


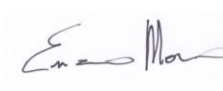



ACQUA NOVARA VCO S.p.A.

CANTIERE: AMPLIAMENTO DEPURATORE
VIA TRATTATI DI ROMA - GRAVELLONA TOCE (VB)

INDAGINE GEOGNOSTICA

Note tecnico – esecutive

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Descrizione
Ø	30/07/2019	dott. Stellato S. 	dott. geol. Mosso E. 	dott. geol. Chiesa G. 	Prima Emissione

Acqua Novara VCO S.p.A.

INDAGINE GEOGNOSTICA

Ampliamento Depuratore - Via Trattati di Roma - Gravellona Toce (VB)

Su incarico della Società “*Acqua Novara VCO S.p.A.*” è stata eseguita, nel periodo compreso tra il 24 ed il 29 luglio 2019, una indagine geognostica costituita da n° 1 sondaggio e n° 3 prove penetrometriche dinamiche (SCPT), ubicata nell’ambito dell’area del depuratore di Gravellona Toce (VB), sito in Via Trattati di Roma (Fig. 1 e 2); tale indagine aveva lo scopo di valutare l’assetto litostratigrafico e di acquisire i parametri geotecnici necessari alla progettazione di alcuni interventi di ampliamento dell’impianto.

SONDAGGIO

Il sondaggio è stato eseguito a rotazione con carotaggio continuo utilizzando una sonda idraulica tipo CMV “MK 600 D” montata su carro cingolato; per tutta la lunghezza si sono utilizzati carotieri semplici aventi Ø 131 e 101 mm. Per stabilizzare in corso d’opera le pareti del foro sono stati impiegati rivestimenti metallici provvisori Ø 127 mm.

Il sondaggio, denominato S1 è stato spinto fino alla profondità di m 18.00 dal piano campagna ed in corso d’opera sono state eseguite n° 12 prove SPT (Standard Penetration Test) e si è provveduto a prelevare n° 2 campioni rimaneggiati; le risultanze e le quote di esecuzione delle prove nonché le quote di prelievo sono riportate nella stratigrafia allegata.

Il livello statico della falda rilevato alla fine delle operazioni di perforazione è anch’esso riportato sulla scheda stratigrafica.

I testimoni del carotaggio sono stati riposti in n° 4 cassette catalogatrici, opportunamente classificate e ricoverate in cantiere, a disposizione della Committenza.

Certificato n° 929 del 30/07/2019**PROVE IN FORO - SPT**

Le prove SPT sono state eseguite secondo le prescrizioni stabilite dalle specifiche AGI 1977 e approfondite dalla norma UNI EN ISO 22476-3:2012.

La sottostante **Tabella 1** riporta le caratteristiche del dispositivo di battuta con maglio a sganciamento automatico (tipo “Nenzi”) utilizzato per l’esecuzione delle prove in foro di tipo SPT:

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL MARTINO A SGANCIO AUTOMATICO (PROVE “SPT”)	
Peso totale dispositivo di battitura	115,00 kg
Massa maglio	63,50 kg
Altezza di caduta libera	760,00 mm
Diametro esterno aste di infissione	50,00 mm
Peso aste di infissione (tipo B)	7,00 kg/m
Lunghezza campionatore Raymond (comprendente scarpa e raccordo per le aste)	813,00 mm
Diametro esterno campionatore Raymond	51,00 mm
Diametro interno campionatore Raymond	35,00 mm
Angolo di spoglia della punta aperta	20°
Angolo di apertura della punta conica	60°

Tabella 1

Le risultanze e le quote di esecuzione delle prove SPT eseguite sono riportate in stratigrafia.

STRUMENTAZIONE – PIEZOMETRO

Al termine della perforazione, la verticale di indagine è stata strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto (\varnothing 2”) in PVC, fenestrato da m 3.00 a m 18.00, al fine di poter monitorare nel tempo le eventuali escursioni del livello di falda.

Certificato n° 929 del 30/07/2019**RIEPILOGO SONDAGGIO**

Le coordinate, la profondità di perforazione del sondaggio, il numero di prove SPT eseguite, di campioni prelevati ed il tipo di strumentazione installata sono riepilogati nella **Tabella 2** seguente:

Sondaggio n°	Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali)	Metodologia di perforazione	Profondità (m)	N° prove SPT	Campioni prelevati	Tipo di strumentazione
S1	45.936330, 8.432442	Carotaggio continuo	18.00	12	C1 – C2	Piezometro a tubo aperto

Tabella 2**ANALISI DI LABORATORIO**

Le analisi di laboratorio sui campioni rimaneggiati prelevati durante la perforazione del sondaggio sono state affidate ad un laboratorio esterno di comprovata esperienza nel settore (GDTest S.r.l. - Torino).

La seguente **Tabella 3** riassume a quali tipologie di prove geotecniche sono stati sottoposti i campioni prelevati:

Sondaggio n°	Campione rimaneggiato	Granulometria	Prova di taglio diretto	Prova edometrica
S1	C 1	X	-	-
S1	C 2	X	-	-

Tabella 2

I risultati delle analisi sono riportati in allegato separato.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Per l'esecuzione dell'indagine penetrometrica si è utilizzato un penetrometro dinamico superpesante (DPSH - "Meardi - AGI") tipo Pagani modello TG 63/100, semovente, avente le seguenti caratteristiche standard:

Certificato n° 929 del 30/07/2019

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO “PAGANI 63/100”	
Peso massa battente	73 kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base della punta	20,43 cm ²
Angolo di apertura della punta	60°
Lunghezza delle aste	1,00 m
Peso di 1 asta	6.31 Kg/m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi	N ₍₃₀₎
Lavoro specifico per colpo	265 KJ/m ²
Norma di riferimento	A.G.I. 1977

Tabella 4

Le verticali penetrometriche, denominate *DPSH1*, *DPSH 1 bis*, *DPSH 2*, *DPSH 2 bis* e *DPSH 3*, hanno raggiunto le profondità riportate nella seguente **Tabella 5**:

Prova n°	Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali)	Profondità da p.c. (m)
DPSH 1	45.936605, 8.432454	1.50 (Rifiuto)
DPSH 1 bis	45.936612, 8.432496	1.50 (Rifiuto)
DPSH 2	45.936829, 8.432653	0.90 (Rifiuto)
DPSH 2 bis	45.936851, 8.432697	0.60 (Rifiuto)
DPSH 3	45.937141, 8.432770	5.10 (Rifiuto)

Tabella 5

Le prove *DPSH1*, *DPSH1 bis*, *DPSH2* e *DPSH2 bis* hanno raggiunto velocemente la profondità di rifiuto alla penetrazione non essendo riuscite ad oltrepassare il riporto a grossi blocchi presente in superficie.

INDAGINE GEOFISICA

L'indagine geofisica è stata eseguita nella giornata del 29 luglio 2019 ed è consistita nella realizzazione di una prova sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

I segnali sono stati registrati con un sismografo digitale a 16 bit modello AMBROGEO modello ECHO 24/2002 con alimentazione esterna costituita da batteria 12V, collegato a 24 geofoni con una frequenza di 4.5 Hz, verticali per lo studio delle onde P, orizzontali per le S; per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 10 kg.

L'elaborazione dei dati di velocità di propagazione delle onde di taglio ha condotto a determinare un valore medio di $V_{S30} = V_{SEq}$ pari a **306 m/s** che portano ad inserire il sito nella **categoria C** ai sensi della classificazione prevista dalle N.T.C. 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018) come riportato nella sottostante **Tabella 3**:

A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D – Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3: Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2018)

Si trasmette in allegato la documentazione tecnica relativa all'indagine eseguita.

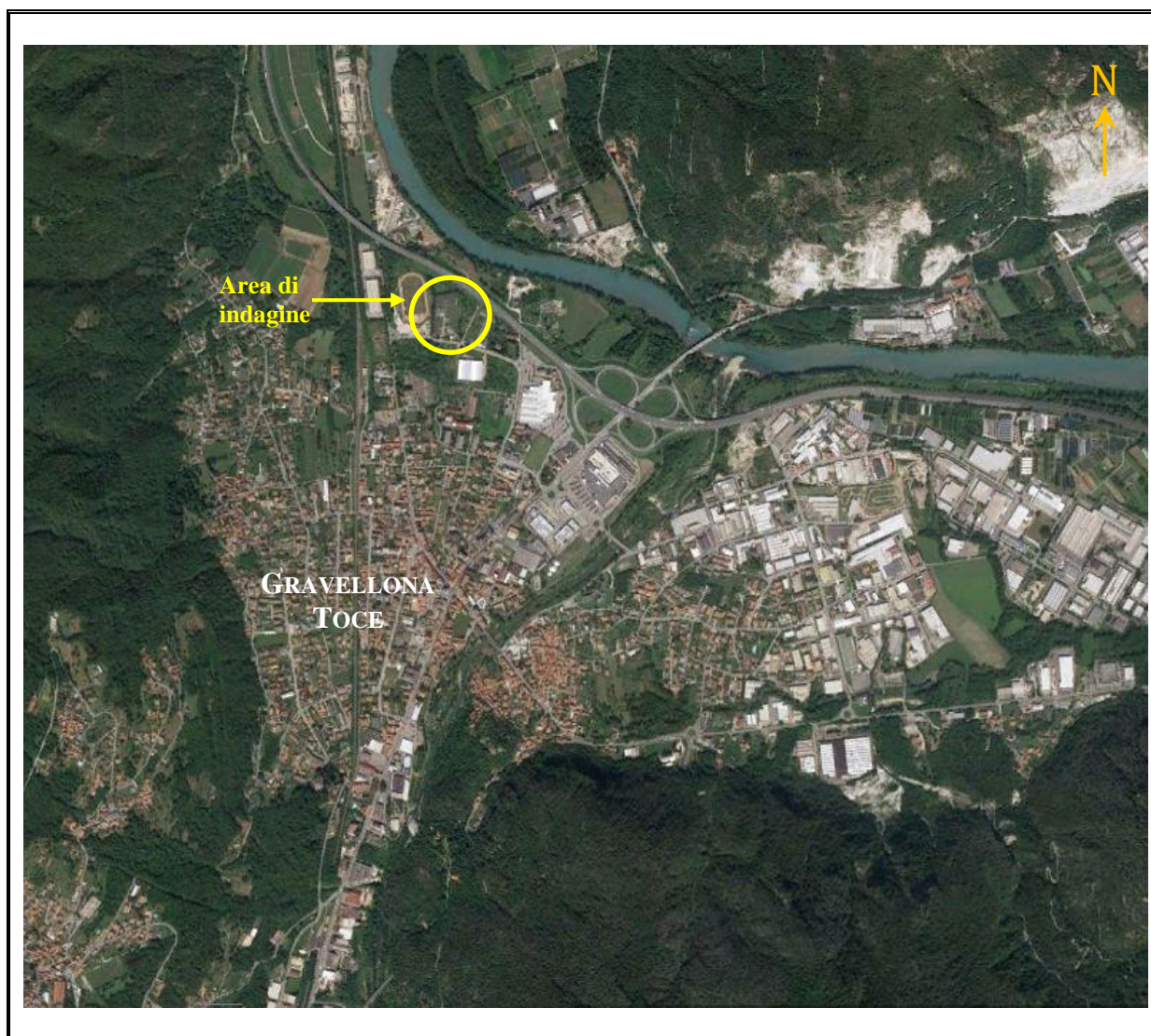


Fig. 1: Inquadramento area di indagine.

(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)

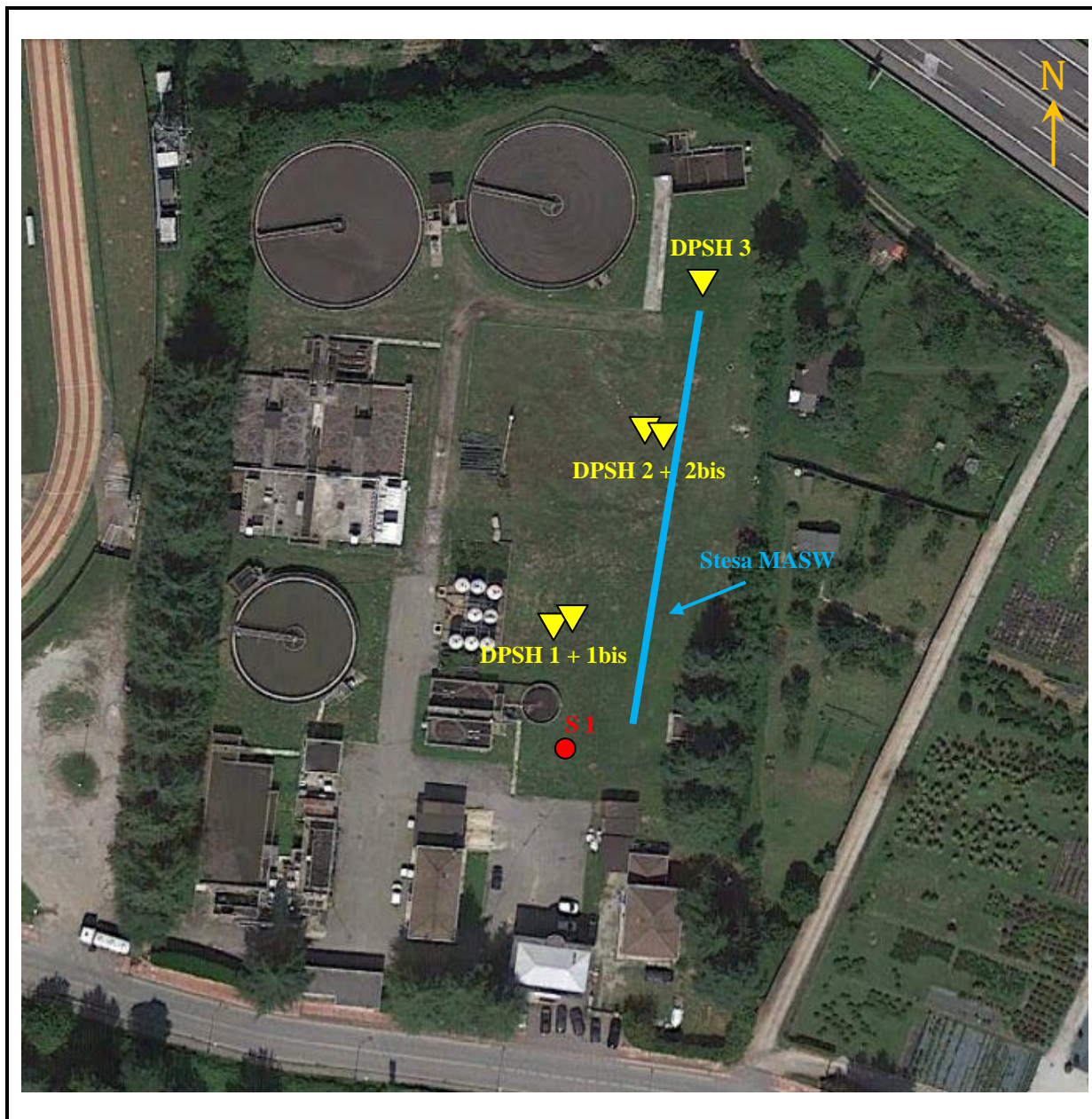



Fig. 2: Ubicazione delle indagini eseguite.

(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)


**Allegato
stratigrafico**

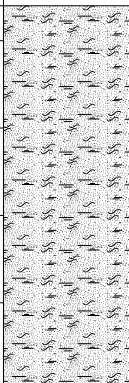

Certificato n° 929 del 30/07/2019

	Committente	Acqua Novara VCO S.p.A.	SONDAGGIO	FOGLIO	
	Cantiere	Ampliamento Depuratore - Via Trattati di Roma		S1	1/2
	Località	Gravellona Toce (VB)		Quota (p.c.)	
	Data Inizio	26/07/19	Data Fine	29/07/19	

Profondita'	Potenza	Scala 1:75	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni
0.10	0.10			Riporto di terreno vegetale.									
0.70	0.60	1		Terreno di riporto ghiaioso sabbioso con blocchi (diam. max 10-15 cm).		131							
	1.40	2		Terreno di riporto costituito da ghiaia e abbondanti blocchi (diam. max 25-30 cm) in subordinata matrice sabbiosa.									
2.10		3		Sabbia medio fine, poco addensata; colore bruno. Presenza di subordinata ghiaia medio fine (diam. max 2-3 cm) a partire da m 2.70.									
3.20	1.10	4		Ghiaia eterometrica con ciottoli (diam. max 8-10 cm) in abbondante matrice sabbiosa, a tratti debolmente limosa; colore grigio bruno.								3.70	
	4.40	5			4.80							13-39-46 p.c.	
		6										5.00	
		7										21-13-13 p.c.	
		8										6.00	
7.60	0.60	9		Sabbia eterometrica debolmente limosa con subordinata ghiaia medio fine; colore grigio bruno.								33-35-42 p.c.	
8.20	0.30			Sabbia fine e medio fine, sciolta; colore grigio bruno.								7.00	
8.50	0.35	10		Sabbia fine torbosa; colore grigio nerastro.								11-7-9 p.c.	
8.85		11		Sabbia medio fine, sciolta; colore grigio bruno.								8.00	
	1.75	12		Sabbia fine limosa; colore grigio chiaro.								4-4-3 p.c.	
10.60	0.50	13		Limo sabbioso fine, a tratti debolmente torboso; colore grigio chiaro con passate bruno scure. Presenza di livelli centimetrici sabbiosi sciolti.								9.00	
11.10	0.90			Sabbia da fine a medio fine, sciolta; colore grigio chiaro.								3-5-5 p.c.	
12.00	1.10			Limo sabbioso con passate debolmente torbose; colore grigio con livelli bruno scuri.								10.50	
13.10	0.50											3-4-5 p.a.	
13.60												12.00	
												4-4-6 p.a.	
												13.50	
												5-5-7 p.a.	

Certificato n° 929 del 30/07/2019

	Committente	Acqua Novara VCO S.p.A.	
	Cantiere	Ampliamento Depuratore - Via Trattati di Roma	
	Località	Gravellona Toce (VB)	
	Data Inizio	26/07/19	Data Fine
		SONDAGGIO	FOGLIO
		S1	2/2
		Quota (p.c.)	

Profondita'	Potenza	Scala 1:75	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni
13.60	4.40	<div><div></div><div>14</div></div>		Sabbia fine e medio fine con passate centimetriche di limo sabbioso fine; colore grigio chiaro.		101	127	90				15.00	14.00 14.30
		6-6-7 p.a.											
		16.50											
		4-6-6 p.a.											
18.00		<div><div></div><div>18</div></div>											

**Allegato
penetrometrico**

Certificato n° 929 del 30/07/2019



Committente: Acqua Novara VCO S.p.A.
Località: Gravellona Tove (VCO)
Cantiere: Depuratore - Via Trattati di Roma
Data: 24/07/19

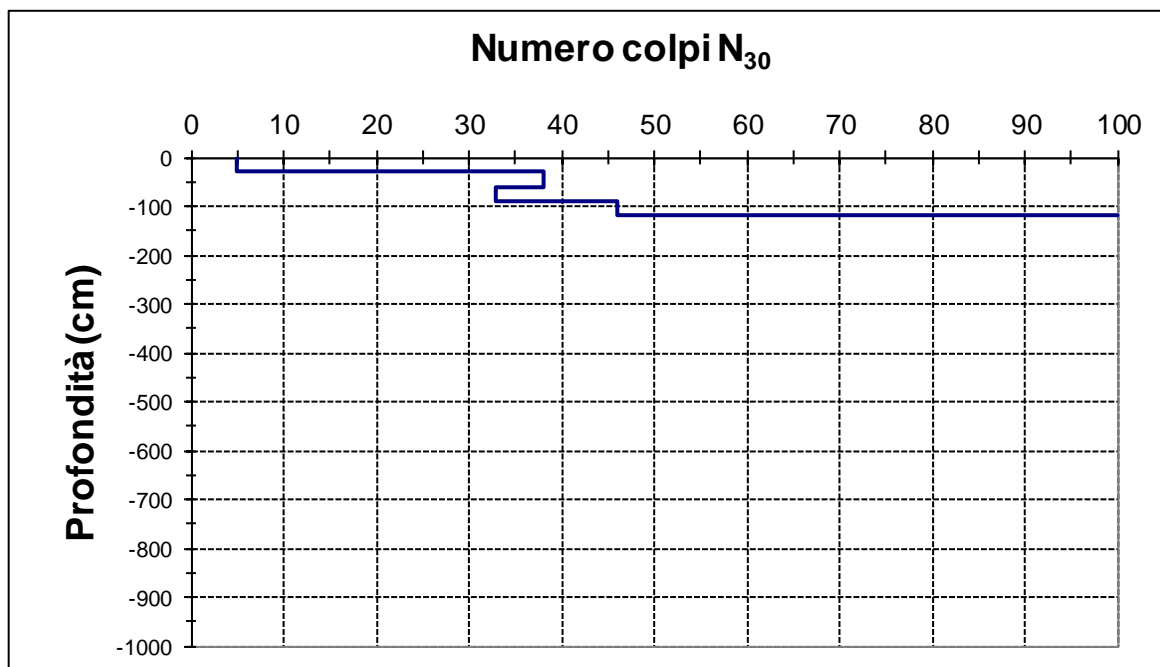
Prova n° DPSH 1

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510		1020		1530	
30	5	540		1050		1560	
60	38	570		1080		1590	
90	33	600		1110		1620	
120	46	630		1140		1650	
150	R	660		1170		1680	
180		690		1200		1710	
210		720		1230		1740	
240		750		1260		1770	
270		780		1290		1800	
300		810		1320		1830	
330		840		1350		1860	
360		870		1380		1890	
390		900		1410		1920	
420		930		1440		1950	
450		960		1470		1980	
480		990		1500		2010	



Certificato n° 929 del 30/07/2019



Committente: Acqua Novara VCO S.p.A.
Località: Gravellona Tove (VCO)
Cantiere: Depuratore - Via Trattati di Roma
Data: 24/07/19

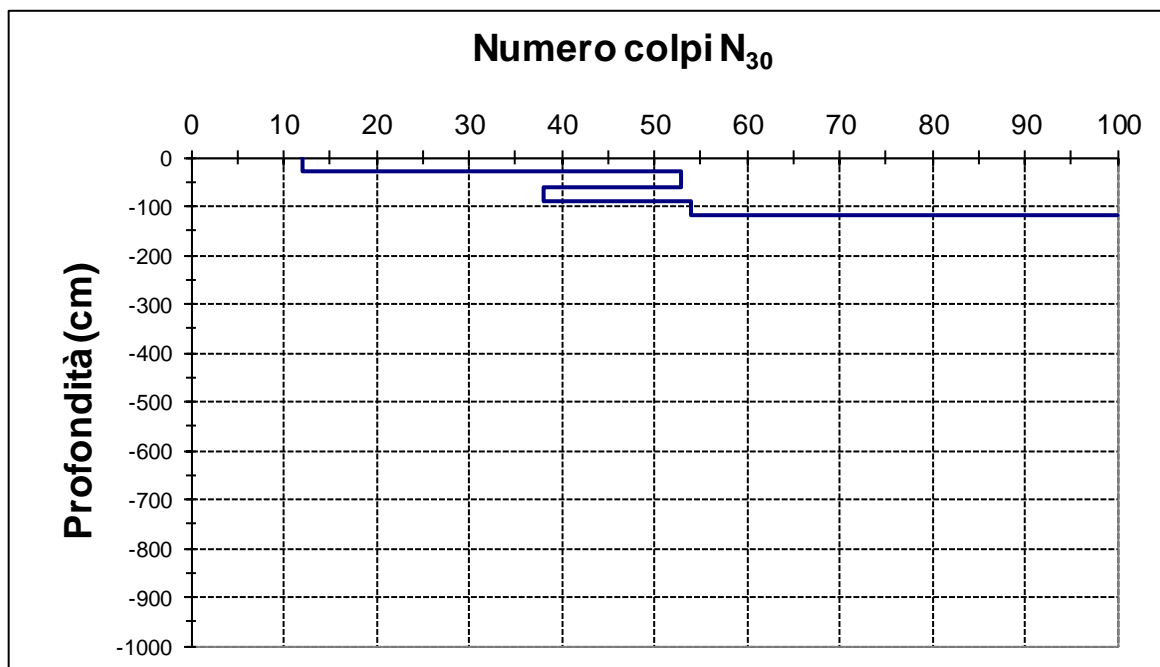
Prova n° DPSH 1 bis

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510		1020		1530	
30	12	540		1050		1560	
60	53	570		1080		1590	
90	38	600		1110		1620	
120	54	630		1140		1650	
150	R	660		1170		1680	
180		690		1200		1710	
210		720		1230		1740	
240		750		1260		1770	
270		780		1290		1800	
300		810		1320		1830	
330		840		1350		1860	
360		870		1380		1890	
390		900		1410		1920	
420		930		1440		1950	
450		960		1470		1980	
480		990		1500		2010	



Certificato n° 929 del 30/07/2019



Committente: Acqua Novara VCO S.p.A.
Località: Gravellona Tove (VCO)
Cantiere: Depuratore - Via Trattati di Roma
Data: 24/07/19

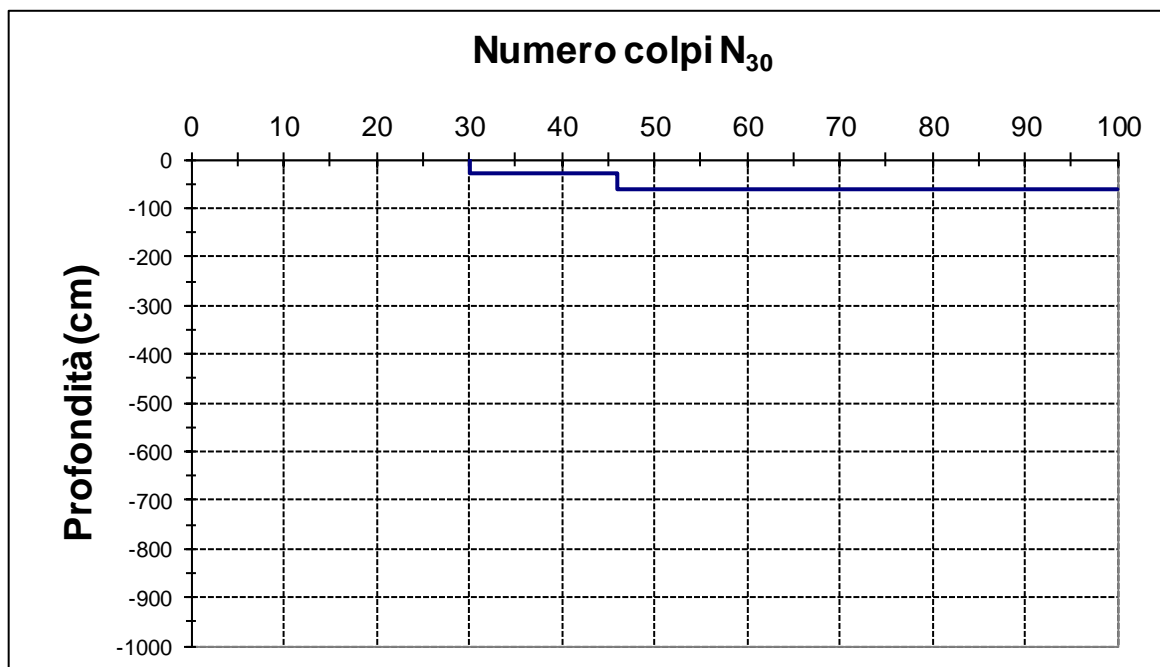
Prova n° DPSH 2

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510		1020		1530	
30	30	540		1050		1560	
60	46	570		1080		1590	
90	R	600		1110		1620	
120		630		1140		1650	
150		660		1170		1680	
180		690		1200		1710	
210		720		1230		1740	
240		750		1260		1770	
270		780		1290		1800	
300		810		1320		1830	
330		840		1350		1860	
360		870		1380		1890	
390		900		1410		1920	
420		930		1440		1950	
450		960		1470		1980	
480		990		1500		2010	



Certificato n° 929 del 30/07/2019



Committente: Acqua Novara VCO S.p.A.
Località: Gravellona Tove (VCO)
Cantiere: Depuratore - Via Trattati di Roma
Data: 24/07/19

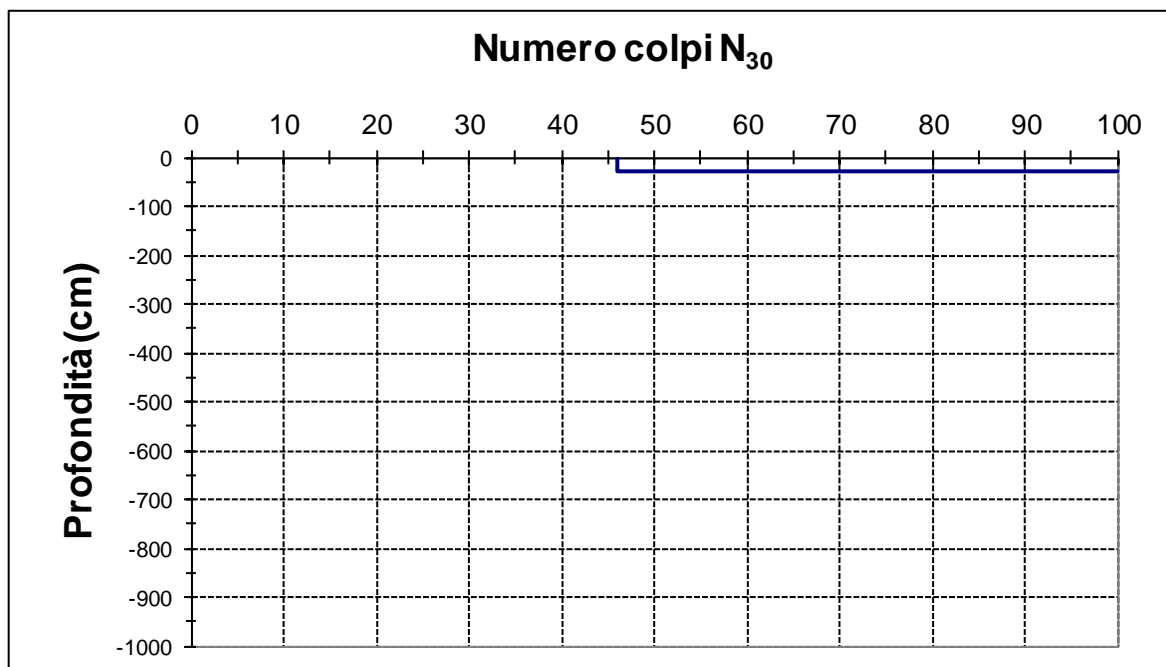
Prova n° DPSH 2 bis

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510		1020		1530	
30	46	540		1050		1560	
60	R	570		1080		1590	
90		600		1110		1620	
120		630		1140		1650	
150		660		1170		1680	
180		690		1200		1710	
210		720		1230		1740	
240		750		1260		1770	
270		780		1290		1800	
300		810		1320		1830	
330		840		1350		1860	
360		870		1380		1890	
390		900		1410		1920	
420		930		1440		1950	
450		960		1470		1980	
480		990		1500		2010	



Certificato n° 929 del 30/07/2019



Committente: Acqua Novara VCO S.p.A.
Località: Gravellona Tove (VCO)
Cantiere: Depuratore - Via Trattati di Roma
Data: 24/07/19

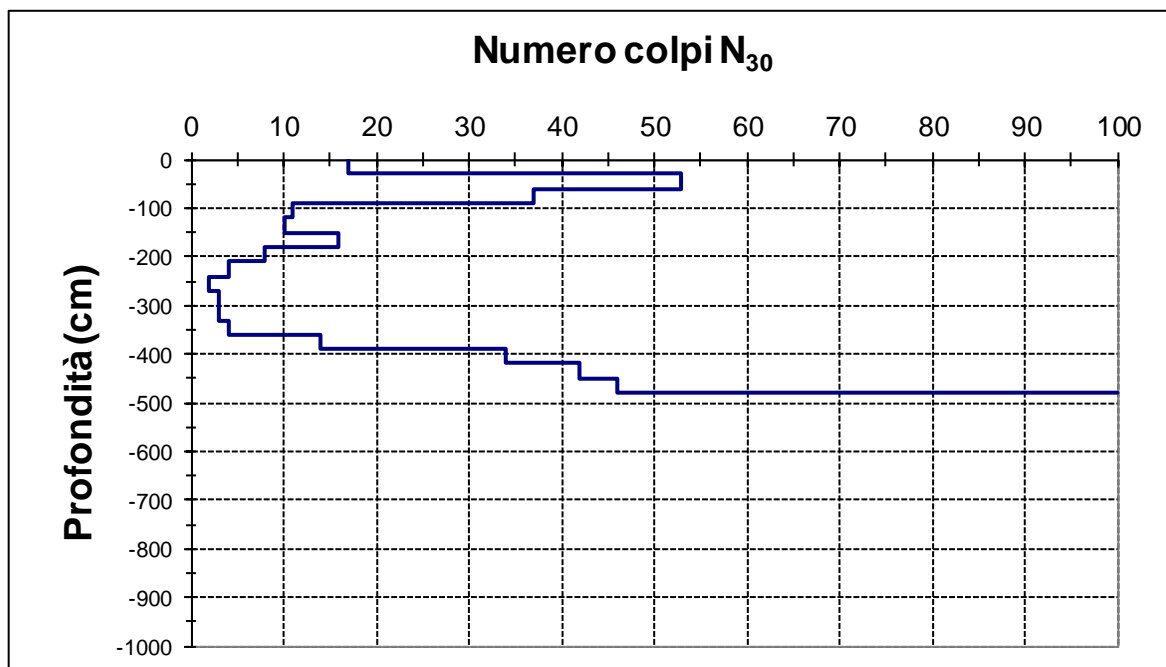
Prova n° DPSH 3

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510	R	1020		1530	
30	17	540		1050		1560	
60	53	570		1080		1590	
90	37	600		1110		1620	
120	11	630		1140		1650	
150	10	660		1170		1680	
180	16	690		1200		1710	
210	8	720		1230		1740	
240	4	750		1260		1770	
270	2	780		1290		1800	
300	3	810		1320		1830	
330	3	840		1350		1860	
360	4	870		1380		1890	
390	14	900		1410		1920	
420	34	930		1440		1950	
450	42	960		1470		1980	
480	46	990		1500		2010	



Indagine sismica MASW



SONDECO Srl
Strada della Commenda 11
10149 TORINO
Tel 011.7393610

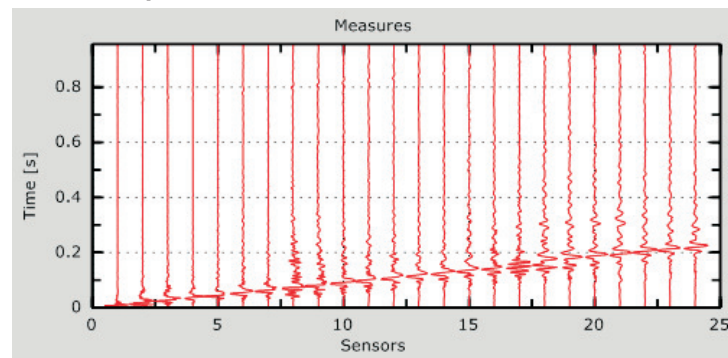
ELABORAZIONE PROVA MASW

COMMITTENTE: Acqua Novara VCO S.p.A.
CANTIERE: Depuratore - Via Trattati di Roma
LOCALITA': Gravellona Toce (VCO)
DATA: 29/07/2019

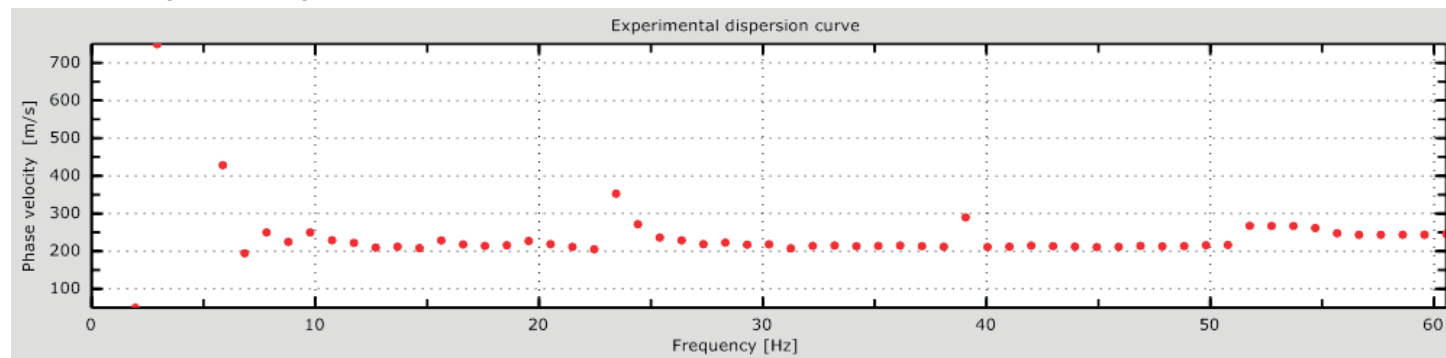
Lunghezza stesa: 48 m
Distanza intergeofonica: 2 m
N° geofoni: 24 a 4.5 Hz
Energizzazione: Mazza 10 Kg

STESA
A

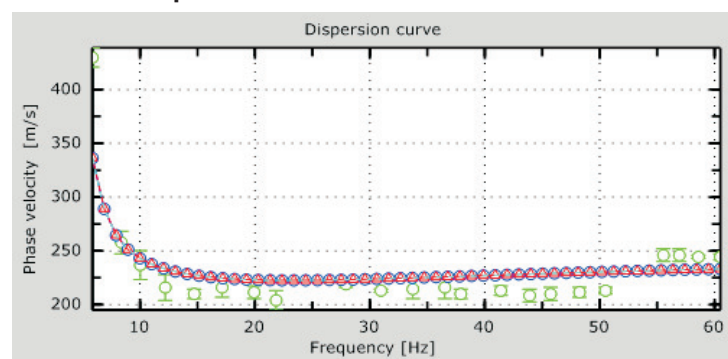
Tracce acquisizioni



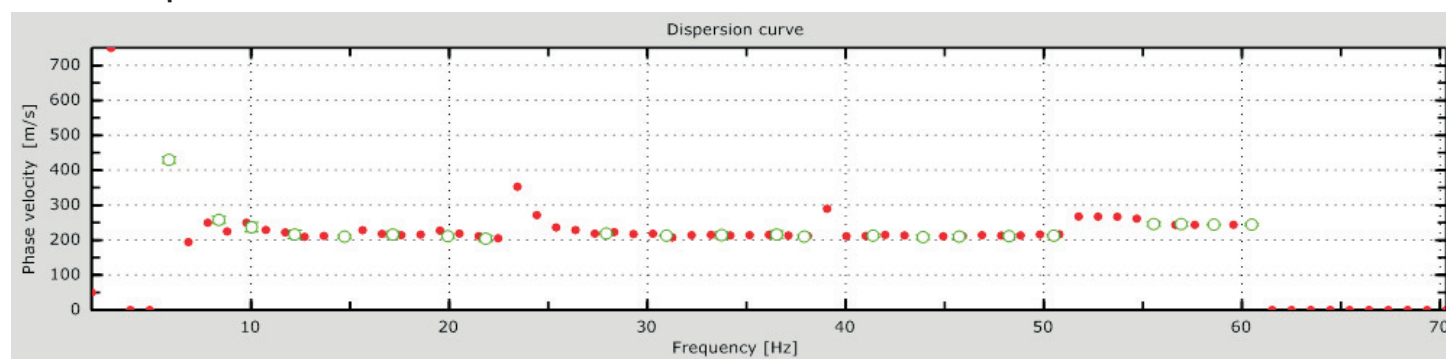
Curva di dispersione sperimentale



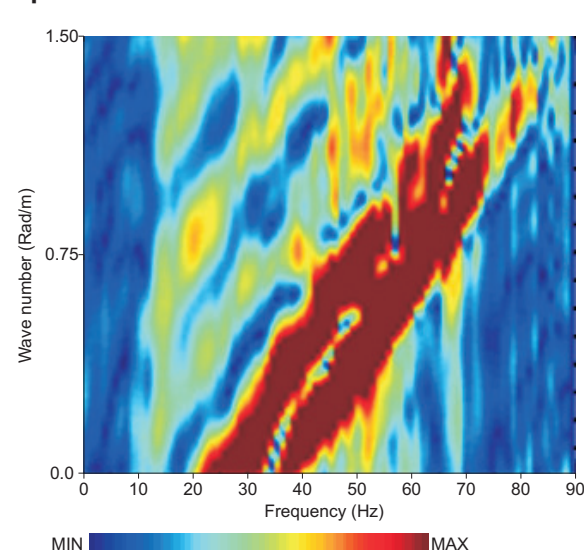
Curve di dispersione elaborate



Curva di dispersione

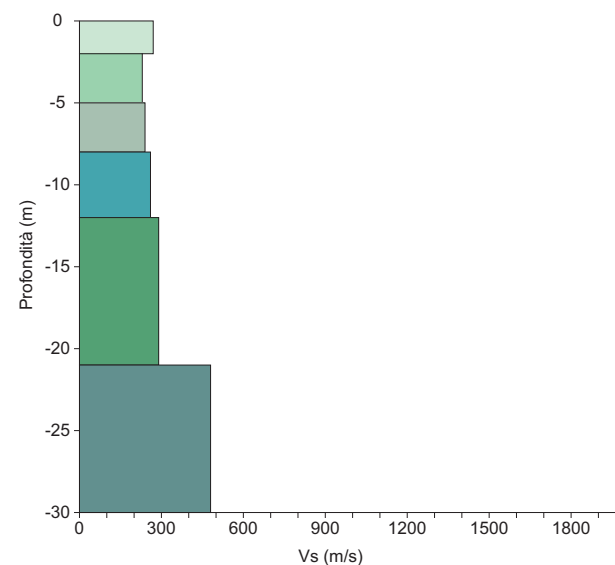


Spettro f/k



CLASSIFICAZIONE SISMICA

Strato	Profondità (m)		Vs (m/s)
	da	a	
1	0.0	-2.0	270
2	-2.0	-5.0	230
3	-5.0	-8.0	240
4	-8.0	-12.0	260
5	-12.0	-21.0	290
6	-21.0	-30.0	480



Vs30 = 306 m/s
Vs,eq = 306 m/s
Categoria di sottosuolo C
D.M. 17/01/2018

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

**Allegato
fotografico**

Certificato n° 929 del 30/07/2019

Foto 1: Sondaggio S1 - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.



Foto 2: Sondaggio S1 - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.

Certificato n° 929 del 30/07/2019

Foto 3: Sondaggio S1 - cassa 3 - da 10.00 m a 15.00 m.



Foto 4: Sondaggio S1 - cassa 4 - da 15.00 m a 20.00 m.

Certificato n° 929 del 30/07/2019



Foto 5: Postazione sondaggio S1.



Foto 6: Postazione prova penetrometrica DPHS 1.

Certificato n° 929 del 30/07/2019



Foto 7: Postazione prova penetrometrica DPSH 1 bis.



Foto 8: Postazione prova penetrometrica DPSH 2.

Certificato n° 929 del 30/07/2019



Foto 9: Postazione prova penetrometrica DPSH 2 bis.

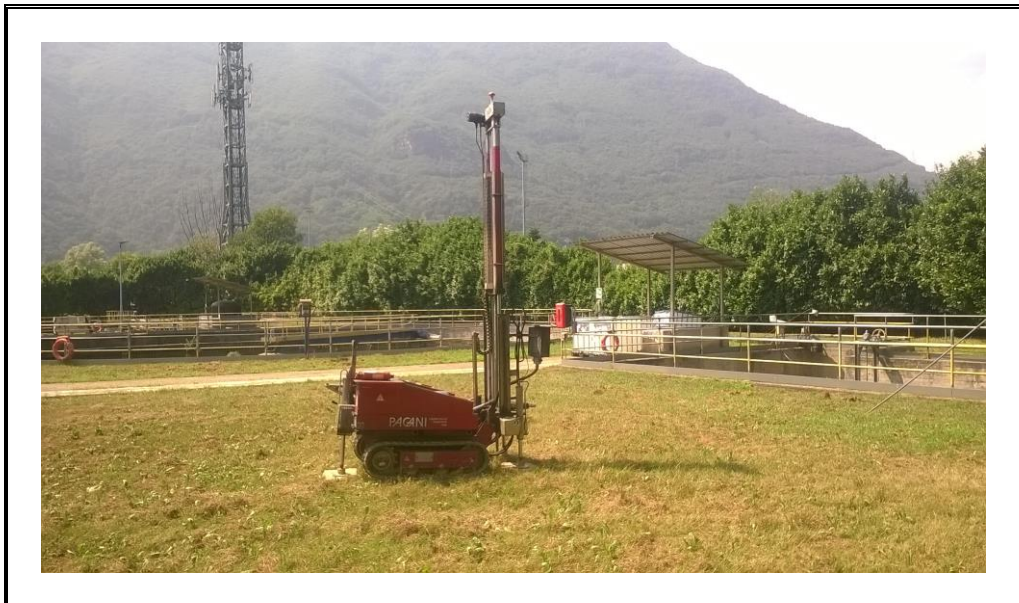


Foto 10: Postazione prova penetrometrica DPSH 3.

Certificato n° 929 del 30/07/2019



Foto 11: Particolare dello stendimento per la prova geofisica di tipo MASW.