STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA, GEOLOGIA e ARCHITETTURA

Ing. Mauro Marchiano, Ing. Riccardo Torri, Geol. Vittorio Vezzaro

Via Cavour n° 30 – 17051 Andora (SV) – tel. 0182.684363 – Email: stingeo@libero.it

COMUNE DI VENTIMIGLIA

CAVA BERGAMASCA 15 IM

PROGETTO DI VARIANTE AL PIANO DI COLTIVAZIONE APPROVATO CON DGR 2680/2006 ai sensi dell'art 28 comma 1bis della LR 5 aprile 2012 n° 12 e smi

COMPRENSIVO DEL PROGETTO DI ADEGUAMENTO IDRAULICO ALLA DGR 901 DEL 07.08.2015

SUAP Ventimiglia rif prat 00224540161-01082016-1439 prot 0002216 del 5 agosto 2016

Indagini geofisiche masw e rifrazione

Elaborato g.02

IL COMMITTENTE: Soc. F.lli CARMINATI S.p.A.

I TECNICI:

Geol. Vittorio Vezzaro

Ing. Mauro Marchiano

PREMESSA

Sono state eseguite due distinti campagne di indagini di carattere geofisico relative a due zone della cava:

- la prima è stata eseguita allo scopo di definire la potenza delle coltri nelle aree di nuova coltivazione a sud-est,
- la seconda per valutare la qualità dell'ammasso roccioso nell'attuale zona di coltivazione.

Le stese sismiche utilizzate sono tutte eseguite con strumentazione SARA Instruments DOREMI utilizzando acquisizioni con dodici geofoni su distanza intergeofonica variabile, a seconda dei casi da un minimo di 2 ad un massimo di 3 metri e sono state applicate le metodologie MASW e RIFRAZIONE (onde P).

Le onde sismiche sono state generate mediante battuta su piattello in alluminio con mazza da 10kg.

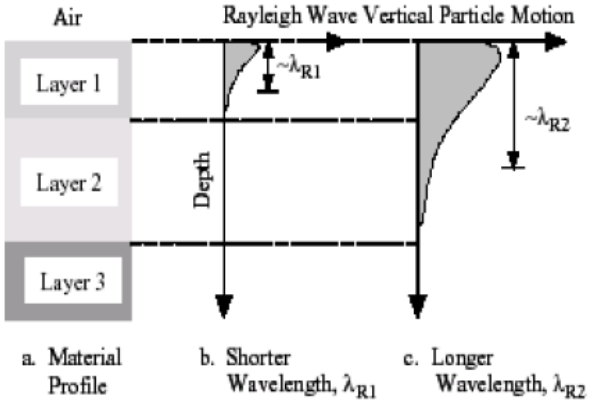
L'ubicazione delle stese è riportata nella carta delle indagini allegato g.05

Di seguito vengono descritti più nel dettaglio i principi delle metodologie utilizzate.

<u>Metododo MASW</u>

Nel metodo MASW le onde superficiali (Rayleigh o Love) sono prodotte da una sorgente impulsiva (compressiva o di taglio) posta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

Il metodo sfrutta le caratteristiche delle onde di superficie: la velocità delle onde di Rayleigh e di Love è controllata dalla Vs del mezzo attraversato (Vsv per le onde di Rayleigh e Vsh per le onde di Love) inoltre la velocità di propagazione per una certa lunghezza λ (quindi frequenza) è influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a λ /2:



le alte frequenze pertanto sono influenzate dagli strati più superficiali mentre le basse frequenze sono interessate da quelli più profondi.

Questo metodo consente di ottenere una curva di dispersione in termini di velocità di fase / frequenza nel range generalmente compreso tra 1 e 60 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (in genere fino a circa 30-35 m di profondità in funzione della rigidezza del suolo).

L'acquisizione delle onde superficiali è stata eseguita mediante il Sismografo DoReMi a 12 canali con il metodo “alternato” supportato dal software di elaborazione Winmasw 4.8 Academy: in tale metodo la sorgente è spostata (allontanata) di una lunghezza pari a metà della distanza intergeofonica (i geofoni restano immobili) simulando così un'acquisizione a 24 tracce (vedi fig. a)

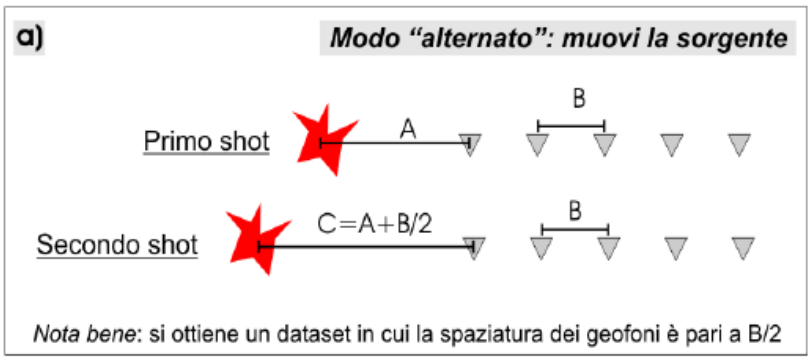


Tabella calcolo moduli elastici:

Modulo di Poisson (adimensionale)	$(V_P^2 - 2V_S^2)/[2(V_P^2 - V_S^2)]$
Modulo di Young (in Pa)	$\rho V_S^2(4-3k^2)/(1-k^2)$
Modulo di Taglio (in Pa)	ρV_S^2
Modulo di Lamé λ (in Pa)	$\rho V_S^2(k^2-2)$
Modulo di Compressione (in Pa)	$\rho V_S^2(k^2 - 4/3)$

dove:

$k = V_P/V_S$ (adimensionale)
ρ = densità (Kg/m^3)
V_S e V_P = velocità onde di taglio e compressionali in m/s

Chiaramente per convertire valori espressi in Pascal (Pa) in valori in MegaPascal (MPa) è sufficiente dividere il numero per 10^6 (Mega = 1 milione)

Sismica a rifrazione in onde P

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nel misurare i tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (sorgente), in corrispondenza di una serie di geofoni disposti a distanza regolare lungo la superficie. Mediante questo tipo di indagine si può risalire alle dromocrone (curve tempi-distanze) utilizzando le distanze tra sorgente e geofoni ed i tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate. Dalle dromocrone si costituisce poi un modello sismostratigrafico mediante apposito programma. Per le prove eseguite, ad eccezione della sola stesa F2, sono state utilizzate tutte le stese sismiche già disposte per le Masw e, come punto sorgente, la stessa mazza battente (10 Kg) sul piattello in alluminio.

Mediante il programma INTERSISM sono state modellizzate le sezioni che individuano gli orizzonti stratigrafici a diversa Vp.

CAMPAGNA 1

Le stese sismiche sono state eseguite su terreno naturale a lato del fronte di cava nella zona di previsto ampliamento.

Questa campagna di prove è stata finalizzata all'individuazione dello spessore delle coltri ivi presenti.

Le indagini consistono in 4 stese sismiche (F1, F2, F3, F4) distribuite a varie quote sul fianco sud orientale rispetto l'attuale area coltivata. Le geometrie adottate sono riassunte di seguito:

STESA F1:

N° geofoni	12+12
Frequenza	14 Hz
Spaziatura tra i geofoni	3 m (1,5 con il metodo alternato)
Distanza sorgente 1° geofono (offset)	6,0 m (sia in andata che in ritorno)

STESA F2:

N° geofoni	12+12
Frequenza	14 Hz
Spaziatura tra i geofoni	2 m (1 con il metodo alternato)
Distanza sorgente 1° geofono (offset)	7,0 m (in andata); 6,0m (in ritorno)

STESA F3:

N° geofoni	12+12
Frequenza	14 Hz
Spaziatura tra i geofoni	2 m (1 con il metodo alternato)
Distanza sorgente 1° geofono (offset)	3,0 m (solo in andata)

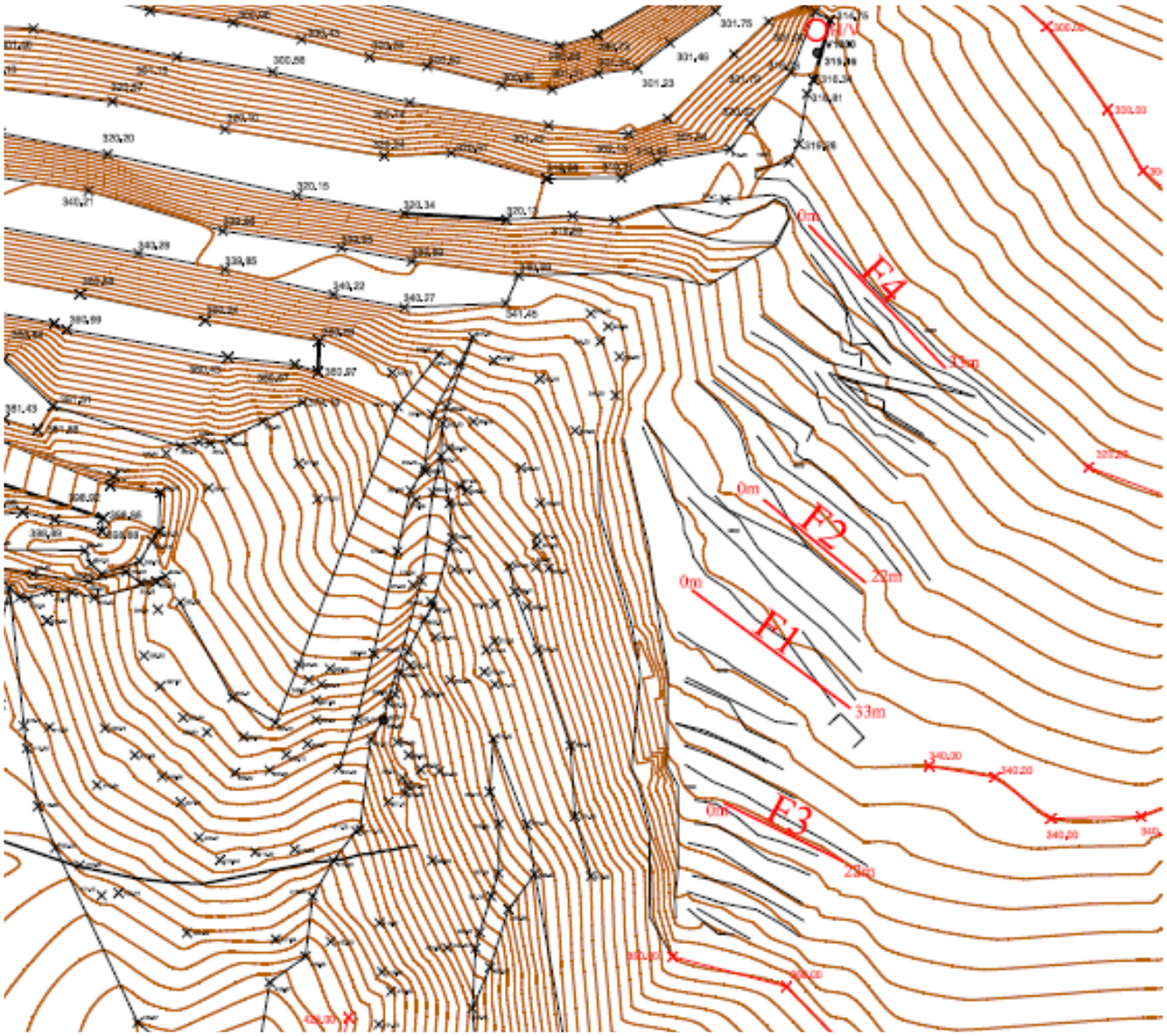
STESA F4:

N° geofoni	12+12
Frequenza	14 Hz
Spaziatura tra i geofoni	3 m (1,5 con il metodo alternato)
Distanza sorgente 1° geofono (offset)	7,5 m (sia in andata che in ritorno)

Elaborazione stese F1, F2, F3, F4

Di seguito si riportano gli elaborati scaturiti dalle prove:

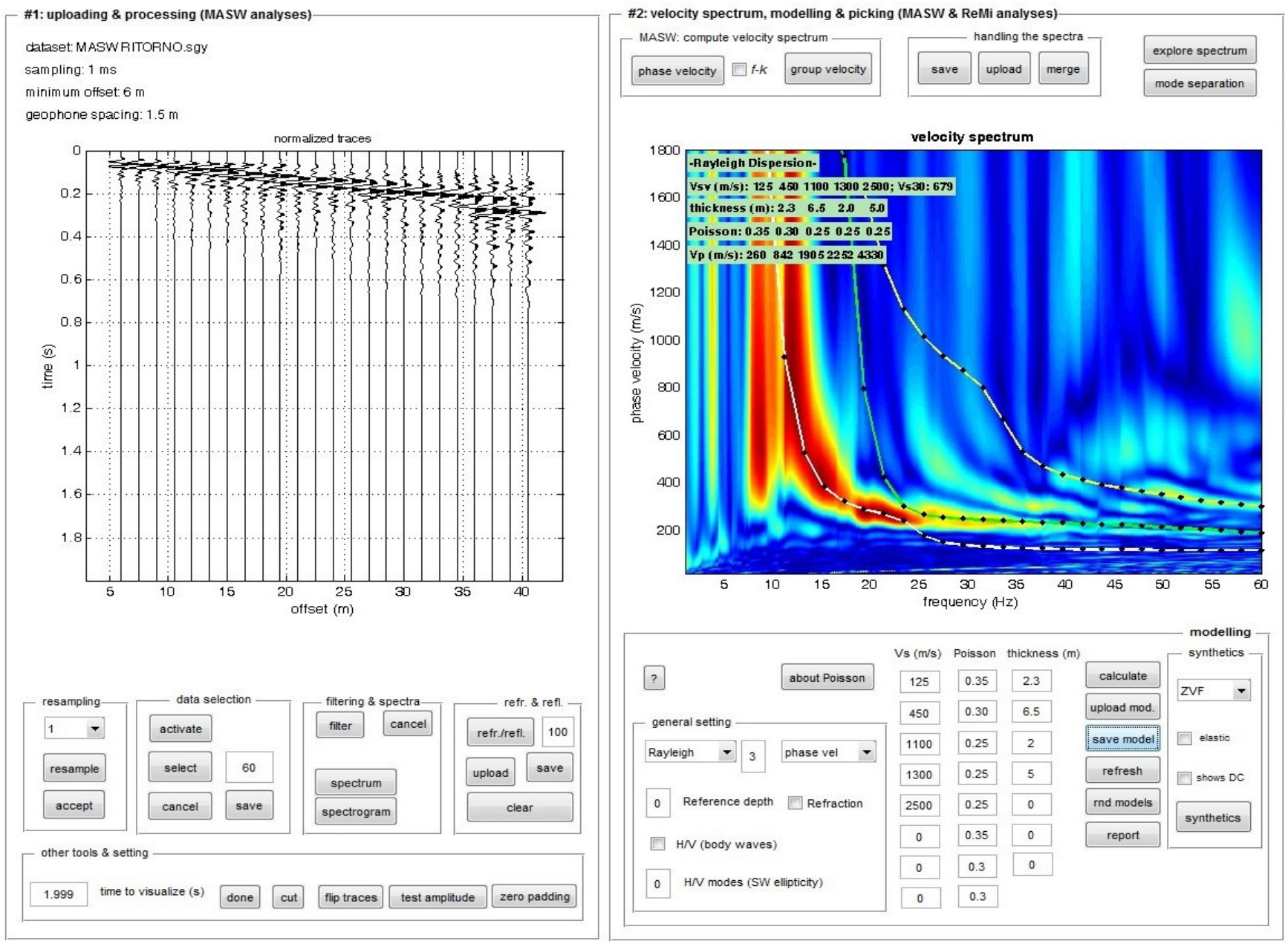
- dal metodo a RIFRAZIONE: le sezioni sismostratigrafiche,
- dal metodo MASW: il diagramma frequenza - velocità di fase con tracciate le curve di dispersione relative ai tre modi fondamentali ed il corrispondente modello sismostratigrafico;



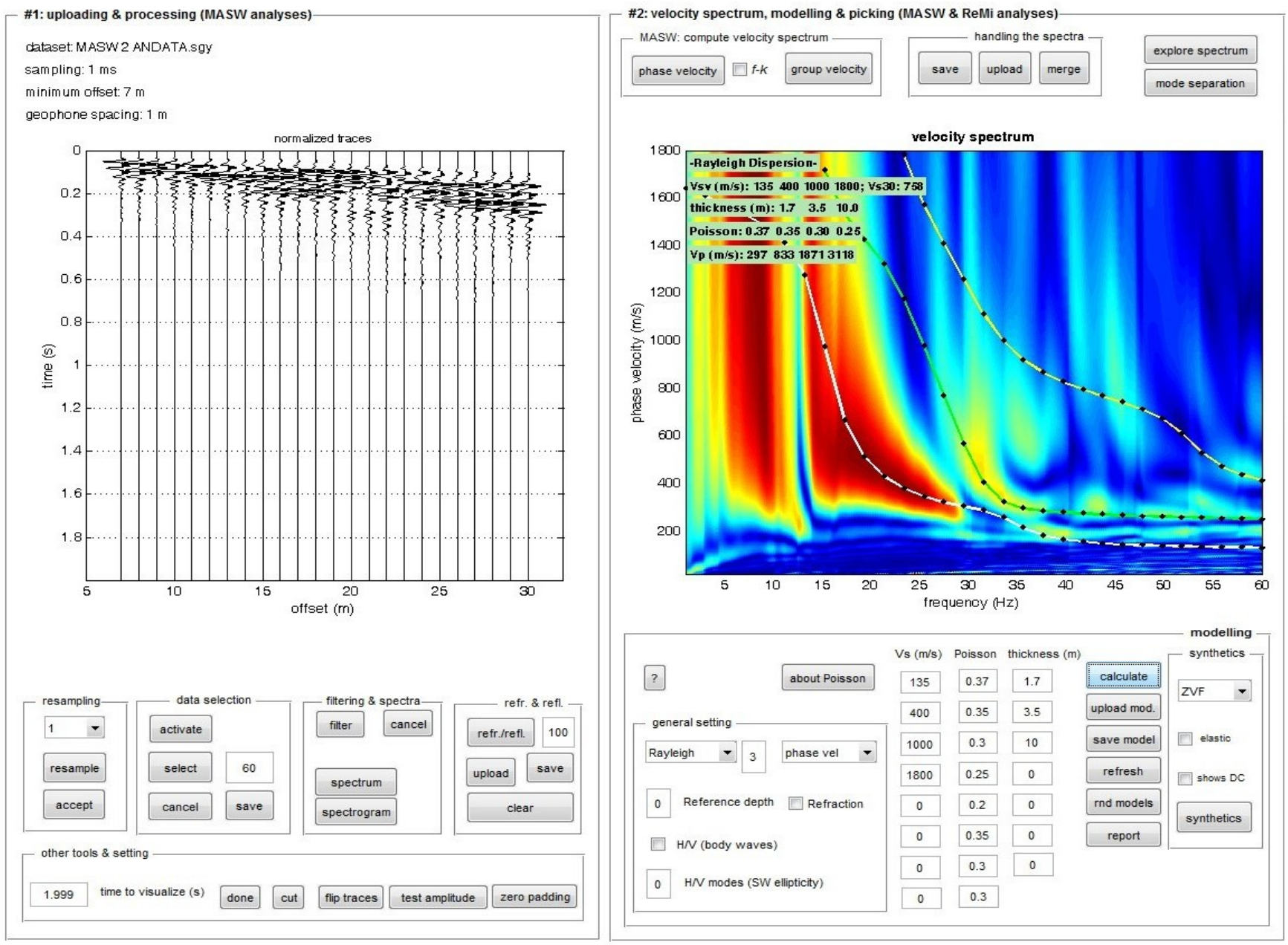
planimetri ubicazione stese fianco cava

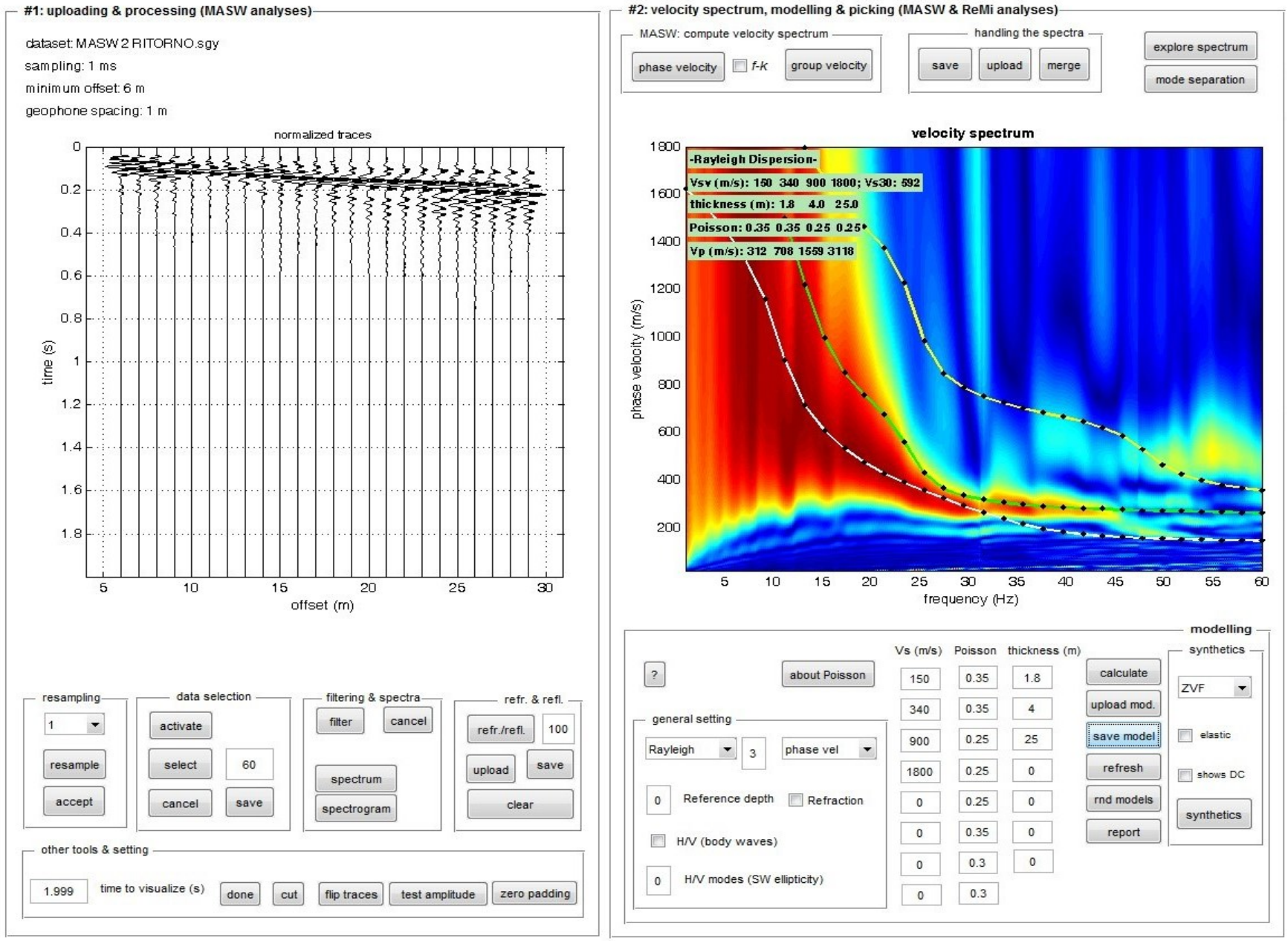
.

Elaborato stesa F1 (Ritorno)

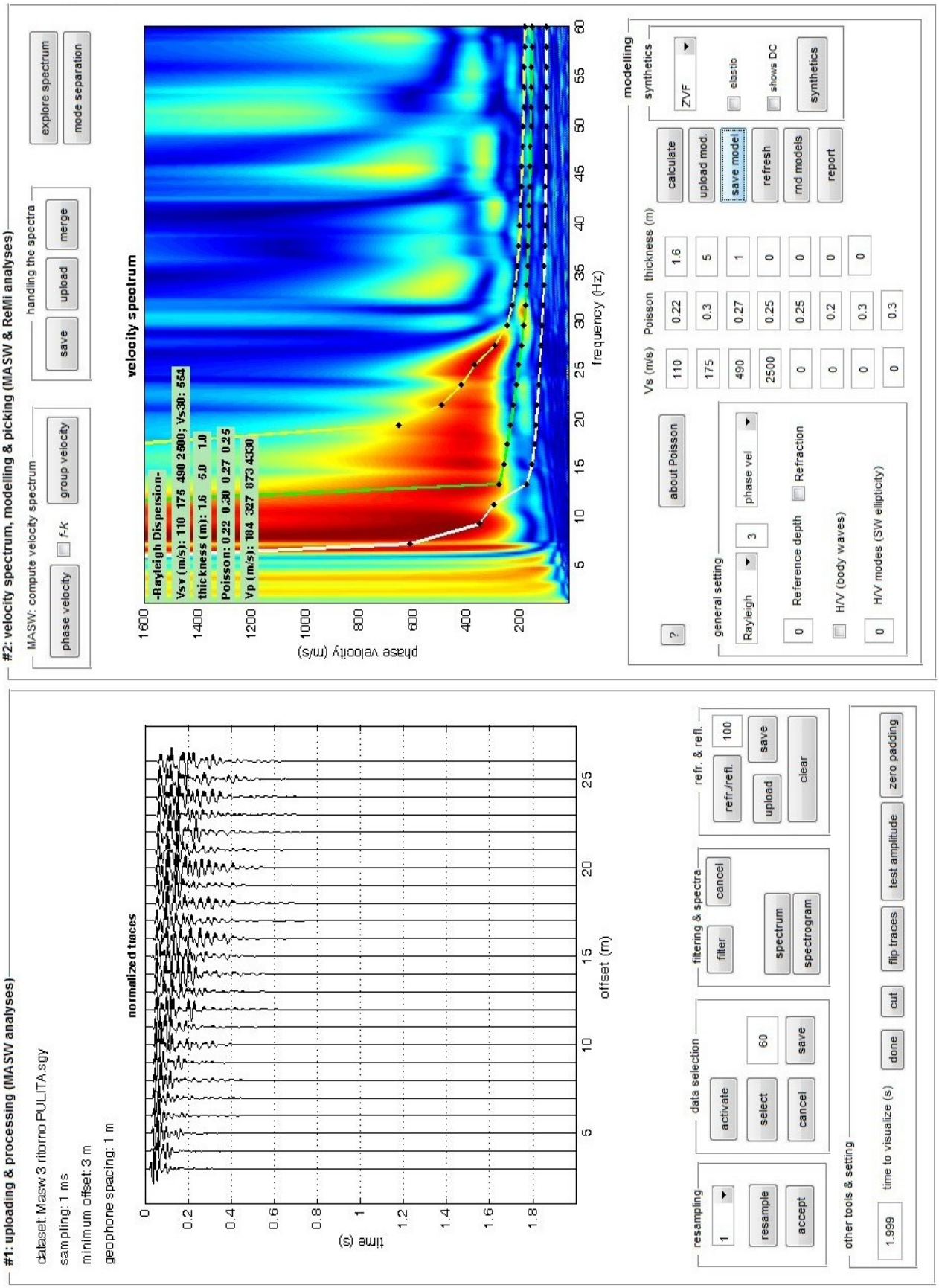


Elaborato stesa F2 (Andata)



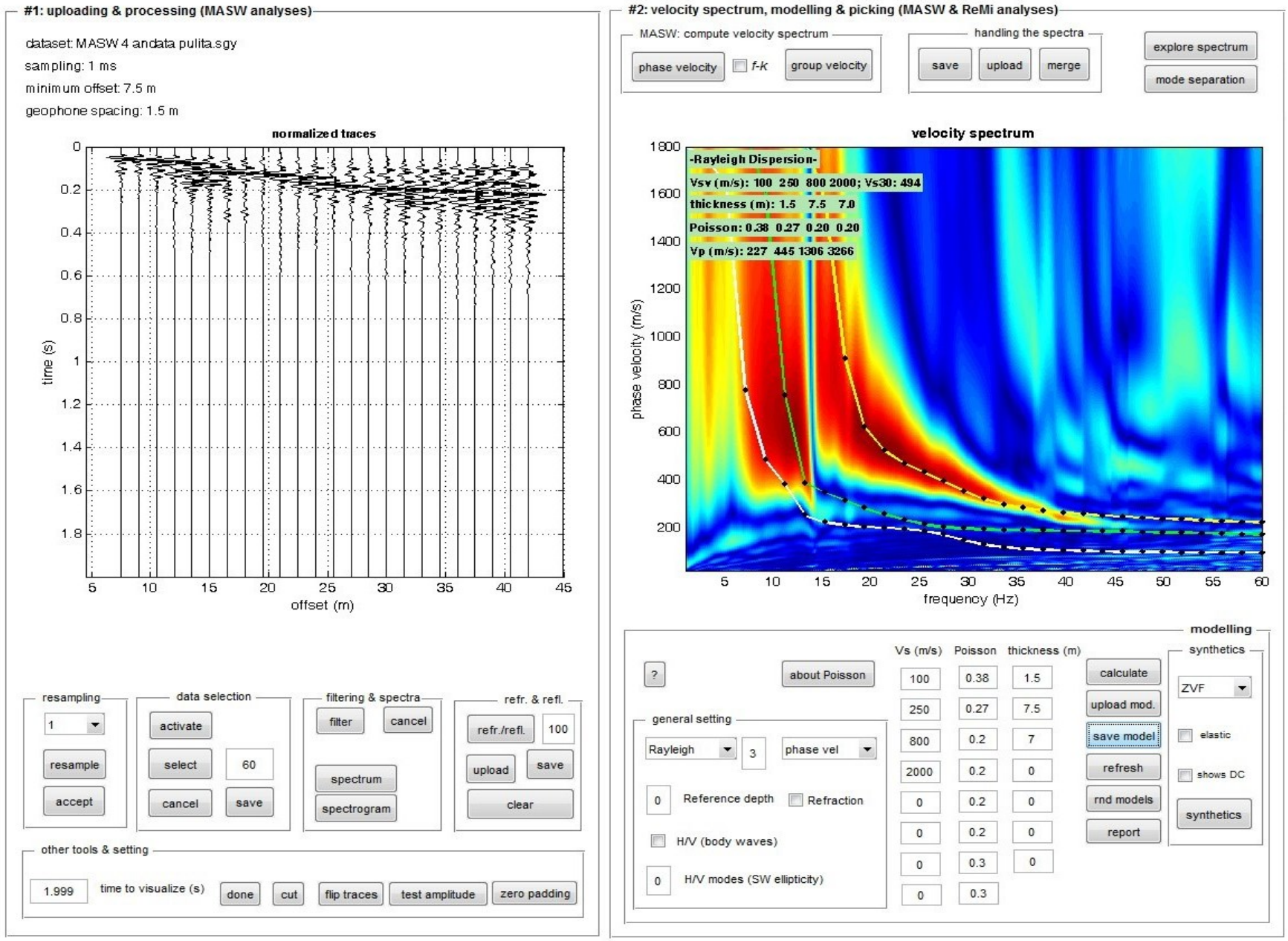


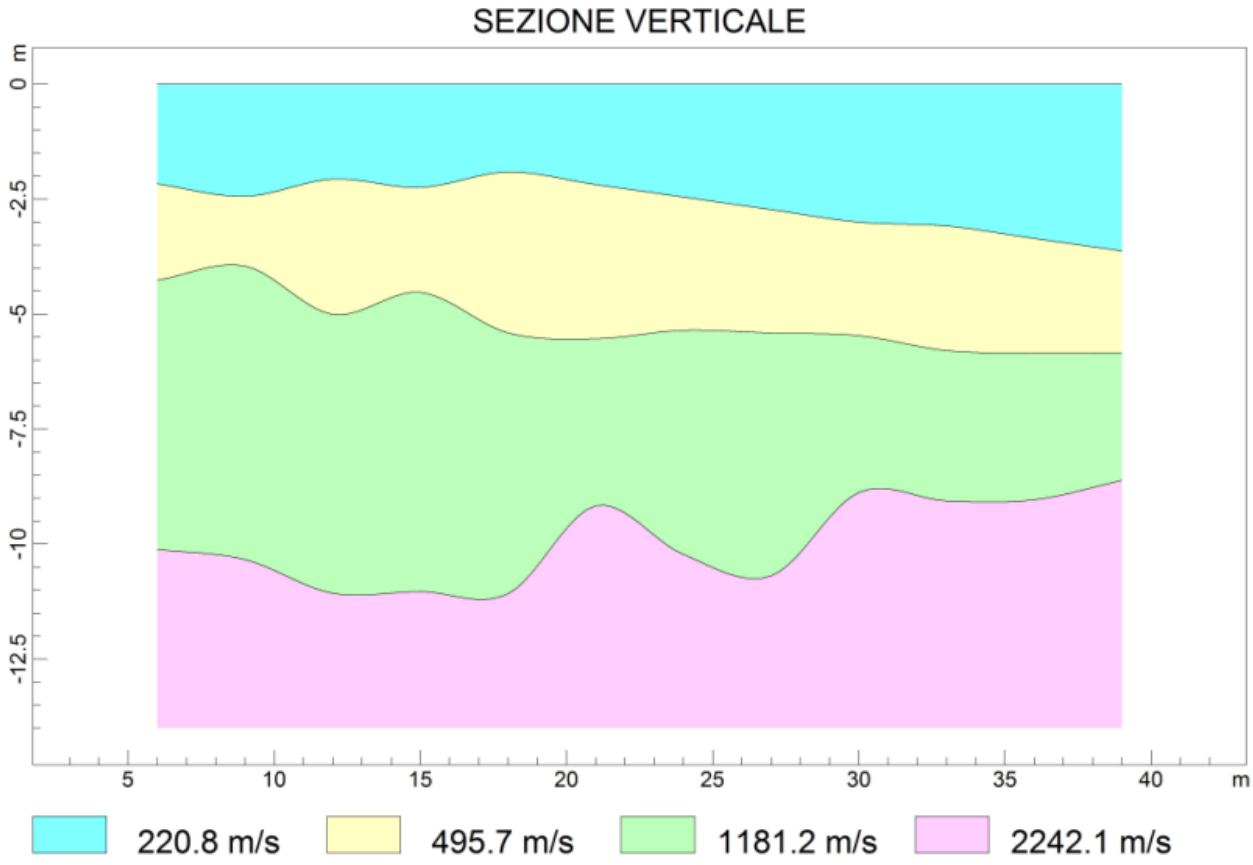
Elaborato stesa F2 (Ritorno)



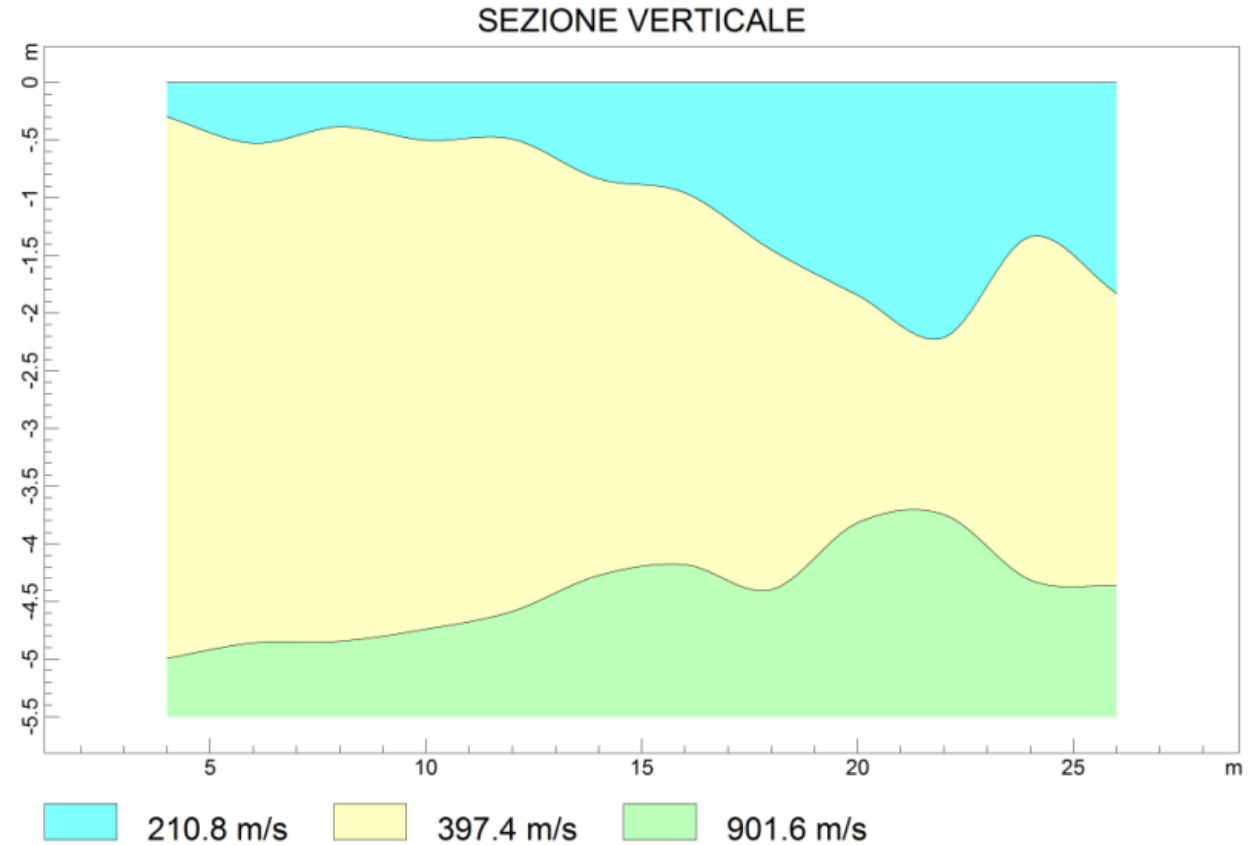
Elaborato stesa F3 (Ritorno)

Elaborato stesa F4 (Andata)

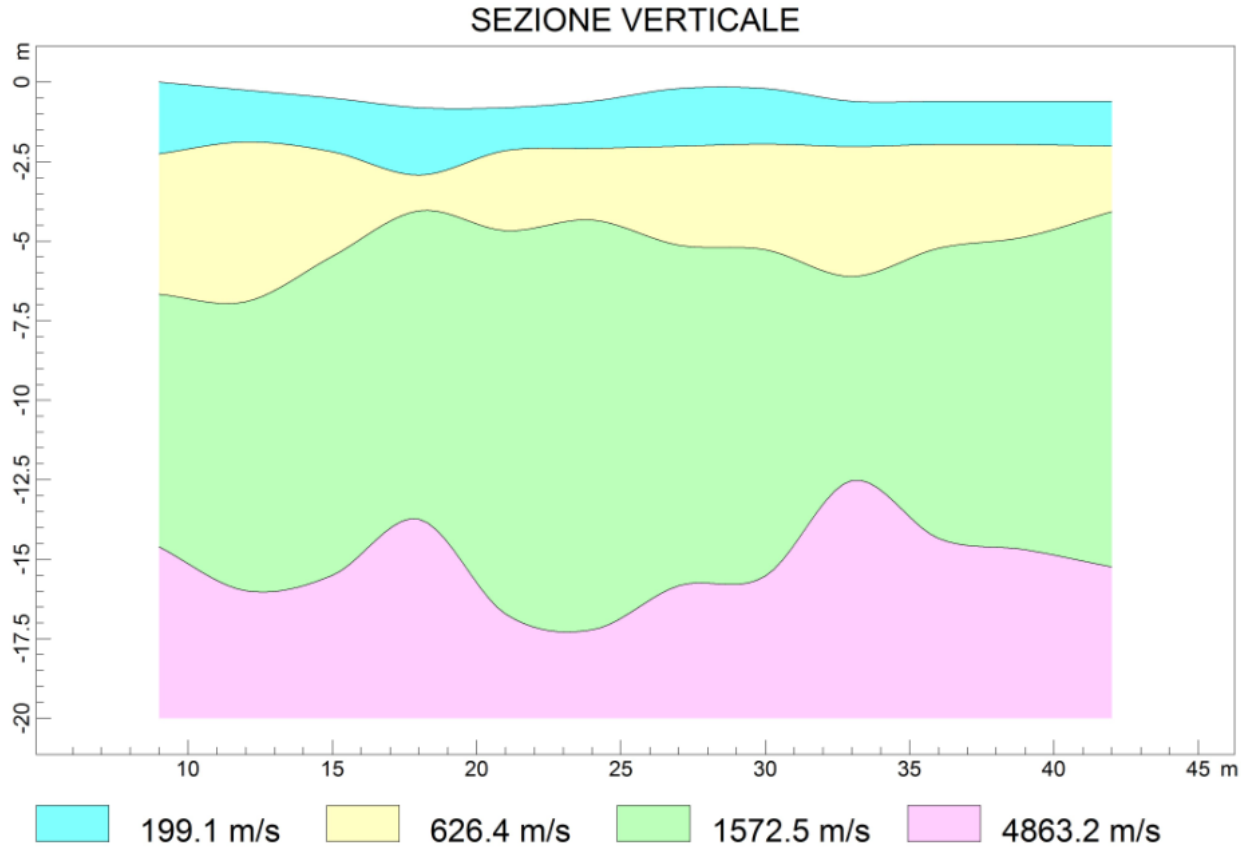




*Sezione sismostratigrafica stesa **F1***



*Sezione sismostratigrafica stesa **F3***



*Sezione sismostratigrafica stesa **F4***

Interpretazione dei risultati

Le 4 stese sismiche disposte nell'area hanno prodotto dei modelli sismostratigrafici correlabili tra loro sebbene vi siano alcune differenze nella potenza e nei valori di velocità riscontrate. In particolare è stato possibile stimare la profondità del substrato roccioso massivo. Per ogni stesa, ad eccezione di F2 in cui è stata eseguita solo la tecnica masw, sono state applicate entrambe le metodologie.

Dalle rifrazioni elaborate in F1 ed in F4 sono risultati 4 rifrattori principali nei primi 15/ 20 metri di profondità associabili a 4 orizzonti sismostratigrafici, mentre dalla stesa F3 ne sono scaturiti solo 3 anche in ragione della profondità massima di indagine raggiunta: solo 6 metri circa dal piano di campagna.

Anche dalle Masw si individuano generalmente 4 orizzonti ma con spessori leggermente diversi. Tali divarii sono adducibili alle differenze intriseche delle metodologie: la rifrazione sfrutta i tempi di arrivo delle onde P rifratte mentre nella masw si elaborano i ritardi di fase delle onde di superficie. Nel caso specifico, considerata la giacitura di strato

pseudoverticale della roccia, la tecnica Masw risente una maggiore limitazione del campo di applicazione: il substrato è costituito da un'alternanza di strati dalle caratteristiche geofisiche estremamente variabili inoltre anche gli orizzonti più superficiali sciolti non hanno un andamento perfettamente piano-parallelo.

Nonostante ciò entrambe le tecniche individuano presenza di substrato massivo (Vp>3000m/s, Vs>1800ms) a profondità corrispondenti in riferimento alla stessa stesa e variabili da circa -7,5m in F3(più a monte) a circa -16m in F4 (più a valle). Dal confronto delle due tecniche possiamo inoltre determinare almeno due orizzonti più superficiali corrispondenti alle coltri sciolte/addensate ed uno intermedio verosimilmente corrispondente alle argilliti plioceniche. Di seguito si elencano le risultanze delle singole stese:

<u>Stesa F1:</u>

- 1°: un livello di coltri sciolte con stato di addensamento in aumento con la profondità e potenza totale di circa 8/10 (125m/s<Vs<450 m/s; 220m/s<Vp<500m/s);
- 2°: uno strato più competente verosimilmente associabile ad un livello argillitico di 7 metri circa (1100m/s<Vs<1300 m/s;Vp=2240m/s);
- 3°: presenza di roccia massiva o poco fratturata con Vs=2500 m/s.

<u>Stesa F2:</u>

- 1°: un livello di coltri sciolte con stato di addensamento in aumento con la profondità e potenza totale di circa 5 (135m/s<Vs<400 m/s);
- 2°: uno strato più competente verosimilmente associabile ad un livello argillitico di 10 metri circa (Vs=1000 m/s);
- 3°: presenza di roccia massiva o poco fratturata con Vs=1800 m/s.

<u>Stesa F3:</u>

- 1°: un livello di coltri sciolte con stato di addensamento in aumento con la profondità e potenza totale di circa 5/6 metri (110m/s<Vs<490 m/s; 210m/s<Vp<400m/s);
- 2°: uno strato leggermente competente associabile ad un esiguo livello argillitico di 1/2 metri circa (Vs=490 m/s;Vp=900m/s);
- 3°: presenza di roccia massiva o poco fratturata con Vs=2500 m/s.

<u>Stesa F4:</u>

- 1°: un livello di coltri sciolte con stato di addensamento in leggero aumento con la profondità e potenza totale di circa 5/8 (100m/s<Vs<250 m/s;

200m/s<Vp<620m/s);

- 2°: uno strato più competente verosimilmente associabile ad un livello argillitico di 7/8 metri circa (Vs=800 m/s;Vp=1570m/s);
- 3°: presenza di roccia massiva o poco fratturata con Vs=2500 m/s e Vp=4860m/s.

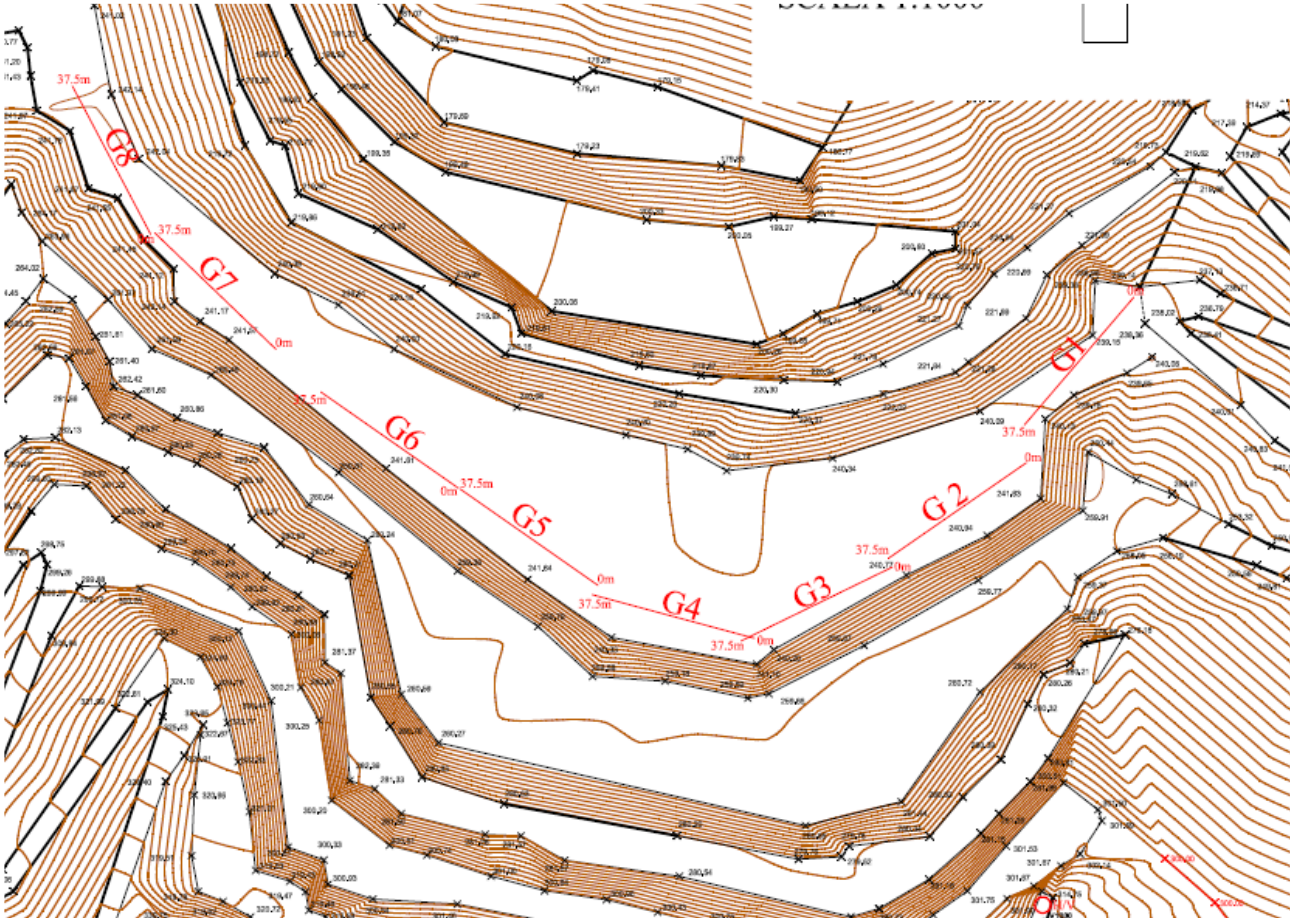
CAMPAGNA 2

Questa campagna di indagini è stata concentrata lungo tutto il sesto gradone sito nella porzione centrale dell'attuale area di coltivazione e conta 8 stese sismiche da G1 a G8.

Tale campagna di indagini ha come scopi la qualificazione dell'ammasso roccioso e la quantificazione del livello di disturbo conseguente alle volate esplosive adoperate in fase di coltivazione.

La geometria adottata si ripete identica i tutte le 8 stese ed è di seguito riassunta:

N° geofoni	12+12
Frequenza	14 Hz
Spaziatura tra i geofoni	2,5 m (1,25 con il metodo alternato)
Distanza sorgente 1° geofono (offset)	3,75 m (solo in andata)

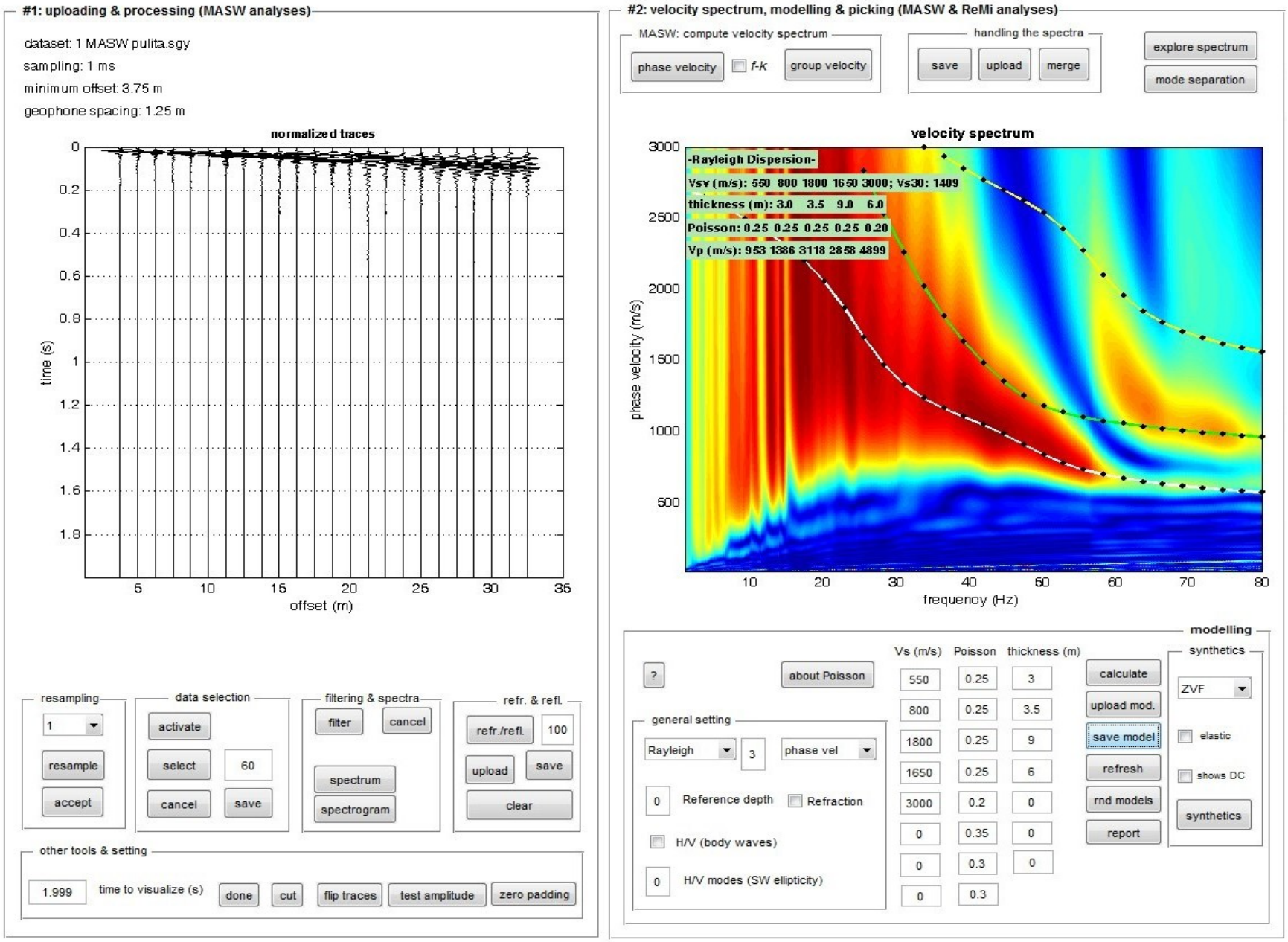


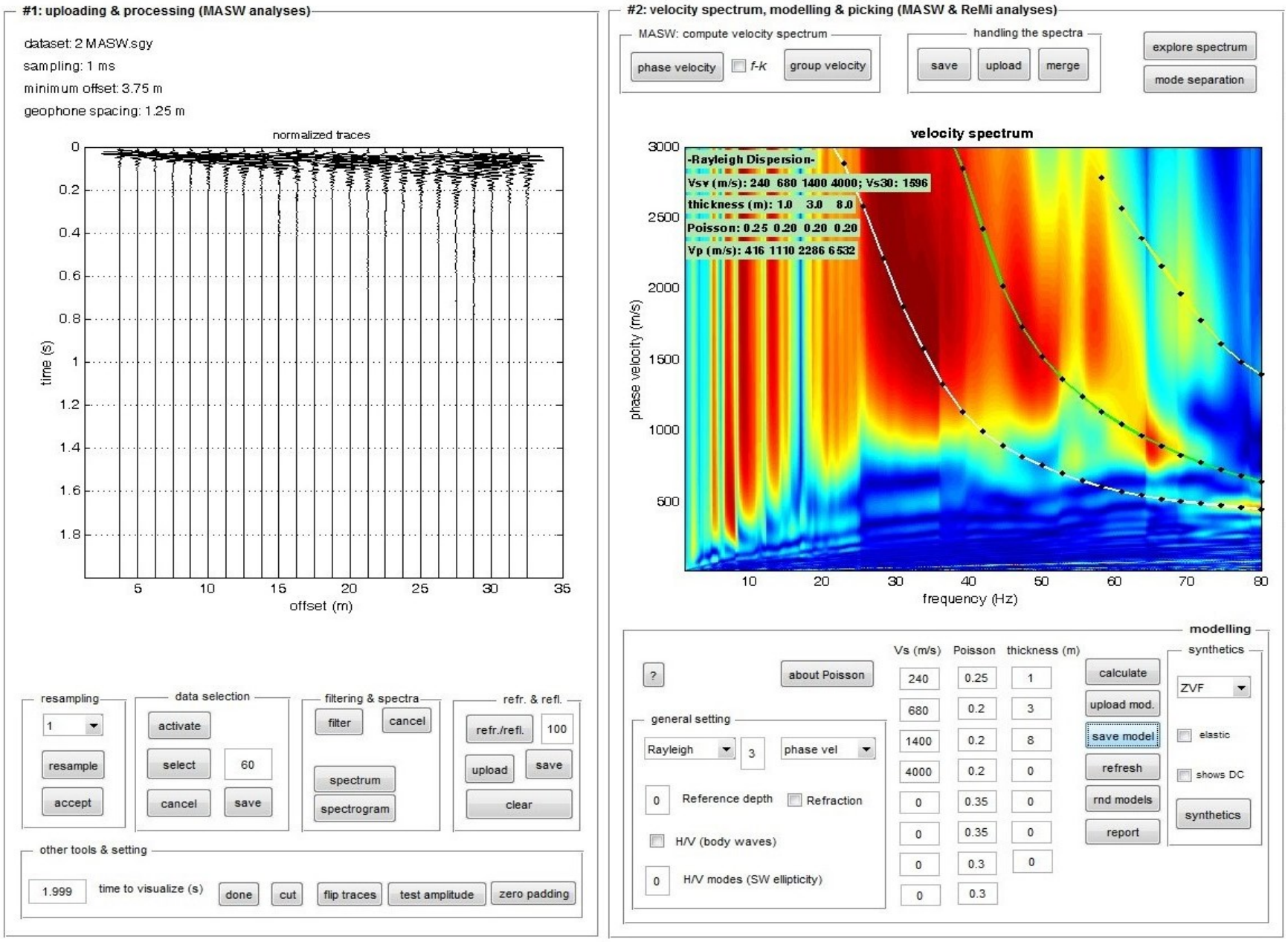
Planimetria stese sismiche sul fronte

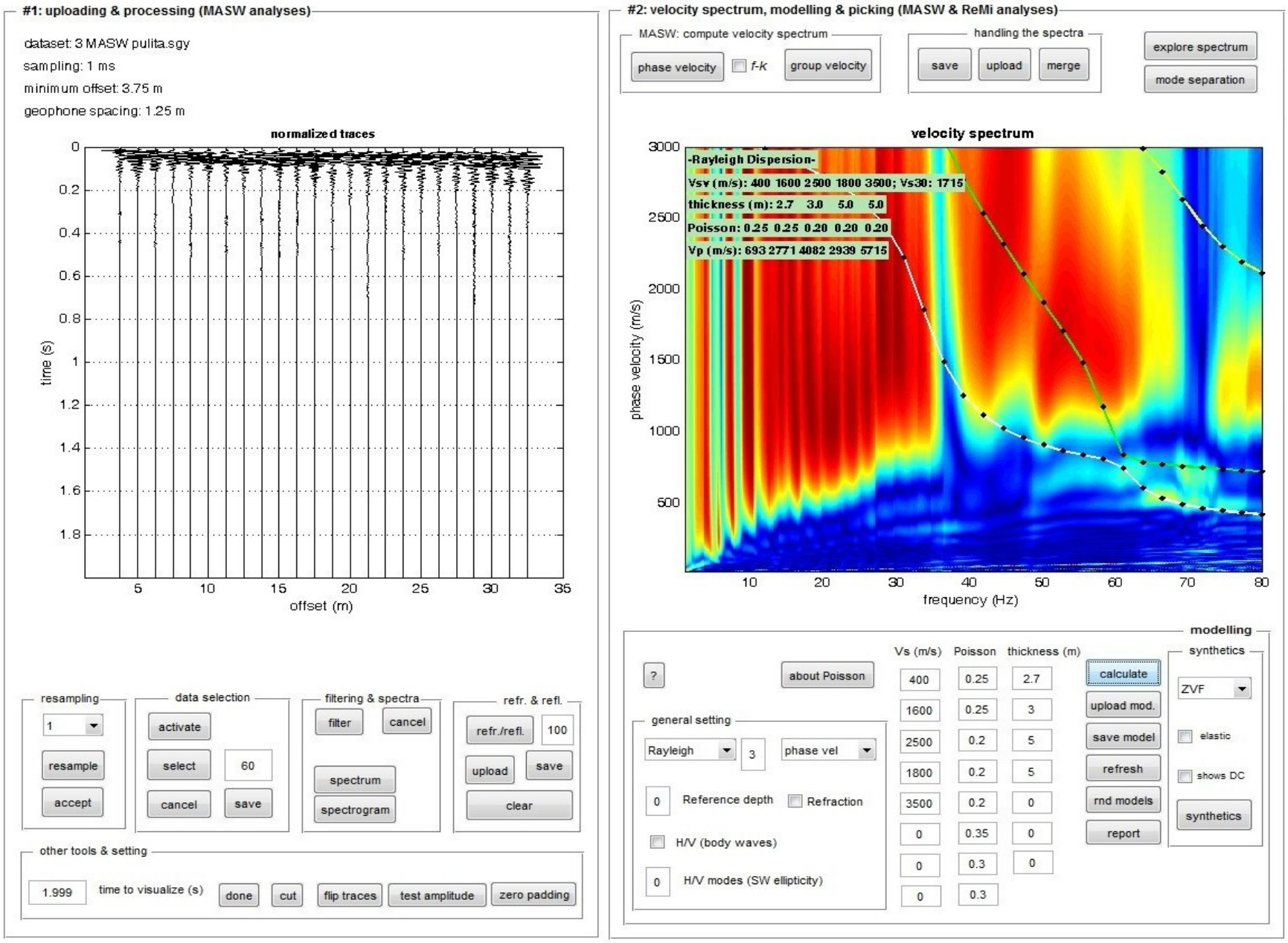
Elaborazione stese G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8

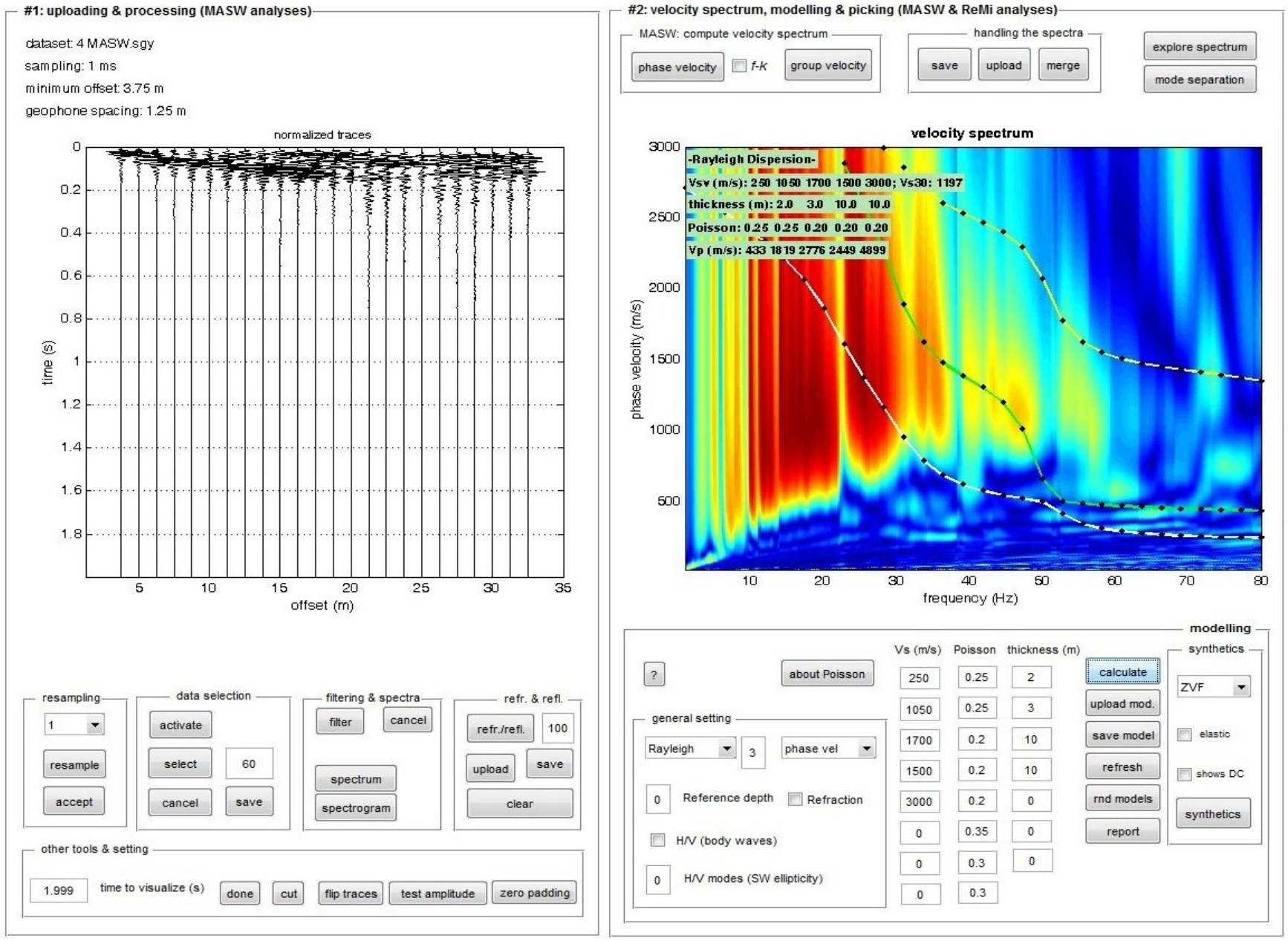
Anche in questo caso si riportano gli elaborati scaturiti dalle prove:

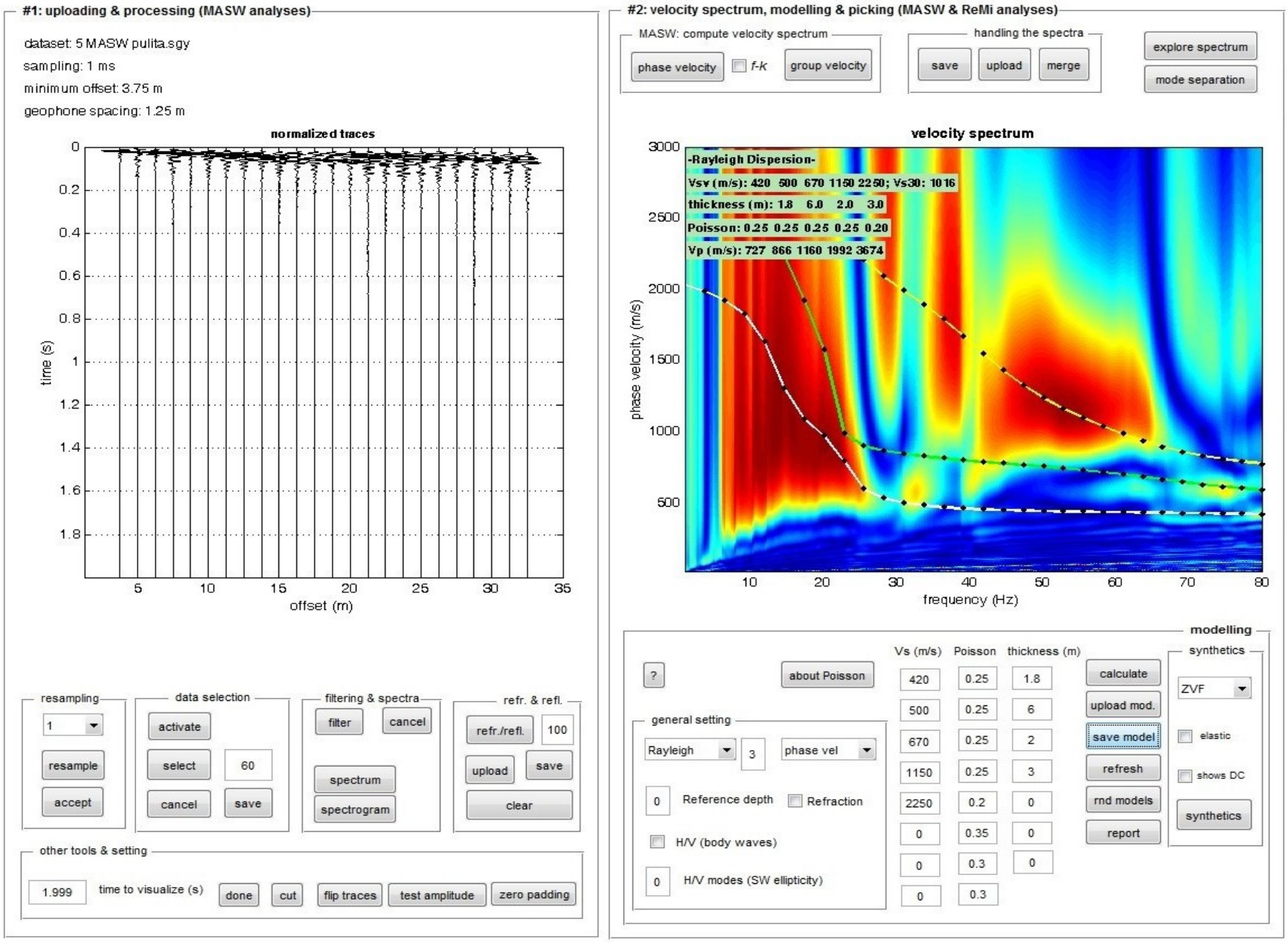
- dal metodo a RIFRAZIONE: le sezioni sismostratigrafiche;
- dal metodo MASW: il diagramma frequenza - velocità di fase con tracciate le curve di dispersione relative ai tre modi fondamentali ed il corrispondente modello sismostratigrafico;

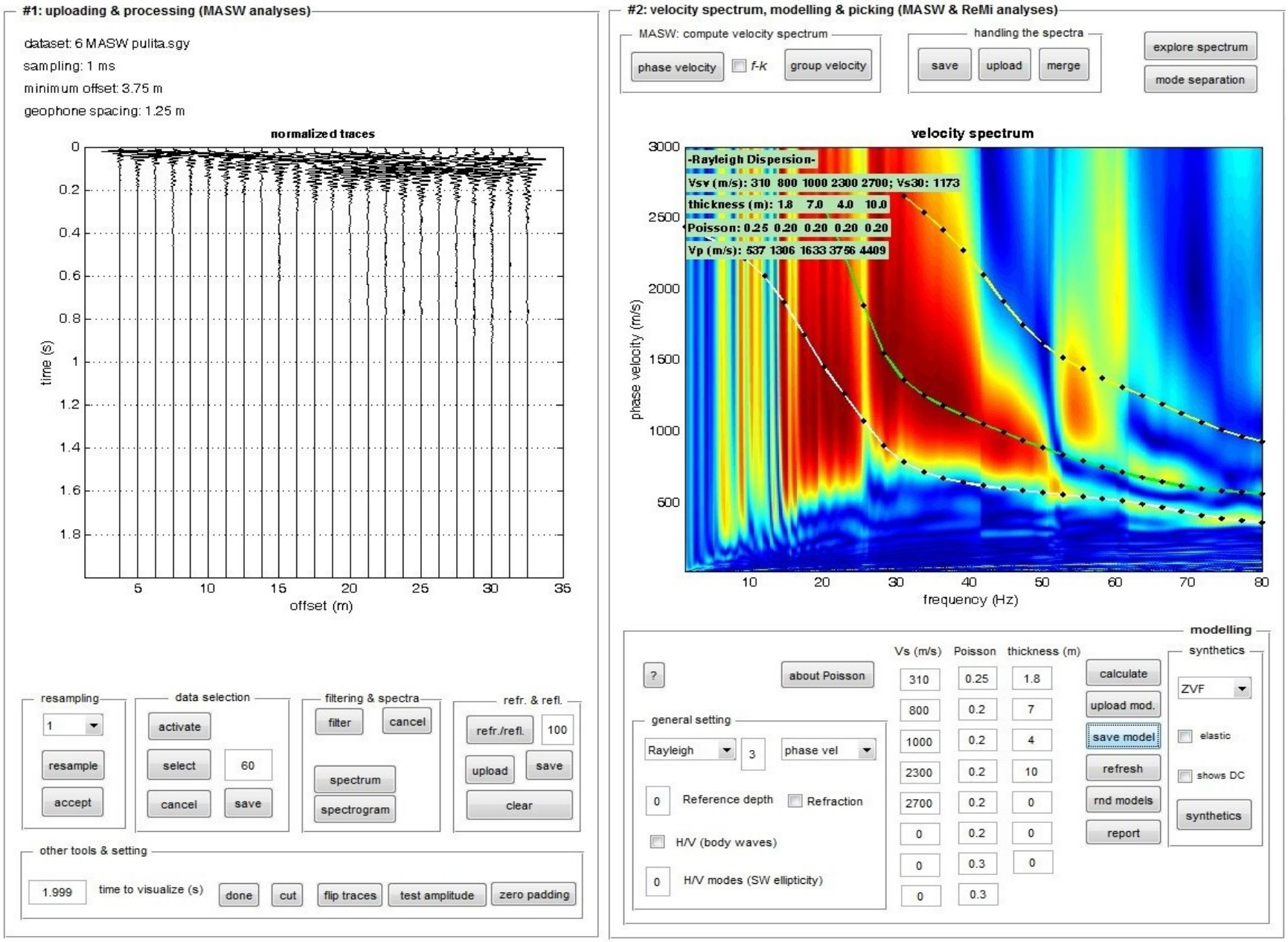

#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 1 MASW pulita.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 550 800 1800 1650 3000; Vs30: 1409
thickness (m): 3.0 3.5 9.0 6.0
Poisson: 0.25 0.25 0.25 0.25 0.20
Vp (m/s): 953 1386 3118 2858 4899
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
550 0.25 3
800 0.25 3.5
1800 0.25 9
1650 0.25 6
3000 0.2 0
0 0.35 0
0 0.3 0
0 0.3
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics

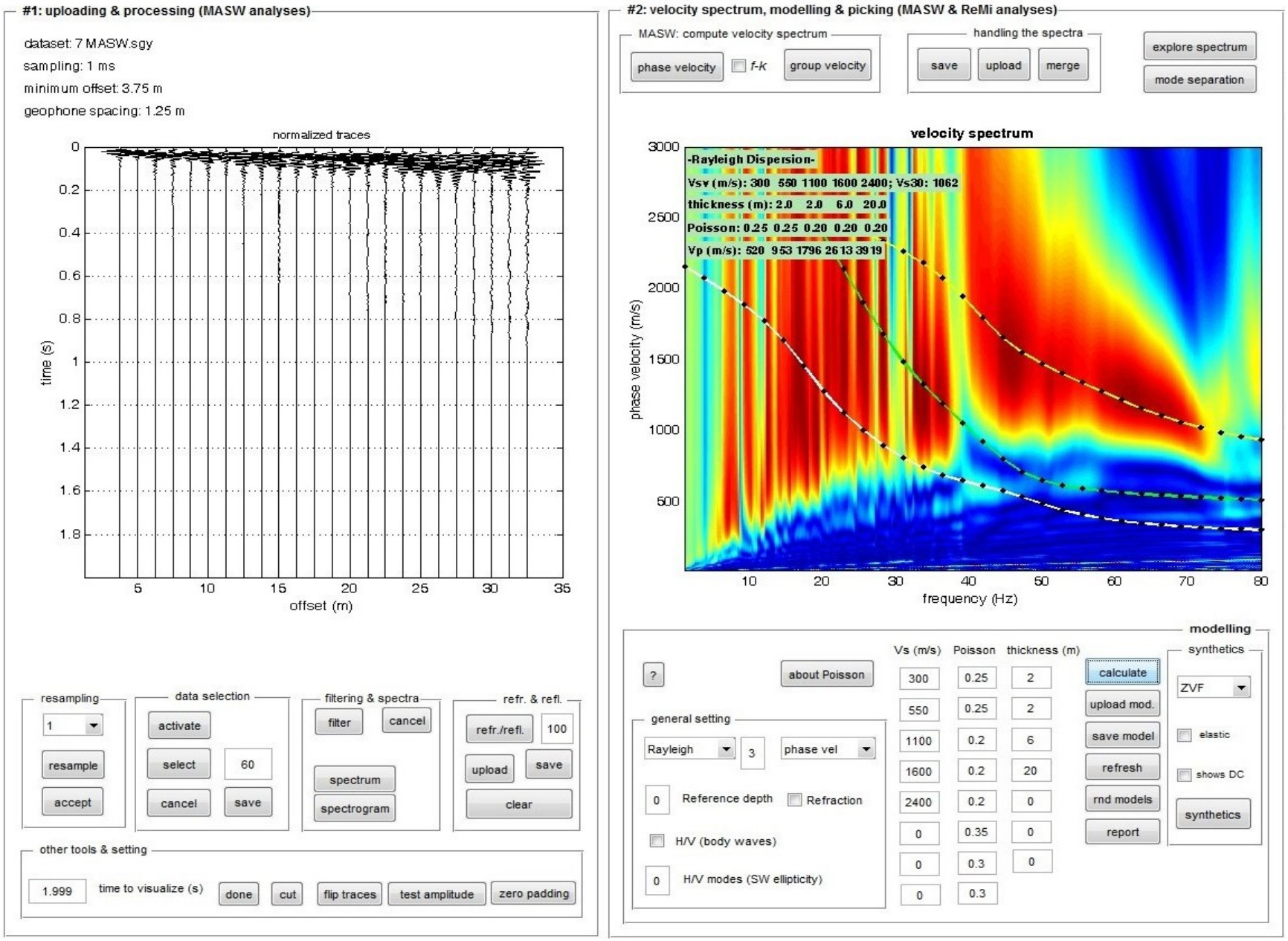

#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 2 MASW.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 240 680 1400 4000; Vs30: 1596
thickness (m): 1.0 3.0 8.0
Poisson: 0.25 0.20 0.20 0.20
Vp (m/s): 416 1110 2286 6532
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics

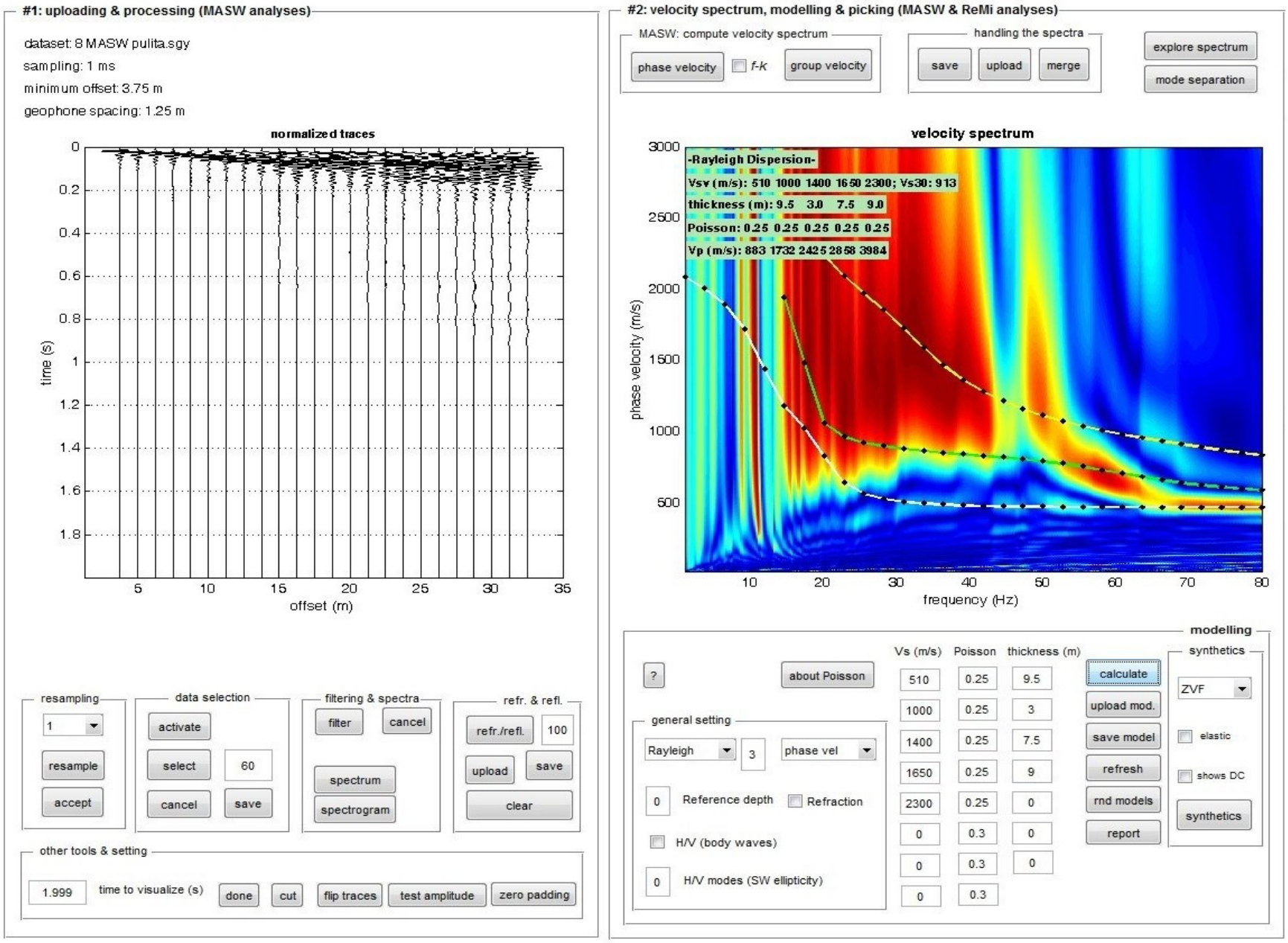

#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 3 MASW pulita.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 400 1600 2500 1800 3500; Vs30: 1715
thickness (m): 2.7 3.0 5.0 5.0
Poisson: 0.25 0.25 0.20 0.20 0.20
Vp (m/s): 693 2771 4082 2939 5715
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
400 0.25 2.7
1600 0.25 3
2500 0.2 5
1800 0.2 5
3500 0.2 0
0 0.35 0
0 0.3 0
0 0.3
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics

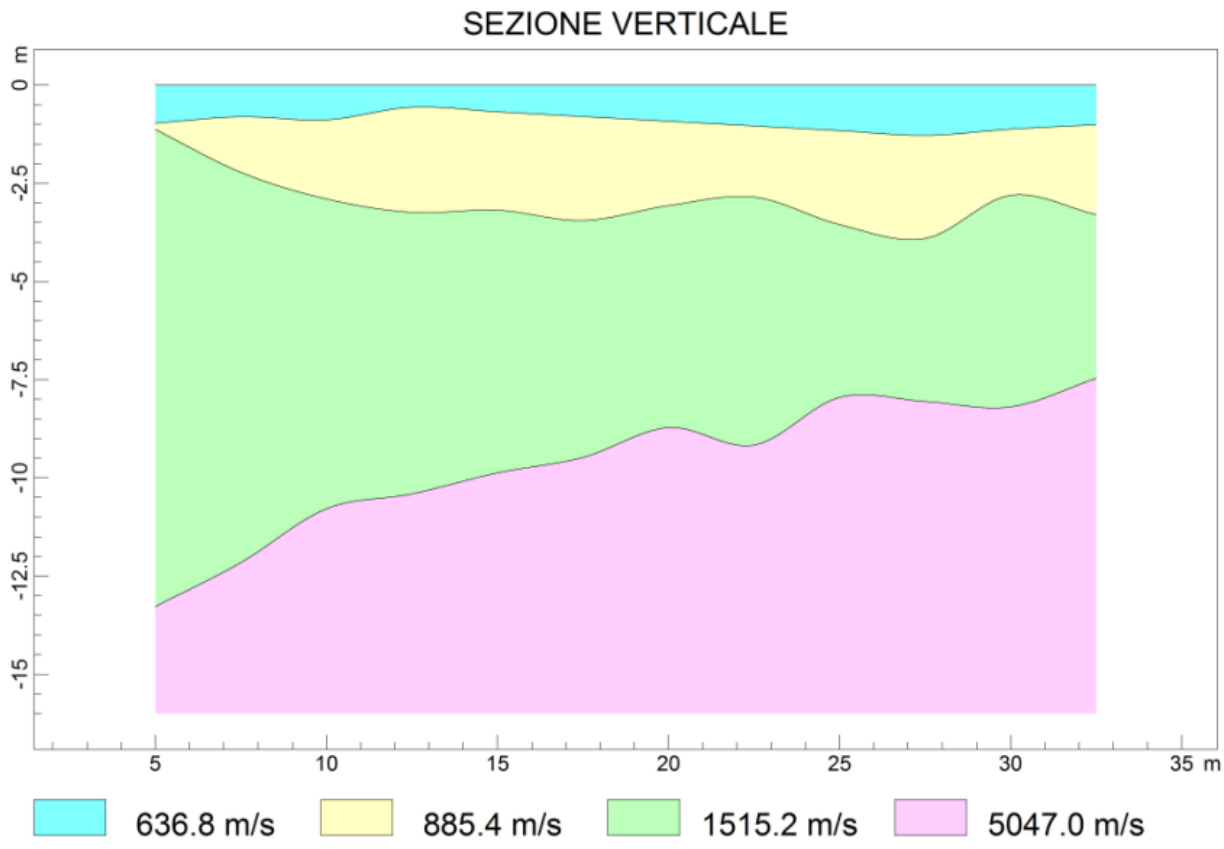

#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 4 MASW.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 250 1050 1700 1500 3000; Vs30: 1197
thickness (m): 2.0 3.0 10.0 10.0
Poisson: 0.25 0.25 0.20 0.20 0.20
Vp (m/s): 433 1819 2776 2449 4899
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
250 0.25 2
1050 0.25 3
1700 0.2 10
1500 0.2 10
3000 0.2 0
0 0.35 0
0 0.3 0
0 0.3
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics


#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 5 MASW pulita.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 420 500 670 1150 2250; Vs30: 1016
thickness (m): 1.8 6.0 2.0 3.0
Poisson: 0.25 0.25 0.25 0.25 0.20
Vp (m/s): 727 866 1160 1992 3674
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
420 0.25 1.8
500 0.25 6
670 0.25 2
1150 0.25 3
2250 0.2 0
0 0.35 0
0 0.3 0
0 0.3
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)

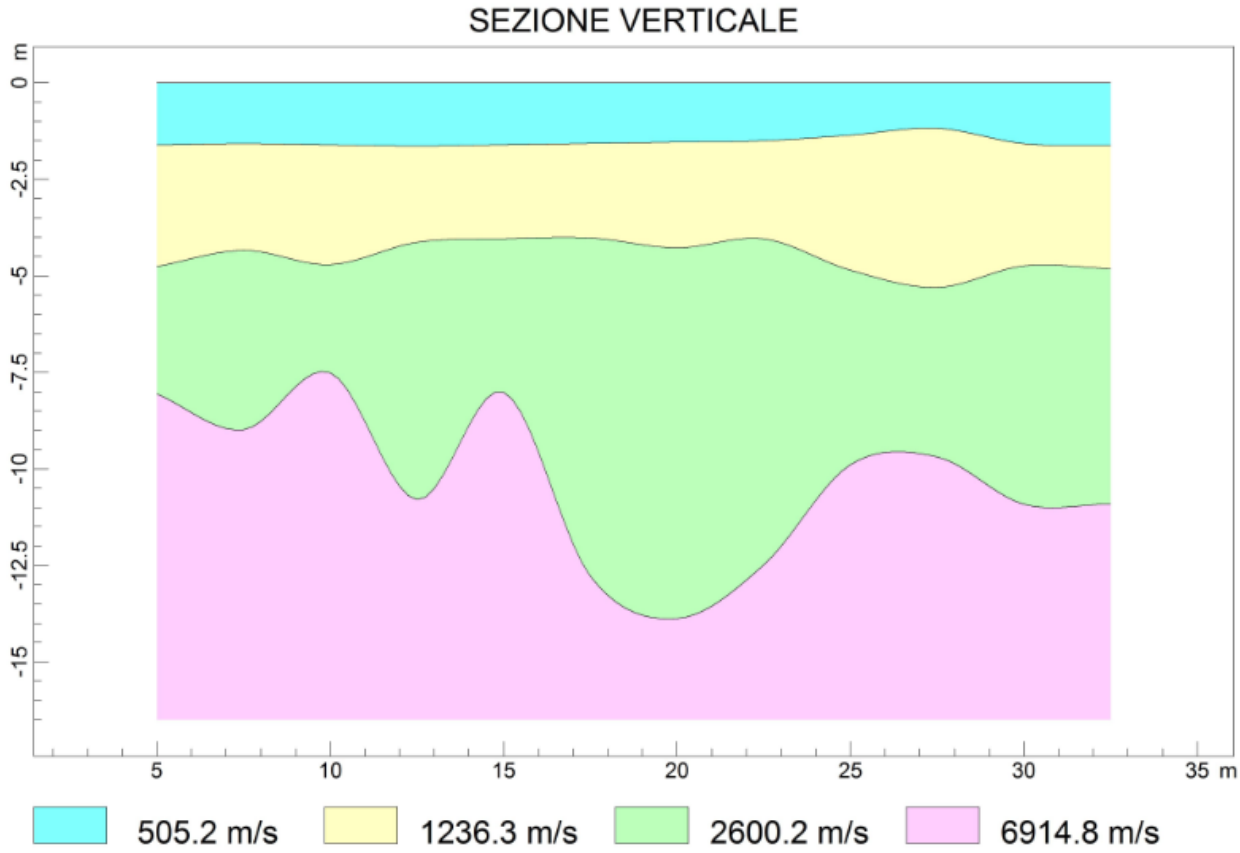

#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 6 MASW pulita.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 310 800 1000 2300 2700; Vs30: 1173
thickness (m): 1.8 7.0 4.0 10.0
Poisson: 0.25 0.20 0.20 0.20 0.20
Vp (m/s): 537 1306 1633 3756 4409
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
310 0.25 1.8
800 0.2 7
1000 0.2 4
2300 0.2 10
2700 0.2 0
0 0.2 0
0 0.3 0
0 0.3
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics


#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 7 MASW.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 300 550 1100 1600 2400; Vs30: 1062
thickness (m): 2.0 2.0 6.0 20.0
Poisson: 0.25 0.25 0.20 0.20 0.20
Vp (m/s): 520 953 1796 2613 3919
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
300 0.25 2
550 0.25 2
1100 0.2 6
1600 0.2 20
2400 0.2 0
0 0.35 0
0 0.3 0
0 0.3
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics

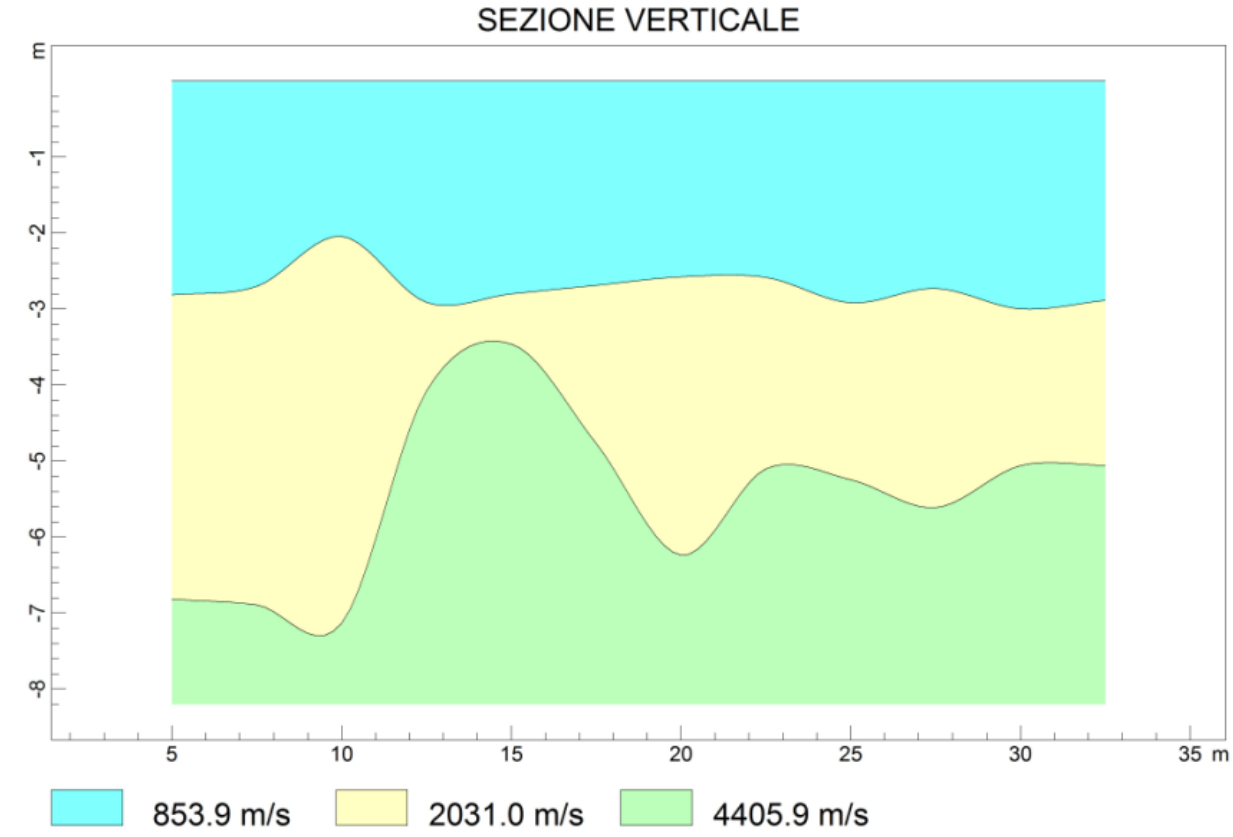

#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: 8 MASW pulita.sgy
sampling: 1 ms
minimum offset: 3.75 m
geophone spacing: 1.25 m
normalized traces
time (s)
offset (m)
resampling
1
resample
accept
data selection
activate
select
60
cancel
save
filtering & spectra
filter
cancel
spectrum
spectrogram
refr. & refl.
refr./refl.
100
upload
save
clear
other tools & setting
1.999
time to visualize (s)
done
cut
flip traces
test amplitude
zero padding
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 510 1000 1400 1650 2300; Vs30: 913
thickness (m): 9.5 3.0 7.5 9.0
Poisson: 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25
Vp (m/s): 883 1732 2425 2858 3984
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
?
about Poisson
general setting
Rayleigh
3
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
0
H/V modes (SW ellipticity)
Vs (m/s)
Poisson
thickness (m)
510 0.25 9.5
1000 0.25 3
1400 0.25 7.5
1650 0.25 9
2300 0.25 0
0 0.3 0
0 0.3 0
0 0.3
calculate
upload mod.
save model
refresh
rnd models
report
synthetics
ZVF
elastic
shows DC
synthetics



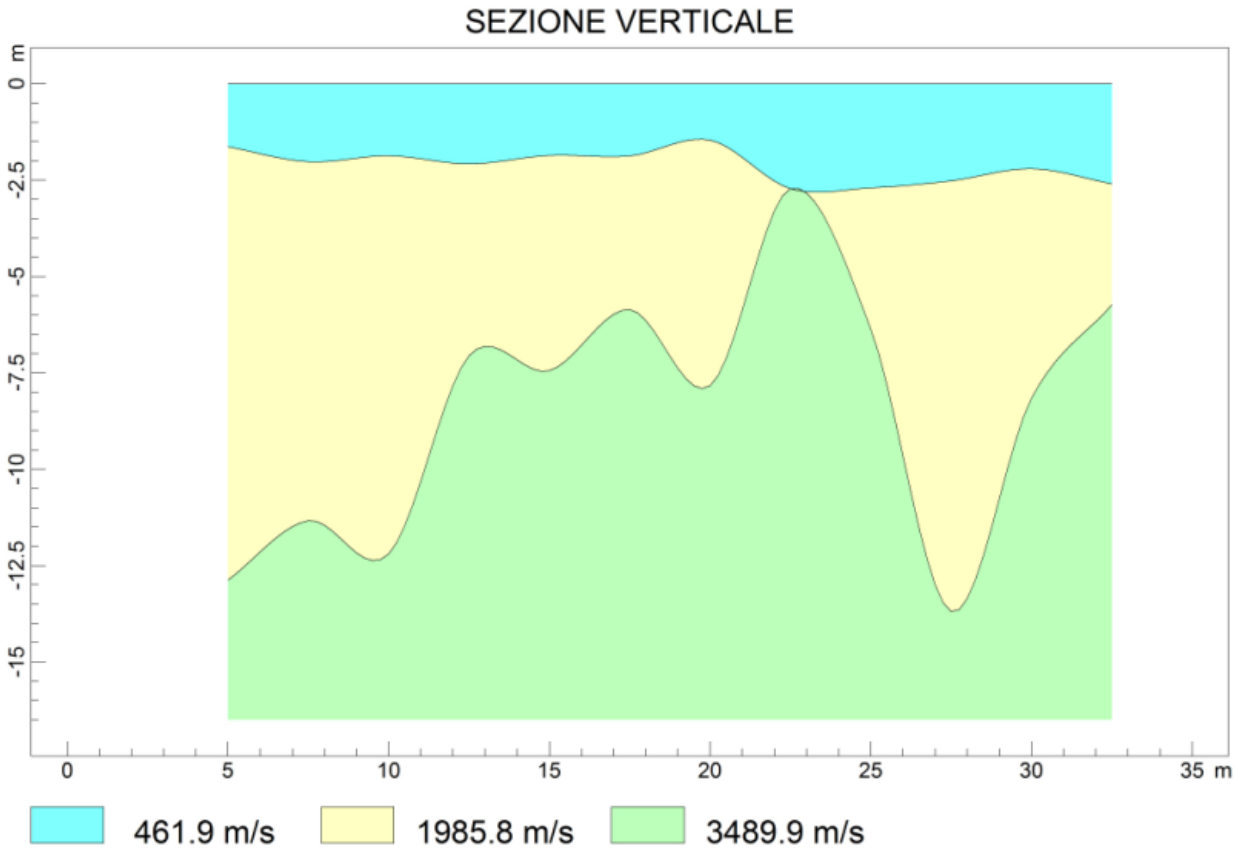
*Sezione sismostratigrafica stesa **G1***



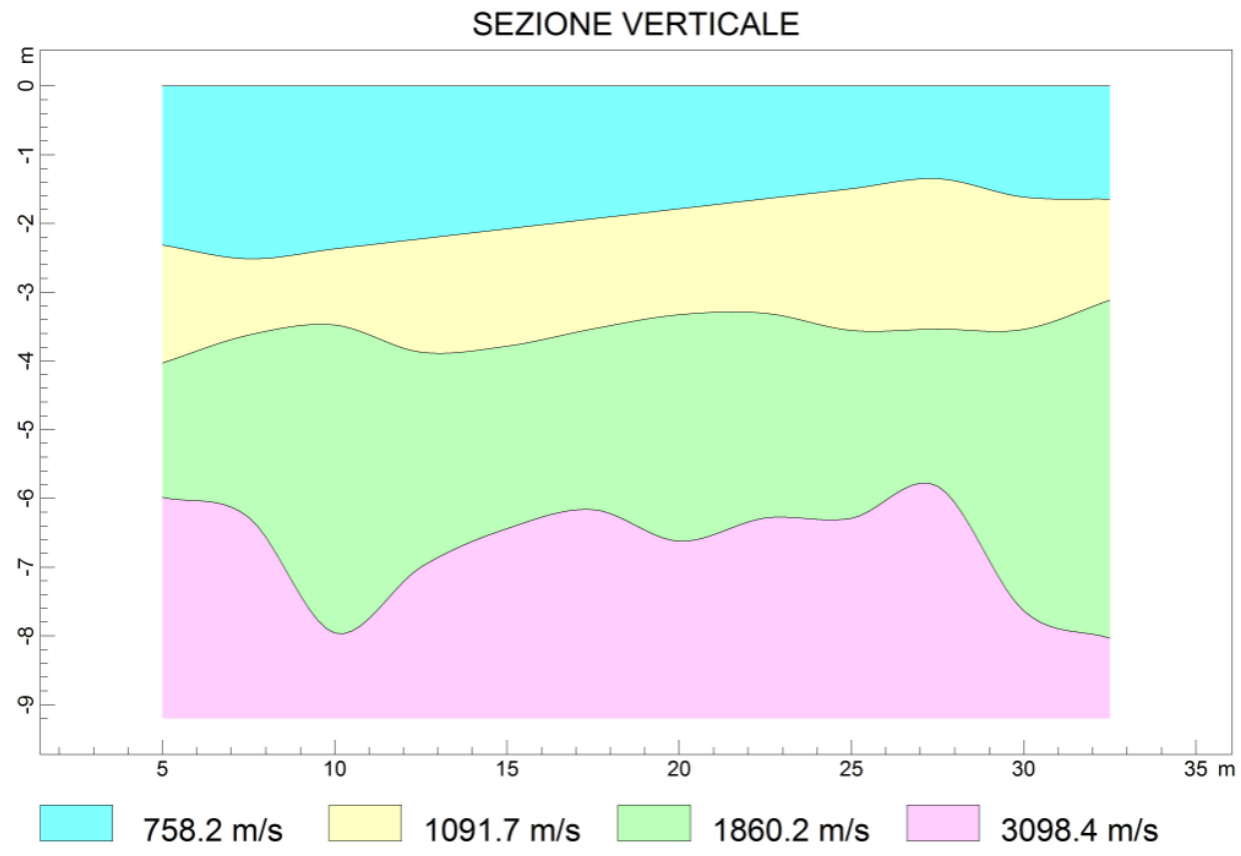
*Sezione sismostratigrafica stesa **G2***



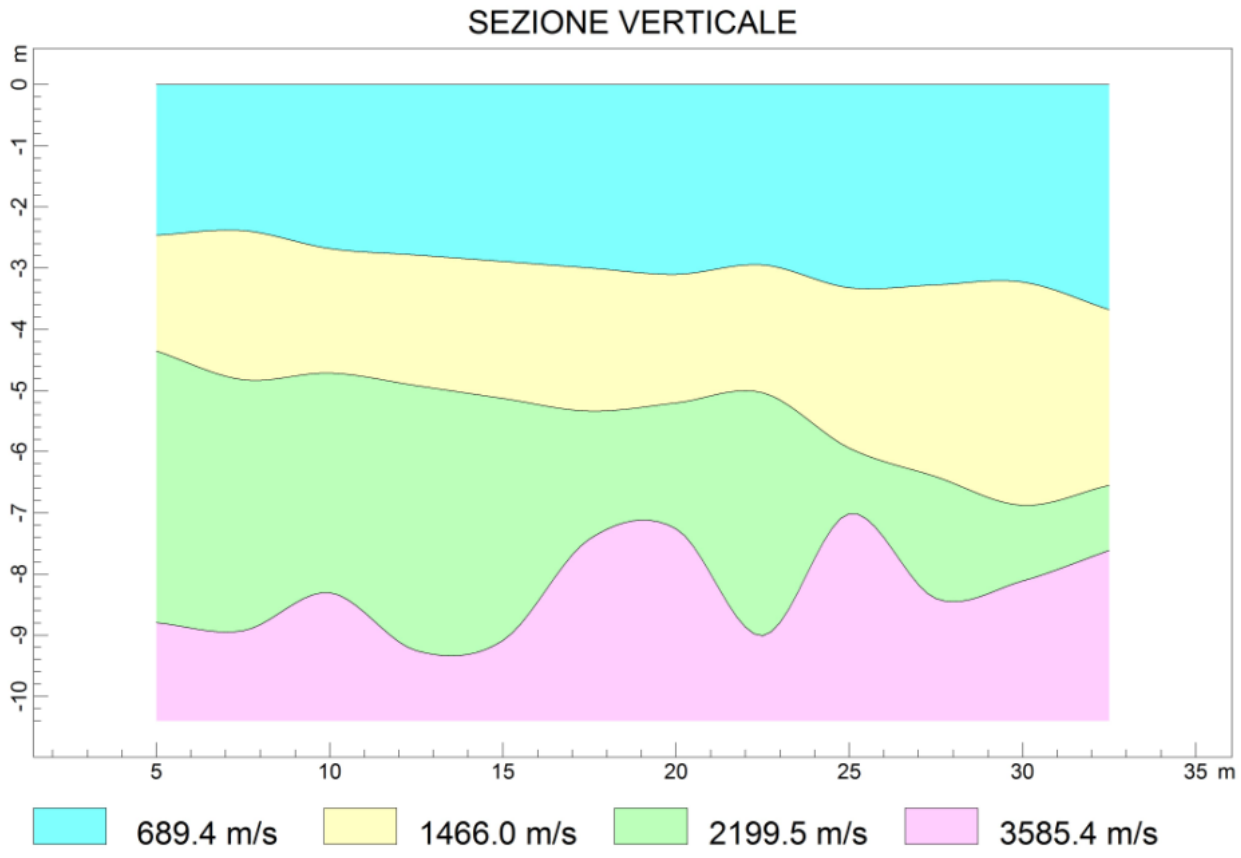
*Sezione sismostratigrafica stesa **G3***



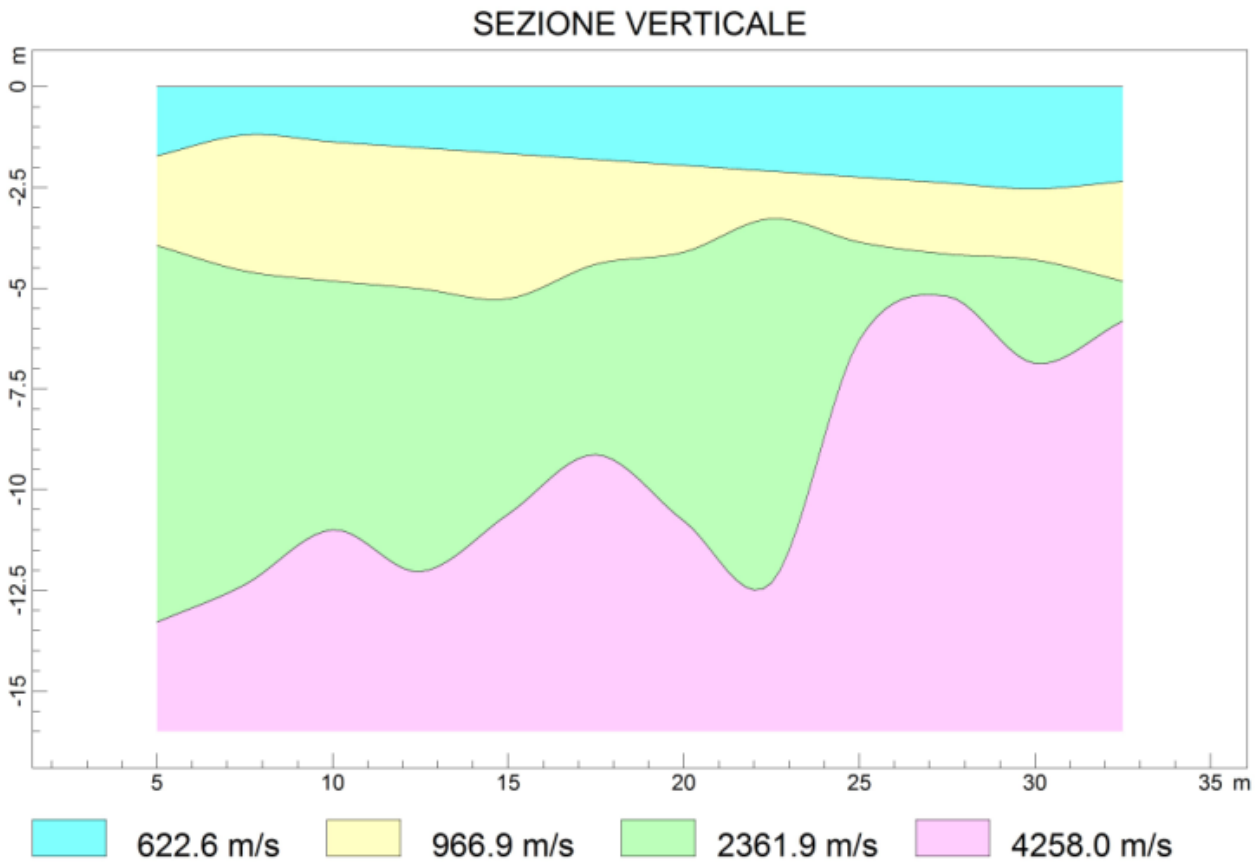
*Sezione sismostratigrafica stesa **G4***



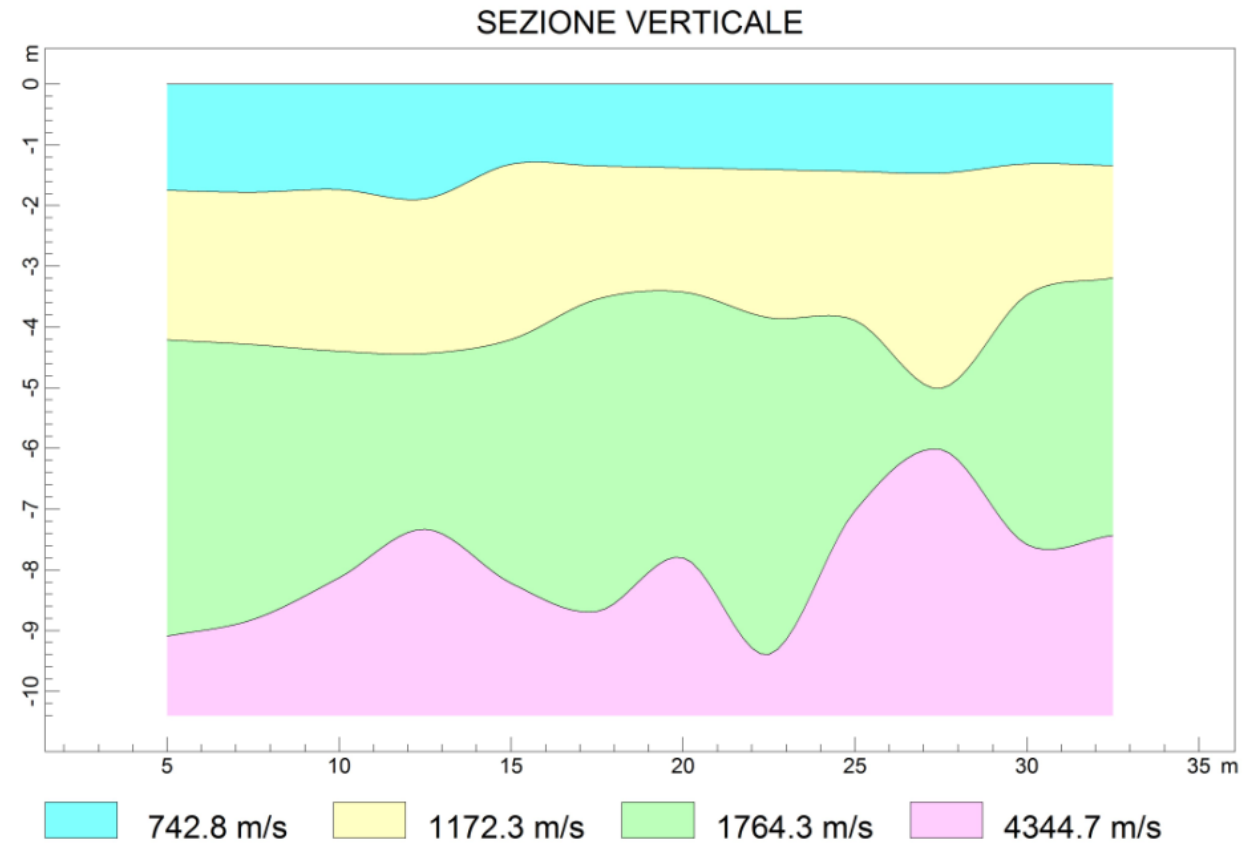
*Sezione sismostratigrafica stesa **G5***



*Sezione sismostratigrafica stesa **G6***



*Sezione sismostratigrafica stesa **G7***



*Sezione sismostratigrafica stesa **G8***

Interpretazione dei risultati stese G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8

Le stese sono state concatenate l'una con l'altra in modo da indagare tutto l'arco descritto dal gradone a partire dal fianco est per terminare sul fianco ovest.

I risultati prodotti sono stati utilizzati per le seguenti valutazioni:

- 1) quantificare i metri di substrato più superficiale che maggiormente risentono del "disturbo" a seguito dell'esplosione delle volate utilizzate in fase di arretramento dei fronti di scavo;
- 2) definire la qualità dell'ammasso roccioso.

1) stima effetto di disturbo delle volate.

In questa fase di studio si è cercato di stimare, sia in base alle Vp (metodo a Rifrazione) che alle Vs (metodo Masw), la profondità alla quale si ravvisa un sensibile aumento delle velocità ovvero dove il substrato torna ad essere massivo o poco fratturato. Di seguito sono indicati i valori medi delle fasce di disturbo individuate nelle otto stese:

STESA	Fascia di disturbo (m)
1G	8
2G	4,5
3G	3
4G	5
5G	8
6G	7
7G	4,5
8G	9
MEDIA	6,1

2) qualità dell'ammasso roccioso

La qualità dell'ammasso roccioso può essere valutata mediante diverse formule empiriche, nel caso in oggetto si è fatto uso della seguente formula speditiva:

$Vp = 3.5 + \log_{10} Q_{rock}$ (Barton, 1991);

da cui si ricava:

$Q_{rock} = 10^{(Vp - 3,5)}$

La velocità Vp inserita nella formula deve essere espressa in Km/sec ed è riferita agli orizzonti massivi ovvero quelli sottostanti la zona individuata come di disturbo.
Ricavati i valori di Q_{rock} sono stati calcolati i valori di Rock Mass Rating, o più semplicemente RMR mediante la seguente formula empirica:

$RMR = 9 \ln Q_{rock} + 44$ (Bieniawski, 1976);

Di seguito sono riassunti i valori ottenuti:

STESA	Vp Km/s	Q_{rock}	Bieniawski 1976
1G	5,05	35,5	76,1
2G	6,92	2600	100 (max)
3G	4,4	8	62,7
4G	3,5	1	44
5G	3,1	0,4	35,7
6G	3,6	1,3	46,4
7G	4,26	5,75	59,7
8G	4,35	7,1	61,6
MEDIA			60,8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SULLA ESECUZIONE DELLE STESE SISMICHE



Stesa F1



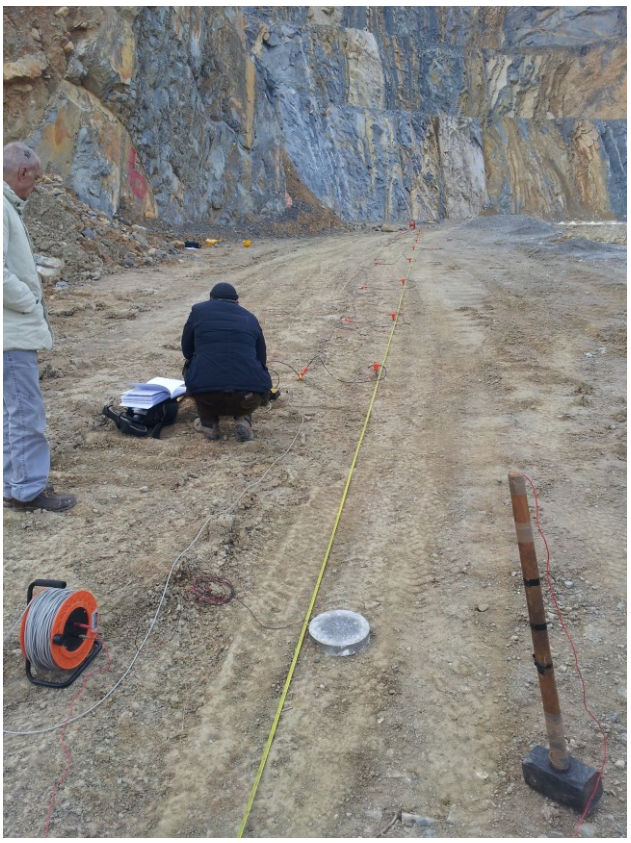
Stesa F2



Stesa F3



Stesa F4



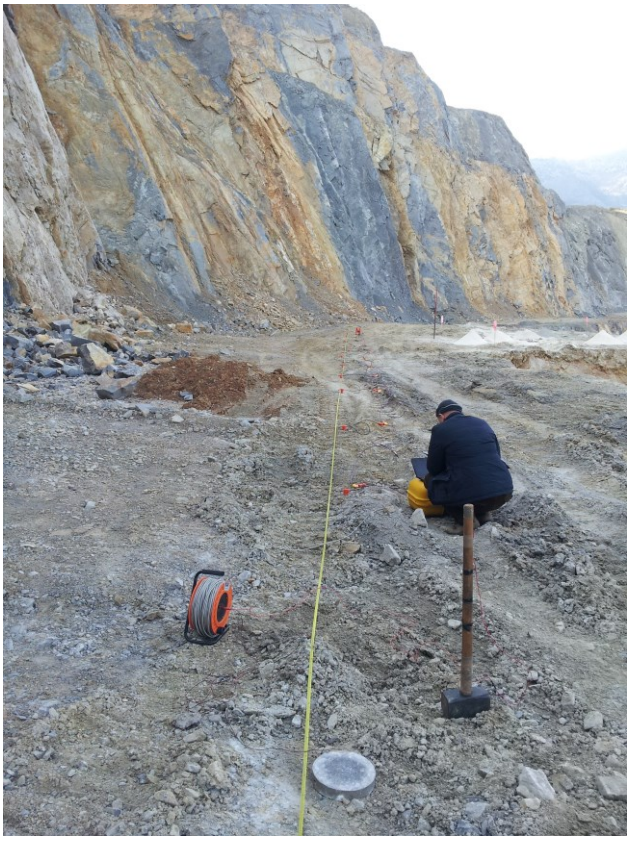
Stesa G1



Stesa G2



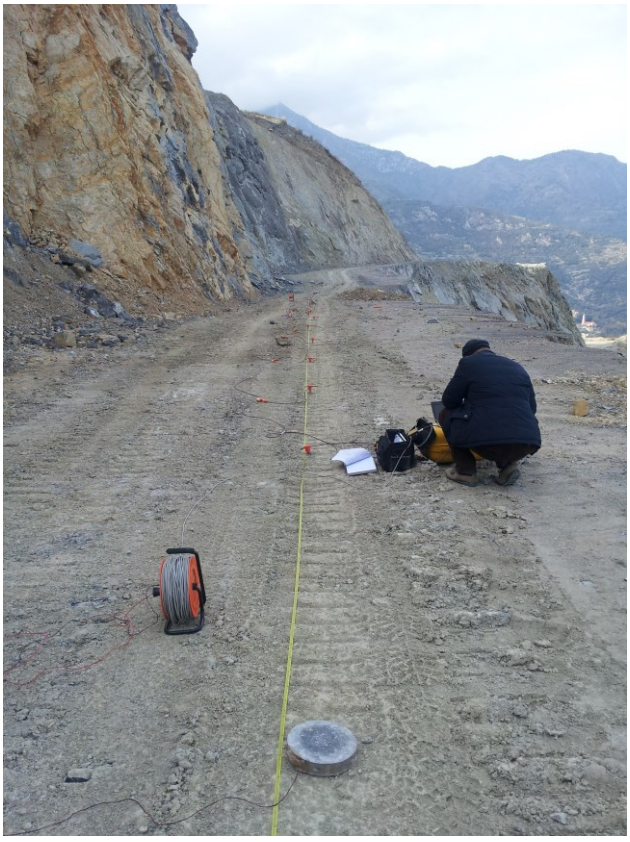
Stesa G3



Stesa G4



Stesa G5



Stesa G6



Stesa G7



Stesa G8

Geol. Vittorio Vezzaro

Ing. Mauro Marchiano