

Collegamento tra l'A4 (Torino–Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri–Gravellona) in località Ghemme. Lotto 1

PROGETTO DEFINITIVO

COD.

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n.3594
ing. Achille Devitofranceschi
Ordine Ing. di Roma n.19116

IL GEOLOGO:

geol. Serena Majetta
Ordine Geol. del Lazio n.928

RESPONSABILE DEL SIA

arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

ing. Nicolò Canepa

PROTOCOLLO

DATA

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOFISICHE PREESISTENTI

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPT007 D 1701

NOME FILE

TO0GE00GEORE04.PDF

REVISIONE

SCALA:

CODICE
ELAB.

TO0GE00GEORE04

A

C					
B					
A	emissione	Maggio 2018			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. Premessa	2
2. Campagna di indagine agosto - settembre 2009	3
3. Allegati	11

- I Report indagini geofisiche

1. Premessa

Nell presente elaborato, realizzato nell'ambito del progetto definitivo del "Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme. Lotto 1", vengono riportate le risultanze delle **indagini geofisiche preesistenti**, che hanno interessato il tratto stradale in progetto, realizzate nelle precedenti fasi progettuali.

Nello specifico, antecedentemente alla realizzazione della campagna di indagini del 2017, è stata eseguita una campagna di indagine geognostica a supporto del Progetto Preliminare della nuova Pedemontana Piemontese condotta nell'**agosto e settembre 2009**. L'opera risulta costituita da un sistema autostradale che raccorda le Autostrade A4 (Torino-Milano) e A26 (Voltri-Arona), via Biella. In particolare il tracciato intero interessato dalle indagini precedenti ha inizio dall'interconnessione dell'Autostrada A4 Torino-Milano in località Santhià, si sviluppa in direzione nord verso Biella, dove successivamente piega verso est innestandosi sul sedime dell'attuale SS 142. Da qui, sfruttando un tratto della SS142 di cui è previsto l'adeguamento in sede, prosegue verso est sino a collegarsi all'autostrada A26 Voltri-Arona all'altezza della località Ghemme.

Nei mesi di **settembre e ottobre 2010** a seguito della CDS che ha coinvolto tutti gli enti aventi diritto è stata eseguita una nuova campagna di indagine geognostica.

L'ubicazione delle indagini è visualizzata nella tavola "Planimetria ubicazione indagini" alla scala 1.2.000.

Di seguito verranno riportate unicamente le risultanze delle indagini eseguite nel tratto in oggetto Masserano – Ghemme.

2. Campagna di indagine agosto – settembre 2009

2.1 Premessa

La campagna di indagini ha riguardato l'esecuzione di indagini sismiche a rifrazione in onde "p" ed "s". Le attività di campagna sono state eseguite dalla società Terra srl di Vado Ligure (SV).

La campagna stessa, nello specifico, è stata costituita da quanto segue:

- SPONDA SINISTRA FIUME SESIA (presso spalla del viadotto e svincolo interconnessione A26): n° 2 stendimenti sismici a rifrazione a 12 canali (SS1, SS2) realizzati affiancando geofoni orizzontali e verticali ed energizzando al fine di acquisire sia le onde di compressione "p", sia le onde di taglio "s";
- SPONDA DESTRA FIUME SESIA: n° 2 stendimenti sismici a rifrazione a 12 canali (SS3, SS4) realizzati affiancando geofoni orizzontali e verticali ed energizzando al fine di acquisire sia le onde di compressione "p", sia le onde di taglio "s". N° 1 prova sismica in foro "Down – Hole" condotta fino alla profondità di 39.0 m nella perforazione geognostica S16;

L'ubicazione delle indagini eseguite è visibile nella tavola "Planimetria delle indagini".

Nel seguito si espone un breve commento alle indagini eseguite, rappresentati nella documentazione grafica allegata.

2.2 Indagine sismica a rifrazione

2.2.1 Descrizione del metodo

Nel metodo in questione viene considerata la rifrazione, in corrispondenza di interfacce sepolte che separano mezzi in differenti condizioni di densità, di onde elastiche generate artificialmente in superficie.

Sempre presso la superficie vengono disposti - a distanza reciproca nota e normalmente costante - particolari sensori, chiamati *geofoni*, in grado di avvertire la perturbazione propagatasi nel terreno a seguito della generazione dell'onda elastica; i geofoni traducono la sollecitazione in un segnale elettrico ed attraverso un cavo multipolare trasferiscono quest'ultimo ad uno strumento di

registrazione (sismografo multicanale). Il sismografo digitalizza i segnali ricevuti dai geofoni e registra i "sismogrammi"

sotto forma di *files*.

I sismogrammi sono visualizzabili in un grafico binario nel quale vengono rappresentati per ogni canale (ognuno corrispondente ad un geofono) il dominio dei tempi sull'asse orizzontale (nell'ambito della "finestra di campionamento" scelta) e l'ampiezza del segnale elettrico (\pm mV) sull'asse verticale.

La prima perturbazione elastica ricevuta da ogni geofono a seguito della generazione dell'impulso può avere seguito un percorso "diretto" (ossia il tragitto più breve tra sorgente e ricevitore) oppure avere subito una o più "total-rifrazioni" presso superfici di discontinuità tra materiali caratterizzati da differenti stati di addensamento (le riflessioni, nel presente metodo, non vengono considerate). Oltre una certa distanza definita "critica" i raggi rifratti raggiungeranno i geofoni in superficie prima dei raggi diretti, nonostante il tragitto sia più lungo, in virtù del tratto percorso a velocità più elevata presso l'interfaccia.

La trattazione teorica che sta alla base del metodo si basa sui principi e sulle leggi dell'ottica. La configurazione ottimale dei parametri di acquisizione (distanza intergeofonica, numero di energizzazioni, geometria dello stendimento, lunghezza della registrazione, ecc.) è definita in sito in funzione delle condizioni logistiche, della presenza o meno di fonti di disturbo nei pressi e del fine dell'indagine.

Il metodo permette di caratterizzare i terreni presenti al di sotto dello stendimento geofonico fino ad una profondità pari, in condizioni ideali, a circa 1/3 dello sviluppo lineare dello stesso, intendendo per "sviluppo lineare" la distanza tra il primo e l'ultimo geofono.

Il metodo presuppone come elemento imprescindibile alla base della trattazione un incremento della velocità di propagazione delle onde elastiche con la profondità: non potranno essere individuate eventuali inversioni di velocità.

I tempi impiegati dagli impulsi elastici per percorrere, in via diretta o attraverso fenomeni di rifrazione, lo spazio compreso tra il punto sorgente ed i geofoni sono graficati su diagrammi (dromocrone) nei quali risultano leggibili le posizioni dei singoli geofoni in ascisse (proiettate sul piano orizzontale) ed i tempi - espressi in millesimi di secondo - in ordinate.

Dalle dromocrone possono essere ricavate analiticamente le velocità reali di propagazione dei fronti d'onda degli impulsi sismici alle varie profondità.

Le velocità sismiche sono generalmente proporzionali al grado di densità dei terreni entro i quali la perturbazione elastica si propaga e, nel caso di ammassi rocciosi, possono essere indicative delle condizioni geomeccaniche degli stessi.

I valori delle velocità così ottenuti, unitamente ai tempi - intercetta, alla pendenza delle curve in dromocrona ed alle variazioni di tempo sulle stesse, sono utilizzati per il calcolo dello spessore dei singoli livelli rifrangenti fino alla massima profondità consentita dalla geometria dei rispettivi sviluppi.

Note le velocità sismiche delle onde di compressione e di taglio entro i singoli livelli rifrangenti e la variazione degli spessori degli orizzonti sismici al di sotto dello sviluppo della stesa può essere ricostruita la sezione sismostratigrafica.

L'acquisizione simultanea delle onde "p" ed "s", oltre ad essere utile per definire propriamente i moduli elastici – dinamici dei materiali costituenti il sedime, consente di distinguere in maniera pressoché inequivocabile l'eventuale presenza di falda idrica: le onde di compressione, infatti, si propagano nei liquidi, ed in particolare la presenza di acqua nei terreni determina il più delle volte una rifrazione in corrispondenza del tetto della falda stessa con valori di velocità del rifrattore compresi in un *range* piuttosto ristretto e caratteristico (1.6 – 2.0 km/s). Le onde di taglio invece, non propagandosi nei liquidi, restano non sono minimamente condizionate dalla presenza di acqua nel terreno. L'incrocio delle due informazioni (rifrazione delle onde p con velocità caratteristiche dei terreni saturi e mancata rifrazione delle onde s) individua di conseguenza la presenza di acqua nei terreni.

L'interpretazione dei dati viene condotta, nello specifico caso, con il supporto della tecnica di modellizzazione "*Intercept-Time*".

2.2.2 Modalità operative

Le caratteristiche specifiche dell'indagine sono riportate nella tabella seguente.

data acquisizione	linea	distanza g1 - g12 (m)	offset (m)	lunghezza totale (m)	n° shot points	g spacing (m)	n° geofoni
11.08.09	SS1	99.0	2.0	109.0	5	9.0	12
"	SS2	99.0	9.0	117.0	5	9.0	
12.08.09	SS3	99.0	10.0	119.0	5	9.0	
"	SS4	88.0	8.0	104.0	5	8.0	

La geometria sopra descritta è valida sia per gli stendimenti in onde "p" che per quelli in onde "s", affiancati.

La generazione delle onde di compressione "p" e delle onde di taglio "s" avviene mediante idonei strumenti di contrasto, utili per enfatizzare prevalentemente la propagazione delle due specifiche tipologie di perturbazione elastica.

L'acquisizione e le successive fasi di elaborazione, interpretazione e restituzione grafica sono state curate dal redattore del presente rapporto tecnico.

Il rapporto segnale/disturbo è risultato buono: è stato pertanto possibile ottenere uno standard di indagine qualitativamente elevato.

Lo sviluppo lineare delle prospezioni è pari a 449.0 m per le onde "p" e 449.0 m per le onde "s".

La lunghezza e l'ubicazione delle linee sono state notevolmente condizionate dalla logistica dei siti (vegetazione di sottobosco, presenza di rilevati stradali).

Sono state effettuate energizzazioni all'interno ed all'esterno degli stendimenti secondo gli usuali schemi di acquisizione (cfr.: Tavole relative alle dromocrone).

L'acquisizione dei dati è stata effettuata mediante un sismografo OYO McSeis 170 a 24 canali con memorizzazione incrementale dei segnali per ogni traccia. I segnali di ciascun canale sono stati digitalizzati tramite un convertitore A/D per una lunghezza di registrazione pari a 100 o 200 millesimi di secondo,

visualizzati su CRT in tempo reale e quindi memorizzati su dischetti da 3,5". Le energizzazioni del terreno sono state effettuate mediante percussioni di massa battente (mazza con testa da 8 kg) su idonei contrasti, come visibile negli esempi delle foto precedenti. La lettura di tutti i tempi relativi ai primi arrivi delle onde di compressione P e di taglio S è stata effettuata con routine automatica e controllo manuale da tastiera.

Sono stati utilizzati gruppi di geofoni verticali SunFull 40 Hz ed orizzontali OYO 14 Hz. I tempi zero di energizzazione sono stati rilevati mediante l'utilizzo di *hammer - switch*.

2.2.3 Risultanze dell'indagine sismica

La finalità specifica dell'indagine è rappresentata essenzialmente dal conseguimento di informazioni relative alla successione stratigrafica locale ed alle caratteristiche fisico - meccaniche (in particolare lo stato di densità) dei terreni: ai valori delle velocità sismiche misurate è infatti

possibile associare un significato nei riguardi del grado di compattezza dei materiali contestualmente alle caratteristiche geolitologiche esistenti nell'area in esame.

Ai vari sismostrati è stato associato un significato geologico – stratigrafico sulla base delle evidenze apprezzabili in affioramento, delle condizioni geomorfologiche locali e dal raffronto con i risultati delle perforazioni geognostiche (i dati stratigrafici ottenuti dalle perforazioni sono stati visionati ad elaborazioni concluse, al fine di non essere sottoposti a condizionamenti nel corso delle varie fasi di *processing* dei dati). Si rimanda agli elaborati grafici allegati per l'analisi dei risultati ottenuti.

Sezioni sismostratigrafiche SS1 - SS2

Gli stendimenti "in onde p" individuano quattro orizzonti sismici, quelli "in onde s" solo tre: assai verosimilmente, di conseguenza, quello caratterizzato dal range $V_p = 1.75 - 1.88$ km/s è determinato dalla

presenza della falda (non a caso il rifrattore si presenta pressoché piatto, ad una profondità di 5.0 – 6.0 m dal piano campagna).

I primi due sismostrati sono costituiti da eventuali riporti superficiali e da depositi alluvionali attuali – recenti in condizioni di densità da bassa a media. Il più superficiale è caratterizzato da potenza estremamente ridotta (mediamente inferiore a 2.5 m), mentre il sottostante resta presente fino a 13.0 – 15.0 m di profondità dal p. c. (saturo a partire dalla profondità di 5.0 – 6.0 m).

Il rifrattore più profondo coincide pressoché perfettamente con la presenza, nelle perforazioni geognostiche eseguite nei dintorni, di un orizzonte nel quale le frazioni fini (limo – argillose) risultano decisamente più rappresentate e con ogni probabilità, associate al carico dei terreni soprastanti, conferiscono ai depositi alluvionali una densità molto elevata. Le velocità delle onde di compressione, infatti, superano abbondantemente i 2.0 km/s e quelle delle onde di taglio i 1.0 km/s: tali valori possono già rientrare, potenzialmente, nell'ambito di materiali con caratteristiche litoidi.

Sezioni sismostratigrafiche SS3 - SS4

Sia gli stendimenti "in onde p" che quelli "in onde s" individuano tre soli orizzonti sismici: sostanzialmente, in questo caso, il tetto dei depositi alluvionali in condizioni di densità media coincide quasi alla perfezione con il rifrattore riconducibile alla falda. Il rapporto V_p/V_s (*range* $V_p = 1.72 - 2.07$ km/s, *range* $V_s = 0.45 - 0.58$ km/s) dimostra come l'innalzamento delle velocità delle

onde "p" non possa essere dovuto solo ad un aumento di densità dei terreni, ma pressoché certamente anche alla presenza di falda (a profondità quasi perfettamente costante in SS3: 4.0 – 5.0 m dalla sommità del rilevato stradale).

E' di nuovo presente il rifratore profondo molto denso coincidente con l'orizzonte ricco in frazioni fini (limo – argillose). La profondità dello stesso dal piano campagna è normalmente costante (circa 15.0 m), ma partendo dalla zona corrispondente al rilevato stradale e spostandosi verso l'attuale asta idrografica esso pare approfondirsi fino a oltre 20 m dal p.c.

2.3 Indagine sismica down-hole

2.3.1 Descrizione del metodo

Il metodo "down – hole" prevede il posizionamento di strumenti riceventi (idrofoni, geofoni triassiali) all'interno di un foro di sondaggio preventivamente condizionato con idoneo rivestimento in PVC $\varphi = 80$ mm cementato e dotato di chiusura di fondo, e la generazione di energia sismica in superficie in prossimità del boccaforo.

Scopo dell'indagine "down - hole" è l'individuazione delle variazioni di velocità dei fronti d'onda elastici (onde "p" ed "s") lungo la verticale di perforazione ed in un suo immediato intorno, al fine di ottenere informazioni supplementari sulle condizioni fisico – meccaniche dei terreni.

Nel caso specifico è stata focalizzata l'attenzione sulla propagazione delle onde sia di compressione che di taglio per ricostruire le relative "colonne di velocità".

L'impulso elastico è stato generato, presso ogni sito, attraverso la percussione di una massa battente (mazza con testa pesante 8.0 kg dotata di interruttore "hammer – switch") su strumenti di contrasto idonei a generare onde di compressione "p" e di taglio "s", vincolati stabilmente al terreno a distanza nota dal boccaforo.

Il ricevitore da foro utilizzato è un geofono triassiale prodotto e commercializzato da "Ambrogeo" di Rivergaro (PC), dotato di pistoni di ancoraggio comandati dalla superficie mediante un sistema pneumatico

che consentono di ottenere un perfetto accoppiamento tra i sensori e le pareti interne del rivestimento in PVC alle varie profondità di misura.

L'unità di registrazione è costituita da un sismografo OYO McSeis 170F a 24 canali con memorizzazione incrementale dei segnali per ogni traccia. I segnali di ciascun canale sono stati

digitalizzati per una lunghezza di registrazione pari a 100 ms, visualizzati su CRT in tempo reale e quindi memorizzati su dischetti da 3,5".

I tempi di percorso dei fronti d'onda dal punto sorgente al ricevitore in foro vengono individuati considerando traiettorie dirette. Nella realtà sono possibili piccole deviazioni dal percorso diretto a causa di

modeste rifrazioni, ma tali effetti risultano generalmente trascurabili.

In sede di elaborazione è necessario operare una correzione dei tempi di arrivo misurati, in quanto gli impulsi elastici vengono generati non esattamente presso l'imboccatura del foro ma ad una certa distanza dalla stessa. Nota tale distanza e la profondità dei ricevitori (nello specifico del geofono triassiale) si correggono i tempi di ogni acquisizione mediante una semplice operazione trigonometrica; in particolare: $t_{corr} = t \cos \alpha$, dove t è il tempo misurato e α è l'angolo compreso tra la verticale del foro ed il tratto di retta che congiunge

il ricevitore in foro ed il punto di energizzazione in superficie.

Il metodo "down - hole" consente di evidenziare fenomeni di inversione di velocità lungo la verticale che non potrebbero essere individuati attraverso le classiche metodologie sismiche a rifrazione dalla superficie.

I primi arrivi delle onde "p" ed "s" alle varie profondità di registrazione sono stati graficati sui diagrammi dromocronici riportati in allegato: questo presenta sull'asse delle ascisse i tempi di arrivo espressi in millisecondi e sull'asse delle ordinate le profondità alle quali sono state effettuate le acquisizioni (in metri).

Il "picking" dei primi arrivi è stato eseguito mediante il software "SeisRefa".

2.3.2 Modalità operative

Le caratteristiche specifiche delle prospezioni "down - hole" eseguite sono riportate nella tabella seguente:

Prospezione	Data:	Numero acquisizioni "onde p"	Numero acquisizioni "onde s"	Step (m)
DH in S16	12.08.09	39	39	1.0

Il geofono triassiale utilizzato ha consentito di acquisire in contemporanea l'arrivo delle onde elastiche attraverso un geofono verticale "V" e due geofoni orizzontali "Ox" e "Oy", orientati secondo una terna

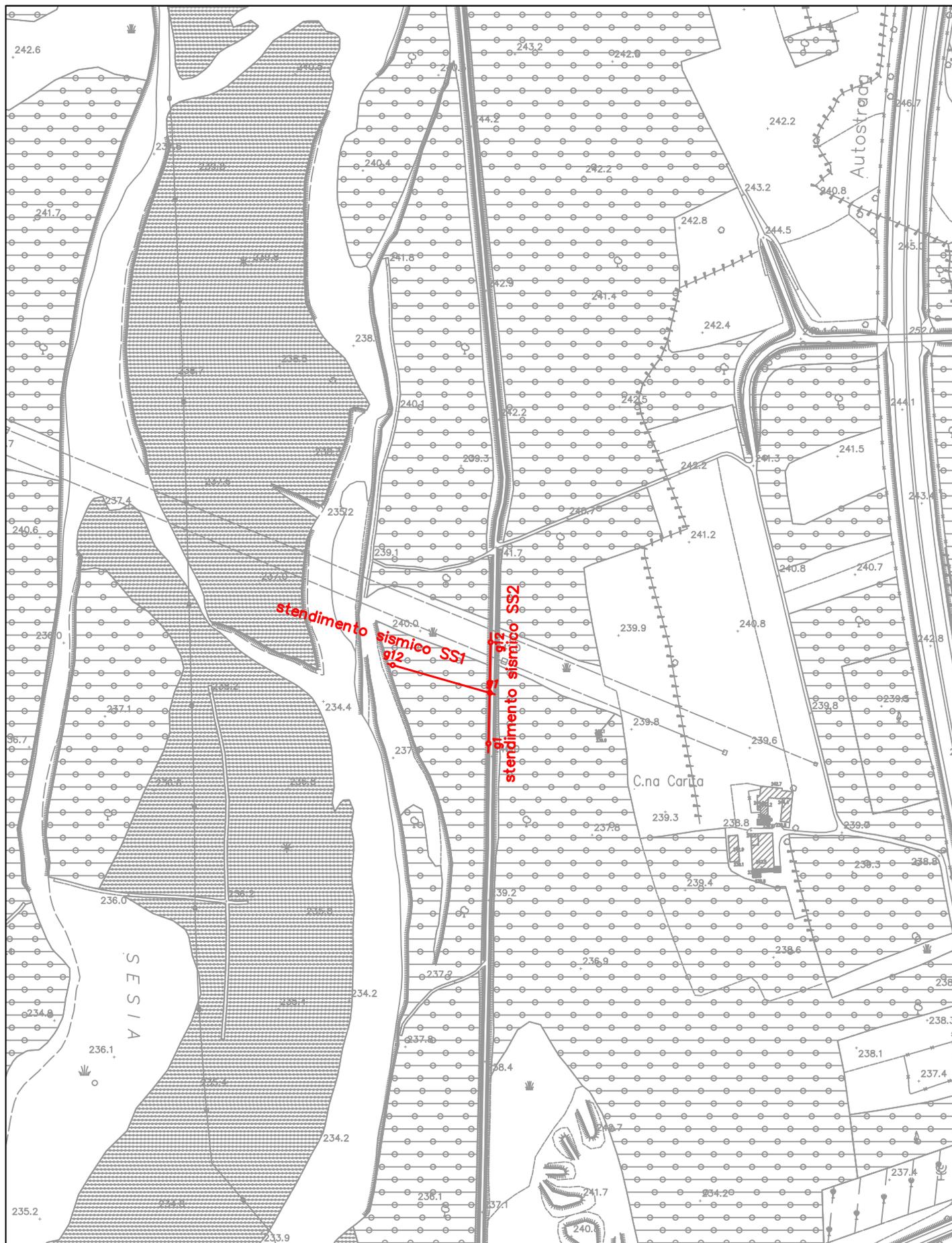
cartesiana. Sono stati utilizzati due differenti strumenti di contrasto (entrambi visibili nelle fotografie precedenti) al fine di enfatizzare sia l'arrivo delle onde di compressione sia quello delle onde di taglio.

2.2.3 Risultanze dell'indagine sismica

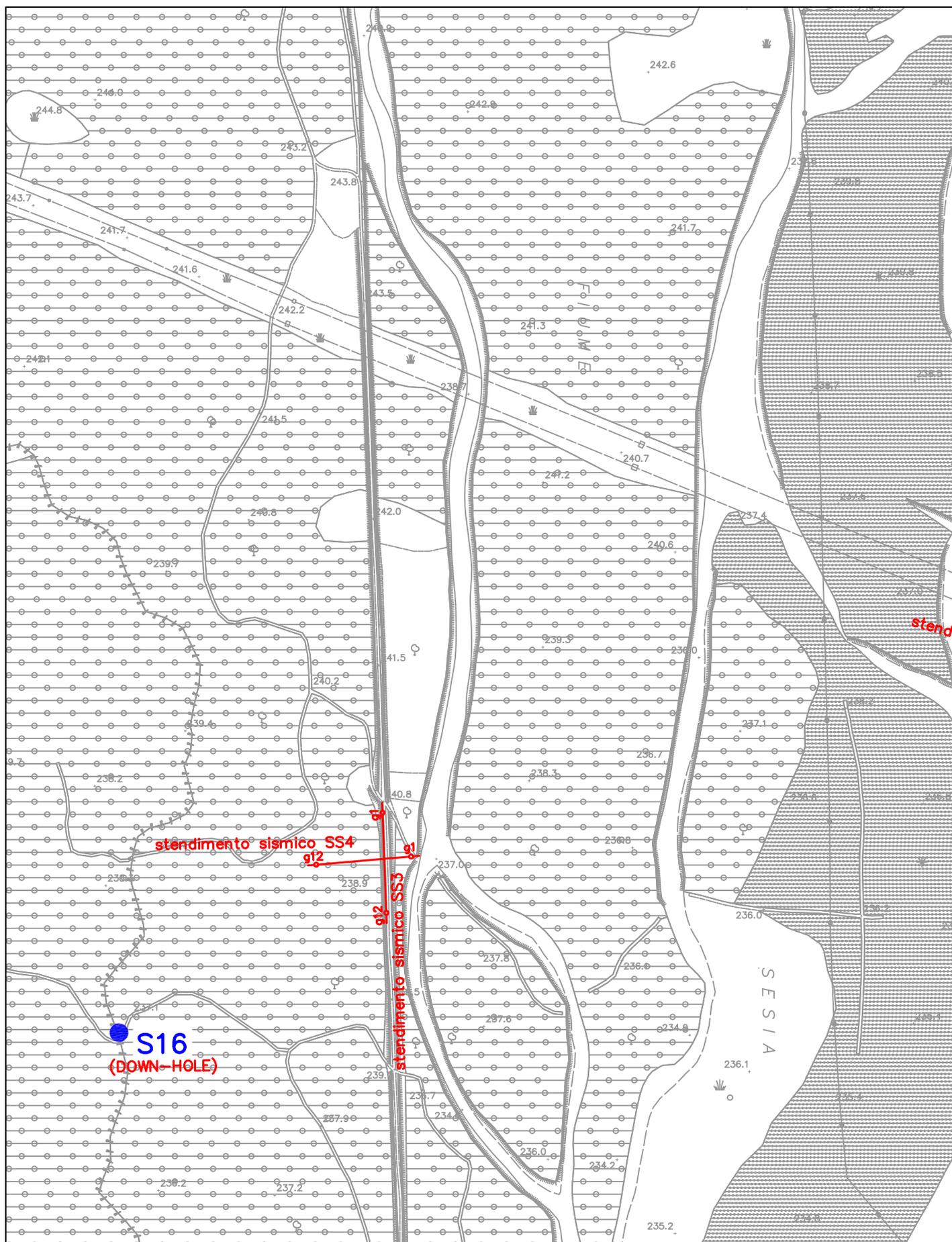
I risultati confermano sostanzialmente quanto evidenziato, con minor dettaglio, dagli stendimenti a rifrazione:

alla profondità di circa 8.0 m, nel caso specifico, si verifica l'innalzamento brusco di Vp (dovuto alla presenza di falda) associato a un modesto aumento di Vs: evidentemente, in corrispondenza del tetto della falda si verifica realmente un aumento (per quanto limitato) della densità dei terreni. Successivamente, a 18.0 m dal p. c., il netto aumento dei valori sia di Vp che di Vs è associato all'orizzonte molto denso nel quale sono decisamente più rappresentate le frazioni fini (limo – argillose).

3. Allegati

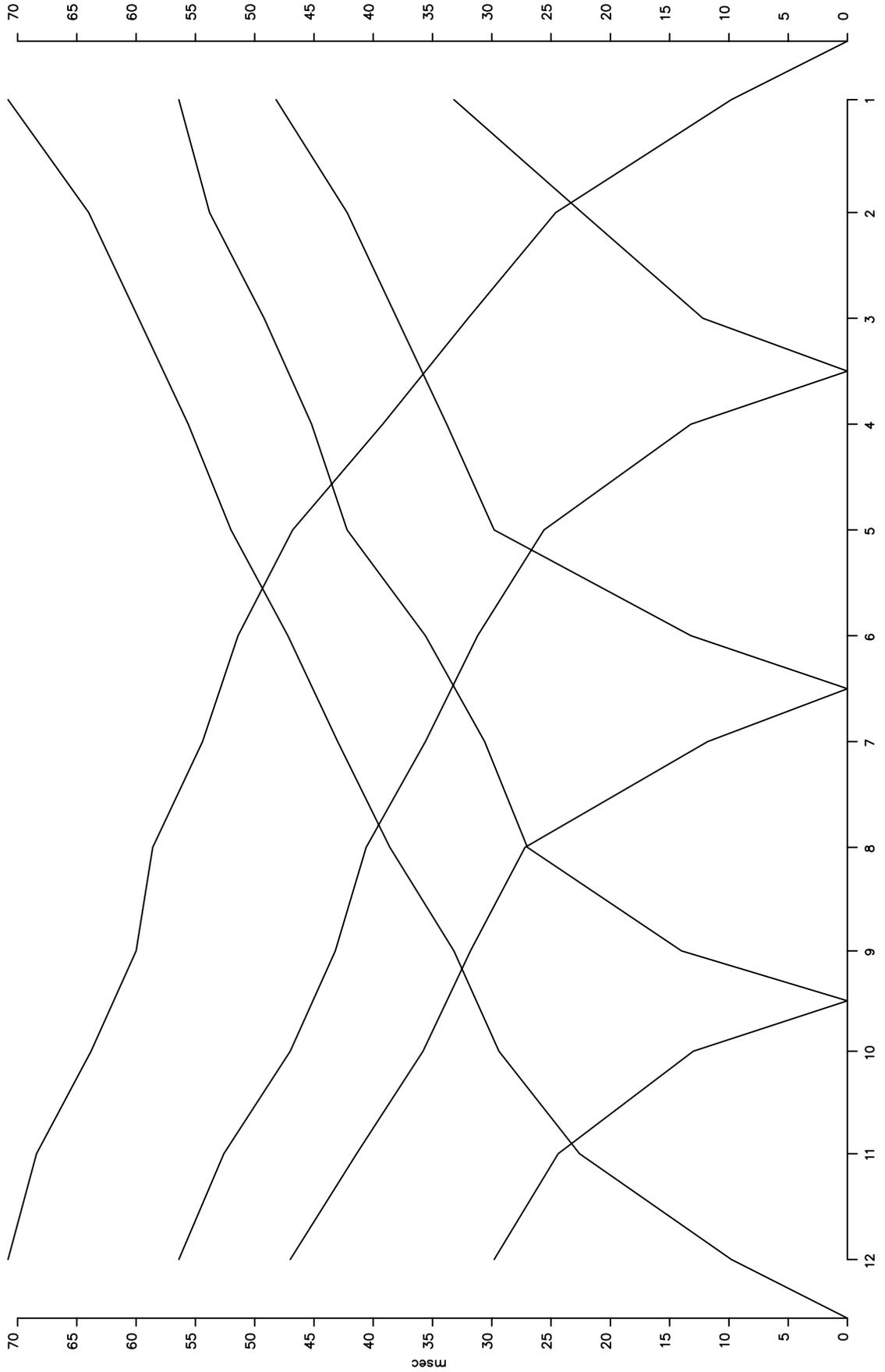


UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME SESIA,
 IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO PREVISTO PRESSO LO "SVINCOLO
 INTERCONNESSIONE A26", SCALA 1:5000

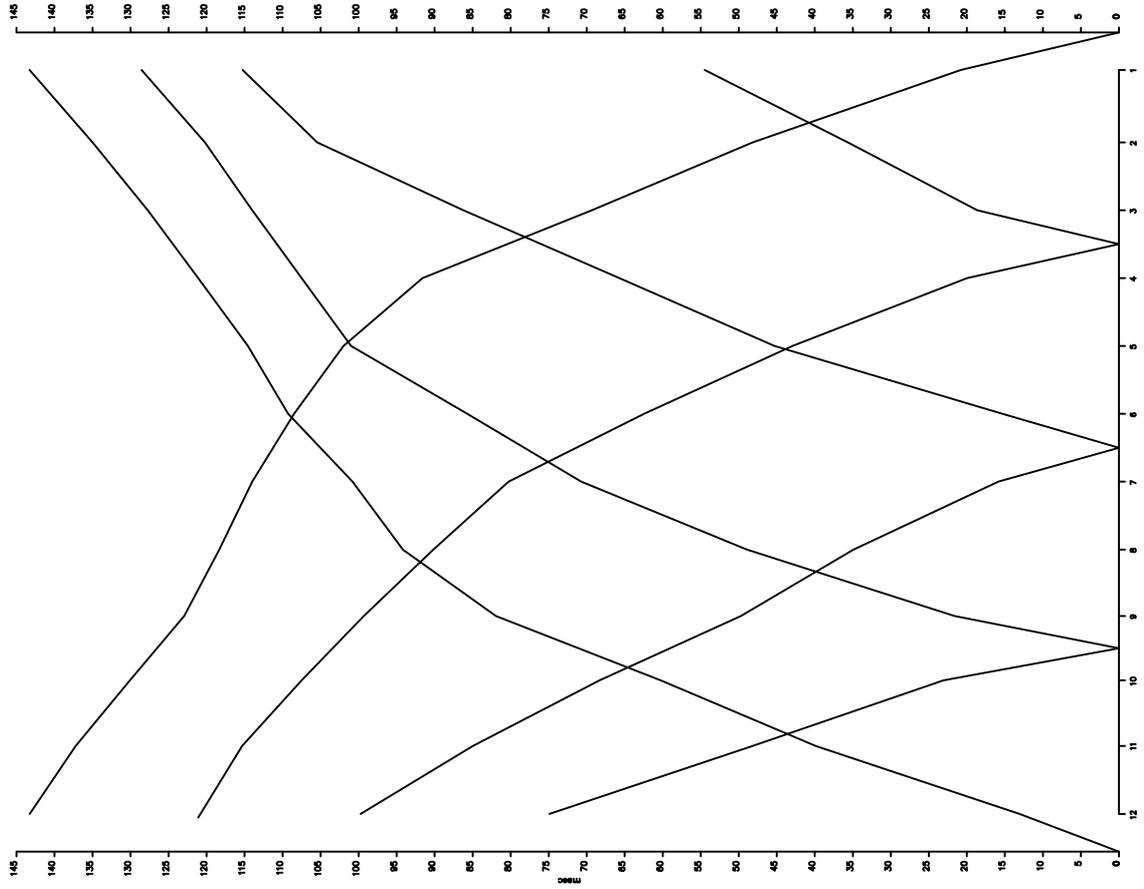


UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE IN SPONDA DESTRA DEL FIUME SESIA, IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO PREVISTO PRESSO LO "SVINCOLO INTERCONNESSIONE A26", SCALA 1:5000

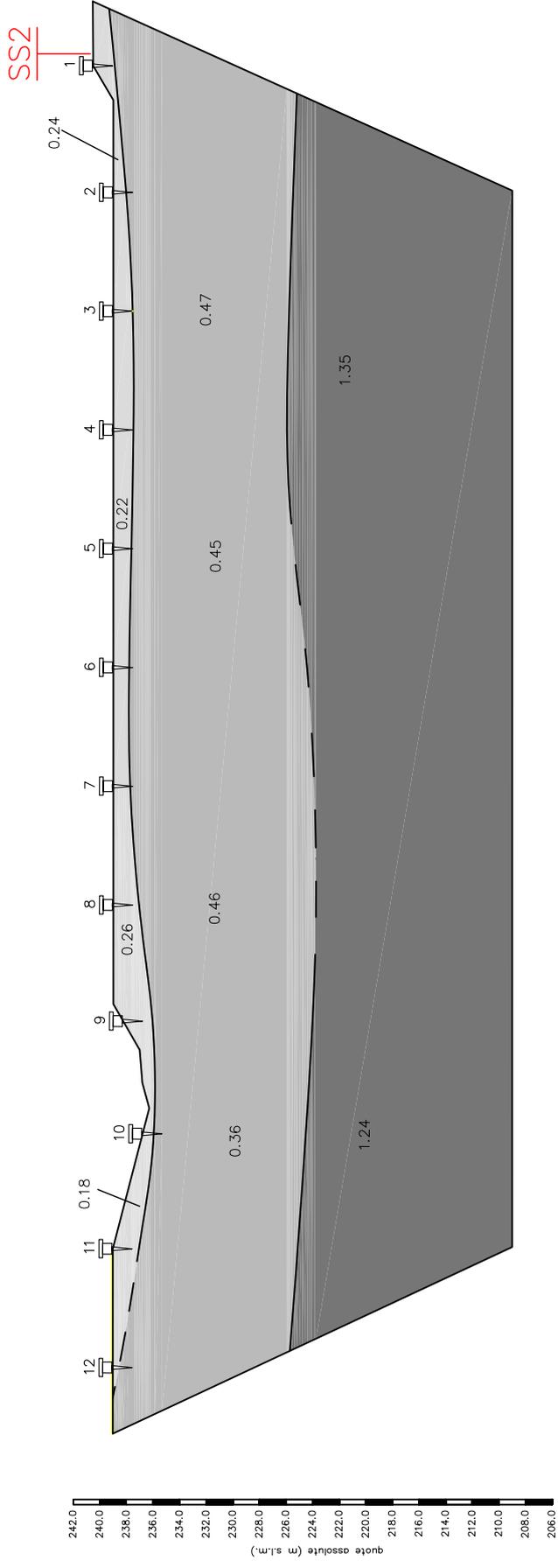
STENDIMENTO SISMICO SS1: DROMOCRONE "ONDE P",
SCALA 1:500



STENDIMENTO SISMICO SS1: DROMOCRONE "ONDE S",
SCALA 1:1000



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA SS1 "ONDE S", SCALA 1:500



range Vs (km/s)



0.18–0.26: riporti e depositi alluvionali in condizioni di densità bassa.

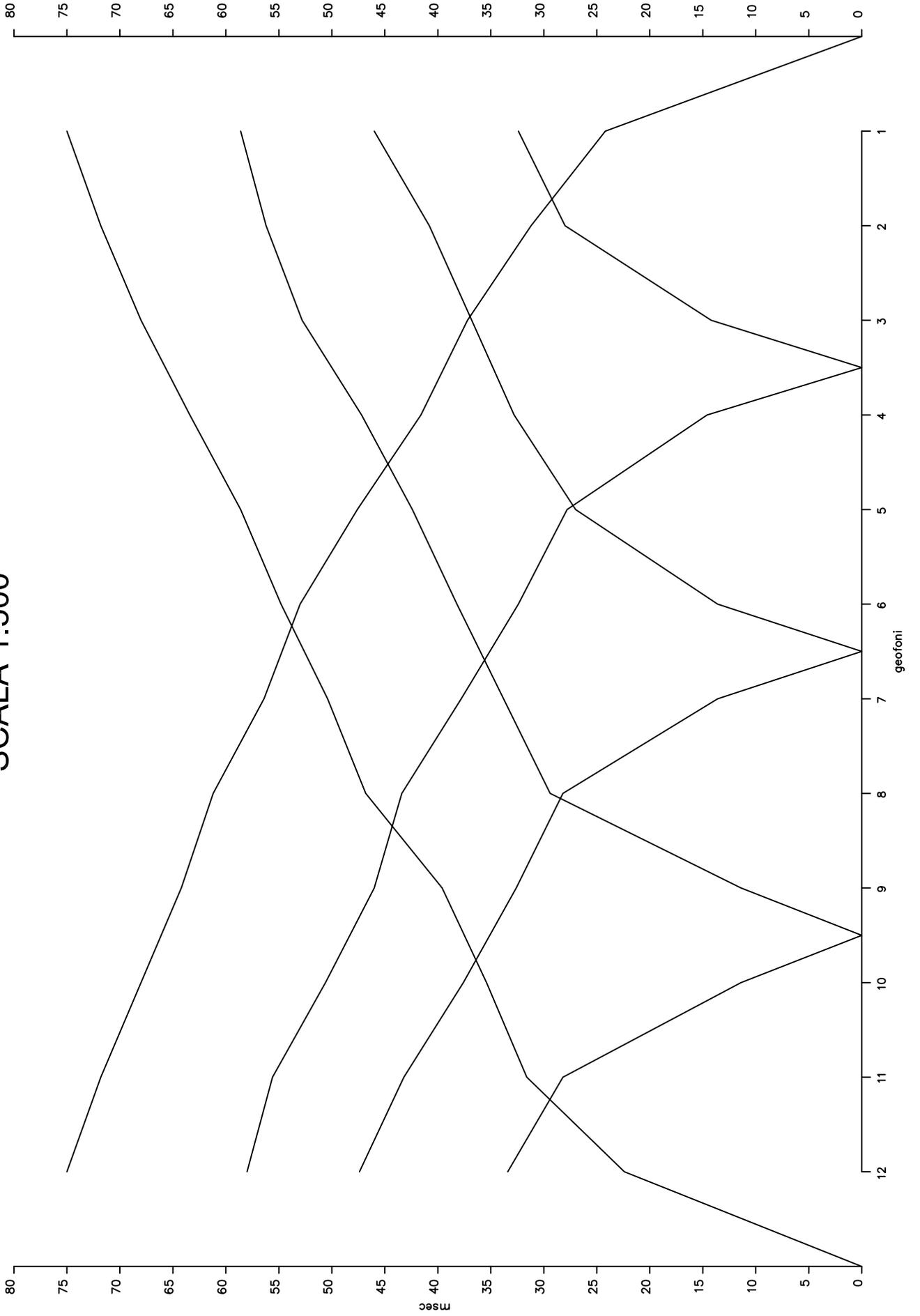


0.36–0.47: depositi alluvionali a granulometria anche grossolana ed in condizioni di densità media.



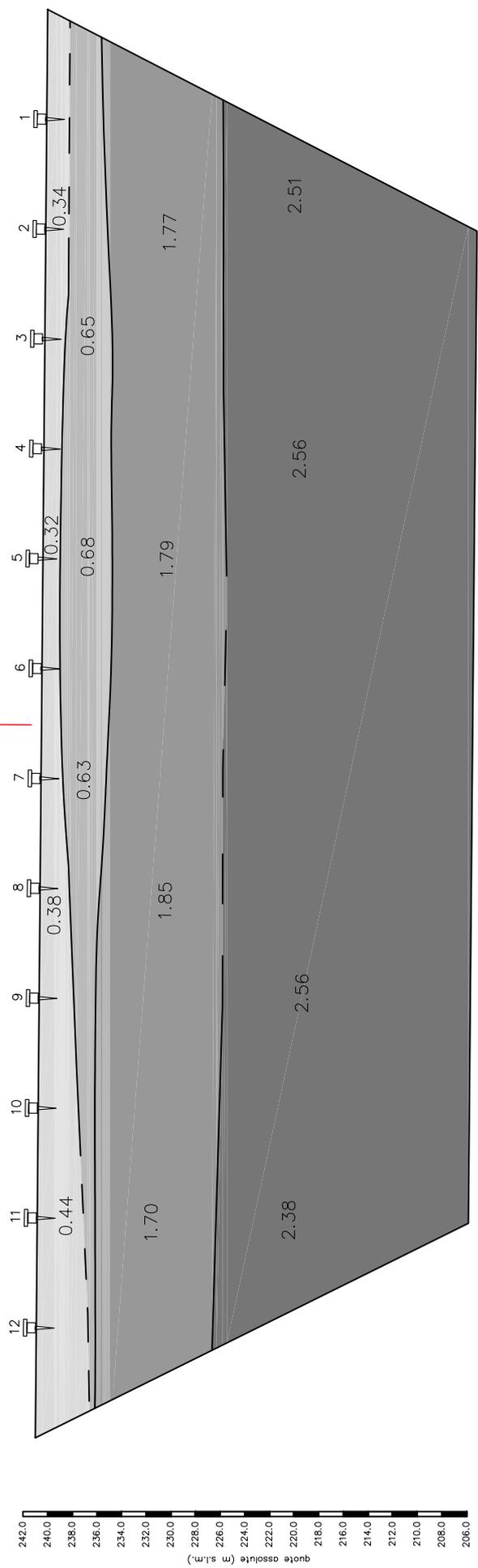
1.24–1.35: depositi alluvionali saturi ed in condizioni di elevata densità

STENDIMENTO SISMICO SS2: DROMOCRONE "ONDE P",
SCALA 1:500



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA SS2 "ONDE P", SCALA 1:500

SS1



range V_p (km/s)



0.34–0.44: riporti e depositi alluvionali in condizioni di densità bassa.



0.63–0.68: depositi alluvionali a granulometria anche grossolana ed in condizioni di densità media.

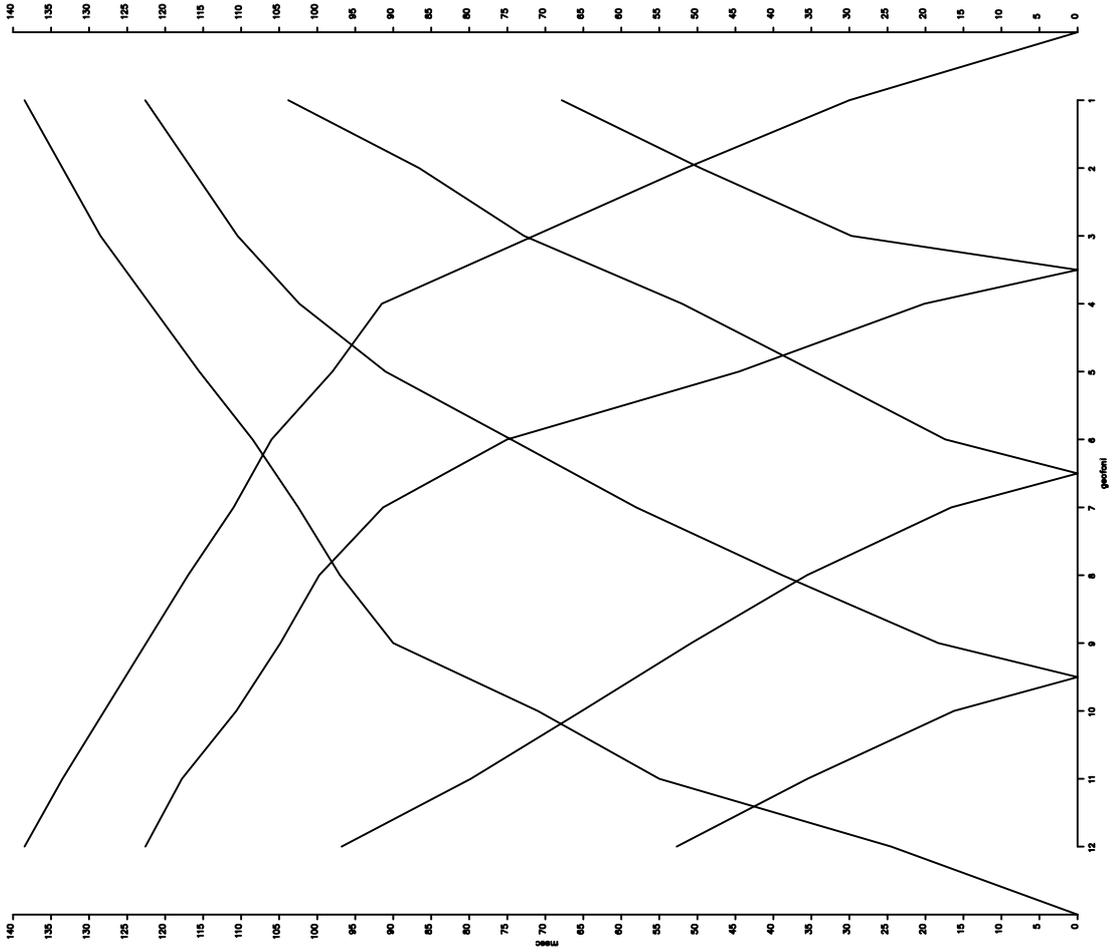


1.70–1.85: depositi alluvionali saturi (l'interfaccia superiore del rifrattore rappresenta molto verosimilmente il tetto della falda).

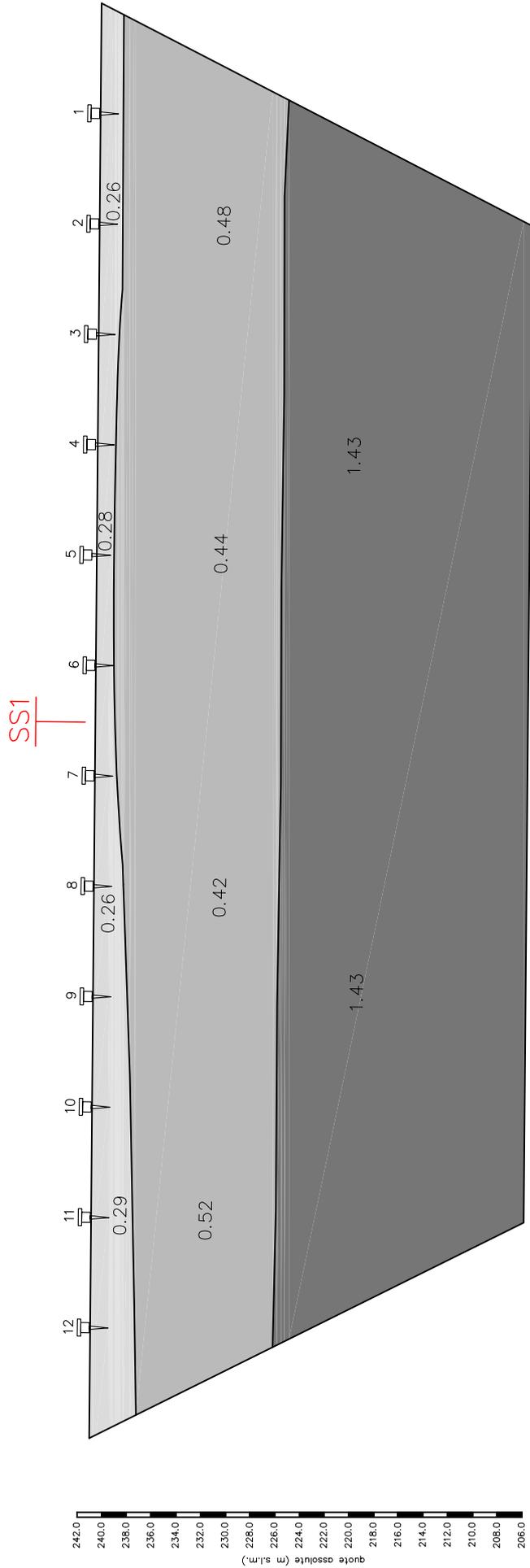


2.38–2.56: depositi alluvionali saturi ed in condizioni di elevata densità

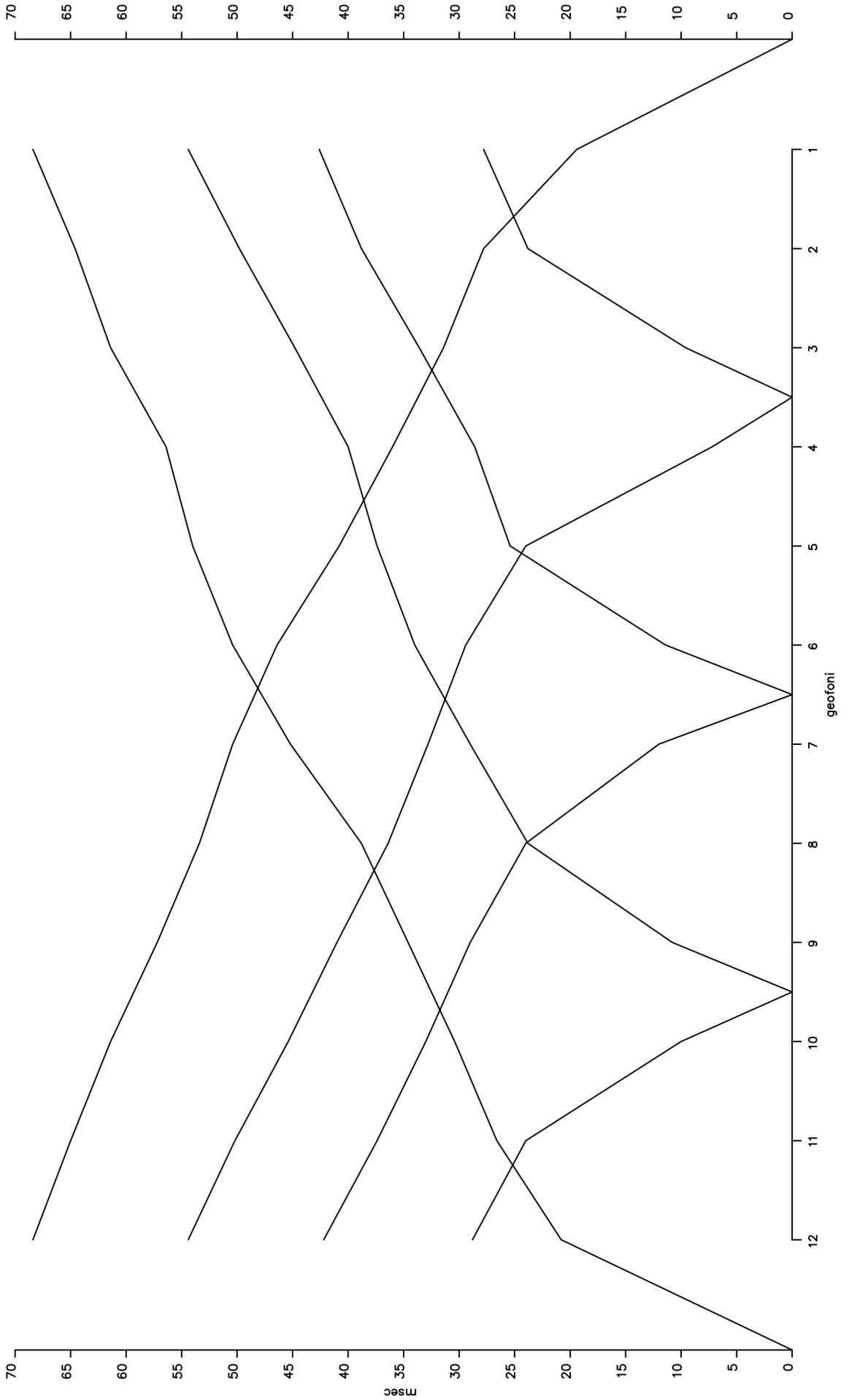
STENDIMENTO SISMICO SS2: DROMOCRONE "ONDE S",
SCALA 1:1000



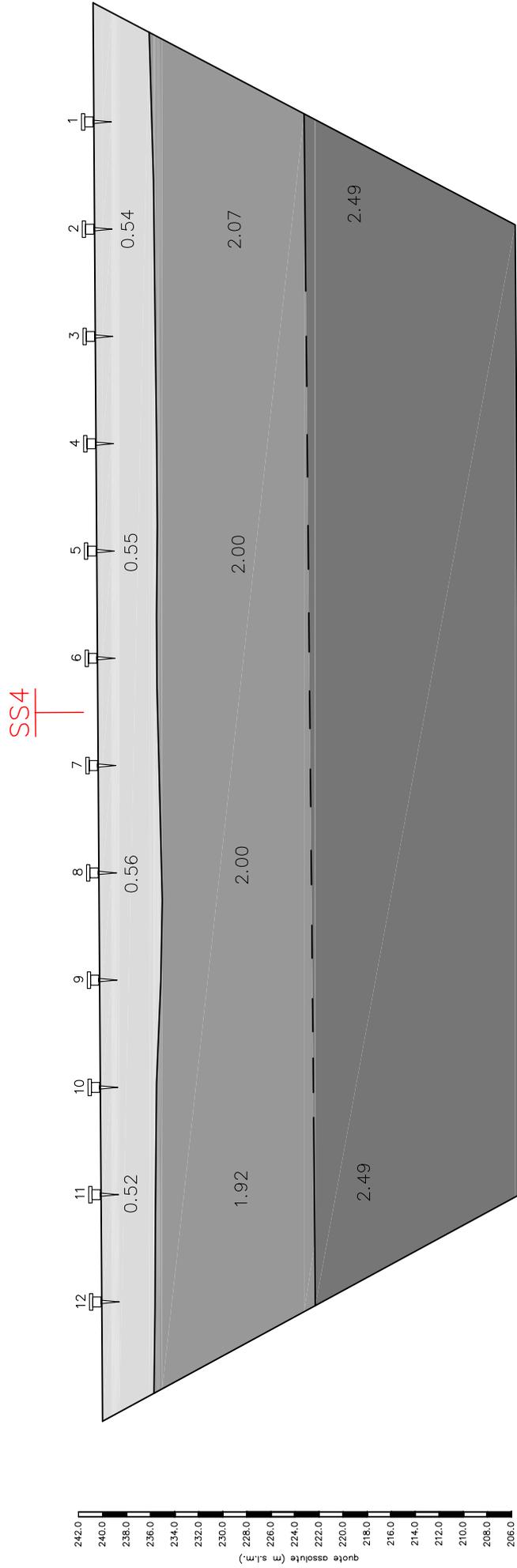
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA SS2 "ONDE S", SCALA 1:500



STENDIMENTO SISMICO SS3: DROMOCRONE "ONDE P",
SCALA 1:500



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA SS3 "ONDE P", SCALA 1:500



range Vp (km/s)



0.52–0.56: riporti e depositi alluvionali in condizioni di densità media.

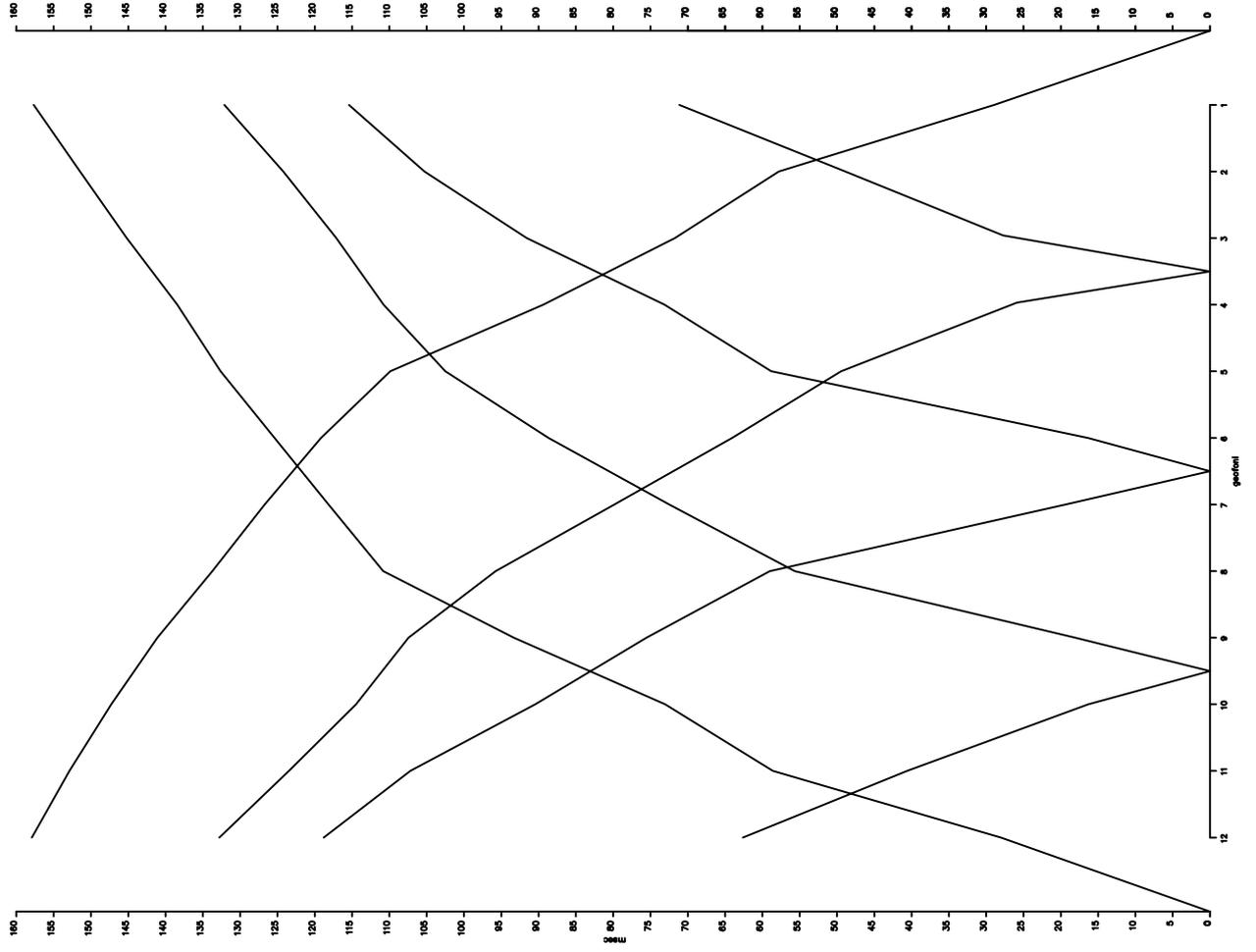


1.92–2.07: depositi alluvionali saturi (l'interfaccia superiore del rifrattore rappresenta molto verosimilmente il tetto della falda).

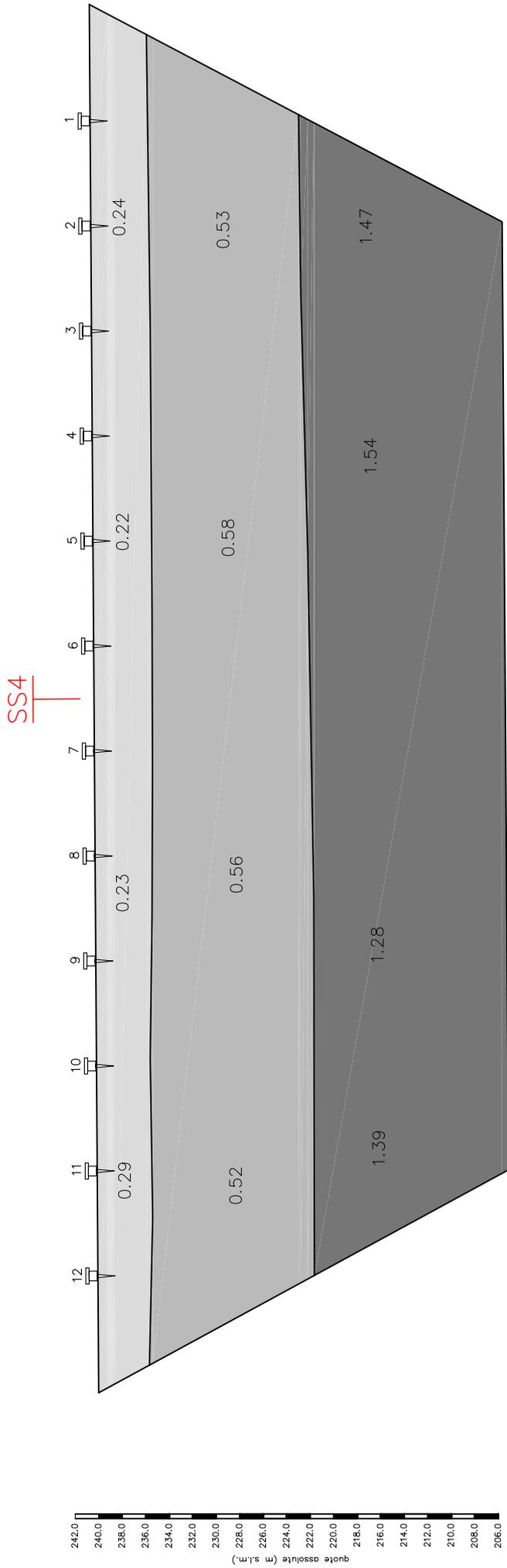


2.49: depositi alluvionali saturi ed in condizioni di elevata densità

STENDIMENTO SISMICO SS3: DROMOCRONE "ONDE S",
SCALA 1:1000



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA SS3 "ONDE S", SCALA 1:500



range Vp (km/s)



0.22–0.29: riporti e depositi alluvionali in condizioni di densità media.

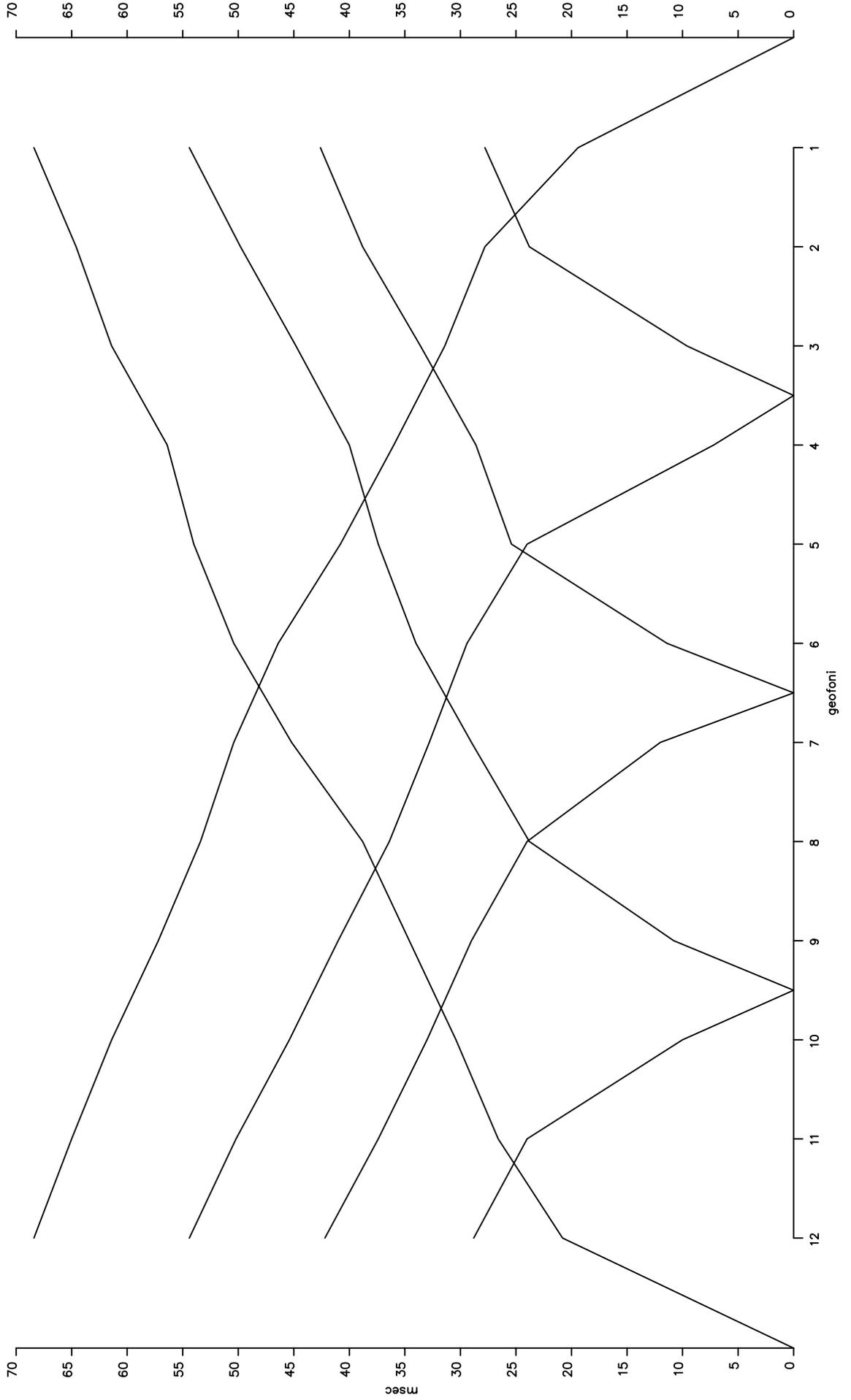


0.52–0.58: depositi alluvionali a granulometria anche grossolana ed in condizioni di densità media.

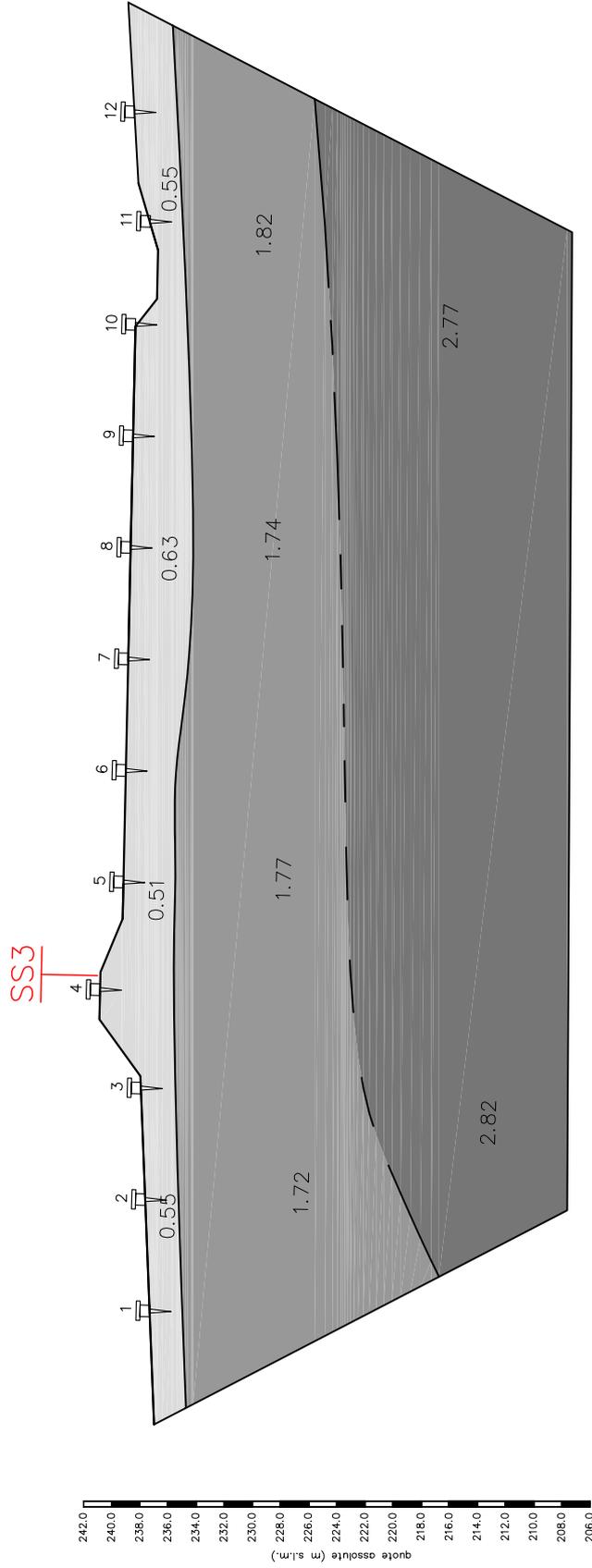


1.28–1.54: depositi alluvionali in condizioni di elevata densità.

STENDIMENTO SISMICO SS4: DROMOCRONE "ONDE P",
SCALA 1:500



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA SS4 "ONDE P", SCALA 1:500



range V_p (km/s)



0.51–0.63: riporti e depositi alluvionali in condizioni di densità media.

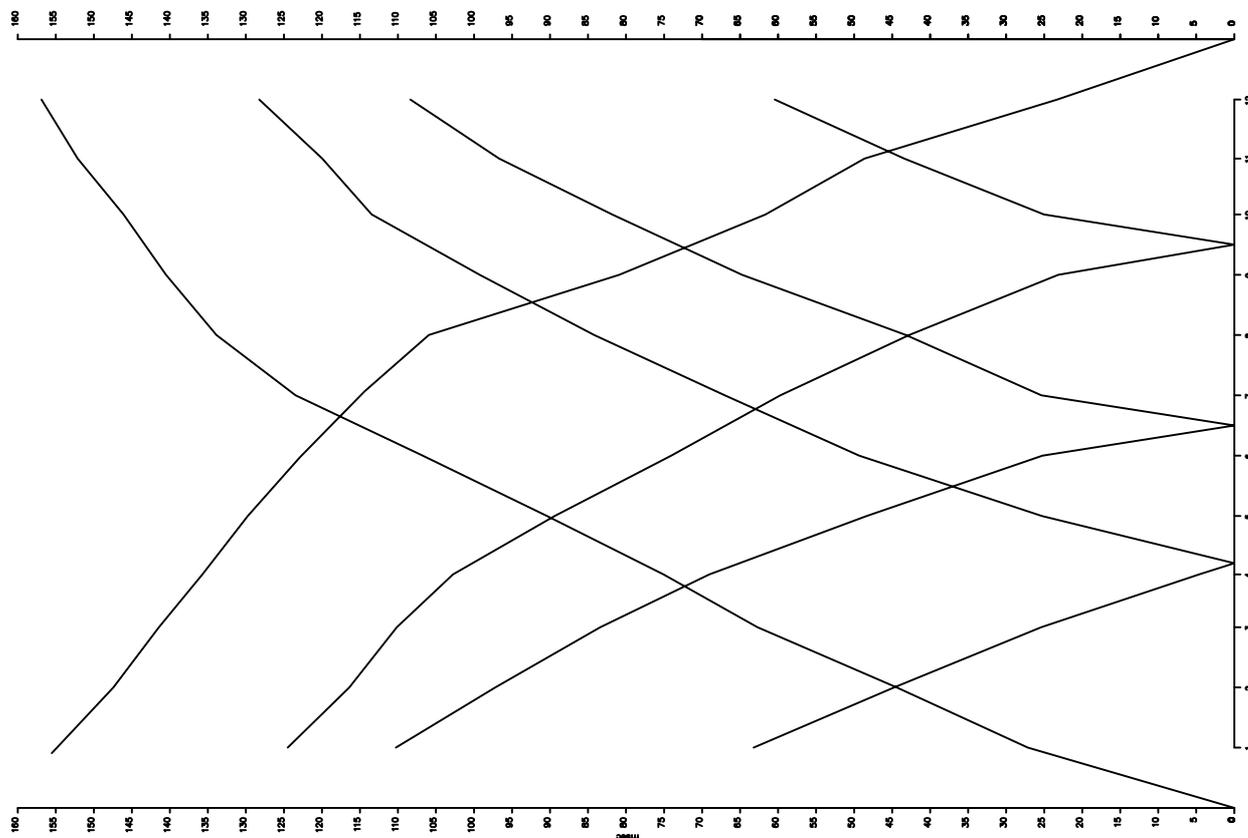


1.72–1.82: depositi alluvionali saturi (l'interfaccia superiore del rifratore rappresenta molto verosimilmente il tetto della falda).

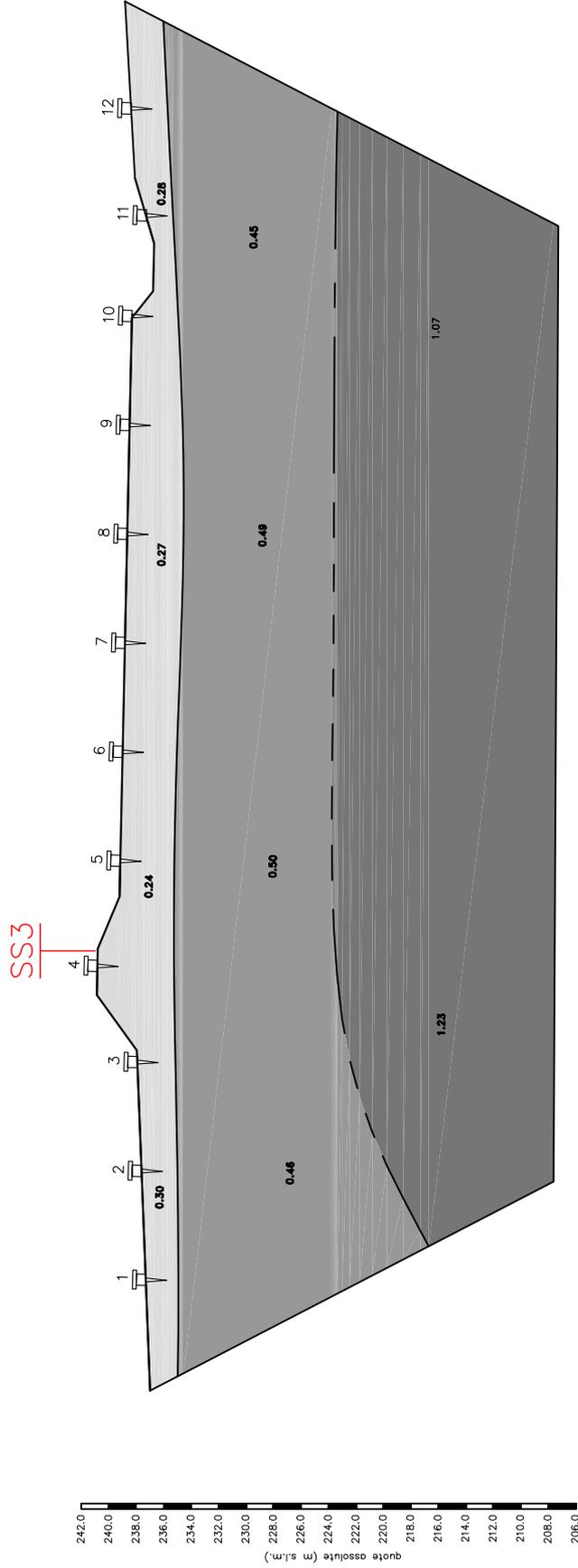


2.82–2.77: depositi alluvionali saturi ed in condizioni di elevata densità

STENDIMENTO SISMICO SS4: DROMOCRONE "ONDE S",
SCALA 1:1000



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA SS4 "ONDE S", SCALA 1:500



range Vs (km/s)



0.24–0.30: riporti e depositi alluvionali in condizioni di densità media.



0.45–0.50: depositi alluvionali a granulometria anche grossolana ed in condizioni di densità media.



1.07–1.23: depositi alluvionali in condizioni di elevata densità.

DOWN-HOLE IN SONDAGGIO S16 - ONDE P

Distanza centro piastra da centro foro: m

idrofono	
nome (hx)	prof. da pc (m)

h1	1,00
h2	2,00
h3	3,00
h4	4,00
h5	5,00
h6	6,00
h7	7,00
h8	8,00
h9	9,00
h10	10,00
h11	11,00
h12	12,00
h13	13,00
h14	14,00
h15	15,00
h16	16,00
h17	17,00
h18	18,00
h19	19,00
h20	20,00
h21	21,00
h22	22,00
h23	23,00
h24	24,00
h25	25,00
h26	26,00
h27	27,00
h28	28,00
h29	29,00
h30	30,00
h31	31,00
h32	32,00
h33	33,00
h34	34,00
h35	35,00
h36	36,00
h37	37,00
h38	38,00
h39	39,00

fattore correttivo della profondità (m)	
---	--

h1	1,38
h2	2,21
h3	3,15
h4	4,11
h5	5,09
h6	6,07
h7	7,06
h8	8,06
h9	9,05
h10	10,05
h11	11,04
h12	12,04
h13	13,03
h14	14,03
h15	15,03
h16	16,03
h17	17,03
h18	18,03
h19	19,02
h20	20,02
h21	21,02
h22	22,02
h23	23,02
h24	24,02
h25	25,02
h26	26,02
h27	27,02
h28	28,02
h29	29,02
h30	30,02
h30	31,01
h30	32,01
h30	33,01
h30	34,01
h30	35,01
h30	36,01
h30	37,01
h30	38,01
h30	39,01

calcolo tempo corretto		
cos α	tmis (ms)	tcorr (ms)

0,7250	3,65	2,65
0,9033	4,80	4,34
0,9533	6,20	5,91
0,9729	7,60	7,39
0,9824	9,00	8,84
0,9877	10,70	10,57
0,9909	12,25	12,14
0,9930	14,05	13,95
0,9945	14,80	14,72
0,9955	15,20	15,13
0,9963	15,60	15,54
0,9969	16,00	15,95
0,9973	16,60	16,56
0,9977	17,20	17,16
0,9980	17,70	17,66
0,9982	18,20	18,17
0,9984	18,90	18,87
0,9986	19,70	19,67
0,9988	20,00	19,98
0,9989	20,50	20,48
0,9990	20,90	20,88
0,9991	21,30	21,28
0,9991	22,00	21,98
0,9992	22,70	22,68
0,9993	23,40	23,38
0,9993	23,80	23,78
0,9994	24,40	24,38
0,9994	25,10	25,09
0,9995	25,70	25,69
0,9995	26,20	26,19
0,9995	26,80	26,79
0,9996	27,40	27,39
0,9996	28,00	27,99
0,9996	28,70	28,69
0,9996	29,20	29,19
0,9997	29,80	29,79
0,9997	30,30	30,29
0,9997	31,00	30,99
0,9997	31,70	31,69

DOWN-HOLE IN SONDAGGIO S16 - ONDE S

Distanza centro piastra da centro foro: m

idrofono	
nome (hx)	prof. da pc (m)

h1	1,00
h2	2,00
h3	3,00
h4	4,00
h5	5,00
h6	6,00
h7	7,00
h8	8,00
h9	9,00
h10	10,00
h11	11,00
h12	12,00
h13	13,00
h14	14,00
h15	15,00
h16	16,00
h17	17,00
h18	18,00
h19	19,00
h20	20,00
h21	21,00
h22	22,00
h23	23,00
h24	24,00
h25	25,00
h26	26,00
h27	27,00
h28	28,00
h29	29,00
h30	30,00
h31	31,00
h32	32,00
h33	33,00
h34	34,00
h35	35,00
h36	36,00
h37	37,00
h38	38,00
h39	39,00

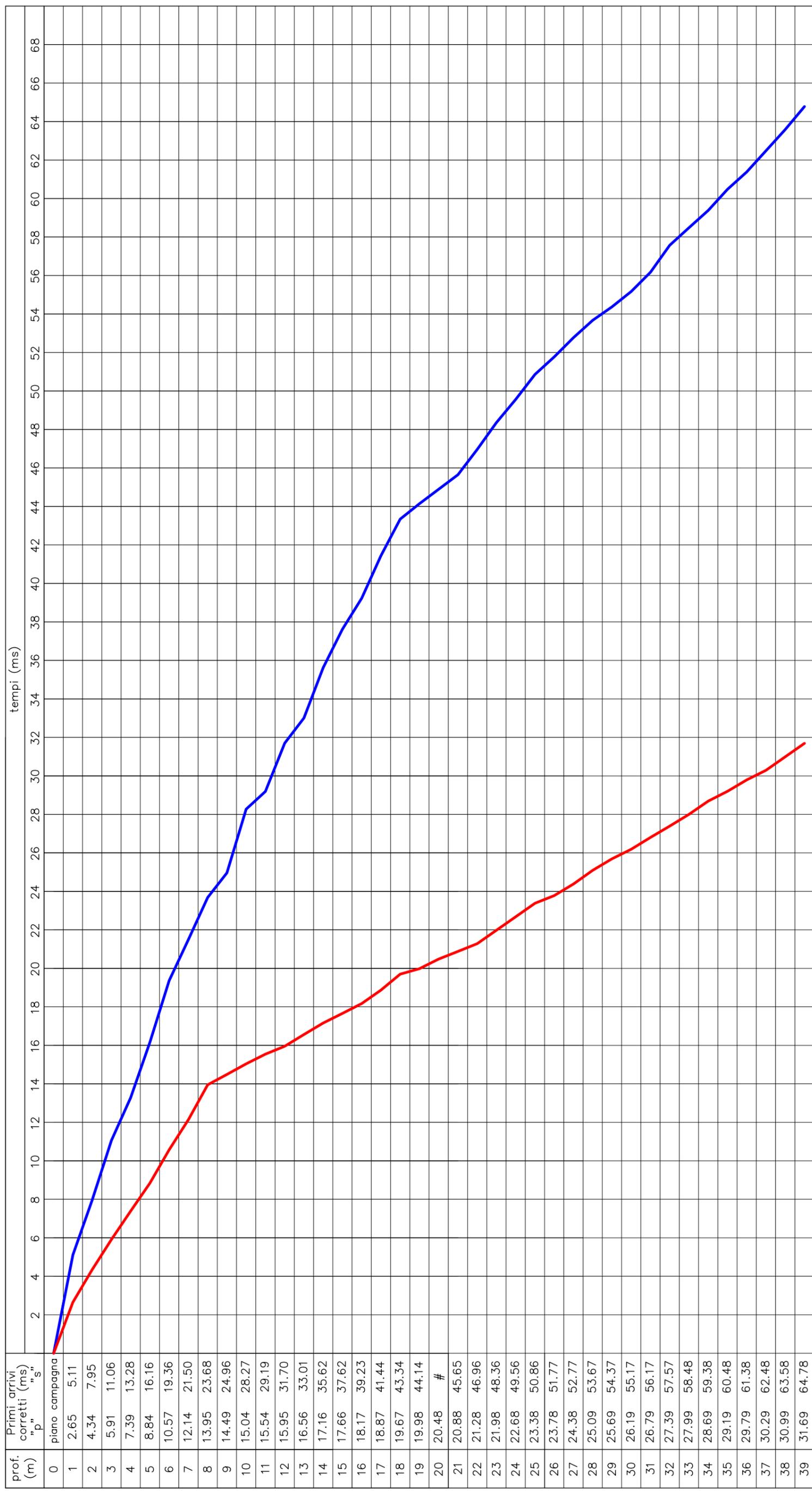
fattore correttivo della profondità (m)	
---	--

h1	1,38
h2	2,21
h3	3,15
h4	4,11
h5	5,09
h6	6,07
h7	7,06
h8	8,06
h9	9,05
h10	10,05
h11	11,04
h12	12,04
h13	13,03
h14	14,03
h15	15,03
h16	16,03
h17	17,03
h18	18,03
h19	19,02
h20	20,02
h21	21,02
h22	22,02
h23	23,02
h24	24,02
h25	25,02
h26	26,02
h27	27,02
h28	28,02
h29	29,02
h30	30,02
h30	31,01
h30	32,01
h30	33,01
h30	34,01
h30	35,01
h30	36,01
h30	37,01
h30	38,01
h30	39,01

calcolo tempo corretto		
cos α	t _{mis} (ms)	t _{corr} (ms)

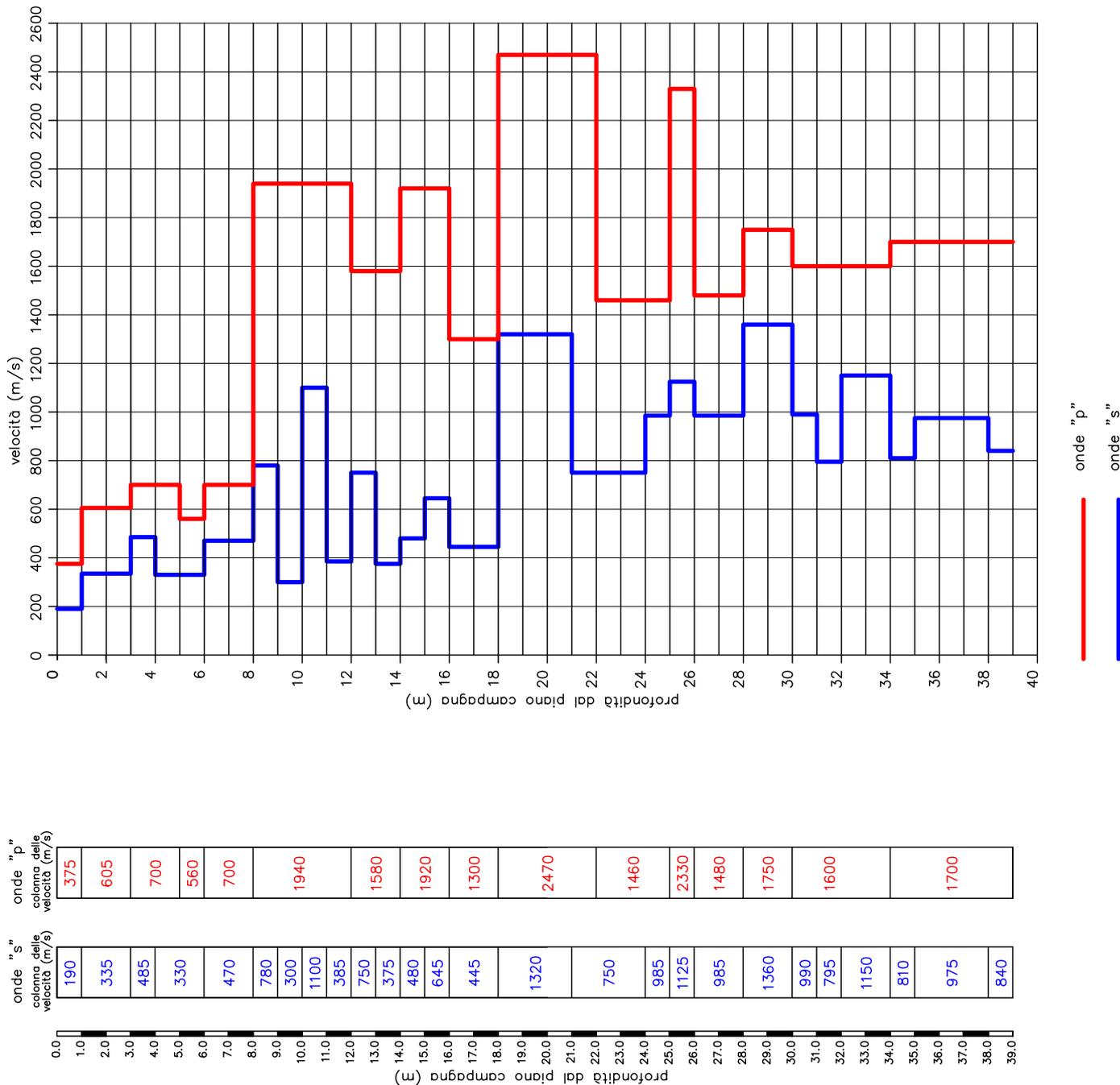
0,7250	7,05	5,11
0,9033	8,80	7,95
0,9533	11,60	11,06
0,9729	13,65	13,28
0,9824	16,45	16,16
0,9877	19,60	19,36
0,9909	21,70	21,50
0,9930	23,85	23,68
0,9945	25,10	24,96
0,9955	28,40	28,27
0,9963	29,30	29,19
0,9969	31,80	31,70
0,9973	33,10	33,01
0,9977	35,70	35,62
0,9980	37,70	37,62
0,9982	39,30	39,23
0,9984	41,50	41,44
0,9986	43,40	43,34
0,9988	44,20	44,14
0,9989	#	#
0,9990	45,70	45,65
0,9991	47,00	46,96
0,9991	48,40	48,36
0,9992	49,60	49,56
0,9993	50,90	50,86
0,9993	51,80	51,77
0,9994	52,80	52,77
0,9994	53,70	53,67
0,9995	54,40	54,37
0,9995	55,20	55,17
0,9995	56,20	56,17
0,9996	57,60	57,57
0,9996	58,50	58,48
0,9996	59,40	59,38
0,9996	60,50	60,48
0,9997	61,40	61,38
0,9997	62,50	62,48
0,9997	63,60	63,58
0,9997	64,80	64,78

DOWN-HOLE IN SONDAGGIO S16: PRIMI ARRIVI CORRETTI DELLE ONDE "p" ED "s" E DIAGRAMMA DROMOCRONICO



— onde "p"
— onde "s"

DOWN-HOLE IN SONDAGGIO S16: COLONNE DELLE VELOCITA' DELLE ONDE "p" ED "s"



DOWN-HOLE IN SONDAGGIO S4bis - ONDE P

Distanza centro piastra da centro foro: m

idrofono	
nome (hx)	prof. da pc (m)

h1	1,00
h2	2,00
h3	3,00
h4	4,00
h5	5,00
h6	6,00
h7	7,00
h8	8,00
h9	9,00
h10	10,00
h11	11,00
h12	12,00
h13	13,00
h14	14,00
h15	15,00
h16	16,00
h17	17,00
h18	18,00
h19	19,00
h20	20,00

fattore correttivo della profondità (m)	
---	--

h1	1,41
h2	2,24
h3	3,16
h4	4,12
h5	5,10
h6	6,08
h7	7,07
h8	8,06
h9	9,06
h10	10,05
h11	11,05
h12	12,04
h13	13,04
h14	14,04
h15	15,03
h16	16,03
h17	17,03
h18	18,03
h19	19,03
h20	20,02

calcolo tempo corretto		
cos α	t _{mis} (ms)	t _{corr} (ms)

0,7071	#	#
0,8944	4,10	3,67
0,9487	4,30	4,08
0,9701	4,70	4,56
0,9806	5,15	5,05
0,9864	6,60	6,51
0,9899	8,00	7,92
0,9923	9,45	9,38
0,9939	10,75	10,68
0,9950	12,35	12,29
0,9959	13,35	13,30
0,9965	14,20	14,15
0,9971	15,10	15,06
0,9975	16,10	16,06
0,9978	16,90	16,86
0,9981	17,90	17,87
0,9983	18,85	18,82
0,9985	19,80	19,77
0,9986	20,60	20,57
0,9988	21,40	21,37