




AREE GOLENALI DEL FIUME SEVESO NEI COMUNI DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CARIMATE E CANTÙ

PROGETTO DEFINITIVO

01	01/2017	Emissione a seguito di indagini geognostiche e archeologiche			
00	06/2016	Emissione a seguito di nota AIPO prot. n. 00015532/2016 del 15.06.2016			
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

<h2>RELAZIONE GEOTECNICA</h2>		
I PROGETTISTI: Dott. Ing. Denis Cerlini Dott. Ing. Alessandro Balbo Dott. Ing. Giacomo Galimberti Dott. Ing. Gaetano di Franca GEOLOGIA: Dott. Geol. Pietro Breviglieri Dott. Geol. Efrem Ghezzi		Hanno collaborato: Dott. Ing. Daniele Recalcati Dott. Ing. Roberta Romiti Geom. Enrico Maddalena Consulenza geotecnica: Dott. Geol. Roberto Prevati
		SCALA: ELABORATO: <h1>SVS 2.04</h1>
 STUDIO MAJONE INGEGNERI ASSOCIATI Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923 Via Cavallotti, 16 - 43121 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022		Giugno 2016
 MAJONE & PARTNERS ENGINEERING DOTT. ING. GAETANO DI FRANCA		 STUDIO IDROGEOTECNICO

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	4
3. CONTESTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	5
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE	6
4.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH	6
4.2 INDAGINI SISMICHE MASW	7
4.3 POZZETTI ESPLORATIVI	8
4.3.1 Prove di carico su piastra	8
4.3.2 Prove infiltrometriche a doppio anello.....	10
5. PROVE DI LABORATORIO.....	11
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	14
6.1 PRINCIPI E METODI.....	14
6.2 UNITÀ INDIVIDUATE E PARAMETRI CARATTERISTICI	16
6.2.1 Aree 1 e 2.....	19
6.2.2 Area 3.....	24
6.2.3 Area 4.....	29
6.2.4 Area 5.....	34
6.2.5 Area 6.....	39
7. SISMICITÀ	44
7.1 SISMICITÀ STORICA E CONTESTO GEODINAMICO.....	44
7.2 SISMICITÀ DI BASE DELL'AREA	51
7.3 RISPOSTA SISMICA LOCALE ED AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	55
8. ANALISI DI STABILITÀ DEI RILEVATI ARGINALI	63
8.1 PARAMETRI GEOTECNICI E MODELLO DI CALCOLO	63
8.2 CODICE DI CALCOLO	65
8.1 RISULTATI.....	68
8.1.1 Condizioni statiche	68
8.1.2 Condizioni sismiche.....	74
8.1.3 Analisi dei risultati ottenuti.....	79
9. ANALISI DI FILTRAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI	82
10. ANALISI TENSIODEFORMATIVA.....	85

11. BONIFICA DEI TERRENI DI SOTTOFONDO.....	89
12. RIUTILIZZO DELLE TERRE DI SCAVO PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI	94

ALLEGATI

- All.1. Report indagini geologiche e geofisiche
- All.2. Prove penetrometriche dinamiche – Interpretazione geotecnica
- All.3. Sezioni geotecniche (scala 1:2.000/200)

1. PREMESSA

La presente relazione concerne la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione delle opere in terra e dei manufatti previsti nell'ambito della progettazione definitiva delle Aree golenali del Fiume Seveso nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù'.

Gli interventi in progetto, inseriti in un quadro pianificatorio più ampio, che riguarda la messa in sicurezza dell'asta del fiume Seveso e della città di Milano, prevedono la realizzazione di 6 aree di laminazione "golenale" con funzionamento in derivazione, che si localizzano nelle attuali aree di allagamento naturale; le opere in progetto riguardano in particolare la creazione di arginature e di manufatti di sfioro che permettono un'ottimizzazione della laminazione delle portate lungo il torrente.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Tutte le verifiche geotecniche di cui al presente documento sono state condotte in accordo alla seguente normativa di riferimento:

- [1] D.M. Infrastrutture e trasporti 14.01.08 – *Norme tecniche per le costruzioni*
- [2] Circolare 02.02.09 n°617 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – *Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.08*
- [3] D.G.R. 30.11.2011 n° IX/2616 – *Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio*
- [4] D.G.R. 11.07.2014 – n° X/2129 – *Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia*
- [5] L.R. 12/10/2015 n° 33 – *Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*
- [6] D.G.R. 30.03.2016 – n° X/5001 – *Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica*

3. CONTESTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Le opere in progetto si inseriscono in un ambito geomorfologico strettamente condizionato dall'azione morfodinamica esercitata dal T. Seveso nel corso della sua evoluzione che si configura come una piana alluvionale con deboli ondulazioni limitata lateralmente da terrazzi di erosione articolati in diversi ordini che danno luogo ad un dislivello complessivo di diverse decine di metri. Dal punto di vista litologico i terreni che costituiscono la piana valliva sono rappresentati prevalentemente da termini di natura limoso-sabbiosa, presenti nei livelli più superficiali, associati in profondità a sabbie e ghiaie con grado di alterazione da scarso a medio localmente da debolmente cementati a cementati a profondità superiori ai 6÷10 m da p.c.; mediamente lo spessore dei terreni fini a ridotta permeabilità è pari a 0.5÷2 m.

Per quanto attiene gli aspetti idrogeologici si segnala una differenziazione idrogeologica tra le vasche 1 e 2 e le vasche 3÷6.

In corrispondenza delle vasche più a N è infatti presente un'acquifero superficiale, caratterizzato da soggiacenza variabile da 3 a 5÷6 m, di buone potenzialità captato a scopo potabile dai pozzi Molini Bernardelli di Cantù.

In corrispondenza delle vasche centro meridionali invece generalmente la soggiacenza dell'acquifero principale è pari a circa 30 m da p.c.; anche se, localmente, è possibile il rinvenimento di livelli acquiferi sospesi al di sopra di orizzonti cementati a partire dalla profondità di 4÷5 m da p.c. (vasca 3 e vasca 6).

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per l'acquisizione dei parametri geotecnici necessari allo sviluppo progettuale è stata programmata e condotta una specifica campagna di indagini in sito e prove di laboratorio comprendente le attività di seguito sinteticamente descritte ed i cui risultati sono riportati per esteso nello specifico rapporto tecnico di indagine a cui senz'altro si rimanda per ogni approfondimento. L'ubicazione planimetrica di tutte le indagini eseguite è mostrata in allegato al presente documento (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**)

4.1 Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

Nell'area di progetto sono stati eseguite complessivamente n. 11 prove penetrometriche dinamiche mediante attrezzatura superpesante DPSH, che hanno incontrato rifiuto alla penetrazione a profondità comprese tra 5.0 e 9.0 m da p.c. come mostrato nella seguente tabella.

Area golenale	Prova	Profondità rifiuto da p.c. [m]	Soggiacenza falda superficiale da p.c. [m]
1-2	DPSH1	8.6	3.6
	DPSH2	5.2	3.8
	DPSH3	7.2	6.4
3	DPSH4	8.2	-
	DPSH5	5.2	3.4
4	DPSH6	5.0	-
	DPSH7	6.4	-
5	DPSH8	8.2	-
	DPSH11	6.2	-
6	DPSH9	8.8	4.0
	DPSH10	9.0	5.2

Tabella 1 – Prove penetrometriche dinamiche

Le prove sono state condotte senza impiego di rivestimento con attrezzatura DPSH avente le seguenti caratteristiche:

- Massa maglio: 63.5 kg
- Massa testa di battuta: 0.7 kg
- Altezza di caduta: 750 mm
- Massa delle aste: 6 kg/m
- Lunghezza aste: 1 m
- Diametro aste: 32 mm
- Diametro cono: 50.5 mm
- Area di base cono: 20 cm²
- Angolo di apertura: 90°
- Penetrazione unitaria: 20 cm

I risultati delle prove condotte sono mostrati nel rapporto di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**)

4.2 Indagini sismiche MASW

Nell'area di progetto sono stati eseguite complessivamente n. 5 indagini sismiche di superficie con metodologia MASW, finalizzate all'acquisizione della stratigrafia delle velocità di propagazione delle onde di taglio V_s ed alla individuazione della categoria sismica dei terreni di fondazione ai sensi del DM 14/01/08; tutte le prospezioni eseguite, i cui risultati sono riportati nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**) hanno individuato il bedrock sismico, caratterizzato da velocità delle onde di taglio superiori ad 800 m/s, a profondità comprese tra 5.5 e 14.0 da p.c. come mostrato nella seguente tabella

Area golenale	MASW	Profondità bedrock [m da p.c.]	V_s bedrock [m/s]	V_s copertura [m/s]	Categoria sismica di sottosuolo
1-2	MASW1	14.0	1504	234	E
3	MASW2	5.5	1264	160	E
4	MASW3	8.4	1411	263	E
5	MASW4	9.4	890	260	E
6	MASW5	7.3	938	215	E

Tabella 2 – Indagini sismiche MASW

4.3 Pozzetti esplorativi

Nell'area di progetto sono stati eseguiti n. 6 pozzetti esplorativi a mezzo di escavatore a braccio rovescio finalizzati al rilievo diretto della stratigrafia dei terreni, al prelievo di campioni rimaneggiati per l'esecuzione di analisi di identificazione geotecnica in laboratorio, all'esecuzione di prove di carico su piastra per la determinazione del modulo di deformabilità dei terreni di sottofondo delle opere in progetto ed alla esecuzione di prove infiltrometriche a doppio anello per la determinazione dei parametri di conducibilità idraulica dei terreni.

Sono inoltre stati condotti n. 48 pozzetti esplorativi per la caratterizzazione ambientale dei terreni oggetto di scavo.

Le stratigrafie rilevate all'interno dei pozzetti esplorativi sono mostrate nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**).

4.3.1 Prove di carico su piastra

All'interno dei 6 pozzetti esplorativi geotecnici sono state condotte complessivamente n° 6 prove di carico su piastra utilizzando una piastra circolare del diametro

di 300 mm progressivamente caricata a mezzo di un martinetto azionato da una pompa oleodinamica manuale munita di manometro per il controllo del carico applicato e contrastato da un mezzo d'opera.

Le sequenza di carico adottata per l'esecuzione delle prove è mostrata nella seguente tabella.

<i>sequenza di carico [kPa]</i>	<i>intervallo di carico per il calcolo di M_D [kPa]</i>
50 - 100 - 150 - 200 - 50 - 100 - 150	50 - 150

Tabella 3 – Prove di carico su piastra – sequenza di carico

I risultati delle prove condotte sono riportati per esteso nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**), mentre di seguito si mostra una sintesi dei risultati ottenuti in termini di modulo di deformazione al primo ed al secondo ciclo di carico e di rapporto tra i due moduli.

<i>Area golenale</i>	<i>Prova</i>	<i>Profondità [m da p.c.]</i>	<i>M_{D1} [MPa]</i>	<i>M_{D2} [MPa]</i>	<i>M_{D2}/M_{D1} [-]</i>
1	PZ1	0.3	12.782	49.180	3.8
2	PZ2a	0.3	18.633	92.879	5.0
3	PZ3	0.3	3.069	18.115	5.9
4	PZ4	0.3	8.094	44.313	5.5
5	PZ5	0.3	7.806	20.548	2.6
6	PZ6	0.3	13.489	29.013	2.1

Tabella 4 – Prove di carico su piastra - Risultati

I risultati delle prove condotte mostrano valori di modulo di deformazione al secondo ciclo di carico sempre superiori al valore limite di 15 MPa definito nella norma UNI 11531-1:2014; pertanto, anche se al primo ciclo di carico si sono ottenuti valori inferiori al limite suddetto, ad eccezione della prova PZ2a, si ritiene che adeguati valori di portanza possano essere ottenuti mediante le usuali operazioni di costipamento, senza necessità di interventi di bonifica oltre allo scotico della coltre vegetale.

4.3.2 Prove infiltrometriche a doppio anello

In corrispondenza dell'area di imposta delle vasche in progetto sono state eseguite n° 6 prove infiltrometriche a doppio anello per la determinazione del coefficiente di permeabilità dei terreni superficiali.

I risultati delle prove condotte sono riportati per esteso nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**), mentre di seguito si mostra una sintesi dei risultati ottenuti in termini di velocità di infiltrazione a regime e di conducibilità idraulica, calcolata dagli scriventi in accordo alla norma UNI-EN-ISO 22282-5:2012.

Area golenale	Prova	Profondità [m da p.c.]	Velocità di infiltrazione [mm/min]	Conducibilità idraulica k [m/s]
1	PZ1	1.0	0.90	$1.35 \cdot 10^{-5}$
2	PZ2a	1.0	0.10	$1.08 \cdot 10^{-6}$
3	PZ3	1.0	1.30	$1.50 \cdot 10^{-5}$
4	PZ4	1.0	1.50	$2.45 \cdot 10^{-5}$
5	PZ5	1.0	0.60	$8.85 \cdot 10^{-6}$
6	PZ6	1.0	0.30	$4.20 \cdot 10^{-6}$

Tabella 5 – Prove infiltrometriche - Risultati

5. PROVE DI LABORATORIO

Sui campioni rimaneggiati prelevati durante la campagna di indagini geognostiche sono state programmate analisi geotecniche di laboratorio finalizzate alla identificazione geotecnica dei terreni campionati.

In particolare le prove consisteranno in:

- esecuzione di analisi granulometriche per setacciatura sulla frazione granulometrica trattenuta al setaccio ASTM n° 200;
- esecuzione di analisi granulometriche per sedimentazione sulla frazione granulometrica passante al setaccio ASTM n° 200;
- determinazione dei limiti di consistenza sulla frazione passante al setaccio ASTM n° 40;

I risultati delle analisi condotte sono mostrati nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **All.1**), mentre di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti.

Area golenale	Campione	Profondità [m da p.c.]	Analisi granulometrica (% ASTM D2487)				Limiti di consistenza		
			Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	LL	LP	IP
1	PZ1-1	0.5÷0.7	2.21	55.66	30.77	11.36	46	31	15
	PZ1-2	1.2÷1.5	0.00	68.77	21.80	9.44	29	22	7
2	PZ2a-1	0.5÷0.7	11.67	33.43	41.50	13.38	44	31	13
	PZ2a-2	1.6÷1.8	0.14	71.22	18.35	10.29	34	25	9
3	PZ3-1	0.5÷0.7	0.15	36.39	42.23	21.23	42	28	14
	PZ3-2	1.2÷1.5	0.08	16.74	60.16	23.02	39	24	15
4	PZ4-1	0.5÷0.7	5.43	47.56	32.36	14.65	28	20	8
	PZ4-2	1.2÷1.5	19.25	76.25	3.09	1.40	ND	NP	NP
5	PZ5-1	0.5÷0.7	0.00	32.02	51.21	16.67	33	22	11
	PZ5-2	1.2÷1.5	0.00	36.32	43.83	19.85	29	20	9

6	PZ6-1	0.5÷0.7	3.69	57.16	24.40	14.76	26	NP	NP
	PZ6-2	1.2÷1.5	1.28	60.96	25.99	11.77	21	NP	NP

Tabella 6 – Prove di laboratorio - Risultati

I risultati delle analisi di laboratorio hanno permesso di classificare i terreni in esame secondo la classificazione *ASTM D 2487-93* e secondo la classificazione *UNI 11531-1-2014*, riportate nel seguito per esteso.

Area golenale	Campione	Profondità [m da p.c.]	Classificazione ASTM D2487	
			CLASSE	Definizione
1	PZ1-1	0.5÷0.7	SM	Sabbia limosa
	PZ1-2	1.2÷1.5	SC-SM	Sabbia limoso-argillosa
2	PZ2a-1	0.5÷0.7	ML	Limo sabbioso
	PZ2a-2	1.6÷1.8	SM	Sabbia limosa
3	PZ3-1	0.5÷0.7	ML	Limo sabbioso
	PZ3-2	1.2÷1.5	ML	Limo con sabbia
4	PZ4-1	0.5÷0.7	SC	Sabbia argillosa
	PZ4-2	1.2÷1.5	SW	Sabbia ben gradata con ghiaia
5	PZ5-1	0.5÷0.7	CL	Argilla sabbiosa non plastica
	PZ5-2	1.2÷1.5	CL	Argilla sabbiosa non plastica
6	PZ6-1	0.5÷0.7	SM	Sabbia limosa
	PZ6-2	1.2÷1.5	SM	Sabbia limosa

Tabella 7 – Classificazione geotecnica ASTM D2487

Area golenale	Campione	Profondità [m da p.c.]	Classificazione UNI 11531	
			CLASSE	Definizione
1	PZ1-1	0.5÷0.7	A7-5	Argilla molto compressibile e mediamente plastica
	PZ1-2	1.2÷1.5	A2-4	Sabbia limosa
2	PZ2a-1	0.5÷0.7	A7-5	Argilla molto compressibile e mediamente plastica
	PZ2a-2	1.6÷1.8	A2-4	Sabbia limosa
3	PZ3-1	0.5÷0.7	A7-6	Argilla molto compressibile e molto plastica
	PZ3-2	1.2÷1.5	A6	Argilla poco compressibile
4	PZ4-1	0.5÷0.7	A4	Limo poco compressibile
	PZ4-2	1.2÷1.5	A1-b	Sabbia grossa
5	PZ5-1	0.5÷0.7	A6	Argilla poco compressibile
	PZ5-2	1.2÷1.5	A4	Limo poco compressibile
6	PZ6-1	0.5÷0.7	A2-4	Sabbia limosa
	PZ6-2	1.2÷1.5	A2-4	Sabbia limosa

Tabella 8 – Classificazione geotecnica UNI 11531

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 Principi e metodi

I parametri geotecnici dei terreni indagati, data la natura prevalentemente granulare dei materiali attraversati, sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nell'area.

In particolare, per ciò che riguarda l'elaborazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche si è dapprima provveduto alla conversione dei valori misurati (N_{20}) in valori di resistenza penetrometrica standard (N_{SPT}) a mezzo della seguente correlazione:

$$N_{20} = 0.50 N_{SPT}$$

A partire dai valori di N_{SPT} così ottenuti, sono stati ricavati i valori di N_{SPT} corretti in funzione del confinamento laterale (N_1), i valori di densità relativa e angolo di attrito dei terreni, i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio ed il modulo di elasticità.

I valori di N_1 sono stati ottenuti a partire dai valori di N_{SPT} sulla base della seguente equazione:

$$N_1 = N_{SPT} / \sigma'_{vo}{}^{0.56} \quad [\text{Jamiołkowski et al., 1985}]$$

La densità relativa è stata calcolata a partire dai valori di N_1 in accordo alle seguenti equazioni ricavate dall'analisi di numerose evidenze sperimentali [Skempton, 1986]:

$$Dr = [(N_1)_{60} / (71.7 * (N_1)_{60}^{-0.056})]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} > 8$$

$$Dr = [(N_1)_{60} / (296.6 * (N_1)_{60}^{-0.728})]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} \leq 8$$

dove $(N_1)_{60} = N_1$ in base a considerazioni relative al rendimento medio dell'attrezzatura impiegata per le prove SPT e pari a circa il 60%

L'angolo di attrito dei terreni investigati è stato determinato sulla base dei valori di densità relativa e della natura dei terreni attraversati, in accordo alla procedura US NAVY - NAV FAC DM7 - 1982.

I parametri di deformabilità dei terreni sono stati ottenuti a partire dai valori di velocità di propagazione delle onde di taglio V_S ricavati indirettamente dai valori di resistenza alla penetrazione standard N_{SPT} attraverso la correlazione di *Yoshida et alii* (1988):

$$V_S = 55 * N_{SPT}^{0.25} * \sigma'_{vo}{}^{0.14}$$

dove:

σ'_{vo} = tensione geostatica efficace

I valori di V_S così ottenuti sono stati confrontati ed integrati in profondità con la stratigrafia di propagazione delle onde di taglio ricavata a mezzo delle indagini geofisiche ad onde di superficie MASW dipsonibili; l'esito del confronto è mostrato nel seguente grafico:

A partire dai valori di V_S ottenuti sono stati quindi calcolati i valori di modulo di elasticità iniziale E_i dalle relazioni $G_i = \rho \cdot V_S^2$ (dove G_i rappresenta il modulo di taglio iniziale e ρ la densità del terreno) e $E_i = G_i \cdot 2 (1 + \mu)$, dove μ è il coefficiente di Poisson del terreno. Dai valori di E_i sono quindi stati ricavati, sulla base delle curve di decadimento del modulo di elasticità in funzione della deformazione, i moduli di elasticità drenati presentati nello schema delle pagine seguenti; in particolare il valore del modulo operativo è stato ricavato sulla base del rapporto $E_i / E = 10$ per i valori di deformazione di riferimento. Poiché il decadimento del modulo dal valore

iniziale al valore operativo dipende fortemente dall'entità della deformazione a taglio, legata al tipo di intervento, come mostrato nella figura di seguito riportata, la scelta del valore operativo dovrà essere condotta sulla base dell'entità della deformazione di taglio attesa, funzione del tipo di problema analizzato.

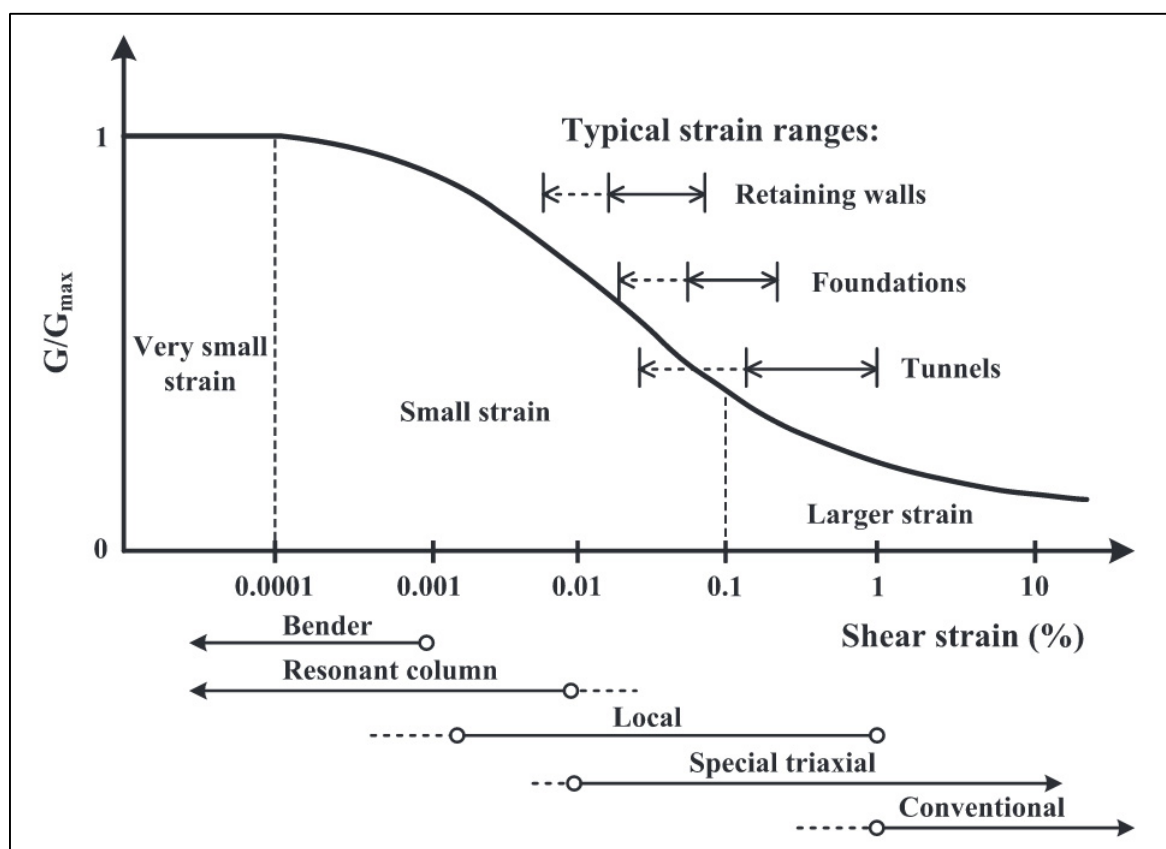


Figura 1 – Curva di decadimento del modulo di taglio

I risultati delle elaborazioni delle prove penetrometriche dinamiche sono mostrati per esteso in allegato al presente rapporto (cfr. **AII.2**).

6.2 Unità individuate e parametri caratteristici

Di seguito si riporta il modello geotecnico adottato per le successive calcolazioni. Si precisa che la determinazione dei parametri geotecnici di riferimento dei terreni in esame è stata condotta mediante elaborazione statistica di tutti i dati disponibili,

che ha permesso di determinare i principali elementi di statistica descrittiva della popolazione di dati, espressi da media e deviazione standard. La variabilità statistica dei parametri fisici è espressa da distribuzioni attorno alla media (media \pm deviazione standard).

In merito alla determinazione del valore caratteristico inferiore da adottare nelle verifiche geotecniche si precisa che in accordo ai più recenti orientamenti in campo geotecnico, in luogo del valore espresso dal 5° percentile dei dati campionati, che risulta in genere eccessivamente cautelativo, si può fare riferimento al metodo previsto dalla norma EN1990 che esprime tale valore a mezzo della seguente relazione:

$$x_k = x_m (1 - V_x/2)$$

con: x_k = valore caratteristico inferiore del parametro x

x_m = valore medio del parametro x

V_x = coefficiente di variazione del parametro x

Tale approccio consente di tenere implicitamente conto delle ridotte dimensioni geometriche del dato campionato (da pochi centimetri a qualche decimetro) in rapporto allo sviluppo delle potenziali superfici di rottura (diversi metri), ed è conforme a quanto prescritto dall'*Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica* – in base a cui il valore caratteristico deve corrispondere ad una valutazione cautelativa del valore medio assunto dal parametro considerato all'interno del volume di terreno coinvolto nella mobilitazione dello stato limite ultimo.

In ogni caso la determinazione del valore caratteristico dovrà tenere conto dello stato limite considerato: in particolare ci si riferirà a valori prossimi al valore medio quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con conseguente compensazione delle eterogeneità, o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti; ci si riferirà al contrario a valori prossimi al valore

caratteristico inferiore nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Nelle pagine seguenti si riporta la caratterizzazione geotecnica delle diverse unità individuate nelle 6 aree di intervento mentre la loro distribuzione geometrica è mostrata in una serie di sezioni geologico-geotecniche riportate in allegato al presente rapporto (cfr. **AII.3**).

In linea generale le indagini condotte hanno evidenziato la presenza di un substrato costituito da ghiaie e sabbie cementate, individuato a profondità comprese tra 6 e 14 m, ricoperto da termini da ghiaioso÷sabbiosi a sabbioso÷ghiaiosi da mediamente addensati a molto addensati, con un livello superficiale da sabbioso÷limoso a limoso÷sabbioso da sciolto a mediamente addensato di spessore mediamente compreso tra 2.5 e 4.5 m.

Legenda delle tabelle di sintesi dei parametri geotecnici:

N_{SPT}	: resistenza penetrometrica standard
γ	: peso di volume naturale
D_r	: densità relativa
ϕ'	: angolo di resistenza a taglio efficace di picco
c'	: coesione efficace
V_s	: velocità di propagazione delle onde di taglio
E	: modulo di elasticità drenato operativo

6.2.1 Aree 1 e 2

Le aree 1 e 2, costituendo di fatto un'unica opera, sono state caratterizzate congiuntamente sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH1, DPSH2 e DPSH3 e dell'indagine sismica MASW1.

Unità	Litologia	profondità base [m]	spessore [m]	N _{SPT} [colpi/piede]	γ [kN/m ³]	D _r [-]	ϕ' [°]	c' [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	2,10÷2,90	2,10÷2,90	5 ± 3	18,5÷19,0	0,3 ± 0,10	29 ± 1	0 ± 0	120 ± 25	7,5 ± 3,0
B	sabbie e ghiaie	4,70÷8,10	2,60÷5,20	20 ± 10	19,0÷20,0	0,55 ± 0,25	34 ± 2	5 ± 5	200 ± 45	23 ± 10
C	sabbie e ghiaie	14,00	5,90÷9,10	> 50	21,0÷22,0	≥ 0,85	41 ± 1	10 ± 5	340 ± 55	70 ± 25
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

Tabella 9 – Parametri geotecnici aree 1 e 2

Nell'area indagata è stata individuata una falda superficiale avente soggiacenza compresa tra 3.6 e 6.4 m da p.c., con valori crescenti verso sud.

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrata di seguito in una serie di grafici.

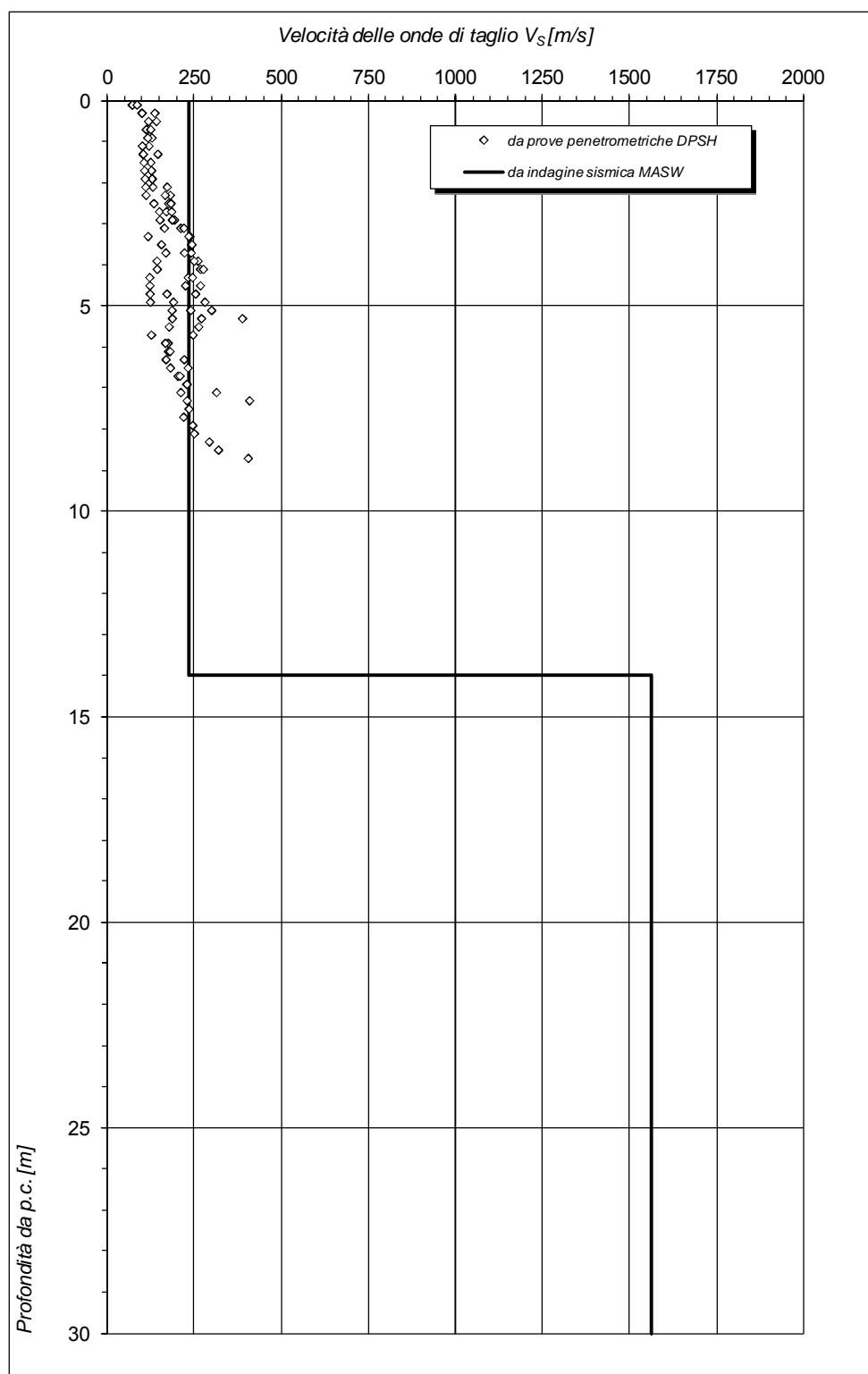


Figura 2 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

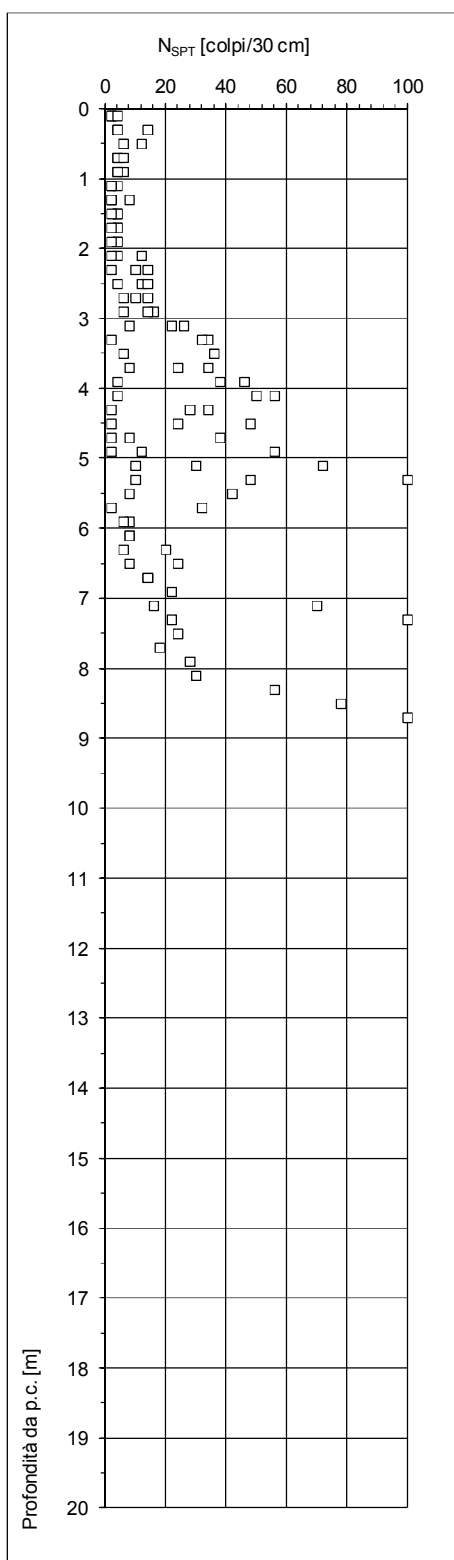


Figura 3 – Resistenza alla penetrazione standard

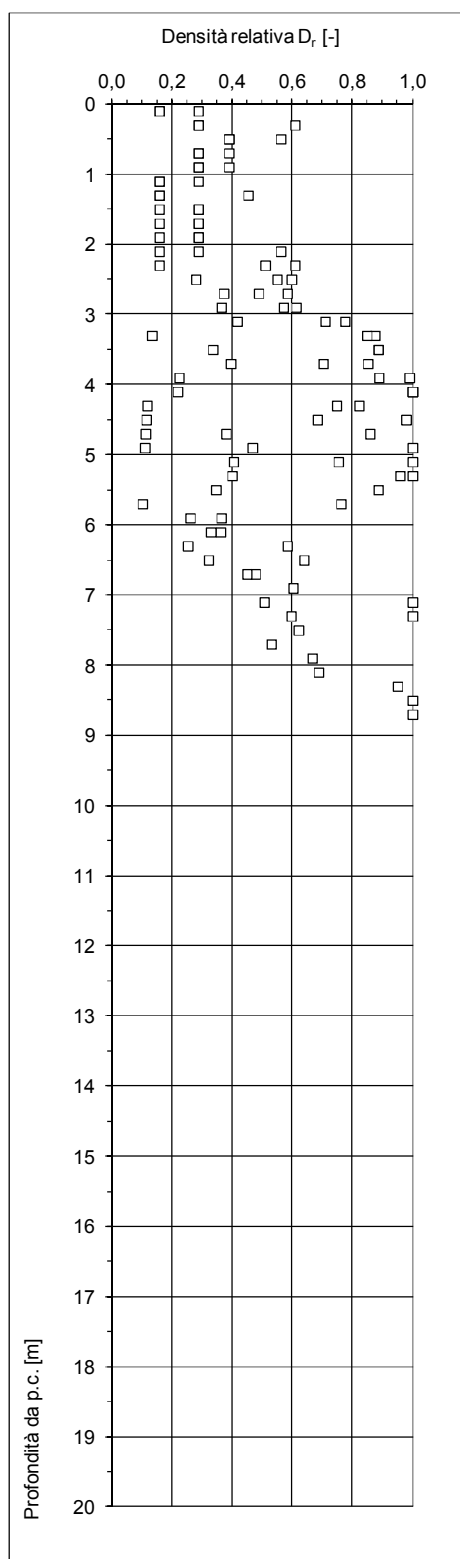


Figura 4 – Densità relativa

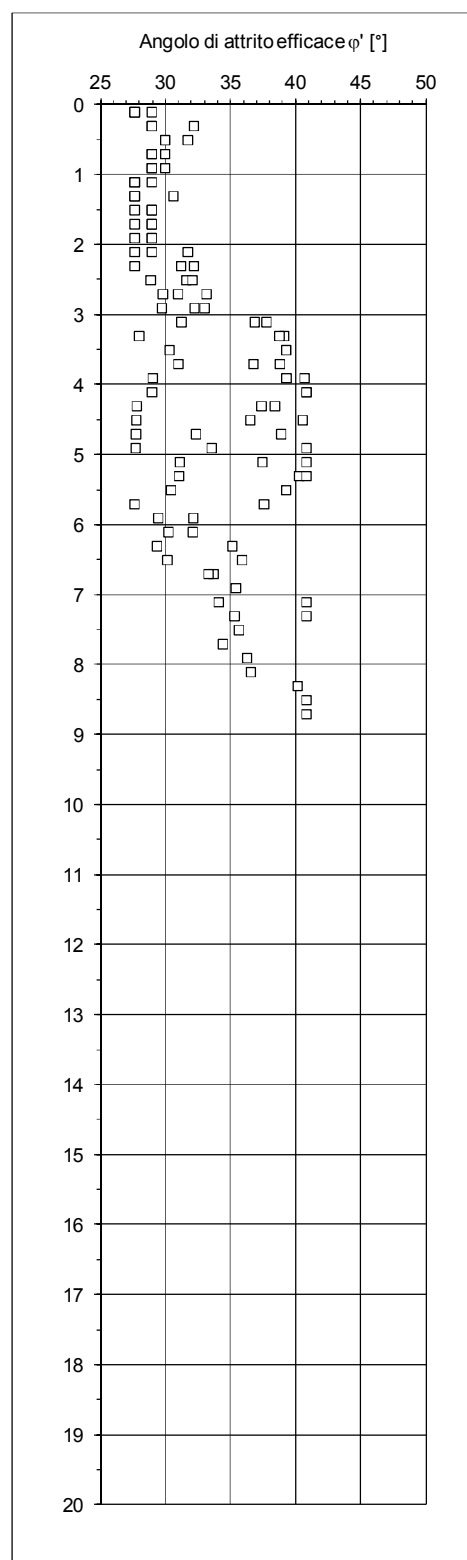


Figura 5 – Angolo di resistenza al taglio

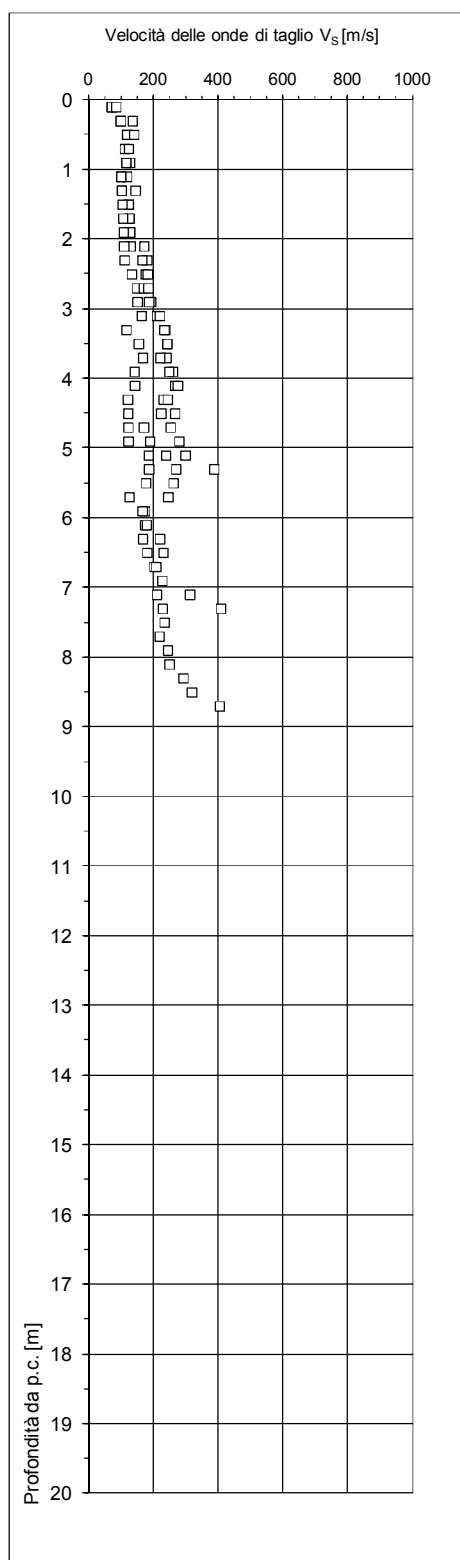


Figura 6 – Velocità delle onde di taglio

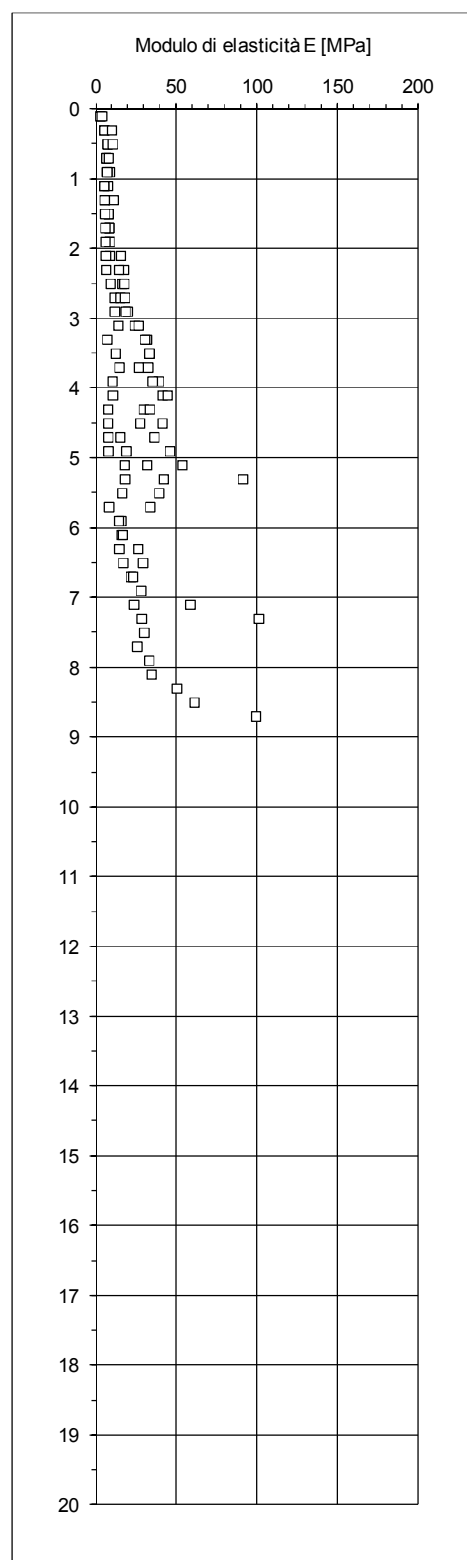


Figura 7 – Modulo di elasticità

6.2.2 Area 3

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH4 e DPSH5 e dell'indagine sismica MASW2.

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT}	γ	D _r	φ'	c'	V _s	E
		[m]	[m]	[colpi/piede]	[kN/m ³]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	3,30÷3,50	3,30÷3,50	4 ± 2	18,5÷19,0	0,25 ± 0,10	28 ± 1	0 ± 0	115 ± 20	7 ± 2,0
B	sabbie e ghiaie	4,50÷7,70	1,00÷4,40	11 ± 5	19,0÷20,0	0,40 ± 0,15	31 ± 1	5 ± 5	185 ± 25	18 ± 5
C	sabbie e ghiaie	5,50÷8,30	0,60÷0,80	> 35	21,0÷22,0	≥ 0,70	39 ± 2	10 ± 5	300 ± 70	55 ± 30
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

Tabella 10 – Parametri geotecnici area 3

Nell'area indagata è stata individuata una falda sospesa locale avente soggiacenza pari a 3÷4 m da p.c.; la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 15÷20 m da p.c..

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrata di seguito in una serie di grafici.

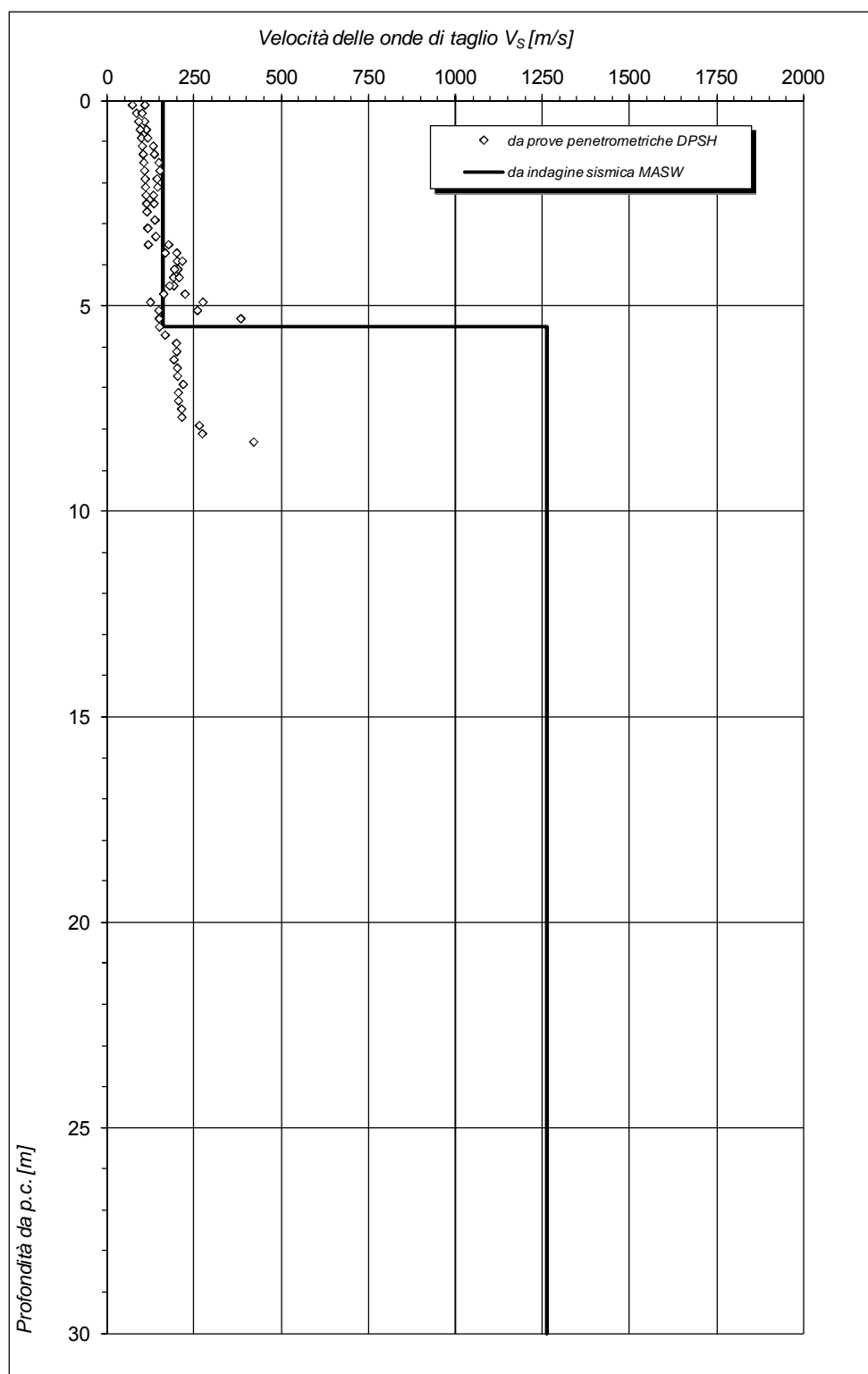


Figura 8 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

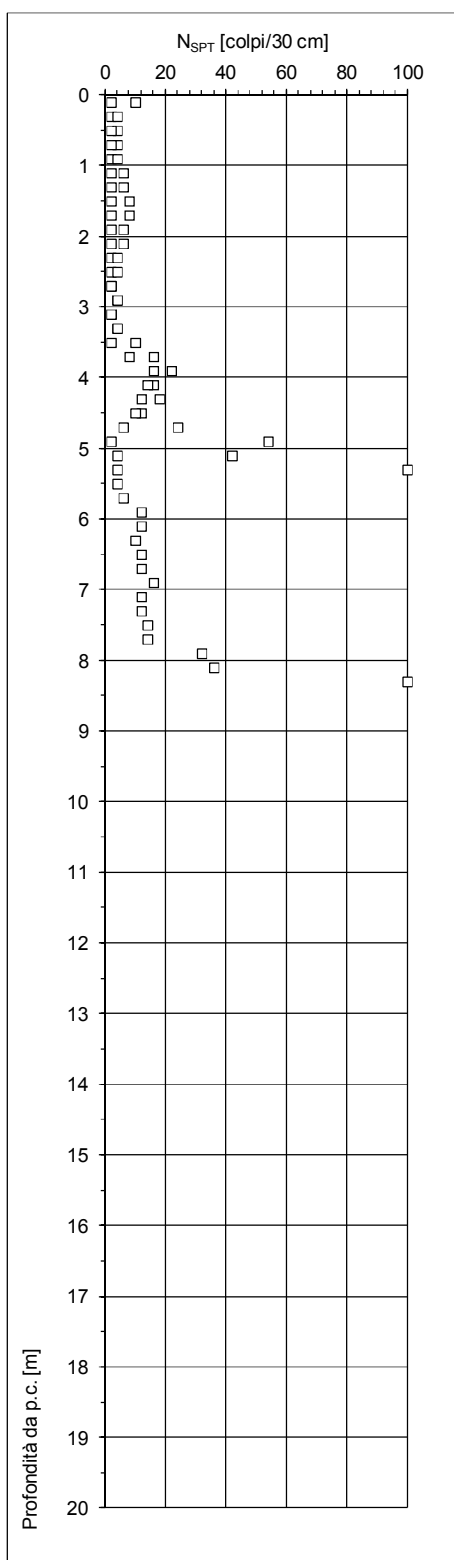


Figura 9 – Resistenza alla penetrazione standard

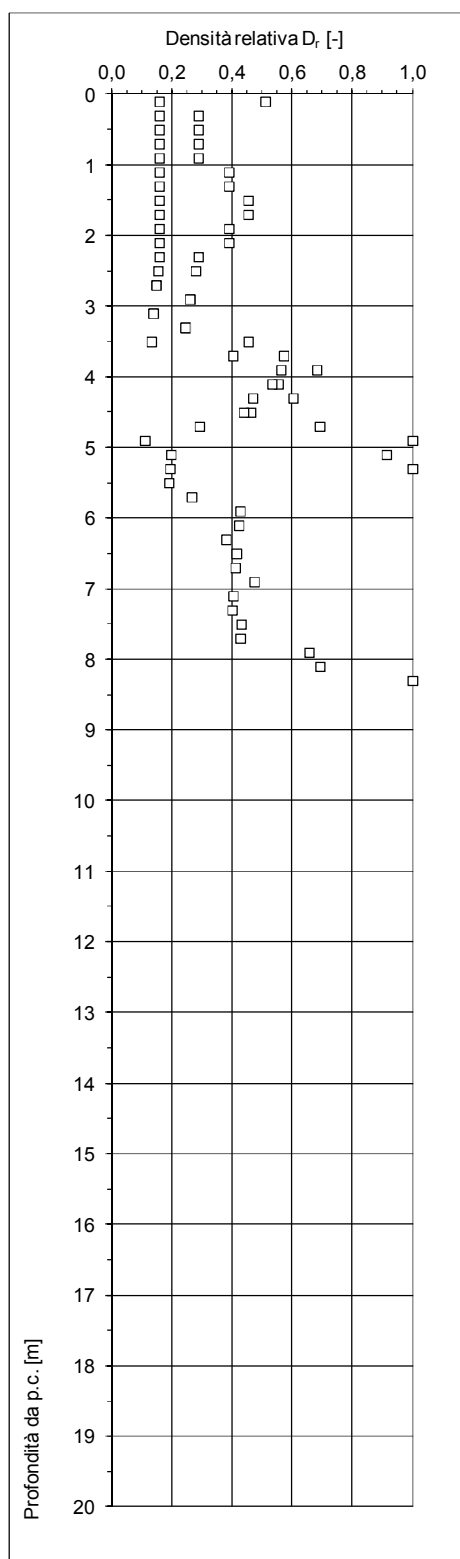


Figura 10 – Densità relativa

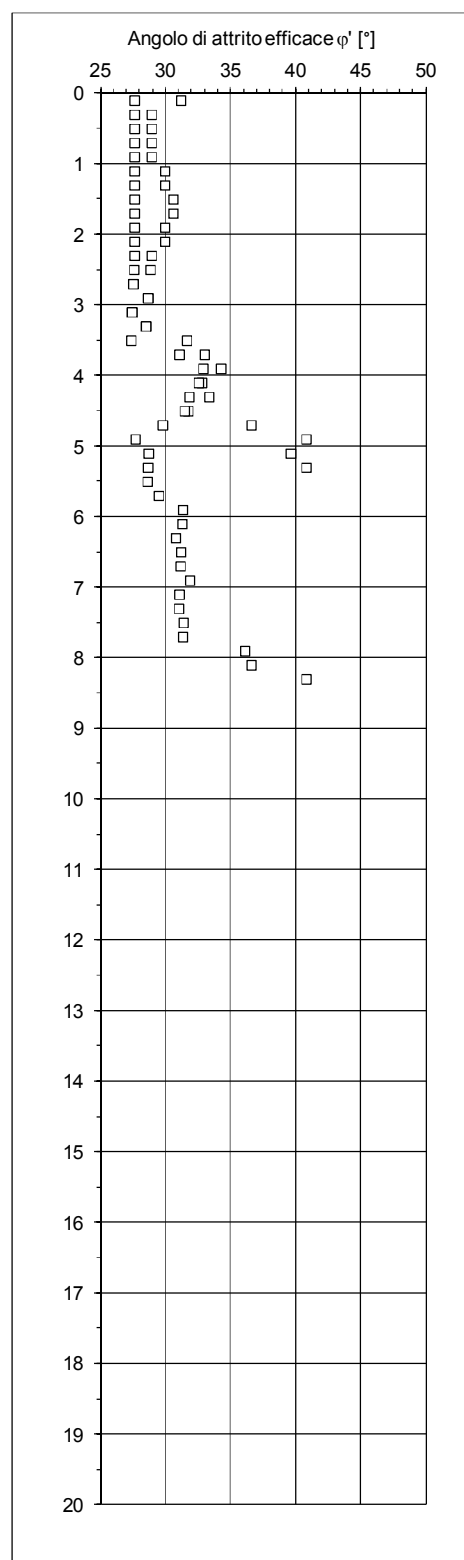


Figura 11 – Angolo di resistenza al taglio

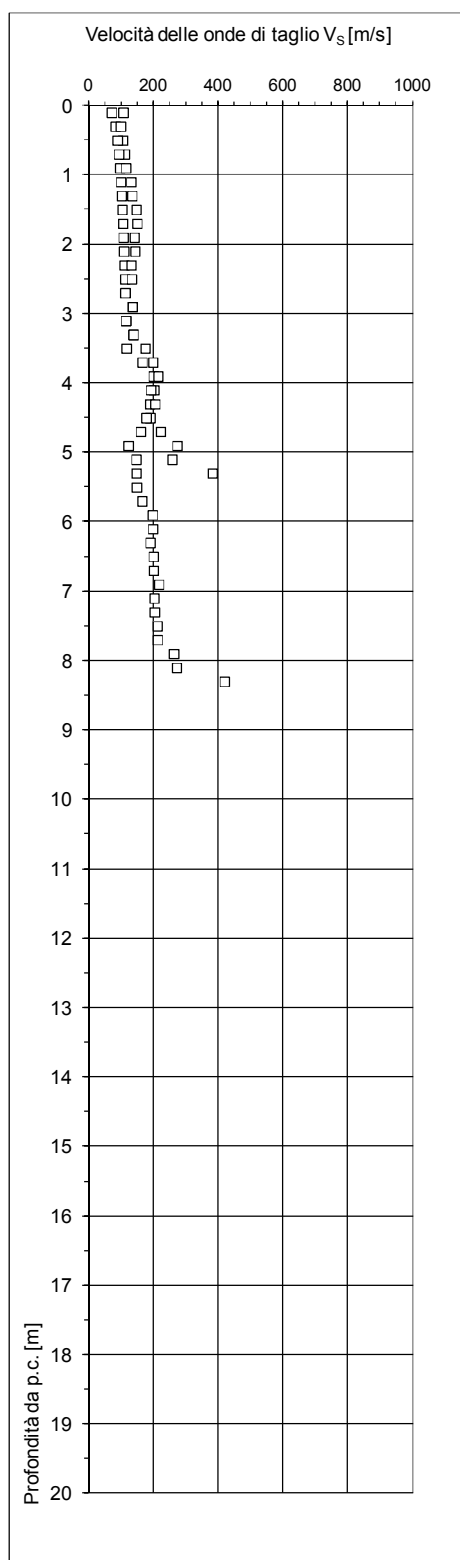


Figura 12 – Velocità delle onde di taglio

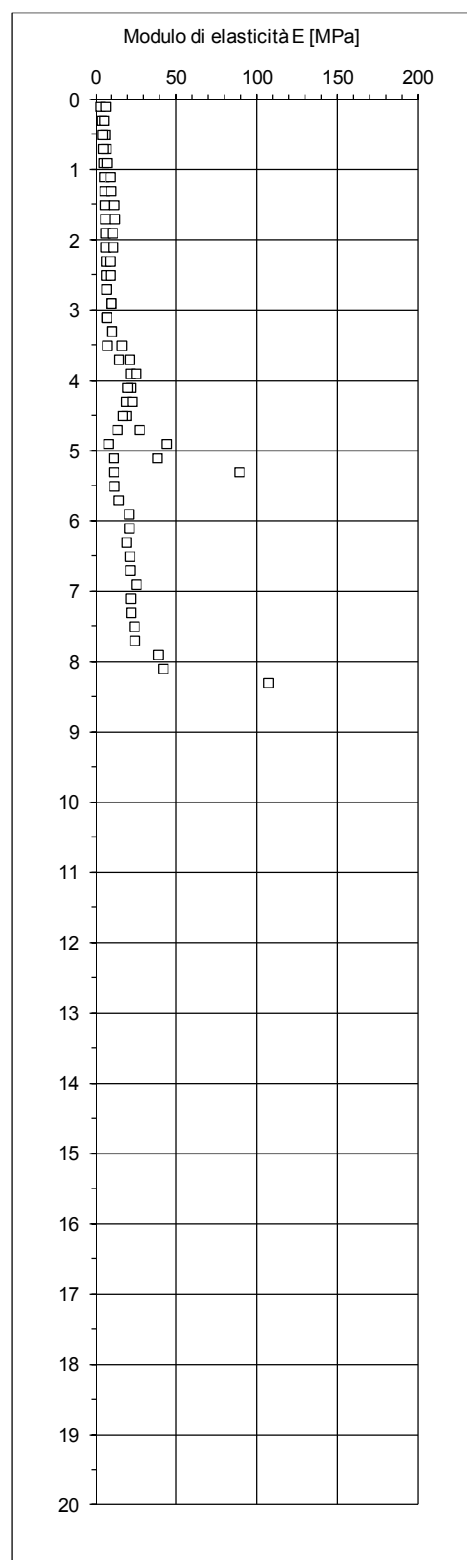


Figura 13 – Modulo di elasticità

6.2.3 Area 4

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH6 e DPSH7 e dell'indagine sismica MASW3.

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT}	γ	D _r	φ'	c'	V _s	E
		[m]	[m]	[colpi/piede]	[kN/m ³]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	2,30÷3,30	2,30÷3,30	4 ± 3	18,5÷19,0	0,25 ± 0,10	29 ± 1	0 ± 0	115 ± 20	7 ± 2,0
B	sabbie e ghiaie	4,50÷5,70	2,20÷2,40	18 ± 10	19,0÷20,0	0,60 ± 0,20	33 ± 2	5 ± 5	200 ± 25	22 ± 6
C	sabbie e ghiaie	8,40	2,70÷3,90	> 30	21,0÷22,0	0,80 ± 0,15	38 ± 2	10 ± 5	280 ± 75	45 ± 30
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

Tabella 11 – Parametri geotecnici area 4

Nell'area la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 30 m da p.c. e non sono state individuate falde sospese.

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrata di seguito in una serie di grafici.

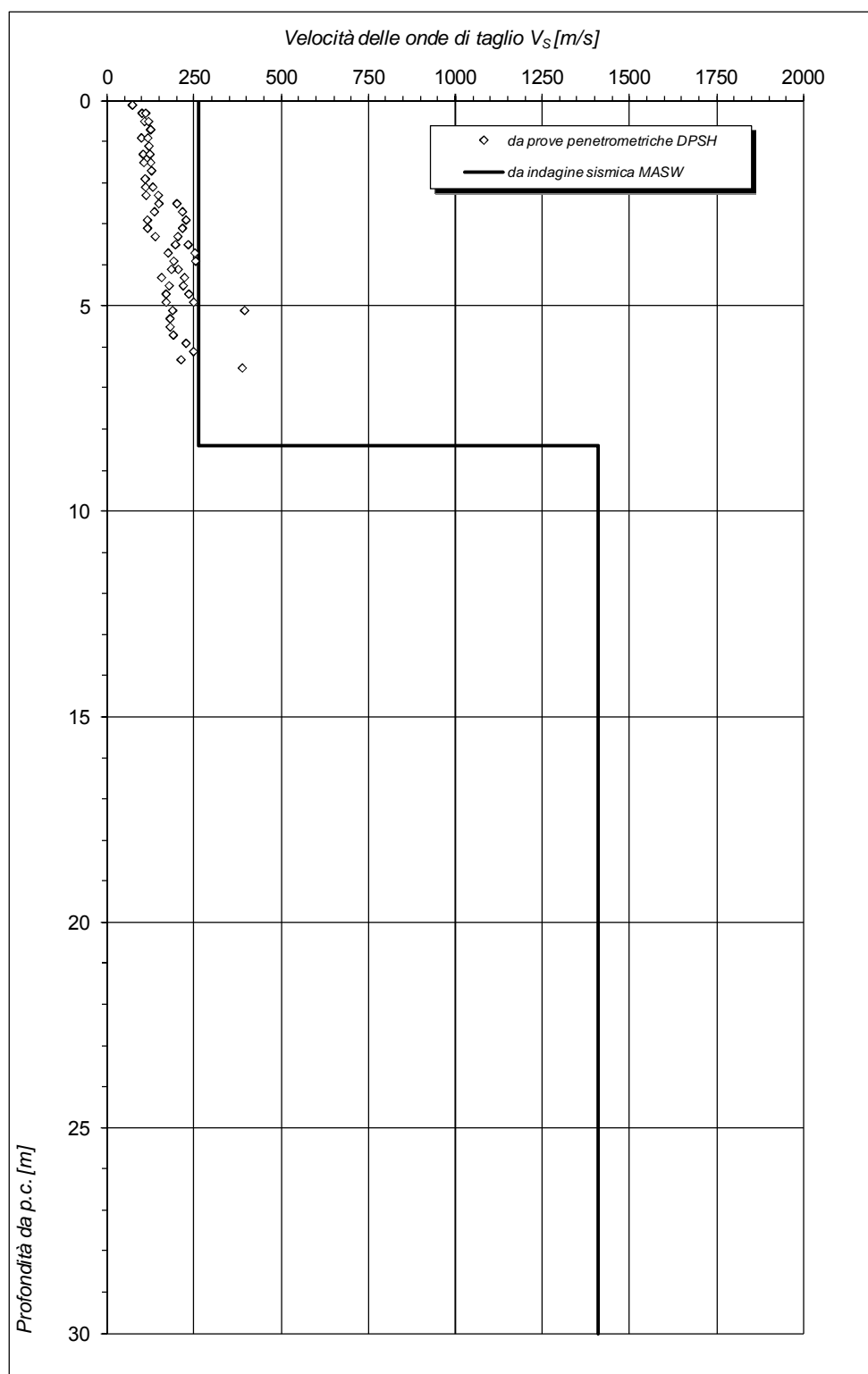


Figura 14 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

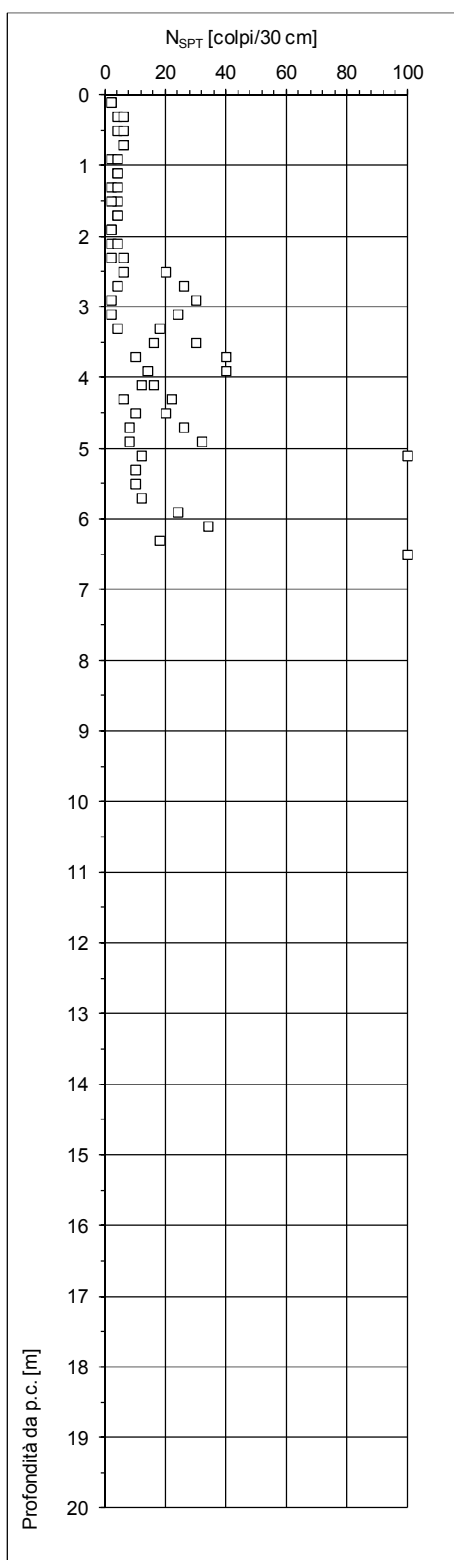


Figura 15 – Resistenza alla penetrazione standard

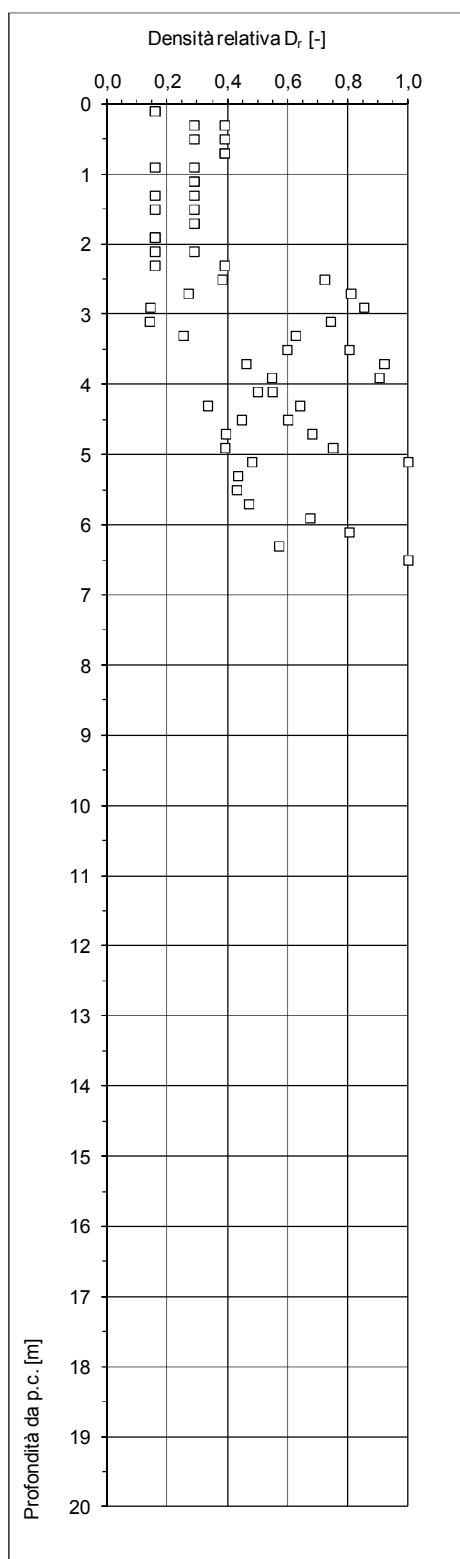


Figura 16 – Densità relativa

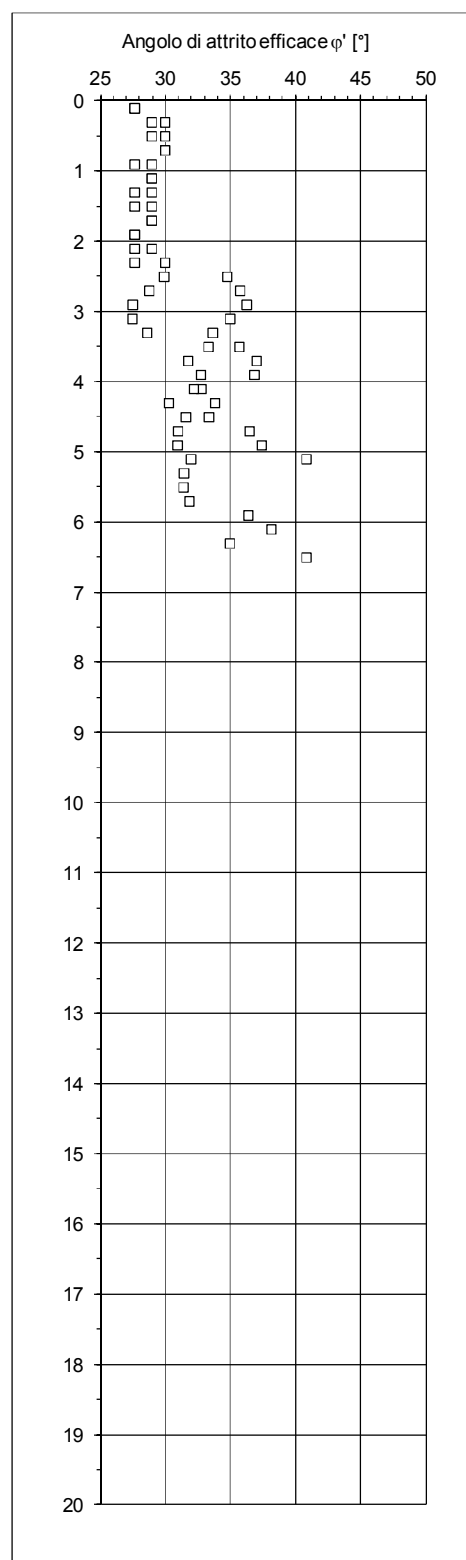


Figura 17 – Angolo di resistenza al taglio

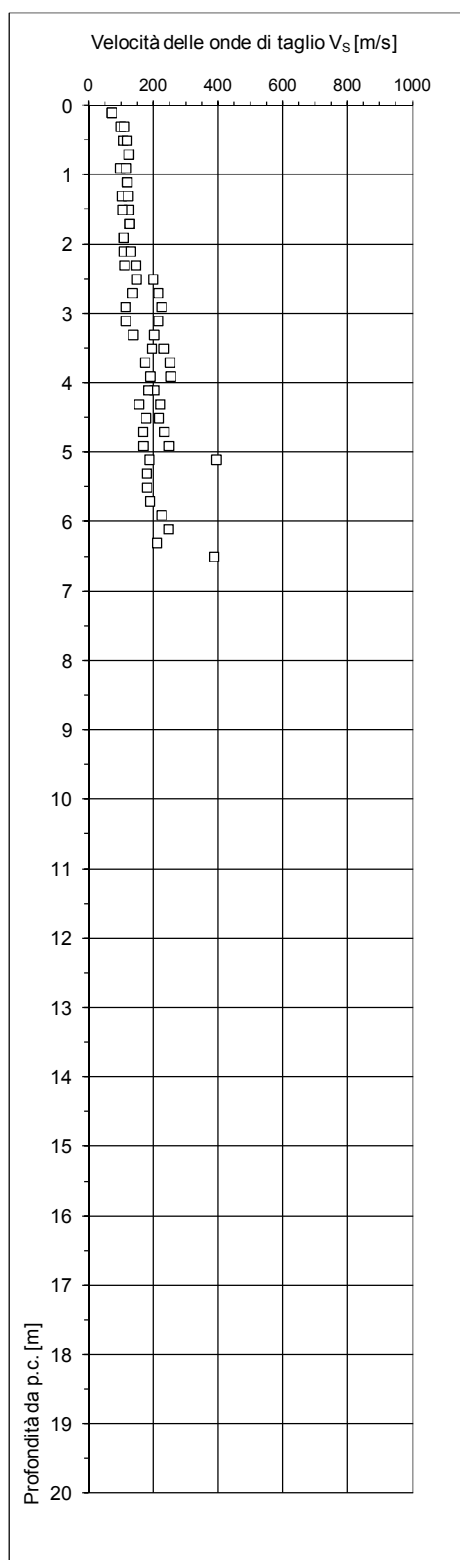


Figura 18 – Velocità delle onde di taglio

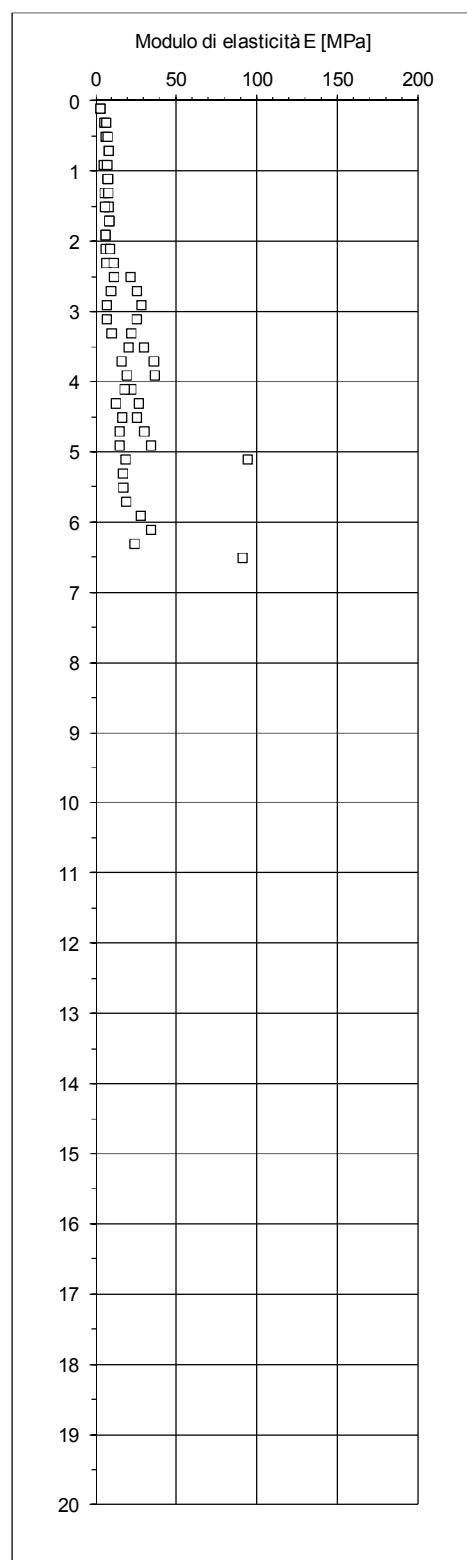


Figura 19 – Modulo di elasticità

6.2.4 Area 5

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH8 e DPSH11 e dell'indagine sismica MASW4.

Unità	Litologia	profondità base [m]	spessore [m]	N _{SPT} [colpi/piede]	γ [kN/m ³]	D _r [-]	ϕ' [°]	c' [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	1,7±2,3	1,7±2,3	3 ± 1	18,5±19,0	0,20 ± 0,10	28 ± 1	0 ± 0	105 ± 15	6 ± 2,0
A1	sabbie limose e limi sabbiosi	4,3±4,9	2,0±3,2	8 ± 3	18,5±19,0	0,40 ± 0,10	31 ± 1	0 ± 0	165 ± 15	14 ± 3,0
B	sabbie e ghiaie	6,3±6,9	1,6±2,6	30 ± 15	19,0±20,0	0,70 ± 0,20	34 ± 2	5 ± 5	240 ± 35	30 ± 10
C	sabbie limose e limi sabbiosi	8,1	0±1,2	8 ± 3	18,5±19,0	0,35 ± 0,10	30 ± 1	0 ± 5	180 ± 15	15 ± 3
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0±24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	915 ± 35	265 ± 20

Tabella 12 – Parametri geotecnici area 5

Nell'area la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 30 m da p.c. e non sono state individuate falde sospese.

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrata di seguito in una serie di grafici.

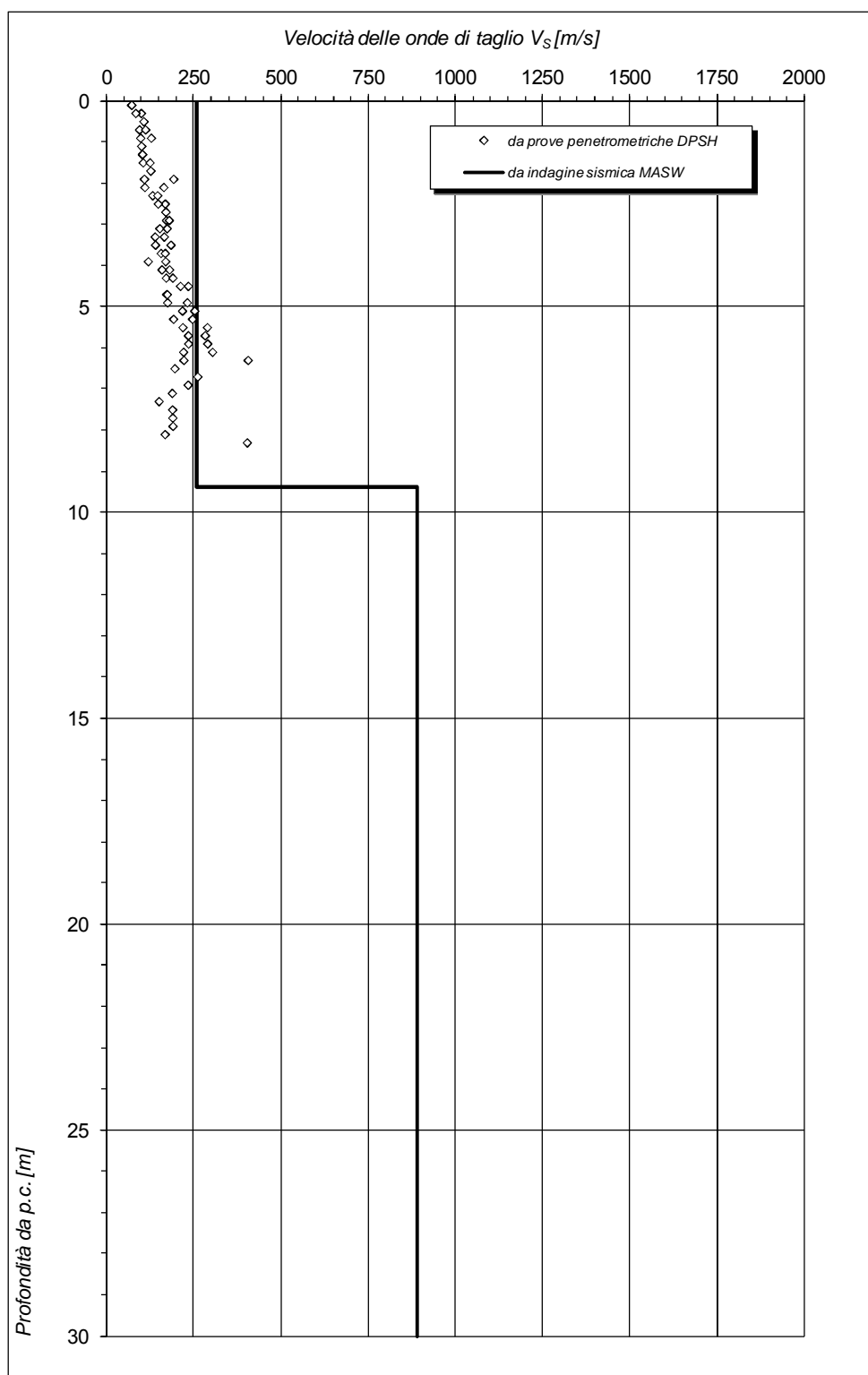


Figura 20 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

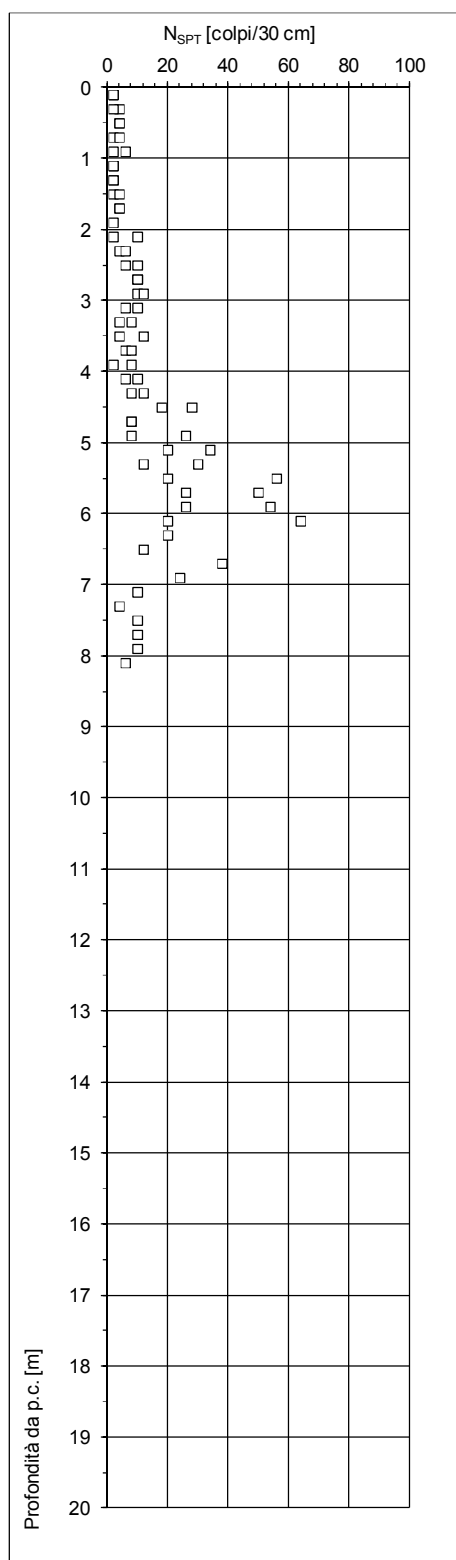


Figura 21 – Resistenza alla penetrazione standard

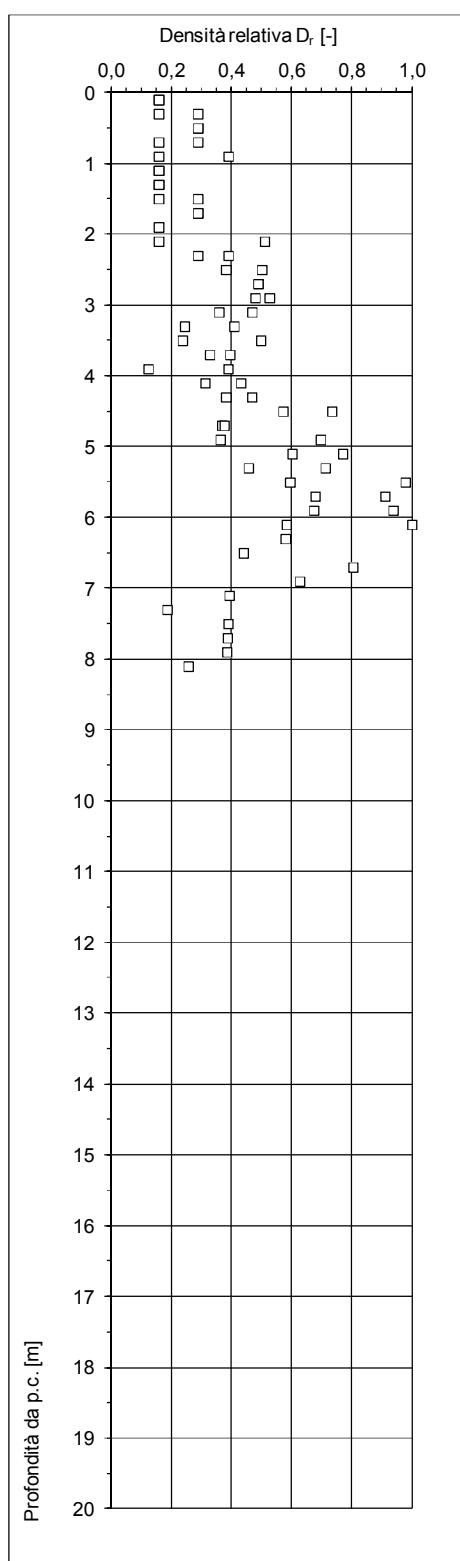


Figura 22 – Densità relativa

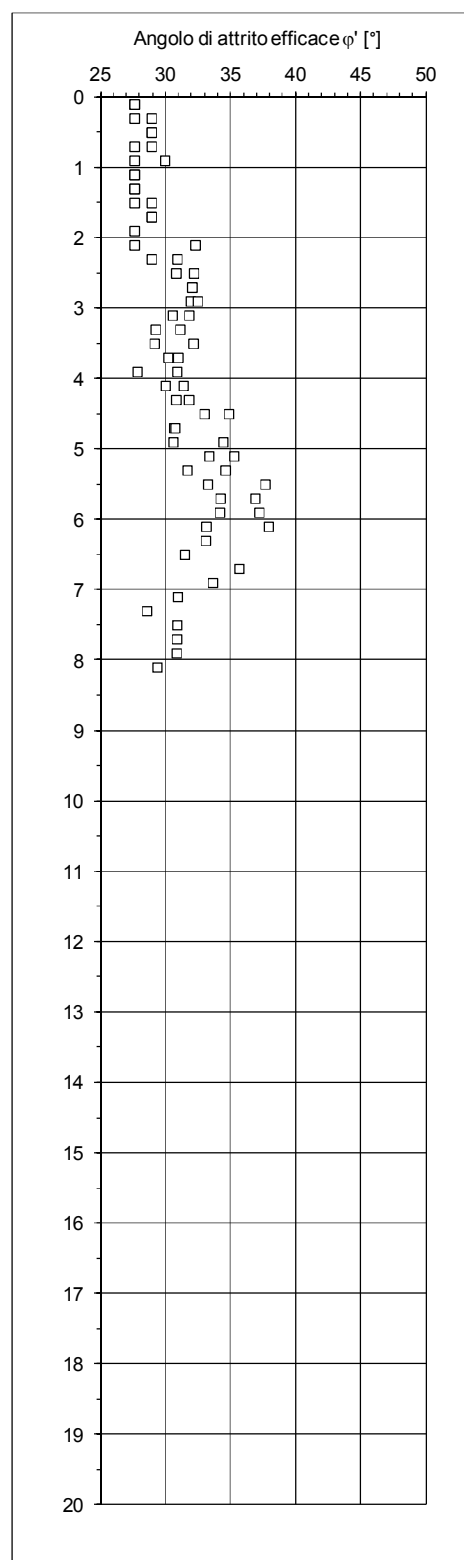


Figura 23 – Angolo di resistenza al taglio

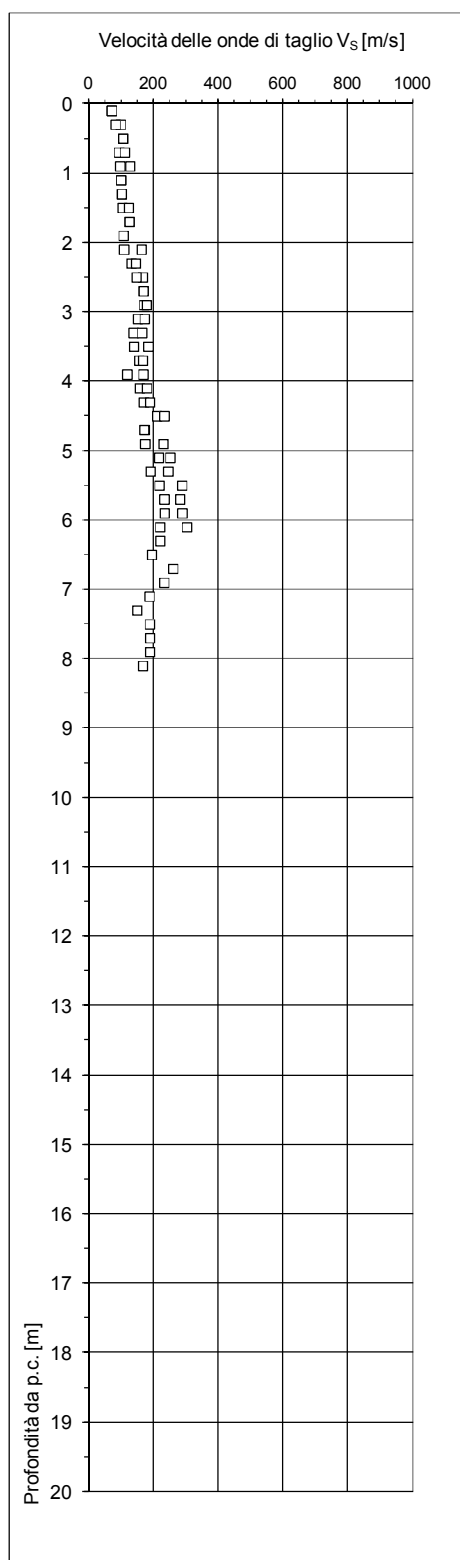


Figura 24 – Velocità delle onde di taglio

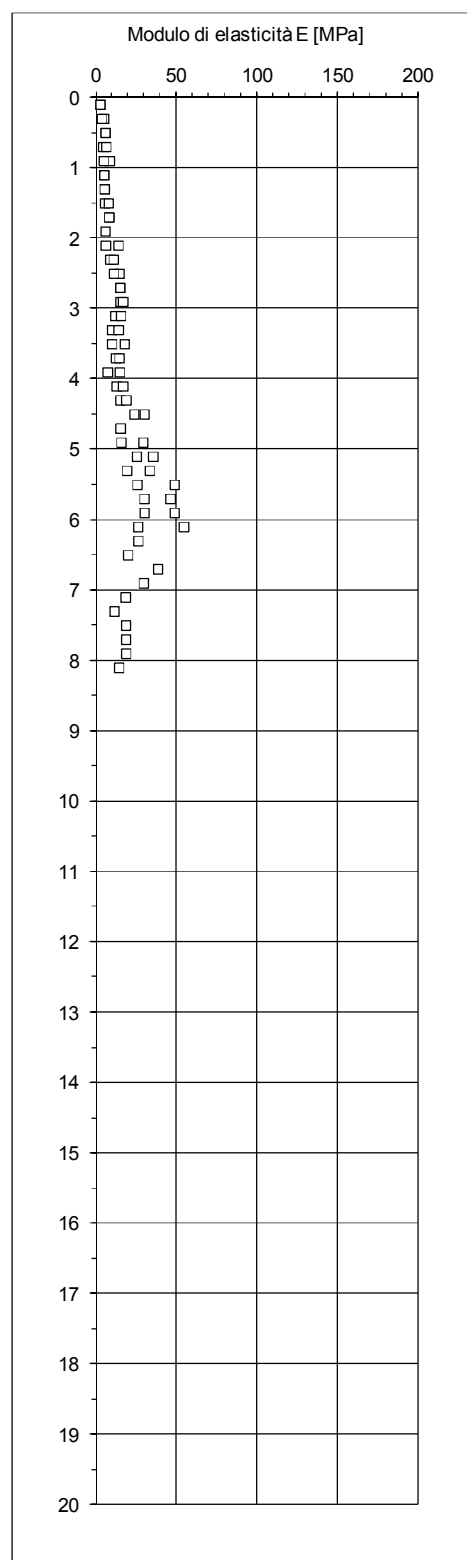


Figura 25 – Modulo di elasticità

6.2.5 Area 6

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH9 e DPSH10 e dell'indagine sismica MASW5.

Unità	Litologia	profondità base [m]	spessore [m]	N _{SPT} [colpi/piede]	γ [kN/m ³]	D _r [-]	ϕ' [°]	c' [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	1,5±1,7	1,5±1,7	4 ± 2	18,0±18,5	0,25 ± 0,10	29 ± 1	0 ± 0	105 ± 20	6 ± 2
A1	sabbie limose e limi sabbiosi	4,1±4,3	2,6	6 ± 2	18,5±19,0	0,35 ± 0,10	30 ± 1	0 ± 0	150 ± 11	12 ± 2
B	sabbie e ghiaie	7,5±7,9	3,4±3,6	14 ± 5	18,5±19,5	0,45 ± 0,10	32 ± 1	5 ± 5	200 ± 20	20 ± 4
C	sabbie e ghiaie	8,9±9,1	1,0±1,6	40 ± 10	20,0±21,0	0,75 ± 0,15	36 ± 2	10 ± 5	265 ± 20	40 ± 7
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0±24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	915 ± 35	265 ± 20

Tabella 13 – Parametri geotecnici area 6

Nell'area indagata è stata individuata la presenza di una falda idrica locale sospesa avente soggiacenza di 4.0÷5.2 m da p.c., con valori crescenti verso sud; la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 35 m da p.c..

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrata di seguito in una serie di grafici.

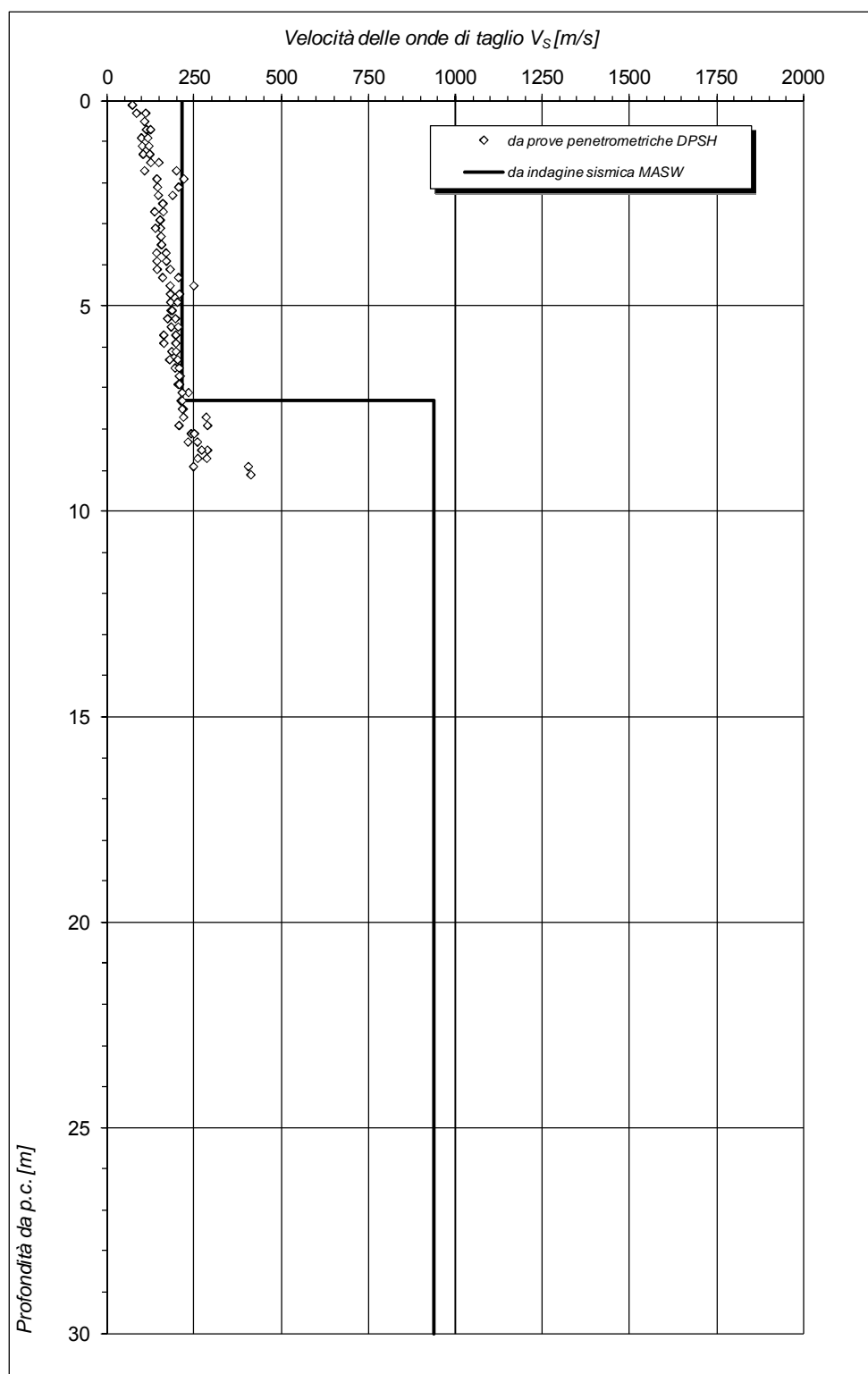


Figura 26 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

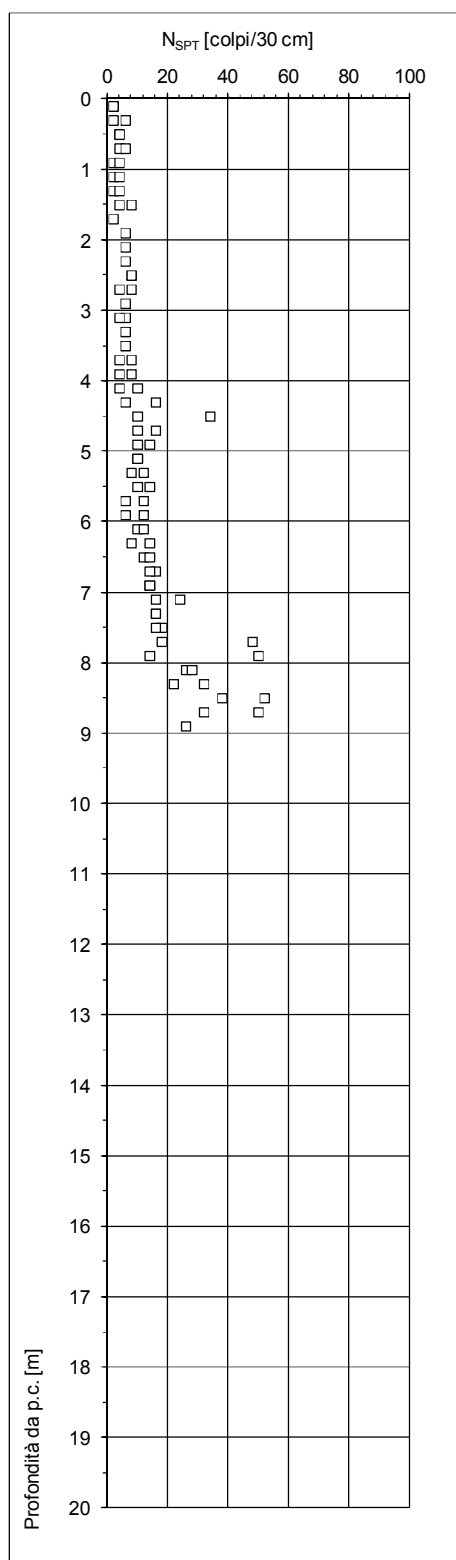


Figura 27 – Resistenza penetrometrica standard

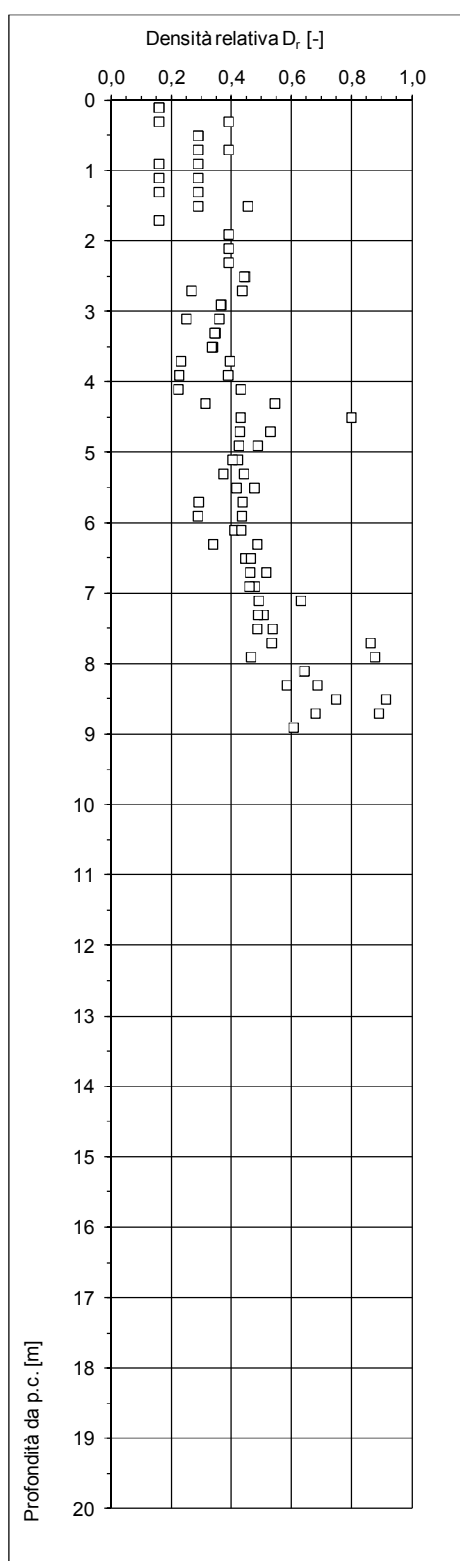


Figura 28 – Densità relativa

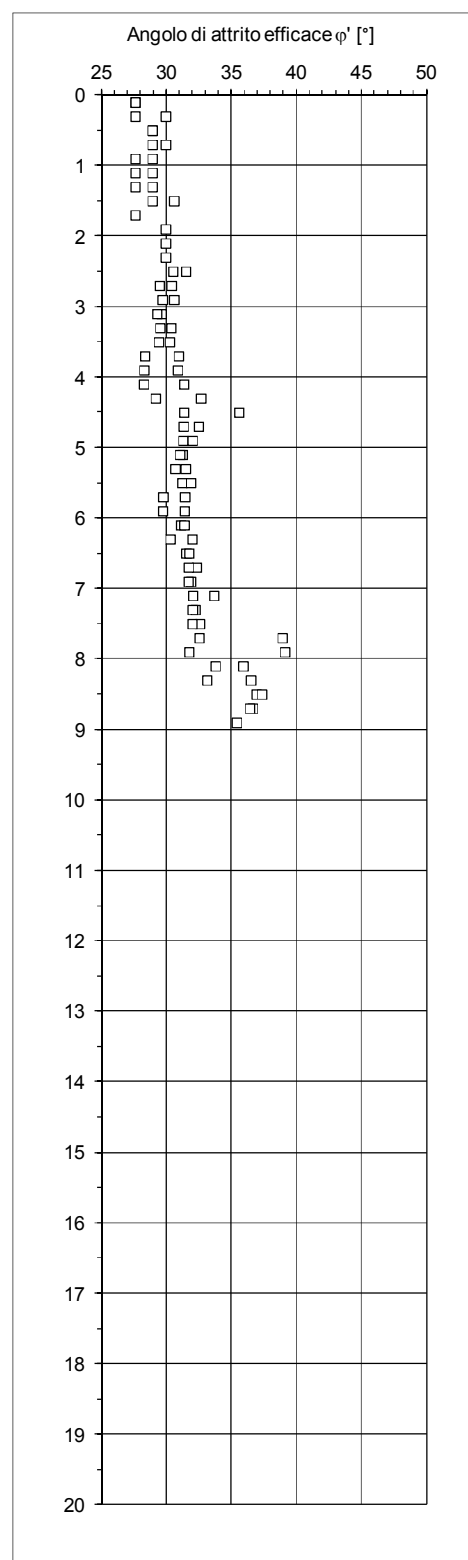


Figura 29 – Angolo di resistenza al taglio

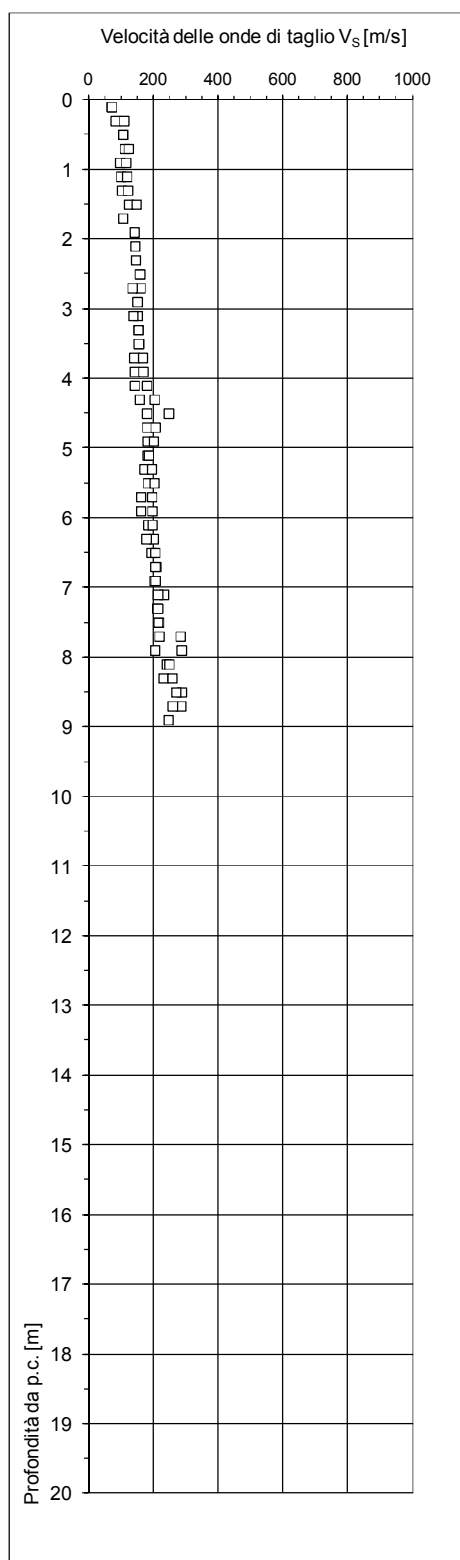


Figura 30 – Velocità delle onde di taglio

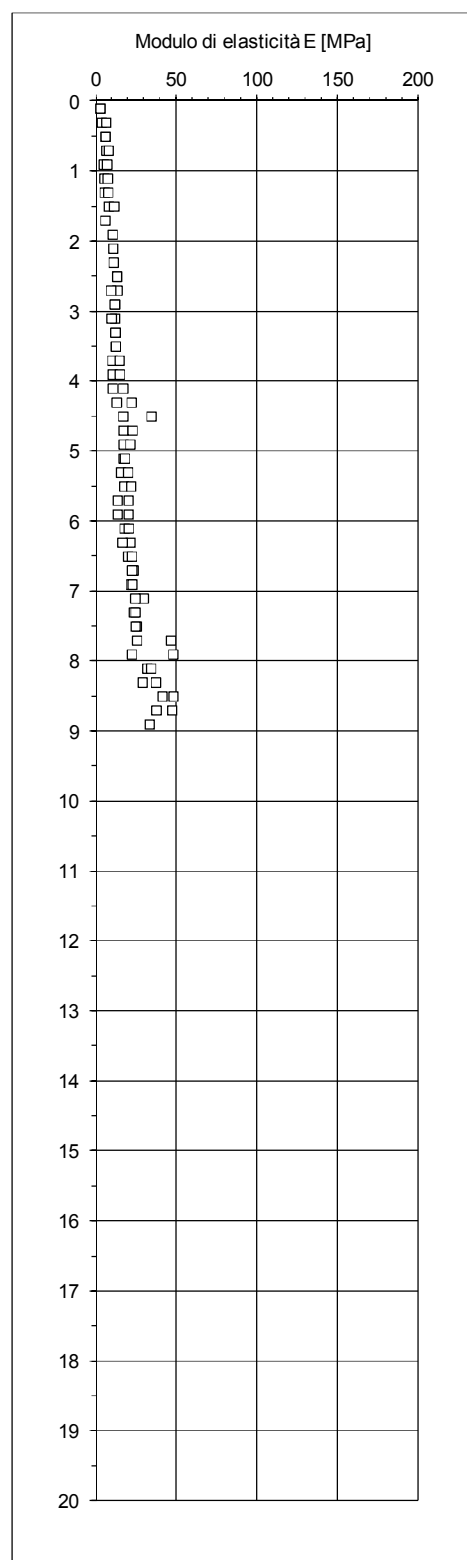


Figura 31 – Modulo di elasticità

7. SISMICITÀ

7.1 Sismicità storica e contesto geodinamico

Le opere in progetto sono ubicate nei territori comunali di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù. L'analisi della sismicità storica dei comune interessati, e dei comuni confinanti Cermenate e Cucciago, ricavata dal Database Macrosismico Italiano DMBI11, evidenzia risentimenti di intensità macrosimica massima pari a 5, come mostrato di seguito in forma grafica e tabellare; per i comuni di Vertemate con Minoprio e Cucciago non sono riportati eventi di intensità macrosismica superiore a 4.

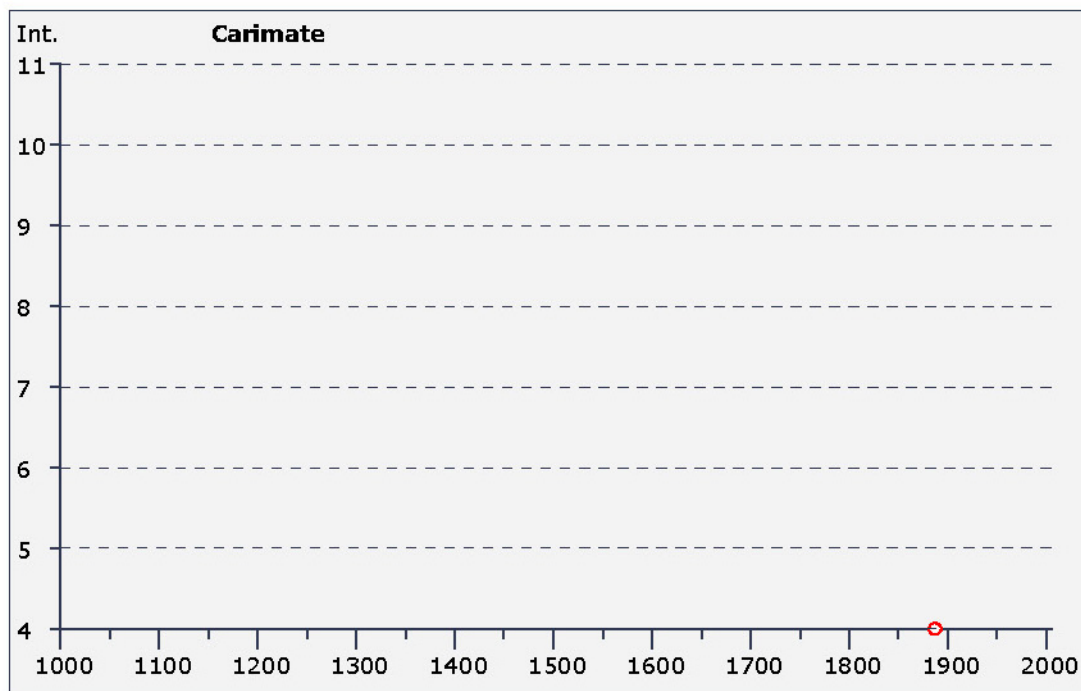
Storia sismica di Carimate
[45.701, 9.115]

Numero di eventi: 3

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	I o Mw
4	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
2	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09
2	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09

*Figura 32 – Storia sismica di Carimate*

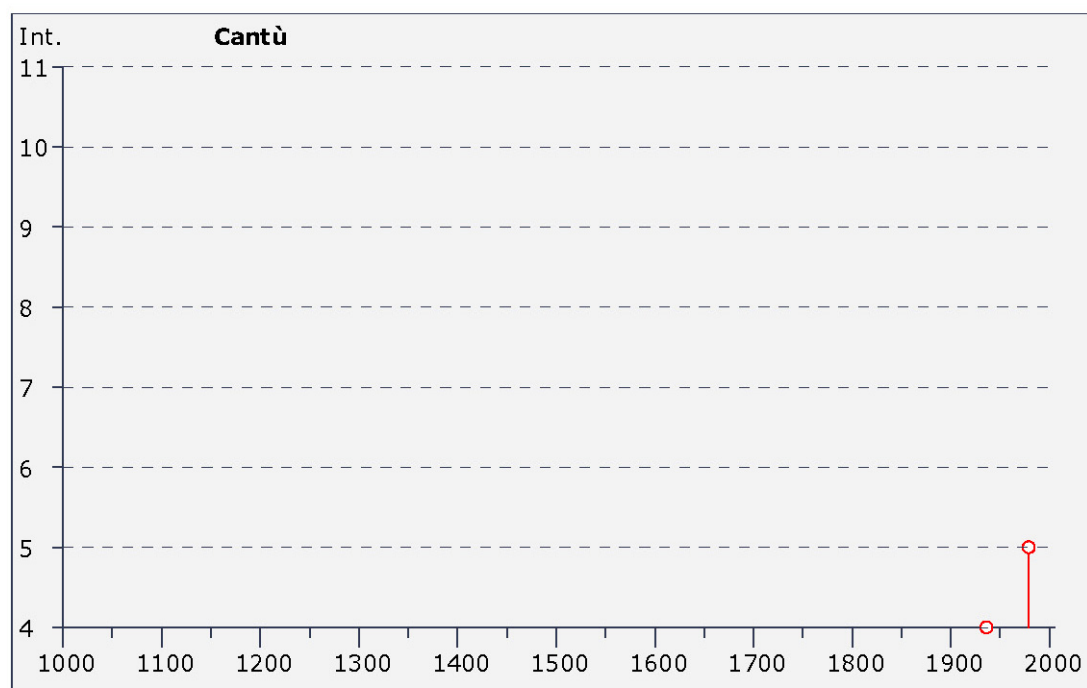
Storia sismica di Cantù
[45.739, 9.131]

Numero di eventi: 7

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
3	1901 10 30 14:49	Salò	190	8 5.70 ±0.10
4	1936 10 18 03:10	BOSCO CANSIGLIO	267	9 6.12 ±0.09
2	1960 03 23 23:08	Vallese	178	5.00 ±0.20
5	1979 02 09 14:44	CAPRIATE S. GERVASIO	73	6 4.85 ±0.13
3-4	1991 11 20 01:54	Alpi Centrali	469	5.10 ±0.22
NF	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09
3	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09

*Figura 33 – Storia sismica di Cantù*

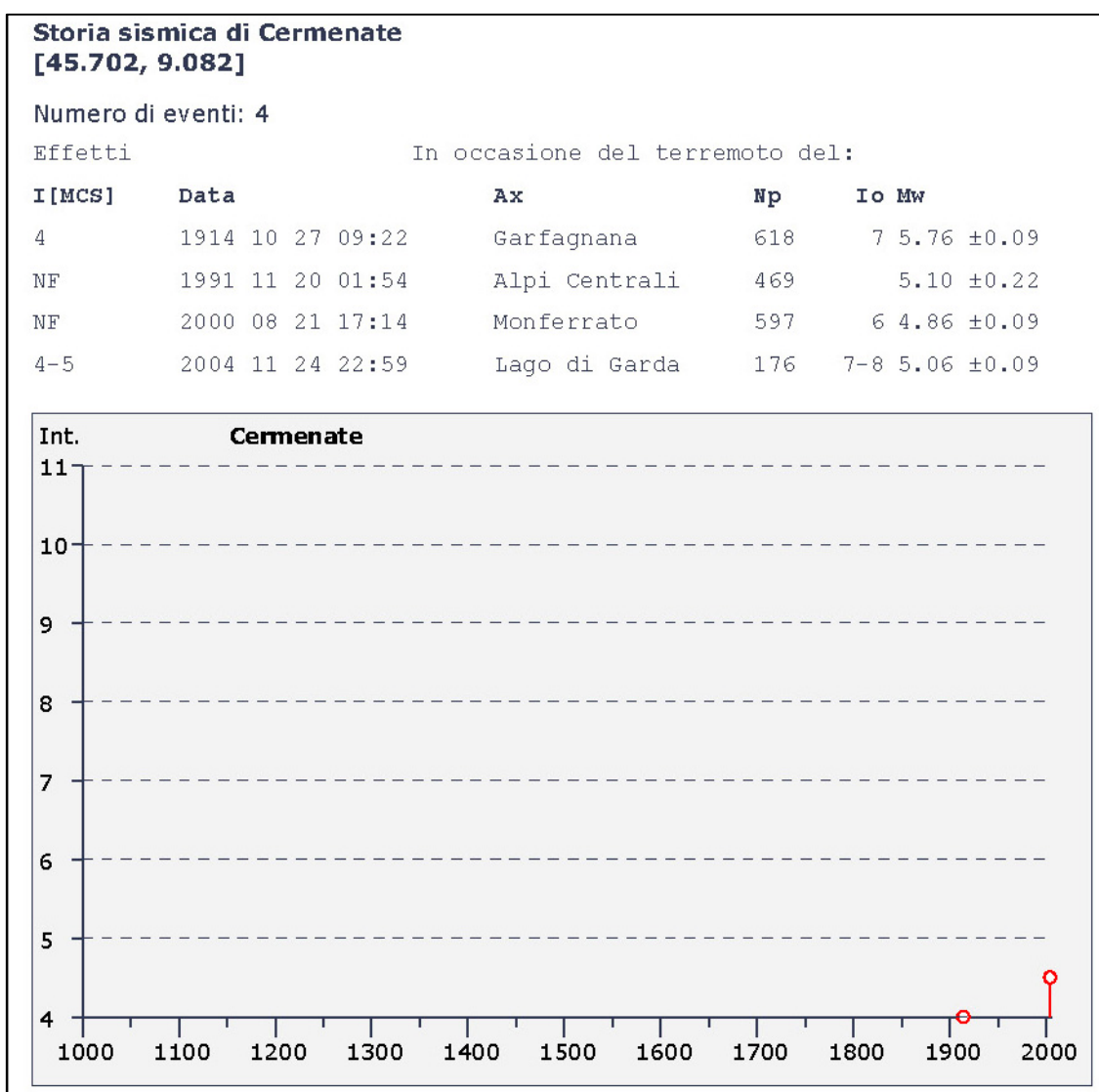


Figura 34 – Storia sismica di Cermenate

Le massime intensità macrosimiche osservate al sito sono relative all'evento del 1979 che interessò l'area di Capiate San Gervasio, con magnitudo momento all'epicentro pari a 4.8, ed all'evento che interessò l'area Gardesana nel 2004 con magnitudo momento all'epicentro pari a 5.1.

La sismicità risentita nell'area, non compresa in alcuna zona sismogenetica, è riferibile dal punto di vista geodinamico alla zona sismogenetica 907 della zonazione ZS9 come mostrato nella seguente tabella ottenuta interrogando il catalogo pa-

rametrico dei terremoti italiani con ricerca all'interno di un'area di raggio pari a 50 km centrata sul sito di progetto (coordinate WGS84 – Lat: 45.733885°; Lon: 9.083778° - Coordinate ED50 – Lat: 45.734814° - Lon: 9.084845°)

CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (45.734, 9.085) e raggio 50 km
a partire dal 217/01/01 fino al 2002/12/31

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AR	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Nopt
121	DI	1396	11	26				Monza	CFTI	2	75	75		45.58	9.27	A	5.37	0.30		5.10	0.45		5.27	0.42	907	A	168	281	121
271	CP	1576	9	26	6			BERGAMO	POS85			60		45.667	9.667	A	4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	907	G	282	271	
284	DI	1593	3	8				BERGAMO	DOM	1	65	65		45.694	9.67	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	907	G	283	284	
302	DI	1606	8	22				BERGAMO	DOM	1	65	65		45.694	9.67	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	907	G	284	302	
346	DI	1642	6	13	22			BERGAMO	DOM	1	65	65		45.694	9.67	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	907	G	285	346	
1131	CP	1887	5	20	4	12		OGGIONO	POS85			55		45.833	9.4	A	4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19			301	1131	
1245	CP	1895	11	2	6	30		SOMMA LOMBARDO	POS85			55		45.667	8.75	A	4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19			2057	1245	
1672	DI	1918	4	24	14	21		LECCESE	DOM	34	60	60		45.778	9.631	A	5.07	0.07		4.66	0.11		4.86	0.10	907	A	293	1672	
2169	CP	1961	11	23	1	12	5	CAPRINO BERGAMASCO	POS85			60		45.717	9.567	A	4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	907	A	298	2169	
2396	CP	1979	2	9	14	44		TREZZO SULL'ADDA	NT					45.617	9.467		5.03	0.18		4.60	0.27		4.80	0.25	907	A	299	2396	
2483	DI	1991	11	20	1	54	19	ALPI CENTRALI	BMING	469	60	50		45.993	9.427	A	4.80	0.09		4.37	0.13		4.59	0.12	903	A	9009	2479	

Numero di record estratti: 11

Tabella 14 – Eventi risentiti in un'area circolare di 50 km di raggio con centro nell'area di progetto

La sismicità della zona sismogenetica 907 è legata alla convergenza attiva tra la placca Adria e la placca Europea e si esplica attraverso meccanismi di fagliazione a prevalente componente inversa, che danno luogo a terremoti con ipocentri mediante compresi nella classe di profondità 8÷12 km. La zona include la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia. È caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio-bassa con la sola eccezione del terremoto di Soncino evento del 1802, a cui viene assegnata una magnitudo Mw intorno a 5.9.

L'ubicazione delle zone sismogenetiche ed i meccanismi focali prevalenti ad esse associati sono mostrati di seguito in rapporto all'area di progetto.

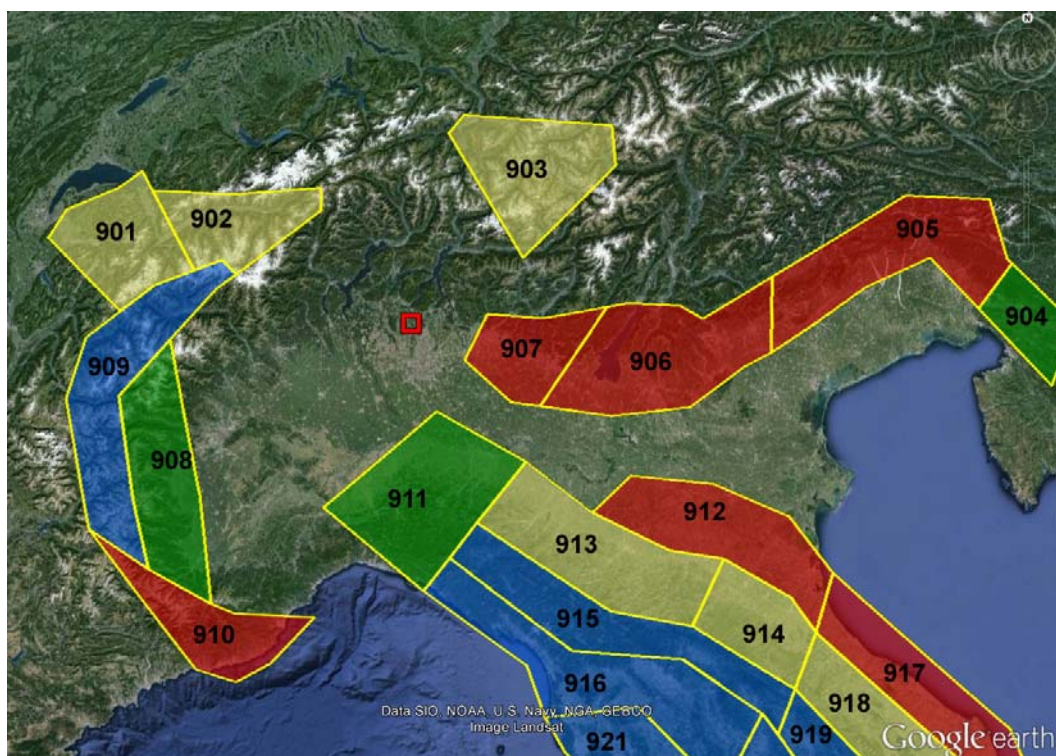


Figura 35 – Zone sismogenetiche ZS9

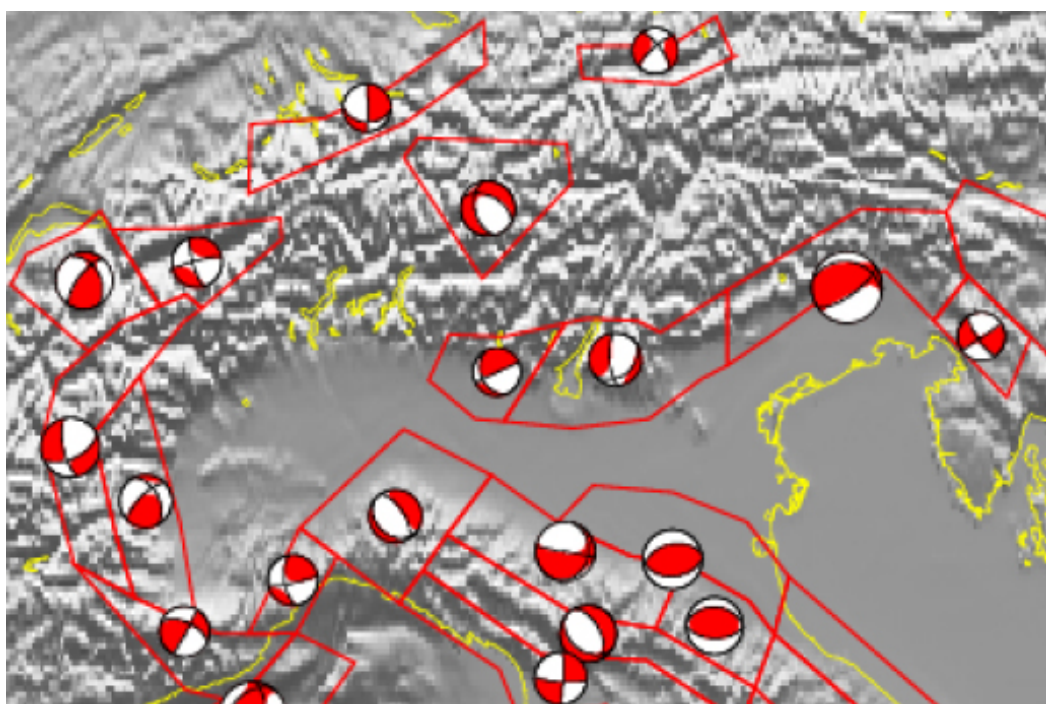


Figura 36 – Meccanismi focali

Nell'ambito delle zone sismogenetiche sopra indicate il più recente database DISS 3.2.0, reso disponibile dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, identifica le seguenti sorgenti sismogenetiche:

- ITCS002 – Western S-Alps external thrust
- ITCS010 – Western S-Alps internal thrust
- ITCS044 – Portalbera-Cremona
- ITCS072 – Capriano-Castenedolo back-thrust
- ITCS115 – Western S-Alps external thrust shallow-west
- ITCS116 – Western S-Alps external thrust shallow-east
- ITIS104 – Romanengo

I massimi valori di magnitudo momento registrati nelle sorgenti sismogenetiche sopra indicate e la minima distanza dal sito in esame sono mostrate nella seguente tabella:

Sorgente sismogenetica	Profondità [km]	Magnitudo momento Mw	Distanza minima dal sito [km]
ITCS002 – Western S-Alps external thrust	6÷13	6.0	35.5
ITCS010 – Western S-Alps internal thrust	5÷12	5.5	22.5
ITCS044 – Portalbera-Cremona	2÷7	5.5	62.0
ITCS072 – Capriano-Castenedolo back-thrust	1÷6	6.0	69.5
ITCS115 - Western S-Alps external thrust shallow-west	2÷6	6.0	30.9
ITCS116: Western S-Alps external thrust shallow-east	2.5÷5.5	5.5	77.9
ITIS104: Romanengo	2.5÷5.8	5.7	63.6

Tabella 15 – Sorgenti sismogenetiche (da database DISS 3.2.0)

L'ubicazione delle sorgenti sismogenetiche sopra indicate è di seguito mostrata in rapporto all'ubicazione dell'area di progetto (riquadro rosso).

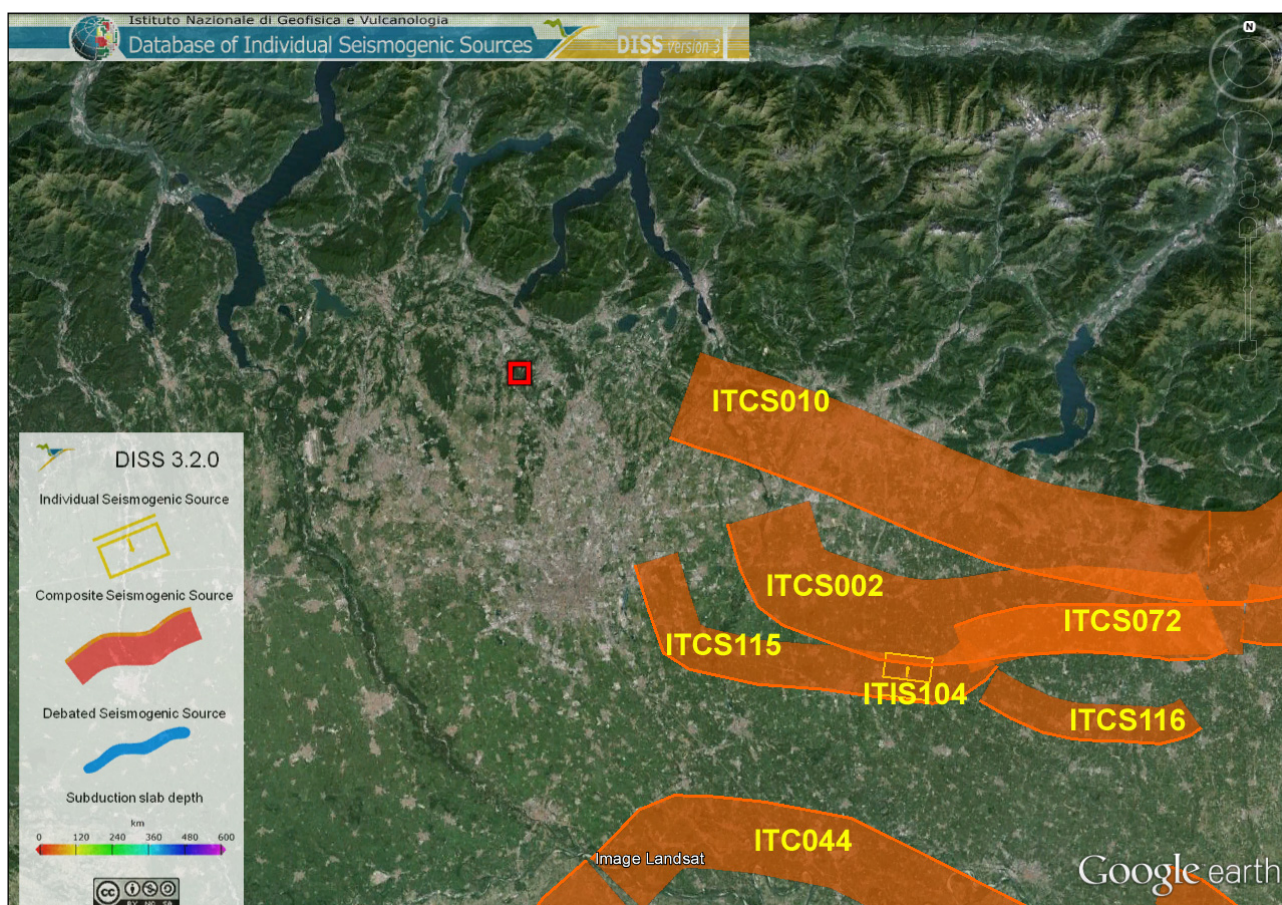


Figura 37 – Sorgenti sismogenetiche (da database DISS 3.2)

Come mostrato dall'immagine sopra riportata il sito di progetto non ricade all'interno di zone sismogenetiche riconosciute.

La consultazione del *Catalogo delle Faglie Capaci – Database ITHACA* ha infine consentito di escludere la presenza di elementi attivi in grado di dar luogo ad effetti di superficie in corrispondenza dell'area di progetto.

7.2 Sismicità di base dell'area

Per quanto concerne la determinazione dei parametri di scuotimento sismico dell'area di progetto, facendo riferimento al D.M. 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni, la sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto

dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni definita nella tabella 1 allegata al citato D.M. in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale mostrato nella figura sottostante per il sito in esame in cui il centro degli assi della griglia identifica il sito di progetto (coordinate geografiche WGS84 – Lat: 45.733885°; Lon: 9.083778° - Coordinate geografiche ED50 – Lat: 45.734814° - Lon: 9.084845°)).

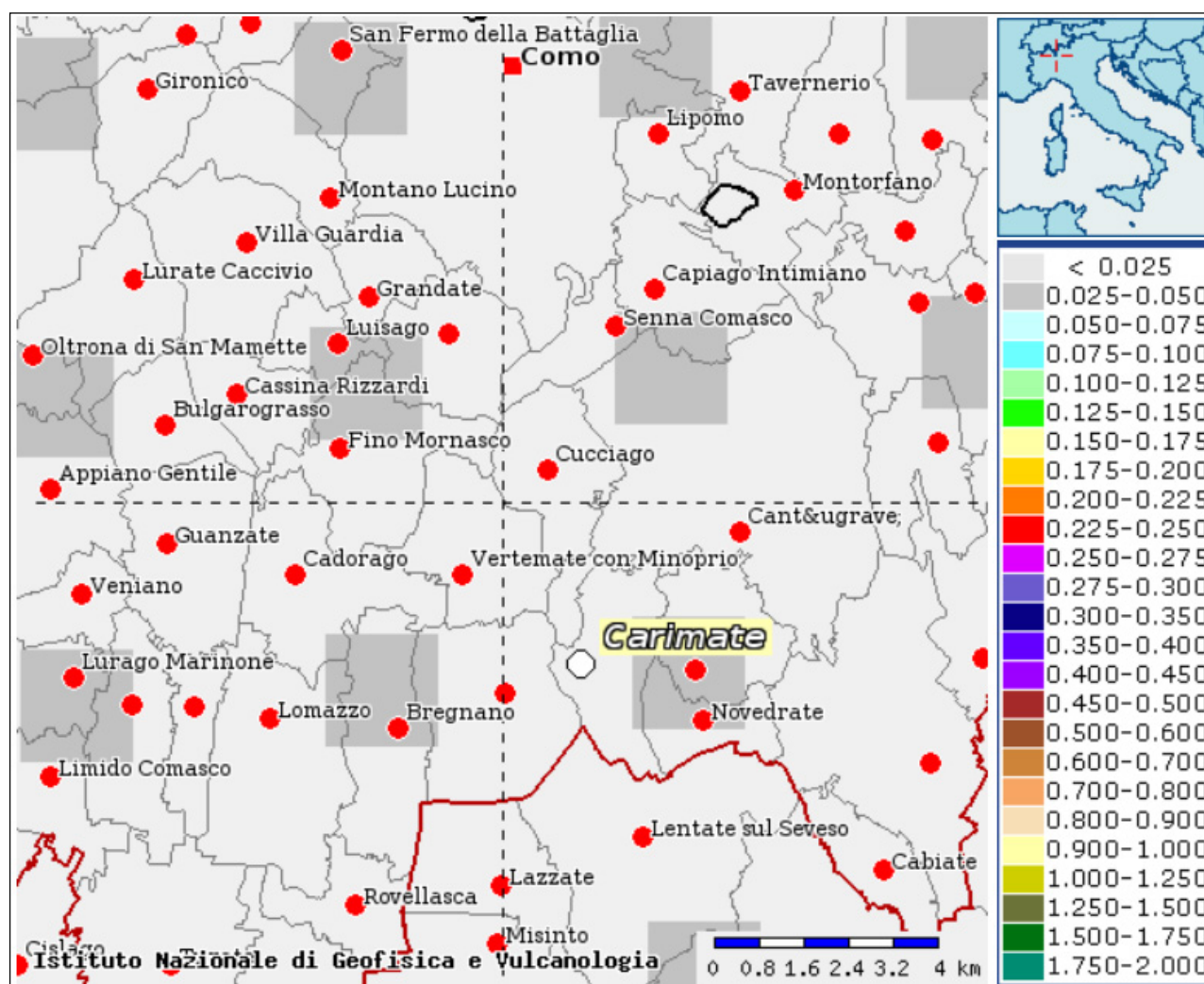


Figura 38 – Valori di a_g ai nodi del reticolo di riferimento nazionale

In particolare i valori di scuotimento relativi ai quattro nodi utilizzabili per la definizione del valore medio utilizzabile per il sito in esame sono mostrati nella seguente

tabella unitamente ai parametri di base che definiscono lo spettro di risposta elastico:

ID Punto [-]	Coord. Nord [°]	Coord. Est [°]	Distanza [m]	$a_{g(475)}$ [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
10927	45,7538	9,0528	3259	0,041	2,64	0,28
10928	45,7564	9,1243	3885	0,044	2,64	0,28
11149	45,7038	9,0566	4084	0,042	2,64	0,28
11150	45,7064	9,1280	4600	0,044	2,65	0,28

Tabella 16 – Valori di a_g ai nodi del reticolo di riferimento nazionale

Sulla base dei dati sopra indicati è possibile definire un valore di progetto delle azioni sismiche come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame adottando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in esame ed i vertici considerati.

Nel caso in esame si ottengono i seguenti valori medi dei parametri sismici di base al bedrock sismico:

$a_{g(475)}$ [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
0,042	2,643	0,283

Tabella 17 – Valori di a_g al bedrock del sito

Considerando una Vita Nominale dell'opera pari a 50 anni ed una classe d'uso II, cui corrisponde un coefficiente di utilizzo C_u pari a 1.0 si ottengono i seguenti valori medi dei parametri sismici di base al bedrock sismico per i diversi stati limite:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,016	2,576	0,158
SLD	50	0,020	2,552	0,170
SLV	475	0,042	2,643	0,283
SLC	975	0,051	2,692	0,301

Tabella 18 – Valori di a_g al bedrock per diversi stati limite

Per quanto concerne la magnitudo degli eventi sismici responsabili della sismicità risentita al sito l'analisi di disaggregazione condotta in corrispondenza dei nodi del reticolo di riferimento che circoscrivono il sito di progetto consente di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M . I valori medi delle coppie Magnitudo – Distanza Epicentrale compatibili con i valori di accelerazioni attesi al sito, definiti per eventi con tempo di ritorno di 475 anni, sono di seguito mostrati insieme al parametro ε che rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento devia dal valore mediano predetto:

ID Punto [-]	Magnitudo [-]	Distanza Epicentrale [km]	ε [-]
10927	5.13	84.2	1.74
10928	5.08	75.8	1.67
11149	5.11	81.9	1.72
11150	5.06	72.8	1.65

Tabella 19 – Magnitudo media ai nodi del reticolo

Considerando come rappresentativo del sito in esame il valore definito per il nodo 10927, più prossimo al sito di progetto, si può assumere quale valore medio di progetto una Magnitudo epicentrale pari a 5.13.

La distribuzione statistica dei valori di magnitudo epicentrale desunti dall'analisi di disaggregazione condotta in corrispondenza del nodo 10927 è mostrata nella seguente figura per un tempo di ritorno di 475 anni:

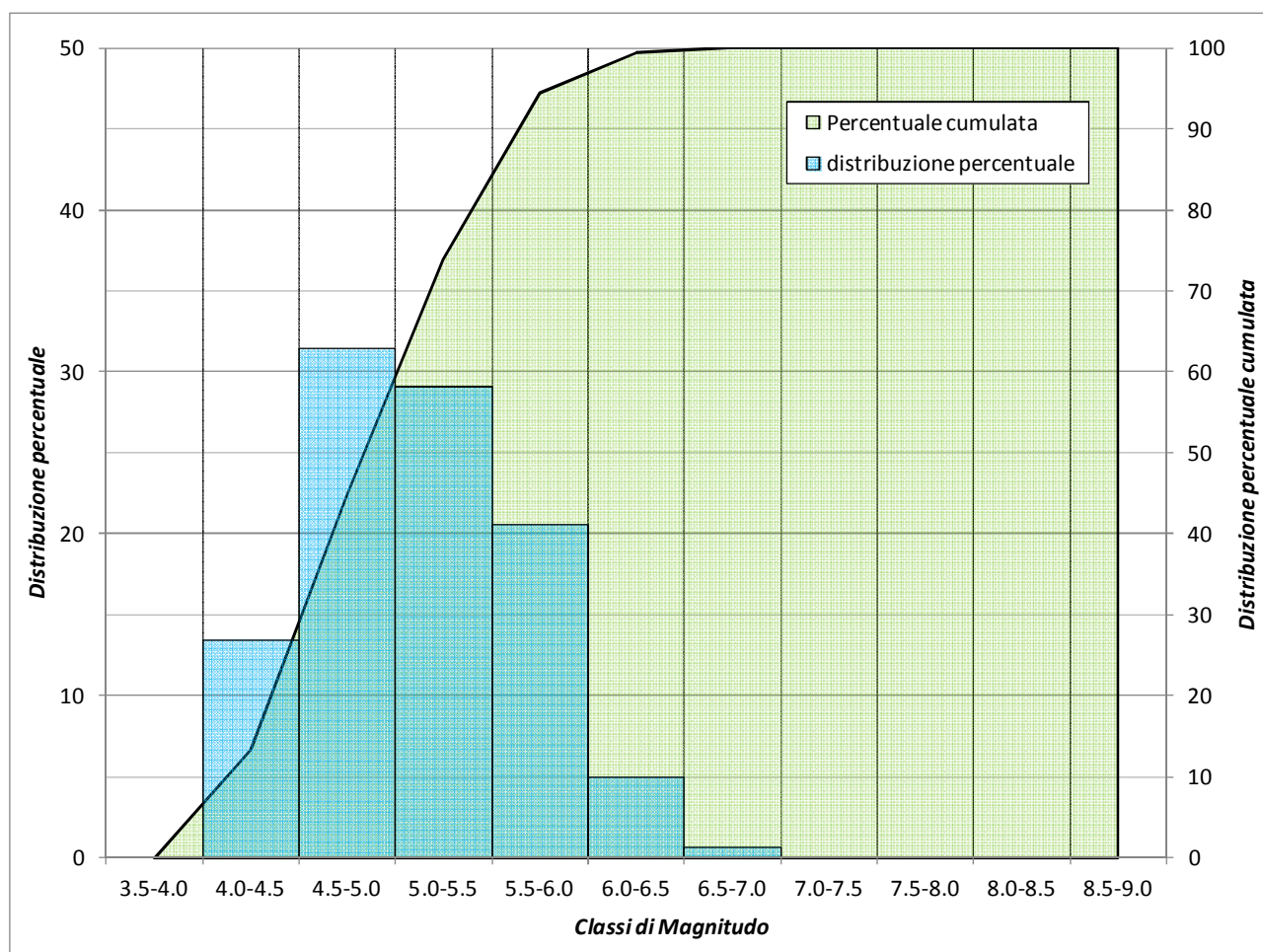


Figura 39 – Distribuzione statistica della magnitudo

Dal grafico sopra riportato si determina un valore di magnitudo epicentrale al 90% percentile della distribuzione statistica pari a:

$$M = 5,65$$

7.3 Risposta sismica locale ed azioni sismiche di progetto

Ai fini della quantificazione delle azioni sismiche di progetto è necessario valutare le modifiche in frequenza ed ampiezza del segnale sismico di base agente al bedrock indotte da fenomeni di amplificazione stratigrafica e topografica sitospecifici. Per la valutazione numerica degli effetti di amplificazione sismica sitospecifica la procedura di cui al punto 1.4.4 dell'Allegato B alla d.g.r. 30 novembre 2011 n.

IX/2616 “*Sintesi delle procedure*”, prevede l’applicazione di tre livelli di approfondimento sismico con grado di dettaglio crescente in funzione della zona sismica di appartenenza.

Ricadendo le aree di progetto in zona sismica 4, gli approfondimenti di 2° livello sono obbligatori per le sole opere ed edifici strategici e/o rilevanti, così come definiti ai sensi della d.d.u.o 19904/2003, ricadenti in aree a pericolosità sismica locale PSL Z3 e Z4.

Poiché le opere in progetto non rientrano nelle tipologie di cui alla d.d.u.o. 19904/2003, l’approfondimento sismico di 2° livello non è necessario e le azioni sismiche possono essere definite mediante la procedura semplificata prevista dal D.M. 14/01/08 sulla base della categoria sismica di sottosuolo e dello scuotimento sismico al bedrock precedentemente determinati definendo lo spettro di risposta elastico riferito ad uno smorzamento convenzionale del 5% definito dalle seguenti espressioni:

Componente orizzontale

$0 \leq T < T_B$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o * \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta * F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
$T_B \leq T < T_C$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o$
$T_C \leq T < T_D$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o \left(\frac{T_C}{T} \right)$
$T_D \leq T$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

Componente verticale

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v * \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta * F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

dove:

T = periodo di vibrazione

Se = accelerazione spettrale

S = fattore funzione della categoria del terreno di fondazione e delle condizioni topografiche espresso dalla relazione:

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente di amplificazione topografica, pari ad 1 nel caso in esame

η = fattore di alterazione dello spettro per smorzamenti viscosi ξ diversi dal 5% espresso dalla relazione:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)}$$

F_o = fattore di quantificazione della componente orizzontale dell'amplificazione spettrale massima

F_v = fattore di quantificazione della componente verticale dell'amplificazione spettrale massima

T_C = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastica espresso dalla relazione:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

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

C_C = parametro funzione della categoria di sottosuolo

T_B = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante definito dalla relazione:

$$T_B = T_C / 3$$

T_D = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante espresso dalla relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Per quanto concerne il fattore di amplificazione stratigrafica l'esame delle stratigrafie delle velocità di propagazione delle onde di taglio V_S misurate nelle prospezioni sismiche MASW eseguite evidenzia la presenza di un bedrock sismico caratterizzato da valori di V_S superiori ad 800 m/s a profondità comprese tra 6 e 14 m da p.c. con valori di $V_{S\text{medio}}$ al di sopra del bedrock sismico compresi tra 160 a 260 m/s; sulla base di tali elementi è possibile attribuire ai terreni di fondazione delle opere in progetto la **categoria sismica E**; per tale categoria sismica in accordo al D.M. 14/01/08 il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S è definito dalla seguente relazione:

$$1.00 \leq S_S = 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$$

in cui introducendo i valori di a_g/g e di F_0 più sopra definiti per il tempo di ritorno di 475 anni (SLV) si ottiene un valore di S_s pari a 1.6. Il fattore di amplificazione stratigrafica S_T , funzione dell'inclinazione del piano campagna, assume il valore di 1.

Per costruzioni di **tipo 2**, aventi una vita nominale V_N di 50 anni, e **classe d'uso II**, a cui corrisponde un **coefficiente d'uso C_U** pari a **1.0**, tipologia in cui rientrano le opere in progetto, e per lo stato limite di salvaguardia della vita, corrispondente ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari ad un tempo di ritorno dell'evento sismico atteso di 475 anni, i fattori ed i periodi sopra elencati assumono i valori indicati negli schemi seguenti:

<i>Componenti orizzontali</i>				<i>Componenti verticali</i>			
S	T_B	T_C	T_D	S	T_B	T_C	T_D
[-]	[s]	[s]	[s]	[-]	[s]	[s]	[s]
1.6	0.180	0.539	1.767	1,00	0,05	0,15	1,00

con $\eta = 1.00$

Introducendo i valori sopra riportati nelle espressioni che definiscono le componenti dello spettro di risposta elastico per lo stato limite SLV si ottiene la forma spettrale riportata nel seguente grafico, riferita ad uno smorzamento viscoso pari al 5%:

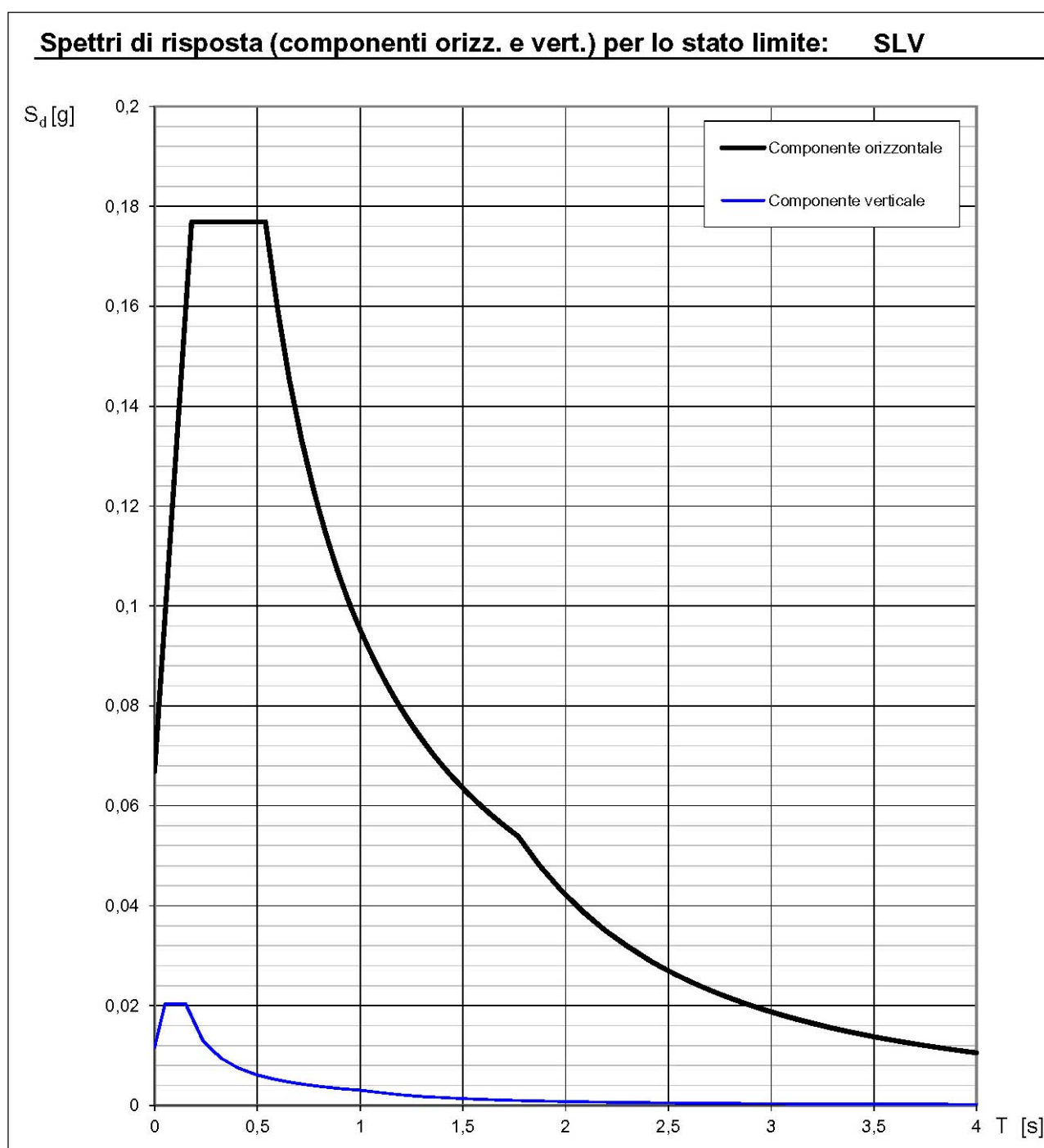


Figura 40 – Spettri di risposta elastica

Qualora le verifiche di progetto agli SLU non prevedano il ricorso ad accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, gli spettri di progetto per lo stato limite ultimo potranno essere determinati introducendo nelle espressioni che definiscono lo

spettro di riposta elastico un fattore riduttivo q che tiene conto della capacità dissipativa anelastica della struttura.

Per gli stati limite di esercizio si adotteranno invece gli spettri elastici corrispondenti alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato.

Nell'ipotesi di effettuare analisi semplificate per via pseudostatica, l'azione sismica è schematizzabile come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale k_h e verticale ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale k_v espressi dalle seguenti relazioni:

$$k_h = \beta * \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

dove:

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione e del valore di a_g atteso;

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

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

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

dove:

- S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), pari nel caso in esame a 1.0;
- a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Introducendo i valori numerici sopra specificati si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale da impiegare per le verifiche geotecniche delle fondazioni nei diversi stati limite:

Stato limite	a_g [g]	S_S [-]	S_T [-]	a_{max} [g]	β [-]	k_h [-]	k_v [-]
SLO	0,016	1,6	1,0	0,026	0,20	0,005	0,003
SLD	0,020	1,6	1,0	0,033	0,20	0,007	0,003
SLV	0,042	1,6	1,0	0,067	0,20	0,013	0,007
SLC	0,051	1,6	1,0	0,082	0,20	0,016	0,008

Tabella 20 – Parametri sismici pseudostatici per i diversi stati limite

8. ANALISI DI STABILITÀ DEI RILEVATI ARGINALI

Le condizioni di stabilità degli argini in progetto sono state verificate in corrispondenza della sezione più critica, rappresentata dalla sezione 13 dell'area 2, sia per quanto concerne l'opera tra il Torrente Seveso e l'area golenale, che per quanto concerne l'argine esterno dell'area golenale.

Le verifiche sono state condotte nelle seguenti condizioni di calcolo:

- a fine costruzione lungo il paramento interno;
- a fine costruzione lungo il paramento esterno;
- con vasche al massimo invaso lungo il paramento esterno;
- con vasche al massimo invaso lungo il paramento interno;
- in condizioni di rapido svasso lungo il paramento interno.

8.1 Parametri geotecnici e modello di calcolo

I parametri geotecnici delle diverse unità coinvolte nelle analisi, definiti al paragrafo 6.2 del presente documento sono di seguito sintetizzati.

Unità	Descrizione	Peso di volume naturale γ_n [kN/m ³]	Peso di volume saturo γ_{sat} [kN/m ³]	Coesione efficace c' [kPa]	Angolo di attrito φ [°]
A	Terreni di fondazione	18.5	20.0	0	29
B	Terreni di fondazione	19.0	21.0	5	34
C	Terreni di fondazione	21.0	22.0	10	41
D	Substrato conglomeratico	23.0	24.0	100	45
R	Rilevato arginale	19.0	21.0	10	29

Tabella 21 – Parametri geotecnici

Si precisa che per i rilevati arginali i parametri geotecnici sopra riportati sono stati stimati sulla base delle caratteristiche granulometriche e di plasticità dei materiali

che si prevede di impiegare e delle tecniche di posa in opera; nelle successive fasi di approfondimento progettuale si dovrà procedere alla verifica di tali assunzioni sulla base di prove di resistenza al taglio condotte su materiali compattati nelle condizioni di progetto.

I parametri geotecnici caratteristici sopra riportati sono stati introdotti nelle verifiche mediante l'applicazione dei coefficienti parziali A2M2 di cui al D.M. 14.01.08 di seguito sintetizzati:

- Azioni permanenti : 1.0
- Azioni variabili favorevoli: 0.0
- Azioni variabili sfavorevoli: 1.3
- Tangente dell'angolo di resistenza al taglio: 1.25
- Coesione efficace: 1.25
- Peso di volume: 1.0

Nelle verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono stati posti pari all'unità.

Per quanto attiene gli aspetti idrogeologici sulla base degli esiti della campagna di indagini condotte si può assumere una soggiacenza della superficie di saturazione piezometrica a 3.8 m da p.c..

Per quanto attiene alle condizioni idriche di calcolo si precisa che il regime delle pressioni interstiziali in condizioni di massimo invaso all'interno del rilevato arginale e dei terreni sottostanti è stato determinato a mezzo di un'analisi di filtrazione agli elementi finiti in cui si è impostata una pressione agente sul paramento di monte sommerso pari al carico idrico generato dall'acqua invasata.

In condizioni di rapido svasso nei terreni a ridotta permeabilità costituenti il rilevato arginale è stata mantenuta la pressione interstiziale sul paramento lato invaso corrispondente alle condizioni di massimo invaso annullando il carico idrico e si è determinato il conseguente regime delle pressioni interstiziali.

I valori del coefficiente di permeabilità delle diverse unità geotecniche considerati nelle analisi sono mostrati nella seguente tabella. Si precisa per l'unità A sono cautelativamente assunti valori più elevati di quelli ottenuti dalle prove infiltrometriche al fine di tenere debitamente in conto nelle analisi la possibile presenza di livelli più permeabili costituenti direzioni preferenziali di flusso.

Unità	Descrizione	Coefficiente di permeabilità k [m/s]
A	Terreni di fondazione	$1.0 \cdot 10^{-4}$
B	Terreni di fondazione	$1.0 \cdot 10^{-4}$
C	Terreni di fondazione	$1.0 \cdot 10^{-3}$
C	Substrato conglomeratico	$5.0 \cdot 10^{-4}$
R	Rilevato arginale	$1.0 \cdot 10^{-5}$

Tabella 22 – Parametri idrodinamici

8.2 Codice di calcolo

Tutte le analisi di stabilità di cui al presente rapporto sono state condotte a mezzo del codice di calcolo all'equilibrio limite *Slide ver. 4.017* prodotto e commercializzato da Rocscience Inc.; le analisi sono state eseguite impiegando i metodi di Bishop, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale, senza sviluppo di forze di taglio tra conci contigui, di Spencer, basato sull'equilibrio dei momenti, delle forze orizzontali e delle forze verticali, con inclinazione della risultante delle forze tra i conci contigui costante e calcolata nel punto in cui l'equilibrio delle forze eguaglia l'equilibrio dei momenti, e GLE – General Limit Equilibrium -, basato sull'equilibrio delle forze orizzontali e verticali e dei momenti, con inclinazione della risultante delle forze tra conci contigui descritta da un funzione $f(x)$.

In linea generale le condizioni di stabilità del pendio sono esprimibili dal rapporto tra la resistenza a taglio disponibile lungo la potenziale superficie di scivolamento e la sollecitazione agente dovuta alla forza di gravità, alle forze di filtrazione e alle

azioni simiche portate in conto per via pseudo-statica introducendo un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale k_h ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale k_v espressi dalle seguenti relazioni:

$$k_h = \beta * \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

dove:

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione e del valore di a_g atteso, pari nel caso in esame a 0.20;

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

g = accelerazione di gravità.

In assenza in questa fase di approfondimento dello studio di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata in accordo al D.M. 14/01/08 con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T);

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido per il tempo di ritorno considerato.

Considerando una **Vita Nominale** dell'opera V_N pari a **50 anni** ed un coefficiente di utilizzo C_U pari a **1.0**, con un conseguente periodo di riferimento per l'azione sismica V_R pari a 50 anni, e con riferimento allo Stato Limite di salvaguardia della vi-

ta (SLV), si ottiene il seguente valore di a_{max} , valido per un tempo di ritorno di 475 anni:

$$a_{max}: 0.067g$$

Introducendo il valori di a_{max} nelle espressioni più sopra riportate si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale:

$$k_h = 0.013$$

$$k_v = 0.007$$

Le azioni inerziali dell'acqua invasata sono state portate in conto nelle analisi a mezzo di una distribuzione continua di pressioni normali al paramento di monte ricavate sulla base della seguente relazione:

$$p = a_{max} \cdot \gamma_w \cdot y_0 \cdot \frac{cm}{2} \left[\frac{y}{y_0} \left(2 - \frac{y}{y_0} \right) + \sqrt{\frac{y}{y_0} \left(2 - \frac{y}{y_0} \right)} \right]$$

dove:

a_{max} : accelerazione orizzontale massima al sito

γ_w : peso di volume dell'acqua

y_0 : differenza tra la quota di massimo invaso e la quota minima dell'alveo sul paramento di monte

y : differenza tra la quota di massimo invaso e la quota di calcolo della pressione

cm : coefficiente funzione dell'inclinazione sulla verticale del paramento di monte

α

α	0	5	10	20	40	60 ed oltre
cm	0.74	0.70	0.67	0.60	0.45	0.30

Nelle verifiche condotte si è trascurato a favore di sicurezza l'incremento di resistenza a taglio connesso allo sviluppo di fenomeni di suzione all'interno delle porzioni non sature dei terreni.

Nelle verifiche condotte è stato portato in conto l'effetto del sovraccarico dovuto ai mezzi di manutenzione transitanti sulla pista posta alla sommità degli argini, assunto pari a 20 kPa.

8.1 Risultati

I risultati delle analisi, condotte attraverso l'esame di 5000 superfici di potenziale scivolamento, sia in condizioni statiche che in condizioni di eccitazione sismica hanno fornito i risultati di seguito mostrati.

Si precisa che per la condizione di verifica di rapido svaso non è stata analizzata la condizione di eccitazione sismica, in quanto situazione transitoria, e non sono stati portati in conto gli effetti del sovraccarico dovuto a mezzi in transito sull'argine poiché nelle situazioni di criticità idraulica sarà intercluso l'accesso agli argini.

Si precisa altresì che il livello idrico in condizioni di massimo invaso è stato assunto pari alla quota di sommità arginale, superiore quindi di 1 m al livello di piena valutato per tempi di ritorno di 100 anni.

8.1.1 Condizioni statiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento esterno fine costruzione	1.094	1.096	1.098	Figura 41
Paramento interno fine costruzione	1.290	1.292	1.293	Figura 42
Paramento esterno Massimo invaso	1.358	1.360	1.358	Figura 43
Paramento interno Massimo invaso	1.512	1.514	1.516	Figura 44
Paramento interno Rapido svaso	1.098	1.102	1.103	Figura 45

Tabella 23 – Argine area golenale / torrente – Condizioni statiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento esterno fine costruzione	1.325	1.320	1.316	Figura 46
Paramento interno fine costruzione	1.385	1.383	1.384	Figura 47
Paramento esterno Massimo invaso	1.057	1.066	1.065	Figura 48
Paramento interno Massimo invaso	2.031	2.033	2.031	Figura 49
Paramento interno Rapido svasso	1.150	1.176	1.158	Figura 50

Tabella 24 – Argine area golenale / esterno – Condizioni statiche

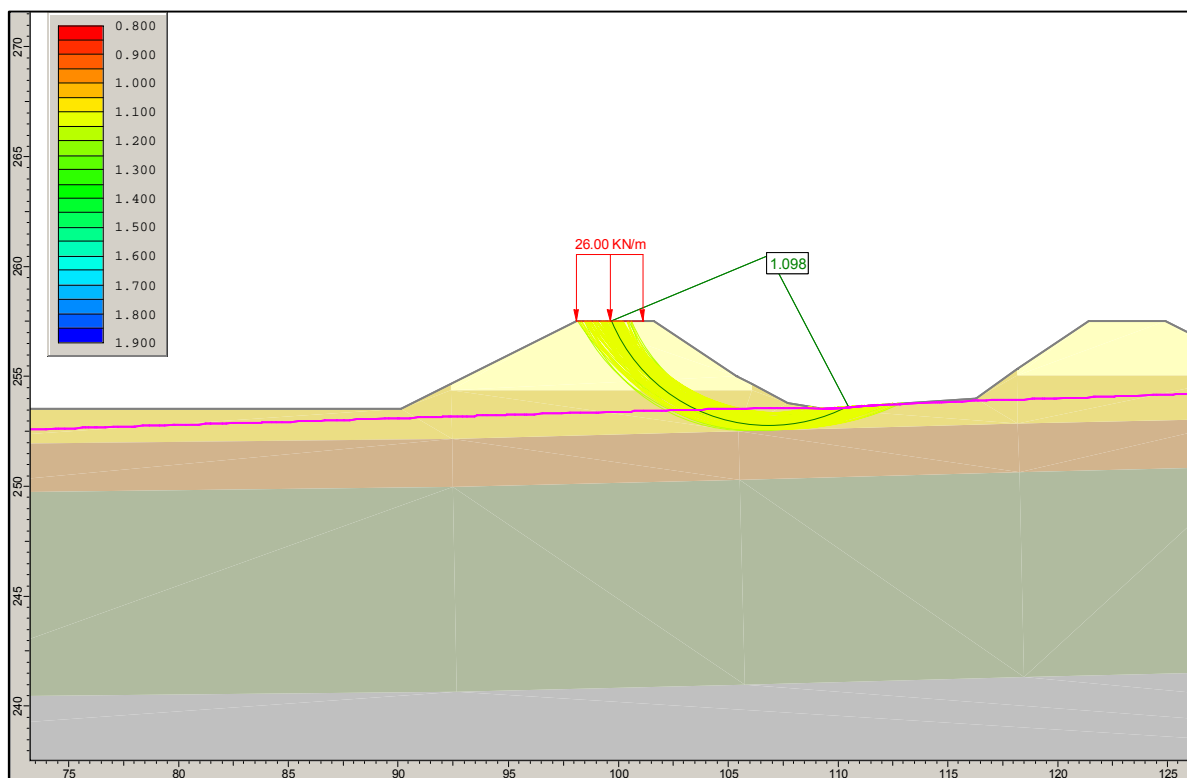


Figura 41 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Fine costruzione

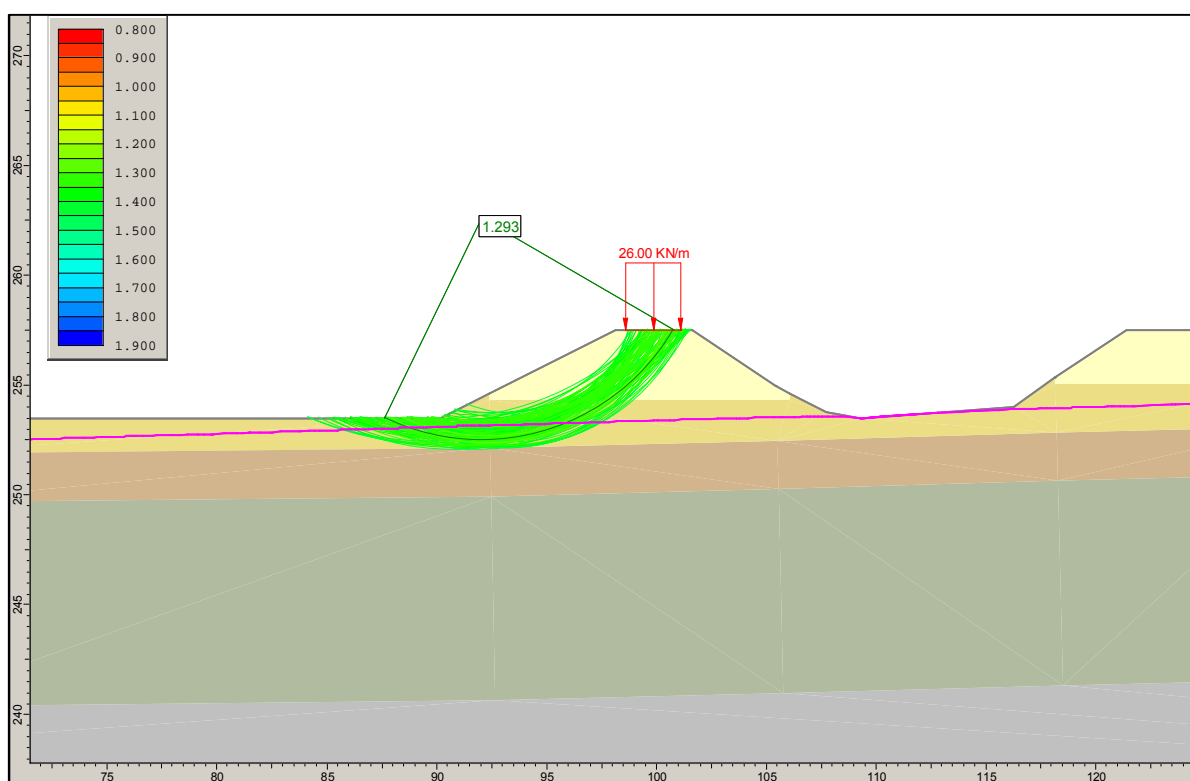


Figura 42 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Fine costruzione

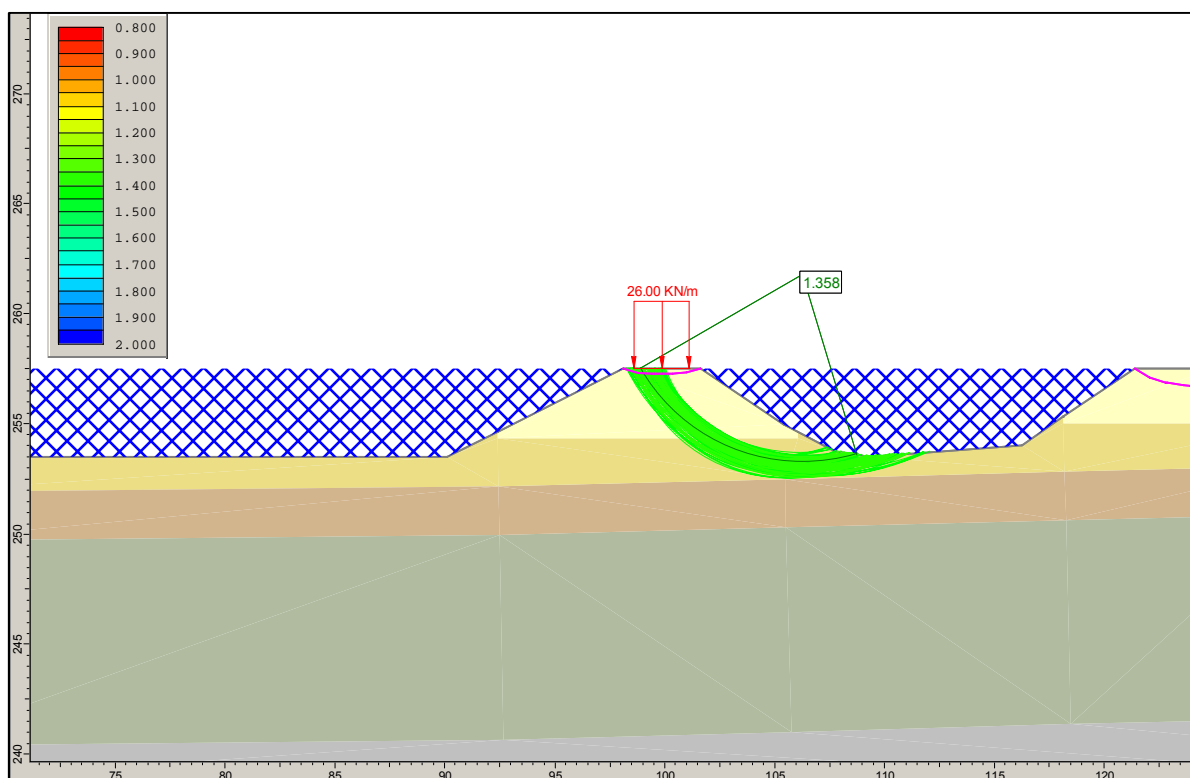


Figura 43 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Massimo invaso

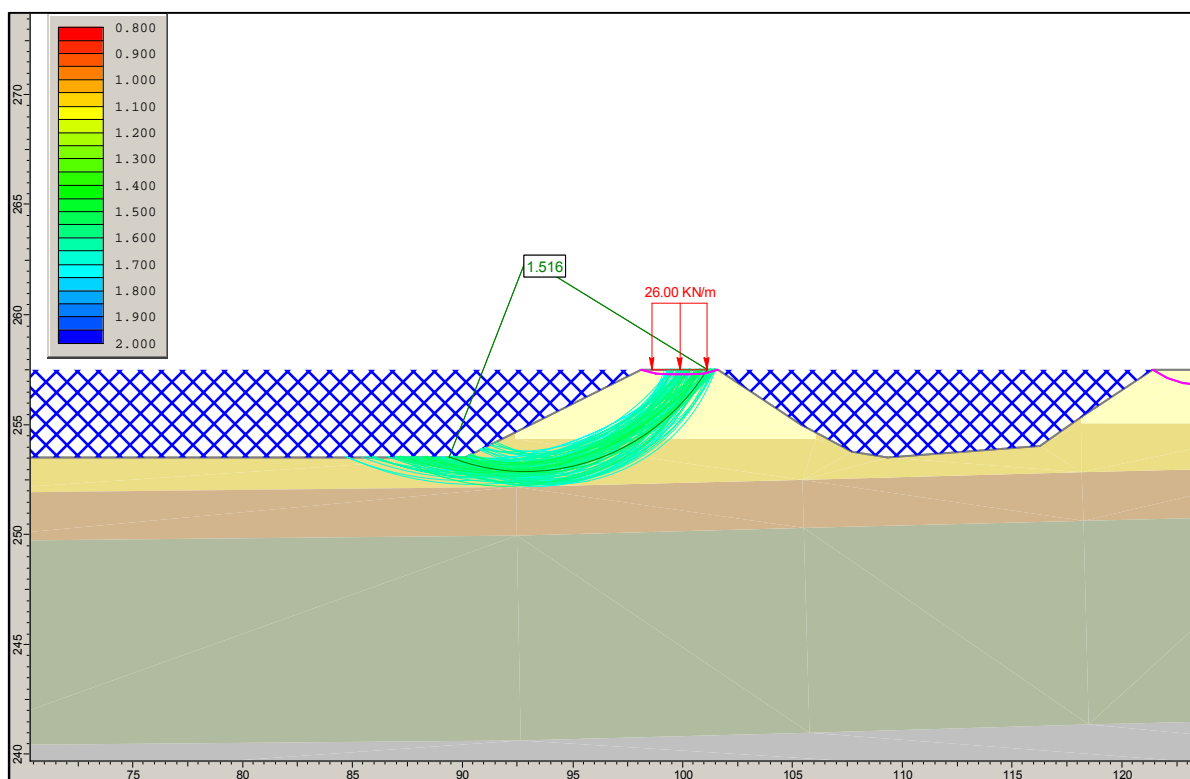


Figura 44 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Massimo invaso

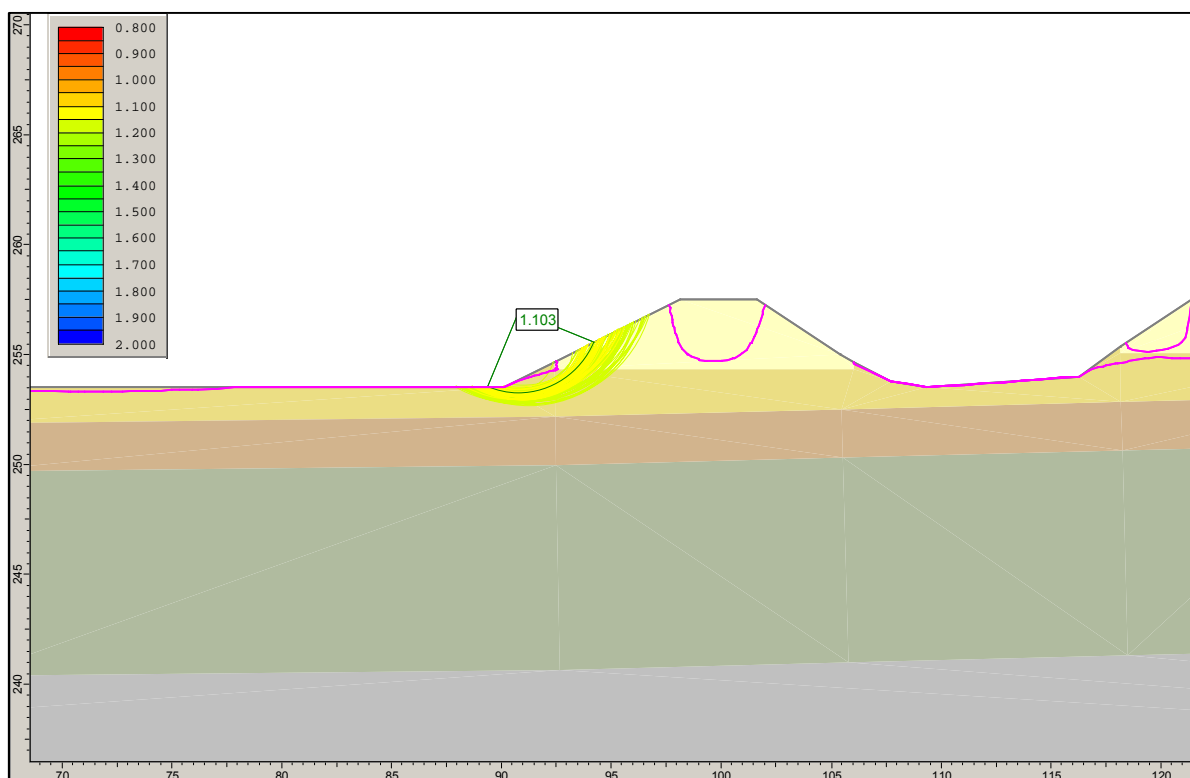


Figura 45 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Rapido svasso

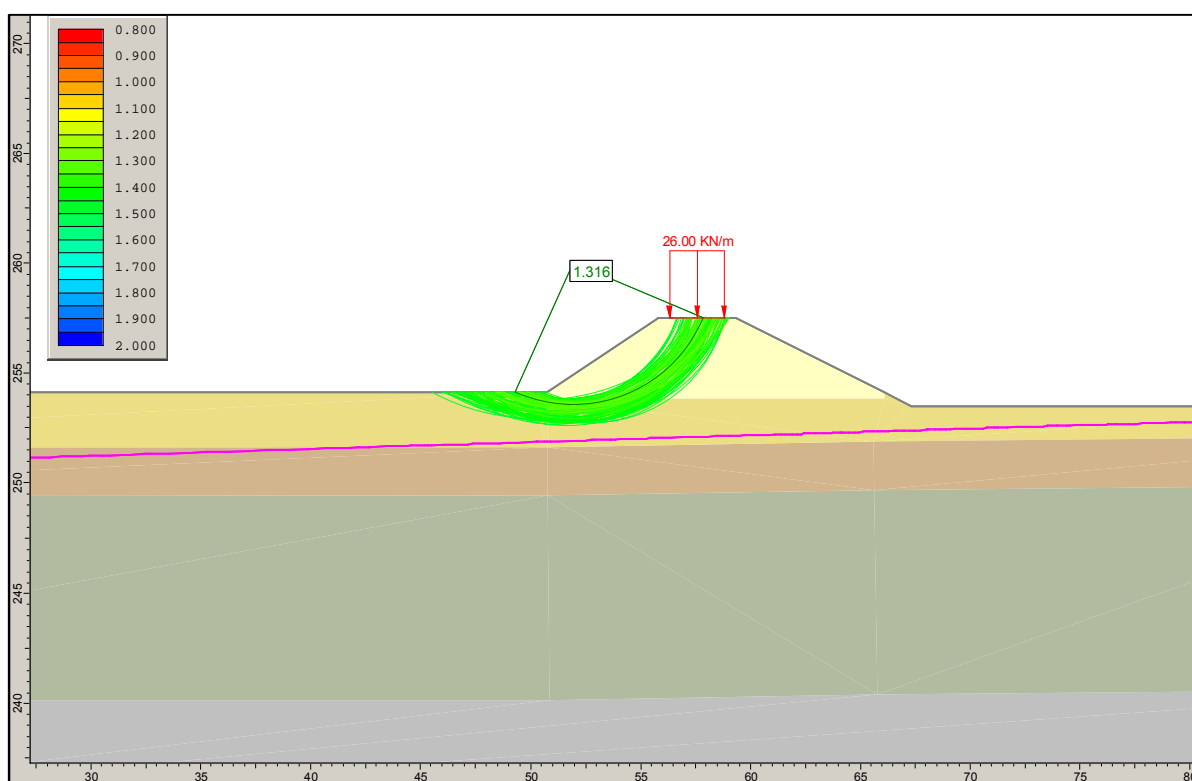


Figura 46 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Fine costruzione

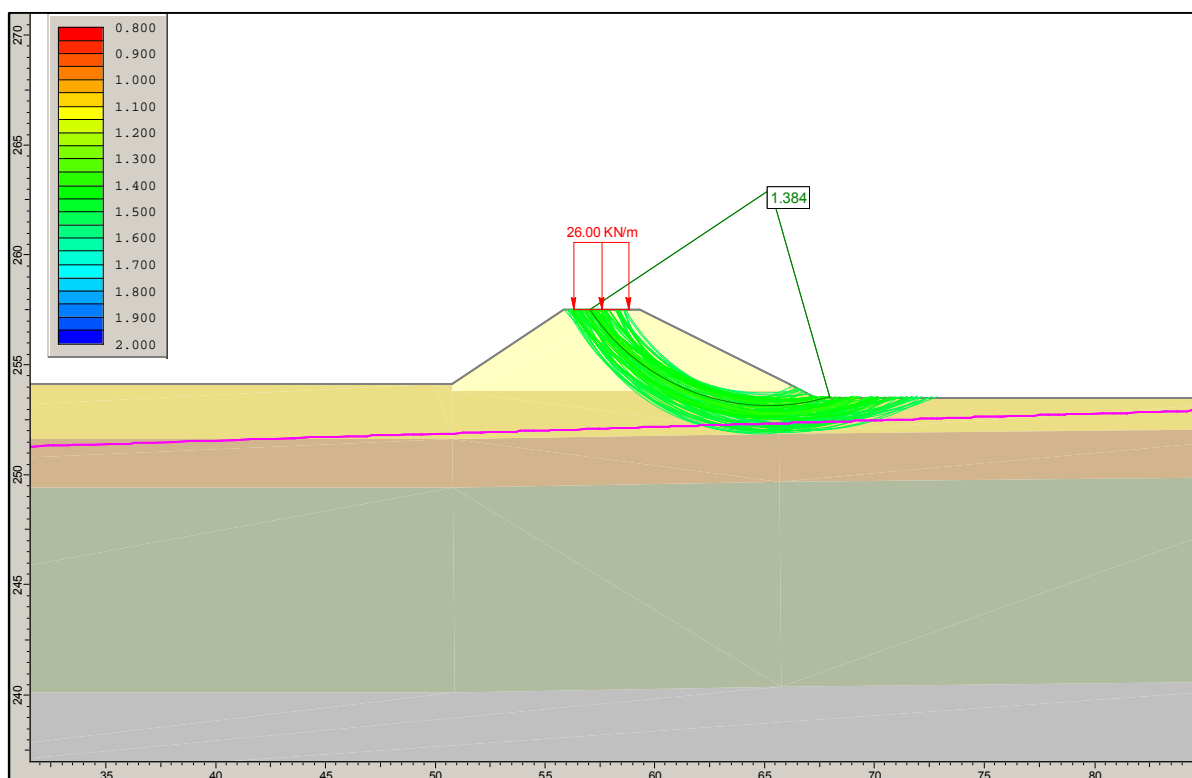


Figura 47 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Fine costruzione

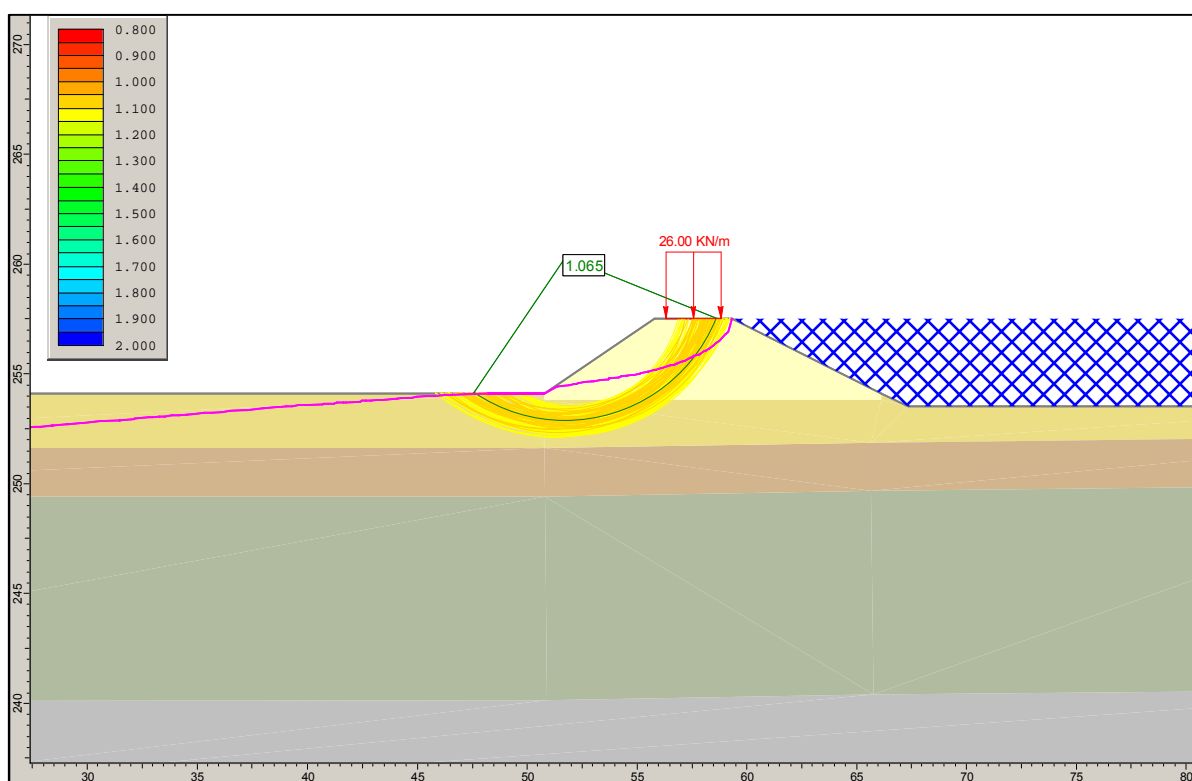


Figura 48 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Massimo invaso

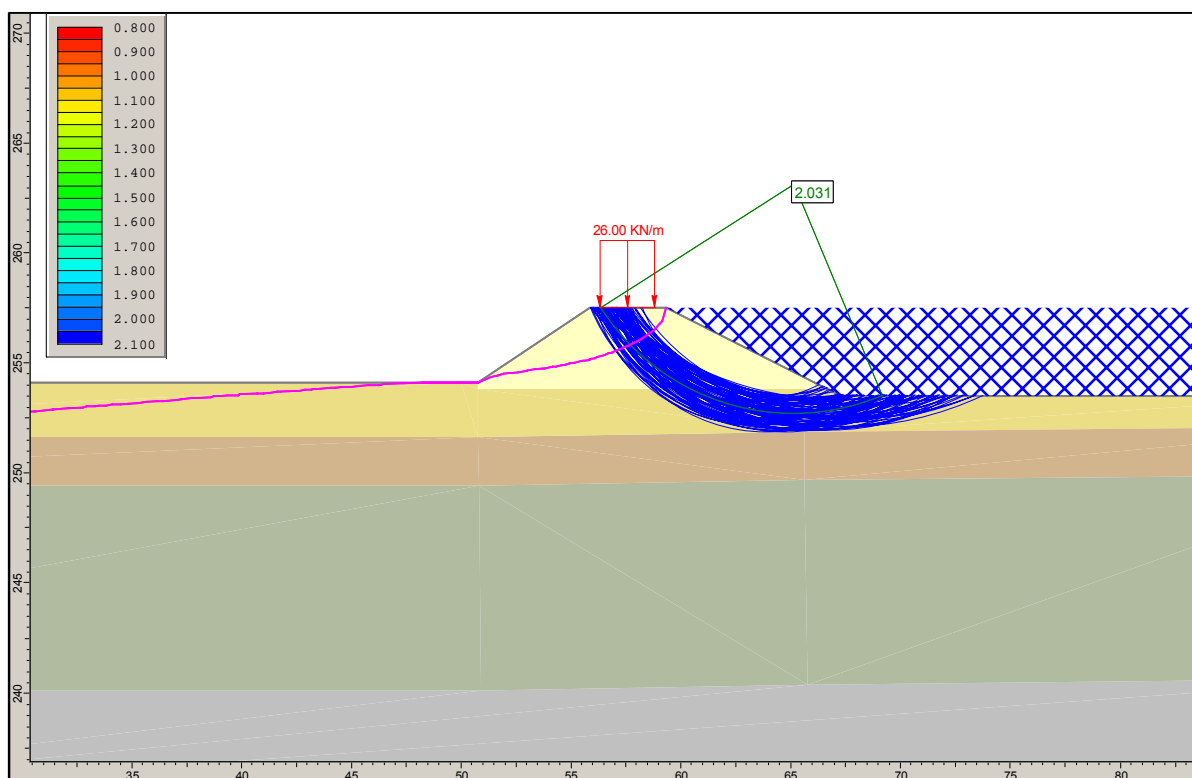


Figura 49 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Massimo invaso

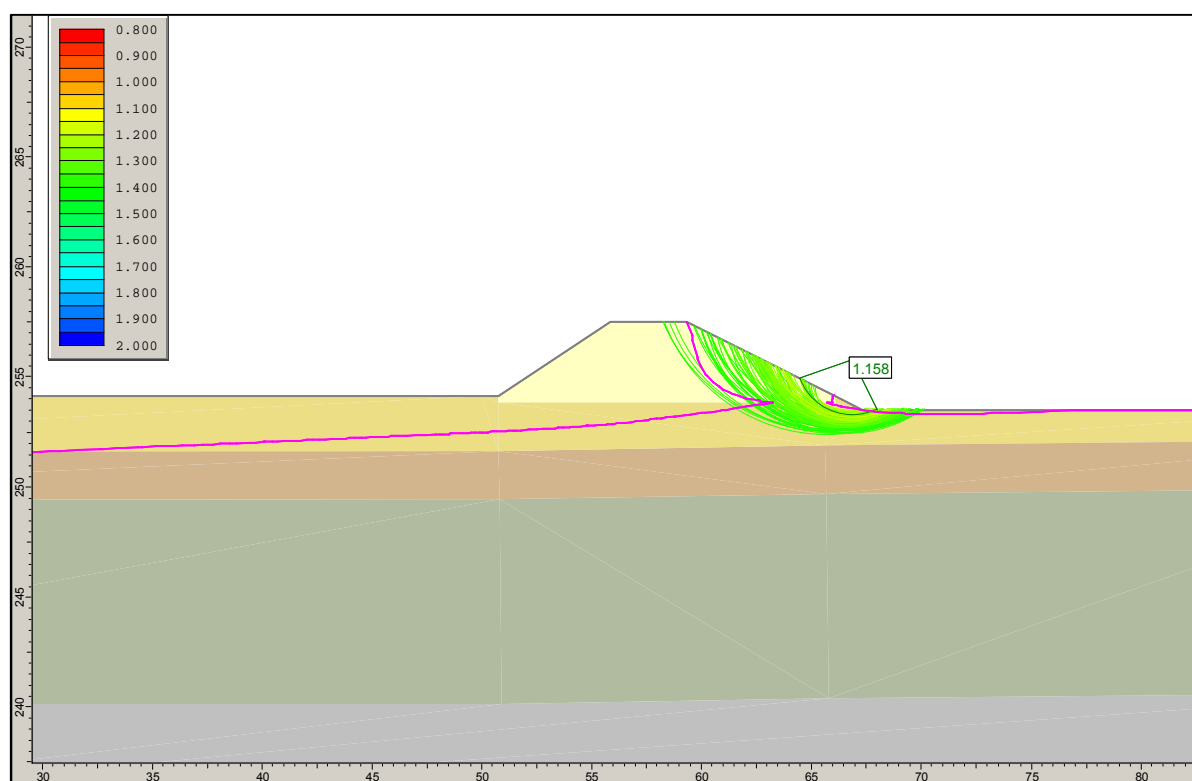


Figura 50 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Rapido svasso

8.1.2 Condizioni sismiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento esterno fine costruzione	1.089	1.092	1.092	Figura 51
Paramento interno fine costruzione	1.290	1.288	1.294	Figura 52
Paramento esterno Massimo invaso	1.398	1.406	1.407	Figura 53
Paramento interno Massimo invaso	1.555	1.557	1.559	Figura 54

Tabella 25 – Argine area golenale / torrente – Condizioni sismiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento esterno fine costruzione	1.342	1.338	1.340	Figura 55
Paramento interno fine costruzione	1.391	1.389	1.390	Figura 56
Paramento esterno Massimo invaso	1.063	1.071	1.073	Figura 57
Paramento interno Massimo invaso	2.091	2.093	2.089	Figura 58

Tabella 26 – Argine area golenale / esterno – Condizioni sismiche

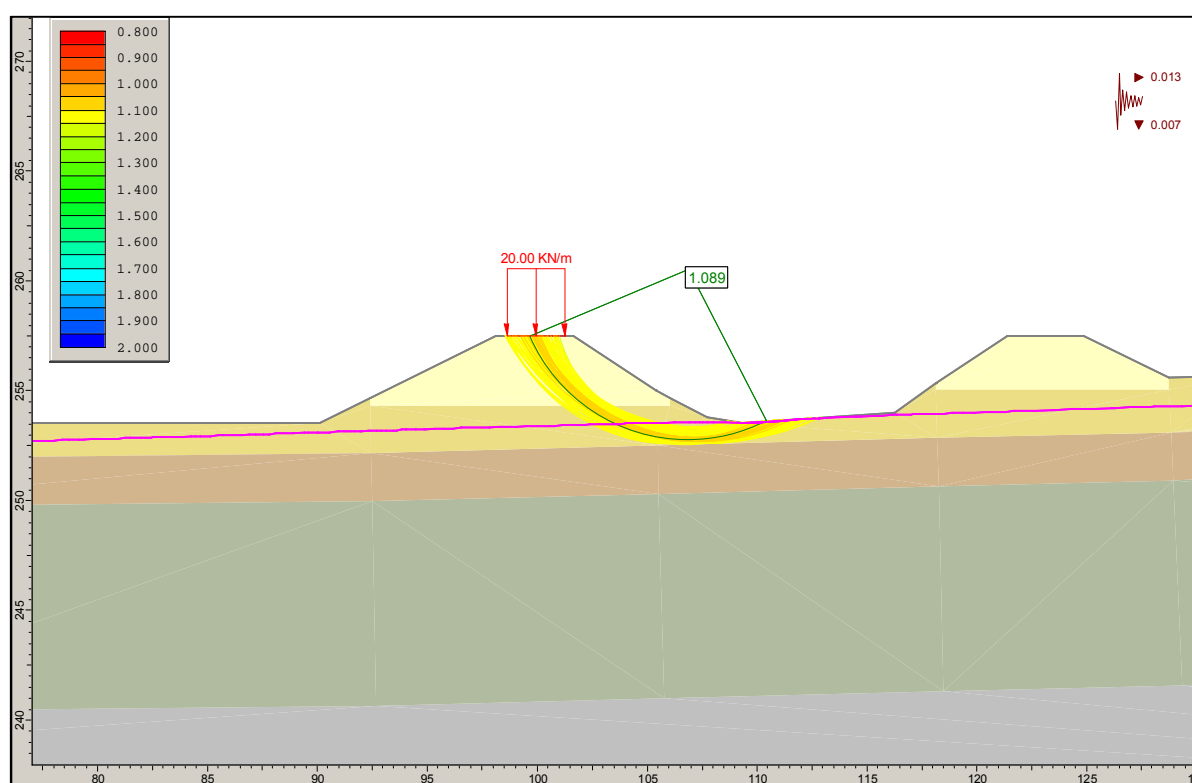


Figura 51 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Fine costruzione

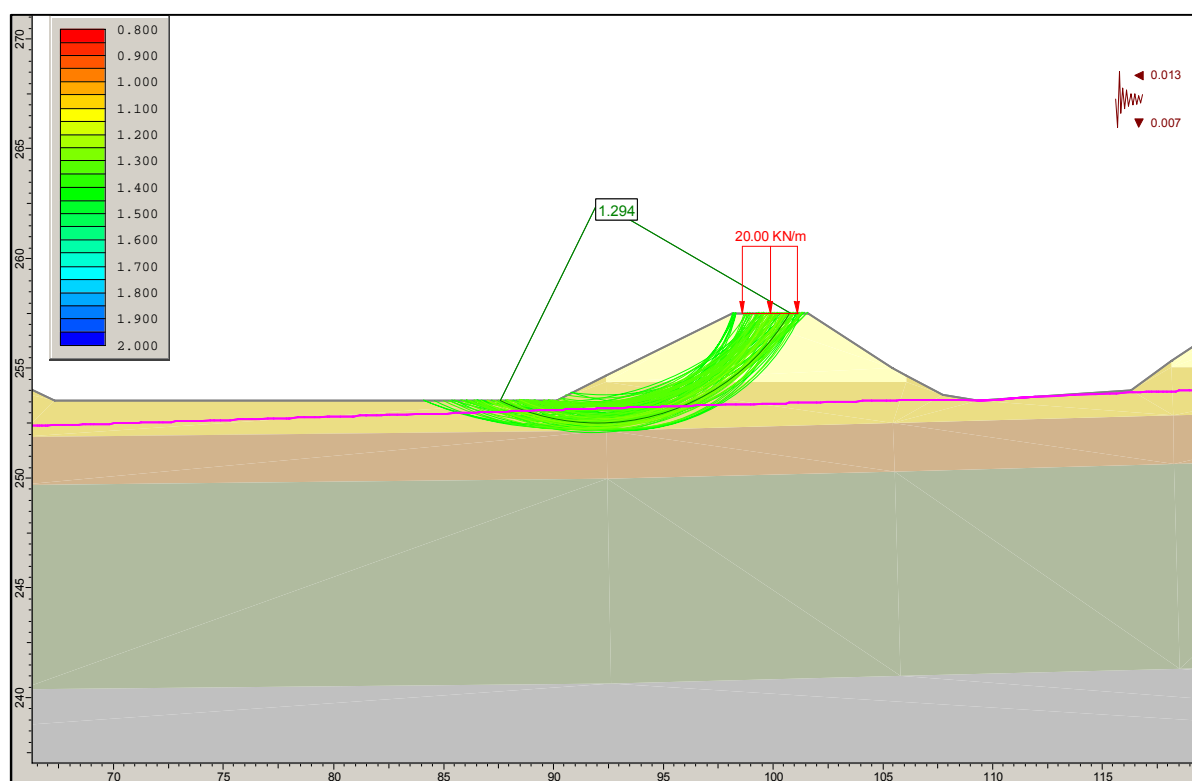


Figura 52 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Fine costruzione

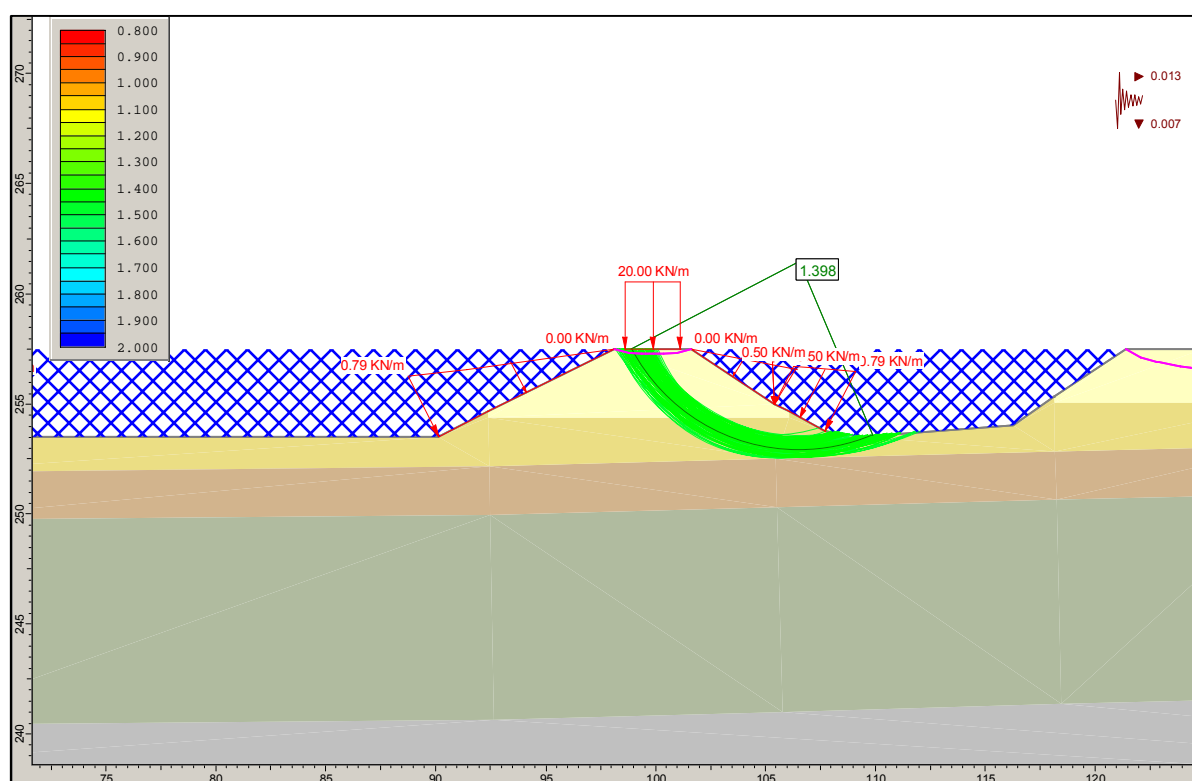
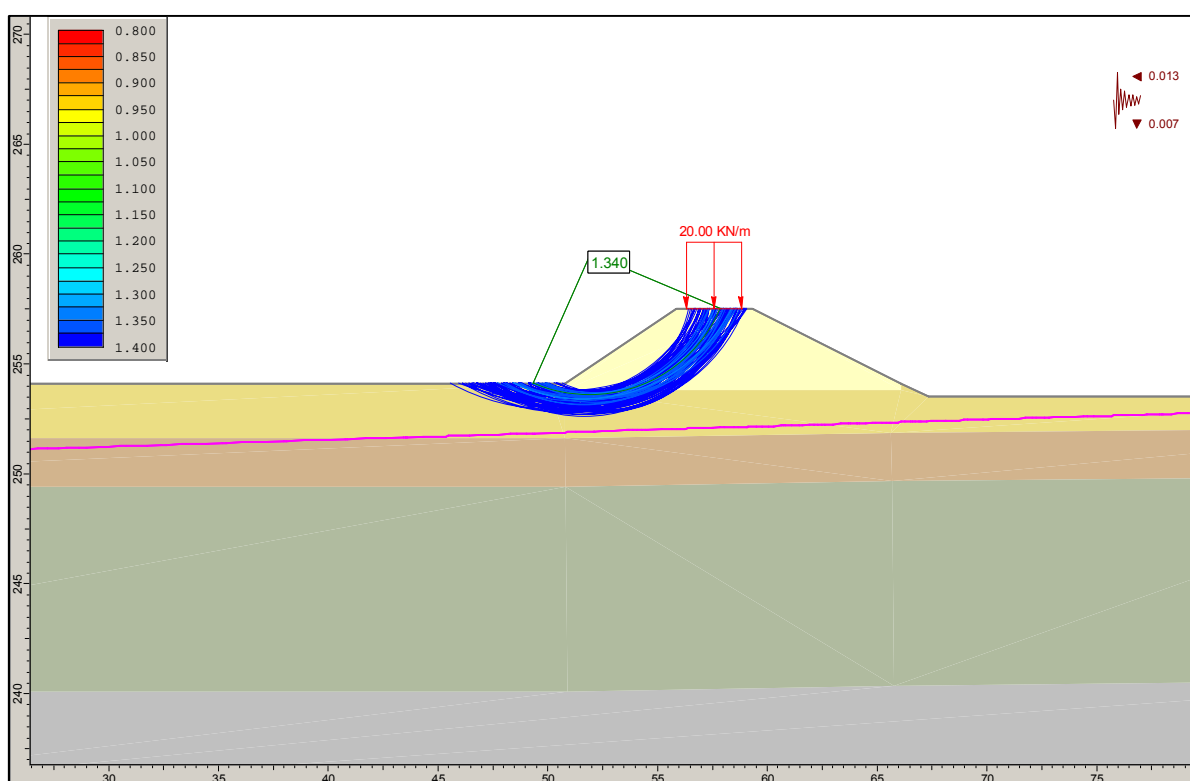
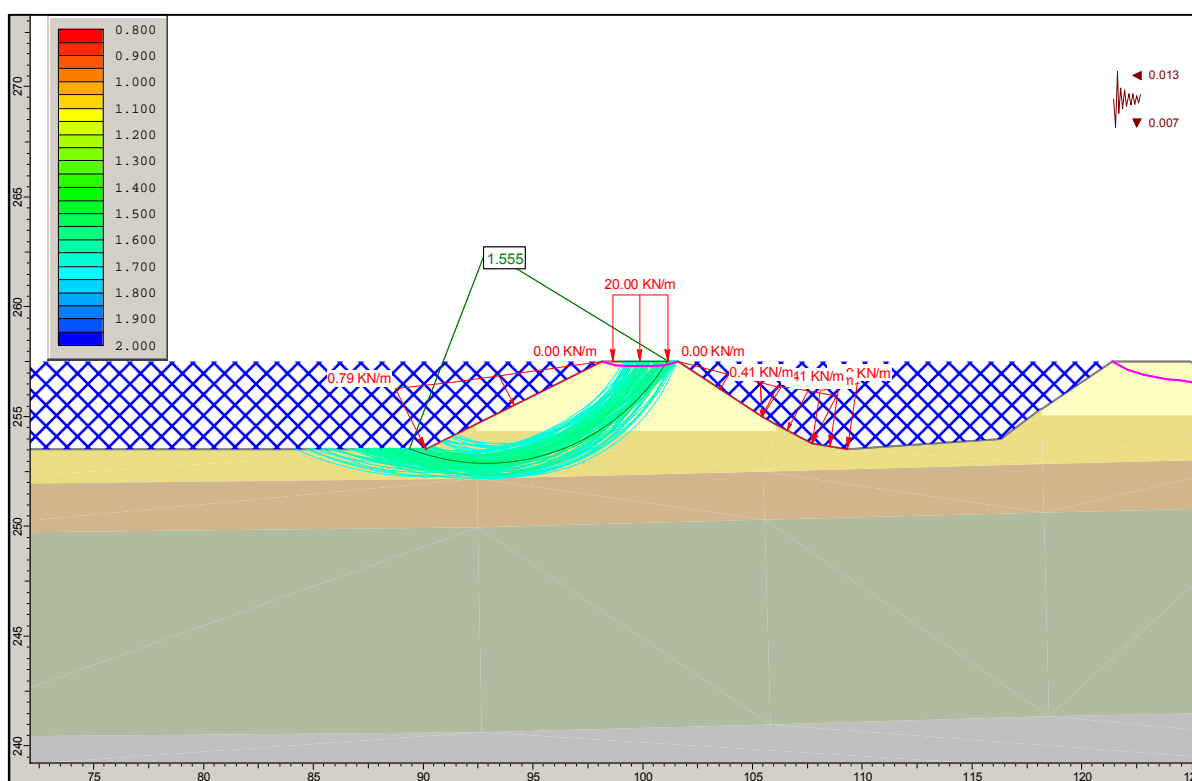


Figura 53 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Massimo invaso



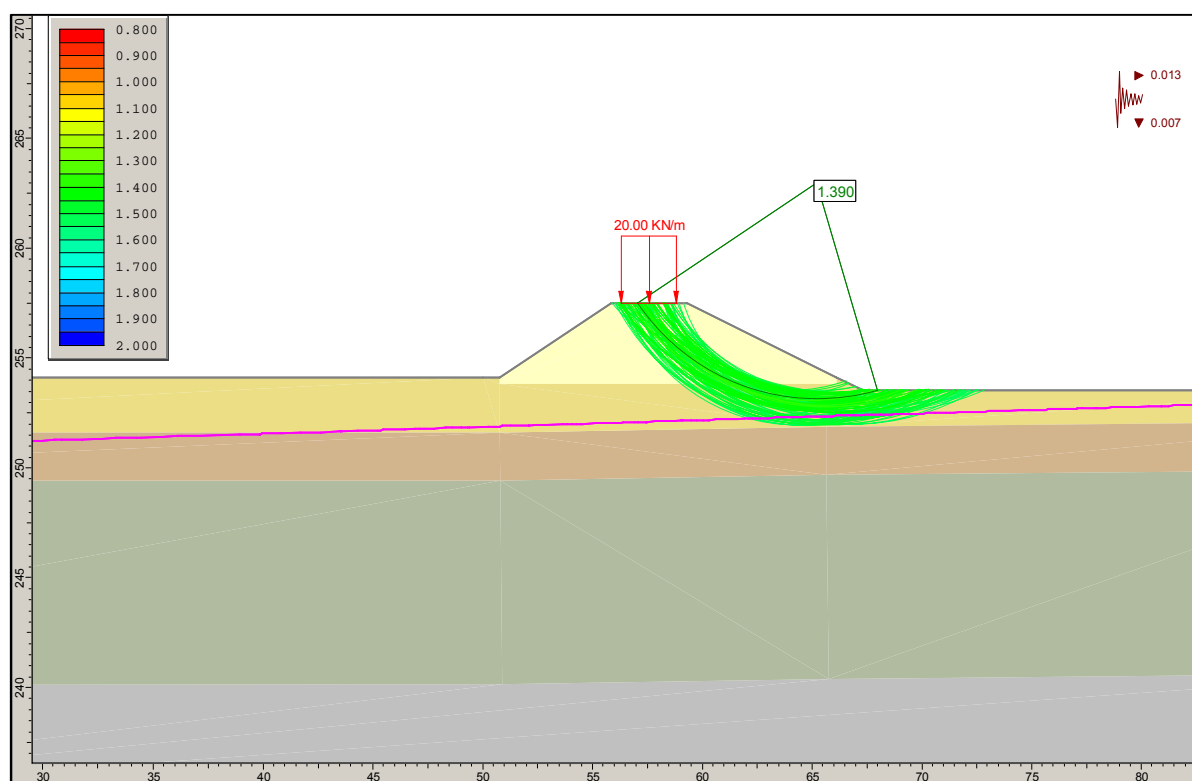


Figura 56 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Fine costruzione

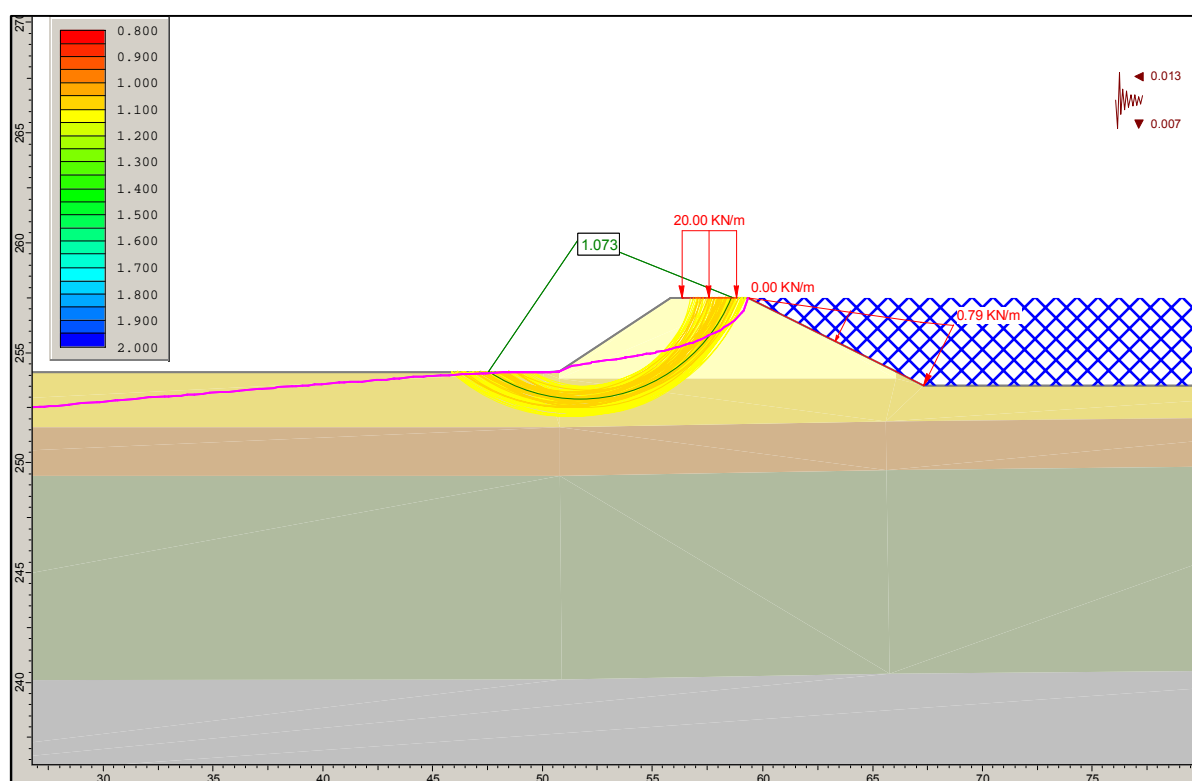


Figura 57 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Massimo invas

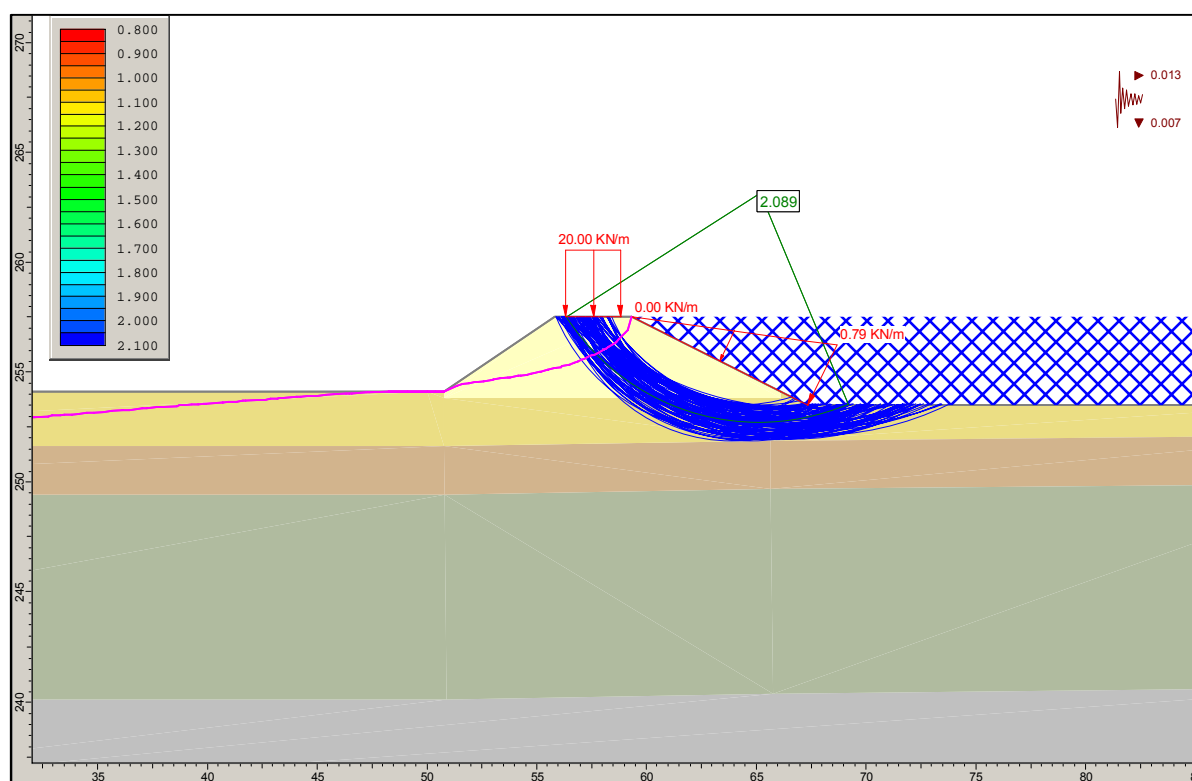


Figura 58 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Massimo invaso

8.1.3 Analisi dei risultati ottenuti

I risultati delle analisi mostrano che l'opera in esame soddisfa i requisiti minimi di sicurezza stabiliti ai punti 6.8.2 e 7.11.4 del D.M. 14.01.08 - *Norme Tecniche per le costruzioni* - che per le opere di materiali sciolti prescrive un coefficiente di sicurezza minimo di 1.1.

Si precisa che al fine di indagare la stabilità complessiva delle opere non sono state considerate superfici di scivolamento coinvolgenti spessori di terreno inferiori a 50 cm all'interno del quale è in ogni caso disponibile il contributo di resistenza a taglio fornito dagli apparati radicali della vegetazione, difficilmente schematizzabile in termini numerici.

Si evidenzia che qualora le opere in progetto fossero considerate opere rilevanti ai sensi della d.d.u.o. 19904/2003, con conseguente passaggio alla Classe d'Uso III ai sensi del D.M. 14/01/08, le verifiche di stabilità dei rilevati arginali dovranno es-

sere aggiornate. In tal caso, considerando una **Vita Nominale** dell'opera V_N pari a **50 anni** ed un coefficiente di utilizzo C_U pari a **1.5**, con un conseguente periodo di riferimento per l'azione sismica V_R pari a 75 anni, e con riferimento allo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV), si otterrebbero i seguenti valori dell'accelerazioni massima a_{max} e dei coefficienti sismici k_h e k_v , validi per un tempo di ritorno di 712 anni:

$$a_{max}: 0.075g$$

$$k_h = 0.015$$

$$k_v = 0.0075$$

Si evidenzia che in questa sede si sono analizzate con esito positivo le condizioni di stabilità dei rilevati arginali nelle condizioni più critiche (argine interno – paramento interno – fine costruzione e argine esterno – paramento esterno – massimo invaso) anche nell'ipotesi di incremento delle sollecitazioni sismiche come riassunto nella seguente tabella e nelle immagini di seguito mostrate.

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
<i>Argine Interno - Paramento esterno fine costruzione</i>	1.085	1.087	1.088	<i>Figura 59</i>
<i>Argine Esterno - Paramento esterno Massimo invaso</i>	1.059	1.067	1.069	<i>Figura 60</i>

Tabella 27 – Sezioni critiche – Condizioni sismiche per classe d'uso III

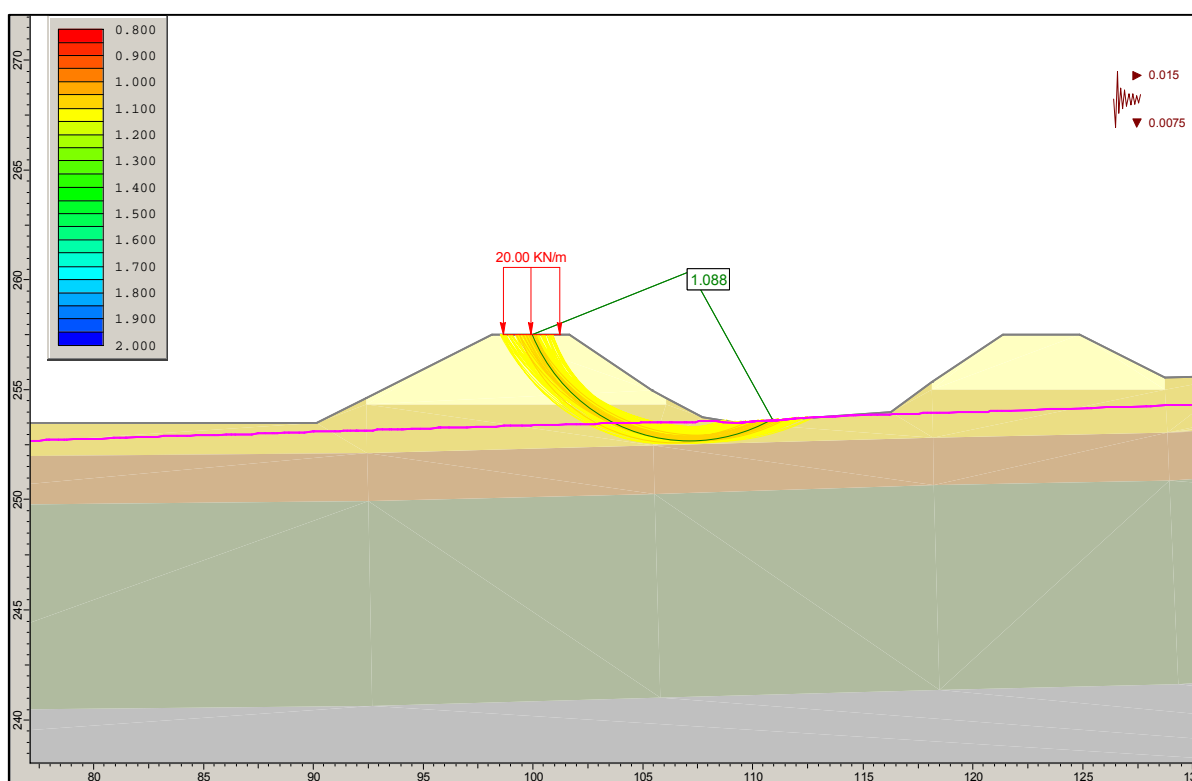


Figura 59 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Fine costruzione

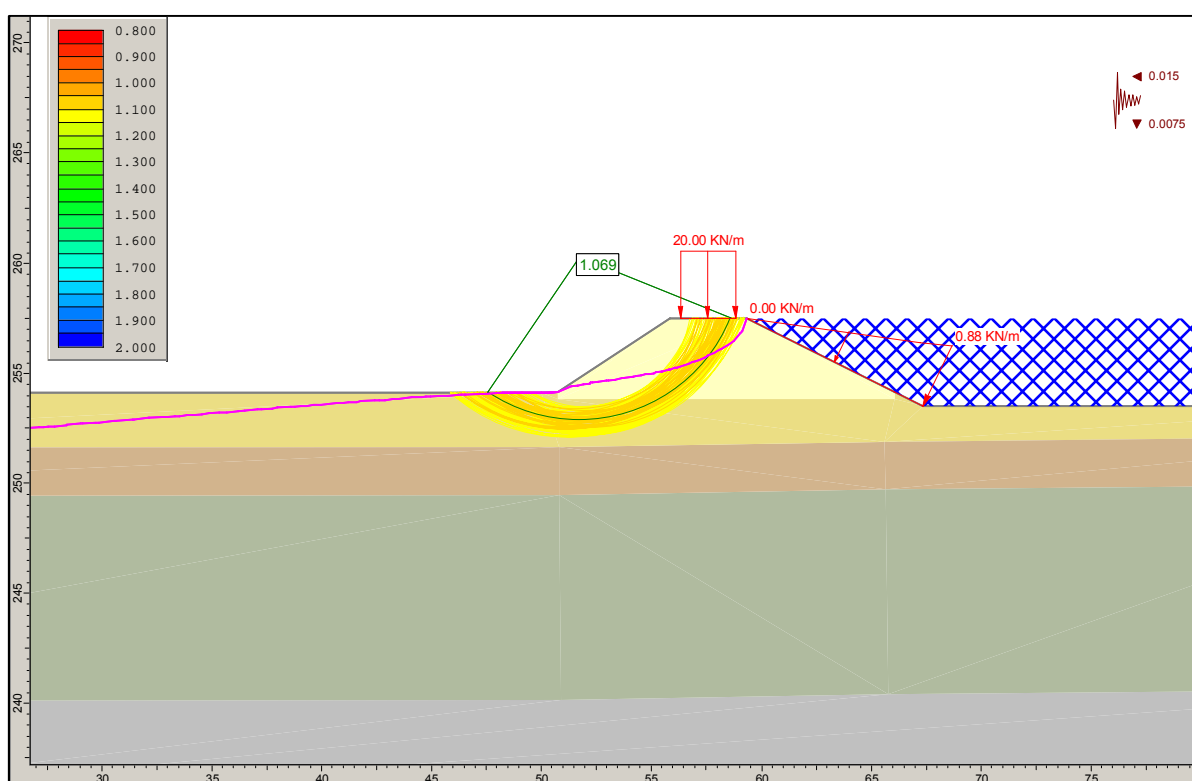


Figura 60 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Massimo invaso

9. ANALISI DI FILTRAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI

La verifica di stabilità nei confronti dello stato limite ultimo idraulico di sifonamento è stata condotta controllando che il valore di progetto della pressione interstiziale instabilizzante, dovuta a processi di filtrazione diretti verso l'alto, risultasse sempre inferiore al valore di progetto della tensione verticale totale stabilizzante, ciascuna moltiplicata per i rispettivi coefficienti parziali definiti al punto 6.2.3.2. del D.M. 14/01/08, di seguito riportati:

- Azioni permanenti favorevoli: 0.9
- Azioni permanenti sfavorevoli: 1.3
- Azioni permanenti non strutturali favorevoli: 0.0
- Azioni permanenti non strutturali sfavorevoli: 1.5
- Azioni variabili favorevoli: 0.0
- Azioni variabili sfavorevoli: 1.5

A tale scopo è stata condotta una analisi di filtrazione attraverso il rilevato arginale a mezzo del modulo agli elementi finiti Groundwater, compreso nel già citato codice di calcolo Slide impiegato per le verifiche di stabilità, i cui risultati, in termini di pressione interstiziale e vettori di flusso sono di seguito mostrati per la condizioni di massimo invaso che costituisce la condizione più critica nei confronti dei fenomeni di filtrazione; in particolare la verifica è stata condotta lungo il paramento esterno dell'argine tra l'area golenale e l'area esterna in corrispondenza della sezione 13 dell'area 2.

Le verifiche sono state condotte sulla base dei valori di conducibilità idraulica delle diverse unità mostrati alla *Tabella 22* del presente documento assumendo un livello idrico lato area golenale coincidente con la sommità arginale. All'esterno dell'argine è stato imposto un livello idrico coincidente con la soggiacenza della superficie piezometrica alla distanza di 50 m dal piede arginale esterno.

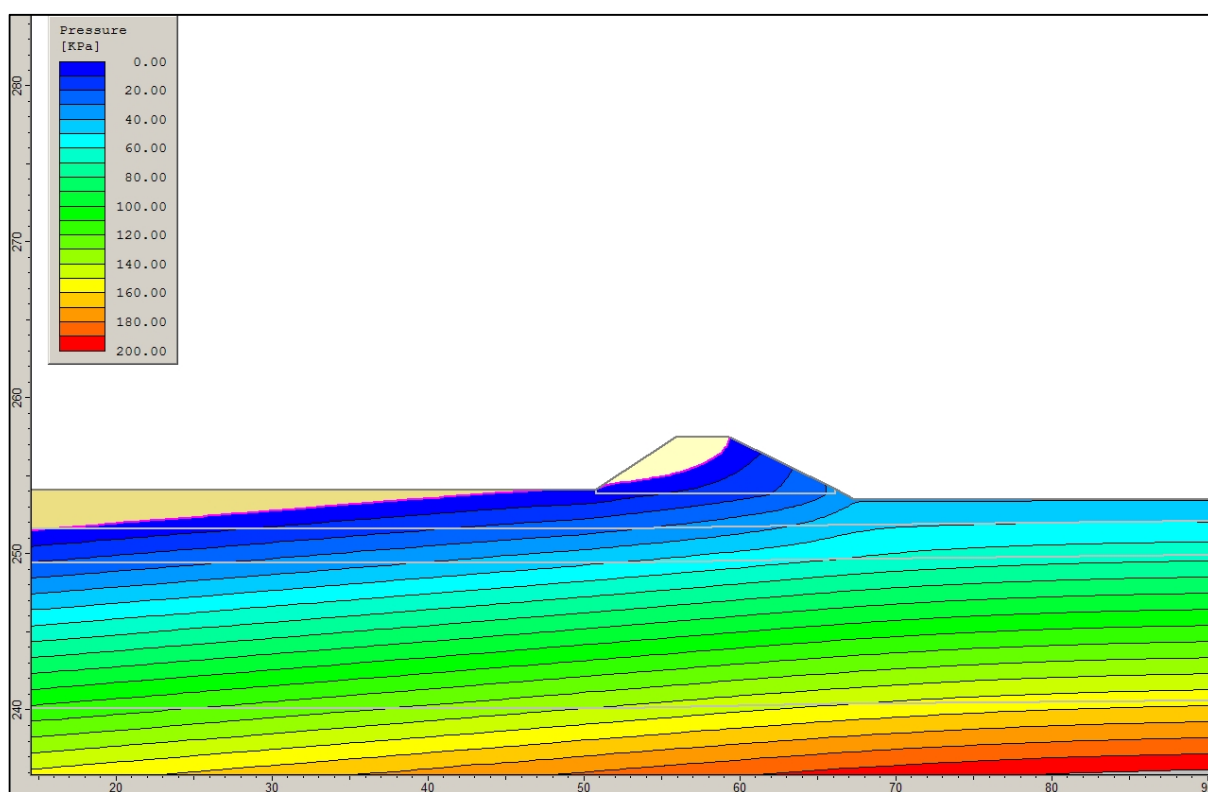


Figura 61 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Pressioni interstiziali

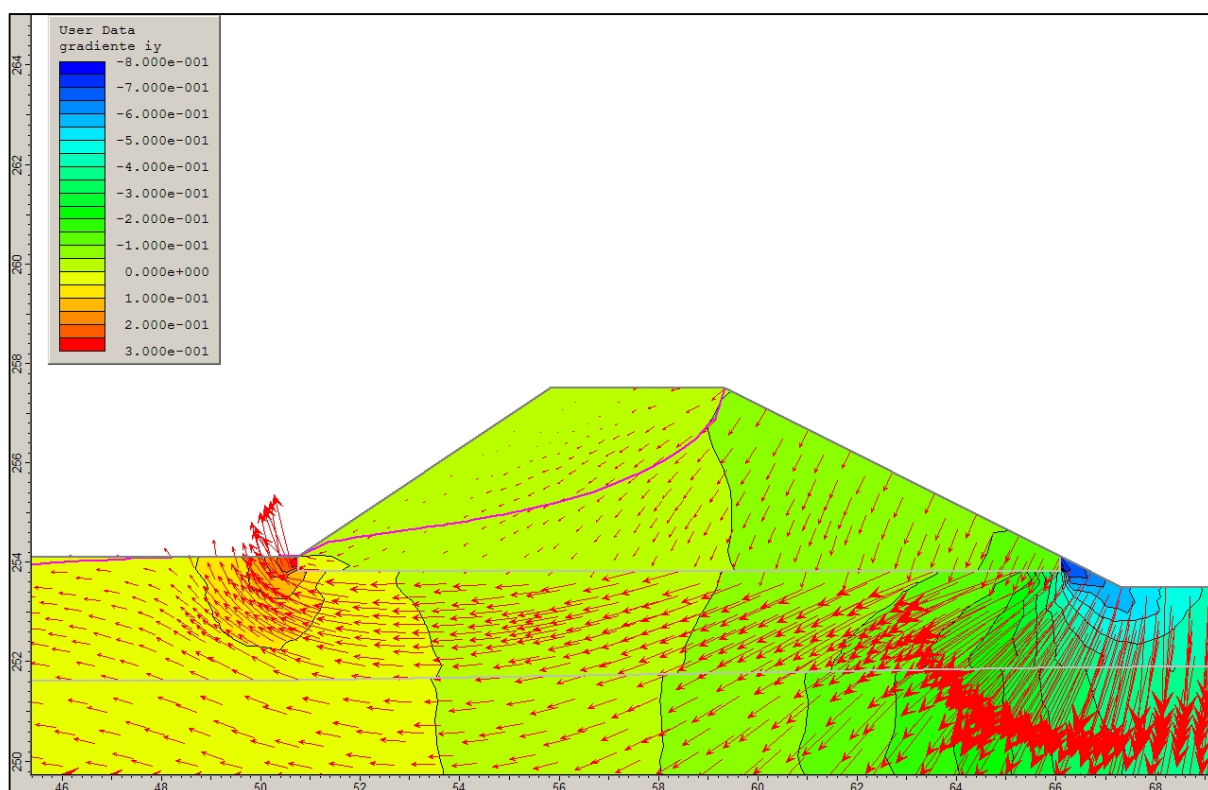


Figura 62 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Gradienti idrici e vettori di flusso

Il massimo valore del gradiente idraulico verticale, misurato in corrispondenza del piede arginale esterno è risultato pari a:

$$i_{vmax} = 0.29$$

La tensione verticale efficace ad una profondità generica Z è data dalla relazione:

$$\sigma'_v = Z (\gamma' - i \cdot \gamma_w)$$

Il fenomeno di sifonamento si innesca quando il gradiente idraulico verticale supera il valore critico che annulla la tensione verticale efficace, definito dalla relazione:

$$i_c = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

La verifica al sifonamento è soddisfatta quando si realizza la condizione:

$$i_{vmax} \leq i_c$$

Nel caso in esame, applicando i coefficienti parziali sopra riportati si ha che:

$$i_c = \frac{0.9 \cdot \gamma'}{1.5 \cdot \gamma_w} = \frac{0.9 \cdot (20 - 9.81)}{1.5 \cdot 9.81} = \frac{9.17}{14.71} = 0.62$$

$$0.29 < 0.62$$

La verifica è quindi soddisfatta.

10. ANALISI TENSIODEFORMATIVA

L'analisi delle deformazioni indotte sull'esistente rilevato ferroviario dal nuovo rilevato arginale che verrà realizzato in appoggio in vasca 5 è stata condotta a mezzo del codice di calcolo agli elementi finiti Phase² rel. 8.0 prodotto e commercializzato da Rocscience Inc.. Il codice di calcolo impiegato permette di schematizzare il comportamento dei terreni secondo modelli costitutivi elasto-plastici agli elementi finiti bidimensionali. I modelli costitutivi possono includere anche comportamenti non lineari o anisotropi dei terreni. E' altresì possibile un accoppiamento delle pressioni dei terreni alle pressioni idrostatiche dovute alla presenza di falda acquifera.

Le analisi sono state condotte assumendo un modello costitutivo elasto-plastico alla Mohr-Coulomb sulla base dei parametri di resistenza e deformabilità delle diverse unità coinvolte definiti al capitolo 6.2.4 del presente documento e di seguito riassunti.

Unità	Descrizione	Peso di volume naturale γ_n [kN/m ³]	Coesione efficace c' [kPa]	Angolo di attrito φ [°]	Modulo di elasticità E [MPa]
A	Terreni di fondazione	18.5	0	28	6
A1	Terreni di fondazione	18.5	0	31	14
B	Terreni di fondazione	19.0	5	34	30
D	Substrato conglomeratico	23.0	100	45	265
R	Rilevato arginale	19.0	10	29	20
RF	Rilevato ferroviario	19.0	0	38	40

Tabella 28 – Analisi FEM – Parametri geotecnici di calcolo

Il modello di calcolo adottato ha una estensione laterale di 130 m ed uno sviluppo verticale di 50 m e consta di 15359 elementi triangolari, con densità della mesh incrementata in corrispondenza della zona centrale del modello.

Al fine di riprodurre compiutamente la storia tensionale dei terreni di fondazione l'analisi FEM è stata condotta attraverso quattro fasi successive:

- Fase 1: stato tensionale geostatico iniziale;
- Fase 2: realizzazione del rilevato ferroviario;
- Fase 3: realizzazione del rilevato arginale;
- Fase 4: riempimento area golenale fino alla sommità arginale.

Per la valutazione degli effetti indotti dalla realizzazione del rilevato arginale e dal riempimento dell'area golenale sull'esistente rilevato ferroviario le deformazioni sono state riferite alla situazione esistente dopo la realizzazione del rilevato ferroviario.

Nelle seguenti immagini (cfr. *Figura 63* e *Figura 64*) si mostrano i vettori di deformazione ed i campi deformativi indotti al termine della fase 3 e della fase 4; come osservabile le deformazioni verticali alla sommità del nuovo rilevato arginale sono pari a circa 12 mm, mentre le deformazioni massime indotte alla sommità dell'esistente rilevato ferroviario sono contenute in circa 3 mm.

Una sintesi dei risultati ottenuti è mostrata nella seguente tabella:

Fase	Descrizione	Deformazioni verticali [mm]			
		Rilevato arginale		Rilevato ferroviario	
		Cresta	Mezzeria	Cresta	Mezzeria
3	Realizzazione argine	7.9	6.0	2.4	1.0
4	Riempimento golena	12.0	8.5	3.1	1.3

Tabella 29 – Analisi FEM – Deformazioni verticali

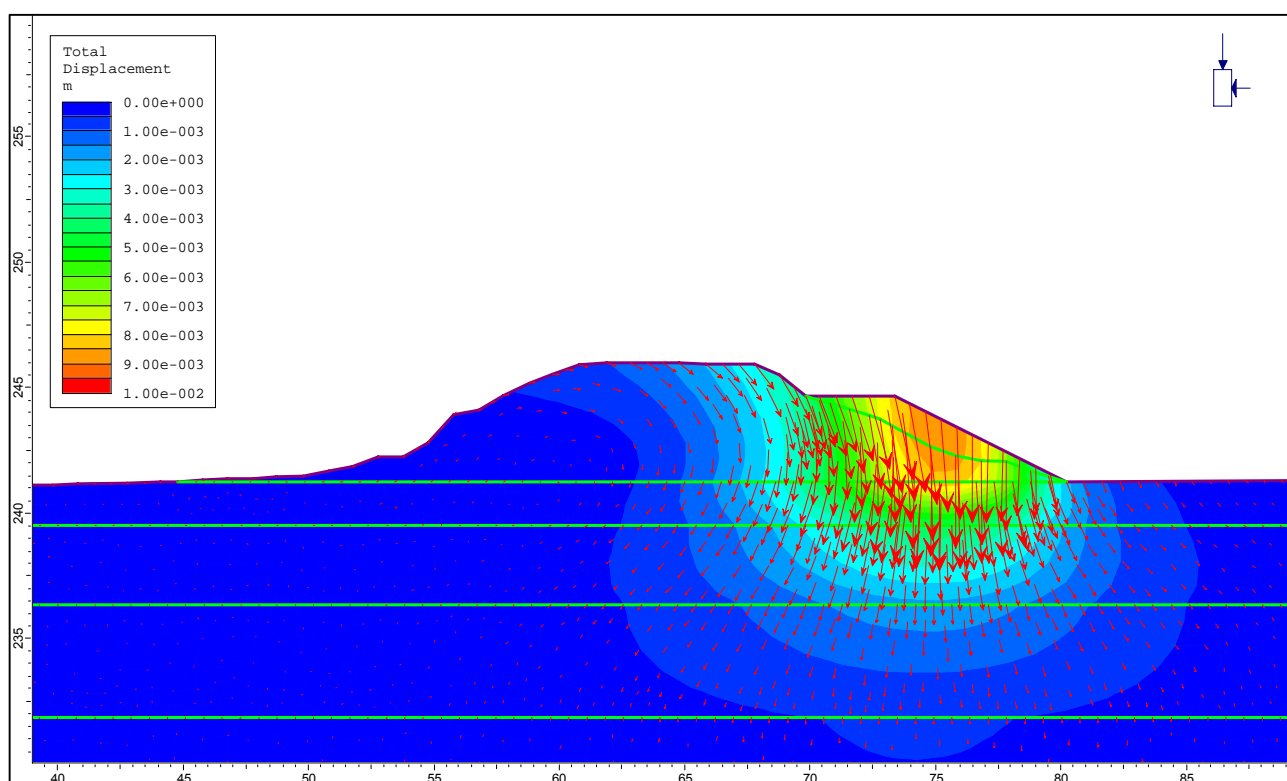


Figura 63 –Area 5 – Deformazioni indotte – Fase 3

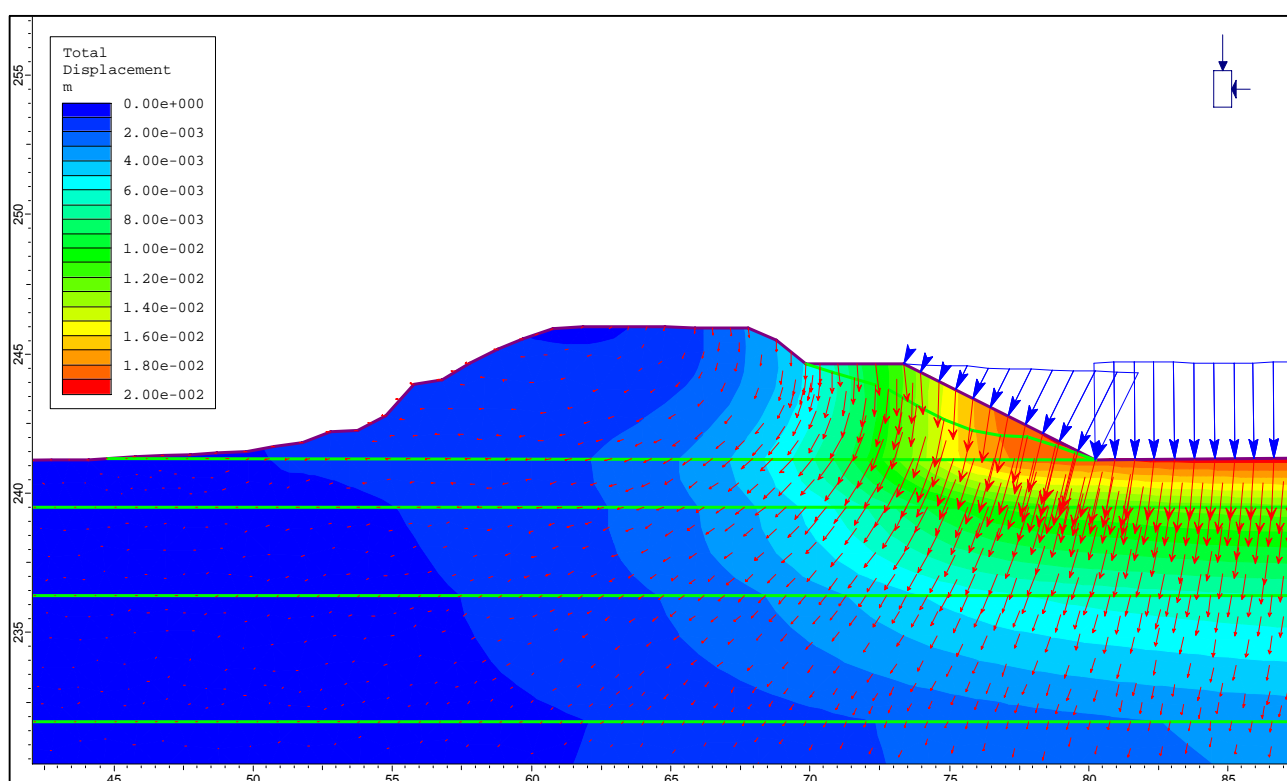


Figura 64 –Area 5 – Deformazioni indotte – Fase 4

Le analisi condotte evidenziano l'assenza di effetti perturbativi sull'esistente rilevato ferroviario indotti dalle opere in progetto tali da comprometterne la funzionalità.

11. **BONIFICA DEI TERRENI DI SOTTOFONDO**

L'esame dei risultati delle indagini condotte mette in evidenza la diffusa presenza in superficie di terreni fini limoso-sabbioso-argillosi, appartenenti alle classi ML, SM, SC e CL della classificazione ASTM D2487 e ai gruppi A7-5, A7-6, A6, A4 e A2-4 della classificazione UNI 11531, caratterizzati da valori dell'indice di plasticità mediamente compresi tra 8% e 28%, localmente non plastici. La profondità dell'orizzonte di terreno vegetale è risultata compresa tra 10 e 70 cm da p.c., con valore medio e deviazione standard pari a 31 ± 12 cm.

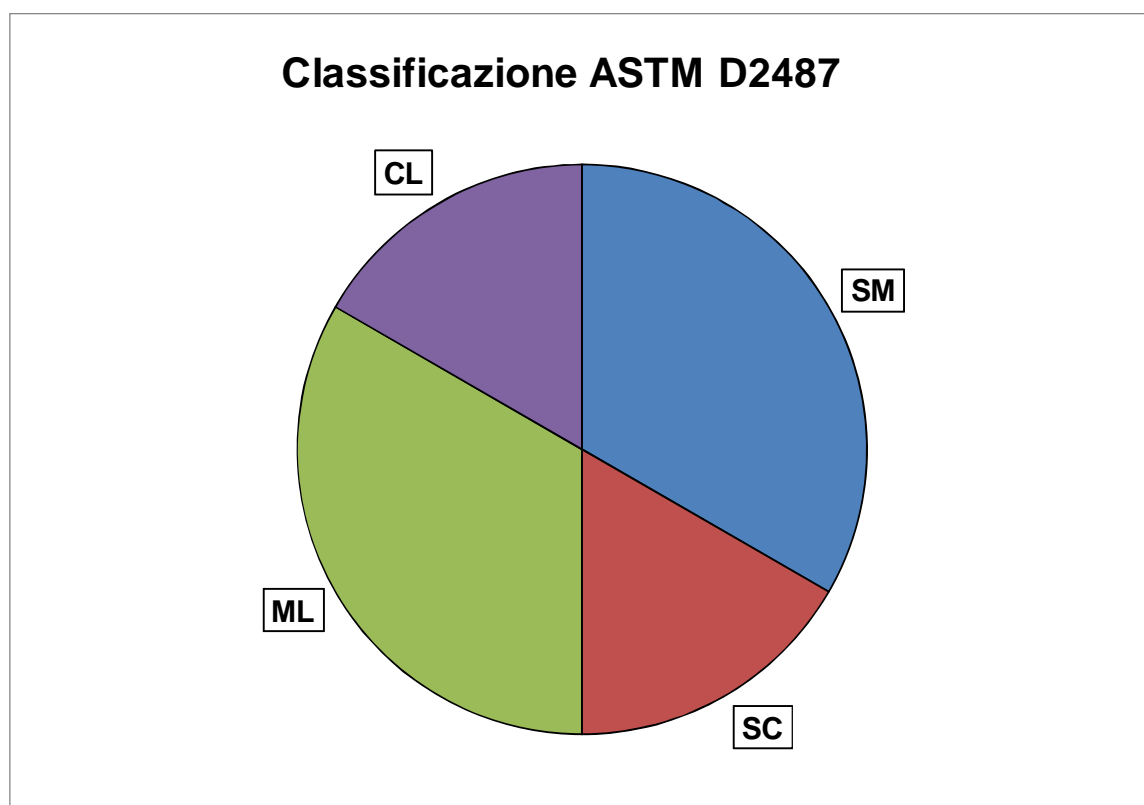


Tabella 30 – Classificazione geotecnica ASTM D2487 ($z = 0.5 \div 0.7$ m)

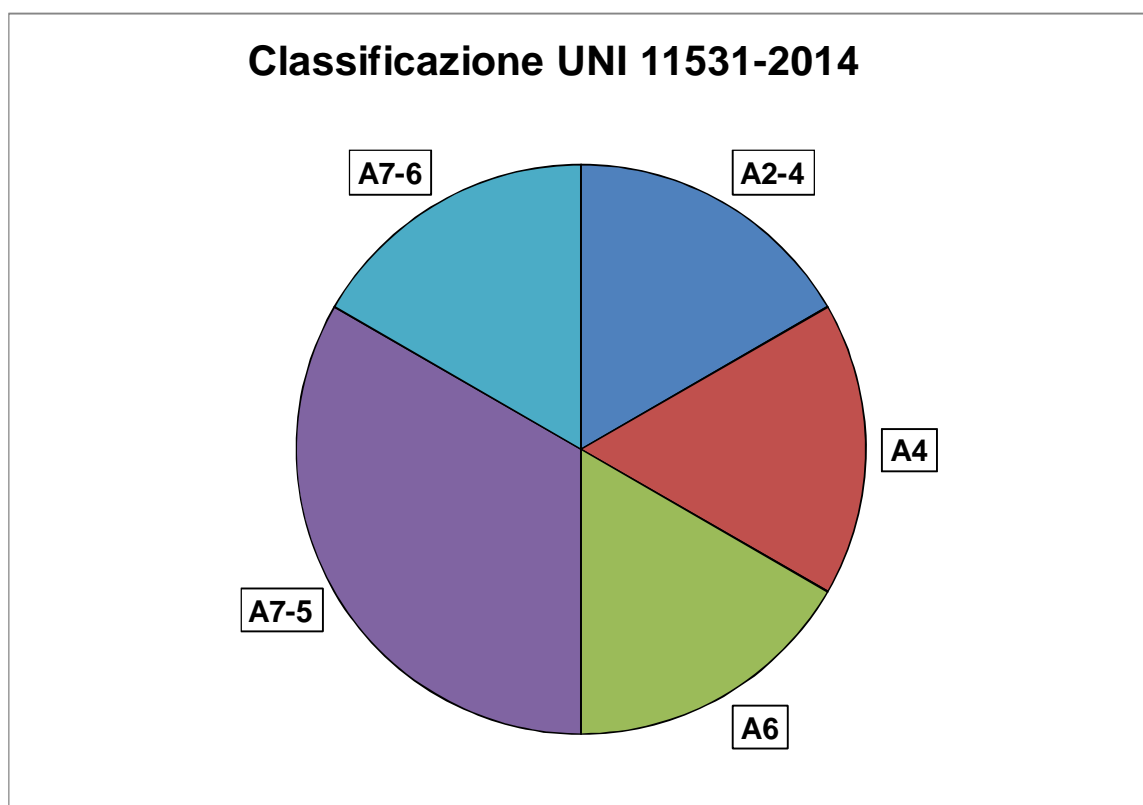


Tabella 31 – Classificazione geotecnica UNI 11531 ($z=0.5\div0.7$ m)

A profondità mediamente comprese tra 1.2 e 1.5 m i terreni analizzati sono risultati appartenere alle classi SM, SW, SC-SM, ML e CL della classificazione ASTM D2487 e ai gruppi A2-4, A4, A6 e A1-b della classificazione UNI 11531, caratterizzati da valori dell'indice di plasticità mediamente compresi tra 7% e 15%, localmente non plastici.

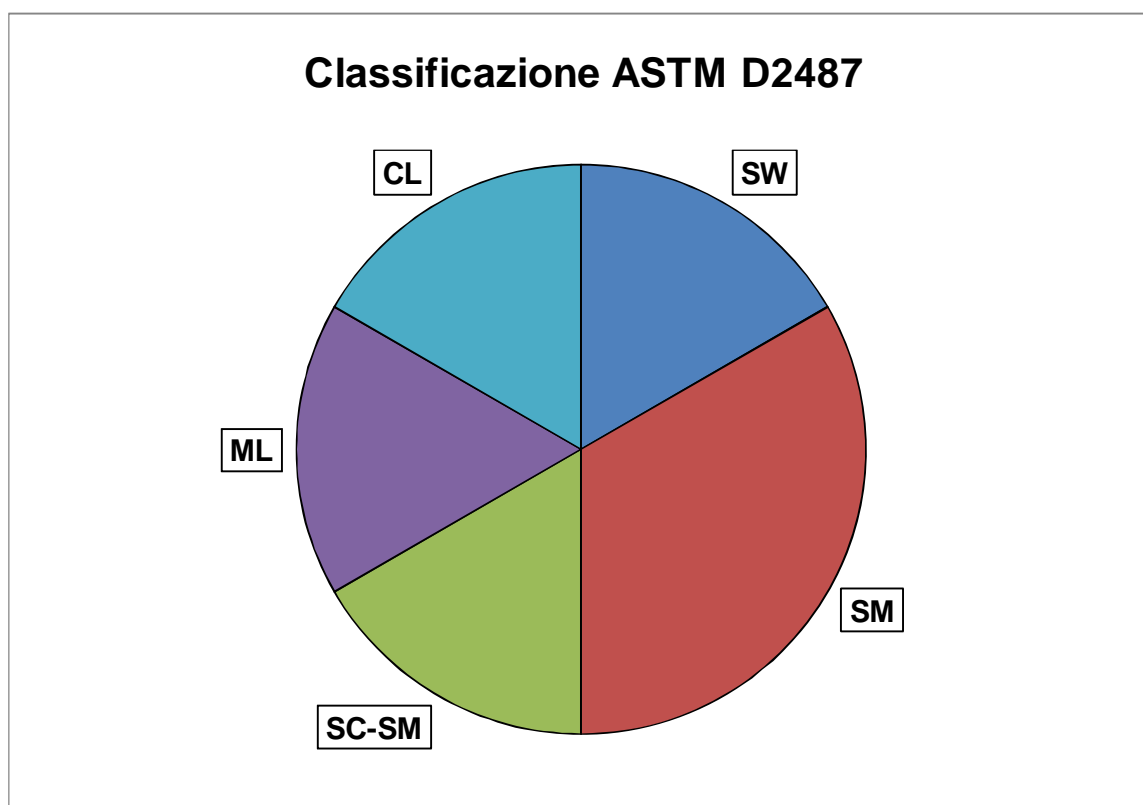


Tabella 32 – Classificazione geotecnica ASTM D2487 ($z= 1.2\div 1.5$ m)

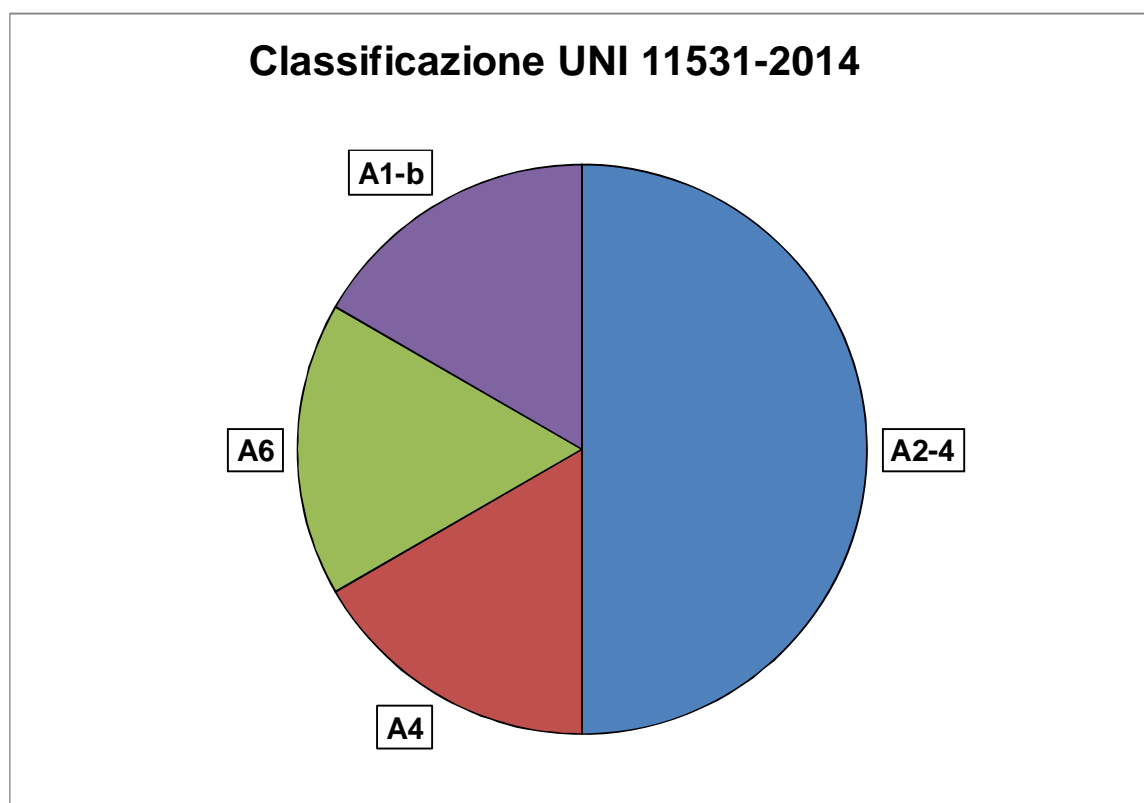


Tabella 33 – Classificazione geotecnica UNI 11531 ($z = 1.2 \div 1.5$ m)

I valori del modulo di deformazione nell'intervallo di carico $50 \div 150$ kPa, ricavati dalle prove di carico su piastra effettuate all'interno dei pozzetti esplorativi alla profondità media di 30 cm da p.c., sono risultati compresi tra 3 e 19 MPa al primo ciclo di carico e tra 18 e 92 MPa al secondo ciclo di carico; i particolare i valori al secondo ciclo di carico, sempre superiori a 18 MPa indicano una buona compattabilità dei terreni superficiali.

Tuttavia, tenuto conto della natura limoso-argillosa e della plasticità dei terreni superficiali, si ritiene necessario procedere ad un intervento di bonifica dei sottofondi dei rilevati arginali; i terreni fini presenti in superficie infatti, anche se oltre il livello di terreno vegetale superficiale risultano adeguatamente compattabili, sono tuttavia estremamente suscettibili alle variazioni del contenuto d'acqua e gelivi, costituendo un sottofondo non idoneo alla formazione dei rilevati arginali. La loro a-

sportazione e sostituzione con materiali granulari appartenenti ai gruppi A1, A3, A2-4 e A2-5 disposti in strati dello spessore massimo di 30 cm, costipati e rullati in modo da garantire il raggiungimento dei requisiti di deformabilità minima previste nelle Norme Tecniche d'Appalto, consentiranno la formazione di un sottofondo meno comprimibile, non gelivo e insensibile alle variazioni del contenuto d'acqua, garantendo in ogni condizione climatica la stabilità dei rilevati. Al fine di garantire un'efficace azione di separazione tra i terreni limosi di sottofondo e i materiali granulari di bonifica, si dovrà prevedere la posa in opera di un foglio di geotessile del peso di almeno 300 g/m². Tale operazione permetterà di evitare la compenetrazione dei due tipi di terreno, rendendo più agevoli le operazioni di cantiere di stesa e compattazione dei materiali granulari di bonifica.

Tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei terreni evidenziate dalle analisi condotte e dello sviluppo della coltre di terreno vegetale si ritiene necessario raggiungere una profondità di intervento pari a 90 cm (30 cm di scotico + 2 strati di 30 cm di spessore di bonifica).

12. RIUTILIZZO DELLE TERRE DI SCAVO PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI

Per la realizzazione dei rilevati arginali è previsto l'utilizzo di terre aventi le seguenti caratteristiche:

- appartenenza alle classi UNI 11531: A-4, A6 e A7-6
- indice di plasticità inferiore a 25
- contenuto in sabbia non inferiore al 15%

I campioni prelevati entro la profondità di 1.5 m da p.c. risultano appartenere alle seguenti classi UNI 11531:

- A1-b (8% dei campioni analizzati)
- A2-4 (33% dei campioni analizzati)
- A4 (17% dei campioni analizzati)
- A6 (17% dei campioni analizzati)
- A7-5 (17% dei campioni analizzati)
- A7-6 (8% dei campioni analizzati)
- indice di plasticità: 13 ± 6
- contenuto in sabbia: 49 ± 19

Pertanto i materiali di scavo risultano idonei alla formazione dei rilevati arginali per il 42% dei campioni analizzati.

Milano, gennaio 2017

I PROFESSIONISTI INCARICATI

Dott. Geol. Efrem Ghezzi

Dott. Geol. Pietro Breviglieri

IL CONSULENTE GEOTECNICO

Dott. Geol. Roberto Previati

ALLEGATI

ALLEGATO 1

COMMITTENTE

AIPO AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

PALAZZO SISTEMA – VIA TARAMELLI 12, 20124 MILANO

**[CO-E-157] LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE AREE
GOLENALI DEL TORRENTE SEVESO NEI COMUNI DI
VERTEMATE CON MINOPRIO, CARIMATE E CANTÙ (CO)**



**“REPORT INDAGINI GEOLOGICHE E
GEOFISICHE”**

Dicembre 2016



Studio Associato di Geologia
Sede legale: via Rossini 18, 21100 Varese

Dott Geol. F. Tomasi



Dott. Geol. A. Strini



SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
3. METODOLOGIE DI INDAGINE	5
3.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	5
3.2. PROSPEZIONI GEOFISICHE.....	6
3.3. PROVE INFILTROMETRICHE.....	7
3.4. PROVE DI CARICO SU PIASTRA.....	7
3.5. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	8
3.6. ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO	8
4. RISULTATI	10
4.1. AREA DI LAMINAZIONE 1	10
4.1.1. Prove penetrometriche dinamiche	12
4.1.2. Prospezioni geofisiche.....	13
4.1.3. Prove infiltrometriche	14
4.1.4. Prove di carico su piastra.....	14
4.1.5. Analisi geotecniche di laboratorio	16
4.1.6. Analisi chimiche di laboratorio	17
4.1.7. Stratigrafie di dettaglio.....	17
4.2. AREA DI LAMINAZIONE 2.....	19
4.2.1. Prove penetrometriche dinamiche	20
4.2.2. Prove infiltrometriche	22
4.2.3. Prove di carico su piastra.....	22
4.2.4. Analisi geotecniche di laboratorio	23
4.2.5. Analisi chimiche di laboratorio	24
4.2.6. Stratigrafie di dettaglio.....	25
4.3. AREA DI LAMINAZIONE 3.....	27
4.3.1. Prove penetrometriche dinamiche	29
4.3.2. Prospezioni geofisiche.....	30
4.3.3. Prove infiltrometriche	32
4.3.4. Prove di carico su piastra.....	32
4.3.5. Analisi geotecniche di laboratorio	33
4.3.6. Analisi chimiche di laboratorio	34
4.3.7. Stratigrafie di dettaglio.....	35
4.4. AREA DI LAMINAZIONE 4.....	37
4.4.1. Prove penetrometriche dinamiche	39
4.4.2. Prospezioni geofisiche.....	40

4.4.3.	<i>Prove infiltrometriche</i>	42
4.4.4.	<i>Prove di carico su piastra.....</i>	42
4.4.5.	<i>Analisi geotecniche di laboratorio</i>	43
4.4.6.	<i>Analisi chimiche di laboratorio</i>	44
4.4.7.	<i>Stratigrafie di dettaglio.....</i>	45
4.5.	AREA DI LAMINAZIONE 5.....	46
4.5.1.	<i>Prove penetrometriche dinamiche</i>	47
4.5.2.	<i>Prospezioni geofisiche.....</i>	49
4.5.3.	<i>Prove infiltrometriche</i>	50
4.5.4.	<i>Prove di carico su piastra.....</i>	51
4.5.5.	<i>Analisi geotecniche di laboratorio</i>	52
4.5.6.	<i>Analisi chimiche di laboratorio</i>	53
4.5.7.	<i>Stratigrafie di dettaglio.....</i>	54
4.6.	AREA DI LAMINAZIONE 6.....	55
4.6.1.	<i>Prove penetrometriche dinamiche</i>	57
4.6.2.	<i>Prospezioni geofisiche.....</i>	58
4.6.3.	<i>Prove infiltrometriche</i>	60
4.6.4.	<i>Prove di carico su piastra.....</i>	60
4.6.5.	<i>Analisi geotecniche di laboratorio</i>	61
4.6.6.	<i>Analisi chimiche di laboratorio</i>	62
4.6.7.	<i>Stratigrafie di dettaglio.....</i>	64

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Rapporti di prove infiltrometriche

ALLEGATO 2 – Rapporti di prove di carico su piastra

ALLEGATO 3 – Rapporti di analisi geotecniche di laboratorio

ALLEGATO 4 – Rapporti di analisi chimiche di laboratorio

ALLEGATO 5 – Stratigrafie trincee

1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di “*Adeguamento delle Aree golenali del torrente Seveso*”, lo studio geoSfera viene incaricato da AIPo (Agenzia Interregionale per il fiume Po) di eseguire una serie di indagini geognostiche e geofisiche finalizzate alla caratterizzazione delle aree interessate dai futuri lavori di adeguamento.

Si tratta di sei aree di laminazione “golenale”, distribuite tra i comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate, con funzionamento in derivazione; gli interventi a progetto prevedono il mantenimento delle aree di allagamento naturale, che interessano le zone golenali, ma migliorando la capacità di laminazione dell'onda di piena.

In aggiunta sono stati anche prelevati campioni di terreno destinati alla caratterizzazione geotecnica e per la preliminare definizione dello stato di potenziale contaminazione di suolo e sottosuolo. I campioni di terreno sono stati prelevati grazie all'apertura di trincee esplorative, mediante scavatore munito di benna; l'apertura delle trincee ha consentito inoltre una preliminare verifica ai fini archeologici, questa eseguita dal dott. Paolo Sbrana dello studio Ar.Te. Archeologia e Territorio.

Ai fini dell'incarico sono state quindi eseguite in totale:

- N. 11 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- N. 5 prospezioni geofisiche MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves);
- N. 6 prove di carico su piastra;
- N. 6 prove infiltrometriche a doppio anello;
- N. 12 analisi geotecniche di laboratorio (granulometria e limiti di consistenza);
- N. 48 analisi chimiche di laboratorio.

La presente relazione descrive pertanto le indagini eseguite (nel mese di giugno e ottobre 2016) e ne riporta i risultati ottenuti. Per comodità di lettura i risultati vengono descritti per ogni area di intervento pervista a progetto.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le aree di indagine sono situate lungo il torrente Seveso, nel tratto in cui esso transita attraversando i comuni, da Nord a Sud, di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate, tutti in provincia di Como.

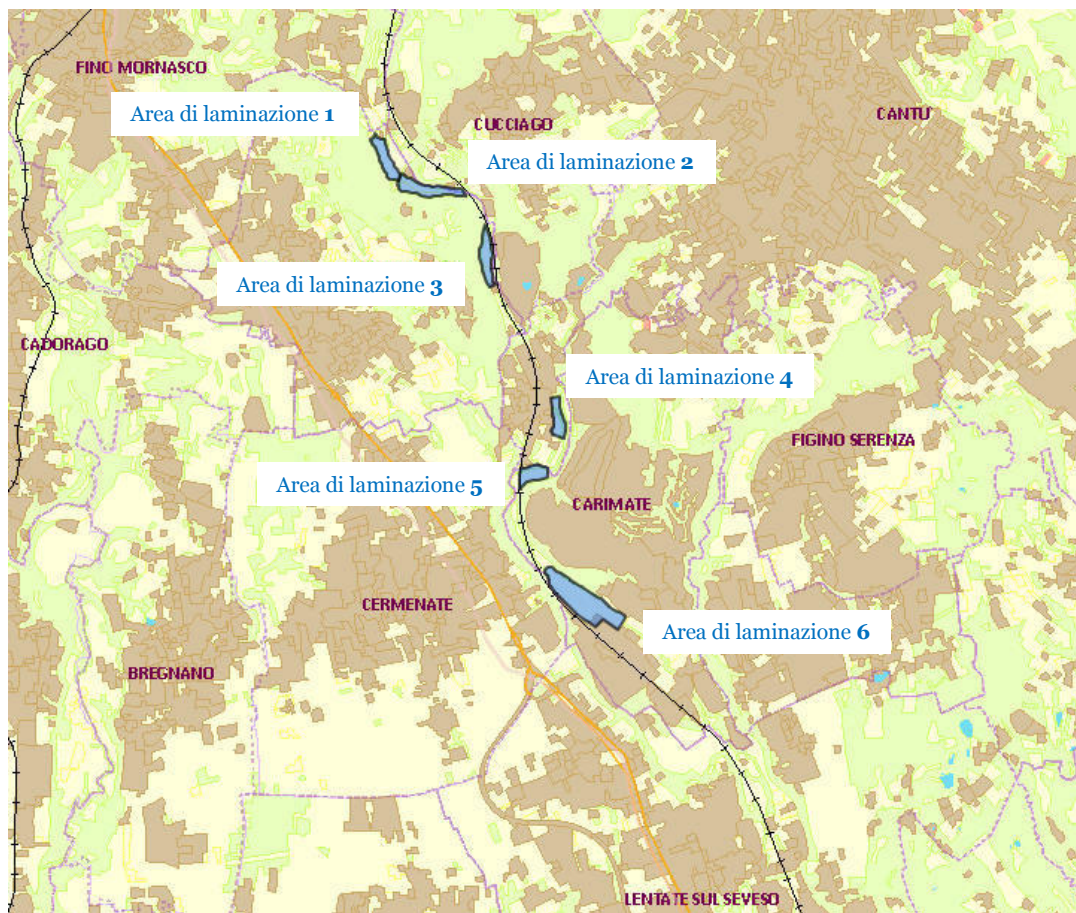


Fig. 2.1. Ubicazione aree di indagine

Le aree sono state denominate da Nord a Sud: area di laminazione 1, area di laminazione 2, area di laminazione 3, area di laminazione 4, area di laminazione 5 e area di laminazione 6.

Le aree di laminazione 1, 2 e 3 ricadono nel territorio comunale di Vertemate con Minoprio, l'area di laminazione 4 è nel territorio comunale di Cantù e le aree di laminazione 5 e 6 sono invece nel territorio comunale di Carimate.

3. METODOLOGIE DI INDAGINE

La campagna di indagine, così come prevista nel progetto preliminare [*Adeguamento delle aree golenali nei comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantù (CO) MI-E-795*, aprile 2015], ha visto la realizzazione di prove penetrometriche dinamiche, prospezioni geofisiche *Multi-Channel Analysis of Surface Waves* (MASW), prove infiltrometriche, prove di carico su piastra, analisi geotecniche di laboratorio su campioni rimaneggiati e analisi chimiche di laboratorio.

Nei paragrafi seguenti si descrivono strumentazione e metodica di indagine impiegate per le diverse tipologie di prove.

3.1. Prove penetrometriche dinamiche

Le prove sono state eseguite da **Appli S.A.S.** utilizzando un Penetrometro Dinamico DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) superpesante PAGANI TG 63-200, con peso del maglio di 63,5 kg e altezza di caduta pari a 75 cm, con punta conica di area pari a 20 cm².

L'indagine è consistita nel misurare il numero di colpi (N₂₀) necessari ad infiggere nel terreno, per tratti consecutivi di 20 cm, una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste senza soluzione di continuità.



Fig. 3.1. Penetrometro PAGANI modello TG 63-100

3.2. Prospezioni geofisiche

Le indagini geofisiche sono state eseguite da Appli S.A.S.. Le prospezioni geofisiche sono state eseguite con metodologia *Multi-Channel Analysis of Surface Waves* (MASW), che permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità, attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh, che rappresentano più di due terzi dell'energia generata nel corso di una prova.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

1. Acquisizione dei dati di campo rappresentati dalle onde superficiali;
2. Costruzione della curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
3. Inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale che descrive la variazione di Vs con la profondità.



Per ottenere un profilo della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) è stato prodotto un treno d'onde superficiali a banda larga e registrato minimizzando il rumore. Le onde di superficie sono state generate tramite una mazza di 8 kg battente su un piattello metallico posto ad una distanza di 5 metri dai geofoni esterni dello stendimento, effettuando più energizzazioni; per la registrazione sono stati utilizzati geofoni da 4,5 Hz collegati ad un sismografo PASI modello 16S-U a 24 canali.

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione, disposta sul terreno secondo un array lineare da 24 geofoni con spaziatura pari a 2 metri.

Fig. 3.2. Sismografo PASI modello 16S-U

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Per ottenere il profilo verticale della Vs della curva di dispersione è stato stimato un valore di densità del terreno sulla base della tipologia dei materiali attraversati.

3.3. Prove infiltrometriche

Le prove infiltrometriche, utilizzate per la determinazione diretta della capacità di infiltrazione, sono state eseguite, in corrispondenza delle trincee denominate PZ, mediante infiltrometro a doppio cilindro; si tratta di due superfici cilindriche aperte alle due basi e concentriche tra loro, infilate parzialmente nel terreno fino ad una profondità di circa 10 cm, tenendo conto del fatto che l'anello esterno ha la funzione di contenere l'espansione laterale dell'acqua e l'anello interno invece delimita il terreno destinato alla prova di infiltrazione. Viene aggiunta una quantità nota di acqua fino a coprire l'estremità di un'asta di misurazione situata in posizione verticale nell'area chiusa del cilindro interno e, tra i due cilindri, si mantiene lo stesso livello d'acqua. Dopo un certo periodo di tempo, che viene misurato, l'acqua si trova allo stesso livello dell'estremità dell'asta; a questo punto si ripete l'operazione di aggiunta di una quantità nota d'acqua. Misurando i tempi di infiltrazione di questi volumi di acqua si ricava la capacità di infiltrazione. Per la realizzazione delle prove infiltrometriche ci si è avvalsi della collaborazione di **EuroGeo** Indagini Geognostiche.

3.4. Prove di carico su piastra

In ogni area di laminazione, in corrispondenza delle trincee denominate PZ, è stata eseguita, in collaborazione con **EuroGeo** Indagini Geognostiche, una prova di carico su piastra. La prova consiste nel sottoporre il terreno (preventivamente scorticato dello strato di suolo agricolo superficiale), sottostante ad una piastra rigida circolare del diametro di 300 mm, ad un doppio ciclo di carichi crescenti (gradini), misurando i relativi cedimenti. Per l'esecuzione della prova si è reso necessario l'impiego di un contrasto fisso; in questo caso si è utilizzato un escavatore da 50 quintali.

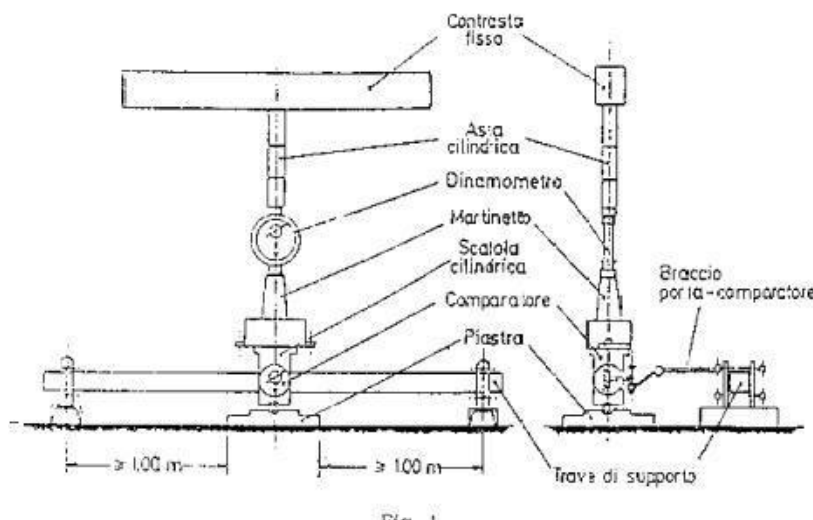


Fig. 3.3. Schema dell'apparecchiatura di prova

Lo scopo della prova è stato quello di definire il modulo di deformazione M_d , misura convenzionale della capacità portante dei terreni di sottofondo, degli strati di rilevato nonché degli strati non legati di fondazione e di base delle pavimentazioni stradali.

Con il primo ciclo di carico viene determinata la portanza (M_{d1}), con il secondo ciclo il modulo (M_{d2}) che consente di valutare, mediante il rapporto M_{d2}/M_{d1} , il grado di costipamento dello strato in esame.

Per maggiori e approfonditi dettagli sull'esecuzione delle prove di carico su piastra si rimanda a: *Determinazione dei moduli di deformazione M_d e M'_d mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bollettino ufficiale n. 146 parte IV Norme Tecniche.

3.5. Analisi geotecniche di laboratorio

In ognuna delle trincee (PZ) sono stati prelevati due campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità di 0,5-0,7 m da piano campagna e di 1,2-1,5 m da piano campagna. Questi sono stati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio, in particolare è stata effettuata:

- Analisi granulometrica mediante setacciatura, per via umida, secondo standar ASTM D6913 – D2487, con tredici crivelli e setacci;
- Analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro secondo standard ASTM D422;
- Determinazione del limite liquido secondo standard ASTM D4318;
- Determinazione del limite liquido e del limite plastico congiuntamente secondo standard ASTM D4318.

Per le analisi ci si è avvalsi di **ALTAIR S.R.L.**, laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore “a”) e rocce (settore “b”) D.P.R. 06.06.2004 n. 380 – Circ. 7618/STC del 08.09.2010, Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi. Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 ICMQ n. 11353 del 28.10.2011.

3.6. Analisi chimiche di laboratorio

I campioni di terreno, prelevati dalle 48 trincee, sono stati analizzati alla ricerca del set analitico indicato nel progetto preliminare, che comprende: sottovaglio 2mm, umidità, metalli (*arsenico, cadmio, cobalto, cromo tot., cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco*), BTEX, IPA, Idrocarburi C>12, amianto. Le profondità di campionamento sono state indicate dai progettisti incaricati all'esecuzione del progetto definitivo.

Per le determinazioni analitiche ci si è avvalsi del laboratorio **A.R.C. Analisi e Ricerche Chimiche S.R.L.** di Cassano Magnago (VA), Società certificata ISO 9001/UNI EN ISO 9001 Ed. 2000. Certificato n.° Q.06.118 per “Erogazione di servizi di analisi chimiche di laboratorio”.

Le metodiche analitiche adottate dal laboratorio per l'analisi dei terreni sono riportate nella seguente tabella:

ANALITA	METODICA ADOTTATA
METALLI	
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
Cromo totale	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007

<i>Cromo VI</i>	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992
<i>Mercurio</i>	US EPA 7471B rev. 2 ed. 2007
<i>Nichel</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
<i>Piombo</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
<i>Rame</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
<i>Zinco</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
IDROCARBURI	
<i>Idrocarburi C12-C40</i>	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007
IPA (da n. 25 a 38)	
	US EPA 8310 rev. 0 ed. 1986
BTEX	
Benzene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Toluene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Etilbenzene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Xilene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Stirene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
AMIANTO	
	ASTM E1655-05(2012)

I valori di concentrazione rilevati con le analisi di laboratorio sono stati espressi ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e confrontati con le CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) riportate in Allegato V Titolo V Tab. 1, sia di **Colonna A** per *siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale* sia di **Colonna B** per *siti ad uso commerciale e industriale*.

4. RISULTATI

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i risultati ottenuti nella campagna di indagine geognostica/geofisica effettuata, suddividendoli per singole aree di prevista laminazione.

4.1. Area di laminazione 1

Nell'area di laminazione 1 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.1:

- N. 1 prova penetrometrica dinamica (DPSH1);
- N. 1 prospezione sismica (MASW1);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ1), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ1), eseguita alla profondità di circa 0,5 m da p.c.;
- Apertura di n. 11 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ1, Po1, Po2, Po3, Po4, Po5, Po6, Po7, Po8, Po9, Po10:
 - In corrispondenza della trincea PZ1 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
 - In corrispondenza di ognuna delle trincee Po1, Po2, Po3, Po4, Po5, Po6, Po7, Po8 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità di circa 0,5 m da p.c.; gli 8 campioni di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio. E' stata prelevata anche una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.
- Tutte e 11 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.

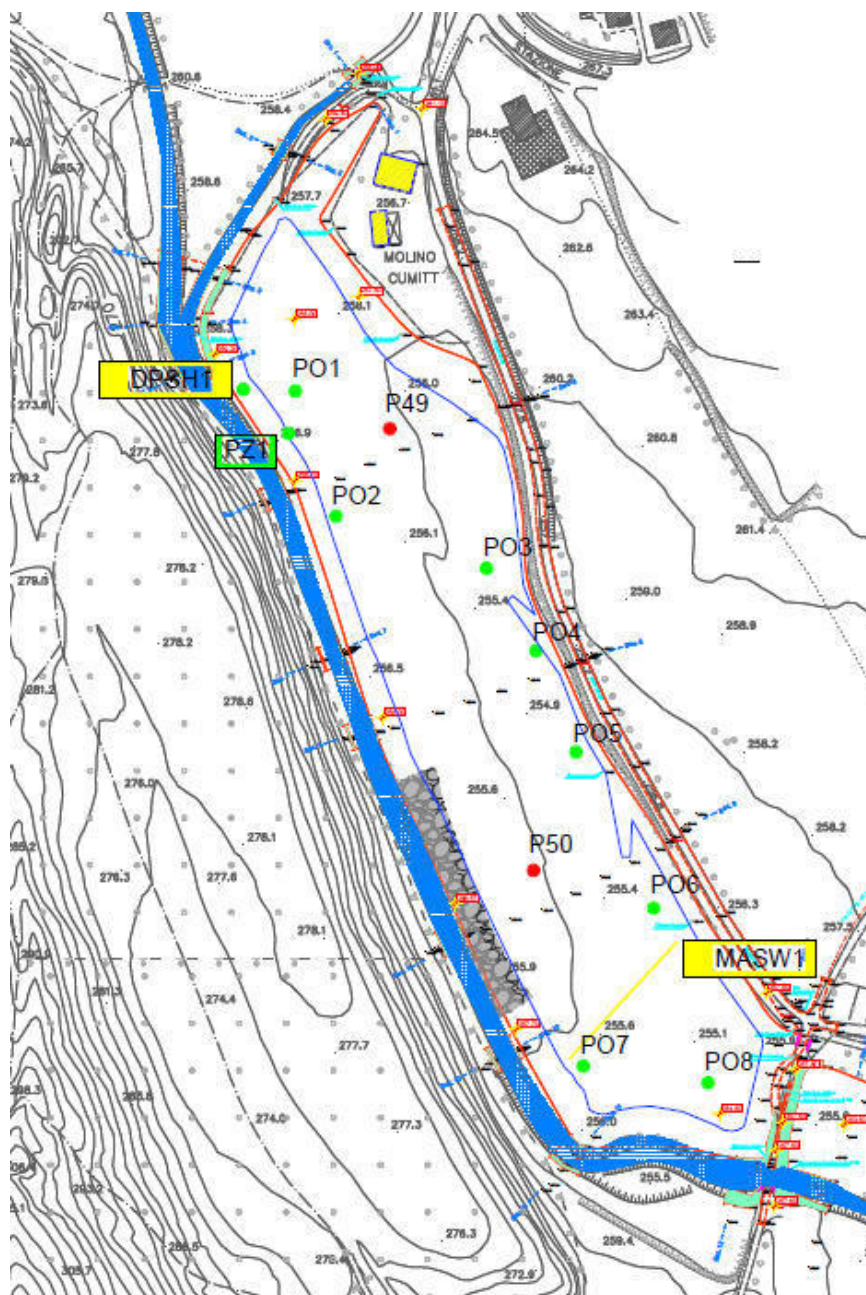


Fig. 4.1. Area di laminazione 1: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)

4.1.1. Prove penetrometriche dinamiche

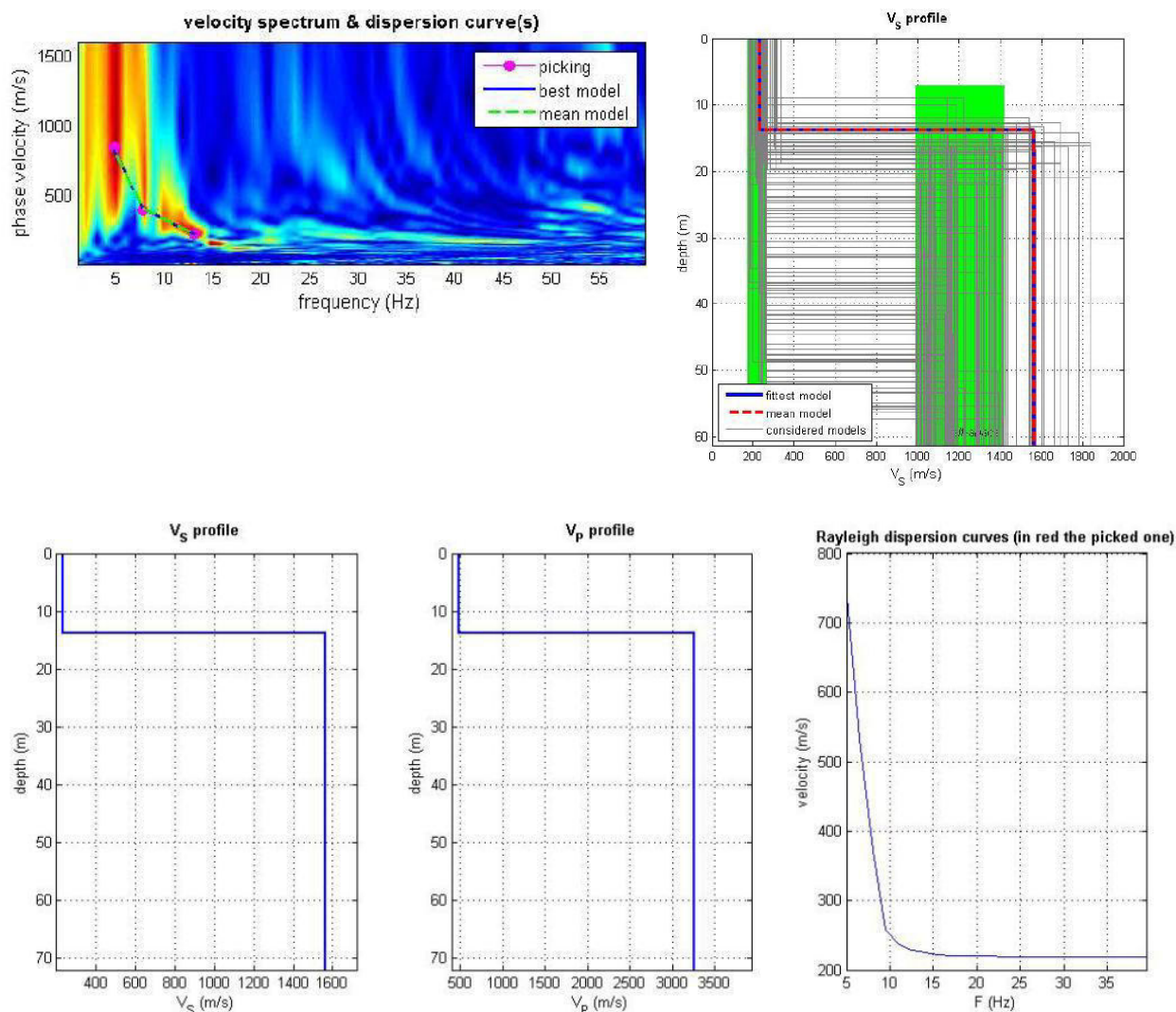
PROVA **DPSH₁**
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 18/04/2016
Profondità prova 8,8 mt
Falda rilevata 3,6 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	3	24,50	28,93
0,80	2	16,27	19,29
1,00	3	24,29	28,93
1,20	2	16,13	19,29
1,40	4	32,13	38,57
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	2	14,67	17,82
2,20	6	43,85	53,47
2,40	7	50,97	62,38
2,60	6	40,46	49,69
2,80	3	20,16	24,85
3,00	3	20,09	24,85
3,20	11	73,43	91,10
3,40	17	106,07	140,79
3,60	18	104,55	139,24
3,80	17	98,42	131,50
4,00	23	123,83	177,92
4,20	25	134,15	193,39
4,40	14	80,30	108,30
4,60	12	68,73	87,08
4,80	4	22,85	29,03
5,00	6	34,18	43,54
5,20	15	79,79	108,85
5,40	24	118,61	174,17
5,60	21	97,47	143,52
5,80	16	79,52	109,35
6,00	4	21,20	27,34
6,20	4	21,15	27,34
6,40	10	52,76	68,34
6,60	12	59,70	77,49
6,80	7	34,75	45,20
7,00	11	54,50	71,04
7,20	8	39,56	51,66
7,40	11	54,28	71,04
7,60	12	56,02	73,45
7,80	9	41,94	55,09
8,00	14	60,83	85,69
8,20	15	65,06	91,81
8,40	28	112,64	171,38
8,60	39	126,14	226,87
8,80	50	161,35	290,86

4.1.2. Prospezioni geofisiche

PROVA MASW₁

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.



Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	14,0	14,0	234
2	14,0	30,0	16,0	1564

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) con la profondità è stato ricavato il parametro V_{s30} , che consiste in una media pesata delle velocità V_s nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **434 m/s**.

4.1.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ1**

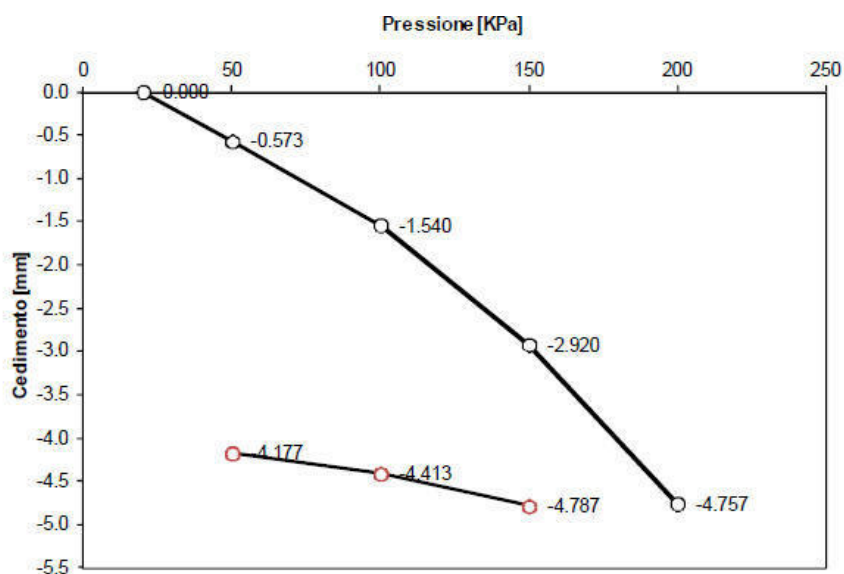
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
10:10:00	140	0	0	0	0	0
10:11:00	152	1	1	12	12	12
10:13:00	156	3	2	4	2	16
10:15:00	159	5	2	3	1,5	19
10:18:00	162	8	3	3	1	22
10:20:00	166	10	2	4	2,00	26
10:22:00	169	12	2	3	1,50	29
10:25:00	173	15	3	4	1,33	33
10:30:00	177	20	5	4	0,8	37
10:33:00	183	23	3	6	2	43
10:34:00	183	24	1	0	0	43
10:35:00	123	25	1	-60	-60	-17
10:40:00	129	30	5	6	1,2	-11
10:45:00	136	35	5	7	1,4	-4
10:50:00	142	40	5	6	1,2	2
11:00:00	151	50	10	9	0,9	11
11:10:00	160	60	10	9	0,9	20
11:20:00	169	70	10	9	0,9	29
11:30:00	178	80	10	9	0,9	38
11:40:00	186	90	10	8	0,8	46
11:50:00	195	100	10	9	0,9	55
12:00:00	204	110	10	9	0,9	64

CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,90 mm/min

4.1.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ1; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo M_{d1} e M_{d2}	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md ₁ (1° ciclo)	12782,28 kpa	130,34 kg/cm ²
Modulo di deformazione Md ₂ (2° ciclo)	49180,33 kpa	501,49 kg/cm ²
Md ₂ /Md ₁	3,85 kpa	

4.1.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE **PZ1 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	2,21%
Sabbia g.	2-4,75	1,50%
Sabbia m.	0,425-2	7,57%
Sabbia f.	0,075-0,425	46,59%
Limo	0,005-0,075	30,77%
Argilla	<0,005	11,36%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SM
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	46%
Limite plastico (WP)	31%
Indice di plasticità (IP)	15%

CAMPIONE **PZ1 1,2-1,5 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,00%
Sabbia g.	2-4,75	0,01%
Sabbia m.	0,425-2	1,62%
Sabbia f.	0,075-0,425	67,14%
Limo	0,005-0,075	21,80%
Argilla	<0,005	9,44%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SC
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	29%
Limite plastico (WP)	22%
Indice di plasticità (IP)	7%

4.1.6. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE								CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	Po1	Po2	Po3	Po4	Po5	Po6	Po7	Po8		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m		
	VALORE (mg/kg)									
Umidità	18,32%	18,35%	23,14%	20,03%	18,73%	21,62%	19,87%	17,65%		
Sottov. 2mm	37,7%	40,1%	30,4%	32,8%	39,7%	40,1%	43,6%	41,1%		
Arsenico	10,5	12,3	13,7	10,5	8,62	9,46	10,2	9,18	20	50
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Cobalto	5,95	7,59	6,98	7,04	6,33	7,13	8,09	7,23	20	250
Cromo totale	28,4	44,3	36,3	53,4	36,6	39,4	36,6	43,6	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	25,3	30,5	27,9	31,8	27,0	28,1	29,1	29,0	120	500
Piombo	8,02	8,38	7,95	22,6	17,8	11,6	12,8	9,79	100	1000
Rame	10,6	11,4	10,4	16,5	15,0	13,7	14,9	13,7	120	600
Zinco	33,2	38,6	34,1	59,1	52,7	41,2	44,6	41,5	150	1500
Idrocarburi C>12	15,2	33,9	25,8	23,5	22,5	37,6	12,4	12,2	50	750

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **NON SI RICONTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. né per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (*Allegato 5, Tabella 1, Colonna A*) né tanto meno per siti ad uso commerciale, industriale (*Allegato 5, Tabella 1, Colonna B*).

4.1.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ1			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	1,5	Sabbia limosa massiva color marrone tendente al grigio e meno limosa in profondità

P01			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso scuro
2	0,3	1,7	Sabbia limosa massiva marrone
3	1,7	2,0	Sabbia limosa grigia

P02			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso scuro
2	0,3	0,5	Sabbia debolmente limosa massiva color nocciola
3	0,5	0,8	Sabbia limosa color nocciola
4	0,8	1,5	Sabbia limosa grigia con screziature arancioni

P03			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,35	Limo sabbioso scuro
2	0,35	0,8	sabbia debolmente limosa color nocciola che verso il basso diventa di colore grigio con screziature arancio
3	0,8	1,40	Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia fine

P04			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia limosa scura
2	0,3	0,8	Sabbia debolmente limosa di color nocciola con qualche raro clasto di diametro fino a 8 cm e qualche raro resto di mattone. In profondità leggermente più limosa
3	0,8	1,0	Sabbia grigia con screziature arancioni
4	1,0	1,4	Sabbia come sopra con rare lenti di ghiaia di spessore centimetrico

P05			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura
2	0,4	1,0	Sabbia limosa color nocciola tendente al grigio con screziature arancioni da 0,7 m
3	1,0	1,4	Sabbia limosa

P06			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia limosa scura
2	0,3	0,8	Sabbia debolmente limosa marrone con rari ciottoli
3	0,8	1,4	Sabbia debolmente limosa grigia con screziature arancioni

[CO-E-157] – Lavori di adeguamento delle aree golenali del torrente Seveso nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)

Po7			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	0,8	Sabbia limosa con rari clasti di dimensione centimetrica
3	0,8	1,1	Limo debolmente sabbioso
4	1,1	1,4	Sabbia grigia con screziature arancioni e occasionali lenti di ghiaia

Po8			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso scuro
2	0,3	1,2	Sabbia massiva nocciola tendente verso il basso a sabbia limosa
3	1,2	1,5	Sabbia limosa grigiastria

4.2. Area di laminazione 2

Nell'area di laminazione 2 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.2:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH2, DPSH3);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ2a), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ2a);
- Apertura di n. 11 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ2 PZ2a, Po9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17:
 - In corrispondenza della trincea PZ2a è stato prelevato n. 1 campione rimaneggiato di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio;
 - In corrispondenza della trincea PZ2 è stato prelevato n. 1 campione rimaneggiato di terreno, alla profondità tra 1,6-1,8 m da p.c., sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio;

L'apertura della trincea denominata PZ2a, per il prelievo dell'aliquota superficiale, si è resa necessaria per ovviare al fatto che durante l'apertura della prevista trincea PZ2 si è riscontrata la presenza di materiali di riporto e rifiuti fino alla profondità di circa 1,5 m da p.c. Di conseguenza anche la prova infiltrometrica e la prova di carico su piastra sono state eseguite in corrispondenza di PZ2a.

- In corrispondenza di ognuna delle trincee Po9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità di circa 0,5 m da p.c.; i 9 campioni di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio. E' stata prelevata anche una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.
- Tutte e 11 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.

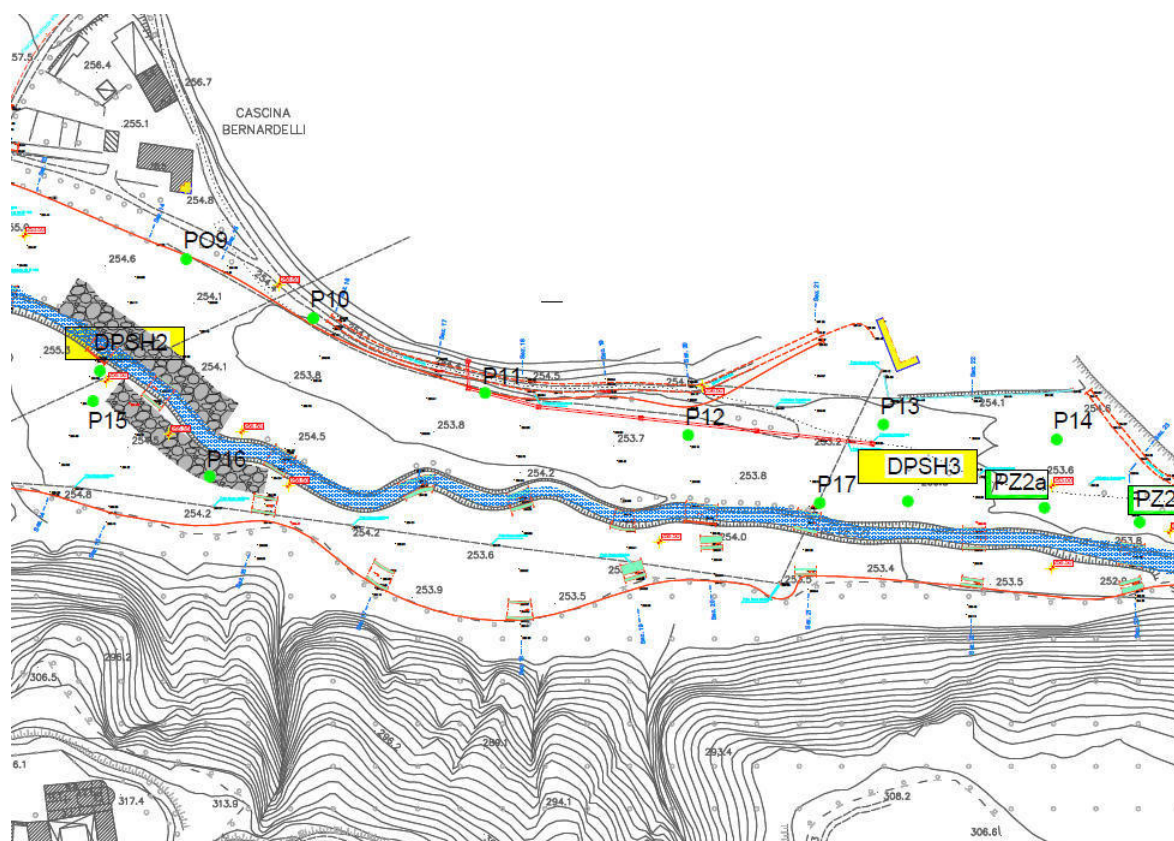


Fig. 4.2. Area di laminazione 2: ubicazione indagini

4.2.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA
Strumento utilizzato
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda rilevata

DPSH2
DPSH TG 63-200 PAGANI
18/04/2016
5,4 mt
3,8 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	3	24,50	28,93
0,80	2	16,27	19,29
1,00	2	16,20	19,29
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	2	14,67	17,82
2,20	2	14,62	17,82
2,40	5	36,41	44,55
2,60	7	47,20	57,97
2,80	5	33,60	41,41
3,00	8	53,58	66,25
3,20	13	81,39	107,66

3,40	16	99,83	132,51
3,60	18	104,55	139,24
3,80	12	74,11	92,83
4,00	19	109,65	146,97
4,20	28	150,25	216,59
4,40	17	97,50	131,50
4,60	24	120,04	174,17
4,80	19	101,63	137,88
5,00	28	139,19	203,19
5,20	36	165,37	261,25
5,40	50	210,83	362,85

PROVA

Strumento utilizzato
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda rilevata

DPSH₃

DPSH TG 63-200 PAGANI
18/04/2016
7,4 mt
6,4 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	17,96	21,01
0,40	7	62,58	73,55
0,60	6	49,01	57,86
0,80	3	24,40	28,93
1,00	2	16,20	19,29
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	1	7,39	8,91
1,80	1	7,36	8,91
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	1	7,28	8,91
2,60	2	13,49	16,56
2,80	7	47,04	57,97
3,00	7	46,88	57,97
3,20	4	26,70	33,13
3,40	1	6,65	8,28
3,60	3	18,59	23,21
3,80	4	24,70	30,94
4,00	2	12,32	15,47
4,20	2	12,28	15,47
4,40	1	6,12	7,74
4,60	1	5,73	7,26
4,80	1	5,71	7,26
5,00	1	5,70	7,26
5,20	5	28,41	36,28
5,40	5	28,34	36,28
5,60	4	21,30	27,34
5,80	1	5,31	6,83
6,00	3	15,90	20,50
6,20	4	21,15	27,34
6,40	3	15,83	20,50
6,60	4	19,90	25,83
6,80	7	34,75	45,20
7,00	10	49,54	64,58
7,20	35	139,15	226,02
7,40	50	182,16	322,89

4.2.2. Prove infiltrometriche

PROVA PZ2a

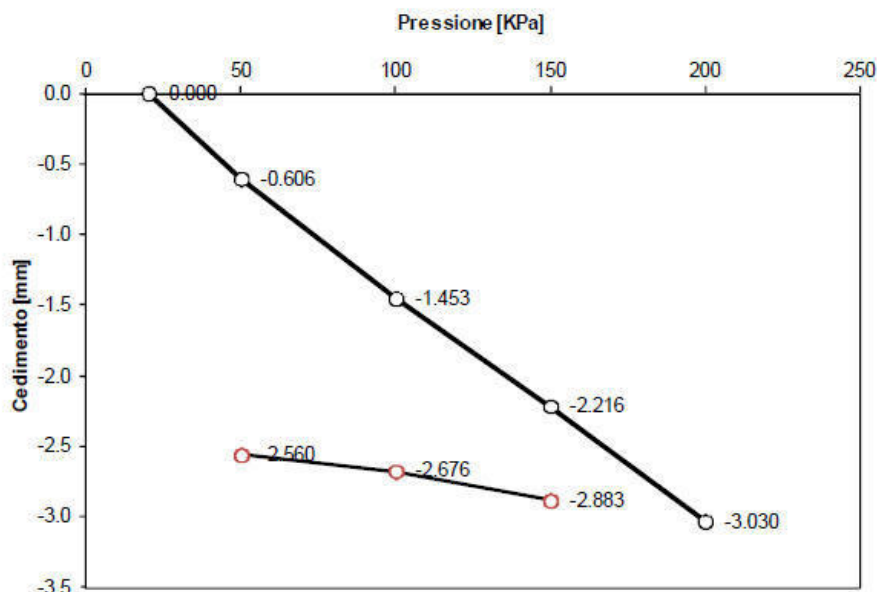
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
11:22:15	127	0	0	0	0	0
11:23:15	127	3	3	0	0	0
11:25:10	129	5	2	2	1	2
11:30:15	130	8	3	1	0,33	3
11:34:15	131	12	4	1	0,25	4
11:42:15	132	20	8	1	0,13	5
11:52:15	133	30	10	1	0,10	6
12:02:15	134	40	10	1	0,10	7
12:12:15	135	50	10	1	0,10	8
12:22:15	136	60	10	1	0,10	9
12:32:15	137	70	10	1	0,10	10
12:42:15	138	80	10	1	0,10	11
12:52:15	139	90	10	1	0,1	12

CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,10 mm/min

4.2.3. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ2a; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md1 e Md2	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md ₁ (1° ciclo)	18633,54 kpa	190,01 kg/cm ²
Modulo di deformazione Md ₂ (2° ciclo)	92879,26 kpa	947,09 kg/cm ²
Md ₂ /Md ₁	4,98 kpa	

4.2.4. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE **PZ2a 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	2,58%
Ghiaia f.	4,75-19,0	9,09%
Sabbia g.	2-4,75	4,63%
Sabbia m.	0,425-2	8,37%
Sabbia f.	0,075-0,425	20,43%
Limo	0,005-0,075	41,50%
Argilla	<0,005	13,38%

CLASSIFICAZIONE ASTM	ML o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	44%
Limite plastico (WP)	31%
Indice di plasticità (IP)	13%

CAMPIONE **PZ2 1,6-1,8 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,14%
Sabbia g.	2-4,75	0,06%
Sabbia m.	0,425-2	0,99%
Sabbia f.	0,075-0,425	70,17%
Limo	0,005-0,075	18,35%
Argilla	<0,005	10,29%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SM
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	34%
Limite plastico (WP)	25%
Indice di plasticità (IP)	9%

4.2.5. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE									CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m		
	VALORE (mg/kg)										
Umidità	24,33%	22,43%	23,3%	19,58%	17,93%	15,20%	18,05%	21,90%	21,17%		
Sottov. 2mm	29,1%	41,1%	23,9%	37,9%	40,0%	55,2%	32,2%	48,0%	26,8%		
Arsenico	54,0	12,1	12,8	12,9	12,4	11,2	11,1	7,18	7,83	20	50
Cadmio	0,65	0,71	0,77	0,77	0,50	<0,5	0,50	0,6	<0,5	2	15
Cobalto	12,4	8,52	10,5	9,90	7,96	6,92	7,79	7,03	6,86	20	250
Cromo totale	70,3	49,9	53,1	58,1	40,2	44,6	41,4	209	28,8	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	59,3	35,1	41,1	40,3	36,9	32,4	31,4	25,4	24,3	120	500
Piombo	17,9	38,5	47,8	45,6	16,2	7,75	15,5	38,9	14,8	100	1000
Rame	22,3	40,7	58,9	58,4	22,0	13,4	18,7	37,3	15,5	120	600
Zinco	66,2	137	187	178	50,9	39,2	51,8	131	65,0	150	1500
Idrocarburi C>12	32,5	25,8	20,9	20,2	16,7	14,4	28,7	54,9	20,8	50	750

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **SI RICONTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i..

Per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A): cromo totale in P16; zinco in P11 e P12; idrocarburi C>12 in P16.

Per siti ad uso commerciale, industriale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna B): arsenico in Po9.

4.2.6. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ2			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	1,5	Riporti costituiti da ghiaia a supporto di matrice con resti di mattoni, plastica. Da 0,9 m riporti di colore grigio con resti di mattone abbondanti, asfalto e vetri
3	1,5	1,9	Sabbia debolmente limosa con rari ciottoli

PZ2a			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso scuro
2	0,4	0,75	Ghiaia con matrice sabbioso limosa arrossata con rari frammenti di mattone
3	0,75	1,5	Sabbia di colore scuro

Po9			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	0,9	Limo sabbioso con qualche ciottolo
3	0,9	1,3	Sabbia con ciottoli di dimensioni massime fino a 40 cm
4	1,3	1,5	Ghiaia con grossi blocchi e matrice sabbiosa leggermente arrossata. Presenza di qualche clasto alterato

P10			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,7	Limo sabbioso con rari ciottoli alla base
2	0,7	1,2	Sabbia limosa/limo sabbioso di colore marrone
3	1,2	1,5	Limo sabbioso (meno sabbioso del precedente)

P11			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Limo sabbioso di colore scuro

2	0,5	1,4	Limo sabbioso con qualche frammento di mattone e piastrella nella parte più superficiale
3	1,4	1,7	Sabbia grossolana con ciottoli

P12			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso di colore scuro
2	0,3	0,6	Sabbia limosa
3	0,6	1,1	Sabbia limosa con ciottoli e blocchi di dimensioni massime fino a 40 cm
4	1,1	1,2	Ghiaia e sabbia

P13			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Sabbia limosa di colore scuro
2	0,2	1,5	Sabbia limosa con sparsi ciottoli di dimensioni massime 5 cm

P14			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Sabbia limosa di colore scuro
2	0,2	1,54	Sabbia debolmente limosa con ciottoli di diametro fino a 15 cm più abbondanti nella parte superiore

P15			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso di colore scuro
2	0,2	1,5	Limo sabbioso di colore nocciola con rari frammenti di mattone di dimensioni millimetriche nella parte superficiale. Presenza di occasionali livelli più sabbiosi. Passante in profondità a sabbia limosa

P16			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia grigia tendente a sabbia limosa in profondità
2	0,3	0,6	Sabbia limosa grigiastria
3	0,6	1,5	Limi sabbiosi di colore nocciola

P17			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo debolmente sabbioso scuro
2	0,3	0,8	Limo debolmente sabbioso di colore marrone
3	0,8	1,3	Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia al fondo

4.3. Area di laminazione 3

Nell'area di laminazione 3 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.3:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH4, DPSH5);
 - N. 1 prospezione sismica (MASW2);
 - N. 1 prova infiltrometrica (PZ3), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
 - N. 1 prova di carico su piastra (PZ3);
 - Apertura di n. 7 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ3, P18, P19, P20, P21, P22, P23:
 - In corrispondenza della trincea PZ3 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
 - In corrispondenza di ognuna delle trincee P18, P19, P20, P21, P22, P23 è stato prelevato un campione di terreno; il prelievo è stato eseguito alla profondità di circa 0,5 m da p.c. ad esclusione della trincea P23 nella quale è stato eseguito tra 0,7-1,0 m da p.c.. I 6 campioni di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio.
- E' stata prelevata anche, in P18, P19, P20, P21 e P22, una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.
- Tutte e 7 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.

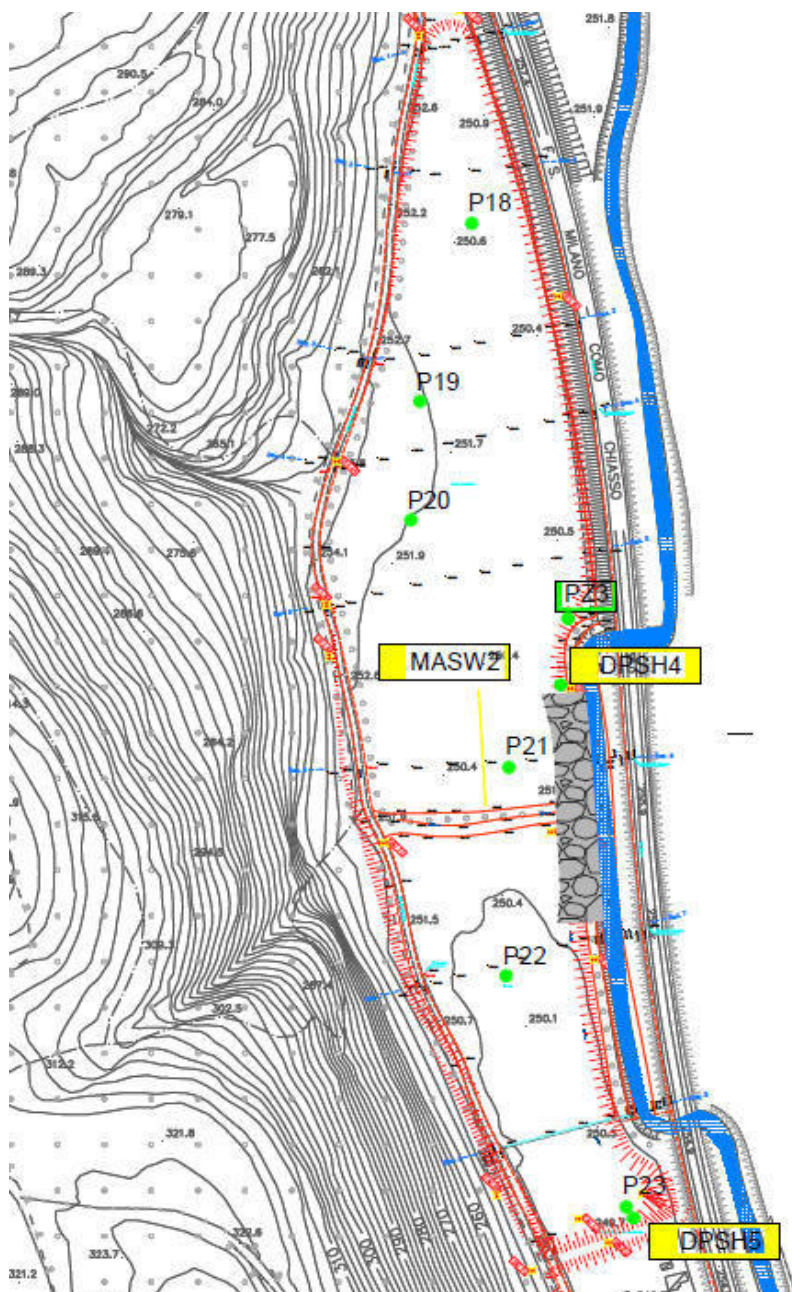


Fig. 4.3. Area di laminazione 3: ubicazione indagini

4.3.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA **DPSH4**
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 18/04/2016
Profondità prova 8,4 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	1	8,94	10,51
0,60	2	16,34	19,29
0,80	2	16,27	19,29
1,00	1	8,10	9,64
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	1	7,39	8,91
1,80	1	7,36	8,91
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	1	7,28	8,91
2,60	1	6,74	8,28
2,80	1	6,72	8,28
3,00	2	13,39	16,56
3,20	1	6,68	8,28
3,40	2	13,31	16,56
3,60	5	30,98	38,68
3,80	8	49,41	61,88
4,00	8	49,26	61,88
4,20	8	49,12	61,88
4,40	6	36,73	46,41
4,60	6	34,36	43,54
4,80	3	17,14	21,77
5,00	1	5,70	7,26
5,20	2	11,36	14,51
5,40	2	11,34	14,51
5,60	2	10,65	13,67
5,80	3	15,94	20,50
6,00	6	31,80	41,00
6,20	6	31,73	41,00
6,40	5	26,38	34,17
6,60	6	29,85	38,75
6,80	6	29,79	38,75
7,00	8	39,63	51,66
7,20	6	29,67	38,75
7,40	6	29,61	38,75
7,60	7	32,68	42,85
7,80	7	32,62	42,85
8,00	16	69,52	97,93
8,20	18	78,07	110,18
8,40	50	170,54	306,04

PROVA
Strumento utilizzato
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda rilevata

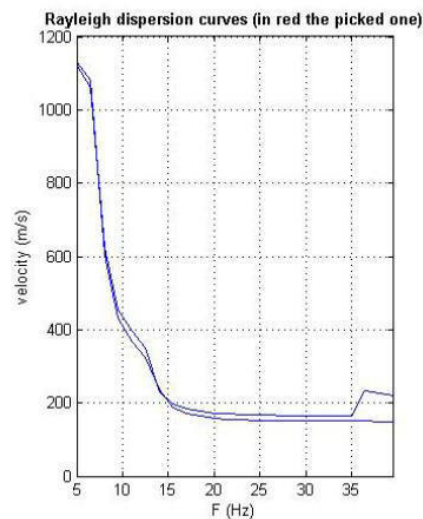
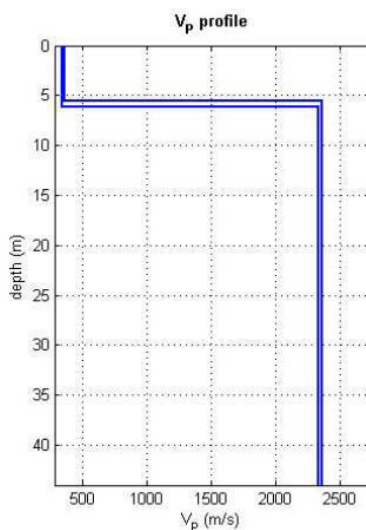
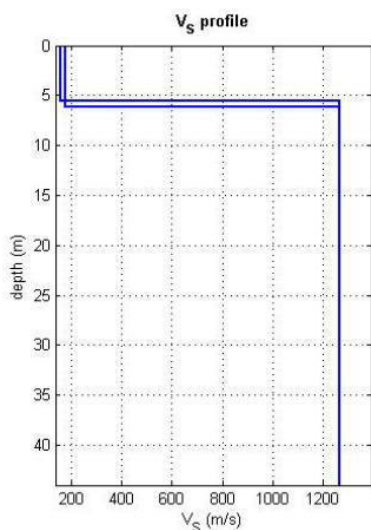
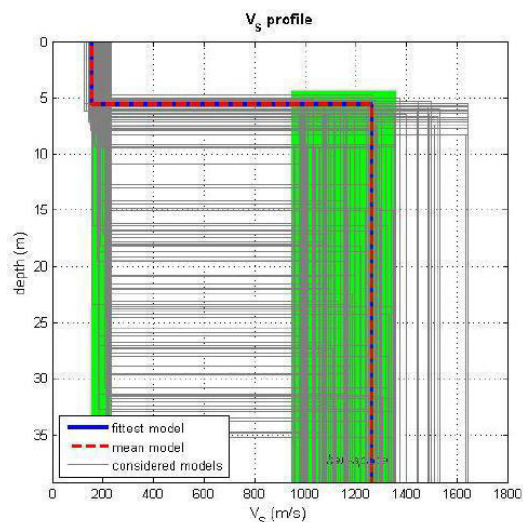
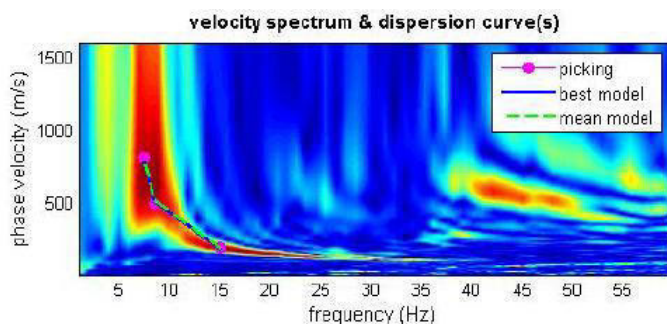
DPSH₅
DPSH TG 63-200 PAGANI
24/05/2016
5,4 mt
3,4 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	5	44,90	52,54
0,40	2	17,88	21,01
0,60	1	8,17	9,64
0,80	1	8,13	9,64
1,00	2	16,20	19,29
1,20	3	24,19	28,93
1,40	3	24,10	28,93
1,60	4	29,57	35,64
1,80	4	29,45	35,64
2,00	3	22,01	26,73
2,20	3	21,92	26,73
2,40	2	14,56	17,82
2,60	2	13,49	16,56
2,80	1	6,72	8,28
3,00	2	13,39	16,56
3,20	1	6,68	8,28
3,40	2	13,31	16,56
3,60	1	6,20	7,74
3,80	4	24,70	30,94
4,00	11	67,73	85,09
4,20	7	42,98	54,15
4,40	9	55,10	69,62
4,60	5	28,64	36,28
4,80	12	68,54	87,08
5,00	27	134,22	195,94
5,20	21	104,09	152,40
5,40	50	210,83	362,85

4.3.2. Prospezioni geofisiche

PROVA **MASW₂**

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.



Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	5,5	5,5	160
2	5,5	30,0	24,5	1264

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) con la profondità è stato ricavato il parametro V_{s30} , che consiste in una media pesata delle velocità V_s nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **554 m/s**.

4.3.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ3**

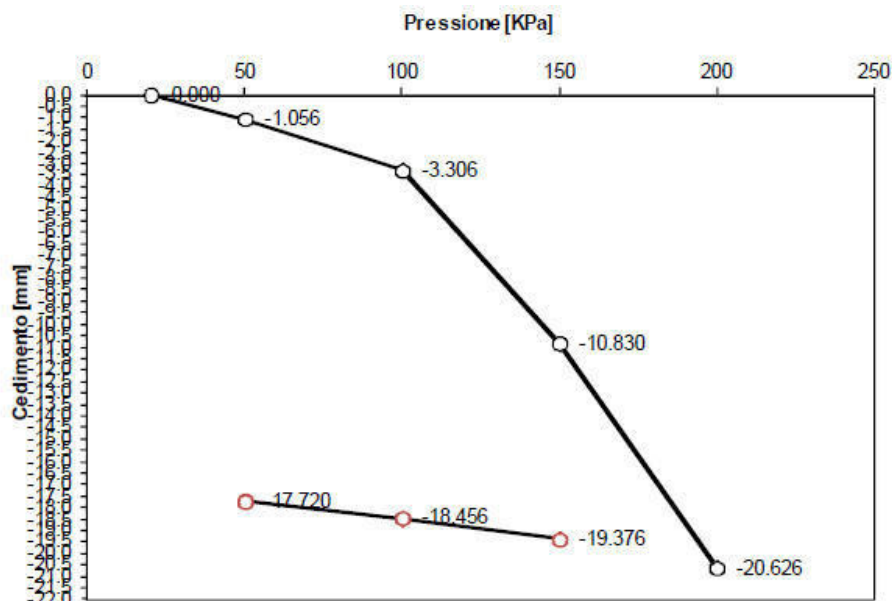
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
14:38:00	154	0	0	0	0	0
14:39:30	160	1	1	6	6	6
14:41:00	163	3	2	3	1,5	9
14:43:00	168	5	2	5	2,5	14
14:45:30	173	8	3	5	1,667	19
14:48:00	177	10	2	4	2,00	23
14:53:00	187	12	2	10	5,00	33
14:55:00	121	0	2	0	0,00	33
14:58:00	127	20	5	6	1,2	39
15:03:00	135	25	5	8	1,6	47
15:08:00	145	30	5	10	2	57
15:13:00	152	35	5	7	1,4	64
15:18:00	158	40	5	6	1,2	70
15:23:00	165	45	5	7	1,4	77
15:28:00	172	50	5	7	1,4	84
15:33:00	178	55	5	6	1,2	90
15:38:00	185	60	5	7	1,4	97
15:43:00	192	65	5	7	1,4	104
15:48:00	198	70	5	6	1,2	110

CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 1,30 mm/min

4.3.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ3; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md ₁ e Md ₂	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md ₁ (1° ciclo)	3069,37 kpa	31,30 kg/cm ²
Modulo di deformazione Md ₂ (2° ciclo)	18115,94 kpa	184,73 kg/cm ²
Md ₂ /Md ₁	5,90 kpa	

4.3.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE **PZ3 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,15%
Sabbia g.	2-4,75	1,23%
Sabbia m.	0,425-2	6,10%
Sabbia f.	0,075-0,425	29,06%
Limo	0,005-0,075	42,23%
Argilla	<0,005	21,23%

CLASSIFICAZIONE ASTM	ML o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	42%
Limite plastico (WP)	28%
Indice di plasticità (IP)	14%

CAMPIONE PZ3 1,2-1,5 m

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,08%
Sabbia g.	2-4,75	0,72%
Sabbia m.	0,425-2	3,65%
Sabbia f.	0,075-0,425	12,37%
Limo	0,005-0,075	60,16%
Argilla	<0,005	23,02%

CLASSIFICAZIONE ASTM	CL o OL
-----------------------------	----------------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	39%
Limite plastico (WP)	24%
Indice di plasticità (IP)	15%

4.3.6. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE						CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P18	P19	P20	P21	P22	P23		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)							
Umidità	27,06%	22,64%	17,15%	20,37%	25,85%	19,8%		
Sottov. 2mm	24,9%	47,8	50,0%	28,47%	18,9%	75,4%		
Arsenico	14,7	13,7	13,54	10,6	12,2	8,71	20	50
Cadmio	0,60	<0,5	<0,5	0,60	0,60	1,23	2	15
Cobalto	10,9	6,96	6,56	9,32	10,5	8,12	20	250
Cromo totale	55,1	32,0	40,7	40,8	55,9	33,2	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,20	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	42,6	28,9	29,1	33,8	40,6	28,4	120	500
Piombo	14,5	8,02	7,38	21,3	14,6	10,4	100	1000
Rame	21,8	11,9	13,1	25,4	21,3	15,0	120	600
Zinco	66,2	43,4	31,9	73,3	63,3	44,1	150	1500
Amianto totale	<1000	-	-	<1000	-	<1000	1000	1000
Idrocarburi C>12	44,9	11,3	18,4	14,1	15,7	<10	50	750
Benzene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	2
Toluene	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	0,5	50

Etilbenzene	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	0,5	50
Xilene	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	0,5	50
Stirene	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	0,5	50
Benzo(a)antracene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,5	10
Benzo(a)pirene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	10
Benzo(b)fluorantene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,5	10
Benzo(k)fluorantene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,5	10
Benzo(g,h,l)perilene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	10
Crisene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	10
Dibenzo(a,l)pirene	<0,05	-	-	<0,05	-	0,06	0,1	10
Dibenzo(a,i)pirene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	10
Dibenzo(a,h)pirene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	10
Dibenzo(a,h)antracene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	5
Pirene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	5	50
Somma IPA	<0,2	-	-	<0,2	-	<1	10	100

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **NON SI RICONTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. né per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A) né tanto meno per siti ad uso commerciale, industriale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna B).

4.3.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ3			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Limo sabbioso (terreno vegetale).
2	0,15	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P18			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo debolmente sabbioso (terreno vegetale).
2	0,3	1,7	Limo e/o limo debolmente sabbioso.

P19			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia limosa scura
2	0,3	0,8	Sabbia con ghiaia
3	0,8	1,6	Sabbia limosa con lenti di ghiaia

P20			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura
2	0,4	0,55	Lente di ghiaia con ciottoli di dimensioni fino a 10 cm
3	0,55	1,5	Sabbia debolmente limosa con ciottoli e lenti di ghiaia e sabbia
4	1,5	1,6	Ghiaia sabbiosa

P21			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso di colore scuro
2	0,4	1,0	Limo più sabbioso del precedente
3	1,0	1,6	Limo debolmente sabbioso

P22			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo di colore scuro
2	0,2	1,0	Limo debolmente argilloso di colore nocciola
3	1,0	1,5	Limo come sopra più argilloso in profondità

P23			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,25	Sabbia limosa con resti organici
2	0,25	0,4	Sabbia debolmente limosa con rari clasti di 5 mm
3	0,4	1,0	Sabbia massiva debolmente limosa con rari clasti di 1 cm; rare lenti di ghiaia fine

4.4. Area di laminazione 4

Nell'area di laminazione 4 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.4:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH6, DPSH7);
- N. 1 prospezione sismica (MASW3);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ4), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ4);
- Apertura di n. 7 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ4, P24, P25, P26, P27, P28, P29:
 - In corrispondenza della trincea PZ4 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
 - In corrispondenza di ognuna delle trincee P24, P25, P26, P27, P28, P29 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 0,7-1,0 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio.
- Tutte e 7 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.

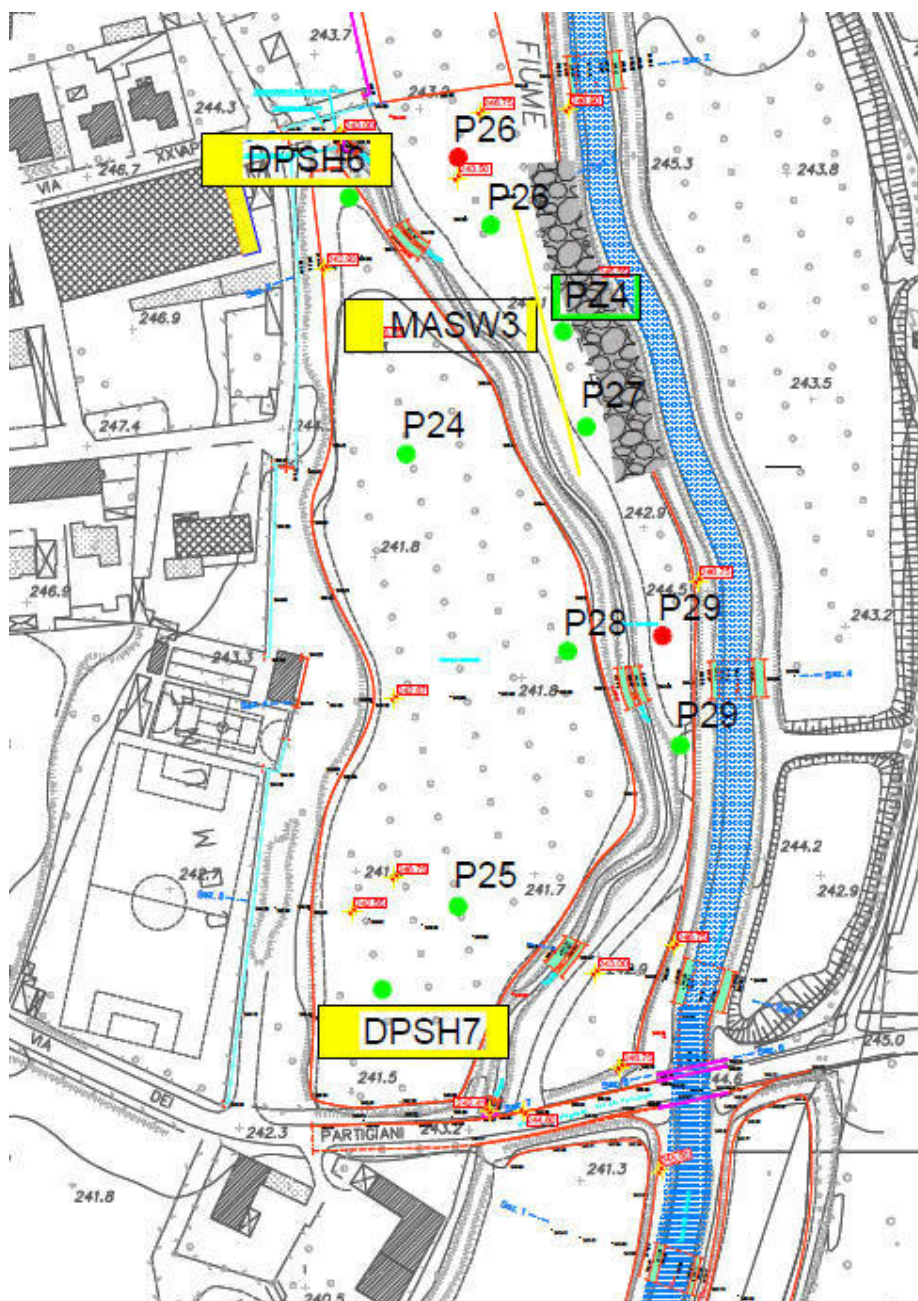


Fig. 4.4. Area di laminazione 4: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)

4.4.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA **DPSH6**
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 21/04/2016
Profondità prova 5,2 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	2	16,34	19,29
0,80	3	24,40	28,93
1,00	1	8,10	9,64
1,20	2	16,13	19,29
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	1	7,28	8,91
2,60	10	67,43	82,82
2,80	13	81,98	107,66
3,00	15	94,25	124,23
3,20	12	80,10	99,38
3,40	9	59,88	74,54
3,60	15	87,13	116,03
3,80	20	115,79	154,71
4,00	20	115,42	154,71
4,20	8	49,12	61,88
4,40	11	67,34	85,09
4,60	10	57,27	72,57
4,80	13	69,54	94,34
5,00	16	85,34	116,11
5,20	50	211,54	362,85

PROVA **DPSH7**
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 21/04/2016
Profondità prova 6,6 mt
Falda rilevata 3,0(?) mt

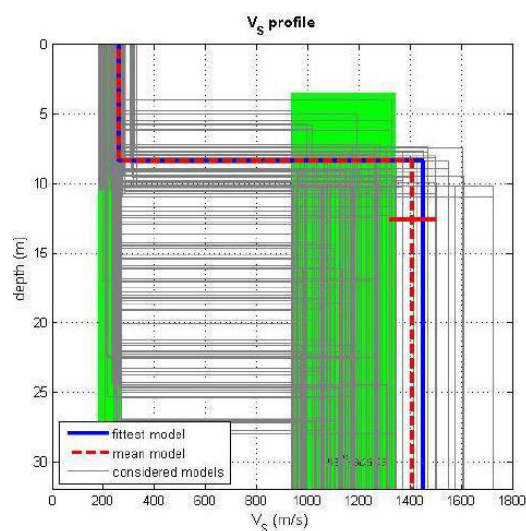
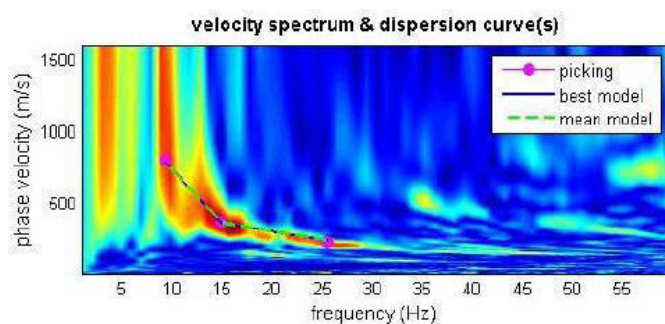
Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	3	26,82	31,52
0,60	3	24,50	28,93
0,80	3	24,40	28,93
1,00	2	16,20	19,29
1,20	2	16,13	19,29
1,40	2	16,06	19,29
1,60	1	7,39	8,91
1,80	2	14,73	17,82
2,00	1	7,34	8,91
2,20	2	14,62	17,82
2,40	3	21,84	26,73
2,60	3	20,23	24,85
2,80	2	13,44	16,56
3,00	1	6,70	8,28
3,20	1	6,68	8,28

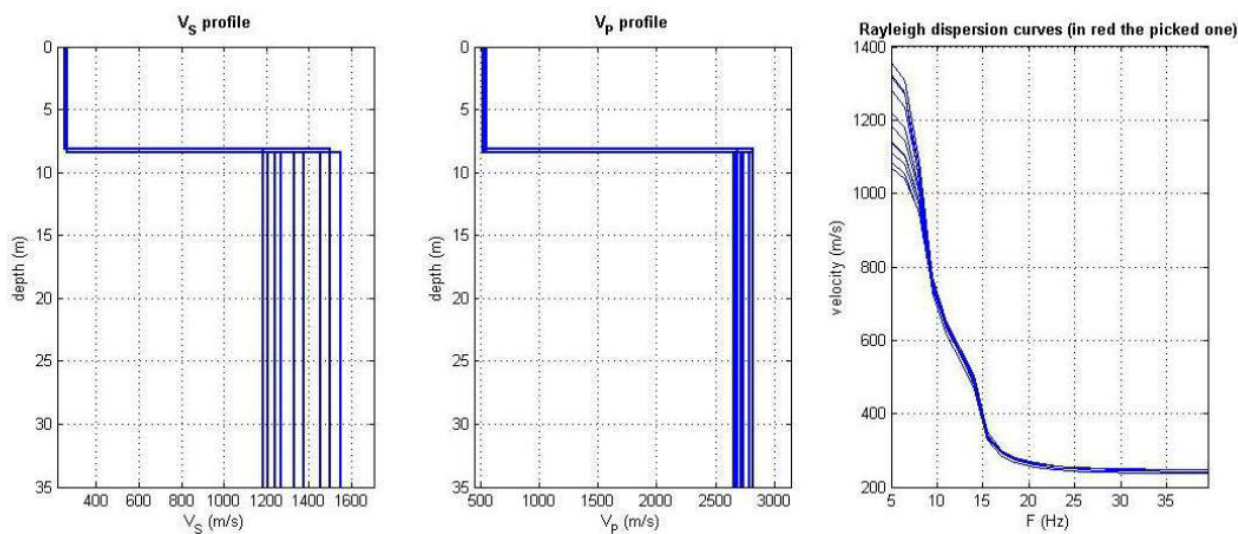
3,40	2	13,31	16,56
3,60	8	49,56	61,88
3,80	5	30,88	38,68
4,00	7	43,10	54,15
4,20	6	36,84	46,41
4,40	3	18,37	23,21
4,60	5	28,64	36,28
4,80	4	22,85	29,03
5,00	4	22,79	29,03
5,20	6	34,09	43,54
5,40	5	28,34	36,28
5,60	5	26,62	34,17
5,80	6	31,87	41,00
6,00	12	63,60	82,01
6,20	17	84,08	116,18
6,40	9	47,48	61,51
6,60	50	184,16	322,89

4.4.2. Prospezioni geofisiche

PROVA MASW₃

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.





Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	8,4	8,4	263
2	8,4	30,0	21,6	1411

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) con la profondità è stato ricavato il parametro V_{s30} , che consiste in una media pesata delle velocità V_s nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **642 m/s**.

4.4.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ4**

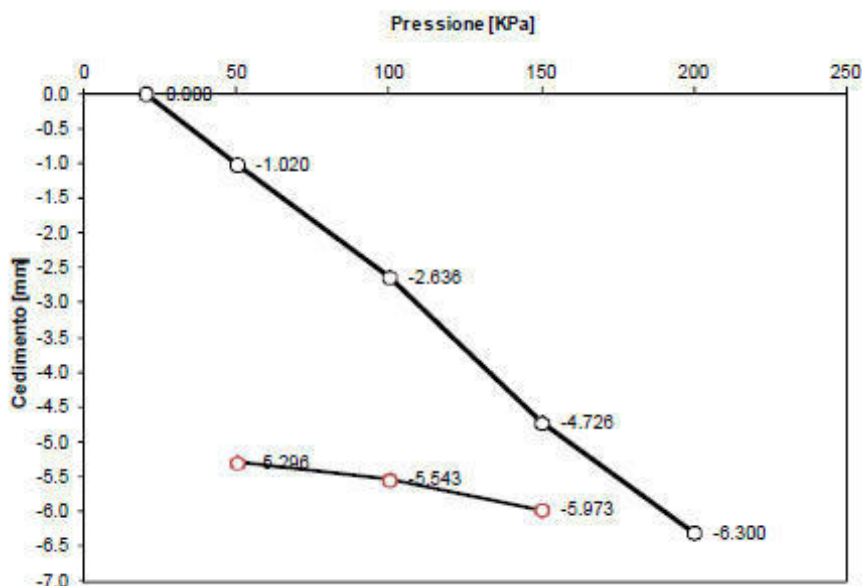
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
10:07:10	90	0	0	0	0	0
10:08:10	95	1	1	5	5	5
10:09:10	98	2	1	3	3	8
10:10:10	103	3	1	5	5	13
10:12:10	107	5	2	4	2	17
10:14:10	110	7	2	3	1,50	20
10:16:30	114	9,33	2,33	4	1,72	24
10:18:10	118	11	1,67	4	2,40	28
10:20:10	123	13	2	5	2,5	33
10:22:10	127	15	2	4	2	37
10:24:10	131	17	2	4	2	41
10:28:10	138	21	4	7	1,75	48
10:32:10	143	25	4	5	1,25	53
10:36:10	148	29	4	5	1,25	58
10:40:10	154	33	4	6	1,5	64
10:44:10	160	37	4	6	1,5	70
10:48:10	166	41	4	6	1,5	76
10:52:10	172	45	4	6	1,5	82
10:56:10	178	49	4	6	1,5	88
11:00:10	184	53	4	6	1,5	94

CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 1,50 mm/min

4.4.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ4; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md ₁ e Md ₂	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md ₁ (1° ciclo)	8094,98 kpa	82,54 kg/cm ²
Modulo di deformazione Md ₂ (2° ciclo)	44313,15 kpa	451,86 kg/cm ²
Md ₂ /Md ₁	5,47 kpa	

4.4.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE **PZ4 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	1,29%
Ghiaia f.	4,75-19,0	4,14%
Sabbia g.	2-4,75	1,56%
Sabbia m.	0,425-2	10,06%
Sabbia f.	0,075-0,425	35,94%
Limo	0,005-0,075	32,36%
Argilla	<0,005	14,65%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SC
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	28%
Limite plastico (WP)	20%
Indice di plasticità (IP)	8%

CAMPIONE **PZ4 1,2-1,5 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	1,14%
Ghiaia f.	4,75-19,0	18,11%
Sabbia g.	2-4,75	24,54%
Sabbia m.	0,425-2	42,27%
Sabbia f.	0,075-0,425	9,44%
Limo	0,005-0,075	3,09%
Argilla	<0,005	1,40%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SW-SM SW-SC
----------------------	-------------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	ND
Limite plastico (WP)	NP
Indice di plasticità (IP)	ND

4.4.6. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE						CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P24	P25	P26	P27	P28	P29		
	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)							
Umidità	20,3 %	17,4%	19,5%	16,8%	20,2%	23,9%		
Sottov. 2mm	76,9%	67,8%	47,6%	39,2%	63,1	65,2%		
Arsenico	14,7	12,2	10,3	9,93	10,2	7,27	20	50
Cadmio	1,26	1,23	1,01	1,16	0,98	0,86	2	15
Cobalto	8,88	8,08	7,21	7,37	6,92	6,08	20	250
Cromo totale	43,3	49,6	31,4	48,4	32,4	37,3	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	38,2	37,2	30,4	34,5	30,8	26,2	120	500
Piombo	11,8	19,7	9,09	10,6	10,2	6,66	100	1000
Rame	16,0	25,6	12,8	13,9	12,9	8,91	120	600
Zinco	45,4	63,1	35,7	40,6	39,6	28,5	150	1500
Idrocarburi C>12	380	26,7	33,9	49,7	26,6	35,6	50	750

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **SI RISCOVRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione)

previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A) per i soli idrocarburi C>12 in P24.

4.4.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ4			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia con ghiaia; ciottoli con diametro massimo di 5 cm, occasionali fino a 20 cm. Colore scuro.
2	0,3	0,85	Sabbia fine limosa di colore scuro.
3	0,85	1,5	Sabbia medio grossolana con ciottoli di diametro massimo fino a 2,5 cm.

P24			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia fine limosa con occasionali frammenti di mattoni con dimensioni inferiori a 0,5 cm. Coltivo.
2	0,3	0,6	Sabbia limosa con ghiaia fine; ciottoli con dimensioni inferiori a 1 cm.
3	0,6	1,0	Sabbia limosa con rari ciottoli.

P25			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia media di colore scuro. Coltivo.
2	0,3	1,0	Sabbia e ghiaia. Ciottoli di dimensioni massimo 5 cm. Occasional frammmenti di mattoni.

P26			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,22	Sabbia di colore scuro. Coltivo.
2	0,22	1,0	Sabbia limosa marrone.

P27			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Limo sabbioso di colore scuro con ciottoli sparsi. Coltivo.
2	0,15	0,6	Sabbia fine debolmente limosa.
3	0,6	1,0	Ghiaia con ciottoli mediamente di 6-7 cm, massimo 15 cm.

P28			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura. Coltivo.
2	0,4	1,5	Sabbia limosa di colore nocciola, massiva.

P29			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Sabbia limosa scura. Coltivo.
2	0,15	1,5	Sabbia massiva di colore marrone. Presenza di ghiaia al fondo

4.5. Area di laminazione 5

Nell'area di laminazione 5 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.5:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH8, DPSH11);
- N. 1 prospezione sismica (MASW4);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ5), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ5);
- Apertura di n. 9 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ5, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P51, P52:
 - In corrispondenza della trincea PZ5 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
 - In corrispondenza di ognuna delle trincee P30, P31, P32, P33, P34, P35 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 0,7-1,0 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio.
- Tutte e 9 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.

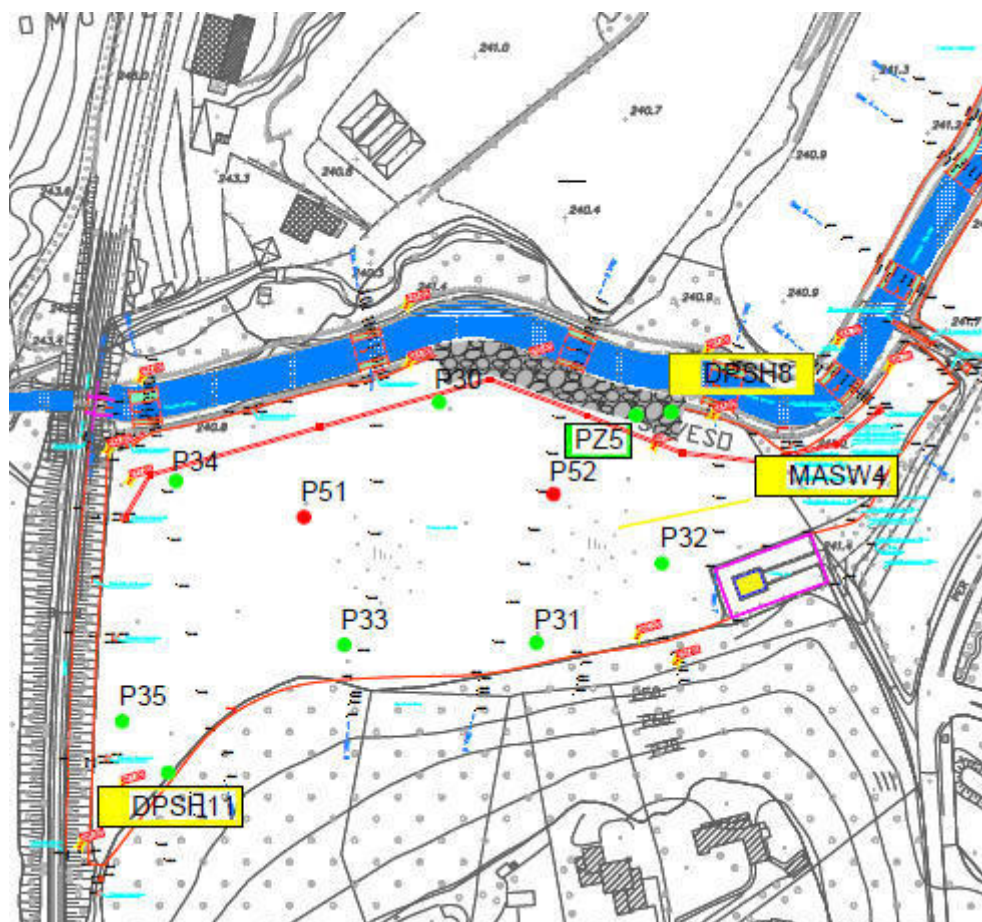


Fig. 4.5. Area di laminazione 5: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)

4.5.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA
Strumento utilizzato
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda rilevata

DPSH8
DPSH TG 63-200 PAGANI
26/05/2016
8,4 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	2	16,34	19,29
0,80	1	8,13	9,64
1,00	3	24,29	28,93
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	1	7,39	8,91
1,80	2	14,73	17,82
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	2	14,56	17,82

2,60	5	33,72	41,41
2,80	5	33,60	41,41
3,00	5	33,49	41,41
3,20	3	20,03	24,85
3,40	2	13,31	16,56
3,60	2	12,39	15,47
3,80	3	18,53	23,21
4,00	1	6,16	7,74
4,20	3	18,42	23,21
4,40	4	24,49	30,94
4,60	14	75,10	101,60
4,80	4	22,85	29,03
5,00	13	69,34	94,34
5,20	10	56,82	72,57
5,40	6	34,01	43,54
5,60	10	53,25	68,34
5,80	13	64,61	88,84
6,00	13	64,45	88,84
6,20	10	52,88	68,34
6,40	10	52,76	68,34
6,60	6	29,85	38,75
6,80	19	88,19	122,70
7,00	12	59,45	77,49
7,20	5	24,72	32,29
7,40	2	9,87	12,92
7,60	5	23,34	30,60
7,80	5	23,30	30,60
8,00	5	23,26	30,60
8,20	3	13,93	18,36
8,40	50	170,54	306,04

PROVA

Strumento utilizzato
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda rilevata

DPSH11

DPSH TG 63-200 PAGANI
25/05/2016
6,4 mt

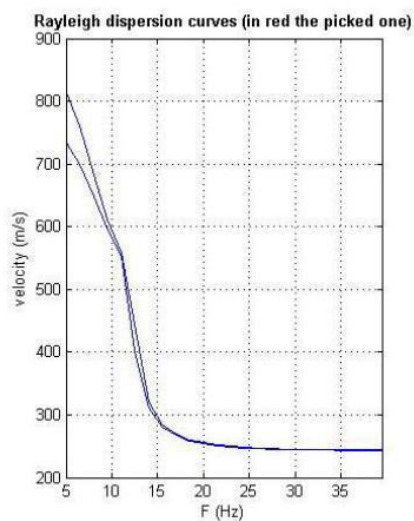
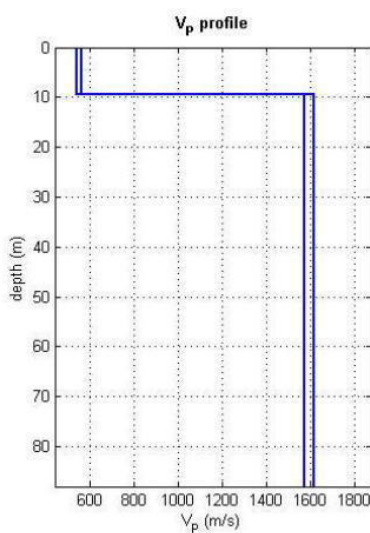
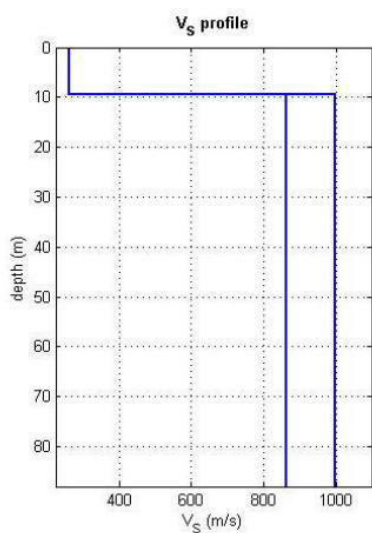
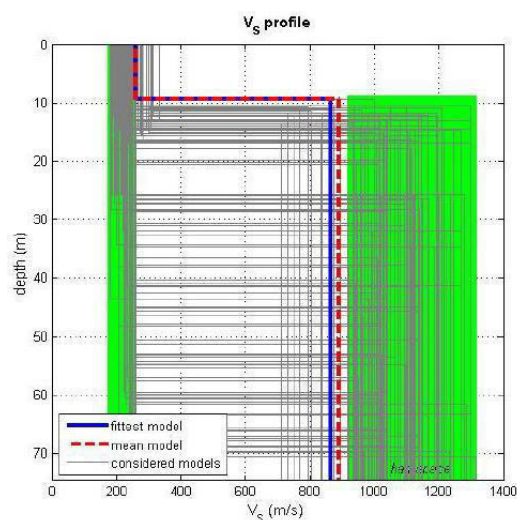
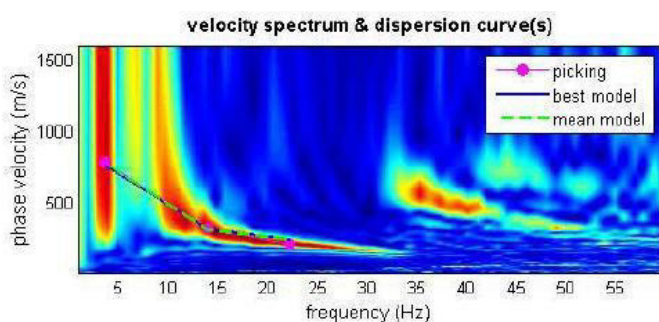
Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	1	8,94	10,51
0,60	2	16,34	19,29
0,80	2	16,27	19,29
1,00	1	8,10	9,64
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	10	73,35	89,11
2,20	5	36,54	44,55
2,40	3	21,84	26,73
2,60	3	20,23	24,85
2,80	5	33,60	41,41
3,00	6	40,18	49,69
3,20	5	33,38	41,41
3,40	4	26,61	33,13
3,60	6	37,17	46,41
3,80	4	24,70	30,94
4,00	4	24,63	30,94
4,20	5	30,70	38,68
4,40	6	36,73	46,41
4,60	9	51,55	65,31
4,80	4	22,85	29,03

5,00	4	22,79	29,03
5,20	17	90,43	123,37
5,40	15	79,58	108,85
5,60	28	129,96	191,36
5,80	25	115,71	170,85
6,00	27	124,64	184,52
6,20	32	136,40	218,69
6,40	50	195,46	341,71

4.5.2. Prospezioni geofisiche

PROVA MASW₄

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.



Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	9,4	9,4	260
2	9,4	30,0	20,6	890

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) con la profondità è stato ricavato il parametro Vs30, che consiste in una media pesata delle velocità Vs nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **500 m/s**.

4.5.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ5**

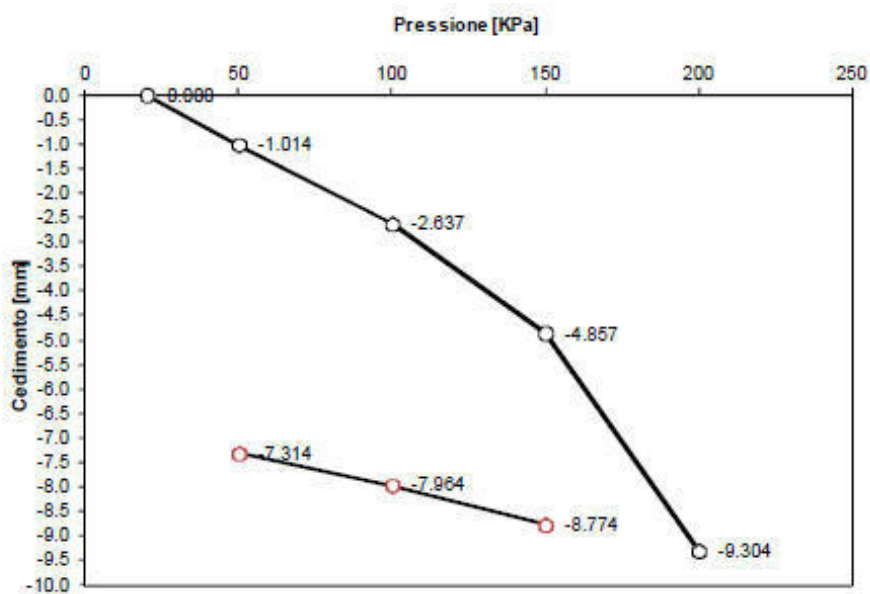
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
13:56:00	120	0	0	0	0	0
13:57:00	124	1	1	4	4	4
13:58:00	125	2	1	1	1	5
13:59:00	125	3	1	0	0	5
14:00:00	125	4	1	0	0	5
14:05:30	127	9,5	5,5	2	0,36	7
14:10:00	130	14	4,5	3	0,67	10
14:15:00	133	19	5	3	0,6	13
14:20:00	137	24	5	4	0,8	17
14:30:00	143	34	10	6	0,6	23
14:40:00	149	44	10	6	0,6	29
14:50:00	156	54,9	10	7	0,7	36
15:00:00	163	64	10	7	0,7	43
15:10:00	169	74	10	6	0,6	49
15:20:00	175	84	10	6	0,6	55
15:30:00	181	94	10	6	0,6	61
15:40:00	187	104	10	6	0,6	67

CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,60 mm/min

4.5.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ5; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md_1 e Md_2	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md_1 (1° ciclo)	7806,40 kpa	79,60 kg/cm ²
Modulo di deformazione Md_2 (2° ciclo)	20547,95 kpa	209,53 kg/cm ²
Md_2/Md_1	2,63 kpa	

4.5.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE PZ5 0,5-0,7 m

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,00%
Sabbia g.	2-4,75	0,17%
Sabbia m.	0,425-2	3,38%
Sabbia f.	0,075-0,425	28,47%
Limo	0,005-0,075	51,21%
Argilla	<0,005	16,67%

CLASSIFICAZIONE ASTM	CL o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	33%
Limite plastico (WP)	22%
Indice di plasticità (IP)	11%

CAMPIONE PZ5 1,2-1,5 m

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,00%
Sabbia g.	2-4,75	0,13%
Sabbia m.	0,425-2	1,63%
Sabbia f.	0,075-0,425	34,56%
Limo	0,005-0,075	43,83%
Argilla	<0,005	19,85%

CLASSIFICAZIONE ASTM	CL o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	29%
Limite plastico (WP)	20%
Indice di plasticità (IP)	9%

4.5.6. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE						CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P30	P31	P32	P33	P34	P35		
	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)							
Umidità	20,9%	25,3%	26,4%	21,9%	20,5%	27,0%	-	-
Sottov. 2mm	58,1	62,4%	62,3%	61,8%	64,7%	87,3%	-	-
Arsenico	13,2	13,9	18,5	14,0	12,7	21,0	20	50
Cadmio	1,41	1,55	1,86	1,48	1,07	2,22	2	15
Cobalto	9,4	9,89	12,57	9,65	7,44	14,0	20	250
Cromo totale	44,9	55,5	59,6	53,2	34,8	76,3	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	39,1	44,2	54,0	41,3	32,8	61,3	120	500
Piombo	12,1	12,4	15,7	10,9	9,79	19,3	100	1000
Rame	17,2	18,8	23,8	16,9	14,1	29,1	120	600
Zinco	52,8	55,8	68,0	51,5	40,0	85,1	150	1500
Amianto totale	-	-	-	-	<1000	<1000	1000	1000
Idrocarburi C>12	41,1	47,9	27,2	37,2	29,5	37,9	50	750
Benzene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	2
Toluene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Etilbenzene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Xilene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Stirene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Benzo(a)antra cene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,5	10
Benzo(a)pirene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	10
Benzo(b)fluora ntene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,5	10
Benzo(k)fluora ntene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,5	10
Benzo(g,h,l)per ilene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	10
Crisene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	5	50
Dibenzo(a,e)pi rene	-	-	-	-	0,96	0,60	0,1	10
Dibenzo(a,l)pir	-	-	-	-	0,63	0,83	0,1	10

[CO-E-157] – Lavori di adeguamento delle aree golenali del torrente Seveso nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)

ene								
Dibenzo(a,i)pirene	-	-	-	-	0,58	1,69	0,1	10
Dibenzo(a,h)pirene	-	-	-	-	1,62	0,80	0,1	10
Dibenzo(a,h)antracene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	5
Pirene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	5	50
Somma IPA	-	-	-	-	3,85	3,99	10	100

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **SI RISCOSTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i..

Per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A): Arsenico, Cadmio, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene in P35; Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene in P34.

4.5.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ5			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,5	1,5	Limo debolmente sabbioso di colore marrone.

P30			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P31			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P32			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso con qualche occasionale ciottolo in profondità

P33			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P34			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,3	Limo debolmente sabbioso.
3	1,3	1,8	Sabbia limosa

P35			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,6	Limo debolmente sabbioso; tendente a diventare leggermente argilloso in profondità

4.6. Area di laminazione 6

Nell'area di laminazione 6 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.6:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH9, DPSH10);
 - N. 1 prospezione sismica (MASW5);
 - N. 1 prova infiltrometrica (PZ6), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
 - N. 1 prova di carico su piastra (PZ6);
 - Apertura di n. 17 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ6, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P53, P54, P55:
 - In corrispondenza della trincea PZ6 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
 - In corrispondenza di ognuna delle trincee P36, P37, P38, P39, P40, P41 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità di circa 0,5 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio;
- E' stata prelevata anche una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.

- In corrispondenza di ognuna delle trincee P42, P43 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio;
- In corrispondenza di ognuna delle trincee P44, P45, P46, P47, P48 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 0,7-1,0 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio.
- Tutte e 17 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.

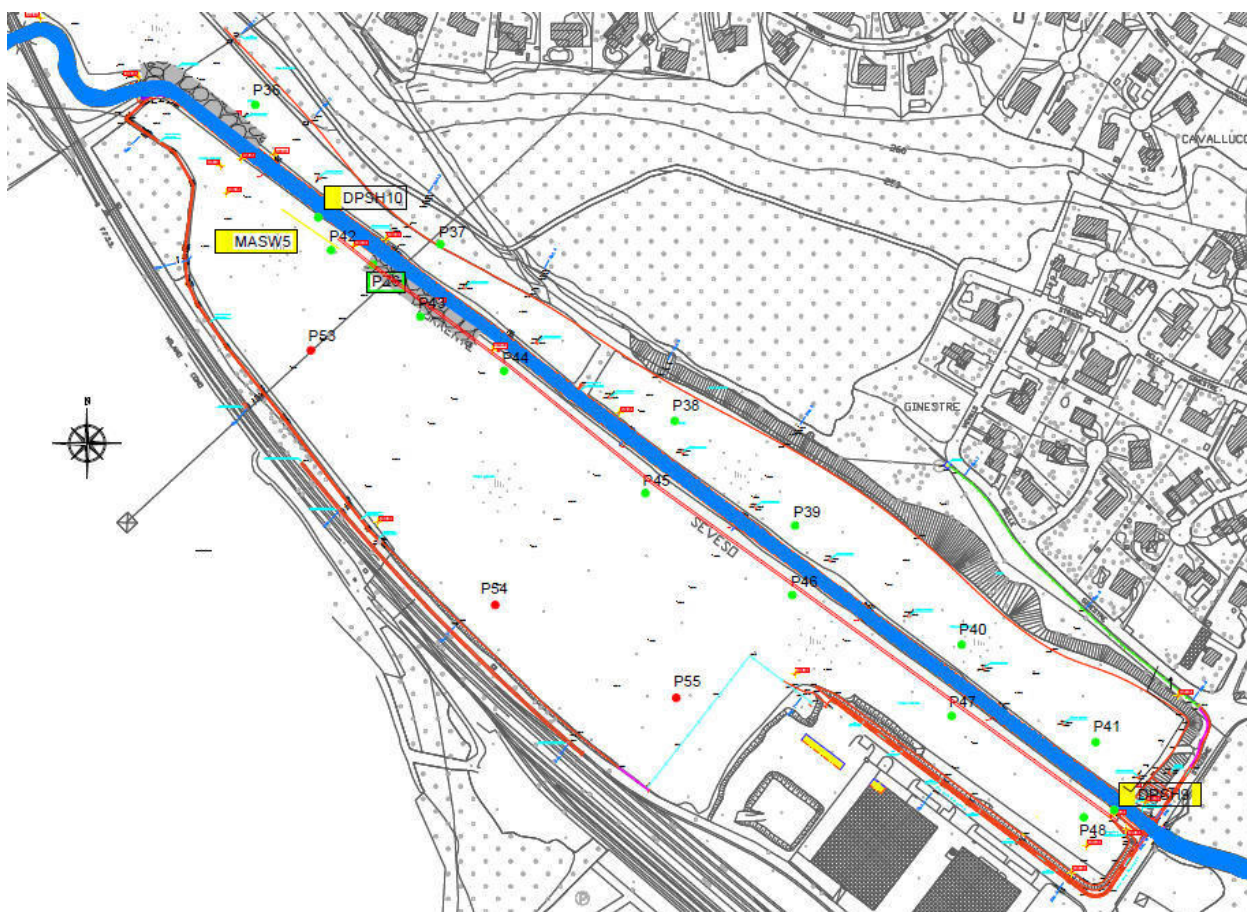


Fig. 4.6. Area di laminazione 6: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)

4.6.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA **DPSH9**
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 24/05/2016
Profondità prova 9,0 mt
Falda rilevata 4,0 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	1	8,94	10,51
0,60	2	16,34	19,29
0,80	2	16,27	19,29
1,00	1	8,10	9,64
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	1	7,36	8,91
2,00	3	22,01	26,73
2,20	3	21,92	26,73
2,40	3	21,84	26,73
2,60	4	26,97	33,13
2,80	4	26,88	33,13
3,00	3	20,09	24,85
3,20	3	20,03	24,85
3,40	3	19,96	24,85
3,60	3	18,59	23,21
3,80	2	12,35	15,47
4,00	2	12,32	15,47
4,20	2	12,28	15,47
4,40	3	18,37	23,21
4,60	5	28,64	36,28
4,80	5	28,56	36,28
5,00	5	28,48	36,28
5,20	5	28,41	36,28
5,40	4	22,67	29,03
5,60	5	26,62	34,17
5,80	3	15,94	20,50
6,00	3	15,90	20,50
6,20	5	26,44	34,17
6,40	7	36,93	47,84
6,60	6	29,85	38,75
6,80	8	39,72	51,66
7,00	7	34,68	45,20
7,20	12	59,33	77,49
7,40	8	39,48	51,66
7,60	9	42,02	55,09
7,80	9	41,94	55,09
8,00	7	32,56	42,85
8,20	13	56,38	79,57
8,40	11	50,99	67,33
8,60	26	99,22	151,25
8,80	25	95,22	145,43
9,00	50	160,99	290,86

PROVA

Strumento utilizzato
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda rilevata

DPSH10

DPSH TG 63-200 PAGANI
24/05/2016
9,2 mt
5,2 mt

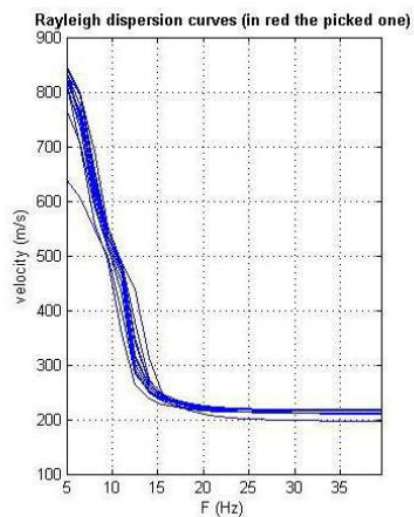
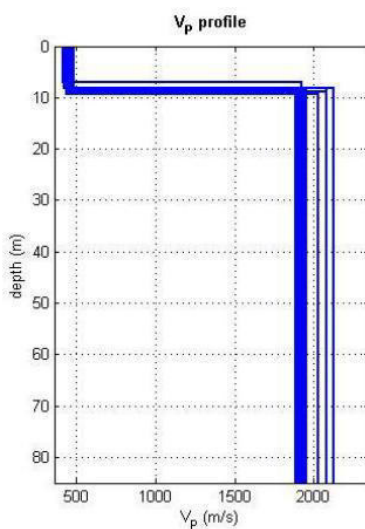
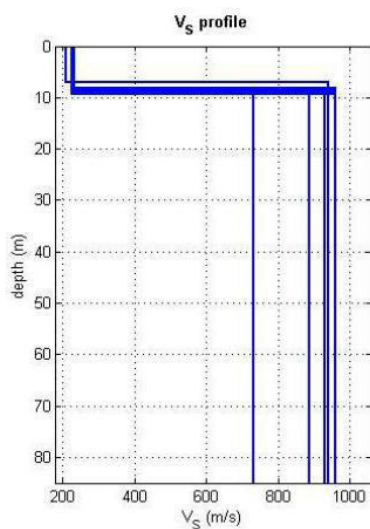
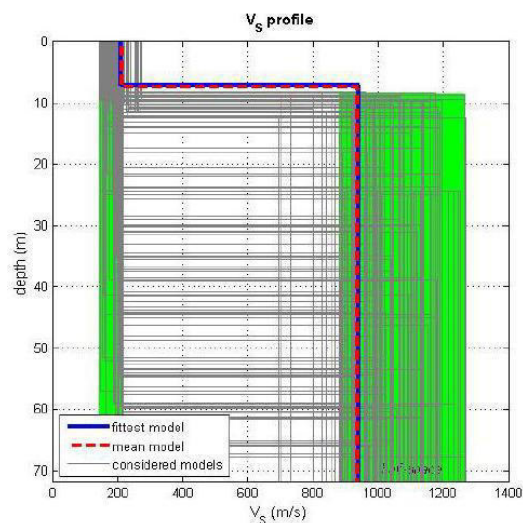
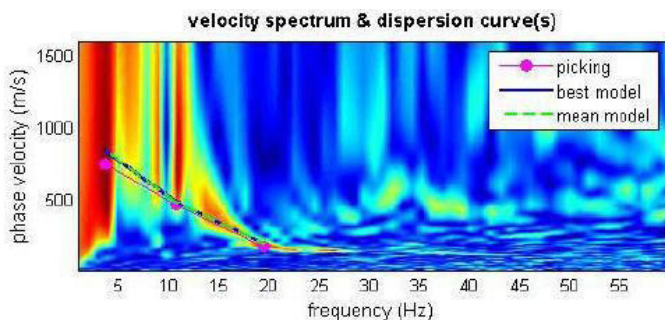
Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	8,98	10,51
0,40	3	26,82	31,52
0,60	2	16,34	19,29
0,80	3	24,40	28,93
1,00	2	16,20	19,29
1,20	2	16,13	19,29
1,40	2	16,06	19,29
1,60	4	29,57	35,64
1,80	12	88,36	106,93
2,00	17	117,13	151,48
2,20	12	87,70	106,93
2,40	8	58,25	71,29
2,60	4	26,97	33,13
2,80	2	13,44	16,56
3,00	3	20,09	24,85
3,20	2	13,35	16,56
3,40	3	19,96	24,85
3,60	3	18,59	23,21
3,80	4	24,70	30,94
4,00	4	24,63	30,94
4,20	5	30,70	38,68
4,40	8	48,98	61,88
4,60	17	91,20	123,37
4,80	8	45,70	58,06
5,00	7	39,88	50,80
5,20	5	28,41	36,28
5,40	6	34,01	43,54
5,60	7	37,27	47,84
5,80	6	31,87	41,00
6,00	6	31,80	41,00
6,20	6	31,73	41,00
6,40	4	21,10	27,34
6,60	7	34,82	45,20
6,80	7	34,75	45,20
7,00	7	34,68	45,20
7,20	8	39,56	51,66
7,40	8	39,48	51,66
7,60	8	37,35	48,97
7,80	24	97,14	146,90
8,00	25	100,98	153,02
8,20	14	60,72	85,69
8,40	16	69,26	97,93
8,60	19	78,03	110,53
8,80	16	65,59	93,08
9,00	13	53,20	75,62
9,20	50	160,64	290,86

4.6.2. Prospezioni geofisiche

PROVA

MASW₅

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.



Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	V_s (m/s)
	da	a		
1	0,0	7,3	7,3	215
2	7,3	30,0	22,7	938

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) con la profondità è stato ricavato il parametro V_{s30} , che consiste in una media pesata delle velocità V_s nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **521 m/s**.

4.6.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ6**

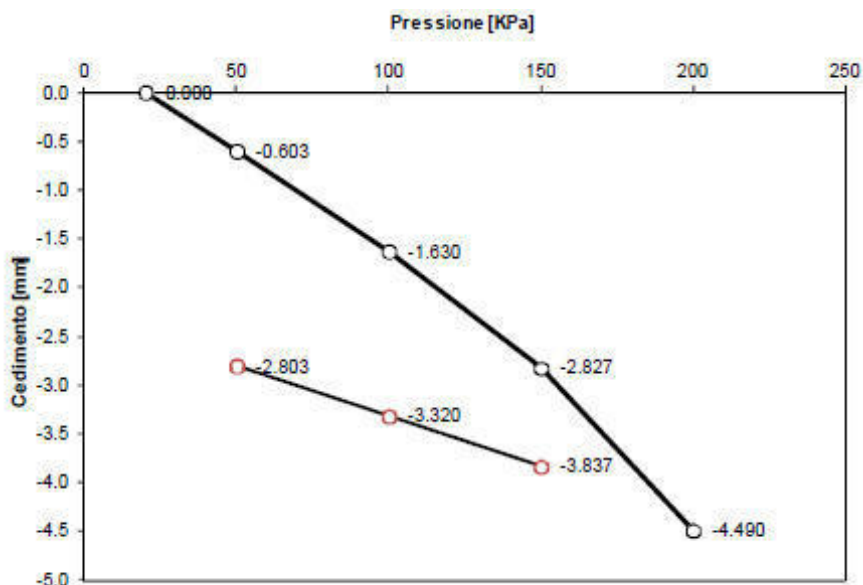
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
10:22:30	117	0	0	0	0	0
10:23:30	119	1	1	2	2	2
10:24:30	120	2	1	1	1	3
10:25:30	120	3	1	0	0	3
10:26:30	120	4	1	0	0	3
10:27:30	121	5	1	1	1	4
10:29:30	121	7	2	0	0	4
10:31:30	121	9	2	0	0	4
10:33:30	121	11	2	0	0	4
10:35:30	122	13	2	1	0,5	5
10:37:30	122	15	2	0	0	5
10:42:30	123	20	5	1	0,2	6
10:47:30	125	25	5	2	0,4	8
10:52:30	127	30	5	2	0,4	10
10:57:30	130	35	5	3	0,6	13
11:02:30	132	40	5	2	0,4	15
11:07:30	134	45	5	2	0,4	17
11:17:30	138	55	10	4	0,4	21
11:27:30	141	65	10	3	0,3	24
11:37:30	145	75	10	4	0,4	28
11:47:30	148	85	10	3	0,3	31
11:57:30	151	95	10	3	0,3	34
12:07:30	154	105	10	3	0,3	37
12:17:30	157	115	10	3	0,3	40

CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,30 mm/min

4.6.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ6; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md_1 e Md_2	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md ₁ (1° ciclo)	13489,21 kpa	137,55 kg/cm ²
Modulo di deformazione Md ₂ (2° ciclo)	29013,54 kpa	29585 kg/cm ²
Md ₂ /Md ₁	2,15 kpa	

4.6.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE PZ6 0,5-0,7 m

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	3,69%
Sabbia g.	2-4,75	1,21%
Sabbia m.	0,425-2	9,89%
Sabbia f.	0,075-0,425	46,06%
Limo	0,005-0,075	24,40%
Argilla	<0,005	14,76%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SM
-----------------------------	-----------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	26%
Limite plastico (WP)	NP
Indice di plasticità (IP)	ND

CAMPIONE PZ6 1,2-1,5 m

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	1,28%
Sabbia g.	2-4,75	0,46%
Sabbia m.	0,425-2	4,72%
Sabbia f.	0,075-0,425	55,78%
Limo	0,005-0,075	25,99%
Argilla	<0,005	11,77%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SM
-----------------------------	-----------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	21%
Limite plastico (WP)	NP
Indice di plasticità (IP)	ND

4.6.6. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE								CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	1,2-1,5m	1,2-1,5m		
	VALORE (mg/kg)									
Umidità	18,86%	19,19%	20,48%	19,63%	18,81%	16,90%	19,2%	14,3%		
Sottov. 2mm	5,47%	9,60%	18,1%	13,2%	12,8%	14,8%	70,1%	57,9%		
Arsenico	11,4	11,7	10,5	12,6	16,5	13,5	8,38	5,47	20	50
Cadmio	<0,5	0,53	0,54	0,63	0,67	0,56	0,98	0,71	2	15
Cobalto	8,42	9,51	8,21	9,00	10,5	9,31	6,97	4,71	20	250
Cromo totale	38,9	51,2	45,6	61,7	54,7	53,7	39,8	25,2	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,24	0,25	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	34,2	37,7	36,4	42,7	45,2	40,7	29,4	20,5	120	500
Piombo	13,6	10,9	25,2	27,6	28,8	24,8	6,81	5,05	100	1000
Rame	17,0	22,1	30,4	42,2	32,4	23,6	10,8	7,89	120	600
Zinco	48,5	55,4	107	143	106	71,2	35	25,4	150	1500
Amianto totale	-	-	-	-	-	-	<1000	-	1000	1000
Idrocarburi C>12	<10	33,5	12,9	10,6	28,9	16,8	<10	<10	50	750
Benzene	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	2
Toluene	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	0,5	50

<i>Etilbenzene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	0,5	50
<i>Xilene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	0,5	50
<i>Stirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	0,5	50
<i>Benzo(a)antracene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,5	10
<i>Benzo(a)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	10
<i>Benzo(b)fluorantene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,5	10
<i>Benzo(k)fluorantene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,5	10
<i>Benzo(g,h,l)perilene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	10
<i>Crisene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	5	50
<i>Dibenzo(a,e)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	10
<i>Dibenzo(a,l)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	10
<i>Dibenzo(a,i)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	10
<i>Dibenzo(a,h)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	10
<i>Dibenzo(a,h)antracene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	10
<i>Indeno(1,2,3-cd)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	5
<i>Pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	5	50
<i>Somma IPA</i>	-	-	-	-	-	-	<1	-	10	100

ANALITA	CAMPIONE					CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P44	P45	P46	P47	P48		
	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)						
<i>Umidità</i>	17,7%	20,8	18,9%	20,2%	17,2%		
<i>Sottov. 2mm</i>	31,8%	60,8	60,9%	61,8%	60,4%		
<i>Arsenico</i>	11,9	13,9	11,7	13,1	7,02	20	50
<i>Cadmio</i>	1,32	1,50	1,17	1,09	0,72	2	15
<i>Cobalto</i>	7,91	9,13	7,91	7,39	5,26	20	250
<i>Cromo totale</i>	56,3	47,6	47,4	44,2	24,2	150	800
<i>Cromo VI</i>	0,20	0,21	0,21	0,20	0,24	2	15
<i>Mercurio</i>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
<i>Nichel</i>	34,5	39,2	33,8	33,8	23,4	120	500
<i>Piombo</i>	24,8	27,5	14,8	12,3	6,28	100	1000
<i>Rame</i>	29,0	29,5	20,2	15,1	8,76	120	600
<i>Zinco</i>	107	103	59,5	43,8	28,1	150	1500
<i>Amianto totale</i>				<1000		1000	1000
<i>Idrocarburi C>12</i>	<10		<10	<10	<10	50	750
<i>Benzene</i>				<0,05		0,1	2
<i>Toluene</i>				<0,1		0,5	50

Etilbenzene				<0,1		0,5	50
Xilene				<0,1		0,5	50
Stirene				<0,1		0,5	50
Benzo(a)antracene				<0,05		0,5	10
Benzo(a)pirene				<0,05		0,1	10
Benzo(b)fluorantene				<0,05		0,5	10
Benzo(k)fluorantene				<0,05		0,5	10
Benzo(g,h,l)perilene				<0,05		0,1	10
Crisene				<0,05		5	50
Dibenzo(a,e)pirene				0,05		0,1	10
Dibenzo(a,l)pirene				<0,05		0,1	10
Dibenzo(a,i)pirene				0,06		0,1	10
Dibenzo(a,h)pirene				0,05		0,1	10
Dibenzo(a,h)antracene				<0,05		0,1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene				<0,05		0,1	5
Pirene				<0,05		5	50
Somma IPA				<1		10	100

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **NON SI RICONTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A) né tanto meno per siti ad uso commerciale, industriale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna B).

4.6.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ6			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa.
2	0,4	0,9	Sabbia limosa scura con rari clasti e frammenti di mattoni.
3	0,9	1,5	Sabbia limosa massiva di colore marrone.

P36			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,1	Sabbia grossolana.
2	0,1	0,5	Limo debolmente sabbioso con clasti.
3	0,5	1,6	Limo con rari clasti.

P37			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,1	Sabbia grossolana limosa.
2	0,1	1,8	Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti da millimetrici a c.ca 10cm.

P38			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Limo sabbioso.
2	0,15	1,6	Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti millimetrici.

P39			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,05	Sabbia grossolana.
2	0,05	0,3	Limo sabbioso.
3	0,3	1,0	Limo debolmente sabbioso.
4	1,0	1,6	Limo.

P40			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso.
2	0,4	1,5	Limo debolmente sabbioso passante verso il basso a limo.

P41			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso e/o sabbia limosa (terreno vegetale).
2	0,4	1,6	Limo debolmente sabbioso.

P42			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,6	Sabbia debolmente limosa.
2	0,6	1,5	Sabbia debolmente limosa massiva, di colore marrone.

P43			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura con rari ciottoli di dimensioni inferiori a 1 cm. Coltivo.
2	0,4	1,5	Sabbia massiva debolmente limosa, di colore marrone.

P44			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia fine debolmente limosa. Coltivo.
2	0,4	1,5	Sabbia debolmente limosa, di colore marrone. Occasional frammenti di mattone.

P45			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia fine debolmente limosa. Coltivo.
2	0,4	1,2	Sabbia fine debolmente limosa. Rare screziature millimetriche arrossate. Verso il basso diventa più limosa
3	1,2	1,5	Sabbia limosa con qualche raro ciottolo, più limosa negli ultimi 20 cm

P46			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia debolmente limosa di colore scuro.
2	0,3	1,0	Sabbia debolmente limosa di colore marrone.

P47			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Sabbia fine debolmente limosa.
2	0,5	1,0	Sabbia massiva debolmente limosa, compatta.

P48			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Sabbia debolmente limosa di colore scuro con rari ciottoli.
2	0,5	1,0	Sabbia fine debolmente limosa, di colore marrone.

Varese, dicembre 2016

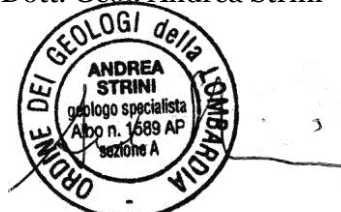
GeoSFerA

Studio Associato di Geologia

Dott. Geol. Ferruccio Tomasi



Dott. Geol. Andrea Strini

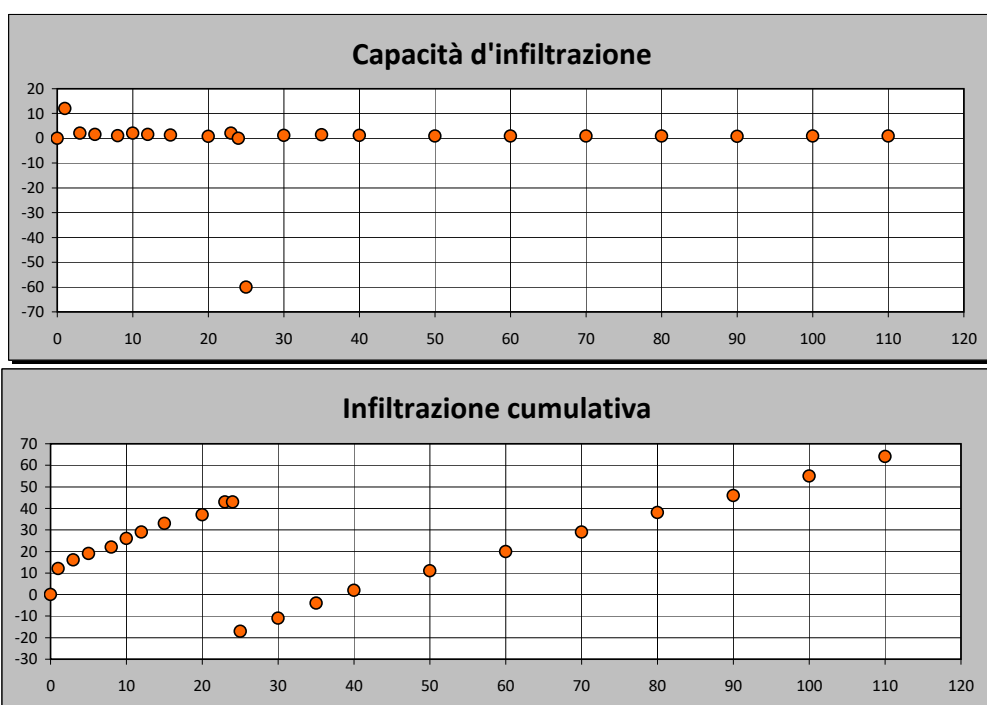


[CO-E-157] – Lavori di adeguamento delle aree golenali del torrente Seveso nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)

REPORT DI INDAGINI GEOLOGICHE - GEOFISICHE

ALLEGATO 1 – Rapporti di prove infiltometriche

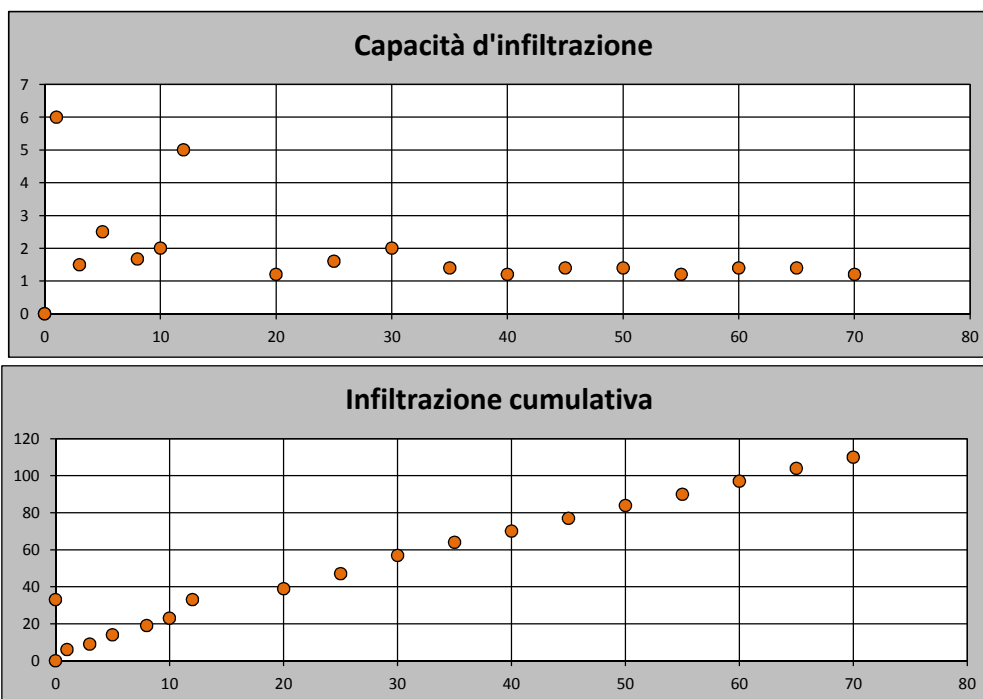
tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
10:10:00	140	0	0	0	0	0
10:11:00	152	1	1	12	12	12
10:13:00	156	3	2	4	2	16
10:15:00	159	5	2	3	1,5	19
10:18:00	162	8	3	3	1	22
10:20:00	166	10	2	4	2,00	26
10:22:00	169	12	2	3	1,50	29
10:25:00	173	15	3	4	1,33	33
10:30:00	177	20	5	4	0,8	37
10:33:00	183	23	3	6	2	43
10:34:00	183	24	1	0	0	43
10:35:00	123	25	1	-60	-60	-17
10:40:00	129	30	5	6	1,2	-11
10:45:00	136	35	5	7	1,4	-4
10:50:00	142	40	5	6	1,2	2
11:00:00	151	50	10	9	0,9	11
11:10:00	160	60	10	9	0,9	20
11:20:00	169	70	10	9	0,9	29
11:30:00	178	80	10	9	0,9	38
11:40:00	186	90	10	8	0,8	46
11:50:00	195	100	10	9	0,9	55
12:00:00	204	110	10	9	0,9	64



CAPACITA' D'INFILTRAZIONE

0,90 mm/min

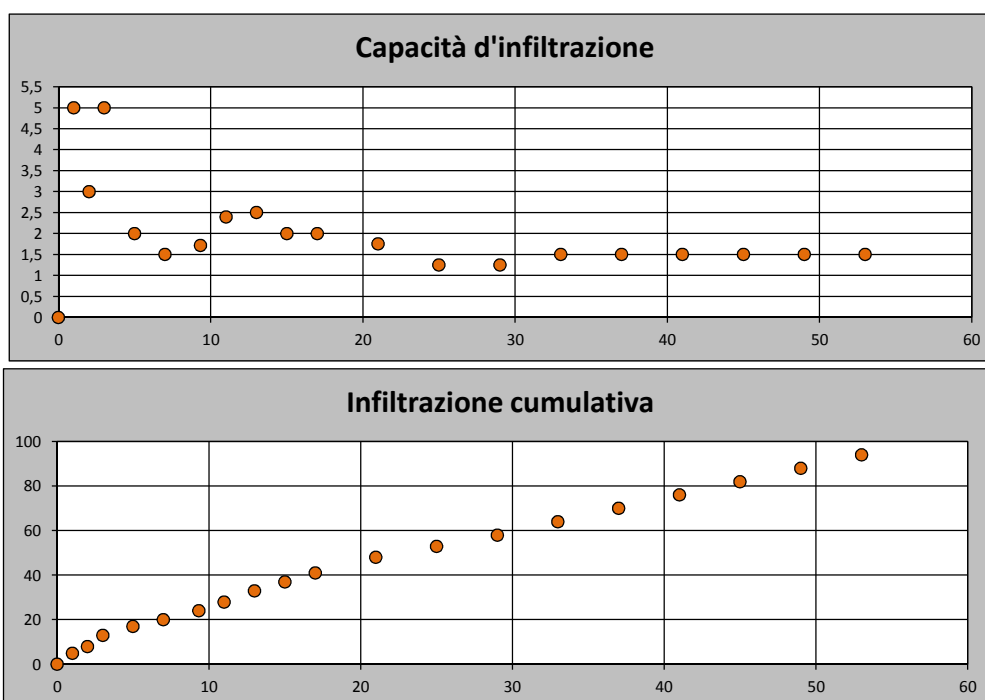
tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
14:38:00	154	0	0	0	0	0
14:39:30	160	1	1	6	6	6
14:41:00	163	3	2	3	1,5	9
14:43:00	168	5	2	5	2,5	14
14:45:30	173	8	3	5	1,66666667	19
14:48:00	177	10	2	4	2,00	23
14:53:00	187	12	2	10	5,00	33
14:55:00	121	0	2	0	0,00	33
14:58:00	127	20	5	6	1,2	39
15:03:00	135	25	5	8	1,6	47
15:08:00	145	30	5	10	2	57
15:13:00	152	35	5	7	1,4	64
15:18:00	158	40	5	6	1,2	70
15:23:00	165	45	5	7	1,4	77
15:28:00	172	50	5	7	1,4	84
15:33:00	178	55	5	6	1,2	90
15:38:00	185	60	5	7	1,4	97
15:43:00	192	65	5	7	1,4	104
15:48:00	198	70	5	6	1,2	110



CAPACITA' D'INFILTRAZIONE

1,30 mm/min

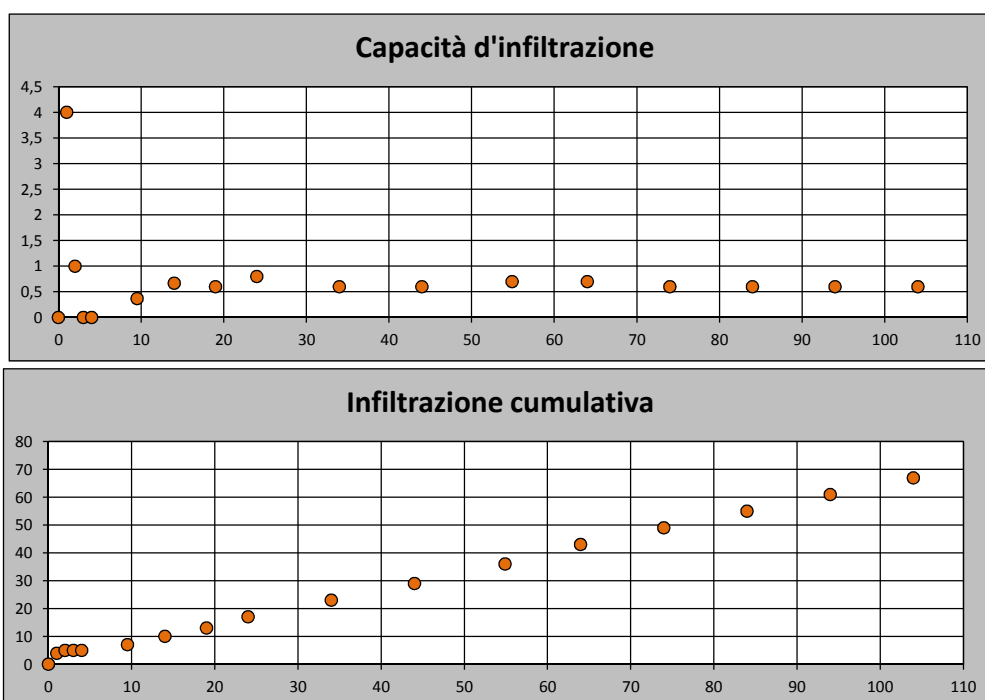
tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
10:07:10	90	0	0	0	0	0
10:08:10	95	1	1	5	5	5
10:09:10	98	2	1	3	3	8
10:10:10	103	3	1	5	5	13
10:12:10	107	5	2	4	2	17
10:14:10	110	7	2	3	1,50	20
10:16:30	114	9,33	2,33	4	1,72	24
10:18:10	118	11	1,67	4	2,40	28
10:20:10	123	13	2	5	2,5	33
10:22:10	127	15	2	4	2	37
10:24:10	131	17	2	4	2	41
10:28:10	138	21	4	7	1,75	48
10:32:10	143	25	4	5	1,25	53
10:36:10	148	29	4	5	1,25	58
10:40:10	154	33	4	6	1,5	64
10:44:10	160	37	4	6	1,5	70
10:48:10	166	41	4	6	1,5	76
10:52:10	172	45	4	6	1,5	82
10:56:10	178	49	4	6	1,5	88
11:00:10	184	53	4	6	1,5	94



CAPACITA' D'INFILTRAZIONE

1,50 mm/min

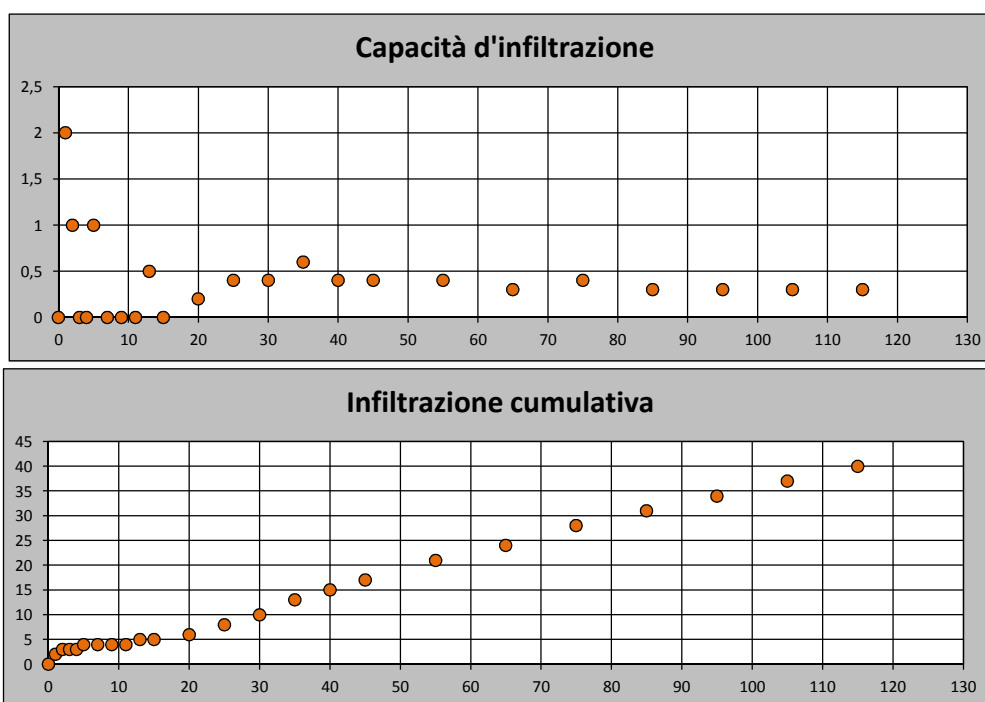
tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
13:56:00	120	0	0	0	0	0
13:57:00	124	1	1	4	4	4
13:58:00	125	2	1	1	1	5
13:59:00	125	3	1	0	0	5
14:00:00	125	4	1	0	0	5
14:05:30	127	9,5	5,5	2	0,36	7
14:10:00	130	14	4,5	3	0,67	10
14:15:00	133	19	5	3	0,6	13
14:20:00	137	24	5	4	0,8	17
14:30:00	143	34	10	6	0,6	23
14:40:00	149	44	10	6	0,6	29
14:50:00	156	54,9	10	7	0,7	36
15:00:00	163	64	10	7	0,7	43
15:10:00	169	74	10	6	0,6	49
15:20:00	175	84	10	6	0,6	55
15:30:00	181	94	10	6	0,6	61
15:40:00	187	104	10	6	0,6	67



CAPACITA' D'INFILTRAZIONE

0,60 mm/min

tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
10:22:30	117	0	0	0	0	0
10:23:30	119	1	1	2	2	2
10:24:30	120	2	1	1	1	3
10:25:30	120	3	1	0	0	3
10:26:30	120	4	1	0	0	3
10:27:30	121	5	1	1	1	4
10:29:30	121	7	2	0	0	4
10:31:30	121	9	2	0	0	4
10:33:30	121	11	2	0	0	4
10:35:30	122	13	2	1	0,5	5
10:37:30	122	15	2	0	0	5
10:42:30	123	20	5	1	0,2	6
10:47:30	125	25	5	2	0,4	8
10:52:30	127	30	5	2	0,4	10
10:57:30	130	35	5	3	0,6	13
11:02:30	132	40	5	2	0,4	15
11:07:30	134	45	5	2	0,4	17
11:17:30	138	55	10	4	0,4	21
11:27:30	141	65	10	3	0,3	24
11:37:30	145	75	10	4	0,4	28
11:47:30	148	85	10	3	0,3	31
11:57:30	151	95	10	3	0,3	34
12:07:30	154	105	10	3	0,3	37
12:17:30	157	115	10	3	0,3	40



CAPACITA' D'INFILTRAZIONE

0,30 mm/min

ALLEGATO 2 – RAPPORTI DI PROVE DI CARICO SU PIASTRA

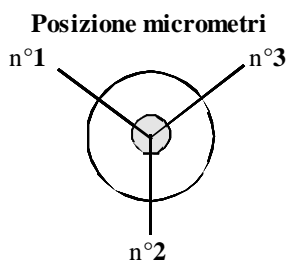
PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	1_Pz 01
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.250
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	25.25	21.38	23.12	23.250
1	25.25	21.38	23.12	23.250
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.250

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	24.57	20.93	22.57	22.690
2	24.55	20.92	22.56	22.677
3				
Cedimento finale medio				-0.573


PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.53	20.04	21.62	21.730
2	23.51	20.02	21.60	21.710
3				
Cedimento finale medio				-1.540

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	22.11	18.67	20.27	20.350
2	22.09	18.65	20.25	20.330
3				
Cedimento finale medio				-2.920

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	19.90	17.52	18.12	18.513
2	19.88	17.50	18.10	18.493
3				
Cedimento finale medio				-4.757

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.250

Operatore:


Dott. Geol. S. Sesana

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	1_Pz 01
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE

2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.83	17.44	18.95	19.073
2	20.83	17.44	18.95	19.073
3				
Cedimento finale medio				-4.177

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.62	17.19	18.72	18.843
2	20.61	17.19	18.71	18.837
3				
Cedimento finale medio				-4.413

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.21	16.83	18.41	18.483
2	20.19	16.81	18.39	18.463
3				
Cedimento finale medio				-4.787

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.250

TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-0.573
100	-1.540
150	-2.920
200	-4.757
50	-4.177
100	-4.413
150	-4.787

EUROGEO S.R.L.
Dr. Antonio Longhi

Direttore:

Dott. Geol. A. Longhi

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

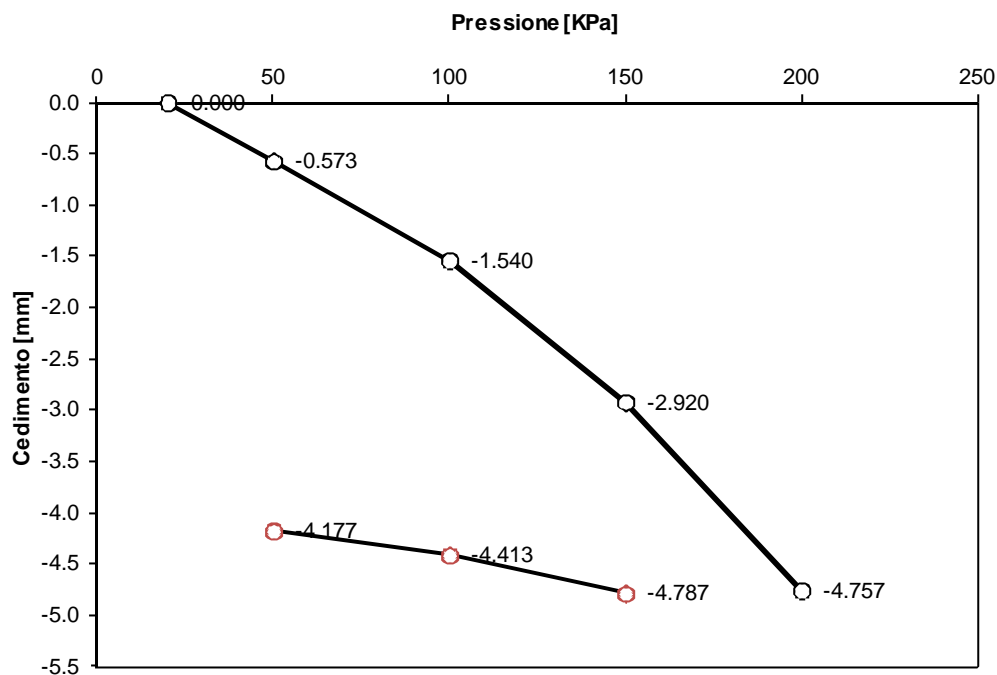
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	1_Pz 01
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO Md_1 e Md_2	50 - 150 Kpa



RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm ²
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_1 (1° ciclo)	12782.28	130.34
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_2 (2° ciclo)	49180.33	501.49
Md_2 / Md_1	3.85	

.....

.....

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	1_Pz 01
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

FOTO PROVA



Note:

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

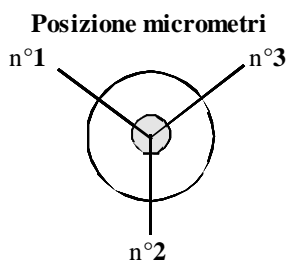
PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	2 Pz 02
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	24.683
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	24.30	25.00	24.78	24.693
1	24.28	24.99	24.78	24.683
2				
3				
4				
Lettura finale media				24.683

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.42	24.31	24.53	24.087
2	23.40	24.30	24.53	24.077
3				
Cedimento finale medio				-0.606


PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	22.28	23.33	24.12	23.243
2	22.27	23.31	24.11	23.230
3				
Cedimento finale medio				-1.453

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	21.36	22.51	23.56	22.477
2	21.35	22.50	23.55	22.467
3				
Cedimento finale medio				-2.216

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.53	21.63	22.86	21.673
2	20.51	21.61	22.84	21.653
3				
Cedimento finale medio				-3.030

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.683

Operatore:


Dott. Geol. S. Sesana

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	2 Pz 02
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE

2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
	1	2	3	Media
min	mm	mm	mm	mm
1	20.94	22.14	23.29	22.123
2	20.94	22.14	23.29	22.123
3				
Cedimento finale medio				-2.560

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
	1	2	3	Media
min	mm	mm	mm	mm
1	20.83	22.04	23.19	22.020
2	20.82	22.02	23.18	22.007
3				
Cedimento finale medio				-2.676

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
	1	2	3	Media
min	mm	mm	mm	mm
1	20.64	21.78	23.01	21.810
2	20.63	21.77	23.00	21.800
3				
Cedimento finale medio				-2.883

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
	1	2	3	Media
min	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.683

TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-0.606
100	-1.453
150	-2.216
200	-3.030
50	-2.560
100	-2.676
150	-2.883

EUROGEO S.R.L.
Dr. Antonio Longhi

Direttore: **Dott. Geol. A. Longhi**

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

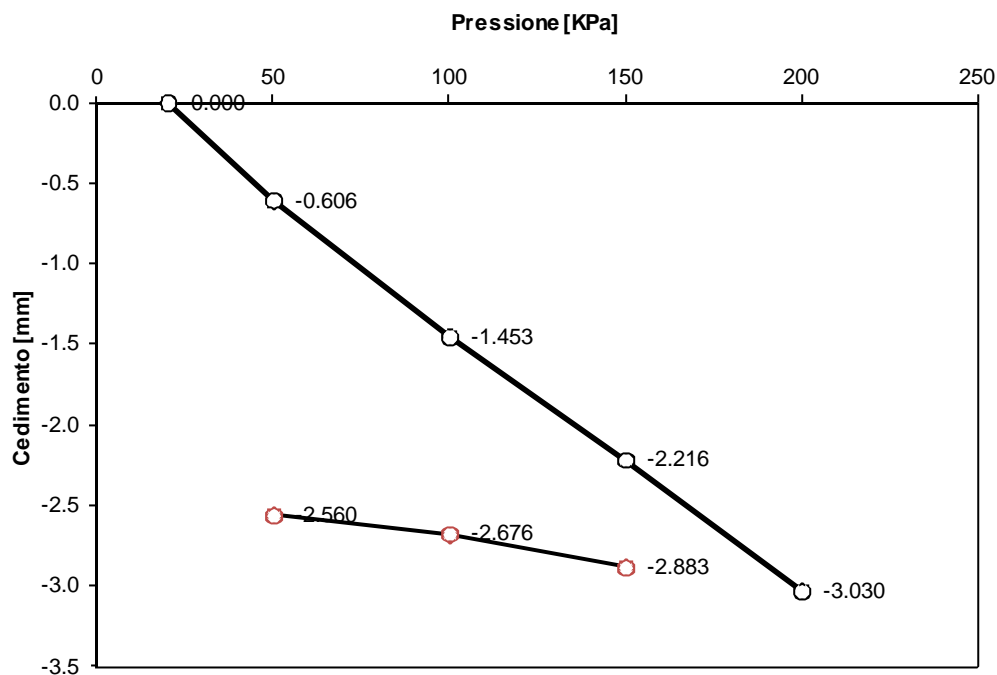
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	2_Pz 02
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO Md_1 e Md_2	50 - 150 Kpa



RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm²
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_1 (1° ciclo)	18633.54	190.01
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_2 (2° ciclo)	92879.26	947.09
Md_2 / Md_1	4.98	

.....

.....

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	2_Pz 02
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

FOTO PROVA



Note:

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

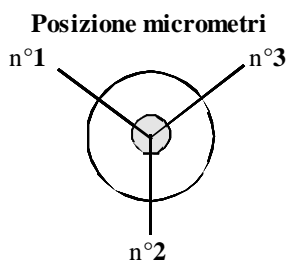
PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	3 Pz 03
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.703
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	23.62	23.55	24.00	23.723
1	23.60	23.53	23.98	23.703
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.703

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	22.66	22.51	22.83	22.667
2	22.64	22.49	22.81	22.647
3				
Cedimento finale medio				-1.056


PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.46	20.36	20.43	20.417
2	20.44	20.34	20.41	20.397
3				
Cedimento finale medio				-3.306

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	13.28	13.38	12.02	12.893
2	13.26	13.36	12.00	12.873
3				
Cedimento finale medio				-10.830

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	3.68	3.60	2.56	3.280
2	3.44	3.39	2.40	3.077
3				
Cedimento finale medio				-20.626

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.703

Operatore:


Dott. Geol. S. Sesana

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	3_Pz 03
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE

2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	6.08	5.95	5.88	5.970
2	6.08	5.97	5.90	5.983
3				
Cedimento finale medio				-17.720

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	5.32	5.67	5.56	5.517
2	5.09	5.35	5.30	5.247
3				
Cedimento finale medio				-18.456

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	3.82	4.29	4.88	4.330
2	3.82	4.29	4.87	4.327
3				
Cedimento finale medio				-19.376

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.703

TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-1.056
100	-3.306
150	-10.830
200	-20.626
50	-17.720
100	-18.456
150	-19.376

EUROGEO S.R.L.
Dr. Antonio Longhi

Direttore:

Dott. Geol. A. Longhi

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

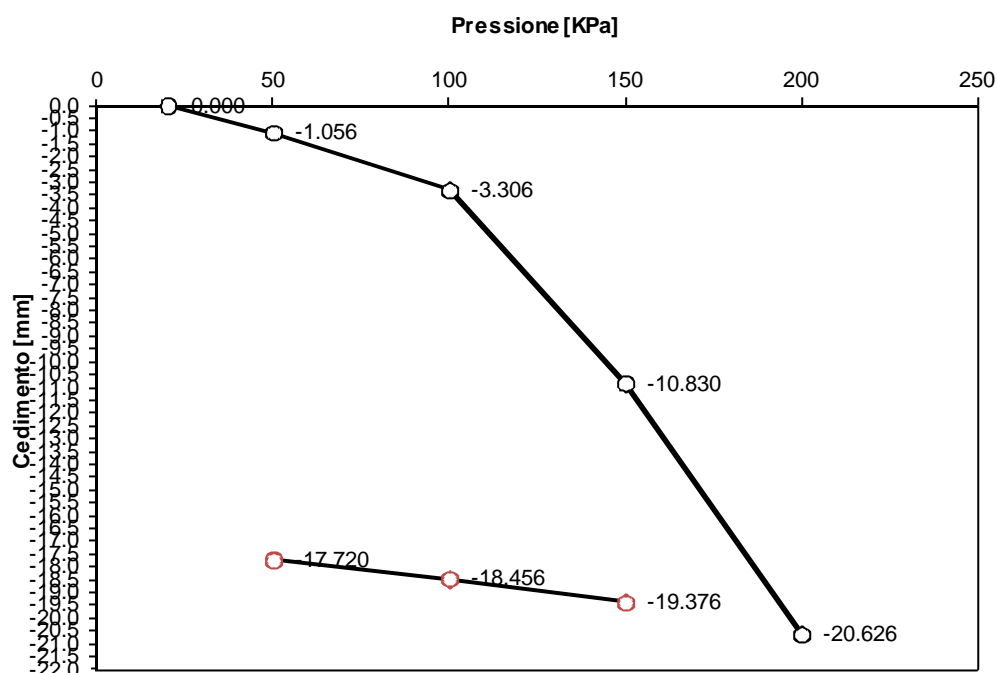
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	3_Pz 03
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO Md_1 e Md_2	50 - 150 Kpa



RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm ²
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_1 (1° ciclo)	3069.37	31.30
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_2 (2° ciclo)	18115.94	184.73
Md_2 / Md_1	5.90	

.....

.....

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	3_Pz 03
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

FOTO PROVA



Note:

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

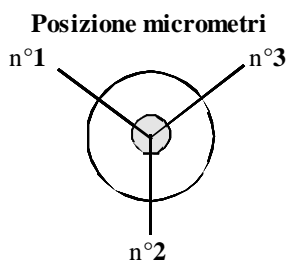
PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	5_Pz 04
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Cantù Asnago CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.493
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	25.20	22.69	22.59	23.493
1	25.20	22.69	22.59	23.493
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.493

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	24.62	21.54	21.31	22.490
2	24.61	21.52	21.29	22.473
3				
Cedimento finale medio				-1.020

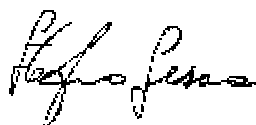
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.47	19.85	19.31	20.877
2	23.45	19.83	19.29	20.857
3				
Cedimento finale medio				-2.636

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.96	18.12	17.28	18.787
2	20.94	18.10	17.26	18.767
3				
Cedimento finale medio				-4.726

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.19	16.23	15.22	17.213
2	20.17	16.21	15.20	17.193
3				
Cedimento finale medio				-6.300

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.493

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	5_Pz 04
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Cantù Asnago CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE

2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	21.15	17.19	16.25	18.197
2	21.15	17.19	16.25	18.197
3				
Cedimento finale medio				-5.296

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.90	16.98	15.99	17.957
2	20.89	16.98	15.98	17.950
3				
Cedimento finale medio				-5.543

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.49	16.56	15.56	17.537
2	20.48	16.54	15.54	17.520
3				
Cedimento finale medio				-5.973

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.493

TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-1.020
100	-2.636
150	-4.726
200	-6.300
50	-5.296
100	-5.543
150	-5.973

EUROGEO S.R.L.
Dr. Antonio Longhi

Direttore: **Dott. Geol. A. Longhi**

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

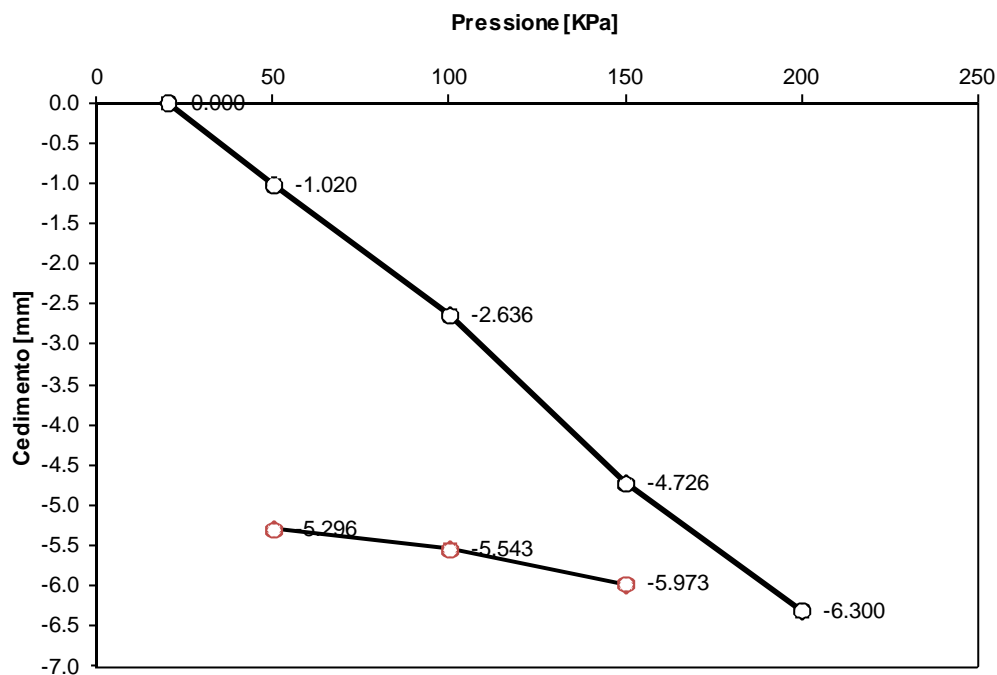
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	5_Pz 04
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Cantù Asnago CO

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO Md_1 e Md_2	50 - 150 Kpa



RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm ²
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_1 (1° ciclo)	8094.98	82.54
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_2 (2° ciclo)	44313.15	451.86
Md_2 / Md_1	5.47	

.....

.....

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	5_Pz 04
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	ntù Asnago C

FOTO PROVA



Note:

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

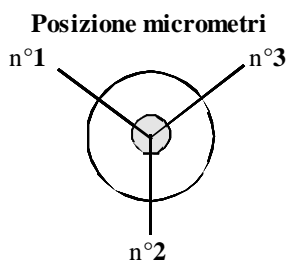
PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	4 Pz 05
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.897
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	
0	23.99	24.67	23.08	23.913
1	23.96	24.66	23.07	23.897
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.897

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	22.48	23.99	22.24	22.903
2	22.46	23.97	22.22	22.883
3				
Cedimento finale medio				-1.014


PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.28	22.78	20.76	21.273
2	20.27	22.77	20.74	21.260
3				
Cedimento finale medio				-2.637

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	17.82	20.66	18.70	19.060
2	17.80	20.64	18.68	19.040
3				
Cedimento finale medio				-4.857

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	13.15	15.91	14.78	14.613
2	13.13	15.89	14.76	14.593
3				
Cedimento finale medio				-9.304

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.897

Operatore:


Dott. Geol. S. Sesana

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	4_Pz 05
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE

2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	15.07	18.00	16.68	16.583
2	15.07	18.00	16.68	16.583
3				
Cedimento finale medio				-7.314

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	14.42	17.34	5.56	12.440
2	14.40	17.32	16.08	15.933
3			16.06	
Cedimento finale medio				-7.964

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	13.62	16.47	15.31	15.133
2	13.61	16.46	15.30	15.123
3				
Cedimento finale medio				-8.774

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.897

TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-1.014
100	-2.637
150	-4.857
200	-9.304
50	-7.314
100	-7.964
150	-8.774

EUROGEO S.R.L.
Dr. Antonio Longhi

Direttore:

Dott. Geol. A. Longhi

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

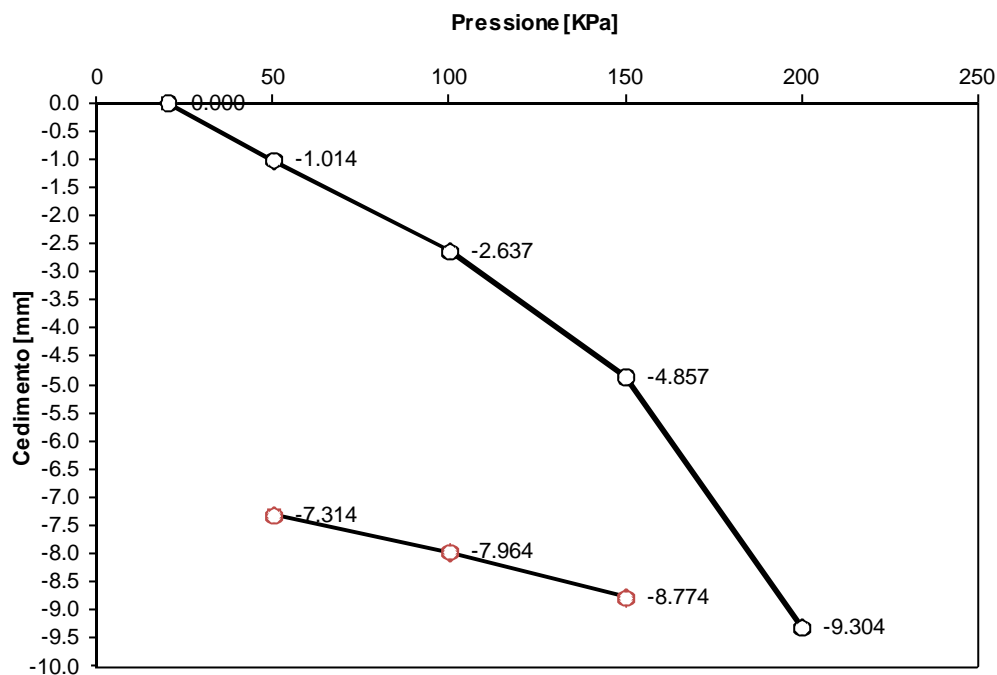
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	4_Pz 05
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO Md_1 e Md_2	50 - 150 Kpa



RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm ²
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_1 (1° ciclo)	7806.40	79.60
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_2 (2° ciclo)	20547.95	209.53
Md_2 / Md_1	2.63	

.....

.....

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	4_Pz 05
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

FOTO PROVA



Note:

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

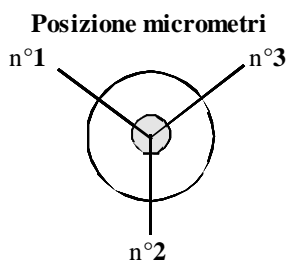
PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	6_Pz 06
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	24.330
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	23.90	24.97	24.12	24.330
1	23.90	24.97	24.12	24.330
2				
3				
4				
Lettura finale media				24.330

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.16	24.43	23.65	23.747
2	23.14	24.41	23.63	23.727
3				
Cedimento finale medio				-0.603

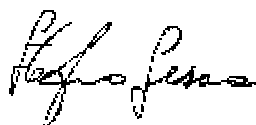
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	21.73	23.57	22.86	22.720
2	21.70	23.55	22.85	22.700
3				
Cedimento finale medio				-1.630

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.98	22.81	20.77	21.520
2	20.96	22.80	20.75	21.503
3				
Cedimento finale medio				-2.827

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	18.25	20.82	20.51	19.860
2	18.23	20.81	20.48	19.840
3				
Cedimento finale medio				-4.490

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.330

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	6_Pz 06
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

TABELLA LETTURE DI CANTIERE

2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	19.84	22.98	21.77	21.530
2	19.83	22.98	21.77	21.527
3				
Cedimento finale medio				-2.803

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	19.20	22.60	21.27	21.023
2	19.18	22.59	21.26	21.010
3				
Cedimento finale medio				-3.320

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	18.58	22.16	20.77	20.503
2	18.57	22.15	20.76	20.493
3				
Cedimento finale medio				-3.837

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.330

TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-0.603
100	-1.630
150	-2.827
200	-4.490
50	-2.803
100	-3.320
150	-3.837

EUROGEO S.R.L.
Dr. Antonio Longhi

Direttore: Dott. Geol. A. Longhi

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

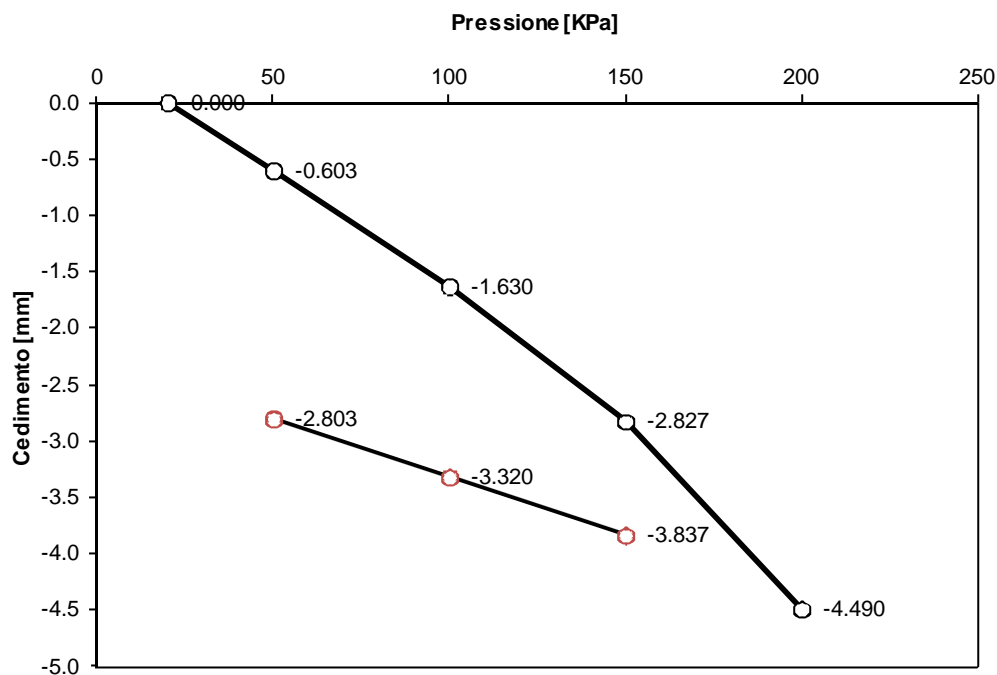
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	6_Pz 06
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO Md_1 e Md_2	50 - 150 Kpa



RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm ²
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_1 (1° ciclo)	13489.21	137.55
MODULO DI DEFORMAZIONE Md_2 (2° ciclo)	29013.54	295.85
Md_2 / Md_1	2.15	

.....

.....

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	6_Pz 06
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

FOTO PROVA



Note:

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

ALLEGATO 3 – RAPPORTI DI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO



Certificato n. 2083	del 15/11/2016	Accettazione n. 2029	del 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

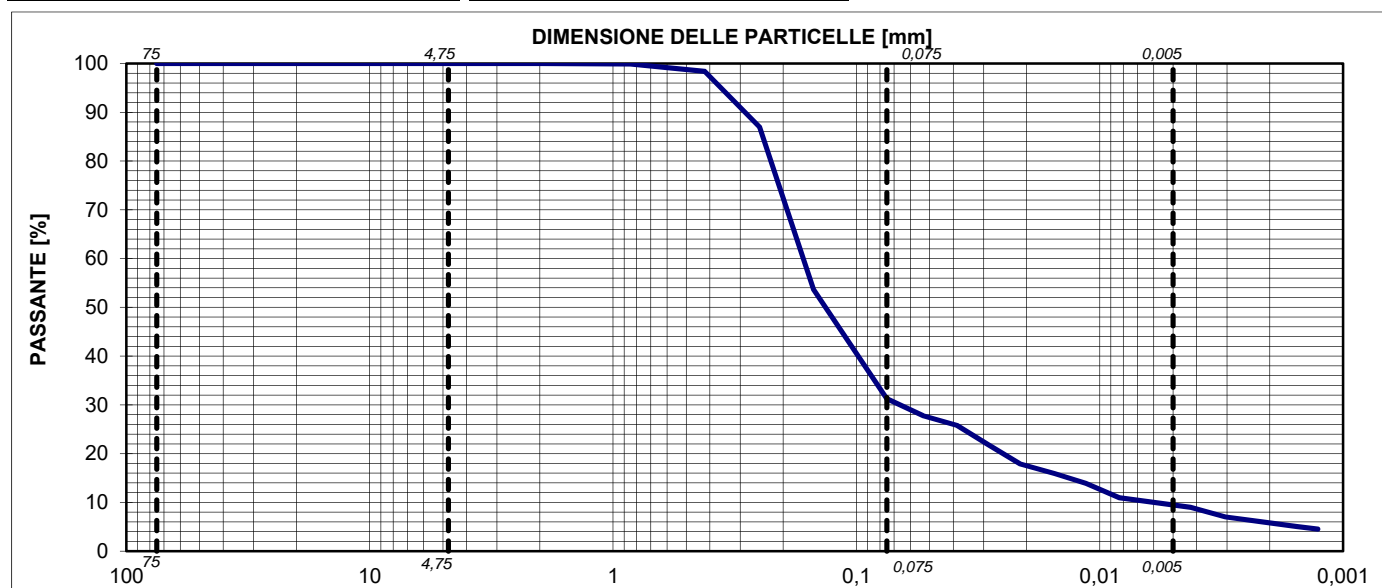
SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	VERTEMATE (CO) - AREA 1		
SONDAGGIO :	PZ1	CAMPIONE:	CR2 IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1388,6	g	
Diametro massimo	-	mm	
Diametro minimo	-	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	100,00 %
Passante	4,75	No. 4	100,00 %
Passante	2,0	No. 10	99,99 %
Passante	0,850	No. 20	99,89 %
Passante	0,425	No. 40	98,37 %
Passante	0,254	No. 60	86,97 %
Passante	0,150	No. 100	53,65 %
Passante	0,075	No. 200	31,23 %
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	0,00	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,01	%
Sabbia m	(0,425-2)	1,62	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	67,14	%
Limo+argilla	(< 0,075)	31,23	%
Limo	(0,005-0,075)	21,80	%
Argilla	(< 0,005)	9,44	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0531	mm	27,76	%
0,0386	mm	25,78	%
0,0287	mm	21,83	%
0,0212	mm	17,88	%
0,0153	mm	15,90	%
0,0114	mm	13,93	%
0,0083	mm	10,96	%
0,0059	mm	9,98	%
0,0042	mm	8,99	%
0,0030	mm	7,01	%
0,0022	mm	6,03	%
0,0015	mm	5,04	%
0,0013	mm	4,54	%
ASTM CLASSIFICATION			
SC			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido	(WL)	29	%	
Limite Plastico	(WP)	22	%	
Indice di Plasticità	(IP)	7	%	
Indice di Consistenza	(IC)	-	%	
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)
LL	22,52	54,61	46,95	31,35
	22,89	47,57	42,02	29,01
	23,30	54,39	47,59	28,00
LP	22,39	33,52	31,48	22,44
	22,32	34,32	32,12	22,45



DIRETTORE DEL LABORATORIO



Certificato n. 2082	del 15/11/2016	Accettazione n. 2029	del 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	VERTEMATE (CO) - AREA 1			
SONDAGGIO :	PZ1	CAMPIONE:	CR1 IN CLASSE Q3	PROFONDITA' : 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1318,3	g	
Diametro massimo	20	mm	
Diametro minimo	5	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	99,29 %
Passante	4,75	No. 4	97,79 %
Passante	2,0	No. 10	96,29 %
Passante	0,850	No. 20	93,85 %
Passante	0,425	No. 40	88,72 %
Passante	0,254	No. 60	77,84 %
Passante	0,150	No. 100	58,44 %
Passante	0,075	No. 200	42,13 %
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	2,21	%
Sabbia g	(2-4,75)	1,50	%
Sabbia m	(0,425-2)	7,57	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	46,59	%
Limo+argilla	(< 0,075)	42,13	%
Limo	(0,005-0,075)	30,77	%
Argilla	(< 0,005)	11,36	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0539	mm	36,11	%
0,0405	mm	29,45	%
0,0293	mm	26,78	%
0,0215	mm	22,12	%
0,0155	mm	20,12	%
0,0115	mm	17,45	%
0,0084	mm	13,46	%
0,0060	mm	12,12	%
0,0043	mm	10,79	%
0,0031	mm	6,79	%
0,0022	mm	5,46	%
0,0016	mm	4,80	%
0,0013	mm	4,13	%
ASTM CLASSIFICATION			
SM			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido	(WL)	46	%	
Limite Plastico	(WP)	31	%	
Indice di Plasticità	(IP)	15	%	
Indice di Consistenza	(IC)	-	%	
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)
LL	23,47	45,40	38,39	46,98
	22,78	44,59	37,72	45,98
	23,52	42,21	36,39	45,22
LP	22,63	33,25	30,71	31,44
	23,09	33,77	31,24	31,04

47,20

47,00

46,80

46,60

46,40

46,20

46,00

45,80

45,60

45,40

45,20

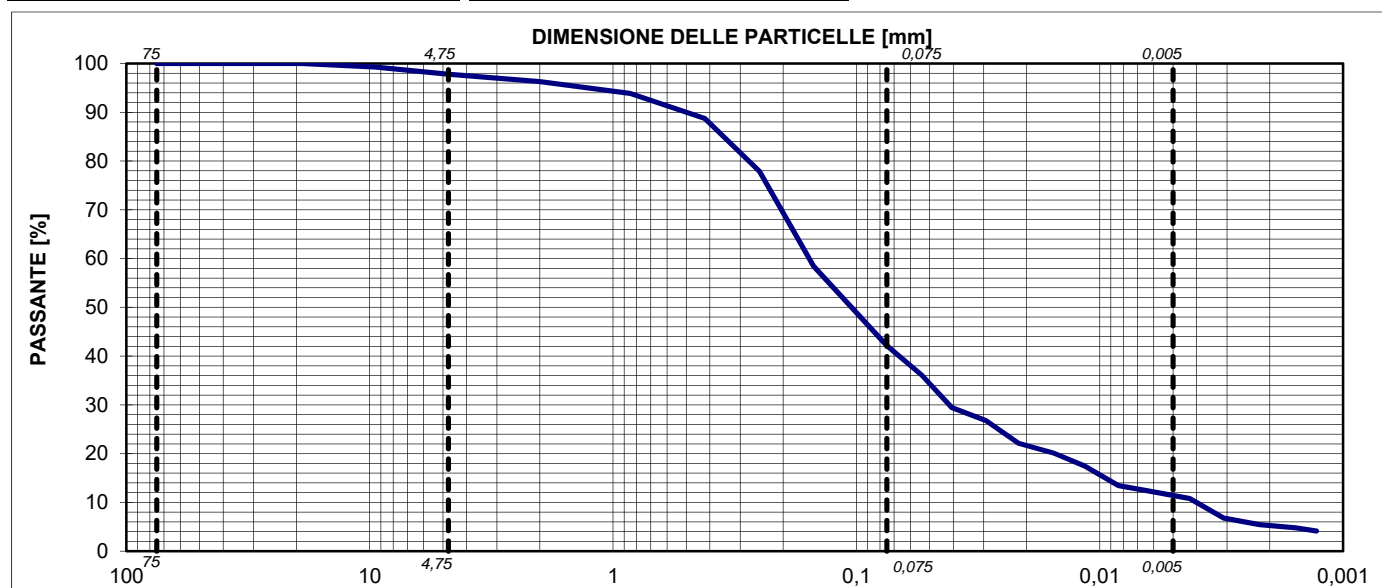
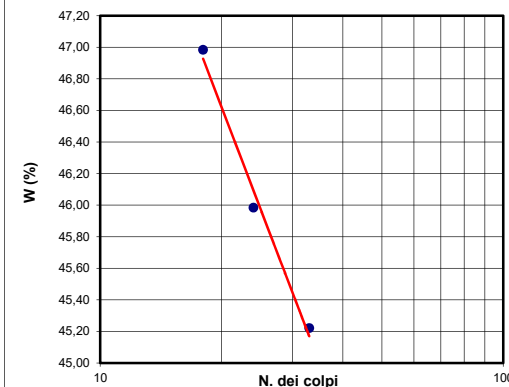
45,00

W (%)

10

100

N. dei colpi



DIRETTORE DEL LABORATORIO

Certificato n. 2085	del 15/11/2016	Accettazione n. 2029	del 04/11/2016
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	VERTEMATE (CO) - AREA 2		
SONDAGGIO :	PZ2	CAMPIONE:	CR1 IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	1.60-1.80 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1502,1		g
Diametro massimo	15		mm
Diametro minimo	10		mm
Contenuto d'acqua	-		%

	mm	Set. in.- No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	99,88	%
Passante	4,75	No. 4	99,86	%
Passante	2,0	No. 10	99,80	%
Passante	0,850	No. 20	99,64	%
Passante	0,425	No. 40	98,82	%
Passante	0,254	No. 60	89,44	%
Passante	0,150	No. 100	48,02	%
Passante	0,075	No. 200	28,64	%

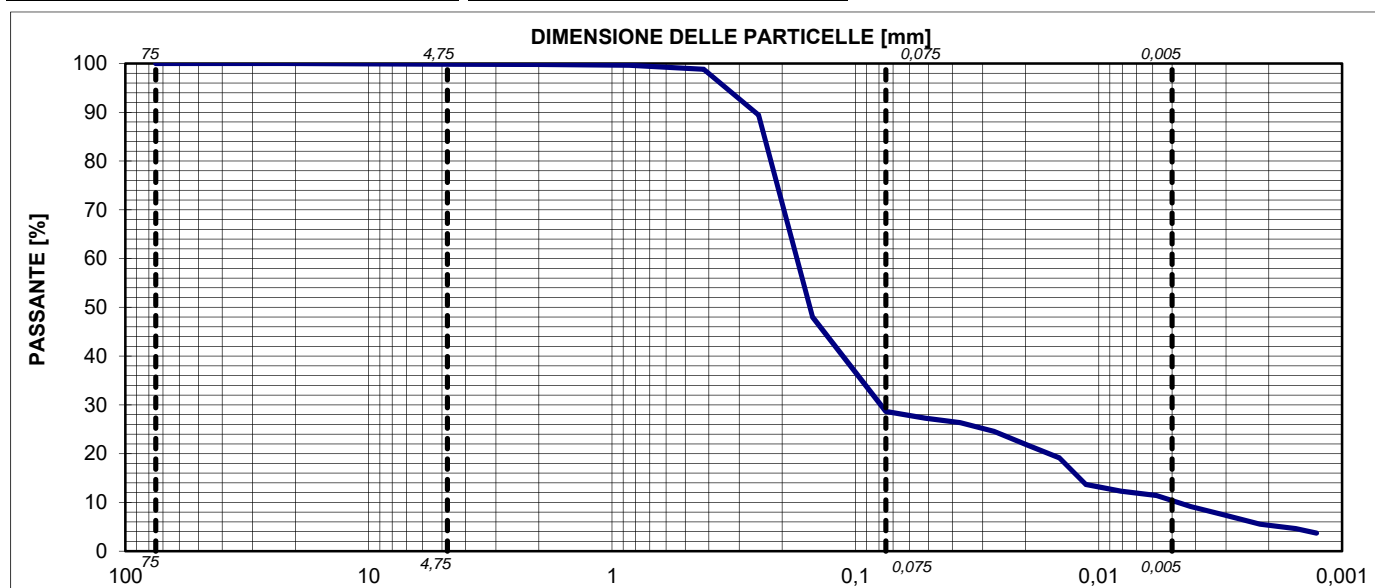
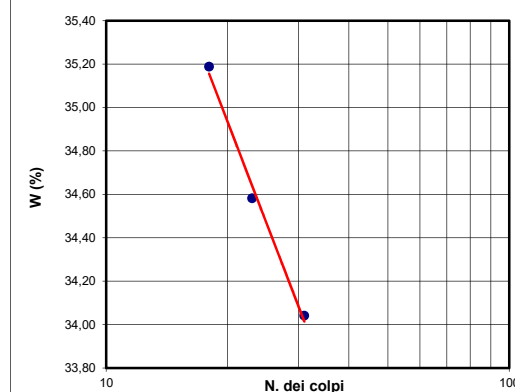
ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50		g
Diametro massimo	0,075		mm

	Diametro	u.m.	Percentuale	
	0,0517	mm	27,27	%
	0,0370	mm	26,36	%
	0,0269	mm	24,55	%
	0,0198	mm	21,83	%
	0,0145	mm	19,11	%
	0,0113	mm	13,68	%
	0,0081	mm	12,32	%
	0,0058	mm	11,41	%
	0,0042	mm	9,15	%
	0,0030	mm	7,34	%
	0,0022	mm	5,53	%
	0,0015	mm	4,62	%
	0,0013	mm	3,71	%

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido (WL)	34	%			
Limite Plastico (WP)	25	%			
Indice di Plasticità (IP)	9	%			
Indice di Consistenza (IC)	-	%			

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	22,80	46,85	40,59	35,19	18
	23,03	46,38	40,38	34,58	23
	22,93	46,28	40,35	34,04	31
LP	23,45	33,8	31,70	25,45	-
	22,77	34,22	31,90	25,41	-

The chart plots Liquid Limit (W) on the y-axis (ranging from 33.80 to 35.40) against the number of blows (N) on the x-axis (logarithmic scale from 10 to 100). Three data points are shown: (18, 35.19), (23, 34.58), and (31, 34.04). A red line connects these points, indicating a trend towards lower liquid limits as the number of blows increases. The classification boundaries for CL, OL, CH, and OH are also visible.



DIRETTORE DEL LABORATORIO



Certificato n. 2084 del 15/11/2016	Accettazione n. 2029 del 04/11/2016
------------------------------------	-------------------------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	VERTEMATE (CO) - AREA 2		
SONDAGGIO :	PZ2A	CAMPIONE:	CR1 IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	0.50-0.70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1522,5	g	
Diametro massimo	35	mm	
Diametro minimo	15	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.- No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	97,42	%
Passante	9,5	3/8	92,24	%
Passante	4,75	No. 4	88,32	%
Passante	2,0	No. 10	83,69	%
Passante	0,850	No. 20	78,99	%
Passante	0,425	No. 40	75,32	%
Passante	0,254	No. 60	71,56	%
Passante	0,150	No. 100	64,80	%
Passante	0,075	No. 200	54,89	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	

	Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0531	mm		48,78	%
0,0391	mm		43,57	%
0,0290	mm		36,63	%
0,0214	mm		29,68	%
0,0156	mm		24,48	%
0,0116	mm		21,00	%
0,0084	mm		17,53	%
0,0060	mm		14,93	%
0,0043	mm		12,32	%
0,0031	mm		8,85	%
0,0022	mm		7,12	%
0,0016	mm		6,25	%
0,0013	mm		5,38	%

ASTM CLASSIFICATION			
ML o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	

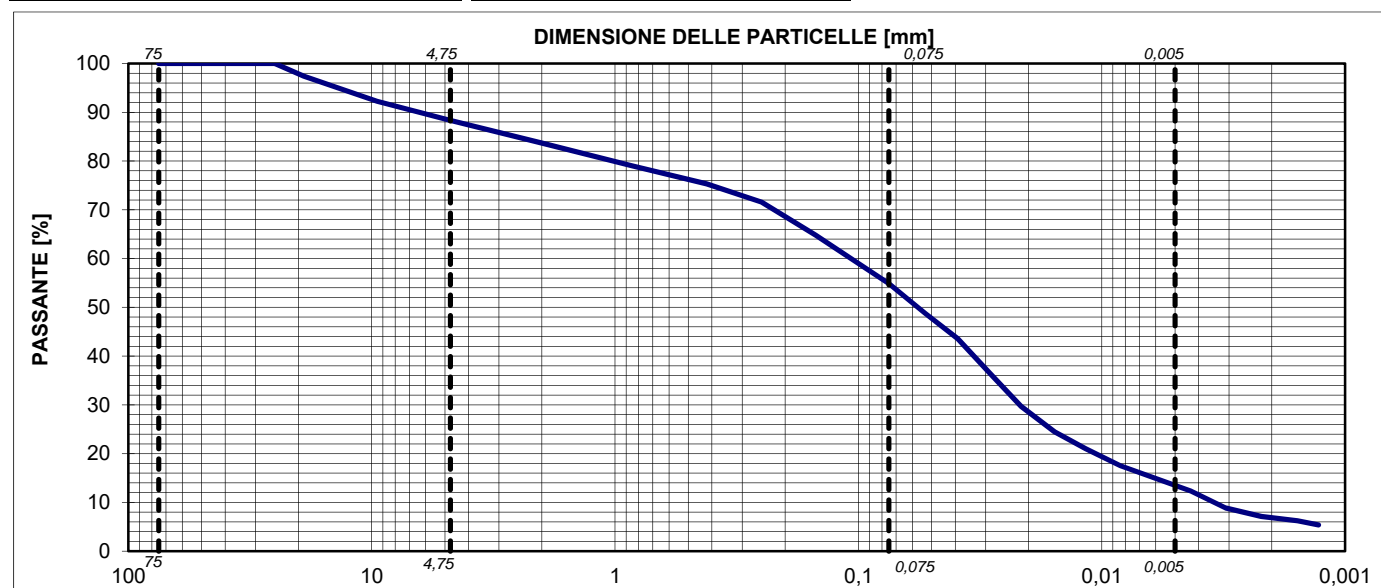
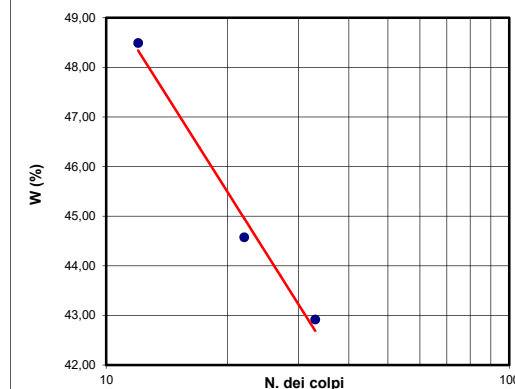
LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido (WL)	44	%	
Limite Plastico (WP)	31	%	
Indice di Plasticità (IP)	13	%	
Indice di Consistenza (IC)	-	%	

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,10	52,10	42,63	48,49	12
	23,16	49,01	41,04	44,57	22
	23,21	54,38	45,02	42,92	33
LP	22,99	30,47	28,69	31,23	-
	23,04	31,45	29,43	31,61	-

ASTM CLASSIFICATION			
ML o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido (WL)	44	%	
Limite Plastico (WP)	31	%	
Indice di Plasticità (IP)	13	%	
Indice di Consistenza (IC)	-	%	

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,10	52,10	42,63	48,49	12
	23,16	49,01	41,04	44,57	22
	23,21	54,38	45,02	42,92	33
LP	22,99	30,47	28,69	31,23	-
	23,04	31,45	29,43	31,61	-



DIRETTORE DEL LABORATORIO

Certificato n. 2086	del 15/11/2016	Accettazione n. 2029	del 04/11/2016
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	CANTU' (CO) - AREA 3		
SONDAGGIO :	PZ3	CAMPIONE:	CR1 IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	0.50-0.70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1152,9	g	
Diametro massimo	10	mm	
Diametro minimo	5	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.- No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	100,00	%
Passante	4,75	No. 4	99,85	%
Passante	2,0	No. 10	98,62	%
Passante	0,850	No. 20	95,46	%
Passante	0,425	No. 40	92,52	%
Passante	0,254	No. 60	87,48	%
Passante	0,150	No. 100	78,52	%
Passante	0,075	No. 200	63,46	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	

	Diametro	u.m.	Percentuale	
	0,0524	mm	58,41	%
	0,0386	mm	52,38	%
	0,0276	mm	50,38	%
	0,0205	mm	42,35	%
	0,0148	mm	38,33	%
	0,0113	mm	30,31	%
	0,0082	mm	26,29	%
	0,0059	mm	22,28	%
	0,0042	mm	20,27	%
	0,0030	mm	14,25	%
	0,0022	mm	12,24	%
	0,0015	mm	10,23	%
	0,0013	mm	8,23	%

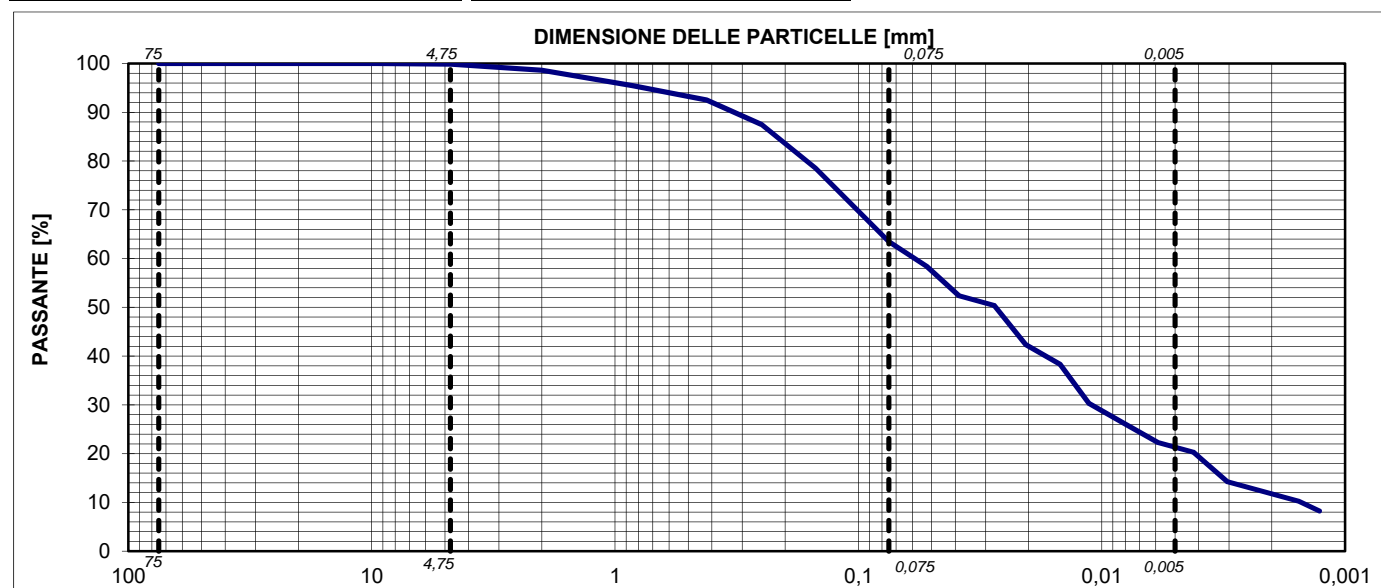
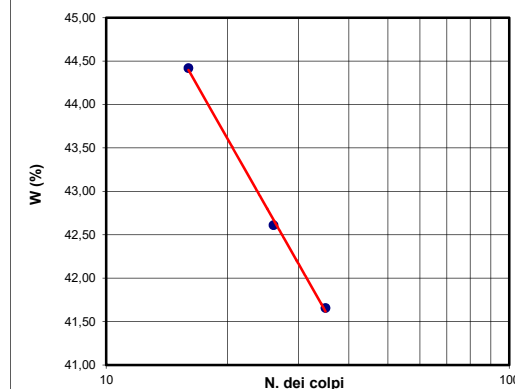
ASTM CLASSIFICATION			
ML o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido (WL)	42	%	
Limite Plastico (WP)	28	%	
Indice di Plasticità (IP)	14	%	
Indice di Consistenza (IC)	-	%	

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	22,99	42,53	36,52	44,42	16
	22,89	45,18	38,52	42,61	26
	22,59	46,02	39,13	41,66	35
LP	22,94	33,77	31,35	28,78	-
	23,00	33,65	31,27	28,78	-

W (%)

N. dei colpi



DIRETTORE DEL LABORATORIO



Certificato n. 2087	del 15/11/2016	Accettazione n. 2029	del 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	CANTU' (CO) - AREA 3			
SONDAGGIO :	PZ3	CAMPIONE:	CR2 IN CLASSE Q3	PROFONDITA' : 1,250-1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1255,5	g	
Diametro massimo	15	mm	
Diametro minimo	5	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	100,00	%
Passante	4,75	No. 4	99,92	%
Passante	2,0	No. 10	99,20	%
Passante	0,850	No. 20	97,30	%
Passante	0,425	No. 40	95,55	%
Passante	0,254	No. 60	93,36	%
Passante	0,150	No. 100	90,92	%
Passante	0,075	No. 200	83,18	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	

	Diametro	u.m.	Percentuale	
	0,0524	mm	76,56	%
	0,0391	mm	66,03	%
	0,0287	mm	58,14	%
	0,0212	mm	47,62	%
	0,0153	mm	42,35	%
	0,0115	mm	34,46	%
	0,0083	mm	29,20	%
	0,0060	mm	25,25	%
	0,0043	mm	21,31	%
	0,0031	mm	16,05	%
	0,0022	mm	13,42	%
	0,0016	mm	10,78	%
	0,0013	mm	9,47	%

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido (WL)		39	%		
Limite Plastico (WP)		24	%		
Indice di Plasticità (IP)		15	%		
Indice di Consistenza (IC)		-	%		

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,16	47,97	40,61	42,18	12
	23,08	49,45	42,00	39,38	22
	23,15	48,65	41,71	37,39	33
LP	23,29	32,55	30,73	24,46	-
	22,54	30,62	29,00	25,08	-

Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	0,08	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,72	%
Sabbia m	(0,425-2)	3,65	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	12,37	%
Limo+argilla	(< 0,075)	83,18	%

ASTM CLASSIFICATION		
CL o OL		
AASHTO M 145-82		
-		

γs	-	Mg/mc
----	---	-------

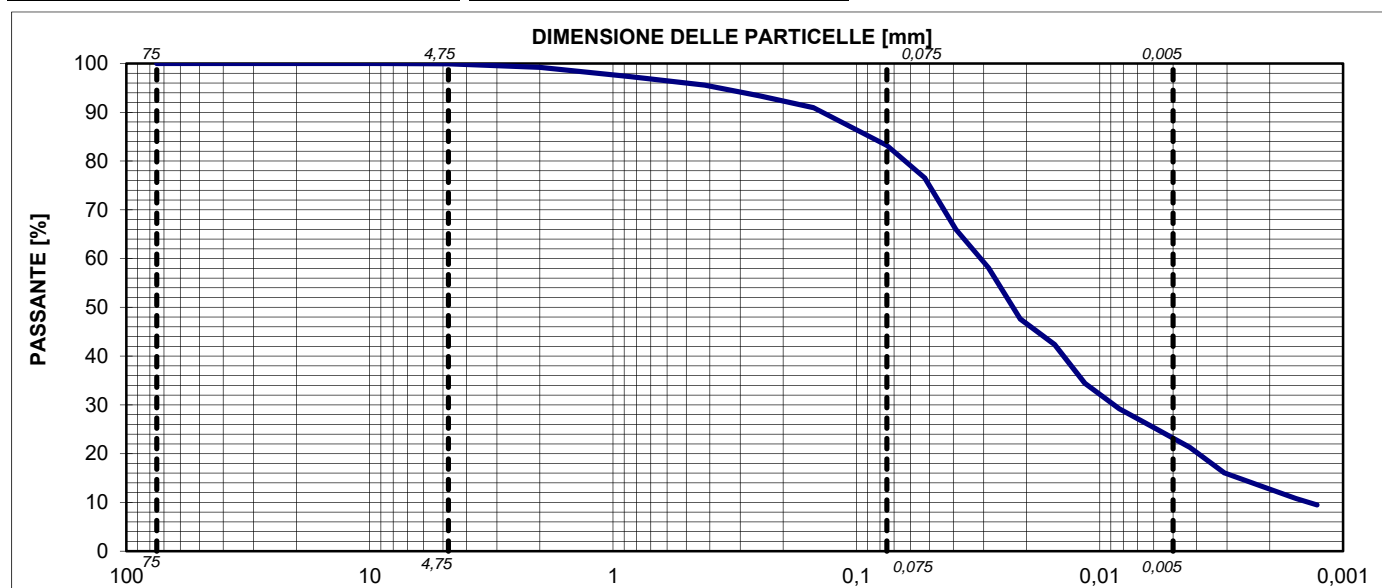
Limo	(0,005-0,075)	60,16	%
Argilla	(< 0,005)	23,02	%

CU	-	-
CC	-	-

W (%)

N. dei colpi

N. dei colpi	W (%)
12	42,18
22	39,38
33	37,39



DIRETTORE DEL LABORATORIO

Certificato n. 1601 del 17/06/2016	Accettazione n. 1959 del 09/06/2016
------------------------------------	-------------------------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	CANTU' (CO)		
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE:	PZ4 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO
			PROFONDITA' : 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	691,9	g	
Diametro massimo	36	mm	
Diametro minimo	17	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.- No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	98,71	%
Passante	9,5	3/8	95,93	%
Passante	4,75	No. 4	94,57	%
Passante	2,0	No. 10	93,01	%
Passante	0,850	No. 20	89,57	%
Passante	0,425	No. 40	82,95	%
Passante	0,254	No. 60	73,66	%
Passante	0,150	No. 100	61,59	%
Passante	0,075	No. 200	47,01	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	

	Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0515	mm		44,44	%
0,0382	mm		39,23	%
0,0274	mm		37,74	%
0,0198	mm		34,77	%
0,0145	mm		30,30	%
0,0108	mm		27,33	%
0,0079	mm		22,86	%
0,0059	mm		15,42	%
0,0042	mm		13,93	%
0,0030	mm		12,45	%
0,0022	mm		7,98	%
0,0015	mm		6,49	%
0,0013	mm		5,01	%

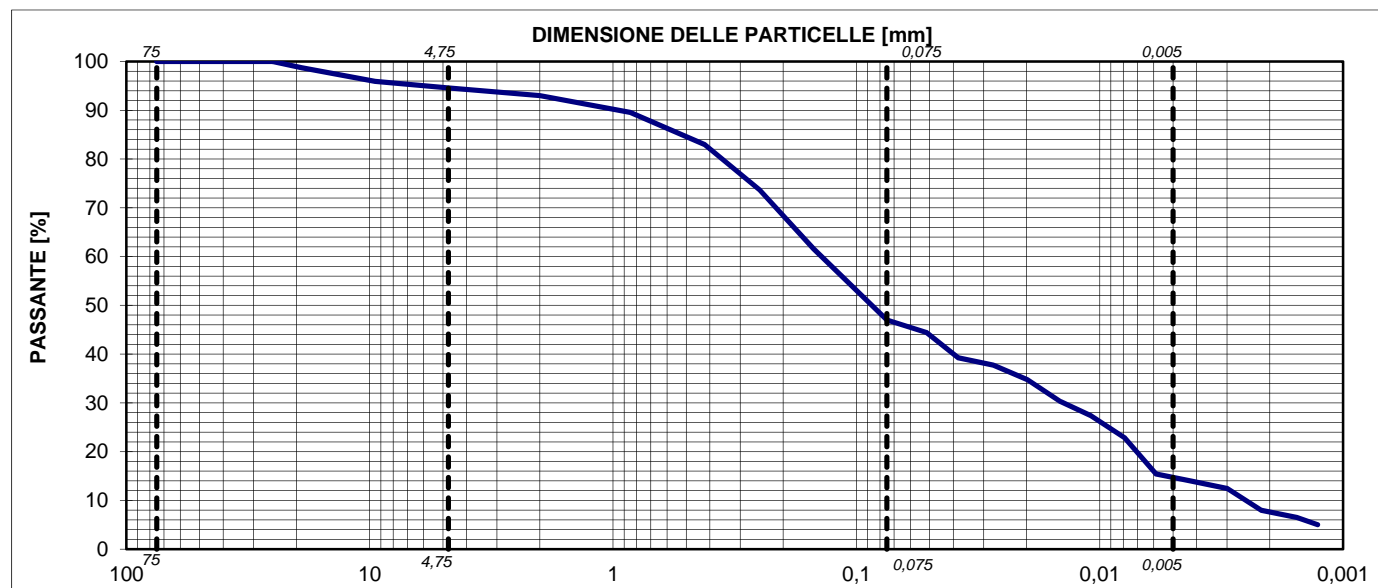
ASTM CLASSIFICATION			
SC			
AASHTO M 145-82			
-			

γ _s	-	Mg/mc
CU	-	-
CC	-	-

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido (WL)	28	%		
Limite Plastico (WP)	20	%		
Indice di Plasticità (IP)	8	%		
Indice di Consistenza (IC)		%		

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
L.L.	23,28	56,51	48,63	31,08	12
	22,87	53,30	46,59	28,29	27
	22,81	53,62	47,11	26,79	35
L.P.	22,98	30,24	28,99	20,80	-
	23,47	31,02	29,74	20,41	-

The chart is a semi-logarithmic plot of Water Content (W in %) on the y-axis (ranging from 26.50 to 31.50) versus Number of Blows (N. dei colpi) on the x-axis (logarithmic scale from 10 to 100). Three data points are plotted: (12, 31.08), (27, 28.29), and (35, 26.79). A red straight line is drawn through the points at 12 and 35 blows, which are the standard values for determining the Liquid Limit (WL) and Plastic Limit (PL) respectively. The point at 27 blows represents the Plastic Limit (WP) and falls below the Liquid Limit line.



DIRETTORE DEL LABORATORIO

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	CANTU' (CO)		
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE:	PZ4 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO
			PROFONDITA' : 1.20-1.50 m

ANALISI PER SETACCIATURA		
Peso iniziale	1322,9	g
Diametro massimo	37	mm
Diametro minimo	18	mm
Contenuto d'acqua	-	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE		
Peso iniziale	50	g
Diametro massimo	0,075	mm

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido	(WL)	ND	%
Limite Plastico	(WP)	NP	%
Indice di Plasticità	(IP)	ND	%
Indice di Consistenza	(IC)		%

	<i>mm</i>	<i>Set. in.- No.</i>	<i>Percentuale passante</i>	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	98,86	%
Passante	9,5	3/8	93,12	%
Passante	4,75	No. 4	80,74	%
Passante	2,0	No. 10	56,20	%
Passante	0,850	No. 20	28,48	%
Passante	0,425	No. 40	13,93	%
Passante	0,254	No. 60	8,86	%
Passante	0,150	No. 100	6,15	%
Passante	0,075	No. 200	4,48	%

<i>Diametro</i>	<i>u.m.</i>	<i>Percentuale</i>	
0,0541	<i>mm</i>	3,74	%
0,0397	<i>mm</i>	3,32	%
0,0287	<i>mm</i>	3,03	%
0,0205	<i>mm</i>	2,89	%
0,0149	<i>mm</i>	2,61	%
0,0111	<i>mm</i>	2,32	%
0,0082	<i>mm</i>	1,75	%
0,0059	<i>mm</i>	1,47	%
0,0042	<i>mm</i>	1,33	%
0,0030	<i>mm</i>	1,19	%
0,0022	<i>mm</i>	0,90	%
0,0015	<i>mm</i>	0,69	%
0,0013	<i>mm</i>	0,55	%

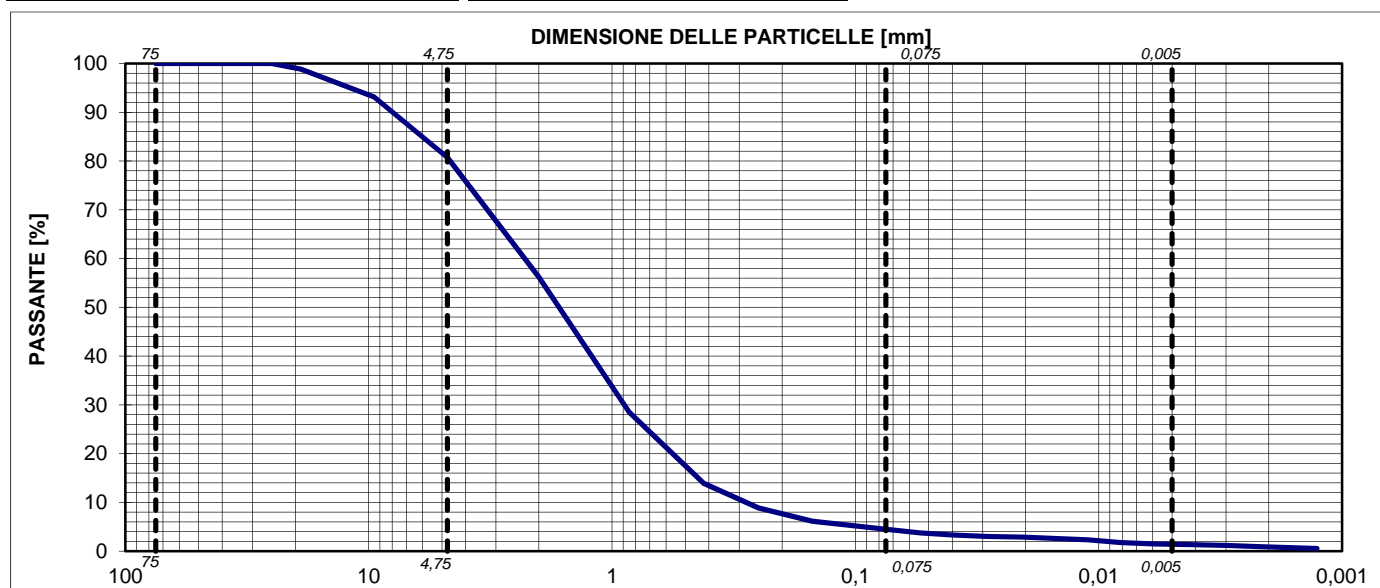
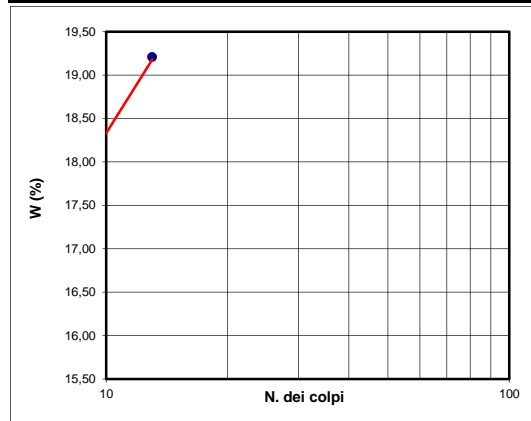
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,47	43,33	40,13	19,21	13
	23,48	40,67	38,16	17,10	7
	22,56	50,53	46,64	16,15	5
LP	23,17				-
	22,94				-

Ghiaia g	(19-75)	1,14	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	18,11	%
Sabbia g	(2-4,75)	24,54	%
Sabbia m	(0,425-2)	42,27	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	9,44	%
Limo-argilla	(< 0,075)	4,48	%

ASTM CLASSIFICATION		
SW-SM	SW-SC	
AASHTO M 145-82		
-		
γ_s	-	<i>Mg/mc</i>

Limo	(0,005-0,075)	3,09	%
Argilla	(< 0.005)	1.40	%

CU	8	-
CC	1	-



DIRETTORE DEL LABORATORIO



Certificato n. 1603	del 17/06/2016	Accettazione n. 1959	del 09/06/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

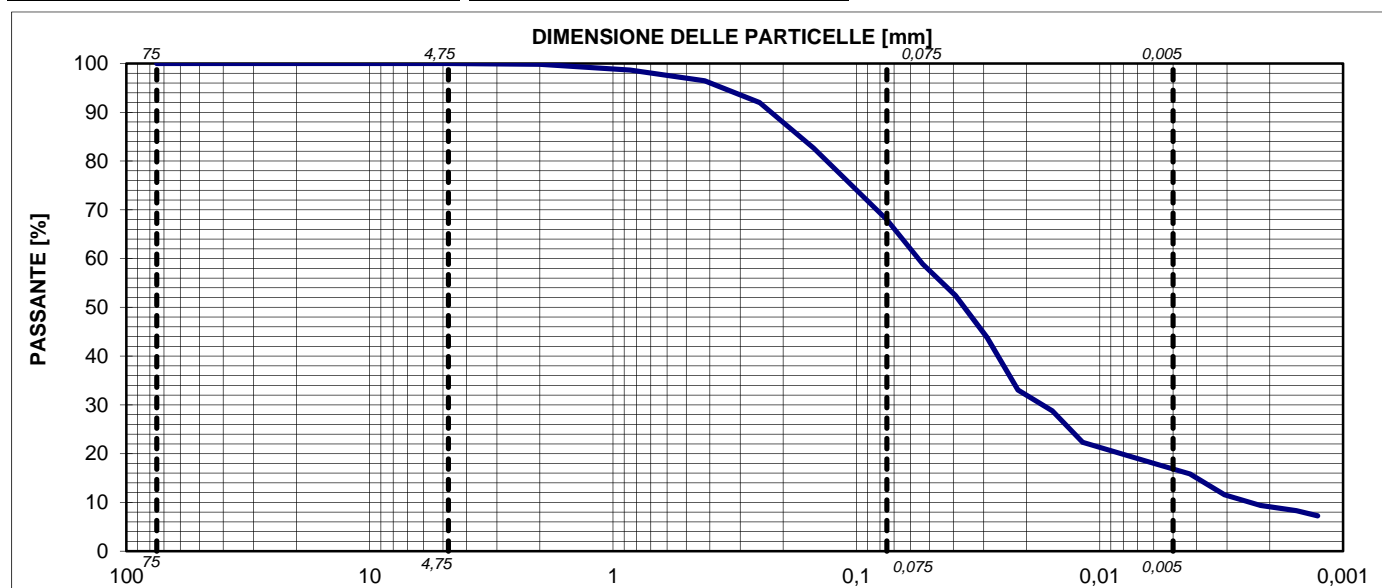
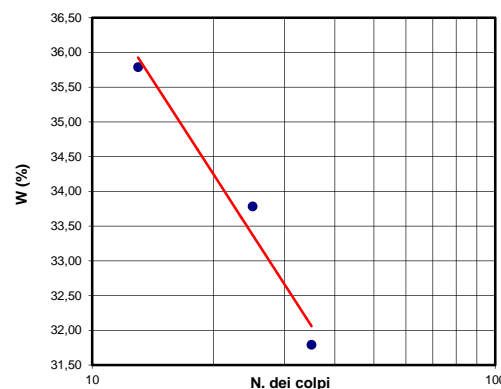
SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	CARIMATE (CO)			
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE:	PZ5 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO	PROFONDITA' : 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	549	g	
Diametro massimo	0	mm	
Diametro minimo	0	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	100,00 %
Passante	4,75	No. 4	100,00 %
Passante	2,0	No. 10	99,83 %
Passante	0,850	No. 20	98,66 %
Passante	0,425	No. 40	96,45 %
Passante	0,254	No. 60	91,98 %
Passante	0,150	No. 100	82,66 %
Passante	0,075	No. 200	67,98 %
Ghiaia g	(19-75)		0,00 %
Ghiaia f	(4,75-19,0)		0,00 %
Sabbia g	(2-4,75)		0,17 %
Sabbia m	(0,425-2)		3,38 %
Sabbia f	(0,075-0,425)		28,47 %
Limo+argilla	(< 0,075)		67,98 %
Limo	(0,005-0,075)		51,21 %
Argilla	(< 0,005)		16,77 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0533	mm	58,88	%
0,0392	mm	52,43	%
0,0291	mm	43,82	%
0,0217	mm	33,06	%
0,0156	mm	28,76	%
0,0117	mm	22,30	%
0,0084	mm	20,15	%
0,0060	mm	18,00	%
0,0043	mm	15,85	%
0,0031	mm	11,54	%
0,0022	mm	9,39	%
0,0016	mm	8,31	%
0,0013	mm	7,24	%
ASTM CLASSIFICATION			
CL o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido	(WL)	33	%	
Limite Plastico	(WP)	22	%	
Indice di Plasticità	(IP)	11	%	
Indice di Consistenza	(IC)		%	
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)
LL	23,02	47,00	40,68	35,79
	23,09	46,97	40,94	33,78
	23,02	46,94	41,17	31,79
LP	23,54	31,84	30,25	23,70
	23,3	31,92	30,35	22,27



DIRETTORE DEL LABORATORIO



Certificato n. 1604	del 17/06/2016	Accettazione n. 1959	del 09/06/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

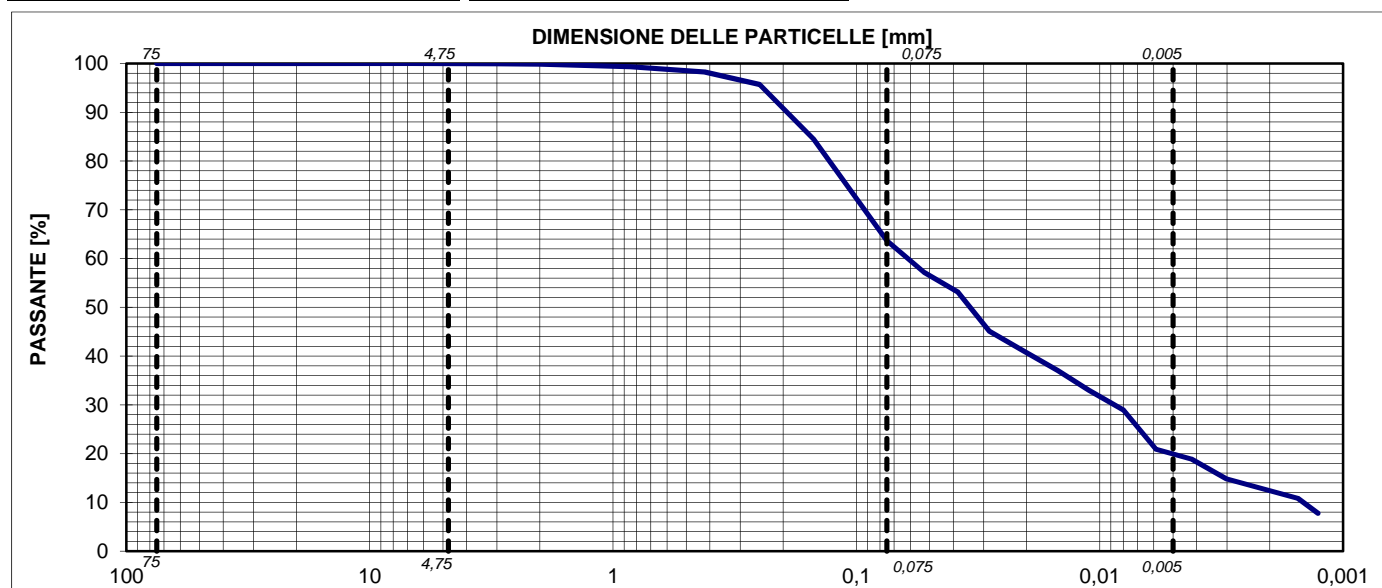
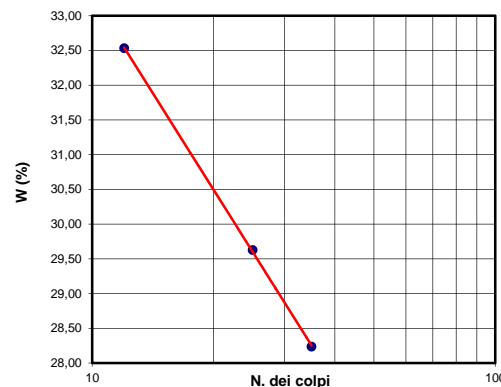
SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	CARIMATE (CO)			
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE:	PZ5 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO	PROFONDITA' : 1,20-1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	650	g	
Diametro massimo	0	mm	
Diametro minimo	0	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	100,00 %
Passante	4,75	No. 4	100,00 %
Passante	2,0	No. 10	99,87 %
Passante	0,850	No. 20	99,34 %
Passante	0,425	No. 40	98,24 %
Passante	0,254	No. 60	95,69 %
Passante	0,150	No. 100	84,51 %
Passante	0,075	No. 200	63,68 %
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	0,00	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,13	%
Sabbia m	(0,425-2)	1,63	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	34,56	%
Limo+argilla	(< 0,075)	63,68	%
Limo	(0,005-0,075)	43,83	%
Argilla	(< 0,005)	19,85	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0526	mm	57,17	%
0,0382	mm	53,14	%
0,0284	mm	45,08	%
0,0206	mm	41,05	%
0,0149	mm	37,02	%
0,0111	mm	32,99	%
0,0080	mm	28,95	%
0,0059	mm	20,89	%
0,0042	mm	18,88	%
0,0030	mm	14,84	%
0,0022	mm	12,83	%
0,0015	mm	10,81	%
0,0013	mm	7,79	%
ASTM CLASSIFICATION			
CL o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido (WL)		29	%		
Limite Plastico (WP)		20	%		
Indice di Plasticità (IP)		9	%		
Indice di Consistenza (IC)			%		
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,12	45,73	40,18	32,53	12
	22,97	53,16	46,26	29,63	25
	22,72	55,51	48,29	28,24	35
LP	23,06	31,93	30,40	20,84	-
	23,01	30,37	29,10	20,85	-



DIRETTORE DEL LABORATORIO



Certificato n. 1605	del 17/06/2016	Accettazione n. 1959	del 09/06/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	CARIMATE (CO)			
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE:	PZ6 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO	PROFONDITA' : 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	770,6	g	
Diametro massimo	24	mm	
Diametro minimo	17	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	97,78	%
Passante	4,75	No. 4	96,31	%
Passante	2,0	No. 10	95,10	%
Passante	0,850	No. 20	92,74	%
Passante	0,425	No. 40	85,22	%
Passante	0,254	No. 60	71,86	%
Passante	0,150	No. 100	54,63	%
Passante	0,075	No. 200	39,16	%

Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	3,69	%
Sabbia g	(2-4,75)	1,21	%
Sabbia m	(0,425-2)	9,89	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	46,06	%
Limo+argilla	(< 0,075)	39,16	%

Limo	(0,005-0,075)	24,40	%
Argilla	(< 0,005)	14,76	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE		
Peso iniziale	50	g
Diametro massimo	0,075	mm

Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0518	mm	36,40	%
0,0372	mm	35,16	%
0,0273	mm	31,44	%
0,0196	mm	30,20	%
0,0143	mm	26,48	%
0,0110	mm	21,52	%
0,0080	mm	17,81	%
0,0058	mm	15,33	%
0,0041	mm	14,09	%
0,0030	mm	11,61	%
0,0021	mm	9,13	%
0,0015	mm	7,27	%
0,0013	mm	6,03	%

ASTM CLASSIFICATION	
SM	
AASHTO M 145-82	
-	

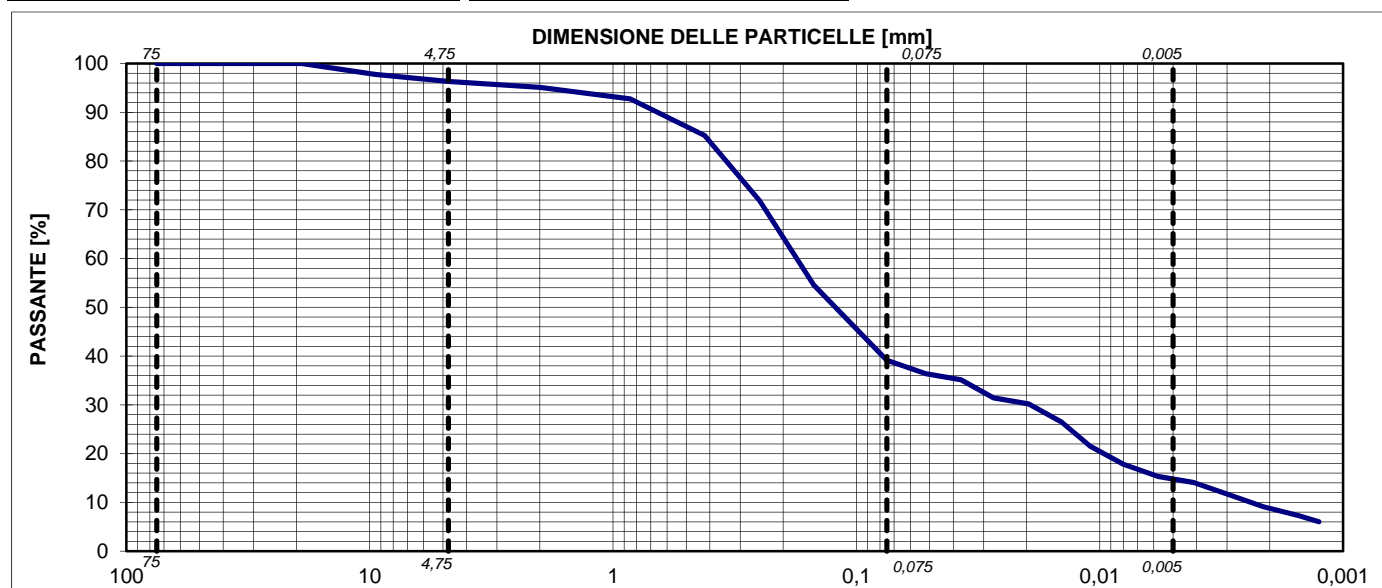
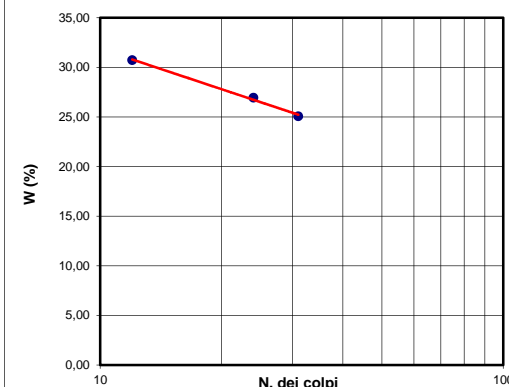
γs	-	Mg/mc
----	---	-------

CU	-	-
CC	-	-

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido (WL)	26	%	
Limite Plastico (WP)	NP	%	
Indice di Plasticità (IP)	ND	%	
Indice di Consistenza (IC)		%	

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,07	55,74	48,06	30,73	12
	23,53	56,33	49,37	26,93	24
	22,99	49,18	43,93	25,07	31
LP	22,52				-
	23,47				-

N. dei colpi	W (%)
12	30.73
24	26.93
31	25.07



DIRETTORE DEL LABORATORIO



Certificato n. 1606	del 17/06/2016	Accettazione n. 1959	del 09/06/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

COMMITTENTE:	GEOSFERA			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	CARIMATE (CO)			
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE:	PZ6 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO	PROFONDITA' : 1,20-1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	853,4	g	
Diametro massimo	25	mm	
Diametro minimo	11	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	99,14	%
Passante	4,75	No. 4	98,72	%
Passante	2,0	No. 10	98,26	%
Passante	0,850	No. 20	97,31	%
Passante	0,425	No. 40	93,54	%
Passante	0,254	No. 60	81,30	%
Passante	0,150	No. 100	56,87	%
Passante	0,075	No. 200	37,76	%

Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	1,28	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,46	%
Sabbia m	(0,425-2)	4,72	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	55,78	%
Limo+argilla	(< 0,075)	37,76	%

Limo	(0,005-0,075)	25,99	%
Argilla	(< 0,005)	11,77	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE		
Peso iniziale	50	g
Diametro massimo	0,075	mm

Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0533	mm	32,71	%
0,0387	mm	30,32	%
0,0281	mm	27,93	%
0,0205	mm	24,34	%
0,0150	mm	20,76	%
0,0115	mm	14,78	%
0,0082	mm	13,58	%
0,0059	mm	12,39	%
0,0042	mm	11,19	%
0,0030	mm	10,00	%
0,0022	mm	7,61	%
0,0015	mm	6,41	%
0,0013	mm	5,22	%

ASTM CLASSIFICATION	
SM	
AASHTO M 145-82	
-	

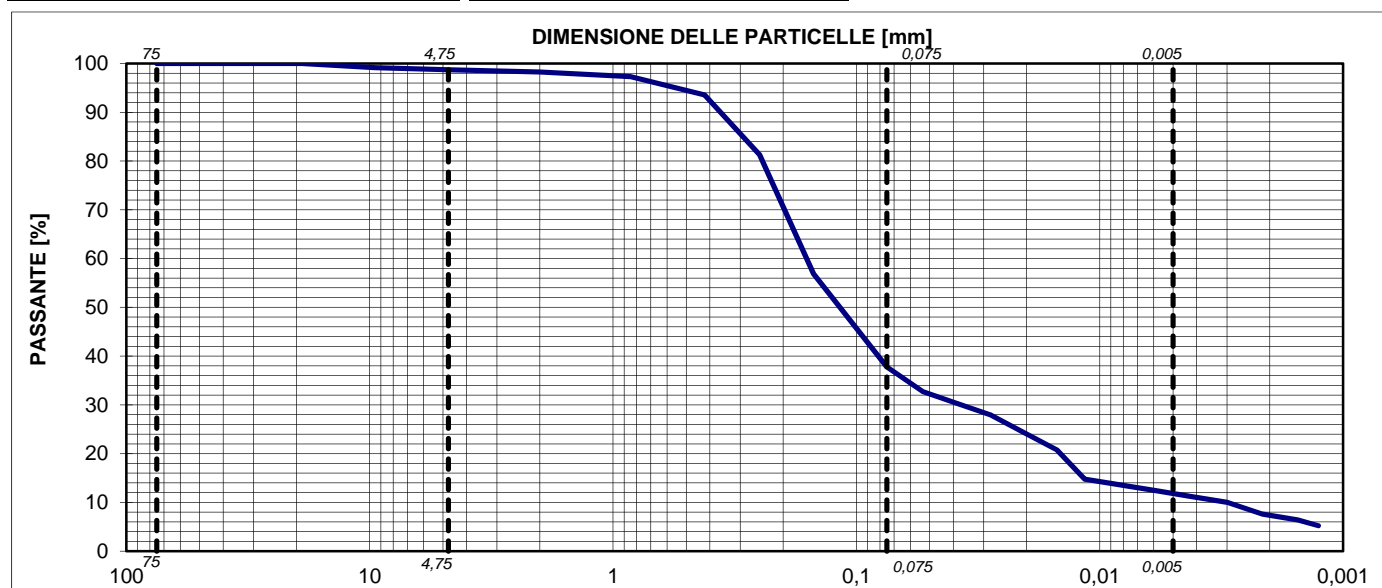
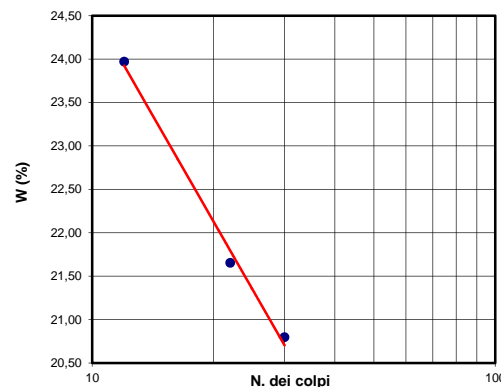
γs	-	Mg/mc
----	---	-------

CU	-	-
CC	-	-

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido	(WL)	21	%	
Limite Plastico	(WP)	NP	%	
Indice di Plasticità	(IP)	ND	%	
Indice di Consistenza	(IC)		%	

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
L.L.	22,53	55,06	48,77	23,97	12
	22,77	51,03	46,00	21,65	22
	22,49	50,66	45,81	20,80	30
L.P.	22,19				-
	22,39				-

N. dei colpi	W (%)
12	23.97
22	21.65
30	20.80



DIRETTORE DEL LABORATORIO

ALLEGATO 4 – RAPPORTI DI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO



RAPPORTO DI PROVA N° 1985
del 24/06/2016

Spett.le **GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

VIA ROSSINI, 18
21100 VARESE (VA)

Dati del campione:

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016
Riferimento verbale: -
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate
Prelievo eseguito da: Committente
Data e ora del prelievo: 07/06/2016
Punto di prelievo: Area 4
Modalità di prelievo: -
Note: -
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni
Campione nr.: **3616.2016 Terreno P24 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

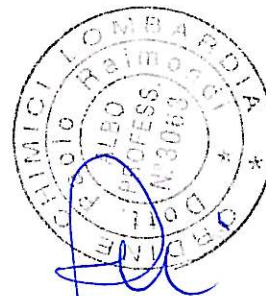
Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni Limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	14,7	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,26	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	8,88	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	43,3	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	38,2	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	11,8	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	16,0	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	45,4	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	380 *	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	20,3	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	76,9	-	-	-

ANNOTAZIONI

* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"

** Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e Industriale "

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio
dott. Paolo Raimondi



RAPPORTO DI PROVA N° 1986
del 24/06/2016

Spett.le **GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

VIA ROSSINI, 18
21100 VARESE (VA)

Dati del campione:

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016
Riferimento verbale: -
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate
Prelievo eseguito da: Committente
Data e ora del prelievo: 07/06/2016
Punto di prelievo: Area 4
Modalità di prelievo: -
Note: -
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni
Campione nr.: **3617.2016 Terreno P25 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni Limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	12,2	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,23	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	8,08	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	49,6	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	37,2	-	120	500
Plombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	19,7	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	25,6	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	63,1	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	26,7	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	17,4	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	67,8	-	-	-

ANNOTAZIONI

* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"

** Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA

Il Responsabile del Laboratorio
dott. Paolo Raimondi





**RAPPORTO DI PROVA N° 1987
del 24/06/2016**

Spett.le GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA

**VIA ROSSINI, 18
21100 VARESE (VA)**

Dati del campione:

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016
Riferimento verbale: -
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate
Prelievo eseguito da: Committente
Data e ora del prelievo: 07/06/2016
Punto di prelievo: Area 4
Modalità di prelievo: -
Note: -
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni
Campione nr.: **3618.2016 Terreno P26 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,3	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,01	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	7,21	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	31,4	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	30,4	-	120	500
Plombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	9,09	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	12,8	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	35,7	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	33,9	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	19,5	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	47,6	-	-	-

ANNOTAZIONI

* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"
** Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



**Il Responsabile del Laboratorio
dott. Paolo Raimondi**



**RAPPORTO DI PROVA N° 1988
del 24/06/2016**

Spett.le GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA

**VIA ROSSINI, 18
21100 VARESE (VA)**

Dati del campione:

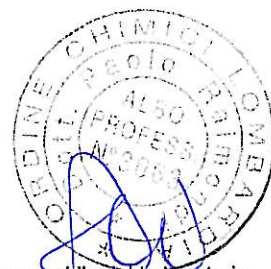
Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016
Riferimento verbale: -
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate
Prelievo eseguito da: Committente
Data e ora del prelievo: 07/06/2016
Punto di prelievo: Area 4
Modalità di prelievo: -
Note: -
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni
Campione nr.: **3619.2016 Terreno P27 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni limite	
					Terreno pubblico	Terreno Industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	9,93	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,18	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	7,37	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	48,4	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	34,5	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,6	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	13,9	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	40,6	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	49,7	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	16,8	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	39,2	-	-	-

ANNOTAZIONI

* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"
** Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio
dott. Paolo Raimondi



**RAPPORTO DI PROVA N° 1989
del 24/06/2016**

Spett.le GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA

**VIA ROSSINI, 18
21100 VARESE (VA)**

Dati del campione:

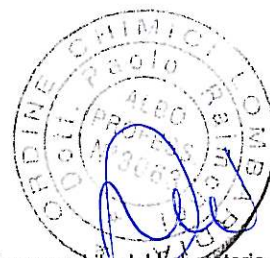
Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016
Riferimento verbale: -
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate
Prelievo eseguito da: Committente
Data e ora del prelievo: 07/06/2016
Punto di prelievo: Area 4
Modalità di prelievo: -
Note: -
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni
Campione nr.: **3620.2016 Terreno P28 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,2	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	0,98	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	6,92	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	32,4	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	30,8	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,2	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	12,9	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	39,6	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	26,6	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	20,2	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	63,1	-	-	-

ANNOTAZIONI

* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"
** Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio
dott. Paolo Raimondi



**RAPPORTO DI PROVA N° 1990
del 24/06/2016**

Spett.le GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA

**VIA ROSSINI, 18
21100 VARESE (VA)**

Dati del campione:

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016
Riferimento verbale: -
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate
Prelievo eseguito da: Committente
Data e ora del prelievo: 07/06/2016
Punto di prelievo: Area 4
Modalità di prelievo: -
Note: -
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni
Campione nr.: **3621.2016 Terreno P29 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

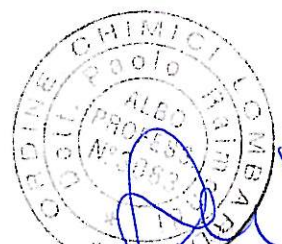
Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	7,27	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	0,86	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	6,08	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	37,3	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	26,2	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	6,66	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	8,91	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	28,5	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	35,6	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	23,9	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	65,2	-	-	-

ANNOTAZIONI

* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"

** Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio
dott. Paolo Raimondi

ALLEGATO 5 – STRATIGRAFIE TRINCEE



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 24 ottobre 2016
Sigla indagine P02	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506333-5064768	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,3			Limo sabbioso scuro.								
0,2			Sabbia debolmente limosa massiva color nocciola.								
0,3			Sabbia limosa color nocciola.								
0,7			Sabbia limosa grigia con screziature arancioni.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 24 ottobre 2016
Sigla indagine P03	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506397-5064746	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,4

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,35		Limo sabbioso scuro.								
	0,45		Sabbia debolmente limosa color nocciola che verso il basso diventa di colore grigio con screziature arancio.								
1	0,6		Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia fine.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 24 ottobre 2016
Sigla indagine P04	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506418-5064711	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,4




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Limo sabbioso scuro.								
	0,5		Sabbia debolmente limosa di color nocciola con qualche raro clasto di diametro fino a 8 cm e qualche raro resto di mattone. In profondità leggermente più limosa.								
	0,2		Sabbia grigia con screziature arancioni.								
	0,4		Sabbia come sopra con rare lenti di ghiaia di spessore centimetrico.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 24 ottobre 2016
Sigla indagine P05	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506435-5064668	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,4

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Sabbia limosa scura.								
	0,6		Sabbia limosa color nocciola tendente al grigio con screziature arancioni da 0,7 m.								
	0,4		Sabbia limosa.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 24 ottobre 2016
Sigla indagine P06	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506468-5064602	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,4

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
0,3			Sabbia limosa scura.								
0,5			Sabbia debolmente limosa marrone con rari ciottoli.								
0,6			Sabbia debolmente limosa grigia con screziature arancioni.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 25 ottobre 2016
Sigla indagine P07	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506438-5064535	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,4

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,2		Limo sabbioso scuro.								
	0,6		Sabbia limosa con rari clasti di dimensione centimetrica.								
	0,3		Limo debolmente sabbioso.								
	0,3		Sabbia grigia con screziature arancioni e occasionali lenti di ghiaia.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 25 ottobre 2016
Sigla indagine P08	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506491-5064528	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5



Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,3		Limo sabbioso scuro.									
0,9		Sabbia massiva nocciola tendente verso il basso a sabbia limosa.									
0,3		Sabbia limosa grigiasta.									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 1	Data 24 ottobre 2016
Sigla indagine PZ1	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506313-5064803	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,20		Limo sabbioso scuro.								
1	1,30		Sabbia limosa massiva color marrone tendente al grigio e meno limosa in profondità								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia





sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P09	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506625-5064499	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5






Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,2		Limo sabbioso scuro.									
0,7		Limo sabbioso con qualche ciottolo.									
0,4		Sabbia con ciottoli di dimensioni massime fino a 40 cm.									
0,2		Ghiaia con grossi blocchi e matrice sabbiosa leggermente arrossata. Presenza di qualche clasto alterato.									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 3	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P20	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507265-5063853	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,6




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Sabbia limosa scura.								
	0,15		Lente di ghiaia con ciottoli di dimensioni fino a 10 cm.								
	1,05		Sabbia debolmente limosa con ciottoli e lenti di ghiaia e sabbia.								
	0,1		Argilla sabbiosa								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 3	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P21	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507307-5063745	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Limo sabbioso di colore scuro.								
	0,6		Limo più sabbioso del precedente.								
	0,6		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 3	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P22	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507306-5063654	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
0,2			Limo di colore scuro.								
0,8			Limo debolmente argilloso di colore nocciola.								
0,5			Limo come sopra più argilloso in profondità.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia





sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 3	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P23	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507356 - 5063352	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Attemberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0.25		Sabbia limosa con resti organici.								
	0.15		Sabbia debolmente limosa con rari clasti di 5mm.								
	0.6		Sabbia massiva debolmente limosa con rari clasti di 1 cm; rare lenti di ghiaia fine.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 3	Data 27 ottobre 2016
Sigla indagine PZ3	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507332-5063810	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,15		Limo sabbioso (terreno vegetale).								
1	1,35		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P10	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506685-5064471	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Attemberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,7		Limo sabbioso con rari ciottoli alla base.								
1	0,5		Sabbia limosa/limo sabbioso di colore marrone.								
	0,3		Limo sabbioso (meno sabbioso del precedente).								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P11	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506766-5064436	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,7

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,5		Limo sabbioso di colore scuro.								
	0,9		Limo sabbioso con qualche frammento di mattone e piastrella nella parte più superficiale.								
	0,3		Sabbia grossolana con ciottoli.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P12	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506862-5064416	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,2

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Limo sabbioso di colore scuro.								
	0,3		Sabbia limosa.								
	0,5		Sabbia limosa con ciottoli e blocchi di dimensioni massime fino a 40 cm.								
	0,1		Chiusa e sabbia								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 25 ottobre 2016
Sigla indagine P13	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506954-5064421	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Sabbia limosa di colore scuro.								
1	1,3		Sabbia limosa con sparsi ciottoli di dimensioni massime 5 cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 25 ottobre 2016
Sigla indagine P14	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507036-5064414	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,54

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,2		Sabbia limosa di colore scuro.									
1,34		Sabbia debolmente limosa con ciottoli di diametro fino a 15 cm più abbondanti nella parte superiore.									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P15	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506581-5064432	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Limo sabbioso di colore scuro.								
1	1,3		Limo sabbioso di colore nocciola con rari frammenti di mattone di dimensioni millimetriche nella parte superficiale. Presenza di occasionali livelli più sabbiosi. Passante in profondità a sabbia limosa.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P16	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506636-5064397	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
0,3			Sabbia grigia tendente a sabbia limosa in profondità.								
0,3			Sabbia limosa grigiasta.								
0,9			Limi sabbiosi di colore nocciola.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 26 ottobre 2016
Sigla indagine P17	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0506924-5064384	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,3

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Lino debolmente sabbioso scuro.								
	0,5		Lino debolmente sabbioso di colore marrone.								
	0,5		Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia al fondo.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSferaA Studio Associato di Geologia




sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 25 ottobre 2016
Sigla indagine PZ2	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507075-5064375	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,9

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Limo sabbioso scuro.								
1	1,3		Riporti costituiti da ghiaia a supporto di matrice con resti di mattoni, plastica. Da 0,9 m riporti di colore grigio con resti di mattone abbondanti, asfalto e vetri.								
2	0,4		Sabbia debolmente limosa con rari ciottoli.								
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Vertemate con Minoprio (CO)	Località Area 2	Data 25 ottobre 2016
Sigla indagine PZ2a	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507030-5064382	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Limo sabbioso scuro.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
---	-----	--	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Cantù (CO)	Località Area 4	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P24	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507905 - 5062384	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0


Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Sabbia fine limosa con occasionali frammenti di mattoni con dimensioni inferiori a 0,5 cm. Coltivo.								
	0,3		Sabbia limosa con ghiaia fine, ciottoli con dimensioni inferiori a 1 cm.								
	0,4		Sabbia limosa con rari ciottoli.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Cantù (CO)	Località Area 4	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P25	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507920 - 5062252	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Sabbia media di colore scuro. Coltivo								
	0,7		Sabbia e ghiaia. Ciottoli di dimensioni massimo 5 cm. Occasionali frammenti di mattoni.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSferaA Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Cantù (CO)	Località Area 4	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P26	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507930 - 5062451	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,22		Sabbia di colore scuro. Collivo.								
	0,78		Sabbia limosa marrone.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Cantù (CO)	Località Area 4	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P27	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507958 - 5062392	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,15		Limo sabbioso di colore scuro con ciottoli sparsi. Collivo.								
	0,45		Sabbia fine debolmente limosa.								
	0,55		Ghiaia con ciottoli mediamente di 6-7 cm, massimo 15 cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia




sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Cantù (CO)	Località Area 4	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P28	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507953 - 5062326	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Sabbia limosa scura. Cultivo.								
	0,6		Sabbia limosa di colore nocciola, massiva.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Cantù (CO)	Località Area 4	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P29	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507985 - 5062299	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,15		Sabbia limosa scura. Collivo.								
	0,85		Sabbia massiva di colore marrone.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Cantù (CO)	Località Area 4	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine PZ 4	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507951 - 5062420	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Sabbia con ghiaia, ciottoli con diametro massimo di 5 cm, occasionali fino a 20 cm. Colore scuro.								
	0,55		Sabbia fine limosa di colore marrone								
	0,65		Sabbia medio grossolana con ciottoli di diametro massimo fino a 2,5 cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 5	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P30	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507729 - 5061938	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	1,2		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 5	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P31	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507760 - 5061843	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	1,2		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia




Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 5	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P32	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507816 - 5061875	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
0,3			Limo sabbioso. Collivo.								
1,2			Limo debolmente sabbioso con qualche occasionale ciottolo in profondità.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 5	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P33	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507692 - 5061843	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	0,7		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 5	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P34	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507626 - 5061907	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,8

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Limo sabbioso. Coltivo.								
	1,0		Limo debolmente sabbioso.								
	0,5		Sabbia limosa.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese
MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 5	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine P35	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507605 - 5061813	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
	0,3		Limo sabbioso. Collativo.								
1	1,3		Limo debolmente sabbioso; tendente a diventare leggermente argilloso in profondità.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 5	Data 07 giugno 2016
Sigla indagine PZ5	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507806 - 5061933	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,5		Limo sabbioso. Cultivo.								
1	1,0		Limo debolmente sabbioso di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 27 ottobre 2016
Sigla indagine P36	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507887-5061054	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,1		Sabbia grossolana.								
	0,4		Limo debolmente sabbioso con clasti.								
1	1,1		Limo con rari clasti.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSferaA Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 27 ottobre 2016
Sigla indagine P37	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508013-5060959	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,8

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,1		Sabbia grossolana limosa.								
1	1,7		Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti da millimetrici a c.ca 10cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSferaA Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 27 ottobre 2016
Sigla indagine P38	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508172-5060839	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,15		Limo sabbioso.								
1	1,45		Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti millimetrici.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 27 ottobre 2016
Sigla indagine P39	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508254-5060768	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,05		Sabbia grossolana								
	0,45		Limo sabbioso.								
	0,5		Limo debolmente sabbioso.								
	0,6		Limo.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSferaA Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 27 ottobre 2016
Sigla indagine P40	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508367-5060687	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,4			Limo sabbioso.								
1,1			Limo debolmente sabbioso passante verso il basso a limo.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 27 ottobre 2016
Sigla indagine P41	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508458-5060621	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,4		Limo sabbioso e/o sabbia limosa (terreno vegetale).								
1	1,2		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P42	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507938 - 5060955	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,6		Sabbia debolmente limosa.									
0,9		Sabbia debolmente limosa massiva, di colore marrone.									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P43	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507999 - 5060910	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,4		Sabbia limosa scura con rari ciottoli di dimensioni inferiori a 1 cm. Collivo.								
1	1,1		Sabbia massiva debolmente limosa, di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P44	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508056 - 5060873	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,4		Sabbia fine debolmente limosa. Cultivo.								
1	1,1		Sabbia debolmente limosa, di colore marrone. Occasionali frammenti di mattone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia




sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P45	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508152 - 5060790	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,4		Sabbia fine debolmente limosa. Cultivo.									
0,8		Sabbia fine debolmente limosa. Rare screziature millimetriche arrossate. Verso il basso diventa più limosa.									
0,3		Sabbia limosa con qualche raro ciottolo, più limosa negli ultimi 20 cm.									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P46	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508252 - 5060721	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
	0,3		Sabbia debolmente limosa di colore scuro.								
	0,7		Sabbia debolmente limosa di colore marrone.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSferaA Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P47	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508360 - 5060639	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,5		Sabbia fine debolmente limosa.								
	0,5		Sabbia massiva debolmente limosa, compatta.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



geoSfera Studio Associato di Geologia



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine P48	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0508450 - 5060570	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,0



Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,5		Sabbia debolmente limosa di colore scuro con rari ciottoli.								
	0,5		Sabbia fine debolmente limosa, di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



Committente AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	Progetto Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	Comune Carimate (CO)	Località Area 6	Data 08 giugno 2016
Sigla indagine PZ6	Tipo indagine Trincea	Coordinate (X, Y) 0507967 - 5060945	Quota (m s.l.m.)	Profondità raggiunta (m) 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Sabbia limosa.								
	0,5		Sabbia limosa scura con rari clasti e frammenti di mattone.								
	0,6		Sabbia limosa massiva di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

ALLEGATO 2

LEGENDA

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_p : numero di colpi del penetrometro dinamico

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : numero di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [Nav Fac, 1982]

c_u : coesione non drenata [Terzaghi e Peck, 1948]

V_s : velocità di propagazione delle onde di taglio [Yoshida et al., 1988]

E : modulo di elasticità [Yoshida et al., 1988]

Categoria terreno:	<i>Terreni non coesivi</i>	<i>Terreni coesivi</i>
	GW = ghiaie ben gradate	CL-ML = argille di bassa plasticità e limi argillosi
	GP = ghiaie mal gradate	
	GM = ghiaie limose	
	SW = sabbie ben gradate	CL = argille di media plasticità
	SP = sabbie mal gradate	
	SM = sabbie limose	CH = argille di alta plasticità
	ML = limi sabbiosi	

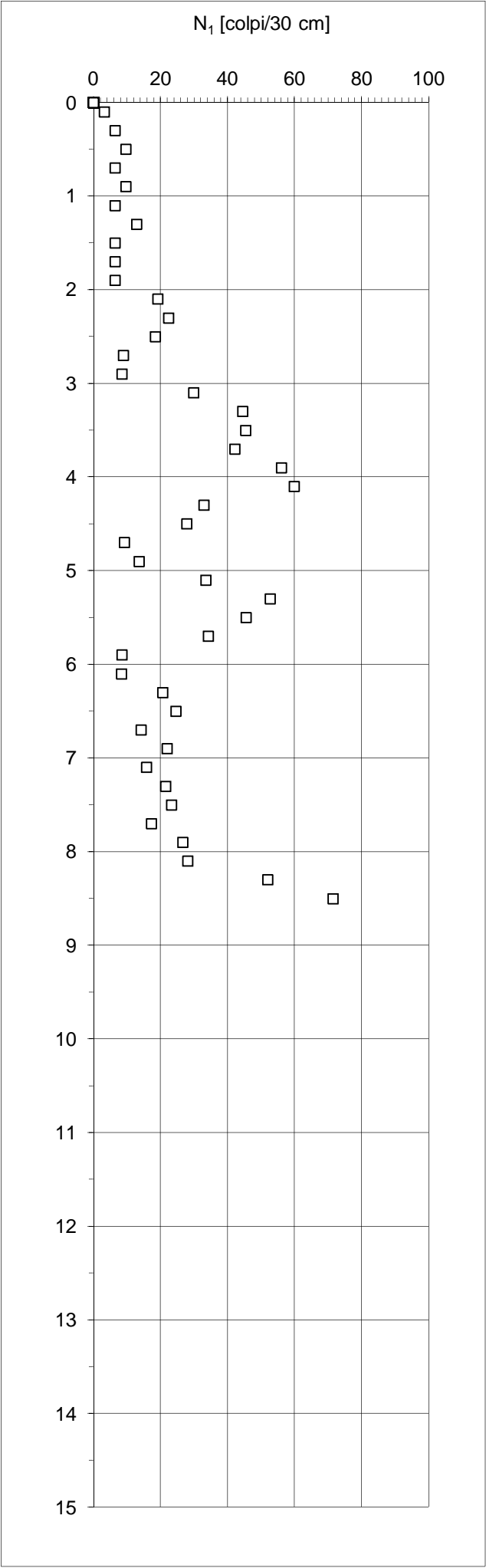
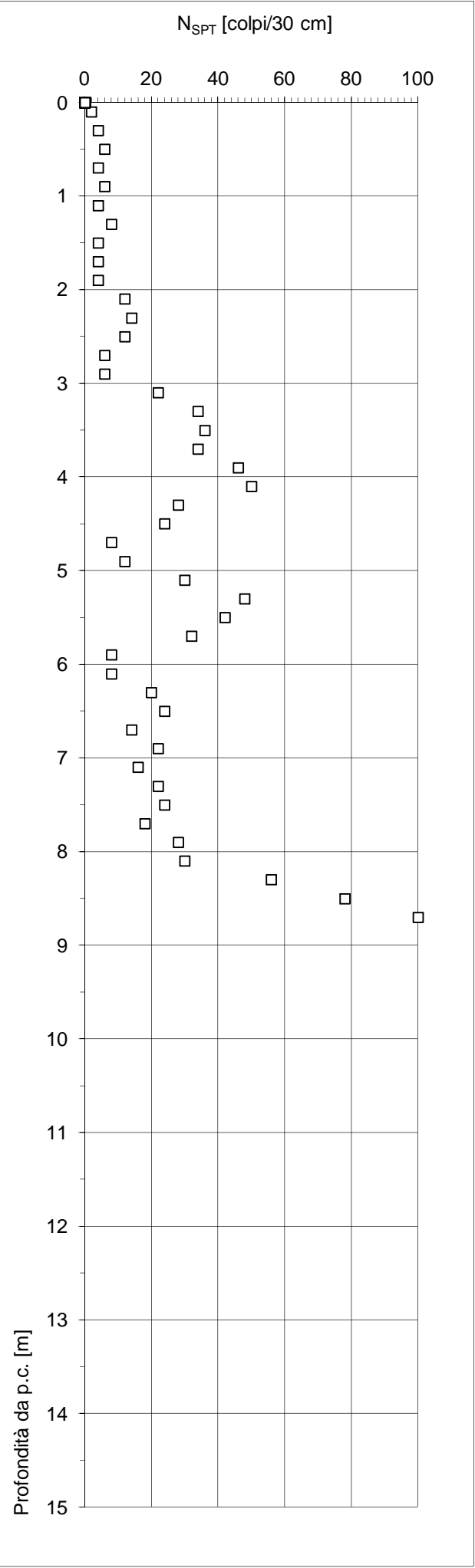
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

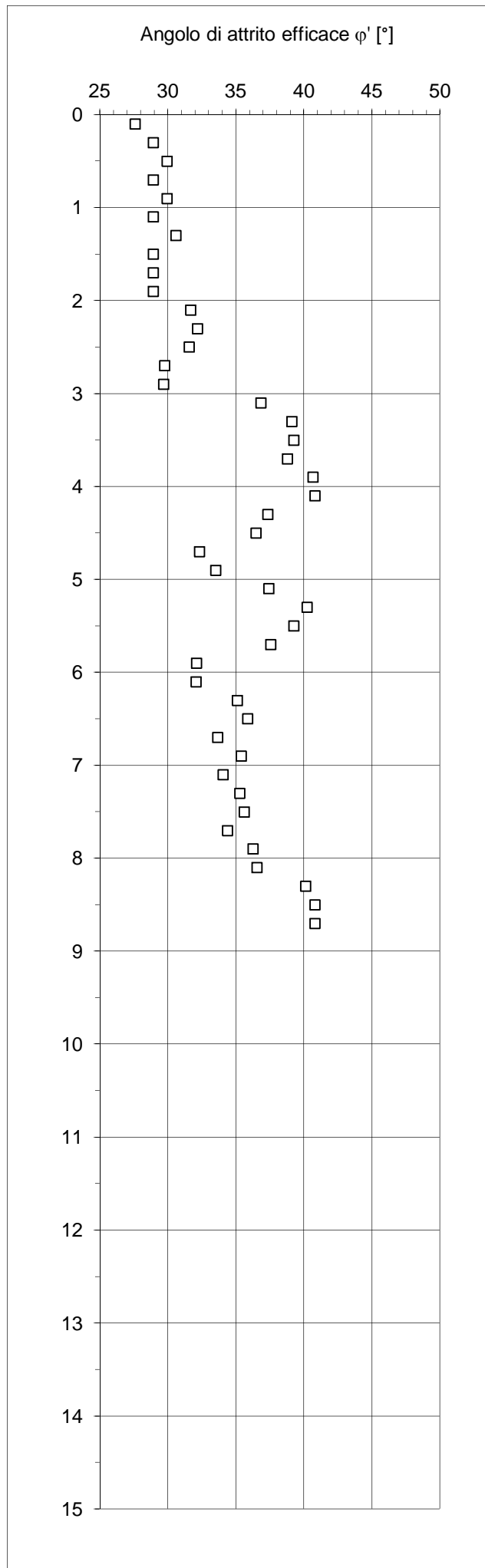
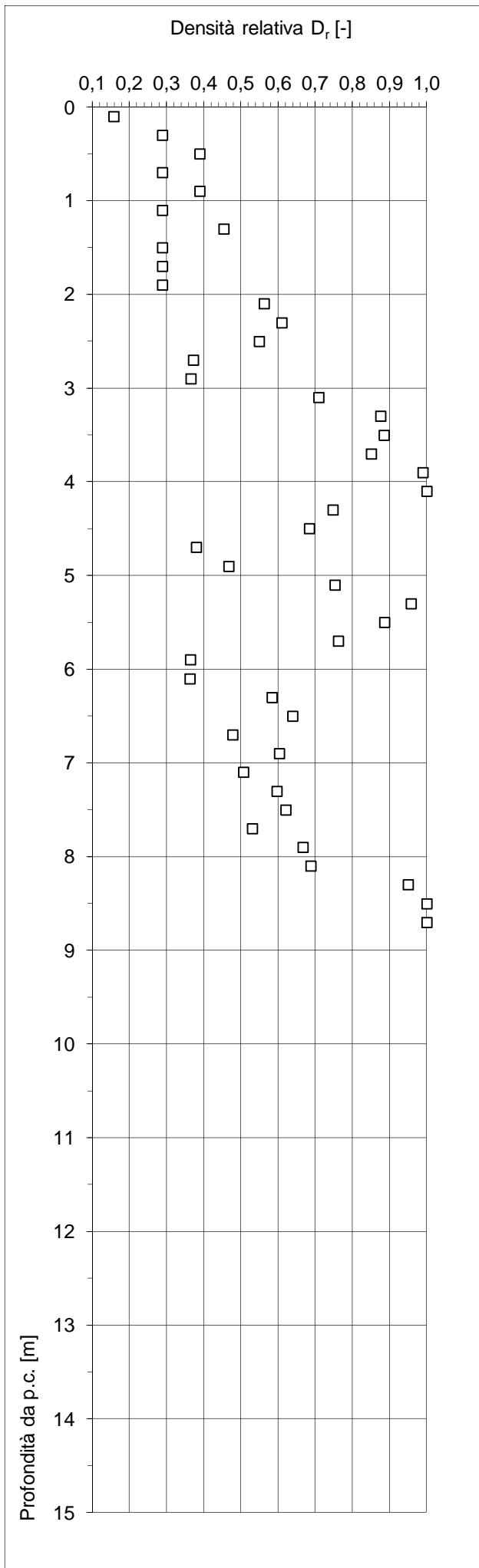
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	18/04/2016
Prova	DPSH1
Prof. falda	3,60 [m]

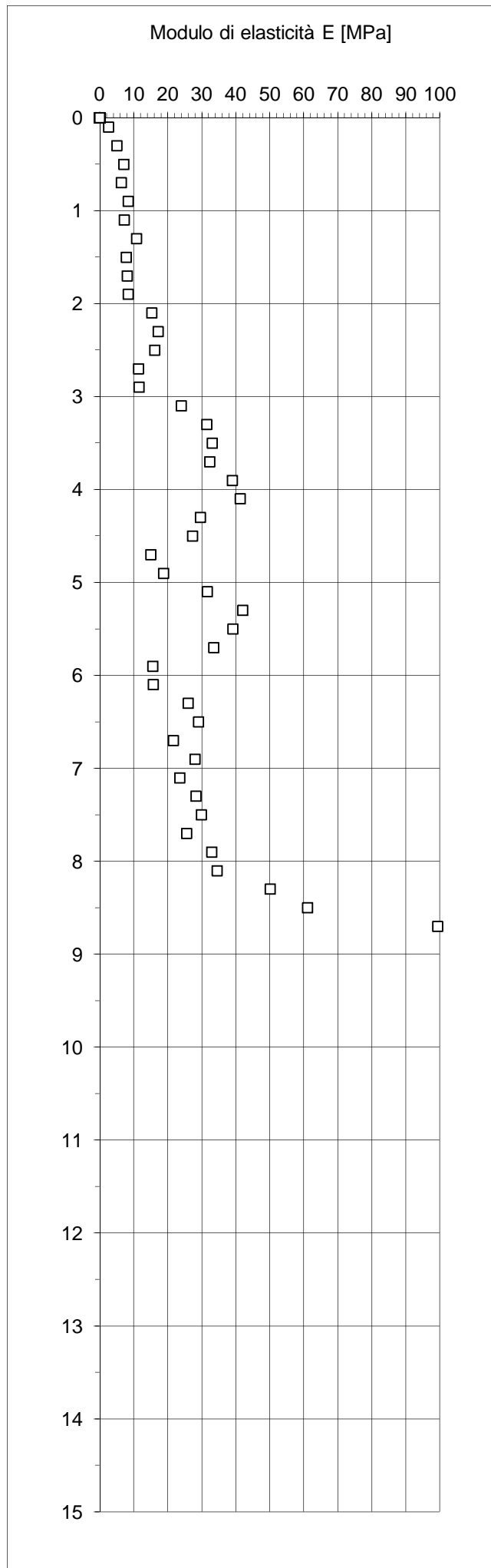
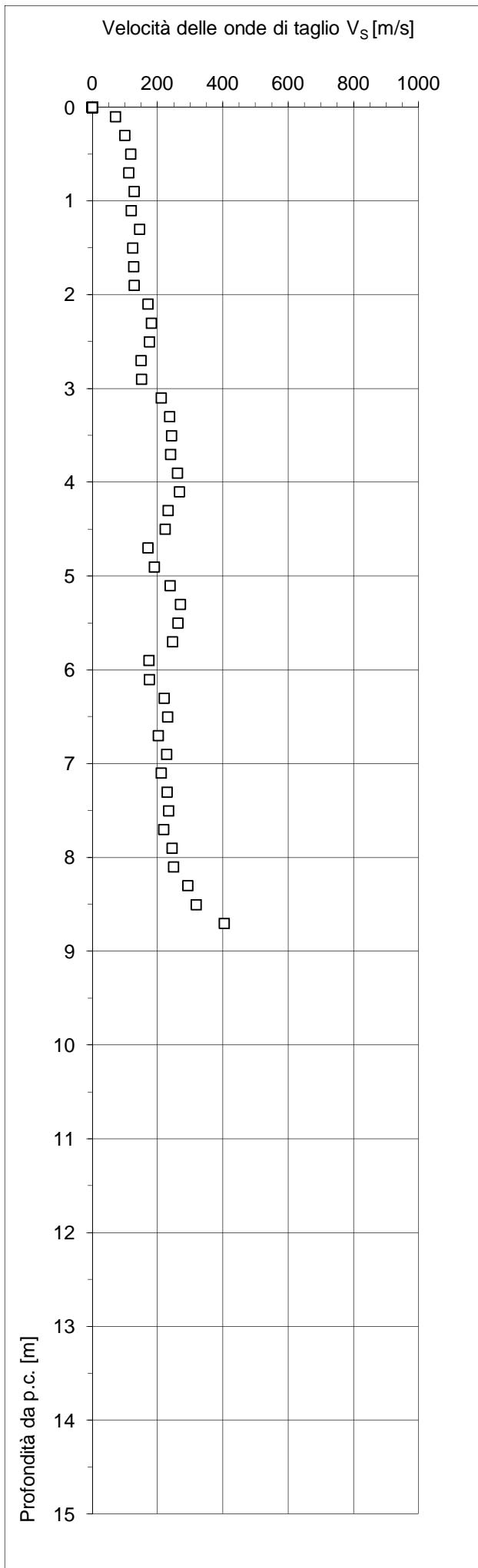
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	γ_n [kN/m ³]	N _P [-]	N _{SPT} /N _P [-]	Categoria terreno	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N _{SPT} [colpi/30 cm]	N ₁ [colpi/30 cm]	D _r [-]	ϕ' [°]	c _u [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,6	3	2,0	ML	9	9	6	10	0,39	30		117	7
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,6	3	2,0	ML	17	17	6	10	0,39	30		128	8
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,7	4	2,0	ML	24	24	8	13	0,45	31		144	11
1,50	18,4	2	2,0	ML	28	28	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,4	2	2,0	ML	35	35	4	6	0,29	29		128	8
2,10	19,0	6	2,0	ML	39	39	12	19	0,56	32		171	15
2,30	19,1	7	2,0	ML	43	43	14	22	0,61	32		180	17
2,50	19,0	6	2,0	ML	47	47	12	18	0,55	32		175	16
2,70	18,6	3	2,0	ML	50	50	6	9	0,37	30		149	11
2,90	18,6	3	2,0	ML	54	54	6	8	0,37	30		150	12
3,10	19,7	11	2,0	GM	58	58	22	30	0,71	37		210	24
3,30	20,4	17	2,0	GM	62	62	34	44	0,88	39		237	31
3,50	20,5	18	2,0	GM	66	66	36	45	0,89	39		242	33
3,70	20,4	17	2,0	GM	70	68	34	42	0,85	39		240	32
3,90	20,9	23	2,0	GM	74	70	46	56	0,99	41		260	39
4,10	21,1	25	2,0	GM	79	73	50	60	1,00	41		266	41
4,30	20,0	14	2,0	GM	83	75	28	33	0,75	37		231	30
4,50	19,8	12	2,0	GM	86	77	24	28	0,68	36		223	27
4,70	18,7	4	2,0	GM	90	78	8	9	0,38	32		170	15
4,90	19,0	6	2,0	GM	94	80	12	14	0,47	34		189	19
5,10	20,1	15	2,0	GM	98	82	30	33	0,75	37		239	32
5,30	21,0	24	2,0	GM	102	85	48	53	0,96	40		269	42
5,50	20,8	21	2,0	GM	106	87	42	45	0,89	39		262	39
5,70	20,3	16	2,0	GM	110	89	32	34	0,76	38		245	34
5,90	18,7	4	2,0	GM	114	91	8	8	0,36	32		174	16
6,10	18,7	4	2,0	GM	118	92	8	8	0,36	32		174	16
6,30	19,5	10	2,0	GM	122	94	20	21	0,58	35		220	26
6,50	19,8	12	2,0	GM	126	96	24	24	0,64	36		231	29
6,70	19,1	7	2,0	GM	130	98	14	14	0,48	34		202	22

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,7	11	2,0	GM	134	100	22	22	0,60	35		227	28
7,10	19,3	8	2,0	GM	137	102	16	16	0,51	34		210	23
7,30	19,7	11	2,0	GM	141	104	22	22	0,60	35		228	28
7,50	19,8	12	2,0	GM	145	106	24	23	0,62	36		234	30
7,70	19,4	9	2,0	GM	149	108	18	17	0,53	34		218	25
7,90	20,0	14	2,0	GM	153	110	28	27	0,67	36		244	33
8,10	20,1	15	2,0	GM	157	112	30	28	0,69	37		249	34
8,30	21,3	28	2,0	GM	162	114	56	52	0,95	40		292	50
8,50	21,9	39	2,0	GM	166	117	78	71	1,00	41		318	61
8,70	22,1	100	2,0	GM	170	119	100	181	1,00	41		404	99





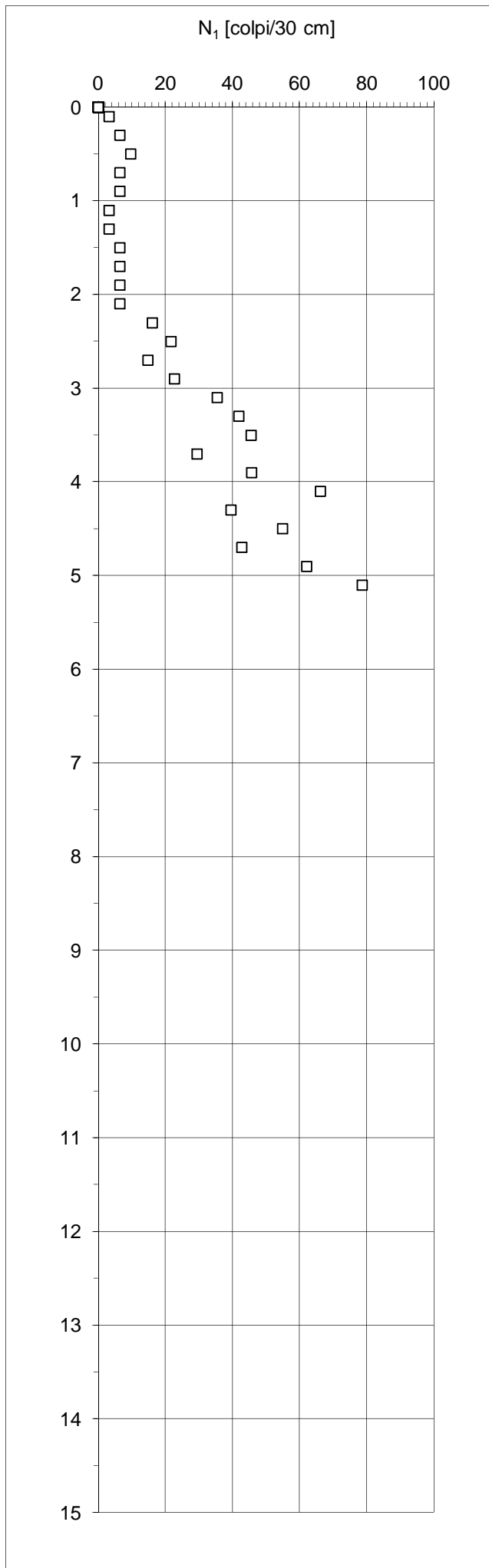
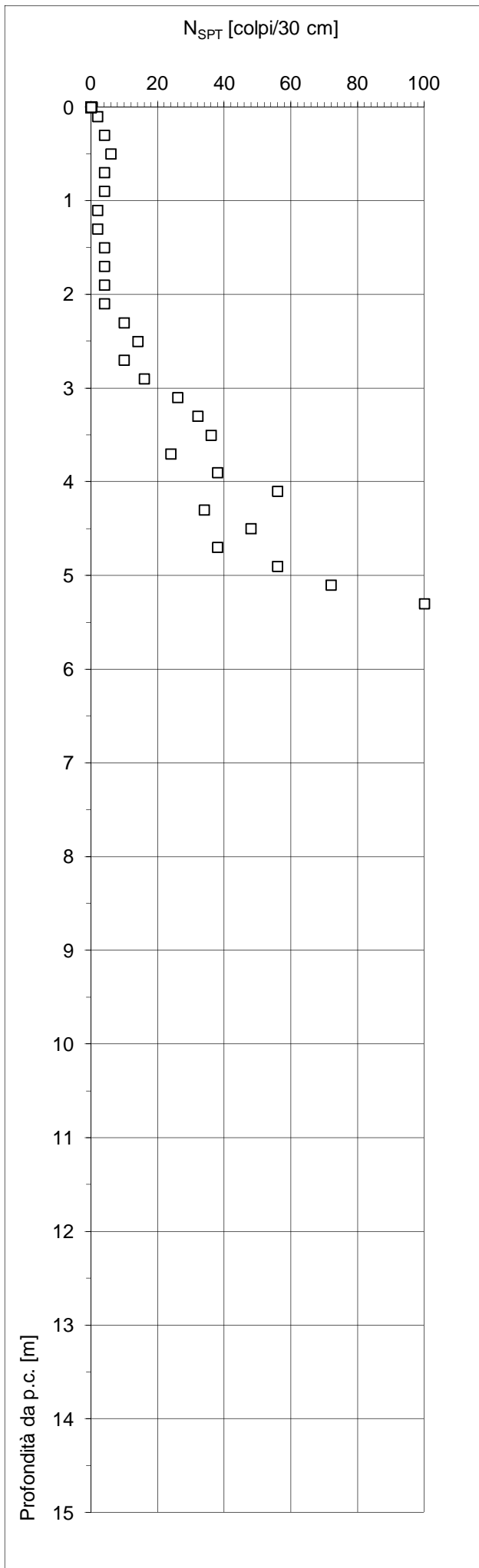


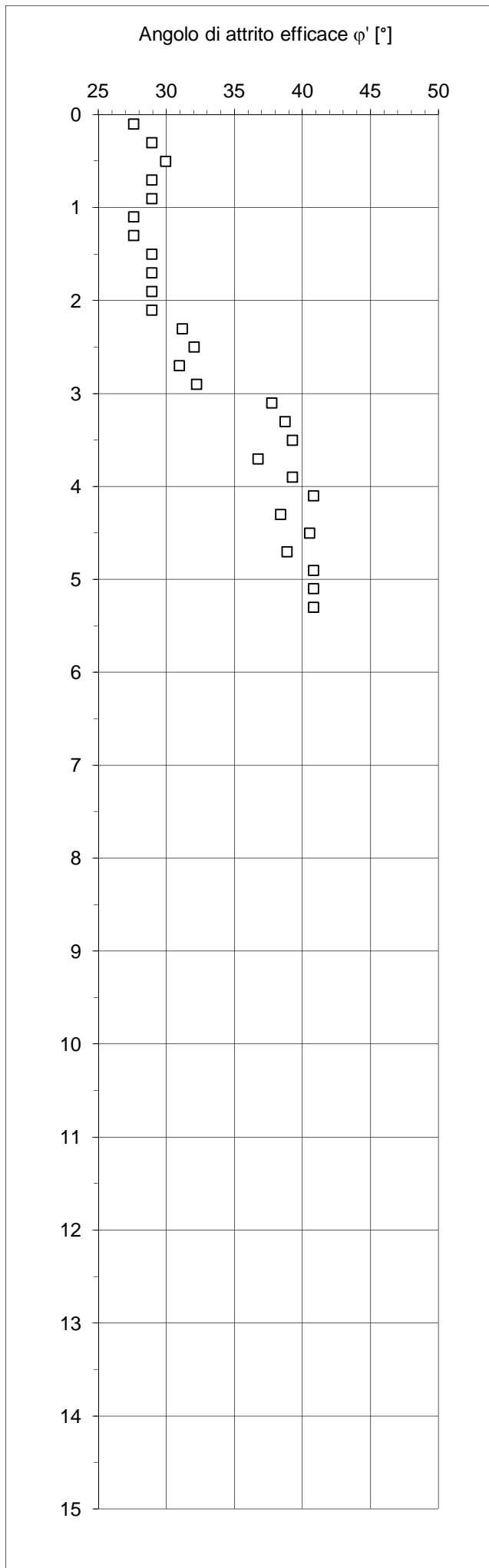
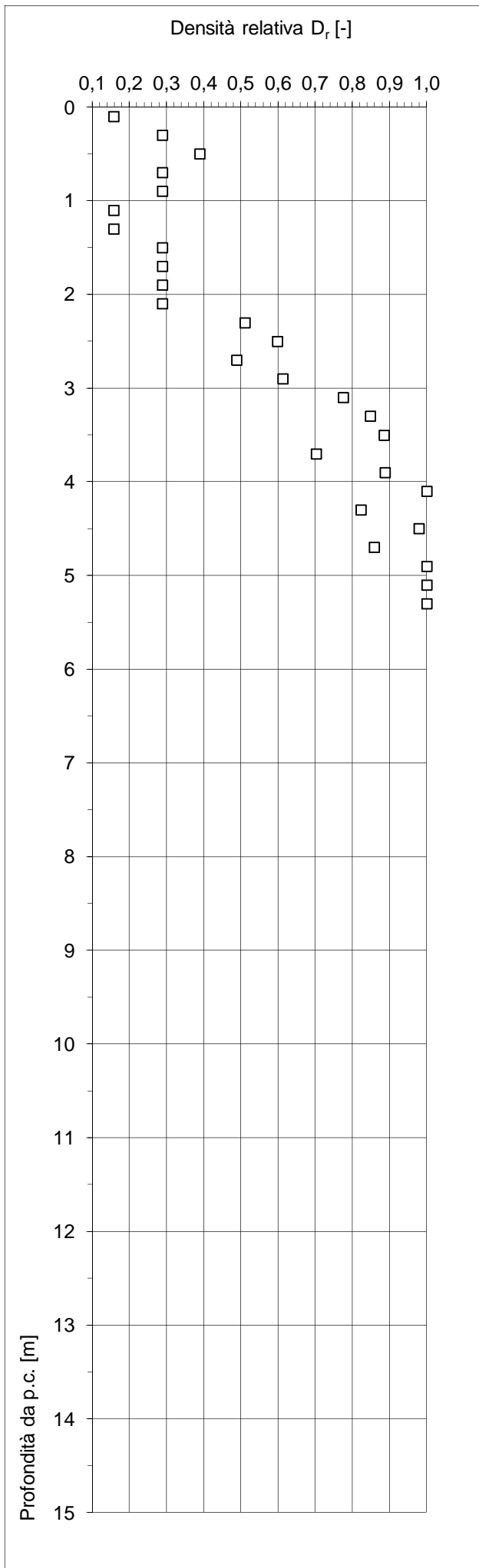
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

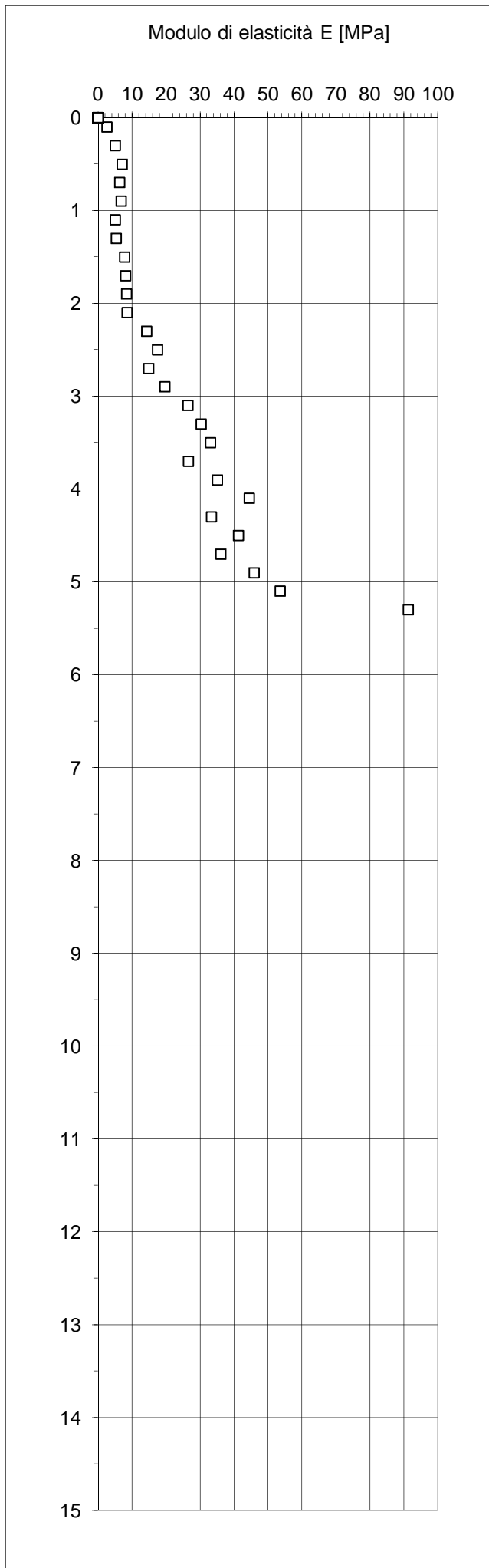
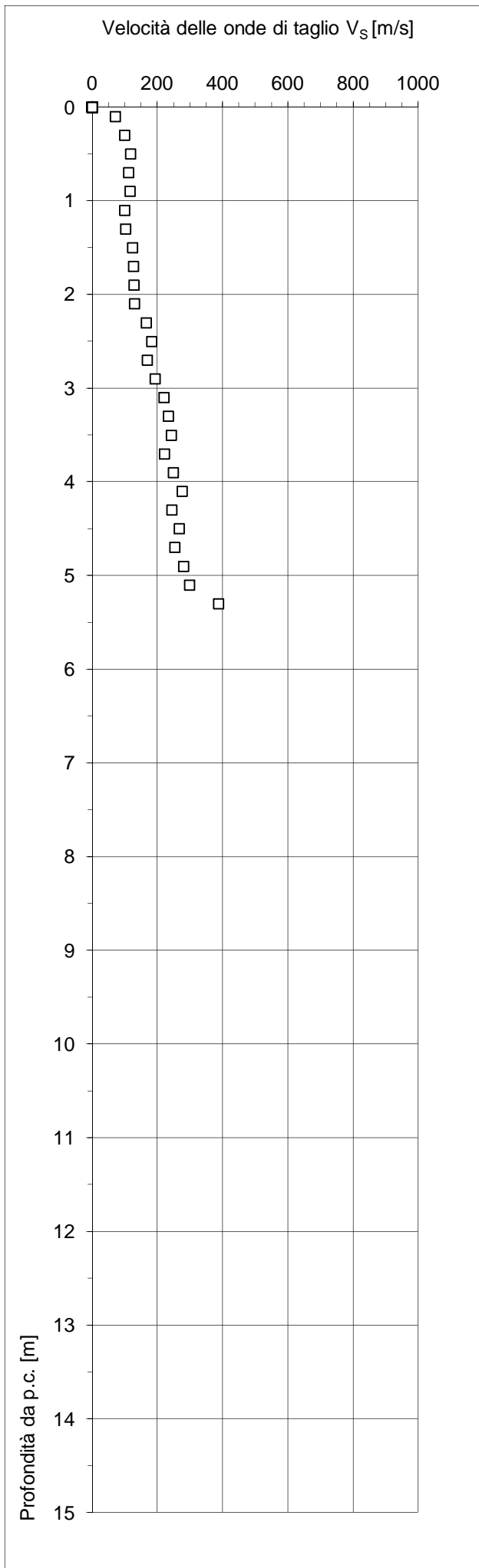
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	18/04/2016
Prova	DPSH2
Prof. falda	3,80 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	γ_n [kN/m ³]	N _P [-]	N _{SPT} /N _P [-]	Categoria terreno	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N _{SPT} [colpi/30 cm]	N ₁ [colpi/30 cm]	D _r [-]	ϕ' [°]	c _u [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,6	3	2,0	ML	9	9	6	10	0,39	30		117	7
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	28	28	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,4	2	2,0	ML	35	35	4	6	0,29	29		128	8
2,10	18,4	2	2,0	ML	39	39	4	6	0,29	29		130	9
2,30	18,9	5	2,0	ML	42	42	10	16	0,51	31		165	14
2,50	19,1	7	2,0	ML	46	46	14	22	0,60	32		182	17
2,70	18,9	5	2,0	ML	50	50	10	15	0,49	31		169	15
2,90	19,3	8	2,0	ML	54	54	16	23	0,61	32		192	20
3,10	19,9	13	2,0	GM	58	58	26	35	0,78	38		219	26
3,30	20,3	16	2,0	GM	62	62	32	42	0,85	39		233	30
3,50	20,5	18	2,0	GM	66	66	36	45	0,89	39		242	33
3,70	19,8	12	2,0	GM	70	70	24	29	0,70	37		221	27
3,90	20,6	19	2,0	GM	74	72	38	46	0,89	39		249	35
4,10	21,3	28	2,0	GM	78	74	56	66	1,00	41		275	44
4,30	20,4	17	2,0	GM	82	76	34	40	0,82	38		244	33
4,50	21,0	24	2,0	GM	87	79	48	55	0,98	41		267	41
4,70	20,6	19	2,0	GM	91	81	38	43	0,86	39		253	36
4,90	21,3	28	2,0	GM	95	83	56	62	1,00	41		279	46
5,10	21,8	36	2,0	GM	99	86	72	79	1,00	41		299	54
5,30	22,1	100	2,0	GM	104	88	100	215	1,00	41		387	91







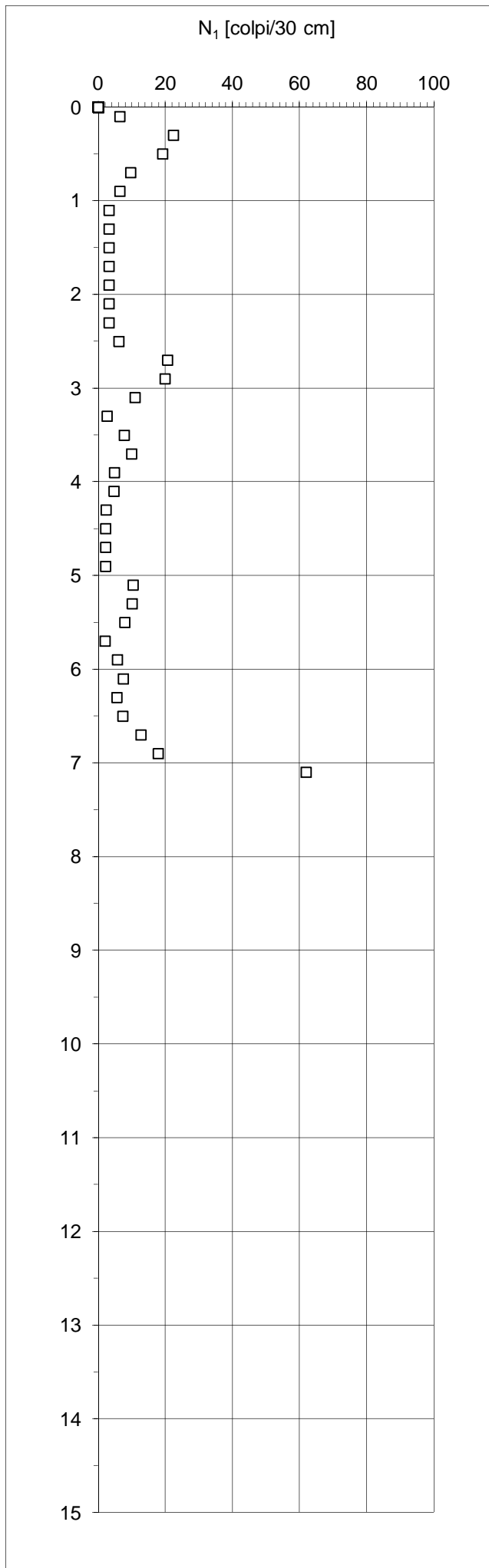
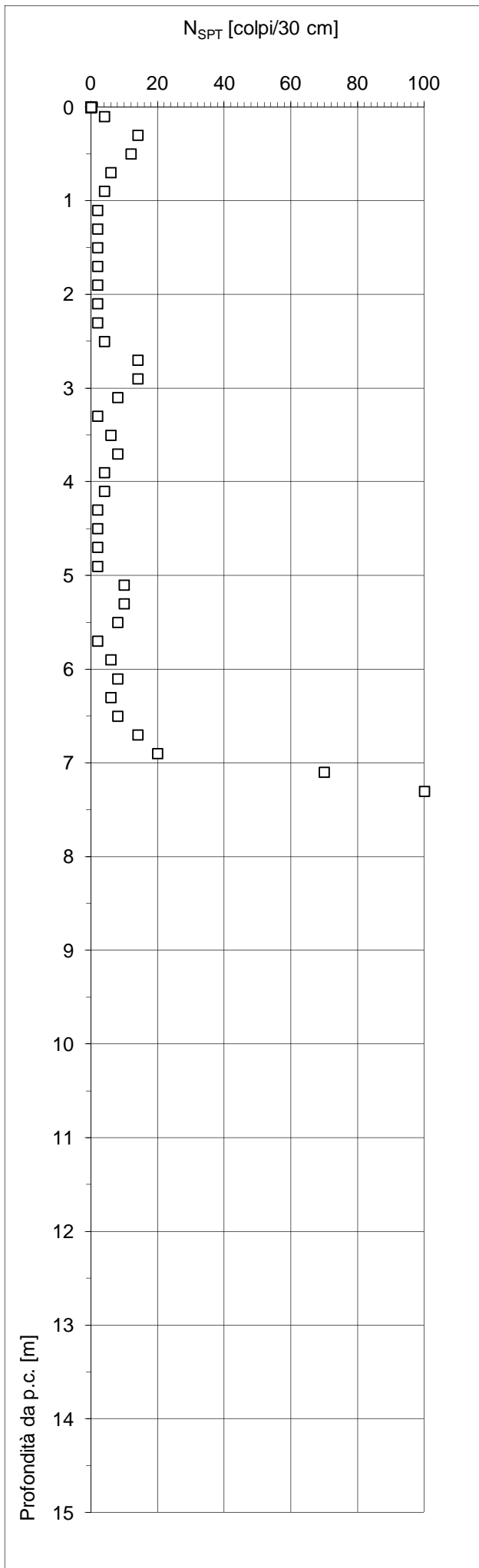
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

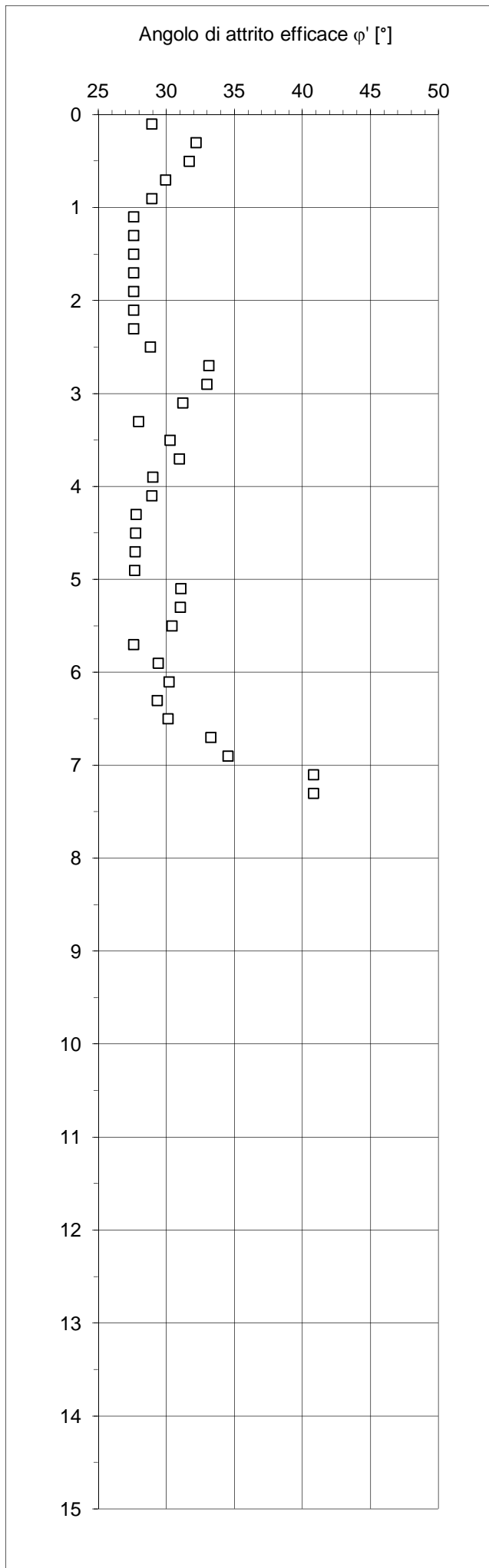
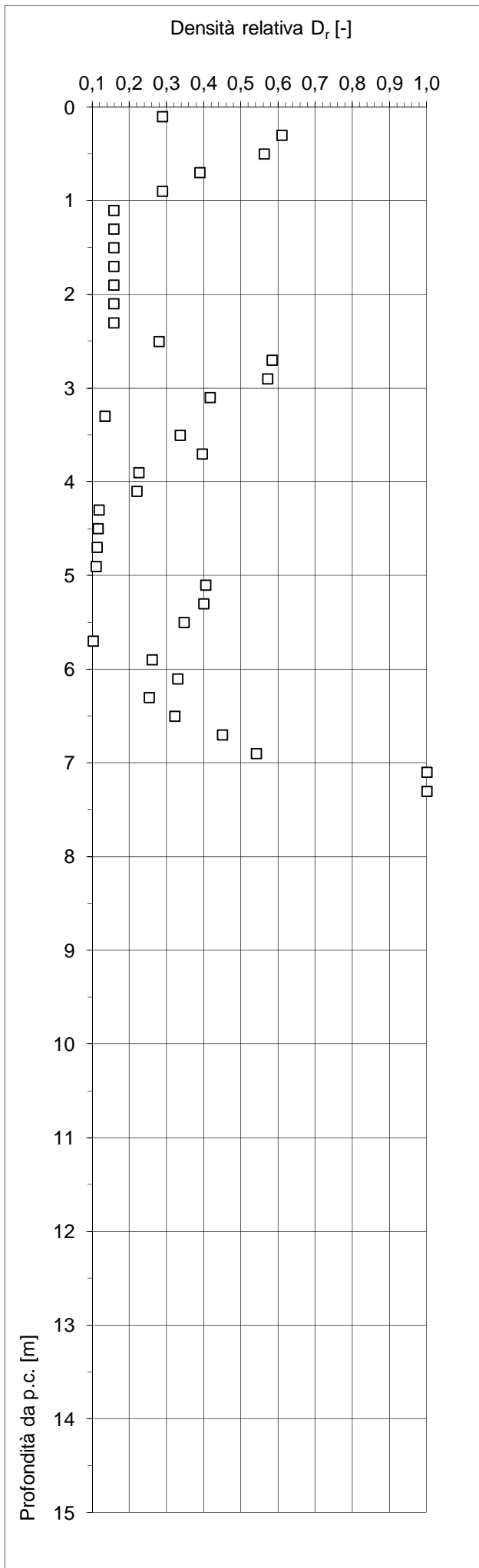
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	18/04/2016
Prova	DPSH3
Prof. falda	6,40 [m]

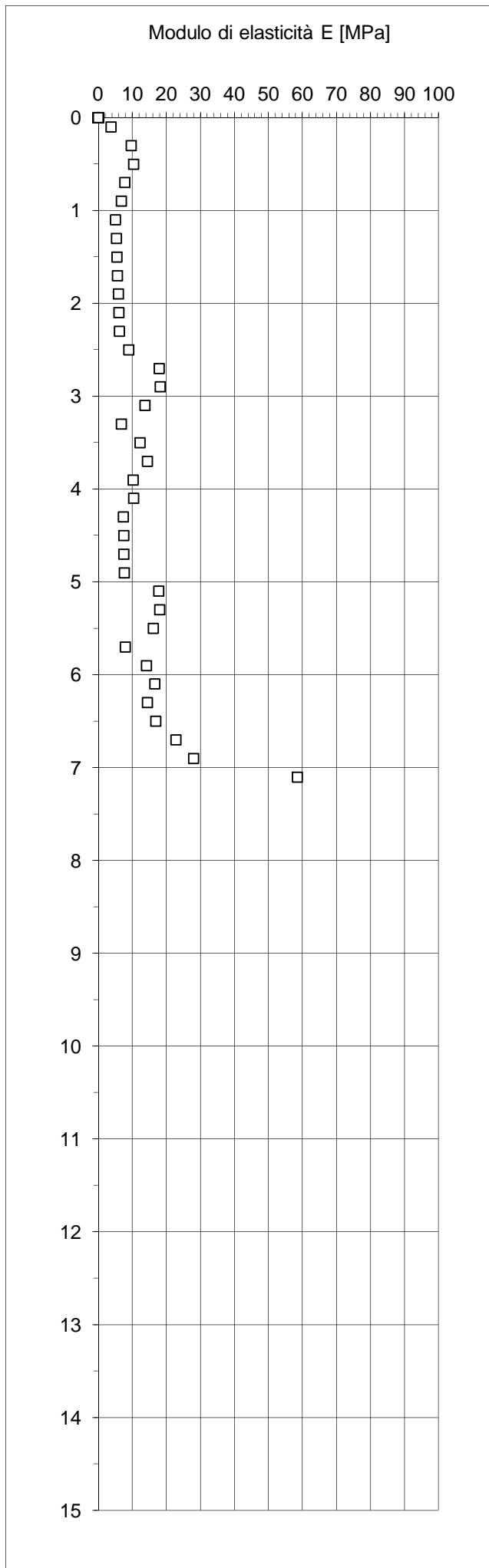
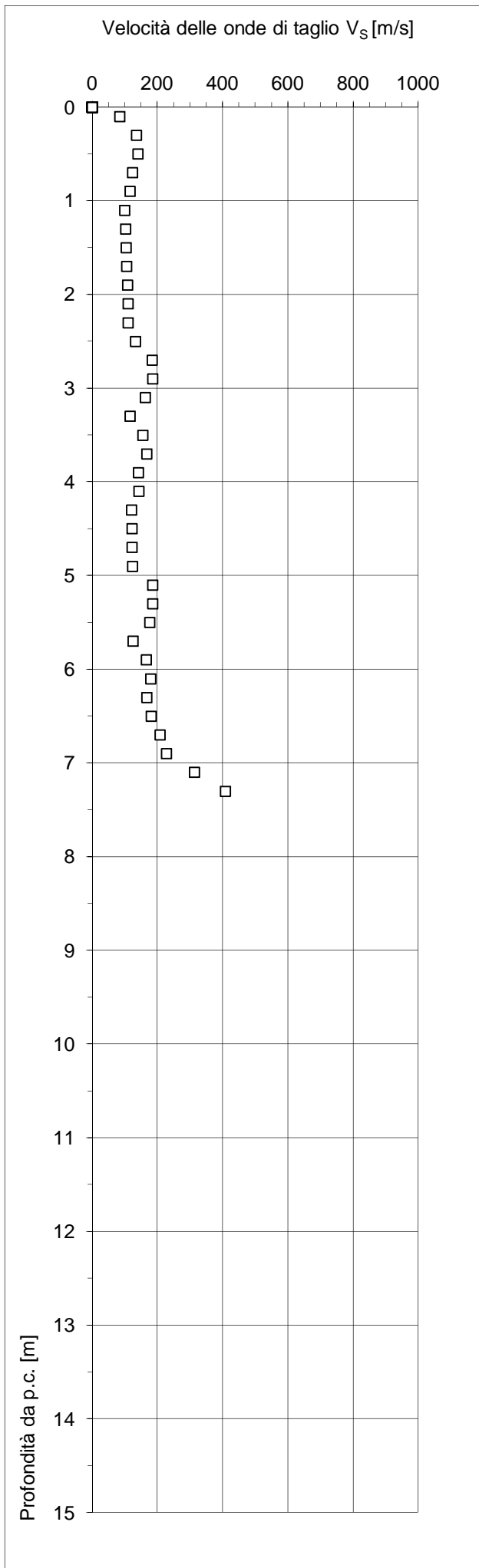
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,4	2	2,0	ML	2	2	4	6	0,29	29		85	4
0,30	19,1	7	2,0	ML	6	6	14	22	0,61	32		136	10
0,50	19,0	6	2,0	ML	9	9	12	19	0,56	32		140	10
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		124	8
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		116	7
1,10	18,3	1	2,0	ML	21	21	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,3	1	2,0	ML	28	28	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,3	1	2,0	ML	31	31	2	3	0,16	28		106	6
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	39	39	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,3	1	2,0	ML	42	42	2	3	0,16	28		111	6
2,50	18,4	2	2,0	ML	46	46	4	6	0,28	29		133	9
2,70	19,1	7	2,0	SM	50	50	14	21	0,58	33		184	18
2,90	19,1	7	2,0	SM	54	54	14	20	0,57	33		186	18
3,10	18,7	4	2,0	SM	58	58	8	11	0,42	31		163	14
3,30	18,3	1	2,0	SM	61	61	2	3	0,13	28		116	7
3,50	18,6	3	2,0	SM	65	65	6	8	0,34	30		154	12
3,70	18,7	4	2,0	SM	69	69	8	10	0,40	31		167	14
3,90	18,4	2	2,0	SM	72	72	4	5	0,23	29		142	10
4,10	18,4	2	2,0	SM	76	76	4	5	0,22	29		143	10
4,30	18,3	1	2,0	SM	80	80	2	2	0,12	28		121	7
4,50	18,3	1	2,0	SM	83	83	2	2	0,12	28		121	7
4,70	18,3	1	2,0	SM	87	87	2	2	0,11	28		122	8
4,90	18,3	1	2,0	SM	91	91	2	2	0,11	28		123	8
5,10	18,9	5	2,0	SM	94	94	10	10	0,41	31		185	18
5,30	18,9	5	2,0	SM	98	98	10	10	0,40	31		186	18
5,50	18,7	4	2,0	SM	102	102	8	8	0,35	30		177	16
5,70	18,3	1	2,0	SM	106	106	2	2	0,10	28		126	8
5,90	18,6	3	2,0	SM	109	109	6	6	0,26	29		166	14
6,10	18,7	4	2,0	SM	113	113	8	7	0,33	30		179	17
6,30	18,6	3	2,0	SM	117	117	6	6	0,25	29		168	14
6,50	18,7	4	2,0	SM	120	118	8	7	0,32	30		180	17
6,70	19,1	7	2,0	GM	124	120	14	13	0,45	33		208	23

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,5	10	2,0	GM	128	122	20	18	0,54	35		228	28
7,10	21,7	35	2,0	GM	133	125	70	62	1,00	41		313	59
7,30	22,1	100	2,0	GM	137	127	100	175	1,00	41		408	101







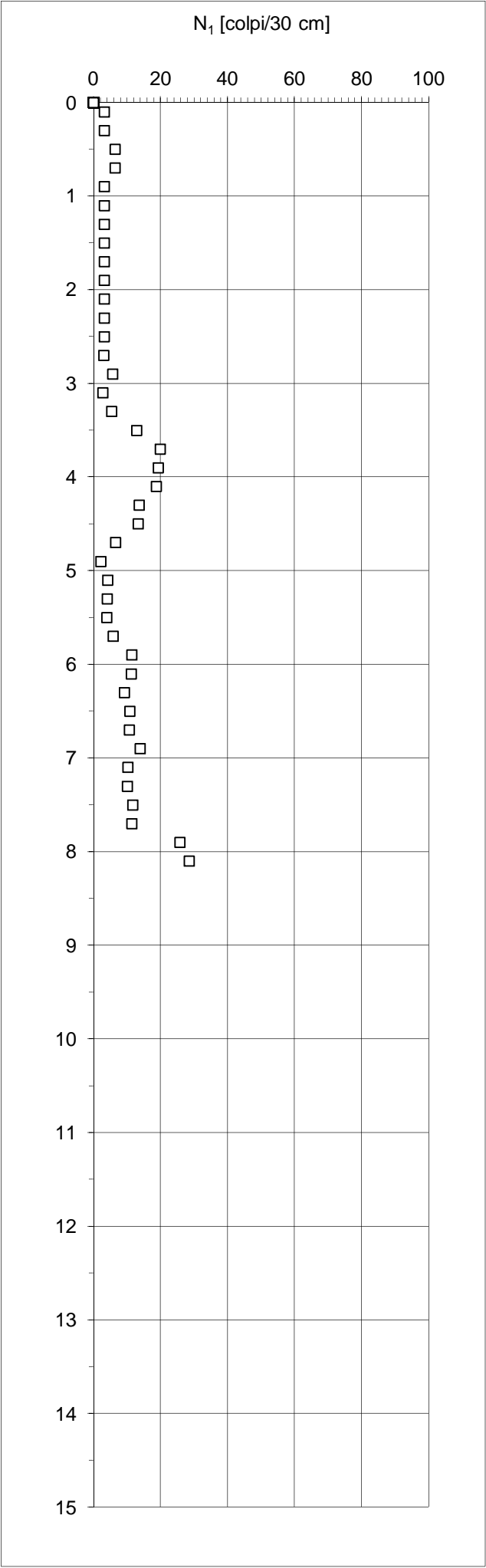
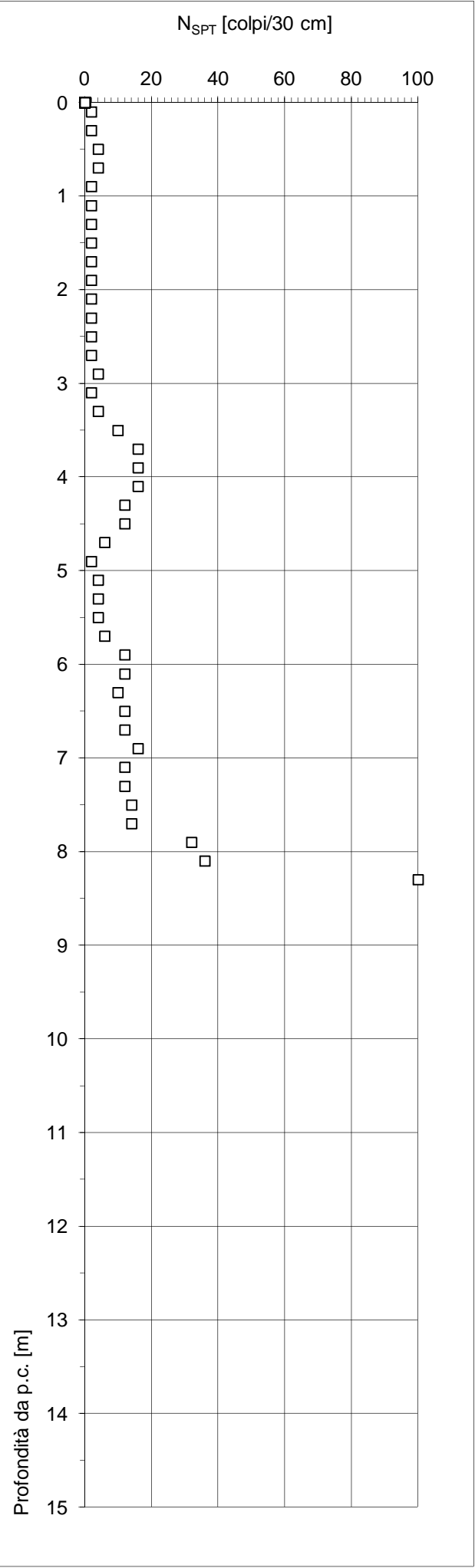
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

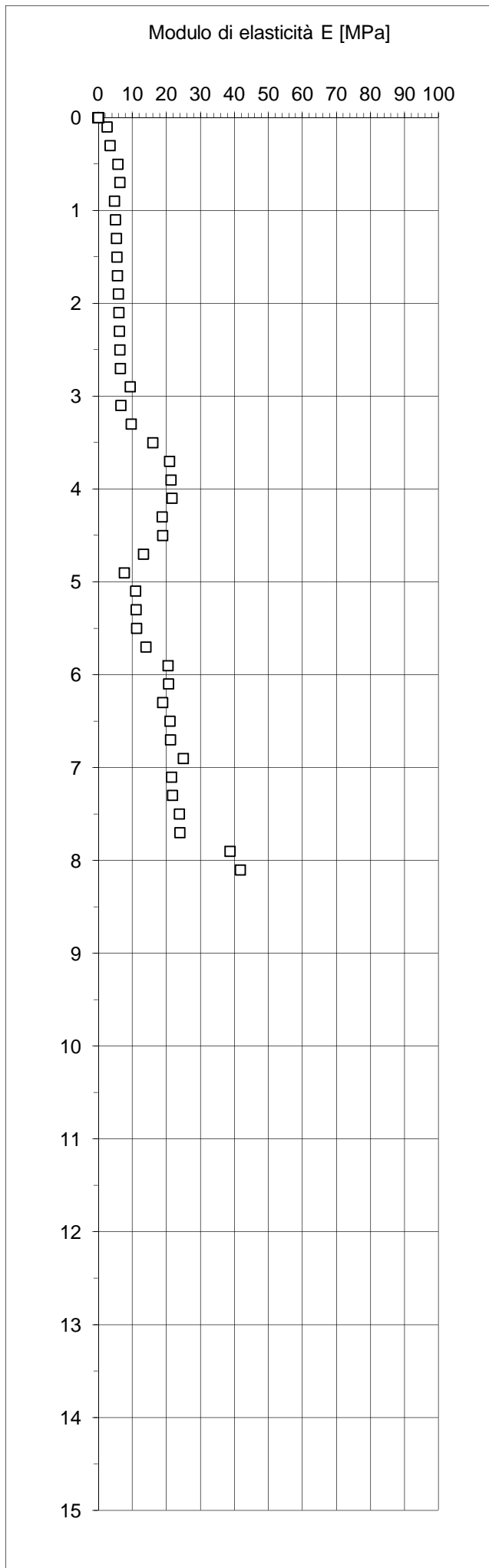
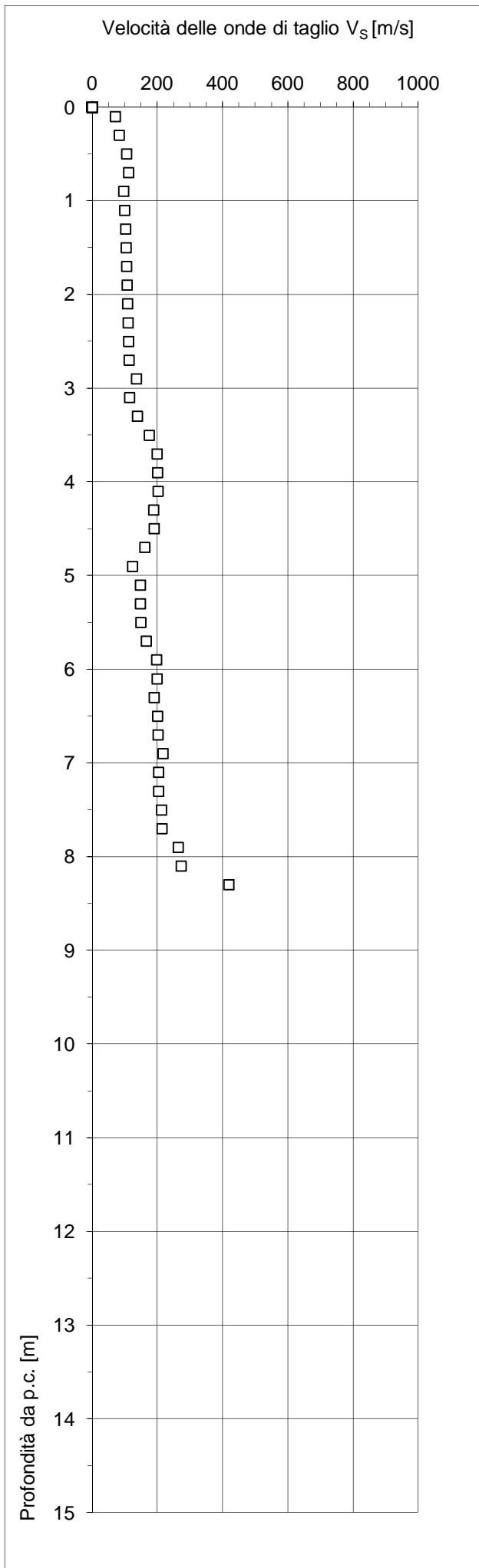
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	18/04/2016
Prova	DPSH4
Prof. falda	- [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	γ_n [kN/m ³]	N _P [-]	N _{SPT} /N _P [-]	Categoria terreno	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N _{SPT} [colpi/30 cm]	N ₁ [colpi/30 cm]	D _r [-]	ϕ' [°]	c _u [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,3	1	2,0	ML	5	5	2	3	0,16	28		83	3
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,3	1	2,0	ML	16	16	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,3	1	2,0	ML	27	27	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,3	1	2,0	ML	31	31	2	3	0,16	28		106	6
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		107	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	38	38	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,3	1	2,0	ML	42	42	2	3	0,16	28		110	6
2,50	18,3	1	2,0	ML	46	46	2	3	0,15	28		112	6
2,70	18,3	1	2,0	ML	49	49	2	3	0,15	28		113	6
2,90	18,4	2	2,0	ML	53	53	4	6	0,26	29		136	9
3,10	18,3	1	2,0	ML	57	57	2	3	0,14	27		115	7
3,30	18,4	2	2,0	ML	60	60	4	5	0,25	28		138	10
3,50	18,9	5	2,0	SM	64	64	10	13	0,45	32		175	16
3,70	19,3	8	2,0	SM	68	68	16	20	0,57	33		199	21
3,90	19,3	8	2,0	SM	72	72	16	19	0,56	33		200	21
4,10	19,3	8	2,0	SM	76	76	16	19	0,55	33		202	22
4,30	19,0	6	2,0	SM	80	80	12	14	0,47	32		189	19
4,50	19,0	6	2,0	SM	83	83	12	13	0,46	32		190	19
4,70	18,6	3	2,0	SM	87	87	6	6	0,29	30		161	13
4,90	18,3	1	2,0	SM	91	91	2	2	0,11	28		123	8
5,10	18,4	2	2,0	SM	94	94	4	4	0,20	29		147	11
5,30	18,4	2	2,0	SM	98	98	4	4	0,19	29		148	11
5,50	18,4	2	2,0	SM	102	102	4	4	0,19	29		149	11
5,70	18,6	3	2,0	SM	105	105	6	6	0,27	29		165	14
5,90	19,0	6	2,0	SM	109	109	12	11	0,43	31		197	20
6,10	19,0	6	2,0	SM	113	113	12	11	0,42	31		198	21
6,30	18,9	5	2,0	SM	117	117	10	9	0,38	31		190	19
6,50	19,0	6	2,0	SM	121	121	12	11	0,41	31		200	21
6,70	19,0	6	2,0	SM	124	124	12	11	0,41	31		201	21

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,3	8	2,0	SM	128	128	16	14	0,47	32		217	25
7,10	19,0	6	2,0	SM	132	132	12	10	0,40	31		203	22
7,30	19,0	6	2,0	SM	136	136	12	10	0,40	31		204	22
7,50	19,1	7	2,0	SM	140	140	14	12	0,43	31		212	24
7,70	19,1	7	2,0	SM	144	144	14	11	0,43	31		213	24
7,90	20,3	16	2,0	GM	148	148	32	26	0,66	36		263	39
8,10	20,5	18	2,0	GM	152	152	36	29	0,69	37		272	42
8,30	22,1	100	2,0	GM	156	156	100	156	1,00	41		419	107



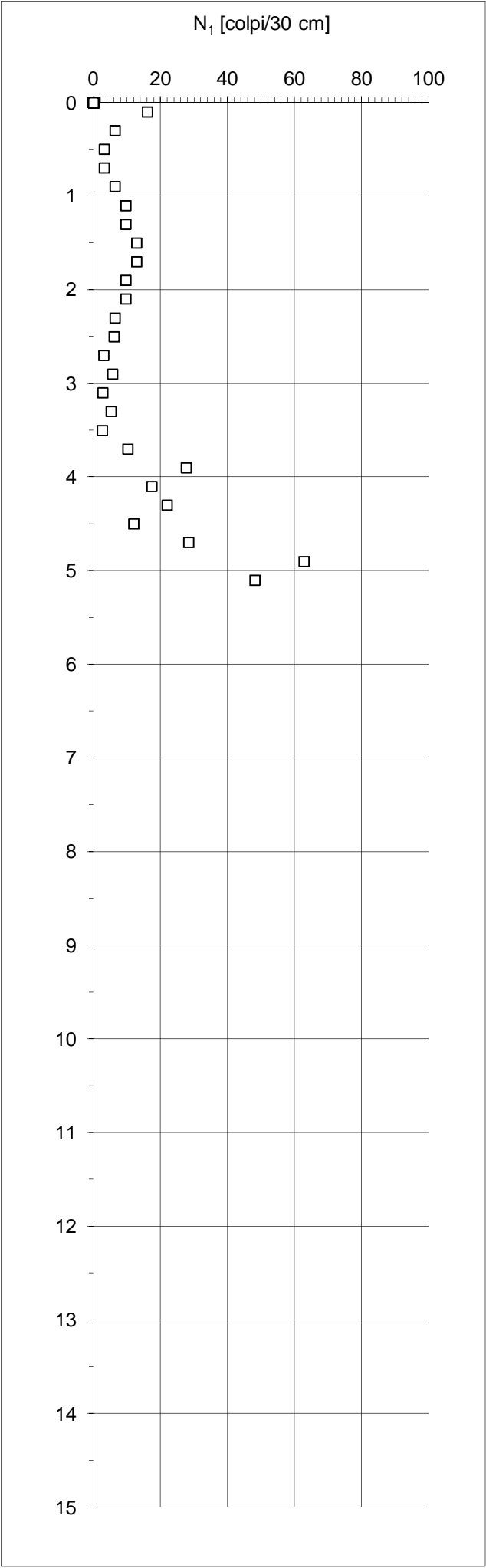
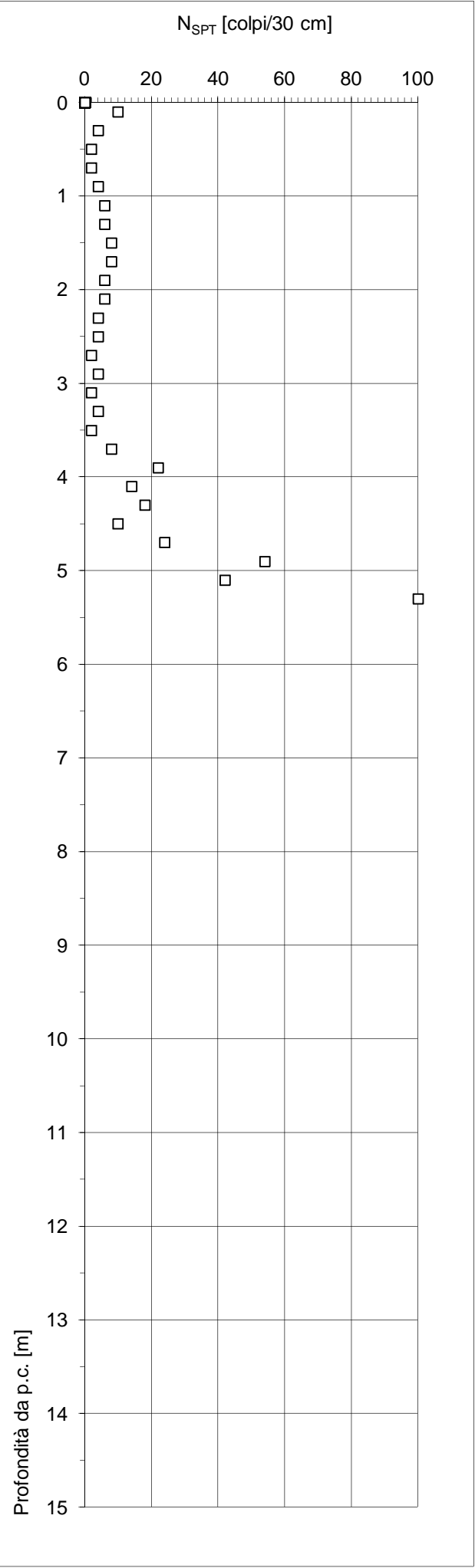


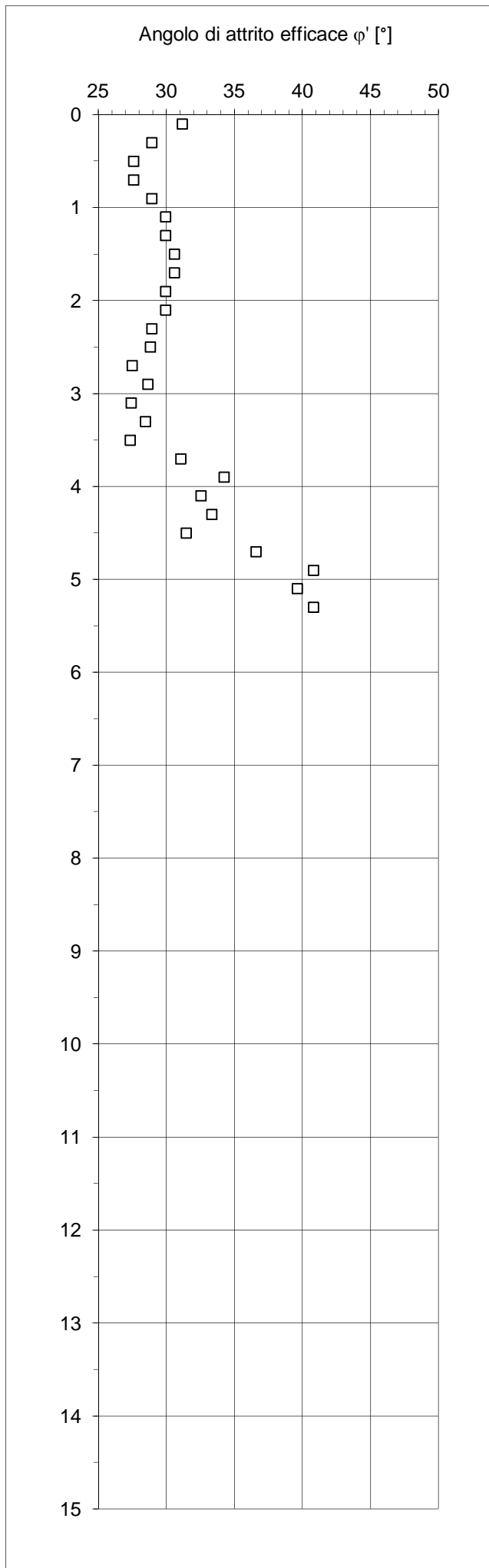
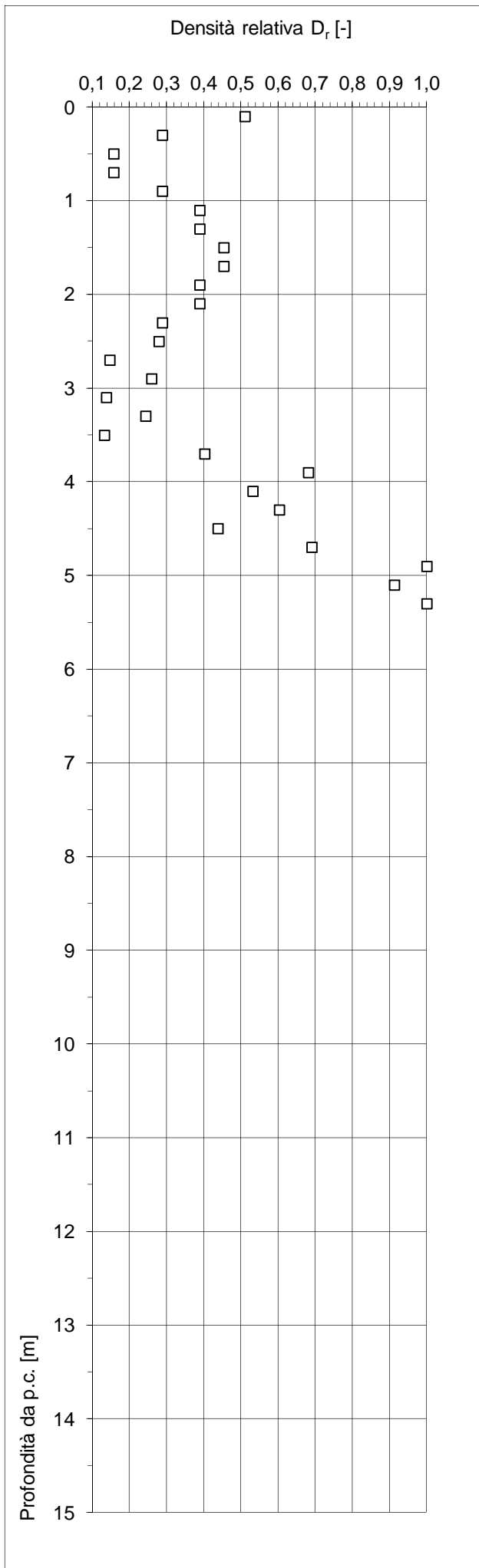
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

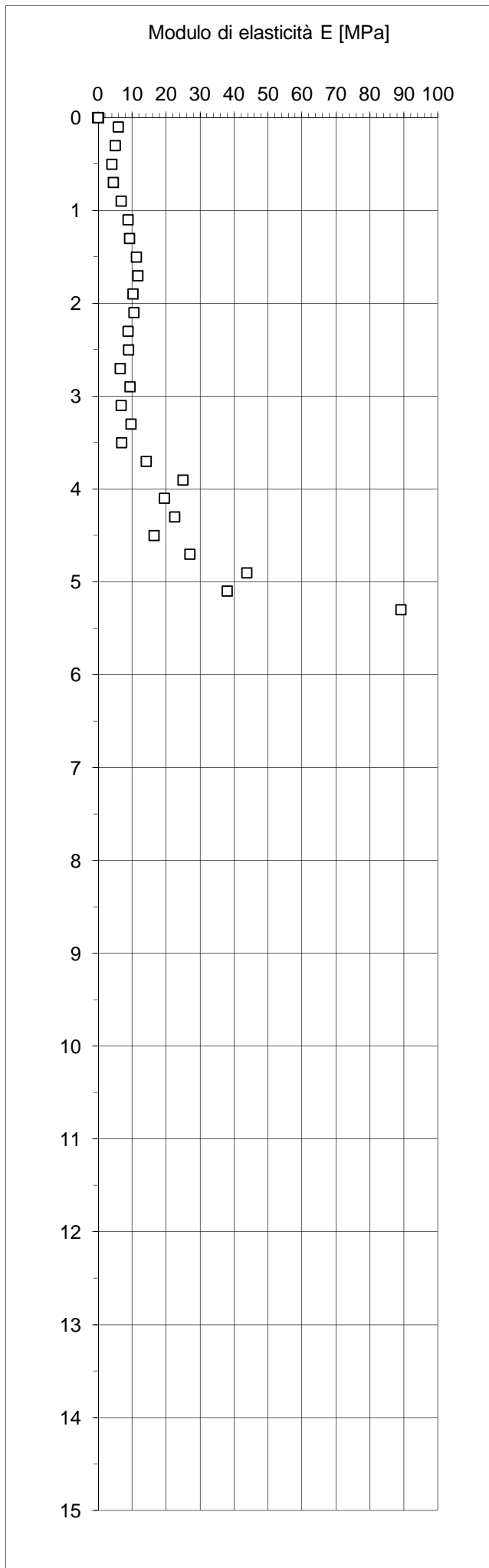
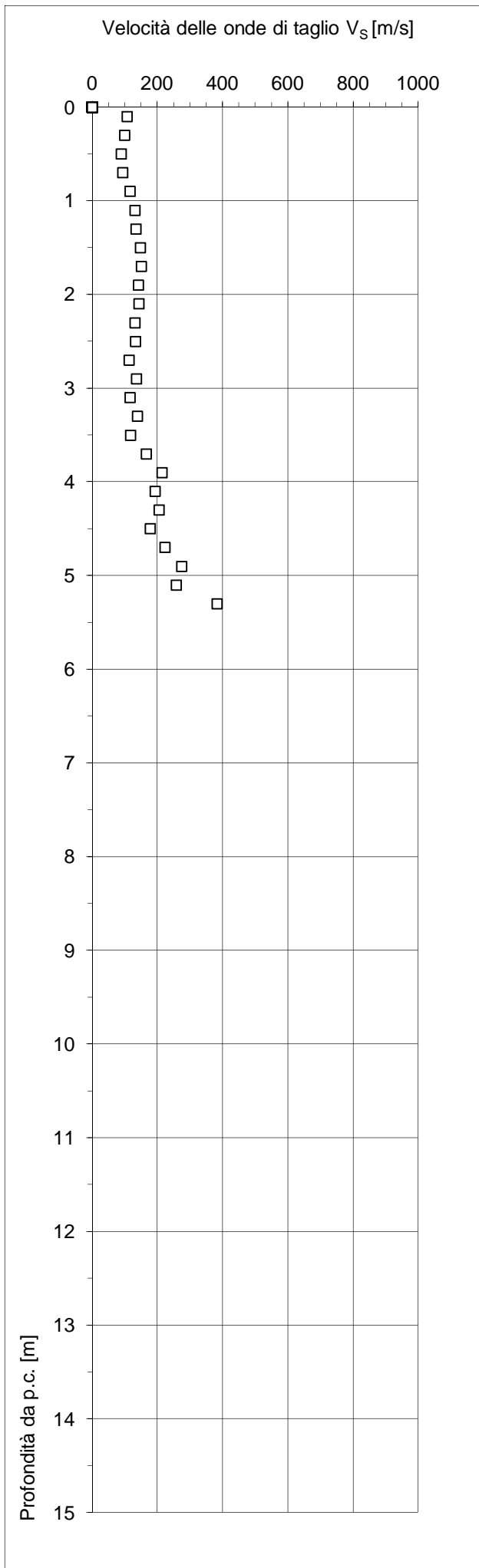
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	25/05/2016
Prova	DPSH5
Prof. falda	3,40 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	γ_n [kN/m ³]	N _P [-]	N _{SPT} /N _P [-]	Categoria terreno	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N _{SPT} [colpi/30 cm]	N ₁ [colpi/30 cm]	D _r [-]	ϕ' [°]	c _u [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
0,10	18,9	5	2,0	ML	2	2	10	16	0,51	31		107	6
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,3	1	2,0	ML	9	9	2	3	0,16	28		89	4
0,70	18,3	1	2,0	ML	13	13	2	3	0,16	28		94	4
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,6	3	2,0	ML	20	20	6	10	0,39	30		131	9
1,30	18,6	3	2,0	ML	24	24	6	10	0,39	30		134	9
1,50	18,7	4	2,0	ML	28	28	8	13	0,45	31		147	11
1,70	18,7	4	2,0	ML	31	31	8	13	0,45	31		150	12
1,90	18,6	3	2,0	ML	35	35	6	10	0,39	30		142	10
2,10	18,6	3	2,0	ML	39	39	6	10	0,39	30		144	11
2,30	18,4	2	2,0	ML	43	43	4	6	0,29	29		132	9
2,50	18,4	2	2,0	ML	46	46	4	6	0,28	29		133	9
2,70	18,3	1	2,0	ML	50	50	2	3	0,15	27		113	6
2,90	18,4	2	2,0	ML	54	54	4	6	0,26	29		136	9
3,10	18,3	1	2,0	ML	57	57	2	3	0,14	27		115	7
3,30	18,4	2	2,0	ML	61	61	4	5	0,24	28		138	10
3,50	18,3	1	2,0	ML	65	63	2	3	0,13	27		117	7
3,70	18,7	4	2,0	SM	68	64	8	10	0,40	31		166	14
3,90	19,7	11	2,0	SM	72	66	22	28	0,68	34		214	25
4,10	19,1	7	2,0	SM	76	68	14	17	0,53	33		192	19
4,30	19,4	9	2,0	SM	80	70	18	22	0,60	33		205	23
4,50	18,9	5	2,0	SM	84	72	10	12	0,44	31		178	16
4,70	19,8	12	2,0	GM	88	74	24	28	0,69	37		222	27
4,90	21,3	27	2,0	GM	92	76	54	63	1,00	41		274	44
5,10	20,8	21	2,0	GM	96	78	42	48	0,91	40		258	38
5,30	22,1	100	2,0	GM	101	81	100	225	1,00	41		383	89





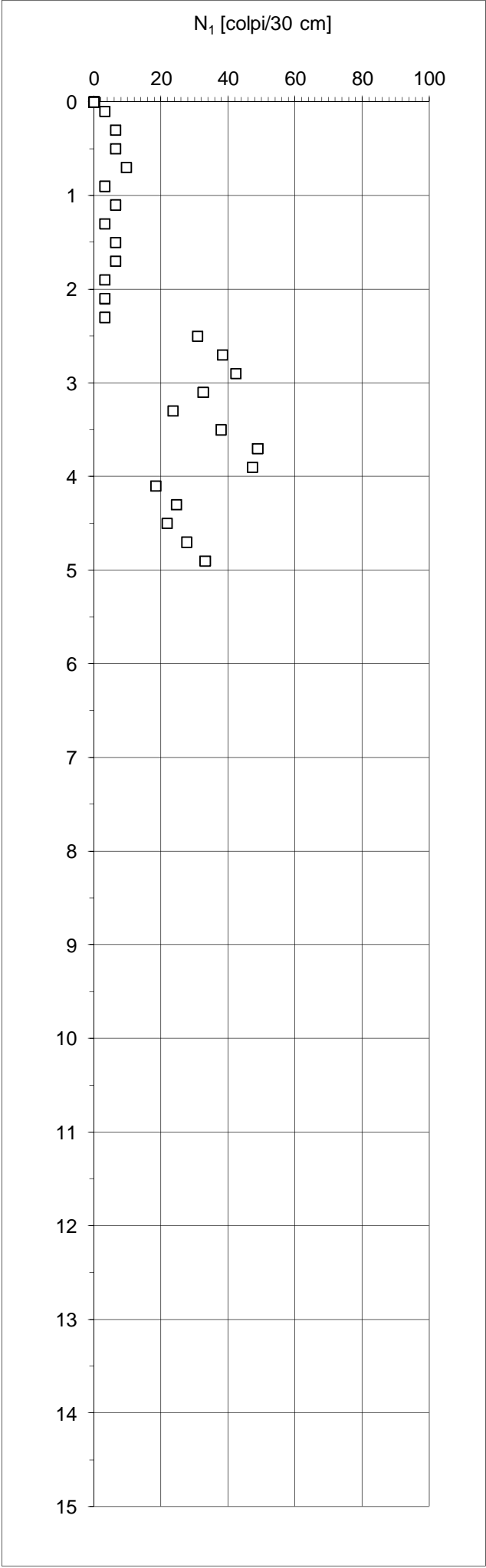
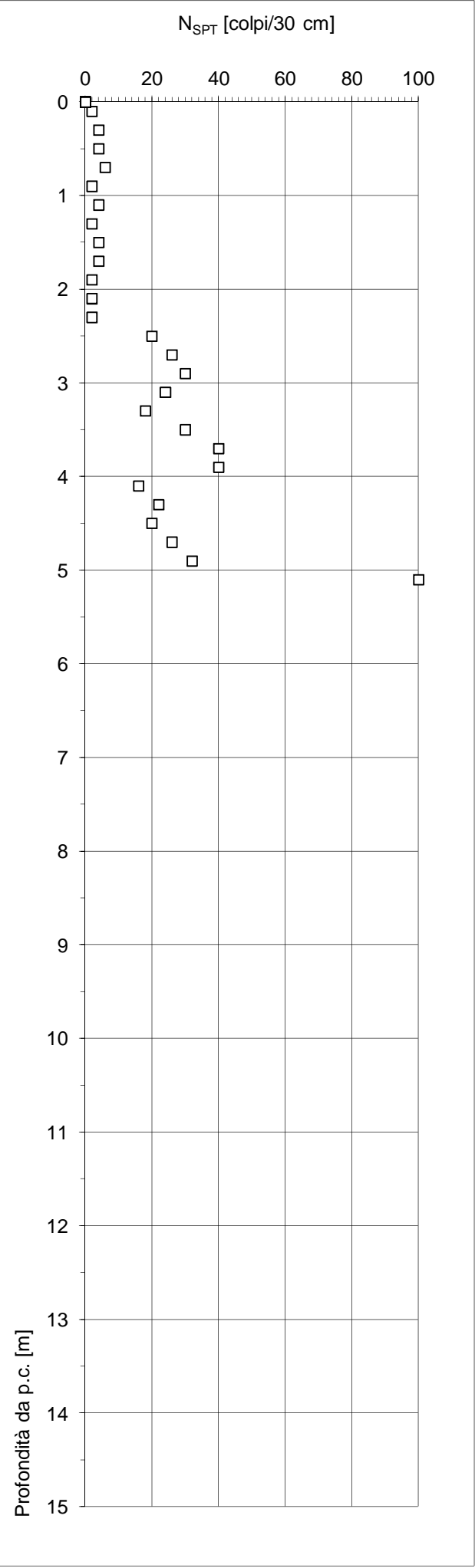


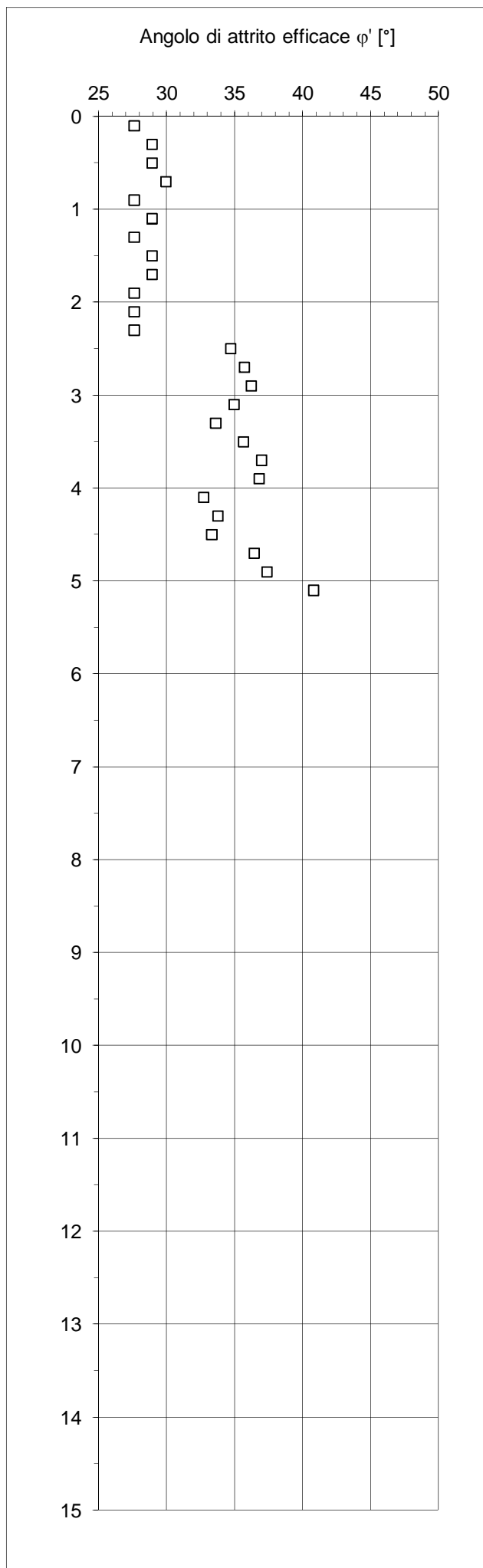
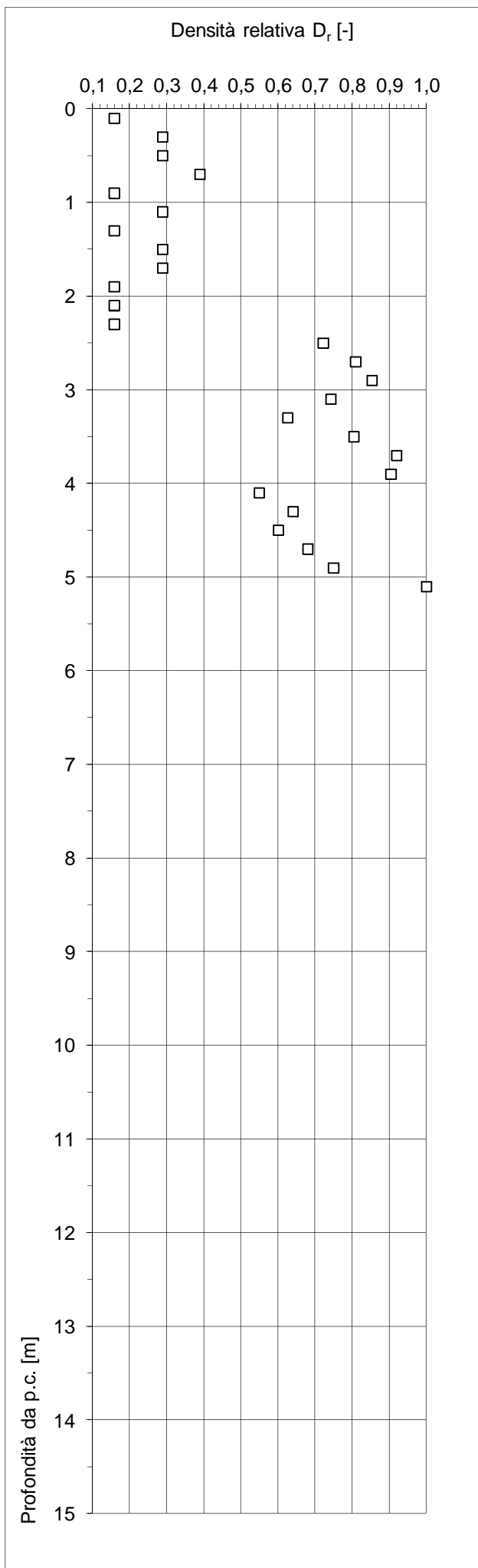
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

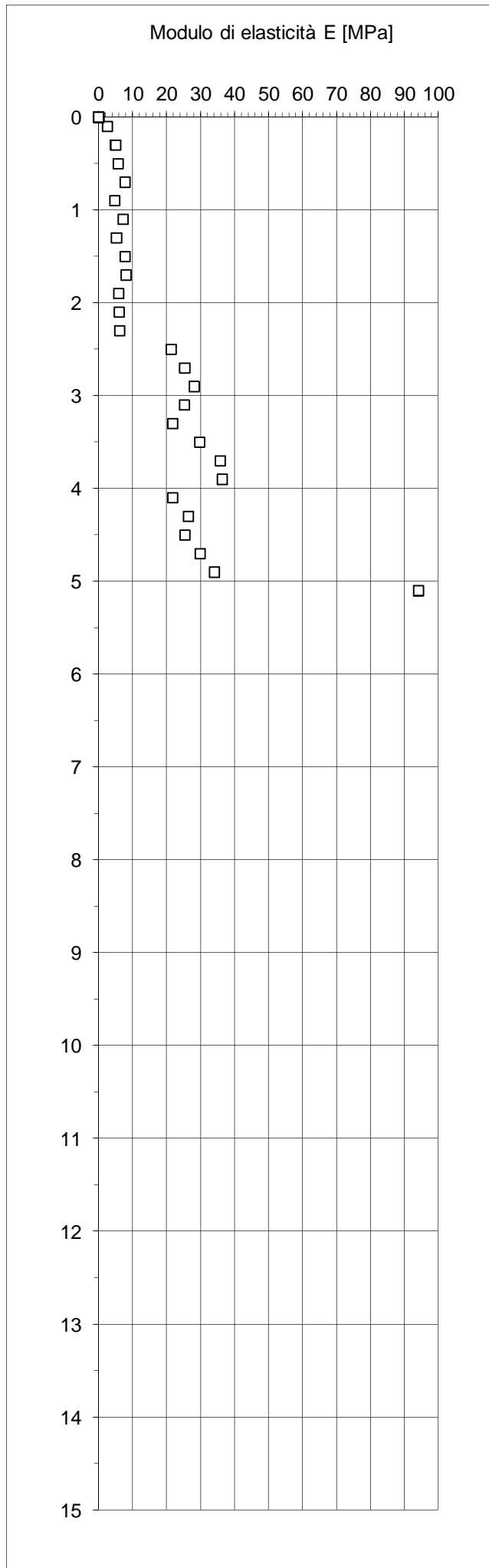
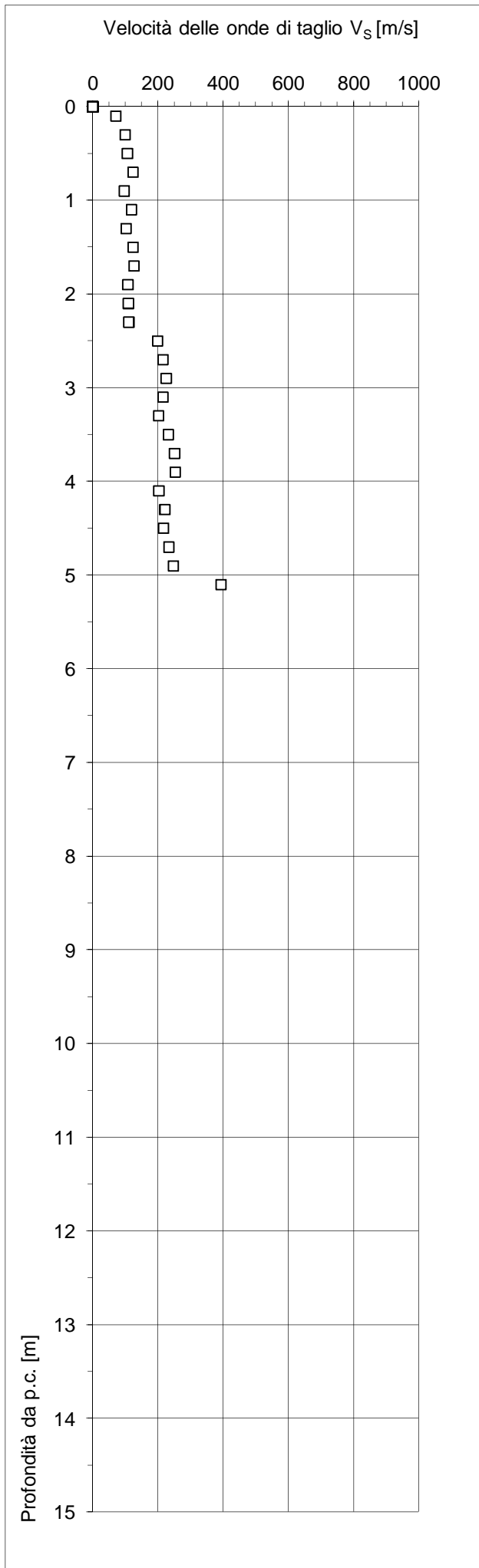
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	18/04/2016
Prova	DPSH6
Prof. falda	- [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	γ_n [kN/m ³]	N _P [-]	N _{SPT} /N _P [-]	Categoria terreno	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N _{SPT} [colpi/30 cm]	N ₁ [colpi/30 cm]	D _r [-]	ϕ' [°]	c _u [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		123	8
0,90	18,3	1	2,0	ML	17	17	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	28	28	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	39	39	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,3	1	2,0	ML	42	42	2	3	0,16	28		110	6
2,50	19,5	10	2,0	SM	46	46	20	31	0,72	35		199	21
2,70	19,9	13	2,0	SM	50	50	26	38	0,81	36		215	25
2,90	20,1	15	2,0	SM	54	54	30	42	0,85	36		225	28
3,10	19,8	12	2,0	SM	58	58	24	33	0,74	35		215	25
3,30	19,4	9	2,0	SM	62	62	18	24	0,63	34		202	22
3,50	20,1	15	2,0	SM	66	66	30	38	0,80	36		231	30
3,70	20,7	20	2,0	SM	70	70	40	49	0,92	37		251	36
3,90	20,7	20	2,0	SM	74	74	40	47	0,90	37		253	36
4,10	19,3	8	2,0	SM	78	78	16	18	0,55	33		202	22
4,30	19,7	11	2,0	SM	82	82	22	25	0,64	34		221	26
4,50	19,5	10	2,0	SM	86	86	20	22	0,60	33		217	25
4,70	19,9	13	2,0	GM	90	90	26	28	0,68	36		233	30
4,90	20,3	16	2,0	GM	94	94	32	33	0,75	37		247	34
5,10	22,1	100	2,0	GM	98	98	100	202	1,00	41		393	94





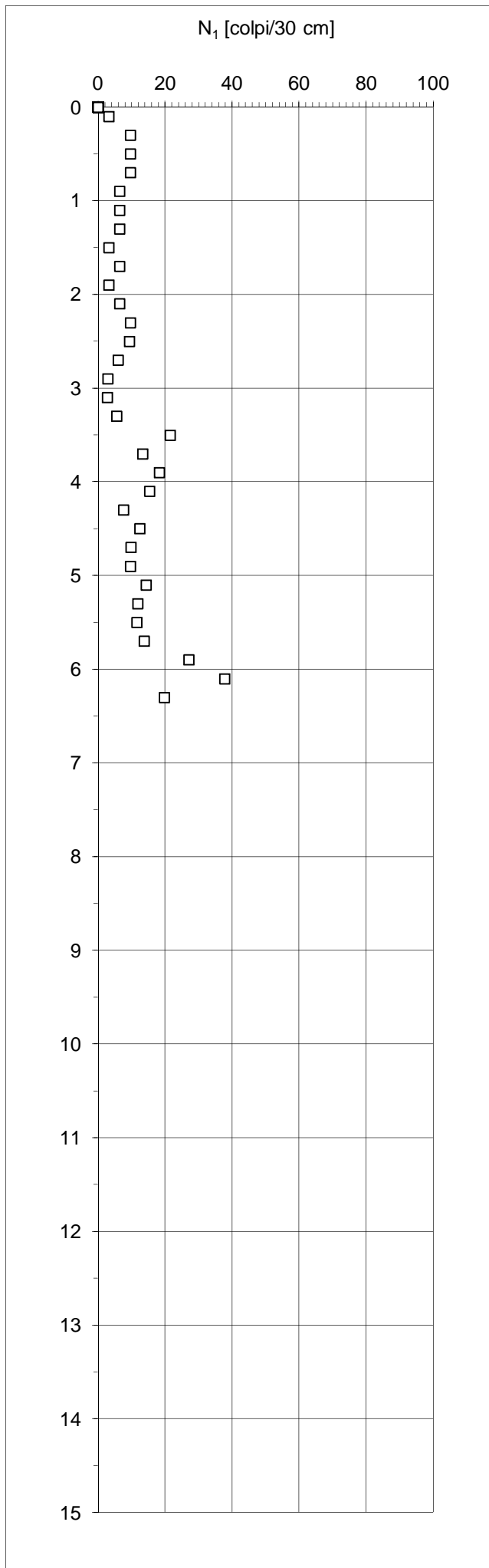
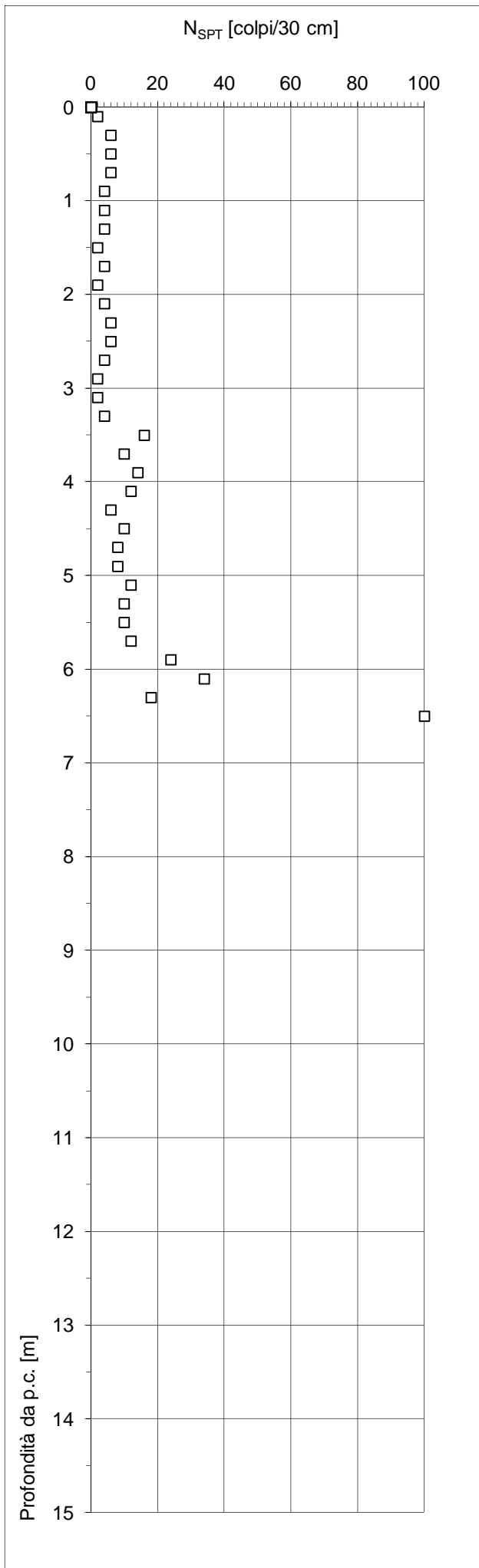


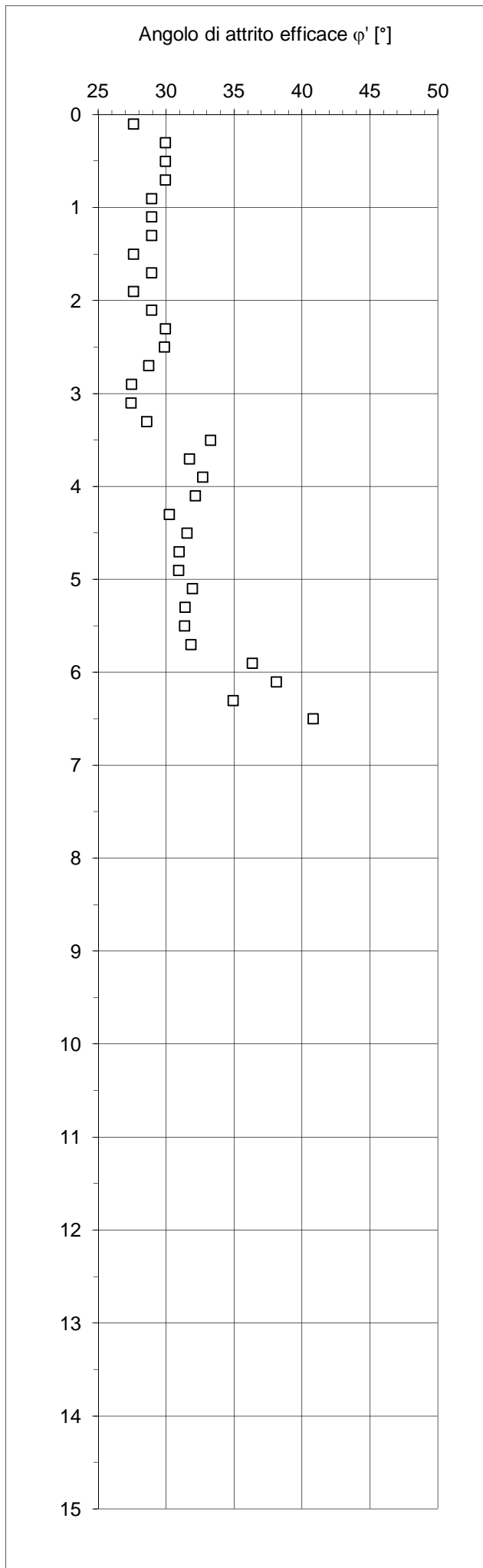
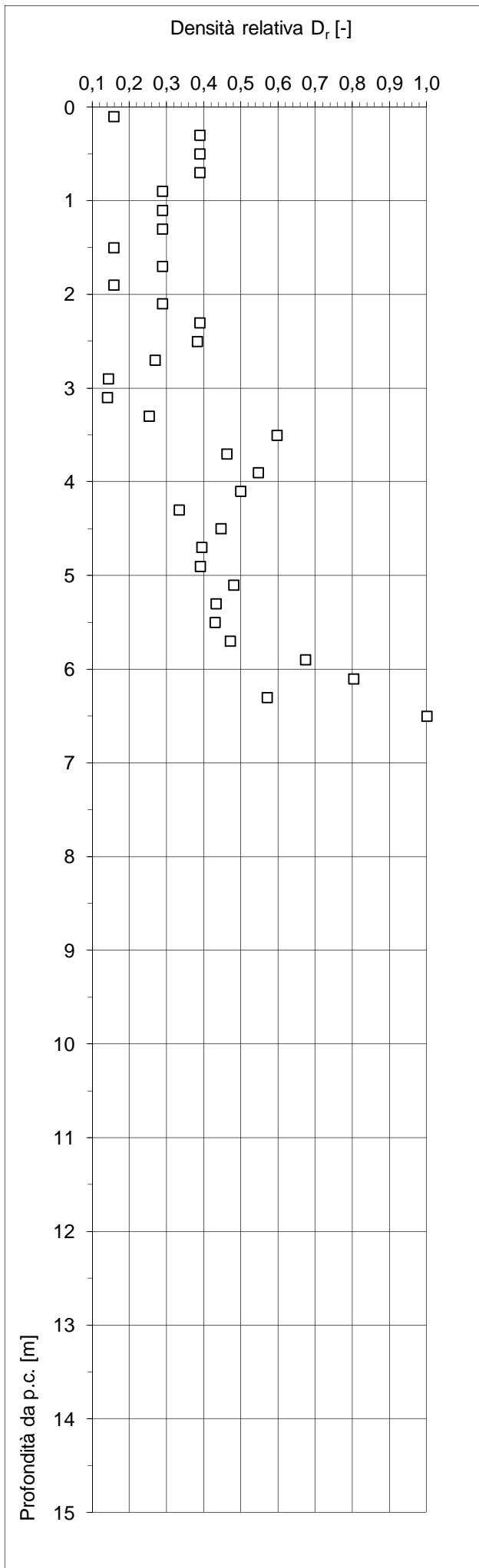
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

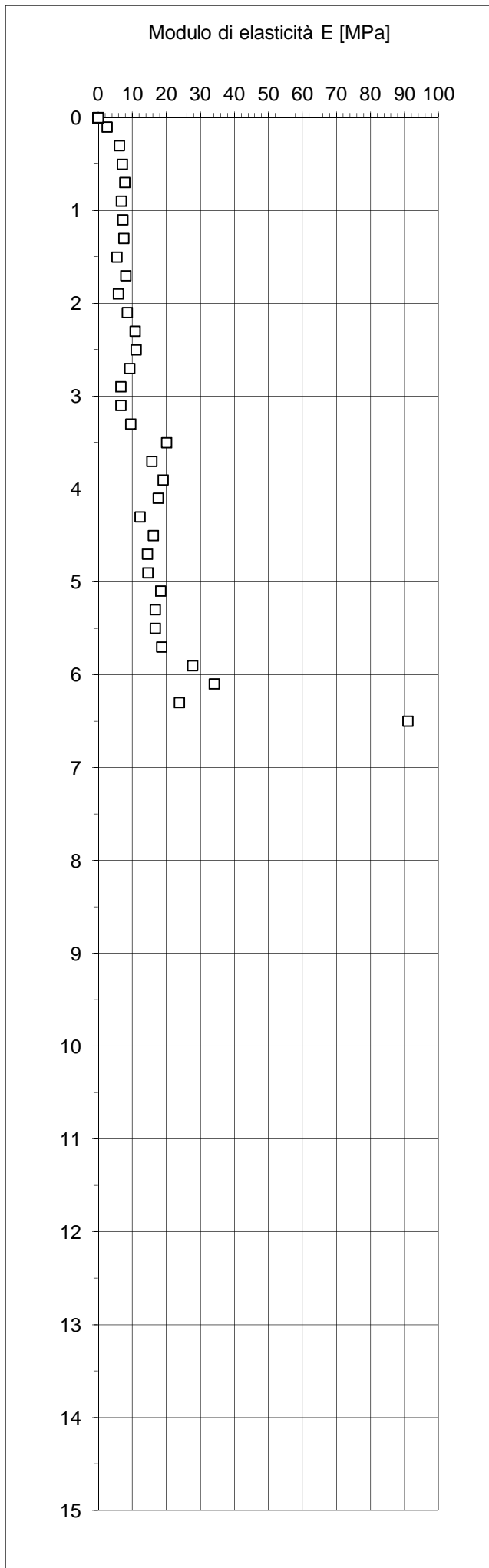
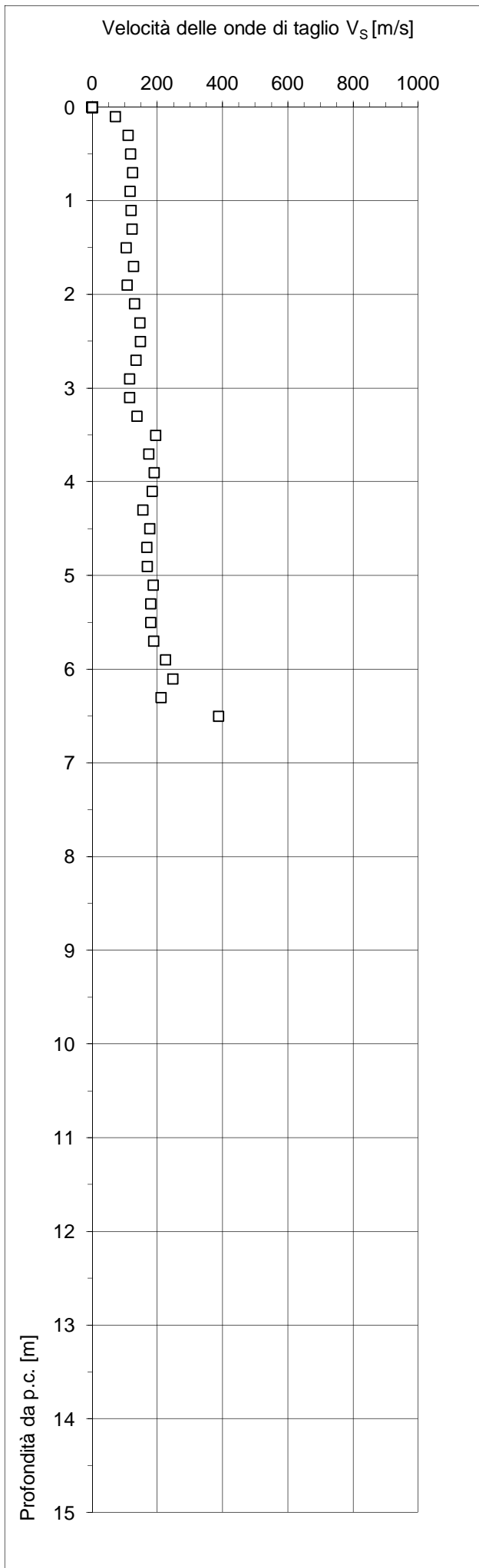
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	18/04/2016
Prova	DPSH7
Prof. falda	3,00 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,6	3	2,0	ML	6	6	6	10	0,39	30		109	6
0,50	18,6	3	2,0	ML	9	9	6	10	0,39	30		118	7
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		123	8
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,4	2	2,0	ML	24	24	4	6	0,29	29		121	7
1,50	18,3	1	2,0	ML	28	28	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,4	2	2,0	ML	39	39	4	6	0,29	29		130	9
2,30	18,6	3	2,0	ML	42	42	6	10	0,39	30		145	11
2,50	18,6	3	2,0	ML	46	46	6	9	0,38	30		147	11
2,70	18,4	2	2,0	ML	50	50	4	6	0,27	29		134	9
2,90	18,3	1	2,0	ML	53	53	2	3	0,14	27		114	7
3,10	18,3	1	2,0	ML	57	55	2	3	0,14	27		115	7
3,30	18,4	2	2,0	ML	61	57	4	5	0,25	29		137	10
3,50	19,3	8	2,0	SM	65	59	16	22	0,60	33		195	20
3,70	18,9	5	2,0	SM	68	61	10	13	0,46	32		174	16
3,90	19,1	7	2,0	SM	72	62	14	18	0,55	33		190	19
4,10	19,0	6	2,0	SM	76	64	12	15	0,50	32		183	18
4,30	18,6	3	2,0	SM	80	66	6	8	0,33	30		155	12
4,50	18,9	5	2,0	SM	84	68	10	12	0,45	32		177	16
4,70	18,7	4	2,0	SM	87	70	8	10	0,39	31		168	14
4,90	18,7	4	2,0	SM	91	71	8	10	0,39	31		168	15
5,10	19,0	6	2,0	SM	95	73	12	14	0,48	32		187	18
5,30	18,9	5	2,0	SM	99	75	10	12	0,43	31		179	17
5,50	18,9	5	2,0	SM	102	77	10	12	0,43	31		180	17
5,70	19,0	6	2,0	SM	106	79	12	14	0,47	32		189	19
5,90	19,8	12	2,0	GM	110	81	24	27	0,67	36		225	28
6,10	20,4	17	2,0	GM	114	83	34	38	0,80	38		246	34
6,30	19,4	9	2,0	GM	118	85	18	20	0,57	35		211	24
6,50	22,1	100	2,0	GM	122	87	100	216	1,00	41		387	91







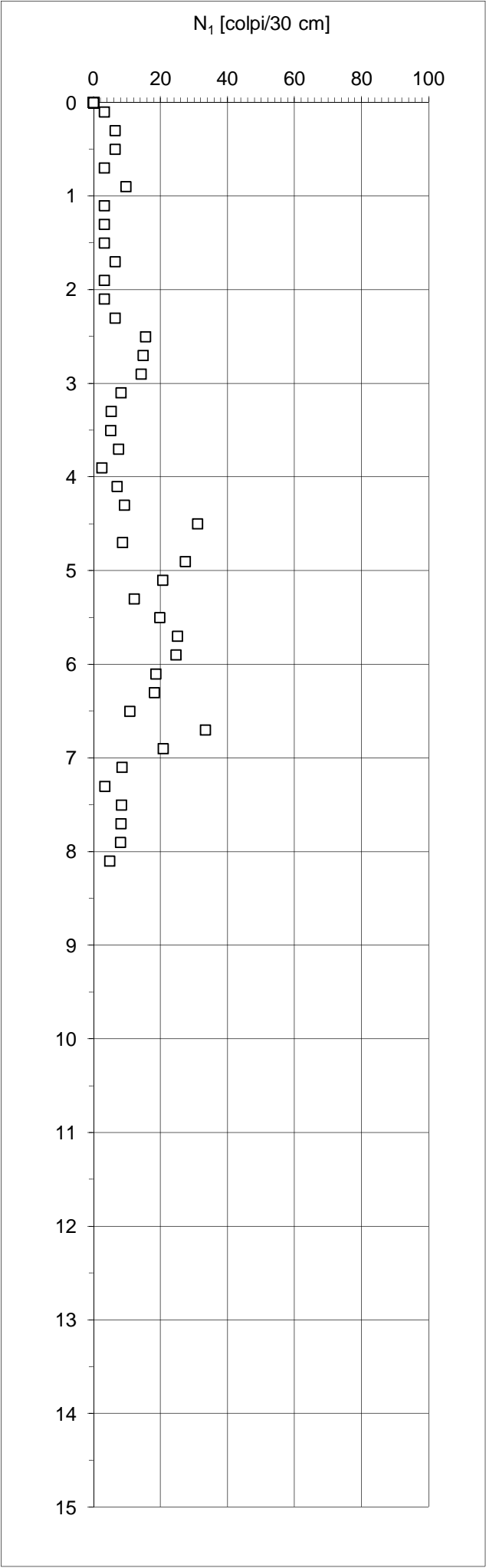
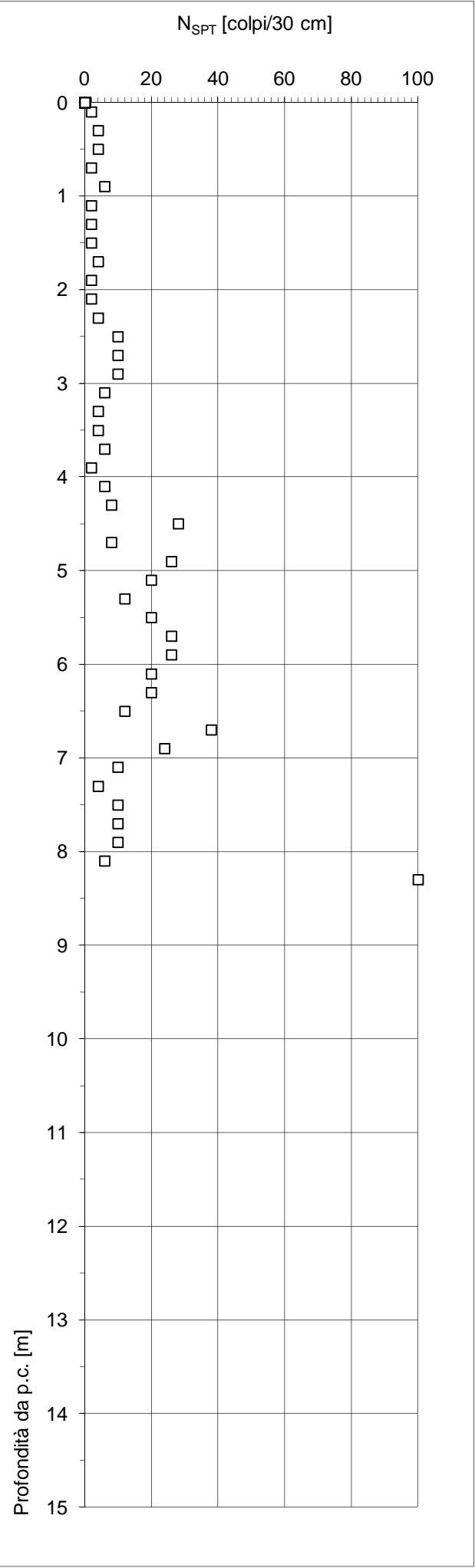
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

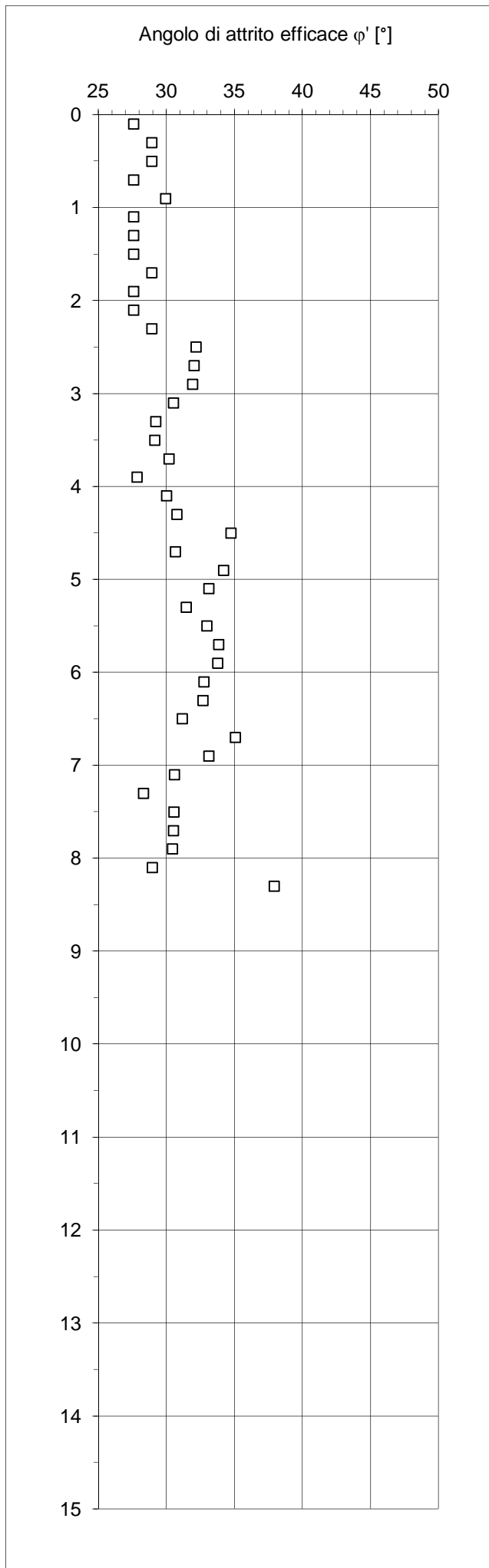
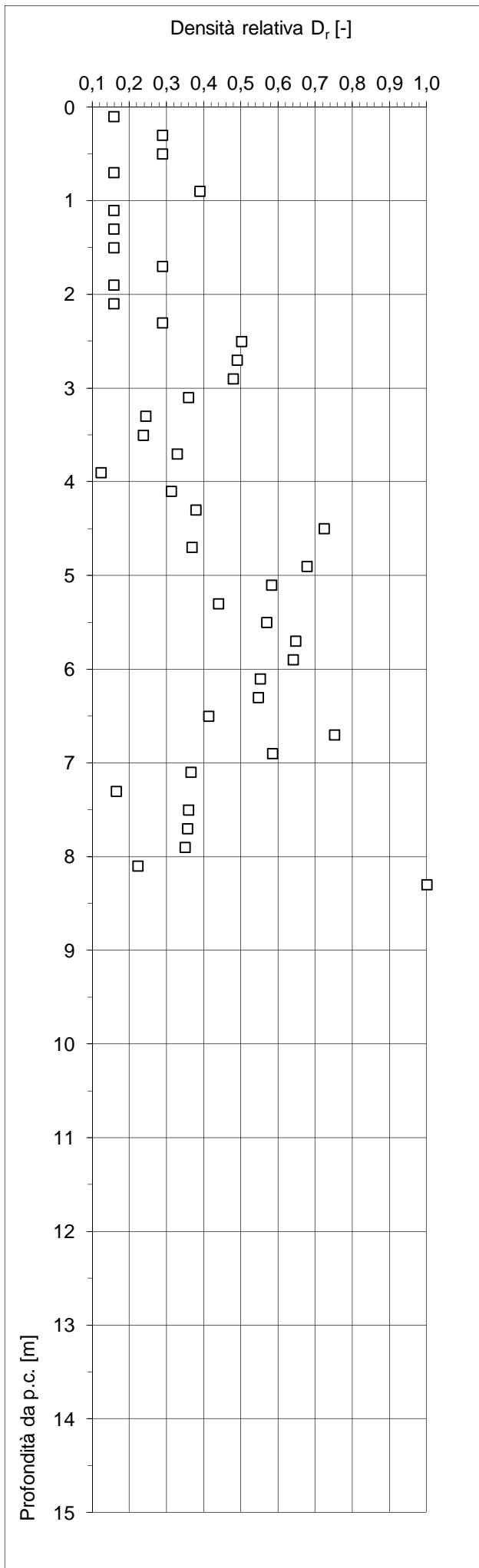
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	25/05/2016
Prova	DPSH8
Prof. falda	- [m]

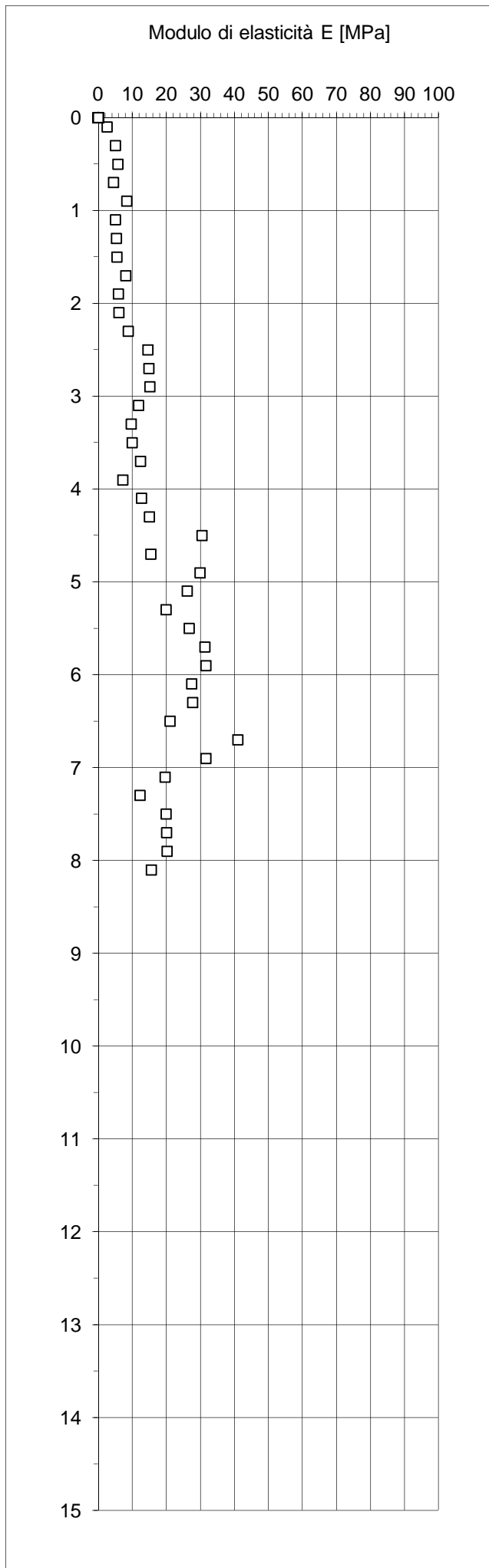
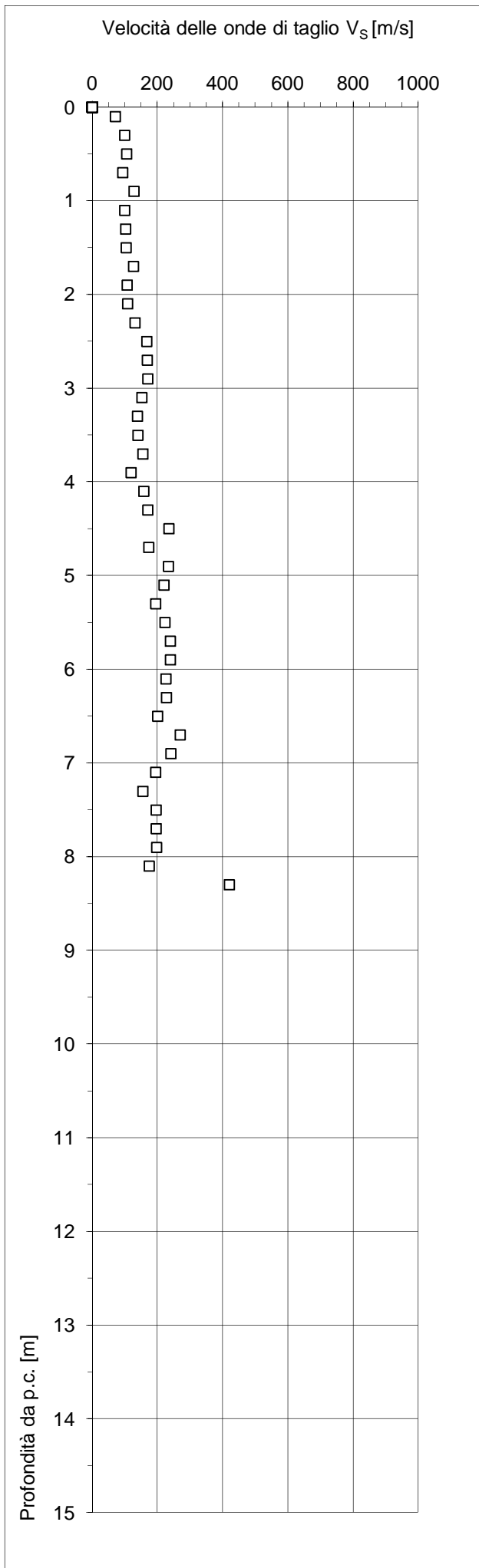
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	γ_n [kN/m ³]	N _P [-]	N _{SPT} /N _P [-]	Categoria terreno	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N _{SPT} [colpi/30 cm]	N ₁ [colpi/30 cm]	D _r [-]	ϕ' [°]	c _u [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,3	1	2,0	ML	13	13	2	3	0,16	28		94	4
0,90	18,6	3	2,0	ML	17	17	6	10	0,39	30		128	8
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,3	1	2,0	ML	28	28	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	38	38	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,4	2	2,0	ML	42	42	4	6	0,29	29		131	9
2,50	18,9	5	2,0	SM	46	46	10	15	0,50	32		167	15
2,70	18,9	5	2,0	SM	50	50	10	15	0,49	32		169	15
2,90	18,9	5	2,0	SM	53	53	10	14	0,48	32		171	15
3,10	18,6	3	2,0	SM	57	57	6	8	0,36	31		152	12
3,30	18,4	2	2,0	SM	61	61	4	5	0,24	29		138	10
3,50	18,4	2	2,0	SM	65	65	4	5	0,24	29		139	10
3,70	18,6	3	2,0	SM	68	68	6	7	0,33	30		155	12
3,90	18,3	1	2,0	SM	72	72	2	2	0,12	28		119	7
4,10	18,6	3	2,0	SM	76	76	6	7	0,31	30		158	13
4,30	18,7	4	2,0	SM	79	79	8	9	0,38	31		171	15
4,50	20,0	14	2,0	SM	83	83	28	31	0,72	35		235	30
4,70	18,7	4	2,0	SM	87	87	8	9	0,37	31		173	15
4,90	19,9	13	2,0	SM	91	91	26	27	0,68	34		234	30
5,10	19,5	10	2,0	SM	95	95	20	21	0,58	33		220	26
5,30	19,0	6	2,0	SM	99	99	12	12	0,44	31		195	20
5,50	19,5	10	2,0	SM	103	103	20	20	0,57	33		222	27
5,70	19,9	13	2,0	SM	107	107	26	25	0,65	34		239	31
5,90	19,9	13	2,0	SM	111	111	26	25	0,64	34		240	32
6,10	19,5	10	2,0	SM	115	115	20	19	0,55	33		226	27
6,30	19,5	10	2,0	SM	119	119	20	18	0,55	33		227	28
6,50	19,0	6	2,0	SM	122	122	12	11	0,41	31		201	21
6,70	20,6	19	2,0	SM	126	126	38	33	0,75	35		269	41

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,8	12	2,0	SM	130	130	24	21	0,58	33		241	32
7,10	18,9	5	2,0	SM	134	134	10	8	0,37	31		194	20
7,30	18,4	2	2,0	SM	138	138	4	3	0,16	28		155	12
7,50	18,9	5	2,0	SM	142	142	10	8	0,36	31		196	20
7,70	18,9	5	2,0	SM	145	145	10	8	0,36	31		196	20
7,90	18,9	5	2,0	SM	149	149	10	8	0,35	30		197	20
8,10	18,6	3	2,0	SM	153	153	6	5	0,22	29		174	15
8,30	22,1	100	2,0	SM	157	157	100	155	1,00	38		420	107







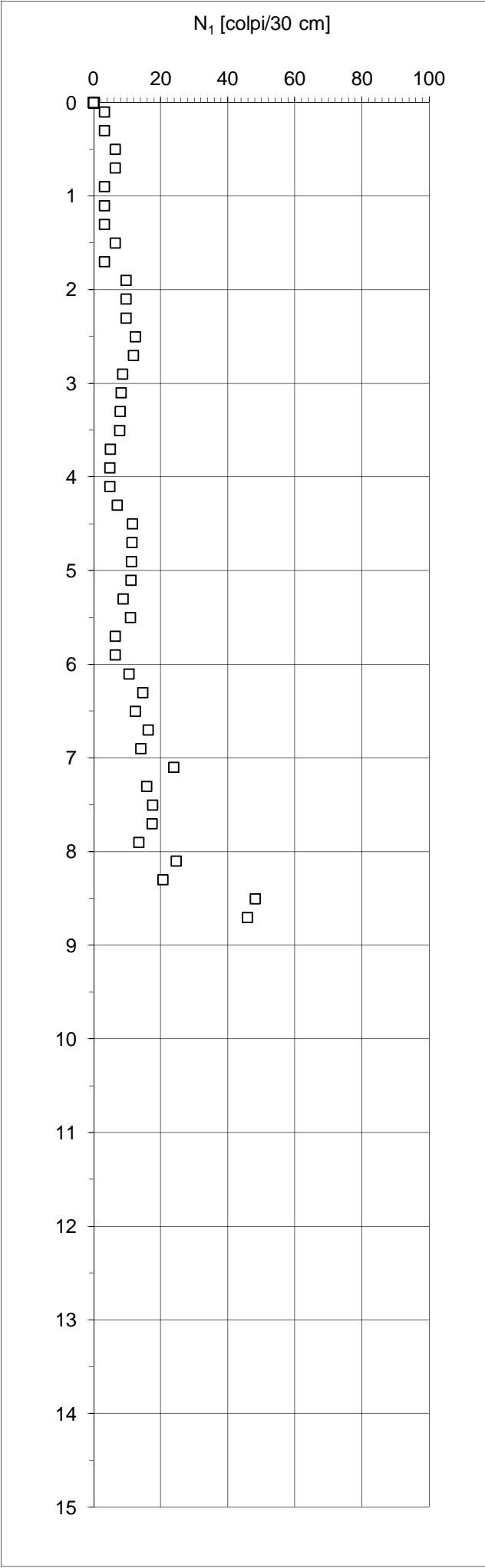
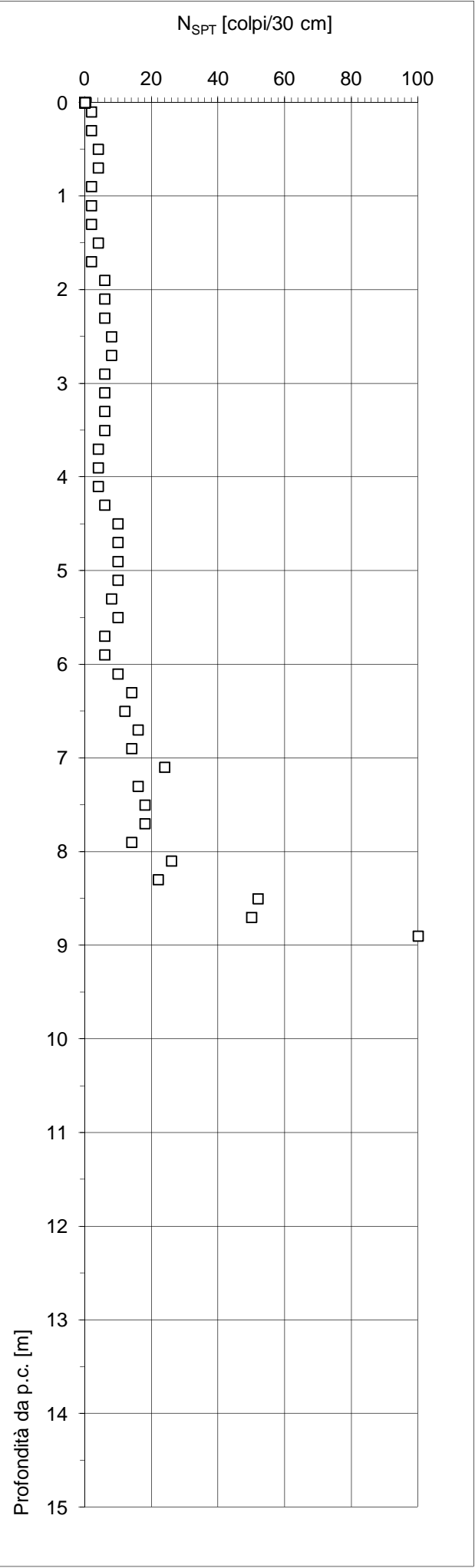
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

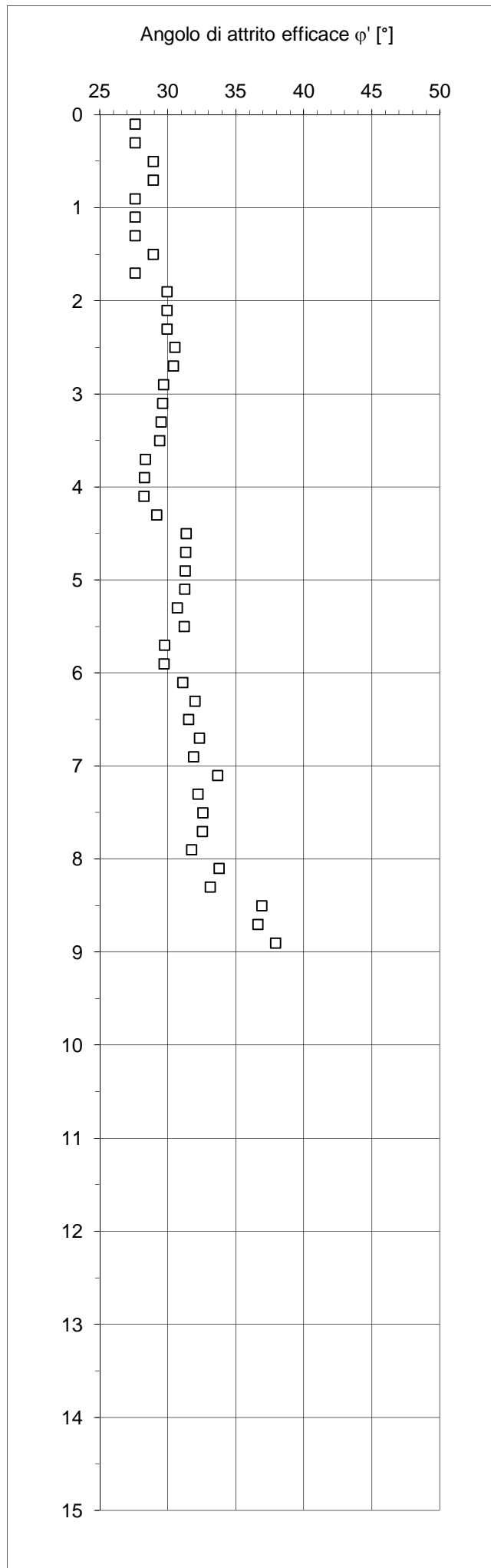
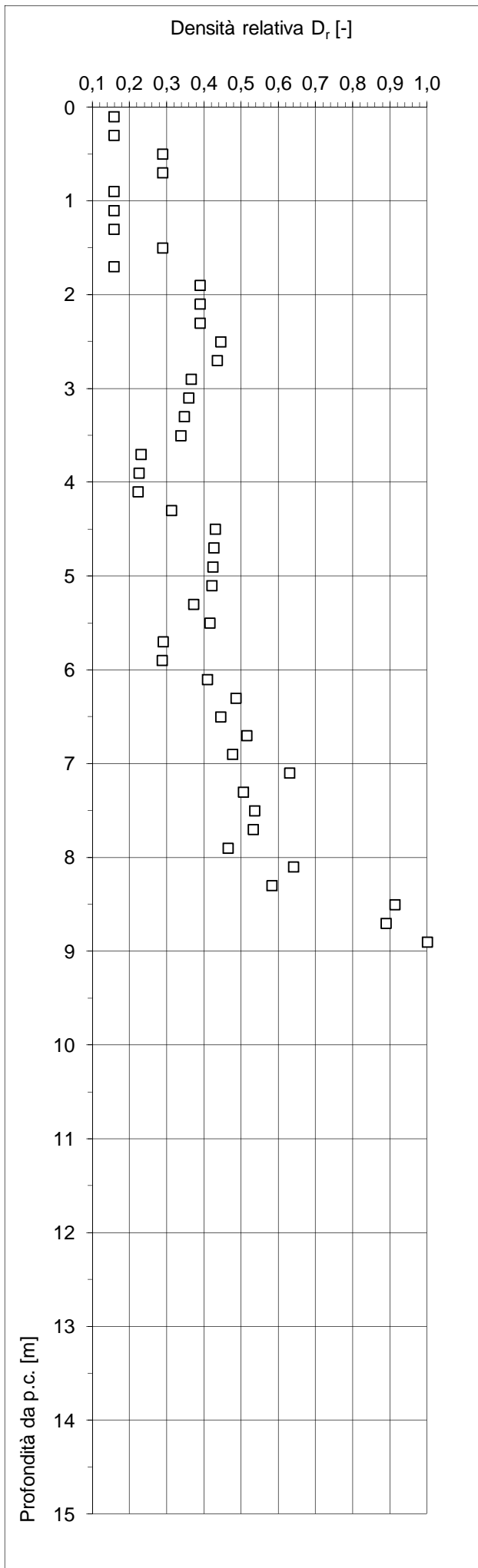
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	25/05/2016
Prova	DPSH9
Prof. falda	4,00 [m]

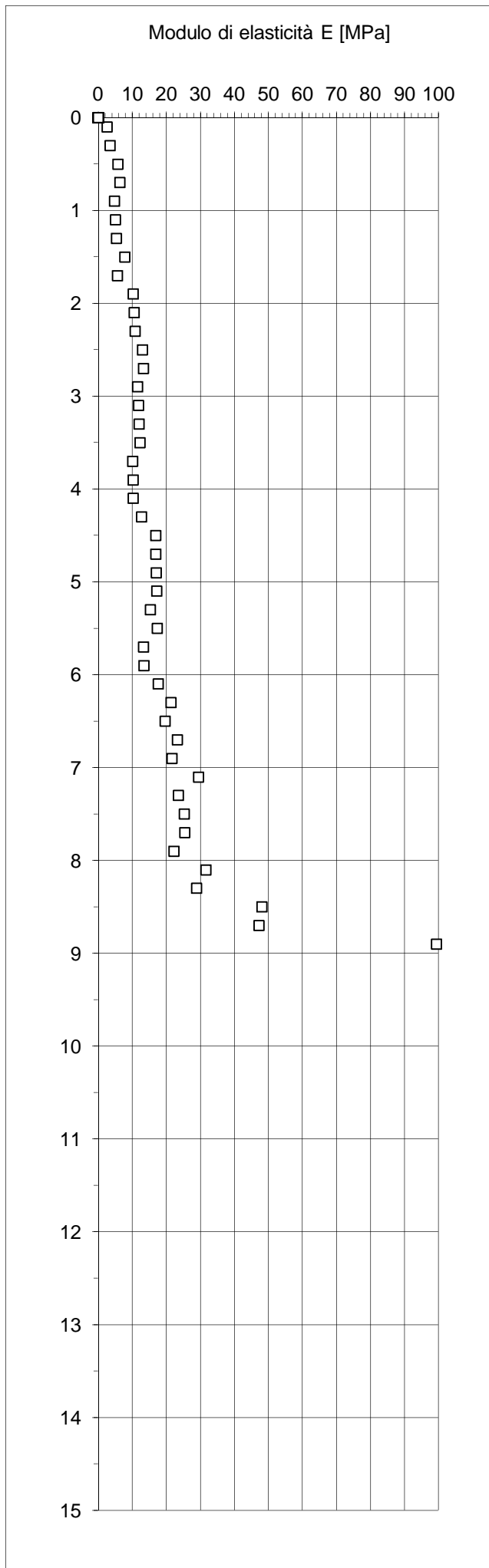
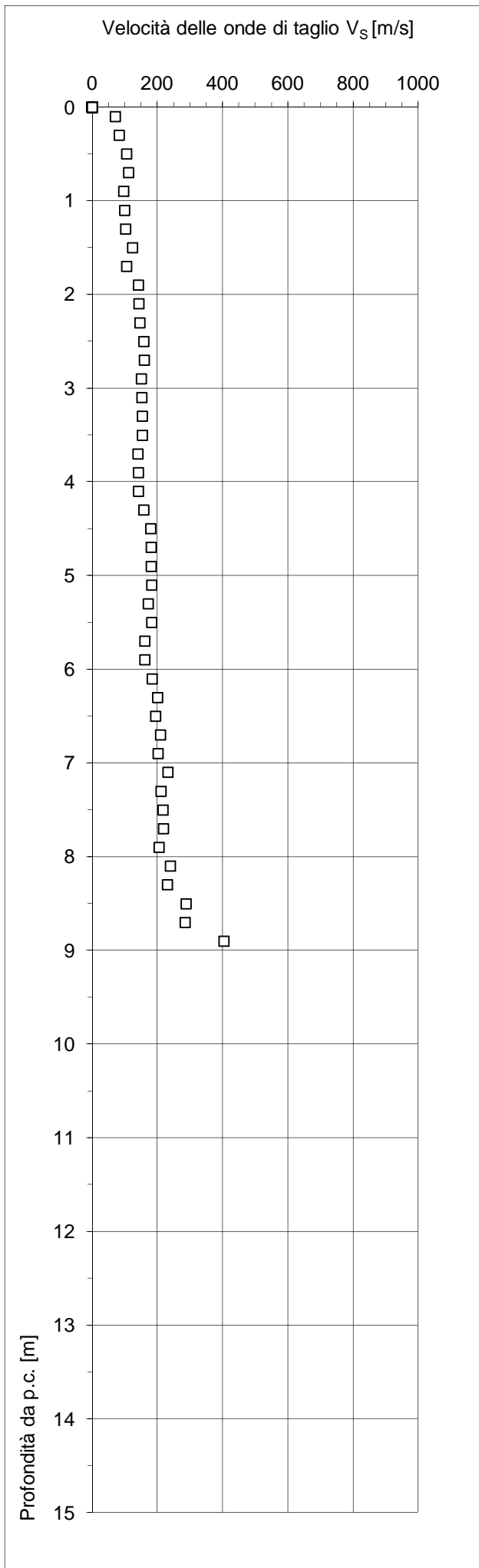
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,3	1	2,0	ML	5	5	2	3	0,16	28		83	3
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,3	1	2,0	ML	16	16	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	27	27	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,3	1	2,0	ML	31	31	2	3	0,16	28		106	6
1,90	18,6	3	2,0	ML	35	35	6	10	0,39	30		142	10
2,10	18,6	3	2,0	ML	39	39	6	10	0,39	30		144	11
2,30	18,6	3	2,0	ML	42	42	6	10	0,39	30		145	11
2,50	18,7	4	2,0	ML	46	46	8	12	0,45	30		158	13
2,70	18,7	4	2,0	ML	50	50	8	12	0,44	30		160	13
2,90	18,6	3	2,0	ML	53	53	6	9	0,37	30		150	12
3,10	18,6	3	2,0	ML	57	57	6	8	0,36	30		152	12
3,30	18,6	3	2,0	ML	61	61	6	8	0,35	30		153	12
3,50	18,6	3	2,0	ML	65	65	6	8	0,34	29		154	12
3,70	18,4	2	2,0	ML	68	68	4	5	0,23	28		141	10
3,90	18,4	2	2,0	ML	72	72	4	5	0,23	28		142	10
4,10	18,4	2	2,0	ML	76	74	4	5	0,22	28		142	10
4,30	18,6	3	2,0	ML	79	75	6	7	0,31	29		158	13
4,50	18,9	5	2,0	SM	83	77	10	12	0,43	31		180	17
4,70	18,9	5	2,0	SM	87	79	10	11	0,43	31		180	17
4,90	18,9	5	2,0	SM	91	81	10	11	0,42	31		181	17
5,10	18,9	5	2,0	SM	94	83	10	11	0,42	31		181	17
5,30	18,7	4	2,0	SM	98	84	8	9	0,37	31		172	15
5,50	18,9	5	2,0	SM	102	86	10	11	0,42	31		183	17
5,70	18,6	3	2,0	SM	106	88	6	6	0,29	30		161	13
5,90	18,6	3	2,0	SM	109	90	6	6	0,29	30		162	13
6,10	18,9	5	2,0	SM	113	92	10	11	0,41	31		184	18
6,30	19,1	7	2,0	SM	117	93	14	15	0,49	32		201	21
6,50	19,0	6	2,0	SM	121	95	12	12	0,44	32		194	20
6,70	19,3	8	2,0	SM	125	97	16	16	0,51	32		209	23

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,1	7	2,0	SM	128	99	14	14	0,48	32		202	22
7,10	19,8	12	2,0	SM	132	101	24	24	0,63	34		232	29
7,30	19,3	8	2,0	SM	136	103	16	16	0,51	32		210	24
7,50	19,4	9	2,0	SM	140	105	18	18	0,54	33		217	25
7,70	19,4	9	2,0	SM	144	107	18	17	0,53	33		218	25
7,90	19,1	7	2,0	SM	148	109	14	13	0,46	32		205	22
8,10	19,9	13	2,0	SM	152	111	26	25	0,64	34		240	32
8,30	19,7	11	2,0	SM	156	113	22	21	0,58	33		231	29
8,50	21,2	26	2,0	SM	160	115	52	48	0,91	37		287	48
8,70	21,1	25	2,0	SM	164	117	50	46	0,89	37		285	47
8,90	22,1	100	2,0	SM	169	120	100	181	1,00	38		404	99







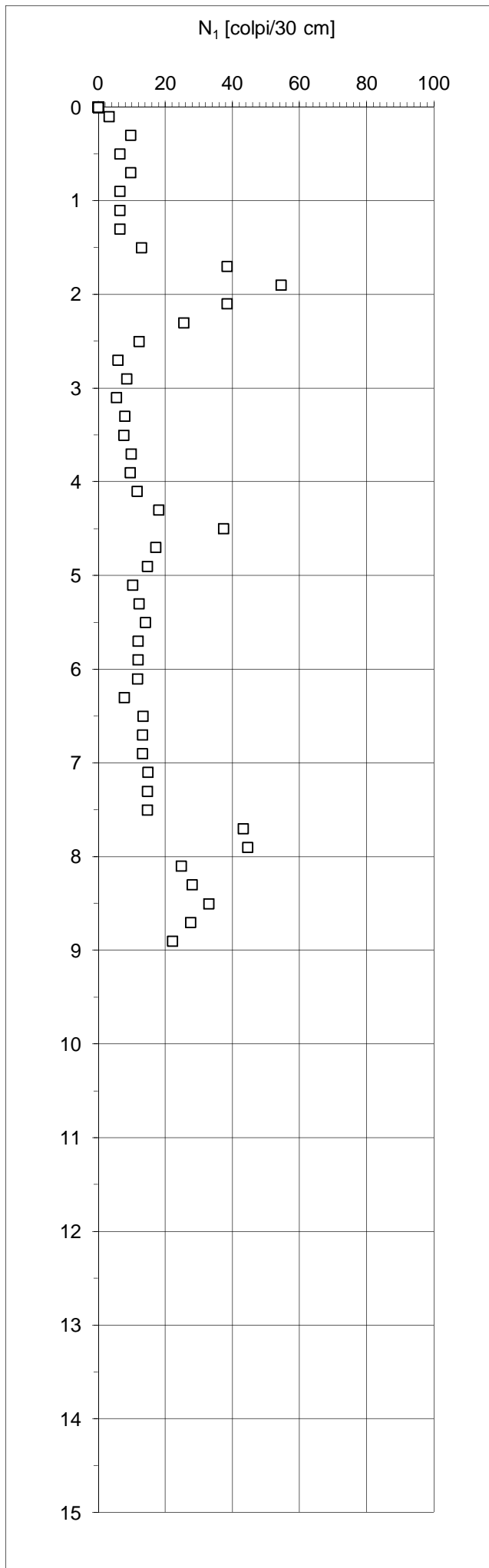
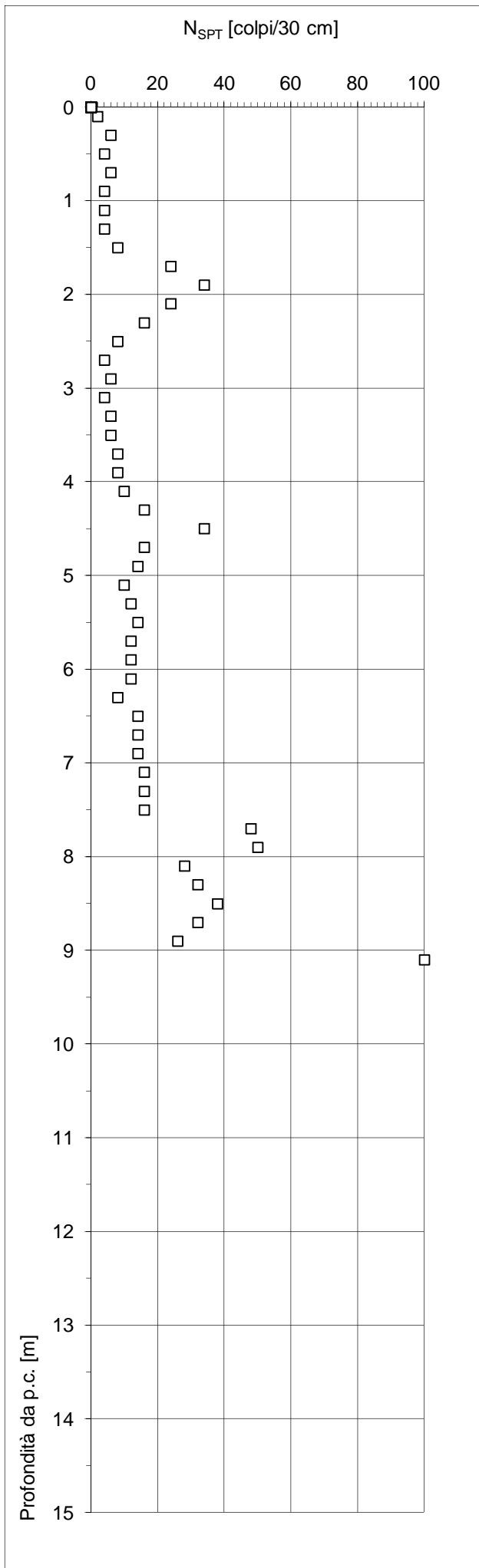
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

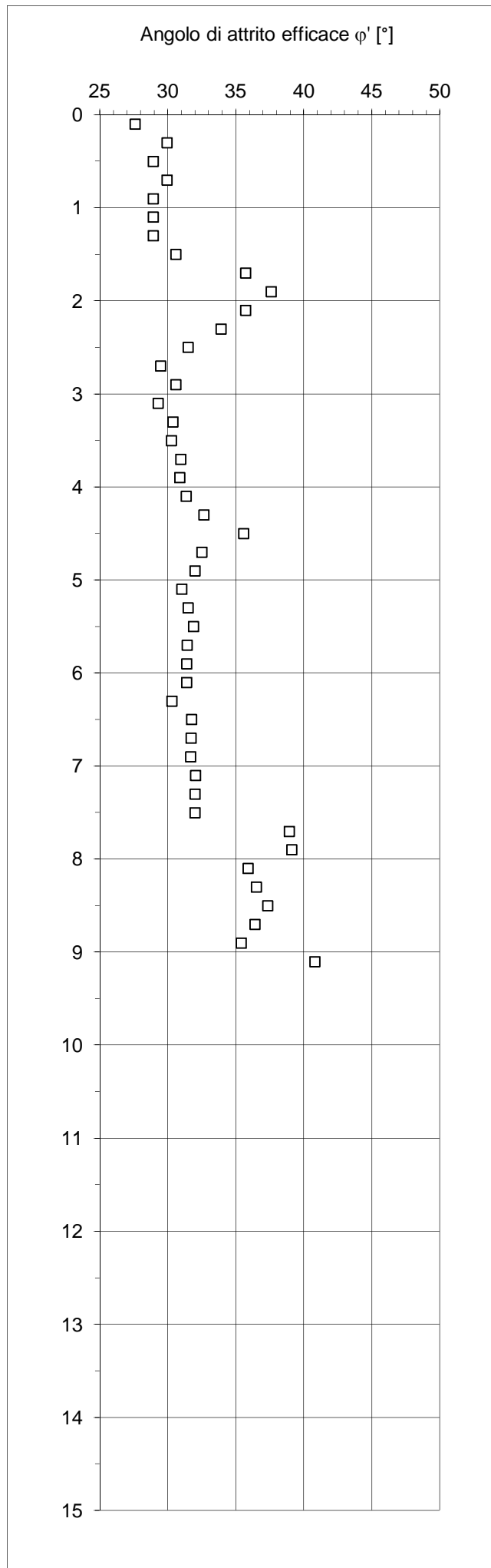
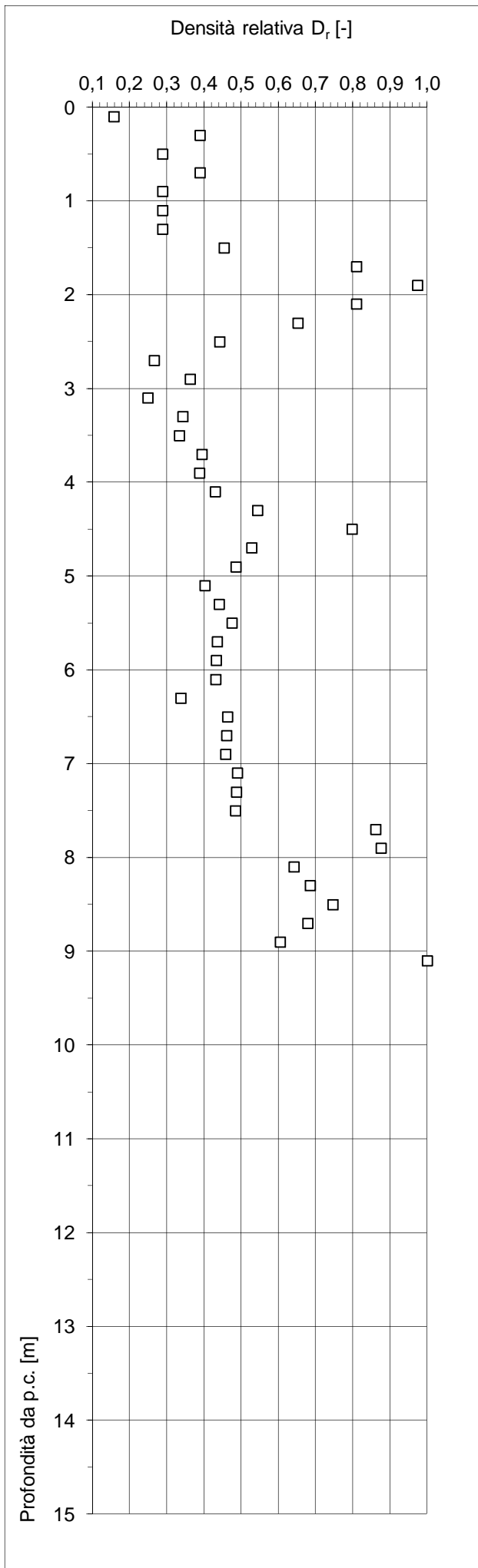
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	25/05/2016
Prova	DPSH10
Prof. falda	5,20 [m]

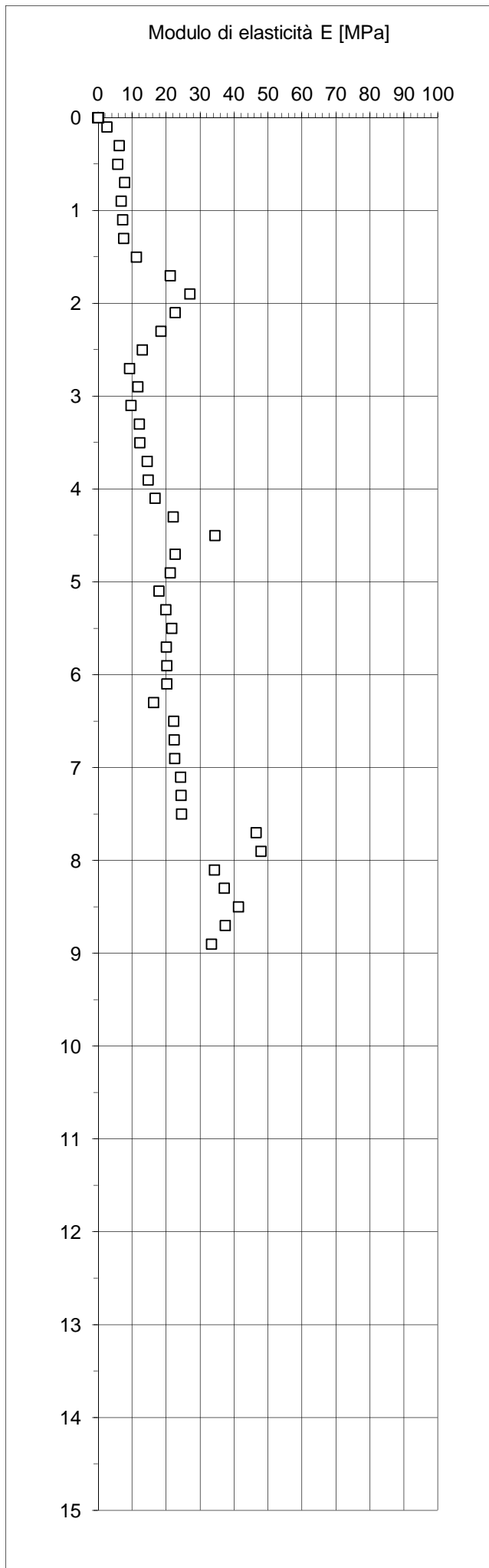
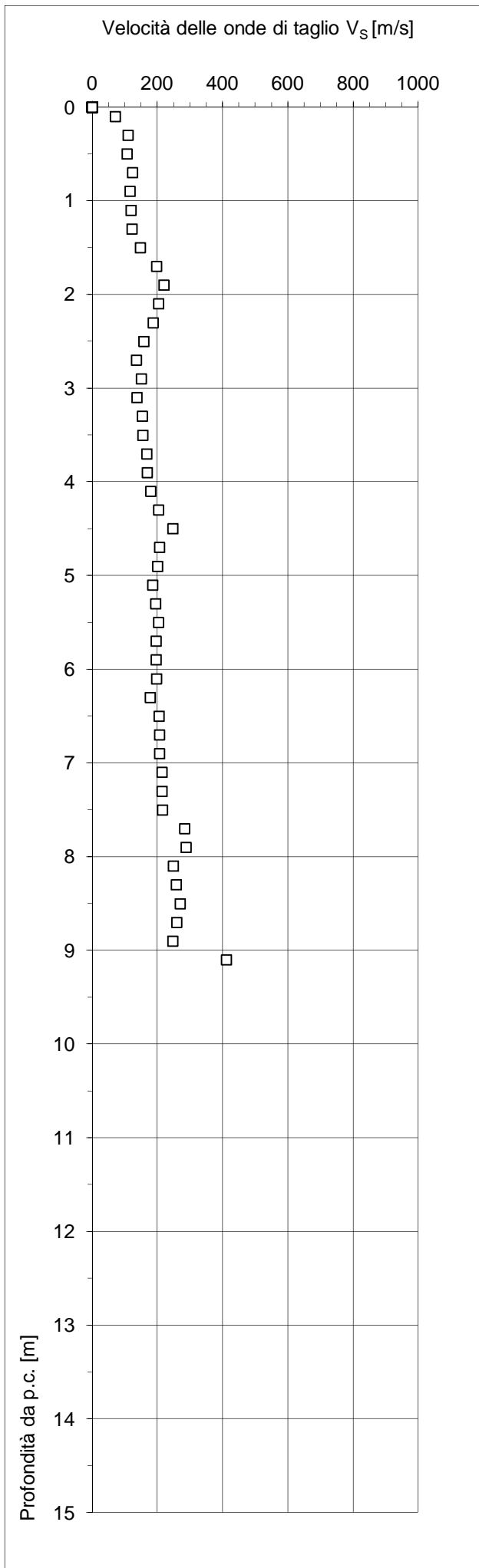
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,6	3	2,0	ML	6	6	6	10	0,39	30		109	6
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		123	8
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,4	2	2,0	ML	24	24	4	6	0,29	29		121	7
1,50	18,7	4	2,0	ML	28	28	8	13	0,45	31		147	11
1,70	19,8	12	2,0	SM	32	32	24	38	0,81	36		197	21
1,90	20,4	17	2,0	SM	36	36	34	54	0,97	38		219	27
2,10	19,8	12	2,0	SM	40	40	24	38	0,81	36		204	23
2,30	19,3	8	2,0	SM	44	44	16	25	0,65	34		187	18
2,50	18,7	4	2,0	SM	47	47	8	12	0,44	31		159	13
2,70	18,4	2	2,0	SM	51	51	4	6	0,27	29		135	9
2,90	18,6	3	2,0	SM	55	55	6	8	0,36	31		151	12
3,10	18,4	2	2,0	SM	58	58	4	5	0,25	29		137	10
3,30	18,6	3	2,0	SM	62	62	6	8	0,34	30		153	12
3,50	18,6	3	2,0	SM	66	66	6	8	0,33	30		155	12
3,70	18,7	4	2,0	SM	70	70	8	10	0,39	31		168	14
3,90	18,7	4	2,0	SM	73	73	8	10	0,39	31		169	15
4,10	18,9	5	2,0	SM	77	77	10	12	0,43	31		180	17
4,30	19,3	8	2,0	SM	81	81	16	18	0,54	33		203	22
4,50	20,4	17	2,0	SM	85	85	34	37	0,80	36		247	34
4,70	19,3	8	2,0	SM	89	89	16	17	0,53	32		206	23
4,90	19,1	7	2,0	SM	93	93	14	15	0,49	32		201	21
5,10	18,9	5	2,0	SM	96	96	10	10	0,40	31		185	18
5,30	19,0	6	2,0	SM	100	98	12	12	0,44	31		195	20
5,50	19,1	7	2,0	SM	104	100	14	14	0,48	32		203	22
5,70	19,0	6	2,0	SM	108	102	12	12	0,44	31		196	20
5,90	19,0	6	2,0	SM	112	104	12	12	0,43	31		196	20
6,10	19,0	6	2,0	SM	115	106	12	12	0,43	31		197	20
6,30	18,7	4	2,0	SM	119	107	8	8	0,34	30		178	16
6,50	19,1	7	2,0	SM	123	109	14	13	0,46	32		205	22
6,70	19,1	7	2,0	SM	127	111	14	13	0,46	32		206	22

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,1	7	2,0	SM	131	113	14	13	0,46	32		206	22
7,10	19,3	8	2,0	SM	135	115	16	15	0,49	32		214	24
7,30	19,3	8	2,0	SM	138	117	16	15	0,49	32		214	24
7,50	19,3	8	2,0	SM	142	119	16	15	0,49	32		215	24
7,70	21,0	24	2,0	GM	146	121	48	43	0,86	39		283	46
7,90	21,1	25	2,0	GM	151	123	50	44	0,88	39		287	48
8,10	20,0	14	2,0	GM	155	125	28	25	0,64	36		249	34
8,30	20,3	16	2,0	GM	159	127	32	28	0,69	36		258	37
8,50	20,6	19	2,0	GM	163	130	38	33	0,75	37		270	41
8,70	20,3	16	2,0	GM	167	132	32	27	0,68	36		259	37
8,90	19,9	13	2,0	GM	171	134	26	22	0,61	35		246	33
9,10	22,1	100	2,0	GM	175	136	100	168	1,00	41		411	103





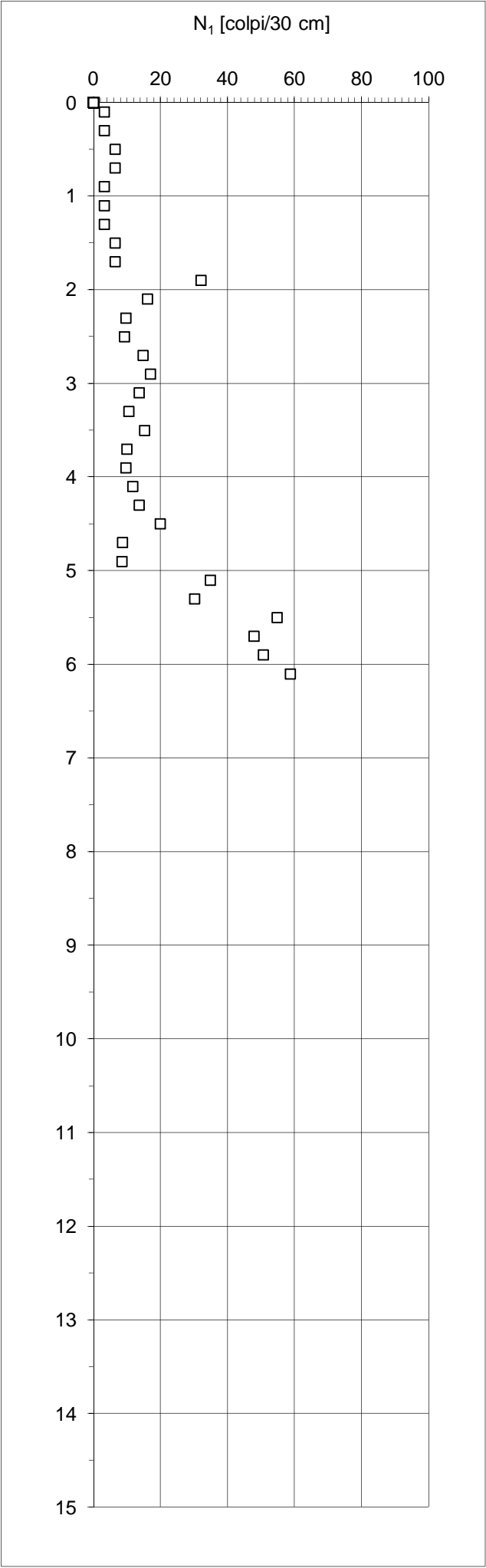
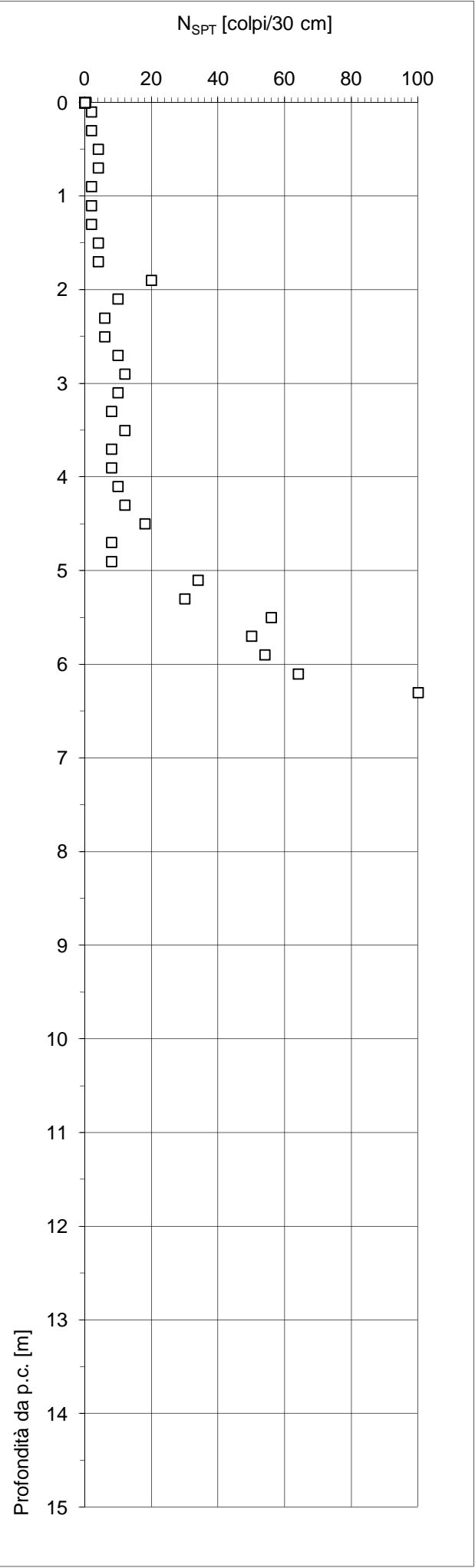


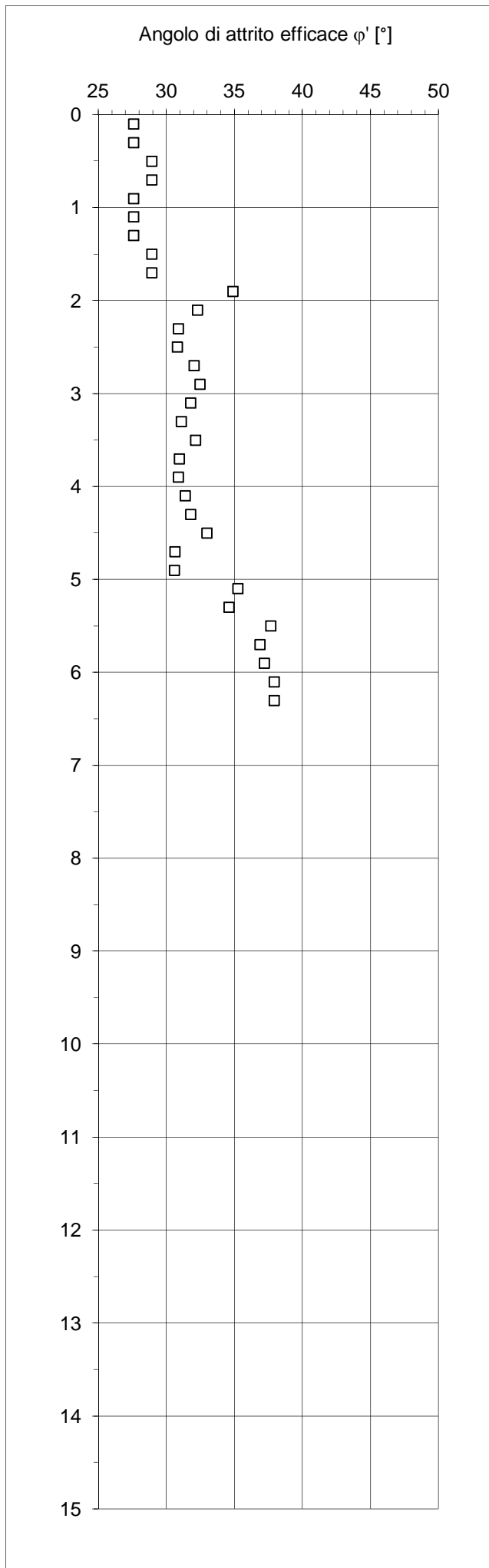
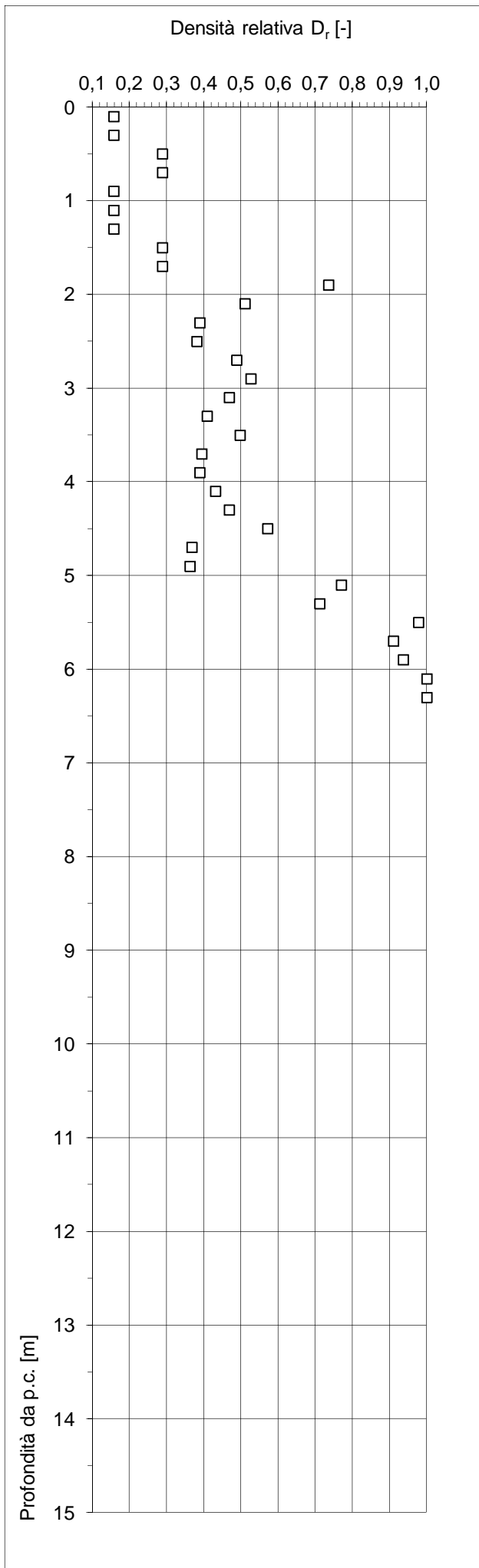
INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

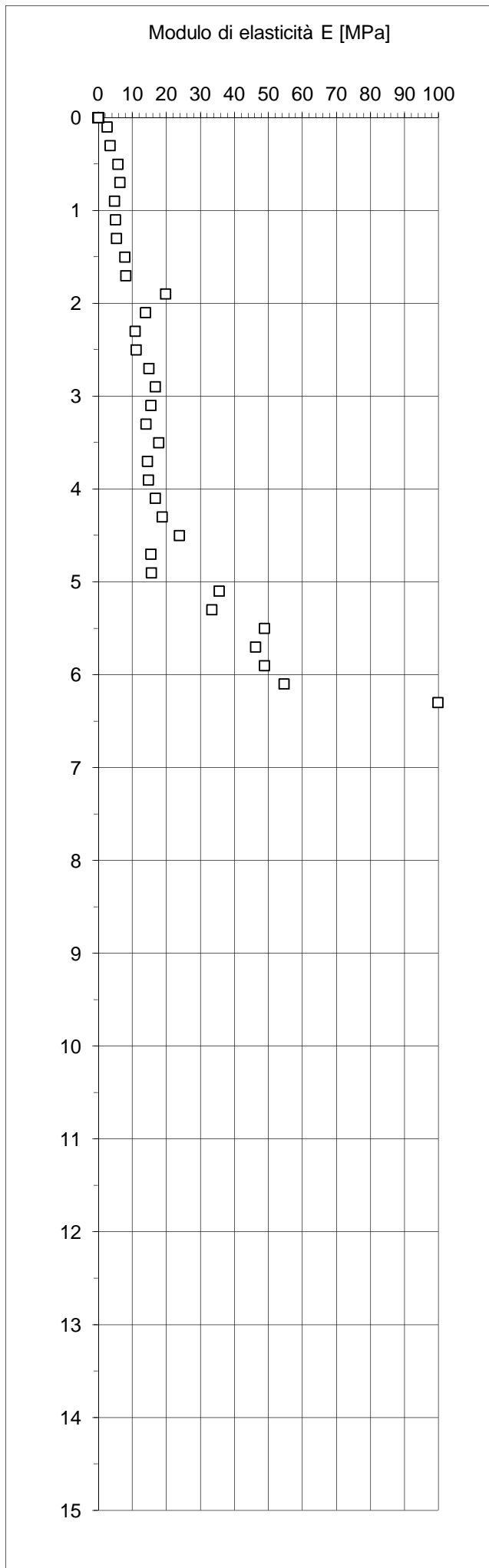
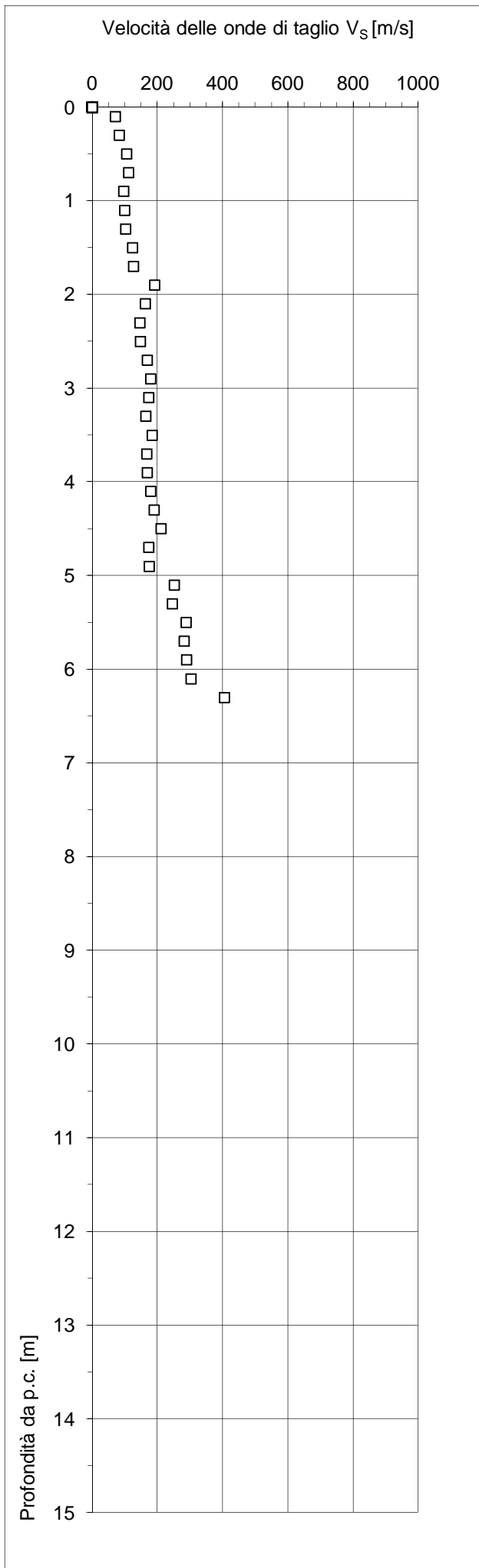
Committente	AIPO
Commessa	Aree golenali Seveso
Località	-
Data	31/05/2016
Prova	DPSH11
Prof. falda	- [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	6,00
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm ²]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	γ_n	N_p	N_{SPT}/N_p	Categoria	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{SPT}	N_1	D_r	ϕ'	c_u	V_s	E
[m]	[kN/m ³]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,3	1	2,0	ML	5	5	2	3	0,16	28		83	3
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,3	1	2,0	ML	16	16	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	27	27	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	19,5	10	2,0	SM	35	35	20	32	0,74	35		191	20
2,10	18,9	5	2,0	SM	39	39	10	16	0,51	32		163	14
2,30	18,6	3	2,0	SM	43	43	6	10	0,39	31		146	11
2,50	18,6	3	2,0	SM	46	46	6	9	0,38	31		147	11
2,70	18,9	5	2,0	SM	50	50	10	15	0,49	32		169	15
2,90	19,0	6	2,0	SM	54	54	12	17	0,53	32		179	17
3,10	18,9	5	2,0	SM	58	58	10	14	0,47	32		173	15
3,30	18,7	4	2,0	SM	61	61	8	11	0,41	31		165	14
3,50	19,0	6	2,0	SM	65	65	12	15	0,50	32		184	18
3,70	18,7	4	2,0	SM	69	69	8	10	0,40	31		167	14
3,90	18,7	4	2,0	SM	73	73	8	10	0,39	31		169	15
4,10	18,9	5	2,0	SM	76	76	10	12	0,43	31		179	17
4,30	19,0	6	2,0	SM	80	80	12	14	0,47	32		189	19
4,50	19,4	9	2,0	SM	84	84	18	20	0,57	33		211	24
4,70	18,7	4	2,0	SM	88	88	8	9	0,37	31		173	15
4,90	18,7	4	2,0	SM	92	92	8	8	0,36	31		174	16
5,10	20,4	17	2,0	SM	96	96	34	35	0,77	35		251	35
5,30	20,1	15	2,0	SM	100	100	30	30	0,71	35		245	33
5,50	21,3	28	2,0	SM	104	104	56	55	0,98	38		288	49
5,70	21,1	25	2,0	SM	108	108	50	48	0,91	37		282	46
5,90	21,3	27	2,0	SM	112	112	54	51	0,94	37		289	49
6,10	21,6	32	2,0	SM	117	117	64	59	1,00	38		303	55
6,30	22,1	100	2,0	SM	121	121	100	180	1,00	38		405	100



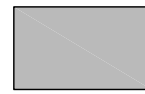




ALLEGATO 3

Legenda

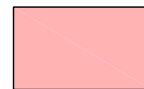
Unità geotecniche



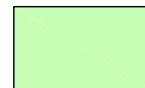
Riporti antropici



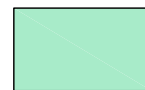
Unità A
sabbie limose e limi sabbiosi



Unità A1
sabbie limose e limi sabbiosi



Unità B
sabbie e ghiaie



Unità C
sabbie e ghiaie



Unità D
conglomerati
a cementazione variabile



Profilo di terreno



Profilo di progetto



Limiti delle unità geotecniche



Falda sospesa a carattere locale



Falda principale

Grafico prova penetrometrica dinamica

DPSH 1

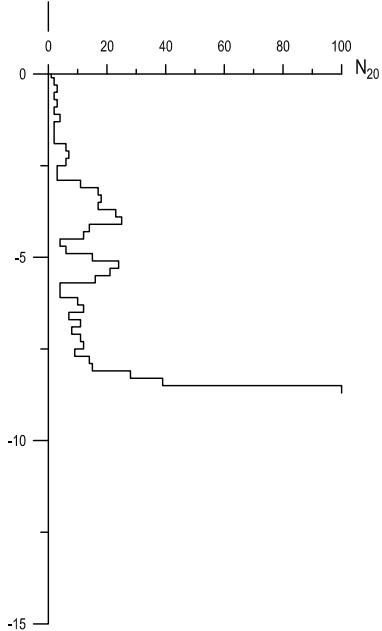
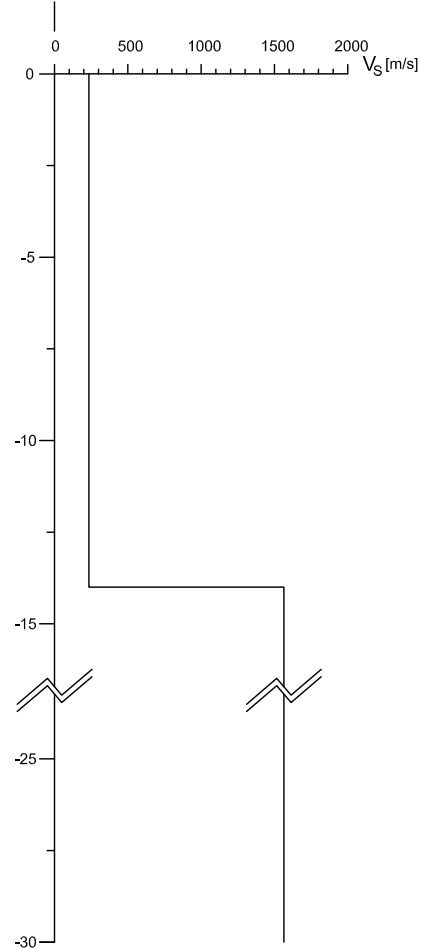


Grafico indagine sismica MASW

MASW 1



AREA GOLENALE N°1

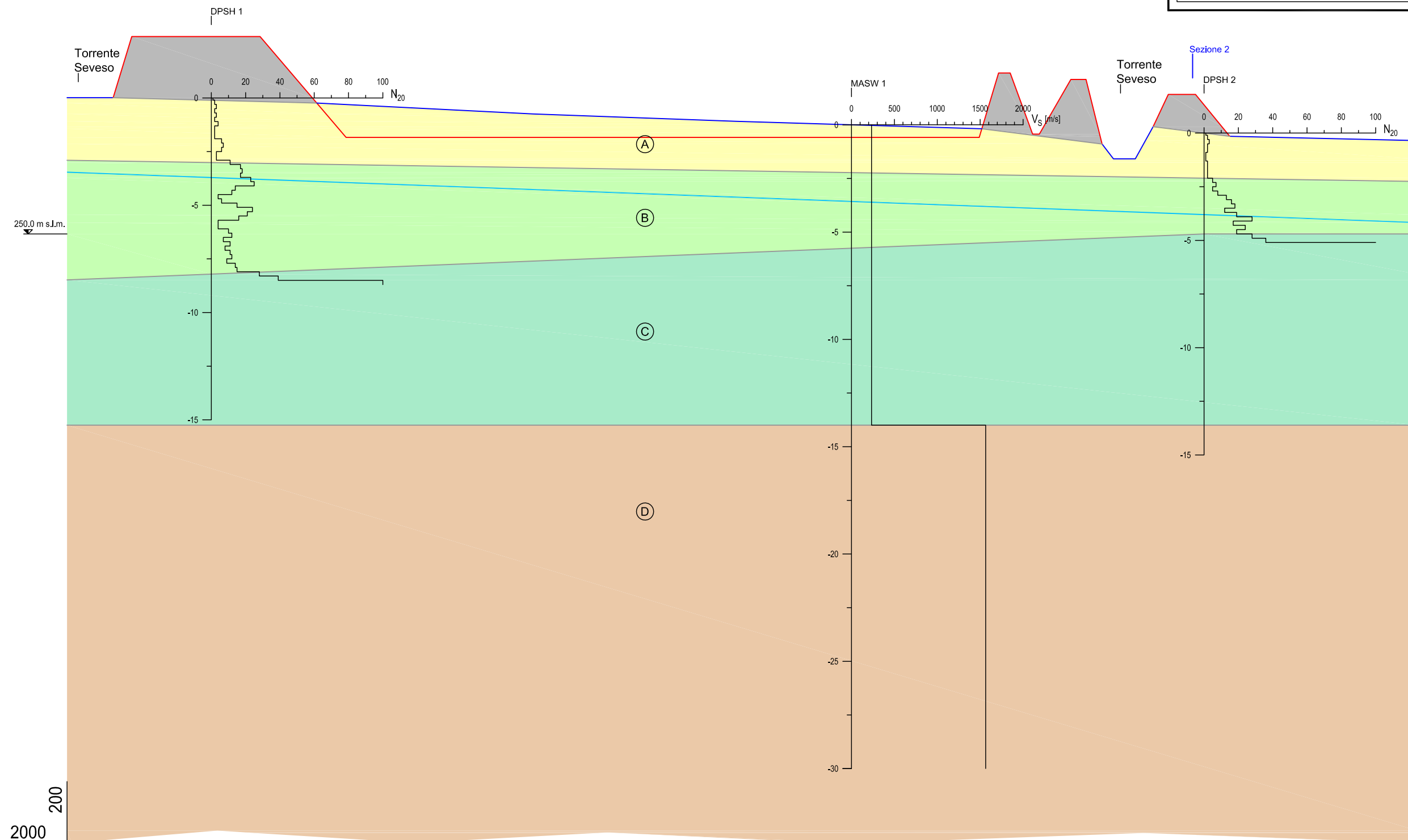
Sezione 1

SCALA 1:2000/1:200

AREA GOLENALE N°1

Sezione 1

SCALA 1:2000/1:200

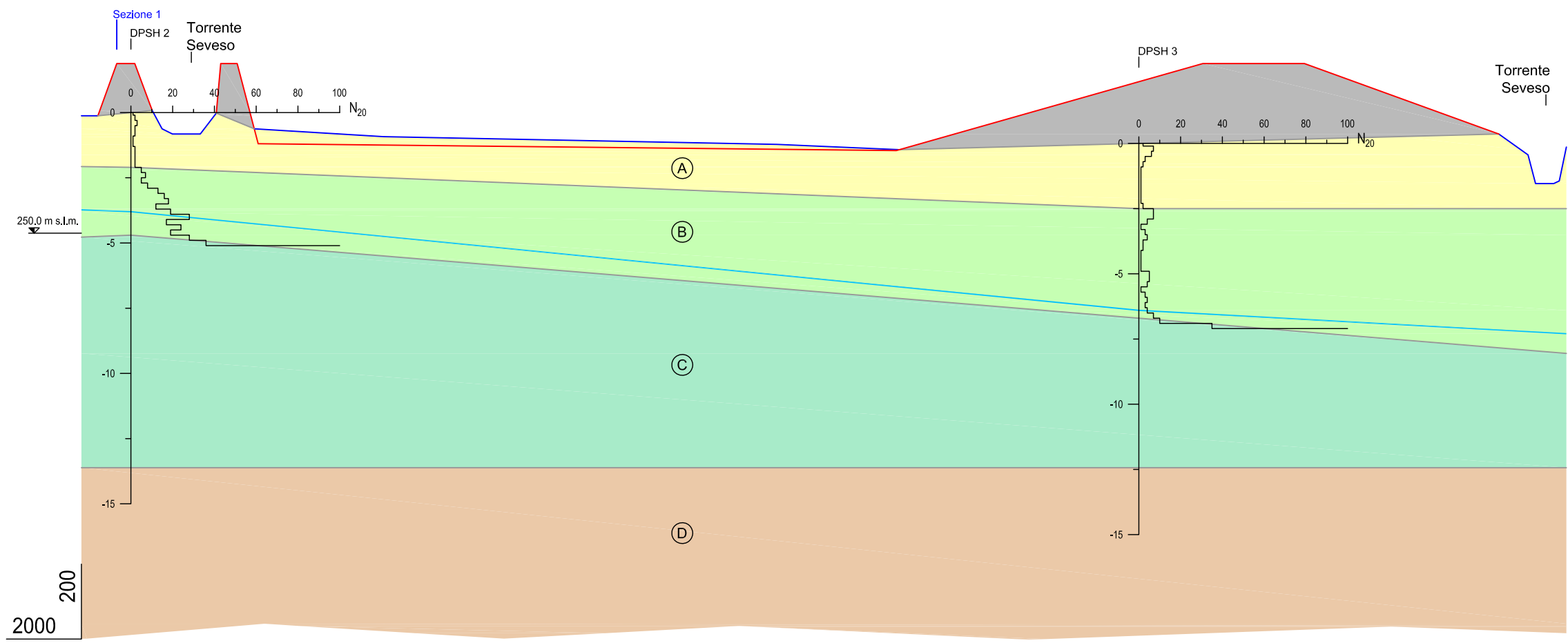


Parametri geotecnici area 1

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT}	γ	D _r	φ'	c'	V _s	E
		[m]	[m]	[colpi/piede]	[kN/m³]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	2,10÷2,90	2,10÷2,90	5 ± 3	18,5÷19,0	0,3 ± 0,10	29 ± 1	0 ± 0	120 ± 25	7,5 ± 3,0
B	sabbie e ghiaie	4,70÷8,10	2,60÷5,20	20 ± 10	19,0÷20,0	0,55 ± 0,25	34 ± 2	5 ± 5	200 ± 45	23 ± 10
C	sabbie e ghiaie	14,00	5,90÷9,10	> 50	21,0÷22,0	≥ 0,85	41 ± 1	10 ± 5	340 ± 55	70 ± 25
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

AREA GOLENALE N°2
Sezione 2

SCALA 1:2000/1:200

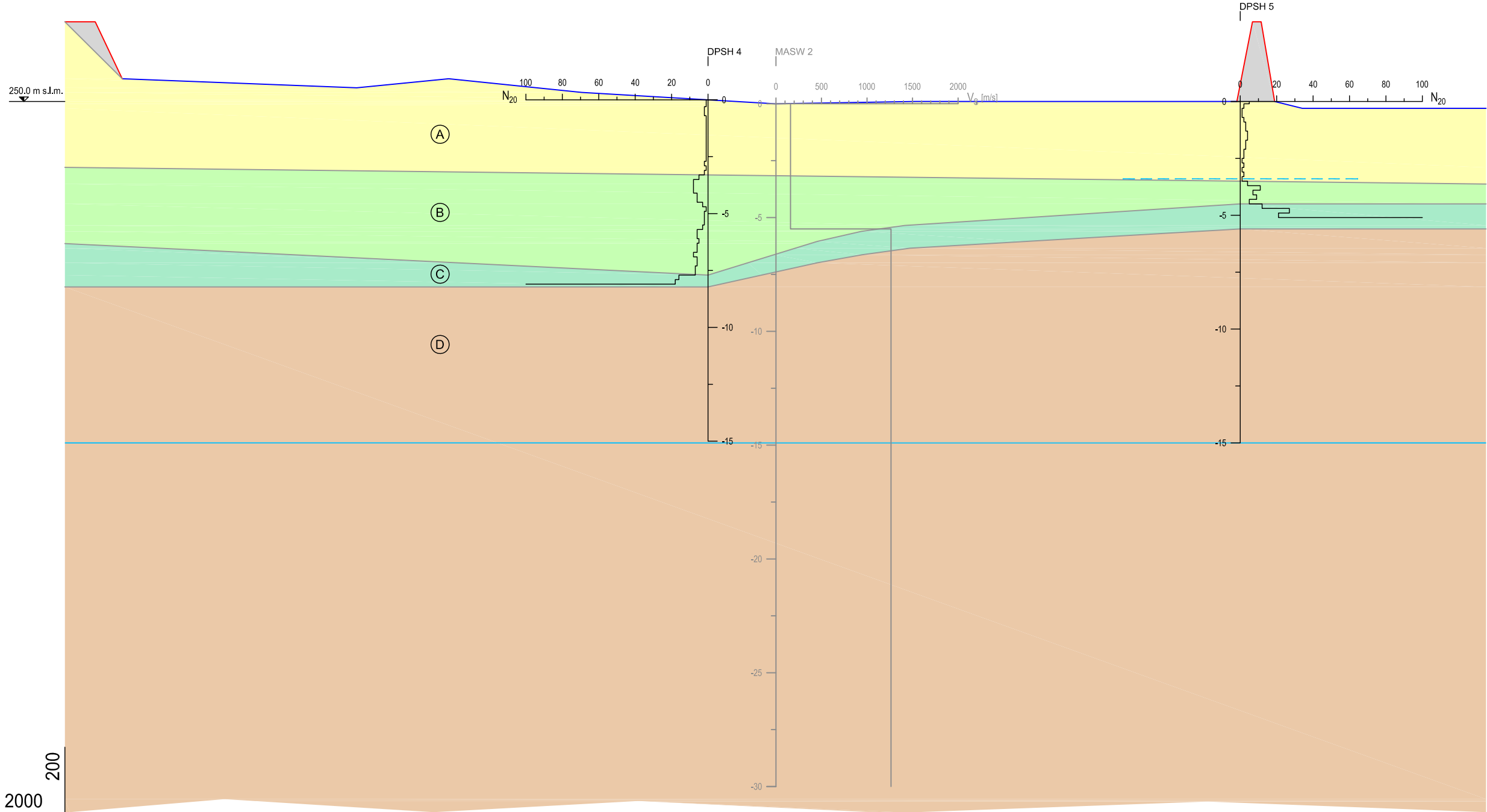


Parametri geotecnici area 2

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT} [colpi/piede]	γ [kN/m³]	D _r [-]	φ' [°]	c' [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
		[m]	[m]							
A	sabbie limose e limi sabbiosi	2,10÷2,90	2,10÷2,90	5 ± 3	18,5÷19,0	0,3 ± 0,10	29 ± 1	0 ± 0	120 ± 25	7,5 ± 3,0
B	sabbie e ghiaie	4,70÷8,10	2,60÷5,20	20 ± 10	19,0÷20,0	0,55 ± 0,25	34 ± 2	5 ± 5	200 ± 45	23 ± 10
C	sabbie e ghiaie	14,00	5,90÷9,10	> 50	21,0÷22,0	≥ 0,85	41 ± 1	10 ± 5	340 ± 55	70 ± 25
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

AREA GOLENALE N°3
Sezione 3

SCALA 1:2000/1:200

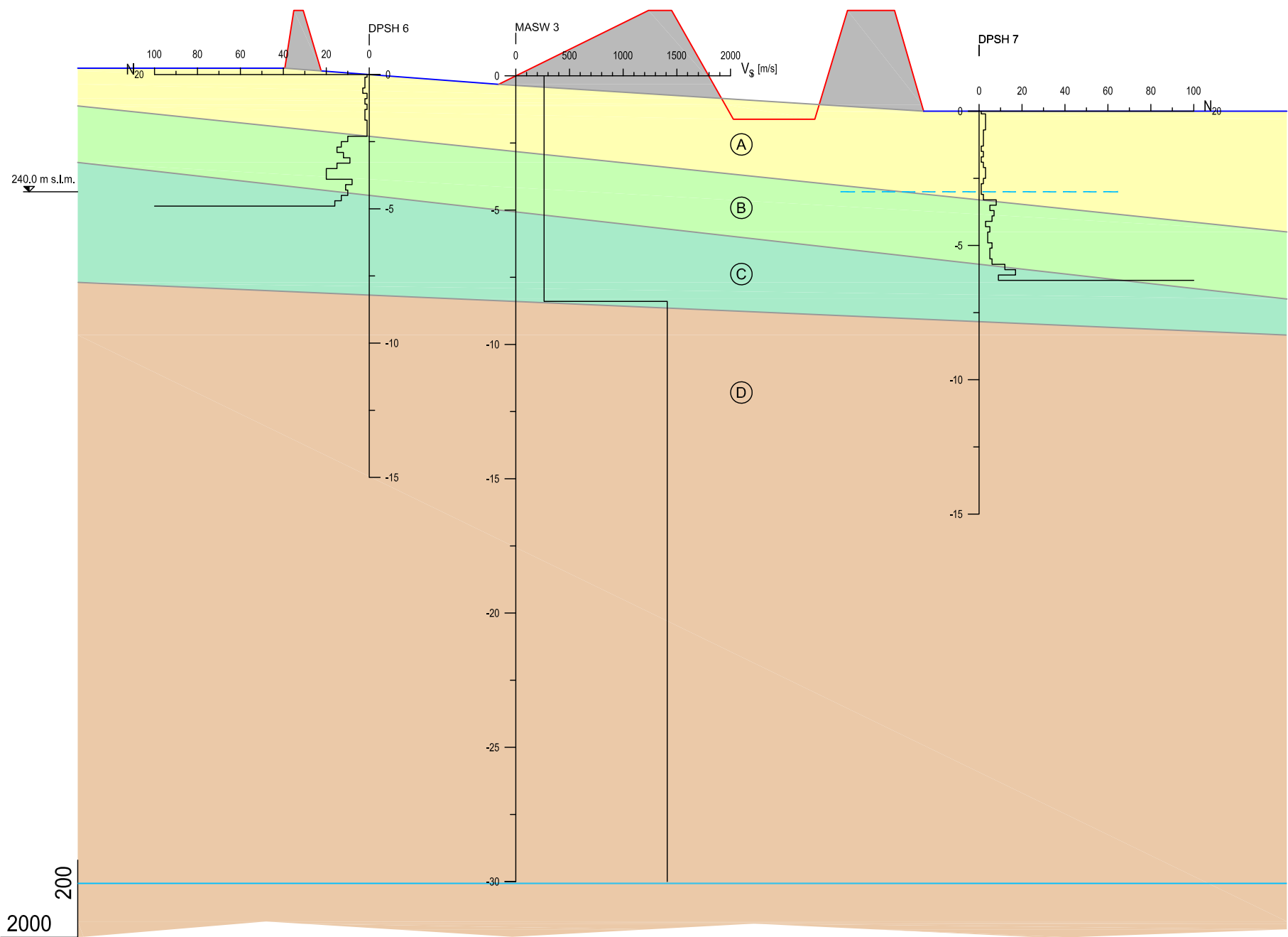


Parametri geotecnici area 3

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT} [colpi/piede]	γ [kN/m ³]	D _r [-]	φ' [°]	c' [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
		[m]	[m]							
A	sabbie limose e limi sabbiosi	3,30÷3,50	3,30÷3,50	4 ± 2	18,5÷19,0	0,25 ± 0,10	28 ± 1	0 ± 0	115 ± 20	7 ± 2,0
B	sabbie e ghiaie	4,50÷7,70	1,00÷4,40	11 ± 5	19,0÷20,0	0,40 ± 0,15	31 ± 1	5 ± 5	185 ± 25	18 ± 5
C	sabbie e ghiaie	5,50÷8,30	0,60÷0,80	> 35	21,0÷22,0	≥ 0,70	39 ± 2	10 ± 5	300 ± 70	55 ± 30
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

AREA GOLENALE N°4
Sezione 4

SCALA 1:2000/1:200



Parametri geotecnici area 4

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT} [colpi/piede]	γ [kN/m³]	D _r [-]	φ' [°]	c' [kPa]	V _s [m/s]	E [MPa]
		[m]	[m]							
A	sabbie limose e limi sabbiosi	2,30÷3,30	2,30÷3,30	4 ± 3	18,5÷19,0	0,25 ± 0,10	29 ± 1	0 ± 0	115 ± 20	7 ± 2,0
B	sabbie e ghiaie	4,50÷5,70	2,20÷2,40	18 ± 10	19,0÷20,0	0,60 ± 0,20	33 ± 2	5 ± 5	200 ± 25	22 ± 6
C	sabbie e ghiaie	8,40	2,70÷3,90	> 30	21,0÷22,0	0,80 ± 0,15	38 ± 2	10 ± 5	280 ± 75	45 ± 30
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

AREA GOLENALE N°5

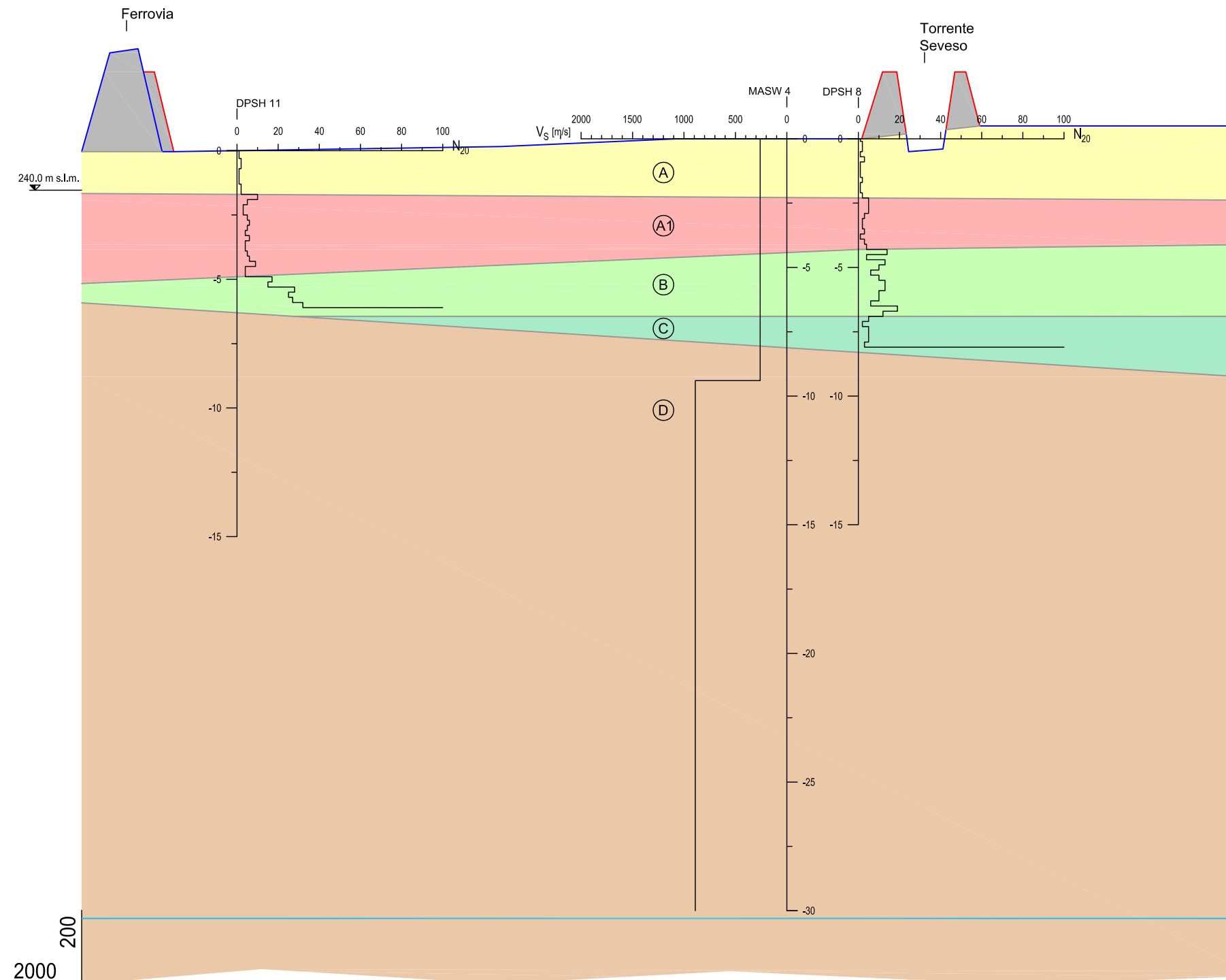
Sezione 5

SCALA 1:2000/1:200

AREA GOLENALE N°5

Sezione 5

SCALA 1:2000/1:200

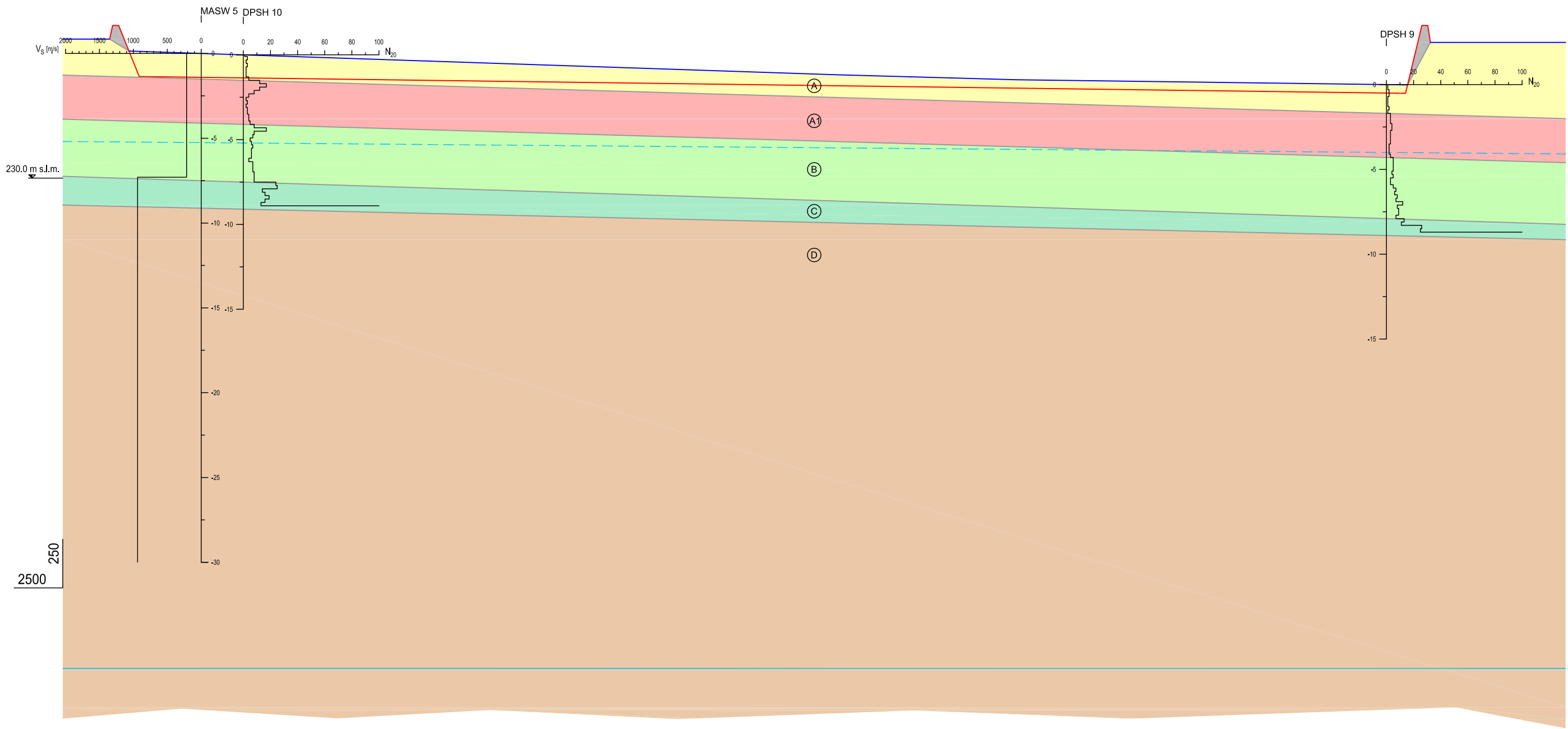


Parametri geotecnici area 5

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT}		γ	D _r	φ'	c'	V _s	E
		[m]	[m]	[colpi/piede]	[kN/m³]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]	
A	sabbie limose e limi sabbiosi	1,7÷2,3	1,7÷2,3	3	± 1	18,5÷19,0	0,20 ± 0,10	28 ± 1	0 ± 0	105 ± 15	6 ± 2,0
A1	sabbie limose e limi sabbiosi	4,3÷4,9	2,0÷3,2	8	± 3	18,5÷19,0	0,40 ± 0,10	31 ± 1	0 ± 0	165 ± 15	14 ± 3,0
B	sabbie e ghiaie	6,3÷6,9	1,6÷2,6	30	± 15	19,0±20,0	0,70 ± 0,20	34 ± 2	5 ± 5	240 ± 35	30 ± 10
C	sabbie limose e limi sabbiosi	8,1	0÷1,2	8	± 3	18,5÷19,0	0,35 ± 0,10	30 ± 1	0 ± 5	180 ± 15	15 ± 3
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-		23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	915 ± 35	265 ± 20

AREA GOLENALE N°6
Sezione 6

SCALA 1:2500/1:250



Parametri geotecnici area 6

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N _{SPT}	γ	D _r	φ'	c'	V _s	E
		[m]	[m]		[kN/m³]					
A	sabbie limose e limi sabbiosi	1,5÷1,7	1,5÷1,7	4 ± 2	18,0÷18,5	0,25 ± 0,10	29 ± 1	0 ± 0	105 ± 20	6 ± 2
A1	sabbie limose e limi sabbiosi	4,1÷4,3	2,6	6 ± 2	18,5÷19,0	0,35 ± 0,10	30 ± 1	0 ± 0	150 ± 11	12 ± 2
B	sabbie e ghiaie	7,5÷7,9	3,4÷3,6	14 ± 5	18,5÷19,5	0,45 ± 0,10	32 ± 1	5 ± 5	200 ± 20	20 ± 4
C	sabbie e ghiaie	8,9÷9,1	1,0÷1,6	40 ± 10	20,0÷21,0	0,75 ± 0,15	36 ± 2	10 ± 5	265 ± 20	40 ± 7
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	915 ± 35	265 ± 20

