



COMUNE DI EMPOLI

VARIANTE AL PIANO STRUTTURALE 2013

RELAZIONE GEOLOGICA

Allegato 2

Indagini geognostiche (dati di base)

L01÷L45

Gennaio 2013



Piazza S. Giorgio, 6 - 56126 PISA Tel.: 050 - 45128 (r.a.) / 050 - 503218 Fax: 050 - 43275 e-mail: info@getas.it
Capitale Sociale € 100.000,00 i.v. C.F. e P.Iva: 00400130506 Registro Imprese: PI 026 - 5399 Rea: 70564



**ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
ONDE P**

CANTIERE: EMPOLI

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-15.00	0.00	pes.dat
-1.00	0.00	pa.dat
34.50	0.00	pc.dat
70.00	0.00	pb.dat
84.00	0.00	ped.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -15 [ms]	FBP da -1 [ms]	FBP da 34,5 [ms]	FBP da 70 [ms]	FBP da 84 [ms]
1	0.00	0.00	22.88	4.63	36.00	57.72	63.73
2	3.00	0.00	24.50	14.22	33.75	56.57	61.98
3	6.00	0.00	26.25	16.87	31.13	54.46	60.93
4	9.00	0.00	28.13	19.28	29.50	52.87	59.74
5	12.00	0.00	31.13	22.05	27.25	51.55	57.82
6	15.00	0.00	33.13	24.46	26.13	48.77	57.22
7	18.00	0.00	35.00	26.03	24.25	46.92	54.81
8	21.00	0.00	37.25	27.24	21.13	44.57	52.70
9	24.00	0.00	38.88	29.41	19.88	42.23	50.14
10	27.00	0.00	40.13	30.61	17.63	40.33	48.63
11	30.00	0.00	41.75	32.63	15.00	38.43	47.88
12	33.00	0.00	44.38	35.13	9.25	36.75	46.23
13	36.00	0.00	46.50	37.70	6.88	35.07	44.12
14	39.00	0.00	48.25	39.18	14.17	32.73	41.41
15	42.00	0.00	50.25	40.61	16.12	30.93	39.60
16	45.00	0.00	51.63	43.00	18.76	29.22	37.79
17	48.00	0.00	56.75	46.45	20.81	27.10	36.14
18	51.00	0.00	58.75	48.30	22.47	25.43	34.18
19	54.00	0.00	60.63	50.50	25.01	23.67	32.07
20	57.00	0.00	63.88	51.34	28.34	21.55	30.11
21	60.00	0.00	66.13	52.55	29.90	19.73	28.31
22	63.00	0.00	68.50	53.80	30.97	17.68	25.45
23	66.00	0.00	71.13	55.38	32.93	13.15	22.89
24	69.00	0.00	73.25	55.92	34.10	2.38	21.08

L1

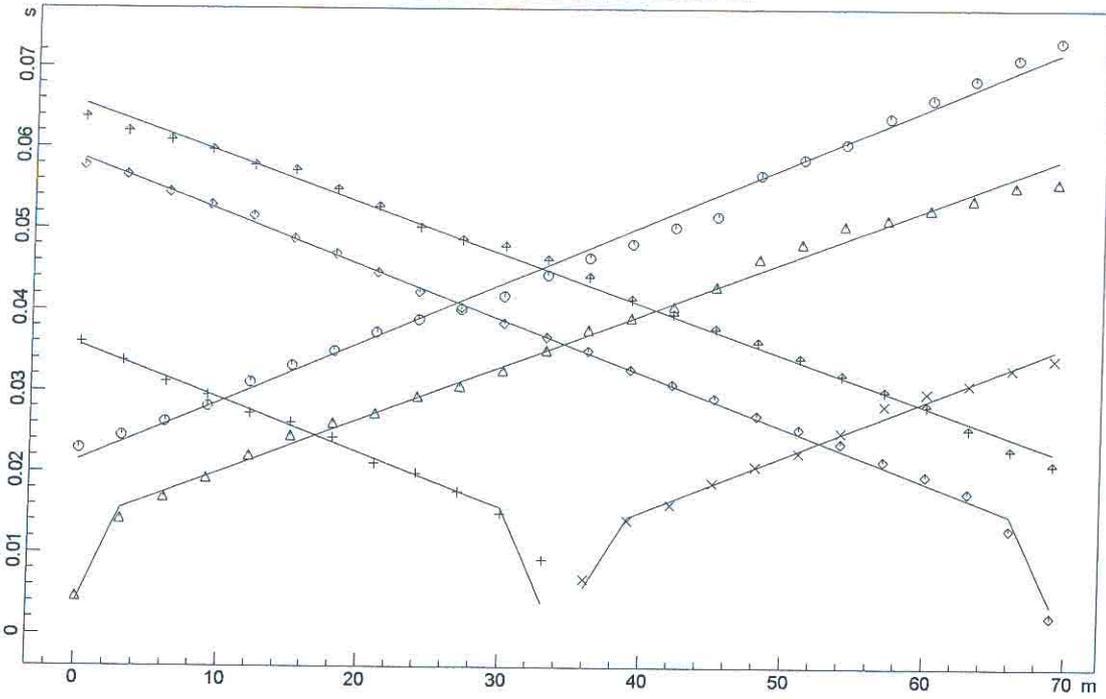
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	1.5
2	1.5
3	1.6
4	1.7
5	1.8
6	1.9
7	1.9
8	1.7
9	1.7
10	1.6
11	1.6
12	1.8
13	1.9
14	1.8
15	1.8
16	1.8
17	2.1
18	2.1
19	2.1
20	2.2
21	2.2
22	2.0
23	1.8
24	1.9

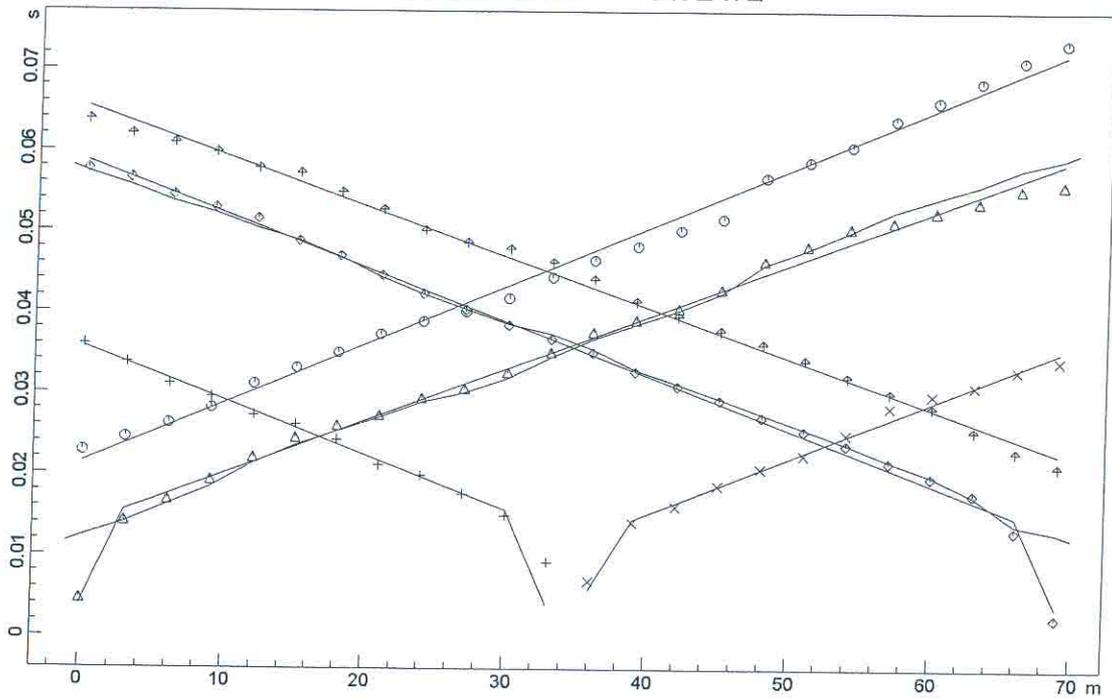
VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	277.2
2	1503.0

DROMOCRONE ORIGINALI

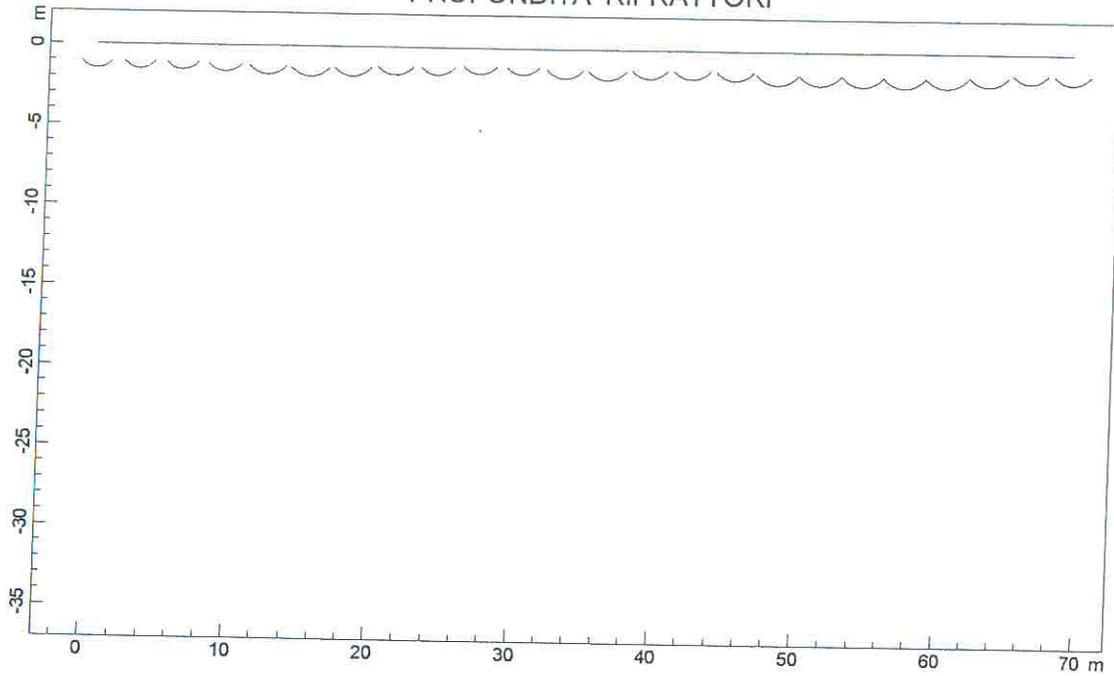


DROMOCRONE TRASLATE

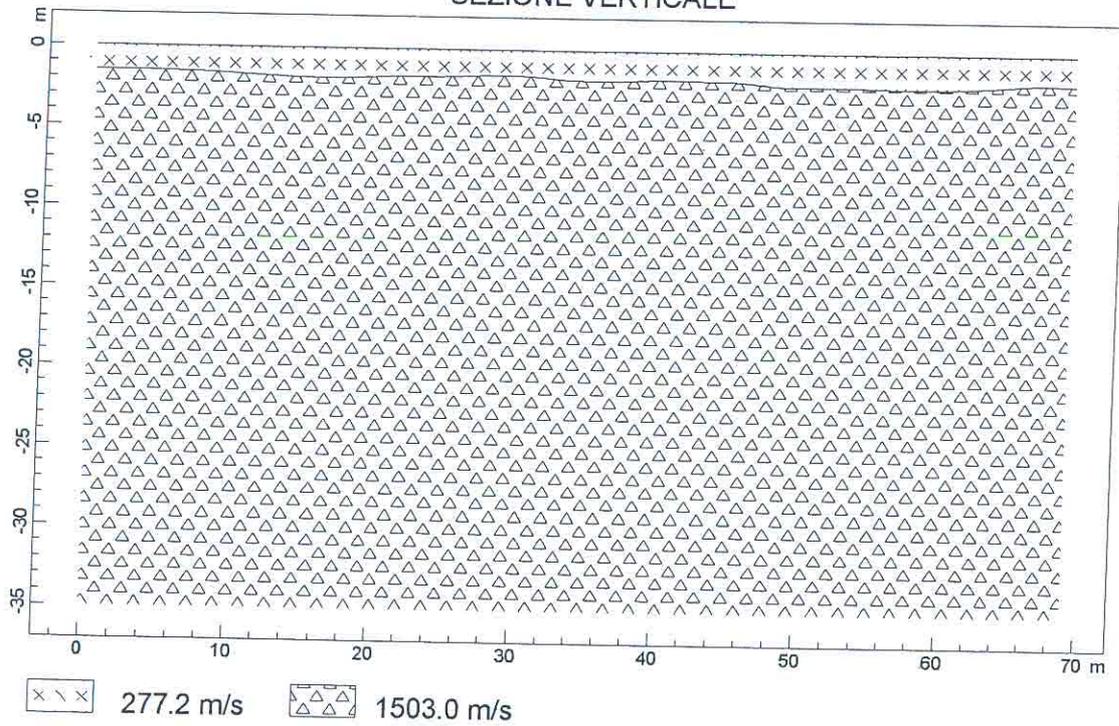


www.geoandsoft.com

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



**ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
ONDE SH**

CANTIERE: EMPOLI

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-15.00	0.00	esp.dat
-1.00	0.00	ap.dat
70.00	0.00	bp.dat
84.00	0.00	edn.dat
34.50	0.00	cn.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -15 [ms]	FBP da -1 [ms]	FBP da 70 [ms]	FBP da 84 [ms]	FBP da 34,5 [ms]
1	0.00	0.00	88.30	8.88	358.25	399.40	186.81
2	3.00	0.00	104.70	44.50	350.50	390.10	176.82
3	6.00	0.00	115.70	58.63	333.63	379.10	160.67
4	9.00	0.00	132.90	75.88	324.38	368.20	147.60
5	12.00	0.00	150.10	89.88	310.63	358.00	137.61
6	15.00	0.00	160.20	105.50	300.95	336.90	122.23
7	18.00	0.00	170.40	118.88	284.53	321.30	109.93
8	21.00	0.00	182.90	129.00	267.33	310.30	93.02
9	24.00	0.00	199.30	145.38	252.48	298.60	79.18
10	27.00	0.00	210.30	159.50	236.85	284.50	60.73
11	30.00	0.00	229.00	176.63	218.38	275.20	49.20
12	33.00	0.00	249.40	193.88	201.67	258.00	13.66
13	36.00	0.00	276.70	201.63	189.13	247.80	17.53
14	39.00	0.00	287.70	213.38	173.75	233.70	46.89
15	42.00	0.00	297.00	226.63	158.38	218.90	62.27
16	45.00	0.00	309.50	238.38	143.00	204.00	75.34
17	48.00	0.00	321.30	268.12	132.25	192.30	91.48
18	51.00	0.00	329.90	281.40	121.50	177.40	109.93
19	54.00	0.00	351.80	290.00	104.50	163.40	119.16
20	57.00	0.00	362.70	293.91	96.88	150.90	131.46
21	60.00	0.00	371.30	311.11	80.00	139.90	147.60
22	63.00	0.00	379.10	318.14	67.63	123.50	160.67
23	66.00	0.00	387.70	333.78	43.00	111.00	172.20
24	69.00	0.00	401.00	346.28	11.88	96.90	186.81

L1

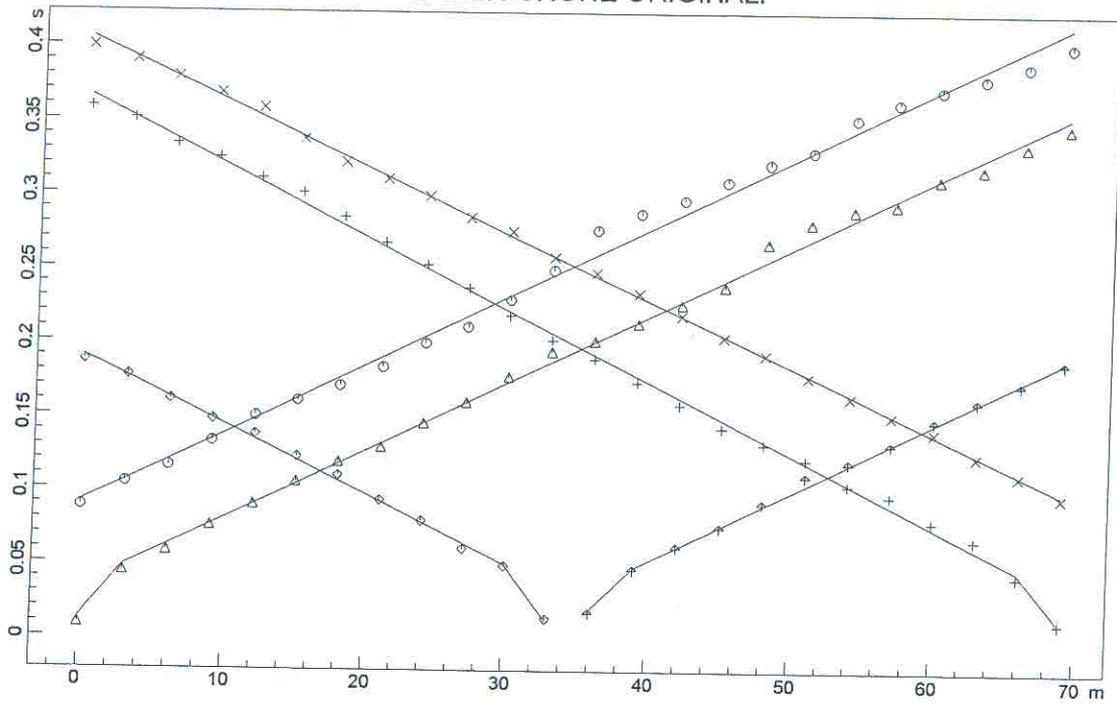
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	1.3
2	1.7
3	1.6
4	1.9
5	2.1
6	1.9
7	1.8
8	1.6
9	1.8
10	1.6
11	1.8
12	1.9
13	2.2
14	1.9
15	1.8
16	1.7
17	2.1
18	2.1
19	2.0
20	2.0
21	2.0
22	1.7
23	1.4
24	1.8

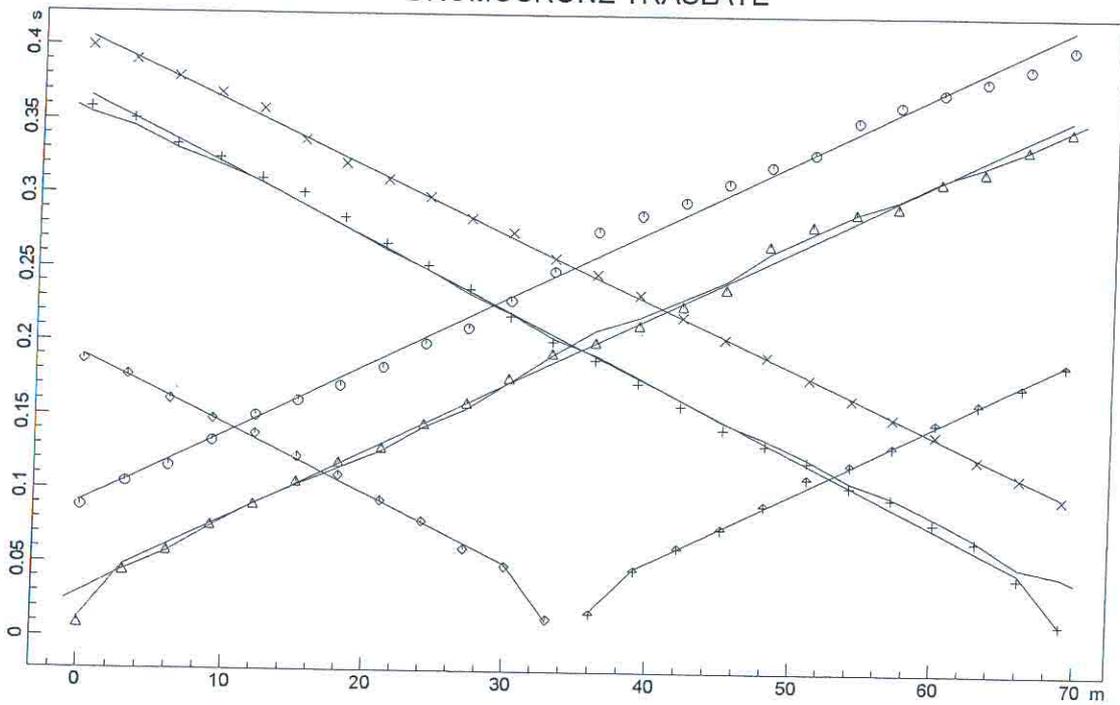
VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	86.8
2	216.3

DROMOCRONE ORIGINALI

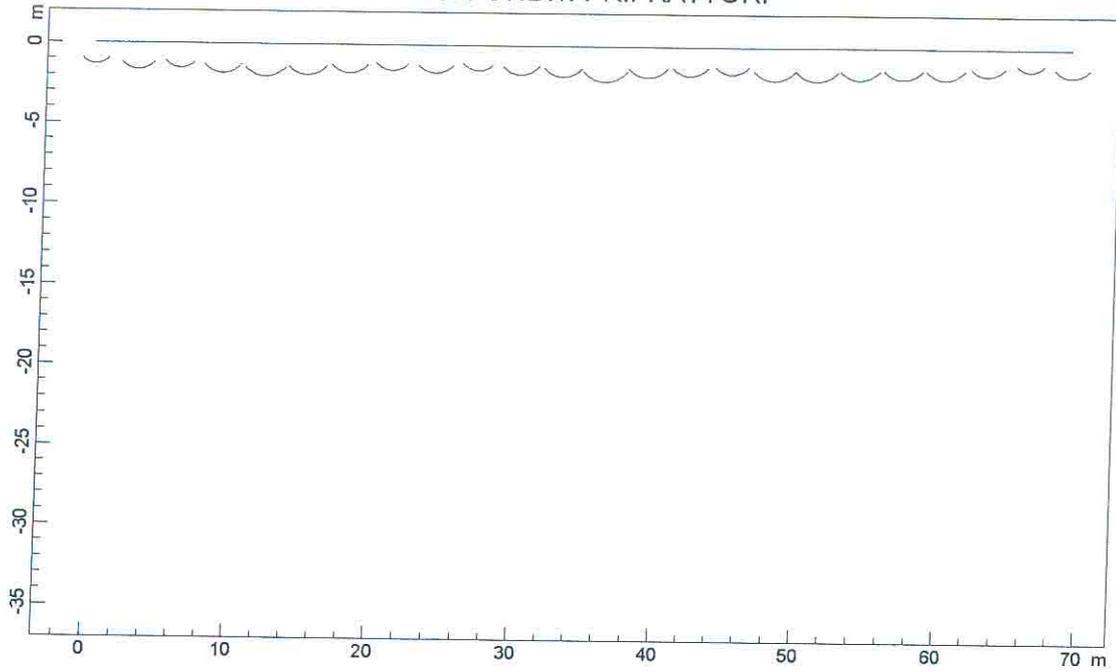


DROMOCRONE TRASLATE

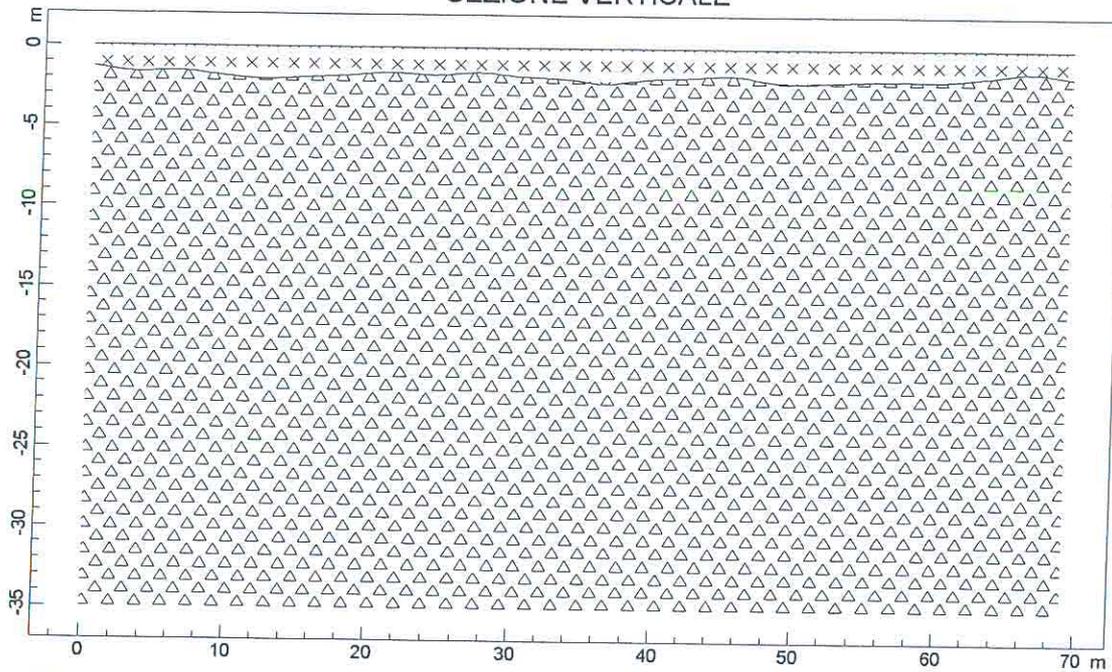


www.geoandsoft.com

PROFONDITA' RIFRATTORI



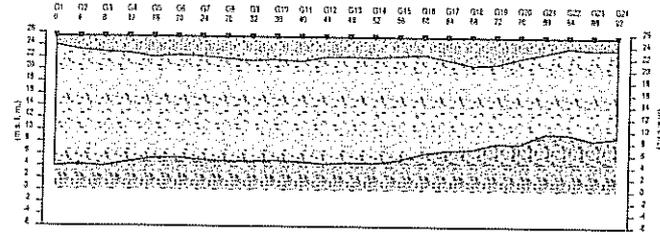
SEZIONE VERTICALE



 86.8 m/s  216.3 m/s

Reporto di prova n°275/10/S

P31 - onde SH - Interpretazione sismostratigrafica



Z(m)	1.5	2.2	2.6	2.8	3.5	3.4	3.3	3.7	4.0	3.8	4.1	3.4	3.2	3.4	3.2	2.8	3.5	4.1	4.5	3.4	2.6	3.7	2.9	2.9	2.9
Z(m)	20.0	18.0	18.0	18.0	16.7	17.0	17.0	17.0	16.7	16.7	16.5	17.0	17.5	17.5	17.2	16.4	16.5	16.5	16.0	16.2	16.3	16.3	16.3	16.3	16.0
H(m)	21.2	21.2	21.5	20.8	20.2	21.1	20.4	20.7	20.4	20.7	21.1	20.6	21.0	21.4	19.3	18.7	16.6	17.8	17.6	18.0	16.0	17.3	16.2	16.2	
V1(m/s)	183	132	131	135	128	131	128	131	125	126	133	125	126	119	110	128	112	129	132	132	128	124	124	124	
V2(m/s)	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	
V3(m/s)	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	

Legenda:
 - Contorno: Contorno di un livello stratigrafico
 - Contorno: Contorno di un livello litologico
 - Contorno: Contorno di un livello geologico
 Scale 1:100
 1) - 10m
 2) - 10m
 3) - 10m
 4) - 10m
 5) - 10m
 6) - 10m
 7) - 10m
 8) - 10m
 9) - 10m
 10) - 10m
 11) - 10m
 12) - 10m
 13) - 10m
 14) - 10m
 15) - 10m
 16) - 10m
 17) - 10m
 18) - 10m
 19) - 10m
 20) - 10m
 21) - 10m
 22) - 10m
 23) - 10m
 24) - 10m

IGETECMA s.p.a.

Reporto di prova n°275/10/S

Dati P31 - onde SH

Tempo: anni

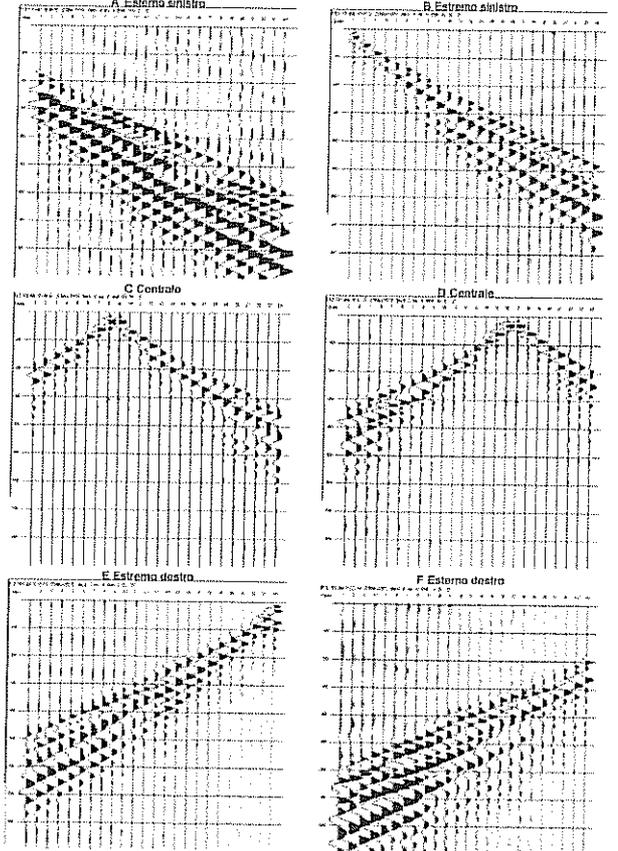
Gen.	Dia.	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	U	V1	Z1	U1	V2	Z2	U2	V3	V4	V5
m	m	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m	cm	cm	m	cm	cm	cm	cm
1	0.0	156.70	160.00	163.00	205.00	337.00	440.00	25.5	133	3.2	24.0	212	21.0	31.5	4.0	488	242
2	4.0	172.70	200.00	142.00	247.00	354.00	429.00	25.5	132	2.2	33.2	212	18.0	31.5	4.0	488	240
3	8.0	181.70	270.00	150.00	259.00	363.00	432.00	25.5	131	2.8	32.0	212	18.0	31.5	4.0	488	238
4	12.0	207.70	310.00	161.00	275.00	374.00	434.00	25.5	129	3.5	32.0	212	18.0	31.5	4.0	488	236
5	16.0	227.00	363.00	177.00	282.00	380.00	438.00	25.5	127	4.1	22.4	212	17.0	31.5	4.0	488	235
6	20.0	243.00	390.00	183.00	273.00	378.00	438.00	25.5	125	5.3	22.2	212	17.0	31.5	4.0	488	231
7	24.0	261.00	440.00	197.00	265.00	371.00	437.00	25.5	120	6.7	21.8	212	17.0	31.5	4.0	488	231
8	28.0	282.00	490.00	180.00	267.00	373.00	437.00	25.5	118	8.0	21.9	212	16.7	31.5	4.0	488	232
9	32.0	306.00	470.00	190.00	266.00	372.00	437.00	25.5	115	9.8	21.7	212	16.7	31.5	4.0	488	236
10	36.0	318.00	490.00	188.00	266.00	372.00	437.00	25.5	113	11.1	21.4	212	16.8	31.5	4.0	488	232
11	40.0	331.00	510.00	173.00	266.00	372.00	437.00	25.5	110	12.4	21.1	212	17.1	31.5	4.0	488	231
12	44.0	343.00	530.00	187.00	266.00	372.00	437.00	25.5	108	13.8	21.2	212	17.5	31.5	4.0	488	231
13	48.0	349.00	551.00	169.00	266.00	372.00	437.00	25.5	106	15.1	20.9	212	17.5	31.5	4.0	488	231
14	52.0	356.00	568.00	150.00	266.00	372.00	437.00	25.5	103	16.4	20.7	212	17.5	31.5	4.0	488	231
15	56.0	364.00	585.00	132.00	266.00	372.00	437.00	25.5	102	17.7	20.7	212	17.2	31.5	4.0	488	231
16	60.0	374.00	604.00	110.00	266.00	372.00	437.00	25.5	100	19.0	20.6	212	16.4	31.5	4.0	488	231
17	64.0	384.00	617.00	101.00	266.00	372.00	437.00	25.5	98	20.3	20.7	212	16.0	31.5	4.0	488	231
18	68.0	396.00	634.00	93.00	266.00	372.00	437.00	25.5	95	21.6	20.9	212	15.0	31.5	4.0	488	231
19	72.0	408.00	655.00	73.00	266.00	372.00	437.00	25.5	92	22.9	21.1	212	14.2	31.5	4.0	488	231
20	76.0	419.00	678.00	54.00	266.00	372.00	437.00	25.5	89	24.2	20.7	212	13.3	31.5	4.0	488	231
21	80.0	431.00	703.00	35.00	266.00	372.00	437.00	25.5	86	25.5	20.7	212	12.3	31.5	4.0	488	231
22	84.0	442.00	731.00	17.00	266.00	372.00	437.00	25.5	84	26.8	20.7	212	11.3	31.5	4.0	488	231
23	88.0	452.00	761.00	0.00	266.00	372.00	437.00	25.5	82	28.1	20.7	212	10.3	31.5	4.0	488	231
24	92.0	464.00	793.00	-14.00	266.00	372.00	437.00	25.5	81	29.4	20.7	212	9.3	31.5	4.0	488	231

Legenda:
 1) - 10m
 2) - 10m
 3) - 10m
 4) - 10m
 5) - 10m
 6) - 10m
 7) - 10m
 8) - 10m
 9) - 10m
 10) - 10m
 11) - 10m
 12) - 10m
 13) - 10m
 14) - 10m
 15) - 10m
 16) - 10m
 17) - 10m
 18) - 10m
 19) - 10m
 20) - 10m
 21) - 10m
 22) - 10m
 23) - 10m
 24) - 10m

IGETECMA s.p.a.

Reporto di prova n°279/10/S

Registrazioni P1 - onde SH



IGETECMA s.p.a.

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

I valori di V_{s30} calcolati lungo il profilo variano fra 105 m/s e 466 m/s, con un valore medio di 232 m/s, pertanto risulta dall'indagine che **$V_{s30} = 232$ m/sec.**

Per i valori di velocità e i rapporti stratigrafici presenti la zona in esame rientra nella **categoria C dei suoli di fondazione**. Si ricorda che i calcoli per l'attribuzione della categoria sono stati effettuati rispetto al piano campagna e che una eventuale asportazione dei terreni superficiali (cosa che nel caso specifico avverrà per uno spessore di circa 3 metri) aumenterebbe il valore del parametro V_{s30} diminuendo lo spessore dei terreni a velocità più bassa.

In ogni caso, anche considerando l'asportazione dei primi 3 m di terreno superficiale, **l'area in esame rientra sempre nella categoria C dei suoli di fondazione.**

Nella Figura sottostante, si propone l'interpretazione sismostratigrafica dell'area: si ha la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità:

$V1 = 105 - 140$ m/s , $V2 = 207 - 212$ m/s, $V3 = 364 - 466$ m/s

Il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso fra 1.5 m e 4.7 m e può essere riferito al terreno naturale areato, ai materiali di riporto e ai depositi molto allentati. Il secondo orizzonte sismico, con uno spessore variabile fra 13.0 m e 20.0 m, raggiunge profondità comprese fra 16.0 m e 21.5 m e può essere riferito ai depositi sedimentari poco consolidati. Le velocità del terzo orizzonte sono correlabili con un aumento medio nella resistenza agli sforzi di taglio dei depositi stessi.

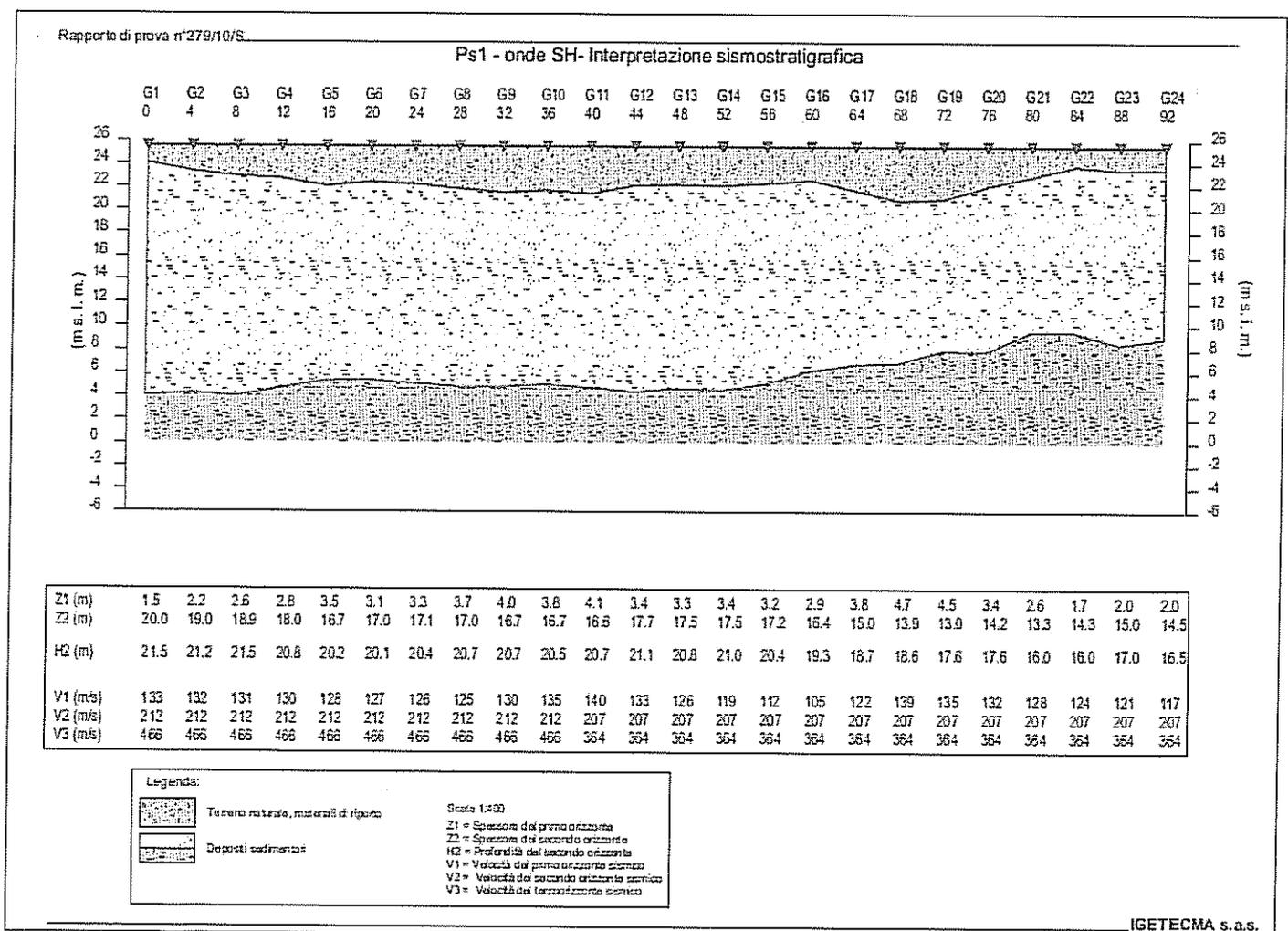
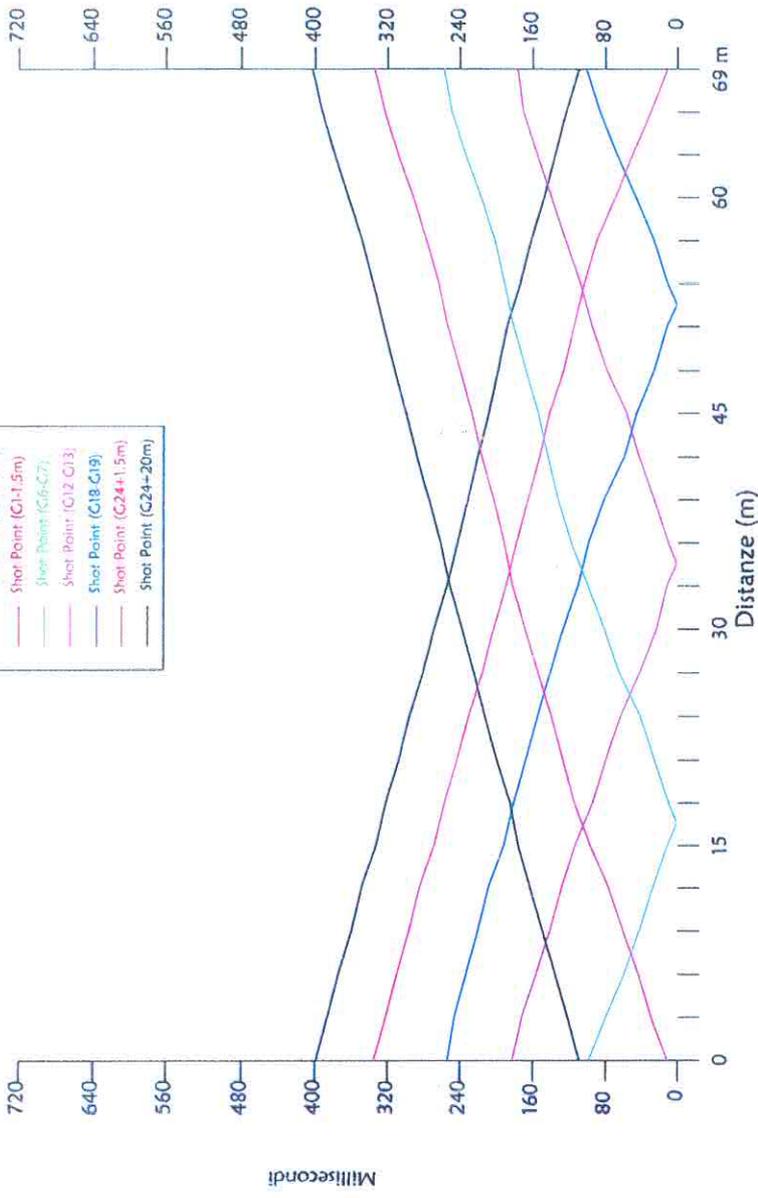


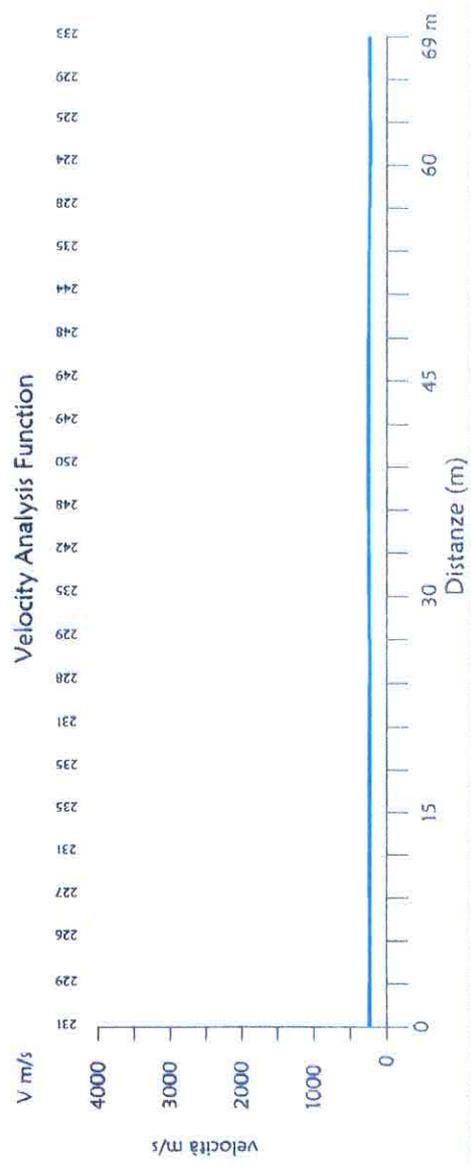
Fig. 1 - Interpretazione sismostratigrafica dell'area di Via Basilicata – da indagine sismica SH dell'Igetecma s.a.s.

Dromocrone

- Shot Point (G1-40m)
- Shot Point (G1-1.5m)
- Shot Point (G16-C27)
- Shot Point (G12-C13)
- Shot Point (G18-C19)
- Shot Point (G24-1.5m)
- Shot Point (G24-20m)



Velocity Analysis Function

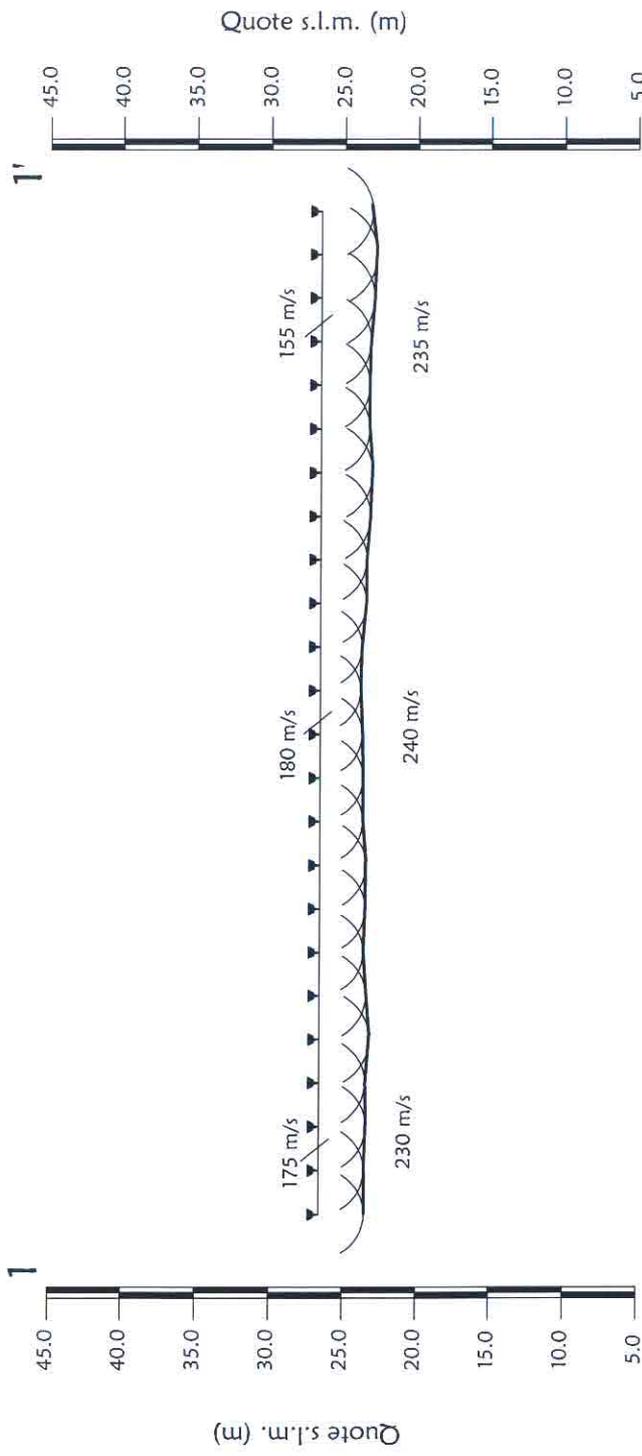


Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Maggio 2010

Tavola 02 - Sezione 1-1' - Onde 5h

Sezione sismostratigrafica



Numero geofono	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Distanze (m)	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60
Quote relative (m)	3.10	3.10	3.20	3.15	3.40	3.15	3.00	3.00	3.10	3.15	2.90	2.90	2.85	2.75	2.80	3.10	3.10	3.35	3.50	3.30	3.30	3.35	3.60	3.75	3.45
Profondità da p.c. 1° rifrattore (m)	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60

Profilo topografico

 Profilo topografico strato

 830 m/s Velocità sismica dello strato in m/s

 Geofoni

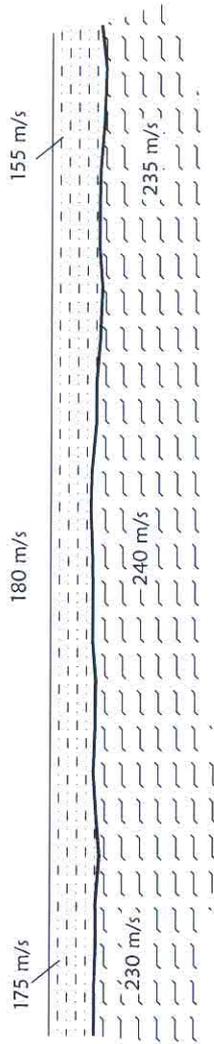
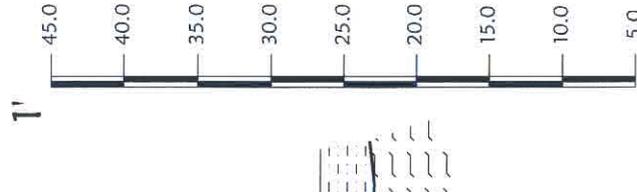
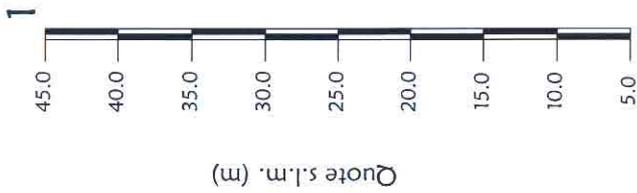
 Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi

Scala Verticale 1:500
 Scala Orizzontale 1:500

Maggio 2010

Tavola 03 - Sezione 1-1' - Onde Sh

Sezione litostratigrafica



Legenda



Ripporto e limi sabbiosi



Limi argillosi

Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

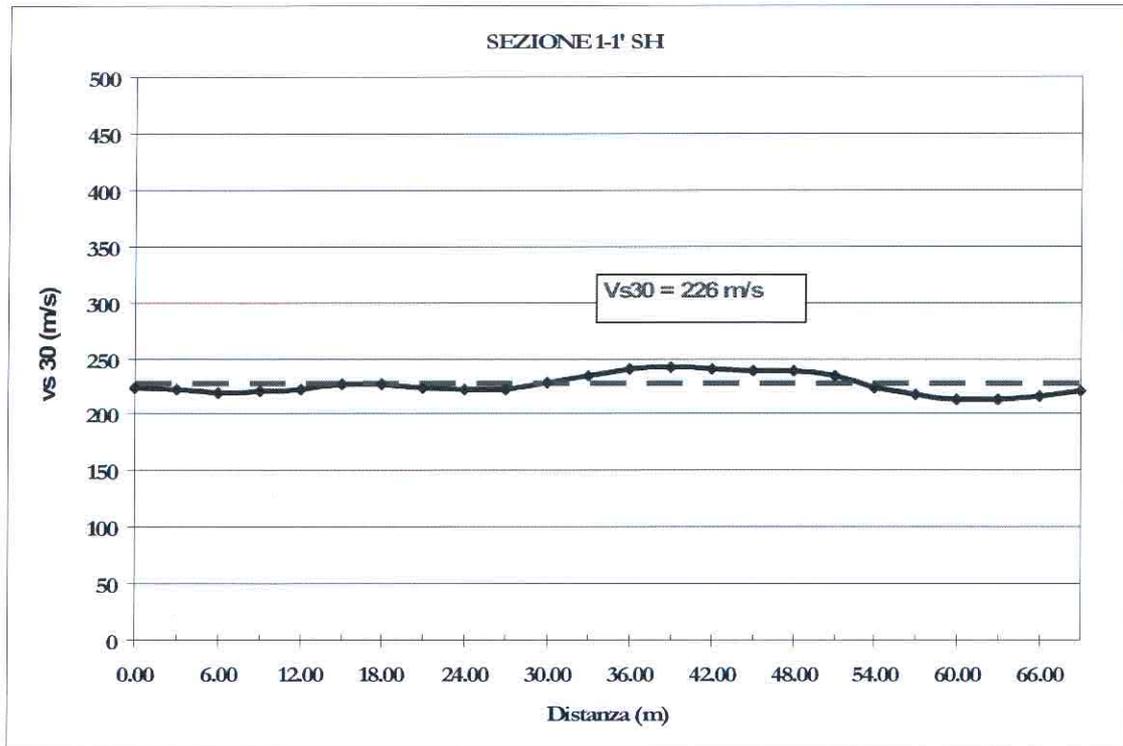
Maggio 2010

Tavola 04 - Sezione 1-1' - Onde Sh

L3

GEOGNOSTICA FIORENTINA S.R.L.	INDAGINE GEOTISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE ONDE SH - CALCOLO VS30 EMPOLI (FI)	Maggio 2010
		Comune di Empoli (FI)
		Pag. 8 di 11

Nella figura sottostante è illustrato l'andamento della V_{s30} calcolata lungo la **Sez. 1-1'** da p.c.:



Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di V_{s30} media per l'area in oggetto

$V_{s30} = 226 \text{ m/s}$

In base a questo valore ed alle caratteristiche stratigrafiche, viene assegnata una:

CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE: C

La V_{s30} così calcolata rappresenta un'assunzione sempre cautelativa, poiché calcolata dal piano campagna e non dal piano di posa delle fondazioni.

L04

Cantiere Terrafino del 19-01-2010
Profilo 1
ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Onde Sh

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-3.00	0.00	sa.dat
16.50	0.00	sis.dat
34.50	0.00	sc.dat
52.50	0.00	sid.dat
72.00	0.00	sb.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -3 [ms]	FBP da 16.5 [ms]	FBP da 34.5 [ms]	FBP da 52.5 [ms]	FBP da 72 [ms]
1	0.00	0.00	13.30	390.10	200.88	304.88	384.63
2	3.00	0.00	27.10	381.50	189.13	293.88	376.75
3	6.00	0.00	60.20	376.00	168.88	276.75	367.38
4	9.00	0.00	83.60	363.50	153.25	264.25	363.50
5	12.00	0.00	101.60	351.00	136.00	244.63	351.75
6	15.00	0.00	119.60	336.10	122.75	229.88	340.00
7	18.00	0.00	134.40	317.40	104.75	215.00	322.88
8	21.00	0.00	150.10	304.10	86.75	195.38	306.38
9	24.00	0.00	166.50	286.90	62.50	181.38	289.25
10	27.00	0.00	181.30	270.50	44.50	164.88	270.50
11	30.00	0.00	200.90	254.00	26.63	149.25	254.88
12	33.00	0.00	219.70	236.80	7.88	130.50	236.88
13	36.00	0.00	236.80	219.70	9.38	114.88	221.25
14	39.00	0.00	254.00	200.90	28.13	100.88	206.38
15	42.00	0.00	270.50	181.30	51.63	79.75	188.38
16	45.00	0.00	286.90	166.50	78.13	61.75	168.88
17	48.00	0.00	304.10	150.10	96.13	41.38	154.00
18	51.00	0.00	317.40	134.40	114.88	21.88	137.63
19	54.00	0.00	336.10	106.25	130.50	16.38	117.25
20	57.00	0.00	351.00	89.13	141.50	36.00	100.00
21	60.00	0.00	363.50	71.50	159.50	57.88	88.38
22	63.00	0.00	376.00	51.63	179.00	81.25	74.25
23	66.00	0.00	381.50	29.38	191.50	98.50	45.38
24	69.00	0.00	390.10	9.00	202.50	111.00	25.00

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.4	23.8
2	1.3	23.5
3	2.2	22.8
4	2.1	22.5
5	2.4	22.0
6	2.0	21.4
7	1.9	21.2
8	2.1	21.0
9	1.9	20.8
10	2.2	20.3
11	2.5	19.8
12	2.5	19.5
13	2.4	19.1
14	2.7	18.7
15	3.1	18.1

L04

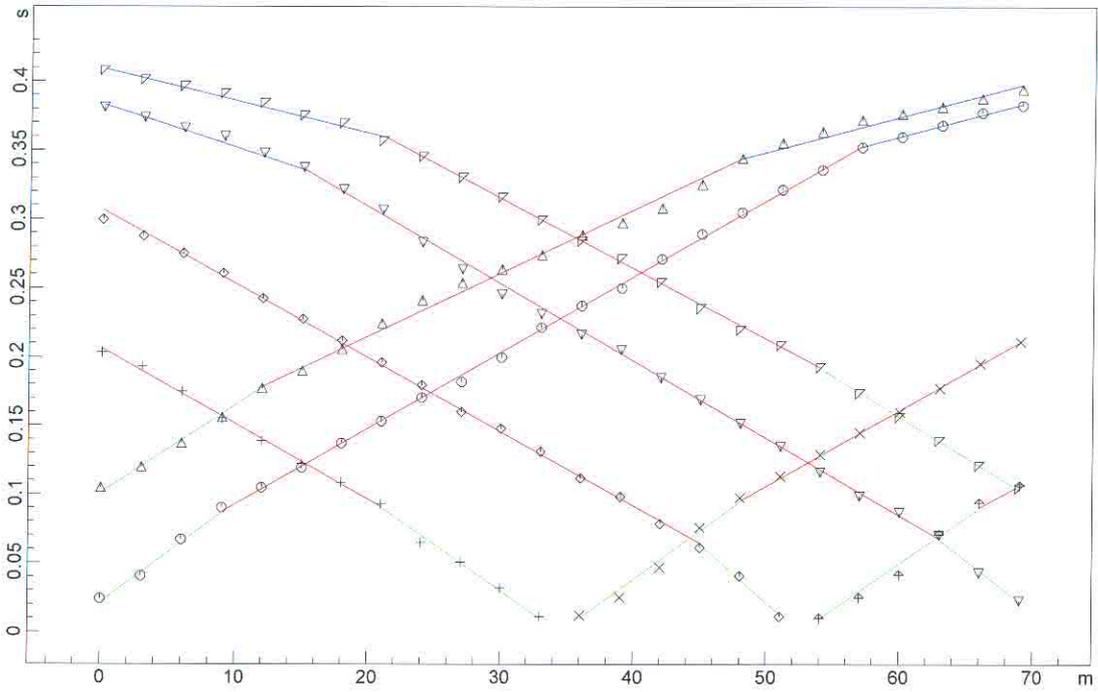
16	2.7	18.0
17	2.5	17.3
18	2.3	17.4
19	2.1	17.3
20	1.8	16.9
21	1.9	16.5
22	2.2	16.0
23	2.0	15.8
24	2.1	15.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

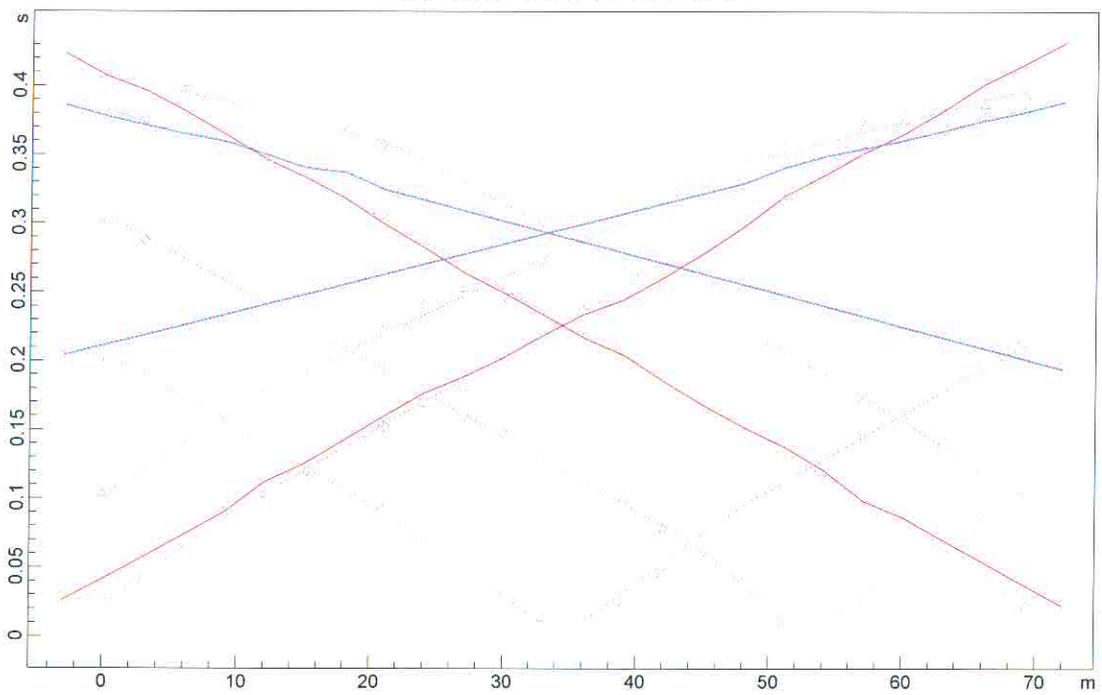
N. Strato	Velocità [m/s]
1	131.7
2	174.6
3	403.4

L04

DROMOCRONE ORIGINALI

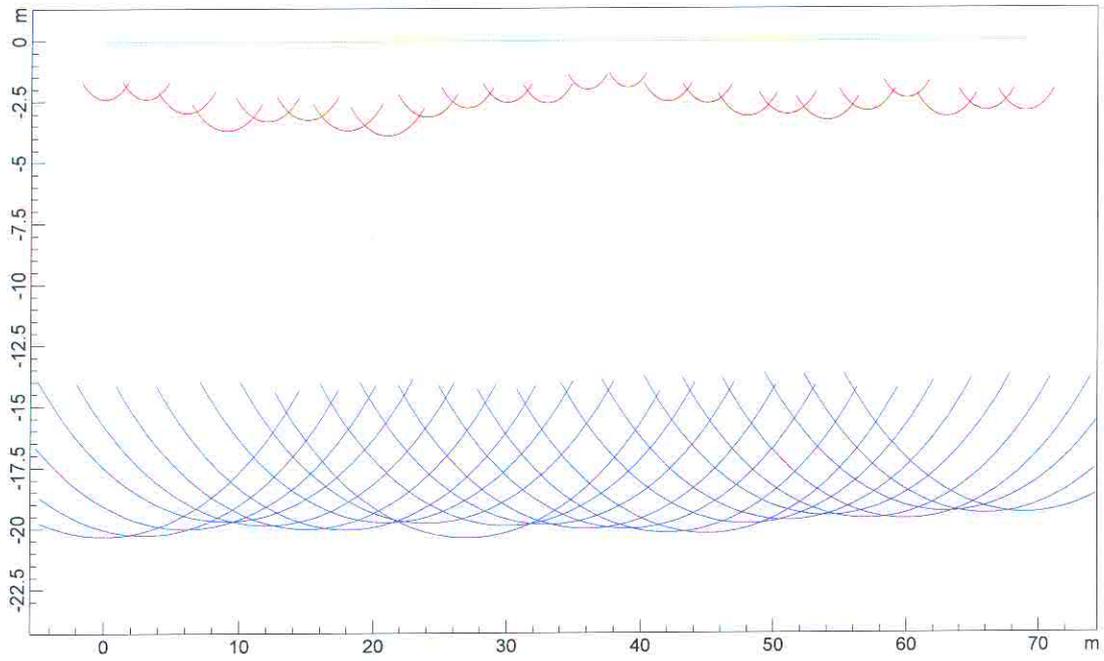


DROMOCRONE TRASLATE

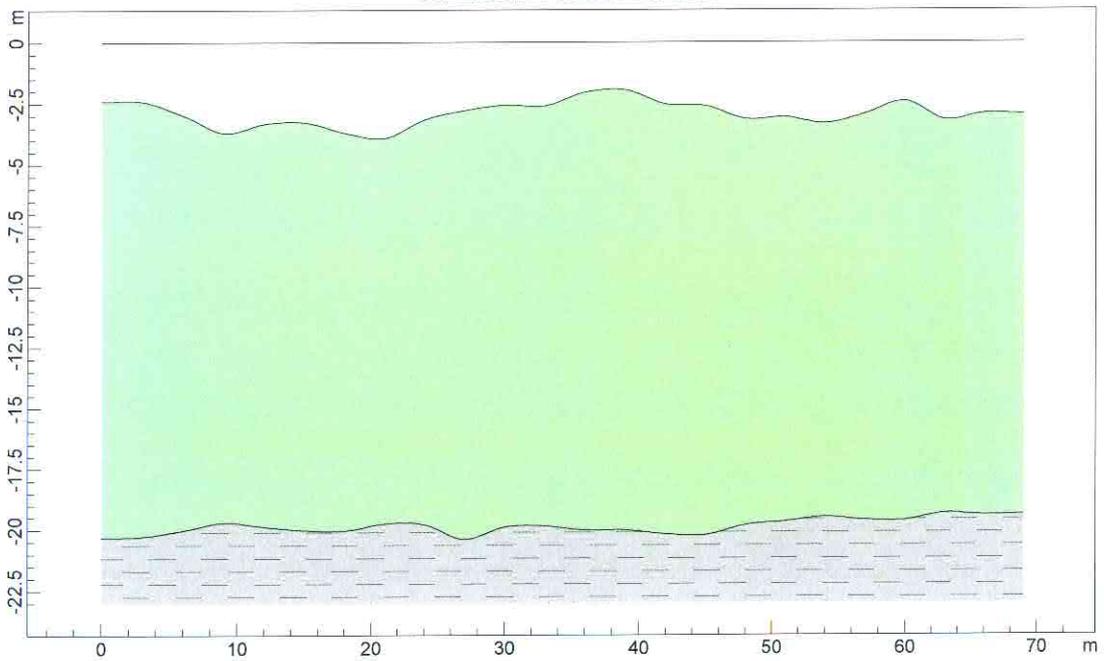


L04

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



142.8 m/s 184.3 m/s 394.0 m/s

L5

Caratterizzazione sismo stratigrafica dei terreni e calcolo del parametro Vs30

Come detto in Premessa, è stato eseguito dalla Igetecma s.a.s. di Montelupo Fiorentino un profilo di sismica a rifrazione con onde SH, utilizzando 24 canali con una spaziatura di 2,5 m, per un totale di 57,5 m di rilievo (vedi Tav. 1 Ter), al fine di caratterizzare dal punto di vista sismostratigrafico l'area e pervenire al calcolo del parametro Vs30 richiesto dalla Ordinanza P.C.M. n. 3274/03.

Ricordiamo che l'Ordinanza P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro Vs30 che è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i)$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

I valori di Vs30 calcolati lungo il profilo variano fra 328 m/s e 342 m/s, con un valore medio di 334 m/s, pertanto risulta dall'indagine che **Vs30 = 334 m/sec**.

Per i valori di velocità e i rapporti stratigrafici presenti la zona in esame rientra nella **categoria C dei suoli di fondazione**. Si ricorda che i calcoli per l'attribuzione della categoria sono stati effettuati rispetto al piano campagna e che una eventuale asportazione dei terreni superficiali (cosa che nel caso specifico avverrà per uno spessore di circa 2 metri) aumenterebbe il valore del parametro Vs30 diminuendo lo spessore dei terreni a velocità più bassa.

In ogni caso, anche considerando l'asportazione dei primi 2 m di terreno superficiale, **l'area in esame rientra sempre nella categoria C dei suoli di fondazione.**

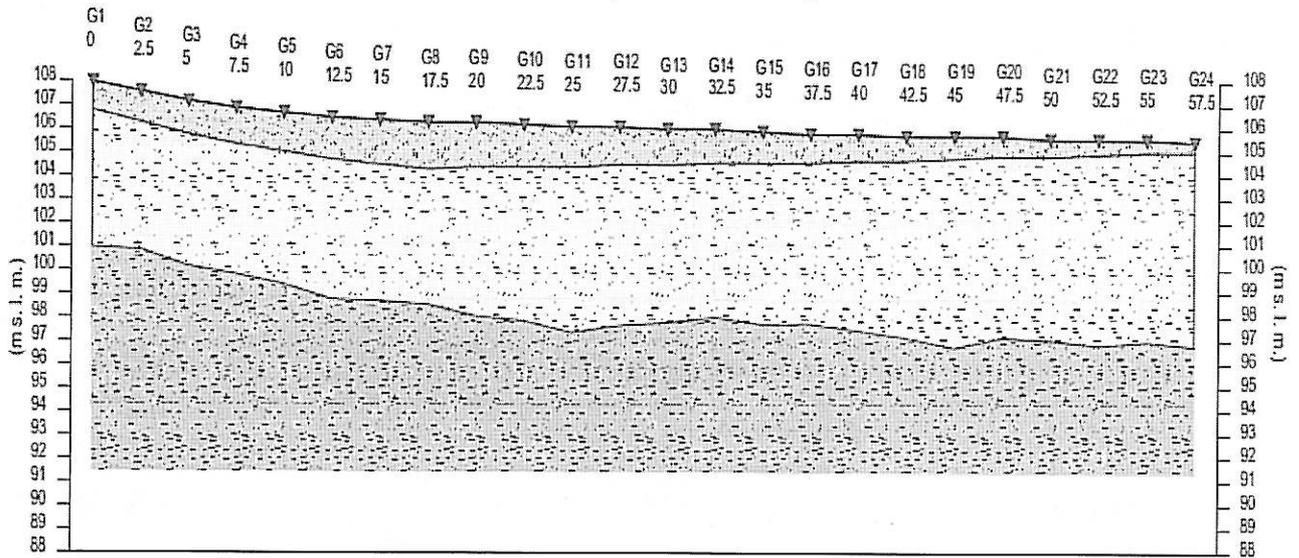
Nella Fig. 1 a pagina seguente, si propone l'interpretazione sismostratigrafica dell'area: si ha la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità:

$V_1 = 75 - 145$ m/s , $V_2 = 236$ m/s, $V_3 = 418 - 431$ m/s.

Il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso fra 0.2 m e 2.0 m e può essere riferito al terreno naturale areato, ai materiali di riporto e ai depositi molto allentati. Il secondo orizzonte sismico, con uno spessore variabile fra 5.4 m e 8.3 m, raggiunge profondità comprese fra 6.7 m e 9.0 m e può essere riferito ai depositi sedimentari mediamente consolidati.

Le velocità del terzo orizzonte sono correlabili con un aumento medio nella resistenza agli sforzi di taglio dei depositi stessi.

Ps1 - onde SH- Interpretazione sismostratigrafica



Z1 (m)	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
Z2 (m)	5.8	5.4	5.6	5.5	5.6	5.9	5.8	5.7	6.3	6.5	7.0	6.8	6.7	6.6	6.8	6.8	7.2	7.5	8.0	7.7	7.8	8.1	8.1	8.3
H2 (m)	7.0	6.7	7.0	7.1	7.3	7.7	7.7	7.7	8.2	8.3	8.7	8.4	8.2	8.0	8.2	8.0	8.3	8.5	9.0	8.5	8.5	8.7	8.6	8.7
V1 (m/s)	140	140	140	140	140	140	141	141	141	141	141	141	143	145	141	138	134	131	127	117	106	96	65	75
V2 (m/s)	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
V3 (m/s)	420	420	420	420	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	420	420	420	420	420	420	418

Legenda:

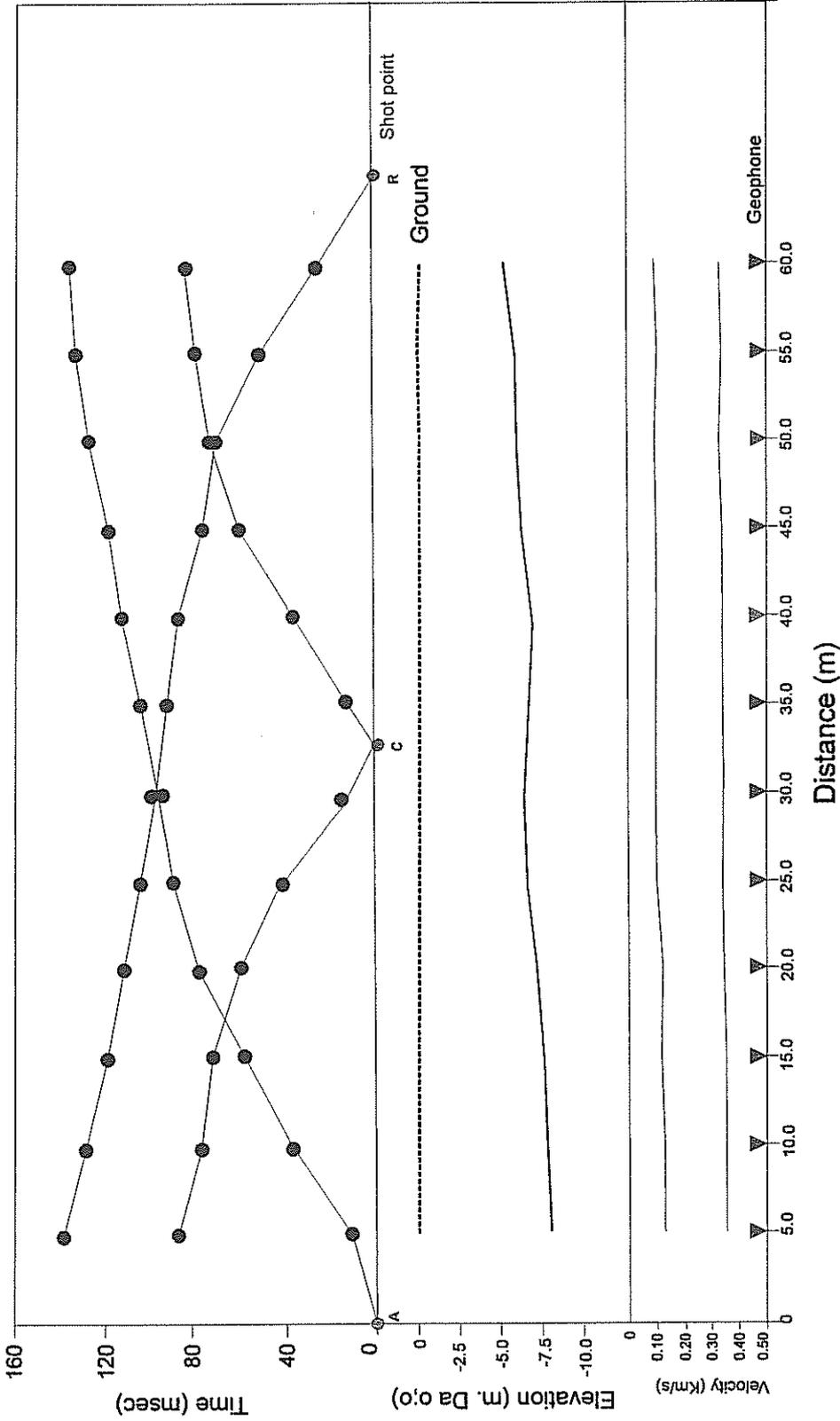
	Terrano naturale, materiali di riporto	Scala 1:250
	Depositi sedimentari	Z1 = Spessore del primo orizzonte
		Z2 = Spessore del secondo orizzonte
		H2 = Profondità del secondo orizzonte
		V1 = Velocità del primo orizzonte sismico
		V2 = Velocità del secondo orizzonte sismico
		V3 = Velocità del terzo orizzonte sismico

IGETECMA s.a.s.

Fig. 1 - Interpretazione sismostratigrafica dell'area di Via Basilicata – da indagine sismica SH dell'Igetecma s.a.s.

Con il software online GEOSTRU PS, disponibile al sito www.geostru.com, è possibile individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. Basta scrivere l'indirizzo del sito di interesse, e si ottengono tutti i parametri di pericolosità sismica.

TORRE PIZZALI
 01572 74510
 01572 74510



indago S.n.c.
 Servizi di
 Geologia e Ingegneria Ambientale
 Via de' Archi, 14 50052 CERTALDO (FI) - S.F. e P.L. 0494570487
 Tel. 0571 932640 fax 0571 630080 E-mail: info@indago.com.it

Pos. Arch.: 750/10

**Progetto di demolizione e
 ricostruzione di fabbricato posto
 a Santa Maria in Via della repubblica**
 Sezione sismica a rifrazione sh

Equipment: DOLANG
 Energizzazione: massa batt. Geofoni: 10 Hz OR



La sezione sismica (presente in Appendice B) in onde SH evidenzia la presenza di un rifrattori più superficiale con V_{sh} comprese tra 118 m/s e 148 m/s di spessore complessivamente compreso tra circa 1.4 e 3.9 metri poggiante su un rifratore con V_{sh} comprese tra 353 m/s e 370 m/s. Purtroppo non è stato possibile individuare la base di questo rifratore data la lunghezza della sezione sismica. Lunghezza imposta dalle condizioni logistiche del sito.

La ricostruzione delle VS30 lungo il profilo (assumendo profondità fino a 30.0 metri per l'ultimo orizzonte) ha consentito di determinare la VS30 media dell'area che risulta pari a 312.64 m/s. Questo valore di velocità consente di attribuire la categoria di sottosuolo alla **classe C: Depositi a grana fina di media consistenza.**

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 70Hz
Frequenza iniziale 2Hz

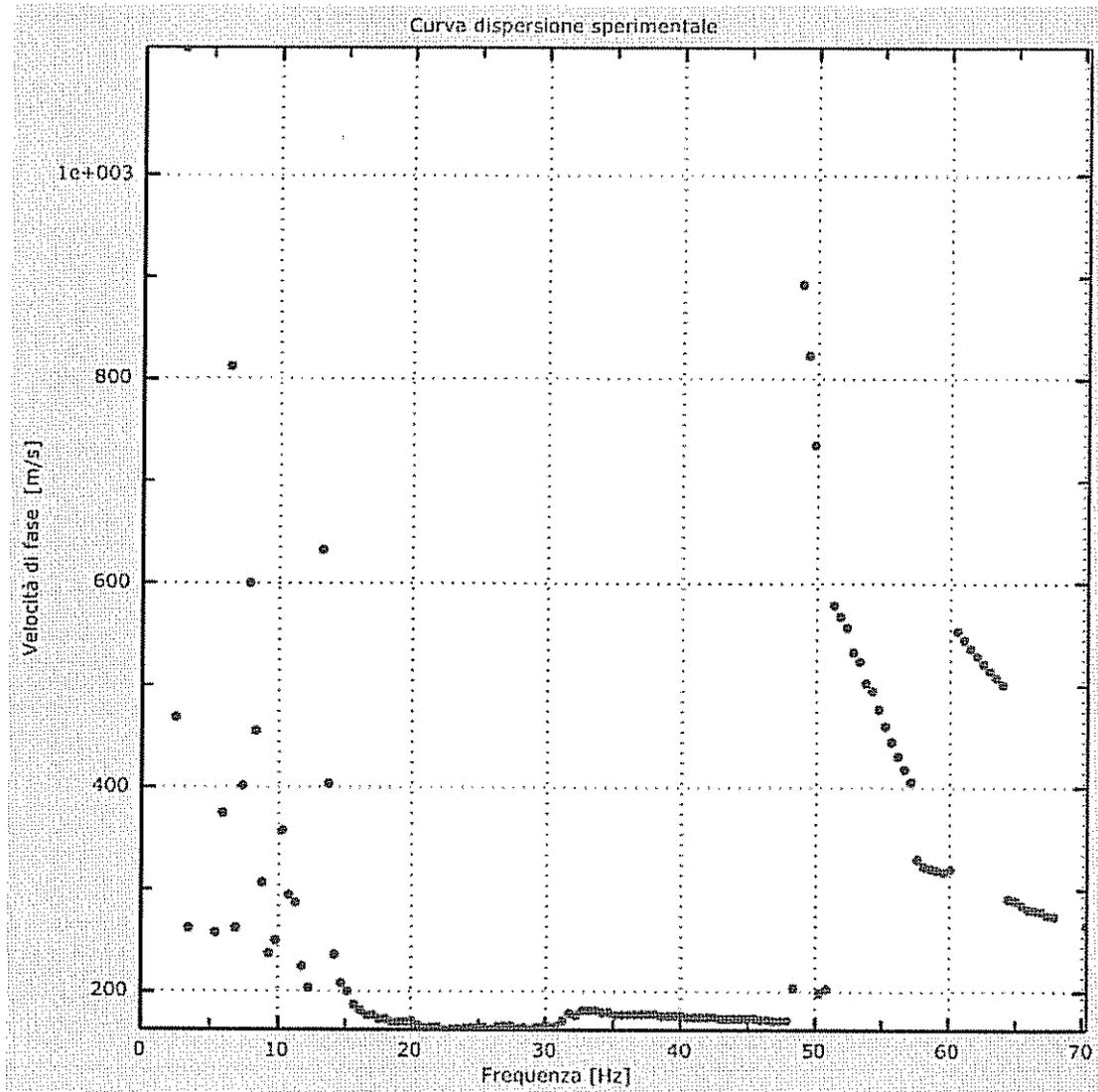


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Numero di campioni temporali.....8000
Passo temporale di acquisizione.....0.25ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a.....1999.75ms
I ricevitori sono invertiti (l'ultimo ricevitore nel file è il primo per l'analisi)

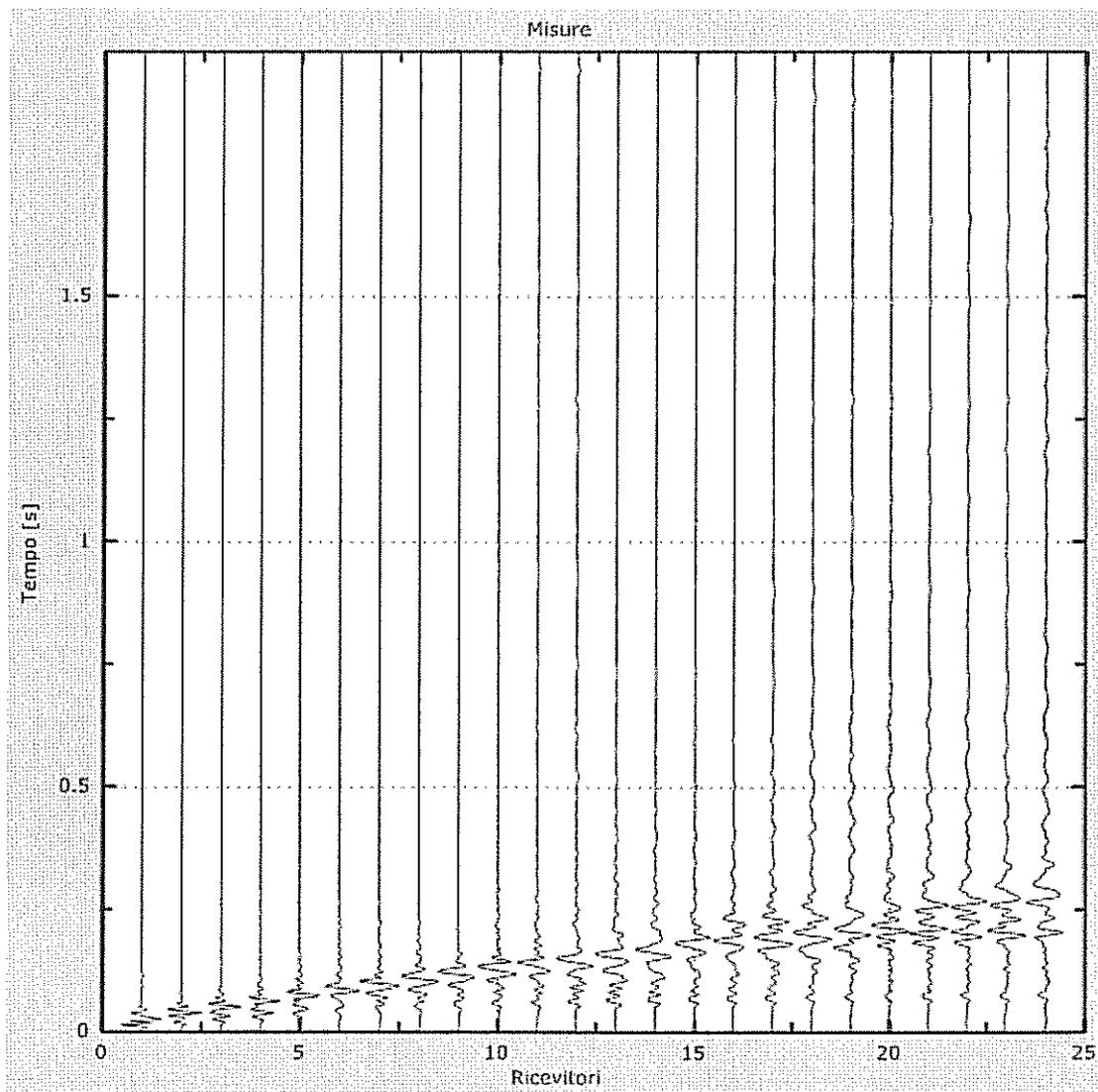


Figura 1: Tracce sperimentali

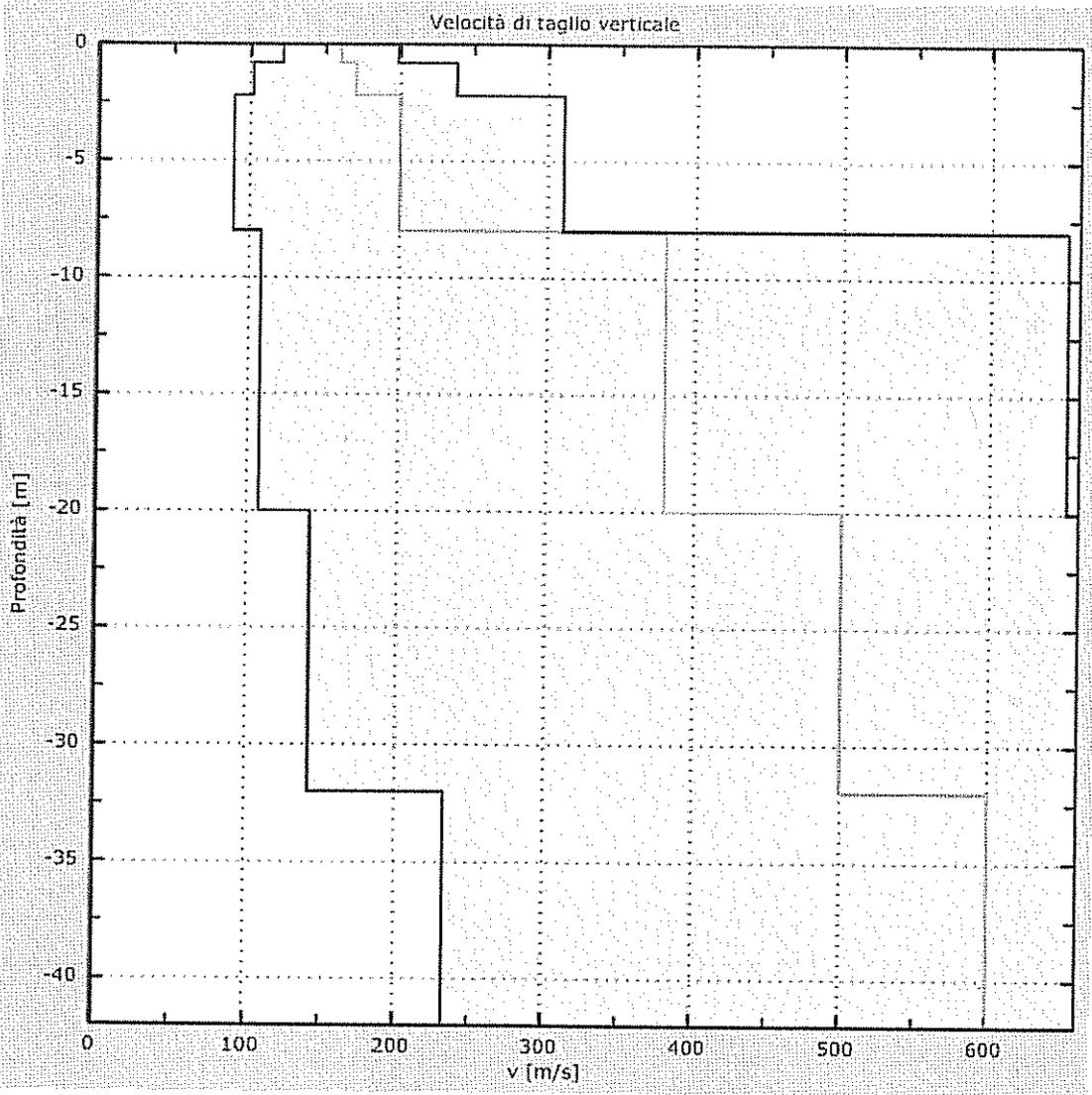


Figura 5: Velocità

Vs max [m/s] 650

Falda non presente nello strato

Strato alluvionale

Vs fin.[m/s] 600.000

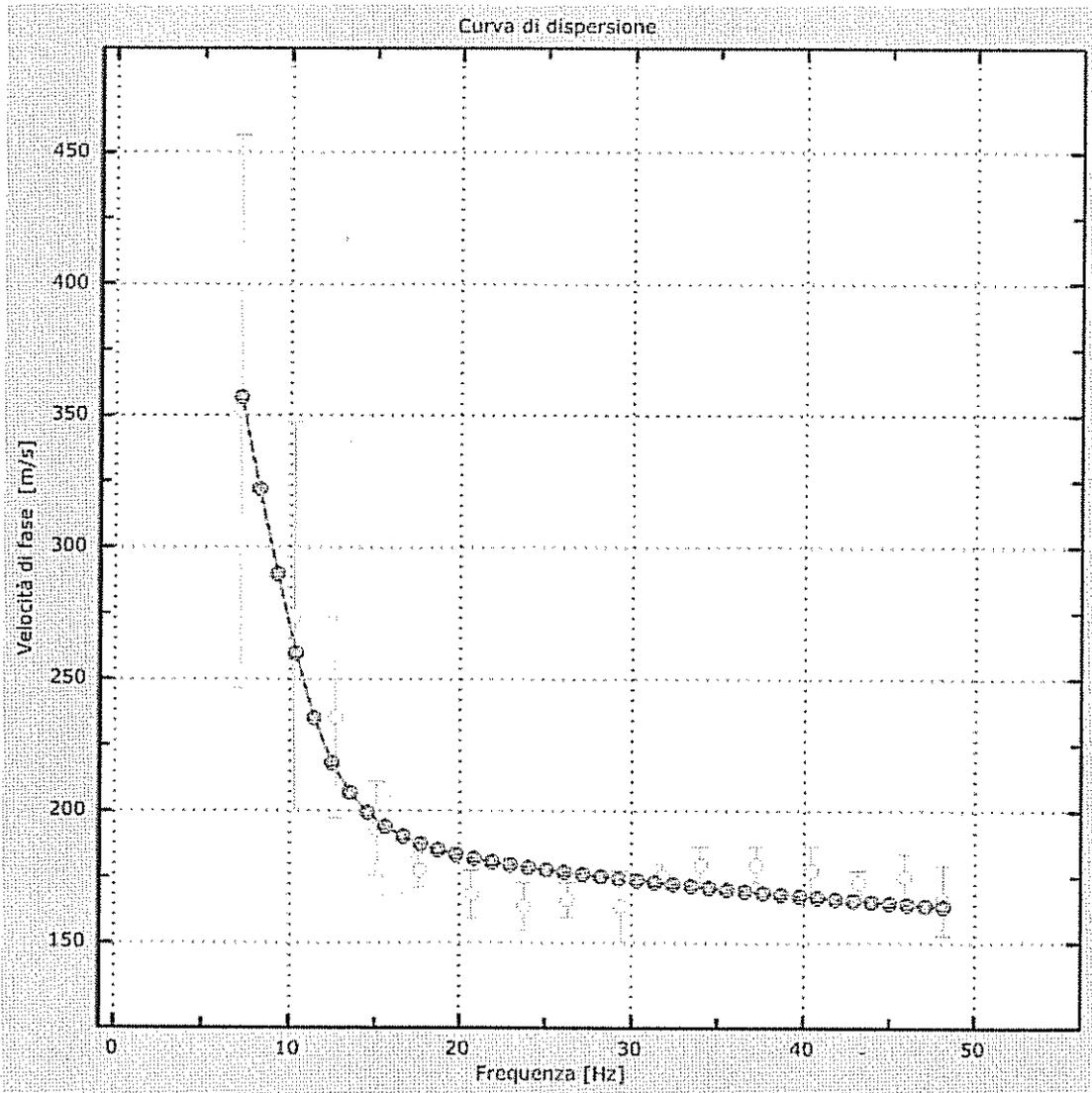


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

5 - Risultati finali

Offset [m].....0

Vs30 [m/s]319

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

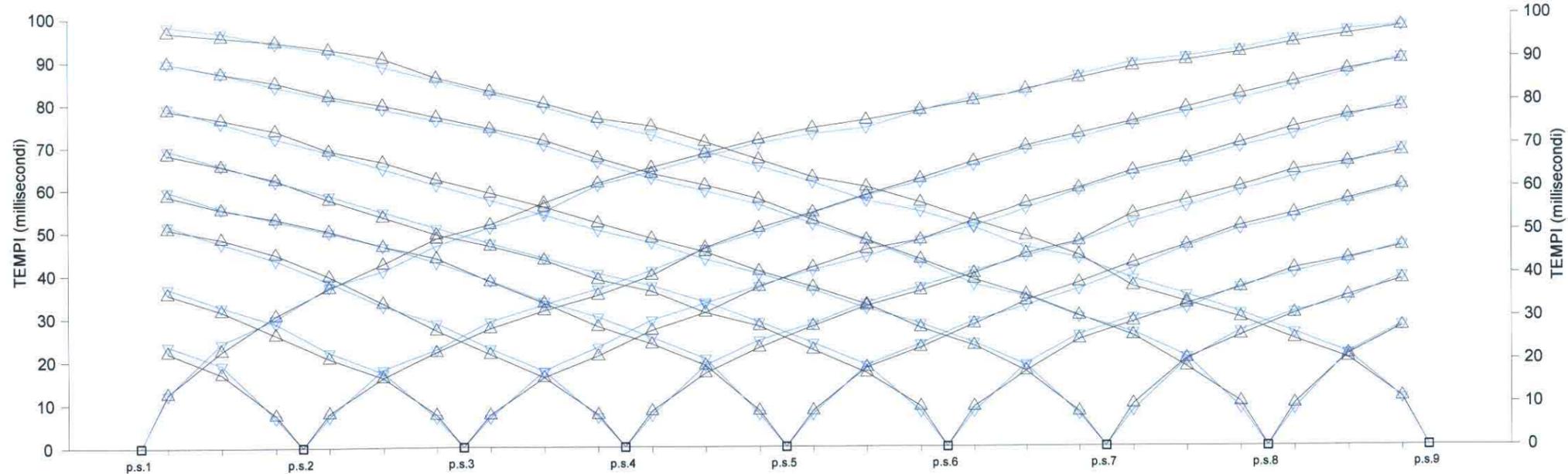
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 5

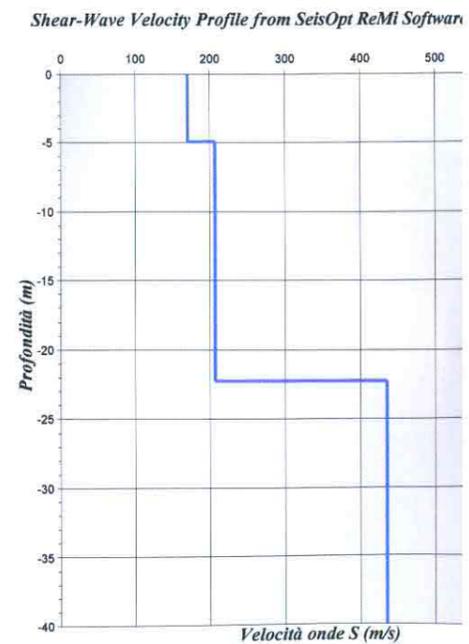
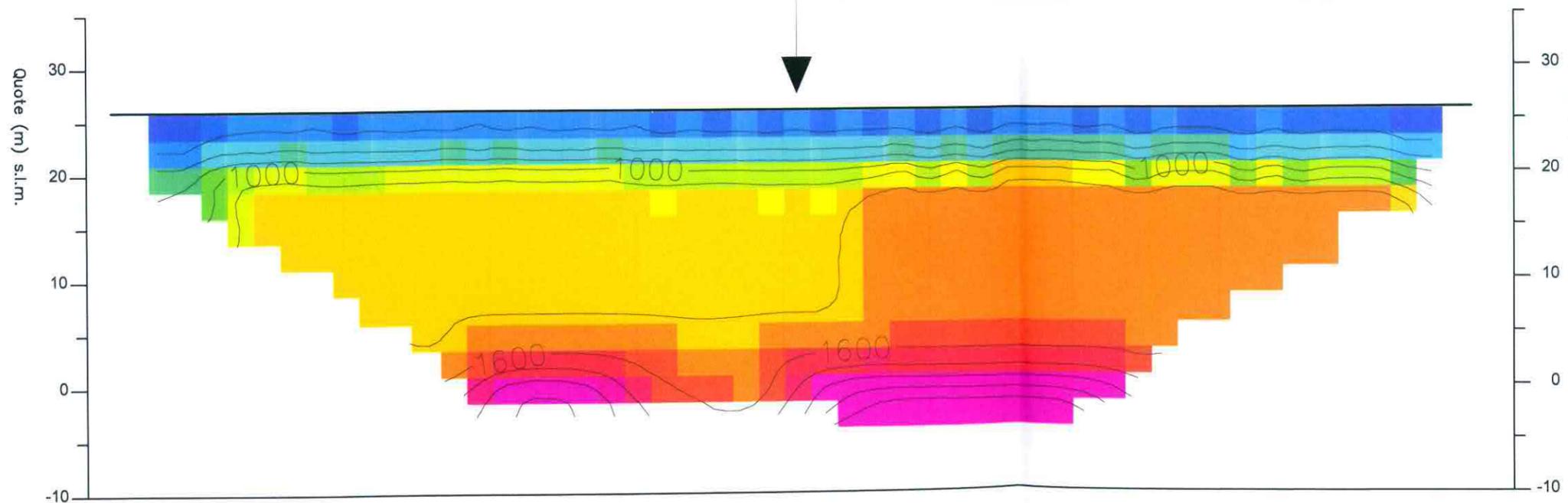
Tipo di suoloC

Prova Re.Mi



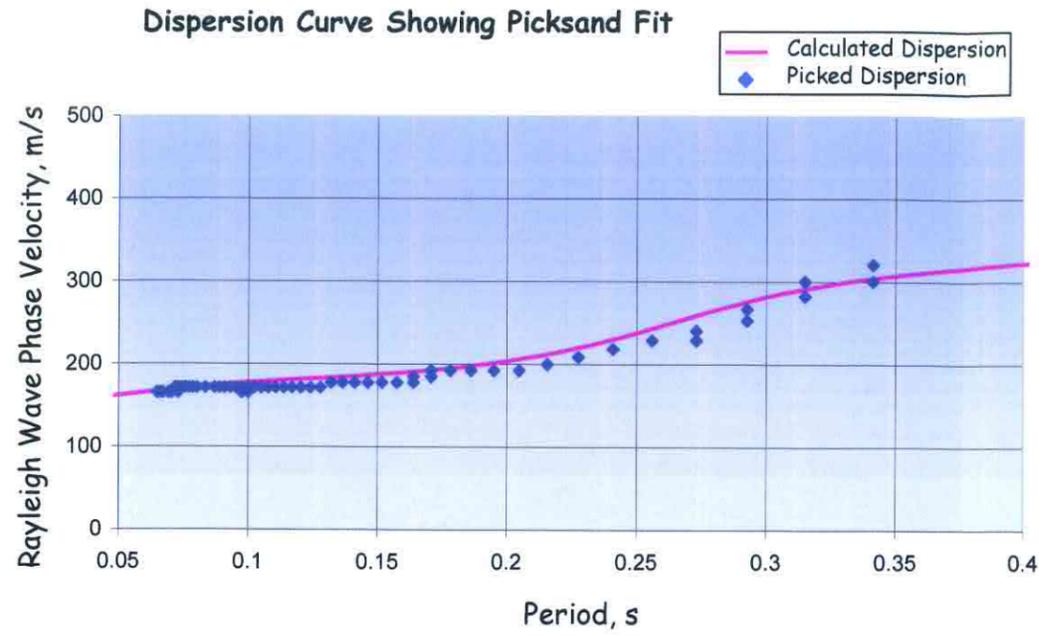
Vs Refraction Mi
Vs₃₀ = 232 m/s
Site Class C

REMI

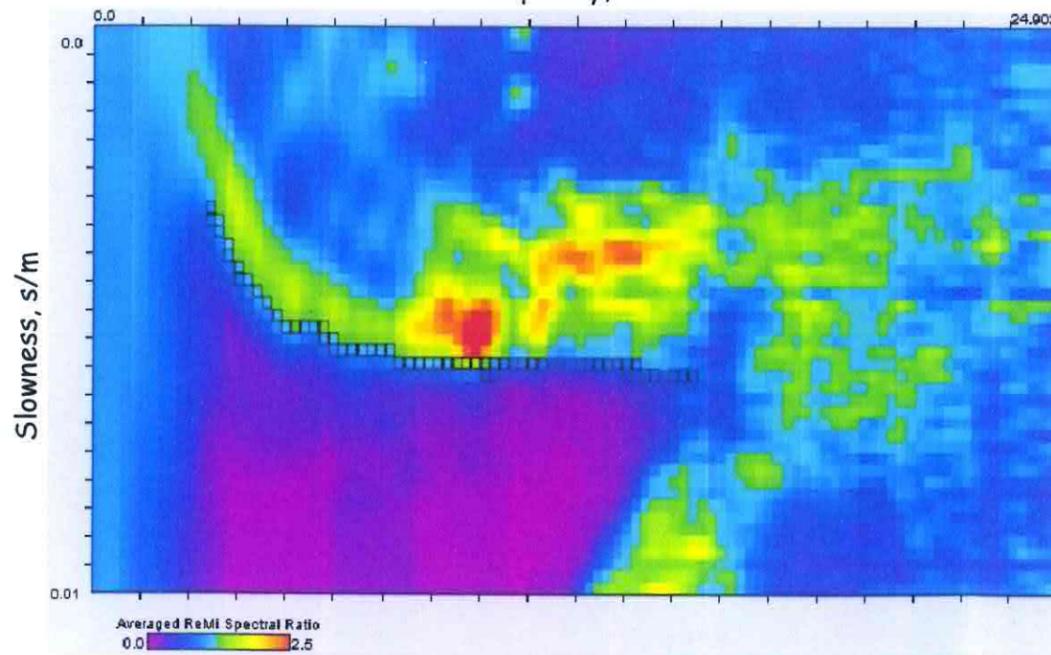


Prova Re.Mi

Vs Refraction Microtremor,
 $V_{s30} = 232 \text{ m/s}$
 Site Class C

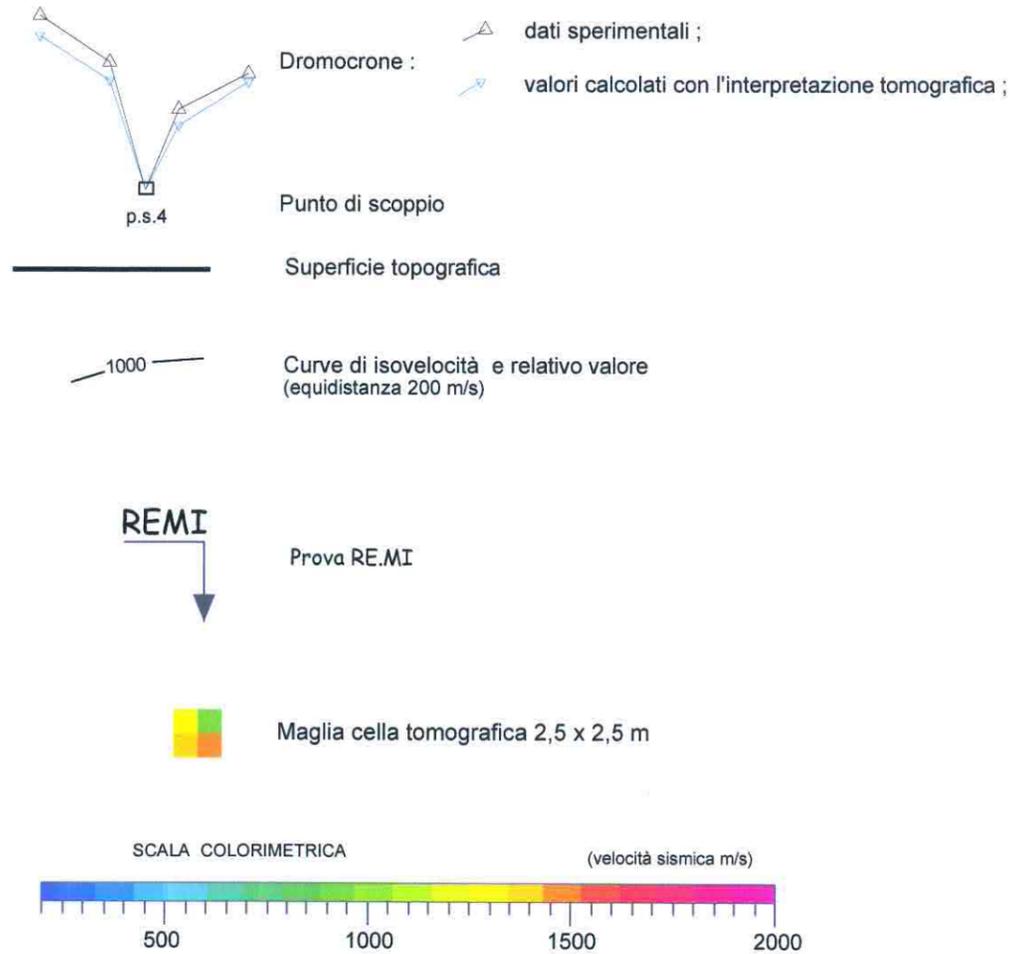


p-f Image with Dispersion Modeling Picks
 Frequency, Hz

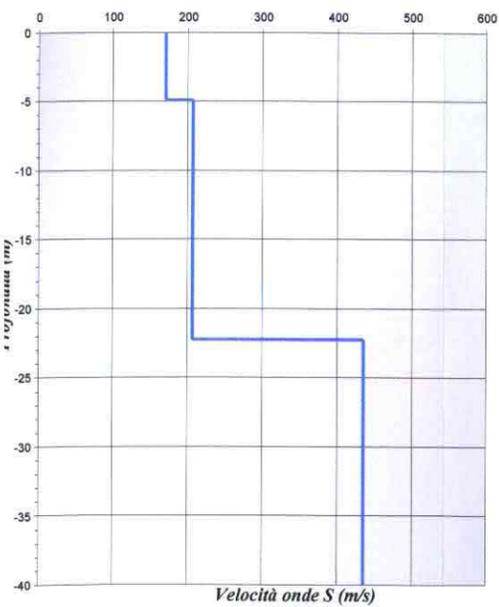


TAV.5 Indagine geofisica: profilo sismico a rifrazione e prova Re.Mi.

LEGENDA:



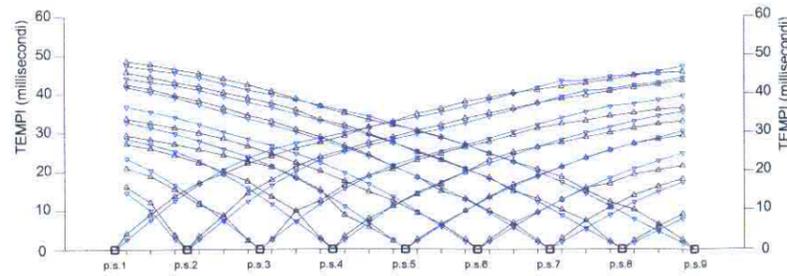
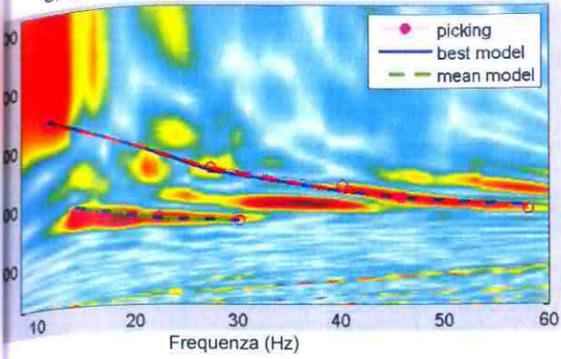
Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis



Prova MASW

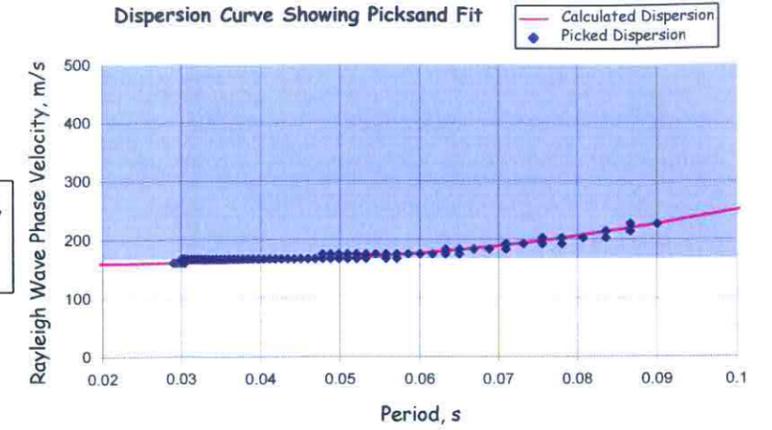
Prova Re.Mi

SPETTRO DI VELOCITA' E CURVE DI DISPERSIONE



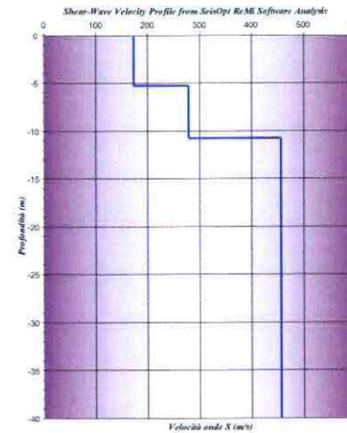
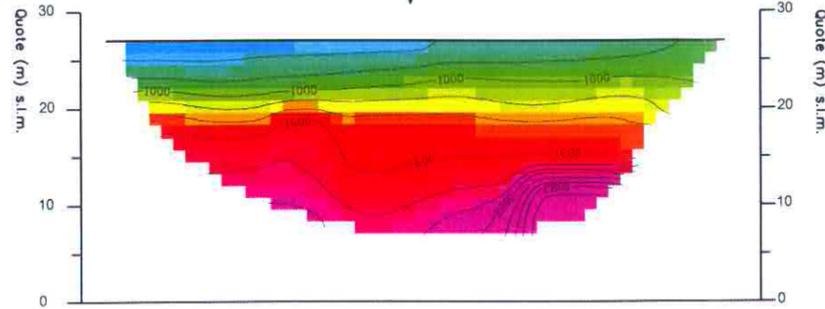
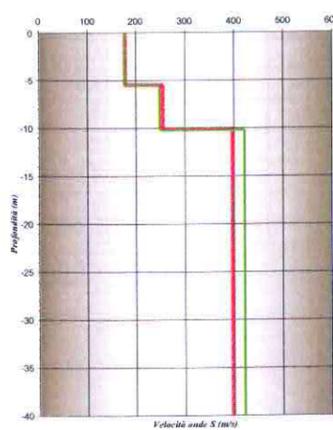
Vs Refraction Microtremor,
Vs30 = 327 m/s
Site Class C

Dispersion Curve Showing Picksand Fit

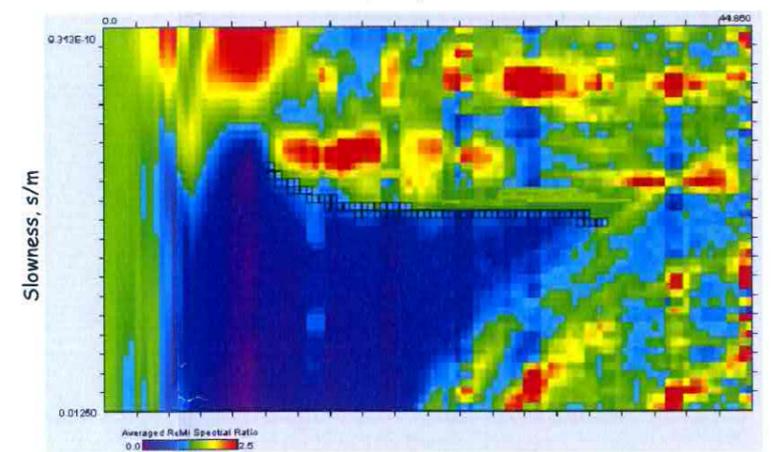


best model
Vs30 = 309 m/s
Site Class C
mean model
Vs30 = 302 m/s
Site Class C

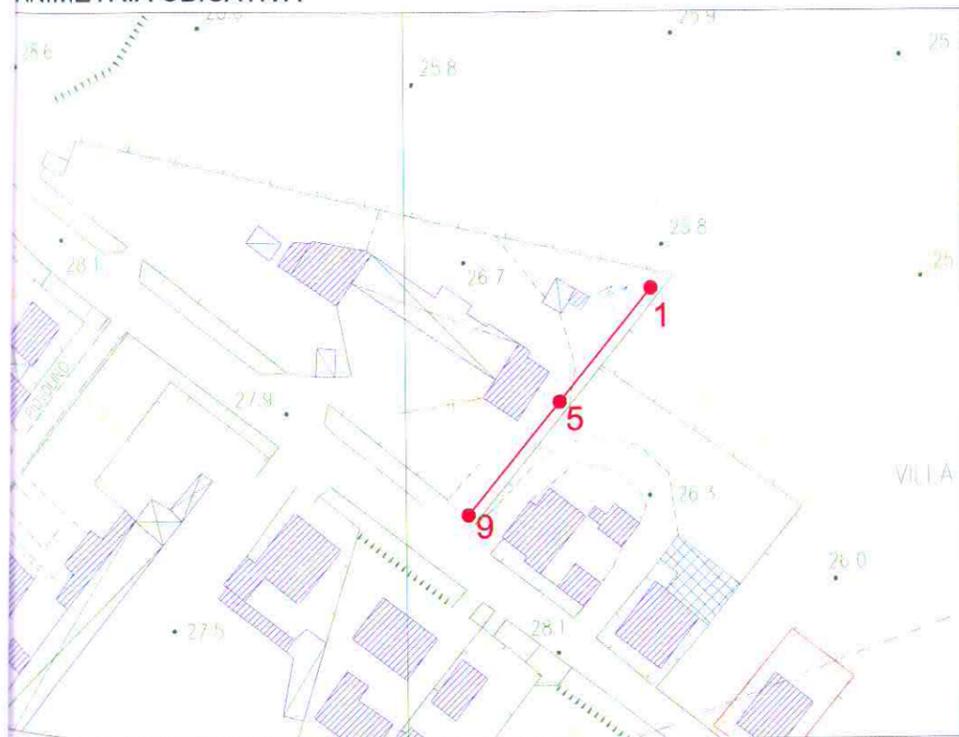
Profilo verticale di velocità



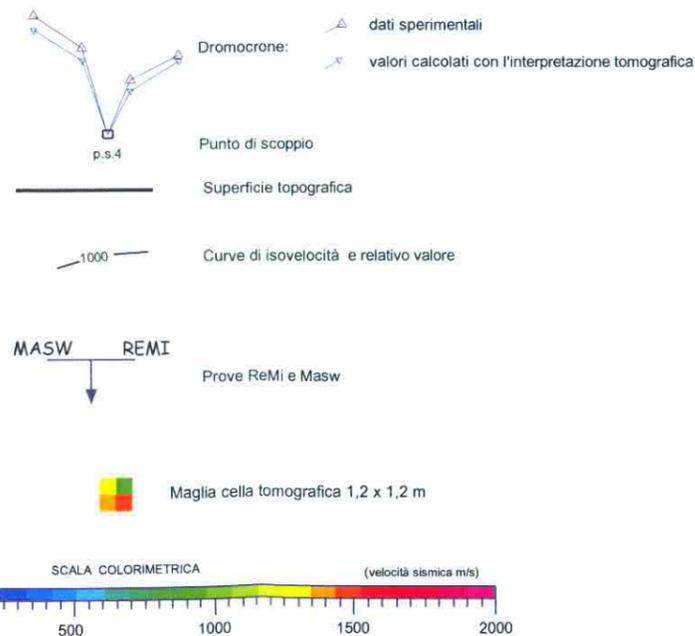
p-f Image with Dispersion Modeling Picks
Frequency, Hz



ANIMETRIA UBICATIVA



LEGENDA:



LEGENDA:

1
5
9
Profilo sismico a rifrazione con ubicazione dei punti di scoppio di riferimento

AGG.	DESCRIZIONE	AGGIORNAMENTO	DATA	FIRMA
PRECISIONE:		COMMITTENTE :		N. Arch.
Distanze:		Metano Toscana S.r.l.		N. Commessa
Quote:				
Profondità:				
UNITA':	LOCALITA': via Piovola - Comune di Empoli (FI)			
m	INDAGINE: Ricostruzione del sottosuolo			
SCALA:	OGGETTO: Indagine geofisica			
TAVOLA:	Planimetria ubicativa profilo sismico a rifrazione con prova Re.Mi. e MASW		N. Tavole 1	FORMATO A3
		ALL. 1		0
TECNICI: Dr. Geol. Luca PERUZZI				
Subsoil Service S.n.c.			DATA	CONTROLLO

Tutti i diritti sono riservati. La riproduzione e la divulgazione di terzi e' vietata.

L10

Cantiere Terrafino del 19-01-2010
 Profilo I
 ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
 Onde Sh

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-3.00	0.00	sa.dat
16.50	0.00	sis.dat
34.50	0.00	sc.dat
52.50	0.00	sid.dat
72.00	0.00	sb.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -3 [ms]	FBP da 16.5 [ms]	FBP da 34.5 [ms]	FBP da 52.5 [ms]	FBP da 72 [ms]
1	0.00	0.00	13.30	390.10	200.88	304.88	384.63
2	3.00	0.00	27.10	381.50	189.13	293.88	376.75
3	6.00	0.00	60.20	376.00	168.88	276.75	367.38
4	9.00	0.00	83.60	363.50	153.25	264.25	363.50
5	12.00	0.00	101.60	351.00	136.00	244.63	351.75
6	15.00	0.00	119.60	336.10	122.75	229.88	340.00
7	18.00	0.00	134.40	317.40	104.75	215.00	322.88
8	21.00	0.00	150.10	304.10	86.75	195.38	306.38
9	24.00	0.00	166.50	286.90	62.50	181.38	289.25
10	27.00	0.00	181.30	270.50	44.50	164.88	270.50
11	30.00	0.00	200.90	254.00	26.63	149.25	254.88
12	33.00	0.00	219.70	236.80	7.88	130.50	236.88
13	36.00	0.00	236.80	219.70	9.38	114.88	221.25
14	39.00	0.00	254.00	200.90	28.13	100.88	206.38
15	42.00	0.00	270.50	181.30	51.63	79.75	188.38
16	45.00	0.00	286.90	166.50	78.13	61.75	168.88
17	48.00	0.00	304.10	150.10	96.13	41.38	154.00
18	51.00	0.00	317.40	134.40	114.88	21.88	137.63
19	54.00	0.00	336.10	106.25	130.50	16.38	117.25
20	57.00	0.00	351.00	89.13	141.50	36.00	100.00
21	60.00	0.00	363.50	71.50	159.50	57.88	88.38
22	63.00	0.00	376.00	51.63	179.00	81.25	74.25
23	66.00	0.00	381.50	29.38	191.50	98.50	45.38
24	69.00	0.00	390.10	9.00	202.50	111.00	25.00

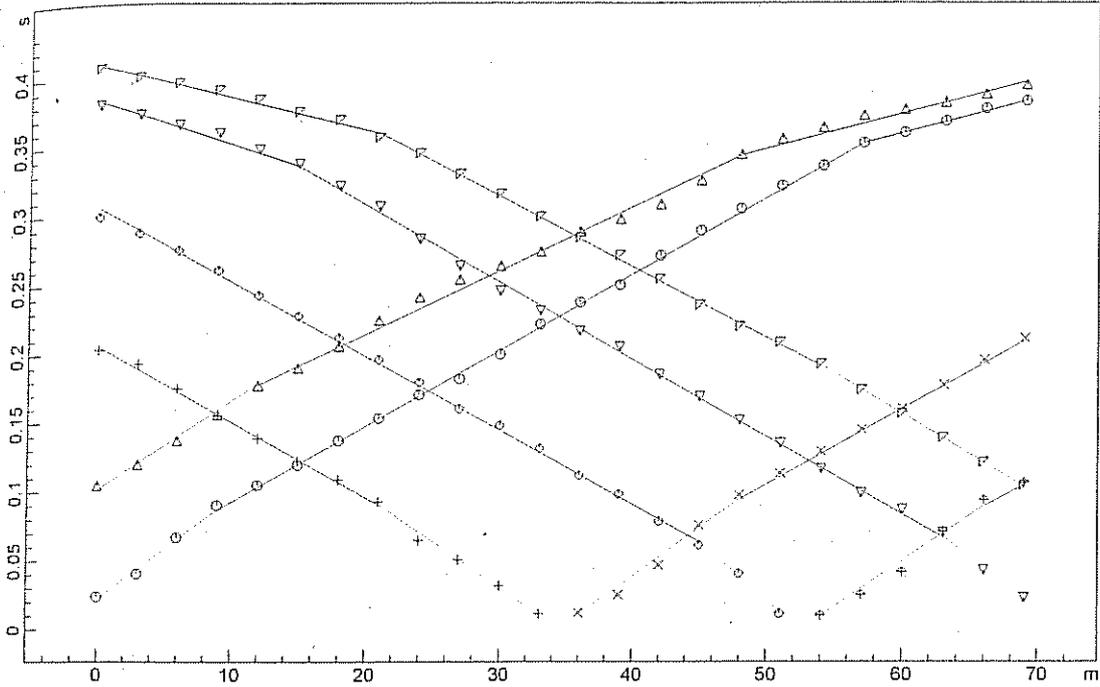
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.4	23.8
2	1.3	23.5
3	2.2	22.8
4	2.1	22.5
5	2.4	22.0
6	2.0	21.4
7	1.9	21.2
8	2.1	21.0
9	1.9	20.8
10	2.2	20.3
11	2.5	19.8
12	2.5	19.5
13	2.4	19.1
14	2.7	18.7
15	3.1	18.1
16	2.7	18.0
17	2.5	17.3
18	2.3	17.4
19	2.1	17.3
20	1.8	16.9
21	1.9	16.5
22	2.2	16.0
23	2.0	15.8
24	2.1	15.4

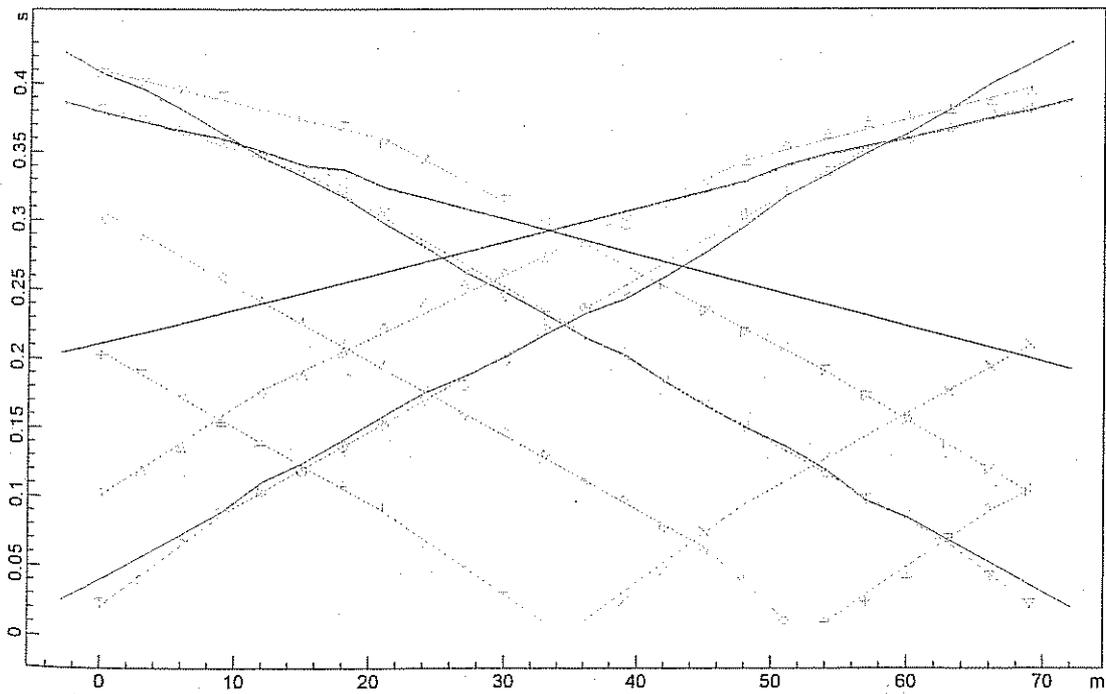
VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	131.7
2	174.6
3	403.4

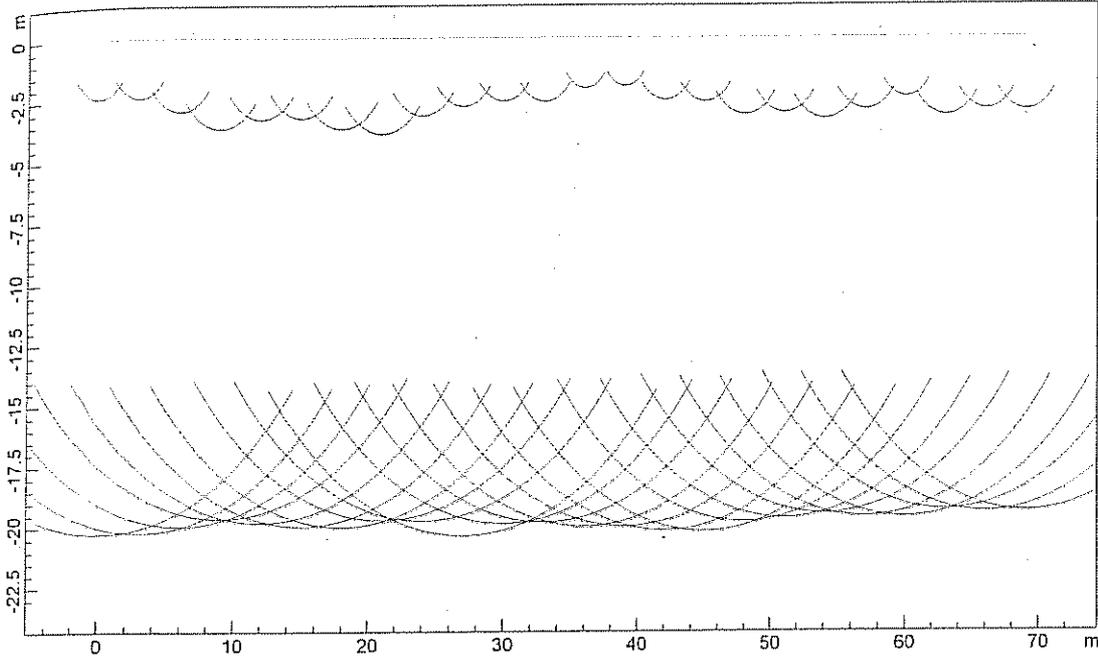
DROMOCRONE ORIGINALI



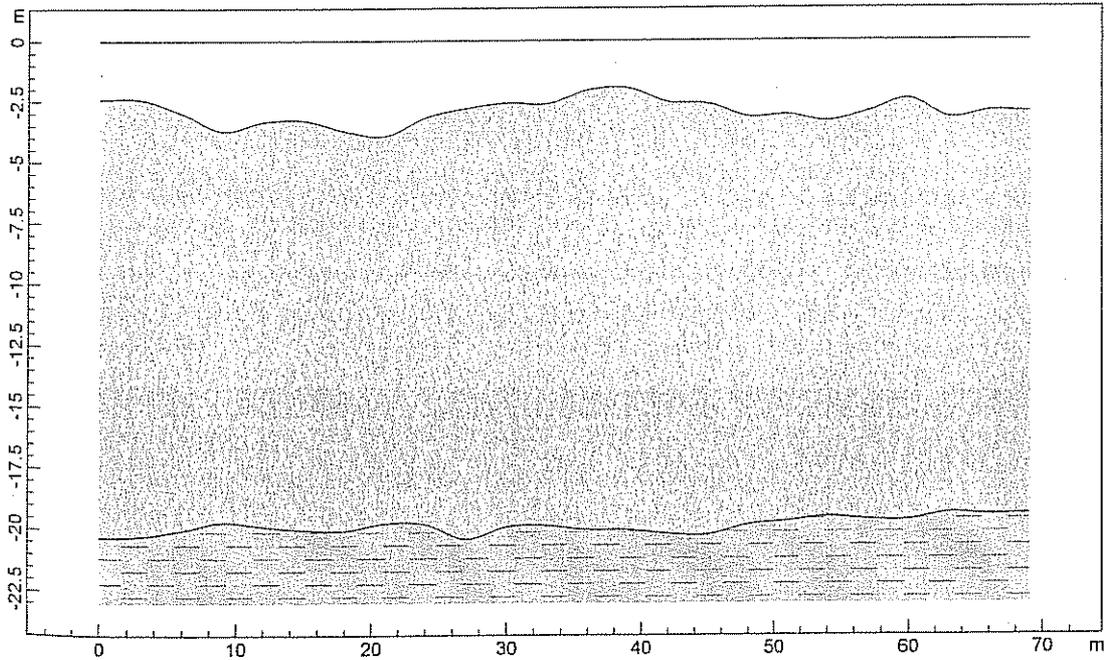
DROMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



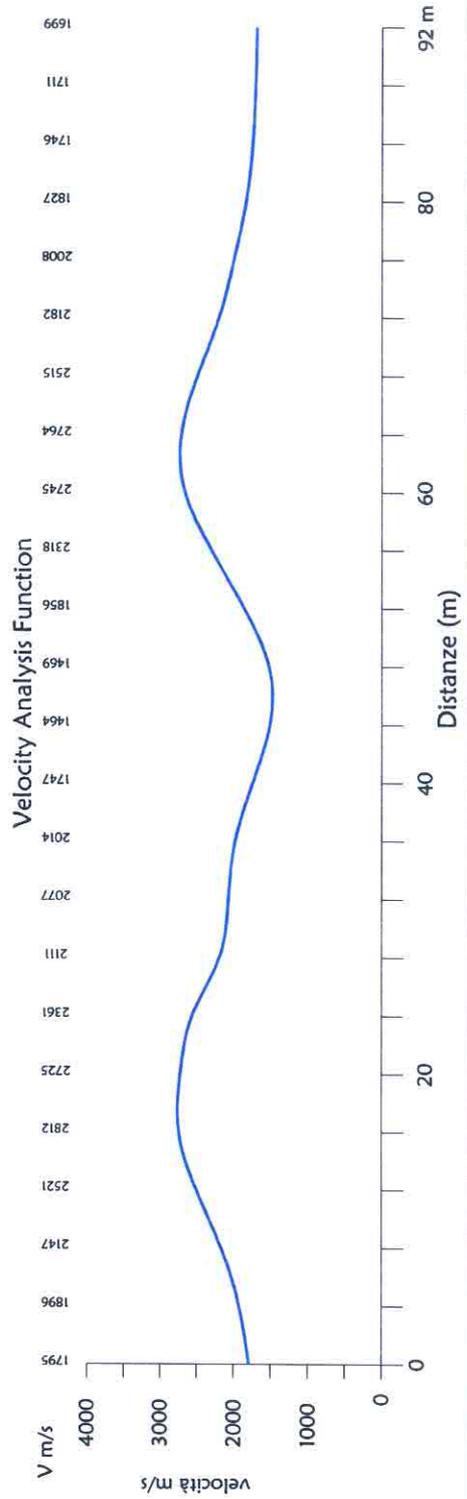
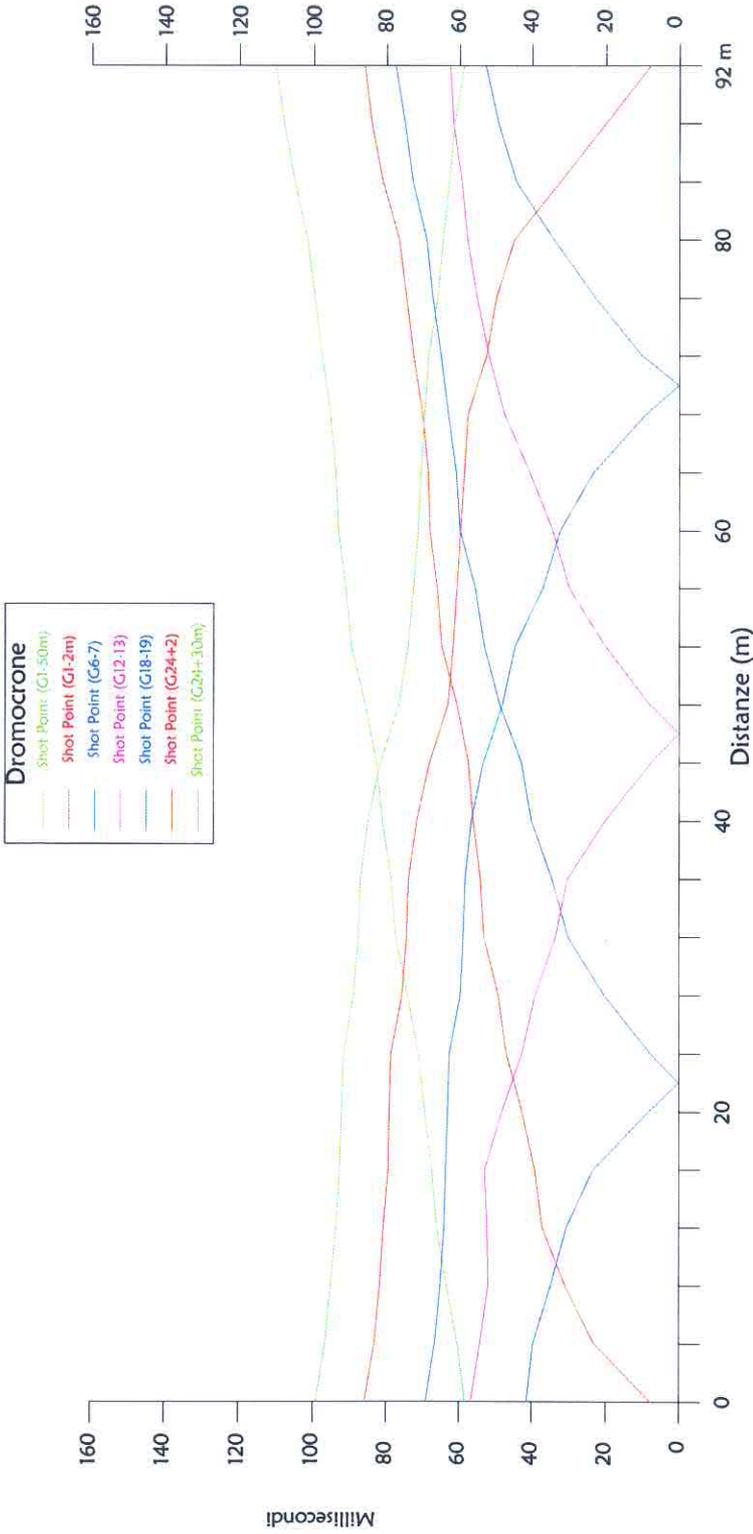
142.8 m/s 184.3 m/s 394.0 m/s

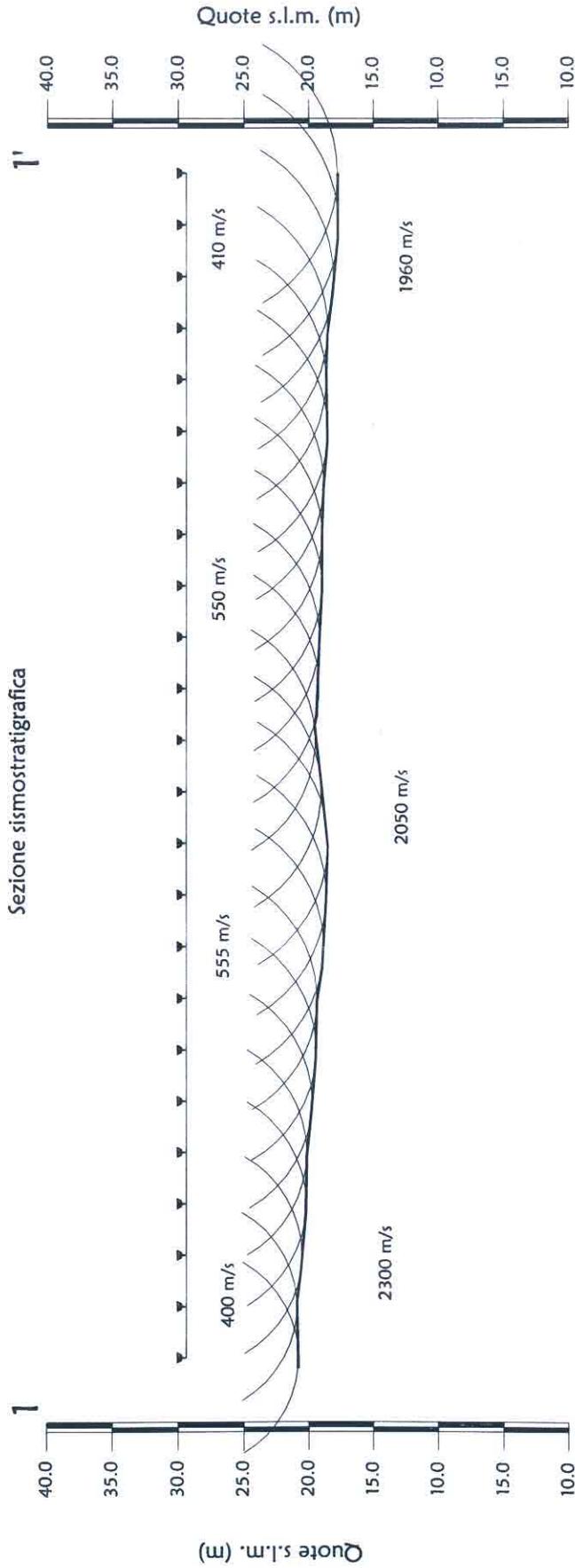


Tavola 02 - Sezione 1-1' - Onde P

Marzo 2010

Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500





Numero geofono	Distanze (m)	Quote s.l.m. (m)	Profondità da p.c. strato 1 (m)
0	29.40	8.60	29.40
1	29.40	8.47	29.40
2	29.40	8.86	29.40
3	29.40	8.86	29.40
4	29.40	9.18	29.40
5	29.40	9.24	29.40
6	29.40	9.63	29.40
7	29.40	9.95	29.40
8	29.40	10.02	29.40
9	29.40	10.54	29.40
10	29.40	10.73	29.40
11	29.40	10.86	29.40
12	29.40	10.34	29.40
13	29.40	9.89	29.40
14	29.40	10.21	29.40
15	29.40	10.21	29.40
16	29.40	10.41	29.40
17	29.40	10.41	29.40
18	29.40	10.54	29.40
19	29.40	10.86	29.40
20	29.40	10.73	29.40
21	29.40	10.86	29.40
22	29.40	11.31	29.40
23	29.40	11.70	29.40
24	29.40	11.63	29.40

Profilo topografico

Profilo topografico strato

Velocità sismica dello strato
in m/s

Geofoni

Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi

Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2010

Tavola 03 - Sezione 1-1' Onde P

Sezione tomografica onde P

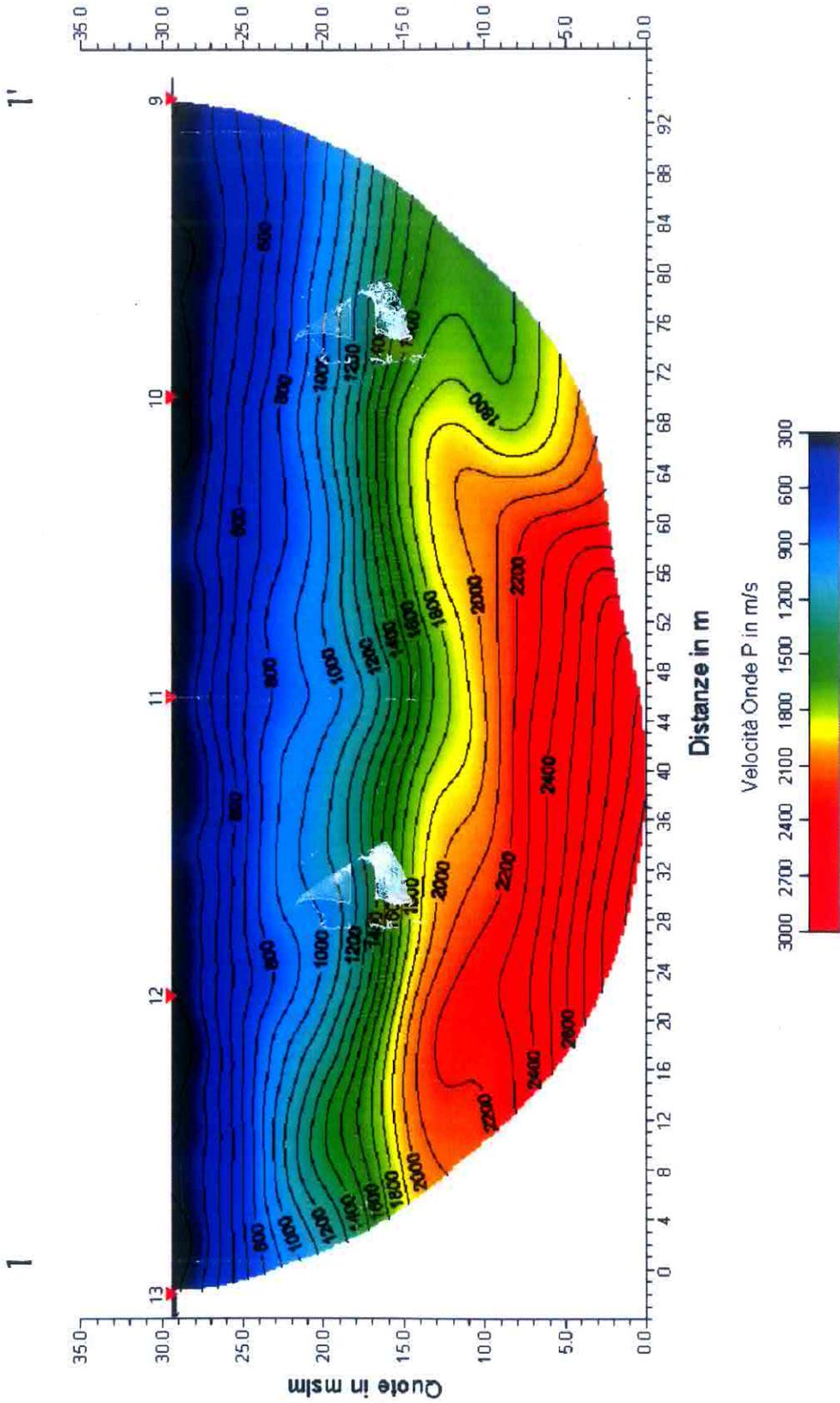
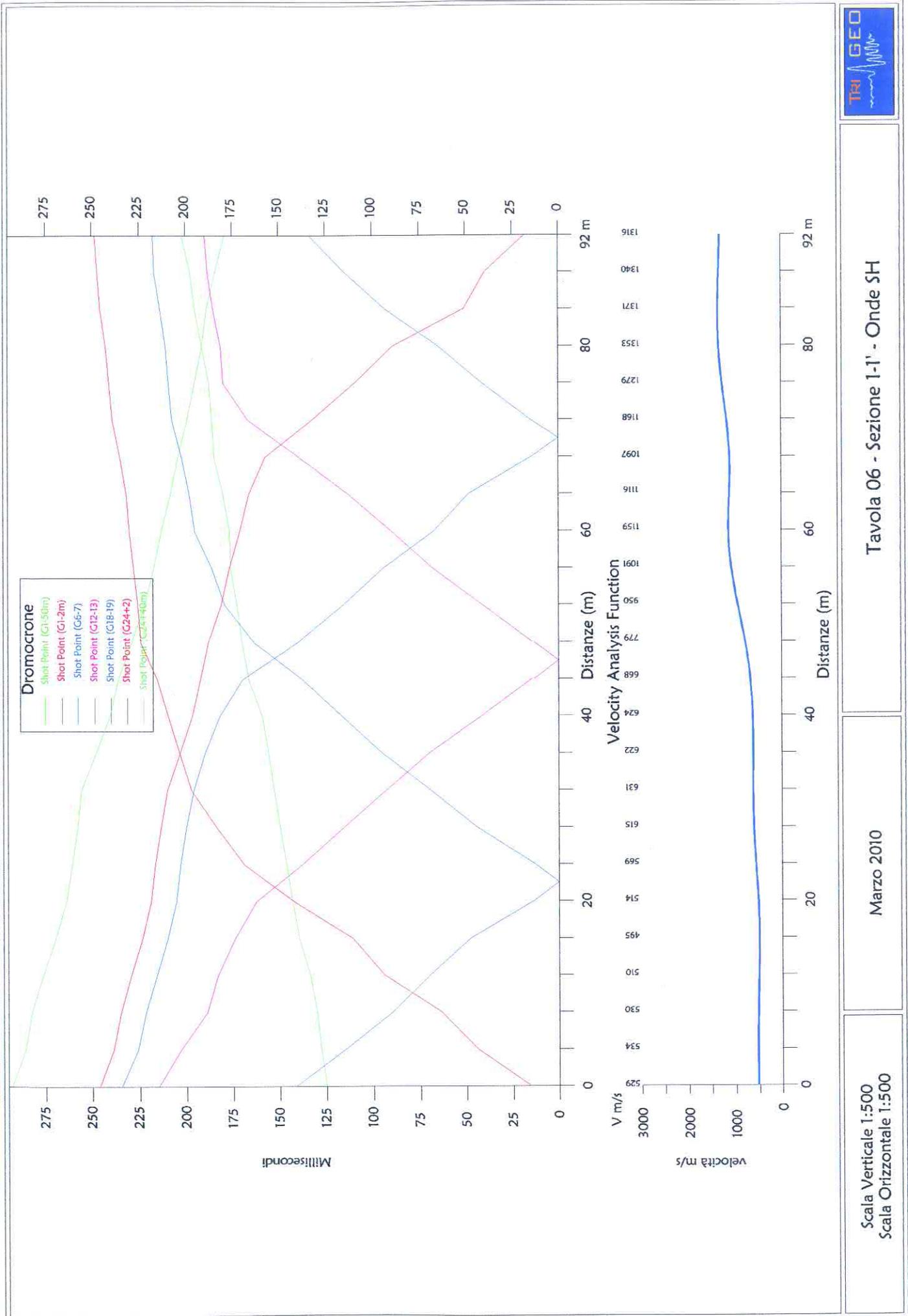
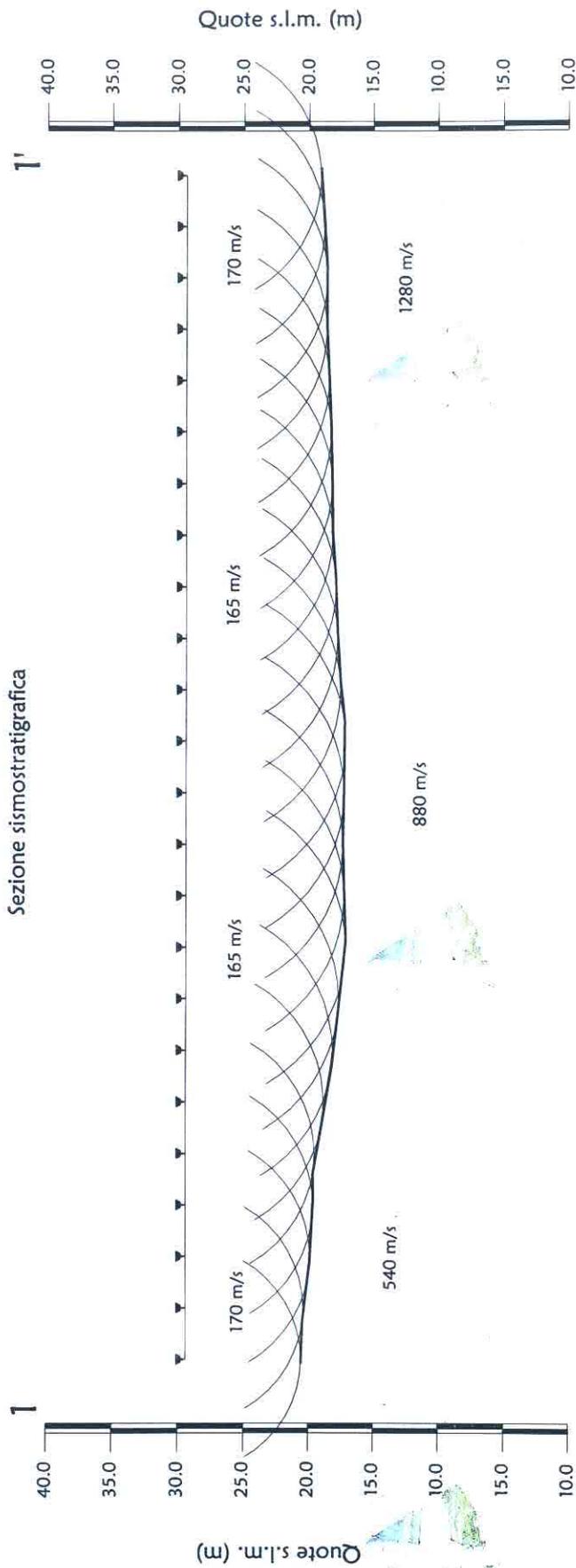


Tavola 05 - Sezione 1-1' - Tomografia sismica - Onde P

Marzo 2010

Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500





Numero geofono	Distanze (m)	Quote s.l.m. (m)	Profondità da p.c. strato 1 (m)
0	1	29.40	8.85
1	2	29.40	9.04
2	3	29.40	9.54
3	4	29.40	9.77
4	12	29.40	9.77
5	16	29.40	9.88
6	20	29.40	10.57
7	24	29.40	11.26
8	28	29.40	11.72
9	32	29.40	12.26
10	36	29.40	12.13
11	40	29.40	12.03
12	44	29.40	12.13
13	48	29.40	12.26
14	52	29.40	11.84
15	56	29.40	11.63
16	60	29.40	11.49
17	64	29.40	11.23
18	68	29.40	11.19
19	72	29.40	11.11
20	76	29.40	10.94
21	80	29.40	10.77
22	84	29.40	10.80
23	88	29.40	10.57
24	92	29.40	10.31

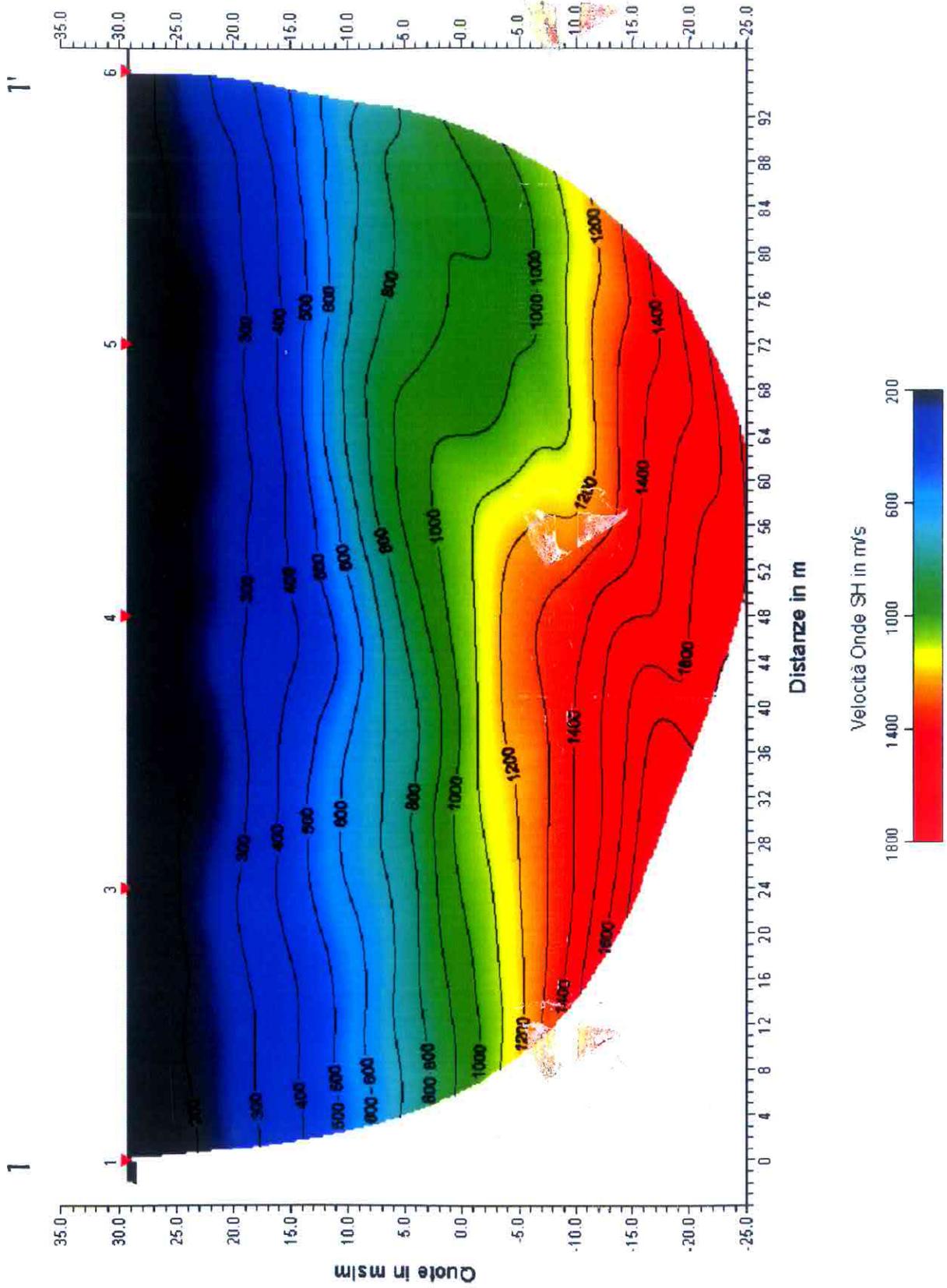
Profilo topografico
 Profilo topografico strato
 Velocità sismica dello strato in m/s
 Geofoni
 Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi

Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2010

Tavola 07 - Sezione 1-1' Onde SH

Sezione tomografica onde SH



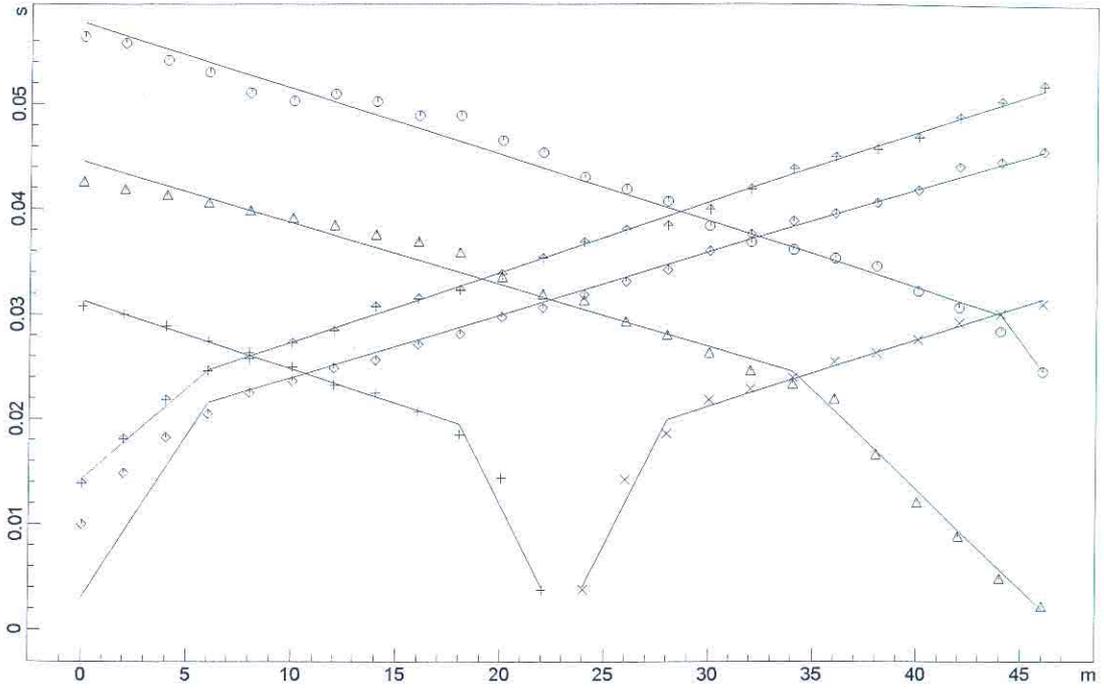
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2010

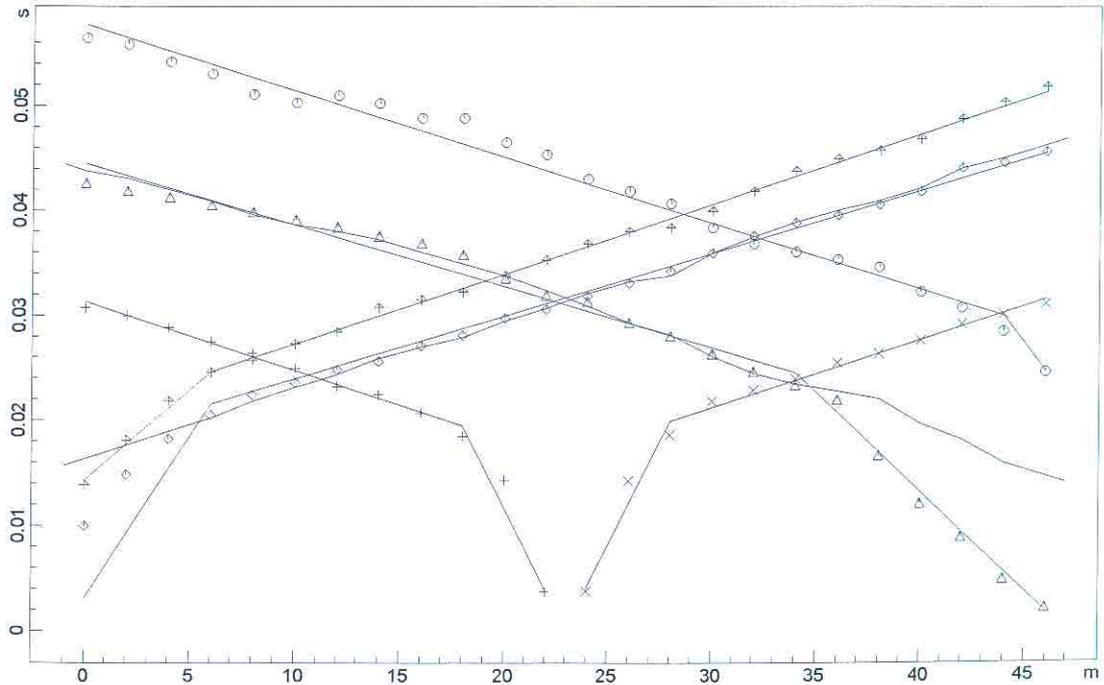
Tavola 09 - Sezione 1-1' - Tomografia sismica - Onde SH



DROMOCRONE ORIGINALI

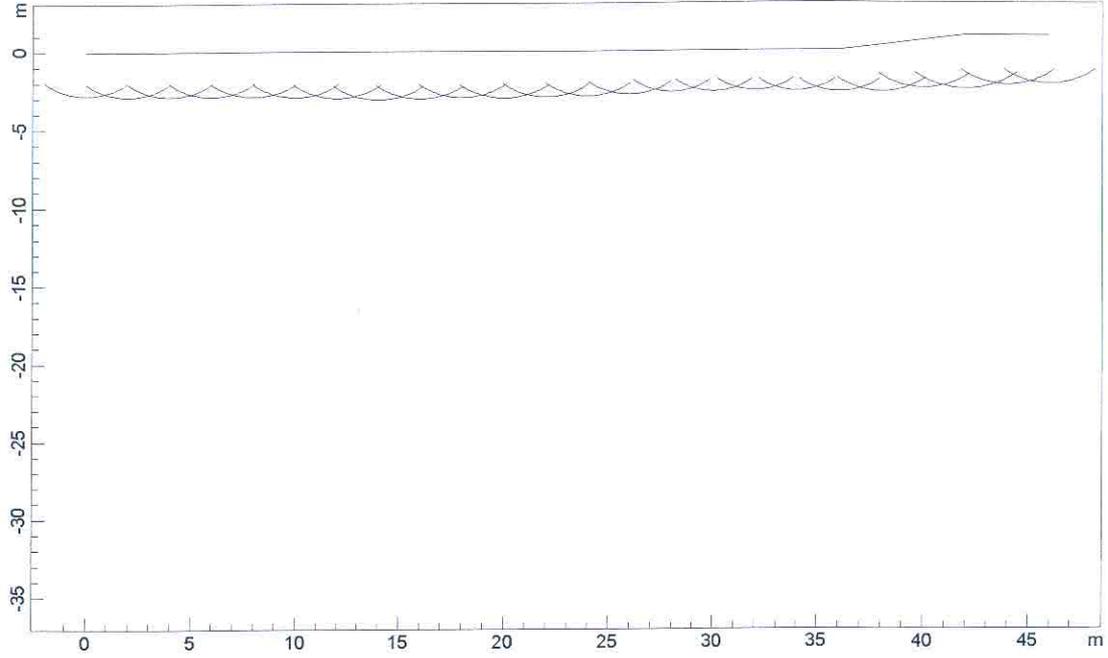


DROMOCRONE TRASLATE

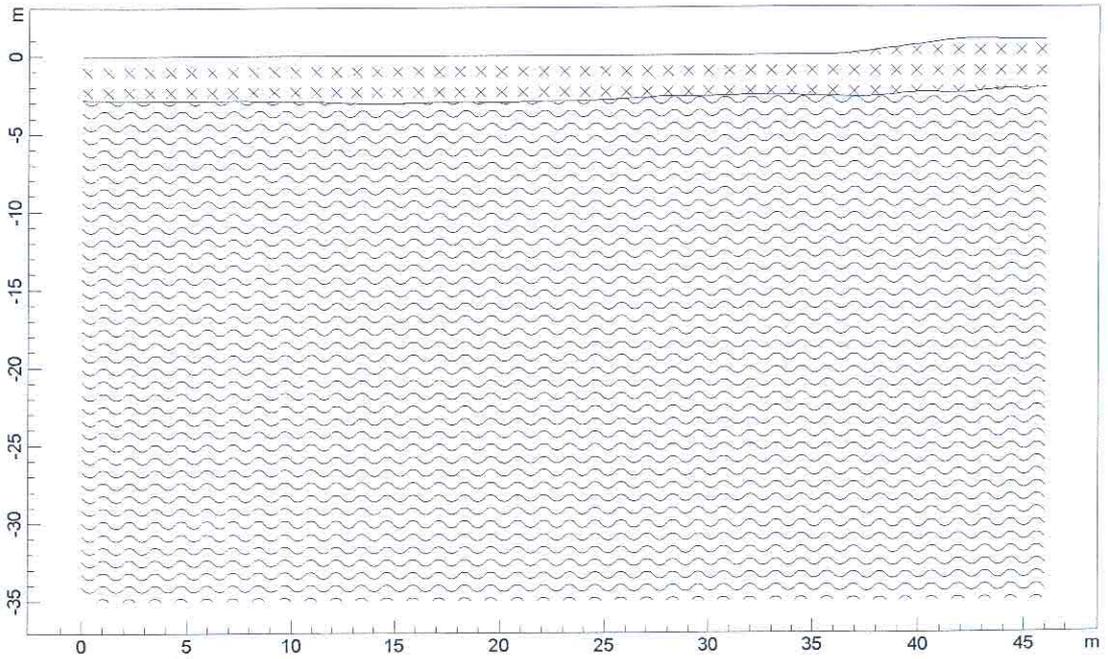


www.geoandsoft.com

PROFONDITA' RIFRATTORI

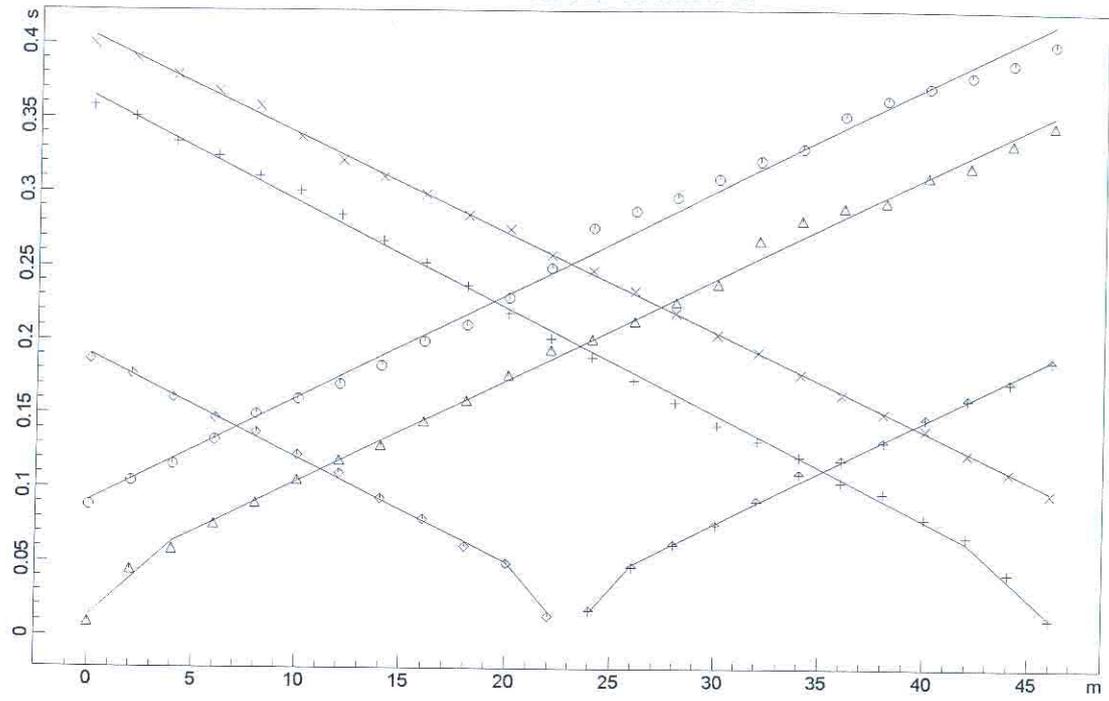


SEZIONE VERTICALE

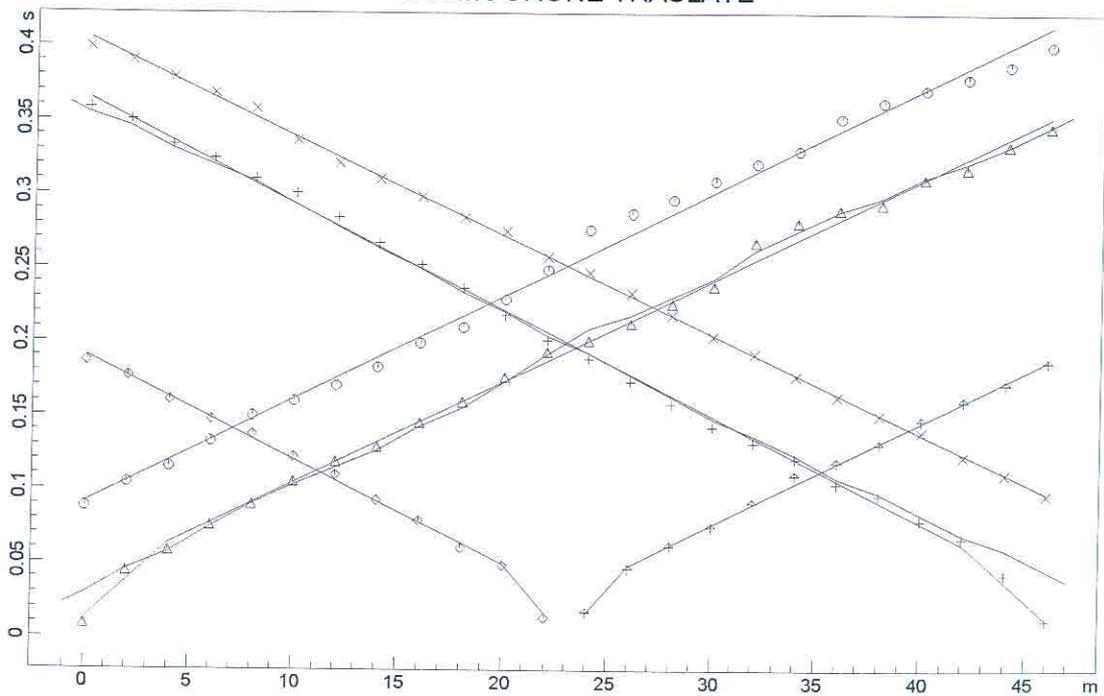


 347.3 m/s  1549.4 m/s

DROMOCRONE ORIGINALI

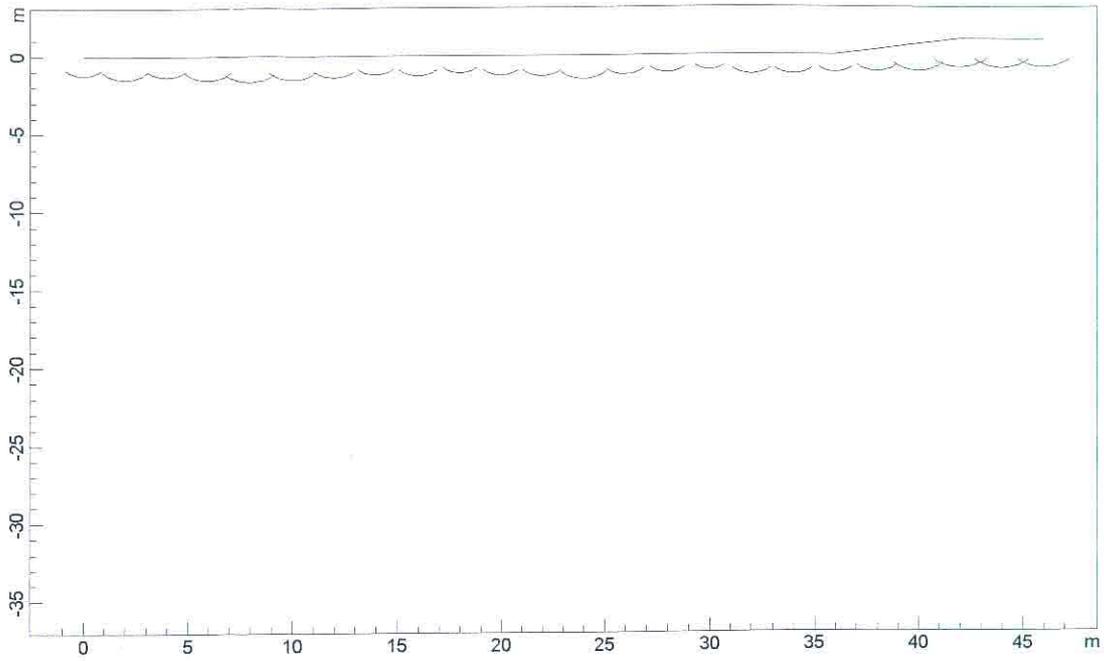


DROMOCRONE TRASLATE

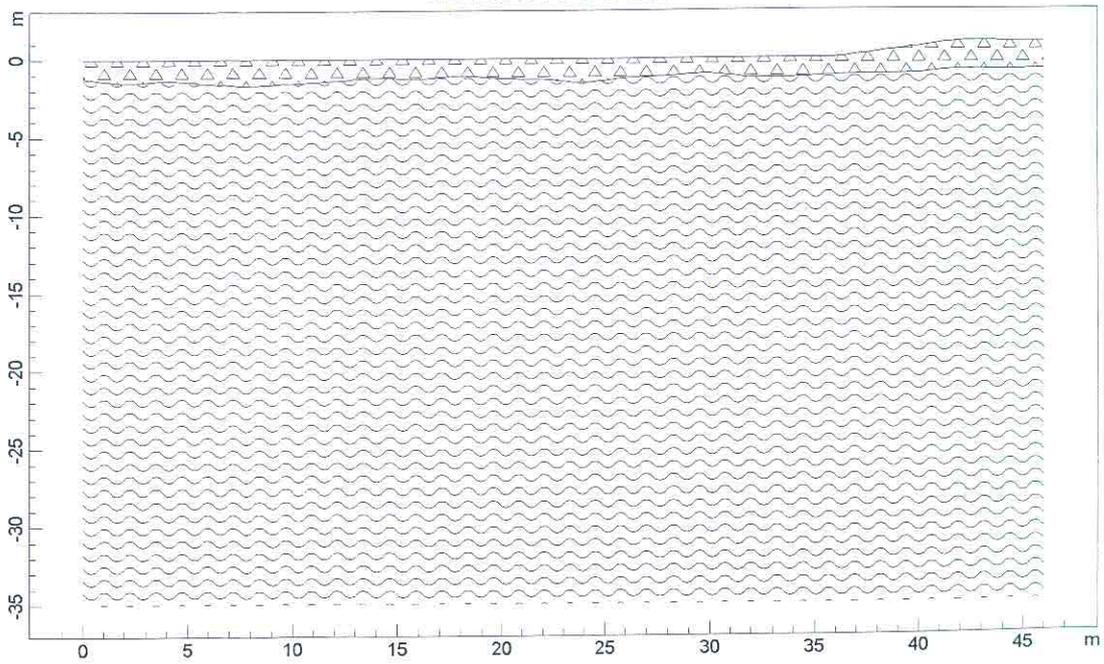


www.geocandsoft.com

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



 68.6 m/s  144.6 m/s

CANTIERE VIA G.B.VICO.VIA A. PACINOTTI-CARRAIA COMUNE DI EMPOLI
 PROPRIETA' SOCIETA' IMMOBILIARE 3M
 ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
 ONDE P
 POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
115.00	25.00	ES.dat
86.00	25.00	PA.dat
66.50	25.00	PIS.dat
48.50	25.00	C.dat
30.50	25.00	PID.dat
11.00	25.00	PB.dat
0.00	25.60	PED.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 115 [ms]	FBP da 86 [ms]	FBP da 66.5 [ms]	FBP da 48.5 [ms]	FBP da 30.5 [ms]	FBP da 11 [ms]	FBP da 0 [ms]
1	14.00	25.00	79.63	57.22	42.13	35.25	20.13	9.00	18.88
2	17.00	25.00	78.25	55.72	40.88	33.63	18.13	13.50	20.38
3	20.00	25.00	76.63	54.21	39.63	31.50	16.25	17.00	22.63
4	23.00	25.00	75.13	52.33	38.50	29.50	11.88	19.38	24.88
5	26.00	25.00	73.75	50.82	37.38	27.88	9.38	21.00	27.13
6	29.00	25.00	72.25	49.51	36.13	26.13	3.58	22.50	28.63
7	32.00	25.00	70.25	47.62	34.88	24.50	6.38	24.63	30.88
8	35.00	25.00	67.63	45.50	33.38	22.00	10.38	25.75	32.38
9	38.00	25.00	65.50	44.25	31.88	20.50	14.50	28.25	34.00
10	41.00	25.00	63.38	42.50	30.88	17.63	17.13	30.63	36.63
11	44.00	25.00	61.00	40.75	29.38	11.88	20.00	33.13	39.50
12	47.00	25.00	59.13	39.25	26.50	5.25	23.50	34.88	41.38
13	50.00	25.00	57.00	37.63	24.00	4.63	25.75	36.13	44.58
14	53.00	25.00	54.75	35.13	21.50	11.38	29.50	38.25	45.38
15	56.00	25.00	52.75	32.88	18.50	16.25	33.38	40.63	47.00
16	59.00	25.00	50.88	31.13	14.88	20.25	35.75	43.11	48.88
17	62.00	25.00	49.00	29.38	10.38	21.50	38.00	45.93	50.50
18	65.00	25.00	47.00	28.25	5.88	23.13	40.13	48.38	52.00
19	68.00	25.00	43.88	26.38	5.88	26.00	42.00	50.82	53.00
20	71.00	25.00	41.38	24.63	10.38	27.88	44.38	52.71	54.88
21	74.00	25.00	39.13	22.63	15.25	30.88	46.50	53.65	56.50
22	77.00	25.00	37.63	19.75	18.13	32.25	48.38	55.34	57.88
23	80.00	25.00	34.63	16.63	20.38	33.75	51.00	56.85	59.75
24	83.00	25.00	33.50	11.13	23.00	34.88	53.13	58.35	60.88

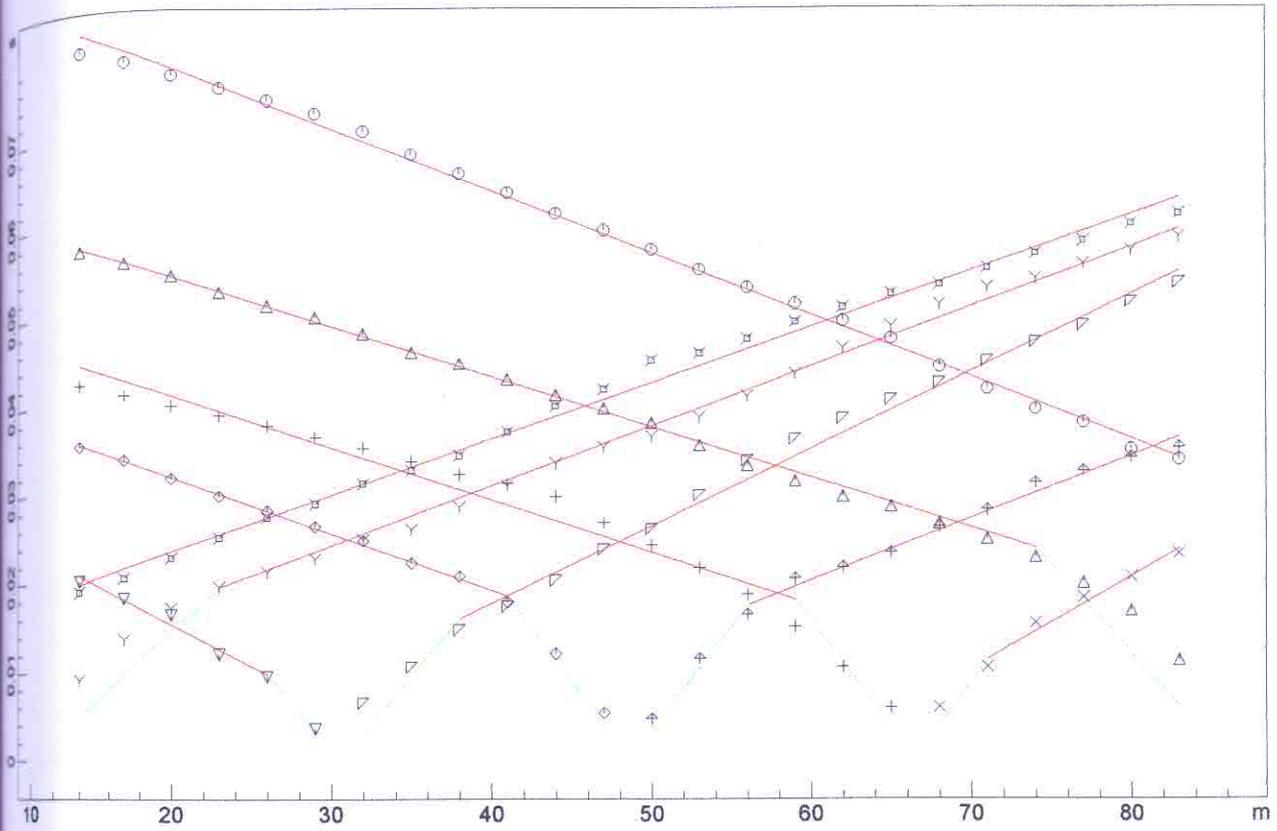
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	2.7
2	2.7
3	2.9
4	2.8
5	2.9
6	3.0
7	3.2
8	2.9
9	2.6
10	2.8
11	3.1
12	3.2
13	3.2
14	3.2
15	3.1
16	3.2
17	3.4
18	3.5
19	3.4
20	3.2
21	3.3
22	2.9
23	2.6
24	2.8

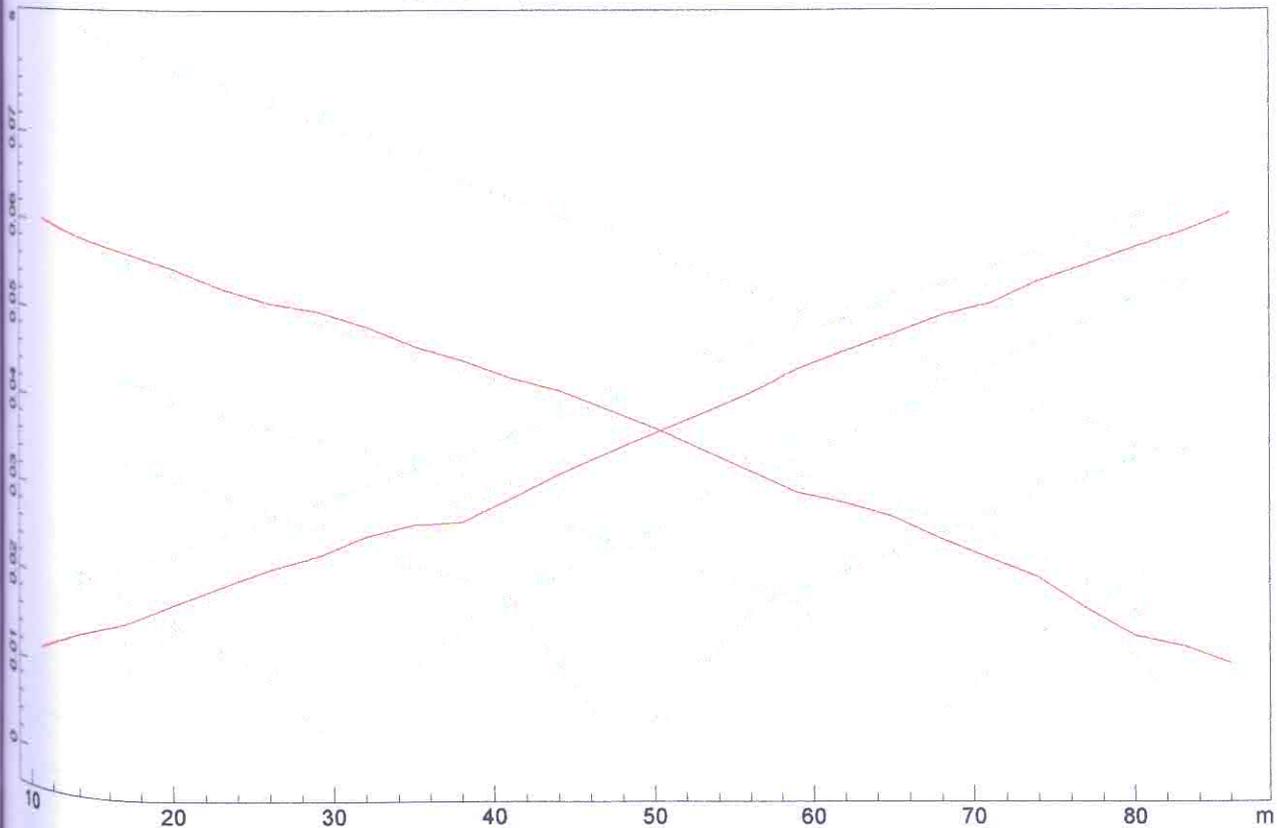
VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	458.3
2	1498.7

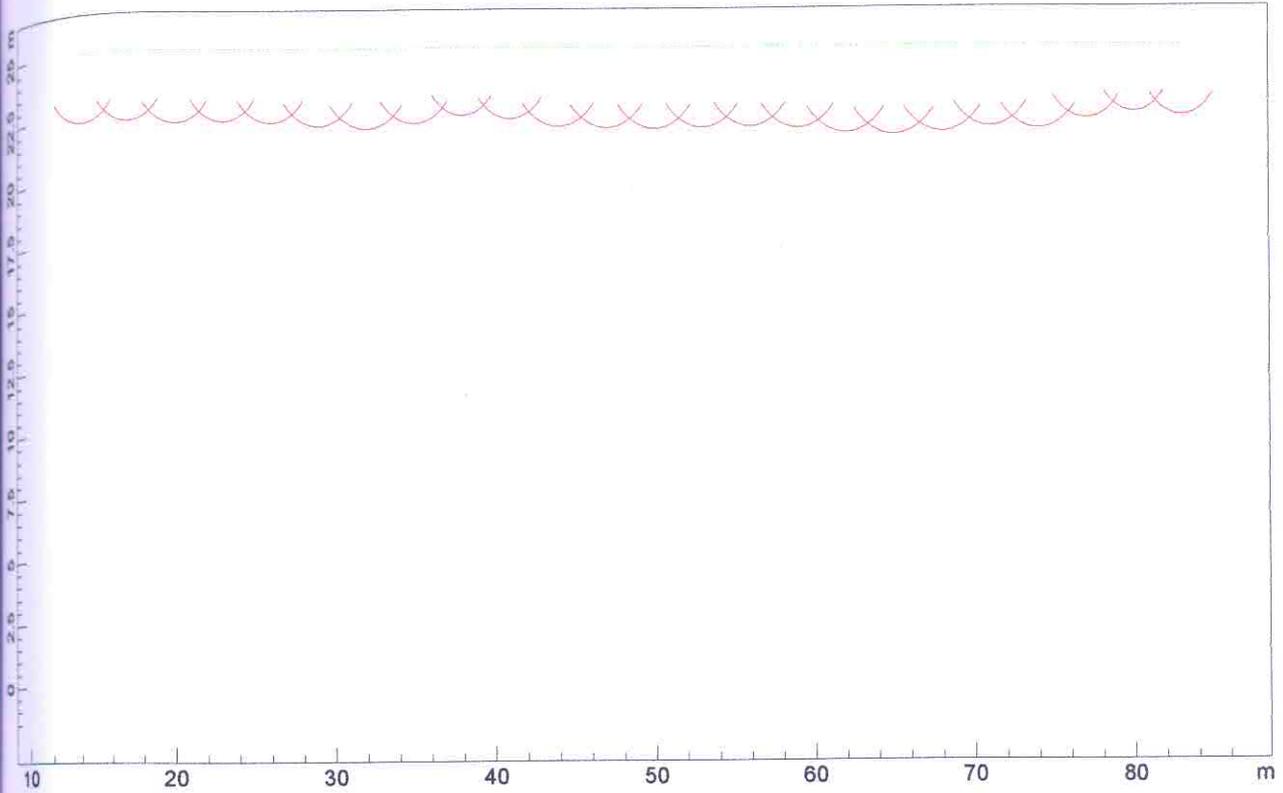
DROMOCRONE ORIGINALI



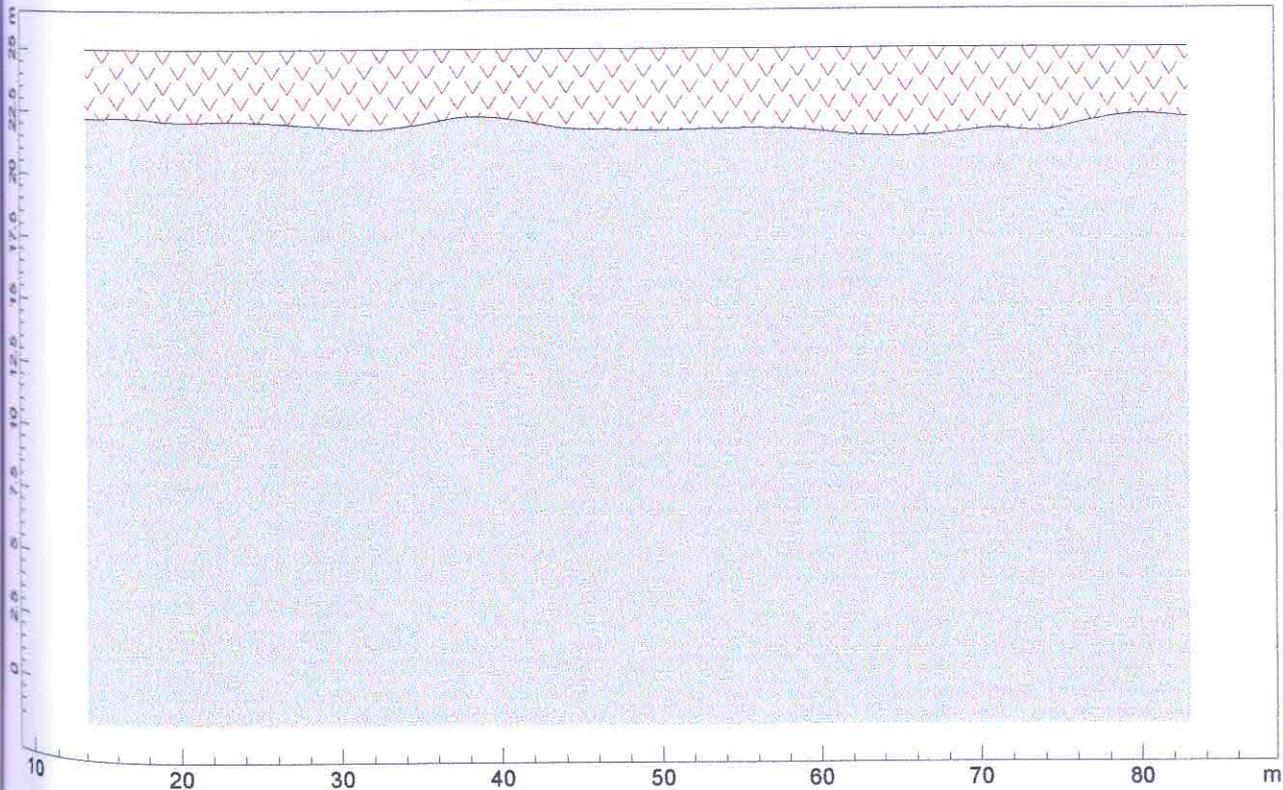
DROMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

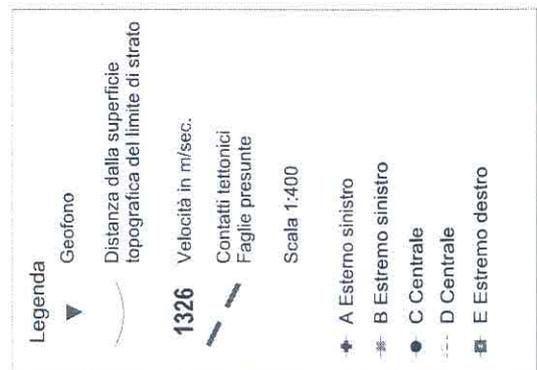
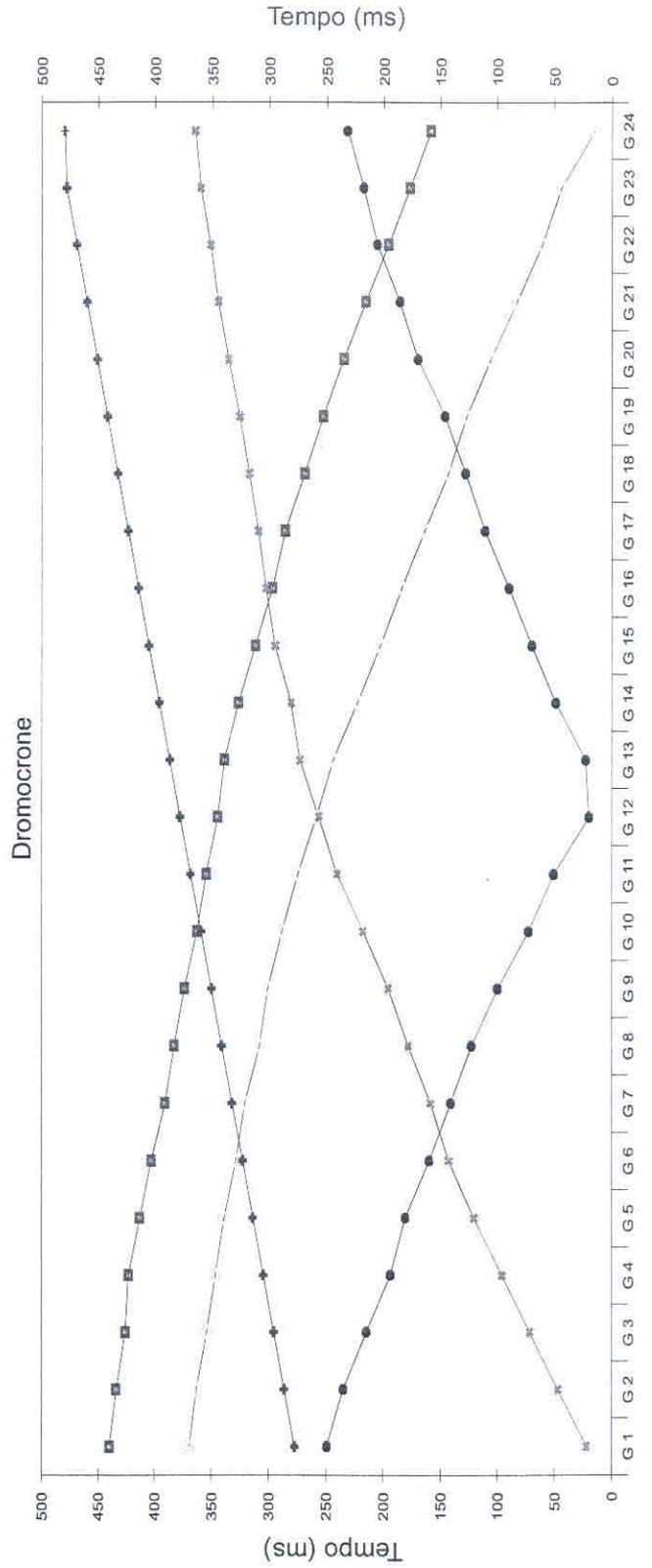
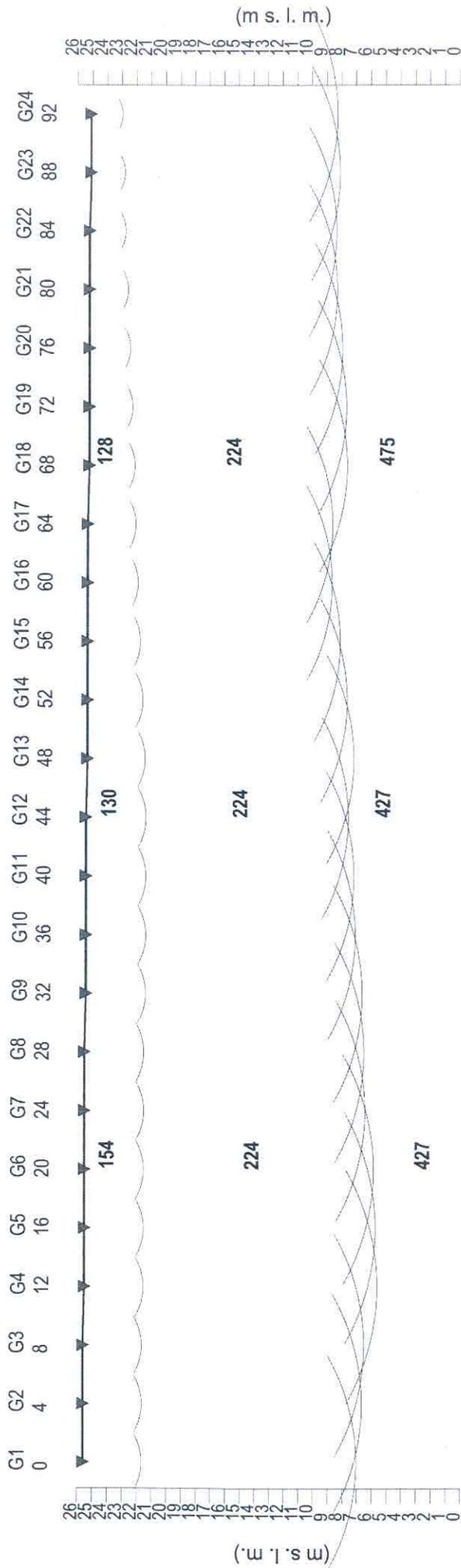


458.3 m/s



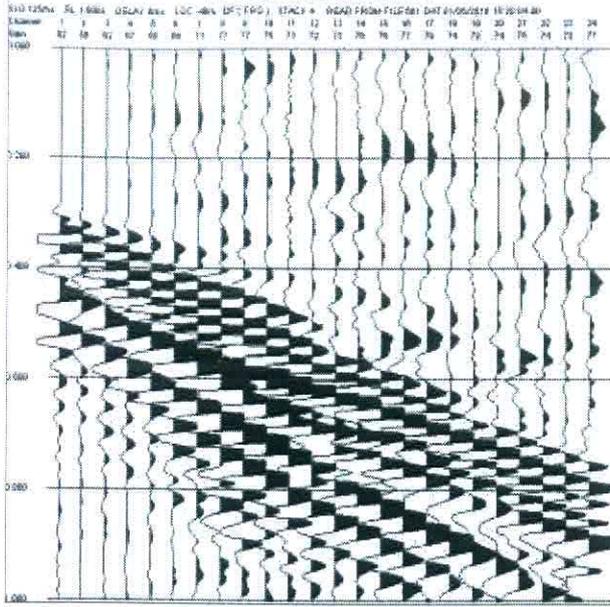
1498.7 m/s

Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH

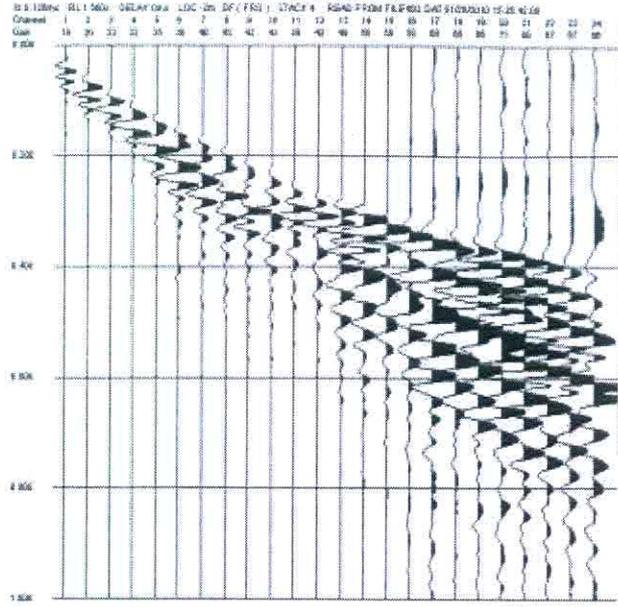


Registrazioni P1 - onde SH

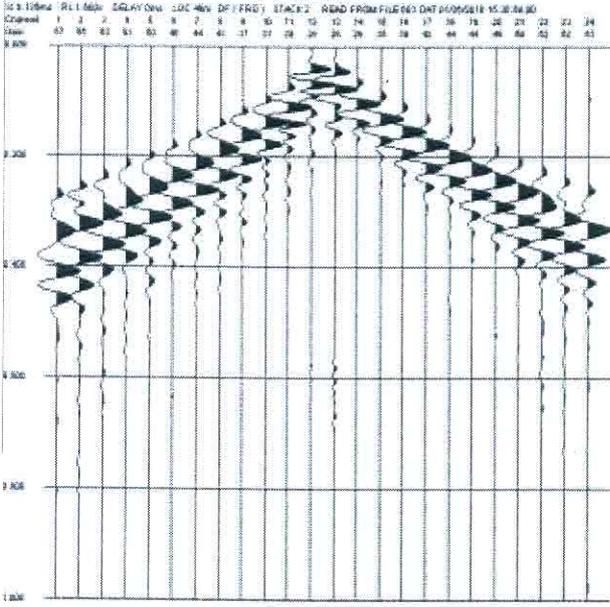
A Esterno sinistro



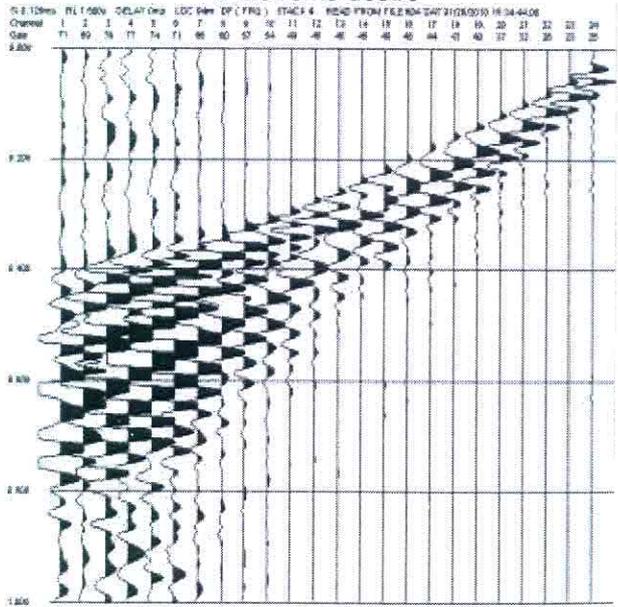
B Estremo sinistro



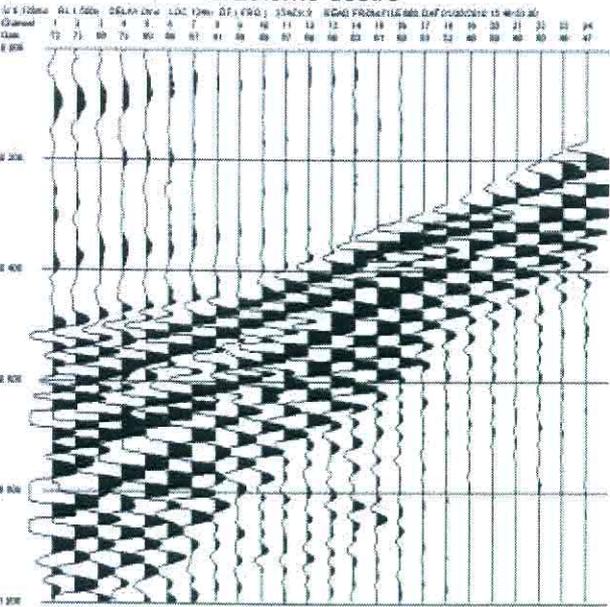
C Centrale



D Estremo destro

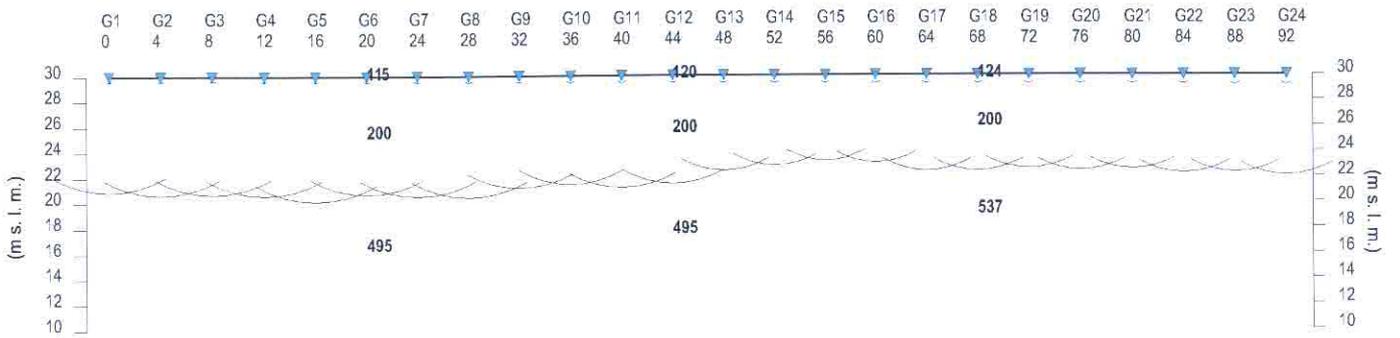


E Esterno destro



Rapporto di prova n°348/09/S

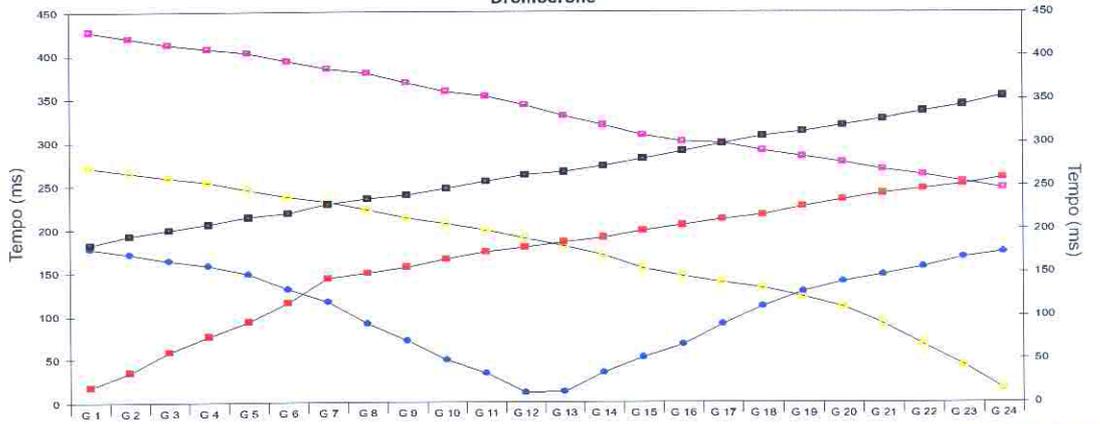
Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH



Dromocrone

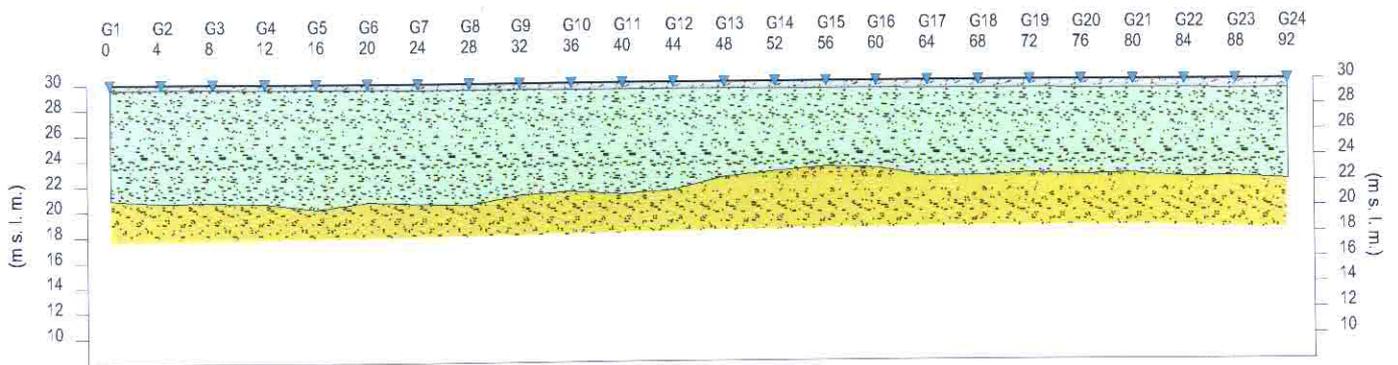
Legenda

- Geo'ono
- Distanza dalla superficie topografica del limite di strato
- 1326 Velocità in m/sec.
- Concetti tettonici
- Faglie presunte
- Scala 1:400
- A Esterno sinistro
- B Estremo sinistro
- C Centrale
- D Centrale
- E Estremo destro
- F Esterno destro



Rapporto di prova n°348/09/S

Ps1 - onde SH- Interpretazione sismostratigrafica



Z1 (m)	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
Z2 (m)	8.7	9.0	8.9	9.0	9.4	8.9	9.0	9.1	8.3	8.0	8.3	7.9	6.9	6.5	6.1	6.3	6.9	6.9	6.7	6.8	6.7	7.0	6.9	7.1	
H2 (m)	9.1	9.4	9.3	9.4	9.9	9.3	9.5	9.6	8.8	8.6	8.8	8.5	7.5	7.1	6.7	6.9	7.5	7.6	7.4	7.5	7.4	7.7	7.7	7.9	
V1 (m/s)	112	113	113	114	115	115	116	117	118	118	119	120	120	121	122	122	123	124	125	125	126	127	127	128	
V2 (m/s)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
V3 (m/s)	521	521	521	521	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	537	537	537	537	537	537	537	537	

Legenda:		Scala 1:400
	Terreno naturale arenato	Z1 = Spessore del primo orizzonte
	Depositi sedimentari	Z2 = Spessore del secondo orizzonte
		H2 = Profondità del secondo orizzonte
		V1 = Velocità del primo orizzonte sismico
		V2 = Velocità del secondo orizzonte sismico
		V3 = Velocità del terzo orizzonte sismico

Rapporto di prova n°348/09/S

Dati Ps1 - onde SH

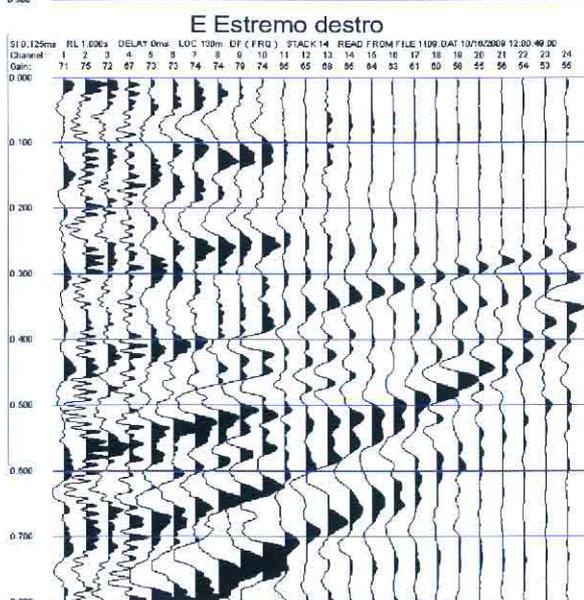
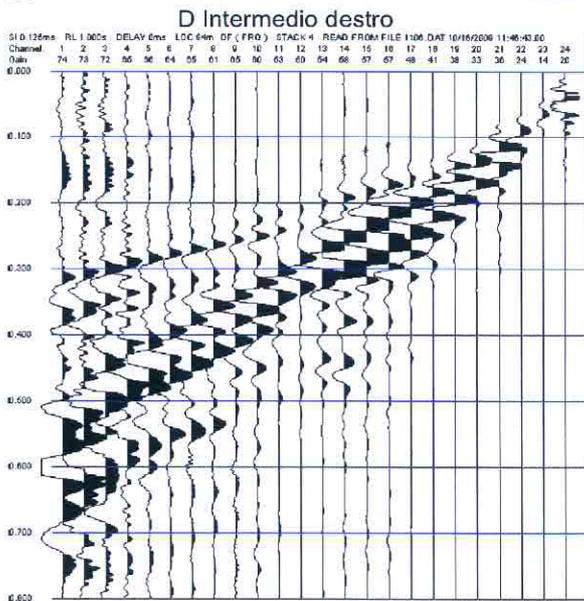
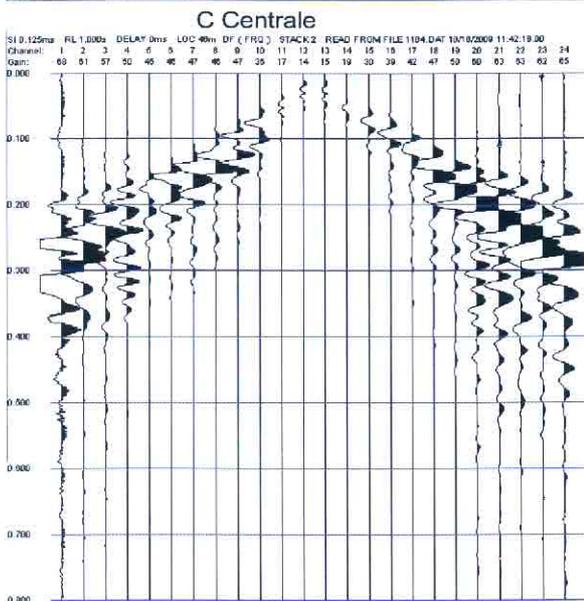
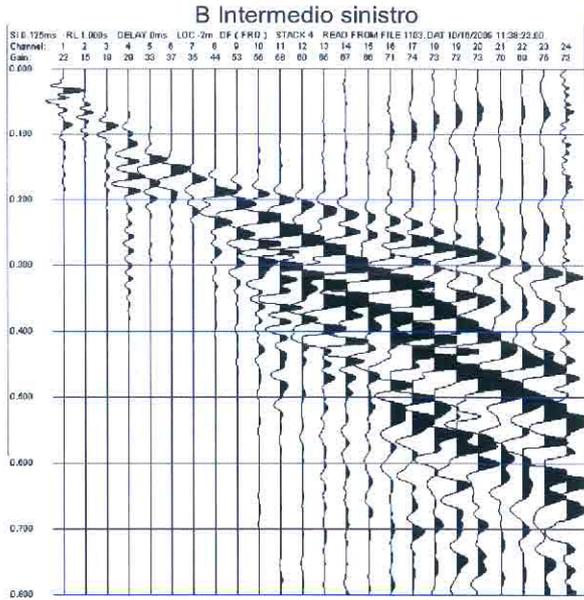
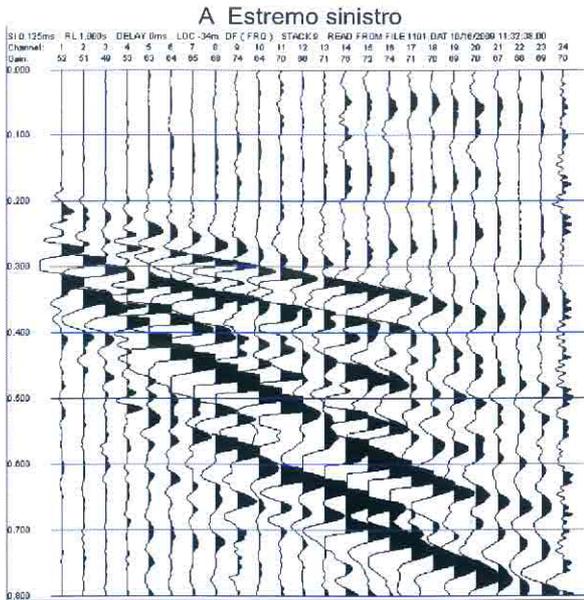
Tempi di arrivo

Geo. N°	Dist. m	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.	Vs30
1	0	182.60	17.75	177.70	271.00	427.60	30.0	112	0.4	29.6	200	8.7	9.1	20.9	521	344
2	4	192.80	35.12	171.60	264.80	419.80	30.0	113	0.4	29.6	200	9.0	9.4	20.6	521	341
3	8	199.50	58.50	164.10	259.10	412.70	30.0	113	0.4	29.6	200	8.9	9.3	20.7	521	342
4	12	205.70	76.37	158.10	253.60	407.50	30.0	114	0.5	29.5	200	9.0	9.4	20.6	521	337
5	16	213.80	93.37	148.10	245.00	402.80	30.0	115	0.5	29.5	200	9.4	9.9	20.1	495	326
6	20	218.50	115.50	130.70	236.80	393.30	30.0	115	0.5	29.5	200	8.9	9.3	20.7	495	331
7	24	228.50	143.20	116.20	231.30	384.70	30.0	116	0.5	29.5	200	9.0	9.5	20.5	495	331
8	28	234.70	149.30	90.75	222.00	379.30	30.0	117	0.5	29.5	200	9.1	9.6	20.4	495	330
9	32	239.00	156.10	71.12	212.70	368.30	30.0	118	0.5	29.5	200	8.3	8.8	21.2	495	339
10	36	246.50	165.60	48.87	206.00	358.30	30.0	118	0.5	29.5	200	8.0	8.6	21.4	495	343
11	40	254.70	173.70	33.37	198.50	352.60	30.0	119	0.6	29.4	200	8.3	8.8	21.2	495	336
12	44	262.00	178.60	10.87	189.10	342.50	30.0	120	0.6	29.4	200	7.9	8.5	21.5	495	341
13	48	265.50	184.80	12.25	180.30	329.80	30.0	120	0.6	29.4	200	6.9	7.5	22.5	495	353
14	52	272.50	190.10	34.12	169.50	319.20	30.0	121	0.6	29.4	200	6.5	7.1	22.9	495	358
15	56	280.80	197.70	51.75	154.20	307.70	30.0	122	0.6	29.4	200	6.1	6.7	23.3	495	364
16	60	289.60	204.10	66.75	145.80	300.50	30.0	122	0.6	29.4	200	6.3	6.9	23.1	495	361
17	64	298.20	211.30	90.12	138.20	298.70	30.0	123	0.7	29.3	200	6.9	7.5	22.5	537	365
18	68	307.00	216.10	111.00	132.30	290.00	30.0	124	0.7	29.3	200	6.9	7.6	22.4	537	366
19	72	312.20	225.80	127.70	121.50	283.10	30.0	125	0.7	29.3	200	6.7	7.4	22.6	537	370
20	76	319.80	234.20	139.60	110.10	276.70	30.0	125	0.7	29.3	200	6.8	7.5	22.5	537	368
21	80	327.10	241.00	147.30	90.62	268.60	30.0	126	0.7	29.3	200	6.7	7.4	22.6	537	370
22	84	336.10	246.60	156.50	66.37	262.60	30.0	127	0.7	29.3	200	7.0	7.7	22.3	537	366
23	88	343.50	251.70	167.80	42.62	254.70	30.0	127	0.7	29.3	200	6.9	7.7	22.3	537	368
24	92	353.20	259.30	173.20	15.62	247.30	30.0	128	0.8	29.2	200	7.1	7.9	22.1	537	362
															Vs 30 medio	350

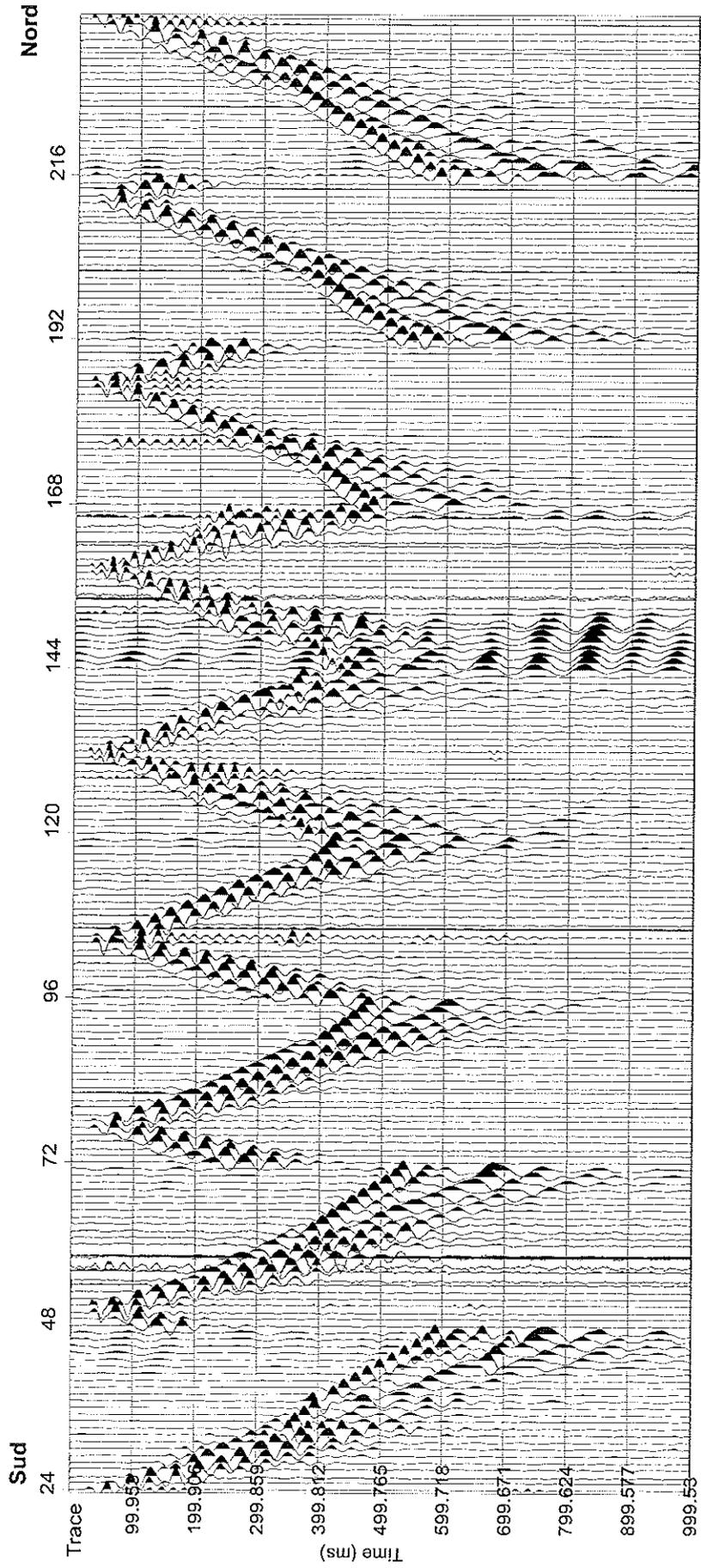
Legenda:

- Z1 = Spessore del primo orizzonte
- Z2 = Spessore del secondo orizzonte
- H2 = Profondità del secondo orizzonte
- V1 = Velocità del primo orizzonte sismico
- V2 = Velocità del secondo orizzonte sismico
- V3 = Velocità del terzo orizzonte sismico
- Q = Quota del geofono in m s.l.m.
- Q1 = Quota della profondità primo orizzonte sismico
- Q2 = Quota della profondità secondo orizzonte sismico

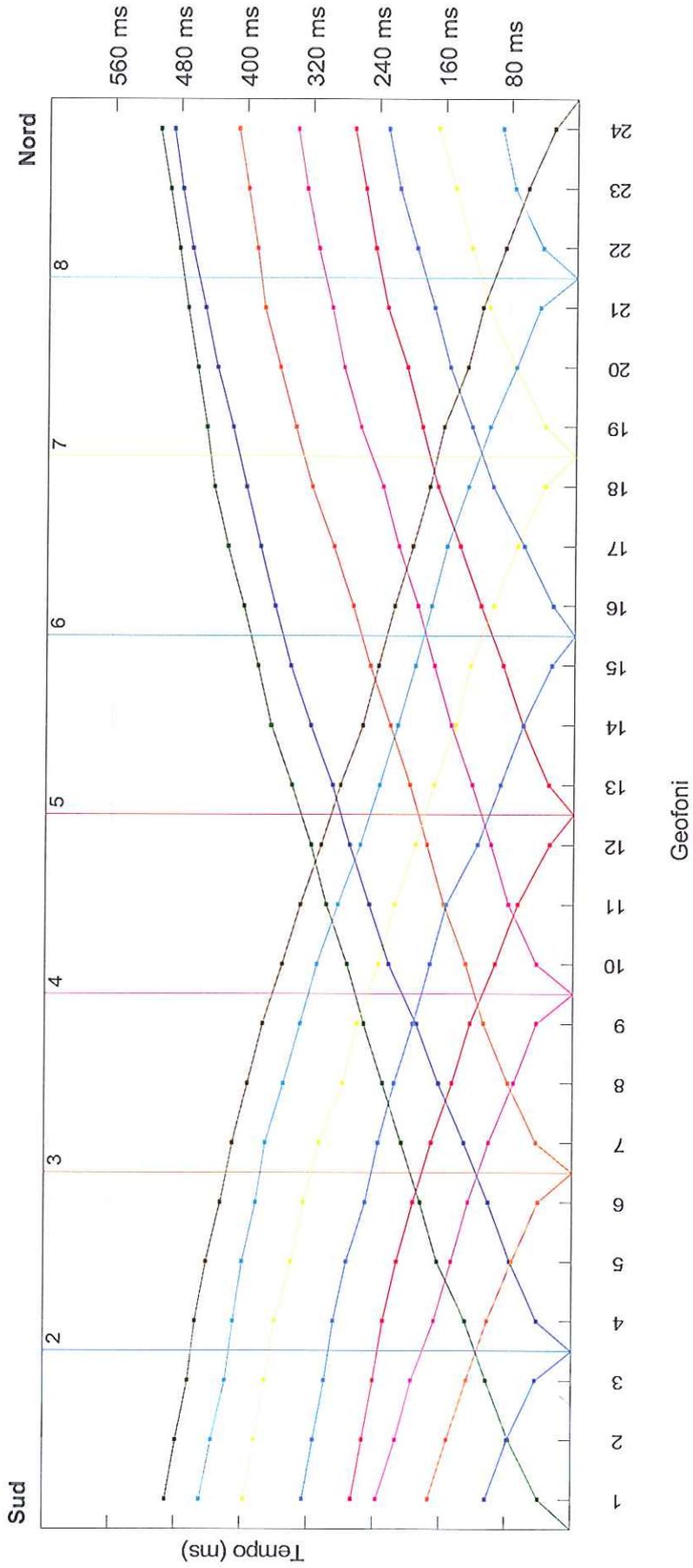
Registrazioni P1 - onde SH



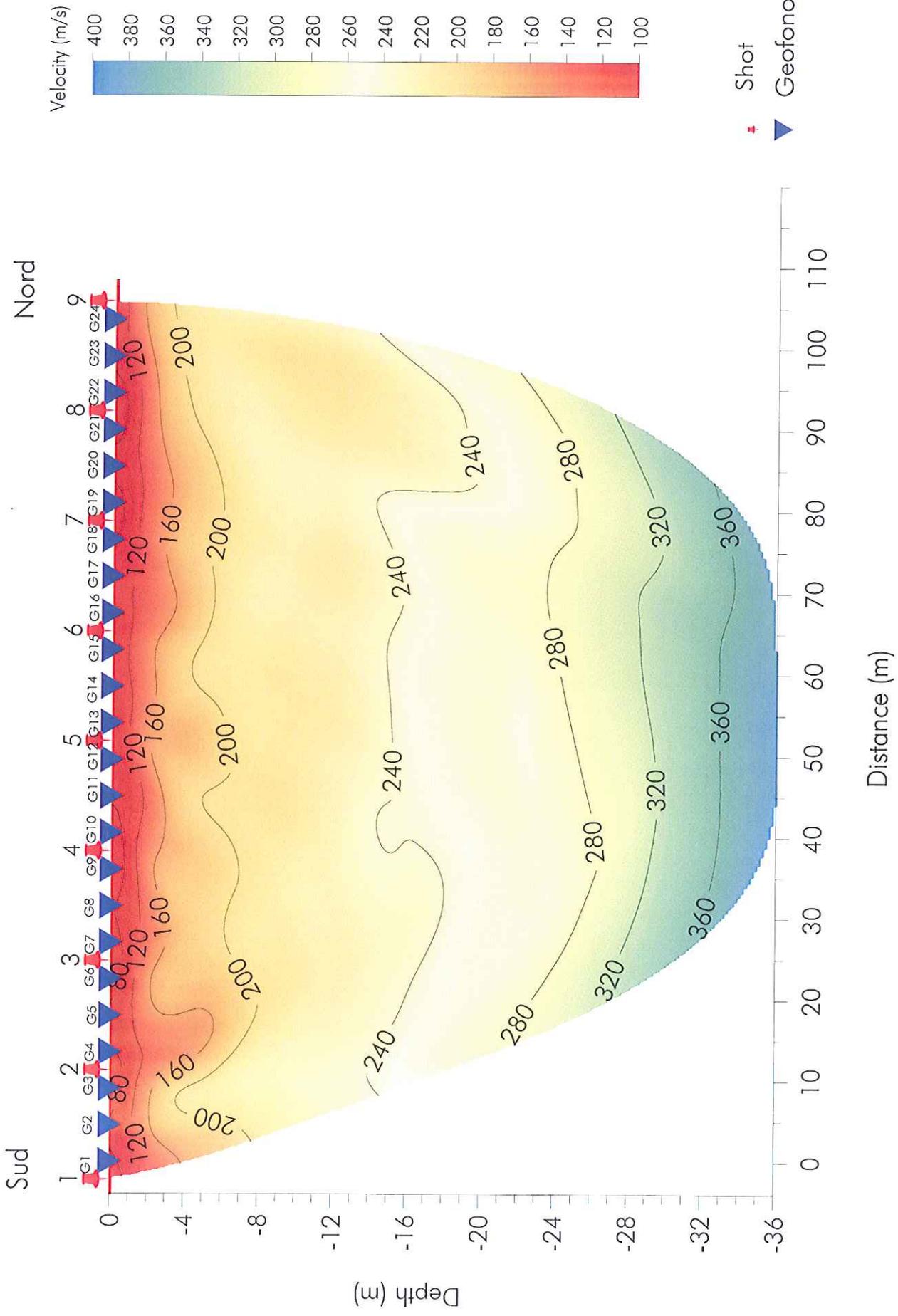
SISMOGRAMMA
STSHt140312B - Stesa 3_Empoli_SH waves



TRAVEL TIME (Dromocrone)
STSHt140312B - Stesa 3_Empoli_SH waves



SEZIONE TOMOGRAFICA
 STSH140312B Stesa 3 - Empoli (lotto 1) - SH waves



L16

<<< **SPREAD ARRAY * FIRST BREAK POINTS VALUES *** >>>

Committente: Comune di Empoli Località: Empoli Comune: Empoli (FI)
Data: 14 marzo 2012 ID Stesa: STSHt140312B - Stesa 3 N° shot: 9 Waves: SH

	SH1	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	SH9	shots
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	geophones
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	ground line

shot distance (m)

0.0	13.5	27.0	40.5	54.0	67.5	81.0	94.5	108.0
-----	------	------	------	------	------	------	------	-------

shot elevation (m)

0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

First Break Points (ms)	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	SH9
39.6	75.8	104.0	129.6	164.0	185.1	208.1	231.0	254.0	274.3	299.8	318.4	342.2	367.5	383.7	401.3	420.7	437.5	447.2	458.6	471.0	481.6	493.0	505.4		
104.0	77.5	44.0	42.2	74.9	102.2	131.7	163.1	190.4	224.0	247.8	271.6	292.8	319.3	344.0	363.4	381.3	399.1	415.5	434.7	449.8	465.7	478.0	488.6		
173.7	151.6	127.6	102.9	72.8	41.3	44.0	78.4	108.4	130.5	157.8	178.1	199.3	223.1	247.8	269.0	292.8	319.3	339.5	359.0	377.5	387.2	398.6	410.1		
236.3	213.4	194.8	167.4	146.8	126.3	101.6	71.4	44.0	44.0	78.3	100.2	123.5	149.6	170.1	190.7	214.0	233.7	261.0	281.3	296.3	313.1	327.2	338.7		
266.3	254.0	240.7	229.1	212.6	193.4	171.5	146.8	124.9	94.7	67.3	28.9	30.3	61.8	86.5	113.9	140.0	167.4	186.9	205.4	229.3	244.3	256.6	269.9		
325.4	313.1	299.8	289.3	273.4	251.3	235.9	216.7	194.8	174.2	155.1	116.7	89.2	61.8	27.5	26.2	61.8	100.2	126.3	153.7	172.9	194.8	215.4	229.3		
396.0	384.5	371.3	359.8	340.4	325.4	306.9	278.7	261.9	236.3	216.7	192.1	170.1	144.1	126.3	98.8	70.1	37.2	37.2	74.2	105.7	127.6	148.2	168.8		
449.8	435.7	419.8	410.1	399.5	383.7	372.2	351.0	330.7	311.3	285.7	259.3	236.3	214.3	194.0	174.6	156.4	130.4	104.3	72.8	44.0	41.3	75.5	90.6		
491.3	478.9	464.8	456.0	442.8	426.0	411.9	394.2	375.7	352.8	330.7	306.0	283.1	256.6	238.1	218.7	197.5	177.2	160.5	131.7	113.9	86.5	59.1	27.5		

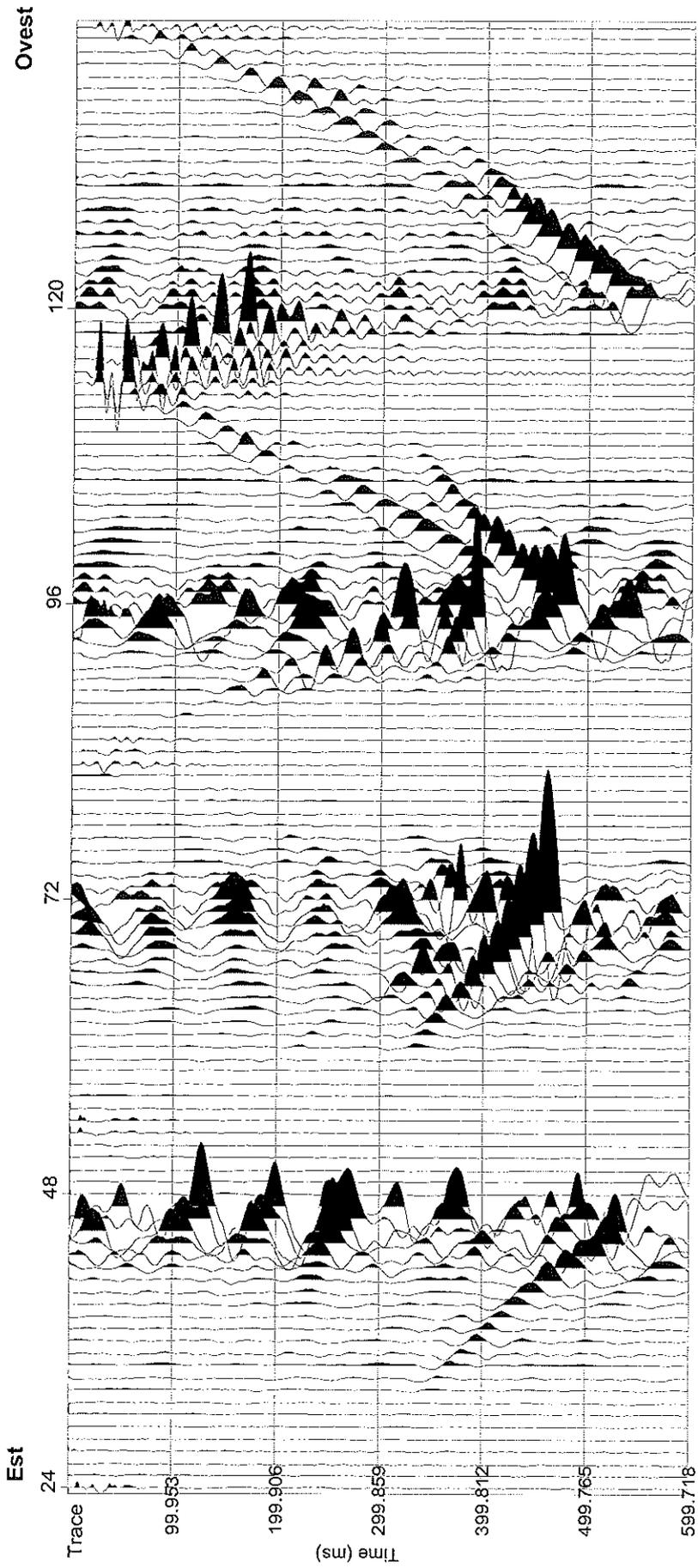
receiver distance [m]

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
2.25	6.75	11.25	15.75	20.25	24.75	29.25	33.75	38.25	42.75	47.25	51.75	56.25	60.75	65.25	69.75	74.25	78.75	83.25	87.75	92.25	96.75	101.25	105.75

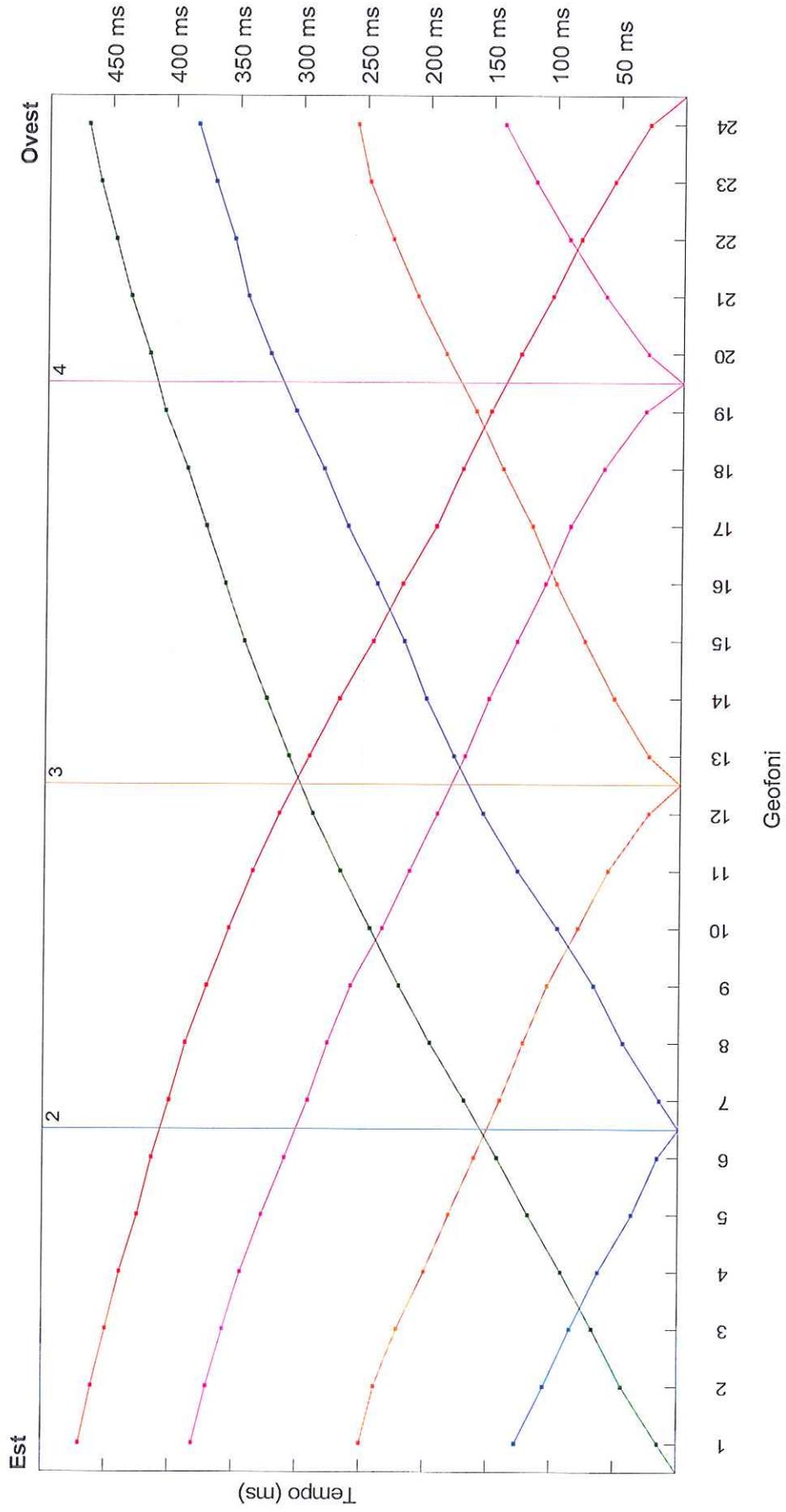
receiver elevation [m]

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SISMOGRAMMA
STSHt140312A - Stesa 1_Empoli_SH waves

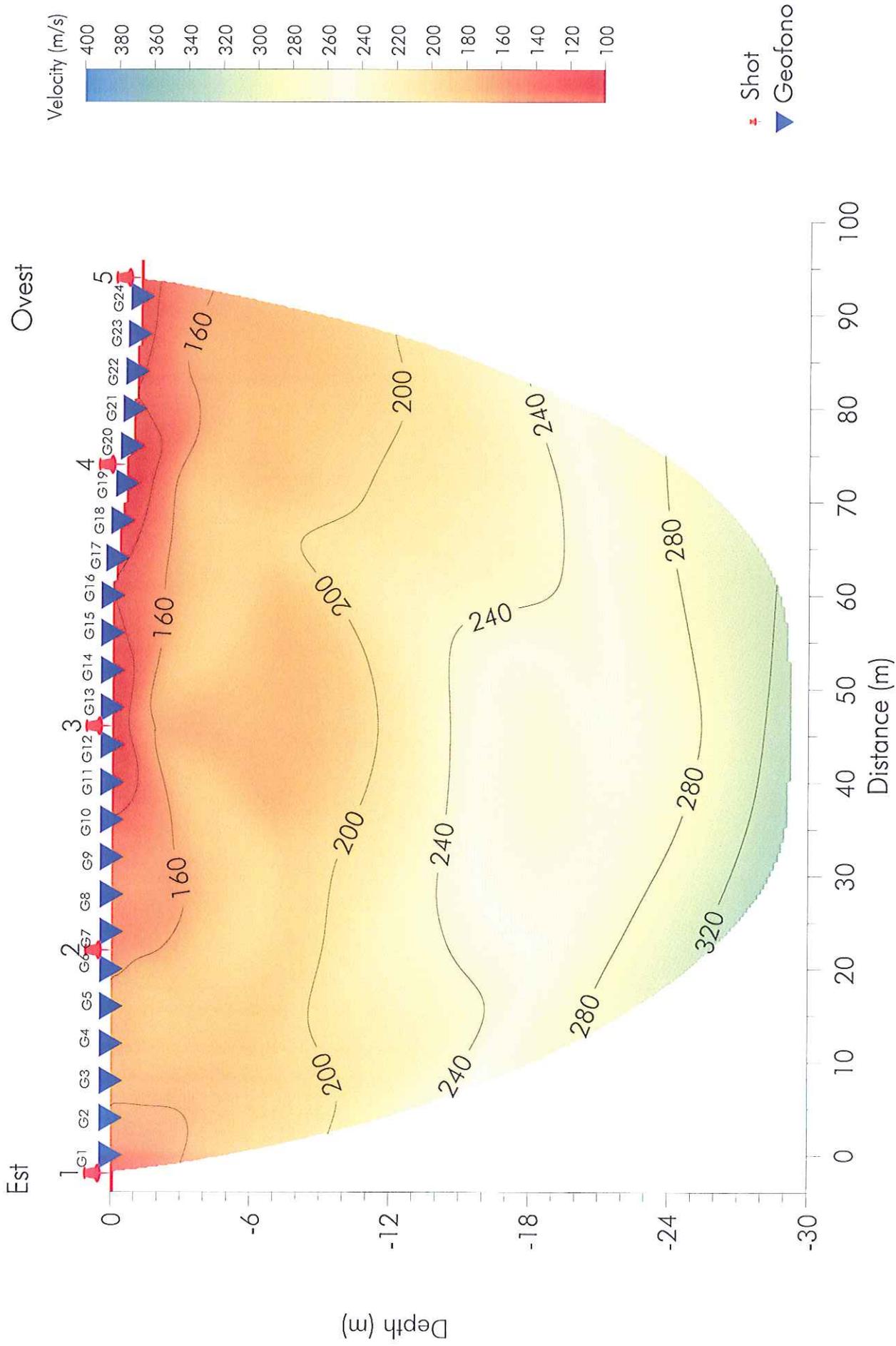


TRAVEL TIME (Dromocrone)
STSHt140312A - Stesa 1_Empoli_SH waves



SEZIONE TOMOGRAFICA

STSH140312A Stesa 1 - Empoli (lotto 2) - SH waves



L17

<<< **SPREAD ARRAY * FIRST BREAK POINTS VALUES *** >>>

Committente: Comune di Empoli Località: Empoli Comune: Empoli (FI)
Data: 14 marzo 2012 ID Stesa: STSHt140312A - Stesa 1 N° shot: 5 Waves: SH

	SH1		SH2					SH3					SH4					SH5									
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	shots	geophones	ground line
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y			

shot distance (m)	0.0	24.0	48.0	76.0	96.0
-------------------	-----	------	------	------	------

shot elevation (m)	0.0	0.0	0.0	-0.5	-1.2
--------------------	-----	-----	-----	------	------

First Break Points (ms)

15.2	44.0	67.3	92.0	118.0	142.7	168.8	196.2	220.9	244.2	267.5	289.4	308.6	326.4	344.2	359.3	374.4	389.5	407.3	419.6	434.7	447.0	459.4	469.0
127.4	105.4	84.8	62.8	36.6	16.5	15.2	44.0	67.3	96.1	127.6	155.1	178.4	200.3	218.1	240.0	263.4	282.5	304.5	325.0	342.9	353.8	368.9	382.6
249.9	238.9	221.0	199.7	180.4	160.5	140.5	122.6	104.0	80.0	56.6	24.9	24.8	52.4	75.8	98.5	117.8	141.2	162.5	186.6	209.3	229.3	247.9	257.5
381.3	370.4	358.0	344.2	327.7	309.8	291.9	276.8	258.9	234.1	212.8	191.0	169.4	150.9	129.0	107.1	87.9	61.8	29.3	27.6	61.0	90.2	116.7	141.3
470.4	460.8	449.8	438.8	425.1	414.1	400.4	388.1	371.6	354.4	336.1	315.4	292.1	268.8	242.8	219.5	193.4	172.9	150.9	127.6	102.9	81.0	55.0	27.5

receiver distance [m]

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
2.00	6.00	10.00	14.00	18.00	22.00	26.00	30.00	34.00	38.00	42.00	46.00	50.00	54.00	58.00	62.00	66.00	70.00	74.00	78.00	82.00	86.00	90.00	94.00

receiver elevation [m]

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.40	-0.60	-0.80	-0.90	-1.00	-1.10	-1.20

 ELABORAZIONE MASW E RISULTATI
 SOFTWARE winMASW 4.1 PROFESSIONAL
 #####

==o== SEZIONE#1
 dataset: 36c2mp.sgy
 offset minimo (m): 2
 distanza intergeofonica (m): 2
 campionamento (ms): 0.5
 curva di dispersione: masw5.cdp
 Numero di individui: 50
 Numero di generazioni: 81

Spazio di ricerca utilizzato:

Poisson adottato: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3

Vs minimo	100	110	150	200	250	450	500
Spessori minimo	1,19	2	2,5	5	5	3	

Vs minimo	120	145	230	300	350	550	700
spessori massimi	2,21	3	5	9	8	5	

Poisson adottato: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3

==o== SEZIONE#2

Tipo analisi: Rayleigh

Ottimizzazione Vs e spessori - generazione: 1; misfit medio e migliore: -20.263;-13.3986

Ottimizzazione Vs e spessori - generazione: 51; misfit medio e migliore: -14.7796 -9.72512

Dataset: 36c2mp.sgy

Curva analizzata: masw5.cdp

==o== SEZIONE#3

MODELLO MEDIO

VS (m/sec)	103	134	179	242	282	570	610
Deviazione standard (m/sec)	24	9	13	12	21	62	

Spessore (m)	1.5	2.5	2.6	8.6	8	3.3	
Deviazione standard (m)	0.2	0.3	0.3	0.9	1.2	0.4	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della Vp (m/s): 214 279 373 504 587 1187 1141

Stima della densità (gr/cm3): 1.68 1.75 1.82 1.89 1.92 2.10 2.09

Rapporto VP/VS: 2.08 2.08 2.08 2.08 2.08 2.08 1.87

L18

Certificato indagine masw

Modulo di Poisson: 0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.30	
Modulo di Young (MPa): 48	85	157	299	413	1838	2018	
Modulo di Taglio (MPa): 18	31	58	111	153	681	776	
Costante di Lamé (MPa): 41	73	136	258	357	1591	1163	
Modulo di compressione (MPa): 53	94	175	332	459	2045	1681	

modo: 0 (modo fondamentale)

modello medio

f(Hz)	VR(m/s)
4.76379	352.0376
6.48437	224.4812
8.99357	187.0612
11.0009	164.2075
13.08	145.0948
16.3061	128.6036
21.9697	115.5605
24.9807	111.3972
30.9311	105.4912

modo: 1 (primo modo superiore)

modello medio.

5.76746	351.1716
6.2693	334.0128
7.1296	308.7214
7.98989	287.0826
16.1627	203.939
21.6829	185.1606
23.7619	178.5631
28.7803	163.6749
30.7877	158.3779

modo: 2 (secondo modo superiore)

modello medio.

12.5781	312.35
13.7969	285.152
16.4494	255.6411
18.8153	241.7447

==o== SEZIONE#4

MODELLO MIGLIORE

VS (m/sec)	101	132	179	249	277	542	606
Spessore (m)	1,53	2.44	2,61	8,64	7,65	3,36	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s): 211 276 373 499 578 1130 1135

Stima della densità (gr/cm³): 1.68 1.74 1.82 1.89 1.92 2.08 2.08

Rapporto VP/VS: 2.07 2.09 2.08 2.08 2.08 2.08 1.87

Modulo di Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30

L18

Certificato indagine masw

Modulo di Young (MPa):	47	82	157	293	401	1659	1997
Modulo di Taglio (MPa):	17	30	58	109	148	614	768
Costante di Lamé (MPa):	40	72	136	252	345	1432	1149
Modulo di compressione (MPa):	51	92	175	325	444	1841	1661

curva di dispersione (frequenza - velocità di fase onde di Rayleigh)

modo: 0 (modo fondamentale)

modello migliore

F(Hz) VR(m/s)

F(Hz) VR(m/s)

4.76379 348.775

6.48437 221.8513

8.99357 185.68

11.0009 163.2528

13.08 143.8853

16.3061 127.0241

21.9697 113.8092

24.9807 109.637

30.9311 103.7866

modo: 1 (primo modo superiore)

modello migliore

5.76746 348.3933

6.2693 331.4803

7.1296 306.3966

7.98989 284.8096

16.1627 201.1533

21.6829 182.6974

23.7619 176.2321

28.7803 161.4649

30.7877 156.1622

modo: 2 (secondo modo superiore)

modello migliore

12.5781 308.7641

13.7969 281.7866

16.4494 252.7644

18.8153 239.1507

VS5 del modello medio: 129 m/s

VS5 del modello migliore: 127 m/s

VS20 del modello medio: 199 m/s

VS20 del modello migliore: 197 m/s

VS30 del modello medio: 243 m/s

VS30 del modello migliore: 242 m/s

==o== SEZIONE#6

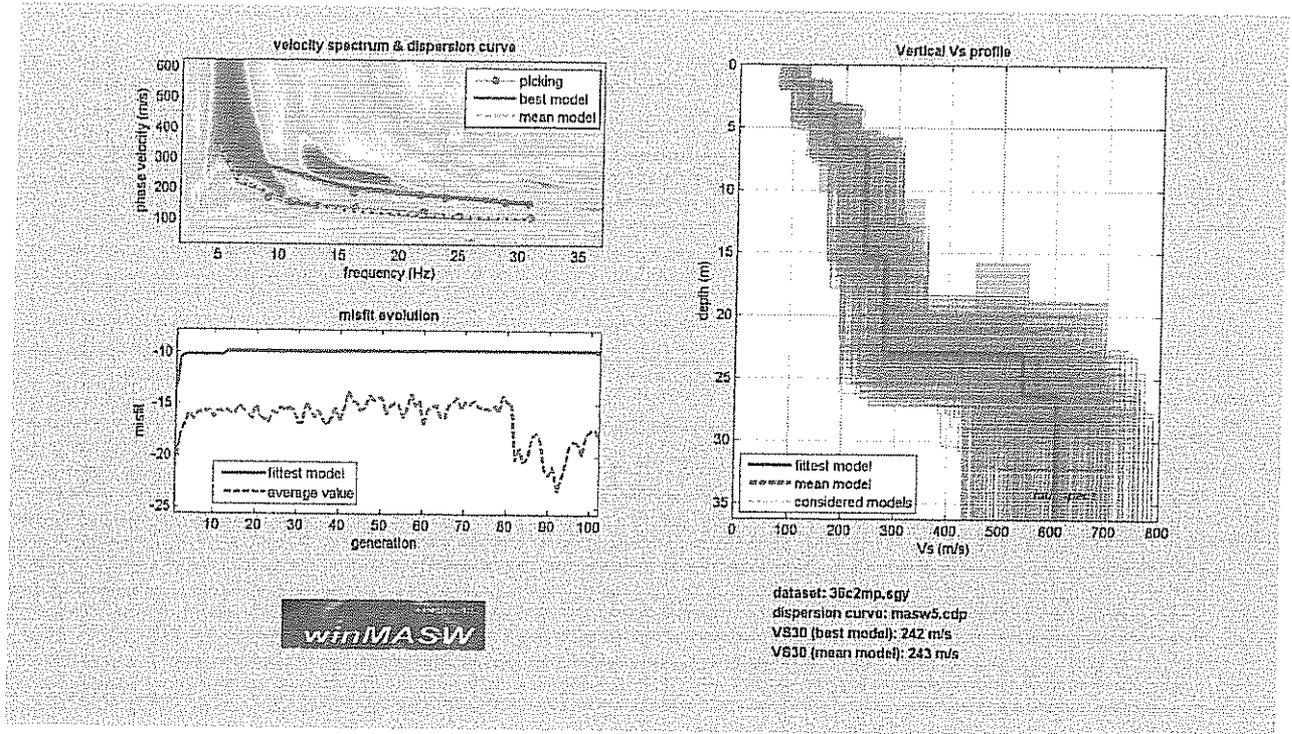
Possibile Tipo di Suolo: C

(sulla base del modello medio) winMASW 4.1 Standard

Software per l'analisi delle onde di superficie

secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves

www.eliosoft.it



Dr. Laura Grassi

Dr. Valentina Picchi



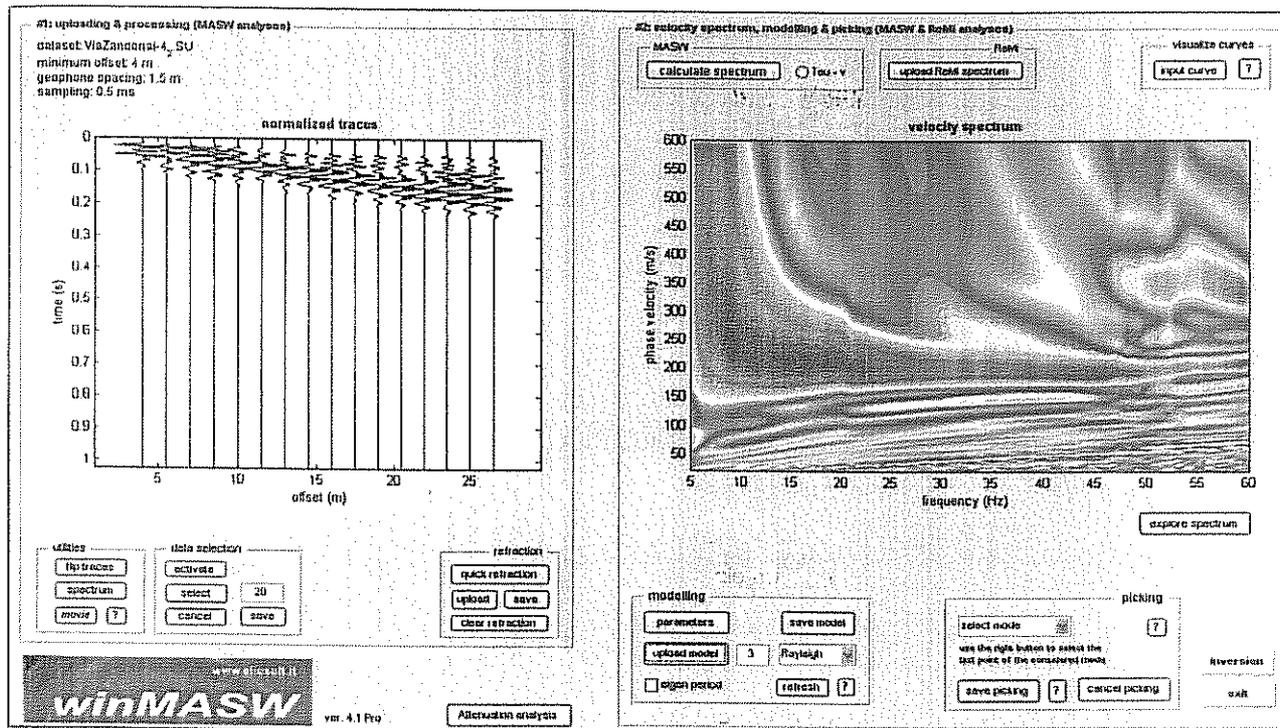


Fig. 2: Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

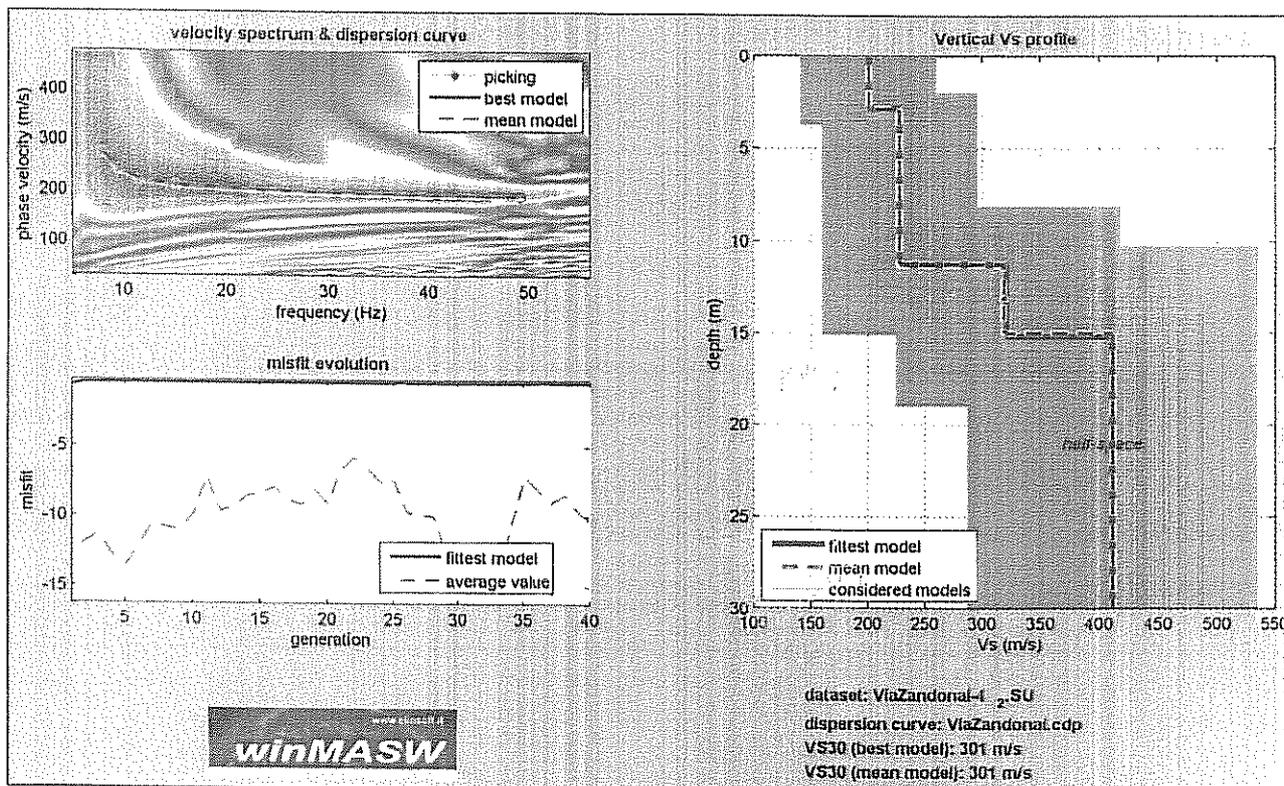


Fig. 3: Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale Vs identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici - Dal Moro et al., 2007).

Nella *Tabella 1* e nella *Figura 4* vengono riportati gli spessori, le relative velocità e la densità, stimati.

Spessore (m) e deviazione standard	Vs (m/s) e deviazione standard
2.9 ± 0.1	200 ± 0
8.4 ± 0.0	227 ± 0
3.7 ± 0.1	318 ± 3
semi-spazio	410 ± 0

Tab. 1: Modello medio individuato
(Vs30 del modello medio dal p.c.: 301 m/s)

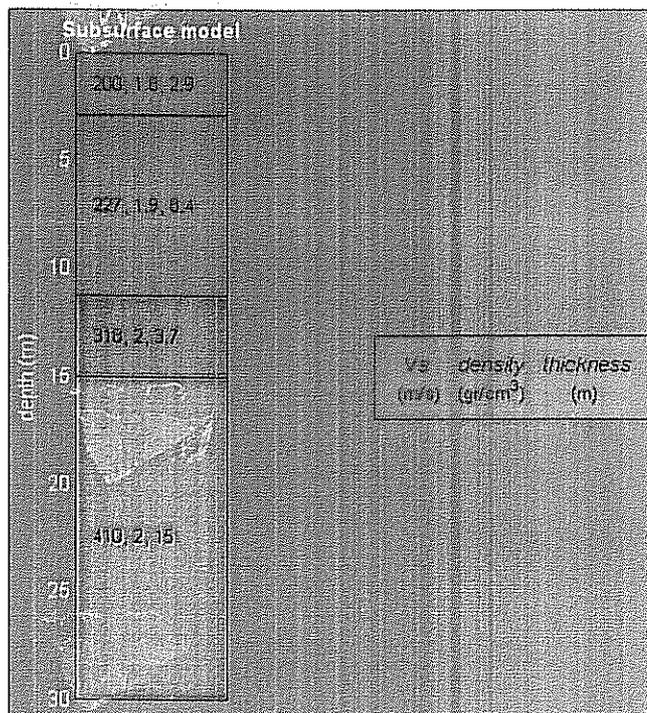


Fig. 4: Profilo verticale dalla Vs

Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato – per il modello medio – pari a 301 m/s (considerando come riferimento il piano campagna).

Il Valore della Vs 30 porta a classificare il sito, secondo il DM 14 gennaio 2008, in categoria C (“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina”).

Firenze, lì 27/02/2010

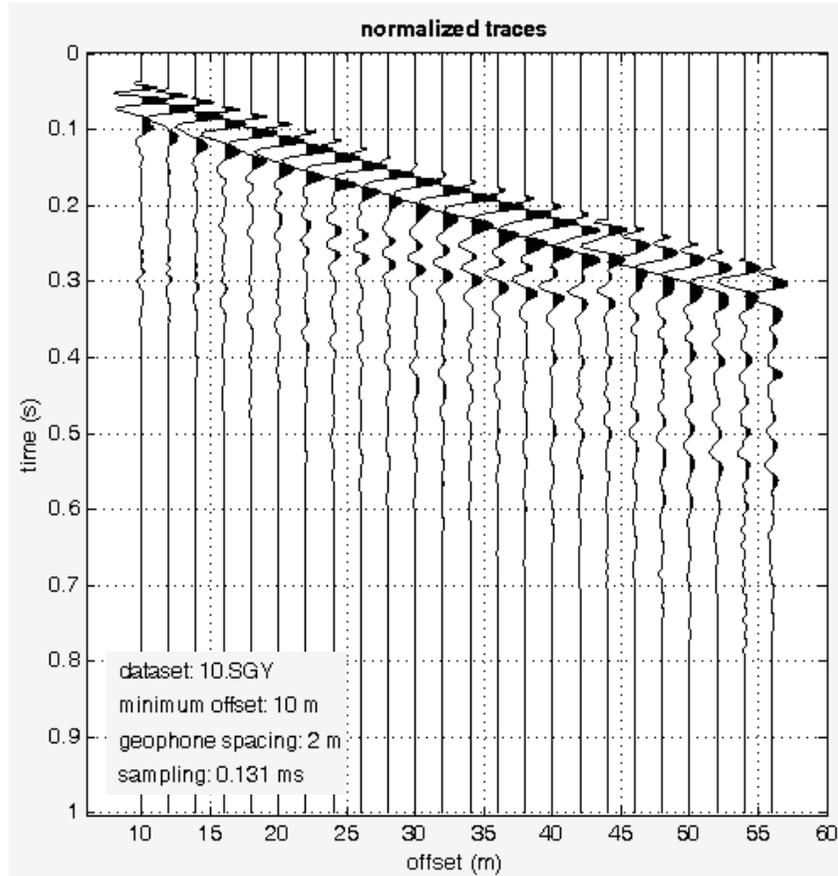
I Tecnici

Dott. Geol. Santi Accetta

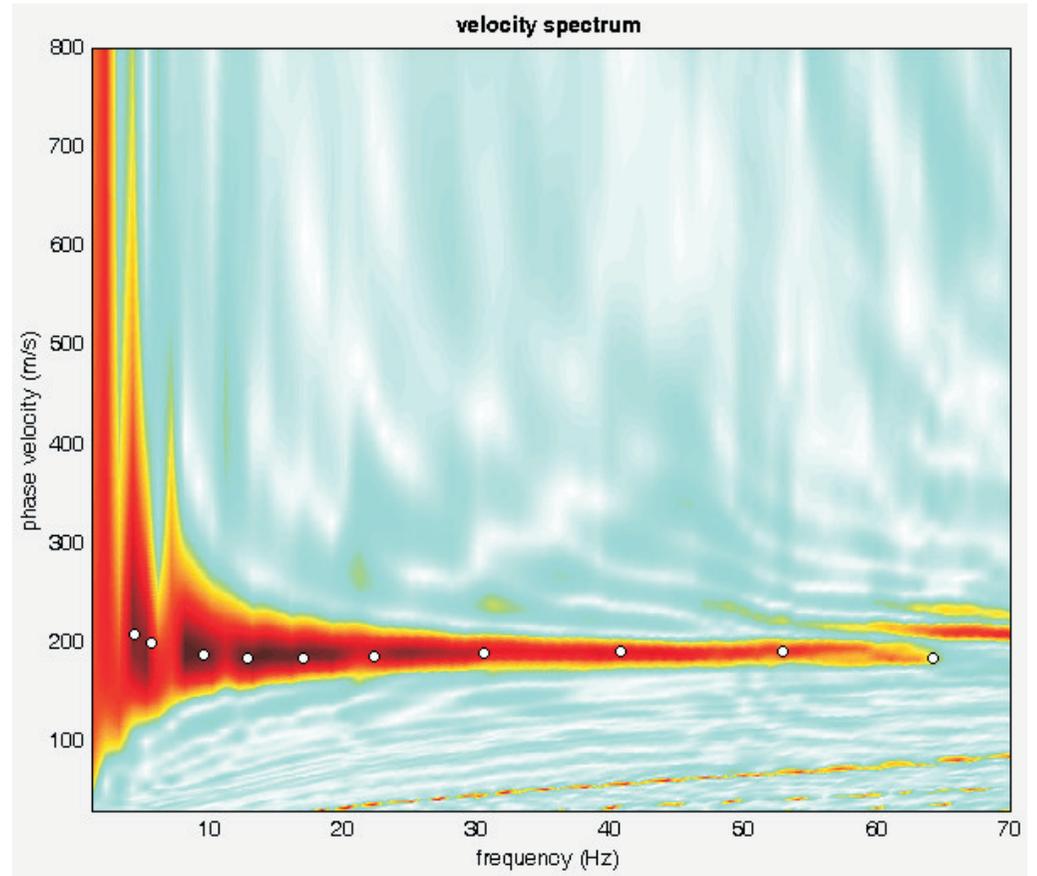
Santi Accetta

Dott. Geol. Silvio Brenna

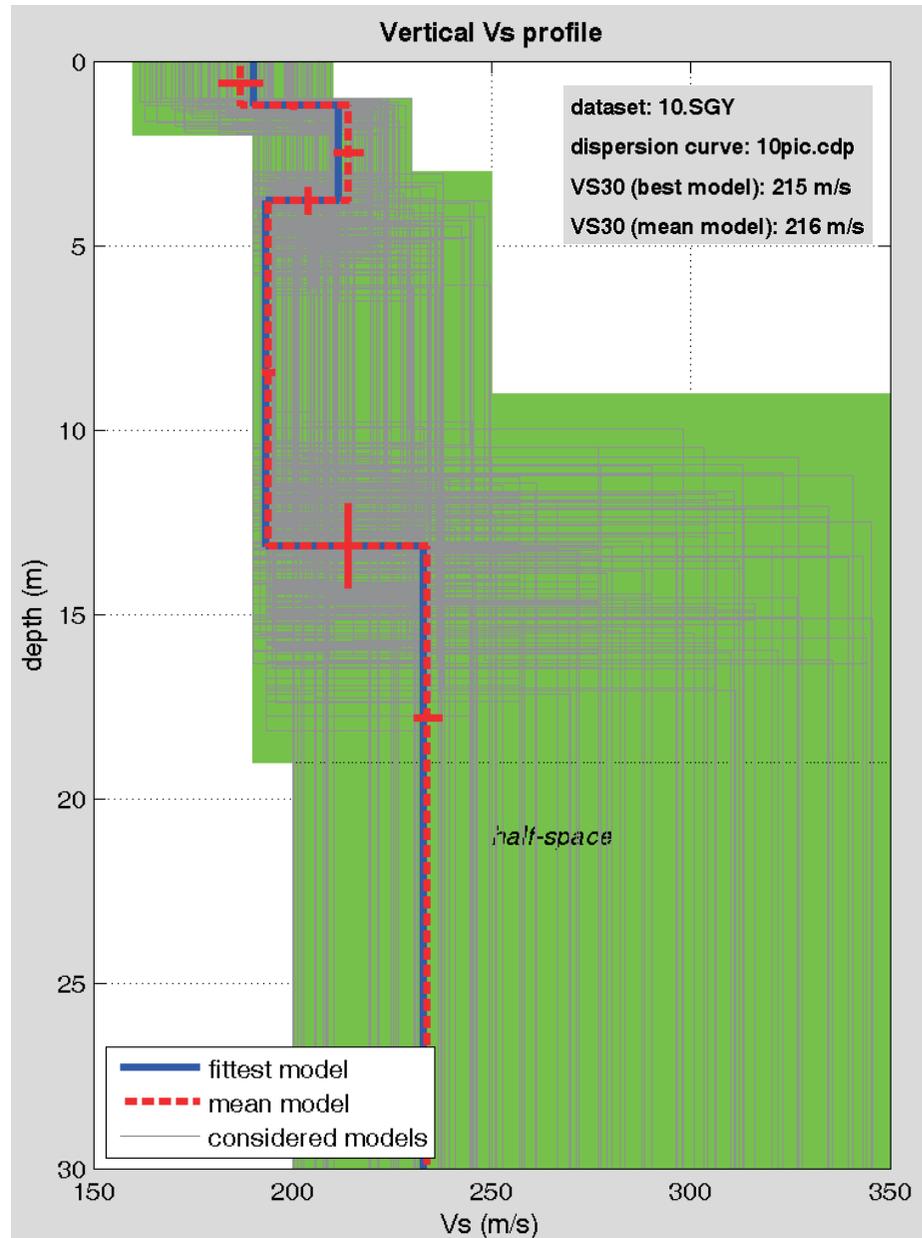
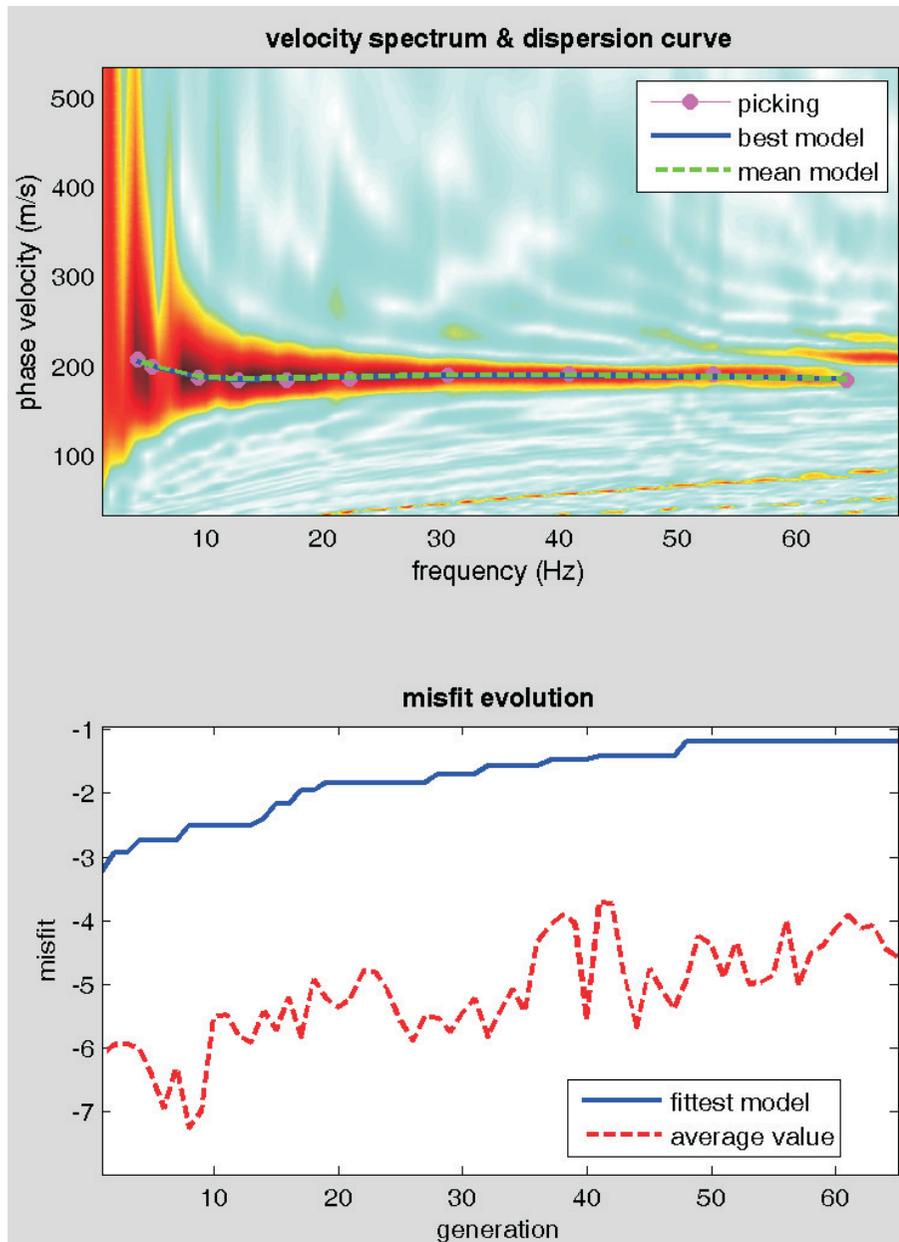
Silvio Brenna

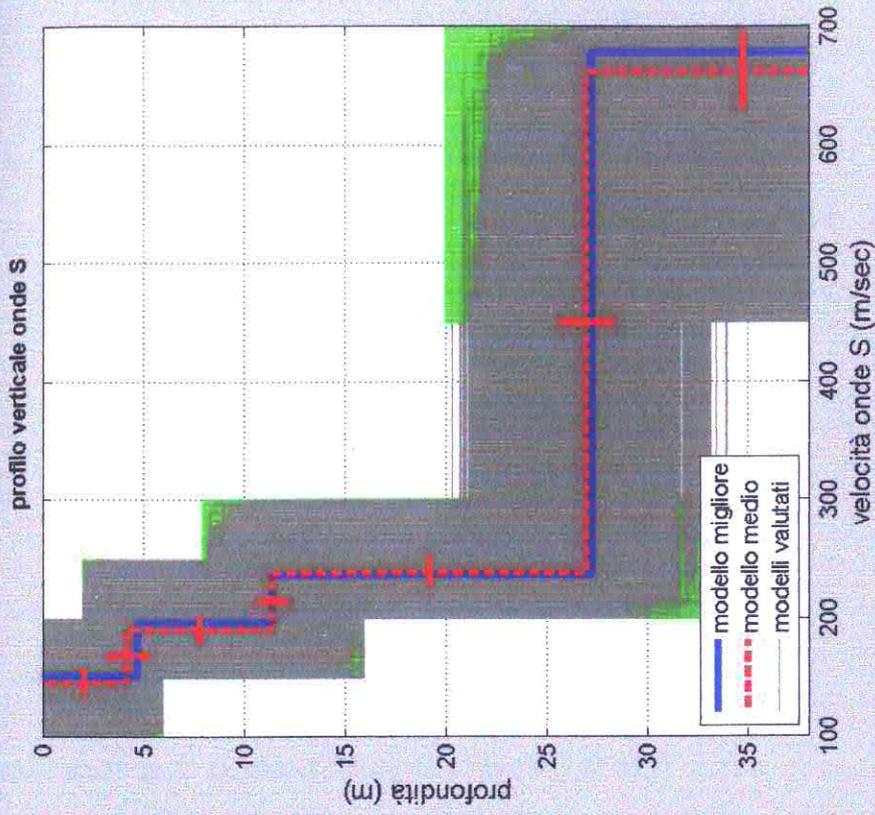
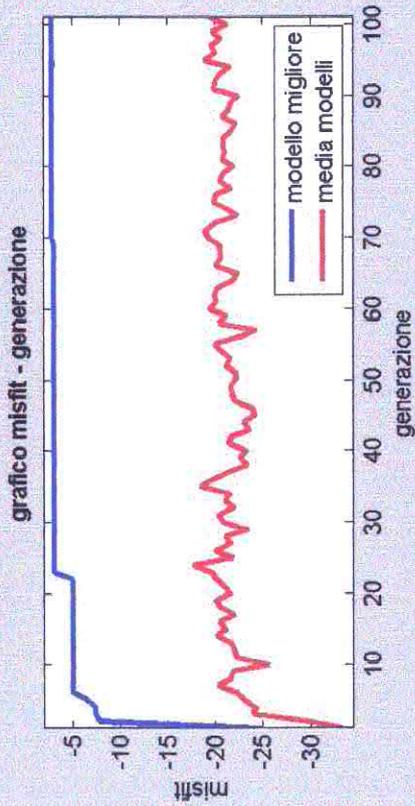
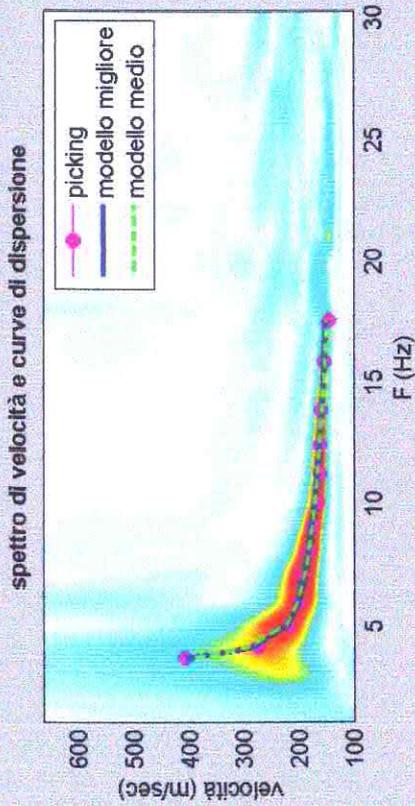


common-shot gather



spettro velocità di fase con "picking" (modo fondamentale)





dataset: M10-58.sgy
 curva di dispersione: g.cdp
 modello migliore VS30: 221 m/sec
 modello medio VS30: 220 m/sec

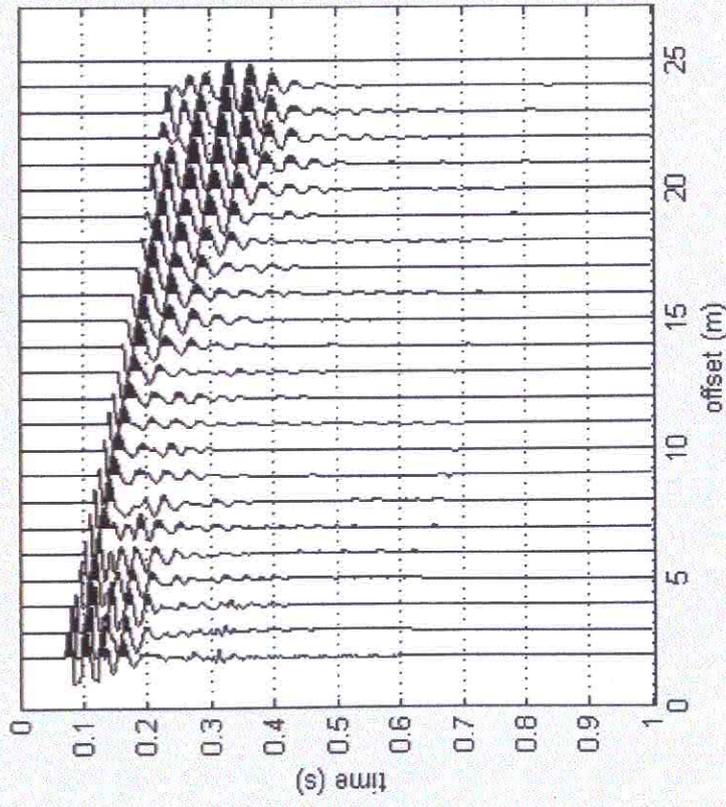


winMASW: velocity spectrum, modeling & picking (MASW & Tomi analyses)

winMASW: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: 2m.SGY
 minimum offset: 2 m
 geophone spacing: 1 m
 sampling: 0.131 ms

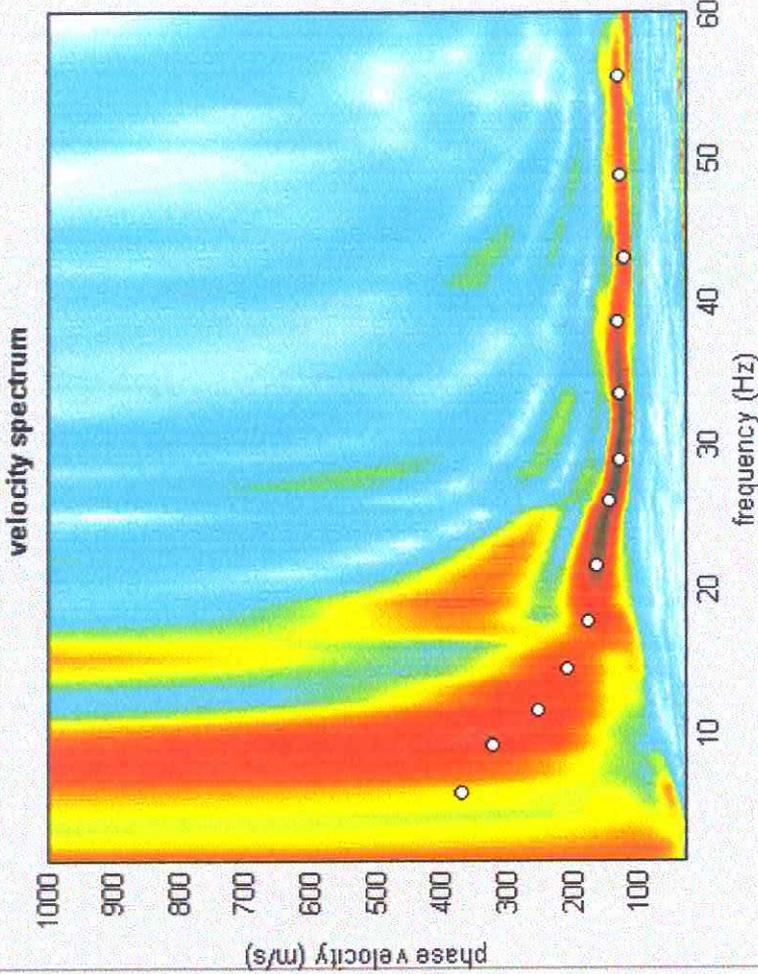
normalized traces



MASW Tau...

RelM

visualize curves



picking

modelling

general setting

about Poiss...

100	0.35	1
200	0.35	2
300	0.35	3
600	0.35	4
800	0.35	0
0	0.35	0
0	0.35	half-spac

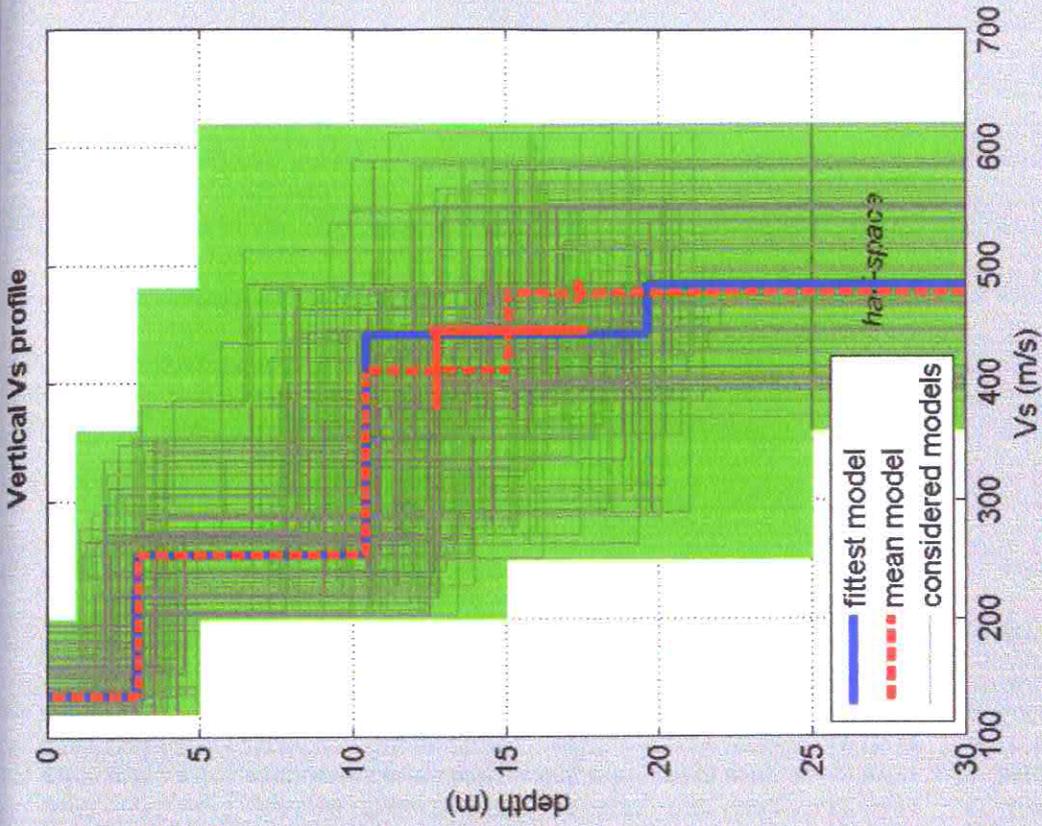
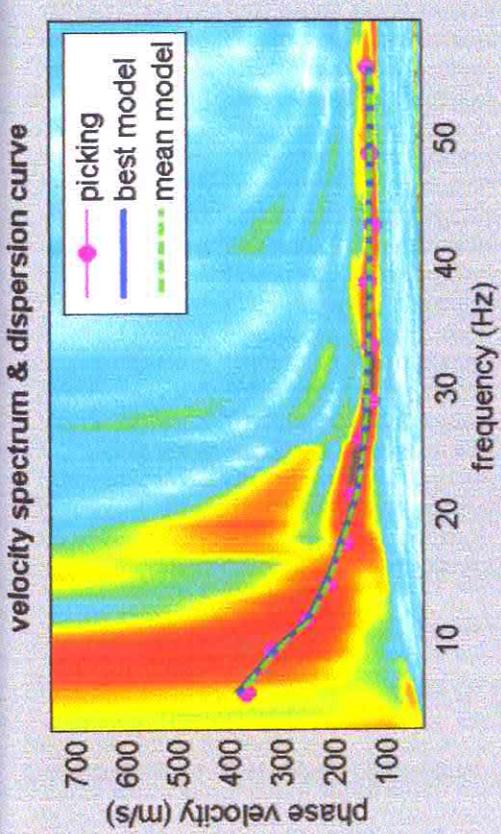
filtering

utilities

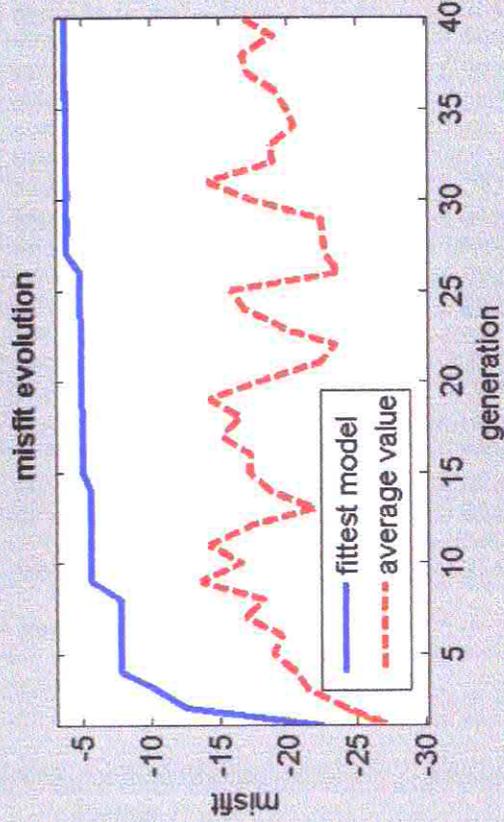
toolbox

attenuation analysis





dataset: 2m.SGY
dispersion curve: 2m.cdp
VS30 (best model): 322 m/s
VS30 (mean model): 320 m/s



Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30m di profondità V_{s30} e quindi individuare la categoria sismica del suolo. Si ricordi quanto già è stato sottolineato in precedenza riguardo alla necessità di avere a disposizione altre informazioni complementari sulla natura e sul comportamento geotecnico del suolo, prima di poter procedere alla classificazione sismica nel caso si sospetti la presenza di suoli di tipo S1 o S2.

1.1 Risultati delle indagini MASW

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico AMBROGEO modello Echo 24/2002 a 16 bit e 24 geofoni verticali Geospace Oyo con frequenza propria di 4.5 Hz.

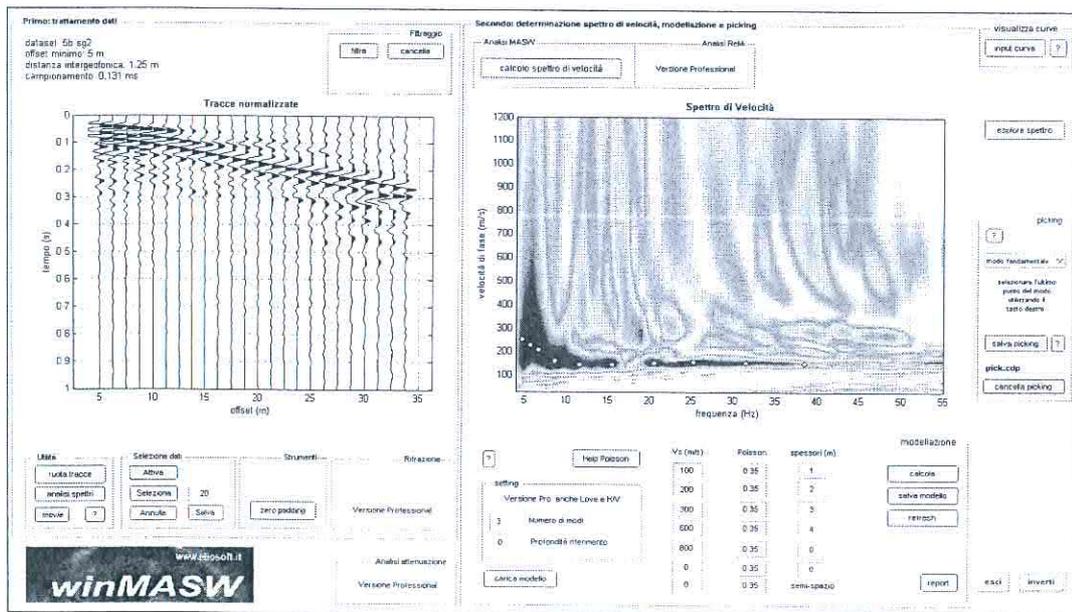
Dati di acquisizione:

N° geofoni = 24

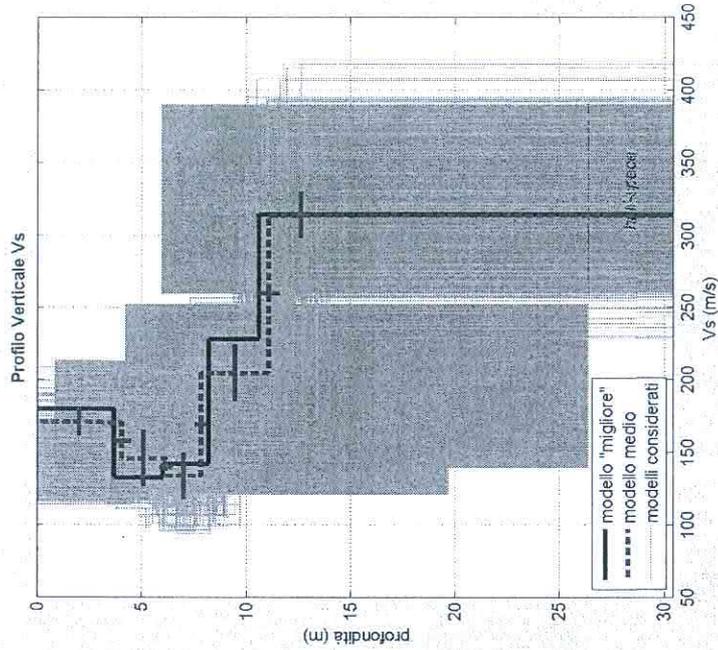
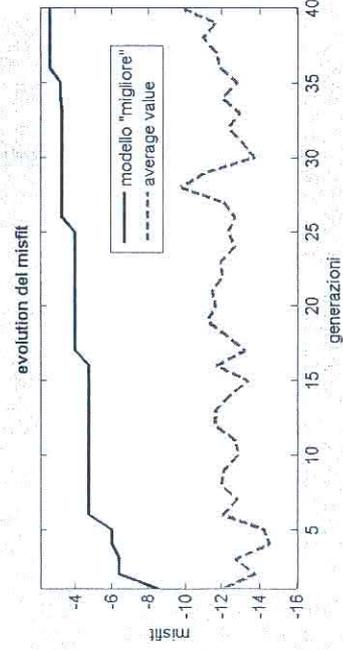
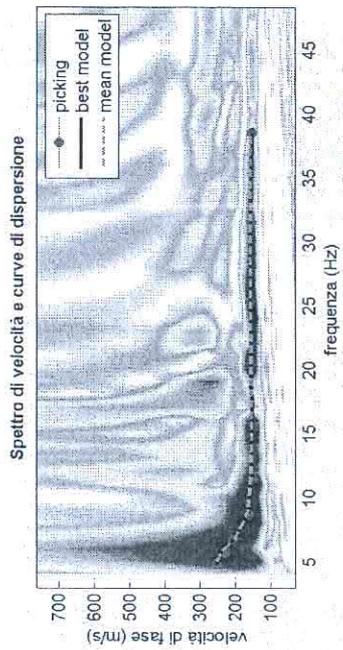
interasse geofoni = 1.25 m

sorgente: mazza battente da 10kg.

Elaborazione MASW 1

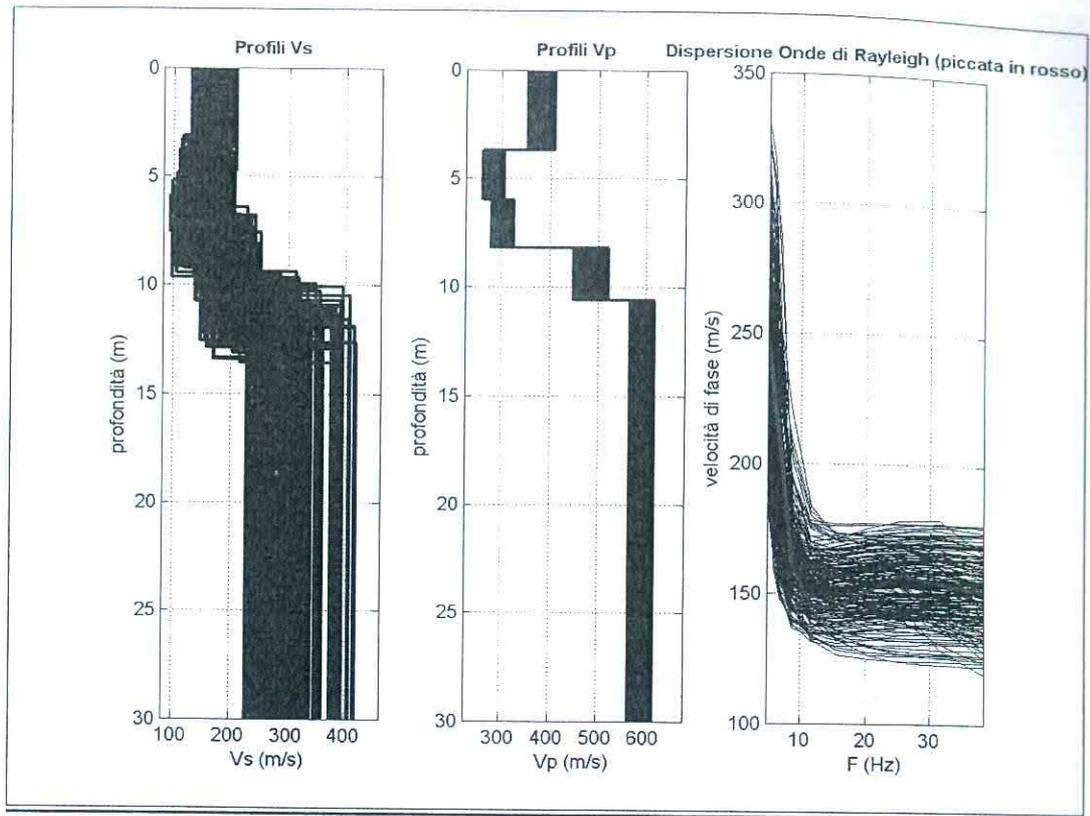


Elaborazione MASW 1



dataset: 5b.sg2
 curve di dispersione: pick.cdp
 VS30 (modello "migliore"): 239 m/s
 VS30 (modello medio): 237 m/s





Modello medio

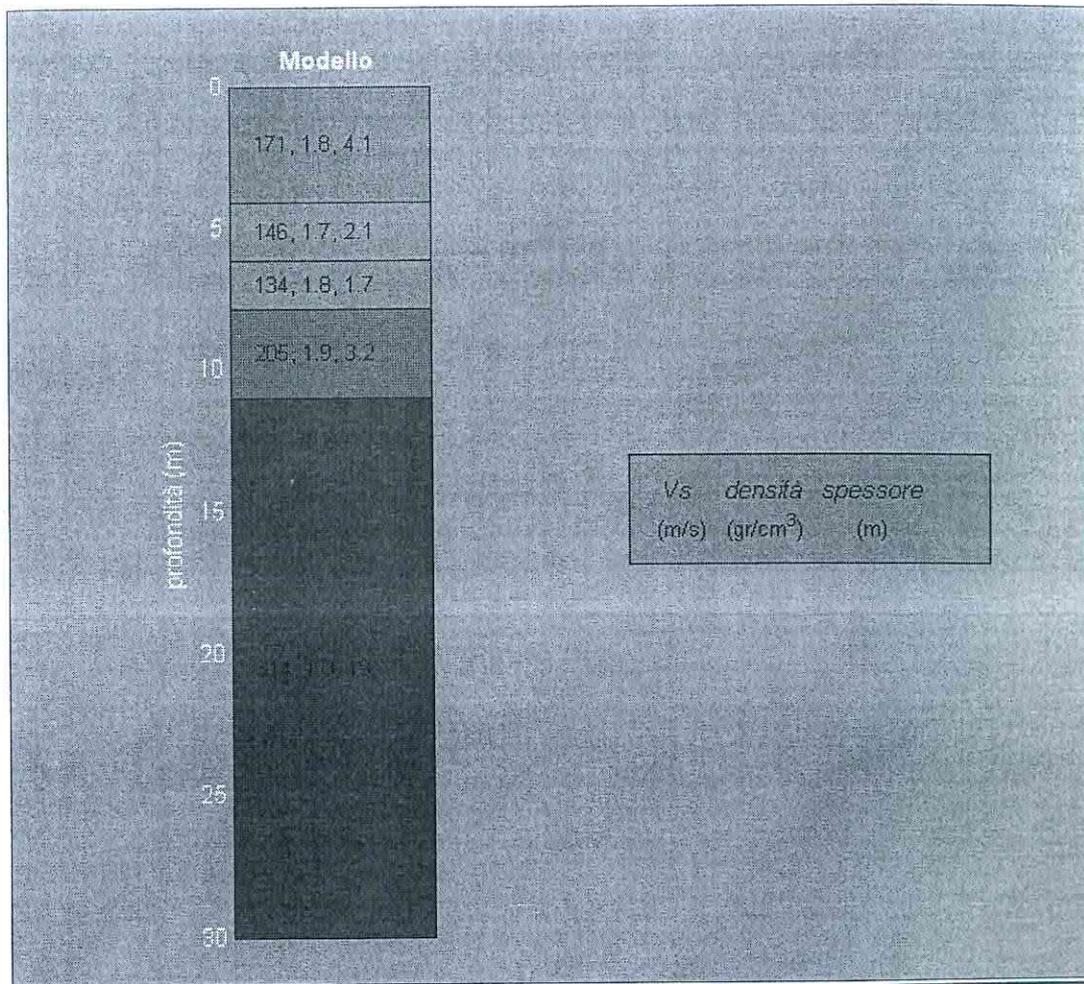
Vs (m/s): 171, 146, 134, 205, 314
 Deviazioni Standard (m/s): 9, 20, 16, 19, 16
 Spessori (m): 4.1, 2.1, 1.7, 3.2
 Deviazioni Standard (m): 0.4, 0.3, 0.3, 0.5

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici (VEDI MANUALE)

Stima VP (m/s): 378, 279, 301, 477, 591
 Stima densità (gr/cm3): 1.82, 1.75, 1.76, 1.87, 1.93
 Stima modulo di Poisson: 0.37, 0.31, 0.38, 0.39, 0.30
 Stima modulo di taglio (MPa): 53, 37, 32, 79, 190
 Stima modulo di compressione (MPa): 189, 86, 118, 322, 420
 Stima modulo di Young (MPa): 146, 98, 87, 219, 495
 Stima modulo di Lamé (MPa): 154, 61, 96, 269, 293

Vs30 (m/s): 237



2 Categoria del suolo di fondazione (D.M. 14/01/2008)

Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, nella nuova normativa viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio V_{sh} all'interno delle coperture.

Nelle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità V_{s30} (definito come il valore medio della velocità di propagazione

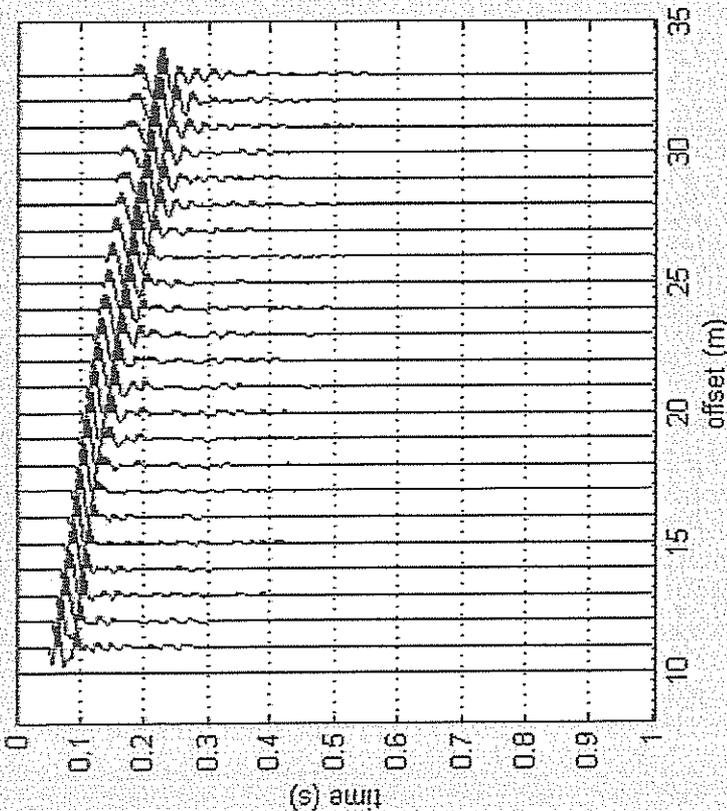
GALA Servizi s.n.c.

Via Lenin 132/a San Martino a Ulmiano - 56017 San Giuliano Terme (PI)
 Tel. 050 9910582 e-mail: info@studiogaia.net - P.Iva 01667250508

#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: 10m sp/1m.80Y
 minimum offset: 10 m
 geophone spacing: 1 m
 sampling: 0.131 ms

normalized traces



filtering

[filter] [cancel]

utilities

file traces: [activate] [select] [cancel] [save]

spectrum: [movie] [?]

data selection: [activate] [select] [cancel] [save]

toolbox: [zero padding]

refraction: [refraction] [100] [upload] [save] [clear refraction]

attenuation analysis

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMI analyses)

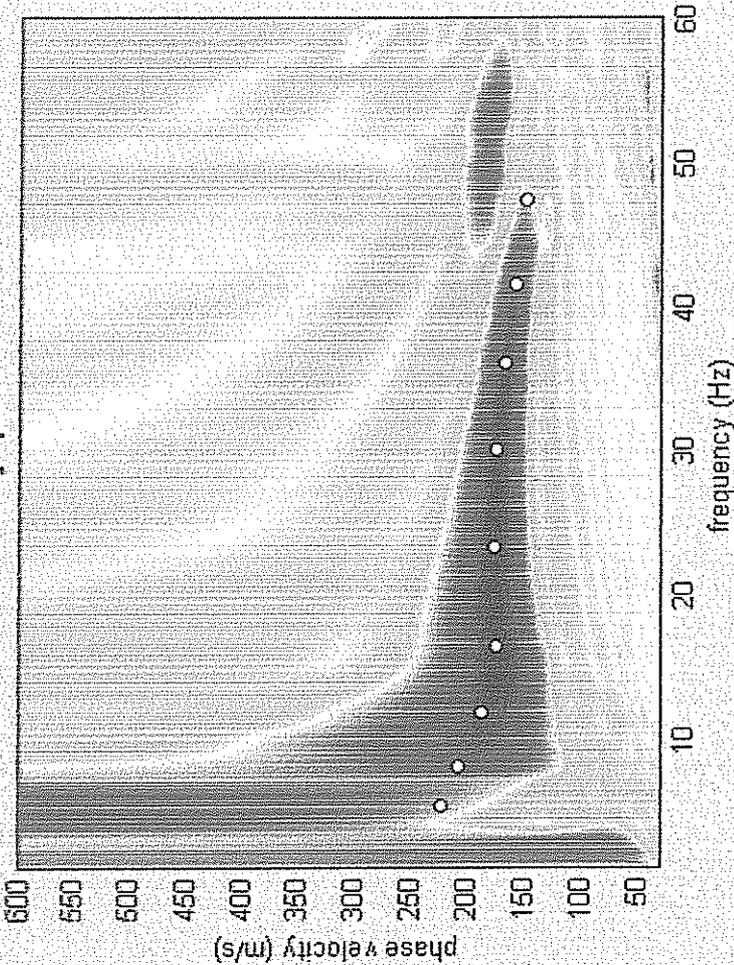
MASW

[calculate spectr...] [Tru...]

ReMI

[spread ReMI spectr...]

velocity spectrum



modelling

about Poiss...

general setting

Rayleigh [?]

Number of: [3] Reference: []

uploaded mo...

vs (m/s) Poisson thickness (m)

100	0.35	1
200	0.35	2
300	0.35	3
600	0.35	4
600	0.35	0
0	0.35	0
0	0.35	half-spac

calculate [?]

save mo... [?]

refresh [?]

report [?]

visualize curves

[plot cur... ?]

explore spectr...

picking

[?]

fundamental

to select the last point of the considered mode click the right button

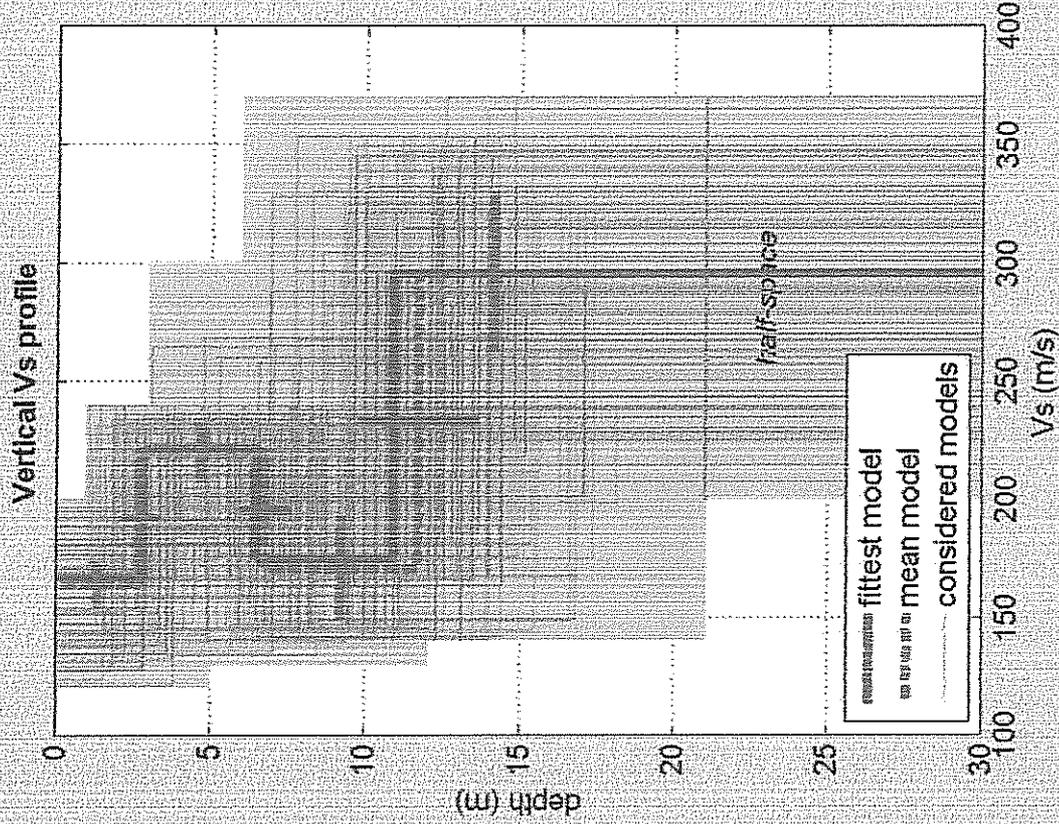
[save pick... ?]

10m.cdp

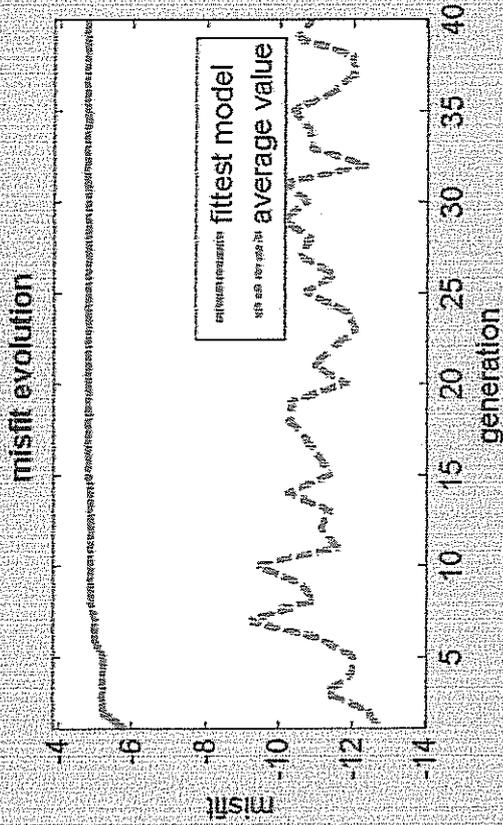
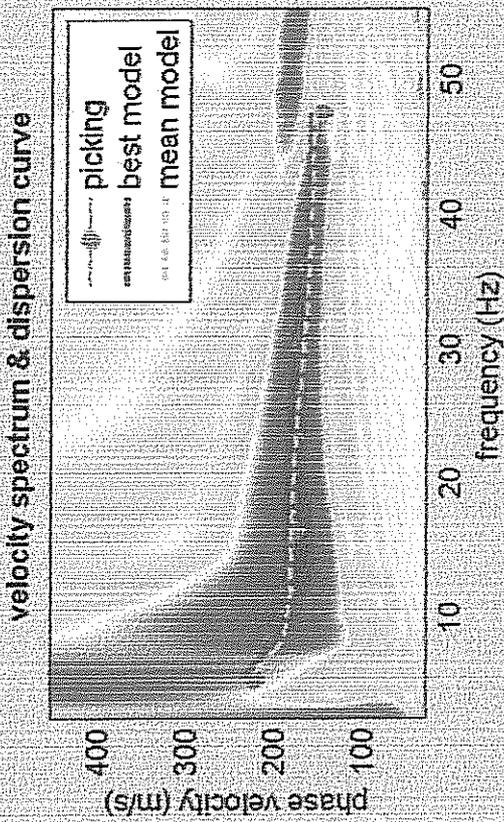
[cancel picking]

[exit] [inversion]





dataset: 10m sp1m.SGY
dispersion curve: 10m.cdp
VS30 (best model): 244 m/s
VS30 (mean model): 239 m/s



L24

16.4319 182.1346
23.3224 176.6964
30.0693 167.8613
36.0985 162.5984
41.5535 159.9455
47.4392 158.3407

SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 17 m

Inversion quality: very good

VS5 (mean model): 186 m/s
VS5 (best model): 187 m/s

VS20 (mean model): 218 m/s
VS20 (best model): 224 m/s

VS30 (mean model): 239 m/s
VS30 (best model): 244 m/s

SECTION#6

Possible Soil Type: C
(based on the mean model)

For Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $VS > 800$ m/s).

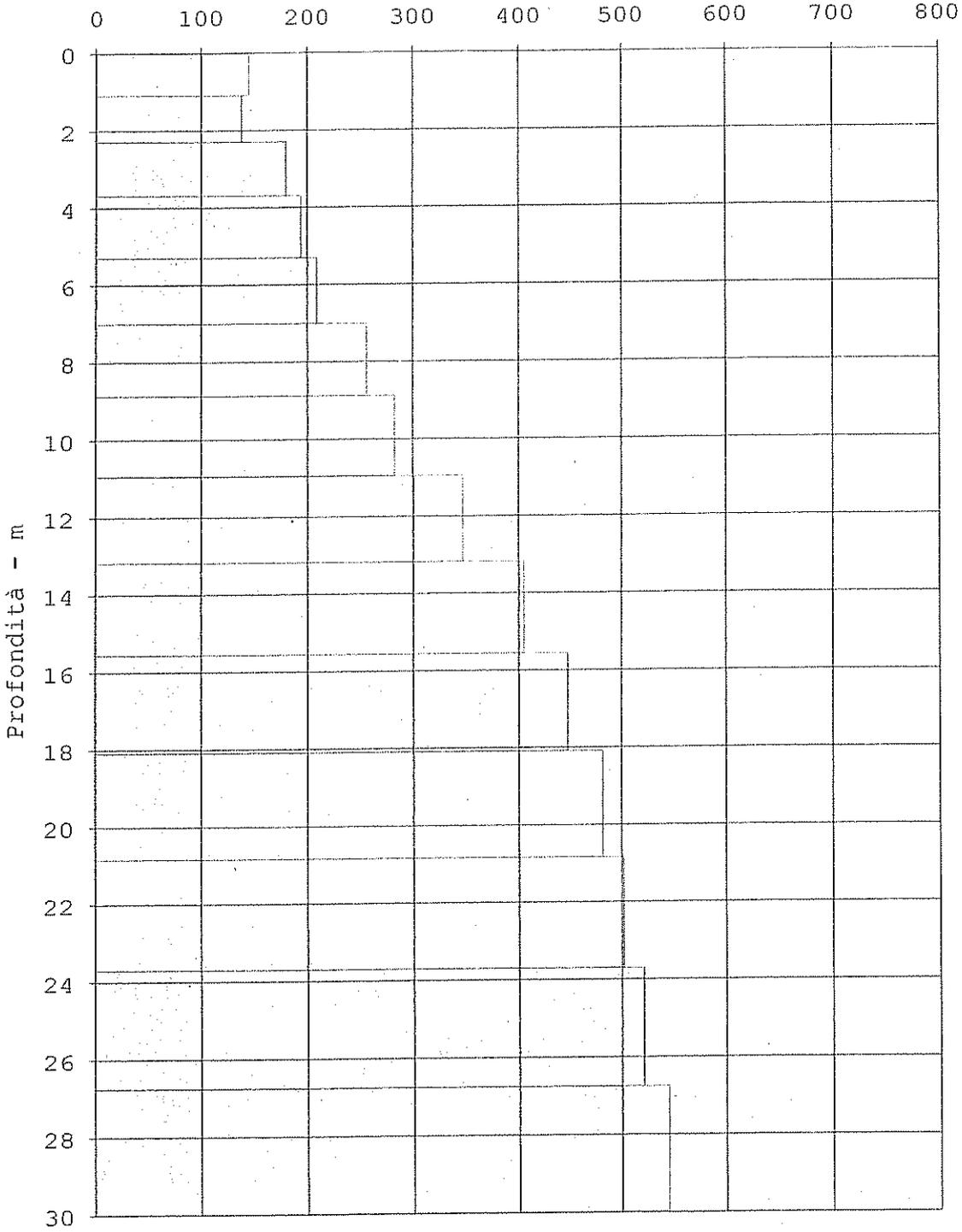
S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < cu_{S30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Results saved in the folder "C:\WINMAS~3\output".

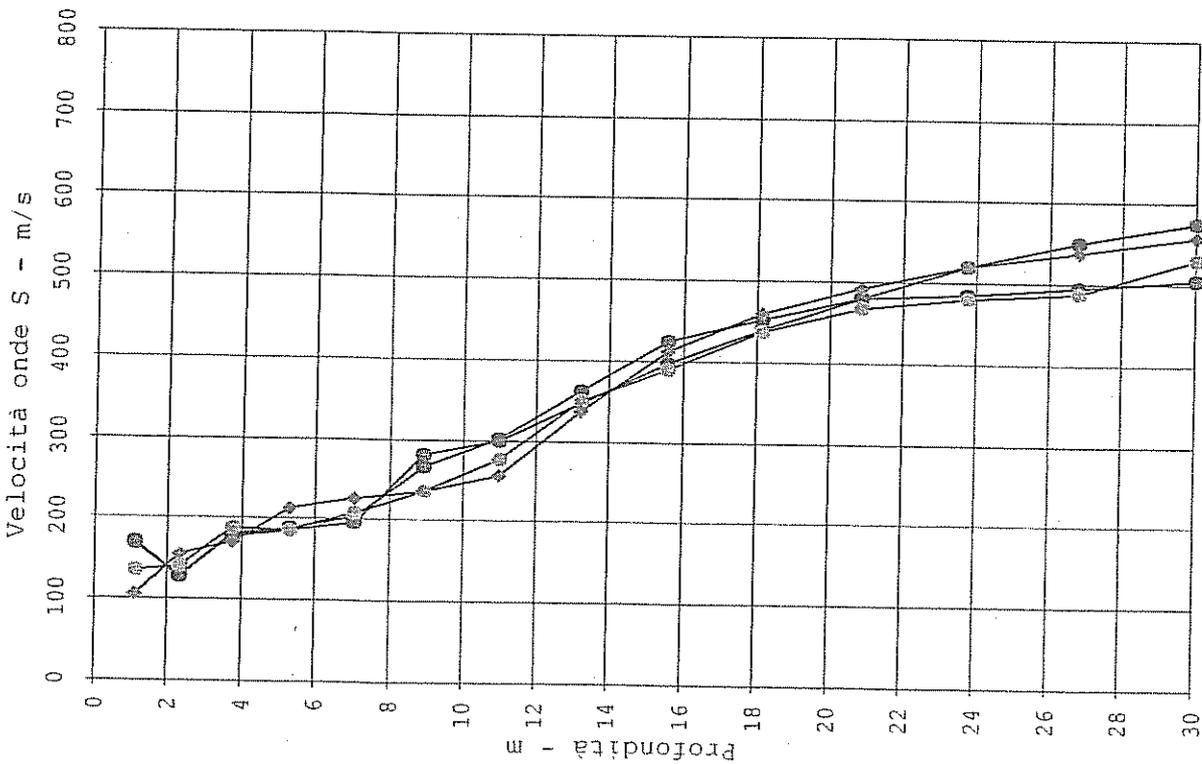
winMASW Pro
Surface Wave Analysis
www.eliosoft.it

Velocità onde S - m/s



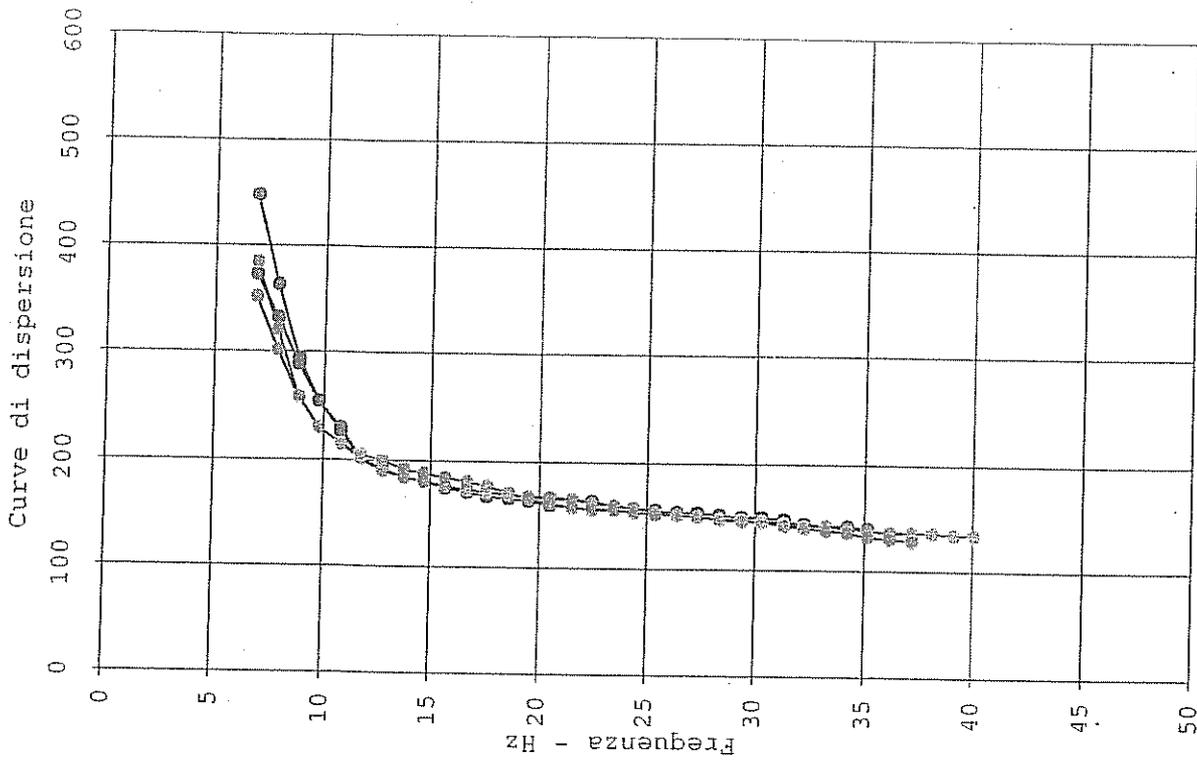
Z m	Vsmedia m/s
0.0	145
1.1	138
2.3	180
3.7	194
5.3	209
7.0	255
8.9	284
10.9	348
13.2	406
15.6	447
18.1	481
20.8	502
23.7	518
26.8	543
30.0	543

Vs30 = 311 m/s - Categoria C

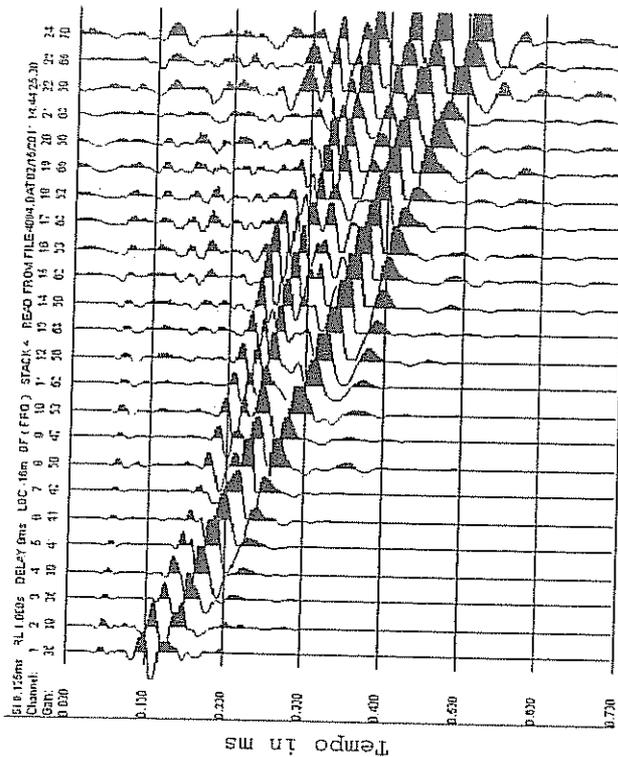
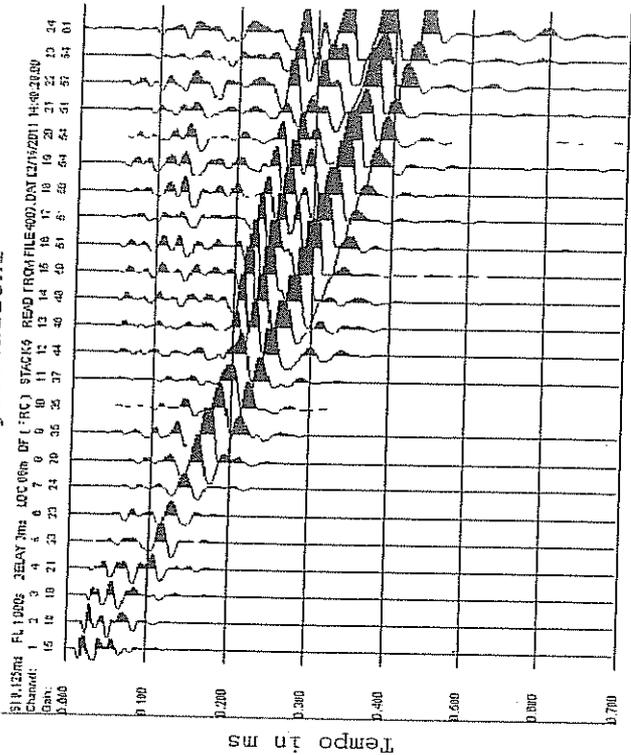


File	4001	4002	4003	4004
Shot m	50	66	-4	-16
Z	VS	VS	VS	VS
m	m/s	m/s	m/s	m/s
1.1	171	168	137	107
2.3	127	127	142	156
3.7	182	178	190	170
5.3	190	187	187	213
7.0	204	195	210	225
8.9	268	282	236	236
11.0	303	298	277	257
13.2	362	347	349	336
15.6	424	398	390	412
18.1	452	439	437	461
20.9	479	482	469	494
23.7	485	522	480	520
26.8	495	552	489	538
30.0	505	577	532	560

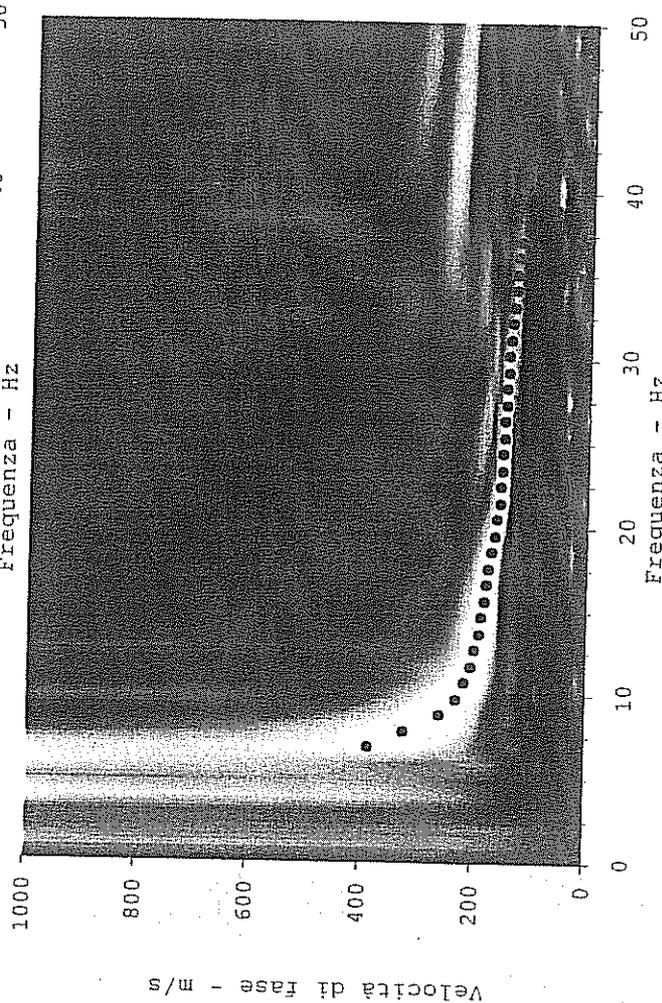
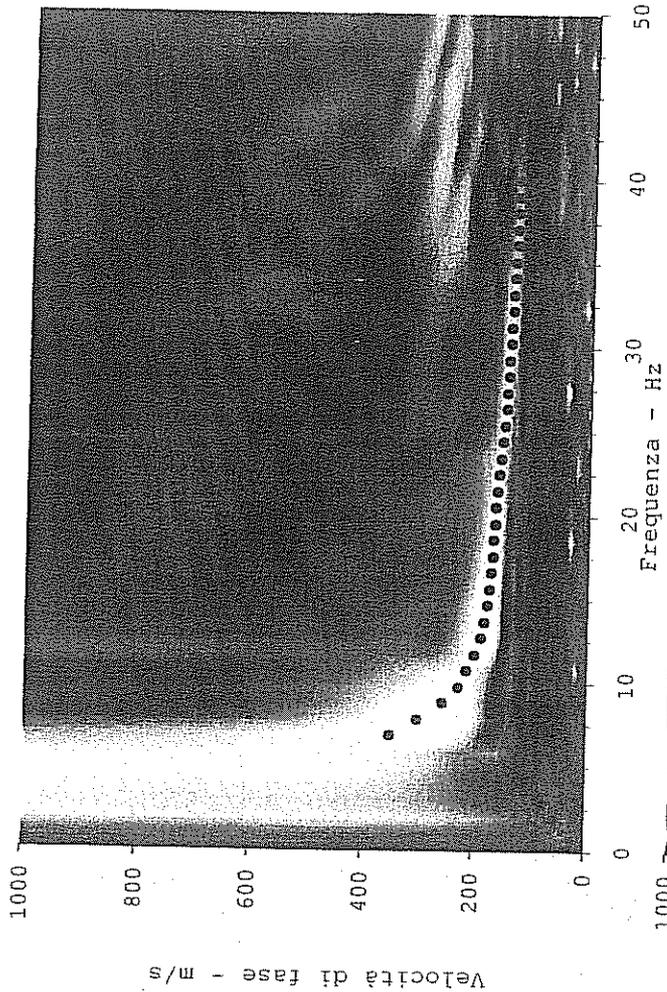
VS30	313	315	305	307
------	-----	-----	-----	-----



Registrazioni



Curve di dispersione



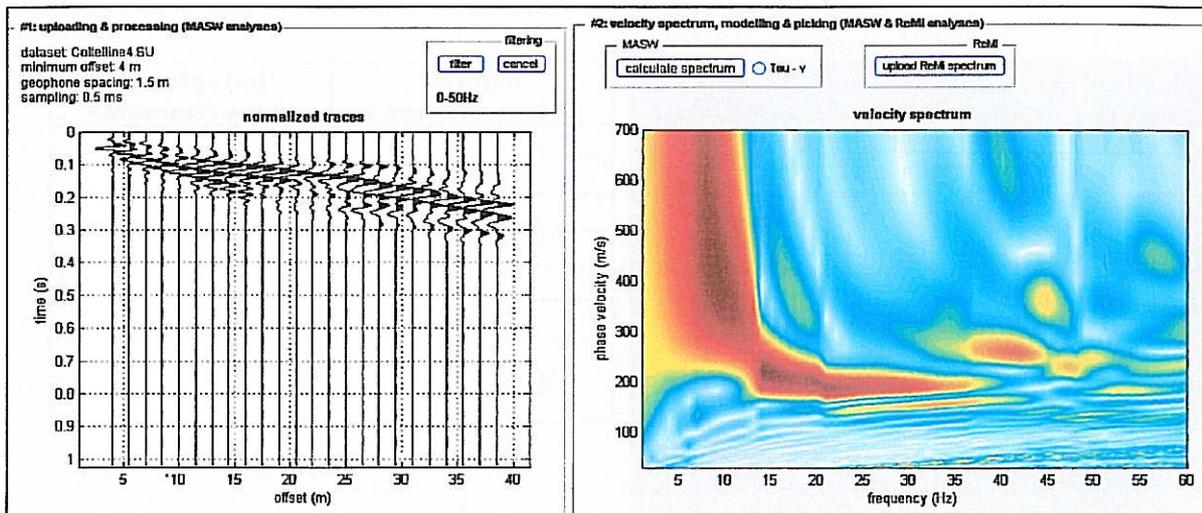


Fig. 2: Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

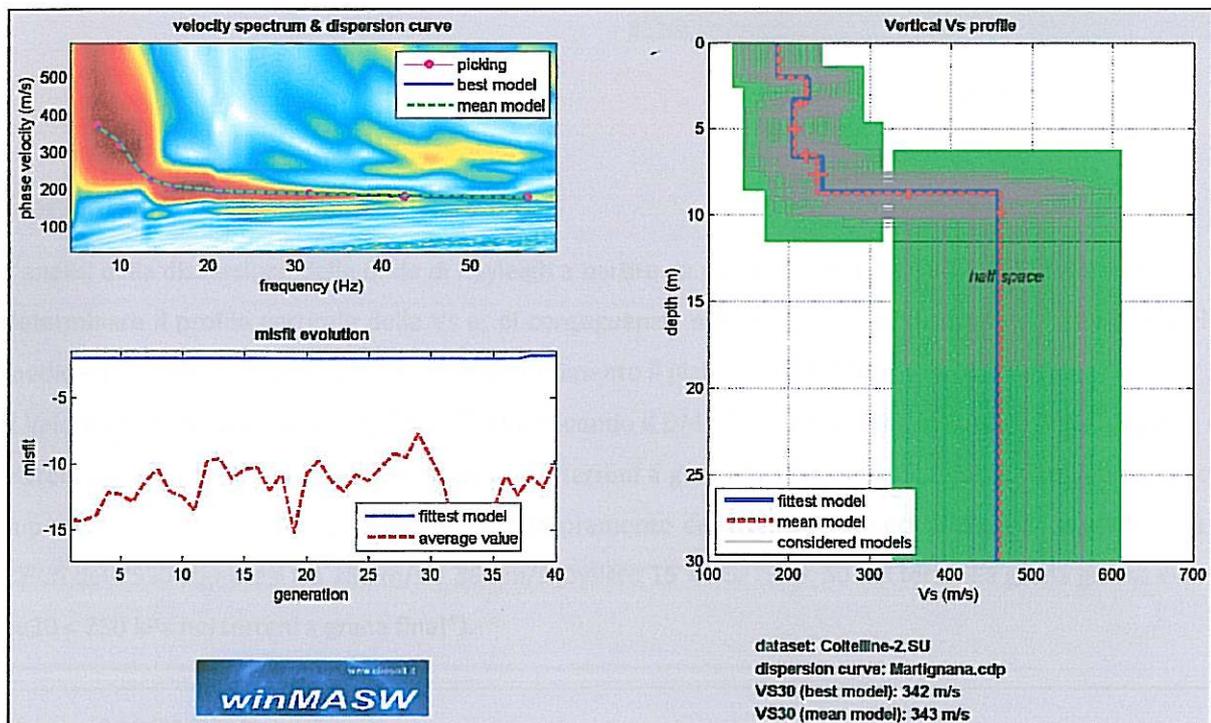


Fig. 3: Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale Vs identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).

Nella **Tabella 1** e nella **Figura 4** vengono riportati gli spessori, le relative velocità e la densità, stimati.

Spessore (m) e deviazione standard	Vs (m/s) e deviazione standard
2.1 ± 0.1	187 ± 4
1.5 ± 0.2	222 ± 4
3.0 ± 0.4	207 ± 9
2.2 ± 0.3	236 ± 11
semi-spazio	462 ± 5

**Tab. 1: Modello medio individuato
(Vs30 del modello medio dal p.c.: 343 m/s)**

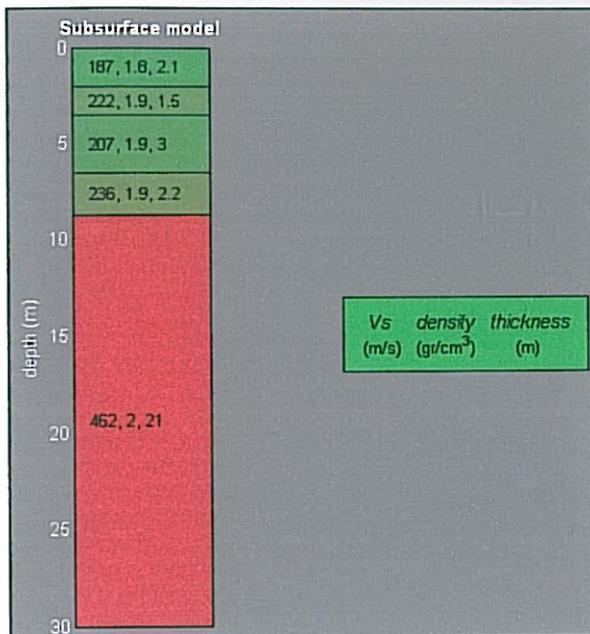


Fig. 4: Profilo verticale dalla Vs

Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato – per il modello medio – pari a **343 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Il Valore della Vs 30 porta a classificare il sito, secondo il DM 14 gennaio 2008, in **categoria C** ("Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)").

Firenze, li 13/05/2010

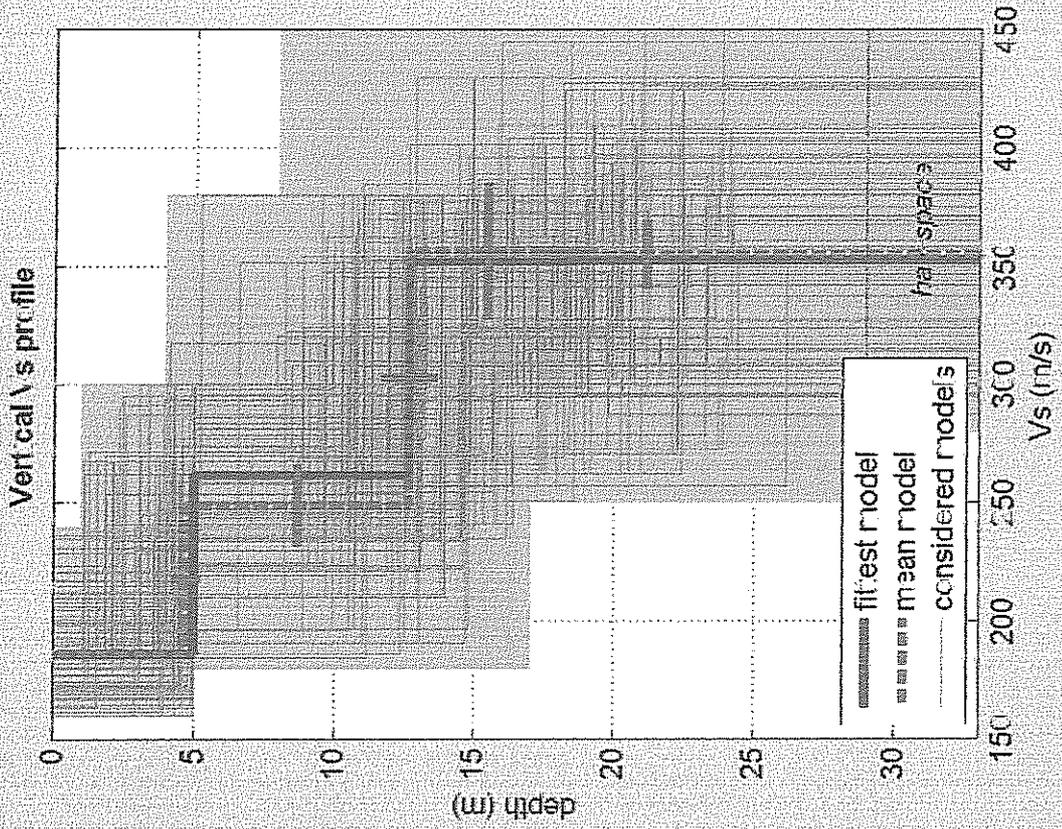
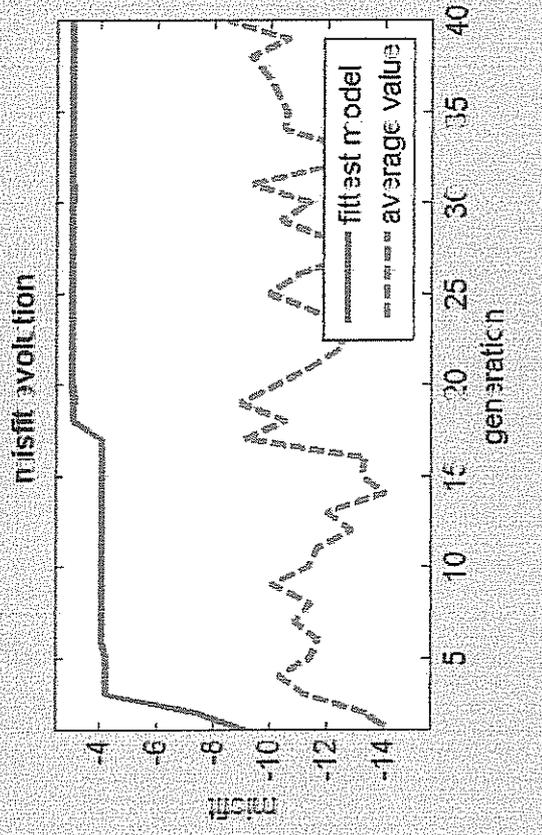
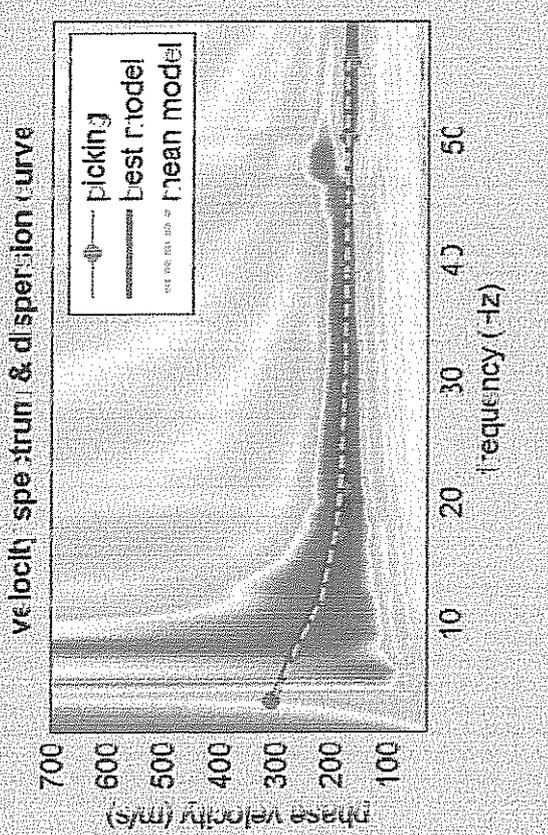
I Tecnici

Dott. Geol. Santi Accetta

Santi Accetta

Dott. Geol. Silvio Brenna

Silvio Brenna



catalog: 5m.SG17
 dispersion curve: pic 5m .in.cc.p
 \ S30 best model): 2.35 m.s
 \ S30 mea) model): 283 m/s



winMASW_report

BEST MODEL

Vs (m/s): 186 262 352 353
thickness (m): 5 7.694 5.8655

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s):	387	545	733	660
Density (gr/cm3):	1.82	1.91	1.98	1.95
Vp/Vs ratio:	2.08	2.08	2.08	1.87
Poisson:	0.35	0.35	0.35	0.30
Young modulus (MPa):	170	353	662	633
Shear modulus (MPa):	63	131	245	243
Lamé (MPa):	147	305	573	364
Bulk modulus (MPa):	189	392	736	526

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
3.65572	305.5432
7.53163	273.2264
12.1253	223.7948
17.5803	194.4189
21.1691	185.0122
31.2178	176.2283
39.8309	174.6023
45.7165	174.2231
50.1667	174.0831
56.3394	173.9859

==o== SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 34 m

Inversion quality: very good

VS5 (mean model): 190 m/s
VS5 (best model): 186 m/s

VS20 (mean model): 257 m/s
VS20 (best model): 260 m/s

VS30 (mean model): 283 m/s
VS30 (best model): 285 m/s

==o== SECTION#6

Possible Soil Type: C
(based on the mean model)

For Italian Users:

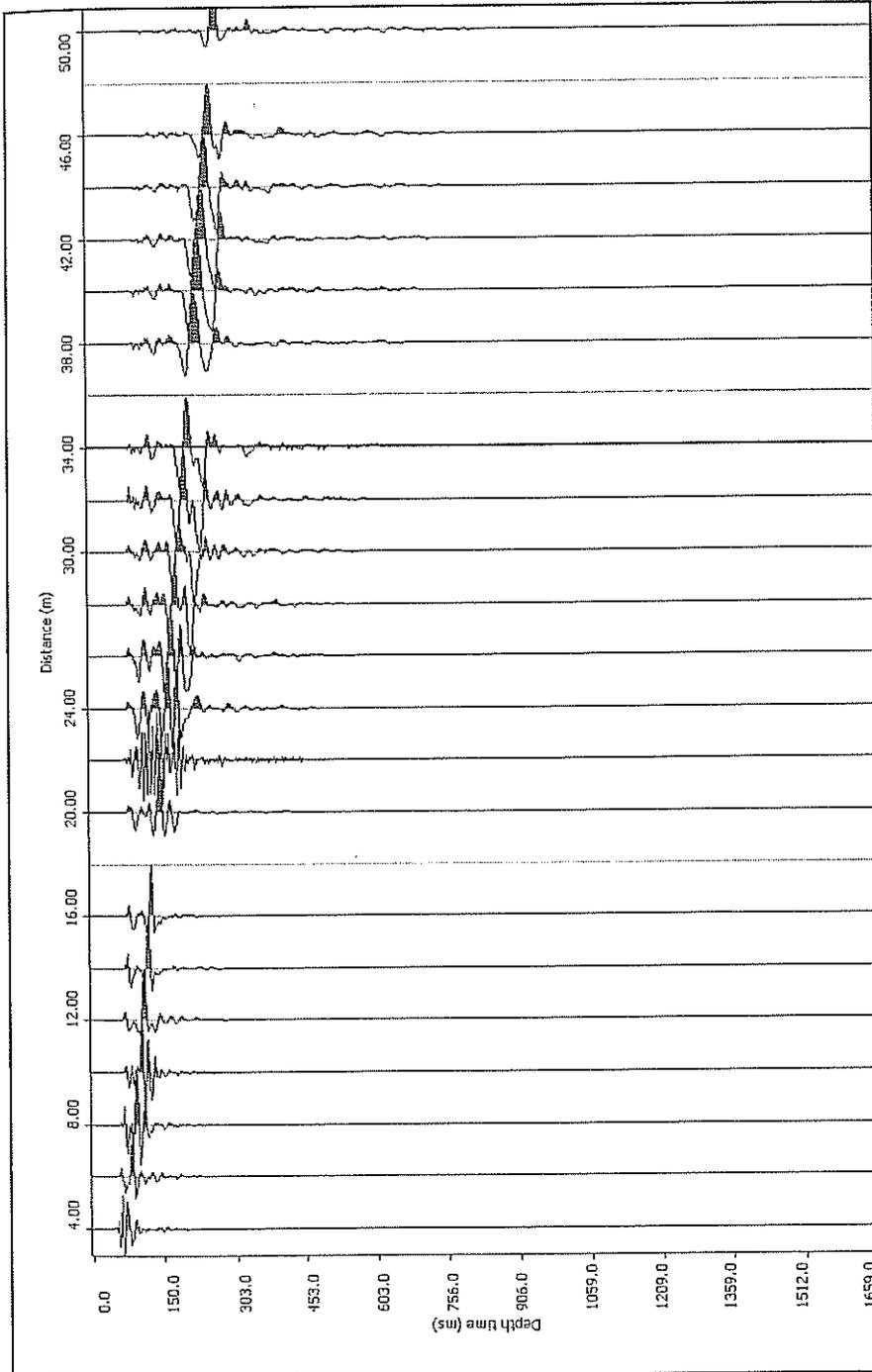
Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):
A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

So.Ge.T. s.n.c.
Società di Geofisica

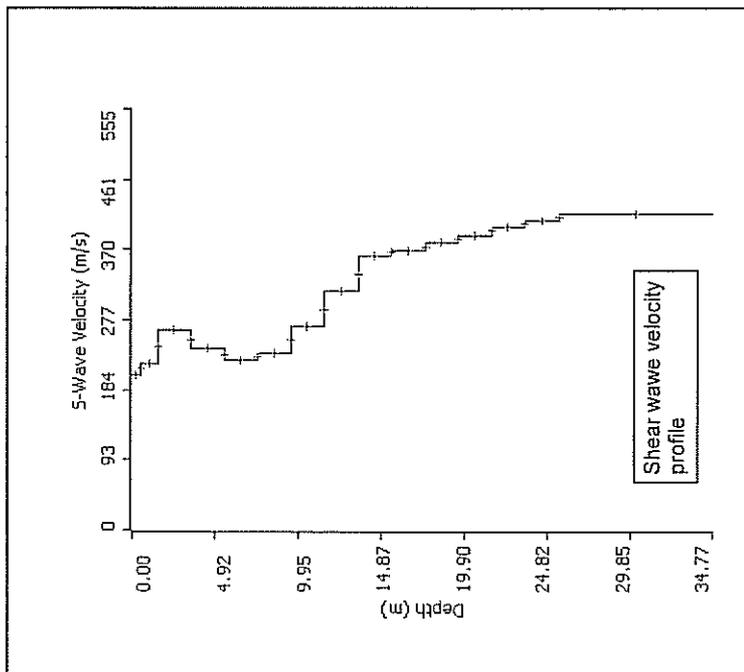
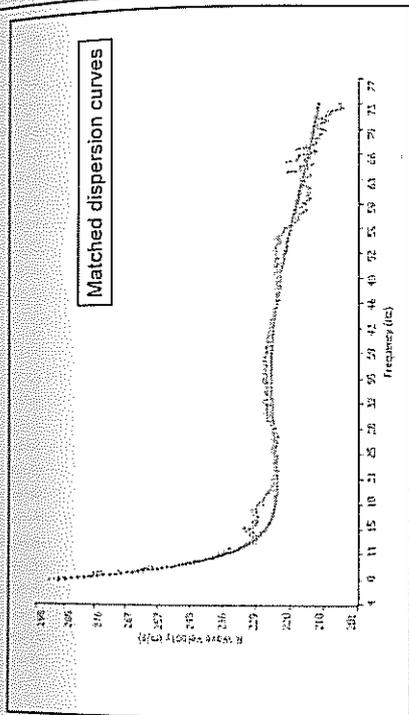
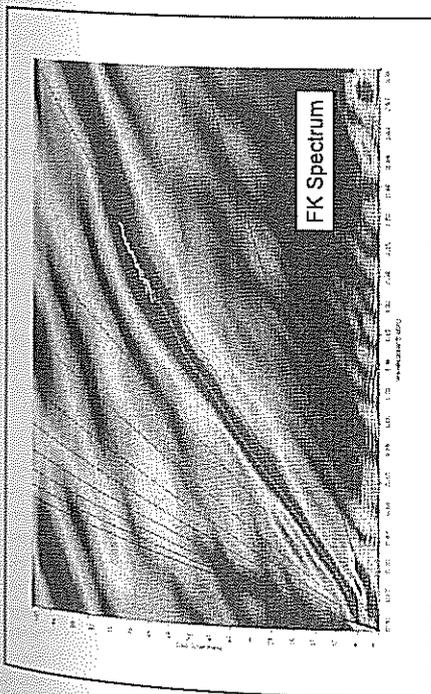
So.Ge.T.
Società di Geofisica
Via per S. Alessio, 1713/C
55100 S. Alessio (Lucca)
P.I.C.F. 0211650466
Tel. & Fax: +39 503 09723
E-mail: s.g.t@sogeti.it

Oggetto: Sismogramma

Comune: Empoli		Data: 14 maggio 2010	
Formato: A3		Indirizzo: Via di Cornelia, 41	
		Empoli (FI)	
		TAV.	
		N° 2	



So.Ge.T. S.n.c.
Società di geofisica



Layer	Thick. (m)	Depth (m)	Vs (m/s)
Layer 1	0.50	0.50	305
Layer 2	1.00	1.50	220
Layer 3	2.00	3.50	294
Layer 4	2.00	5.50	230
Layer 5	2.00	7.50	224
Layer 6	2.00	9.50	234
Layer 7	2.00	11.50	268
Layer 8	2.00	13.50	314
Layer 9	2.00	15.50	362
Layer 10	2.00	17.50	368
Layer 11	2.00	19.50	379
Layer 12	2.00	21.50	399
Layer 13	2.00	23.50	400
Layer 14	2.00	25.50	409
Layer 15	2.00	27.50	416

So.Ge.T. Società di Geofisica
Via per S. Alessio, 1732/C
55100 S. Alessio (Lucca)
P.I./C.F. 02115540468
Tel. e Fax. +39 583 057233
www.geofisica.it - e-mail: info@geot.it

Comune: Empoli
Indirizzo: Via di Corniola, 41
Formato: A3
TAV: N° 3

Commitment: Sig. re Lami Fulvio
Data: 14 maggio 2010

Oggetto: M.A.S.W. - risultati

Schematicamente il processo di analisi è il seguente:

- 1) Creazione dello spettro FK;
- 2) Ricerca del miglior fitting fra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica;
- 3) Profilo di velocità delle onde S;

Il sismografo utilizzato per le misure sismiche è un SUMMIT™ Compact, uno strumento della DMT (Germania), a 24 canali e dinamica del convertitore analogico digitale a 24 Bit (Tecnologia Delta Sigma).

L'acquisizione del segnale è stata eseguita su uno stendimento di 24 geofoni aventi frequenza di 4,5 Hz equidistanziati di 2 metri. L'energizzazione è avvenuta utilizzando una mazza del peso di 8 Kg incidente su un piastra metallica. L'energia prodotta ed il contenuto in frequenza dell'energizzazione sono risultati adeguati per le finalità dello studio ed il sismogramma ottenuto è risultato sempre di buona qualità. L'energizzazione è avvenuta in quattro posizioni differenti, due dalla parte del geofono n°1 (rispettivamente a -2 m e a -4 m dal geofono n°1) e due dalla parte opposta (a +48 m e a +50 m dal geofono n°1). In mancanza di informazioni precise il coefficiente di Poisson e la densità dei terreni sono stati assunti pari rispettivamente a 0.333 e 1800 Kg/m³.

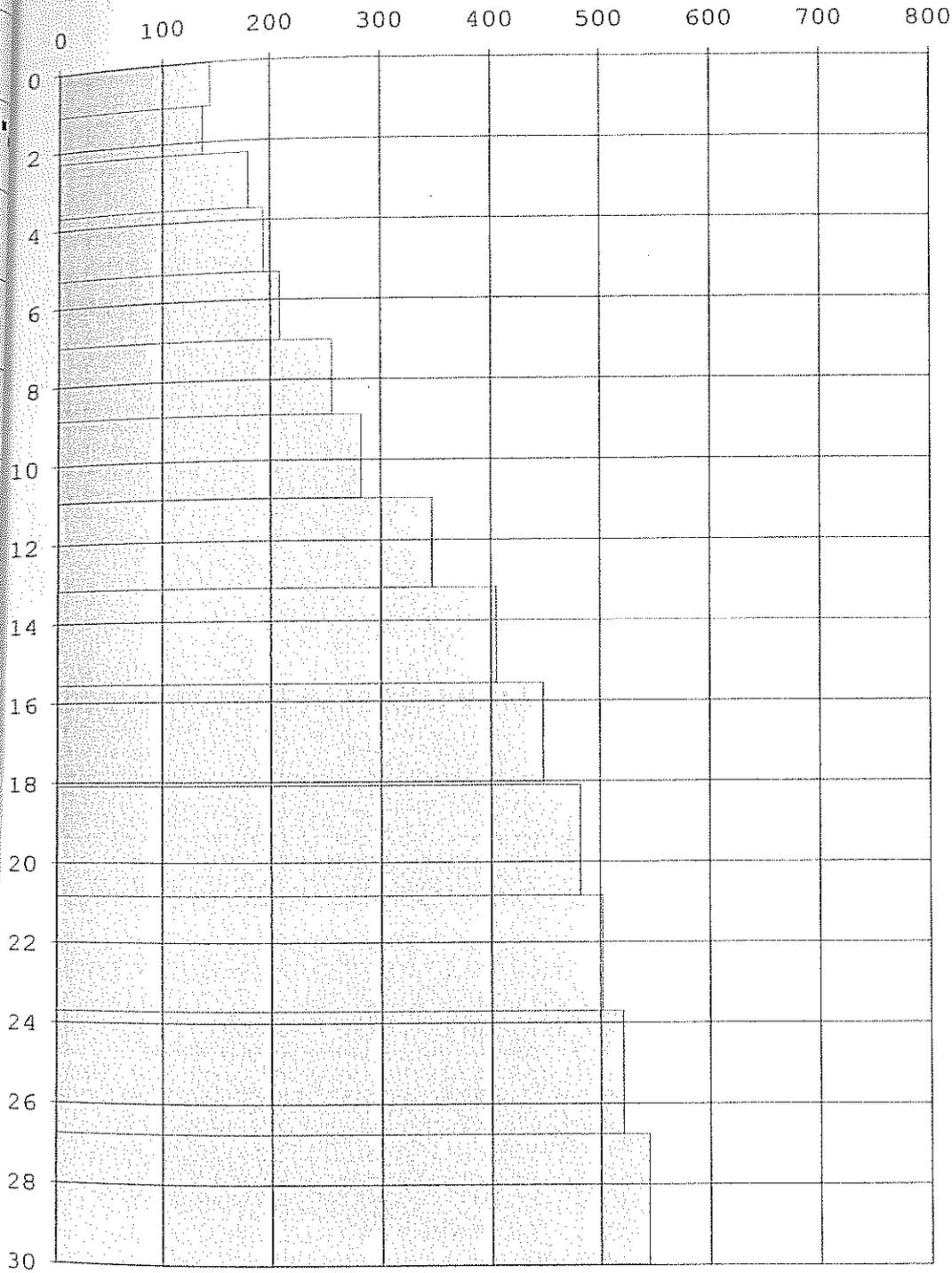
A conclusione di quanto fin qui scritto, si evidenzia come le analisi eseguite conducano a valori di Vs30 minimi pari a circa **311 m/s** nell'intervallo di profondità 0-30 m. Il parametro Vs30 risulta pertanto compreso fra 180 m/s e 360 m/s e corrisponde ad un suolo di fondazione classificato come di seguito indicato:

CATEGORIA 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 Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Infine si fa presente che per definizione della categoria di suolo concorrono, oltre al parametro Vs30 anche altri fattori (come ad esempio la presenza di terreni liquefacibili) che possono comportare l'inquadramento nella categoria S2 e che devono essere necessariamente valutati attraverso altre tipologie di indagine.

Velocità onde S - m/s

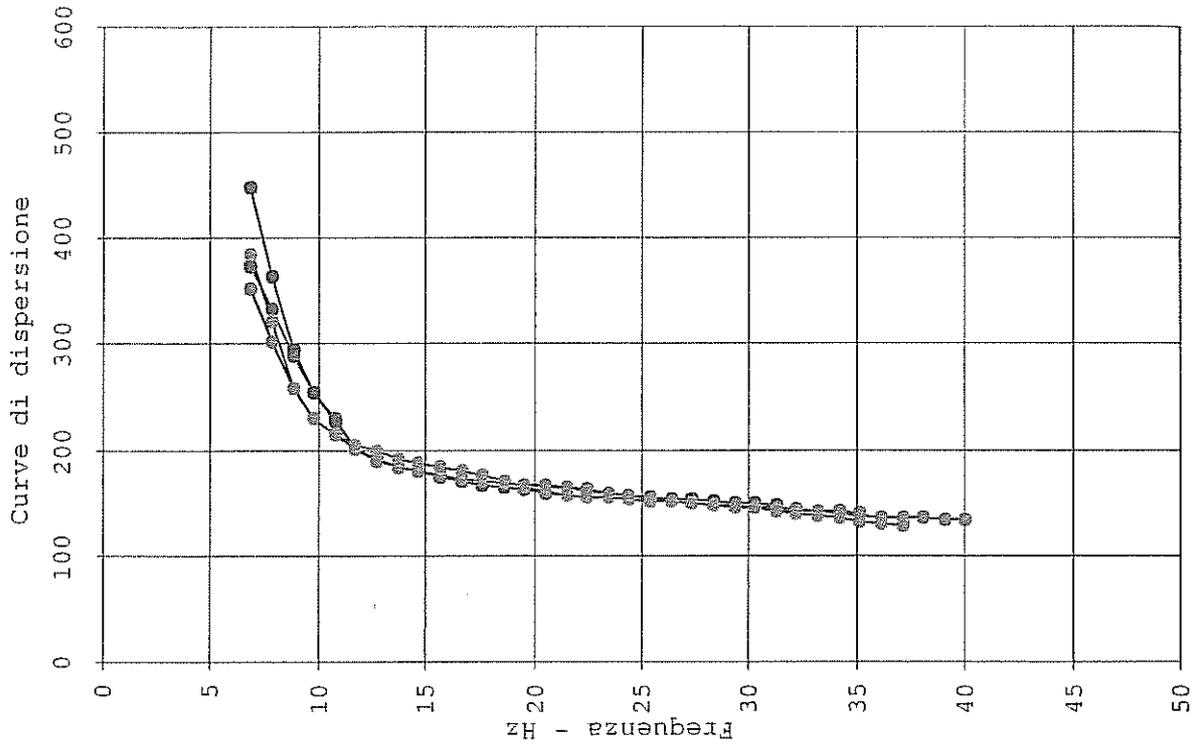


Z m	Vsmedia m/s
0.0	145
1.1	138
2.3	180
3.7	194
5.3	209
7.0	255
8.9	284
10.9	348
13.2	406
15.6	447
18.1	481
20.8	502
23.7	518
26.8	543
30.0	

16

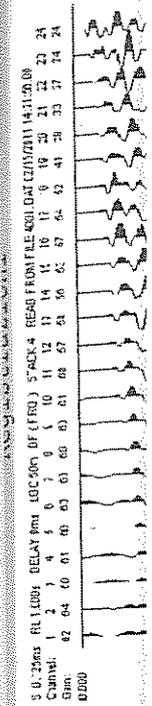
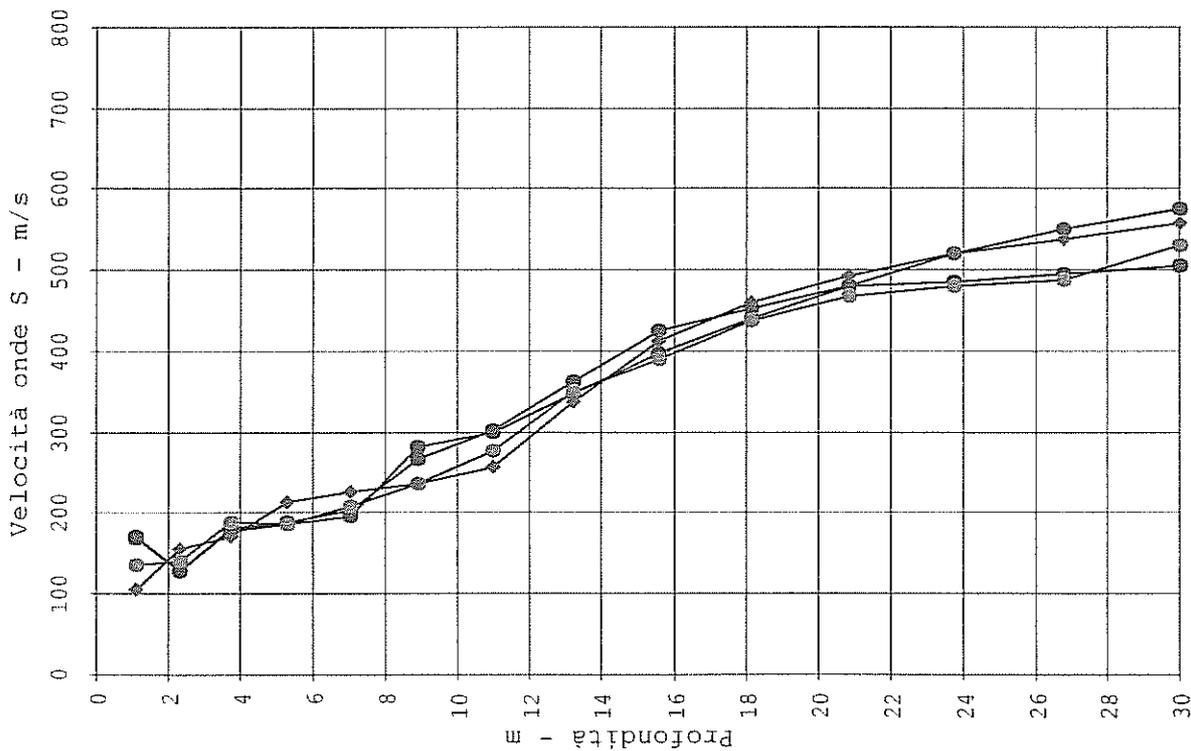
Vs30 = 311 m/s - Categoria C

kPa
kPa
MPa
MPa



File	4001	4002	4003	4004
Shot m	50	66	-4	-16
Z	VS	VS	VS	VS
m	m/s	m/s	m/s	m/s
1.1	171	168	137	107
2.3	127	127	142	156
3.7	182	178	190	170
5.3	190	187	187	213
7.0	204	195	210	225
8.9	268	282	236	236
11.0	303	298	277	257
13.2	362	347	349	336
15.6	424	398	390	412
18.1	452	439	437	461
20.9	479	482	469	494
23.7	485	522	480	520
26.8	495	552	489	538
30.0	505	577	532	560

VS30	313	315	305	307
------	-----	-----	-----	-----

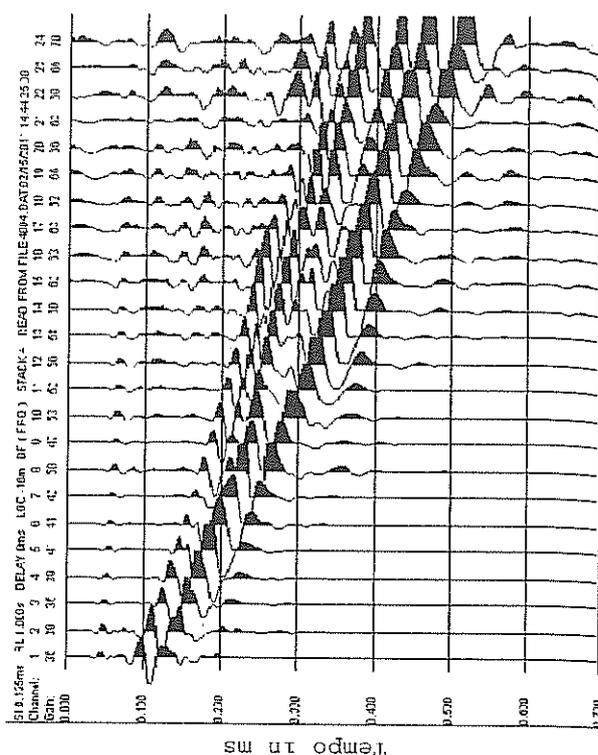
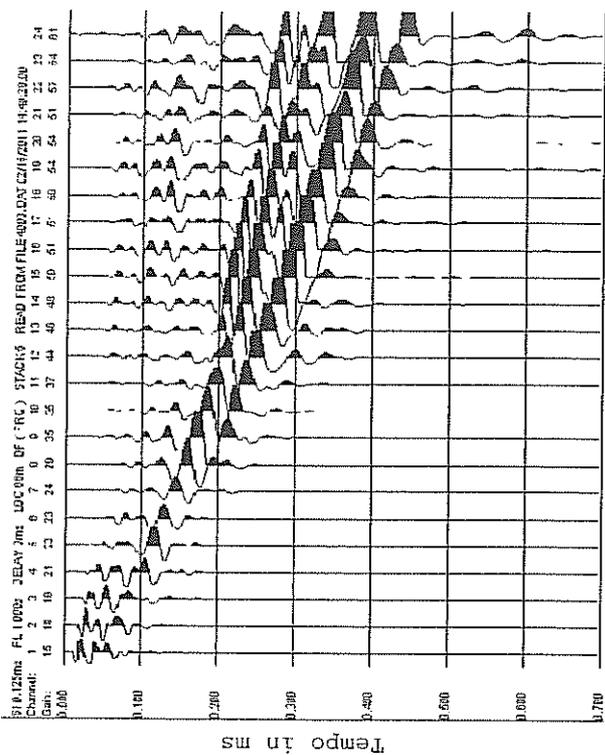


Curve di dispersione

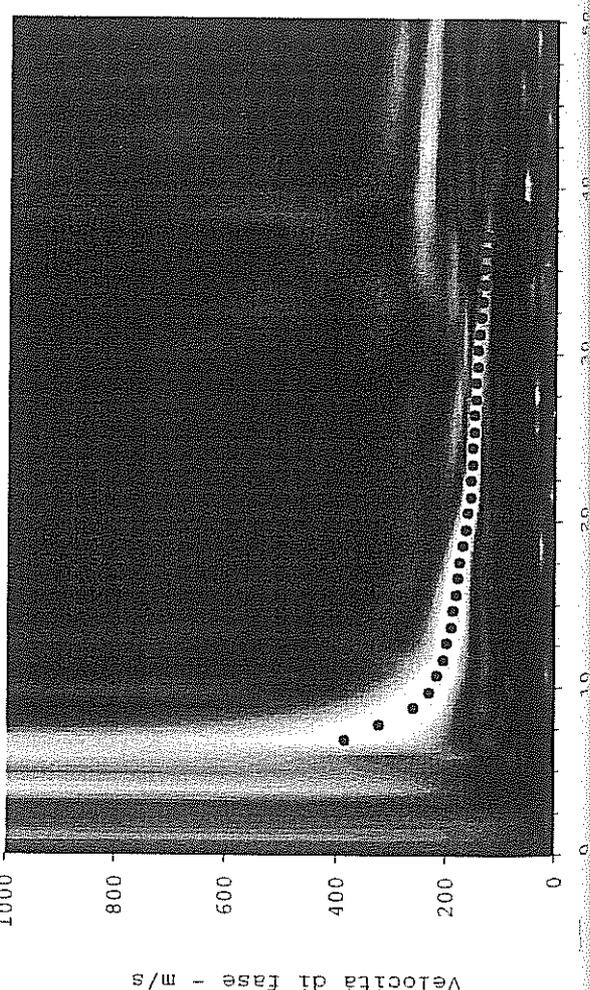
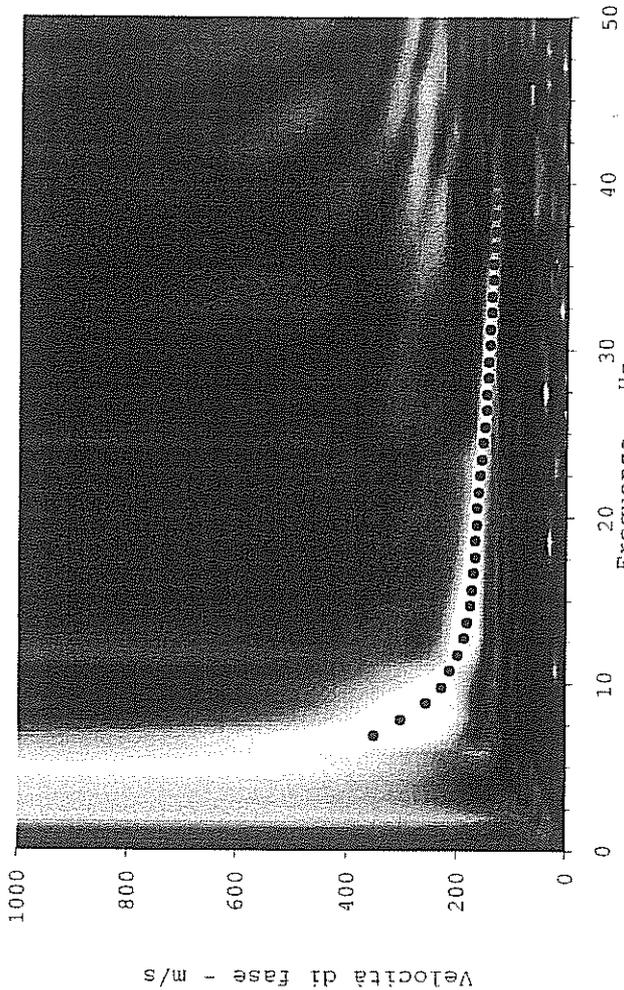
1000

S: 23ms RL100; BELN fm LOC500 DF (FREQ) S: 23ms 4 RESE PROFILE-001.DAT (2/17/21) 14:11:00

Registrazioni

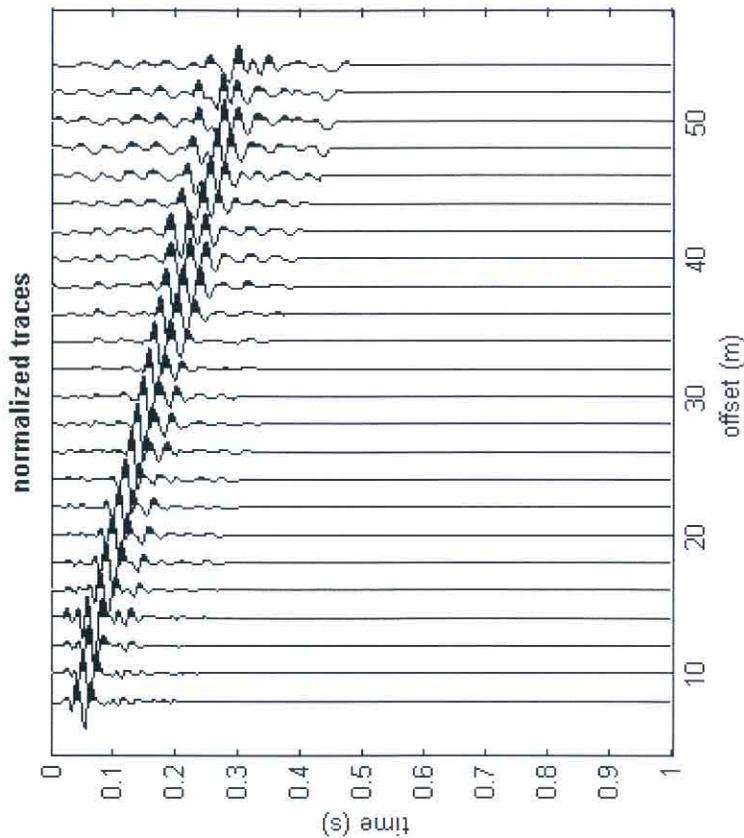


Curve di dispersione



#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: Lapi Alex 8 m.sgy
 minimum offset: 8 m
 geophone spacing: 2 m
 sampling: 0.131 ms



utilities

flip traces

spectrum

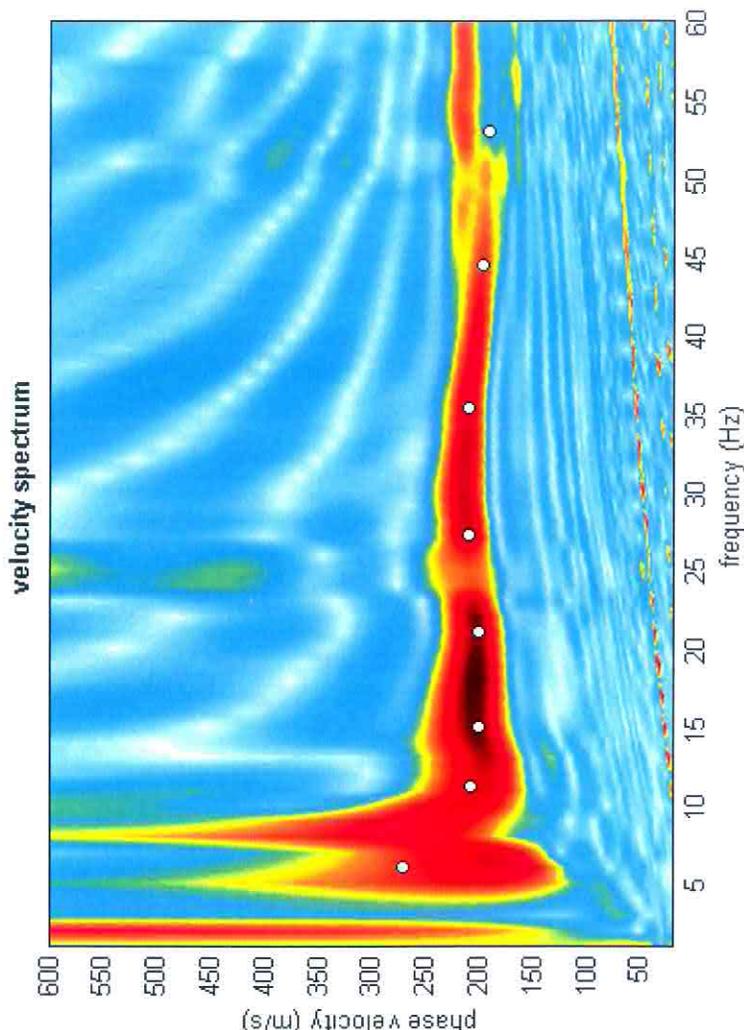
refraction

quick refraction



#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)

MASW Tau - v ReMi



modelling

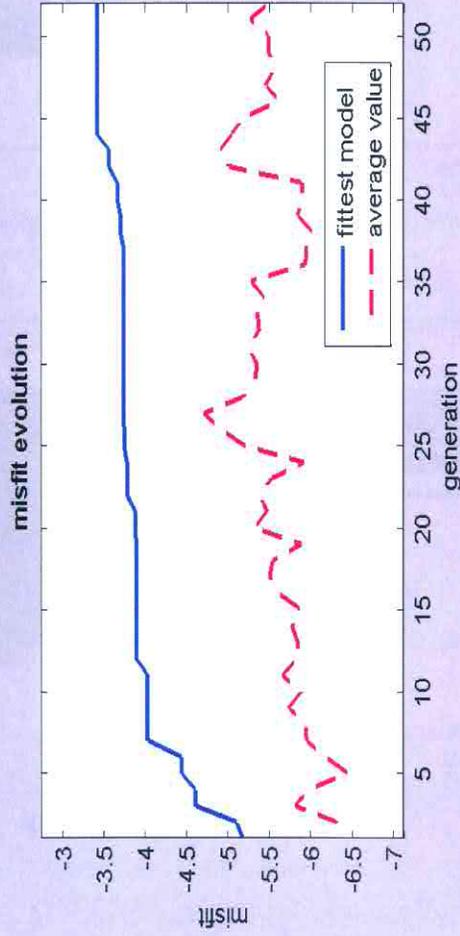
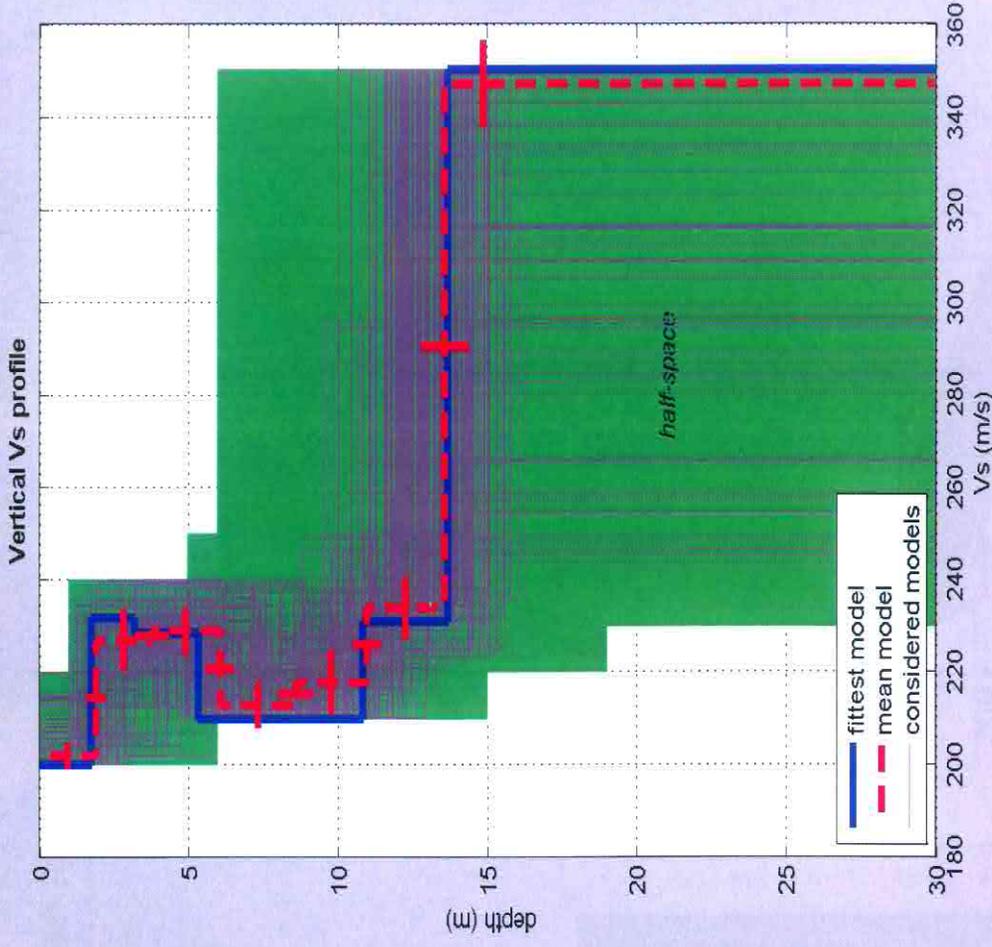
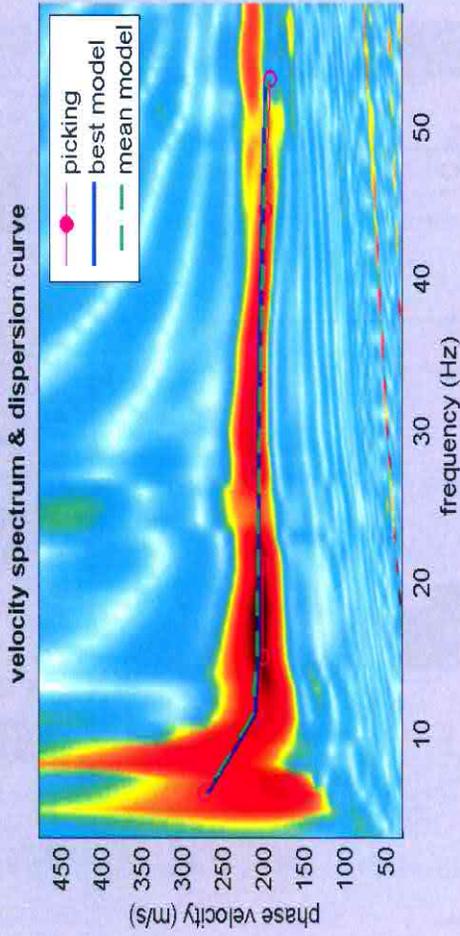
parameters

upload model

eigen period

explore spectrum

Lapi gelatine 8 m.cdp
 use the right button to select the last point of the considered mode



dataset: Lapi Alex 8 m.sgy
dispersion curve: Lapi gelatine 8 m.cdp
VS30 (best model): 274 m/s
VS30 (mean model): 275 m/s



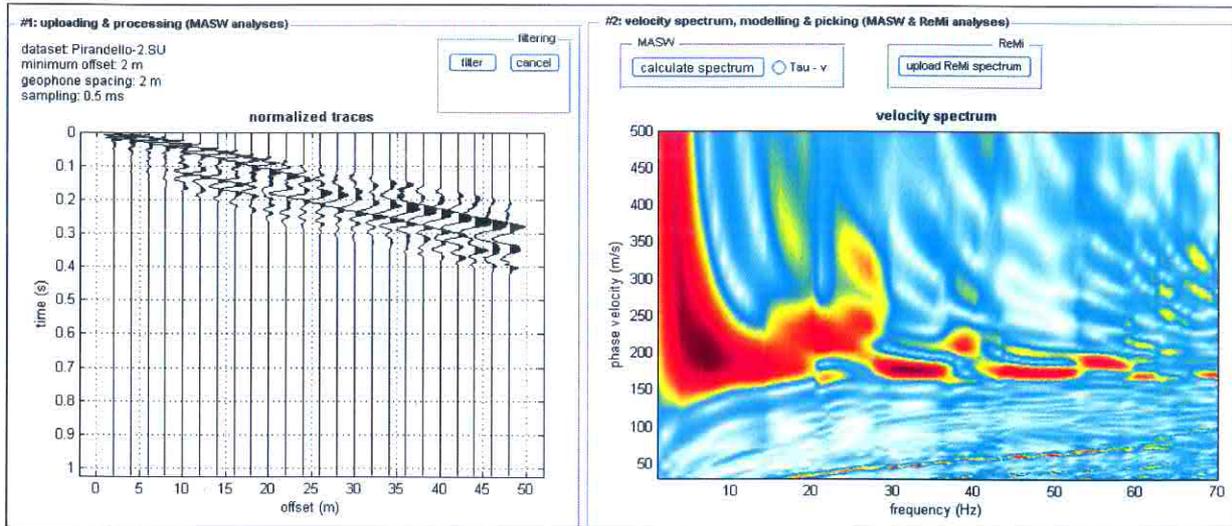


Fig. 2: Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

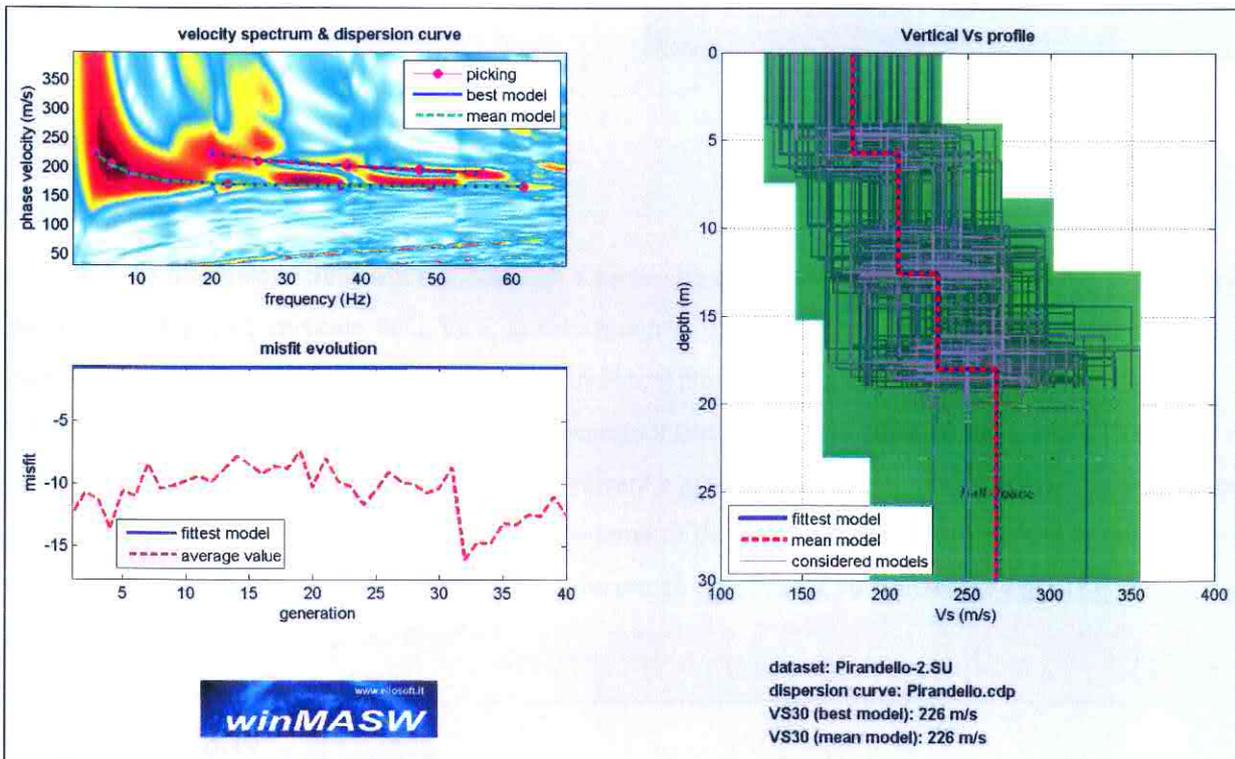


Fig. 3: Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale Vs identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).

GEOGNOSTICA FIORENTINA s.r.l.	Indagine geofisica di superficie mediante metodologia MASW Località: Via Pirandello – Empoli (FI)
-------------------------------	--

Nella **Tabella 1** e nella **Figura 4** vengono riportati gli spessori, le relative velocità e la densità, stimati.

Spessore (m)	Vs (m/s)
5.7	180
6.8	208
5.4	232
semi-spazio	268

**Tab. 1: Modello medio individuato
(Vs30 del modello medio dal p.c.: 226 m/s)**

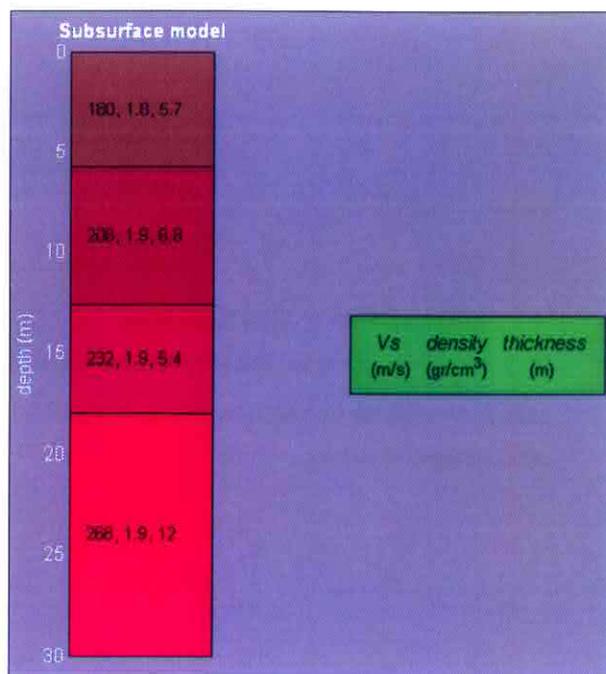


Fig. 4: Profilo verticale dalla Vs

Conclusioni

L’analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, del parametro **Vs30**, risultato – per il modello medio – pari a **226 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Il Valore della Vs 30 porta a classificare il sito, secondo il DM 14 gennaio 2008, in **categoria C** (“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina”).

Firenze, li 20/12/2010

I Tecnici

Dott. Santi Accetta

Santi Accetta

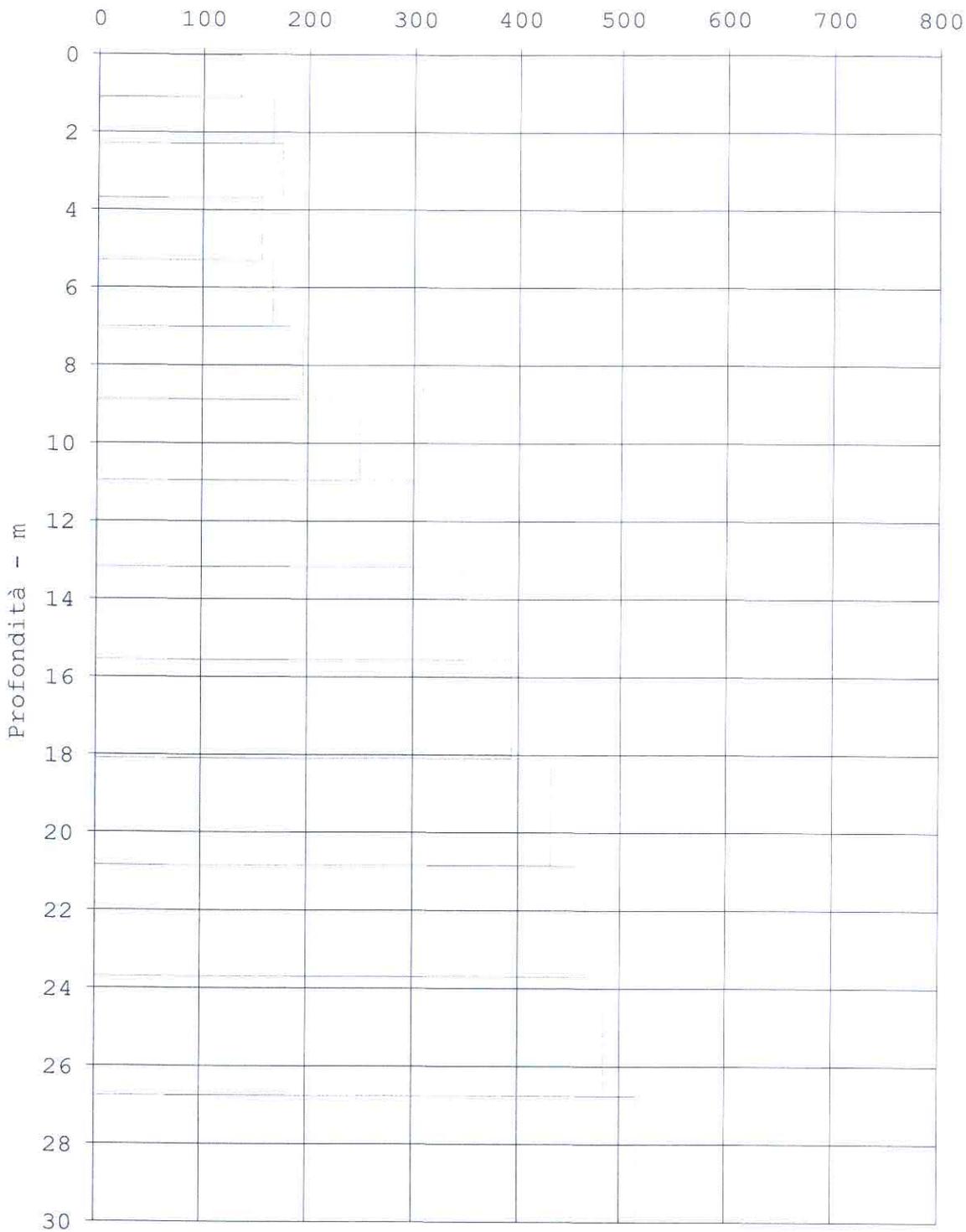
Dott. Silvio Brenna

Silvio Brenna

L32

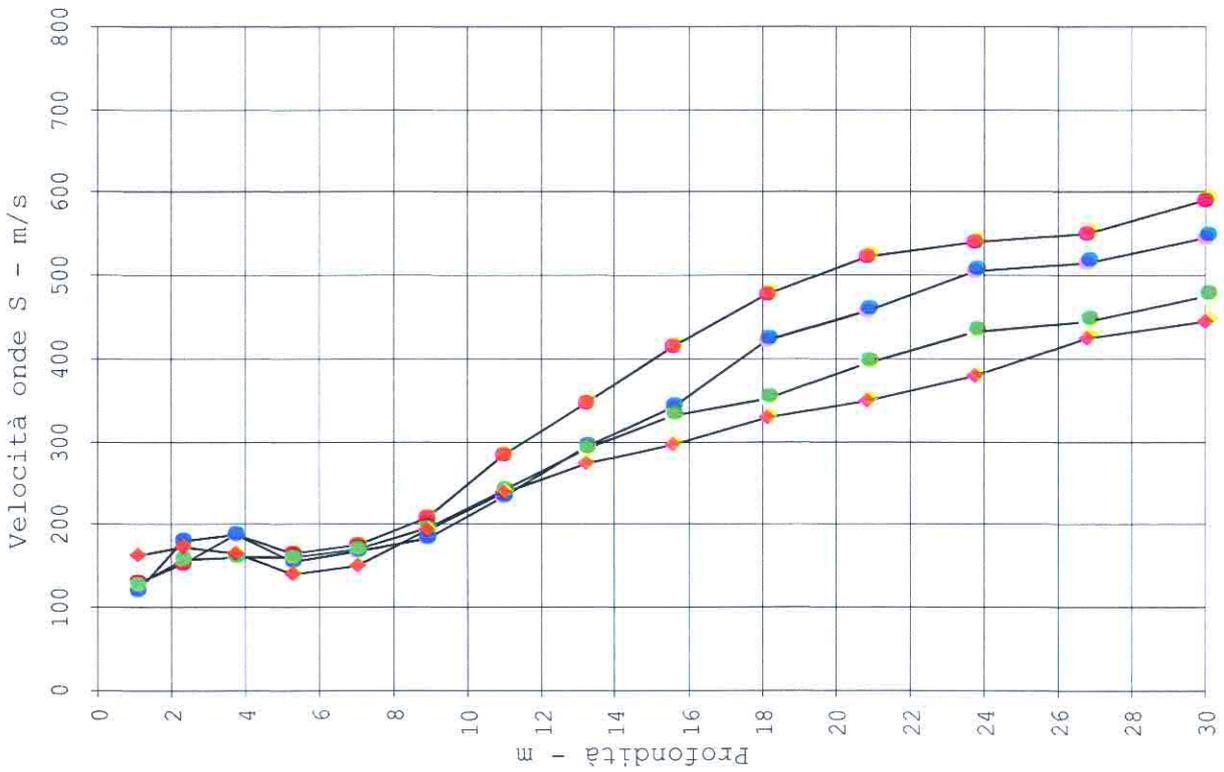
Rapporto di prova n°82/11/S

Velocità onde S - m/s



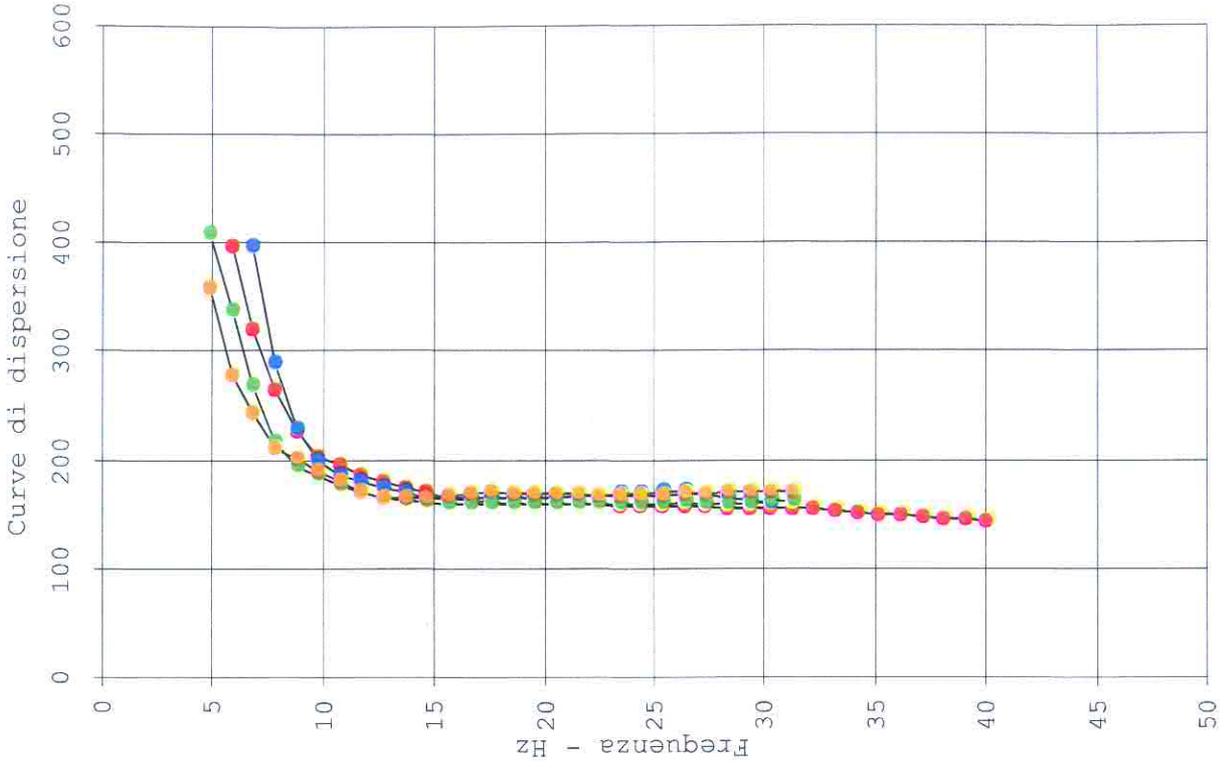
Z m	Vsmedia m/s
0.0	136
1.1	167
2.3	177
3.7	156
5.3	167
7.0	196
8.9	250
10.9	301
13.2	347
15.6	395
18.1	431
20.8	465
23.7	484
26.8	515
30.0	280

Vs30 = 280 m/s - Categoria C

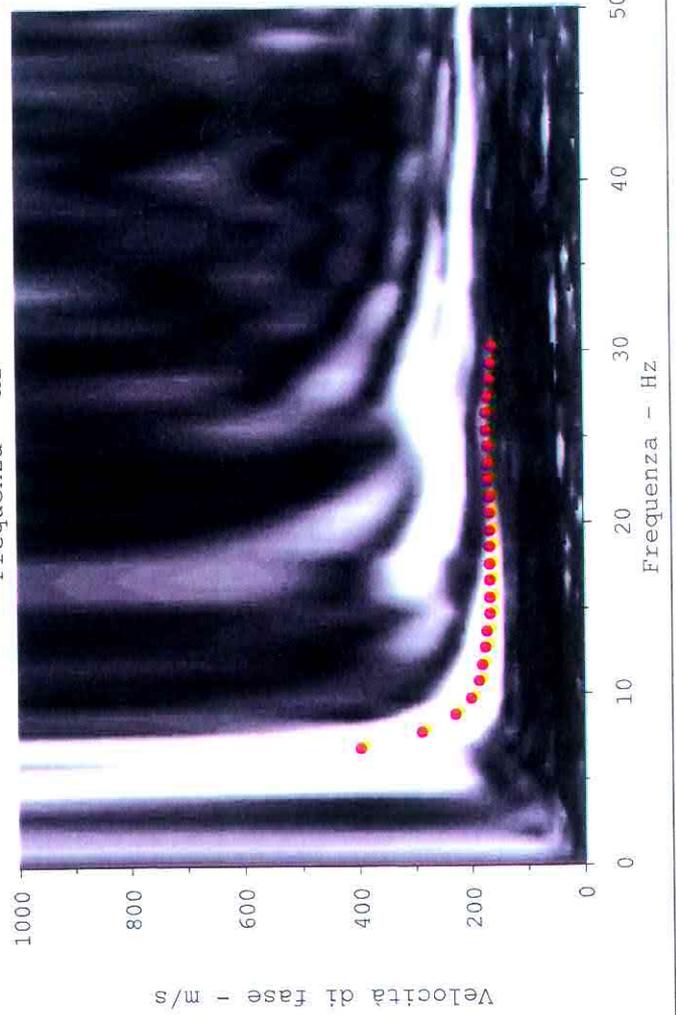
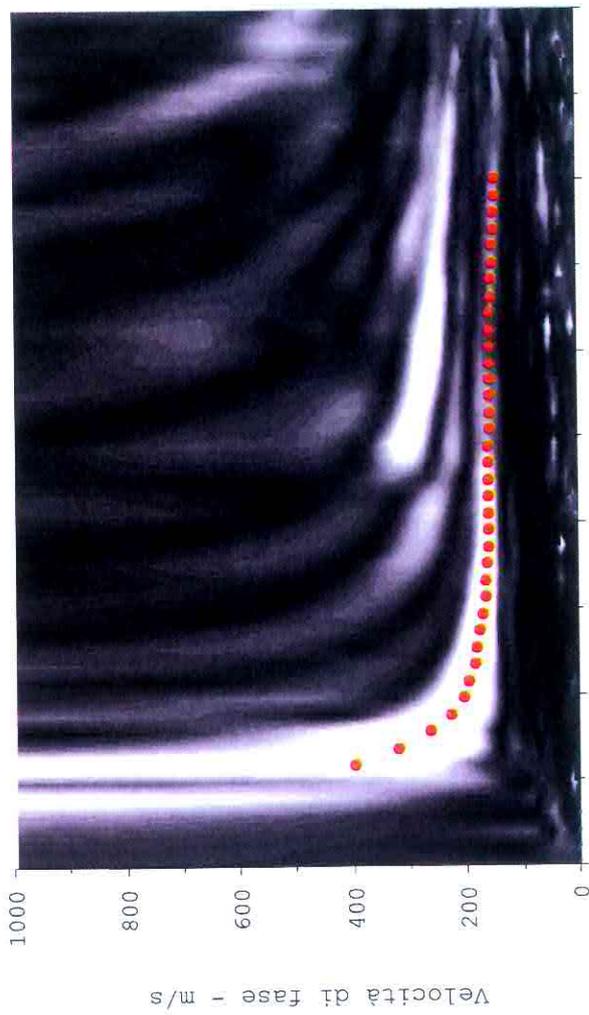


File	4001	4002	4003	4004
Shot m	-4	-30	50	64
Z	VS	VS	VS	VS
m	m/s	m/s	m/s	m/s
1.1	121	130	129	164
2.3	181	154	159	174
3.7	190	188	161	167
5.3	157	166	160	142
7.0	169	176	171	152
8.9	184	209	196	194
11.0	234	284	242	240
13.2	294	347	291	274
15.6	342	415	332	298
18.1	422	478	352	329
20.9	458	523	394	350
23.7	507	540	433	381
26.8	517	551	445	424
30.0	547	592	476	446

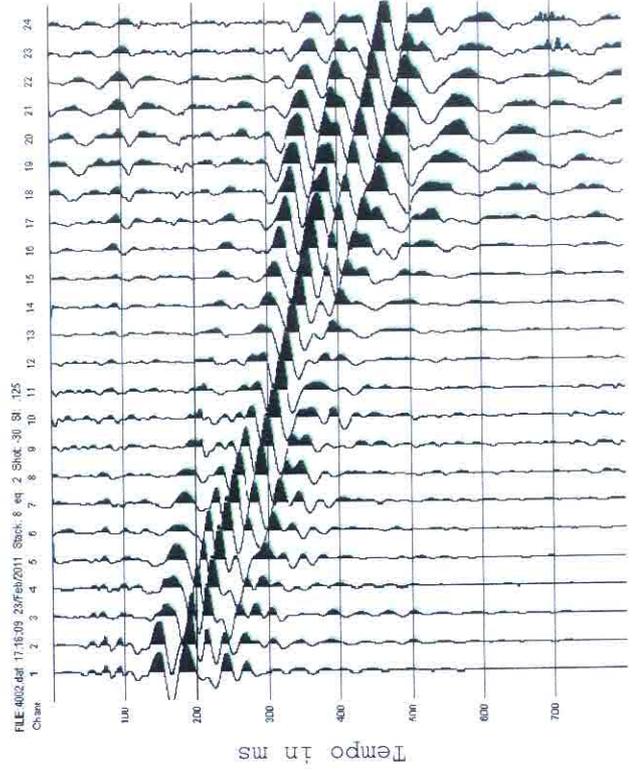
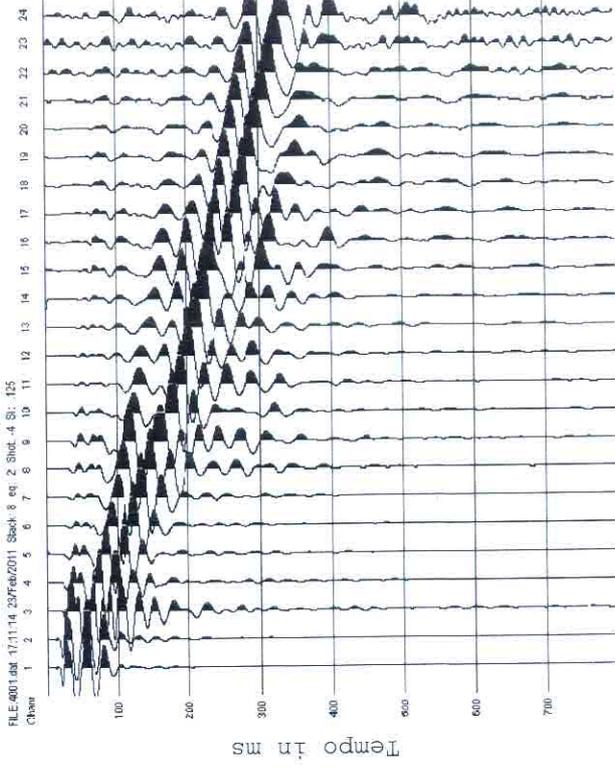
Vs30	282	305	268	258
------	-----	-----	-----	-----



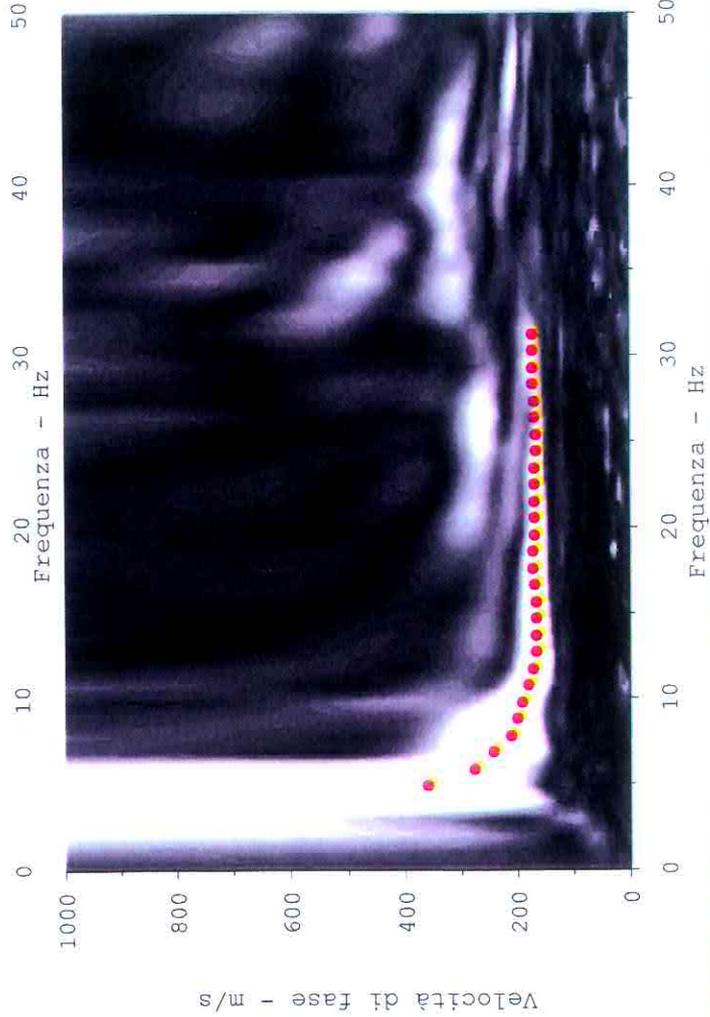
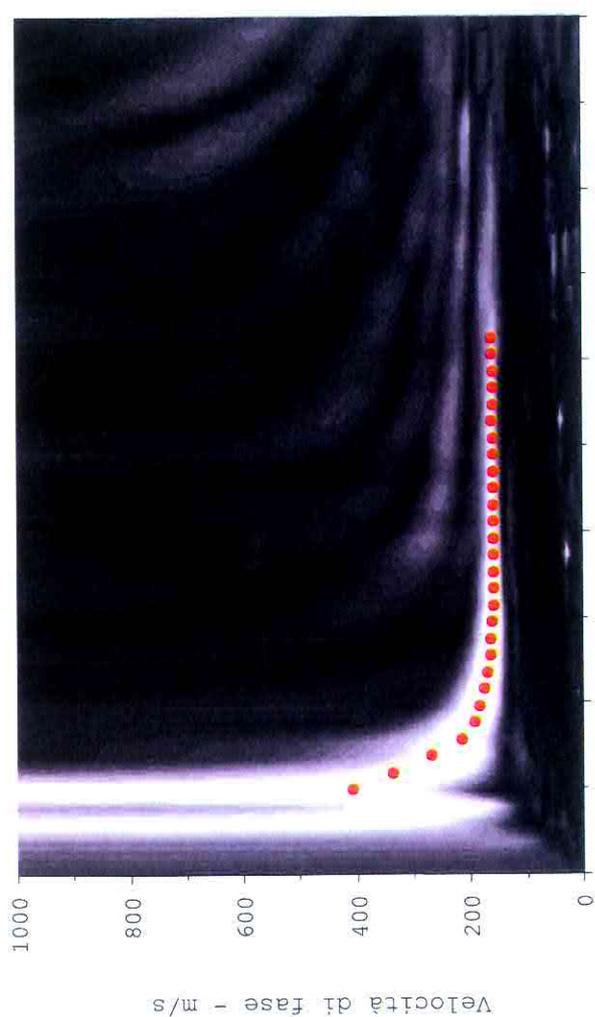
Curve di dispersione



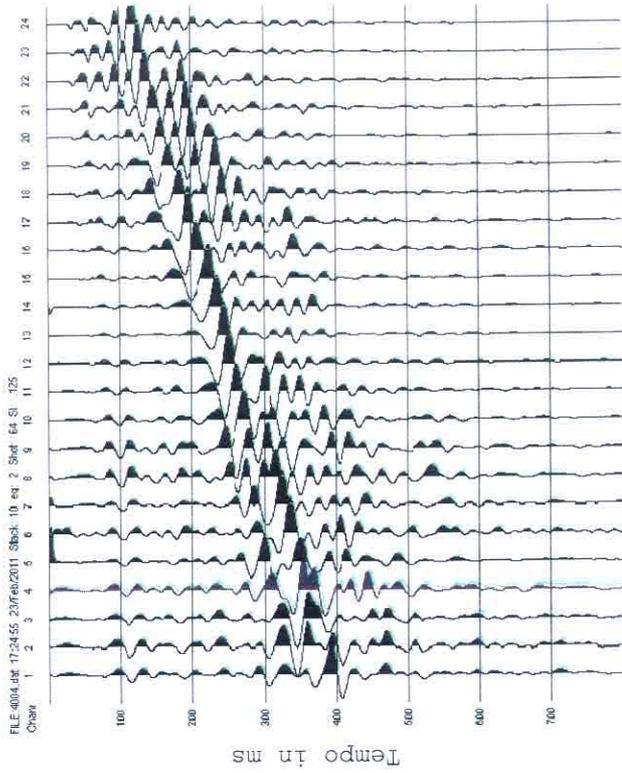
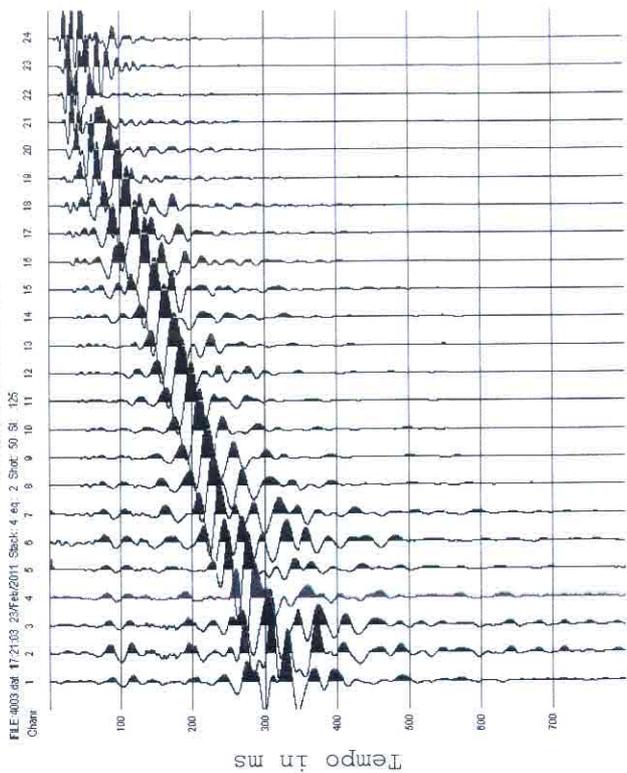
Registrazioni



Curve di dispersione



Registrazioni



VS5 (mean model): 146 m/s
VS5 (best model): 147 m/s

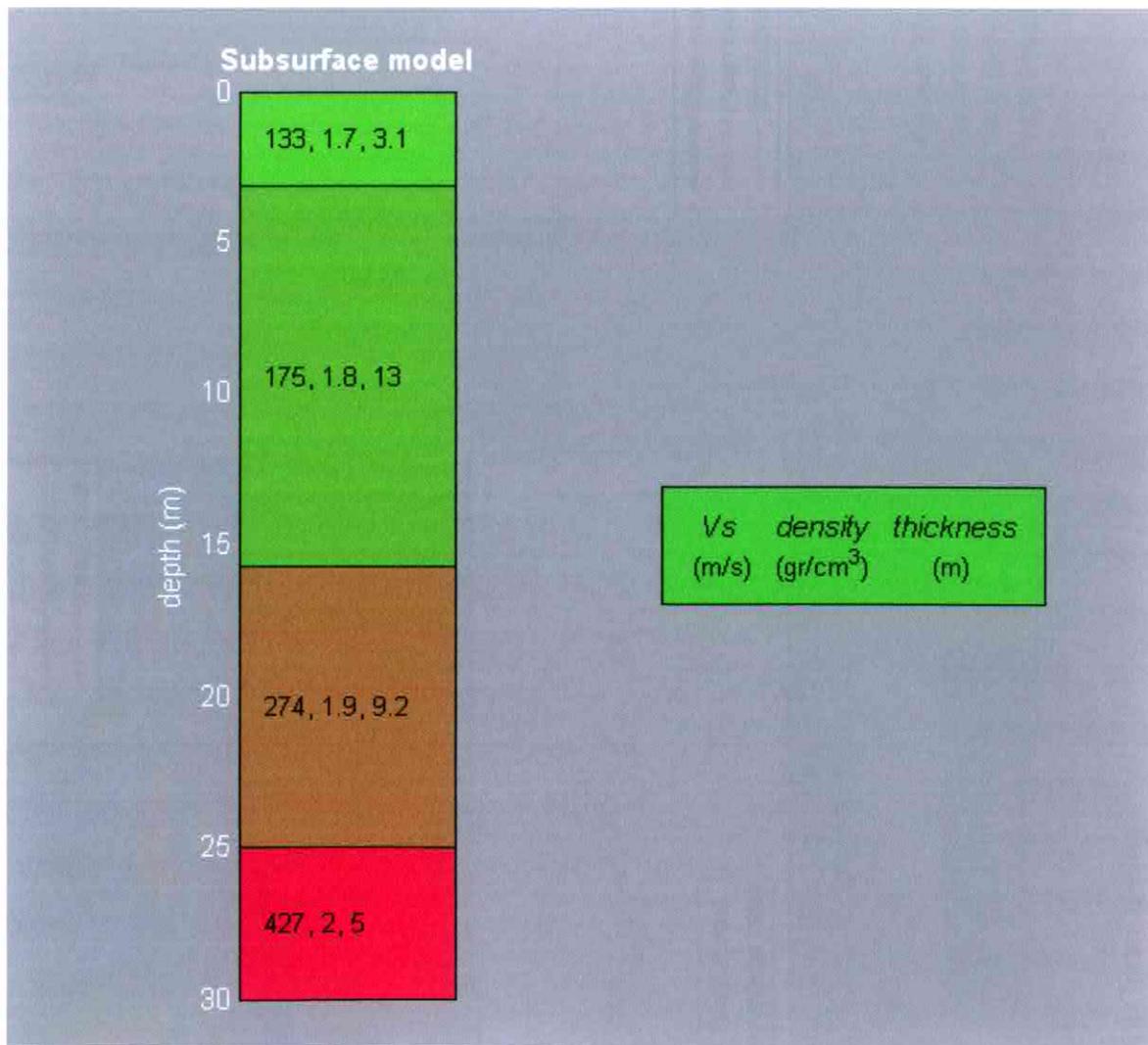
VS20 (mean model): 180 m/s
VS20 (best model): 182 m/s

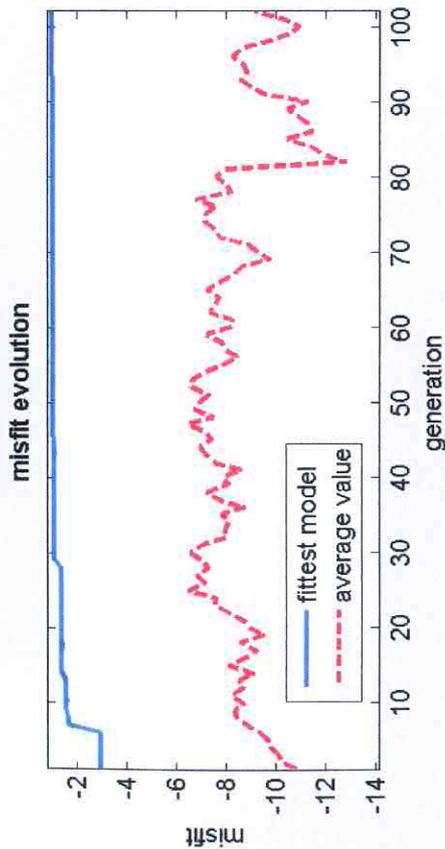
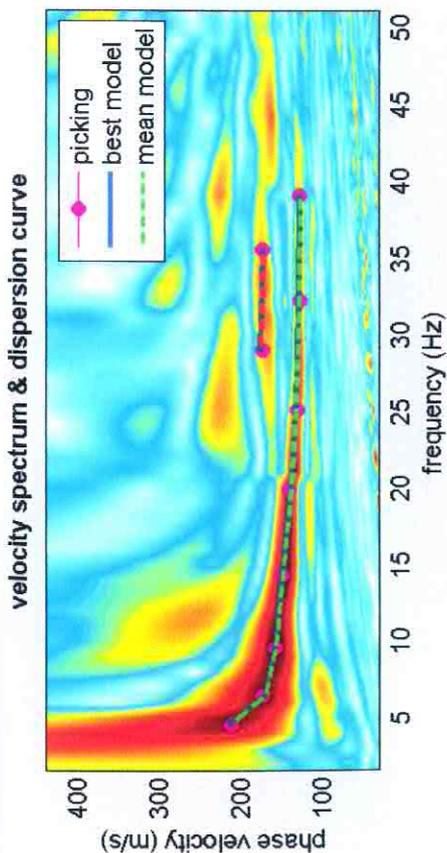
VS30 (mean model): 213 m/s
VS30 (best model): 214 m/s

==o== SECTION#6

Possible Soil Type: C

(based on the mean model)



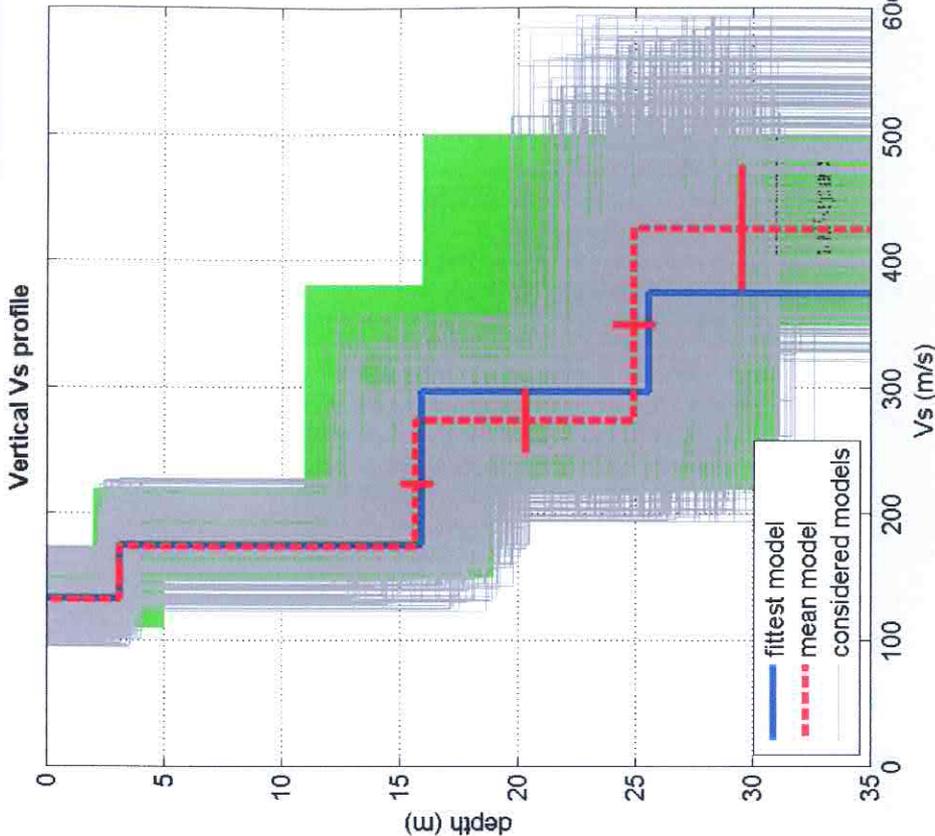


dataset: 24c2m.sgy
 dispersion curve: 2mC.cdp
 VS30 (best model): 214 m/s
 VS30 (mean model): 213 m/s

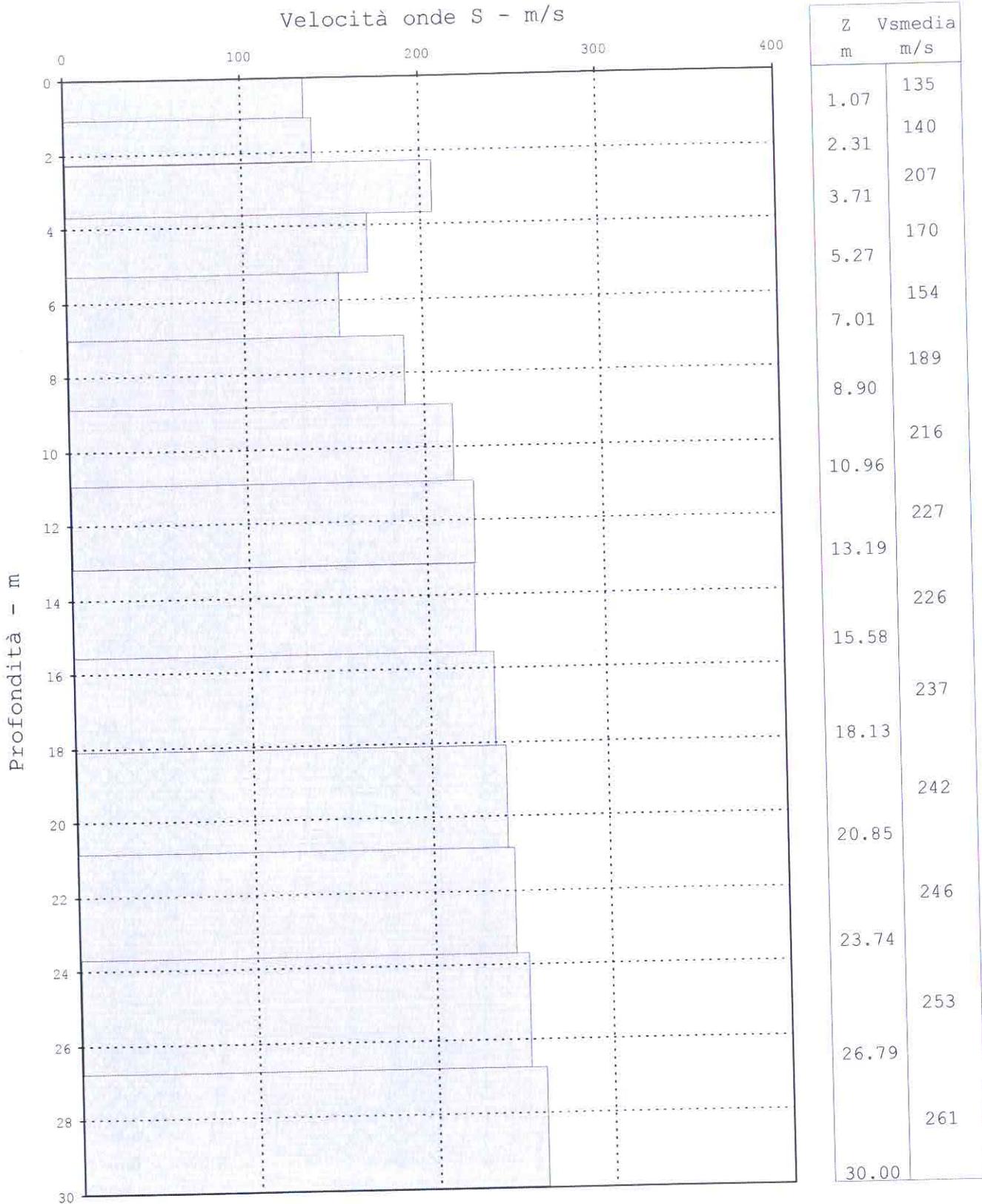
Laura Grassi, geologo



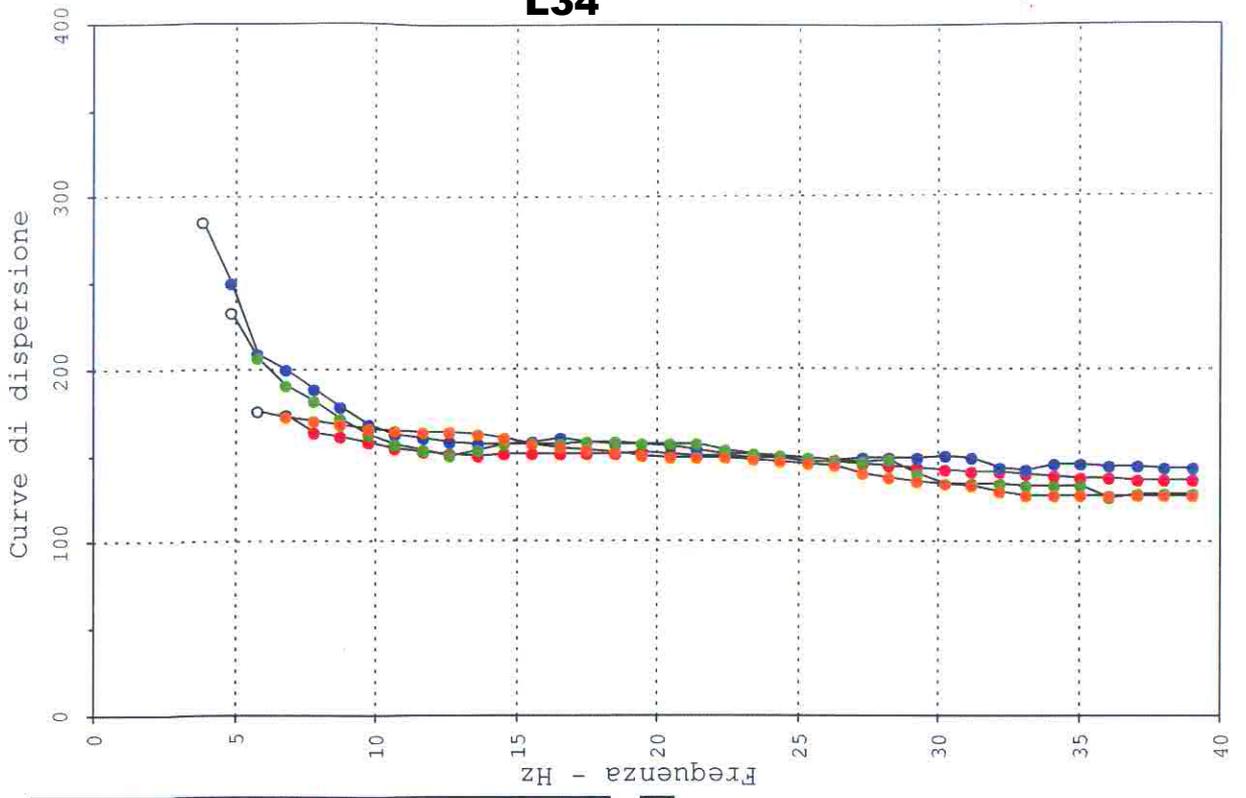
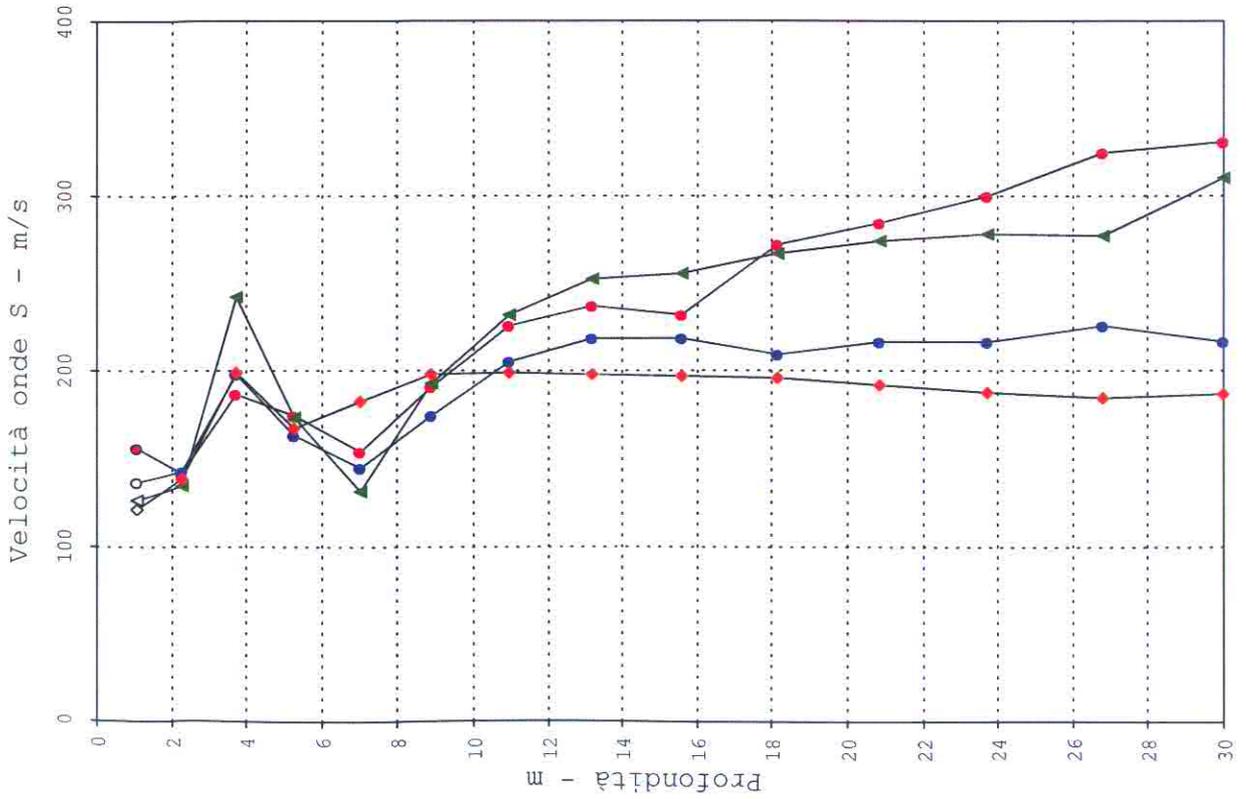
Valentina Picchi, geologo



via G. Di Vittorio n. 41/B - 51035 LAMPORECCCHIO (PT)
 Tel. 0573 81756 Fax 0573 81098 - e-mail: geo.civ@tiscali.it



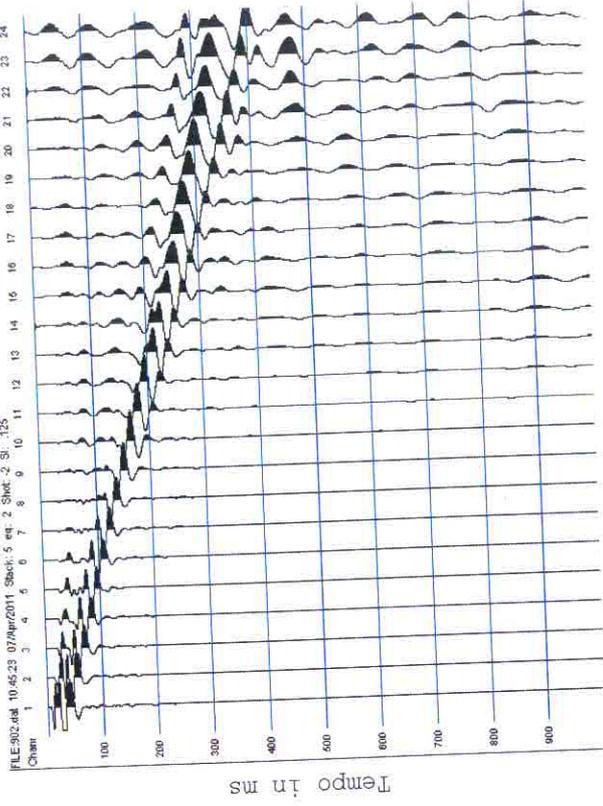
Vs30 = 211 m/s - Categoria C



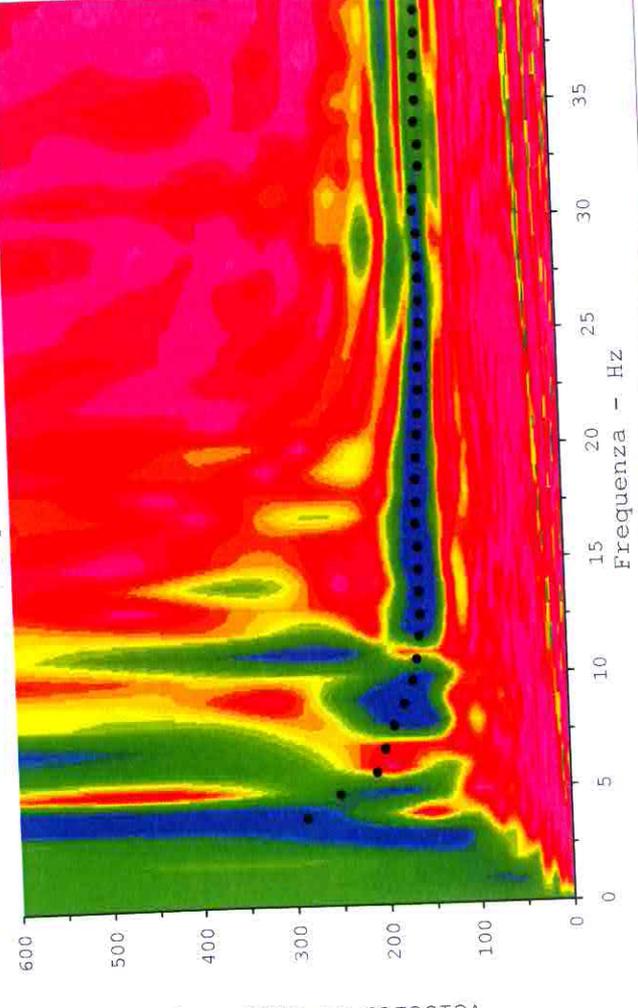
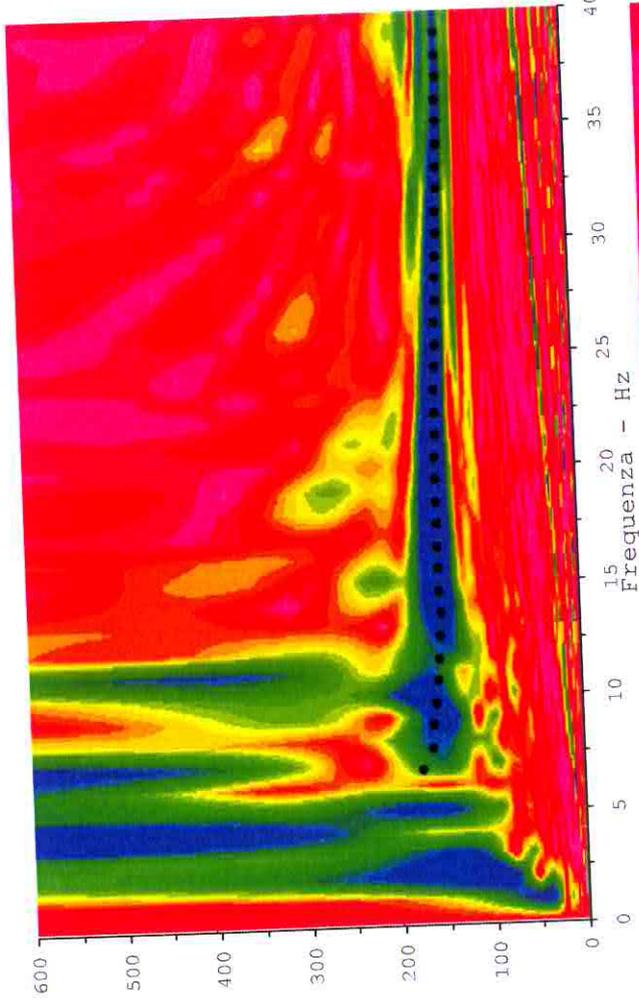
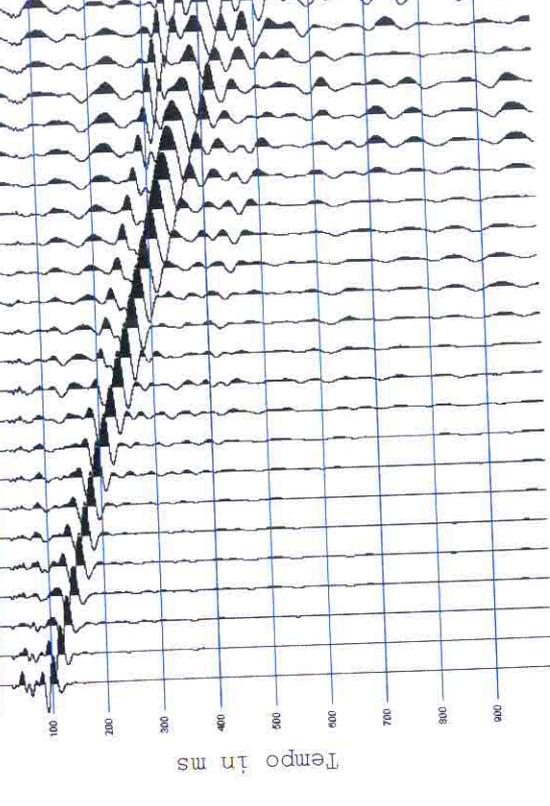
File	902	904	906	908
Shot m	-2	-10	48	60
Z	VS	VS	VS	VS
m	m/s	m/s	m/s	m/s
1.07	136	157	126	122
2.31	143	142	135	139
3.71	199	187	243	200
5.27	163	175	174	168
7.01	145	154	132	183
8.90	174	191	194	199
10.96	206	227	233	199
13.19	220	237	253	198
15.58	219	232	256	198
18.13	210	273	267	196
20.85	217	285	275	193
23.74	217	301	278	189
26.79	226	325	277	185
30.00	217	331	311	187

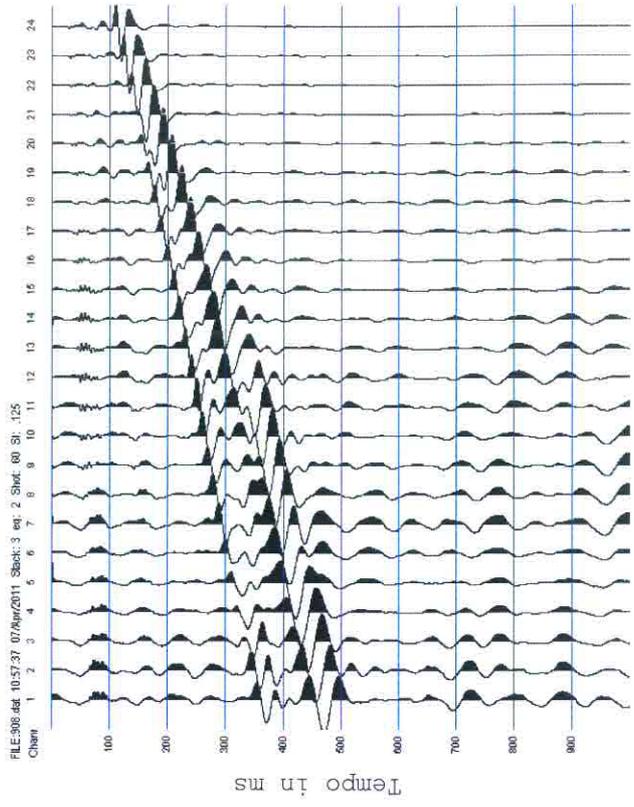
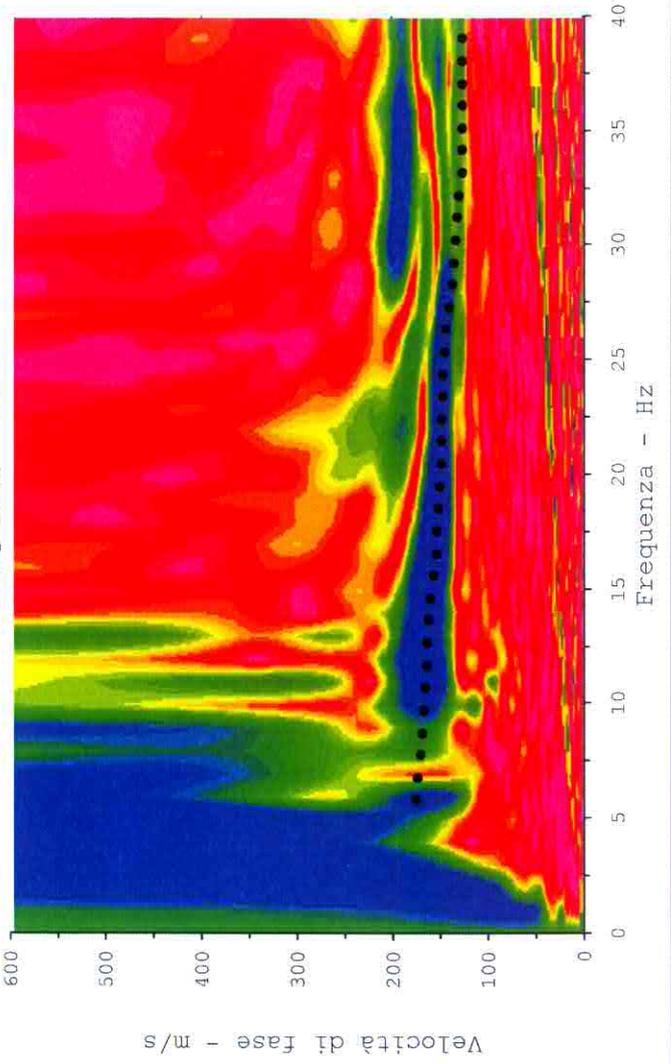
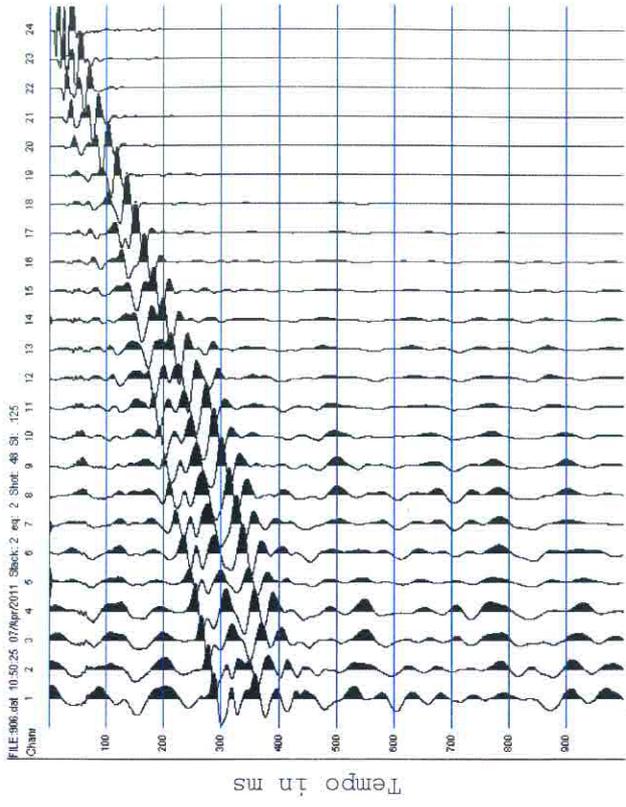
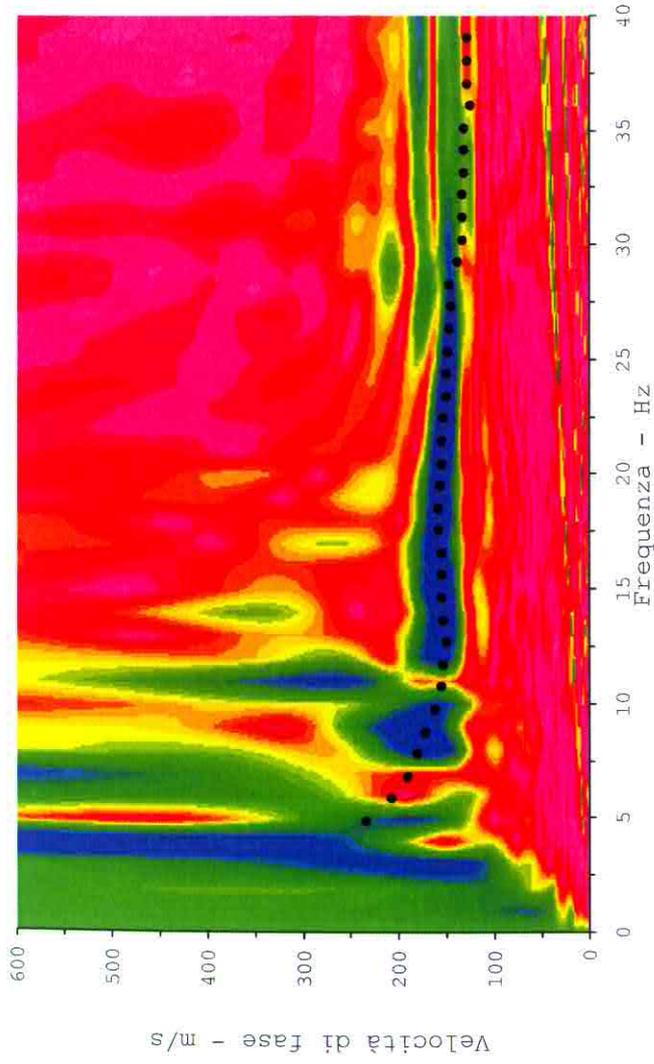
Vs30	196	232	225	184
------	-----	-----	-----	-----

FILE:902.dad 10:45:23 07/Apr/2011 Stack: 5 eq: 2 Shot: 2 St: 125



FILE:904.dad 10:47:38 07/Apr/2011 Stack: 2 eq: 2 Shot: 10 St: 125





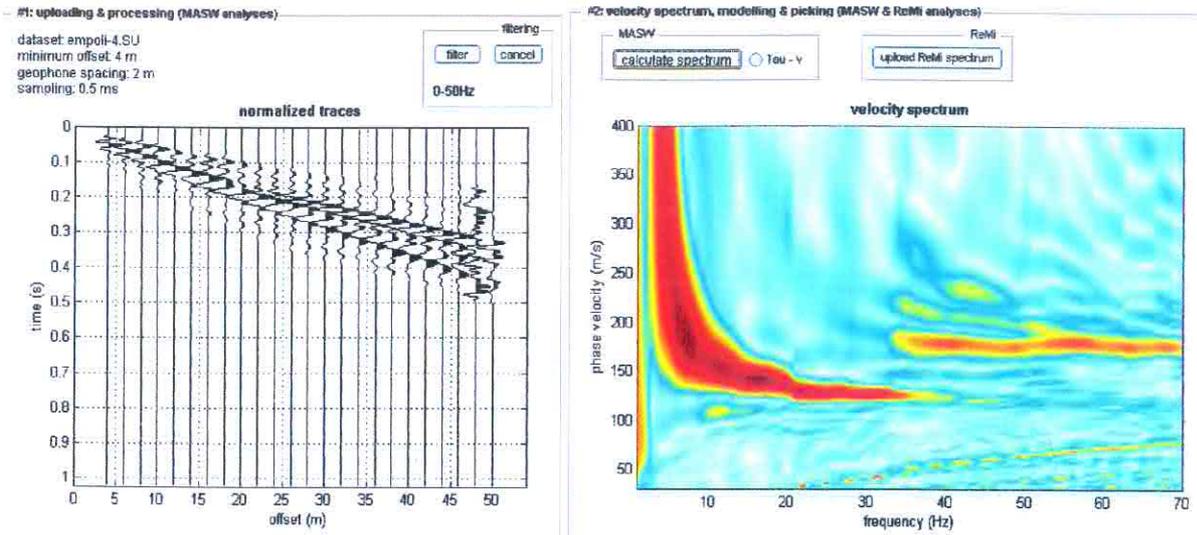


Fig. 2: Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

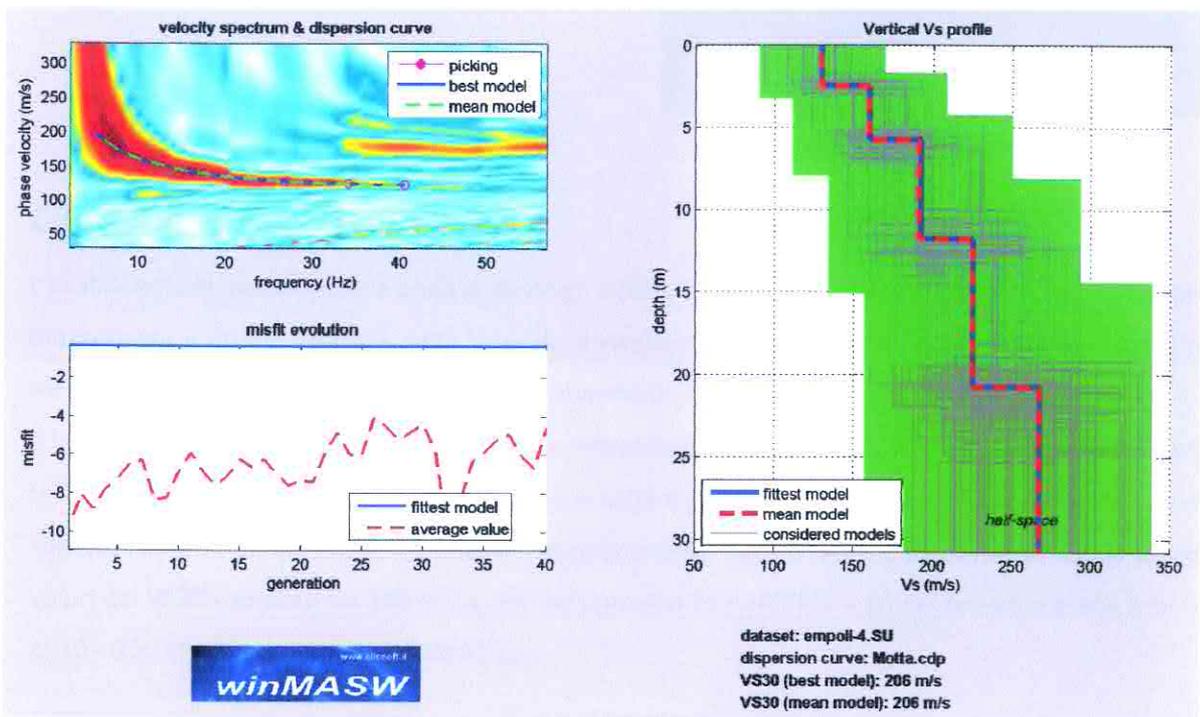


Fig. 3: Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale Vs identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).

Nella **Tabella 1** e nella **Figura 4** vengono riportati gli spessori, le relative velocità e la densità, stimati.

Spessore (m)	Vs (m/s)
2.5	130
3.3	160
6.0	191
9.0	225
semi-spazio	267

Tab. 1: Modello medio individuato
(Vs30 del modello medio dal p.c.: 206 m/s)

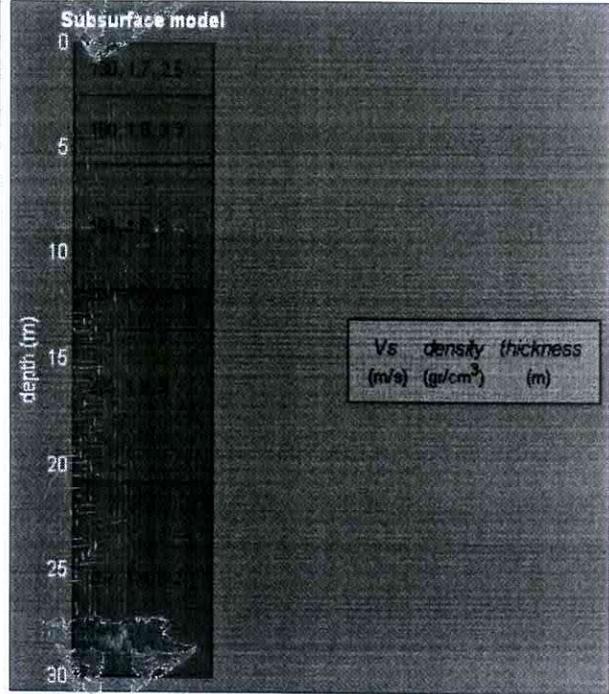


Fig. 4: Profilo verticale dalla Vs

Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, del parametro **Vs30**, risultato – per il modello medio – pari a **206 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Il Valore della Vs 30 porta a classificare il sito, secondo il DM 14 gennaio 2008, in **categoria C** ("Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)").

Firenze, li 12/05/2011

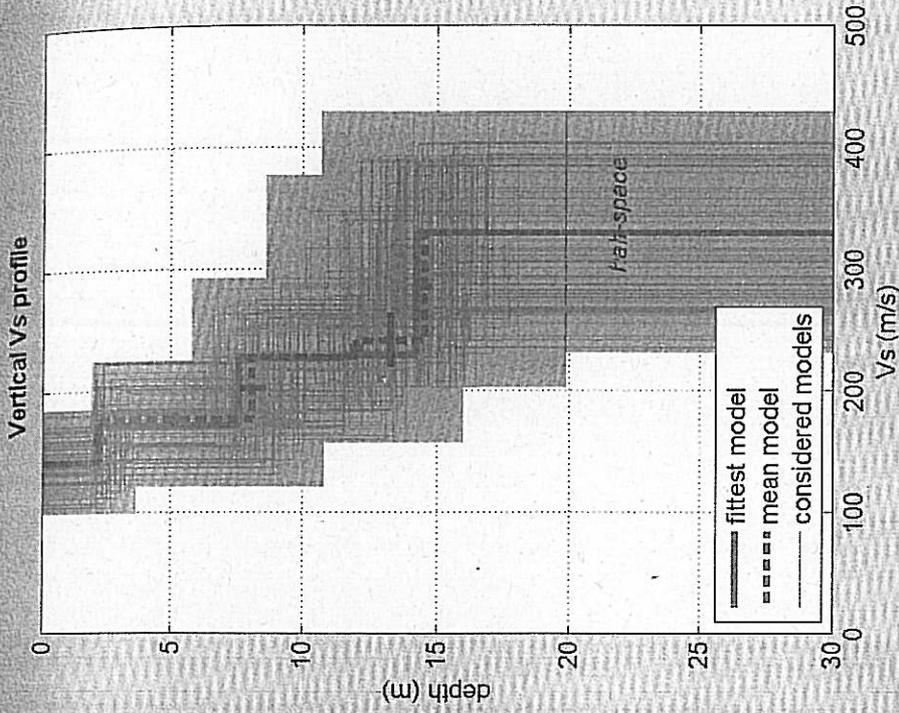
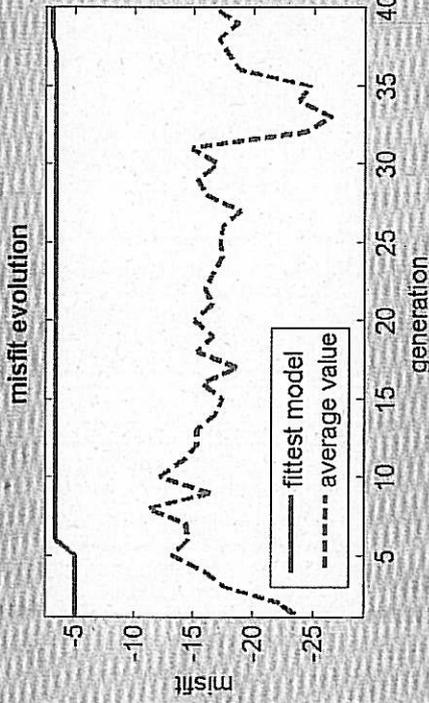
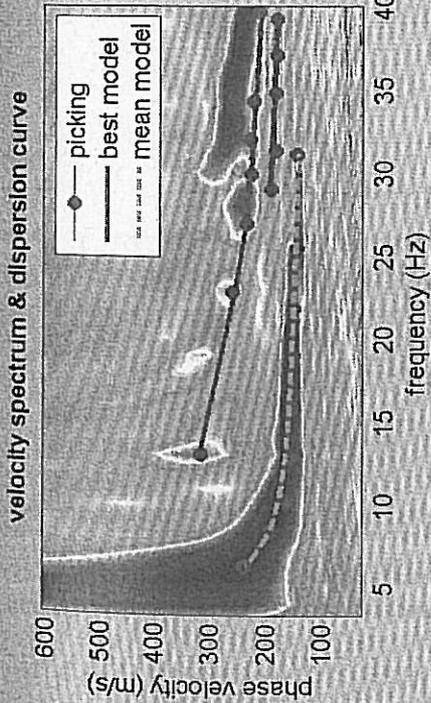
I Tecnici

Dott. Santi Accetta

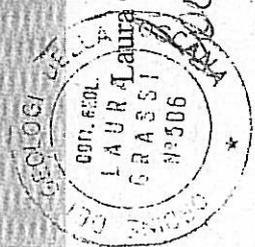
Santi Accetta

Dott. Silvio Brenna

Silvio Brenna



dataset: 4m24cp.sgy
 dispersion curve: plck03.cdp
 VS30 (best model): 243 m/s
 VS30 (mean model): 243 m/s



Valentina Picchi, geologo

Grassi, geologo

via G. DI Vittorio n. 41/B - 51035 LAMPORECCCHIO (PT)
 Tel. 0573 81756 Fax 0573 81098 - e-mail: geo.civ@tiscali.it

First higher mode

Mean model

29.0283	192.5982
31.328	188.4075
34.7776	184.0229
37.0774	181.9382
39.2813	180.3502

Second higher mode)

Mean model

13.0258	318.9282
22.7998	254.5875
26.9201	236.2458
29.8907	227.7665
31.9988	222.9146
34.2985	218.0876
39.6646	207.6267

VS5 (mean model): 159 m/s

VS5 (best model): 158 m/s

VS20 (mean model): 215 m/s

VS20 (best model): 215 m/s

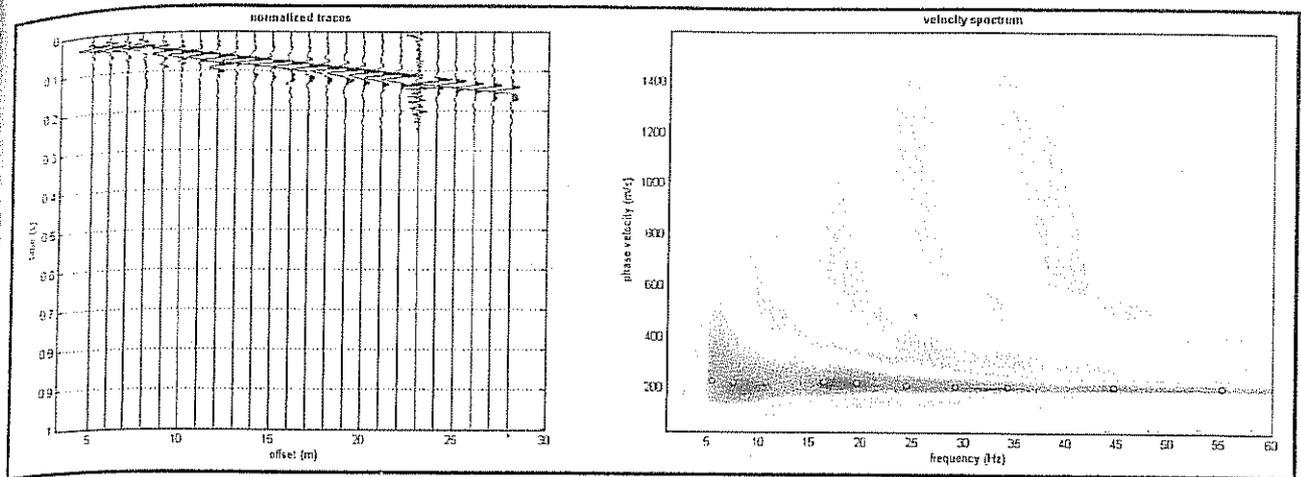
VS30 (mean model): 243 m/s

VS30 (best model): 243 m/s

==o== SECTION#6

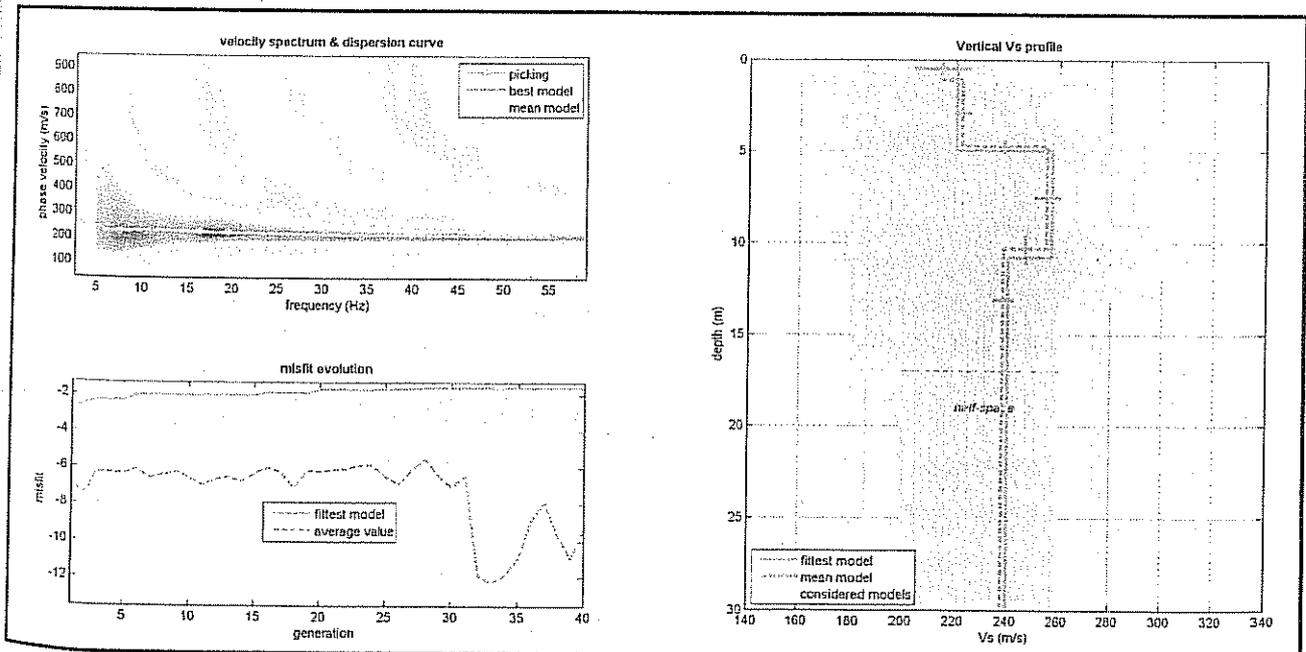
Possible Soil Type: C

(based on the mean model)



Quello che segue è lo spettro di velocità (velocità di fase in funzione della frequenza), con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere, in questo caso, al modo fondamentale di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh.

Per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione ci si è basati anche sul contesto geolitologico locale. Il report con i dati salienti relativi al procedimento di elaborazione ed inversione è allegato alla presente relazione. Il risultato dell'inversione è il seguente:



Sono stati individuati 4 strati a diversa velocità V_{sh} , con riferimento alla mezzeria dello stendimento sismico, e precisamente:



secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4
Vsh (m/sec)	214	222	255	238
spessore (m)	1.2	3.6	5.6	semispazio

secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato	1	2	3	4
Vsh (m/sec)	220	220	257	240
spessore (m)	1.15	3.85	5.84	semispazio

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine (da p. campagna) si ha :

- V_{s30} del modello medio: 238 m/sec
- V_{s30} del modello migliore: 239 m/sec

I dati ottenuti individuano quindi un substrato con velocità delle onde di taglio piuttosto omogenee, con V_{s30} di circa 240 m/s, attribuibile quindi secondo le indicazioni delle NTC 2008 alla categoria di suolo C.

8 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

8.1 STRATIGRAFIA

L'indagine in sito ha consentito la discriminazione dei seguenti orizzonti omogenei, ottenuti dall'interpolazione di tutti i dati geognostici disponibili secondo le correlazioni proposte nella sezione litotecnica descritta in allegato:

- livello 0: suolo rimaneggiato, composizione limosa con frazione argillosa e sabbiosa, suscettibile di variazioni di umidità stagionali, resistenza alla punta Q_c variabile da luogo a luogo e stagionalmente da 2 a 50 Kg/cm², Vsh 214 m/s, spessore 1.0 m
- livello 1: limi, limi sabbiosi e argillosi di bassa consistenza, Q_c medio 11 Kg/cm², Vsh 222 m/s, parzialmente o completamente saturi a seconda dei cicli stagionali, spessore da 3 a 3.4 m
- livello 2: sabbie, sabbie limose e argillose di basso grado di addensamento, Q_c medio 20/22 Kg/cm², Vsh 222 m/s, sature, spessore da 0.6 a 1.4 m

Geofoni	quota	distanza	Z1	V1	V2
1	0.0	0	4.6	327	1.473
2	0.0	3	4.6	330	1.452
3	0.0	6	4.8	332	1.431
4	0.0	9	4.7	335	1.409
5	0.0	12	4.6	338	1.388
6	0.0	15	5.0	340	1.367
7	0.0	18	5.1	342	1.344
8	0.0	21	5.3	343	1.331
9	0.0	24	5.3	343	1.318
10	0.0	27	5.4	344	1.306
11	0.0	30	5.2	344	1.293
12	0.0	33	5.4	345	1.280
13	0.0	36	5.4	344	1.322
14	0.0	39	5.5	343	1.363
15	0.0	42	5.5	343	1.404
16	0.0	45	5.5	342	1.445
17	0.0	48	5.4	341	1.486
18	0.0	51	5.4	341	1.528
19	0.0	54	5.0	343	1.531
20	0.0	57	5.0	346	1.534
21	0.0	60	5.1	349	1.538
22	0.0	63	5.0	352	1.541
23	0.0	66	4.8	355	1.544
24		69	4.9	358	1547
			Z1: tetto (m) sismo strato		
			V1,2: velocità sismostrati		

	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6	Shot 7	Distance	Elevation
Geo. 1	36.90	9.19	29.10	43.90	51.20	62.70	71.59	01.50	00.00
Geo. 2	38.09	13.89	27.39	42.00	50.20	61.00	70.00	04.50	00.00
Geo. 3	40.09	22.00	25.39	40.00	48.90	59.59	69.00	07.50	00.00
Geo. 4	41.59	24.50	22.29	37.70	47.00	58.29	67.00	10.50	00.00
Geo. 5	42.40	26.20	14.10	36.09	45.00	67.00	65.09	13.50	00.00
Geo. 6	46.59	29.20	4.69	34.09	44.20	55.20	63.09	16.50	00.00
Geo. 7	48.59	30.89	4.69	31.20	41.29	53.90	61.50	19.50	00.00
Geo. 8	51.29	32.20	13.60	28.29	38.00	52.09	59.90	22.50	00.00
Geo. 9	52.79	34.29	22.20	25.70	36.70	50.29	58.20	25.50	00.00
Geo. 10	54.09	36.40	25.00	22.39	35.40	47.70	57.29	28.50	00.00
Geo. 11	54.59	38.09	27.00	13.30	34.09	46.29	55.59	31.50	00.00
Geo. 12	56.09	40.20	29.10	5.00	33.40	44.09	55.00	34.50	00.00
Geo. 13	57.29	42.40	30.60	5.40	30.50	42.79	54.29	37.50	00.00
Geo. 14	58.50	44.50	34.00	13.80	27.89	39.20	52.40	40.50	00.00
Geo. 15	61.29	46.20	36.00	18.20	24.20	37.50	50.70	43.50	00.00
Geo. 16	62.29	49.20	38.40	25.70	21.79	36.09	49.79	46.50	00.00
Geo. 17	63.29	50.40	40.29	29.20	13.10	33.50	48.50	49.50	00.00
Geo. 18	64.30	52.59	42.59	31.50	4.19	32.09	47.79	52.50	00.00
Geo. 19	65.40	55.00	44.59	34.09	3.59	30.39	44.20	55.50	00.00
Geo. 20	67.00	57.09	46.20	35.40	11.60	28.20	42.29	58.50	00.00
Geo. 21	68.30	58.40	47.79	37.09	20.50	24.20	41.29	61.50	00.00
Geo. 22	69.30	60.70	49.79	38.70	24.00	20.60	39.70	64.50	00.00
Geo. 23	70.19	61.50	51.40	40.00	26.60	6.90	37.09	67.50	00.00
Geo. 24	71.50	62.40	52.70	43.29	28.60	3.79	38.09	70.50	00.00
Distance	-23.50	00.00	18.00	36.00	54.00	72.00	95.50		
Elevation	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00		

TAVOLA 2 – Dati acquisiti e risultati

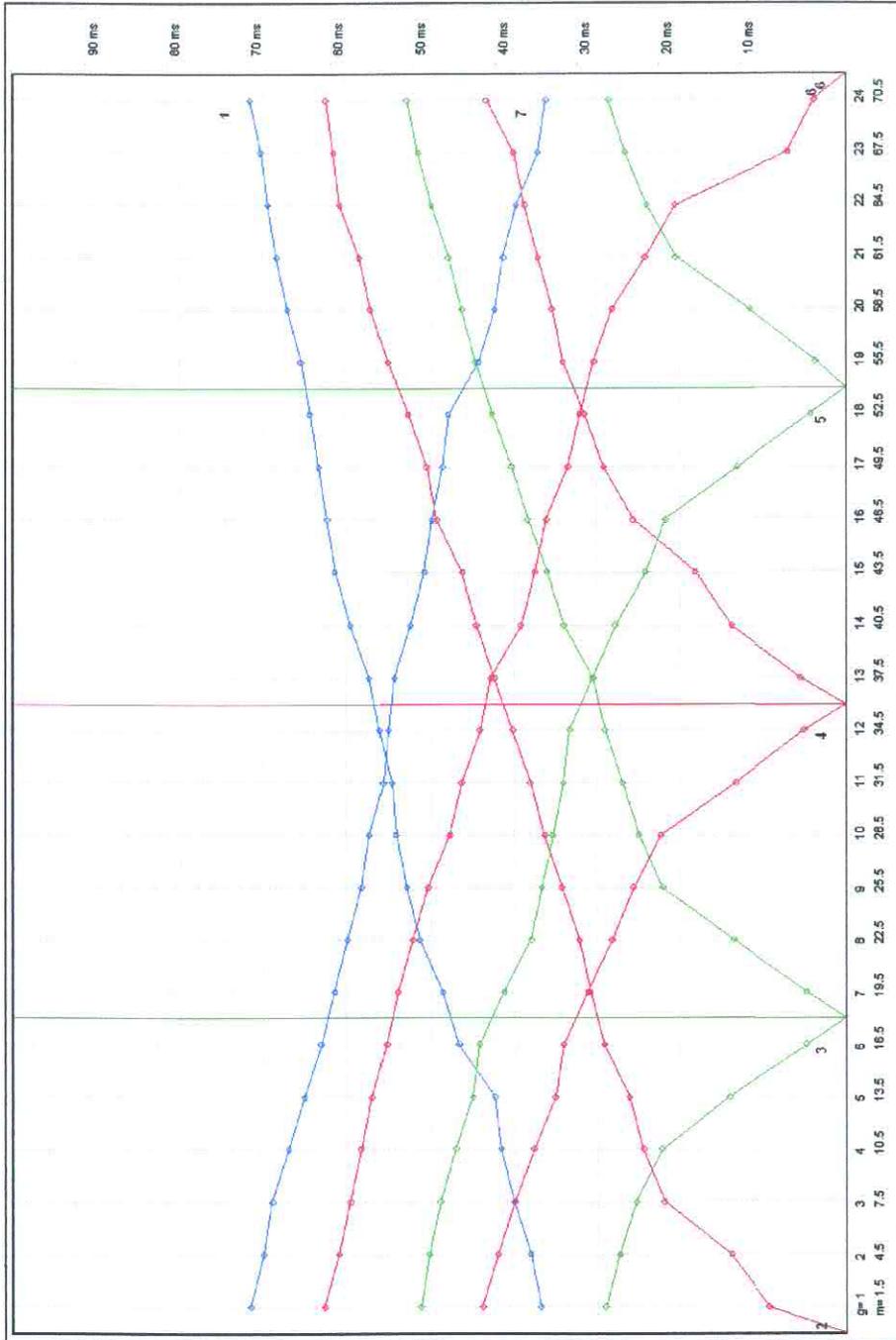


TAVOLA 3 – Dromocrone

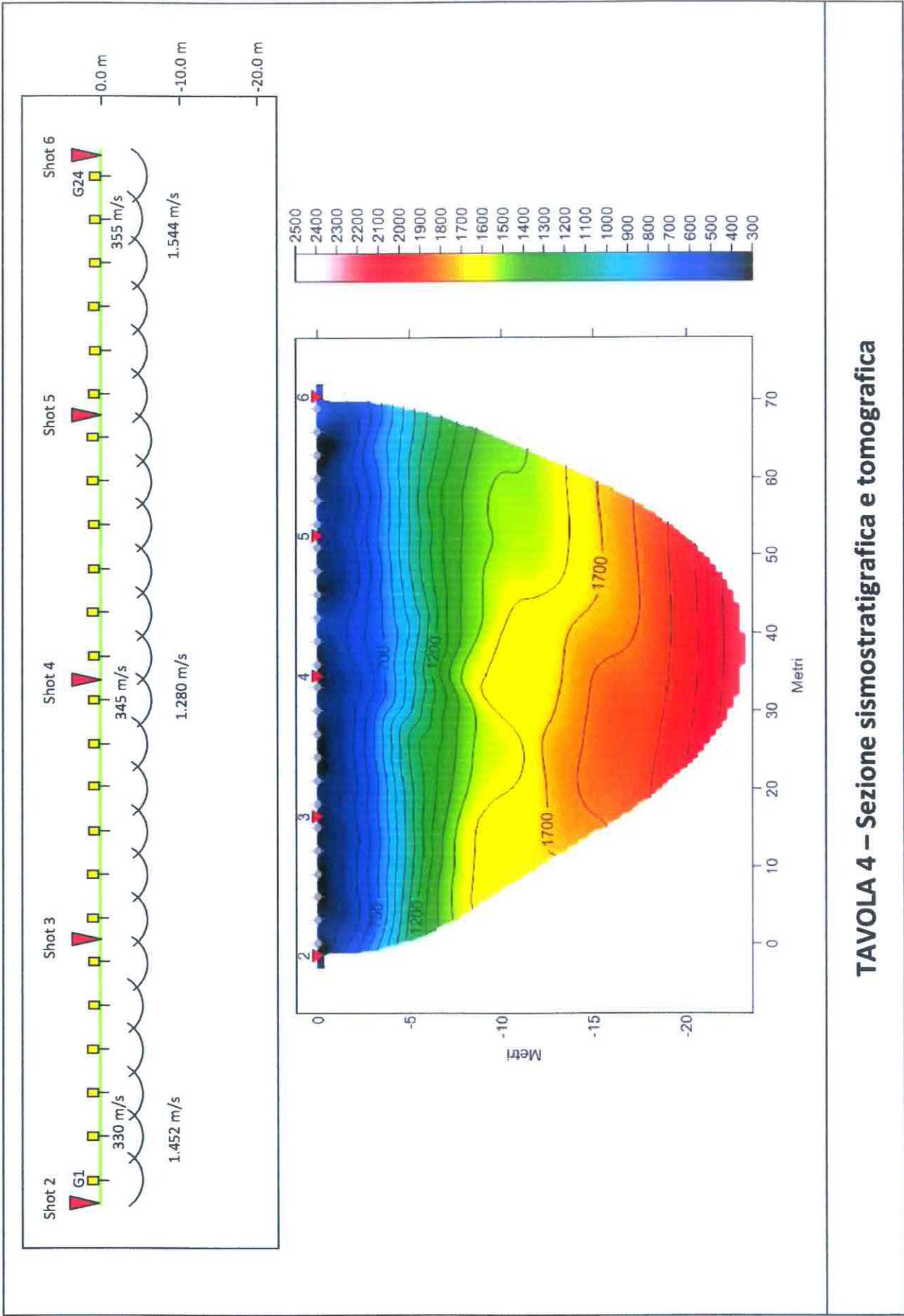
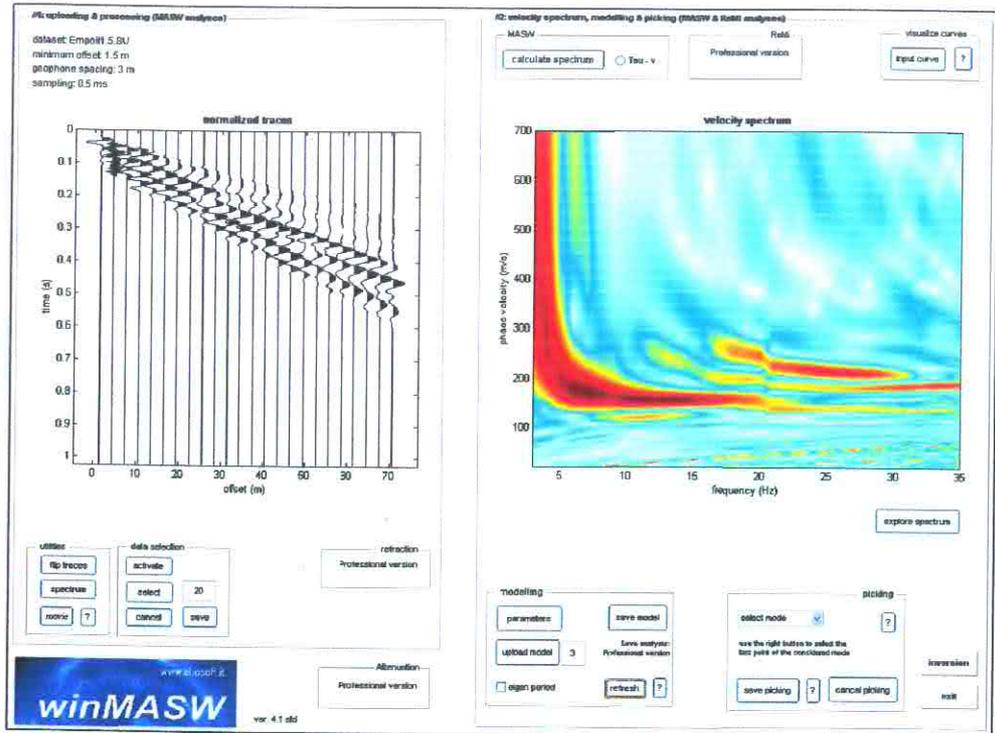
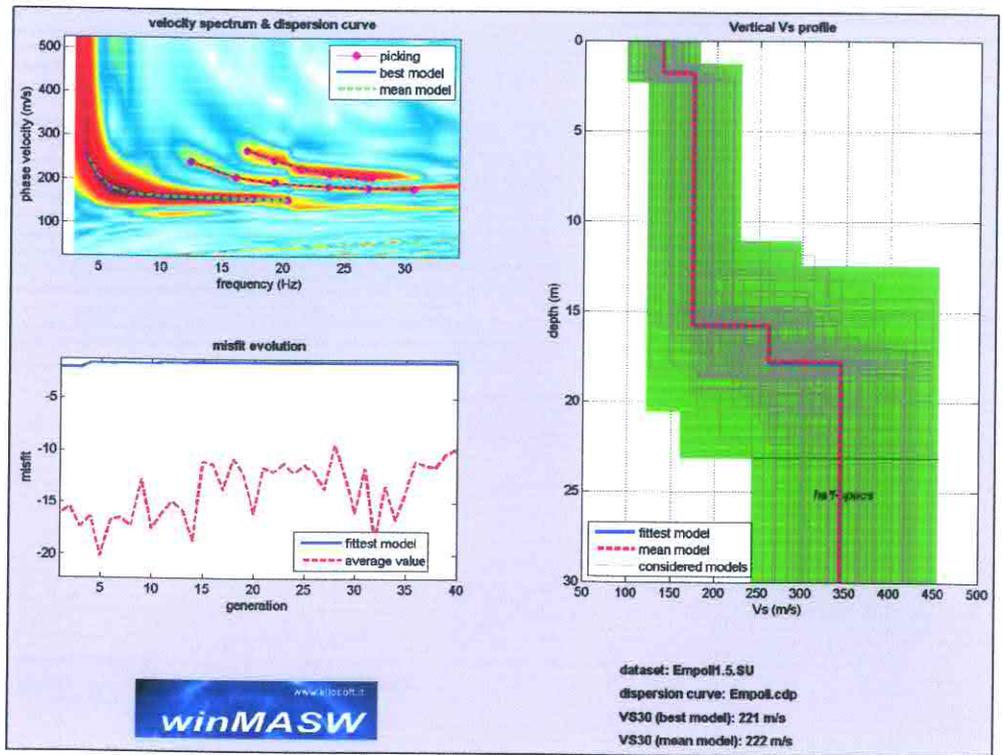


TAVOLA 4 – Sezione sismostratigrafica e tomografica



Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra)



Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale Vs identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007)

TAVOLA 5 – Dati acquisiti e risultati elaborazione

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S

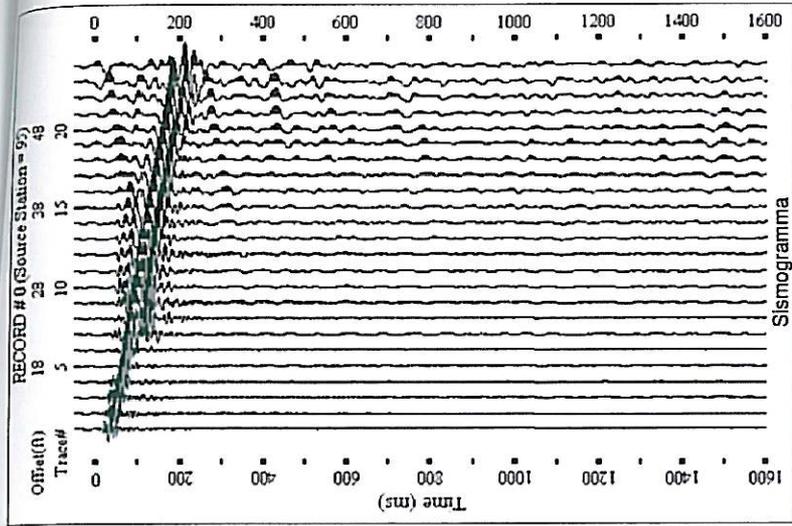
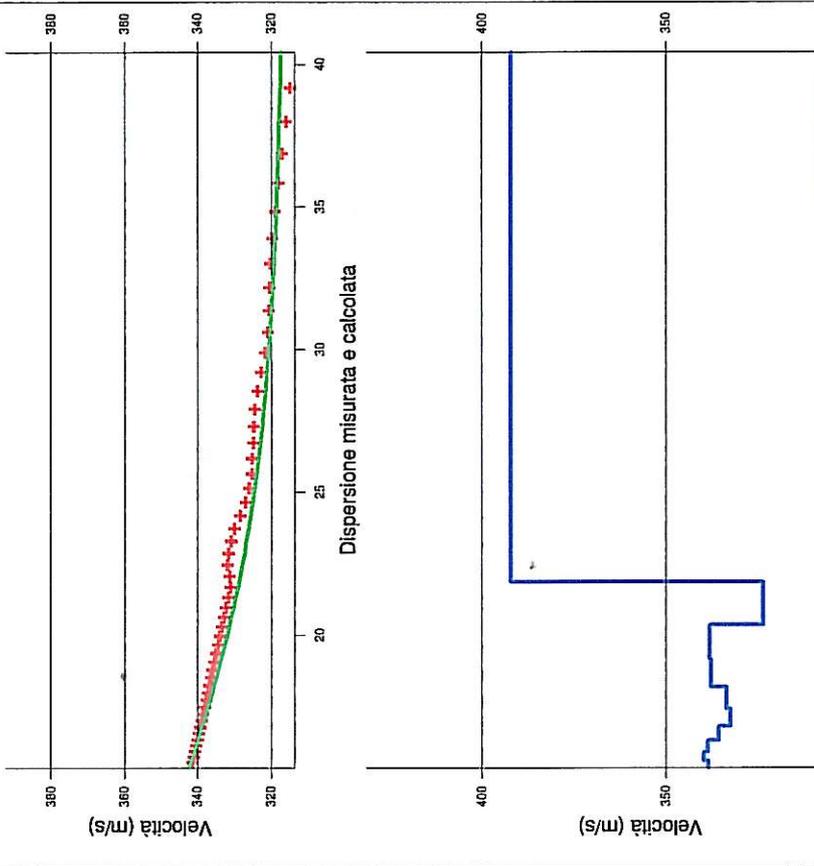
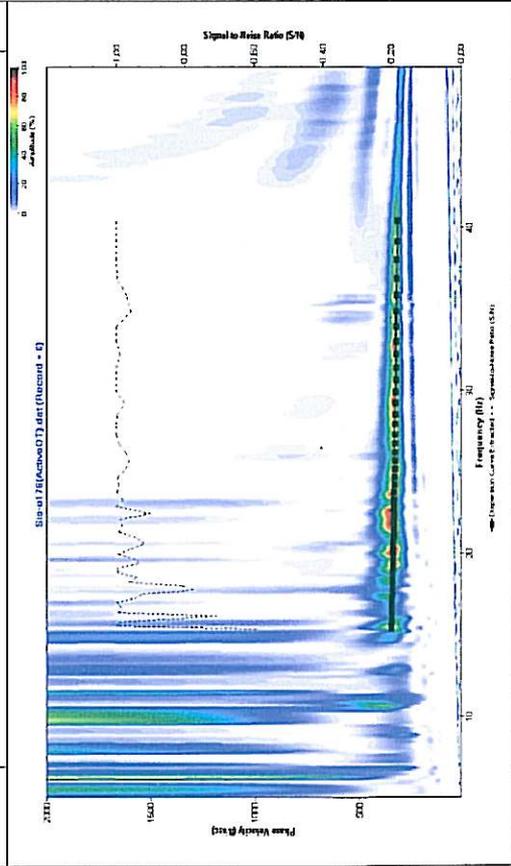


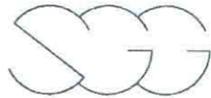
TABELLA DI CALCOLO VS30

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vl
0	.3	338	.0009
.3	.7	340	.0011
.7	1.1	339	.0014
1.1	1.7	336	.0018
1.7	2.5	333	.0022
2.5	3.4	333	.0028
3.4	4.6	338	.0034
4.6	6	338	.0043
6	7.8	324	.0056
7.8	30	392	.0566

VALORE CALCOLATO VS30 = 375 m/s



PROVA SISMICA VS30	
Villanova - Comune di Empoli (FI)	
OLEA SRL	
Piano di Recupero area ex nuova Cetass	
VELOCITA' DELLE ONDE S	
All. 2/a	Settembre 2006
IEG S.p.A. INGEGNERIA	



p-f Image with Dispersion Modeling Picks

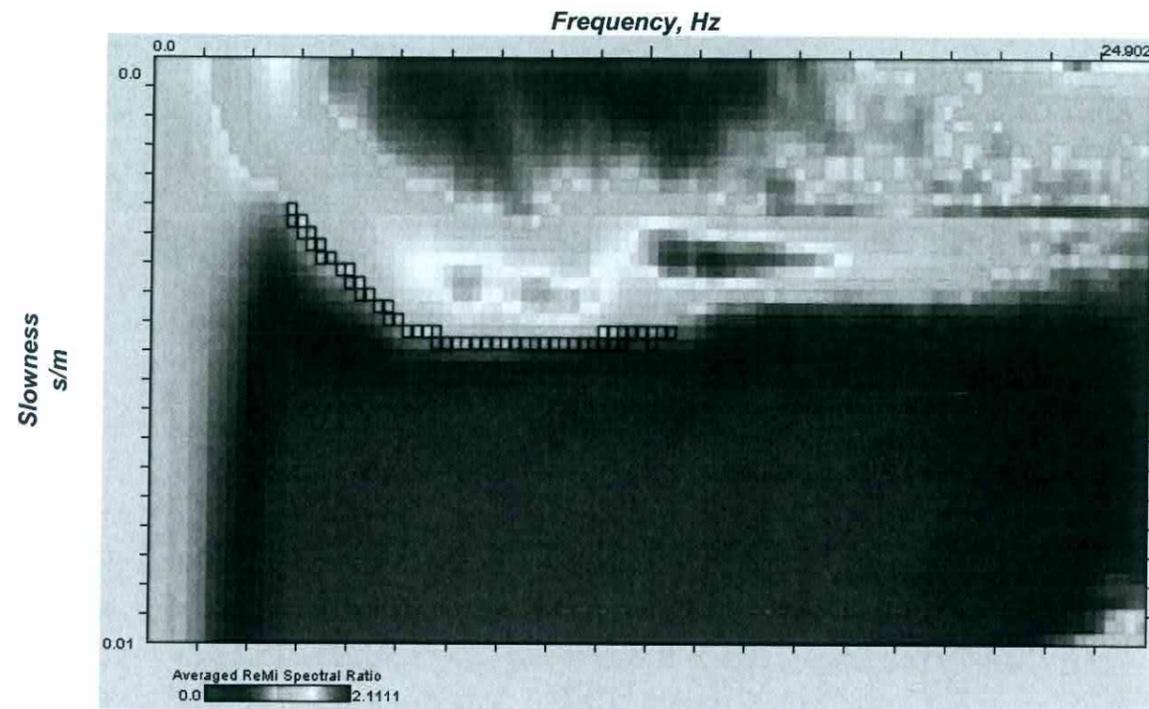


Figura 1: grafico p-f tratto dalla prova Re.Mi.

Nell'immagine, riportata sopra, sono evidenziati gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza rilevante, e ciò consente un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh in quanto queste presentano un carattere dispersivo rispetto a quelle riconducibili ad altre modalità e tipi d'onda.

Sullo spettro di frequenza è eseguito un "picking" (soprassegno con quadratini neri) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (inverso della velocità di fase) per alcune frequenze (fig. 1). Tali valori poi sono riportati su di un diagramma periodo-velocità di fase (fig. 2) per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.

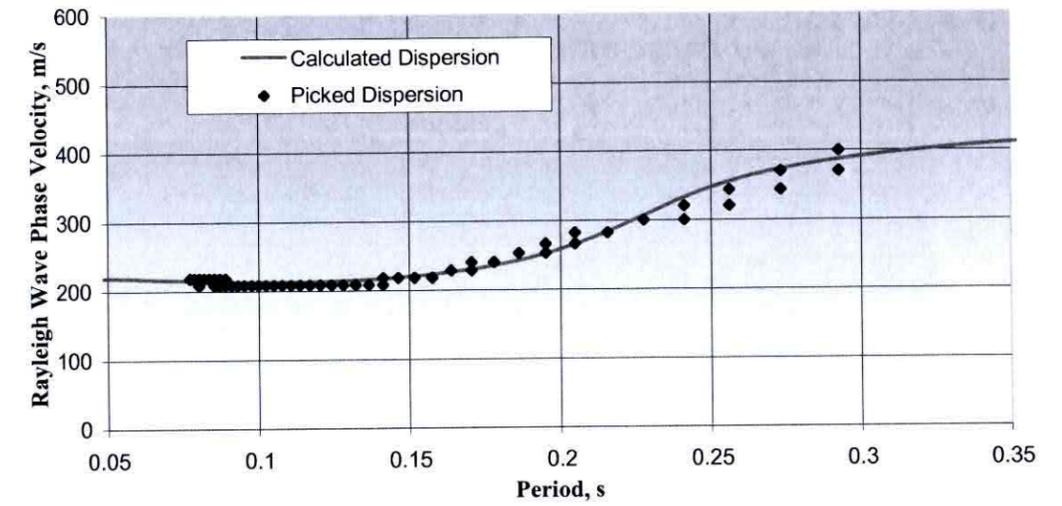
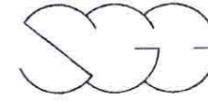


Figura 2: Diagramma periodo – velocità di fase tratto dalla prova Re.Mi.

Variando la geometria del modello interpretativo ed i valori di velocità delle onde “S” si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione, rappresentata con il colore magenta nella figura 2; si consegue un buon fitting con i valori sperimentali e si assume tale modello come interpretativo.

Lo studio dello spettro di potenza permette in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo (fig. 3), con le velocità delle onde di superficie “S” (espresse in m/s) e la profondità (espressa in metri).

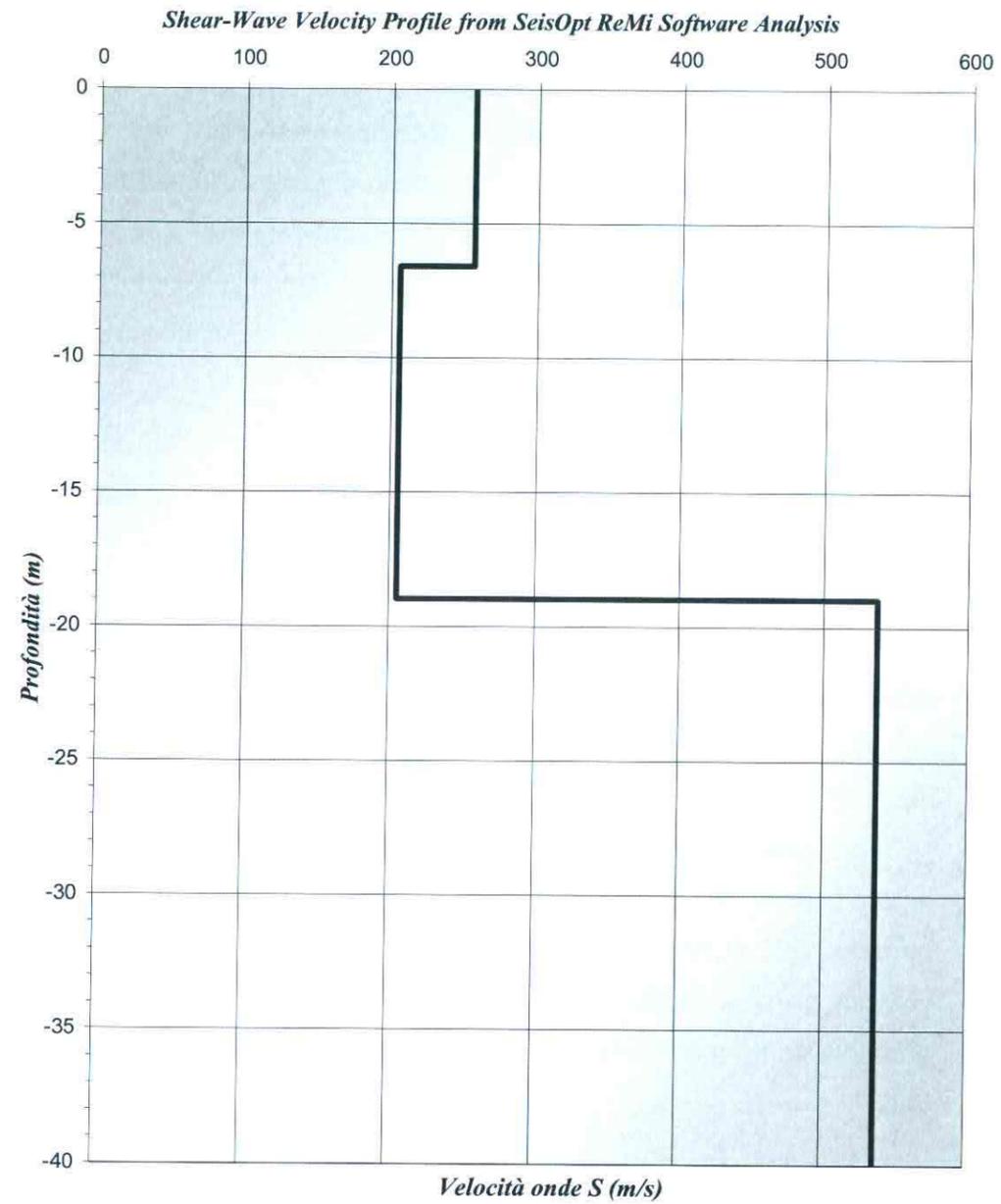
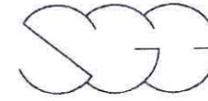


Figura 3: modello interpretativo, tratto dalla prova Re.Mi., le cui modifiche influenzano direttamente la curva di dispersione.





8 – ANALISI DEI RISULTATI

Nel complesso l'indagine geofisica eseguita ha permesso di caratterizzare il sottosuolo sia con il modello di distribuzione della velocità delle onde "P", tramite l'interpretazione tomografica, sia con il modello di distribuzione della velocità delle onde "S", attraverso l'analisi della prova Re.Mi.

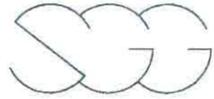
I risultati dell'indagine geofisica di seguito descritti sono stati riportati nella tavola allegata.

Profilo sismico a rifrazione

Il profilo ha evidenziato una discreta omogeneità laterale dei valori di velocità sismica. In generale la prospezione sismica a rifrazione ha permesso di rappresentare il sottosuolo con un modello di distribuzione della velocità delle onde "P".

La sua interpretazione ha evidenziato sostanzialmente un andamento regolare delle velocità sismiche del sottosuolo che denota un assetto circa parallelo alla superficie topografica. In particolare si evidenzia in superficie velocità sismica media di circa 1.200 m/s, in profondità la velocità sismica aumenta con gradiente costante in modo tale da far registrare a 12 metri 2.200 m/s .



**Prova Re.Mi.**

L'interpretazione della prova Re.Mi. , relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde S (m/s)
0,0	6,6	256
6,6	19,0	205
19,0	30	537

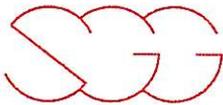
Per questo terreno il valore di Vs30 risulta pari a 284 m/s.

In definitiva, la prova Re.Mi. realizzata evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana, in **classe C**.

Siena, Novembre 2009

Dr. Geol. FILIPPO GIORGI





p-f Image with Dispersion Modeling Picks

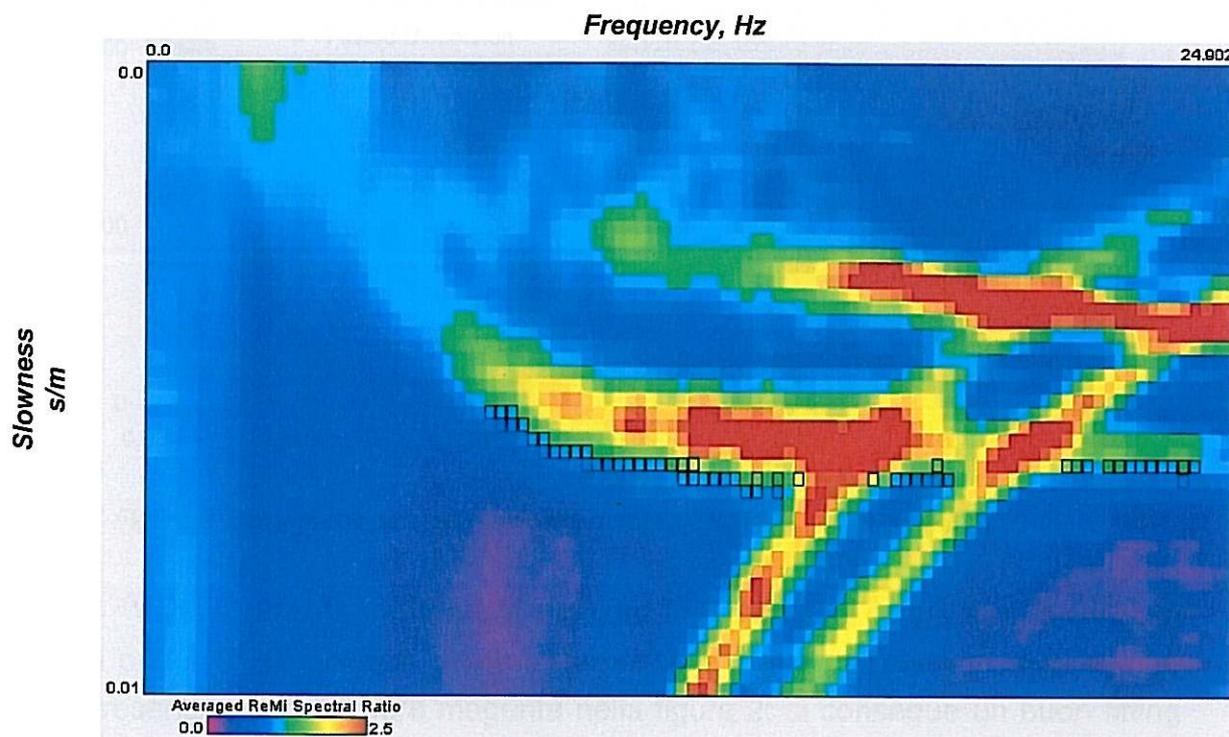


Figura 1: grafico p-f tratto dalla prova Re.Mi.

Nell'immagine, riportata sopra, sono evidenziati gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza rilevante, e ciò consente un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh in quanto queste presentano un carattere dispersivo rispetto a quelle riconducibili ad altre modalità e tipi d'onda.

Sullo spettro di frequenza è eseguito un "picking" (soprassegno con quadratini neri) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (inverso della velocità di fase) per alcune frequenze (fig. 1). Tali valori poi sono riportati su di un diagramma periodo-velocità di fase (fig. 2) per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.



Dispersion Curve Showing Picks and Fit

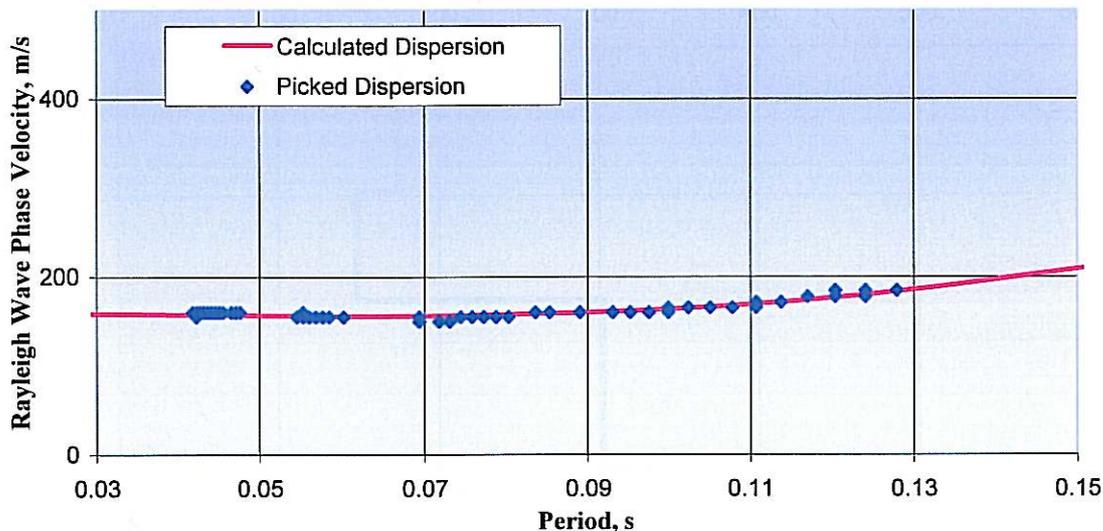


Figura 2: Diagramma periodo – velocità di fase tratto dalla prova Re.Mi.

Variando la geometria del modello interpretativo ed i valori di velocità delle onde "S" si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione, rappresentata con il colore magenta nella figura 2; si consegue un buon fitting con i valori sperimentali e si assume tale modello come interpretativo.

Lo studio dello spettro di potenza permette in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo (fig. 3), con le velocità delle onde di superficie "S" (espresse in m/s) e la profondità (espressa in metri).

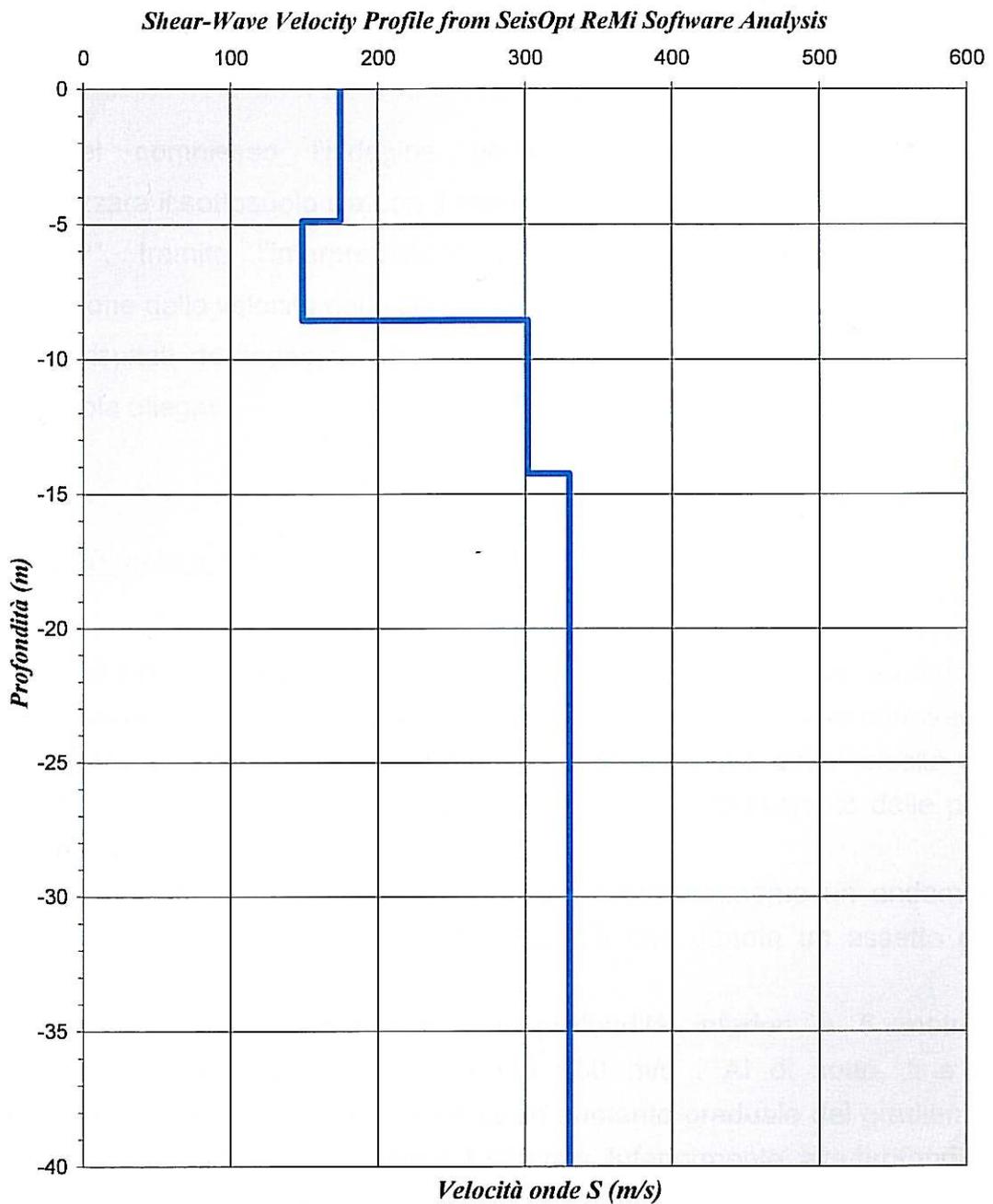


Figura 3: modello interpretativo, tratto dalla prova Re.Mi., le cui modifiche influenzano direttamente la curva di dispersione.



Prova Re.Mi.

L'interpretazione della prova Re.Mi. , relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

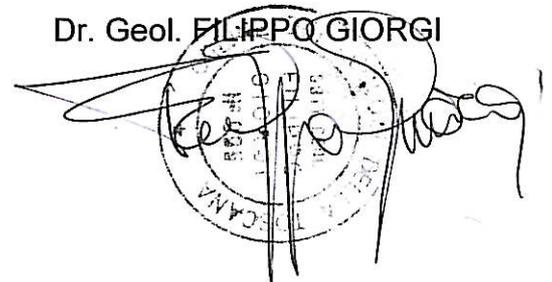
Profondità da P.C		Velocità Onde S (m/s)
0,0	4,9	175
4,9	8,5	149
8,5	14,2	302
14,2	40	330

Per questo terreno il valore di Vs30 risulta pari a 253 m/s.

In definitiva, la prova Re.Mi. realizzata evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana, in **classe C**.

Siena, Novembre 2008

Dr. Geol. **FILIPPO GIORGI**



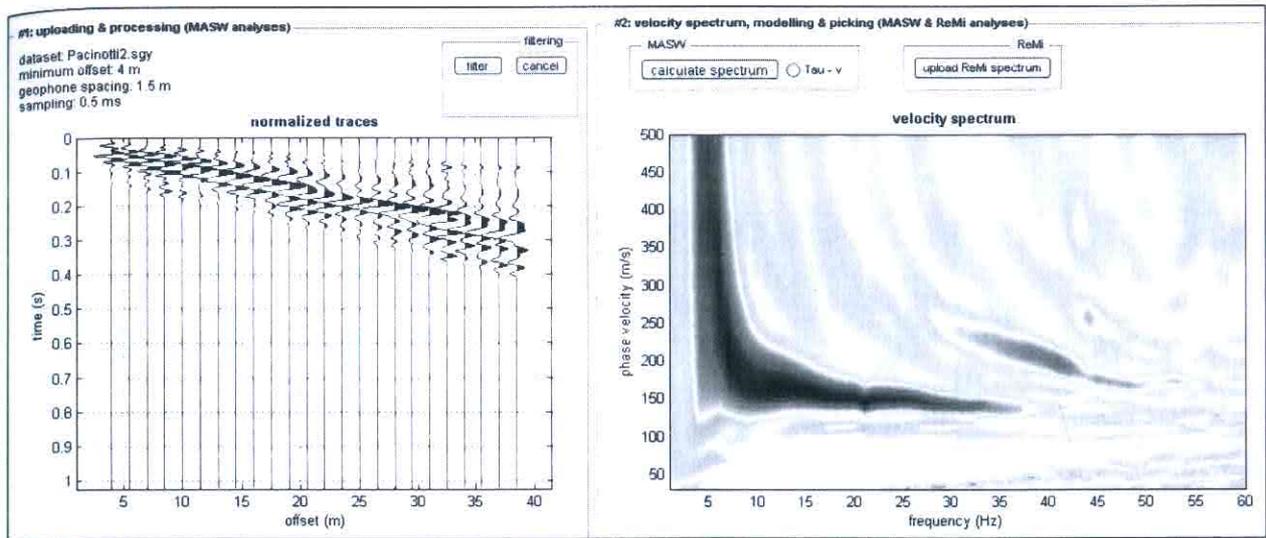


Fig. 2: Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

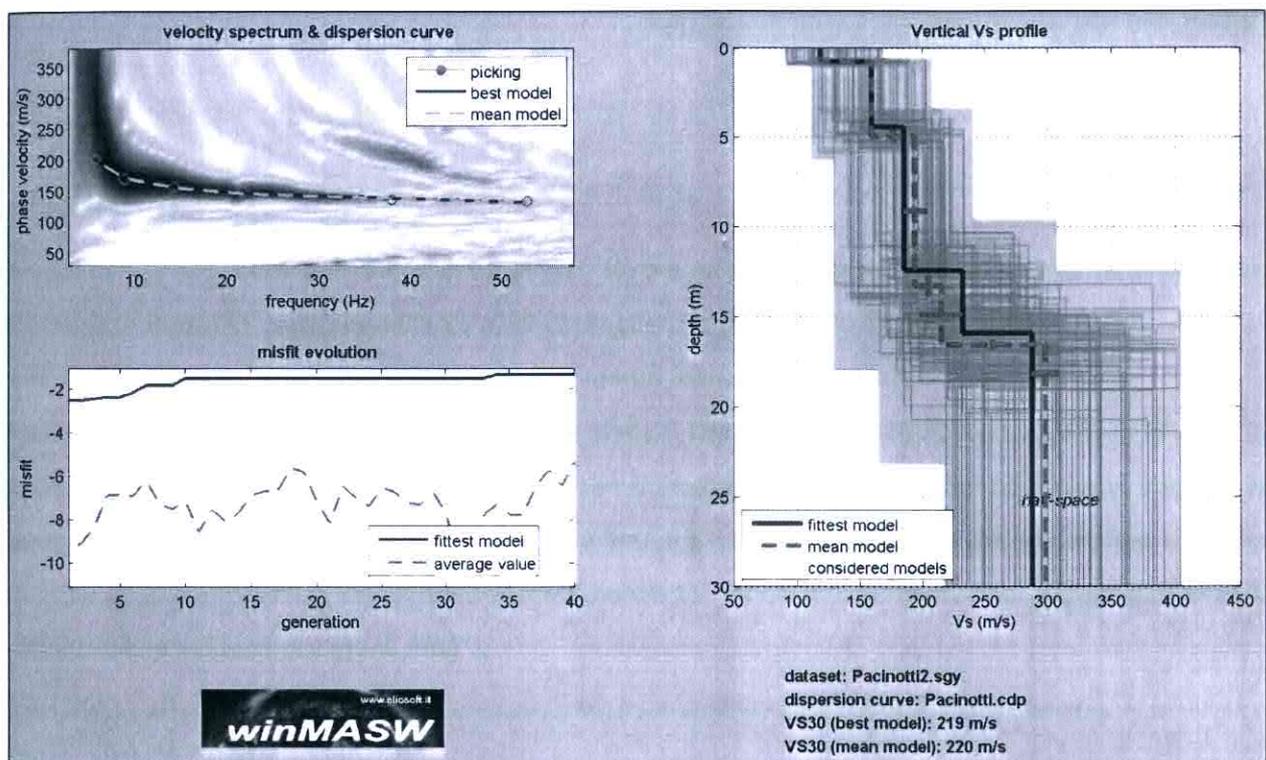


Fig. 3: Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale V_s identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).

Nella **Tabella 1** e nella **Figura 4** vengono riportati gli spessori, le relative velocità e la densità, stimati.

Spessore (m) e deviazione standard	Vs (m/s) e deviazione standard
0.8 ± 0.0	119 ± 0
4.2 ± 0.4	160 ± 0
8.3 ± 0.6	194 ± 9
3.3 ± 0.3	215 ± 17
semi-spazio	297 ± 11

**Tab. 1: Modello medio individuato
(Vs30 del modello medio dal p.c.: 220 m/s)**

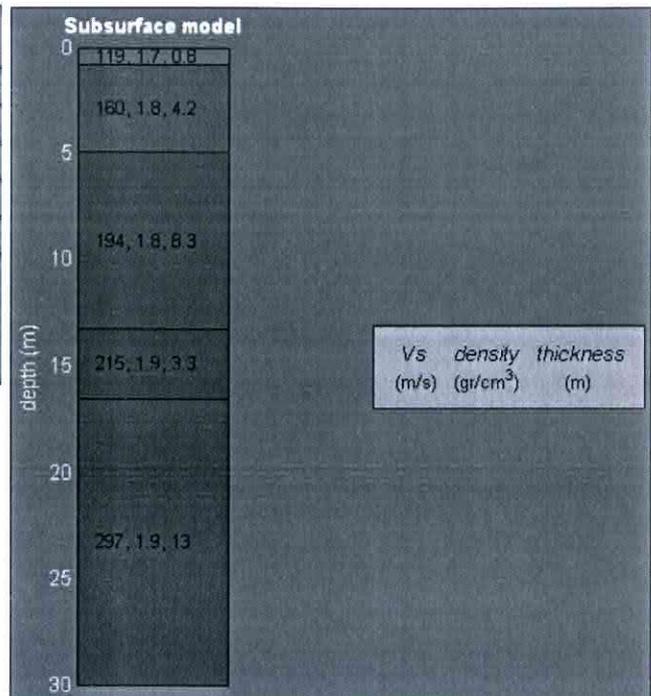


Fig. 4: Profilo verticale dalla Vs

Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, del parametro **Vs30**, risultato – per il modello medio – pari a **220 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Il Valore della Vs 30 porta a classificare il sito, secondo il DM 14 gennaio 2008, in **categoria C** (“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina”).

Firenze, li 29/06/2010

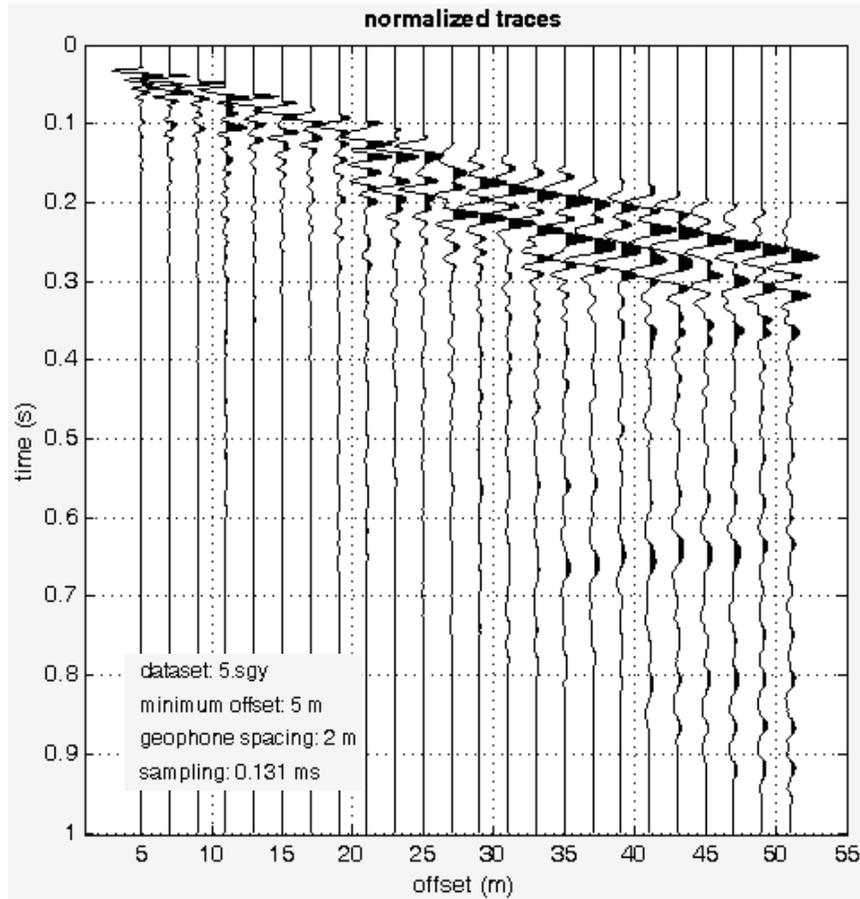
I Tecnici

Dott. Geol. Santi Accetta

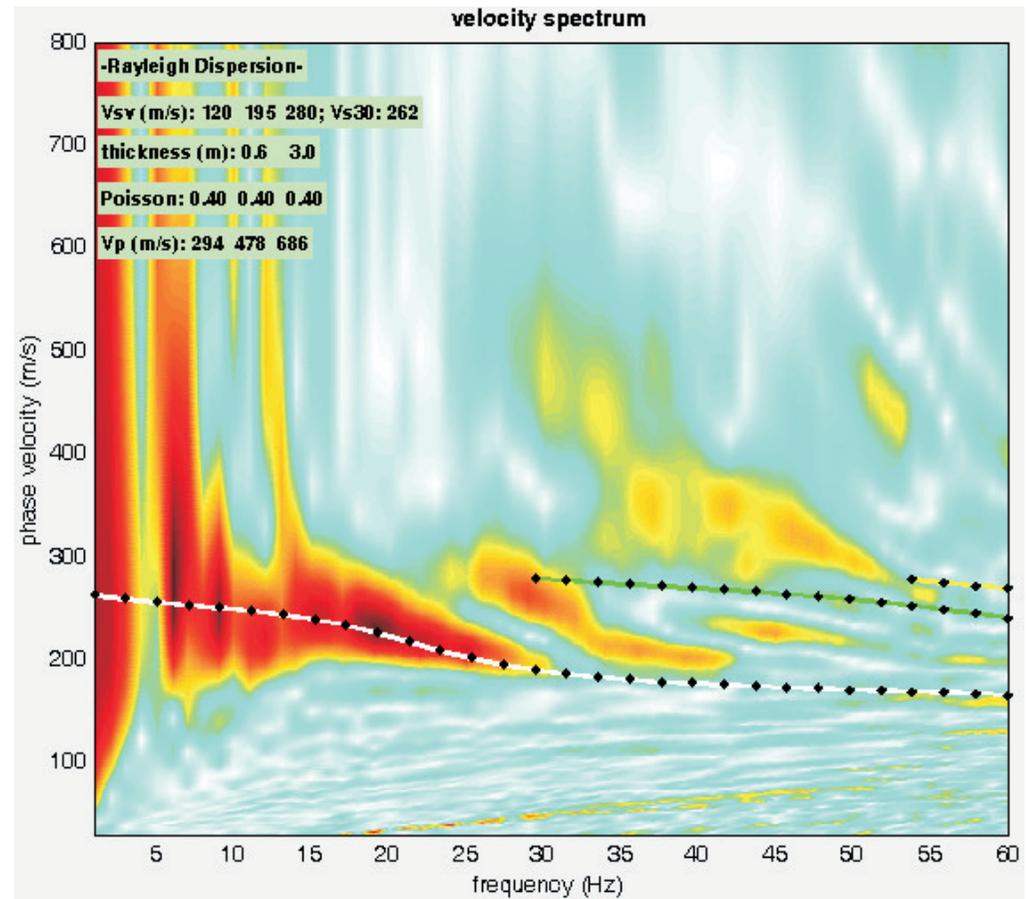
Santi Accetta

Dott. Geol. Silvio Brenna

Silvio Brenna

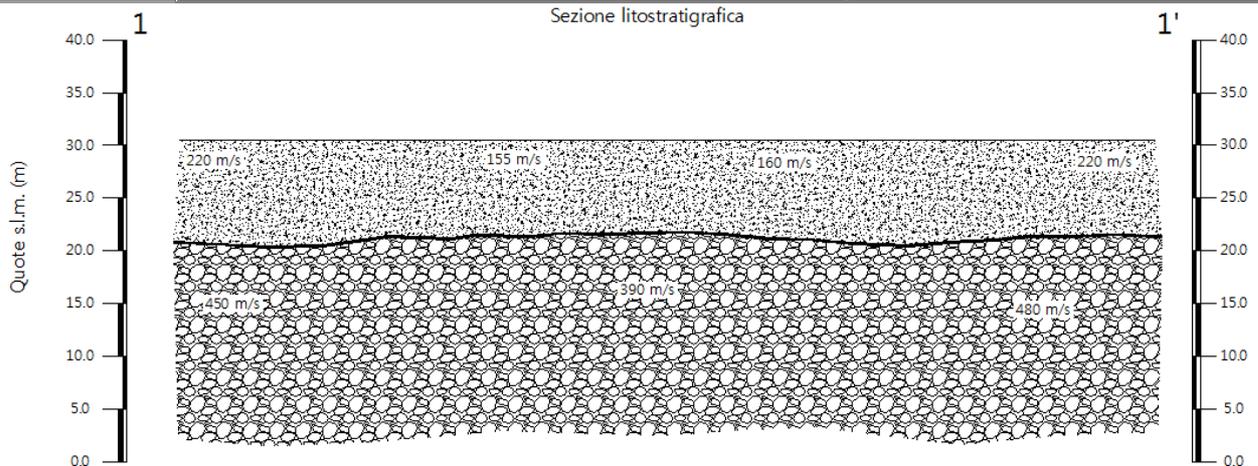


common-shot gather



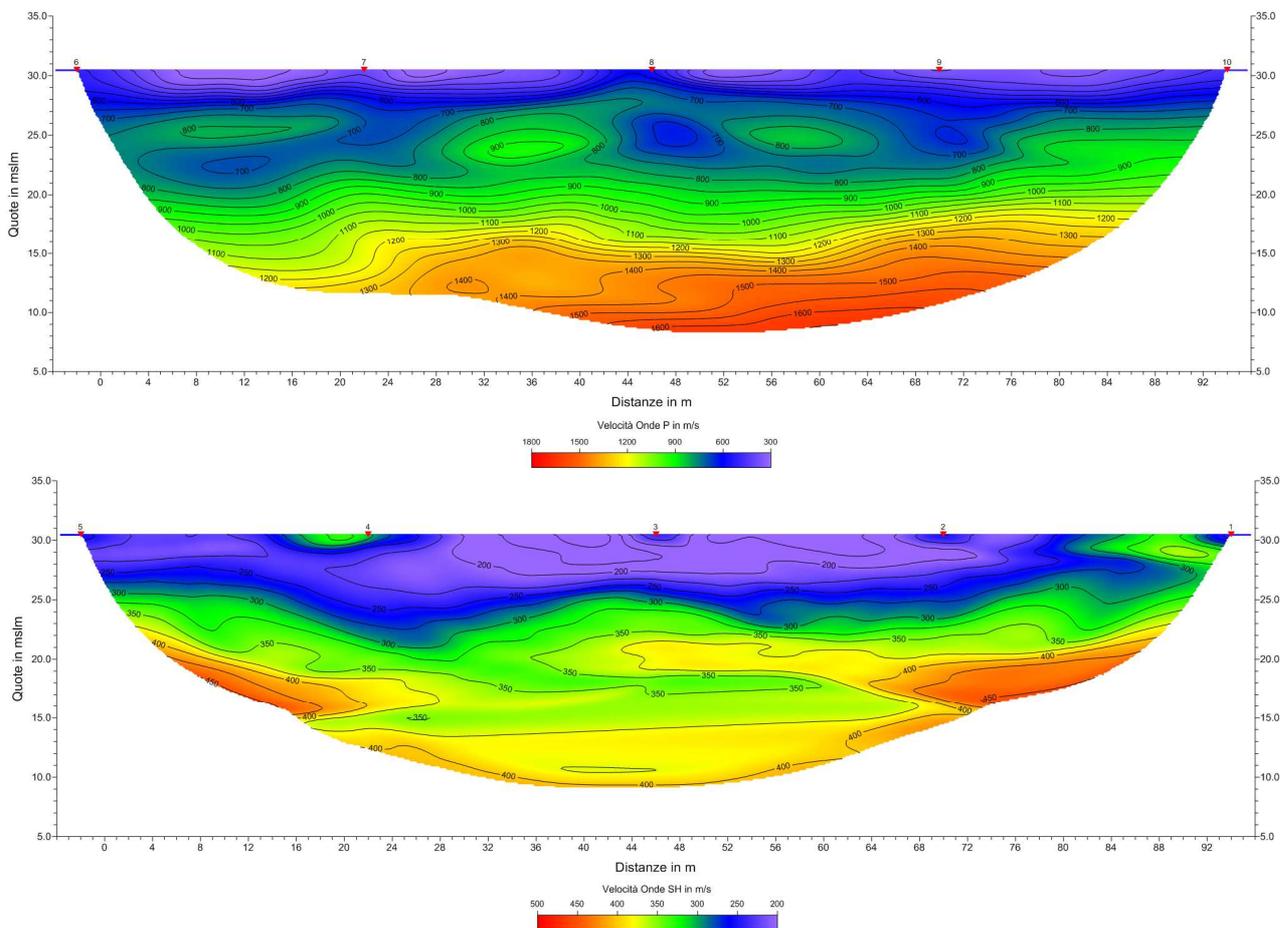
spettro velocità di fase con curve di dispersione relative al modello adottato

INDAGINE MASW : DATO CORRETTO E MODELLO

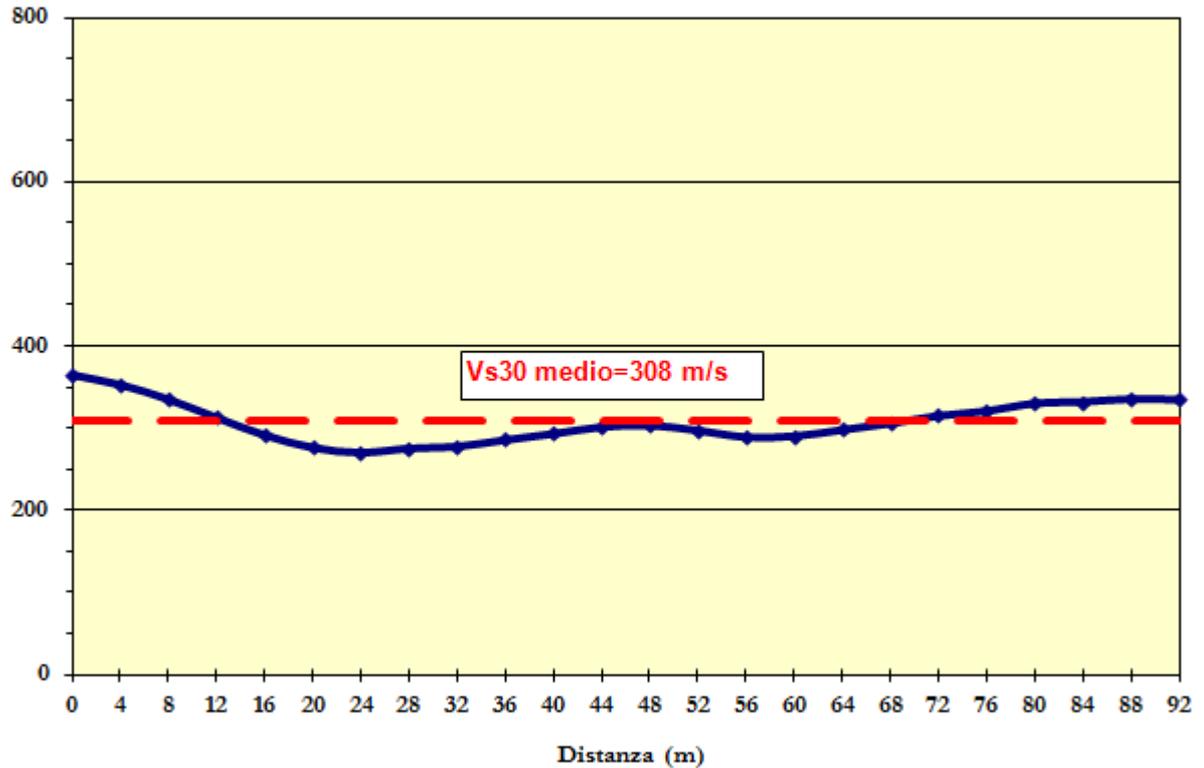


La **Sezione 1-1'**, effettuata all'interno dell'area in oggetto, ha messo in evidenza un rifrattore suborizzontale a profondità mediamente comprese tra 8.00 e 10.00 m. Da evidenziare l'ottima correlazione tra i risultati in onde P e in onde SH.

L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che onde SH, è in accordo con i risultati del GRM ed evidenzia bene il passaggio al substrato, caratterizzato dal raffittimento delle curve di isovelocità a partire da quelle degli 800-1.000 m/s (Onde P) e 300-350 m/s Onde SH).



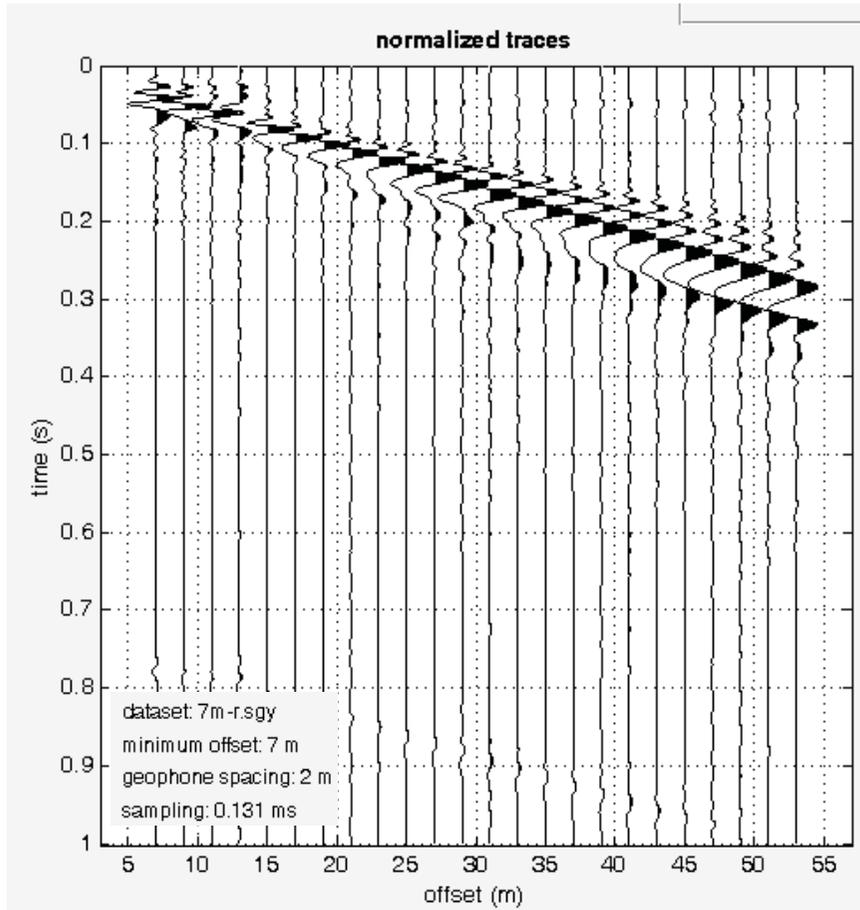
	INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA – Vs30 - LOCALITÀ POZZALE – EMPOLI (FI)	Dicembre 2012
		Comune di Empoli (FI)
		Pag. 9 di 14

SEZIONE 1-1' SH

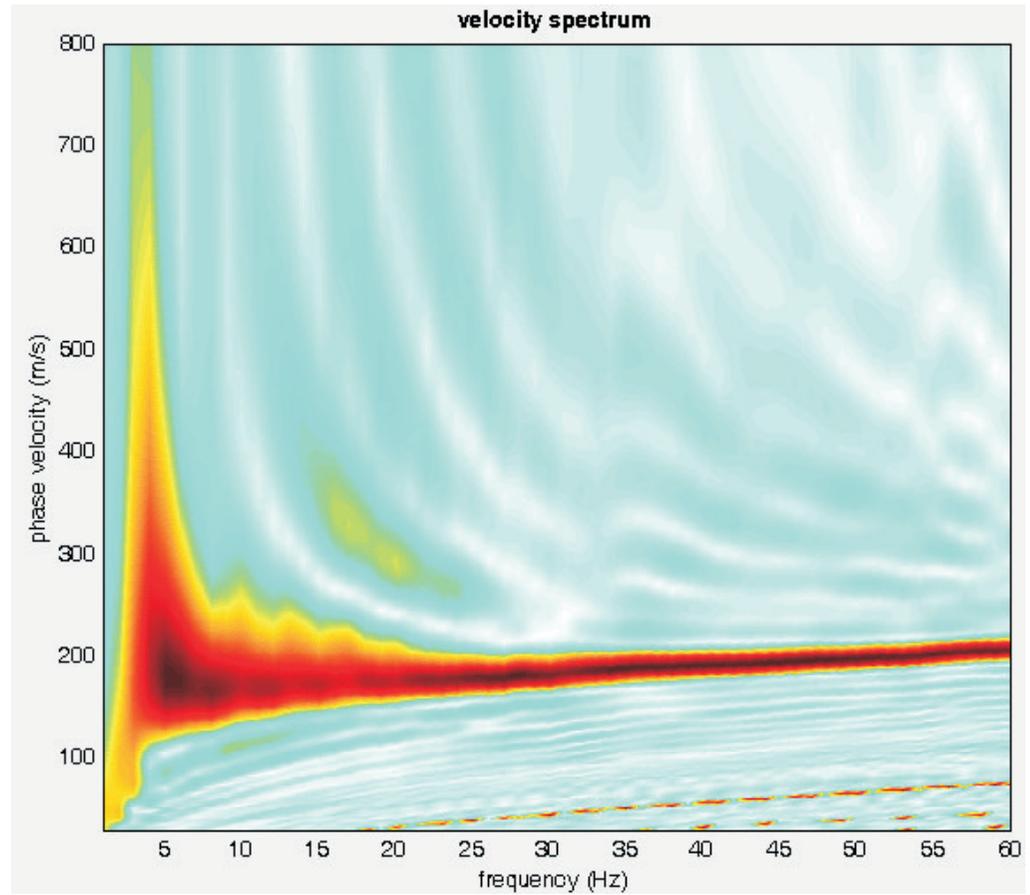
Nella figura sottostante è illustrato l'andamento della Vs30 calcolata lungo la **Sez. 1-1'** da p.c.:

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di Vs30 media per l'area in oggetto:

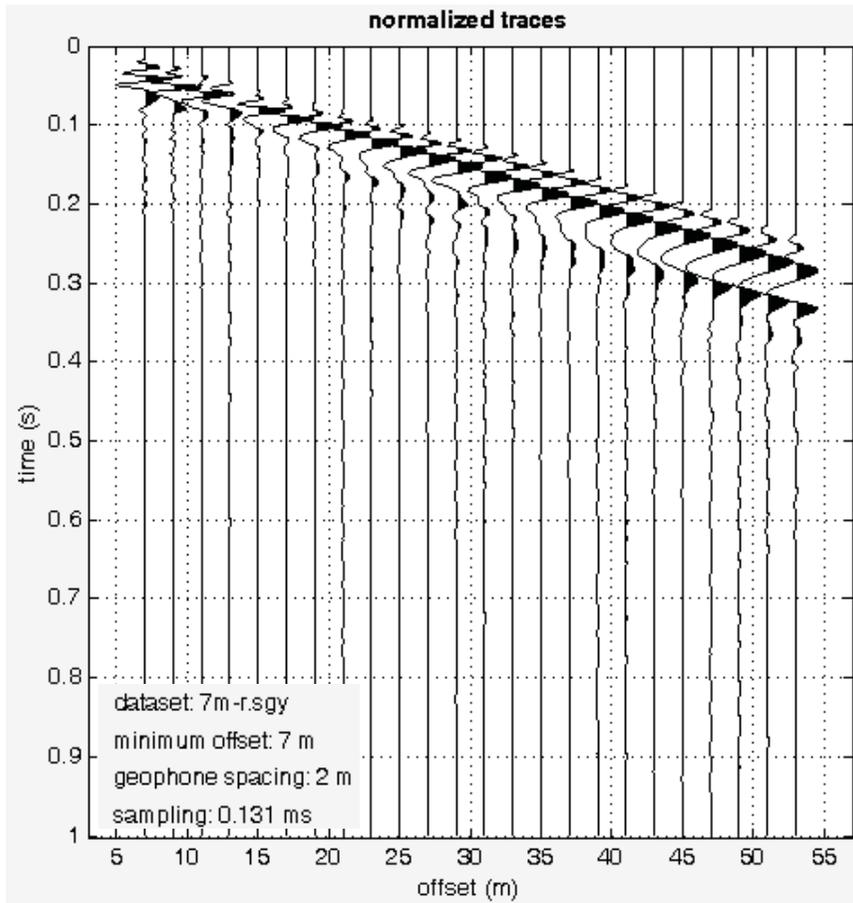
Vs30=308 m/s



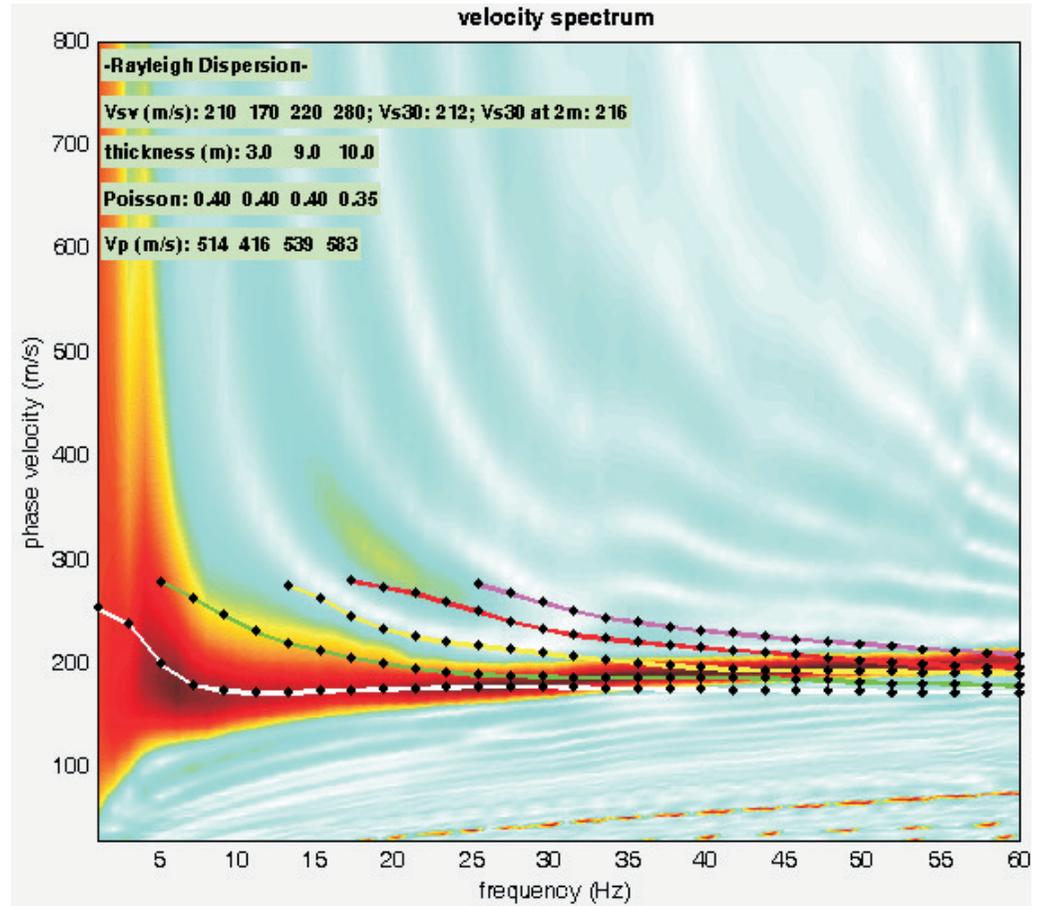
common-shot gather



spettro velocità di fase



common-shot gather



spettro velocità di fase con curve di dispersione relative al modello adottato