

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI TORINO

COMUNE DI PRAGELATO

POTENZIAMENTO IMPIANTO DISTRIBUTORE CARBURANTI IN VIA NAZIONALE, 1  
CATASTO TERRENI FG. 39 MAPP. 726

RELAZIONE GEOTECNICA – SISMICA - AMBIENTALE



**Committente: Studio Tecnico Associato Archetti - Quarantini**

**aprile 2016**

**STUDIO GEOLOGICO  
DR. MAURO ZUBANI**

**GEOLOGIA TECNICA ED APPLICATA - CONSULENZE GEOLOGICHE  
INDAGINI GEODINAMICHE - CARTOGRAFIA  
TAVERNOLE S/M (BS)**



3395809907



mauro.zubani@tiscali.it

<b>INDICE</b>	
<b>premessa</b>	pag. 03
1 indagini geognostiche	pag. 04
2 indagine sismica	pag. 07
3 modellazione geotecnica del terreno	pag. 09
4 fondazioni	pag. 09
5 fronti di scavo	pag. 13
6 gestione terre e rocce da scavo - indagine ambientale	pag. 14
<b>conclusioni</b>	pag. 16

### **Bibliografia**

- 1) Associazione geotecnica italiana - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - giugno 1977.
- 2) Circolare Ministeriale n. 617 del 2/02/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14/01/2008 - GU n. 47 del 26/02/2009, Suppl. Ord. N. 27
- 3) D.M. 14 gennaio 2008 - Nuove Norme tecniche per le costruzioni. - Gazz. Uff., n. 29 del 04/02/2008.
- 5) DGR 12/12/11, n. 4-3084- Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Piemonte Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274
- 6) Studio geologico a supporto del Piano Regolatore Generale - Comune di Pragelato (TO)
- 7) Lancellotta R. - Geotecnica - ed. Zanichelli, 1987.
- 8) Cestari F. - Prove geotecniche in sito - ed. Flaccovio, 2013.

### **ALLEGATI:**

**INDAGINE AMBIENTALE**

**STAZIONE SISMICA PASSIVA**

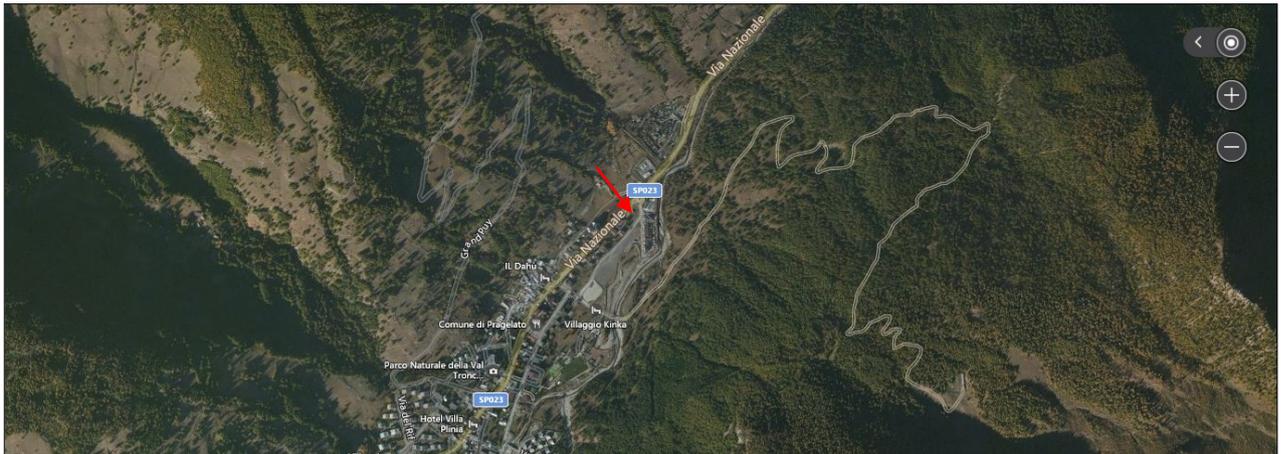
## Premessa

E' stata effettuata una indagine geognostica, sismica e ambientale propedeutica alla stesura della relazione geologica e geotecnica a servizio del nuovo impianto di distribuzione GPL in progetto presso l'area di rifornimento RETITALIA in via Nazionale a Pragelato (TO) lungo la S.P. 023.

*E' identificata dalle coordinate geografiche WGS 84 Lat:45°1'7" Long:6°56'48"*

Le nuove opere di fondazione interessano il plinto della pensilina (dimensioni scavo circa 3 x 3 incassato a - 1,50 m. e lo scavo della platea a sostegno del nuovo serbatoio GPL di dimensioni 9,50 x 4,0 metri, il tutto come ben evidenziato nelle tavole progettuali a firma dello studio tecnico ass.to Archetti Quarantini.

### Ubicazione dell'area di intervento con ubicato l'impianto distributore carburanti.

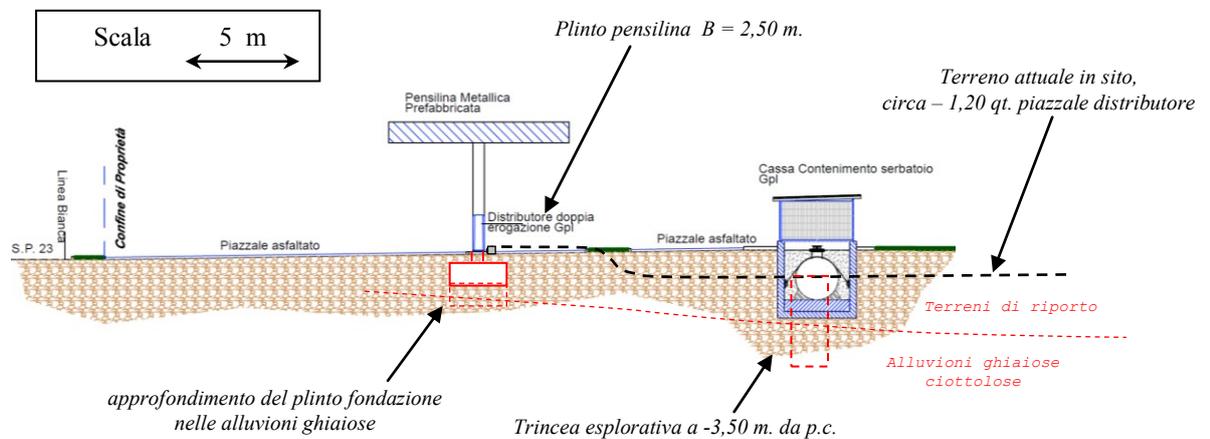
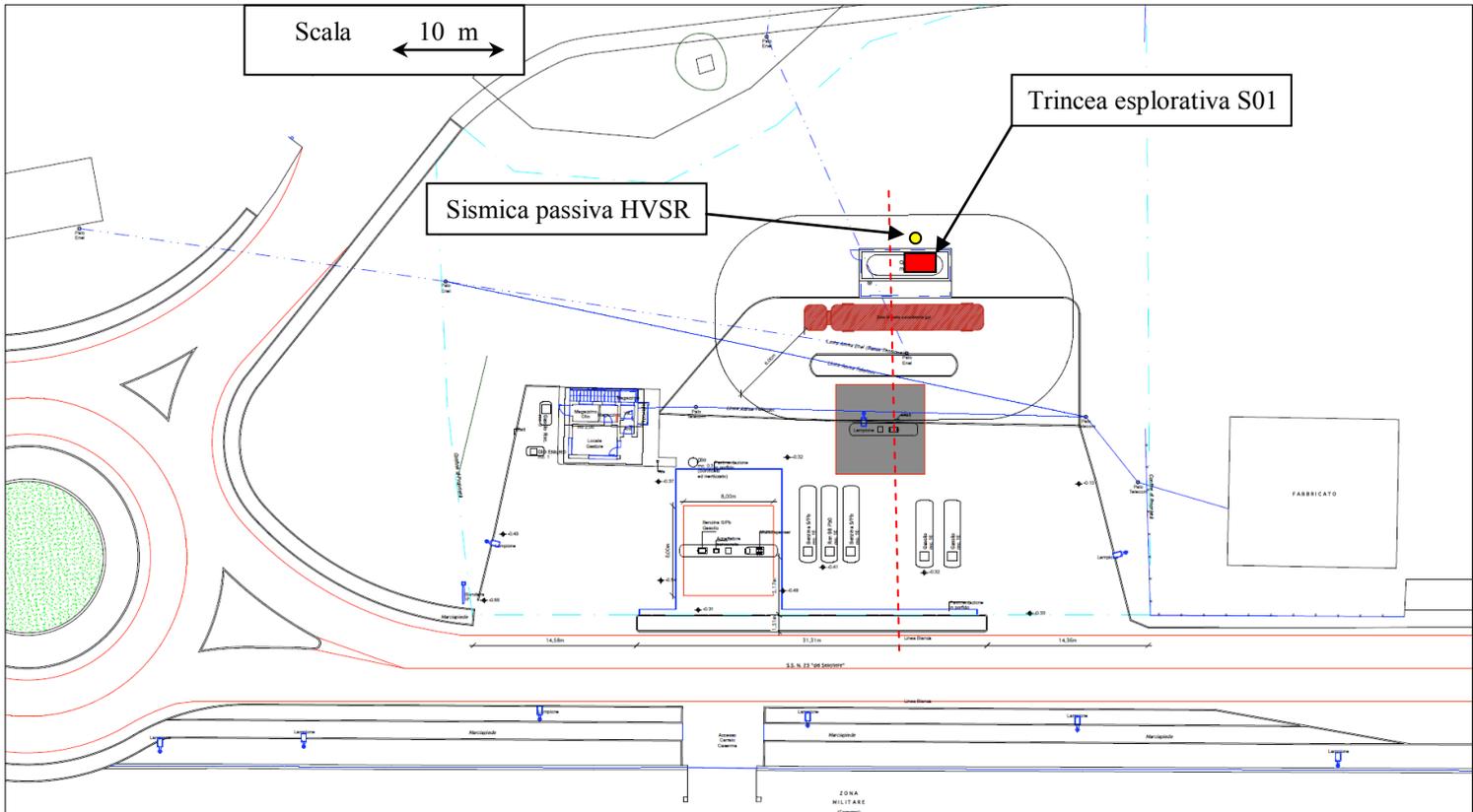


## 1 indagini geognostiche

Considerata l'entità del progetto ed il contesto morfologico pianeggiante ci si è limitati all'esecuzione di una trincea esplorativa in corrispondenza dello scavo per la posa del serbatoio GPL interrato. A completamento la stazione di sismica passiva.

### PLANIMETRIA DI PROGETTO CON UBICAZIONE SCAVO ESPLORATIVO

da studio Associato Archetti Quarantini



Lo scavo è stato effettuato con escavatore cingolato *Kubota Kx 161-3α* (massa c.ca 55 q.li) in corrispondenza della cisterna in posizione tale da non arrecare disturbo agli impianti di erogazione.

*Posizione nella piana di fondovalle >>>  
A lato sx dell'escavatore un pilastro in C.A.  
parzialmente demolito*

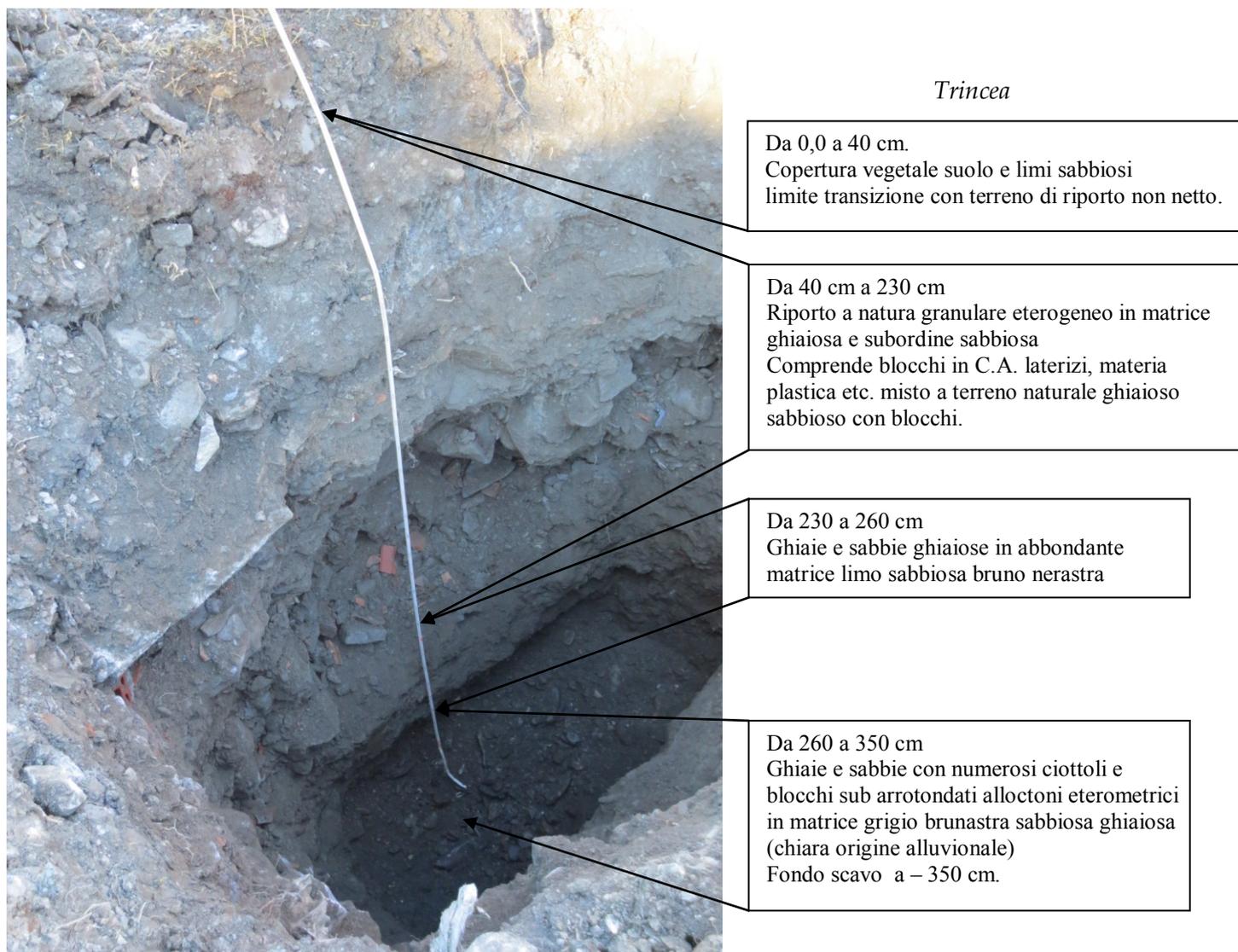


*<<<Per approfondirsi nel terreno ghiacciato si è reso necessario una predemolizione con martello demolitore*

Il cumulo dello scavo conferma come, al di sotto del riporto eterogeneo (ghiaioso comunque a comportamento granulare) si rinvenivano ghiaie e sabbie con ciottoli a spigoli subarrotondati di varie dimensioni con ridotta matrice fine al di sotto dei 260 cm.



La matrice passa da limo sabbiosa (dai 230 ai 260 cm.) a sabbiosa e ghiaiosa con percentuali di limo da basse a molto basse. Dal semplice esame della rippabilità della benna a fondo scavo non sembra essere un deposito molto addensato/cementato, ciononostante non si sono verificati crolli o franamenti della trincea di escavazione, neppure con angolo prossimo alla verticale.



La profondità di scavo per l'imposta della fondazione della cassa di contenimento del serbatoio GPL interrato è prevista attorno ai a -3,0 m. da piano finito, quindi verrebbe scavato circa 180 cm dal piano attuale (riferito quota piano campagna odierno).

Si prescrive pertanto di approfondire tali fondamenta di circa 30-50 cm ad interessare i depositi alluvionali dell'Unità Litotecnica 02 prevalentemente granulari ghiaiosi, depositi dalle discrete buone caratteristiche geotecniche dotati di una scarsa compressibilità/assestamento; i cedimenti si verificherebbero quasi istantaneamente a seguito dell'applicazione dei carichi di progetto (molto modesti).

## 2 indagine sismica

E' stata effettuata una misura del rumore sismico tramite tomografo digitale (elaborazione dati a fine testo) nella zona mediana a lato della trincea esplorativa; l'analisi ha fornito risultati delle Vs 30 cioè della velocità di propagazione delle onde superficiali orizzontali nei primi trenta metri di **455 m/s**

### INDAGINE SISMICA IL MICROTREMORE SISMICO AMBIENTALE

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino (10–15 [m/s<sup>2</sup>]<sup>2</sup> in termini di accelerazione). I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

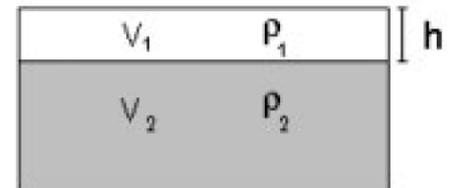
Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici. In un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Consideriamo il sistema nella figura a lato in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) e le diverse velocità delle onde sismiche ( $V_1$  e  $V_2$ ). Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $h$  del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza ( $fr$ ) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a

$$fr = VP1/(4 h) [1]$$

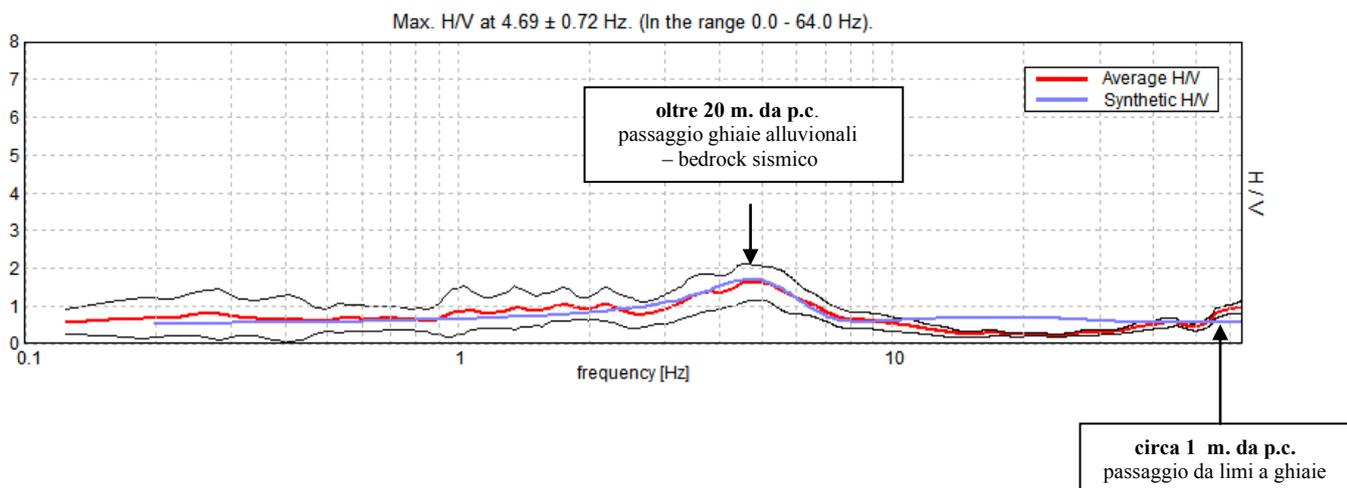
mentre quella relativa alle onde S è

$$fr = VS1/(4 h). [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore  $h$  degli strati. Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.



Di seguito l'elaborazione della ricostruzione della curva nel grafico di conversione delle curve HVSR o H/V (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) cioè il rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e quelle verticali della stazione di misura.



In evidenza come:

- la principale frequenza di inversione è a 4,7 Hz e rappresenta la freq. principale di risonanza del sottosuolo: segna il passaggio dai terreni ghiaiosi alluvionali al bedrock sismico (calcescisti?).

Nelle categorie di sottosuolo identificate nel D.M. (mediate su uno spessore di 30 metri >  $V_d$   $V_{s30}$ ) si attribuisce a tale terreno la **categoria tipo B con  $V_{s30}$  misurata pari a 455 m/s.**

La morfologia del sito, posto in area pianeggiante permette di attribuire la seguente categoria topografica: Categoria T1

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50.0 [anni]  
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

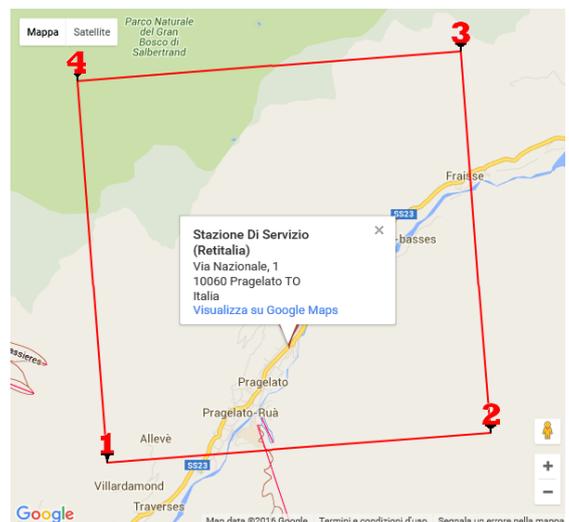
Categoria sottosuolo: B  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.37	2.44	0.21
S.L.D.	50.0	0.5	2.43	0.23
S.L.V.	475.0	1.27	2.47	0.27
S.L.C.	975.0	1.59	2.5	0.27

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.444	0.2	0.0091	0.0045
S.L.D.	0.6	0.2	0.0122	0.0061
S.L.V.	1.524	0.24	0.0373	0.0186
S.L.C.	1.908	0.24	0.0467	0.0233



### 3 modellazione geotecnica del terreno

Di seguito vengono presentati i parametri significativi caratteristici del modello impiegato nei calcoli definiti a partire dalla stratigrafia dell'indagine

Unità litotecnica	Descrizione comportamento geotecnico	profondità	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Fik (°)	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson
U.L.1	riporto <i>granulare attritivo</i>	da 0,0 cm a 230 cm	1.80	30	50	0.34
U.L.2	alluvioni ghiaiose ciottolose <i>granulare attritivo</i>	da 230 cm a 350 cm	1.90	33	220	0.28

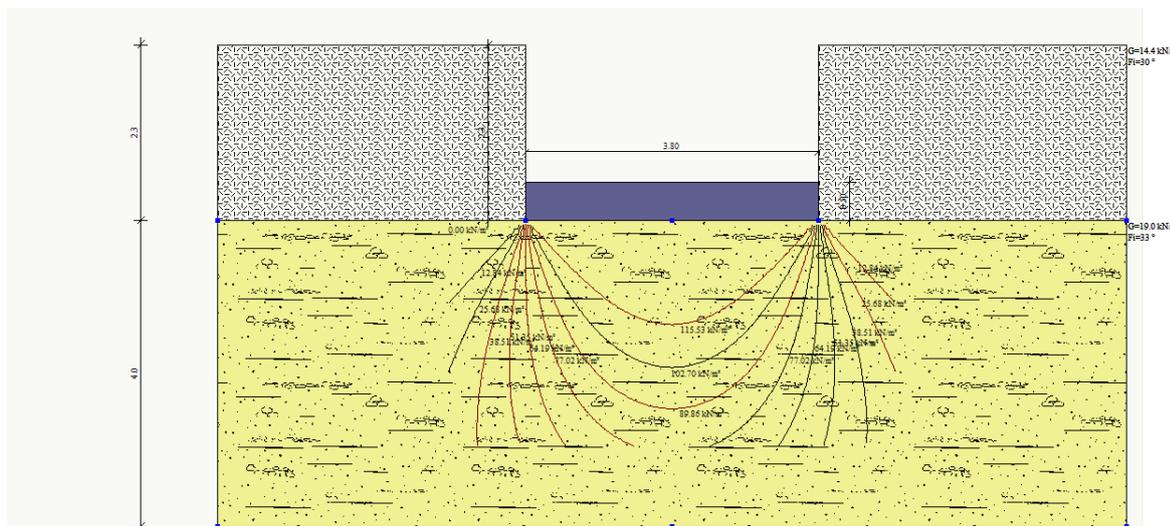
### 4 fondazioni

Si sviluppano sostanzialmente due tipologie di calcolo delle fondazioni che necessariamente dovranno superare (oltrepassare) il terreno di riporto e l'eventuale (se presente) antico suolo naturale (di coltivo).

E' compito della D.L in fase esecutiva verificare rigorosamente venga rispettata tale prescrizione

- A) fondazioni a platea da 3,60 x 8,10 m della vasca serbatoio gpl
- B) fondazioni a plinto quadro del pilastro di sostegno della pensilina

#### A) FONDAZIONI PLATEA VASCA GPL IMPOSTATE NELLA UNITA' LITOTECNICA 2 Profondità - 2,30 m. DA P. C. ATTUALE



#### DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Lat./ Long. [WGS84]	45.520382/10.178647
Larghezza fondazione	3.8 m
Lunghezza fondazione	8.1 m
Profondità piano di posa	2.3 m

Altezza di incastro 1.5 m  
 Profondità falda 20.0

**SISMA**

Accelerazione massima (ag/g) 0.155  
 Effetto sismico secondo NTC(C7.11.5.3.1)  
 Fattore di struttura [q] 2  
 Periodo fondamentale vibrazione [T] 0.171  
 Coefficiente intensità sismico terreno [Khk] 0.0373  
 Coefficiente intensità sismico struttura [Khi] 0.1919

Approccio due combinazioni

Nr.	Nome combinazione
1	A1+M1+R3
2	Sisma
3	S.L.E.
4	S.L.D.

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 1195.64 kN/m<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto[Rd] 519.84 kN/m<sup>2</sup>  
 Tensione [Ed] 398.55 kN/m<sup>2</sup>  
 Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 3.0  
 Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 47825.7 kN/m<sup>3</sup>

**CEDIMENTI PER OGNI STRATO**

**\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo logaritmico di Terzaghi**

Pressione normale di progetto 200.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Cedimento dopo T anni 10.0  
 Cedimento totale 1.68 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m <sup>2</sup> )	Dp (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	4.3	0	0	Schmertmann	1.2	0.48	1.68

CEDIMENTI TOTALI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO SLE

FONDAZIONE	Profondità piano di posa dal p.c. (m)	DIMENSIONI larghezza lunghezza (m)	Azioni di progetto IPOTESI (kPa)	CEDIMENTI TOTALI approssimativi (mm)
PLATEA	UNITA' LITOTECNICA DUE -2,30 m C.CA	8,10x3,8	150 kPa	11,0
			200 kPa	16,8
			250 kPa	23,0

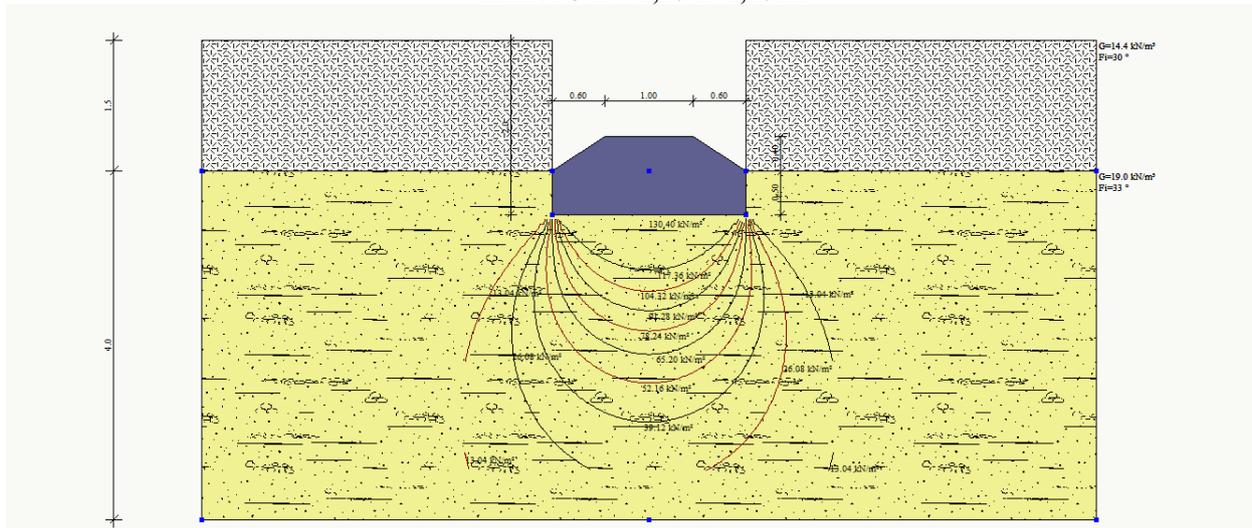
**B) FONDAZIONI PLINTO QUADRO SOSTEGNO PENSILINA  
IMPOSTATO NELLA UNITA' LITOTECNICA 2 a profondità indicativa - 2,0 m. DA P. C.  
ATTUALE**

Dati indicativi, sulla scorta di dimensioni ingombro copertura 400 x 400 cm. e quota del sito 1500 m.s.l.m.:

Carico verticale massimo agente sul plinto N: 30.000 kg

Momento massimo al piede M : 20.000 kgm

**PLINTO L = 2,20 x 2,20 m**



**Calcolo Qlim per fondazioni a PLINTO QUADRO  
DATI GENERALI**

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	2.2 m
Lunghezza fondazione	2.2 m
Profondità piano di posa	2.0 m
Altezza di incastro	1.2 m
Profondità falda	20.0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	Tipo
1	A1+M1+R3	294.90	300.00	200.00	Progetto
2	Sisma	75.00	300.00	200.00	Progetto
3	S.L.E.	294.90	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	294.90	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: TERZAGHI (1955)

Carico limite [Qult]	884.71 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto[Rd]	384.66 kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	75.0 kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	11.8
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 35388.29 kN/m<sup>3</sup>

Stesse condizioni con plinto di dimensioni 2,6 metri di lato

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: TERZAGHI (1955)

Carico limite [Qult]	930.74 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto[Rd]	404.67 kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	45.0 kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	20.68
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 37229.7 kN/m<sup>3</sup>

**SINTESI fondazioni a plinti allo SLV**

FONDAZIONE	DIMENSIONI larghezza lunghezza (m)	Profondità piano di posa dal p.c. (m)	P lim. A1 + M1 + R3 (kPa)
Plinto quadro	2, 2	UNITA' LITOTECNICA DUE -2,0 m C.CA	884,71
	2, 6		930,74

**CEDIMENTI TOTALI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO SLE**

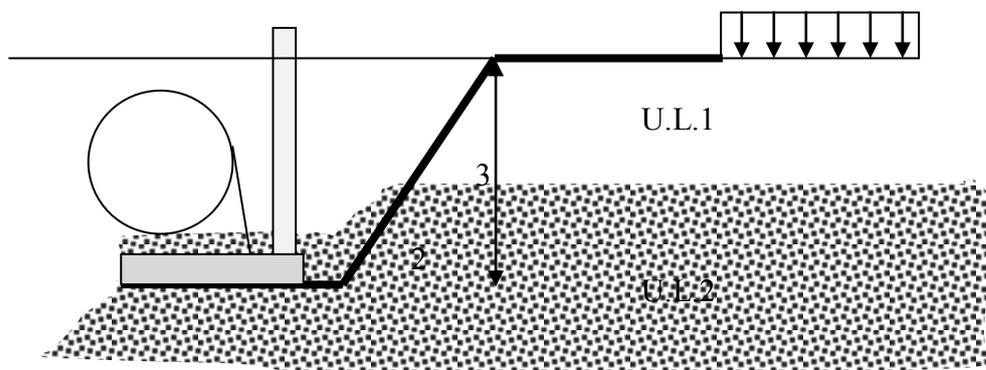
FONDAZIONE	Profondità piano di posa dal p.c. (m)	DIMENSIONI larghezza lunghezza (m)	Azioni di progetto IPOTESI (kPa)	CEDIMENTI TOTALI approssimativi (mm)
PLINTI	UNITA' LITOTECNICA DUE	2,2 x 2,2	120 kPa	08,3
			150 kPa	12,0
			200 kPa	18,6
	-2,0 m C.CA	2,6 x 2,6	120 kPa	09,0
			150 kPa	13,1
			200 kPa	20,4

*In realtà sulla base dei calcoli approssimativi svolti il carico effettivo al piede fondazione del plinto non dovrebbe superare valori massimi attorno ai 60-70 Kpa sviluppando conseguentemente cedimenti inferiori al mezzo centimetro.*

*In effetti viste le caratteristiche granulari (a comportamento attritivo) non sono attesi cedimenti significativi ma è sempre opportuno ricordare l'opportunità di visionare direttamente gli scavi a quota fondazioni verificando che non vi siano delle particolari disomogeneità a fondo scavo.*

**5 fronti di scavo**

I fronti di scavo nei terreni esaminati, a prevalente comportamento granulare, non dovranno presentare inclinazioni superiori a 2/3 (orizz/vert) limitando quanto possibile i tempi di apertura dei fronti di scavo stessi. Si raccomanda inoltre di **non** posizionare carichi rilevanti in **sommità ai cigli di scavo** rispettando cautelativamente una fascia pari ad almeno H (dove H = altezza scavo), quindi, nel caso, circa 3 metri.



## 6 gestione terre e rocce da scavo

La realizzazione dell'opera prevede l'ampliamento del piazzale a formare l'area di manovra per autoarticolato adibito al trasporto GPL come da progetto; ciò comporta la necessità di operare conferimento di terreni in sito per realizzare il rilevato che avrà dimensioni approssimative di circa 40 m.l. per 10 m.l. per 1,20 m. a raggiungere approssimativamente i 500 m<sup>3</sup> di materiale da impiegare in sito per la formazione dell'area di manovra.

Con lo scavo in progetto si producono circa:

- Serbatoio 10 x 5 x 2,5 = 125 mc
- Plinto 3,5 x 3,5 x 2,2 = 27 mc

Sommano c.ca 152 mc; di conseguenza si rende necessario conferire in sito altri 350 mc. circa di materiale idoneo a formare il rilevato, quindi riferibile alla class USCS GM GC dotato anche di una frazione fine con azione di legante intraclasti.

Considerato che tutto il materiale prelevato dagli scavi (eccetto chiaramente asfalti e materiali da

conferire in discarica autorizzata con idonei formulari) verrà reimpiegato in sito non è necessario produrre la pratica di terre e rocce da scavo.

In questa fase pertanto viene effettuata solamente una verifica del non superamento dei valori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione - CSC di cui alla colonna B, tab. 1, allegato 5, parte IV Dlgs 152/06 del materiale terrigeno prelevato dalla trincea esplorativa.

CLASSIFICA DEI TERRENI SECONDO USCS ESTRATTO DALLA TABELLA 3.5					
Metodo per l'identificazione in sito (Escludendo le particelle di diam. > 75 micron e stimandole frazioni granulometriche come percentuale in peso)		Simbolo del gruppo a	Tipiche denominazioni		
Terreni a grana grossa più della metà è costituito da particelle con diam. maggiore di 75 micron	Ghiale Più della metà della frazione grossa costituita da particelle con diam. > 4 micron	Ghiale pulite (senza o con poco fino)	Amplio intervallo di diam. delle particelle, con particelle di diam.intermedio ben rappresentate. (Materiale ben assortito)	GW	Ghiale ben assortite, miscele di ghiale e sabbia, senza o poco fino.
		Ghiale con fino (apprezzabile frazione fino)	Predominano le particelle di uno o di alcuni diam. mentre quelle di altri diametri intermedi mancano del tutto.	GP	Ghiale poco assortite, miscele di ghiale e sabbia, senza o poco fino.
	Sabbie Più della metà della frazione grossa costituita da particelle con diam. > 4 micron	Sabbie con fino (apprezzabile frazione fino)	Fino privo di plasticità (per l'identificazione v. ML)	GM	Ghiale limose, miscele di ghiale, sabbia e limo poco assortite.
		Sabbie pulite (senza o con poco fino)	Fino dotato di plasticità (per l'identificazione v. ML)	GC	Ghiale argillose, miscele di ghiale, sabbia e argilla poco assortite.
	Sabbie Più della metà della frazione grossa costituita da particelle con diam. > 4 micron	Sabbie pulite (senza o con poco fino)	Amplio intervallo di diam. delle particelle, con particelle di diam.intermedio ben rappresentate. (Materiale ben assortito)	SW	Sabbie ben assortite, sabbie ghialose, senza o poco fino
			Predominano le particelle di uno o di alcuni diam. mentre quelle di altri diametri intermedi mancano del tutto.	SP	Sabbie poco assortite, sabbie ghialose, senza o poco fino
Sabbie con fino (apprezzabile frazione fino)		Fino privo di plasticità (per l'identificazione v. ML)	SM	Sabbie limose, miscelate poco assortite di sabbia e limo	
		Fino dotato di plasticità (per l'identificazione v. ML)	SC	Sabbie argillose, miscelate poco assortite di sabbia e argilla.	

conferire in discarica autorizzata con idonei formulari) verrà reimpiegato in sito non è necessario produrre la pratica di terre e rocce da scavo.

In questa fase pertanto viene effettuata solamente una verifica del non superamento dei valori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione - CSC di cui alla colonna B, tab. 1, allegato 5, parte IV Dlgs 152/06 del materiale terrigeno prelevato dalla trincea esplorativa.

Il rispetto dei valori delle CSC è riferito alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione che in questo specifico contesto diviene commerciale a servizio dell'attività di commercio idrocarburi.

L'amministrazione comunale in merito alla movimentazione del materiale chiede un verifica circa la presenza di amianto nei terreni (per presenza nella zona di serpentiniti - serpentinoscisti che hanno contenuto naturale di tale minerale e quindi nelle coperture di alterazione), ciò pur fatti salvi i valori del fondo naturale, qualora essi superino le CSC, ma in questi casi, anche se non espressamente detto, l'impiego dovrà avvenire in siti con le medesime caratteristiche geologiche (vedi DM 161/12).

L'analisi di laboratorio [accreditato SINCERT] sul campione prelevato in sito non indica alcun supero, per i parametri ricercati, delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

Alla luce di quanto relazionato, nei limiti delle indagini e delle analisi eseguite, risulta che il sito non è contaminato.

*Preparazione del campione  
tramite partizione tra i vari  
cumuli disposti a prof. circa  
0,50 e 1,20 m. da piano  
campagna.*



## Conclusioni

E' stato effettuato uno studio geologico ad integrazione del progetto di nuova potenziamento dell'impianto di distribuzione carburanti a Pragelato (To) mediante costruzione di impianto GPL posto lungo la SP 23 al Km 81+235.

L'area, è posta nella fascia di fondovalle del torrente Chisone, ambito urbanizzato al raccordo con i versante e in posizione distale ad alcuni apparati conoidali non attivi.

L'indagine geognostica è stata svolta mediante l'esecuzione di una trincea esplorativa nella zona di scavo della futura vasca di contenimento del serbatoio da 20 mc, di una indagine di sismica passiva e di una indagine ambientale.

Si rileva la presenza sostanzialmente di due unità litologiche:

- **depositi superficiali di riporto a prevalente frazione granulare medio grossolana** con discrete caratteristiche litotecniche per i primi 2,30 metri (Unità Litotecnica 1);
- di **depositi alluvionali ghiaiosi discretamente addensati con clasti eterometrici** dotati di buone caratteristiche geotecniche (Unità Litotecnica 2).

Sono stati calcolati i valori della *portata limite* relativi al plinto di fondazione della pensilina ed alla platea del serbatoio GPL utilizzando i parametri geotecnici caratteristici elaborati dalla indagine.

Nelle categorie di sottosuolo identificate nel D.M. (mediate su uno spessore di 30 metri  $> V_d \quad V_{s30}$ ) si attribuisce a tale terreno la **categoria tipo B con  $V_{s30}$  misurata pari a 455 m/s.**

Si resta a disposizione dell'ingegnere strutturista per eventuali nuove verifiche.

I calcoli confermano come, realizzando le fondazioni dirette incassate alle quote di progetto non si prevedono cedimenti elevati nella struttura anche con azioni di progetto medio-elevate a conferma della buona resistenza meccanica dei terreni in profondità.

Con le prescrizioni poste ed i limiti dell'indagine geognostica effettuata si esprime parere favorevole circa la fattibilità geotecnica dell'intervento che non incrementa in alcun modo il carico antropico nell'area.

Tavernole s/M (Bs), aprile 2016



Il geologo  
Dr. Mauro Zubani

STUDIO GEOLOGICO  
Dr. Mauro ZUBANI  
TAVERNOLE s/M - BRESCIA

Cell. 3395809907 - mauro.zubani@tiscali.it

## ALLEGATO AL CAP. 06

### 6.1 indagine ambientale - caratterizzazione del sito

#### premessa

Il presente documento illustra i risultati dell'indagine ambientale conoscitiva effettuata in corrispondenza dei terreni presenti nel primo sottosuolo in loc. Rua a Prapelato (TO) in particolare inerenti le opere di scavo per la realizzazione di una vasca di posa serbatoio GPL per autotrazione.

Lo studio è stato condotto con le modalità e gli indirizzi tecnici proposti dalle linee guida APAT 43/2006 “*Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati*”, ed è finalizzato alla verifica delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) nei terreni in sito, rispetto alle concentrazioni previste dalla tabella 1, colonna “A” dell’Allegato 5 alla parte IV del D. lgs n. 152/06.

Lo studio è stato condotto esclusivamente sulla matrice ambientale terreno; non è stata indagata la qualità delle acque sotterranee non presenti nel primo sottosuolo a quota di fondo scavo dei lavori.

#### 6.2 Riferimenti normativi

Il principale riferimento normativo, rappresentato dal D.M. 471/99 (*Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinanti, ai sensi dell’art. 17, del D. lgs n. 22/97 e s.m.i.*), è stato sostituito nel 2006 dal D. lgs 152/06, come modificato e integrato dal D. lgs n. 4/2008, “*Norme in materia ambientale*”, più precisamente dalla parte quarta, Titolo V° “*Bonifica dei siti contaminati*” e parzialmente dalla successiva legge n. 2 del 2009 art.20. L’ultima evoluzione normativa interessa il D.M. 161/2012 cui è seguito l’art. 41 bis del DECRETO LEGGE 21 GIUGNO 2013, n° 69

#### 6.3 Indagini geognostiche

In data 21.01.2016 è stato svolto un campionamento superficiale mediante scavo con escavatore funzionale ad indagare i primi strati di terreno superficiale; rilevata la presenza di terreni di riporto eterogenei si è cercato di prelevare il materiale mediante partizione effettuata tra due cumuli di terreni a matrice più fine sabbiosa e limosa color nocciola brunastri.

Il campionamento è stato effettuato secondo gli indirizzi legislativi sopracitati; sono stati prelevati da due quote nella stessa trincea (0,50 e 1,20) e quindi è stata effettuata una partizione sui due prelievi di terreno, adeguatamente miscelato in un apposito contenitore e quindi riposto in barattolo di vetro da destinare al laboratorio.

L’area in oggetto risulta evidente oggetto di riempimento, quindi rimaneggiata da attività antropiche pregresse; pertanto si è operato quanto possibile negli strati riportati in superficie al fine di indagare la presenza di possibili inquinanti sostanzialmente tanto per via aerea (ricaduta di polveri) quanto sul terreno di riporto, non rilevando altre possibili fonti inquinanti nel sito.

#### 6.4 Destinazione d’uso dell’area

Per l’area interessante il progetto una porzione oggetto della variante urbanistica viene modificata da *area per parcheggi pubblici* a *zona distributore carburante*.

#### 6.5 Materiali rinvenuti

STUDIO GEOLOGICO  
Dr. Mauro ZUBANI  
TAVERNOLE s/M - BRESCIA

Cell. 3395809907 - mauro.zubani@tiscali.it

Per le stratigrafie complete dei terreni presenti anche in profondità si riporta alla perizia geologica redatta; a seguito dello scavo esplorativo sono state rilevate sostanzialmente due unità litologiche:

Da 0,0 m. a - 0,40 m:

cotico vegetale (zolla erbosa)

da 0.40 m. a - 2,30 riporto ghiaioso sabbioso

da - 2,30 m. a - 3,50 m:

depositi alluvionali ghiaiosi a matrice sabbiosa colore grigiastro brunastro con clasti metamorfici eterogenei ed eterometrici a spigoli subarrotondati.

### **6.6 Campionamento della matrice ambientale suolo**

I terreni fini per le loro caratteristiche colloidali favoriscono la concentrazione dei contaminanti. La granulometria fine ha una superficie specifica elevata, tale da trattenere e favorire la concentrazione di eventuali sostanze inquinanti.

Tenendo presente le valutazioni sopra riportate, ai fini del campionamento si è posta attenzione agli strati fini (con frazione granulometrica < 2,00 mm prevalente).

Si è proceduto alla miscelazione, omogeneizzazione ed alla quartatura del materiale per ottenere una massa finale di circa 1 kg.

Il campione è stato collocato in telo in Polietilene quindi sigillato.

### **6.7 Scelta dei parametri**

In via preliminare si è scelto di ricercare un ampio numero parametri che potrebbero essere legati maggiormente ad inquinamento diffuso (di ricaduta) o al riporto dei materiali estranei nell'area. Considerata la posizione montana del sito e l'assenza di fonti inquinanti se non per via aerea si è cercato uno spettro ampio di elementi compatibili con le attività, cui si sono aggiunti gli idrocarburi pesanti per la vicinanza all'impianto.

Il protocollo analitico scelto: **C1**

arsenico, cadmio, cromo VI, cromo totale, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco, idrocarburi pesanti C>12, amianto.

Il campione è stato analizzato dal laboratorio chimico BETALAB s.n.c. di VILLA Carcina (BS).

### 6.8 Risultati analitici

Le analisi chimiche sono state eseguite sul terreno campionato, sulla frazione fine < 2,00 mm e riferite alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro.

I risultati ottenuti e riportati nei rapporti di prova in allegato, sono i seguenti:

***N.B: non si rinviene alcun supero nel campione analizzato, neppure nessun valore limite (che si avvicini ai valori di soglia).***

Parametro	U.M.	Campione
		C1
Idrocarburi pesanti C>1	mg/kg s.s.	11,0
Arsenico (As)	mg/kg s.s.	4,0
Cadmio (Cd)	mg/kg s.s.	<1
Cromo totale (Cr)	mg/kg s.s.	29
Cromo VI (Cr <sub>VI</sub> )	mg/kg s.s.	<1,0
Mercurio (Hg)	mg/kg s.s.	<0,05
Nichel (Ni)	mg/kg s.s.	49
Piombo (Pb)	mg/kg s.s.	<10
Rame (Cu)	mg/kg s.s.	29
Zinco (Zn)	mg/kg s.s.	52
Amianto	mg/kg s.s.	NR

### 6.9 Conclusioni

L'indagine svolta con gli indirizzi tecnici proposti dalle linee guida APAT 43/2006 "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", è stata finalizzata alla verifica del rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione nei terreni in sito rispetto alle concentrazioni previste dalla tabella 1, colonna "B" dell'Allegato 5 alla parte IV del D. lgs n. 152/06, per siti a destinazione commerciale, industriale.

Lo studio è stato condotto esclusivamente sulla matrice ambientale terreno; non è stata indagata la qualità delle acque sotterranee (non rilevate in sito).

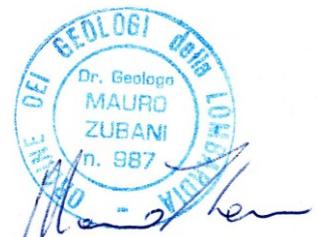
I valori ottenuti sul terreno campionato in sito **non indicano alcun supero**, per i parametri ricercati, delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

Alla luce di quanto relazionato, nei limiti delle indagini e delle analisi eseguite, risulta che il sito non è contaminato.

Dott. Geol. Mauro Zubani

Allegati:

Rapporto di prova fornito dal  
laboratorio BETALAB s.n.c.





**betalab** di Lossi Anna Maria & C. Snc

sede legale via Fiume Mella n. 22 25060 Villa Carcina (Bs)/laboratori via Fiume Mella n. 26  
P.IVA 00640670980 Cod. Fisc. 01591940174 REA 250106  
Reg. Imprese 01591940174 A. A. 106297  
Tel. 030-8901097 r.a. fax 030-801050 e-mail [betalab@betalab.it](mailto:betalab@betalab.it) [www.betalab.it](http://www.betalab.it)

**RAPPORTO DI PROVA N. 16LA00165**

Committente : **STUDIO GEOLOGICO Do.t. ZUBANI MAURO**  
Via Marcolini, 29  
25060 Tavernole S/M (BS)

Referente: **dott. Zubani**

**CAMPIONE N. 16LA00165 / Commessa N. 16-000057**

**Vs. Rif.** terreno campione C01 - profondità 0,5-1,20

**Indagine richiesta** analisi chimica

**Aspetto del campione** terreno di colore grigio scuro sabbioso misto sassi

**Contenitore** in plastica

**Dati di campionamento**

**Luogo** via Nazionale 1 - Pragelato (To) - per potenziamento impianto distributore carburanti. Catasto terreni fg39-mapp726

**Prelievo** committente

**Consegna** committente

Parametro	u.m.	ESITO	Tecnica	Metodo di Prova	Valore Limite (1)	Valore Limite (2)
Sopravaglio >2mm	%	<b>48,3</b>	gravimetria	DM 185 13/09/99 SO G.U. 248	-	-
Sottovaglio <2 mm	%	<b>51,7</b>	gravimetria	DM 185 13/09/99 SO G.U. 248	-	-
Umidità residua	%	<b>0,6</b>	gravimetria	APHA 2540 D 2005	-	-
Arsenico	mg/Kg (ss)	<b>4</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	50
Cadmio	mg/Kg (ss)	<b>&lt; 1</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	15
Cromo esavalente	mg/Kg (ss)	<b>&lt; 1,0</b>	UV-VIS	EPA 7196A 1992	-	15
Cromo totale	mg/Kg (ss)	<b>29</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	800
Mercurio	mg/Kg (ss)	<b>&lt; 1</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	5
Nichel	mg/Kg (ss)	<b>49</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	500
Piombo	mg/Kg (ss)	<b>&lt; 10</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	1000
Rame	mg/Kg (ss)	<b>29</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	600
Zinco	mg/Kg (ss)	<b>52</b>	ICP-AES	EPA 3050B 1996 + EPA 6010C 2007	-	1500
Idrocarburi pesanti C>12	mg/Kg (ss)	<b>11</b>	GC	UNI EN ISO 16703 : 2011	-	750
Amianto	mg/Kg (ss)	<b>NR(*)</b>	XRD	IRSA CNR quad. 64 app. III 1996	-	-

**Note:** NR(\*) non rilevato; <1000 mg/kg(ss) corrispondente al limite di rivelabilità della tecnica analitica XRD.



**betalab** di Lossi Anna Maria & C. Snc

sede legale via Fiume Mella n. 22 25060 Villa Carcina (Bs) /laboratori via Fiume Mella n. 26  
P.IVA 00640670980 Cod. Fisc. 01591940174 REA 250106  
Reg. Imprese 01591940174 A. A. 106297  
Tel. 030-8901097 r.a. fax 030-801050 e-mail [betalab@betalab.it](mailto:betalab@betalab.it) [www.betalab.it](http://www.betalab.it)

segue Rapporto di Prova N. **16LA00165**

Valore Limite(2) D.Lgs 152/06 all.5 Tab.1 col. B (siti ad uso commerciale e industriale)

Data accettazione **26/01/2016**  
Data inizio analisi **27/01/2016**  
Data fine analisi **08/02/2016**

Resp. Sezione Terreni  
**Marco Abatti**

Direttore Generale  
**Abatti Flavia**

Direttore Tecnico  
Documento firmato digitalmente da  
**dot. Franco Daniele Realini**,  
Chimico iscritto all'Ordine  
Interprov. Chimici Lombardia n°2645

Villa Carcina, 09/02/2016

I risultati espressi nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione esaminato e non alla partita da esso rappresentata (salvo prelievi statistici eseguiti da nostro personale tecnico).

Non è permessa la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione da parte del laboratorio. I campioni, senza richiesta specifica, vengono conservati per un periodo di 15 giorni.

Informativa ex articolo 13 di 196/03: I dati personali sono trattati al fine di fornire il servizio richiesto applicando le misure di sicurezza previste dalla normativa di riferimento. Per esercitare i diritti previsti dall'articolo 7 di 196/03 è possibile inoltrare una richiesta indirizzata al Responsabile del trattamento presso l'Azienda.

## ALLEGATO STAZIONE SISMICA PASSIVA

### PRAGELATO TO, 01

Instrument: TEN-0007/01-07

Start recording: 21/01/16 16:54:16 End recording: 21/01/16 17:04:16

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h10'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

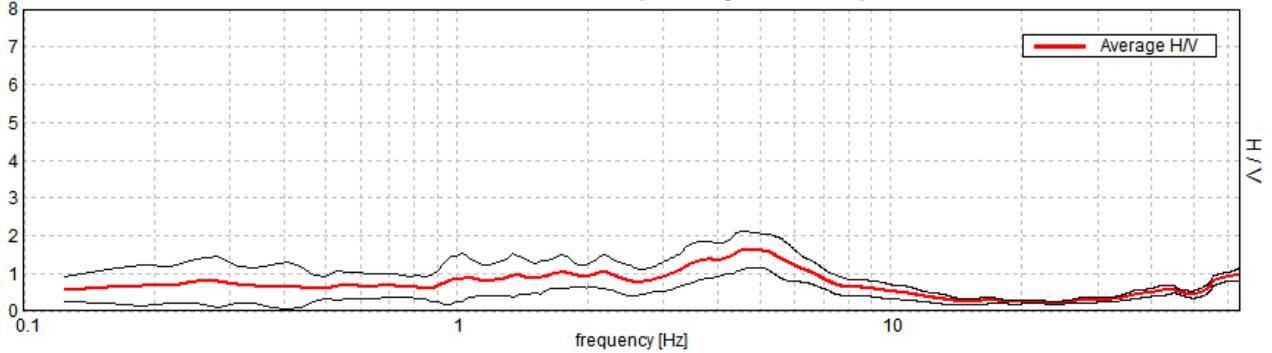
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

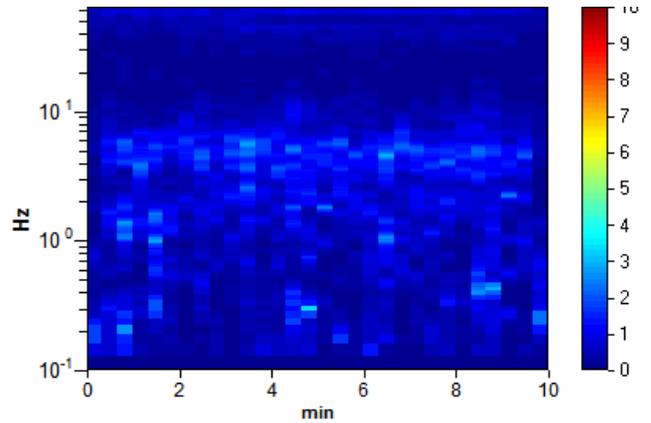
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

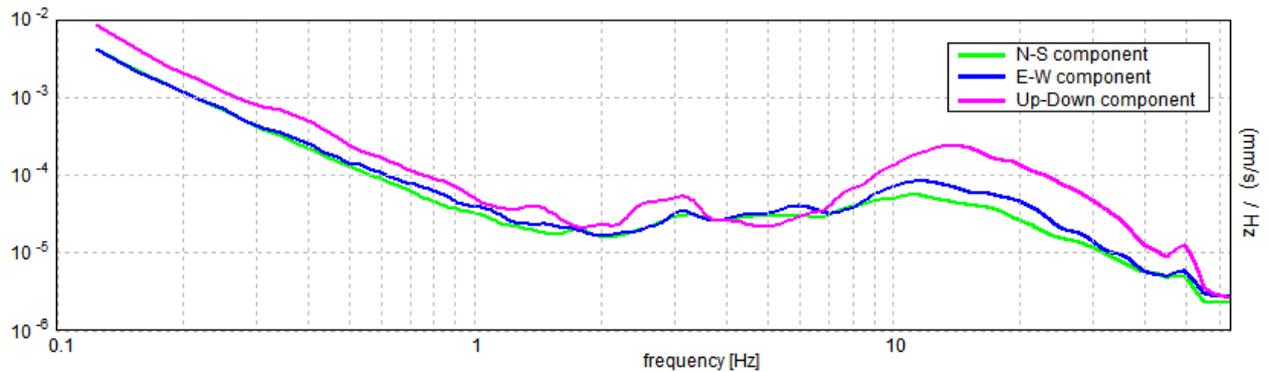
Max. H/V at  $4.69 \pm 0.72$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

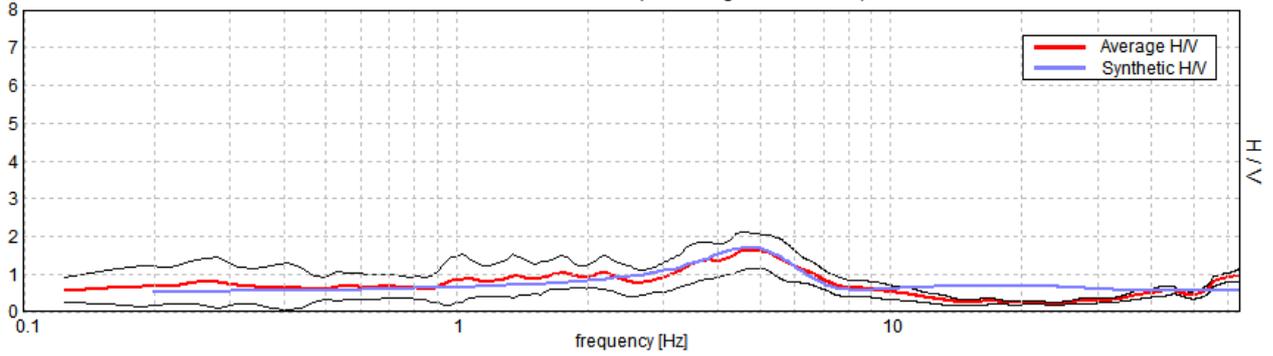


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $4.69 \pm 0.72$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	280	0.34
3.60	3.00	320	0.32
21.60	18.00	410	0.30
inf.	inf.	800	0.18

$V_s(0.0-30.0)=455\text{m/s}$

