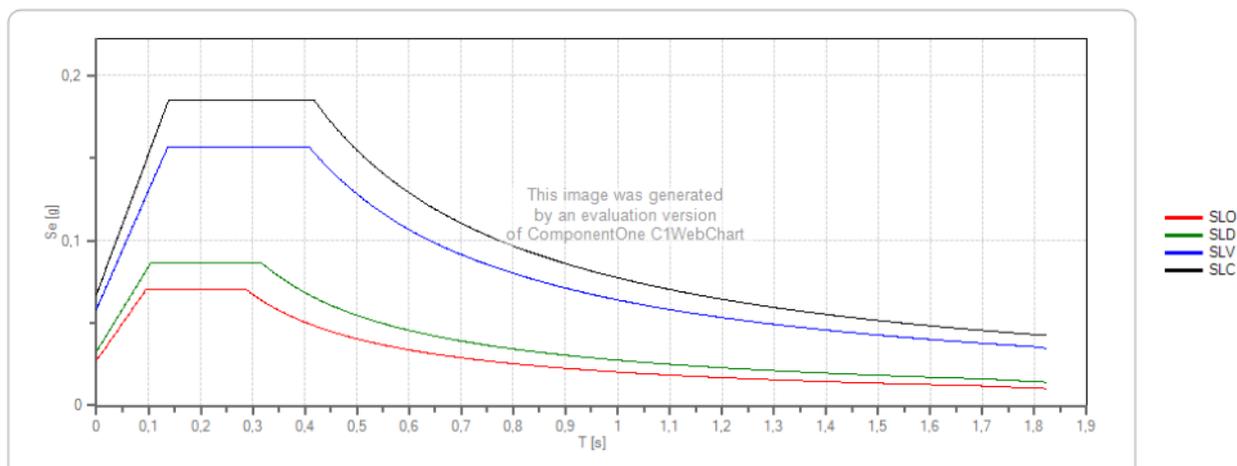
Coordinate WGS84

latitudine: 45.293848

longitudine: 7.940033

Stati limite	Ag (g)	Fo	Tc* (s)	Ss	Cc	St	S	TB (s)	TC (s)	TD (s)
SLO	0,023	2,584	0,186	1,200	1,540	1,000	1,200	0,096	0,287	1,691
SLD	0,027	2,644	0,210	1,200	1,500	1,000	1,200	0,105	0,316	1,709
<b>SLV</b>	<b>0,049</b>	<b>2,676</b>	<b>0,290</b>	<b>1,200</b>	<b>1,410</b>	<b>1,000</b>	<b>1,200</b>	<b>0,137</b>	<b>0,410</b>	<b>1,795</b>
SLC	0,056	2,746	0,298	1,200	1,400	1,000	1,200	0,139	0,417	1,825

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



Inoltre è stata eseguita una prova di sismica passiva a stazione singola (metodo HVSr), allegata anch'essa alla presente relazione con la quale è stata possibile determinare la frequenza di risonanza di sito pari a 5.038 Hz.

Page 6/7

## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**  
**5.038 Hz**  
 **$A_0$  amplitude = 1.300**  
**Average  $f_0 = 5.093 \pm 0.618$**

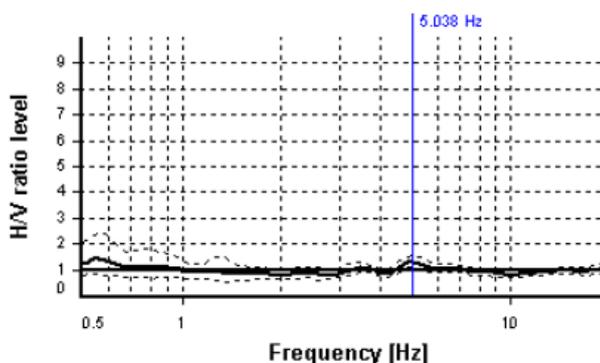


Figura 15: frequenza di risonanza del sito

## 6 Verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione viene omessa, in accordo a quanto indicato al par. 7.11.3.4.2 (*Esclusione della verifica a liquefazione*) poiché per il sito in esame si manifestano almeno le seguenti circostanze (il D.M. 2018 ne prevede almeno una):

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- falda con soggiacenza superiore ai 15 m da piano campagna.

## **7 Problematiche di drenaggio superficiale**

---

Da ultimo si possono ancora formulare le prime considerazioni in merito alla morfologia locale della zona. L'analisi geomorfologica, per quanto speditiva, è stata condotta con l'utilizzo del DTM Regione Piemonte della Ripresa aerea ICE 2009 – 2011. Il DTM copre tutto il territorio regionale ed è stato acquisito con metodologia uniforme (LIDAR) in standard di livello 4. La risoluzione della griglia (passo) è di 5 m, con una precisione in quota di  $\pm 0.30$  m ( $\pm 0.60$  m nelle aree di minor precisione, corrispondenti alle aree boscate e densamente urbanizzate).

Dal DTM, in ambiente GIS, sono state ottenute le curve di livello, con equidistanza di 0.5 m, che evidenziano molto bene come l'area dove si vuole costruire la nuova scuola sia leggermente più bassa rispetto alla strada posta sul lato est della stessa. Il piano campagna varia da una quota di ca. 263.5 m s.l.m. in corrispondenza dell'estremo nord-est dell'area a una quota di ca. 262.5, in corrispondenza del suo estremo sud-ovest, con una porzione maggiormente depressa orientata trasversalmente rispetto al nuovo edificio e che definisce un drenaggio da est verso ovest. L'area è costantemente più bassa della strada comunale posta a est, in misura variabile da ca. 0.5 a ca. 1.5 m. In fase di esecuzione degli scavi geognostici verrà condotta la georeferenziazione dei punti di indagine, con le relative quote altimetriche, per una verifica di quanto descritto nelle righe precedenti. Di questi aspetti occorrerà tenere conto per evitare eventuali ristagni durante i periodi piovosi o di scioglimento della neve.

## **8 Prime indicazioni per l'impianto geotermico con approvvigionamento tramite pozzo**

---

Stante la situazione verificata durante la trivellazione del vicino pozzo a stesso utilizzo presso la scuola materna, è possibile ipotizzare la trivellazione di un pozzo con simili modalità esecutive di profondità compresa tra i 70 e gli 80 m da piano campagna. Una prima ipotesi di completamento dell'opera di captazione è la seguente:

1. Diametro perforazione 600 mm profondità 80 m
2. Tubo definitivo in acciaio al carbonio di diametro da 406 mm costituito da:
3. Tubo cieco fino a 71 m
4. Tubo fenestrato con filtro a spirale continua da 71 a 80 m (lunghezza 9 m)
5. Completamento
6. dreno da -68 m a -80 m
7. sabbia da -68 m a -66 m
8. impermeabilizzazione con compactonite da -66 m a -60 m
9. impermeabilizzazione con boiaccia da -60 m a 0 m.

Quanto previsto è coerente con l'idrogeologia della zona. La profondità di 80 m dovrebbe garantire il rinvenimento di acqua in quantità sufficiente e assicurare un'altezza di battente sufficiente a evitare problemi di cavitazione della pompa. La base dell'acquifero fissata dalla Regione Piemonte si attesta, in questa zona, a 65 m di profondità e quindi la realizzazione del tampone impermeabile tra 66 m a 60 m è efficace a separare eventuali falde superficiali da falde profonde, come quella che si andrà a captare. Si potrebbe prevedere l'impermeabilizzazione anziché con sola bentonite, con una miscela di boiaccia di cemento e bentonite. Potrebbe essere possibile il tampone da 66 a 60 m e gli ultimi 5 m sotto l'avampozzo. I filtri a spirale potrebbero essere anche sostituiti da filtri

a ponte, come è stato fatto per il pozzo della materna se, come penso, l'acquifero sarà costituito da depositi grossolani.

Maggiori delucidazioni verranno fornite durante la predisposizione della pratica per l'ottenimento dell'autorizzazione alla ricerca di acque sotterranee e dopo l'esecuzione della prova di portata a gradini da eseguirsi per completare l'iter istruttorio e da allegare alla relazione finale dell'opera di captazione.

Per quanto riguarda lo scarico delle acque di scambio geotermico sono possibili due soluzioni:

- scarico in corso d'acqua superficiale;
- scarico nei primi strati del sottosuolo, considerando di raggiungere profondità dell'ordine dei 4 – 6 m per trovare terreno sufficientemente drenante.

Al riguardo si segnala, infatti, che le prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio hanno evidenziato una permeabilità modesta per i primi 4 – 5 m di terreno e, viceversa una permeabilità elevata per il terreno sottostante.

Profondità di prova (m)	Conducibilità idraulica (m/s)
3.6	5.12E-07
6.0	1.07E-04

## 9 Considerazioni sulle fondazioni dell'edificio

---

L'ipotesi progettuale è quella di realizzare l'edificio scolastico alla quota della strada o leggermente sopraelevato rispetto ad essa.

La quota di imposta delle fondazioni dovrà essere scelta in funzione della stratigrafia e dei parametri geotecnici forniti nella presente relazione e indicativamente si prevede una profondità, considerando una struttura di fondazione a platea, pari a non meno di 1 m dall'attuale piano campagna. In alternativa potrà venire realizzato uno strato di "bonifica" asportando mediamente il terreno presente per la profondità di 1 m (possibile in alcune zone una profondità leggermente superiore e in altre leggermente inferiore), realizzare un cassonetto di fondazione opportunamente rullato e costipato in opera e su di esso realizzare la struttura di fondazione vera e propria.

Agosto 2020



Dr. Geol. Maurizio Canepa  
n. 314 Ordine Geologi del Piemonte

Allegato 1: stratigrafie di sondaggio, foto  
delle cassette e profilo geologico  
interpretativo

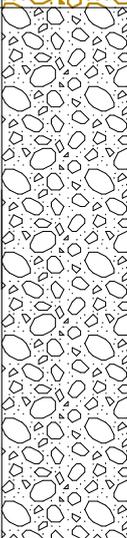
dr. geol. Maurizio CANEPA  
Via Montenero, 26  
10086 - RIVAROLO CANAVESE

Committente: Comune di MAZZE' (TO)

Cantiere: Nuove scuole (Via Castone) Quota caposaldo: 262.19 m s.l.m.

Sondaggio: S1

Data: 05/08/2020

Quote			Risultato dei sondaggi				Descrizione	Acqua		Geotecnica							
Quota rif. (m s.l.m.)	Profondita' (m)	Potenza strato	Stratigrafia				LITOLOGIA	Livello della falda	Schema piezometro	S.P.T.	Quota S.P.T.	Campioni indisturbati	Quota campioni	Pocket penetr. Kg/cmq	Thorvane Shear Test Kg/cmq	Permeabilità (m/s)	
262.19	0,00																
	0.40	0.40						Terreno agrario									
	1.10	0.70						Limi sabbiosi, debolmente argillosi, con rari ciottoli alterati, di colore marrone									
	3.60	2.50					Ghiaia in abbondante matrice sabbioso - limosa, con ciottoli. Di colore marrone e mediamente addensata.			13 - 23 - 31	1.5						
	10.00	6.40					Ciottoli in matrice ghiaioso - sabbiosa, di colore grigio, mediamente addensati, con presenza di umidità tra 4 e 4.20 m e 6 e 8 m			8 - 24 - 34	3.2					5.12E-07 (prof. 3.6 m)	



0.0



5.0

Foto 1: sondaggio S1 da 0.0 a 5.0 m

5.0



10.0

Foto 2: sondaggio S1 da 5.0 a 10.0 m

0.0



5.0

Foto 3: Sondaggio S2 da 0.0 a 5.0 m

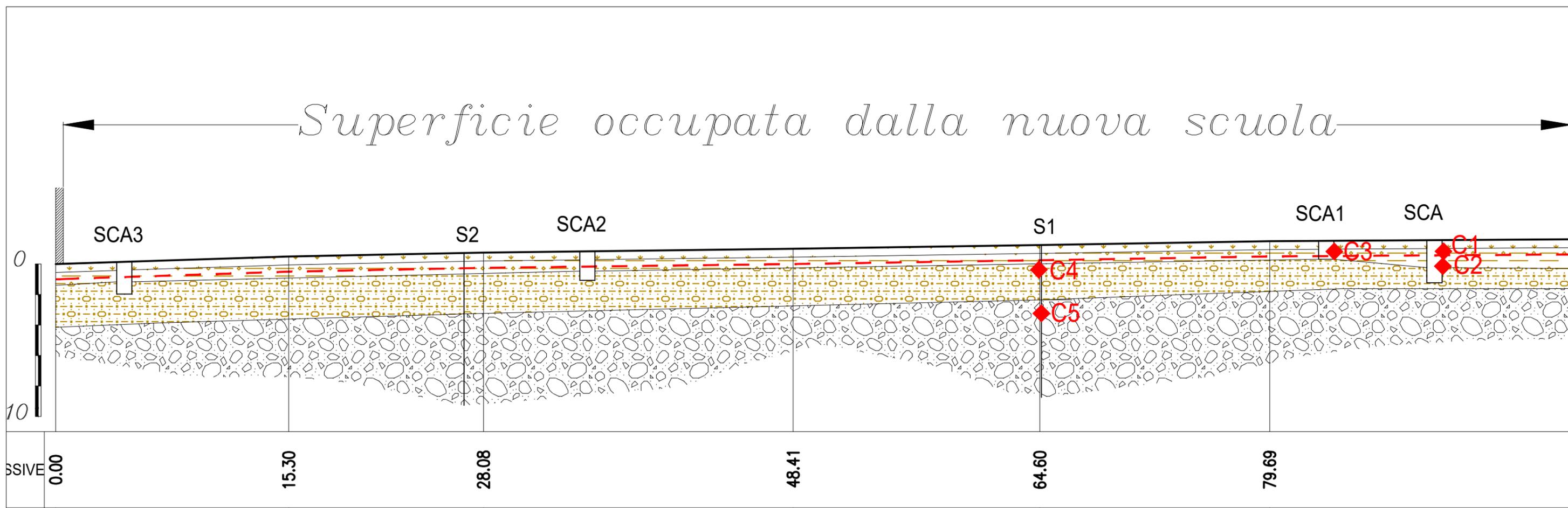
5.0



10.0

Foto 4: Sondaggio S2 da 5.0 a 10.0 m

# Superficie occupata dalla nuova scuola



SONDAGGIO (S)/SCAVO (SC)	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	DATI CARATTERISTICI		GRANULOMETRIA					PROVA DI TAGLIO		PROVA EDOMETRICA				CLASSIFICAZIONE TERRENO AGI, MIT
			$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Wn (%)	G %	S %	L %	A %	% passante 200 ASTM	picco		intervalli di carico (kg/cm <sup>2</sup> )				
										C' (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi' = \phi_{cv}$ (°)	Def. Max a 32 kg/cm <sup>2</sup>	Ed (kg/cm <sup>2</sup> )	Cv (cm <sup>2</sup> /s)	K (cm/s)	
SC0	C1	1.00	//	5.97	16.31	34.45	46.76	2.48	49.24	//	//	//	//	//	//	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
SC0	C2	2.00	1.97*	11.48	19.93	32.50	44.00	3.57	47.57	0.00*	28.4*	13,01%*	492.307*	2.83 10 <sup>-2</sup> *	5.74 10 <sup>-3</sup> *	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
SC1	C3	1.00	1.85**	9.73	40.59	23.73	33.00	2.68	35.68	0.00**	27.1**	16,10%**	506.329**	8.48 10 <sup>-3</sup> **	1.67 10 <sup>-4</sup> **	Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa
S1	C4	2,00-3,00	//	7.07	33.30	28.19	34.64	3.87	38.51	//	//	//	//	//	//	Limo con ghiaia e sabbia debolmente argilloso
S1	C5	6,00-6,50	1.95***	4.44	63.81	20.23	15.96	0.00	15.96	0.00***	32.8***	//	//	//	//	Ghiaia sabbioso limosa



Terreno agrario



Ghiaia in abbondante matrice sabbioso - limosa, con ciottoli. Di colore marrone e mediamente addensata.



Limi sabbiosi, debolmente argillosi, con rari ciottoli alterati, di colore marrone



Ciottoli in matrice ghiaioso - sabbiosa, di colore grigio, mediamente addensati.



Campioni analizzati



Linea dell'approfondimento di 1 m (minimo)



## **COMUNE DI MAZZE'**

### **Indagine sismica con metodologia MASW finalizzata alla determinazione del parametro Vseq per la classificazione sismica dei suoli**



#### **RELAZIONE TECNICA**

**Data: LUGLIO 2020**

**DOTT. GEOL. FABRIZIO VIGNA**  
Via Alfonso Badini Confalonieri, 14  
10148 TORINO Cell. 338/25.88.463  
E-mail [fabrivigna@libero.it](mailto:fabrivigna@libero.it)

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica illustra e descrive le indagini geofisiche di tipo sismico (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) realizzato presso:

Regione: Piemonte

Comune: Mazze

Zona Sismica: 4

Coordinate UTM WGS84

- E: 416777
- N: 5016170
- 

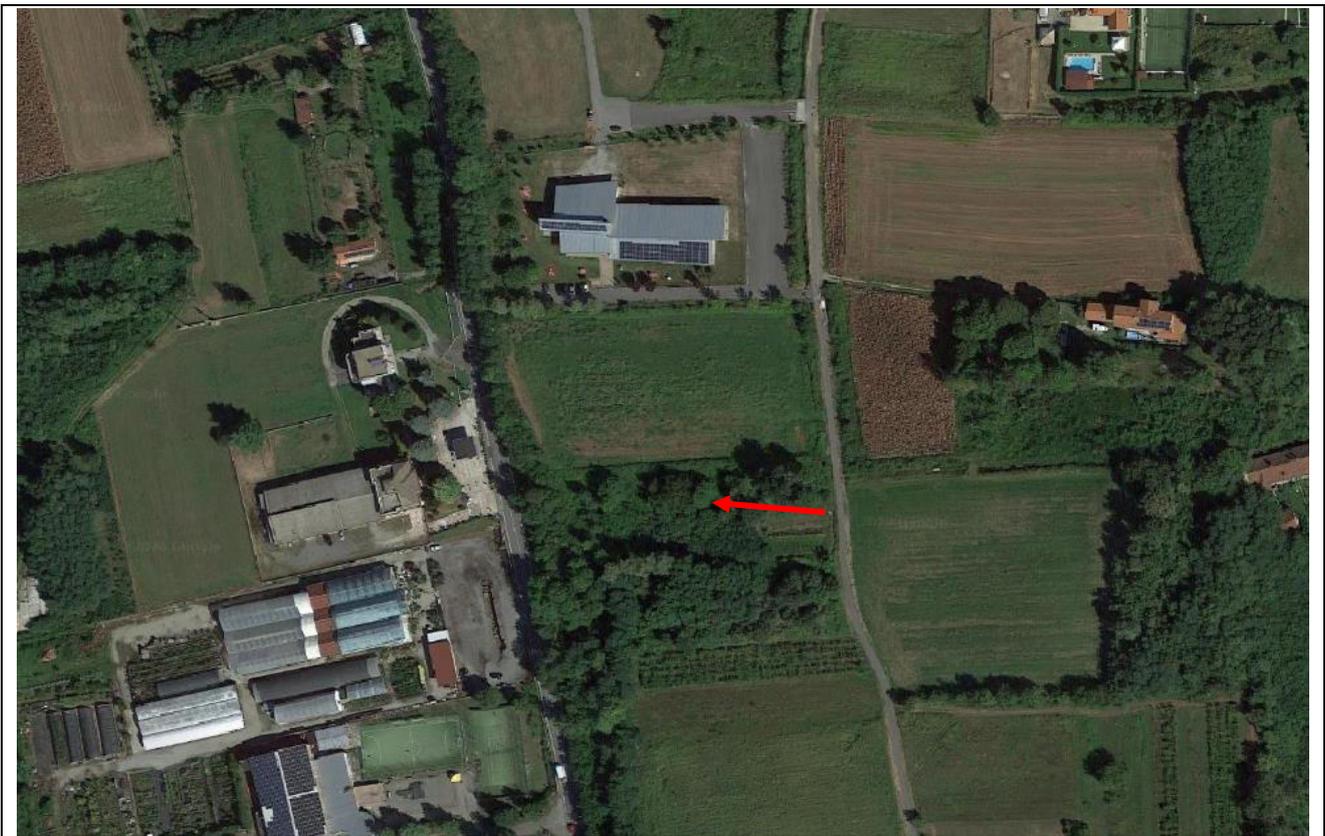


Figura 1 – ubicazione stendimento MASW

## 2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'acquisizione dei dati sismici è stato utilizzato un sismografo multicanale per geofisica DoReMi della SARA electronic instruments a 12 canali.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5Hz.

L'energizzazione è stata ottenuta con massa battente di 10 Kg su piastra.

### 3. CENNI SULLA METODOLOGIA MASW

L'indagine si realizza disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale una mazza battente su piastra metallica, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, e l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni, quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione matematica con algoritmi finalizzati a minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata dall'indagine, di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. Il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale. La massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

#### **Interpretazione dei dati**

Dal sismogramma è possibile risalire alla curva di dispersione (cioè un grafico ampiezza/frequenza) mediante la relazione

$$V_R(f) = f/k,$$

dove  $f$  = frequenza e  $k$  = numero d'onda.

Il processo di individuazione della curva di dispersione caratteristica del sito in esame è eseguito tramite software. La successiva fase di elaborazione-interpretazione è condotta eseguendo una "analisi spettrale", e consiste sostanzialmente nella risoluzione del cosiddetto problema inverso: a partire dalla curva di dispersione misurata in situ, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici, secondo il seguente schema:

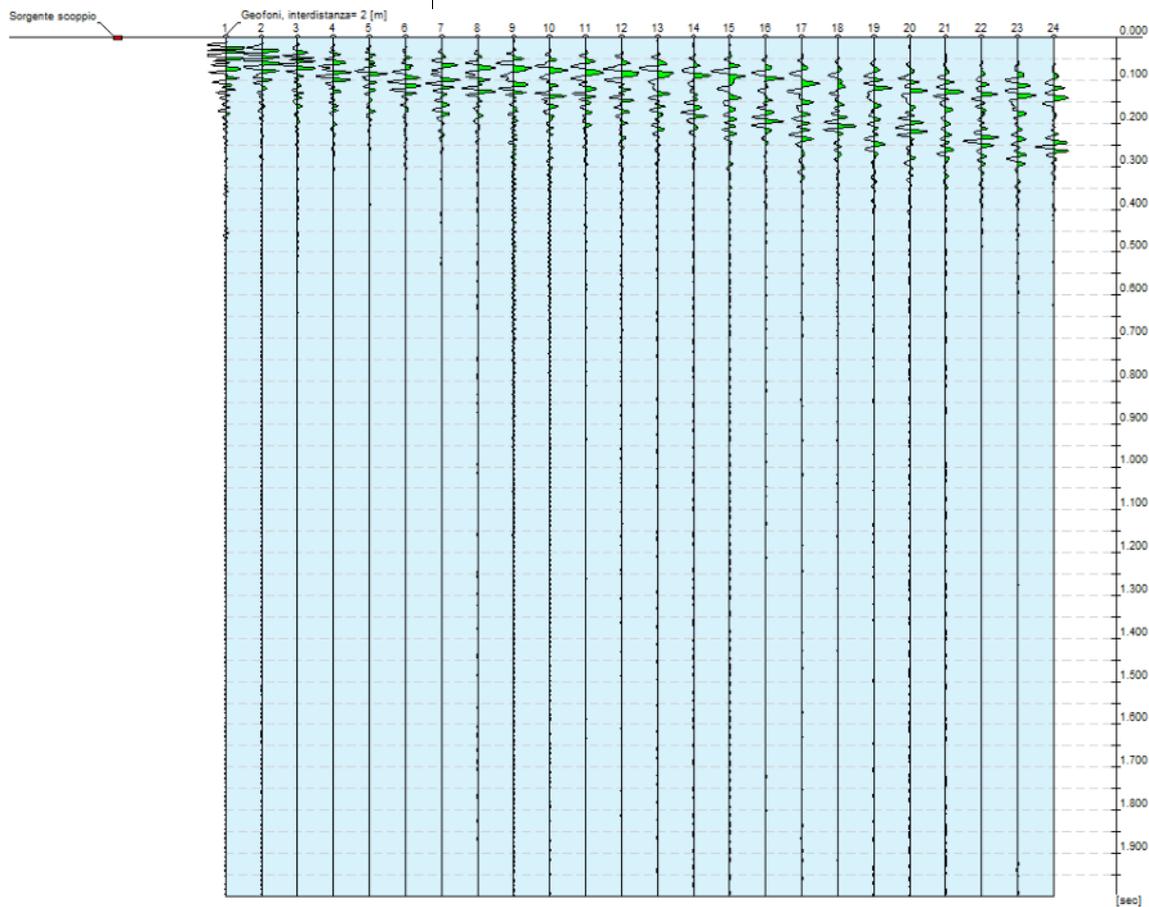
- Concatenazione dei file contenenti i record di registrazione in situ.

- Fase di pre-processing per “ottimizzare” i record stessi in modo da migliorare la qualità dell’interpretazione cioè eventuale filtraggio o “pulizia” dei dati grezzi.
- Passaggio dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata FK.
- Picking dei punti dello spettro per ottenere la curva di dispersione sperimentale; la procedura consiste nel trovare per ogni frequenza i massimi assoluti/relativi dello spettro FK, ed è finalizzata alla individuazione del modo fondamentale di propagazione dell’onda (ovvero quello a velocità minore), senza trascurare (analisi multimodale) di ricercare eventuali modi superiori.
- Estrazione della curva di dispersione sperimentale mediante la procedura sopra indicata dallo spettro FK.
- Inversione: tale procedura è effettuata allo scopo di ottimizzare un modello stratigrafico che sia relativo e sovrapponibile alla curva di dispersione sperimentale propria del sito.
- Fase di ottimizzazione e di taratura della curva teorica, realizzata contestualmente alla procedura d’inversione, con inserimento di strati, assegnazione di moduli di Poisson e taratura dello spessore degli strati mediante prove dirette o più frequentemente osservazioni di campagna, ed eseguendo ulteriori processi di inversione allo scopo di raffinare il risultato ottenuto, cioè una curva di dispersione teorica finale molto ben sovrapposta a quella sperimentale
- Ottenimento di un profilo verticale delle Vs, minimizzando le imprecisioni (risultati random), e ottenendo un modello finale ad elevata attendibilità e fortemente rappresentativo, mediante le tarature del reale profilo Vs/profondità del sito in analisi.

## 4. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

### Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



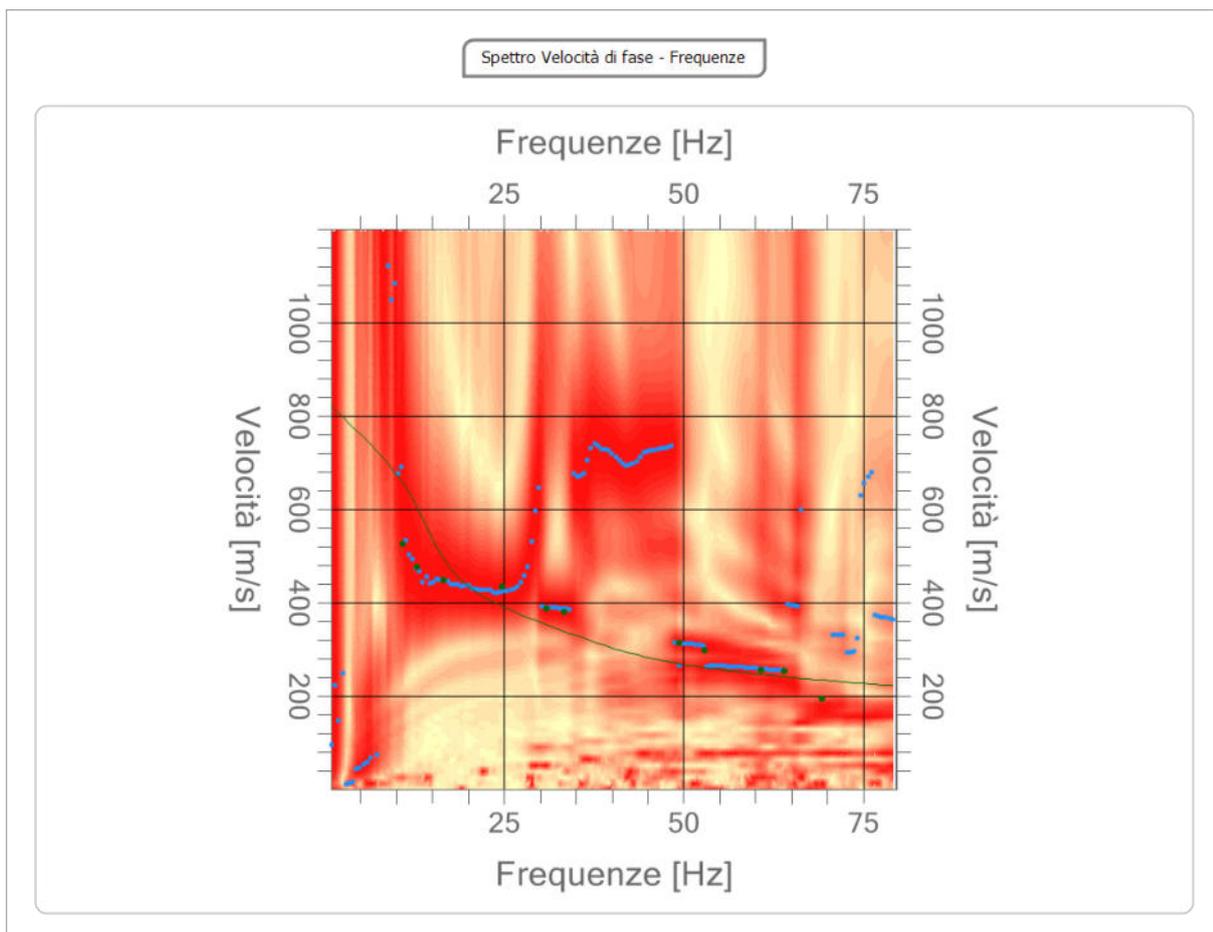
### Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	80
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1

Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

### Curva di dispersione

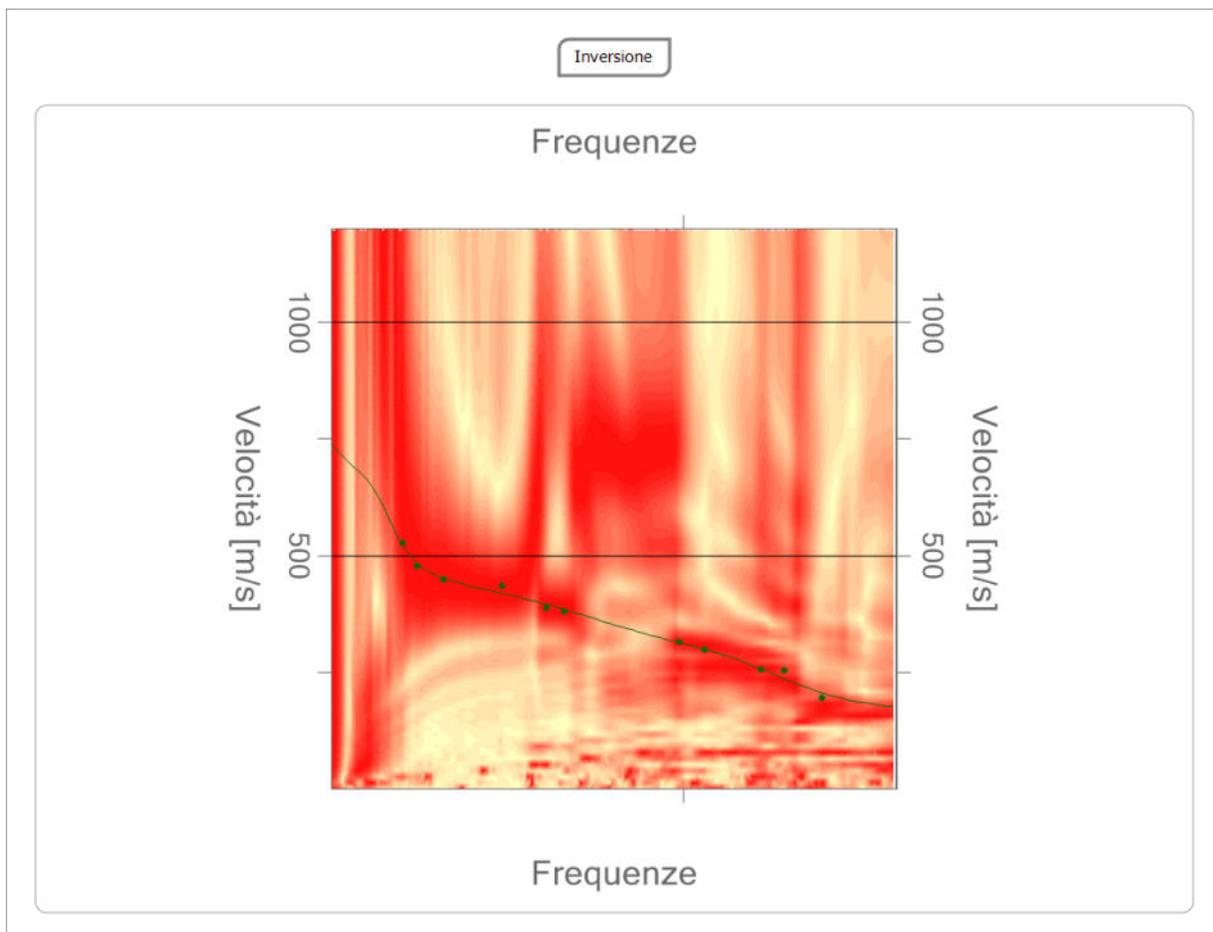
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.8	525.7	0
2	12.9	476.7	0
3	16.6	449.7	0
4	24.7	435.0	0
5	31.0	388.4	0
6	33.4	381.1	0
7	49.3	314.8	0
8	52.9	297.7	0
9	60.8	256.0	0
10	64.0	253.6	0
11	69.3	194.7	0

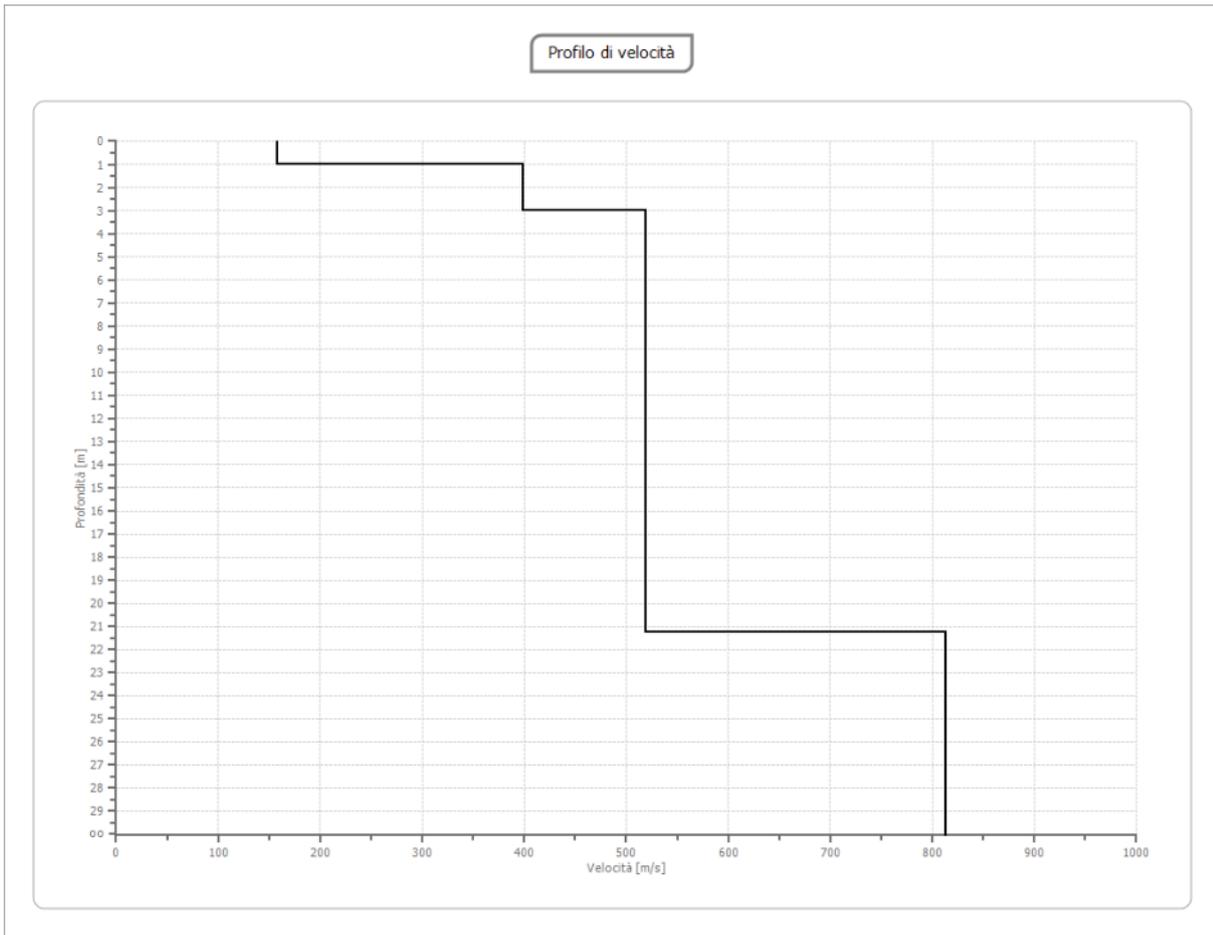


### Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.00	1.00	1800.0	0.3	498.9	266.7
2		3.02	2.02	1800.0	0.3	466.4	249.3
3		6.73	3.72	1800.0	0.3	561.9	300.3
4		12.02	5.29	1800.0	0.3	571.8	305.7
5		21.25	9.23	1800.0	0.3	891.1	476.3
6		∞	∞	1800.0	0.3	1246.9	666.5

Percentuale di errore 0.051 %  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.030





## 5. RISULTATI

L'analisi del profilo stratigrafico, evidenzia un assetto sismostratigrafico descritto nella tabella seguente:

Livello	Profondità	Descrizione	Velocità Vs
1	Ca. 1 m	Terreno agrario	Vs = 160 m/s
2	Da 1 a 3 m	Depositi fluvioglaciali con materiale fine	Vs = 400 m/s
2	Oltre 3 m	Depositi fluvioglaciali più antichi	Vs ca 500 m/s

Il valore di Vs equivalente calcolato al piano campagna è pari a 456.91 m/s. pertanto è possibile definire il contesto geotecnico esaminato come suolo di classe sismica "B".

***Vs,eq [m/sec] (H=21.25 m) | 456.91***

***Categoria del suolo | B***

Suolo di tipo 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.

## Sommario

1. INTRODUZIONE .....	1
2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	1
3. CENNI SULLA METODOLOGIA MASW .....	2
4. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI .....	4
5. RISULTATI .....	8

Allegato 3: sismica passiva a stazione  
singola (metodo HVSr)

## STATION INFORMATION

*Station code:* -

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* -

*Address:* Comune di Mazzè - nuovo edificio scolastico

*Latitude:* 416778

*Longitude:* 5016170

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 265 m s.l.m.

*Weather:* Sereno

*Notes:* -

## PHOTOGRAPHIC REFERENCES



## SIGNAL AND WINDOWING

*Sampling frequency:* 300 Hz

*Recording start time:* 2020/08/05 09:23:58

*Recording length:* 30 min

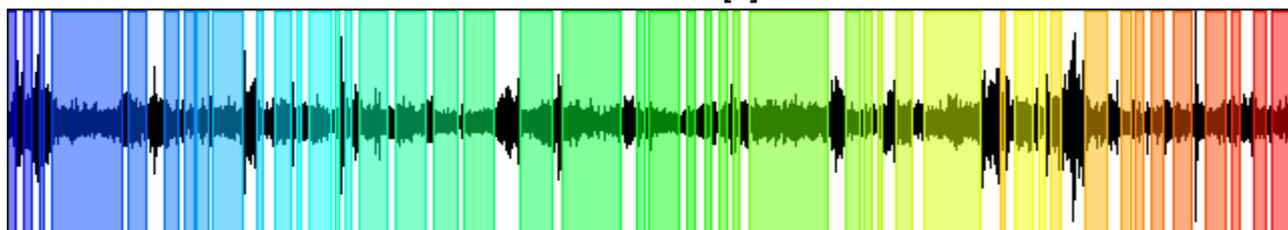
*Windows count:* 46

*Average windows length:* 25.68

*Signal coverage:* 65.62%

2733 Counts

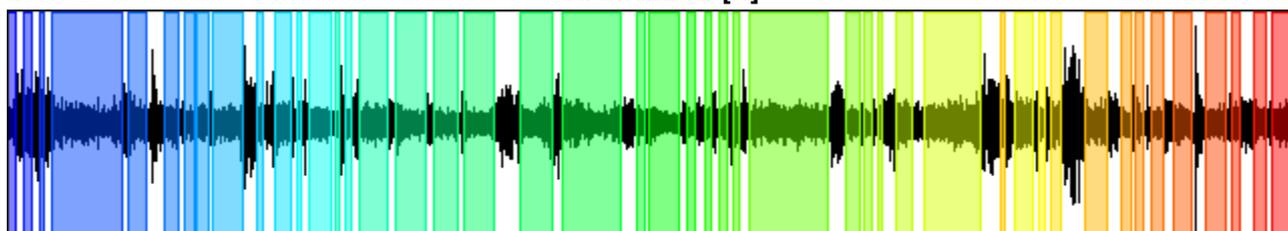
CHANNEL #1 [V]



-2438 Counts

2066 Counts

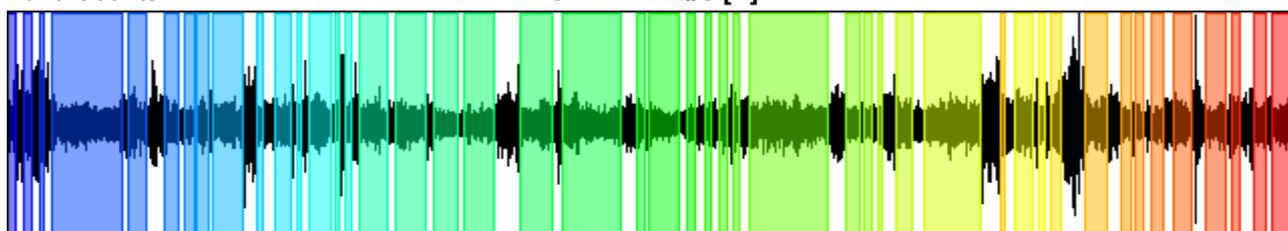
CHANNEL #2 [N]



-2368 Counts

2070 Counts

CHANNEL #3 [E]



-1848 Counts

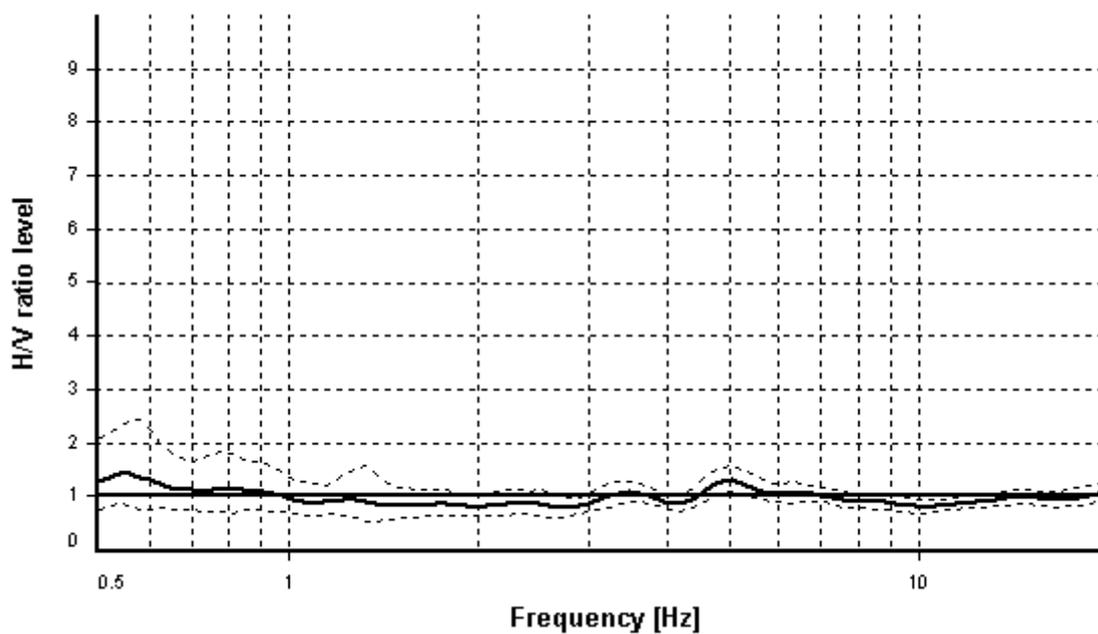
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 5%)

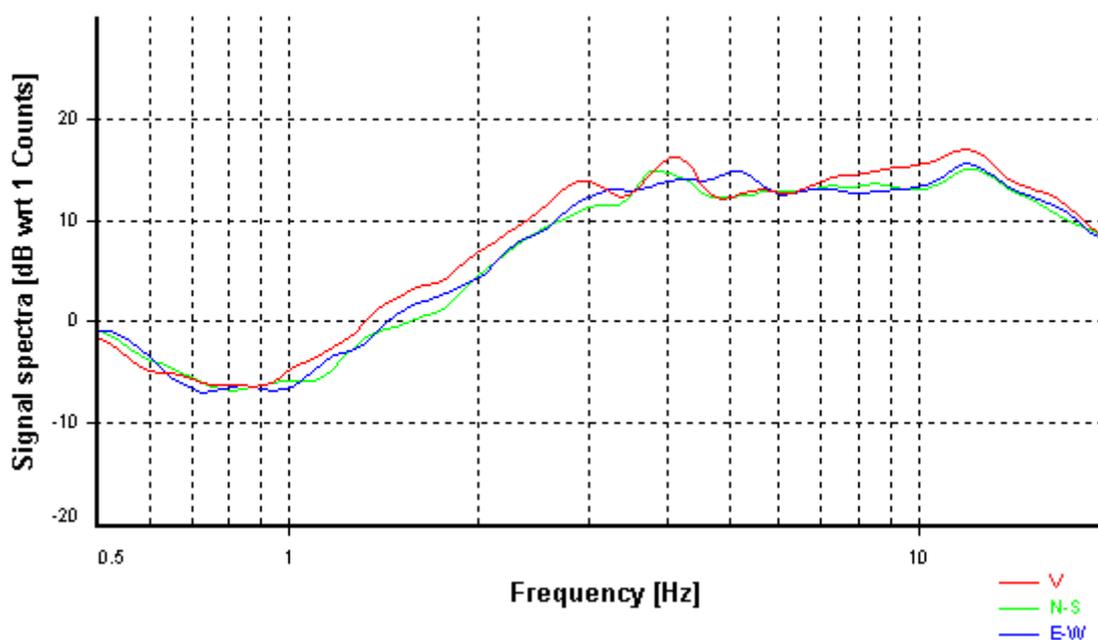
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

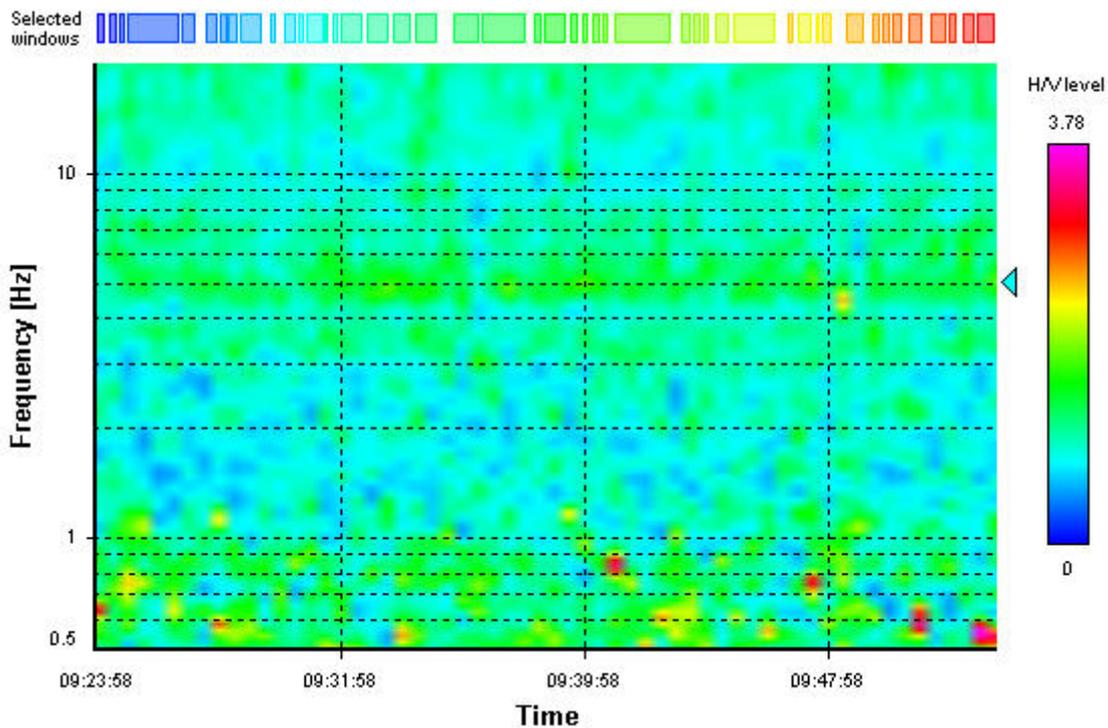
### HVSR average



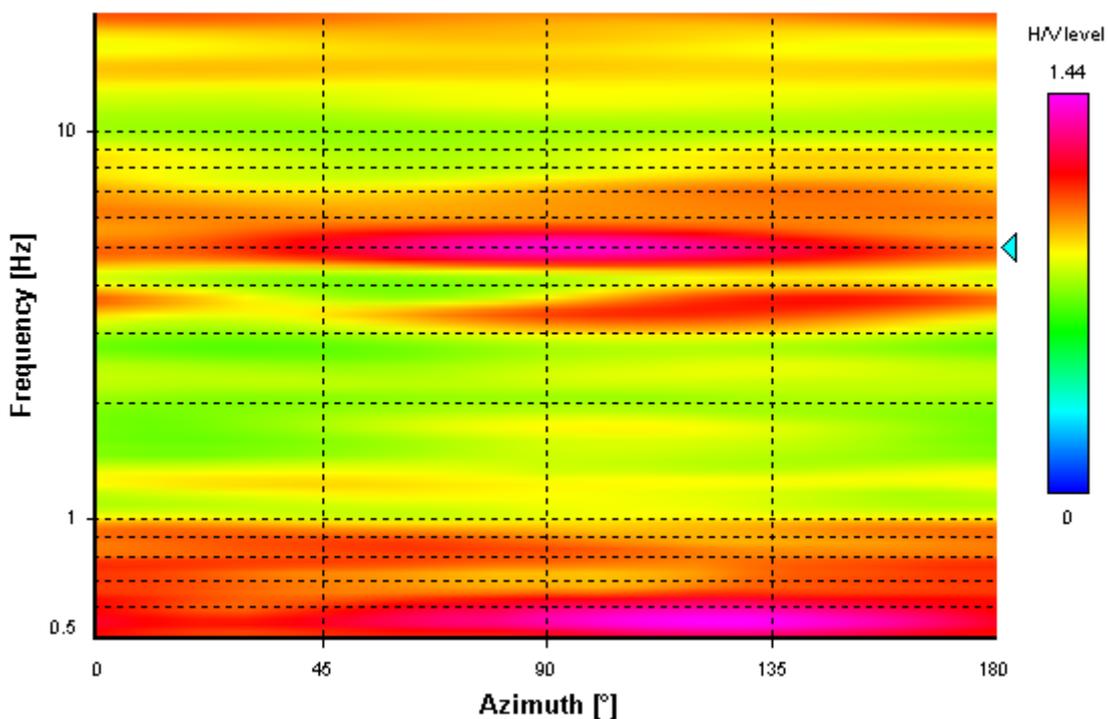
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



### HVSR directional analysis



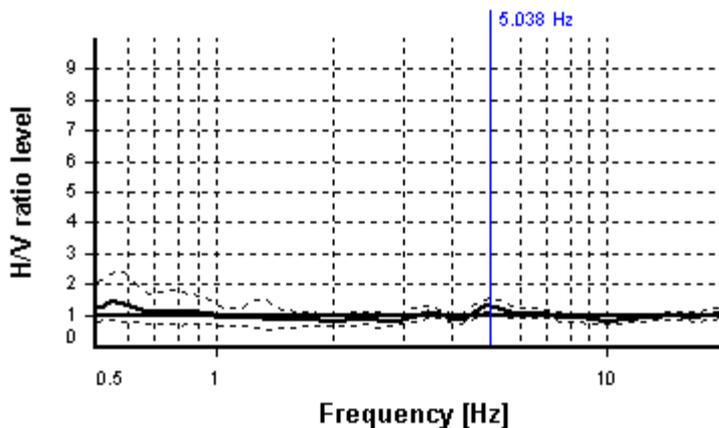
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**5.038 Hz**

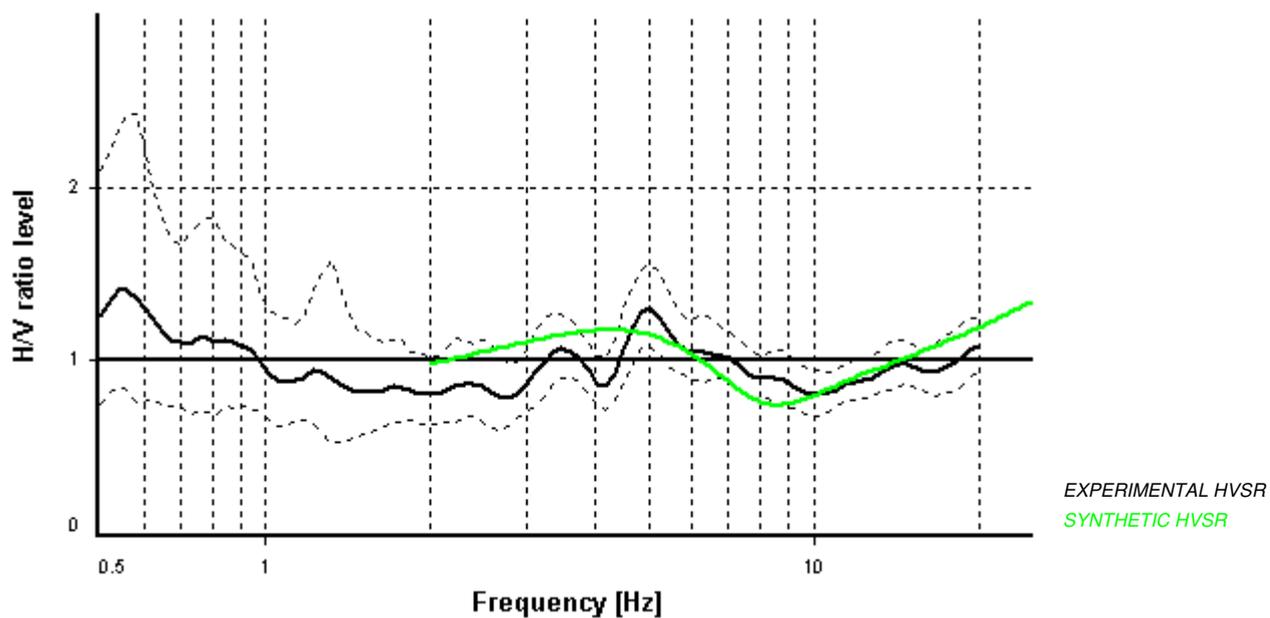
**$A_0$  amplitude = 1.300**

**Average  $f_0 = 5.093 \pm 0.618$**

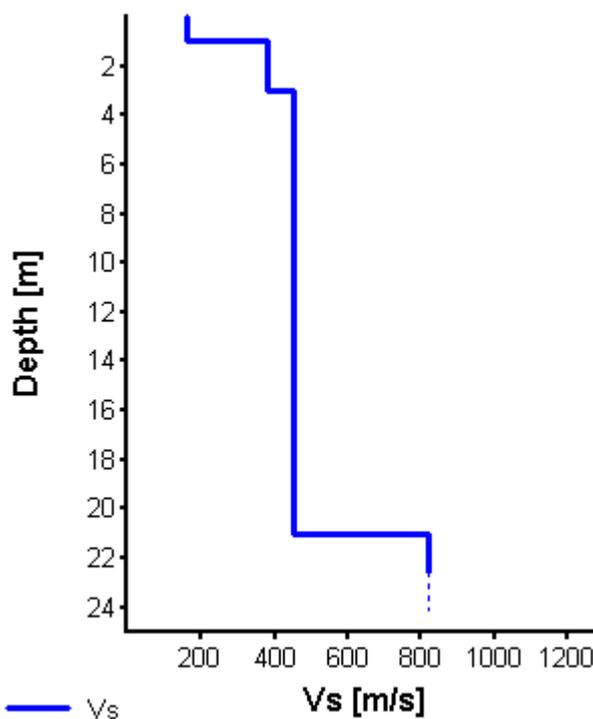


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	46 valid windows (length > 1.98 s) out of 46	OK
$n_c(f_0) > 200$	5950.62 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 37	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	1.3 <= 2	NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.61754 >= 0.25191	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.19819 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

## Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	1	300	160	1800
2	3	750	380	1800
18	21	900	450	1800
-	> 21	1500	820	1900



**Vs 21 = 408 m/s (Offset = 0 m)**

Allegato 4: certificati delle prove  
geotecniche



– **STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E GEOFISICO** –  
**Ph.D. Dott. Geol. Diego BARBERO**

Geologo, Fisico, Dottore di Ricerca in Geologia Stratigrafica,  
Sedimentologica e in Geologia Applicata.

Via Asti n. 7 – 14010 SAN MARTINO ALFIERI (AT)  
Cell. 338.4953385 – E-mail: diego-barbero@libero.it –  
C.F. BRBDGI80E08A479X – P. I.V.A. 01463170058  
www.geologobarbero.it

## **REPORT SULLE PROVE GEOTECNICHE**

**COMMITTENTE: COMUNE DI MAZZÉ**

**CLIENTE: DOTT. GEOL. MAURIZIO CANEPA**

**OGGETTO:** PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO SU CAMPIONI RIMANEGGIATI A SUPPORTO DELL'INTERVENTO EDILIZIO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVE SCUOLE COMUNALI NEL COMUNE DI MAZZÉ.

### **Prove eseguite:**

- ***Prove di classificazione terre:***  
***Granulometria per via umida (vagliatura) e per sedimentazione (areometria);***
- ***Prove edometriche;***
- ***Prove di taglio anulare C.D.***

**DATA: AGOSTO 2020**

**IL TECNICO SPERIMENTATORE: PH.D. DOTT. GEOL. DIEGO BARBERO**



*Iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n. 742*

*Iscritto all'Albo dei CTU del Tribunale di Asti n. 450*

*Iscritto all'Albo dei Chimici e dei Fisici del Piemonte e Valle d'Aosta n. 2361 Sez. B - Settore Fisica*

**E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DEL RAPPORTO DI PROVA O SUE SINGOLE PARTI SENZA L'AUTORIZZAZIONE DELLO STUDIO.**

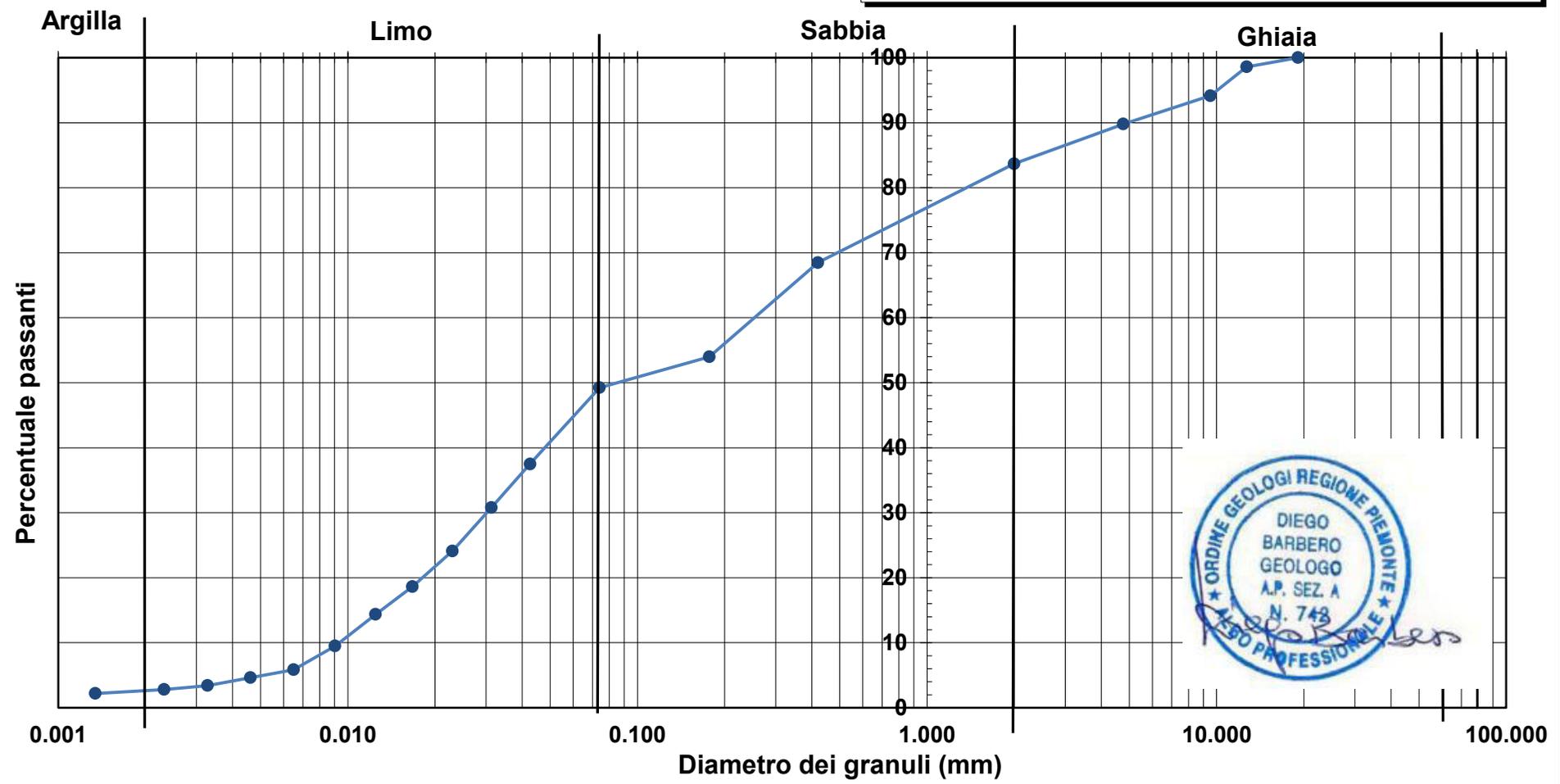
Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE			
		ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA  (Raccom. AGI1994, ASTM D422, CNR UNI 23/1971)			
Committente	Comune di Mazzè				
Località prelievo	Strada per Tonengo				
Scavo	SC0	N° camp.	C1	N° prova	1
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	1,00	Data prova:	14.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO		Terreno analizzato totale (g)		881.00
Setaccio ASTM	Apertura maglie	Parziali trattenuti	Parziali trattenuti	Totali trattenuti	Totali passanti
n°	mm	g	%	%	%
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1" ½	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	12.44	1.41	1.41	98.59
3/8"	9.52	39.06	4.43	5.85	94.15
4	4.76	38.50	4.37	10.22	89.78
10	2.00	53.67	6.09	16.31	83.69
40	0.42	133.99	15.21	31.52	68.48
80	0.18	127.73	14.50	46.01	53.99
200	0.07	41.81	4.75	50.76	49.24
Fondo	=	433.80	49.24	100.00	0.00
<b>Percentuali</b>	<b>Ghiaia</b>	<b>16.31%</b>			<b>Wnat=</b>  <b>5.97%</b>
	<b>Sabbia</b>	<b>34.45%</b>			
	<b>Limo</b>	<b>46.76%</b>			
	<b>Argilla</b>	<b>2.48%</b>			

Campione con matrice bruno rossastra e ghiaie sensibilmente ricoperte da patine di ferro e manganese di verosimile natura pedogenetica.

**Classificazione:** Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso

Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE				
		ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE  (Raccomandazioni AGI, 1994 ASTM D422)				
Committente	Comune di Mazzè					
Località	Strada per Tonengo					
N° sond.	SC0	N° camp.	C1		N° prova	2
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	1,00		Data prova	19.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO			Terreno analizzato (g)		40.44
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )		2.65		% passante setaccio n° 200		49.24
Temperatura media (C°)		25.00		Dispersivo		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> +Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Viscosità (v, in poises)		0.008940		Cilindro n°		1
K = f(Tm, Ps, v)		0.012900		Areometro tipo		152h
Correzione menisco		1.5		Correzione temperatura		1.300
Correzione zero areometrico		3.5		Correzione fattore a		1.00
LETTURA	TEMPI		LETTURA CORRETTA	DIAMETRI	PASSANTI	PASSANTI
n°	(min)	areometro	areometro	(mm)	%	cumulativi (%)
1	1	33.0	30.8	0.0426	76.16	37.50
2	2	27.5	25.3	0.0313	62.56	30.81
3	4	22.0	19.8	0.0230	48.96	24.11
4	8	17.5	15.3	0.0167	37.83	18.63
5	15	14.0	11.8	0.0125	29.18	14.37
6	30	10.0	7.8	0.0090	19.29	9.50
7	60	7.0	4.8	0.0065	11.87	5.84
8	120	6.0	3.8	0.0046	9.40	4.63
9	240	5.0	2.8	0.0033	6.92	3.41
10	480	4.5	2.3	0.0023	5.69	2.80
11	1440	4.0	1.8	0.0013	4.45	2.19

# ANALISI GRANULOMETRICA (vaghiatura meccanica + sedimentazione)

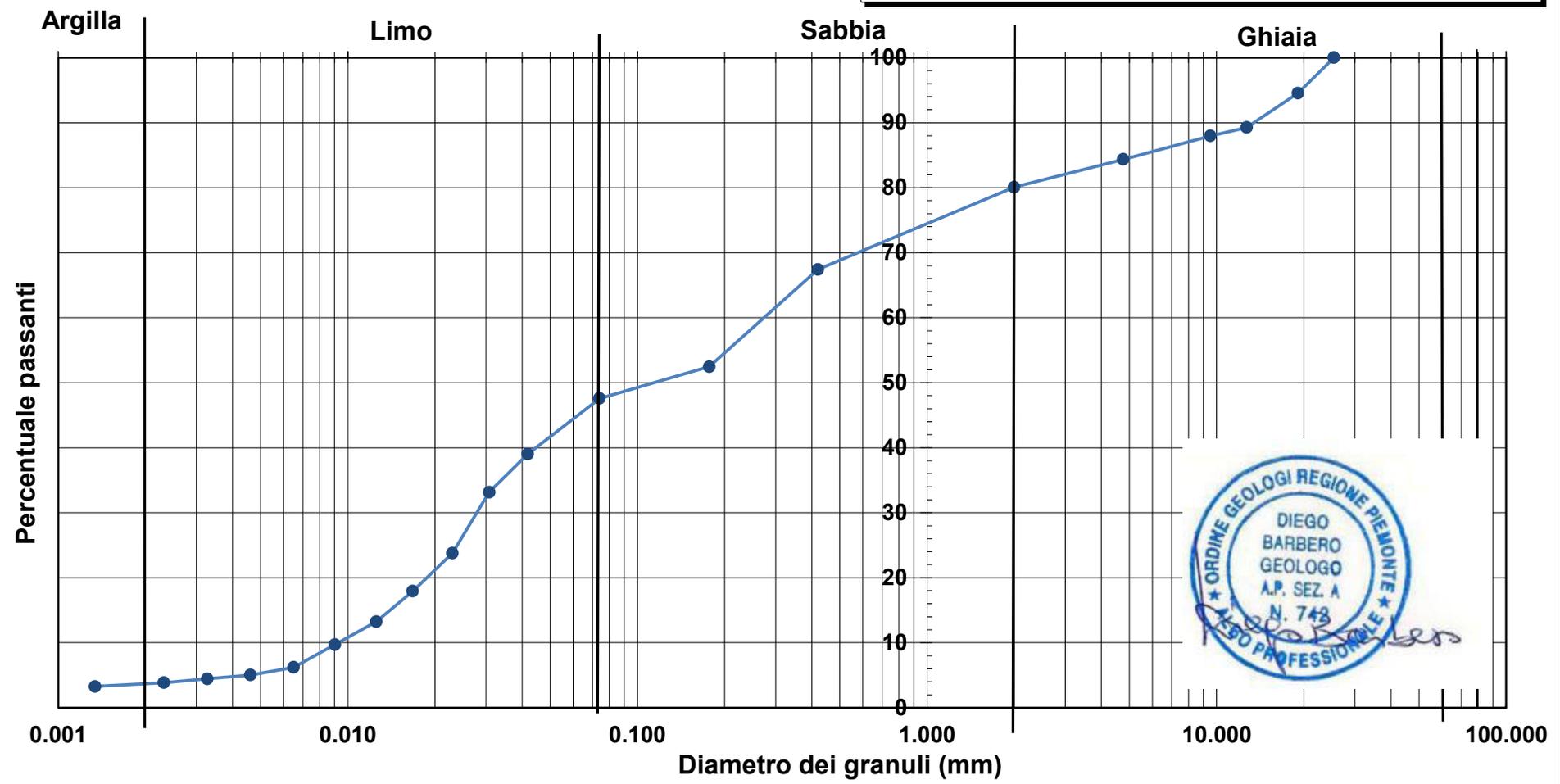


Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE			
		ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA  (Raccom. AGI1994, ASTM D422, CNR UNI 23/1971)			
Committente	Comune di Mazzè				
Località prelievo	Strada per Tonengo				
Scavo	SC0	N° camp.	C2	N° prova	1
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	2,00	Data prova:	14.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO		Terreno analizzato totale (g)		938.00
Setaccio ASTM	Apertura maglie	Parziali trattenuti	Parziali trattenuti	Totali trattenuti	Totali passanti
n°	mm	g	%	%	%
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1" ½	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.10	51.10	5.45	5.45	94.55
½"	12.70	49.59	5.29	10.73	89.27
⅜"	9.52	12.15	1.30	12.03	87.97
4	4.76	33.91	3.62	15.64	84.36
10	2.00	40.22	4.29	19.93	80.07
40	0.42	118.58	12.64	32.57	67.43
80	0.18	140.43	14.97	47.55	52.45
200	0.07	45.83	4.89	52.43	47.57
Fondo	=	446.19	47.57	100.00	0.00
<b>Percentuali</b>	<b>Ghiaia</b>	<b>19.93%</b>			<b>Wnat=</b>  <b>11.48%</b>
	<b>Sabbia</b>	<b>32.50%</b>			
	<b>Limo</b>	<b>44.00%</b>			
	<b>Argilla</b>	<b>3.57%</b>			

CLASSIFICAZIONE TERRENO (AGI 1994, MIT 1931): Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso

Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE				
		ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE  (Raccomandazioni AGI, 1994 ASTM D422)				
Committente	Comune di Mazzè					
Località	Strada per Tonengo					
N° sond.	SC0	N° camp.	C2		N° prova	2
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	2,00		Data prova	19.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO			Terreno analizzato (g)		40.59
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )		2.65		% passante setaccio n° 200		47.57
Temperatura media (C°)		25.10		Dispersivo		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> +Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Viscosità (v, in poises)		0.008940		Cilindro n°		2
K = f(Tm, Ps, v)		0.012900		Areometro tipo		152h
Correzione menisco		2.0		Correzione temperatura		1.300
Correzione zero areometrico		3.0		Correzione fattore a		1.00
LETTURA	TEMPI		LETTURA CORRETTA	DIAMETRI	PASSANTI	PASSANTI
n°	(min)	areometro	areometro	(mm)	%	cumulativi (%)
1	1	35.0	33.3	0.0418	82.04	39.02
2	2	30.0	28.3	0.0308	69.72	33.17
3	4	22.0	20.3	0.0230	50.01	23.79
4	8	17.0	15.3	0.0168	37.69	17.93
5	15	13.0	11.3	0.0126	27.84	13.24
6	30	10.0	8.3	0.0090	20.45	9.73
7	60	7.0	5.3	0.0065	13.06	6.21
8	120	6.0	4.3	0.0046	10.59	5.04
9	240	5.5	3.8	0.0033	9.36	4.45
10	480	5.0	3.3	0.0023	8.13	3.87
11	1440	4.5	2.8	0.0013	6.90	3.28

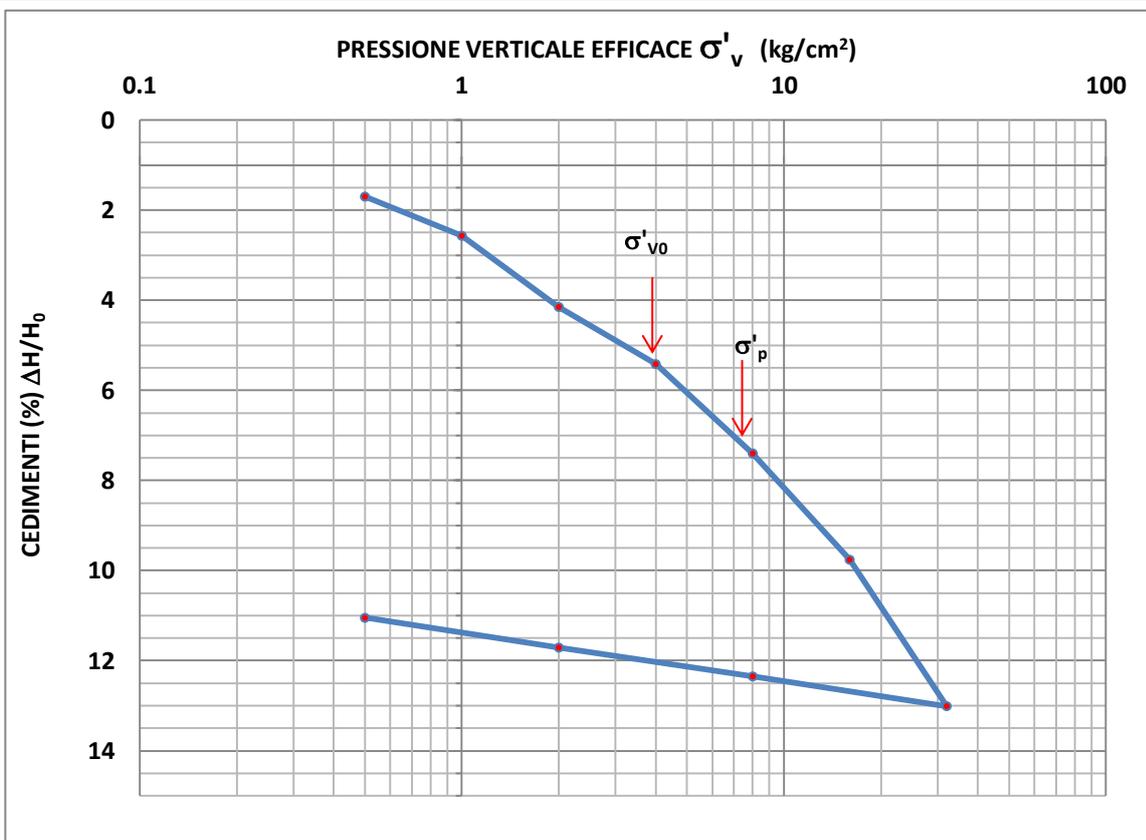
# ANALISI GRANULOMETRICA (vaghiatura meccanica + sedimentazione)



<b>Committente:</b>	<b>COMUNE DI MAZZE'</b>		
<b>Località:</b>	Strada per Tonengo	<b>Prova n.</b>	1
<b>Profondità:</b>	2,00 m	<b>Data prova:</b>	17.08.2020
<b>Data prelievo:</b>	12.08.2020	<b>Durata prova</b>	1 giorno
<b>Scavo:</b>	SC0	<b>Campione:</b>	C2

**Il Tecnico sperimentatore:** Dott. Barbero

<b>ALTEZZA INIZIALE PROVINO <math>H_0</math> (mm)</b>	20.00
<b>ALTEZZA FINALE PROVINO (mm) <math>H_f</math>:</b>	17.398
<b>SEZIONE <math>cm^2</math></b>	20
<b>VOLUME <math>cm^3</math></b>	40
<b>DIAMETRO PROVINO (cm)</b>	5
<b>PESO DI VOLUME NATURALE (<math>t/m^3</math>) <math>\gamma_{nat}</math></b>	1.97
<b>LIMITE LIQUIDO %</b>	//
<b>INDICE DI PLASTICITA' %</b>	//



NOTE: il provino è stato ricostituito in fustella Proctor sul materiale passante al setaccio 4 ASTM (4.76 mm) ad una tensione verticale di circa 4 kg/cm<sup>2</sup>, verificata con il pocket.

Parametri di compressibilità: RR = 4.06; CR = 8.40; SR = 1.08                      OCR = 1.87

FASE DI CARICO	
PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CEDIMENTO $\Delta H$ (mm)
0	0.000
0.5	0.340
1	0.514
2	0.830
4	1.084
8	1.480
16	1.952
32	2.602
FASE DI SCARICO	
PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CEDIMENTO $\Delta H$ (mm)
8	2.470
2	2.342
0.5	2.210
PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CEDIMENTO (%) $\Delta H/H_0$
0.5	1.700
1	2.570
2	4.150
4	5.417
8	7.400
16	9.760
32	13.010
8	12.350
2	11.710
0.5	11.050

Il Tecnico sperimentatore: Dott. Diego Barbero

Timbro e firma



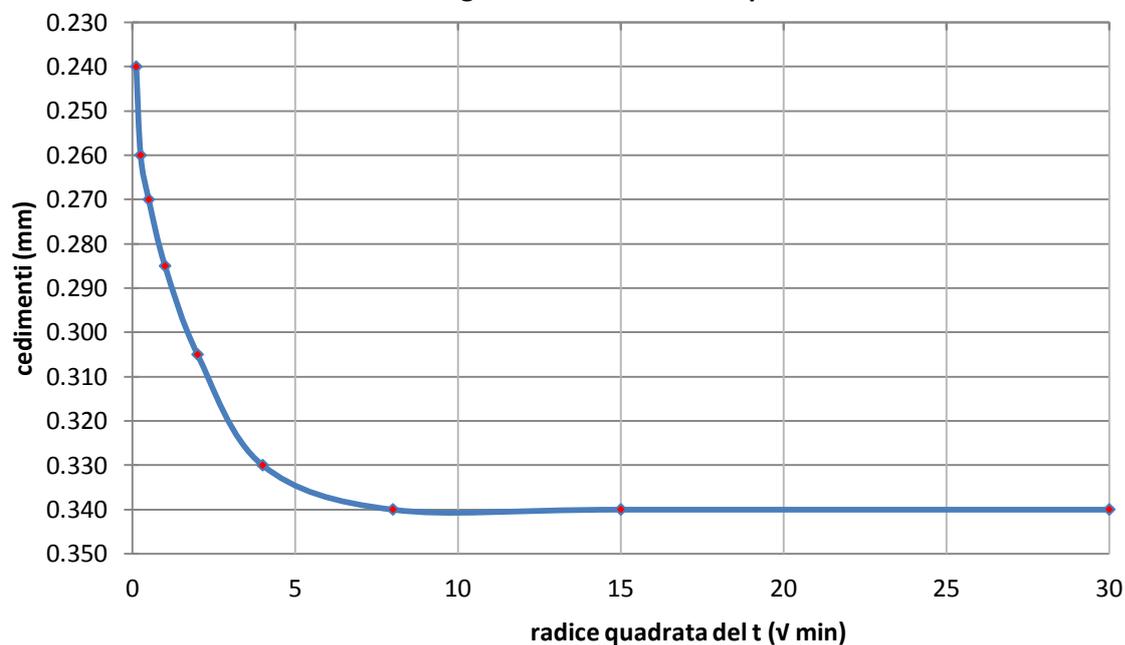
## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 1  
Profondità: 2,00 m Data prova: 17.08.2020  
Scavo: SC0 Campione: 2  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $0.5 \text{ kg/cm}^2$   
altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	0.240	19.760
15	0.25	0.260	19.740
30	0.50	0.270	19.730
60	1	0.285	19.715
120	2	0.305	19.695
240	4	0.330	19.670
480	8	0.340	19.660
900	15	0.340	19.660
1800	30	0.340	19.660

Diagramma cedimenti-tempo



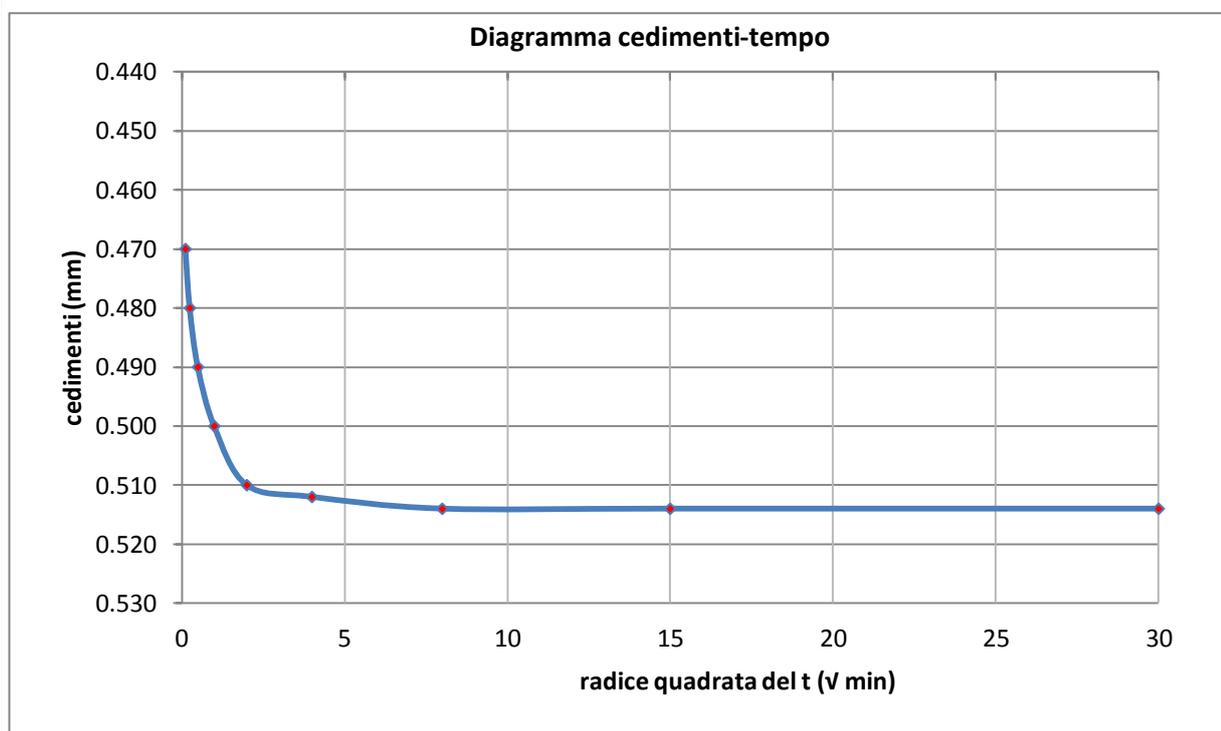
cedimento a fine carico (mm) = 0.34  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 250

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

<b>Committente:</b>	Comune di Mazzé		
<b>Località:</b>	Strada per Tonengo	<b>Prova n.</b>	1
<b>Profondità:</b>	2,00 m	<b>Data prova:</b>	17.08.2020
<b>Scavo:</b>	SC0	<b>Campione:</b>	2
<b>L'analista:</b> Dott. Barbero			

**carico di prova sul provino** **1 kg/cm<sup>2</sup>**  
**altezza iniziale provino indisturbato (mm)** 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	0.470	19.530
15	0.25	0.480	19.520
30	0.50	0.490	19.510
60	1	0.500	19.500
120	2	0.510	19.490
240	4	0.512	19.488
480	8	0.514	19.486
900	15	0.514	19.486
1800	30	0.514	19.486



cedimento a fine carico (mm) =	0.514
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) =	120

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

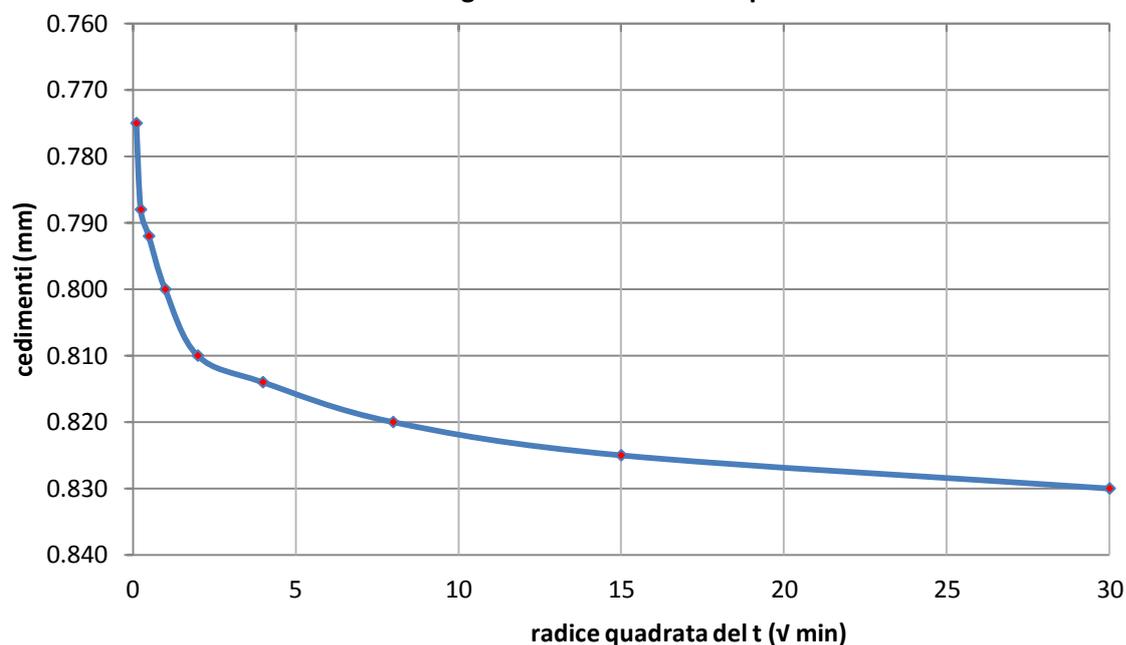
Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 1  
Profondità: 2,00 m Data prova: 17.08.2020  
Scavo: SC0 Campione: 2  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $2 \text{ kg/cm}^2$

altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	0.775	19.225
15	0.25	0.788	19.212
30	0.50	0.792	19.208
60	1	0.800	19.200
120	2	0.810	19.190
240	4	0.814	19.186
480	8	0.820	19.180
900	15	0.825	19.175
1800	30	0.830	19.170

Diagramma cedimenti-tempo



cedimento a fine carico (mm) = 0.83  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 180

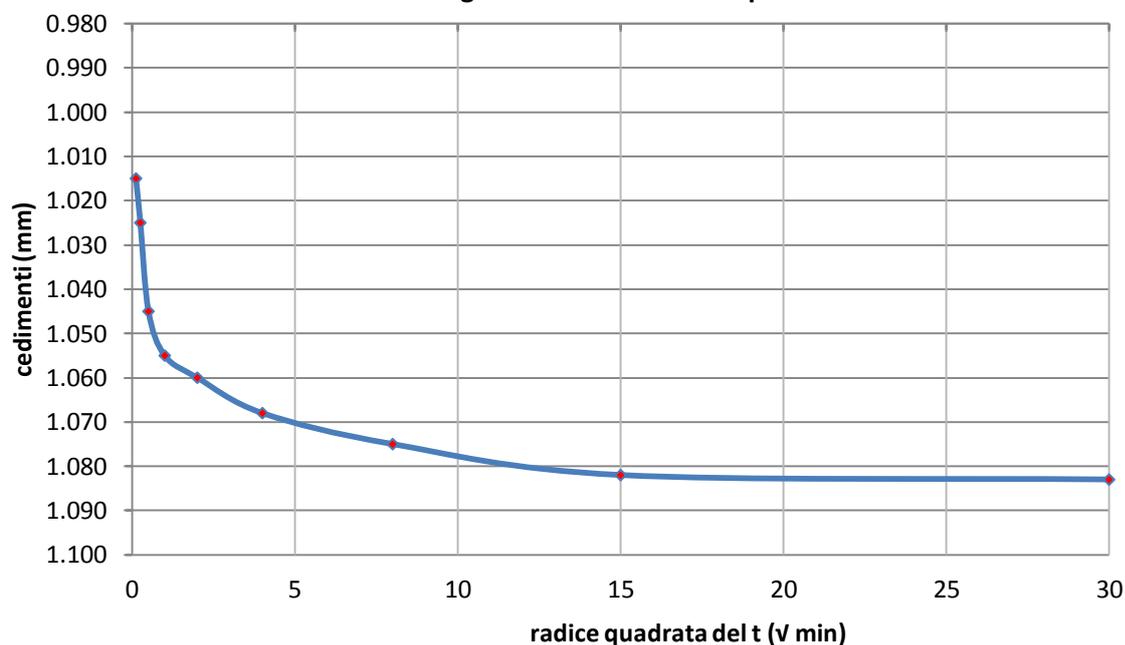
## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 1  
Profondità: 2,00 m Data prova: 17.08.2020  
Scavo: SC0 Campione: 2  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $4 \text{ kg/cm}^2$   
altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	1.015	18.985
15	0.25	1.025	18.975
30	0.50	1.045	18.955
60	1	1.055	18.945
120	2	1.060	18.940
240	4	1.068	18.932
480	8	1.075	18.925
900	15	1.082	18.918
1800	30	1.083	18.917

Diagramma cedimenti-tempo



cedimento a fine carico (mm) = 1.083  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 50

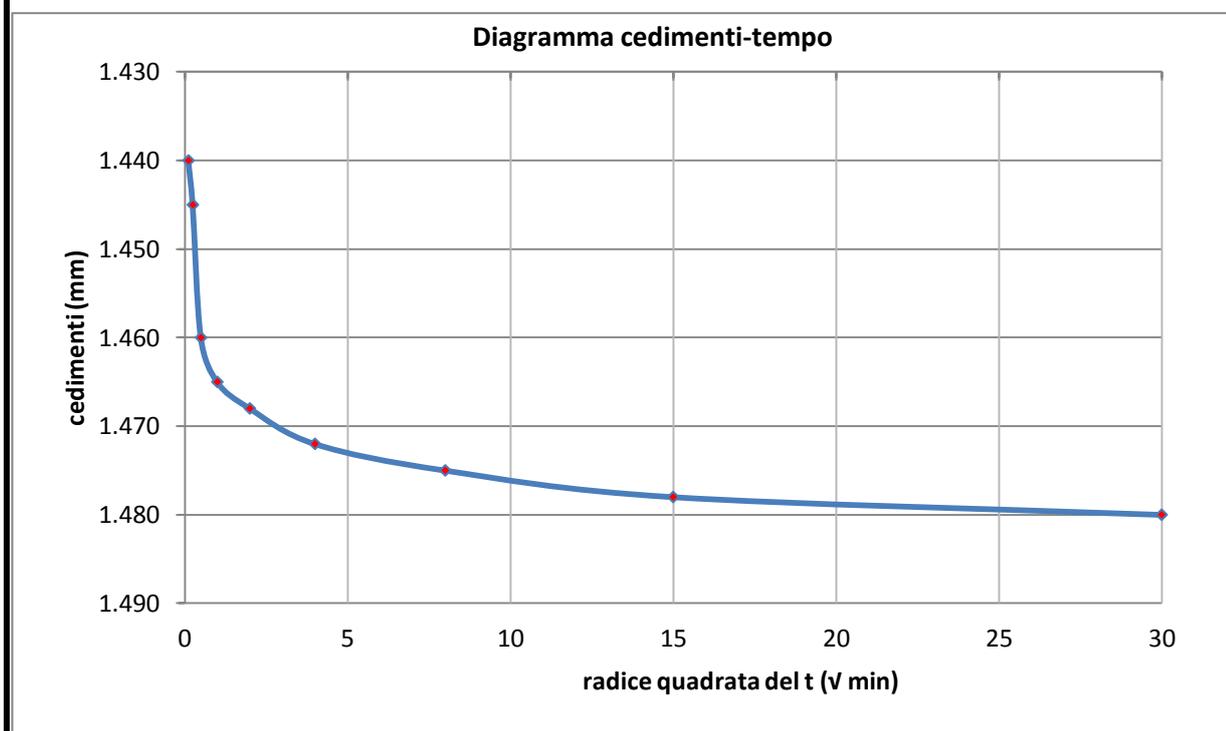
## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 1  
Profondità: 2,00 m Data prova: 17.08.2020  
Scavo: SC0 Campione: 2  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $8 \text{ kg/cm}^2$

altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	1.440	18.560
15	0.25	1.445	18.555
30	0.50	1.460	18.540
60	1	1.465	18.535
120	2	1.468	18.532
240	4	1.472	18.528
480	8	1.475	18.525
900	15	1.478	18.522
1800	30	1.480	18.520



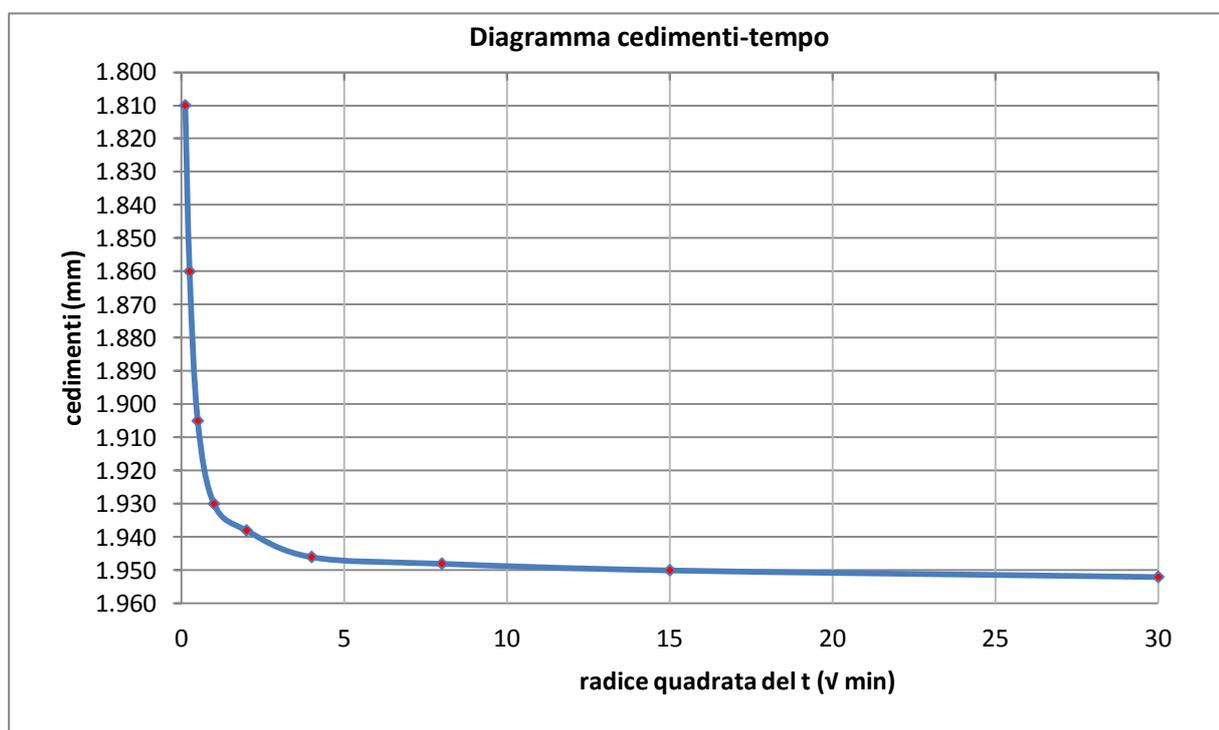
cedimento a fine carico (mm) = 1.48  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 40

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 1  
Profondità: 2,00 m Data prova: 17.08.2020  
Scavo: SC0 Campione: 2  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $16 \text{ kg/cm}^2$   
altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	1.810	18.190
15	0.25	1.860	18.140
30	0.50	1.905	18.095
60	1	1.930	18.070
120	2	1.938	18.062
240	4	1.946	18.054
480	8	1.948	18.052
900	15	1.950	18.050
1800	30	1.952	18.048



cedimento a fine carico (mm) = 1.952  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 50

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

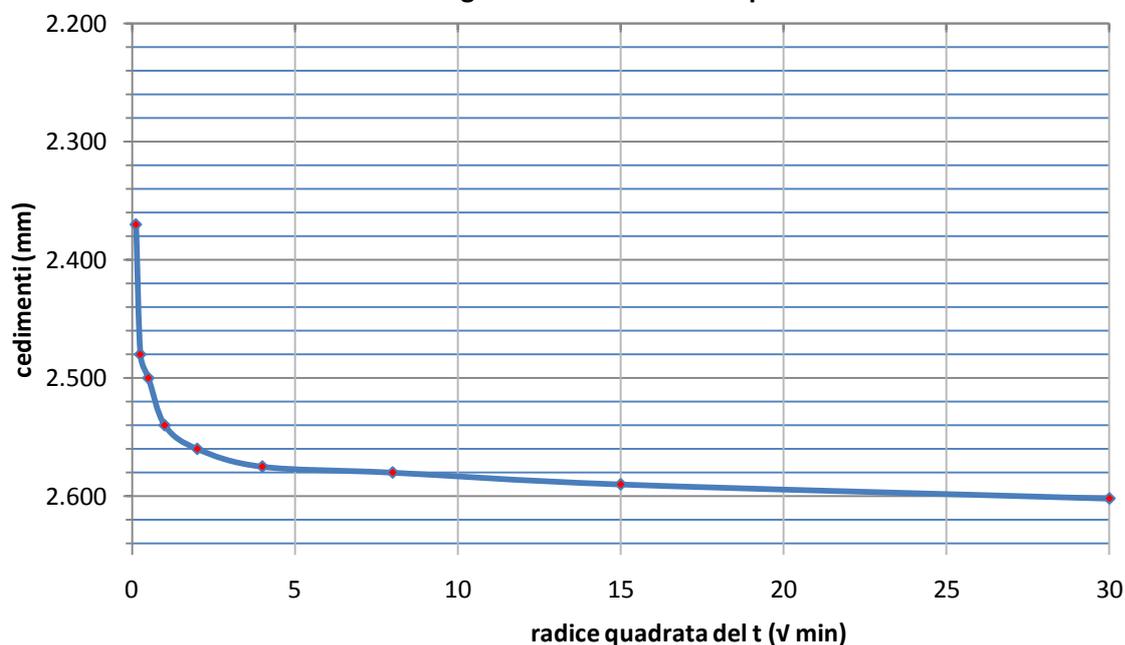
Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 1  
Profondità: 2,00 m Data prova: 17.08.2020  
Scavo: SC0 Campione: 2  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $32 \text{ kg/cm}^2$

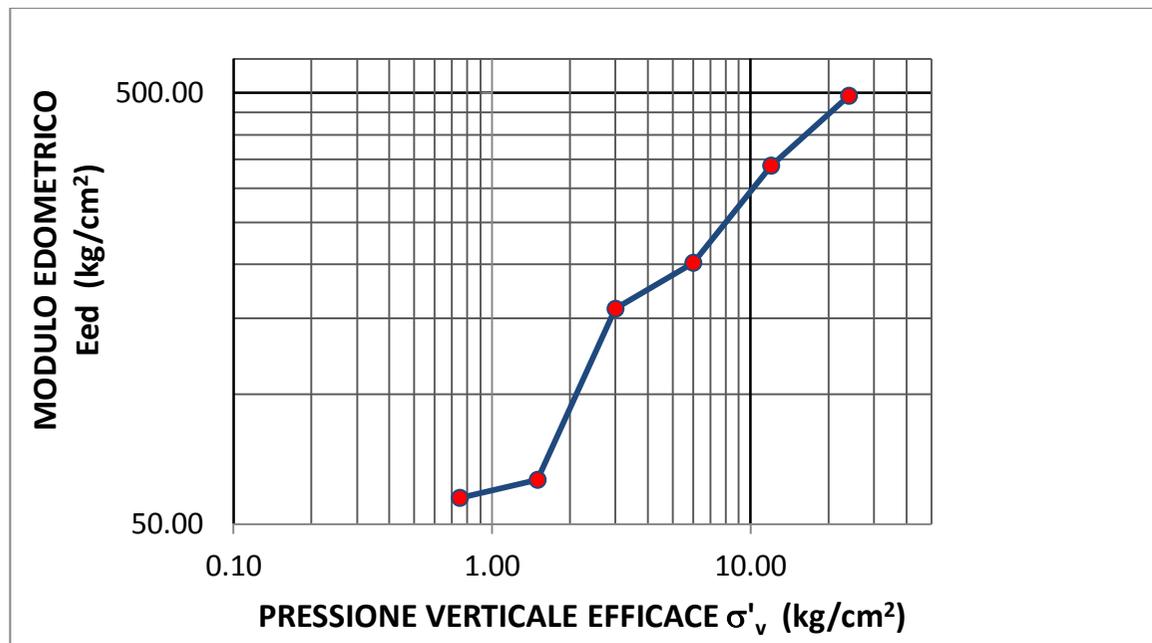
altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	2.370	17.630
15	0.25	2.480	17.520
30	0.50	2.500	17.500
60	1	2.540	17.460
120	2	2.560	17.440
240	4	2.575	17.425
480	8	2.580	17.420
900	15	2.590	17.410
1800	30	2.602	17.398

Diagramma cedimenti-tempo



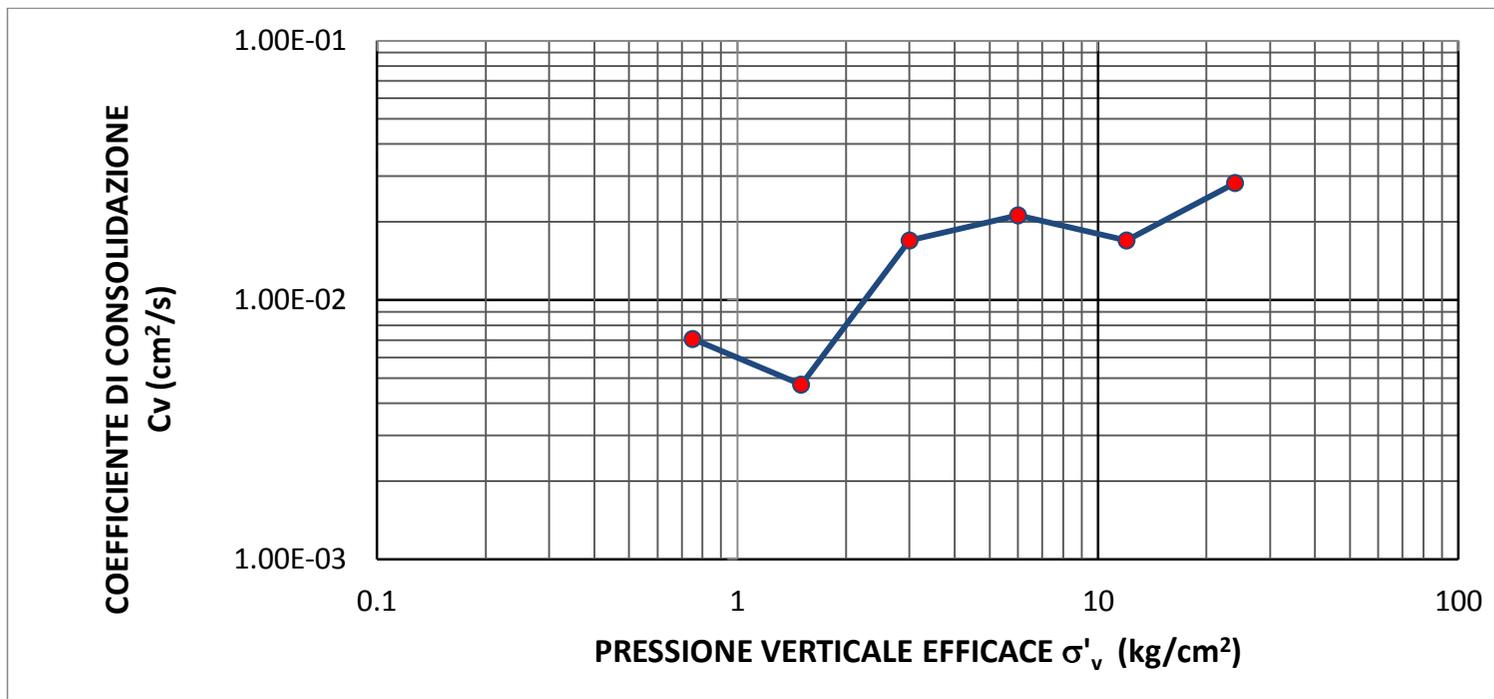
cedimento a fine carico (mm) = 2.602  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 30



PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO EDOMETRICO Eed (kg/cm <sup>2</sup> )
0.50-1.00	57.471
1.00-2.00	63.291
2.00-4.00	157.791
4.00-8.00	201.765
8.00-16.00	338.983
16.00-32.00	492.307

Dott. Diego Barbero

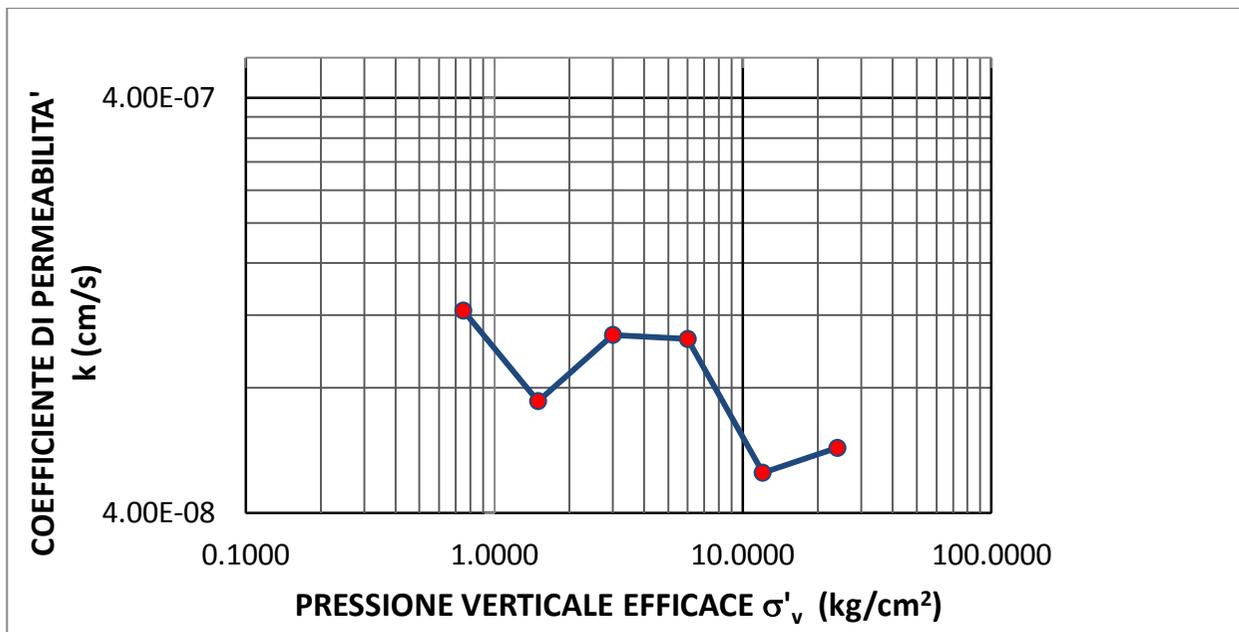




PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE $C_v$ (cm <sup>2</sup> /s)
0.50-1.00	$7.07 \cdot 10^{-3}$
1.00-2.00	$4.71 \cdot 10^{-3}$
2.00-4.00	$1.70 \cdot 10^{-2}$
4.00-8.00	$2.12 \cdot 10^{-2}$
8.00-16.00	$1.70 \cdot 10^{-2}$
16.00-32.00	$2.83 \cdot 10^{-2}$

Dott. Diego Barbero





PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K (cm/s)
0.50-1.00	1.23 $\cdot 10^{-7}$
1.00-2.00	7.44 $\cdot 10^{-8}$
2.00-4.00	1.074 $\cdot 10^{-7}$
4.00-8.00	1.050 $\cdot 10^{-7}$
8.00-16.00	5.00 $\cdot 10^{-8}$
16.00-32.00	5.74 $\cdot 10^{-8}$

Dott. Diego Barbero



**– STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E GEOFISICO –**  
**Ph.D. Dott. Geol. Diego BARBERO**

Geologo, Fisico, Dottore di Ricerca in Geologia Stratigrafica, Sedimentologica  
e in Geologia Applicata

Sede: Via Asti n. 7 – 14010 SAN MARTINO ALFIERI (AT)  
Cell. 338.4953385 – E-mail: diego-barbero@libero.it –  
C.F. BRBDGI80E08A479X – P. I.V.A. 01463170058  
www.geologobarbero.it

**PROVA DI TAGLIO ANULARE (modalità C.D.)**  
**(raccomandazioni AGI 1994)**

<b>COMMITTENTE</b>	Comune di Mazzé
<b>CLIENTE</b>	Dott. Geol. Maurizio CANEPA
<b>LOCALITA' PRELIEVO</b>	Strada per Tonengo – Mazzé
<b>DATA INIZIO PROVA</b>	18.08.2020
<b>DATA FINE PROVA</b>	19.08.2020
<b>PROVA N.</b>	1
<b>SCAVO N.</b>	SC0
<b>CAMPIONE N.</b>	C2
<b>PROFONDITA'</b>	2,00 m
<b>NUMERO TOTALE DEI PROVINI</b>	3
<b>TECNICO SPERIMENTATORE</b>	Dott. Diego BARBERO

**TABELLA RIASSUNTIVA CARATTERISTICHE DI PROVA**

PROVINO N.	Velocità di deform. mm/min	Carico verticale kg/cm <sup>2</sup>	Dimensioni iniziali		Consolid.	Valori a rottura	
			h iniziale cm	Area cm <sup>2</sup>	Cedimento mm	Tau kg/cm <sup>2</sup>	deformaz. mm
1	0.025	0.50	2.00	30.00	0.147	0.343	6.358
2	0.025	1.00	2.00	30.00	0.394	0.582	8.835
3	0.025	1.50	2.00	30.00	0.682	0.763	12.216

**Timbro e firma**

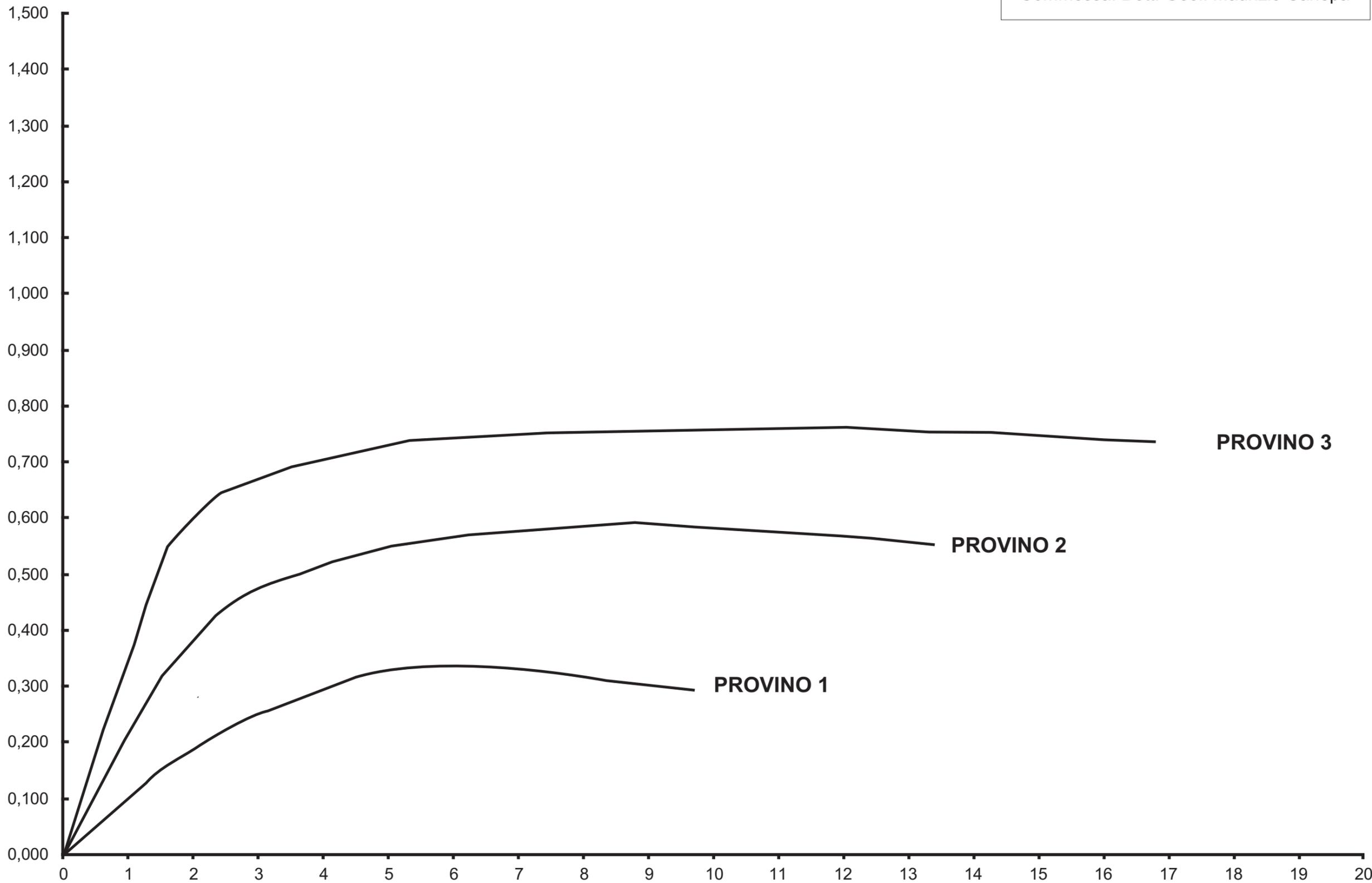


**NOTE:** Provino ricostituito manualmente in fustella Proctor sul passante al setaccio n. 4 ASTM (4,76 mm)  
alla tensione verticale di 4 kg/cm<sup>2</sup>

Campione C2  
Scavo: SC0  
Cantiere: Mazzé  
Committente: Comune di Mazzé  
Commessa: Dott. Geol. Maurizio Canepa

### GRAFICO SCORRIMENTO - TAGLIO

TAU<sub>v</sub>(Kg/cm<sup>2</sup>)



EPSILON (mm)

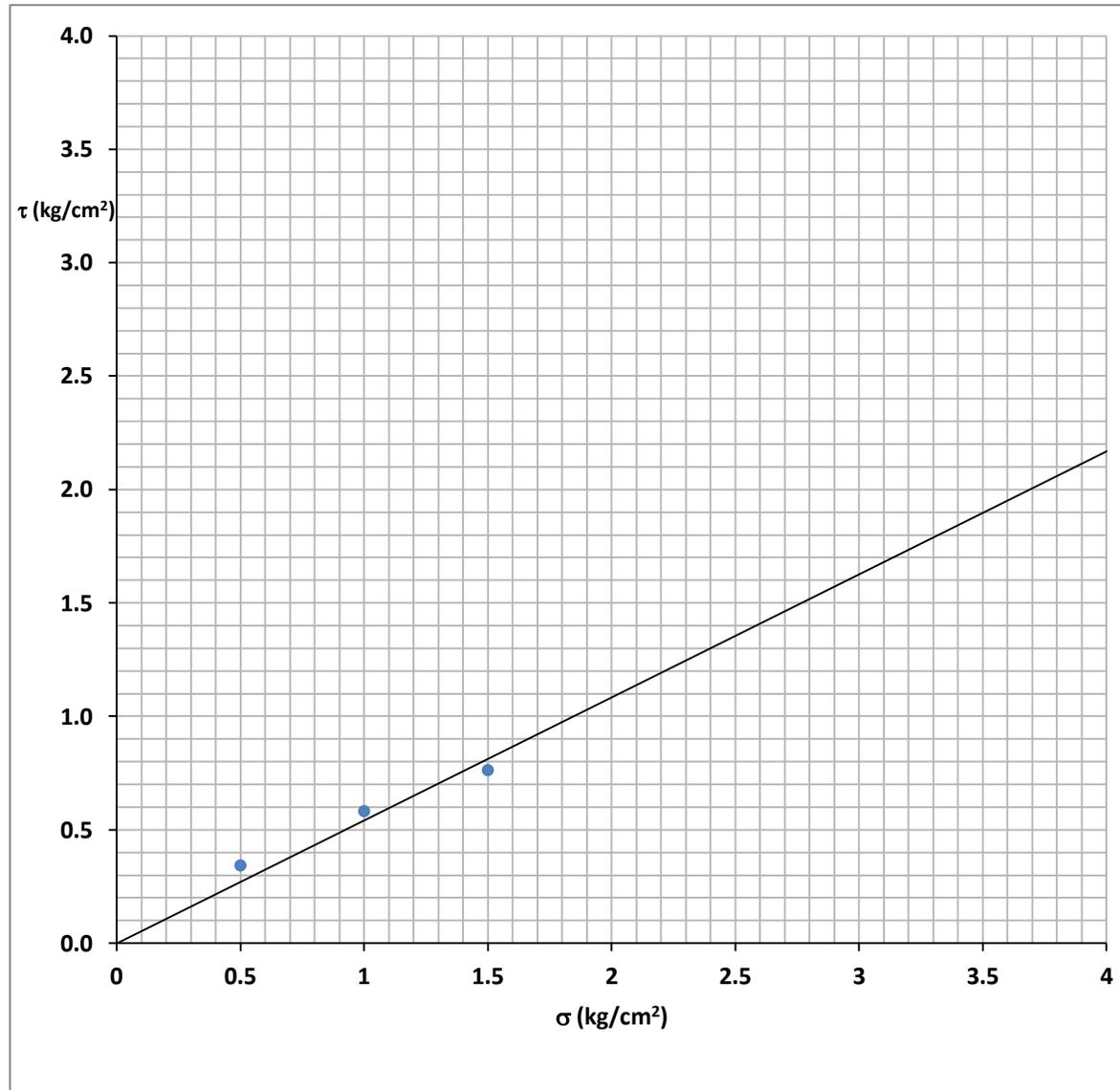
## GRAFICO SIGMA TAU EFFICACI A ROTTURA

Committente: Comune di Mazzé  
Campione: C2  
Scavo: SC0  
Profondità prelievo: -2,00 m  
Cantiere: Strada per Tonengo - Mazzé

Coesione  $c' = 0,00 \text{ kg/cm}^2$

Angolo d'attrito  $\varphi' = 28.4^\circ$

Peso di volume naturale  $\gamma_{\text{nat}} = 1.97 \text{ t/m}^3$

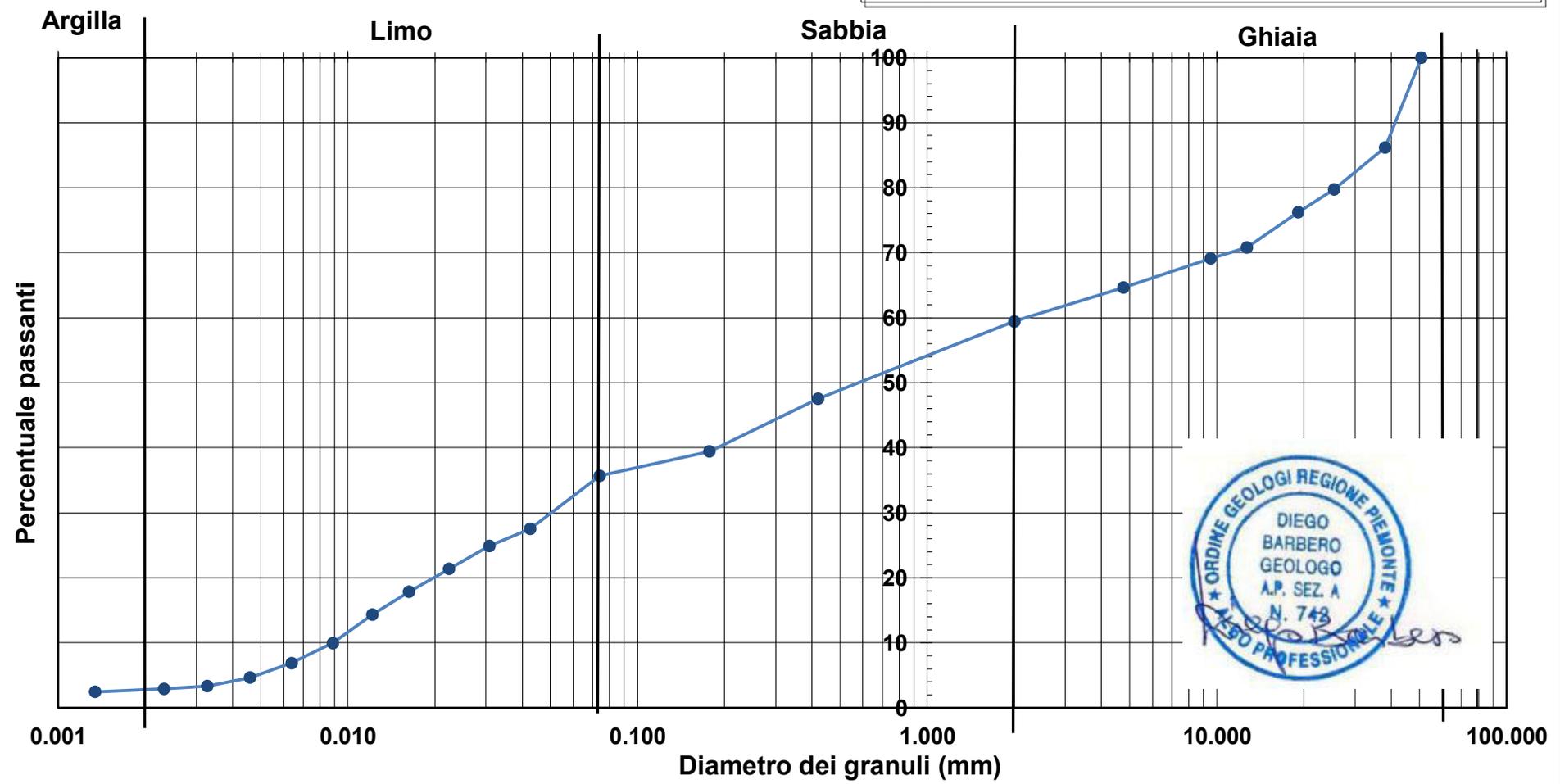


Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE			
		ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA  (Raccom. AGI1994, ASTM D422, CNR UNI 23/1971)			
Committente	Comune di Mazzè				
Località prelievo	Strada per Tonengo				
Scavo	SC1	N° camp.	C3	N° prova	1
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	1,00	Data prova:	14.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO		Terreno analizzato totale (g)		1108.00
<b>Setaccio ASTM</b>	<b>Apertura maglie</b>	<b>Parziali trattenuti</b>	<b>Parziali trattenuti</b>	<b>Totali trattenuti</b>	<b>Totali nassanti</b>
<b>n°</b>	<b>mm</b>	<b>g</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1" ½	38.10	153.13	13.82	13.82	86.18
1"	25.40	71.37	6.44	20.26	79.74
¾"	19.10	38.85	3.51	23.77	76.23
½"	12.70	60.21	5.43	29.20	70.80
3/8"	9.52	18.54	1.67	30.88	69.12
4	4.76	49.60	4.48	35.35	64.65
10	2.00	58.03	5.24	40.59	59.41
40	0.42	131.57	11.87	52.46	47.54
80	0.18	89.72	8.10	60.56	39.44
200	0.07	41.66	3.76	64.32	35.68
Fondo	=	395.32	35.68	100.00	0.00
<b>Percentuali</b>	<b>Ghiaia</b>	<b>40.59%</b>			<b>Wnat=</b>  <b>9.73%</b>
	<b>Sabbia</b>	<b>23.73%</b>			
	<b>Limo</b>	<b>33.00%</b>			
	<b>Argilla</b>	<b>2.68%</b>			

CLASSIFICAZIONE TERRENO (AGI 1994, MIT 1931): GHIAIA CON LIMO SABBIOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA

Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE				
		ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE  (Raccomandazioni AGI, 1994 ASTM D422)				
Committente	Comune di Mazzè					
Località	Strada per Tonengo					
N° sond.	SC1	N° camp.	C3		N° prova	2
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	1,00		Data prova	19.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO			Terreno analizzato (g)		40.57
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )		2.65		% passante setaccio n° 200		35.68
Temperatura media (C°)		25.05		Dispersivo		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> +Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Viscosità (v, in poises)		0.008940		Cilindro n°		3
K = f(Tm, Ps, v)		0.012900		Areometro tipo		152h
Correzione menisco		2.0		Correzione temperatura		1.300
Correzione zero areometrico		3.0		Correzione fattore a		1.00
LETTURA	TEMPI		LETTURA CORRETTA	DIAMETRI	PASSANTI	PASSANTI
n°	(min)	areometro	areometro	(mm)	%	cumulativi (%)
1	1	33.0	31.3	0.0426	77.15	27.53
2	2	30.0	28.3	0.0308	69.76	24.89
3	4	26.0	24.3	0.0223	59.90	21.37
4	8	22.0	20.3	0.0163	50.04	17.85
5	15	18.0	16.3	0.0121	40.18	14.33
6	30	13.0	11.3	0.0089	27.85	9.94
7	60	9.5	7.8	0.0064	19.23	6.86
8	120	7.0	5.3	0.0046	13.06	4.66
9	240	5.5	3.8	0.0033	9.37	3.34
10	480	5.0	3.3	0.0023	8.13	2.90
11	1440	4.5	2.8	0.0013	6.90	2.46

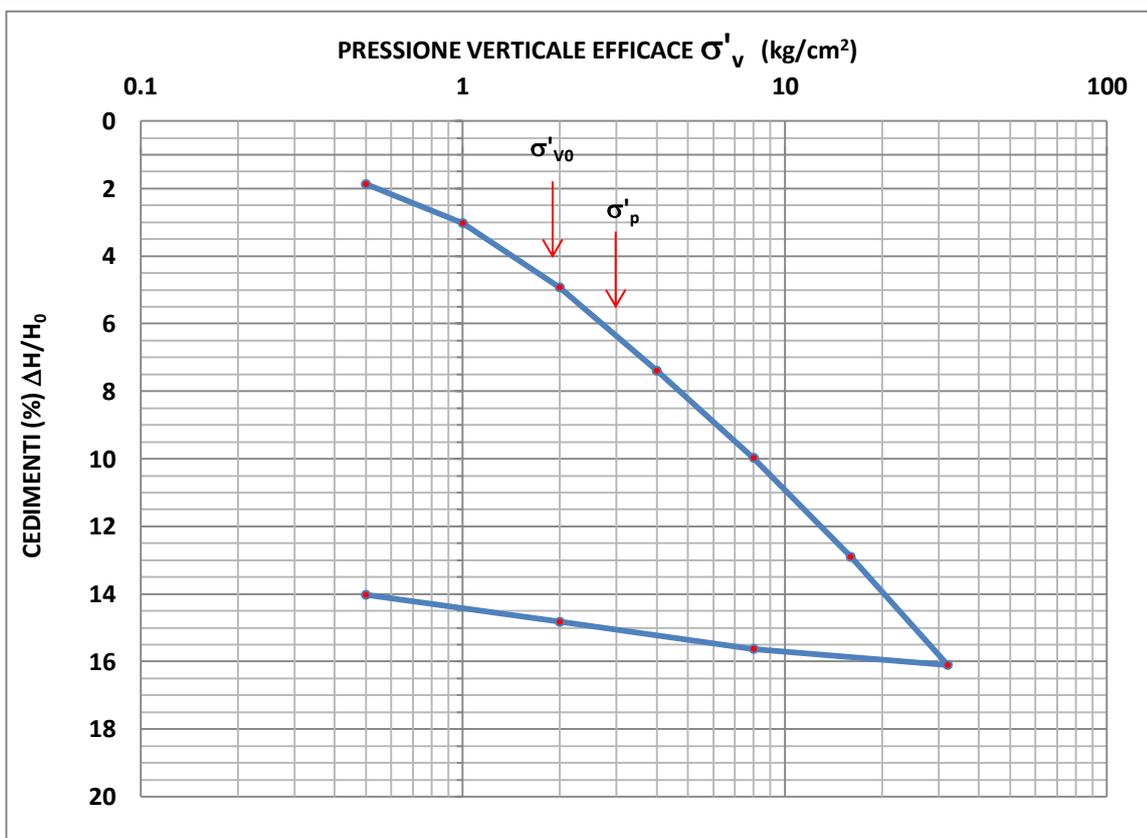
# ANALISI GRANULOMETRICA (vagliatura meccanica + sedimentazione)



**STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO****E GEOFISICO****Ph.D. Dott. Geol. DIEGO BARBERO****PROVA EDOMETRICA****A INCREMENTI DI CARICO****Raccomandazioni AGI,1994**

<b>Committente:</b>	<b>COMUNE DI MAZZE'</b>		
<b>Località:</b>	Strada per Tonengo	<b>Prova n.</b>	2
<b>Profondità:</b>	1,00 m	<b>Data prova:</b>	18.08.2020
<b>Data prelievo:</b>	12.08.2020	<b>Durata prova</b>	1 giorno
<b>Scavo:</b>	SC1	<b>Campione:</b>	C3
<b>Il Tecnico sperimentatore:</b> Dott. Barbero			

<b>ALTEZZA INIZIALE PROVINO <math>H_0</math> (mm)</b>	20.00
<b>ALTEZZA FINALE PROVINO (mm) <math>H_f</math>:</b>	16.78
<b>SEZIONE <math>cm^2</math></b>	20
<b>VOLUME <math>cm^3</math></b>	40
<b>DIAMETRO PROVINO (cm)</b>	5
<b>PESO DI VOLUME NATURALE (<math>t/m^3</math>) <math>\gamma_{nat}</math></b>	1.85
<b>LIMITE LIQUIDO %</b>	//
<b>INDICE DI PLASTICITA' %</b>	//



NOTE: il provino è stato ricostituito in fustella Proctor sul materiale passante al setaccio 4 ASTM (4.76 mm) ad una tensione verticale di circa 2 kg/cm<sup>2</sup>, verificata con il pocket.

Parametri di compressibilità: RR = 5.07; CR = 9.64; SR = 1.14

OCR = 1.62

FASE DI CARICO	
PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CEDIMENTO $\Delta H$ (mm)
0	0.000
0.5	0.374
1	0.605
2	0.985
4	1.478
8	1.994
16	2.580
32	3.220
FASE DI SCARICO	
PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CEDIMENTO $\Delta H$ (mm)
8	3.125
2	2.965
0.5	2.805
PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CEDIMENTO (%) $\Delta H/H_0$
0.5	1.870
1	3.025
2	4.925
4	7.390
8	9.970
16	12.900
32	16.100
8	15.625
2	14.825
0.5	14.025

Il Tecnico sperimentatore: Dott. Diego Barbero

Timbro e firma



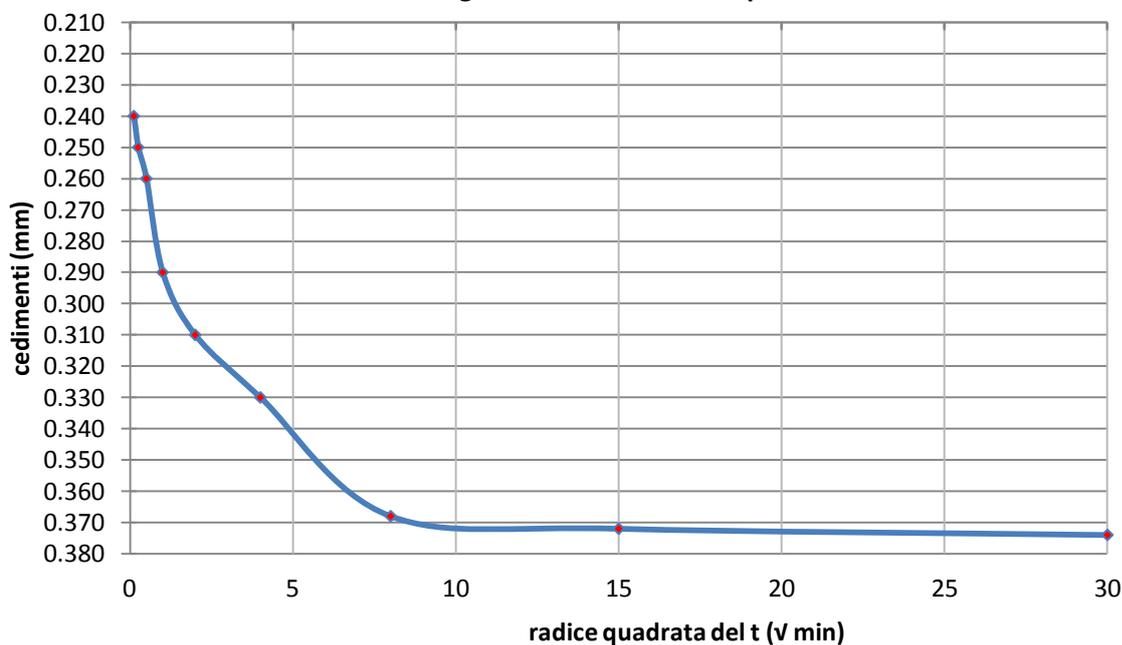
## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 2  
Profondità: 1,00 m Data prova: 18.08.2020  
Scavo: SC1 Campione: C3  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $0.5 \text{ kg/cm}^2$   
altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	0.240	19.760
15	0.25	0.250	19.750
30	0.50	0.260	19.740
60	1	0.290	19.710
120	2	0.310	19.690
240	4	0.330	19.670
480	8	0.368	19.632
900	15	0.372	19.628
1800	30	0.374	19.626

Diagramma cedimenti-tempo



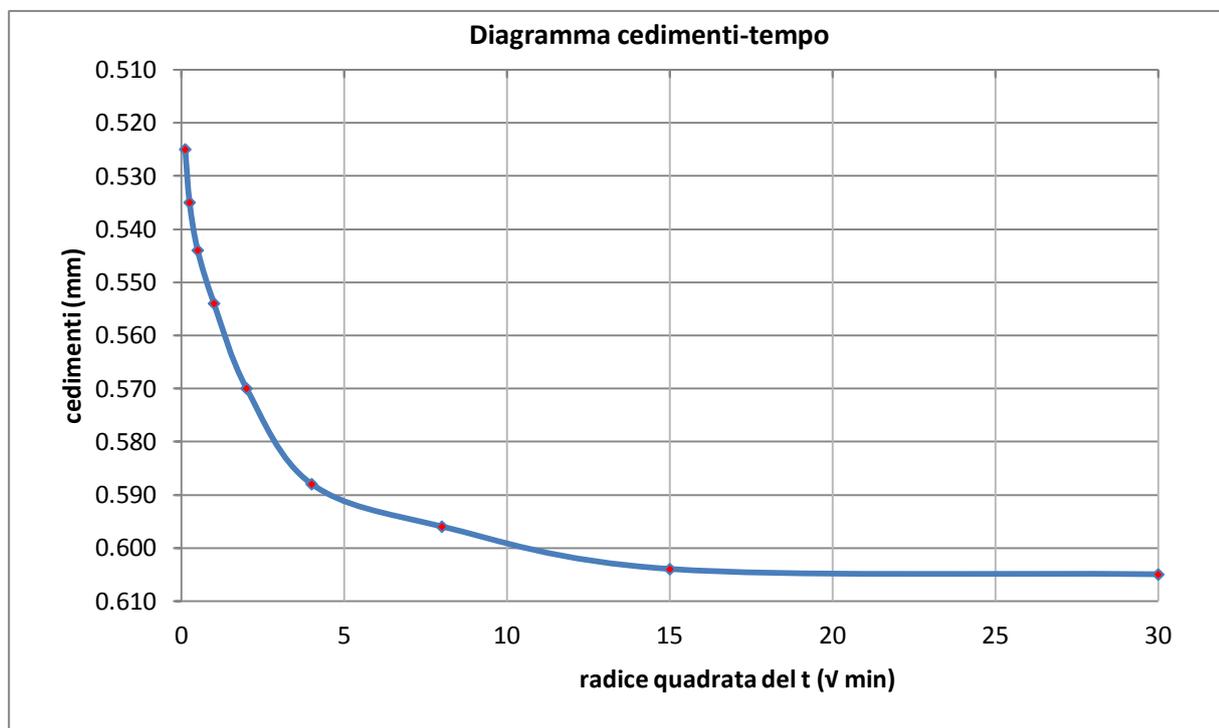
cedimento a fine carico (mm) = 0.374  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 370

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 2  
Profondità: 1,00 m Data prova: 18.08.2020  
Scavo: SC1 Campione: C3  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $1 \text{ kg/cm}^2$   
altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	0.525	19.475
15	0.25	0.535	19.465
30	0.50	0.544	19.456
60	1	0.554	19.446
120	2	0.570	19.430
240	4	0.588	19.412
480	8	0.596	19.404
900	15	0.604	19.396
1800	30	0.605	19.395



cedimento a fine carico (mm) = 0.605  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 360

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

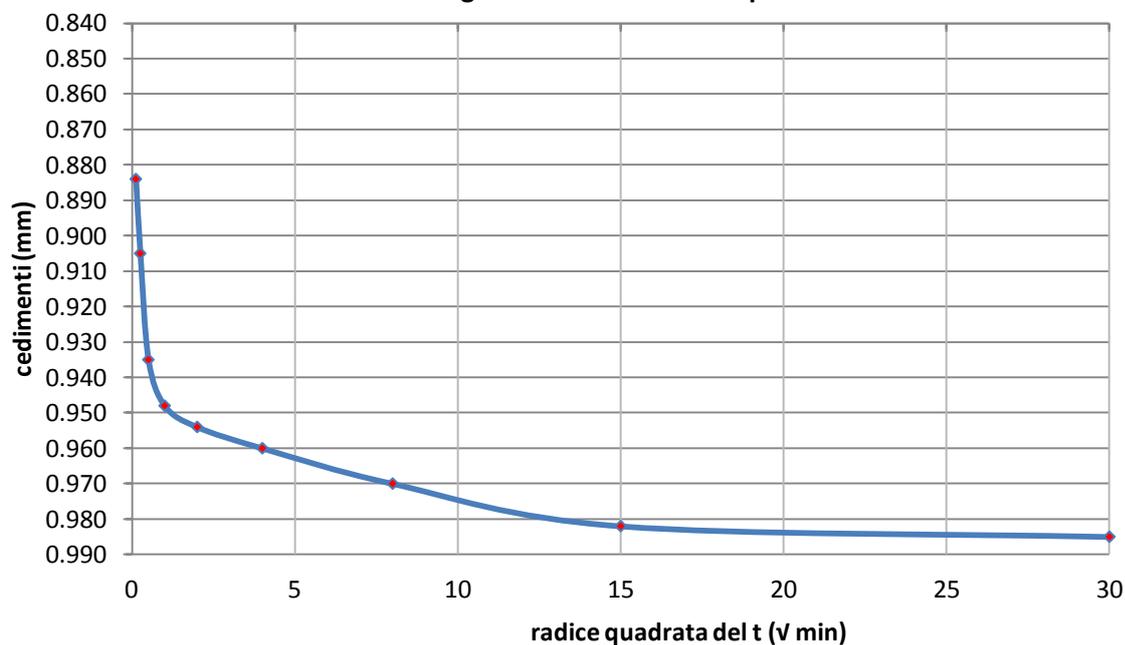
Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 2  
Profondità: 1,00 m Data prova: 18.08.2020  
Scavo: SC1 Campione: C3  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $2 \text{ kg/cm}^2$

altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	0.884	19.116
15	0.25	0.905	19.095
30	0.50	0.935	19.065
60	1	0.948	19.052
120	2	0.954	19.046
240	4	0.960	19.040
480	8	0.970	19.030
900	15	0.982	19.018
1800	30	0.985	19.015

Diagramma cedimenti-tempo



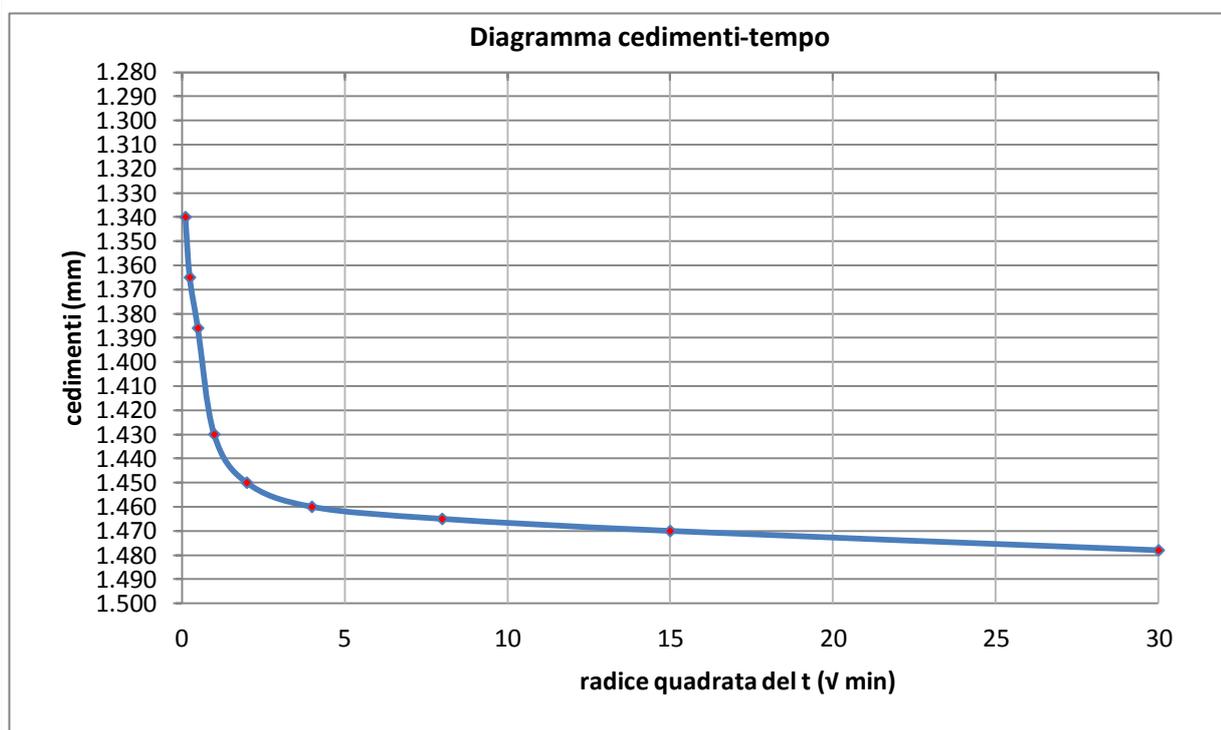
cedimento a fine carico (mm) = 0.985  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 50

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

<b>Committente:</b>	<b>Comune di Mazzé</b>		
<b>Località:</b>	Strada per Tonengo	<b>Prova n.</b>	2
<b>Profondità:</b>	1,00 m	<b>Data prova:</b>	18.08.2020
<b>Scavo:</b>	SC1	<b>Campione:</b>	C3
<b>L'analista:</b> Dott. Barbero			

**carico di prova sul provino** **4 kg/cm<sup>2</sup>**  
**altezza iniziale provino indisturbato (mm)** **20.00**

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	1.340	18.660
15	0.25	1.365	18.635
30	0.50	1.386	18.614
60	1	1.430	18.570
120	2	1.450	18.550
240	4	1.460	18.540
480	8	1.465	18.535
900	15	1.470	18.530
1800	30	1.478	18.522



cedimento a fine carico (mm) =	1.478
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) =	90

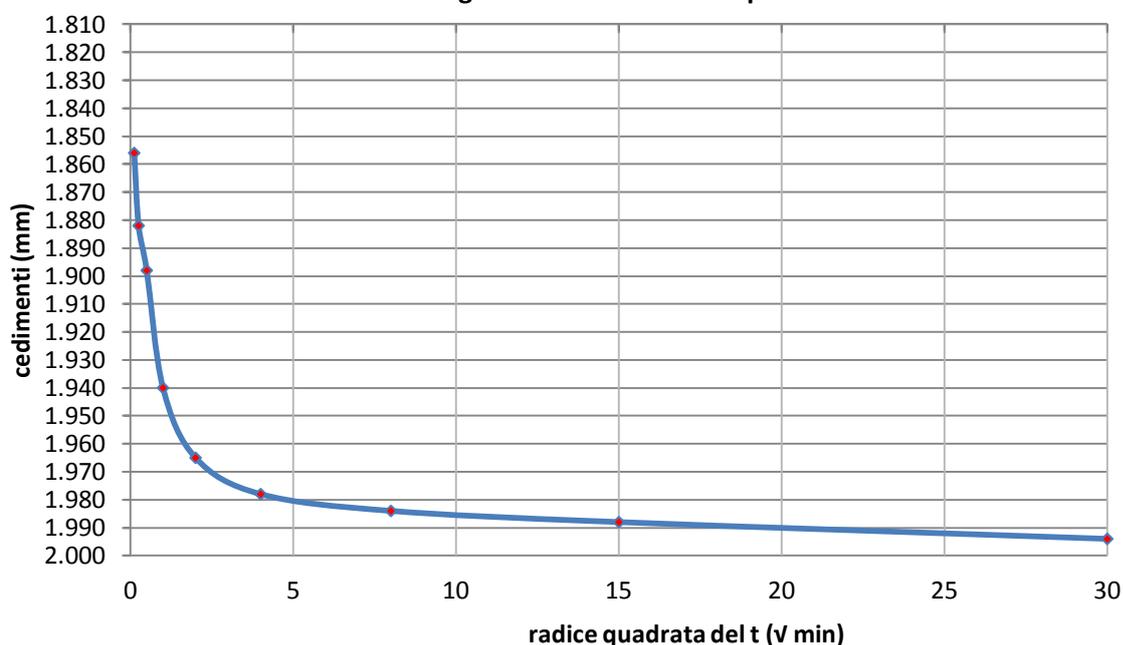
## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

Committente: Comune di Mazzé  
Località: Strada per Tonengo Prova n. 2  
Profondità: 1,00 m Data prova: 18.08.2020  
Scavo: SC1 Campione: C3  
L'analista: Dott. Barbero

carico di prova sul provino  $8 \text{ kg/cm}^2$   
altezza iniziale provino indisturbato (mm) 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	1.856	18.144
15	0.25	1.882	18.118
30	0.50	1.898	18.102
60	1	1.940	18.060
120	2	1.965	18.035
240	4	1.978	18.022
480	8	1.984	18.016
900	15	1.988	18.012
1800	30	1.994	18.006

Diagramma cedimenti-tempo



cedimento a fine carico (mm) = 1.994  
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) = 85

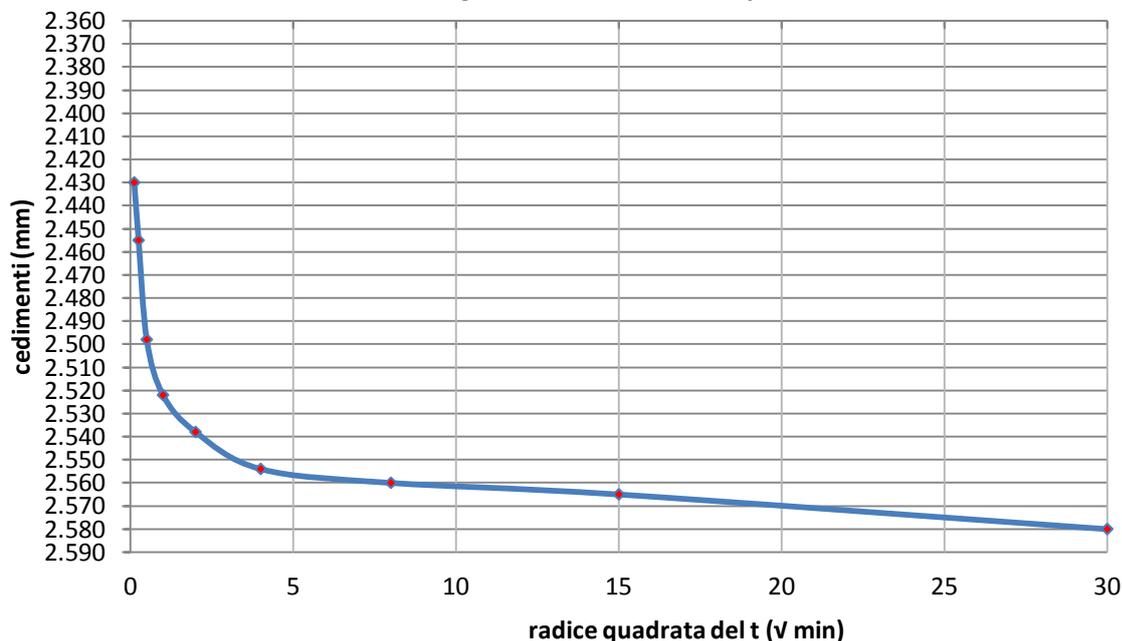
## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

<b>Committente:</b>	Comune di Mazzé		
<b>Località:</b>	Strada per Tonengo	<b>Prova n.</b>	2
<b>Profondità:</b>	1,00 m	<b>Data prova:</b>	18.08.2020
<b>Scavo:</b>	SC1	<b>Campione:</b>	C3
<b>L'analista:</b> Dott. Barbero			

**carico di prova sul provino** **16 kg/cm<sup>2</sup>**  
**altezza iniziale provino indisturbato (mm)** 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	2.430	17.570
15	0.25	2.455	17.545
30	0.50	2.498	17.502
60	1	2.522	17.478
120	2	2.538	17.462
240	4	2.554	17.446
480	8	2.560	17.440
900	15	2.565	17.435
1800	30	2.580	17.420

**Diagramma cedimenti-tempo**



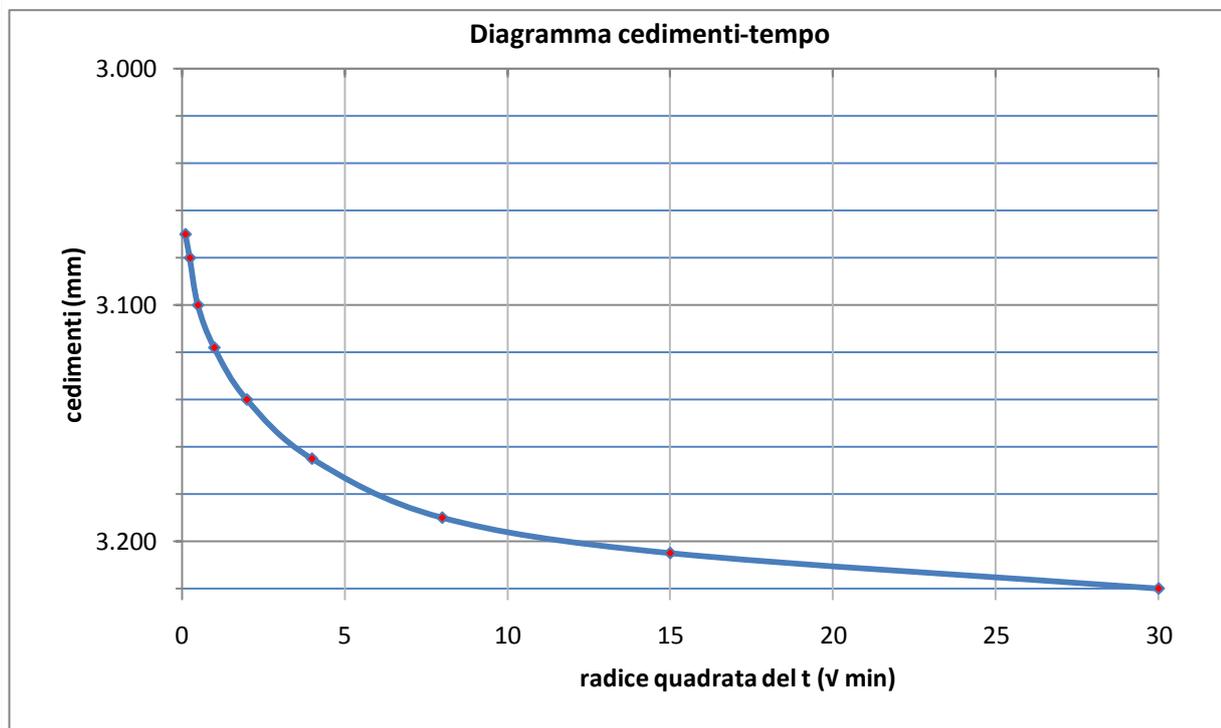
cedimento a fine carico (mm) =	2.58
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) =	45

## GRAFICO CEDIMENTO TEMPO

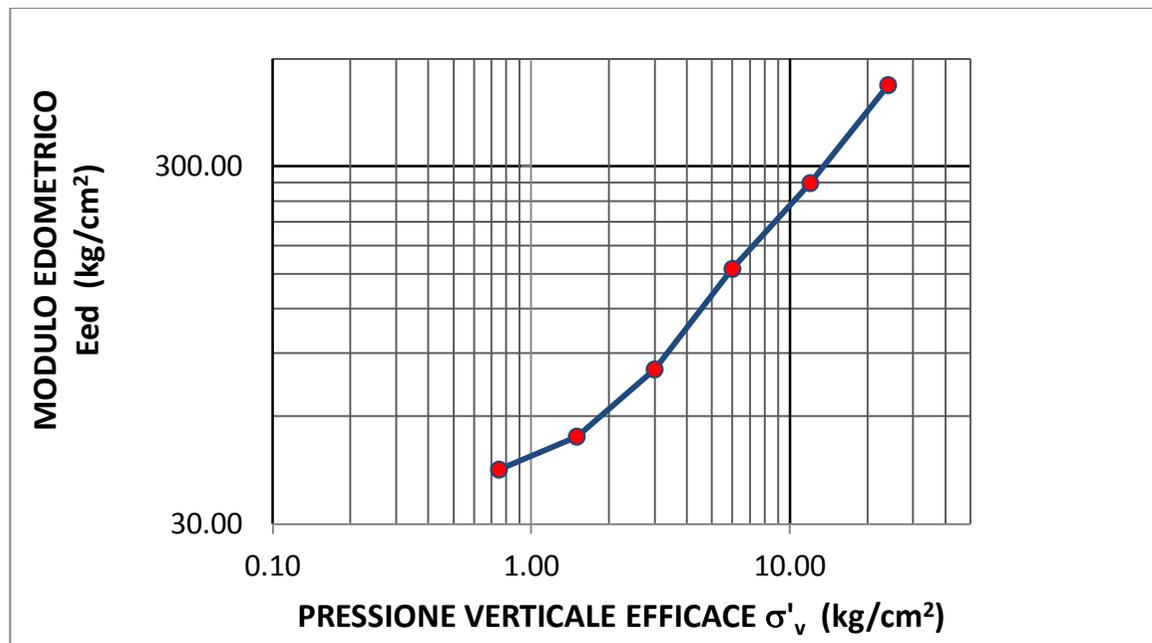
<b>Committente:</b>	Comune di Mazzé		
<b>Località:</b>	Strada per Tonengo	<b>Prova n.</b>	2
<b>Profondità:</b>	1,00 m	<b>Data prova:</b>	18.08.2020
<b>Scavo:</b>	SC1	<b>Campione:</b>	C3
<b>L'analista:</b> Dott. Barbero			

**carico di prova sul provino** **32 kg/cm<sup>2</sup>**  
**altezza iniziale provino indisturbato (mm)** 20.00

t (s)	t (min)	cedimento (mm)	h provino (mm)
7	0.12	3.070	16.930
15	0.25	3.080	16.920
30	0.50	3.100	16.900
60	1	3.118	16.882
120	2	3.140	16.860
240	4	3.165	16.835
480	8	3.190	16.810
900	15	3.205	16.795
1800	30	3.220	16.780



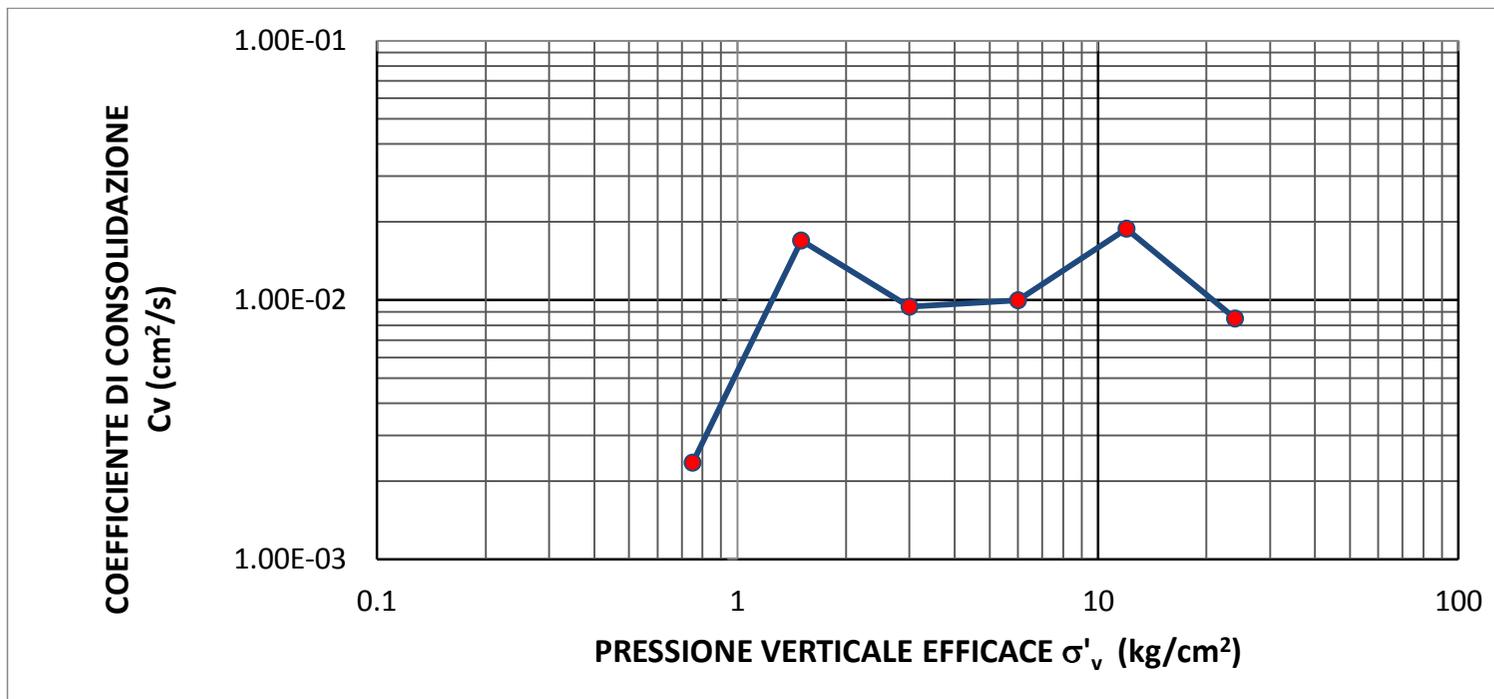
cedimento a fine carico (mm) =	3.22
tempo al 90% della consolidazione T90 (sec.) =	100



PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO EDOMETRICO $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.50-1.00	42.553
1.00-2.00	52.631
2.00-4.00	81.136
4.00-8.00	155.038
8.00-16.00	269.360
16.00-32.00	506.329

Dott. Diego Barbero

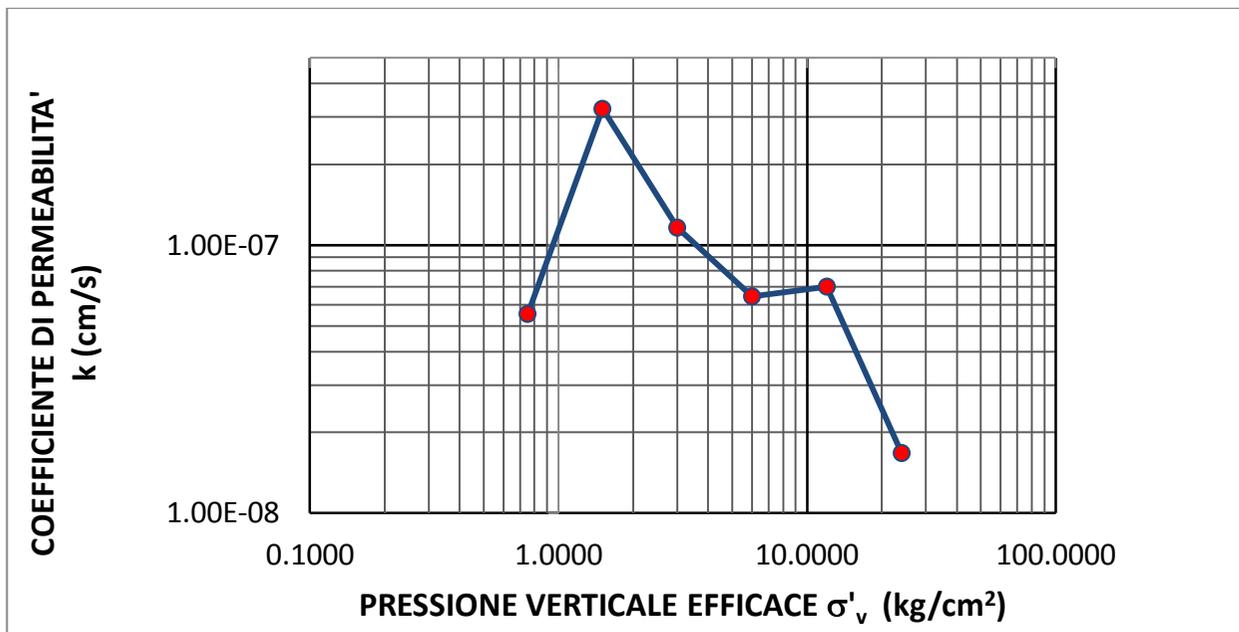




PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE $C_v$ (cm <sup>2</sup> /s)
0.50-1.00	2.36 10 <sup>-3</sup>
1.00-2.00	1.70 10 <sup>-2</sup>
2.00-4.00	9.42 10 <sup>-3</sup>
4.00-8.00	9.98 10 <sup>-3</sup>
8.00-16.00	1.88 10 <sup>-2</sup>
16.00-32.00	8.48 10 <sup>-3</sup>

Dott. Diego Barbero





PRESSIONE VERTICALE EFFICACE $\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K (cm/s)
0.50-1.00	$5.53 \cdot 10^{-8}$
1.00-2.00	$3.22 \cdot 10^{-7}$
2.00-4.00	$1.16 \cdot 10^{-7}$
4.00-8.00	$6.43 \cdot 10^{-7}$
8.00-16.00	$6.99 \cdot 10^{-8}$
16.00-32.00	$1.67 \cdot 10^{-8}$

Dott. Diego Barbero



**– STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E GEOFISICO –  
Ph.D. Dott. Geol. Diego BARBERO**

Geologo, Fisico, Dottore di Ricerca in Geologia Stratigrafica, Sedimentologica  
e in Geologia Applicata

Sede: Via Asti n. 7 – 14010 SAN MARTINO ALFIERI (AT)  
Cell. 338.4953385 – E-mail: diego-barbero@libero.it –  
C.F. BRBDGI80E08A479X – P. I.V.A. 01463170058  
www.geologobarbero.it

**PROVA DI TAGLIO ANULARE (modalità C.D.)  
(raccomandazioni AGI 1994)**

<b>COMMITTENTE</b>	Comune di Mazzé
<b>CLIENTE</b>	Dott. Geol. Maurizio CANEPA
<b>LOCALITA' PRELIEVO</b>	Strada per Tonengo – Mazzé
<b>DATA INIZIO PROVA</b>	20.08.2020
<b>DATA FINE PROVA</b>	21.08.2020
<b>PROVA N.</b>	2
<b>SCAVO N.</b>	SC1
<b>CAMPIONE N.</b>	C3
<b>PROFONDITA'</b>	1,00 m
<b>NUMERO TOTALE DEI PROVINI</b>	3
<b>TECNICO SPERIMENTATORE</b>	Dott. Diego BARBERO

**TABELLA RIASSUNTIVA CARATTERISTICHE DI PROVA**

PROVINO N.	Velocità di deform. mm/min	Carico verticale kg/cm <sup>2</sup>	Dimensioni iniziali		Consolid.	Valori a rottura	
			h iniziale cm	Area cm <sup>2</sup>	Cedimento mm	Tau kg/cm <sup>2</sup>	deformaz. mm
1	0.025	0.40	2.00	30.00	0.192	0.267	5.436
2	0.025	0.80	2.00	30.00	0.277	0.420	7.768
3	0.025	1.20	2.00	30.00	0.421	0.585	10.894

**Timbro e firma**

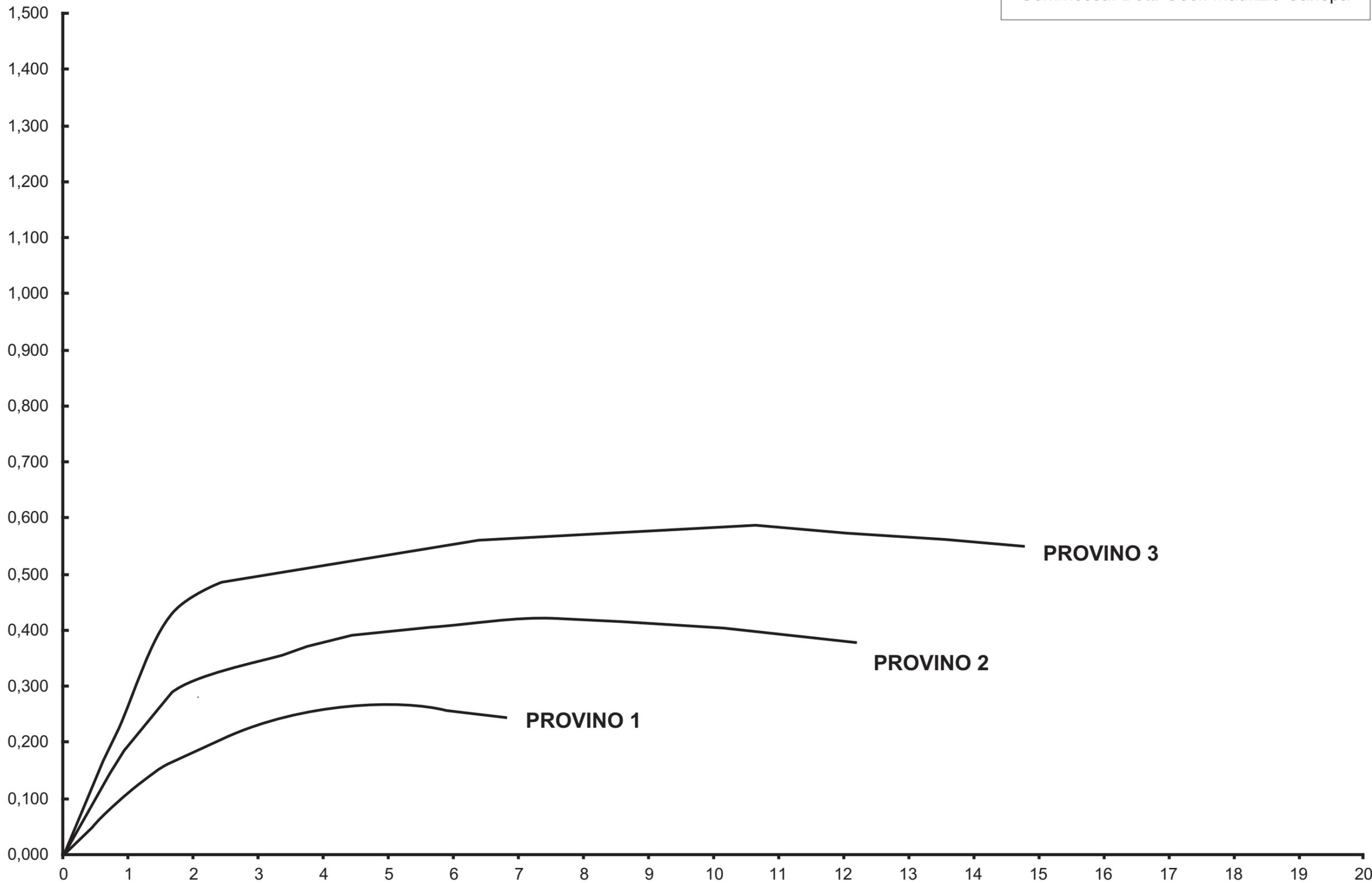


**NOTE:** Provino ricostituito manualmente in fustella Proctor sul passante al setaccio n. 4 ASTM (4,76 mm)  
alla tensione verticale di 2 kg/cm<sup>q</sup>

Campione C3  
Scavo: SC1  
Cantiere: Mazzé  
Committente: Comune di Mazzé  
Commessa: Dott. Geol. Maurizio Canepa

### GRAFICO SCORRIMENTO - TAGLIO

$\tau$  (Kg/cm<sup>2</sup>)



EPSILON (mm)

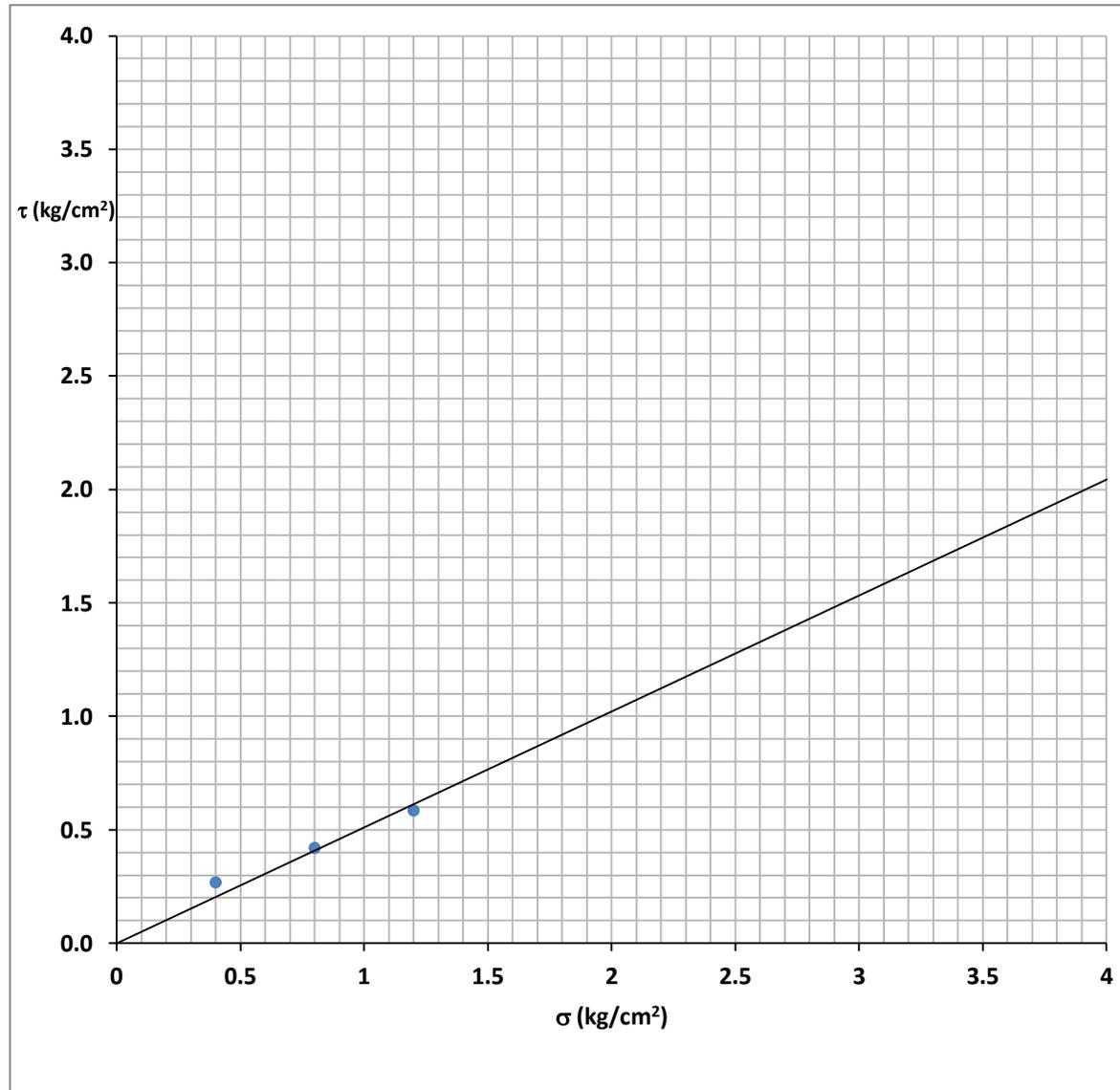
## GRAFICO SIGMA TAU EFFICACI A ROTTURA

Committente: Comune di Mazzé  
Campione: C3  
Scavo: SC1  
Profondità prelievo: -1,00 m  
Cantiere: Strada per Tonengo - Mazzé

Coesione  $c' = 0,00 \text{ kg/cm}^2$

Angolo d'attrito  $\varphi' = 27.1^\circ$

Peso di volume naturale  $\gamma_{\text{nat}} = 1.85 \text{ t/m}^3$

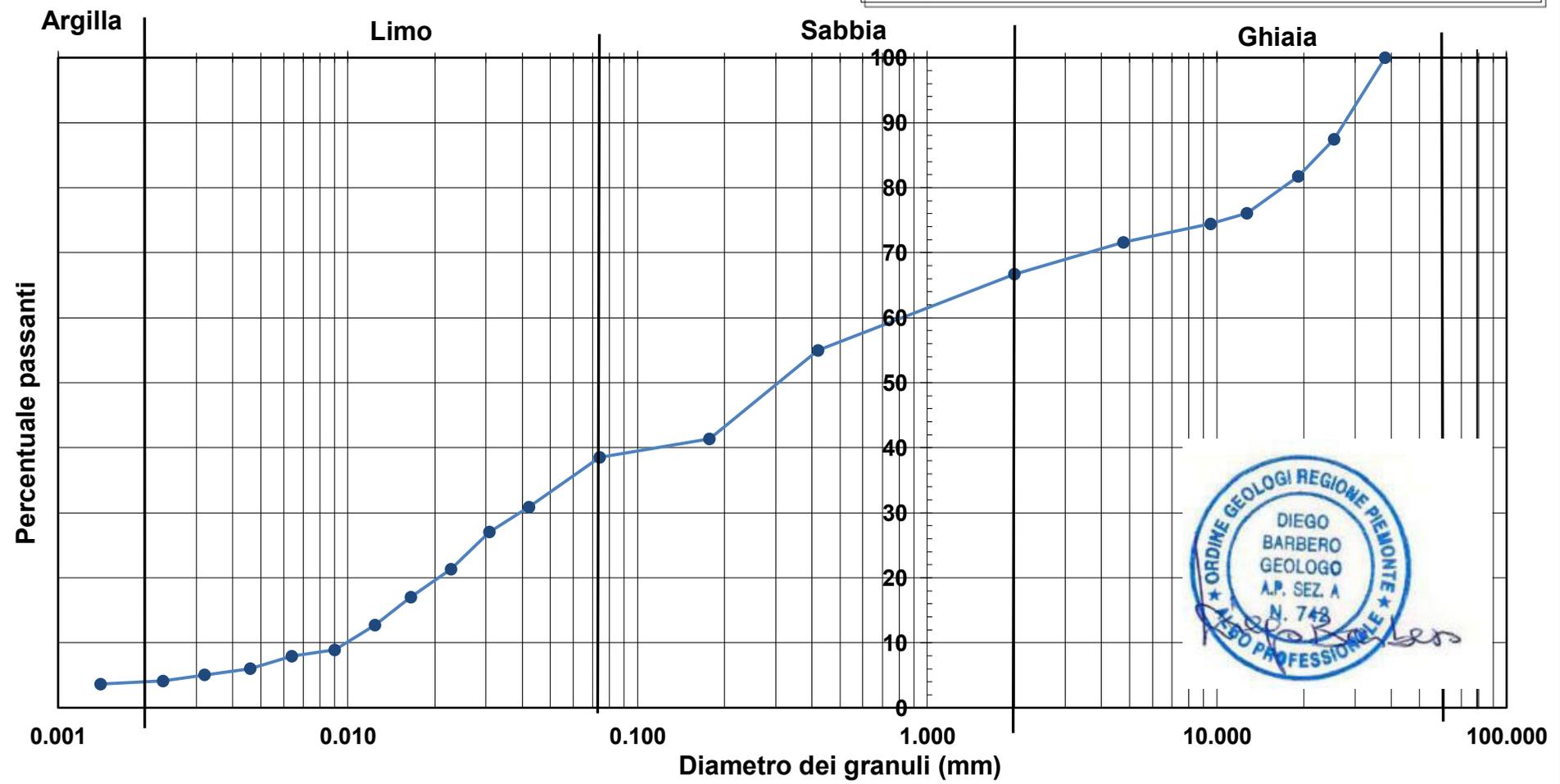


Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE			
		ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA  (Raccom. AGI1994, ASTM D422, CNR UNI 23/1971)			
Committente	Comune di Mazzè				
Località prelievo	Strada per Tonengo				
Scavo	S1	N° camp.	C4	N° prova	1
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	2,00-3,00	Data prova:	17.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO		Terreno analizzato totale (g)		1330.00
<b>Setaccio ASTM</b>	<b>Apertura maglie</b>	<b>Parziali trattenuti</b>	<b>Parziali trattenuti</b>	<b>Totali trattenuti</b>	<b>Totali passanti</b>
<b>n°</b>	<b>mm</b>	<b>g</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1" ½	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	167.02	12.56	12.56	87.44
¾"	19.10	75.88	5.71	18.26	81.74
½"	12.70	75.47	5.67	23.94	76.06
⅜"	9.52	21.83	1.64	25.58	74.42
4	4.76	37.82	2.84	28.42	71.58
10	2.00	64.84	4.88	33.30	66.70
40	0.42	156.12	11.74	45.04	54.96
80	0.18	180.98	13.61	58.64	41.36
200	0.07	37.81	2.84	61.49	38.51
Fondo	=	512.23	38.51	100.00	0.00
<b>Percentuali</b>	<b>Ghiaia</b>	<b>33.30%</b>			<b>Wnat=</b>  <b>7.07%</b>
	<b>Sabbia</b>	<b>28.19%</b>			
	<b>Limo</b>	<b>34.64%</b>			
	<b>Argilla</b>	<b>3.87%</b>			

CLASSIFICAZIONE TERRENO (AGI 1994, MIT 1931): LIMO CON GHIAIA E SABBIA DEBOLMENTE ARGILLOSO

Ph.D. Dott. Geol.  Diego BARBERO  Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE				
		ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE  (Raccomandazioni AGI, 1994 ASTM D422)				
Committente	Comune di Mazzè					
Località	Strada per Tonengo					
N° sond.	S1	N° camp.	C4		N° prova	2
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	2,00-3,00		Data prova	19.08.2020
Analista:	Dott. BARBERO			Terreno analizzato (g)		40.31
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )		2.65		% passante setaccio n° 200		38.51
Temperatura media (C°)		25.15		Dispersivo		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> +Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Viscosità (v, in poises)		0.008940		Cilindro n°		4
K = f(Tm, Ps, v)		0.012900		Areometro tipo		152h
Correzione menisco		2.0		Correzione temperatura		1.300
Correzione zero areometrico		3.0		Correzione fattore a		1.00
LETTURA	TEMPI		LETTURA CORRETTA	DIAMETRI	PASSANTI	PASSANTI
n°	(min)	areometro	areometro	(mm)	%	cumulativi (%)
1	1	34.0	32.3	0.0422	80.13	30.86
2	2	30.0	28.3	0.0308	70.21	27.04
3	4	24.0	22.3	0.0227	55.32	21.31
4	8	19.5	17.8	0.0165	44.16	17.01
5	15	15.0	13.3	0.0124	32.99	12.71
6	30	11.0	9.3	0.0090	23.07	8.89
7	60	10.0	8.3	0.0064	20.59	7.93
8	120	8.0	6.3	0.0046	15.63	6.02
9	240	7.0	5.3	0.0032	13.15	5.06
10	480	6.0	4.3	0.0023	10.67	4.11
11	1440	5.5	3.8	0.0014	9.43	3.63

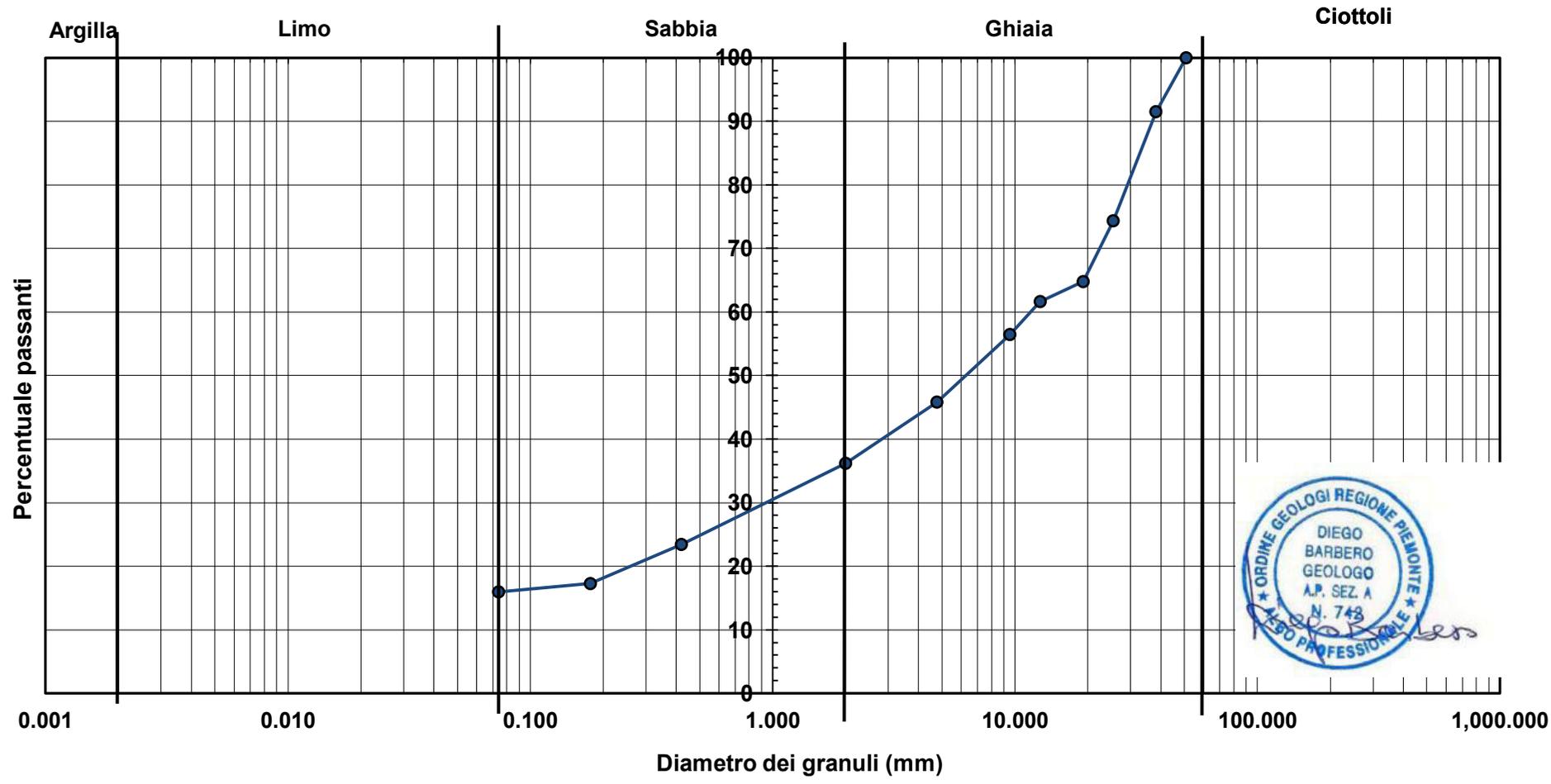
**ANALISI GRANULOMETRICA**  
(vagliatura meccanica + sedimentazione)



Ph.D. Dott. Geol. Diego BARBERO Via Asti, 7, 14010 San Martino Alfieri (AT)		LABORATORIO TERRE			
		ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA (Racc. AGI, 1994 ASTM D422, CNR 23/1971)			
Committente	Comune di Mazzé				
Località prelievo	Strada per Tonengo				
Sondaggio	S1	N° camp.	C5	N° prova	1
Data prelievo	12.08.2020	Prof. m	6,00-6,50	Data prova:	17.08.2020
Operatore:	Dott. BARBERO		Terreno analizzato totale (g)		1579.00
<b>Setaccio ASTM</b>	<b>Apertura maglie</b>	<b>Parziali trattenuti</b>	<b>Parziali trattenuti</b>	<b>Totali trattenuti</b>	<b>Totali passanti</b>
<i>n°</i>	<i>mm</i>	<i>g</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1" ½	38.10	133.86	8.48	8.48	91.52
1"	25.40	271.13	17.17	25.65	74.35
¾"	19.10	151.11	9.57	35.22	64.78
½"	12.70	49.52	3.14	38.35	61.65
3/8"	9.52	81.87	5.18	43.54	56.46
4	4.76	167.96	10.64	54.18	45.82
10	2.00	152.08	9.63	63.81	36.19
40	0.42	201.56	12.77	76.57	23.43
80	0.18	97.31	6.16	82.74	17.26
200	0.07	20.56	1.30	84.04	15.96
Fondo	=	252.04	15.96	100.00	0.00
<b>Percentuali</b>	<b>Ciottoli</b>	<b>0.00%</b>			<b>Wnat</b>
	<b>Ghiaia</b>	<b>63.81%</b>			
	<b>Sabbia</b>	<b>20.23%</b>			<b>4.44%</b>
	<b>Limo</b>	<b>15.96%</b>			

CLASSIFICAZIONE TERRENO AGI (1990) e MIT (1931): GHIAIA SABBIOSO LIMOSA

**ANALISI GRANULOMETRICA**  
**(vagliatura meccanica)**



**– STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E GEOFISICO –  
Ph.D. Dott. Geol. Diego BARBERO**

Geologo, Fisico, Dottore di Ricerca in Geologia Stratigrafica, Sedimentologica  
e in Geologia Applicata

Sede: Via Asti n. 7 – 14010 SAN MARTINO ALFIERI (AT)  
Cell. 338.4953385 – E-mail: diego-barbero@libero.it –  
C.F. BRBDGI80E08A479X – P. I.V.A. 01463170058  
www.geologobarbero.it

**PROVA DI TAGLIO ANULARE (modalità C.D.)  
(raccomandazioni AGI 1994)**

<b>COMMITTENTE</b>	Comune di Mazzé
<b>CLIENTE</b>	Dott. Geol. Maurizio CANEPA
<b>LOCALITA' PRELIEVO</b>	Strada per Tonengo – Mazzé
<b>DATA INIZIO PROVA</b>	24.08.2020
<b>DATA FINE PROVA</b>	25.08.2020
<b>PROVA N.</b>	3
<b>SCAVO N.</b>	S1
<b>CAMPIONE N.</b>	C5
<b>PROFONDITA'</b>	6,00-6,50 m
<b>NUMERO TOTALE DEI PROVINI</b>	3
<b>TECNICO SPERIMENTATORE</b>	Dott. Diego BARBERO

**TABELLA RIASSUNTIVA CARATTERISTICHE DI PROVA**

PROVINO N.	Velocità di deform. mm/min	Carico verticale kg/cm <sup>2</sup>	Dimensioni iniziali		Consolid.	Valori a rottura	
			h iniziale cm	Area cm <sup>2</sup>	Cedimento mm	Tau kg/cm <sup>2</sup>	deformaz. mm
1	0.025	1.00	2.00	30.00	0.346	0.685	5.106
2	0.025	2.00	2.00	30.00	0.572	1.358	8.337
3	0.025	3.00	2.00	30.00	0.981	1.879	10.483

**Timbro e firma**

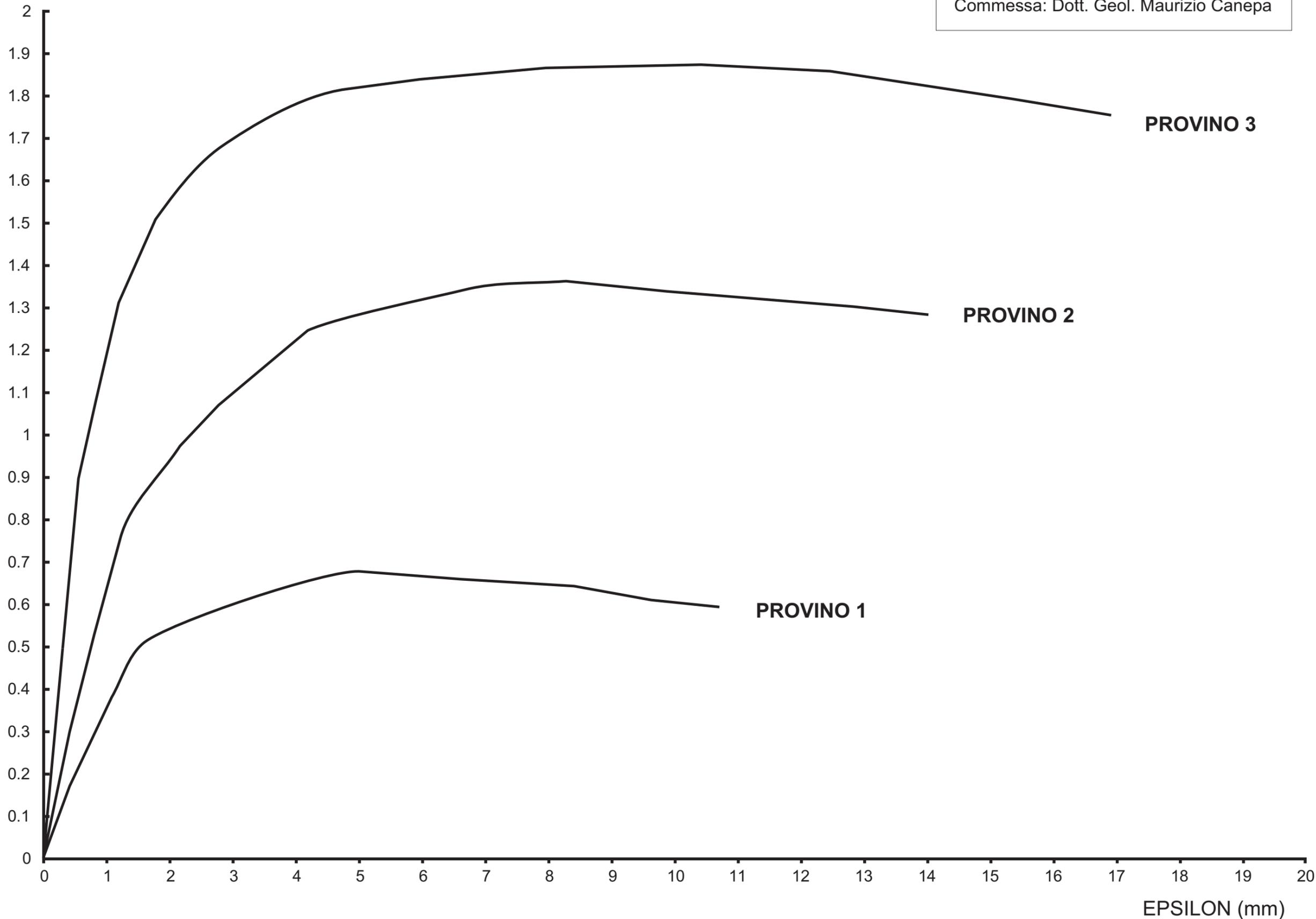


**NOTE:** Provino ricostituito manualmente in fustella Proctor sul passante al setaccio n. 4 ASTM (4,76 mm)  
alla tensione verticale > di 6 kg/cmq

# CURVE SCORRIMENTO - TAGLIO

Campione C5  
Sondaggio: S1  
Cantiere: Mazzé  
Committente: Comune di Mazzé  
Commessa: Dott. Geol. Maurizio Canepa

TAU (kg/cm<sup>2</sup>)



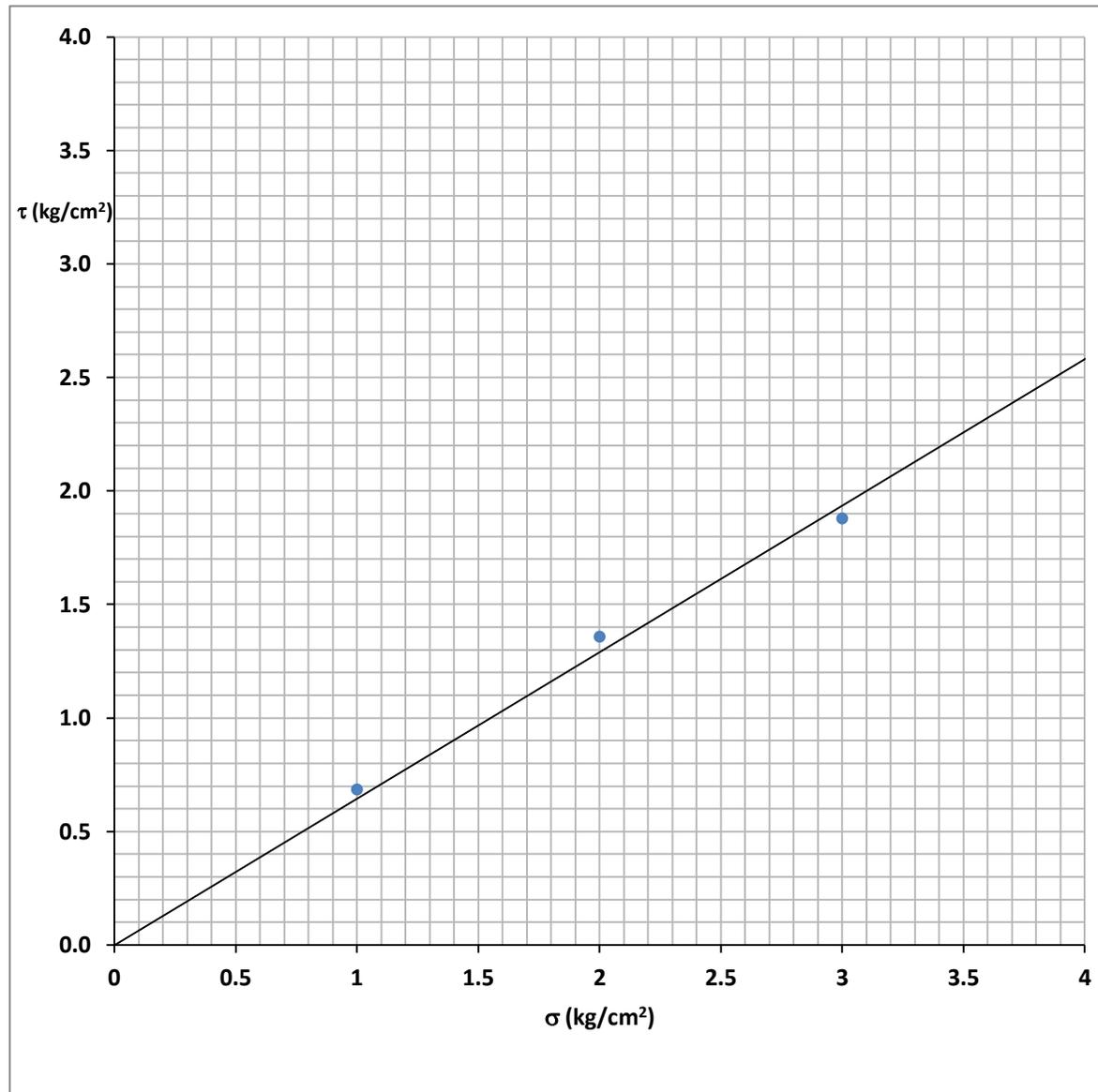
## GRAFICO SIGMA TAU EFFICACI A ROTTURA

Committente: Comune di Mazzé  
Campione: C5  
Scavo: S1  
Profondità prelievo: - 6,00-6,50 m  
Cantiere: Strada per Tonengo - Mazzé

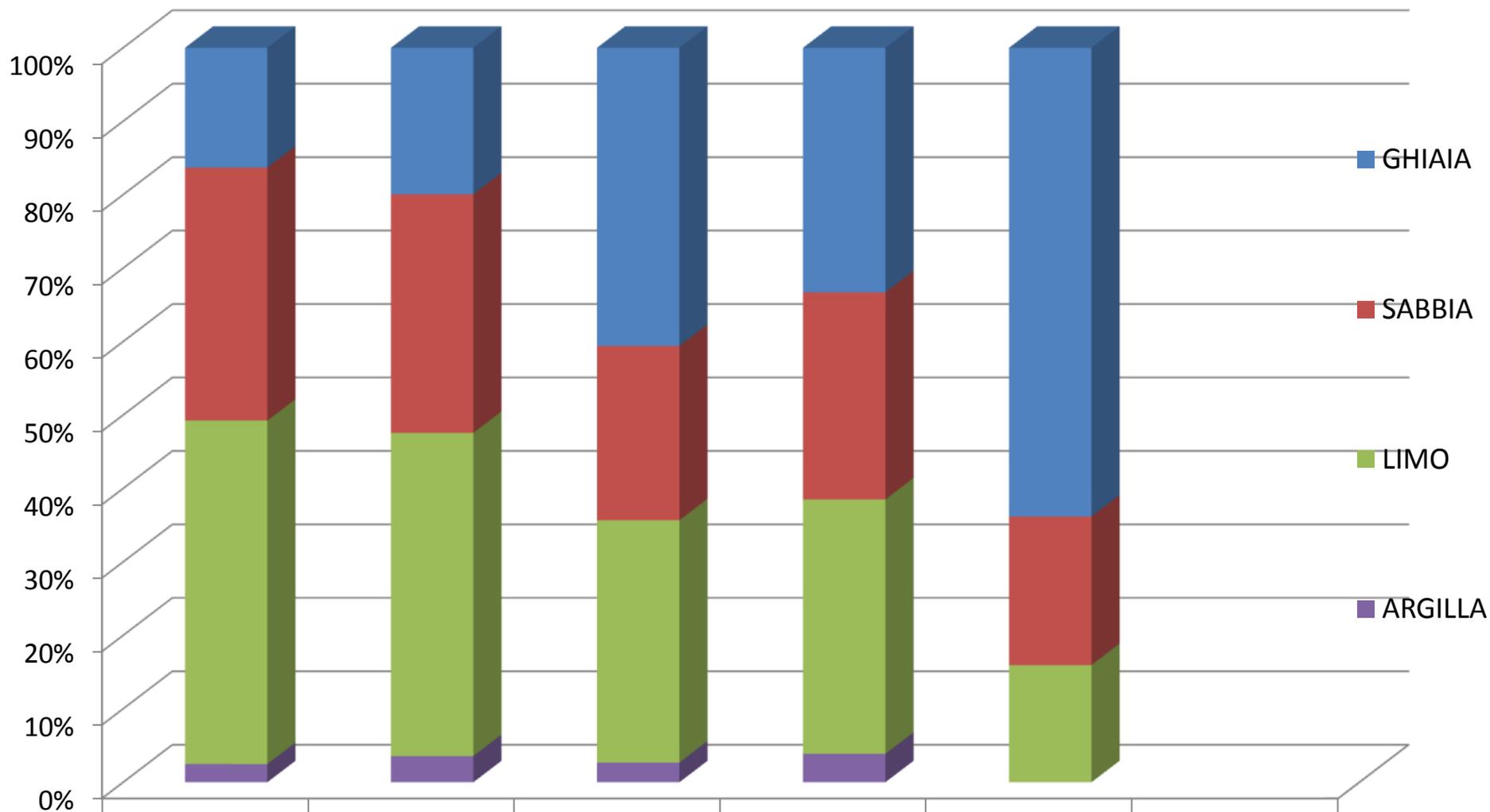
Coesione  $c' = 0,00 \text{ kg/cm}^2$

Angolo d'attrito  $\varphi' = 32,8^\circ$

Peso di volume naturale  $\gamma_{\text{nat}} = 1,95 \text{ t/m}^3$



## COMUNE DI MAZZE'



	SC0 C1	SC0 C2	SC1 C3	S1 C4	S1 C5
GHIAIA	16.31%	19.93%	40.59%	33.30%	63.81%
SABBIA	34.45%	32.50%	23.73%	28.19%	20.23%
LIMO	46.76%	44.00%	33.00%	34.64%	15.96%
ARGILLA	2.48%	3.57%	2.68%	3.87%	0.00%



Intervento edilizio per la realizzazione di nuove scuole comunali nel Comune di Mazzé

Proprietà: Comune di Mazzé

Committente: Comune di Mazzé - Commessa: Dott. Geol. Maurizio Canepa

SONDAGGIO (S)/SCAVO (SC)	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	DATI CARATTERISTICI		GRANULOMETRIA					PROVA DI TAGLIO		PROVA EDOMETRICA				CLASSIFICAZIONE TERRENO
			$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Wn (%)	G %	S %	L %	A %	% passante 200 ASTM	picco		intervalli di carico (kg/cm <sup>2</sup> )				AGI, MIT
										C' (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi' = \phi_{cv}$ (°)	Def. Max a 32 kg/cm <sup>2</sup>	Ed (kg/cm <sup>2</sup> )	Cv (cm <sup>2</sup> /s)	K (cm/s)	
SC0	C1	1.00	//	5.97	16.31	34.45	46.76	2.48	49.24	//	//	//	//	//	//	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
SC0	C2	2.00	1.97*	11.48	19.93	32.50	44.00	3.57	47.57	0.00*	28.4*	13,01%*	492.307*	2.83 10 <sup>-2</sup> *	5.74 10 <sup>-8</sup> *	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
SC1	C3	1.00	1.85**	9.73	40.59	23.73	33.00	2.68	35.68	0.00**	27.1**	16,10%**	506.329**	8.48 10 <sup>-3</sup> **	1.67 10 <sup>-8</sup> **	Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa
S1	C4	2,00-3,00	//	7.07	33.30	28.19	34.64	3.87	38.51	//	//	//	//	//	//	Limo con ghiaia e sabbia debolmente argilloso
S1	C5	6,00-6,50	1.95***	4.44	63.81	20.23	15.96	0.00	15.96	0.00***	32.8***	//	//	//	//	Ghiaia sabbioso limosa

\* valore determinato su provino ricostituito in fustella Proctor sul passante al setaccio 4 ASTM (4.76 mm) alla tensione verticale di 4 kg/cm<sup>q</sup>

\*\* valore determinato su provino ricostituito in fustella Proctor sul passante al setaccio 4 ASTM (4.76 mm) alla tensione verticale di 2 kg/cm<sup>q</sup>

\*\*\* valore determinato su provino ricostituito in fustella Proctor sul passante al setaccio 4 ASTM (4.76 mm) alla tensione verticale > di 6 kg/cm<sup>q</sup>

PROVINI RICOSTITUITI SOTTOSPOSTI A PROVA DI TAGLIO ANULARE ED EDOMETRICA						
PROVINO	GRANULOMETRIA					CLASSIFICAZIONE TERRENO
	G %	S %	L %	A %	% passante 200 ASTM	AGI, MIT
C2	5.08	38.54	52.15	4.23	56.38	Limo con sabbia debolmente ghiaioso argilloso
C3	8.10	36.72	51.03	4.15	55.17	Limo con sabbia debolmente ghiaioso argilloso
C5	21.01	44.12	34.87	0	34.87	Sabbia con limo ghiaiosa