

AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI -TARANTO
TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

**POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
 AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA
 INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE
 LUNGO SAVENA LOTTO 3**

PROGETTO DEFINITIVO


DOCUMENTAZIONE GENERALE

**GEOLOGIA
 INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO**

**PROSPEZIONI SISMICHE 2016
 (DOWN HOLE - HVSR)**

IL GEOLOGO Dott. Enrico Maranini Ord. Geol. Emilia-Romagna N. 1056	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Piero Bongio Ord. Ingg. Sondrio N. A538 T.A. - Geologia e Geotecnica
--	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
111454	0000	PD	DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0011	-0	SCALA -

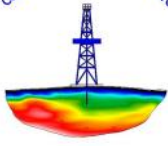
	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A						n.	data
							0	MARZO 2022
	REDATTO:		VERIFICATO:					

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
---	---

**INDAGINI SISMICHE
PROVA DOWN-HOLE (S3-DH)**

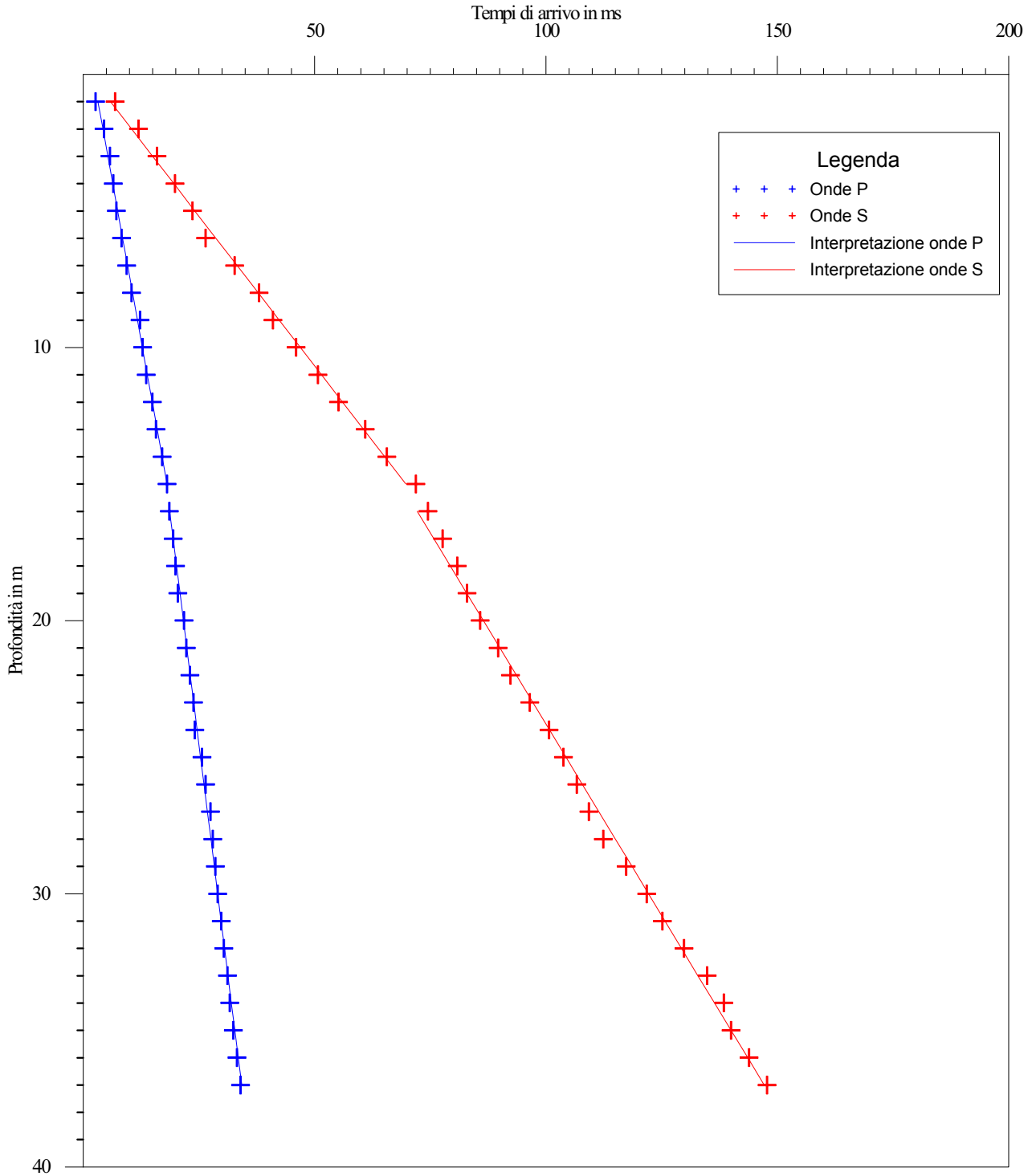
Metodo diretto - Velocità e parametri calcolati						
Profondità (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Ydinamico (KN)	Coefficiente di Poisson	Modulo di Young (MPa)	Modulo di deformazione al taglio (MPa)
15.00	936.09	219.38	18.35	0.47	264.94	91.83
37.00	1350.95	280.19	19.67	0.48	465.44	160.61

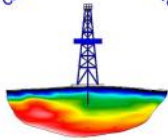
Metodo intervallo - Velocità e parametri calcolati						
Profondità (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Ydinamico (KN)	Coefficiente di Poisson	Modulo di Young (MPa)	Modulo di deformazione al taglio (MPa)
2.00	372.06	136.80	15.40	0.42	83.56	29.97
3.00	675.21	210.62	17.25	0.45	225.62	79.55
4.00	1184.29	231.66	19.19	0.48	310.86	107.08
5.00	1440.11	254.51	19.92	0.48	390.39	134.14
6.00	870.49	338.83	18.10	0.41	597.81	216.06
7.00	896.21	154.02	18.20	0.48	130.73	44.89
8.00	912.70	185.25	18.26	0.48	188.98	65.17
9.00	536.51	331.92	16.51	0.19	441.39	189.12
10.00	1802.06	197.61	20.78	0.49	247.24	84.38
11.00	1238.73	209.23	19.35	0.49	256.64	88.10
12.00	756.19	222.07	17.62	0.45	257.47	90.36
13.00	1251.91	172.68	19.39	0.49	175.76	60.13
14.00	759.92	210.90	17.64	0.46	233.32	81.58
15.00	948.95	158.88	18.40	0.49	140.71	48.29
16.00	1880.37	377.78	20.95	0.48	901.85	310.90
17.00	1265.59	316.40	19.43	0.47	581.88	202.28
18.00	1891.07	316.91	20.97	0.49	638.19	219.03
19.00	1895.20	473.71	20.98	0.47	1408.37	489.59
20.00	765.21	346.35	17.66	0.37	592.43	220.29
21.00	1900.66	254.81	20.99	0.49	414.45	141.74
22.00	1273.12	381.39	19.45	0.45	837.24	294.25
23.00	1273.98	239.24	19.46	0.48	336.53	115.80
24.00	3781.63	239.34	23.92	0.50	418.68	142.50
25.00	639.36	318.81	17.07	0.33	472.15	180.39
26.00	1275.88	347.80	19.46	0.46	700.93	244.80
27.00	958.33	382.57	18.43	0.41	773.12	280.51
28.00	1911.30	319.20	21.02	0.49	648.80	222.66
29.00	1912.29	201.94	21.02	0.49	261.22	89.12
30.00	1913.16	225.67	21.02	0.49	325.94	111.31
31.00	1277.97	294.95	19.47	0.47	508.39	176.11
32.00	1914.56	213.23	21.02	0.49	291.18	99.39
33.00	1278.52	199.63	19.47	0.49	235.39	80.68
34.00	1915.68	278.65	21.02	0.49	495.81	169.75
35.00	1278.98	637.70	19.47	0.33	2155.15	823.35
36.00	1279.16	255.91	19.47	0.48	384.68	132.60
37.00	1279.33	255.94	19.47	0.48	384.78	132.63



Dromocrone - metodo diretto

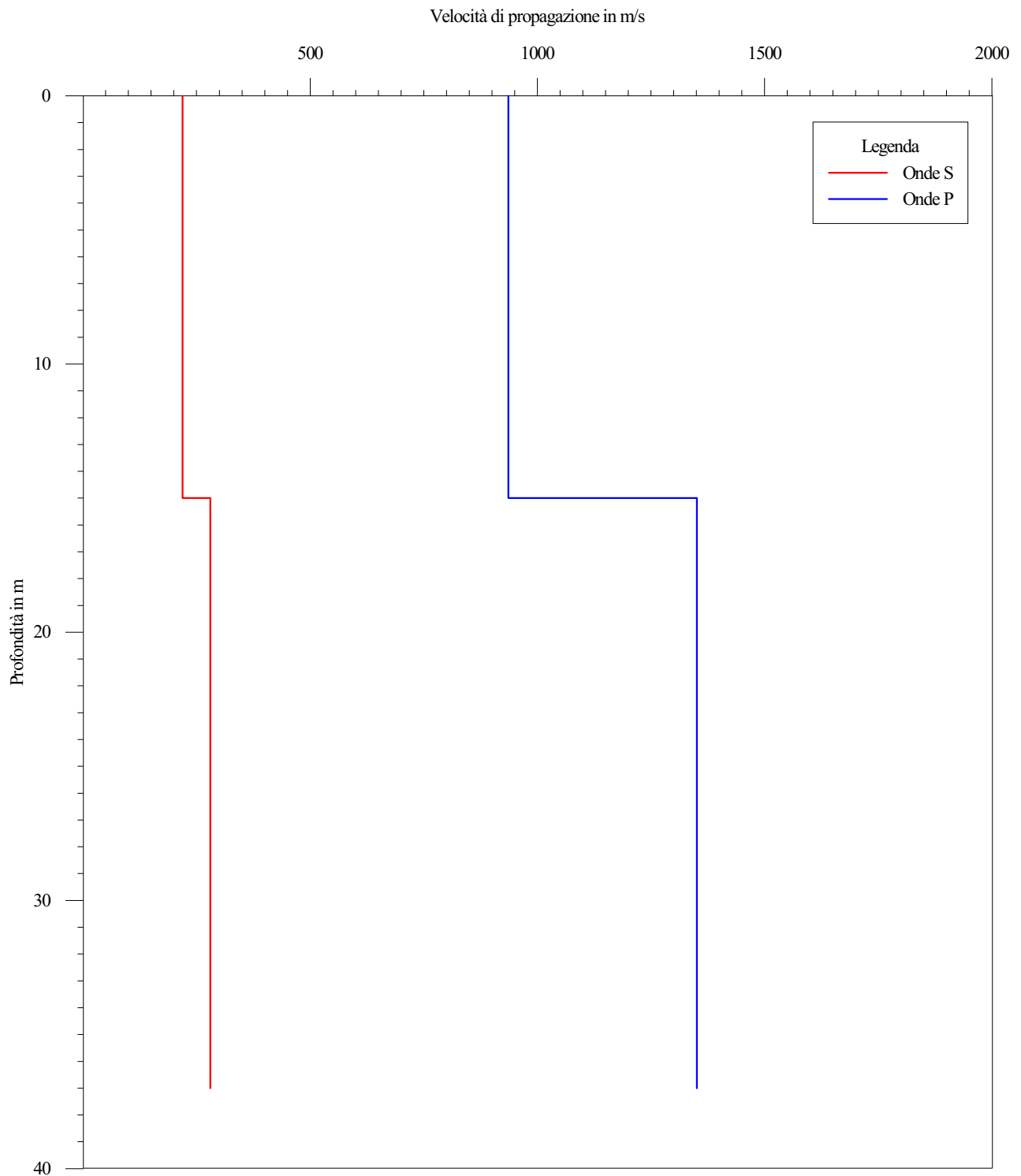
Certificato A146GF532

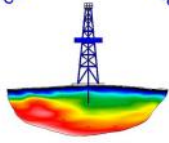




Interpretazione con il metodo diretto

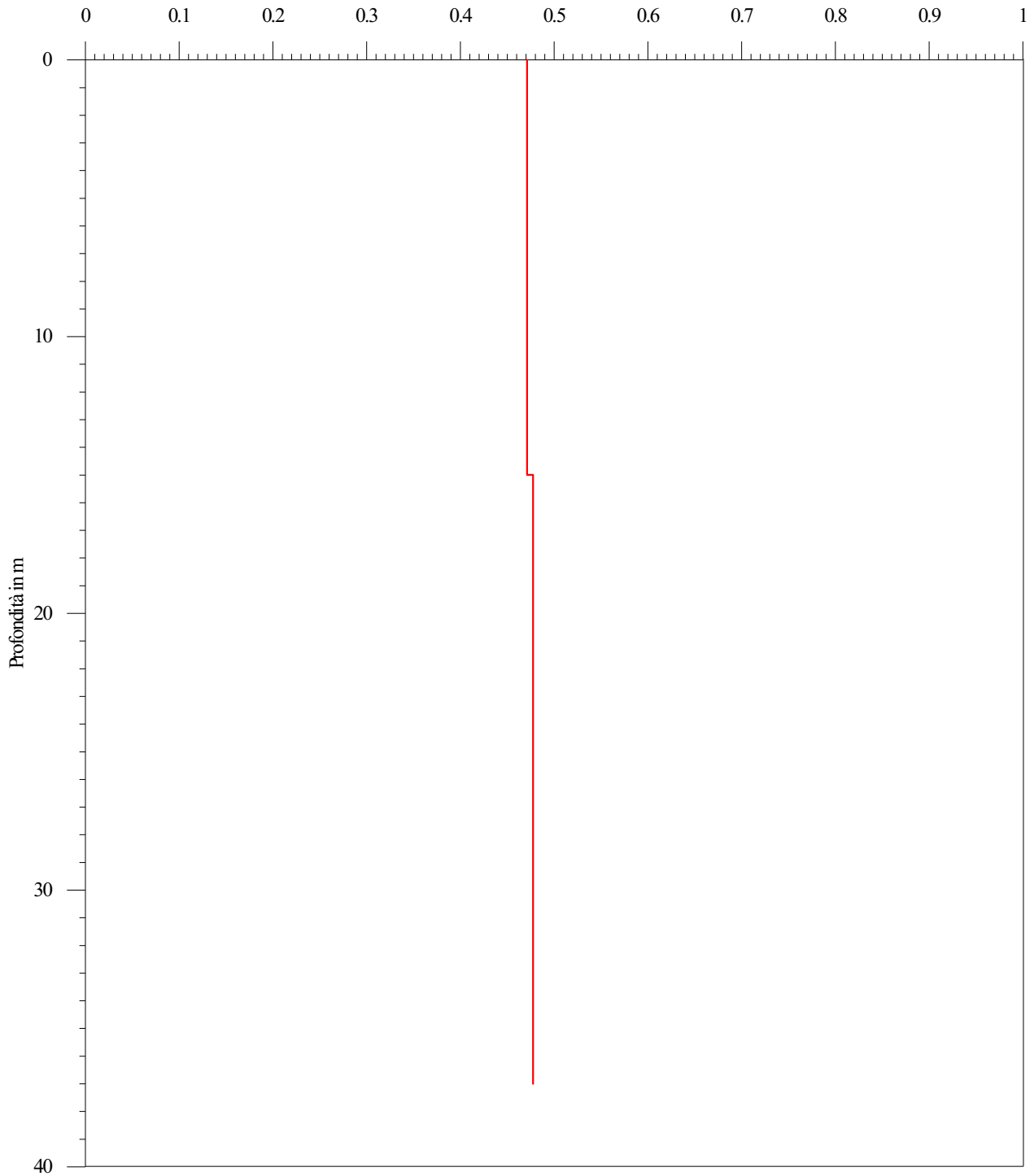
Certificato A146GF532

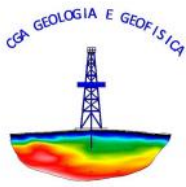




Metodo diretto - Coefficiente di Poisson

Certificato A146GF532

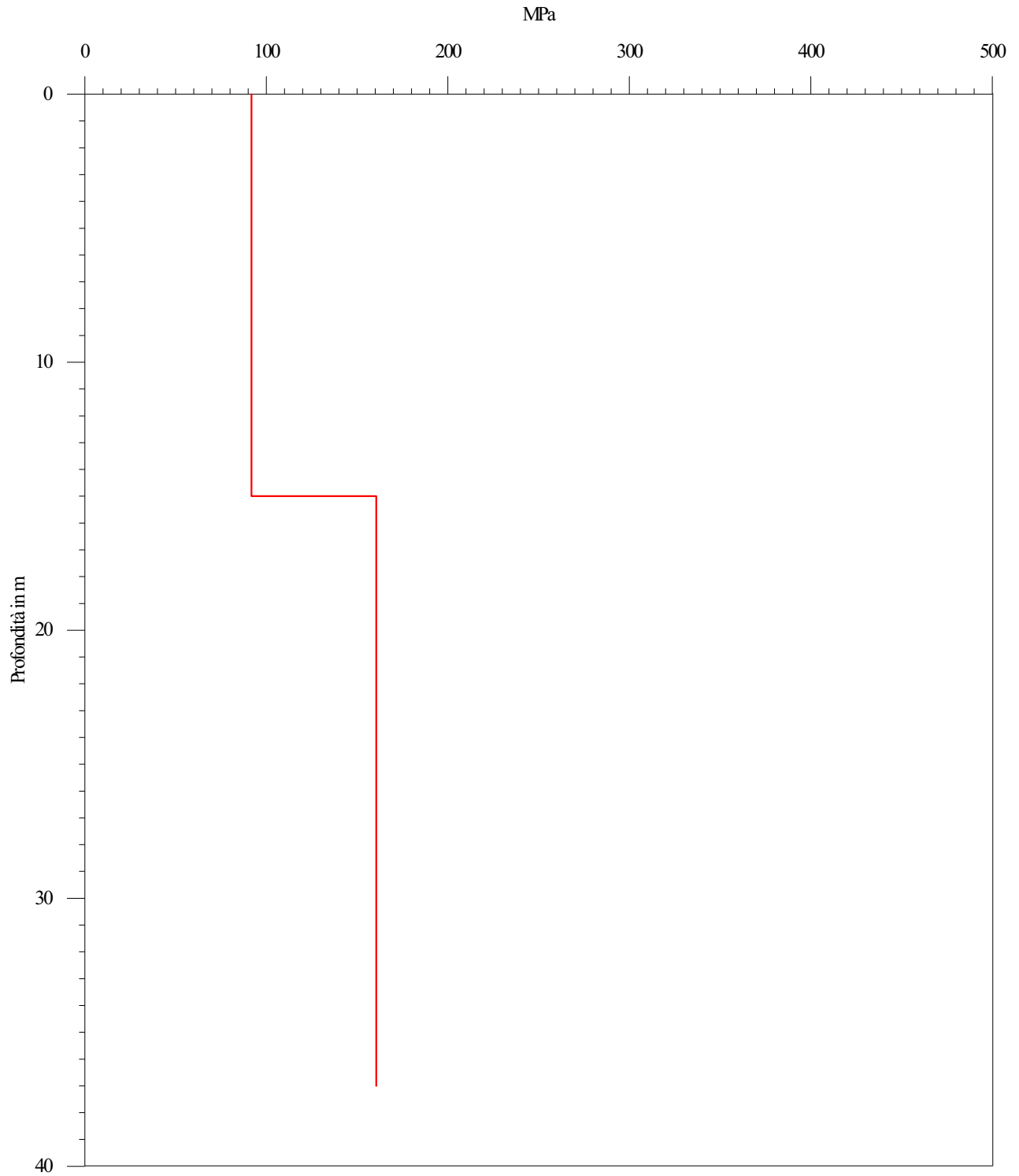




Committente: Geoprobe S.r.l. Prova: S3 - DH
Località: Castenaso (BO) Data: 11-ott-15

Metodo diretto - Modulo di deformazione al taglio

Certificato A146GF532

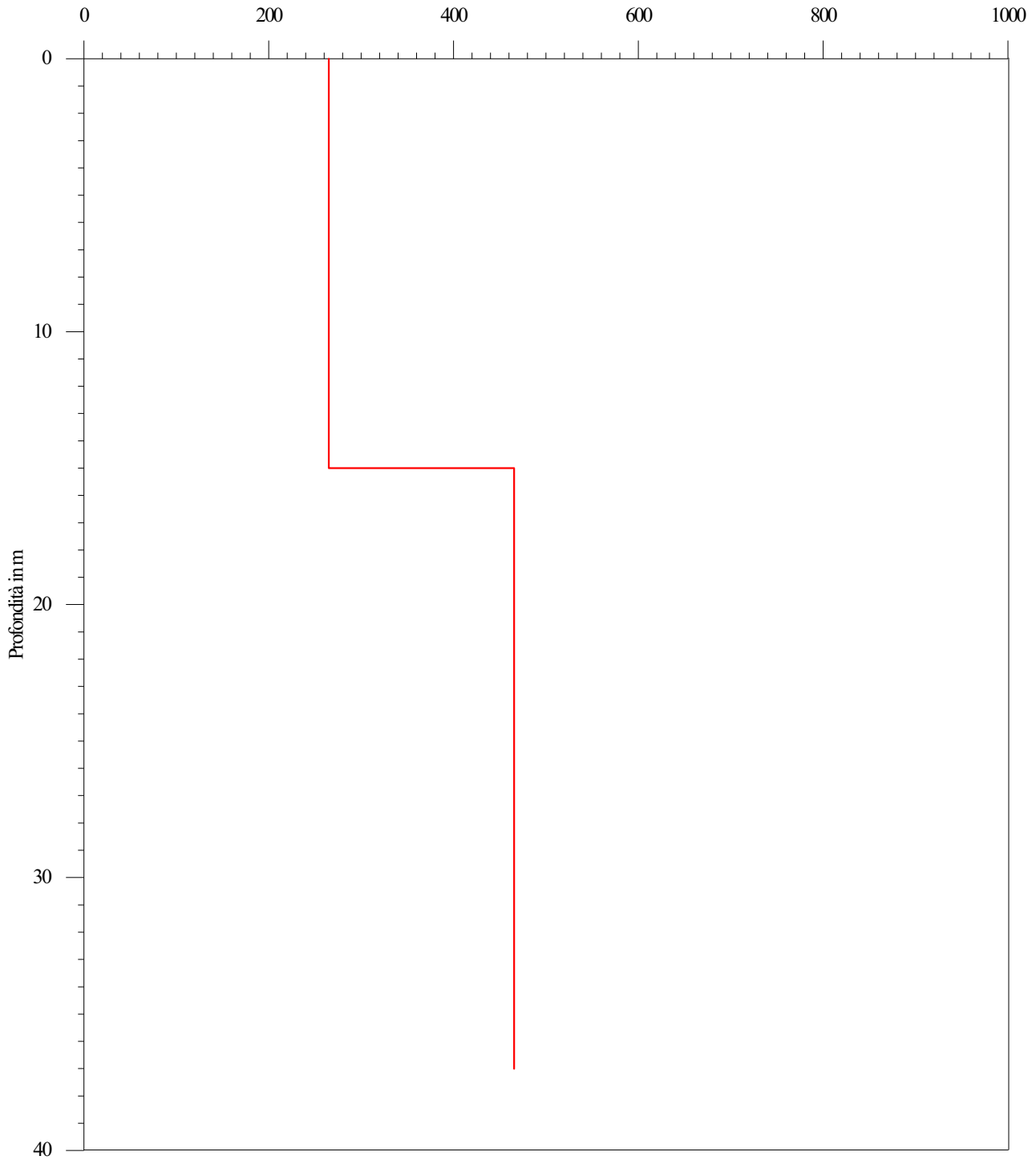




Committente: Geoprobe S.r.l. Prova: S3 - DH
Località: Castenaso (BO) Data: 11-ott-15

Metodo diretto - Modulo di Young

Certificato A146GF532

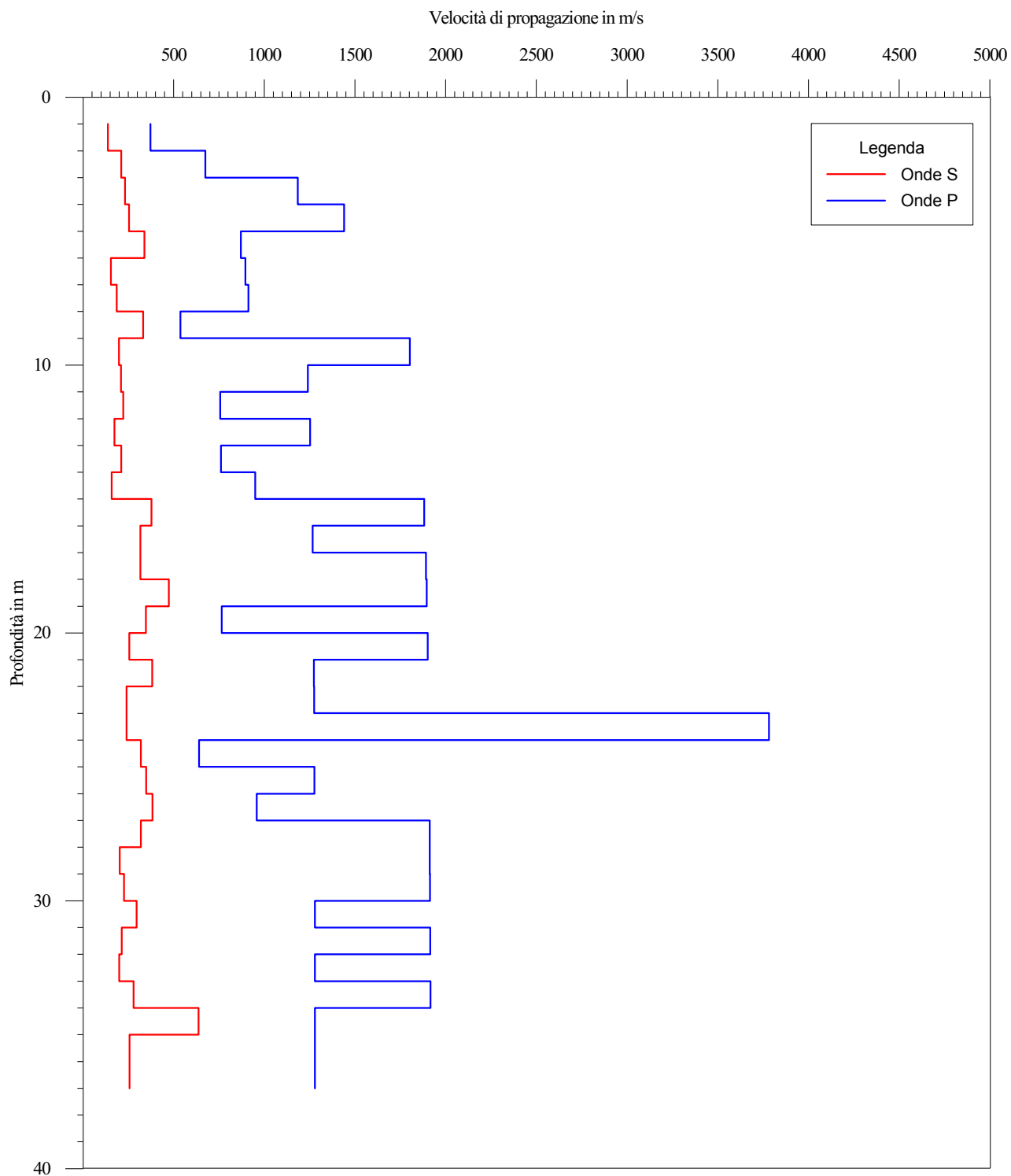


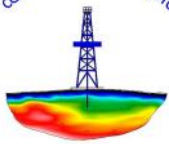


Committente: Geoprobe S.r.l. Prova: S3 - DH
Località: Castenaso (BO) Data: 11-ott-15

Interpretazione con il metodo del pseudointervallo

Certificato A146GF532

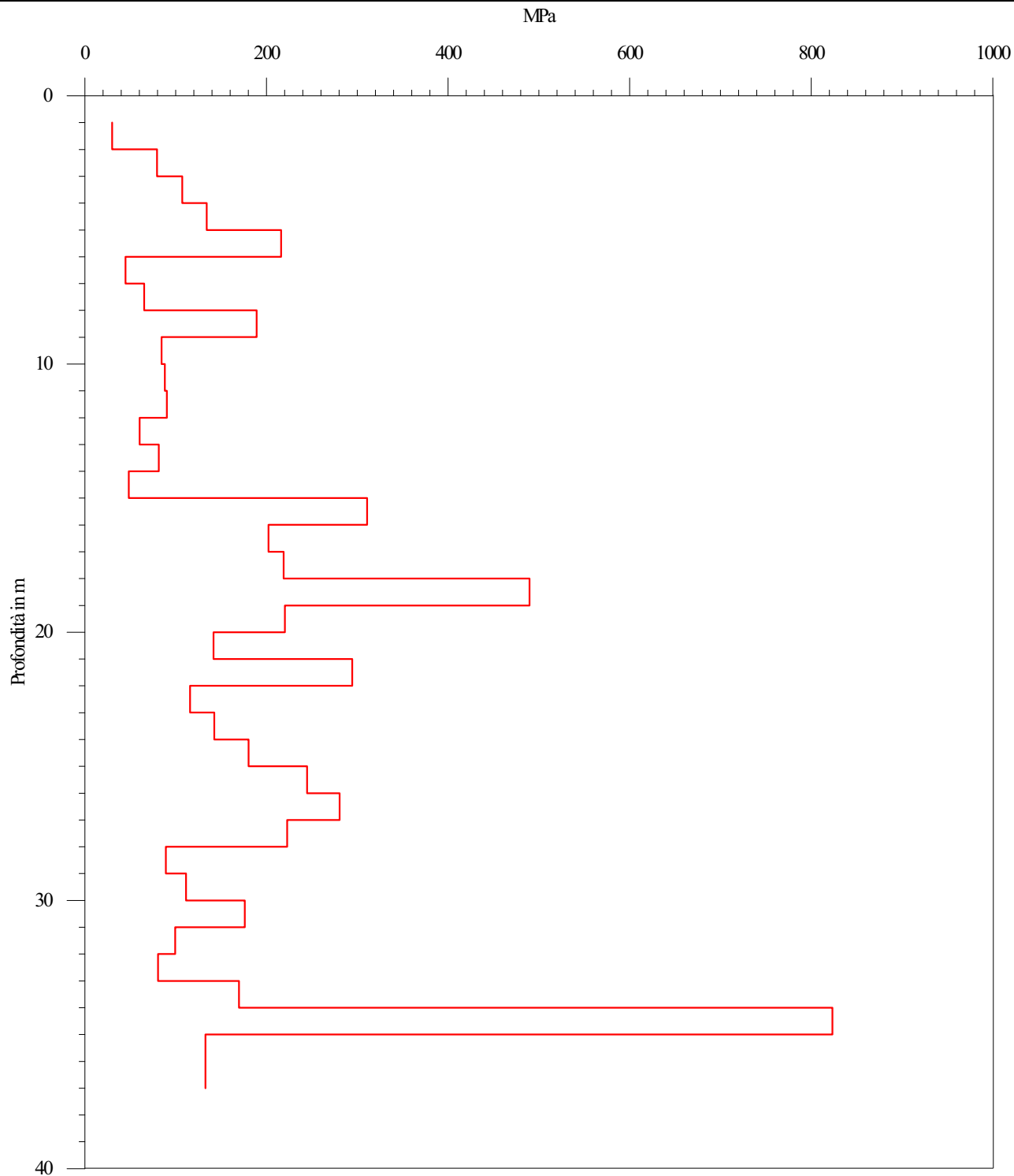


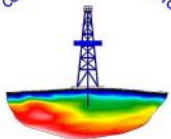


Committente: Geoprobe S.r.l. Prova: S3 - DH
Località: Castenaso (BO) Data: 11-ott-15

Metodo pseudointervallo - Modulo di deformazione al taglio

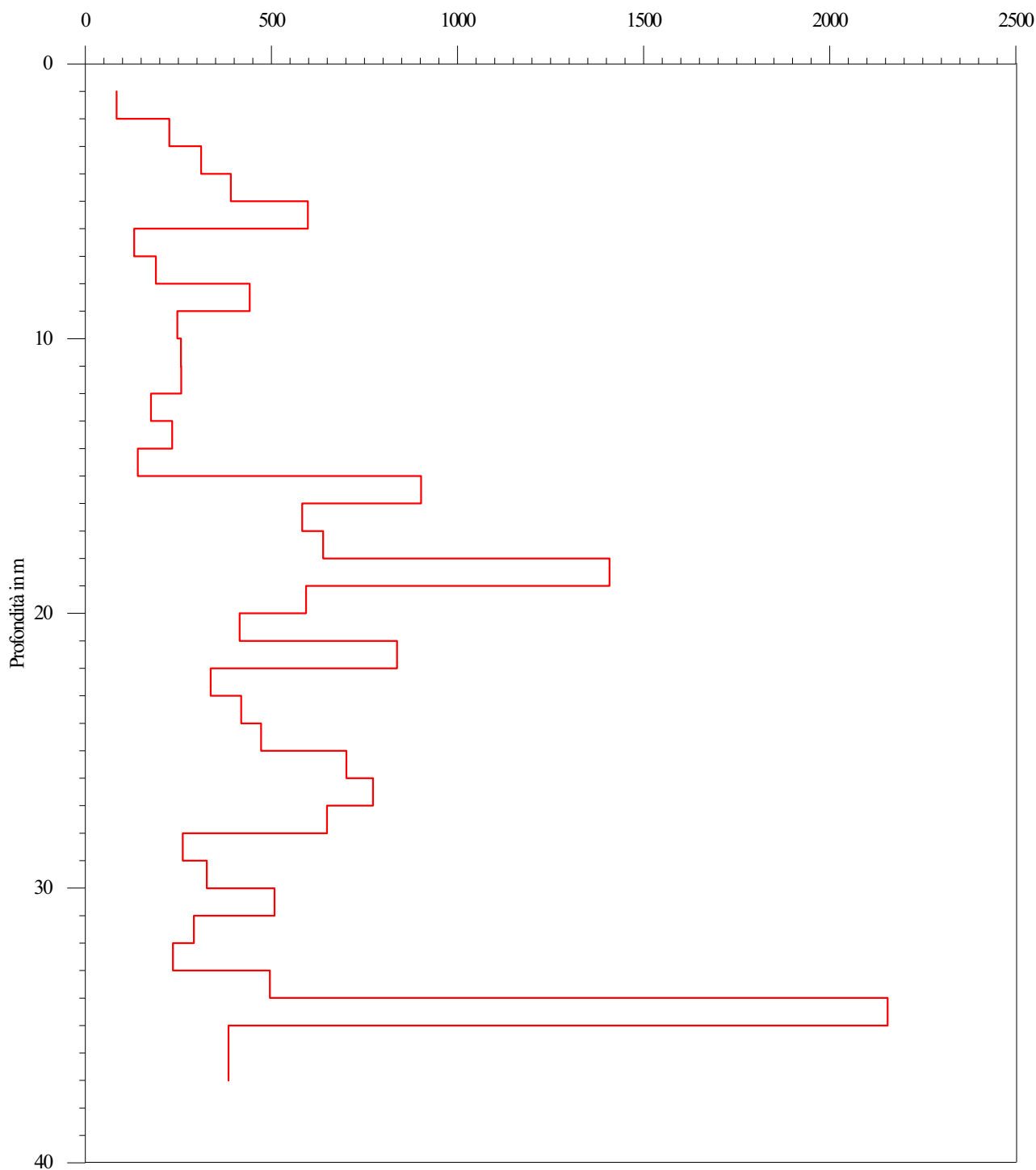
Certificato A146GF532





Metodo pseudointervallo - Modulo di Young

Certificato A146GF532

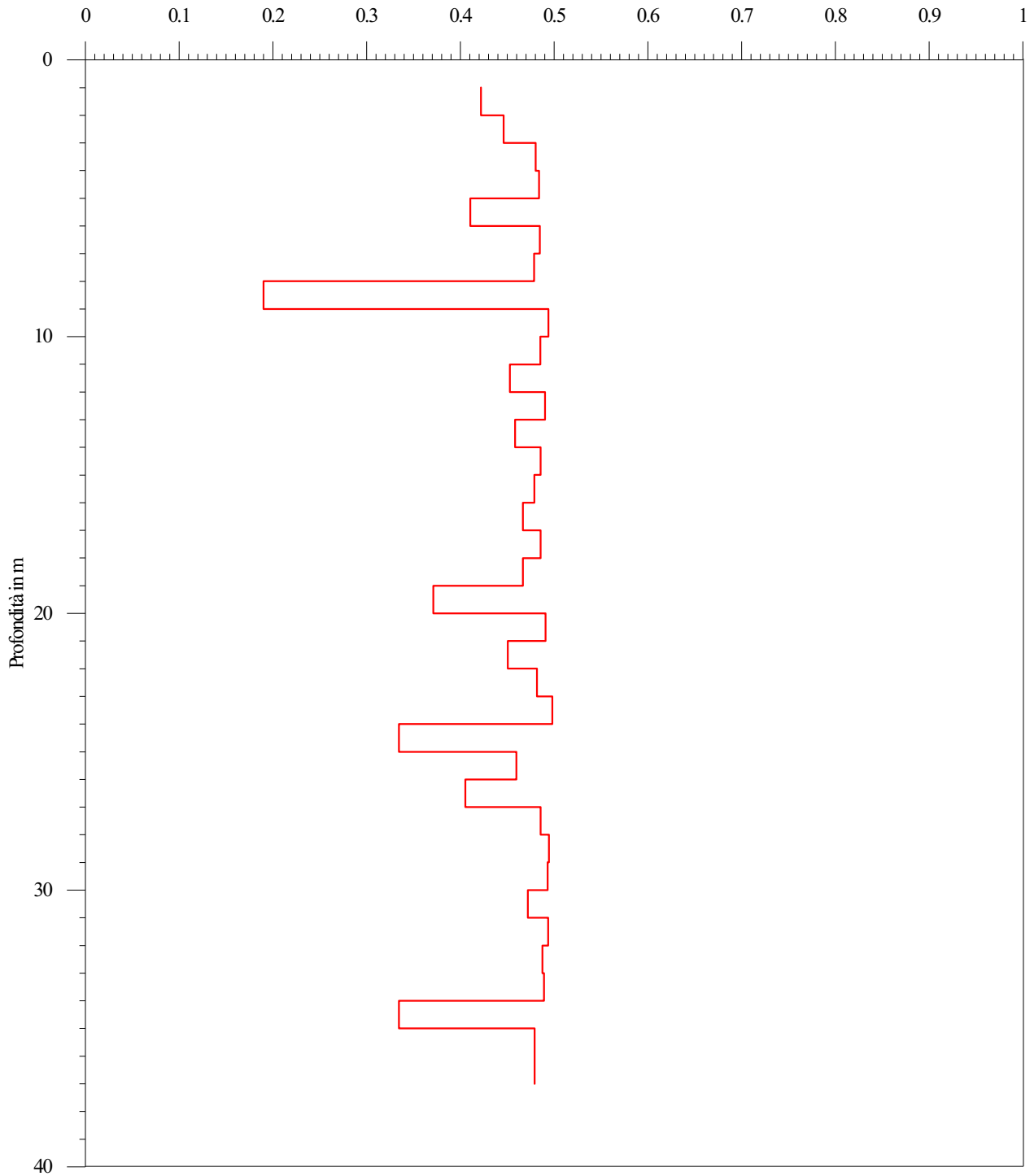




Committente: Geoprobe S.r.l. Prova: S3 - DH
Località: Castenaso (BO) Data: 11-ott-15

Metodo pseudointervallo - Coefficiente di Poisson

Certificato A146GF532



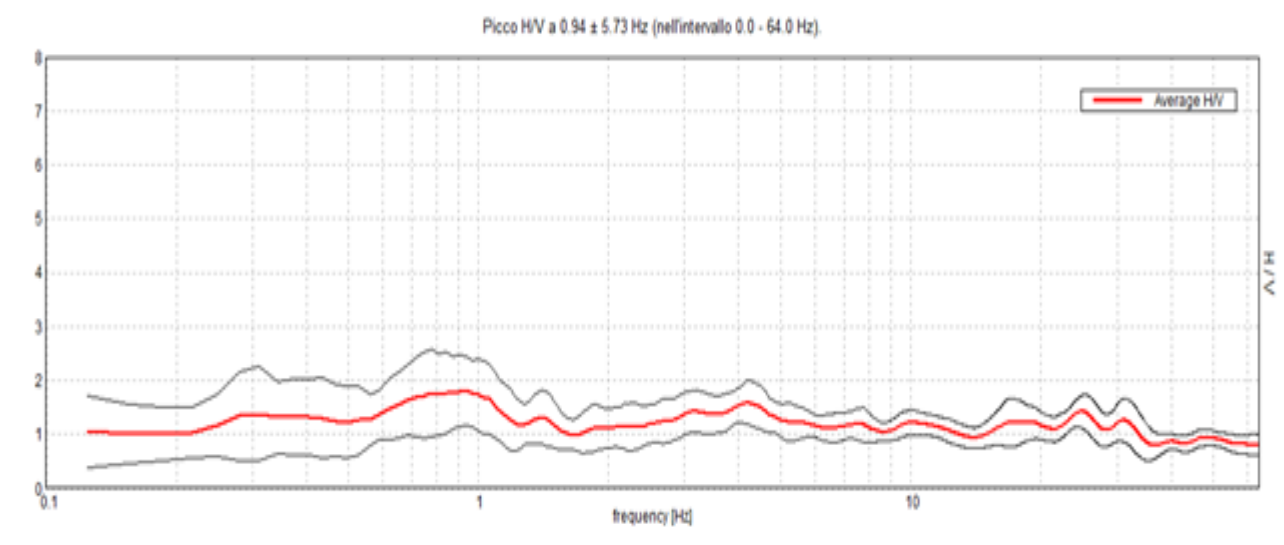
INDAGINI SISMICHE
PROVE HVSR

Codice Lavoro: 2016.095

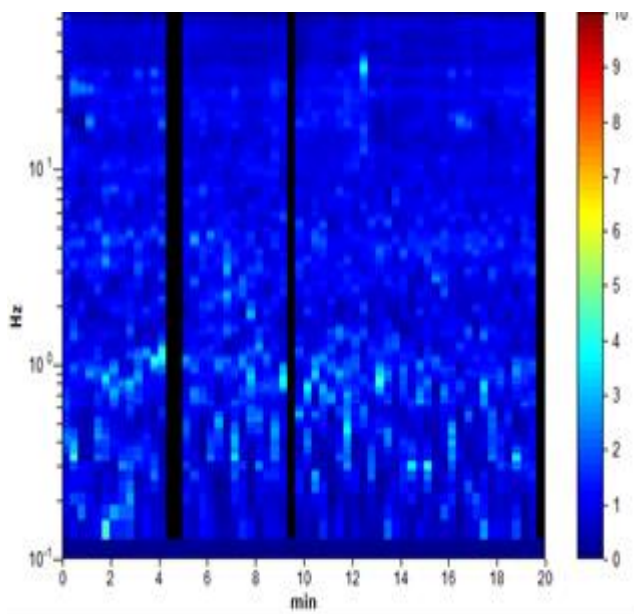
Rapporto di Prova N°: 16.0636/RSP

Committente:	En,Ser	Data prova:	03/11/2016
Località:	Castenaso(BO)	Ora inizio registrazione:	20:36:48
Cantiere:	Villanova	Ora fine registrazione:	20:56:48
Strumento:	TRZ-0184/01-12	Procedura di Prova:	
Note:	PROVA SU S3-DH	Frequenza di campionamento:	128 Hz

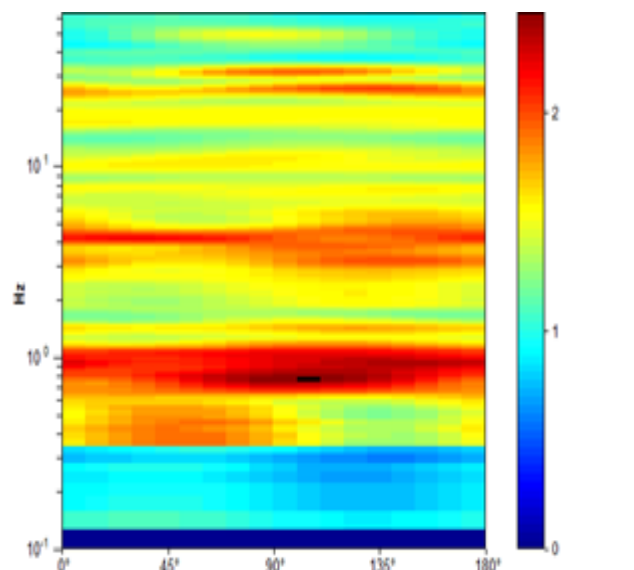
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SERIE TEMPORALE H/V

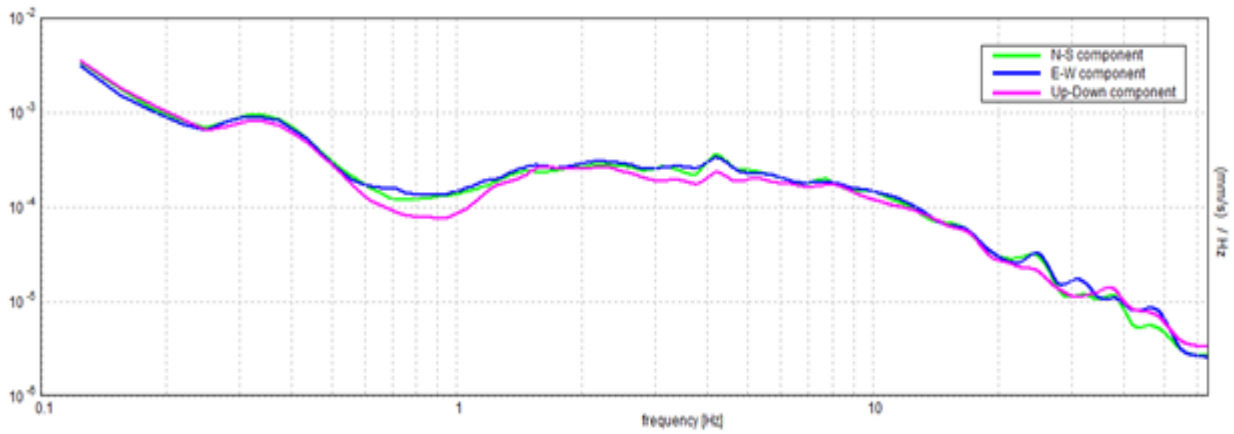


DIREZIONALITÀ H/V



Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

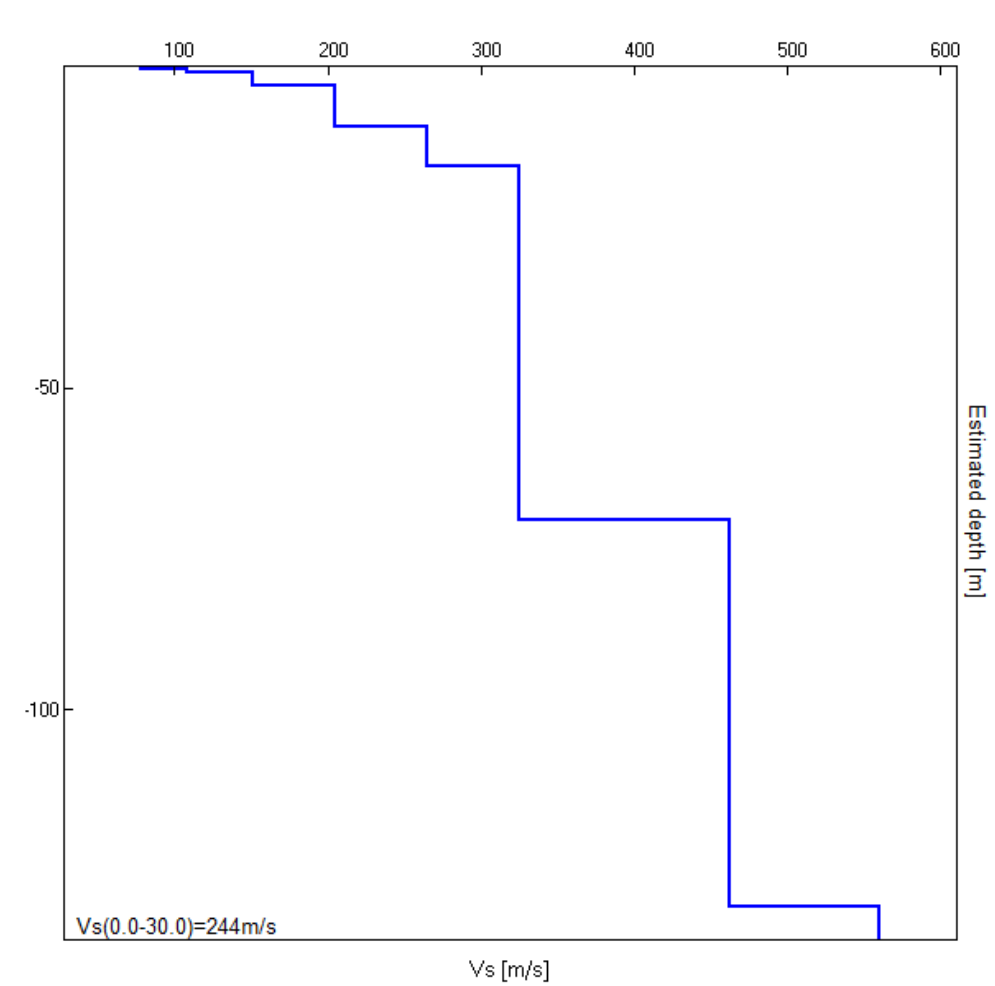
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.40	0.40	78	0.40
1.00	0.60	108	0.40
3.10	2.10	151	0.40
9.30	6.20	205	0.40
15.60	6.30	265	0.40
70.60	55.00	325	0.40
130.60	60.00	462	0.42
inf.	inf.	560	0.42

$V_s(0.0-30.0) = 244 \text{ m/s}$



Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

Secondo le linee guida SESAME, 2005

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1050.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 46	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.81 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	6.11199 < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	5.72999 < 0.14063		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.6333 < 2.0	OK	
L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$	lunghezza della finestra numero di finestre usate nell'analisi numero di cicli significativi frequenza attuale frequenza del picco H/V deviazione standard della frequenza del picco H/V valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0 ampiezza della curva H/V alla frequenza f frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$		

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

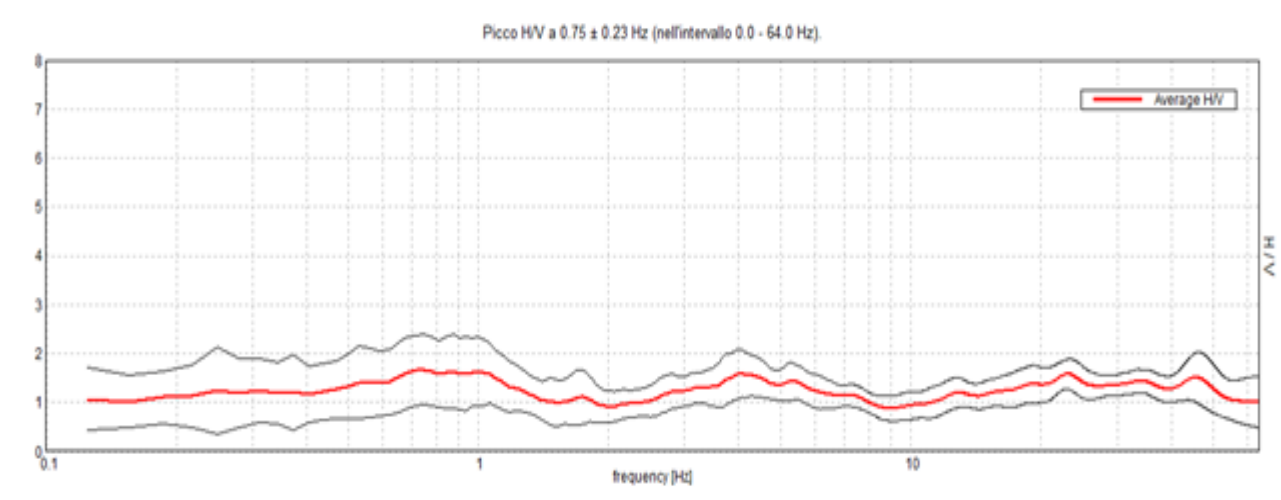
Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

Codice Lavoro: 2016.095

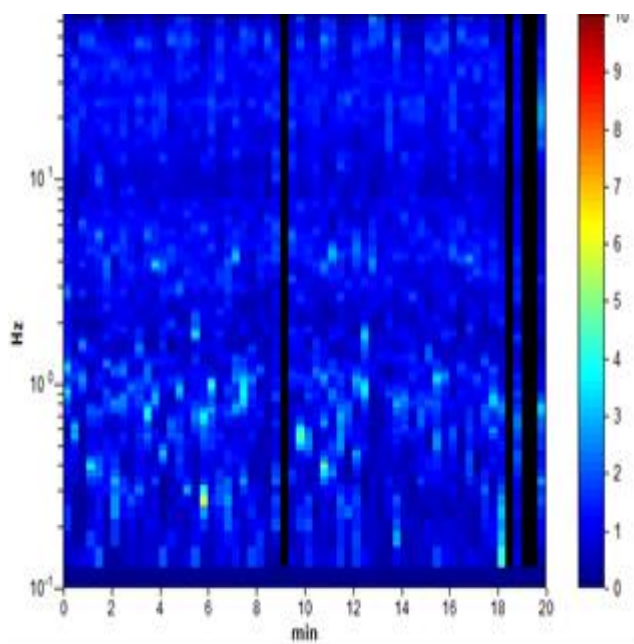
Rapporto di Prova N°: 16.0637/RSP

Committente:	En,Ser	Data prova:	04/11/2016
Località:	Castenaso(BO)	Ora inizio registrazione:	07:29:17
Cantiere:	Villanova	Ora fine registrazione:	07:49:17
Strumento:	TRZ-0184/01-12	Procedura di Prova:	
Note:	PROVA SU S1-Pz	Frequenza di campionamento:	128 Hz

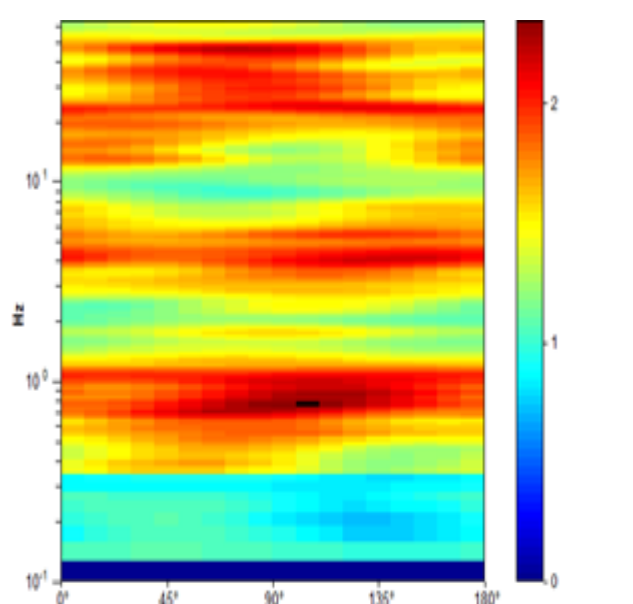
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SERIE TEMPORALE H/V

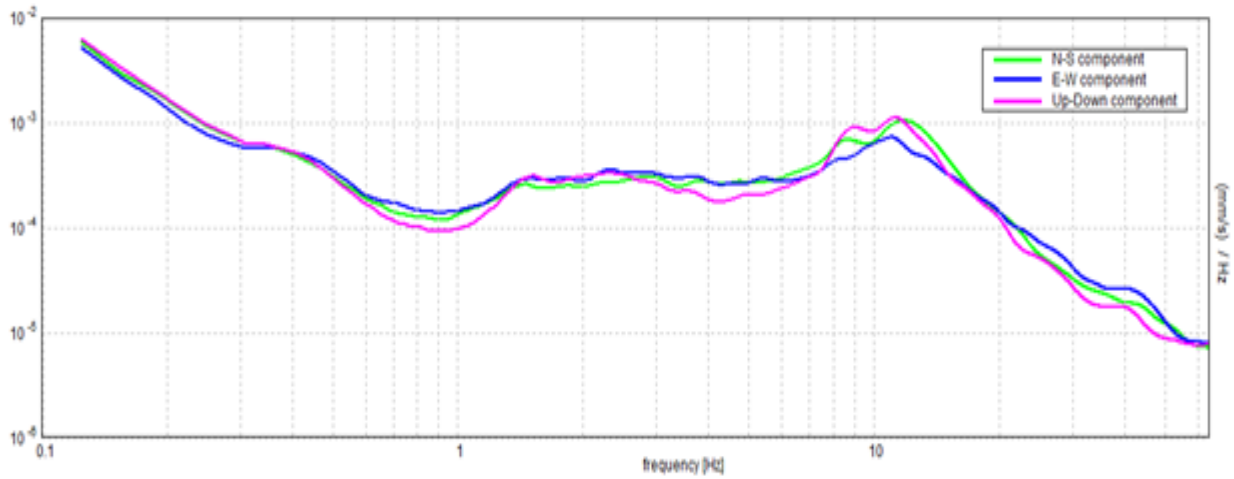


DIREZIONALITÀ H/V



Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

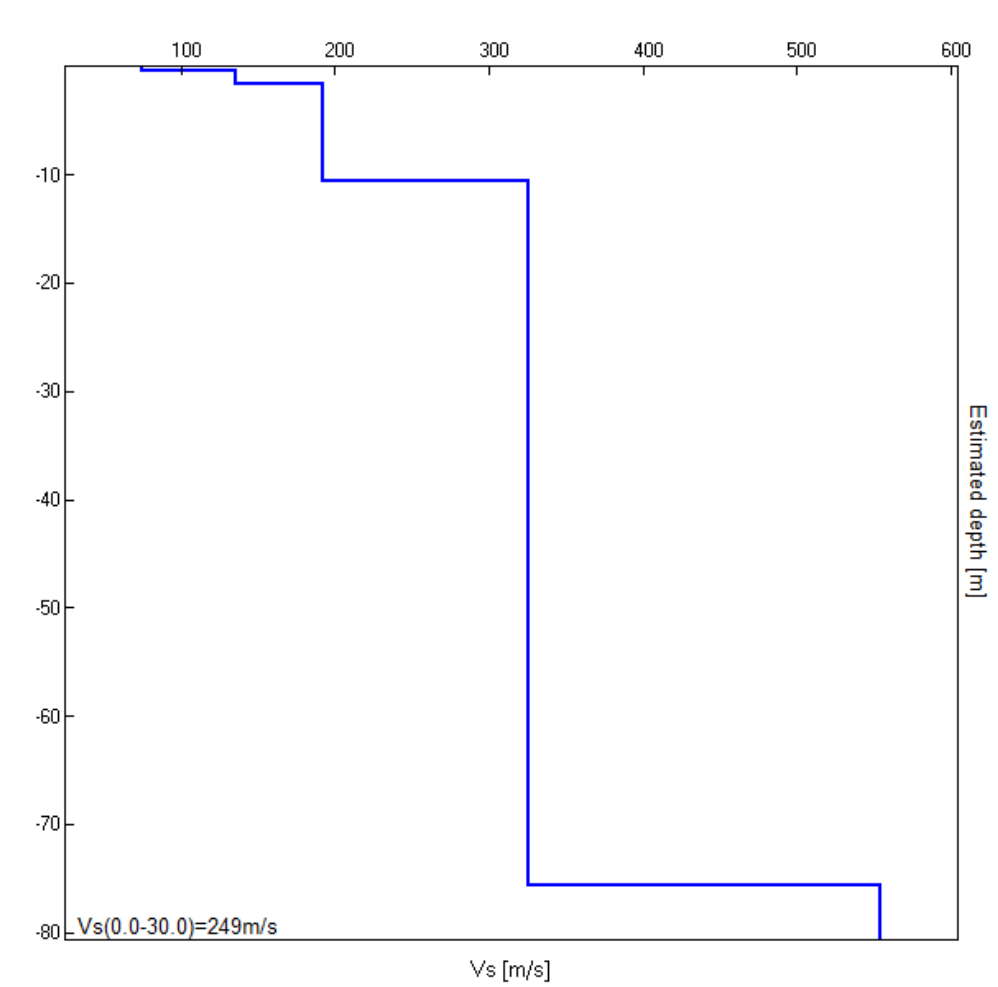
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.40	0.40	75	0.40
1.60	1.20	136	0.40
10.60	9.00	192	0.40
75.60	65.00	326	0.40
inf.	inf.	554	0.40

$V_s(0.0-30.0) = 249 \text{ m/s}$



Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

Secondo le linee guida SESAME, 2005

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$840.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 37	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.67 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.30375 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.22781 < 0.1125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7177 < 2.0$	OK	
L_w	lunghezza della finestra		
n_w	numero di finestre usate nell'analisi		
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi		
f	frequenza attuale		
f_0	frequenza del picco H/V		
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V		
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$		
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0		
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f		
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$		
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$		
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa		
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$		
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$		

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	08/11/2016	Dr. Conti	Dr. Luca Conti