

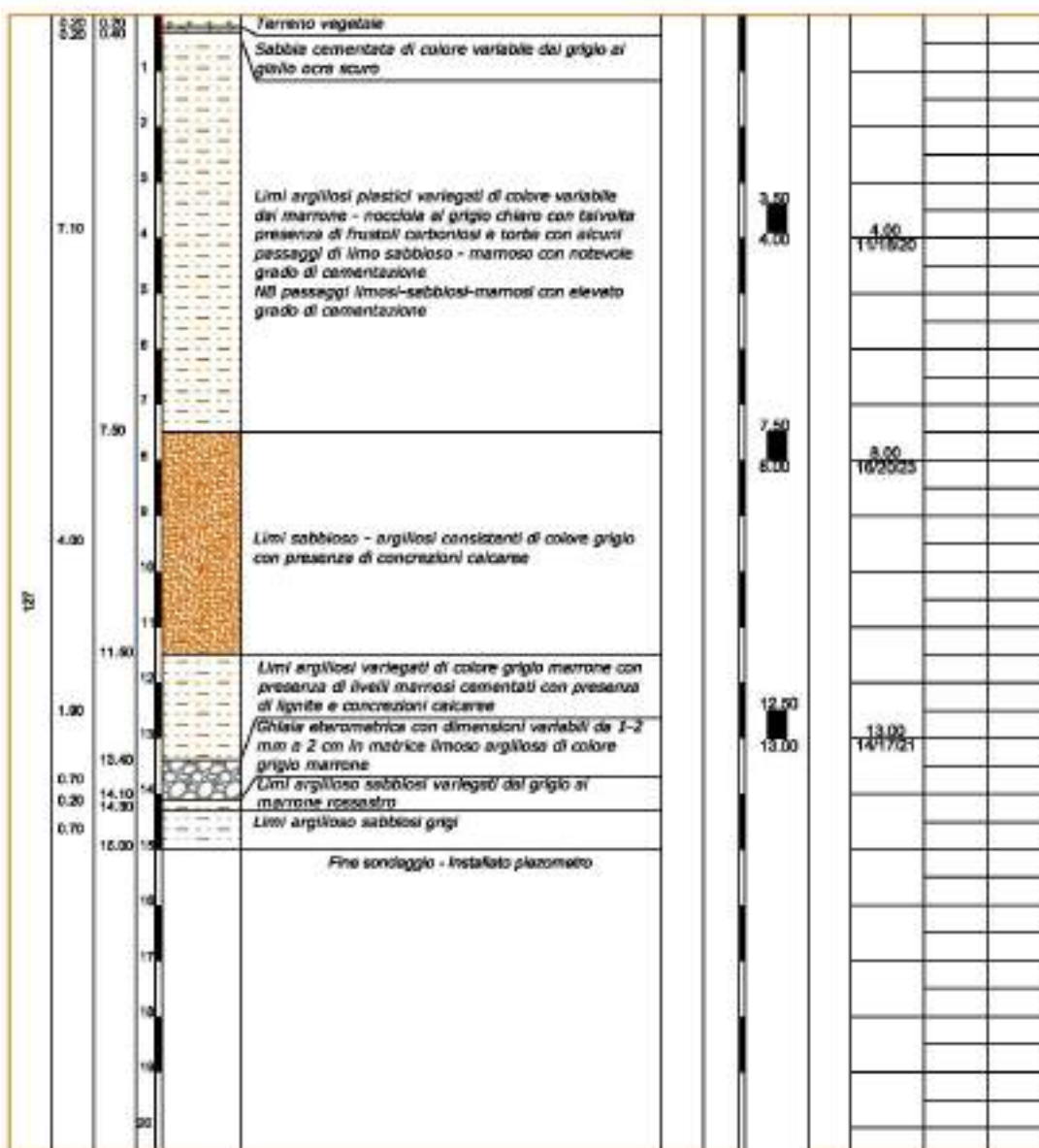
ALLEGATO 1

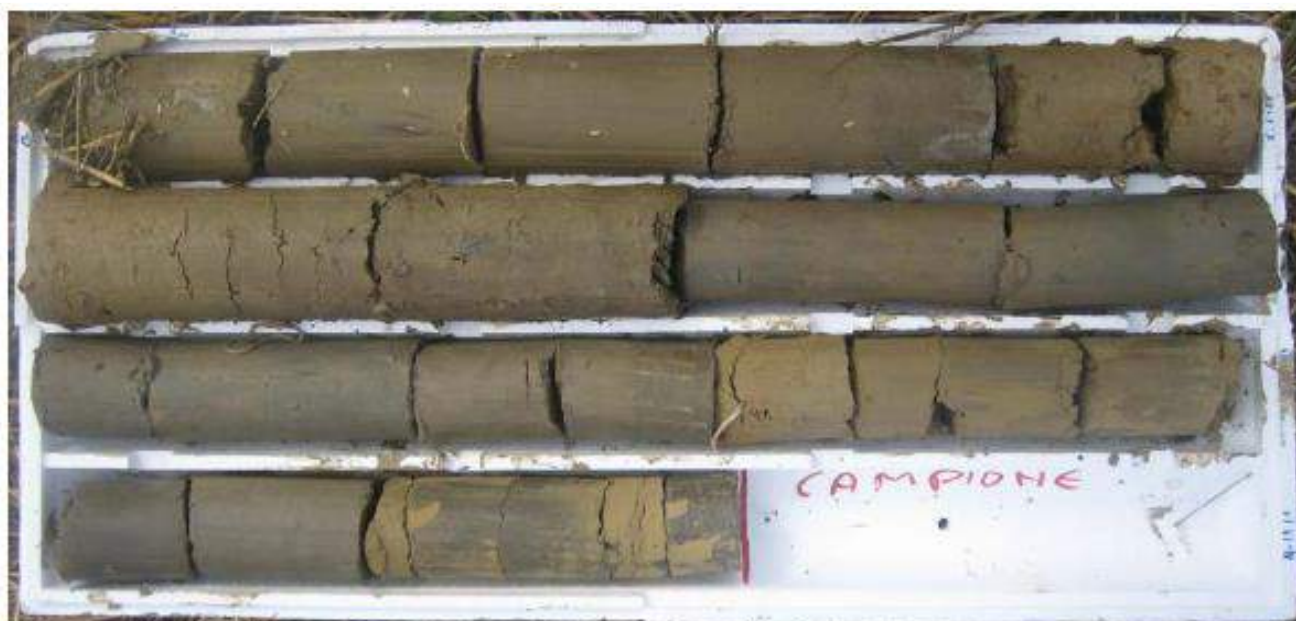
STRATIGRAFIE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGI GEOGNOSTICI

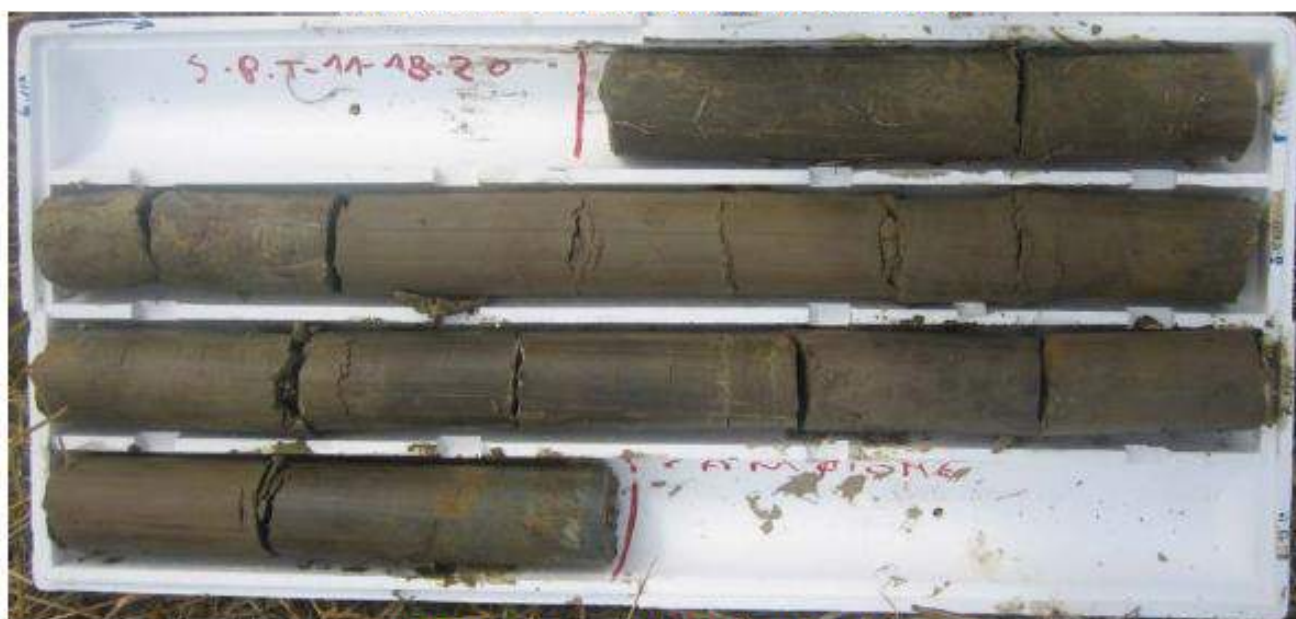
Sondaggio N°1

Data: 18/08/2010		 GEOSOL s.r.l. Viale Europa 31 - Tel. (0577) 44470 - 53100 SIENA		Sondaggio n. 1											
Ditta esecutrice: Palazzi Geotecnica															
Supervisore: dott. Andrea Capolorti															
Numero archivio: 4469		Committente: Sienainvest													
Quota:		Località: Area TU20 - San Martino, Monteriggioni (SI)													
E.N. Forazione		Descrizione		% Carotaggio		Ind. sem.		Quota falda		SPT		Pocket penet. kg/cm ²		Van test kg/cm ²	
Spessore strat.				% R.Q.D.		Ind.									
Profondità						rim.									
Riferimento															
Stratigrafia															

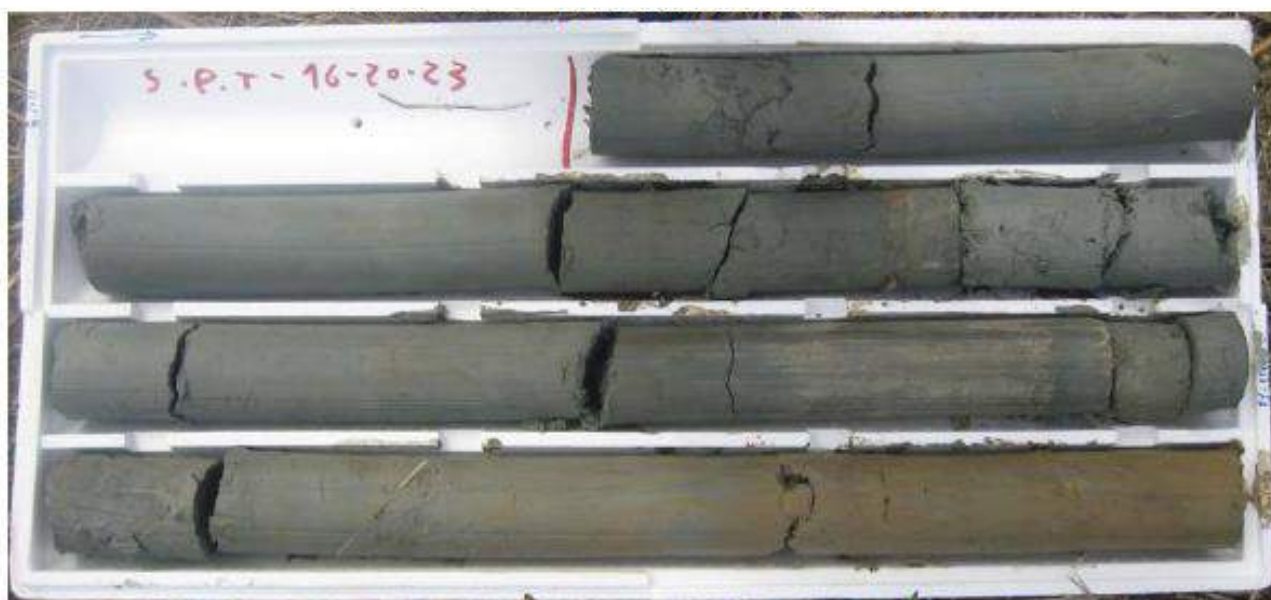




SONDAGGIO 1 - PROFONDITÀ 0.00 M - 4.00 M



SONDAGGIO 1 - PROFONDITÀ 4.00 M - 8.00 M



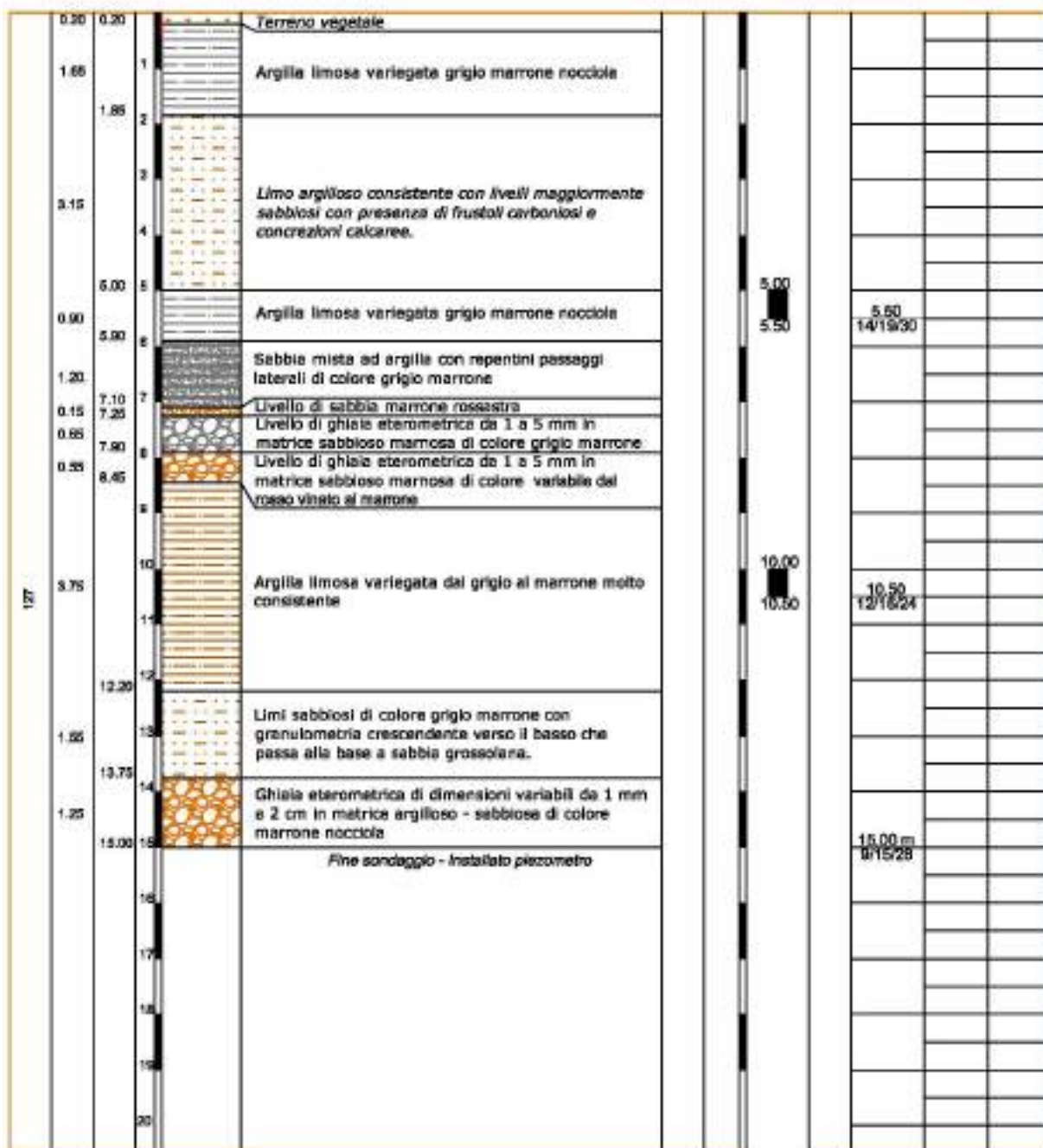
SONDAGGIO 1 - PROFONDITÀ 8.00 M - 12.00 M



SONDAGGIO 1 - PROFONDITÀ 12.00 M - 15.00 M

Sondaggio N°2

Data: 18/08/2010					 <div>GEOSOL s.r.l. Viale Europa 31 - Tel. (0577) 44470 - 53100 SIENA</div>	Sondaggio n. 2						
Ditta esecutrice: Palazzi Geotecnica												
Supervisore: dott. Andrea Capotorti												
Numero archivio: 4469												
Quota:												
					Committente: Sienalvest							
					Località: Area TU20 - San Martino, Monteriggioni (SI)							
 Perforazione	 Spessore strati	 Profondità	 Riferimento	Stratigrafia	Descrizione	% Carotaggio	% R.Q.D.	 Ind. sem.  Ind.  prim.	Quota falda	SPT	Pocket penetr. kg/cm ²	Van test kg/cm ²





SONDAGGIO 2 - PROFONDITÀ 0.00 M - 4.00 M



SONDAGGIO 2 - PROFONDITÀ 4.00 M - 8.00 M



SONDAGGIO 2 - PROFONDITÀ 8.00 M - 12.00 M



SONDAGGIO 2 - PROFONDITÀ 12.00 M - 15.00 M

Sondaggio N°3

Data: 18/08/2010						Sondaggio n. 3								
Ditta esecutrice: Palazzi Geotecnica						GEOSOL s.r.l.								
Supervisore: dott. Andrea Capotorti						Viale Europa 31 - Tel. (0577) 44470 - 53100 SIENA								
Numero archivio: 4469						Committente: Sienalvest								
Quota:					Località: Area TU20 - San Martino, Monteriggioni (SI)									
10	Perforazione	Spessore strati	Profondità*	Riferimento	Stratigrafia	Descrizione		% Carotaggio	% R.Q.D.	 Ind. sem.	Quota falda	SPT	Pocket penet. kg/cm ²	Van test kg/cm ²
										 Ind.				
										 rim.				

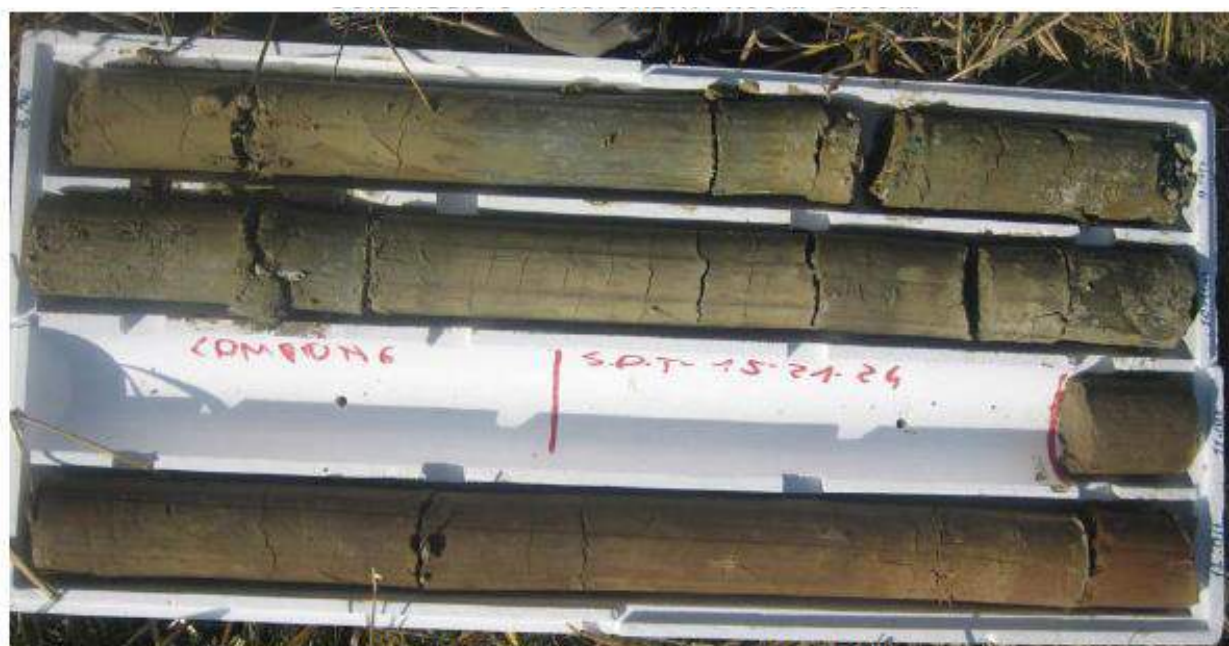
0.45	0.45				Terrano vegetale							
1												
3.25					Limo sabbioso argilloso cementato variegato di colore variabile dal grigio al marrone nocciola con presenza di residui calcarei e vegetali							
4.00												
2.15					Limo argilloso compatto con presenza di residui carboniosi lievemente variegato verso il marrone nocciola				5.00			
6.15									5.50	5.50 m	12/15/22	
1.35					Limo sabbioso argilloso cementato variegato di colore variabile dal grigio al marrone nocciola con presenza di residui calcarei e vegetali							
7.50												
0.40					Sabbia cementata marrone							
0.10												
7.80					Marna calcarea biancastra							
8.00												
1.30					Livello di ghiaia eterometrica di 1mm - 2cm in matrice sabbioso mamosa di colore marrone							
9.30												
1.60					Limo sabbioso argilloso cementato variegato di colore variabile dal grigio al marrone nocciola con presenza di residui calcarei e vegetali				10.00			
10.90									10.50	10.50 m	15/21/24	
6.10					Limo argilloso plastico di colore marrone rosastro							
14.00									14.00			
15.00									14.50	14.50 m	13/19/25	
					Fine sondaggio - installato piezometro							
16												
17												
18												
19												
20												



SONDAGGIO 3 - PROFONDITÀ 0.00 M - 4.00 M



SONDAGGIO 3 - PROFONDITÀ 4.00 M - 8.00 M



SONDAGGIO 3 - PROFONDITÀ 8.00 M - 12.00 M



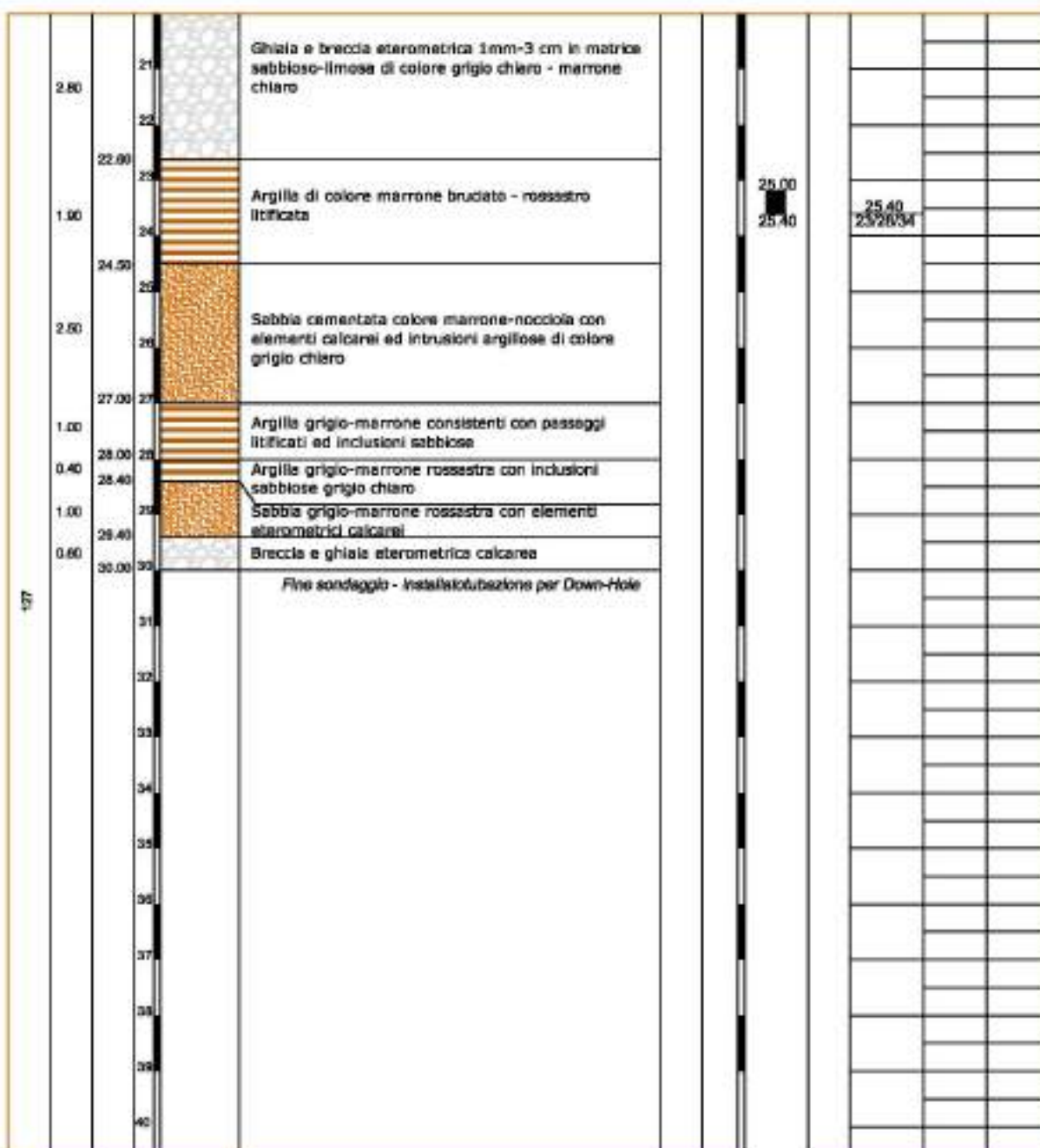
SONDAGGIO 3 - PROFONDITÀ 12.00 M - 15.00 M

Sondaggio N°4

Data: 18/08/2010					 GEOSOL s.r.l. Viale Europa 31 - Tel. (0577) 44470 - 53100 SIENA						
Ditta esecutrice: Palazzi Geotecnica											
Supervisore: dott. Andrea Capotorti											
Numero archivio: 4469											
Quota:					Committente: Sienalvest						
					Località: Area TU20 - San Martino, Monteriggioni (SI)						
 Perforazione	 Spessore strati	 Profondità*	 Riferimento	Stratigrafia	Descrizione	% Carotaggio	% R.Q.D.*  Ind. aem.  Ind.  rim.	Quota falda	S P T	Pocket penet. kg/cmq	Van test kg/cmq

0.30	0.30	1			Terrano vegetale							
1.30		2			Limo argilloso - sabbioso litificato con passaggi maggiormente sabbiosi di colore variabile dal marrone al giallo ocra							
2.10		3			Limo argilloso marnoso consistente di colore variabile dal grigio al marrone con presenza di residui carboniosi							
4.00		4			Ghiaia e breccia eterometrica di dimensione da 1-2 mm a 2-5 cm in matrice limosa argillosa di colore grigio marrone							
6.35		5			Limo argilloso marnoso consistente di colore variabile dal grigio al marrone con presenza di residui carboniosi							
10.00		6			Marna argillosa variegata di colore dal marrone chiaro al grigio				10.00			
12.00		7			Limo argilloso di colore variabile da marrone rossastro a grigio verde							
13.75		8			Ghiaia e breccia eterometrica in matrice limo - sabbiosa di colore marrone grigio con dimensioni 1-2 mm a 10 cm							
14.90		9			Ghiaia e breccia eterometrica in matrice sabbiosa di colore marrone grigio con dimensioni 1-2 mm a 10 cm							
17.10		10			Limo argilloso - sabbioso litificato di colore grigio marrone variegato				17.50			
17.50		11			Ghiaia e breccia eterometrica in matrice limo - sabbiosa di colore marrone grigio con dimensioni 1-2 mm a 10 cm							
18.70		12			Sabbie cementate di colore marrone rossastro con presenza di elementi di ghiaia di 2-2.5cm				18.00			
19.00		13										
19.80		14										
		15										
		16										
		17										
		18										
		19										
		20										
					continua							

Data: 18/08/2010										Sondaggio n. 4		
Ditta esecutrice: Palazzi Geotecnica												
Supervisore: dott. Andrea Capotorti												
Numero archivio: 4469												





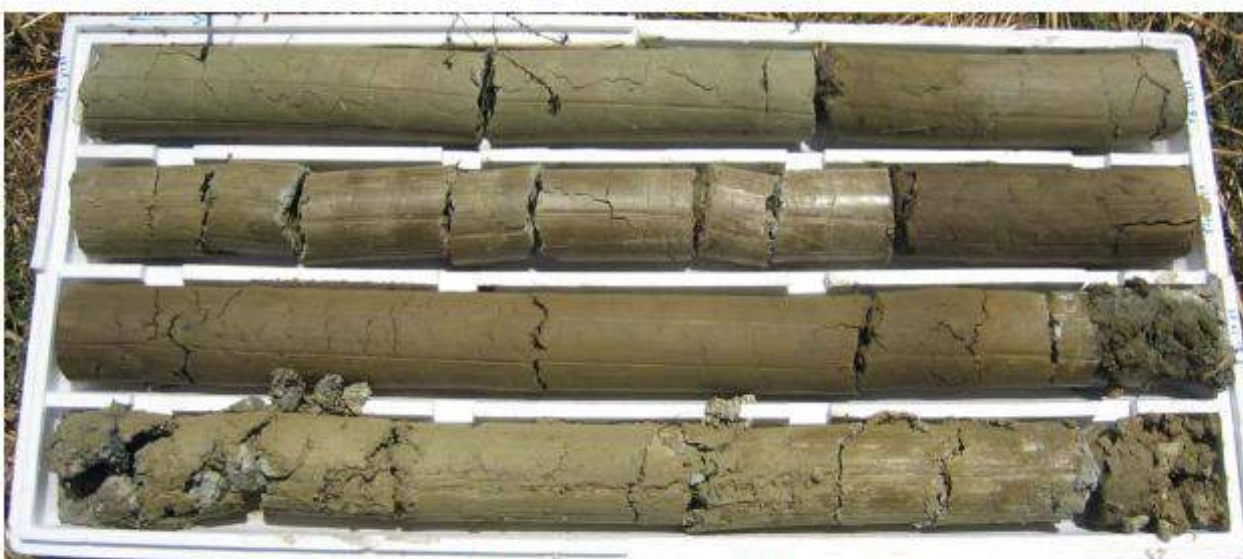
SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 0.00 M - 4.00 M



SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 4.00 M - 8.00 M



SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 8.00 M - 12.00 M



SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 12.00 M - 16.00 M



SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 16.00 M - 20.00 M



SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 20.00 M - 24.00 M



SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 24.00 M - 28.00 M



SONDAGGIO 4 - PROFONDITÀ 28.00 M - 15.00 M

ALLEGATO 2

RELAZIONE DI CALCOLO VERIFICHE DI STABILITA'

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- **F_H** e **F_V** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- **K_x** coefficiente sismico orizzontale;
- **K_y** coefficiente sismico verticale.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia m×n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 2 STATO ATTUALE (CONDIZIONI STATICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.351215/11.282028 °
Calcolo eseguito secondo	Utente
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	18.59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	338.21 m
Ascissa vertice destro superiore xs	64.72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	360.95 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	5.2	295.0
5	6.94	295.25
6	8.89	295.5
7	15.01	296.0
8	20.96	296.5
9	23.84	296.75
10	26.04	297.0
11	30.36	297.5
12	31.62	297.65
13	36.73	298.25
14	40.72	298.75
15	45.71	299.5
16	47.22	299.75
17	48.99	300.0
18	50.76	300.25
19	52.33	300.5
20	54.69	300.75
21	57.12	301.0
22	58.62	301.25
23	60.98	302.0
24	62.28	302.5
25	63.58	303.0
26	66.38	303.5
27	70.87	304.25
28	73.89	304.75
29	76.66	305.25
30	79.1	305.75
31	81.73	306.25
32	85.35	306.75
33	87.19	307.0
34	90.84	307.5
35	94.99	308.25
36	96.38	308.5
37	98.11	308.75
38	99.77	309.0
39	102.06	309.5
40	102.61	309.75
41	104.15	310.75
42	105.4	311.75
43	105.82	312.21
44	109.39	312.21

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.22
2	7.13	293.78
3	25.57	295.22

4	46.06	296.42
5	53.59	297.12
6	59.05	297.71
7	67.23	299.44
8	70.38	299.97
9	74.12	300.88
10	80.17	302.8
11	84.64	304.38
12	89.46	305.43
13	94.04	306.02
14	101.94	307.09
15	105.83	307.85
16	109.39	308.35

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	285.86
2	2.94	286.19
3	25.57	288.76
4	28.65	288.99
5	47.6	290.4
6	58.98	291.25
7	76.97	293.81
8	85.54	294.42
9	109.39	296.61

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1			23.75	1600		Unità Ta
2	1.79	0.98	25.55	2100		Unità A
3	2.13	1.71	23.10	2130		Unità B

Risultati analisi pendio [Utente]

Fs minimo individuato	2.91
-----------------------	------

Ascissa centro superficie	46.13 m
Ordinata centro superficie	382.57 m
Raggio superficie	85.76 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 46.135 \quad y_c = 382.57 \quad R_c = 85.762 \quad F_s = 2.912$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.71	-7.5	3.7	2872.01	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	2956.3	446.7
2	3.99	-5.0	4.0	8746.55	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	8896.0	1344.1
3	5.0	-2.0	5.0	18128.01	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	18232.4	2754.8
4	1.51	0.2	1.5	6805.97	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	6802.0	1027.7
5	1.76	1.3	1.8	8585.45	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	8558.0	1293.1
6	1.77	2.5	1.8	9166.03	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	9114.7	1377.2
7	1.57	3.6	1.6	8554.99	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	8491.0	1282.9
8	2.36	4.9	2.4	13214.54	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	13092.9	1978.2
9	2.43	6.5	2.4	13652.98	0.0	0.0	1.79	25.6	0.0	11795.1	16978.8
10	29.39	17.7	30.9	172287.4	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	172540.8	26069.6

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 2 STATO ATTUALE (CONDIZIONI SISMICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.351215/11.282028 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	32.87 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	343.64 m
Ascissa vertice destro superiore xs	74.09 m
Ordinata vertice destro superiore ys	362.62 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.461	2.51	0.246
S.L.D.	50.0	0.569	2.531	0.255
S.L.V.	475.0	1.373	2.477	0.277
S.L.C.	975.0	1.716	2.512	0.283

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5532	0.2	0.0113	0.0056
S.L.D.	0.6828	0.2	0.0139	0.007
S.L.V.	1.6476	0.24	0.0403	0.0202
S.L.C.	2.0592	0.24	0.0504	0.0252

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.04

Coefficiente azione sismica verticale 0.02

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	5.2	295.0
5	6.94	295.25
6	8.89	295.5
7	15.01	296.0
8	20.96	296.5
9	23.84	296.75
10	26.04	297.0
11	30.36	297.5
12	31.62	297.65
13	36.73	298.25
14	40.72	298.75
15	45.71	299.5
16	47.22	299.75
17	48.99	300.0
18	50.76	300.25
19	52.33	300.5
20	54.69	300.75
21	57.12	301.0

22	58.62	301.25
23	60.98	302.0
24	62.28	302.5
25	63.58	303.0
26	66.38	303.5
27	70.87	304.25
28	73.89	304.75
29	76.66	305.25
30	79.1	305.75
31	81.73	306.25
32	85.35	306.75
33	87.19	307.0
34	90.84	307.5
35	94.99	308.25
36	96.38	308.5
37	98.11	308.75
38	99.77	309.0
39	102.06	309.5
40	102.61	309.75
41	104.15	310.75
42	105.4	311.75
43	105.82	312.21
44	109.39	312.21

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.22
2	7.13	293.78
3	25.57	295.22
4	46.06	296.42
5	53.59	297.12
6	59.05	297.71
7	67.23	299.44
8	70.38	299.97
9	74.12	300.88
10	80.17	302.8
11	84.64	304.38
12	89.46	305.43
13	94.04	306.02
14	101.94	307.09
15	105.83	307.85
16	109.39	308.35

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	285.86
2	2.94	286.19
3	25.57	288.76
4	28.65	288.99
5	47.6	290.4
6	58.98	291.25
7	76.97	293.81

8	85.54	294.42
9	109.39	296.61

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1			23.75	1600		Unità Ta
2	1.79	0.98	25.55	2100		Unità A
3	2.13	1.71	23.10	2130		Unità B

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.34
Ascissa centro superficie	50.94 m
Ordinata centro superficie	406.08 m
Raggio superficie	107.18 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 50.935 \quad y_c = 406.084 \quad R_c = 107.181 \quad F_s = 1.341$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.24	-3.4	2.2	861.66	34.47	17.23	0.0	19.4	0.0	876.8	230.2
2	1.51	-2.4	1.5	1518.06	60.72	30.36	0.0	19.4	0.0	1536.2	403.3
3	1.76	-1.5	1.8	2633.65	105.35	52.67	0.0	19.4	0.0	2653.0	696.5
4	1.77	-0.6	1.8	3444.73	137.79	68.89	0.0	19.4	0.0	3453.9	906.8
5	1.57	0.3	1.6	3701.62	148.06	74.03	0.0	19.4	0.0	3696.1	970.4
6	2.36	1.4	2.4	6383.3	255.33	127.67	0.0	19.4	0.0	6345.1	1665.9
7	2.43	2.7	2.4	7220.29	288.81	144.41	0.0	19.4	0.0	7141.0	1874.8
8	1.5	3.7	1.5	4784.95	191.4	95.7	0.0	19.4	0.0	4714.8	1237.8
9	2.36	4.7	2.4	8872.53	354.9	177.45	0.0	19.4	0.0	8713.2	2287.6
10	33.54	14.7	34.7	169624.9	6785.0	3392.5	0.0	19.4	0.016	4064.8	43073.9

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 3 STATO ATTUALE (CONDIZIONI STATICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	36.3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	338.45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	71.21 m
Ordinata vertice destro superiore ys	357.51 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	21.1	293.5
4	25.64	293.5
5	27.61	293.75
6	28.23	294.0
7	33.24	294.6
8	38.71	295.0
9	41.5	295.25
10	47.75	296.25
11	49.31	296.5
12	50.87	296.75
13	52.14	297.0
14	53.37	297.25
15	54.6	297.5
16	56.85	298.0
17	61.97	299.25
18	65.04	300.0
19	70.83	302.25
20	79.67	303.5
21	85.13	304.25
22	90.92	305.25
23	92.31	305.5
24	95.1	306.0
25	99.38	306.75
26	103.74	307.5
27	107.85	308.0
28	111.8	308.5
29	113.77	308.75
30	114.96	309.0
31	116.55	309.25
32	117.46	309.5
33	119.99	309.5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	290.88
2	1.67	290.88
3	22.49	291.9
4	29.36	292.22
5	44.54	293.99
6	48.28	294.58
7	54.68	295.84
8	60.01	296.72
9	68.67	297.94
10	72.96	298.76
11	76.55	299.53
12	81.61	300.59
13	86.02	301.09

14	98.12	302.36
15	104.17	303.15
16	112.36	304.19
17	116.49	304.52
18	119.99	305.07

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	283.34
2	4.76	283.38
3	22.49	284.14
4	29.36	284.93
5	32.69	285.63
6	43.6	287.26
7	59.46	289.24
8	63.2	289.67
9	73.7	290.1
10	97.3	289.77
11	111.54	290.59
12	119.99	290.97

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	270.8
2	13.84	271.78
3	26.44	274.42
4	45.39	279.51
5	51.02	280.6
6	60.01	281.64
7	61.37	281.79
8	73.23	282.43
9	77.81	282.78
10	93.86	283.8
11	119.99	284.87

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1			23.75	1600		Unità Ta
2	1.79	0.98	25.55	2100		Unità A
3	2.13	1.71	23.10	2130		Unità B
4	2.89		27.20	2170		Unità C

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.85
Ascissa centro superficie	36.48 m
Ordinata centro superficie	439.85 m
Raggio superficie	145.09 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 36.483 \quad y_c = 439.851 \quad R_c = 145.089 \quad F_s = 1.849$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.23	0.2	3.2	616.46	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	615.8	146.6
2	2.79	1.4	2.8	1416.5	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	1408.6	335.3
3	6.26	3.2	6.3	7603.8	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	7515.2	1788.7
4	1.56	4.8	1.6	2775.05	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	2730.5	649.9
5	1.56	5.4	1.6	3053.32	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	2999.6	713.9
6	1.27	5.9	1.3	2704.66	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	2653.5	631.6
7	1.23	6.4	1.2	2851.93	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	2794.9	665.2
8	1.23	6.9	1.2	3060.14	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	2996.0	713.1
9	2.25	7.6	2.3	6133.03	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	5996.7	1427.3
10	33.59	15.0	34.8	163702.5	0.0	0.0	0.0	23.8	0.0	159312.9	37918.5

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 3 STATO ATTUALE (CONDIZIONI SISMICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.351215/11.282028 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	36.3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	338.45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	71.21 m
Ordinata vertice destro superiore ys	357.51 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.461	2.51	0.246
S.L.D.	50.0	0.569	2.531	0.255
S.L.V.	475.0	1.373	2.477	0.277
S.L.C.	975.0	1.716	2.512	0.283

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5532	0.2	0.0113	0.0056
S.L.D.	0.6828	0.2	0.0139	0.007
S.L.V.	1.6476	0.24	0.0403	0.0202
S.L.C.	2.0592	0.24	0.0504	0.0252

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0403

Coefficiente azione sismica verticale 0.0202

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	21.1	293.5
4	25.64	293.5
5	27.61	293.75
6	28.23	294.0
7	33.24	294.6

8	38.71	295.0
9	41.5	295.25
10	47.75	296.25
11	49.31	296.5
12	50.87	296.75
13	52.14	297.0
14	53.37	297.25
15	54.6	297.5
16	56.85	298.0
17	61.97	299.25
18	65.04	300.0
19	70.83	302.25
20	79.67	303.5
21	85.13	304.25
22	90.92	305.25
23	92.31	305.5
24	95.1	306.0
25	99.38	306.75
26	103.74	307.5
27	107.85	308.0
28	111.8	308.5
29	113.77	308.75
30	114.96	309.0
31	116.55	309.25
32	117.46	309.5
33	119.99	309.5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	290.88
2	1.67	290.88
3	22.49	291.9
4	29.36	292.22
5	44.54	293.99
6	48.28	294.58
7	54.68	295.84
8	60.01	296.72
9	68.67	297.94
10	72.96	298.76
11	76.55	299.53
12	81.61	300.59
13	86.02	301.09
14	98.12	302.36
15	104.17	303.15
16	112.36	304.19
17	116.49	304.52
18	119.99	305.07

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	283.34
2	4.76	283.38

3	22.49	284.14
4	29.36	284.93
5	32.69	285.63
6	43.6	287.26
7	59.46	289.24
8	63.2	289.67
9	73.7	290.1
10	97.3	289.77
11	111.54	290.59
12	119.99	290.97

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	270.8
2	13.84	271.78
3	26.44	274.42
4	45.39	279.51
5	51.02	280.6
6	60.01	281.64
7	61.37	281.79
8	73.23	282.43
9	77.81	282.78
10	93.86	283.8
11	119.99	284.87

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1			23.75	1600		Unità Ta
2	1.79	0.98	25.55	2100		Unità A
3	2.13	1.71	23.10	2130		Unità B
4	2.89		27.20	2170		Unità C

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.54
Ascissa centro superficie	36.48 m
Ordinata centro superficie	439.85 m
Raggio superficie	145.09 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 36.483 \quad y_c = 439.851 \quad R_c = 145.089 \quad F_s = 1.539$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.23	0.2	3.2	616.46	24.84	12.45	0.0	23.8	0.0	615.7	176.1
2	2.79	1.4	2.8	1416.5	57.08	28.61	0.0	23.8	0.0	1406.9	402.3
3	6.26	3.2	6.3	7603.8	306.43	153.6	0.0	23.8	0.0	7495.3	2143.5
4	1.56	4.8	1.6	2775.05	111.83	56.06	0.0	23.8	0.0	2719.9	777.8
5	1.56	5.4	1.6	3053.32	123.05	61.68	0.0	23.8	0.0	2986.4	854.0
6	1.27	5.9	1.3	2704.66	109.0	54.63	0.0	23.8	0.0	2640.7	755.2
7	1.23	6.4	1.2	2851.93	114.93	57.61	0.0	23.8	0.0	2780.3	795.1
8	1.23	6.9	1.2	3060.14	123.32	61.81	0.0	23.8	0.0	2979.1	852.0
9	2.25	7.6	2.3	6133.03	247.16	123.89	0.0	23.8	0.0	5959.6	1704.3
10	33.59	15.0	34.81	63702.5	6597.21	3306.79	0.0	23.8	0.0	157417.2	45018.2

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 2 STATO FINALE (CONDIZIONI STATICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	31.44 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	336.28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	61.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	350.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:

Classe d'uso:

Vita nominale:

0.0 [anni]

Vita di riferimento:

0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

Categoria topografica:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	5.2	295.0
5	6.94	295.25
6	8.89	295.5
7	15.01	296.0
8	20.96	296.5
9	23.84	296.75
10	26.04	297.0
11	30.36	297.5
12	31.62	297.65
13	33.42	299.45
14	34.92	299.45
15	36.42	300.95
16	37.92	300.95
17	39.42	302.45
18	40.92	302.45
19	42.42	303.95
20	58.28	303.95
21	58.28	303.76

22	58.58	303.76
23	58.58	303.57
24	58.88	303.57
25	58.88	303.38
26	59.18	303.38
27	59.18	303.19
28	59.48	303.19
29	59.48	303.01
30	59.78	303.01
31	59.78	302.82
32	60.08	302.82
33	60.08	302.63
34	60.38	302.63
35	60.38	302.44
36	60.68	302.44
37	60.68	302.25
38	71.31	302.25
39	71.3	305.05
40	75.8	305.05
41	75.8	305.22
42	76.1	305.22
43	76.1	305.38
44	76.4	305.38
45	76.4	305.54
46	76.7	305.54
47	76.7	305.7
48	77.0	305.7
49	77.0	305.86
50	77.3	305.86
51	77.3	306.02
52	77.6	306.02
53	77.6	306.18
54	77.9	306.18
55	77.9	306.34
56	78.2	306.34
57	78.2	306.5
58	78.7	306.5
59	78.7	306.55
60	79.7	306.55
61	79.7	306.5
62	87.2	306.5
63	87.2	308.95
64	87.5	308.95
65	87.5	308.75
66	101.0	308.75
67	101.0	309.75
68	101.3	309.75
69	101.3	309.55
70	105.82	312.21
71	109.39	312.21

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	6.94	295.25
5	8.89	295.5
6	15.01	296.0
7	20.96	296.5
8	23.84	296.75
9	26.04	297.0
10	30.36	297.5
11	31.62	297.65
12	36.73	298.25
13	40.72	298.75
14	45.71	299.5
15	48.99	300.0
16	52.33	300.5
17	54.69	300.75
18	57.12	301.0
19	58.62	301.25
20	60.98	302.0
21	61.63	302.25
22	71.31	302.25
23	71.31	304.32
24	75.55	305.05
25	75.8	305.05
26	75.8	305.09
27	76.66	305.25
28	79.1	305.75
29	81.73	306.25
30	83.54	306.5
31	87.2	306.5
32	87.2	307.0
33	90.84	307.5
34	94.99	308.25
35	96.38	308.5
36	98.11	308.75
37	101.0	308.75
38	101.0	309.27
39	102.06	309.5
40	102.61	309.75
41	104.15	310.75
42	105.4	311.75
43	105.82	312.21
44	109.39	312.21

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.22
2	7.13	293.78
3	25.57	295.22

4	46.06	296.42
5	53.59	297.12
6	59.05	297.71
7	67.23	299.44
8	70.38	299.97
9	74.12	300.88
10	80.17	302.8
11	84.64	304.38
12	89.46	305.43
13	94.04	306.02
14	101.94	307.09
15	105.83	307.85
16	109.39	308.35

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	285.86
2	2.94	286.19
3	25.57	288.76
4	28.65	288.99
5	47.6	290.4
6	58.98	291.25
7	76.97	293.81
8	85.54	294.42
9	109.39	296.61

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m3)
1	101.29	308.76	0.3	0.3	1	0.3	0.3	2.4
2	87.5	306.5	0.3	0.3	2.45	0.3	0.3	2.4
3	71.61	302.25	1	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametr o (m)	Lunghezz a (m)	Inclinazion e (°)	Interass e (m)	Resistenz a al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazio ne (kN*m)	Metodo stabilizzazio ne
1	61.80974	301.9323	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
2	60.84849	301.9428	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
3	62.93888	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
4	64.10835	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
5	65.29798	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
6	66.50777	301.8516	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
7	69.93552	301.9121	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
8	67.65708	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
9	70.94369	301.9464	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
10	68.68548	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm2)
1	60.66	302.22	71.26	302.22	1.5
2	87.83	308.7	100.83	308.7	0.25
3	78.71	306.53	86.91	306.53	0.25
4	105.98	312.2	108.98	312.2	0.25
5	71.29	305.09	73.29	305.09	1.5

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3.7
Ascissa centro superficie	43.8 m
Ordinata centro superficie	341.93 m
Raggio superficie	61.29 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti

normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 43.795 \quad y_c = 341.928 \quad R_c = 61.294 \quad F_s = 3.695$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.71	-39.5	0.9	397.54	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	554.3	48.0
2	1.73	-38.0	2.2	4243.48	0.0	0.0	1.43	20.9	0.0	12348.7	8916.1
3	1.95	-35.8	2.41	1343.77	0.0	0.0	1.43	20.9	0.0	21575.4	10496.0
4	6.12	-31.4	7.27	4713.41	0.0	0.0	1.43	20.9	0.0	109155.0	35526.5
5	5.95	-24.9	6.61	19335.2	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0	150272.2	40121.0
6	2.88	-20.4	3.17	1330.55	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0	83536.6	19893.6
7	2.2	-17.9	2.35	9874.99	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0	67910.9	15411.8
8	4.32	-14.7	4.51	29285.4	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0	141754.3	30636.5
9	1.26	-12.1	1.34	0186.66	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0	43016.0	9004.7
10	63.71	22.9	69.22	586257.0	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0	2592996.05	07550.5

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 2 STATO FINALE (CONDIZIONI SISMICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.351215/11.282028 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	31.44 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	336.28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	61.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	350.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

B

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.461	2.51	0.246
S.L.D.	50.0	0.569	2.531	0.255
S.L.V.	475.0	1.373	2.477	0.277
S.L.C.	975.0	1.716	2.512	0.283

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5532	0.2	0.0113	0.0056
S.L.D.	0.6828	0.2	0.0139	0.007
S.L.V.	1.6476	0.24	0.0403	0.0202
S.L.C.	2.0592	0.24	0.0504	0.0252

Coefficiente azione sismica orizzontale

0.0403

Coefficiente azione sismica verticale

0.0202

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	5.2	295.0
5	6.94	295.25
6	8.89	295.5
7	15.01	296.0
8	20.96	296.5
9	23.84	296.75
10	26.04	297.0
11	30.36	297.5
12	31.62	297.65
13	33.42	299.45
14	34.92	299.45
15	36.42	300.95
16	37.92	300.95
17	39.42	302.45
18	40.92	302.45
19	42.42	303.95
20	58.28	303.95
21	58.28	303.76
22	58.58	303.76
23	58.58	303.57
24	58.88	303.57
25	58.88	303.38
26	59.18	303.38

27	59.18	303.19
28	59.48	303.19
29	59.48	303.01
30	59.78	303.01
31	59.78	302.82
32	60.08	302.82
33	60.08	302.63
34	60.38	302.63
35	60.38	302.44
36	60.68	302.44
37	60.68	302.25
38	71.31	302.25
39	71.3	305.05
40	75.8	305.05
41	75.8	305.22
42	76.1	305.22
43	76.1	305.38
44	76.4	305.38
45	76.4	305.54
46	76.7	305.54
47	76.7	305.7
48	77.0	305.7
49	77.0	305.86
50	77.3	305.86
51	77.3	306.02
52	77.6	306.02
53	77.6	306.18
54	77.9	306.18
55	77.9	306.34
56	78.2	306.34
57	78.2	306.5
58	78.7	306.5
59	78.7	306.55
60	79.7	306.55
61	79.7	306.5
62	87.2	306.5
63	87.2	308.95
64	87.5	308.95
65	87.5	308.75
66	101.0	308.75
67	101.0	309.75
68	101.3	309.75
69	101.3	309.55
70	105.82	312.21
71	109.39	312.21

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	6.94	295.25

5	8.89	295.5
6	15.01	296.0
7	20.96	296.5
8	23.84	296.75
9	26.04	297.0
10	30.36	297.5
11	31.62	297.65
12	36.73	298.25
13	40.72	298.75
14	45.71	299.5
15	48.99	300.0
16	52.33	300.5
17	54.69	300.75
18	57.12	301.0
19	58.62	301.25
20	60.98	302.0
21	61.63	302.25
22	71.31	302.25
23	71.31	304.32
24	75.55	305.05
25	75.8	305.05
26	75.8	305.09
27	76.66	305.25
28	79.1	305.75
29	81.73	306.25
30	83.54	306.5
31	87.2	306.5
32	87.2	307.0
33	90.84	307.5
34	94.99	308.25
35	96.38	308.5
36	98.11	308.75
37	101.0	308.75
38	101.0	309.27
39	102.06	309.5
40	102.61	309.75
41	104.15	310.75
42	105.4	311.75
43	105.82	312.21
44	109.39	312.21

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.22
2	7.13	293.78
3	25.57	295.22
4	46.06	296.42
5	53.59	297.12
6	59.05	297.71
7	67.23	299.44
8	70.38	299.97
9	74.12	300.88

10	80.17	302.8
11	84.64	304.38
12	89.46	305.43
13	94.04	306.02
14	101.94	307.09
15	105.83	307.85
16	109.39	308.35

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	285.86
2	2.94	286.19
3	25.57	288.76
4	28.65	288.99
5	47.6	290.4
6	58.98	291.25
7	76.97	293.81
8	85.54	294.42
9	109.39	296.61

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m3)
1	101.29	308.76	0.3	0.3	1	0.3	0.3	2.4
2	87.5	306.5	0.3	0.3	2.45	0.3	0.3	2.4
3	71.61	302.25	1	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm ²)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	61.80974	301.9323	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
2	60.84849	301.9428	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
3	62.93888	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
4	64.10835	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
5	65.29798	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
6	66.50777	301.8516	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
7	69.93552	301.9121	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
8	67.65708	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
9	70.94369	301.9464	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
10	68.6854	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	x _i (m)	y _i (m)	x _f (m)	y _f (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	60.66	302.22	71.26	302.22	1.5
2	87.83	308.7	100.83	308.7	0.25
3	78.71	306.53	86.91	306.53	0.25
4	105.98	312.2	108.98	312.2	0.25
5	71.29	305.09	73.29	305.09	1.5

Risultati analisi pendio

```

=====
Fs minimo individuato          3.86
Ascissa centro superficie      43.8 m
Ordinata centro superficie     341.93 m
Raggio superficie              61.29 m
=====

```

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 43.795 \quad y_c = 341.928 \quad R_c = 61.294 \quad F_s = 3.856$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.71	-39.5	0.9	397.54	16.02	8.03	0.0	23.8	0.0	562.9	58.4
2	1.73	-38.0	2.2	4243.48	171.01	85.72	1.79	25.6	0.0	13861.1	10852.4
3	1.95	-35.8	2.41	1343.77	457.15	229.14	1.79	25.6	0.0	23210.1	12759.0
4	6.12	-31.4	7.27	4713.41	3010.95	1509.21	1.79	25.6	0.0	113760.2	43081.6
5	5.95	-24.9	6.61	19335.2	4809.21	2410.57	2.13	23.1	0.0	154149.3	48456.9
6	2.88	-20.4	3.17	1330.55	2874.62	1440.88	2.13	23.1	0.0	85062.1	23987.0
7	2.2	-17.9	2.35	9874.99	2412.96	1209.48	2.13	23.1	0.0	68931.1	18566.7
8	4.32	-14.7	4.51	29285.4	5210.2	2611.56	2.13	23.1	0.0	143395.0	36869.1
9	1.26	-12.1	1.34	0186.66	1619.52	811.77	2.13	23.1	0.0	43405.2	10827.2
10	63.71	22.9	69.22	586257.0	104226.1	52242.38	2.13	23.1	0.0	2552290.06	03977.4

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 2 STATO FINALE - RILAVATO (CONDIZIONI STATICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	31.44 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	336.28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	61.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	350.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	
Categoria topografica:	

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera:

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	5.2	295.0
5	6.94	295.25
6	8.89	295.5
7	15.01	296.0
8	20.96	296.5
9	23.84	296.75
10	26.04	297.0
11	30.36	297.5
12	31.62	297.65
13	33.42	299.45
14	34.92	299.45
15	36.42	300.95
16	37.92	300.95
17	39.42	302.45
18	40.92	302.45
19	42.42	303.95
20	58.28	303.95
21	58.28	303.76
22	58.58	303.76
23	58.58	303.57
24	58.88	303.57
25	58.88	303.38
26	59.18	303.38
27	59.18	303.19
28	59.48	303.19
29	59.48	303.01
30	59.78	303.01
31	59.78	302.82
32	60.08	302.82
33	60.08	302.63

34	60.38	302.63
35	60.38	302.44
36	60.68	302.44
37	60.68	302.25
38	71.31	302.25
39	71.3	305.05
40	75.8	305.05
41	75.8	305.22
42	76.1	305.22
43	76.1	305.38
44	76.4	305.38
45	76.4	305.54
46	76.7	305.54
47	76.7	305.7
48	77.0	305.7
49	77.0	305.86
50	77.3	305.86
51	77.3	306.02
52	77.6	306.02
53	77.6	306.18
54	77.9	306.18
55	77.9	306.34
56	78.2	306.34
57	78.2	306.5
58	78.7	306.5
59	78.7	306.55
60	79.7	306.55
61	79.7	306.5
62	87.2	306.5
63	87.2	308.95
64	87.5	308.95
65	87.5	308.75
66	101.0	308.75
67	101.0	309.75
68	101.3	309.75
69	101.3	309.55
70	105.82	312.21
71	109.39	312.21

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	6.94	295.25
5	8.89	295.5
6	15.01	296.0
7	20.96	296.5
8	23.84	296.75
9	26.04	297.0
10	30.36	297.5
11	31.62	297.65

12	36.73	298.25
13	40.72	298.75
14	45.71	299.5
15	48.99	300.0
16	52.33	300.5
17	54.69	300.75
18	57.12	301.0
19	58.62	301.25
20	60.98	302.0
21	61.63	302.25
22	71.31	302.25
23	71.31	304.32
24	75.55	305.05
25	75.8	305.05
26	75.8	305.09
27	76.66	305.25
28	79.1	305.75
29	81.73	306.25
30	83.54	306.5
31	87.2	306.5
32	87.2	307.0
33	90.84	307.5
34	94.99	308.25
35	96.38	308.5
36	98.11	308.75
37	101.0	308.75
38	101.0	309.27
39	102.06	309.5
40	102.61	309.75
41	104.15	310.75
42	105.4	311.75
43	105.82	312.21
44	109.39	312.21

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.22
2	7.13	293.78
3	25.57	295.22
4	46.06	296.42
5	53.59	297.12
6	59.05	297.71
7	67.23	299.44
8	70.38	299.97
9	74.12	300.88
10	80.17	302.8
11	84.64	304.38
12	89.46	305.43
13	94.04	306.02
14	101.94	307.09
15	105.83	307.85
16	109.39	308.35

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	285.86
2	2.94	286.19
3	25.57	288.76
4	28.65	288.99
5	47.6	290.4
6	58.98	291.25
7	76.97	293.81
8	85.54	294.42
9	109.39	296.61

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m3)
1	101.29	308.76	0.3	0.3	1	0.3	0.3	2.4
2	87.5	306.5	0.3	0.3	2.45	0.3	0.3	2.4
3	71.61	302.25	1	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametr o (m)	Lunghezz a (m)	Inclinazion e (°)	Interass e (m)	Resistenz a al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazio ne (kN*m)	Metodo stabilizzazio ne
1	61.80974	301.9323	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
2	60.8484	301.942	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione

	9	8							tangenziale
3	62.9388 8	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
4	64.1083 5	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
5	65.2979 8	301.871 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
6	66.5077 7	301.851 6	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
7	69.9355 2	301.912 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
8	67.6570 8	301.871 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
9	70.9436 9	301.946 4	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
10	68.6854	301.871 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm2)
1	60.66	302.22	71.26	302.22	1.5
2	87.83	308.7	100.83	308.7	0.25
3	78.71	306.53	86.91	306.53	0.25
4	105.98	312.2	108.98	312.2	0.25
5	71.29	305.09	73.29	305.09	1.5

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.32
Ascissa centro superficie	20.15 m
Ordinata centro superficie	351.8 m
Raggio superficie	56.65 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 20.148 \quad y_c = 351.799 \quad R_c = 56.654 \quad F_s = 1.32$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.1	-6.8	3.1	1645.21	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	1706.0	413.6
2	5.95	-2.2	6.01	10122.27	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	10224.6	2479.1
3	2.88	2.3	2.9	6610.97	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	6553.0	1588.9
4	3.5	5.5	3.5	8637.35	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	8479.0	2055.9
5	3.02	8.8	3.1	7293.29	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	7112.7	1724.6
6	1.26	11.0	1.3	2786.74	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	2711.0	657.3
7	4.8	14.2	4.91	9794.35	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	19237.9	4664.5
8	6.35	20.1	6.83	9244.68	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	38384.9	9307.0
9	3.86	25.7	4.31	9809.71	0.0	0.0	0.04	23.0	0.0	18770.0	6678.9
10	3.86	30.1	4.5	7216.24	0.0	0.0	0.04	23.0	0.0	6521.4	3139.3

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 2 STATO FINALE - RILAVATO (CONDIZIONI SISMICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.351215/11.282028 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	31.44 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	336.28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	61.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	350.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.461	2.51	0.246
S.L.D.	50.0	0.569	2.531	0.255
S.L.V.	475.0	1.373	2.477	0.277
S.L.C.	975.0	1.716	2.512	0.283

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5532	0.2	0.0113	0.0056
S.L.D.	0.6828	0.2	0.0139	0.007
S.L.V.	1.6476	0.24	0.0403	0.0202

S.L.C.	2.0592	0.24	0.0504	0.0252
--------	--------	------	--------	--------

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0403

Coefficiente azione sismica verticale 0.0202

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	5.2	295.0
5	6.94	295.25
6	8.89	295.5
7	15.01	296.0
8	20.96	296.5
9	23.84	296.75
10	26.04	297.0
11	30.36	297.5
12	31.62	297.65
13	33.42	299.45
14	34.92	299.45
15	36.42	300.95
16	37.92	300.95
17	39.42	302.45
18	40.92	302.45
19	42.42	303.95
20	58.28	303.95
21	58.28	303.76
22	58.58	303.76
23	58.58	303.57
24	58.88	303.57
25	58.88	303.38
26	59.18	303.38
27	59.18	303.19
28	59.48	303.19
29	59.48	303.01
30	59.78	303.01
31	59.78	302.82
32	60.08	302.82
33	60.08	302.63
34	60.38	302.63
35	60.38	302.44
36	60.68	302.44
37	60.68	302.25
38	71.31	302.25
39	71.3	305.05
40	75.8	305.05
41	75.8	305.22
42	76.1	305.22
43	76.1	305.38
44	76.4	305.38
45	76.4	305.54
46	76.7	305.54

47	76.7	305.7
48	77.0	305.7
49	77.0	305.86
50	77.3	305.86
51	77.3	306.02
52	77.6	306.02
53	77.6	306.18
54	77.9	306.18
55	77.9	306.34
56	78.2	306.34
57	78.2	306.5
58	78.7	306.5
59	78.7	306.55
60	79.7	306.55
61	79.7	306.5
62	87.2	306.5
63	87.2	308.95
64	87.5	308.95
65	87.5	308.75
66	101.0	308.75
67	101.0	309.75
68	101.3	309.75
69	101.3	309.55
70	105.82	312.21
71	109.39	312.21

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	294.25
2	1.73	294.5
3	3.47	294.75
4	6.94	295.25
5	8.89	295.5
6	15.01	296.0
7	20.96	296.5
8	23.84	296.75
9	26.04	297.0
10	30.36	297.5
11	31.62	297.65
12	36.73	298.25
13	40.72	298.75
14	45.71	299.5
15	48.99	300.0
16	52.33	300.5
17	54.69	300.75
18	57.12	301.0
19	58.62	301.25
20	60.98	302.0
21	61.63	302.25
22	71.31	302.25
23	71.31	304.32
24	75.55	305.05

25	75.8	305.05
26	75.8	305.09
27	76.66	305.25
28	79.1	305.75
29	81.73	306.25
30	83.54	306.5
31	87.2	306.5
32	87.2	307.0
33	90.84	307.5
34	94.99	308.25
35	96.38	308.5
36	98.11	308.75
37	101.0	308.75
38	101.0	309.27
39	102.06	309.5
40	102.61	309.75
41	104.15	310.75
42	105.4	311.75
43	105.82	312.21
44	109.39	312.21

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.22
2	7.13	293.78
3	25.57	295.22
4	46.06	296.42
5	53.59	297.12
6	59.05	297.71
7	67.23	299.44
8	70.38	299.97
9	74.12	300.88
10	80.17	302.8
11	84.64	304.38
12	89.46	305.43
13	94.04	306.02
14	101.94	307.09
15	105.83	307.85
16	109.39	308.35

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	285.86
2	2.94	286.19
3	25.57	288.76
4	28.65	288.99
5	47.6	290.4
6	58.98	291.25
7	76.97	293.81
8	85.54	294.42
9	109.39	296.61

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m3)
1	101.29	308.76	0.3	0.3	1	0.3	0.3	2.4
2	87.5	306.5	0.3	0.3	2.45	0.3	0.3	2.4
3	71.61	302.25	1	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	61.80974	301.9323	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
2	60.84849	301.9428	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
3	62.93888	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
4	64.10835	301.892	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
5	65.29798	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
6	66.50777	301.8516	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
7	69.93552	301.9121	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
8	67.65708	301.8718	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

9	70.9436 9	301.946 4	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
10	68.6854	301.871 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm2)
1	60.66	302.22	71.26	302.22	1.5
2	87.83	308.7	100.83	308.7	0.25
3	78.71	306.53	86.91	306.53	0.25
4	105.98	312.2	108.98	312.2	0.25
5	71.29	305.09	73.29	305.09	1.5

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.4
Ascissa centro superficie	20.15 m
Ordinata centro superficie	351.8 m
Raggio superficie	56.65 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 20.148 \quad y_c = 351.799 \quad R_c = 56.654 \quad F_s = 1.399$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.1	-6.8	3.1	1645.21	66.3	33.23	0.0	23.8	0.0	1715.1	490.5
2	5.95	-2.2	6.0	10122.27	407.93	204.47	0.0	23.8	0.0	10241.9	2929.2
3	2.88	2.3	2.9	6610.97	266.42	133.54	0.0	23.8	0.0	6541.8	1871.0
4	3.5	5.5	3.5	8637.35	348.09	174.47	0.0	23.8	0.0	8444.3	2415.1
5	3.02	8.8	3.1	7293.29	293.92	147.32	0.0	23.8	0.0	7066.6	2021.1
6	1.26	11.0	1.3	2786.74	112.31	56.29	0.0	23.8	0.0	2689.2	769.1
7	4.8	14.2	4.9	19794.35	797.71	399.85	0.0	23.8	0.0	19040.4	5445.6
8	6.35	20.1	6.8	39244.68	1581.56	792.74	0.0	23.8	0.0	37831.0	10819.7
9	3.86	25.7	4.3	19809.71	798.33	400.16	0.05	28.0	0.0	18275.3	7707.0
10	3.86	30.1	4.5	7216.24	290.81	145.77	0.05	28.0	0.0	6249.1	3608.8

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 3 STATO FINALE (CONDIZIONI STATICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	13.84 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	359.48 m
Ascissa vertice destro superiore xs	60.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	379.92 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
 Categoria topografica:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	21.1	293.5
4	25.64	293.5
5	27.61	293.75
6	28.23	294.0
7	33.24	294.6

8	34.29	295.65
9	35.79	295.65
10	37.29	297.15
11	38.79	297.15
12	40.29	298.65
13	41.79	298.65
14	43.29	300.15
15	54.87	300.15
16	54.87	300.01
17	55.17	300.01
18	55.17	299.82
19	55.47	299.82
20	55.47	299.63
21	55.77	299.63
22	55.77	299.44
23	56.07	299.44
24	56.07	299.26
25	56.37	299.26
26	56.37	299.07
27	56.67	299.07
28	56.67	298.88
29	56.97	298.88
30	56.97	298.69
31	57.27	298.69
32	57.27	298.5
33	67.89	298.5
34	67.89	301.25
35	75.37	301.27
36	75.37	301.3
37	76.87	301.3
38	76.87	301.27
39	85.37	301.25
40	85.37	301.3
41	86.87	301.3
42	86.87	304.0
43	93.05	304.0
44	93.04	301.25
45	110.4	301.27
46	110.4	306.25
47	117.46	309.5
48	119.99	309.5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	25.64	293.5
4	27.61	293.75
5	28.23	294.0
6	33.24	294.6
7	38.71	295.0
8	41.5	295.25

9	47.75	296.25
10	50.87	296.75
11	54.6	297.5
12	56.85	298.0
13	58.9	298.5
14	67.89	298.5
15	67.89	301.25
16	70.55	301.26
17	75.37	301.27
18	75.37	301.3
19	76.87	301.3
20	76.87	301.27
21	85.37	301.25
22	85.37	301.3
23	86.87	301.3
24	86.87	304.0
25	93.05	303.99
26	93.04	301.25
27	110.4	301.27
28	110.4	306.25
29	117.46	309.5
30	119.99	309.5

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	290.88
2	1.67	290.88
3	22.49	291.9
4	29.36	292.22
5	44.54	293.99
6	48.28	294.58
7	54.68	295.84
8	60.01	296.72
9	68.67	297.94
10	72.96	298.76
11	76.55	299.53
12	81.61	300.59
13	84.86	300.98
14	86.02	301.09
15	93.04	301.83
16	93.04	301.25
17	110.4	301.27
18	110.39	303.94
19	112.36	304.19
20	116.49	304.52
21	119.99	305.07

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	283.34
2	4.76	283.38
3	22.49	284.14

4	29.36	284.93
5	32.69	285.63
6	43.6	287.26
7	59.46	289.24
8	63.2	289.67
9	73.7	290.1
10	97.3	289.77
11	111.54	290.59
12	119.99	290.97

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	270.8
2	13.84	271.78
3	26.44	274.42
4	45.39	279.51
5	51.02	280.6
6	60.01	281.64
7	61.37	281.79
8	73.23	282.43
9	77.81	282.78
10	93.86	283.8
11	119.99	284.87

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B
5	2.89		27.20	2170		Unità C

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m3)
1	110.44	301.26	0.3	0.3	5	0.3	0.3	2.4
2	93.05	301.26	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4
3	87.17	301.3	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4
4	67.93	298.49	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametr o (m)	Lunghezz a (m)	Inclinazion e (°)	Interass e (m)	Resistenz a al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazio ne (kN*m)	Metodo stabilizzazio ne
1	110.035 2	301.117 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
2	61.0071 2	298.255 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
3	67.6455 9	298.273 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
4	66.5384	298.279 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
5	65.4316 3	298.289 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
6	64.3459 8	298.277 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
7	63.2223 9	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
8	62.0775 9	298.255 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
9	59.9366 6	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
10	58.9107 9	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
11	57.8849 3	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
12	68.4241 9	301.010 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm2)
1	57.28	298.52	67.63	298.52	1.5
2	67.67	301.25	69.17	301.25	1.5
3	76.88	301.27	85.28	301.2453	0.25
4	93.06	301.25	110.16	301.2661	1.5
5	117.91	309.52	119.91	309.52	0.25

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato
 Ascissa centro superficie
 Ordinata centro superficie

6.59
 58.09 m
 352.31 m

Raggio superficie

69.8 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 58.086 \quad y_c = 352.314 \quad R_c = 69.796 \quad F_s = 6.589$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7.1	-29.2	8.126266.85	0.0	0.0	1.43	20.9	0.040292.6	18208.7		
2	0.62	-25.6	0.7 5347.18	0.0	0.0	1.43	20.9	0.0 6754.0	1719.8		
3	5.01	-23.1	5.460478.18	0.0	0.0	1.43	20.9	0.071952.8	14563.1		
4	4.05	-19.1	4.373473.66	0.0	0.0	1.43	20.9	0.082181.3	12798.8		
5	25.8	-6.6	26.0955280.3	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0974066.6	106923.4		
6	4.85	6.1	4.9229513.9	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0228446.2	22225.6		
7	7.43	11.2	7.6281170.2	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0280501.4	31009.4		
8	1.55	15.0	1.652323.32	0.0	0.0	1.7	18.8	0.052495.5	6245.1		
9	20.24	24.9	22.3700489.4	0.0	0.0	1.7	18.8	0.0731729.5	86890.5		
10	8.52	38.5	10.9191684.0	0.0	0.0	1.43	20.9	0.0218690.3	33047.7		

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 3 STATO FINALE (CONDIZIONI SISMICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.351215/11.282028 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	13.84 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	359.48 m
Ascissa vertice destro superiore xs	60.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	379.92 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:

2 - Opere ordinarie

Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.461	2.51	0.246
S.L.D.	50.0	0.569	2.531	0.255
S.L.V.	475.0	1.373	2.477	0.277
S.L.C.	975.0	1.716	2.512	0.283

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5532	0.2	0.0113	0.0056
S.L.D.	0.6828	0.2	0.0139	0.007
S.L.V.	1.6476	0.24	0.0403	0.0202
S.L.C.	2.0592	0.24	0.0504	0.0252

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0403

Coefficiente azione sismica verticale 0.0202

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	21.1	293.5
4	25.64	293.5
5	27.61	293.75
6	28.23	294.0
7	33.24	294.6
8	34.29	295.65
9	35.79	295.65
10	37.29	297.15
11	38.79	297.15
12	40.29	298.65
13	41.79	298.65
14	43.29	300.15
15	54.87	300.15
16	54.87	300.01
17	55.17	300.01
18	55.17	299.82
19	55.47	299.82
20	55.47	299.63
21	55.77	299.63
22	55.77	299.44

23	56.07	299.44
24	56.07	299.26
25	56.37	299.26
26	56.37	299.07
27	56.67	299.07
28	56.67	298.88
29	56.97	298.88
30	56.97	298.69
31	57.27	298.69
32	57.27	298.5
33	67.89	298.5
34	67.89	301.25
35	75.37	301.27
36	75.37	301.3
37	76.87	301.3
38	76.87	301.27
39	85.37	301.25
40	85.37	301.3
41	86.87	301.3
42	86.87	304.0
43	93.05	304.0
44	93.04	301.25
45	110.4	301.27
46	110.4	306.25
47	117.46	309.5
48	119.99	309.5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	25.64	293.5
4	27.61	293.75
5	28.23	294.0
6	33.24	294.6
7	38.71	295.0
8	41.5	295.25
9	47.75	296.25
10	50.87	296.75
11	54.6	297.5
12	56.85	298.0
13	58.9	298.5
14	67.89	298.5
15	67.89	301.25
16	70.55	301.26
17	75.37	301.27
18	75.37	301.3
19	76.87	301.3
20	76.87	301.27
21	85.37	301.25
22	85.37	301.3
23	86.87	301.3

24	86.87	304.0
25	93.05	303.99
26	93.04	301.25
27	110.4	301.27
28	110.4	306.25
29	117.46	309.5
30	119.99	309.5

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	290.88
2	1.67	290.88
3	22.49	291.9
4	29.36	292.22
5	44.54	293.99
6	48.28	294.58
7	54.68	295.84
8	60.01	296.72
9	68.67	297.94
10	72.96	298.76
11	76.55	299.53
12	81.61	300.59
13	84.86	300.98
14	86.02	301.09
15	93.04	301.83
16	93.04	301.25
17	110.4	301.27
18	110.39	303.94
19	112.36	304.19
20	116.49	304.52
21	119.99	305.07

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	283.34
2	4.76	283.38
3	22.49	284.14
4	29.36	284.93
5	32.69	285.63
6	43.6	287.26
7	59.46	289.24
8	63.2	289.67
9	73.7	290.1
10	97.3	289.77
11	111.54	290.59
12	119.99	290.97

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	270.8
2	13.84	271.78

3	26.44	274.42
4	45.39	279.51
5	51.02	280.6
6	60.01	281.64
7	61.37	281.79
8	73.23	282.43
9	77.81	282.78
10	93.86	283.8
11	119.99	284.87

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B
5	2.89		27.20	2170		Unità C

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m3)
1	110.44	301.26	0.3	0.3	5	0.3	0.3	2.4
2	93.05	301.26	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4
3	87.17	301.3	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4
4	67.93	298.49	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	110.035	301.117	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
2	61.0071	298.255	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

3	67.6455 9	298.273 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
4	66.5384	298.279 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
5	65.4316 3	298.289 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
6	64.3459 8	298.277 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
7	63.2223 9	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
8	62.0775 9	298.255 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
9	59.9366 6	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
10	58.9107 9	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
11	57.8849 3	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
12	68.4241 9	301.010 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm2)
1	57.28	298.52	67.63	298.52	1.5
2	67.67	301.25	69.17	301.25	1.5
3	76.88	301.27	85.28	301.2453	0.25
4	93.06	301.25	110.16	301.2661	1.5
5	117.91	309.52	119.91	309.52	0.25

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	6.25
Ascissa centro superficie	58.09 m
Ordinata centro superficie	352.31 m
Raggio superficie	69.8 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 58.086 \quad y_c = 352.314 \quad R_c = 69.796 \quad F_s = 6.252$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7.1	-29.2	8.126266.85	1058.55	530.59	1.79	25.6	0.043659.0	24223.4		
2	0.62	-25.6	0.7 5347.18	215.49	108.01	1.79	25.6	0.0 7024.7	2284.6		
3	5.01	-23.1	5.460478.18	2437.27	1221.66	1.79	25.6	0.0 73983.9	19327.6		
4	4.05	-19.1	4.373473.66	2960.99	1484.17	1.79	25.6	0.0 83622.4	16962.1		
5	25.8	-6.6	26.0955280.3	38497.8	19296.66	2.13	23.1	0.0978029.1	141113.5		
6	4.85	6.1	4.9229513.9	9249.41	4636.18	2.13	23.1	0.0227695.2	29234.9		
7	7.43	11.2	7.6281170.2	11331.16	5679.64	2.13	23.1	0.0278570.8	40734.0		

8	1.55	15.0	1.652323.32	2108.63	1056.93	2.13	23.1	0.051973.0	8195.3
9	20.24	24.9	22.3700489.4	28229.72	14149.89	2.13	23.1	0.0719310.4	113704.8
10	8.52	38.5	10.9191684.0	7724.87	3872.02	1.79	25.6	0.0210777.1	42989.1

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 3 STATO FINALE - RILAVATO (CONDIZIONI STATICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	13.84 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	359.48 m
Ascissa vertice destro superiore xs	60.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	379.92 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	0.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.V.	0.0	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	0.0	0.0	0.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	21.1	293.5
4	25.64	293.5
5	27.61	293.75
6	28.23	294.0
7	33.24	294.6
8	34.29	295.65
9	35.79	295.65
10	37.29	297.15
11	38.79	297.15
12	40.29	298.65
13	41.79	298.65
14	43.29	300.15
15	54.87	300.15
16	54.87	300.01
17	55.17	300.01
18	55.17	299.82
19	55.47	299.82
20	55.47	299.63
21	55.77	299.63
22	55.77	299.44
23	56.07	299.44
24	56.07	299.26
25	56.37	299.26
26	56.37	299.07
27	56.67	299.07
28	56.67	298.88
29	56.97	298.88
30	56.97	298.69
31	57.27	298.69
32	57.27	298.5
33	67.89	298.5
34	67.89	301.25
35	75.37	301.27
36	75.37	301.3
37	76.87	301.3
38	76.87	301.27
39	85.37	301.25
40	85.37	301.3
41	86.87	301.3

42	86.87	304.0
43	93.05	304.0
44	93.04	301.25
45	110.4	301.27
46	110.4	306.25
47	117.46	309.5
48	119.99	309.5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	25.64	293.5
4	27.61	293.75
5	28.23	294.0
6	33.24	294.6
7	38.71	295.0
8	41.5	295.25
9	47.75	296.25
10	50.87	296.75
11	54.6	297.5
12	56.85	298.0
13	58.9	298.5
14	67.89	298.5
15	67.89	301.25
16	70.55	301.26
17	75.37	301.27
18	75.37	301.3
19	76.87	301.3
20	76.87	301.27
21	85.37	301.25
22	85.37	301.3
23	86.87	301.3
24	86.87	304.0
25	93.05	303.99
26	93.04	301.25
27	110.4	301.27
28	110.4	306.25
29	117.46	309.5
30	119.99	309.5

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	290.88
2	1.67	290.88
3	22.49	291.9
4	29.36	292.22
5	44.54	293.99
6	48.28	294.58
7	54.68	295.84
8	60.01	296.72
9	68.67	297.94

10	72.96	298.76
11	76.55	299.53
12	81.61	300.59
13	84.86	300.98
14	86.02	301.09
15	93.04	301.83
16	93.04	301.25
17	110.4	301.27
18	110.39	303.94
19	112.36	304.19
20	116.49	304.52
21	119.99	305.07

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	283.34
2	4.76	283.38
3	22.49	284.14
4	29.36	284.93
5	32.69	285.63
6	43.6	287.26
7	59.46	289.24
8	63.2	289.67
9	73.7	290.1
10	97.3	289.77
11	111.54	290.59
12	119.99	290.97

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	270.8
2	13.84	271.78
3	26.44	274.42
4	45.39	279.51
5	51.02	280.6
6	60.01	281.64
7	61.37	281.79
8	73.23	282.43
9	77.81	282.78
10	93.86	283.8
11	119.99	284.87

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25

Coesione non drenata
Riduzione parametri geotecnici terreno

1.4
Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B
5	2.89		27.20	2170		Unità C

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m3)
1	110.44	301.26	0.3	0.3	5	0.3	0.3	2.4
2	93.05	301.26	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4
3	87.17	301.3	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4
4	67.93	298.49	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	2.4

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametr o (m)	Lunghezz a (m)	Inclinazion e (°)	Interass e (m)	Resistenz a al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazio ne (kN*m)	Metodo stabilizzazio ne
1	110.035 2	301.117 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
2	61.0071 2	298.255 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
3	67.6455 9	298.273 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
4	66.5384	298.279 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
5	65.4316 3	298.289 8	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
6	64.3459 8	298.277 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
7	63.2223 9	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
8	62.0775 9	298.255 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
9	59.9366 6	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
10	58.9107 9	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
11	57.8849 3	298.270 1	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale
12	68.4241 9	301.010 3	0.6	14	90	0.9	5	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm2)
1	57.28	298.52	67.63	298.52	1.5
2	67.67	301.25	69.17	301.25	1.5
3	76.88	301.27	85.28	301.2453	0.25
4	93.06	301.25	110.16	301.2661	1.5
5	117.91	309.52	119.91	309.52	0.25

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.39
Ascissa centro superficie	28.01 m
Ordinata centro superficie	336.76 m
Raggio superficie	44.06 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 28.006 \quad y_c = 336.756 \quad R_c = 44.056 \quad F_s = 1.392$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.29	-8.8	3.3	1501.9	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	1575.6	362.3
2	4.67	-3.6	4.7	5352.56	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	5440.9	1250.9
3	1.9	0.7	1.9	4064.1	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	4052.8	931.8
4	3.73	4.4	3.7	9260.14	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	9126.3	2098.3
5	4.05	9.5	4.1	15208.12	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	14848.4	3413.8
6	3.0	14.2	3.1	14929.83	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	14553.6	3346.1
7	3.0	18.2	3.2	17945.95	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	17564.6	4038.4
8	2.66	22.2	2.9	17839.69	0.0	0.0	0.04	23.0	0.0	17030.5	5480.7
9	3.29	26.4	3.7	15037.76	0.0	0.0	0.04	23.0	0.0	14336.0	4942.0
10	3.29	31.3	3.8	5517.66	0.0	0.0	0.04	23.0	0.0	5001.5	2394.9

VERIFICA DI STABILITA' SEZIONE 3 STATO FINALE - RILAVATO (CONDIZIONI SISMICHE)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.351215/11.282028 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	13.84 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	359.48 m
Ascissa vertice destro superiore xs	60.62 m
Ordinata vertice destro superiore ys	379.92 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.461	2.51	0.246
S.L.D.	50.0	0.569	2.531	0.255
S.L.V.	475.0	1.373	2.477	0.277
S.L.C.	975.0	1.716	2.512	0.283

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5532	0.2	0.0113	0.0056
S.L.D.	0.6828	0.2	0.0139	0.007
S.L.V.	1.6476	0.24	0.0403	0.0202
S.L.C.	2.0592	0.24	0.0504	0.0252

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0403

Coefficiente azione sismica verticale 0.0202

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	21.1	293.5
4	25.64	293.5
5	27.61	293.75
6	28.23	294.0
7	33.24	294.6

8	34.29	295.65
9	35.79	295.65
10	37.29	297.15
11	38.79	297.15
12	40.29	298.65
13	41.79	298.65
14	43.29	300.15
15	54.87	300.15
16	54.87	300.01
17	55.17	300.01
18	55.17	299.82
19	55.47	299.82
20	55.47	299.63
21	55.77	299.63
22	55.77	299.44
23	56.07	299.44
24	56.07	299.26
25	56.37	299.26
26	56.37	299.07
27	56.67	299.07
28	56.67	298.88
29	56.97	298.88
30	56.97	298.69
31	57.27	298.69
32	57.27	298.5
33	67.89	298.5
34	67.89	301.25
35	75.37	301.27
36	75.37	301.3
37	76.87	301.3
38	76.87	301.27
39	85.37	301.25
40	85.37	301.3
41	86.87	301.3
42	86.87	304.0
43	93.05	304.0
44	93.04	301.25
45	110.4	301.27
46	110.4	306.25
47	117.46	309.5
48	119.99	309.5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	293.75
2	5.59	293.5
3	25.64	293.5
4	27.61	293.75
5	28.23	294.0
6	33.24	294.6
7	38.71	295.0
8	41.5	295.25

9	47.75	296.25
10	50.87	296.75
11	54.6	297.5
12	56.85	298.0
13	58.9	298.5
14	67.89	298.5
15	67.89	301.25
16	70.55	301.26
17	75.37	301.27
18	75.37	301.3
19	76.87	301.3
20	76.87	301.27
21	85.37	301.25
22	85.37	301.3
23	86.87	301.3
24	86.87	304.0
25	93.05	303.99
26	93.04	301.25
27	110.4	301.27
28	110.4	306.25
29	117.46	309.5
30	119.99	309.5

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	290.88
2	1.67	290.88
3	22.49	291.9
4	29.36	292.22
5	44.54	293.99
6	48.28	294.58
7	54.68	295.84
8	60.01	296.72
9	68.67	297.94
10	72.96	298.76
11	76.55	299.53
12	81.61	300.59
13	84.86	300.98
14	86.02	301.09
15	93.04	301.83
16	93.04	301.25
17	110.4	301.27
18	110.39	303.94
19	112.36	304.19
20	116.49	304.52
21	119.99	305.07

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	283.34
2	4.76	283.38
3	22.49	284.14

4	29.36	284.93
5	32.69	285.63
6	43.6	287.26
7	59.46	289.24
8	63.2	289.67
9	73.7	290.1
10	97.3	289.77
11	111.54	290.59
12	119.99	290.97

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	270.8
2	13.84	271.78
3	26.44	274.42
4	45.39	279.51
5	51.02	280.6
6	60.01	281.64
7	61.37	281.79
8	73.23	282.43
9	77.81	282.78
10	93.86	283.8
11	02119.99	284.87

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.05		28	1600		Unità R
2			23.75	1600		Unità Ta
3	1.79		25.55	2100		Unità A
4	2.13		23.10	2130		Unità B
5	2.89		27.20	2170		Unità C

ALLEGATO 3

CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO

RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0635/10
AL N.
0636/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 333/10 del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S1C1 Profondità (m): 3.50-4.00

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 3 fogli esclusa la copertina.


Il Direttore del Laboratorio



PANGEO S.p.A.

di Consorzio Leonardo da Vinci

Laboratorio e Uffici Via Saffa 10/A - 53036 Prigione (SI)

Tel. 0579854450 - Fax 057987533 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 03830760527 Iscr. C.C.I.A.A. n° 96924

Consulenza Manodopera Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.540/65 del 07/11/2005
Servizio A. Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 366/1903)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 17/09/2010

V. Acc. N. 333/10 **del** 07/09/2010

Stigla: SIC1

Prof. (m): 3.50-4.00

Modalità di campionatura: Camp. Shelby

Qualità del campione: Q5

Descrizione visuale:

Limo con argilla grigio-marrone

(Rif. Munsell 5Y4/2 Olive Gray)

debolmente fissile

Prove richieste:

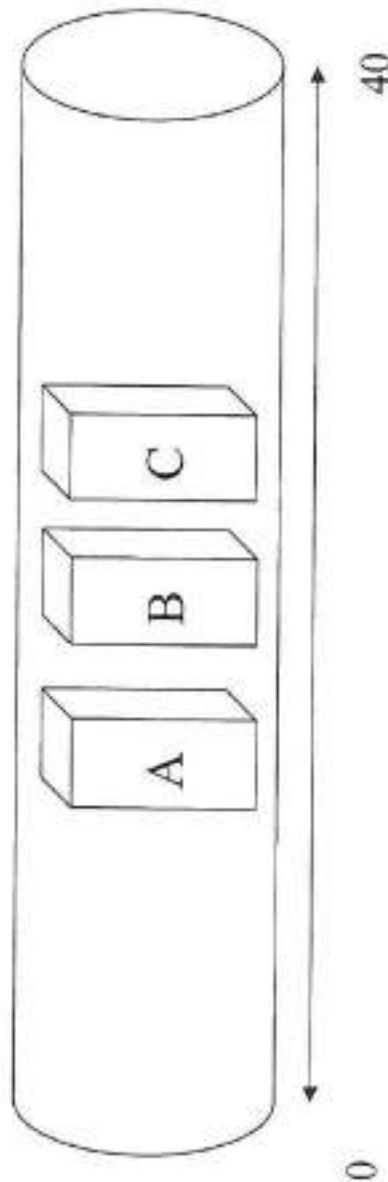
Analisi granulometrica

Prova di taglio diretto Casagrande

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

A Provino per: Taglio diretto
B Provino per: Taglio diretto
C Provino per: Taglio diretto

Alto



Lo Spedimentatore

Lo Spedimentatore

Committente GEOSOL S.r.l.

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla SICI

Profondità (m) 3.50-4.00

Data consegna Campione: 07/09/2010

Data apertura Campione: 17/09/2010

V. Acc. N. 333/10

del 07/09/2010

Descrizione:

Limo con argilla grigio-marrone
(Ref. Mansell 5Y4/2 Olive Gray)

Data inizio prova: 17/09/2010

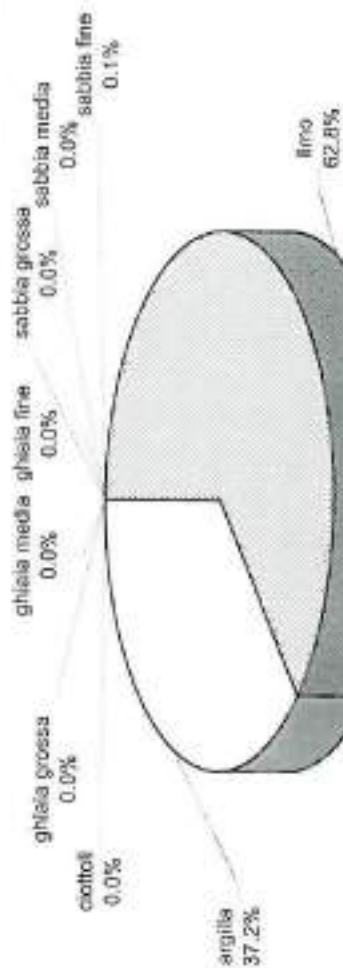
Data fine prova: 27/09/2010

Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %
3	75	0.00	100.00	1/4	6.3	0.00	100.00
2.5	63	0.00	100.00	4	4.75	0.00	100.00
2	50	0.00	100.00	6	3.35	0.00	100.00
1 1/2	37.5	0.00	100.00	8	2.36	0.00	100.00
1 1/4	31.5	0.00	100.00	10	2	0.00	100.00
1	25	0.00	100.00	12	1.7	0.00	100.00
7/8	22.4	0.00	100.00	16	1.18	0.00	100.00
3/4	19	0.00	100.00	20	0.85	0.00	100.00
5/8	16	0.00	100.00	30	0.6	0.00	100.00
1/2	12.5	0.00	100.00	35	0.5	0.00	100.00
3/8	9.5	0.00	100.00	40	0.425	0.00	100.00

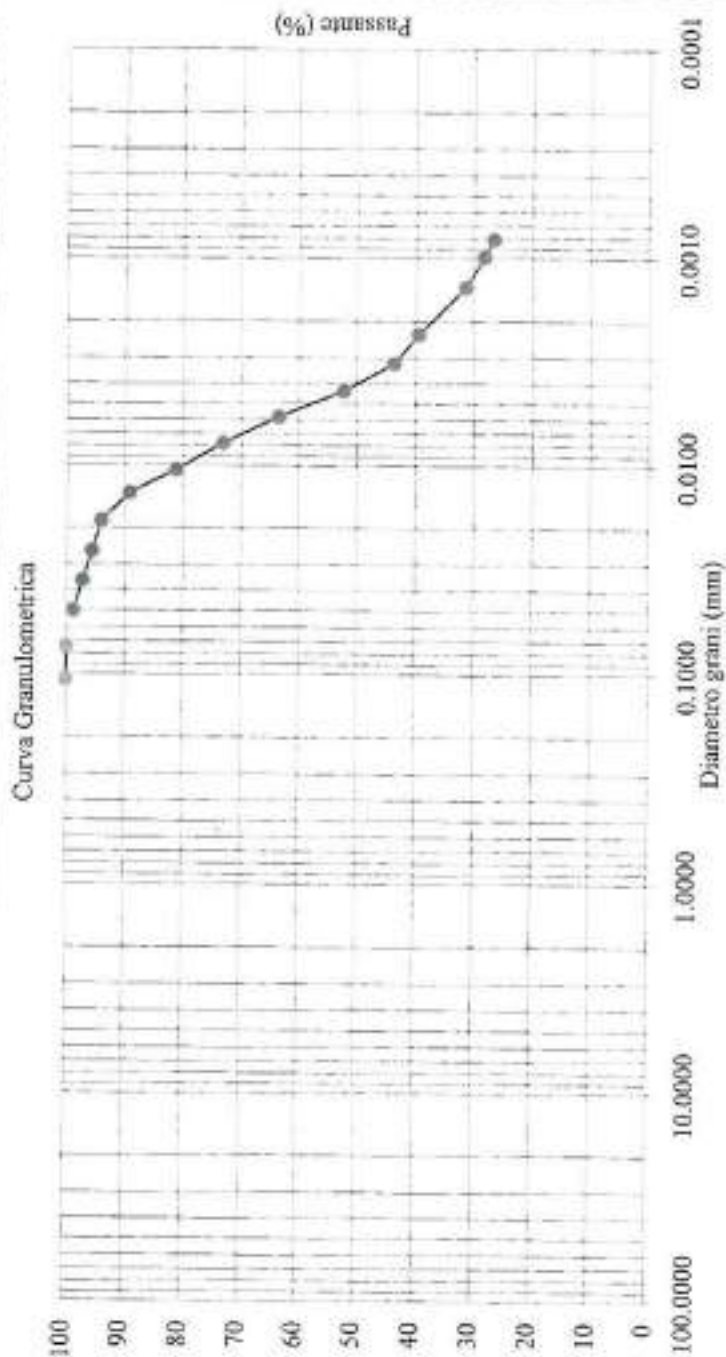
N.B. In grassetto i setacci utilizzati

Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %
0.05022	98.79	98.74	0.00320	43.63	43.61
0.03509	97.19	97.14	0.00230	39.46	39.44
0.02579	95.58	95.53	0.00137	31.44	31.43
0.01847	93.98	93.93	0.00098	28.24	28.22
0.01355	89.17	89.12	0.00081	26.63	26.62
0.01046	81.15	81.11	-	-	-
0.00778	73.13	73.10	-	-	-
0.00581	63.51	63.48	-	-	-
0.00435	52.29	52.26	-	-	-

Analisi Granulometrica (ASTM D422)



Classi Granulometriche Rappresentate nel Campione in Esame



Comitente GEOSOL S.r.l.

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna Campione 07/09/2010

Data apertura Campione 17/09/2010

V. Acc. N. 333/10

del 07/09/2010

Sigla:

Profondità (m)

1315

3.50-4.00

Description:

Limo con argilla grigio-marrone

(Rif. Munsell 5Y4/2 Olive Gray)

Data inizio prova

17/09/2010

Data fine prova

27/09/2010

Certificato Ufficiale N° 635/10 pag.2 di 2

Data Certified 05/10/2010

Lo Spedimentatore

Il Duomo di San Pietro

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 17/09/2010

Verb. Acc. N. 333/10

Sigla: SIC1

Prof. (m) 3.50-4.00

del 07/09/2010

Descrizione: Limo con argilla grigio-marrone
(Rif. Munsell 5Y4/2 Olive Gray)

Data inizio prova: 17/09/10

Data fine prova: 20/09/10

Velocità di deform. media:

(mm/min) 0.002

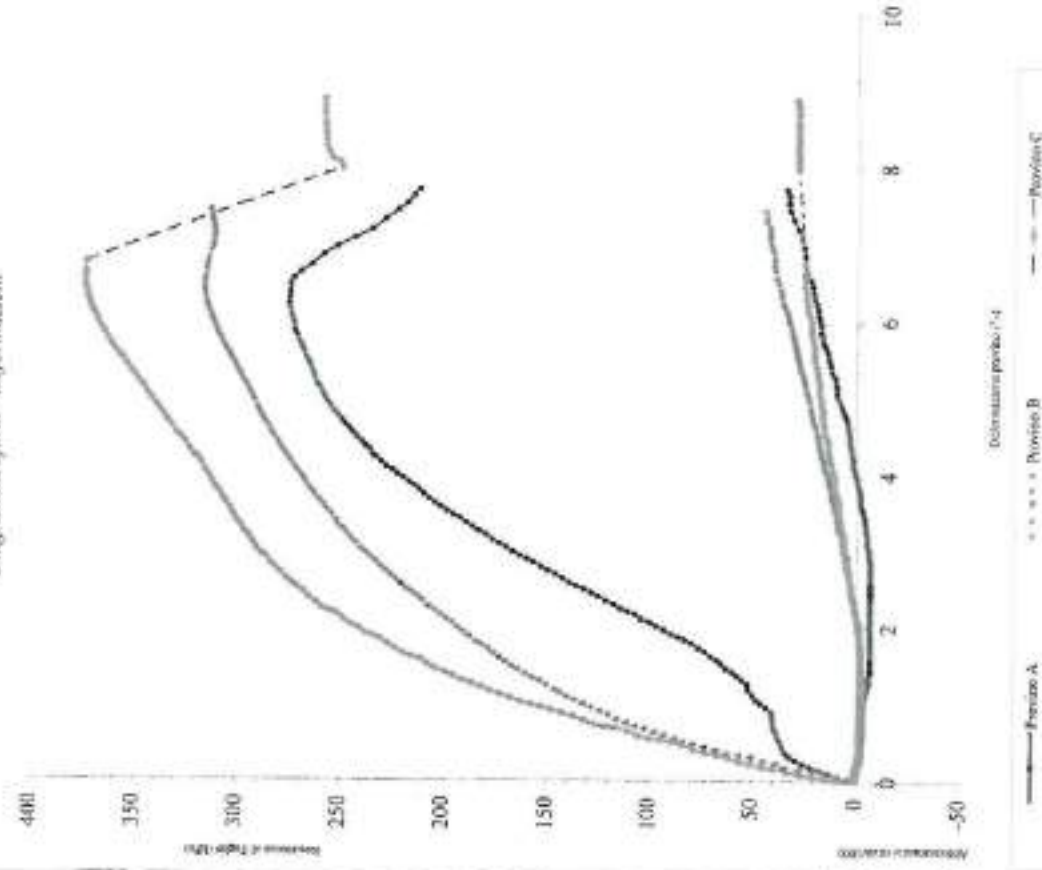
Dimensione dei provini:

(mm) 60*60

Umidità media del campione:

17.16%

Diagramma Stress - Deformazioni



Provino	A			B		C		
	W in.	W fin.	Iniziale	finale	finale	finale	finale	finale
Umidità naturale			16.69%	15.95%	16.77%	15.98%	16.43%	16.75%
Massa volumica apparente			2.08	2.08	2.08	2.08	2.07	2.07
Massa volumica apparente secca			1.79	1.79	1.78	1.78	1.78	1.78

Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:

Cantiere:

Sigla:

Prof: (m)

GEOSOL S.r.l.

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

S1C1

3.50-4.00

Massa volumica apparente media
Massa volumica apparente secca media
Umidità media del campione (%)

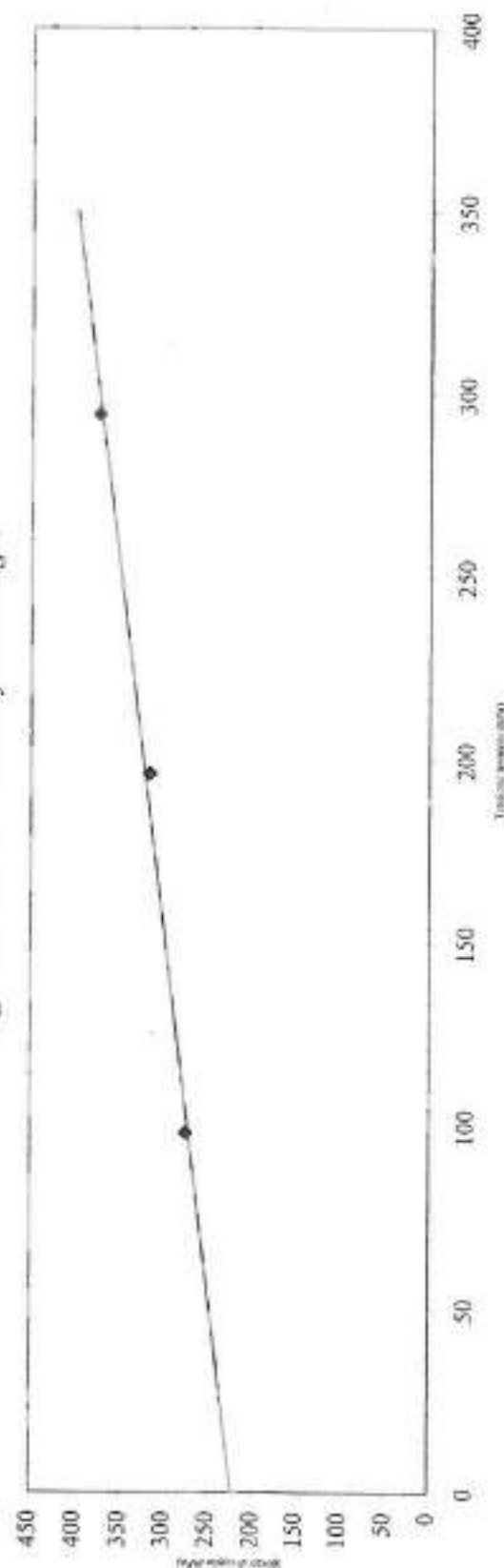
2.08
1.78
17.16%

ρ (Mg/m³)
 ρ_d (Mg/m³)

Provino	A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)	98.07	196.14	294.21
Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)	274.85	316.34	374.37
Deformazione provino (%)	6.228	6.399	6.454
Abbassamento (mm)	0.196	0.369	0.253

Attrito Interno ϕ^* 26.9°
Coesione c' (kPa) 222.331

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0637/10
AL N.
0638/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 334/10

del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S1C2 Profondità (m): 7.50-8.00

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 3 fogli esclusa la copertina.





PANGEO S.n.c.
di Giuseppe Lencorelli & C.

Laboratori e Uffici: Via Sordani 10/A - 55056 Poggibonsi (SI)

Tel. 0577983450 - Fax 0577992557 - www.pangeo.it

P.I.V.A. 00870700527 - Iste. C.C.I.A.A. n° 96024

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N°54663 del 07/11/2003

Servizi A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 21/09/2010

V. Acc. N°: 334/10 **del** 07/09/2010

Sigla: SIC2

Prof. (m): 7.50-8.00

Modalità di campionatura:

Qualità del campione:

Camp. Shelby

Q5

Descrizione visuale:

Limo con argilla deb. sabbioso grigio scuro

(Rif. Munsell 5B4/1 Dark Bluish Gray)

presenza di concrezioni, anche lenticolari.

Prove richieste:

Analisi granulometrica

Prova di taglio diretto Casagrande

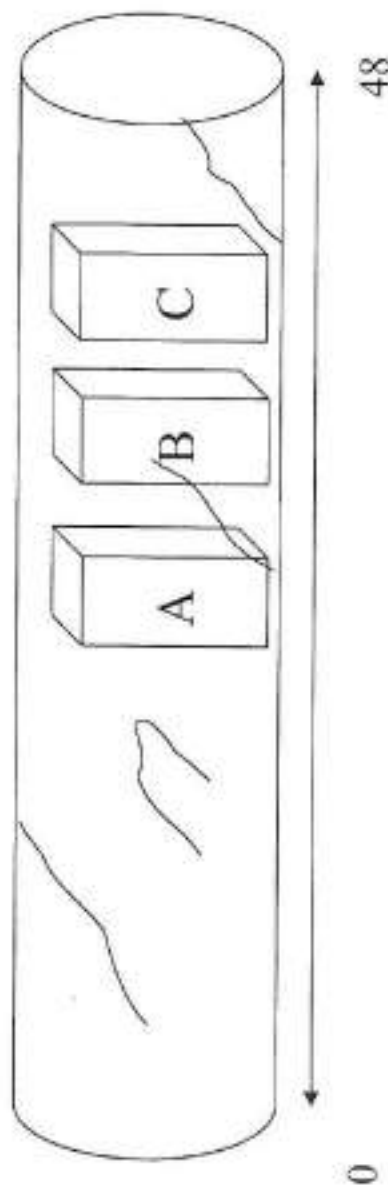
Lo Spettatore

Lo Spettatore

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

A Provino per: Taglio diretto
B Provino per: Taglio diretto
C Provino per: Taglio diretto

Alto



Committente **GEOSOL S.r.l.**

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla **SIC2**

Profondità (m) **7.50-8.00**

Data consegna Campione: **07/09/2010**

Data apertura Campione: **21/09/2010**

V. Acc. N. **334/10**

del **07/09/2010**

Descrizione:

Limo con argilla deb. sabbino grigio scuro
(Rif. Munsell 5B4/1 Dark Bluish Gray)

Data inizio prova: **21/09/2010**

Data fine prova: **28/09/2010**

Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %
3	75	0.00	100.00	14	6.3	0.00	100.00	50	0.3	-	-
2.5	63	0.00	100.00	4	4.75	0.00	100.00	60	0.25	-	-
2	50	0.00	100.00	6	3.35	0.00	100.00	70	0.212	10.44	89.57
1 1/2	37.5	0.00	100.00	8	2.36	0.00	100.00	80	0.18	-	-
1 1/4	31.5	0.00	100.00	10	2	3.04	96.97	100	0.15	-	-
1	25	0.00	100.00	12	1.7	-	-	120	0.125	13.91	86.09
7/8	22.4	0.00	100.00	16	1.18	4.31	95.70	140	0.106	-	-
3/4	19	0.00	100.00	20	0.85	-	-	200	0.074	16.91	83.09
5/8	16	0.00	100.00	30	0.6	6.14	93.86				
1/2	12.5	0.00	100.00	35	0.5	-	-				
3/8	9.5	0.00	100.00	40	0.425	7.44	92.57				

N.B. In graticcio (setacci utilizzati)

Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %
0.05193	95.54	79.38	0.00334	35.56	29.54	-	-	-	-	-	-
0.03786	91.69	76.18	0.00239	32.35	26.88	-	-	-	-	-	-
0.02775	86.88	72.19	0.00140	29.14	24.21	-	-	-	-	-	-
0.02051	80.46	66.85	0.00100	25.94	21.55	-	-	-	-	-	-
0.01525	72.44	60.19	0.00082	24.33	20.22	-	-	-	-	-	-
0.01175	62.82	52.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.00859	56.41	46.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.00631	48.39	40.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.00460	41.97	34.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Committente GEOSOL S.r.l.

Caniere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

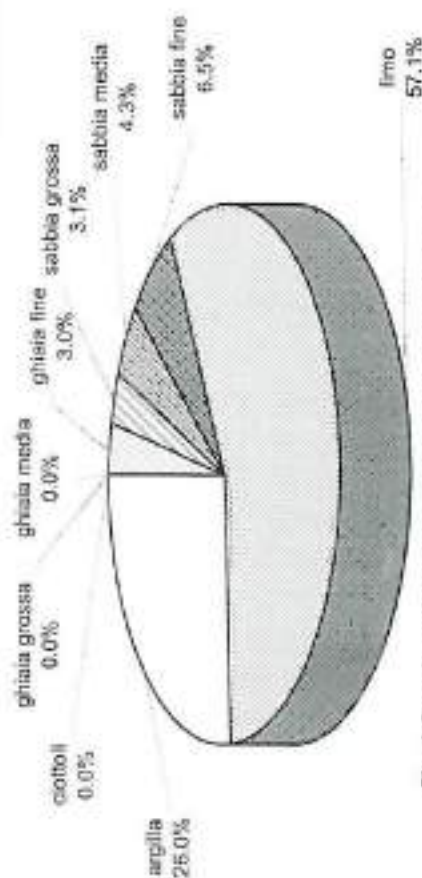
Data consegna Campione 07/09/2010

Data apertura Campione 21/09/2010

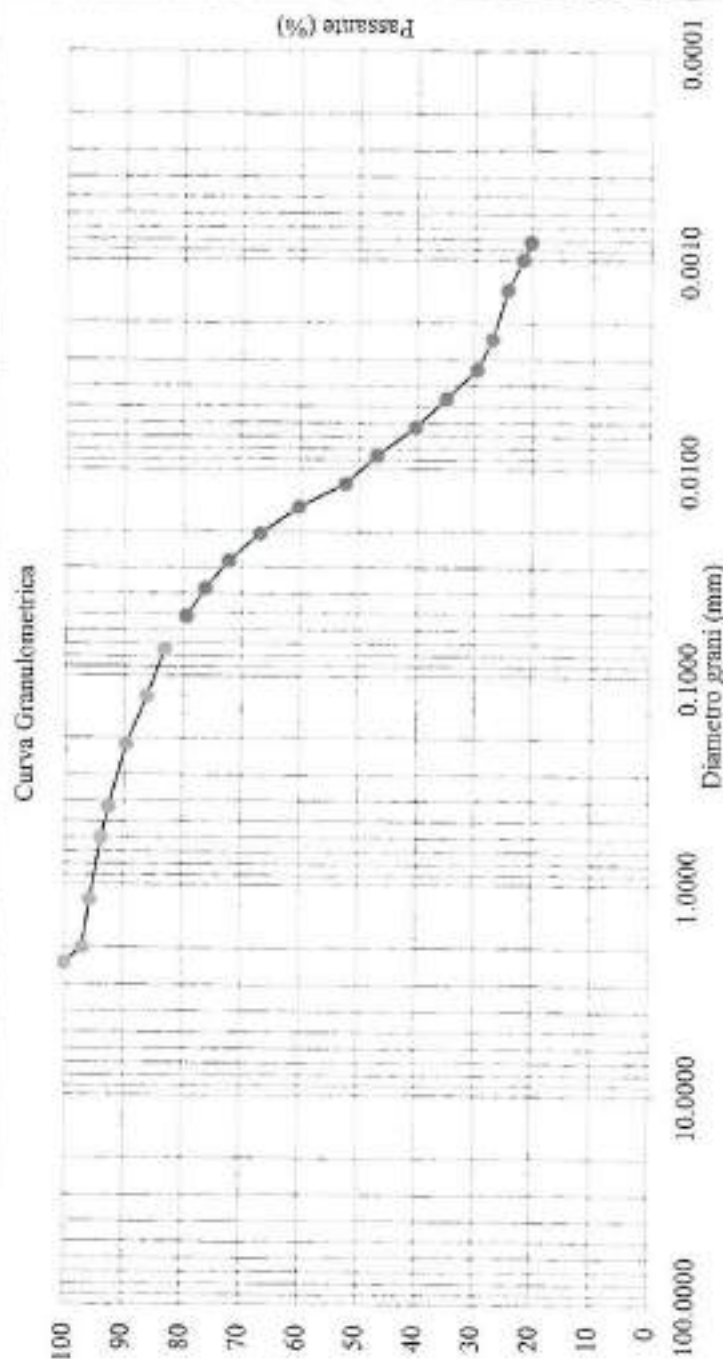
V Acc N. 334/10

del 07/09/2010

Analisi Granulometrica (ASTM D422)



Classi Granulometriche Rappresentate nel Campione in Esame



Sigla:
Profondità (av)

S1C2
7.50-8.00

Descrizione:

Limo con argilla deA, sabbioso grigio-nera
(Rif. Munsell 5B4/1 Dark Bluish Gray)

Data inizio prova
Data fine prova

21/09/2010
28/09/2010

Certificato Ufficiale N° 637/10 pag.2 di 2

Data Certificate 05/10/2010

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 21/09/2010

Verb. Acc. N. 334/10 del 07/09/2010

Sigla: SIC2

Prof. (m) 7.50-8.00

Descrizione Lino con argilla deb. sabbioso grigio scuro
(Rif. Munsell 5B4/1 Dark Bluish Gray)

Data inizio prova 21/09/10

Data fine prova 23/09/10

Velocità di deform. media :

(mm/min) 0.002

Dimensione dei provini :

(mm) 60*60

Umidità media del campione:

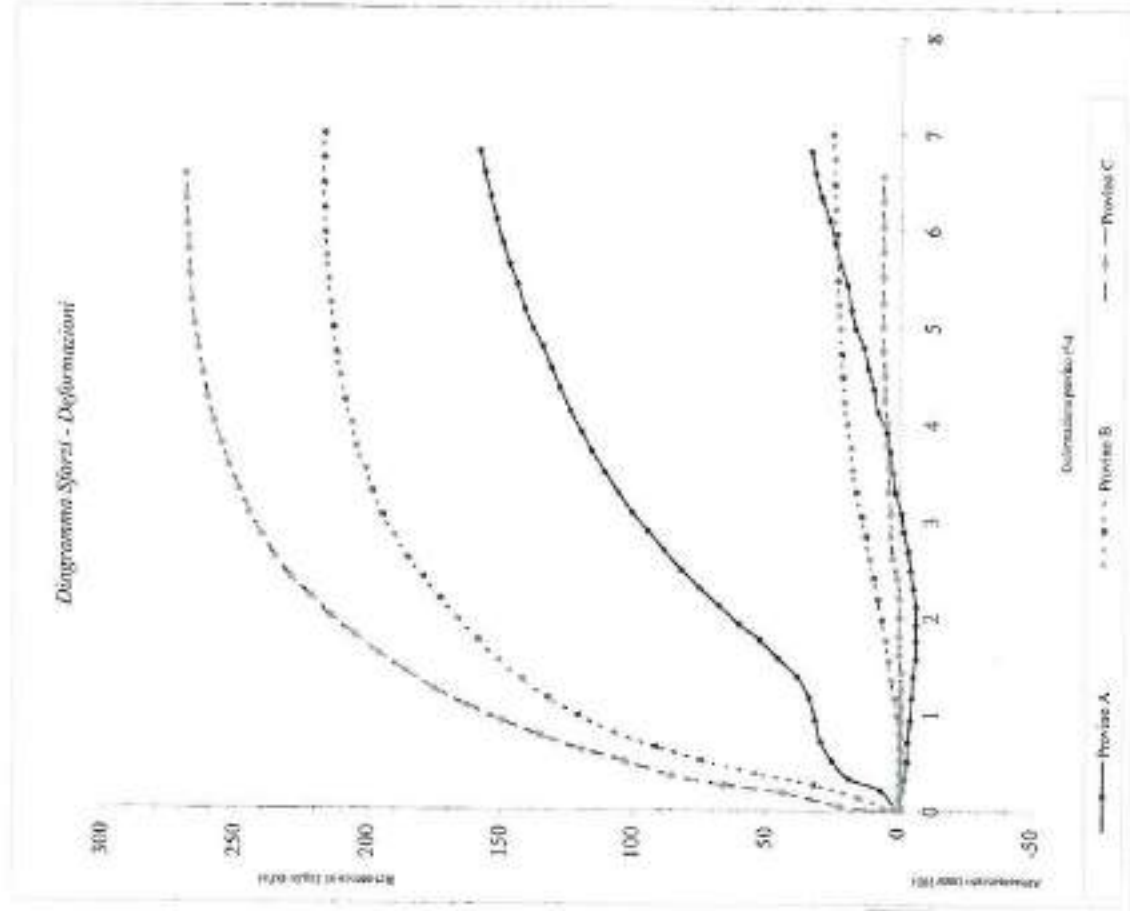
14.71%

	Provino		Iniziale	A	B	C
	W in.	W fin.				
Umidità naturale				14.76%	15.09%	15.54%
Umidità naturale				14.79%	15.01%	15.49%
Massa volumica apparente			p (Mg/m ³)	2.12	2.12	2.12
Massa volumica apparente secca			psd (Mg/m ³)	1.85	1.84	1.84

Certificato Ufficiale n° 638/10 pag. 1 di 1

Data Certificato: 05/10/10

Un Sperimentatore



Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:

Cantiere:

Sigla:

Prof. (m)

GEOSOL S.r.l.

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

S1C2

7.50-8.00

Massa volumetrica apparente media

Massa volumetrica apparente secca media

Umidità media del campione (%)

ρ (Mg/m³)

ρ_d (Mg/m³)

14.71%

2.12

1.84

14.71%

Provino			
Tensione verticale σ_v (kPa)			
A	B	C	
98.07	196.14	294.21	
Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)			
172.76	218.06	278.17	
Deformazione provino (%)			
9.193	6.470	8.864	
Abbassamento (mm)			
0.576	0.255	0.065	

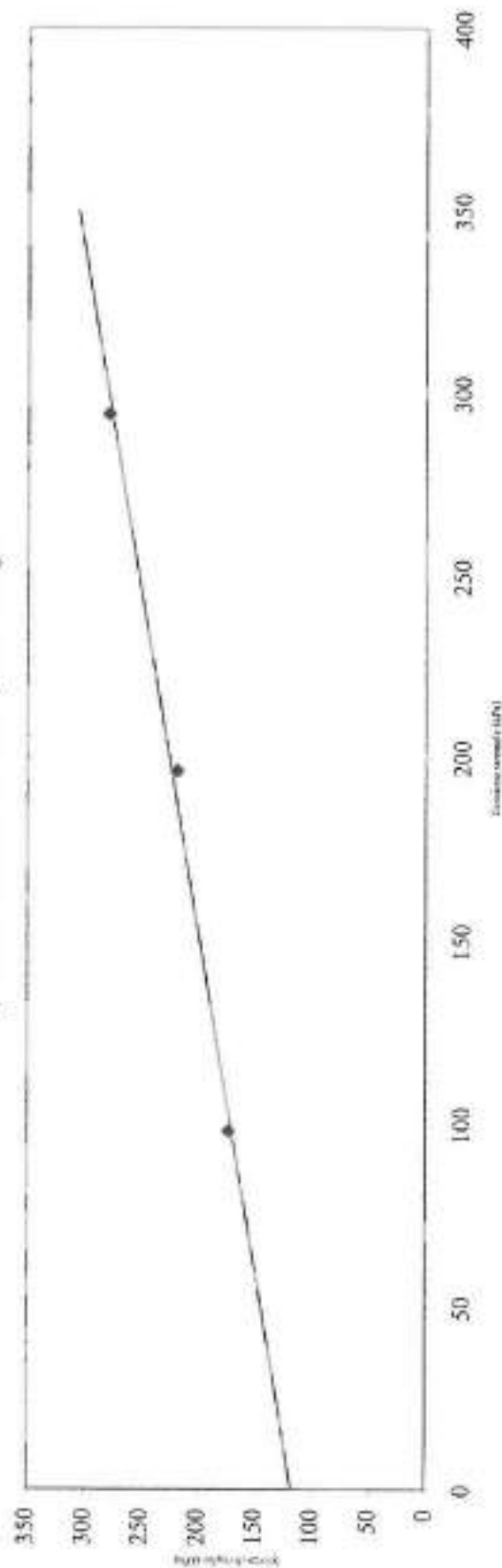
Attrito Interno ϕ'

28.3°

Coesione c' (kPa)

117.595

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0639/10
AL N.
0640/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 335/10

del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S1C3 Profondità (m): 12.50-13.00

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 3 fogli esclusa la copertina.



Il Direttore del Laboratorio



PANGEO S.p.A.

di Casagrande Lombardo A.C.

Laboratori e Uffici Via Sargigliolo 10/A - 25026 Pagnanico (SI)

Tel. 0577983450 - Fax 0577090537 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 00837070537 - C.C.I.A.A. n° 96024

Consulenza Minimo Infrastrutture e Trasporti - con Decreto N. 54065 del 07/11/2003

Servizio A. Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 9 del D.P.R. n° 246/1983)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantieri: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 22/09/2010

V. Acc. N. 335/10 **del** 07/09/2010

Sigla: SIC3

Prof. (m): 12.50-13.00

Modalità di campionatura: Camp. Shelby

Qualità del campione: Q5

Descrizione visuale:

Limo sabbioso argilloso deb. ghiaioso marrone

(Rif. Munsell 5YR4/3 Olive)

granulare in basso. Concrezioni, anche in lenti

bruno-arancio lungo tutto il campione.

Prove richieste:

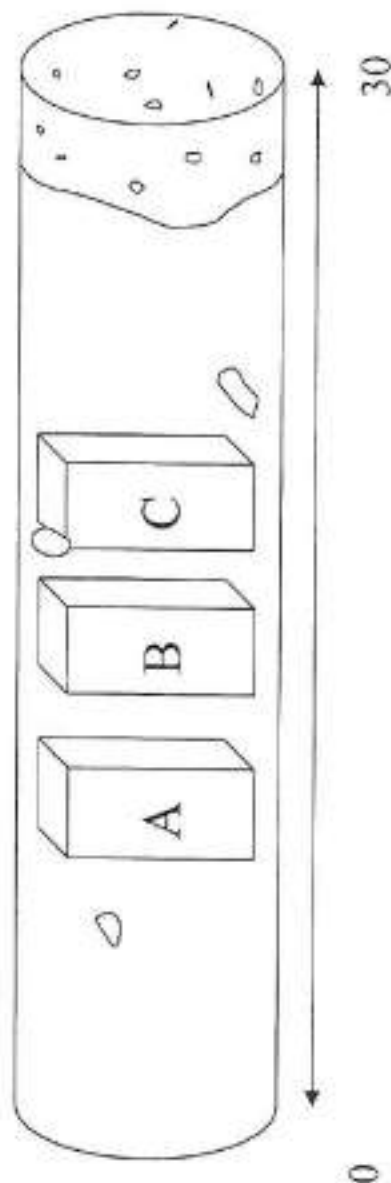
Analisi granulometrica

Prova di taglio diretto Casagrande

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

A Provino per: Taglio diretto
B Provino per: Taglio diretto
C Provino per: Taglio diretto

Alto



Lo Spettatore

La Spettatore



PANGEOL S.p.A.

di Cassanese Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via S. Agostino 10/A - 53010 Poggioneri (SI)
Tel 0573/583450 - Fax 0573/697537 - www.pangeol.it
P. I.V.A. 00870761052 7 Set. C.C.I.A.A. n° 96024
Concessione Mineraria Infrastuttura e Trasporti con Decreto M. 34865 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio in terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1995)

Analisi Granulometrica (ASTM D422)

Committente **GEOSOL S.r.l.**

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla **SIC3**

Profondità (m) **12.50-13.00**

Data consegna Campione: **07/09/2010**

Data apertura Campione: **22/09/2010**

V. Acc. N° **335/10**
del **07/09/2010**

Descrizione:

Limo robbioso argilloso deb. giallosa marrone
(Rif. Munsell 5YR4/3 Olive)

Data inizio prova: **22/09/2010**
Data fine prova: **29/09/2010**

Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %
3	75	0.00	100.00	1/4	6.3	7.54	92.47	50	0.3	-	-
2.5	63	0.00	100.00	4	4.75	-	-	60	0.25	-	-
2	50	0.00	100.00	6	3.35	-	-	70	0.212	22.65	77.35
1 1/2	37.5	0.00	100.00	8	2.36	-	-	80	0.18	-	-
1 1/4	31.5	0.00	100.00	10	2	12.24	87.76	100	0.15	-	-
1	25	0.00	100.00	12	1.7	-	-	120	0.125	28.71	71.30
7/8	22.4	0.00	100.00	16	1.18	13.50	86.50	140	0.106	-	-
3/4	19	0.00	100.00	20	0.85	-	-	200	0.074	33.89	66.11
5/8	16	0.00	100.00	30	0.6	15.10	84.90				
1/2	12.5	0.00	100.00	35	0.5	-	-				
3/8	9.5	0.00	100.00	40	0.425	16.89	83.11				

M.B. In grassello i setacci utilizzati

Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %
0.05283	94.24	62.30	0.00342	31.69	20.95	-	-	-
0.03925	87.83	58.06	0.00247	26.88	17.77	-	-	-
0.02903	81.41	53.82	0.00144	23.67	15.65	-	-	-
0.02161	73.39	48.52	0.00103	22.07	14.59	-	-	-
0.01615	63.77	42.16	0.00084	20.46	13.53	-	-	-
0.01220	57.35	37.92	-	-	-	-	-	-
0.00890	50.94	33.67	-	-	-	-	-	-
0.00653	42.92	28.37	-	-	-	-	-	-
0.00471	38.11	25.19	-	-	-	-	-	-

Certificato Ufficiale N° **639/10** pag. 1 di 2

Data Certificato **05/10/2010**

Lo Spettatore

Ing. Leonardo Cassanese

Committente GEOSOL S.r.l.

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna Campione 07/09/2010

Data apertura Campione 22/09/2010

V.Acc. N. 335/10

del 07/09/2010

Sigla: SIC3
Profondità (m): 12.50-13.00

Descrizione:
Limo sabbioso argilloso deb. ghiaia marrone
(Rif. Munsell 5YR4/3 Olive)

Data inizio prova: 22/09/2010
Data fine prova: 29/09/2010

Certificato Ufficiale N° 639/10 pag. 3 di 2

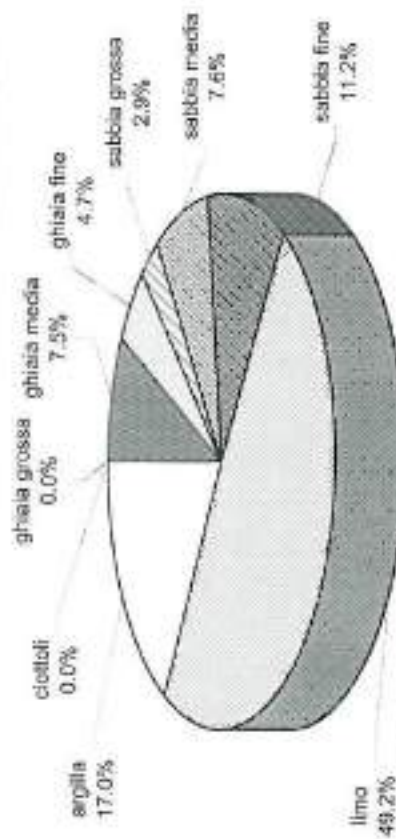
Lo Spettinatore

Data Certificato

05/10/2010

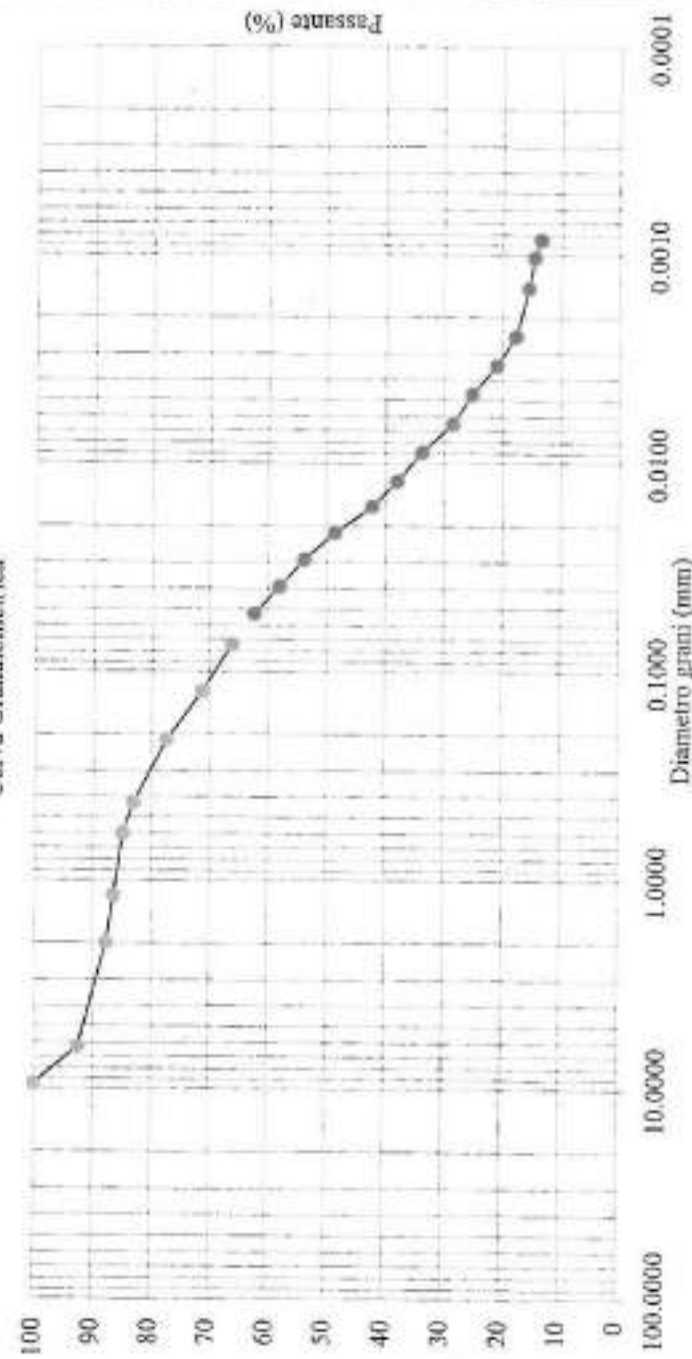
Spettinatore

Analisi Granulometrica (ASTM D422)



Classi Granulometriche Rappresentate nel Campione in Esame

Curva Granulometrica



Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 22/09/2010

Verb. Acc. N. 335/10 del 07/09/2010

Sigla: S1C3

Prof. (m) 12.50-13.00

Descrizione Limo sabbioso argilloso deb. ghiaioso marrone
(Rif. Munsell 5YR4/3 Olive)

Data inizio prova 22/09/10

Data fine prova 24/09/10

Velocità di deform. media :

(mm/min)

0.002

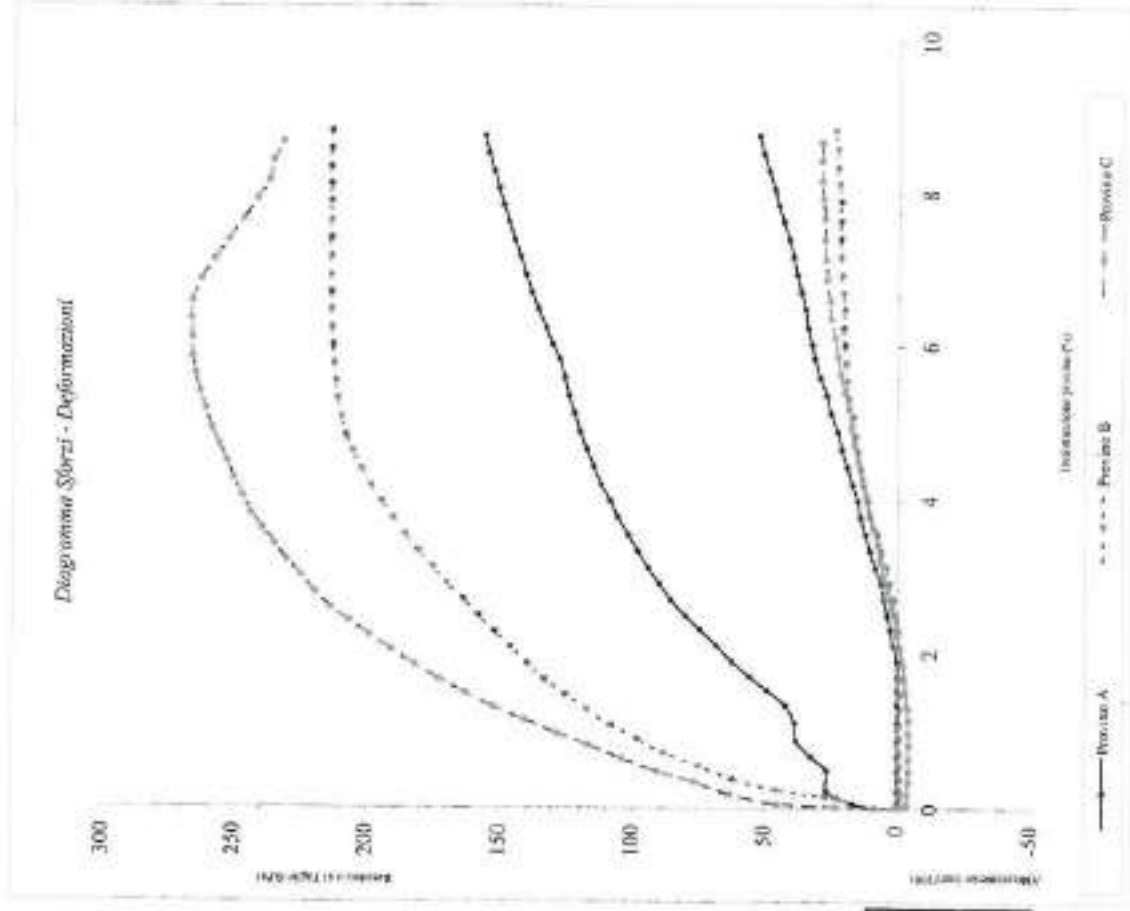
Dimensione dei provini :

(mm)

60*60

Umidità media del campione:

15.19%



Umidità naturale	Provino		Iniziale	A	B	C
	W in.	W fin.				
Umidità naturale			16.22%	15.88%	15.36%	15.81%
Massa volumica apparente			2.09	2.10	2.10	2.14
Massa volumica apparente secca			1.79	1.82	1.82	1.85

Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:

Cantiere:

Sigla:

GEOSOL S.r.l.

Montiriggioni (SI) San Martino - Tognazza

SIC3

Prof. (m)

12.50-13.00

Massa volumica apparente media
Massa volumica apparente secca media
Umidità media del campione (%)

2.11
1.82
15.19%

ρ (Mg/m³)
 ρ_d (Mg/m³)

Provino		A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)		98.07	196.14	294.21
Valori di	Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)	156.15	214.03	266.44
	Deformazione provino (%)	8.762	6.922	6.352
	Abbassamento (mm)	0.522	0.212	0.250

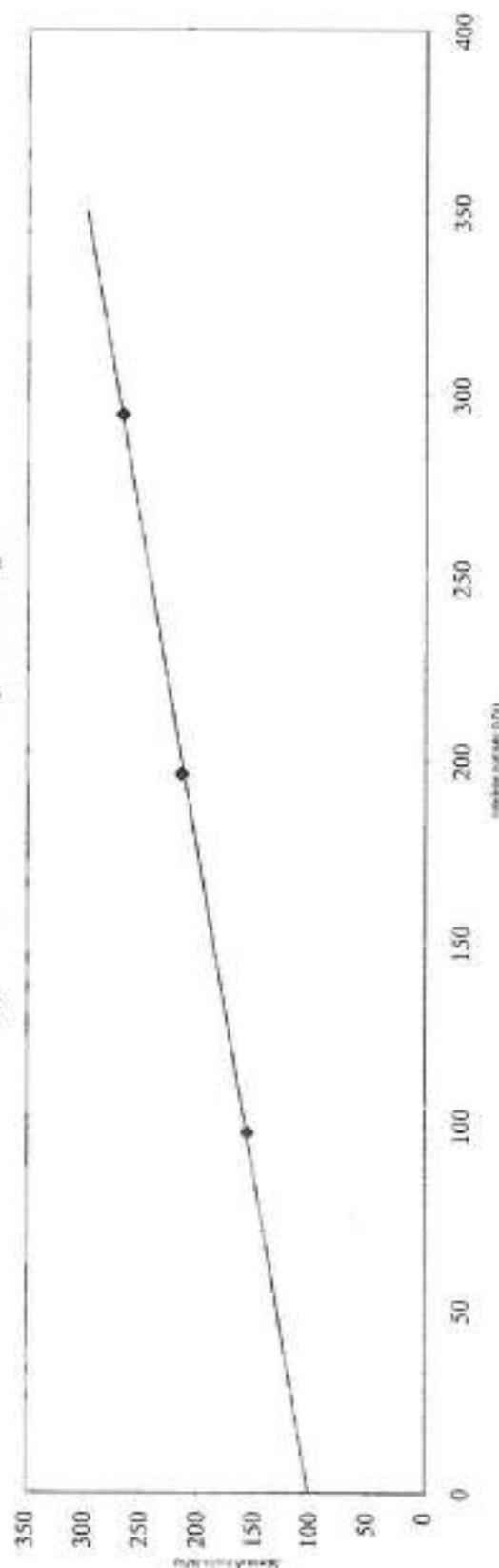
Attrito Interno ϕ'

29.3°

Coesione c' (kPa)

101.919

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio





PANGEO
LABORATORIO GEOTECNICO

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N. 54085 del 03/11/2005

Sottore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Laboratorio
Qualificato
N. 100



Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani

RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0641/10
AL N.
0641/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 336/10 del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S2C1 Profondità (m): 5.0-5.50

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 1 fogli esclusa la copertina.

Il Direttore del laboratorio



PANGEO S.p.A.
di Caposelli Lorenzo & C.

Laboratorio e Ufficio Via Sangallo 10/A - 53036 Poggibonsi (SI)

Tel. 0577/983450 - Fax 0577/997553 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 00870760537 Part. C.C.I.A.A. n° 56924

Cessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N. 54565 del 07/11/2005

Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1995)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 24/09/2010

V. Acc. N. 336/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S2C1

Prof. (m): 5.0-5.50

Modalità di campionatura:

Qualità del campione: Camp. Shelby Q5

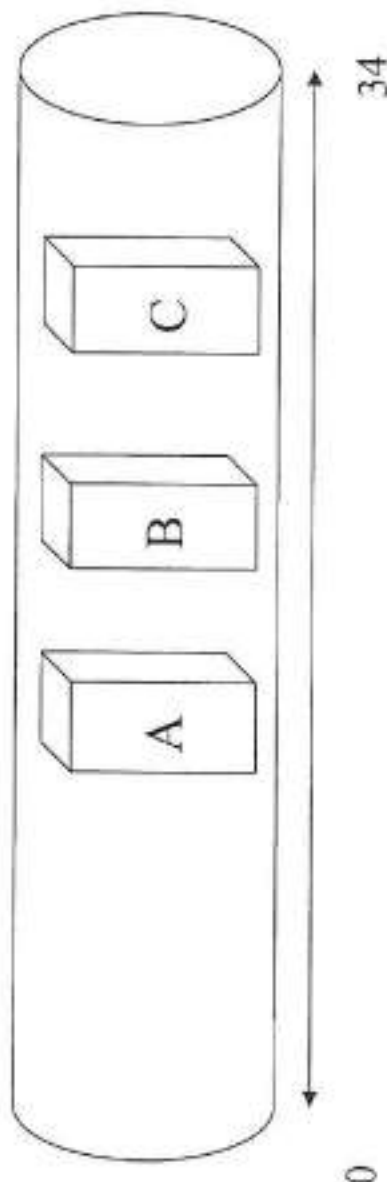
Descrizione visuale:

Argilla limosa grigio verdastro
(Rif. Munsell 5Y4/2 Olive Gray)
concrezioni biancastre fino al cm.

Prove richieste:

Prova di taglio diretto Casagrande

Alto



Lo Spagnoli
Lo Spagnoli

Lo Spagnoli
Lo Spagnoli

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 24/09/2010

Verb. Acc. N. 336/10 del 07/09/2010

Sigla: S2C1

Prof. (m) 5.0-5.50

Descrizione Argilla limosa grigio verdastro
(Rif. Munsell 5Y4/2 Olive Gray)

Data inizio prova 24/09/10

Data fine prova 26/09/10

Velocità di deform. media : 0.002 (mm/min)
Dimensione dei provini : 60*60 (mm)
Umidità media del campione : 13.65%

Umidità naturale	Provino		A	B	C
	W in.	W fin.			
Umidità naturale			13.90%	13.90%	14.71%
Massa volumica apparente			13.49%	13.77%	14.17%
Massa volumica apparente secca			2.13	2.14	2.14
			1.87	1.88	1.87

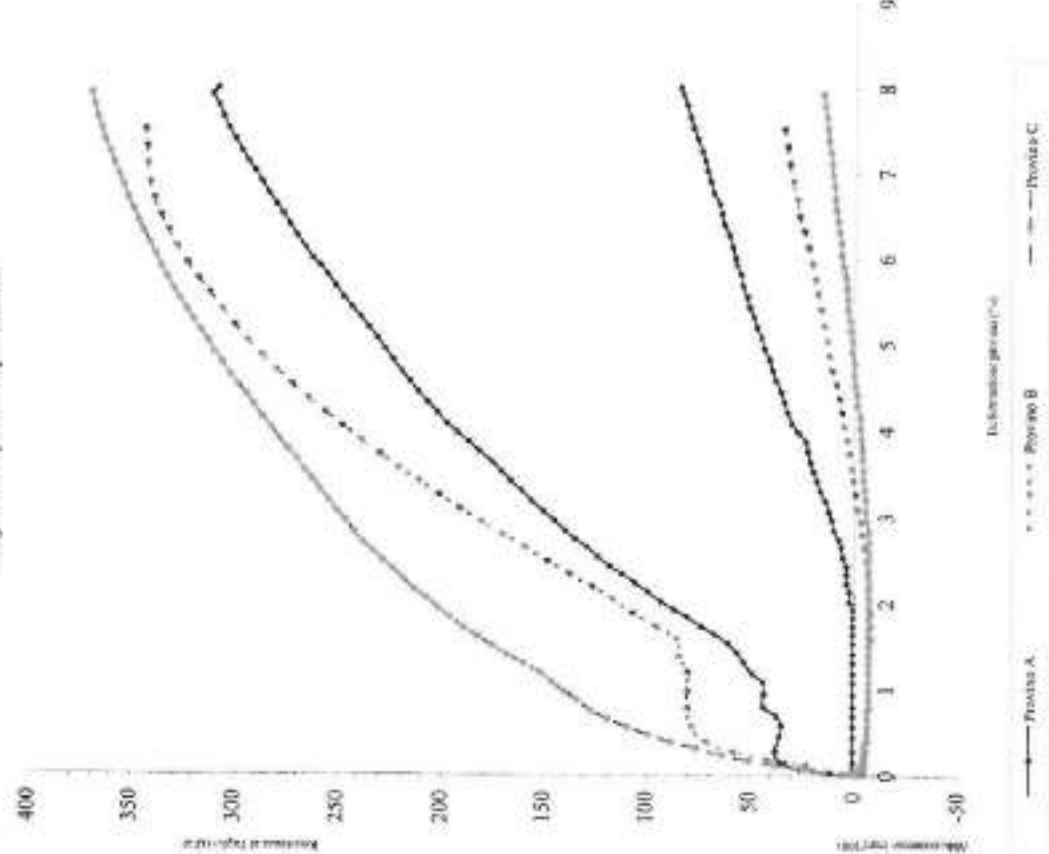
Certificato Ufficiale n° 641/10 pag. 1 di 1

Data Certificato: 05/10/10

Lo Spettatore

Il Direttore del Laboratorio

Diagramma Sforzi - Deformazioni



Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:

Cantiere:

Sigla:

Prof: (m)

GEOSOL S.r.l.

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

S2C1

5.0-5.50

Massa volumica apparente media

Massa volumica apparente secca media

Umidità media del campione (%)

ρ (Mg/m³)

ρ_d (Mg/m³)

13.65%

2.14

1.87

Provino			
Tensione verticale σ_v (kPa)			
Valori di mezzo	Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)	A	B
	Deformazione provino (%)		
	Abbassamento (mm)		
		98.07	196.14
		310.19	343.29
		7.918	7.513
		0.824	0.336
			0.151

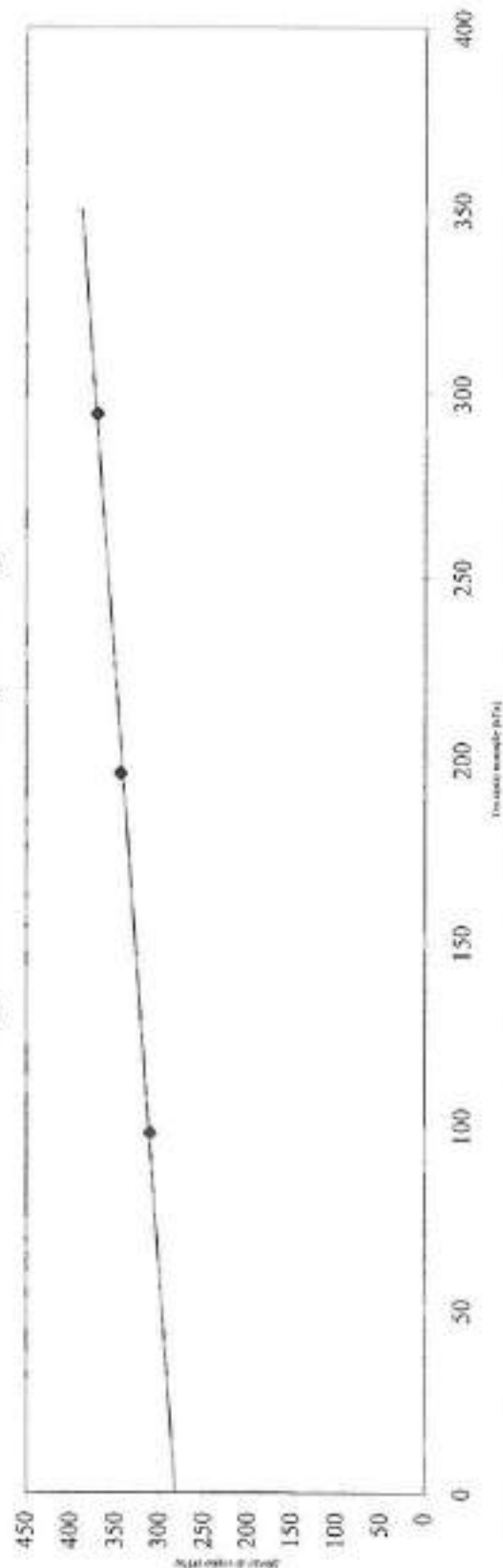
Attrito Interno ϕ^*

Coesione c' (kPa)

16.8°

281.762

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0642/10
AL N.
0642/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 337/10 del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S2C2 Profondità (m): 7.50-8.00

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. **1** fogli esclusa la copertina.

Il Direttore del Laboratorio





PANGEO S.p.A.

di Compagnie Leonardo & C.

Laboratorio e Ufficio Via Sargallo 18/A - 31030 Pozzaforno (SD)

Tel. 0479/645430 - Fax 0479/73337 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 06/870376 052 3 bust. C.C. I.A.A. n° 06974

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N. 5486/S del 07/11/2008

Settore A. Prove di Laboratorio su terreni (ex art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SD) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 24/09/2010

V. Acc. N. 337/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S2C2

Prof. (m): 7.50-8.00

Modalità di campionatura: Camp. Shelby

Qualità del campione: Q5

Descrizione visuale:

Argilla con limo grigio verdastro

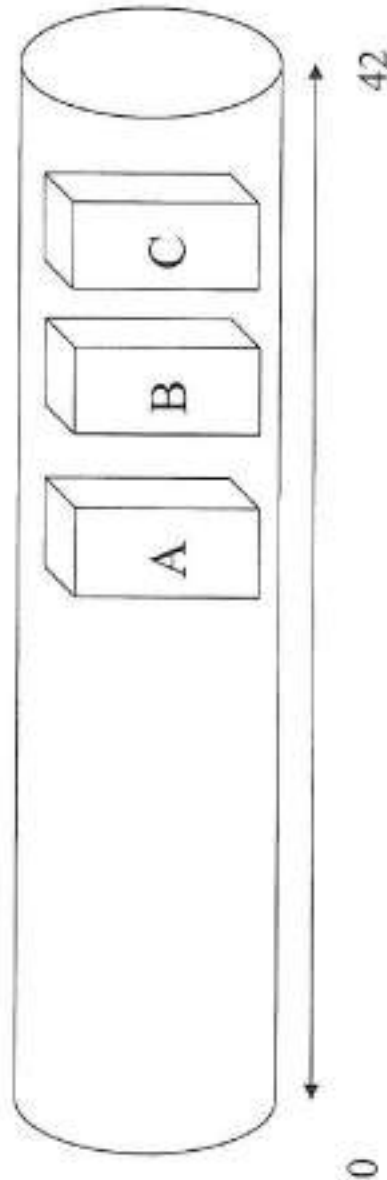
(Rif. Munsell 5Y4/2 Olive Gray)

Concrezioni biancastre millimetriche fino al cm.

Prove richieste:

Prova di taglio diretto Casagrande

Alto



Lo Specimens

Il Direttore del Laboratorio

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiera: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 24/09/2010

Verb. Acc. N. 337/10

del 07/09/2010

Sigla: S2C2

Prof. (m) 7.50-8.00

Descrizione Argilla con limo grigio verdastro
(Rif. Munsell 5Y4/2 Olive Gray)

Data inizio prova 24/09/10

Data fine prova 26/09/10

Velocità di deform. media :

(mm/min)

0.002

Dimensione dei provini :

(mm)

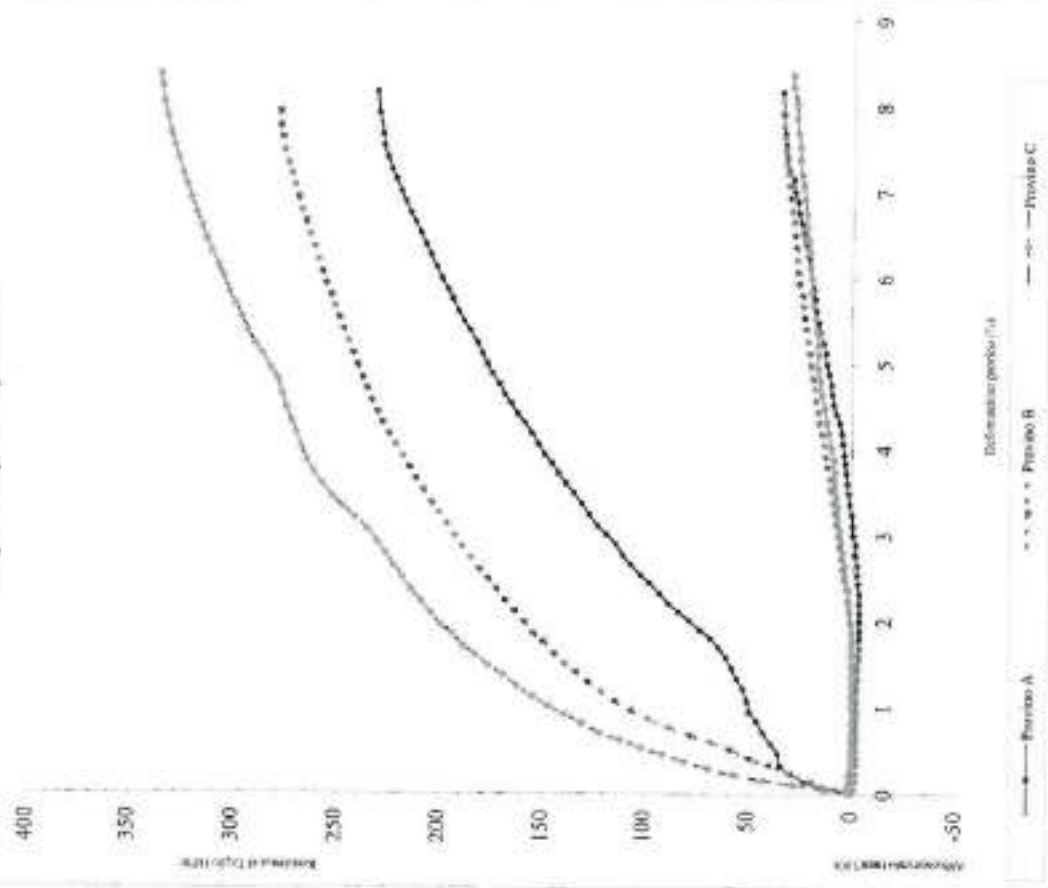
60*60

Umidità media del campione:

16.65%

Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	17.41%	17.53%	16.97%
Umidità naturale	W fin.	16.97%	17.04%	16.42%
Massa volumica apparente	p (Mg/m ³)	2.08	2.08	2.09
Massa volumica apparente seccati	pd (Mg/m ³)	1.78	1.77	1.78

Diagramma Stress - Deformazioni



Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:

Cantiere:

Sigla:

GEOSOL S.r.l.

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

S2C2

Prof. (m)

7.50-8.00

Massa volumica apparente media
Massa volumica apparente secca media
Umidità media del campione (%)

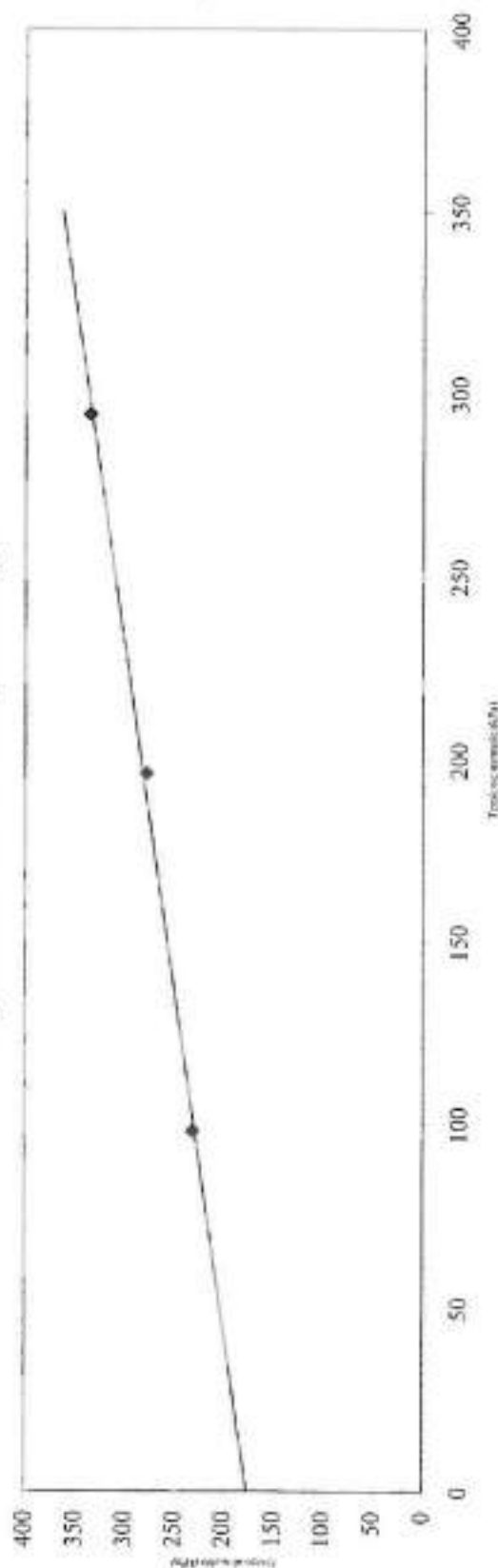
2.08
1.78
16.65%

ρ (Mg/m³)
 ρ_d (Mg/m³)

Prova	A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)	98.07	196.14	294.21
Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)	230.52	277.80	335.13
Deformazione provino (%)	8.172	7.943	8.377
Abbassamento (mm)	0.338	0.343	0.285

Attrito interno ϕ' 28.1°
Coesione c' (kPa) 176.547

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0643/10

AL N.
0643/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 338/10 del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S3C1 Profondità (m): 5.00-5.50

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. **1** fogli esclusa la copertina.


Il Direttore del Laboratorio



PANGEO S.p.A.

di Camporelli Lavorando & C.

Laboratorio e Uffici: Via Sangalli 110/A - 43055 Poggibonsi (SI)

Tel. 0577913459 - Fax 0577967337 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 08470706202 - C.C.I.A.A. n° 06926

Concessione Microtomo Infrastrutture e Trasporti con Decreto N. 54065 del 03/11/2005

Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 29/09/2010

V.Acc. N°: 338/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S3C1

Prof. (m): 5.00-5.50

Modalità di campionatura:

Qualità del campione: Camp. Shelby Q5

Descrizione visuale:

Argilla nerastra

(Rif. Munsell 5Y3/1 Very Dark Gray)

numerosi noduli concrezionali centimetrici.

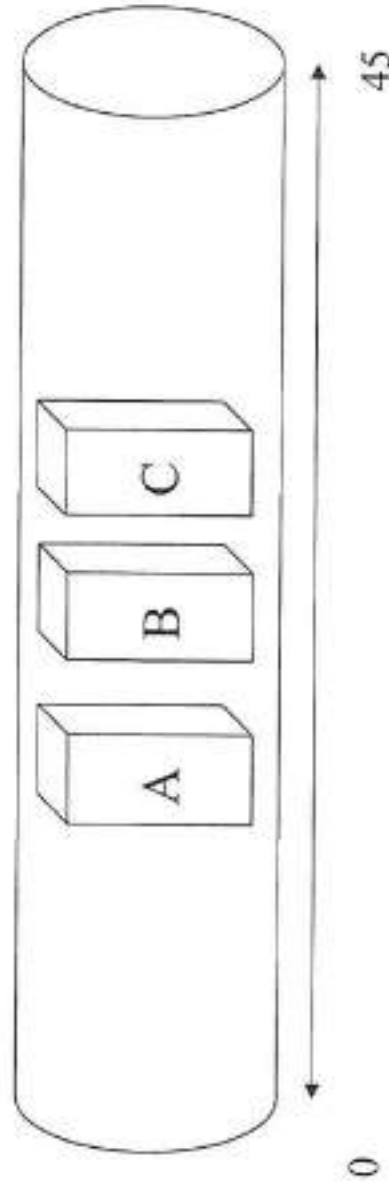
Prove richieste:

Prova di taglio diretto Casagrande

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

A	Provino per:	Taglio diretto
B	Provino per:	Taglio diretto
C	Provino per:	Taglio diretto

Alto



Lo Spedimentatore

Handwritten signature

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 29/09/2010

Verb. Acc. N. 338/10

Sigla: S3C1

Prof. (m) 5.00-5.50

Descrizione Argilla nerastra

(Rif. Munsell 5Y3/1 Very Dark Gray)

Data inizio prova 29/09/10

Data fine prova 01/10/10

Velocità di deform. media :

(mm/min)

0.002

Dimensione dei provini :

(mm)

60*60

Umidità media del campione:

16.81%

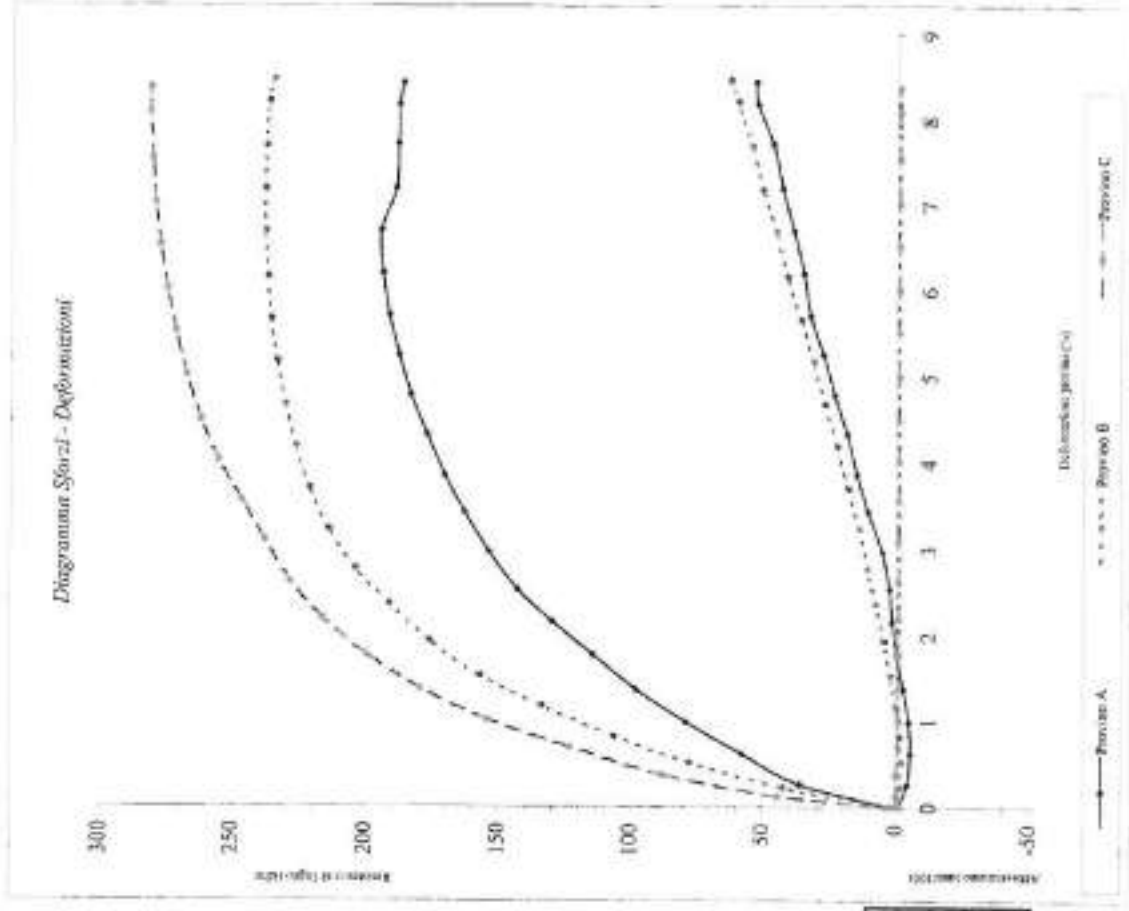
Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	15.84%	15.41%	16.51%
Umidità naturale	W fin.	15.87%	15.68%	16.75%
Massa volumica apparente	ρ (Mg/m ³)	2.09	2.13	2.06
Massa volumica apparente secca	ρ_d (Mg/m ³)	1.81	1.84	1.77

Certificato Ufficiale n° 643/10 pag. 1 di 1

Data Certificato: 05/10/10

Lo Sperimentatore:

Stefano Imparato



Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committee:

Candiere:

Sigla:

Prof. (m)

GEOSOL S.r.l.

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

S3C1

5.00-5.50

Massa volumica apparente media

ρ (Mg/m³)

pd (Mg/m³)

Umidità media del campione (%)

2.09

1.81

16.81%

Provino			
Tensione verticale σ_v (kPa)			
Valori in test	Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)	A	B
	Deformazione provino (%)	194.50	237.97
	Abbassamento (mm)	6.702	6.692
		0.386	0.452
		-0.008	

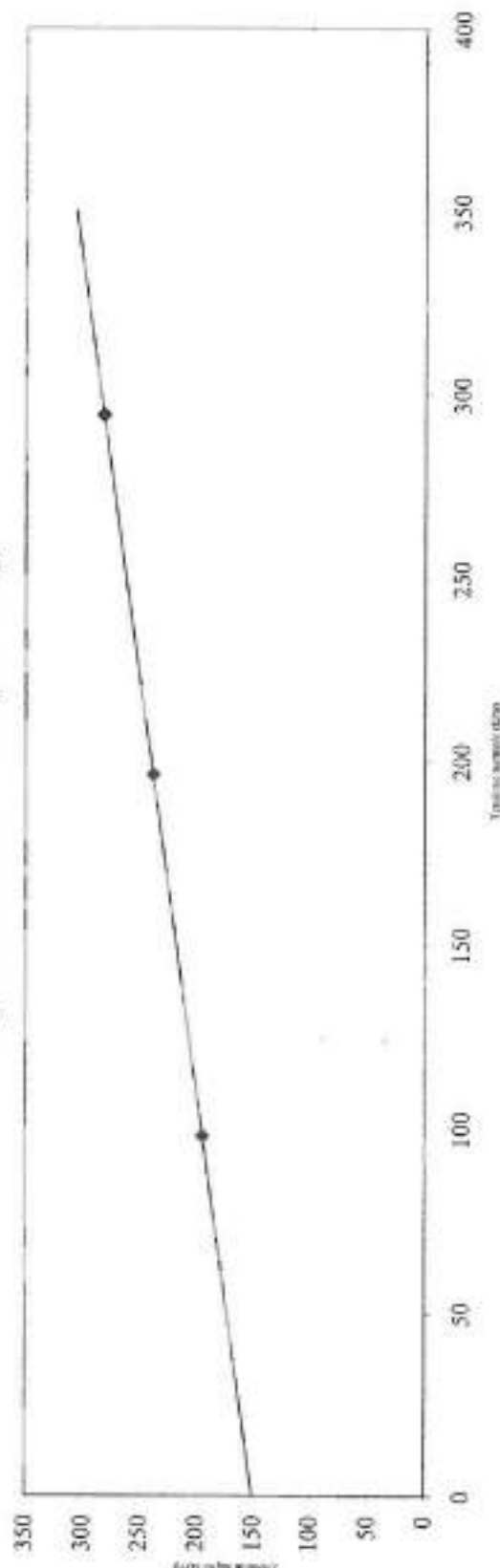
Attrito Interno ϕ^*

23.9°

Coesione c' (kPa)

150.956

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0644/10
AL N.
0644/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 339/10 del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S3C2 Profondità (m): 10.0-10.50

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 1 fogli esclusa la copertina.


Il Direttore del Laboratorio



PANGEO S.r.l.

di Casapavola Leonardo & C.

Laboratorio e Uffici: Via Sargallo 10/A - 59046 Poggibonsi (SI)

Tel. 0579/844450 - Fax 0579/973377 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 0657076 0527 - Racc. C.C. I.A.A. n° 560/24

Consorzio: Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N. 54065 del 07/11/2005

Servizio A. Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1991)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 29/09/2010

V. Acc. N°: 339/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S3C2

Prof. (m): 10.0-10.50

Modalità di campionatura:

Qualità del campione: Camp. Shelby Q5

Descrizione visuale:

Argilla con limo marrone

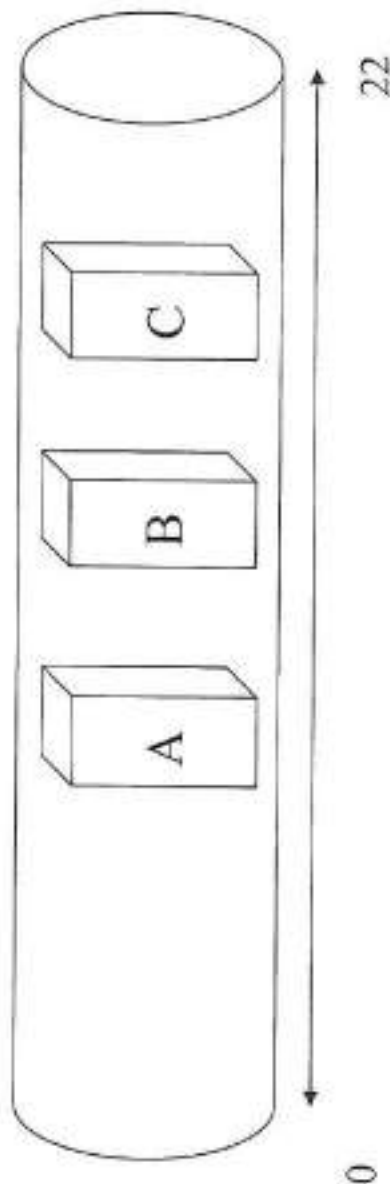
(Rif. Munsell 5Y4/3 Olive)

Sporadiche concrezioni biancastre dal mm al cm.

Prove richieste:

Prova di taglio diretto Casagrande

Alto



Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 29/09/2010

Verb. Acc. N. 339/10

Sigla: S3C2

Prof. (m) 10.0-10.50

del 07/09/2010

Descrizione Argilla con limo marrone
 (Rif. Munsell 5Y4/3 Olive)

Data inizio prova 29/09/10

Data fine prova 01/10/10

Velocità di deform. media :

(mm/min) 0.002

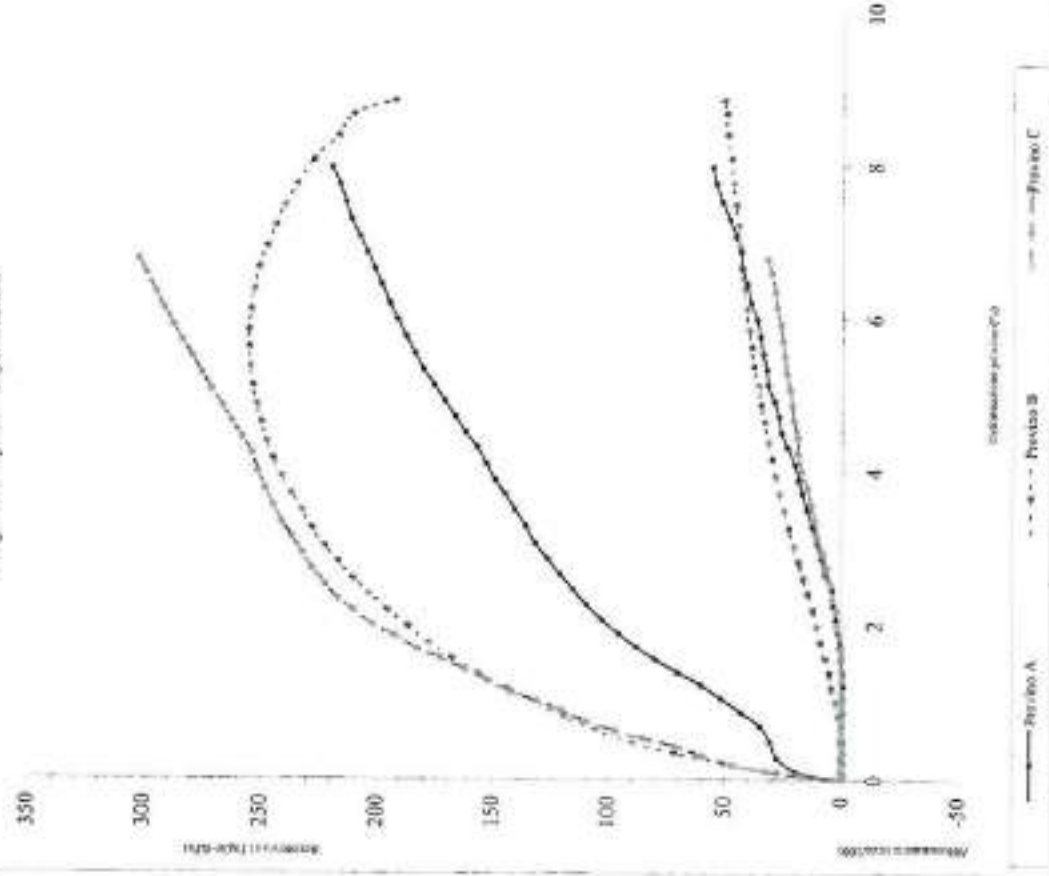
Dimensione dei provini :

(mm) 60*60

Umidità media del campione:

15.26%

Diagramma Sforzi - Deformazioni



Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	13.96%	14.47%	13.92%
Umidità naturale	W fin.	13.86%	14.41%	14.10%
Massa volumica apparente	p (Mg/m³)	2.13	2.13	2.15
Massa volumica apparente secca	pd (Mg/m³)	1.87	1.86	1.88

Certificato Ufficiale n° 644/10 pag. 1 di 1

Data Certificato: 05/10/10

Lo Sperimentatore:

Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:

GEOSOL S.r.l.

Cantiere:

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla:

S3C2

Prof. (m)

10.0-10.50

Massa volumica apparente media

ρ (Mg/m³)

2.14

Massa volumica apparente secca media

ρ_d (Mg/m³)

1.87

Umidità media del campione (%)

15.26%

	Provvino	A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)		98.07	196.14	294.21
Sforzo di taglio max. τ_r (kPa)		219.78	255.61	302.74
Deformazione provino (%)		7.974	5.848	6.768
Abbassamento (mm)		0.555	0.400	0.318

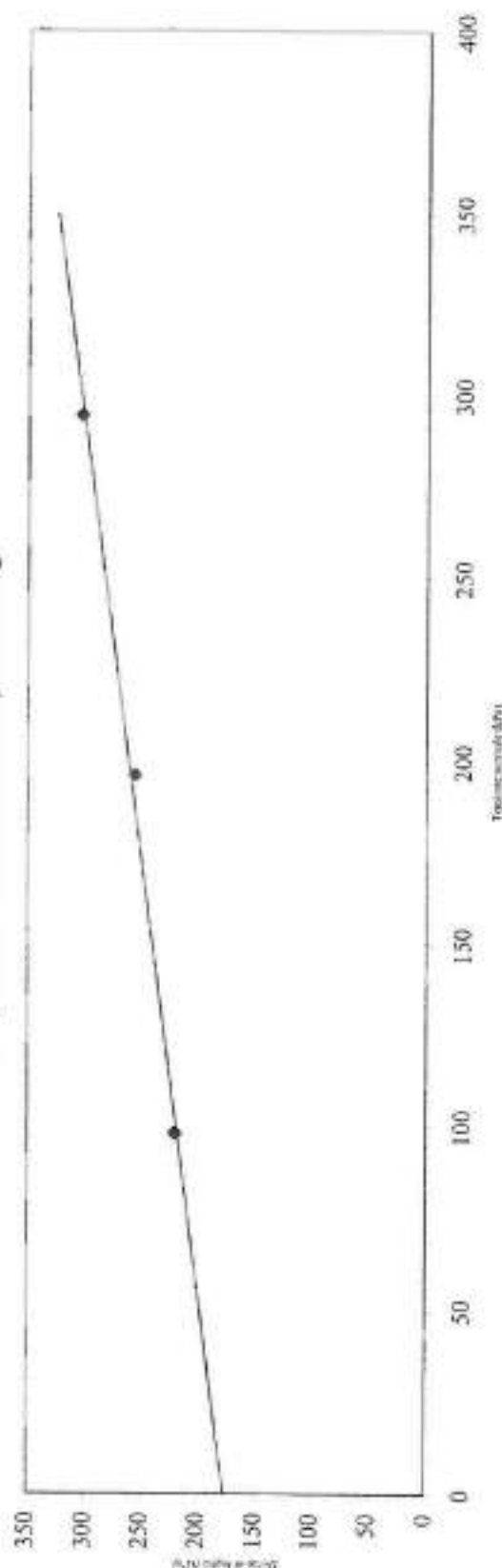
Attrito Interno ϕ'

22.9°

Coesione c' (kPa)

176.425

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0645/10
AL N.
0645/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 340/10

del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S3C3 Profondità (m): 14.0-14.50

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 1 fogli esclusa la copertina.



Il Responsabile del Laboratorio



PANGEO S.p.A.
di Casapelle Ligure & C.

Laboratorio e Ufficio Via Sassi 10/A - 55016 Poggibonsi (SI)

Tel. 0577985430 - Fax 0577997533 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 00830700532 - P. Iste. C.C.I.A.A. n° 59024

Consulenza, Istruzione, Informazione e Trasporti - con Decreto N. 54065 del 03/11/2005
Settore A. Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 01/10/2010

V. Acc. N. 340/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S3C3

Prof. (m): 14.0-14.50

Modalità di campionatura:

Qualità del campione: Camp. Shelby Q5

Descrizione visuale:

Argilla limosa marrone rossastro

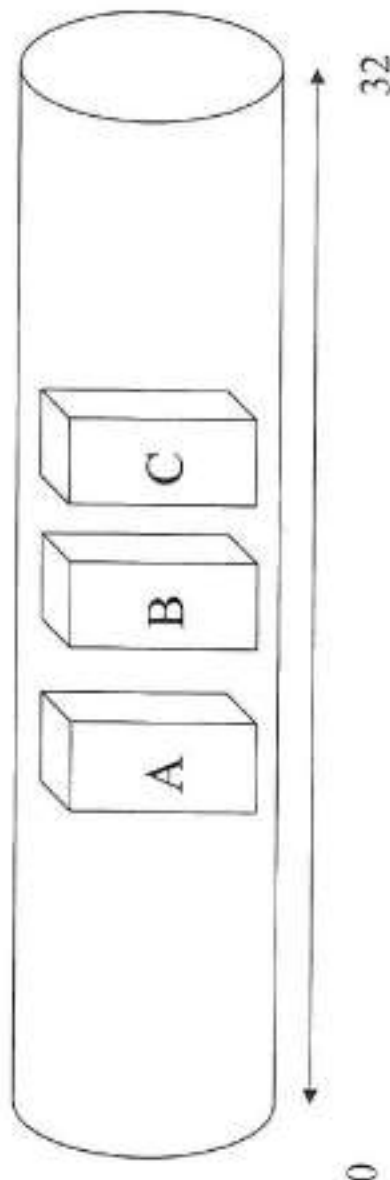
(Rif. Munsell 10YR4/4 Dark Yellowish Brown)

spalmature grigiastre e concrezioni biancastre

Prove richieste:

Prova di taglio diretto Casagrande

Alto



Lo Spettigenatore

Lo Spettigenatore

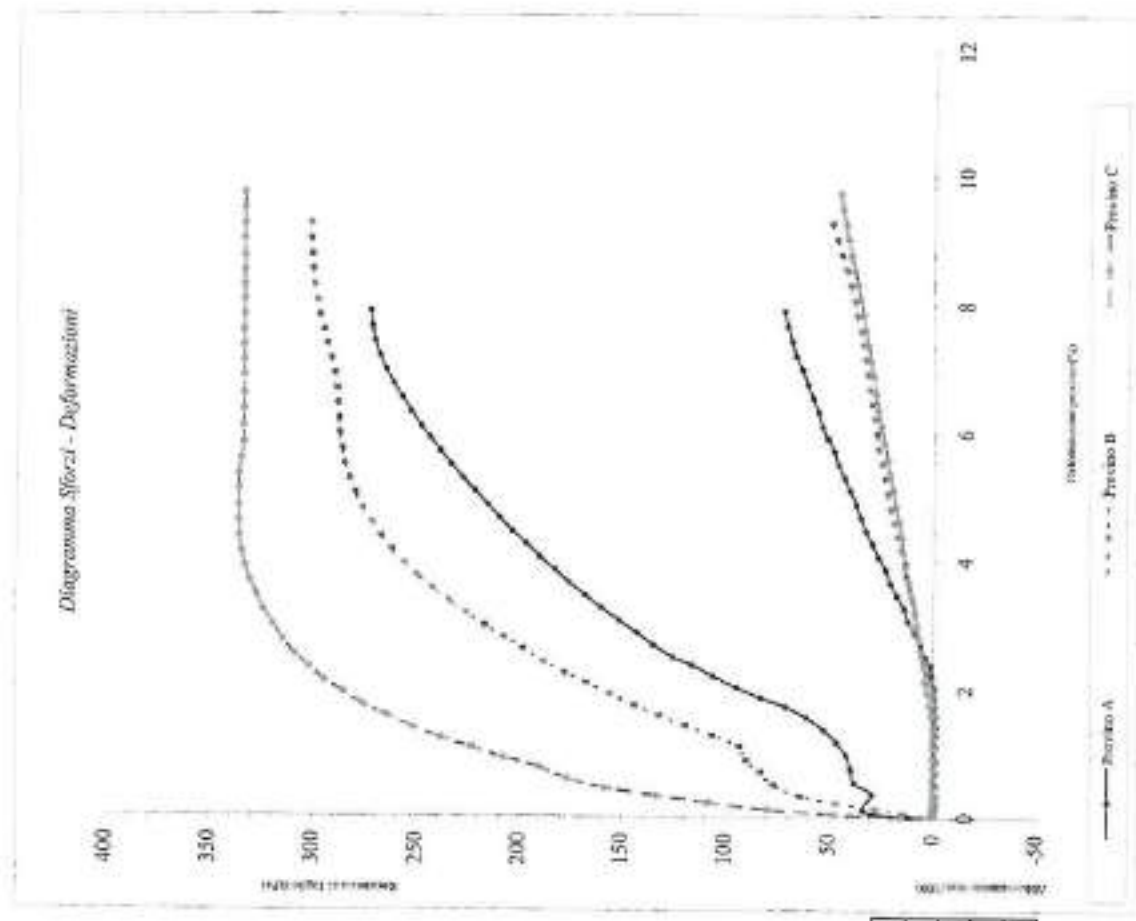
Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

Committente: GEOSOL S.r.l.
Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza
Data consegna campione: 07/09/2010
Data apertura campione: 01/10/2010
Verb. Acc. N. 340/10 **del** 07/09/2010
Sigla: S3C3
Prof. (m) 14.0-14.50
Descrizione: Argilla limosa marrone rossastro
(Rif. Munsell 10YR4/4 Dark Yellowish Brown)

Data inizio prova: 01/10/10
Data fine prova: 03/10/10

Velocità di deform. media: 0.002 (mm/min)
Dimensione dei provini: 60*60 (mm)
Umidità media del campione: 16.63%

Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	16.14%	16.50%	16.65%
Umidità naturale	W fin.	15.85%	16.74%	17.25%
Massa volumica apparente	p (Mg/m³)	2.11	2.10	2.11
Massa volumica apparente secca	pd (Mg/m³)	1.82	1.80	1.81



Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:

GEOSOL S.r.l.

Cantiere:

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla:

S3C3

Prof: (m)

14.0-14.50

Massa volumica apparente media

ρ (Mg/m³)

2.11

Massa volumica apparente secca media

ρ_d (Mg/m³)

1.81

Umidità media del campione (%)

16.63%

Provino		A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)		98.07	196.14	294.21
Valori di riferimento	Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)	272.58	301.66	335.60
	Deformazione provino (%)	7.892	9.019	4.615
	Abbassamento (mm)	0.716	0.465	0.167

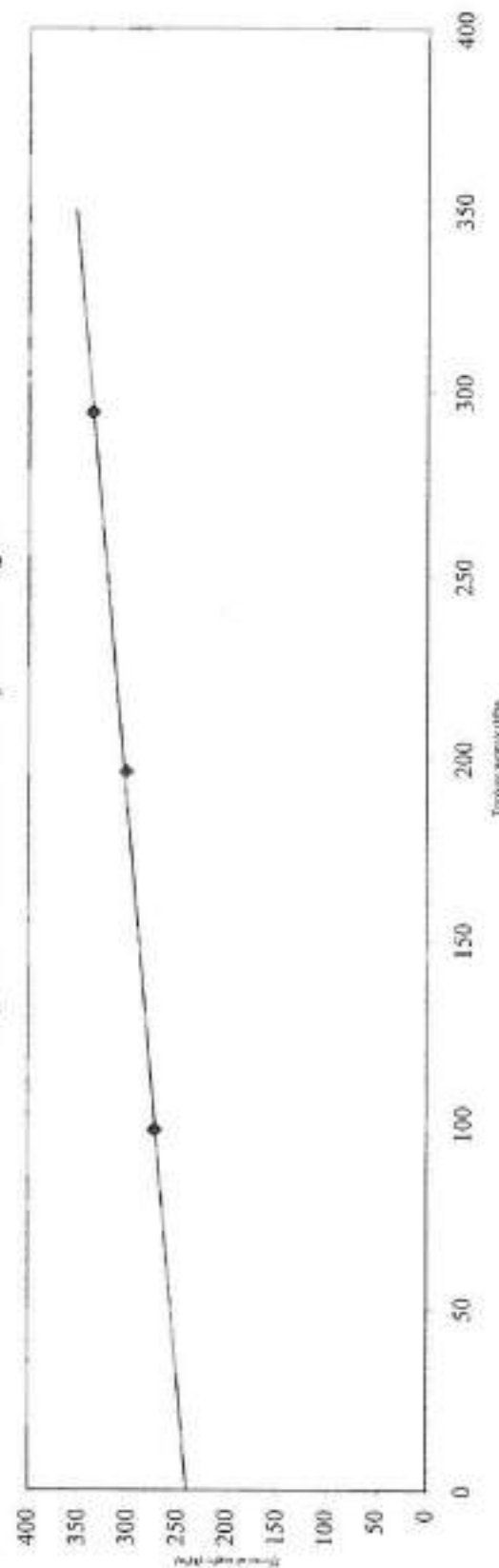
Attrito Interno ϕ'

17.8°

Coesione c' (kPa)

240.266

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0646/10
AL N.
0647/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 341/10

del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S4C1 Profondità (m): 10.0-10.30

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 3 fogli esclusa la copertina.


Il Direttore del Laboratorio



PANGEO S.p.A.

di Consorzio Leonardo da Vinci

Laboratorio e Ufficio Via Sangallo 10/A - 53036 Poggibonsi (SI)

Tel. 0577/834350 - Fax 0577/997557 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 00870760527 Iscr. C.C.I.A.A. n° 36034

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/10/2005

Sottoseg. A. Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1991)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 22/09/2010

V. Acc. N. 341/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S4C1

Prof. (m): 10.0-10.30

Modalità di campionatura:

Camp. Shelby

Q5

Qualità del campione:

Descrizione visuale:

Limo sabbioso argilloso deb. ghiaioso marrone verdastro

(Rif. Munsell 5Y4/4 Olive)

fortemente concresciuto, a tratti cementato.

Prove richieste:

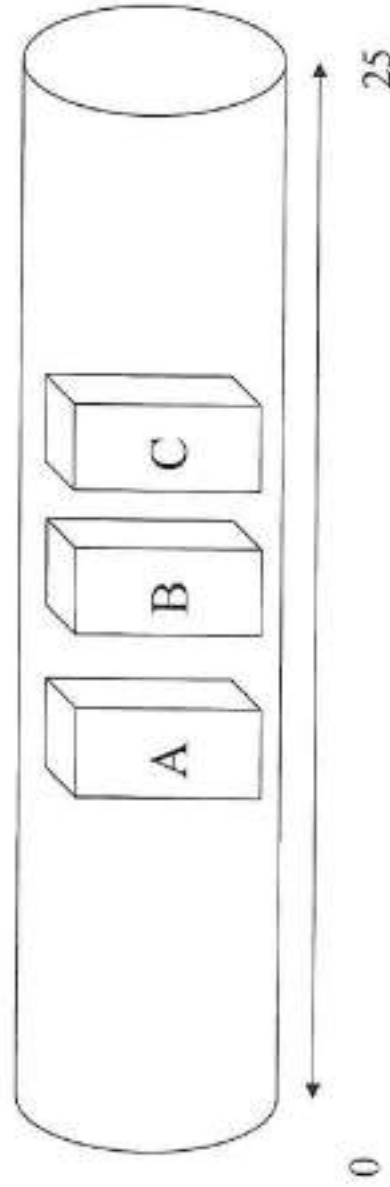
Analisi granulometrica

Prova di taglio diretto Cusagrande

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

A	Provino per:	Taglio diretto
B	Provino per:	Taglio diretto
C	Provino per:	Taglio diretto

Alto



Committente GEOSOL S.r.l.

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla S4C1

Profondità (m) 10.0-10.30

Data consegna Campione: 07/09/2010

Data apertura Campione: 22/09/2010

V. Acc. N. 341/10
del 07/09/2010

Descrizione:

Lino nabbino argillino deb. ghiaioso marrone verdastro
(Rif. Munsell 5Y4/4 Olive)

Data inizio prova: 22/09/2010
Data fine prova: 29/09/2010

Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %
3	75	0.00	100.00	1/4	6.3	2.94	97.06	50	0.3	-	-
2.5	63	0.00	100.00	4	4.75	-	-	60	0.25	-	-
2	50	0.00	100.00	6	3.35	-	-	70	0.212	28.92	71.08
1 1/2	37.5	0.00	100.00	8	2.36	-	-	80	0.18	-	-
1 1/4	31.5	0.00	100.00	10	2	12.56	87.45	100	0.15	-	-
1	25	0.00	100.00	12	1.7	-	-	120	0.125	33.04	66.97
7/8	22.4	0.00	100.00	16	1.18	16.91	83.09	140	0.106	-	-
3/4	19	0.00	100.00	20	0.85	-	-	200	0.074	36.55	63.46
5/8	16	0.00	100.00	30	0.6	22.10	77.91				
1/2	12.5	0.00	100.00	35	0.5	-	-				
3/8	9.5	0.00	100.00	40	0.425	24.52	75.49				

N.B. In grassetto i setacci utilizzati

Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %
0.05351	92.64	58.78	0.00331	39.71	25.20	-	-	-
0.03925	87.83	55.73	0.00239	34.90	22.14	-	-	-
0.02935	79.81	50.64	0.00140	31.69	20.11	-	-	-
0.02161	73.39	46.57	0.00100	28.48	18.07	-	-	-
0.01586	66.98	42.50	0.00082	26.88	17.06	-	-	-
0.01200	60.56	38.43	-	-	-	-	-	-
0.00862	57.35	36.39	-	-	-	-	-	-
0.00629	50.94	32.32	-	-	-	-	-	-
0.00455	46.13	29.27	-	-	-	-	-	-

Committente GEOSOL S.r.l.

Cantiere Monticiglionni (SI) San Martino - Tognazza

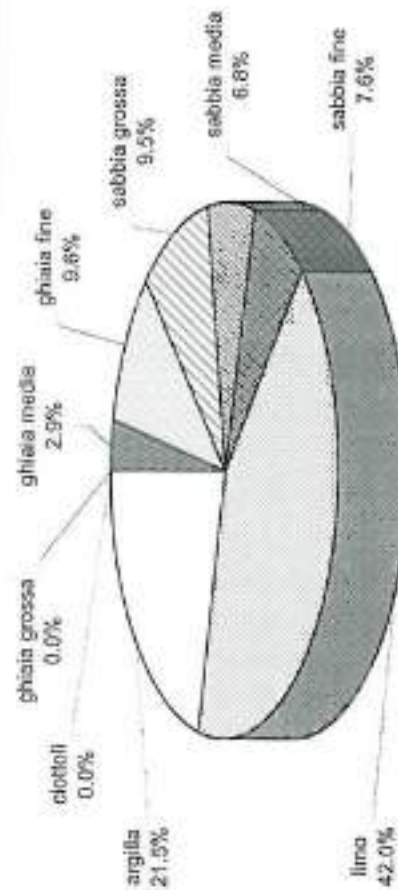
Data consegna Campione 07/09/2010

Data apertura Campione 22/09/2010

V. Acc. N. 341/10

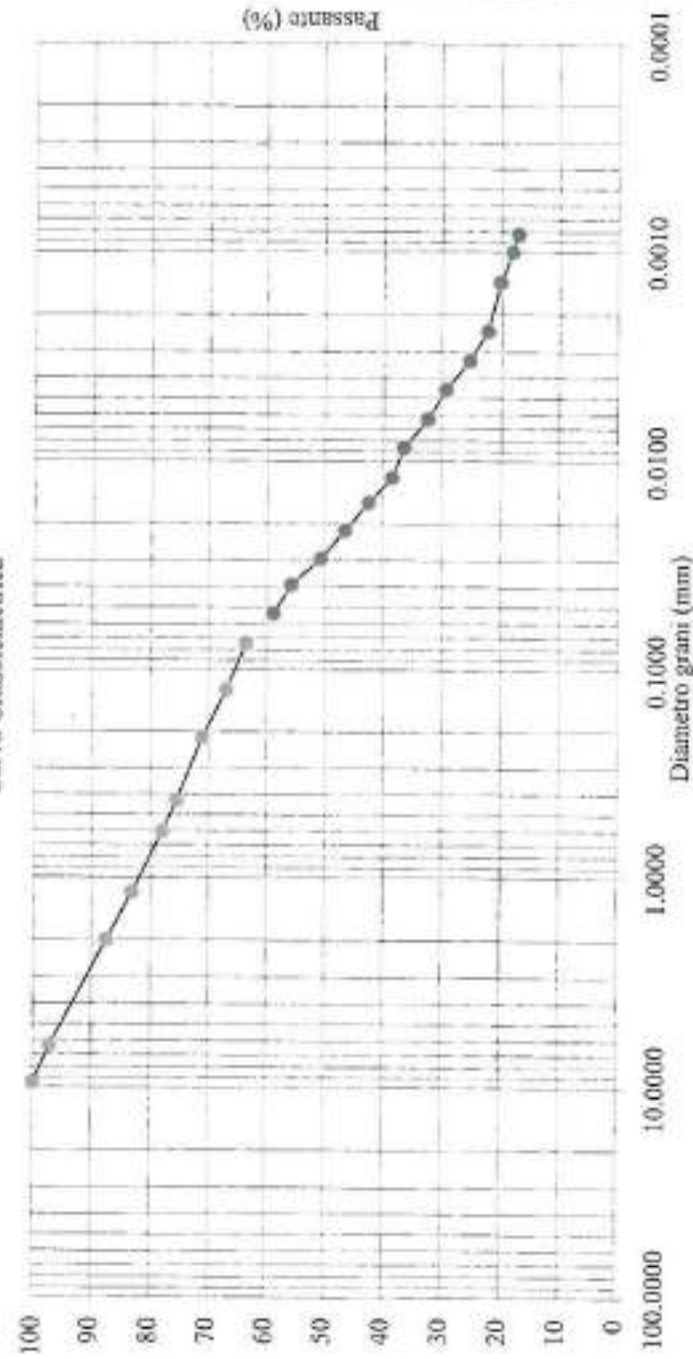
del 07/09/2010

Analisi Granulometrica (ASTM D422)



Classi Granulometriche Rappresentate nel Campione in Esame

Curva Granulometrica



Sigla: S4C1
Profondità (m): 10.0-10.30

Descrizione:
Limo sabbioso argilloso den. ghiaioso marrone verdastro
(Rif. Munsell 5Y4/4 Olive)

Data inizio prova: 22/09/2010
Data fine prova: 29/09/2010

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 22/09/2010

Verb. Acc. N. 341/10 del 07/09/2010

Sigla: S4C1

Prof. (m) 10.0-10.30

Descrizione Lino sabbioso argilloso deb. ghiaioso marrone verdastro
(Rif. Munsell 5Y4/4 Olive)

Data inizio prova 22/09/10

Data fine prova 24/09/10

Velocità di deform. media :

(mm/min)

0.002

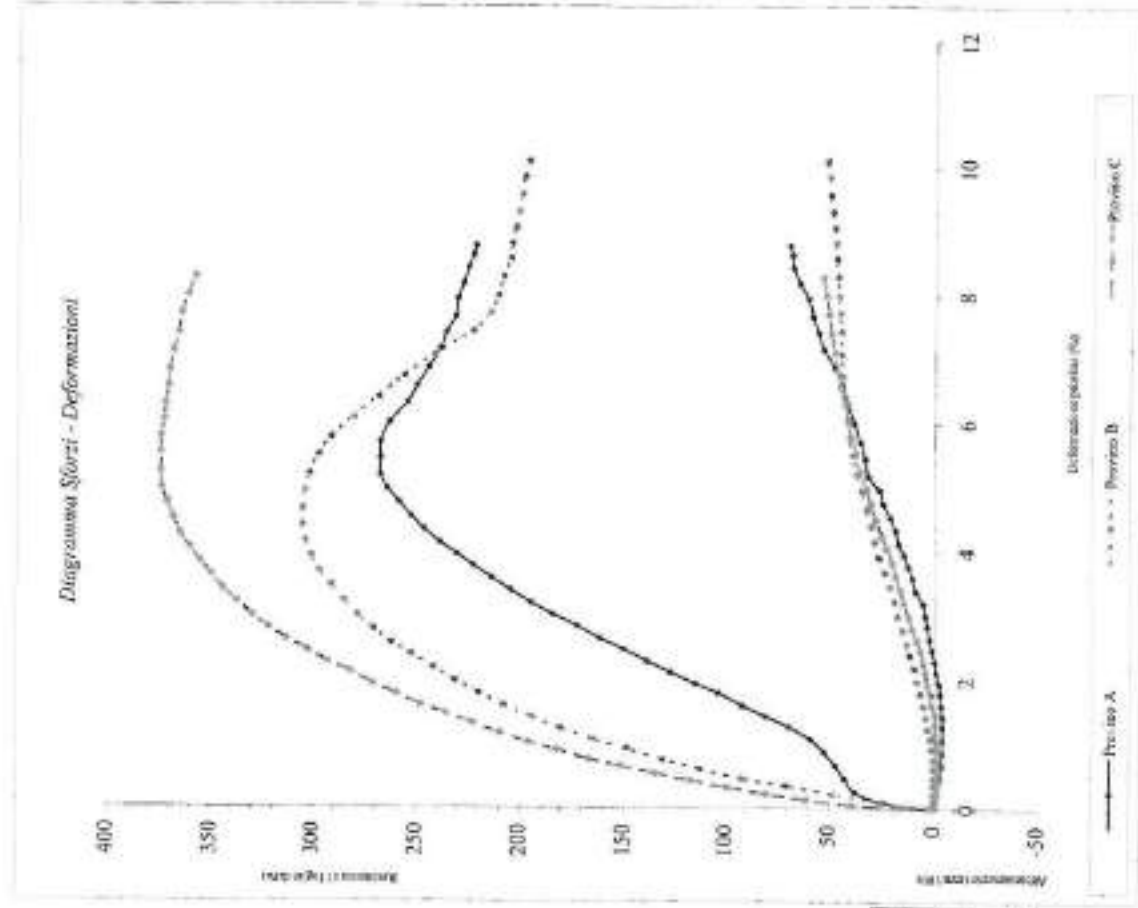
Dimensione dei provini :

(mm)

60*60

Umidità media del campione:

13.29%



Unidità naturale	Provino		Iniziale	A	B	C
	W in.	W fin.				
Unidità naturale				13.73%	14.56%	10.90%
Massa volumica apparente			p (Mg/m³)	2.15	2.11	2.13
Massa volumica apparente secca			pd (Mg/m³)	1.89	1.84	1.92

Certificato Ufficiale n° 647/10 pag. 1 di 1

Data Certificato: 05/10/10

Lo Sperimentatore:

Handwritten signature

Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Comittente:

GEOSOL S.r.l.

Cantiere:

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla:

S4C1

Prof: (m)

10.0-10.30

Massa volumica apparente media
Massa volumica apparente secca media
Umidità media del campione (%)

ρ (Mg/m³)
 ρ_d (Mg/m³)

2.13
1.89
13.29%

Provino				
Tensione verticale σ_v (kPa)				
Valori di mezzo	Sforzo di taglio max τ_f (kPa)	A	B	C
	Deformazione provino (%)	98,07	196,14	294,21
	Abbassamento (mm)	267,29	305,38	374,31
		5,175	4,393	5,767
		0,312	0,301	0,392

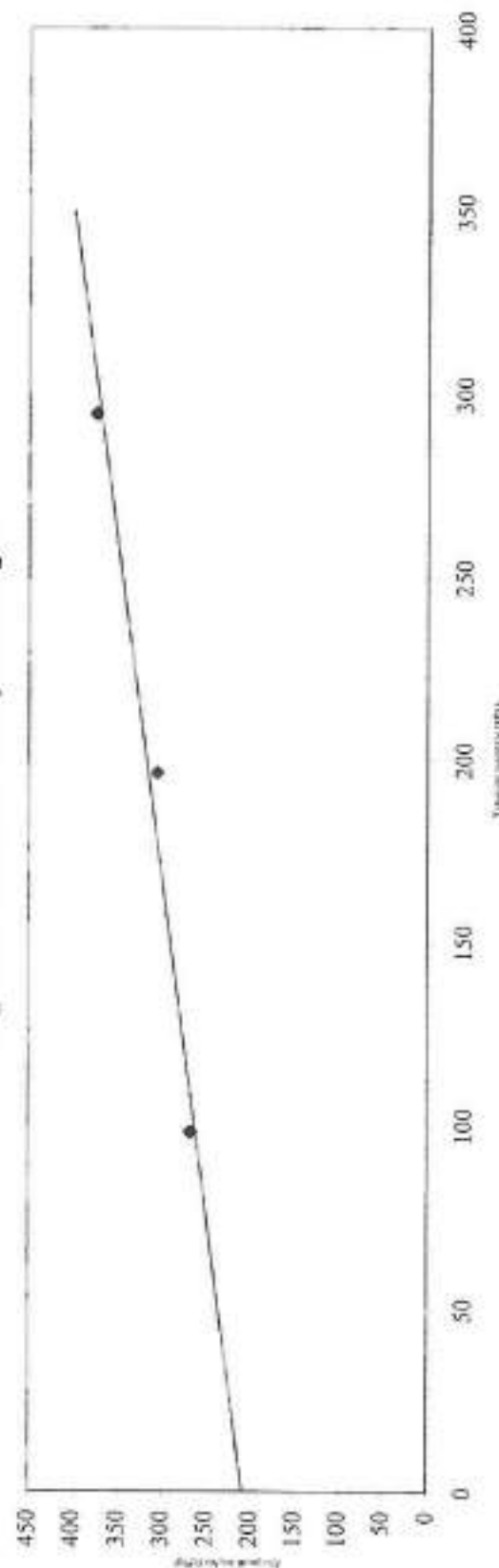
Attrito Interno ϕ^*

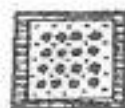
28.6°

Coesione c' (kPa)

208.635

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio





PANGEO
LABORATORIO GEOTECNICO

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N. 34065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1999)

Laboratorio
Qualificato
N. 100



Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani

RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0648/10
AL N.
0649/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 342/10 del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S4C2 Profondità (m): 17.5-18.0

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento.

Questa raccolta consta di n. 3 fogli esclusa la copertina.

Il Direttore del Laboratorio



PANGEO S.p.A.

di Campari & Associati & C.

Laboratorio e Ufficio: Via Sangalli 10/A - 51056 Poggionesi (SI)

Tel. 0573/934519 - Fax 0573/937337 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 00870760527 Iscritt. C.C.I.A.A. n° 59324

Concessione Ministeriale Infrastrutture e Trasporti - con Decreto N.54/65 del 02/11/2005
Sensò A; Prova di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantier: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 23/09/2010

V. Acc. N. 342/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S4C2

Prof. (m): 17.5-18.0

Modalità di campionatura: Camp. Shelby

Qualità del campione: Q5

Descrizione visuale:

Limo argilloso deb. sabbioso marrone

(Rif. Munsell 10YR3/6 Dark Yellowish Brown)

scresciature grigie e numerose concrezioni bianche

Prove richieste:

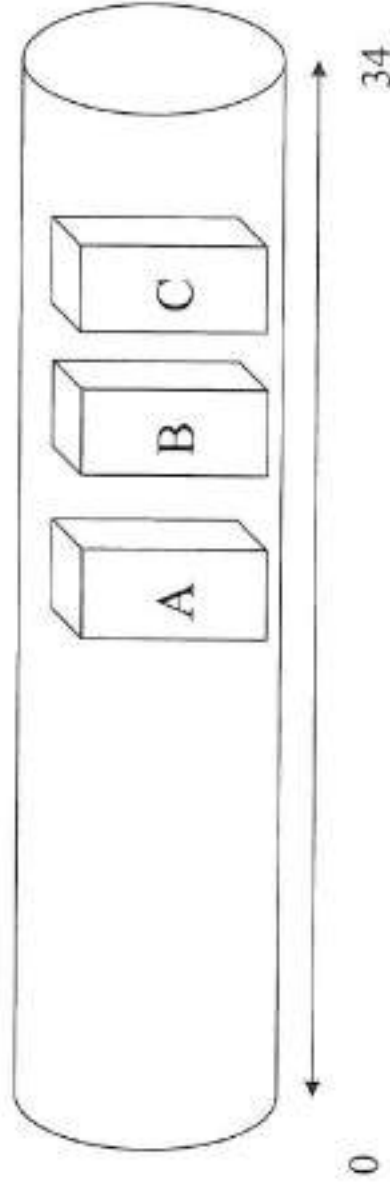
Analisi granulometrica

Prova di taglio diretto Casagrande

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

A Provino per: Taglio diretto
B Provino per: Taglio diretto
C Provino per: Taglio diretto

Alto



Lo Spedimentatore

Luca Spedimentatore

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantier: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna Campione: 07/09/2010

Data apertura Campione: 23/09/2010

V. Acc. N. 342/10

del 07/09/2010

Sigla:
Profondità (m)

S4C2
17.5-18.0

Descrizione:

Linea argillosa del sottobanco marino
(Rif. Munsell 10YR3/6 Dark Yellowish Brown)

Data inizio prova

28/09/2010

Data fine prova

01/10/2010

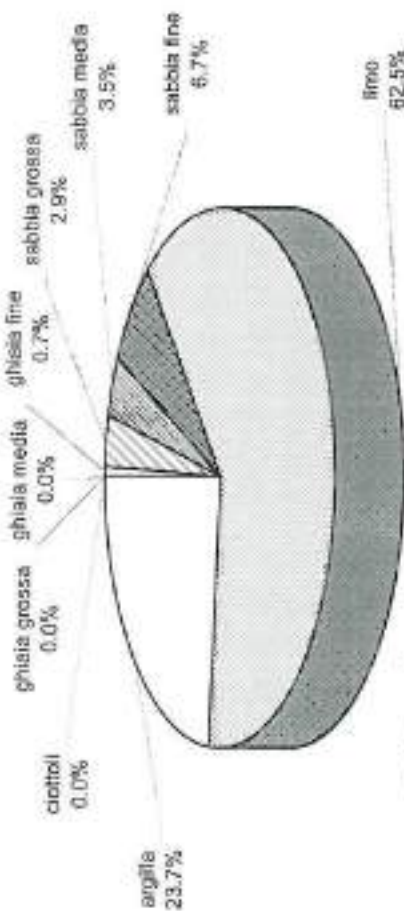
Certificato Ufficiale N° 648/10 pag. 2 di 2

Data Certificato 05/10/2010

Lo Spettacolo

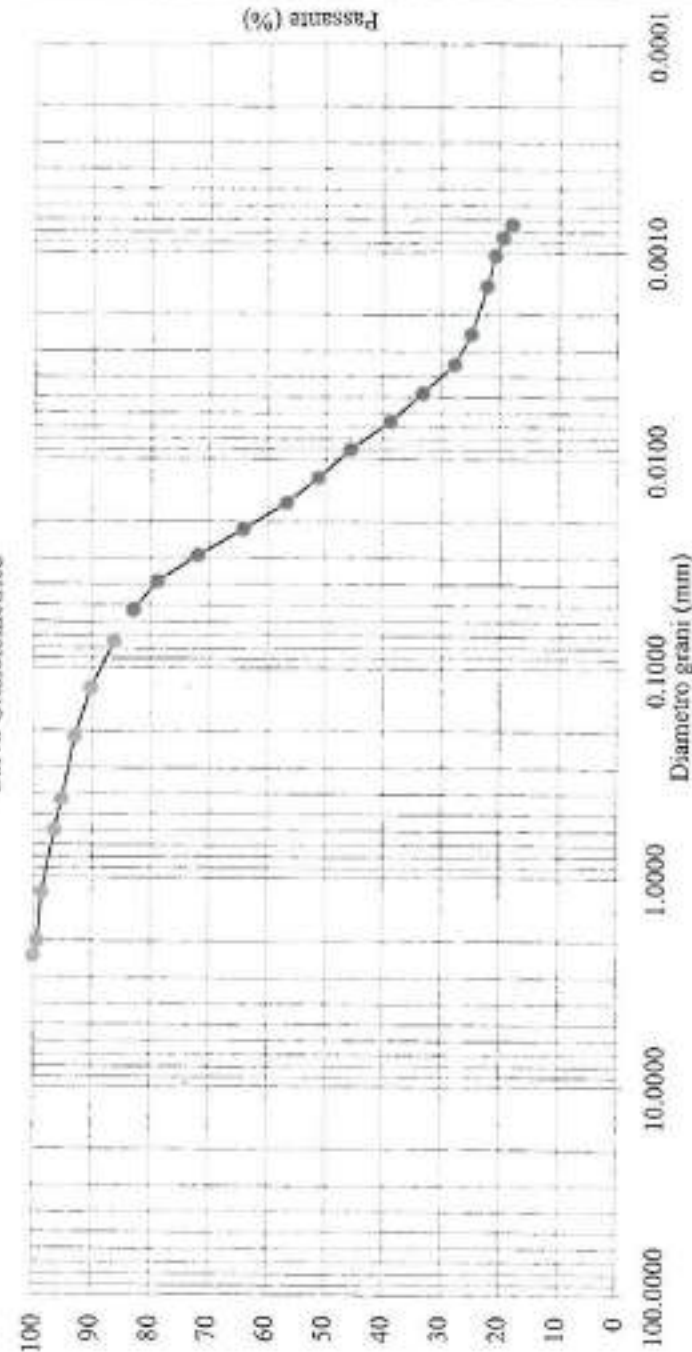
Il Direttore

Analisi Granulometrica (ASTM D422)



Classi Granulometriche Rappresentate nel Campione in Esame

Curva Granulometrica



Committente: **GEOSOL S.r.l.**

Cantiere: **Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza**

Sigla: **S4C2**

Profondità (m): **17.5-18.0**

Data consegna Campione: **07/09/2010**

Data apertura Campione: **23/09/2010**

V. Acc. N. **342/10**
del **07/09/2010**

Descrizione:
Limo argilloso deb. scabbio marrone
(Rif. Munsell 10YR3/6 Dark Yellowish Brown)

Data inizio prova: **28/09/2010**
Data fine prova: **01/10/2010**

Selaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Selaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Selaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %
3	75	0.00	100.00	1/4	6.3	0.00	100.00	50	0.3	-	-
2.5	63	0.00	100.00	4	4.75	0.00	100.00	60	0.25	-	-
2	50	0.00	100.00	6	3.35	0.00	100.00	70	0.212	7.11	92.89
1 1/2	37.5	0.00	100.00	8	2.36	0.00	100.00	80	0.18	-	-
1 1/4	31.5	0.00	100.00	10	2	0.67	99.33	100	0.15	-	-
1	25	0.00	100.00	12	1.7	-	-	120	0.125	9.83	90.17
7/8	22.4	0.00	100.00	16	1.18	1.50	98.50	140	0.106	-	-
3/4	19	0.00	100.00	20	0.85	-	-	200	0.074	13.79	86.21
5/8	16	0.00	100.00	30	0.6	3.60	96.40				
1/2	12.5	0.00	100.00	35	0.5	-	-				
3/8	9.5	0.00	100.00	40	0.425	4.86	95.14				

N.B. In grassetto i setacci utilizzati

Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %
0.05262	96.26	82.98	0.00348	32.09	27.66	-	-	-
0.03871	91.45	78.83	0.00249	28.88	24.89	-	-	-
0.02906	83.43	71.92	0.00146	25.67	22.13	-	-	-
0.02180	74.44	64.17	0.00104	24.07	20.75	-	-	-
0.01623	65.78	56.70	0.00085	22.46	19.36	-	-	-
0.01227	59.36	51.17	0.00074	20.86	17.98	-	-	-
0.00897	52.94	45.64	-	-	-	-	-	-
0.00658	44.92	38.73	-	-	-	-	-	-
0.00479	38.50	33.19	-	-	-	-	-	-

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 23/09/2010

Verb. Acc. N. 342/10 del 07/09/2010

Sigla: S4C2

Prof. (m) 17.5-18.0

Descrizione Lino argilloso deb. sabbioso marrone
(Rif. Munsell 10YR3/6 Dark Yellowish Brown)

Data inizio prova 23/09/10

Data fine prova 25/09/10

Velocità di deform. media :

(mm/min)

0.002

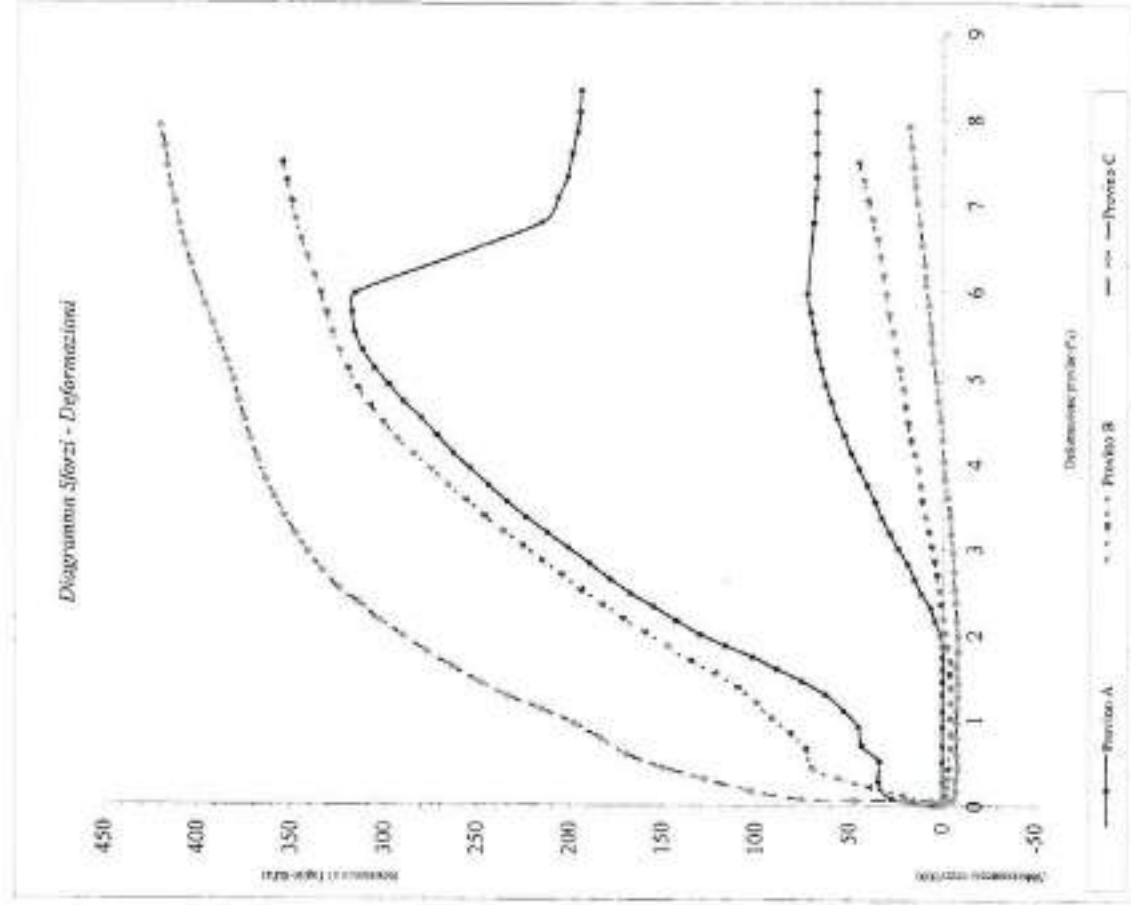
Dimensione dei provini :

(mm)

60*60

Umidità media del campione:

13.11%



Umidità naturale	Provino		Iniziale	A	B	C
	W in.	W fin.				
Umidità naturale				12.63%	12.40%	12.35%
Massa volumica apparente				12.68%	12.52%	12.48%
Massa volumica apparente secca				2.19	2.15	2.09
				1.94	1.92	1.86

Certificato Ufficiale n° 649/10 pag. 1 di 1

Data Certificato: 05/10/10

Lo Spettatore

Il Direttore del Laboratorio

Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Conomitente:

GEOSOL S.r.l.

Cantiere:

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla:

S4C2

Prof. (m)

17.5-18.0

Massa volumica apparente media

ρ (Mg/m³)

2.14

Massa volumica apparente secca media

ρ_d (Mg/m³)

1.91

Umidità media del campione (%)

13.11%

Provino		A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)		98.07	196.14	294.21
Valori di	Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)	318.21	355.83	421.30
	Deformazione provino (%)	5.750	7.487	7.913
	Abbassamento (mm)	0.711	0.455	0.182

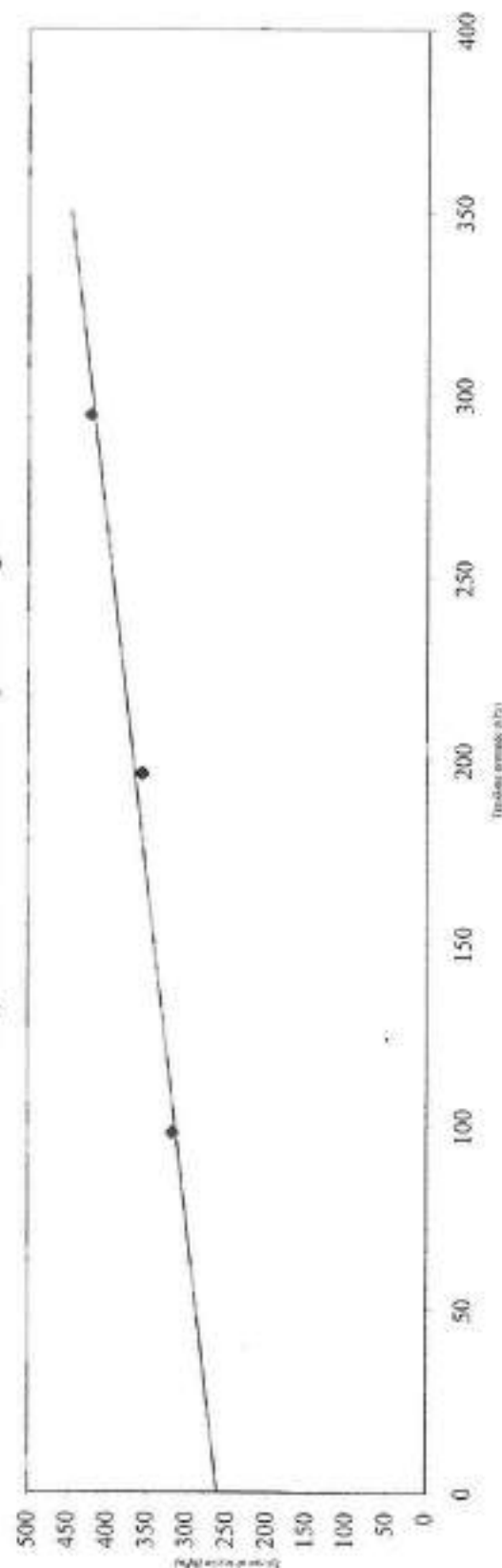
Attrito Interno ϕ'

27.7°

Coesione c' (kPa)

262.016

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

DAL N.
0650/10

AL N.
0651/10

EMESSI IN POGGIBONSI IL:
05/10/2010

Intestatario certificati: GEOSOL S.r.l.

Verbale di accettazione: VA 343/10

del: 07/09/2010

Categoria: PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla: S4C3 Profondità (m): 25.0-25.40

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- * le date di esecuzione delle prove;
- * il tipo di prova;
- * l'indicazione della norma o della specifica di riferimento;
- * i risultati ottenuti

Le incertezze di misura sono compatibili con quelle indicate dalle normative di riferimento

Questa raccolta consta di n. 3 fogli esclusa la copertina.


Il Direttore del Laboratorio



PANGEO S.p.A.

di Caprimoli Leonardo di C.

Laboratori e Uffici Via Sangallo 10/A - 53036 Poggibonsi (SI)

Tel 0577983450 - Fax 0577983337 - www.pangeo.it

P. I.V.A. 03870700527 Iscritt. C.C.I.A.A. n° 059204

Concessione Ministora Infrastrutture e Trasporti con Decreto N. 54065 del 07/11/2004

Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (in sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna: 07/09/2010 **Data apertura:** 23/09/2010

V. Acc. N. 343/10 **del** 07/09/2010

Sigla: S4C3

Prof. (m): 25.0-25.40

Modalità di campionatura: Camp. Shelby

Qualità del campione: Q5

Descrizione visuale:

Limo con argilla sabbioso marrone

(Rif. Munsell 2.5Y4/4 Olive Brown)

parte alta da debolmente cementata a cementata.

Parte bassa più argillosa; presenza di concrezioni biancastre.

Prove richieste:

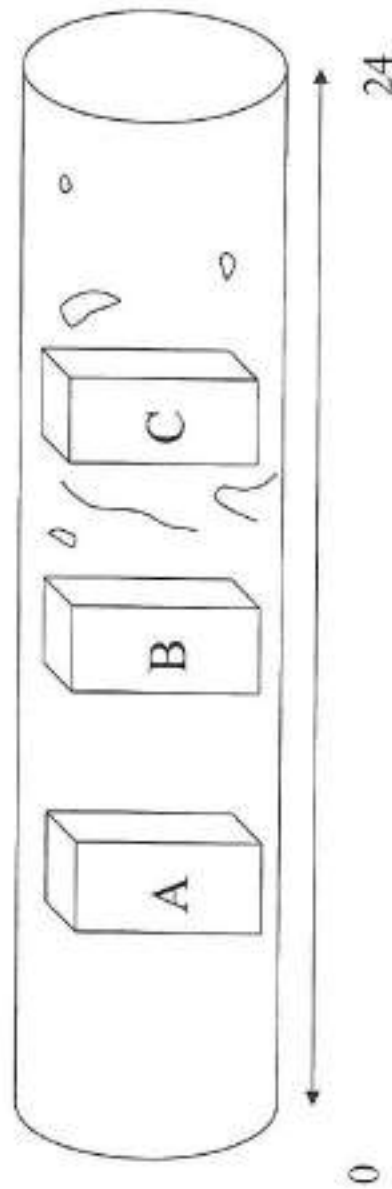
Analisi granulometrica

Prova di taglio diretto Casagrande

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

A	Provino per:	Taglio diretto
B	Provino per:	Taglio diretto
C	Provino per:	Taglio diretto

Alto



Lo Spettigenitore

Il 23/09/2010
Lo Spettigenitore

Committente GEOSOL S.r.l.

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla S4C3

Profondità (m) 25.0-25.40

Data consegna Campione: 07/09/2010

Data apertura Campione: 23/09/2010

V. Acc. N. 343/10
del 07/09/2010

Descrizione:

*Limo con argilla sabbioso marrone
(Rif. Munsell 2.5Y4/4 Olive Brown)*

Data inizio prova: 28/09/2010
Data fine prova: 01/10/2010

Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %	Setaccio ASTM	Diametro Grani mm.	Trattenuto %	Passante %
3	75	0.00	100.00	1/4	6.3	0.00	100.00	50	0.3	-	-
2.5	63	0.00	100.00	4	4.75	0.00	100.00	60	0.25	-	-
2	50	0.00	100.00	6	3.35	0.00	100.00	70	0.212	9.60	90.40
1 1/2	37.5	0.00	100.00	8	2.36	0.00	100.00	80	0.18	-	-
1 1/4	31.5	0.00	100.00	10	2	0.90	99.10	100	0.15	-	-
1	25	0.00	100.00	12	1.7	-	-	120	0.125	17.72	82.28
7/8	22.4	0.00	100.00	16	1.18	1.46	98.54	140	0.106	-	-
3/4	19	0.00	100.00	20	0.85	-	-	200	0.074	24.54	75.46
5/8	16	0.00	100.00	30	0.6	2.29	97.71				
1/2	12.5	0.00	100.00	35	0.5	-	-				
3/8	9.5	0.00	100.00	40	0.425	3.66	96.34				

N.B. In grassetto i setacci utilizzati

Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %	Diametro grani mm.	Passante Parziale %	Passante Totale %
0.05333	94.66	71.43	0.00327	46.53	35.11	-	-	-
0.03968	88.24	66.59	0.00236	42.35	31.96	-	-	-
0.02938	81.82	61.75	0.00139	36.90	27.85	-	-	-
0.02167	75.40	56.90	0.00099	35.30	26.64	-	-	-
0.01593	68.99	52.06	0.00081	33.69	25.42	-	-	-
0.01206	62.57	47.22	0.00071	32.09	24.21	-	-	-
0.00875	57.76	43.58	-	-	-	-	-	-
0.00631	53.91	40.68	-	-	-	-	-	-
0.00455	49.73	37.53	-	-	-	-	-	-

Committente GEOSOL S.r.l.

Cantiere Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna Campione 07/09/2010

Data apertura Campione 23/09/2010

V_{Acc} N. 343/10

del 07/09/2010

Sigla:
Profondità (m)

S4C3
25.0-25.40

Descrizione:

Linea con argilla abbasso muretti

(Rif. Mungell 2.5Y4/4 Olive Brown)

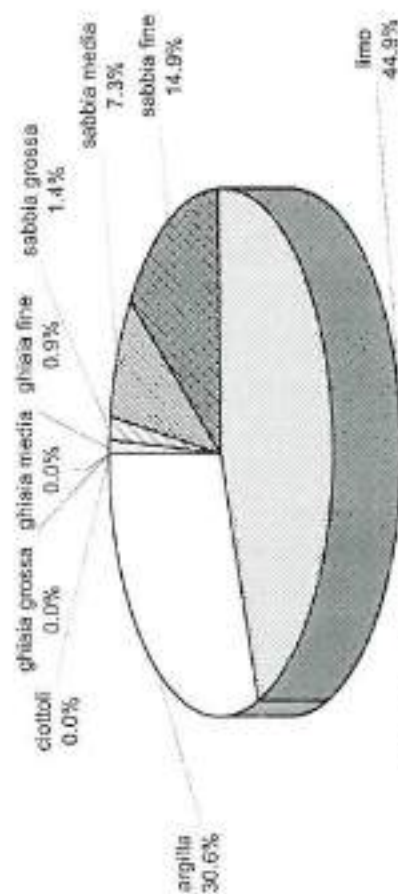
Data inizio prova

28/09/2010

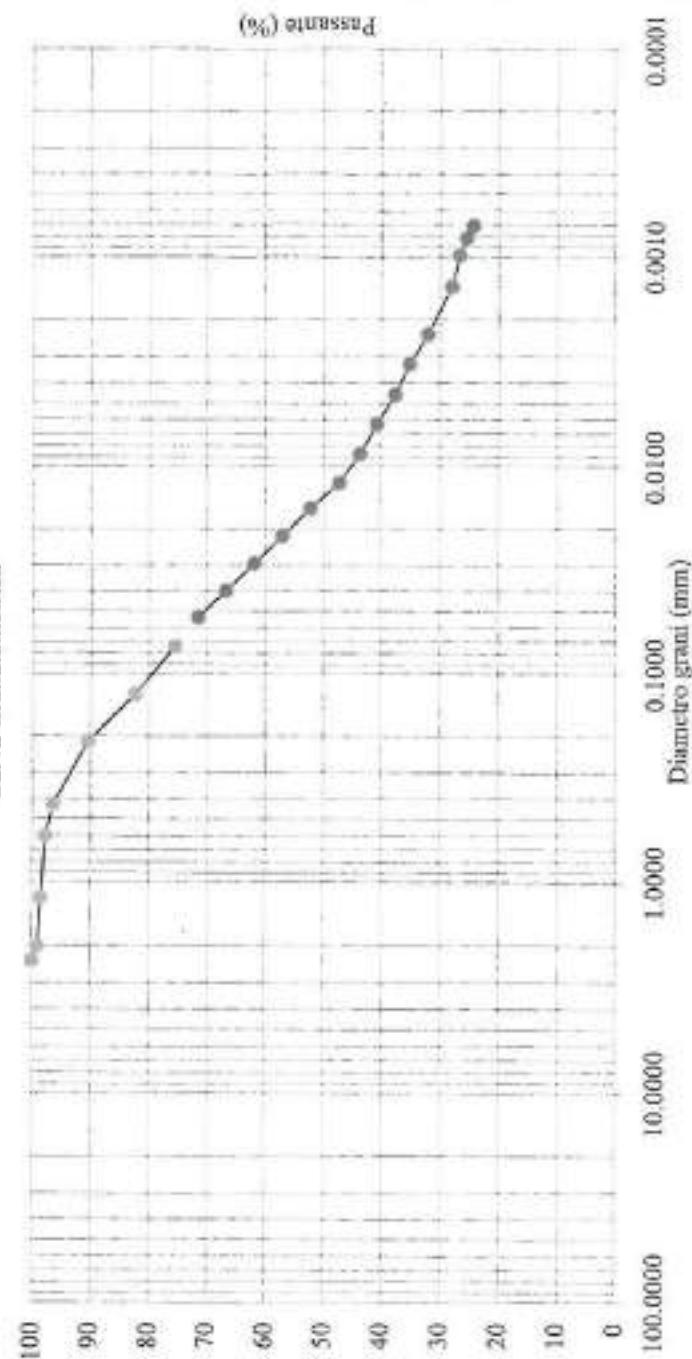
Data fine prova

01/10/2010

Analisi Granulometrica (ASTM D422)



Classi Granulometriche Rappresentate nel Campione in Esame



Committente: GEOSOL S.r.l.

Cantiere: Monticigioni (SI) San Martino - Tognazza

Data consegna campione: 07/09/2010

Data apertura campione: 23/09/2010

Verb. Acc. N. 343/10

Sigla: S4C3

Prof. (m) 25.0-25.40

del 07/09/2010

Descrizione Lino con argilla sabbioso marrone
 (Rif. Munsell 2.5Y4/4 Olive Brown)

Data inizio prova 23/09/10

Data fine prova 25/09/10

Velocità di deform. media : (mm/min) 0.002

Dimensione dei provini : (mm) 60*60

Umidità media del campione: 13.12%

Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	12.25%	12.15%	12.76%
Umidità naturale	W fin.	12.19%	12.10%	12.85%
Massa volumica apparente	p (Mg/m³)	2.19	2.20	2.17
Massa volumica apparente secca	pd (Mg/m³)	1.96	1.96	1.92

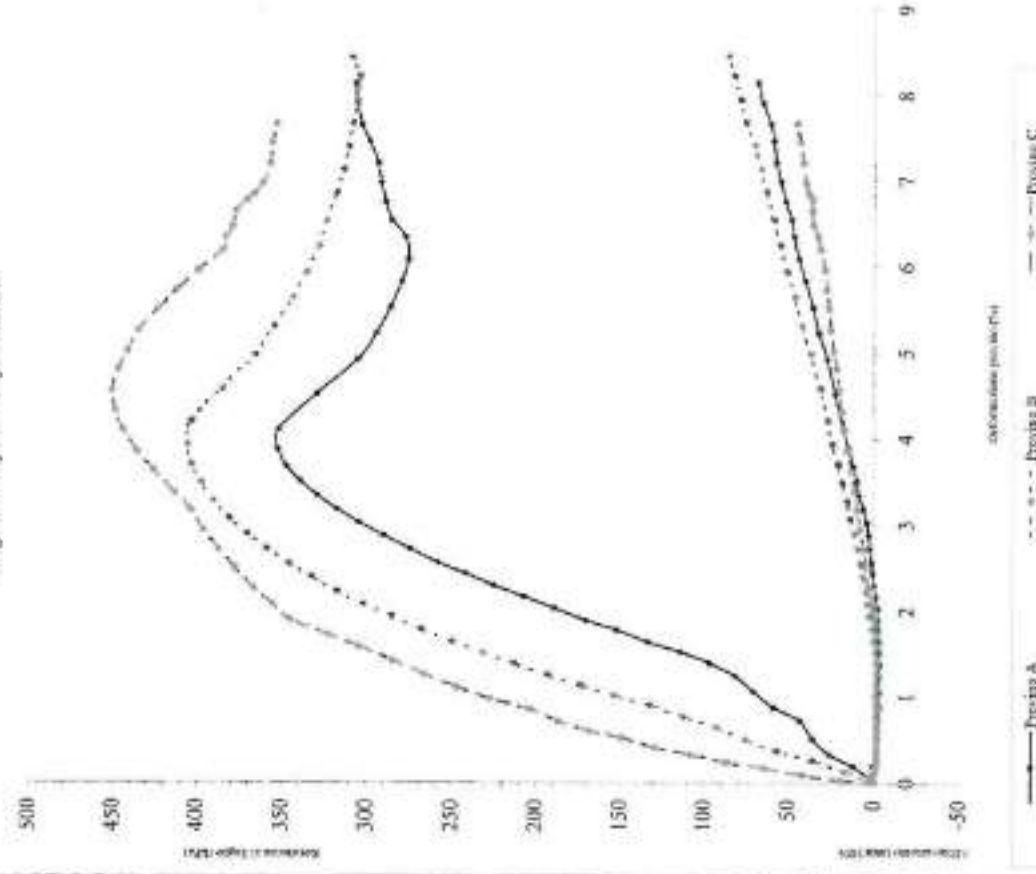
Certificato Ufficiale n° 651/10 pag. 1 di 1

Data Certificato: 05/10/10

Lo Spettatore:

Il Direttore del Laboratorio

Diagramma Sforzi - Deformazioni



Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Comitente:

GEOSOL S.r.l.

Contiene:

Monteriggioni (SI) San Martino - Tognazza

Sigla:

S4C3

Prof. (m)

25.0-25.40

Massa volumica apparente media

ρ (Mg/m³)

2.19

Massa volumica apparente secca media

ρ_d (Mg/m³)

1.94

Umidità media del campione (%)

13.12%

Provino			
Tensione verticale σ_v (kPa)			
Valori di	Sforzo di taglio max. τ_r (kPa)	A	B
	Deformazione provino (%)	351.75	405.65
	Abbassamento (mm)	3.877	3.931
		0.148	0.244
			0.204

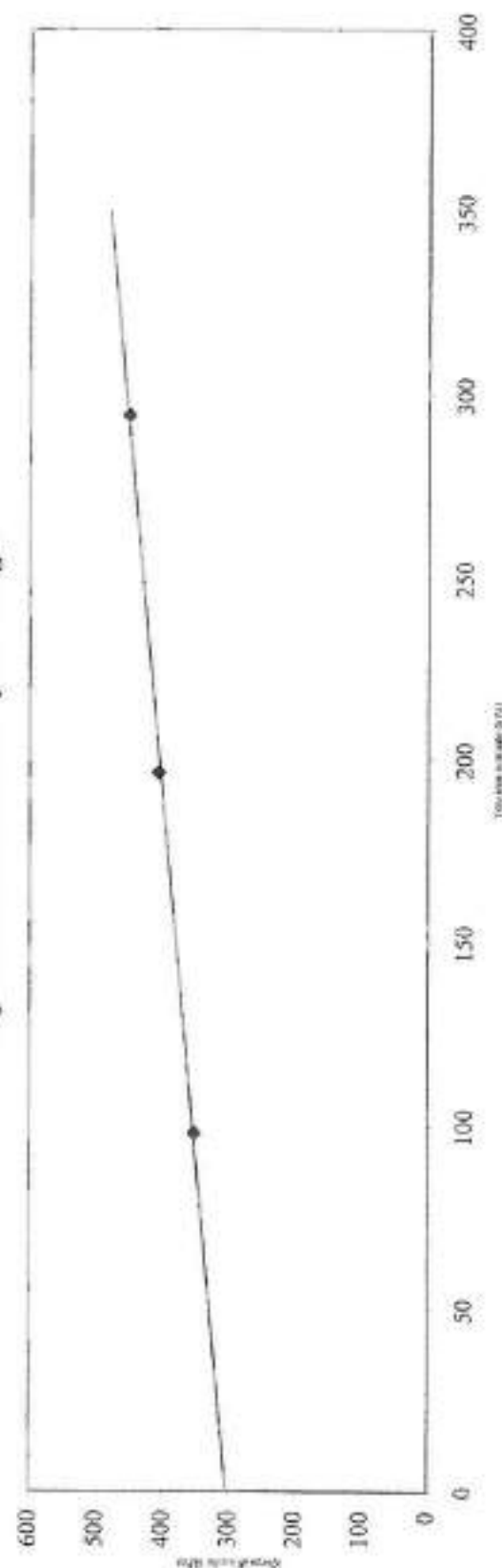
Attrito Interno ϕ'

26.7°

Coesione c' (kPa)

303.832

Diagramma Tensione normale-Sforzo di Taglio



ALLEGATO 4

CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

INDAGINE 2010

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63 - 200

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63 - 200

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Indagine geognostica
 - località : Siena (SI) Via S. Martino
 - note : installato piezometro

- data : 07/09/2010
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	4	42,0	----	1	5,80 - 6,00	12	82,0	----	7
0,20 - 0,40	3	31,5	----	1	6,00 - 6,20	9	61,5	----	7
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	6,20 - 6,40	7	47,8	----	7
0,60 - 0,80	7	67,5	----	2	6,40 - 6,60	7	45,2	----	8
0,80 - 1,00	5	48,2	----	2	6,60 - 6,80	8	51,7	----	8
1,00 - 1,20	4	38,6	----	2	6,80 - 7,00	10	64,6	----	8
1,20 - 1,40	5	48,2	----	2	7,00 - 7,20	10	64,6	----	8
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	7,20 - 7,40	9	58,1	----	8
1,60 - 1,80	2	17,8	----	3	7,40 - 7,60	9	55,1	----	9
1,80 - 2,00	2	17,8	----	3	7,60 - 7,80	10	61,2	----	9
2,00 - 2,20	3	26,7	----	3	7,80 - 8,00	14	85,7	----	9
2,20 - 2,40	2	17,8	----	3	8,00 - 8,20	15	91,8	----	9
2,40 - 2,60	3	24,8	----	4	8,20 - 8,40	14	85,7	----	9
2,60 - 2,80	5	41,4	----	4	8,40 - 8,60	14	81,4	----	10
2,80 - 3,00	7	58,0	----	4	8,60 - 8,80	16	93,1	----	10
3,00 - 3,20	6	49,7	----	4	8,80 - 9,00	17	98,9	----	10
3,20 - 3,40	8	66,3	----	4	9,00 - 9,20	17	98,9	----	10
3,40 - 3,60	7	54,1	----	5	9,20 - 9,40	23	133,8	----	10
3,60 - 3,80	5	38,7	----	5	9,40 - 9,60	22	121,9	----	11
3,80 - 4,00	5	38,7	----	5	9,60 - 9,80	25	138,6	----	11
4,00 - 4,20	5	38,7	----	5	9,80 - 10,00	31	171,8	----	11
4,20 - 4,40	6	46,4	----	5	10,00 - 10,20	28	155,2	----	11
4,40 - 4,60	5	36,3	----	6	10,20 - 10,40	27	149,6	----	11
4,60 - 4,80	8	58,1	----	6	10,40 - 10,60	25	132,3	----	12
4,80 - 5,00	8	58,1	----	6	10,60 - 10,80	29	153,5	----	12
5,00 - 5,20	8	58,1	----	6	10,80 - 11,00	31	164,1	----	12
5,20 - 5,40	8	58,1	----	6	11,00 - 11,20	37	195,8	----	12
5,40 - 5,60	7	47,8	----	7	11,20 - 11,40	39	206,4	----	12
5,60 - 5,80	11	75,2	----	7	11,40 - 11,60	70	354,5	----	13

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Indagine geognostica
 - località : Siena (SI) Via S. Martino
 - note : installato piezometro

- data : 07/09/2010
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	5,40 - 5,60	9	61,5	----	7
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,60 - 5,80	12	82,0	----	7
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	5,80 - 6,00	13	88,8	----	7
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	6,00 - 6,20	11	75,2	----	7
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	6,20 - 6,40	10	68,3	----	7
1,00 - 1,20	3	28,9	----	2	6,40 - 6,60	11	71,0	----	8
1,20 - 1,40	2	19,3	----	2	6,60 - 6,80	10	64,6	----	8
1,40 - 1,60	3	26,7	----	3	6,80 - 7,00	10	64,6	----	8
1,60 - 1,80	2	17,8	----	3	7,00 - 7,20	10	64,6	----	8
1,80 - 2,00	4	35,6	----	3	7,20 - 7,40	9	58,1	----	8
2,00 - 2,20	4	35,6	----	3	7,40 - 7,60	9	55,1	----	9
2,20 - 2,40	4	35,6	----	3	7,60 - 7,80	11	67,3	----	9
2,40 - 2,60	5	41,4	----	4	7,80 - 8,00	13	79,6	----	9
2,60 - 2,80	4	33,1	----	4	8,00 - 8,20	11	67,3	----	9
2,80 - 3,00	4	33,1	----	4	8,20 - 8,40	10	61,2	----	9
3,00 - 3,20	4	33,1	----	4	8,40 - 8,60	10	58,2	----	10
3,20 - 3,40	5	41,4	----	4	8,60 - 8,80	11	64,0	----	10
3,40 - 3,60	4	30,9	----	5	8,80 - 9,00	13	75,6	----	10
3,60 - 3,80	5	38,7	----	5	9,00 - 9,20	14	81,4	----	10
3,80 - 4,00	6	46,4	----	5	9,20 - 9,40	15	87,3	----	10
4,00 - 4,20	5	38,7	----	5	9,40 - 9,60	17	94,2	----	11
4,20 - 4,40	6	46,4	----	5	9,60 - 9,80	19	105,3	----	11
4,40 - 4,60	6	43,5	----	6	9,80 - 10,00	24	133,0	----	11
4,60 - 4,80	6	43,5	----	6	10,00 - 10,20	27	149,6	----	11
4,80 - 5,00	8	58,1	----	6	10,20 - 10,40	29	160,7	----	11
5,00 - 5,20	8	58,1	----	6	10,40 - 10,60	31	164,1	----	12
5,20 - 5,40	8	58,1	----	6					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Indagine geognostica
 - località : Siena (SI) Via S. Martino
 - note :

- data : 07/09/2010
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	3	31,5	----	1	5,80 - 6,00	8	54,7	----	7
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	6,00 - 6,20	11	75,2	----	7
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	6,20 - 6,40	10	68,3	----	7
0,60 - 0,80	4	38,6	----	2	6,40 - 6,60	9	58,1	----	8
0,80 - 1,00	7	67,5	----	2	6,60 - 6,80	7	45,2	----	8
1,00 - 1,20	10	96,4	----	2	6,80 - 7,00	8	51,7	----	8
1,20 - 1,40	10	96,4	----	2	7,00 - 7,20	10	64,6	----	8
1,40 - 1,60	12	106,9	----	3	7,20 - 7,40	10	64,6	----	8
1,60 - 1,80	12	106,9	----	3	7,40 - 7,60	11	67,3	----	9
1,80 - 2,00	13	115,8	----	3	7,60 - 7,80	14	85,7	----	9
2,00 - 2,20	10	89,1	----	3	7,80 - 8,00	12	73,5	----	9
2,20 - 2,40	9	80,2	----	3	8,00 - 8,20	9	55,1	----	9
2,40 - 2,60	8	66,3	----	4	8,20 - 8,40	7	42,8	----	9
2,60 - 2,80	7	58,0	----	4	8,40 - 8,60	13	75,6	----	10
2,80 - 3,00	7	58,0	----	4	8,60 - 8,80	19	110,5	----	10
3,00 - 3,20	7	58,0	----	4	8,80 - 9,00	25	145,4	----	10
3,20 - 3,40	7	58,0	----	4	9,00 - 9,20	25	145,4	----	10
3,40 - 3,60	9	69,6	----	5	9,20 - 9,40	24	139,6	----	10
3,60 - 3,80	10	77,4	----	5	9,40 - 9,60	20	110,8	----	11
3,80 - 4,00	9	69,6	----	5	9,60 - 9,80	17	94,2	----	11
4,00 - 4,20	7	54,1	----	5	9,80 - 10,00	19	105,3	----	11
4,20 - 4,40	6	46,4	----	5	10,00 - 10,20	24	133,0	----	11
4,40 - 4,60	7	50,8	----	6	10,20 - 10,40	22	121,9	----	11
4,60 - 4,80	7	50,8	----	6	10,40 - 10,60	25	132,3	----	12
4,80 - 5,00	6	43,5	----	6	10,60 - 10,80	34	179,9	----	12
5,00 - 5,20	10	72,6	----	6	10,80 - 11,00	39	206,4	----	12
5,20 - 5,40	9	65,3	----	6	11,00 - 11,20	37	195,8	----	12
5,40 - 5,60	8	54,7	----	7	11,20 - 11,40	45	238,2	----	12
5,60 - 5,80	7	47,8	----	7	11,40 - 11,60	70	354,5	----	13

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 4

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Indagine geognostica
 - località : Siena (SI) Via S. Martino
 - note :

- data : 07/09/2010
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	4	42,0	----	1	5,80 - 6,00	12	82,0	----	7
0,20 - 0,40	3	31,5	----	1	6,00 - 6,20	15	102,5	----	7
0,40 - 0,60	4	38,6	----	2	6,20 - 6,40	15	102,5	----	7
0,60 - 0,80	6	57,9	----	2	6,40 - 6,60	16	103,3	----	8
0,80 - 1,00	6	57,9	----	2	6,60 - 6,80	16	103,3	----	8
1,00 - 1,20	11	106,1	----	2	6,80 - 7,00	14	90,4	----	8
1,20 - 1,40	7	67,5	----	2	7,00 - 7,20	13	84,0	----	8
1,40 - 1,60	6	53,5	----	3	7,20 - 7,40	10	64,6	----	8
1,60 - 1,80	5	44,6	----	3	7,40 - 7,60	9	55,1	----	9
1,80 - 2,00	6	53,5	----	3	7,60 - 7,80	10	61,2	----	9
2,00 - 2,20	5	44,6	----	3	7,80 - 8,00	12	73,5	----	9
2,20 - 2,40	8	71,3	----	3	8,00 - 8,20	13	79,6	----	9
2,40 - 2,60	8	66,3	----	4	8,20 - 8,40	13	79,6	----	9
2,60 - 2,80	8	66,3	----	4	8,40 - 8,60	7	40,7	----	10
2,80 - 3,00	8	66,3	----	4	8,60 - 8,80	4	23,3	----	10
3,00 - 3,20	8	66,3	----	4	8,80 - 9,00	4	23,3	----	10
3,20 - 3,40	9	74,5	----	4	9,00 - 9,20	5	29,1	----	10
3,40 - 3,60	8	61,9	----	5	9,20 - 9,40	10	58,2	----	10
3,60 - 3,80	8	61,9	----	5	9,40 - 9,60	11	61,0	----	11
3,80 - 4,00	8	61,9	----	5	9,60 - 9,80	13	72,1	----	11
4,00 - 4,20	8	61,9	----	5	9,80 - 10,00	12	66,5	----	11
4,20 - 4,40	7	54,1	----	5	10,00 - 10,20	10	55,4	----	11
4,40 - 4,60	8	58,1	----	6	10,20 - 10,40	11	61,0	----	11
4,60 - 4,80	7	50,8	----	6	10,40 - 10,60	14	74,1	----	12
4,80 - 5,00	9	65,3	----	6	10,60 - 10,80	19	100,6	----	12
5,00 - 5,20	9	65,3	----	6	10,80 - 11,00	22	116,4	----	12
5,20 - 5,40	10	72,6	----	6	11,00 - 11,20	27	142,9	----	12
5,40 - 5,60	9	61,5	----	7	11,20 - 11,40	31	164,1	----	12
5,60 - 5,80	10	68,3	----	7	11,40 - 11,60	33	167,1	----	13

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 5

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino
- note :

- data : 08/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	3,40 - 3,60	6	46,4	----	5
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	3,60 - 3,80	7	54,1	----	5
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	3,80 - 4,00	9	69,6	----	5
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	4,00 - 4,20	8	61,9	----	5
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	4,20 - 4,40	7	54,1	----	5
1,00 - 1,20	3	28,9	----	2	4,40 - 4,60	7	50,8	----	6
1,20 - 1,40	3	28,9	----	2	4,60 - 4,80	6	43,5	----	6
1,40 - 1,60	3	26,7	----	3	4,80 - 5,00	8	58,1	----	6
1,60 - 1,80	3	26,7	----	3	5,00 - 5,20	7	50,8	----	6
1,80 - 2,00	4	35,6	----	3	5,20 - 5,40	7	50,8	----	6
2,00 - 2,20	6	53,5	----	3	5,40 - 5,60	5	34,2	----	7
2,20 - 2,40	6	53,5	----	3	5,60 - 5,80	3	20,5	----	7
2,40 - 2,60	6	49,7	----	4	5,80 - 6,00	18	123,0	----	7
2,60 - 2,80	6	49,7	----	4	6,00 - 6,20	22	150,4	----	7
2,80 - 3,00	5	41,4	----	4	6,20 - 6,40	41	280,2	----	7
3,00 - 3,20	6	49,7	----	4	6,40 - 6,60	70	452,0	----	8
3,20 - 3,40	6	49,7	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 6

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Indagine geognostica
 - località : Siena (SI) Via S. Martino
 - note :

- data : 08/09/2010
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	5,00 - 5,20	7	50,8	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,20 - 5,40	9	65,3	----	6
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	5,40 - 5,60	10	68,3	----	7
0,60 - 0,80	3	28,9	----	2	5,60 - 5,80	10	68,3	----	7
0,80 - 1,00	4	38,6	----	2	5,80 - 6,00	11	75,2	----	7
1,00 - 1,20	4	38,6	----	2	6,00 - 6,20	13	88,8	----	7
1,20 - 1,40	4	38,6	----	2	6,20 - 6,40	16	109,3	----	7
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	6,40 - 6,60	15	96,9	----	8
1,60 - 1,80	5	44,6	----	3	6,60 - 6,80	10	64,6	----	8
1,80 - 2,00	9	80,2	----	3	6,80 - 7,00	9	58,1	----	8
2,00 - 2,20	11	98,0	----	3	7,00 - 7,20	8	51,7	----	8
2,20 - 2,40	11	98,0	----	3	7,20 - 7,40	11	71,0	----	8
2,40 - 2,60	13	107,7	----	4	7,40 - 7,60	10	61,2	----	9
2,60 - 2,80	15	124,2	----	4	7,60 - 7,80	12	73,5	----	9
2,80 - 3,00	12	99,4	----	4	7,80 - 8,00	17	104,1	----	9
3,00 - 3,20	10	82,8	----	4	8,00 - 8,20	16	97,9	----	9
3,20 - 3,40	11	91,1	----	4	8,20 - 8,40	18	110,2	----	9
3,40 - 3,60	9	69,6	----	5	8,40 - 8,60	18	104,7	----	10
3,60 - 3,80	9	69,6	----	5	8,60 - 8,80	23	133,8	----	10
3,80 - 4,00	9	69,6	----	5	8,80 - 9,00	21	122,2	----	10
4,00 - 4,20	8	61,9	----	5	9,00 - 9,20	22	128,0	----	10
4,20 - 4,40	8	61,9	----	5	9,20 - 9,40	35	203,6	----	10
4,40 - 4,60	9	65,3	----	6	9,40 - 9,60	43	238,3	----	11
4,60 - 4,80	10	72,6	----	6	9,60 - 9,80	70	388,0	----	11
4,80 - 5,00	9	65,3	----	6					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 7

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Indagine geognostica
 - località : Siena (SI) Via S. Martino
 - note : installato piezometro

- data : 07/09/2010
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	3,80 - 4,00	7	54,1	----	5
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	4,00 - 4,20	7	54,1	----	5
0,40 - 0,60	3	28,9	----	2	4,20 - 4,40	6	46,4	----	5
0,60 - 0,80	5	48,2	----	2	4,40 - 4,60	6	43,5	----	6
0,80 - 1,00	7	67,5	----	2	4,60 - 4,80	8	58,1	----	6
1,00 - 1,20	19	183,2	----	2	4,80 - 5,00	9	65,3	----	6
1,20 - 1,40	14	135,0	----	2	5,00 - 5,20	15	108,9	----	6
1,40 - 1,60	19	169,3	----	3	5,20 - 5,40	18	130,6	----	6
1,60 - 1,80	28	249,5	----	3	5,40 - 5,60	13	88,8	----	7
1,80 - 2,00	17	151,5	----	3	5,60 - 5,80	10	68,3	----	7
2,00 - 2,20	13	115,8	----	3	5,80 - 6,00	10	68,3	----	7
2,20 - 2,40	9	80,2	----	3	6,00 - 6,20	13	88,8	----	7
2,40 - 2,60	8	66,3	----	4	6,20 - 6,40	16	109,3	----	7
2,60 - 2,80	11	91,1	----	4	6,40 - 6,60	19	122,7	----	8
2,80 - 3,00	11	91,1	----	4	6,60 - 6,80	20	129,2	----	8
3,00 - 3,20	8	66,3	----	4	6,80 - 7,00	22	142,1	----	8
3,20 - 3,40	8	66,3	----	4	7,00 - 7,20	27	174,4	----	8
3,40 - 3,60	7	54,1	----	5	7,20 - 7,40	43	277,7	----	8
3,60 - 3,80	7	54,1	----	5	7,40 - 7,60	70	428,5	----	9

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 8

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Indagine geognostica
 - località : Siena (SI) Via S. Martino
 - note : installato piezometro

- data : 08/09/2010
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	6,60 - 6,80	9	58,1	----	8
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	6,80 - 7,00	10	64,6	----	8
0,40 - 0,60	3	28,9	----	2	7,00 - 7,20	12	77,5	----	8
0,60 - 0,80	4	38,6	----	2	7,20 - 7,40	12	77,5	----	8
0,80 - 1,00	7	67,5	----	2	7,40 - 7,60	10	61,2	----	9
1,00 - 1,20	7	67,5	----	2	7,60 - 7,80	11	67,3	----	9
1,20 - 1,40	7	67,5	----	2	7,80 - 8,00	13	79,6	----	9
1,40 - 1,60	7	62,4	----	3	8,00 - 8,20	12	73,5	----	9
1,60 - 1,80	5	44,6	----	3	8,20 - 8,40	11	67,3	----	9
1,80 - 2,00	5	44,6	----	3	8,40 - 8,60	11	64,0	----	10
2,00 - 2,20	5	44,6	----	3	8,60 - 8,80	9	52,4	----	10
2,20 - 2,40	4	35,6	----	3	8,80 - 9,00	9	52,4	----	10
2,40 - 2,60	5	41,4	----	4	9,00 - 9,20	13	75,6	----	10
2,60 - 2,80	5	41,4	----	4	9,20 - 9,40	13	75,6	----	10
2,80 - 3,00	5	41,4	----	4	9,40 - 9,60	10	55,4	----	11
3,00 - 3,20	6	49,7	----	4	9,60 - 9,80	14	77,6	----	11
3,20 - 3,40	6	49,7	----	4	9,80 - 10,00	16	88,7	----	11
3,40 - 3,60	8	61,9	----	5	10,00 - 10,20	13	72,1	----	11
3,60 - 3,80	9	69,6	----	5	10,20 - 10,40	13	72,1	----	11
3,80 - 4,00	7	54,1	----	5	10,40 - 10,60	14	74,1	----	12
4,00 - 4,20	5	38,7	----	5	10,60 - 10,80	15	79,4	----	12
4,20 - 4,40	4	30,9	----	5	10,80 - 11,00	14	74,1	----	12
4,40 - 4,60	9	65,3	----	6	11,00 - 11,20	13	68,8	----	12
4,60 - 4,80	10	72,6	----	6	11,20 - 11,40	13	68,8	----	12
4,80 - 5,00	17	123,4	----	6	11,40 - 11,60	14	70,9	----	13
5,00 - 5,20	15	108,9	----	6	11,60 - 11,80	14	70,9	----	13
5,20 - 5,40	15	108,9	----	6	11,80 - 12,00	18	91,1	----	13
5,40 - 5,60	13	88,8	----	7	12,00 - 12,20	24	121,5	----	13
5,60 - 5,80	8	54,7	----	7	12,20 - 12,40	23	116,5	----	13
5,80 - 6,00	10	68,3	----	7	12,40 - 12,60	23	111,6	----	14
6,00 - 6,20	10	68,3	----	7	12,60 - 12,80	26	126,2	----	14
6,20 - 6,40	11	75,2	----	7	12,80 - 13,00	32	155,3	----	14
6,40 - 6,60	11	71,0	----	8	13,00 - 13,20	70	339,8	----	14

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

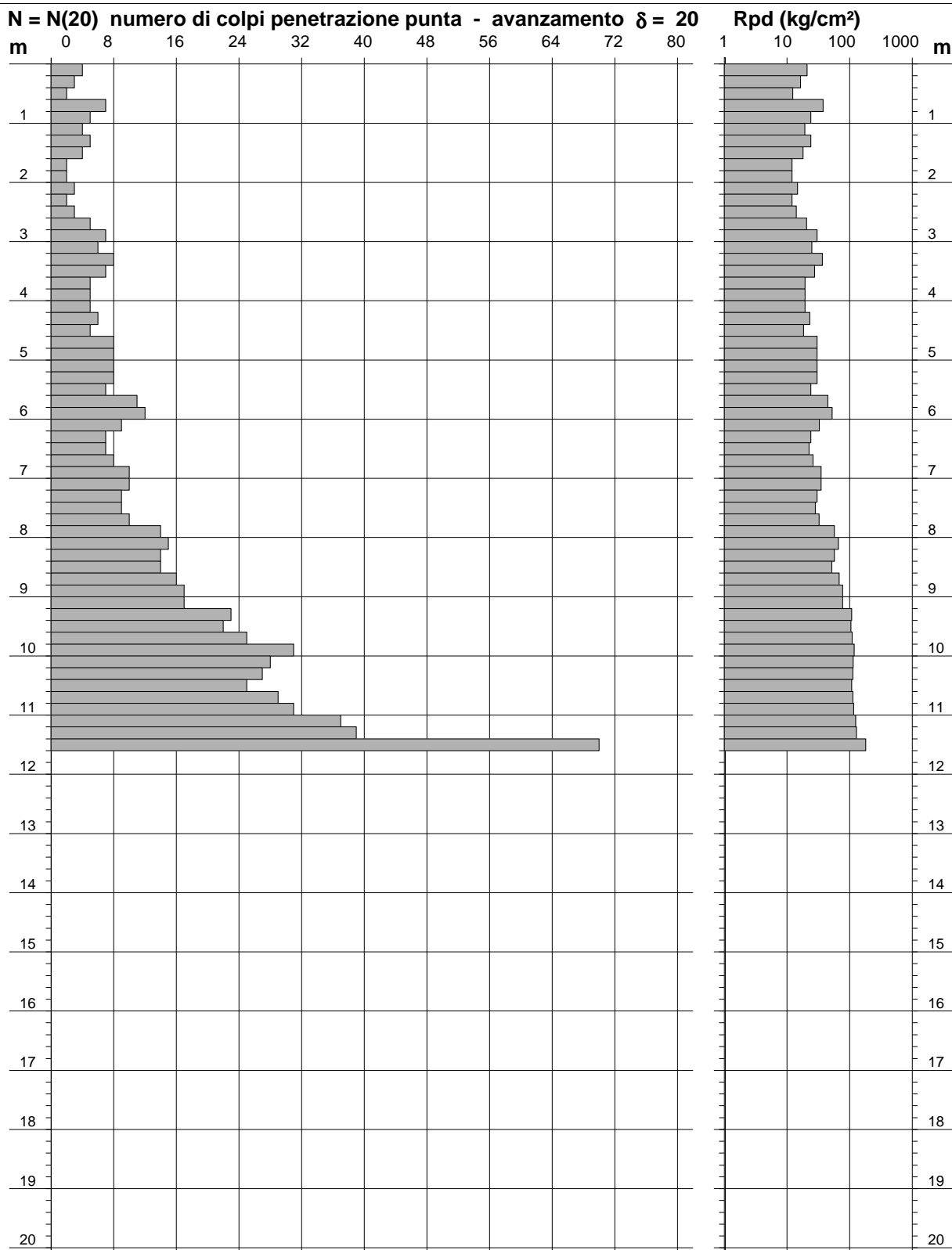
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

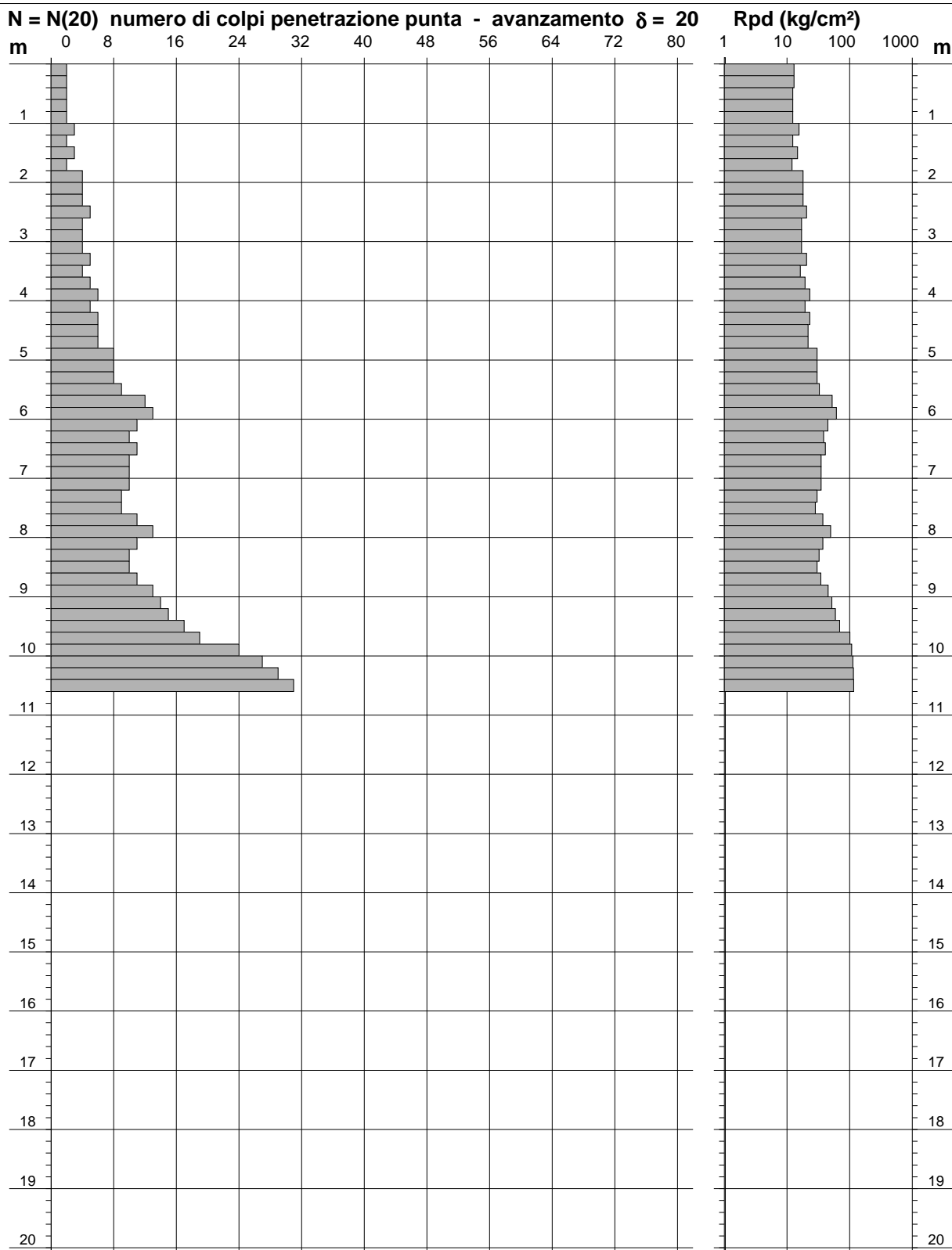
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

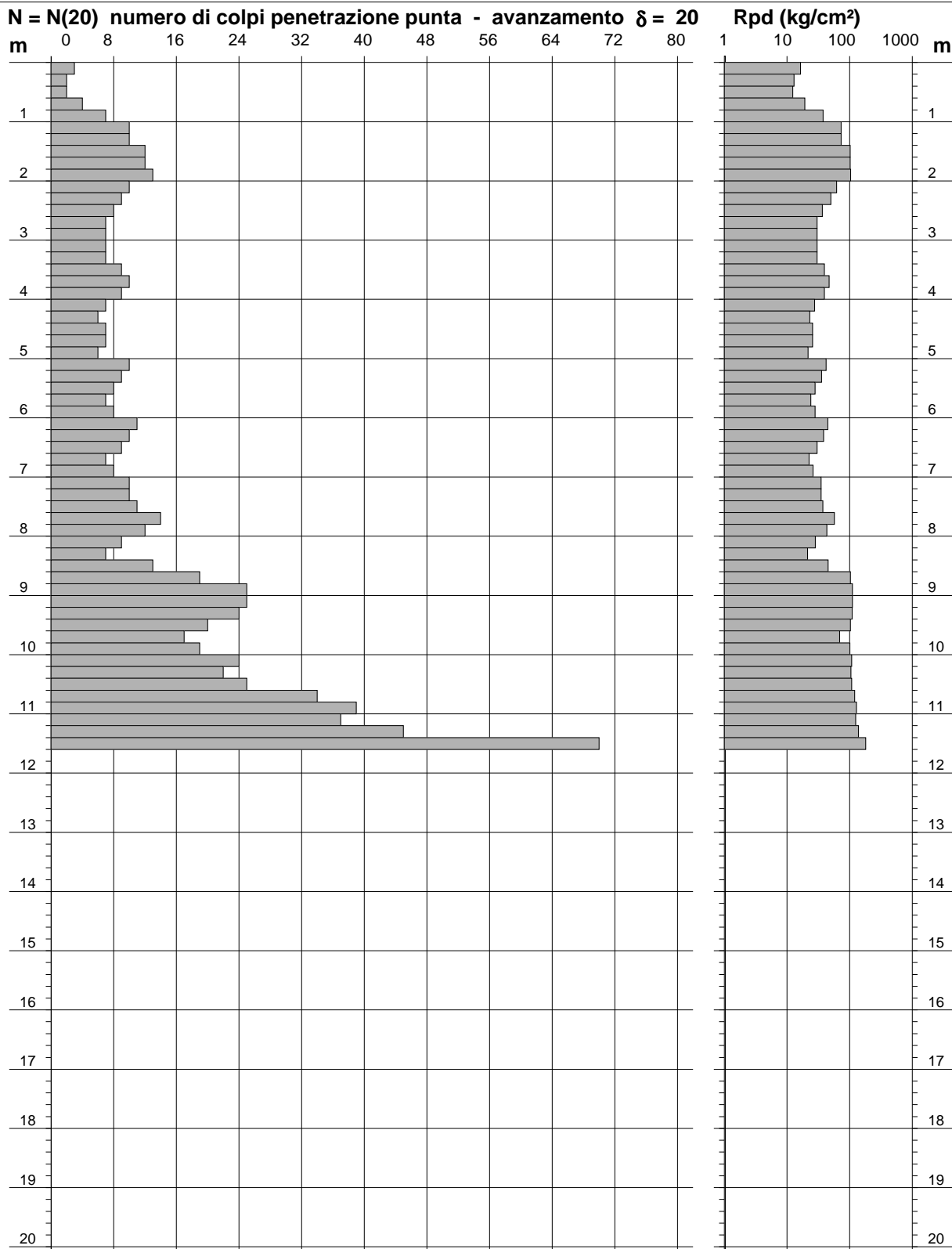
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

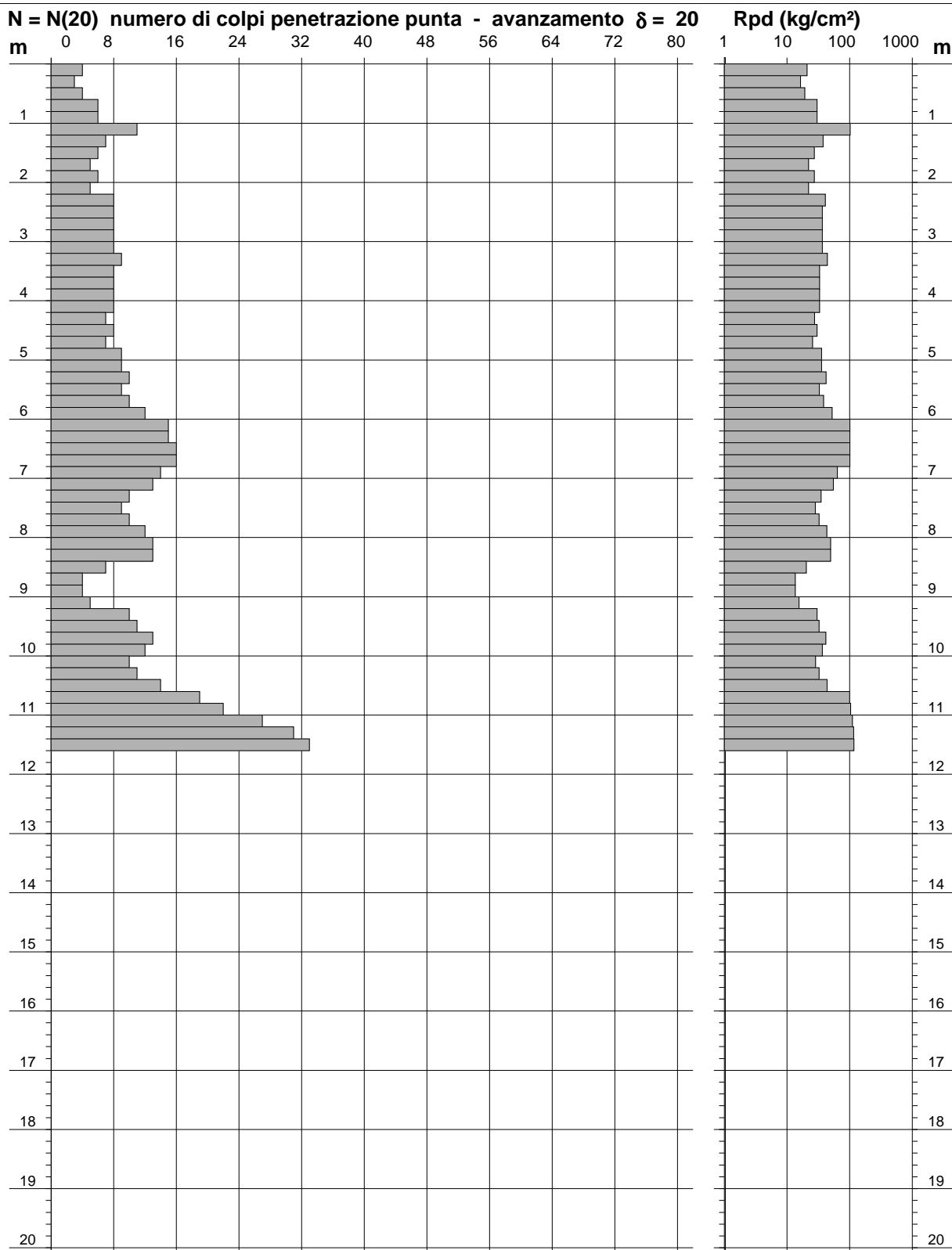
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

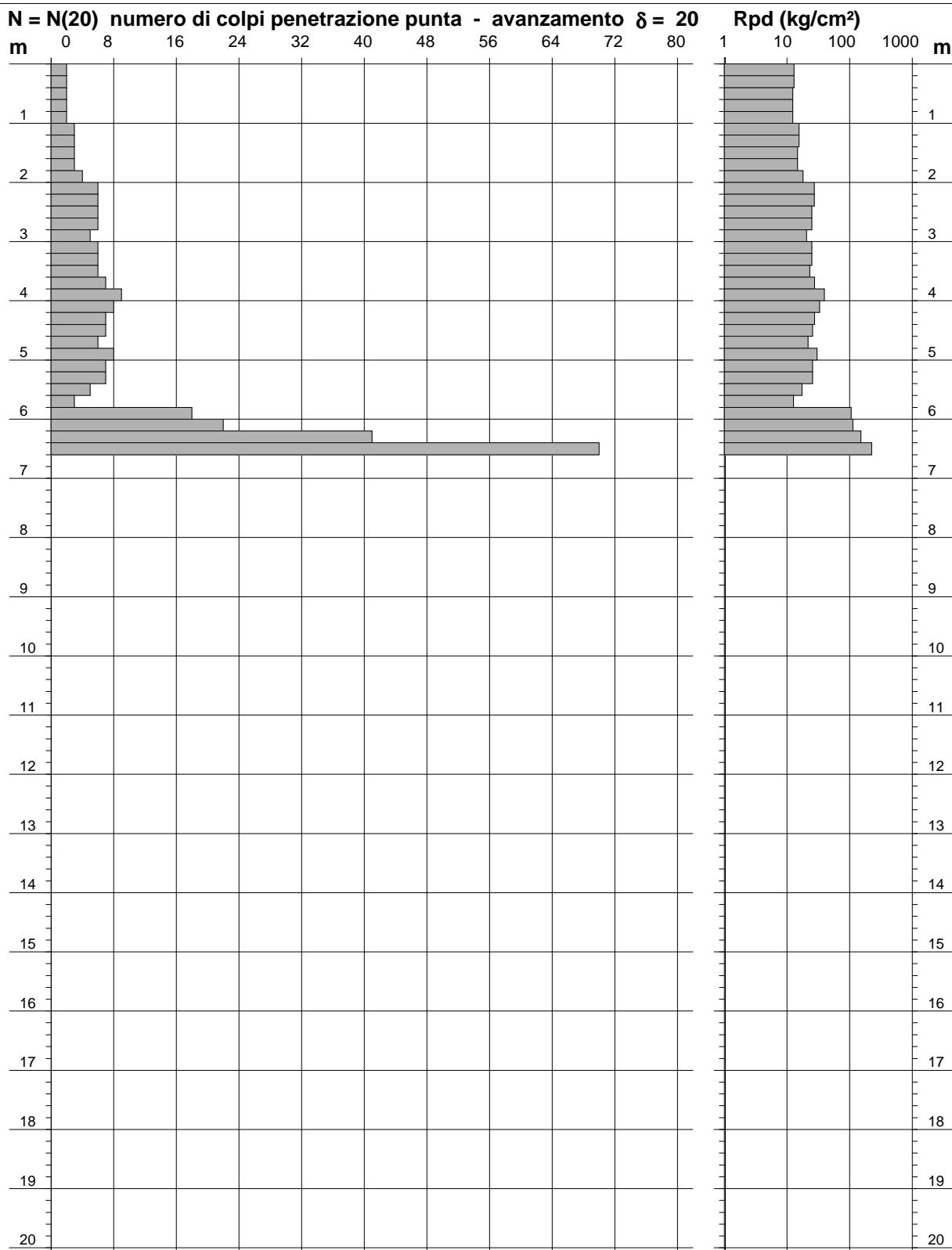
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 5

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 08/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

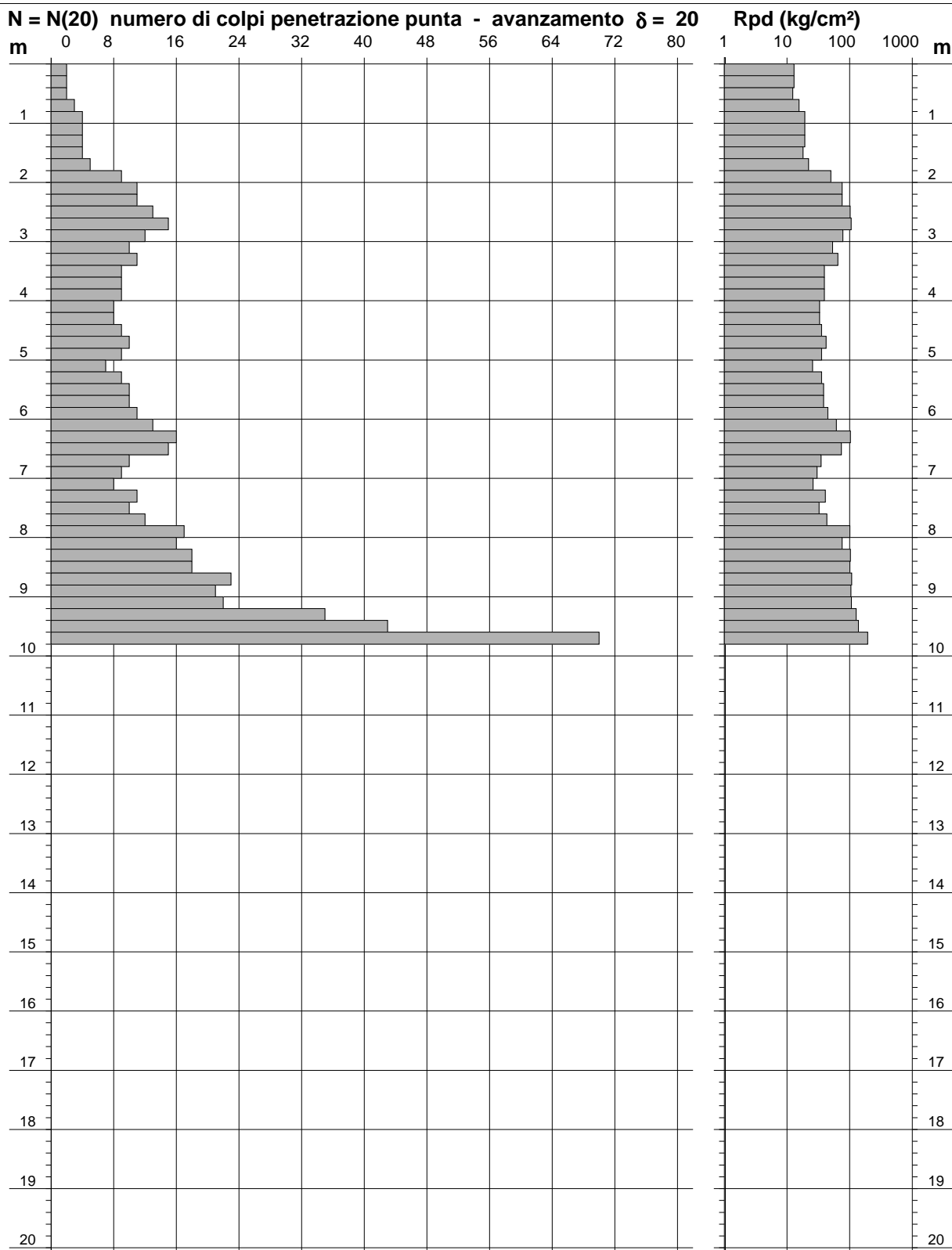
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 6

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 08/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

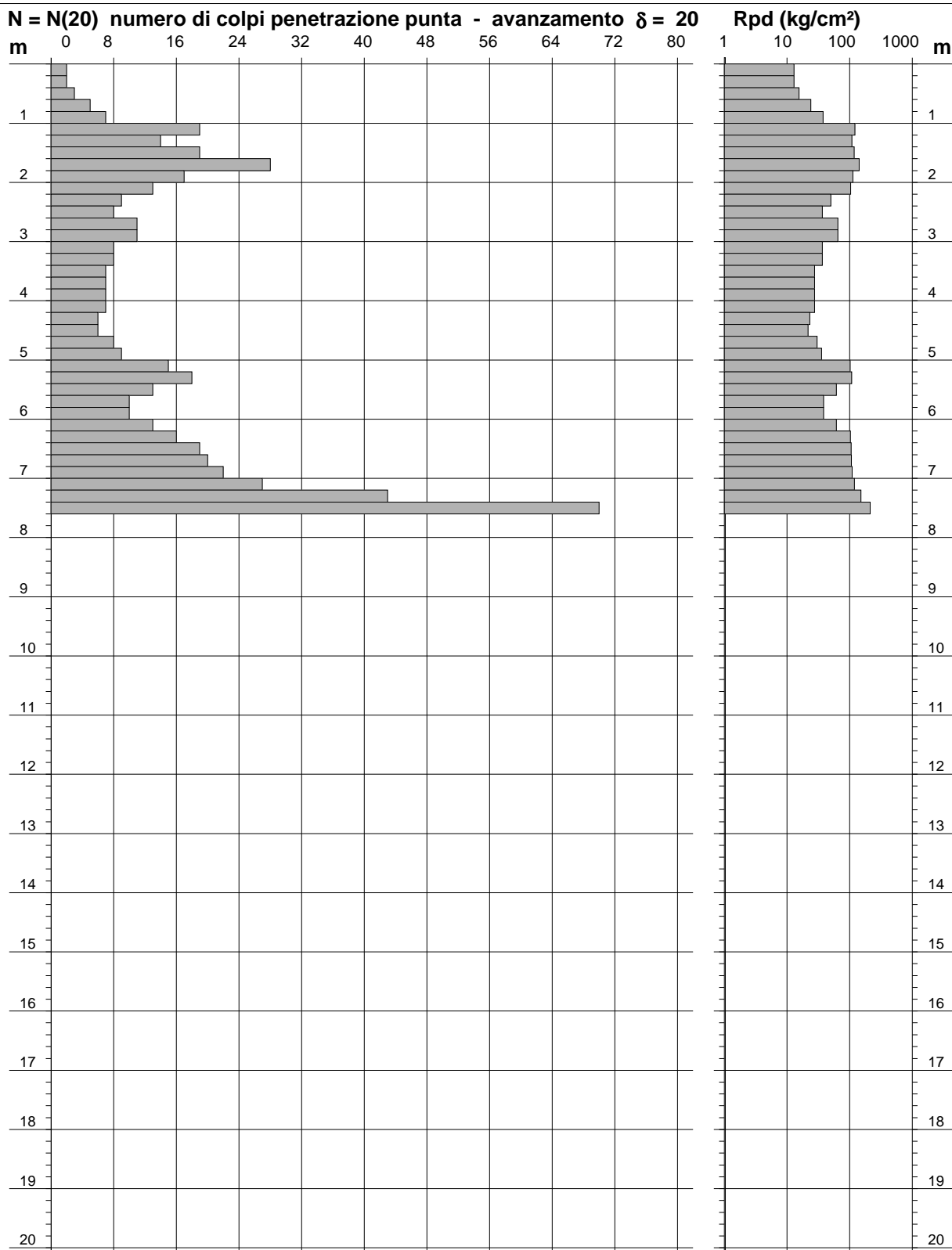
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 7

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

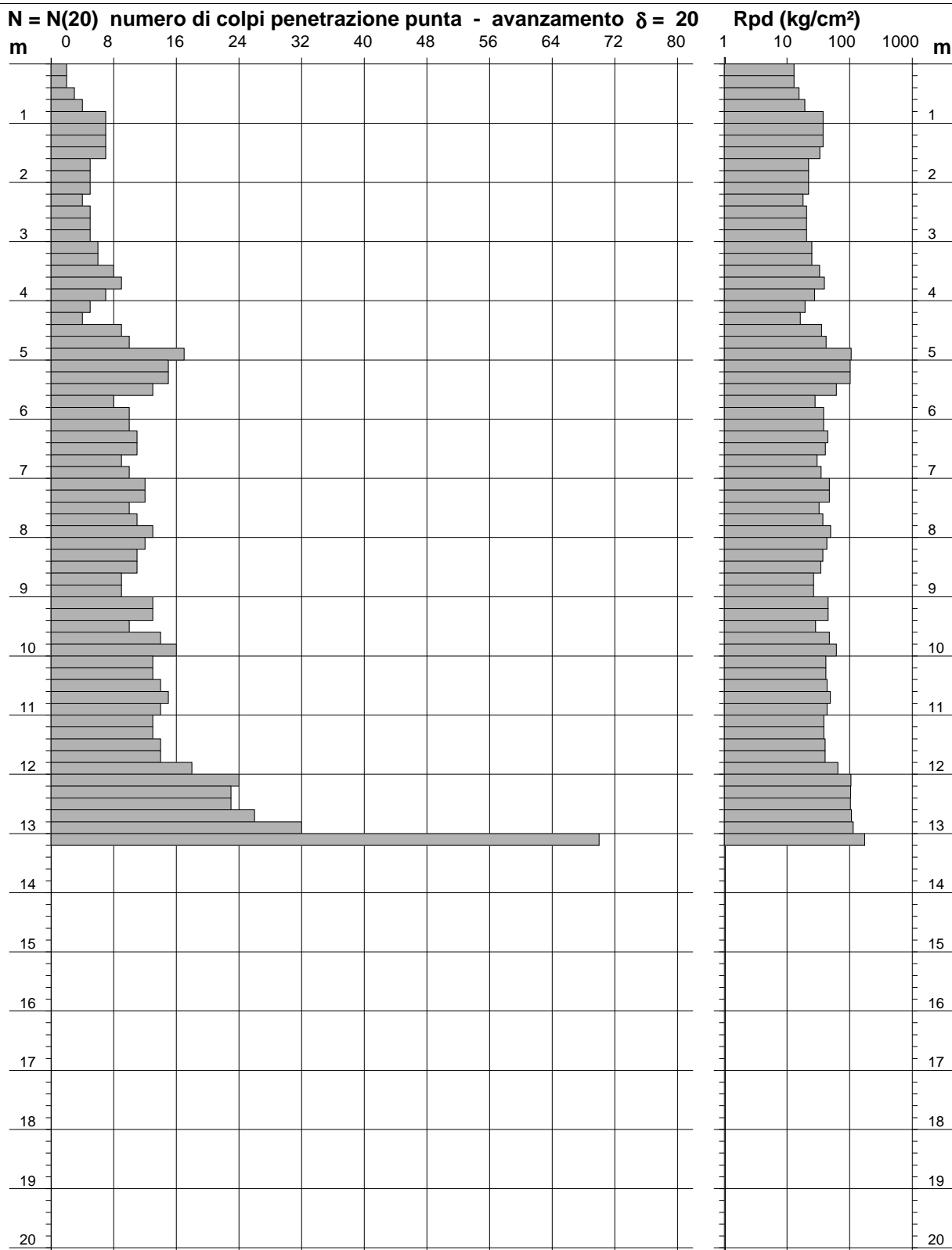
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 8

Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 08/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

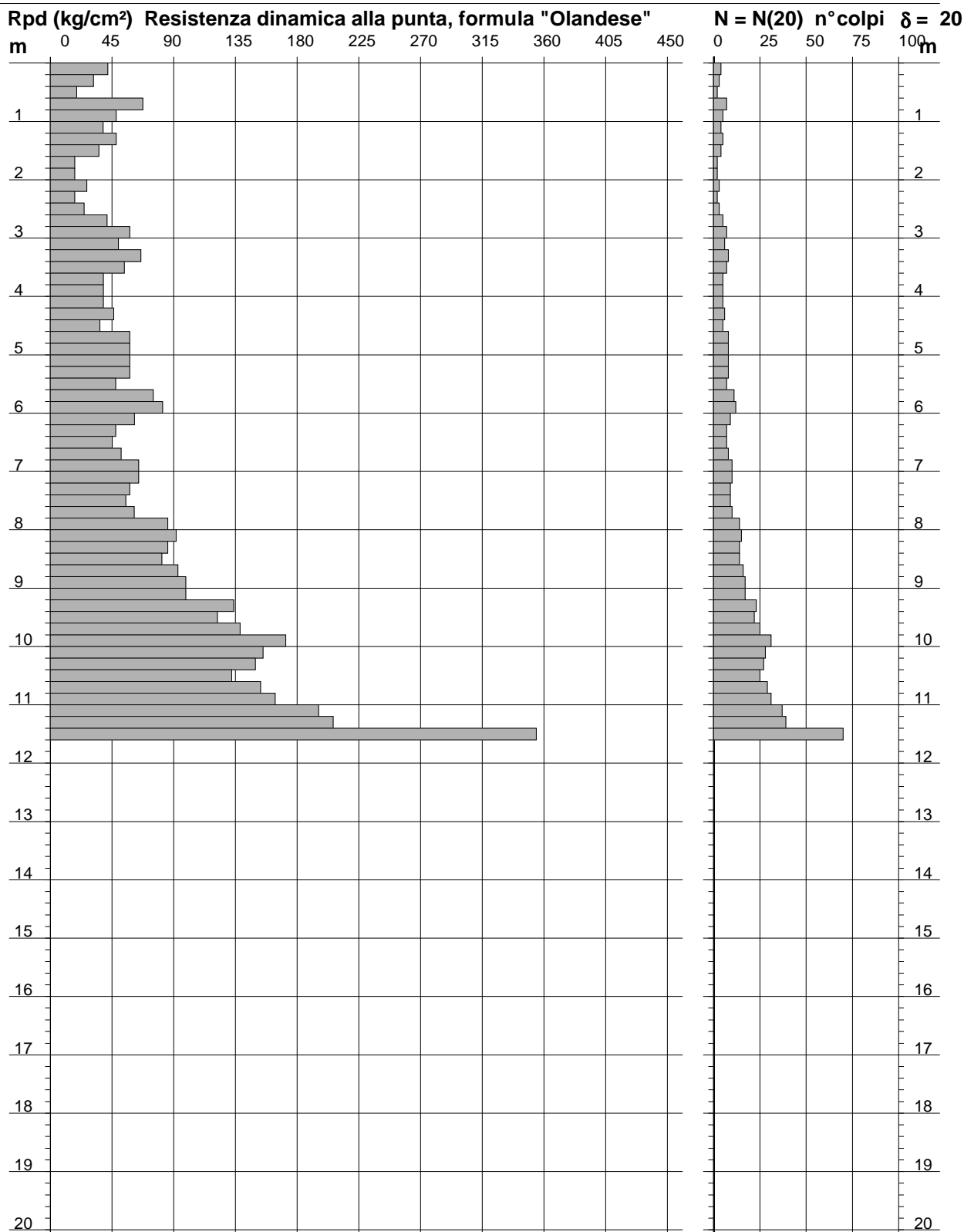
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1
Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

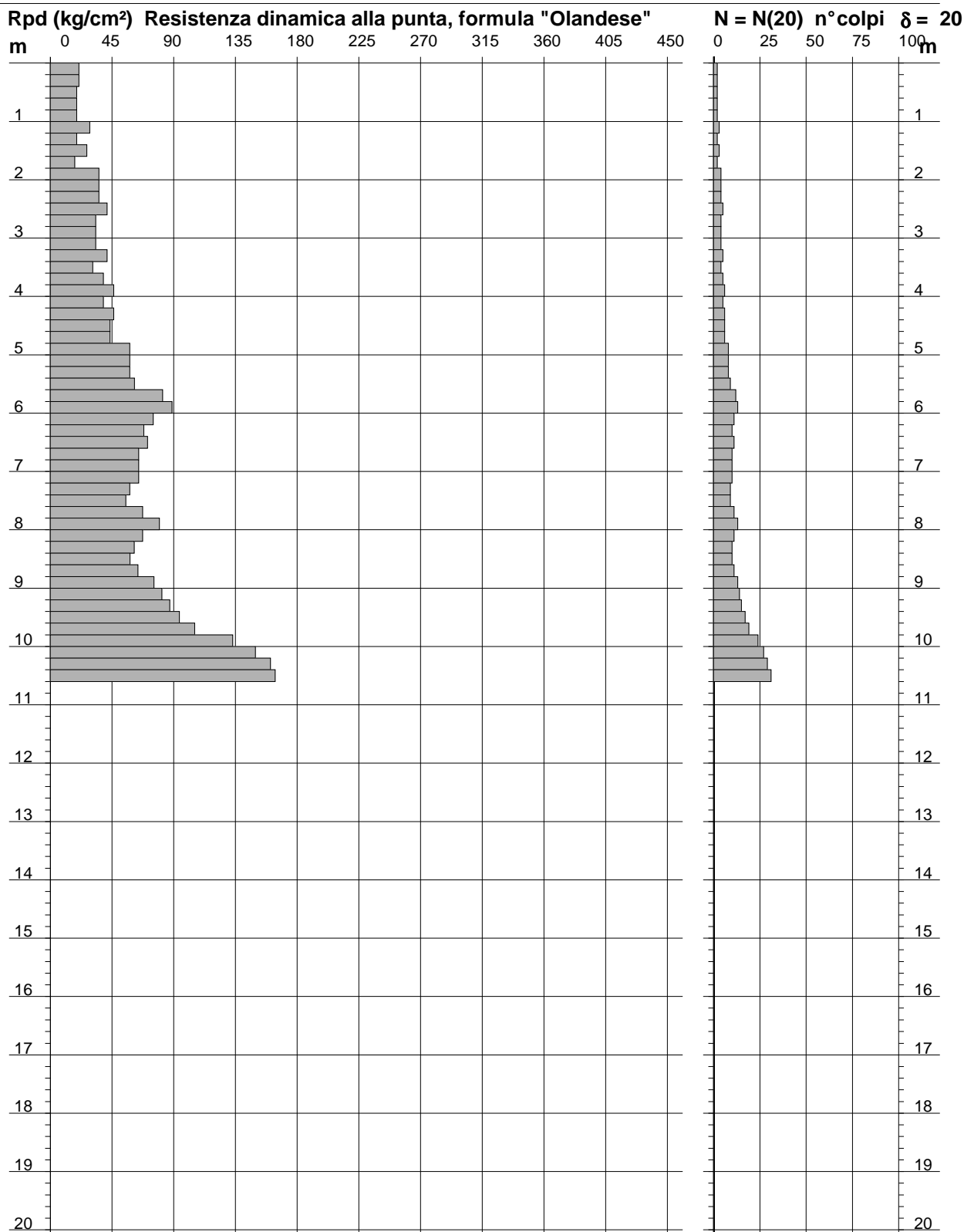
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 2
Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

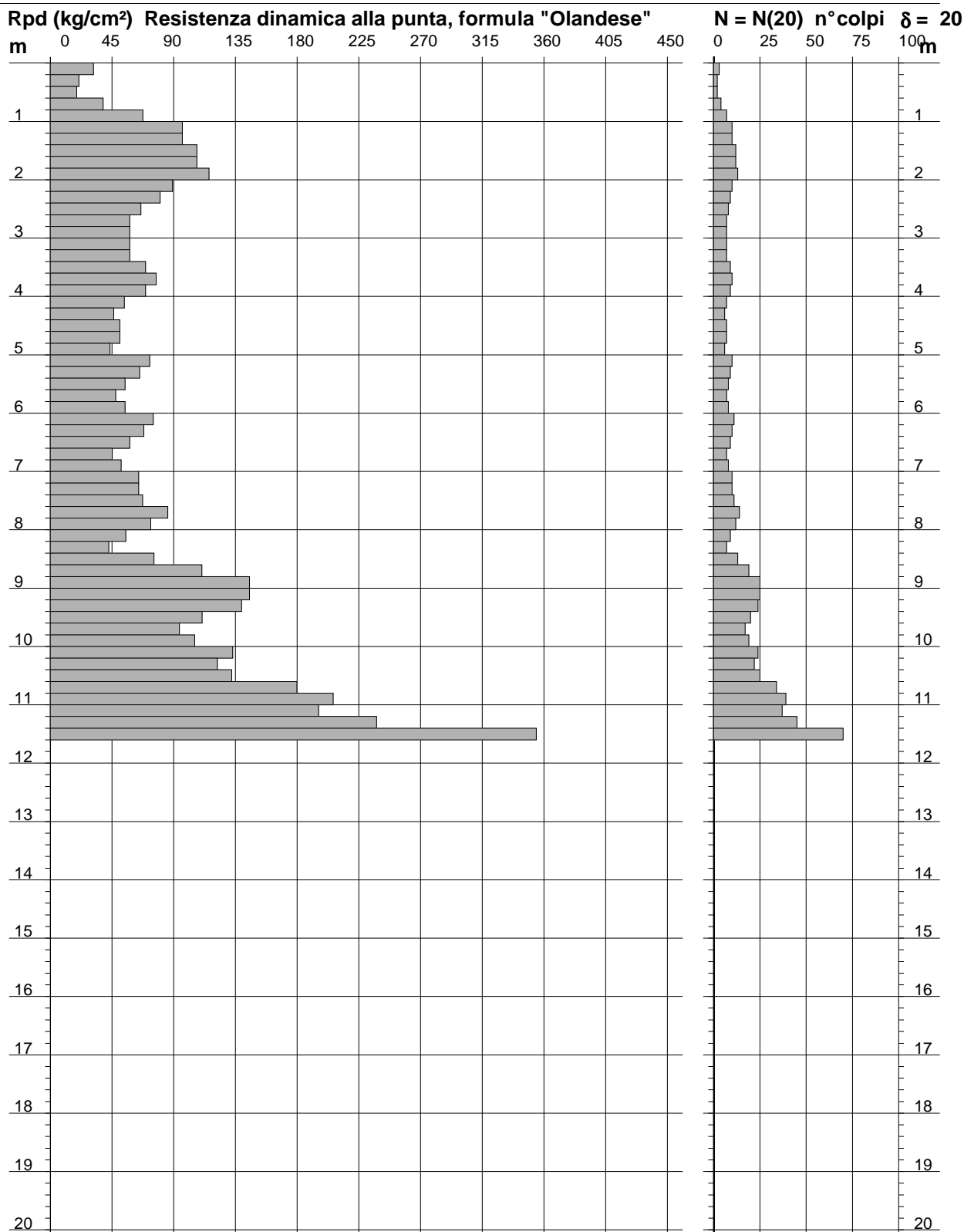
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 3
Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

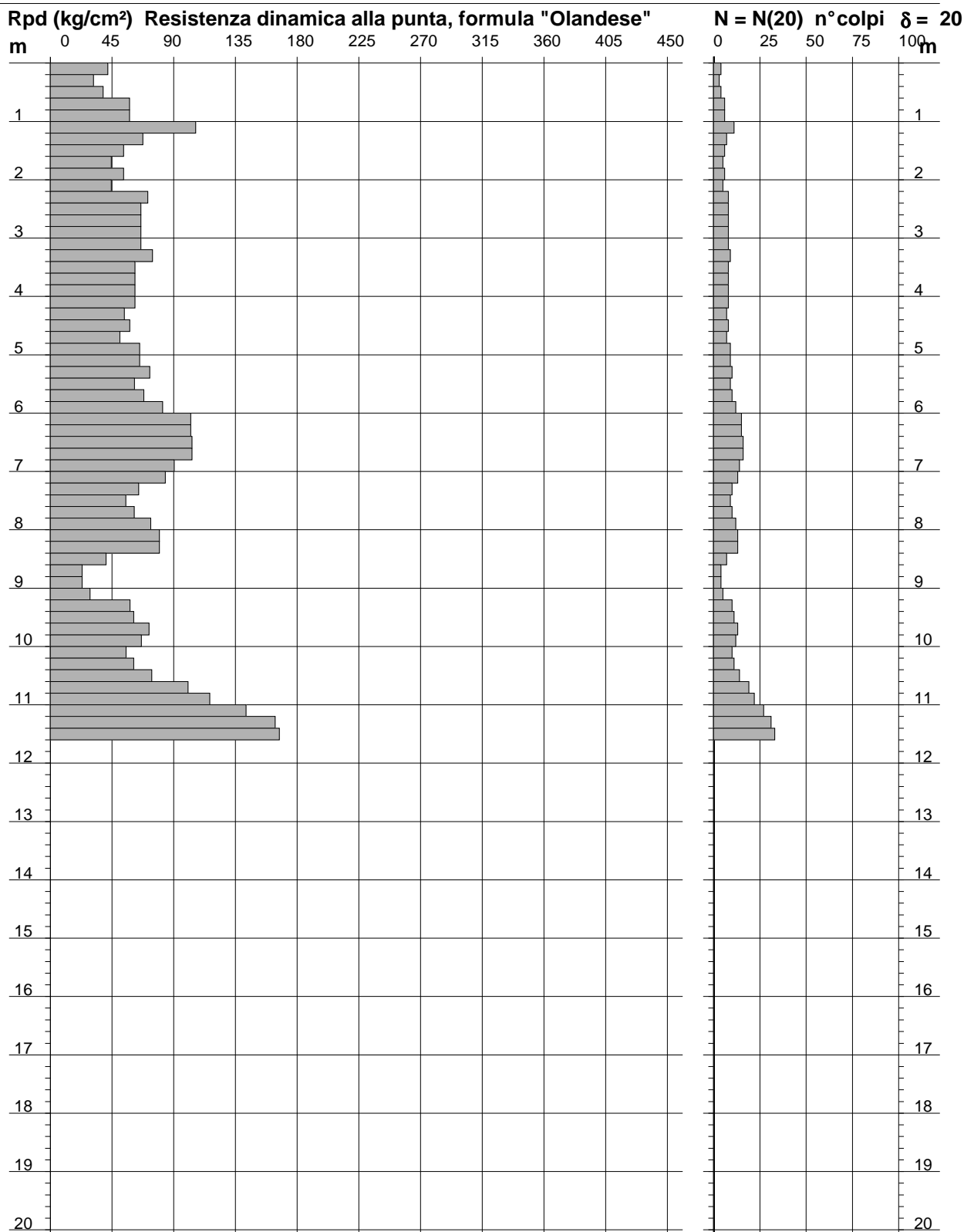
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 4
Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

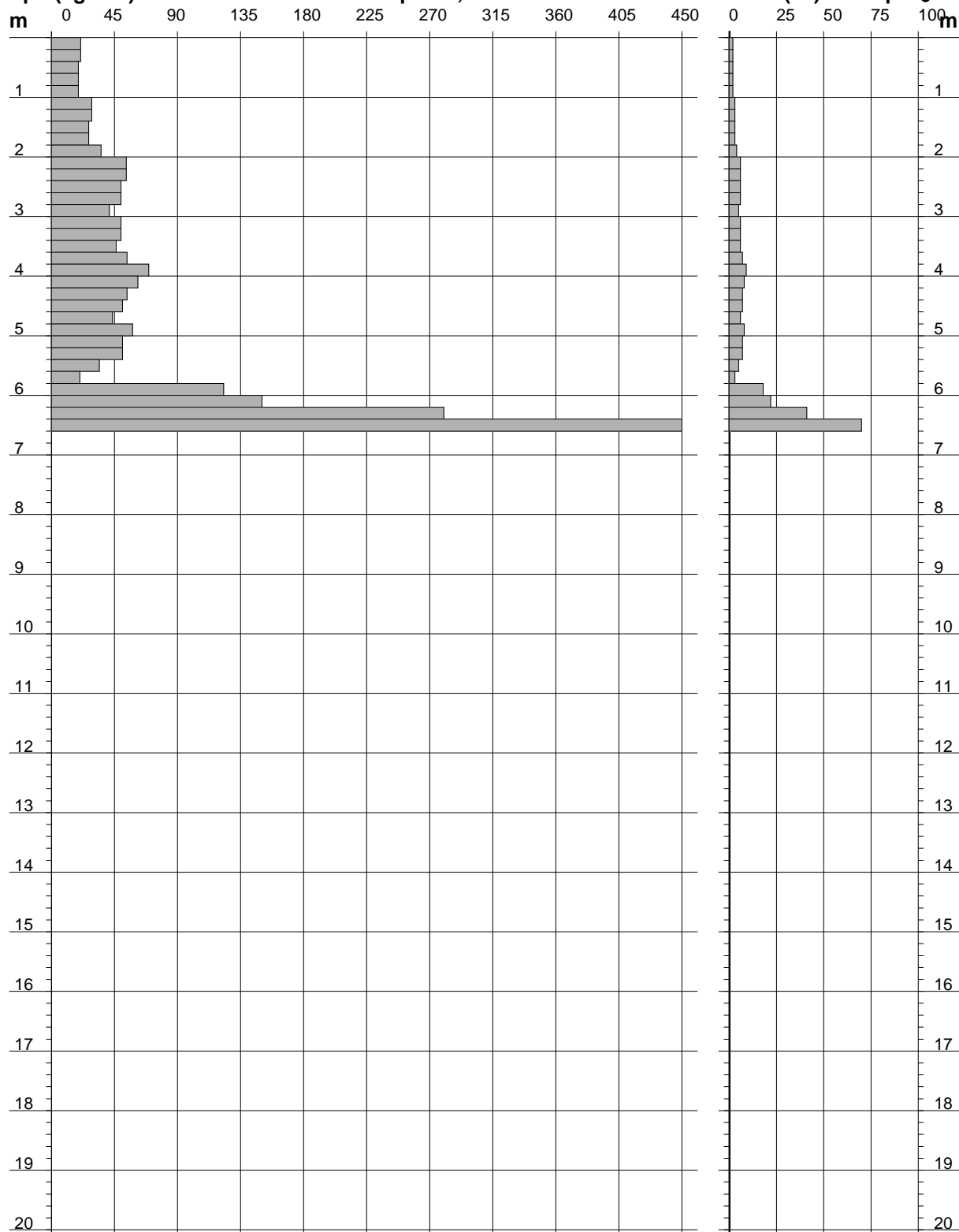
n° 5
Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 08/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n°colpi $\delta = 20$



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

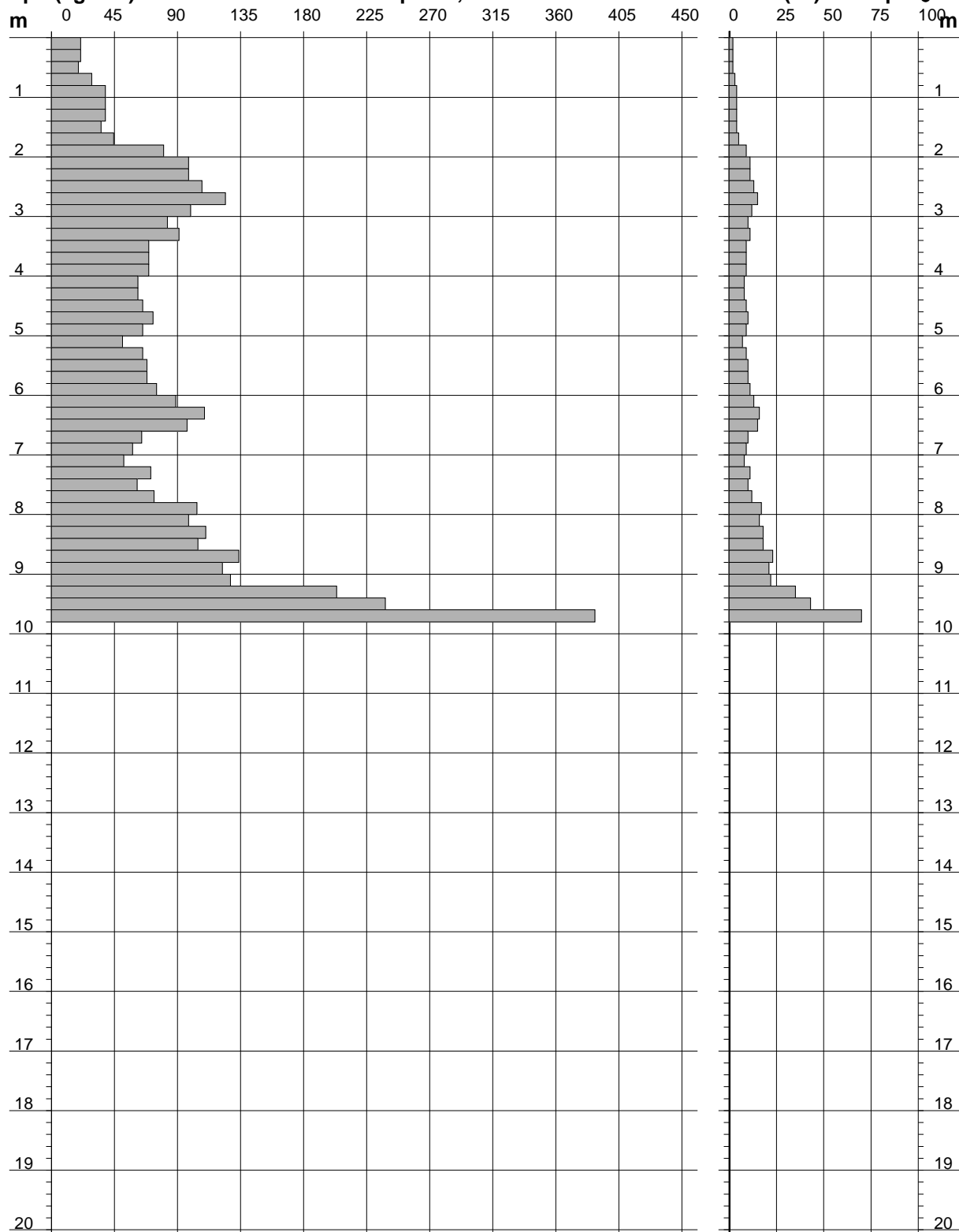
n° 6
Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 08/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n°colpi $\delta = 20$



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

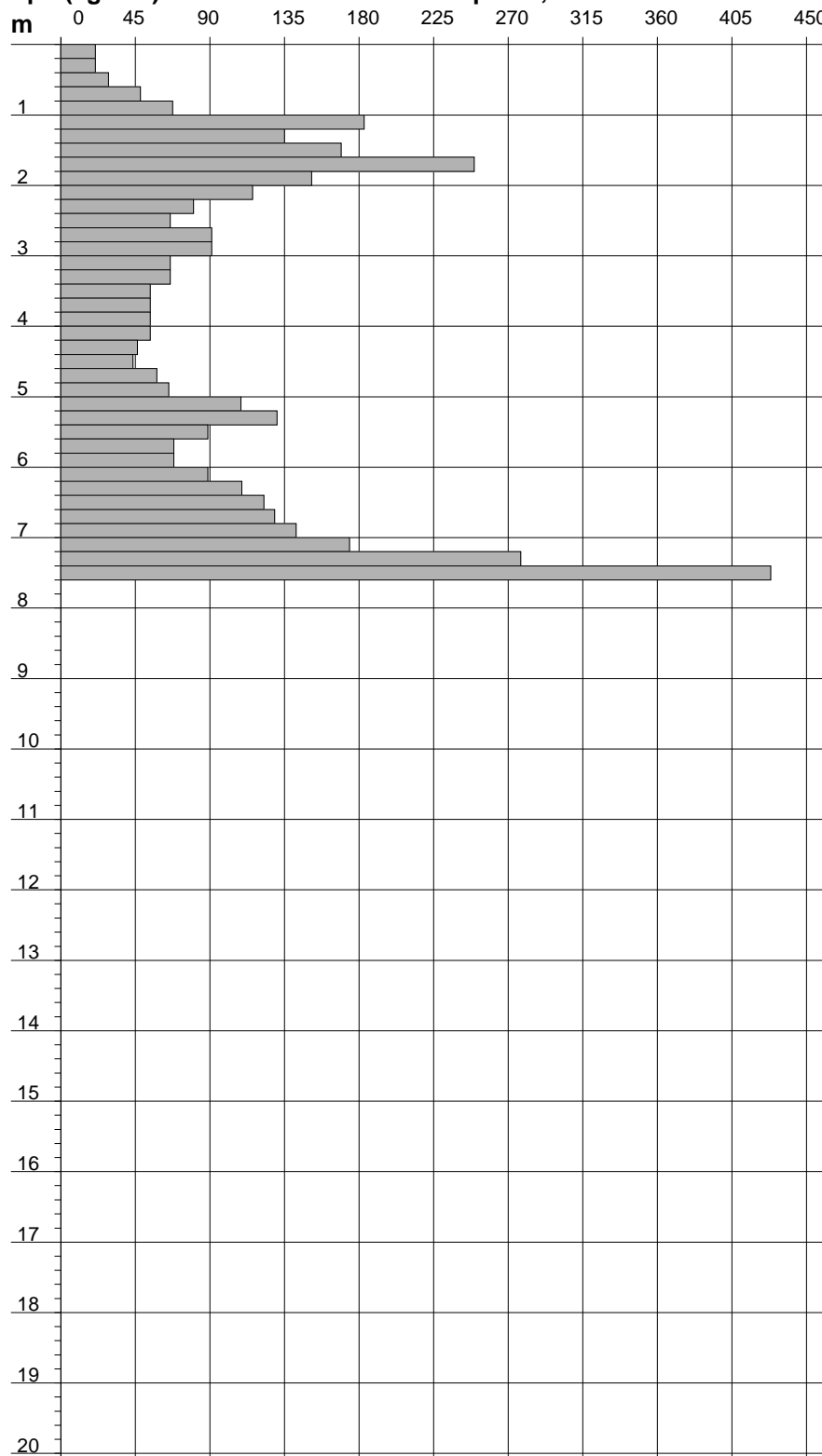
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 7
Scala 1: 100

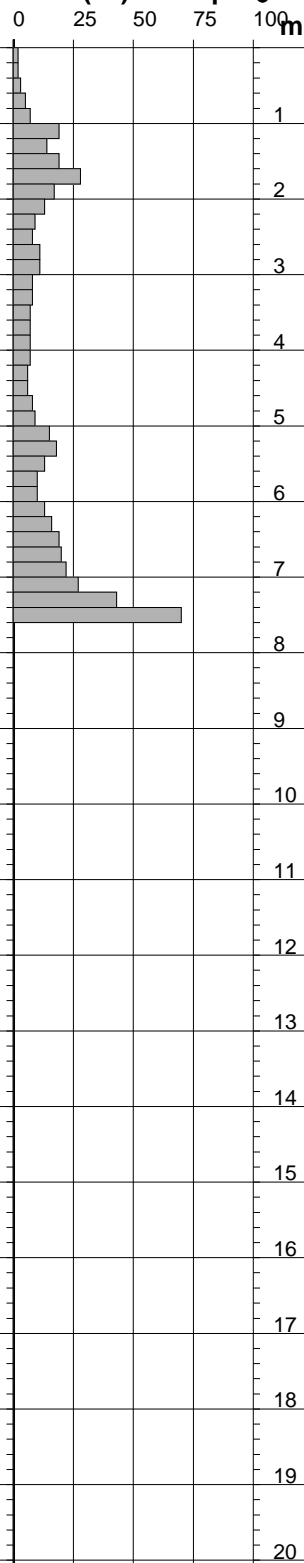
- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 07/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"



N = N(20) n°colpi δ = 20



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm]

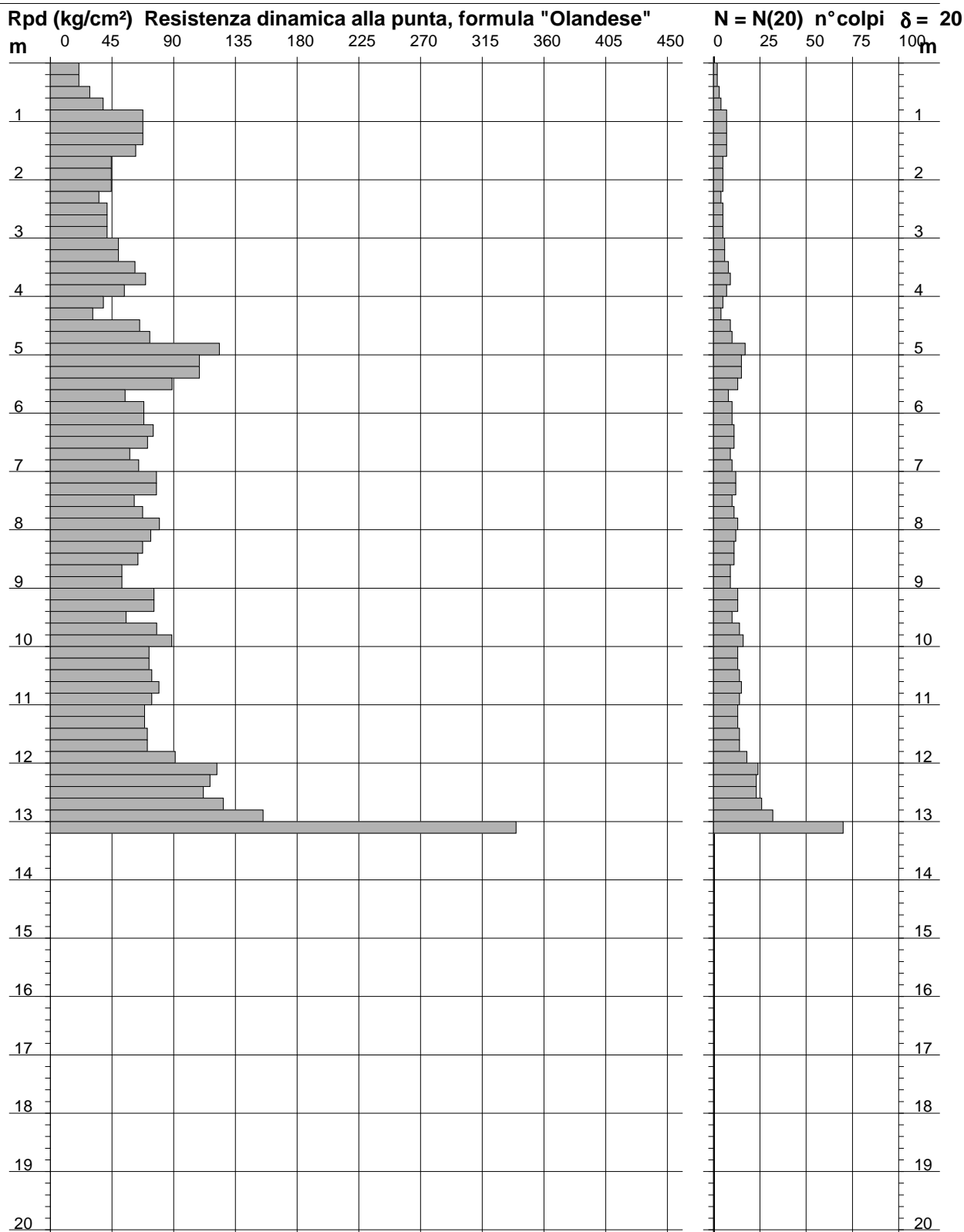
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 8
Scala 1: 100

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Indagine geognostica
- località : Siena (SI) Via S. Martino

- data : 08/09/2010
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

ALLEGATO 5

CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

INDAGINE 2022

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63 - 200

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63 - 200

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
 e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
 P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	5,00 - 5,20	9	65,3	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,20 - 5,40	9	65,3	----	6
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	5,40 - 5,60	8	54,7	----	7
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	5,60 - 5,80	8	54,7	----	7
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	5,80 - 6,00	7	47,8	----	7
1,00 - 1,20	5	48,2	----	2	6,00 - 6,20	8	54,7	----	7
1,20 - 1,40	9	86,8	----	2	6,20 - 6,40	11	75,2	----	7
1,40 - 1,60	17	151,5	----	3	6,40 - 6,60	15	96,9	----	8
1,60 - 1,80	18	160,4	----	3	6,60 - 6,80	11	71,0	----	8
1,80 - 2,00	19	169,3	----	3	6,80 - 7,00	10	64,6	----	8
2,00 - 2,20	24	213,9	----	3	7,00 - 7,20	11	71,0	----	8
2,20 - 2,40	19	169,3	----	3	7,20 - 7,40	9	58,1	----	8
2,40 - 2,60	10	82,8	----	4	7,40 - 7,60	11	67,3	----	9
2,60 - 2,80	9	74,5	----	4	7,60 - 7,80	10	61,2	----	9
2,80 - 3,00	9	74,5	----	4	7,80 - 8,00	8	49,0	----	9
3,00 - 3,20	9	74,5	----	4	8,00 - 8,20	9	55,1	----	9
3,20 - 3,40	8	66,3	----	4	8,20 - 8,40	11	67,3	----	9
3,40 - 3,60	8	61,9	----	5	8,40 - 8,60	11	64,0	----	10
3,60 - 3,80	8	61,9	----	5	8,60 - 8,80	10	58,2	----	10
3,80 - 4,00	7	54,1	----	5	8,80 - 9,00	14	81,4	----	10
4,00 - 4,20	9	69,6	----	5	9,00 - 9,20	14	81,4	----	10
4,20 - 4,40	10	77,4	----	5	9,20 - 9,40	15	87,3	----	10
4,40 - 4,60	10	72,6	----	6	9,40 - 9,60	17	94,2	----	11
4,60 - 4,80	10	72,6	----	6	9,60 - 9,80	16	88,7	----	11
4,80 - 5,00	8	58,1	----	6	9,80 - 10,00	20	110,8	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	5,00 - 5,20	7	50,8	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,20 - 5,40	9	65,3	----	6
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	5,40 - 5,60	9	61,5	----	7
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	5,60 - 5,80	12	82,0	----	7
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	5,80 - 6,00	10	68,3	----	7
1,00 - 1,20	2	19,3	----	2	6,00 - 6,20	8	54,7	----	7
1,20 - 1,40	5	48,2	----	2	6,20 - 6,40	8	54,7	----	7
1,40 - 1,60	7	62,4	----	3	6,40 - 6,60	9	58,1	----	8
1,60 - 1,80	8	71,3	----	3	6,60 - 6,80	9	58,1	----	8
1,80 - 2,00	9	80,2	----	3	6,80 - 7,00	10	64,6	----	8
2,00 - 2,20	9	80,2	----	3	7,00 - 7,20	10	64,6	----	8
2,20 - 2,40	9	80,2	----	3	7,20 - 7,40	10	64,6	----	8
2,40 - 2,60	9	74,5	----	4	7,40 - 7,60	9	55,1	----	9
2,60 - 2,80	9	74,5	----	4	7,60 - 7,80	11	67,3	----	9
2,80 - 3,00	9	74,5	----	4	7,80 - 8,00	10	61,2	----	9
3,00 - 3,20	10	82,8	----	4	8,00 - 8,20	11	67,3	----	9
3,20 - 3,40	10	82,8	----	4	8,20 - 8,40	12	73,5	----	9
3,40 - 3,60	10	77,4	----	5	8,40 - 8,60	14	81,4	----	10
3,60 - 3,80	10	77,4	----	5	8,60 - 8,80	12	69,8	----	10
3,80 - 4,00	8	61,9	----	5	8,80 - 9,00	12	69,8	----	10
4,00 - 4,20	7	54,1	----	5	9,00 - 9,20	10	58,2	----	10
4,20 - 4,40	8	61,9	----	5	9,20 - 9,40	11	64,0	----	10
4,40 - 4,60	8	58,1	----	6	9,40 - 9,60	15	83,1	----	11
4,60 - 4,80	9	65,3	----	6	9,60 - 9,80	16	88,7	----	11
4,80 - 5,00	8	58,1	----	6	9,80 - 10,00	16	88,7	----	11

 - PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

 - M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

 - Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

 - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	5,00 - 5,20	8	58,1	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,20 - 5,40	8	58,1	----	6
0,40 - 0,60	3	28,9	----	2	5,40 - 5,60	7	47,8	----	7
0,60 - 0,80	5	48,2	----	2	5,60 - 5,80	8	54,7	----	7
0,80 - 1,00	5	48,2	----	2	5,80 - 6,00	10	68,3	----	7
1,00 - 1,20	6	57,9	----	2	6,00 - 6,20	10	68,3	----	7
1,20 - 1,40	7	67,5	----	2	6,20 - 6,40	9	61,5	----	7
1,40 - 1,60	6	53,5	----	3	6,40 - 6,60	10	64,6	----	8
1,60 - 1,80	5	44,6	----	3	6,60 - 6,80	11	71,0	----	8
1,80 - 2,00	5	44,6	----	3	6,80 - 7,00	8	51,7	----	8
2,00 - 2,20	5	44,6	----	3	7,00 - 7,20	8	51,7	----	8
2,20 - 2,40	6	53,5	----	3	7,20 - 7,40	8	51,7	----	8
2,40 - 2,60	7	58,0	----	4	7,40 - 7,60	10	61,2	----	9
2,60 - 2,80	11	91,1	----	4	7,60 - 7,80	9	55,1	----	9
2,80 - 3,00	15	124,2	----	4	7,80 - 8,00	7	42,8	----	9
3,00 - 3,20	14	115,9	----	4	8,00 - 8,20	9	55,1	----	9
3,20 - 3,40	15	124,2	----	4	8,20 - 8,40	10	61,2	----	9
3,40 - 3,60	14	108,3	----	5	8,40 - 8,60	11	64,0	----	10
3,60 - 3,80	14	108,3	----	5	8,60 - 8,80	16	93,1	----	10
3,80 - 4,00	13	100,6	----	5	8,80 - 9,00	12	69,8	----	10
4,00 - 4,20	13	100,6	----	5	9,00 - 9,20	10	58,2	----	10
4,20 - 4,40	16	123,8	----	5	9,20 - 9,40	10	58,2	----	10
4,40 - 4,60	10	72,6	----	6	9,40 - 9,60	9	49,9	----	11
4,60 - 4,80	7	50,8	----	6	9,60 - 9,80	11	61,0	----	11
4,80 - 5,00	8	58,1	----	6	9,80 - 10,00	14	77,6	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 4

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	3,00 - 3,20	6	49,7	----	4
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	3,20 - 3,40	7	58,0	----	4
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	3,40 - 3,60	15	116,0	----	5
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	3,60 - 3,80	6	46,4	----	5
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	3,80 - 4,00	9	69,6	----	5
1,00 - 1,20	2	19,3	----	2	4,00 - 4,20	8	61,9	----	5
1,20 - 1,40	2	19,3	----	2	4,20 - 4,40	10	77,4	----	5
1,40 - 1,60	2	17,8	----	3	4,40 - 4,60	8	58,1	----	6
1,60 - 1,80	2	17,8	----	3	4,60 - 4,80	8	58,1	----	6
1,80 - 2,00	3	26,7	----	3	4,80 - 5,00	12	87,1	----	6
2,00 - 2,20	7	62,4	----	3	5,00 - 5,20	16	116,1	----	6
2,20 - 2,40	7	62,4	----	3	5,20 - 5,40	25	181,4	----	6
2,40 - 2,60	6	49,7	----	4	5,40 - 5,60	36	246,0	----	7
2,60 - 2,80	10	82,8	----	4	5,60 - 5,80	70	478,4	----	7
2,80 - 3,00	7	58,0	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 5

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	5,00 - 5,20	12	87,1	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,20 - 5,40	11	79,8	----	6
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	5,40 - 5,60	11	75,2	----	7
0,60 - 0,80	1	9,6	----	2	5,60 - 5,80	12	82,0	----	7
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	5,80 - 6,00	14	95,7	----	7
1,00 - 1,20	3	28,9	----	2	6,00 - 6,20	15	102,5	----	7
1,20 - 1,40	3	28,9	----	2	6,20 - 6,40	14	95,7	----	7
1,40 - 1,60	6	53,5	----	3	6,40 - 6,60	13	84,0	----	8
1,60 - 1,80	7	62,4	----	3	6,60 - 6,80	15	96,9	----	8
1,80 - 2,00	8	71,3	----	3	6,80 - 7,00	17	109,8	----	8
2,00 - 2,20	6	53,5	----	3	7,00 - 7,20	18	116,2	----	8
2,20 - 2,40	7	62,4	----	3	7,20 - 7,40	13	84,0	----	8
2,40 - 2,60	5	41,4	----	4	7,40 - 7,60	10	61,2	----	9
2,60 - 2,80	6	49,7	----	4	7,60 - 7,80	13	79,6	----	9
2,80 - 3,00	6	49,7	----	4	7,80 - 8,00	13	79,6	----	9
3,00 - 3,20	5	41,4	----	4	8,00 - 8,20	14	85,7	----	9
3,20 - 3,40	7	58,0	----	4	8,20 - 8,40	14	85,7	----	9
3,40 - 3,60	8	61,9	----	5	8,40 - 8,60	15	87,3	----	10
3,60 - 3,80	10	77,4	----	5	8,60 - 8,80	14	81,4	----	10
3,80 - 4,00	10	77,4	----	5	8,80 - 9,00	13	75,6	----	10
4,00 - 4,20	10	77,4	----	5	9,00 - 9,20	12	69,8	----	10
4,20 - 4,40	10	77,4	----	5	9,20 - 9,40	14	81,4	----	10
4,40 - 4,60	10	72,6	----	6	9,40 - 9,60	18	99,8	----	11
4,60 - 4,80	11	79,8	----	6	9,60 - 9,80	22	121,9	----	11
4,80 - 5,00	12	87,1	----	6	9,80 - 10,00	24	133,0	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 6

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	4,60 - 4,80	7	50,8	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	4,80 - 5,00	8	58,1	----	6
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	5,00 - 5,20	8	58,1	----	6
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	5,20 - 5,40	7	50,8	----	6
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	5,40 - 5,60	7	47,8	----	7
1,00 - 1,20	2	19,3	----	2	5,60 - 5,80	7	47,8	----	7
1,20 - 1,40	2	19,3	----	2	5,80 - 6,00	9	61,5	----	7
1,40 - 1,60	2	17,8	----	3	6,00 - 6,20	9	61,5	----	7
1,60 - 1,80	3	26,7	----	3	6,20 - 6,40	8	54,7	----	7
1,80 - 2,00	2	17,8	----	3	6,40 - 6,60	9	58,1	----	8
2,00 - 2,20	3	26,7	----	3	6,60 - 6,80	12	77,5	----	8
2,20 - 2,40	3	26,7	----	3	6,80 - 7,00	12	77,5	----	8
2,40 - 2,60	6	49,7	----	4	7,00 - 7,20	12	77,5	----	8
2,60 - 2,80	5	41,4	----	4	7,20 - 7,40	11	71,0	----	8
2,80 - 3,00	4	33,1	----	4	7,40 - 7,60	10	61,2	----	9
3,00 - 3,20	4	33,1	----	4	7,60 - 7,80	9	55,1	----	9
3,20 - 3,40	4	33,1	----	4	7,80 - 8,00	10	61,2	----	9
3,40 - 3,60	5	38,7	----	5	8,00 - 8,20	9	55,1	----	9
3,60 - 3,80	7	54,1	----	5	8,20 - 8,40	10	61,2	----	9
3,80 - 4,00	6	46,4	----	5	8,40 - 8,60	13	75,6	----	10
4,00 - 4,20	6	46,4	----	5	8,60 - 8,80	18	104,7	----	10
4,20 - 4,40	7	54,1	----	5	8,80 - 9,00	18	104,7	----	10
4,40 - 4,60	7	50,8	----	6	9,00 - 9,20	70	407,2	----	10

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 7

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	3,80 - 4,00	13	100,6	----	5
0,20 - 0,40	3	31,5	----	1	4,00 - 4,20	18	139,2	----	5
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	4,20 - 4,40	13	100,6	----	5
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	4,40 - 4,60	9	65,3	----	6
0,80 - 1,00	2	19,3	----	2	4,60 - 4,80	8	58,1	----	6
1,00 - 1,20	3	28,9	----	2	4,80 - 5,00	8	58,1	----	6
1,20 - 1,40	3	28,9	----	2	5,00 - 5,20	8	58,1	----	6
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	5,20 - 5,40	9	65,3	----	6
1,60 - 1,80	6	53,5	----	3	5,40 - 5,60	9	61,5	----	7
1,80 - 2,00	8	71,3	----	3	5,60 - 5,80	9	61,5	----	7
2,00 - 2,20	9	80,2	----	3	5,80 - 6,00	11	75,2	----	7
2,20 - 2,40	10	89,1	----	3	6,00 - 6,20	10	68,3	----	7
2,40 - 2,60	11	91,1	----	4	6,20 - 6,40	13	88,8	----	7
2,60 - 2,80	11	91,1	----	4	6,40 - 6,60	13	84,0	----	8
2,80 - 3,00	13	107,7	----	4	6,60 - 6,80	13	84,0	----	8
3,00 - 3,20	16	132,5	----	4	6,80 - 7,00	16	103,3	----	8
3,20 - 3,40	10	82,8	----	4	7,00 - 7,20	19	122,7	----	8
3,40 - 3,60	11	85,1	----	5	7,20 - 7,40	18	116,2	----	8
3,60 - 3,80	9	69,6	----	5	7,40 - 7,60	70	428,5	----	9

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 8

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	----	1	1,80 - 2,00	20	178,2	----	3
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	2,00 - 2,20	28	249,5	----	3
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	2,20 - 2,40	31	276,2	----	3
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	2,40 - 2,60	37	306,4	----	4
0,80 - 1,00	3	28,9	----	2	2,60 - 2,80	25	207,0	----	4
1,00 - 1,20	4	38,6	----	2	2,80 - 3,00	27	223,6	----	4
1,20 - 1,40	5	48,2	----	2	3,00 - 3,20	31	256,7	----	4
1,40 - 1,60	8	71,3	----	3	3,20 - 3,40	70	579,7	----	4
1,60 - 1,80	11	98,0	----	3					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

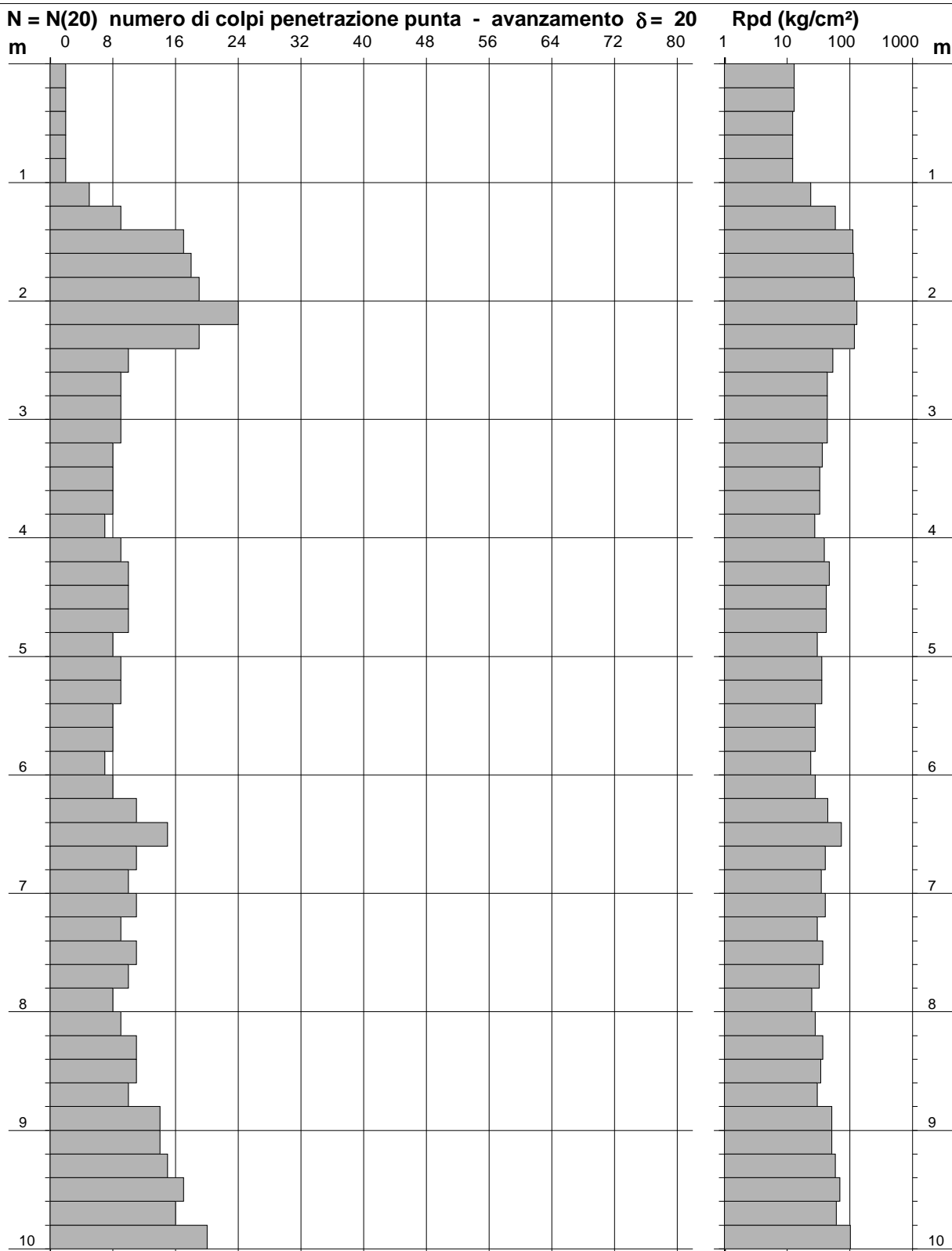
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

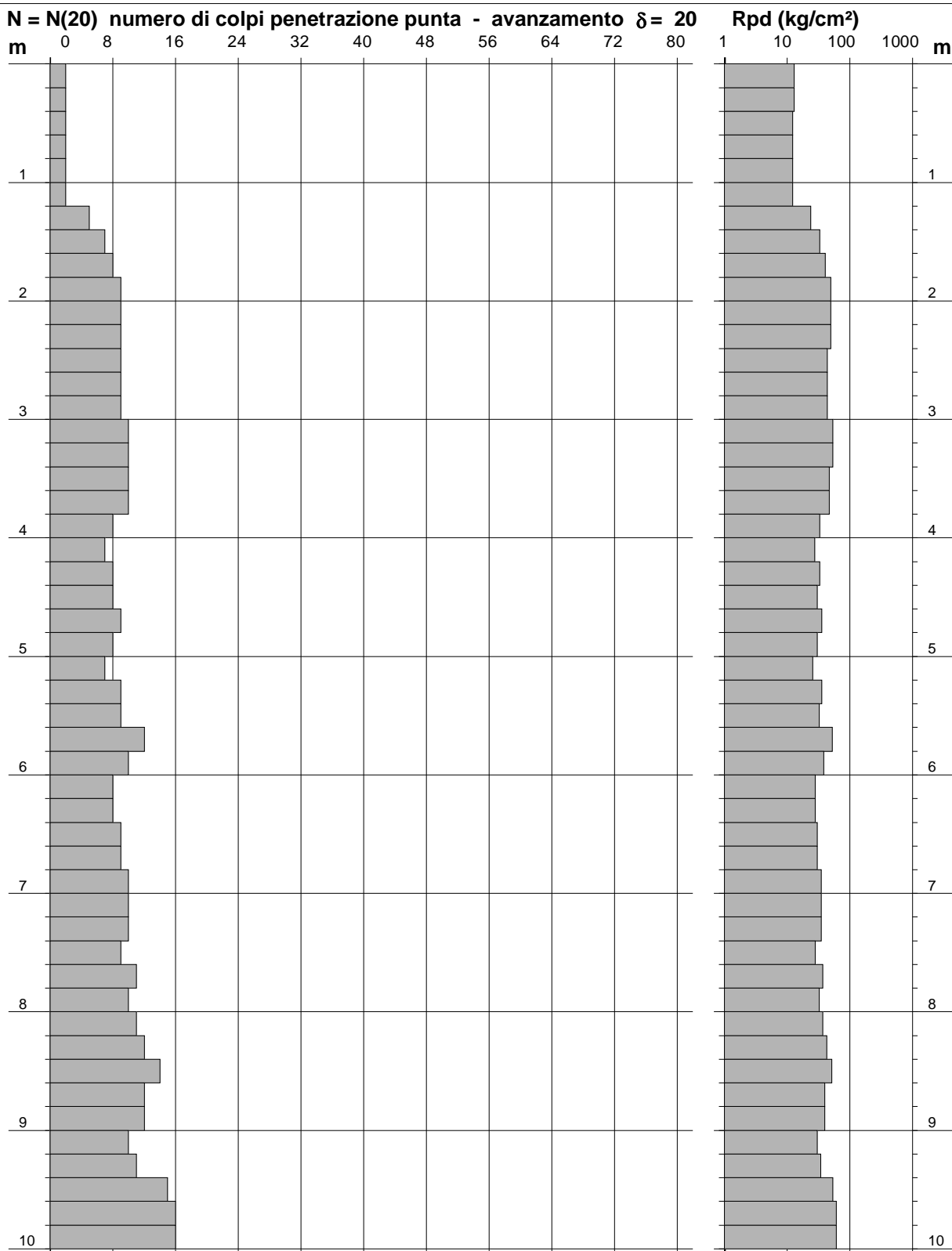
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

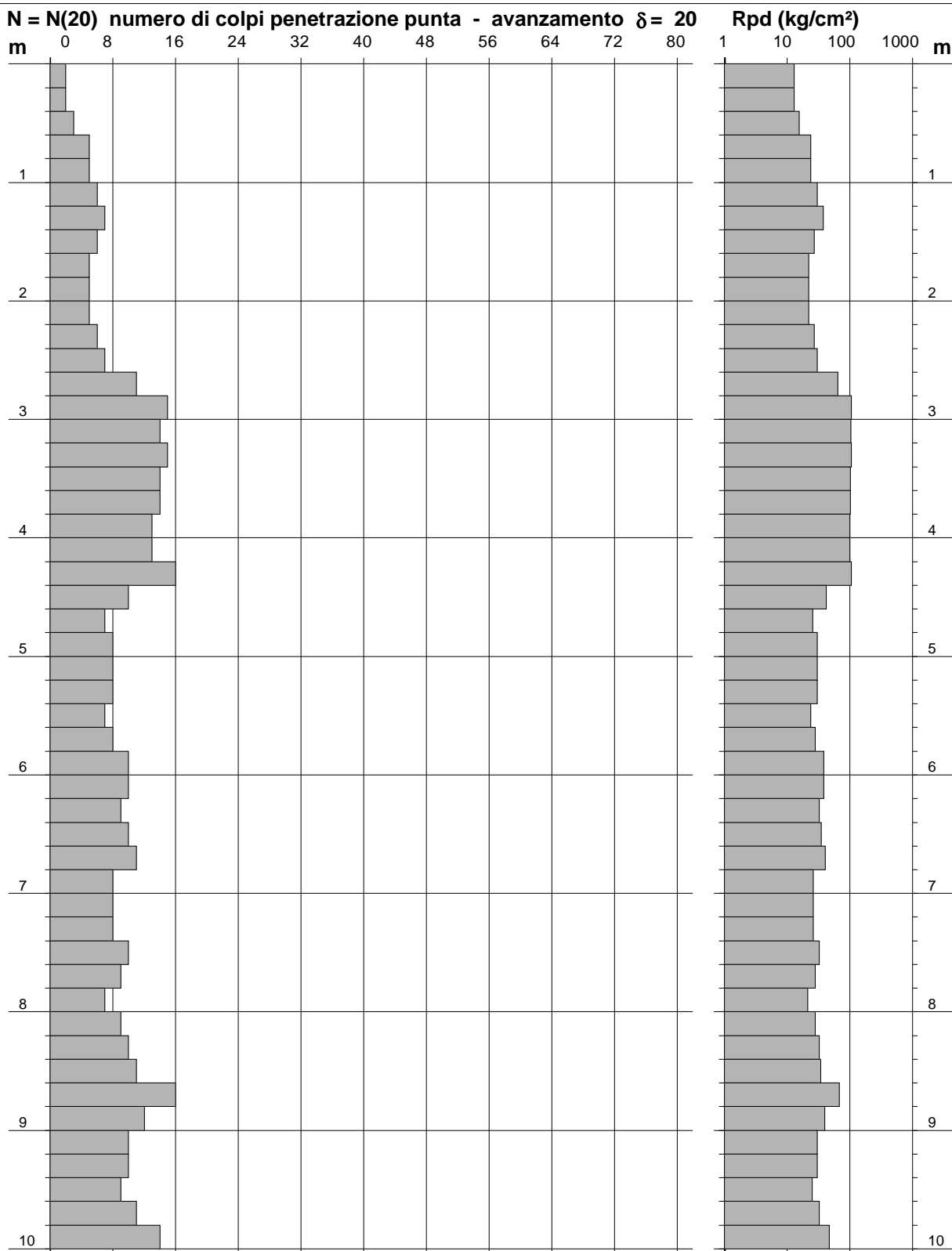
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

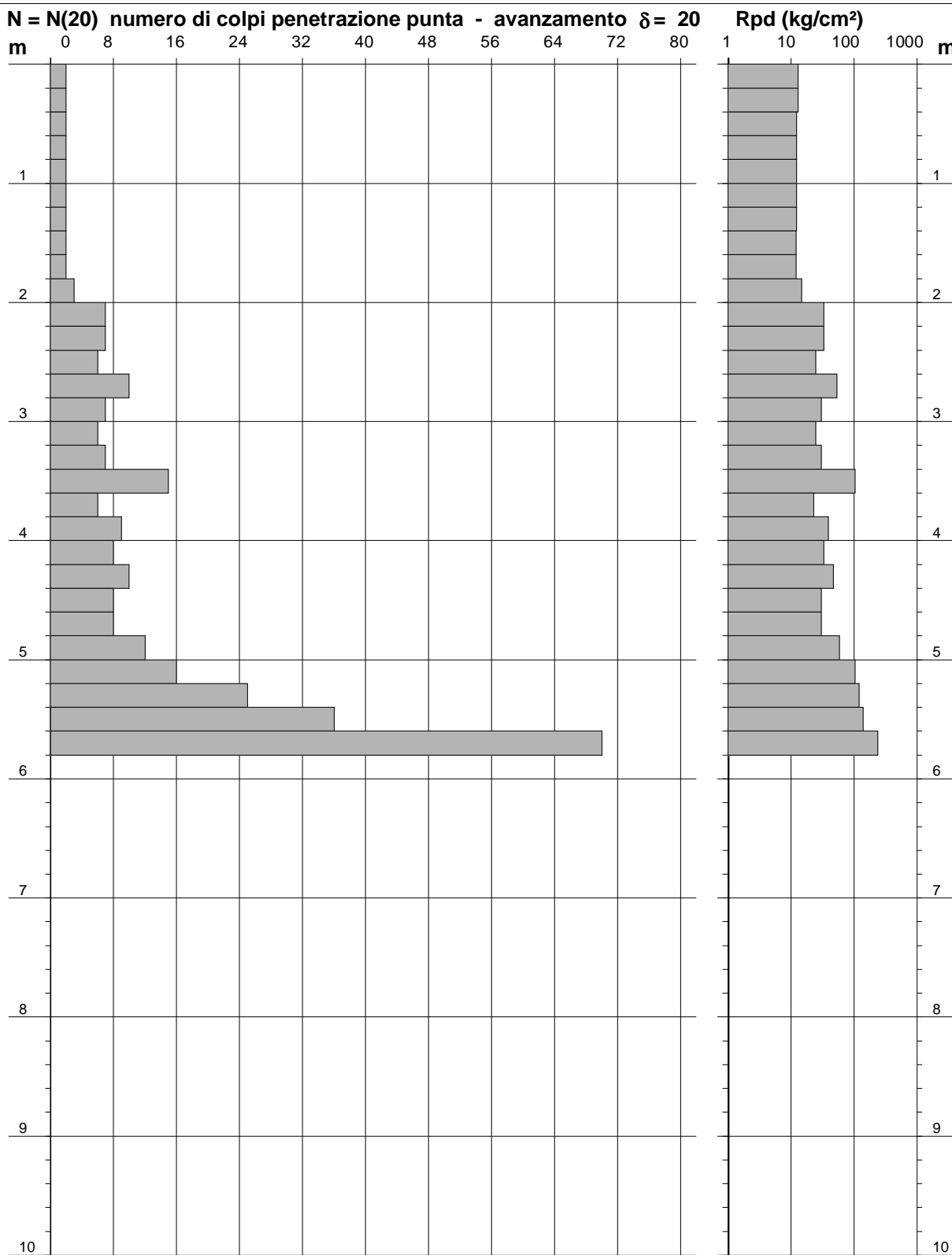
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

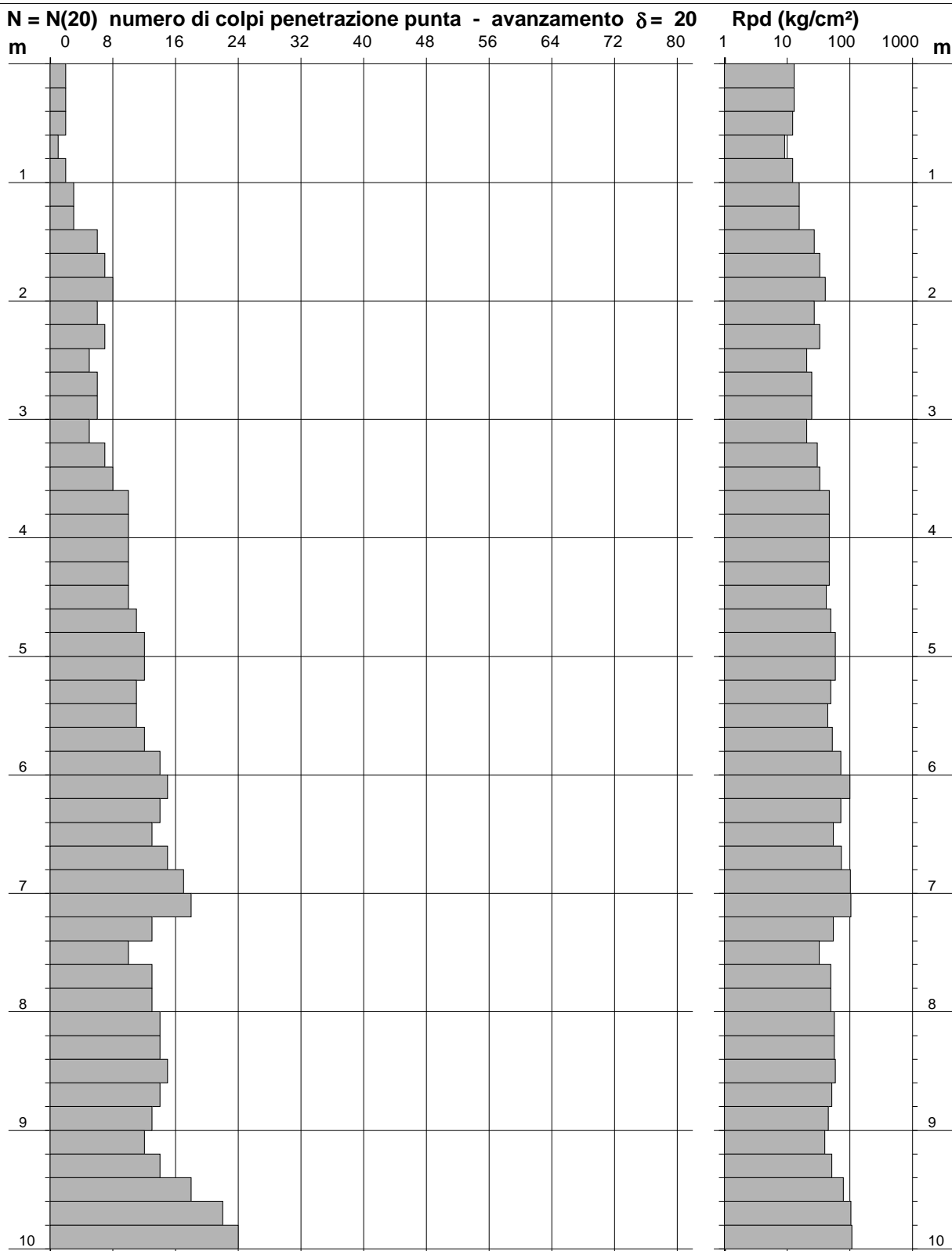
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 5

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

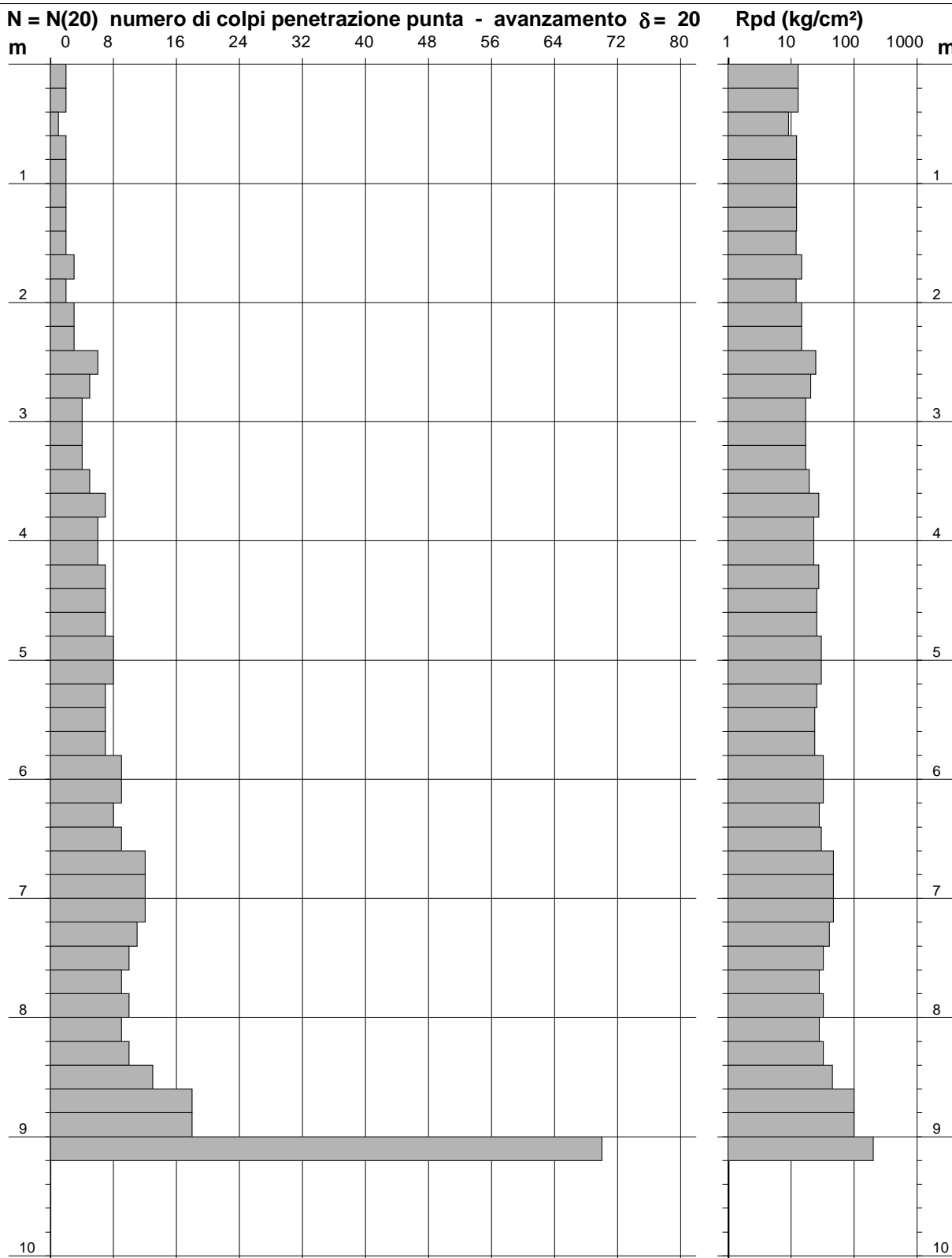
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 6

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

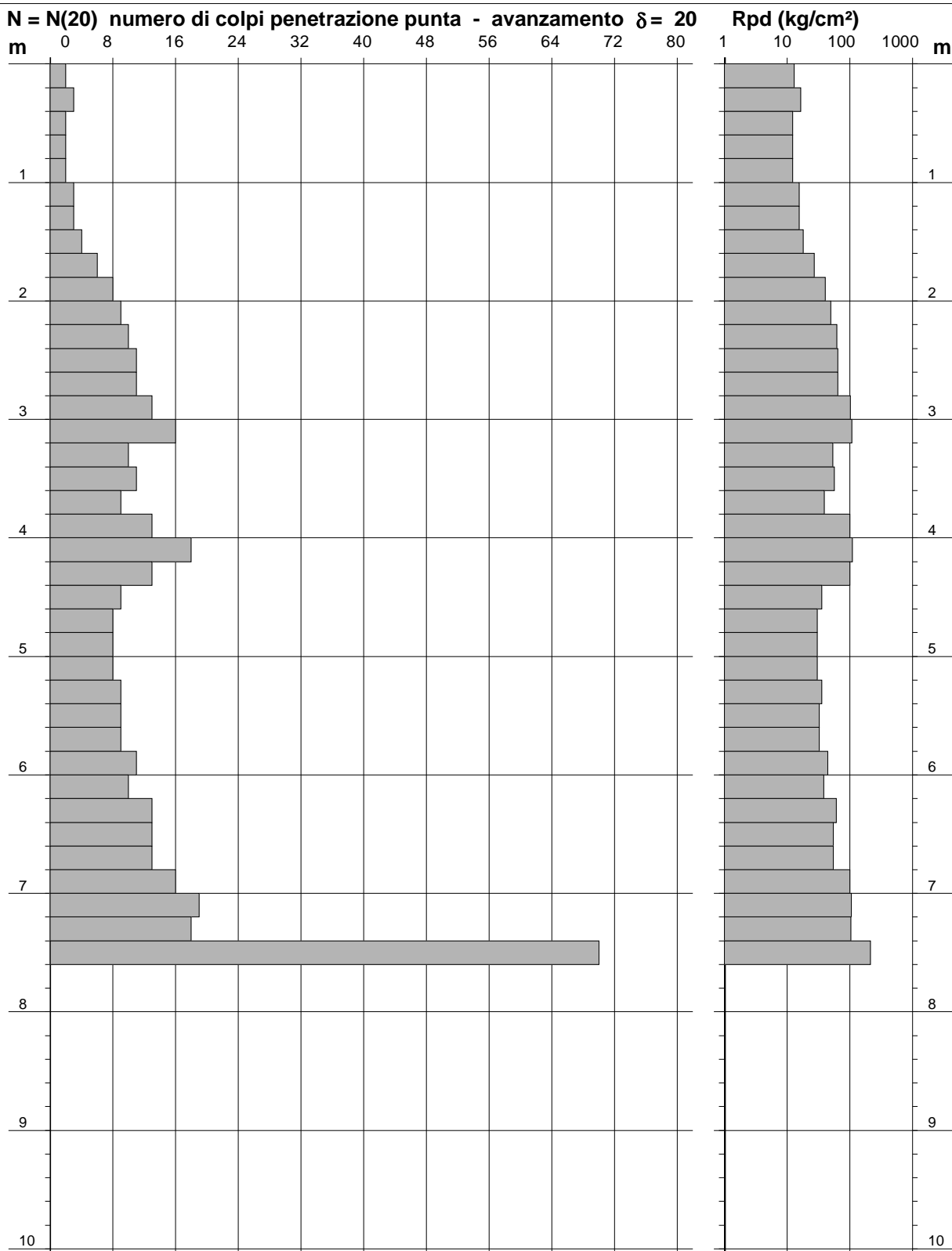
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 7

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

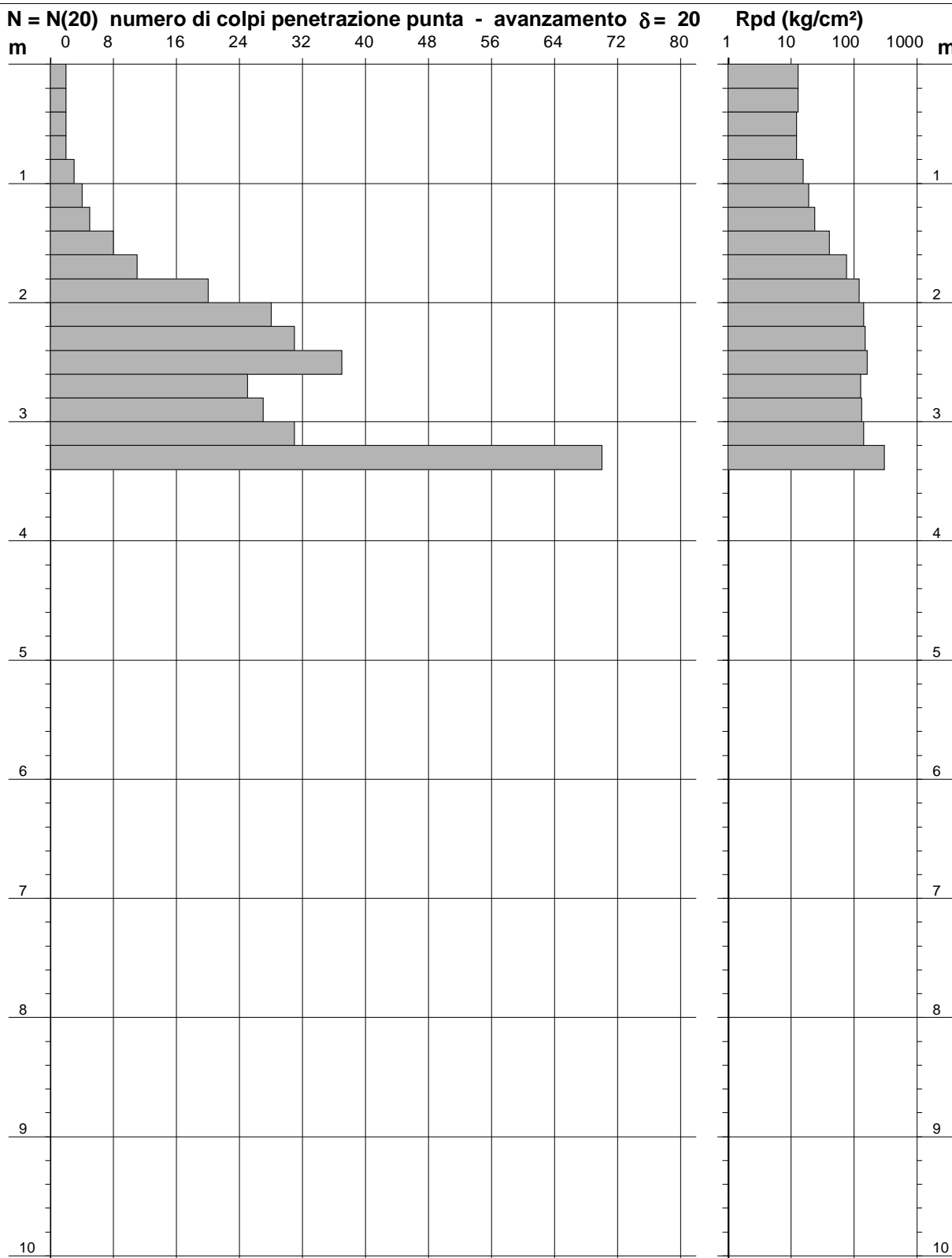
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 8

Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

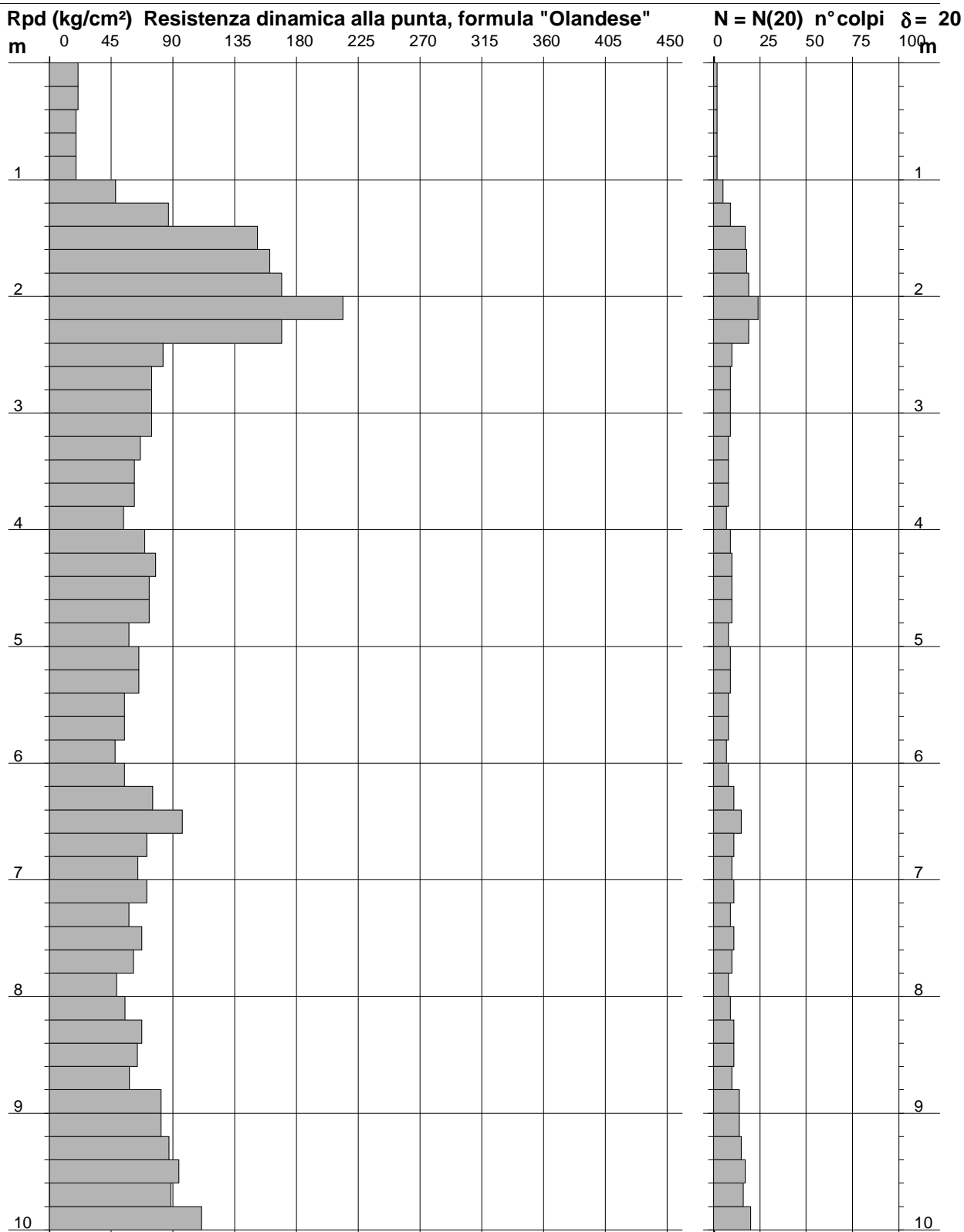
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1
Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

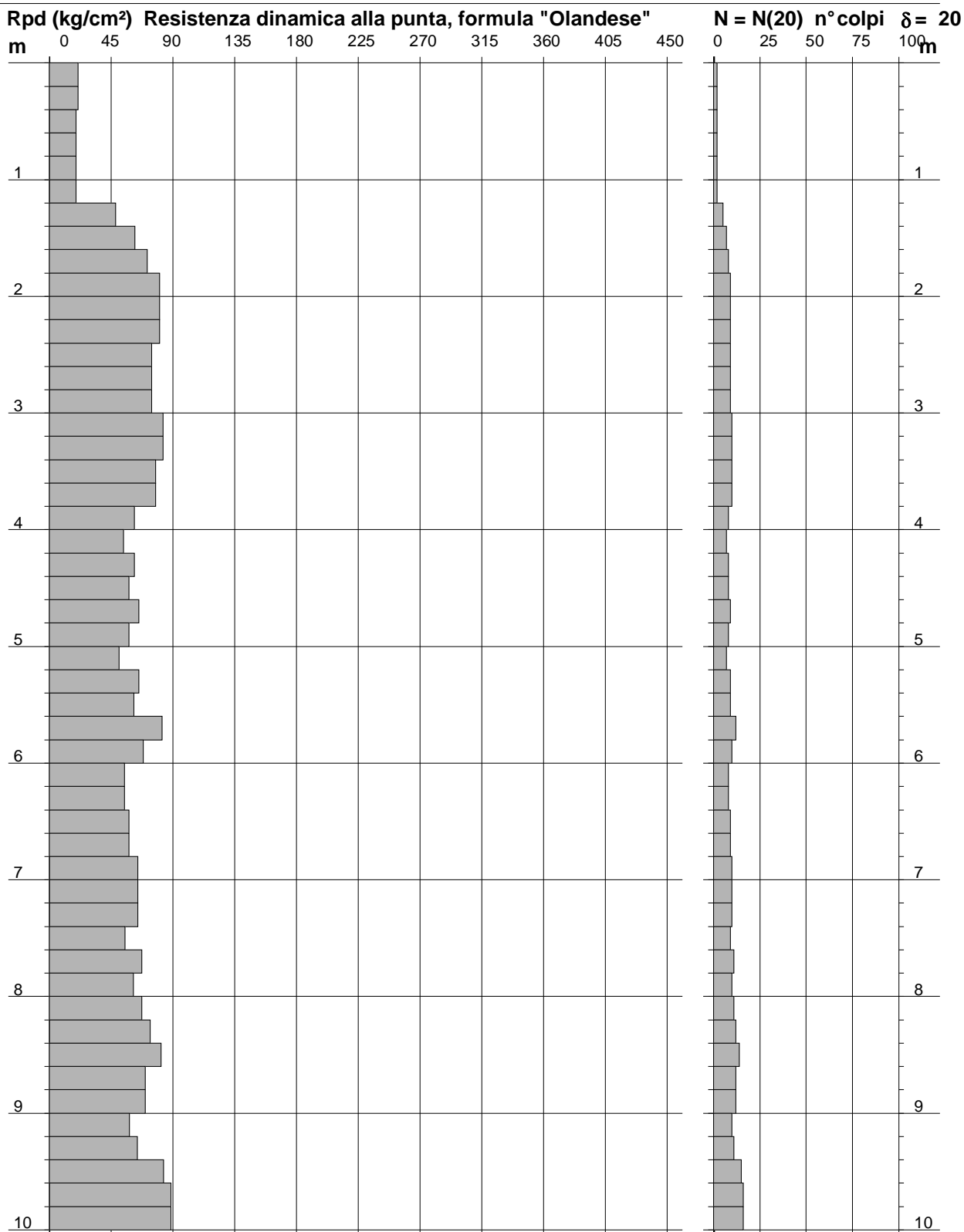
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 2
Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

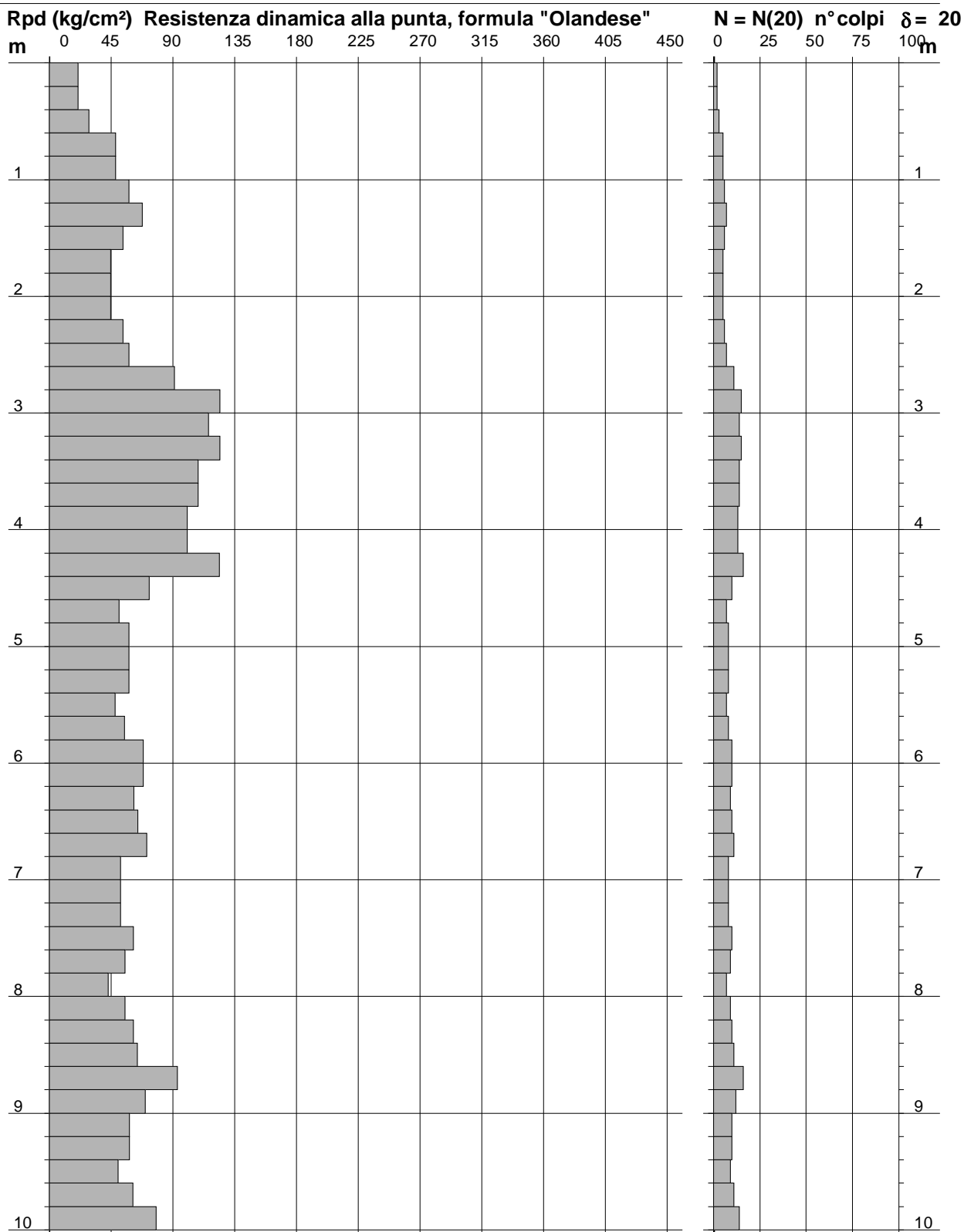
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

n° 3
Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

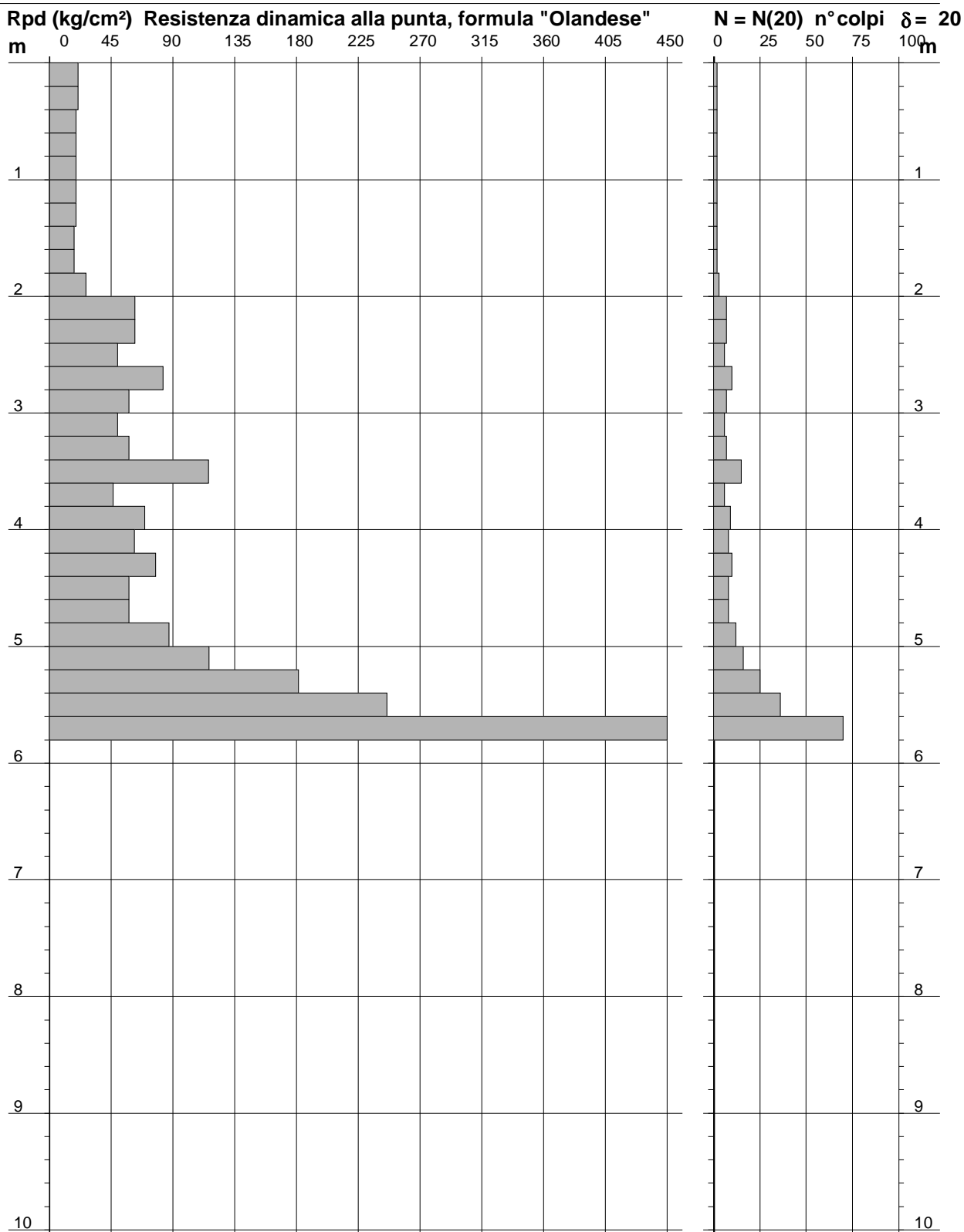
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

n° 4
Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 03/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

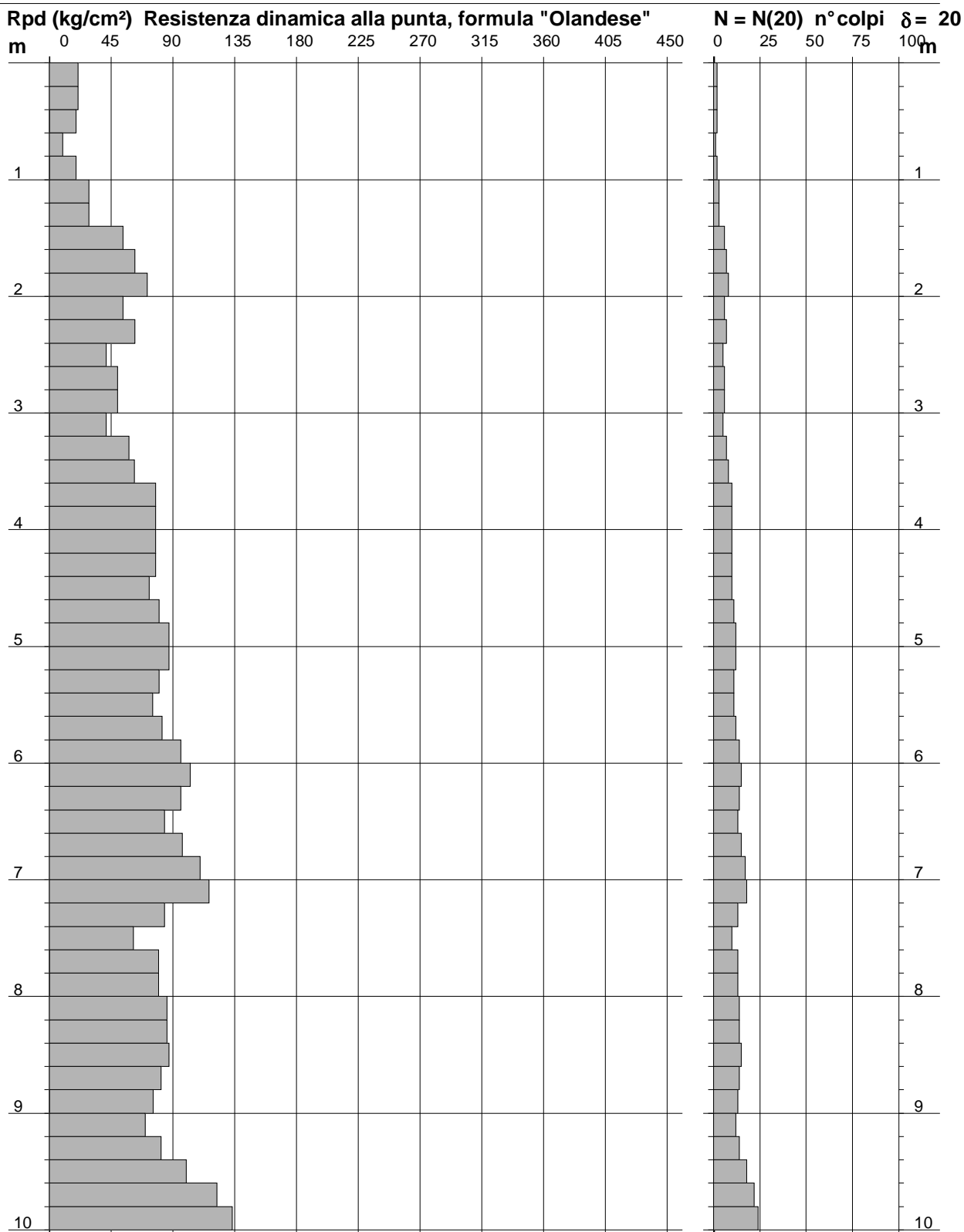
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

 n° 5
 Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

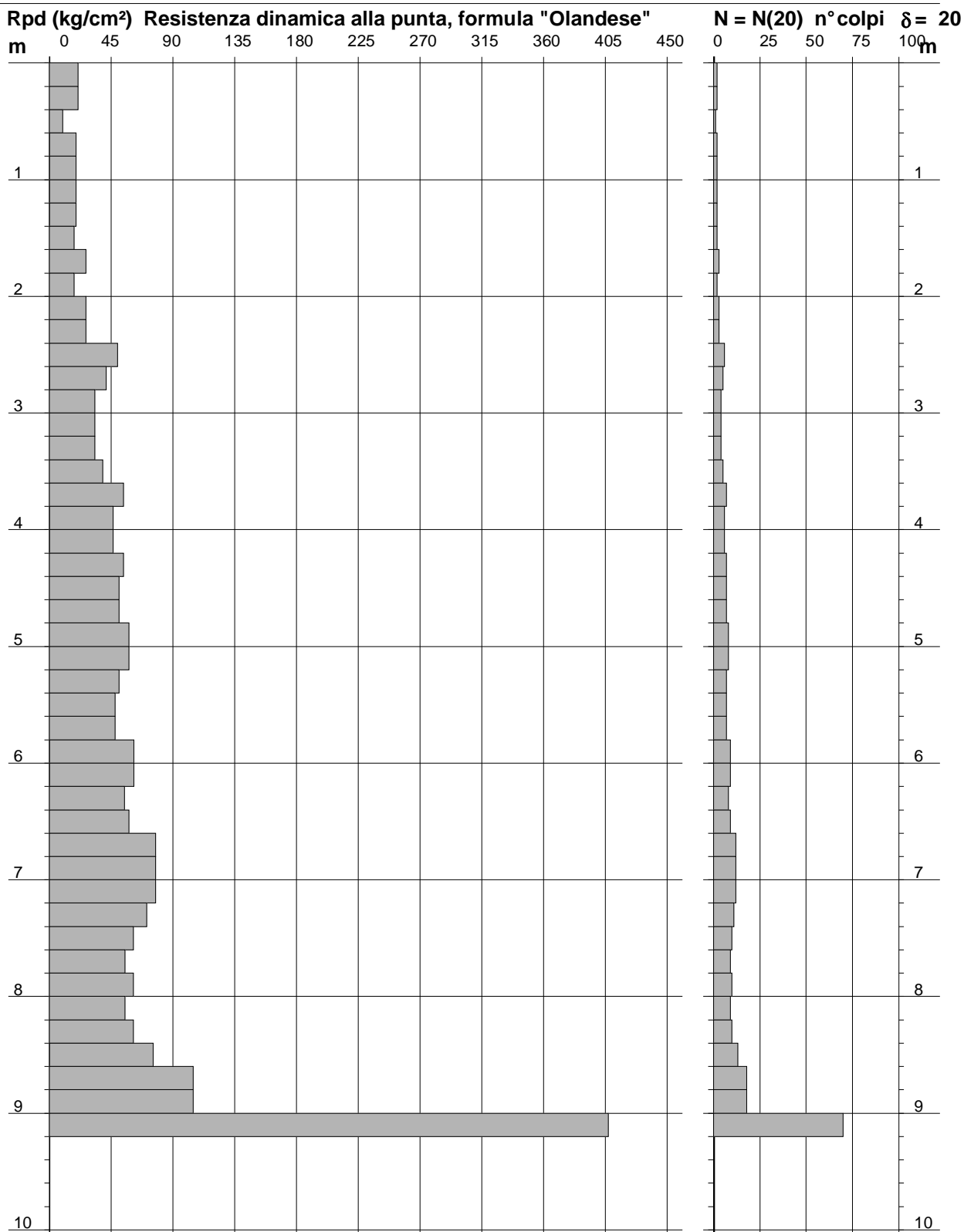
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 6
Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

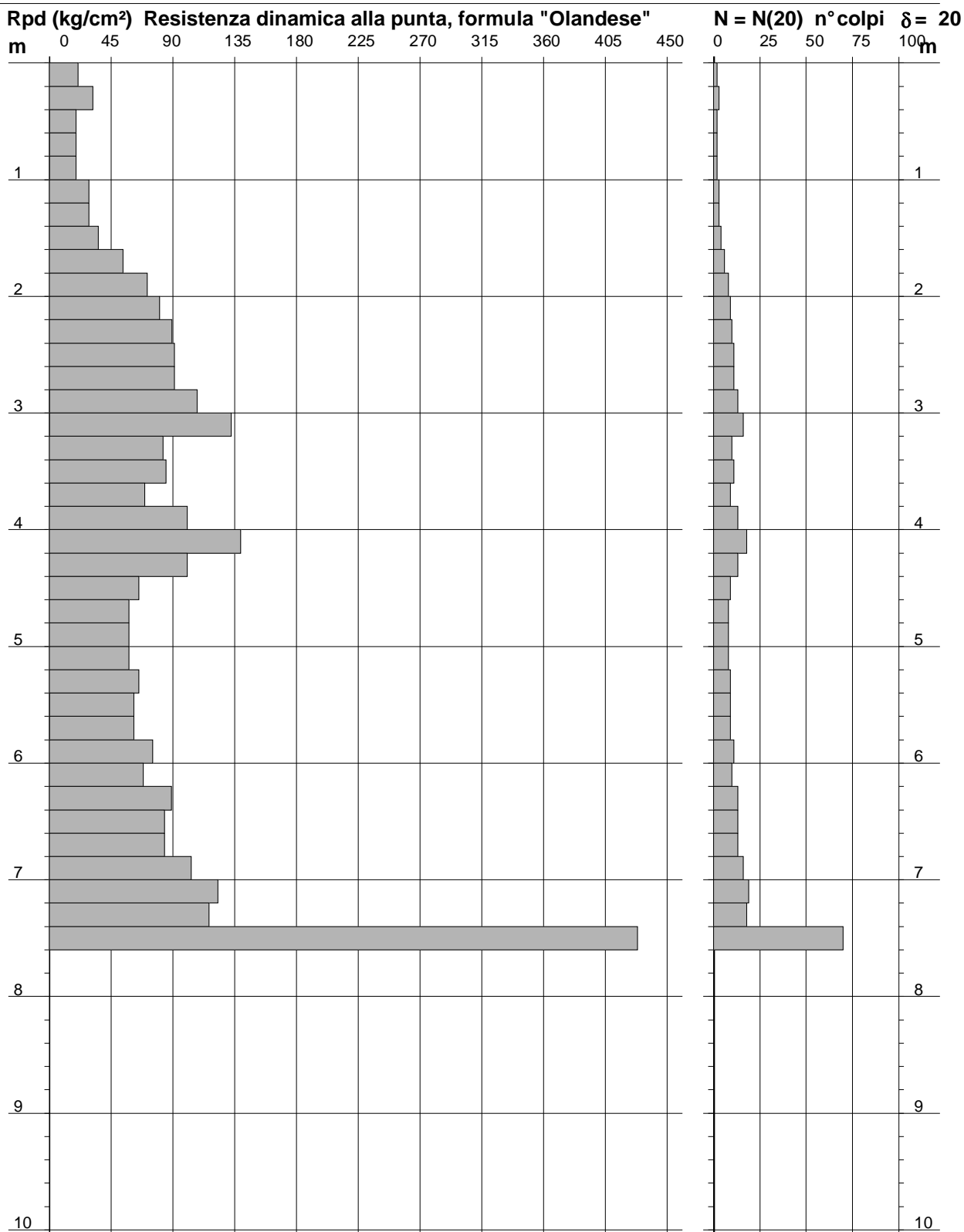
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

n° 7
Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

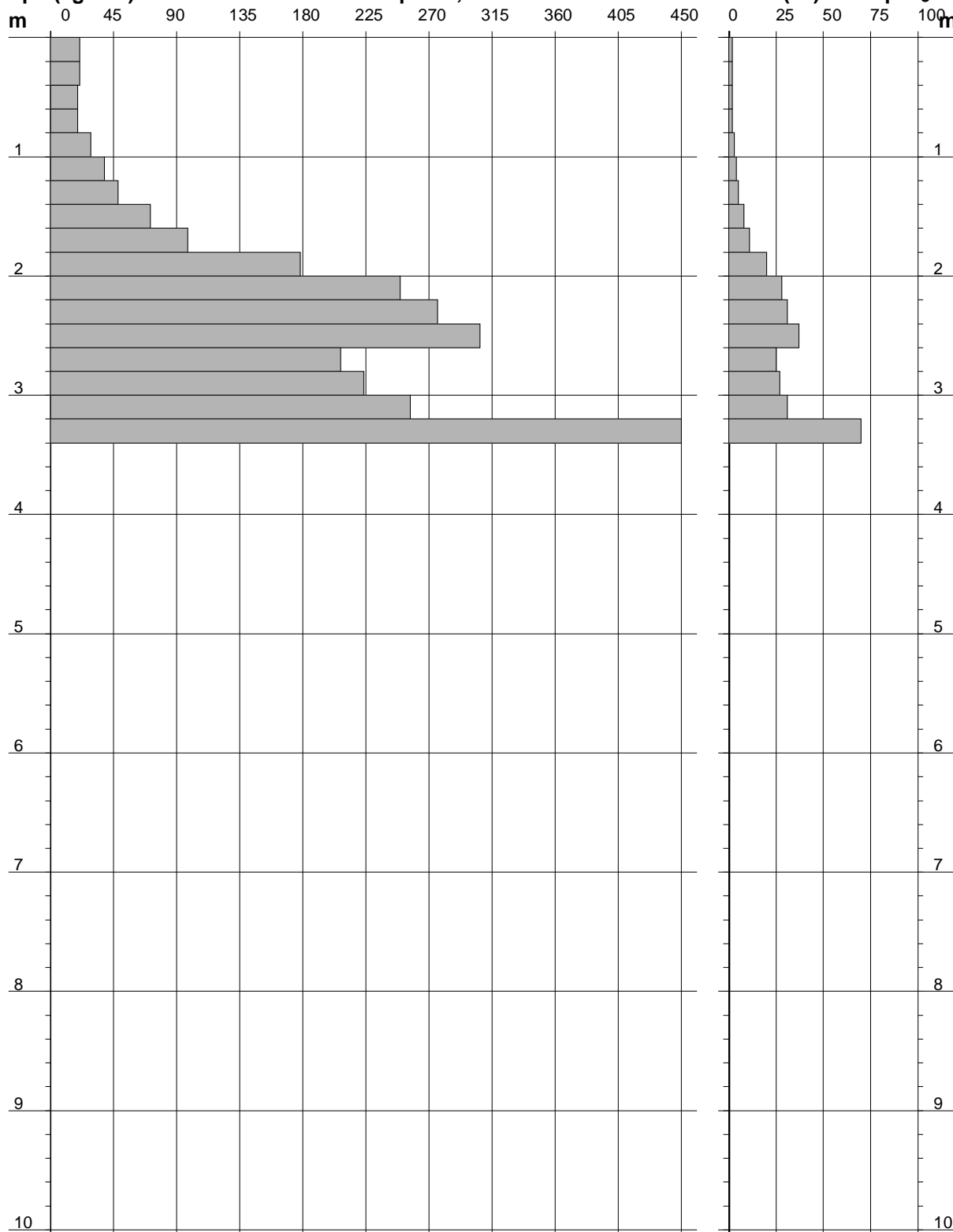
n° 8
Scala 1: 50

- indagine : Geosol srl
- cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
- località : Il Cerro

- data : 04/05/2022
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 1

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,00	N Rpd	2,0 20,0	2 19	2 21	2,0 19,6	---- ----	---- ----	---- ----	2 20	1,49	3
2	1,00 2,40	N Rpd	15,9 142,8	5 48	24 214	10,4 95,5	6,5 56,2	9,3 86,6	22,4 198,9	16 144	1,49	24
3	2,40 6,00	N Rpd	8,7 66,0	7 48	10 83	7,8 56,9	1,0 9,6	7,7 56,5	9,6 75,6	9 68	1,49	13
4	6,00 8,80	N Rpd	10,4 65,3	8 49	15 97	9,2 57,1	1,7 11,7	8,6 53,6	12,1 76,9	10 63	1,49	15
5	8,80 10,00	N Rpd	16,0 90,6	14 81	20 111	15,0 86,0	2,3 11,0	13,7 79,6	18,3 101,7	16 91	1,49	24

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.00		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00 2.40		24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	1.50	2.07	22	0.591
3	2.40 6.00		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
4	6.00 8.80		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
5	8.80 10.00		24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	1.50	2.07	22	0.591

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 2

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,20	N Rpd	2,0 19,9	2 19	2 21	2,0 19,6	---- ----	2,0 19,0	2,0 20,8	2 20	1,49	3
2	1,20 3,80	N Rpd	8,8 74,3	5 48	10 83	6,9 61,3	1,4 9,6	7,3 64,8	10,2 83,9	9 76	1,49	13
3	3,80 8,00	N Rpd	9,0 61,4	7 51	12 82	8,0 56,1	1,3 6,7	7,7 54,7	10,3 68,2	9 61	1,49	13
4	8,00 9,00	N Rpd	12,2 72,4	11 67	14 81	11,6 69,8	---- ----	---- ----	---- ----	12 71	1,49	18
5	9,00 9,40	N Rpd	10,5 61,1	10 58	11 64	10,3 59,6	---- ----	---- ----	---- ----	10 58	1,49	15
6	9,40 10,00	N Rpd	15,7 86,8	15 83	16 89	15,3 85,0	---- ----	---- ----	---- ----	16 89	1,49	24

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.20 3.80		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
3	3.80 8.00		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
4	8.00 9.00		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708
5	9.00 9.40		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
6	9.40 10.00		24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	1.50	2.07	22	0.591

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 3

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,60	N	2,3	2	3	2,2	----	----	----	2	1,49	3
		Rpd	23,7	21	29	22,3	----	----	----	21		
2	0,60 2,60	N	5,7	5	7	5,4	----	4,9	6,5	6	1,49	9
		Rpd	52,0	45	68	48,3	7,5	44,5	59,6	55		
3	2,60 4,40	N	13,9	11	16	12,4	1,5	12,4	15,3	14	1,49	21
		Rpd	110,8	91	124	100,9	12,1	98,7	122,8	112		
4	4,40 5,80	N	8,0	7	10	7,5	1,0	7,0	9,0	8	1,49	12
		Rpd	57,1	48	73	52,5	7,9	49,3	65,0	57		
5	5,80 8,60	N	9,3	7	11	8,1	1,2	8,1	10,5	9	1,49	13
		Rpd	59,2	43	71	51,0	8,1	51,1	67,2	57		
6	8,60 10,00	N	11,7	9	16	10,4	2,5	9,2	14,2	12	1,49	18
		Rpd	66,8	50	93	58,3	14,6	52,2	81,4	69		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.60		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	0.60 2.60		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
3	2.60 4.40		21	51.5	33.3	353	2.00	1.60	1.31	2.03	24	0.648
4	4.40 5.80		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
5	5.80 8.60		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
6	8.60 10.00		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 4

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 03/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 2,00	N Rpd	2,1 20,1	2 18	3 27	2,1 19,0	---- 2,6	1,8 17,5	2,4 22,7	2 19	1,49	3
2	2,00 3,80	N Rpd	7,9 65,0	6 46	15 116	6,9 55,7	2,9 21,9	5,0 43,1	10,8 87,0	8 66	1,49	12
3	3,80 4,80	N Rpd	8,6 65,0	8 58	10 77	8,3 61,5	---- ----	---- ----	---- ----	9 68	1,49	13
4	4,80 5,60	N Rpd	22,3 157,7	12 87	36 246	17,1 122,4	---- ----	---- ----	---- ----	22 156	1,49	33
5	5,60 5,80	N Rpd	70,0 478,4	70 478	70 478	70,0 478,4	---- ----	---- ----	---- ----	70 478	1,49	104

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 2.00		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	2.00 3.80		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
3	3.80 4.80		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
4	4.80 5.60		33	68.0	36.8	446	2.07	1.71	2.06	2.18	16	0.444
5	5.60 5.80		104	100.0	45.0	993	2.24	1.99	6.50	3.04	-06	-0.166

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 5

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,40	N Rpd	2,1 21,2	1 10	3 29	1,6 15,4	---- 6,6	1,5 14,6	2,8 27,7	2 20	1,49	3
2	1,40 3,20	N Rpd	6,2 53,9	5 41	8 71	5,6 47,7	1,0 10,0	5,3 43,9	7,2 63,9	6 52	1,49	9
3	3,20 5,60	N Rpd	10,2 75,9	7 58	12 87	8,6 66,9	1,5 8,6	8,7 67,3	11,6 84,5	10 74	1,49	15
4	5,60 7,40	N Rpd	14,6 96,3	12 82	18 116	13,3 89,2	1,9 11,9	12,6 84,4	16,5 108,2	15 99	1,49	22
5	7,40 9,40	N Rpd	13,2 78,7	10 61	15 87	11,6 70,0	1,4 8,0	11,8 70,7	14,6 86,8	13 78	1,49	19
6	9,40 10,00	N Rpd	21,3 118,2	18 100	24 133	19,7 109,0	---- ----	---- ----	---- ----	21 117	1,49	31

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.40		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.40 3.20		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
3	3.20 5.60		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
4	5.60 7.40		22	53.0	33.6	361	2.00	1.61	1.38	2.04	23	0.628
5	7.40 9.40		19	48.5	32.7	338	1.98	1.58	1.19	2.01	26	0.687
6	9.40 10.00		31	66.0	36.3	430	2.06	1.70	1.94	2.15	18	0.474

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 6

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 2,40	N Rpd	2,2 20,4	1 10	3 27	1,6 15,0	---- 4,8	1,6 15,6	2,7 25,2	2 19	1,49	3
2	2,40 6,60	N Rpd	6,7 49,1	4 33	9 62	5,3 41,1	1,6 8,9	5,1 40,1	8,3 58,0	7 51	1,49	10
3	6,60 9,00	N Rpd	12,0 73,5	9 55	18 105	10,5 64,3	3,1 16,9	8,9 56,6	15,1 90,4	12 74	1,49	18
4	9,00 9,20	N Rpd	70,0 407,2	70 407	70 407	70,0 407,2	---- ----	---- ----	---- ----	70 407	1,49	104

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 2.40		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	2.40 6.60		10	35.0	30.0	268	1.93	1.50	0.63	1.90	33	0.892
3	6.60 9.00		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708
4	9.00 9.20		104	100.0	45.0	993	2.24	1.99	6.50	3.04	-06	-0.166

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrit o efficace

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 7

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,60	N	2,6	2	4	2,3	----	1,9	3,4	3	1,49	4
		Rpd	25,5	19	36	22,4	6,5	19,0	32,0	29		
2	1,60 3,20	N	10,5	6	16	8,3	3,1	7,4	13,6	10	1,49	15
		Rpd	89,6	54	133	71,5	23,6	65,9	113,2	85		
3	3,20 3,80	N	10,0	9	11	9,5	----	----	----	10	1,49	15
		Rpd	79,2	70	85	74,4	----	----	----	79		
4	3,80 4,40	N	14,7	13	18	13,8	----	----	----	15	1,49	22
		Rpd	113,5	101	139	107,0	----	----	----	116		
5	4,40 6,20	N	9,0	8	11	8,5	1,0	8,0	10,0	9	1,49	13
		Rpd	63,5	58	75	60,8	5,7	57,7	69,2	64		
6	6,20 7,40	N	15,3	13	19	14,2	2,7	12,6	18,1	15	1,49	22
		Rpd	99,8	84	123	91,9	16,9	82,9	116,7	98		
7	7,40 7,60	N	70,0	70	70	70,0	----	----	----	70	1,49	104
		Rpd	428,5	429	429	428,5	----	----	----	429		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.60		4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
2	1.60 3.20		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
3	3.20 3.80		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
4	3.80 4.40		22	53.0	33.6	361	2.00	1.61	1.38	2.04	23	0.628
5	4.40 6.20		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
6	6.20 7.40		22	53.0	33.6	361	2.00	1.61	1.38	2.04	23	0.628
7	7.40 7.60		104	100.0	45.0	993	2.24	1.99	6.50	3.04	-06	-0.166

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 8

- indagine : Geosol srl
 - cantiere : Monteriggioni (SI) San Martino
 - località : Il Cerro
 - note : installato piezometro - rifiuto

- data : 04/05/2022
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,80	N Rpd	4,3 40,6	2 19	11 98	3,2 30,0	3,2 27,6	1,1 13,0	7,5 68,3	4 38	1,49	6
2	1,80 2,60	N Rpd	29,0 252,6	20 178	37 306	24,5 215,4	---- ----	---- ----	---- ----	29 253	1,49	43
3	2,60 3,20	N Rpd	27,7 229,1	25 207	31 257	26,3 218,1	---- ----	---- ----	---- ----	28 232	1,49	42
4	3,20 3,40	N Rpd	70,0 579,7	70 580	70 580	70,0 579,7	---- ----	---- ----	---- ----	70 580	1,49	104

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESI VA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.80		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
2	1.80 2.60		43	78.0	39.3	523	2.11	1.79	2.69	2.30	12	0.309
3	2.60 3.20		42	77.0	39.0	515	2.11	1.78	2.63	2.29	12	0.322
4	3.20 3.40		104	100.0	45.0	993	2.24	1.99	6.50	3.04	-06	-0.166

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrit o efficace

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

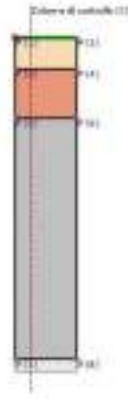
E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

W% = contenuto d'acqua

ALLEGATO 6

RELAZIONE DI CALCOLO RISPOSTA SISMICA LOCALE

Ubicazione sito: Area di trsformazione TU20A - San Martino - Monteriggioni (Siena). Coordinate (datum WGS84): lon. 43.3512° lat. 11.2820°				
Archivio: RSL_7330_san_martino.lsr - Data : 14/07/2022	<p style="text-align: center;">RELAZIONE DI CALCOLO</p> <p style="text-align: center;">ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE</p> <div style="text-align: center;">  </div>			
	Oggetto: Piano Attuativo dell'area di trsformazione TU20A in località San Martino nel Comune di Monteriggioni (Siena).			
	<table> <tr> <th>Committente</th><th>Progettista</th></tr> <tr> <td>Massini & Gori Srl</td><td>Geologo Andrea Capotorti</td></tr> </table>	Committente	Progettista	Massini & Gori Srl
Committente	Progettista			
Massini & Gori Srl	Geologo Andrea Capotorti			

Sommario

1 - Introduzione	3
1.1 - Impostazione del Problema di Calcolo dell'Amplificazione Locale	6
1.2 - Normativa di Riferimento	7
2 - Risposta Sismica Locale	8
3 - Metodo di calcolo adottato e descrizione del codice di calcolo LSR 2D	9
3.1 - Metodo lineare equivalente	9
3.2 - Soluzione alla singola iterazione mediante FEM	11
3.2.1 - Smorzamento	12
3.2.2 - Free-field boundaries	12
3.3 - Procedimento iterativo	13
3.4 - Interpretazione dei risultati	14
4 - Input	15
4.1 - Curve di Decadimento dei Materiali	15
4.2 - Stratigrafia e Caratteristiche meccaniche dei singoli strati	17
4.3 - Accelerogrammi e Spettri di Input	18
4.4 - Modello di Calcolo FEM	34
5 - Output	38
5.1 - Accelerogrammi Output	38
5.2 - Spettri Output	44
5.3 - Interpretazione dei risultati	52
5.4 - Parametrizzazione dello spettro di risposta derivante dalla RSL	53

1 - Introduzione

In passato si è potuto osservare, a seguito di terremoti distruttivi, una distribuzione anomala del danneggiamento delle costruzioni, con forti differenziazioni fra zone contigue anche di modeste dimensioni.

Oltre alle intrinseche differenze della vulnerabilità sismica delle costruzioni ed alle differenti caratteristiche dinamiche delle stesse, tali cause possono essere attribuite principalmente alle modificazioni delle caratteristiche del moto sismico indotte da condizioni geologiche e geomorfologiche locali.

Il moto sismico in un determinato sito, infatti, è influenzato da tre parametri importanti:

- Il meccanismo di sorgente;
- La propagazione;
- La risposta sismica locale;

I primi due fattori dipendono fortemente dalle caratteristiche dell'evento sismico; questi variano in funzione delle caratteristiche della sorgente (magnitudo e tipo di rottura della faglia) e dalla distanza tra il sito in esame e la sorgente.

La risposta sismica locale è il risultato di interazioni tra le onde sismiche e le condizioni locali, cioè l'insieme delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche di depositi di terreno ed ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

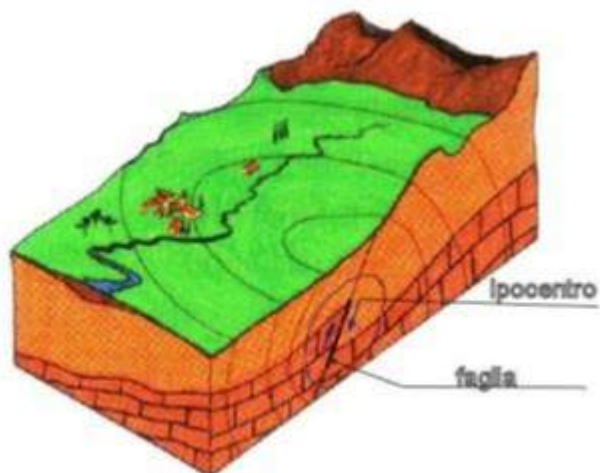


Figura 1. Schema della rottura del terreno e generazione e propagazione delle onde sismiche.

In altre parole le caratteristiche del sito sono le responsabili delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenze, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (terremoto di riferimento), subisce attraversando gli strati dal bedrock fino alla superficie (Lanzo G. et al.,1999).

Nella Figura 1 è rappresentato uno schema della rottura fragile del terreno in profondità con conseguente generazione di onde che si irradiano dall'ipocentro.

Se si ipotizza di avere installato un sismometro ad una grande distanza dall'ipocentro un possibile segnale registrato potrebbe essere quello mostrato nella Figura 2. Il segnale inizia con l'arrivo delle onde P caratterizzate da alte frequenze a bassa ampiezza. Successivamente arrivano le onde S che si propagano meno velocemente delle P e sono di frequenza più bassa e di maggiore ampiezza. Queste ultime sono in genere la causa dei maggiori danni. Le onde P e quelle S, come già descritto nel capitolo A sono chiamate onde di volume per distinguerle da quelle di superficie che sono più lente.



Figura 2. Tipico sismogramma registrato in superficie a grande distanza.

In generale si può dire che le onde generate dalla sorgente sismica sono di due differenti tipi, cioè quelle associate a stati deformativi di compressione-dilatazione volumetrica, dette onde P che si propagano con velocità V_p pari a:

$$V_p = \sqrt{\frac{Mv}{\rho}}$$

con:

$$Mv = \lambda + 2G$$

dove:

- λ = modulo di Lamé del terreno;
- G = modulo elastico del taglio del terreno;
- ρ = densità del volume del terreno;

Per le onde P il moto oscillatorio delle particelle di terreno avviene parallelamente alla direzione di propagazione.

Le onde S sono associate a deformazione di taglio ed hanno una velocità V_s pari a:

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

Il moto delle particelle di terreno è in tal caso perpendicolare alla direzione di propagazione. Il campo di spostamenti, in genere, è scomposto in due componenti perpendicolari tra di loro: le onde SV polarizzate nel piano verticale contenente la sorgente e le onde SH polarizzate nel piano orizzontale (piano della superficie libera del terreno in direzione perpendicolare al precedente).

Per maggiore chiarezza, se si considera il piano π verticale e contenente la direzione di propagazione dell'onda incidente, il moto della particella di terreno perpendicolare a tale piano costituisce l'onda SH , viceversa il moto nel piano costituisce l'onda SV .

Le onde P e S arrivate in superficie possono trasformarsi parzialmente in onde di diverso tipo (P in S oppure S in P) oppure in onde superficiali chiamate così perché viaggiano in superficie attenuandosi rapidamente con la profondità. Queste ultime si differenziano in onde di Rayleigh quando il moto della particella di terreno è in un piano verticale oppure onde di Love quando il moto è in un piano orizzontale.

Con riferimento alla Figura 3, il fenomeno della propagazione delle onde può essere descritto come segue. Nella sua complessità morfologica, litologica e stratigrafica, un territorio può essere rappresentato come un insieme di formazioni superficiali, interessate dai loro fenomeni evolutivi tipici, poggiati su formazioni più profonde, i cui andamenti possono essere stati resi complessi fino alla creazione di affioramenti dai fenomeni tettonici ed orogenetici.

Prevalentemente, le formazioni profonde saranno costituite da rocce ignee o metamorfiche di origine sedimentaria, mentre quelle superficiali saranno di natura sedimentaria più recente, coerenti od incoerenti, e quindi di caratteristiche meccaniche ben differenziate rispetto alle prime. Le onde sismiche che si sono generate in profondità, e che sono già caratterizzate diversamente a seconda del meccanismo proprio della sorgente, subiscono una serie di modificazioni ulteriori (riflessioni e rifrazioni) nell'attraversare la crosta terrestre e giungere fino alle formazioni di base per il sito. Ad una certa distanza dall'epicentro, e per una porzione di territorio ragionevolmente limitata, il moto sismico apparirà come un fronte d'onda uniforme propagantesi dal basso verso

l'alto, con una certa angolazione rispetto alla verticale, che viene trasmesso dalle formazioni di base a quelle superficiali.

Il moto al suolo tende a non dipendere più solamente dal tipo di rottura della sorgente e a diventare il risultato di due ulteriori meccanismi eventualmente combinati:

- la propagazione delle onde sismiche all'interno delle formazioni di base e dalla conformazione delle frontiere della stessa;
- la risposta dinamica delle formazioni superficiali.

Tutto ciò comporta una non omogeneità del moto vibratorio in superficie che può cambiare da punto a punto anche a breve distanza. Sugli aspetti quantitativi e qualitativi del fenomeno hanno pertanto grande rilevanza diversi fattori quali la natura delle onde sismiche incidenti ed in particolare il meccanismo di sorgente, le diversità fra le caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati, ed in particolare tra formazioni di base e superficiali, la conformazione e la giacitura degli strati, la presenza di falde idriche, l'entità dei fenomeni dissipativi ed altri ancora.

Al variare delle condizioni locali, il moto alla superficie risulterà quindi differente per quanto attiene ai suoi caratteri principali e cioè: ampiezza, contenuto in frequenza e durata. Si osserva che tutti e tre questi caratteri sono significativi e concorrono a causare il danneggiamento delle strutture e l'instabilità dei terreni (frane, cedimenti, liquefazioni).

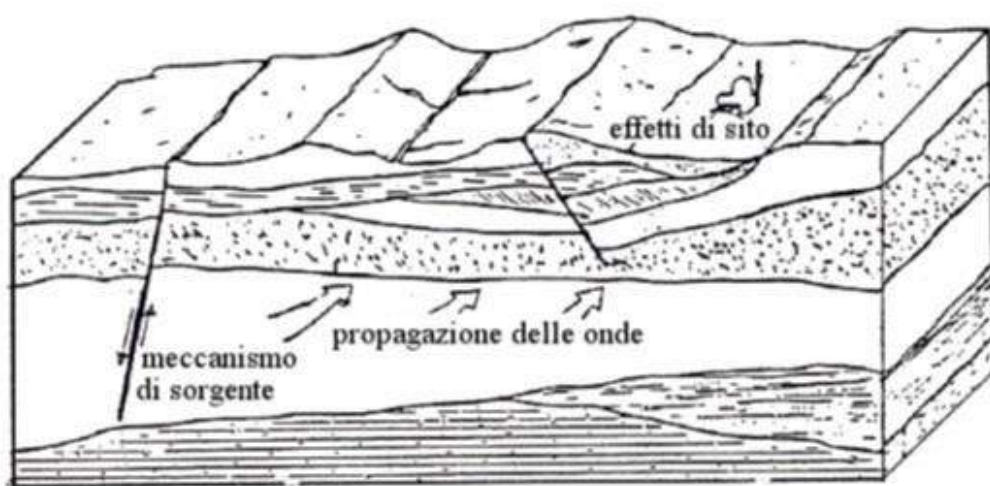


Figura 3. Schema di una situazione reale.

1.1 - Impostazione del Problema di Calcolo dell'Amplificazione Locale

Per illustrare gli aspetti principali del fenomeno della risposta sismica locale si paragoni il moto in corrispondenza di tre siti, indicati con A, B e C nella Figura 4, posti alla stessa distanza dalla sorgente sismica durante lo stesso evento sismico. Si supponga inoltre che il primo sito sia su un semispazio affiorante (per esempio roccia) e il secondo B su un deposito alluvionale posto al di sopra del semi spazio ed il terzo C su di un rilievo.

In corrispondenza della coltre alluvionale si verifica, rispetto al moto sul semi spazio affiorante, una amplificazione del moto in particolari campi di frequenza e una deamp1ificazione negli altri campi. Analogamente sul rilievo in C si verificheranno focalizzazioni oppure diradazioni di onde per effetto della forma del rilievo e della direzione di incidenza delle onde.

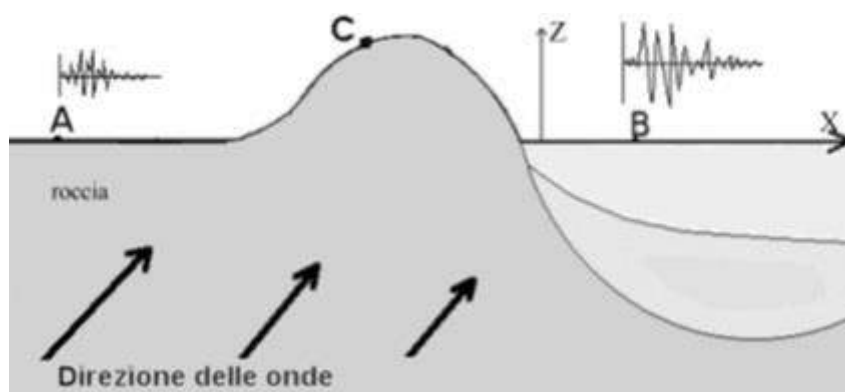


Figura 4. Schema della propagazione delle onde dalla sorgente e delle differenti condizioni locali.

In letteratura si parla di effetti stratigrafici o monodimensionali nel caso in cui le modifiche che il moto sismico subisce nel propagarsi in direzione prevalentemente verticale verso la superficie dal sottostante basamento roccioso siano essenzialmente attribuibili a fenomeni di filtraggio. L'amplificazione delle onde sismiche dipende, in questo caso dalla stratigrafia del sottosuolo, dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e del contenuto in frequenza del moto sismico.

Il termine "effetti di bacino" è utilizzato quando le onde incidenti incontrano una valle alluvionale; in tal caso ai fenomeni sopra descritti si sovrappongono quelli dovuti al manifestarsi di fenomeni complessi di interazione tra le onde, che possono sommarsi o elidersi a vicenda, e generazione di onde superficiali. Spesso ai bordi della valle si verificano maggiori amplificazioni, dette: "effetti di bordo".

Con "effetti topografici" si intendono le modifiche delle caratteristiche del moto sismico causate essenzialmente da fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche per effetto della particolare geometria della superficie (per es. la cresta di un rilievo o un canyon) e sono molto influenzati dalla lunghezza d'onda del moto incidente e dalla direzione di incidenza.

Lo scopo delle analisi di amplificazione sismica locale è quello di determinare il moto in B oppure in C una volta noto il moto nel sito di riferimento A. Tale moto di riferimento è in genere determinabile in via statistica (analisi di pericolosità) o deterministica dallo studio del meccanismo di rottura della sorgente nell'ipotesi che tra la sorgente stessa ed il sito in esame il mezzo sia omogeneo ed isotropo. Come è facile immaginare le caratteristiche del moto in superficie sono fortemente influenzate, oltre che dalla geometria degli strati e delle loro proprietà meccaniche, anche dalle caratteristiche del moto incidente, cioè dalla direzione di propagazione, dal suo contenuto energetico e dalla direzione del moto delle particelle del terreno.

1.2 - Normativa di Riferimento

La normative di riferimento per lo studio del problema in esame sono:

- NTC 2018 Cap 7.11.3.1 (Risposta Sismica Locale);
- Legge Regionale n. 35 del 19/10/2009 (Allegato 3 - Effetti di sito per interventi di tipo edilizio).

2 - Risposta Sismica Locale

Come già detto in precedenza, il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

I passi da seguire nello studio del problema della risposta sismica locale sono:

1. Definizione input sismico;
2. Stima dell'accelerazione di base;
3. Dati di disaggregazione;
4. Estrazione, conversione e normalizzazione accelerogrammi di input;
5. Analisi di Risposta Sismica Locale;
6. Inserimento sismostratigrafia di input (derivata da indagine sismica MASW);
7. Esecuzione dell'analisi e restituzione grafica.

Le analisi numeriche che consentono di valutare gli effetti del sito nell'amplificazione delle onde sismiche possono essere distinte in:

- Analisi numeriche monodimensionali;
- Analisi numeriche bidimensionali;
- Analisi numeriche tridimensionali.

Il primo approccio consente di definire una realistica risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali. Questo approccio è ritenuto la via ufficiale delle NTC 2018 (Cap. 3.2.2) e consente, in determinati casi e mediante il confronto con la relativa categoria di sottosuolo, elementi di risparmio rispetto all'approccio semplificato di normativa, poiché identifica amplificazione per intervalli di periodi solitamente più limitati rispetto a quelli di normativa.

Il secondo approccio è da preferire in quelle situazioni in cui il sottosuolo presenta una geometria variabile in cui, oltre alla profondità, è importante considerare un'altra delle due restanti dimensioni spaziali. Un esempio di situazione che richiede l'utilizzo di modelli bidimensionali è il caso delle aree marginali delle valli alluvionali, in cui alle normali cause di amplificazione del moto sismico si sommano gli effetti di bordo connessi alla geometria del problema.

Il terzo approccio necessita di modelli complessi che richiedono capacità computazionali notevoli; solo recentemente iniziano ad avere una certa diffusione grazie al rapido sviluppo degli strumenti informatici. Il loro utilizzo è principalmente concentrato sulla valutazione delle amplificazioni in presenza di effetti morfologici, data l'importanza assunta in queste analisi dalla conoscenza precisa e dalla gestione di un modello tridimensionale del terreno.

3 - Metodo di calcolo adottato e descrizione del codice di calcolo LSR 2D

Il codice di calcolo LSR 2d, alla stregua di software ben noti dalla comunità scientifica (es. QUAD4 e QUAD4M), consente di effettuare una modellazione bidimensionale del problema mediante il metodo degli elementi finiti, nel dominio del tempo, in tensioni totali, utilizzando il metodo lineare equivalente e tenendo conto della deformabilità del substrato.

Qualora la stratigrafia in esame non presenti problematiche di carattere bidimensionale è comunque possibile studiare il problema monodimensionale grazie ad una discretizzazione di una striscia unitaria di terreno e all'applicazione di un sistema di vincoli sul modello FEM tale da consentire solo deformazioni di taglio.

3.1 - Metodo lineare equivalente

Il comportamento meccanico dei terreni sotto l'effetto di carichi ciclici ad elevata frequenza è alquanto complesso e caratterizzato da marcata non linearità, accumulo di deformazioni permanenti, dissipazione di energia e degradazione progressiva delle caratteristiche meccaniche per effetto del numero di cicli di carico applicati. In presenza di fluido interstiziale, alle suddette problematiche si aggiunge l'accumulo di sovrappressioni interstiziali in condizioni di drenaggio impedito o parziale, che sono comunque le più frequenti, in considerazione della velocità di applicazione del carico.

La modellazione di tali fenomeni richiede l'utilizzo di legami costitutivi complessi, che oltretutto difficilmente riescono a riprodurre simultaneamente tutte le specificità del comportamento dei terreni. Per tale ragione spesso si preferisce fare riferimento a modelli costitutivi semplificati che, pur non essendo rigorosi, riescono a riprodurre il comportamento in modo adeguato in riferimento alla specifica applicazione.

In particolare, per quanto riguarda la risposta sismica dei depositi, l'approccio visco-elastico lineare equivalente rappresenta un valido compromesso tra semplificazione delle analisi ed accuratezza dei risultati. La strategia consiste sostanzialmente nel fare riferimento alle soluzioni visco-elastiche lineari per la propagazione delle onde sismiche adeguando in modo iterativo i parametri costitutivi in funzione del livello deformativo indotto dal moto sismico nel terreno.

Tale modello lineare equivalente, studia il comportamento tra tensione e deformazione del terreno basandosi sul modello di Kelvin-Voigt, illustrato in Figura 5. La tensione τ dipende dalla deformazione γ e dalla sua derivata $\dot{\gamma}$, secondo la relazione:

$$\tau = G\gamma + \eta\dot{\gamma}$$

dove:

- G = Modulo di taglio;
- η = viscosità del mezzo;

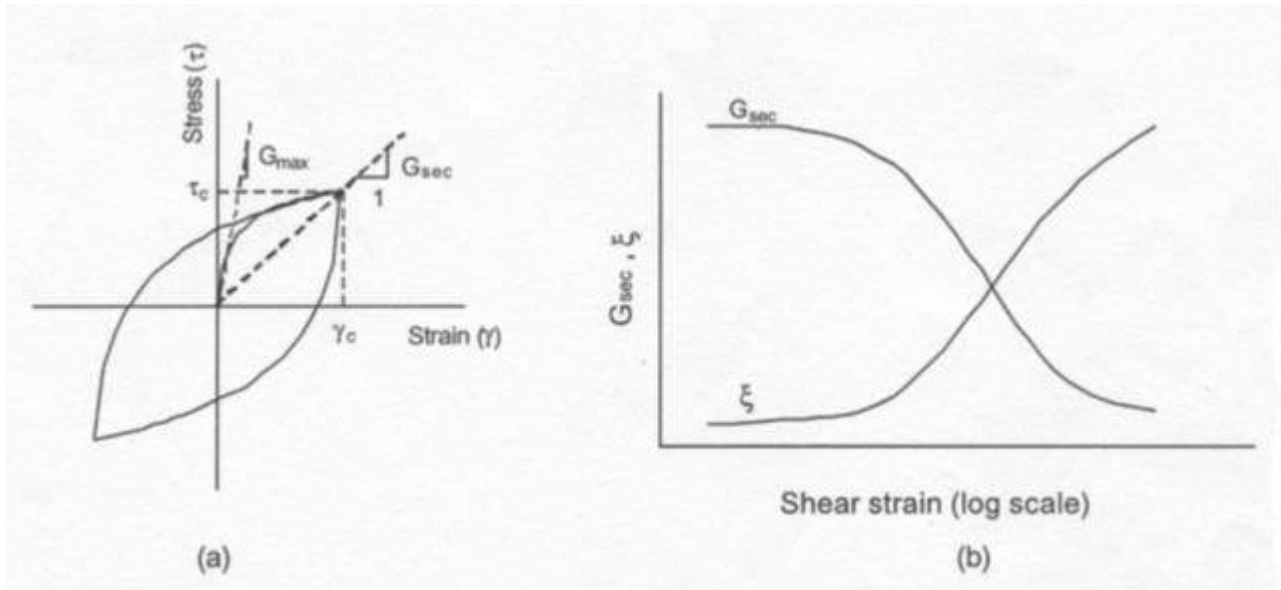


Figura 5. Modello lineare equivalente: (a) curve tensioni - deformazioni; (b) variazione del modulo.

Il comportamento non lineare del terreno, durante un ciclo di carico, viene approssimato per come mostrato in Figura 5. Il modulo di taglio equivalente, G , è preso considerando il modulo di taglio secante G_s .

È possibile notare come alla fine di un ciclo controllato e simmetrico di tensioni si ha:

$$G_s = \frac{\tau_c}{\gamma_c}$$

La curva $G_s - \gamma$ non può avere una forma arbitraria ma deriva dalla curva $\tau - \gamma$ e sussiste la seguente relazione:

$$\frac{d\tau}{d\gamma} = G_s(\gamma) + \frac{dG_s}{d\gamma} \gamma \geq 0$$

La descrizione del comportamento meccanico dei terreni nei confronti dei carichi ciclici non può peraltro prescindere dalla dissipazione intrinseca di energia che si verifica durante i cicli di carico-scarico. Il parametro di riferimento a tal riguardo è costituito dal coefficiente di smorzamento D , definito come:

$$D = \frac{1}{4\pi} \frac{\Delta W^{dissp}}{W^{max}}$$

dove:

- ΔW^{dissp} = quantità di energia dissipata, per unità di volume, dal terreno durante un ciclo di carico armonico;
- W^{max} = massima energia di deformazione, per unità di volume, immagazzinata dal terreno durante lo stesso ciclo di carico armonico;

In definitiva la risposta non lineare del terreno tramite il modello viscoelastico lineare equivalente viene riassunta mediante delle curve di riduzione del modulo di taglio e di incremento del rapporto di smorzamento (Figura 5b).

3.2 - Soluzione alla singola iterazione mediante FEM

L'approccio utilizzato per la soluzione visco-elastica lineare all'interno dell' i-esimo ciclo iterativo utilizza il metodo degli elementi finiti. In particolare, il deposito di terreno viene discretizzato mediante una "mesh" di elementi finiti piani che possono avere forma quadrangolare o rettangolare a seconda dei casi (Figura 6) e caricato mediante un'accelerazione alla base dello stesso (bedrock), la soluzione dell'equazione del moto viene poi ottenuta nel dominio del tempo utilizzando il metodo di integrazione di Newmark.

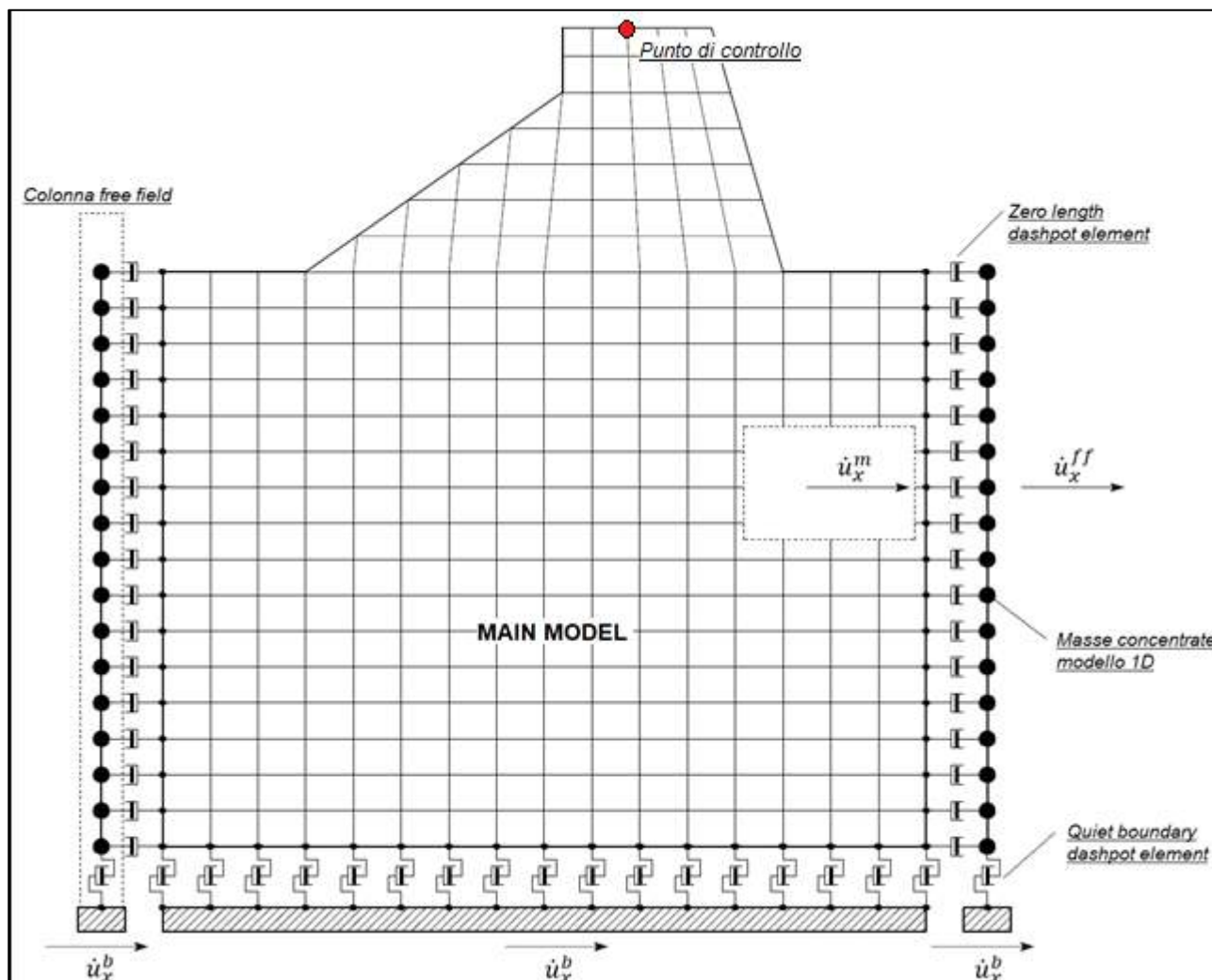


Figura 6. Discretizzazione FEM del deposito di terreno.

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = -Ma_g$$

dove:

- M = matrice di massa del sistema;
- C = matrice di smorzamento del sistema;
- K = matrice di rigidità del sistema;
- \ddot{u}, \dot{u}, u = rispettivamente vettori di accelerazione, velocità e spostamento del sistema;
- a_g = vettore di accelerazione alla base;

Tale equazione vale per ogni istante di tempo tn e descrive l'equilibrio dinamico del sistema. La soluzione in termini di spostamento velocità ed accelerazione per ogni tn viene ottenuta a partire dalle seguenti relazioni:

$$\dot{u}_n = \dot{u}_{n-1} + \Delta t [(1 - \gamma) \ddot{u}_{n-1} + \gamma \ddot{u}_n]$$

$$u_n = u_{n-1} + \Delta t \dot{u}_{n-1} + \frac{\Delta t^2}{2} [(1 - \beta) \ddot{u}_{n-1} + 2\beta \ddot{u}_n]$$

dove:

- Δt = incremento temporale tra l'istante di tempo tn e $tn - 1$;
- β = parametro del metodo di integrazione posto pari a 0.25;
- γ = parametro del metodo di integrazione posto pari a 0.50;

3.2.1 - Smorzamento

La matrice di smorzamento del sistema viene ottenuta mediante l'assemblaggio delle matrici di smorzamento dei singoli elementi, queste ultime ottenute a loro volta come:

$$C_q = \alpha_q M_q + \beta_q K_q$$

dove:

- α_q e β_q = coefficienti di smorzamento alla Reyleigh;

Tali coefficienti vengono ottenuti a partire dal rapporto di smorzamento viscoso del singolo elemento e dalla relazione seguente:

$$\dot{u}_n = \dot{u}_{n-1} + \Delta t [(1 - \gamma) \ddot{u}_{n-1} + \gamma \ddot{u}_n]$$

$$u_n = u_{n-1} + \Delta t \dot{u}_{n-1} + \frac{\Delta t^2}{2} [(1 - \beta) \ddot{u}_{n-1} + 2\beta \ddot{u}_n]$$

da cui si ottiene (Hudson, 1994):

$$D_q = \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha_q}{\omega} + \beta_q \omega \right)$$

dove:

- ω_1 = frequenza naturale del primo modo del deposito;
- $\omega_2 = n * \omega_1$ con $n = \omega_i / \omega_1$ (approssimato all'intero pari più grande) e ω_i frequenza di picco dello spettro ottenuto a partire dall'accelerazione di bedrock;

3.2.2 - Free-field boundaries

Le condizioni di free-field sulle frontiere laterali vengono implementate mediante l'accoppiamento di smorzatori viscosi tra i nodi delle frontiere laterali del modello e i nodi di opportune colonne di terreno monodimensionali (colonne free-field) in grado di descrivere il moto in condizioni di campo libero. Le coordinate dei nodi delle frontiere laterali del modello e delle colonne free-field possono essere uguali. È necessario, affinché tali condizioni al contorno siano applicabili, che le frontiere

lateralmente del modello siano perfettamente verticali. Le forze interne agli smorzatori possono essere ottenute mediante le seguenti equazioni:

$$F_x = -\rho V_p (\dot{u}_x^m - \dot{u}_x^{ff}) A \quad (1)$$

$$F_y = -\rho V_s (\dot{u}_y^m - \dot{u}_y^{ff}) A \quad (2)$$

dove:

- ρ : densità di massa del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- V_p : velocità delle onde P del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- V_s : velocità delle onde S del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- A : area di influenza relativa al nodo su cui agisce lo smorzatore;
- \dot{u}_x^m : velocità del nodo del modello in direzione x;
- \dot{u}_y^m : velocità del nodo del modello in direzione y;
- \dot{u}_x^{ff} : velocità del nodo della colonna free-field in direzione x;
- \dot{u}_y^{ff} : velocità del nodo della colonna free-field in direzione y.

Le componenti della velocità dei nodi delle colonne laterali ad ogni istante di tempo vengono ottenute mediante una soluzione numerica monodimensionale a masse concentrate dell'equazione di propagazione delle onde. Tale soluzione è affidata ad un processo di calcolo che opera in parallelo rispetto a quello impiegato per la soluzione del modello principale. In altre parole, per il generico passo di integrazione temporale, vengono dapprima ottenute le componenti delle velocità delle colonne di campo libero attraverso la soluzione 1D, per poi essere convertite in carichi applicati al modello principale mediante le equazioni (1) e (2).

3.3 - Procedimento iterativo

La procedura iterativa che consente di ottenere la risposta non lineare del sistema consiste nell'eseguire una sequenza di analisi lineari, con aggiornamento iterativo dei parametri di rigidezza e smorzamento, fino al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza. Facendo riferimento alla Figura 5, lo schema della procedura iterativa su cui è basato il modello lineare equivalente, da applicare ad ogni strato in cui è stato discretizzato il profilo stratigrafico:

- definizione di curve $G = G(\gamma)$ e $D = D(\gamma)$ per i diversi strati;
- inizializzazione dei valori del modulo di taglio e del fattore di smorzamento ai livelli di piccole deformazioni (G_0 e D_0);
- calcolo della risposta dinamica del suolo e valutazione della deformazione massima a taglio in ogni strato (γ_1 , Figura 5);
- aggiornamento dei valori $G_1 = G(\gamma_1)$ e $D_1 = D(\gamma_1)$;
- iterazione dei passi 3 e 4 fino a convergenza ($\gamma_{i-1} \sim \gamma_i$).

3.4 - Interpretazione dei risultati

Il risultato della procedura iterativa sopradescritta non è altro che la storia temporale di accelerazione, velocità e spostamento di ogni grado di libertà del modello FEM. Tuttavia, dal punto di vista ingegneristico è interessante monitorare la risposta in termini di accelerazione in superficie in corrispondenza di uno o più punti di controllo in modo da comprendere quelli che sono gli effetti indotti dal sito sull'amplificazione della sorgente sismica.

4 - Input

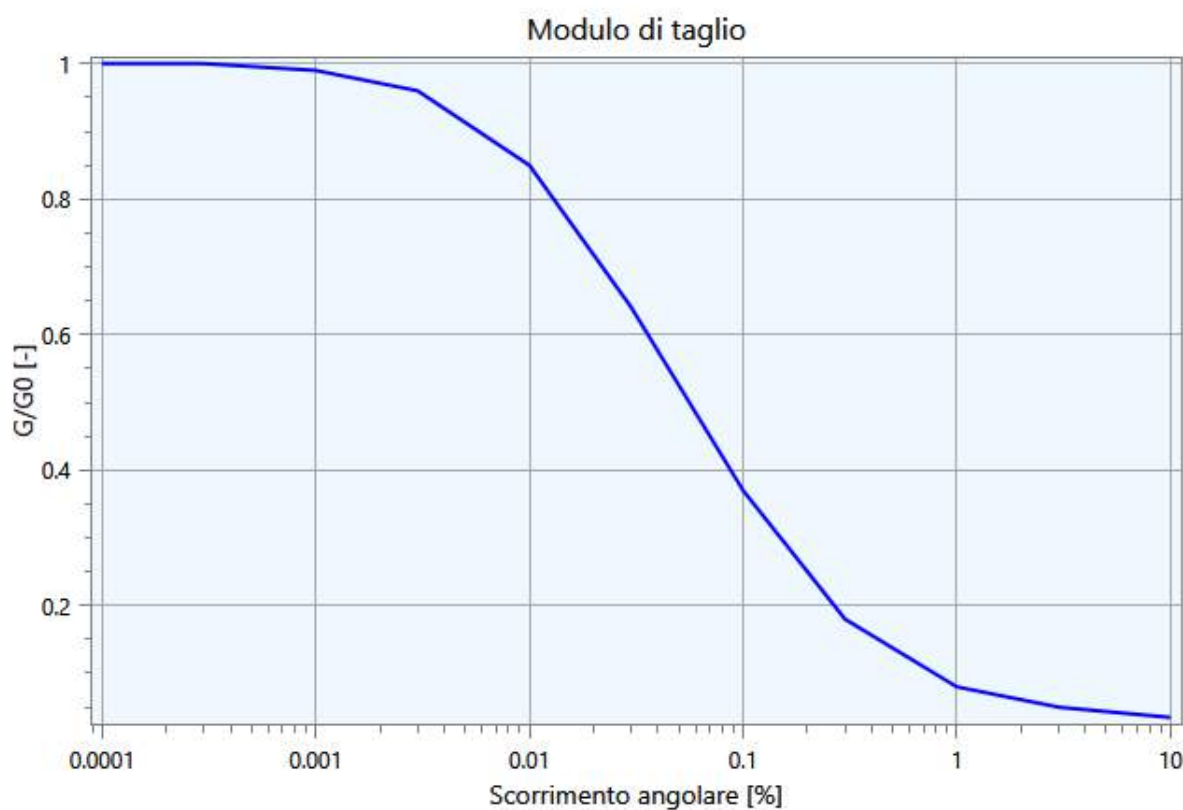
Nei paragrafi successivi vengono riportate le informazioni relative ai dati di input utilizzati per lo studio della risposta sismica locale del deposito.

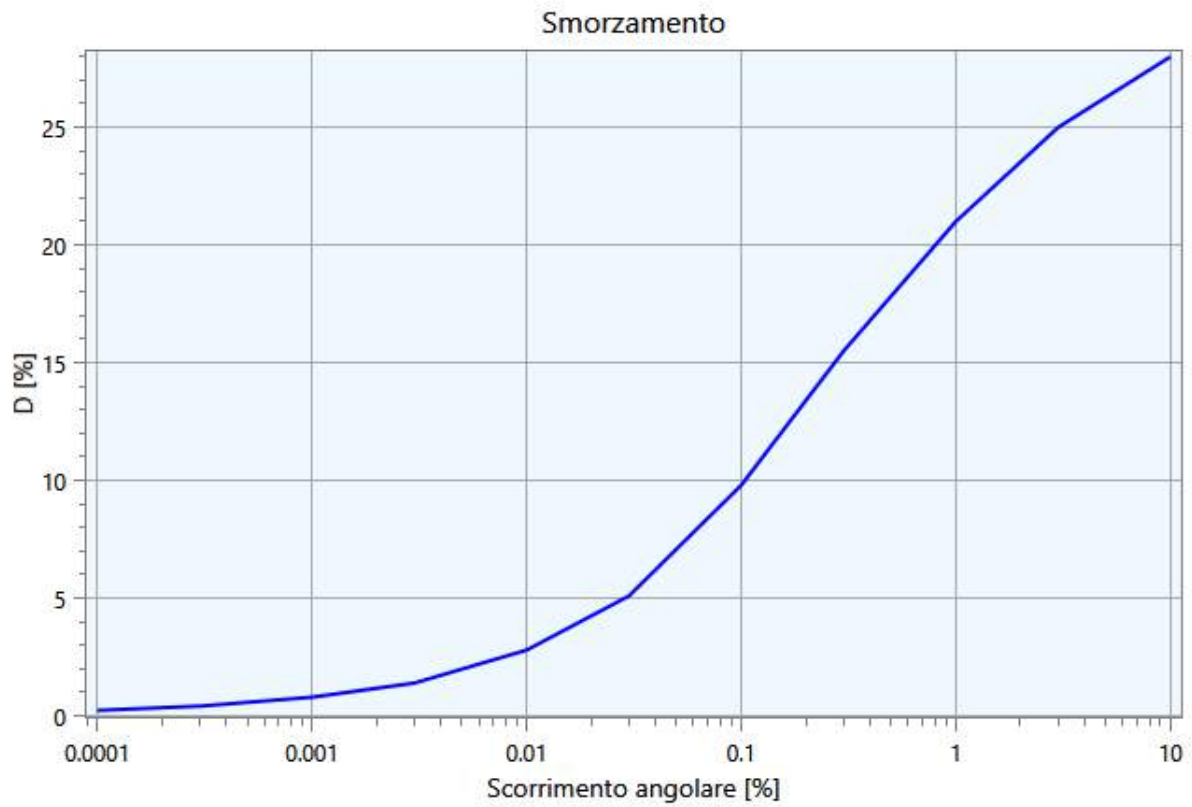
4.1 - Curve di Decadimento dei Materiali

All'aumentare del livello di deformazione angolare raggiunta dal terreno si ha una diminuzione del modulo di taglio G ed un aumento del rapporto di smorzamento D . Tale comportamento può essere descritto, per ogni tipo di materiale presente nella stratigrafia, da due curve di decadimento una relativa a G ed una D .

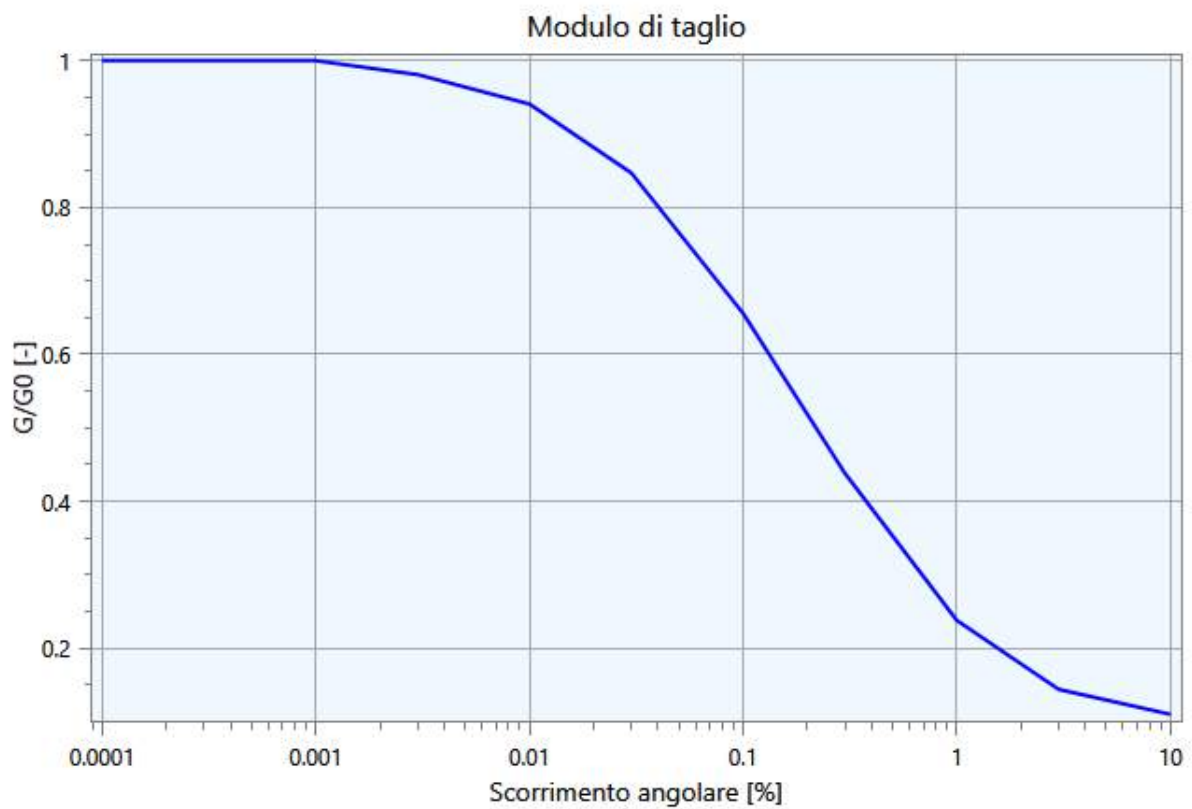
Di seguito si riportano le curve di riferimento utilizzate nell'analisi:

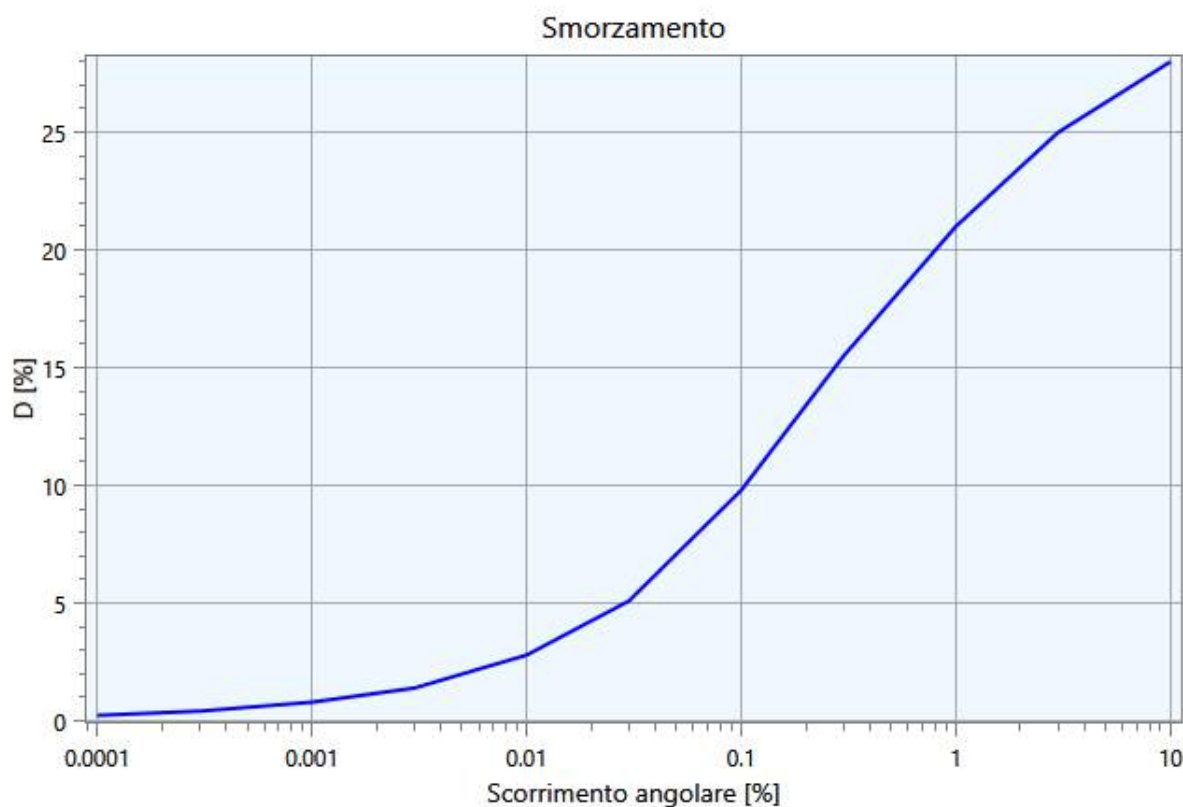
Curva n. 1: Sand Seed & Idriss (1970)





Curva n. 2: Clay Seed & Sun (1989)





4.2 - Stratigrafia e Caratteristiche meccaniche dei singoli strati

Sulla base del cosiddetto volume significativo di terreno interessato dal problema in esame, viene definita una stratigrafia di progetto che rappresenta l'andamento delle singole lenti di terreno in una sezione verticale.

Tale stratigrafia viene rappresentata nel piano verticale X-Z mediante una serie di spezzate ognuna delle quali identifica l'andamento del singolo strato. La prima di tali spezzate serve ad identificare l'orografia della porzione di sito oggetto di studio.

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica della stratigrafia di progetto:

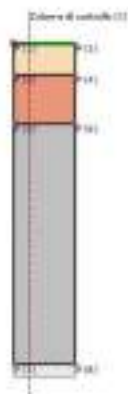


Figura 9. Stratigrafia di progetto.

Di seguito si riporta la tabella contenente le caratteristiche meccaniche dei singoli strati:

Strato	Descrizione	S [m]	ρ [Kg/m ³]	Vs [m/s]	γ	Curva decadimento
Strato (1)	-	5.00	1600.00	420.00	0.42	Sand Seed & Idriss (1970)
Strato (2)	-	8.00	2100.00	250.00	0.42	Clay Seed & Sun (1989)
Strato (3)	-	39.00	2150.00	500.00	0.42	Clay Seed & Sun (1989)

Tabella 1. Caratteristiche meccaniche strati.

dove:

- S = spessore del singolo strato;
- ρ = densità di massa del singolo strato;
- V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio del singolo strato;
- γ = coefficiente di contrazione trasversale (di Poisson) del singolo strato;

4.3 - Accelerogrammi e Spettri di Input

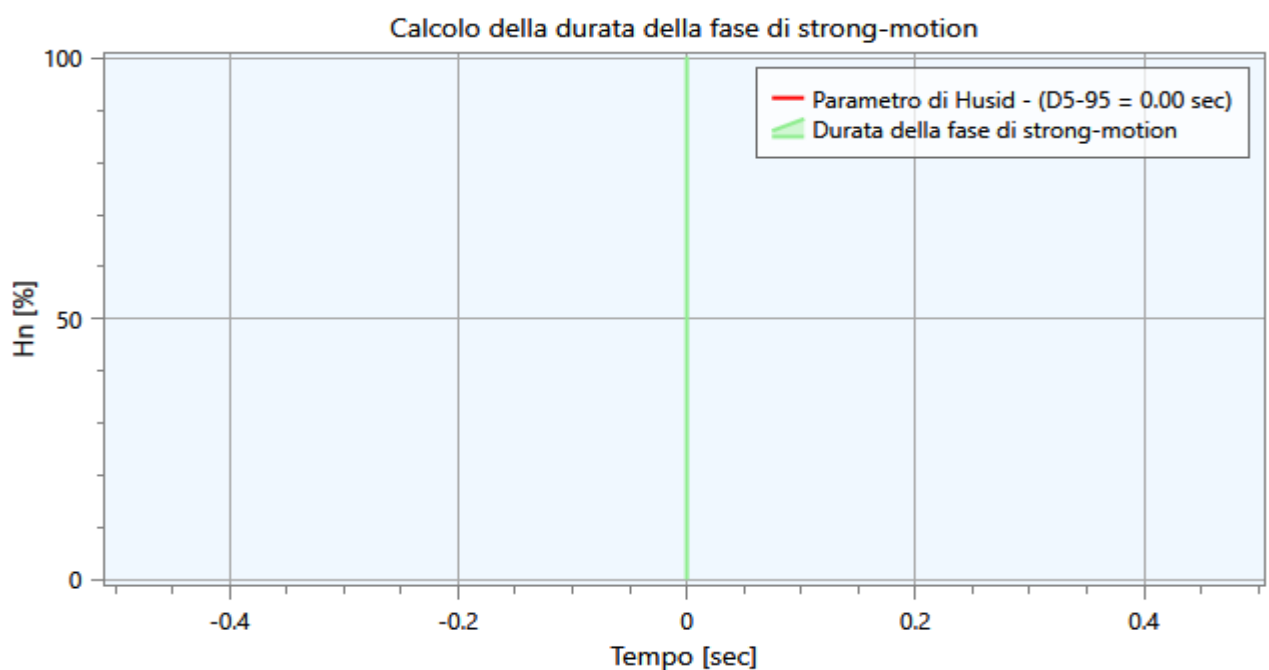
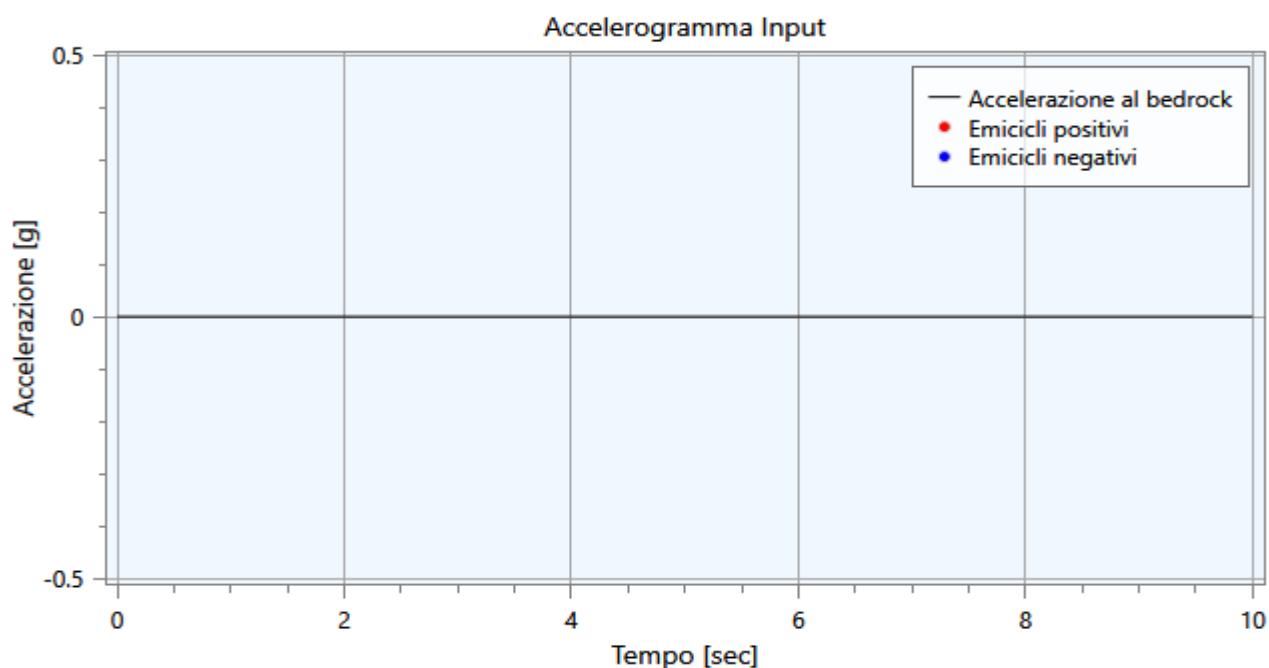
Gli accelerogrammi di input relativi allo stato limite in esame (ad esempio SLV) possono essere ottenuti tramite un'analisi con l'utilizzo dell'applicativo software REXEL v. 3.4 beta, che permette la ricerca di combinazioni di accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), dell'Eurocodice 8 (EC – CEN 2003), dell'ASCE/SEI 7-10 (ASCE, 2010). Il database utilizzato è l'Italian Accelerometric Archive (ITACA) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), scaricabile dal sito <http://itaca.mi.ingv.it>.

Per ogni accelerogramma viene ottenuto il numero di cicli equivalenti N_{eq} secondo la procedura proposta da Biondi et al. (2012) oltre ad una serie di informazioni di seguito descritte:

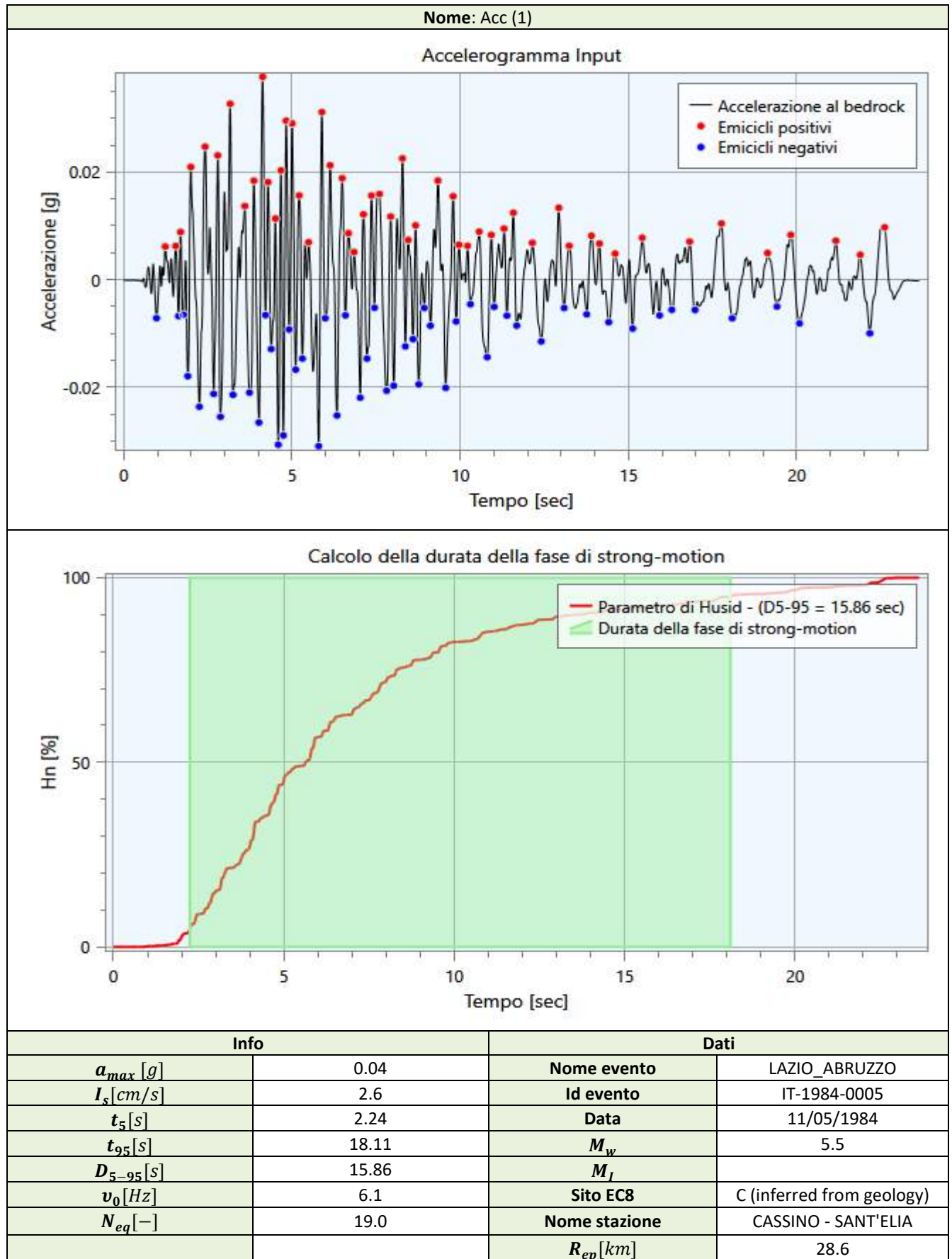
- a_{max} : accelerazione massima;
- I_S : intensità di Arias;
- t_5 : istante iniziale della fase di strong motion;
- t_{95} : istante finale della fase di strong motion;
- D_{5-95} : durata della fase di strong motion;
- ν_0 : frequenza di passaggi per lo zero nella fase di strong motion;
- N_{eq} : numero di cicli equivalenti;

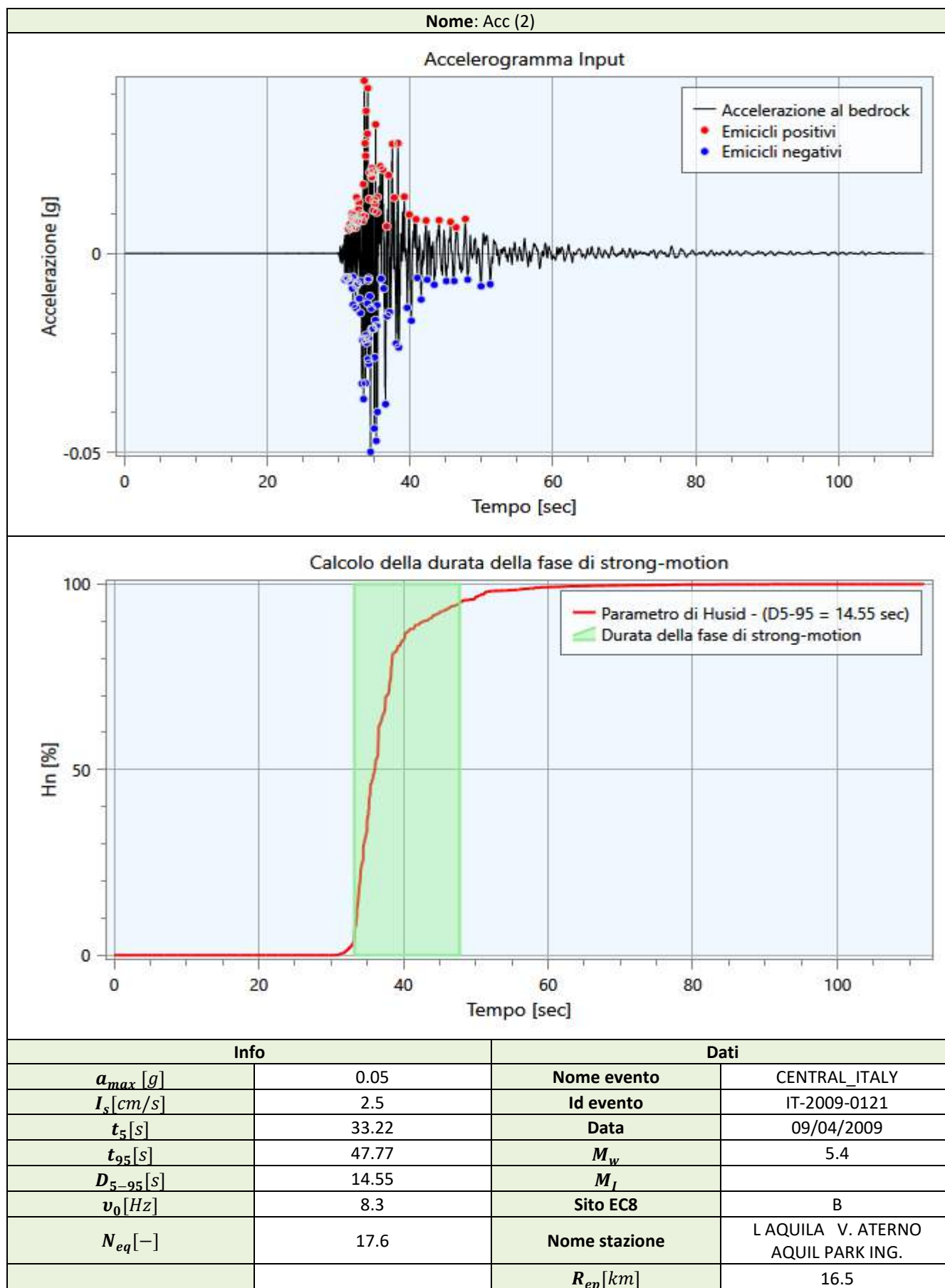
Di seguito si riportano gli accelerogrammi di progetto riferiti ad una condizione detta di 'outcrop':

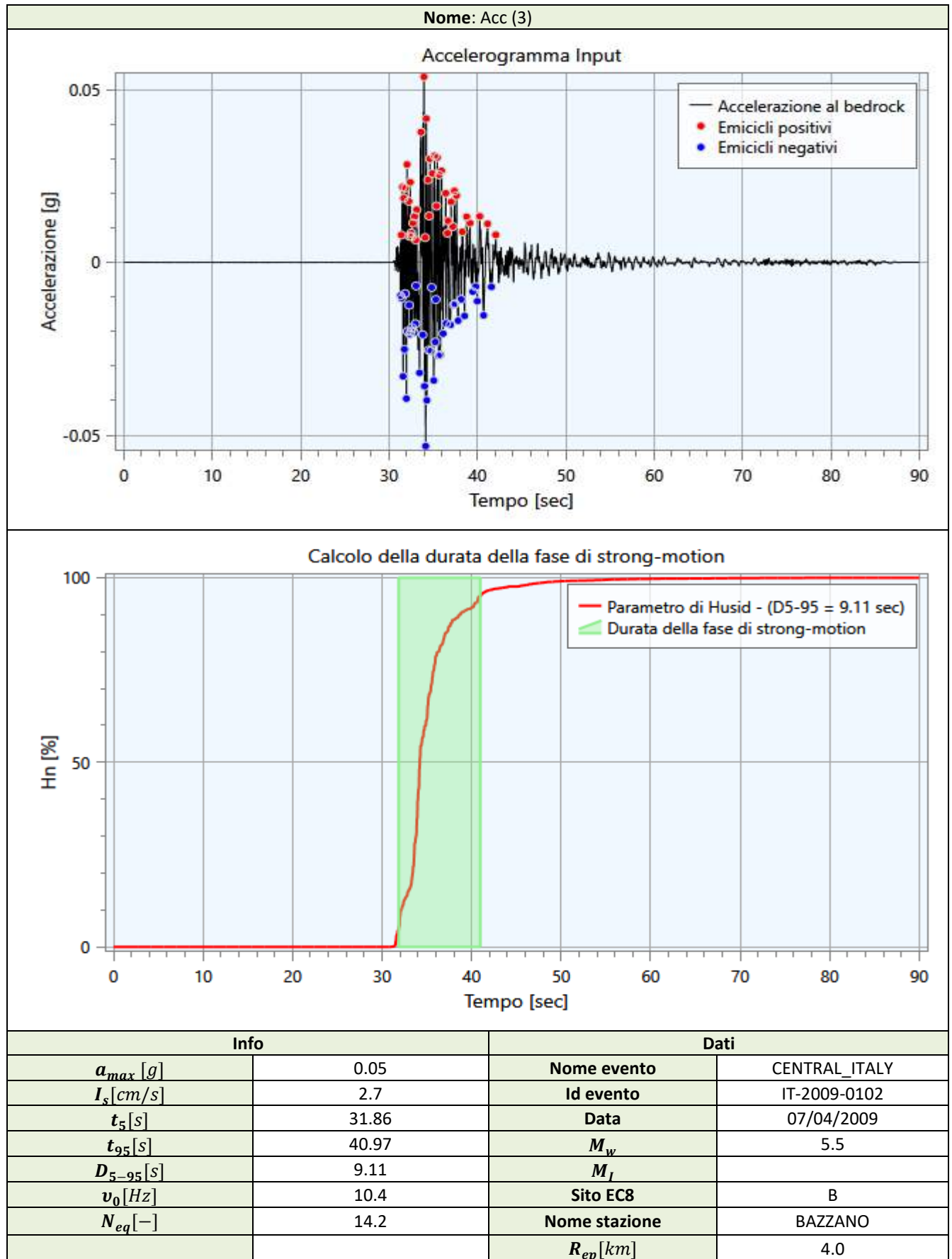
Nome: Zero



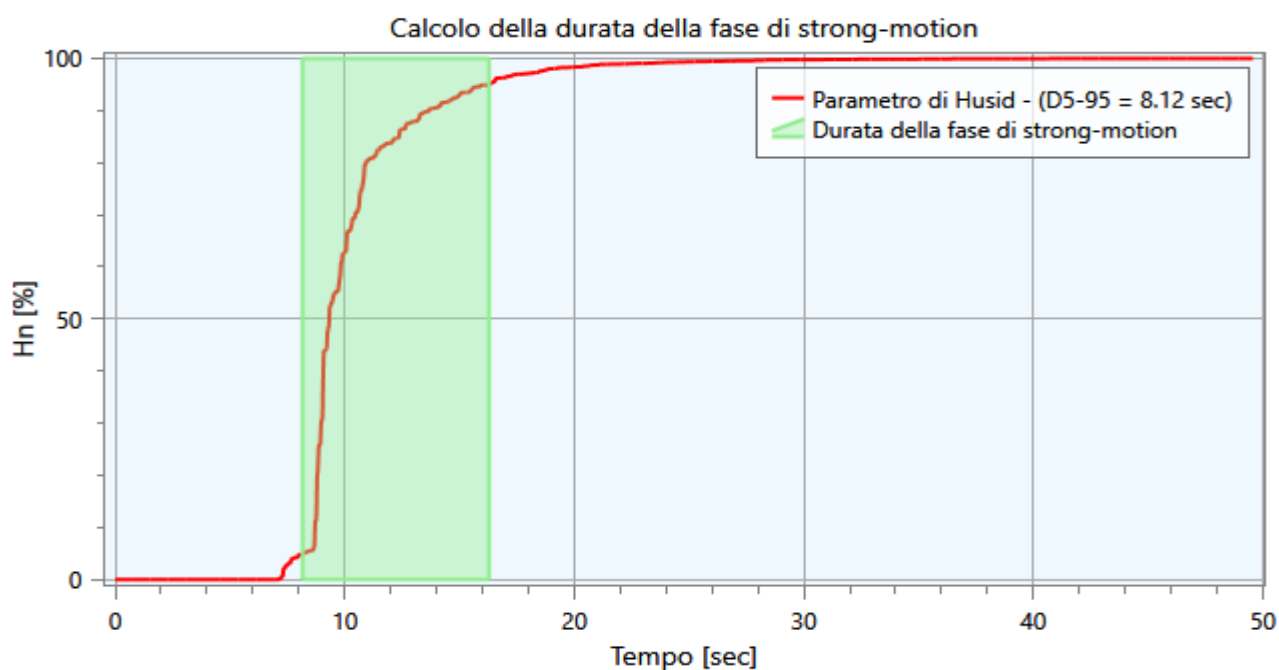
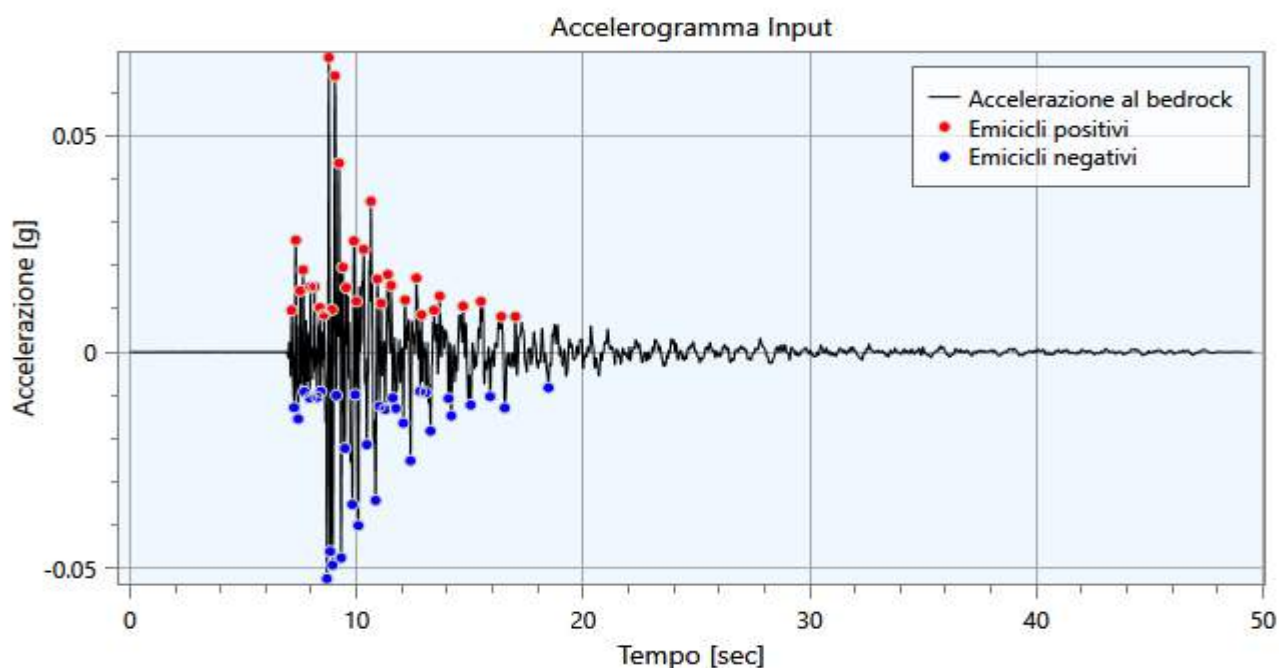
Info		Dati	
a_{max} [g]	0.00	Nome evento	
I_s [cm/s]	0.0	Id evento	
t_5 [s]	0.00	Data	
t_{95} [s]	0.00	M_w	
D_{5-95} [s]	0.00	M_I	
v_0 [Hz]	0.0	Sito EC8	
N_{eq} [—]	0.0	Nome stazione	
		R_{ep} [km]	



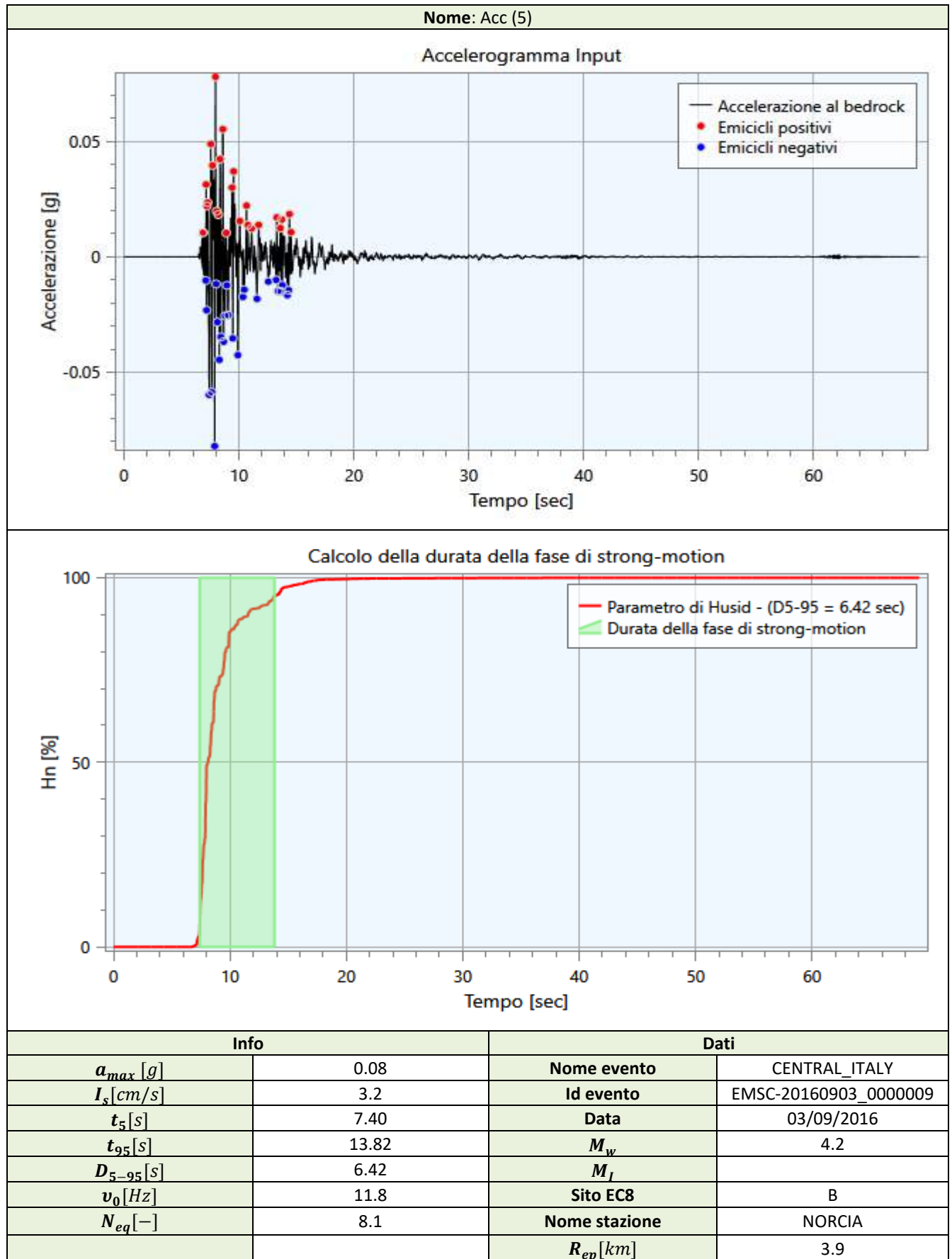




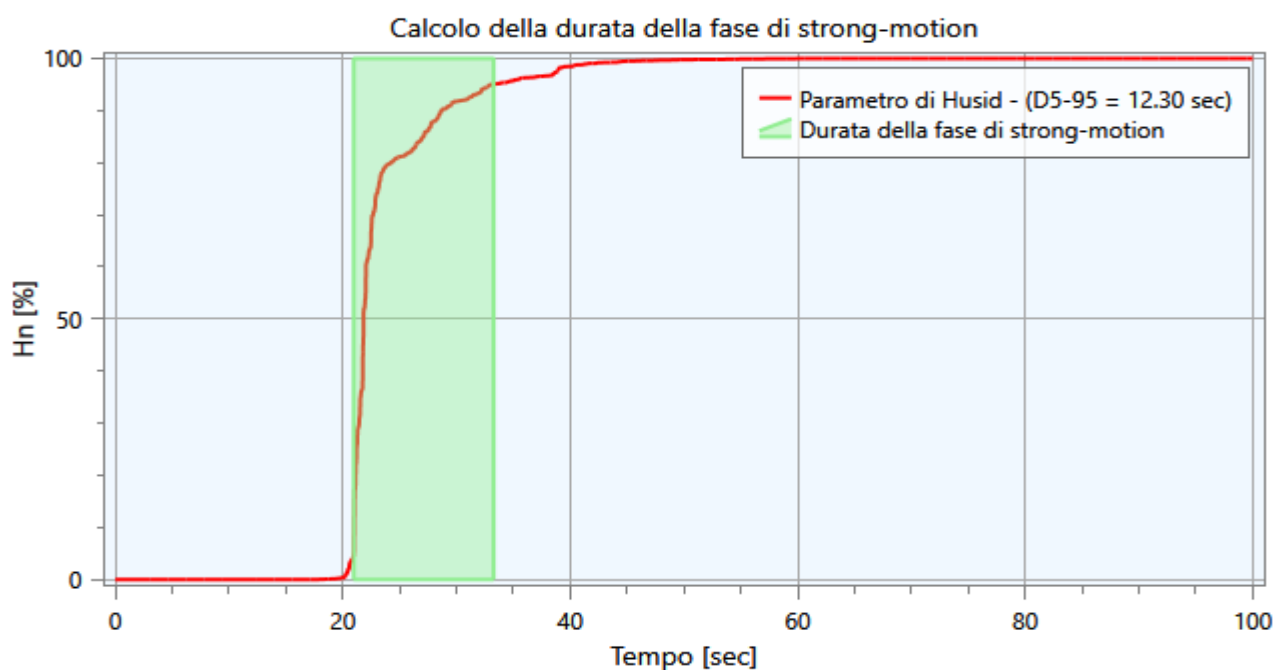
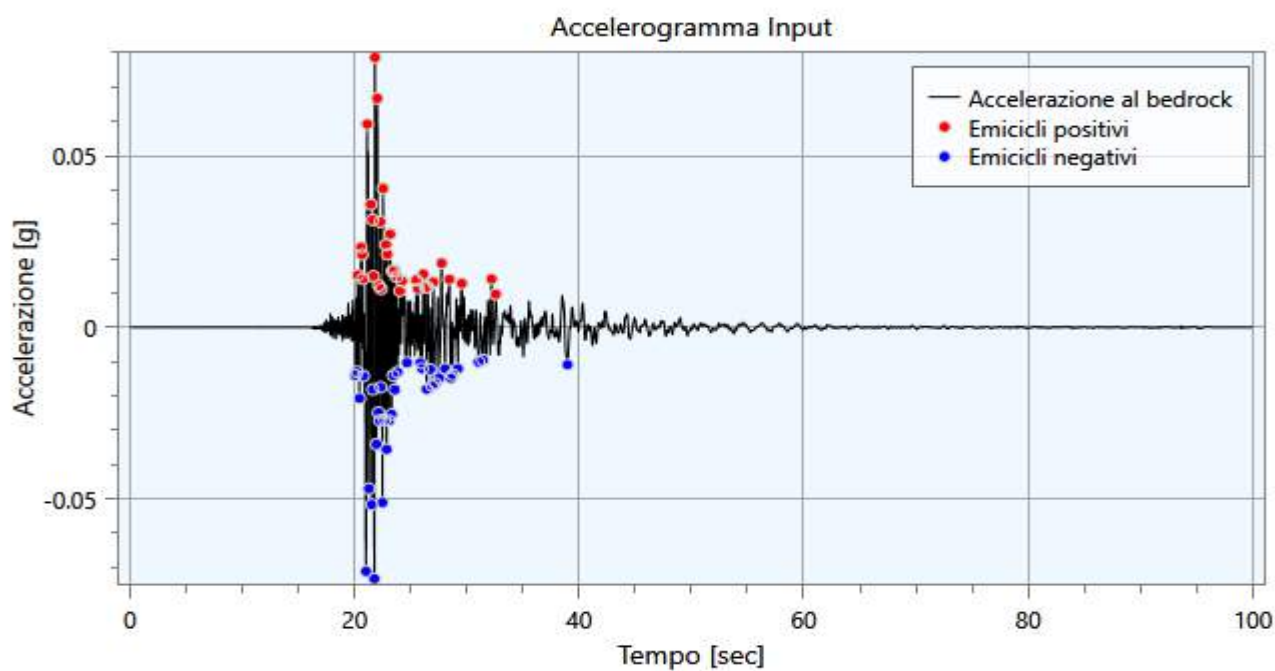
Nome: Acc (4)



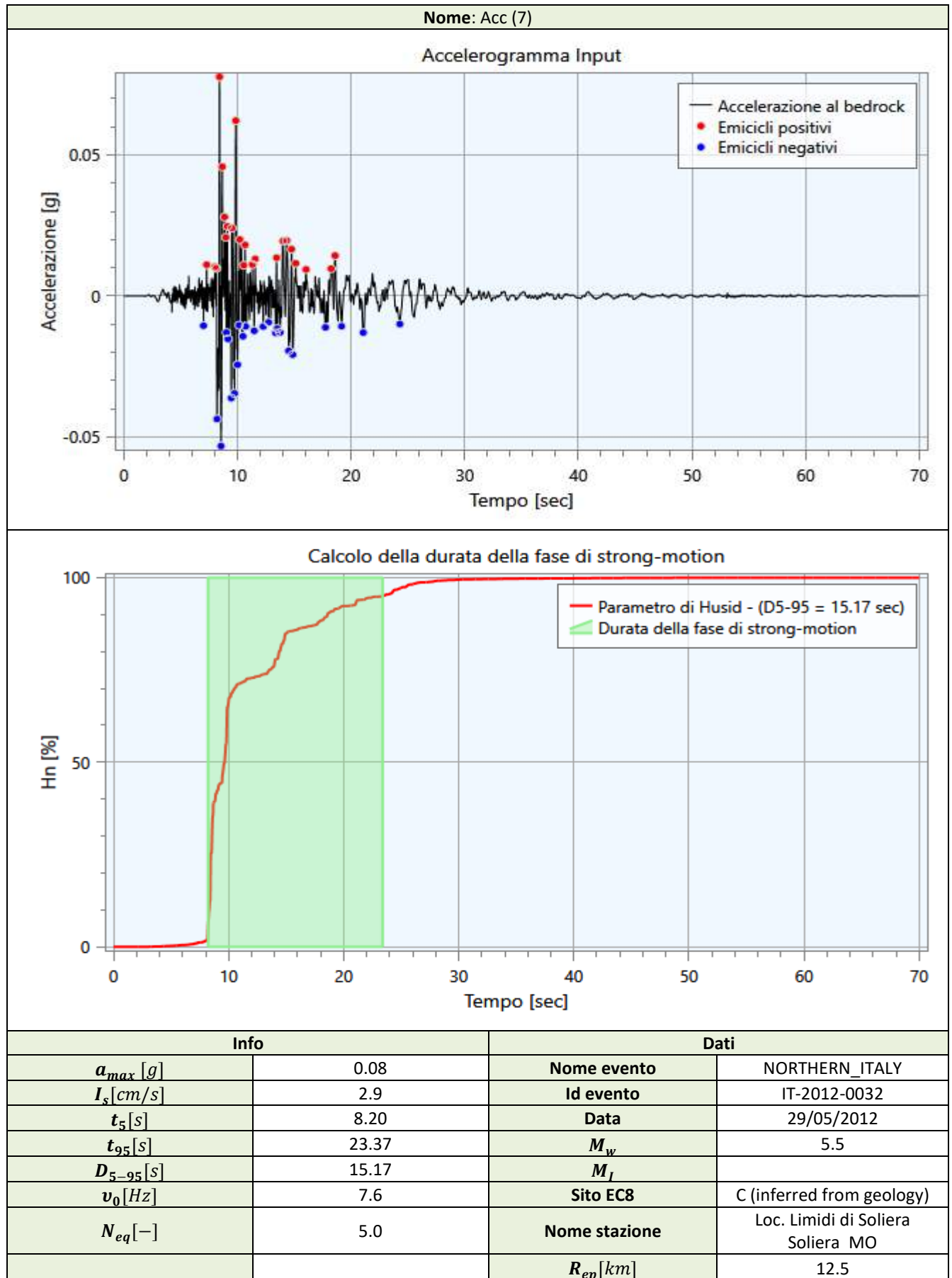
Info		Dati	
a_{max} [g]	0.07	Nome evento	CENTRAL_ITALY
I_s [cm/s]	2.5	Id evento	EMSC-20160824_0000172
t_5 [s]	8.15	Data	24/08/2016
t_{95} [s]	16.28	M_w	4.5
D_{5-95} [s]	8.12	M_I	
v_0 [Hz]	11.8	Sito EC8	B
N_{eq} [—]	8.6	Nome stazione	NORCIA
		R_{ep} [km]	6.0



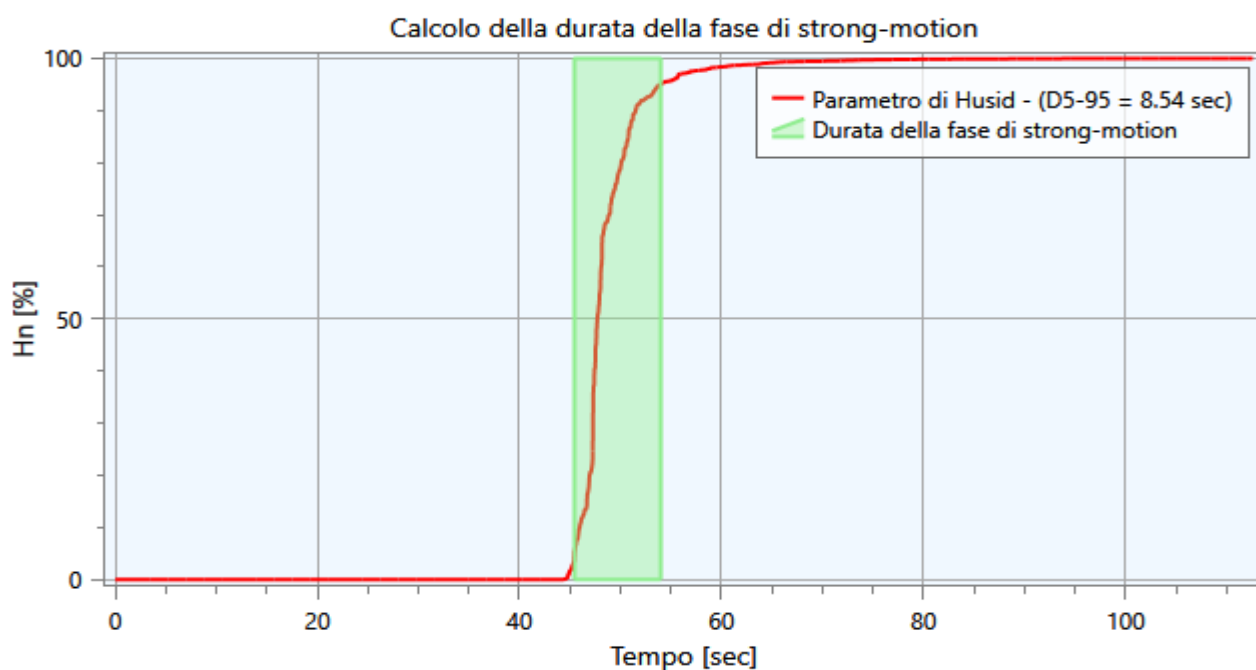
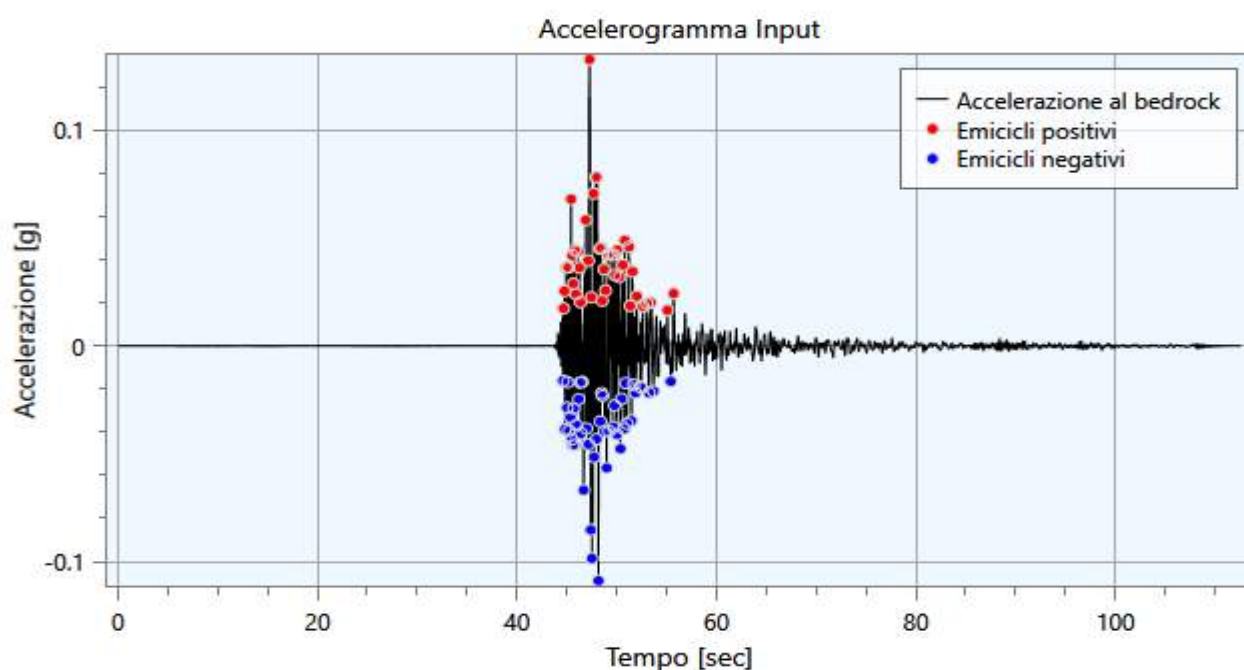
Nome: Acc (6)



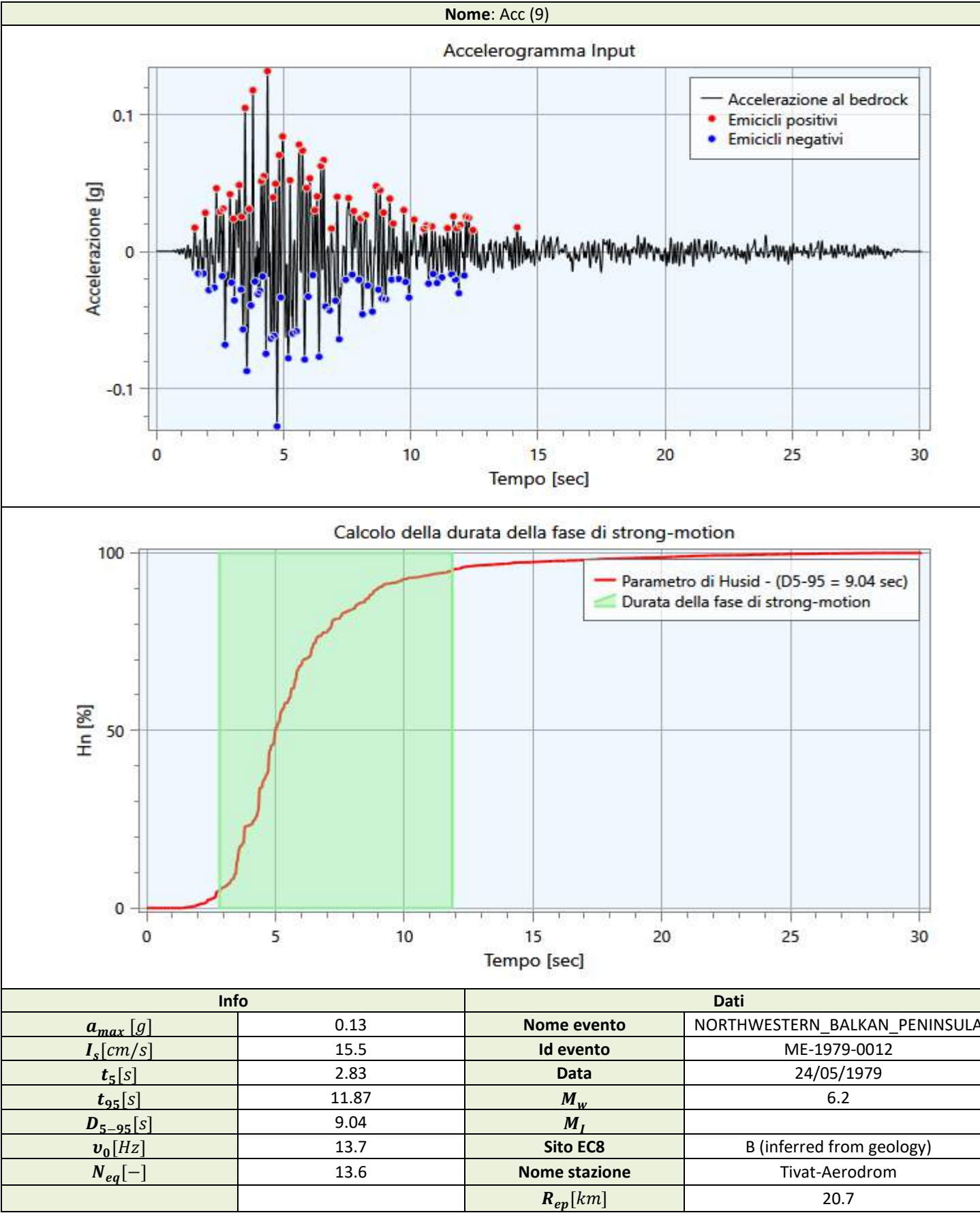
Info		Dati	
a_{max} [g]	0.08	Nome evento	NORTHERN_ITALY
I_s [cm/s]	4.1	Id evento	IT-2012-0012
t_5 [s]	20.98	Data	03/06/2012
t_{95} [s]	33.27	M_w	4.9
D_{5-95} [s]	12.30	M_I	
v_0 [Hz]	8.8	Sito EC8	C (inferred from geology)
N_{eq} [—]	9.8	Nome stazione	Loc. Limidi di Soliera Soliera MO
		R_{ep} [km]	14.2



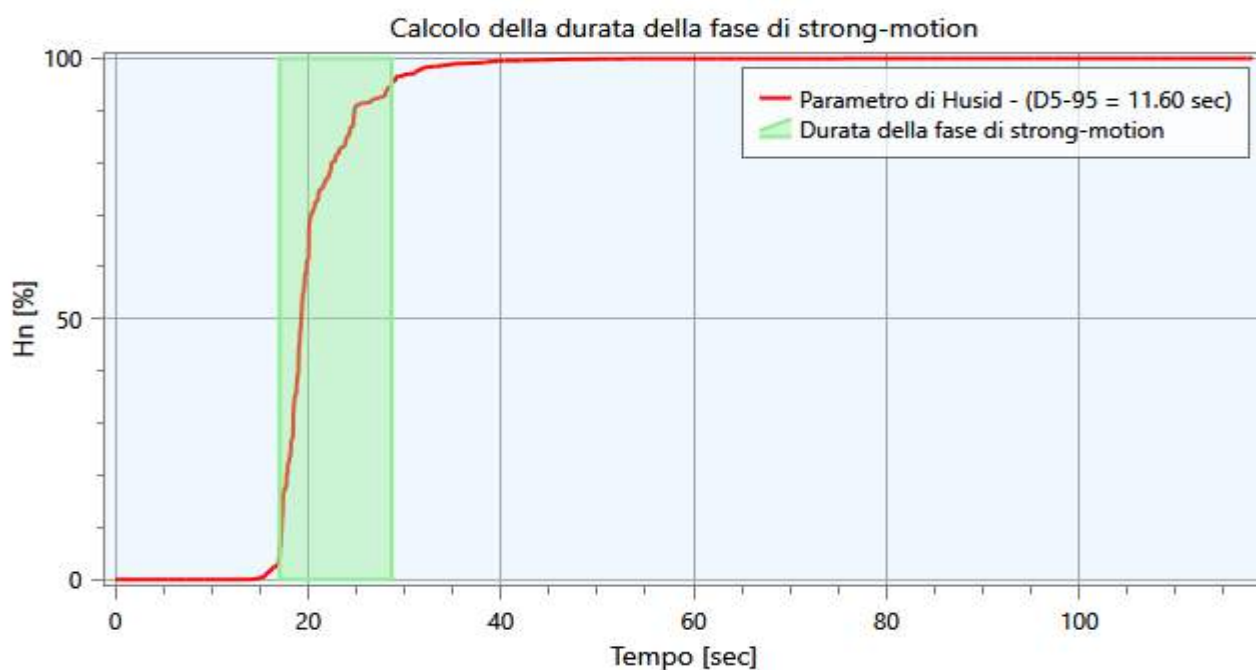
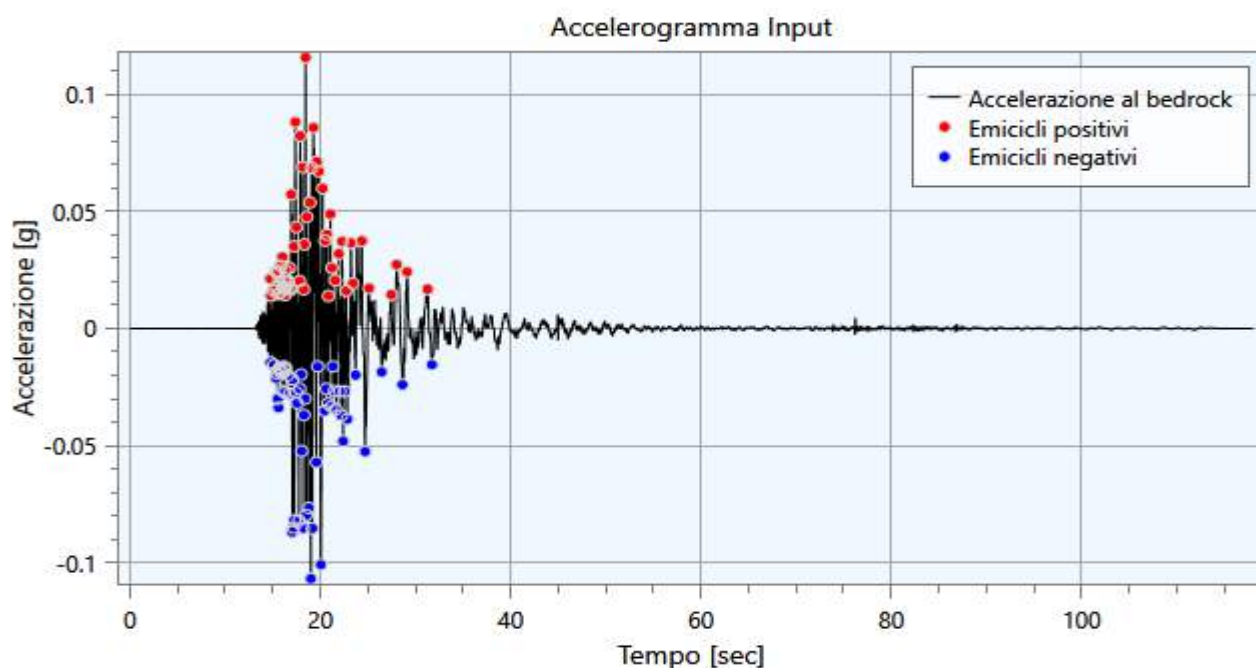
Nome: Acc (8)



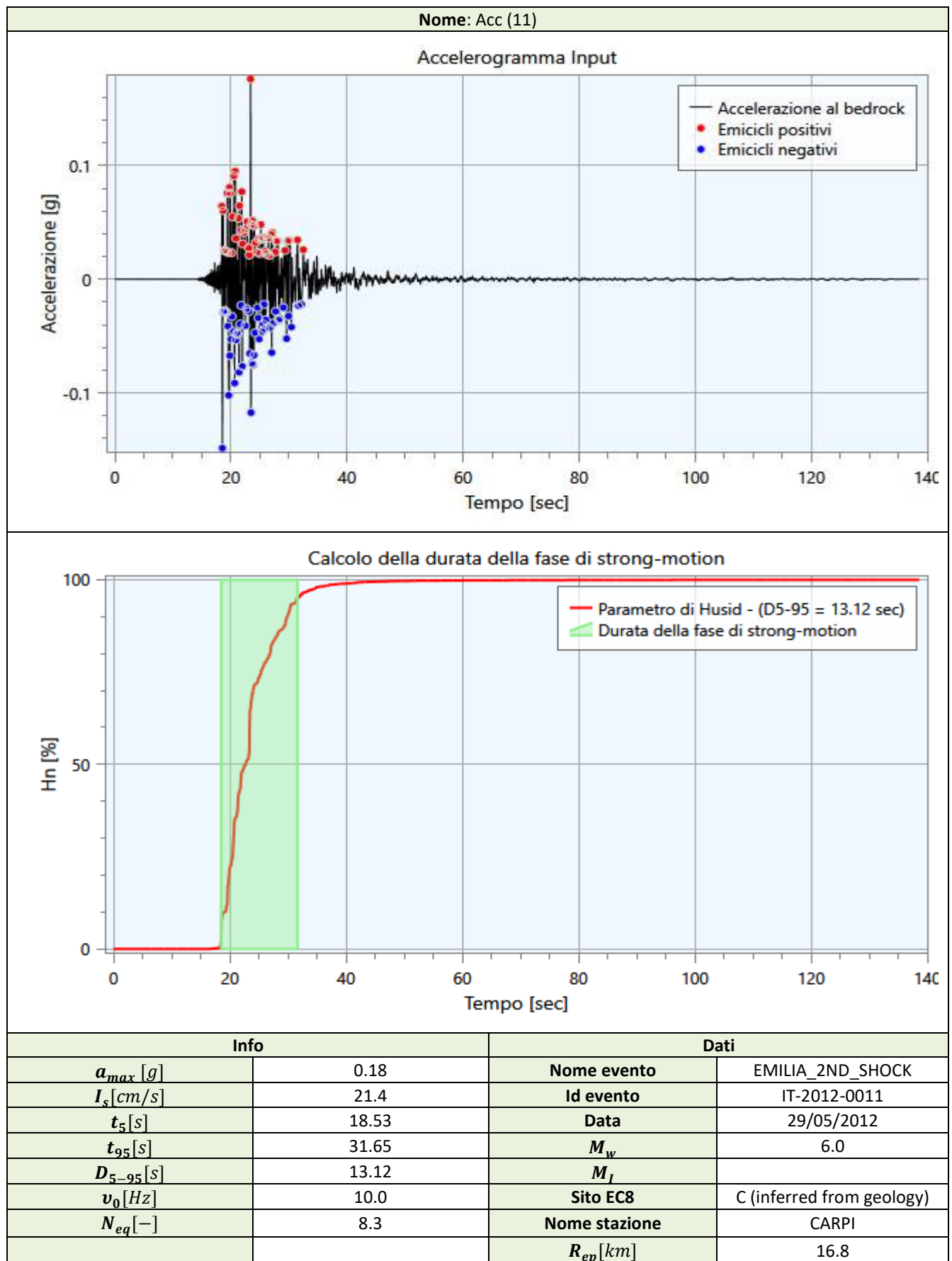
Info		Dati	
a_{max} [g]	0.13	Nome evento	CENTRAL_ITALY
I_s [cm/s]	12.3	Id evento	IT-2009-0102
t_5 [s]	45.45	Data	07/04/2009
t_{95} [s]	53.99	M_w	5.5
D_{5-95} [s]	8.54	M_I	
v_0 [Hz]	10.5	Sito EC8	B
N_{eq} [—]	8.8	Nome stazione	Onna
		R_{ep} [km]	2.8



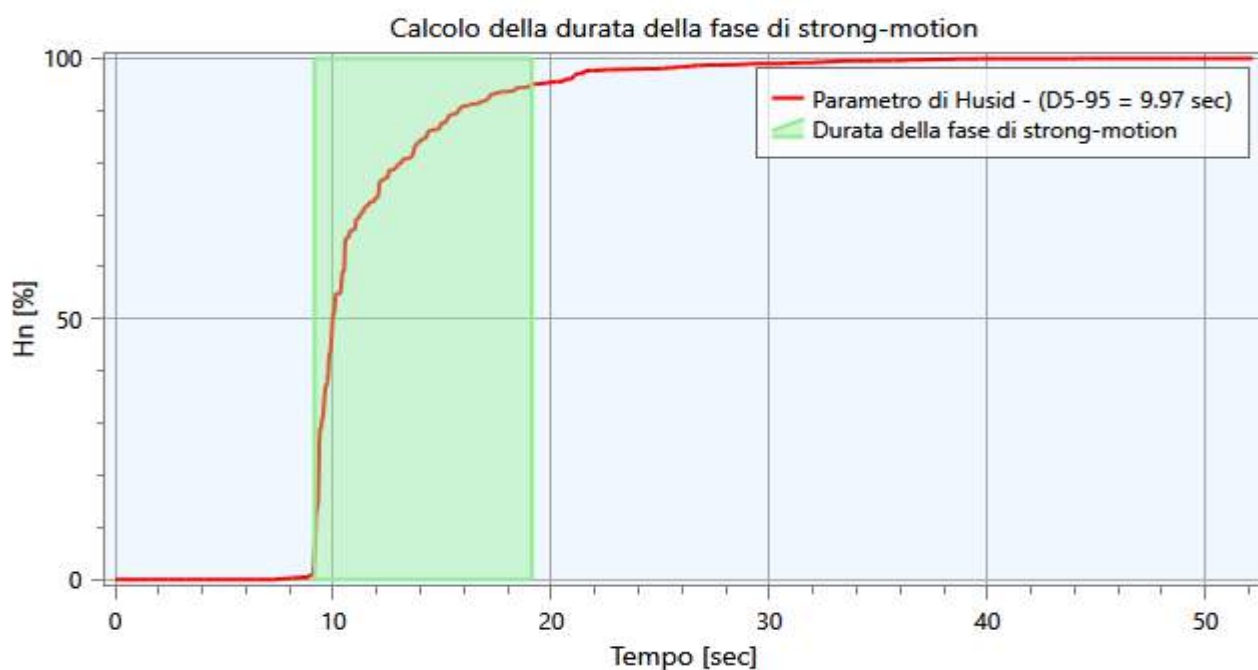
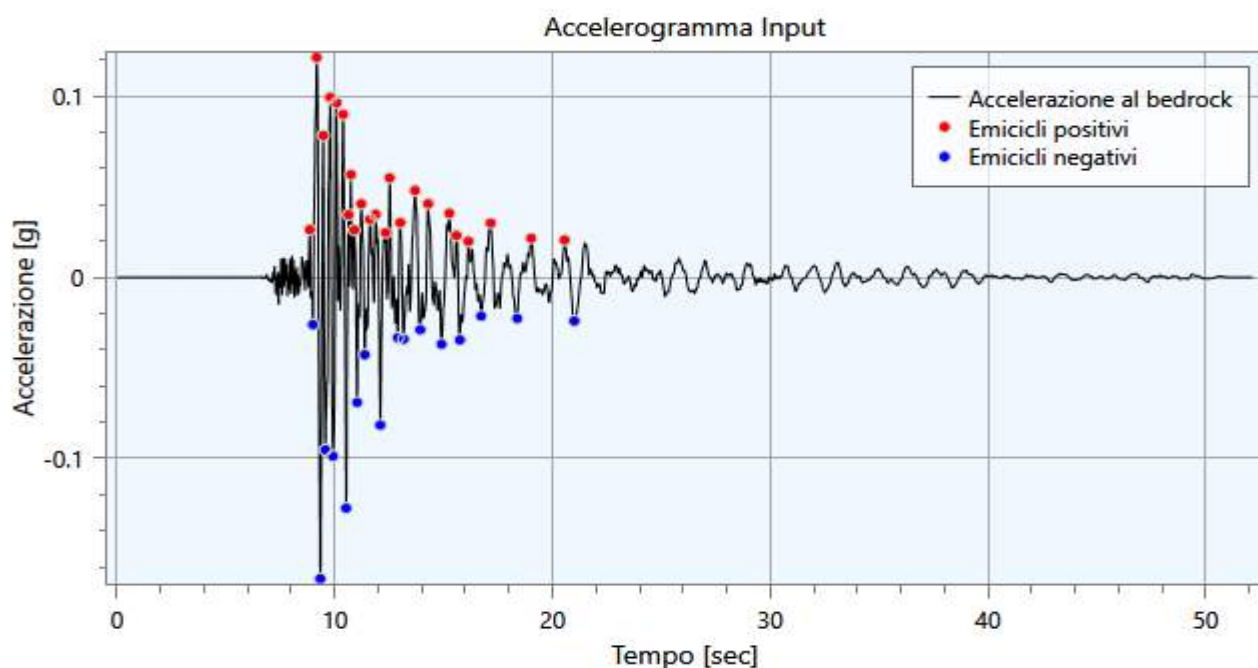
Nome: Acc (10)



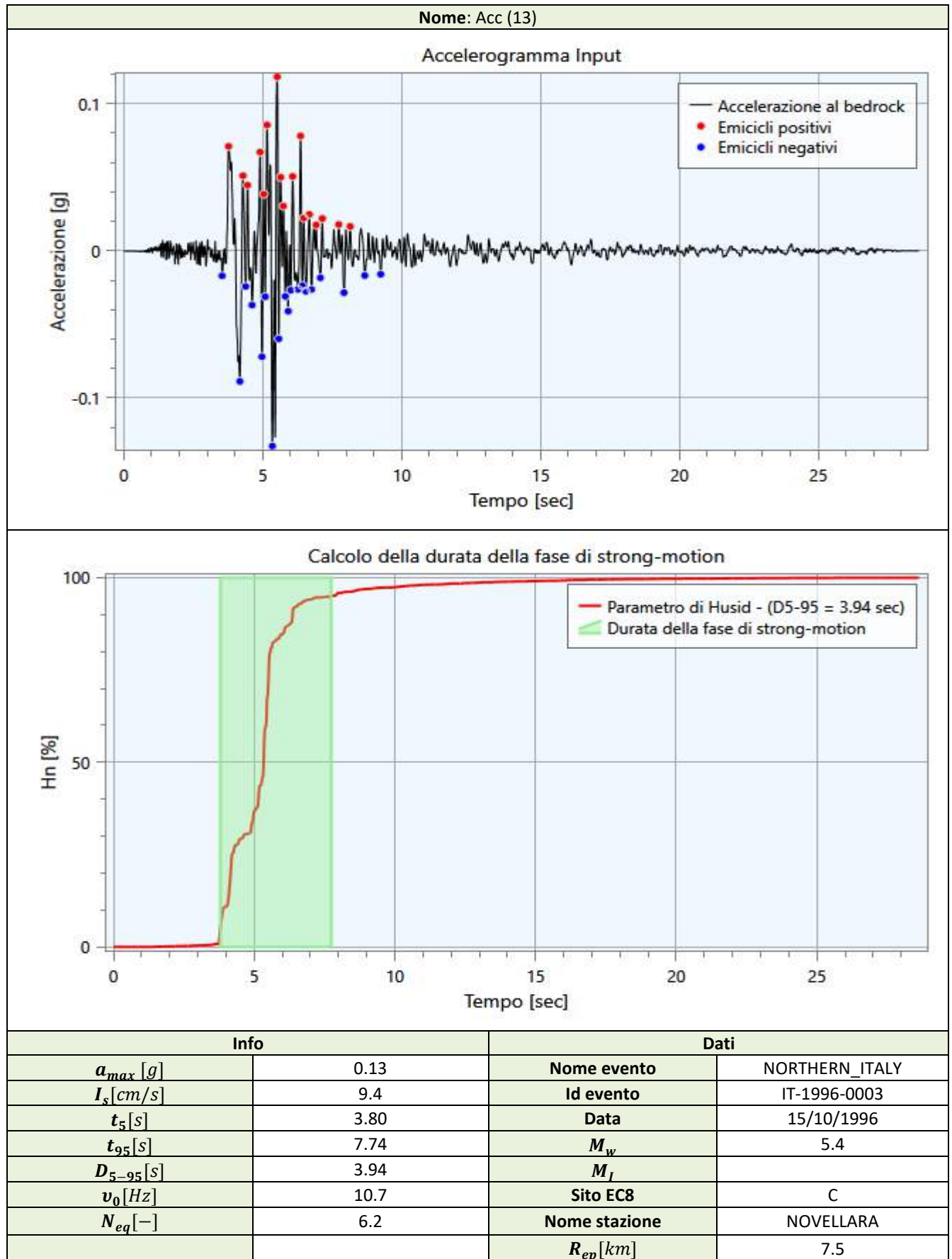
Info		Dati	
a_{max} [g]	0.12	Nome evento	NORTHERN_ITALY
I_s [cm/s]	16.4	Id evento	IT-2012-0010
t_5 [s]	17.05	Data	29/05/2012
t_{95} [s]	28.65	M_w	5.5
D_{5-95} [s]	11.60	M_I	
v_0 [Hz]	8.4	Sito EC8	C (inferred from geology)
N_{eq} [—]	17.1	Nome stazione	CARPI
		R_{ep} [km]	12.6



Nome: Acc (12)

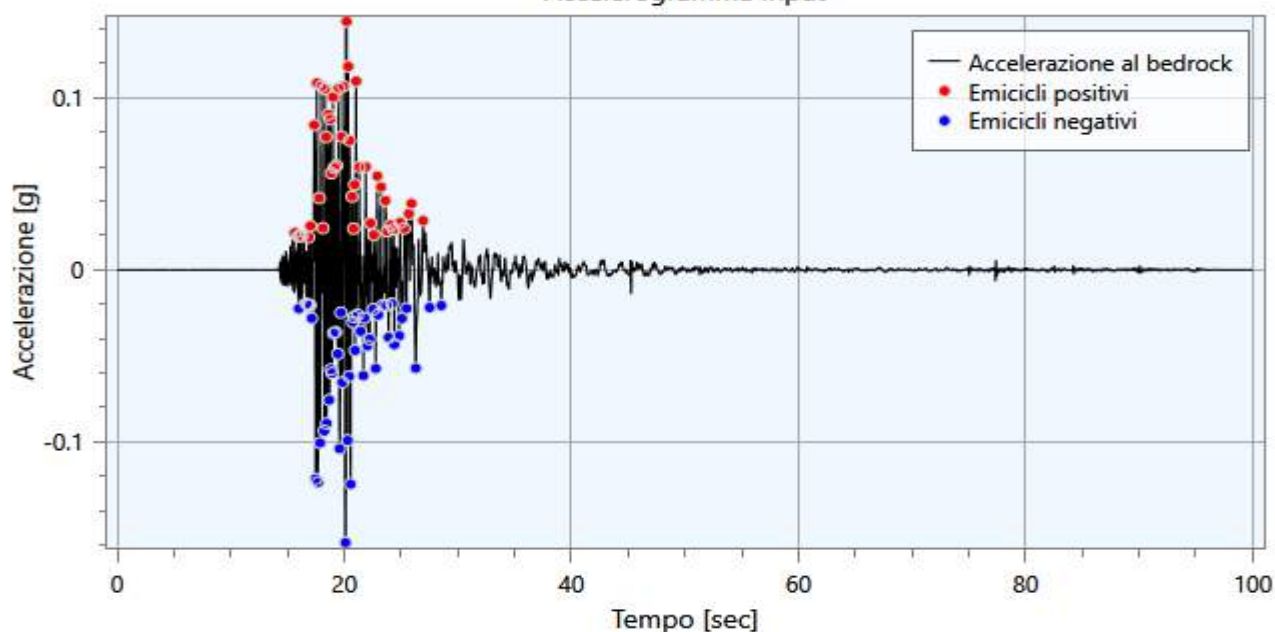


Info		Dati	
a_{max} [g]	0.17	Nome evento	CENTRAL_ITALY
I_s [cm/s]	19.2	Id evento	EMSC-20161026_0000077
t_5 [s]	9.14	Data	26/10/2016
t_{95} [s]	19.11	M_w	5.5
D_{5-95} [s]	9.97	M_I	
v_0 [Hz]	5.0	Sito EC8	B
N_{eq} [—]	6.1	Nome stazione	NORCIA LA CASTELLINA
		R_{ep} [km]	9.5



Nome: Acc (14)

Accelerogramma Input



Calcolo della durata della fase di strong-motion



Info		Dati	
a_{max} [g]	0.16	Nome evento	NORTHERN_ITALY
I_s [cm/s]	27.6	Id evento	IT-2012-0010
t_5 [s]	17.48	Data	29/05/2012
t_{95} [s]	26.32	M_w	5.5
D_{5-95} [s]	8.84	M_I	
v_0 [Hz]	10.4	Sito EC8	C (inferred from geology)
N_{eq} [—]	16.4	Nome stazione	Loc. Cortile Carpi MO
		R_{ep} [km]	8.0

4.4 - Modello di Calcolo FEM

Il modello di calcolo agli elementi finiti da utilizzare per lo studio della problematica in esame viene di seguito descritto.

Per ogni analisi, nel caso più generale, è necessario specificare due componenti di sollecitazione. In particolare vi sono, per ogni condizione, un accelerogramma di in direzione X (Orizzontale), ed uno in direzione Z (Verticale).

Ad ogni analisi corrispondono una serie di condizioni di carico. Per ognuna di esse vengono specificate due componenti di accelerazione di input in outcrop. In tabella vengono riportate le condizioni di carico relative al caso in esame:

Analisi1 SLD

Condizione	Accelerogramma X
CDC (1)	Acc (1)
CDC (2)	Acc (2)
CDC (3)	Acc (3)
CDC (4)	Acc (4)
CDC (5)	Acc (5)
CDC (6)	Acc (6)
CDC (7)	Acc (7)

Tabella 7. Condizioni di carico.

Analisi2 SLV

Condizione	Accelerogramma X
CDC (1)	Acc (8)
CDC (2)	Acc (9)
CDC (3)	Acc (10)
CDC (4)	Acc (11)
CDC (5)	Acc (12)
CDC (6)	Acc (13)
CDC (7)	Acc (14)

Tabella 8. Condizioni di carico.

Il modello FEM viene ottenuto mediante una discretizzazione con elementi finiti piani a tre o a quattro nodi del dominio. Il passo ed i rapporti di infittimento della mesh in corrispondenza dei punti di controllo sono dati di input e possono variare a seconda del caso. Il passo della mesh deve soddisfare la seguente relazione:

$$p \leq \frac{V_{s,min}}{8 f_{max}}$$

dove:

- p = passo della mesh;
- $V_{s,min}$ = velocità delle onde di taglio minima presente nel modello;
- f_{max} = frequenza massima che si vuole analizzare;

Di seguito si riportano i nodi del modello con le rispettive coordinate nel riferimento X-Z:

Nodo	X [m]	Z [m]
1	-5.00	0.00
2	5.00	0.00

3	-5.00	-5.00
4	5.00	-5.00
5	-5.00	-13.00
6	5.00	-13.00
7	-5.00	-52.00
8	5.00	-52.00
9	0.00	-5.00
10	0.00	0.00
11	-5.00	-9.00
12	0.00	-13.00
13	5.00	-9.00
14	-5.00	-17.88
15	-5.00	-22.75
16	-5.00	-27.62
17	-5.00	-32.50
18	-5.00	-37.38
19	-5.00	-42.25
20	-5.00	-47.12
21	0.00	-52.00
22	5.00	-47.12
23	5.00	-42.25
24	5.00	-37.38
25	5.00	-32.50
26	5.00	-27.62
27	5.00	-22.75
28	5.00	-17.88
29	0.00	-9.00
30	0.00	-17.88
31	0.00	-22.75
32	0.00	-27.62
33	0.00	-32.50
34	0.00	-37.38
35	0.00	-42.25
36	0.00	-47.12

Tabella 9. Nodi del modello FEM.

Di seguito gli elementi:

Elemento	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4
1	1	3	9	10
2	10	9	4	2
3	3	11	29	9
4	11	5	12	29
5	9	29	13	4
6	29	12	6	13
7	5	14	30	12
8	14	15	31	30
9	15	16	32	31
10	16	17	33	32
11	17	18	34	33
12	18	19	35	34
13	19	20	36	35
14	20	7	21	36
15	12	30	28	6
16	30	31	27	28

17	31	32	26	27
18	32	33	25	26
19	33	34	24	25
20	34	35	23	24
21	35	36	22	23
22	36	21	8	22

Tabella 9bis. Elementi del modello FEM.

Le condizioni al contorno del problema in esame (posizione del bedrock) vengono prese in considerazione sul modello FEM mediante l'applicazione di smorzatori viscosi sui nodi facenti parte della porzione di terreno a contatto con il bedrock. Tali smorzatori esprimono due componenti (una orizzontale ed una verticale) di forza proporzionali alla velocità.

Le costanti di smorzamento C_x e C_z sono rispettivamente:

$$C_x = \rho_b * V_{sb} * V_{sb} \text{ e } C_z = \rho_b * V_{pb} * V_{pb}$$

dove:

- ρ_b = densità di massa del substrato;
- V_{sb} = velocità delle onde di taglio del substrato;
- V_{pb} = velocità delle onde p del substrato;

Sul modello possono essere applicati dei vincoli fissi nel caso in cui il substrato lo si volesse modellare come infinitamente rigido o per simulare un comportamento monodimensionale. In tal caso vengono applicati su tutti i nodi del modello dei vincoli in direzione verticale, in modo da consentire solo deformazioni di taglio.

Di seguito vengono indicati i vincoli applicati al modello (B: "bloccato"; L : "libero") :

Nodo	Direzione X	Direzione Z
1	L	B
2	L	B
3	L	B
4	L	B
5	L	B
6	L	B
7	L	B
8	L	B
9	L	B
10	L	B
11	L	B
12	L	B
13	L	B
14	L	B
15	L	B
16	L	B
17	L	B
18	L	B
19	L	B
20	L	B
21	L	B
22	L	B
23	L	B
24	L	B
25	L	B

26	L	B
27	L	B
28	L	B
29	L	B
30	L	B
31	L	B
32	L	B
33	L	B
34	L	B
35	L	B
36	L	B

Tabella 10. Vincoli esterni del Modello FEM.

I cinematismi di controllo, in corrispondenza dei quali vengono monitorate le storie temporali, sono di seguito riportati:

ID Nodo	Target in X	Target in Z
1	SI	NO
2	NO	NO
3	NO	NO
4	NO	NO
5	NO	NO
6	NO	NO
7	NO	NO
8	NO	NO
9	NO	NO
10	NO	NO
11	NO	NO
12	NO	NO
13	NO	NO
14	NO	NO
15	NO	NO
16	NO	NO
17	NO	NO
18	NO	NO
19	NO	NO
20	NO	NO
21	NO	NO
22	NO	NO
23	NO	NO
24	NO	NO
25	NO	NO
26	NO	NO
27	NO	NO
28	NO	NO
29	NO	NO
30	NO	NO
31	NO	NO
32	NO	NO
33	NO	NO
34	NO	NO
35	NO	NO
36	NO	NO

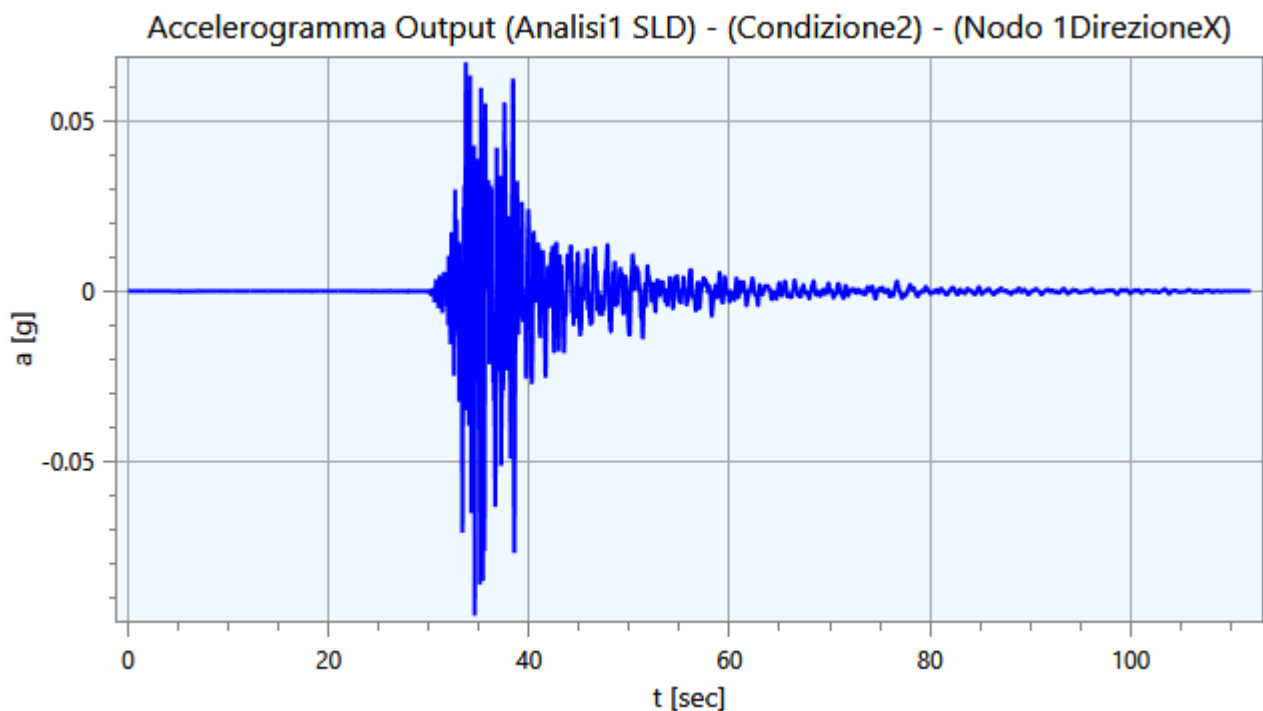
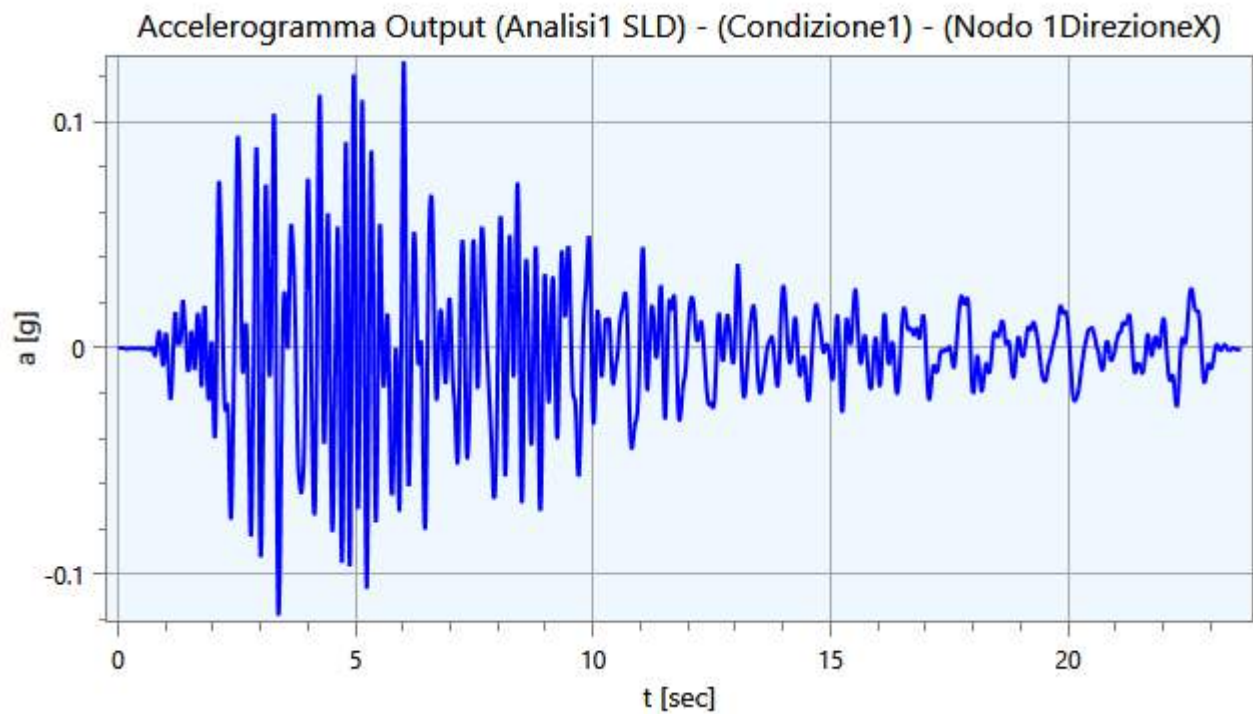
Tabella 11. Cinematismi di controllo.

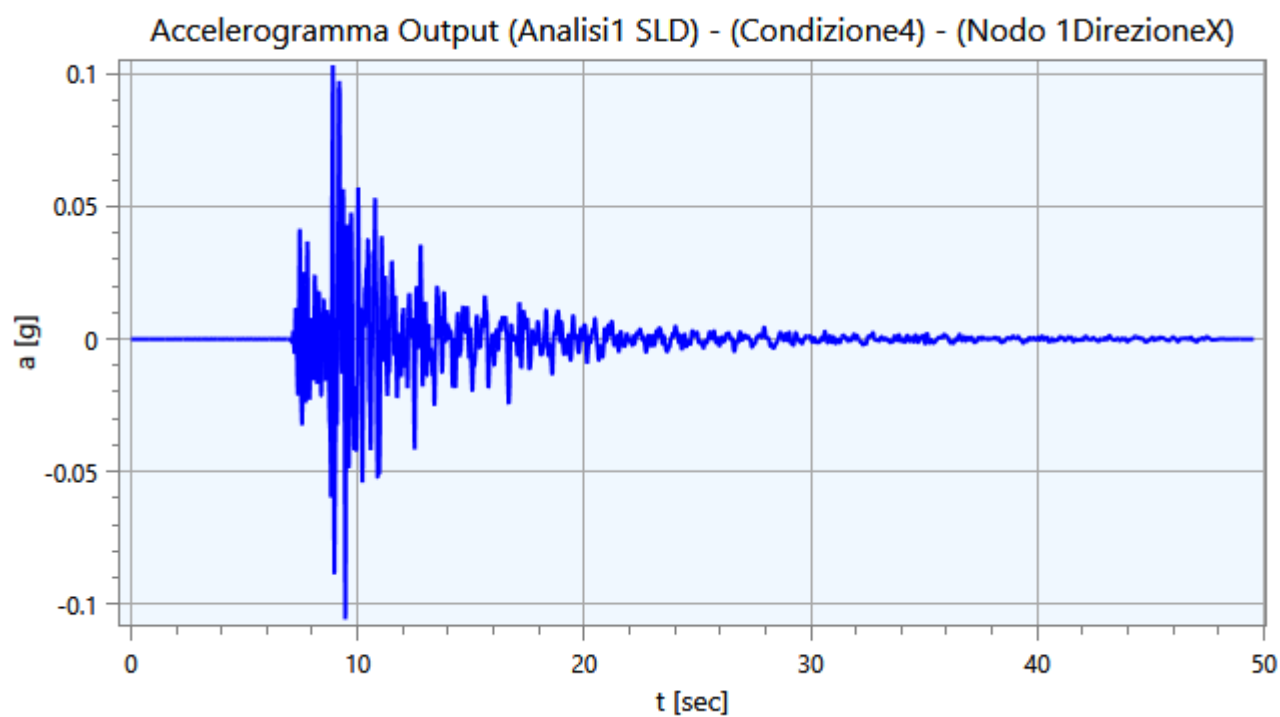
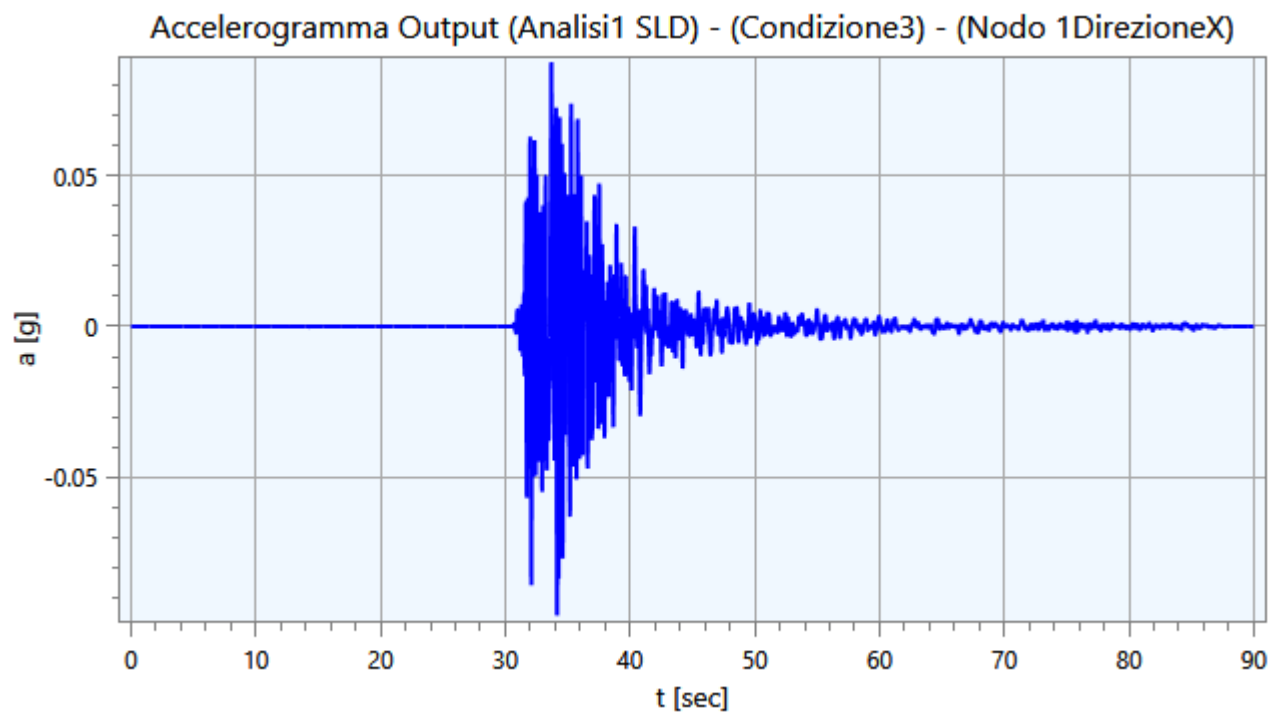
5 - Output

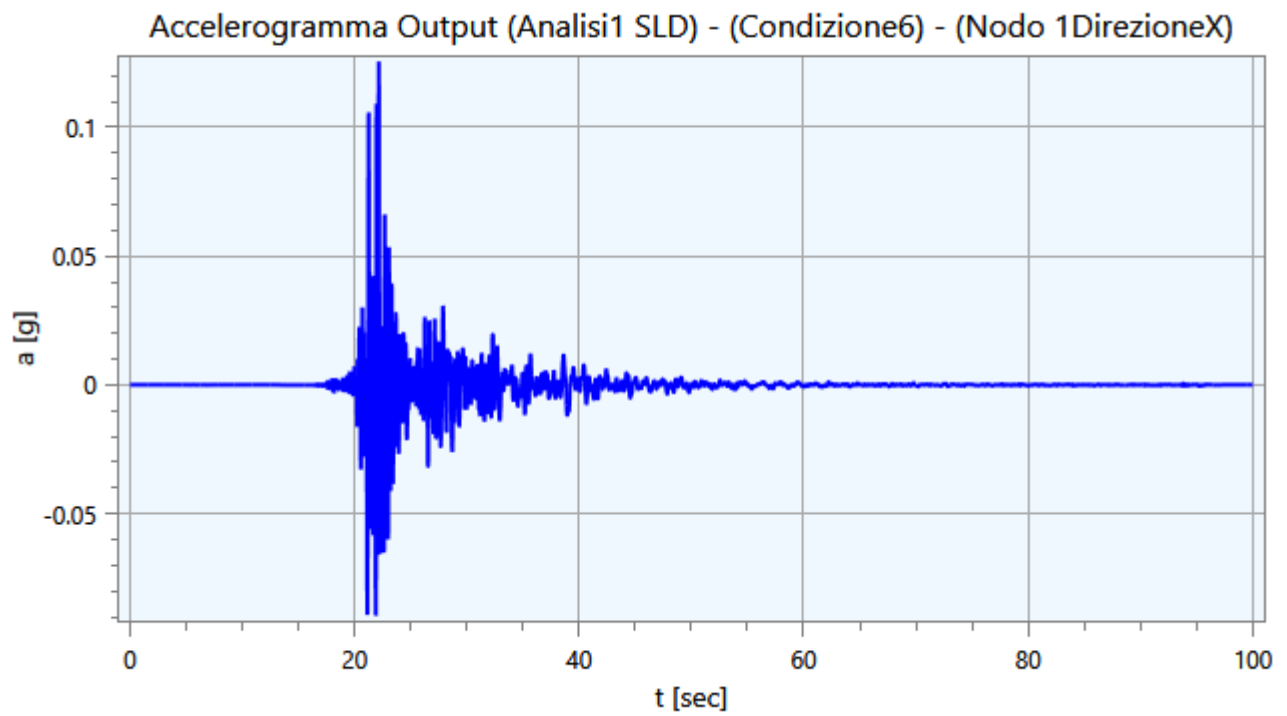
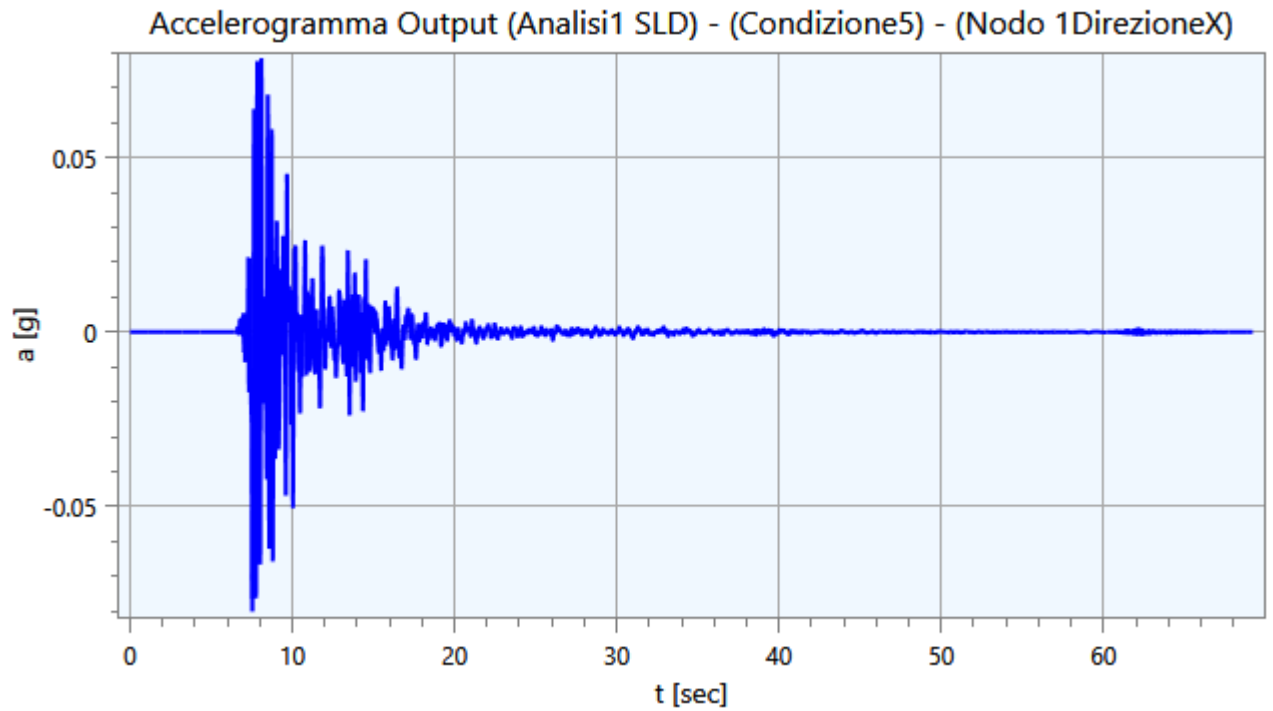
Nei paragrafi successivi vengono riportate le informazioni relative ai risultati del calcolo.

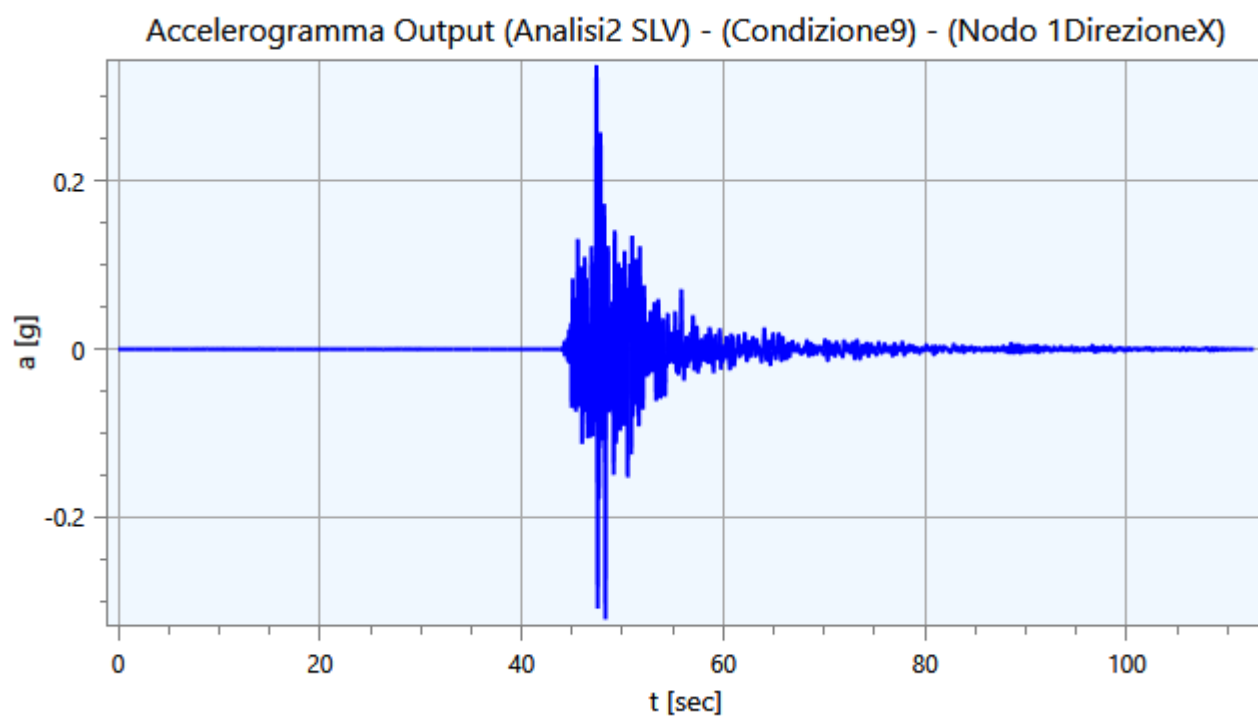
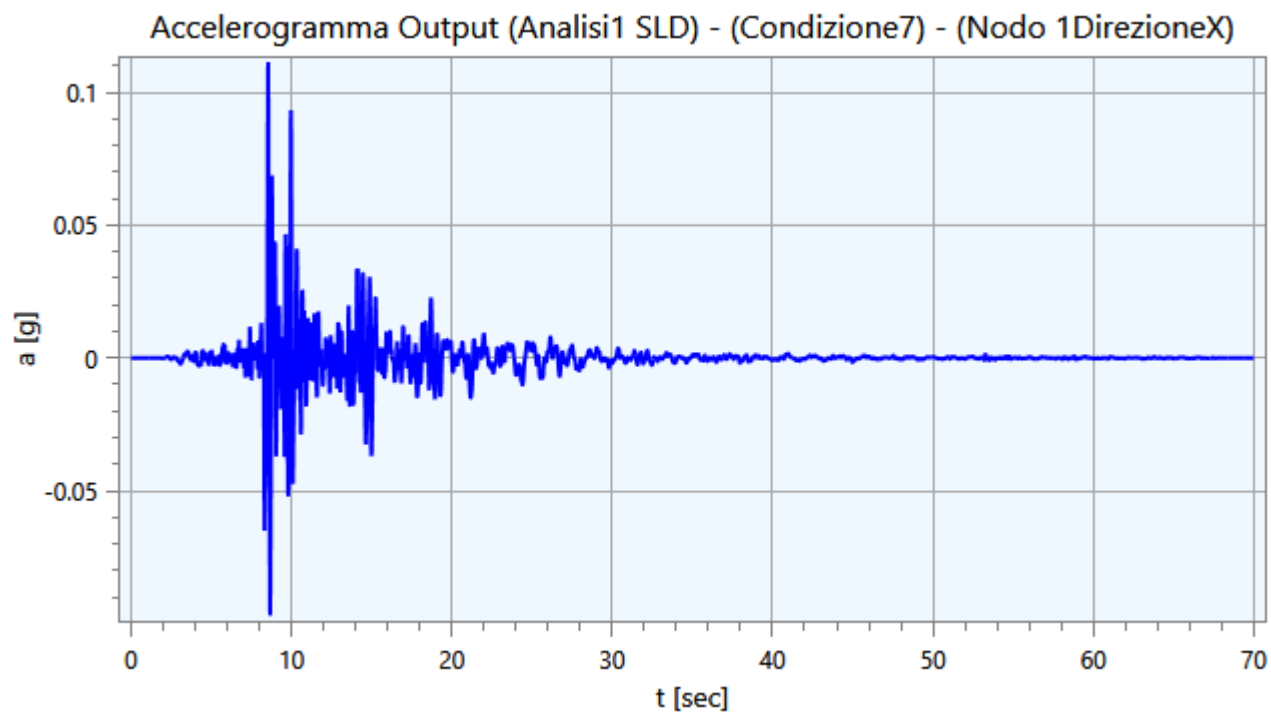
5.1 - Accelerogrammi Output

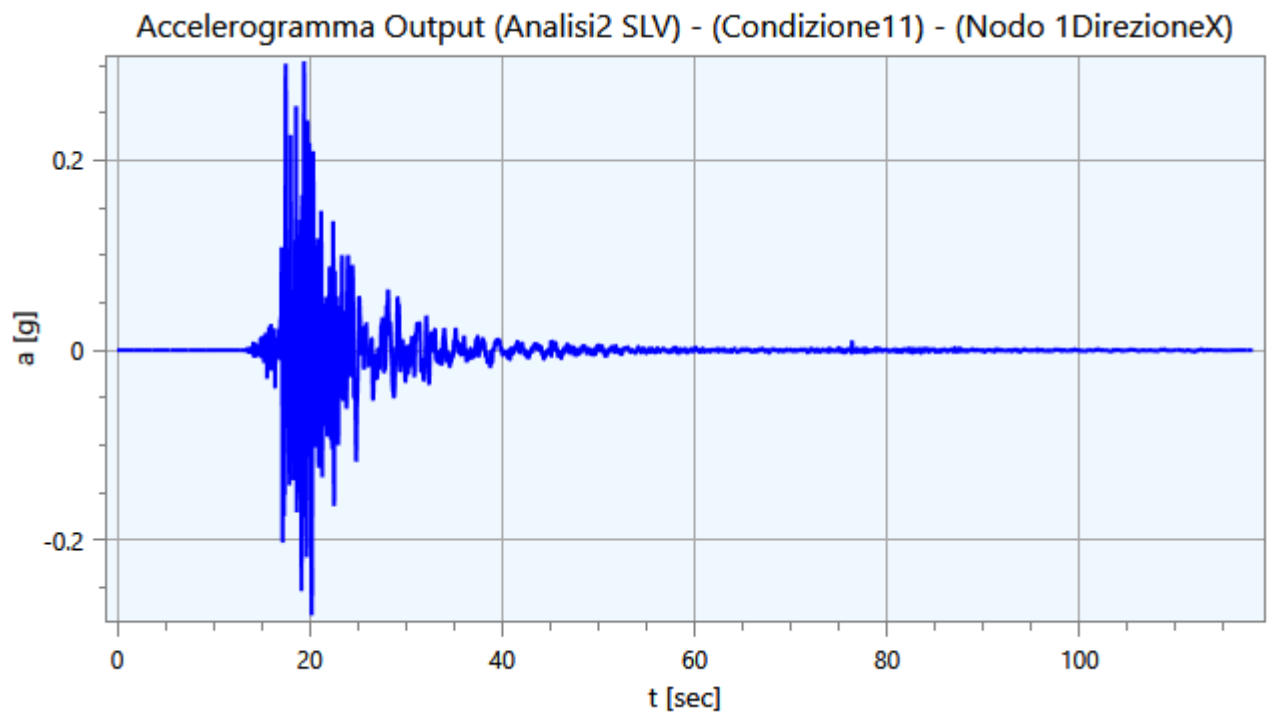
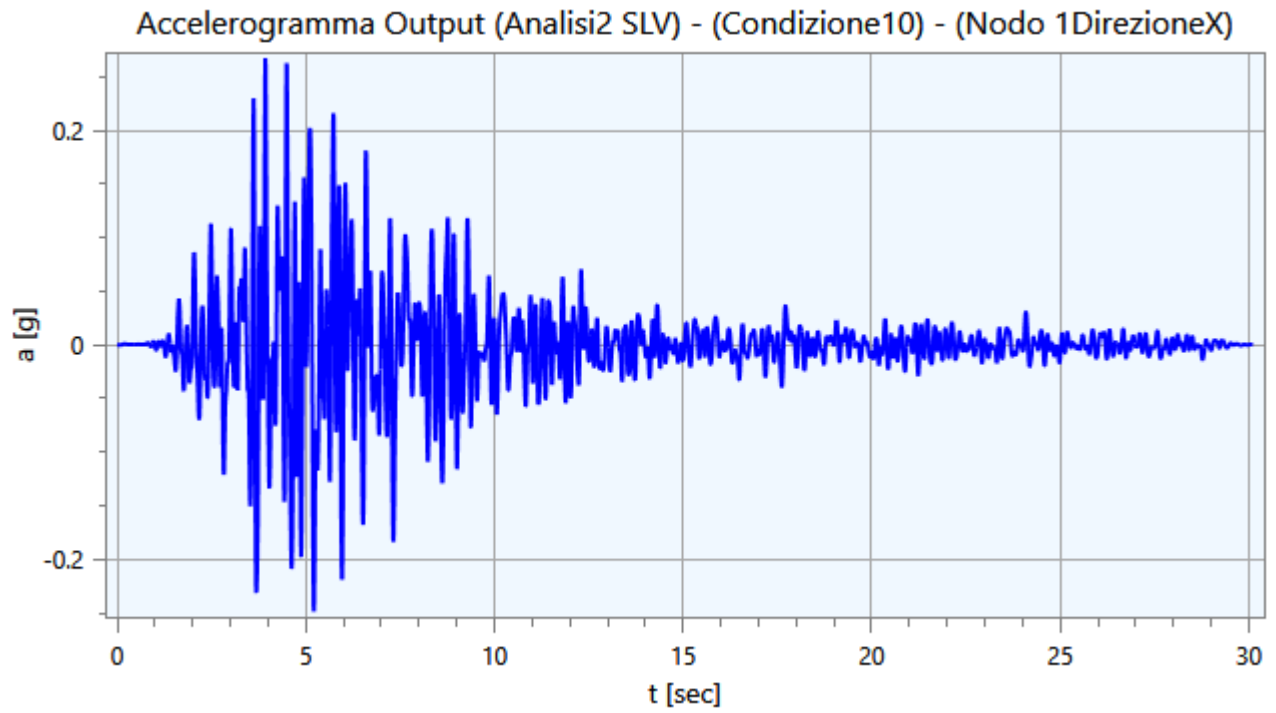
Di seguito vengono riportati gli accelerogrammi relativi alle varie analisi effettuate ed alle rispettive condizioni di carico per i cinematismi di controllo:



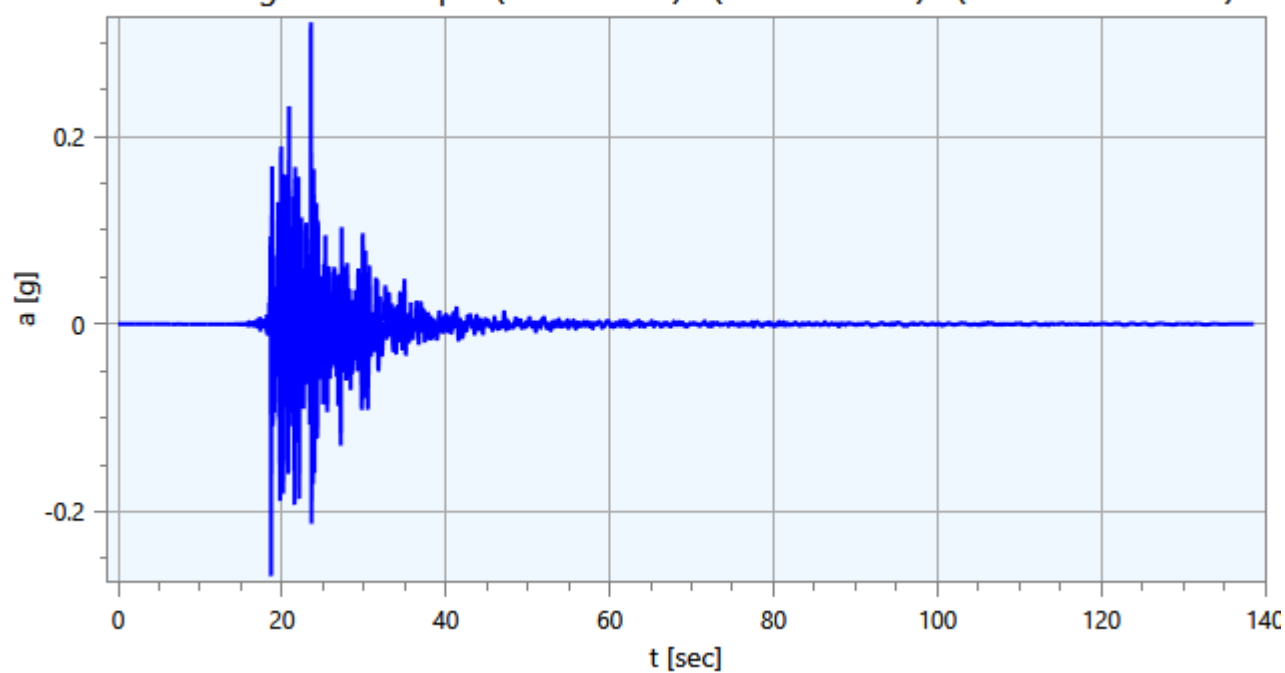




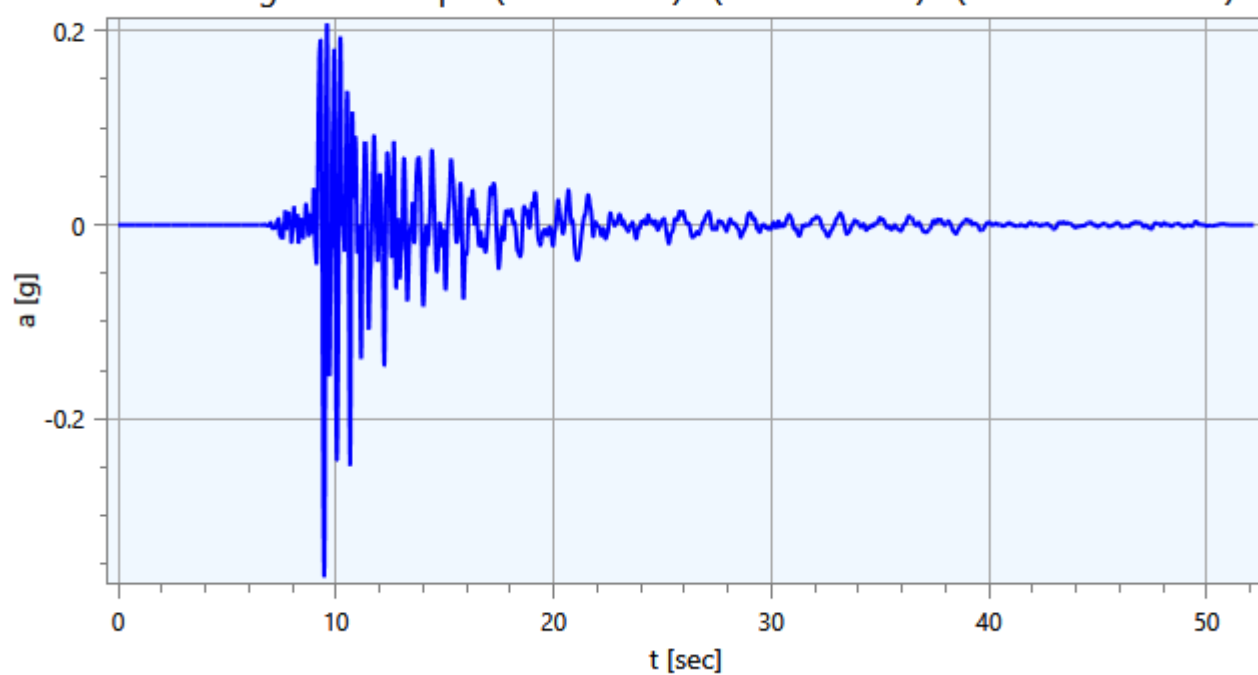


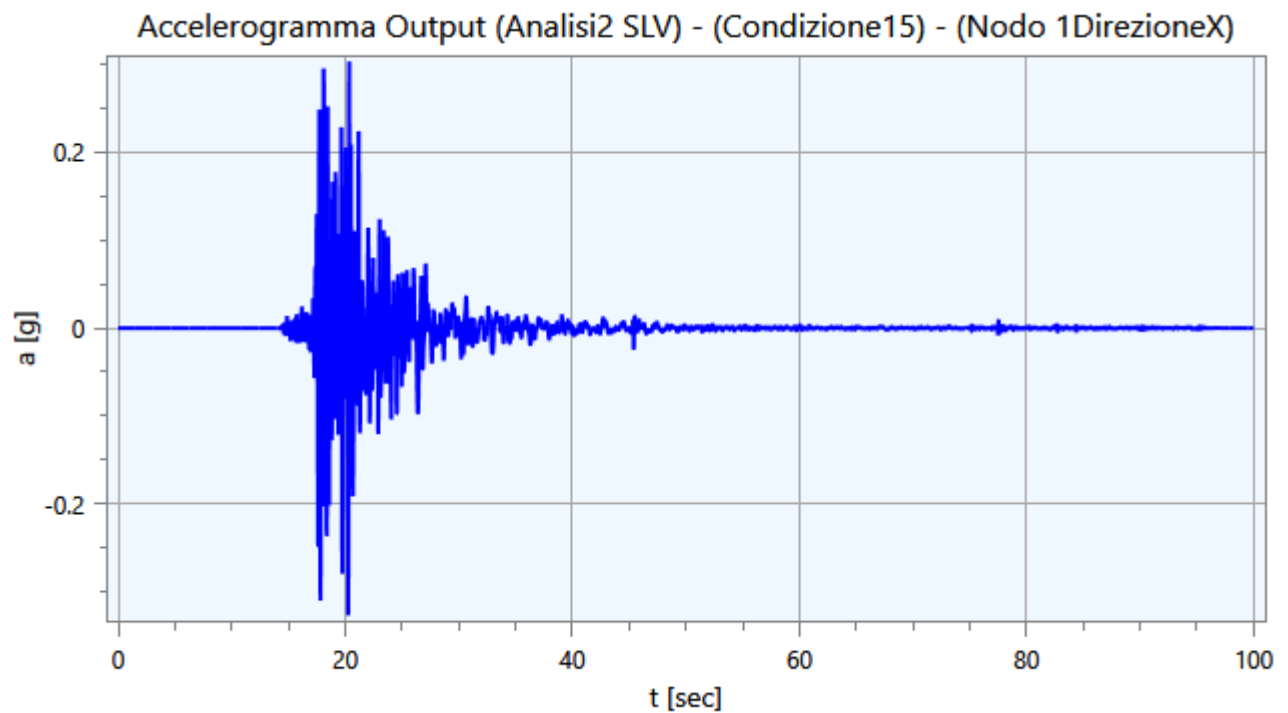
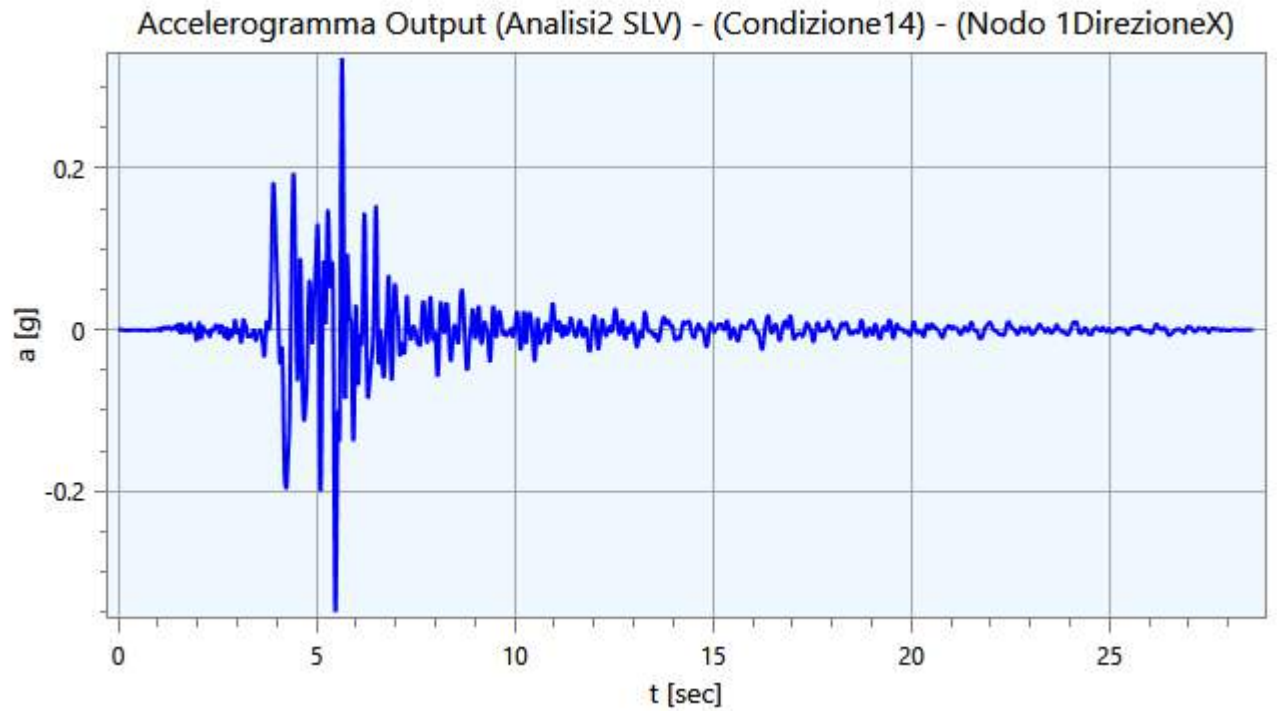


Accelerogramma Output (Analisi2 SLV) - (Condizione12) - (Nodo 1DirezioneX)



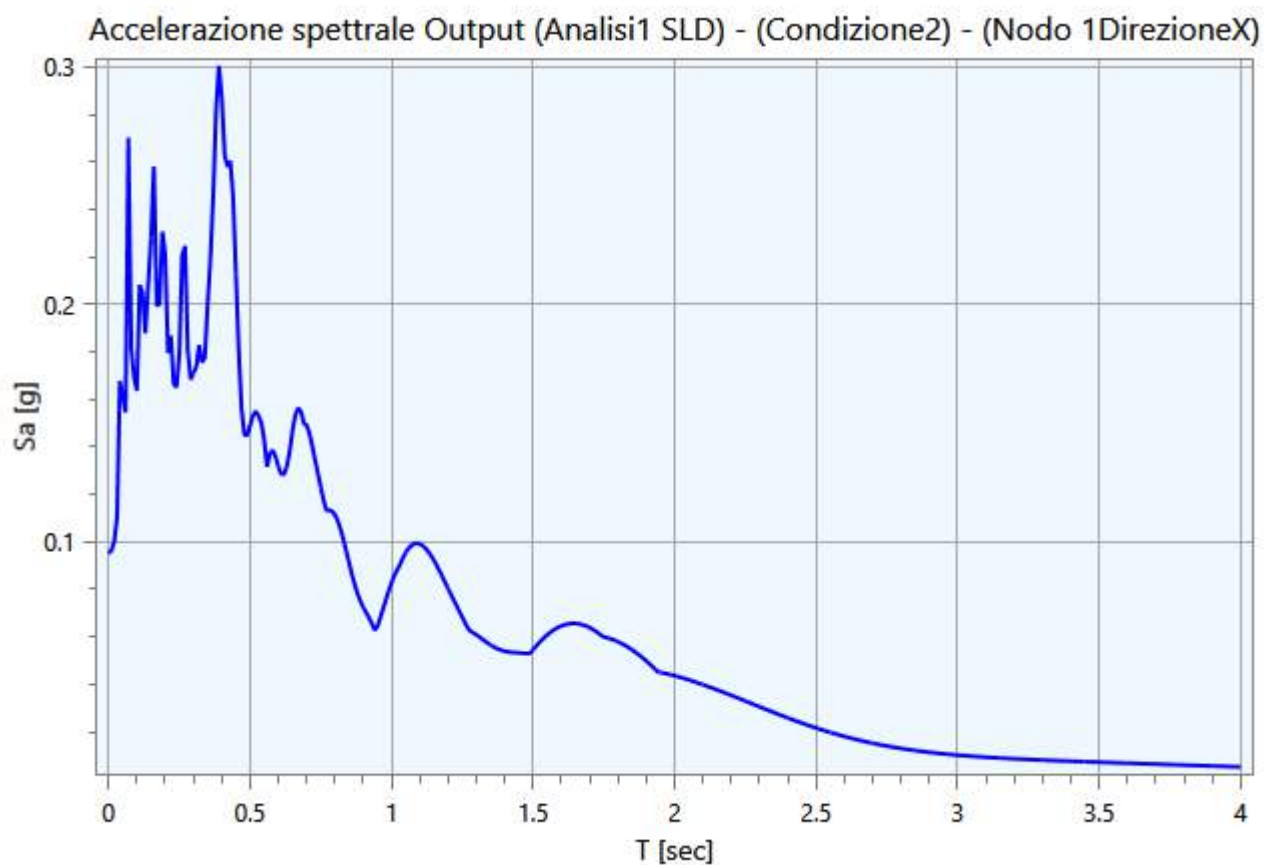
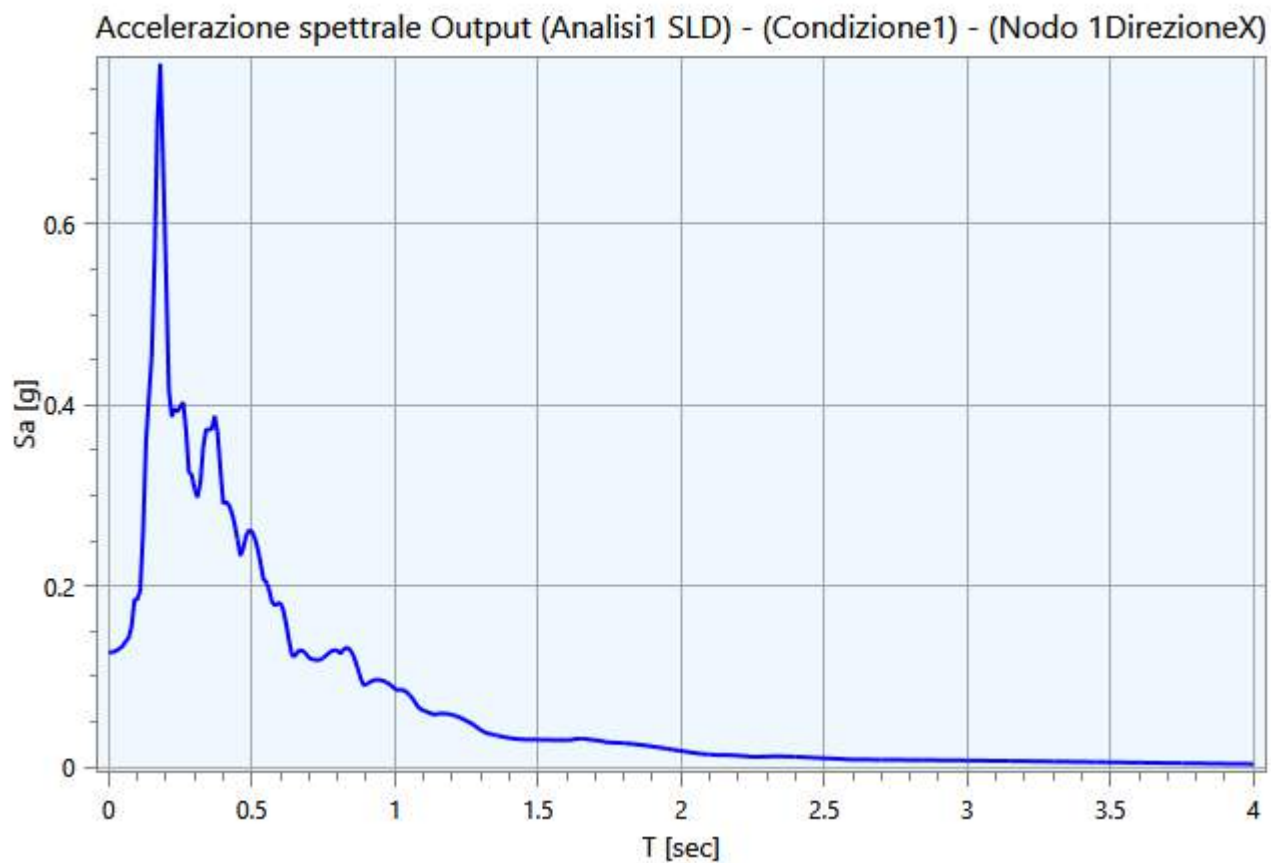
Accelerogramma Output (Analisi2 SLV) - (Condizione13) - (Nodo 1DirezioneX)

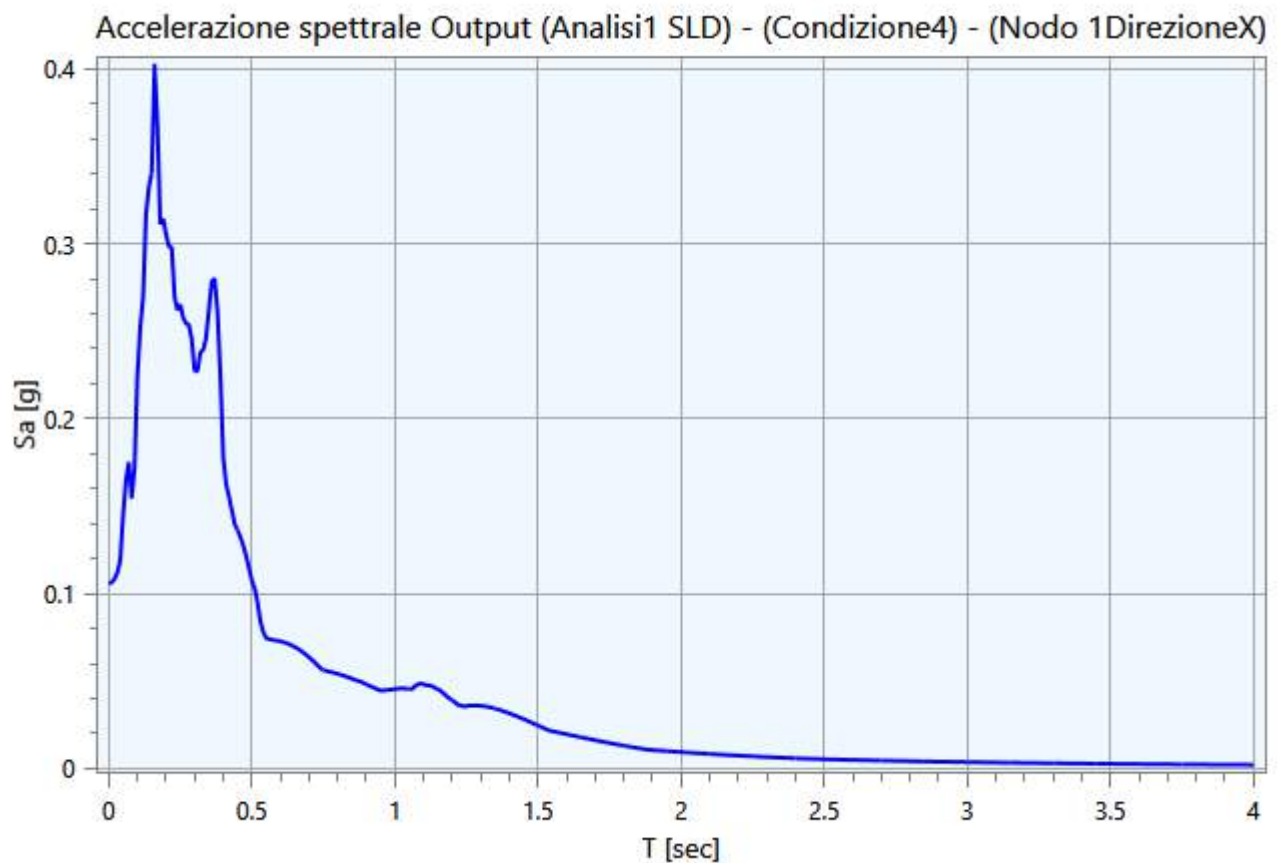
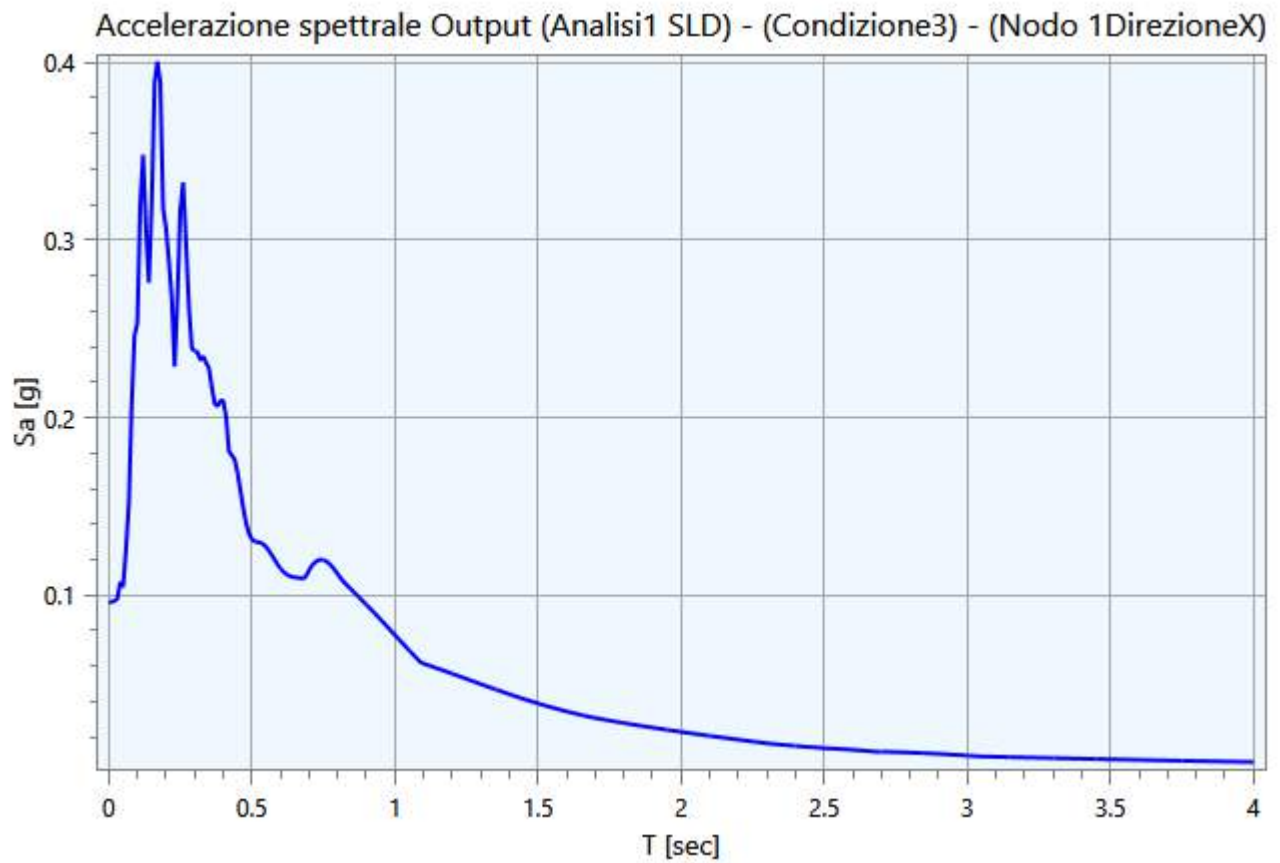




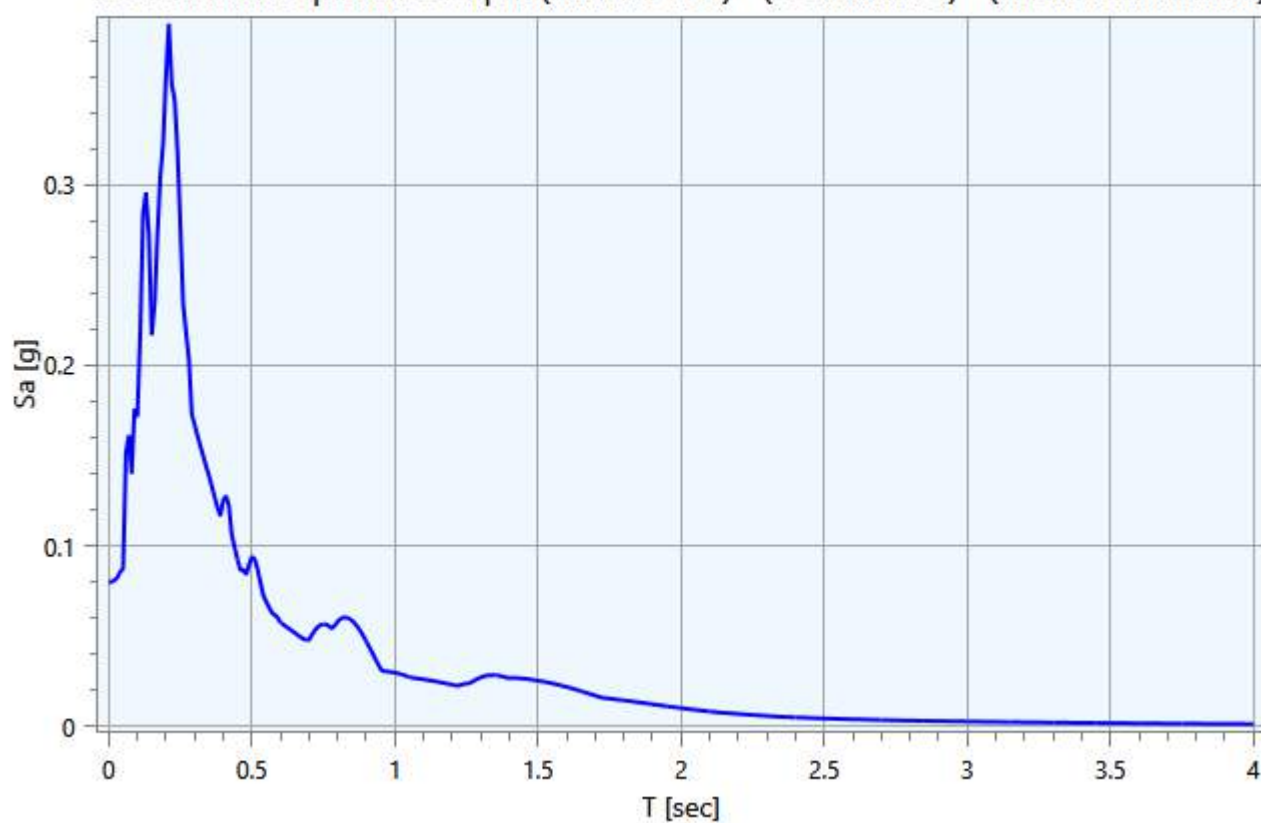
5.2 - Spettri Output

Di seguito vengono riportati gli spettri relativi alle varie analisi effettuate ed alle rispettive condizioni di carico per i cinematismi di controllo:

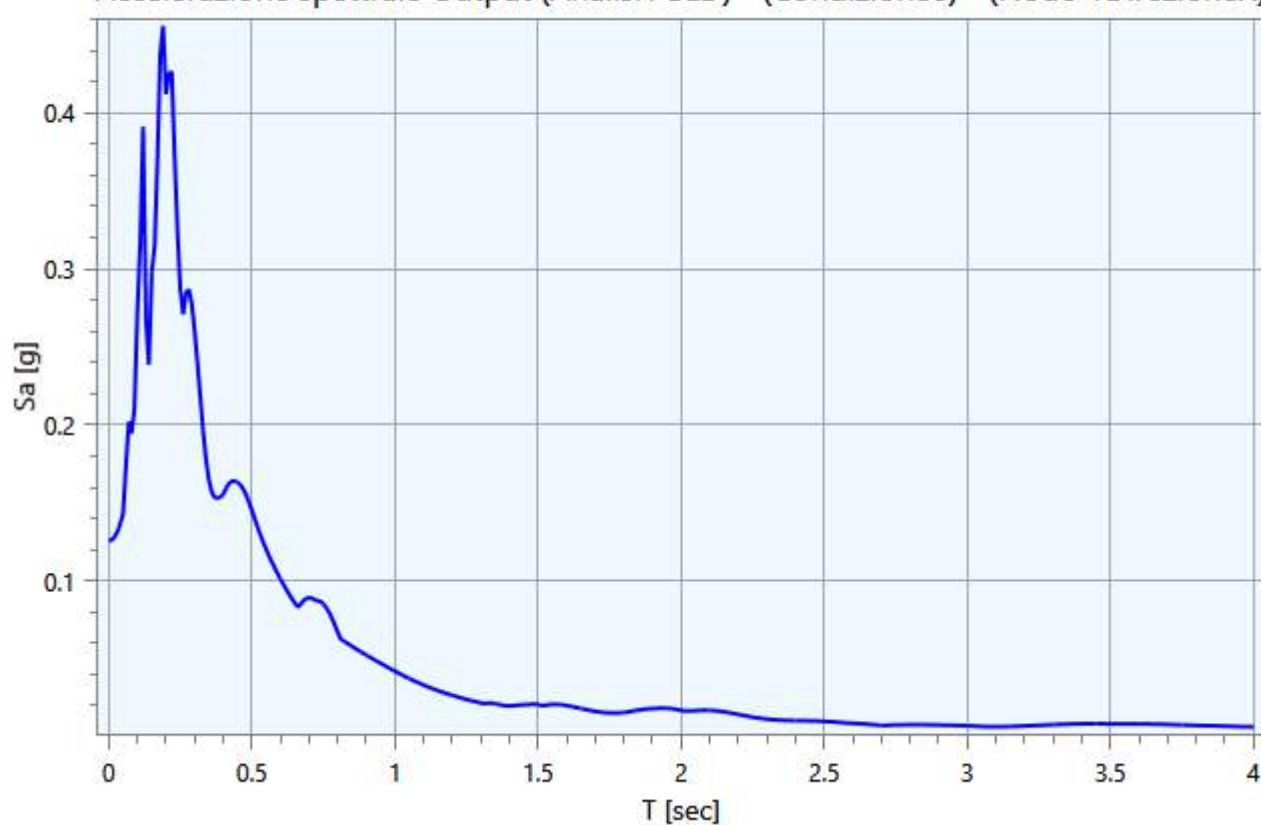


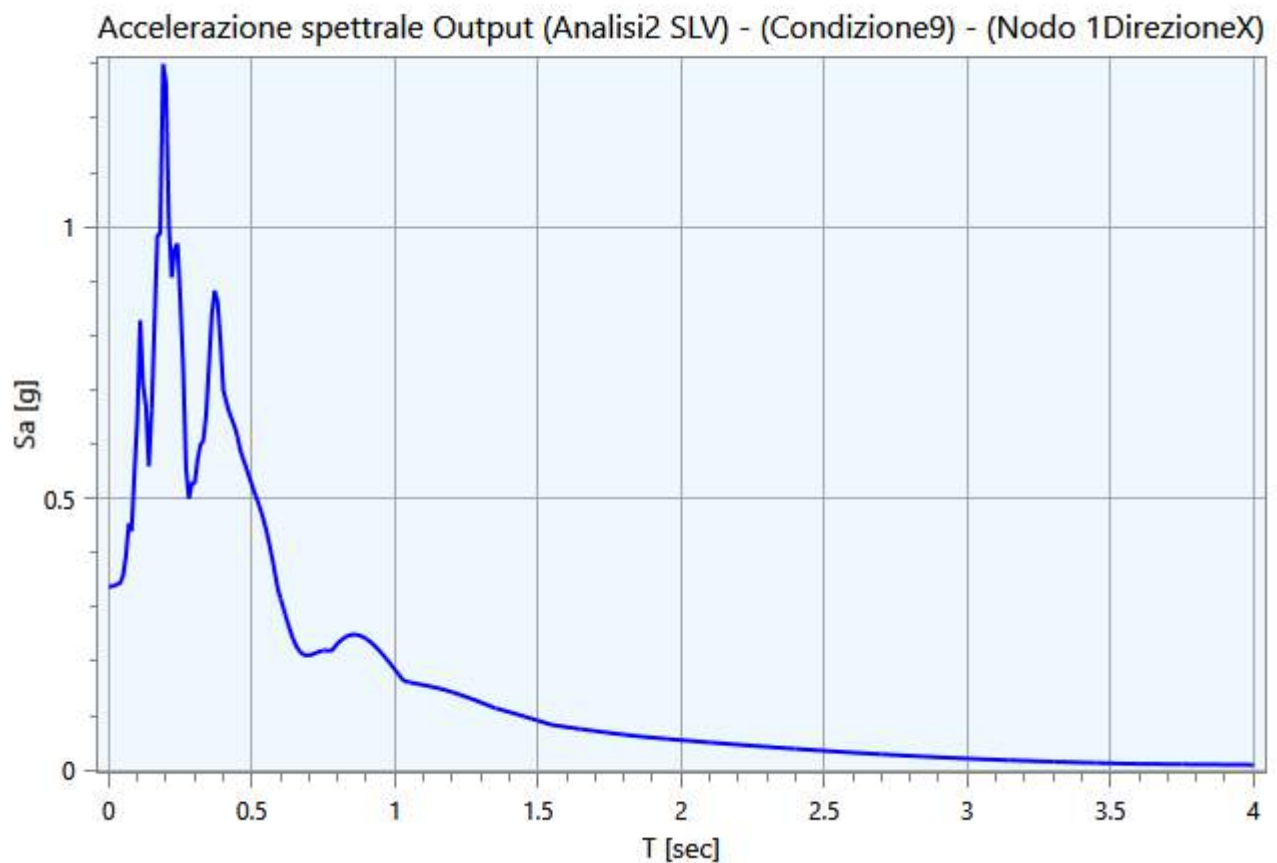
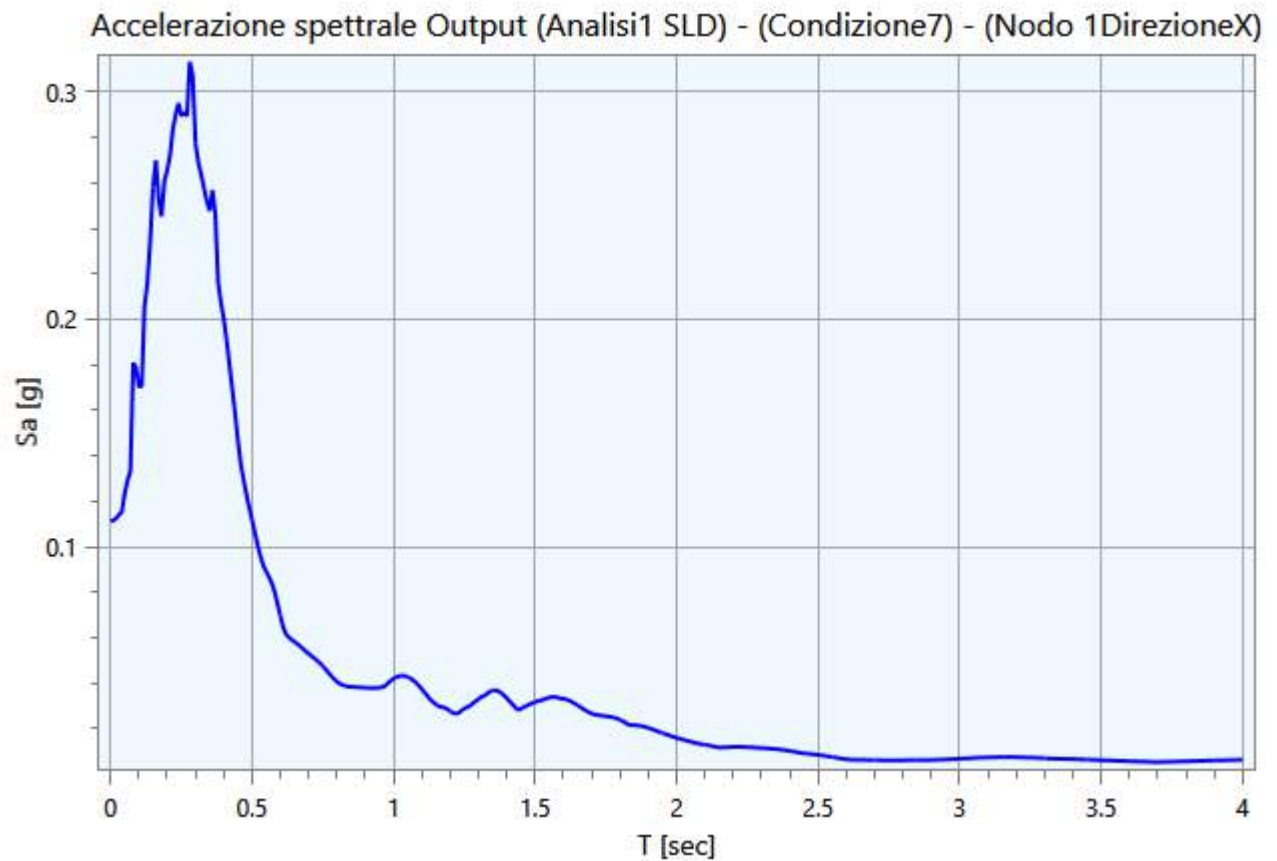


Accelerazione spettrale Output (Analisi1 SLD) - (Condizione5) - (Nodo 1DirezioneX)

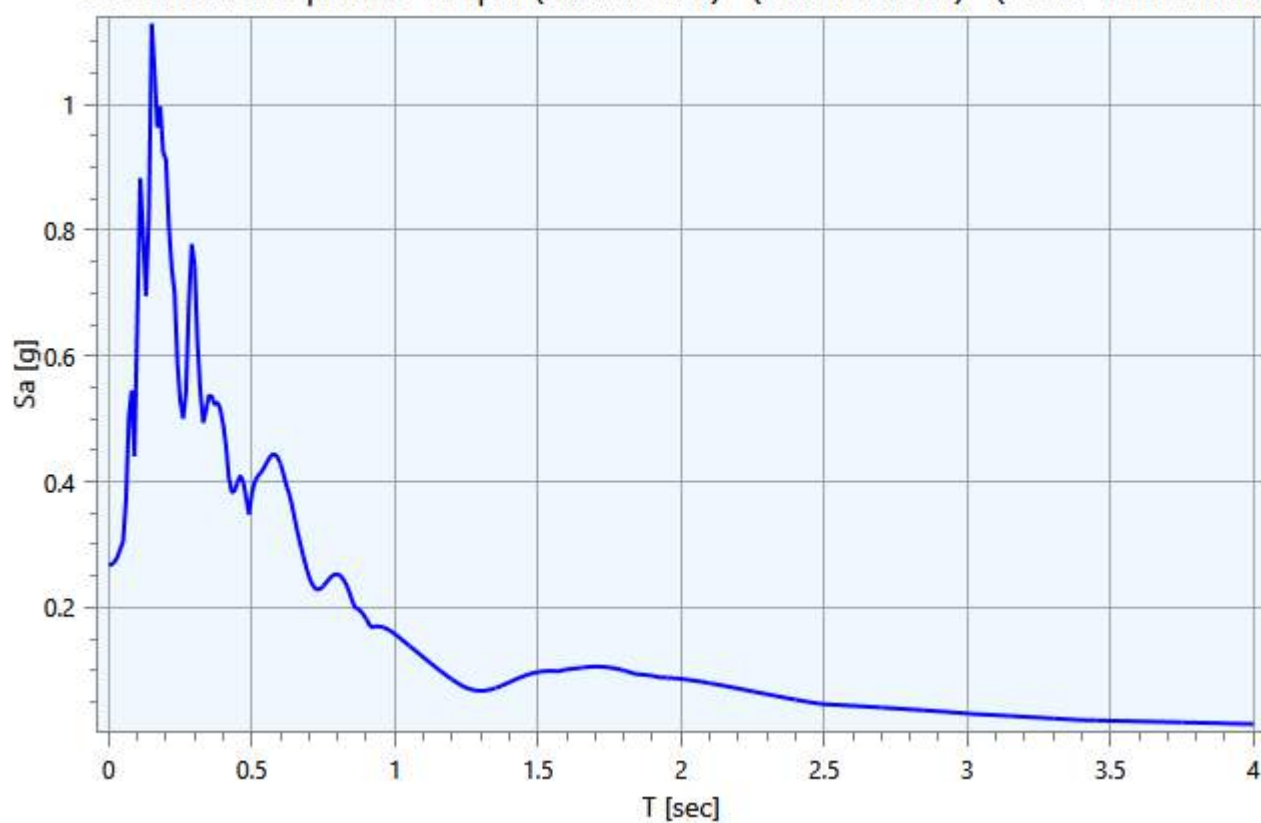


Accelerazione spettrale Output (Analisi1 SLD) - (Condizione6) - (Nodo 1DirezioneX)

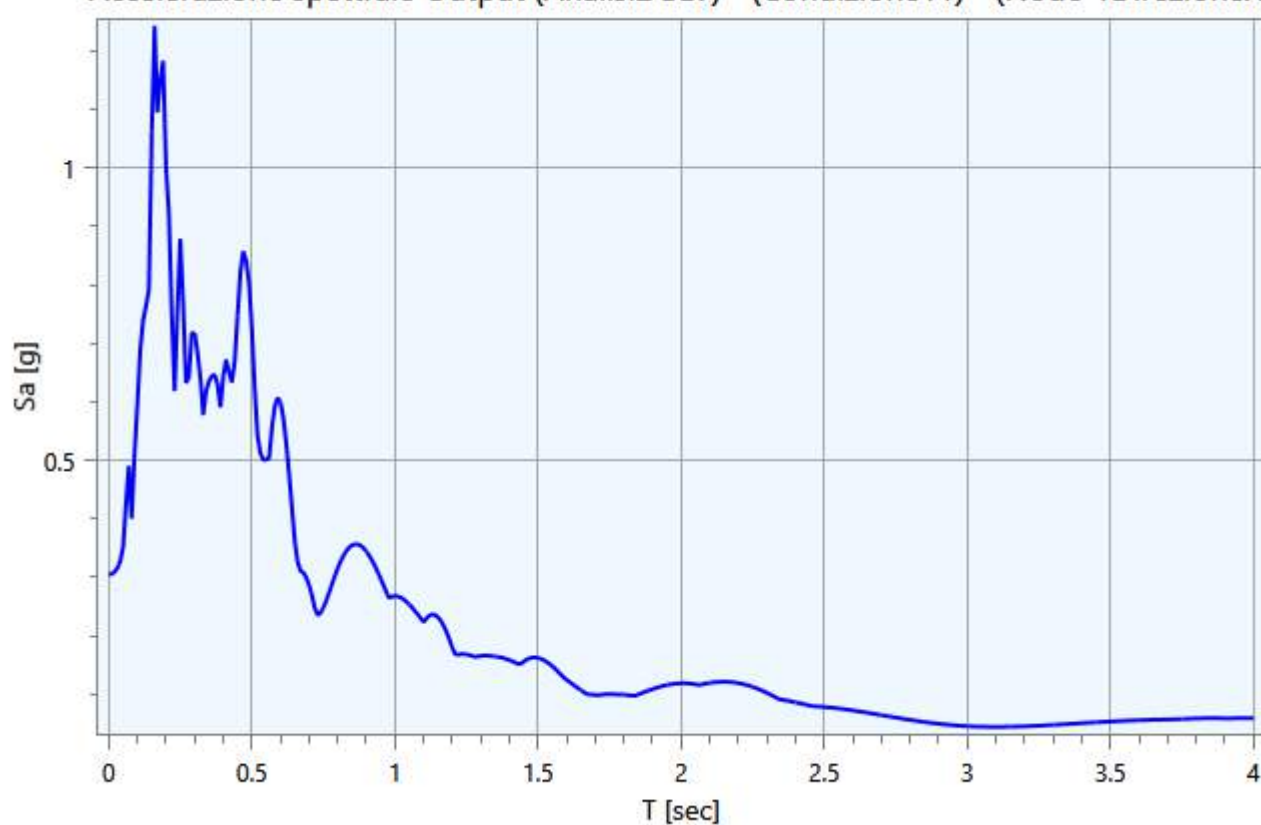




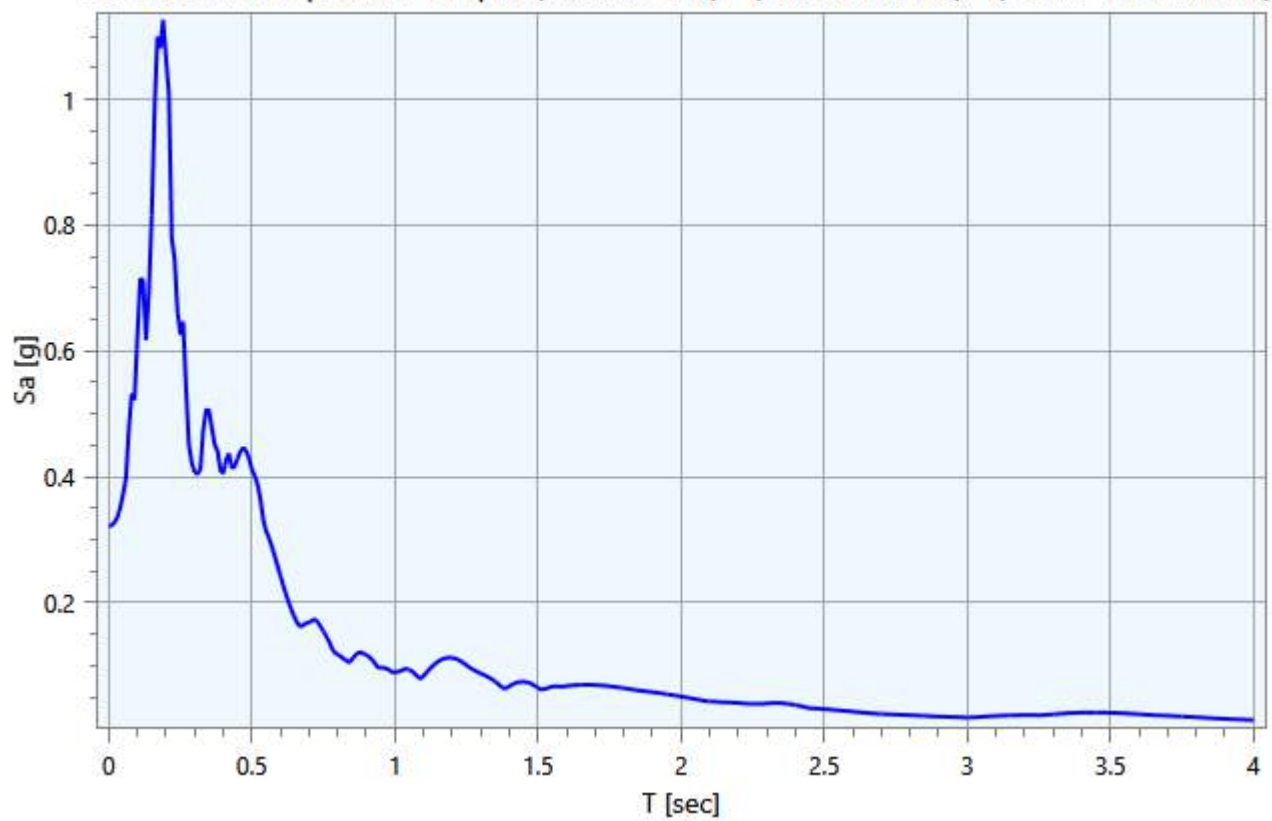
Accelerazione spettrale Output (Analisi2 SLV) - (Condizione10) - (Nodo 1Direzionex)



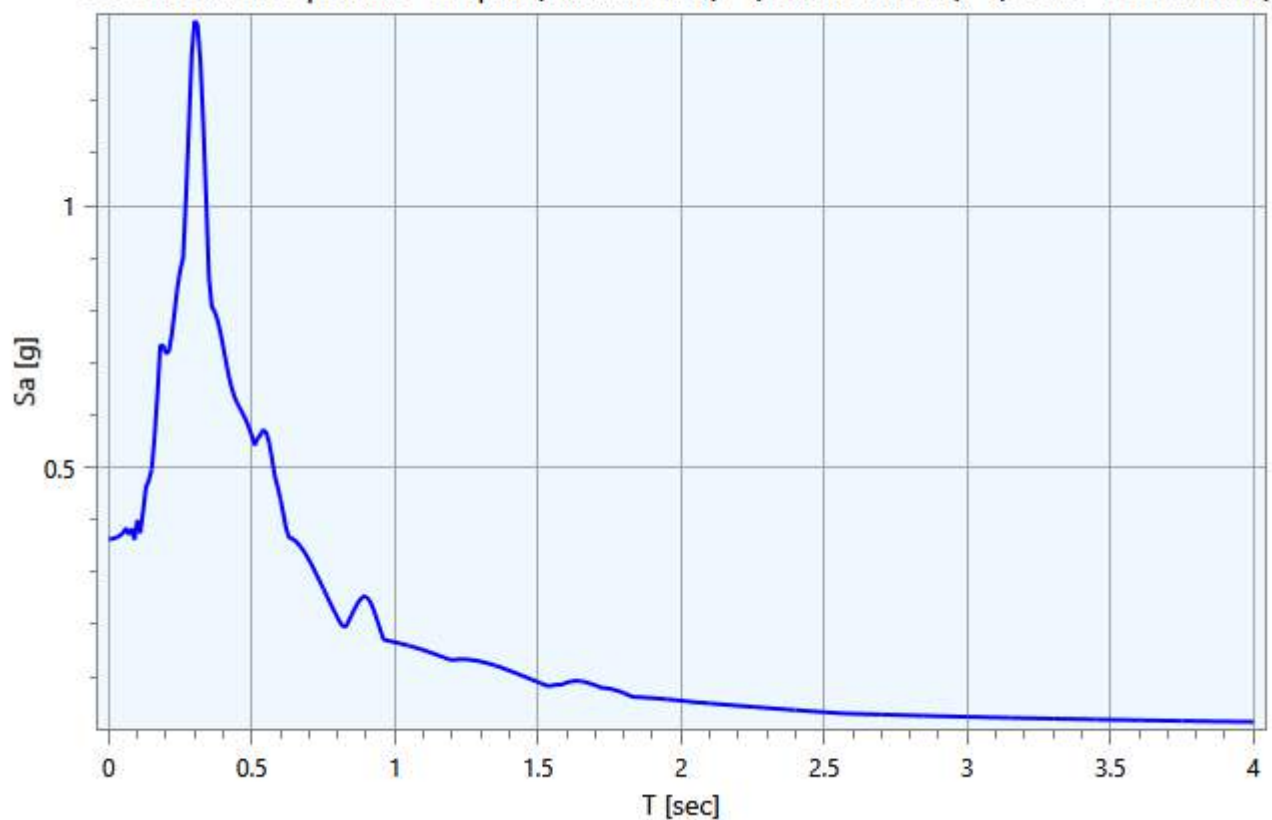
Accelerazione spettrale Output (Analisi2 SLV) - (Condizione11) - (Nodo 1Direzionex)

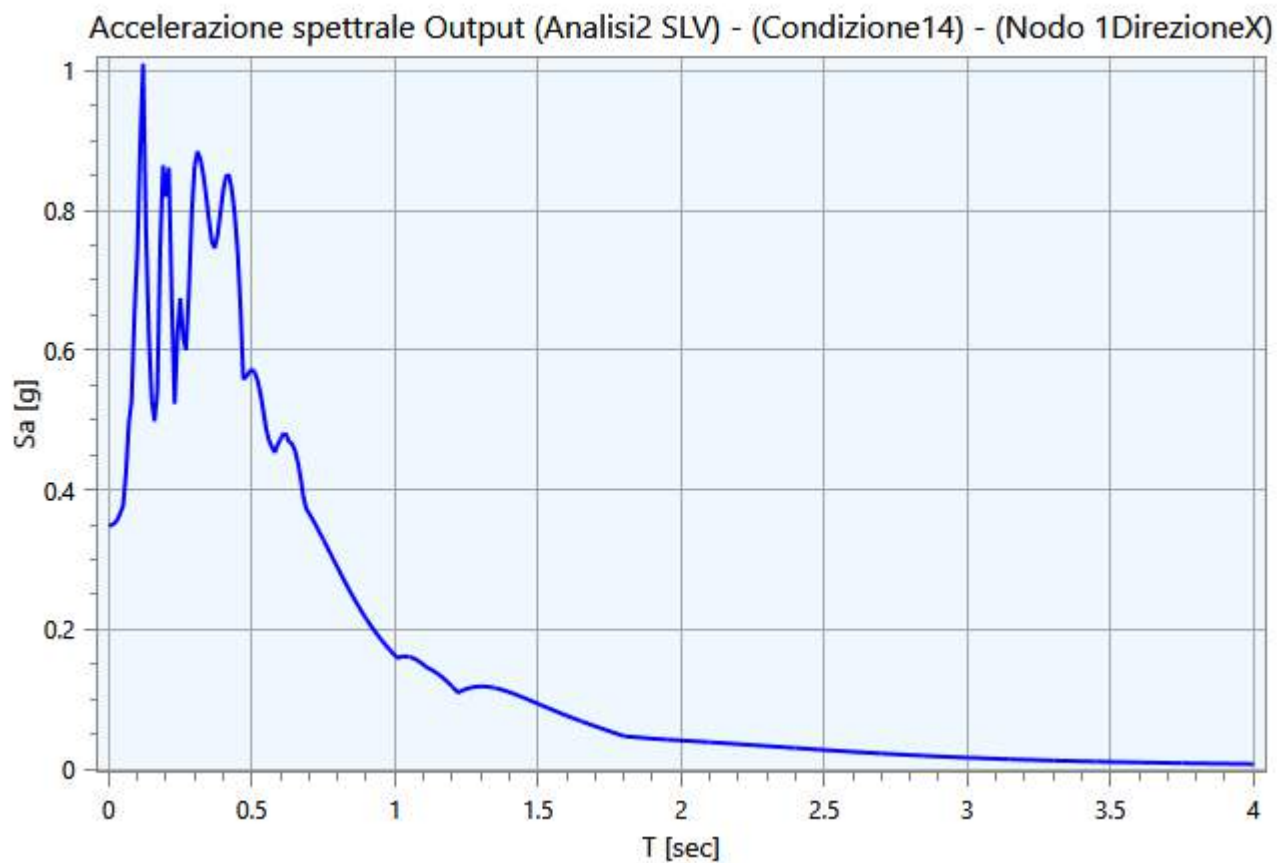


Accelerazione spettrale Output (Analisi2 SLV) - (Condizione12) - (Nodo 1DirezioneX)



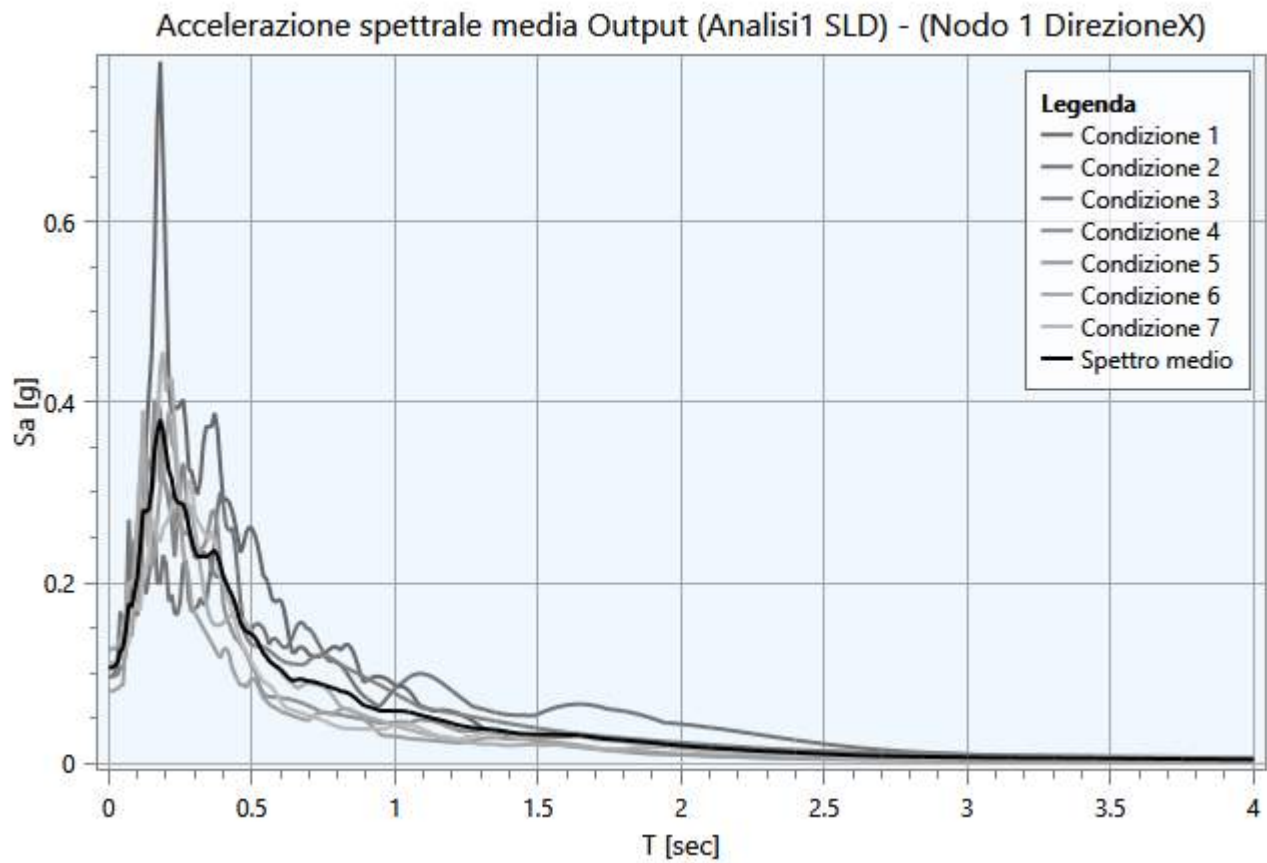
Accelerazione spettrale Output (Analisi2 SLV) - (Condizione13) - (Nodo 1DirezioneX)

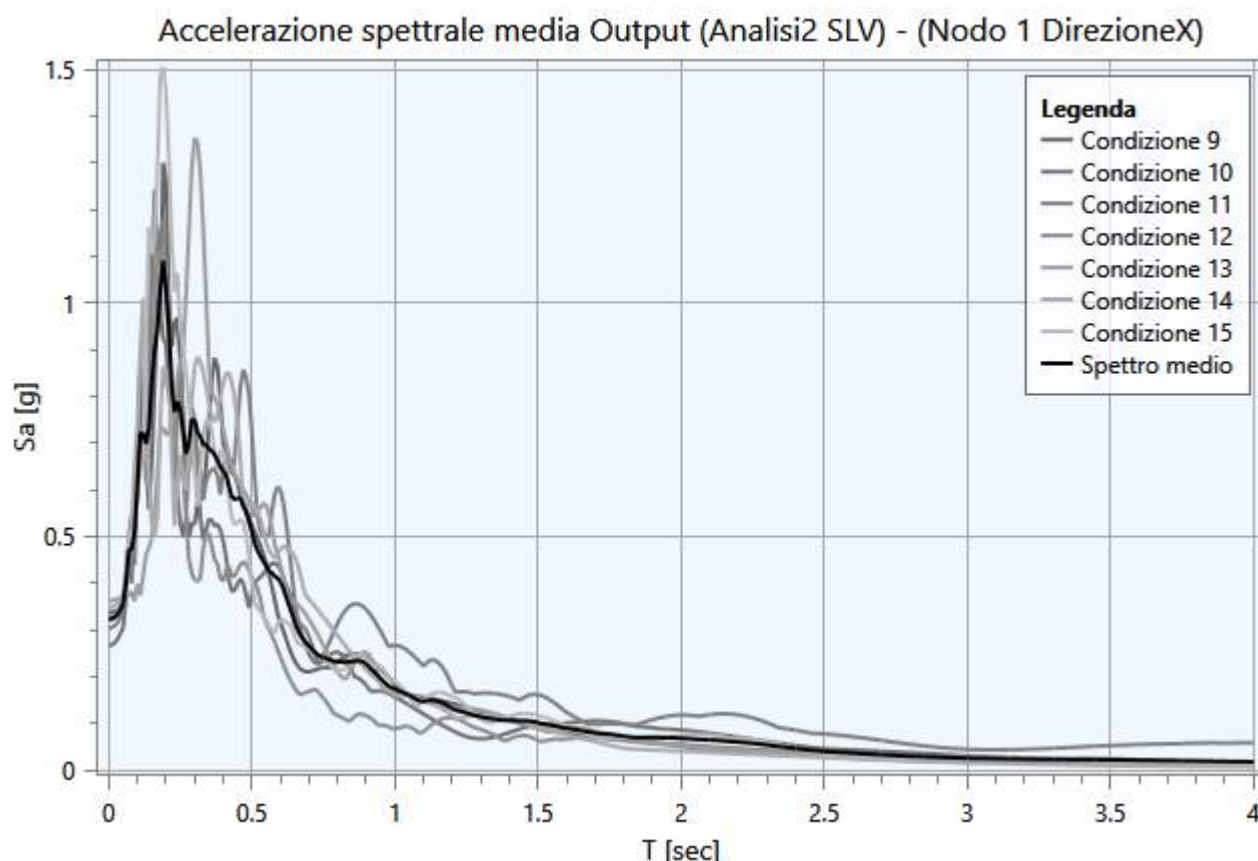




5.3 - Interpretazione dei risultati

Di seguito vengono riportati gli spettri relativi alle varie analisi effettuate ed alle rispettive condizioni di carico per i cinematismi di controllo:





5.4 - Parametrizzazione dello spettro di risposta derivante dalla RSL

La parametrizzazione degli spettri di risposta ottenuti nei vari punti di controllo viene condotta mediante la procedura suggerita dagli “Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica” (*GdL MS, 2008 – parti I e II – punto 2.5.4.3.1 pag 92*). Partendo dallo spettro di risposta medio in accelerazione rappresentativo dei 7 accelerogrammi, tale procedura prevede:

- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in accelerazione (TA);
- il calcolo del valor medio dello spettro in accelerazione (SA) nell'intorno tra $0.5 TA - 1.5 TA$;
- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in pseudovelocità (TV);
- il calcolo del valor medio dello spettro in pseudovelocità (SV) nell'intorno tra $0.8 TV - 1.2 TV$;
- il calcolo del valore di $T_c = 2\pi \frac{SV}{SA}$;
- il calcolo del valore di $T_b = 1/3 T_c$;
- il calcolo del valore $T_d = 4 a_g + 1.6$ con a_g uguale al valore di accelerazione a T uguale a zero;
- l'applicazione delle equazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) per la determinazione dei tratti dello spettro tra T_0, T_b, T_c, T_d, T_4 .

Di seguito vengono riportati, per ogni analisi, i parametri degli spettri parametrizzati per i vari punti di controllo presenti nella sezione oggetto di studio.

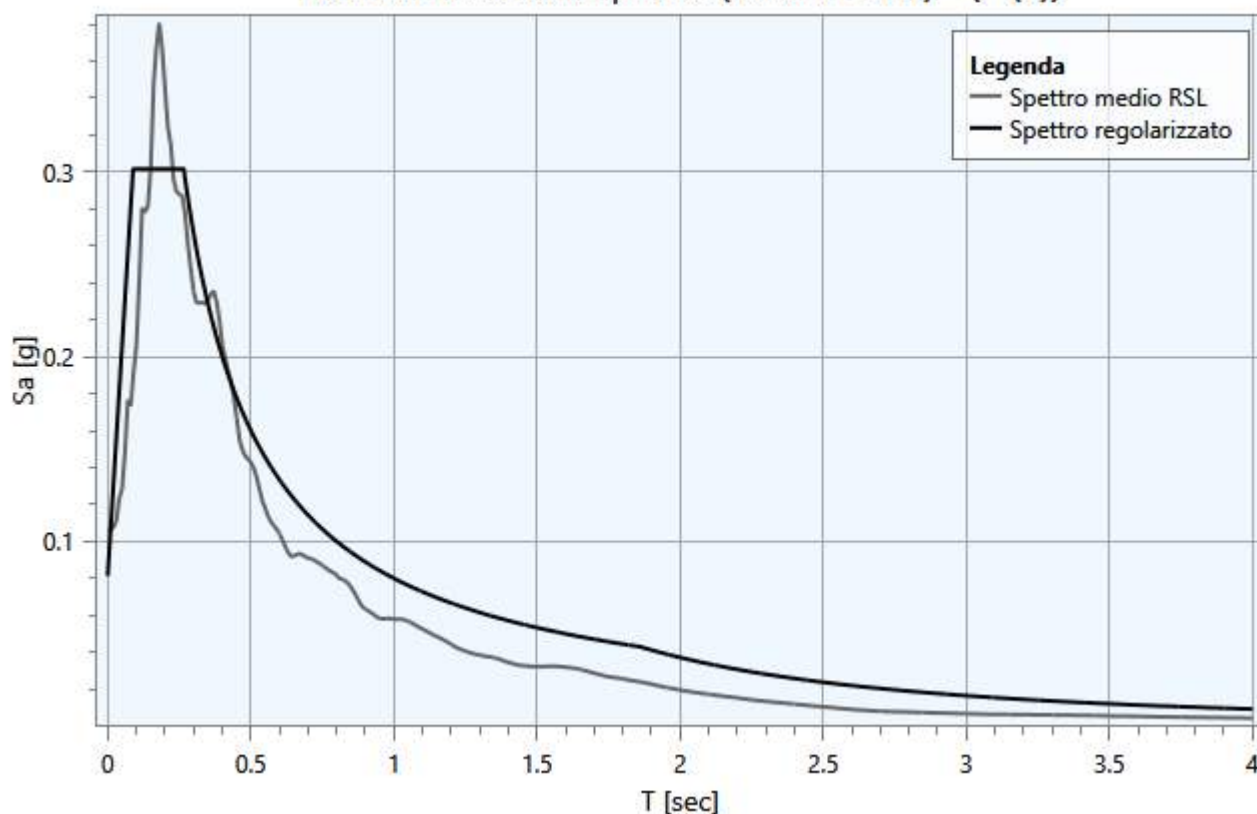
Analisi1 SLD

Punto di controllo	A_g [g]	$F0$	S	A_{max} [g]	T_b [sec]	T_c [sec]	T_d [sec]
P (1)	0.065	3.708	1.252	0.081	0.088	0.265	1.860

dove:

- A_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F0$: valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (stratigrafici e/o topografici);
- A_{max} : punto di ancoraggio a $T=0$ dello spettro di output;
- T_b : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- T_c : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;
- T_d : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Parametrizzazione spettro (Analisi1 SLD) - (P (1))



Analisi2 SLV

Punto di controllo	A_g [g]	$F0$	S	A_{max} [g]	T_b [sec]	T_c [sec]	T_d [sec]
P (1)	0.194	2.987	1.407	0.273	0.104	0.312	2.376

dove:

- A_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F0$: valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (stratigrafici e/o topografici);

- A_{max} : punto di ancoraggio a $T=0$ dello spettro di output;
- T_b : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- T_c : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;
- T_d : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

