UNIONE MONTANA ALTO CANAVESE

città Metropolitana di Torino

COMUNE DI RIVARA

Lavori di sistemazione deposito mezzi
via Pola Falletti di Villafaletto

PROGETTO ESECUTIVO

3.1 Relazione geologica

novembre 2015 rev.0

visto:
Il Responsabile del servizio

Ing. Osvaldo Riassetto

via Malone 10 - 10070 Front (TO)
tel. 011/9251409
P.IVA 05902580017
C.F. RSSSVD52E06D805H

GEODATA ENGINEERING

COMUNE DI RIVARA

LAVORI DI SISTEMAZIONE DEPOSITO MEZZI

Relazione Geologica - Geotecnica

REV	PREPARAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONE		
	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	DATA
0	D.Fontan		A.Dematteis		A.Eusebio		24.09.2015
a							
b							
c							
d							
Modifiche:							

INDICE

1. PREMESSA 3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 4
3. CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE SULL'AREA INDAGATA 4
4. MISURA HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIOS) 5
4.1 Criteri SESAME 6
5. PARAMETRI GEOTECNICI 11
6. CONCLUSIONE 11

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta per il progetto di lavori di sistemazione deposito mezzi di proprietà comunale sito in via Poli Falletti di Villa Faletto consistente nel rifacimento del tetto con un piccolo ampliamento (Figura 1). Nel PRGC l'edificio ricade nella classe II (figura 2).

Figura 1 – Localizzazione dell'area.

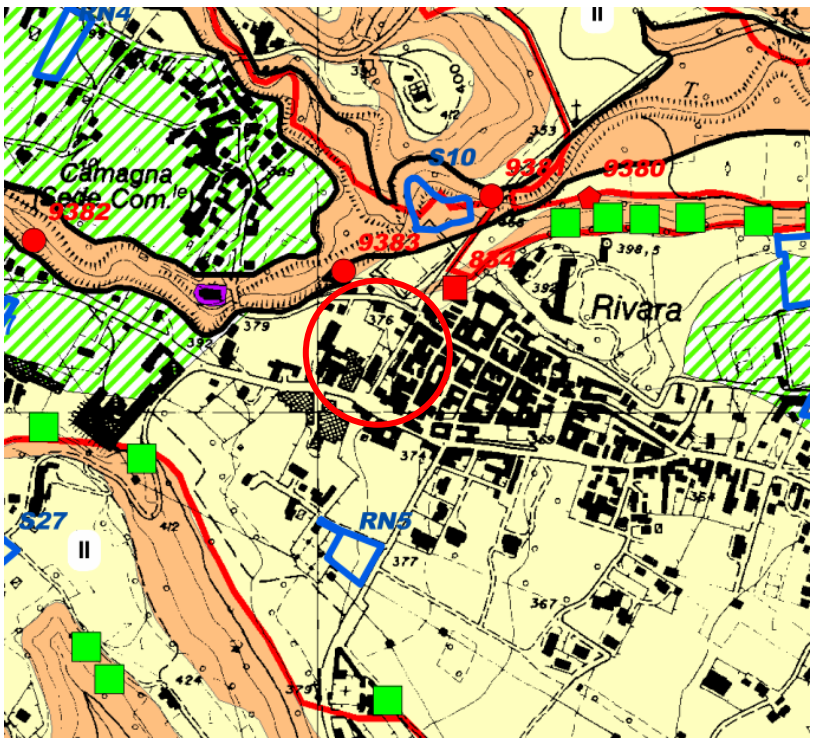


Figura 2 – Stralcio carta di sintesi all'idoneità urbanistica del PRGC.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'abitato di Rivara é collocato su di una superficie inclinata costituita da depositi fliuvioglaciali riferibili al pleistocene superiore (*Riss*) e da depositi molto alterati più antichi riferibili al *Mindell*, che ricoprono il basamento prequaternario. Il basamento affiora in corrispondenza dell'alveo del torrente Viana, in prossimità del ponte della strada comunale per Camagna ed è rappresentato da radiolariti e scisti della "Serie del Canavese" (figura 3).

Tale superficie, debolmente inclinata verso SE di circa 10-14°, é stata successivamente incisa dai torrenti montani che hanno causato vistose incisioni con altezze comprese tra 10 e 20 m. In particolare il torrente Viana, che scorre a circa 150 m dal sito, ha inciso i depositi fluvioglaciali determinando scarpata di altezza variabile tra 10 e 15 m. Nelle zone in cui queste incisioni sono più larghe sono presenti depositi alluvionali antichi rialzati di circa 4-5 metri dall'alveo attuale del torrente (es. zona campo sportivo).

Lungo le scarpate dell'incisione i depositi fluvioglaciali affiorano in modo discontinuo in quanto ricoperti da fitta vegetazione (relazione SEAGEOCONSULTING GSP00-16-1-RGT11 del 2000). Tali depositi sono costituiti da ciottoli e blocchi eterometrici e poligenici in matrice sabbioso-ghiaiosa con subordinate intercalazioni limoso-sabbiose, mediamente pedogenizzati ed argillificati con un paleosuolo tipicamente di colore rosso-arancio.

3. CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE SULL'AREA INDAGATA

Nel settore del territorio comunale di Rivara interessato dall'opera in progetto, il collettore principale del reticolo idrografico è rappresentato dal torrente Viana il cui alveo attuale, scorre incassata di circa 10-20 m..

Lungo le scarpate morfologiche dei terrazzi fluvioglaciali, compreso quella in esame, è presente un ruscellamento diffuso delle acque meteoriche, le quali possono essere all'origine di locali fenomeni di imbibizione della coltre, che determinano circoscritti e ridotti fenomeni di colamento. Tali fenomeni non interessano l'opera in progetto.

L'infiltrazione delle acque meteoriche all'interno dei depositi fluvioglaciali determina la formazione di falde acquifere temporanee poco continue a causa della permeabilità non uniforme. Indice della presenza di una di queste falde sospese è la piccola sorgente rilevata, durante i sopralluoghi effettuati sul terreno, in corrispondenza dell'incisione del t. Viana, con portata di circa mezzo litro al secondo (Figura 3).

Al contatto di tra depositi fluvioglaciali e substrato roccioso è presente un acquifero il cui livello è ad una quota confrontabile con i livelli idrici dei principali corsi d'acqua.

Anche in considerazione che gli edifici circostanti del magazzino comunale non hanno cantine si suppone che il massimo livello delle falde sospese si attesti a circa 1-2 m di profondità dal piano campagna.

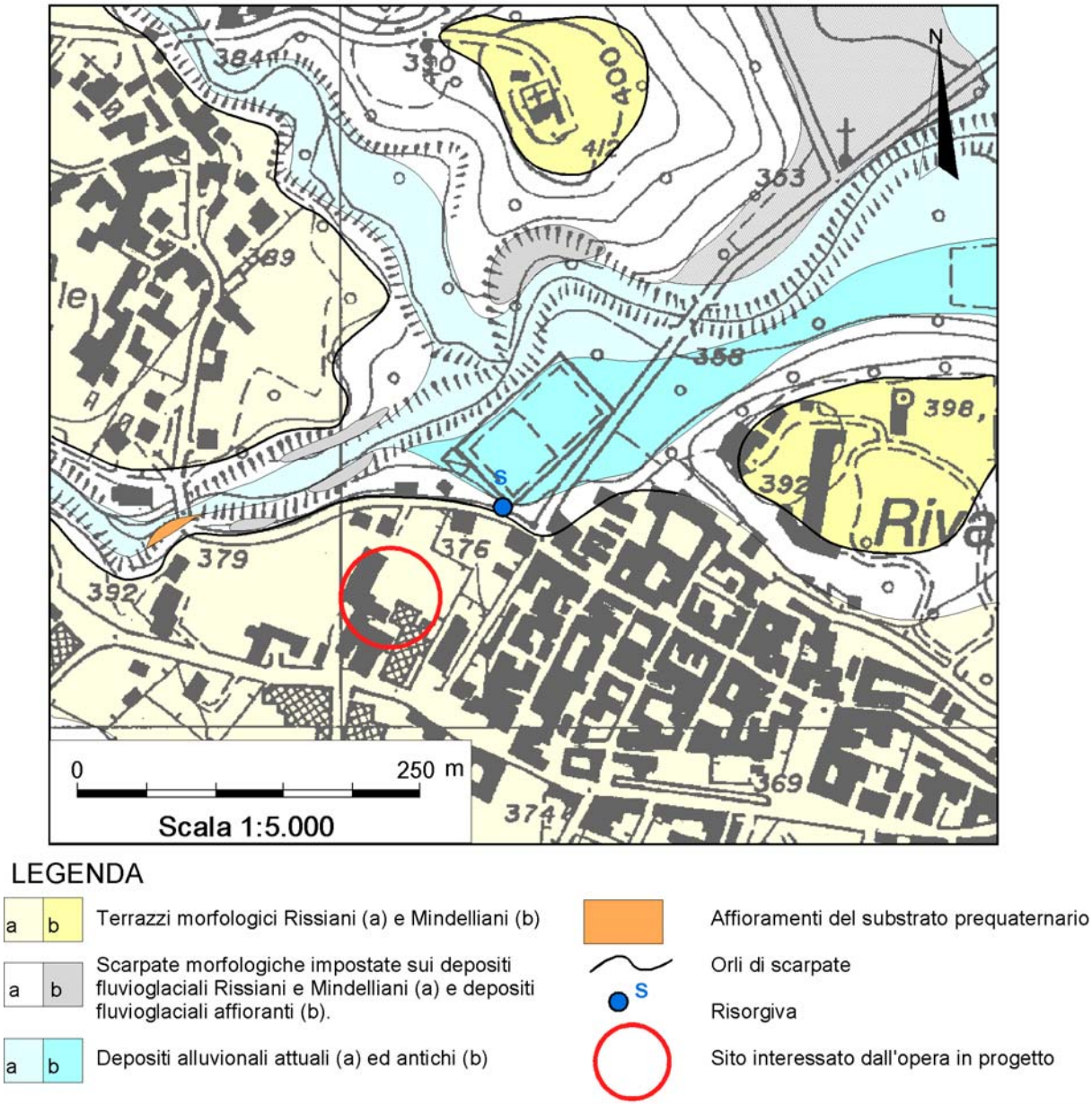


Figura 3 – Carta geologica dell'area.

4. MISURA HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIOS)

Il microtremore "rumore sismico" è presente ovunque sulla superficie della terra ed è generato dai fenomeni ambientali e dall'attività antropica.

Il metodo più usato e più affidabile per misurare i microtremori è quello dei rapporti spettrali H/V che consiste nella misura dei rapporti degli spettri di Fourier nel piano orizzontale e nella

misura della componente verticale. Il metodo è stato introdotto nei primi anni ’70 in Giappone (Nogoshi e Igarashi, 1971 e Shiono et al., 1979) e poi ripreso nel 1989 da Nakamura. Il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) mira all’individuazione di possibili fenomeni di risonanza sismica e delle relative frequenze. La strumentazione di acquisizione utilizzata per la presente indagine è un prospettore sismico AMBROGEO "ECHO-TROMO" a 3 canali completo di geofono 3D da superficie, che presenta le seguenti specifiche:

trasduttori tricomponenti (N-S, E-W, verticale) a bassa frequenza (2 Hz);

amplificatori;

digitalizzatore;

frequenza di campionamento: 70, 141, 282 Hz;

convertitore A/D (analogico digitale) a 24 bit;

Le analisi dei rapporti spettrali possono essere efficacemente utilizzate per rilevare le frequenze fondamentali della struttura e del suolo di fondazione, per verificare se sussistono condizioni tali da determinare fenomeni di risonanza (da cui possibili effetti disastrosi in seguito ad eventi sismici).

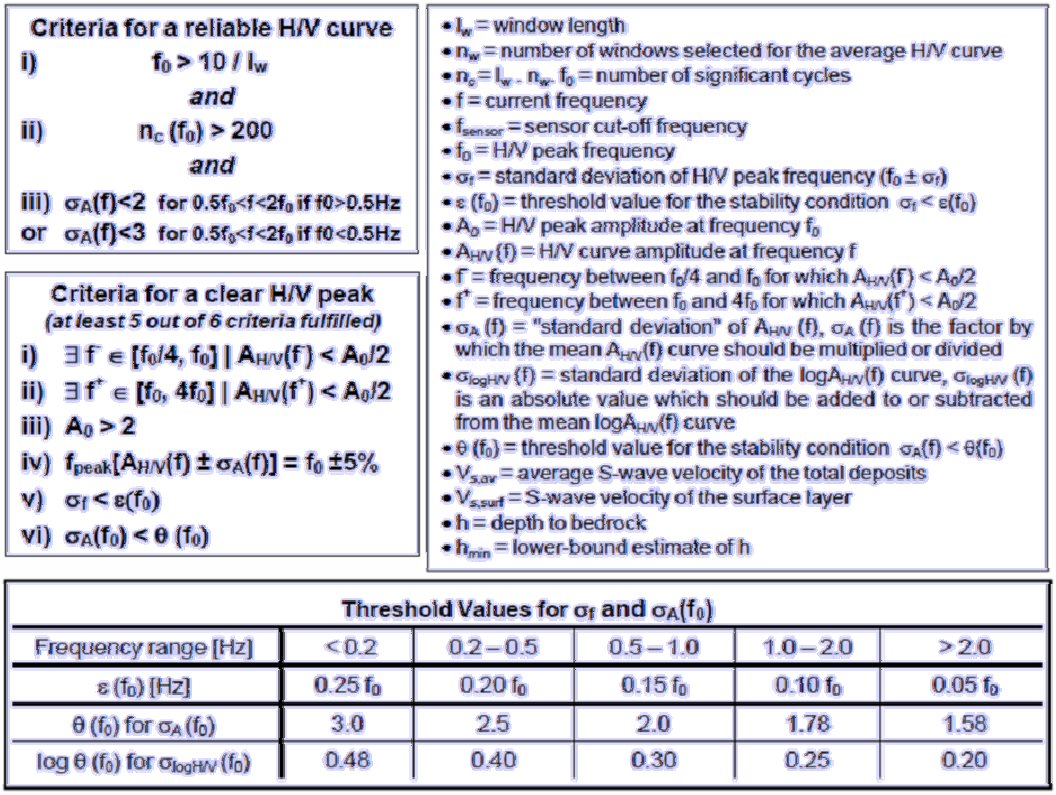
Per la misura del rapporto H/V del suolo, lo strumento di misura è stato orientato secondo le direzioni geografiche con l’asse X verso N e la registrazione è stata effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata di 30 minuti (frequenza di campionamento 141 Hz).

4.1 Criteri SESAME

Le linee guida per l'esecuzione di indagini HVSR sono state definite dal progetto SESAME, il quale indica una serie di criteri che la curva risultante dall'indagine e l'area circostante la frequenza di picco, o f0, dovrebbero soddisfare.

Il fatto che i criteri siano soddisfatti non implica necessariamente che l'indagine sia stata effettuata correttamente; viceversa, quando i criteri non sono soddisfatti non significa che l'indagine sia da scartare a priori. In ogni caso, la verifica del rispetto di questi criteri si rivela spesso utile per determinare se l'indagine è rilevante dal punto di vista geofisico o se ci sia la necessità di approfondire ulteriormente la situazione.

I criteri SESAME, come riportati nel documento ufficiale, sono elencati nel prospetto seguente.



Criteria for a reliable H/V curve

i) $f_0 > 10 / l_w$

and

ii) $n_c(f_0) > 200$

and

iii) $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f0 > 0.5Hz$

or $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f0 < 0.5Hz$

Criteria for a clear H/V peak

(at least 5 out of 6 criteria fulfilled)

i) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$

ii) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$

iii) $A_0 > 2$

iv) $f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$

v) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$

vi) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
- A_0 = H/V peak amplitude at frequency f_0
- $A_{H/V}(f)$ = H/V curve amplitude at frequency f
- f^- = frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
- f^+ = frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
- $\sigma_A(f)$ = "standard deviation" of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
- $\sigma_{logH/V}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{logH/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

Threshold Values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.20 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Figura 4 – Criteri SESAME

I primi tre criteri riguardano l'affidabilità della curva nel suo insieme e la correttezza delle finestre temporali scelte per l'elaborazione. Essi dovrebbero essere tutti soddisfatti.

Gli altri sei criteri riguardano invece la chiarezza del picco, sia rispetto alle frequenze circostanti la f0 che alla sua stabilità nei rapporti H/V delle singole finestre. Il picco è ritenuto chiaro se almeno cinque di questi sei criteri sono soddisfatti.

Picco H/V a 4.56 ± 0.48 Hz	**RIV1.SAF**	Lat 7.622 Lon 45.335	
Criteri SESAME per una curva H/V affidabile (picco principale)			
criterio	**limite**	**valore**	**pass**
I) $f_0 > 10 / l_w$	> 0.4	4.56	OK
II) $n_c(f_0) > 200$	> 200	3532.70	OK
III) $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$	< 2	0.65 - 2.01	OK
Criteri SESAME per un picco H/V chiaro (picco principale)			

criterio	limite	valore	pass
IV) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.88	0.81	OK
V) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0.88	0.65	OK
VI) $A_0 > 2$	> 2	1.83	NO
VII) $f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[1.91 - 2.11]	1.92	OK
VIII) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	< 4.73	0.24	OK
IX) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	< 1.58	1.3	OK

Tipo picco	H/V	min	max
Principale	3.72129	3.1127	4.32988
Secondario	14.53	12.8782	16.1817
Secondario	25.5816	22.774	28.3892

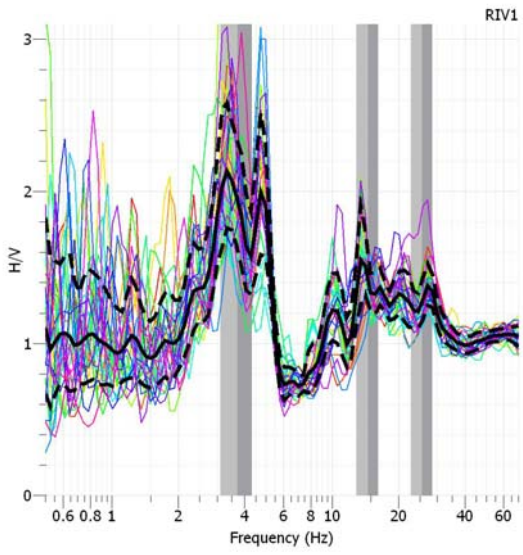


Figura 5 – Picchi H/V individuati [misura RIV1 (principale a Hz = 4.6)

]

La misura mostra un picco H/V ben evidente a 3.7 Hz che corrisponde molto probabilmente alla profondità del substrato roccioso. Si suppone, dalla carta geologica, che il tetto del substrato roccioso si attesti ad una profondità di circa 25 m. Vincolando tale picco di frequenza allo spessore del complesso depositi fluvioglaciali e coltre argillosa di alterazione ed applicando la formula

$$f_0 = \frac{Vs}{4 \cdot H}$$

dove

f_o = frequenza del picco (Hz)

H = spessore del limite tra terreni a diversa impedenza (tetto basamento roccioso) (m)

V_s = velocità delle onde S (m/s)

si ottiene una Vs media di circa 370 m/s.

Tale velocità rientra nell'intervallo corrispondente ad un suolo di tipo "B" ossia, *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)"*.

Gli altri picchi sono stati interpretati come disturbi riferibili ai vicini edifici ed alla vicinanza di alberi agitati da una leggera brezza.

Il dato medio della Vs è stato confrontato con il profilo delle Vs30 ottenuto mediante inversione della misura HVSR (applicativo DINVER) (Figura 6**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Con tale procedura la Vs30, si attesta a circa 410 m/s. Con tale metodologia il substrato sismico (Vs > 800 m/s) si situa a circa 17 m di profondità.

Spess. [m]	Vs [m/s]
1	300
1	350
15	450

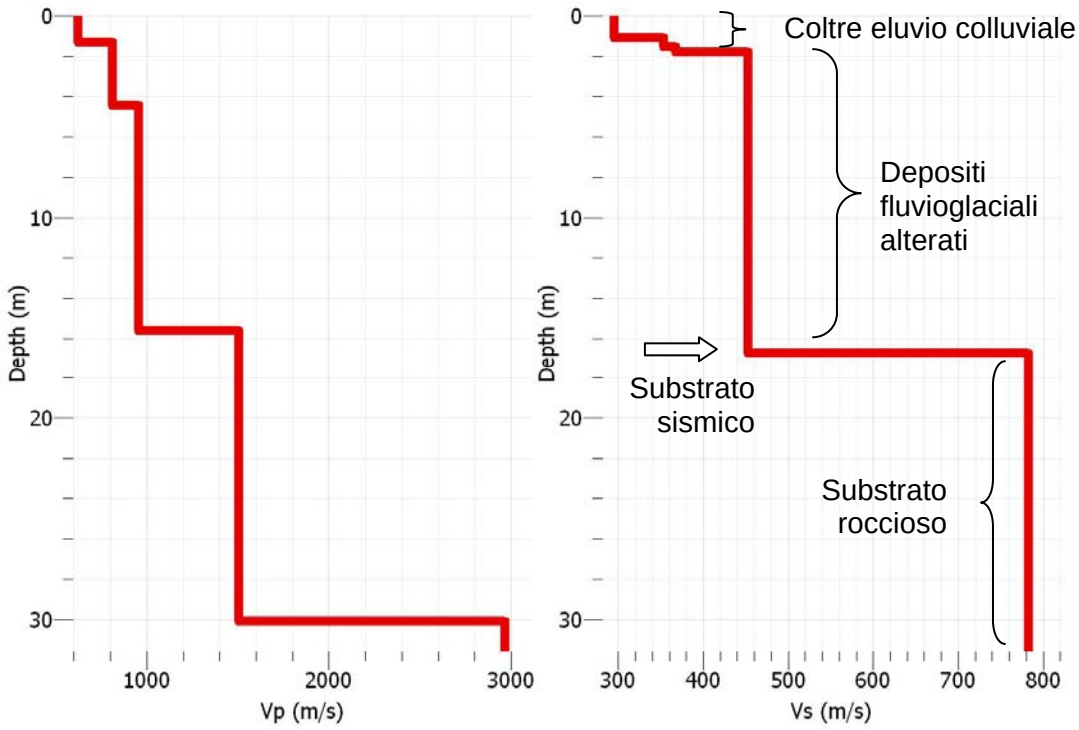


Figura 6 – Andamento delle velocità Vp e Vs desunte dall'inversione della misura RIV1 e modello geologico.

Considerato che i metodi utilizzati forniscono una stima della velocità delle onde Vs e che il valore minimo di trova prossimo al limite con la categoria "C", si consiglia di adottare, visto il grado di alterazione riconosciuto e noto in letteratura dei deposti costituenti il terreno di fondazione, la categoria di sottosuolo "E", ossia terreni di tipo C o D con spessore inferiore a 20 m posti su substrato di riferimento (Vs > 800 m/s)

Posto che i carichi indotti dalle fondazioni interessano i primi metri di profondità, caratterizzati da Vs pari a circa 300 m/s, utilizzando la correlazione tra Vs ed angolo di attrito di picco (Uzielli, 2013 e Mayne, 2014) si ottiene un valore di circa 42°. Con le correlazioni di Dickenson (1990), Oh et al. (2008) e Levesques et al. (2007) si può analogamente ottenere una stima della coesione non drenata (Cu) di circa 200 kPa. I valori dei parametri geotecnici desunti con queste correlazioni appaiono, secondo l'esperienza dello scrivente, eccessivamente elevati.

Si consiglia pertanto di utilizzare i parametri geotecnici desunti con prove geotecniche di laboratorio su terreni analoghi posti nel territorio comunale di Rivara, presso il cimitero di Forno Canavese.

5. PARAMETRI GEOTECNICI

Sulla base di analisi eseguite terreno analoghi presso il cimitero di Forno Canavese su terreni analoghi sono stati assegnati i seguenti **parametri geotecnici caratteristici**:

Coltre eluviale (limi argillosi)

Angolo di attrito ϕ' [°]	24
Coesione c' [kPa]	25
Peso specifico [kN/m^3]	19

Depositi fluvioglaciali (depositi a granulometria grossolana leggermente alterati)

Angolo di attrito ϕ' [°]	35
Coesione c' [kPa]	0
Peso specifico [kN/m^3]	18

6. CONCLUSIONE

Sulla base di una prova HVSR corredata da informazioni geologiche attendibili, il sottosuolo del magazzino comunale è costituito da circa 2 m di depositi essenzialmente argillosi (Vs di circa 300 m/s) e da circa 15 m di depositi fluvio-glaciali caratterizzati da un grado di alterazione decrescente con la profondità (Vs media circa 450 m/s).

Il substrato sismico si trova a circa 17 m, mentre quello lapideo si trova a circa 25 m di profondità rispetto al piano campagna.

La categoria di sottosuolo corrisponde alla "E", e la categoria topografico corrisponde alla "T1" (terreni pianeggianti). Nel sito non sono stati individuati dissesti idrogeologici.

Si ritiene che i parametri geotecnici desumibili dalla velocità delle onde "S" siano troppo elevati e si consiglia di adottare parametri derivanti da terreni analoghi presenti nel comune di Rivara presso il cimitero di Forno Canavese.

Il massimo livello della falda superficiale si attesta a circa 1-2 m di profondità dal piano campagna.

Sulla base delle considerazioni eseguite nei precedenti capitoli, l'intervento è compatibile con l'assetto geologico e geotecnico dell'area.