

Rovereto, 11 dicembre 2009

VI Workshop di Geofisica

**PERICOLOSITA' SISMICA – MICROZONAZIONE
EFFETTI DI SITO:
punti fermi nella difesa dai terremoti**

MICROZONAZIONE SISMICA

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

E IL GEOLOGO?

PROGEO S.r.l.

Via Talete 10/8 Forlì

www.progeo.info

mail.progeo@gmail.com



REGIONE TOSCANA



Giunta Regionale

DIREZIONE GENERALE POLITICHE
TERRITORIALI E AMBIENTALI
SETTORE- SERVIZIO SISMICO REGIONALE

Legge Regionale 30.7.97 n.56

PROGRAMMA VEL VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI

ISTRUZIONI TECNICHE PER LE INDAGINI GEOLOGICHE, GEOFISICHE, GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI NEI COMUNI CLASSIFICATI SISMICI DELLA TOSCANA

VOLUME 1B

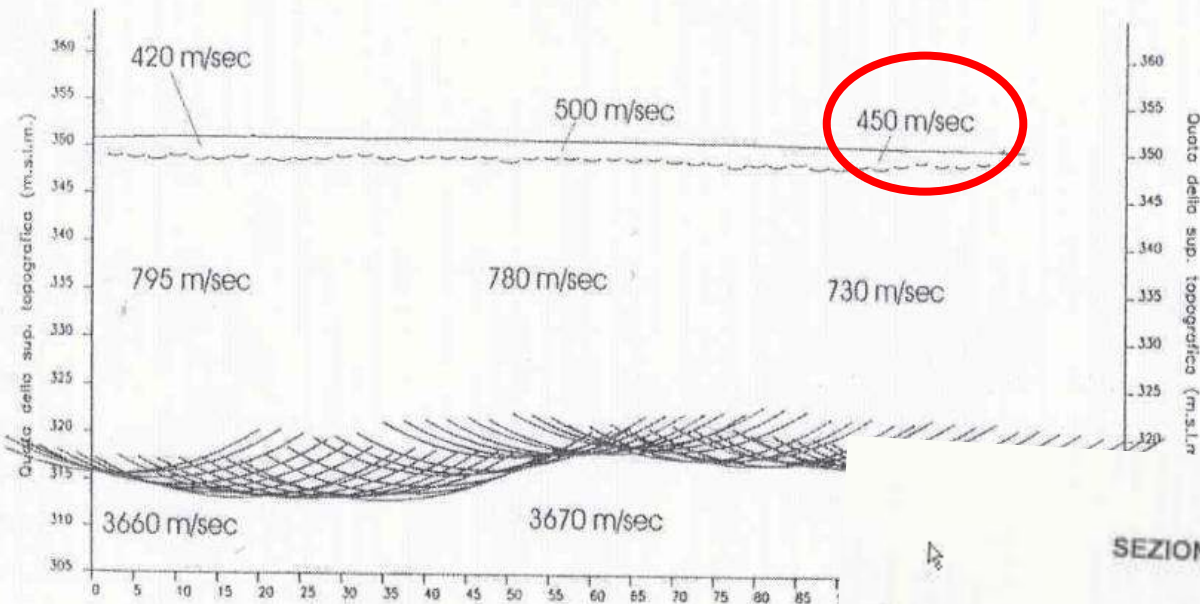
*Criteria, metodologie, modalità di presentazione delle indagini
e degli elaborati*

"PROGRAMMA VEL"

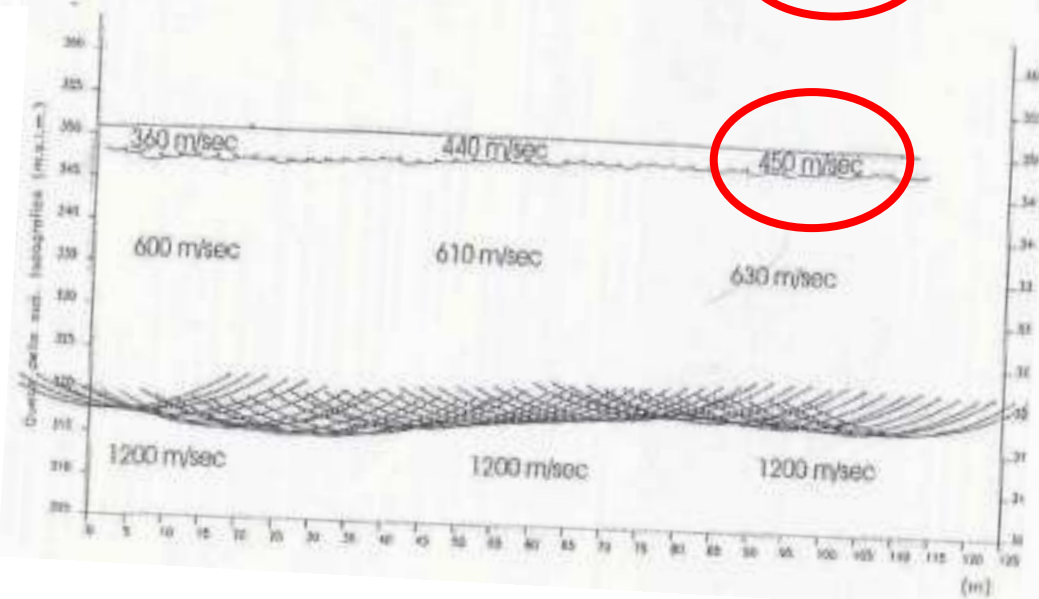
E

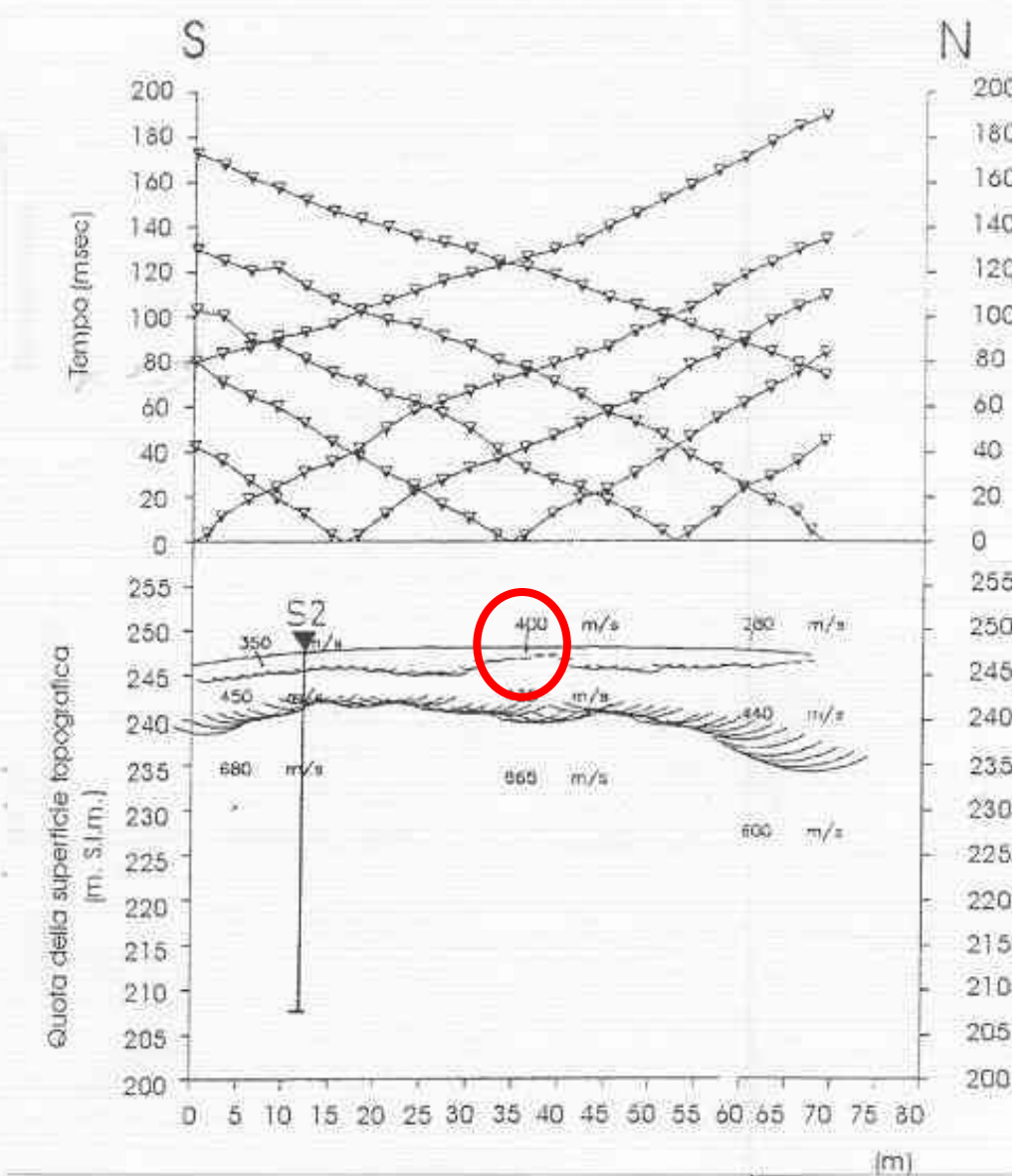
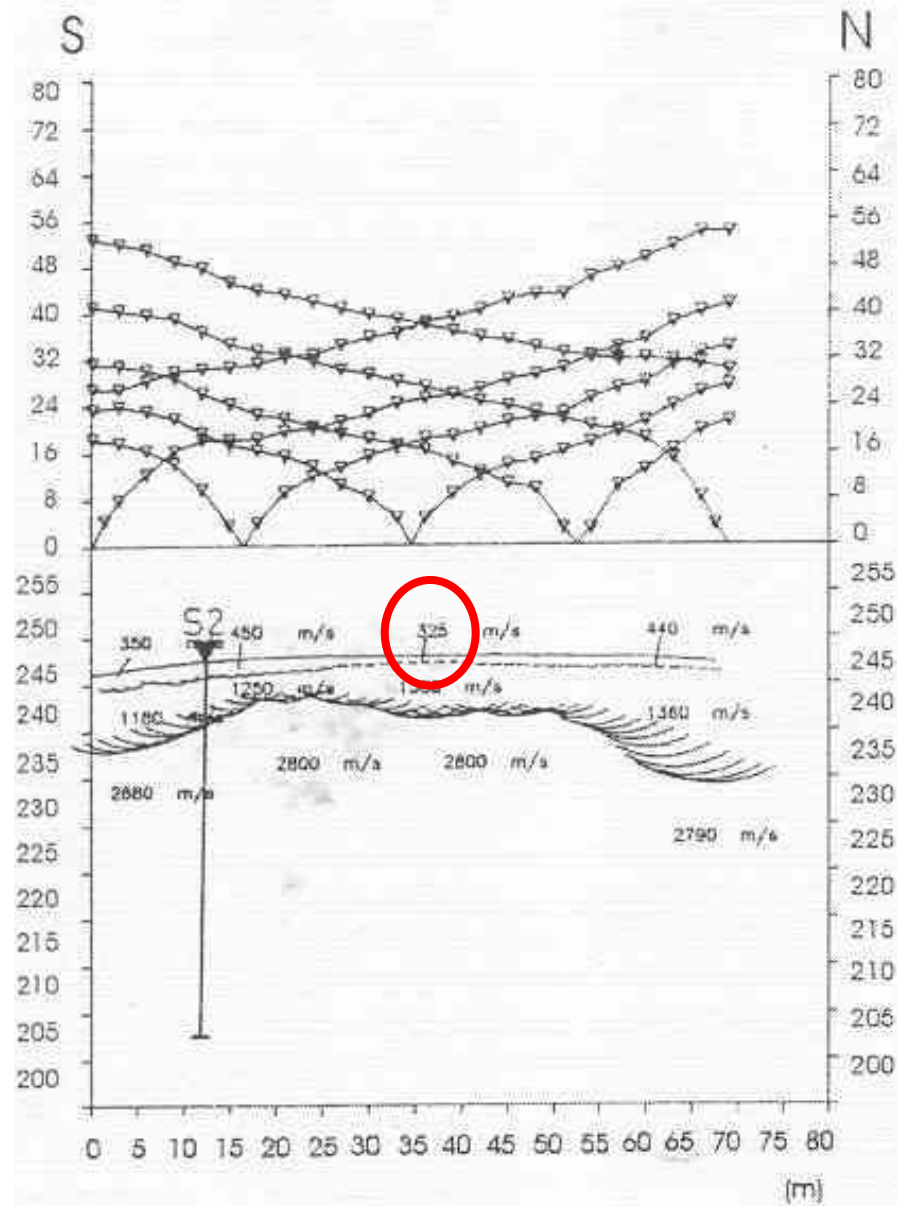
**"PROGRAMMA DI VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI EDIFICI
PUBBLICI E/O STRATEGICI IN MURATURA O IN CEMENTO ARMATO (VSM e VSCA)"
IN GARFAGNANA, LUNIGIANA, VALTIBERINA, CASENTINO, MUGELLO ED AMIATA**

LINEA SISMICA ST1
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE P



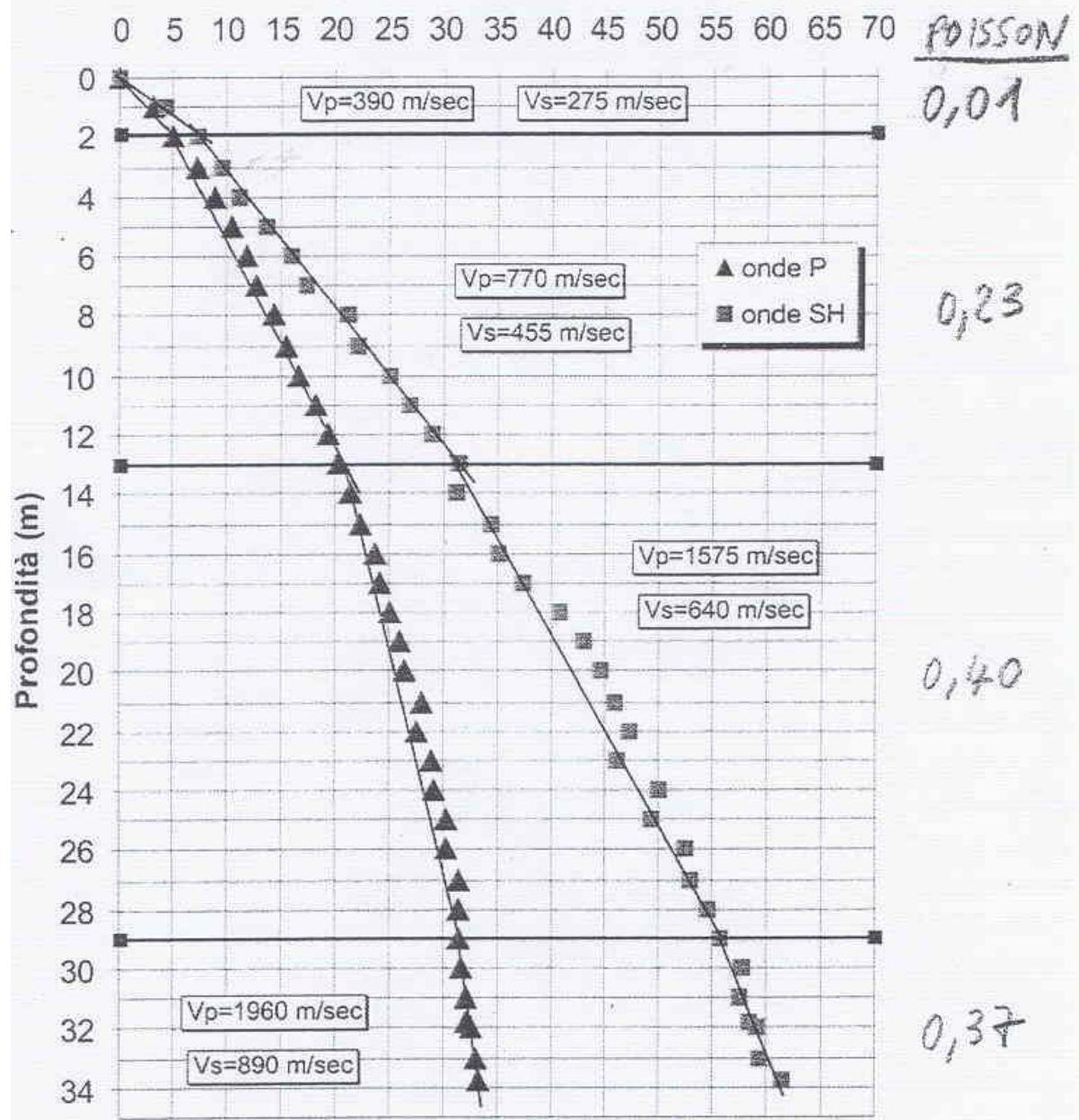
LINEA SISMICA ST1
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE SH



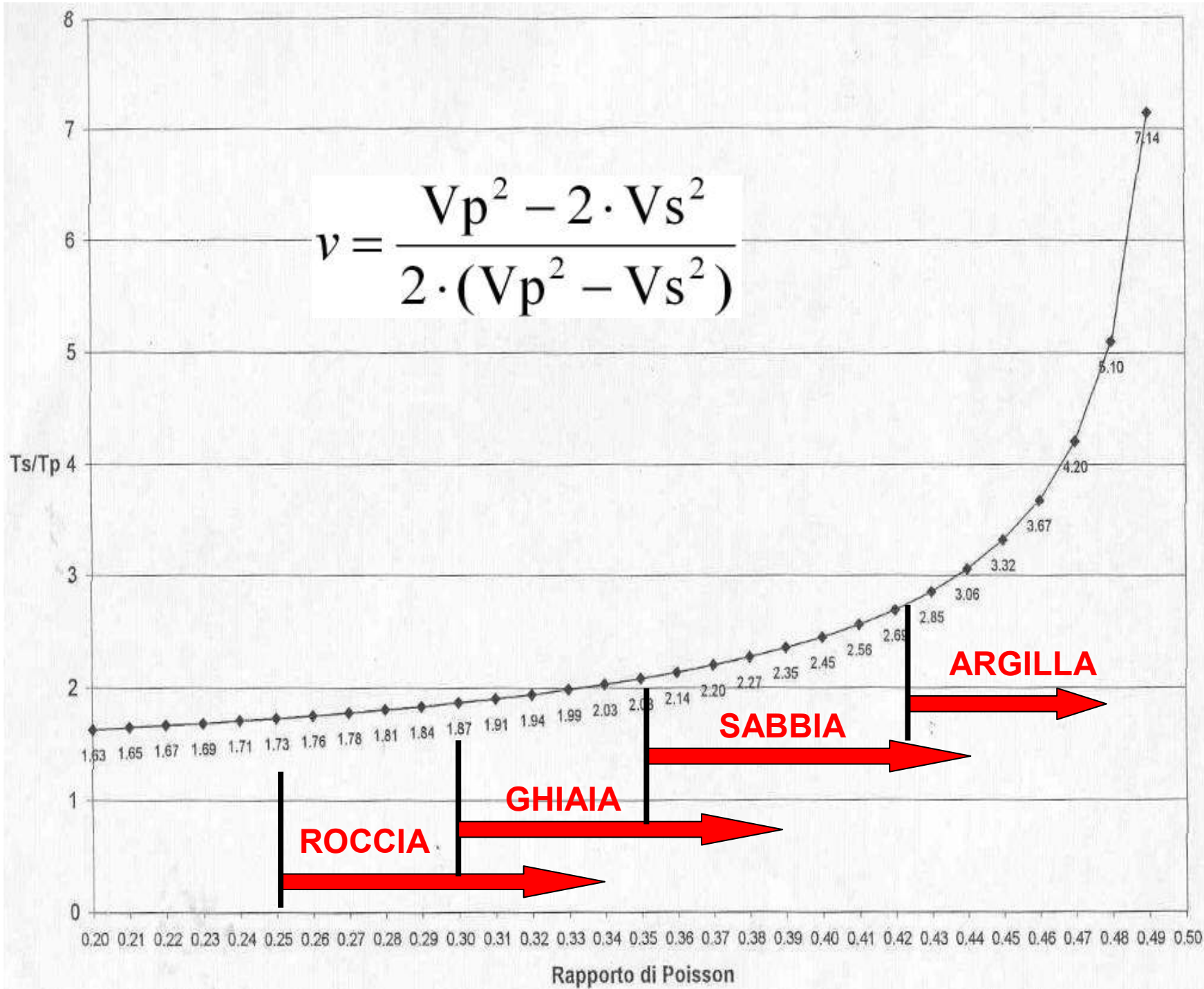


DROMOCRONE

Tempi (msec)



$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \cdot (V_p^2 - V_s^2)}$$



Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{v_i}}$$

PROFONDITA'	VS	h_i/V_i
1	210	0.004762
2	210	0.004762
3	210	0.004762
4	210	0.004762
5	210	0.004762
6	210	0.004762
7	210	0.004762
8	210	0.004762
9	210	0.004762
10	210	0.004762
11	210	0.004762
12	210	0.004762
13	210	0.004762
14	210	0.004762
15	210	0.004762
16	210	0.004762
17	210	0.004762
18	210	0.004762
19	210	0.004762
20	210	0.004762
21	210	0.004762
22	210	0.004762
23	210	0.004762
24	210	0.004762
25	210	0.004762
26	210	0.004762
27	210	0.004762
28	210	0.004762
29	210	0.004762
30	210	0.004762

PROFONDITA'	VS	h_i/V_i
1	210	0.004762
2	210	0.004762
3	210	0.004762
4	210	0.004762
5	210	0.004762
6	210	0.004762
7	210	0.004762
8	210	0.004762
9	210	0.004762
10	210	0.004762
11	55	0.018182
12	55	0.018182
13	210	0.004762
14	210	0.004762
15	210	0.004762
16	210	0.004762
17	210	0.004762
18	210	0.004762
19	210	0.004762
20	210	0.004762
21	210	0.004762
22	210	0.004762
23	210	0.004762
24	210	0.004762
25	210	0.004762
26	210	0.004762
27	210	0.004762
28	210	0.004762
29	210	0.004762
30	210	0.004762

$$\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i} = 0.142857$$

$$\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i} = 0.169697$$

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 210 \quad \mathbf{C}$$

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 176.786 \quad \mathbf{D}$$

Su che base scegliere il tipo di indagine sismica ?

**INDAGINI
SISMICHE**

- Grado di approfondimento
- Spazio disponibile

SISMICA PASSIVA

Bassa risoluzione

Indagini RE. MI. (**RE**fraction **MI**cro**tr**emor);

HVSR (Metodologia NAKAMURA – **NO Vs**)

SISMICA ATTIVA

Bassa risoluzione

Indagini sismiche con elaborazione tradizionale ad onde di taglio;

Indagini sismiche tomografiche ad onde di taglio

SASW, MASW;

Alta risoluzione

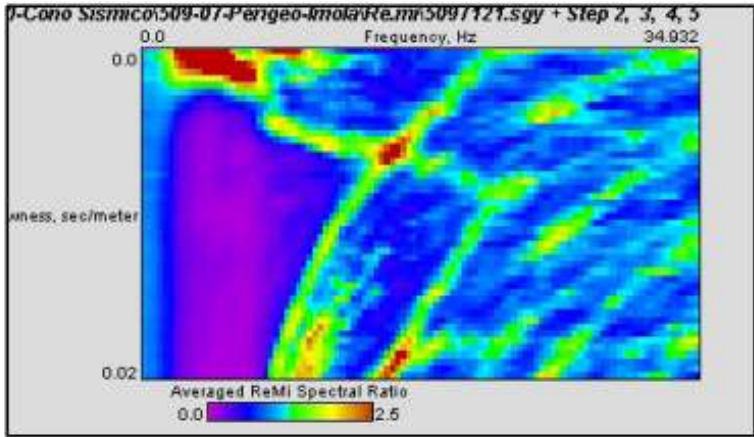
Misure tra fori Cross Hole;

Misure in foro Down Hole;

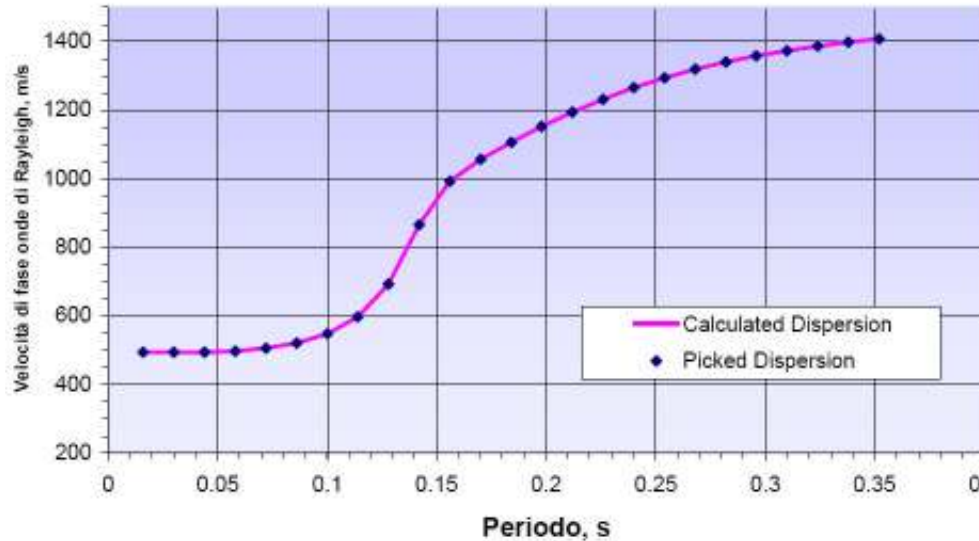
Misure di Cono Sismico

REFRACTION MICROTREMOR (Re.Mi.) - Sezione -

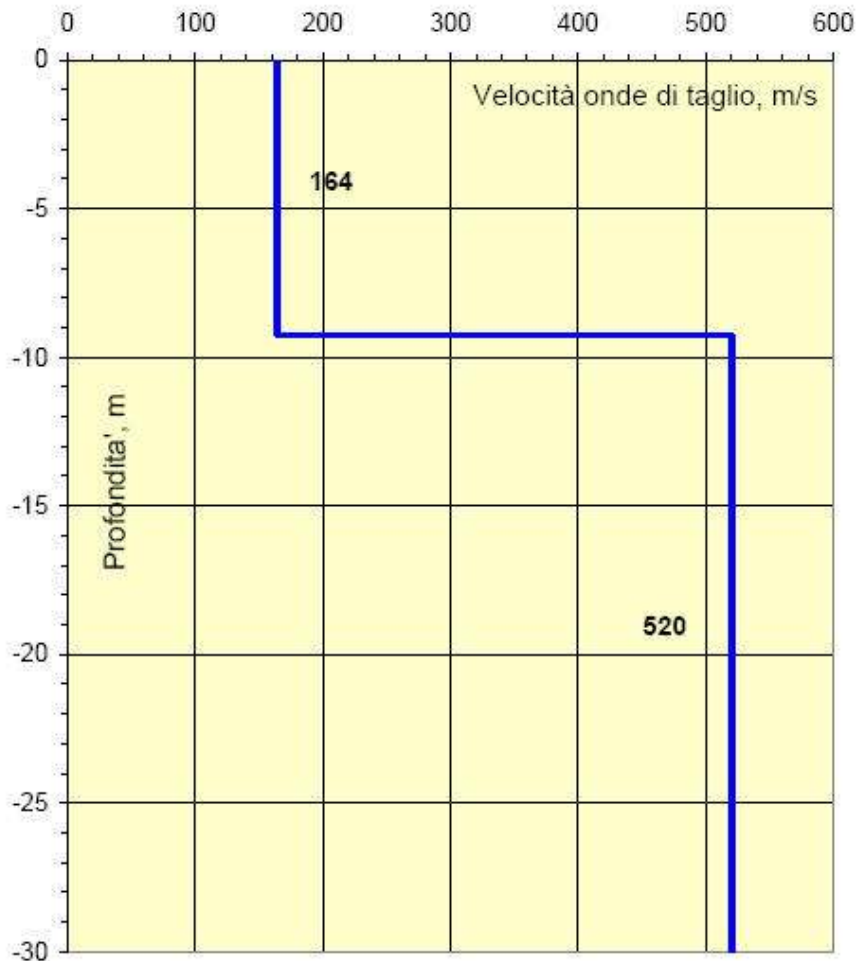
p-f Immagine con modello di dispersione



Curva di dispersione



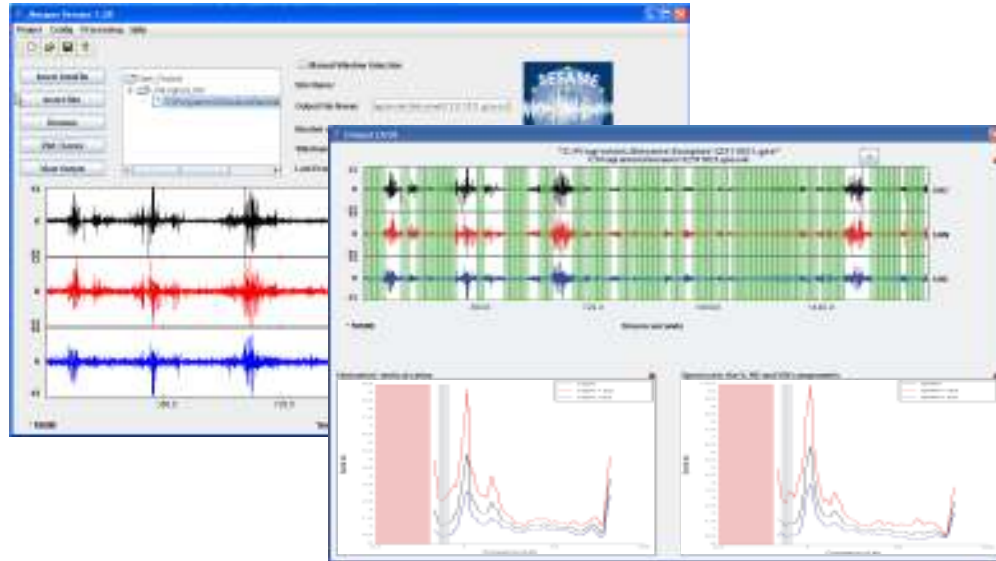
MODELLO DI VELOCITA' ONDE DI TAGLIO
- Sezione -



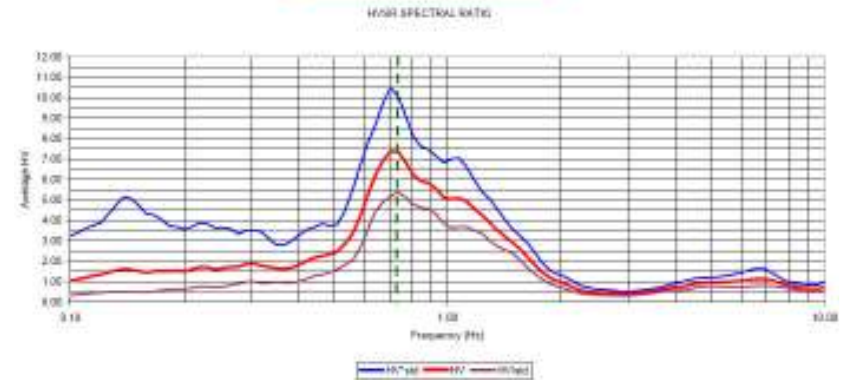
Classificazione sismica dei suoli (P.C.M. n° 3341 del 14/09/2005)
Vs₃₀ = 311 m/s
Cat. Suolo C

HVSR - NAKAMURA

(SOLO per l'analisi della frequenza di risonanza)



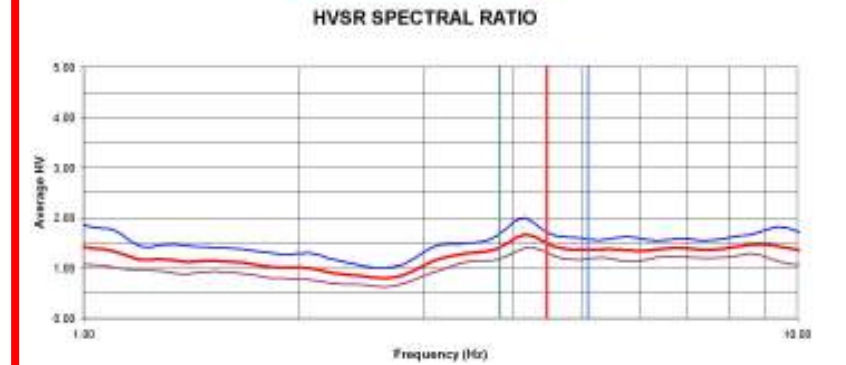
Max HVSR 0.77 ± 0.11 Hz.



Max HVSR 3.36 ± 0.54 Hz.



Max HVSR 4.45 ± 0.62 Hz.



Esempio di mala sismica

$$f_r = \frac{V_s}{4Z}$$

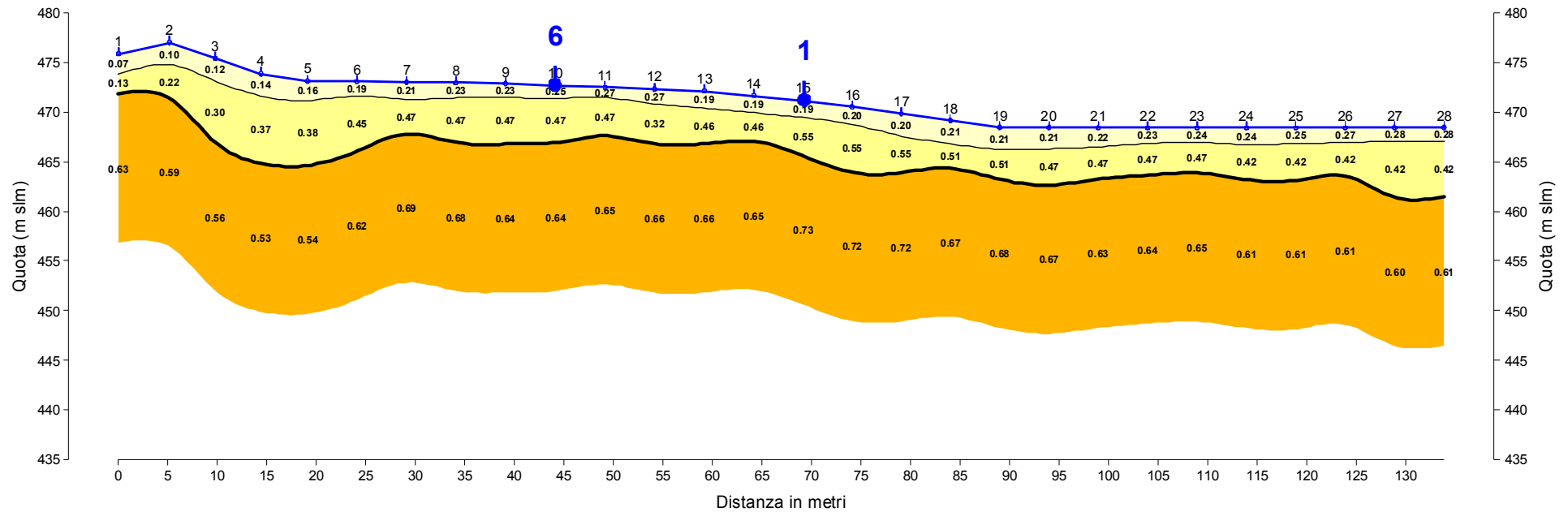
Frequenza		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h	5								60	80	100	120	140	160	180	200	
	7.5								80	90	120	150	180	210	240	270	300
	10								90	120	160	200	240	280	320	360	400
	15								120	180	240	300	360	420	480	540	600
	20			56	64	72	80	120	160	240	320	400	480	560	640	720	800
	25	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	30	60	72	84	96	108	120	180	240	360	480	600	720	840	960	1080	
	35	70	84	98	112	126	140	210	280	420	560	700	840	980	1120		
	40	80	96	112	128	144	160	240	320	480	640	800	960	1120			
	45	90	108	126	144	162	180	270	360	540	720	900	1080				
	50	100	120	140	160	180	200	300	400	600	800	1000	1200				
	60	120	144	168	192	216	240	360	480	720	960	1200					
	70	140	168	196	224	252	280	420	560	840	1120						
	80	160	192	224	256	288	320	480	640	960							
	90	180	216	252	288	324	360	540	720	1080							
	100	200	240	280	320	360	400	600	800	1200							

Categoria A
 Categoria B
 Categoria C
 Categoria D
 Categoria E

SISMICA ONDE S

ELABORAZIONE TRADIZIONALE

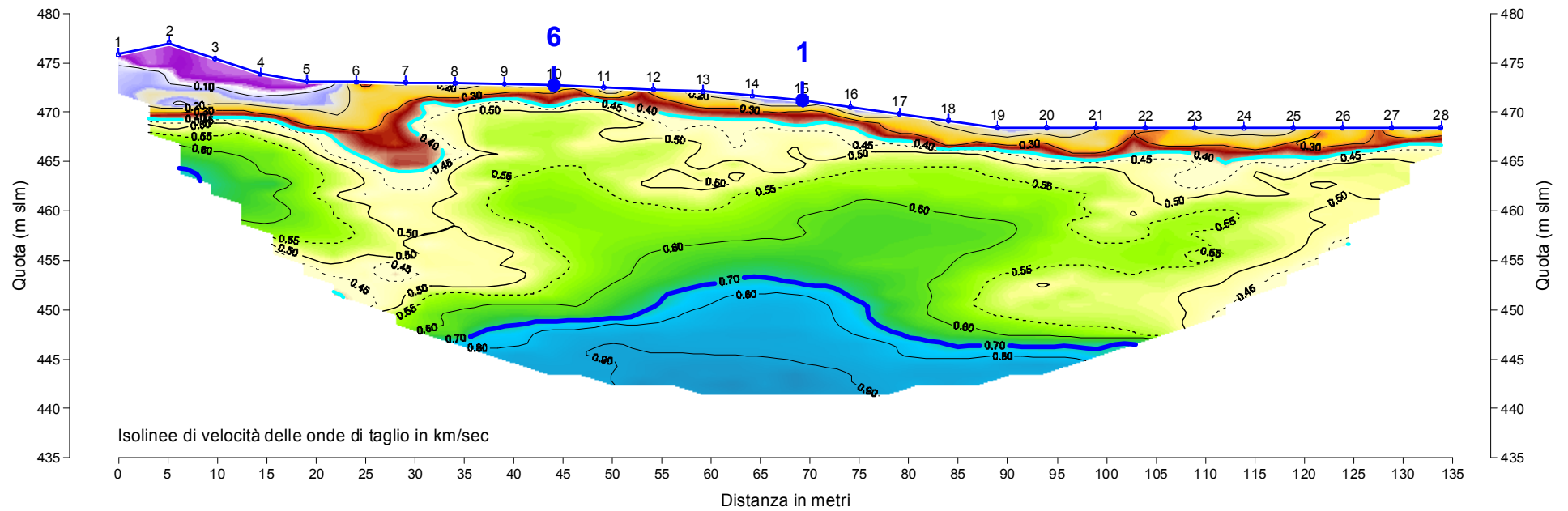
SEZIONE SISMICA 3S
[Velocità onde di taglio km/sec]



SISMICA ONDE S

ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA 3 [Velocità onde di taglio km/sec]

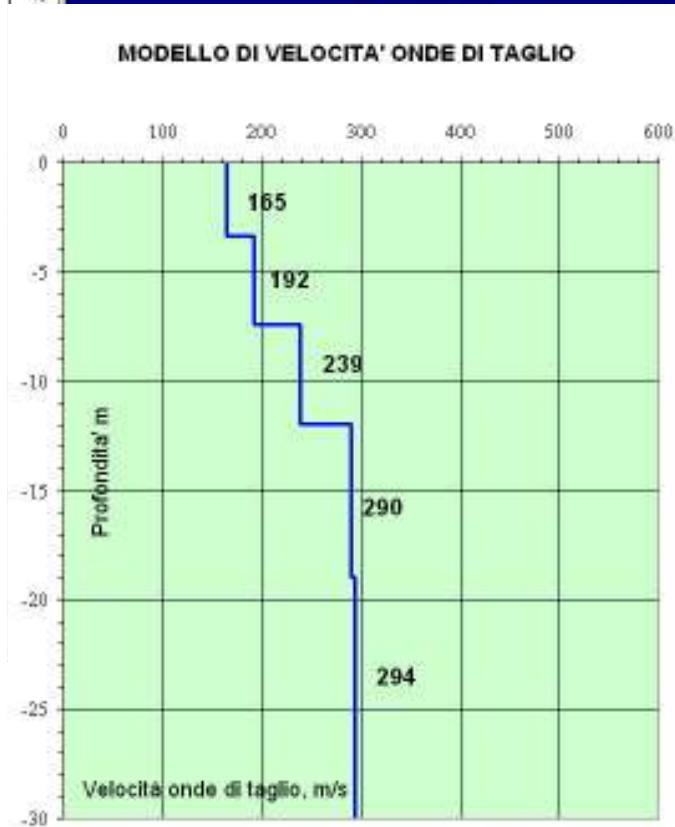
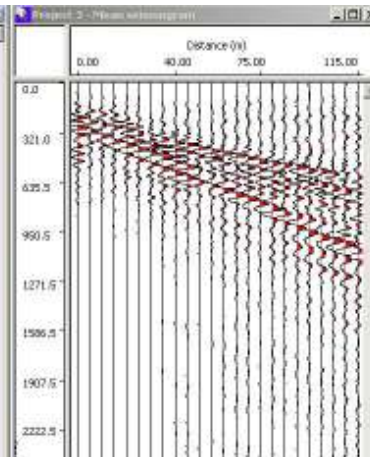


MASW – SASW

Multichannel Analysis of Surface Waves

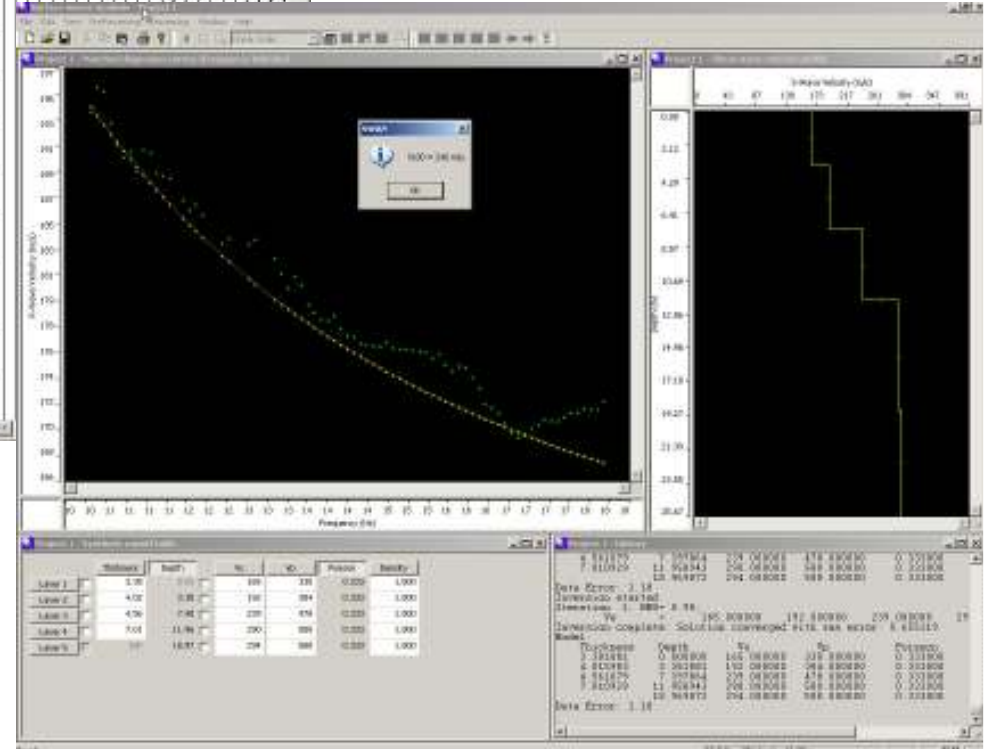
spettro

sismogramma



dispersione

log vs

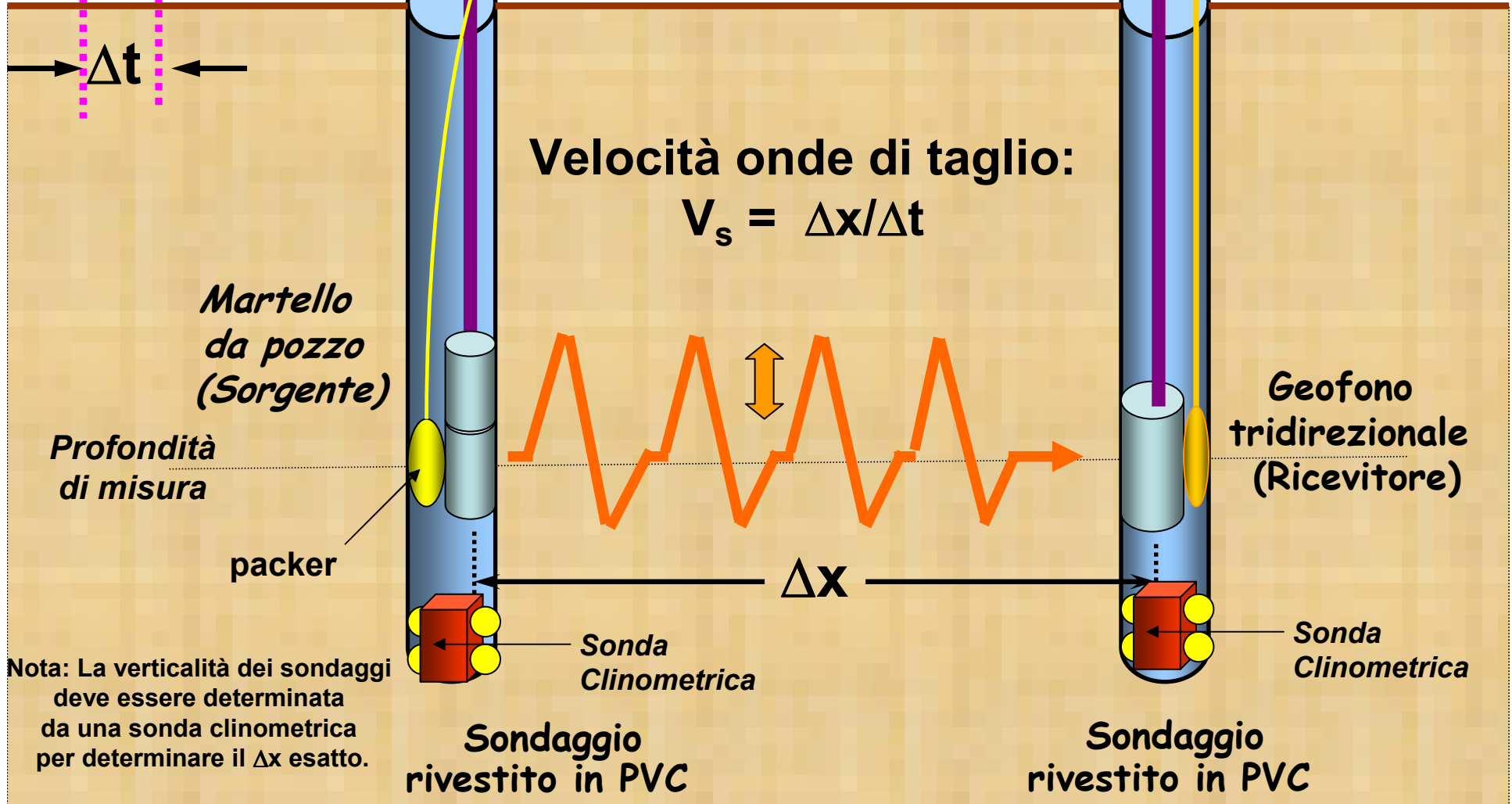
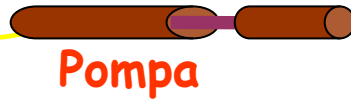
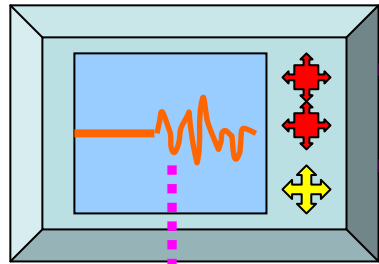


Classificazione sismica dei suoli (P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003)
 $V_{s30} = 245$ m/s
 Cat. Suolo C

Sismografo

Crosshole

ASTM D 4428



Velocità onde di taglio:

$$V_s = \Delta x / \Delta t$$

Martello da pozzo (Sorgente)

Geofono tridirezionale (Ricevitore)

Profondità di misura

packer

Δx

Sonda Clinometrica

Sonda Clinometrica

Nota: La verticalità dei sondaggi deve essere determinata da una sonda clinometrica per determinare il Δx esatto.

Sondaggio rivestito in PVC

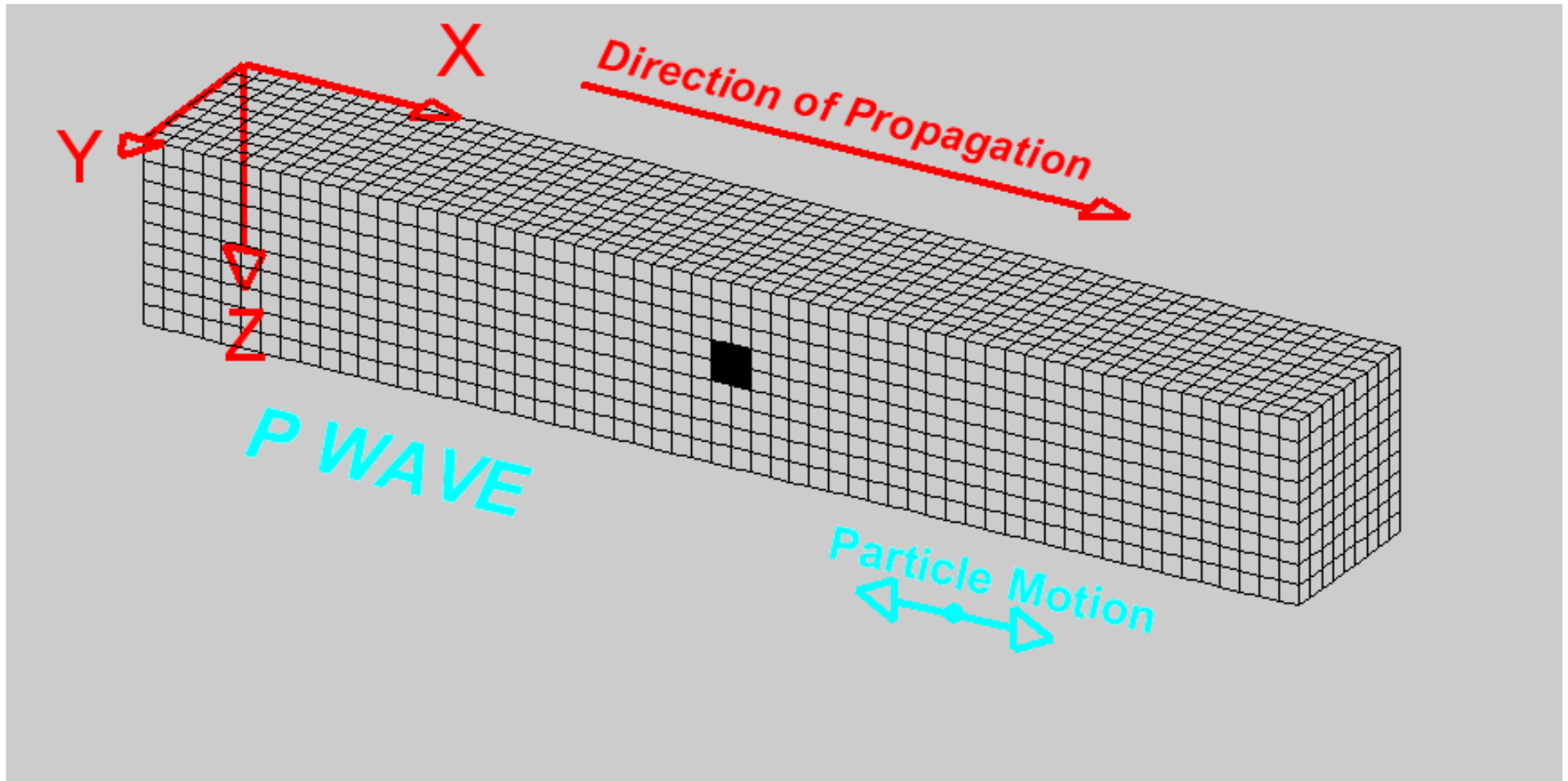
Sondaggio rivestito in PVC

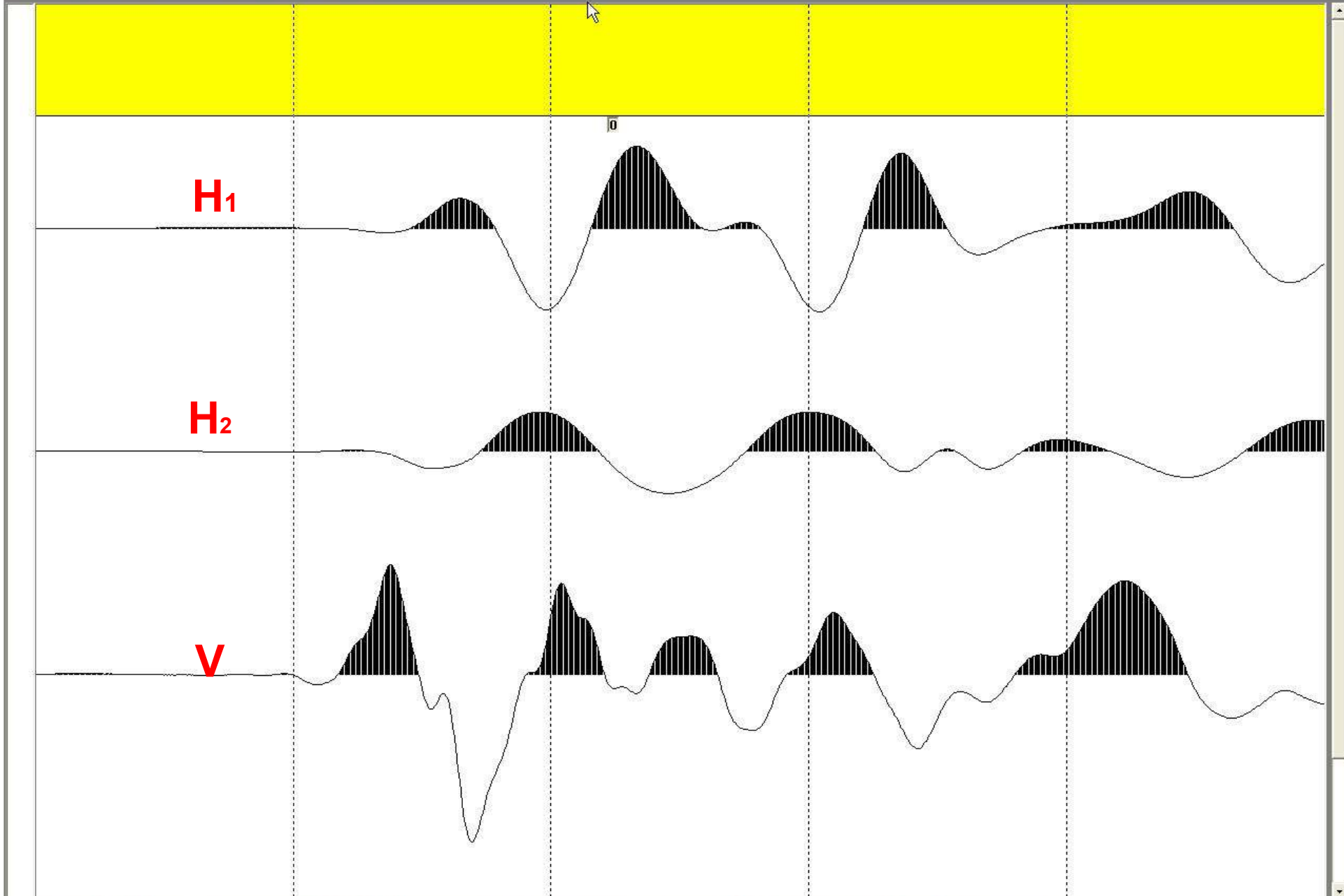
Profondità	Distanza fori		PARAMETRI INTERGEOFONICI (FORO CENTRALE - N260)									STRATIGRAFIA SINTETICA N080
	H080 -FC	FC - N260	Delta Tp	Delta Ts	Vp	Vs1	v	γ	Edin	Gdin	Kdin	
	m	m	millisec.	millisec.	Km/sec.	Km/sec.	-	T/m'	Kg/cm'	Kg/cm'	Kg/cm'	

0	3.90	4.01											Pavimentazione bituminosa (5 cm) e sottofondazione stradale con ciottoli e blocchi.
1	3.90	4.01	10.136	49.44	0.40	0.08	0.48	1.59	315	107	2393		Limo argilloso marrone, asciutto, molto consistente, plastico; presenti rari ciottoli calcarei e intercalazioni centimetriche sabbiose fini.
2	3.91	4.03	11.500	47.03	0.35	0.09	0.47	1.55	340	116	1784		
3	3.90	4.05	10.198	45.88	0.40	0.09	0.47	1.59	372	126	2384		
4	3.87	4.06	10.542	46.16	0.39	0.09	0.47	1.58	368	125	2227		Sabbia fine debolmente limosa, marrone, asciutta, da poco addensata ad addensata; presenti orizzonti nerastri torbosi centimetrici.
5	3.86	4.07	5.937	17.06	0.68	0.24	0.43	1.76	2920	1020	7065		
6	3.86	4.07	2.927	10.84	1.39	0.37	0.46	2.02	8446	2891	35810		
7	3.87	4.05	2.635	9.38	1.54	0.43	0.46	2.06	11411	3916	44332		
8	3.85	4.07	2.386	8.75	1.70	0.46	0.46	2.10	13468	4613	55905		
9	3.84	4.10	2.823	8.16	1.45	0.50	0.43	2.03	14982	5231	36691		
10	3.83	4.13	2.584	6.22	1.60	0.66	0.40	2.07	26044	9330	41601		
11	3.81	4.16	2.584	6.06	1.81	0.69	0.39	2.07	27713	9975	41632		
12	3.79	4.19	2.531	5.47	1.66	0.77	0.36	2.09	34082	12496	41669		



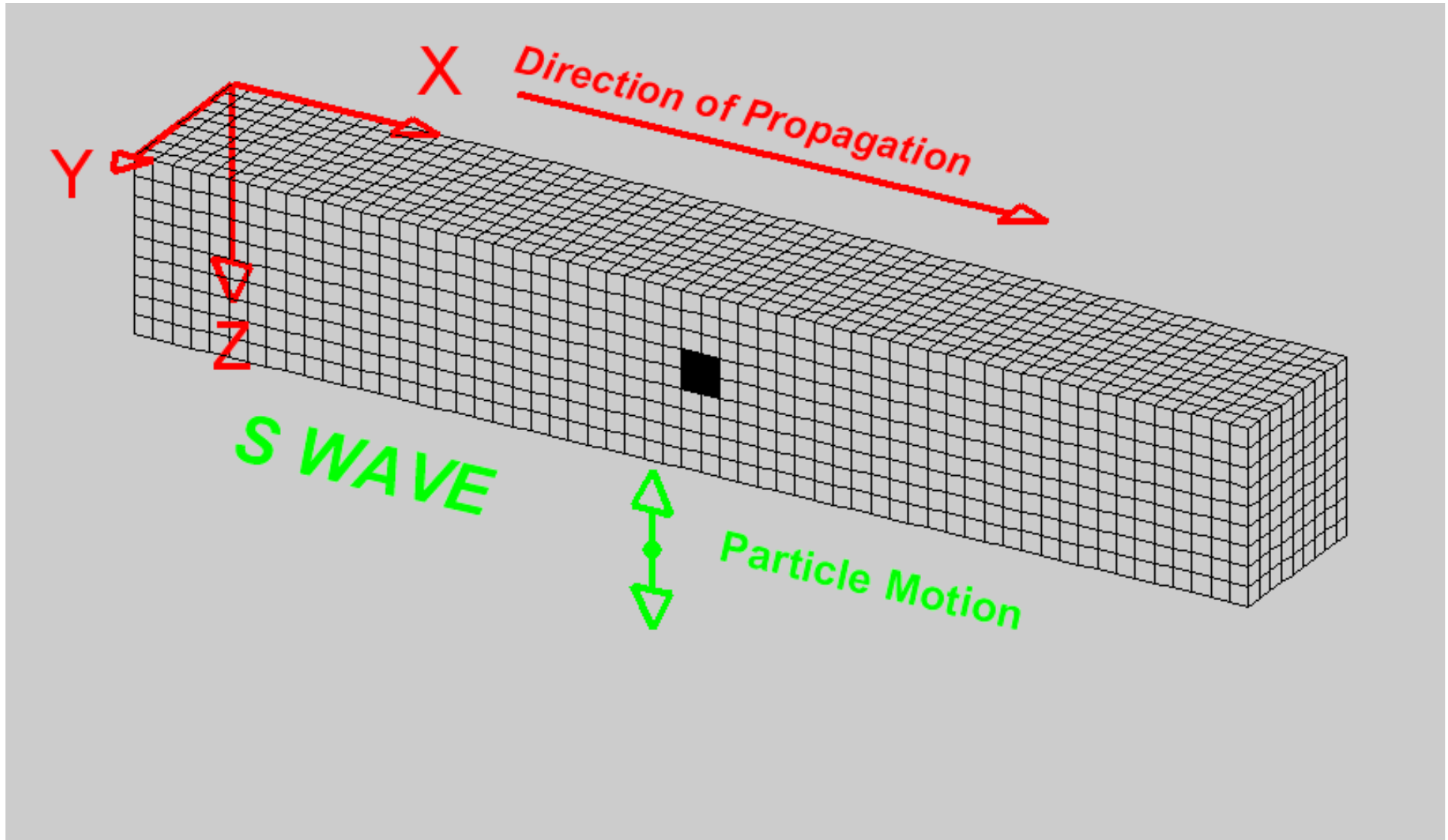


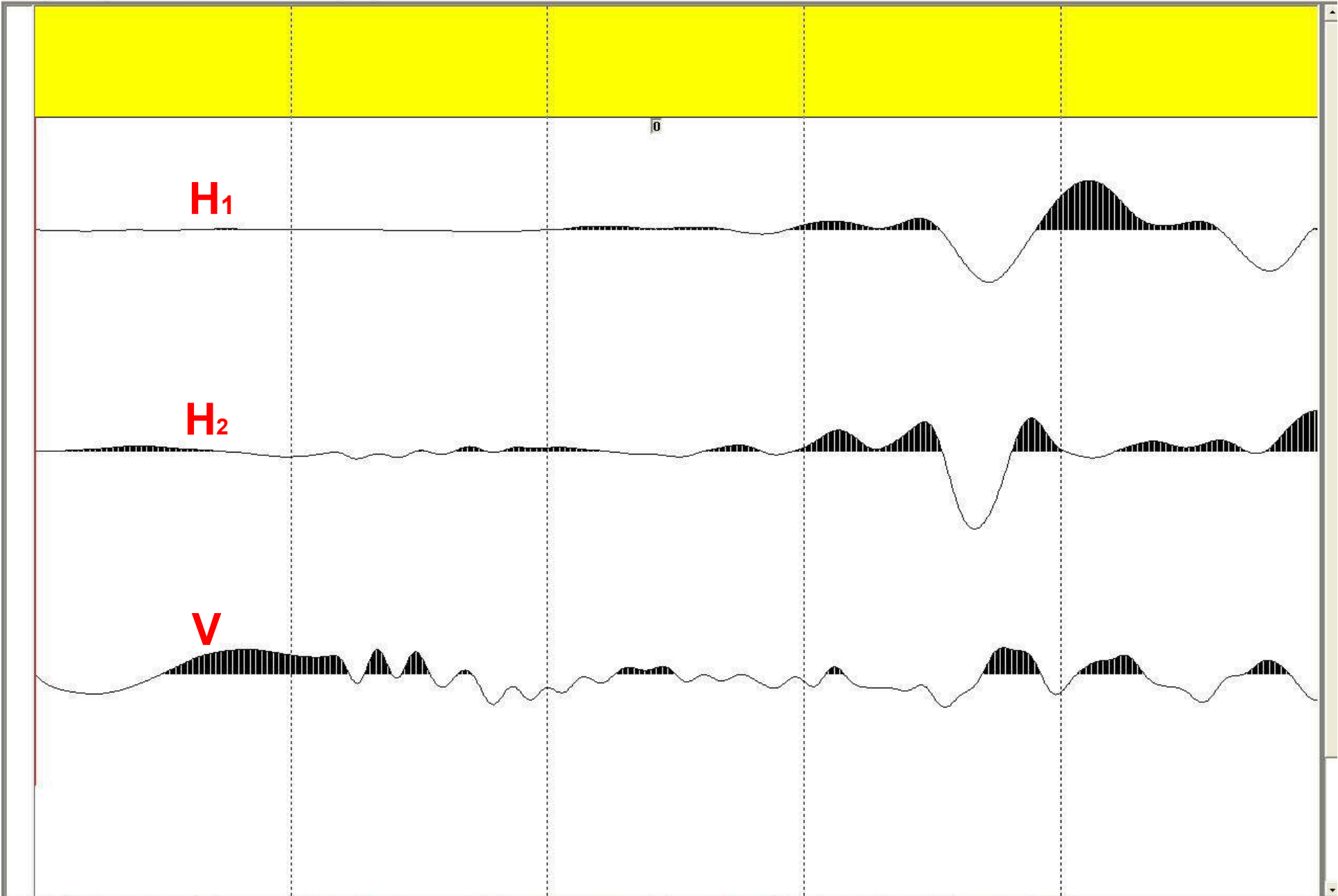


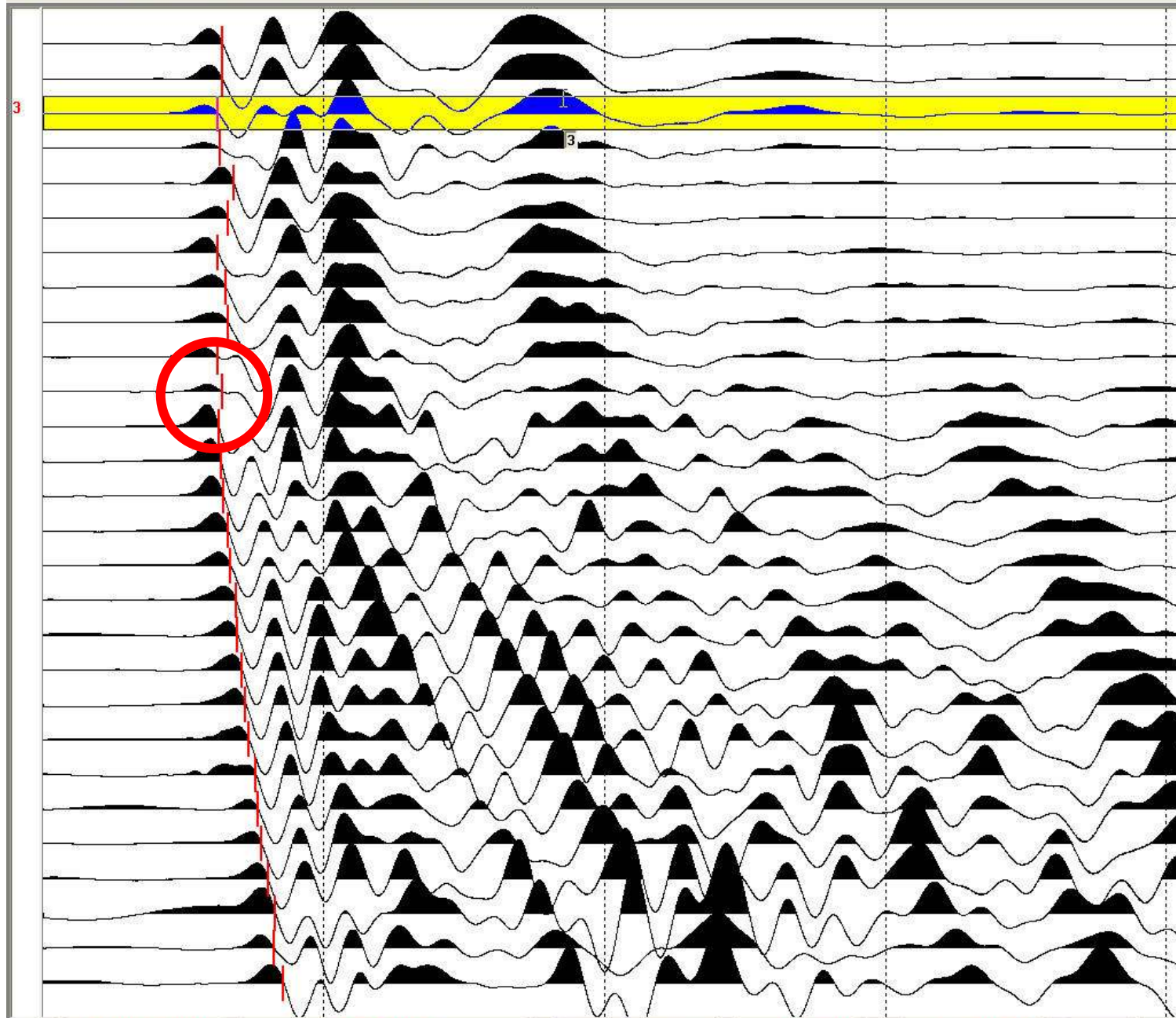


Scala Orizzontale Sinistra	Scala Orizzontale Destra	View TRACCE	View Campioni	View msec.dopo Tb	Gain	1.5					
0.0	Ampiezza 0.00	25.00	50.00	Option All [F2]	Redraw tb	View Dromo	FFT e Filter	100.00	Batch	125.00	
Canale 0	Time Break 0.000	Campione	Blocca ampiezza	Allinea tracce	Redraw [R]	Zoom [1]	Filtro	10	Clip tb	Clip tb space	View Clip









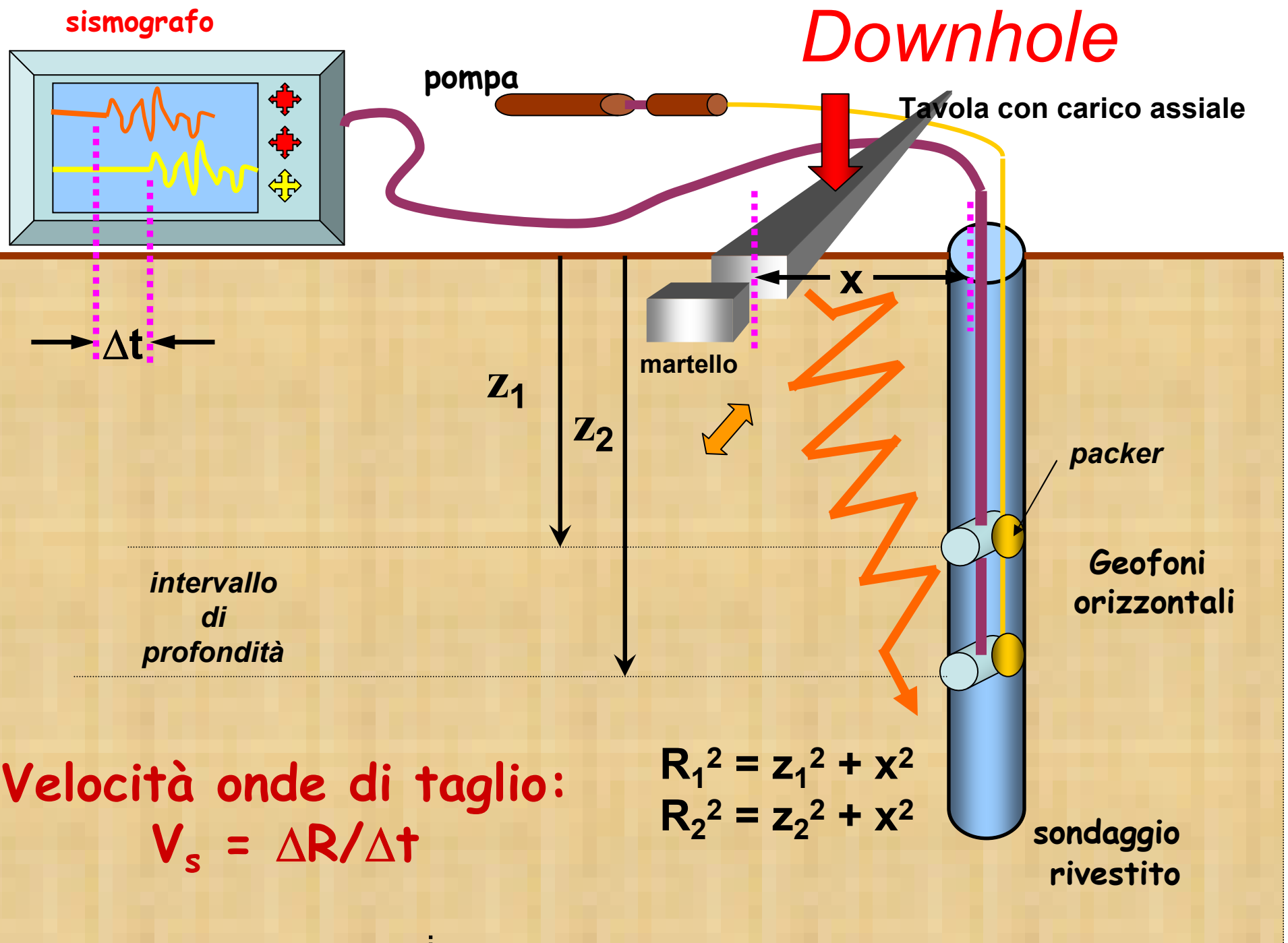
Scala Orizzontale Sinistra Scala Orizzontale Destra **View TRACCE** View Campioni View msec.dopo Tb Gain 1.01

0.0 Ampiezza 0.63 40.32 80.64 Option All [F2] Redraw tb View Dromo FFT e Filter 161.28 Batch 201.60

Canale 3 Time Break 24.913 Campione Blocca ampiezza Allinea tracce Redraw [R] Zoom [1] Filtro 3 Clip tb Clip tb space View Clip



Downhole



sismografo

pompa

Tavola con carico assiale

martello

packer

Geofoni orizzontali

sondaggio rivestito

Δt

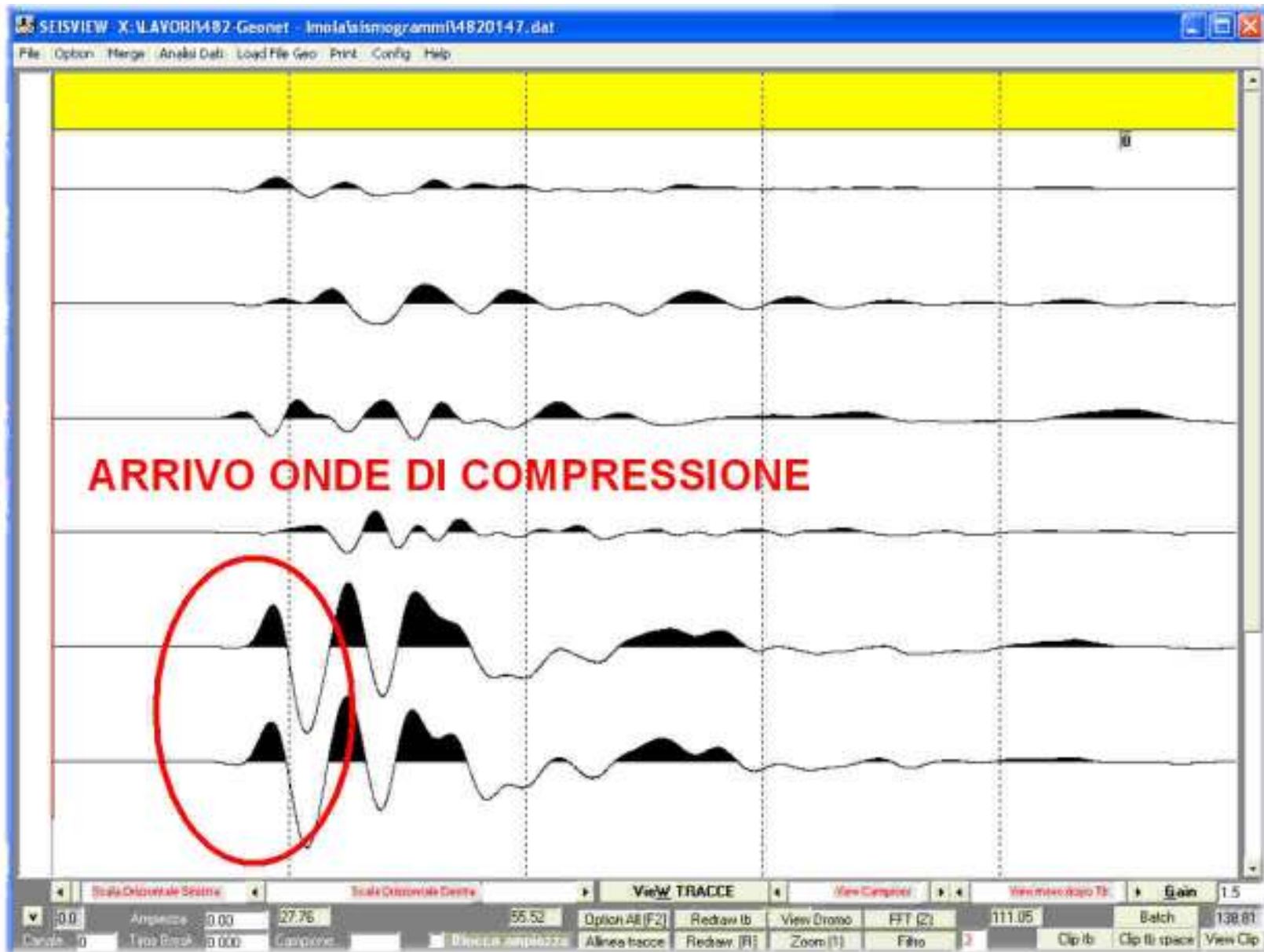
z_1

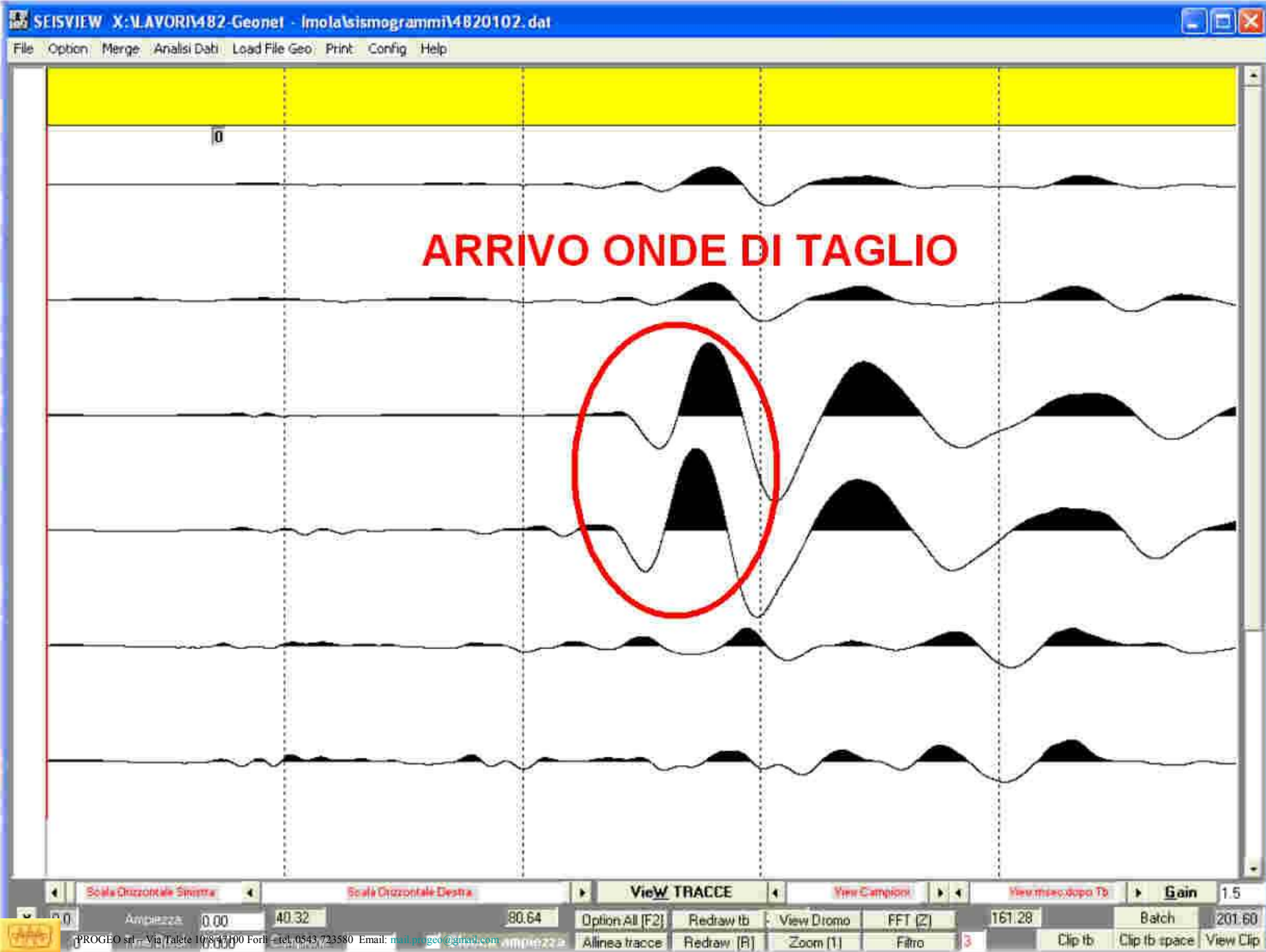
z_2

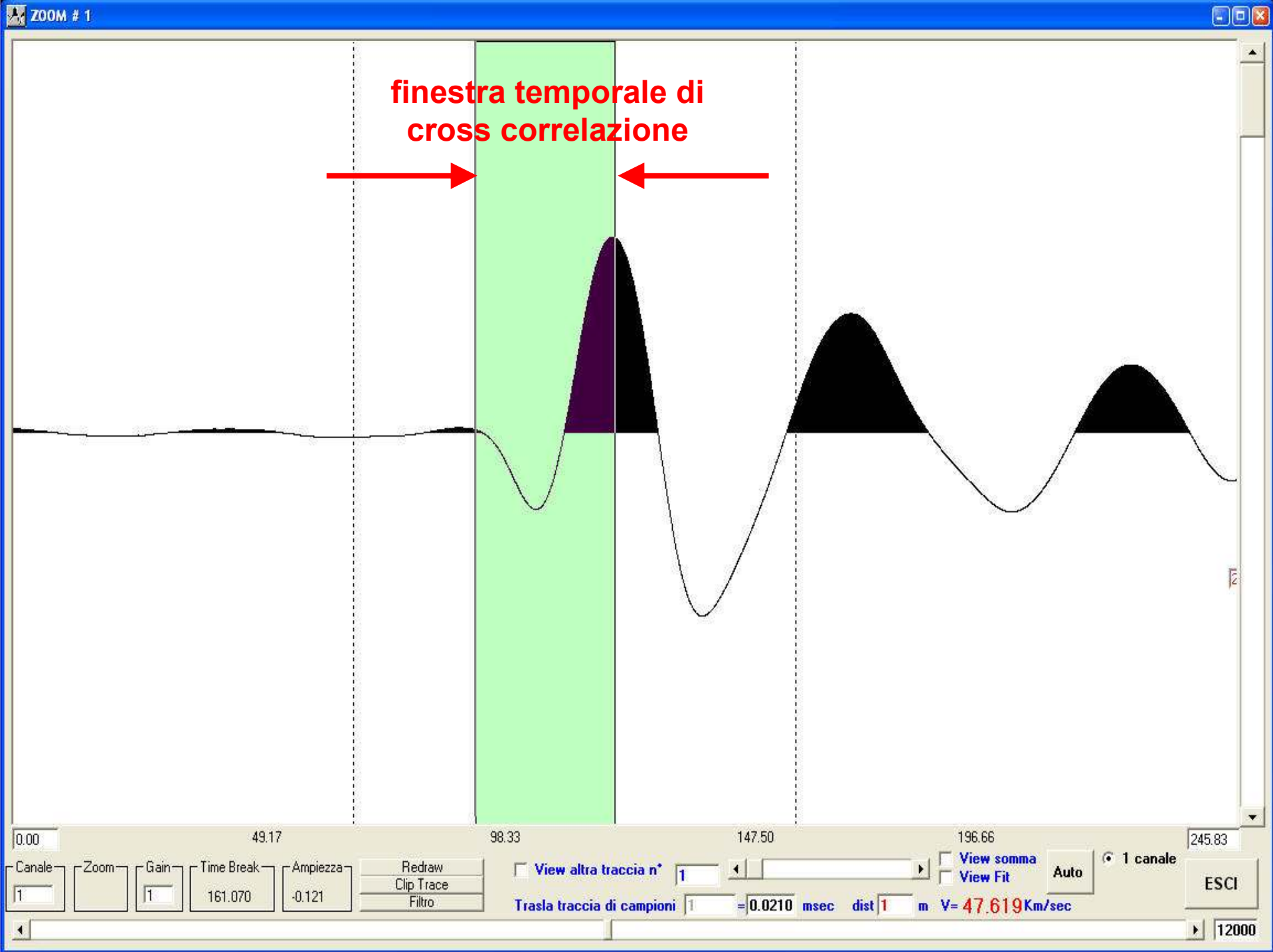
intervallo di profondità

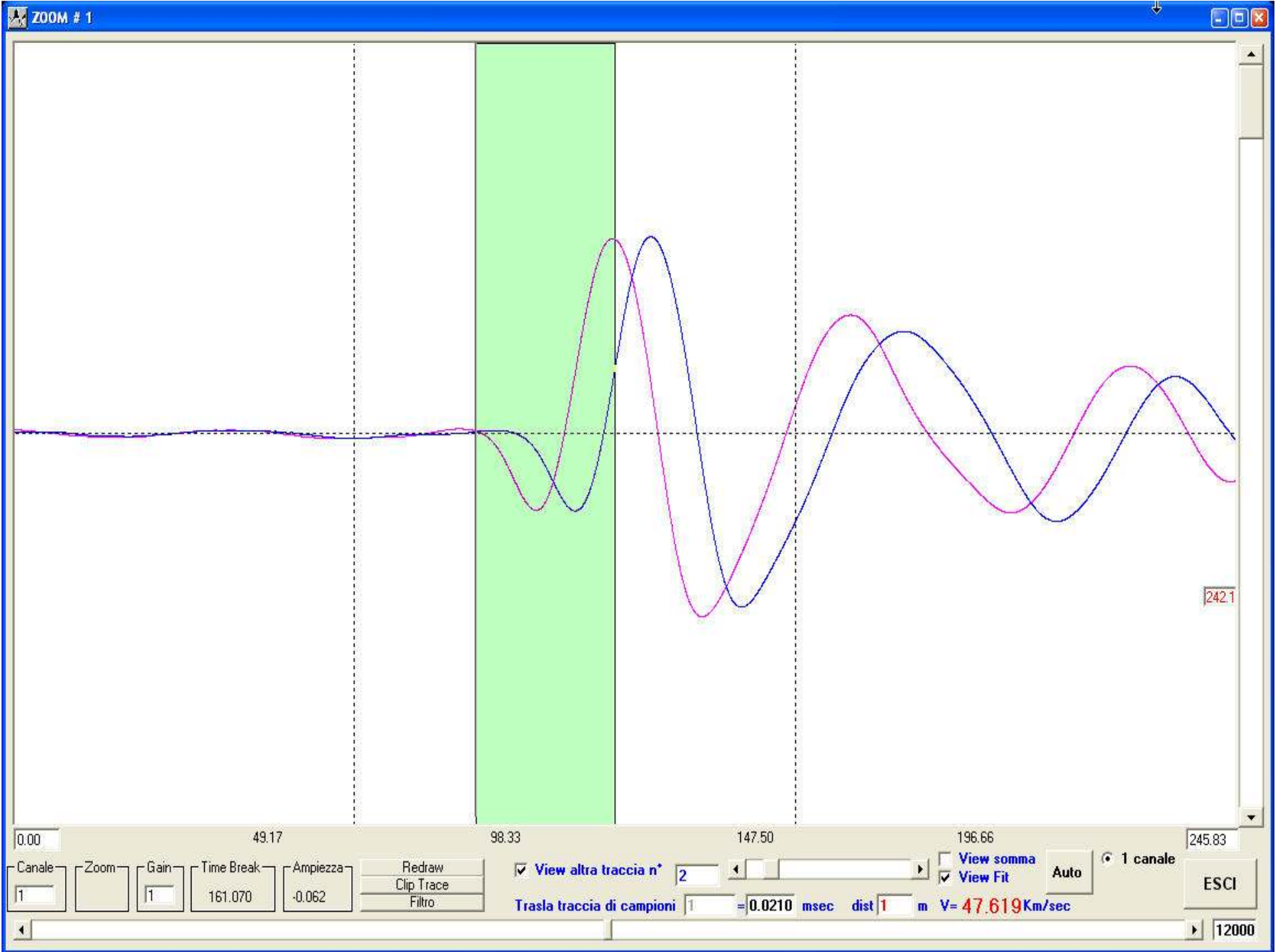
Velocità onde di taglio:
 $V_s = \Delta R / \Delta t$

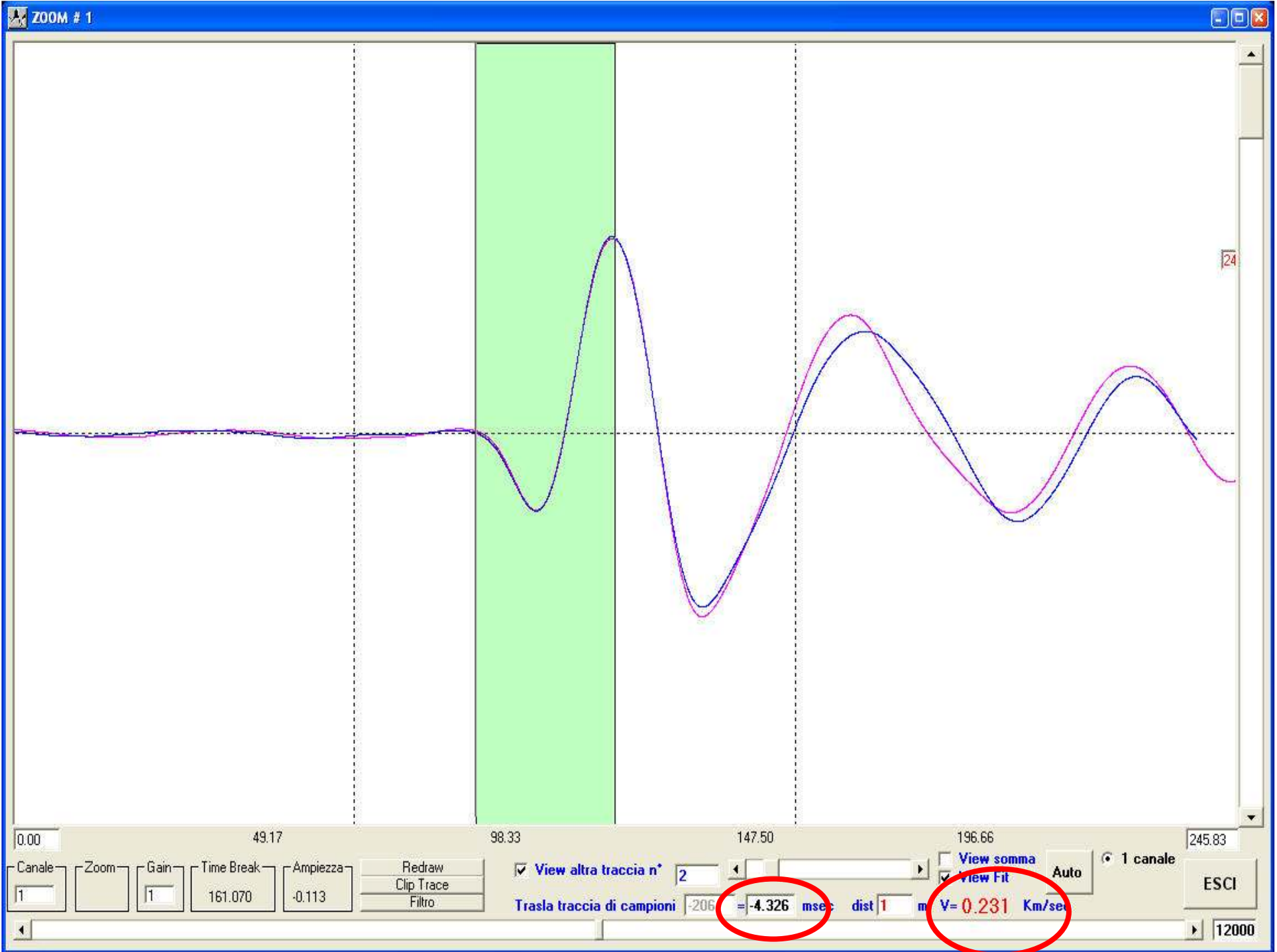
$$R_1^2 = z_1^2 + x^2$$
$$R_2^2 = z_2^2 + x^2$$











COMMITTENTE
CONO SISMICO S-CPT
Località
Data acquisizione

Sogeo
CPTU n°5
Misano
23/05/05



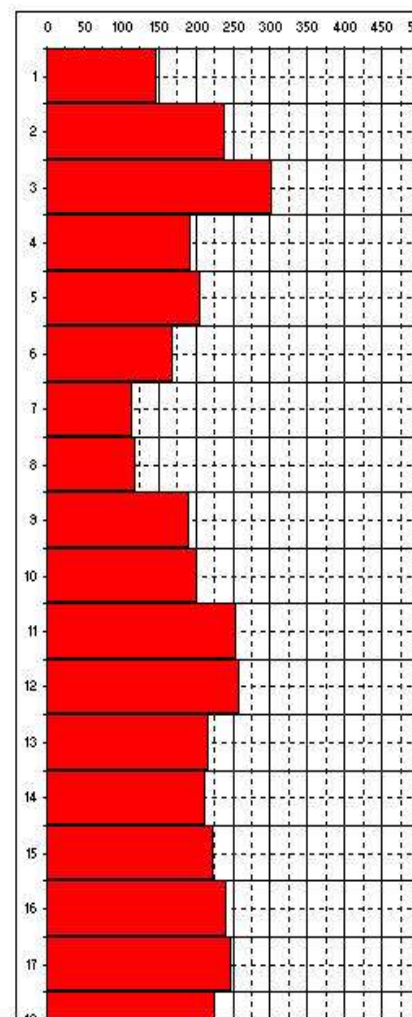
PROGEO S.r.l.

Via Talate 10/8 - 47100 Forlì
 tel. 0543 / 723500
 fax 0543 / 721486
 e-mail: proggeo@tin.it

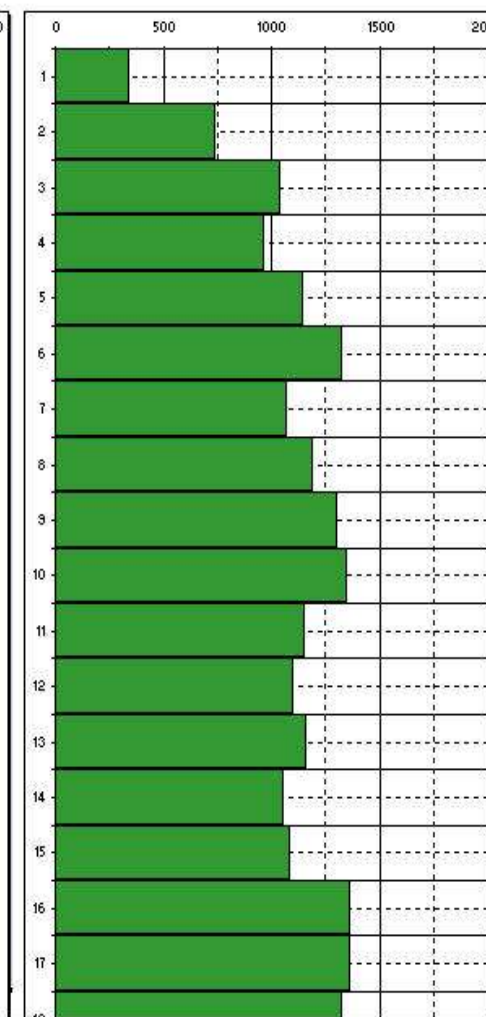
Profondità	Vp m/sec.	Vs m/sec.	v	γ Tim'	E _{din} Kg/cm²	G _{din} Kg/cm²	K _{din} Kg/cm²
------------	--------------	--------------	---	-----------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

0							
1	337	145	0.39	1.54	919	332	1345
2	740	237	0.44	1.79	2956	1024	8637
3	1036	301	0.45	1.91	5119	1760	18531
4	963	192	0.48	1.88	2086	705	16840
5	1141	205	0.48	1.94	2465	831	24691
6	1327	169	0.49	2.00	1735	581	35106
7	1066	113	0.49	1.92	742	248	21907
8	1190	118	0.50	1.96	827	277	27891
9	1298	189	0.49	1.99	2163	726	33214
10	1342	200	0.49	2.00	2430	816	35712
11	1150	252	0.47	1.95	3721	1262	24561
12	1100	257	0.47	1.93	3823	1299	22044
13	1156	215	0.48	1.95	2732	922	25315
14	1056	212	0.48	1.91	2594	877	20580
15	1080	222	0.48	1.92	2861	968	21583
16	1360	240	0.48	2.01	3515	1184	36323
17	1362	246	0.48	2.01	3667	1236	36334
18	1325	224	0.48	2.00	3035	1022	34393

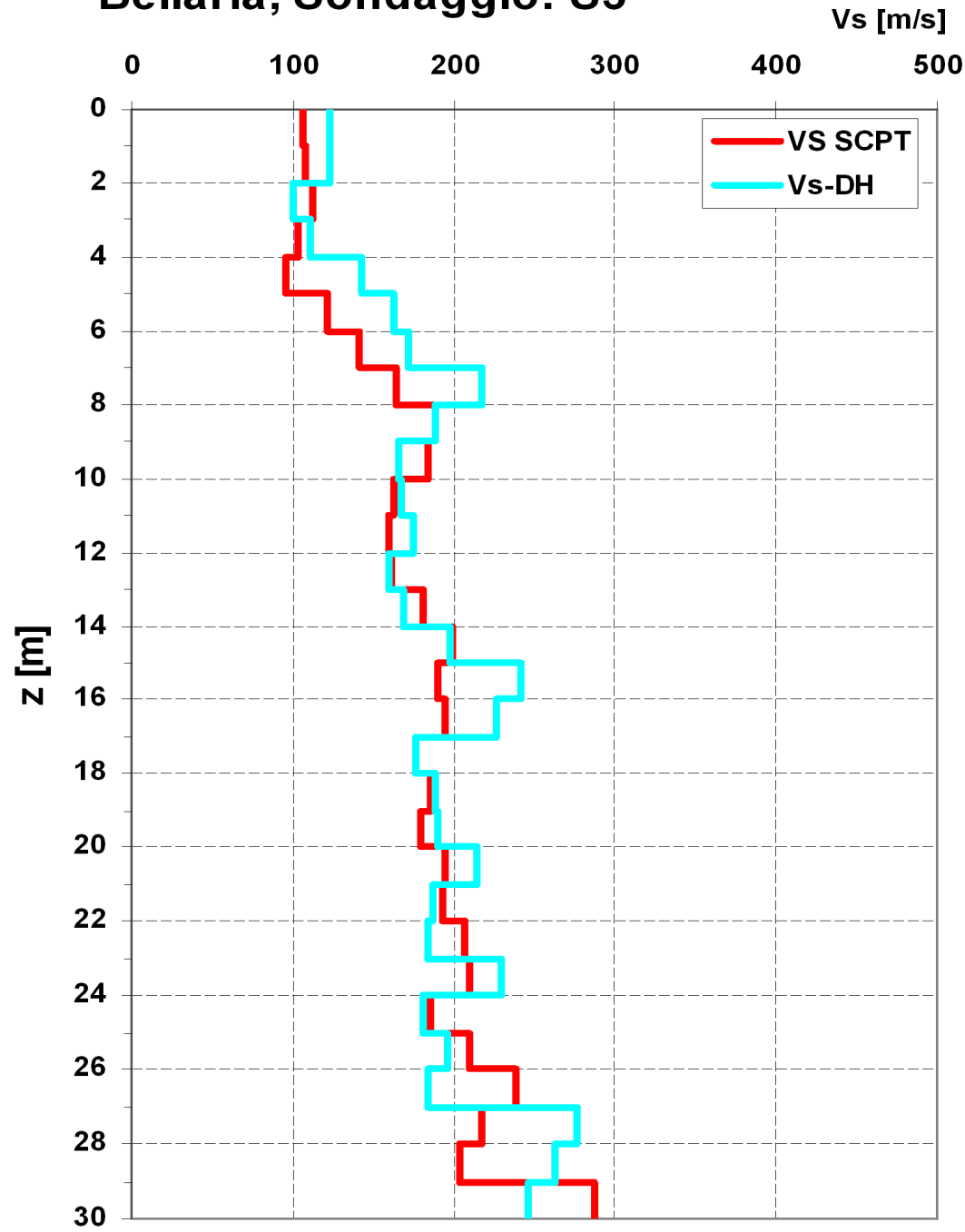
VELOCITA' ONDE DI TAGLIO
m/sec



VELOCITA' ONDE DI COMPRESIONE
m/sec



Bellaria, Sondaggio: S5



$V_{s30} = 164$

$V_{s30} = 175$





COMMITTENTE
CONO SISMICO
Località
Data acquisizione

Provincia Rn
CPTU n°24
Bellaria
06/02/06



PRO GEO S.r.l.

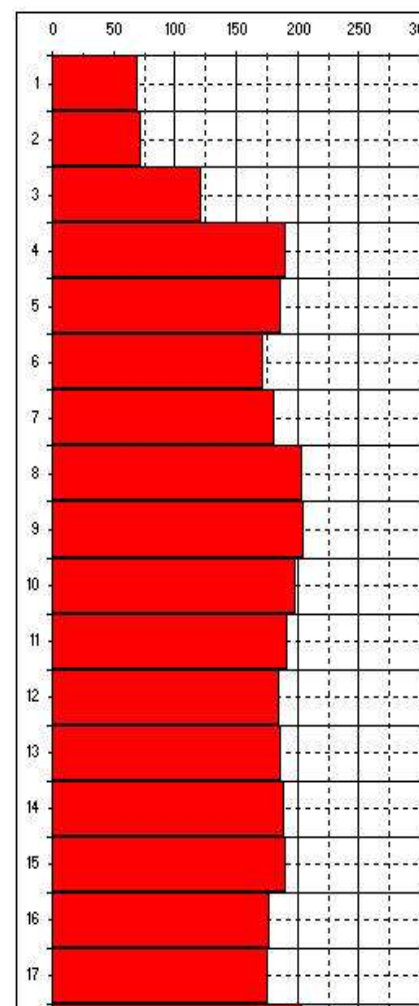
Via Talete 10/B - 47100 Forlì
 tel. 0543/723380
 fax 0543/721488
 e-mail: progeo@in.it

Profondità	Vp m/sec.	Vs m/sec.	ν	γ T/m ³	E _{din} Kgl/cm ³	G _{din} Kgl/cm ³	K _{din} Kgl/cm ³
------------	--------------	--------------	-------	------------------------------	---	---	---

0							
1	346	69	0.48	1.55	224	76	1794
2	585	72	0.49	1.71	270	91	5841
3	828	120	0.49	1.83	806	271	12429
4	974	189	0.48	1.89	2038	688	17303
5	1303	185	0.49	1.99	2076	697	33533
6	1484	171	0.49	2.04	1818	609	45056
7	1412	180	0.49	2.02	1992	668	40253
8	1441	204	0.49	2.03	2559	859	41843
9	1413	205	0.49	2.02	2572	864	40042
10	1575	198	0.49	2.07	2456	823	51127
11	1534	192	0.49	2.06	2297	770	48247
12	1542	185	0.49	2.06	2144	718	48920
13	1721	186	0.49	2.10	2211	740	62435
14	1608	189	0.49	2.07	2249	753	53639
15	1375	189	0.49	2.01	2192	735	37823
16	1464	177	0.49	2.04	1938	649	43667
17	1467	175	0.49	2.04	1903	637	43865

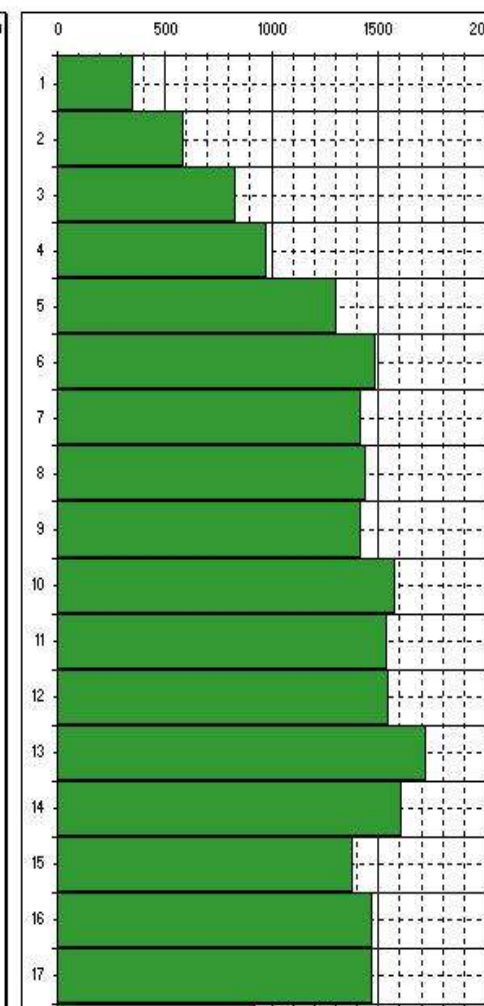
VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

m/sec

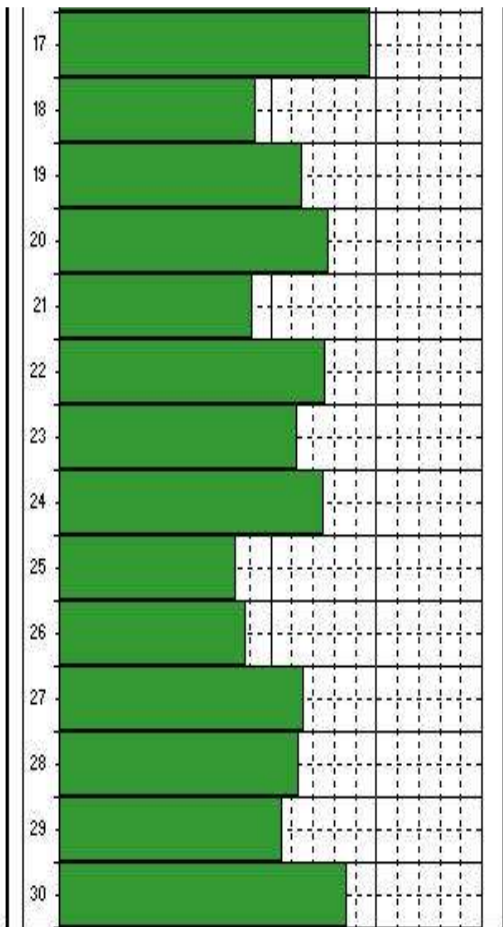
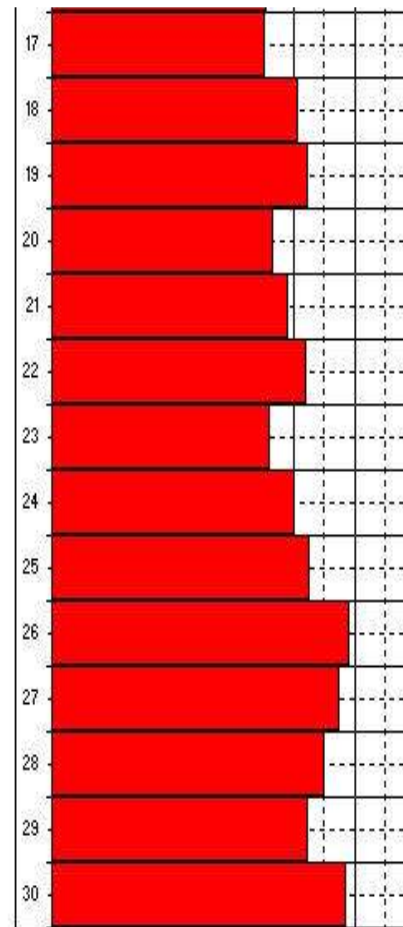


VELOCITA' ONDE DI COMPRESIONE

m/sec



17	1467	175	0.49	2.04	1903	637	43865
18	922	203	0.47	1.87	2304	781	15125
19	1148	211	0.48	1.95	2621	884	24971
20	1274	183	0.49	1.98	2011	675	31922
21	907	194	0.48	1.86	2110	715	14657
22	1255	210	0.49	1.98	2639	888	30591
23	1125	179	0.49	1.94	1882	633	24160
24	1244	200	0.49	1.98	2383	801	30107
25	830	212	0.47	1.83	2459	839	11725
26	877	245	0.46	1.85	3303	1133	12963
27	1155	237	0.48	1.95	3290	1113	24999
28	1128	225	0.48	1.94	2948	996	23815
29	1053	211	0.48	1.91	2560	865	20480
30	1354	242	0.48	2.01	3552	1197	35942



Legenda parametri dinamici

Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi	γ	Peso di volume	T/m ³
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi	Edia	Modulo di Elasticità dinamico	Kg/cm ²
Vp	Velocità onde di compressione	m/sec	Gdia	Modulo di Taglio dinamico	Kg/cm ²
Vs	Velocità onde di taglio	m/sec	Kdia	Modulo di Compressibilità dinamico	Kg/cm ²
ν	Coefficiente di Poisson	-			

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI (P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003)

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

$$V_{s30} = 173 \text{ m/sec}$$

$$G_n = 595 \text{ Kg/cm}^2$$

CATEGORIA SUOLO

= **D**

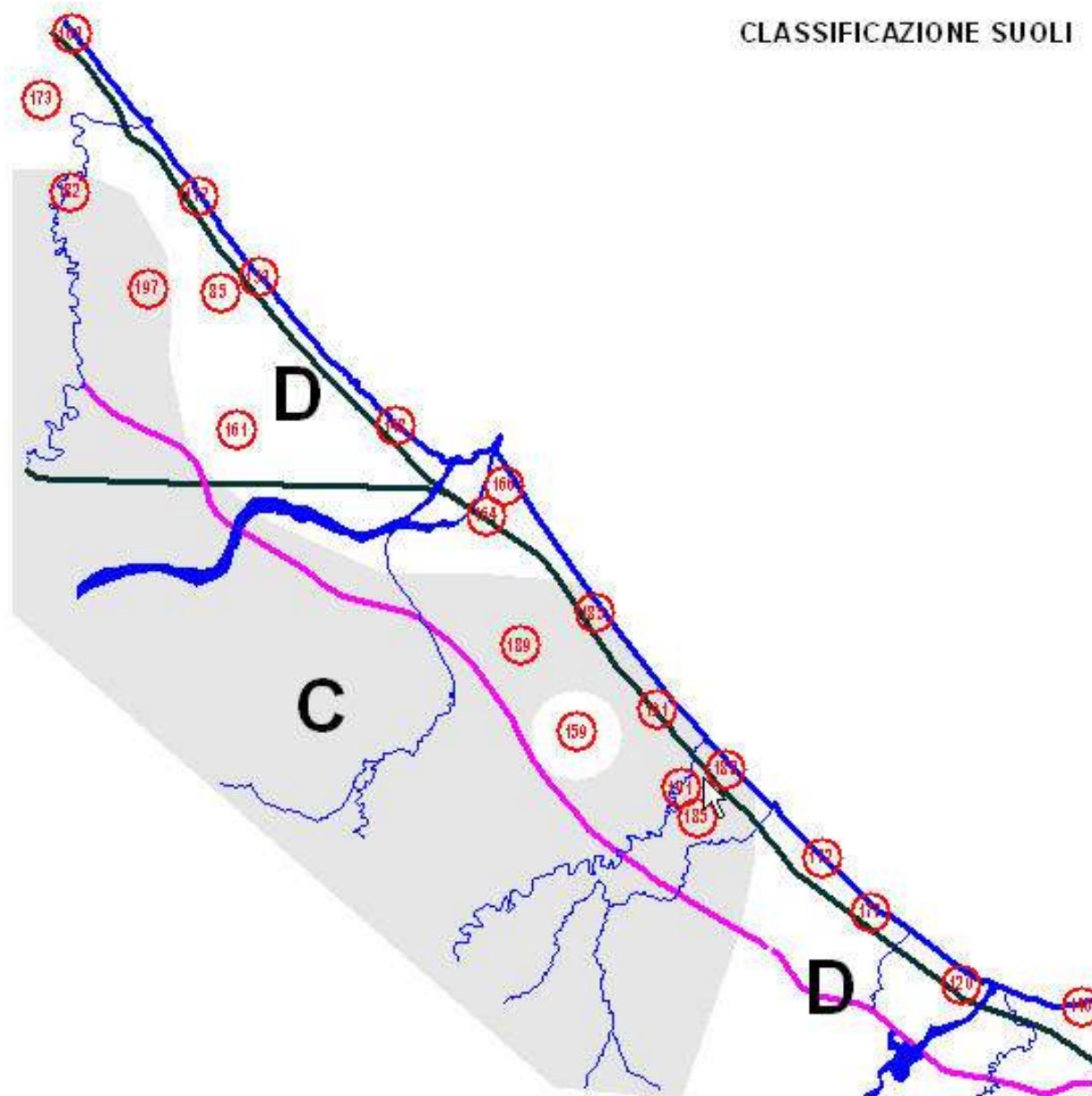
		11	13	14	23	24	25	31	32	33					11	13	14	23	24	25	31	32	33			
PROFONDITA' DAL PIANO CAMPAGNA	1	72	67	96	53	69	77	72	104	64		PROFONDITA' DAL PIANO CAMPAGNA	1											+		
	2	139	100	103	98	72	100	148	122	159			2													
	3	175	133	132	188	120	130	199	131	161			3	175	133	132	188	120	130	199	131	161				
	4	205	164	196	235	189	158	197	140	162			4	205	164	196	235	189	158	197	140	162				
	5	186	159	210	187	185	119	197	140	172			5	186	159	210	187	185	119	197	140	172				
	6	205	166	183	205	171	143	200	142	188			6	205	166	183	205	171	143	200	142	188				
	7	219	168	223	178	180	175	170	152	183			7	219	168	223	178	180	175	170	152	183				
	8	200	184	193	187	204	167	281	168	181			8	200	184	193	187	204	167	281	168	181				
	9	213	171	208	224	205	201	292	172	190			9	213	171	208	224	205	201	292	172	190				
	10	210	183	190	204	198	176	185	176	190			10	210	183	190	204	198	176	185	176	190				
	11	218	217	178	212	192	160	185	180	188			11	218	217	178	212	192	160	185	180	188				
	12	216	206	193	226	185	148	191	198	154			12	216	206	193	226	185	148	191	198	154				
	13	232	177	186	219	186	148	226	193	155			13	232	177	186	219	186	148	226	193	155				
	14	211	164	172	201	189	161	201	195	168			14	211	164	172	201	189	161	201	195	168				
	15	202	168	190	199	189	164	244	225	210			15	202	168	190	199	189	164	244	225	210				
	16	203	159	193	192	177	167	249	231	235			16	203	159	193	192	177	167	249	231	235				
	17	195	164	135	182	175	177	232	247	244			17	195	164	135	182	175	177	232	247	244				
	18	207	171	134	163	203	168	246	208	212			18	207	171	134	163	203	168	246	208	212				
	19	205	192	136	236	211	209	232	186	247			19	205	192	136	236	211	209	232	186	247				
	20	215	206	157	199	183	210	211	177	237			20	215	206	157	199	183	210	211	177	237				
	21	209	203	153	234	194	217	216	186	247			21	209	203	153	234	194	217	216	186	247				
	22	220	205	167	182	210	188	203	190	256			22	220	205	167	182	210	188	203	190	256				
	23	262	208	177	208	179	192	182	207	256			23	262	208	177	208	179	192	182	207	256				
	24	217	188	175	232	200	197	199	225	238			24	217	188	175	232	200	197	199	225	238				
	25	232	183	228	240	212	249	208	236	263			25	232	183	228	240	212	249	208	236	263				
	26		196		210	245	197	210	251	226			26	217	196	217	210	245	197	210	251	226				
	27		206		205	237	197	213	240	231			27	217	206	217	205	237	197	213	240	231				
	28		209		211	225	174	216		228			28	211	209	211	211	225	174	216	211	228				
	29				226	211	184	260		241			29	224	224	224	226	211	184	260	224	241				
	30				241	242	220	211		222			30	227	227	227	241	242	220	211	227	222				
Vs 30 SUOLO		191	166	164	182	173	163	197	177	189		Vs 30 SUOLO	212	183	181	206	193	174	213	189	204					
		C	D	D	C	D	D	C	D	C			C	C	C	C	D	C	C	C						



Provincia di Rimini

MICROZONAZIONE SISMICA
TERRITORIO PROVINCIALE

CLASSIFICAZIONE SUOLI

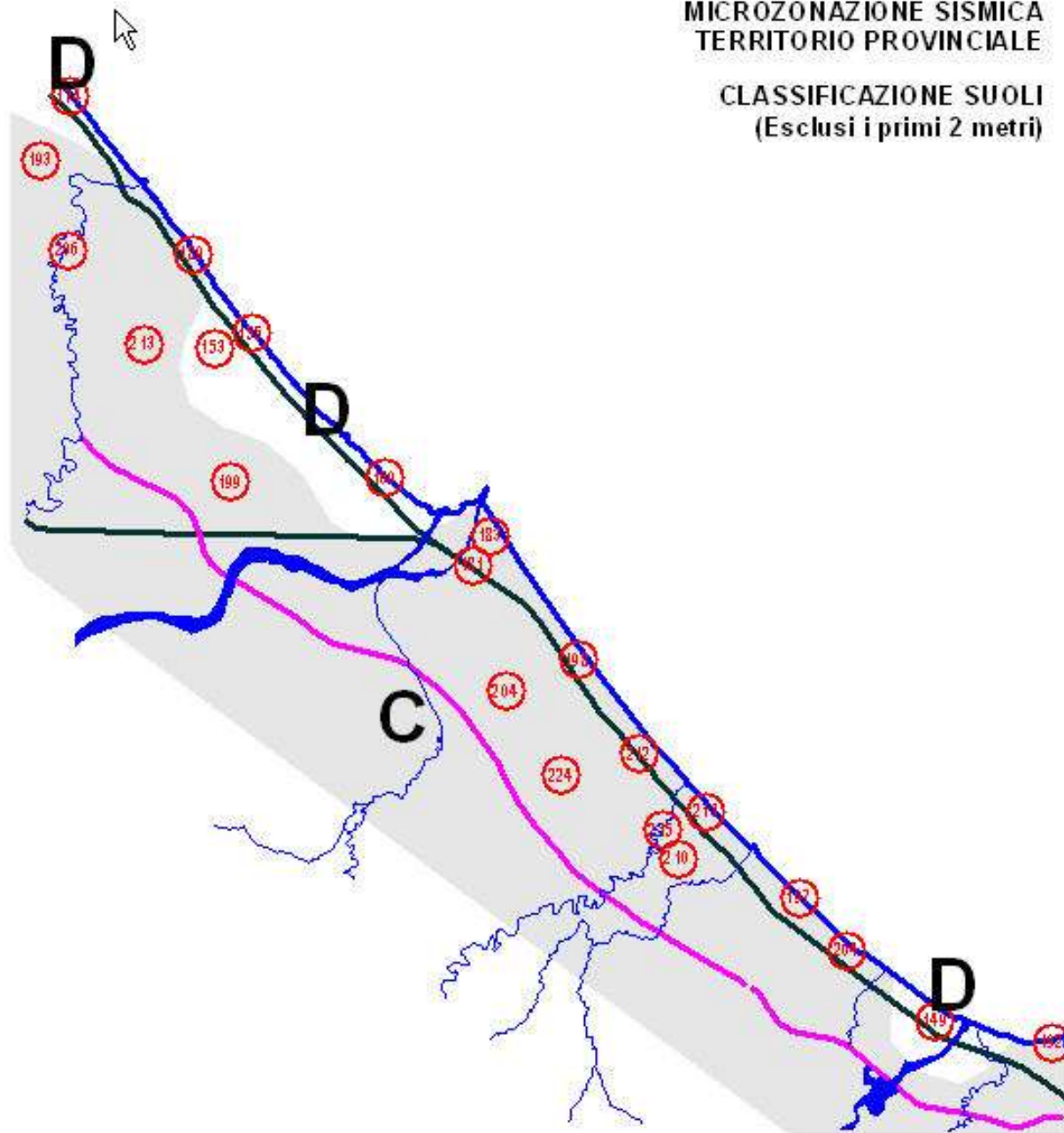




Provincia di Rimini

MICROZONAZIONE SISMICA
TERRITORIO PROVINCIALE

CLASSIFICAZIONE SUOLI
(Esclusi i primi 2 metri)



Considerazioni conclusive

Le tecniche di indagine descritte risultano adeguate per la caratterizzazione di $V_{S,30}$ e del profilo di V_S secondo quanto previsto dalle direttive regionali e nazionali per la ms e dalle "Norme tecniche per le costruzioni".

Una buona conoscenza delle condizioni stratigrafiche locali permette di pianificare meglio le indagini di approfondimento in funzione degli obiettivi, del livello di approfondimento richiesto, delle risorse e dei tempi disponibili.

Nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche delle prove presentate in funzione delle caratteristiche stratigrafiche, dei costi, dei tempi di realizzazione, della profondità di indagine e dell'attendibilità del dato.

PROVA	SPAZIO NECESSARIO	TEMPO	PROFONDITA MAX
RE.MI.	>115 m	1 h	30 m
HVSR	0	1/2 h	no limiti
SISMICA SUPERFICIALE	>115 m	2h	no limiti
MASW	>115 m	1h	30 m
CROSS HOLE	0	1/2 giorno	no limiti
DOWN HOLE	0	1/2 giorno	no limiti
CONO SISMICO	0	1.5 h	50 m

PROVA	ATTENDIBILITA' VS	TERRENO IDONEO	COSTI
RE.MI.	Vs Media di intervalli omogenei	qualsiasi	1000
HVSR	Stima di Vs	alta impedenza	300
SISMICA SUPERFICIALE	Media	qualsiasi	1500
MASW	Vs Media di intervalli omogenei	qualsiasi	1000
CROSS HOLE	Ottima	qualsiasi	7000
DOWN HOLE	Ottima	qualsiasi	3500
CONO SISMICO	Ottima	limi argille sabbie	1500

PROVA	ALTRE PROVE PER DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA	VANTAGGI	SVANTAGGI
RE.MI.	SI	Tempi rapidi di esecuzione basso costo profondità massima 70 metri	Richiede almeno 115 metri liberi necessita di stratigrafia per definizione fornisce intervalli di Vs omogenei
HVSR	SI	Prova assolutamente non invasiva Tempi immediati di esecuzione costi bassissimi	Necessita di conoscenza della stratigrafia tramite prove geotecniche dirette
SISMICA SUPERFICIALE	SI	Prova assolutamente non invasiva costi bassi grande profondità di indagine utile per caratterizzare geometrie e profondità delle discontinuità	Richiede almeno 115 metri liberi Necessita di conoscenza della stratigrafia tramite prove geotecniche dirette
MASW	SI	Prova assolutamente non invasiva costi bassi profondità massima 30-40 m	Richiede almeno 115 metri liberi Necessita di stratigrafia per definizione fornisce intervalli di Vs omogenei
CROSS HOLE	NO	Profilo di Vs in tutte le condizioni geologiche Vs praticamente indipendente da complicazioni stratigrafiche in teoria non ci sono limiti di profondità	Prova invasiva (almeno 2 sondaggi) alto costo
DOWN HOLE	NO	Profilo di Vs in tutte le condizioni geologiche profondità indagata fino a circa 100 m (tecnica differenziale) senza limite con tecnica standard	Prova invasiva (un sondaggio) alto costo
CONO SISMICO	NO	Prova poco invasiva bassi costi attendibilità di misura di Vs paragonabile a quella delle prove DH in terreni fini fornisce anche profili stratigrafici attendibili	Realizzabile solo in terreni fini profondità indagata generalmente non superiore a 50 m

Le presenti slide sono scaricabili dal sito

WWW.PROGEO.INFO

GRAZIE DELL'ATTENZIONE



PROGEO srl
Via Talete 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 / 723580
Email: mail.progeo@gmail.com



ASSOCIAZIONE SOCIETA' DI GEOFISICA (ASG)

CONTATTARE	348 2619724	Pulelli
	338 2697432	Farinatti