



COMUNE DI PONT CANAVESE
Città Metropolitana di Torino

REALIZZAZIONE DI POLO SCOLASTICO COMPRENDENTE SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO NELL'AREA ATTUALMENTE DESTINATA A SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PALESTRA E PARCO GIOCHI, SITA IN VIA ROMA.

COMUNE DI PONT CANAVESE

Il Sindaco: Sig. Paolo Coppo

R.U.P.: Geom. Anna Airoidi

Via Marconi n.12 - 10085 PONT CANAVESE (TO)

PROGETTO:



STUDIO DI ARCHITETTURA
arch. Luca FARINELLI
dr. Maria Chiara SANTI
via Garibaldi 90 - 44121 Ferrara
tlf +39 0532 209003
studio@lfar.it - www.lfar.it

CONSULENTI:

INDAGINI GEOLOGICHE:

PROG. STRUTTURE:

PROG. IMPIANTI:

ANALISI ACUSTICA

COLLABORATORI:

Dr.Geol. Carlo Dellarole

Ing. Tommaso Mariacci

Ing. Riccardo Accorsi

Ing. Michele Buzzoni

Ing. Sara Zatelli

Arch. Enrico Bonazza

Dott. Dario Cattozzi

TAVOLA
SRTS_03

PROGETTO ESECUTIVO: STRUTTURALE

ELABORATO
RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA

GENNAIO 2017

**REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO**

**COMUNE DI
PONT CANAVESE**

**REALIZZAZIONE DI NUOVO
PLESSO SCOLASTICO**

RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. LL.PP. 14 GENNAIO 2008

PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dall'Amministrazione Comunale di Pont Canavese e confermato dal Progettista Arch. Luca Farinelli, lo scrivente ha redatto la seguente indagine geologica svolta in osservanza al D.M. LL.PP. 14.01.2008, con i contenuti prescritti al par. 6.2.1 *“Caratterizzazione e modellazione geologica del sito”*.

Per ogni struttura interagente con il terreno, la normativa citata richiede infatti *“La ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.*

In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche”.

Metodi e risultati delle indagini sono dunque esaurientemente esposti e commentati nella seguente relazione geologica.

Lo scopo della presente è dunque di raccogliere tutti i dati, qualitativi e quantitativi, occorrenti per il controllo dell'opera nel suo insieme ed in rapporto al terreno, al fine di stabilire l'idoneità del sito in rapporto alla tipologia dell'opera e consentire l'esecuzione delle verifiche di calcolo richieste dalla vigente normativa di settore.

UBICAZIONE DELL'AREA E CARATTERI GEOLOGICI

Il sito oggetto di indagine ha il seguente riscontro cartografico:

- Tavoletta I.G.M. a scala 1: 25.000 - 42 III N.E., "Pont Canavese"
- Carta Tecnica della Provincia di Torino a scala 1: 5000, elemento n. 113163 (che non rileva però l'area di interesse).
- Carta Tecnica della Regione Piemonte a scala 1: 10.000, elemento n.113160 - "Pont Canavese”.

Trova collocazione nell'ambito del settore a servizi scolastici ubicato in fregio a Via Roma, attualmente adibito a parco giochi/area ricreativa (foto n.1).

L'area in studio è compresa geologicamente nel Foglio 42 IVREA della Carta Geologica d'Italia a scala 1: 100.000 in corrispondenza dei depositi alluvionali che originano il fondovalle dei Torrenti Orco e Soana nell'intorno della loro confluenza.

Si tratta in realtà di un'ampia superficie terrazzata variamente ondulata costituita da depositi fluvioglaciali, che originano il vasto terrazzo naturale semi-pianeggiante sul quale è ubicato il Concentrico di Pont, sospeso sui depositi alluvionali recenti attribuiti al T. Soana.

Il terrazzo è collocato a ridosso delle soglie rocciose che si trovano alla confluenza delle Valli Orco e Soana (sulle quali sono state edificate la Torre Tellaria e la Torre Ferranda) ed è stato inciso e modellato da entrambi i corsi d'acqua che lo limitano rispettivamente a Sud e a Nord-Est.

I caratteri morfologici di un più ampio contesto rispetto all'area in studio mostrano le diversità evolutive dei due assi vallivi principali :

- La Valle Orco, con il tipico profilo ad “U” del modellamento glaciale, si presenta con un ampio fondovalle entro il quale divaga il corso d'acqua attuale, il cui percorso è condizionato talora dalle conoidi laterali. In corrispondenza dell'abitato di Pont risultano evidenti delle superfici terrazzate, ascrivibili alla re incisione dei depositi fluvioglaciali (depositati allo sbocco vallivo durante le diverse pulsazioni glaciali) operata dai Torrenti Orco e Soana;
- La Valle Soana, dall'evidente profilo a “V” determinato dall'approfondimento del Torrente omonimo, sbocca nella Valle principale con un regime ancora tipicamente torrentizio (nel quale il corso d'acqua defluisce ben incassato nel proprio alveo), a causa dalla maggiore pendenza del profilo dell'asta fluviale.

Le soglie rocciose alle quali sono addossati i depositi fluvioglaciali sui quali sorge l'abitato di Pont hanno svolto senza dubbio un ruolo importante nell'evoluzione geomorfologica ed idraulica , che ancora oggi influenza l'assetto geologico del territorio .

Le rocce che affiorano nell'area in esame appartengono alla cosiddetta “Zona Sesia - Lanzo” (Sistema Austroalpino), suddivisa in due differenti complessi, separati da un contatto tettonico con andamento WSW- ENE, evidente nell'espressione morfologica:

- Il Complesso degli Gneiss minuti, all'esterno e affiorante a NW, costituito da gneiss e gneiss minuti, talora con lenti di micascisti eclogitici e marmi cristallini ;
- Il Complesso dei Micascisti eclogitici, all'interno affiorante a SE, entro il quale si rinvenivano sovente masse eclogitiche (S.Maria in Doblatio , Torre Ferranda) , glaucofaniti , marmi cristallini (questi ultimi ben esposti presso la variante all'abitato di Pont , in località Oltreorco).

A dividere i due complessi , è presente un'area allungata posta in direzione WSW- ENE , occupata da *dioriti pirossenico – anfiboliche* non hanno subito gli effetti del metamorfismo alpino e che appartengono alla cosiddetta “*II Zona Diorito - kinzigitica*” , la quale viene considerata un frammento di crosta continentale profonda.

Si osservano inoltre aree ristrette in cui affiorano rocce metagranitoidi (S.Maddalena - Deir Bianco - Arbiera) , limitati lembi non sempre cartografabili di rocce prasinitiche (B.ta Raie) e marmi cristallini (località Configlie).

Tutti i contatti tra le masse rocciose debbono ritenersi di natura tettonica , anche se risultano difficilmente visibili in quanto celati dalle coltri di copertura o esposti in corrispondenza delle pareti rocciose , non raggiungibili con i normali rilevamenti .

Si può comunque osservare che le superfici di contatto assumono un generale andamento da SSW verso NNE



Foto n.1 – Veduta dell'area di intervento (in colore l'area a Servizi scolastici con gli edifici della scuola media e della palestra , oltre al parco giochi - a tergo del salone pluriuso - ove si svilupperà l'intervento in progetto) . Si osserva l'estensione dei depositi fluvioglaciali addossati alla soglia rocciosa della Torre Ferranda , sui quali è stato edificato l'intero Concentrico , che degradano verso E-SE . In basso a sinistra , a valle del ponte , si osservano i depositi fluviali recenti posti in fregio al T. Soana , separati dai soprastanti depositi fluvioglaciali da una scarpata di altezza plurimetrica , variamente modificata dall'intervento antropico . Il plesso risulta collocato in modo evidente in corrispondenza di un settore non interessato dai processi di dinamica torrentizia .

Alle quote più basse (al di sotto degli 800 m in sinistra idrografica del T. Soana, di 1050 m in sinistra del T. Orco presso B.ta Pancerese) gli ammassi rocciosi sono ricoperti da accumuli detritici e depositi glaciali. Questi ultimi sono estesi soprattutto nell'area a SE di Montpont (località Lutta), a Sud della dorsale S. Maddalena - Ronco di Pont e lungo il versante Doblazio - Pianseretto - Faiallo.

I depositi glaciali sono tipicamente costituiti da materiali eterometrici (grossi blocchi in ghiaie sabbiose con limi), con un grado di addensamento da medio ad elevato; i grossi blocchi presentano spigoli smussati o con moderato arrotondamento e - raramente - strie glaciali. Il riconoscimento di elementi o trovanti petrograficamente non riconducibili direttamente alle pareti rocciose sovrastanti quali , ad esempio , *gneiss occhiadini* appartenenti al *Massiccio Cristallino del Gran Paradiso*, permette di qualificarli come depositi glaciali , piuttosto che detritici in senso stretto.

Le masse detritiche disposte come una fascia alla base del versante che fiancheggia in sinistra idrografica il T. Orco da b.ta Fasana a b.ta Pratidonio sono verosimilmente riconducibili alle aree di accumulo di eventi gravitativi (frane di crollo) dagli alti versanti esposti che le sovrastano , succedutisi a partire dall'immediato post glaciale .

Il concentrico di Pont C.se , come già anticipato , è ubicato sui depositi fluvioglaciali pleistocenici terrazzati, separati dai sottostanti depositi fluviali recenti da una scarpata di circa 10 metri . Questi ultimi sono costituiti da ciottoli e ghiaie immersi in una matrice sabbiosa ed occupano il fondovalle pianeggiante inciso dal T.Orco.

I depositi fluvioglaciali , invece , si presentano in genere con una disposizione lenticolare e mostrano una selezione più o meno pronunciata dei materiali secondo la loro granulometria (accostando anche trovanti metrici a elementi ghiaiosi – foto n.3) , caratteri che indicano come la loro deposizione sia stata legata alle acque correnti ad elevata energia.

Volendo fare un confronto con i depositi fluviali è bene richiamarsi a certe caratteristiche dell'ambiente fluvioglaciale, quali l'accentuata variabilità delle portate liquide e solide , l'altissima torbidità delle acque nei periodi di attività massima , la contiguità dell'ambiente glaciale.

La rideposizione a breve distanza dalla fronte spiega inoltre il frequente addentellamento tra i depositi glaciali ed i fluvioglaciali (Castiglioni, 1989).

CARATTERI STRATIGRAFICI

Il sito di intervento è collocato in corrispondenza di un'area che fino agli anni '40 del secolo scorso era occupata dall'antico Cimitero : con il progredire dell'urbanizzazione , il Cimitero venne traslato nell'attuale posizione e l'area venne recuperata raccogliendo tutte le spoglie ed eseguendo operazioni di riporto , almeno fino alla profondità di inumazione (foto n.2) .



Foto n.2 – Immagine dell'area oggetto di intervento verso il 1940 . Se confrontata con la foto n.1 , si può osservare la posizione originaria della scarpata che separava i depositi fluvioglaciali dai depositi alluvionali recenti . L'antico perimetro cimiteriale incideva ad angolo retto con Via Roma , interessando parzialmente il settore di prevista edificazione .

I depositi naturali sono dunque attualmente celati da materiali di riporto , che assumono una potenza variabile tra 1.5 ÷ 3 metri circa e che tendono ad avere il massimo spessore in corrispondenza del muro di contenimento lungo via Roma . Questi depositi fluvioglaciali vennero riportati a giorno nello scavo per l'edificazione dell'adiacente salone pluriuso e la loro struttura venne fotograficamente documentata dallo scrivente , come si può osservare nella successiva foto n.3 .



Foto n.3 – Struttura dei depositi fluvioglaciali in adiacenza all'area di intervento (scavo di sbancamento per la costruzione del Salone polivalente) . Si osservi la notevole eterometria del deposito determinata dalla sedimentazione in ambiente torrentizio . I materiali di riporto sovrastanti il deposito naturale tendono ad approfondirsi procedendo verso via Roma (a sinistra) e verso l'area di intervento (a tergo del muro in pietra)

Si osserva che il deposito è costituito da ciottoli e ghiaia eterometrica in una matrice sabbioso grossolana di colore tendente al grigio . I clasti presentano tutti una forma sub arrotondata , indice che la sedimentazione avvenne in acque fluenti . Il grado di addensamento si presenta da medio ad elevato e la potenza del deposito può essere stimata nell'intorno di 40 m , in dipendenza dell'andamento in profondità della soglia rocciosa , come attestato dalle risultanze dei sondaggi geognostici eseguiti sullo stesso terrazzo fluvioglaciale in destra idrografica del T.Orco .

Al fine di confermare l'andamento in profondità del materasso fluvioglaciale è stato eseguito uno stendimento di sismica a rifrazione in corrispondenza dell'area parco giochi . Considerata infatti la natura del deposito e la volumetria dei clasti è apparso inutile procedere con indagini penetrometriche da superficie .

In appendice 1 vengono illustrati i principi ed il metodo interpretativo utilizzato per l'indagine sismica eseguita . Nel seguito vengono invece evidenziati :

- ✓ geometria dei geofoni e tempi di arrivo di ogni battuta
- ✓ sismogrammi distanze/tempi

- ✓ dromocrone tempi di arrivo
- ✓ sezione geologica con velocità

Geometria geofoni

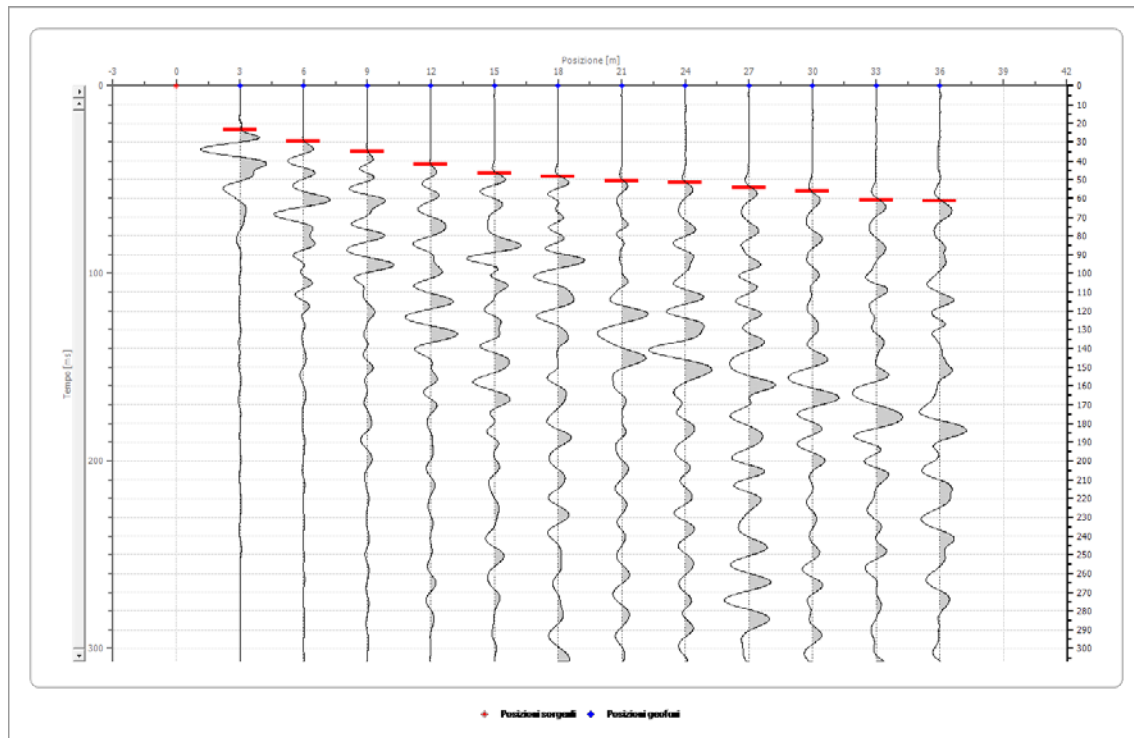
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	3.0	0.0
2	6.0	0.0
3	9.0	0.0
4	12.0	0.0
5	15.0	0.0
6	18.0	0.0
7	21.0	0.0
8	24.0	0.0
9	27.0	0.0
10	30.0	0.0
11	33.0	0.0
12	36.0	0.0



Dati battute

Battuta 1

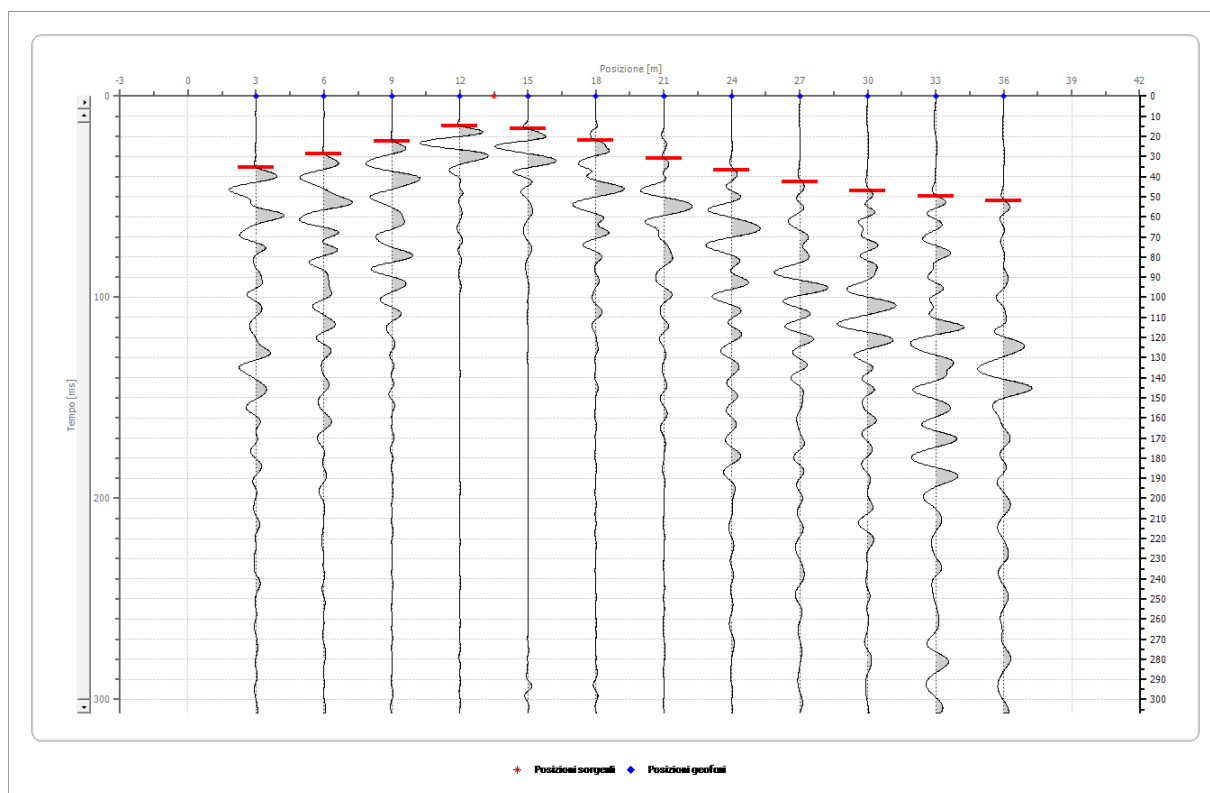
Posizione sorgente 0[m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	23.3203
6.0	29.5988
9.0	34.9804
12.0	41.7074
15.0	46.6406
18.0	48.4345
21.0	50.6768
24.0	51.5737
27.0	54.2645
30.0	56.0584
33.0	60.9915
36.0	61.4400

Battuta 2

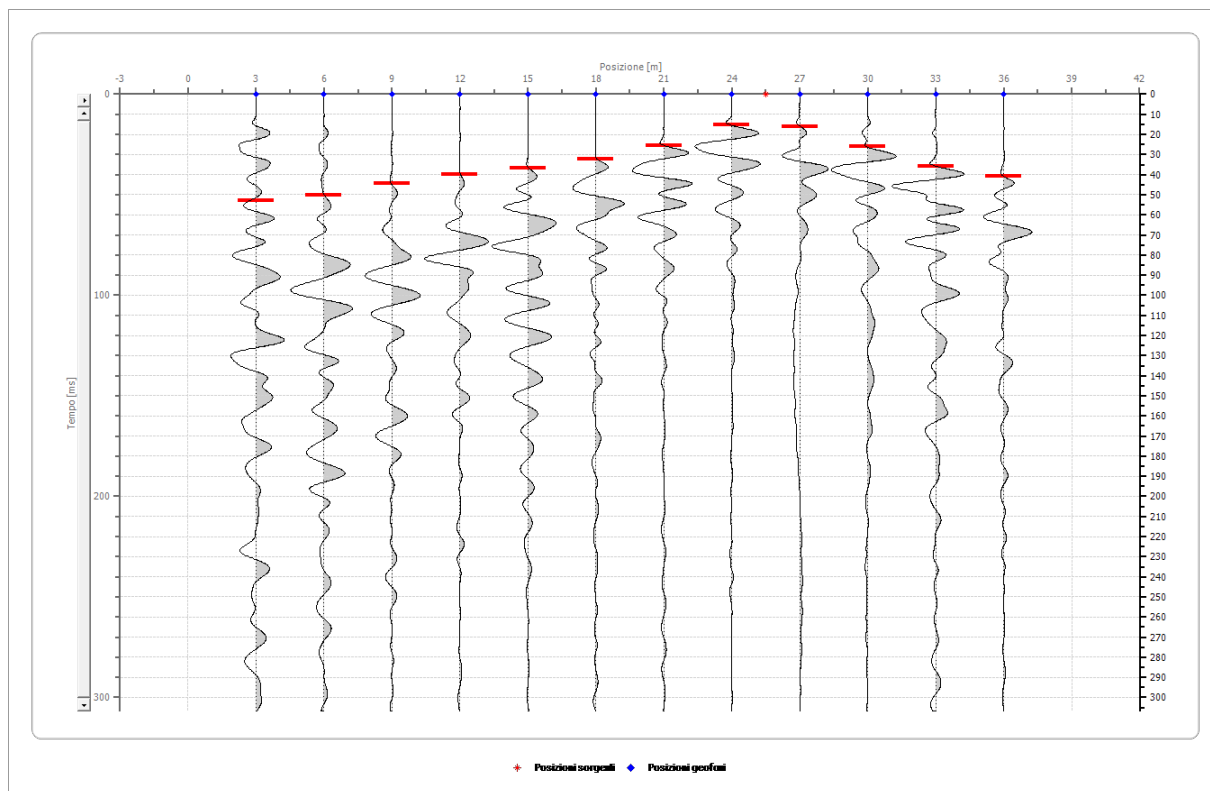
Posizione sorgente 14[m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	35.4289
6.0	28.7019
9.0	22.4234
12.0	14.7994
15.0	16.1448
18.0	21.9749
21.0	30.9442
24.0	36.7743
27.0	42.6044
30.0	47.0891
33.0	49.7799
36.0	52.0222

Battuta 3

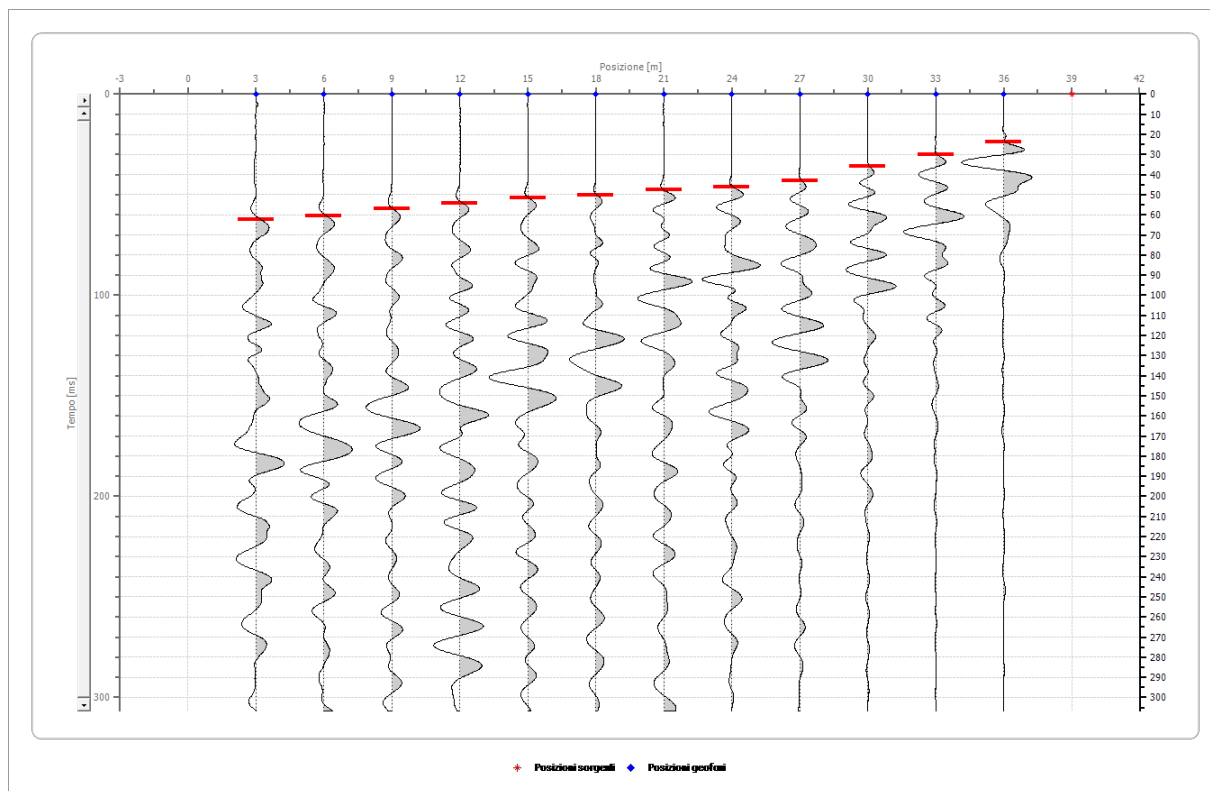
Posizione sorgente 26 m



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	52.9191
6.0	50.2283
9.0	44.3983
12.0	39.9136
15.0	36.7743
18.0	32.2896
21.0	25.5626
24.0	15.2479
27.0	16.1448
30.0	26.0111
33.0	35.8774
36.0	40.8105

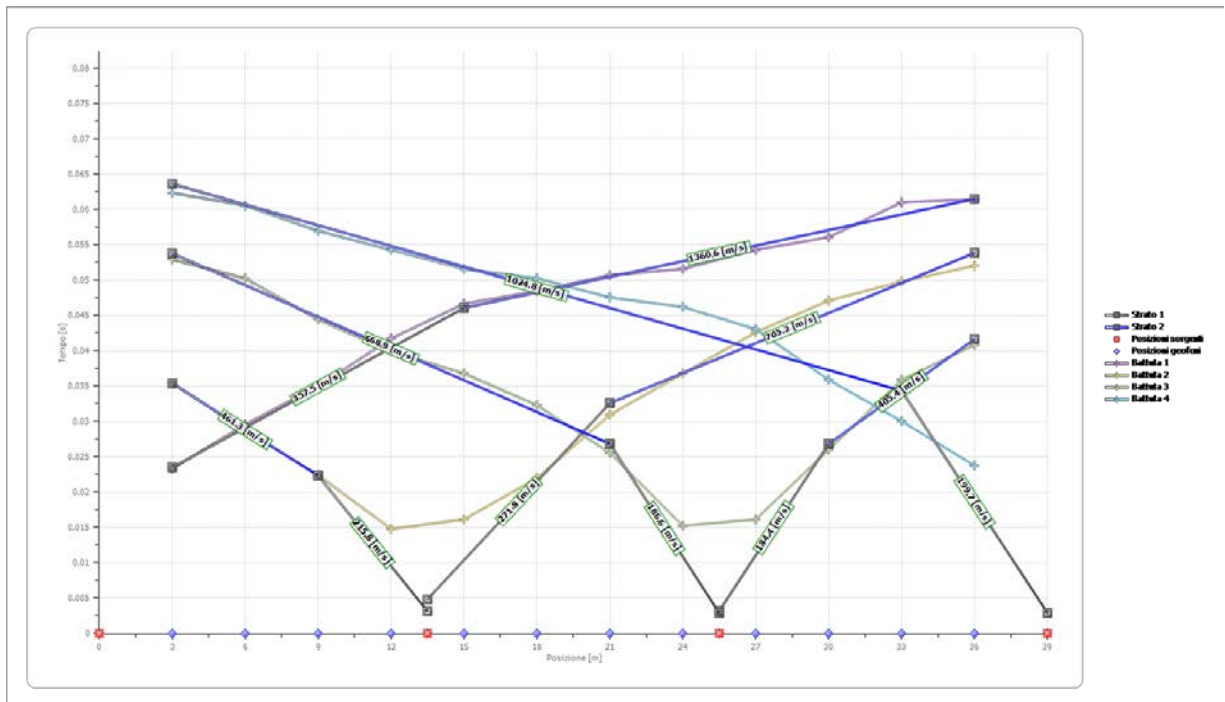
Battuta 4

Posizione sorgente 39 m

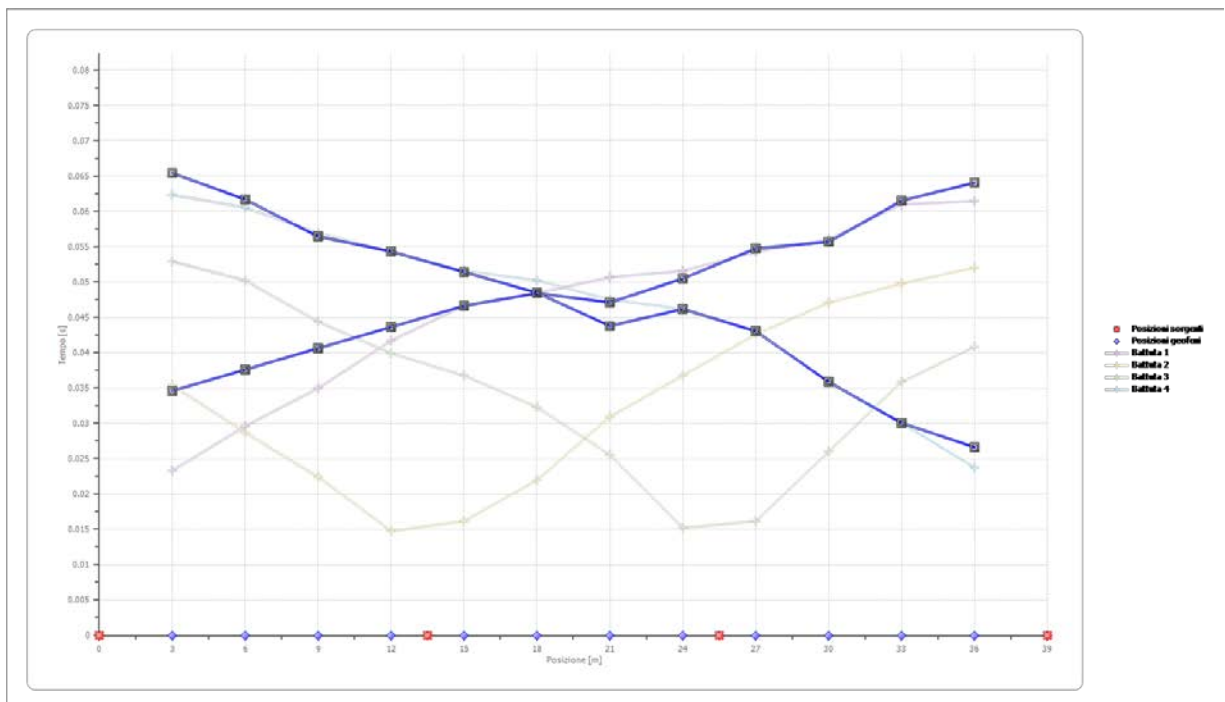


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	62.3369
6.0	60.5431
9.0	56.9553
12.0	54.2645
15.0	51.5737
18.0	50.2283
21.0	47.5375
24.0	46.1921
27.0	43.0528
30.0	35.8774
33.0	30.0473
36.0	23.7688

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 15

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 10.5 [m]	3.9	3.9
G= 13.5 [m]	3.2	4.7
G= 16.5 [m]	3.0	4.0
G= 19.5 [m]	3.3	3.9
G= 22.5 [m]	3.0	7.3
G= 25.5 [m]	3.4	4.4
G= 28.5 [m]	3.1	8.4
Velocità [m/sec]	235.9	948.5
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m³]	1800.00	1800.00
Vp [m/s]	235.94	948.46
G0 [MPa]	23.12	373.67
Ed [Mpa]	100.21	1619.25
M0 [MPa]	77.08	1245.58
Ey [Mpa]	62.44	1008.92

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Il modello derivante dalle risultanze dello stendimento appare in completo accordo con i dati geologici di superficie , individuando un complesso riferibile a due livelli con differenti velocità longitudinali delle onde sismiche e caratteristiche meccaniche :

- il livello superiore , con potenza media di circa 3m e bassa velocità longitudinale , è assimilabile alla coltre di suolo e ai materiali di riporto limoso-sabbiosi riportati a giorno dal pozzetto esplorativo di controllo (foto n.4 e n.5) ;
- il livello inferiore , di potenza indefinita e con medio-alta velocità delle onde P , è riferibile ai depositi fluvioglaciali ghiaioso ciottolosi in matrice sabbiosa , che mostrano un medio grado di addensamento con tendenza a rimanere pressoché costante procedendo in profondità .

In relazione alla limitata lunghezza dello stendimento , non è stato raggiunto il secondo rifrattore che deve individuare la transizione all'ammasso roccioso e la cui profondità supera evidentemente i 30 m dal piano di campagna .

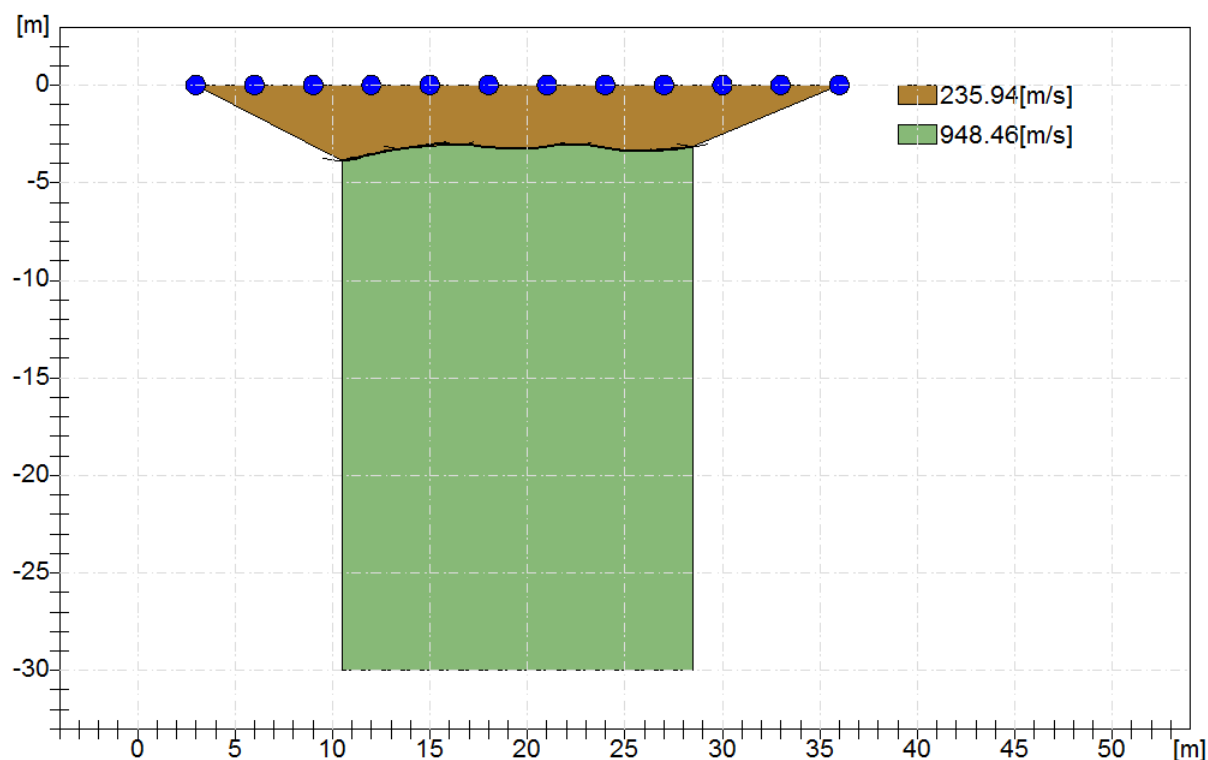


Foto n.4 - pozzetto esplorativo escavato in corrispondenza dell'area adibita a parco giochi . La profondità raggiunta è stata di circa 1.2 m dal p.c. ; a tale quota si osserva la transizione dal terreno vegetale ai materiali di riporto messi a dimora a seguito della bonifica dell'antica area cimiteriale .



Foto n.5 - la stratigrafia è riconducibile ad un primo livello di suolo limoso sabbioso di colore marrone scuro con resti radicalari , passante alla base a materiali di riporto ghiaiosi in matrice di limo sabbioso di colore tendente al giallo-ocra .

ANALISI MASW

La normativa sismica italiana OPCM 3274 del 20.03.2003, così come il DM LL.PP. 14/01/2008 e la successiva Circolare 2.02.2009 n. 617 definiscono l'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l'opera.

All'interno del territorio nazionale fino ad oggi sono state individuate 4 zone sismiche, contraddistinte dal valore a_g dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità. I valori convenzionali di a_g assegnati nelle 4 zone sismiche fanno riferimento all'accelerazione di picco in superficie per suolo di tipo A, cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido, per il quale il moto sismico al bedrock non subisce variazioni sostanziali.

Per valutare invece l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D, E - in assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame - la normativa introduce un fattore di amplificazione S e i periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%.

Come è noto, la classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{V_{si}} \right)}$$

dove V_{si} e h_i sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato i -esimo.

Per determinare tale valore è stato adottato il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo (vedi Appendice n.2)

In corrispondenza all'area di intervento è stato pertanto eseguito uno stendimento sismico di 36 metri e con l'utilizzo di 12 geofoni, la cui interpretazione ha consentito di definire un valore della velocità

$$V_{s30} = 314 \text{ m/s}$$

determinando quindi l'appartenenza dei terreni di fondazione ad un suolo di tipo C.

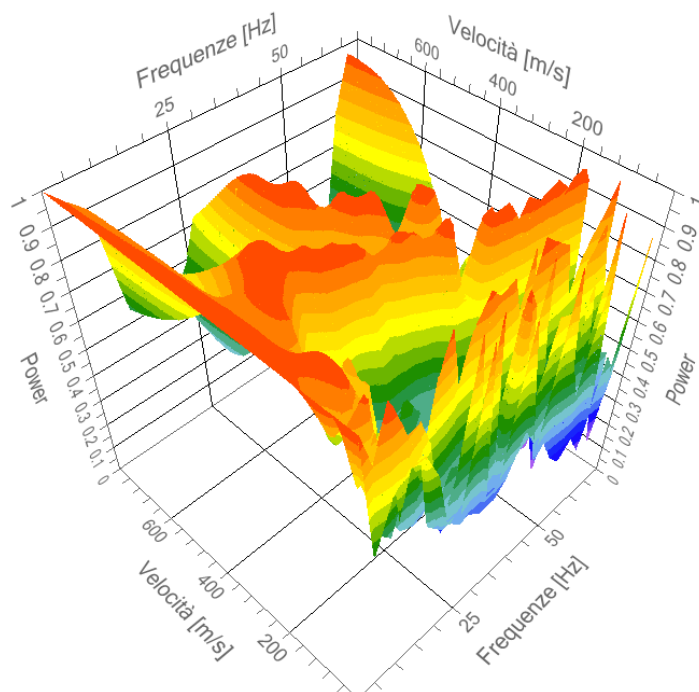
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	307.2
Interdistanza geofoni [m]	3.0
Periodo di campionamento [msec]	0.30

Analisi spettrale

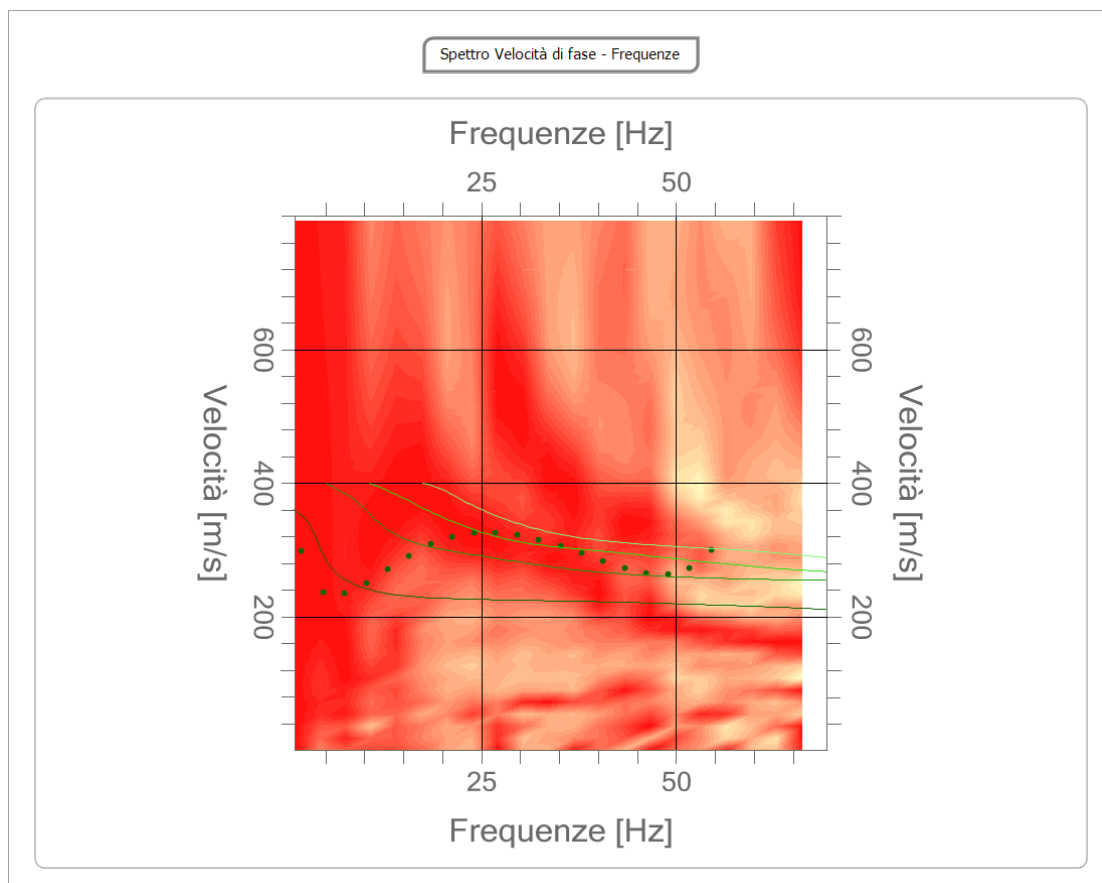
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	70
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



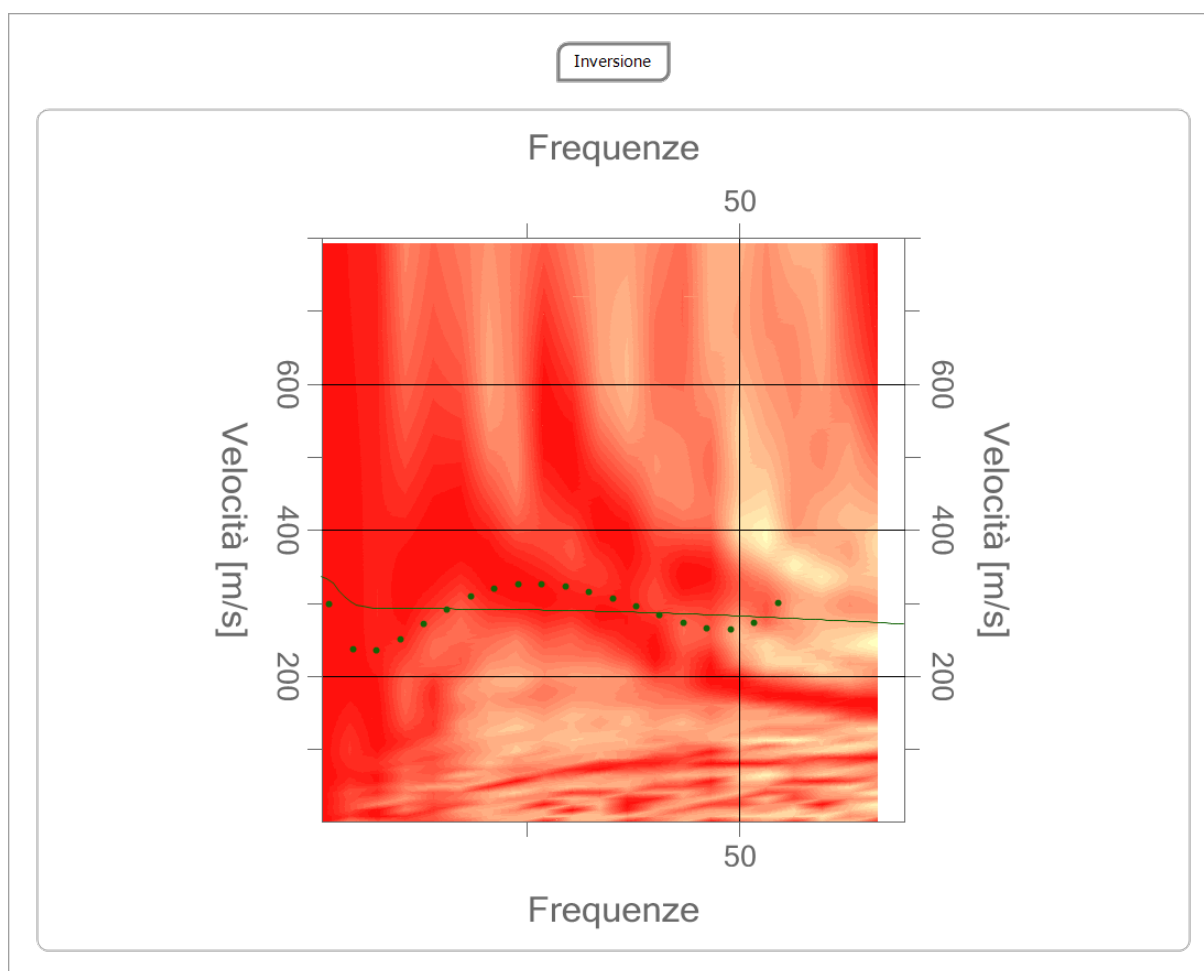
Curva di dispersione

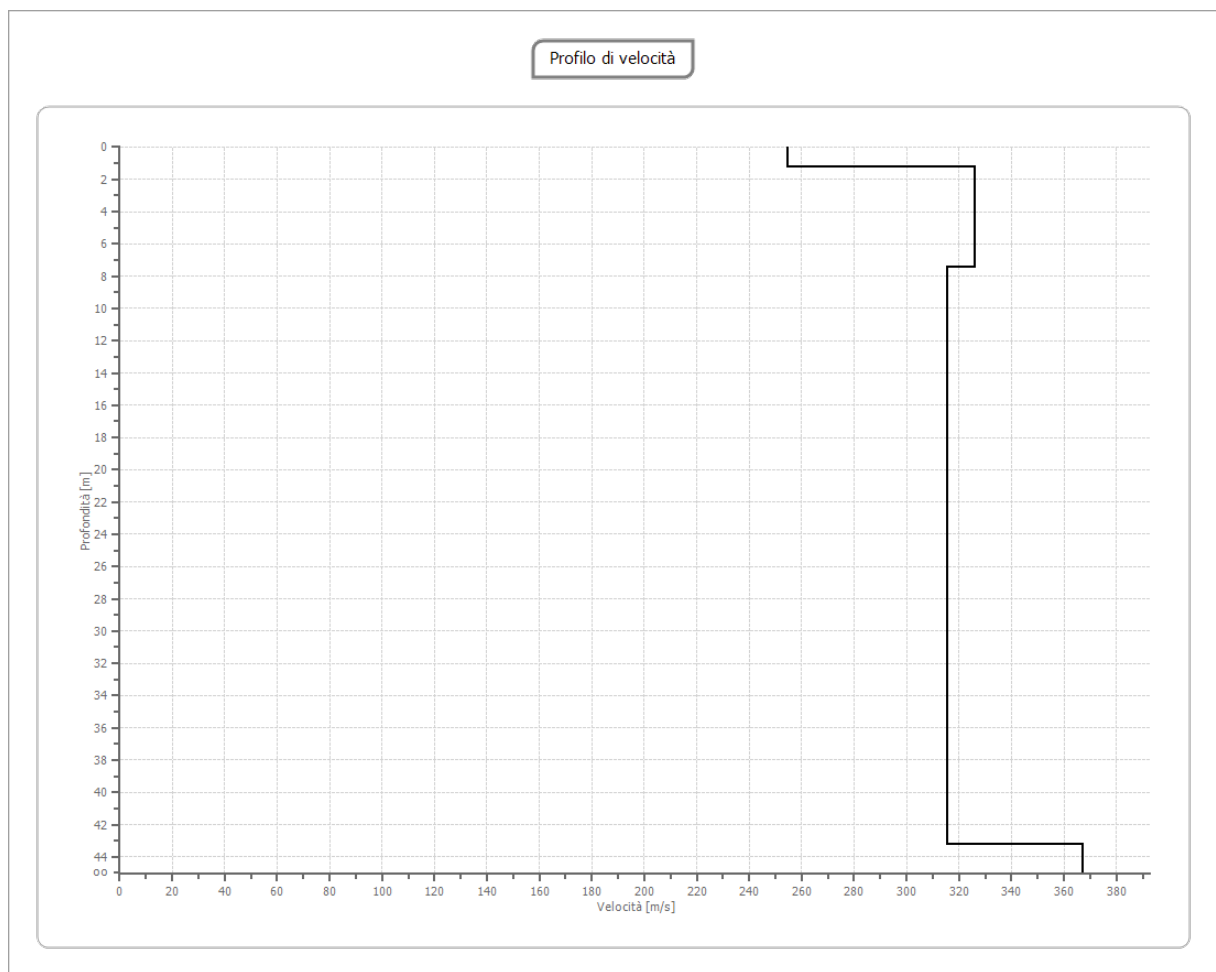
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	1.9	298.8	0
2	4.7	236.6	0
3	7.5	235.1	0
4	10.2	250.1	0
5	13.0	271.1	0
6	15.8	291.9	0
7	18.5	308.7	0
8	21.3	320.2	0
9	24.1	325.9	0
10	26.8	326.5	0
11	29.6	322.7	0
12	32.4	315.6	0
13	35.1	306.1	0
14	37.9	295.3	0
15	40.7	284.0	0
16	43.4	273.6	0
17	46.2	266.0	0
18	49.0	264.2	0
19	51.7	273.1	0
20	54.5	299.7	0



Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.20	1.20	2100.0	0.3	No	476.3	254.6
2	7.46	6.26	2100.0	0.3	No	609.9	326.0
3	43.20	35.74	2000.0	0.3	Si	590.1	315.4
4	oo	oo	2700.0	0.3	No	687.1	367.3





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	314.53
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < \text{cu}_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

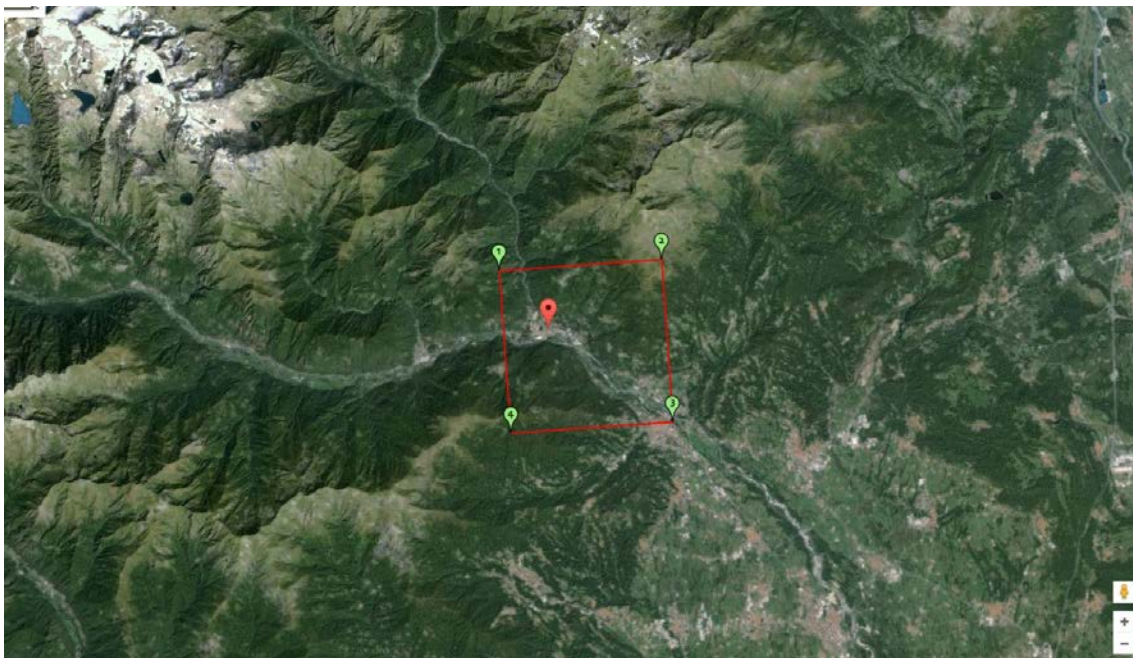
Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	1.20	1.20	254.60	2000.00	0.30	129.64	453.75	280.90	337.07
2	7.46	6.26	325.98	2000.00	0.30	212.53	743.85	460.48	552.57
3	43.20	35.74	315.41	2100.00	0.30	208.91	731.19	452.64	543.17
4	oo	oo	367.28	2700.00	0.30	364.22	1274.76	789.14	946.97

G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico;
M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young;

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale (vedi Appendice 3).



Vita nominale (V_n):	50 [anni]
Classe d'uso:	III
Coefficiente d'uso (C_u):	1.5
Periodo di riferimento (V_r):	75 [anni]

Periodo di ritorno (T_r) SLO:	45 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLD:	75 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLV:	712 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLC:	1462 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	45.4212100 [°]
Longitudine (WGS84):	7.5996600 [°]
Latitudine (ED50):	45.4221600 [°]
Longitudine (ED50):	7.6007540 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	12016	45.440360	7.579317	2625.19
2	12017	45.443810	7.650344	4556.95
3	12239	45.393930	7.655293	5289.96
4	12238	45.390480	7.584287	3750.41

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.027	2.601	0.192
SLD	75	0.032	2.636	0.212
SLV	712	0.059	2.769	0.289
SLC	1462	0.069	2.841	0.300

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.025	2.625	0.188
SLD	75	0.030	2.650	0.209
SLV	712	0.055	2.762	0.287
SLC	1462	0.064	2.835	0.300

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.025	2.593	0.195
SLD	75	0.030	2.642	0.208
SLV	712	0.055	2.747	0.289
SLC	1462	0.064	2.818	0.302

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.027	2.595	0.192
SLD	75	0.032	2.630	0.211
SLV	712	0.060	2.772	0.286
SLC	1462	0.070	2.849	0.295

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.026	2.603	0.192
SLD	75	0.032	2.639	0.211
SLV	712	0.058	2.764	0.288
SLC	1462	0.067	2.838	0.299

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1.000

Categoria sottosuolo: C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, 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 NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu_{30} compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

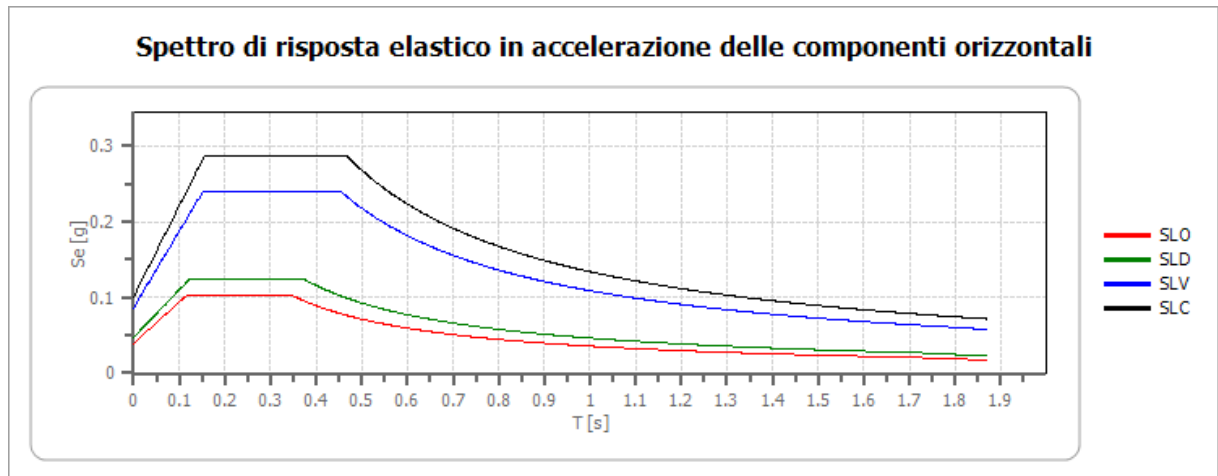
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.009	0.017	0.020
kv	0.004	0.005	0.009	0.010
Amax [m/s²]	0.387	0.464	0.850	0.992
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0.026	2.603	0.192	1.500	1.810	1.000	1.500	1.000	0.116	0.347	1.705	0.039	0.103
SLD	0.032	2.639	0.211	1.500	1.760	1.000	1.500	1.000	0.124	0.371	1.726	0.047	0.125
SLV	0.058	2.764	0.288	1.500	1.580	1.000	1.500	1.000	0.152	0.455	1.831	0.087	0.240
SLC	0.067	2.838	0.299	1.500	1.560	1.000	1.500	1.000	0.155	0.466	1.870	0.101	0.287

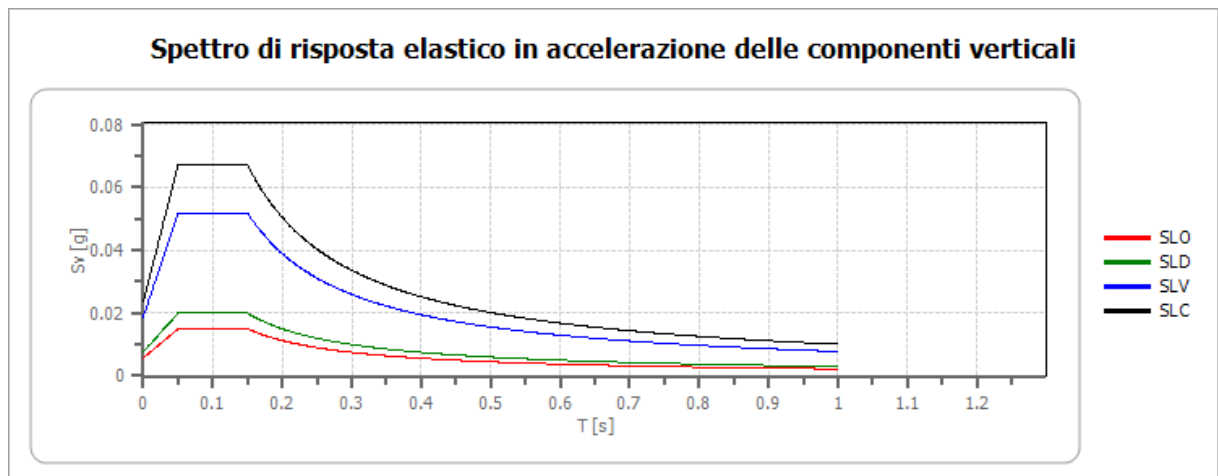
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1.000



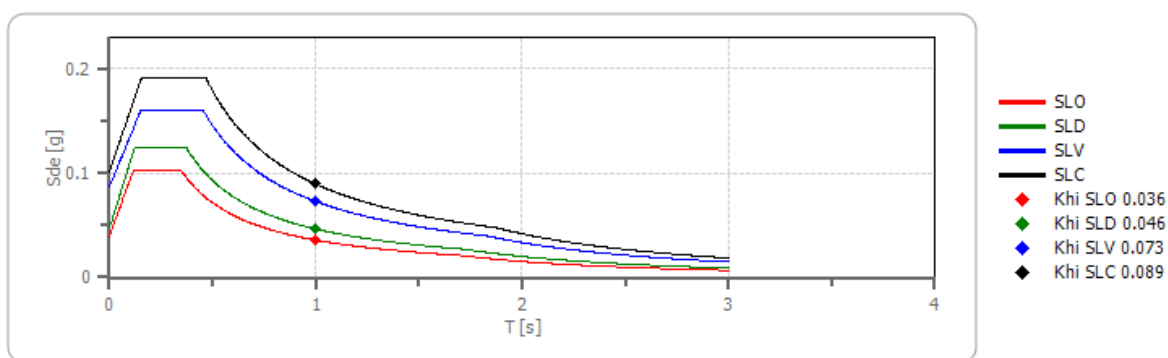
	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0.026	2.603	0.192	1	1.810	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.006	0.015
SLD	0.032	2.639	0.211	1	1.760	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
SLV	0.058	2.764	0.288	1	1.580	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.019	0.052
SLC	0.067	2.838	0.299	1	1.560	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.024	0.067

Spettro di progetto

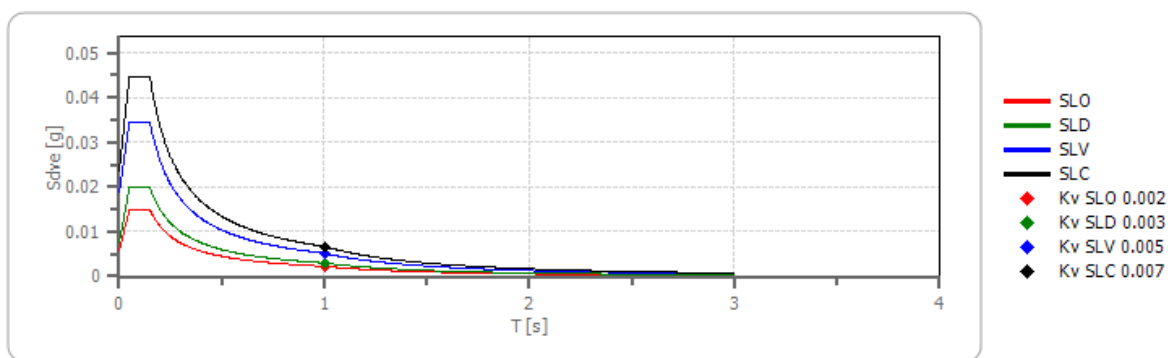
Fattore di struttura spettro orizzontale q:	1.50
Fattore di struttura spettro verticale q:	1.50
Periodo fondamentale T:	1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.036	0.046	0.073	0.089
k _v = Sd _{ve} (T) Verticale [g]	0.002	0.003	0.005	0.007

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	0.026	2.603	0.192	1.500	1.810	1.000	1.500	1.000	0.116	0.347	1.705	0.039	0.103
SLO verticale	0.026	2.603	0.192	1.500	1.810	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.006	0.015
SLD orizzontale	0.032	2.639	0.211	1.500	1.760	1.000	1.500	1.000	0.124	0.371	1.726	0.047	0.125
SLD verticale	0.032	2.639	0.211	1.500	1.760	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
SLV orizzontale	0.058	2.764	0.288	1.500	1.580	1.000	1.500	1.500	0.152	0.455	1.831	0.087	0.160
SLV verticale	0.058	2.764	0.288	1.500	1.580	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.019	0.035
SLC orizzontale	0.067	2.838	0.299	1.500	1.560	1.000	1.500	1.500	0.155	0.466	1.870	0.101	0.191
SLC verticale	0.067	2.838	0.299	1.500	1.560	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.024	0.045

CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Il D.M. 14.01.08 prevede che siano verificati dal progettista gli stati limite ultimi (SLU) e gli stati limite di esercizio (SLE) , secondo le modalità descritte al par. 6.2 del predetto D.M. .

Poiché la classe d'uso dell'intervento ricade in ambito di classe III non risulta ammissibile il ricorso al Metodo di verifica delle tensioni ammissibile ma occorrerà procedere mediante il Metodo degli stati limite . In sintesi , poiché

- Il Comune di Pont Canavese è classificato in zona 4 di sismicità ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058 - Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006).
- Opera di tipo 2 : opere ordinarie ;
- Classe d'uso III : costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi

Le opere strutturali in progetto dovranno essere verificate :

- per gli stati limite ultimi (SLV – SLC) che possono presentarsi in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni;
- per gli stati limite di esercizio (SLO – SLD) definiti in relazione alle prestazioni attese .

Dovranno pertanto essere verificati gli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle fondazioni (GEO) , considerando lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni. L'analisi potrà essere condotta attraverso la Combinazione 2 (A2+M2+R2) , nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti del gruppo M2 e la resistenza globale del sistema tramite i coefficienti γ_R del gruppo R2.

Dovranno quindi essere verificati gli stati limite ultimi finalizzati al dimensionamento strutturale (STR), considerando gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. L'analisi sarà svolta utilizzando la Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari .

Per supportare le conoscenze del sistema geotecnico opera-terreno , si indicano alcuni parametri che possono consentire di individuare la migliore tipologia delle opere di fondazione , in relazione alla capacità portante del terreno .

Nel caso di fondazioni dirette superficiali , tale calcolo presuppone infatti la conoscenza di alcuni parametri meccanici .

In riferimento ai depositi fluvio-glaciali naturali presenti nell'area in studio possono essere attribuiti i seguenti valori ampiamente cautelativi :

c = coesione = 0 kN/mq

φ = angolo di attrito interno = 35°

γ = peso di volume del terreno = 20 kN/mc

ipotizzando la tipologia e le dimensioni degli elementi fondazionali.

Mediante le espressioni presentate da *Terzaghi* , *Meyerhof* , *Vesic* e *Hansen* si determina il carico di rottura (Q_{lim}) , che è il risultato più strettamente geotecnico del calcolo di capacità portante delle fondazioni superficiali e che rappresenta la

massima tensione in assoluto , superando la quale si ha la rottura del terreno dovuta agli sforzi di taglio.

In altre parole , il carico limite di una fondazione superficiale può essere definito con riferimento a quel valore massimo del carico per il quale in nessun punto del sottosuolo si raggiunge la condizione di rottura (metodo di *Frolich*), oppure con riferimento a quel valore del carico, maggiore del precedente, per il quale il fenomeno di rottura si è esteso ad un ampio volume del suolo (metodo di *Prandtl* e successivi) .

Il carico di rottura Q_{lim} è funzione delle caratteristiche meccaniche del terreno , della forma e dimensioni della superficie di carico e della profondità del piano di fondazione .

Per utilizzare i parametri sopra evidenziati , occorrerà dunque che le opere strutturali di fondazione vadano a poggiare direttamente sui depositi ghiaioso-ciottolosi fluvioglaciali , asportando preliminarmente tutti i materiali di riporto collocati in sito nel tempo .

CONCLUSIONI

Lo studio geologico eseguito nell'ambito della progettazione del nuovo plesso scolastico da realizzare in Via Roma nell'area attualmente adibita a parco giochi , consente di formulare un parere assolutamente positivo nell'ambito della fattibilità .

L'area di intervento ricade in Classe I di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica della Carta di sintesi condivisa : in tali ambiti non sussistono particolari limitazioni alle scelte urbanistiche e gli interventi sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del DM LL.PP. 14.01.2008 .

Le condizioni geologiche e geomeccaniche dei depositi naturali , costituiti da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa con un medio/elevato grado di addensamento , risultano del tutto idonee a sopportare il carico delle strutture senza subire cedimenti apprezzabili.

La caratterizzazione sismica del sito rispecchia il grado 4 di sismicità relativo al territorio comunale di Pont e non pone particolari problemi alle soluzioni progettuali , che dovranno comunque essere verificate secondo le modalità prescritte ai paragrafi 3.2 e 6.2 del DM 14.01.08 .

Le osservazioni formulate nel presente studio dovranno essere accuratamente verificate nella fase esecutiva di sviluppo del progetto , apportando immediate modifiche qualora emergano situazioni anomale o difformi rispetto a quanto evidenziato nella relazione .

Castellamonte , 28 aprile 2016



APPENDICE 1

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, in modo equivalente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

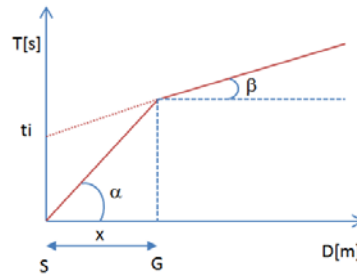
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

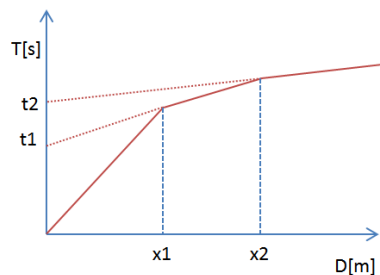
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

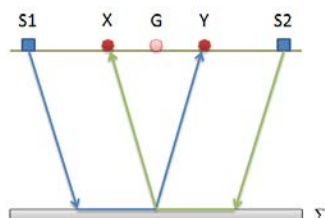


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

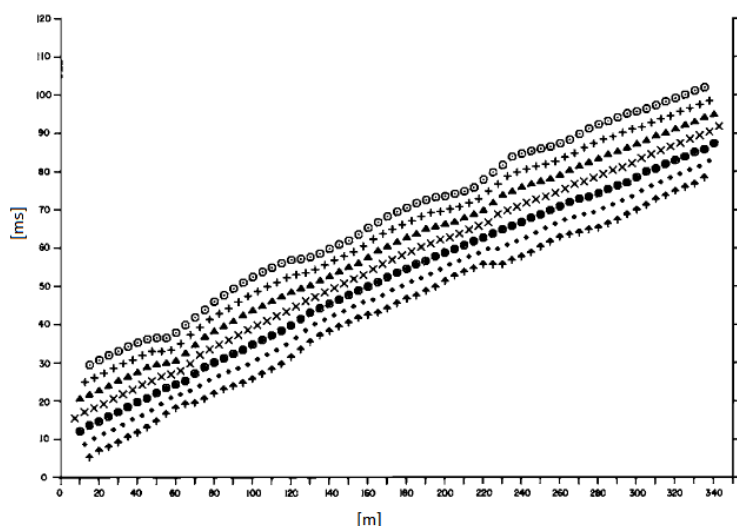
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare *la funzione velocità* secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



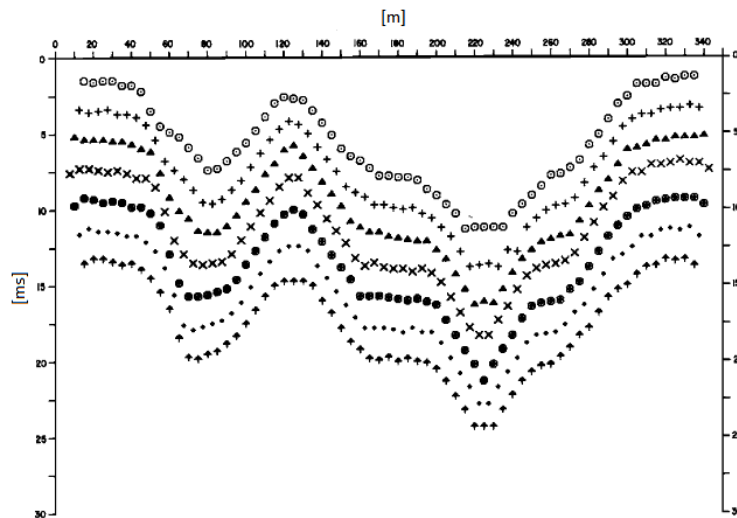
dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_V viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h .

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

APPENDICE 2

INDAGINE SISMICA MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche.

Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale**: onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale**: onda profonda di taglio;
- **L-Love**: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh**: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

APPENDICE 3

AZIONE SISMICA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = *periodo di riferimento*

V_N = *vita nominale*

C_U = *coefficiente d'uso*

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso **III** o in Classe d'uso **IV**, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso **IV**. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso III** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1.5$.

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1.5 = 75 \text{ anni.}$$

STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stati limite			P_{VR}
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%
	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Tabella 3.1 – Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 75$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stati limite			T_R
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	45
	Stato limite di danno	SLD	75
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	712
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	1462

Tabella 3.2 – Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://essel-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione “Mappe interattive della pericolosità sismica”.

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (figura 4.2), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	T _R = 30			T _R = 50			T _R = 72			T _R = 101		
			a _g	F ₀	T _C [*]	a _g	F ₀	T _C [*]	a _g	F ₀	T _C [*]	a _g	F ₀	T _C [*]
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Figura 4.1 – Stralcio della tabella contenuta nell’Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (figura 3), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell’Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_0 , T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1 , p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T_{R1} , T_{R2} .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l’espressione dell’Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_0 , T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell’ i -esimo vertice della maglia elementare

contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall'i-esimo vertice della suddetta maglia.

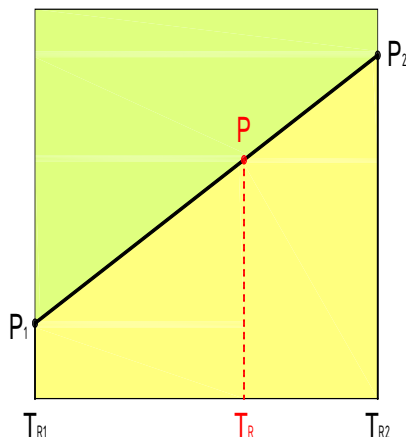


Figura 4.2 – Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella seguente figura.

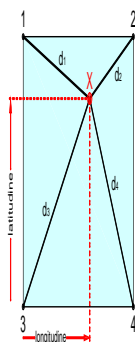


Figura 4.3 – Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(lat\beta) \cdot \sin(lata) + \cos(lat\beta) \cdot \cos(lata) \cdot \cos(lon\alpha - lon\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $lat\alpha$, $lon\alpha$, $lat\beta$ e $lon\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

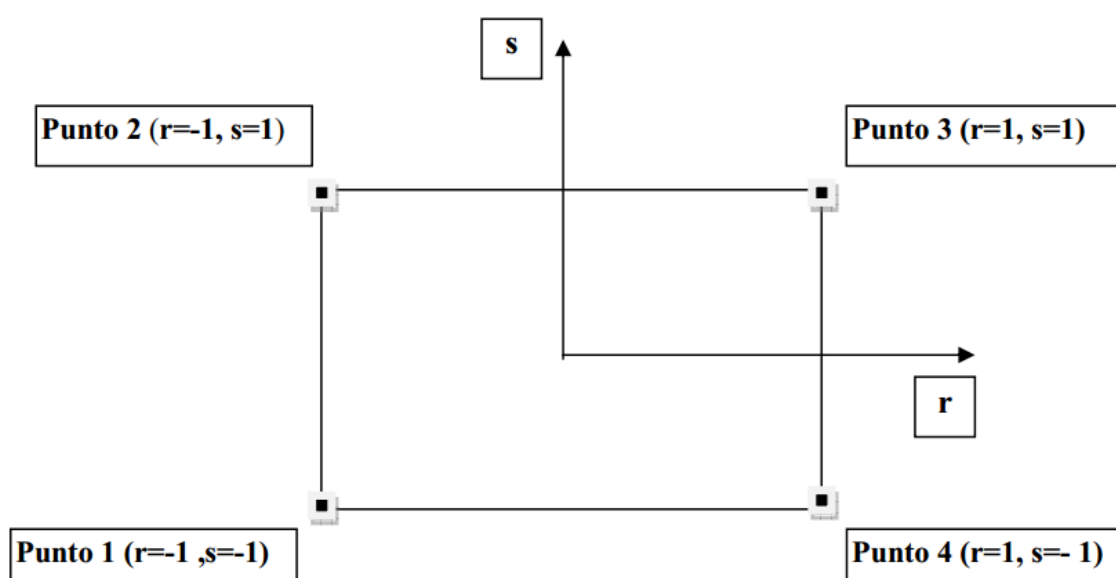


Figura 4.5 – Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1 - r)(1 - s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1 - r)(1 + s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1 + r)(1 + s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1 + r)(1 - s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i x_i = [(1 - r)(1 - s)x_1 + (1 - r)(1 + s)x_2 + (1 + r)(1 + s)x_3 + (1 + r)(1 - s)x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i y_i = [(1 - r)(1 - s)y_1 + (1 - r)(1 + s)y_2 + (1 + r)(1 + s)y_3 + (1 + r)(1 - s)y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g , F_0 , T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i p_i = [(1-r)(1-s)p_1 + (1-r)(1+s)p_2 + (1+r)(1+s)p_3 + (1+r)(1-s)p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

PERICOLOSITA' SIMICA DI SITO

Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \times (a_{\max} / g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella seguente

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche: **T1**: $S_T = 1.0$; **T2**: $S_T = 1.20$; **T3**: $S_T = 1.2$; **T4**: $S_T = 1.40$.

**REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO**

**COMUNE DI
PONT CANAVESE**

**REALIZZAZIONE DI NUOVO
PLESSO SCOLASTICO**

**INDAGINE GEOGNOSTICA
INTEGRATIVA**

D.M. LL.PP. 14 GENNAIO 2008

Ad integrazione dello studio geologico presentato in data 28.04.2016 , in corrispondenza dell'area di intervento sono stati eseguiti due pozzetti esplorativi per valutare le caratteristiche dei terreni presenti alla quota del piano di appoggio degli elementi fondazionali , fissato a circa 2.55 m dall'attuale piano di campagna dell'area parco giochi .

I pozzetti sono stati eseguiti approssimativamente ai vertici SE e SW della pianta del nuovo edificio . Tenendo conto della fruizione pubblica dell'area , si è cercato di operare il minore impatto possibile sull'assetto dell'area .

Le caratteristiche stratigrafiche desunte dai due pozzetti sono riassunte nelle seguenti tabelle :

pozzetto SE (foto n. 1 – 2 – 3)

0.0 – 0.2 m da p.c.	Riporto di terreno agrario di colore tendente al marrone scuro , costituito da limo sabbioso con resti radicolari
oltre	Deposito ghiaioso ciottoloso in matrice sabbiosa grossolana di colore tendente al grigio-arancio . I clasti sono tutti di forma sub arrotondata e le loro dimensioni superano anche il diametro di $\Phi = 1$ m . Il grado di addensamento risulta da medio a elevato e la presenza di trovanti di grandi dimensioni impedisce di superare la quota di indagine di 2 m dal p.c. senza un completo splateamento dell'area

Pozzetto SW (foto n. 4 – 5 – 6)

0.0 – 0.8 m da p.c.	Materiali di riporto ghiaioso-sabbiosi disposti in tre livelli successivi di potenza decimetrica , con colorazione del deposito variabile -dall'alto verso il basso - da verde/grigio a grigio/azzurro a marrone/arancio
0.8 – 1.4 m dal p.c.	Livello di transizione costituito da ciottoli e rari massi in abbondante matrice limosa di colore tendente al grigio scuro
Oltre 1.5 m dal p.c.	Deposito ghiaioso ciottoloso in matrice sabbiosa grossolana di colore tendente al grigio-arancio . I clasti sono tutti di forma sub arrotondata e le loro dimensioni superano anche il diametro di $\Phi = 1$ m . Il grado di addensamento risulta da medio a elevato e la presenza di trovanti di grandi dimensioni impedisce di superare la quota di indagine di 1.6 m dal p.c. senza un completo splateamento dell'area

Le seguenti immagini fotografiche evidenziano al meglio le caratteristiche sopra descritte



Foto n.1 – Pozzetto SE . Si osservino sul fondo i trovanti che impediscono la prosecuzione dell'escavazione



Foto n.2 – Pozzetto SE . Materiali portati a giorno



Foto n.3 – Pozzetto SE . Trovante con diametro di circa 1 m



Foto n.4 – Pozzetto SW



Foto n. 5 – Pozzetto SW . Si osservino i trovanti di grosse dimensioni che impediscono di proseguire l'escavazione



Foto n.6 - Pozzetto SW . Particolare della transizione dai materiali di riporto ai depositi naturali ghiaioso-ciottolosi in matrice sabbiosa , analoghi a quelli presenti nel pozzetto SE

GEOLOGIA '88

Non è dunque stato possibile raggiungere e oltrepassare nei pozzetti la quota di 2.55 m , senza operare uno sbancamento complessivo dell'area .

Tuttavia :

- ✓ La presenza accertata dei materiali indiscutibilmente di riporto (per la granulometria e la stratificazione) presenti solo nel pozzetto SW ;
- ✓ le analogie granulometriche riscontrate nei depositi naturali collocati a profondità diverse (0.2 m nel pozzetto SE e 1.4 m nel pozzetto SW) , a causa dei trascorsi interventi antropici ;

consentono di presumere , con un margine operativo pressoché assoluto , la continuità verticale del deposito ghiaioso ciottoloso di origine fluvio-glaciale ben al di sotto del piano di fondazione .

Il piano di fondazione dovrà in ogni caso superare i livelli di riporto e , sulla base dei dati disponibili , potrà essere fissato ad una quota almeno superiore a 1.6 m dall'attuale piano di campagna .

Castellamonte , 31 dicembre 2016

