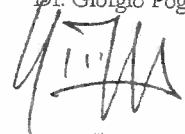


S728-S729-S730

INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE E
TOMOGRFIA SISMICA (WET TOMOGRAPHY) ONDE P E SH
CALCOLO DELLA VS30 – D.M. 14/01/2008
IN LOC. “BARGINO”
COMUNE DI SAN CASCIANO VAL DI PESA (FI)

RELAZIONE TECNICA

Geofisica Toscana S.a.s.
Il Direttore Tecnico
Dr. Giorgio Poggiali



Firenze, Luglio 2010

1. Premessa

Il presente lavoro viene svolto per conto di “Val di Chienti Carburanti S.r.l.” al fine di studiare, mediante prospezione sismica a rifrazione utilizzando onde di compressione P e di taglio SH, un'area sede di progetto per la realizzazione di un nuovo Distributore di Carburanti in località Bargino-Comune di San Casciano Val di Pesa (FI).



Fig. 1. Particolare dell'area oggetto di studio – loc. Bargino-San Casciano Val di Pesa (FI).

Dopo aver preso visione dell'area e delle problematiche ad esse connesse con il progettista incaricato per la parte geologica, **DOTT. GEOL. SERGIO TRIPPI**, è stata concordata un'indagine geofisica mediante sismica a rifrazione tesa a ricostruire, lungo le sezioni concordate, l'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. Inoltre, elaborando i dati con metodologia tomografica (“WET Tomography”), che permette di ottenere, attraverso un considerevole



numero di "energizzazioni" (7 per la sezione eseguita), ed un potente software di elaborazione, un'ottima caratterizzazione dei materiali presenti in funzione delle variazioni laterali e verticali di velocità.

L'impiego combinato delle onde di compressione e quelle di taglio consente di caratterizzare dinamicamente, tramite il calcolo delle velocità di propagazione delle onde compressionali (P) e di Taglio (SH), le litologie presenti nell'area d'indagine e determinarne la geometria (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo. L'impiego dei valori di velocità delle onde di taglio SH consente di ottenere i parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette V_{s30}), come richiesto dal nuovo D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni" che definisce cinque tipologie di suoli in funzione del valore di V_{s30} :

SUOLO DI FONDAZIONE	V_{s30}
A <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800 m/s
B <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s.	>360 m/s <800 m/s
C <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s	>180 m/s <360 m/s
D <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s.	<180 m/s
E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D, per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800/s$).	

Fig.1. Definizione delle categorie di suolo di fondazione in relazione alla V_{s30} .

La relazione tecnica riferisce sui risultati ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione mediante Onde P ed SH ed è corredata dalle seguenti documentazioni che ne costituiscono parte integrante:

- Planimetria CTR dell'area indagata con l'ubicazione del profilo sismico eseguito, scala 1:1.000 ed inquadramento planimetrico generale, **Tavola 01**;
- Diagrammi Tempi di arrivo-Distanze (Dromocrone sismiche) Onde P e SH, **Tavole 02-03-07-09**;
- Grafici delle profondità del rifrattore principale, sezioni sismostratigrafiche e tabelle Distanze-Profondità Onde P e SH, **Tavola 04**; sezioni litostratigrafiche Onde P e SH, **Tavola 05**, scala 1:500;
- grafici delle profondità determinate per i vari strati, sezioni sismostratigrafiche interpretate, tabelle Distanze-Profondità, ed in basso le sezioni litostratigrafiche ottenute, **Tavole 08 e 10**, scala 1:500;
- Sezioni Tomografiche Interpretate con scala in falsi colori delle velocità calcolate, **Tavole 06-11**, scala 1:500.

Di seguito viene descritto, se pur brevemente, lo schema operativo e le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, congiuntamente all'interpretazione scaturita dai dati elaborati.

2. Schema operativo

L'indagine, concordata e programmata con il progettista per la parte geologica incaricato, **DOTT. GEOL. SERGIO TRIPPI**, ha previsto lo studio di un'area, nei pressi di Bargino-San Casciano Val di Pesa (FI), mediante sismica a rifrazione con energizzazioni per onde P ed onde SH, allo scopo di definire le caratteristiche del substrato e dei terreni superficiali presenti.

La posizione delle prove di sismica a rifrazione è indicata nella planimetria inserita nella **Tavola 01** in scala 1:1.000 congiuntamente ad un inquadramento geografico generale.

Per quanto riguarda il rilievo, dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati, sono state stabilite le spaziatore reciproche tra i vari sensori e le distanze per le energizzazioni

esterne ai profili da rilevare. Per le sezioni eseguite è stata utilizzata una spaziatura di 5 m per la sezione 1-1' e di 4 m per le sezioni 2-2' e 3-3', mentre per quanto riguarda le distanze per le energizzazioni esterne ai profili, valori di ca. 20 metri sono risultati adeguati agli scopi dell'indagine. In totale sono stati acquisiti **432 metri lineari** di sezioni sismiche suddivise in quattro basi rispettivamente **120 ml** (onde P), **120 ml** (onde SH), **sezione 1-1'**, **96 ml** (onde P), **sezione 2-2'** e **96 ml** (onde P), **sezione 3-3'**.

3. Strumentazione, acquisizione e metodo di elaborazione dati

Tutti i metodi di indagine in sismica si basano sul principio che la velocità con cui la deformazione prodotta artificialmente si propaga nei terreni è funzione delle caratteristiche elastiche dei terreni stessi e pertanto la possibilità di determinare dette velocità con grande dettaglio permette di assegnare caratteri ragionevolmente realistici ai terreni da investigare e di seguirne l'andamento in profondità.

Un sistema digitale di acquisizione dati, in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo EG&G Geometrics mod. ES-2401 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control* che, con convertitore A/D a 14+1 bit, preceduto da un amplificatore a virgola mobile istantanea (IFP), permette di ottenere un range di 18+1 bit con escursione dinamica del segnale di 114 dB. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni verticali (24), mod. 14-600 della GEOSPACE, con frequenza propria di 14 Hz, e i geofoni orizzontali (24), mod. OYO GEOSPACE GS20DM con frequenza propria di 14 Hz 270 Ω di resistenza propria, 70 % di smorzamento e con bolla livellante.

I dati acquisiti vengono immagazzinati in memoria con risoluzione di 32 bit, visualizzati sul display a cristalli liquidi retroilluminato e quindi registrati su dischetti da 3,5"; possono inoltre essere stampati dalla stampante termica incorporata. I dati registrati possono essere richiamati dal dischetto e ulteriormente elaborati dal PC incorporato nel sismografo o trasportati su altri elaboratori per le successive elaborazioni.

La generazione di onde P è avvenuta mediante una massa battente ad impatto verticale, mentre per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave dove viene applicato un pendolo, alla cui estremità è appesa una massa battente. Tale struttura è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico. La tavola viene colpita lateralmente dalla massa battente a caduta libera, in modo da generare onde di taglio SH ad elevata energia. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio SH, che non costituiscono mai la prima fase, sono state effettuate energizzazioni ai due estremi della tavola, in modo da generare treni d'onda identici, ma in opposizione di fase. Ogni energizzazione viene quindi memorizzata su supporto magnetico sia singolarmente che, invertendo la fase, come somma.

Il metodo di elaborazione utilizzato nel corso delle analisi dei dati in rifrazione, è stato il *Generalized Reciprocal Method* (GRM) che consente di delineare rifrattori ondulati, ad ogni profondità e di numero infinito da dati sismici a rifrazione in linea che consistano di tempi-distanza in andata e ritorno. I tempi di arrivo a due sensori distinti e per profili in andata e ritorno sono combinati per ottenere la velocità del rifrattore, il calcolo della sezione tempi-profondità ed il fattore di conversione in profondità. Il fattore di conversione, e quindi il metodo, è indipendente dalla pendenza degli strati fino ad angoli superiori a 20 gradi. Il GRM in definitiva è un metodo di interpretazione globale e sintetico per il quale molti dei metodi esistenti sono dei casi particolari.

Oltre al GRM, in alcuni casi, è stato utilizzato, per conferma e confronto, un algoritmo di inversione che usa il *delay-time method* per ottenere un primo modello approssimato in profondità, che viene quindi affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed un processo di aggiustamento con iterazioni successive che tende a minimizzare le discrepanze tra i tempi di arrivo misurati in campagna ed il corrispondente modello di profondità.

Terminata la fase preliminare di verifica dati, mediante la metodologia GRM, è stato utilizzato un nuovo sistema di analisi dei dati sismici che consente di elaborare profili a bassa, media ed elevata copertura. Le dromocrone ricavate dall'interprete vengono elaborate sulla base di tre distinte metodologie analitiche: CMP (intercept time refraction), Plus-Minus e Wavefront. Il metodo Wavefront rappresenta una ulteriore ot-

timizzazione del metodo GRM. Invece di assumere come costante la distanza XY tra i vari ricevitori, il metodo Wavefront stima ad ogni geofono la distanza rispetto agli altri, attraverso l'angolo di emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici ondulate ed irregolari.

Il software "Rayfract", utilizzato nel corso del presente lavoro, permette, successivamente ai predetti passaggi, di utilizzare il metodo "Delta-t-V" che è in grado di evidenziare gradienti di velocità verticali all'interno degli strati, aumenti lineari di velocità con la profondità, faglie e locali anomalie di velocità. Il metodo Delta-t-V valuta la distribuzione delle velocità lungo il profilo di interesse. Ciò consente, sfruttando il metodo dell'inversione, di ottenere in corrispondenza delle varie stazioni installate, valori di profondità in funzione della velocità.

I dati così ottenuti vengono definitivamente elaborati mediante metodologia tomografica, "WET Tomography", che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

4. Analisi degli elaborati

Nei diagrammi delle Tavole 02-03-07-09 sono rappresentate le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (Onde P ed SH), i cui valori numerici sono riportati nelle Tabelle allegate.

Nei diagrammi tempi-distanze, in ascisse, in scala 1:500 sono riportate le distanze dei sensori dall'inizio dell'allineamento e, in ordinate, i tempi di arrivo, espressi in millisecondi agli stessi sensori.

Nella Tavola 04 è riportata in alto la sezione sismostratigrafica ottenuta mediante onde P, mentre in basso viene riportata la sezione sismostratigrafica interpretata ottenuta mediante onde SH. Le rappresentazioni propongono, in ascisse, in scala 1:500 le distanze dei sensori dall'inizio del profilo e, in ordinate, sempre in scala 1:500, le quote in metri sul livello del mare.

Nella **Tavola 05** è riportata, in alto, la sezione litostratigrafica ottenuta mediante onde P, mentre in basso viene riportata la sezione litostratigrafica interpretata ottenuta mediante onde SH.

Nelle **Tavole 08-10** si ha congiuntamente, nella parte alta, la sezione sismostratigrafica ottenuta mediante onde P e, nella parte bassa, la sezione litostratigrafica interpretativa. Entrambe le rappresentazioni propongono, in ascisse, in scala 1:500 le distanze dei sensori dall'inizio del profilo e, in ordinate, sempre in scala 1:500, le quote in metri sul livello del mare.

Al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro.

Nelle **Tavole 06 e 11** si hanno le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di iso-velocità (scala 1:500). Sotto ciascuna sezione bidimensionale (quote/lunghezza dello stendimento) viene riportata una scala in falsi colori che esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

La sezione litostratigrafica interpretata e le sezioni tomografiche interpretate sono pertanto il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle altre tavole e tabelle.

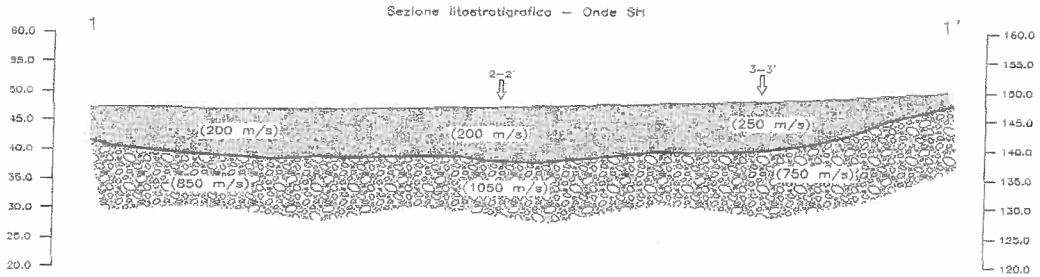
5. Risultati del rilievo

I dati ottenuti dalle sezioni eseguite, sia mediante onde P che onde SH definiscono un rifrattore principale posizionato mediamente a ca. 3.8 m lungo la sezione 1-1' (onde P), a ca. 7.5 sezione 1-1' (onde SH), a ca. 3.9 m sezione 2-2' ed a ca. 3.5 m lungo la sezione 3-3'.

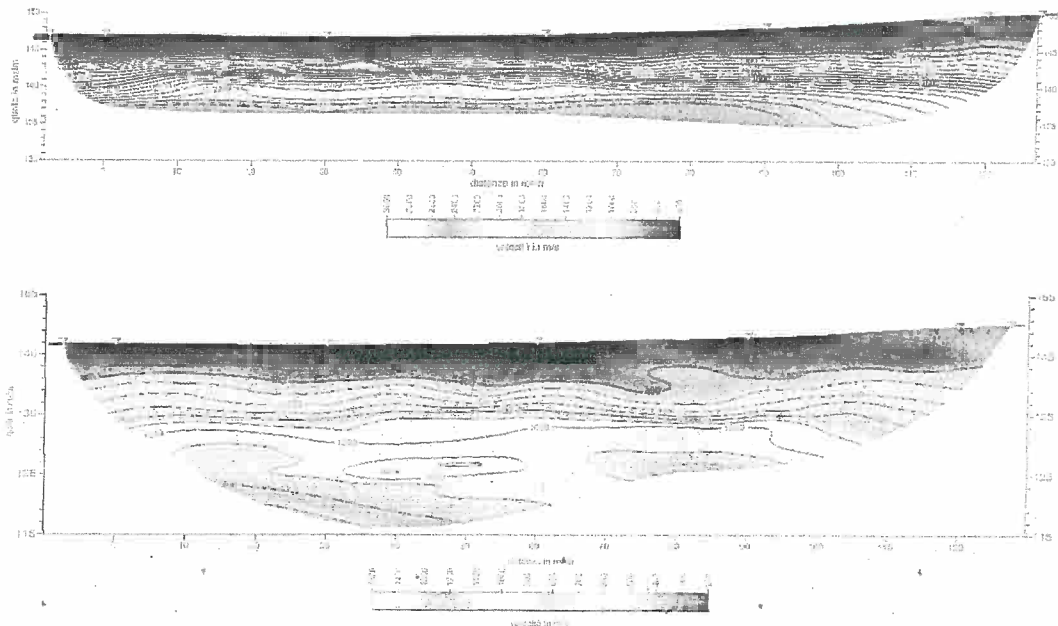
Nella zona il rifrattore (onde P) mette a contatto i materiali di copertura, terreno vegetale e limi sabbiosi, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali (P) variabili tra 330 m/s e 550 m/s, mentre per le onde di taglio si mettono a contatto il terreno vegetale-limi sabbiosi e sabbie limose, caratterizzate da velocità delle onde di taglio (SH) variabili tra 200 m/s e 250 m/s, con il substrato, che, nel primo caso, sembra essere costituito da ghiaie e ciottoli saturi e nel secondo da ghiaie e ciottoli cementati con velocità comprese tra 2.300-2.700 m/s (onde P) e tra 750 e 1.050 m/s (Onde SH).



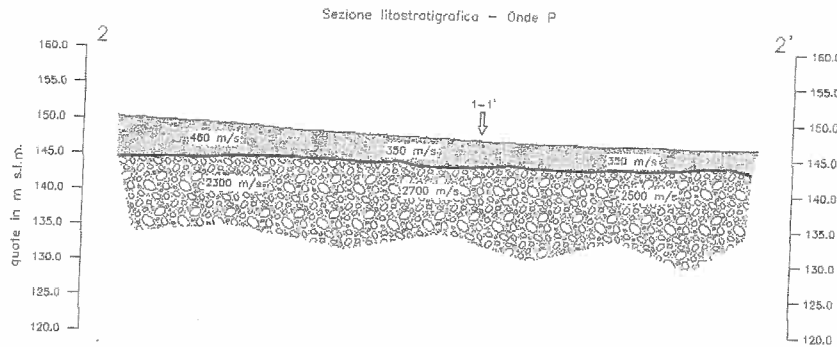
In particolare, la **Sezione 1-1'**, eseguita in direzione NNO-SSE, mostra un rifrattore principale praticamente orizzontale per quanto concerne le onde di compressione (P) a ca. 3-4 metri di profondità. Per le onde di taglio (SH), tale superficie appare praticamente invisibile, più probabilmente si potrebbe intuire, dalla sezione tomografica, una prima superficie a ca. 5 m di profondità e forse riferibile al passaggio alle ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa.



La superficie che invece appare estremamente ben visibile la ritroviamo a ca. 9 metri di profondità, anch'essa sub-orizzontale, e che mette a contatto i materiali prima menzionati con il substrato costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa cementati con Vs prossima a 1.000 m/s.



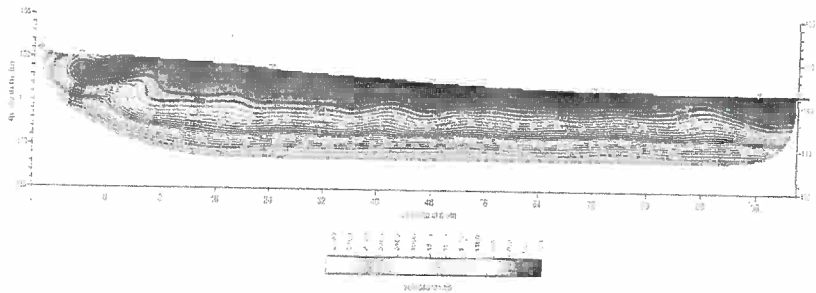
La Sezione 2-2', eseguita in direzione OSO-ENE in sole onde P, presenta un



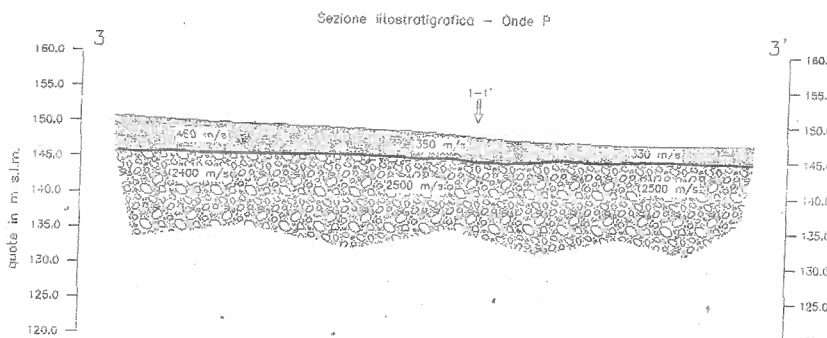
refrattore praticamente orizzontale, a ca. 144 mslm, con lieve tendenza ad approfondirsi procedendo lungo la sezione.

I materiali sovrastanti tale livello non mostrano

variazioni di velocità significative così come i valori di velocità relativi al substrato.



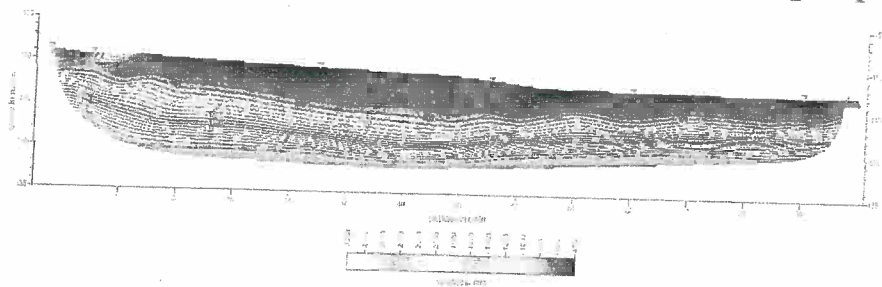
Infine la sezione 3-3', eseguita sempre in direzione circa OSO-ENE, parallela alla precedente, presenta caratteristiche praticamente identiche alla precedente; un rifrattore praticamente orizzontale, a ca. 144-145



mslm, con lieve tendenza ad approfondirsi procedendo lungo la sezione.

La sezione tomografica ricalca quanto verificato in precedenza con un repentino raffittimento delle curve di isove-

locità intorno ai 3-4 metri di profondità, andamento sub-orizzontale e nessuna o quasi variazione significativa di velocità sia per quanto riguarda i materiali più superficiali che per quelli sottostanti.



6. Considerazioni conclusive

L'indagine mediante sismica a rifrazione con onde P ed onde SH ha puntualmente localizzato in profondità l'andamento della superficie di contatto tra i materiali superficiali, ed il substrato costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa.

Nel caso, le superfici individuate, nell'area indagata, **COMUNE DI SAN CASCIANO VAL DI PESA (FI), LOC. BARGINO**, sono due; la prima, definita dalle onde di taglio e che incide sul calcolo della V_{S30} ad una profondità media di ca. 9,0 metri ed una seconda, definita dalle onde di compressione (P) ad una profondità dal p.c. di ca. 4,0 metri..

Le fluttuazioni di velocità delle onde sismiche, sia compressionali che di taglio, che si notano dall'analisi delle velocità e delle curve di isovelocità, testimoniano, in generale, di locali cambiamenti nel grado di fratturazione o allentamento dei materiali stessi, altrimenti individuano passaggi laterali tra litotipi diversi. A parità di altre condizioni, infatti, a velocità maggiori corrispondono materiali più addensati o a minor degrado e viceversa a velocità inferiori, materiali a minor addensamento o a maggior degrado.

Considerando quindi le velocità riportate per ciascuna sezione (*Velocity Analysis Function*) e principalmente le sezioni tomografiche (**Tavole 06 ed 11**), non si notano variazioni significative né orizzontali né verticali. Ciò indica uniformità nei materiali presenti nel sottosuolo.



Complessivamente l'intervento ha dato risposte univoche ai quesiti posti: è stata individuata la superficie di passaggio tra i materiali superficiali (principalmente limo-sabbioso e sabbie limose) ed il substrato (costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa cementati).

La V_{s30} calcolata in ottemperanza al nuovo D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" a partire dalla superficie topografica è risultata essere pari a **476,00 m/s**, relativa ad una **Categoria di suolo di fondazione B**, ma, in virtù dello spessore dei materiali sovrastanti il substrato, compreso tra 3 m (definiti per la Cat. A) e 20 m, ed a causa della V_s media del substrato prossima ai 1.000 m/s, l'area è associabile alla **Categoria di suolo di fondazione E**.

Firenze, Luglio 2010

Geofisica Toscana s.a.s.
il Direttore Tecnico
Dr. Giorgio Poggiali



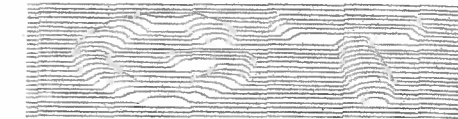
SEZIONE 1-1' ONDE P

GF	SP -7.5 m	SP 0.0 m	SP 30.0 m	SP 60.0 m	SP 90.0 m	SP 120.0 m	SP 127.5 m
1	24.00	8.20	29.80	43.80	54.00	68.00	74.00
2	25.20	22.80	26.80	40.40	53.00	67.00	73.00
3	27.00	25.20	24.20	38.20	50.40	64.40	70.40
4	28.40	26.40	21.60	35.40	47.80	61.80	68.00
5	30.80	28.20	18.20	33.40	46.00	60.00	66.00
6	33.20	31.00	7.40	31.60	44.00	58.00	64.00
7	35.00	33.00	6.00	29.20	42.00	56.00	62.00
8	38.00	36.00	20.60	27.80	40.60	54.40	60.60
9	38.80	37.00	21.60	24.80	37.40	52.00	58.00
10	40.80	39.00	23.40	22.80	35.40	49.20	55.00
11	43.00	41.00	25.60	20.60	33.40	47.40	53.60
12	46.20	44.00	29.00	6.60	32.40	46.20	52.40
13	48.80	46.60	31.20	6.60	30.80	44.80	51.00
14	50.80	49.00	33.80	20.60	28.60	43.00	49.20
15	53.60	51.60	36.20	24.00	27.20	41.00	47.00
16	55.20	53.20	38.40	26.60	24.00	39.00	44.80
17	56.40	54.40	39.60	27.80	17.80	36.80	42.80
18	59.00	57.00	42.40	30.40	4.60	34.80	41.00
19	60.40	58.40	43.80	32.40	3.00	32.60	37.80
20	62.60	60.60	46.00	34.40	15.40	30.00	36.20
21	66.00	64.00	49.40	36.60	25.20	29.00	34.80
22	68.80	66.80	52.20	40.20	28.00	17.20	33.40
23	70.80	68.80	54.20	41.20	28.80	9.40	23.60
24	73.00	71.00	56.40	44.80	32.60	3.60	16.20

Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione
e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH
calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008
in località "Bargino"
Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 02 - Sezione 1-1' - Onde P
Dromocrone - Velocity Analysis Function

Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



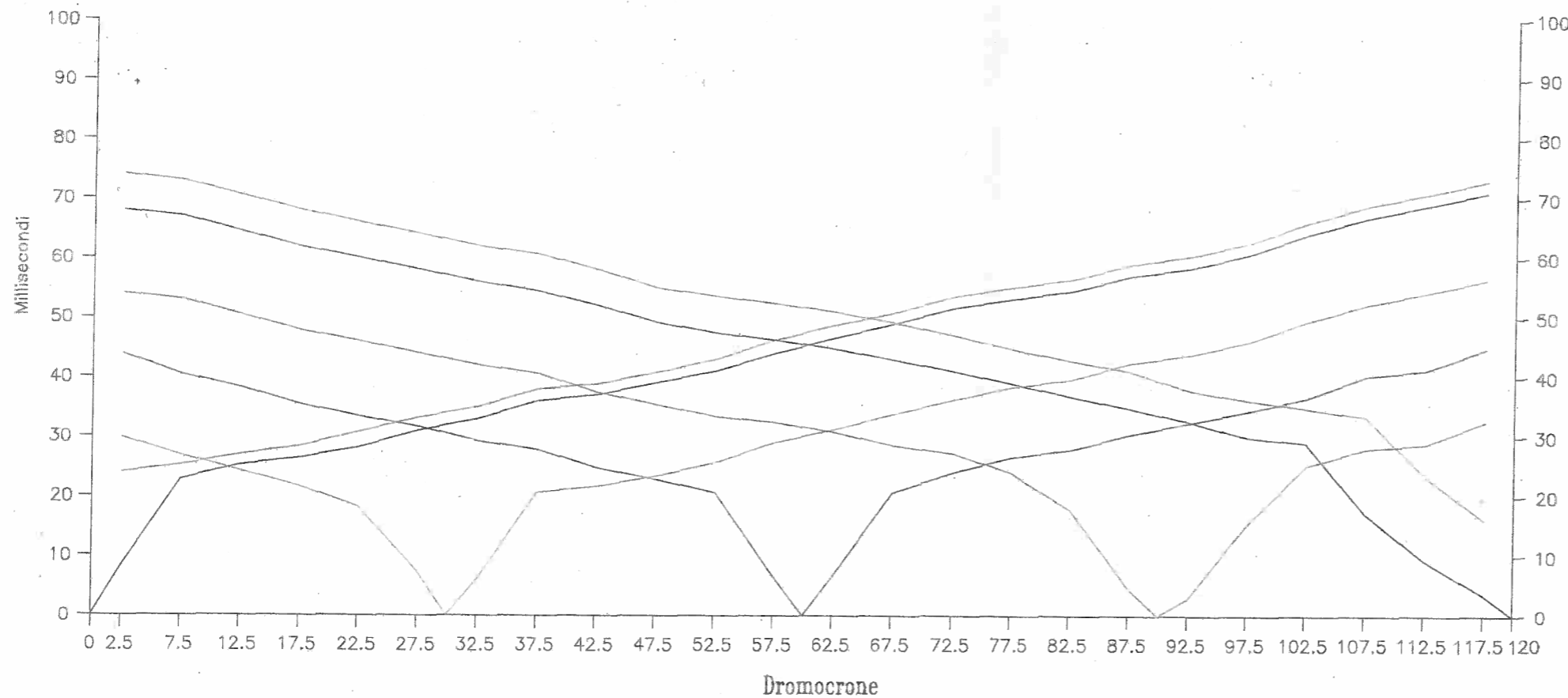
Ubicazione sezioni sismiche



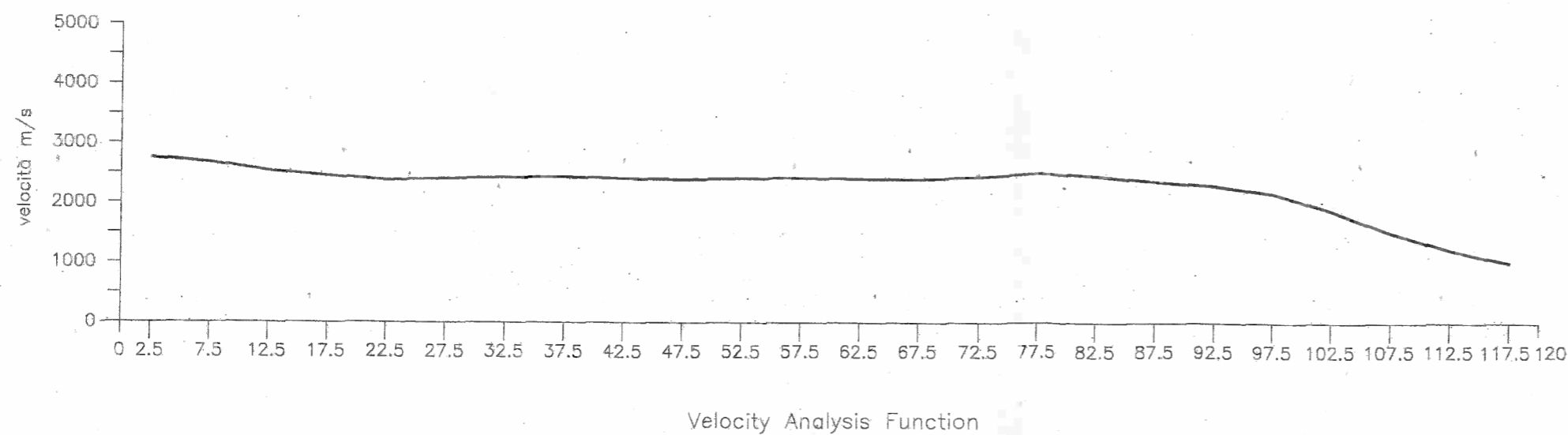
— Sezioni sismiche eseguite
— Sezione sismica rappresentata

Legenda

- Shot point -7.5 m / 127.5 m
- Shot point 0 m / 120 m
- Shot point 30 m
- Shot point 60 m
- Shot point 90 m



V m/s 2760 2678 2536 2453 2381 2412 2433 2441 2411 2393 2418 2424 2413 2406 2445 2507 2453 2368 2302 2168 1880 1513 1223 1008



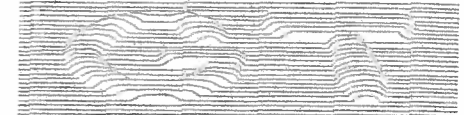
SEZIONE 1-1' ONDE SH

GF	SP -7.5 m	SP 0.0 m	SP 30.0 m	SP 60.0 m	SP 90.0 m	SP 120.0 m	SP 127.5 m
1	59.40	17.00	96.40	131.00	155.40	179.40	187.40
2	74.80	49.00	90.60	125.00	151.80	175.80	184.00
3	83.60	66.40	80.40	119.20	147.60	171.60	180.00
4	90.60	72.80	64.80	111.00	143.60	167.60	176.00
5	98.00	84.40	42.20	110.20	140.00	164.00	172.00
6	106.00	96.20	19.60	109.40	136.20	160.20	167.80
7	109.80	98.60	12.20	101.20	128.20	152.20	160.20
8	117.20	106.60	41.00	95.60	123.20	147.20	155.00
9	118.00	109.00	72.60	93.40	116.80	144.80	153.00
10	123.40	117.20	80.60	73.20	115.00	139.00	147.00
11	129.40	120.20	88.80	48.40	110.20	134.20	142.60
12	139.40	130.20	101.00	20.80	107.40	131.40	140.40
13	145.40	134.40	105.20	17.60	105.00	129.00	137.00
14	147.60	136.60	107.40	47.80	87.20	123.00	131.00
15	150.00	139.00	109.80	80.80	69.40	116.80	124.60
16	152.40	141.40	115.40	83.80	58.00	110.40	118.00
17	157.20	146.20	120.20	98.20	42.60	107.20	115.20
18	164.60	153.60	127.60	104.00	11.80	101.80	109.00
19	167.20	156.20	130.20	108.00	9.60	93.40	104.20
20	172.60	161.60	135.60	113.40	43.60	86.80	94.00
21	175.00	164.00	138.00	115.80	62.80	57.20	81.00
22	178.00	167.00	141.00	118.60	75.80	37.80	60.60
23	184.00	173.00	147.00	124.40	89.40	23.20	45.20
24	189.00	178.00	152.00	129.40	101.00	8.60	29.60

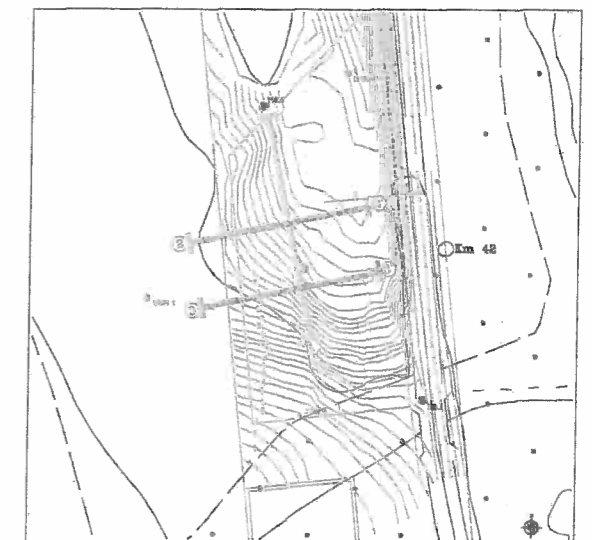
Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione
e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH
calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008
in località "Bargino"
Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 03 - Sezione 1-1' - Onde SH
Dromocrone - Velocity Analysis Function

Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



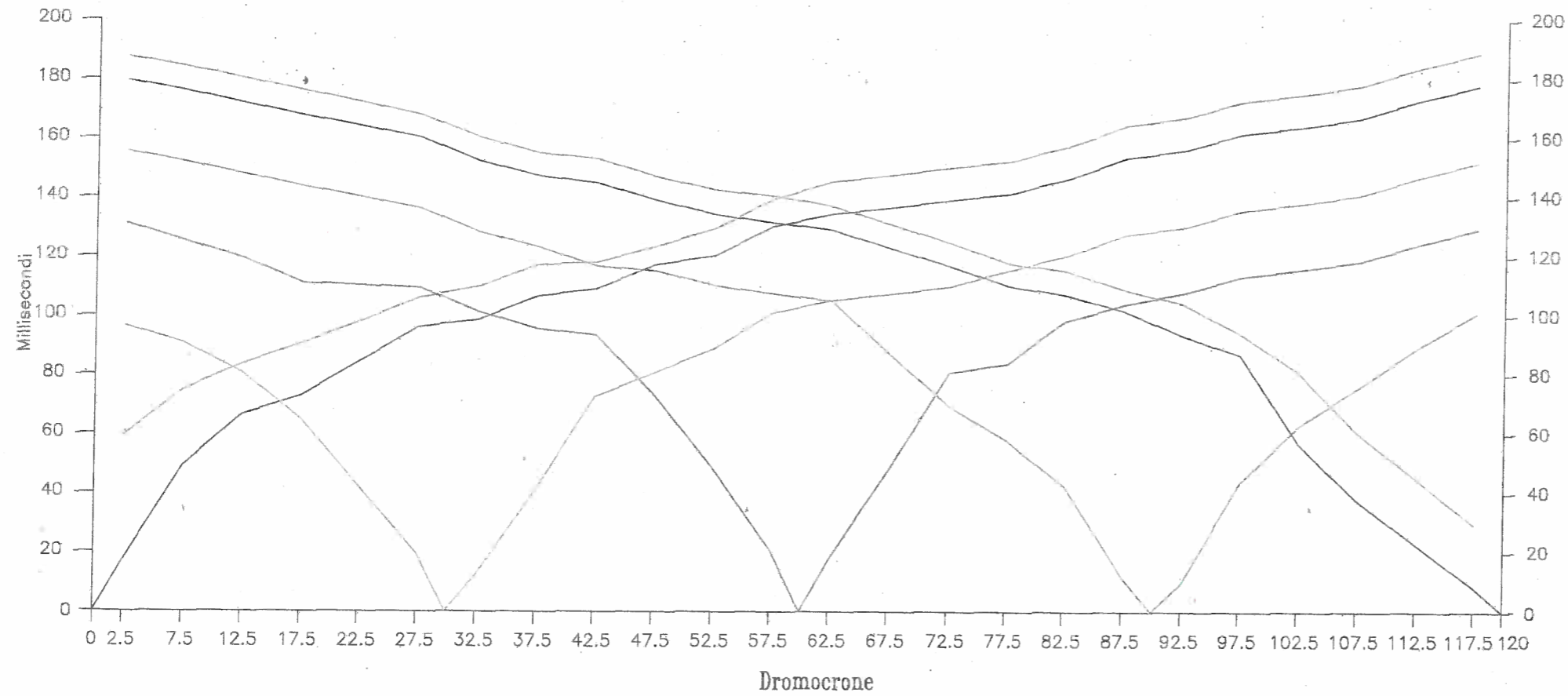
Ubicazione sezioni sismiche



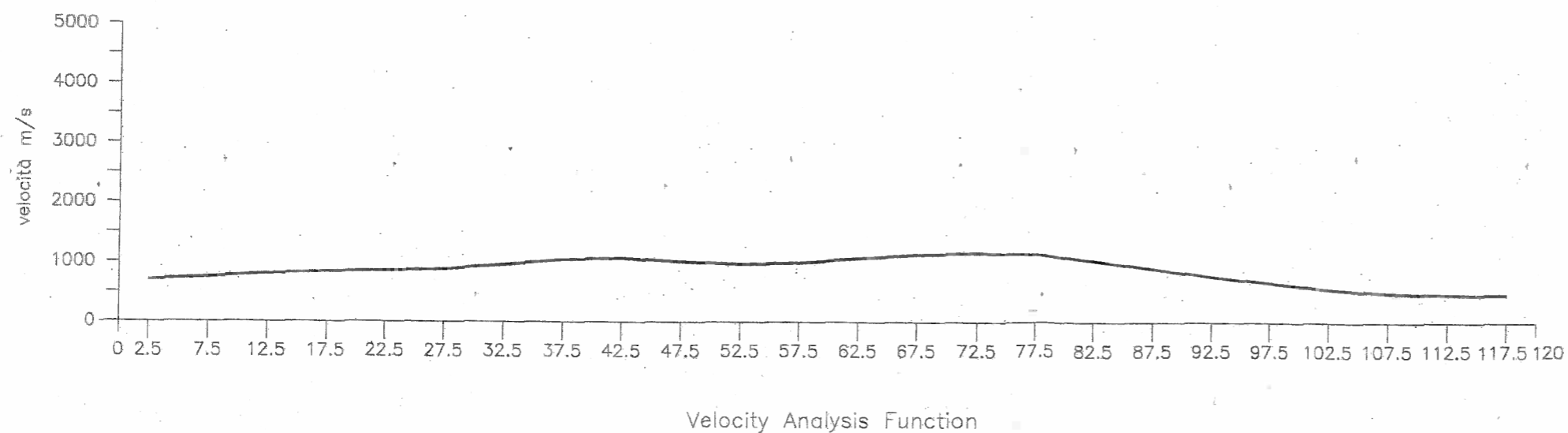
— Sezioni sismiche eseguite
— Sezione sismica rappresentata

Legenda

— Shot point -7.5 m / 127.5 m
— Shot point 0 m / 120 m
— Shot point 30 m
— Shot point 60 m
— Shot point 90 m



V m/s 697 741 800 836 865 882 954 1041 1067 1010 966 988 1067 1130 1158 1136 1035 899 789 666 558 494 471 466



Velocity Analysis Function

Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH
 calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008
 in località "Bargino"
 Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 04 - Sezione 1-1'
 Sezione sismostratigrafica - Onde P - SH

Geofisica
 Toscana s.a.s.
 Firenze

Ubicazione sezioni sismiche



Sezioni sismiche eseguite
 Sezione sismica rappresentata

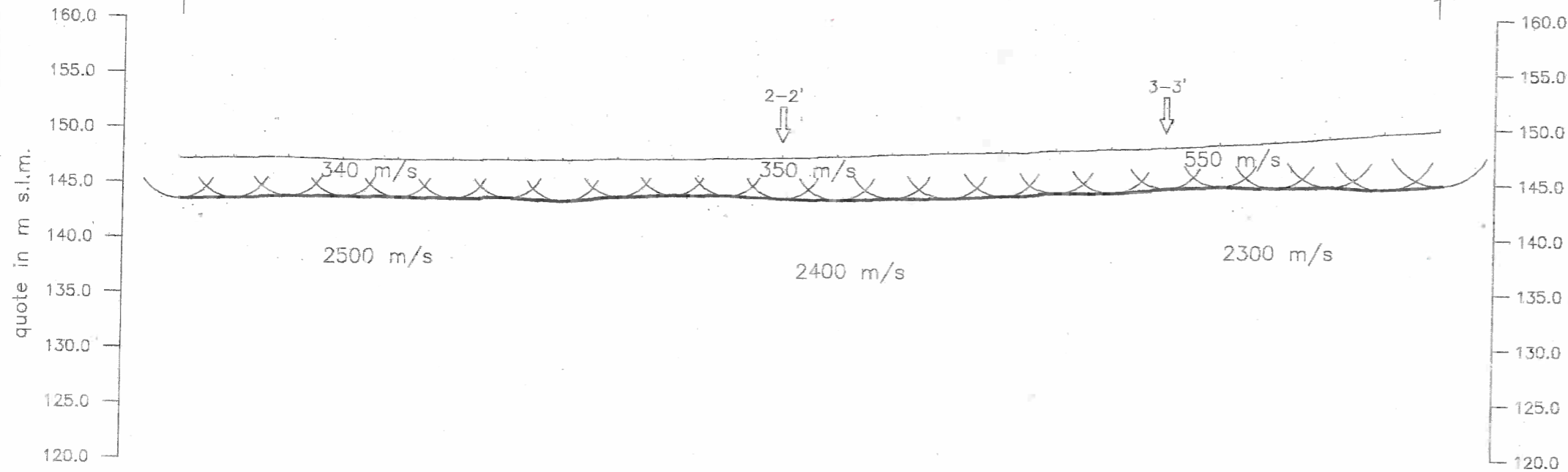
Profilo topografico
 Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi

2500 m/s Velocità sismica onde P
 (500) m/s Velocità sismica onde SH

Scala Verticale 1:500
 Scala Orizzontale 1:500

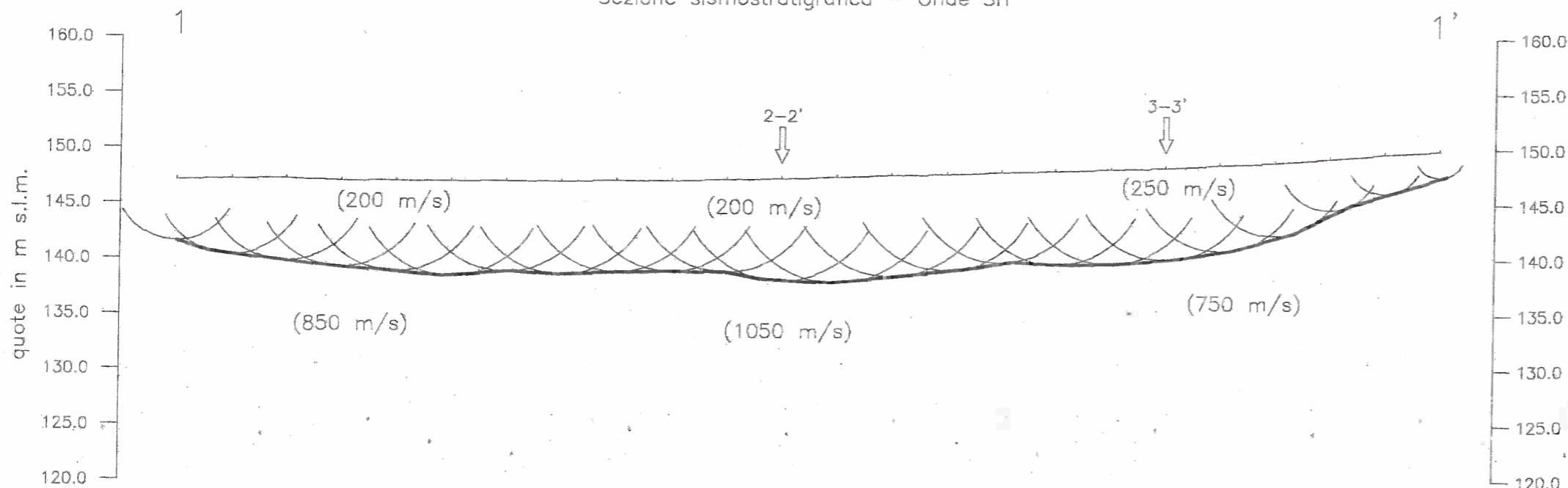
Luglio 2010

Sezione sismostratigrafica - Onde P



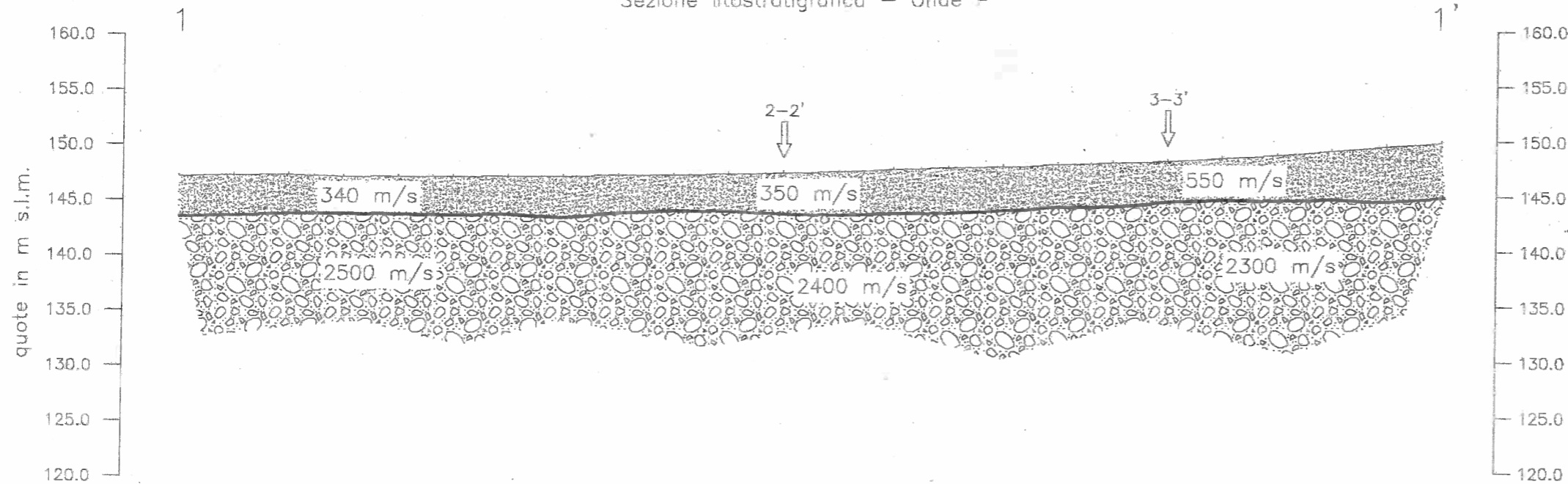
num. staz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
dist. in m	2.5	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	42.5	47.5	52.5	57.5	62.5	67.5	72.5	77.5	82.5	87.5	92.5	97.5	102.5	107.5	112.5	117.5
quote in m s.l.m.	147.10	147.20	147.20	147.00	147.00	147.00	147.00	147.00	147.10	147.10	147.20	147.30	147.40	147.60	147.70	147.90	148.00	148.20	148.30	148.60	148.80	149.20	149.60	149.90
prof. in m da p.c. Strato 1	3.63	3.66	3.52	3.34	3.41	3.48	3.45	3.73	3.41	3.24	3.38	3.73	3.94	3.98	4.09	3.98	3.84	3.98	3.66	3.77	4.12	4.37	5.05	4.96

Sezione sismostratigrafica - Onde SH

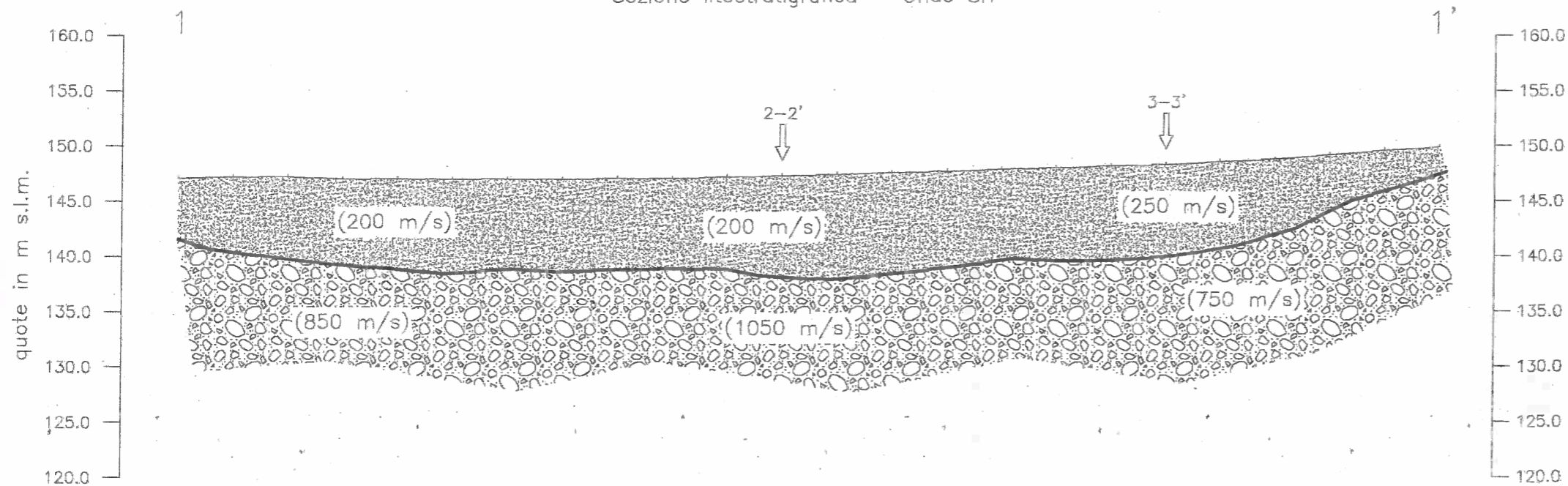


num. staz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
dist. in m	2.5	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	42.5	47.5	52.5	57.5	62.5	67.5	72.5	77.5	82.5	87.5	92.5	97.5	102.5	107.5	112.5	117.5
quote in m s.l.m.	147.10	147.20	147.20	147.00	147.00	147.00	147.00	147.00	147.10	147.10	147.20	147.30	147.40	147.60	147.70	147.90	148.00	148.20	148.30	148.60	148.80	149.20	149.60	149.90
prof. in m da p.c. Strato 1	5.53	6.89	7.43	7.77	8.15	8.58	8.15	8.40	8.27	8.20	8.38	9.26	9.55	9.13	8.67	8.20	8.42	8.56	8.31	7.77	6.57	4.60	3.54	2.34

Sezione litostratigrafica - Onde P



Sezione litostratigrafica - Onde SH

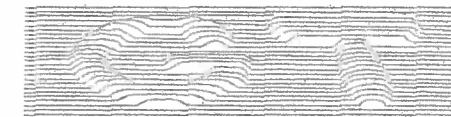


VAL DI CHIANTI CARBURANTI s.r.l.

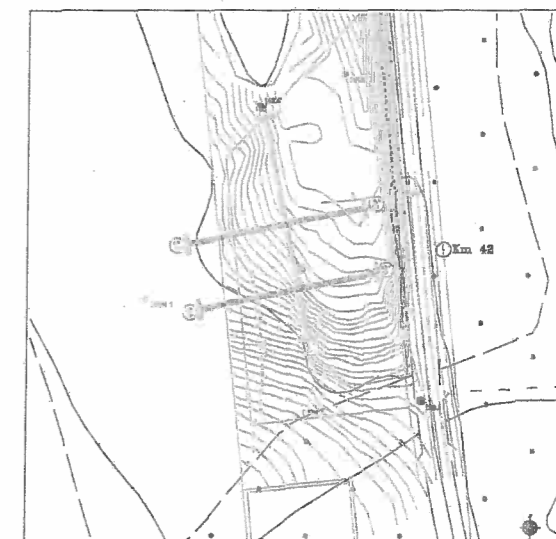
Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione
e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH
calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008
in località "Bargino"
Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 05 - Sezione 1-1'
Sezione litostratigrafica - Onde P - SH

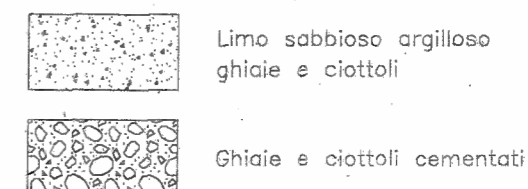
Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



Ubicazione sezioni sismiche



— Sezioni sismiche eseguite
— Sezione sismica rappresentata



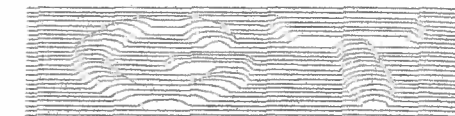
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Luglio 2010

Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH - calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in località "Bargino" Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 06 - Sezione 1-1' Sezione tomografica - Onde P - SH

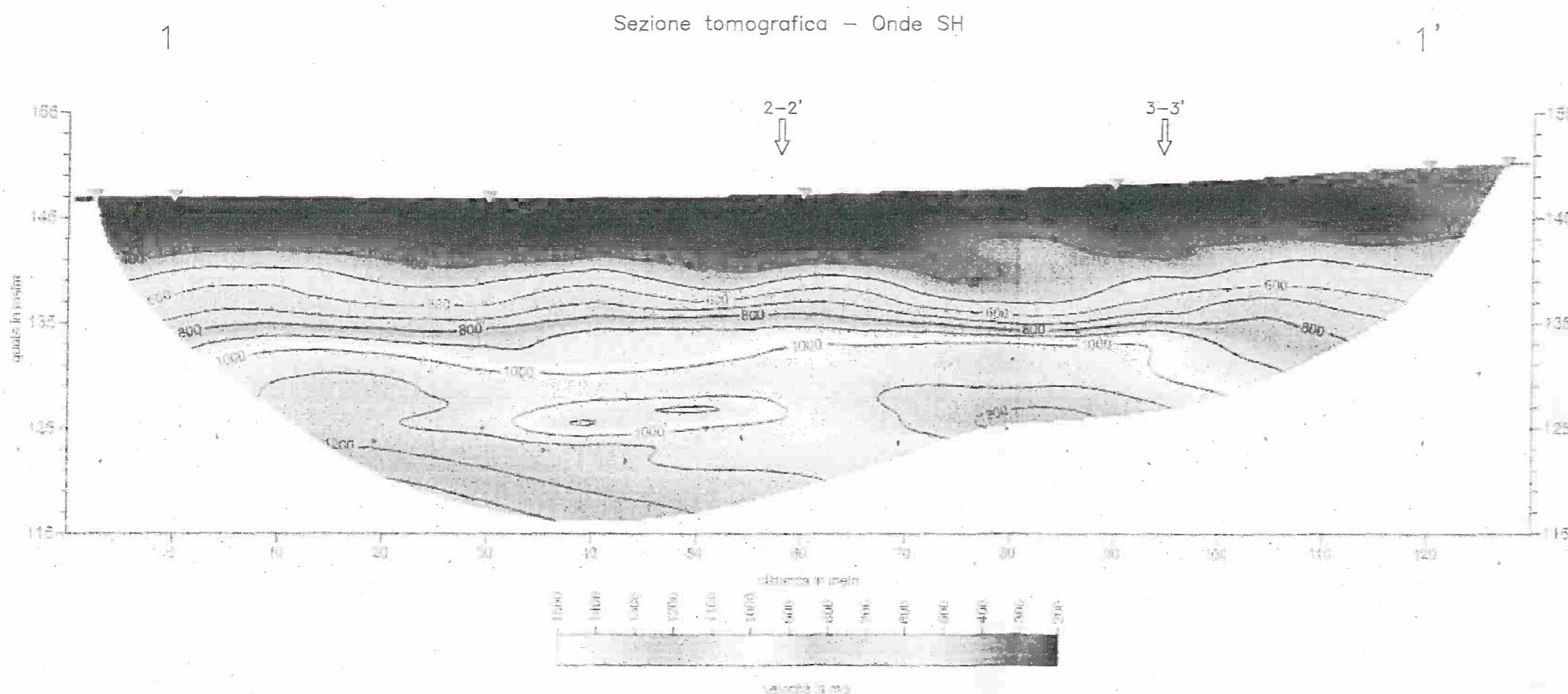
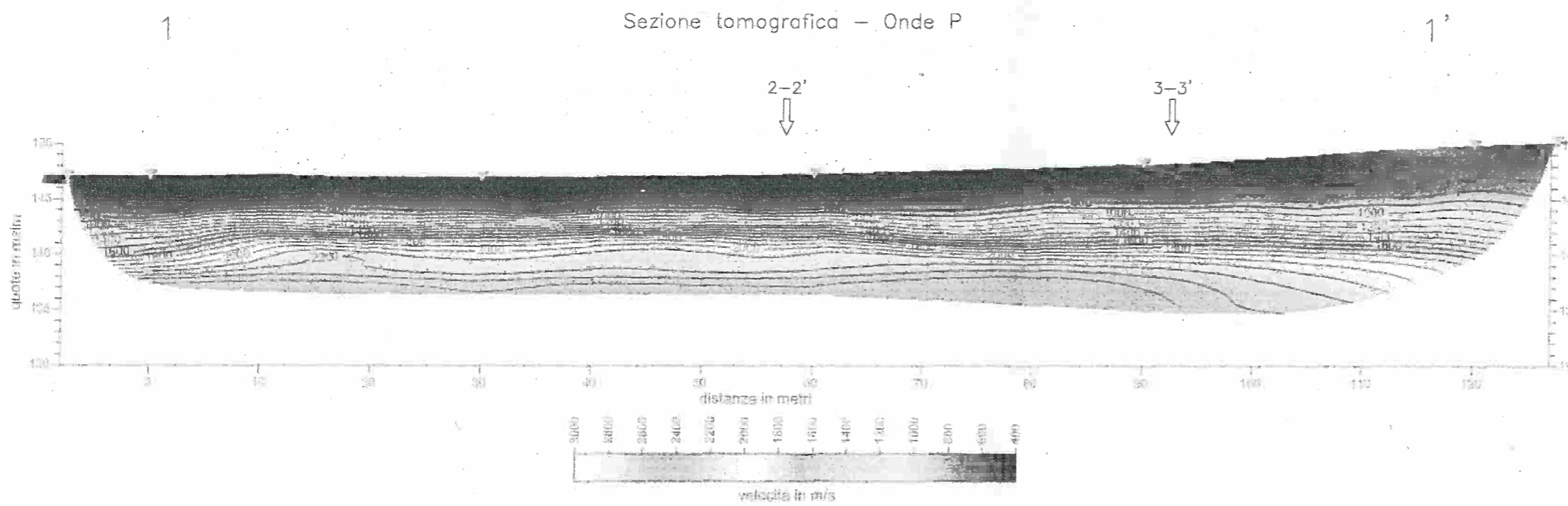
Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



Ubicazione sezioni sismiche



- Sezioni sismiche eseguite
- Sezione sismica rappresentata



Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Luglio 2010

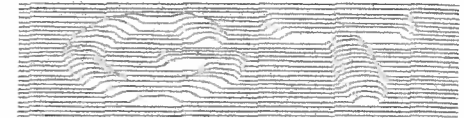
SEZIONE 2-2' ONDE P

GF	SP -17.5 m	SP -6.0 m	SP 0.0 m	SP 24.0 m	SP 48.0 m	SP 72.0 m	SP 96.0 m	SP 102.0 m
1	27.60	9.20	6.60	31.20	41.00	48.60	57.60	59.80
2	30.40	15.00	15.20	29.60	39.40	46.80	56.40	58.60
3	33.40	19.40	23.00	28.20	37.40	45.00	55.20	57.20
4	34.60	19.80	28.60	20.40	36.40	43.80	54.00	55.80
5	35.60	21.00	29.60	12.60	33.40	41.20	50.40	52.40
6	37.80	23.20	32.00	4.60	32.40	40.40	49.20	51.60
7	38.20	24.00	32.40	5.00	30.60	37.80	47.60	49.00
8	40.00	25.80	34.20	11.60	28.80	36.00	45.20	47.40
9	41.20	27.40	35.40	19.20	27.80	34.20	43.60	45.80
10	43.80	30.00	38.40	28.00	24.80	33.20	42.40	44.40
11	43.60	29.60	38.00	27.20	17.20	30.40	39.80	42.00
12	46.60	32.20	40.80	30.00	8.20	30.80	40.20	42.40
13	48.00	33.40	42.20	31.40	6.00	28.40	37.80	40.00
14	48.20	34.20	43.00	32.00	20.20	26.20	35.80	38.00
15	48.40	34.60	42.80	32.20	22.20	23.00	32.80	35.40
16	51.00	36.40	45.60	34.60	25.80	21.60	32.00	34.60
17	52.80	38.60	47.20	36.60	27.80	19.40	30.60	32.80
18	53.80	40.00	48.80	38.40	29.20	5.60	29.40	31.60
19	55.00	40.00	49.60	38.60	29.20	6.00	26.20	28.60
20	57.00	42.00	50.80	40.60	31.40	17.40	25.40	27.80
21	58.00	43.00	51.20	41.40	32.20	20.40	22.60	25.20
22	58.20	44.00	51.80	42.40	33.80	21.40	18.60	22.60
23	59.60	45.60	53.20	44.00	34.60	22.80	15.60	21.00
24	63.60	49.60	57.20	48.00	37.80	26.80	5.80	22.00

Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione
e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH
calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008
in località "Bargino"
Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 07 - Sezione 2-2' - Onde P
Dromocrone - Velocity Analysis Function

Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



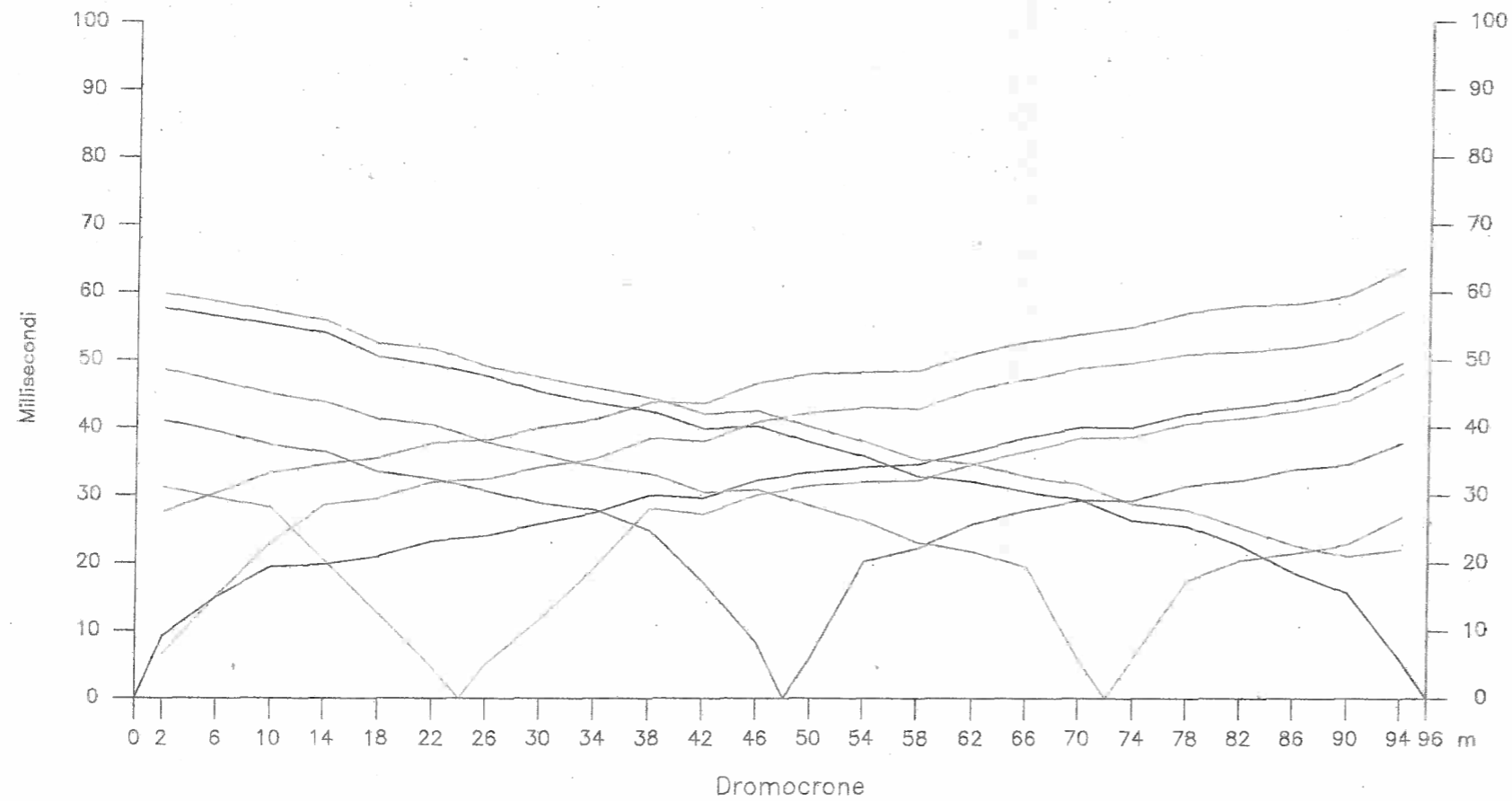
Ubicazione sezioni sismiche



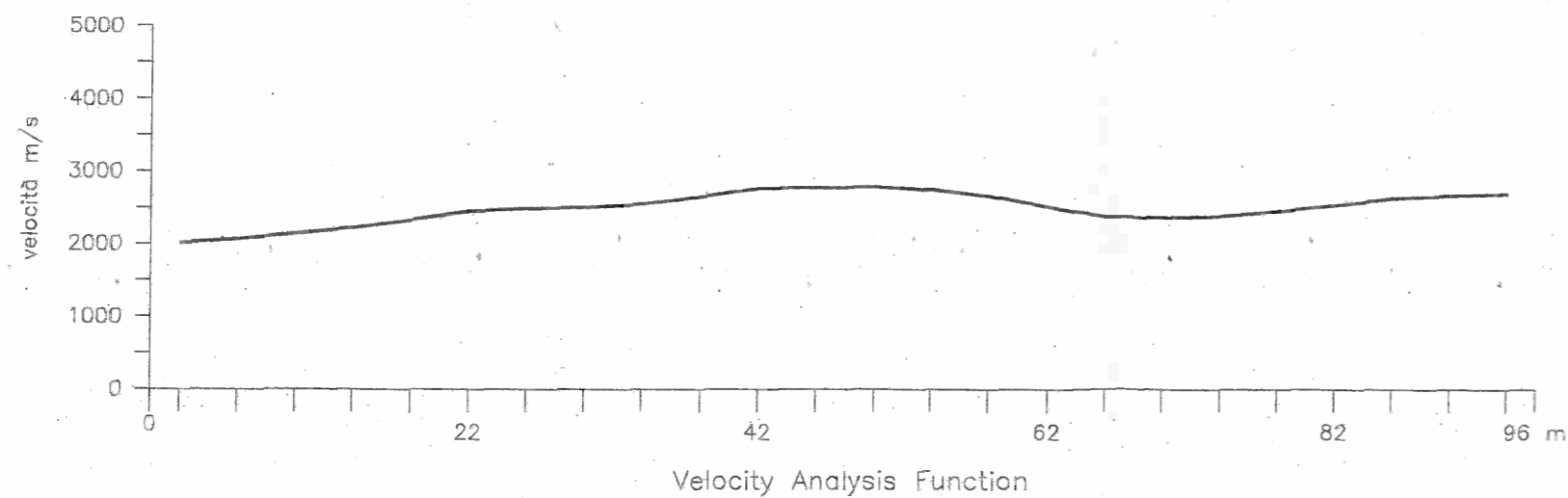
— Sezioni sismiche eseguite
— Sezione sismica rappresentata

Legenda

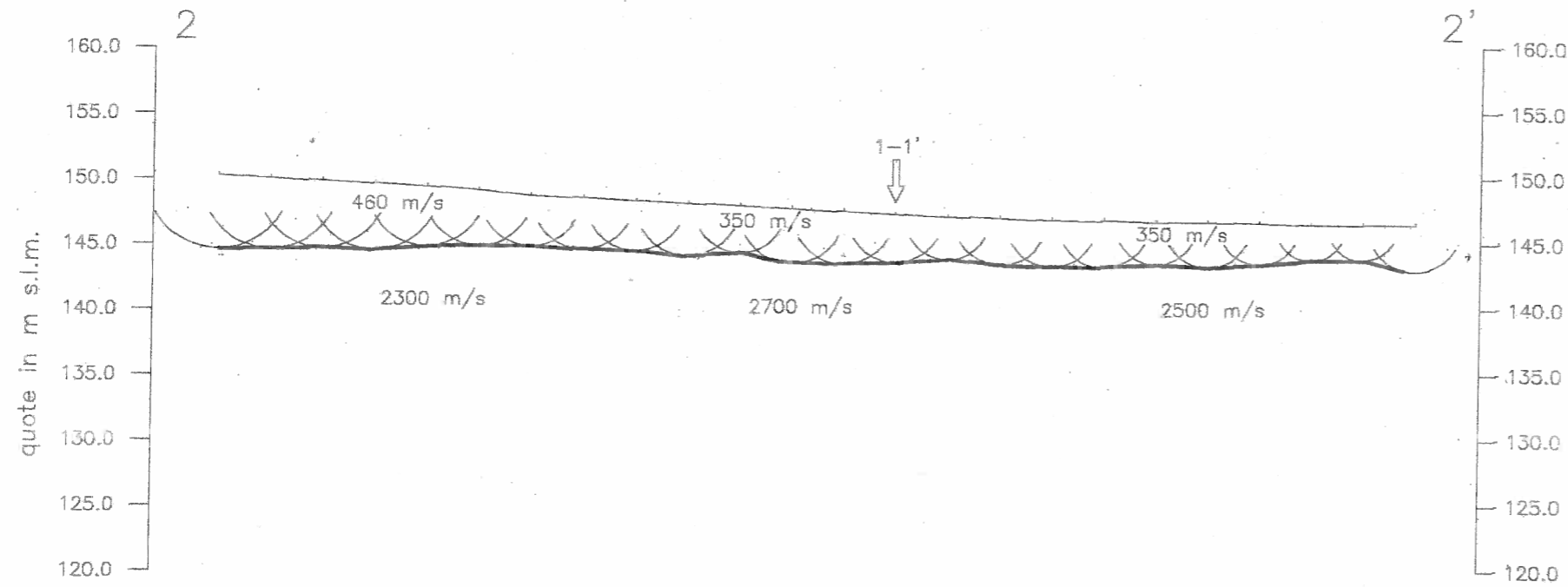
- Shot point -17.5 m
- Shot point -8 m / 102 m
- Shot point 0 m / 96 m
- Shot point 24 m
- Shot point 48 m
- Shot point 72 m



V m/s 2014 2070 2141 2225 2328 2453 2493 2505 2553 2664 2764 2774 2781 2741 2658 2515 2373 2364 2384 2458 2541 2633 2667 2697

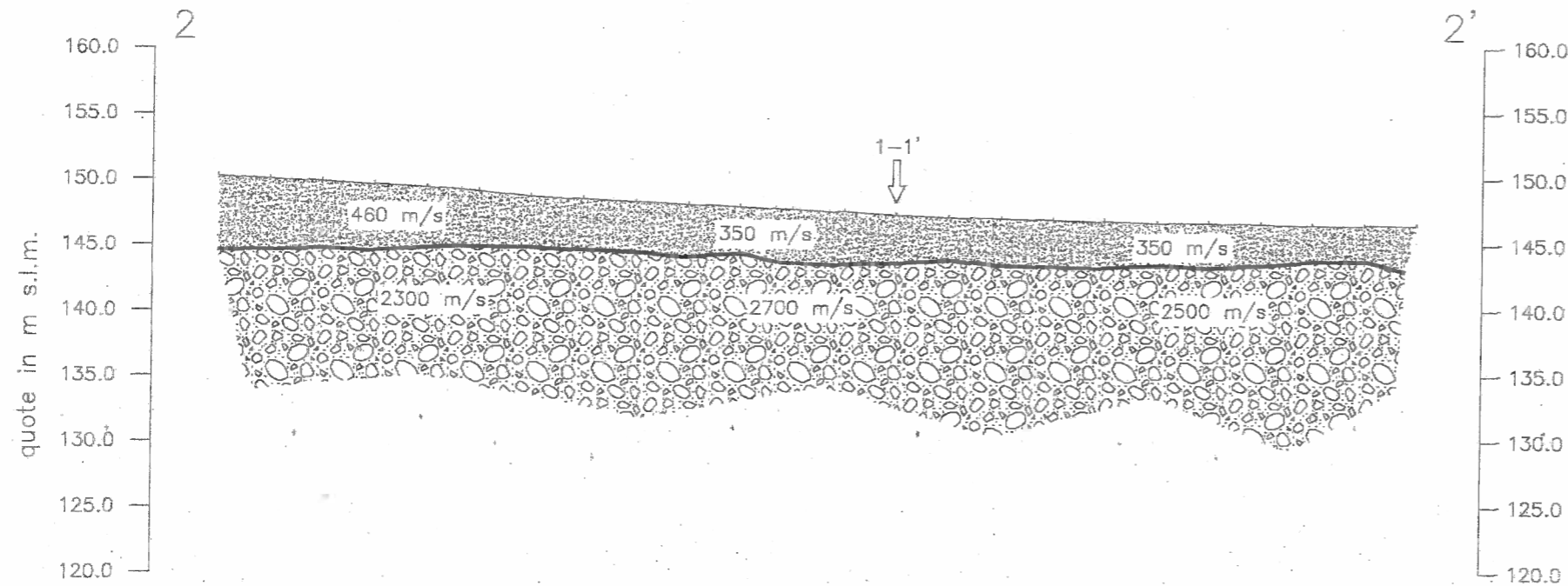


Sezione sismostratigrafica - Onde P



num. staz.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
dist. in m	0	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	96	
quote in m s.l.m.		150.20	150.00	149.80	149.60	149.40	149.10	148.70	148.50	148.30	148.10	147.90	147.70	147.50	147.30	147.10	147.00	146.90	146.80	146.70	146.70	146.60	146.50	146.50	146.50	146.50	146.50
prof. da p.c. strato 1 (m)	5.63	5.41	5.12	5.08	4.59	4.25	3.87	3.90	3.83	4.04	3.58	4.18	4.01	3.69	3.26	3.58	3.58	3.55	3.23	3.44	3.16	2.73	2.70	2.70	3.58		

Sezione litostratigrafica - Onde P

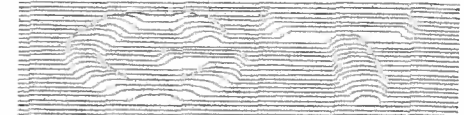


VAL DI CHIANTI CARBURANTI s.r.l.

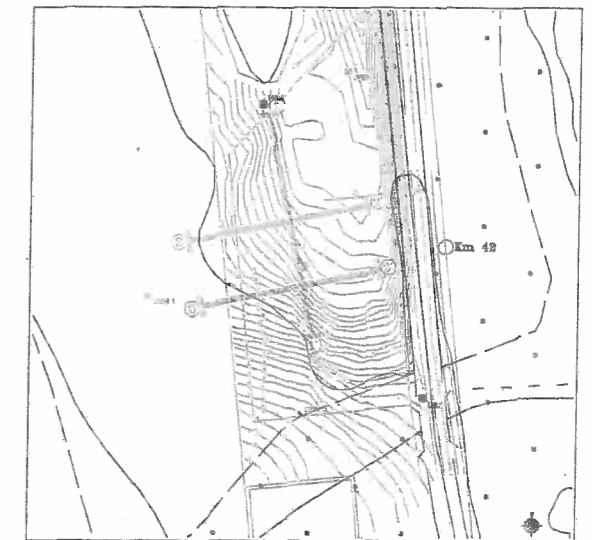
Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in località "Bargino" Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 08 - Sezione 2-2' onde P
Sezione sismostratigrafica e litostratigrafica

Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



Ubicazione sezioni sismiche



- Sezioni sismiche eseguite
- Sezione sismica rappresentata
- Profilo topografico
- Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi.
- 2500 m/s Velocità sismica onde P
- (500) m/s Velocità sismica onde SH

Legenda

- Limo sabbioso argilloso ghiaie e ciottoli
- Ghiaie e ciottoli cementati

Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Luglio 2010

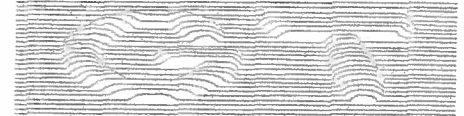
SEZIONE 3-3' ONDE P

GF	SP -17.5 m	SP -6.0 m	SP 0.0 m	SP 24.0 m	SP 48.0 m	SP 72.0 m	SP 96.0 m	SP 102.0 m
1	24.60	17.60	4.80	31.20	38.60	44.60	53.40	55.40
2	27.80	21.80	14.80	31.00	38.40	44.60	53.20	54.20
3	30.40	26.00	22.40	29.40	37.20	43.40	51.80	52.40
4	31.60	27.40	24.60	28.40	35.40	41.60	50.00	51.20
5	33.60	29.40	26.60	24.00	34.20	40.40	49.20	50.00
6	36.00	32.00	29.20	14.80	33.80	40.20	48.40	49.00
7	37.40	33.80	31.00	6.20	32.20	38.80	47.40	48.20
8	39.60	35.60	33.00	5.80	31.00	37.40	46.20	46.80
9	40.80	37.00	34.20	13.20	29.00	35.40	44.20	44.80
10	42.20	38.60	35.60	19.80	24.80	33.40	42.60	43.00
11	44.00	40.20	37.40	27.80	17.60	31.60	40.60	41.40
12	45.40	41.60	39.00	31.60	10.20	30.40	39.20	40.20
13	46.80	42.60	39.60	32.40	3.60	26.20	35.40	36.20
14	48.20	43.80	41.40	33.40	2.20	26.00	35.20	36.00
15	48.60	44.60	42.00	34.40	10.00	23.60	32.60	33.80
16	49.00	45.20	42.40	35.20	22.00	20.40	29.80	30.80
17	49.00	45.20	43.00	35.20	22.80	10.80	27.40	28.00
18	51.00	47.00	44.60	37.20	24.80	2.80	26.20	27.20
19	52.00	47.80	46.40	38.20	26.00	3.60	24.80	25.60
20	53.20	50.00	47.20	39.40	27.40	12.60	23.20	22.80
21	54.40	51.00	48.40	40.60	28.60	19.00	21.60	21.60
22	56.20	53.60	49.60	42.20	30.20	20.40	19.20	20.40
23	58.00	54.60	51.20	43.80	32.00	22.00	11.80	18.80
24	60.60	56.00	53.00	46.20	34.40	25.00	9.40	16.80

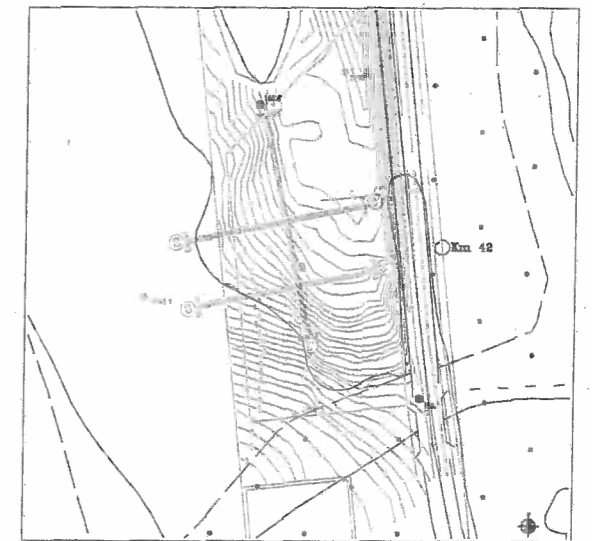
Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione
e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH
calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008
in località "Bargino"
Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 09 - Sezione 3-3' - Onde P
Dromocrone - Velocity Analysis Function

Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



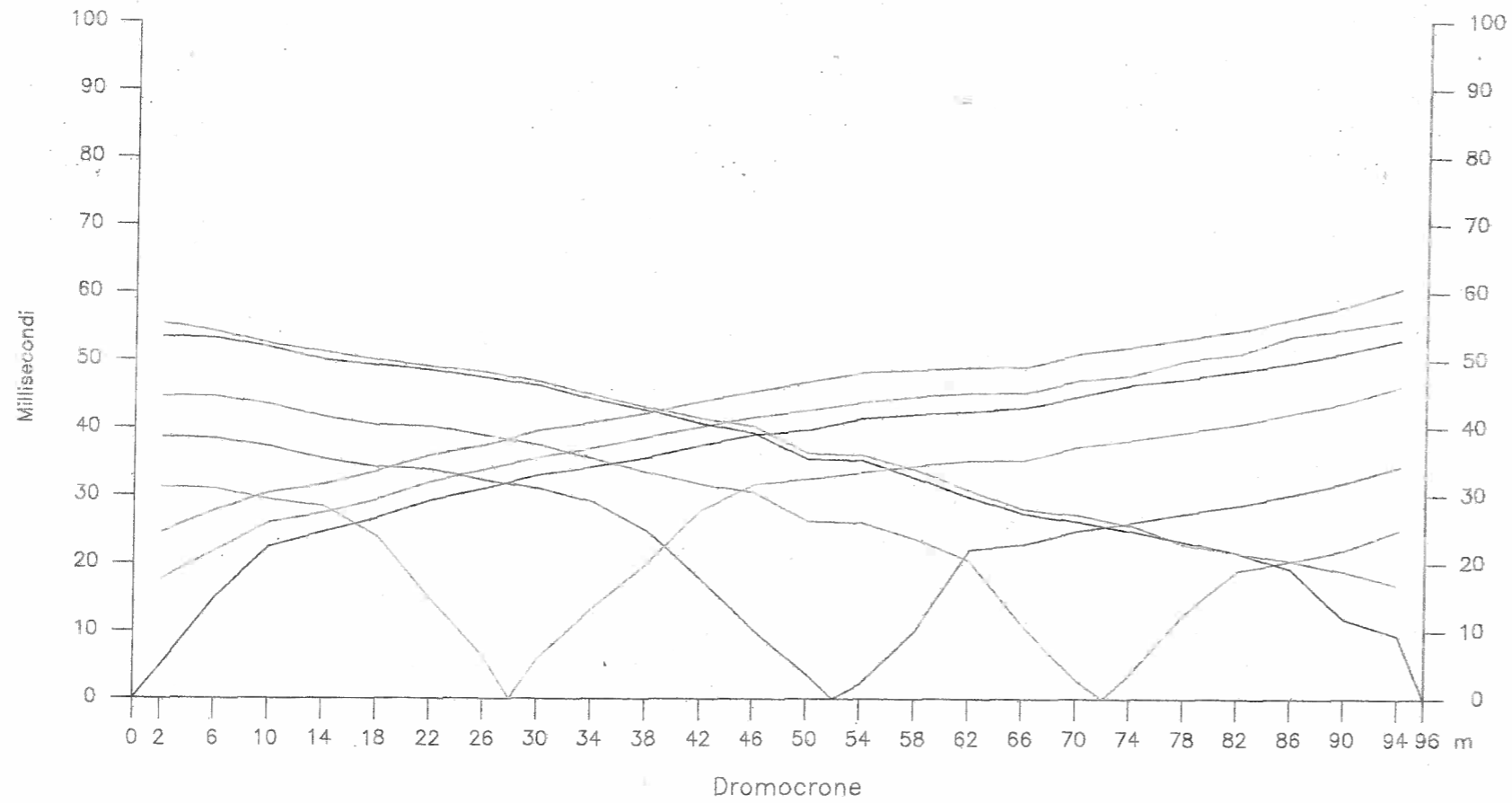
Ubicazione sezioni sismiche



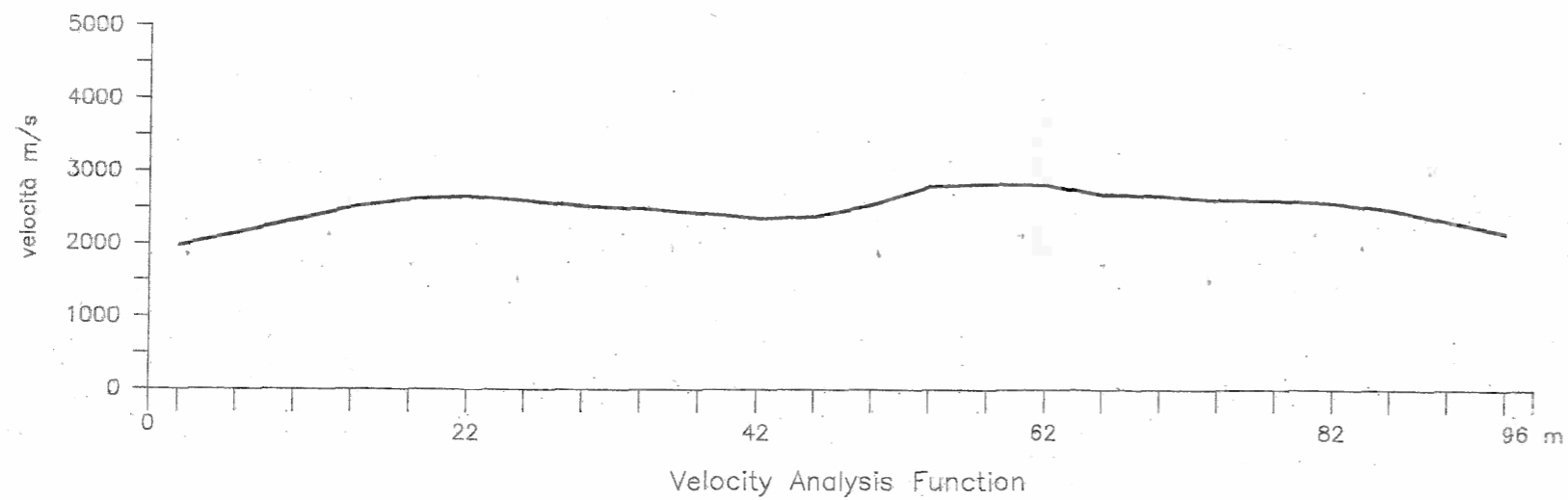
— Sezioni sismiche eseguite
— Sezione sismica rappresentata

Legenda

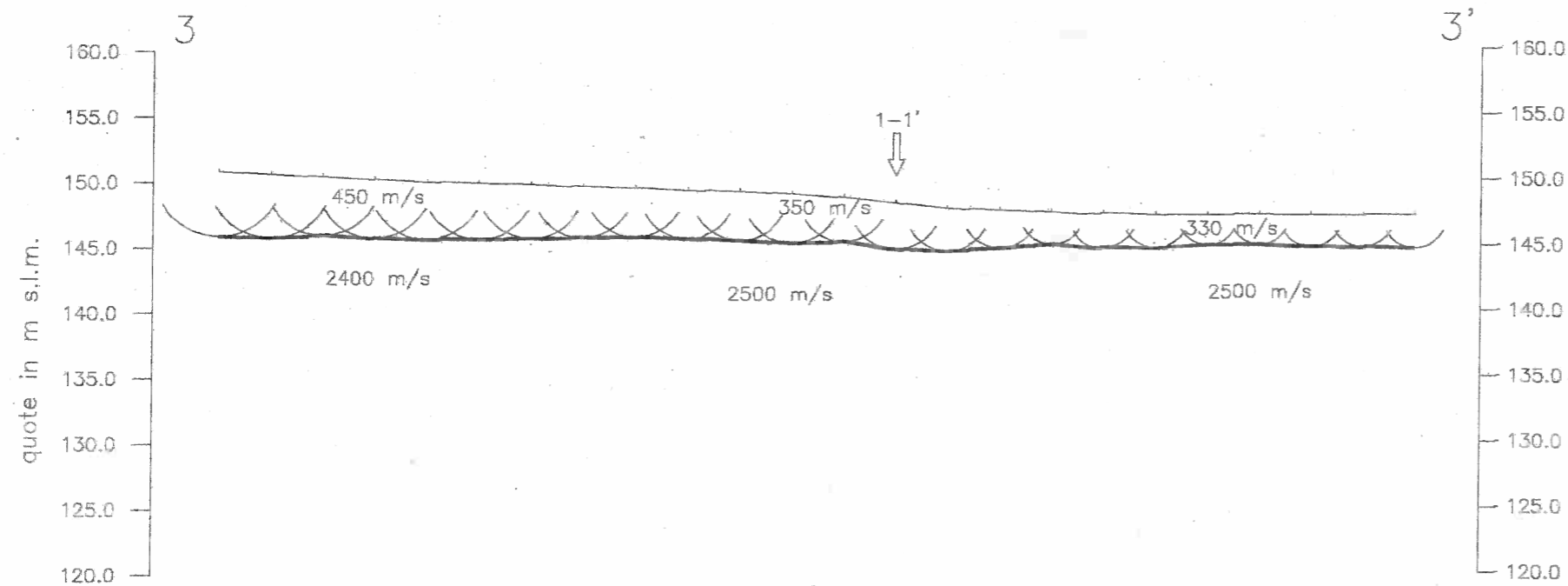
- Shot point -17.5 m
- Shot point -6 m / 102 m
- Shot point 0 m / 96 m
- Shot point 28 m
- Shot point 52 m
- Shot point 72 m



V m/s 1974 2144 2325 2507 2619 2654 2597 2522 2489 2427 2358 2377 2541 2797 2832 2817 2685 2669 2617 2609 2569 2476 2317 2156

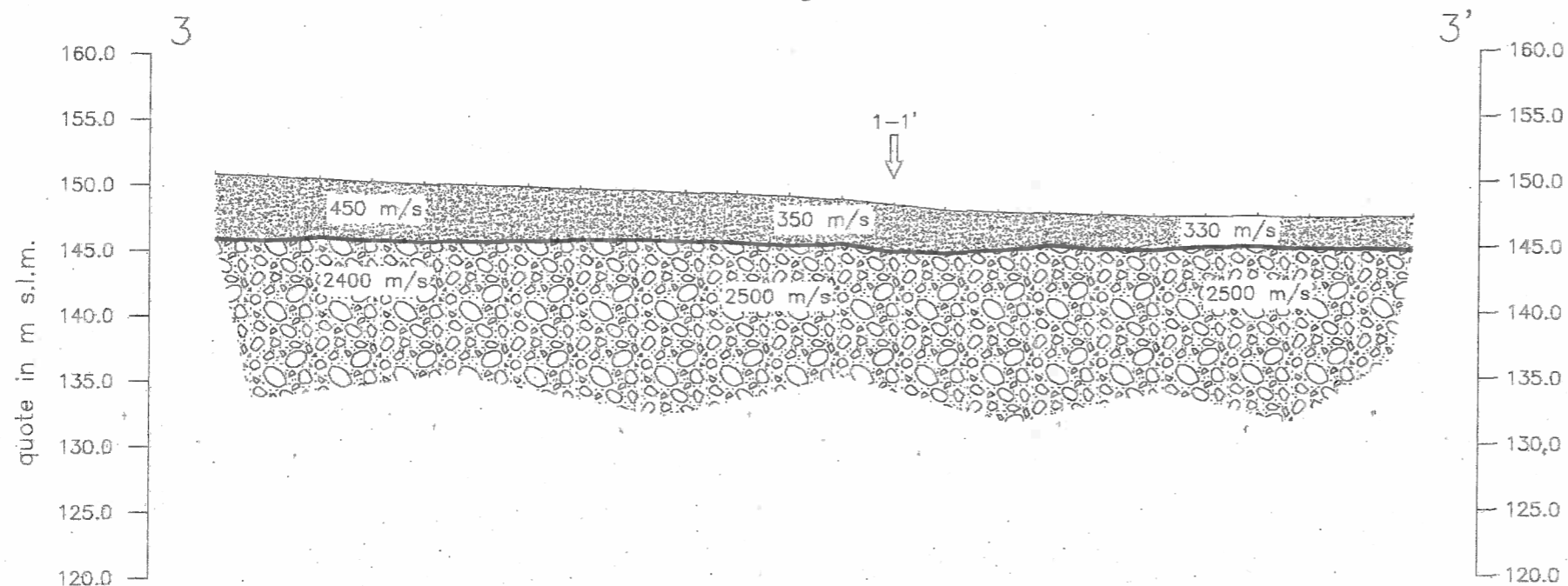


Sezione sismostratigrafica - Onde P



num. staz.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
dist. in m	0	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	96
quote in m s.l.m.		150.80	150.60	150.40	150.20	150.00	149.90	149.80	149.60	149.50	149.30	149.20	149.00	148.70	148.30	147.90	147.70	147.60	147.50	147.40	147.40	147.40	147.30	147.30	147.30	147.30
prof. da p.c. strato 1 (m)	4.95	4.89	4.50	4.50	4.42	4.31	4.16	3.90	3.78	3.72	3.75	3.78	3.39	3.57	3.29	2.90	2.48	2.66	2.57	2.33	2.33	2.42	2.45	2.54		

Sezione litostratigrafica - Onde P

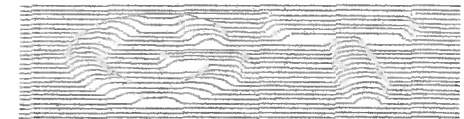


VAL DI CHIANTI CARBURANTI s.r.l.

Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in località "Bargino" Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 10 - Sezione 3-3' onde P
Sezione sismostratigrafica

Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze



Ubicazione sezioni sismiche



- Sezioni sismiche eseguite
- Sezione sismica rappresentata
- Profilo topografico
- Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi
- 2500 m/s Velocità sismica onde P
- (500) m/s Velocità sismica onde SH

Legenda

- Limo sabbioso argilloso ghiaie e ciottoli
- Ghiaie e ciottoli cementati

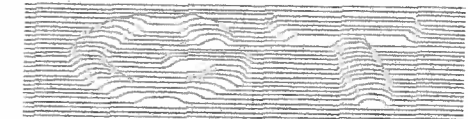
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Luglio 2010

Indagine geofisica mediante sismica a rifrazione
e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH
calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008
in località "Bargino"
Comune di San Casciano Val di Pesa (FI)

Tavola 11 - Sezioni 2-2' e 3-3' onde P
Sezione tomografica

Geofisica
Toscana s.a.s.
Firenze

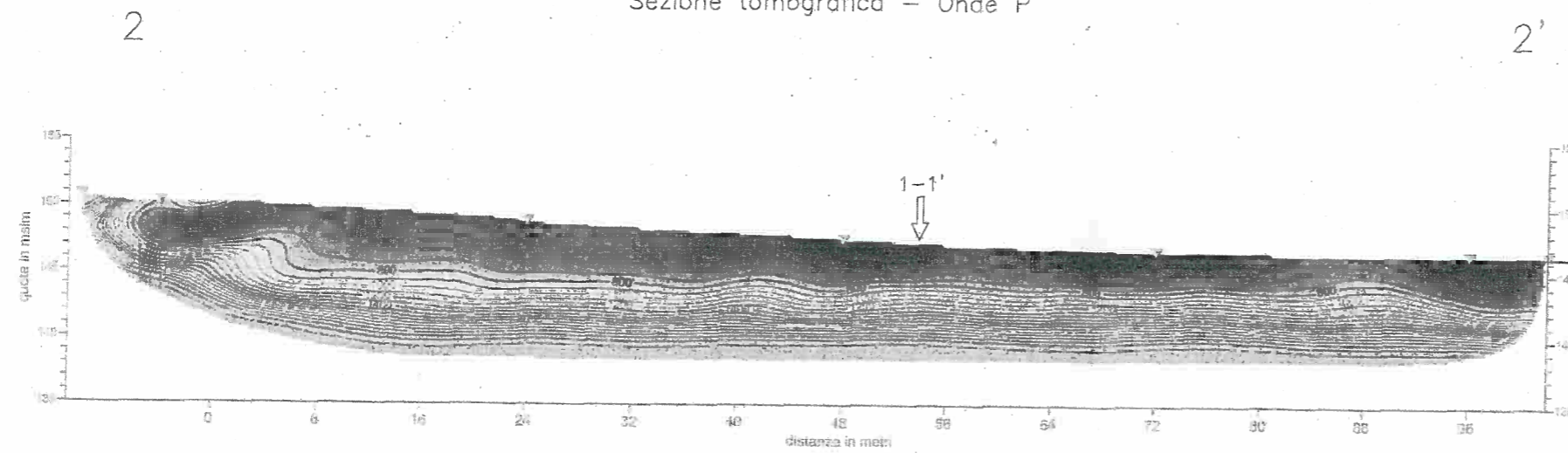


Ubicazione sezioni sismiche



----- Sezioni sismiche eseguite
----- Sezioni sismiche rappresentate

Sezione tomografica - Onde P



Sezione tomografica - Onde P

