

RAPPORTO TECNICO DI PROVA
PROVA SISMICA MASW

PROSPEZIONI GEOFISICHE

-
-
-

REV.	Data e località	Ditta	Redatto	Controllato	Approvato	COMM.-JOB:
0			Dott. Giuseppe Coco	Dr. M. Corrao	Dott. Giuseppe Coco	

CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

- *PROVA SISMICA MASW* -

INDICE	pag.
1.0 PREMESSA	5
2.0 - PROVA SISMICA MULTICANALE MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)	6
2.1 - <i>Premessa</i>	6
2.2 - <i>Strumentazione e Configurazione Geometrica</i>	6
2.3 - <i>Elaborazione Dati</i>	7
2.4 - RISULTATI PROVE MASW	9
• MASW 1-	10
• MASW 2	12
• MASW_3	14
• MASW_4	16
• MASW_5	18
• MASW_6	20
• MASW_7	22
• MASW_8	24
• MASW_9	26
• MASW_10	28
• MASW_11	30
• MASW_12	32

• MASW_13	34
• MASW_14	36
• MASW_15	38
• MASW_16	40
• MASW_17	42
• MASW_18	44
• MASW_19-	46
• MASW_20	48
• MASW_21	50
• MASW_22	52
• MASW_23	54
• MASW_24	56
• MASW_25	58
• MASW_26	60
• MASW_27	62
• MASW_28	64
• MASW_29	66
• MASW_30	68
• MASW_31	70

- **MASW_32** **72**
- **MASW_33** **74**
- **MASW_34** **76**

CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

1.0 PREMESSA

Le prove geofisiche oggetto del presente rapporto sono state eseguite nell'ambito di uno studio finalizzato alla definizione della proprietà sismiche (modello di velocità) dei terreni interessati dal progetto per il Metanodotto Gagliano – Termini Imerese 2° fase.

A tal fine sono state eseguite prove geofisiche non invasive basate sulla propagazione di onde superficiali di Rayleigh (surface wave method – SWM) di tipo attivo (MASW). Tali prove sono state eseguite per definire in profilo di velocità delle onde di taglio per il calcolo del parametro Vs30 secondo quanto previsto dal DM del 17.01.2018.

In totale sono state eseguite nr. 30 prove sismiche M.A.S.W. in accordo con le disposizioni tecniche contenute nel documento ASTM D6429-99: “Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods”.

Per ogni prova M.A.S.W. eseguita si riportano:

- 1) L'ubicazione della prova eseguita;
- 2) La curva di dispersione sperimentale.
- 3) Il modello 1D di velocità delle onde di taglio (Vs)
- 4) La sovrapposizione tra la curva sperimentale e la curva teorica
- 5) Il calcolo del Parametro Vs30 e la relativa categoria del sottosuolo.

2.0 - PROVA SISMICA MULTICANALE MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

2.1 - Premessa

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

2.2 - Strumentazione e Configurazione Geometrica

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale MAE A6000S, avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- Velocità di campionamento dei segnali compresa tra 0.002 e 0.000033 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);
- filtri High Pass e Band Reject;
- "Automatic Gain Control";
- convertitore A/D a 24 bit.

La configurazione spaziale in sito è equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea". In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

- n. 2 energizzazioni ad offset (S_x) variabile come multiplo del G_x in A/R (3 – 6 m);
- lunghezza delle tracce sismiche pari a 4.096 sec.;
- massa battente pesante di 10 Kg.

Le configurazioni adottate hanno consentito di mitigare gli effetti near-field dovuti alle onde di volume ed ha altresì consentito di avere le seguenti risoluzioni spazio-temporali: lungo i numeri

d'onda k la risoluzione è stata pari a 0.174 m^{-1} , mentre la risoluzione in frequenza è stata pari a 0.244 Hz .

2.3 - Elaborazione Dati

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi:

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali (fig. 1) nel dominio frequenza f – numero d'onda K (fig. 1);

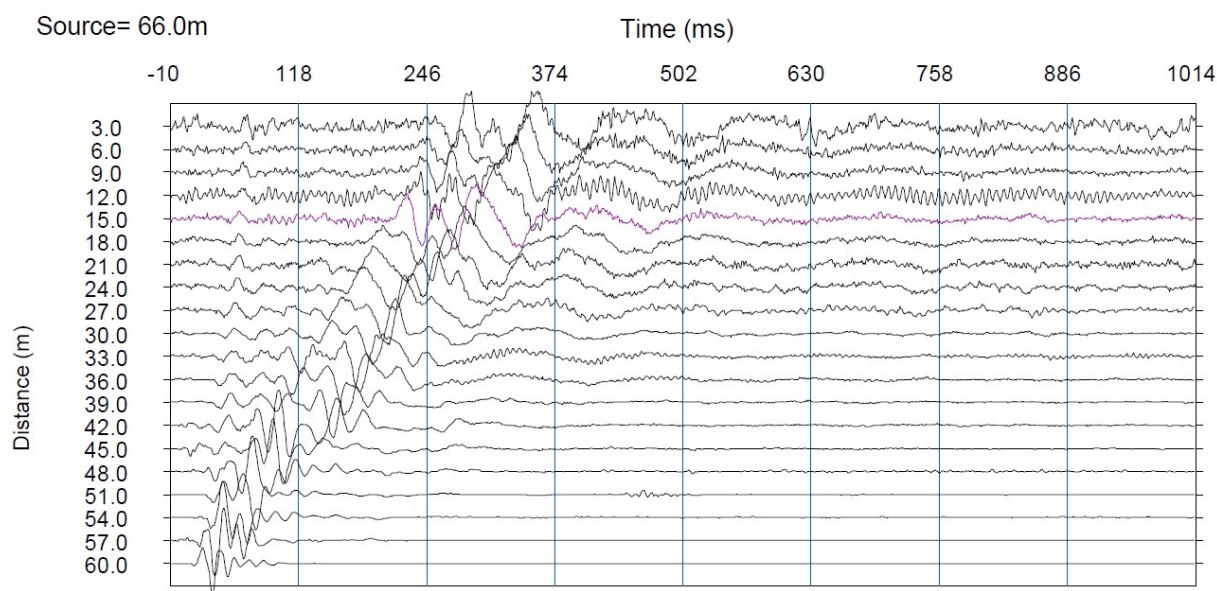
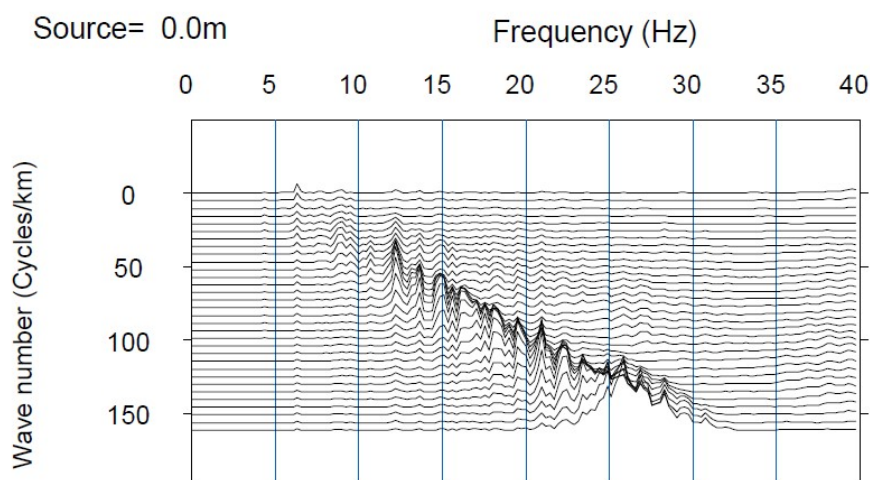


Figura 1. Serie Temporali



e.sg2

Figura 2. Analisi frequenza/numero d'onda

- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie f-k cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale). Attraverso tali punti applicando la (1) si ottiene la curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano V_{fase} (m/sec) – frequenza (Hz) (fig. 3 E SIMILARI).

$$V_R(\omega) = \frac{2\pi f}{k_{MAX}} \quad (1)$$

- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p e la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo.
- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

Le operazioni suddette sono state ripetute per tutte le registrazioni relative agli scoppi.

2.4 - RISULTATI PROVE MASW ¹

I risultati della prova MASW consistono nella stima della curva di dispersione e nel calcolo del modello di velocità. Di seguito si riportano la curva di dispersione sperimentale, il modello di velocità finale calcolato, la sovrapposizione della curva sperimentale con quello teorica ed il calcolo del parametro $V_{S,eq}$ (2) per l'attribuzione della categoria del sottosuolo.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad (2)$$

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 2 "Range" V_{sEQ} da normativa NTC 2018 – Approccio semplificato

¹ Il valore del VS30 è stato calcolato dal piano campagna.

- **MASW 1-**

INTERVENTO 1 da Km 4+755 a Km 4+815

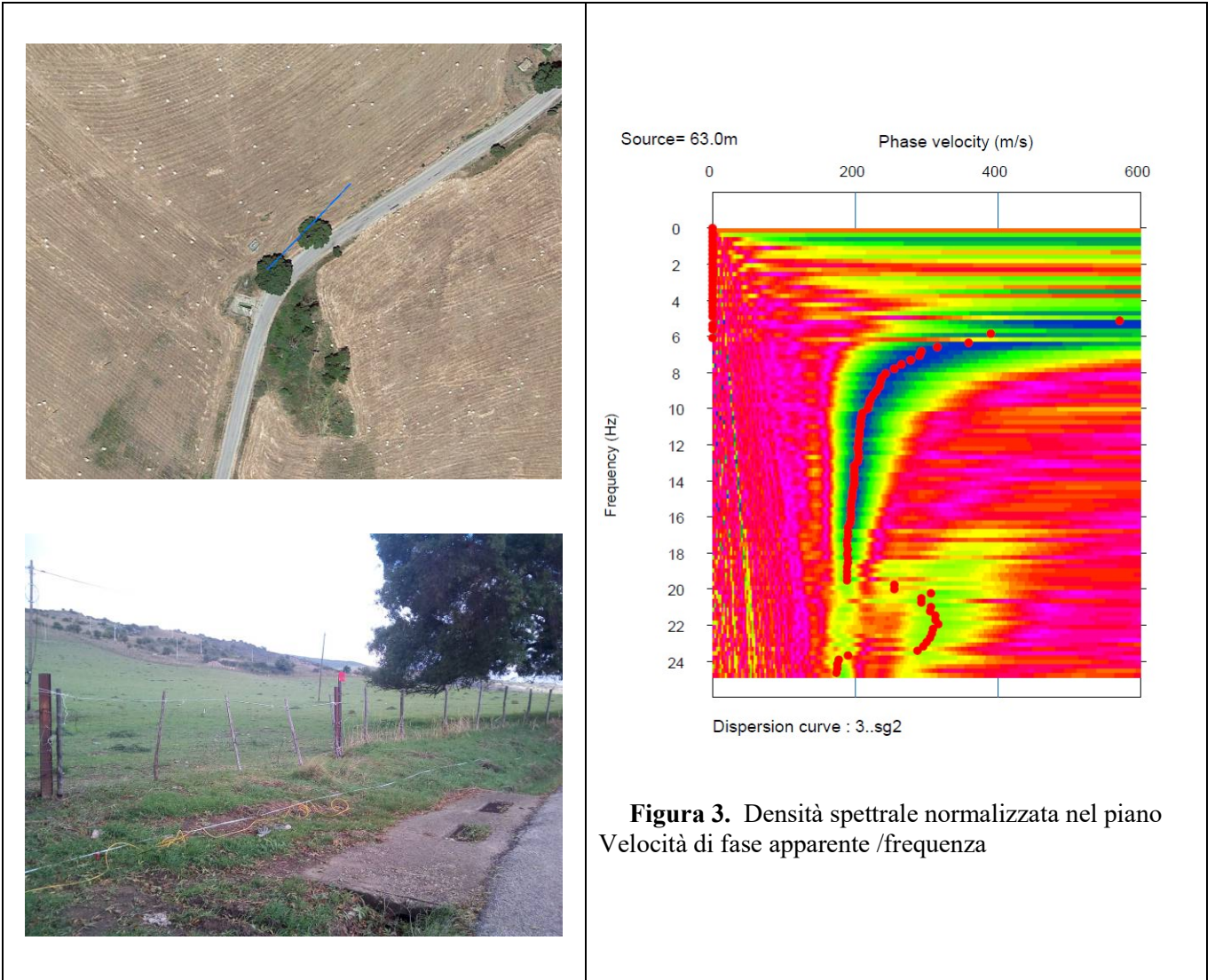


Figura 3. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

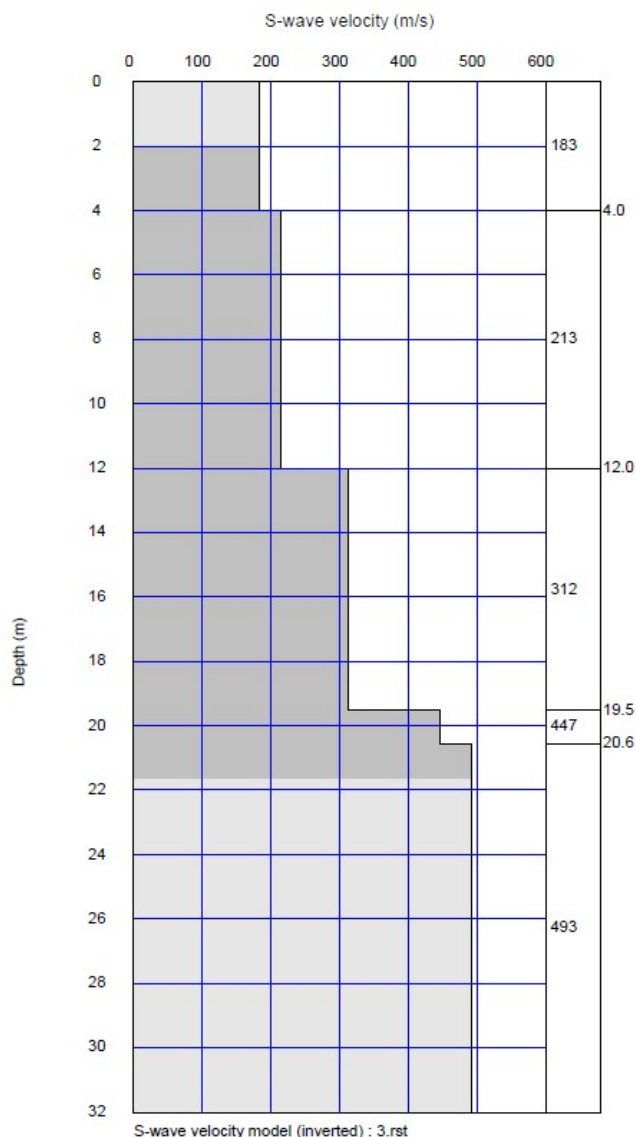


Figura 4. Modello di velocità del sottosuolo.

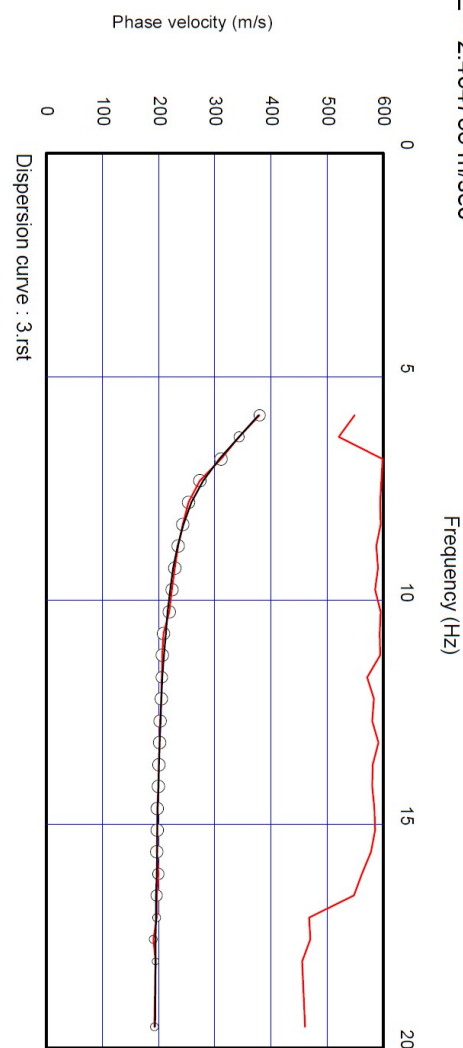


Figura 5. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) con la curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	4.01	183.58	0.0219	286.17
2.00	4.01	8.01	213.58	0.0375	CAT. SUOLO C
3.00	12.02	7.50	312.54	0.0240	
4.00	19.53	1.04	447.30	0.0023	
5.00	20.57	9.43	493.04	0.0191	

- **MASW 2**

INTERVENTO 2 da Km 0+615 a Km 0+660

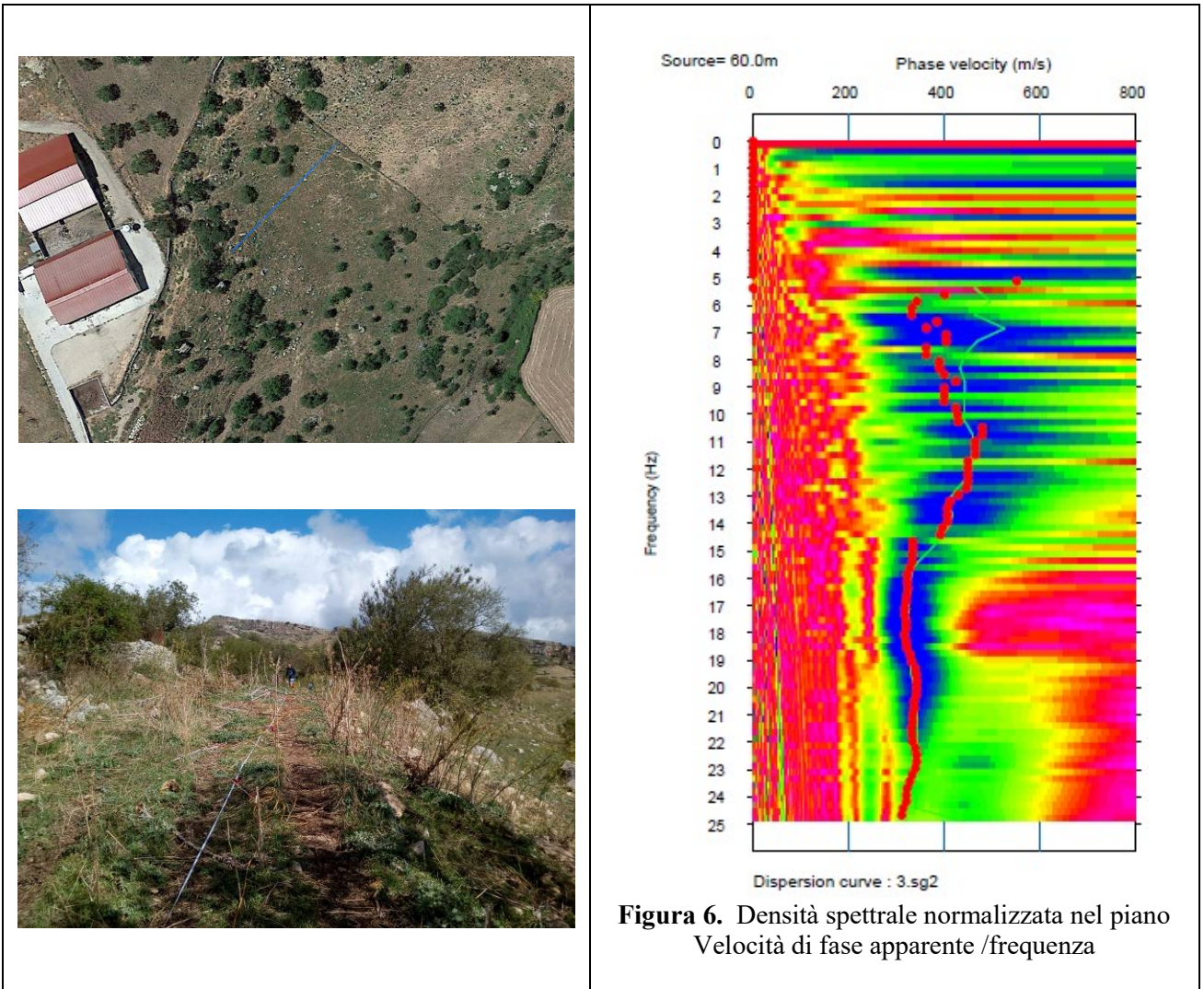


Figura 6. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

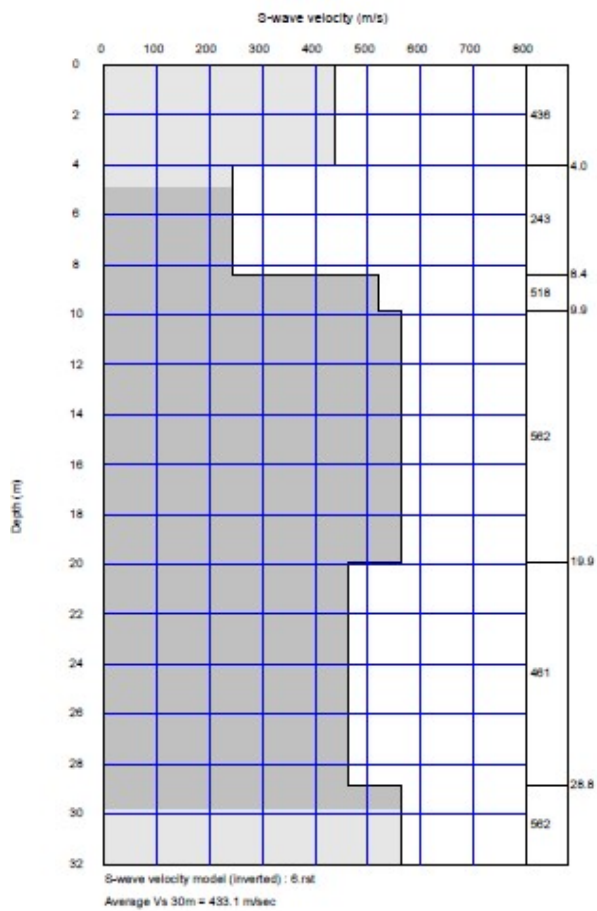


Figura 7. Modello di velocità del sottosuolo.

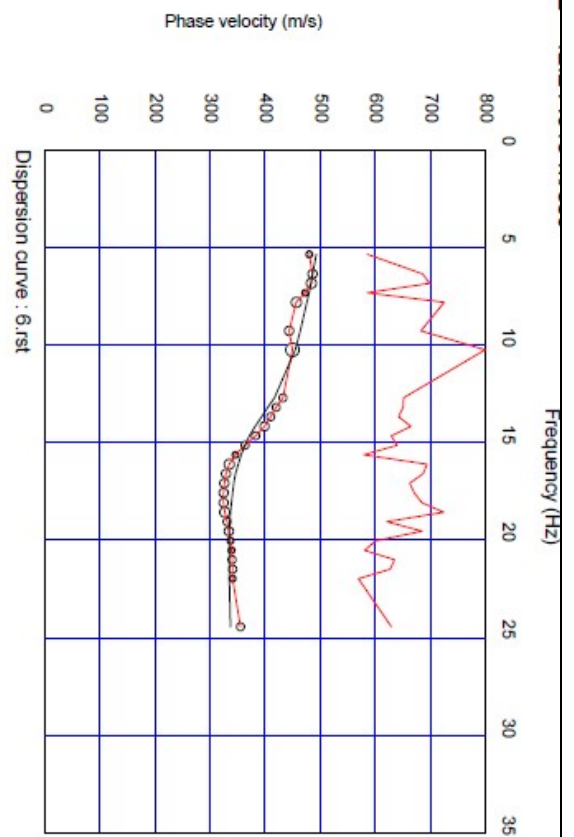
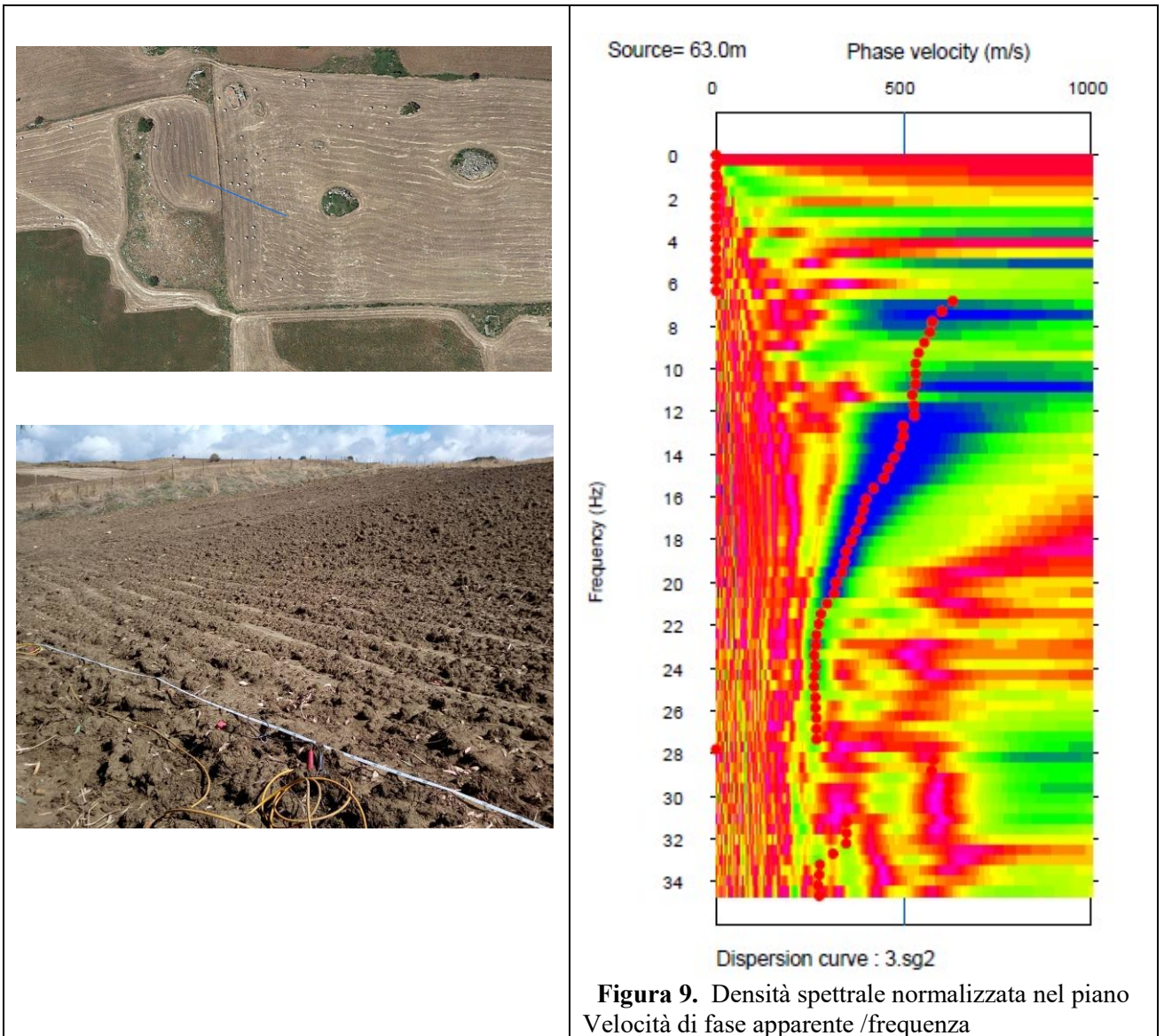


Figura 8. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	4,03	436,43	0,0092	443.15
2	4,03	4,35	243,07	0,0179	CAT. SUOLO B
3	8,39	1,47	518,08	0,0028	
4	9,85	10,05	562,86	0,0178	
5	19,90	8,95	461,64	0,0194	
6	28,85	1,15	562,86	0,0020	

- **MASW_3**

INTERVENTO 3 da Km 1+915 a Km 1+950



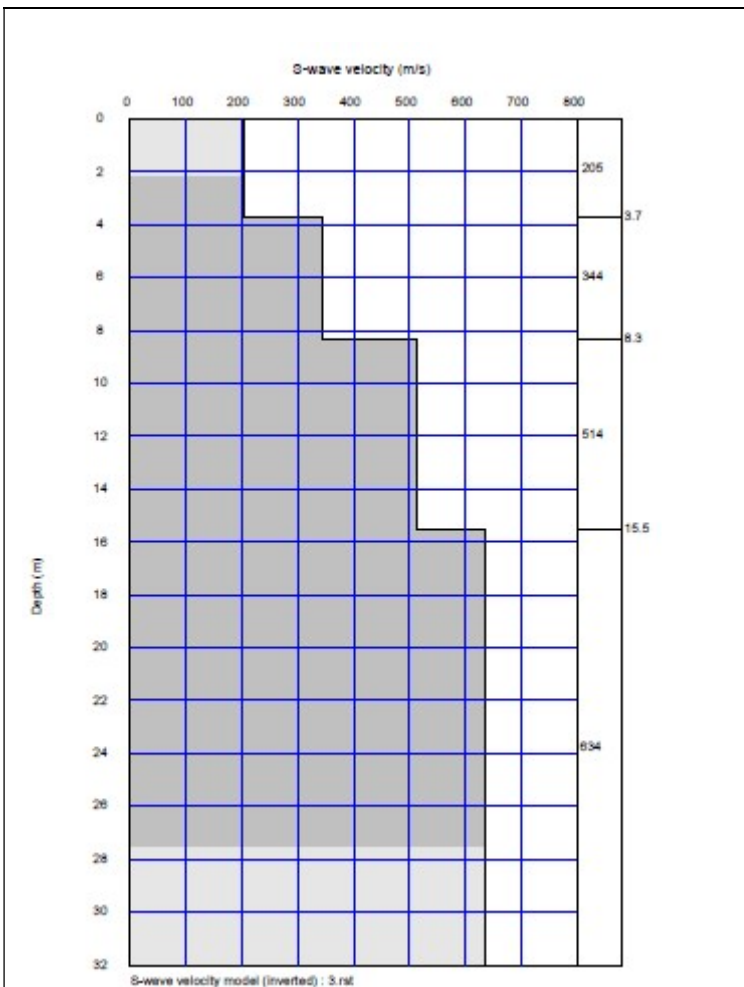


Figura 10. Modello di velocità del sottosuolo.

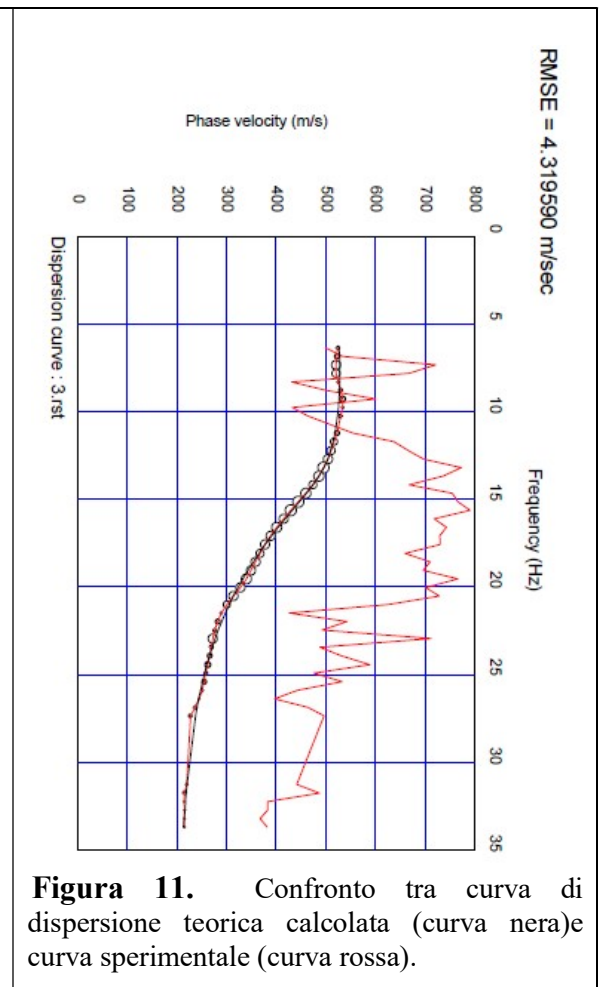
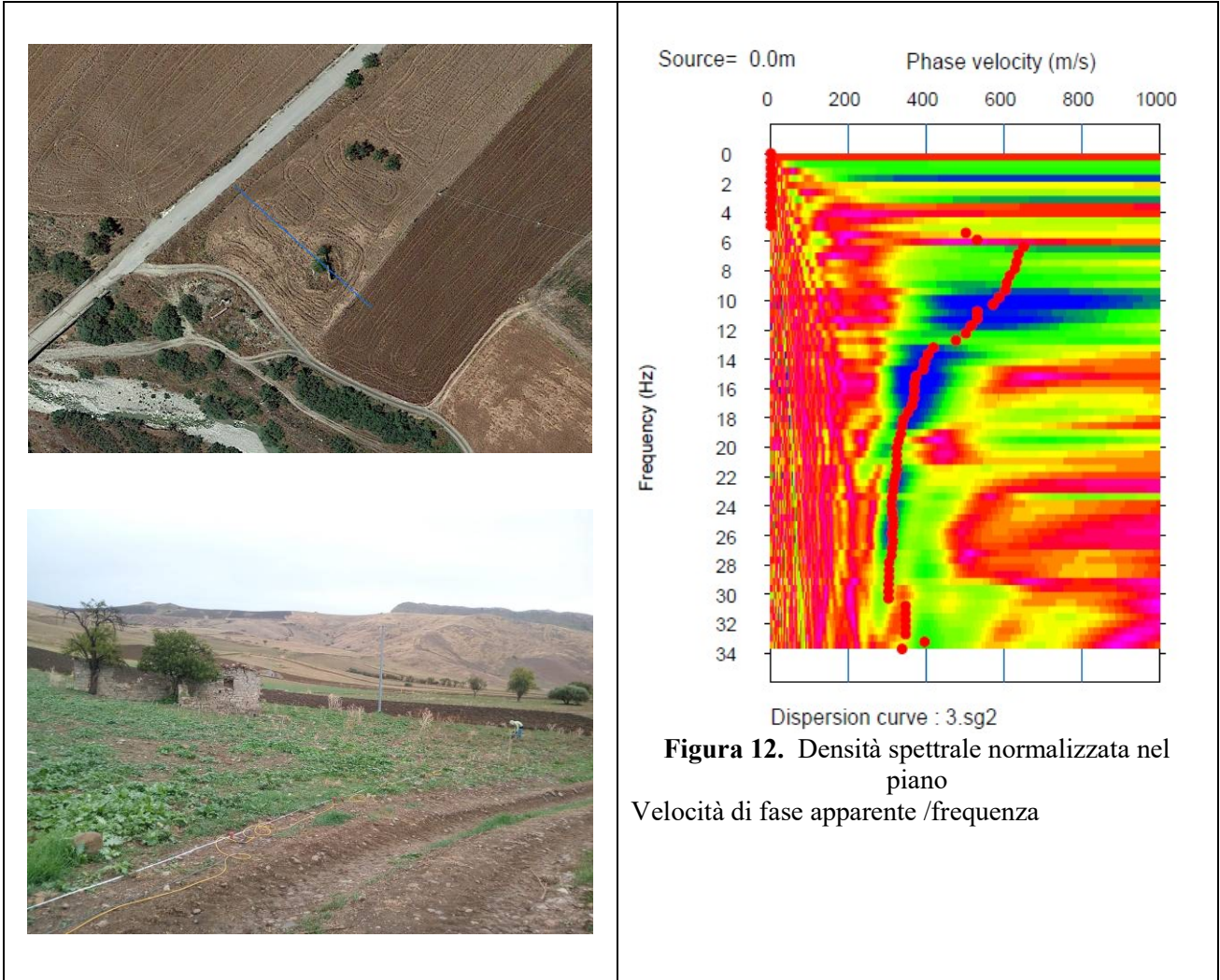


Figura 11. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	3,70	436,43	0,0085	447.27
2	3,70	4,60	243,07	0,0189	CAT. SUOLO B
3	8,31	7,24	518,08	0,0140	
4	15,55	14,45	562,86	0,0257	

- **MASW_4**

INTERVENTO 3 da Km 7+610 a Km 7+675



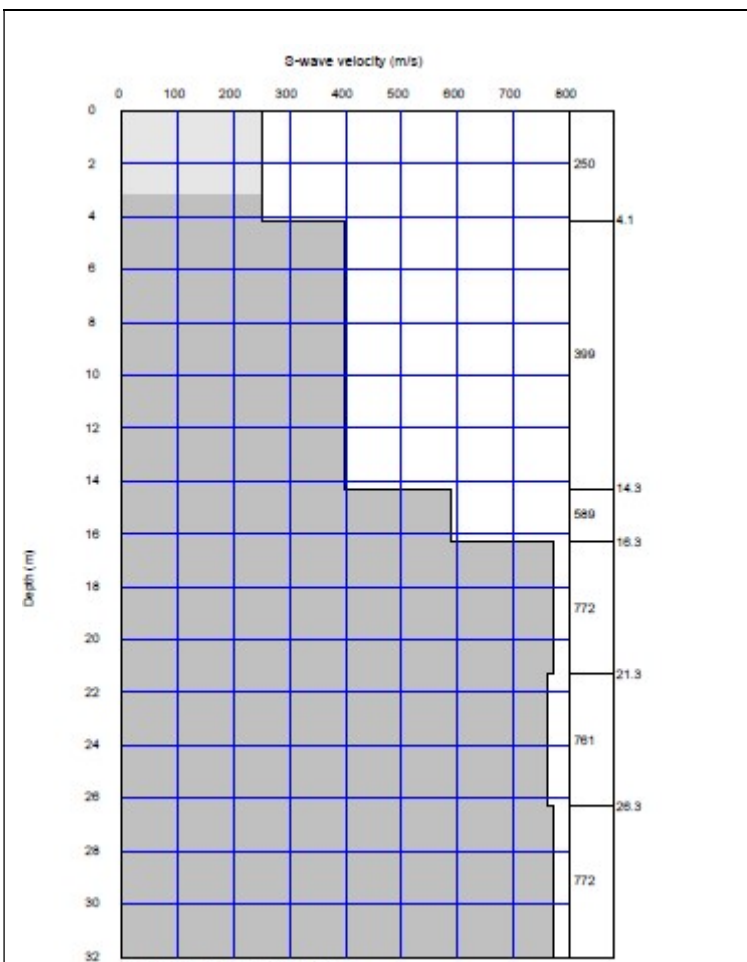


Figura 13. Modello di velocità del sottosuolo.

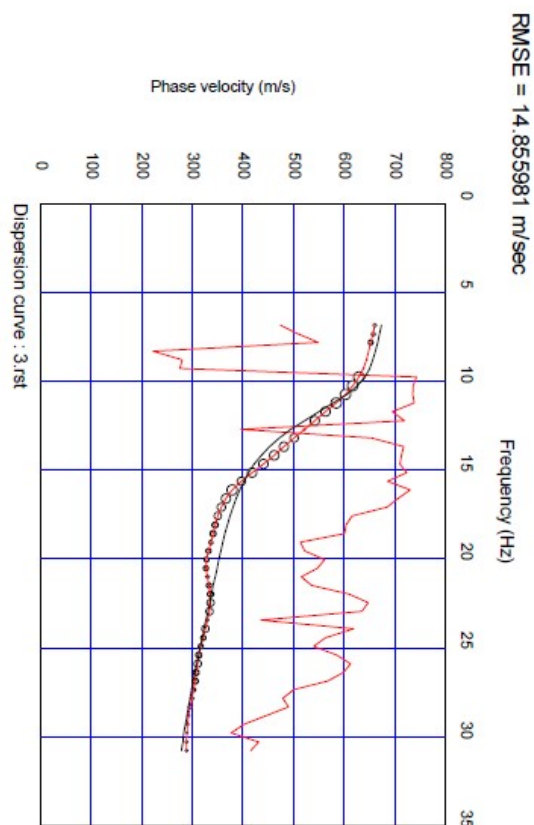


Figura 14. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	4,13	250,62	0,0165	474.66
2	4,13	10,19	399,06	0,0255	CAT. SUOLO B
3	14,32	2,00	589,69	0,0034	
4	16,32	5,00	772,68	0,0065	
5	21,32	5,00	761,77	0,0066	
6	26,32	3,68	772,68	0,0048	

- **MASW_5**

INTERVENTO 4 da Km 2+550 a Km 2+600

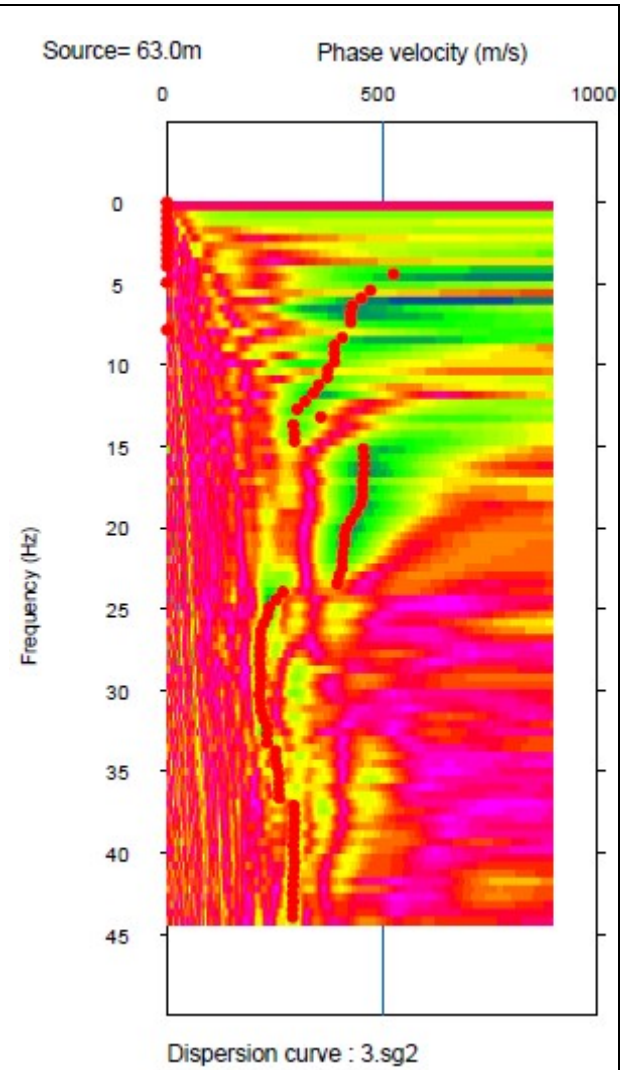


Figura 15. Densità spettrale normalizzata nel piano
Velocità di fase apparente /frequenza

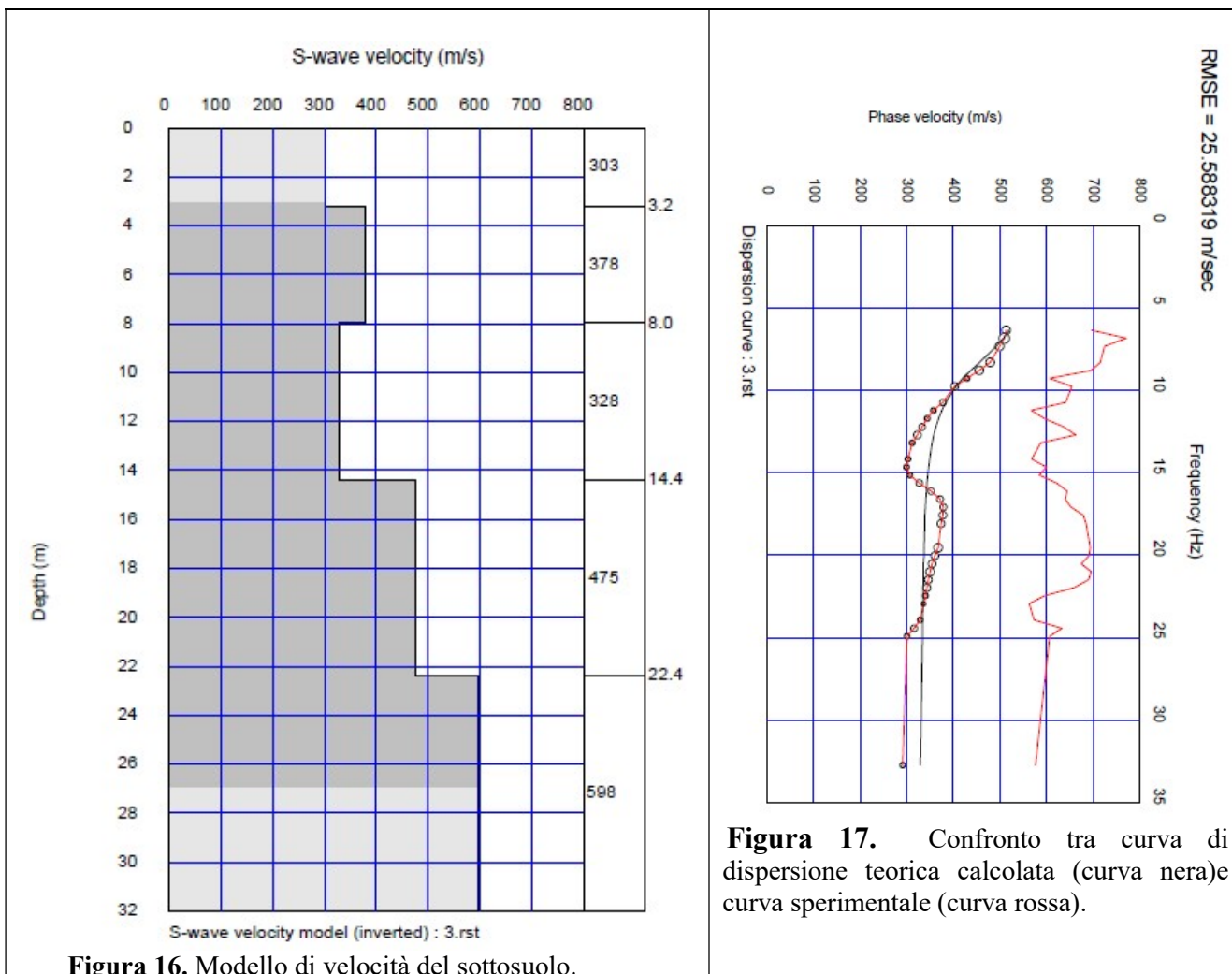


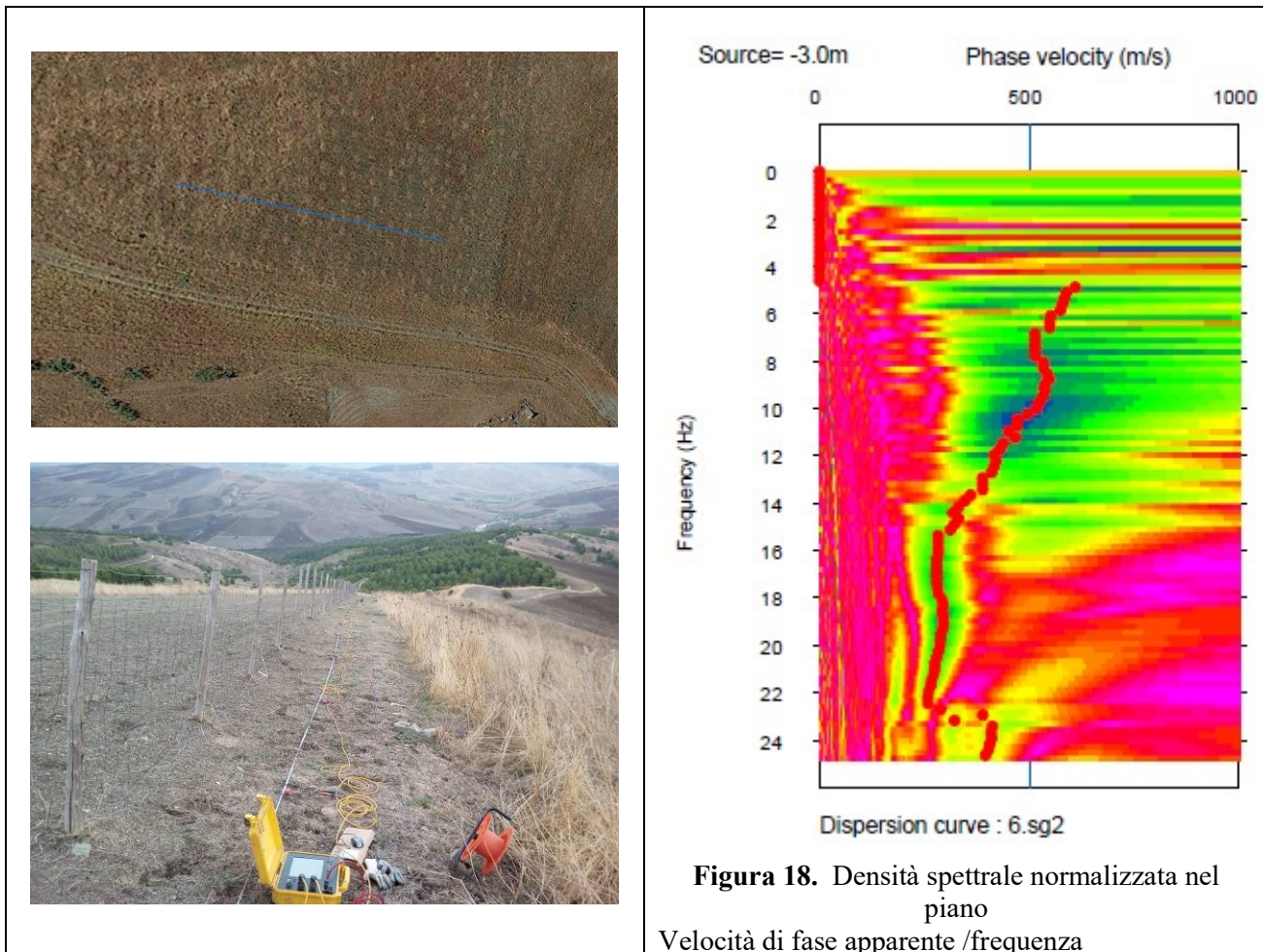
Figura 16. Modello di velocità del sottosuolo.

Figura 17. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 – h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1	0,00	3,20	303,55	0,0105	415.36
2	3,20	4,80	378,96	0,0127	CAT. SUOLO
3	8,00	6,40	328,18	0,0195	
4	14,40	8,00	475,38	0,0168	
5	22,40	7,60	598,97	0,0127	

- **MASW_6**

INTERVENTO 4 da Km 2+780 a Km 2+845



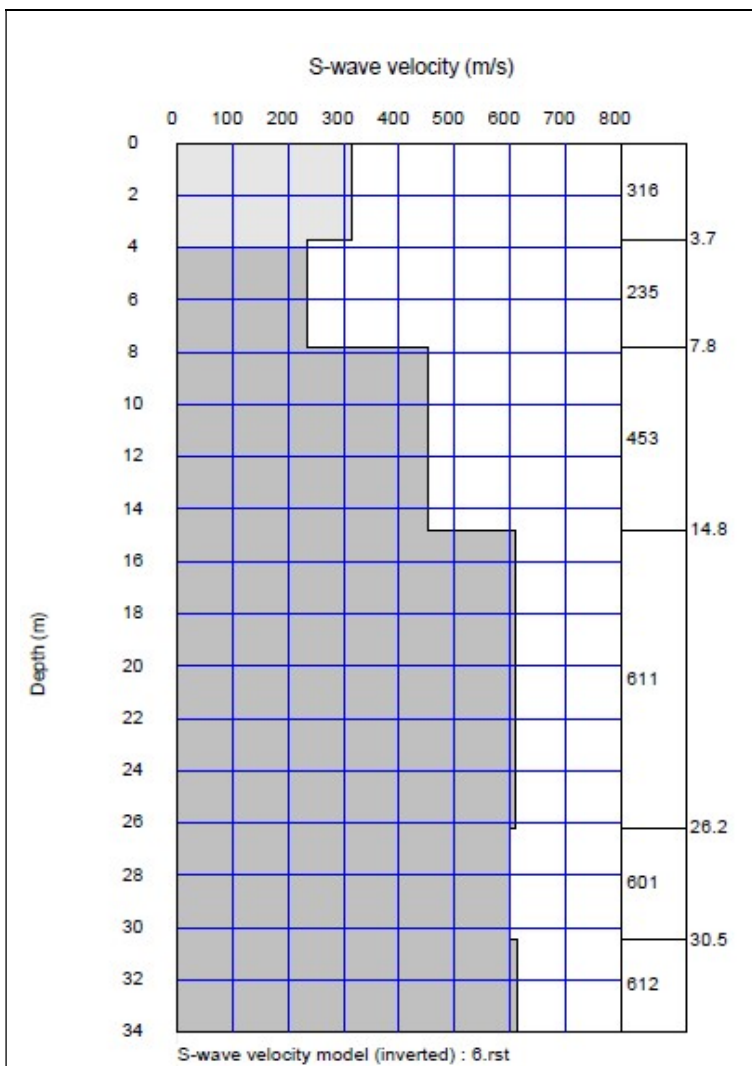


Figura 19. Modello di velocità del sottosuolo.

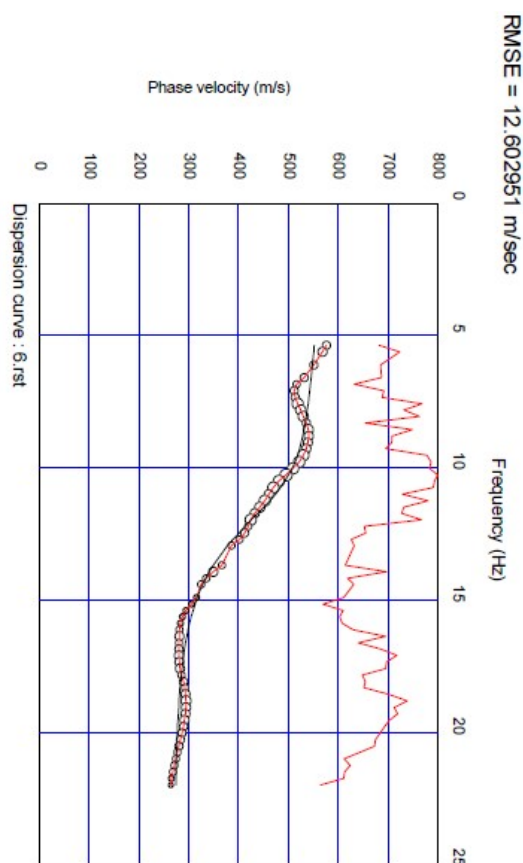
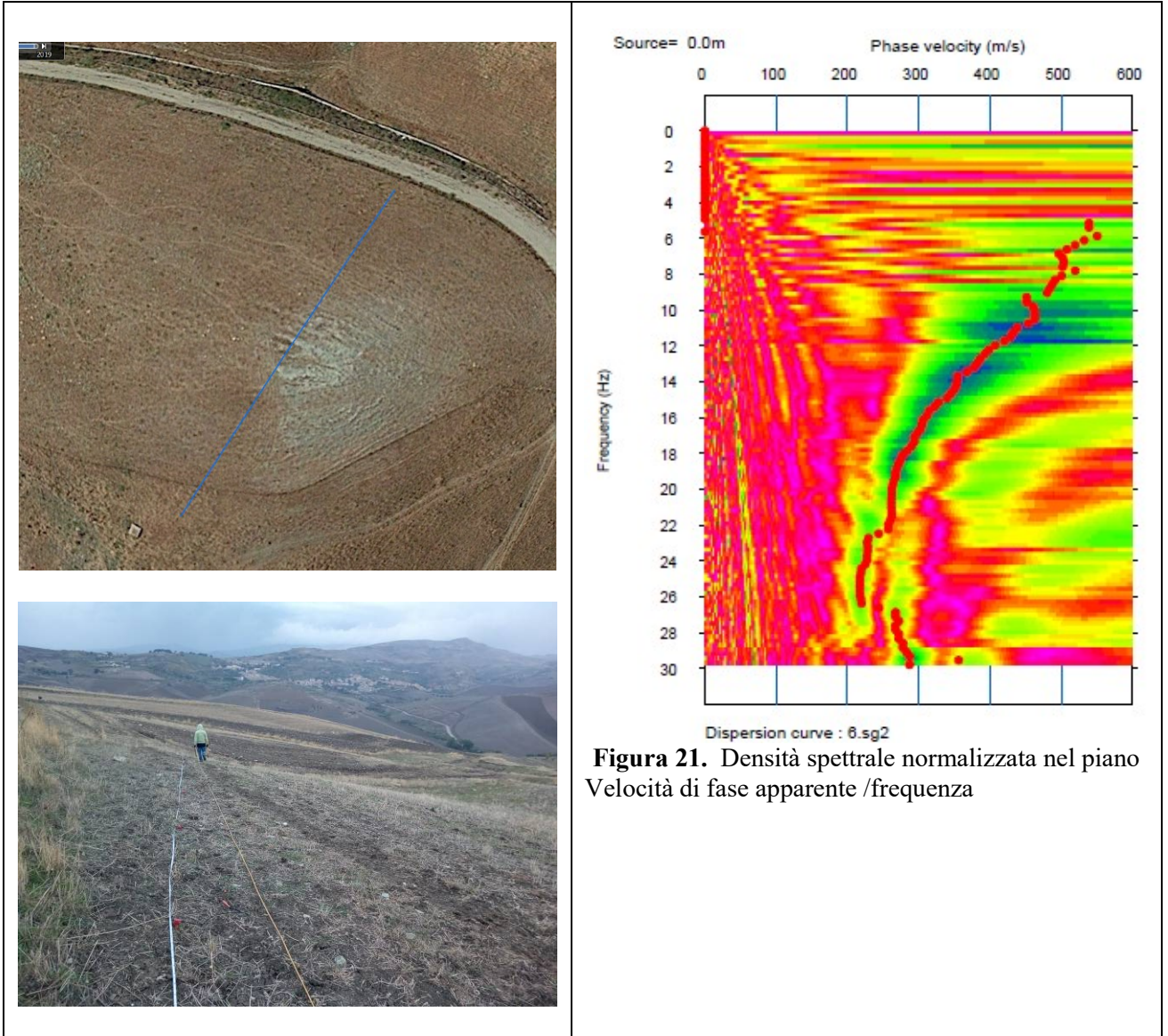


Figura 20. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) con la curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	3,68	316,25	0,0116	431.20
2	3,68	4,13	235,74	0,0175	CAT. SUOLO
3	7,81	7,03	453,12	0,0155	
4	14,84	11,37	611,08	0,0186	
5	26,21	3,79	601,87	0,0063	

- **MASW_7**

INTERVENTO 4 da Km 2+915 a Km 2+970



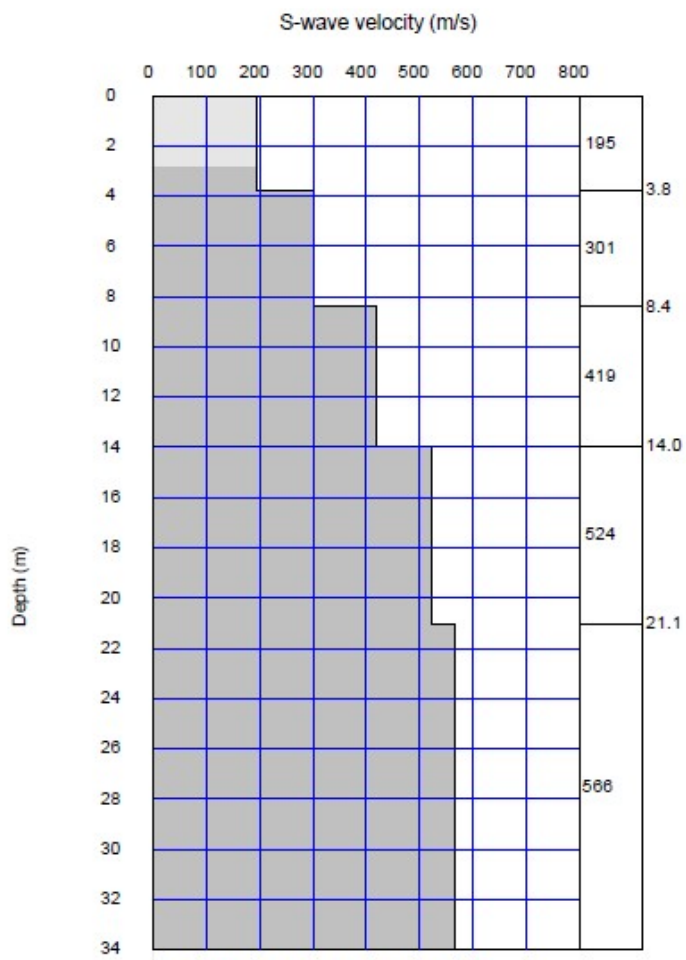


Figura 22. Modello di velocità del sottosuolo.

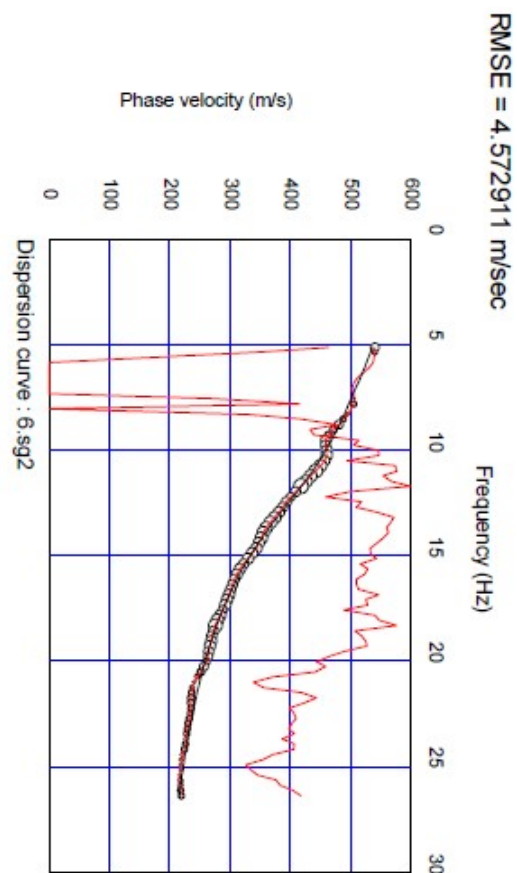


Figura 23. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	3,79	195,58	0,0194	388.49
2	3,79	4,61	301,91	0,0153	CAT. SUOLO B
3	8,40	5,59	419,91	0,0133	
4	13,99	7,06	524,76	0,0135	
5	21,05	8,95	566,18	0,0158	

- **MASW_8**

INTERVENTO 4 da Km 7+825 a Km 7+880

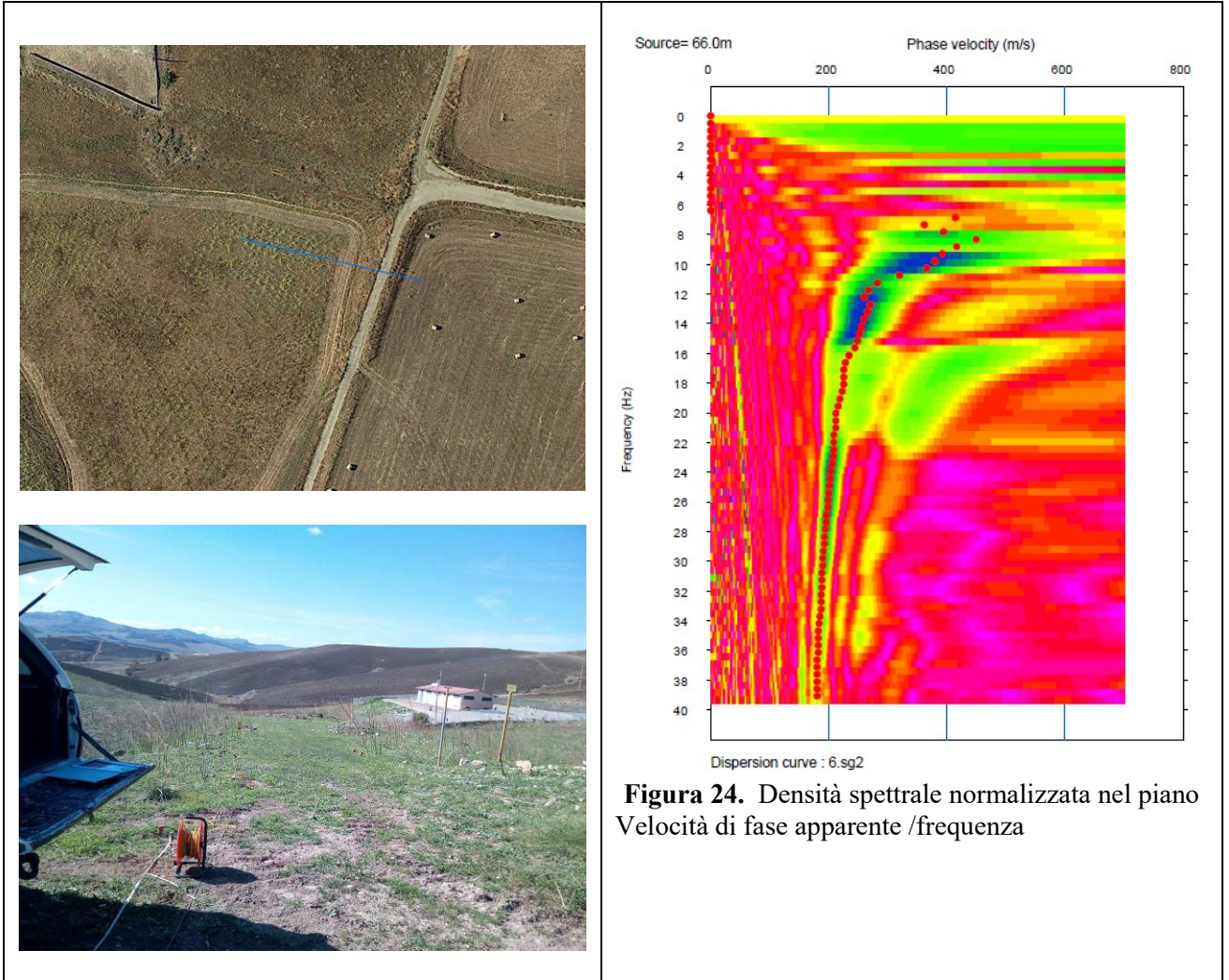


Figura 24. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

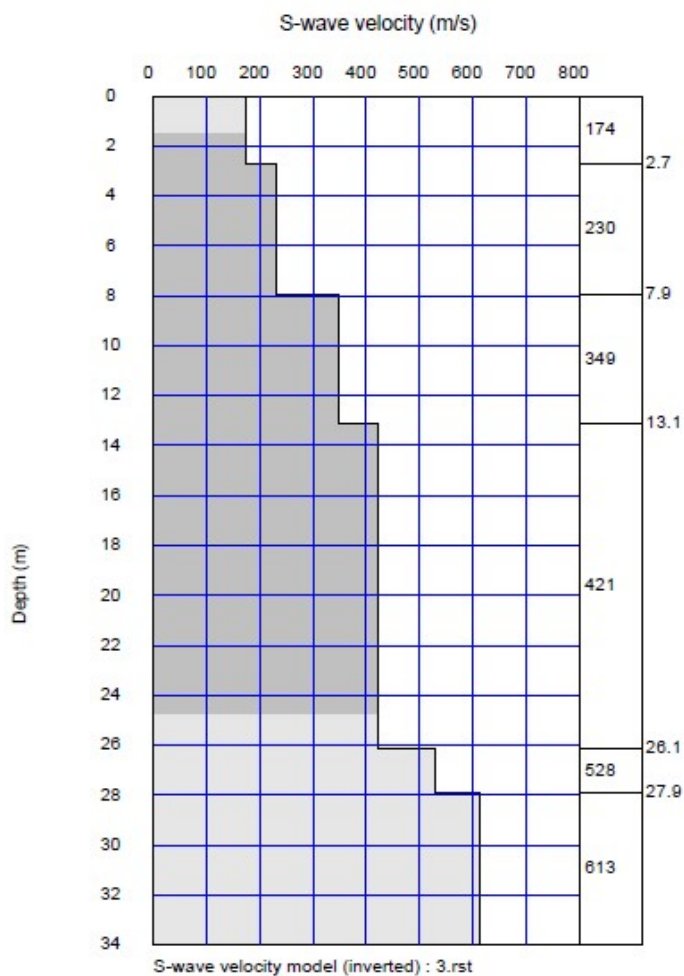


Figura 25. Modello di velocità del sottosuolo.

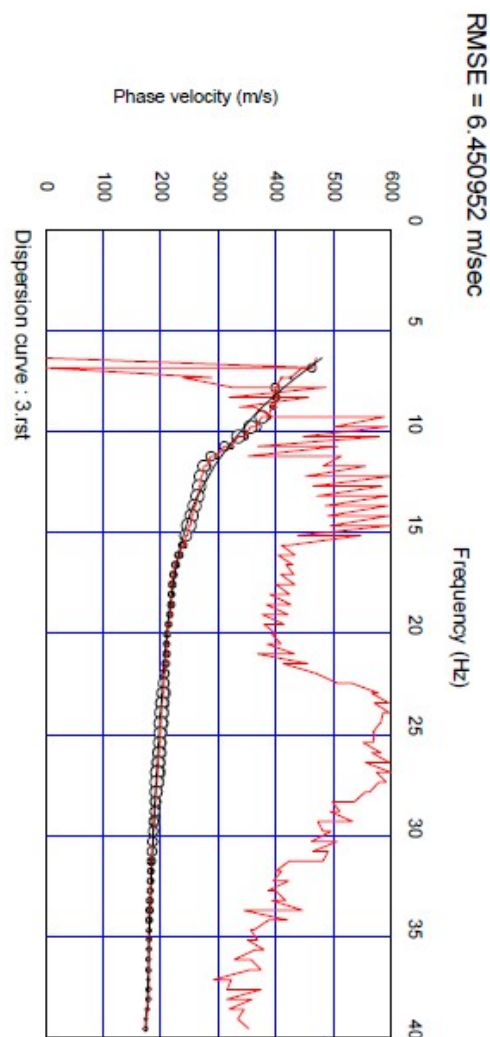
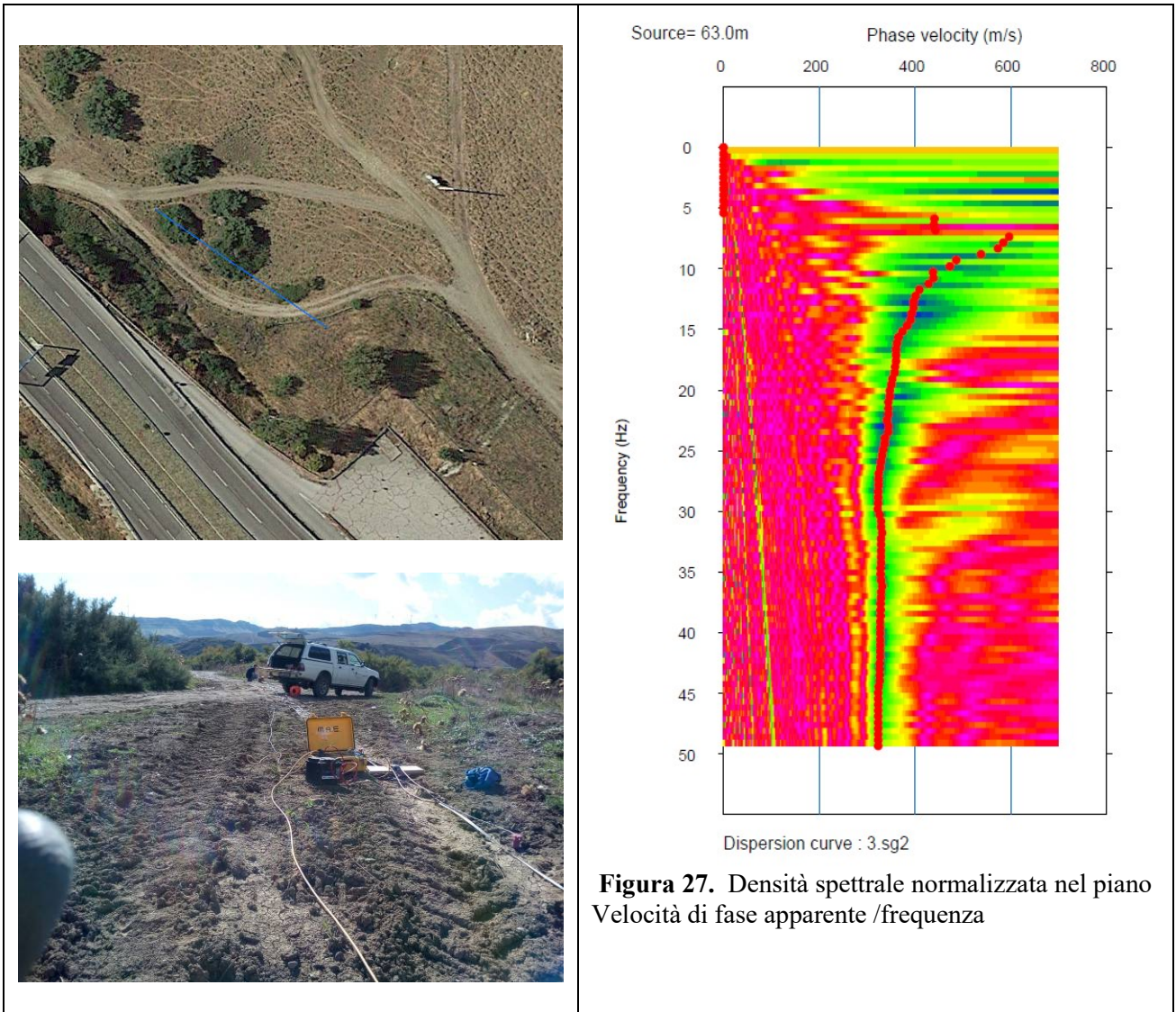


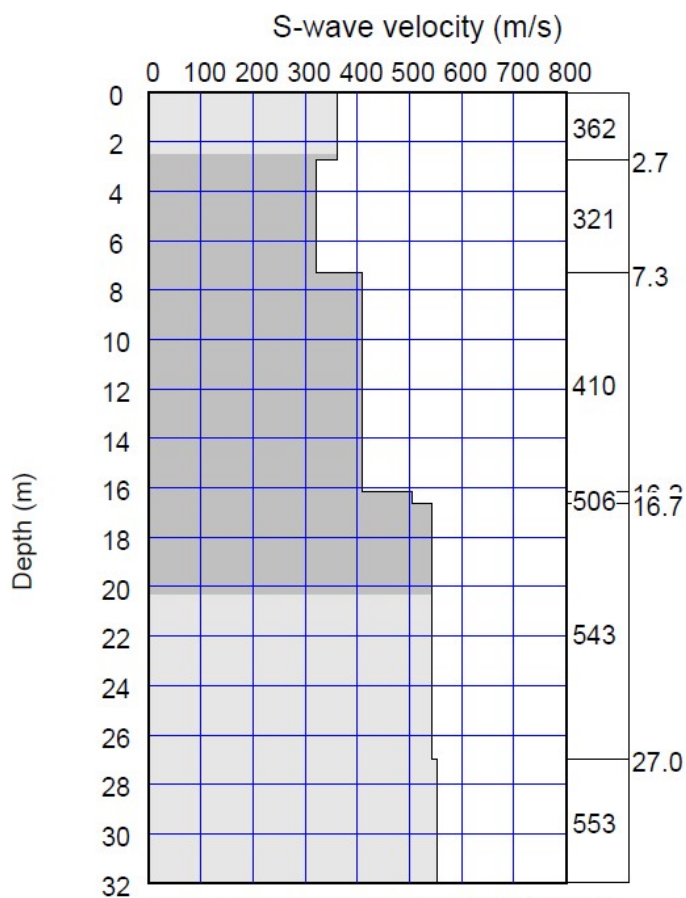
Figura 26. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	2,70	174,82	0,0155	330.85
2	2,70	5,23	230,03	0,0227	CAT. SUOLO C
3	7,93	5,20	349,01	0,0149	
4	13,13	13,01	421,89	0,0308	
5	26,14	1,76	528,50	0,0033	
6	27,90	2,10	613,97	0,0034	
7	27.37	2.63	476.96	0.0055	

- **MASW_9**

INTERVENTO 4 da Km 11+695 a Km 11+750





S-wave velocity model (inverted) : 3.rst
Figura 28. Modello di velocità del sottosuolo.

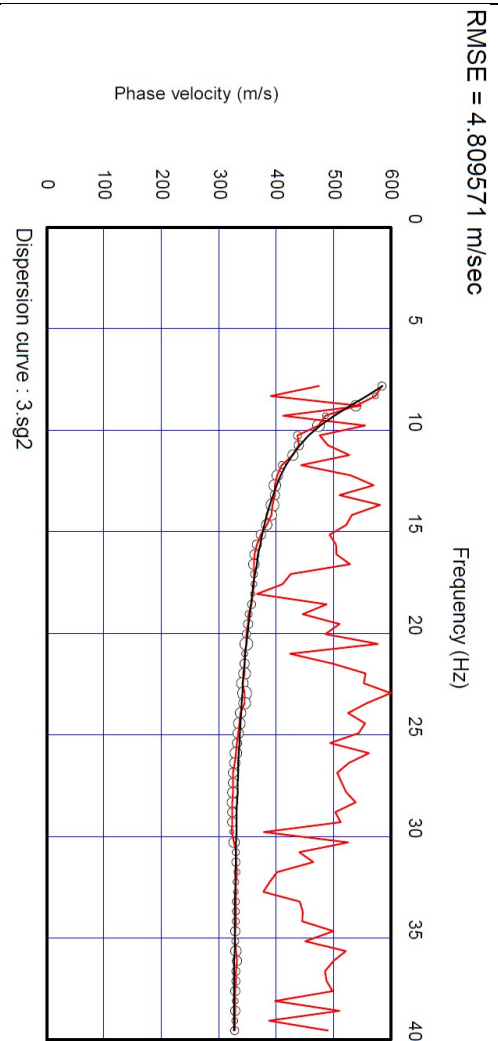
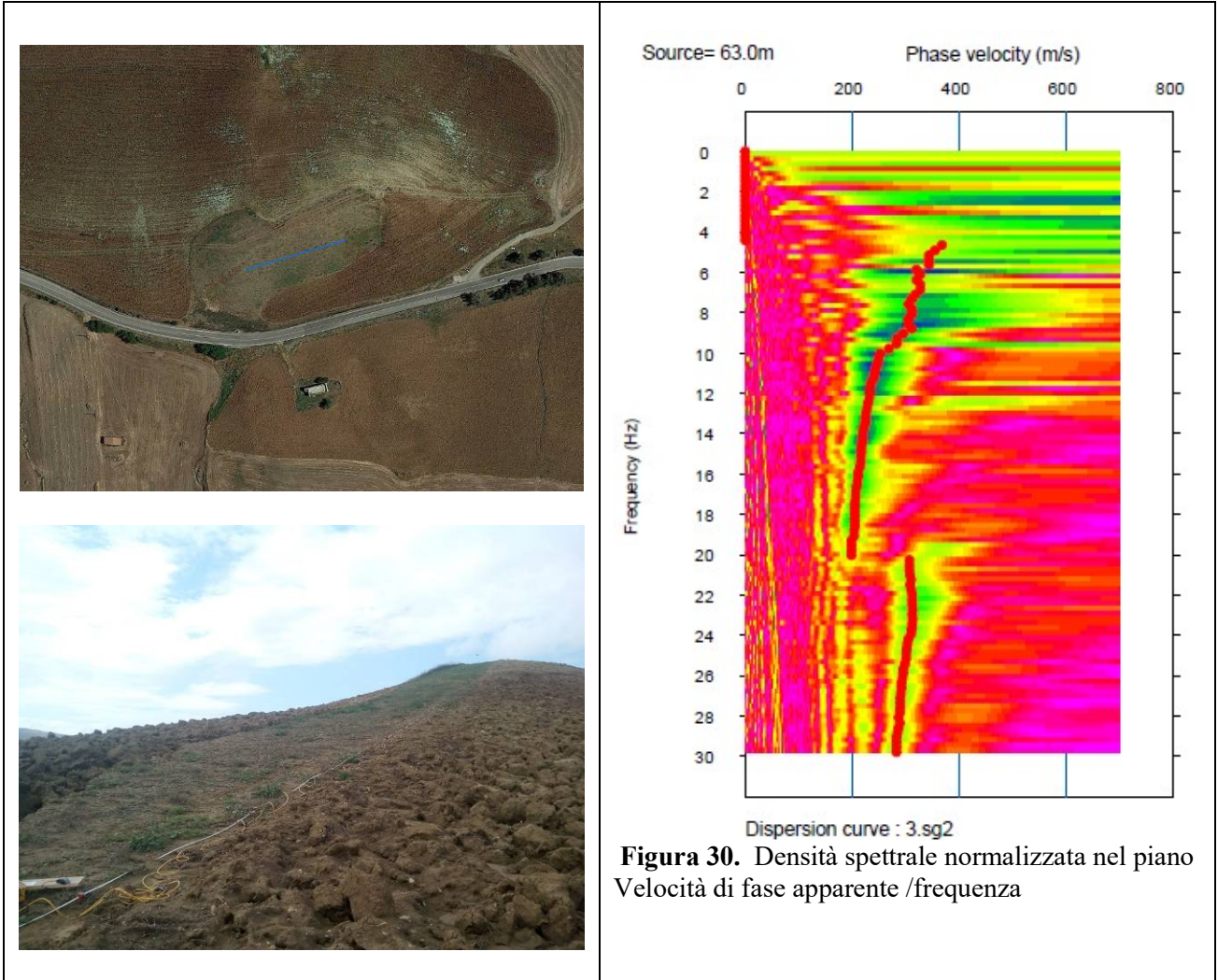


Figura 29. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).
 RMSE = 4.809571 m/sec

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	2.73	362.16	0.0075	436,04
2.00	2.73	4.59	321.32	0.0143	CAT. SUOLO B
3.00	7.32	8.84	410.52	0.0215	
4.00	16.16	0.50	506.50	0.0010	
5.00	16.66	10.34	543.23	0.0190	
6.00	27.00	3.00	553.37	0.0054	

- **MASW_10**

INTERVENTO 8 da Km 0+440 a Km 0+510



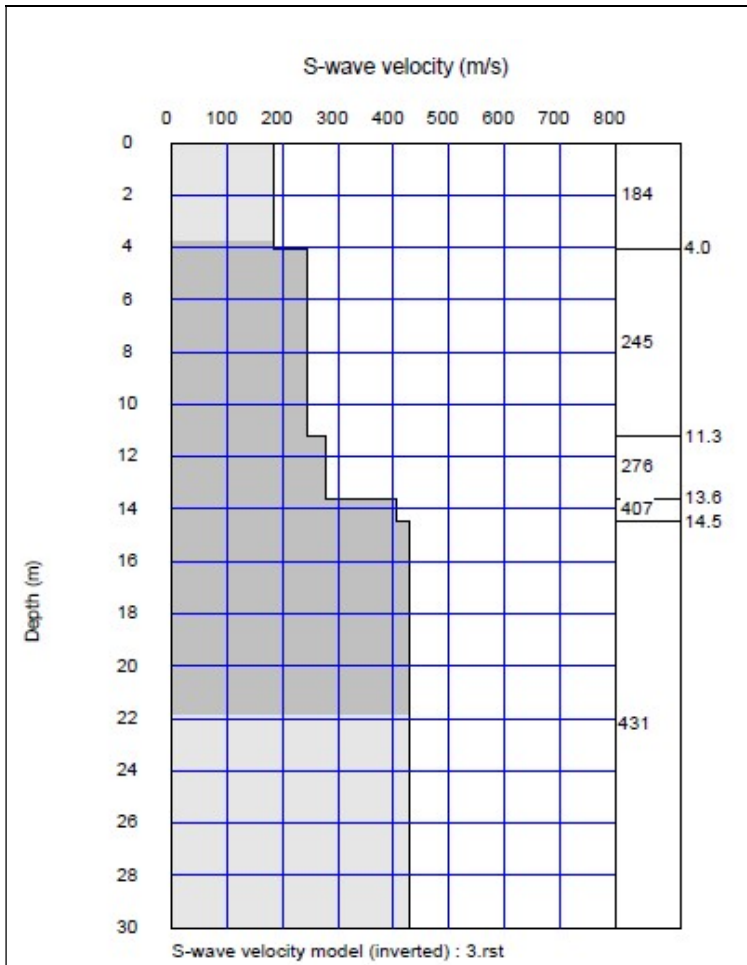


Figura 31. Modello di velocità del sottosuolo.

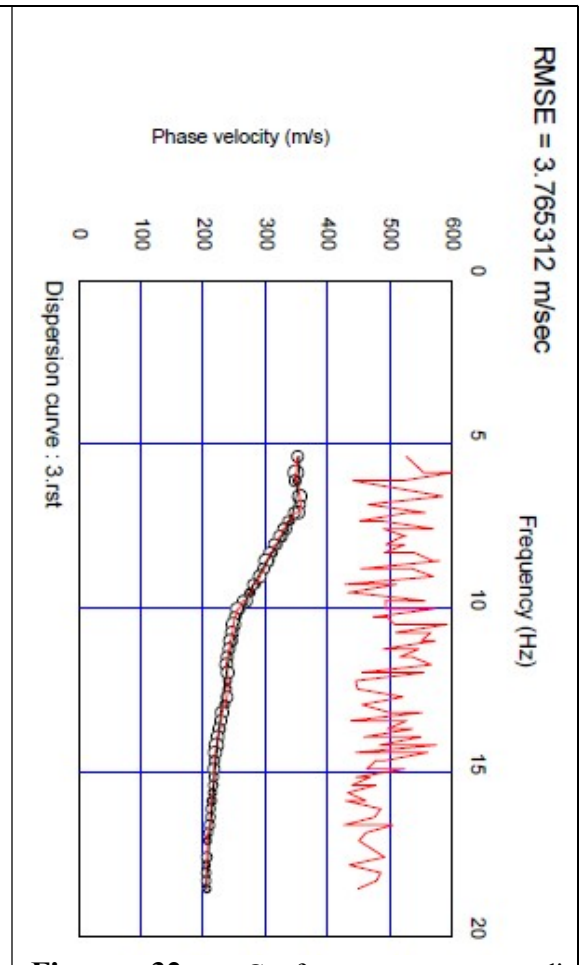


Figura 32. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	4,05	184,21	0,0220	306.07
2	4,05	7,20	245,35	0,0293	CAT. SUOLO C
3	11,25	2,38	276,86	0,0086	
4	13,63	0,87	407,33	0,0021	
5	14,50	15,50	431,12	0,0360	

- **MASW_11**

INTERVENTO 8 da Km 1+895 a Km 1+955

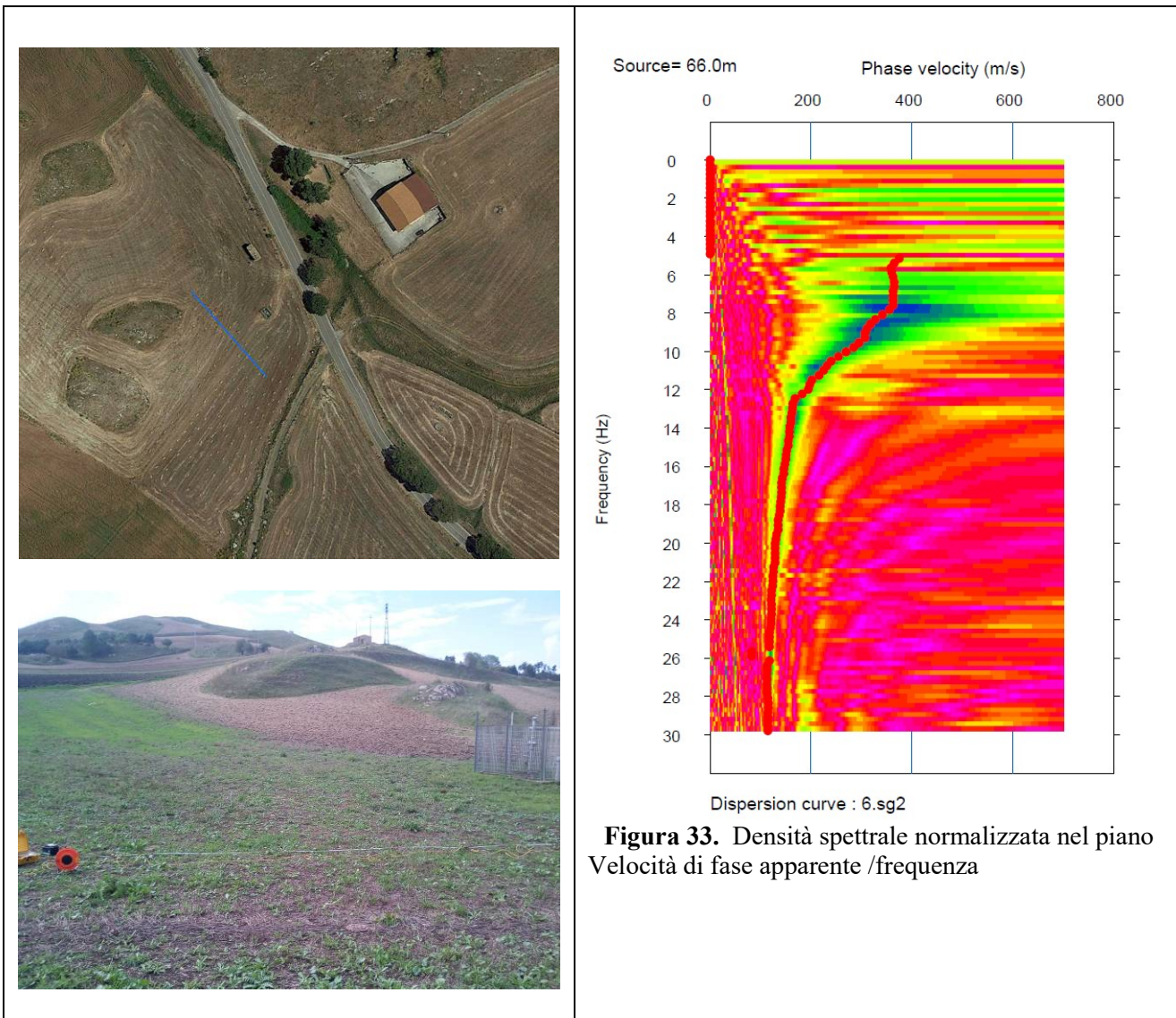


Figura 33. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

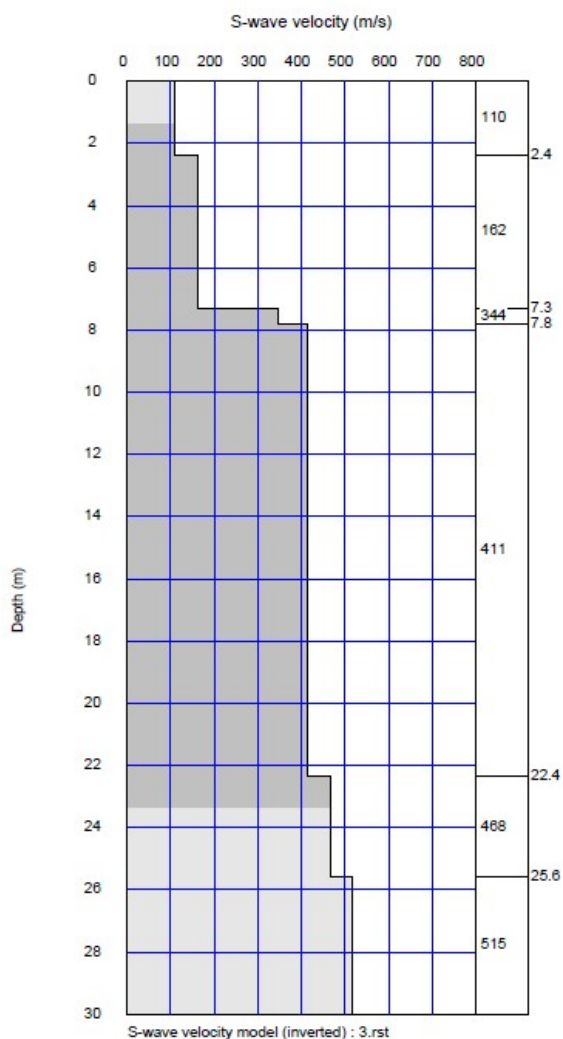


Figura 34. Modello di velocità del sottosuolo.

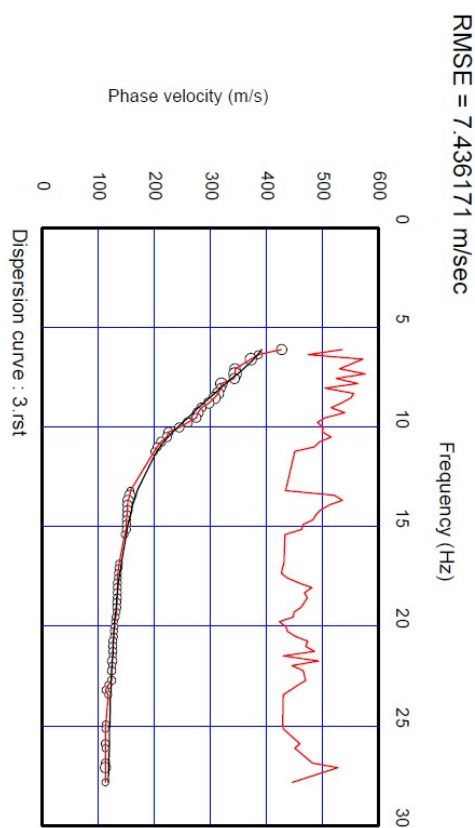


Figura 35. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 – h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	2,39	110,98	0,0215	288.49
2	2,39	4,90	162,47	0,0302	CAT. SUOLO C
3	7,29	0,50	344,67	0,0015	
4	7,79	14,57	411,79	0,0354	
5	22,36	3,23	468,08	0,0069	
6	25,59	4,41	515,08	0,0086	

- **MASW_12**

INTERVENTO 8 da Km 4+350 a Km 4+415

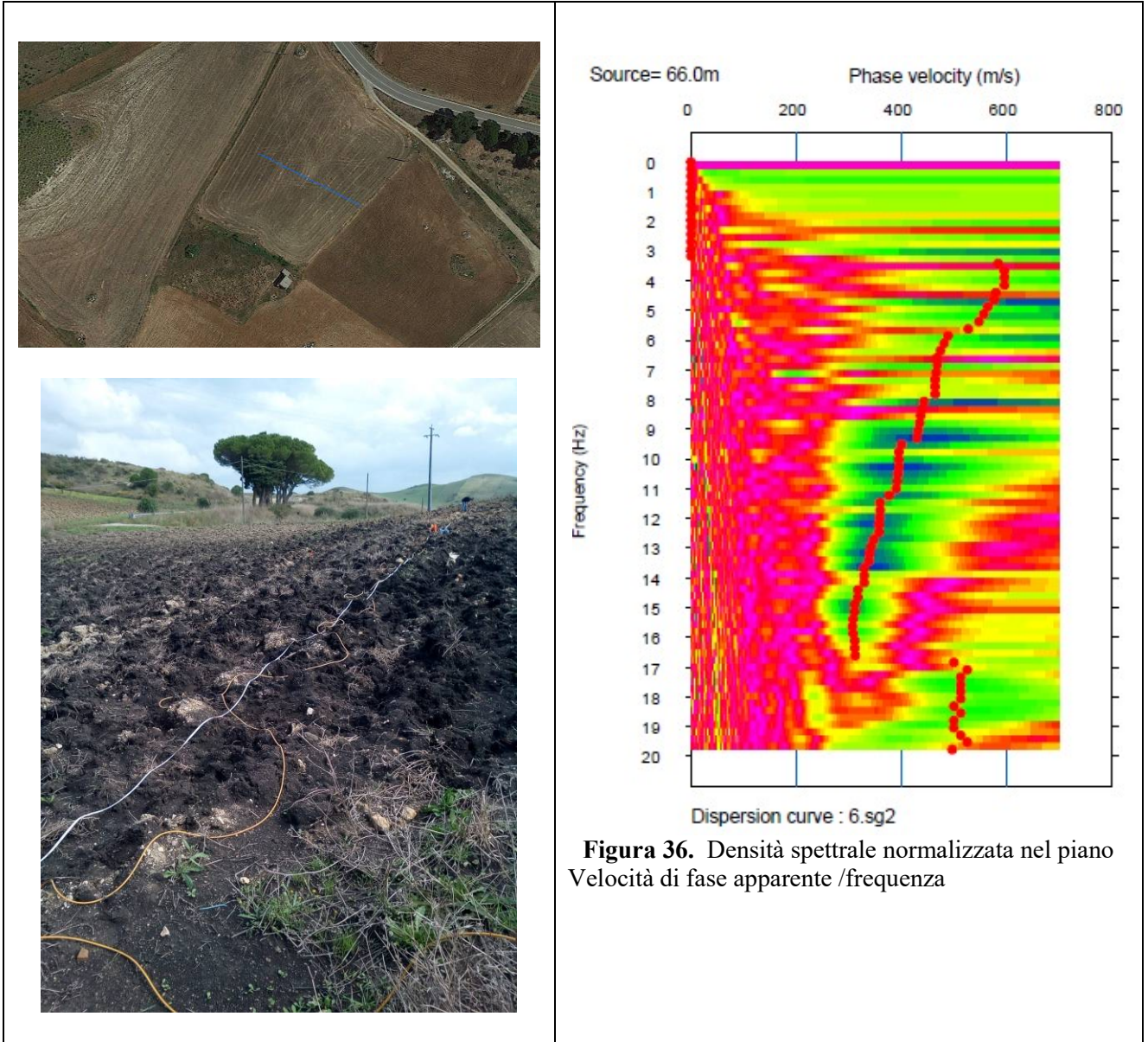


Figura 36. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

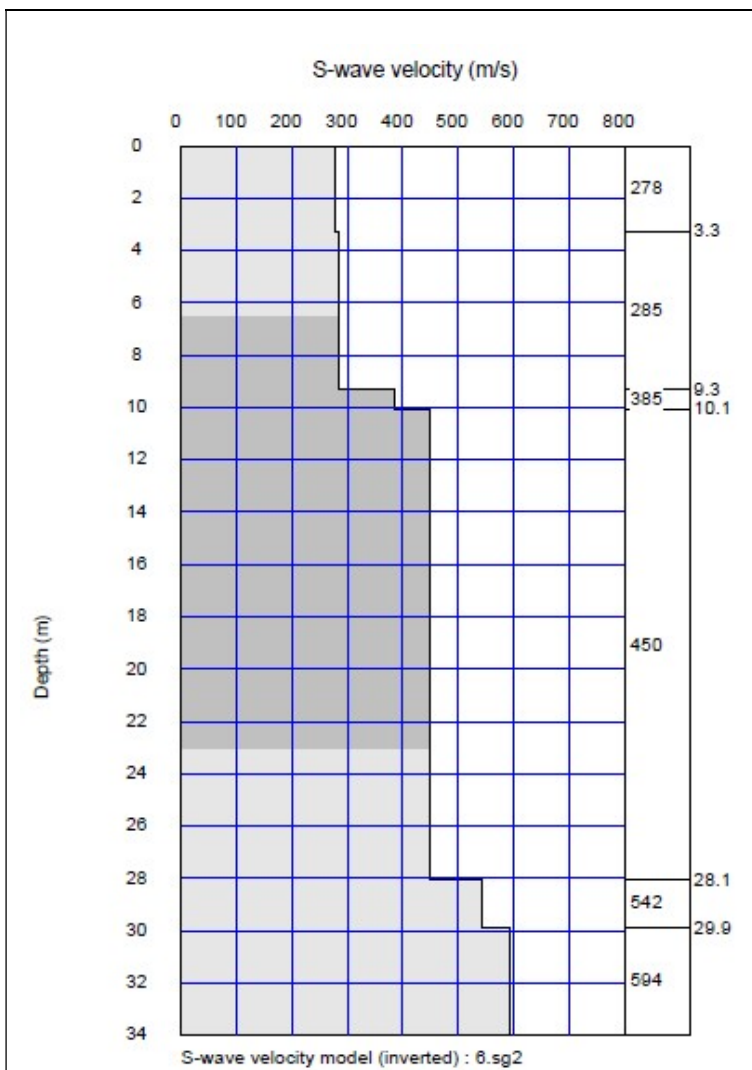


Figura 37. Modello di velocità del sottosuolo.

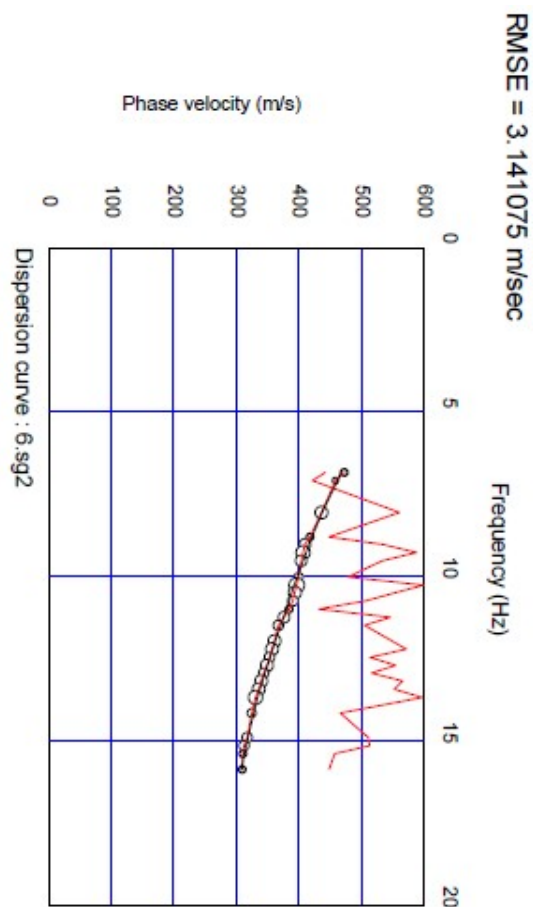
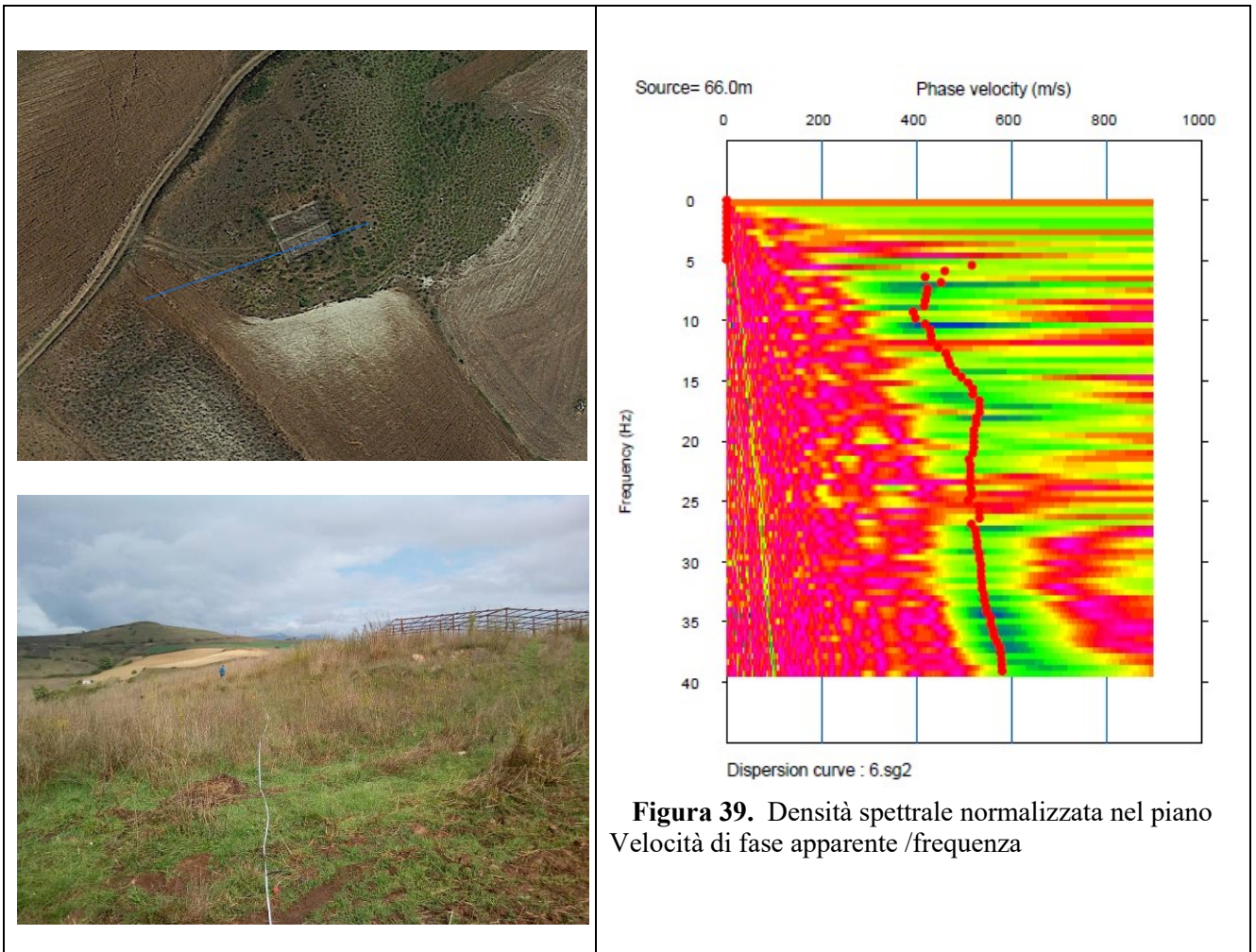


Figura 38. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	3,29	279,00	0,0118	382.69
2	3,29	6,04	285,81	0,0211	CAT. SUOLO B
3	9,33	0,77	385,64	0,0020	
4	10,10	17,97	450,16	0,0399	
5	28,07	1,85	542,54	0,0034	
6	29,93	0,07	594,02	0,0001	

- **MASW_13**

INTERVENTO 9 da Km 0+165 a Km 0+225



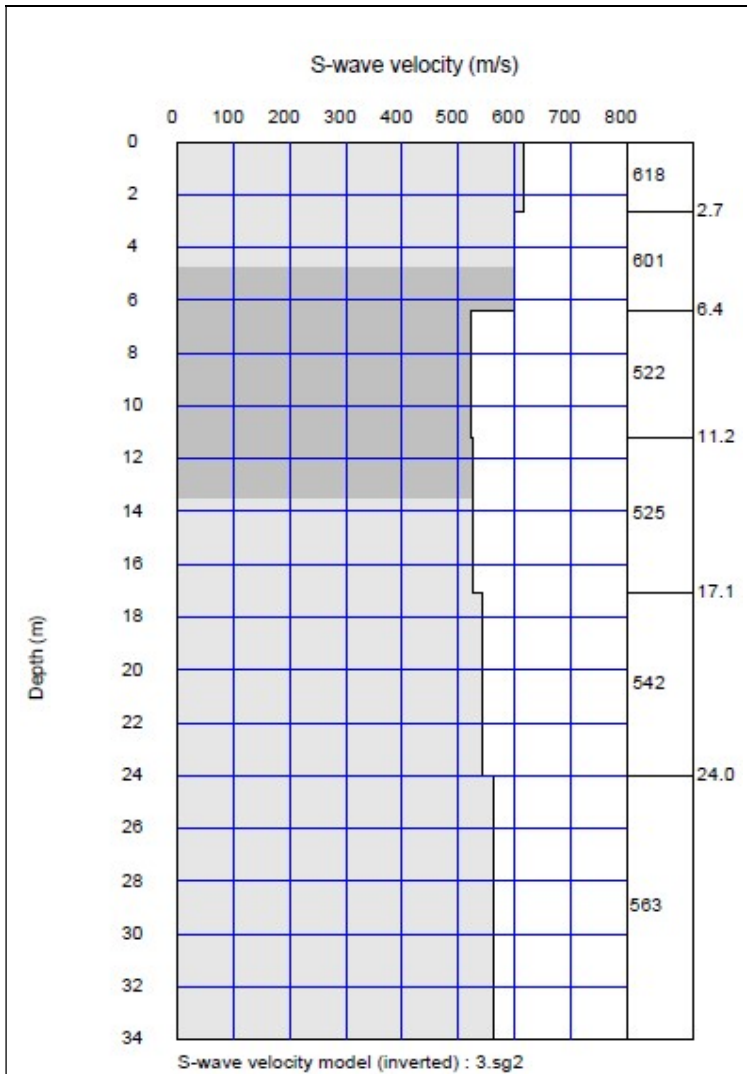


Figura 40. Modello di velocità del sottosuolo.

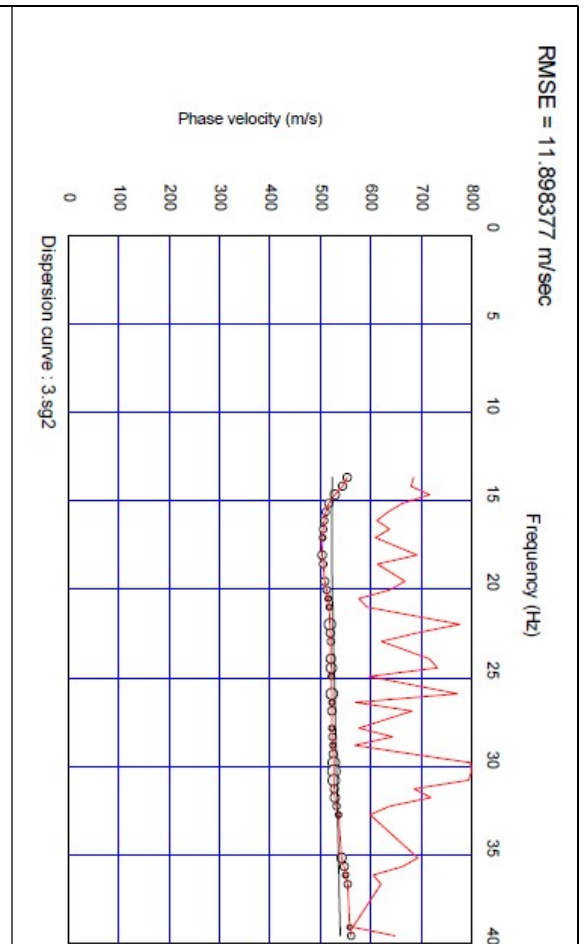
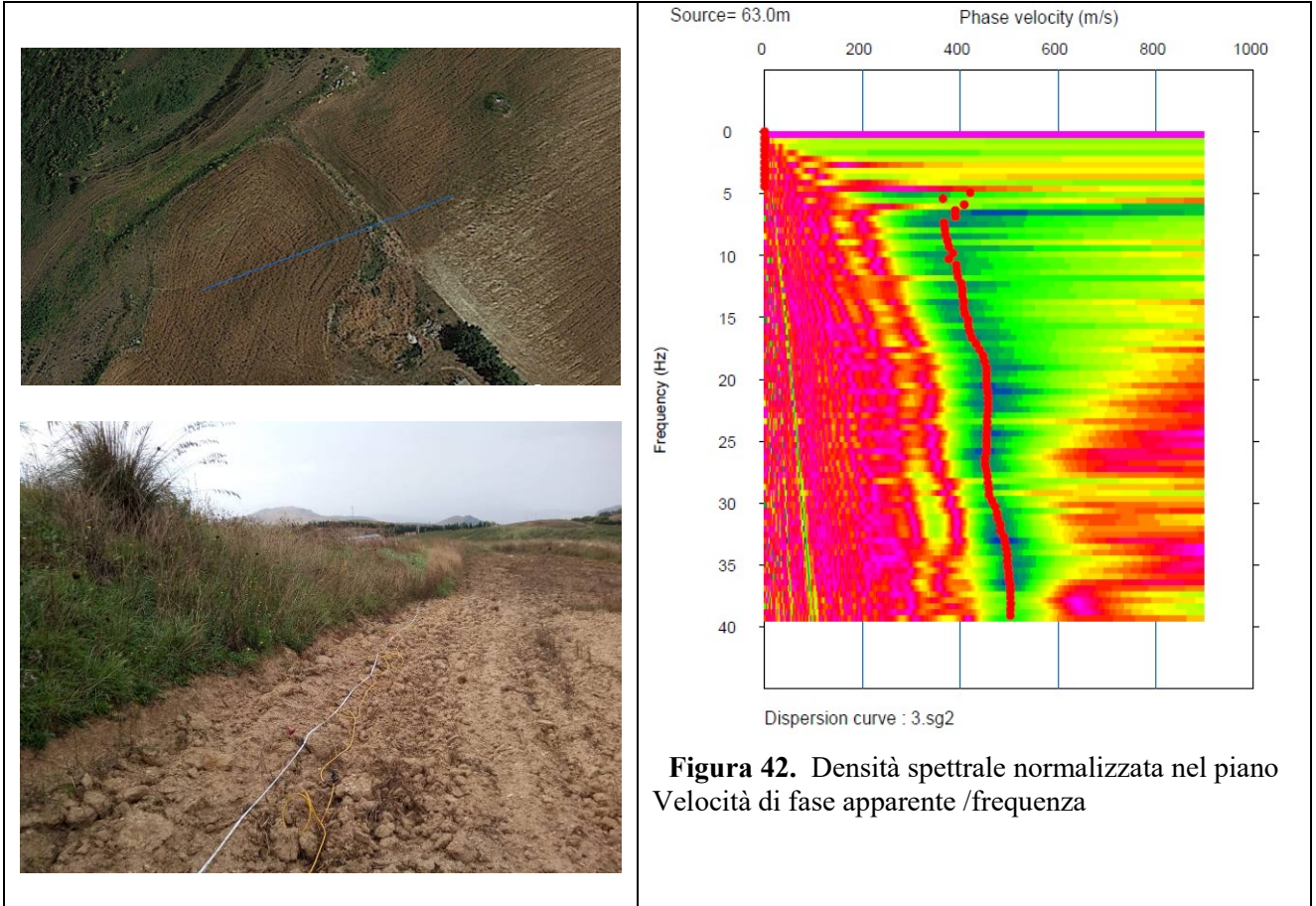


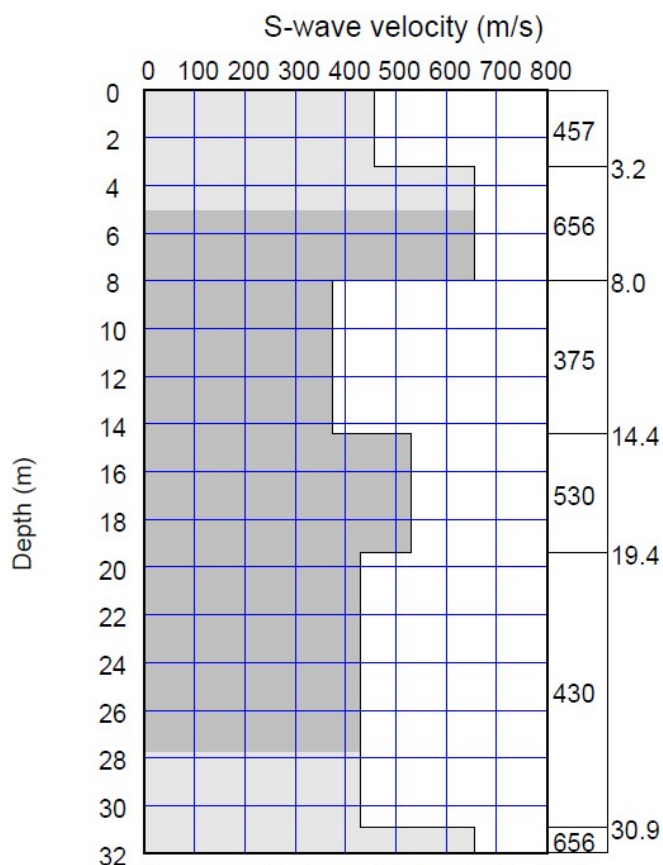
Figura 41. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 – h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	2,67	618,55	0,0043	552.37
2	2,67	3,73	601,03	0,0062	CAT. SUOLO B
3	6,40	4,80	522,55	0,0092	
4	11,20	5,87	525,06	0,0112	
5	17,07	6,93	542,42	0,0128	
6	24,00	6,00	563,52	0,0106	

- **MASW_14**

INTERVENTO 9 da Km 0+275 a Km 0+330





S-wave velocity model (inverted) : 3.rst

Figura 43. Modello di velocità del sottosuolo.

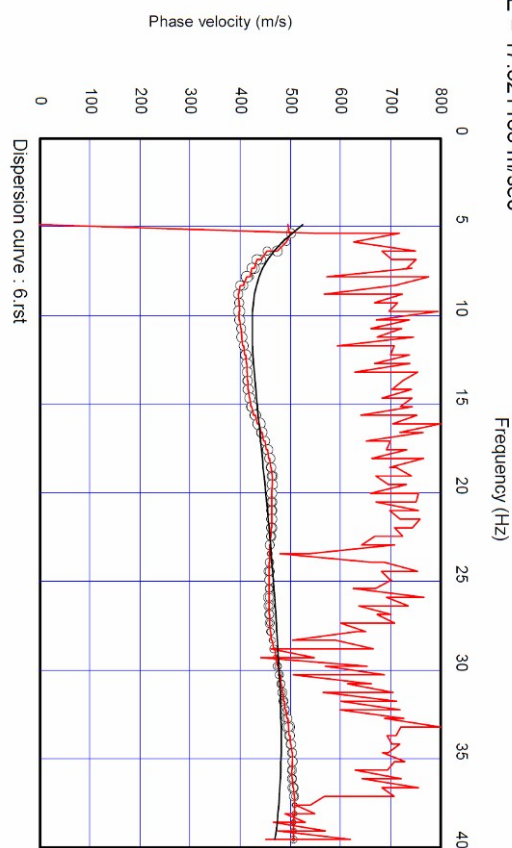
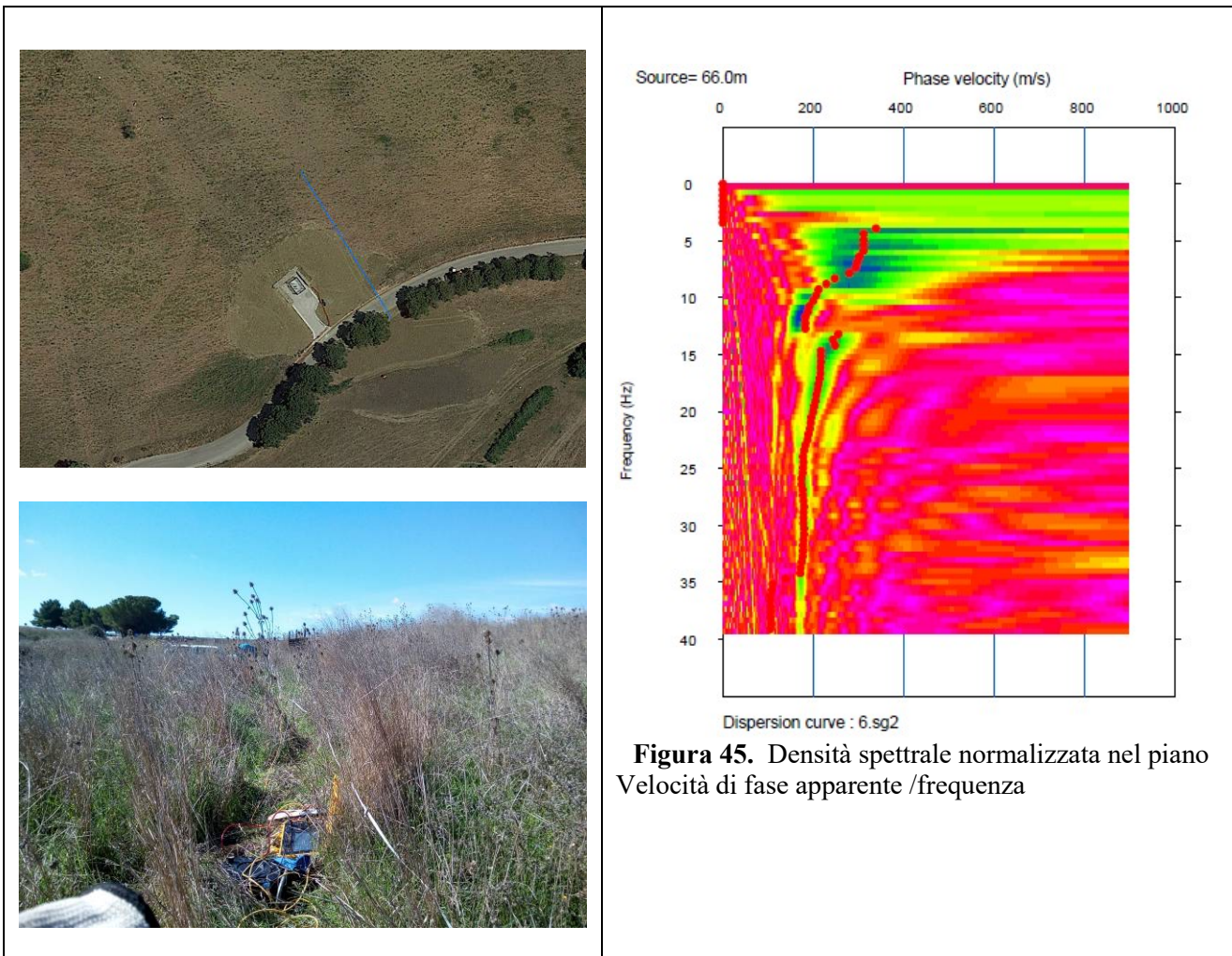


Figura 44. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	3.20	457.28	0.0070	458.65
2.00	3.20	4.80	656.01	0.0073	CAT. SUOLO B
3.00	8.00	6.40	375.50	0.0170	
4.00	14.40	5.00	530.85	0.0094	
5.00	19.40	10.60	430.32	0.0246	
6.00	30.92		656.01		

- **MASW_15**

INTERVENTO 9 da Km 4+160 a Km 4+225



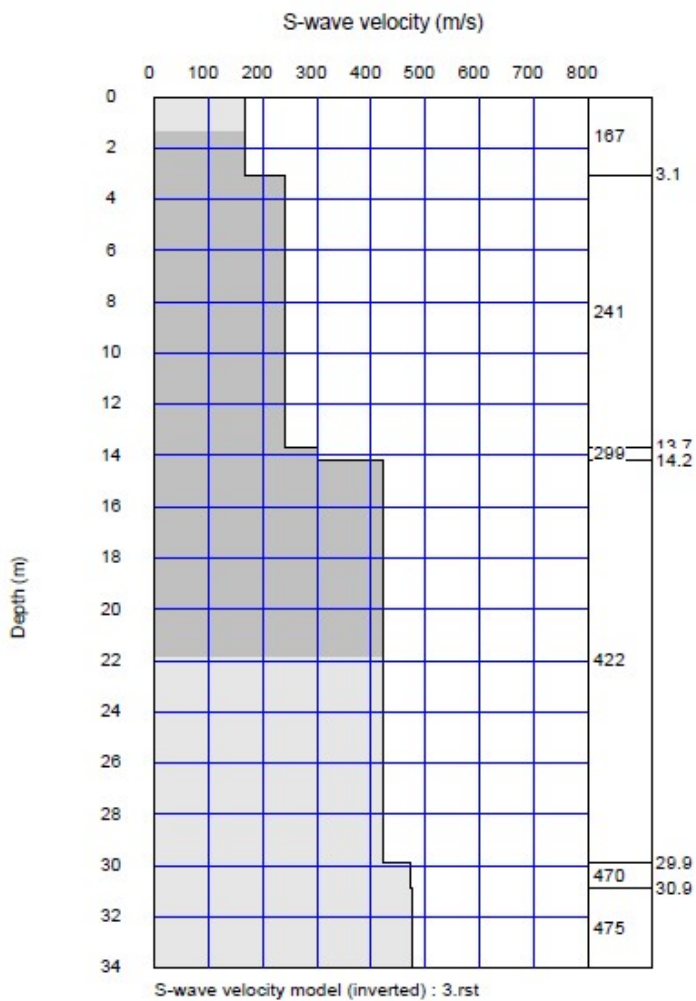


Figura 46. Modello di velocità del sottosuolo.

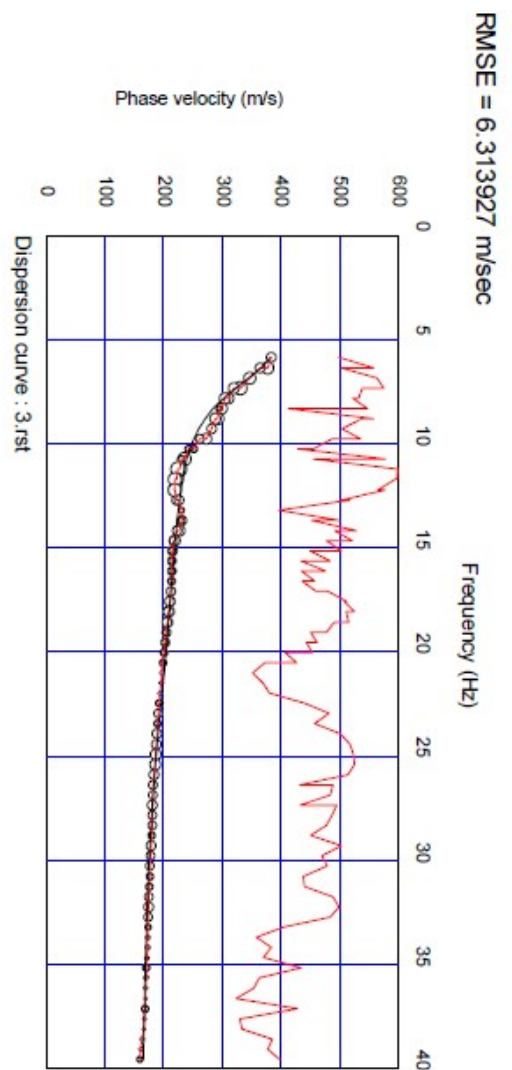
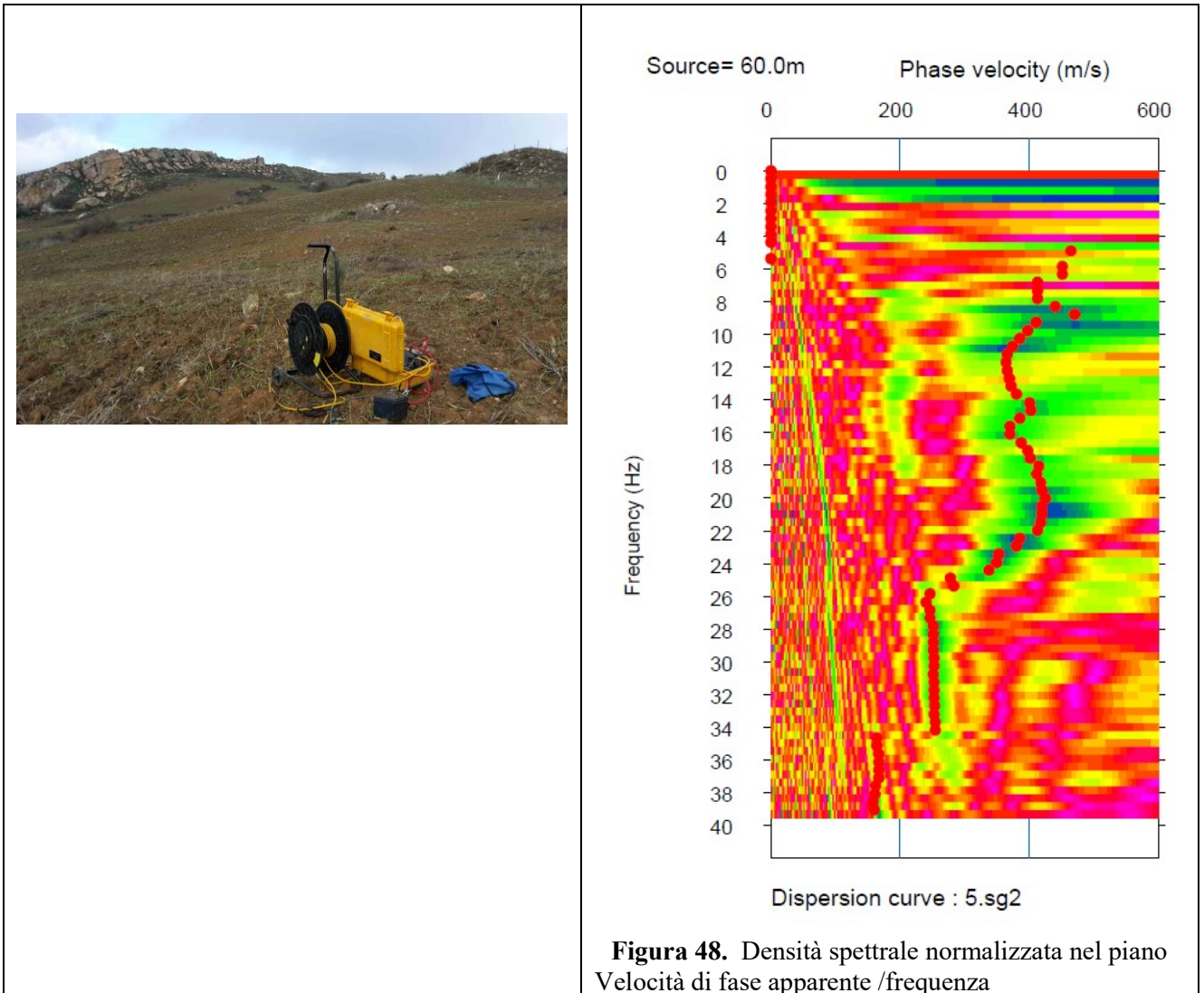


Figura 47. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	3,09	167,53	0,0184	295.89
2	3,09	10,62	241,77	0,0439	CAT. SUOLO C
3	13,71	0,50	299,60	0,0017	
4	14,21	15,70	422,50	0,0372	
5	29,91	0,09	470,90	0,0002	

- **MASW_16**

INTERVENTO 9 da Km 4+950 a Km 5+000



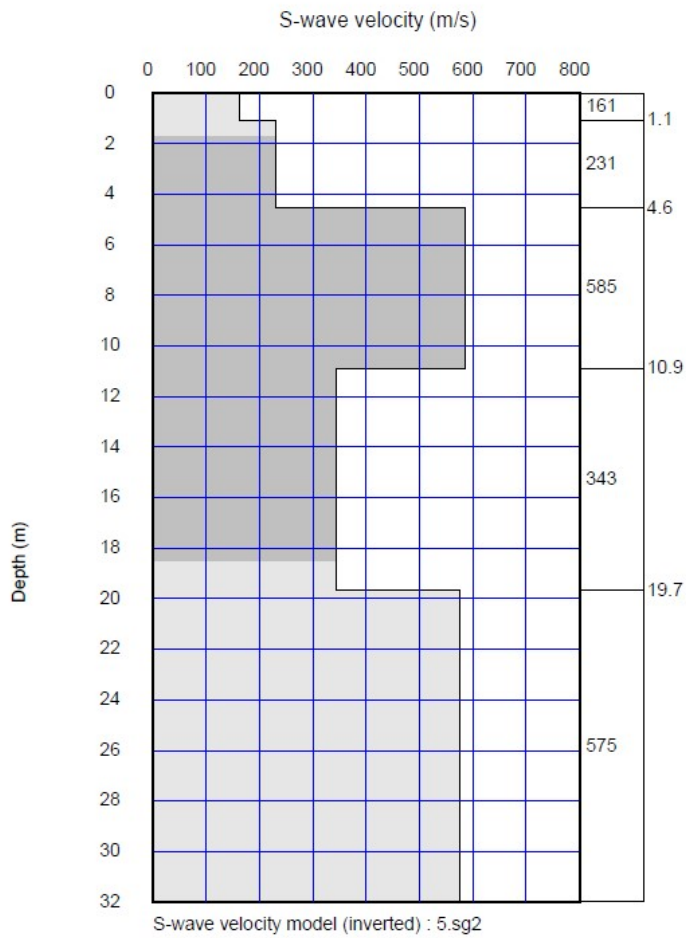


Figura 49. Modello di velocità del sottosuolo.

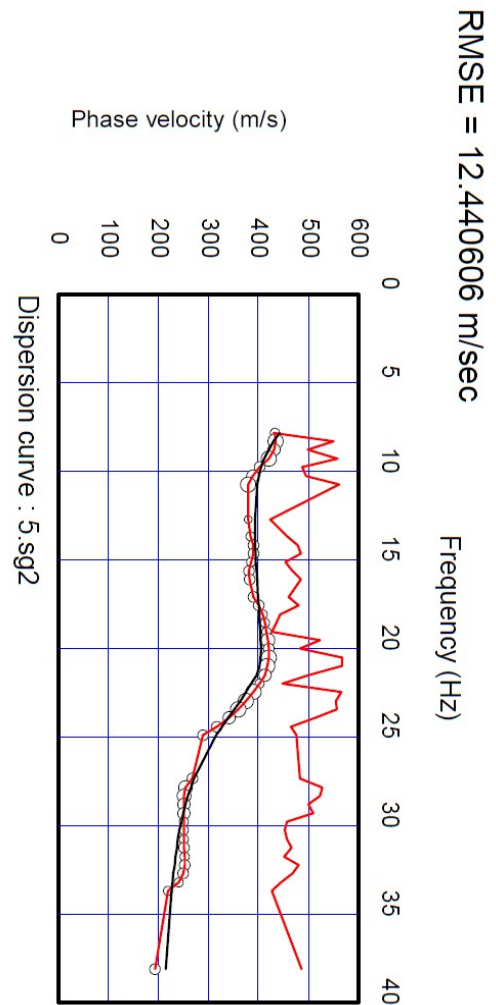
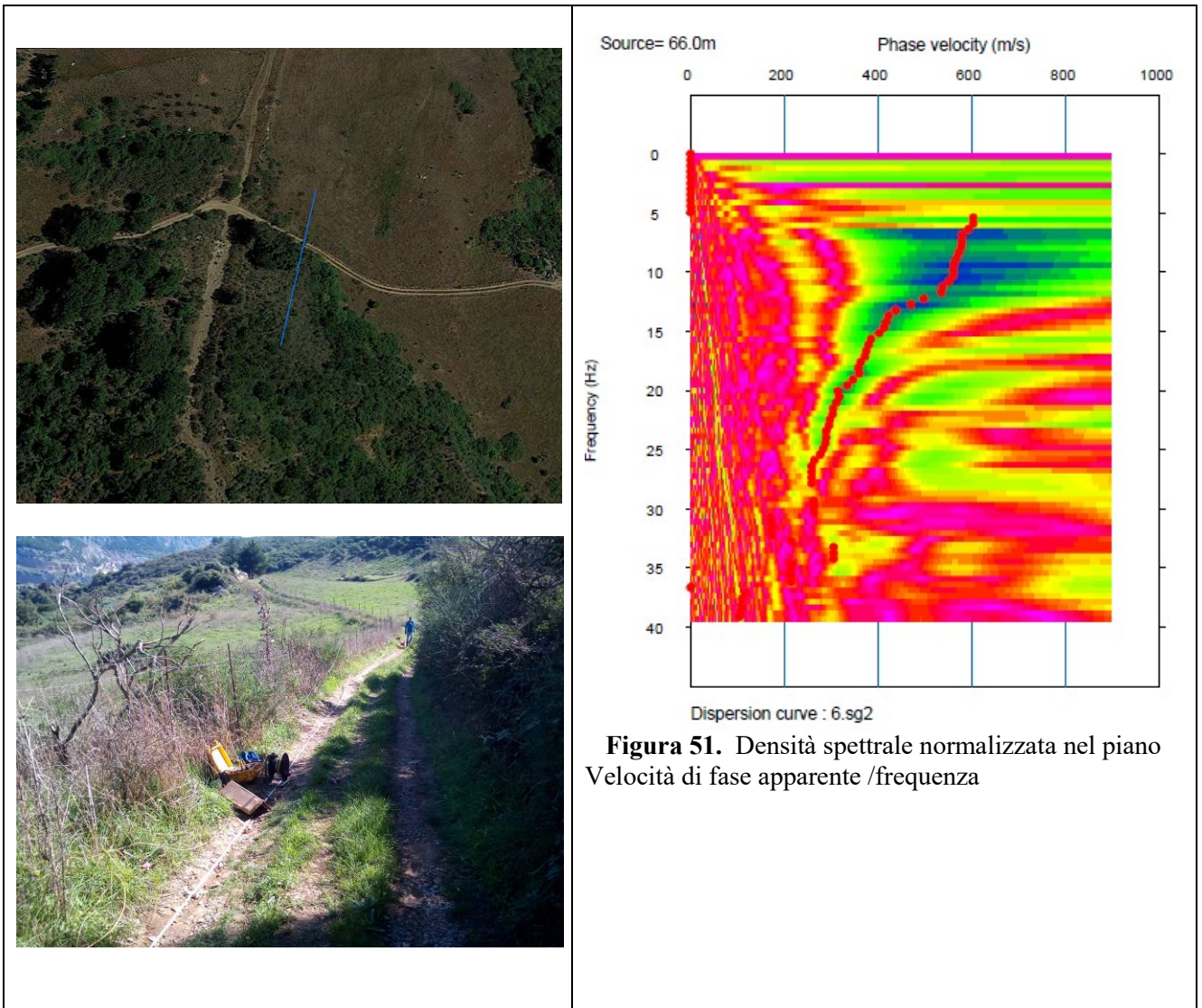


Figura 50. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	1.10	161.85	0.0068	394.5
2.00	1.10	3.46	231.67	0.0149	CAT. SUOLO
3.00	4.56	6.36	585.38	0.0109	
4.00	10.92	8.77	343.40	0.0255	B
5.00	19.69	10.31	575.70	0.0179	

- **MASW_17**

INTERVENTO 9 da Km 8+445 a Km 8+500



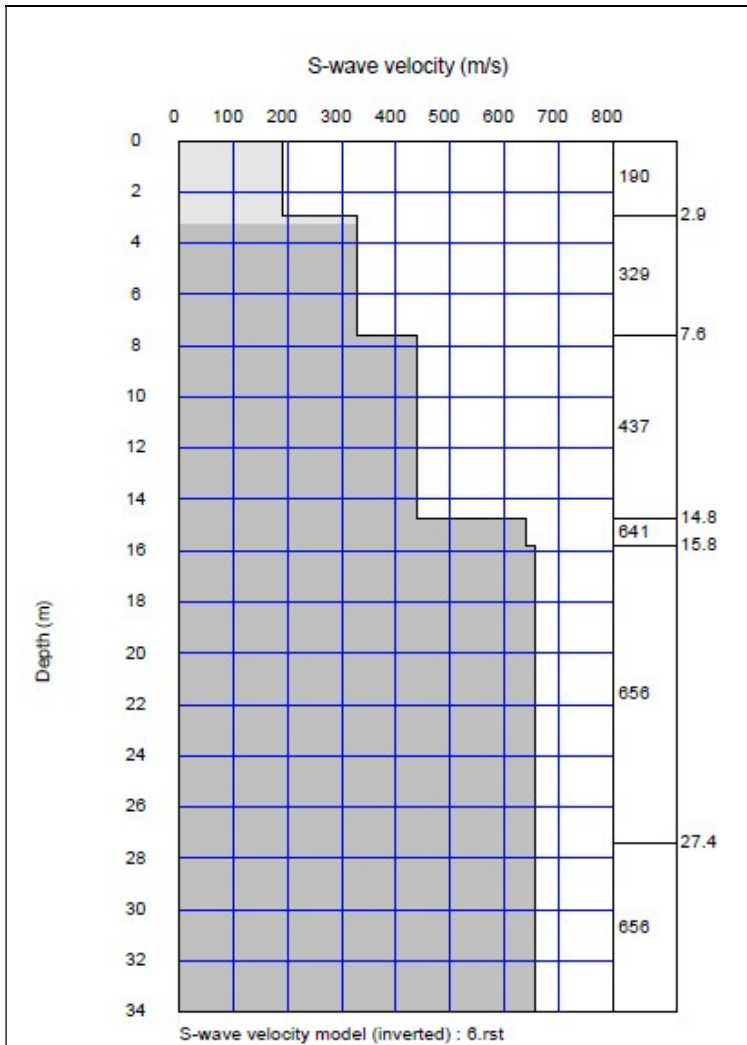


Figura 52. Modello di velocità del sottosuolo.

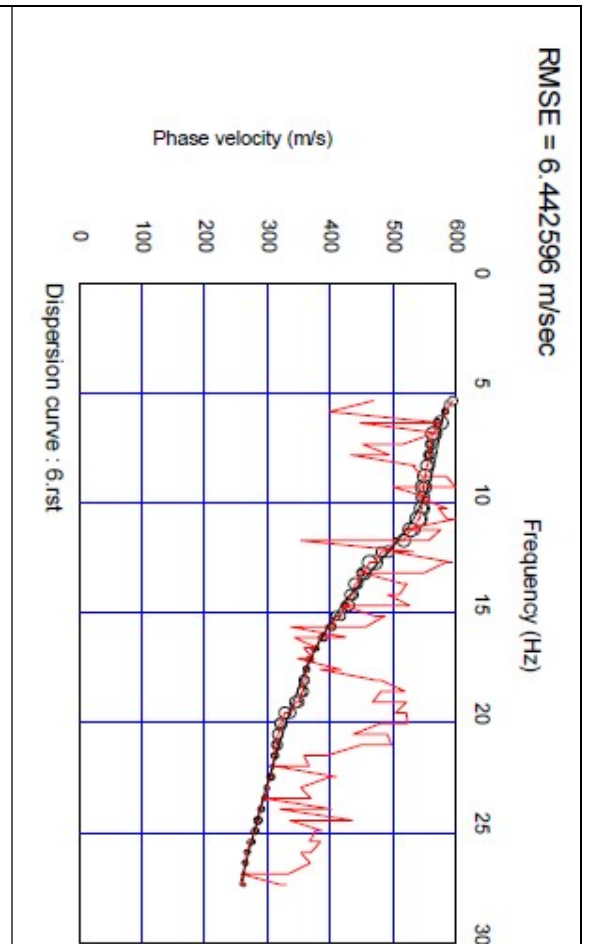
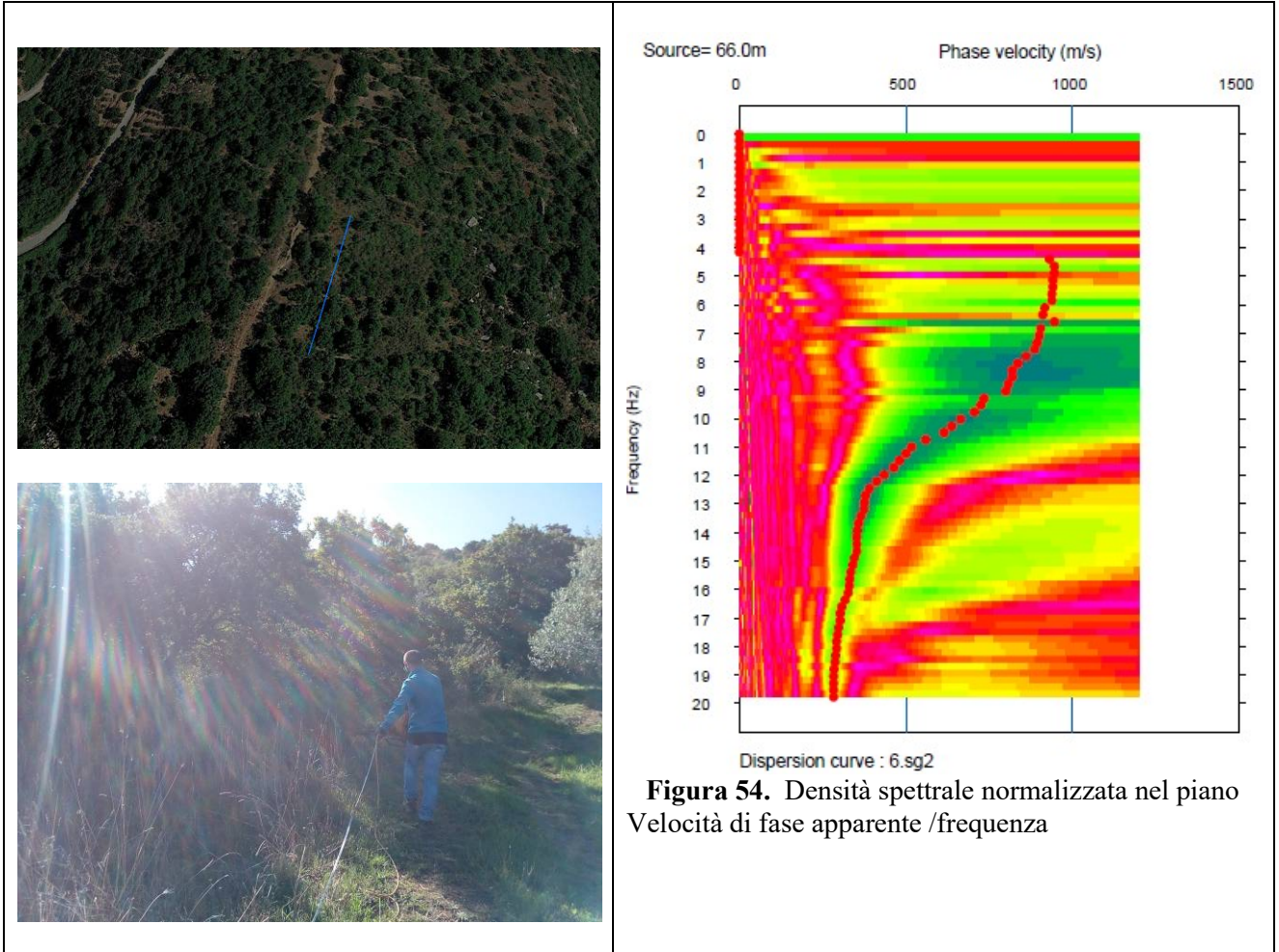


Figura 53. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	2,90	190,23	0,0153	433.82
2	2,90	4,70	329,14	0,0143	CAT. SUOLO B
3	7,60	7,18	437,70	0,0164	
4	14,78	1,01	641,10	0,0016	
5	15,79	14,21	656,60	0,0216	

- **MASW_18**

INTERVENTO 9 da Km 9+025 a Km 9+080



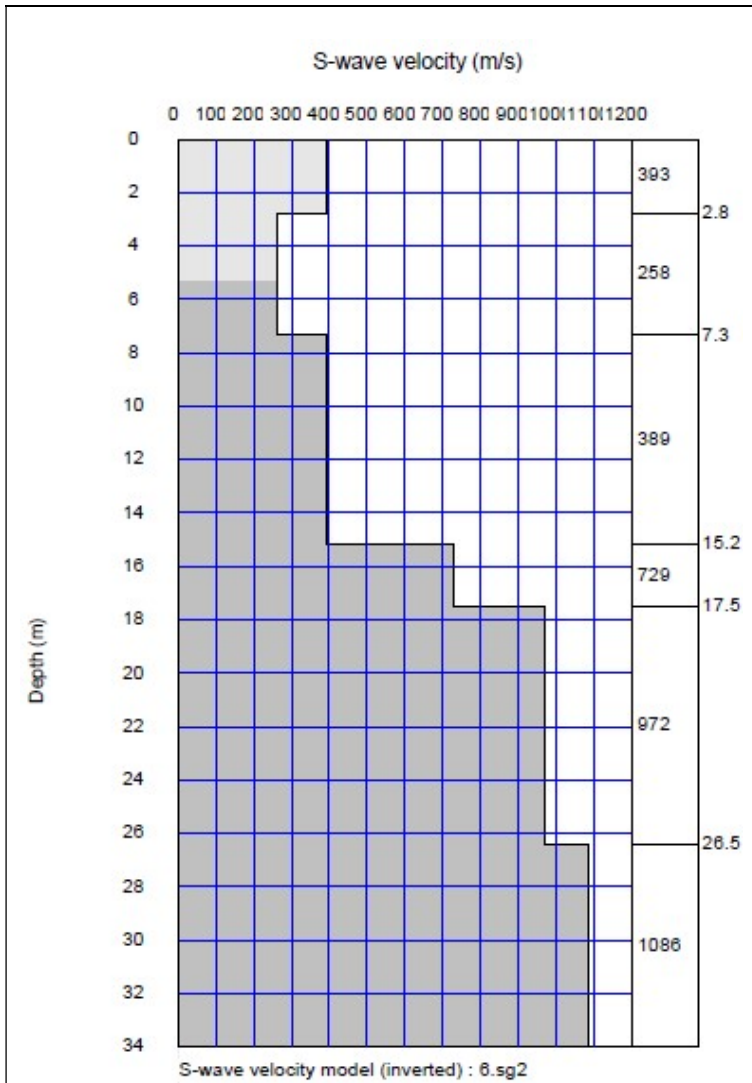


Figura 55. Modello di velocità del sottosuolo.

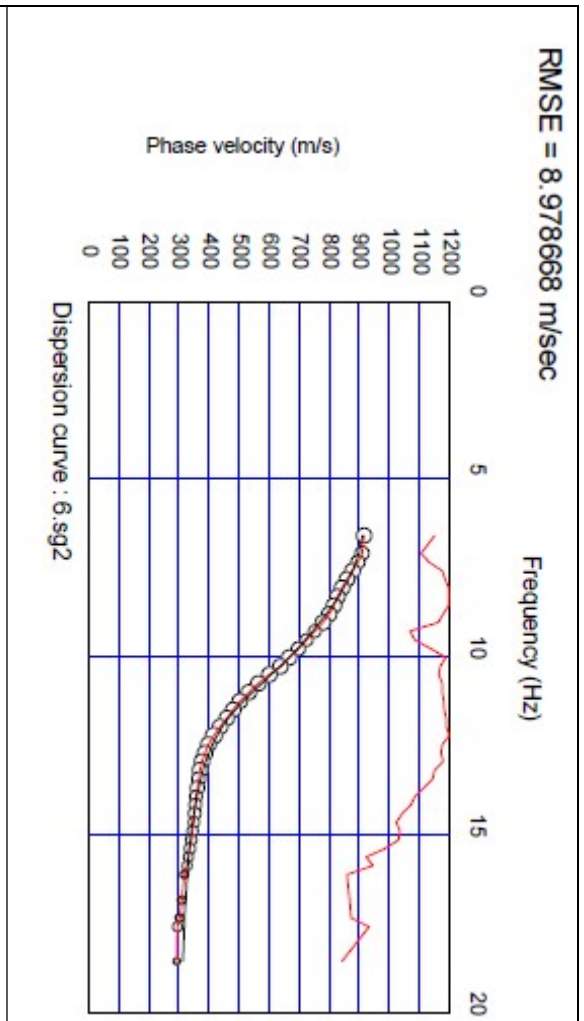


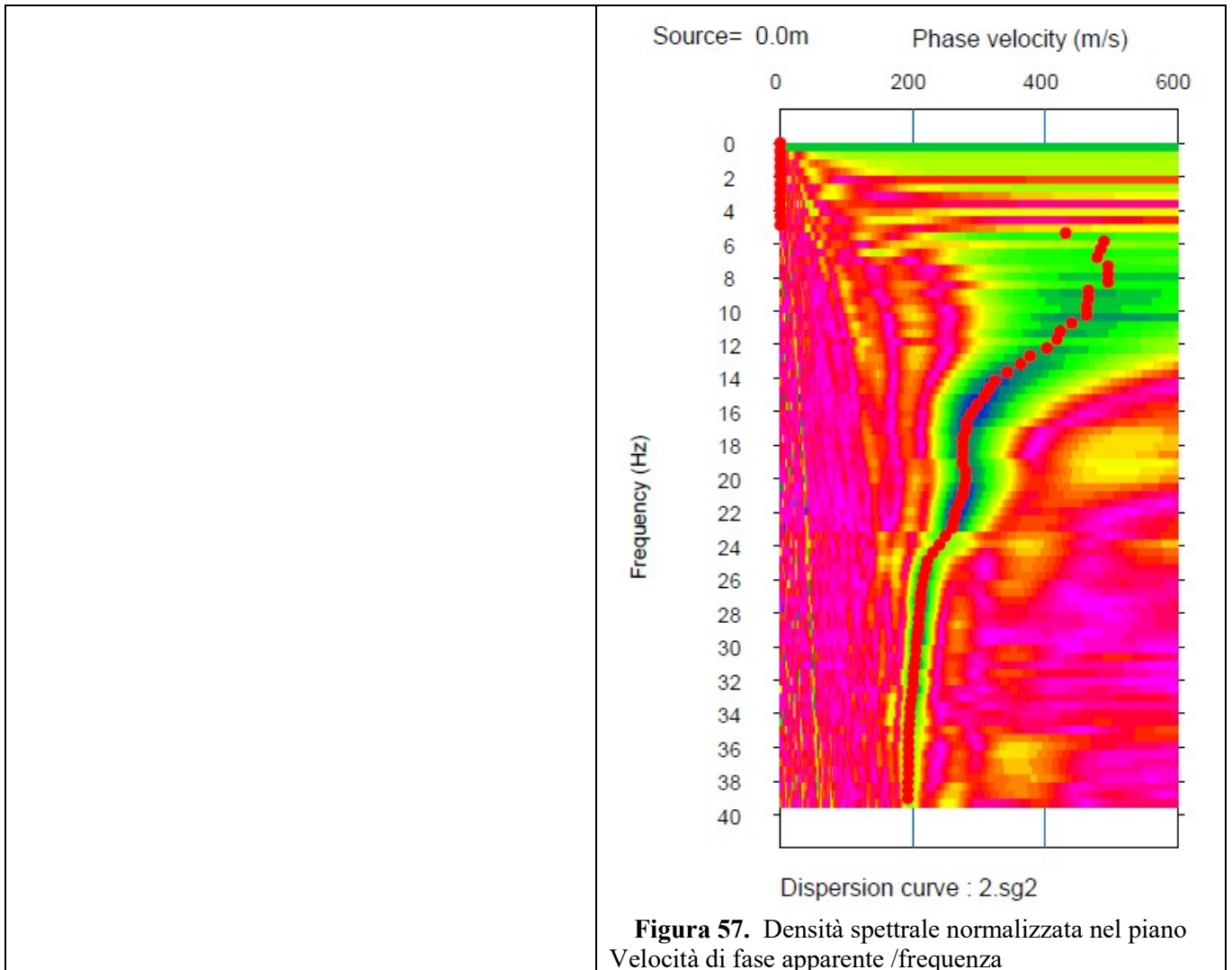
Figura 56. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1	0,00	2,78	393,34	0,0071	365.14
2	2,78	4,56	258,77	0,0176	CAT. SUOLO B
3	7,34	7,82	389,89	0,0201	
4	15,16	2,36	729,52	0,0032	
5	17,52	8,94	972,73	0,0092	
6	26,46	3,54	1086,36	0,0033	

In tratteggio, la profondità di rinvenimento del bedrock

- **MASW 19-**

INTERVENTO 1 da Km 3+750 a Km 3+770



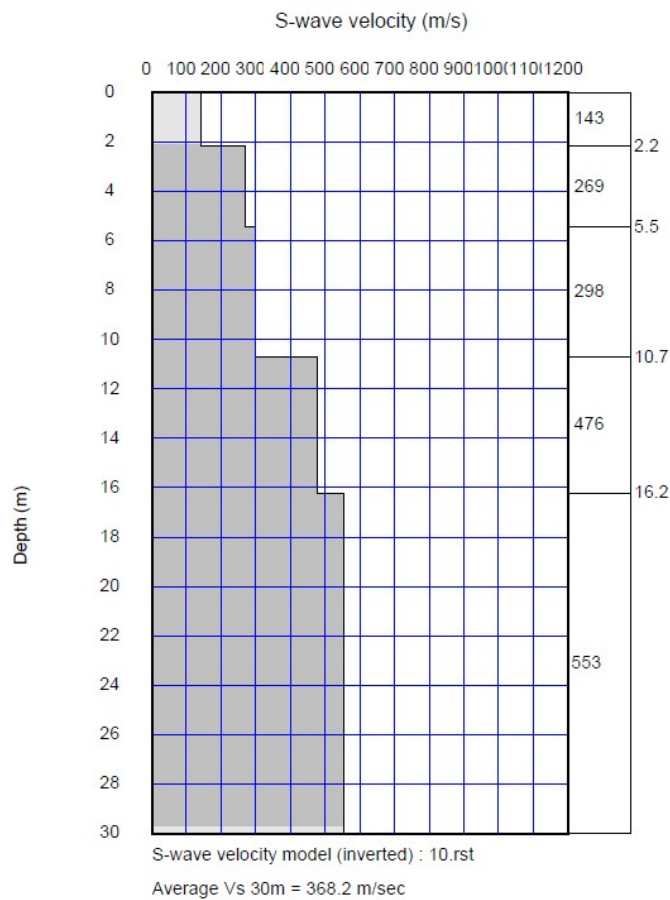


Figura 58. Modello di velocità del sottosuolo.

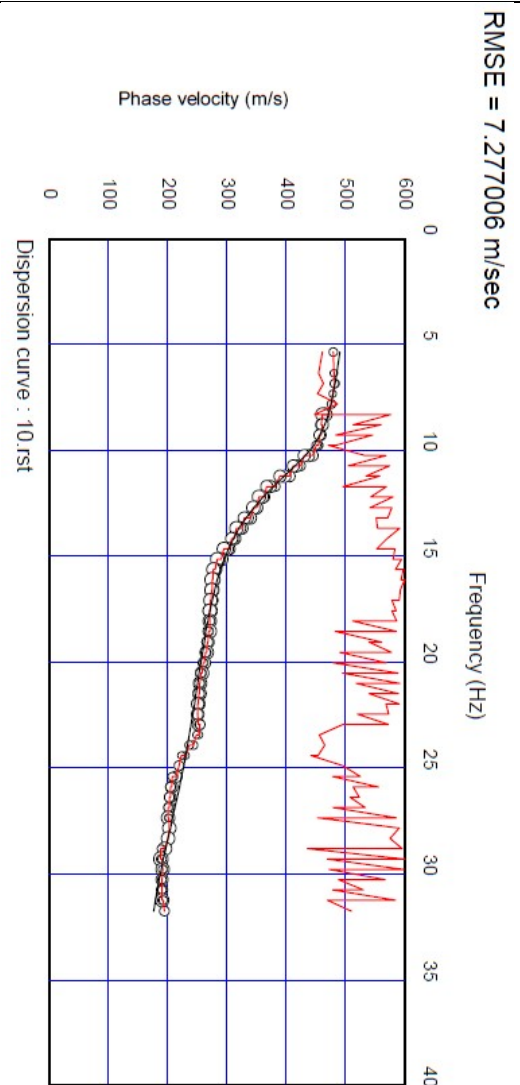
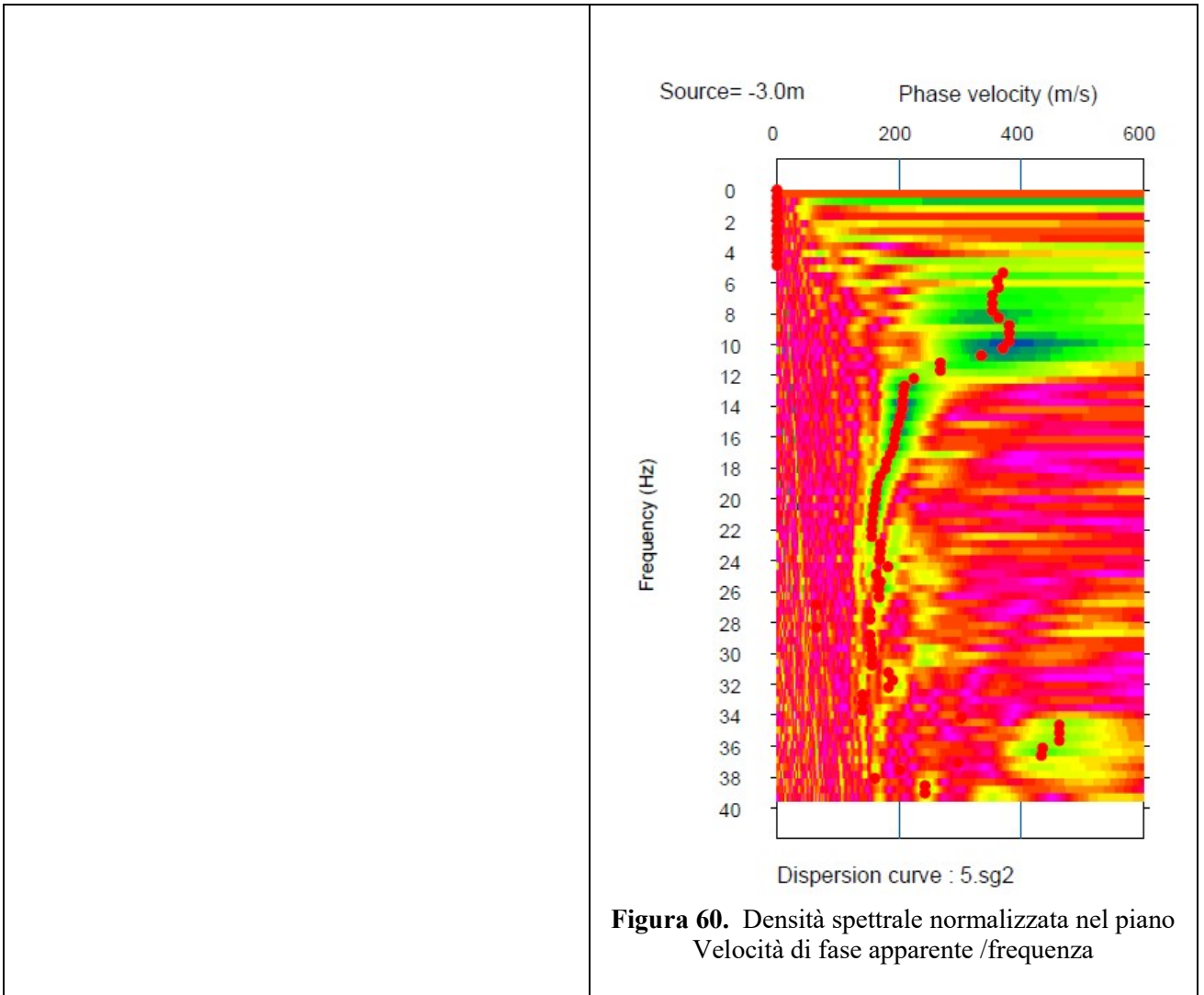


Figura 59. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) con la curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0.00	2.19	143.49	0.0152	368.2
2.00	2.19	3.28	269.09	0.0122	CAT. SUOLO
3.00	5.46	5.28	298.90	0.0177	
4.00	10.74	5.46	476.56	0.0115	B
5.00	16.21	13.79096	553.26	0.0249	

- **MASW 20**

INTERVENTO 1 da Km 5+160 a Km 5+210



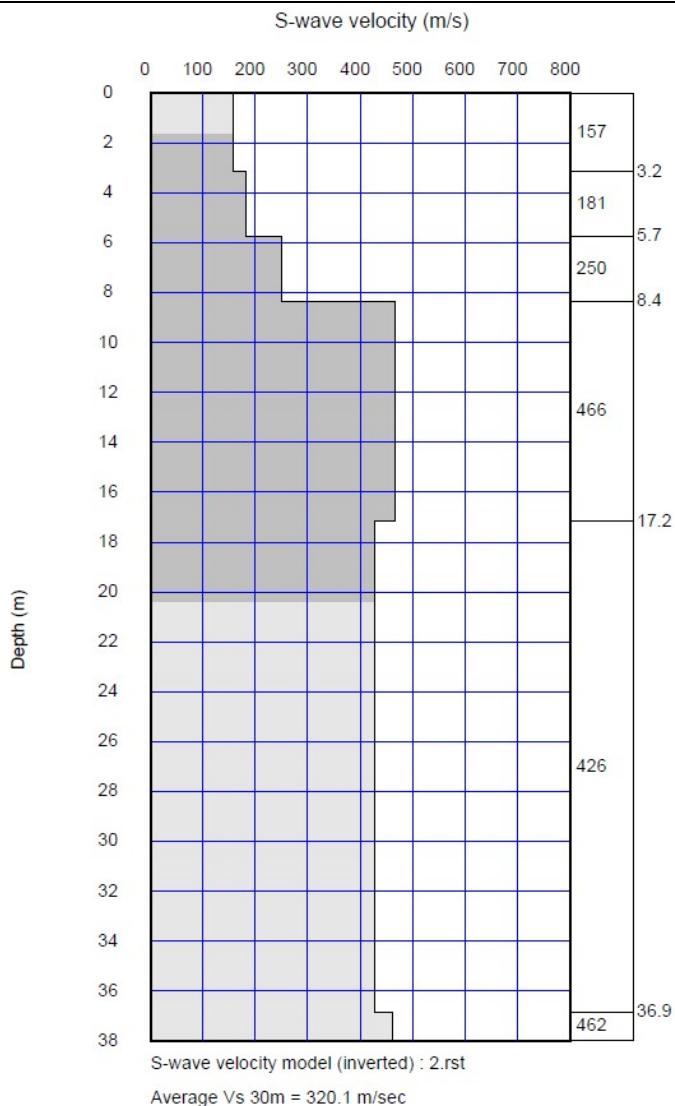


Figura 61. Modello di velocità del sottosuolo.

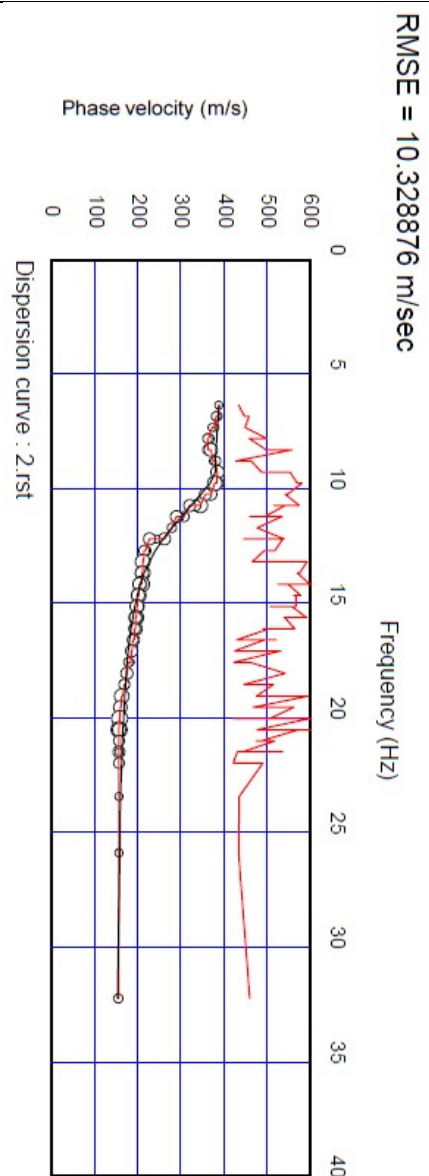


Figura 62. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0.00	3.16	157.59	0.0201	320.1
2.00	3.16	2.58	181.44	0.0142	CAT. SUOLO B
3.00	5.74	2.62	250.06	0.0105	
4.00	8.37	8.81	466.39	0.0189	
5.00	17.18	12.82	426.88	0.0300	
6.00	36.86		462.74	0.0000	

- **MASW_21**

INTERVENTO 1 da Km 6+380 a Km 6+425

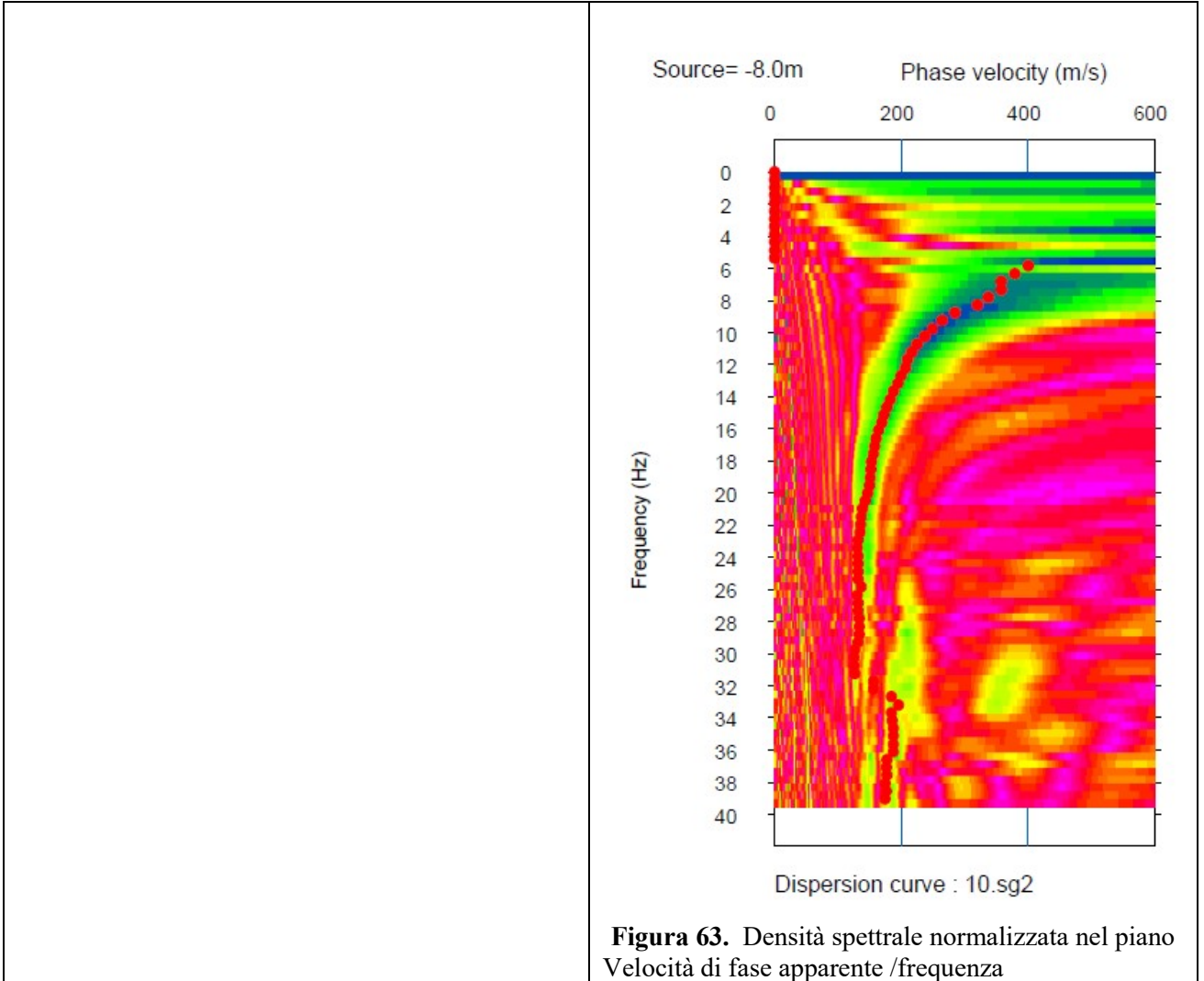


Figura 63. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

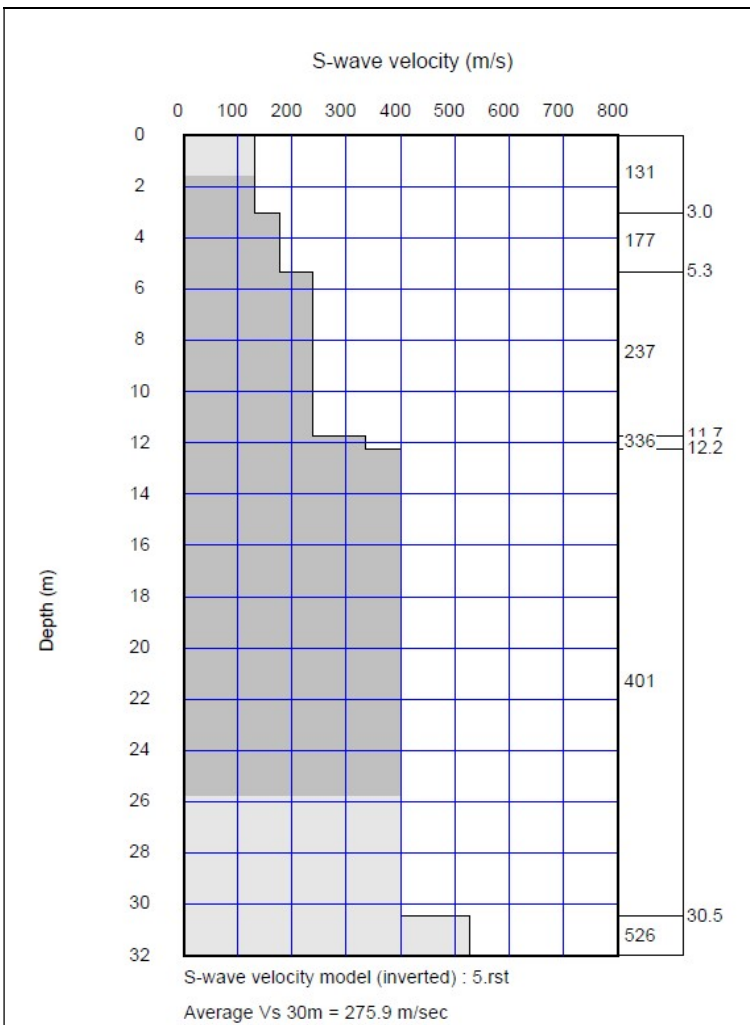


Figura 64. Modello di velocità del sottosuolo.

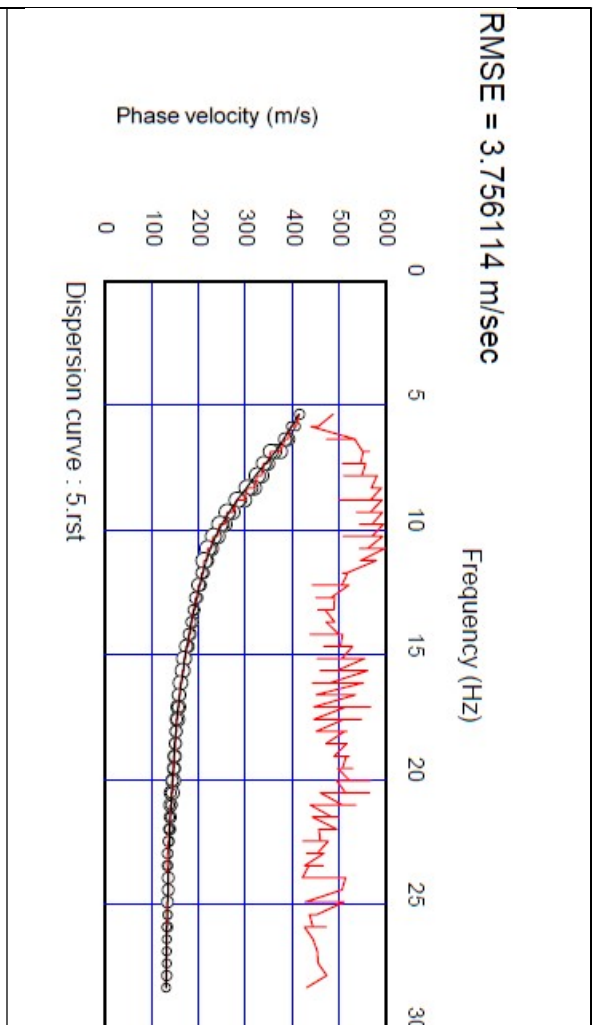


Figura 65. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0.00	3.03	131.41	0.0231	275.9
2.00	3.03	2.29	177.88	0.0129	CAT. SUOLO C
3.00	5.32	6.42	237.54	0.0270	
4.00	11.74	0.50	336.36	0.0015	
5.00	12.24	17.76	401.28	0.0442	
6.00	30.49		526.72	0.0000	

- **MASW_22**

INTERVENTO 1 da Km 8+505 a Km 8+555

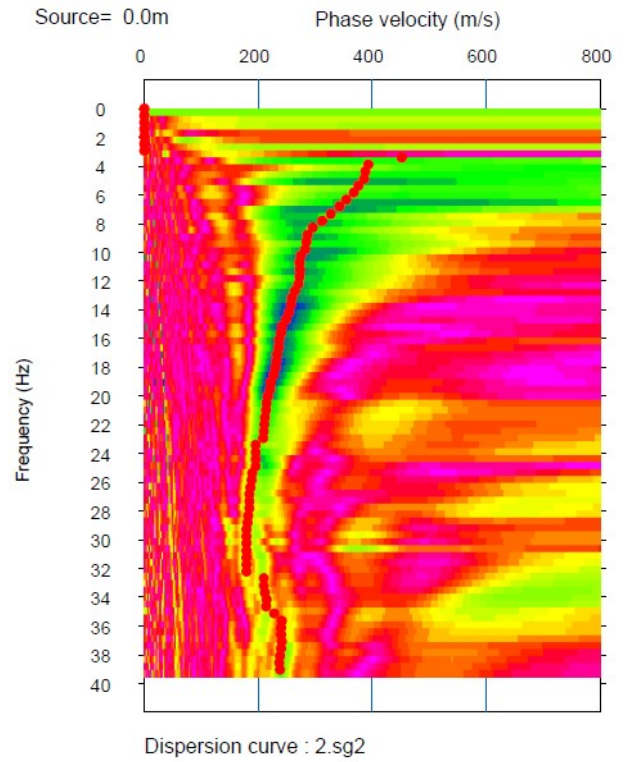


Figura 66. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

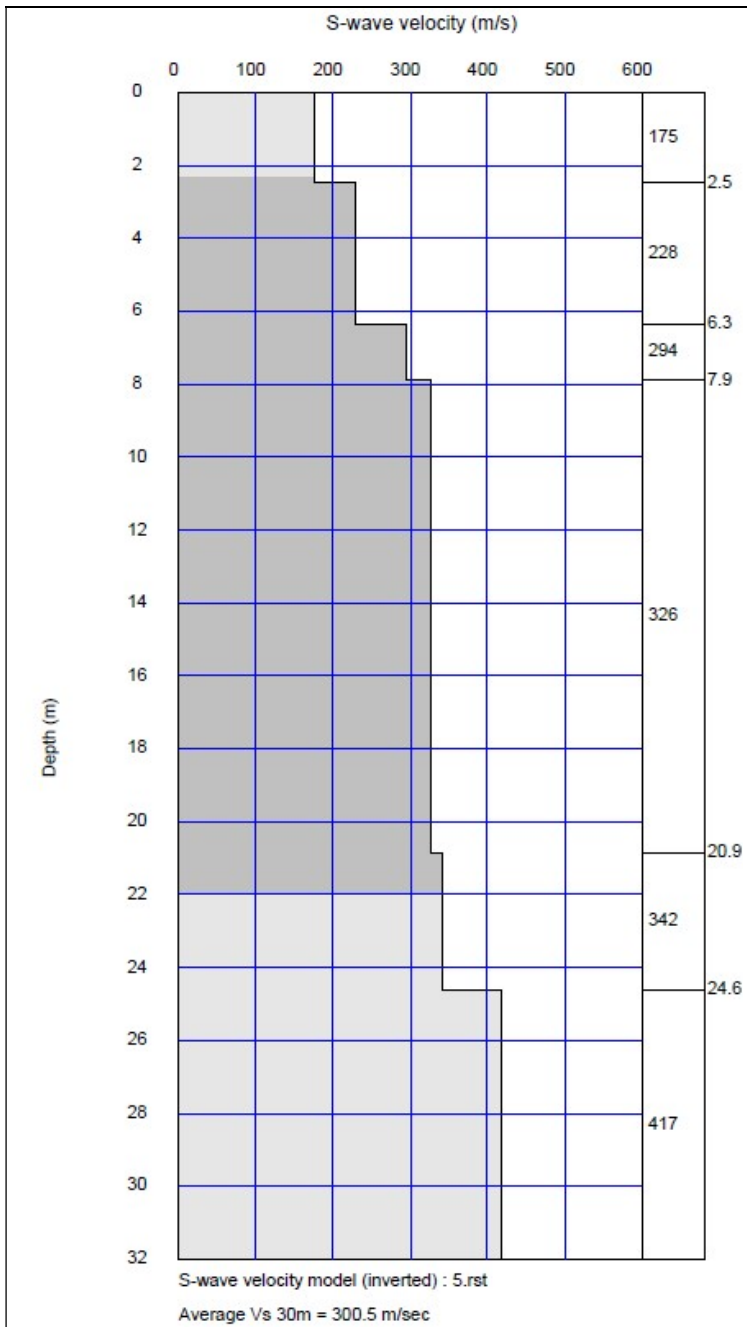


Figura 67. Modello di velocità del sottosuolo.

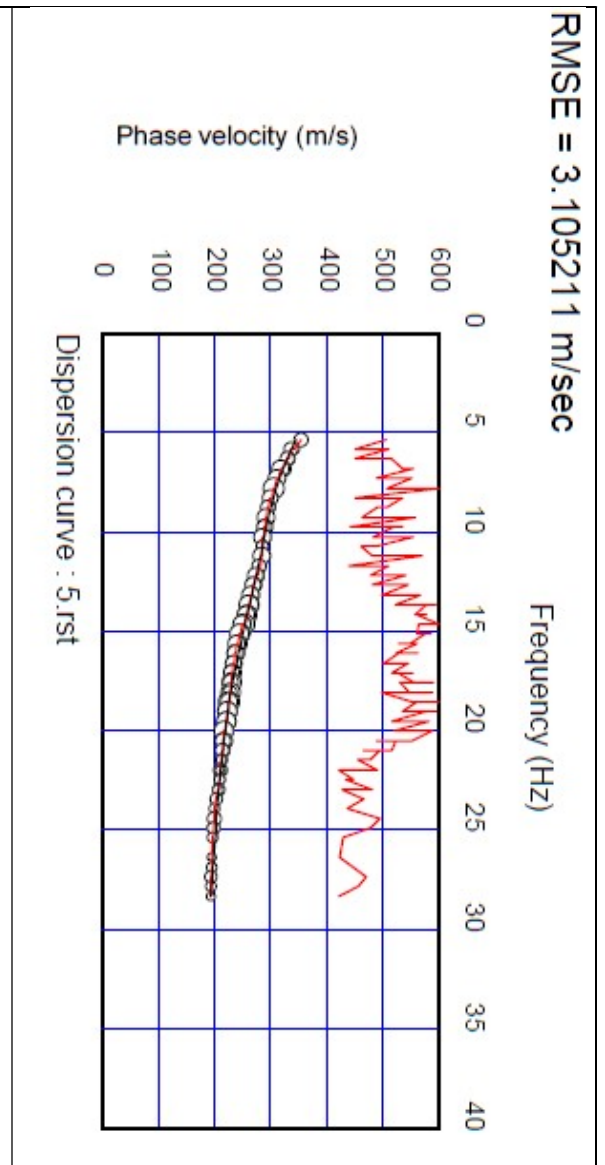


Figura 68. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 – h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0.00	2.48	175.11	0.0141	300.5
2.00	2.48	3.87	228.81	0.0169	CAT. SUOLO C
3.00	6.35	1.54	294.85	0.0052	
4.00	7.88	12.97	326.74	0.0397	
5.00	20.86	3.74	342.32	0.0109	
6.00	24.60	5.40	417.88	0.0129	

- **MASW_23**

INTERVENTO 2 da Km 0+550 a Km 0+600

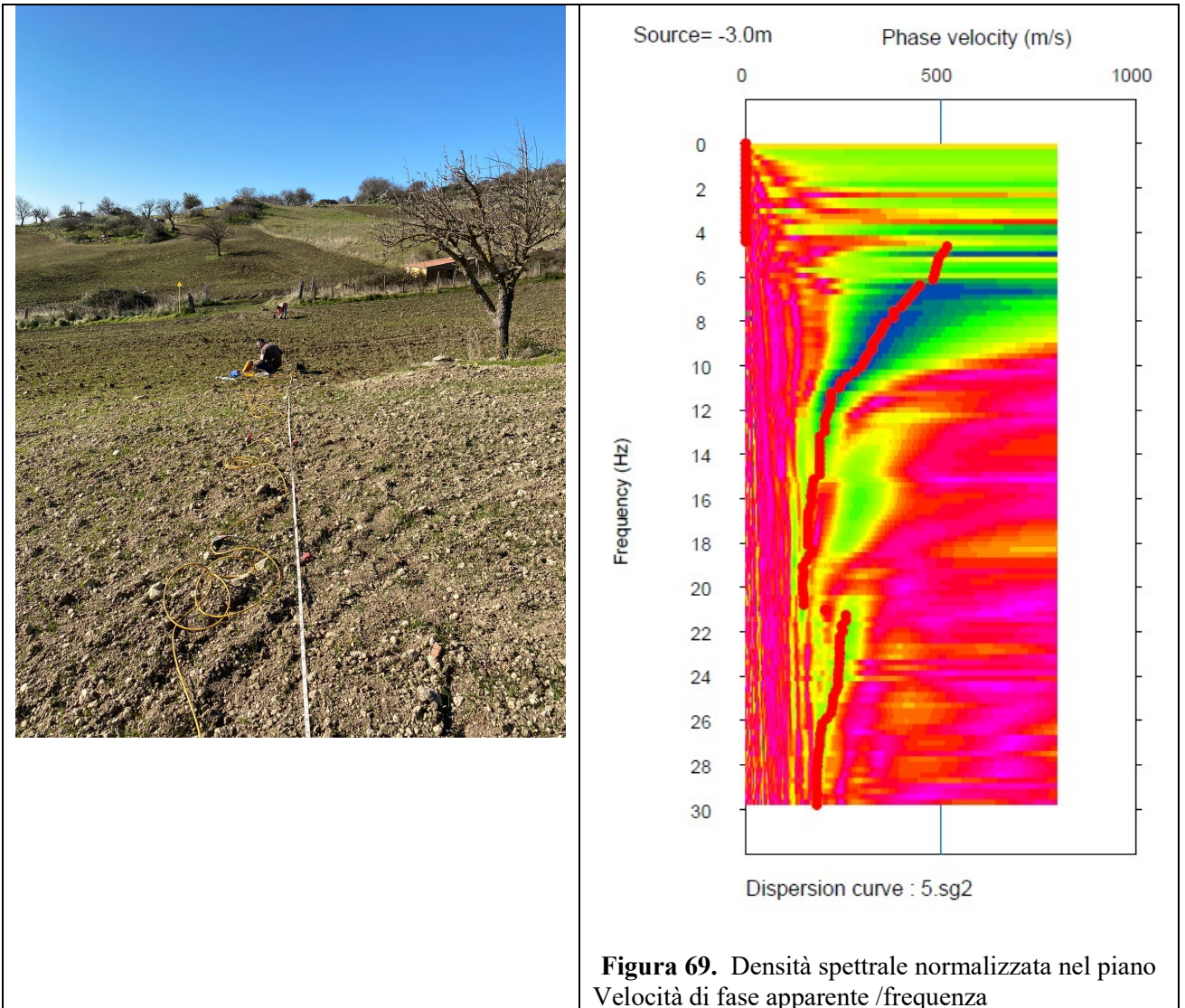


Figura 69. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

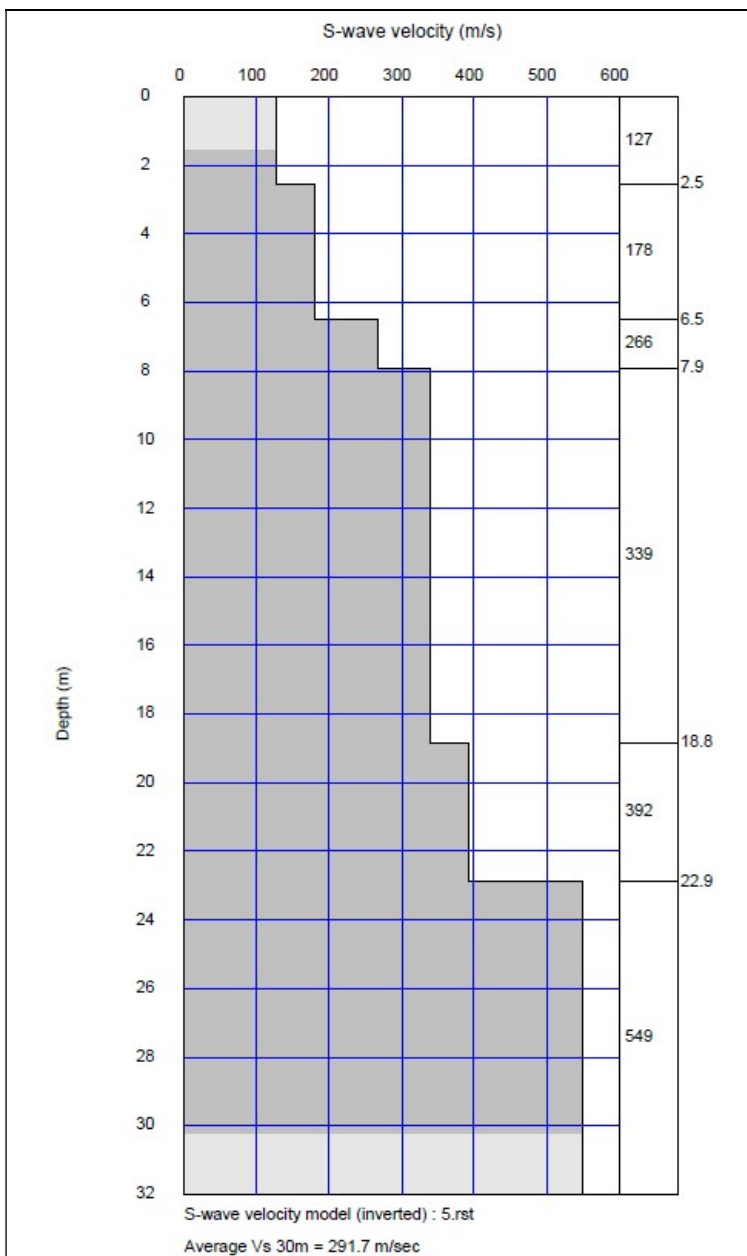


Figura 70. Modello di velocità del sottosuolo.

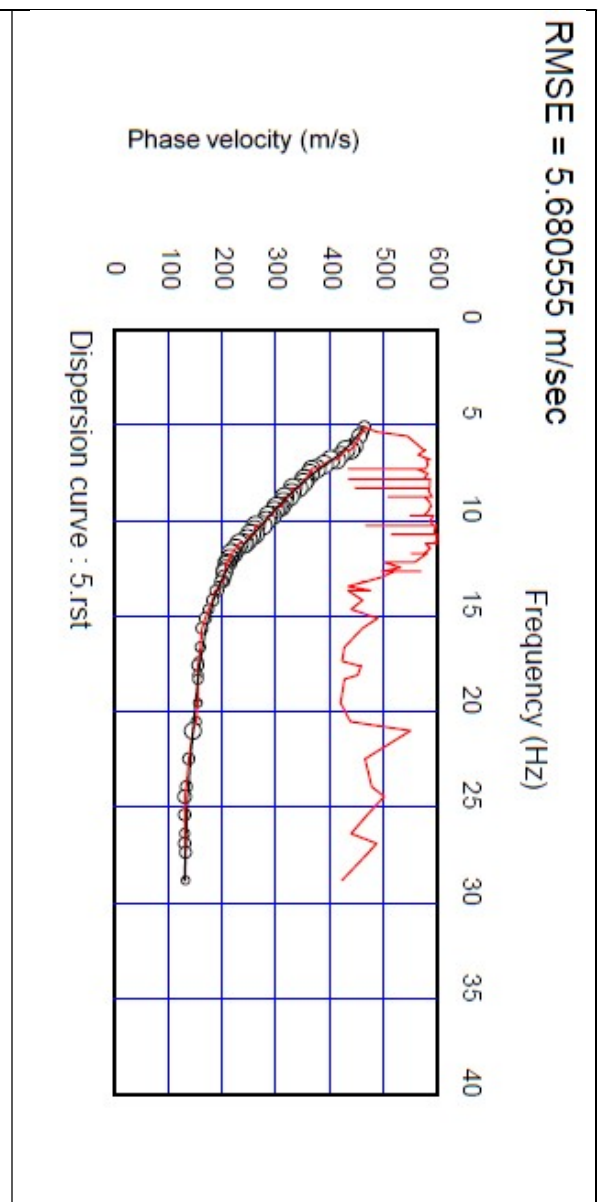
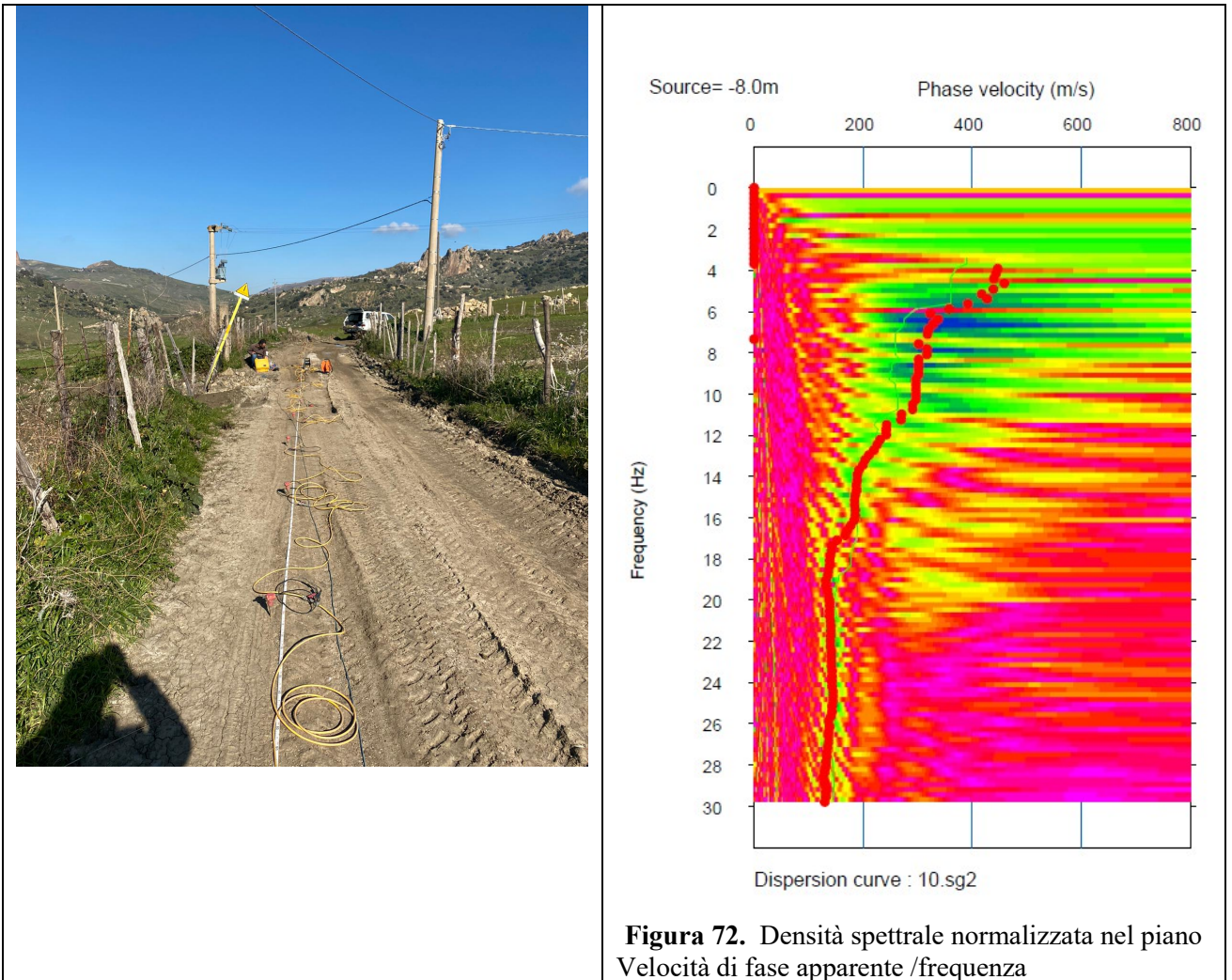


Figura 71. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0.00	2.54	127.36	0.0200	291.7
2.00	2.54	3.97	178.97	0.0222	CAT. SUOLO C
3.00	6.51	1.40	266.48	0.0053	
4.00	7.91	10.93	339.56	0.0322	
5.00	18.85	4.05	392.85	0.0103	
6.00	22.89	7.11	549.22	0.0129	

- **MASW_24**

INTERVENTO 3 Km 3+610



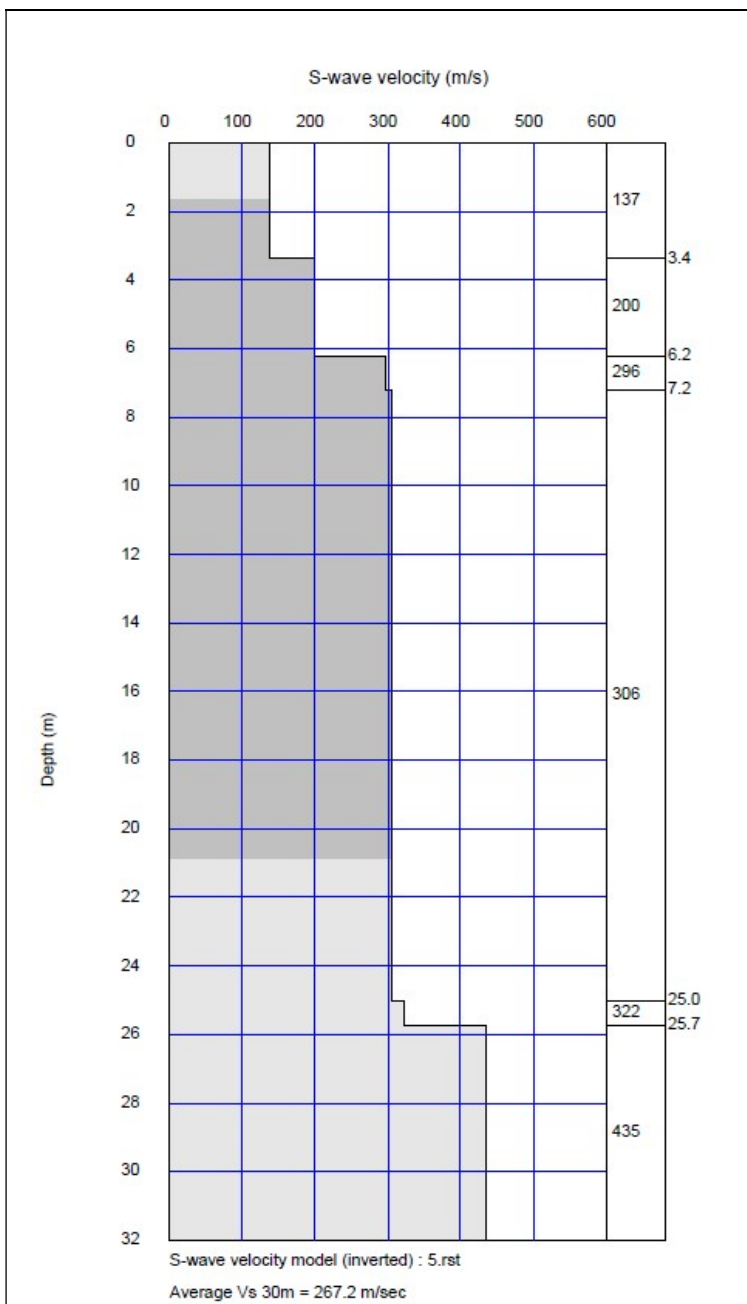


Figura 73. Modello di velocità del sottosuolo.

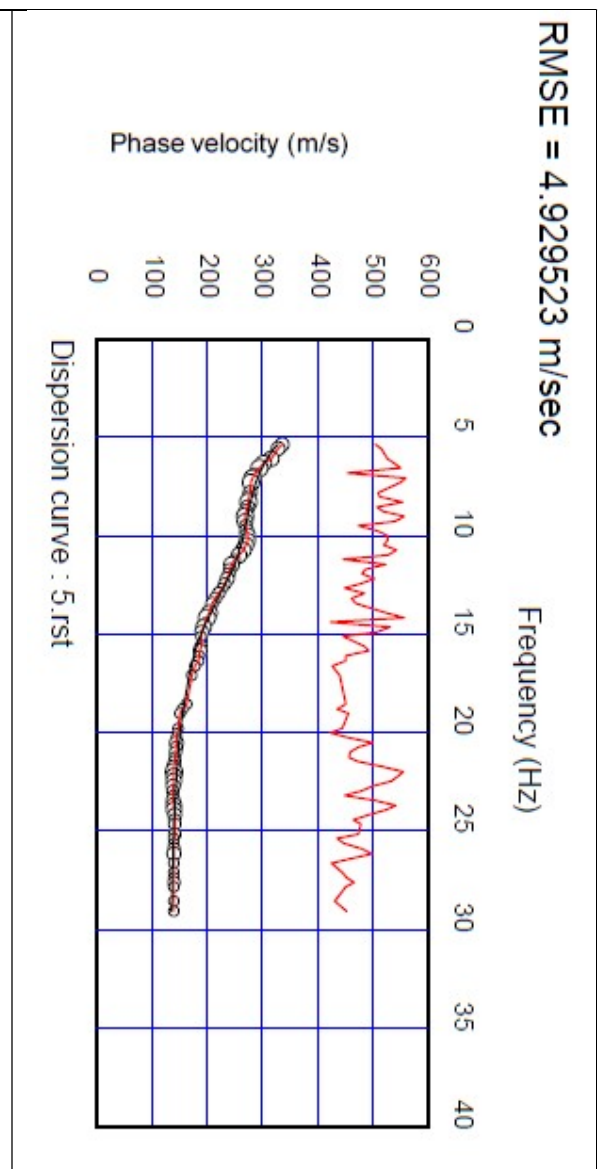
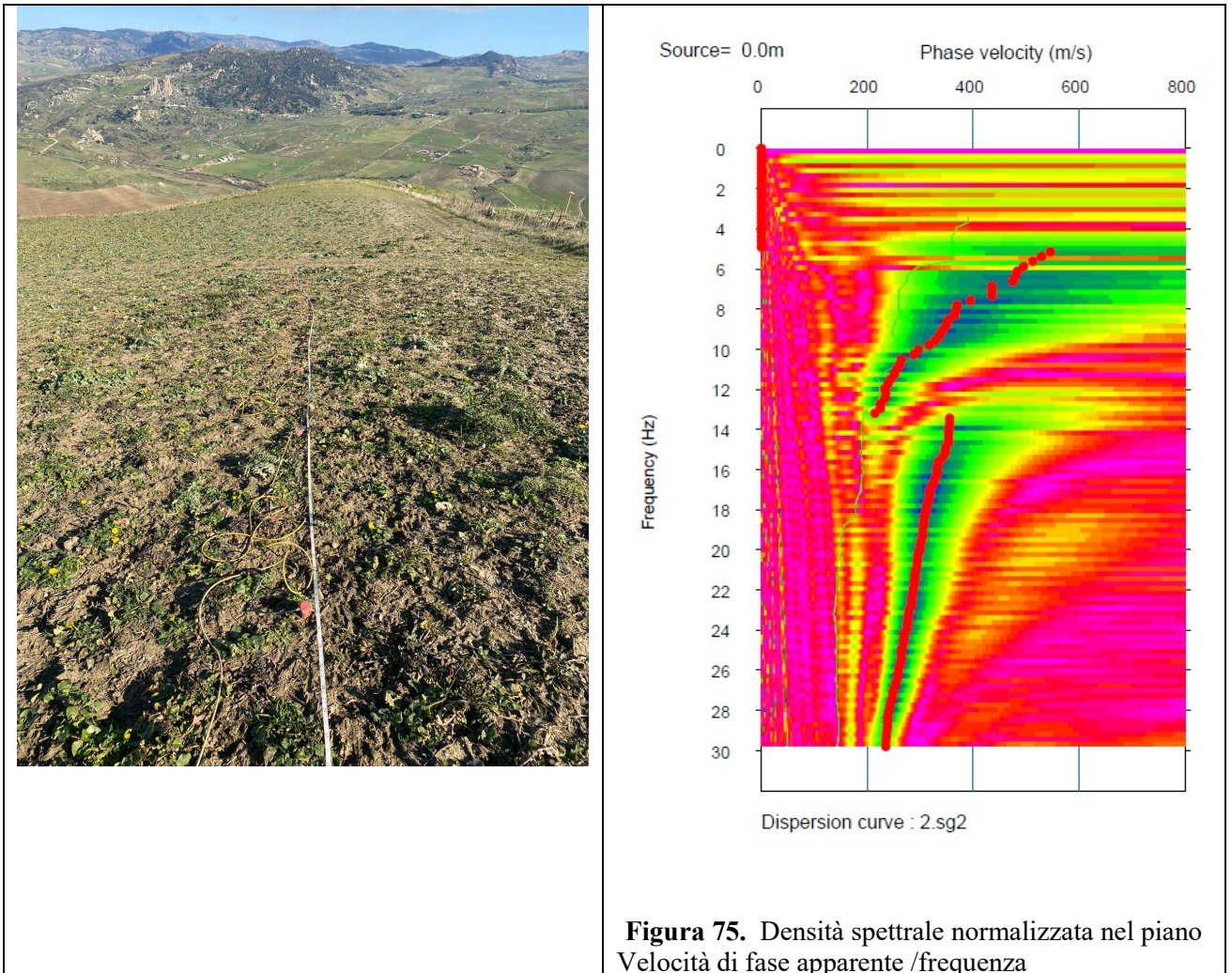


Figura 74. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	3.38	137.64	0.0246	267.2
2.00	3.38	2.84	200.03	0.0142	CAT. SUOLO C
3.00	6.22	0.99	296.98	0.0033	
4.00	7.21	17.81	306.34	0.0581	
5.00	25.02	0.72	322.28	0.0022	
6.00	25.75	4.25	435.14	0.0098	

- MASW_25

INTERVENTO 3 da Km 4+715 a Km 4+765



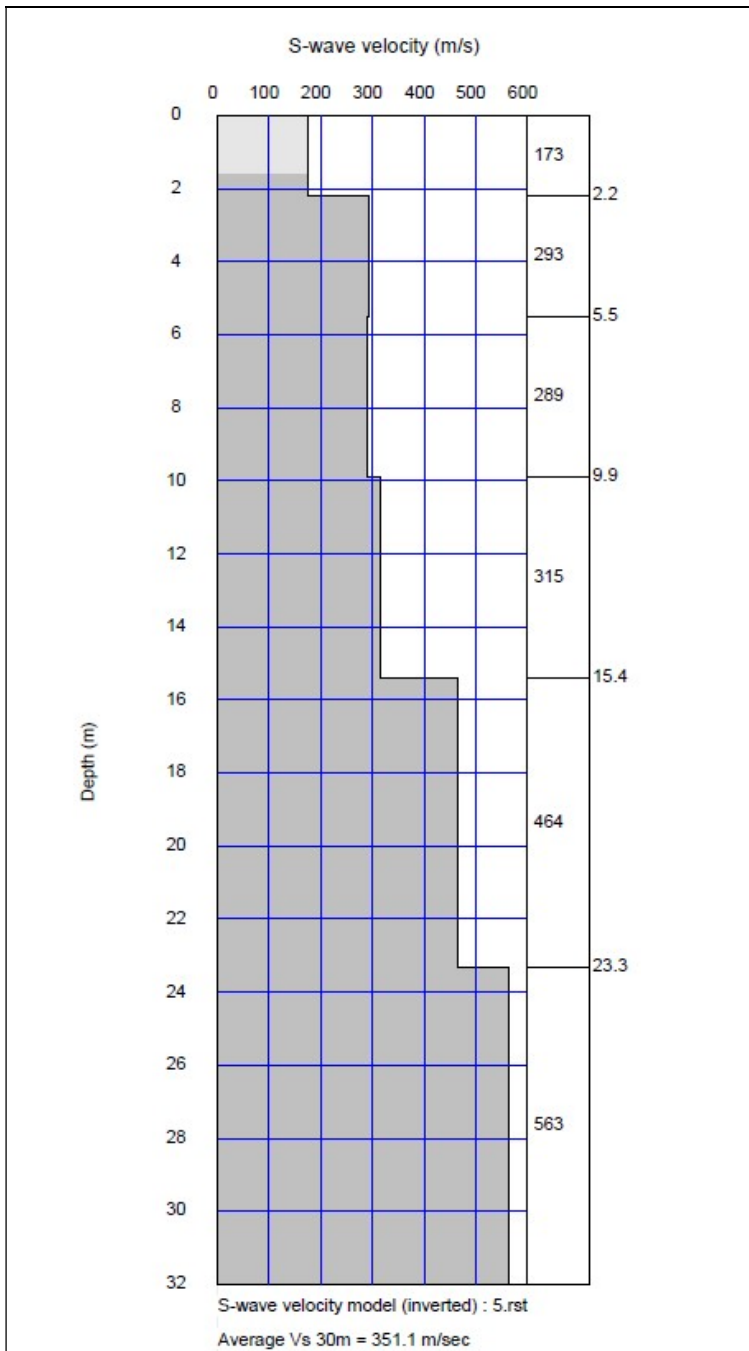


Figura 76. Modello di velocità del sottosuolo.

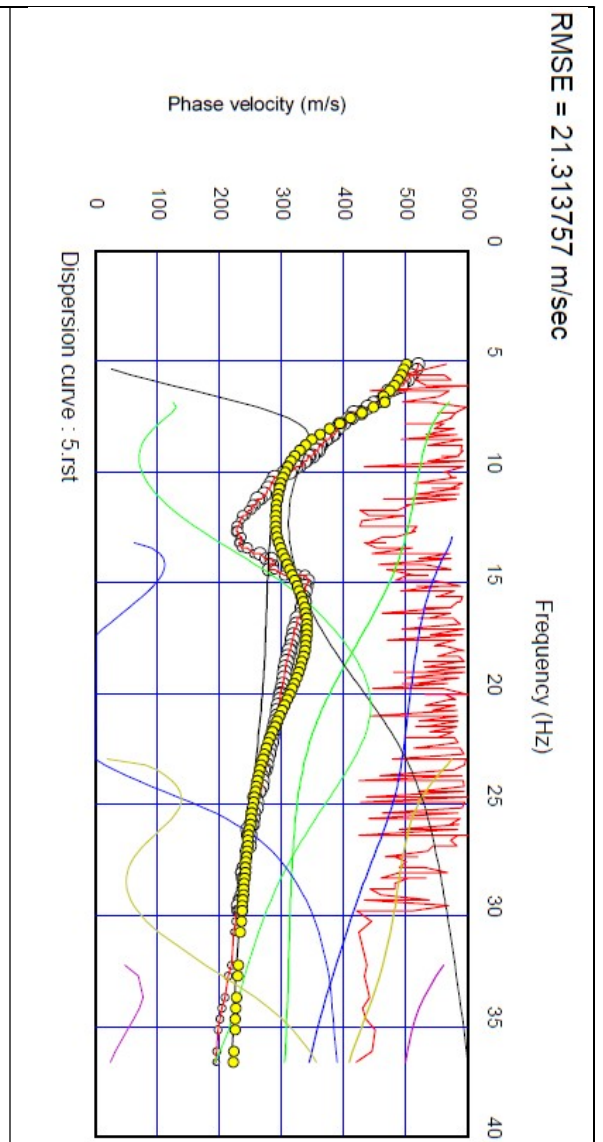
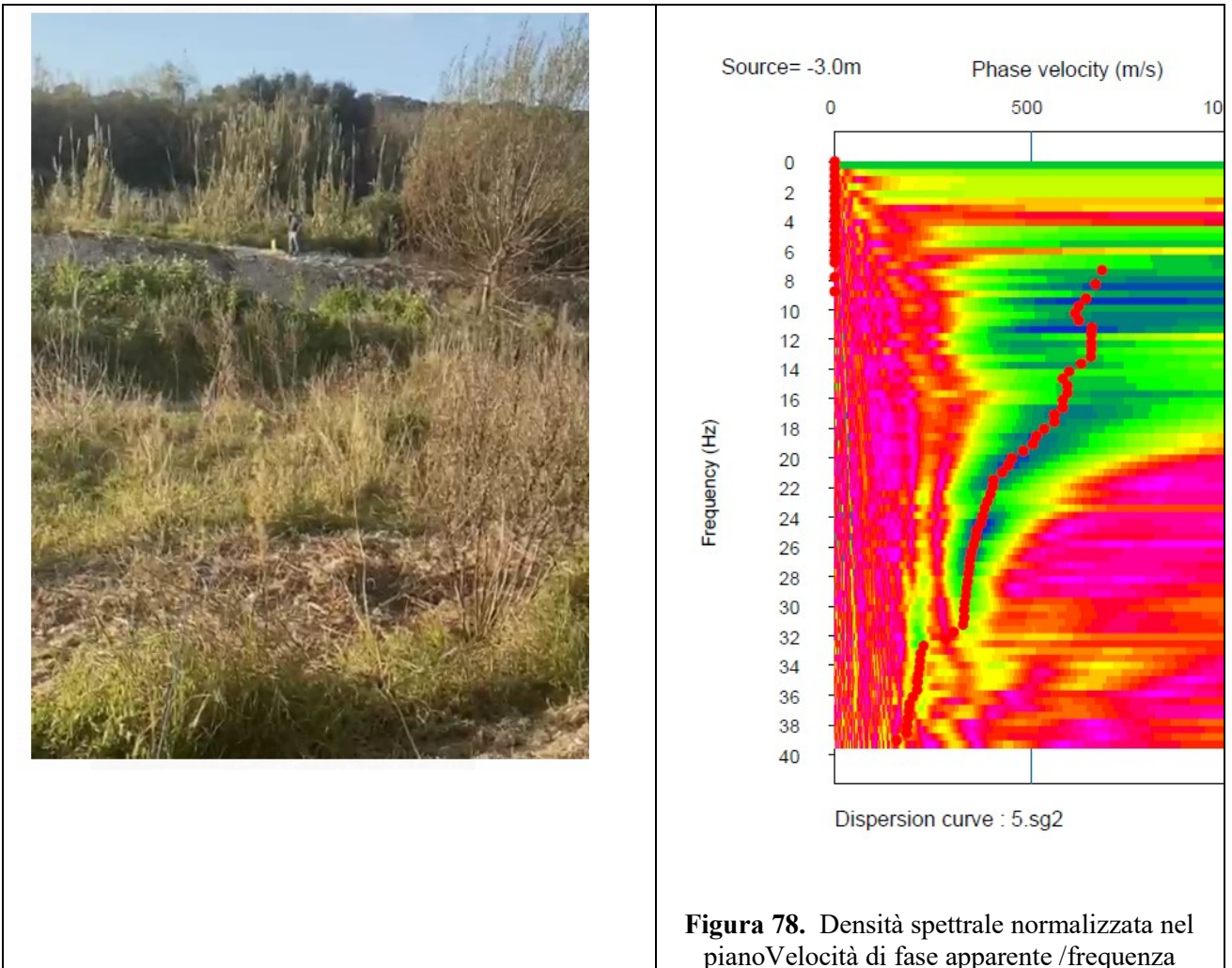


Figura 77. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0.00	2.20	173.40	0.0127	351.08
2.00	2.20	3.30	293.90	0.0112	CAT. SUOLO C
3.00	5.50	4.40	289.54	0.0152	
4.00	9.90	5.50	315.33	0.0174	
5.00	15.40	7.92	464.97	0.0170	
6.00	23.32	6.68	563.11	0.0119	

- **MASW_26**

INTERVENTO 3 da Km 7+295 a Km 7+340



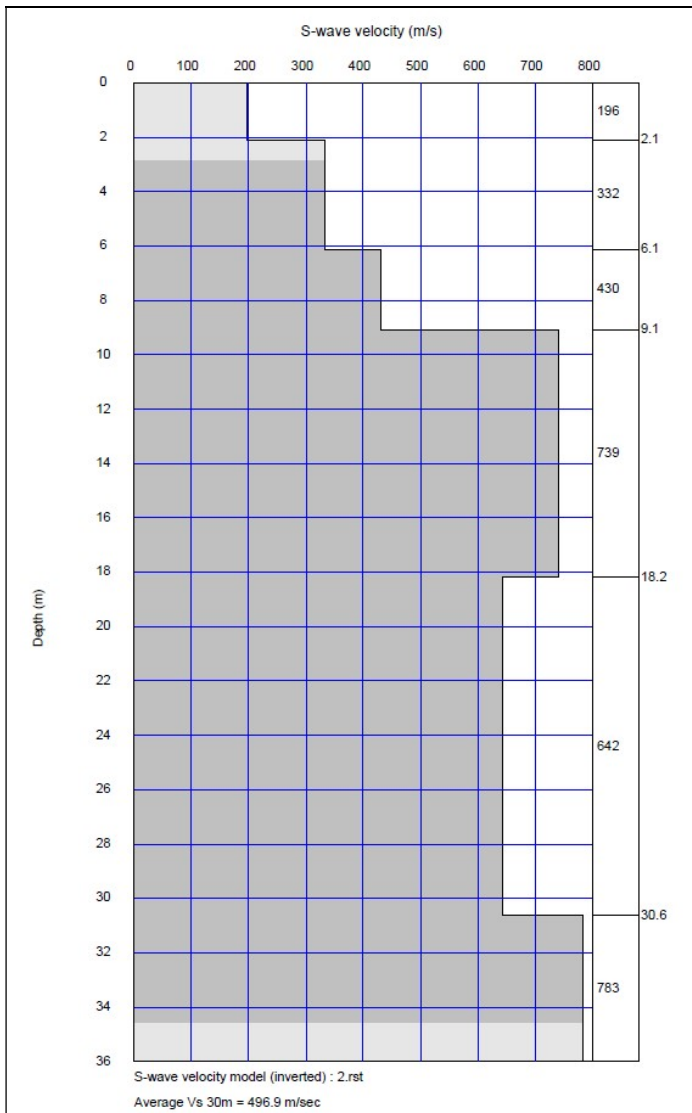


Figura 79. Modello di velocità del sottosuolo.

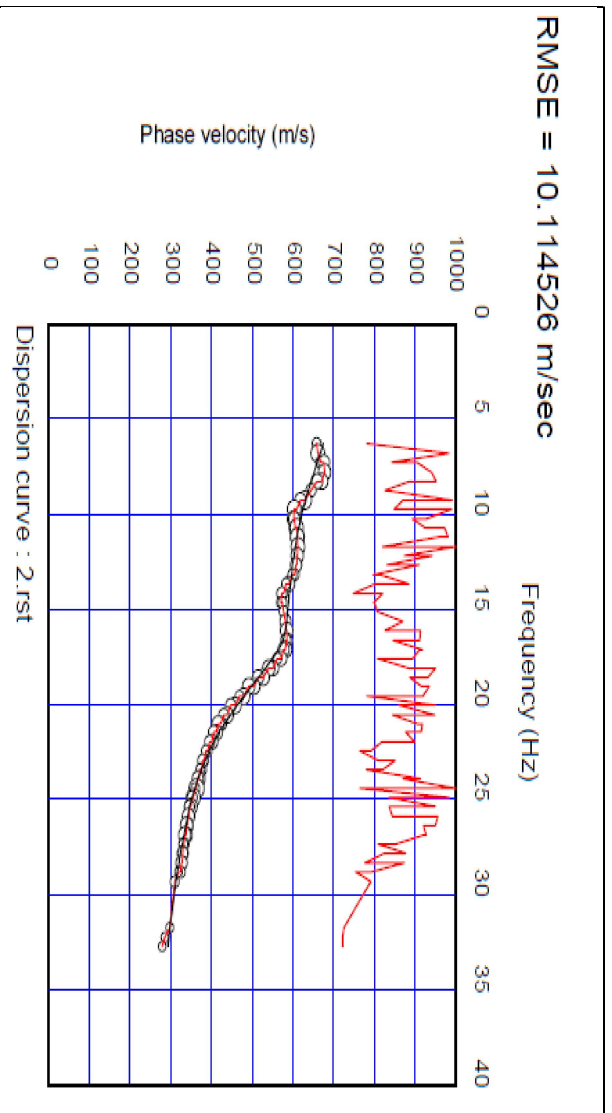
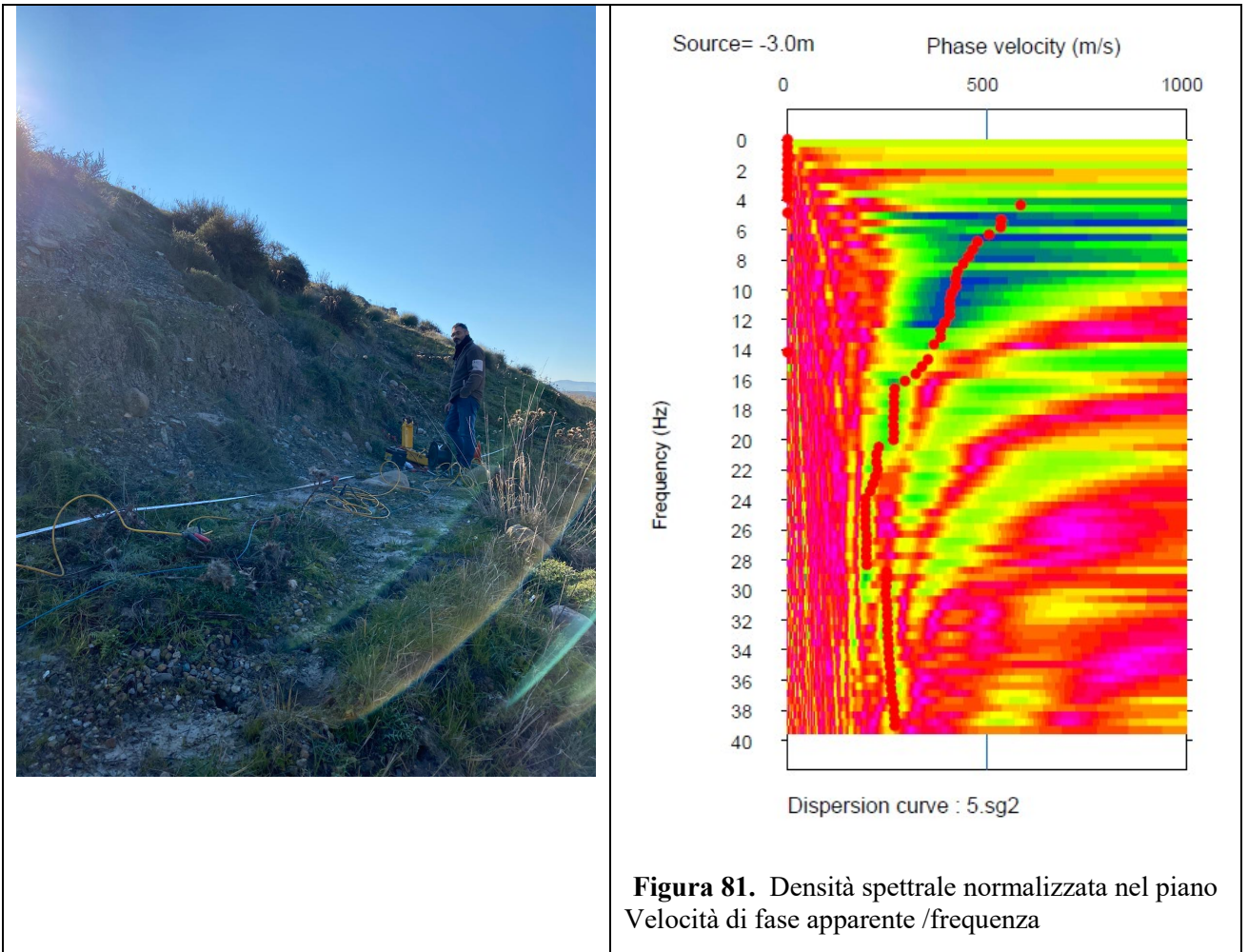


Figura 80. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	2.10	196.79	0.0107	496.0
2.00	2.10	4.04	332.18	0.0122	CAT. SUOLO B
3.00	6.14	2.96	430.53	0.0069	
4.00	9.10	9.11	739.76	0.0123	
5.00	18.20	11.80	642.43	0.0184	
6.00	30.65		783.78		

- **MASW_27**

INTERVENTO 4 da Km 7+630 a Km 7+670



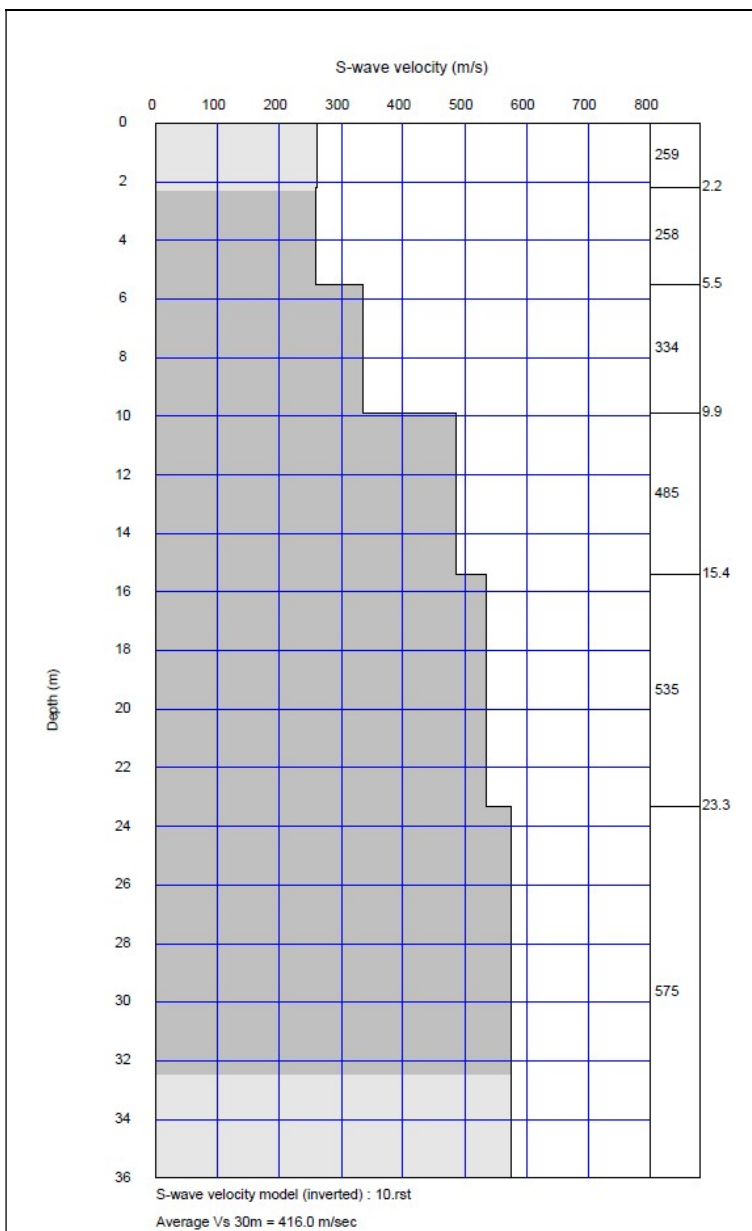


Figura 82. Modello di velocità del sottosuolo.

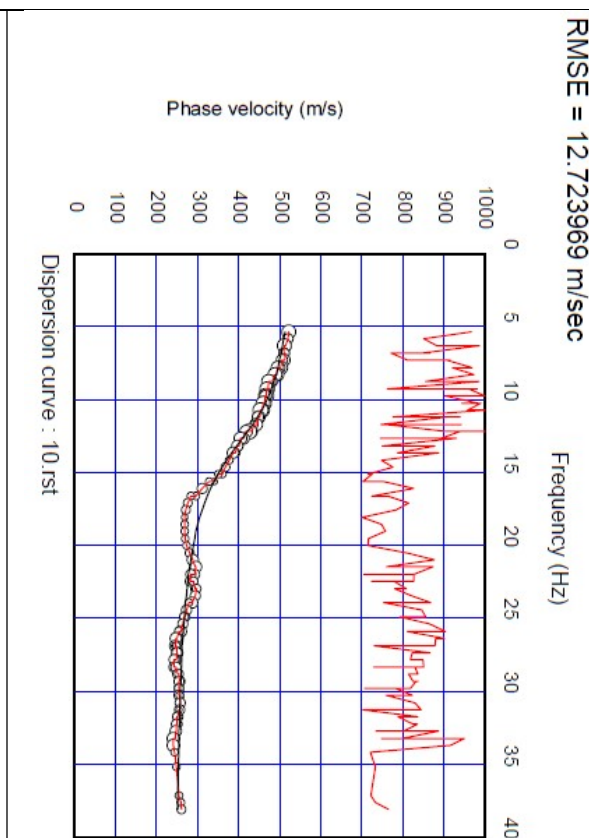
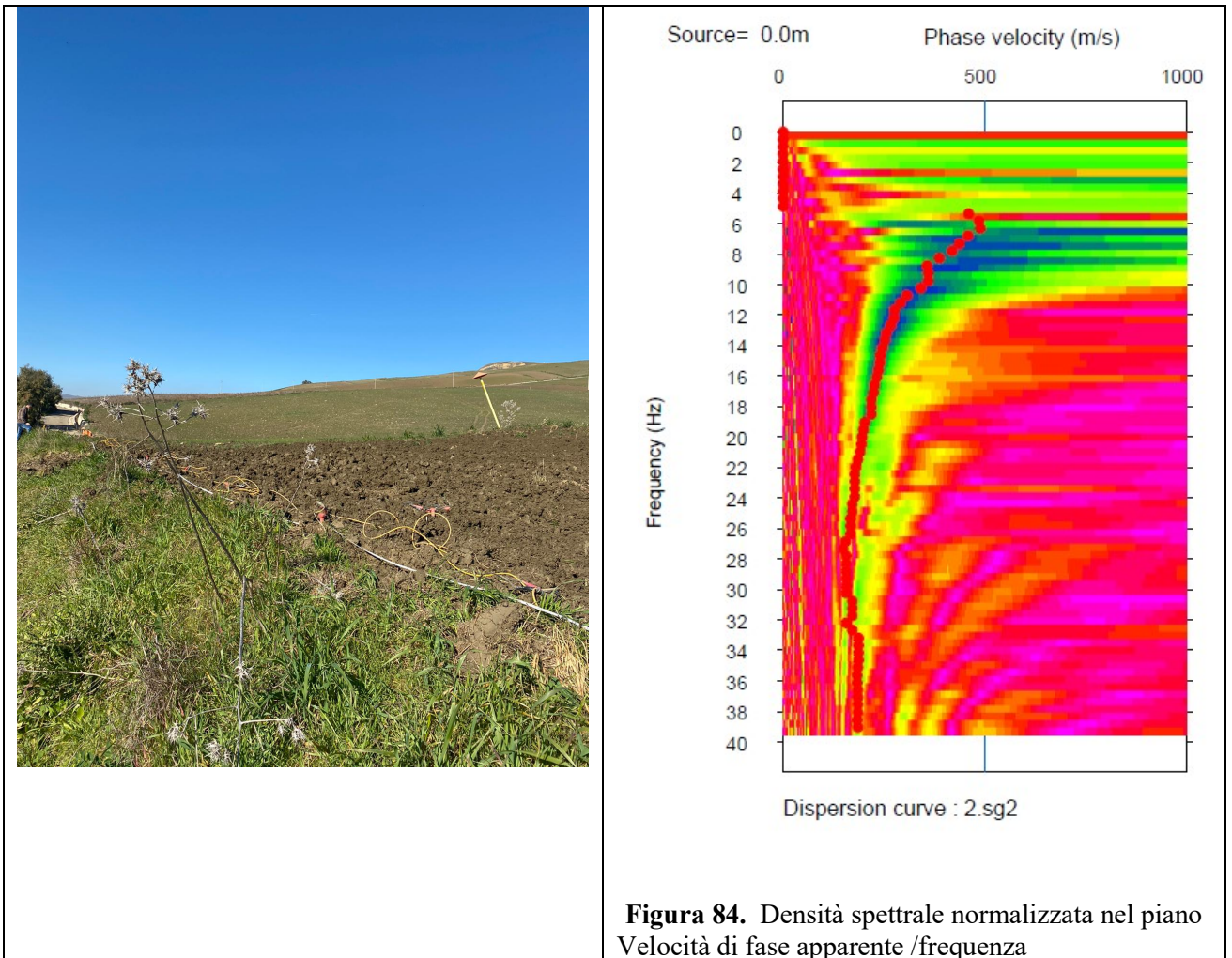


Figura 83. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0	2.20	259.78	0.0085	416.02
2.00	2.2	3.30	258.71	0.0128	CAT. SUOLO B
3.00	5.5	4.40	334.61	0.0131	
4.00	9.9	5.50	485.32	0.0113	
5.00	15.4	7.92	535.03	0.0148	
6.00	23.32	6.68	575.74	0.0116	

- **MASW_28**

INTERVENTO 4 da Km 9+985 a Km 9+995



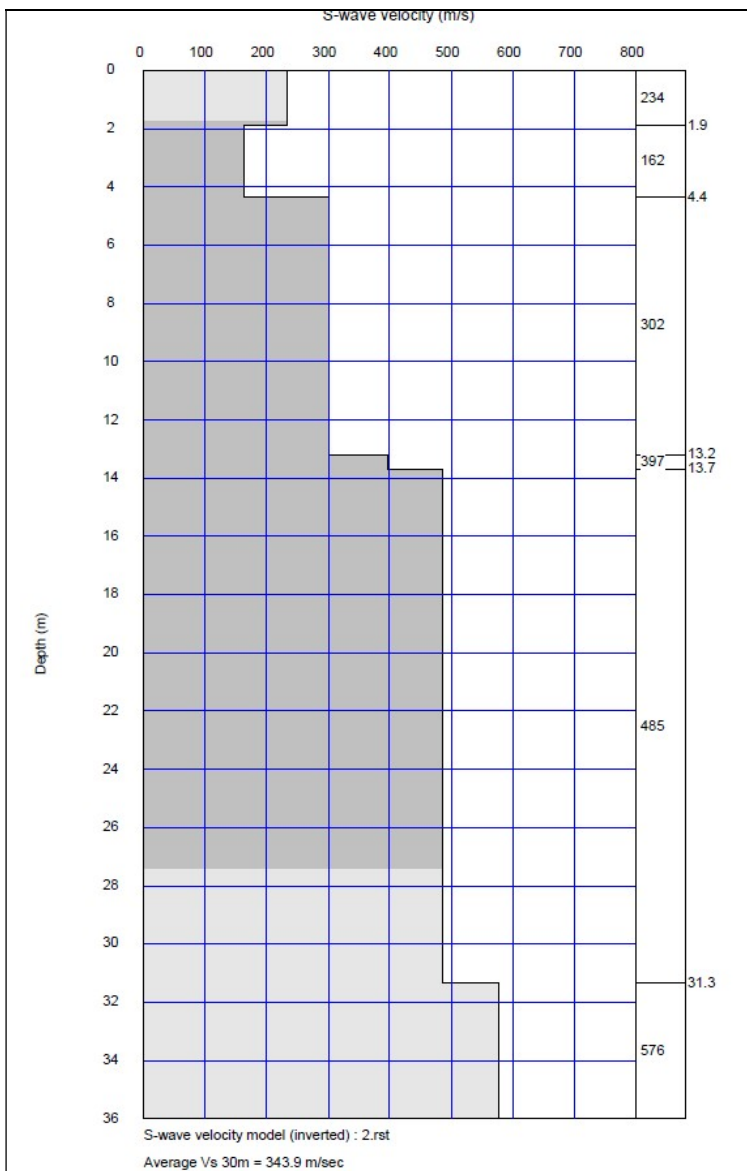


Figura 85. Modello di velocità del sottosuolo.

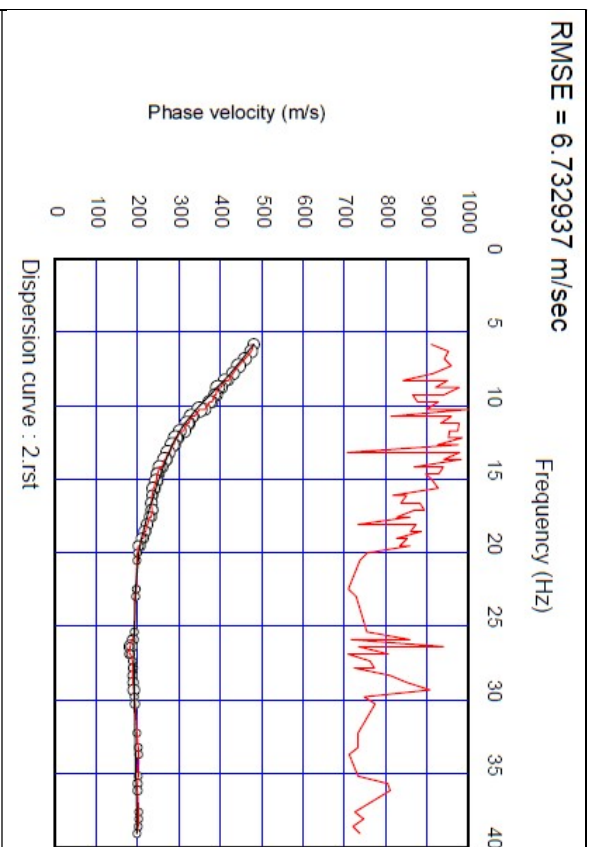
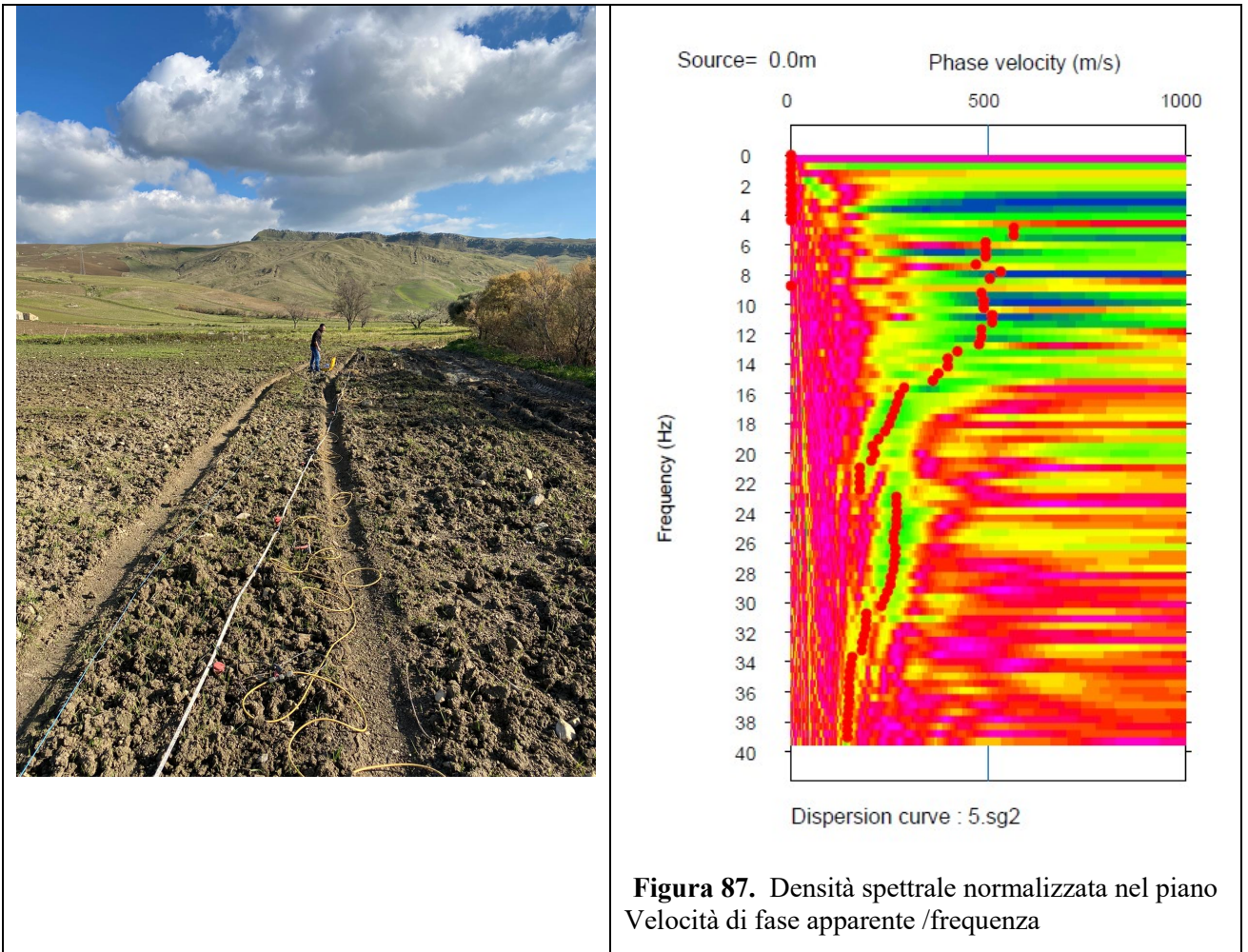


Figura 86. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0.00	1.91	234.40	0.0081	343.86
2.00	1.91	2.45	162.79	0.0150	CAT. SUOLO C
3.00	4.35	8.84	302.07	0.0293	
4.00	13.20	0.50	397.39	0.0013	
5.00	13.70	16.30	485.99	0.0335	
6.00	31.34		576.02	0.0000	

- **MASW_29**

INTERVENTO 4 da Km 12+955 a Km 13+010



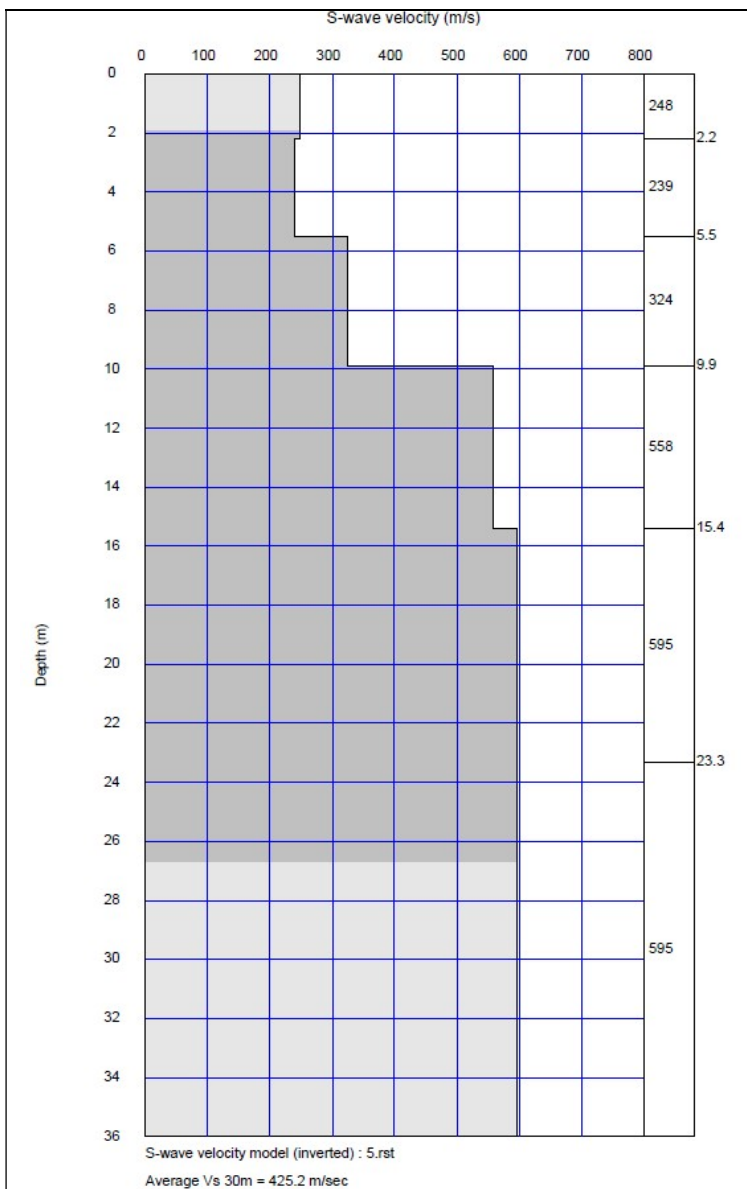


Figura 88. Modello di velocità del sottosuolo.

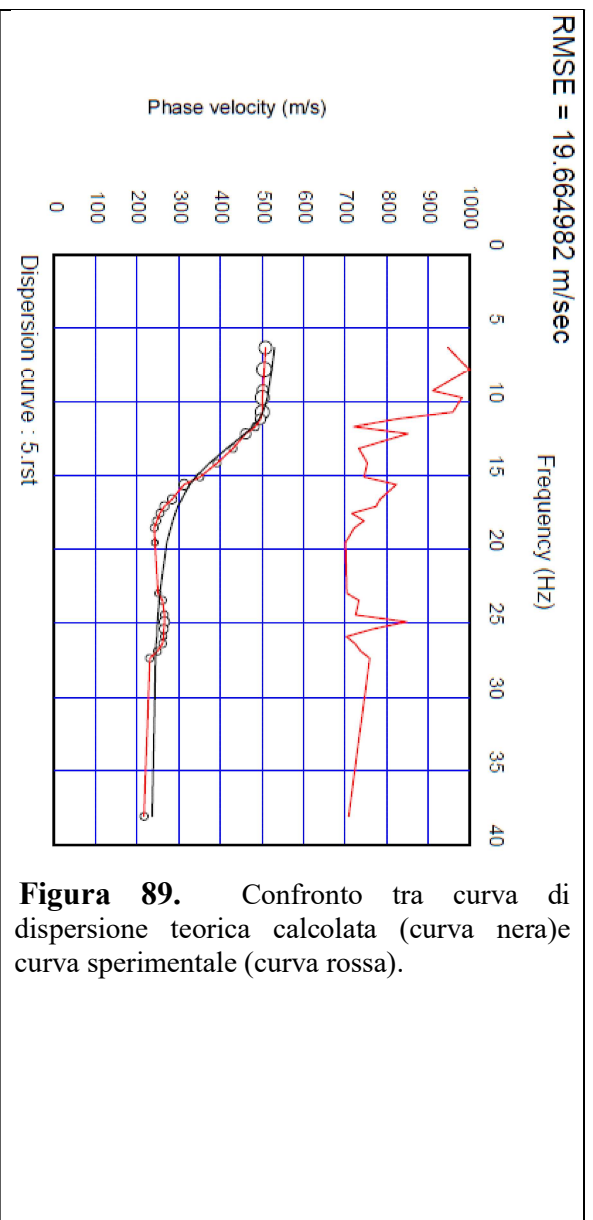
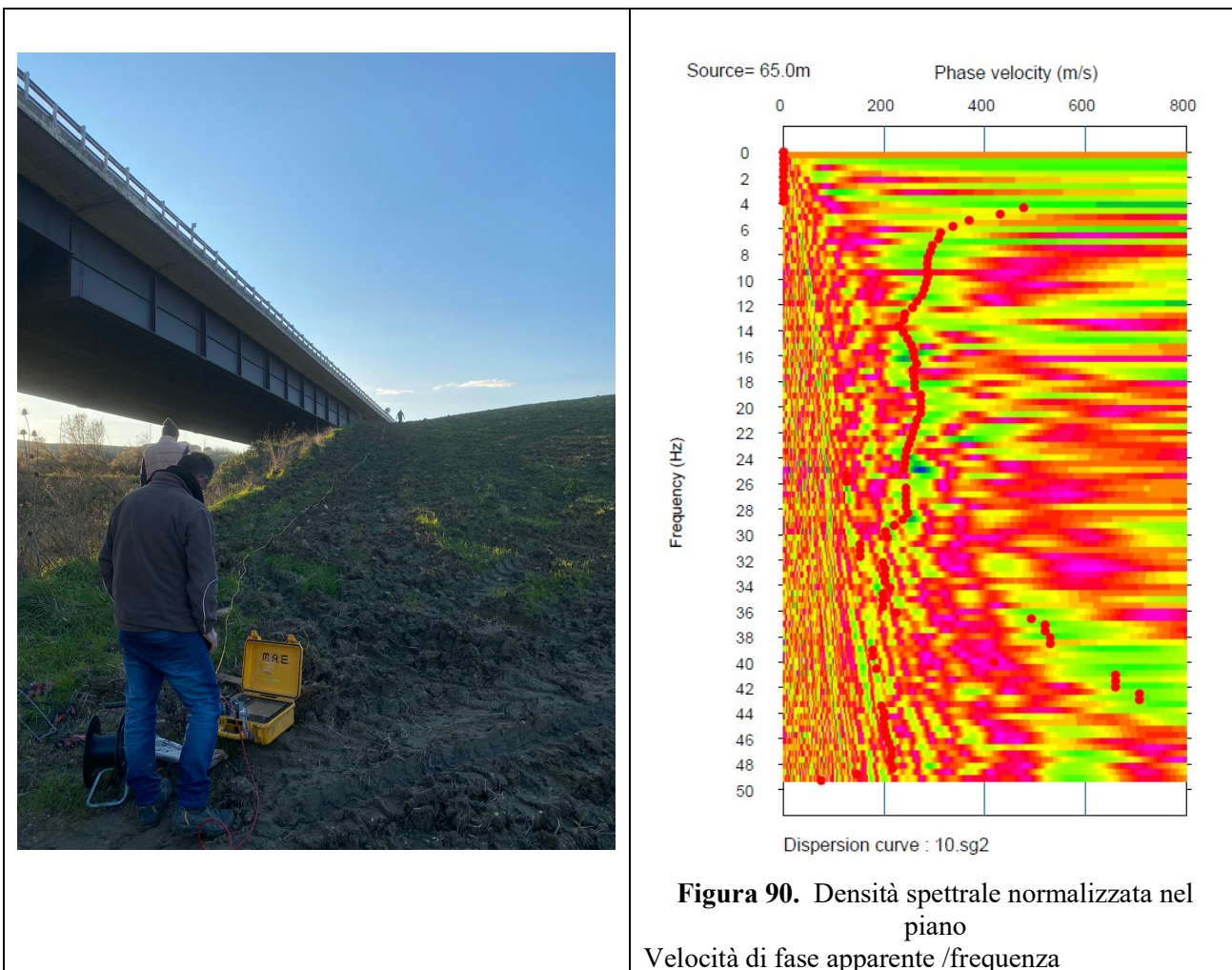


Figura 89. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq} (m/s)
1.00	0	2.20	248.939	0.0088	425.2
2.00	2.2	3.30	239.487	0.0138	CAT. SUOLO B
3.00	5.5	4.40	324.01	0.0136	
4.00	9.9	5.50	558.311	0.0099	
5.00	15.4	14.60	595.72	0.0245	
1.00	0	2.20	248.9	0.0088	

- MASW_30

INTERVENTO 5 da Km 0+550 a Km 0+605



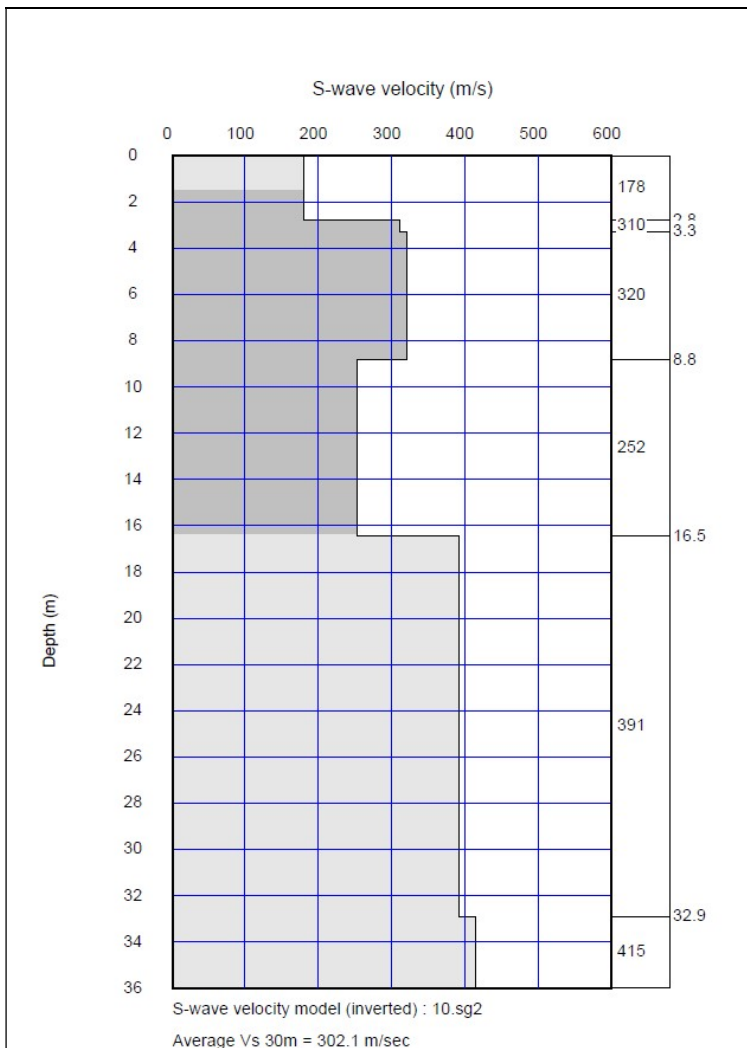


Figura 91. Modello di velocità del sottosuolo.

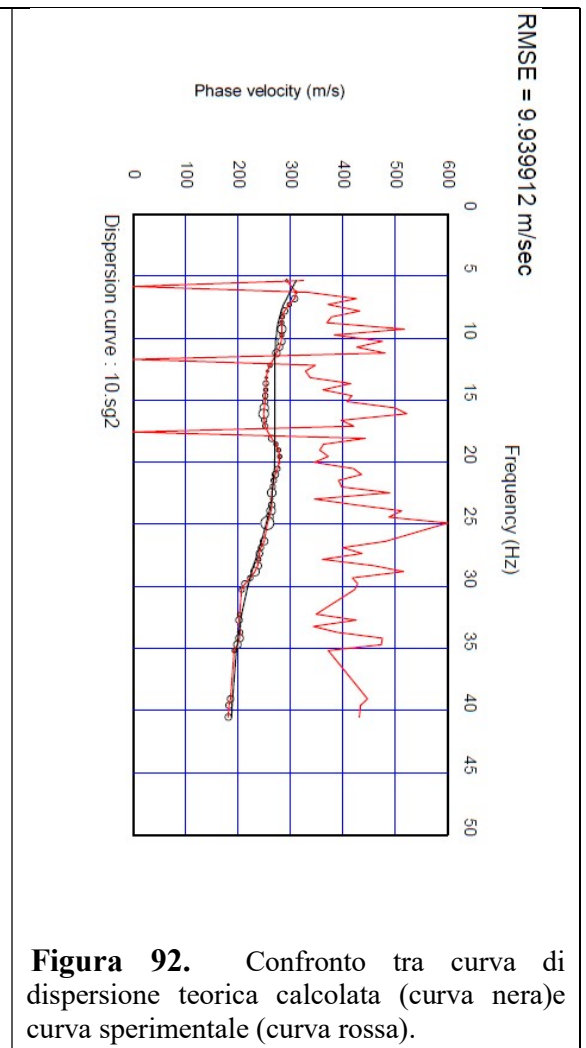
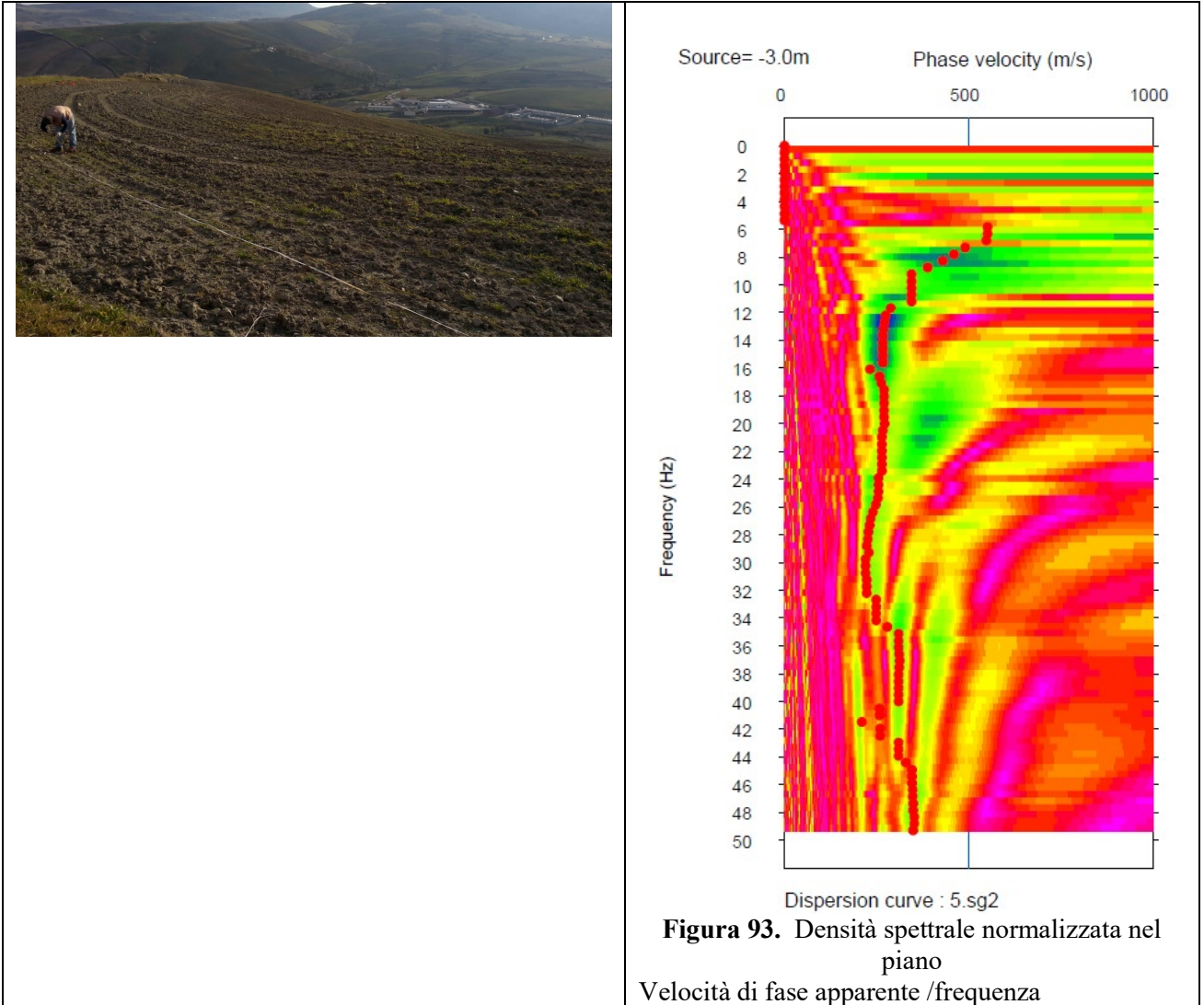


Figura 92. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	2.81	178.79	0.0157	302.1
2.00	2.81	0.50	310.96	0.0016	CAT. SUOLO C
3.00	3.31	5.52	320.93	0.0172	
4.00	8.83	7.64	252.89	0.0302	
5.00	16.47	13.53	391.41	0.0346	
6.00	32.91		415.03	0.0000	

- **MASW_31**

INTERVENTO 6 da Km 1+710 a Km 1+765



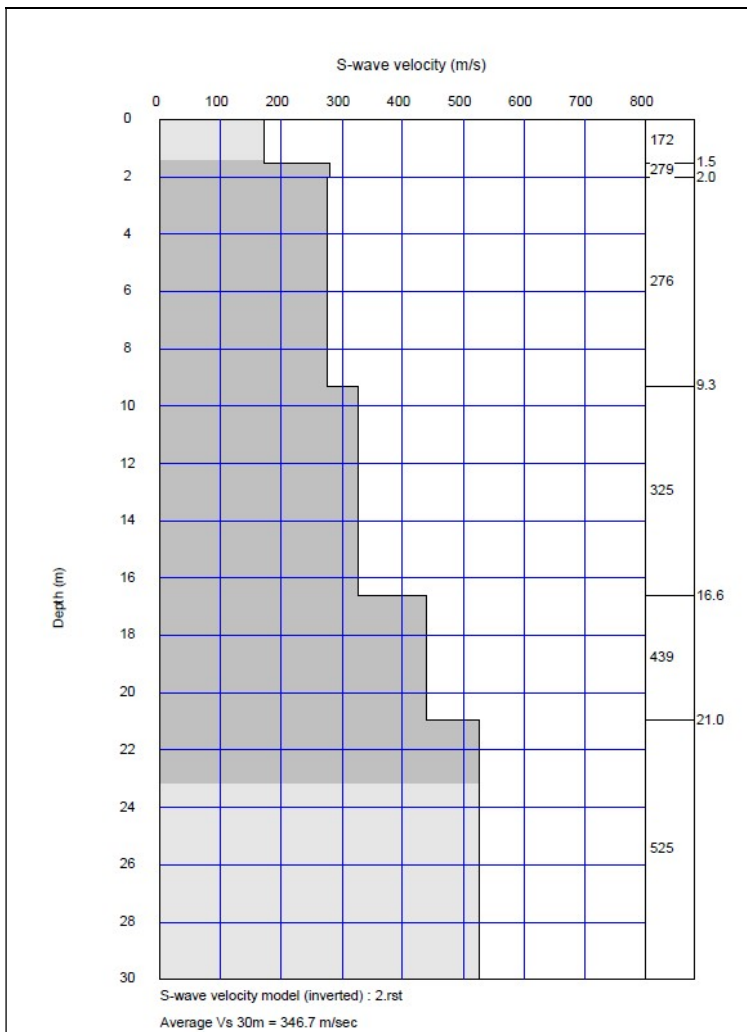


Figura 94. Modello di velocità del sottosuolo.

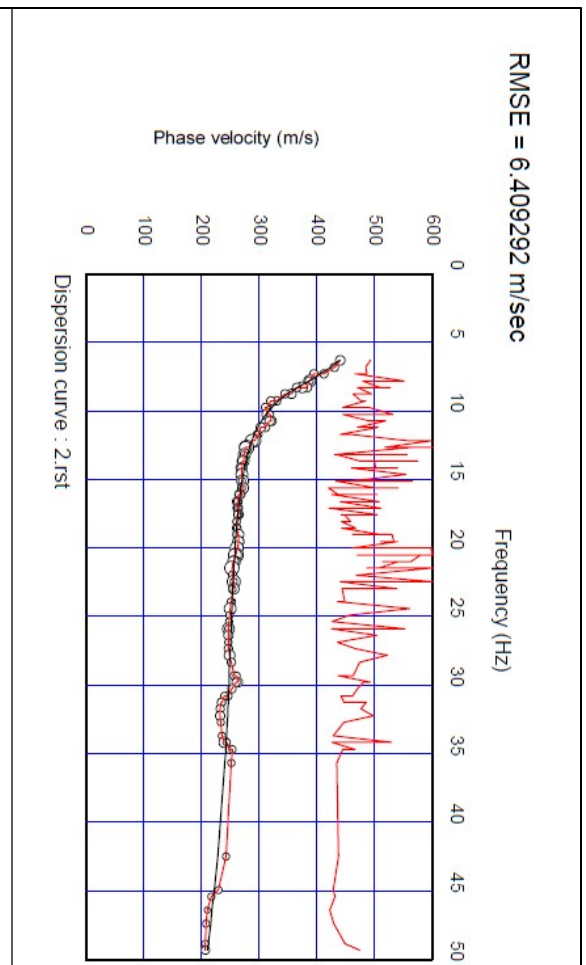


Figura 95. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	1.53	172.05	0.0089	346.7
2.00	1.53	0.50	279.42	0.0018	CAT. SUOLO C
3.00	2.03	7.27	276.29	0.0263	
4.00	9.30	7.33	325.83	0.0225	
5.00	16.62	4.33	439.71	0.0098	
6.00	20.95	9.05	525.68	0.0172	

- **MASW_32**

INTERVENTO 9 da Km 9+400 a Km 9+455

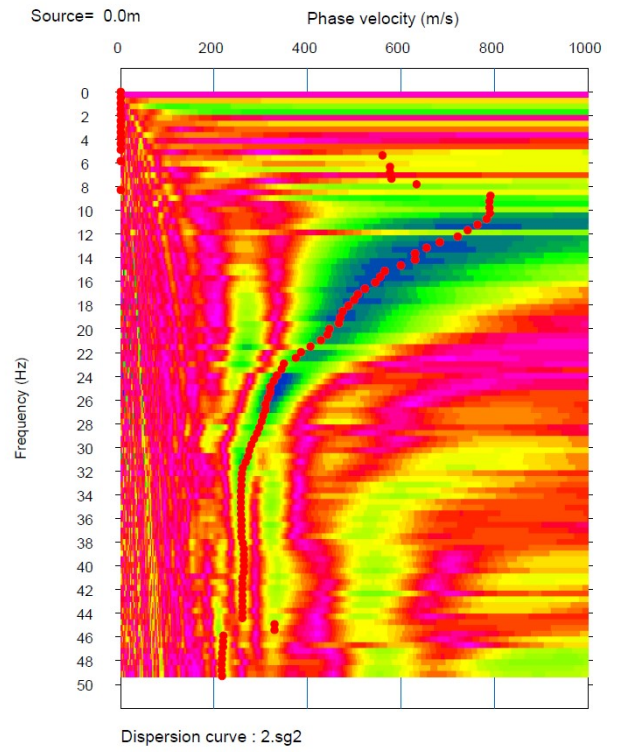


Figura 96. Densità spettrale normalizzata nel piano
Velocità di fase apparente /frequenza

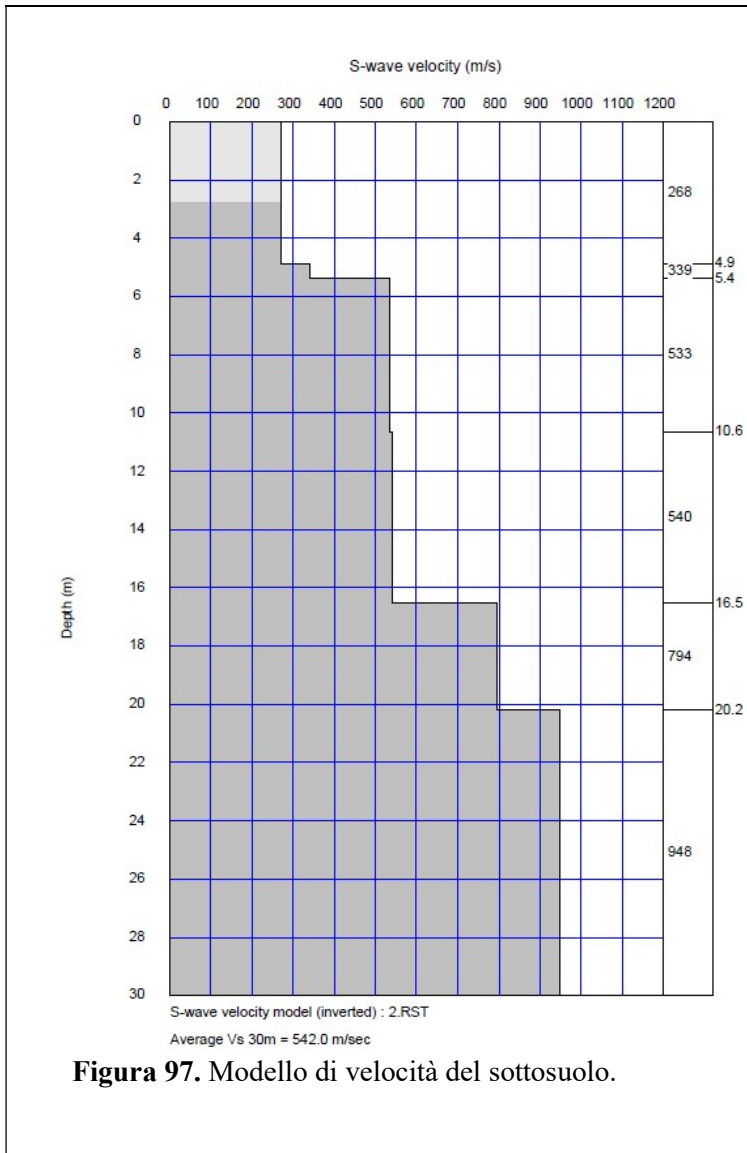


Figura 97. Modello di velocità del sottosuolo.

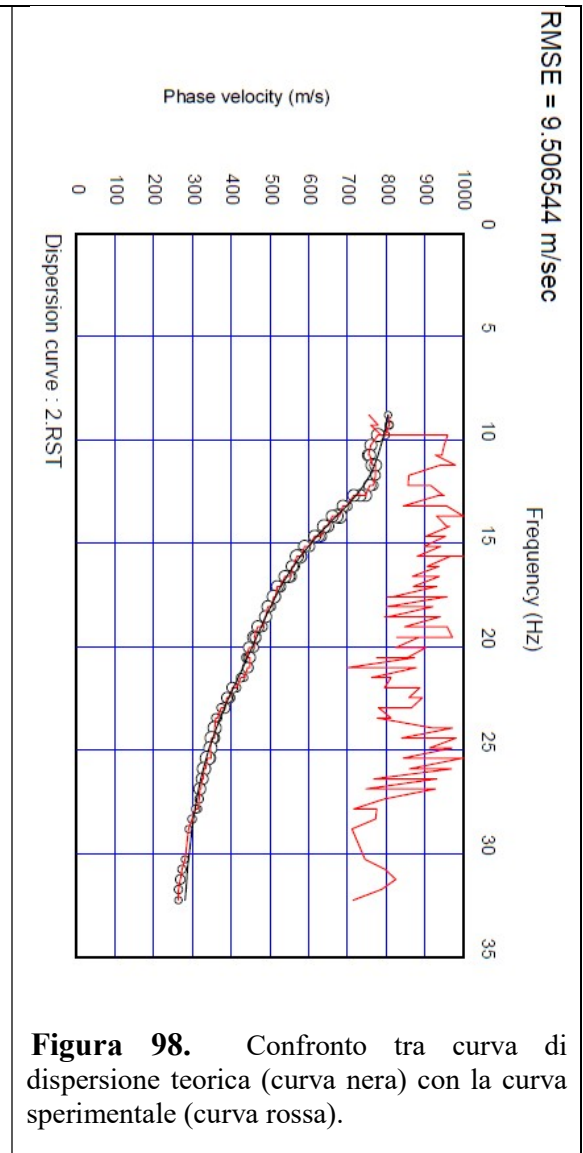
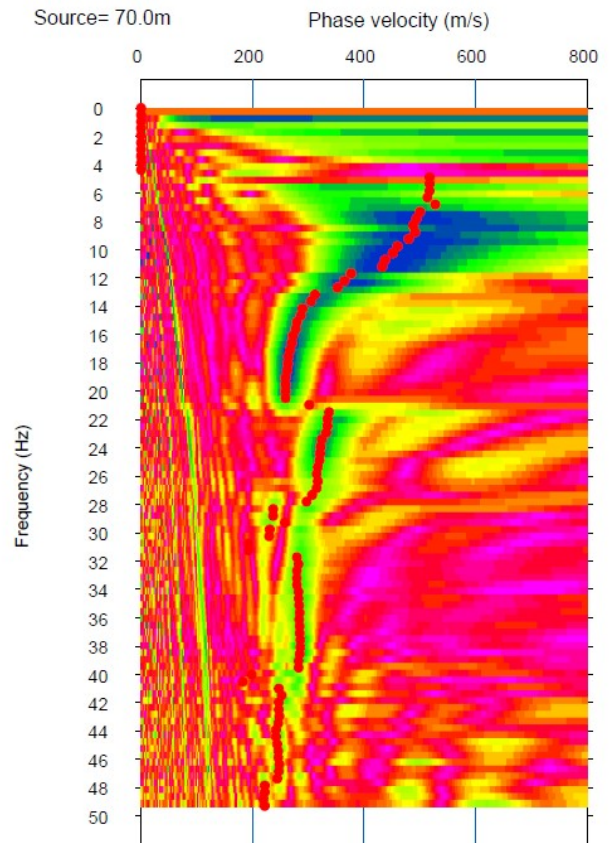


Figura 98. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) con la curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V _s (m/s)	h/V _s (sec ⁻¹)	V _{seq 20.20} (m/s)
1.00	0.00	4.88	267.50	0.0182	447.9
2.00	4.88	0.50	339.20	0.0015	CAT. SUOLO B
3.00	5.38	5.26	533.57	0.0099	
4.00	10.64	5.89	540.10	0.0109	
5.00	16.53	3.67	794.00	0.0046	
6.00	20.20		948.18		

- **MASW_33**

INTERVENTO 9 da Km 11+330 a Km 11+380



Dispersion curve : A6000S1312020.sg2

Figura 99. Densità spettrale normalizzata nel piano Velocità di fase apparente /frequenza

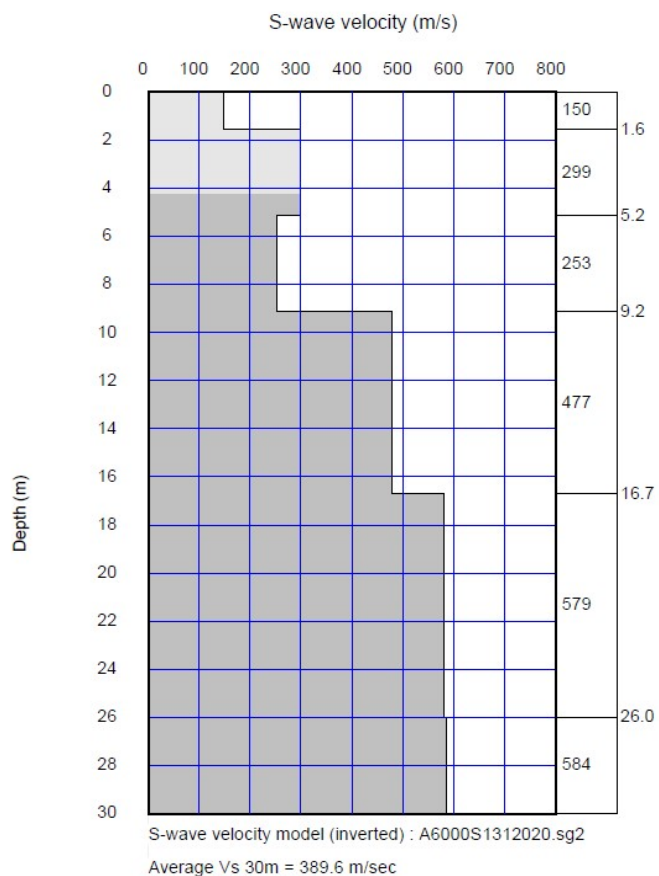


Figura 100. Modello di velocità del sottosuolo.

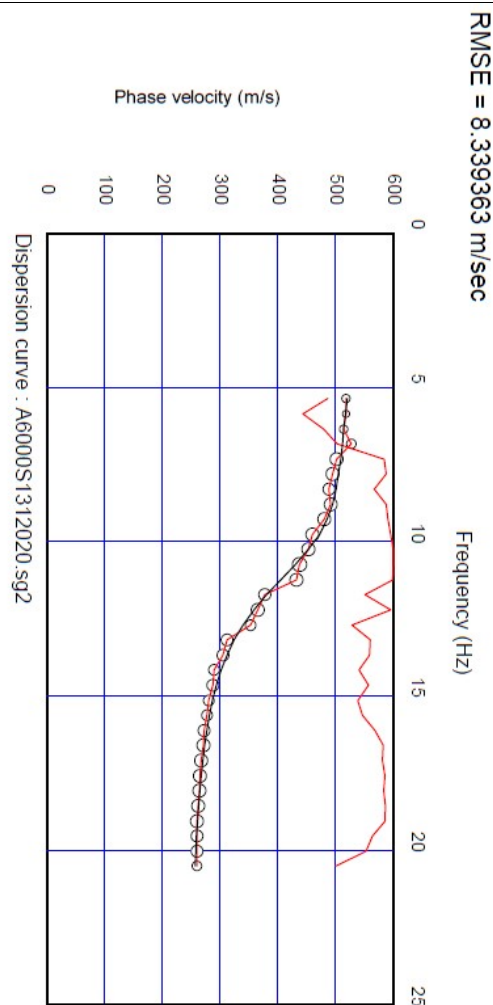
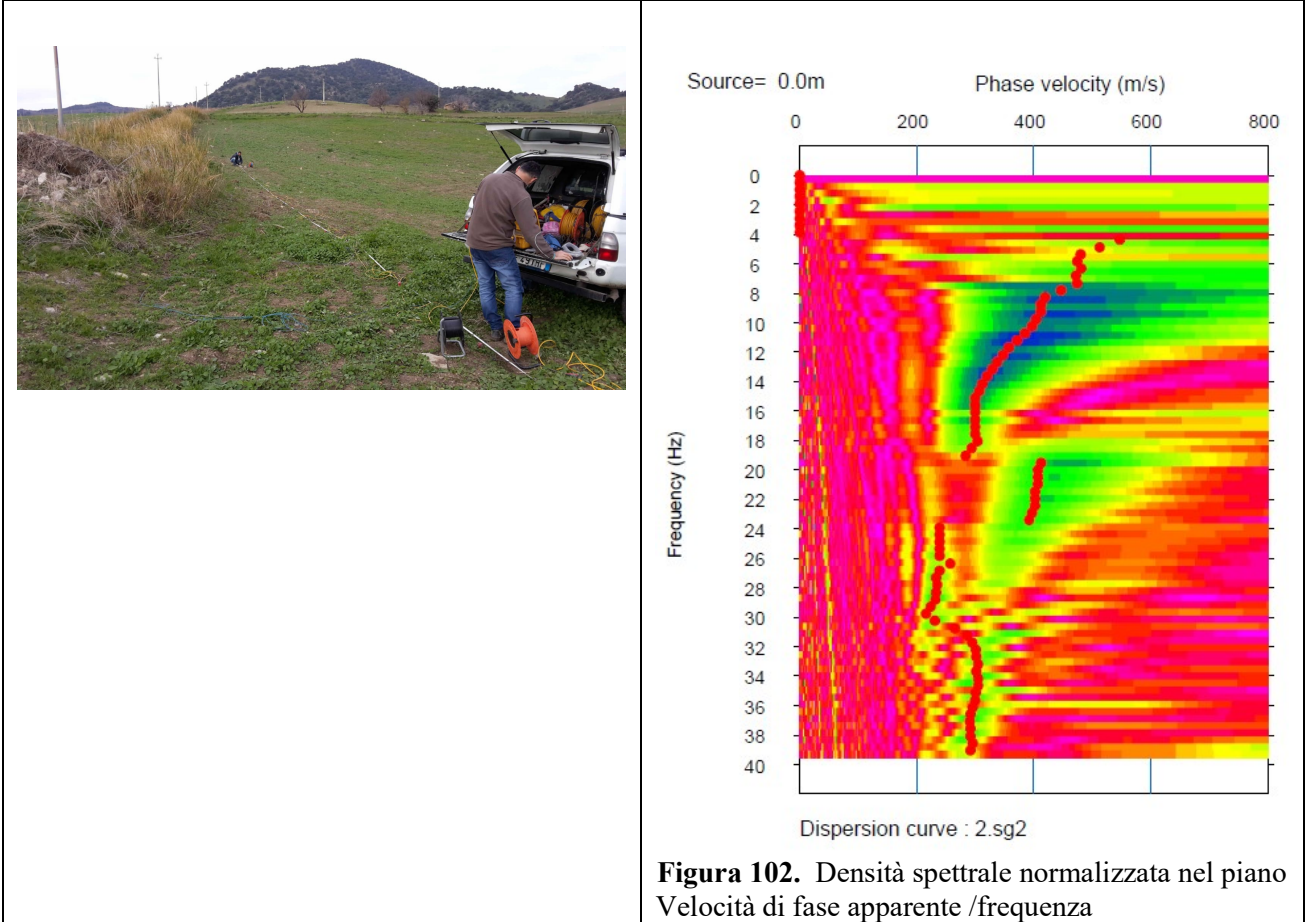


Figura 101. Confronto tra curva di dispersione teorica calcolata (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 – h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	1.59	150.07	0.0106	389.59
2.00	1.59	3.57	299.01	0.0120	CAT. SUOLO B
3.00	5.16	4.00	253.12	0.0158	
4.00	9.16	7.56	477.94	0.0158	
5.00	16.72	9.29	579.67	0.0160	
6.00	26.01	3.99	584.28	0.0068	

- **MASW_34**

INTERVENTO 9 da Km 11+485 a Km 11+490



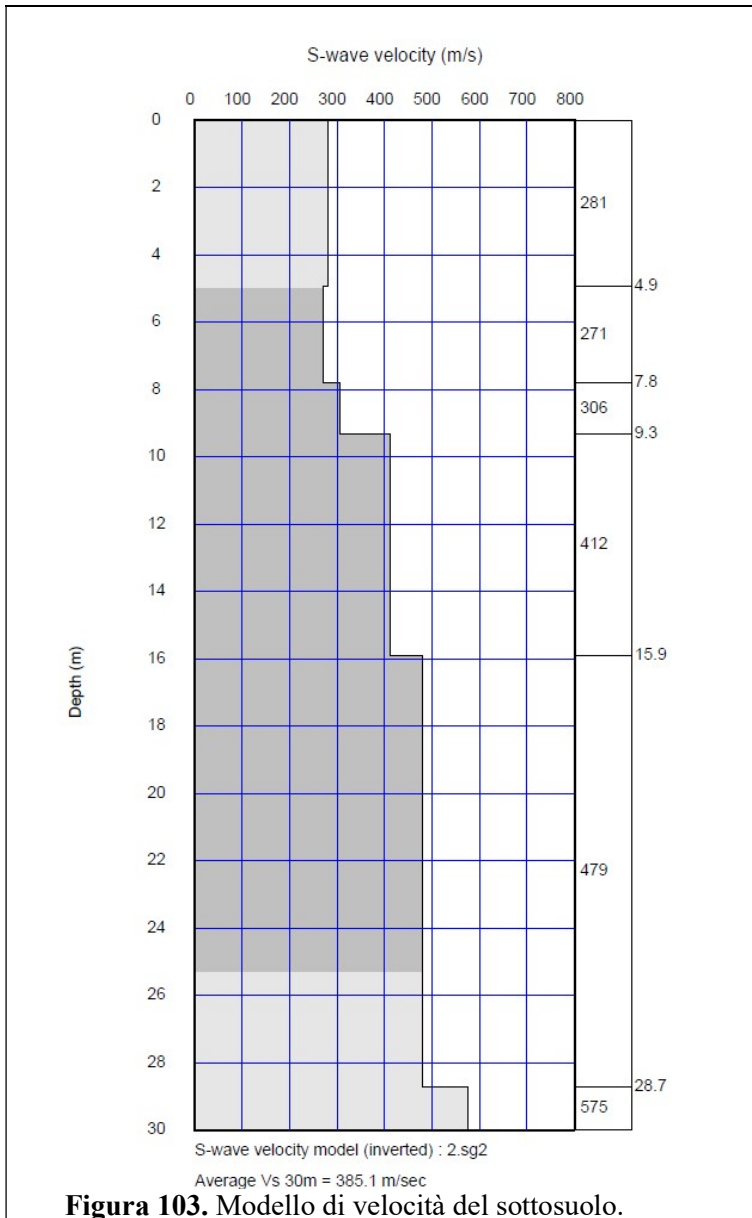


Figura 103. Modello di velocità del sottosuolo.

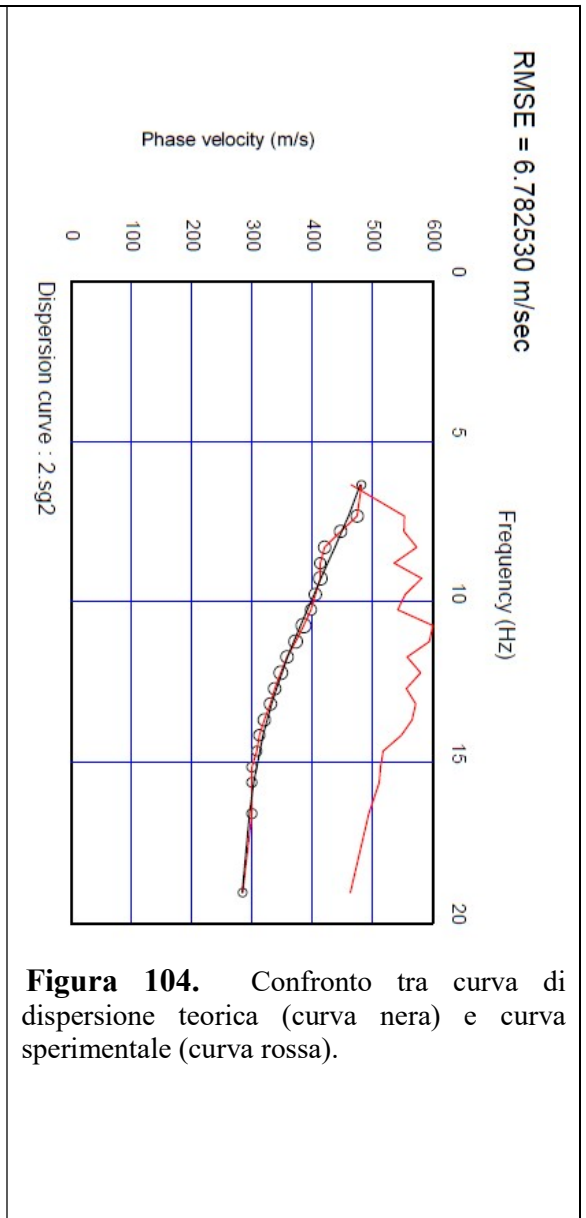


Figura 104. Confronto tra curva di dispersione teorica (curva nera) e curva sperimentale (curva rossa).

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 - h -(m-)	V_s (m/s)	h/V_s (sec ⁻¹)	V_{seq} (m/s)
1.00	0.00	4.94	281.56	0.0175	385.1
2.00	4.94	2.87	271.98	0.0105	CAT. SUOLO B
3.00	7.81	1.50	306.09	0.0049	
4.00	9.31	6.60	412.58	0.0160	
5.00	15.91	12.82	479.96	0.0267	
6.00	28.72	1.28	575.01	0.0022	