

# Comune di Scandicci

## Piano strutturale

### Variante di aggiornamento

#### **Fi 11 - Studi e indagini di microzonazione sismica di livello 1**

#### **Indagini geofisiche di superficie mediante sismica a rifrazione e tomografia sismica**

**(a cura di TRIGEO srl)**

**Luglio 2013**

Ufficio di piano:  
Coordinamento tecnico  
Alessandra Guidotti

Settore Edilizia e Urbanistica  
Palma Di Fidio  
Valentina Tonelli  
Simona Iommi  
Alessandra Chiarotti

Collaboratori esterni  
Alessandra Guidotti  
Serena Barlacchi  
Francesca Masi

Aspetti ambientali  
Ilaria Baldi  
Paolo Giambini

Aspetti geologici  
Studio associato Geotecnò

Aspetti idraulici  
PHYSIS S.R.L. - Ingegneria per l'Ambiente

Aspetti socio-economici  
Laboratorio di Economia dell'Innovazione  
Università di Firenze

Sindaco  
Simone Gheri

Vice Sindaco / Assessore all'Urbanistica  
Alessandro Baglioni

Progettista e Responsabile del procedimento:  
il dirigente del settore edilizia ed urbanistica  
Lorenzo Paoli

Garante della comunicazione:  
Cinzia Rettori

# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

**TITOLO:**

**-STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI  
SCANDICCI-**

**“INDAGINI GEOFISICHE DI SUPERFICIE MEDIANTE  
TOMOGRFIA ELETTRICA PER L’INDIVIDUAZIONE DEL SUBSTRATO  
LINEA ELETTRICA ST1 – LOCALITÀ SAN GIUSTO  
LINEA ELETTRICA ST4 – LOCALITÀ PADULE”**

**COMMITTENTE:**

**COMUNE DI SCANDICCI**

**OGGETTO:**


**RELAZIONE TECNICA**



DATA:  
30 Marzo 2012

***TRIGEO S.N.C.***

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI (FI)</i><br>LINEA ELETTRICA ST1 – SAN GIUSTO<br>LINEA ELETTRICA ST4 – PADULE | Marzo 2012          |
|   |   | Comune di Scandicci |
|   |   | Pag. 1 di 11        |

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>                                     | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>                             | <b>3</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA .....</b>      | <b>3</b>  |
| <b>3.0 ARRAY DI TIPO “DIPOL-DIPOL” .....</b>                 | <b>5</b>  |
| <b>4.0 “PROCESSING” DEI DATI.....</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>5.0 ANALISI DEI RISULTATI - TOMOGRAFIA ELETTRICA.....</b> | <b>7</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI .....</b>                       | <b>8</b>  |
| <b>ALLEGATI .....</b>  | <b>10</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle indagini geofisiche eseguite mediante tomografia elettrica, nel mese di Marzo 2012, eseguiti a supporto degli studi di microzonazione del comune di Scandicci, all'interno di due aree poste in località **SAN GIUSTO** e **PADULE - SCANDICCI** (Fig. 1).



**Figura 1:** Particolare delle linee elettriche: sezione elettrica ST1 (sinistra); sezione elettrica ST4 (destra).

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante tomografia elettrica tesa a verificare, lungo le due sezioni convenute con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti e determinare le geometrie e soprattutto le profondità del substrato litoide, altrimenti non individuabile con le tradizionali tecniche di sismica a rifrazione.

L'indagine geoelettrica è stata effettuata mediante tomografia elettrica, uno dei più attuali ed innovativi sviluppi del tradizionale metodo elettrico in corrente continua.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

Nelle **Tavole 01 e 04** allegata, è stato riportato un inquadramento corografico in scala 1:10.000 con indicate le sezioni di tomografia elettrica (indicate in verde).

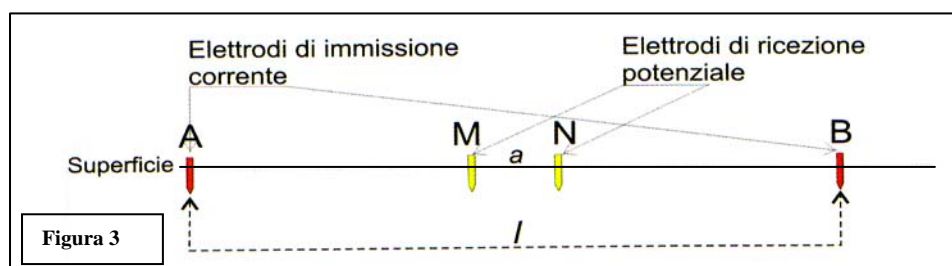
Nelle **Tavole 02-05** vengono riportate le tomografie elettriche, mentre nelle **Tavole 03-06** vengono riportate le rispettive sezioni interpretative.

Complessivamente sono stati acquisiti **940** ml di Tomografia elettrica suddivisi in 2 sezioni ciascuna di **470 ml**. La distanza inter-elettrodoica è stata scelta pari a 10 m utile per ottenere un buon dettaglio superficiale ed un ottima risoluzione profonda.

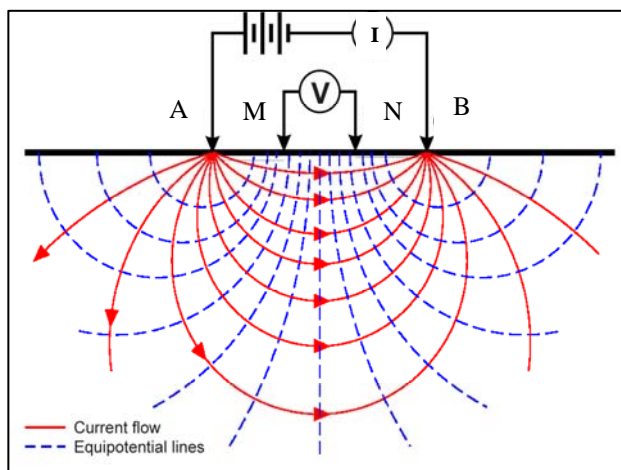
## 2.0 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il metodo geoelettrico nelle indagini geofisiche sfrutta le proprietà di rocce, sedimenti (terre) di condurre in modo diverso la corrente elettrica. Il parametro che viene misurato è la resistività elettrica che dipende dalla porosità, dalla permeabilità e dal contenuto ionico dei fluidi di ritenzione.

La tomografia elettrica rappresenta un'evoluzione recente dei sondaggi elettrici verticali (S.E.V.), ed è funzionale grazie ai notevoli progressi dell'elettronica digitale e della modellistica geofisica. A seconda della distanza reciproca tra gli elettrodi che immettono la corrente e gli altri che la misurano, si possono investigare profondità sempre maggiori di terreno. Vengono usati *array* diversi a seconda della problematica da indagare, in generale i più utilizzati sono: *Schlumberger*, *Wenner*, *dipolo-dipolo*. L'esecuzione di un profilo tomografico prevede l'installazione di una serie di picchetti metallici (elettrodi), in questo caso 36 e 23, che vengono utilizzati tanto come elettrodi di corrente che di potenziale (**Figura 3**).



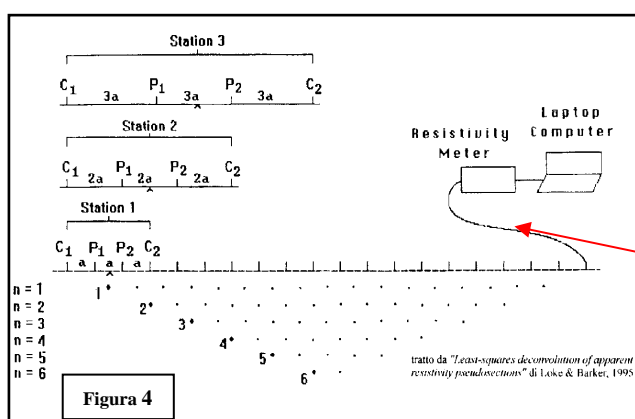
Tramite gli elettrodi **A - B** si immette nel terreno una corrente continua  $I_c$ , mentre tramite gli elettrodi **M-N** viene rilevata la differenza di potenziale  $V$  che si instaura. Conoscendo  $I_c$  e misurando  $V$  si calcola la resistività elettrica relativa alla configurazione elettrodica utilizzata, usando la formula:



$$\rho_a = \frac{\pi(l_{(A,B)} / 2)^2 - (a_{(M,N)} / 2)^2}{a_{(M,N)}} \cdot \frac{V}{I_c}$$

Spostando lateralmente il dispositivo elettronico (**M-N**) si rilevano le variazioni orizzontali della resistività e con il progressivo incremento della distanza che intercorre tra le due coppie di elettrodi (**A-B**) si esplorano strati via via più

profondi, il risultato è una sezione bidimensionale in profondità (**Fig. 4**).



Dato che il caso di un sottosuolo omogeneo rilevati sono valori di resistività “apparente” ( $\rho_a$ ), influenzati e mediati sull’intero spessore indagato. La resistività apparente si misura in  $\Omega \cdot m$  (Ohm per metro lineare) ed esprime il valore della resistività calcolato con una certa configurazione geometrica ed è dipendente dai valori di resistività dei singoli strati interessati dalla corrente immessa.

Per quanto riguarda la strumentazione utilizzata, nel caso specifico si è trattato di un georesistivimetro ARES (GF Instruments,s.r.o.<sup>®</sup>) con 32-23 elettrodi le cui caratteristiche tecniche vengono qui riportate (**Fig.5**).



Figura 5

**TRANSMITTER:**

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| POWER      | Up to 300 W                |
| CURRENT    | up to 2.0 A                |
| VOLTAGE    | 10-550 V (1100 Vp-p)       |
| PROTECTION | FULL ELECTRONIC PROTECTION |
| PRECISION  | 0,10%                      |

**RECEIVER:**

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| INPUT IMPEDANCE           | 20 MΩ       |
| INPUT VOLTAGE RANGE       | -5 V        |
| MAINS FREQUENCY FILTERING | 50 or 60 Hz |
| PRECISION                 | 0,10%       |

### 3.0 ARRAY DI TIPO “DIPOLO-DIPOLO”

L’array utilizzato nel presente lavoro è stato “Dipolo Dipolo” uno dei più usati nella tomografia elettrica, avendo un’alta sensibilità intorno agli elettrodi di potenziale M-N ed anche una buona accuratezza di indagine rispetto a strutture sepolte sia con una geometria verticale che orizzontale.

La configurazione geometrica di questo array prevede di lasciare i due elettrodi di potenziale M e N ed i due di corrente A e B ad una distanza fissa ( $a$ ), e di traslarli lungo lo stendimento elettrodo. Via via che l’indagine vuole esplorare sezioni di terreno a profondità maggiore si allarga la distanza L (**Fig. 4**). In questo caso si introduce il fattore  $L$ , ovvero il rapporto tra  $AB/2$  e  $MN/2$ .

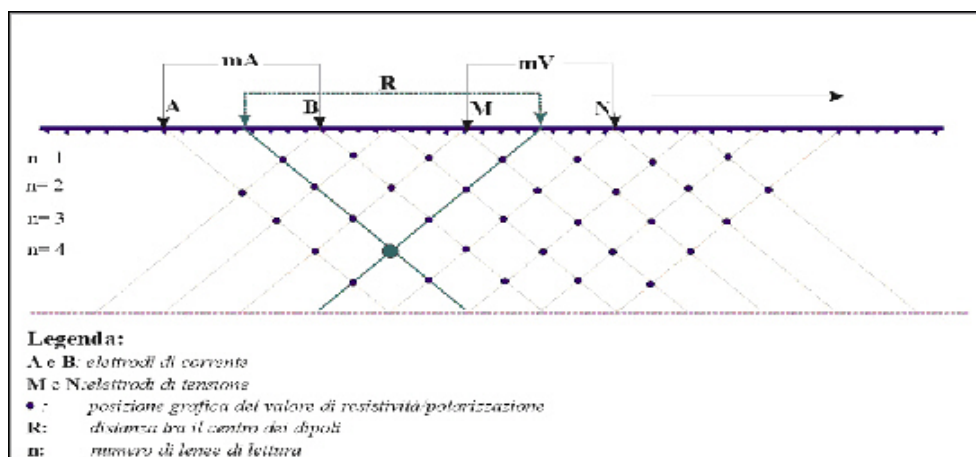
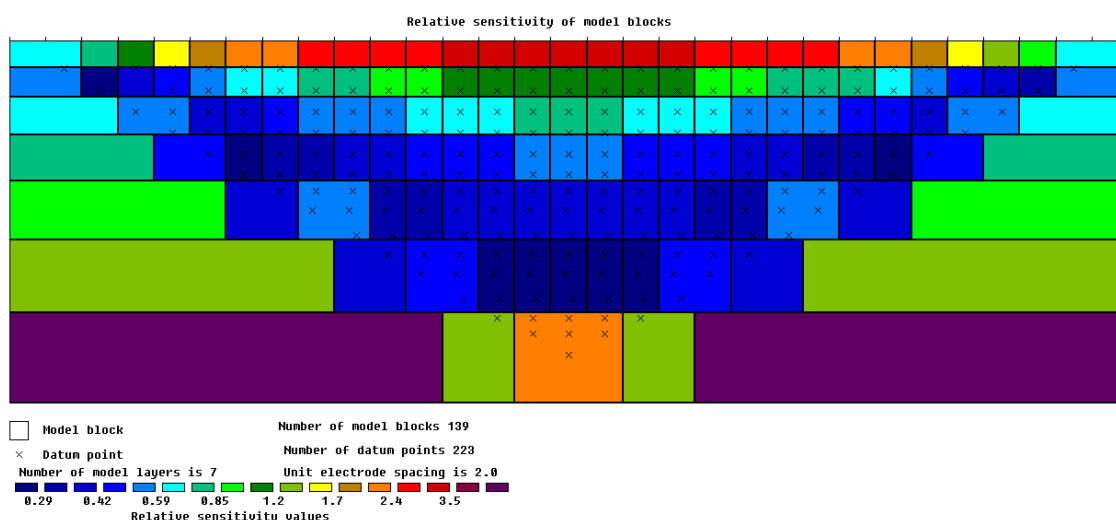


Figura 5: Schema di rilievo geoelettrico dipolo-dipolo.

## 4.0 “PROCESSING” DEI DATI

Il software RES2DINV<sup>®</sup> (Geotomo Software<sup>®</sup>), utilizzato nel corso del presente lavoro, permette di ottenere un modello bidimensionale di resistività per i dati ottenuti dal rilievo elettrico e sfruttando il metodo dell’inversione permette partendo dai valori di resistività apparente di arrivare a quelli reali del terreno investigato.

Il modello bidimensionale utilizzato nel programma di inversione consiste in un numero di blocchi rettangolari il cui arrangiamento dipende dalla posizione dei dati rilevati.

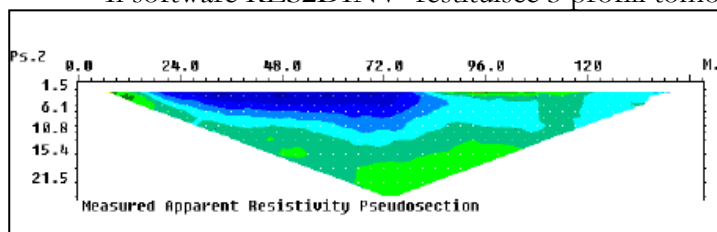


La distribuzione e posizione dei blocchi è automaticamente generata dal programma in modo tale che il numero dei blocchi non superi il numero dei dati acquisiti.

Una complessa routine di modellizzazione viene utilizzata per calcolare i valori di resistività apparente mentre per la routine di inversione viene utilizzata una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati non lineare.

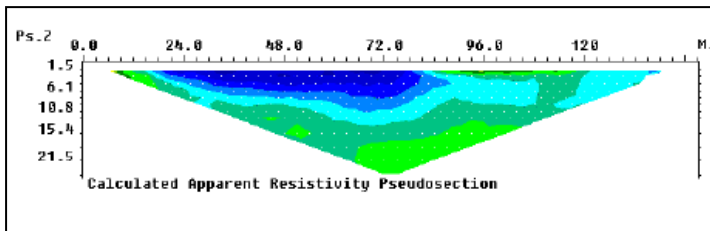
Nelle sezioni estrapolate si individua nell’asse orizzontale la distanza progressiva dell’allineamento elettrodico sul terreno e nell’asse verticale la profondità rispetto al piano di campagna.

Il software RES2DINV<sup>®</sup> restituisce 3 profili tomografici che esprimono rispettivamente:

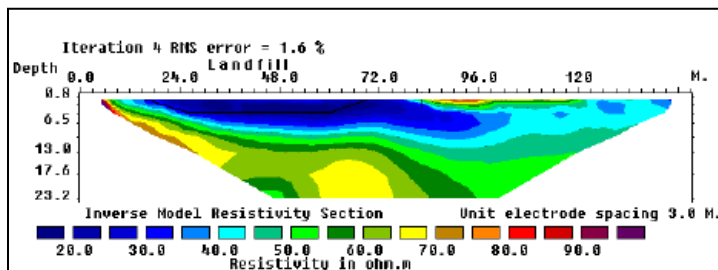


La pseudosezione misurata, che rappresenta una distribuzione laterale e verticale della resistività apparente in funzione di una profondità teorica.





La pseudosezione calcolata, che è stata ottenuta dal modello bidimensionale.



La vera e propria sezione 2D, dove è rappresentata la distribuzione verticale ed orizzontale della resistività reale del terreno oggetto d'indagine.

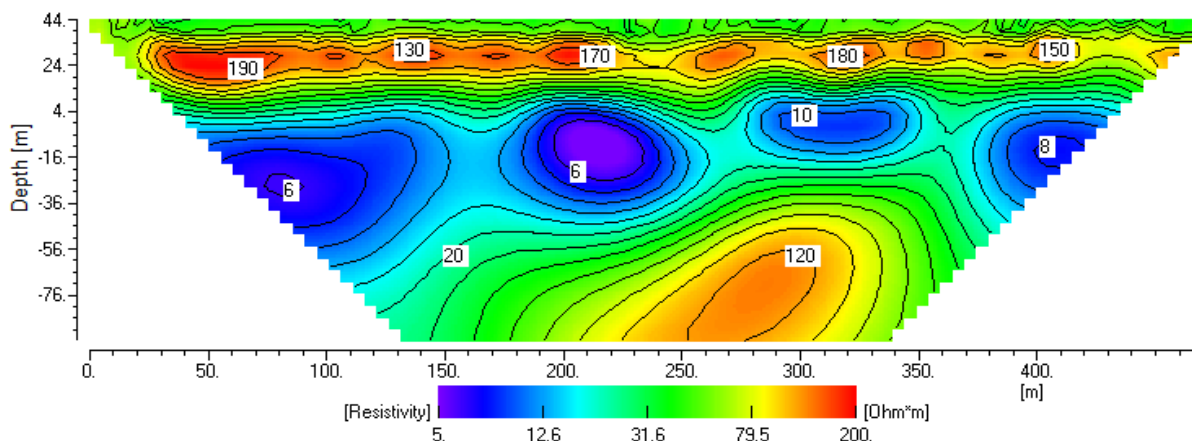
## 5.0 ANALISI DEI RISULTATI - TOMOGRAFIA ELETTRICA

Nelle **Tavole 02-05** sono state riportate le due sezioni di tomografia elettrica eseguite. I valori di resistività riscontrati in campagna sono stati così attribuiti alle seguenti litologie:

### LEGENDA

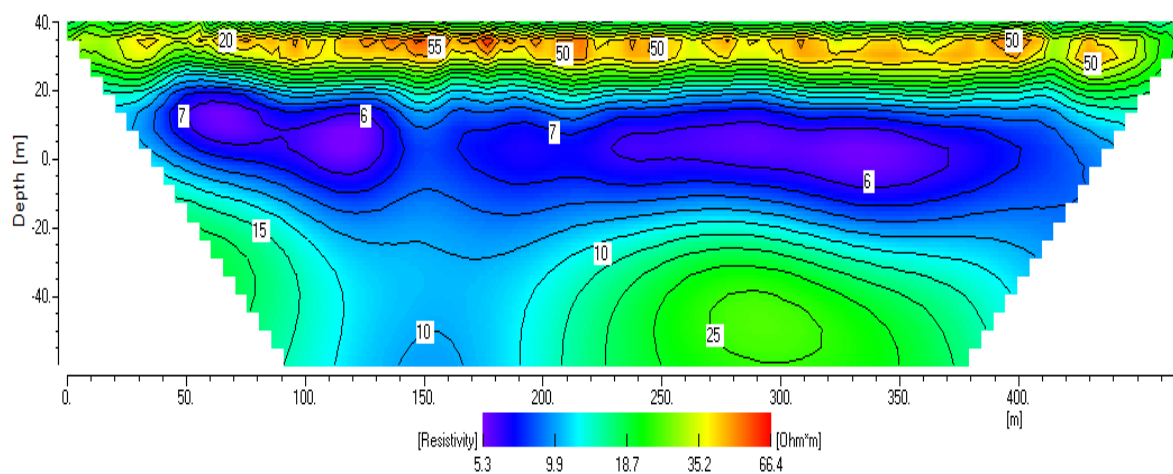
|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | Anomalia di bassa resistività (< 15 Ohm.m) Depositi Lacustri         |  | Anomalia di alta resistività (>50 Ohm.m) Ghiaie                 |
|  | Anomalia di media resistività (15-40 Ohm.m) Depositi Fluvio-lacustri |  | Anomalia di alta resistività (50-120 Ohm.m) Probabile substrato |

Nella **sezione ST1**, eseguita in località San Giusto, in direzione NO-SE, i risultati evidenziano una coltre superficiale, costituita da depositi fluvio-lacustri (resistività media 15-40 Ohm.m), al di sotto della quale è presente un livello di ghiaie molto compatto (resistività superiori a 50 Ohm.m), che



presentano spessori variabili, compresi tra 10.0 e 20.0 m. Al di sotto del livello di ghiaie, il netto abbassamento dei valori di velocità, indica la presenza dei depositi lacustri (resistività < 15 Ohm.m) che si spingono sino a ca. 100-120 m di profondità da p.c. nel tratto iniziale ed a ca. 60 m da p.c. nel tratto finale. Il substrato litoide, individuabile dall'incremento dei valori di resistività (50-120 Ohm.m), mostra quindi una tendenza a risalire lungo la sezione con un andamento che risulta in accordo con i dati esistenti in bibliografia.


La **sezione ST4** eseguita in località Padule, all'interno della zona industriale di Scandicci, in



direzione OSO-ENE, quasi ortogonalmente al torrente Vingone, mostra anch'essa una coltre superficiale costituita da depositi fluvio-lacustri al di sotto dei quali è presente il livello di ghiaie. Il livello di ghiaie presenta spessori minori rispetto alla precedente sezione ST1, compresi tra 5.0 e 10.0 m. Inoltre si evidenzia, come rispetto alla precedente sezione, i valori di resistività risultino inferiori, evidenziando la probabile presenza di una ghiaia in matrice limo-sabbiosa. Oltre il livello di ghiaie si osserva il livello dei depositi lacustri caratterizzati da valori di resistività piuttosto bassi compresi tra 5 e 10 Ohm.m. Più in profondità ad una quota media prossima ai 60 m di profondità rispetto al p.c. si osserva il probabile passaggio al substrato litoide, che per i bassi valori osservati potrebbe essere ascrivibile a materiali argillitici (10-30 Ohm.m).

## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

L'indagine eseguita ha permesso di evidenziare le caratteristiche geofisiche, quali i valori di resistività, dei materiali superficiali e profondi, nei pressi di due aree in località **SAN GIUSTO e PADULE - SCANDICCI (FI)**.

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI (FI)</i><br><i>LINEA ELETTRICA ST1 – SAN GIUSTO</i><br><i>LINEA ELETTRICA ST4 – PADULE</i> | Marzo 2012          |
|   |   | Comune di Scandicci |
|   |   | Pag. 9 di 11        |

L'indagine geofisica di tomografia elettrica ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (depositi fluviali e depositi fluvio-lacustri) e quelli più profondi relativi ai depositi lacustri ed il substrato litoide.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- le due sezioni elettriche eseguite hanno permesso di identificare in modo piuttosto univoco la profondità e l'andamento del substrato litoide delle aree indagate:
- in particolare lungo la sezione ST1, il substrato mostra una tendenza a risalire lungo la sezione passando da profondità di ca. 100-120 m a profondità di ca. 60 m da p.c.;
- la sezione ST2, mostra un substrato litoide meno evidente, che comunque sembra collocarsi a profondità media attorno ai 60 m.

---

Arezzo, lì 30/03/2012

Trigeo snc



STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI (FI)  
LINEA ELETTRICA ST1 – SAN GIUSTO  
LINEA ELETTRICA ST4 – PADULE

Marzo 2012

Comune di Scandicci

Pag. 10 di 11

## ALLEGATI

**TRIGEO SNC**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)

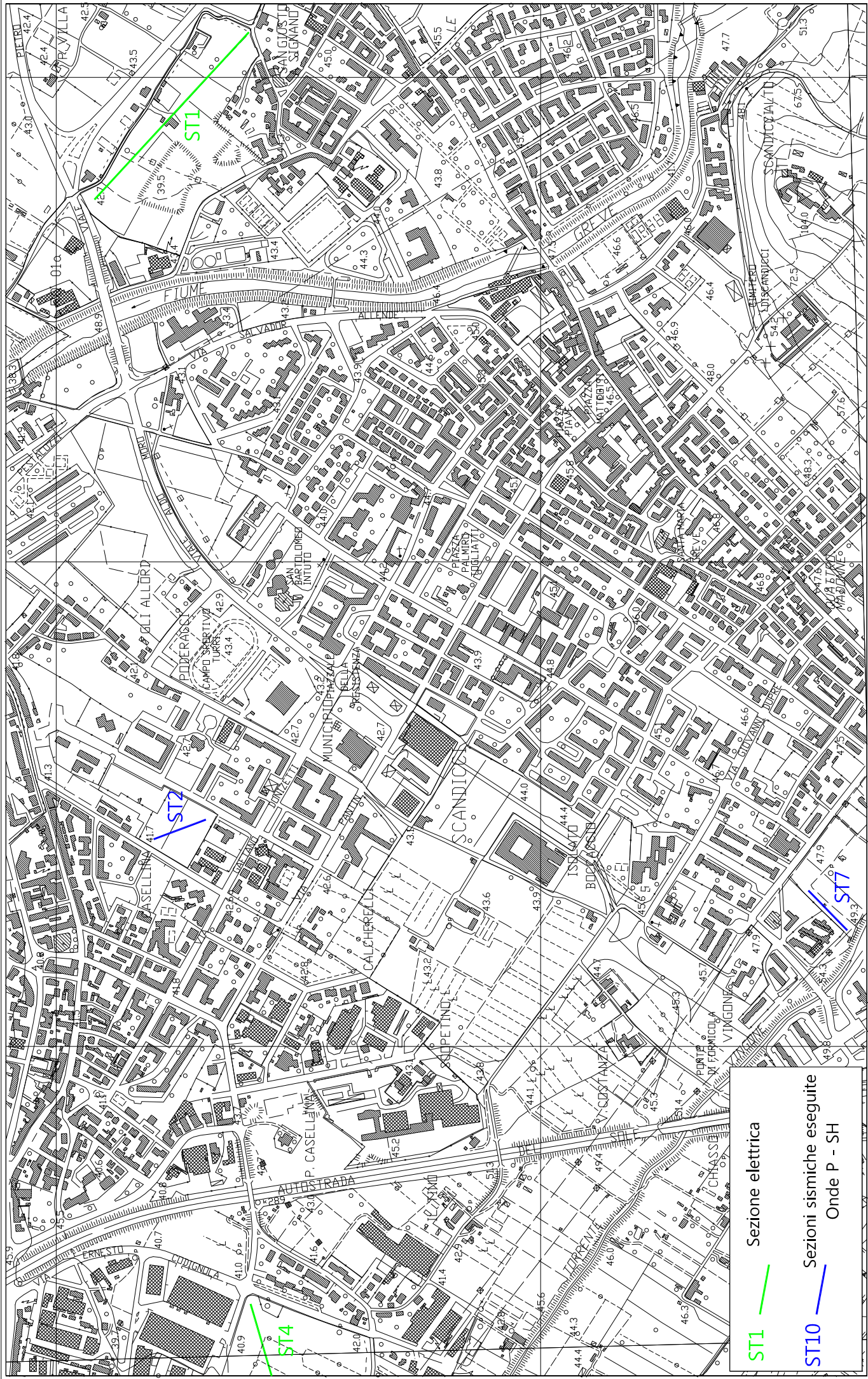
TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117

info@trigeo.it

**www.trigeo.it**

VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE

Tel/Fax 055 9062212 – CELL. 328 7213928



**ST1** — Sezione elettrica  
**ST10** — Sezioni sismiche eseguite  
 Onde P - SH

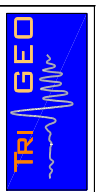


Tavola 01 - Planimetria generale - Linea elettrica ST1 - San Giusto

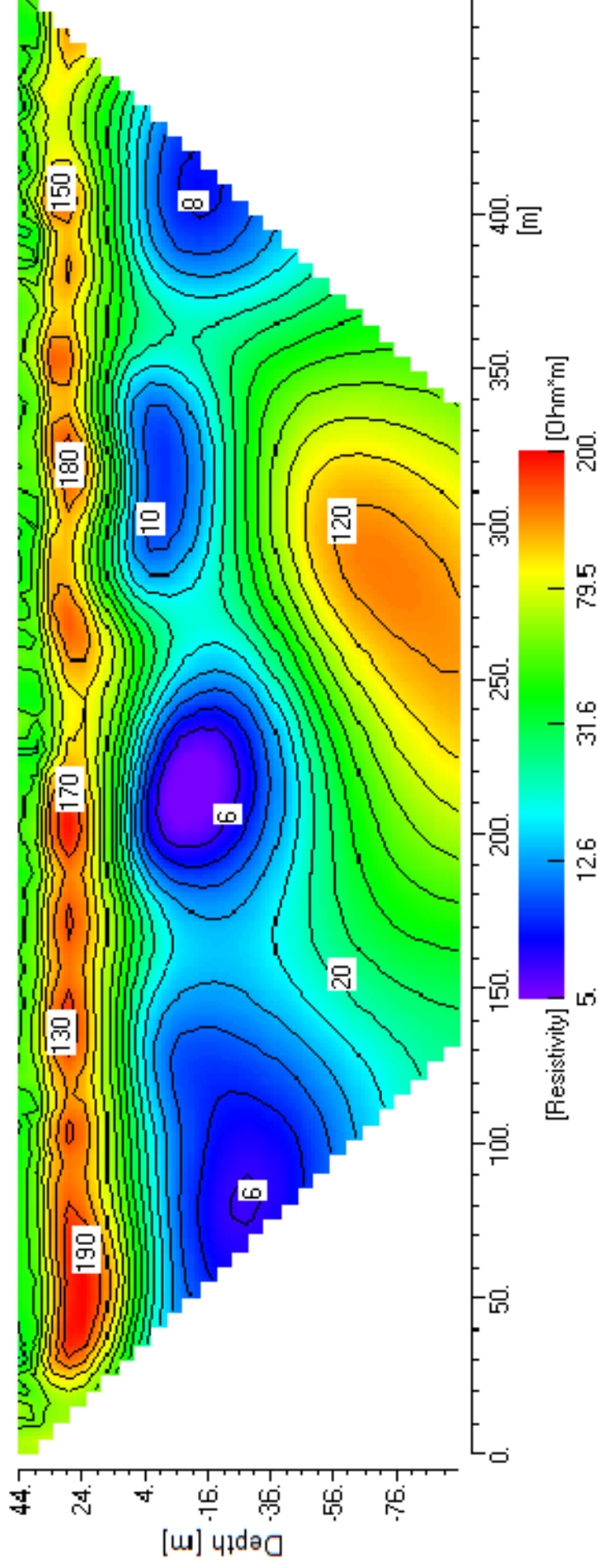
Febbraio 2012

Scala 1: 10000

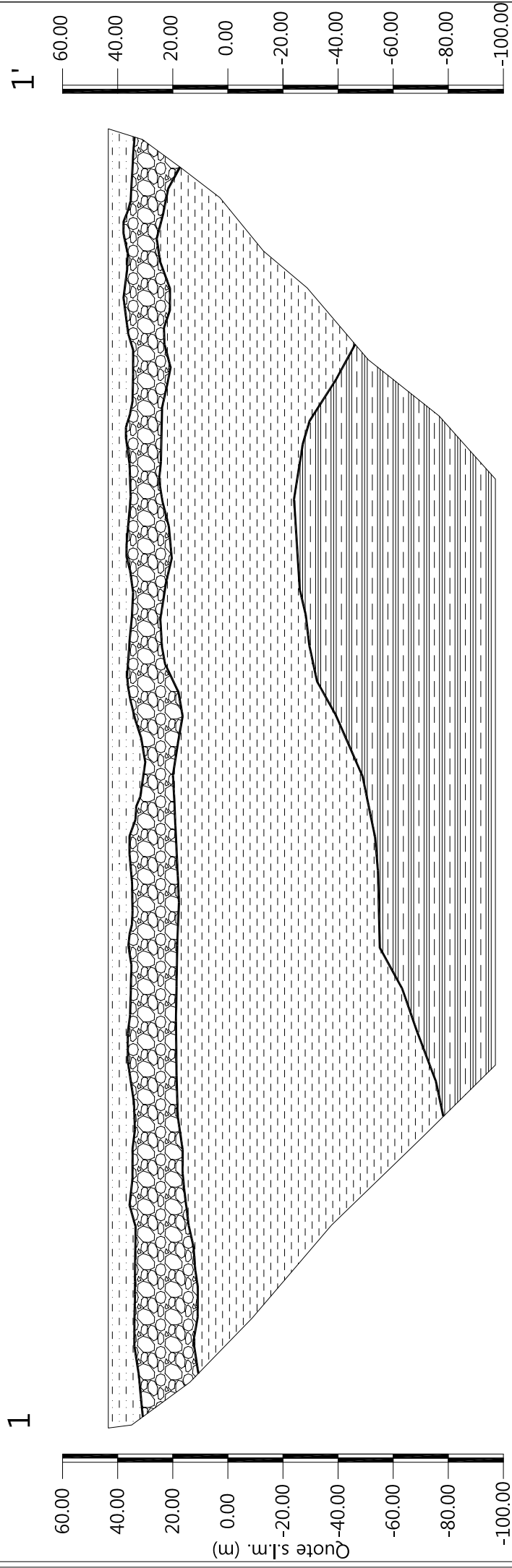
Tomografia elettrica - ST1

1

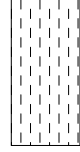

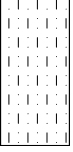
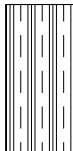
1'



Sezione interpretativa - ST1



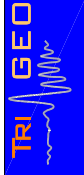
LEGENDA

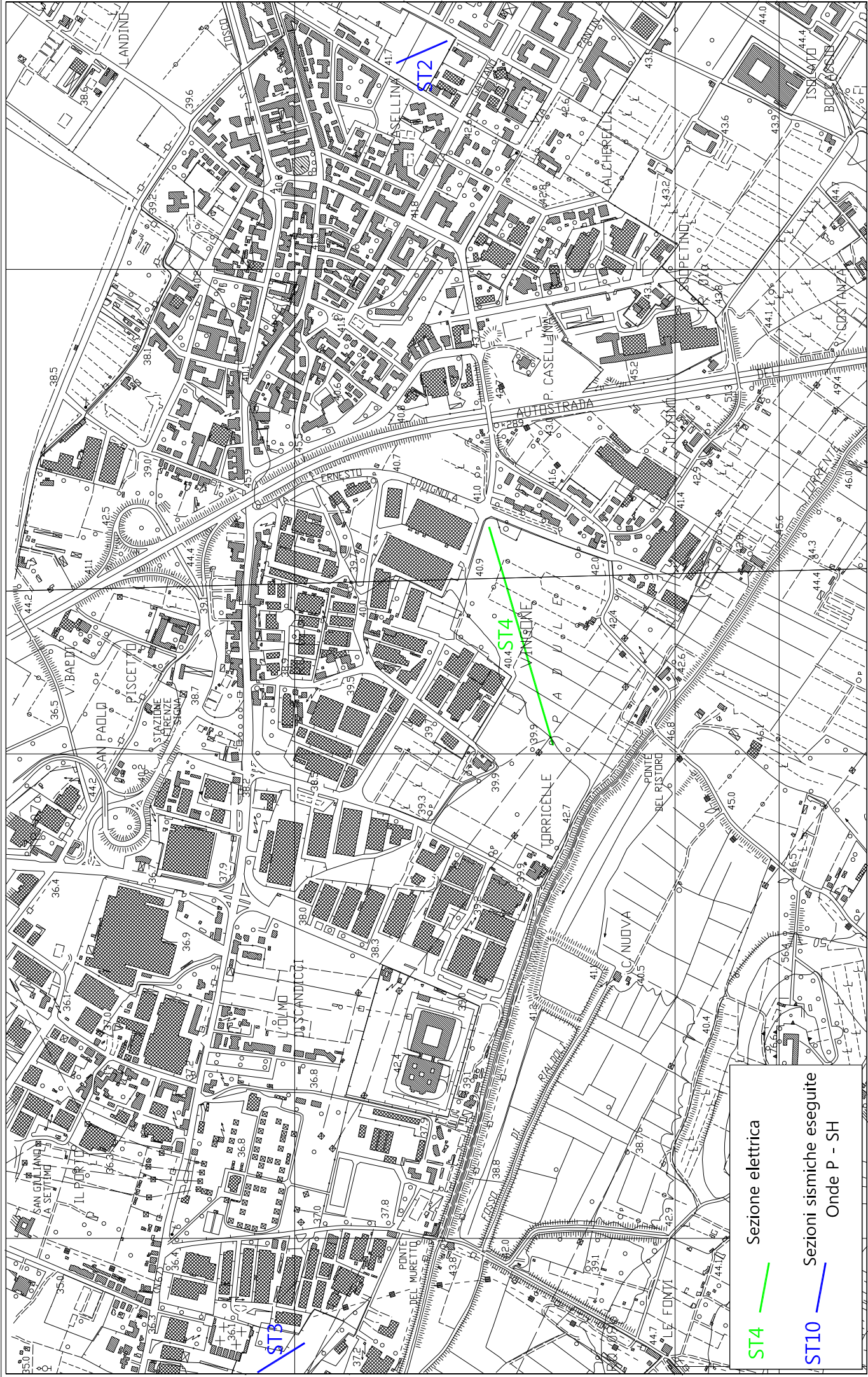
- |   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|  | Anomalia di bassa resistività<br>(< 15 Ohm.m) Depositi Lacustri         |  | Anomalia di alta resistività<br>(> 50 Ohm.m) Ghiaie                |
|  | Anomalia di media resistività<br>(15-40 Ohm.m) Depositi Fluvio-lacustri |  | Anomalia di alta resistività<br>(50-120 Ohm.m) Probabile substrato |

Scala Verticale 1:2000  
Scala Orizzontale 1:2000

Marzo 2012

Tavola 03 - Sezione interpretativa - ST1





ST4 — Sezione elettrica  
ST10 — Sezioni sismiche eseguite  
 Onde P - SH

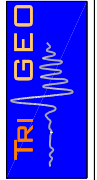


Tavola 04 - Planimetria generale - Linea elettrica ST4 - Padule

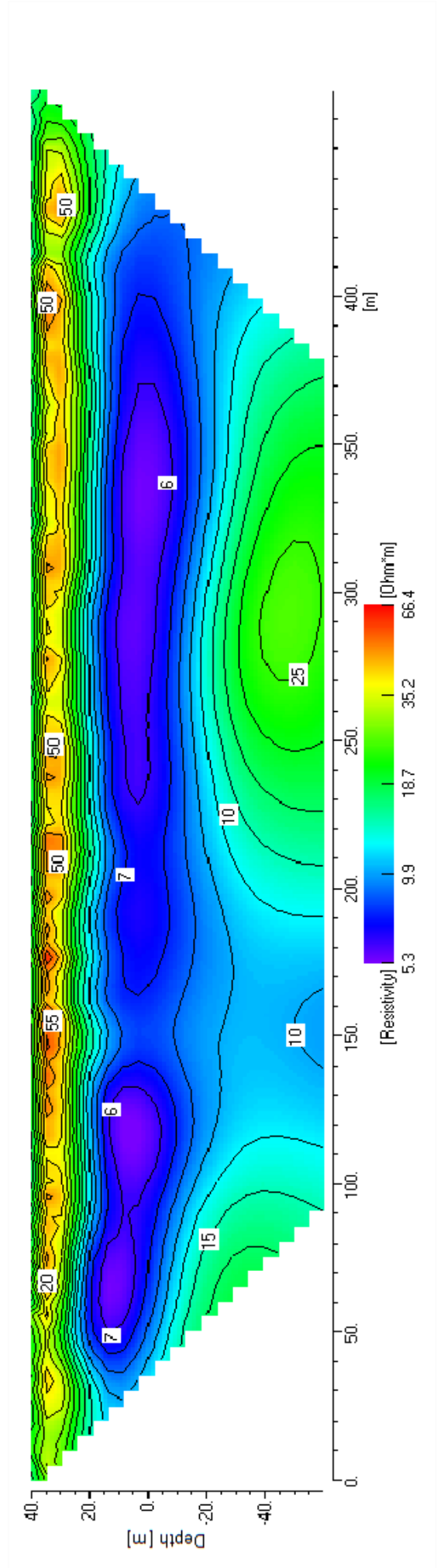
Marzo 2012

Scala 1: 10000



Tomografia elettrica - ST4

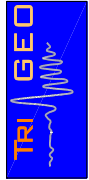
4 4'



Scala Verticale 1:2000  
Scala Orizzontale 1:2000

Marzo 2012

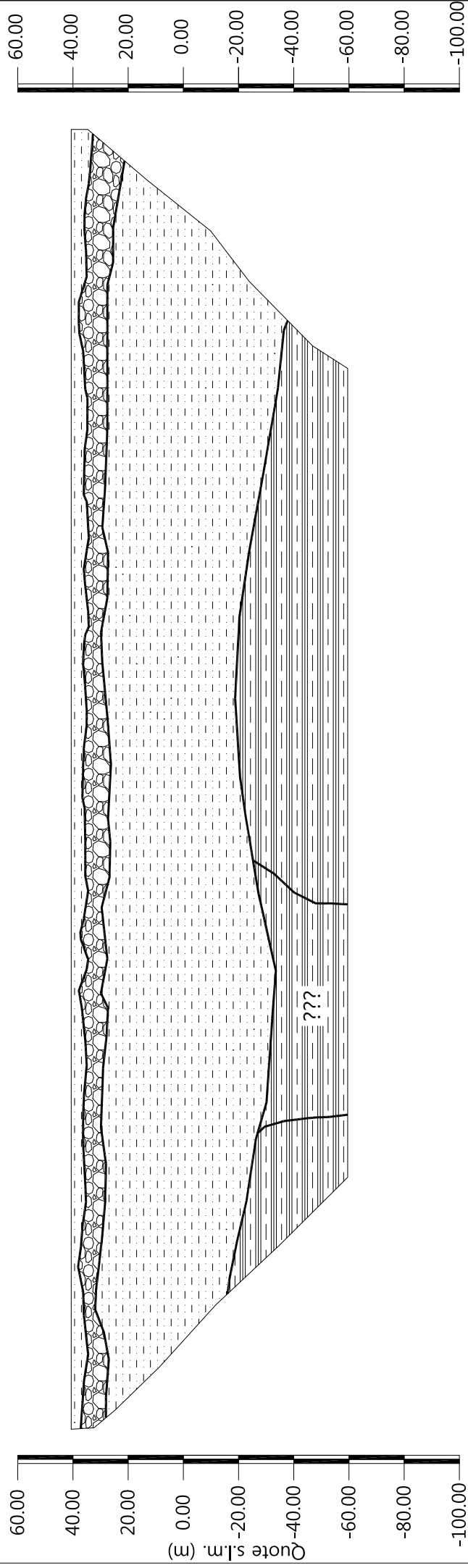
Tavola 05 - Tomografia elettrica - ST4



Sezione interpretativa - ST4

4

4'



LEGENDA

Anomalia di bassa resistività  
( $< 15 \text{ Ohm.m}$ ) Depositi Lacustri

Anomalia di alta resistività  
( $> 50 \text{ Ohm.m}$ ) Ghiate

Anomalia di media resistività  
( $15\text{-}40 \text{ Ohm.m}$ ) Depositi Fluvio-lacustri

Anomalia di alta resistività  
( $50\text{-}120 \text{ Ohm.m}$ ) Probabile substrato

# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

## TITOLO:

### STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI

“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $V_{S30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST2  
IN VIA DELL’ACCIAOLO - SCANDICCI (FI)”  
INTEGRATA CON  
“INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE TOMOGRAFIA ELETTRICA”

## COMMITTENTE:

COMUNE DI SCANDICCI

## OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA



DATA:  
29 Marzo 2012

### **TRIGEO S.N.C.**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST2 - VIA DELL'ACCIAOLO | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 1 di 20             |

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUZIONE</b> .....  | 2  |
| <b><i>INDAGINE SISMICA (ONDE P-SH)</i></b> .....                           | 4  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO</b> .....  | 4  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA</b> ....  | 4  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI</b> .....                     | 7  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA</b> .....            | 7  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30</b> ..... | 9  |
| <b><i>TOMOGRAFIA ELETTRICA</i></b> .....                                   | 11 |
| <b>6.0 SCHEMA OPERATIVO</b> .....  | 11 |
| <b>7.0 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA</b> .....                    | 12 |
| <b>8.0 ARRAY DI TIPO "SCHLUMBERGER"</b> .....                              | 14 |
| <b>9.0 "PROCESSING" DEI DATI</b> .....                                     | 15 |
| <b>10.0 ANALISI DEI RISULTATI - TOMOGRAFIA ELETTRICA</b> .....             | 16 |
| <b>11.0 CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....                                    | 17 |
| <b>ALLEGATI</b> .....  | 19 |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) e Tomografia Elettrica nel mese di Gennaio-Marzo 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, nei pressi di un'area posta in **VIA DELL'ACCIAOLO, SCANDICCI (FI)** (Fig. 1).



**Figura 1:** Particolare della sezione ST2.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST2 - VIA DELL'ACCIAOLO | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 3 di 20             |

“energizzazioni” (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un’ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L’acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{S30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico ST2 eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:10.000) con ubicazione del profilo sismico ST2 eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d’arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

La scelta di implementare le indagini sismiche mediante la tomografia elettrica è stata scelta in funzione delle litologie presenti, dalla necessita di discriminare orizzonti conduttivi (maggior componente argillosa fine) e resistivi (maggior componente granulare).

L’indagine geoelettrica è stata effettuata mediante tomografia elettrica, uno dei più attuali ed innovativi sviluppi del tradizionale metodo elettrico in corrente continua.

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

## **INDAGINE SISMICA (ONDE P-SH)**

### **1.0 SCHEMA OPERATIVO**

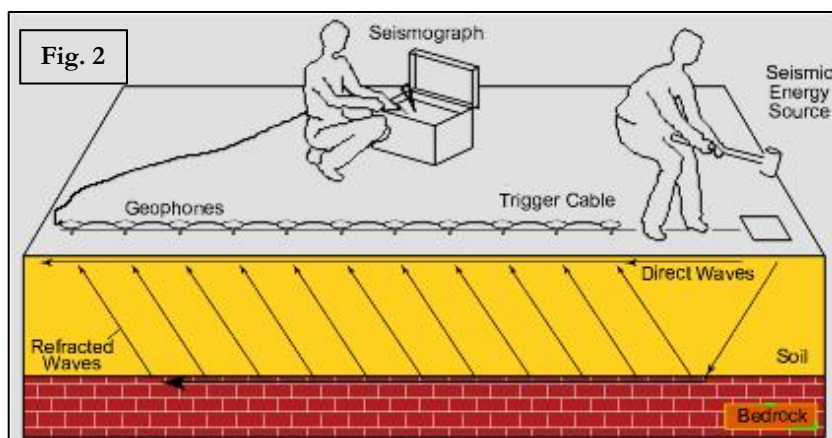
Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

### **2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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.

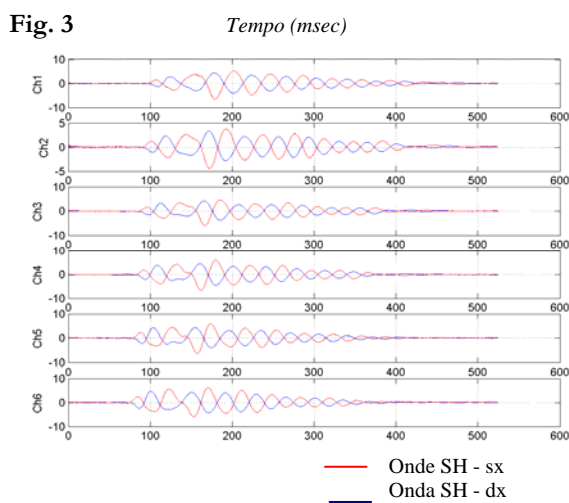
Un sistema digitale di acquisizione dati (**Fig. 2**) in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.



Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel, ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang; nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (**Fig. 3**). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk 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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST2 - VIA DELL'ACCIAOLO | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 7 di 20             |

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma 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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

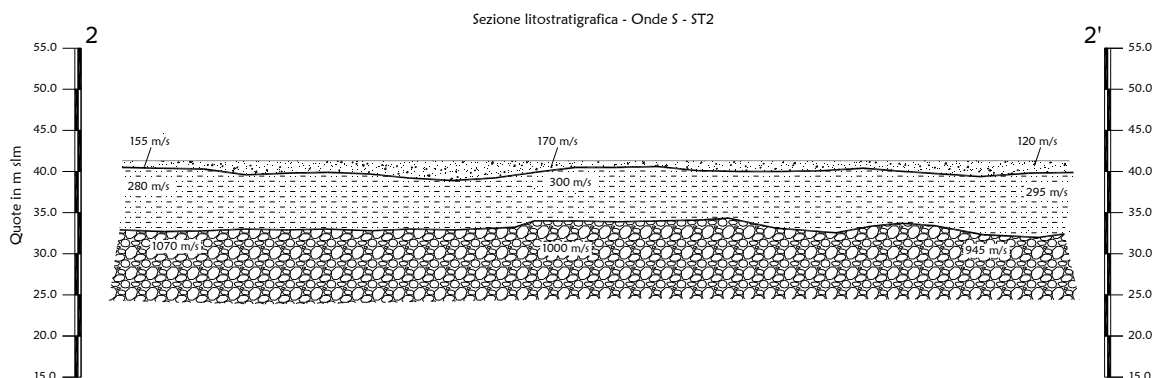
Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.70 m e 2.40 m (onde P ed onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità medie pari a ca. 8.00 m da p.c. con profondità comprese tra 6.80 m e 9.40 m (onde P ed SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.40 m e ca. 8.00 m.

Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 275 e 315 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 120-170 m/s, con il livello intermedio, costituito da depositi fluvio-lacustri, che presenta velocità comprese tra 755-775 m/s (onde P) e tra 280-300 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con un orizzonte di ghiaie in matrice, che presenta velocità comprese tra 1.765 e 2.085 m/s (onde P) e tra 945-1.070 m/s (onde SH).

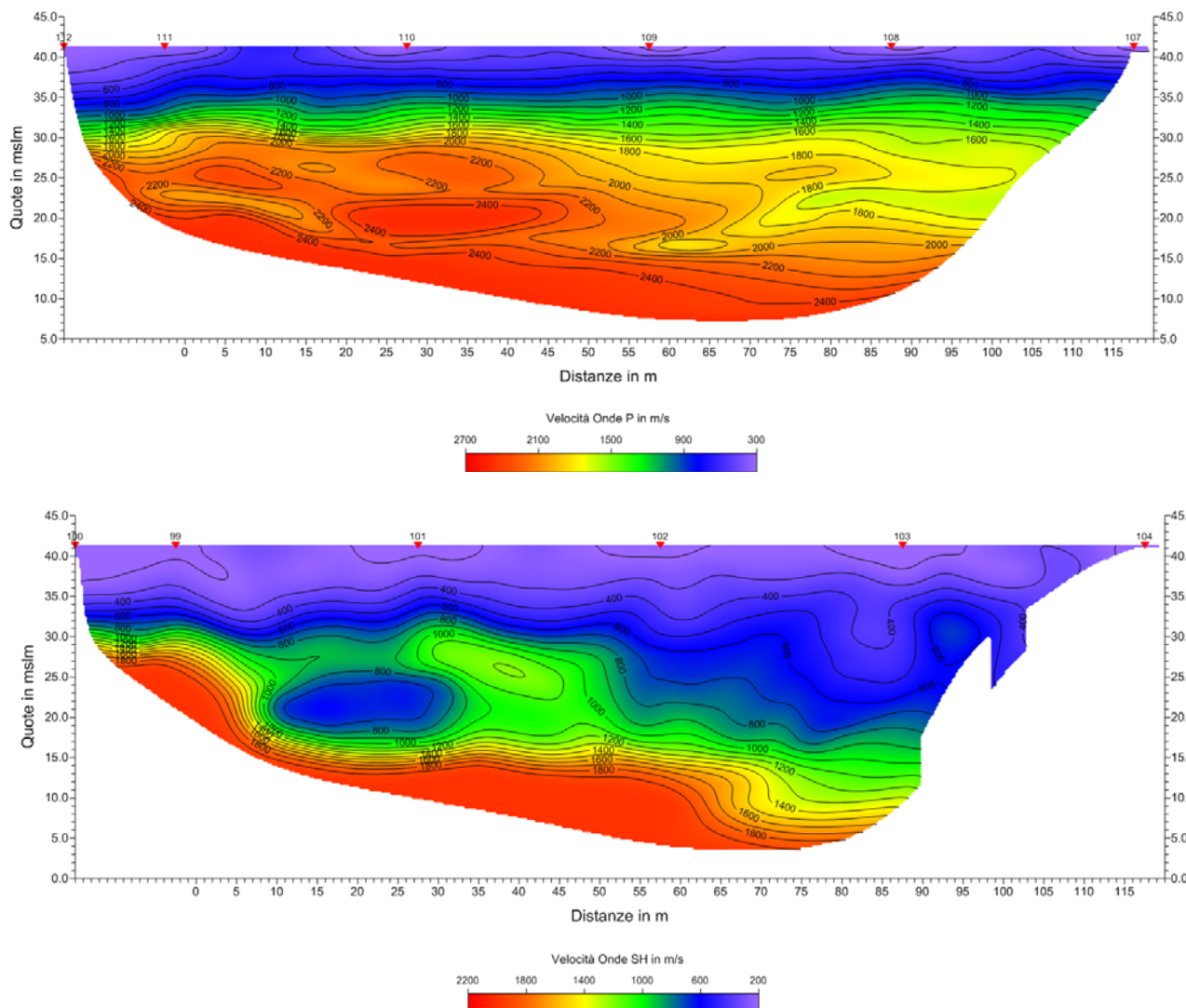


La **Sezione ST2**, effettuata in direzione NO-SE, è stata elaborata seguendo le informazioni del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.

I due rifrattori mostrano un andamento che segue in parte la morfologia di superficie, in particolare, lo strato più superficiale presenta spessori omogenei, solo nel tratto centrale gli spessori incrementano leggermente, mentre il rifrattore profondo, mostra delle ondulazioni e tende ad approfondirsi lungo la sezione. Tale andamento risulta più evidente con le onde SH ed in particolare nella sezione tomografica. Le lievi discordanze evidenziate tra le due sezioni elaborate possono essere anche imputabili al grado di saturazione dei materiali, che influenza il comportamento delle onde P, le quali mediamente mostrano un rifrattore principale a profondità inferiori rispetto alle onde SH.

L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH in accordo con i risultati del GRM, mostra materiali più superficiali con spessori omogenei solo nella tomo in onde SH gli spessori sembrano incrementare, ed il passaggio dal livello intermedio all'orizzonte di ghiaie risulta non netto ed a volte discontinuo inoltre sempre nelle onde SH sono presenti aree anomale (più bassa

velocità) che potrebbero indicare anomalie puntuali, invece per le onde P non si evidenziano anomalie anche se sulla fine della sezione i valori di velocità delle ghiaie appaiono leggermente più bassi.



Le velocità dell'orizzonte di ghiaie tendono sia per le onde P che SH a diminuire lungo la sezione passando rispettivamente da 2.085 m/s (onde P) e 1.070 m/s (onde SH) a 1.765 m/s e 945 m/s.

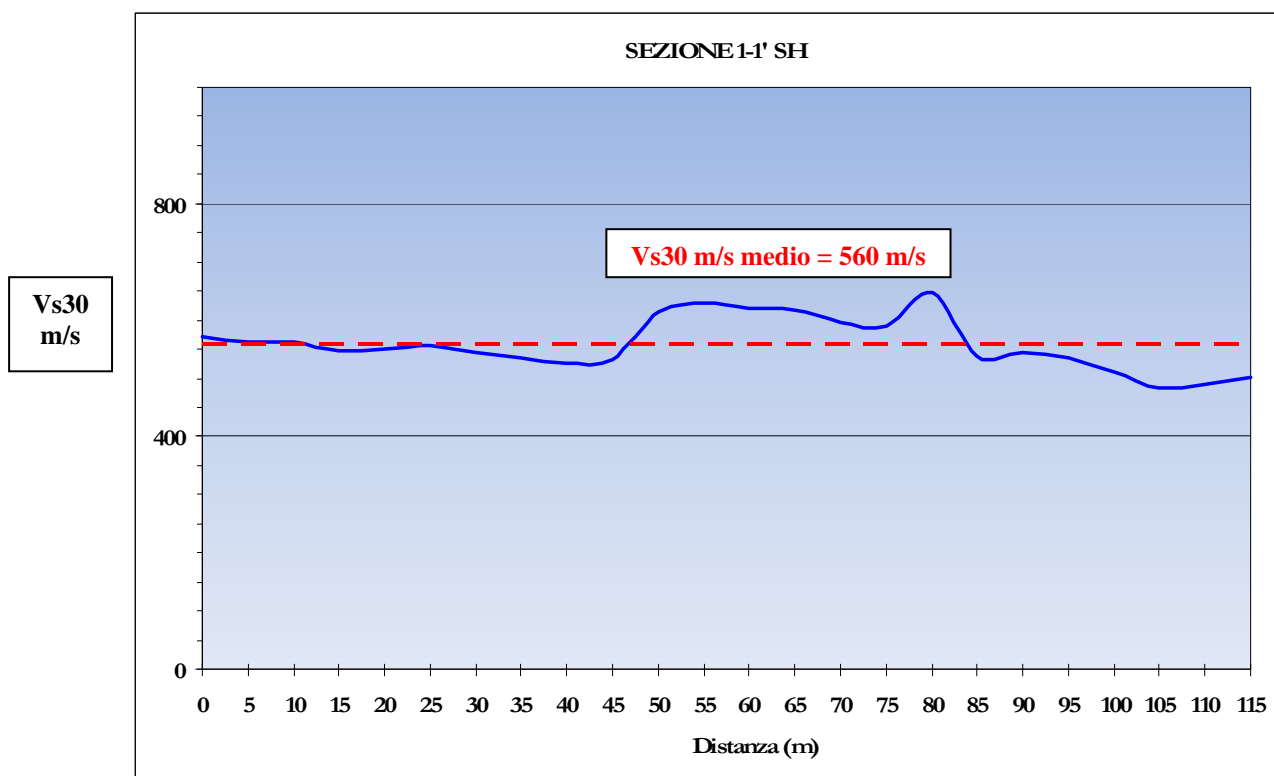
## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette **Vs30**), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. Le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione   |
|-----------|---|
| A         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>   |
| B         | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{v,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>            |
| C         | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{v,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i> |
| D         | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{v,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>                       |
| E         | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_r &gt; 800</math> m/s).</i>  |
| S1        | <i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 100 m/s (ovvero <math>10 &lt; c_{v,30} &lt; 20</math> kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.</i>  |
| S2        | <i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.</i>   |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di **Vs30** medio per la sezione ST2:

**Vs30 media= 560 m/s**



## ***TOMOGRAFIA ELETTRICA***

### **6.0 SCHEMA OPERATIVO**

Nella **Tavola 01** allegata, è stato riportato un inquadramento corografico in scala 1:10.000 con indicata la sezione A-B di tomografia elettrica in verde eseguite.

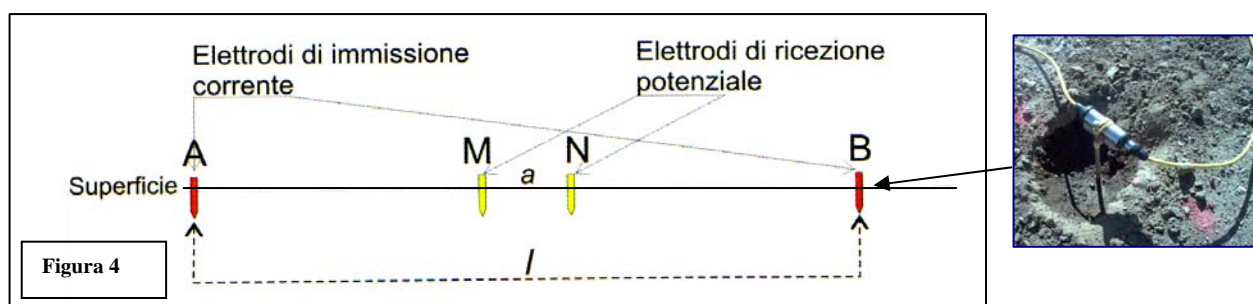
Nella **Tavola 02** allegata, è stato riportato un inquadramento corografico in scala 1:1000 con indicata la sezione A-B di tomografia elettrica in blu eseguite.

Nella **Tavola 11** è stata riportata la tomografia elettrica e la sezione interpretativa.

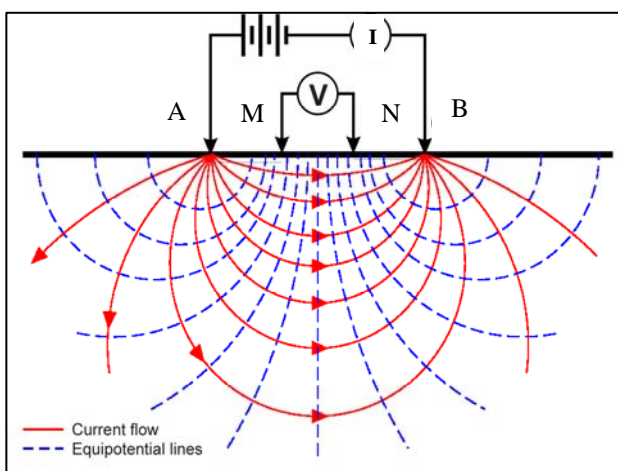
Complessivamente sono stati acquisiti 154 ml di Tomografia elettrica, (sez. A-B) con spaziatura inter-elettrodica pari a 5.5 m.

## 7.0 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il metodo geoelettrico nelle indagini geofisiche sfrutta le proprietà di rocce, sedimenti (terre) di condurre in modo diverso la corrente elettrica. Il parametro che viene misurato è la resistività elettrica che dipende dalla porosità, dalla permeabilità e dal contenuto ionico dei fluidi di ritenzione. La tomografia elettrica rappresenta un'evoluzione recente dei sondaggi elettrici verticali (S.E.V.), ed è funzionale grazie ai notevoli progressi dell'elettronica digitale e della modellistica geofisica. A seconda della distanza reciproca tra gli elettrodi che immettono la corrente e gli altri che la misurano, si possono investigare profondità sempre maggiori di terreno. Vengono usati *array* diversi a seconda della problematica da indagare, in generale i più utilizzati sono: *Schlumberger*, *Wenner*, *dipolo-dipolo*. L'esecuzione di un profilo tomografico prevede l'installazione di una serie di picchetti metallici (elettrodi), in questo caso 32, che vengono utilizzati tanto come elettrodi di corrente che di potenziale (Figura 4).



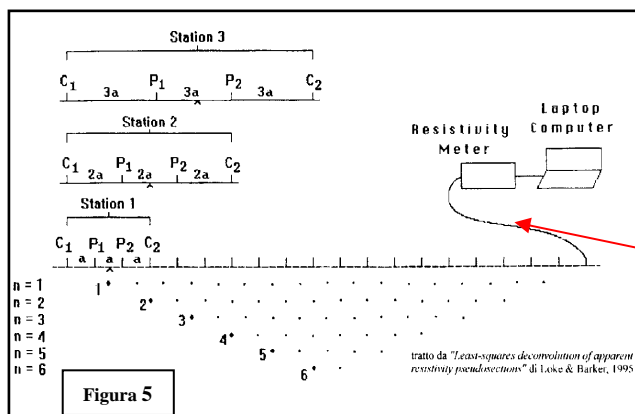
Tramite gli elettrodi **A - B** si immette nel terreno una corrente continua  $I_c$ , mentre tramite gli elettrodi **M-N** viene rilevata la differenza di potenziale  $V$  che si instaura. Conoscendo  $I_c$  e misurando  $V$  si calcola la resistività elettrica relativa alla configurazione elettrodica utilizzata, usando la formula:



$$\rho_a = \frac{\pi(l_{(A,B)} / 2)^2 - (a_{(M,N)} / 2)^2}{a_{(M,N)}} \cdot \frac{V}{I_c}$$

Spostando lateralmente il dispositivo elettronico (**M-N**) si rilevano le variazioni orizzontali della resistività e con il progressivo incremento della distanza che intercorre tra le due coppie di elettrodi (**A-B**) si esplorano strati via via più

profondi, il risultato è una sezione bidimensionale in profondità (**Fig. 5**).



Dato che il caso di un sottosuolo omogeneo può ritenersi solo teorico, i valori di resistività rilevati sono valori di resistività “apparente” ( $\rho_a$ ), influenzati e mediati sull'intero spessore indagato. La resistività apparente si misura in  $\Omega \cdot m$  (Ohm per metro lineare) ed esprime il valore della resistività calcolato con una certa configurazione geometrica ed è dipendente dai valori di resistività dei singoli strati interessati dalla corrente immessa.

Per quanto riguarda la strumentazione utilizzata, nel caso specifico si è trattato di un georesistivimetro ARES (GF Instruments, s.r.o.®) con 32 elettrodi le cui caratteristiche tecniche vengono qui riportate (**Fig.6**).



| <b>TRANSMITTER:</b>       |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| POWER                     | Up to 300 W                |
| CURRENT                   | up to 2.0 A                |
| VOLTAGE                   | 10-550 V (1100 Vp-p)       |
| PROTECTION                | FULL ELECTRONIC PROTECTION |
| PRECISION                 | 0,10%                      |
| <b>RECEIVER:</b>          |                            |
| INPUT IMPEDANCE           | 20 MΩ                      |
| INPUT VOLTAGE RANGE       | -5 V                       |
| MAINS FREQUENCY FILTERING | 50 or 60 Hz                |
| PRECISION                 | 0,10%                      |

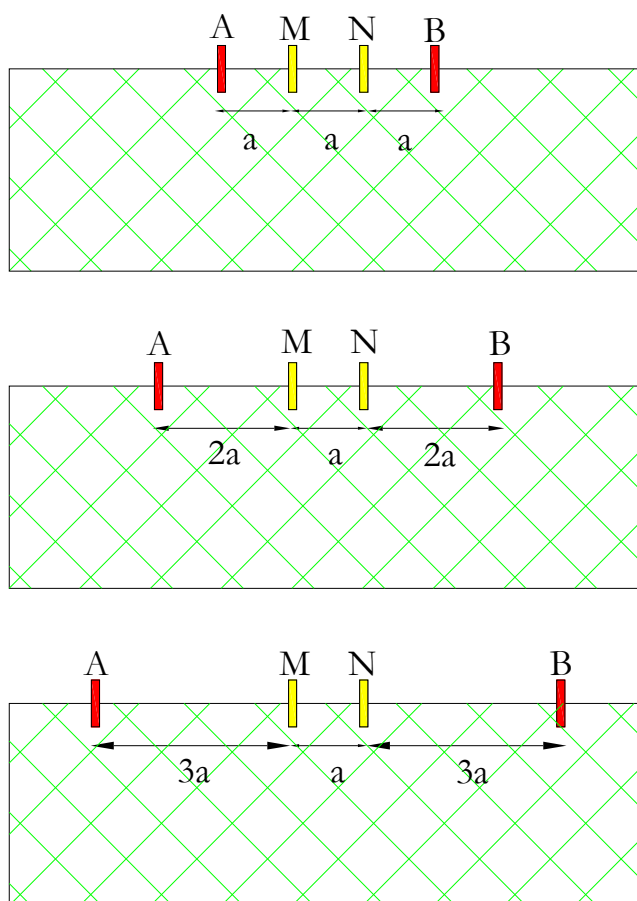


## 8.0 ARRAY DI TIPO “SCHLUMBERGER”

L'array utilizzato nel presente lavoro è stato “Schlumberger”, il più usato nella tomografia elettrica, avendo un'alta sensibilità intorno agli elettrodi di potenziale M-N ed anche una buona accuratezza di indagine rispetto a strutture sepolte sia con una geometria verticale che orizzontale.

L'array di tipo “Schlumberger” prevede di lasciare i due elettrodi di potenziale M e N ad una distanza fissa ( $a$ ) sempre nel centro dello stendimento elettrodico. Nella prima misura gli altri due elettrodi di corrente A e B vengono allineati rispettivamente alla stessa distanza  $a$ , agli estremi opposti.

Via via che l'indagine vuole esplorare sezioni di terreno a profondità maggiore si allarga la distanza degli elettrodi di corrente per multipli di  $a$  fino ad un valore compatibile con il numero degli elettrodi a disposizione (**Fig. 8**). In questo caso si introduce il fattore  $n$ , ovvero il rapporto tra A-M (o N-B) e M-N.



**Fig. 8** – Geometria del metodo “Schlumberger”

## 9.0 "PROCESSING" DEI DATI

Il software RES2DINV<sup>®</sup> (Geotomo Software<sup>®</sup>), utilizzato nel corso del presente lavoro, permette di ottenere un modello bidimensionale di resistività per i dati ottenuti dal rilievo elettrico e sfruttando il metodo dell'inversione permette

partendo dai valori di resistività apparente di arrivare a quelli reali del terreno investigato.

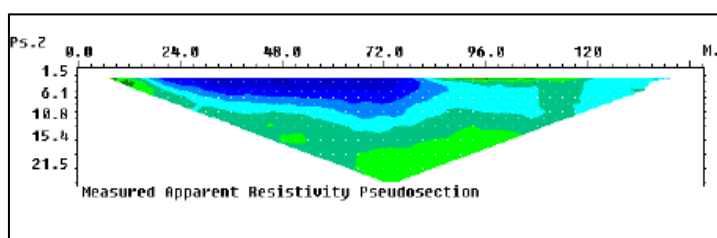
Il modello bidimensionale utilizzato nel programma di inversione consiste in un numero di blocchi rettangolari il cui arrangemento dipende dalla posizione dei dati rilevati.

La distribuzione e posizione dei blocchi è automaticamente generata dal programma in modo tale che il numero dei blocchi non superi il numero dei dati acquisiti.

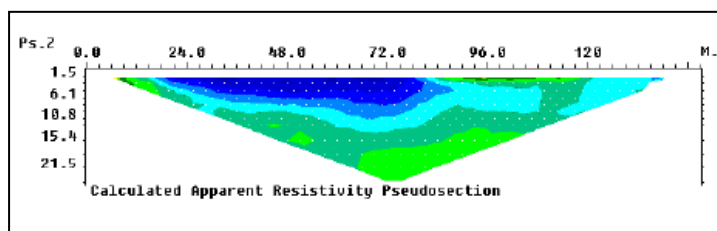
Una complessa routine di modellizzazione viene utilizzata per calcolare i valori di resistività apparente mentre per la routine di inversione viene utilizzata una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati non lineare.

Nelle sezioni estrapolate si individua nell'asse orizzontale la distanza progressiva dell'allineamento elettrodico sul terreno e nell'asse verticale la profondità rispetto al piano di campagna.

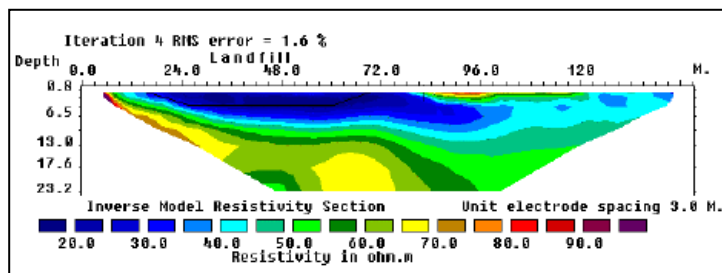
Il software RES2DINV<sup>®</sup> restituisce 3 profili tomografici che esprimono rispettivamente:



**La pseudosezione misurata**, che rappresenta una distribuzione laterale e verticale della resistività apparente in funzione di una profondità teorica.



**La pseudosezione calcolata**, che è stata ottenuta dal modello bidimensionale.

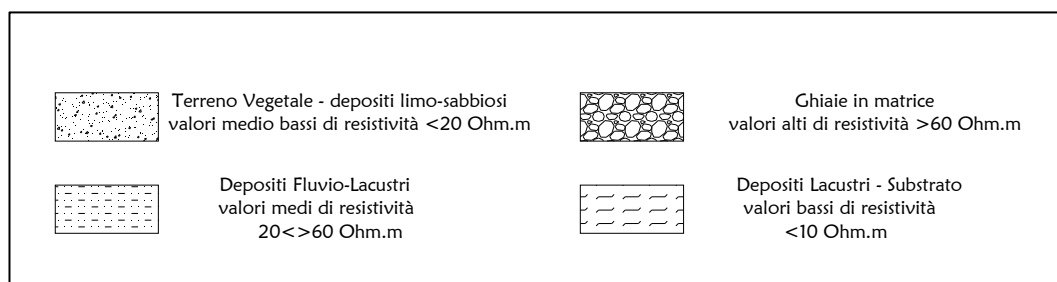


La vera e propria sezione 2D, dove è rappresentata la distribuzione verticale ed orizzontale della resistività reale del terreno oggetto d'indagine.

## 10.0 ANALISI DEI RISULTATI - TOMOGRAFIA ELETTRICA

Nella **Tavola 11** è stata riportata la sezione tomografica e la rispettiva sezione geoelettrica interpretativa (tarata mediante informazioni geologiche dell'area).

I valori di resistività riscontrati in campagna sono stati così attribuiti alle seguenti litologie:

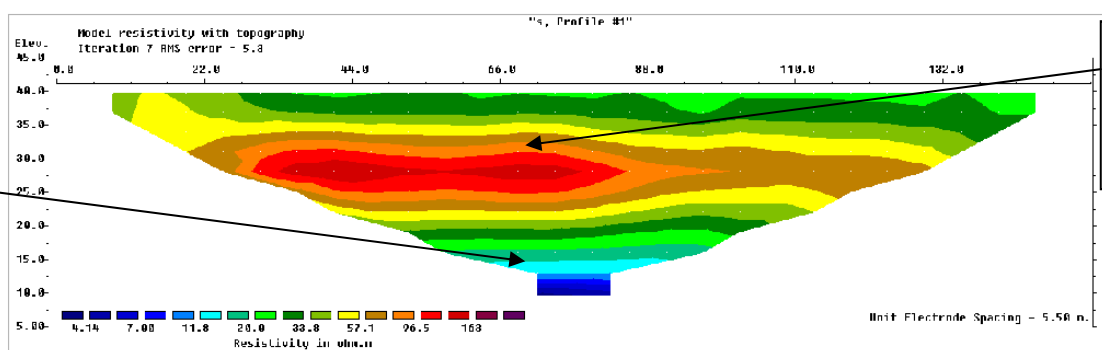


I risultati evidenziano bene un passaggio a ca. 8-10 m da p.c. tra materiali più conduttivi terreno vegetale e depositi fluvio-lacustri e depositi più resistenti attribuibili a ghiaie in matrice, in accordo con i risultati dell'indagine sismica.

Inoltre al di sotto dell'orizzonte di ghiaie i materiali ritornano conduttivi, indicando l'ingresso nel substrato lacustre intorno a ca. 25-30 m da p.c..

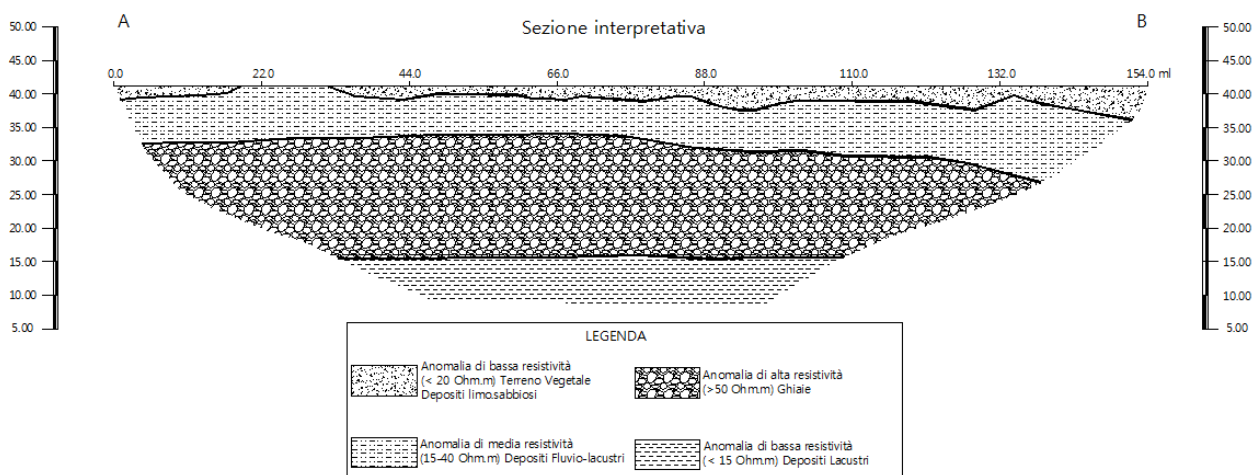
Possono essere inoltre discriminati lenti di ghiaie più resistenti all'interno dell'orizzonte intermedio.

Tomografia Elettrica



Depositi  
conduttivi  
substrato  
lacustre

Depositi  
più resistivi  
Ghiaie in  
matrice



## 11.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Le indagini eseguite hanno permesso di evidenziare le caratteristiche geofisiche, quali velocità delle onde sismiche compressionali e di taglio e resistività, dei materiali superficiali e profondi di un'area, posta in **VIA DELL'ACCIAOLO, SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sabbiosi) ed il livello intermedio, costituito da depositi fluvio-lacustri e tra quest'ultimo ed un orizzonte di ghiaie in matrice.

La tomografia elettrica ha permesso inoltre di indagare al di sotto dell'orizzonte di ghiaie (altrimenti non individuabili con la sismica a rifrazione in virtù dell'effetto dell'inversione di velocità) raggiungendo il substrato lacustre.

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST2 - VIA DELL'ACCIAOLO | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 18 di 20            |

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.70 m e 2.40 m (onde P ed onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità medie pari a ca. 8.0 m da p.c. con profondità comprese tra 6.80 m e 9.40 m (onde P ed SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.40 m e ca. 8.00 m;
- nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 275 e 315 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 120-170 m/s, con il livello intermedio, costituito da depositi fluvio-lacustri, che presenta velocità comprese tra 755-775 m/s (onde P) e tra 280-300 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con un orizzonte di ghiaie in matrice, che presenta velocità comprese tra 1765 e 2.085 m/s (onde P) e tra 945-1070 m/s (onde SH);
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una  $V_{s30}$  mediata sui primi 30 m, pari a **560 m/s**;
- la sezione A-B eseguita in Tomografia Elettrica ha confermato i risultati dell'indagine sismica ed ha permesso di individuare come il substrato lacustre si collochi a profondità di ca. 20-25 m rispetto al p.c.

---

Firenze, lì 29/03/2012

TRIGEO SNC

**TRIGEO SNC**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
 TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117

info@trigeo.it



[www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE  
 Tel/Fax 055 9062212 – CELL. 328 7213928



## ALLEGATI



**ST2**  Sezione sismica rappresentata  
 Onde P - SH  
**A-B**  Sezioni elettriche eseguite

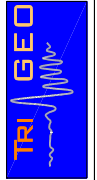
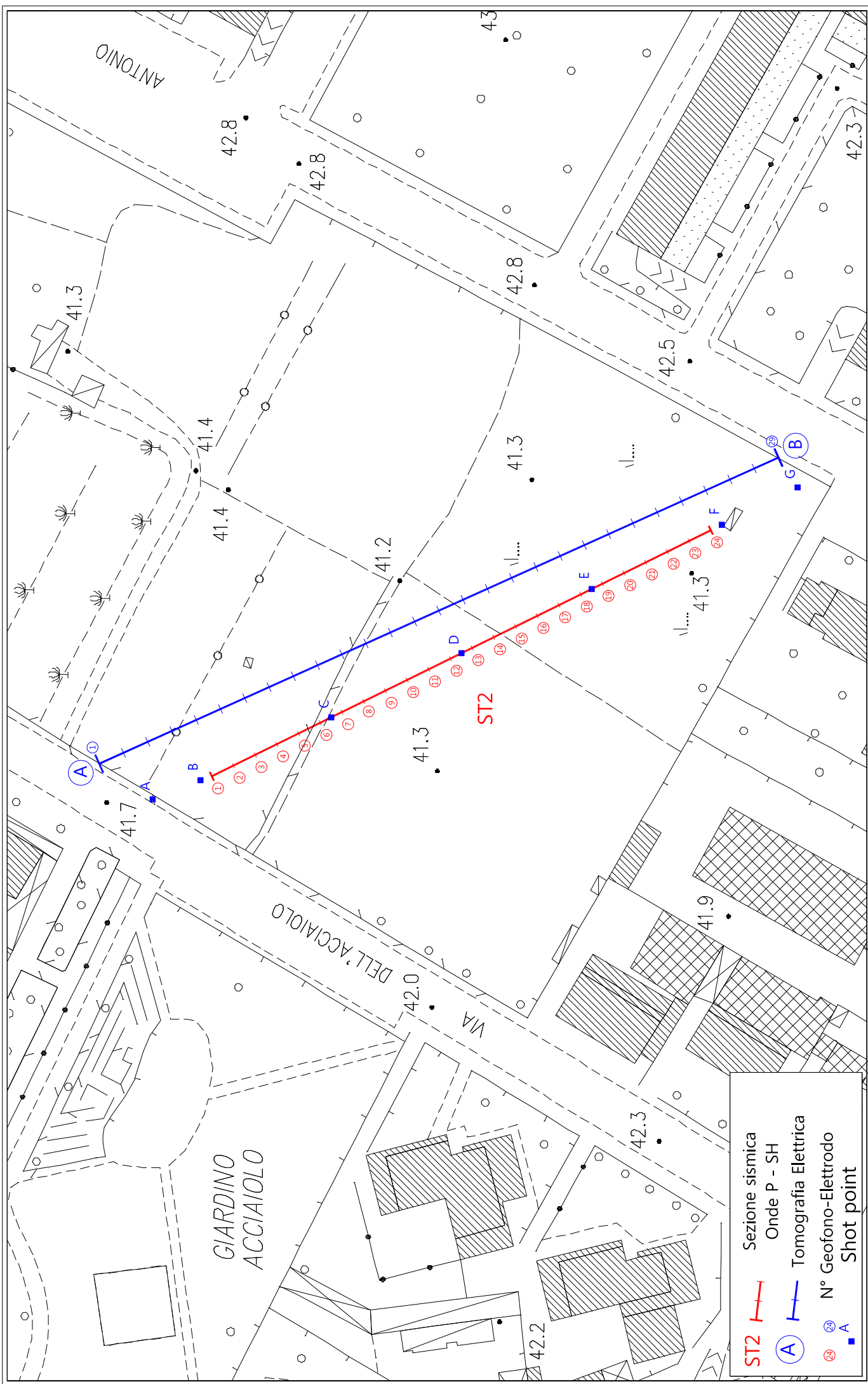


Tavola 01 - Planimetria generale - ST2 - A-B - Via dell'Acciaio

Febbraio 2012

Scala 1: 10000



**ST2** Sezione sismica  
 Onde P - SH  
 Tomografia Elettrica  
 N° Geofono-Elettrodo  
 Shot point

Tavola 02 - Planimetria di dettaglio - ST2 e A-B - Via dell'Acciaio

Febbraio 2012

Scala 1: 1000



# Dromocrone

- Shot Point (-30m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+30m)

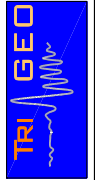
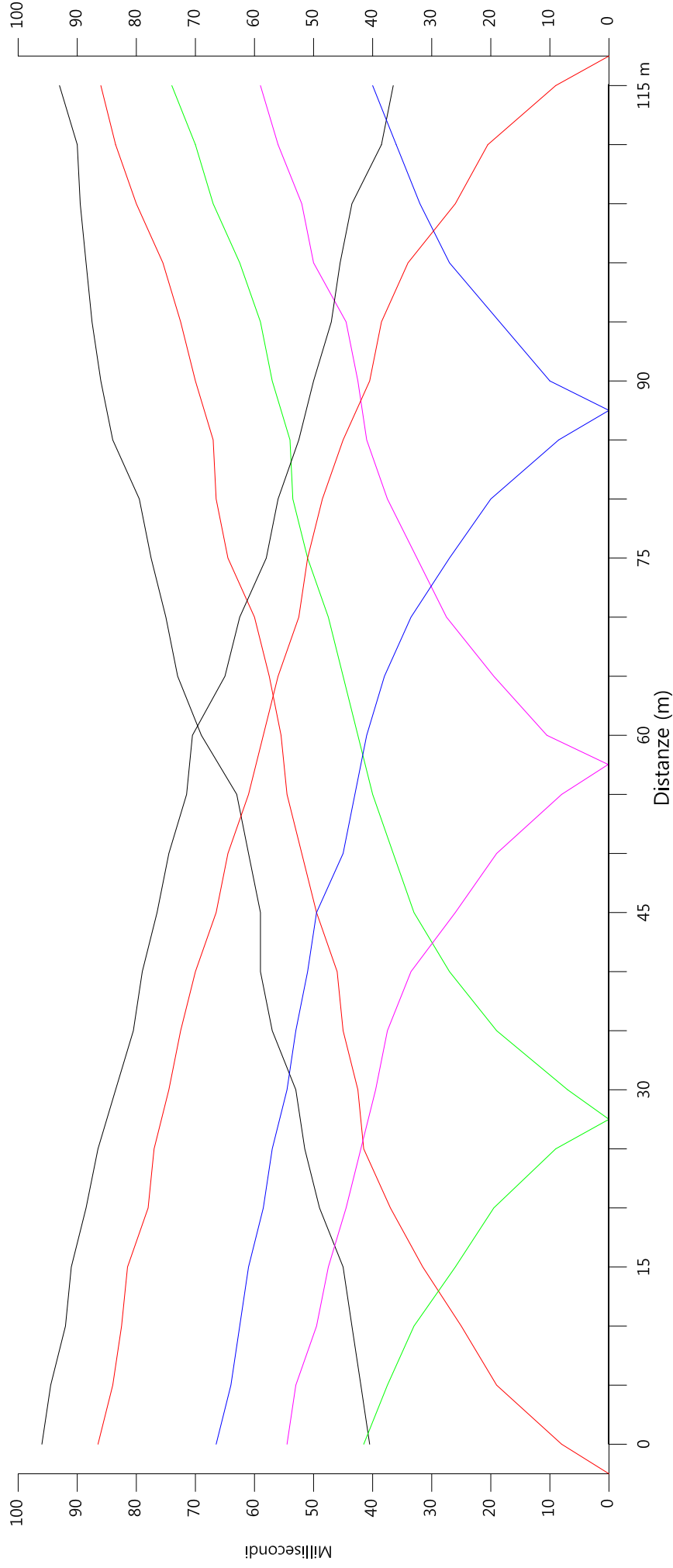
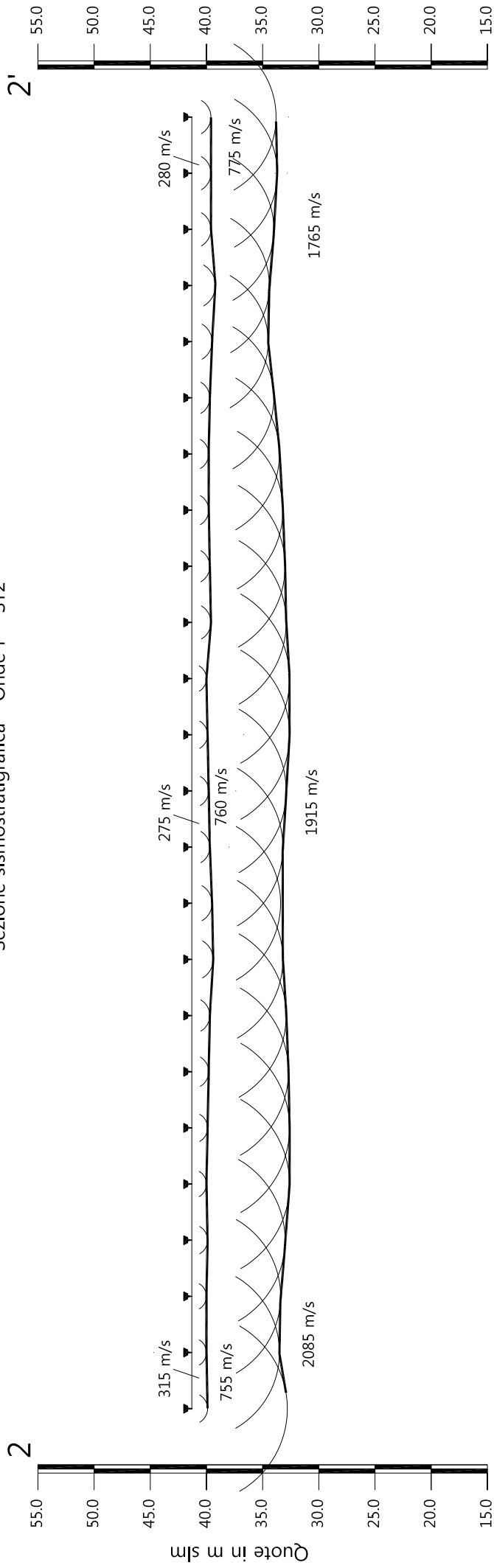


Tavola 03 - Dromocrone - Onde P - ST2

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST2



| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Distanze (m)                     | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 |
| Quote in m slm                   | 1.40  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.40  | 1.40  | 1.50  | 1.60  | 1.60  | 1.90  | 1.80  | 1.60  | 1.50  | 1.70  | 1.30  | 1.70  | 1.60  | 1.50  | 1.50  | 1.60  | 1.80  | 2.10  | 1.70  | 1.70  | 41.30 |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 1.40  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.40  | 1.40  | 1.50  | 1.60  | 1.60  | 1.90  | 1.80  | 1.60  | 1.50  | 1.70  | 1.30  | 1.70  | 1.60  | 1.50  | 1.50  | 1.60  | 1.80  | 2.10  | 1.70  | 1.70  | 41.30 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 1.40  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.40  | 1.40  | 1.50  | 1.60  | 1.60  | 1.90  | 1.80  | 1.60  | 1.50  | 1.70  | 1.30  | 1.70  | 1.60  | 1.50  | 1.50  | 1.60  | 1.80  | 2.10  | 1.70  | 1.70  | 41.30 |

Profilo topografico  
 Profilo topografico strato  
 Velocità sismica dello strato in m/s

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

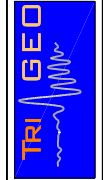
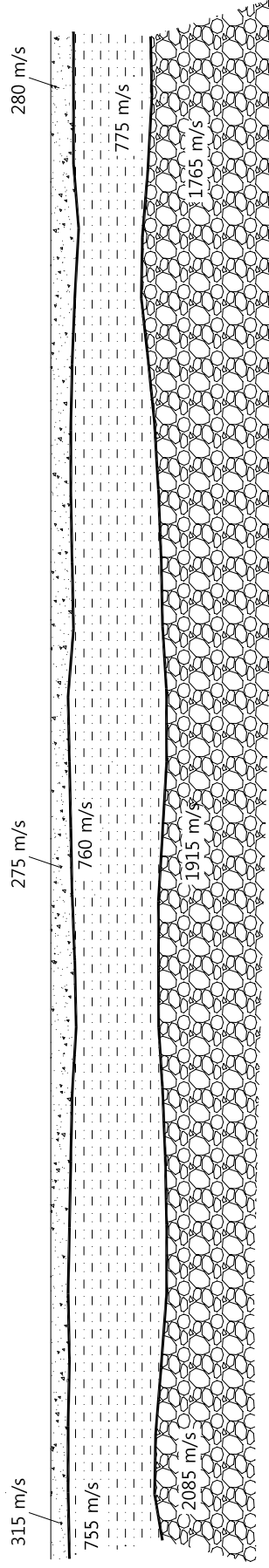
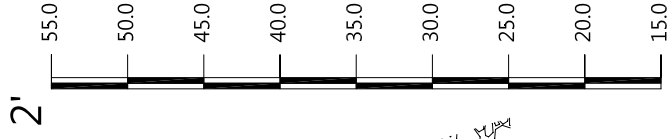
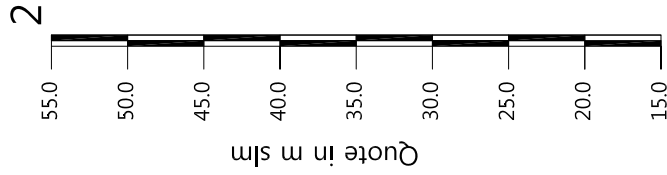


Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST2


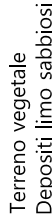



Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde P - ST2



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio
-  Depositi fluvio-lacustri
-  Ghiaie in matrice sabbiosa

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 05 - Sezione litostratigrafica - Onde P - ST2



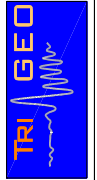
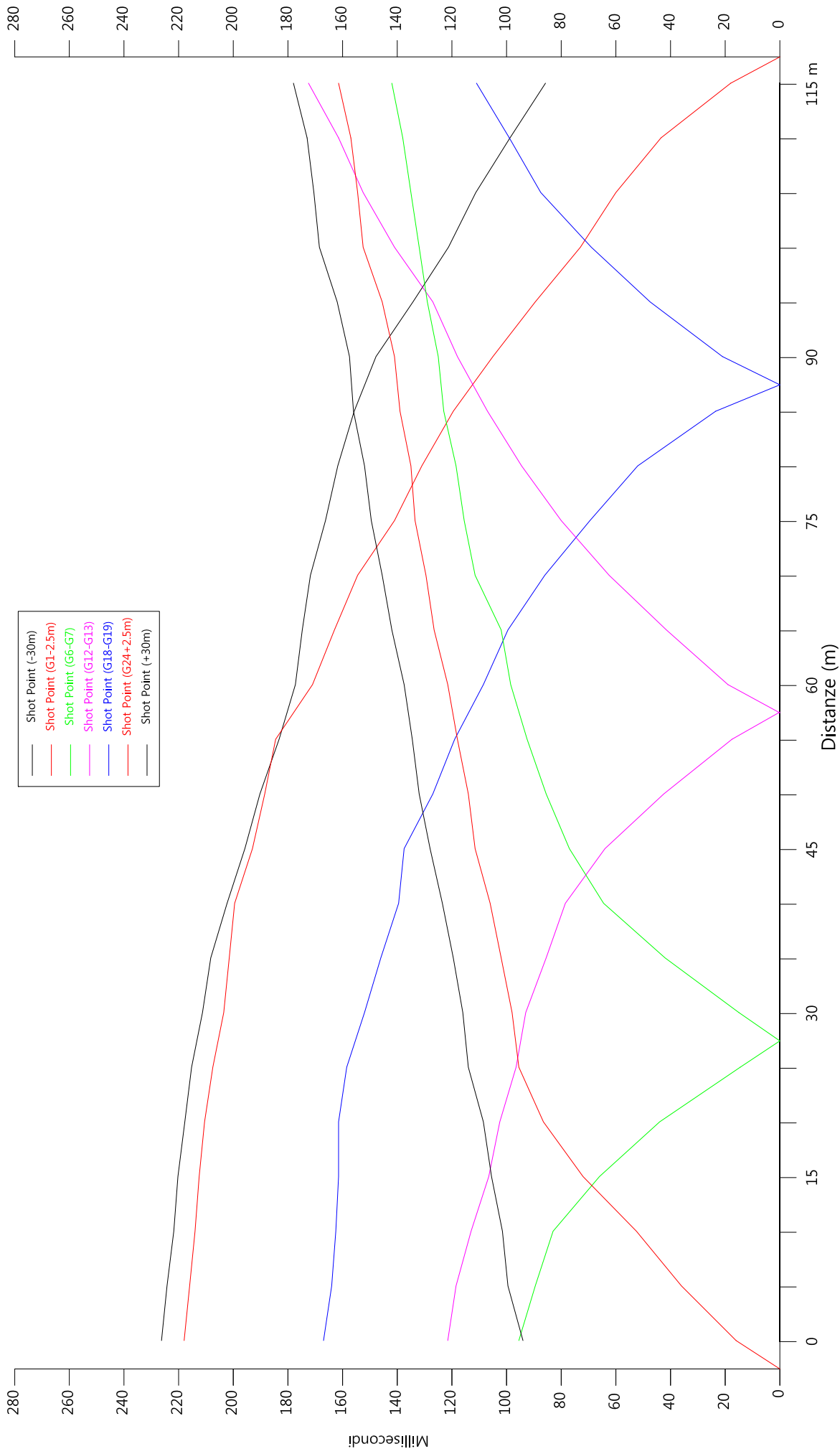
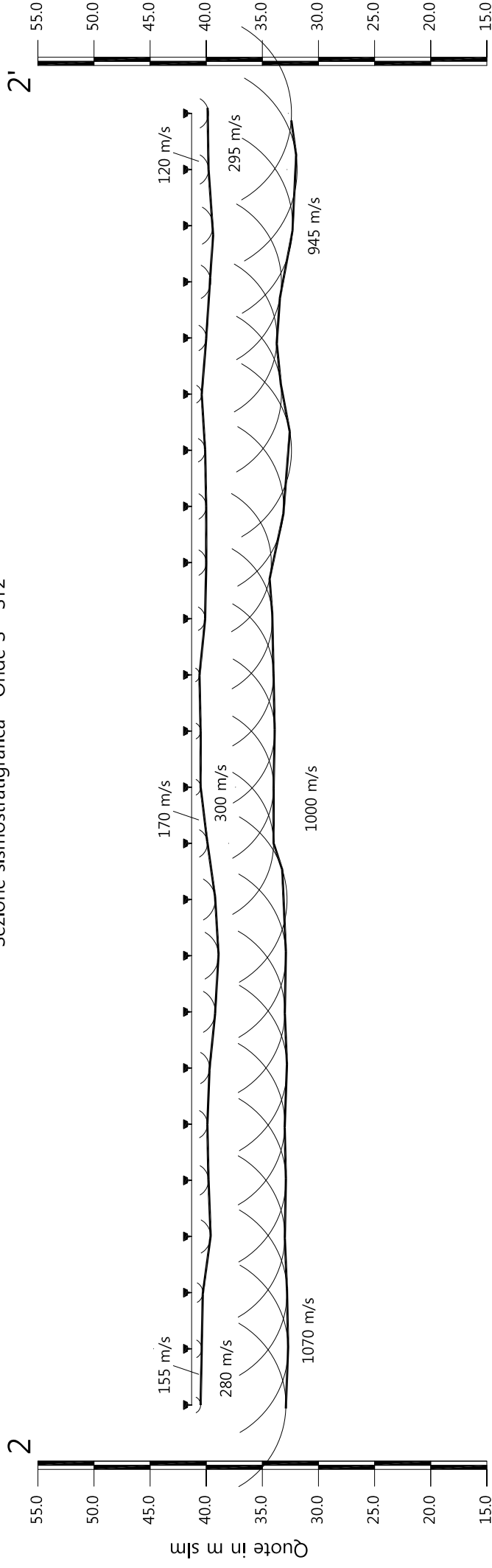


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST2

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde S - ST2



| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Distanze (m)                     | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 115   |       |
| Quote in m slm                   | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 41.30 | 115   |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 0.80  | 0.90  | 1.00  | 1.70  | 1.50  | 1.40  | 1.60  | 2.10  | 41.30 | 2.40  | 2.10  | 41.30 | 0.80  | 41.30 | 0.70  | 1.20  | 1.30  | 41.30 | 1.20  | 8.00  | 1.30  | 1.70  | 41.30 | 1.90  | 41.30 | 1.50  | 41.30 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 8.40  | 8.60  | 8.50  | 8.30  | 8.40  | 8.30  | 8.50  | 8.30  | 8.40  | 8.40  | 8.50  | 7.30  | 7.30  | 7.40  | 7.30  | 7.20  | 7.10  | 8.20  | 8.90  | 8.00  | 7.60  | 8.00  | 1.70  | 9.00  | 9.40  | 1.50  | 8.90  |

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

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

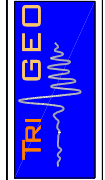


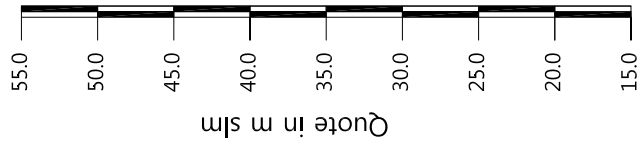
Tavola 07 - Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST2

Febbraio 2012

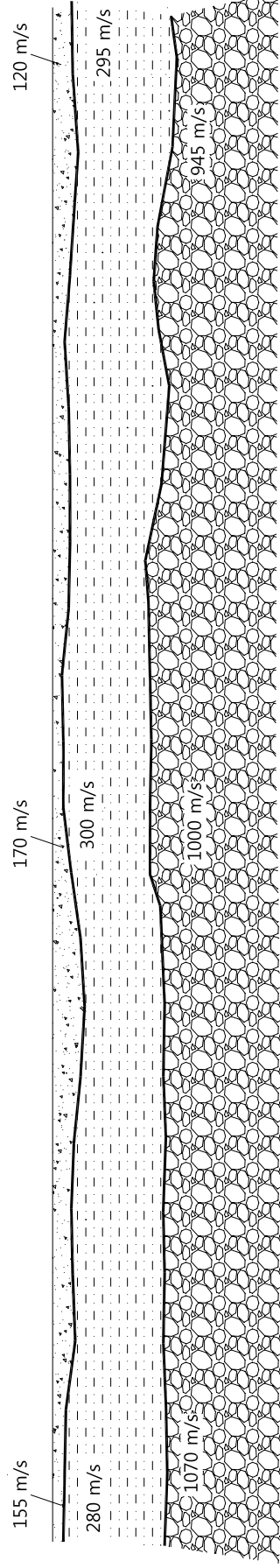
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde S - ST2




2



Quote in m slm



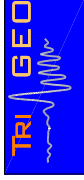
Legenda

-  Terreno vegetale  
Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio  
Depositi fluvio-lacustri
-  Ghiale in matrice sabbiosa

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

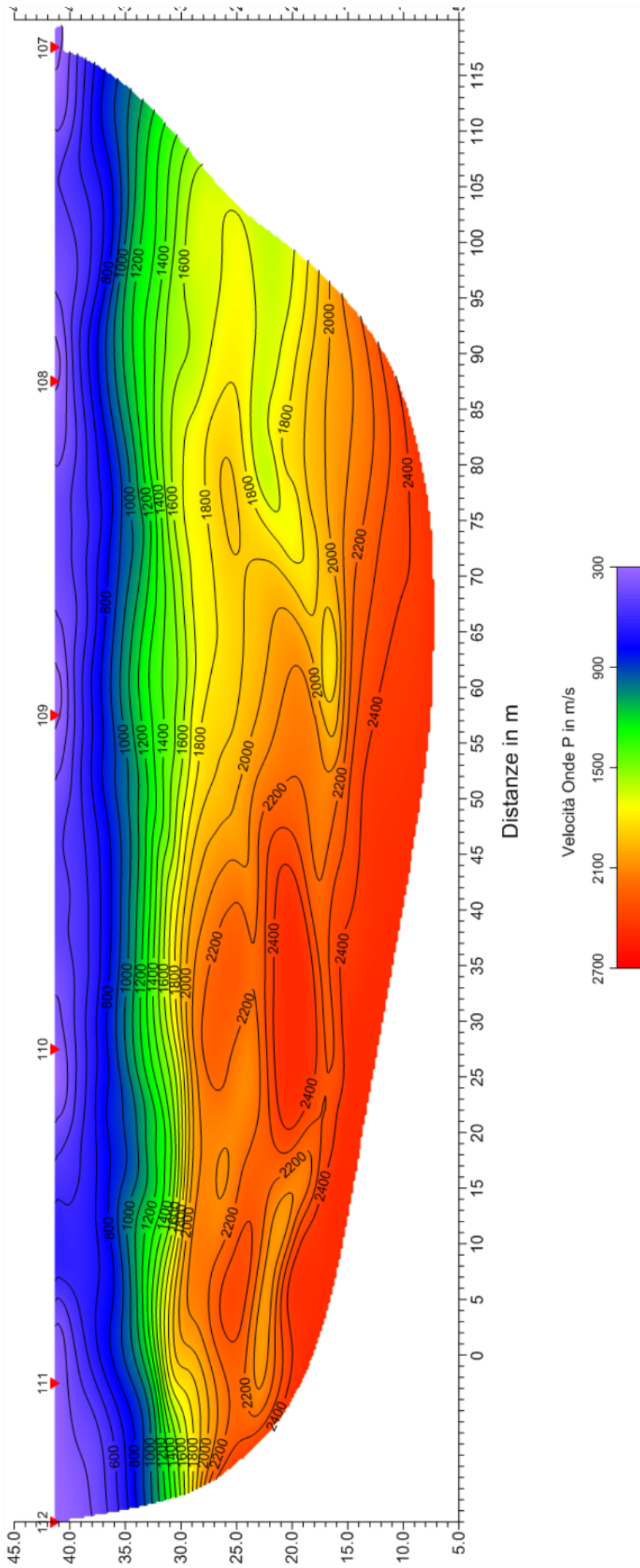
Tavola 08 - Sezione litostratigrafica - Onde S - ST2



Sezione tomografica - Onde P - ST2

2

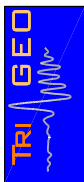
2'



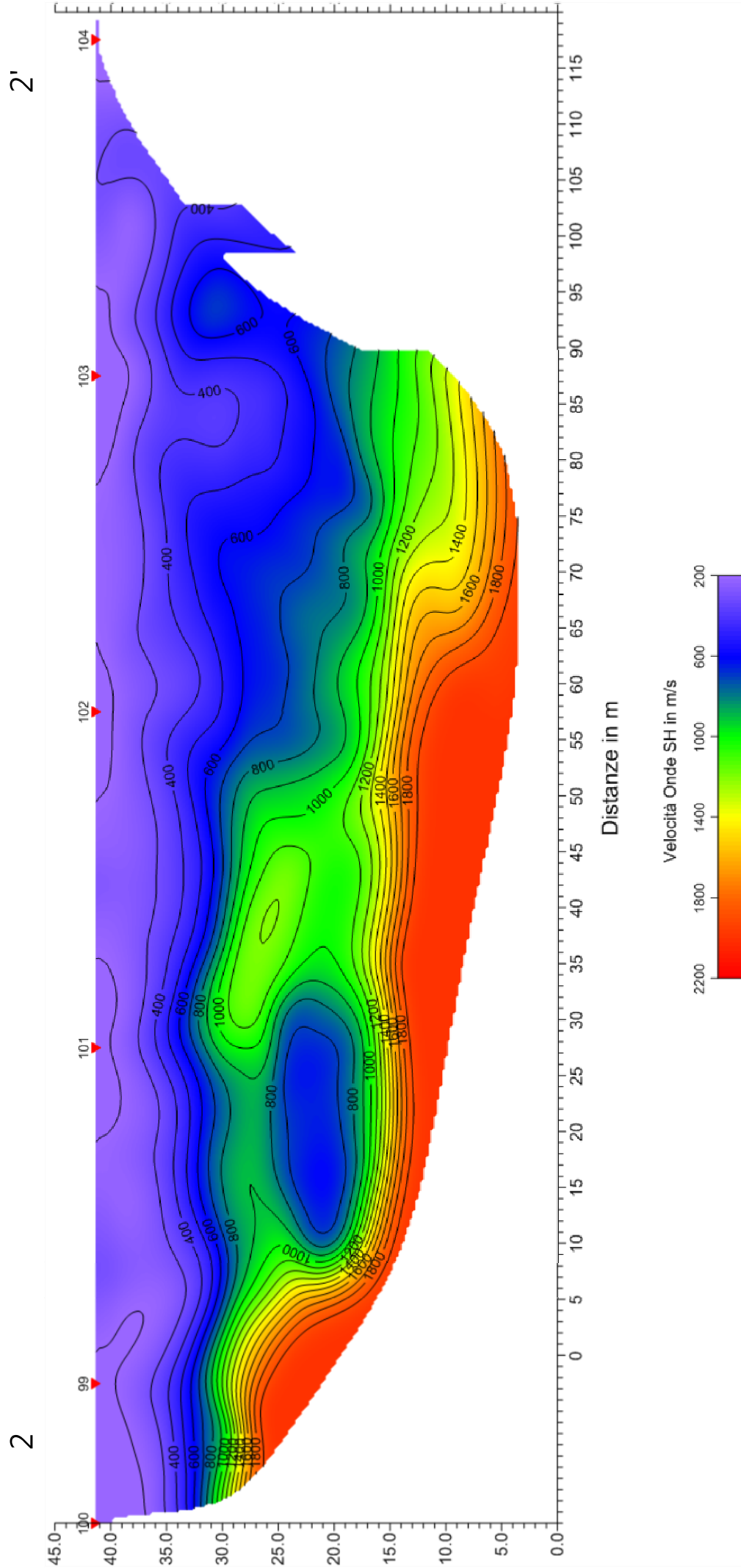
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST2



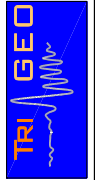
Sezione tomografica - Onde SH - ST2



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST2

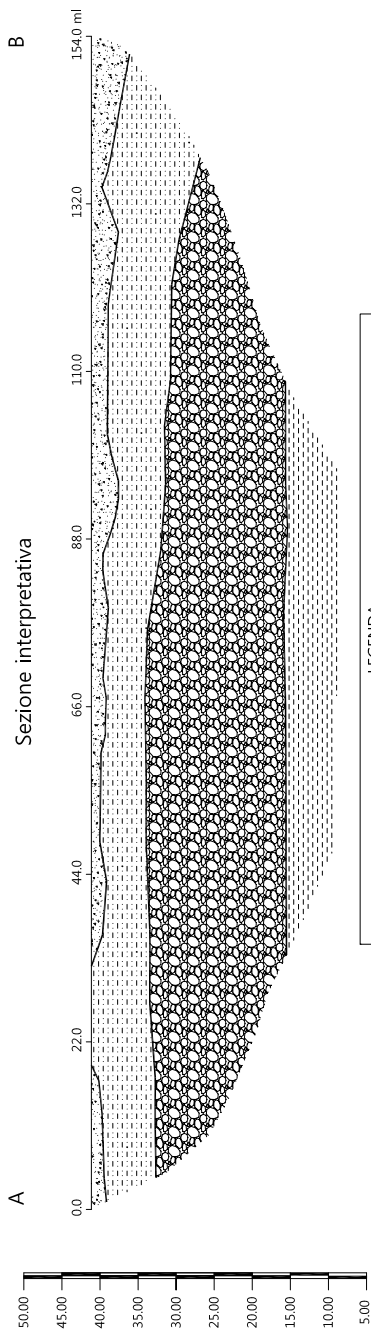
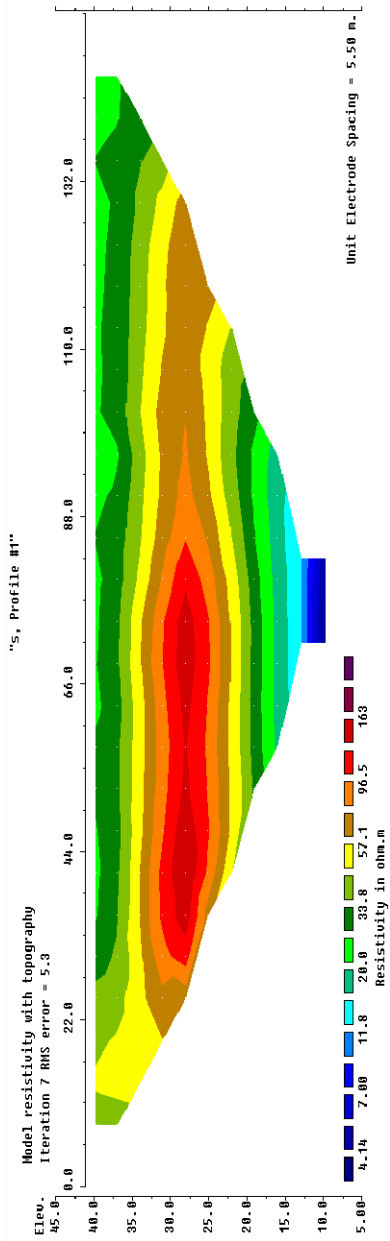




Tomografia Elettrica

B

A





Vista generale della sezione ST2 da G12 verso G1.



Vista generale della sezione ST2 da G24 verso G1.



Shot Point B sx- onde SH – ST2



Shot Point D sx - onde SH – ST2



Shot Point E sx- onde SH – ST2



Shot Point C - onde P – ST2

**SEZIONE SISMICA ST2– VIA DELL'ACCIAOLO– SCANDICCI (FI)**  
**SCHEMA DELLA PROSPEZIONE SISMICA**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA (m)</b> | <b>DISTANZA<br/>INTERGEOFONICA<br/>(m)</b> | <b>QUOTA (in mslm)</b> |
|-------------------|-------------------------------------|--|------------------------|
| 1                 | 0                                   | 0.0  | 41.3                   |
| 2                 | 5                                   | 5.0  | 41.3                   |
| 3                 | 10                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 4                 | 15                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 5                 | 20                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 6                 | 25                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 7                 | 30                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 8                 | 35                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 9                 | 40                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 10                | 45                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 11                | 50                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 12                | 55                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 13                | 60                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 14                | 65                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 15                | 70                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 16                | 75                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 17                | 80                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 18                | 85                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 19                | 90                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 20                | 95                                  | 5.0  | 41.3                   |
| 21                | 100                                 | 5.0  | 41.3                   |
| 22                | 105                                 | 5.0  | 41.3                   |
| 23                | 110                                 | 5.0  | 41.3                   |
| 24                | 115                                 | 5.0  | 41.3                   |

**COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24**

|             | <b>GEOFONO 1</b>  | <b>GEOFONO 24</b> |
|-------------|-------------------|-------------------|
| <b>X(m)</b> | <b>1675426.50</b> | <b>1675466.01</b> |
| <b>Y(m)</b> | <b>4847801.08</b> | <b>4847693.08</b> |

**PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT – ST2– VIA  
DELL'ACCIAOLO**

| <b>TIRI</b>                    | <b>POSIZIONE DA G1 (m)</b> | <b>QUOTA (m)</b> |
|--------------------------------|----------------------------|------------------|
| <b>A<br/>ESTERNO SX</b>        | -25.00                     | <b>41.30</b>     |
| <b>B<br/>ESTREMO SX</b>        | - 2.50                     | <b>41.30</b>     |
| <b>C<br/>INTERMEDIO SX</b>     | 27.50                      | <b>41.30</b>     |
| <b>D<br/>CENTRALE</b>          | 57.50                      | <b>41.30</b>     |
| <b>E<br/>INTERMEDIO<br/>DX</b> | 87.50                      | <b>41.30</b>     |
| <b>F<br/>ESTREMO DX</b>        | 117.50                     | <b>41.30</b>     |
| <b>G<br/>ESTREMO DX</b>        | 145.00                     | <b>41.30</b>     |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST2 – VIA DELL'ACCIAOLO – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.40                                | 8.50                                |
| 2                 | 5                                       | 1.30                                | 7.80                                |
| 3                 | 10                                      | 1.30                                | 7.90                                |
| 4                 | 15                                      | 1.40                                | 8.30                                |
| 5                 | 20                                      | 1.30                                | 8.70                                |
| 6                 | 25                                      | 1.40                                | 8.70                                |
| 7                 | 30                                      | 1.50                                | 8.60                                |
| 8                 | 35                                      | 1.60                                | 8.40                                |
| 9                 | 40                                      | 1.90                                | 8.10                                |
| 10                | 45                                      | 1.80                                | 7.90                                |
| 11                | 50                                      | 1.60                                | 8.10                                |
| 12                | 55                                      | 1.50                                | 8.40                                |
| 13                | 60                                      | 1.40                                | 8.70                                |
| 14                | 65                                      | 1.30                                | 8.70                                |
| 15                | 70                                      | 1.70                                | 8.40                                |
| 16                | 75                                      | 1.60                                | 8.30                                |
| 17                | 80                                      | 1.50                                | 8.10                                |
| 18                | 85                                      | 1.50                                | 7.80                                |
| 19                | 90                                      | 1.60                                | 7.30                                |
| 20                | 95                                      | 1.80                                | 6.80                                |
| 21                | 100                                     | 2.10                                | 6.90                                |
| 22                | 105                                     | 1.70                                | 7.30                                |
| 23                | 110                                     | 1.70                                | 7.60                                |
| 24                | 115                                     | 1.70                                | 7.50                                |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST2 – VIA DELL'ACCIAOLO – ONDE  
SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 0.80                                | 8.40                                |
| 2                 | 5                                       | 0.90                                | 8.60                                |
| 3                 | 10                                      | 1.00                                | 8.50                                |
| 4                 | 15                                      | 1.70                                | 8.30                                |
| 5                 | 20                                      | 1.50                                | 8.40                                |
| 6                 | 25                                      | 1.40                                | 8.30                                |
| 7                 | 30                                      | 1.60                                | 8.50                                |
| 8                 | 35                                      | 2.10                                | 8.30                                |
| 9                 | 40                                      | 2.40                                | 8.40                                |
| 10                | 45                                      | 2.10                                | 8.50                                |
| 11                | 50                                      | 1.40                                | 7.30                                |
| 12                | 55                                      | 0.80                                | 7.30                                |
| 13                | 60                                      | 0.80                                | 7.40                                |
| 14                | 65                                      | 0.70                                | 7.30                                |
| 15                | 70                                      | 1.20                                | 7.20                                |
| 16                | 75                                      | 1.30                                | 7.10                                |
| 17                | 80                                      | 1.30                                | 8.20                                |
| 18                | 85                                      | 1.20                                | 8.90                                |
| 19                | 90                                      | 0.90                                | 8.00                                |
| 20                | 95                                      | 1.30                                | 7.60                                |
| 21                | 100                                     | 1.70                                | 8.00                                |
| 22                | 105                                     | 1.90                                | 9.00                                |
| 23                | 110                                     | 1.50                                | 9.40                                |
| 24                | 115                                     | 1.50                                | 8.90                                |



**TEMPI ONDE P - Shot Point A (-25.00 m) 41.30 mslm**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 40.50                          | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 42.00                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 43.50                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 45.00                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 49.00                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 51.50                          | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 53.00                          | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 57.00                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 59.00                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 59.00                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 61.00                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 63.00                          | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 69.00                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 73.00                          | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 75.00                          | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 77.50                          | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 79.50                          | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 84.00                          | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 86.00                          | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 87.50                          | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 88.50                          | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 89.50                          | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 90.00                          | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 93.00                          | 41.30                |

**TEMPI ONDE P - Shot Point B (-2.50 m) 41.30 mslm**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 8.00                           | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 19.00                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 25.00                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 31.50                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 37.00                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 41.50                          | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 42.50                          | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 45.00                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 46.00                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 49.50                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 52.00                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 54.50                          | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 55.50                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 57.50                          | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 60.00                          | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 64.50                          | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 66.50                          | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 67.00                          | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 70.00                          | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 72.50                          | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 75.50                          | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 80.00                          | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 83.50                          | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 86.00                          | 41.30                |

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 41.50                          | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 37.50                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 33.00                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 26.00                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 19.50                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 9.00                           | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 7.00                           | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 19.00                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 27.00                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 33.00                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 36.50                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 40.00                          | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 42.50                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 45.00                          | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 47.50                          | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 51.00                          | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 53.50                          | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 54.00                          | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 57.00                          | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 59.00                          | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 62.50                          | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 67.00                          | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 70.00                          | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 74.00                          | 41.30                |

**TEMPI ONDE P - Shot Point C (27.50 m) 41.30 mslm**

**TEMPI ONDE P - Shot Point D (57.50 m) 41.30 mslm**

**TEMPI ONDE P - Shot Point E (87.50 m) 41.30 mslm**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 66.50                          | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 64.00                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 62.50                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 61.00                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 58.50                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 57.00                          | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 54.50                          | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 53.00                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 51.00                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 49.50                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 45.00                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 43.00                          | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 41.00                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 38.00                          | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 33.50                          | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 27.00                          | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 20.00                          | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 8.50                           | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 10.00                          | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 18.50                          | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 27.00                          | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 32.00                          | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 36.00                          | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 40.00                          | 41.30                |

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 54.50                          | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 53.00                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 49.50                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 47.50                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 44.50                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 42.00                          | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 39.50                          | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 37.50                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 33.50                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 26.00                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 19.00                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 8.00                           | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 10.50                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 19.50                          | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 27.50                          | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 32.50                          | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 37.50                          | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 41.00                          | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 42.50                          | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 44.50                          | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 50.00                          | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 52.00                          | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 56.00                          | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 59.00                          | 41.30                |

**TEMPI ONDE P - Shot Point F (117.50 m) 41.30 mslm**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 96.00                          | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 94.50                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 92.00                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 91.00                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 88.50                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 86.50                          | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 83.50                          | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 80.50                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 79.00                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 76.50                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 74.50                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 71.50                          | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 70.50                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 65.00                          | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 62.50                          | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 58.00                          | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 56.00                          | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 52.50                          | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 50.00                          | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 47.00                          | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 45.50                          | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 43.50                          | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 38.50                          | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 36.50                          | 41.30                |

**TEMPI ONDE P - Shot Point G (145.00 m) 41.30 mslm**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 86.50                          | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 84.00                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 82.50                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 81.50                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 78.00                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 77.00                          | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 74.50                          | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 72.50                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 70.00                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 66.50                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 64.50                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 61.00                          | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 58.50                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 56.00                          | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 52.50                          | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 51.00                          | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 48.50                          | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 45.00                          | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 40.50                          | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 38.50                          | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 34.00                          | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 26.00                          | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 20.50                          | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 9.00                           | 41.30                |

**TEMPI ONDE SH - Shot Point A (-25.00 m) 41.30 mslm**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | TEMPO DI ARRIVO IN msec | QUOTA IN mslm |
|------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| 1          | 0                              | 94.50                   | 41.30         |
| 2          | 5                              | 100.00                  | 41.30         |
| 3          | 10                             | 102.00                  | 41.30         |
| 4          | 15                             | 106.00                  | 41.30         |
| 5          | 20                             | 109.00                  | 41.30         |
| 6          | 25                             | 114.50                  | 41.30         |
| 7          | 30                             | 116.50                  | 41.30         |
| 8          | 35                             | 120.00                  | 41.30         |
| 9          | 40                             | 124.00                  | 41.30         |
| 10         | 45                             | 128.50                  | 41.30         |
| 11         | 50                             | 132.50                  | 41.30         |
| 12         | 55                             | 135.00                  | 41.30         |
| 13         | 60                             | 138.00                  | 41.30         |
| 14         | 65                             | 142.50                  | 41.30         |
| 15         | 70                             | 146.00                  | 41.30         |
| 16         | 75                             | 150.00                  | 41.30         |
| 17         | 80                             | 152.50                  | 41.30         |
| 18         | 85                             | 156.50                  | 41.30         |
| 19         | 90                             | 158.00                  | 41.30         |
| 20         | 95                             | 162.50                  | 41.30         |
| 21         | 100                            | 169.00                  | 41.30         |
| 22         | 105                            | 171.00                  | 41.30         |
| 23         | 110                            | 173.50                  | 41.30         |
| 24         | 115                            | 178.50                  | 41.30         |

**TEMPI ONDE SH - Shot Point B (-2.50 m) 41.30 mslm**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | TEMPO DI ARRIVO IN msec | QUOTA IN mslm |
|------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| 1          | 0                              | 16.00                   | 41.30         |
| 2          | 5                              | 36.00                   | 41.30         |
| 3          | 10                             | 52.50                   | 41.30         |
| 4          | 15                             | 72.00                   | 41.30         |
| 5          | 20                             | 86.50                   | 41.30         |
| 6          | 25                             | 95.50                   | 41.30         |
| 7          | 30                             | 98.00                   | 41.30         |
| 8          | 35                             | 102.00                  | 41.30         |
| 9          | 40                             | 106.00                  | 41.30         |
| 10         | 45                             | 111.50                  | 41.30         |
| 11         | 50                             | 114.00                  | 41.30         |
| 12         | 55                             | 118.00                  | 41.30         |
| 13         | 60                             | 121.50                  | 41.30         |
| 14         | 65                             | 126.50                  | 41.30         |
| 15         | 70                             | 129.50                  | 41.30         |
| 16         | 75                             | 133.50                  | 41.30         |
| 17         | 80                             | 135.00                  | 41.30         |
| 18         | 85                             | 139.00                  | 41.30         |
| 19         | 90                             | 141.00                  | 41.30         |
| 20         | 95                             | 145.50                  | 41.30         |
| 21         | 100                            | 152.50                  | 41.30         |
| 22         | 105                            | 154.50                  | 41.30         |
| 23         | 110                            | 157.00                  | 41.30         |
| 24         | 115                            | 161.50                  | 41.30         |

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>TEMPO DI ARRIVO IN msec</b> | <b>QUOTA IN mslm</b> |
|-------------------|---|--------------------------------|----------------------|
| 1                 | 0                                       | 95.50                          | 41.30                |
| 2                 | 5                                       | 89.50                          | 41.30                |
| 3                 | 10                                      | 83.00                          | 41.30                |
| 4                 | 15                                      | 66.00                          | 41.30                |
| 5                 | 20                                      | 44.00                          | 41.30                |
| 6                 | 25                                      | 14.50                          | 41.30                |
| 7                 | 30                                      | 15.00                          | 41.30                |
| 8                 | 35                                      | 42.00                          | 41.30                |
| 9                 | 40                                      | 64.50                          | 41.30                |
| 10                | 45                                      | 77.00                          | 41.30                |
| 11                | 50                                      | 85.50                          | 41.30                |
| 12                | 55                                      | 92.50                          | 41.30                |
| 13                | 60                                      | 98.50                          | 41.30                |
| 14                | 65                                      | 102.00                         | 41.30                |
| 15                | 70                                      | 111.50                         | 41.30                |
| 16                | 75                                      | 115.50                         | 41.30                |
| 17                | 80                                      | 118.50                         | 41.30                |
| 18                | 85                                      | 123.00                         | 41.30                |
| 19                | 90                                      | 125.00                         | 41.30                |
| 20                | 95                                      | 129.00                         | 41.30                |
| 21                | 100                                     | 132.00                         | 41.30                |
| 22                | 105                                     | 135.00                         | 41.30                |
| 23                | 110                                     | 138.00                         | 41.30                |
| 24                | 115                                     | 142.00                         | 41.30                |

**TEMPI ONDE SH - Shot Point C (27.50 m) 41.30 mslm**

**TEMPI ONDE SH - Shot Point D (57.50 m) 41.30 mslm**

**TEMPI ONDE SH - Shot Point E (87.50 m) 41.30 mslm**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | TEMPO DI ARRIVO IN msec | QUOTA IN mslm |
|------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| 1          | 0                              | 167.00                  | 41.30         |
| 2          | 5                              | 164.00                  | 41.30         |
| 3          | 10                             | 162.50                  | 41.30         |
| 4          | 15                             | 161.50                  | 41.30         |
| 5          | 20                             | 161.50                  | 41.30         |
| 6          | 25                             | 158.50                  | 41.30         |
| 7          | 30                             | 152.00                  | 41.30         |
| 8          | 35                             | 146.00                  | 41.30         |
| 9          | 40                             | 139.50                  | 41.30         |
| 10         | 45                             | 137.50                  | 41.30         |
| 11         | 50                             | 127.00                  | 41.30         |
| 12         | 55                             | 119.00                  | 41.30         |
| 13         | 60                             | 108.50                  | 41.30         |
| 14         | 65                             | 99.50                   | 41.30         |
| 15         | 70                             | 86.00                   | 41.30         |
| 16         | 75                             | 69.50                   | 41.30         |
| 17         | 80                             | 52.00                   | 41.30         |
| 18         | 85                             | 23.50                   | 41.30         |
| 19         | 90                             | 21.00                   | 41.30         |
| 20         | 95                             | 47.50                   | 41.30         |
| 21         | 100                            | 69.00                   | 41.30         |
| 22         | 105                            | 87.50                   | 41.30         |
| 23         | 110                            | 99.00                   | 41.30         |
| 24         | 115                            | 111.00                  | 41.30         |

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | TEMPO DI ARRIVO IN msec | QUOTA IN mslm |
|------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| 1          | 0                              | 121.50                  | 41.30         |
| 2          | 5                              | 118.50                  | 41.30         |
| 3          | 10                             | 113.00                  | 41.30         |
| 4          | 15                             | 106.50                  | 41.30         |
| 5          | 20                             | 102.50                  | 41.30         |
| 6          | 25                             | 96.50                   | 41.30         |
| 7          | 30                             | 93.00                   | 41.30         |
| 8          | 35                             | 85.50                   | 41.30         |
| 9          | 40                             | 78.50                   | 41.30         |
| 10         | 45                             | 64.00                   | 41.30         |
| 11         | 50                             | 42.50                   | 41.30         |
| 12         | 55                             | 17.50                   | 41.30         |
| 13         | 60                             | 19.00                   | 41.30         |
| 14         | 65                             | 41.50                   | 41.30         |
| 15         | 70                             | 62.50                   | 41.30         |
| 16         | 75                             | 80.00                   | 41.30         |
| 17         | 80                             | 94.50                   | 41.30         |
| 18         | 85                             | 107.00                  | 41.30         |
| 19         | 90                             | 118.00                  | 41.30         |
| 20         | 95                             | 127.00                  | 41.30         |
| 21         | 100                            | 141.00                  | 41.30         |
| 22         | 105                            | 152.50                  | 41.30         |
| 23         | 110                            | 161.50                  | 41.30         |
| 24         | 115                            | 172.50                  | 41.30         |

**TEMPI ONDE SH - Shot Point F (117.50 m) 41.30 mslm**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | TEMPO DI ARRIVO IN msec | QUOTA IN mslm |
|------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| 1          | 0                              | 218.00                  | 41.30         |
| 2          | 5                              | 216.00                  | 41.30         |
| 3          | 10                             | 214.00                  | 41.30         |
| 4          | 15                             | 212.50                  | 41.30         |
| 5          | 20                             | 210.50                  | 41.30         |
| 6          | 25                             | 207.50                  | 41.30         |
| 7          | 30                             | 203.50                  | 41.30         |
| 8          | 35                             | 201.50                  | 41.30         |
| 9          | 40                             | 199.50                  | 41.30         |
| 10         | 45                             | 193.00                  | 41.30         |
| 11         | 50                             | 188.50                  | 41.30         |
| 12         | 55                             | 184.50                  | 41.30         |
| 13         | 60                             | 171.00                  | 41.30         |
| 14         | 65                             | 163.00                  | 41.30         |
| 15         | 70                             | 154.50                  | 41.30         |
| 16         | 75                             | 141.00                  | 41.30         |
| 17         | 80                             | 131.00                  | 41.30         |
| 18         | 85                             | 119.50                  | 41.30         |
| 19         | 90                             | 105.00                  | 41.30         |
| 20         | 95                             | 89.50                   | 41.30         |
| 21         | 100                            | 73.00                   | 41.30         |
| 22         | 105                            | 60.00                   | 41.30         |
| 23         | 110                            | 43.50                   | 41.30         |
| 24         | 115                            | 18.00                   | 41.30         |

**TEMPI ONDE SH - Shot Point G (145.00 m) 41.30 mslm**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | TEMPO DI ARRIVO IN msec | QUOTA IN mslm |
|------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| 1          | 0                              | 226.50                  | 41.30         |
| 2          | 5                              | 224.50                  | 41.30         |
| 3          | 10                             | 222.00                  | 41.30         |
| 4          | 15                             | 220.50                  | 41.30         |
| 5          | 20                             | 218.00                  | 41.30         |
| 6          | 25                             | 215.50                  | 41.30         |
| 7          | 30                             | 211.50                  | 41.30         |
| 8          | 35                             | 208.50                  | 41.30         |
| 9          | 40                             | 202.50                  | 41.30         |
| 10         | 45                             | 196.00                  | 41.30         |
| 11         | 50                             | 190.50                  | 41.30         |
| 12         | 55                             | 183.50                  | 41.30         |
| 13         | 60                             | 177.50                  | 41.30         |
| 14         | 65                             | 175.00                  | 41.30         |
| 15         | 70                             | 172.00                  | 41.30         |
| 16         | 75                             | 166.50                  | 41.30         |
| 17         | 80                             | 162.00                  | 41.30         |
| 18         | 85                             | 156.00                  | 41.30         |
| 19         | 90                             | 148.00                  | 41.30         |
| 20         | 95                             | 134.50                  | 41.30         |
| 21         | 100                            | 121.50                  | 41.30         |
| 22         | 105                            | 111.50                  | 41.30         |
| 23         | 110                            | 99.00                   | 41.30         |
| 24         | 115                            | 86.00                   | 41.30         |



**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST2 – ONDE P**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 320   | 740   | 2086  |
| 2          | 5                              | 319   | 745   | 2086  |
| 3          | 10                             | 312   | 750   | 2086  |
| 4          | 15                             | 326   | 760   | 2086  |
| 5          | 20                             | 319   | 740   | 2086  |
| 6          | 25                             | 310   | 743   | 2085  |
| 7          | 30                             | 315   | 786   | 2081  |
| 8          | 35                             | 300   | 794   | 2073  |
| 9          | 40                             | 319   | 702   | 2059  |
| 10         | 45                             | 268   | 710   | 2034  |
| 11         | 50                             | 260   | 737   | 1993  |
| 12         | 55                             | 270   | 725   | 1942  |
| 13         | 60                             | 270   | 743   | 1886  |
| 14         | 65                             | 275   | 782   | 1838  |
| 15         | 70                             | 271   | 710   | 1800  |
| 16         | 75                             | 290   | 738   | 1775  |
| 17         | 80                             | 291   | 767   | 1763  |
| 18         | 85                             | 280   | 795   | 1763  |
| 19         | 90                             | 295   | 723   | 1765  |
| 20         | 95                             | 290   | 752   | 1767  |
| 21         | 100                            | 288   | 780   | 1767  |
| 22         | 105                            | 279   | 708   | 1767  |
| 23         | 110                            | 285   | 737   | 1767  |
| 24         | 115                            | 290   | 765   | 1767  |

**VE****LOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST2 – ONDE SH**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 150   | 280   | 1072  |
| 2          | 5                              | 149   | 279   | 1072  |
| 3          | 10                             | 157   | 277   | 1072  |
| 4          | 15                             | 156   | 276   | 1072  |
| 5          | 20                             | 154   | 275   | 1072  |
| 6          | 25                             | 153   | 273   | 1072  |
| 7          | 30                             | 151   | 272   | 1072  |
| 8          | 35                             | 150   | 270   | 1072  |
| 9          | 40                             | 159   | 269   | 1076  |
| 10         | 45                             | 159   | 258   | 1084  |
| 11         | 50                             | 168   | 306   | 1084  |
| 12         | 55                             | 168   | 305   | 1067  |
| 13         | 60                             | 167   | 302   | 1038  |
| 14         | 65                             | 176   | 309   | 1007  |
| 15         | 70                             | 176   | 306   | 982   |
| 16         | 75                             | 165   | 303   | 960   |
| 17         | 80                             | 179   | 290   | 944   |
| 18         | 85                             | 111   | 297   | 938   |
| 19         | 90                             | 122   | 295   | 938   |
| 20         | 95                             | 123   | 292   | 941   |
| 21         | 100                            | 124   | 299   | 943   |
| 22         | 105                            | 126   | 296   | 943   |
| 23         | 110                            | 127   | 293   | 943   |
| 24         | 115                            | 120   | 290   | 943   |

# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

## TITOLO:

### **-STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI-**

**“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $v_{s30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST3  
LOCALITÀ OLMO – ZONA CIMITERO**

## COMMITTENTE:

**COMUNE DI SCANDICCI**

## OGGETTO:

**RELAZIONE TECNICA**



DATA:  
22 Febbraio 2012

### ***TRIGEO S.N.C.***

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>LINEA SISMICA ST3 – ZONA CIMITERO</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 1 di 13             |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI.....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA.....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>  | <b>12</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Febbraio 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, in località **OLMO** nell'area circostante il Cimitero (**Fig. 1**).



**Figura 1:** Particolare del tratto centrale della sezione **ST3**.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST3 – ZONA CIMITERO | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 3 di 13             |

“energizzazioni” (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un’ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L’acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{S30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico **ST3** eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:2.000) con ubicazione del profilo sismico **ST3** eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d’arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

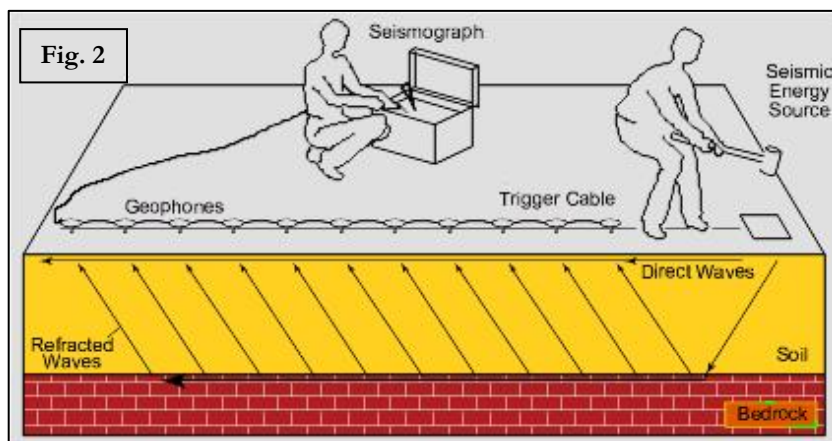
Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1.000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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 (**Fig. 2**) in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori



A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

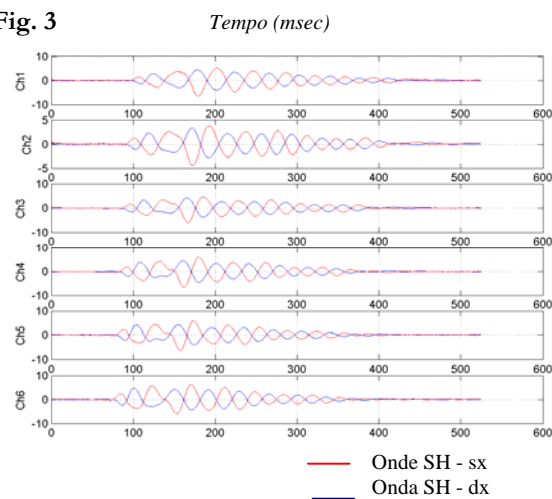
Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel, ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati

acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang: nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (**Fig. 3**). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk sia singolarmente che, invertendo la fase, come somma.

**Fig. 3**



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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma 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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la “WET Tomography” con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

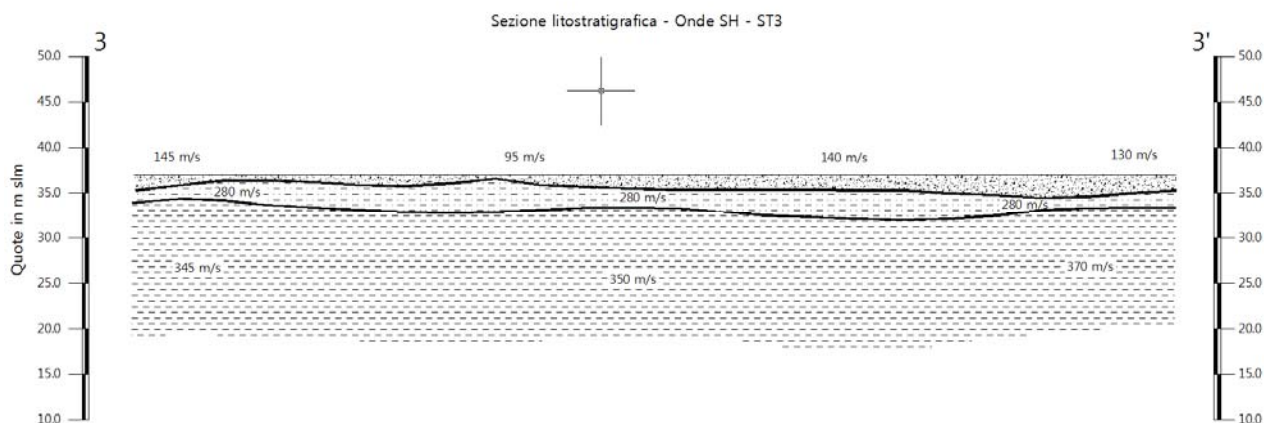
#### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 1.20 m e 1.70 m (onde P) e tra 0.40 m e 2.50 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 3.60 m e 6.40 m (onde P) e tra 2.80 e 5.00 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.40 m e ca. 4.60 m.

Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 220 e 260 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 95-130 m/s, con il livello intermedio, costituito da depositi fluviali, che presenta velocità medie prossime a 870 m/s (onde P) ed attorno a 280 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello

intermedio con il substrato, costituito da depositi lacustri, che presenta velocità comprese tra 1.725 e 1.785 m/s (onde P) e tra 345-370 m/s (onde SH).

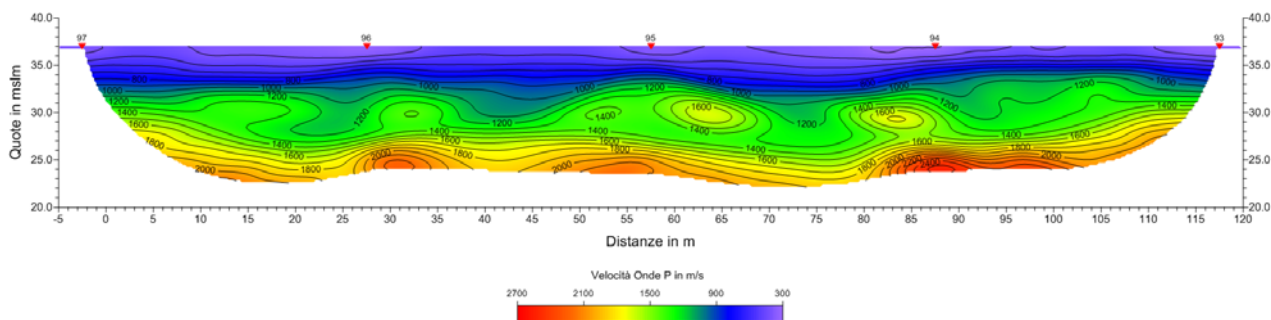
La **Sezione ST3**, effettuata in direzione NO-SE, è stata elaborata seguendo le informazioni



del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.

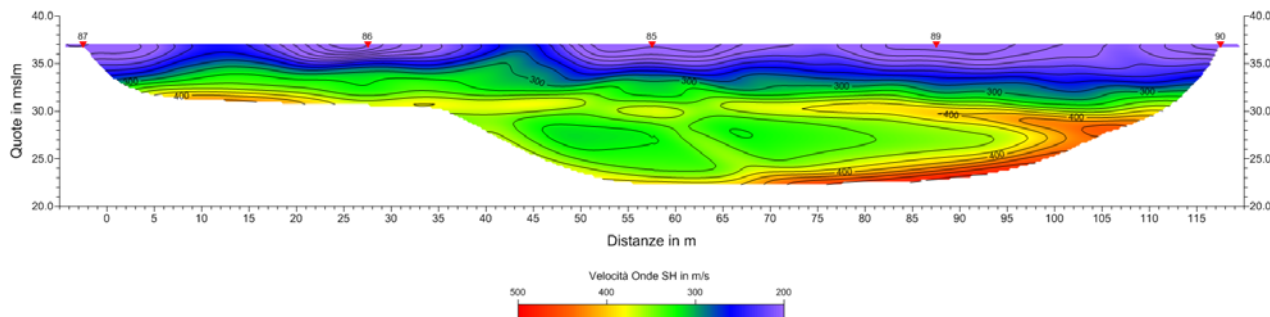
Il rifrattore più superficiale mostra un andamento suborizzontale, con spessori mediamente compresi tra 1.0 e 2.0 m, con spessori maggiori osservati lungo il tratto finale. Il rifrattore principale, che individua il passaggio tra i materiali intermedi limo argillosi ed il substrato costituito dai depositi lacustri, presenta anch'esso una superficie suborizzontale, con profondità comprese tra 3.0 e 6.0 m. Gli spessori maggiori si osservano lungo la sezione acquisita in onde P, molto probabilmente legata al grado di idratazione dei materiali che influenza unicamente l'andamento delle onde P.

L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH mostra una copertura



superficiale piuttosto omogenea con minime oscillazioni delle curve di isovelocità. Il passaggio dal livello intermedio al substrato lacustre risulta netto ed evidente in entrambe le sezioni elaborate. Il netto raffittimento delle curve di isovelocità, da quella dei 1.000 m/s (onde P) a da quella dei 300-400 m/s (onde SH). L'elaborazione tomografica mostra sia superficialmente che più in profondità la presenza di materiali omogenei e compatti, visto l'andamento regolare delle curve di isovelocità.

Unicamente nella sezione tomografica in onde P si osserva un ulteriore passaggio a partire dalla curva di isovelocità dei 1.400-1.500 m/s.



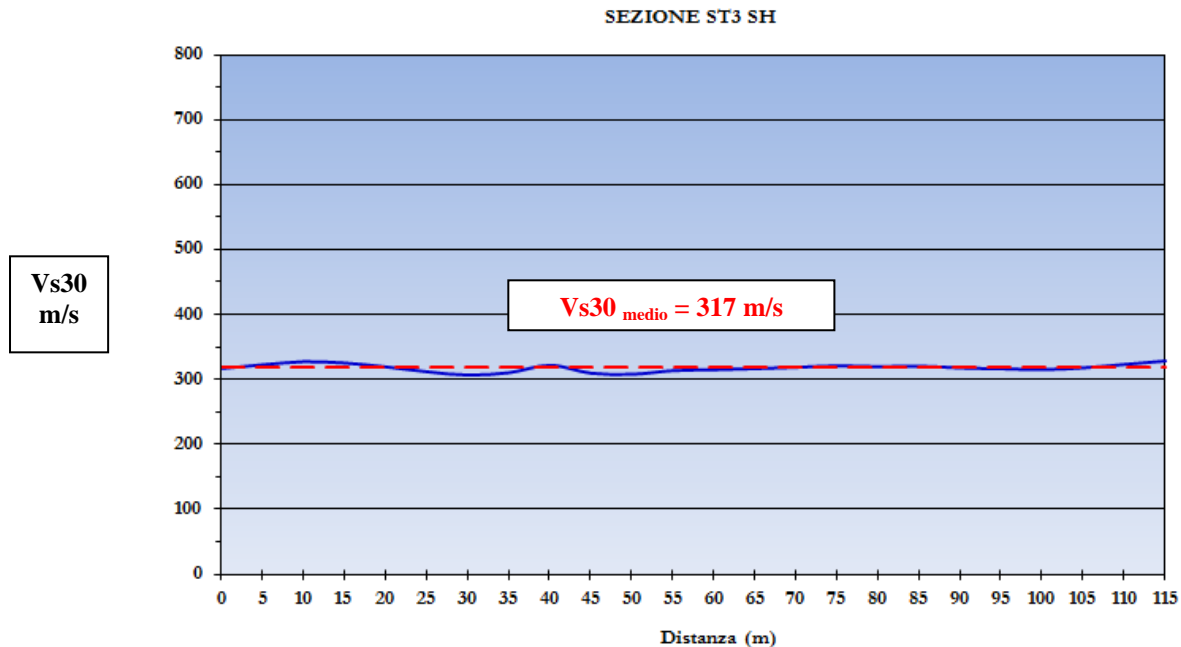
Le velocità del substrato fluviale risultano mediamente prossime a 1.750 m/s (onde P) e 350 (onde SH). Sia le onde P che le onde SH mostrano valori costanti lungo tutto lo stendimento. Il livello intermedio presenta velocità di 870 m/s (onde P) e di 280 m/s (onde SH). Per quanto riguarda i materiali più superficiali si osservano velocità comprese tra 220 e 600 m/s (onde P) e tra 95 e 145 m/s (onde SH), con i valori maggiori osservati lungo nella parte iniziale.

## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette **Vs30**), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. Le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione  |
|-----------|--|
| A         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.   |
| 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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SP7,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).        |
| C         | <i>Depositati 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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SP7,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D         | <i>Depositati 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 da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SP7,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).                |
| E         | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).  |
| S1        | Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{v,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.  |
| S2        | Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.   |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di **Vs30** medio per la sezione **ST3**:



**Vs30 = 317 m/s**

## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondità di un'area, nei pressi della zona industriale nell'area circostante il Cimitero, **SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sabbiosi) ed il livello intermedio, costituito da limi-argillosi e tra quest'ultimo ed il substrato lacustre.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 1.20 m e 1.70 m (onde P) e tra 0.40 m e 2.50 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 3.60 m e 6.40 m (onde P) e tra 2.80 e 5.00 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.40 m e ca. 4.60 m;

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST3 – ZONA CIMITERO | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 11 di 13            |

- nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 220 e 260 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 95-130 m/s, con il livello intermedio, costituito da depositi fluviali, che presenta velocità medie prossime a 870 m/s (onde P) ed attorno a 280 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato, costituito da depositi lacustri, che presenta velocità comprese tra 1.725 e 1.785 m/s (onde P) e tra 345-370 m/s (onde SH);
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una  $V_{s30}$  mediata sui primi 30 m, pari a **317 m/s**.

---

Firenze, li 22/02/2012

TRIGEO SNC

**TRIGEO SNC**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
 TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117

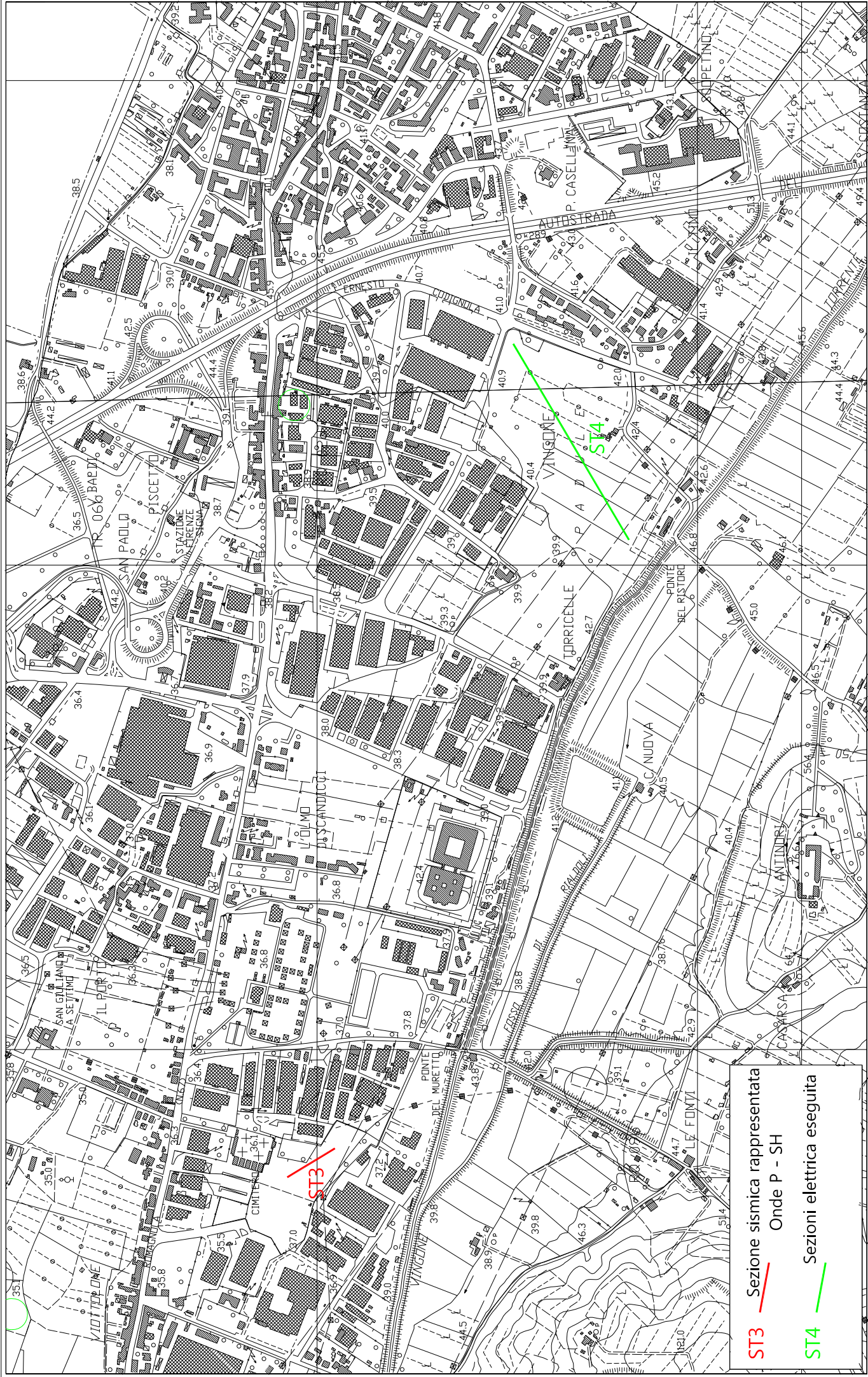
info@trigeo.it

**www.trigeo.it**

VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE  
 Tel/Fax 055 9062212 – CELL. 328 7213928

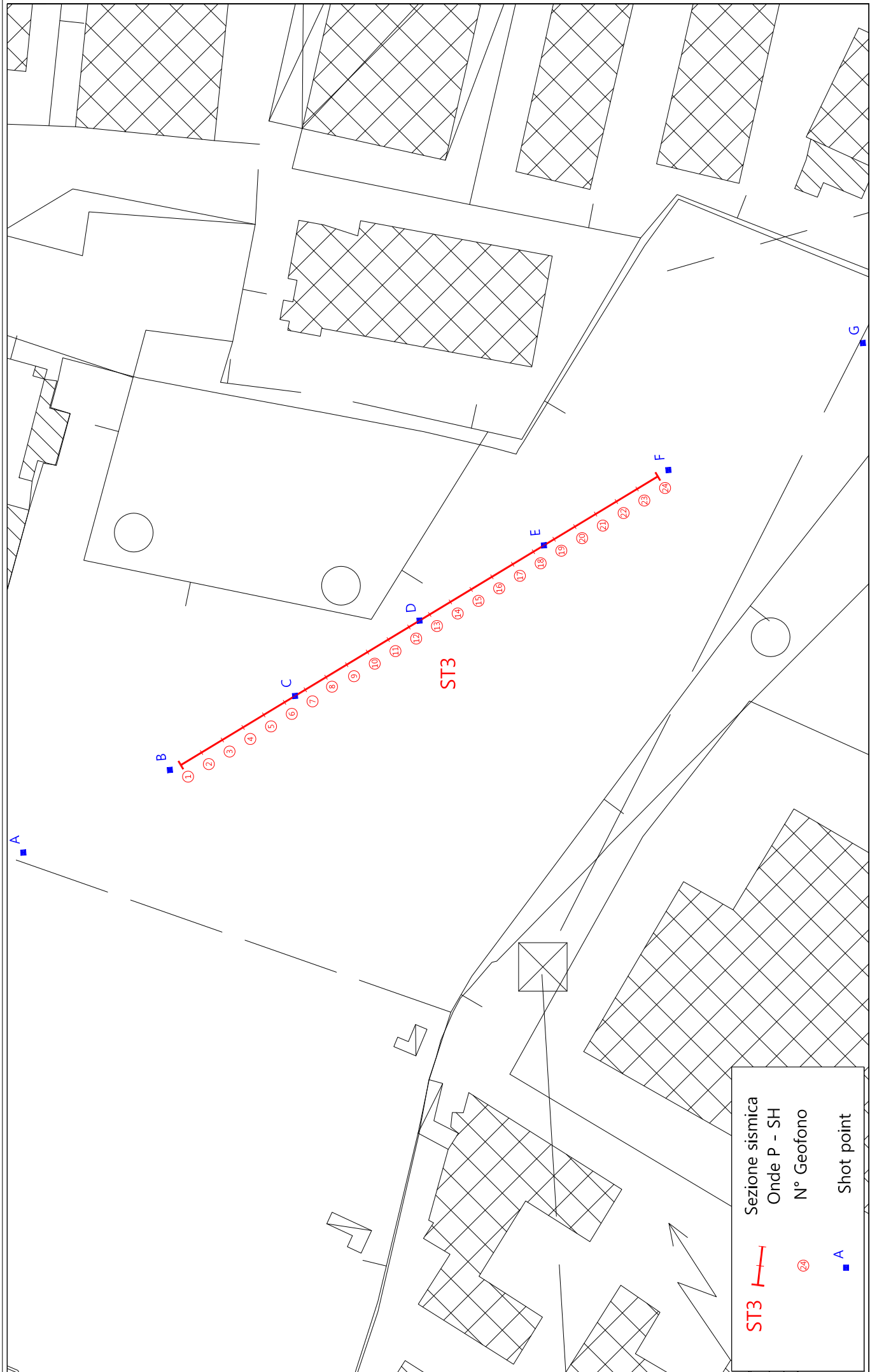


## ALLEGATI



**ST3** — Sezione sismica rappresentata  
Onde P - SH

**ST4** — Sezioni elettrica eseguita






|  |                           |
|--|---------------------------|
| <b>ST3</b>  | Sezione sismica           |
|             | Onde P - SH<br>N° Geofono |
|             | Shot point                |

Tavola 02 - Planimetria di dettaglio - ST3 - Cimitero

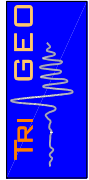
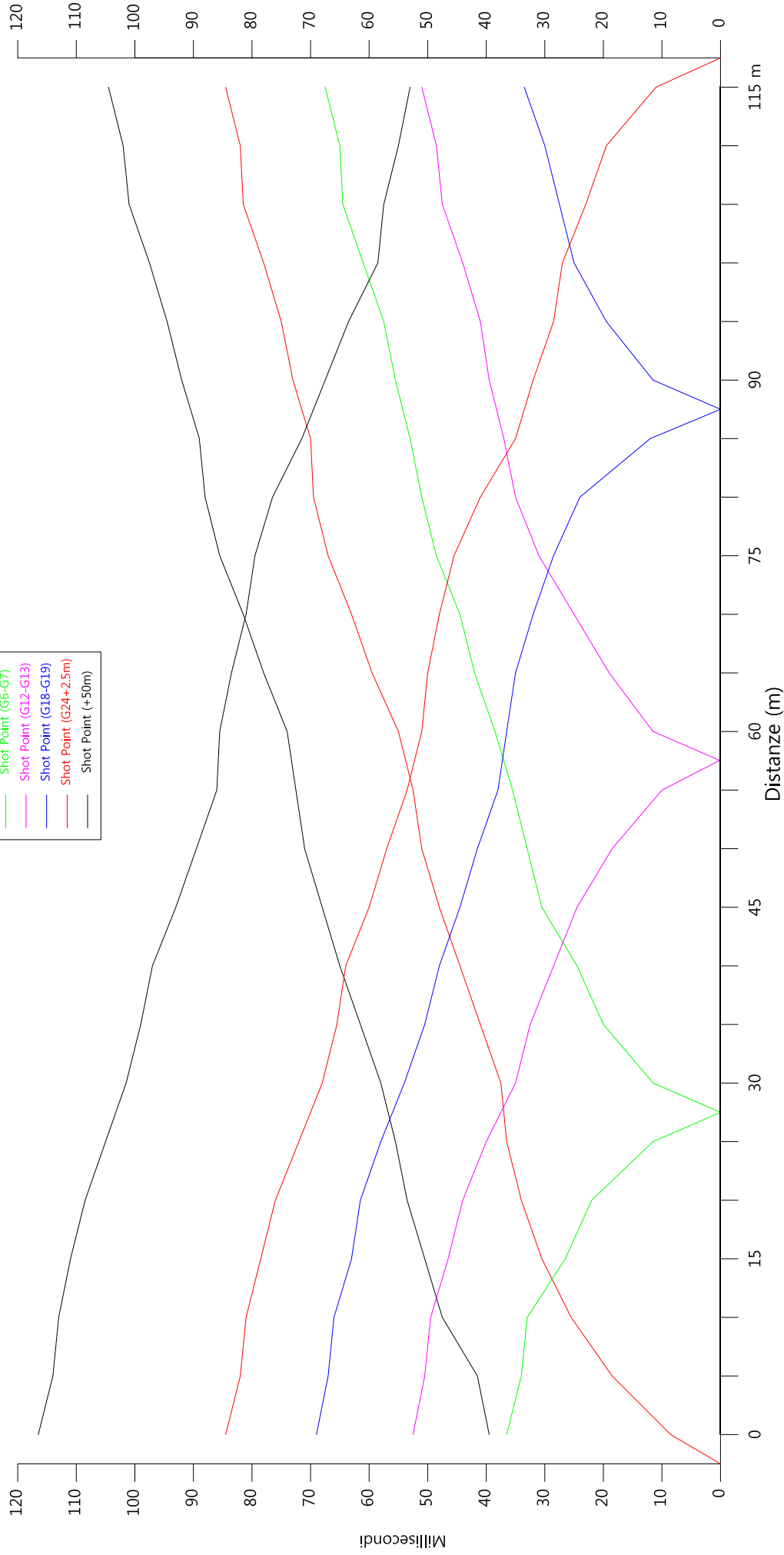
Febbraio 2012

Scala 1: 1000

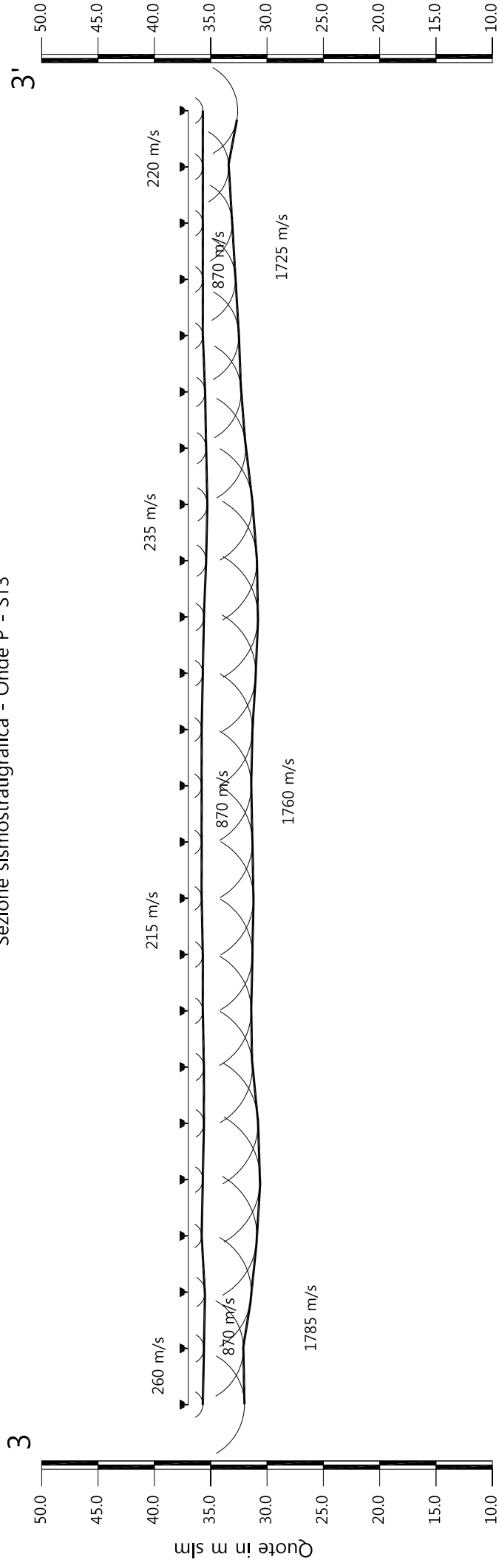


# Dromocrone

- Shot Point (-37m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+50m)



Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST3



| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |        |        |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Distanze (m)                     | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 115.24 |        |
| Quote in m slm                   | 1.30  | 1.40  | 37.00 | 1.20  | 1.30  | 1.40  | 37.00 | 1.30  | 37.00 | 1.30  | 1.20  | 37.00 | 1.20  | 37.00 | 1.30  | 1.40  | 37.00 | 1.60  | 37.00 | 1.50  | 37.00 | 1.30  | 37.00 | 1.30  | 37.00 | 110.23 | 115.24 |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 5.00  | 4.90  | 37.00 | 5.60  | 5.70  | 6.20  | 5.70  | 6.00  | 5.60  | 5.70  | 6.20  | 5.70  | 6.00  | 5.70  | 6.00  | 6.20  | 6.10  | 5.10  | 4.70  | 4.70  | 4.50  | 4.20  | 3.90  | 3.60  | 3.30  | 3.00   | 1.30   |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 5.00  | 4.90  | 37.00 | 5.60  | 5.70  | 6.20  | 5.70  | 6.00  | 5.60  | 5.70  | 6.20  | 5.70  | 6.00  | 5.70  | 6.00  | 6.20  | 6.10  | 5.10  | 4.70  | 4.70  | 4.50  | 4.20  | 3.90  | 3.60  | 3.30  | 3.00   | 1.30   |

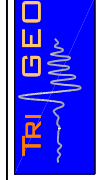
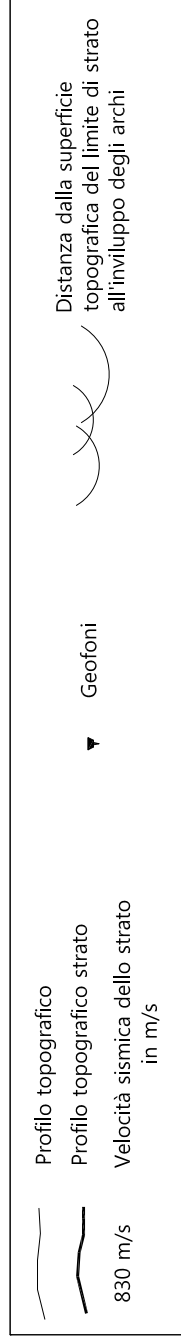
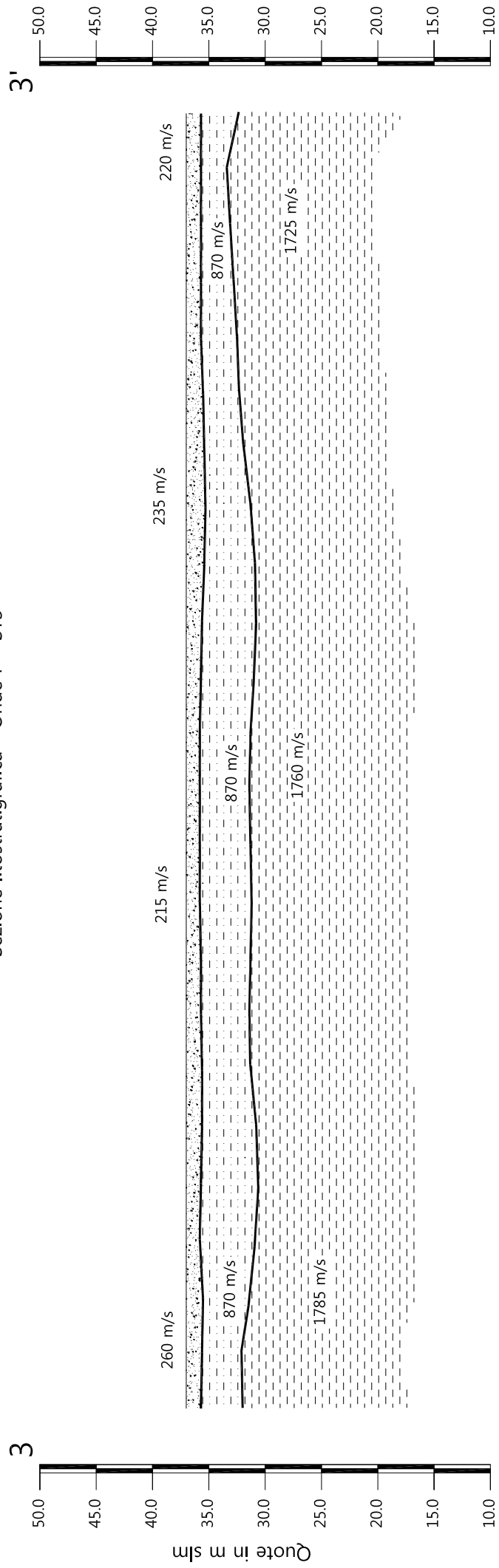


Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST3





Febbraio 2012

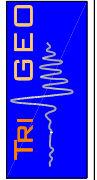
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde P - ST3



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio  
Depositi fluviali
-  Substrato  
Depositi lacustri



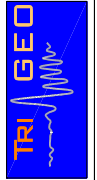
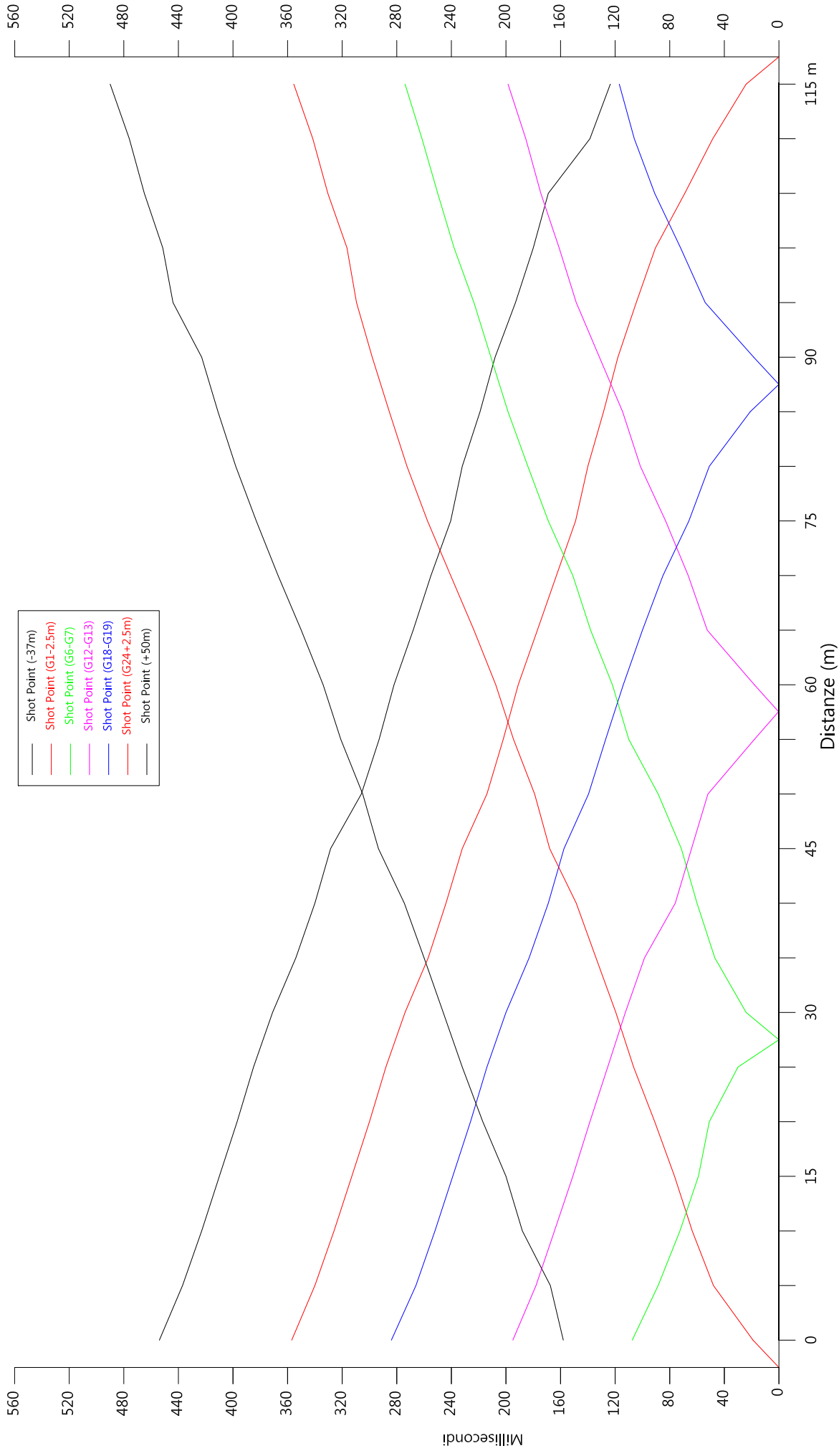
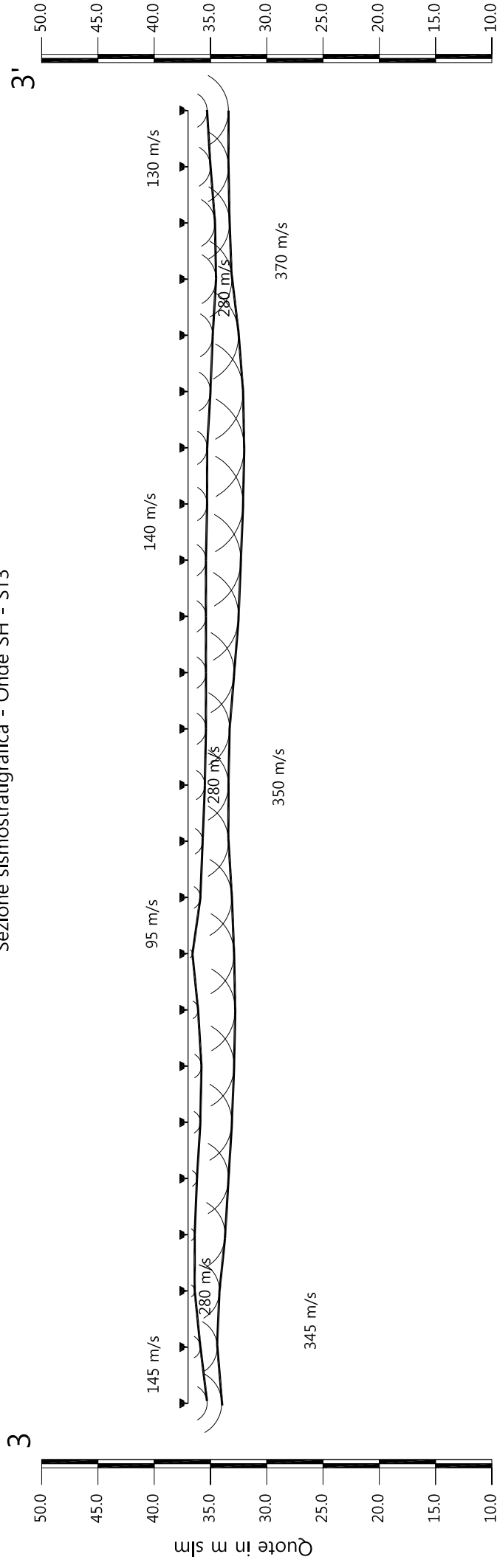


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST3

Febbraio 2012

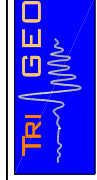
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST3

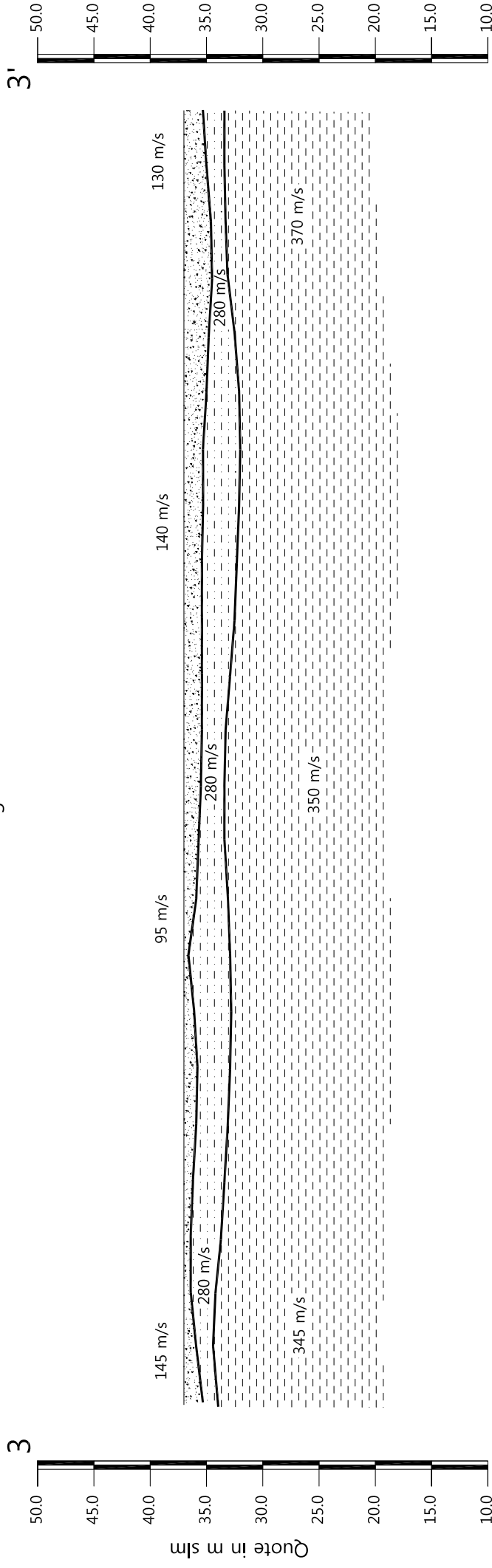


| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |       |       |      |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Distanze (m)                     | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 115   |       |      |
| Quote in m slm                   | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | 115   |      |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 1.70  | 1.10  | 0.60  | 0.60  | 0.60  | 0.80  | 1.10  | 1.20  | 0.90  | 0.40  | 1.10  | 1.30  | 1.50  | 1.60  | 1.60  | 1.60  | 1.60  | 1.70  | 2.00  | 2.20  | 2.50  | 2.40  | 2.00  | 2.00  | 1.70  | 37.00 | 1.70  |      |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 3.00  | 2.80  | 2.80  | 2.80  | 3.30  | 3.60  | 3.90  | 4.10  | 4.20  | 4.10  | 3.90  | 3.60  | 3.60  | 3.70  | 4.10  | 4.50  | 4.70  | 4.90  | 5.00  | 4.90  | 4.50  | 3.90  | 3.70  | 3.60  | 3.60  | 3.60  | 37.00 | 3.60 |




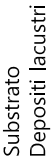
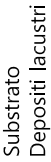
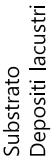
Profilo topografico
   
 Profilo topografico strato
   
 830 m/s Velocità sismica dello strato in m/s
   
  
 Geofoni
   
 Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi



Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST3



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio
-  Depositi fluviali
-  Substrato
-  Depositi lacustri

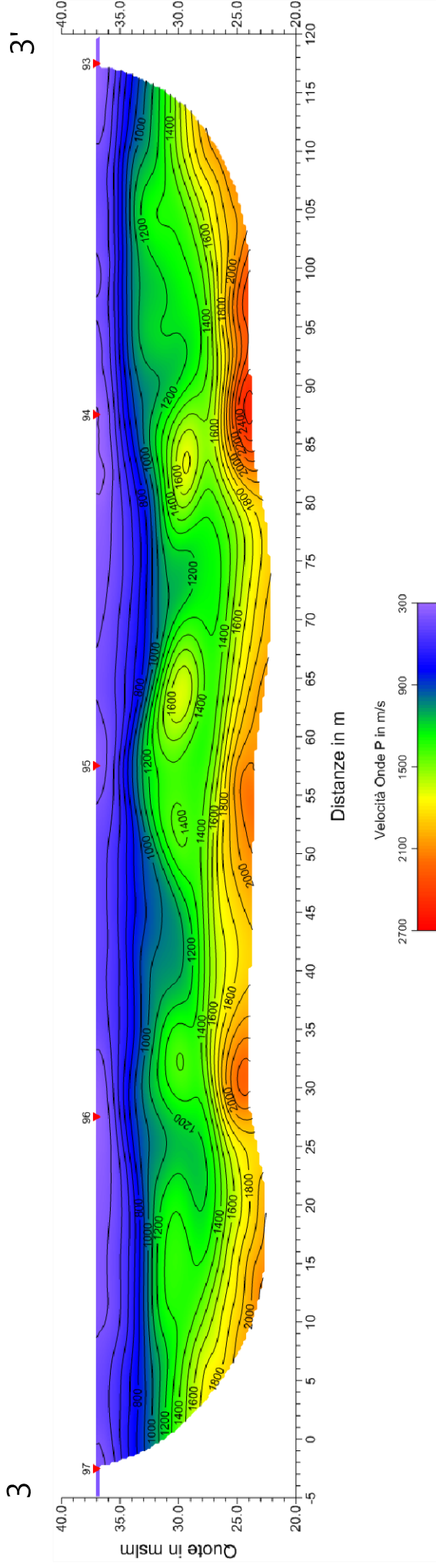
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 08 - Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST3



Sezione tomografica - Onde P - ST3



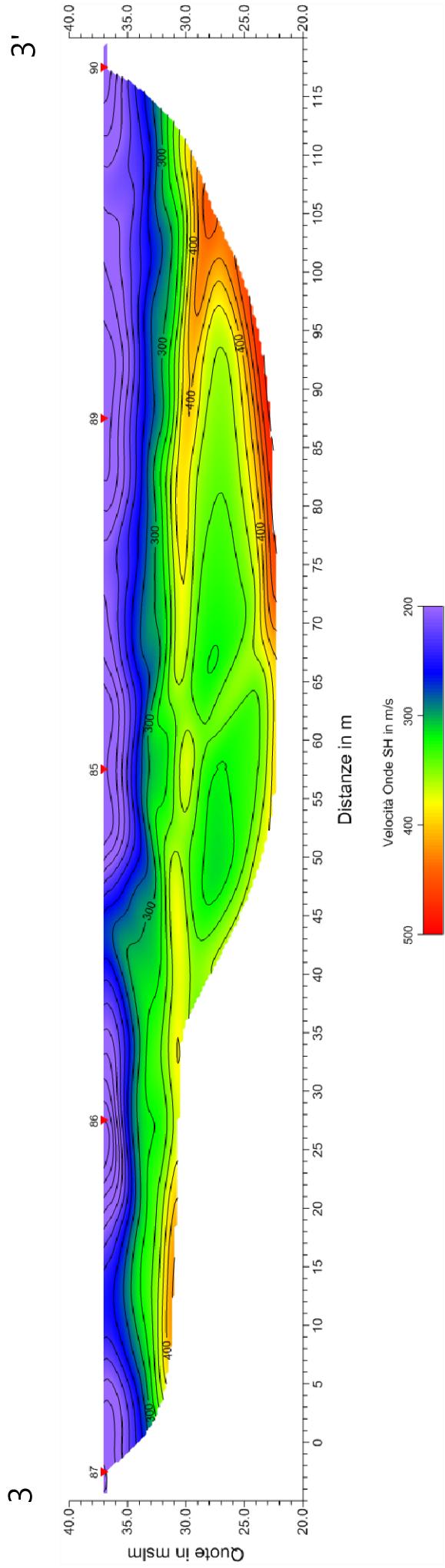
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST3



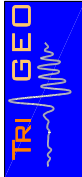
Sezione tomografica - Onde SH - ST3



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST3







Vista generale della sezione ST3 da G12 verso G1.



Vista generale della sezione ST3 da G12 verso G24.



Vista generale della sezione ST3 da G1 verso G24.



Shot Point E - onde P – ST3.

---

**SCHEMA DELLA LINEA SISMICA ST3 – ZONA CIMITERO**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA (m)</b> | <b>DISTANZA<br/>INTERGEOFONICA<br/>(m)</b> | <b>QUOTA (in mslm)</b> |
|-------------------|-------------------------------------|--|------------------------|
| 1                 | 0                                   | 0.0  | 37.00                  |
| 2                 | 5                                   | 5.0  | 37.00                  |
| 3                 | 10                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 4                 | 15                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 5                 | 20                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 6                 | 25                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 7                 | 30                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 8                 | 35                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 9                 | 40                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 10                | 45                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 11                | 50                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 12                | 55                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 13                | 60                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 14                | 65                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 15                | 70                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 16                | 75                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 17                | 80                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 18                | 85                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 19                | 90                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 20                | 95                                  | 5.0  | 37.00                  |
| 21                | 100                                 | 5.0  | 37.00                  |
| 22                | 105                                 | 5.0  | 37.00                  |
| 23                | 110                                 | 5.0  | 37.00                  |
| 24                | 115                                 | 5.0  | 37.00                  |

**COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24**

| <b>COORDINATE</b> | <b>GEOFONO 1</b>  | <b>GEOFONO 24</b> |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>X(m)</b>       | <b>1672732,55</b> | <b>1672788,15</b> |
| <b>Y(m)</b>       | <b>4848058,34</b> | <b>4847952,00</b> |

**PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT**

| <b>SHOT POINT</b>        | <b>POSIZIONE DA G1 (m)</b> | <b>QUOTA (m)</b> |
|--------------------------|----------------------------|------------------|
| <b>A - ESTERNO SX</b>    | <b>-37.0</b>               | <b>37.00</b>     |
| <b>B - ESTREMO SX</b>    | <b>- 2.50</b>              | <b>37.00</b>     |
| <b>C - INTERMEDIO SX</b> | <b>27.50</b>               | <b>37.00</b>     |
| <b>D - CENTRALE</b>      | <b>57.50</b>               | <b>37.00</b>     |
| <b>E - INTERMEDIO DX</b> | <b>87.50</b>               | <b>37.00</b>     |
| <b>F - ESTREMO DX</b>    | <b>117.50</b>              | <b>37.00</b>     |
| <b>G - ESTREMO DX</b>    | <b>165.00</b>              | <b>37.00</b>     |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST3 –CIMITERO – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.3                                 | 5                                   |
| 2                 | 5                                       | 1.4                                 | 4.9                                 |
| 3                 | 10                                      | 1.5                                 | 5.6                                 |
| 4                 | 15                                      | 1.2                                 | 6.1                                 |
| 5                 | 20                                      | 1.3                                 | 6.4                                 |
| 6                 | 25                                      | 1.4                                 | 6.2                                 |
| 7                 | 30                                      | 1.4                                 | 5.7                                 |
| 8                 | 35                                      | 1.3                                 | 5.6                                 |
| 9                 | 40                                      | 1.3                                 | 5.7                                 |
| 10                | 45                                      | 1.2                                 | 5.8                                 |
| 11                | 50                                      | 1.2                                 | 5.7                                 |
| 12                | 55                                      | 1.2                                 | 5.6                                 |
| 13                | 60                                      | 1.2                                 | 5.7                                 |
| 14                | 65                                      | 1.3                                 | 6                                   |
| 15                | 70                                      | 1.4                                 | 6.2                                 |
| 16                | 75                                      | 1.6                                 | 6.1                                 |
| 17                | 80                                      | 1.7                                 | 5.7                                 |
| 18                | 85                                      | 1.6                                 | 5.1                                 |
| 19                | 90                                      | 1.5                                 | 4.7                                 |
| 20                | 95                                      | 1.3                                 | 4.5                                 |
| 21                | 100                                     | 1.3                                 | 4.2                                 |
| 22                | 105                                     | 1.3                                 | 3.9                                 |
| 23                | 110                                     | 1.3                                 | 3.6                                 |
| 24                | 115                                     | 1.3                                 | 4.4                                 |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST3 –CIMITERO – ONDE SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.7                                 | 3                                   |
| 2                 | 5                                       | 1.1                                 | 2.8                                 |
| 3                 | 10                                      | 0.6                                 | 2.8                                 |
| 4                 | 15                                      | 0.6                                 | 3.3                                 |
| 5                 | 20                                      | 0.8                                 | 3.6                                 |
| 6                 | 25                                      | 1.1                                 | 3.9                                 |
| 7                 | 30                                      | 1.2                                 | 4.1                                 |
| 8                 | 35                                      | 0.9                                 | 4.2                                 |
| 9                 | 40                                      | 0.4                                 | 4.1                                 |
| 10                | 45                                      | 1.1                                 | 3.9                                 |
| 11                | 50                                      | 1.3                                 | 3.6                                 |
| 12                | 55                                      | 1.5                                 | 3.6                                 |
| 13                | 60                                      | 1.6                                 | 3.7                                 |
| 14                | 65                                      | 1.6                                 | 4.1                                 |
| 15                | 70                                      | 1.6                                 | 4.5                                 |
| 16                | 75                                      | 1.6                                 | 4.7                                 |
| 17                | 80                                      | 1.7                                 | 4.9                                 |
| 18                | 85                                      | 1.7                                 | 5                                   |
| 19                | 90                                      | 2                                   | 4.9                                 |
| 20                | 95                                      | 2.2                                 | 4.5                                 |
| 21                | 100                                     | 2.5                                 | 3.9                                 |
| 22                | 105                                     | 2.4                                 | 3.7                                 |
| 23                | 110                                     | 2                                   | 3.6                                 |
| 24                | 115                                     | 1.7                                 | 3.6                                 |

**TEMPI ONDE P – ST3 – CIMITERO**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 39.50   | 9.50  | 36.50   | 52.50   | 69.00   | 84.50   | 116.50  | 37.00                        |
| 2                     | 5                       | 41.50   | 18.50   | 34.00   | 50.50   | 67.00   | 82.00   | 114.00  | 37.00                        |
| 3                     | 10                      | 47.50   | 25.50   | 33.00   | 49.50   | 66.00   | 81.00   | 113.00  | 37.00                        |
| 4                     | 15                      | 50.50   | 30.50   | 26.50   | 46.50   | 63.00   | 78.50   | 111.00  | 37.00                        |
| 5                     | 20                      | 53.50   | 34.00   | 22.00   | 44.00   | 61.50   | 76.00   | 108.50  | 37.00                        |
| 6                     | 25                      | 55.50   | 36.50   | 11.50   | 40.00   | 58.00   | 72.00   | 105.00  | 37.00                        |
| 7                     | 30                      | 58.00   | 37.50   | 11.50   | 35.00   | 54.00   | 68.00   | 101.50  | 37.00                        |
| 8                     | 35                      | 61.50   | 41.00   | 20.00   | 32.50   | 50.50   | 65.50   | 99.00   | 37.00                        |
| 9                     | 40                      | 65.00   | 44.50   | 24.50   | 28.50   | 48.00   | 64.00   | 97.00   | 37.00                        |
| 10                    | 45                      | 68.00   | 48.00   | 30.50   | 24.50   | 44.50   | 60.00   | 93.00   | 37.00                        |
| 11                    | 50                      | 71.00   | 51.00   | 33.00   | 18.50   | 41.50   | 57.00   | 89.50   | 37.00                        |
| 12                    | 55                      | 72.50   | 52.50   | 35.50   | 10.00   | 38.00   | 53.50   | 86.00   | 37.00                        |
| 13                    | 60                      | 74.00   | 55.00   | 38.50   | 11.50   | 36.50   | 51.00   | 85.50   | 37.00                        |
| 14                    | 65                      | 78.00   | 59.50   | 42.00   | 19.00   | 35.00   | 50.00   | 83.50   | 37.00                        |
| 15                    | 70                      | 81.50   | 63.00   | 44.50   | 25.00   | 32.00   | 48.00   | 81.00   | 37.00                        |
| 16                    | 75                      | 85.50   | 67.00   | 48.50   | 31.00   | 28.50   | 45.50   | 79.50   | 37.00                        |
| 17                    | 80                      | 88.00   | 69.50   | 51.00   | 35.00   | 24.00   | 41.00   | 76.50   | 37.00                        |
| 18                    | 85                      | 89.00   | 70.00   | 53.00   | 37.00   | 12.00   | 35.00   | 71.50   | 37.00                        |
| 19                    | 90                      | 92.00   | 73.00   | 55.50   | 39.50   | 11.50   | 32.00   | 67.50   | 37.00                        |
| 20                    | 95                      | 94.50   | 75.00   | 57.50   | 41.00   | 19.50   | 28.50   | 63.50   | 37.00                        |
| 21                    | 100                     | 97.50   | 78.00   | 61.00   | 44.00   | 25.00   | 27.00   | 58.50   | 37.00                        |
| 22                    | 105                     | 101.00  | 81.50   | 64.50   | 47.50   | 27.50   | 23.00   | 57.50   | 37.00                        |
| 23                    | 110                     | 102.00  | 82.00   | 65.00   | 48.50   | 30.00   | 19.50   | 55.00   | 37.00                        |
| 24                    | 115                     | 104.50  | 84.50   | 67.50   | 51.00   | 33.50   | 11.00   | 53.00   | 37.00                        |

**TEMPI ONDE SH – ST3 – CIMITERO**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 158.00  | 18.50   | 107.50  | 195.00  | 284.00  | 357.00  | 454.00  | 37.00                        |
| 2                     | 5                       | 167.50  | 47.50   | 88.50   | 178.00  | 266.00  | 340.00  | 437.00  | 37.00                        |
| 3                     | 10                      | 188.00  | 63.00   | 72.50   | 164.50  | 252.00  | 326.00  | 423.00  | 37.00                        |
| 4                     | 15                      | 200.00  | 76.00   | 59.00   | 151.00  | 239.00  | 313.00  | 410.00  | 37.00                        |
| 5                     | 20                      | 217.00  | 90.50   | 51.00   | 138.50  | 226.00  | 300.00  | 397.00  | 37.00                        |
| 6                     | 25                      | 232.00  | 106.00  | 30.00   | 125.50  | 214.00  | 288.00  | 385.00  | 37.00                        |
| 7                     | 30                      | 246.00  | 119.00  | 24.00   | 112.50  | 200.00  | 274.00  | 371.00  | 37.00                        |
| 8                     | 35                      | 260.00  | 133.50  | 47.00   | 98.50   | 183.00  | 257.00  | 354.00  | 37.00                        |
| 9                     | 40                      | 274.50  | 148.00  | 60.00   | 76.00   | 169.00  | 244.00  | 340.00  | 37.00                        |
| 10                    | 45                      | 293.50  | 167.50  | 71.50   | 64.00   | 157.50  | 232.00  | 328.50  | 37.00                        |
| 11                    | 50                      | 305.00  | 178.50  | 88.50   | 52.00   | 139.50  | 214.00  | 306.00  | 37.00                        |
| 12                    | 55                      | 321.00  | 194.00  | 110.00  | 18.00   | 127.00  | 202.00  | 293.00  | 37.00                        |
| 13                    | 60                      | 334.00  | 207.00  | 122.00  | 18.00   | 114.00  | 191.00  | 282.00  | 37.00                        |
| 14                    | 65                      | 350.00  | 223.00  | 138.00  | 52.50   | 100.00  | 177.00  | 268.00  | 37.00                        |
| 15                    | 70                      | 367.00  | 240.00  | 151.00  | 66.50   | 85.00   | 163.00  | 255.00  | 37.00                        |
| 16                    | 75                      | 383.00  | 257.00  | 169.00  | 83.00   | 66.00   | 149.00  | 240.50  | 37.00                        |
| 17                    | 80                      | 398.00  | 272.00  | 184.00  | 101.50  | 51.00   | 140.00  | 232.00  | 37.00                        |
| 18                    | 85                      | 411.00  | 285.00  | 198.50  | 114.50  | 21.00   | 128.50  | 219.00  | 37.00                        |
| 19                    | 90                      | 423.00  | 297.50  | 211.00  | 131.50  | 18.50   | 118.00  | 208.00  | 37.00                        |
| 20                    | 95                      | 444.00  | 309.00  | 223.50  | 148.50  | 54.00   | 104.50  | 193.00  | 37.00                        |
| 21                    | 100                     | 451.50  | 316.00  | 238.00  | 161.00  | 72.00   | 90.50   | 180.00  | 37.00                        |
| 22                    | 105                     | 465.00  | 330.00  | 250.00  | 174.50  | 91.00   | 69.00   | 169.00  | 37.00                        |
| 23                    | 110                     | 476.00  | 341.00  | 261.50  | 185.50  | 106.00  | 48.50   | 138.50  | 37.00                        |
| 24                    | 115                     | 490.00  | 355.00  | 274.00  | 198.50  | 117.00  | 24.00   | 454.00  | 37.00                        |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST3 – ZONA CIMITERO – ONDE P**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 260   | 870   | 1785  |
| 2          | 5                              | 254   | 870   | 1783  |
| 3          | 10                             | 247   | 870   | 1780  |
| 4          | 15                             | 241   | 870   | 1778  |
| 5          | 20                             | 234   | 870   | 1776  |
| 6          | 25                             | 228   | 870   | 1774  |
| 7          | 30                             | 221   | 870   | 1771  |
| 8          | 35                             | 215   | 870   | 1769  |
| 9          | 40                             | 218   | 870   | 1767  |
| 10         | 45                             | 220   | 870   | 1765  |
| 11         | 50                             | 223   | 870   | 1762  |
| 12         | 55                             | 225   | 870   | 1760  |
| 13         | 60                             | 228   | 870   | 1757  |
| 14         | 65                             | 230   | 870   | 1754  |
| 15         | 70                             | 233   | 870   | 1751  |
| 16         | 75                             | 235   | 870   | 1748  |
| 17         | 80                             | 233   | 870   | 1745  |
| 18         | 85                             | 231   | 870   | 1742  |
| 19         | 90                             | 229   | 870   | 1740  |
| 20         | 95                             | 228   | 870   | 1737  |
| 21         | 100                            | 226   | 870   | 1734  |
| 22         | 105                            | 224   | 870   | 1731  |
| 23         | 110                            | 222   | 870   | 1728  |
| 24         | 115                            | 220   | 870   | 1725  |

**VE****VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST3 – ZONA CIMITERO – ONDE SH**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 145   | 280   | 345   |
| 2          | 5                              | 138   | 280   | 345   |
| 3          | 10                             | 131   | 280   | 344   |
| 4          | 15                             | 124   | 280   | 344   |
| 5          | 20                             | 116   | 280   | 343   |
| 6          | 25                             | 109   | 280   | 343   |
| 7          | 30                             | 102   | 280   | 342   |
| 8          | 35                             | 95  | 280   | 342   |
| 9          | 40                             | 101   | 280   | 341   |
| 10         | 45                             | 106   | 280   | 341   |
| 11         | 50                             | 112   | 280   | 340   |
| 12         | 55                             | 118   | 280   | 350   |
| 13         | 60                             | 123   | 280   | 352   |
| 14         | 65                             | 129   | 280   | 353   |
| 15         | 70                             | 134   | 280   | 355   |
| 16         | 75                             | 140   | 280   | 357   |
| 17         | 80                             | 139   | 280   | 358   |
| 18         | 85                             | 138   | 280   | 360   |
| 19         | 90                             | 136   | 280   | 362   |
| 20         | 95                             | 135   | 280   | 363   |
| 21         | 100                            | 134   | 280   | 365   |
| 22         | 105                            | 133   | 280   | 367   |
| 23         | 110                            | 131   | 280   | 368   |
| 24         | 115                            | 130   | 280   | 370   |



# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

## TITOLO:

### **-STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI-**

**“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $v_{S30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST5  
IN LOCALITÀ RINALDI - SCANDICCI (FI)”**

## COMMITTENTE:

**COMUNE DI SCANDICCI**

## OGGETTO:

**RELAZIONE TECNICA**



DATA:  
08 Febbraio 2012

### ***TRIGEO S.N.C.***

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br/>LINEA SISMICA ST5 - IN LOCALITÀ RINALDI</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 1 di 13             |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI.....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA.....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>  | <b>12</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Gennaio 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, nei pressi di un'area posta in località **RINALDI, SCANDICCI (FI)** (Fig. 1).



**Figura 1:** Particolare del tratto centrale della sezione ST5.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM)

che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di “energizzazioni” (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un’ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L’acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico ST5 eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:2.000) con ubicazione del profilo sismico ST5 eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d’arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

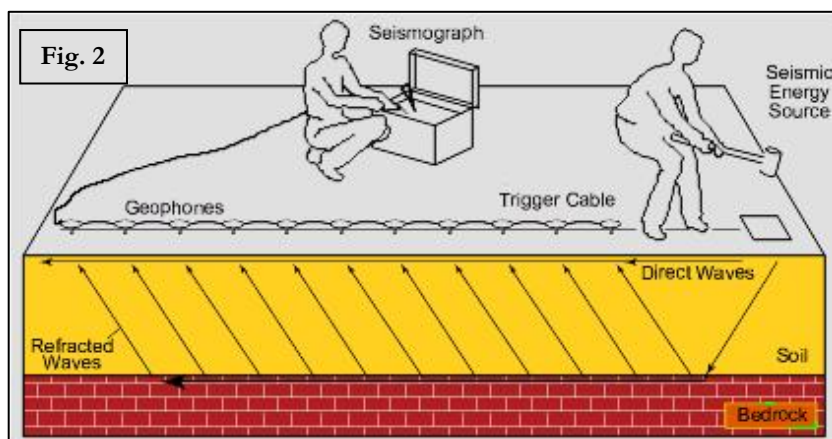
Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1.000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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 (**Fig. 2**) in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori



A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

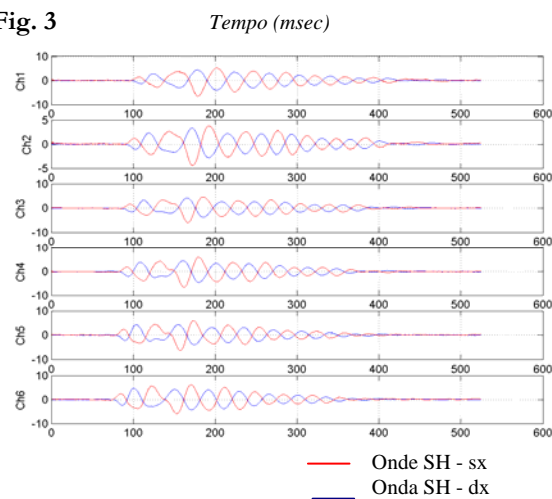
Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel,

ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". Le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang; nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (Fig. 3). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk sia singolarmente che, invertendo la fase, come somma.

Fig. 3



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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{S30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma 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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

#### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

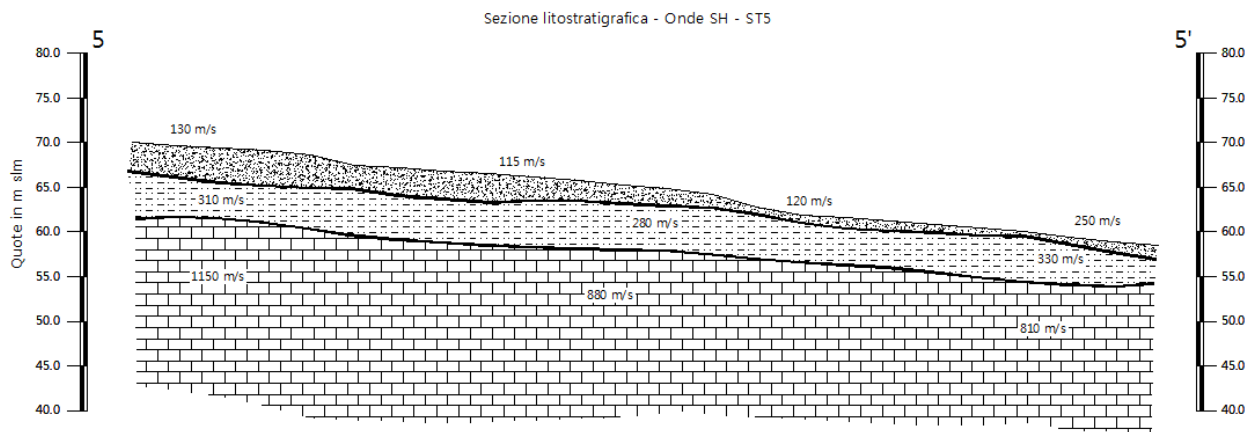
I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.90 m e 3.10 m (onde P) e tra 0.50 m e 3.90 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 5.40 m e 8.70 m (onde P) e tra 4.30 e 8.50 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.80 m e ca. 7.00 m.

Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 270 e 520 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 115-250 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale limo argillosi, che presenta velocità comprese tra 670-1.090 m/s (onde P) e tra 280-330 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello

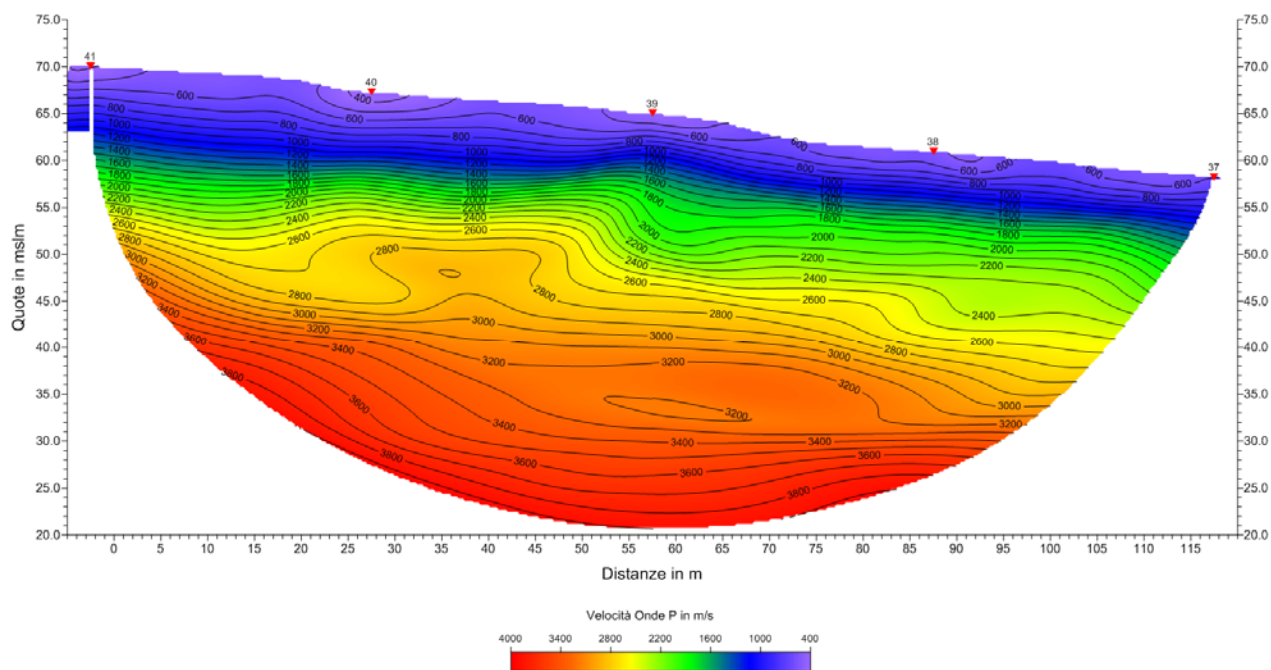


intermedio con il substrato roccioso, costituito dalla Formazione di Sillano -membro calcareo, che presenta velocità comprese tra 2.300 e 3.100 m/s (onde P) e tra 810-1.150 m/s (onde SH).

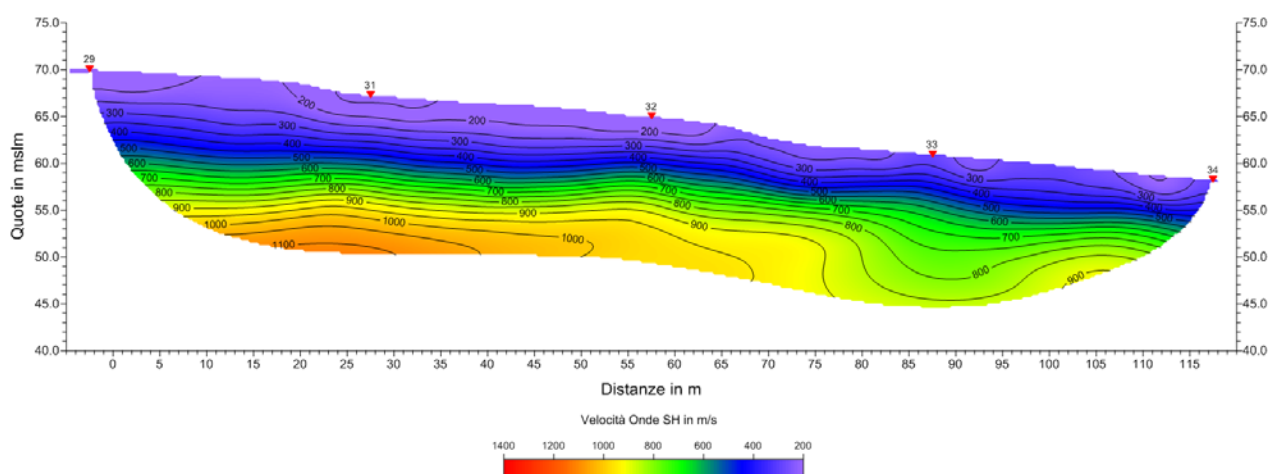
La **Sezione ST5**, effettuata in direzione SO-NE, è stata elaborata seguendo le informazioni del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.



Il rifrattore più superficiale mostra un andamento, con una tendenza a risalire lungo la sezione con profondità che passano da ca. 3.50 m a ca. 1.00 m. Il rifrattore principale, che individua il passaggio tra i materiali intermedi limo argillosi ed il substrato roccioso, mostra anch'esso una tendenza a risalire lungo la sezione, con profondità mediamente comprese tra ca. 8.00 e 4.50 m. Entrambe le elaborazione mostrano il medesimo andamento, presentando un ottima correlazione tra le due superfici rifrangenti rilevate.



L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH mostra materiali più superficiali con spessori maggiori nel tratto iniziale e centrale ed inferiori nella parte finale. Il passaggio dal livello intermedio al substrato roccioso risulta netto ed evidente in entrambe le sezioni elaborate. Il netto raffittimento delle curve di isovelocità, da quella dei 1.000 m/s (onde P) a da quella dei 400 m/s (onde SH). L'elaborazione tomografica mostra sia superficialmente che più in profondità la presenza di materiali omogenei e compatti, visto l'andamento regolare delle curve di isovelocità



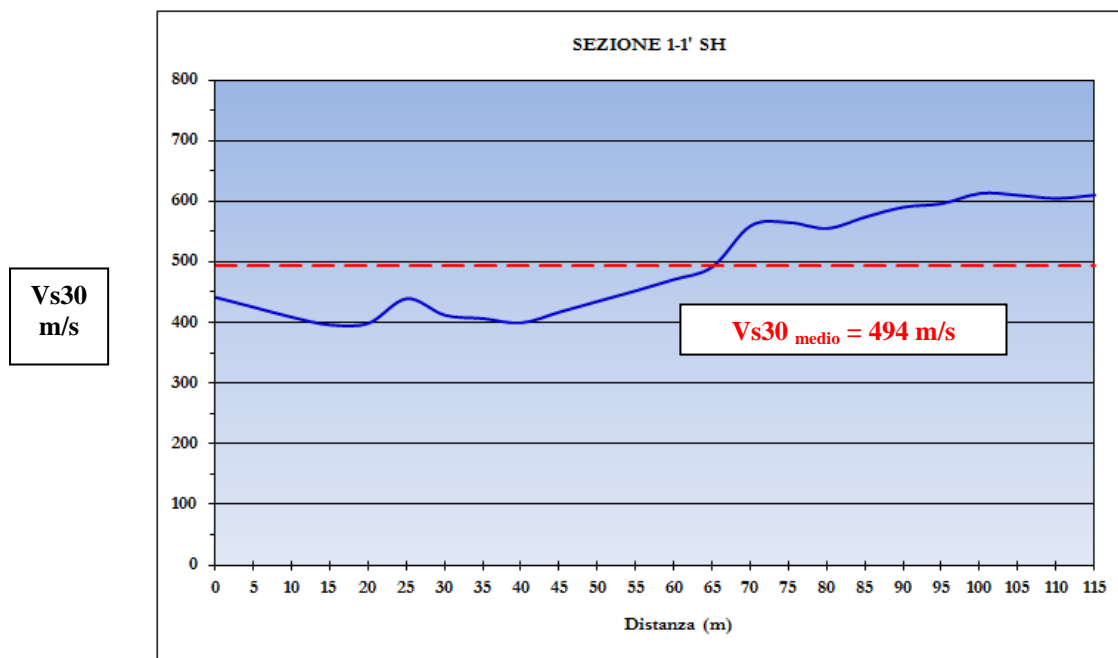
Le velocità del substrato roccioso risultano mediamente comprese tra 2.300 e 3.100 m/s (onde P) e tra 810-1.150 (onde SH). Sia le onde P che le onde SH mostrano valori decrescenti lungo lo stendimento. Il livello intermedio presenta velocità comprese tra 670 e 1.090 (onde P) e tra 280-330 m/s (onde SH), con valori mediamente crescenti lungo lo stendimento. Per quanto riguarda i materiali più superficiali si osservano velocità comprese tra 270 e 520 m/s (onde P) e tra 115 e 250 m/s (onde SH), con i valori maggiori osservati lungo la parte finale.

## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette **Vs30**), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. Le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione   |
|-----------|---|
| A         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>   |
| B         | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>            |
| C         | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i> |
| D         | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>                       |
| E         | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_r &gt; 800</math> m/s).</i>  |
| S1        | <i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 100 m/s (ovvero <math>10 &lt; c_{u,30} &lt; 20</math> kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.</i>  |
| S2        | <i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.</i>   |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di **Vs30** medio per la sezione ST5:



**Vs30 = 494 m/s**

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST5 - IN LOCALITÀ RINALDI | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 11 di 13            |

## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondità di un'area, posta in località **RINALDI, SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sabbiosi) ed il livello intermedio, costituito da limi-argillosi e tra quest'ultimo ed il substrato roccioso, costituito dalla Formazione di Sillano – membro calcareo.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.90 m e 3.10 m (onde P) e tra 0.50 m e 3.90 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 5.40 m e 8.70 m (onde P) e tra 4.30 e 8.50 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.80 m e ca. 7.00 m;
- nella zona d'intervento il rifratore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 270 e 520 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 115-250 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale limo argillosi, che presenta velocità comprese tra 670-1.090 m/s (onde P) e tra 280-330 m/s (onde SH). Il rifratore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato roccioso, costituito dalla Formazione di Sillano – membro calcareo, che presenta velocità comprese tra 2.300 e 3.100 m/s (onde P) e tra 810-1.150 m/s (onde SH);
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una  $V_{s30}$  mediata sui primi 30 m, pari a **494 m/s**.

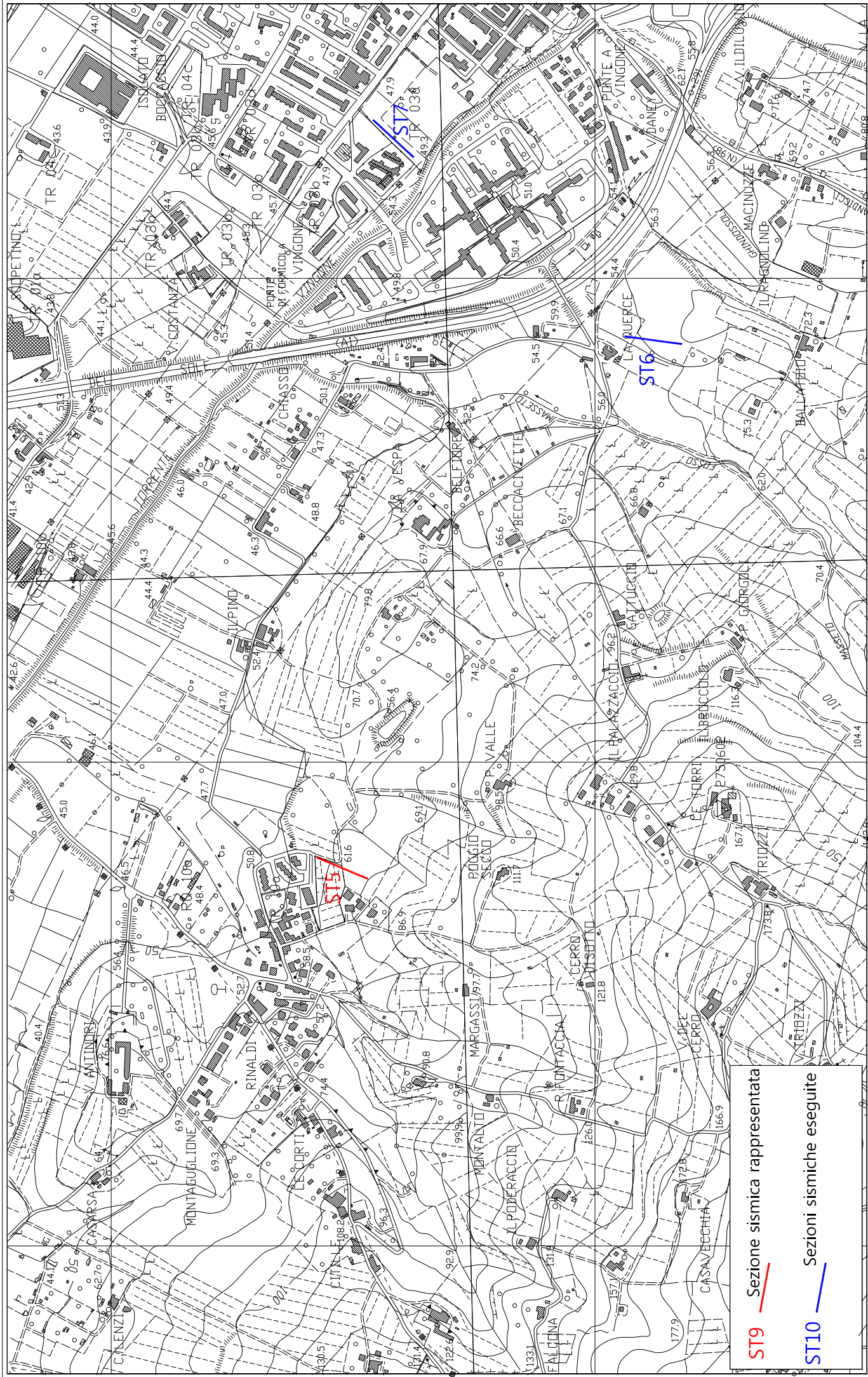
---


Firenze, lì 10/02/2012


TRIGEO SNC



## ALLEGATI



**ST9**  Sezione sismica rappresentata

**ST10**  Sezioni sismiche eseguite

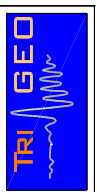
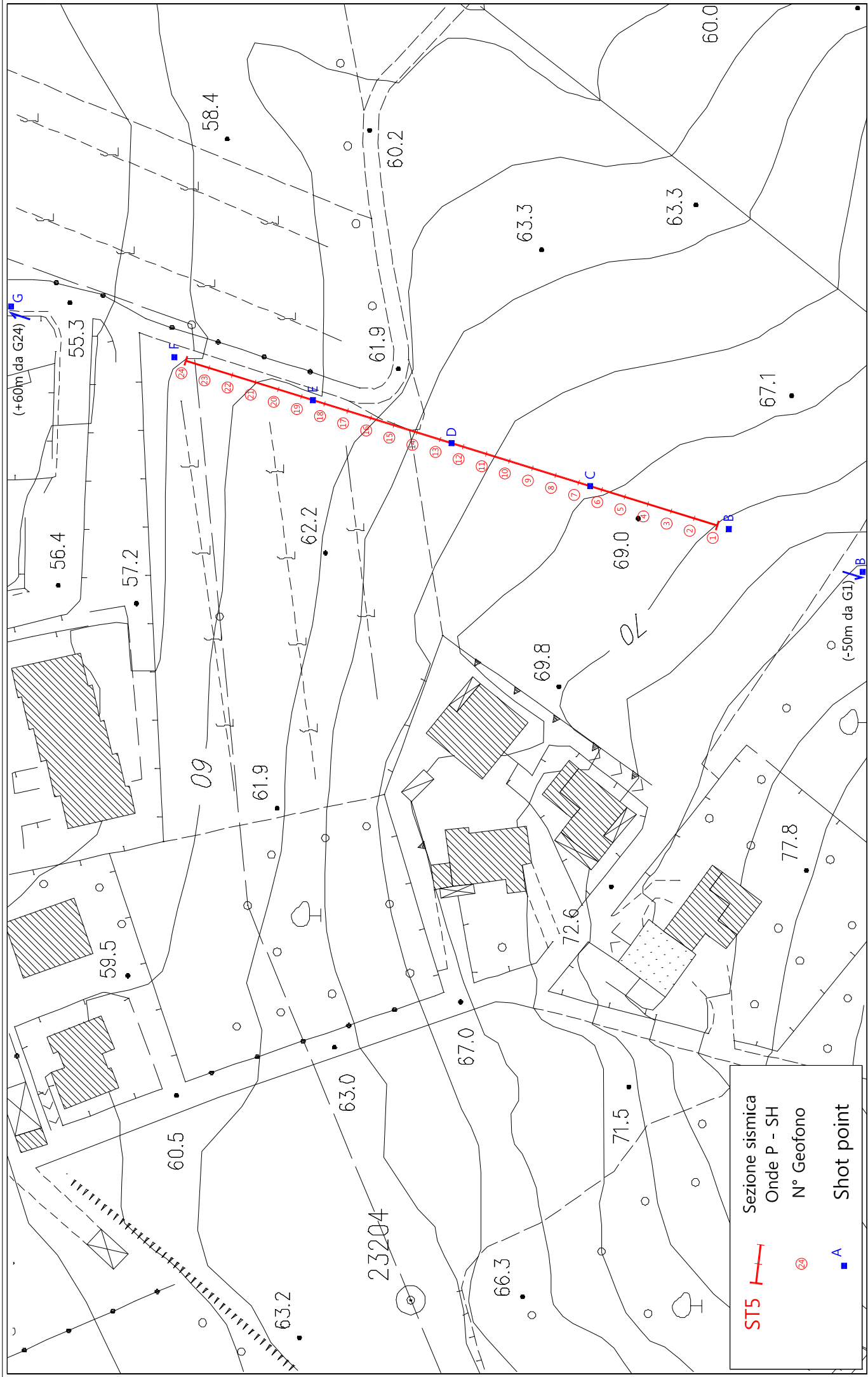


Tavola 01 - Planimetria generale - ST5 - Rinaldi

Febbraio 2012

Scala 1: 10000

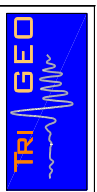


|            |                 |
|------------|-----------------|
| <b>ST5</b> | Sezione sismica |
|            | Onde P - SH     |
|            | N° Geofono      |
|            | Shot point      |

Scala 1: 1000

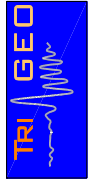
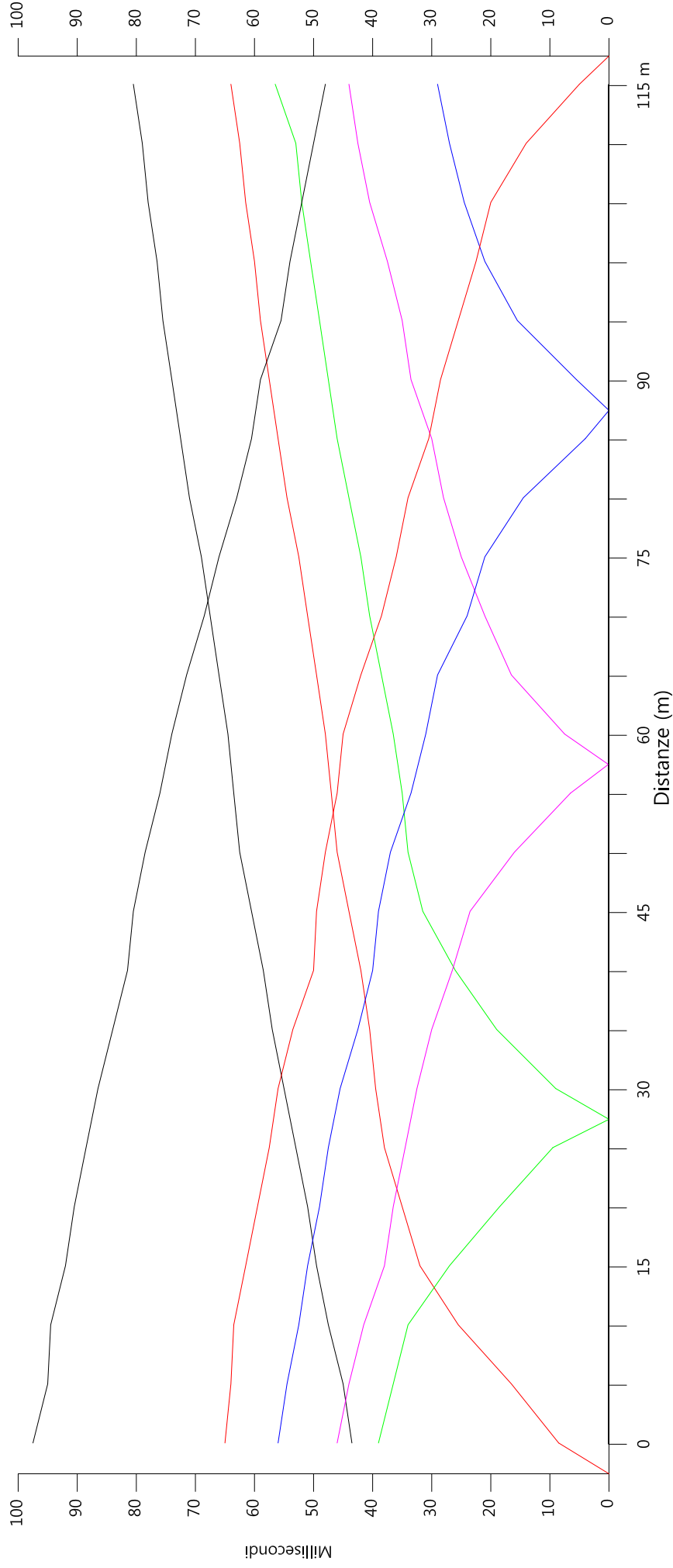
Febbraio 2012

Tavola 02 - Planimetria di dettaglio - ST5 - Rinaldi



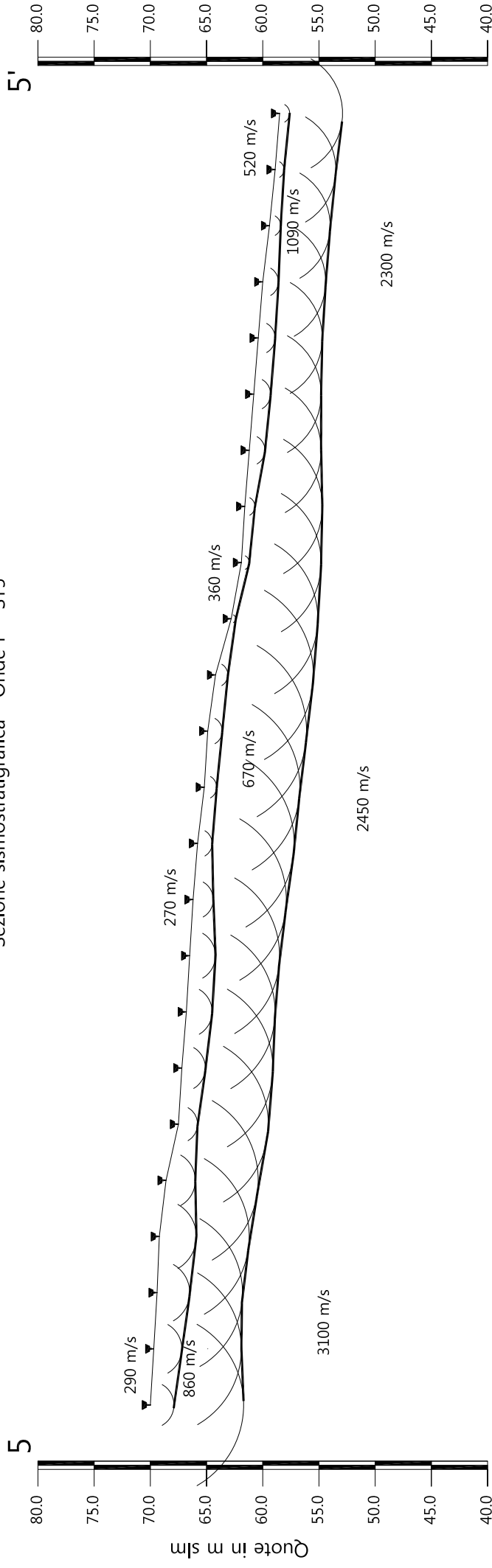
# Dromocrone

- Shot Point (-50m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+60m)



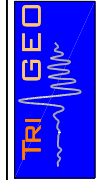


Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST5



| Numero geofono | Distanze (m) | Quote in m slm | Profondità da p.c. Livello 1 (m) | Profondità da p.c. Livello 2 (m) |
|----------------|--------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0              | 1            | 70.00          | 2.10                             | 8.30                             |
| 1              | 2            | 69.70          | 2.50                             | 7.80                             |
| 2              | 5            | 69.40          | 2.90                             | 7.60                             |
| 3              | 10           | 69.20          | 3.10                             | 7.80                             |
| 4              | 15           | 69.20          | 3.10                             | 7.80                             |
| 5              | 20           | 68.60          | 2.60                             | 8.20                             |
| 6              | 25           | 67.50          | 1.70                             | 8.00                             |
| 7              | 30           | 67.20          | 2.10                             | 8.10                             |
| 8              | 35           | 66.80          | 2.30                             | 7.90                             |
| 9              | 40           | 66.50          | 2.30                             | 8.00                             |
| 10             | 45           | 66.20          | 1.80                             | 8.30                             |
| 11             | 50           | 65.80          | 1.30                             | 8.60                             |
| 12             | 55           | 65.20          | 1.10                             | 8.50                             |
| 13             | 60           | 64.90          | 1.10                             | 8.60                             |
| 14             | 65           | 64.20          | 1.10                             | 8.70                             |
| 15             | 70           | 62.80          | 0.40                             | 7.70                             |
| 16             | 75           | 61.90          | 0.70                             | 7.10                             |
| 17             | 80           | 61.60          | 0.90                             | 6.90                             |
| 18             | 85           | 61.20          | 1.40                             | 6.40                             |
| 19             | 90           | 60.80          | 1.50                             | 6.00                             |
| 20             | 95           | 60.40          | 1.50                             | 5.70                             |
| 21             | 100          | 60.00          | 1.40                             | 5.60                             |
| 22             | 105          | 59.40          | 1.00                             | 5.40                             |
| 23             | 110          | 58.90          | 0.80                             | 5.40                             |
| 24             | 115          | 58.50          | 0.90                             | 5.60                             |

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

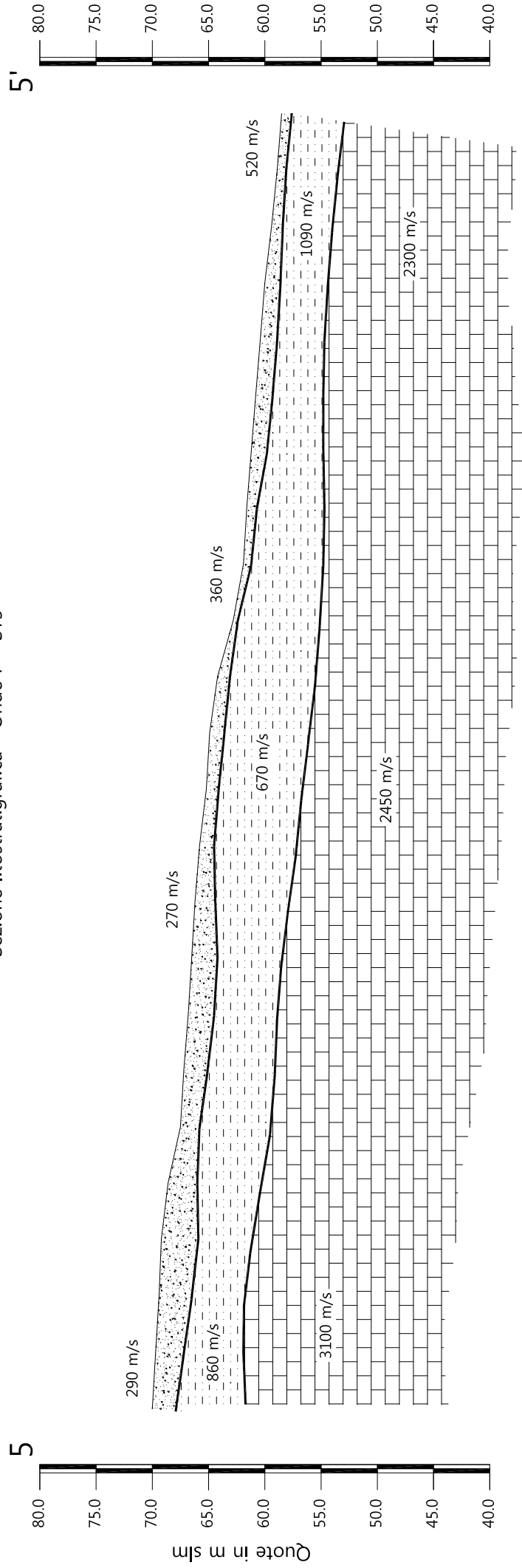


Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500





Febbraio 2012

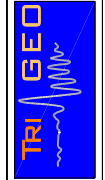
Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST5

Sezione litostratigrafica - Onde P - ST5



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio limi argillosi
-  Substrato roccioso
- Formazione di Sillano - membro calcareo (SILL)



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 05 - Sezione litostratigrafica - Onde P - ST5

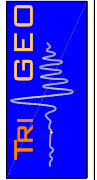
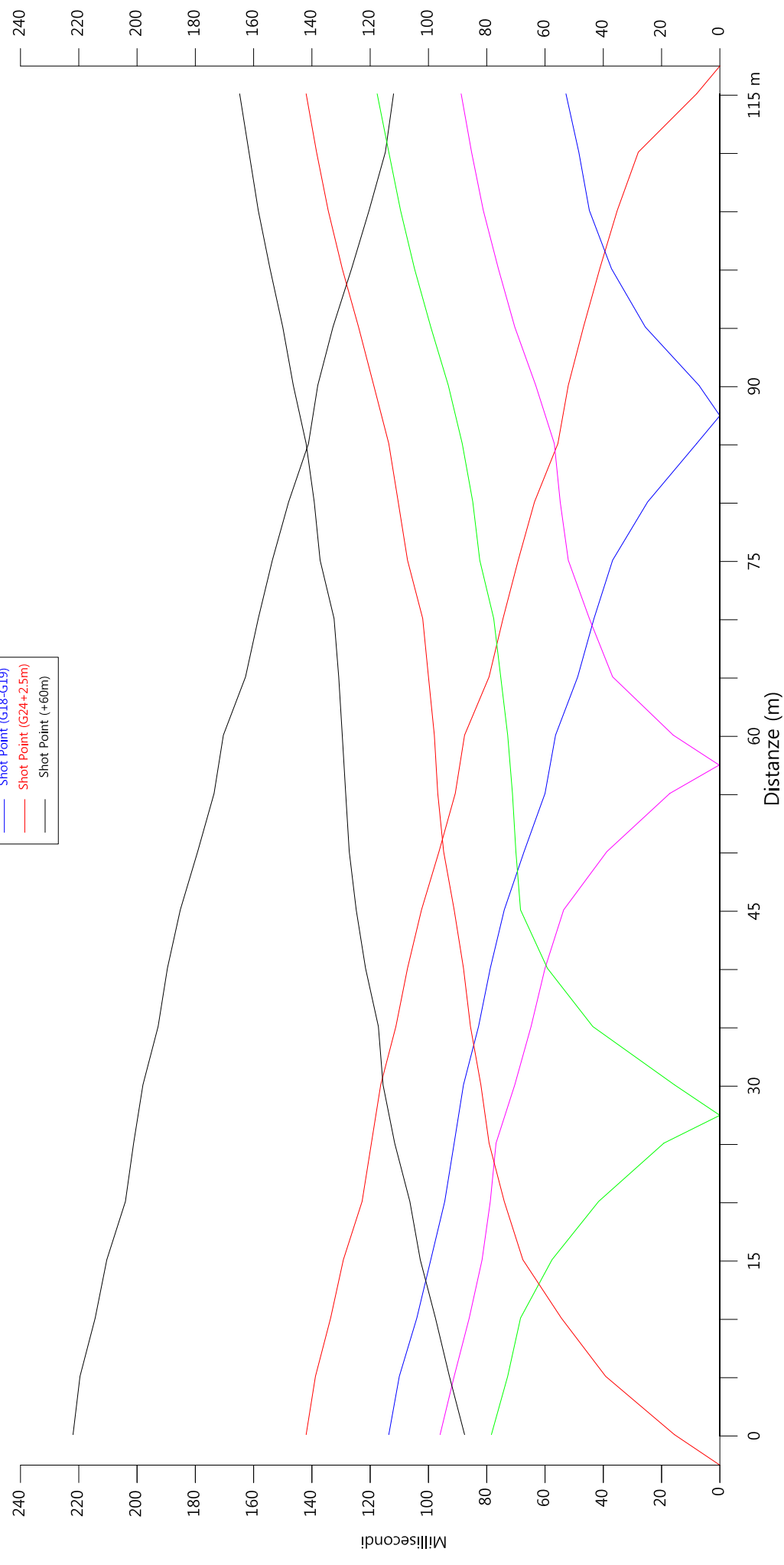


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST5

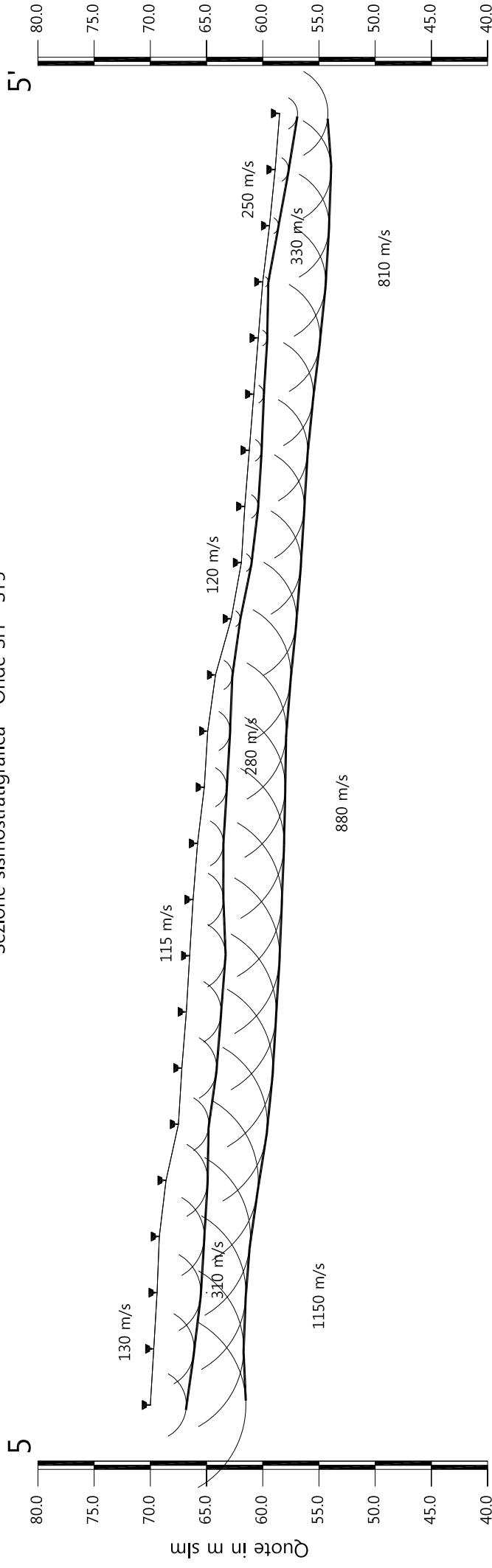
Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

- Shot Point (-50m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+60m)



Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST5



| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24   |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Distanze (m)                     | 70.00 | 69.70 | 69.40 | 69.20 | 68.60 | 67.50 | 67.20 | 66.80 | 66.50 | 66.20 | 65.80 | 65.20 | 64.90 | 64.20 | 62.80 | 61.90 | 61.60 | 61.20 | 60.80 | 60.40 | 60.00 | 59.40 | 58.90 | 58.50 | 115  |
| Quote in m slm                   | 3.20  | 3.60  | 3.90  | 4.00  | 3.70  | 2.70  | 3.10  | 3.10  | 3.20  | 2.70  | 2.30  | 2.00  | 1.80  | 1.50  | 0.80  | 0.90  | 1.20  | 1.10  | 0.90  | 0.80  | 0.50  | 0.80  | 1.20  | 58.90 | 110  |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 8.50  | 8.00  | 7.90  | 8.10  | 8.20  | 7.90  | 8.10  | 8.00  | 8.00  | 7.90  | 7.70  | 7.20  | 6.80  | 6.70  | 5.80  | 5.30  | 5.30  | 5.20  | 5.30  | 5.50  | 5.60  | 5.30  | 5.00  | 4.30  | 1.60 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 3.20  | 3.60  | 3.90  | 4.00  | 3.70  | 2.70  | 3.10  | 3.10  | 3.20  | 2.70  | 2.30  | 2.00  | 1.80  | 1.50  | 0.80  | 0.90  | 1.20  | 1.10  | 0.90  | 0.80  | 0.50  | 0.80  | 1.20  | 58.90 | 110  |

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

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

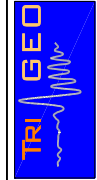
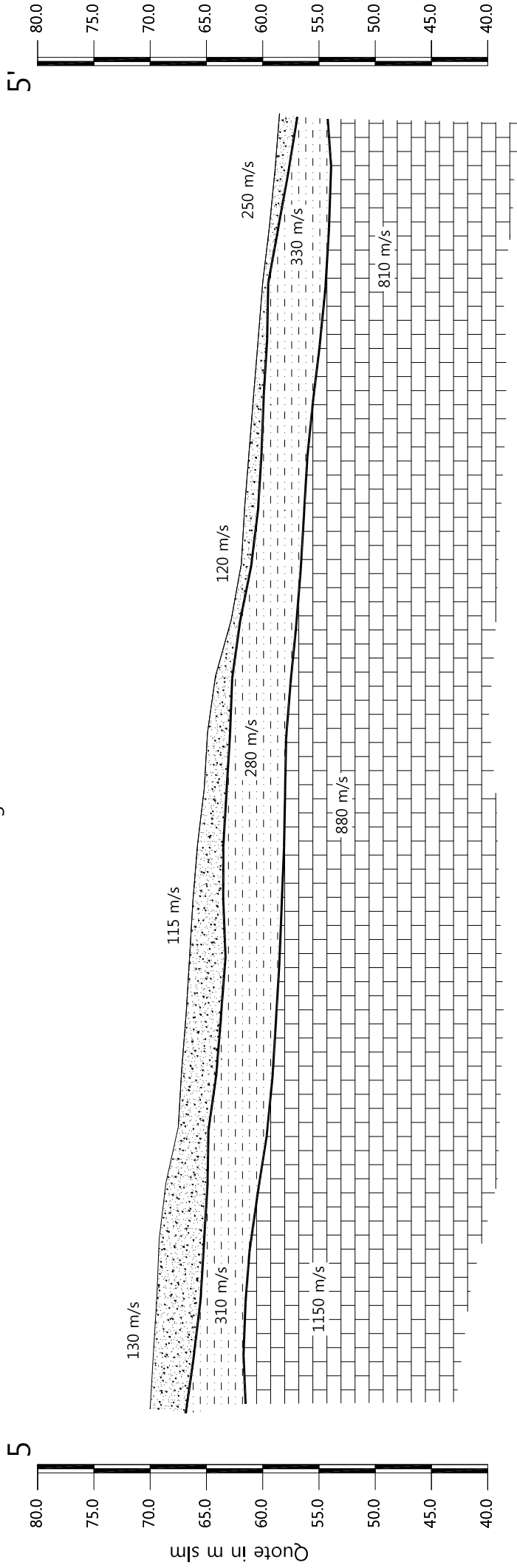


Tavola 07 - Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST5





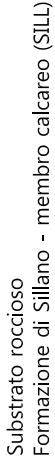
Febbraio 2012

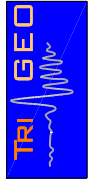
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST5

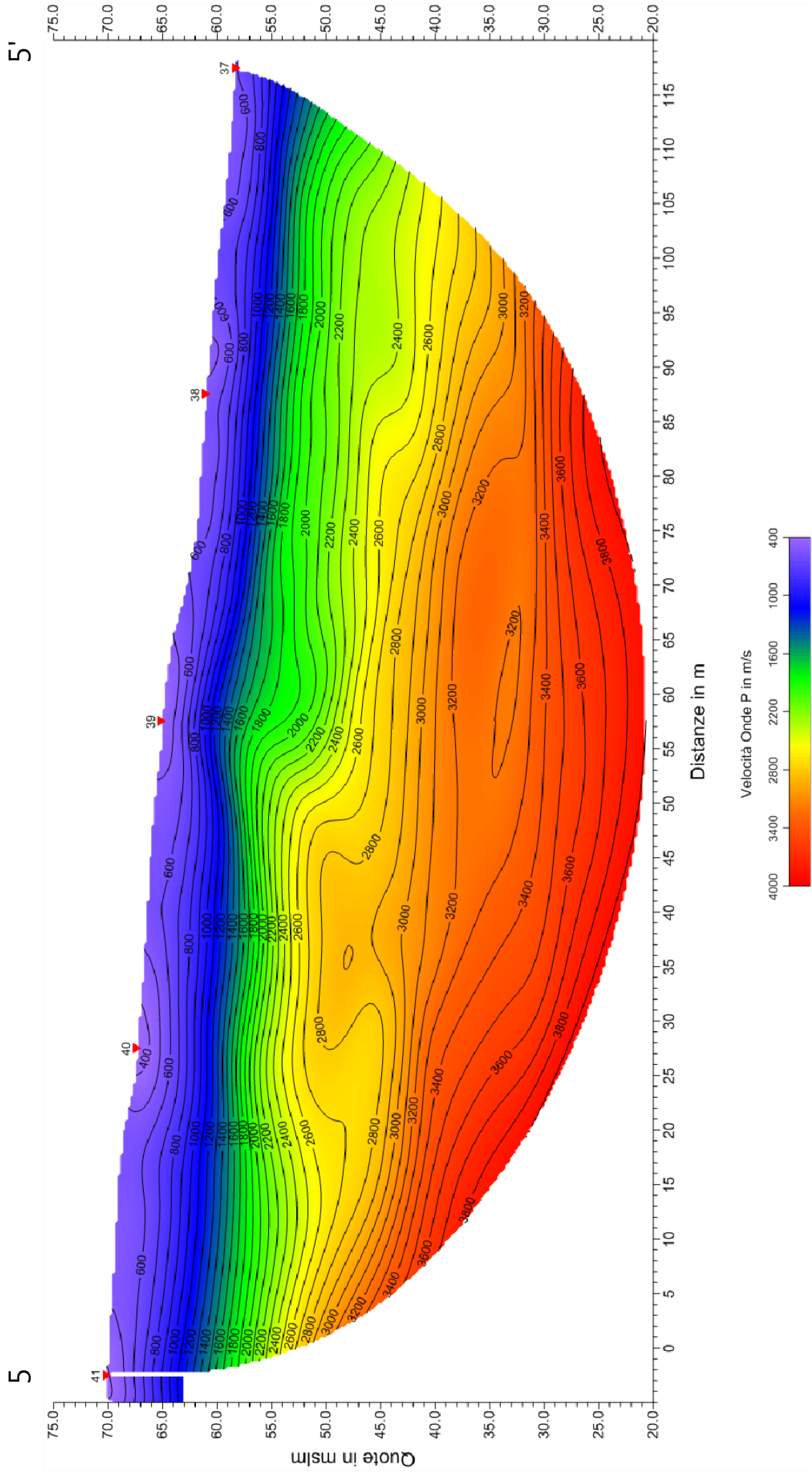


Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio limi argillosi
-  Substrato roccioso
-  Formazione di Sillano - membro calcareo (SILL)



Sezione tomografica - Onde P - ST5



5

5'

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

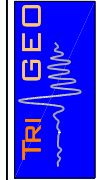
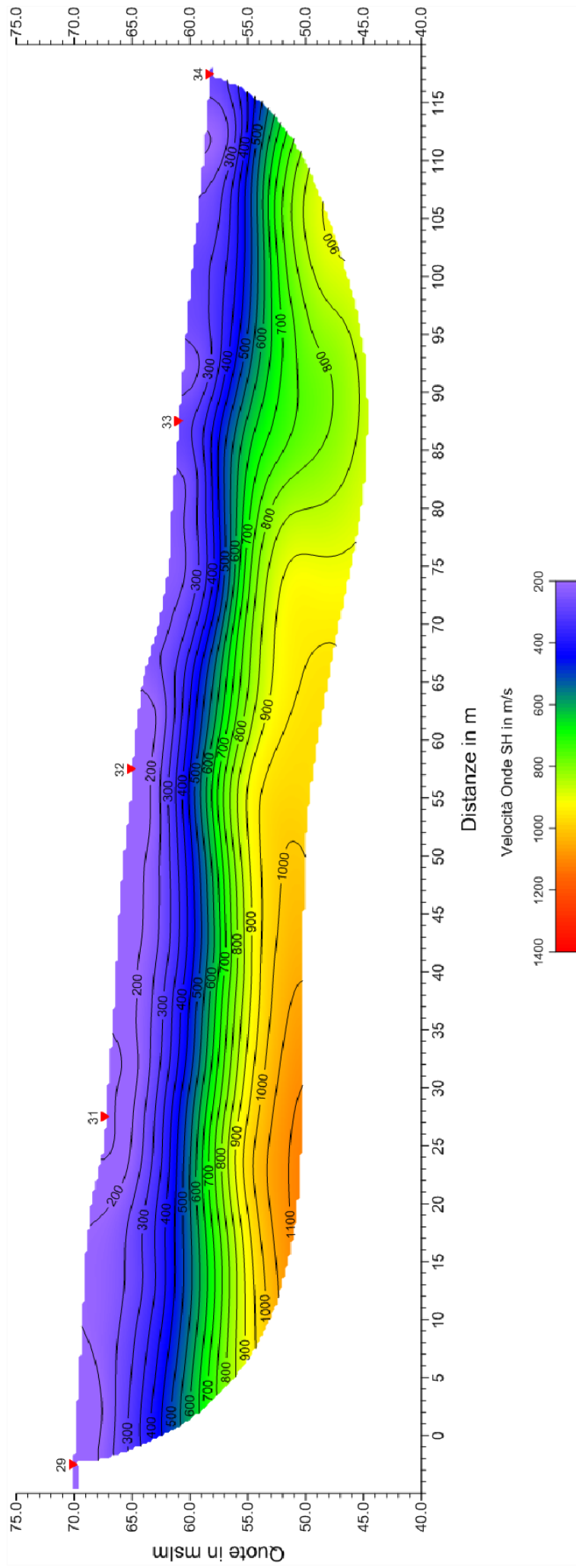
Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST5



Sezione tomografica - Onde SH - ST5

5

5'



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST5



Vista generale della sezione ST5 da G1 verso G24.



Shot Point B - onde SH – ST5





Shot Point A - onde SH – ST5



Vista generale della sezione ST5 da G12 verso G24.



Vista generale della sezione ST5 da G24 verso G1.



Shot Point C - onde P – ST5

**SCHEMA DELLA LINEA SISMICA ST5 – RINALDI – SCANDICCI (FI)**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA (m) | DISTANZA<br>INTERGEOFONICA<br>(m) | QUOTA (in mslm) |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1          | 0                           | 0.0                               | 70.00           |
| 2          | 5                           | 5.0                               | 69.70           |
| 3          | 10                          | 5.0                               | 69.40           |
| 4          | 15                          | 5.0                               | 69.20           |
| 5          | 20                          | 5.0                               | 68.60           |
| 6          | 25                          | 5.0                               | 67.50           |
| 7          | 30                          | 5.0                               | 67.20           |
| 8          | 35                          | 5.0                               | 66.80           |
| 9          | 40                          | 5.0                               | 66.50           |
| 10         | 45                          | 5.0                               | 66.20           |
| 11         | 50                          | 5.0                               | 65.80           |
| 12         | 55                          | 5.0                               | 65.20           |
| 13         | 60                          | 5.0                               | 64.90           |
| 14         | 65                          | 5.0                               | 64.20           |
| 15         | 70                          | 5.0                               | 62.80           |
| 16         | 75                          | 5.0                               | 61.90           |
| 17         | 80                          | 5.0                               | 61.60           |
| 18         | 85                          | 5.0                               | 61.20           |
| 19         | 90                          | 5.0                               | 60.80           |
| 20         | 95                          | 5.0                               | 60.40           |
| 21         | 100                         | 5.0                               | 60.00           |
| 22         | 105                         | 5.0                               | 59.40           |
| 23         | 110                         | 5.0                               | 58.90           |
| 24         | 115                         | 5.0                               | 58.50           |

**COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24**

| COORDINATE | GEOFONO 1  | GEOFONO 24 |
|------------|------------|------------|
| X(m)       | 1673757,05 | 1673803,15 |
| Y(m)       | 4846464,57 | 4846575,36 |

**PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT – ST9 – SAN VINCENZO A****TORRI**

| SHOT POINT        | POSIZIONE DA G1 (m) | QUOTA (m) |
|-------------------|---------------------|-----------|
| A - ESTERNO SX    | -50.0               | 74.00     |
| B - ESTREMO SX    | - 2.50              | 70.10     |
| C - INTERMEDIO SX | 27.50               | 67.30     |
| D - CENTRALE      | 57.50               | 65.00     |
| E - INTERMEDIO DX | 87.50               | 61.00     |
| F - ESTREMO DX    | 117.50              | 58.40     |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <i>SCHEMA DELLA LINEA – ST9 – SAN VINCENZO A TORRI</i> | Febbraio 2012            |
|  | Comune di Scandicci (FI) |

|                       |        |       |
|-----------------------|--------|-------|
| <b>G - ESTREMO DX</b> | 175.00 | 53.00 |
|-----------------------|--------|-------|

---

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST5 – RINALDI – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 2.10                                | 8.30                                |
| 2                 | 5                                       | 2.50                                | 7.80                                |
| 3                 | 10                                      | 2.90                                | 7.60                                |
| 4                 | 15                                      | 3.10                                | 7.80                                |
| 5                 | 20                                      | 2.60                                | 8.20                                |
| 6                 | 25                                      | 1.70                                | 8.00                                |
| 7                 | 30                                      | 2.10                                | 8.10                                |
| 8                 | 35                                      | 2.30                                | 7.90                                |
| 9                 | 40                                      | 2.30                                | 8.00                                |
| 10                | 45                                      | 1.80                                | 8.30                                |
| 11                | 50                                      | 1.30                                | 8.60                                |
| 12                | 55                                      | 1.10                                | 8.50                                |
| 13                | 60                                      | 1.10                                | 8.60                                |
| 14                | 65                                      | 1.10                                | 8.70                                |
| 15                | 70                                      | 0.40                                | 7.70                                |
| 16                | 75                                      | 0.70                                | 7.10                                |
| 17                | 80                                      | 0.90                                | 6.90                                |
| 18                | 85                                      | 1.40                                | 6.40                                |
| 19                | 90                                      | 1.50                                | 6.00                                |
| 20                | 95                                      | 1.50                                | 5.70                                |
| 21                | 100                                     | 1.40                                | 5.60                                |
| 22                | 105                                     | 1.00                                | 5.40                                |
| 23                | 110                                     | 0.80                                | 5.40                                |
| 24                | 115                                     | 0.90                                | 5.60                                |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST5 – RINALDI – ONDE SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 3.20                                | 8.50                                |
| 2                 | 5                                       | 3.60                                | 8.00                                |
| 3                 | 10                                      | 3.90                                | 7.90                                |
| 4                 | 15                                      | 4.00                                | 8.10                                |
| 5                 | 20                                      | 3.70                                | 8.20                                |
| 6                 | 25                                      | 2.70                                | 7.90                                |
| 7                 | 30                                      | 3.10                                | 8.10                                |
| 8                 | 35                                      | 3.10                                | 8.00                                |
| 9                 | 40                                      | 3.20                                | 8.00                                |
| 10                | 45                                      | 2.70                                | 7.90                                |
| 11                | 50                                      | 2.30                                | 7.70                                |
| 12                | 55                                      | 2.00                                | 7.20                                |
| 13                | 60                                      | 1.80                                | 6.80                                |
| 14                | 65                                      | 1.50                                | 6.70                                |
| 15                | 70                                      | 0.80                                | 5.80                                |
| 16                | 75                                      | 0.90                                | 5.30                                |
| 17                | 80                                      | 1.20                                | 5.30                                |
| 18                | 85                                      | 1.10                                | 5.20                                |
| 19                | 90                                      | 0.90                                | 5.30                                |
| 20                | 95                                      | 0.80                                | 5.50                                |
| 21                | 100                                     | 0.50                                | 5.60                                |
| 22                | 105                                     | 0.80                                | 5.30                                |
| 23                | 110                                     | 1.20                                | 5.00                                |
| 24                | 115                                     | 1.60                                | 4.30                                |

**TEMPI ONDE P – ST5 - Rinaldi**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 43.50   | 8.50  | 39.00   | 46.00   | 56.00   | 65.00   | 97.50   | 70.00                        |
| 2                     | 5                       | 45.00   | 16.50   | 36.50   | 44.00   | 54.50   | 64.00   | 95.00   | 69.70                        |
| 3                     | 10                      | 47.50   | 25.50   | 34.00   | 41.50   | 52.50   | 63.50   | 94.50   | 69.40                        |
| 4                     | 15                      | 49.50   | 32.00   | 27.00   | 38.00   | 51.00   | 61.50   | 92.00   | 69.20                        |
| 5                     | 20                      | 51.00   | 35.00   | 18.50   | 36.50   | 49.00   | 59.50   | 90.50   | 68.60                        |
| 6                     | 25                      | 53.00   | 38.00   | 9.50  | 34.50   | 47.50   | 57.50   | 88.50   | 67.50                        |
| 7                     | 30                      | 55.00   | 39.50   | 9.00  | 32.50   | 45.50   | 56.00   | 86.50   | 67.20                        |
| 8                     | 35                      | 57.00   | 40.50   | 19.00   | 30.00   | 42.50   | 53.50   | 84.00   | 66.80                        |
| 9                     | 40                      | 58.50   | 42.00   | 26.00   | 26.50   | 40.00   | 50.00   | 81.50   | 66.50                        |
| 10                    | 45                      | 60.50   | 44.00   | 31.50   | 23.50   | 39.00   | 49.50   | 80.50   | 66.20                        |
| 11                    | 50                      | 62.50   | 46.00   | 34.00   | 16.00   | 37.00   | 48.00   | 78.50   | 65.80                        |
| 12                    | 55                      | 63.50   | 47.00   | 35.00   | 6.50  | 33.50   | 46.00   | 76.00   | 65.20                        |
| 13                    | 60                      | 64.50   | 48.00   | 36.50   | 7.50  | 31.00   | 45.00   | 74.00   | 64.90                        |
| 14                    | 65                      | 66.00   | 49.50   | 38.50   | 16.50   | 29.00   | 42.00   | 71.50   | 64.20                        |
| 15                    | 70                      | 67.50   | 51.00   | 40.50   | 21.00   | 24.00   | 38.50   | 68.50   | 62.80                        |
| 16                    | 75                      | 69.00   | 52.50   | 42.00   | 25.00   | 21.00   | 36.00   | 66.00   | 61.90                        |
| 17                    | 80                      | 71.00   | 54.50   | 44.00   | 28.00   | 14.50   | 34.00   | 63.00   | 61.60                        |
| 18                    | 85                      | 72.50   | 56.00   | 46.00   | 30.00   | 4.00  | 30.50   | 60.50   | 61.20                        |
| 19                    | 90                      | 74.00   | 57.50   | 47.50   | 33.50   | 5.50  | 28.50   | 59.00   | 60.80                        |
| 20                    | 95                      | 75.50   | 59.00   | 49.00   | 35.00   | 15.50   | 25.50   | 55.50   | 60.40                        |
| 21                    | 100                     | 76.50   | 60.00   | 50.50   | 37.50   | 21.00   | 22.50   | 54.00   | 60.00                        |
| 22                    | 105                     | 78.00   | 61.50   | 52.00   | 40.50   | 24.50   | 20.00   | 52.00   | 59.40                        |
| 23                    | 110                     | 79.00   | 62.50   | 53.00   | 42.50   | 27.00   | 14.00   | 50.00   | 58.90                        |
| 24                    | 115                     | 80.50   | 64.00   | 56.50   | 44.00   | 29.00   | 5.00  | 48.00   | 58.50                        |

**TEMPI ONDE SH – ST5 - Rinaldi**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 109.50  | 19.50   | 98.00   | 120.00  | 142.00  | 178.00  | 277.50  | 70.00                        |
| 2                     | 5                       | 116.00  | 49.00   | 91.00   | 114.00  | 137.50  | 174.00  | 274.50  | 69.70                        |
| 3                     | 10                      | 122.00  | 68.00   | 85.50   | 107.50  | 130.00  | 167.50  | 268.00  | 69.40                        |
| 4                     | 15                      | 128.50  | 84.50   | 72.00   | 102.00  | 124.00  | 162.00  | 263.00  | 69.20                        |
| 5                     | 20                      | 133.00  | 92.50   | 52.00   | 98.50   | 118.00  | 154.00  | 255.00  | 68.60                        |
| 6                     | 25                      | 139.50  | 99.00   | 24.00   | 96.00   | 114.00  | 150.00  | 251.50  | 67.50                        |
| 7                     | 30                      | 144.50  | 102.50  | 19.50   | 88.00   | 110.00  | 146.00  | 247.50  | 67.20                        |
| 8                     | 35                      | 146.50  | 107.00  | 54.50   | 81.00   | 103.50  | 139.50  | 241.00  | 66.80                        |
| 9                     | 40                      | 152.00  | 110.00  | 74.00   | 75.00   | 98.50   | 134.50  | 237.00  | 66.50                        |
| 10                    | 45                      | 156.00  | 114.00  | 85.50   | 67.00   | 92.50   | 128.50  | 231.50  | 66.20                        |
| 11                    | 50                      | 159.00  | 118.50  | 87.50   | 48.50   | 84.00   | 121.00  | 224.00  | 65.80                        |
| 12                    | 55                      | 160.50  | 121.00  | 89.00   | 21.50   | 75.00   | 114.00  | 217.00  | 65.20                        |
| 13                    | 60                      | 162.00  | 122.50  | 91.00   | 20.00   | 70.50   | 110.00  | 213.00  | 64.90                        |
| 14                    | 65                      | 163.50  | 125.00  | 94.00   | 46.00   | 61.00   | 99.50   | 203.50  | 64.20                        |
| 15                    | 70                      | 165.50  | 127.50  | 97.00   | 56.00   | 54.00   | 93.50   | 198.00  | 62.80                        |
| 16                    | 75                      | 171.50  | 134.00  | 103.00  | 65.00   | 46.00   | 87.00   | 192.00  | 61.90                        |
| 17                    | 80                      | 174.00  | 138.00  | 106.00  | 68.50   | 31.00   | 80.00   | 185.00  | 61.60                        |
| 18                    | 85                      | 177.50  | 142.00  | 110.50  | 71.00   | 10.00   | 70.00   | 176.50  | 61.20                        |
| 19                    | 90                      | 183.00  | 148.50  | 116.50  | 79.00   | 9.00  | 65.50   | 172.50  | 60.80                        |
| 20                    | 95                      | 187.50  | 155.00  | 124.00  | 88.00   | 32.00   | 59.00   | 166.00  | 60.40                        |
| 21                    | 100                     | 193.00  | 162.00  | 131.00  | 95.00   | 46.50   | 52.00   | 158.00  | 60.00                        |
| 22                    | 105                     | 198.00  | 168.00  | 137.00  | 101.50  | 56.00   | 44.50   | 150.50  | 59.40                        |
| 23                    | 110                     | 202.00  | 173.00  | 142.00  | 106.50  | 60.50   | 35.50   | 143.50  | 58.90                        |
| 24                    | 115                     | 206.00  | 177.50  | 147.00  | 111.00  | 66.00   | 10.50   | 140.00  | 58.50                        |



**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST5 - RINALDI – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>1</sub><br/>LIVELLO 1<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>2</sub><br/>LIVELLO 2<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>3</sub><br/>LIVELLO 3<br/>(m/s)</b> |
|-------------------|---|---|---|---|
| 1                 | 0                                       | 290   | 860   | 3100  |
| 2                 | 5                                       | 287   | 843   | 3041  |
| 3                 | 10                                      | 284   | 825   | 2982  |
| 4                 | 15                                      | 281   | 808   | 2923  |
| 5                 | 20                                      | 279   | 791   | 2864  |
| 6                 | 25                                      | 276   | 774   | 2805  |
| 7                 | 30                                      | 273   | 756   | 2745  |
| 8                 | 35                                      | 270   | 739   | 2686  |
| 9                 | 40                                      | 281   | 722   | 2627  |
| 10                | 45                                      | 293   | 705   | 2568  |
| 11                | 50                                      | 304   | 687   | 2509  |
| 12                | 55                                      | 315   | 670   | 2450  |
| 13                | 60                                      | 326   | 705   | 2438  |
| 14                | 65                                      | 338   | 740   | 2425  |
| 15                | 70                                      | 349   | 775   | 2413  |
| 16                | 75                                      | 360   | 810   | 2400  |
| 17                | 80                                      | 380   | 845   | 2388  |
| 18                | 85                                      | 400   | 880   | 2375  |
| 19                | 90                                      | 420   | 915   | 2363  |
| 20                | 95                                      | 440   | 950   | 2350  |
| 21                | 100                                     | 460   | 985   | 2338  |
| 22                | 105                                     | 480   | 1020  | 2325  |
| 23                | 110                                     | 500   | 1055  | 2313  |
| 24                | 115                                     | 520   | 1090  | 2300  |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST5 - RINALDI – ONDE SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>1</sub><br/>LIVELLO 1<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>2</sub><br/>LIVELLO 2<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>3</sub><br/>LIVELLO 3<br/>(m/s)</b> |
|-------------------|---|---|---|---|
| 1                 | 0                                       | 130   | 310   | 1150  |
| 2                 | 5                                       | 128   | 307   | 1125  |
| 3                 | 10                                      | 126   | 305   | 1101  |
| 4                 | 15                                      | 124   | 302   | 1076  |
| 5                 | 20                                      | 121   | 299   | 1052  |
| 6                 | 25                                      | 119   | 296   | 1027  |
| 7                 | 30                                      | 117   | 294   | 1003  |
| 8                 | 35                                      | 115   | 291   | 978   |
| 9                 | 40                                      | 116   | 288   | 954   |
| 10                | 45                                      | 116   | 285   | 929   |
| 11                | 50                                      | 117   | 283   | 905   |
| 12                | 55                                      | 118   | 280   | 880   |
| 13                | 60                                      | 118   | 284   | 874   |
| 14                | 65                                      | 119   | 288   | 868   |
| 15                | 70                                      | 119   | 293   | 863   |
| 16                | 75                                      | 120   | 297   | 857   |
| 17                | 80                                      | 136   | 301   | 851   |
| 18                | 85                                      | 153   | 305   | 845   |
| 19                | 90                                      | 169   | 309   | 839   |
| 20                | 95                                      | 185   | 313   | 833   |
| 21                | 100                                     | 201   | 318   | 828   |
| 22                | 105                                     | 218   | 322   | 822   |
| 23                | 110                                     | 234   | 326   | 816   |
| 24                | 115                                     | 250   | 330   | 810   |

# COMUNE DI SCANDICCI

## PROVINCIA DI FIRENZE

### TITOLO:

## STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI

“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $V_{S30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST6  
VIA TRIOZZI - SCANDICCI (FI)”

### COMMITTENTE:

COMUNE DI SCANDICCI

### OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA



DATA:  
08 Febbraio 2012

#### **TRIGEO S.N.C.**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>VIA TRIOZZI - LINEA SISMICA ST6</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 1 di 13             |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI.....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA.....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>  | <b>12</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Gennaio 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, nei pressi di un'area posta a fianco di **VIA TRIOZZI, SCANDICCI (FI)** (Fig. 1).




**Figura 1:** Particolare della sezione ST6.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di "energizzazioni" (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un'ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L'acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>VIA TRIOZZI - LINEA SISMICA ST6</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 3 di 13             |

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

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico ST6 eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:10.000) con ubicazione del profilo sismico ST6 eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d'arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

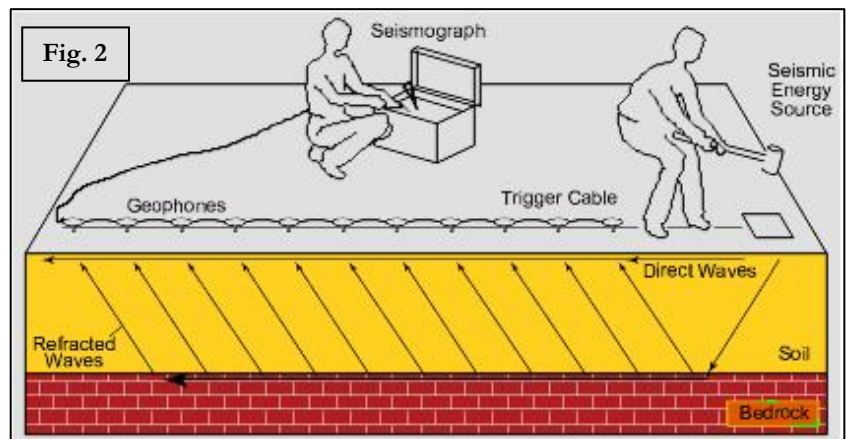
Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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 (Fig. 2) in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori



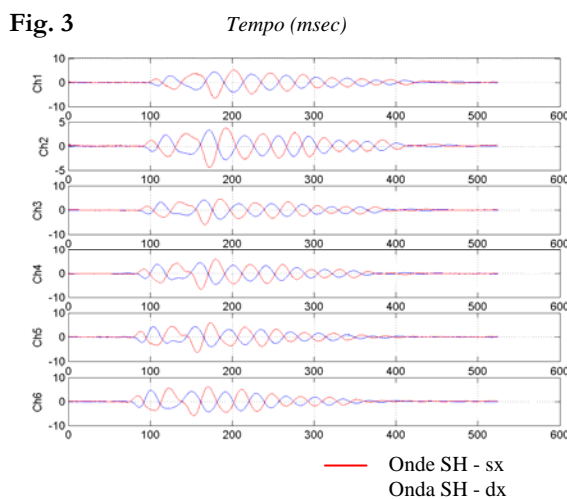
A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel, ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". Le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con

frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang; nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (**Fig. 3**). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk 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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di

elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.


Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{S30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma 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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati



|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>VIA TRIOZZI - LINEA SISMICA ST6 | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 7 di 13             |

valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

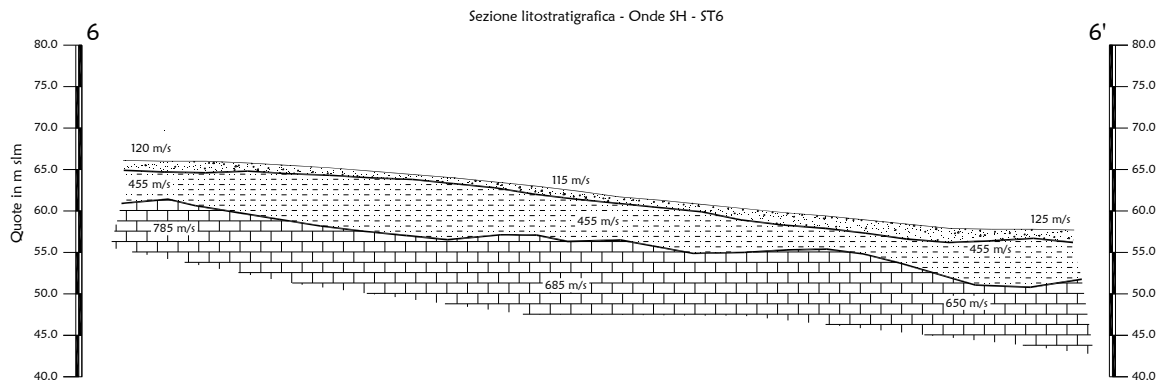
Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

#### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.60 m e 2.10 m (onde P ed onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità medie pari a ca. 6.0 m da p.c. con profondità comprese tra 4.00 m e 7.50 m (onde P ed SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.20 m e ca. 6.00 m.

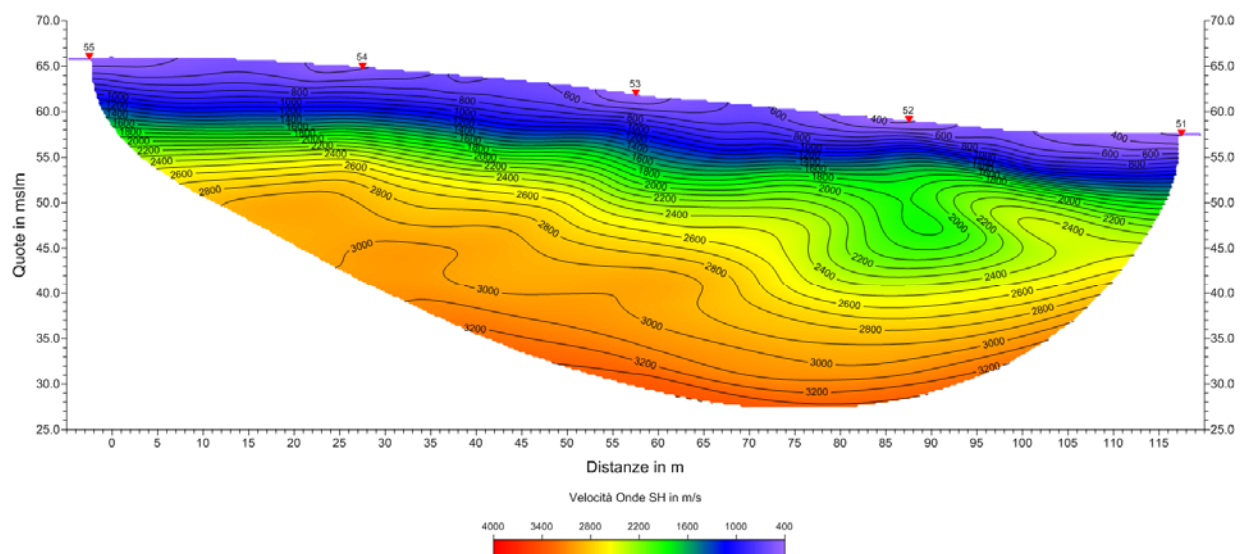
Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 315 e 420 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 115-125 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale limi argillosi, che presenta velocità comprese tra 940-990 m/s (onde P) e tra 430-480 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato roccioso, che presenta velocità comprese tra 2.320 e 2.820 m/s (onde P) e tra 650-785 m/s (onde SH).

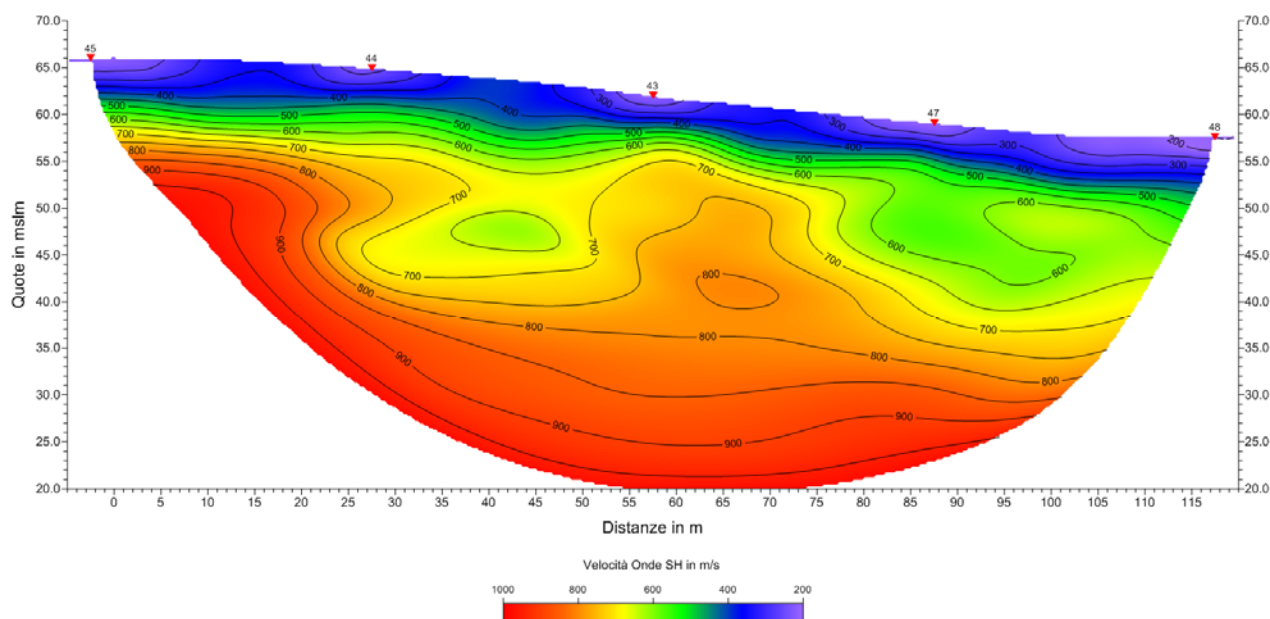


La **Sezione ST6**, effettuata in direzione SO-NE, è stata elaborata seguendo le informazioni del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.

I due rifrattori mostrano un andamento che segue in parte la morfologia di superficie, in particolare, lo strato più superficiale presenta spessori omogenei, mentre il rifrattore profondo, mostra delle ondulazioni. Le lievi discordanze evidenziate tra le due sezioni elaborate possono essere anche imputabili al grado di saturazione dei materiali, che influenza il comportamento delle onde P, le quali mediamente mostrano un rifrattore principale a profondità inferiori rispetto alle onde SH.

L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH in accordo con i risultati del GRM mostra materiali più superficiali con spessori omogenei solo nella tomo in onde S sulla fine gli spessori sembrano incrementare, ed il passaggio dal livello intermedio al substrato roccioso risulta evidenziato dal raffittimento delle curve di isovelocità (a partire da quella dei 2.200/2.400 m/s onde P mentre per le onde Sh a partire dalle curve di 600/650 m/s); le onde SH inoltre al passaggio con il substrato mostrano aree anomale (più bassa velocità) che potrebbero indicare il contatto con il substrato parzialmente fratturato nel tratto iniziale, invece per le onde P il passaggio è più regolare e netto.





Le velocità del substrato roccioso tendono sia per le onde P che SH a diminuire lungo la sezione passando da 2900 m/s (onde P) e 800 m/s (onde SH) ai rispettivi 2300 m/s e 645 m/s.

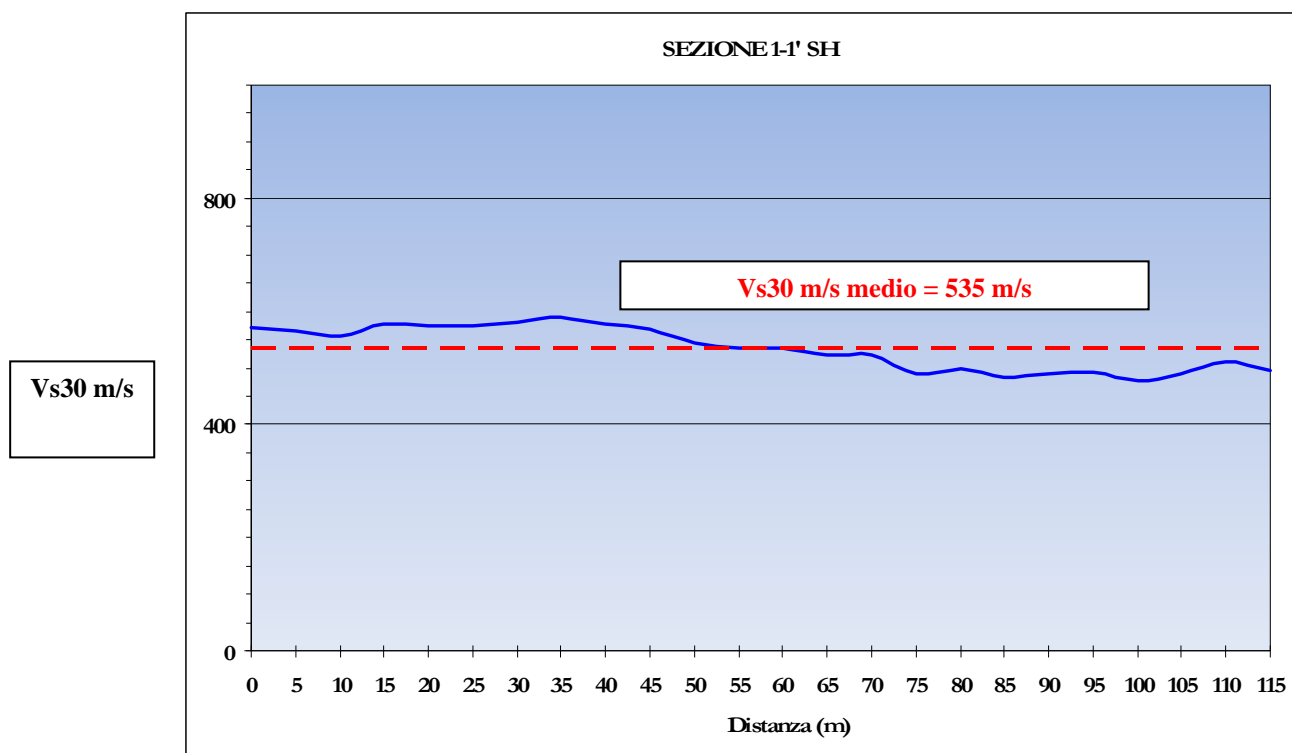
## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI $V_{s30}$

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. Le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione   |
|-----------|---|
| A         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>  |
| B         | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>            |
| C         | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i> |
| D         | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>                       |
| E         | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_r &gt; 800</math> m/s).</i>  |
| S1        | <i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di <math>V_{s30}</math> inferiori a 100 m/s (ovvero <math>10 &lt; c_{u,30} &lt; 20</math> kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.</i>   |
| S2        | <i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.</i>   |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di **Vs30** medio per la sezione ST6:

**Vs30 media= 535 m/s**



## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondità di un'area, posta a fianco di **VIA TRIOZZI, SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sabbiosi) ed il livello intermedio, costituito da limi argillosi e tra quest'ultimo ed il substrato roccioso.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>VIA TRIOZZI - LINEA SISMICA ST6 | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 11 di 13            |

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.60 m e 2.10 m (onde P ed onde Sh); mentre la seconda si colloca a profondità medie pari a ca. 6.0 m da p.c. con profondità comprese tra 4.00 m e 7.50 m (onde P ed SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.20 m e ca. 6.00 m;
- nella zona d'intervento il rifratore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 315 e 420 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 115-125 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale limi argillosi, che presenta velocità comprese tra 940-990 m/s (onde P) e tra 430-480 m/s (onde SH). Il rifratore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato roccioso, che presenta velocità comprese tra 2.320 e 2.820 m/s (onde P) e tra 650-785 m/s (onde SH).;
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una  $V_{s30}$  mediata sui primi 30 m, pari a **535 m/s**.

---

Firenze, lì 08/02/2012

TRIGEO SNC

**TRIGEO SNC**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
 TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117

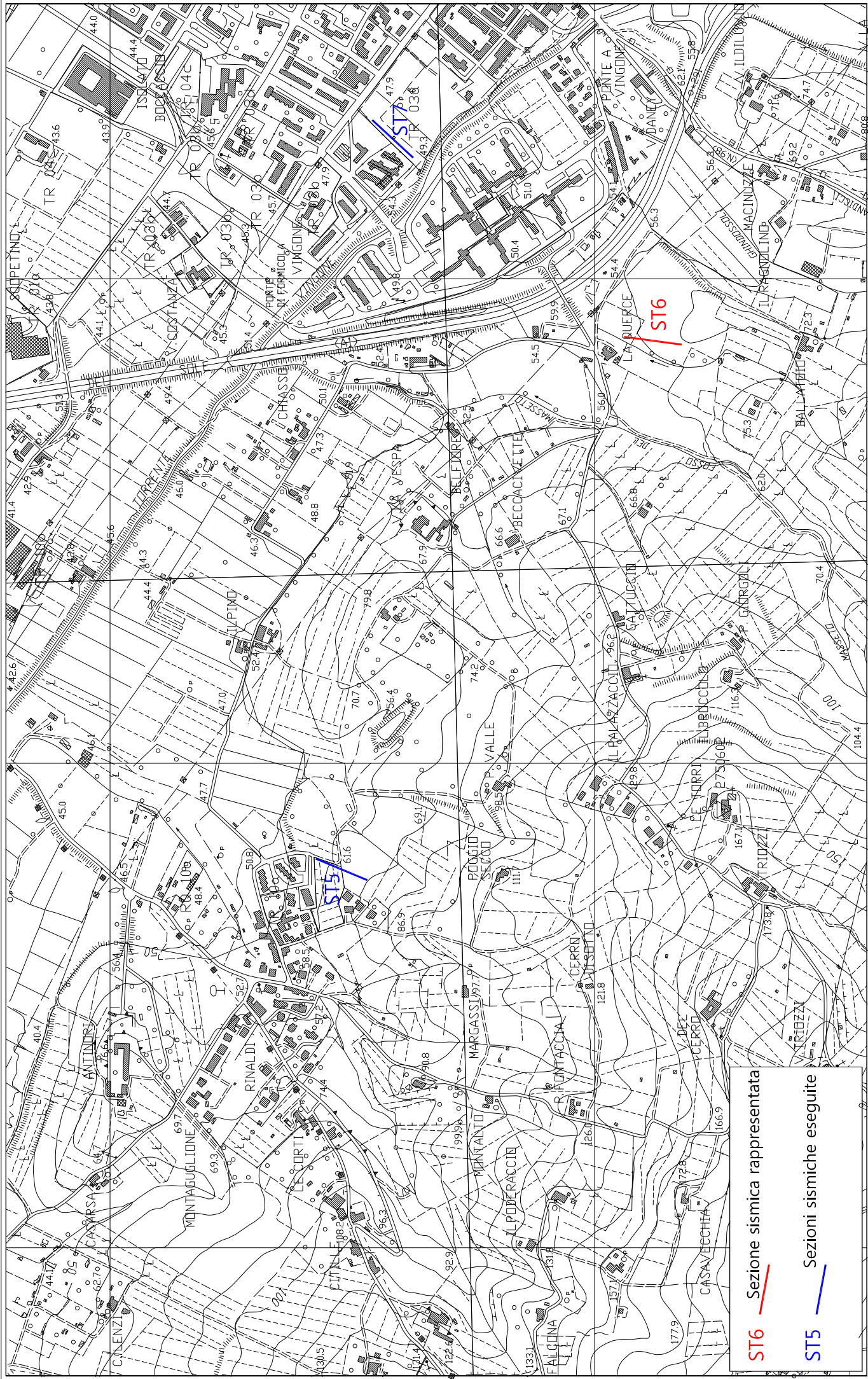
info@trigeo.it


[www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)


VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE  
 Tel/Fax 055 9062212 – CELL. 328 7213928



## ALLEGATI



**ST6**  Sezione sismica rappresentata

**ST5**  Sezioni sismiche eseguite

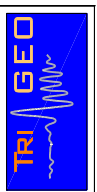
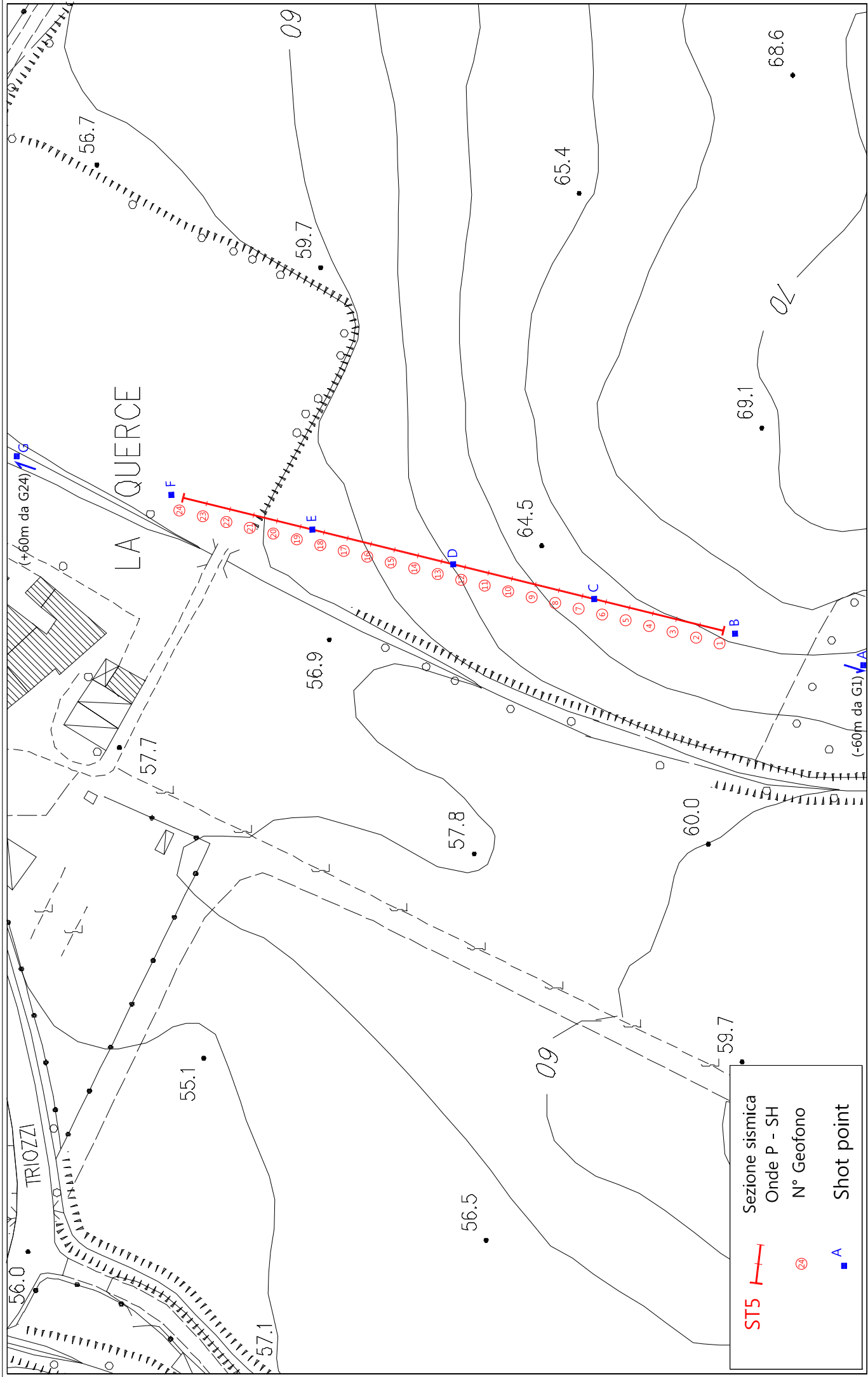


Tavola 01 - Planimetria generale - ST6 - Via Triozzi

Febbraio 2012

Scala 1: 10000



**ST5** Sezione sismica  
 Onde P - SH  
 N° Geofono   
 Shot point **A**

Tavola 02 - Planimetria di dettaglio - ST6 - Via Triozzi

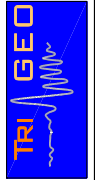
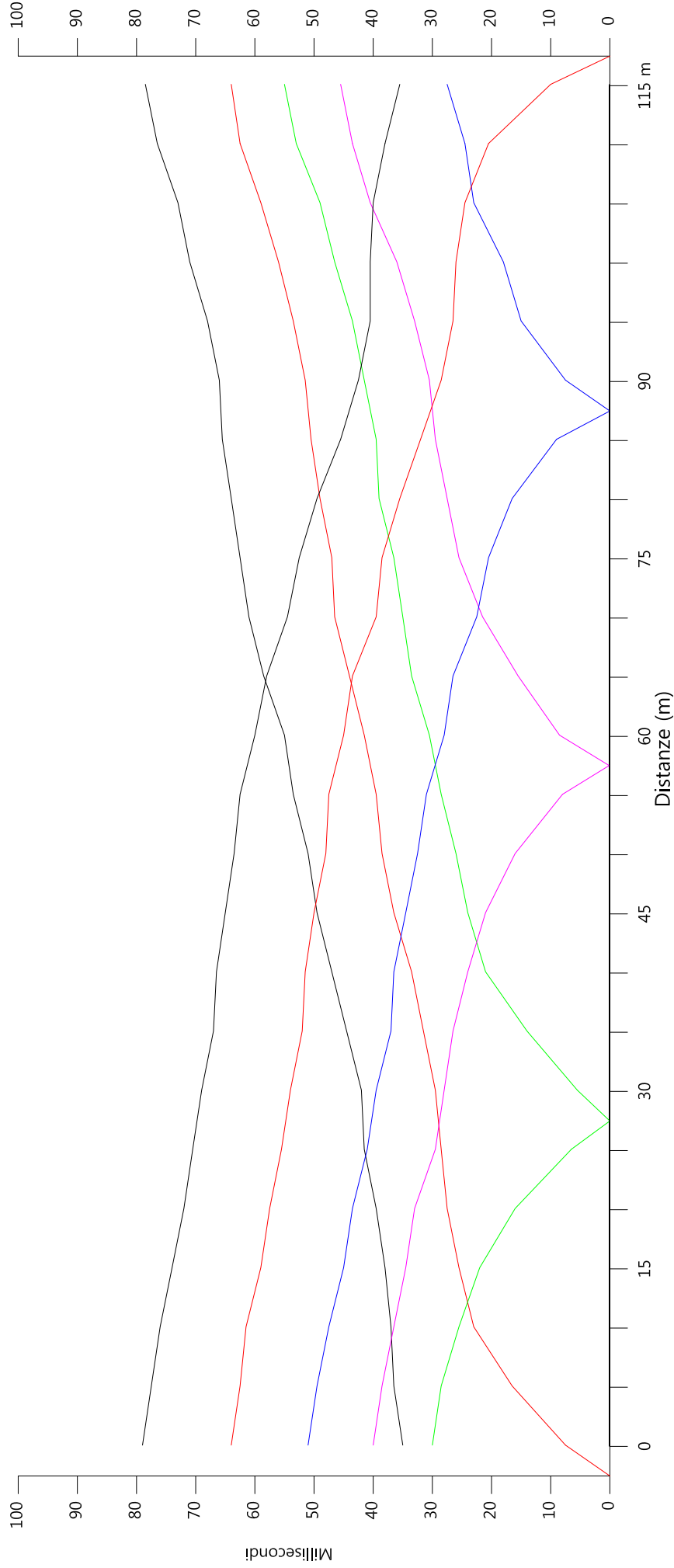
Febbraio 2012

Scala 1: 1000

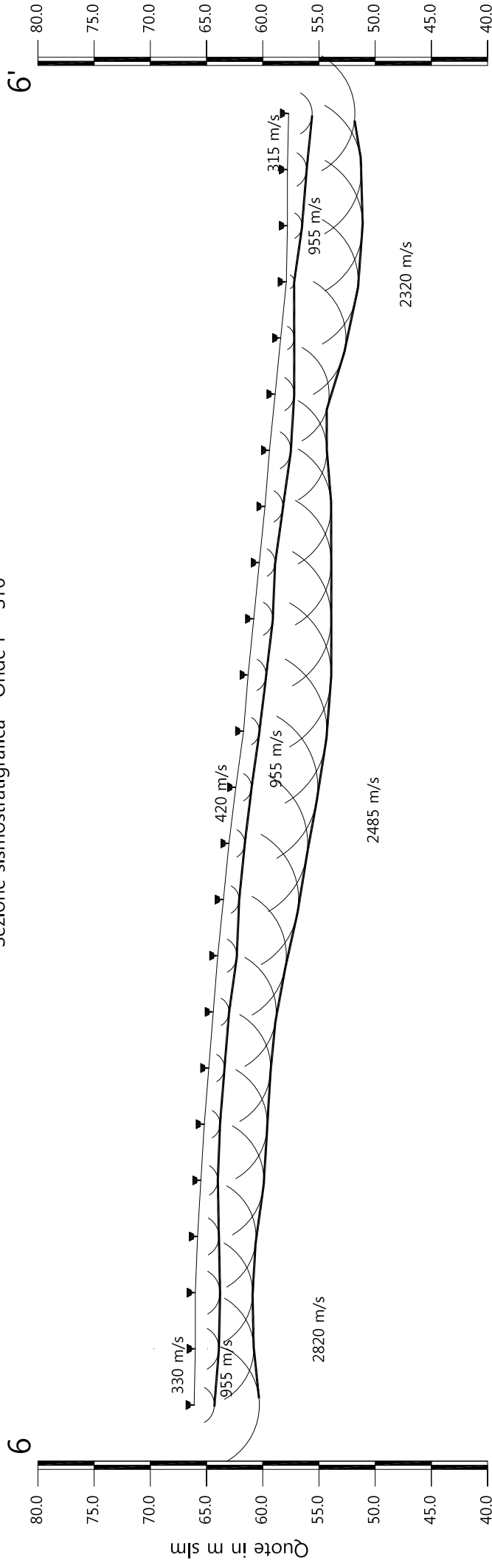


# Dromocrone

- Shot Point (-60m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+60m)



Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST6



| Numero geofono | Distanze (m) | Quote in m slm | Profondità da p.c. Livello 1 (m) | Profondità da p.c. Livello 2 (m) |
|----------------|--------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0              | 66.10        | 5.80           | 1.80                             | 5.80                             |
| 1              | 66.00        | 5.20           | 2.10                             | 5.20                             |
| 2              | 66.00        | 5.10           | 2.20                             | 5.10                             |
| 3              | 66.00        | 5.20           | 1.90                             | 5.20                             |
| 4              | 65.80        | 5.60           | 1.50                             | 5.60                             |
| 5              | 65.50        | 5.60           | 1.40                             | 5.60                             |
| 6              | 65.20        | 5.60           | 1.40                             | 5.60                             |
| 7              | 64.80        | 5.50           | 1.40                             | 5.50                             |
| 8              | 64.40        | 5.60           | 1.40                             | 5.60                             |
| 9              | 64.00        | 6.10           | 1.70                             | 6.10                             |
| 10             | 63.50        | 6.70           | 1.40                             | 6.70                             |
| 11             | 63.00        | 7.00           | 1.40                             | 7.00                             |
| 12             | 62.40        | 7.30           | 1.40                             | 7.30                             |
| 13             | 61.70        | 7.40           | 1.40                             | 7.40                             |
| 14             | 61.30        | 7.40           | 1.60                             | 7.40                             |
| 15             | 60.80        | 6.90           | 1.70                             | 6.90                             |
| 16             | 60.30        | 6.40           | 1.40                             | 6.40                             |
| 17             | 59.80        | 5.90           | 1.60                             | 5.90                             |
| 18             | 59.40        | 5.10           | 1.90                             | 5.10                             |
| 19             | 58.90        | 4.80           | 1.70                             | 4.80                             |
| 20             | 58.40        | 5.80           | 1.20                             | 5.80                             |
| 21             | 57.90        | 6.40           | 0.70                             | 6.40                             |
| 22             | 57.80        | 6.70           | 1.30                             | 6.70                             |
| 23             | 57.80        | 6.60           | 1.70                             | 6.60                             |
| 24             | 57.70        | 5.90           | 2.10                             | 5.90                             |

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

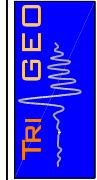


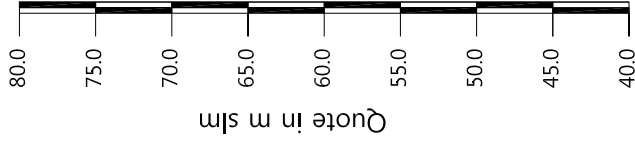
Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST6

Febbraio 2012

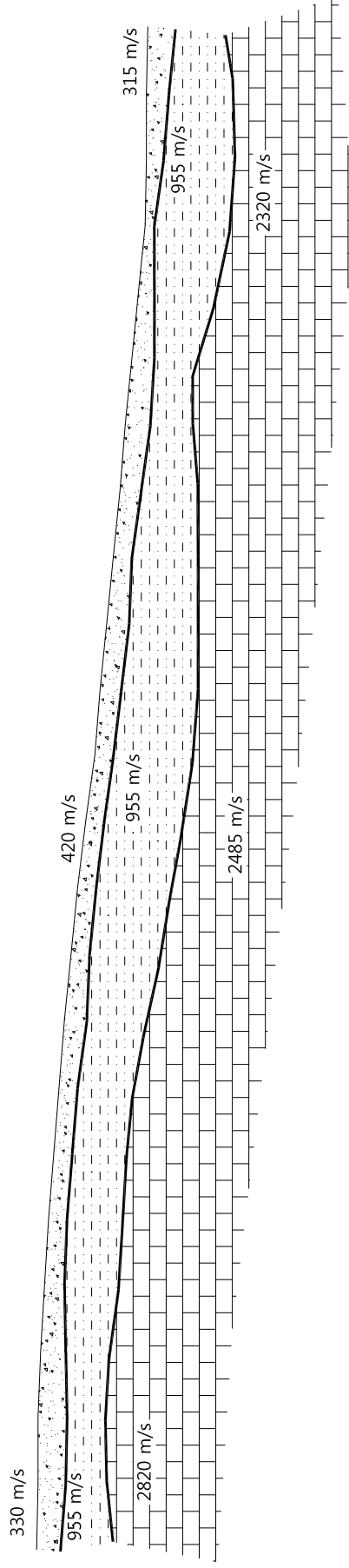
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde P - ST6

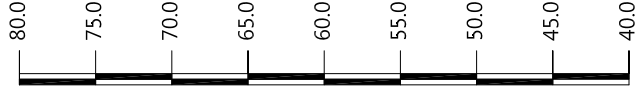
6







Quote in m slm



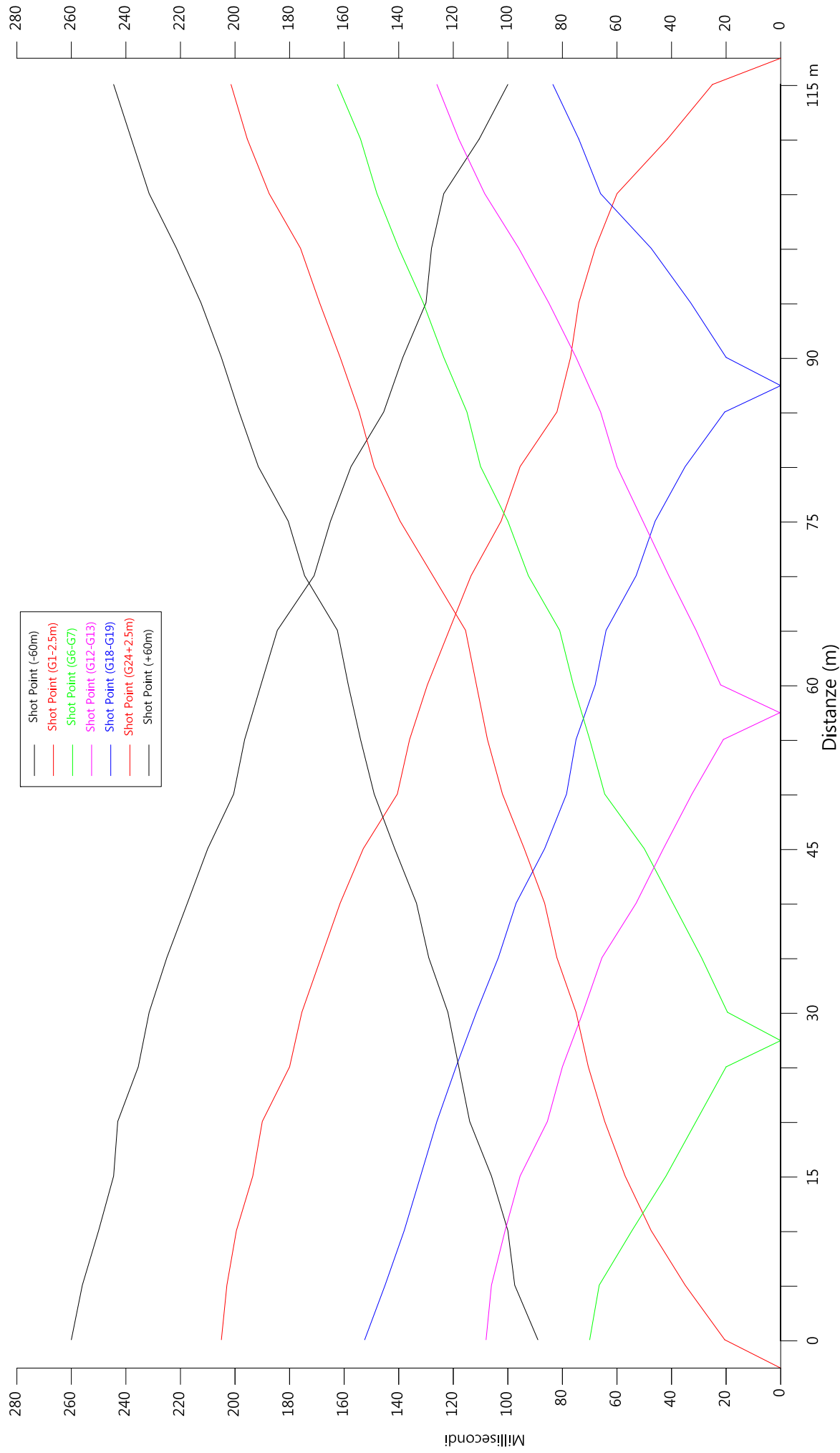
6'



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio limi argillosi
-  Substrato roccioso  
Formazione di Sillano (SILL)





- Shot Point (-60m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+60m)

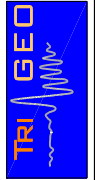
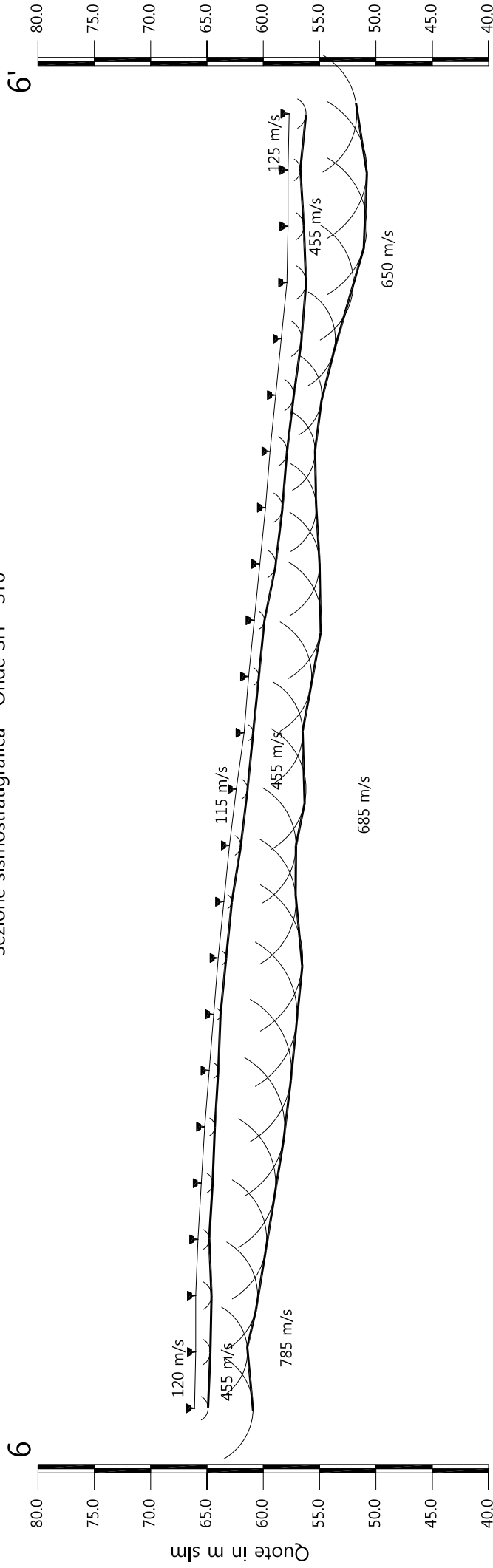


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST6

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST6



| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |      |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Distanze (m)                     | 66.10 | 66.00 | 66.00 | 66.00 | 65.80 | 65.50 | 65.20 | 64.80 | 64.40 | 64.00 | 63.50 | 63.00 | 62.40 | 61.70 | 61.30 | 60.80 | 60.30 | 59.80 | 59.40 | 58.90 | 58.40 | 57.90 | 57.80 | 57.80 | 57.70 | 115  |
| Quote in m slm                   | 1.20  | 1.30  | 1.40  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.90  | 0.80  | 0.60  | 0.70  | 0.70  | 0.70  | 1.00  | 0.80  | 0.90  | 0.90  | 1.40  | 1.50  | 1.50  | 1.60  | 1.80  | 1.70  | 1.40  | 1.10  | 1.10  | 1.50 |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 66.10 | 66.00 | 66.00 | 66.00 | 65.80 | 65.50 | 65.20 | 64.80 | 64.40 | 64.00 | 63.50 | 63.00 | 62.40 | 61.70 | 61.30 | 60.80 | 60.30 | 59.80 | 59.40 | 58.90 | 58.40 | 57.90 | 57.80 | 57.80 | 57.70 | 115  |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 66.10 | 66.00 | 66.00 | 66.00 | 65.80 | 65.50 | 65.20 | 64.80 | 64.40 | 64.00 | 63.50 | 63.00 | 62.40 | 61.70 | 61.30 | 60.80 | 60.30 | 59.80 | 59.40 | 58.90 | 58.40 | 57.90 | 57.80 | 57.80 | 57.70 | 115  |

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

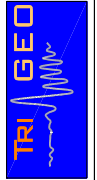


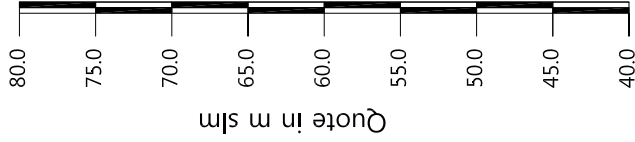
Tavola 07 - Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST6

Febbraio 2012

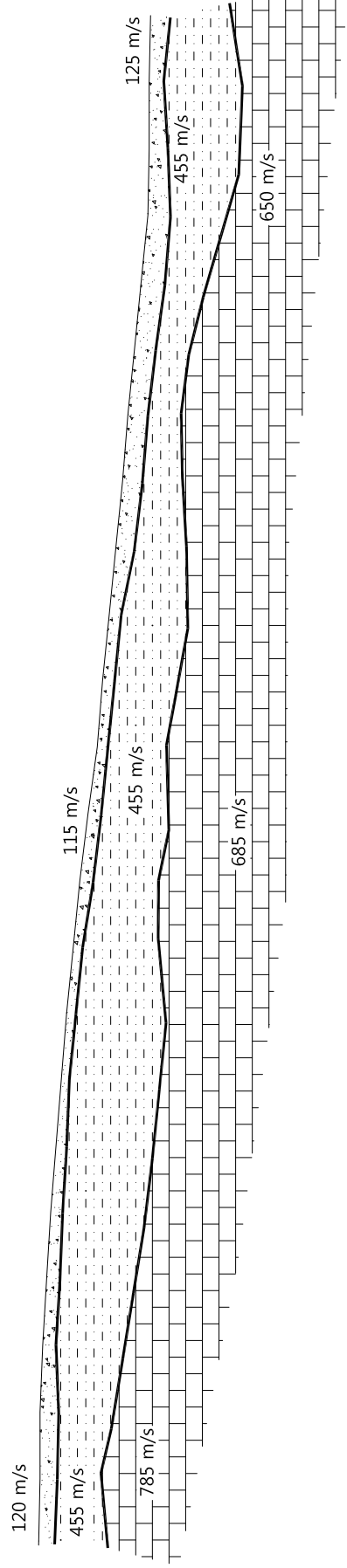
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST6

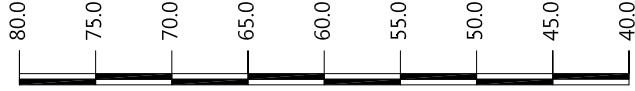
6








Quote in m slm

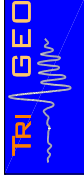


6'



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio limi argillosi
-  Substrato roccioso
-  Formazione di Sillano (SILL)



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 08 - Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST6

Sezione tomografica - Onde P - ST6

6' 6

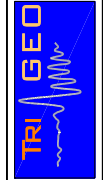
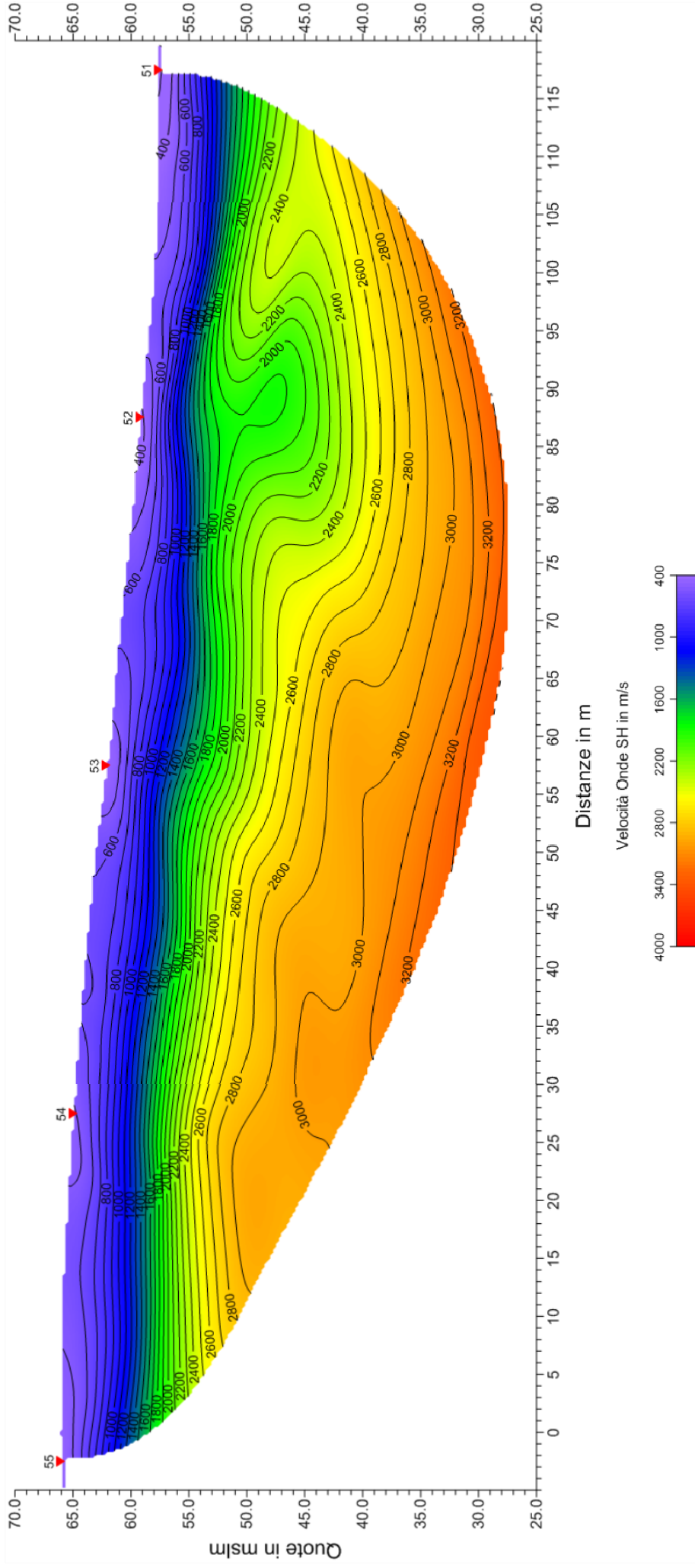


Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST6

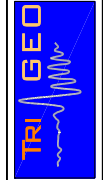
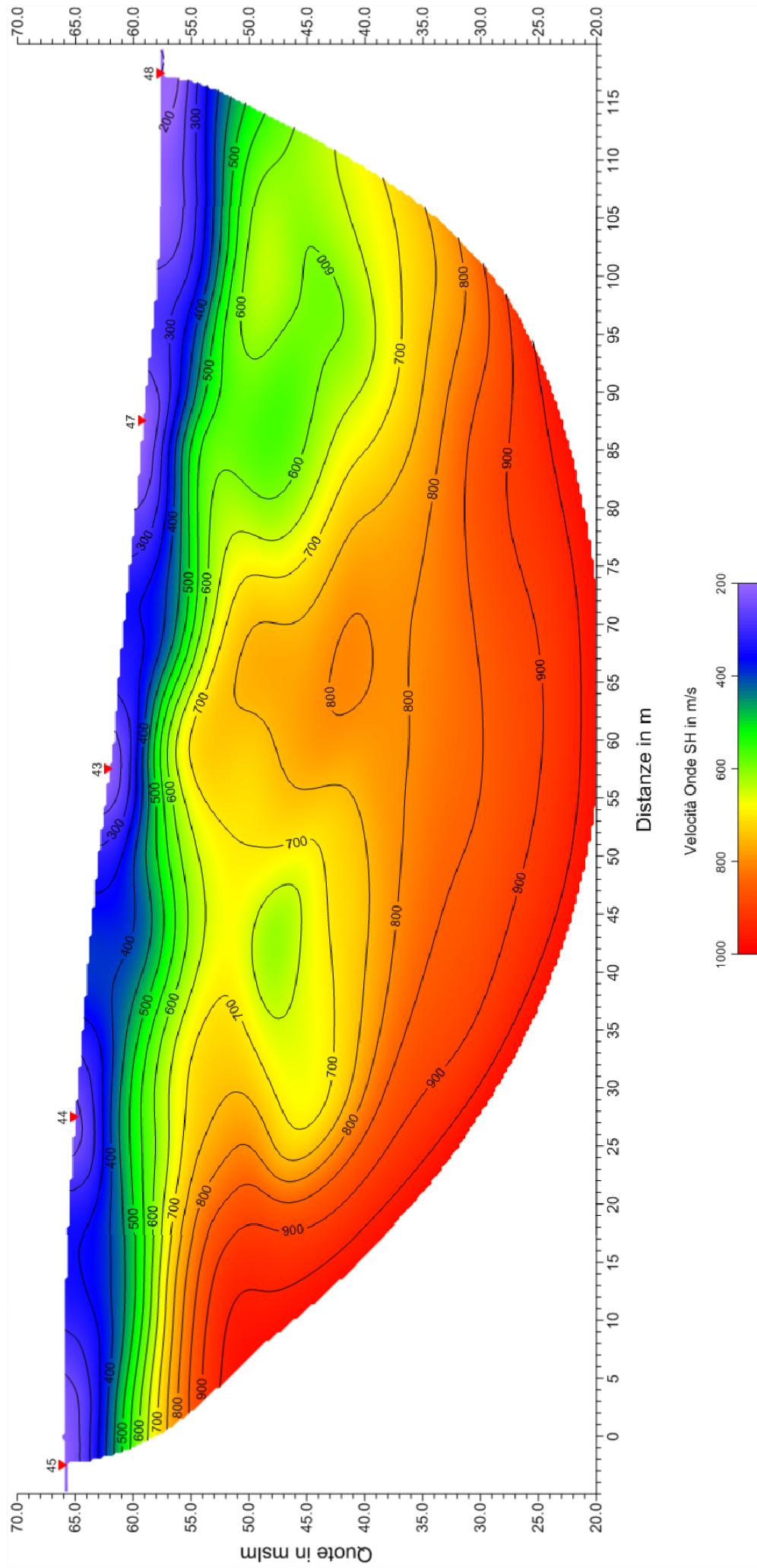
Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione tomografica - Onde SH - ST6

6

6'



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST6





Vista generale della sezione ST6 da G1 verso G24.



Vista generale della sezione ST6 da G24 verso G1.



Shot Point G sx- onde SH – ST6



Shot Point F sx - onde SH – ST6



Shot Point E - onde SH – ST6



Shot Point D - onde P – ST6



Shot Point E - onde P – ST6

**SEZIONE SISMICA ST6 – VIA TRIOZZI– SCANDICCI (FI)****SCHEMA DELLA PROSPEZIONE SISMICA**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA (m)</b> | <b>DISTANZA<br/>INTERGEOFONICA<br/>(m)</b> | <b>QUOTA (in mslm)</b> |
|-------------------|-------------------------------------|--|------------------------|
| 1                 | 0                                   | 0.0  | 66.10                  |
| 2                 | 5                                   | 5.0  | 66.00                  |
| 3                 | 10                                  | 5.0  | 66.00                  |
| 4                 | 15                                  | 5.0  | 65.80                  |
| 5                 | 20                                  | 5.0  | 65.50                  |
| 6                 | 25                                  | 5.0  | 65.20                  |
| 7                 | 30                                  | 5.0  | 64.80                  |
| 8                 | 35                                  | 5.0  | 64.40                  |
| 9                 | 40                                  | 5.0  | 64.00                  |
| 10                | 45                                  | 5.0  | 63.50                  |
| 11                | 50                                  | 5.0  | 63.00                  |
| 12                | 55                                  | 5.0  | 62.40                  |
| 13                | 60                                  | 5.0  | 61.70                  |
| 14                | 65                                  | 5.0  | 61.30                  |
| 15                | 70                                  | 5.0  | 60.80                  |
| 16                | 75                                  | 5.0  | 60.30                  |
| 17                | 80                                  | 5.0  | 59.80                  |
| 18                | 85                                  | 5.0  | 59.40                  |
| 19                | 90                                  | 5.0  | 58.90                  |
| 20                | 95                                  | 5.0  | 58.40                  |
| 21                | 100                                 | 5.0  | 57.90                  |
| 22                | 105                                 | 5.0  | 57.80                  |
| 23                | 110                                 | 5.0  | 57.80                  |
| 24                | 115                                 | 5.0  | 57.70                  |

**COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24**

|             | <b>GEOFONO 1</b>  | <b>GEOFONO 24</b> |
|-------------|-------------------|-------------------|
| <b>X(m)</b> | <b>1674855.72</b> | <b>1674812.13</b> |
| <b>Y(m)</b> | <b>4845823.10</b> | <b>4845880.31</b> |

**PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT – ST6 – SAN VINCENZO A****TORRI**

| <b>TIRI</b>            | <b>POSIZIONE DA G1 (m)</b> | <b>QUOTA (m)</b> |
|------------------------|----------------------------|------------------|
| <b>A ESTERNO SX</b>    | -60.00                     | <b>68.00</b>     |
| <b>B ESTREMO SX</b>    | - 2.50                     | <b>66.10</b>     |
| <b>C INTERMEDIO SX</b> | 27.50                      | <b>65.00</b>     |
| <b>D CENTRALE</b>      | 57.50                      | <b>61.90</b>     |
| <b>E INTERMEDIO</b>    | 87.50                      | <b>59.00</b>     |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <i>SCHEMA DELLA LINEA – ST6– VIA TRIOZZI</i> | Febbraio 2012            |
|  | Comune di Scandicci (FI) |

|                     |        |              |
|---------------------|--------|--------------|
| <b>DX</b>           |        |              |
| <b>F ESTREMO DX</b> | 117.50 | <b>57.70</b> |
| <b>G ESTREMO DX</b> | 175.00 | <b>56.00</b> |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST6 – VIA TRIOZZI – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.80                                | 5.80                                |
| 2                 | 5                                       | 2.10                                | 5.20                                |
| 3                 | 10                                      | 2.20                                | 5.10                                |
| 4                 | 15                                      | 1.90                                | 5.20                                |
| 5                 | 20                                      | 1.50                                | 5.60                                |
| 6                 | 25                                      | 1.40                                | 5.60                                |
| 7                 | 30                                      | 1.40                                | 5.50                                |
| 8                 | 35                                      | 1.40                                | 5.60                                |
| 9                 | 40                                      | 1.70                                | 6.10                                |
| 10                | 45                                      | 1.40                                | 6.70                                |
| 11                | 50                                      | 1.40                                | 7.00                                |
| 12                | 55                                      | 1.40                                | 7.30                                |
| 13                | 60                                      | 1.40                                | 7.40                                |
| 14                | 65                                      | 1.60                                | 7.40                                |
| 15                | 70                                      | 1.70                                | 6.90                                |
| 16                | 75                                      | 1.40                                | 6.40                                |
| 17                | 80                                      | 1.60                                | 5.90                                |
| 18                | 85                                      | 1.90                                | 5.10                                |
| 19                | 90                                      | 1.70                                | 4.80                                |
| 20                | 95                                      | 1.20                                | 5.80                                |
| 21                | 100                                     | 0.70                                | 6.40                                |
| 22                | 105                                     | 1.30                                | 6.70                                |
| 23                | 110                                     | 1.70                                | 6.60                                |
| 24                | 115                                     | 2.10                                | 5.90                                |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST6 – VIA TRIOZZI – ONDE SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.20                                | 5.20                                |
| 2                 | 5                                       | 1.30                                | 4.60                                |
| 3                 | 10                                      | 1.40                                | 5.50                                |
| 4                 | 15                                      | 1.00                                | 6.10                                |
| 5                 | 20                                      | 1.00                                | 6.60                                |
| 6                 | 25                                      | 0.90                                | 7.10                                |
| 7                 | 30                                      | 0.80                                | 7.30                                |
| 8                 | 35                                      | 0.60                                | 7.40                                |
| 9                 | 40                                      | 0.70                                | 7.50                                |
| 10                | 45                                      | 0.70                                | 6.40                                |
| 11                | 50                                      | 1.00                                | 5.90                                |
| 12                | 55                                      | 1.00                                | 6.20                                |
| 13                | 60                                      | 0.80                                | 5.20                                |
| 14                | 65                                      | 0.90                                | 5.60                                |
| 15                | 70                                      | 0.90                                | 6.00                                |
| 16                | 75                                      | 1.40                                | 5.30                                |
| 17                | 80                                      | 1.50                                | 4.50                                |
| 18                | 85                                      | 1.50                                | 4.00                                |
| 19                | 90                                      | 1.60                                | 4.10                                |
| 20                | 95                                      | 1.80                                | 4.80                                |
| 21                | 100                                     | 1.70                                | 5.90                                |
| 22                | 105                                     | 1.40                                | 7.00                                |
| 23                | 110                                     | 1.10                                | 7.00                                |
| 24                | 115                                     | 1.50                                | 6.00                                |



**TEMPI ONDE P – ST6- Via Triozzi**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 37.60   | 7.50  | 32.60   | 42.60   | 53.60   | 66.60   | 81.60   | 66.10                        |
| 2                     | 5                       | 38.10   | 18.10   | 30.10   | 40.10   | 51.10   | 64.10   | 79.10   | 66.00                        |
| 3                     | 10                      | 37.30   | 23.30   | 25.80   | 36.80   | 47.80   | 61.80   | 76.30   | 66.00                        |
| 4                     | 15                      | 37.60   | 25.10   | 21.60   | 34.10   | 44.60   | 58.60   | 73.60   | 65.80                        |
| 5                     | 20                      | 38.70   | 26.70   | 15.20   | 32.20   | 42.70   | 56.70   | 71.20   | 65.50                        |
| 6                     | 25                      | 40.30   | 27.30   | 6.50  | 28.30   | 39.80   | 54.30   | 69.30   | 65.20                        |
| 7                     | 30                      | 40.70   | 28.20   | 5.50  | 26.70   | 38.20   | 52.70   | 67.70   | 64.80                        |
| 8                     | 35                      | 43.20   | 30.20   | 12.70   | 25.20   | 35.70   | 50.70   | 65.70   | 64.40                        |
| 9                     | 40                      | 45.60   | 32.10   | 19.60   | 22.60   | 35.10   | 50.10   | 65.10   | 64.00                        |
| 10                    | 45                      | 48.30   | 35.30   | 22.80   | 19.80   | 33.30   | 48.80   | 63.80   | 63.50                        |
| 11                    | 50                      | 50.00   | 37.50   | 25.00   | 15.00   | 31.50   | 47.00   | 62.50   | 63.00                        |
| 12                    | 55                      | 53.00   | 39.00   | 28.00   | 8.00  | 30.50   | 47.00   | 62.00   | 62.40                        |
| 13                    | 60                      | 55.30   | 41.80   | 30.80   | 8.50  | 28.30   | 45.30   | 60.30   | 61.70                        |
| 14                    | 65                      | 58.70   | 44.20   | 33.70   | 15.70   | 26.70   | 43.70   | 58.20   | 61.30                        |
| 15                    | 70                      | 61.40   | 46.90   | 35.40   | 21.90   | 22.90   | 39.90   | 54.90   | 60.80                        |
| 16                    | 75                      | 63.20   | 47.70   | 37.20   | 26.20   | 21.20   | 39.20   | 53.20   | 60.30                        |
| 17                    | 80                      | 64.90   | 49.90   | 39.90   | 28.40   | 17.40   | 36.40   | 50.40   | 59.80                        |
| 18                    | 85                      | 66.30   | 51.30   | 40.30   | 30.30   | 9.00  | 32.80   | 46.30   | 59.40                        |
| 19                    | 90                      | 67.00   | 52.50   | 42.50   | 31.50   | 7.50  | 29.50   | 43.50   | 58.90                        |
| 20                    | 95                      | 69.20   | 54.70   | 44.70   | 34.20   | 16.20   | 27.70   | 41.70   | 58.40                        |
| 21                    | 100                     | 72.40   | 57.40   | 47.90   | 37.40   | 19.40   | 27.40   | 41.90   | 57.90                        |
| 22                    | 105                     | 73.40   | 59.40   | 49.40   | 40.90   | 23.40   | 24.90   | 40.40   | 57.80                        |
| 23                    | 110                     | 75.60   | 61.60   | 52.10   | 42.60   | 23.60   | 19.60   | 37.10   | 57.80                        |
| 24                    | 115                     | 76.60   | 62.10   | 53.10   | 43.60   | 25.60   | 10.00   | 33.60   | 57.70                        |

**TEMPI ONDE SH – ST6 – Via Triozzi**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 89.00   | 20.50   | 70.00   | 108.00  | 152.50  | 205.00  | 260.00  | 66.10                        |
| 2                     | 5                       | 97.50   | 35.00   | 66.50   | 106.00  | 145.00  | 203.00  | 256.00  | 66.00                        |
| 3                     | 10                      | 100.00  | 47.50   | 54.50   | 101.00  | 138.00  | 199.50  | 250.00  | 66.00                        |
| 4                     | 15                      | 106.00  | 57.00   | 42.00   | 95.50   | 132.00  | 193.50  | 244.50  | 65.80                        |
| 5                     | 20                      | 114.00  | 64.50   | 31.00   | 85.50   | 126.00  | 190.00  | 243.00  | 65.50                        |
| 6                     | 25                      | 118.00  | 70.50   | 20.00   | 80.00   | 119.00  | 180.00  | 235.50  | 65.20                        |
| 7                     | 30                      | 122.00  | 75.00   | 19.50   | 72.50   | 111.50  | 175.50  | 231.50  | 64.80                        |
| 8                     | 35                      | 129.00  | 82.00   | 29.00   | 65.50   | 103.50  | 168.50  | 225.00  | 64.40                        |
| 9                     | 40                      | 133.50  | 86.50   | 39.50   | 53.00   | 97.00   | 161.50  | 217.50  | 64.00                        |
| 10                    | 45                      | 141.50  | 94.00   | 50.00   | 43.00   | 86.50   | 153.00  | 210.00  | 63.50                        |
| 11                    | 50                      | 149.00  | 102.00  | 64.50   | 32.50   | 78.50   | 140.50  | 200.50  | 63.00                        |
| 12                    | 55                      | 154.00  | 107.50  | 70.00   | 21.00   | 75.00   | 136.00  | 196.50  | 62.40                        |
| 13                    | 60                      | 158.50  | 111.50  | 76.00   | 22.00   | 68.00   | 129.50  | 190.50  | 61.70                        |
| 14                    | 65                      | 162.50  | 115.50  | 81.00   | 31.00   | 64.00   | 121.50  | 184.50  | 61.30                        |
| 15                    | 70                      | 174.50  | 127.50  | 92.50   | 41.00   | 53.00   | 113.50  | 171.00  | 60.80                        |
| 16                    | 75                      | 180.50  | 139.50  | 100.00  | 50.50   | 46.00   | 102.50  | 165.00  | 60.30                        |
| 17                    | 80                      | 191.50  | 149.00  | 110.00  | 60.00   | 35.00   | 95.50   | 157.50  | 59.80                        |
| 18                    | 85                      | 198.50  | 154.50  | 115.00  | 66.00   | 20.50   | 82.00   | 145.50  | 59.40                        |
| 19                    | 90                      | 205.00  | 161.50  | 123.50  | 75.00   | 20.00   | 77.00   | 138.50  | 58.90                        |
| 20                    | 95                      | 212.50  | 169.00  | 131.00  | 85.00   | 33.00   | 74.00   | 130.00  | 58.40                        |
| 21                    | 100                     | 221.50  | 176.00  | 140.00  | 96.00   | 47.50   | 68.00   | 128.00  | 57.90                        |
| 22                    | 105                     | 231.50  | 187.50  | 148.00  | 108.50  | 66.00   | 60.00   | 123.50  | 57.80                        |
| 23                    | 110                     | 238.00  | 195.50  | 154.00  | 118.00  | 74.00   | 41.50   | 110.50  | 57.80                        |
| 24                    | 115                     | 244.50  | 201.50  | 162.50  | 126.00  | 83.50   | 25.00   | 100.00  | 57.70                        |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST6 – ONDE P**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 330   | 940   | 2895  |
| 2          | 5                              | 369   | 945   | 2887  |
| 3          | 10                             | 382   | 950   | 2871  |
| 4          | 15                             | 396   | 960   | 2847  |
| 5          | 20                             | 399   | 940   | 2823  |
| 6          | 25                             | 400   | 943   | 2796  |
| 7          | 30                             | 385   | 986   | 2756  |
| 8          | 35                             | 400   | 994   | 2707  |
| 9          | 40                             | 419   | 902   | 2658  |
| 10         | 45                             | 428   | 910   | 2621  |
| 11         | 50                             | 420   | 937   | 2583  |
| 12         | 55                             | 400   | 925   | 2531  |
| 13         | 60                             | 490   | 943   | 2465  |
| 14         | 65                             | 385   | 982   | 2395  |
| 15         | 70                             | 381   | 910   | 2336  |
| 16         | 75                             | 390   | 938   | 2300  |
| 17         | 80                             | 391   | 967   | 2297  |
| 18         | 85                             | 380   | 995   | 2318  |
| 19         | 90                             | 375   | 923   | 2339  |
| 20         | 95                             | 310   | 952   | 2343  |
| 21         | 100                            | 318   | 980   | 2328  |
| 22         | 105                            | 319   | 908   | 2312  |
| 23         | 110                            | 315   | 937   | 2301  |
| 24         | 115                            | 310   | 965   | 2299  |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST6 – ONDE SH**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 120   | 480   | 800   |
| 2          | 5                              | 119   | 479   | 798   |
| 3          | 10                             | 117   | 477   | 795   |
| 4          | 15                             | 116   | 476   | 790   |
| 5          | 20                             | 114   | 475   | 783   |
| 6          | 25                             | 113   | 473   | 775   |
| 7          | 30                             | 121   | 472   | 765   |
| 8          | 35                             | 120   | 470   | 755   |
| 9          | 40                             | 129   | 469   | 740   |
| 10         | 45                             | 129   | 458   | 721   |
| 11         | 50                             | 128   | 456   | 702   |
| 12         | 55                             | 128   | 445   | 684   |
| 13         | 60                             | 117   | 442   | 669   |
| 14         | 65                             | 116   | 449   | 656   |
| 15         | 70                             | 116   | 446   | 647   |
| 16         | 75                             | 115   | 443   | 645   |
| 17         | 80                             | 129   | 440   | 646   |
| 18         | 85                             | 111   | 447   | 651   |
| 19         | 90                             | 122   | 445   | 654   |
| 20         | 95                             | 133   | 452   | 654   |
| 21         | 100                            | 124   | 429   | 650   |
| 22         | 105                            | 126   | 436   | 646   |
| 23         | 110                            | 127   | 443   | 646   |
| 24         | 115                            | 130   | 440   | 646   |

# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

## TITOLO:

### **-STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI-**

**“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $v_{s30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST7  
VIA MASACCIO - SCANDICCI (FI)”**

## COMMITTENTE:

**COMUNE DI SCANDICCI**

## OGGETTO:

**RELAZIONE TECNICA**



DATA:  
21 Febbraio 2012

### ***TRIGEO S.N.C.***

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>LINEA SISMICA ST7 – VIA MASACCIO</i> | Febbraio 2012            |
|   |   | Comune di Scandicci (FI) |
|   |   | Pag. 1 di 13             |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI.....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA.....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>  | <b>12</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Febbraio 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, nei pressi di un'area posta in **VIA MASACCIO, SCANDICCI (FI)** (Fig. 1).



**Figura 1:** Particolare del tratto centrale della sezione ST7.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM)

|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST7 – VIA MASACCIO | Febbraio 2012            |
|   |   | Comune di Scandicci (FI) |
|   |   | Pag. 3 di 13             |

che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di “energizzazioni” (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un’ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L’acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico **ST7** eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:2.000) con ubicazione del profilo sismico **ST7** eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d’arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

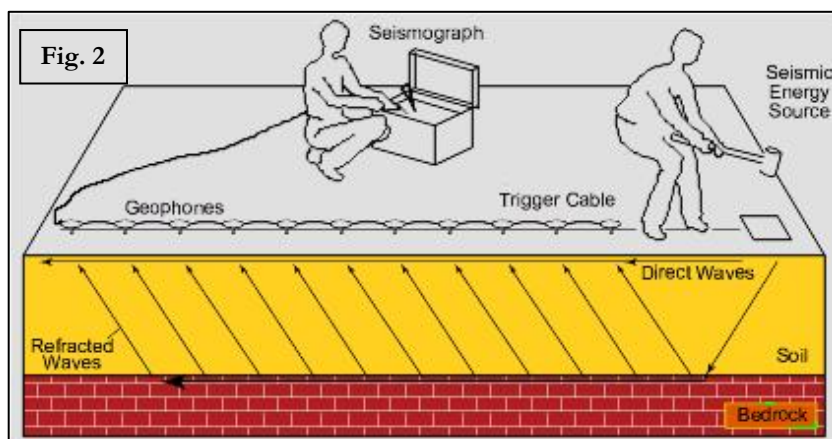
Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1.000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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 (**Fig. 2**) 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 PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel,

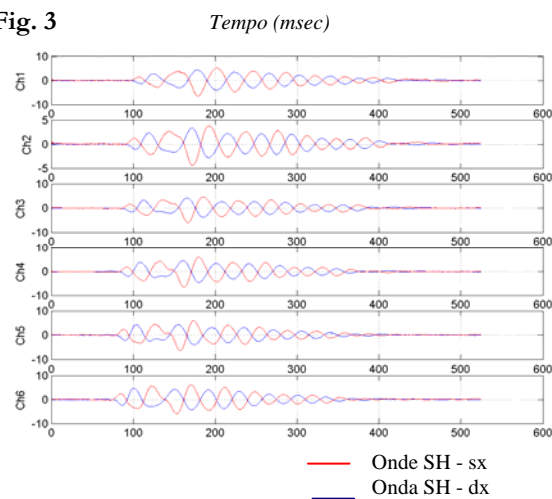


ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang: nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (Fig. 3). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk sia singolarmente che, invertendo la fase, come somma.

Fig. 3



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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma tempi-distanze,

|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST7 – VIA MASACCIO | Febbraio 2012            |
|   |   | Comune di Scandicci (FI) |
|   |   | Pag. 7 di 13             |

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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la “WET Tomography” con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

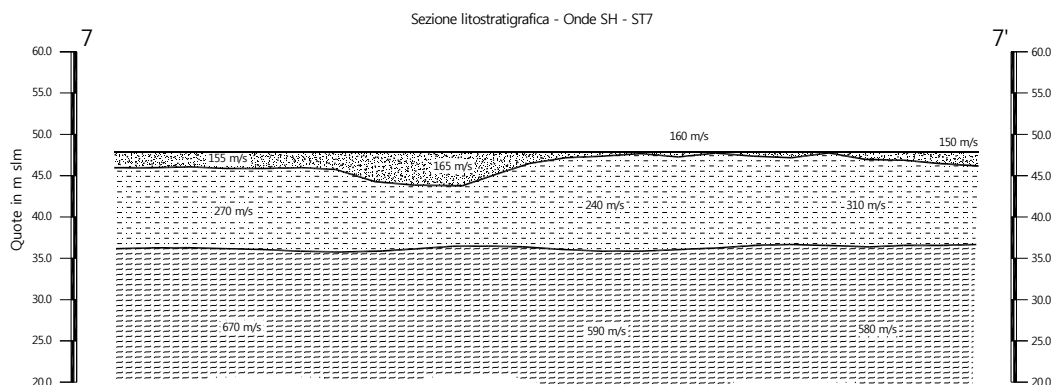
#### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 1.70 m e 4.40 m (onde P) e tra 0.00 m e 4.30 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 9.00 m e 11.60 m (onde P) e tra 11.20 e 12.00 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 2.30 m e ca. 10.90 m.

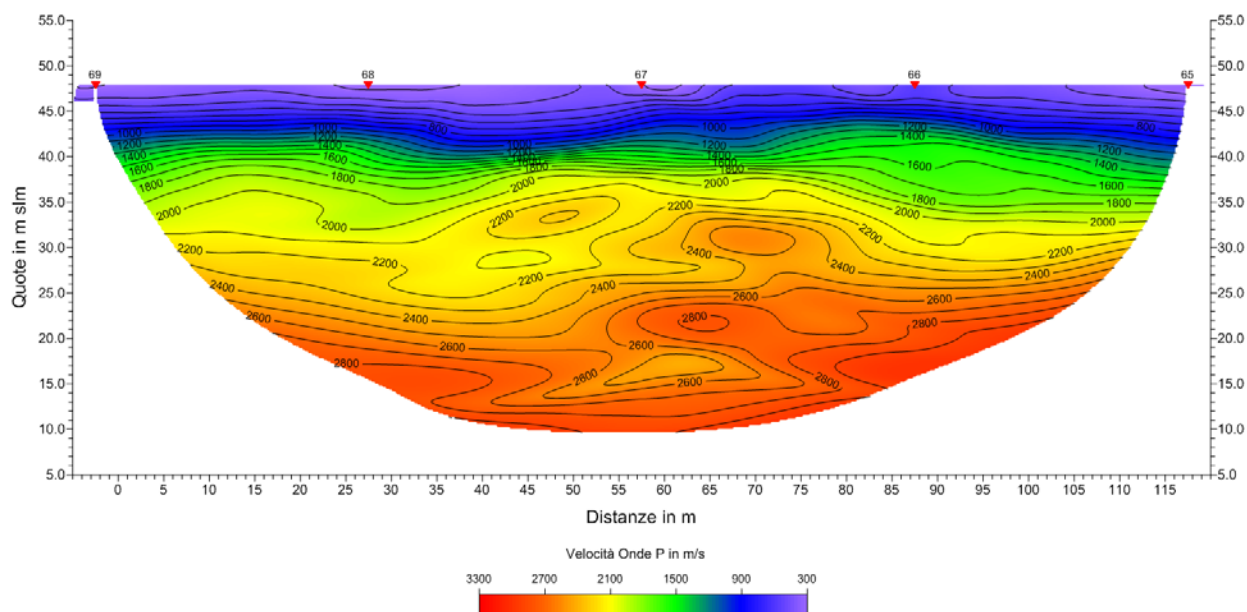
Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 300 e 420 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 150-165 m/s, con il livello intermedio, costituito da depositi fluviali, che presenta velocità comprese tra 1.030-1.330 m/s (onde P) e tra 240-310 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello

intermedio con il substrato, costituito da depositi lacustri, che presenta velocità comprese tra 1.950 e 2.250 m/s (onde P) e tra 580-670 m/s (onde SH).

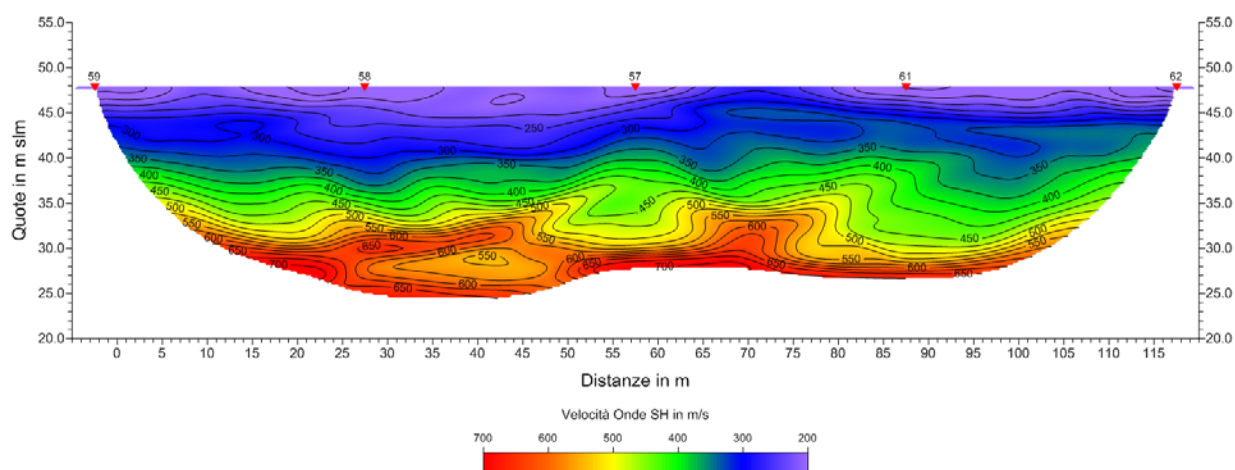
La **Sezione ST7**, effettuata in direzione SO-NE, è stata elaborata seguendo le informazioni del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.



Il rifrattore più superficiale mostra un andamento irregolare, con spessori piuttosto variabili e mediamente inferiori nel tratto centrale/finale. Il rifrattore principale, che individua il passaggio tra i materiali intermedi depositi fluviali ed il substrato costituito da depositi lacustri, presenta una superficie suborizzontale, con profondità medie prossime a 11.00 m. Entrambe le elaborazioni, onde P ed SH, mostrano il medesimo andamento, presentando un'ottima correlazione tra le due superfici rifrangenti rilevate.



L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH mostra materiali più superficiali con spessori maggiori nel tratto iniziale e finale ed inferiori nella parte centrale. Il passaggio dal livello intermedio al substrato fluviale risulta netto ed evidente in entrambe le sezioni elaborate. Il netto raffittimento delle curve di isovelocità, da quella dei 1.400-1.600 m/s (onde P) a da quella dei 400 m/s (onde SH). L'elaborazione tomografica mostra sia superficialmente che più in profondità la presenza di materiali omogenei e compatti, visto l'andamento regolare delle curve di



isovelocità

Le velocità del substrato lacustre risultano mediamente comprese tra 1.950 e 2.350 m/s (onde P) e tra 580-670 (onde SH). Sia le onde P che le onde SH mostrano valori più elevati nel tratto iniziale; le onde P tendono a decrescere più nettamente nel tratto centrale per poi risalire nella parte finale; le onde SH tendono anch'esse a decrescere nel tratto centrale mantenendo i medesimi valori sino alla fine della sezione. Il livello intermedio presenta velocità comprese tra 1.030 e 1.330 (onde P) e tra 270-310 m/s (onde SH), con valori mediamente decrescenti lungo lo stendimento. Per quanto riguarda i materiali più superficiali si osservano velocità comprese tra 300 e 420 m/s (onde P) e tra 150 e 165 m/s (onde SH), con i valori maggiori osservati lungo nella parte centrale e finale.

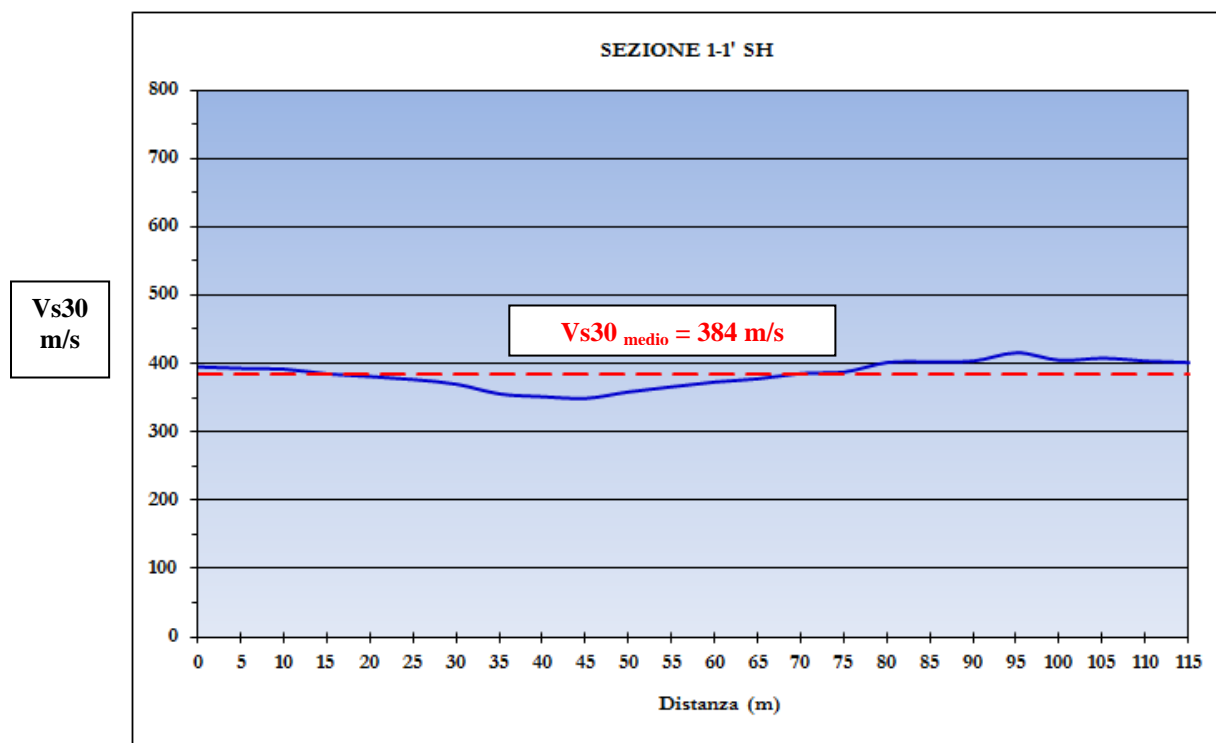
## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per

le Costruzioni. Le “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni” definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione   |
|-----------|---|
| A         | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.   |
| B         | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).      |
| C         | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D         | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).                 |
| E         | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_f > 800$ m/s).   |
| S1        | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.   |
| S2        | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.  |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di  $V_{s30}$  medio per la sezione **ST7**:



|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST7 – VIA MASACCIO | Febbraio 2012            |
|   |   | Comune di Scandicci (FI) |
|   |   | Pag. 11 di 13            |

**Vs30 = 384 m/s**

## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondità di un'area, posta in località **VIA MASACCIO, SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sabbiosi) ed il livello intermedio, costituito da depositi fluviali e tra quest'ultimo ed il substrato, costituito da depositi lacustri.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 1.70 m e 4.40 m (onde P) e tra 0.00 m e 4.30 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 9.00 m e 11.60 m (onde P) e tra 11.20 e 12.00 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 2.30 m e ca. 10.90 m;
- nella zona d'intervento il rifratore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 300 e 420 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 150-165 m/s, con il livello intermedio, costituito da depositi fluviali, che presenta velocità comprese tra 1.030-1.330 m/s (onde P) e tra 240-310 m/s (onde SH). Il rifratore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato, costituito da depositi lacustri, che presenta velocità comprese tra 1.950 e 2.250 m/s (onde P) e tra 580-670 m/s (onde SH);
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una Vs30 mediata sui primi 30 m, pari a **384 m/s**.

Firenze, lì 21/02/2012

TRIGEO SNC



## ALLEGATI



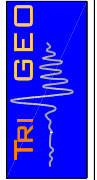
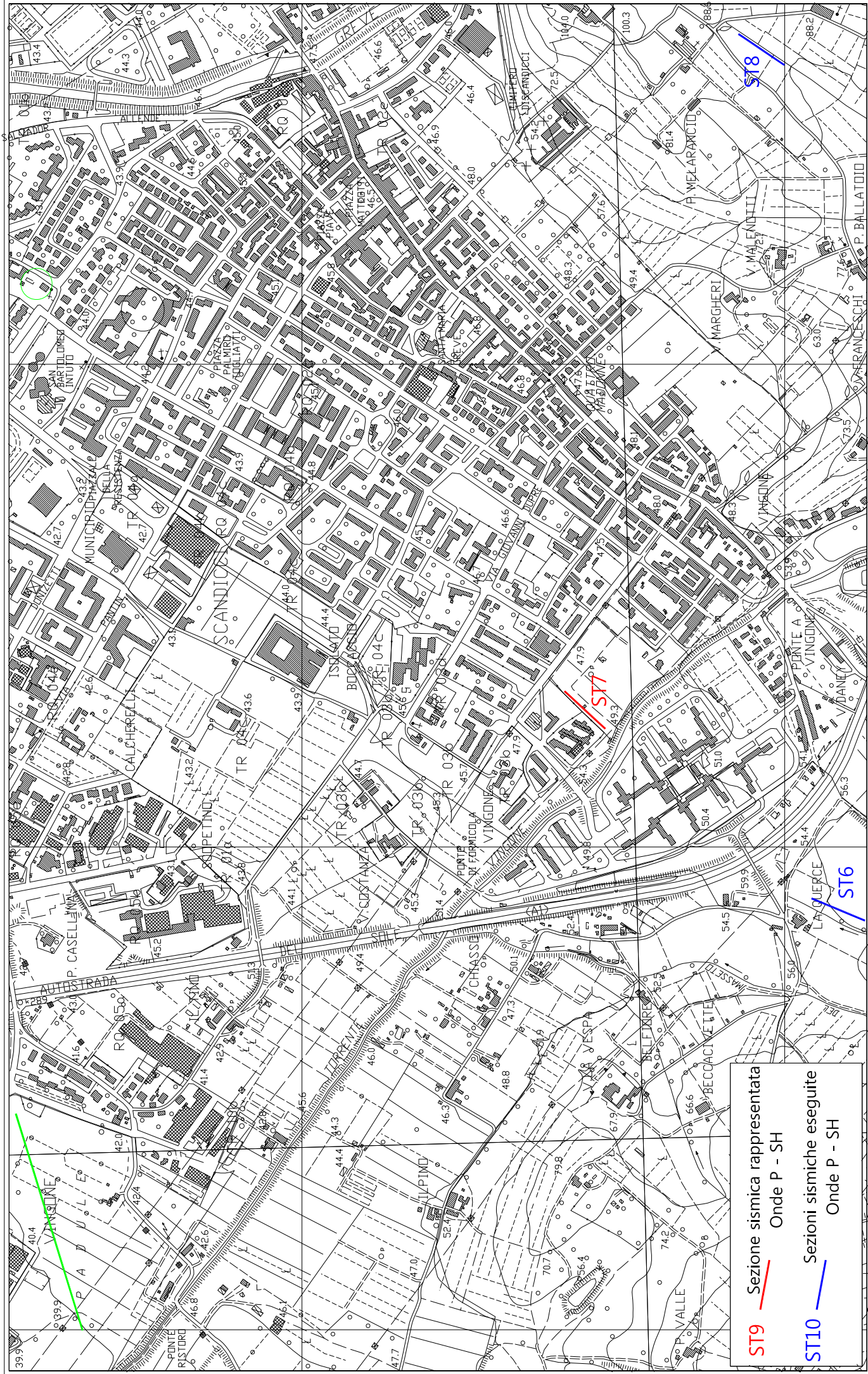
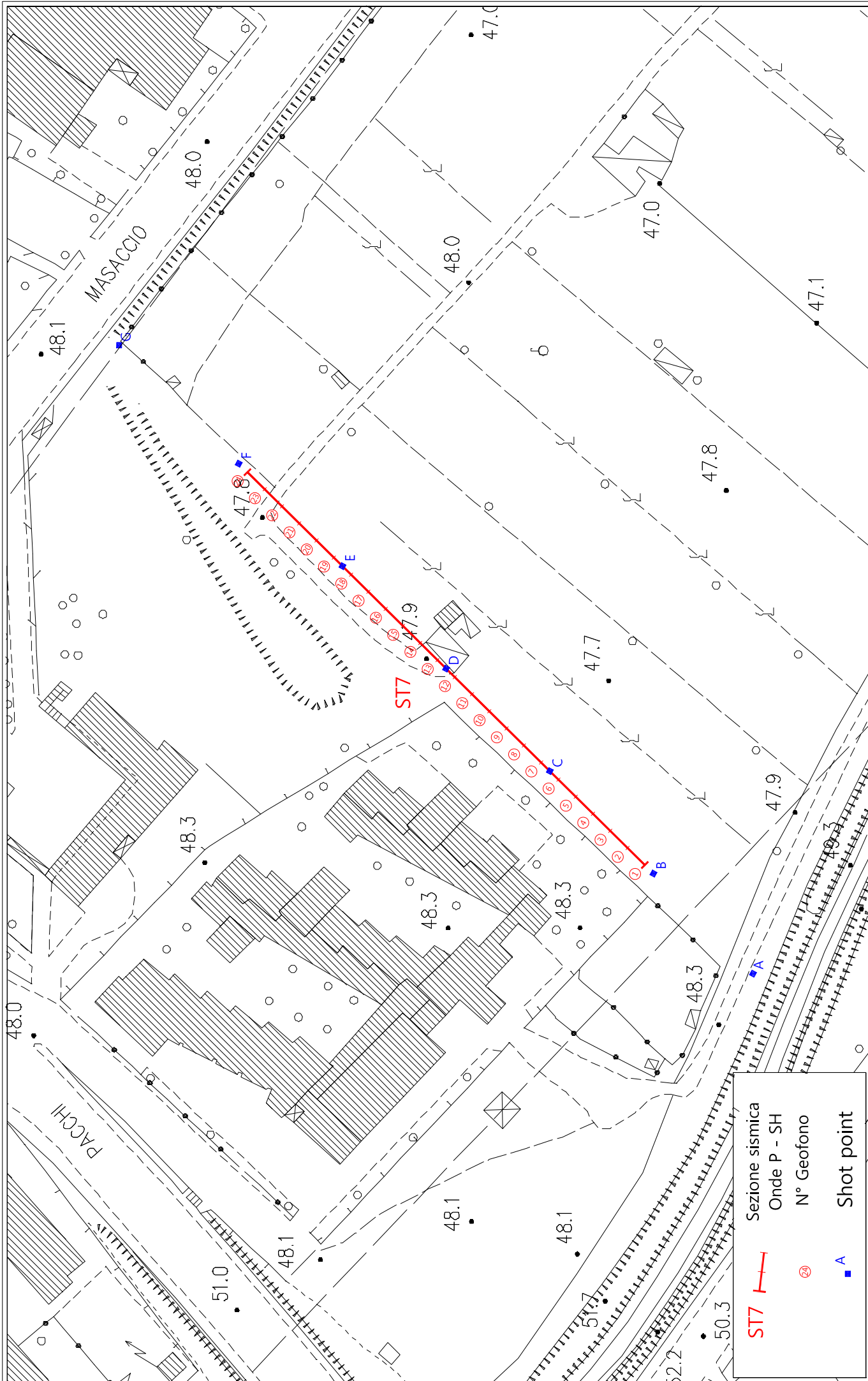


Tavola 01 - Planimetria generale - ST7 - Via Masaccio

Febbraio 2012

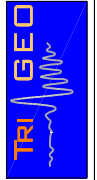
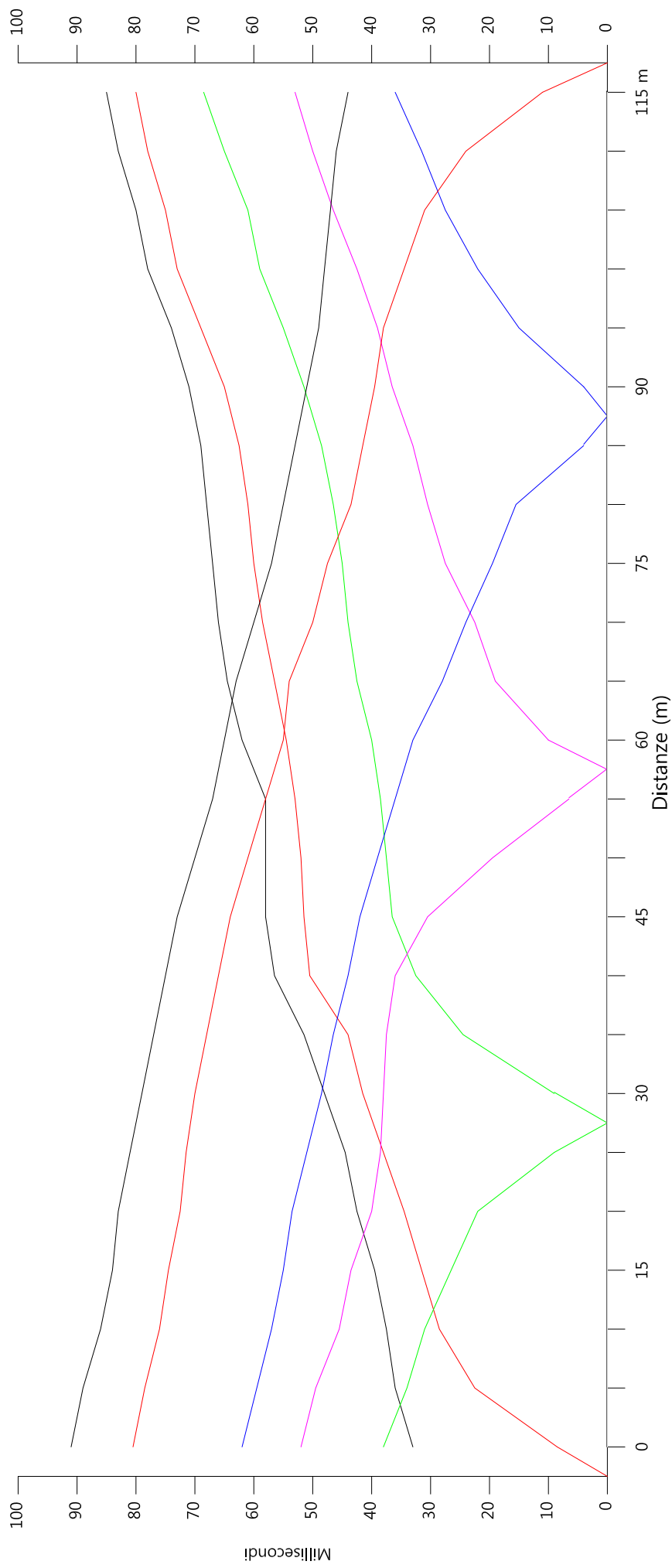
Scala 1: 10000



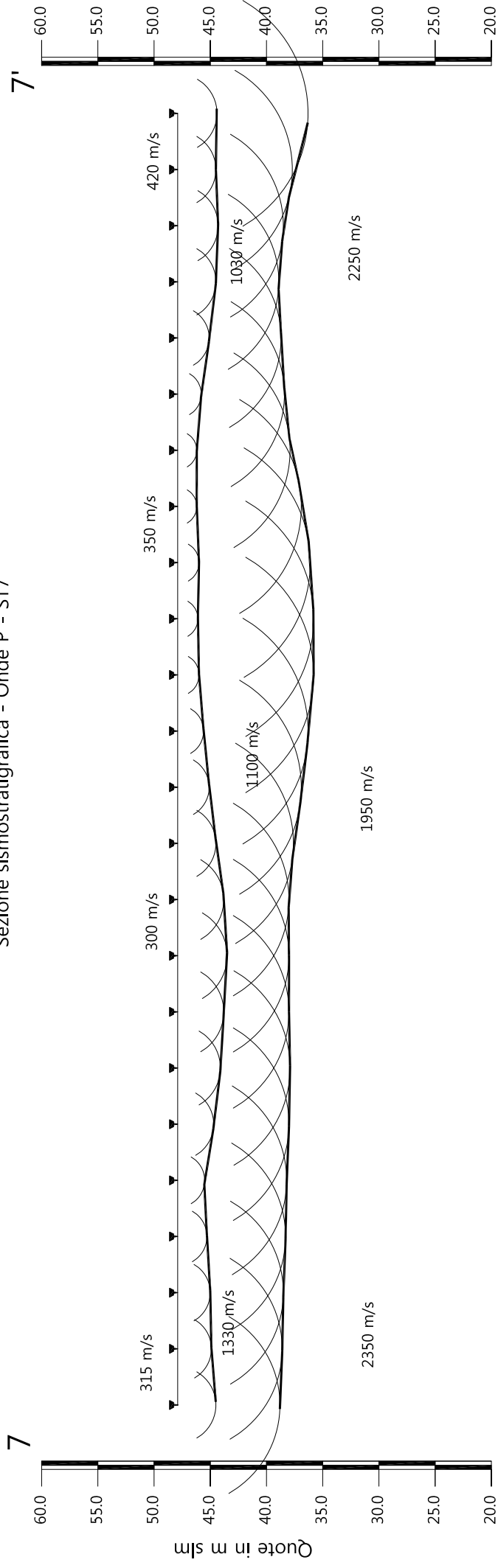
|            |                 |
|------------|-----------------|
| <b>ST7</b> | Sezione sismica |
|            | Onde P - SH     |
|            | N° Geofono      |
|            | Shot point      |

# Dromocrone

- Shot Point (-30m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+40m)



Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST7



| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Distanze (m)                     | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 |       |
| Quote in m slm                   | 3.40  | 3.00  | 3.00  | 2.90  | 2.60  | 2.40  | 3.20  | 3.80  | 4.10  | 4.40  | 4.10  | 3.40  | 2.80  | 2.30  | 1.90  | 1.80  | 1.90  | 1.70  | 1.70  | 2.10  | 2.80  | 3.40  | 3.60  | 3.40  | 47.90 |       |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 3.40  | 3.00  | 3.00  | 2.90  | 2.60  | 2.40  | 3.20  | 3.80  | 4.10  | 4.40  | 4.10  | 3.40  | 2.80  | 2.30  | 1.90  | 1.80  | 1.90  | 1.70  | 1.70  | 2.10  | 2.80  | 3.40  | 3.60  | 3.40  | 47.90 |       |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 9.10  | 9.30  | 9.30  | 9.40  | 9.60  | 9.70  | 9.90  | 10.00 | 9.90  | 9.90  | 9.90  | 10.30 | 11.00 | 11.60 | 12.10 | 12.10 | 11.80 | 11.00 | 10.00 | 9.50  | 9.20  | 9.00  | 9.40  | 10.20 | 11.60 | 47.90 |

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

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

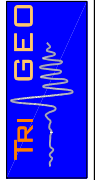
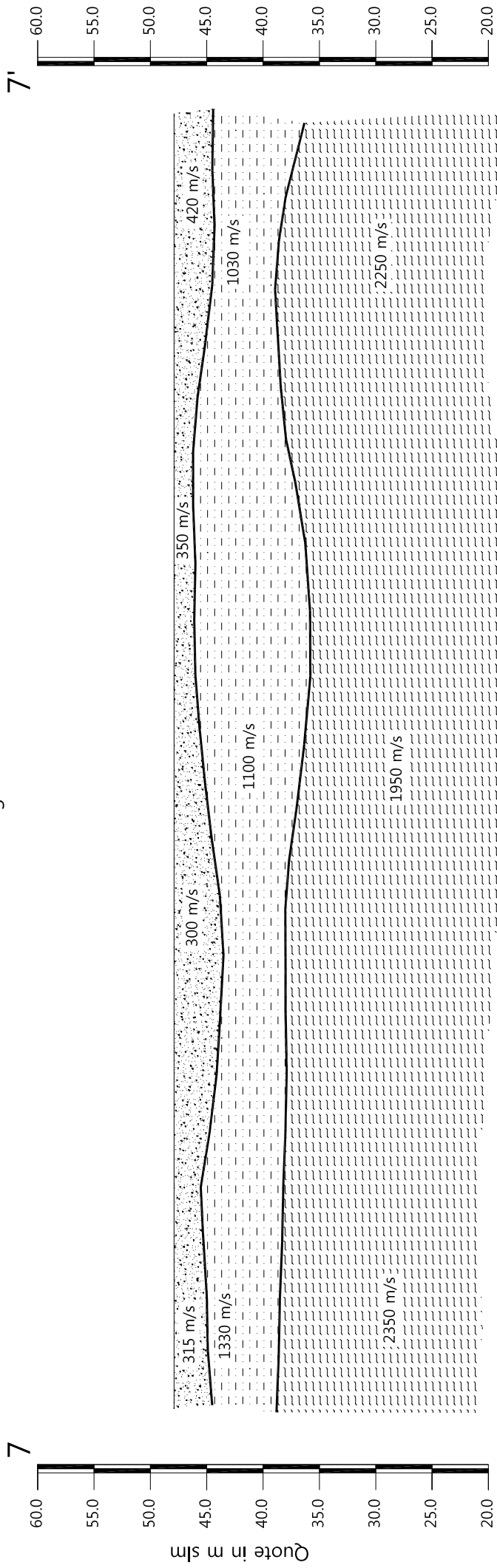


Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST7







Febbraio 2012

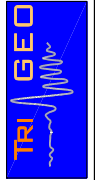
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde P - ST7



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio
-  Depositi fluviali
-  Substrato
-  Depositi Lacustri



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 05 - Sezione litostratigrafica - Onde P - ST7

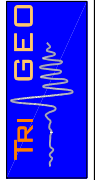
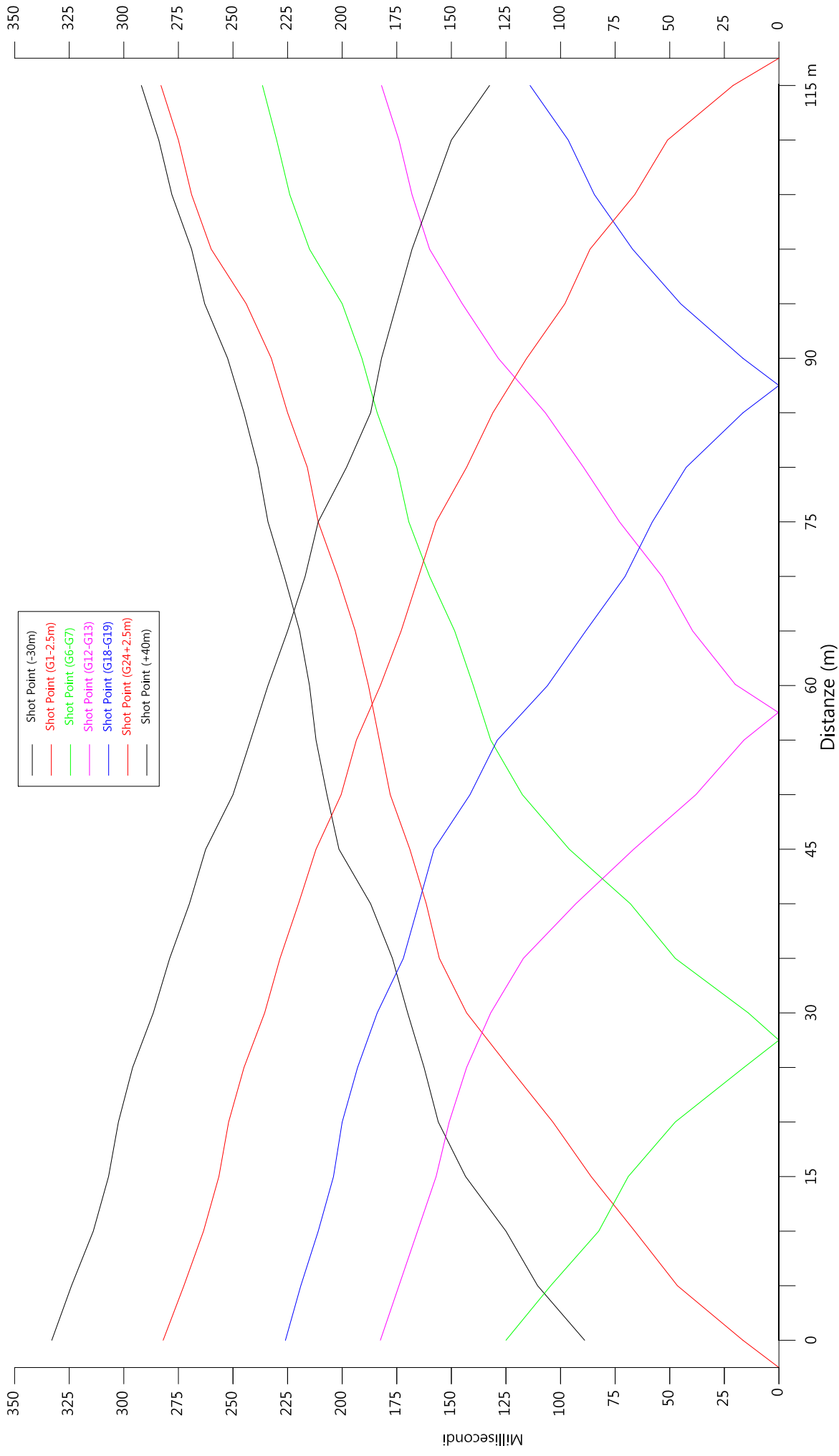
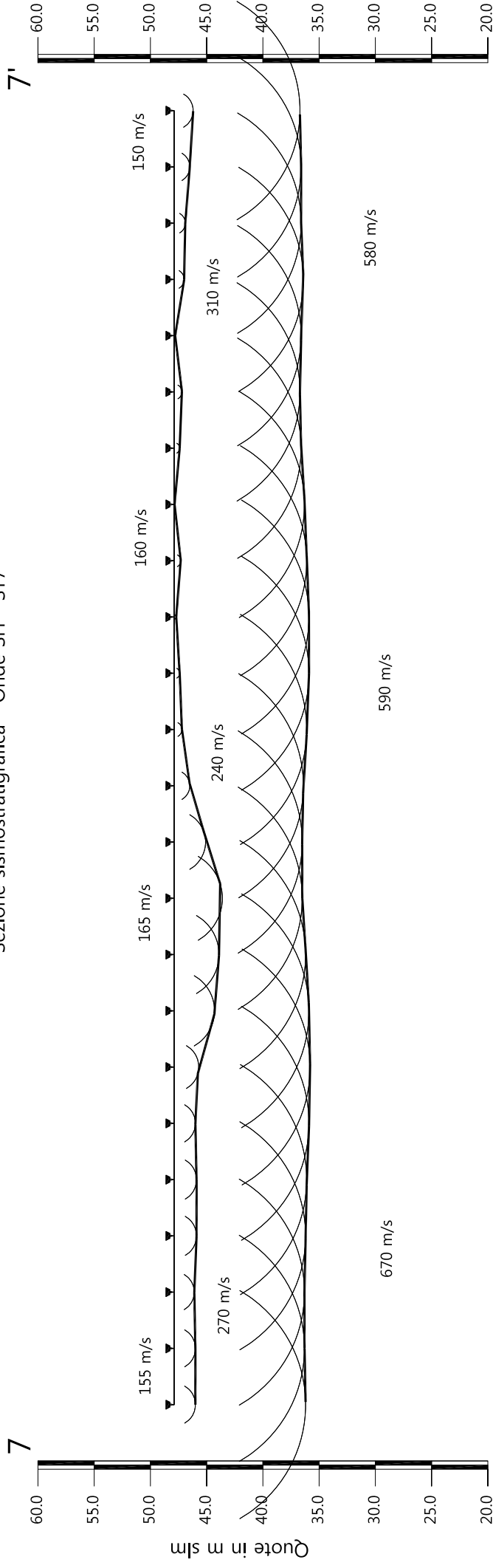


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST7

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

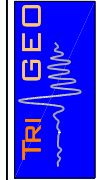
Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST7



|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |
| Distanze (m)                     | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 | 47.90 |
| Quote in m slm                   | 1.90  | 1.90  | 1.80  | 2.00  | 2.00  | 2.00  | 2.20  | 3.60  | 4.00  | 4.30  | 2.80  | 1.40  | 1.50  | 0.70  | 0.50  | 0.20  | 0.60  | 0.00  | 0.50  | 0.70  | 0.10  | 0.90  | 1.00  | 1.40  | 1.70  |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 11.70 | 11.60 | 11.60 | 11.70 | 11.70 | 11.80 | 12.10 | 12.00 | 11.70 | 11.40 | 11.40 | 11.50 | 11.50 | 11.80 | 12.00 | 12.00 | 11.80 | 11.60 | 11.30 | 11.20 | 11.30 | 11.50 | 11.30 | 11.30 | 11.20 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 11.70 | 11.60 | 11.60 | 11.70 | 11.70 | 11.80 | 12.10 | 12.00 | 11.70 | 11.40 | 11.40 | 11.50 | 11.50 | 11.80 | 12.00 | 12.00 | 11.80 | 11.60 | 11.30 | 11.20 | 11.30 | 11.50 | 11.30 | 11.30 | 11.20 |

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

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

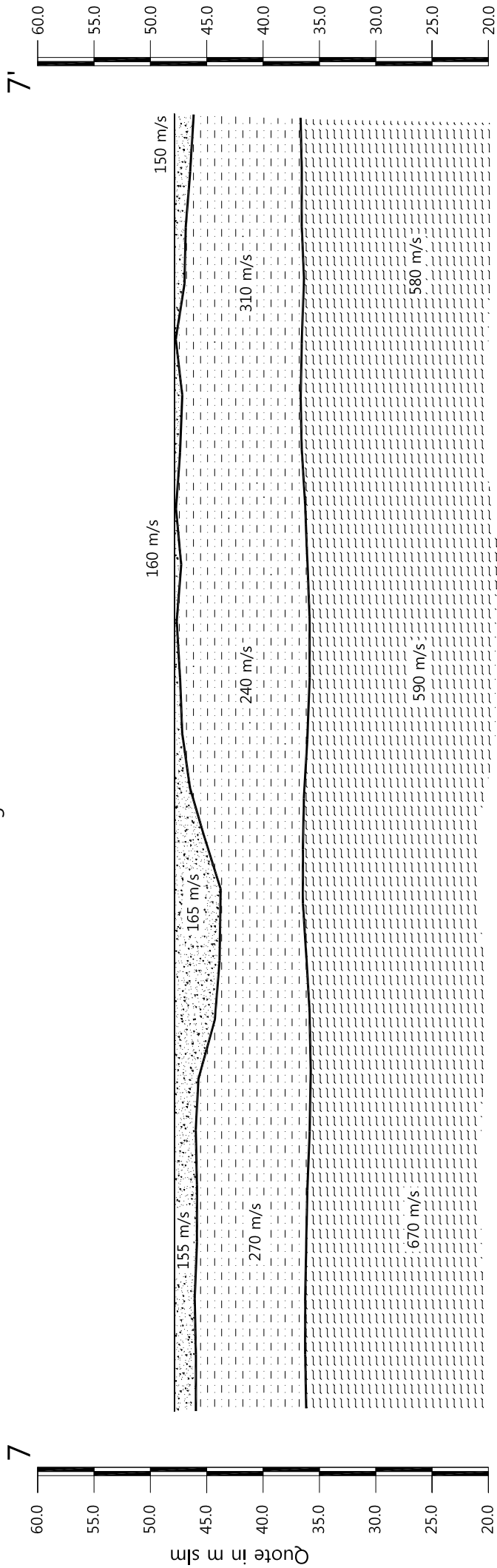


Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500







Febbraio 2012

Tavola 07 - Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST7

Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST7



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio
-  Depositi fluviali
-  Substrato
-  Depositi lacustri

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 08 - Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST7





Sezione tomografica - Onde P - ST7

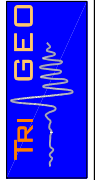
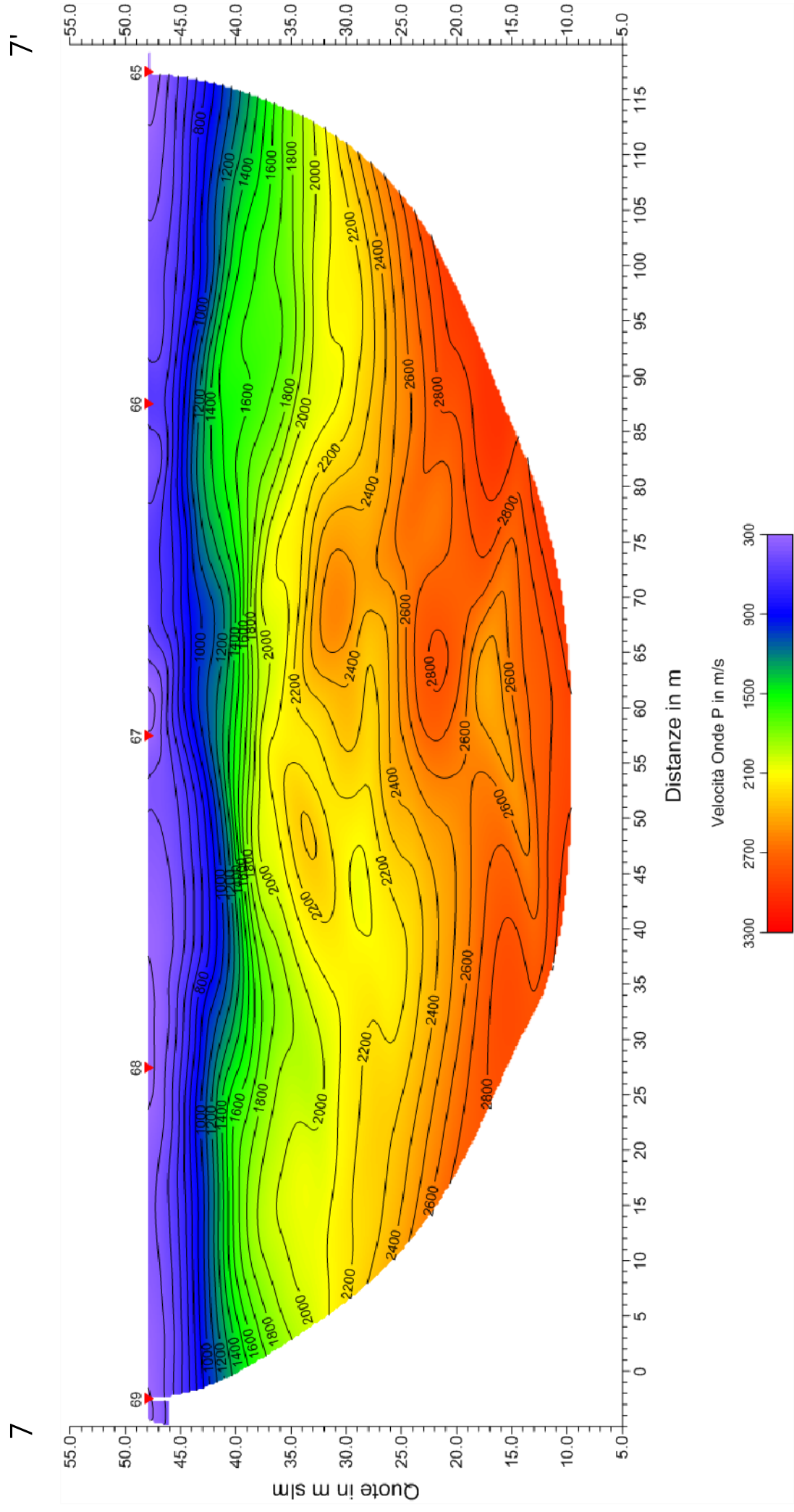


Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST7

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione tomografica - Onde SH - ST7

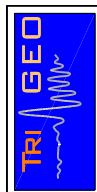
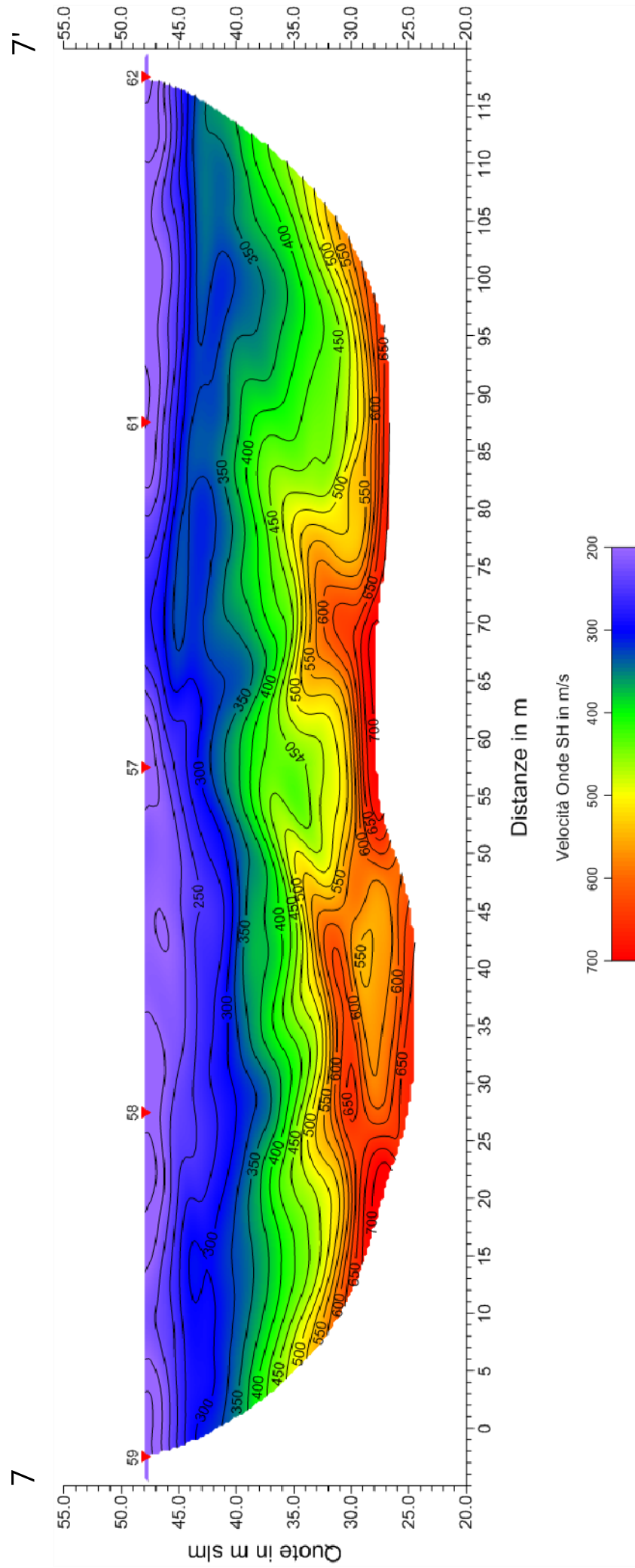


Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST7

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500



Vista generale della sezione ST7 da G1 verso G24.



Vista generale della sezione ST7 da G12 verso G24.



Vista tratto centrale (Sismografo) della sezione ST7.



Shot Point D - onde P – ST7

**SCHEMA DELLA LINEA SISMICA ST7 – VIA MASACCIO – SCANDICCI (FI)**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA (m)</b> | <b>DISTANZA<br/>INTERGEOFONICA<br/>(m)</b> | <b>QUOTA (in mslm)</b> |
|-------------------|-------------------------------------|--|------------------------|
| 1                 | 0                                   | 0.0  | 47.90                  |
| 2                 | 5                                   | 5.0  | 47.90                  |
| 3                 | 10                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 4                 | 15                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 5                 | 20                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 6                 | 25                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 7                 | 30                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 8                 | 35                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 9                 | 40                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 10                | 45                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 11                | 50                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 12                | 55                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 13                | 60                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 14                | 65                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 15                | 70                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 16                | 75                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 17                | 80                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 18                | 85                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 19                | 90                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 20                | 95                                  | 5.0  | 47.90                  |
| 21                | 100                                 | 5.0  | 47.90                  |
| 22                | 105                                 | 5.0  | 47.90                  |
| 23                | 110                                 | 5.0  | 47.90                  |
| 24                | 115                                 | 5.0  | 47.90                  |

**COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24**

| <b>COORDINATE</b> | <b>GEOFONO 1</b> | <b>GEOFONO 24</b> |
|-------------------|------------------|-------------------|
| <b>X(m)</b>       | 1675249,77       | 1675331,03        |
| <b>Y(m)</b>       | 4846374,19       | 4846462,50        |

**PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT**

| <b>SHOT POINT</b>        | <b>POSIZIONE DA G1 (m)</b> | <b>QUOTA (m)</b> |
|--------------------------|----------------------------|------------------|
| <b>A - ESTERNO SX</b>    | -35.0                      | 47.90            |
| <b>B - ESTREMO SX</b>    | - 2.50                     | 47.90            |
| <b>C - INTERMEDIO SX</b> | 27.50                      | 47.90            |
| <b>D - CENTRALE</b>      | 57.50                      | 47.90            |
| <b>E - INTERMEDIO DX</b> | 87.50                      | 47.90            |
| <b>F - ESTREMO DX</b>    | 117.50                     | 47.90            |
| <b>G - ESTREMO DX</b>    | 145.00                     | 47.90            |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST7 – VIA MASACCIO – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 3.40                                | 9.10                                |
| 2                 | 5                                       | 3.00                                | 9.30                                |
| 3                 | 10                                      | 2.90                                | 9.40                                |
| 4                 | 15                                      | 2.60                                | 9.60                                |
| 5                 | 20                                      | 2.40                                | 9.70                                |
| 6                 | 25                                      | 3.20                                | 9.90                                |
| 7                 | 30                                      | 3.80                                | 10.00                               |
| 8                 | 35                                      | 4.10                                | 9.90                                |
| 9                 | 40                                      | 4.40                                | 9.90                                |
| 10                | 45                                      | 4.10                                | 9.90                                |
| 11                | 50                                      | 3.40                                | 10.30                               |
| 12                | 55                                      | 2.80                                | 11.00                               |
| 13                | 60                                      | 2.30                                | 11.60                               |
| 14                | 65                                      | 1.90                                | 12.10                               |
| 15                | 70                                      | 1.80                                | 12.10                               |
| 16                | 75                                      | 1.90                                | 11.80                               |
| 17                | 80                                      | 1.70                                | 11.00                               |
| 18                | 85                                      | 1.70                                | 10.00                               |
| 19                | 90                                      | 2.10                                | 9.50                                |
| 20                | 95                                      | 2.80                                | 9.20                                |
| 21                | 100                                     | 3.40                                | 9.00                                |
| 22                | 105                                     | 3.60                                | 9.40                                |
| 23                | 110                                     | 3.40                                | 10.20                               |
| 24                | 115                                     | 3.50                                | 11.60                               |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST7 – VIA MASACCIO – ONDE SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.90                                | 11.70                               |
| 2                 | 5                                       | 1.90                                | 11.60                               |
| 3                 | 10                                      | 1.80                                | 11.60                               |
| 4                 | 15                                      | 2.00                                | 11.70                               |
| 5                 | 20                                      | 2.00                                | 11.80                               |
| 6                 | 25                                      | 1.90                                | 12.00                               |
| 7                 | 30                                      | 2.20                                | 12.10                               |
| 8                 | 35                                      | 3.60                                | 12.00                               |
| 9                 | 40                                      | 4.00                                | 11.70                               |
| 10                | 45                                      | 4.30                                | 11.40                               |
| 11                | 50                                      | 2.80                                | 11.40                               |
| 12                | 55                                      | 1.40                                | 11.50                               |
| 13                | 60                                      | 0.70                                | 11.80                               |
| 14                | 65                                      | 0.50                                | 12.00                               |
| 15                | 70                                      | 0.20                                | 12.00                               |
| 16                | 75                                      | 0.60                                | 11.80                               |
| 17                | 80                                      | 0.00                                | 11.60                               |
| 18                | 85                                      | 0.50                                | 11.30                               |
| 19                | 90                                      | 0.70                                | 11.20                               |
| 20                | 95                                      | 0.10                                | 11.30                               |
| 21                | 100                                     | 0.90                                | 11.50                               |
| 22                | 105                                     | 1.00                                | 11.30                               |
| 23                | 110                                     | 1.40                                | 11.30                               |
| 24                | 115                                     | 1.70                                | 11.20                               |

**TEMPI ONDE P – ST7 – Via Massaccio**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 33.00   | 8.50  | 38.00   | 52.00   | 62.00   | 80.50   | 91.00   | 47.90                        |
| 2                     | 5                       | 36.00   | 22.50   | 34.00   | 49.50   | 59.50   | 78.50   | 89.00   | 47.90                        |
| 3                     | 10                      | 37.50   | 28.50   | 31.00   | 45.50   | 57.00   | 76.00   | 86.00   | 47.90                        |
| 4                     | 15                      | 39.50   | 31.50   | 26.50   | 43.50   | 55.00   | 74.50   | 84.00   | 47.90                        |
| 5                     | 20                      | 42.50   | 34.50   | 22.00   | 40.00   | 53.50   | 72.50   | 83.00   | 47.90                        |
| 6                     | 25                      | 44.50   | 38.00   | 9.00  | 38.50   | 51.00   | 71.50   | 81.00   | 47.90                        |
| 7                     | 30                      | 48.00   | 41.50   | 9.00  | 38.00   | 48.50   | 70.00   | 79.00   | 47.90                        |
| 8                     | 35                      | 51.50   | 44.00   | 24.50   | 37.50   | 46.50   | 68.00   | 77.00   | 47.90                        |
| 9                     | 40                      | 56.50   | 50.50   | 32.50   | 36.00   | 44.00   | 66.00   | 75.00   | 47.90                        |
| 10                    | 45                      | 58.00   | 51.50   | 36.50   | 30.50   | 42.00   | 64.00   | 73.00   | 47.90                        |
| 11                    | 50                      | 58.00   | 52.00   | 37.50   | 19.50   | 39.00   | 61.00   | 70.00   | 47.90                        |
| 12                    | 55                      | 58.00   | 53.00   | 38.50   | 6.50  | 36.00   | 58.00   | 67.00   | 47.90                        |
| 13                    | 60                      | 62.00   | 54.50   | 40.00   | 10.00   | 33.00   | 55.00   | 65.00   | 47.90                        |
| 14                    | 65                      | 64.50   | 56.50   | 42.50   | 19.00   | 28.00   | 54.00   | 63.00   | 47.90                        |
| 15                    | 70                      | 66.00   | 58.50   | 44.00   | 22.50   | 24.00   | 50.00   | 60.00   | 47.90                        |
| 16                    | 75                      | 67.00   | 60.00   | 45.00   | 27.50   | 19.50   | 47.50   | 57.00   | 47.90                        |
| 17                    | 80                      | 68.00   | 61.00   | 46.50   | 30.50   | 15.50   | 43.50   | 55.00   | 47.90                        |
| 18                    | 85                      | 69.00   | 62.50   | 48.50   | 33.00   | 4.00  | 41.50   | 53.00   | 47.90                        |
| 19                    | 90                      | 71.00   | 65.00   | 51.50   | 36.50   | 4.00  | 39.50   | 51.00   | 47.90                        |
| 20                    | 95                      | 74.00   | 69.00   | 55.00   | 39.00   | 15.00   | 38.00   | 49.00   | 47.90                        |
| 21                    | 100                     | 78.00   | 73.00   | 59.00   | 42.50   | 22.00   | 34.50   | 48.00   | 47.90                        |
| 22                    | 105                     | 80.00   | 75.00   | 61.00   | 46.50   | 27.50   | 31.00   | 47.00   | 47.90                        |
| 23                    | 110                     | 83.00   | 78.00   | 65.00   | 50.00   | 31.50   | 24.00   | 46.00   | 47.90                        |
| 24                    | 115                     | 85.00   | 80.00   | 68.50   | 53.00   | 36.00   | 11.00   | 44.00   | 47.90                        |



**TEMPI ONDE SH – ST7 – Via Masaccio**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 89.00   | 16.50   | 125.00  | 182.50  | 226.00  | 282.00  | 333.00  | 47.90                        |
| 2                     | 5                       | 110.50  | 46.50   | 104.50  | 174.00  | 219.00  | 272.50  | 324.00  | 47.90                        |
| 3                     | 10                      | 125.00  | 66.00   | 82.50   | 165.50  | 211.00  | 263.50  | 314.00  | 47.90                        |
| 4                     | 15                      | 143.50  | 86.00   | 69.00   | 157.00  | 204.00  | 256.50  | 307.00  | 47.90                        |
| 5                     | 20                      | 156.00  | 103.50  | 47.50   | 151.00  | 200.00  | 252.00  | 302.50  | 47.90                        |
| 6                     | 25                      | 162.50  | 123.50  | 16.00   | 143.00  | 193.00  | 245.00  | 296.00  | 47.90                        |
| 7                     | 30                      | 170.00  | 143.00  | 14.00   | 132.00  | 184.00  | 235.50  | 286.50  | 47.90                        |
| 8                     | 35                      | 177.00  | 155.50  | 47.50   | 117.00  | 172.00  | 228.50  | 279.00  | 47.90                        |
| 9                     | 40                      | 187.00  | 161.50  | 68.00   | 93.00   | 165.00  | 220.00  | 270.00  | 47.90                        |
| 10                    | 45                      | 201.50  | 169.00  | 96.00   | 66.50   | 158.00  | 212.00  | 262.50  | 47.90                        |
| 11                    | 50                      | 207.00  | 178.00  | 117.50  | 38.00   | 141.50  | 200.50  | 250.00  | 47.90                        |
| 12                    | 55                      | 212.00  | 183.00  | 132.00  | 16.00   | 129.00  | 193.50  | 242.00  | 47.90                        |
| 13                    | 60                      | 215.00  | 188.00  | 140.00  | 20.50   | 106.00  | 182.50  | 234.00  | 47.90                        |
| 14                    | 65                      | 219.50  | 194.00  | 148.50  | 39.50   | 88.50   | 173.00  | 225.00  | 47.90                        |
| 15                    | 70                      | 226.50  | 202.00  | 160.00  | 53.50   | 70.50   | 165.00  | 217.00  | 47.90                        |
| 16                    | 75                      | 234.00  | 211.00  | 169.50  | 73.00   | 58.00   | 157.00  | 211.00  | 47.90                        |
| 17                    | 80                      | 238.50  | 216.00  | 175.00  | 89.50   | 42.50   | 143.00  | 198.00  | 47.90                        |
| 18                    | 85                      | 245.00  | 225.00  | 184.00  | 107.00  | 16.50   | 131.00  | 187.00  | 47.90                        |
| 19                    | 90                      | 252.50  | 232.50  | 191.00  | 128.50  | 16.50   | 115.50  | 182.00  | 47.90                        |
| 20                    | 95                      | 263.00  | 244.00  | 200.00  | 145.00  | 45.00   | 98.00   | 175.00  | 47.90                        |
| 21                    | 100                     | 269.00  | 260.00  | 215.00  | 160.00  | 67.00   | 86.50   | 168.00  | 47.90                        |
| 22                    | 105                     | 278.00  | 269.00  | 224.00  | 168.00  | 84.50   | 66.00   | 159.00  | 47.90                        |
| 23                    | 110                     | 284.00  | 275.00  | 230.00  | 174.00  | 96.50   | 51.00   | 150.00  | 47.90                        |
| 24                    | 115                     | 292.00  | 283.00  | 236.50  | 182.00  | 114.00  | 21.00   | 132.50  | 47.90                        |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST7 – VIA MASACCIO – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>1</sub><br/>LIVELLO 1<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>2</sub><br/>LIVELLO 2<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>3</sub><br/>LIVELLO 3<br/>(m/s)</b> |
|-------------------|---|---|---|---|
| 1                 | 0                                       | 315   | 1330  | 2350  |
| 2                 | 5                                       | 313   | 1309  | 2314  |
| 3                 | 10                                      | 311   | 1288  | 2277  |
| 4                 | 15                                      | 309   | 1267  | 2241  |
| 5                 | 20                                      | 306   | 1246  | 2205  |
| 6                 | 25                                      | 304   | 1225  | 2168  |
| 7                 | 30                                      | 302   | 1205  | 2132  |
| 8                 | 35                                      | 300   | 1184  | 2095  |
| 9                 | 40                                      | 306   | 1163  | 2059  |
| 10                | 45                                      | 313   | 1142  | 2023  |
| 11                | 50                                      | 319   | 1121  | 1986  |
| 12                | 55                                      | 325   | 1100  | 1950  |
| 13                | 60                                      | 331   | 1098  | 1975  |
| 14                | 65                                      | 338   | 1097  | 2000  |
| 15                | 70                                      | 344   | 1095  | 2025  |
| 16                | 75                                      | 350   | 1093  | 2050  |
| 17                | 80                                      | 359   | 1092  | 2075  |
| 18                | 85                                      | 368   | 1090  | 2100  |
| 19                | 90                                      | 376   | 1088  | 2125  |
| 20                | 95                                      | 385   | 1087  | 2150  |
| 21                | 100                                     | 394   | 1085  | 2175  |
| 22                | 105                                     | 403   | 1083  | 2200  |
| 23                | 110                                     | 411   | 1082  | 2225  |
| 24                | 115                                     | 420   | 1080  | 2250  |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST7 – VIA MASACCIO – ONDE SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>1</sub><br/>LIVELLO 1<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>2</sub><br/>LIVELLO 2<br/>(m/s)</b> | <b>VELOCITÀ V<sub>3</sub><br/>LIVELLO 3<br/>(m/s)</b> |
|-------------------|---|---|---|---|
| 1                 | 0                                       | 155   | 270   | 665   |
| 2                 | 5                                       | 156   | 267   | 658   |
| 3                 | 10                                      | 157   | 265   | 651   |
| 4                 | 15                                      | 158   | 262   | 645   |
| 5                 | 20                                      | 160   | 259   | 638   |
| 6                 | 25                                      | 161   | 256   | 631   |
| 7                 | 30                                      | 162   | 254   | 624   |
| 8                 | 35                                      | 165   | 251   | 617   |
| 9                 | 40                                      | 164   | 248   | 610   |
| 10                | 45                                      | 164   | 245   | 604   |
| 11                | 50                                      | 163   | 243   | 597   |
| 12                | 55                                      | 163   | 240   | 590   |
| 13                | 60                                      | 162   | 245   | 589   |
| 14                | 65                                      | 161   | 251   | 588   |
| 15                | 70                                      | 161   | 256   | 588   |
| 16                | 75                                      | 160   | 262   | 587   |
| 17                | 80                                      | 159   | 267   | 586   |
| 18                | 85                                      | 158   | 273   | 585   |
| 19                | 90                                      | 156   | 278   | 584   |
| 20                | 95                                      | 155   | 283   | 583   |
| 21                | 100                                     | 154   | 289   | 583   |
| 22                | 105                                     | 153   | 294   | 582   |
| 23                | 110                                     | 151   | 300   | 581   |
| 24                | 115                                     | 150   | 305   | 580   |

# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

## TITOLO:

### STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI

“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $V_{S30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST8  
LOCALITA' VILLA LA CAPANNACCIA - SCANDICCI (FI)”

## COMMITTENTE:

COMUNE DI SCANDICCI

## OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA



DATA:  
23 Febbraio 2012

### **TRIGEO S.N.C.**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>LINEA SISMICA ST8 - LOCALITÀ VILLA LA CAPANNACCIA</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 1 di 13             |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI.....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA.....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>  | <b>12</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Gennaio 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, nei pressi di un'area posta **località Villa La Capannaccia, SCANDICCI (FI)** (Fig. 1).



**Figura 1:** Particolare della sezione ST8.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST8 - LOCALITÀ VILLA LA CAPANNACCIA | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 3 di 13             |

“energizzazioni” (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un’ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L’acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{S30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico ST8 eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:10.000) con ubicazione del profilo sismico ST8 eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d’arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

|  |  |
|--|--|
| <b>TRIGEO SNC</b><br>VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)<br>TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117 | <a href="http://www.trigeo.it">www.trigeo.it</a><br>VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE<br>Tel/Fax 055 9062212 – CELL. 328 7213928 |
|--|--|

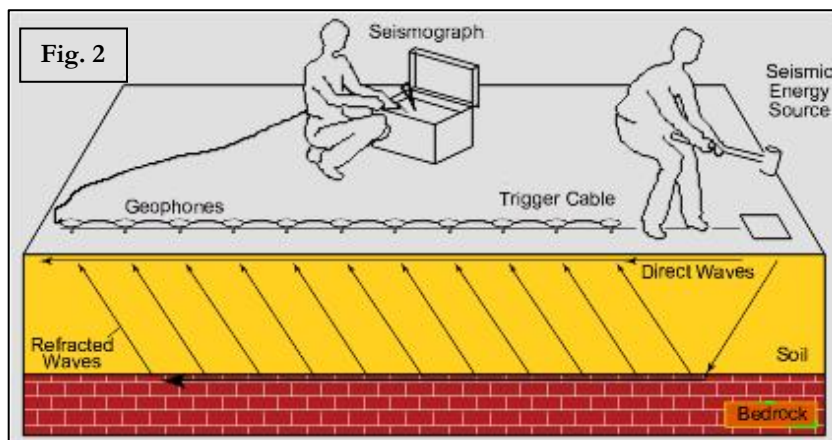
Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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 (**Fig. 2**) 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 PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel, ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". Le registrazioni

vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

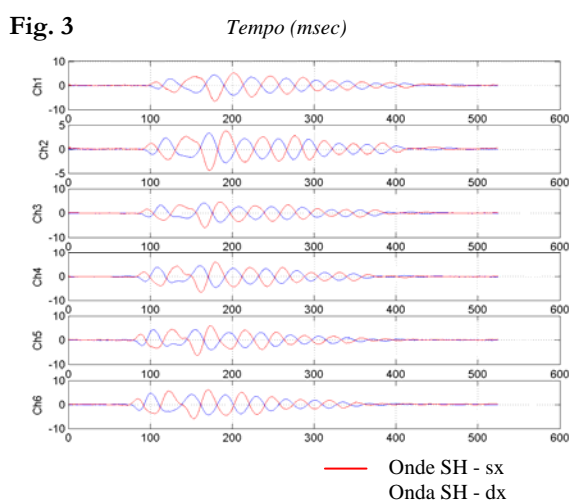
Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni “PASI” verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang; nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH.

Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (**Fig. 3**). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk 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 rifratore, 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





|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST8 - LOCALITÀ VILLA LA CAPANNACCIA | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 6 di 13             |

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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{S30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma 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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'inviluppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'inviluppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

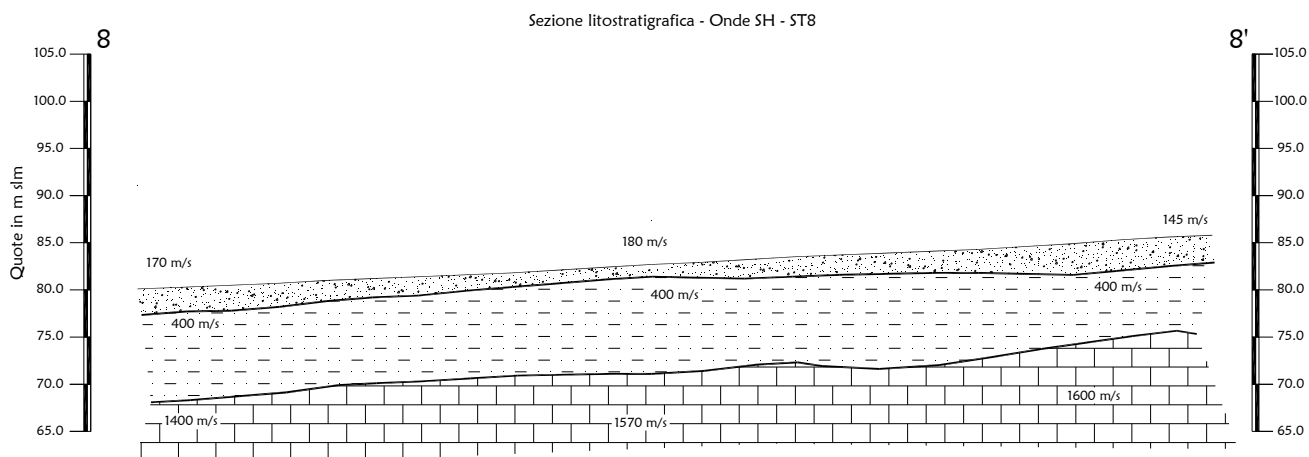
Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

#### **4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA**

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 1.00 m e 3.30 m (onde P ed onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità medie pari a ca. 10.30/11.30 m da p.c. con profondità comprese tra 8.20 m e 12.30 m (onde P ed SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 2.10 m e ca.10.50 m.

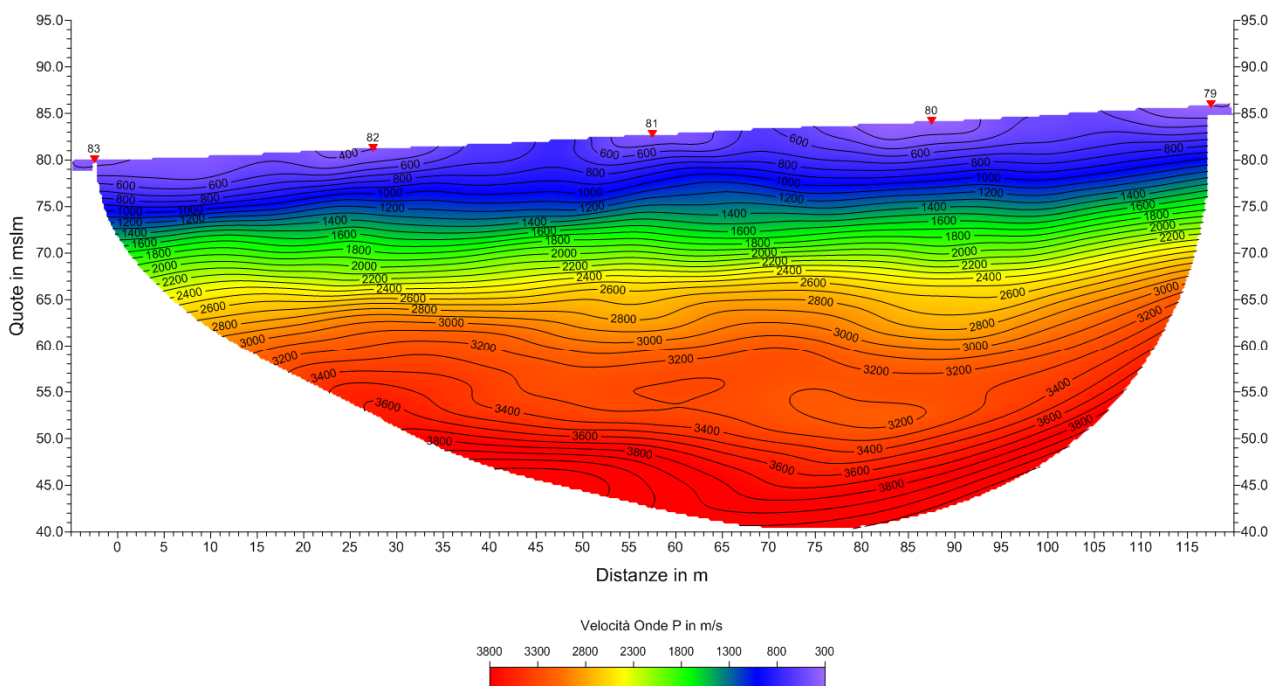
Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 315 e 355 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 145-180 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale limi argillosi, che presenta velocità comprese tra 910-990 m/s (onde P) e tra 400-500 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato roccioso, che presenta velocità comprese tra 2.925 e 2.985 m/s (onde P) e tra 1400-1600 m/s (onde SH).



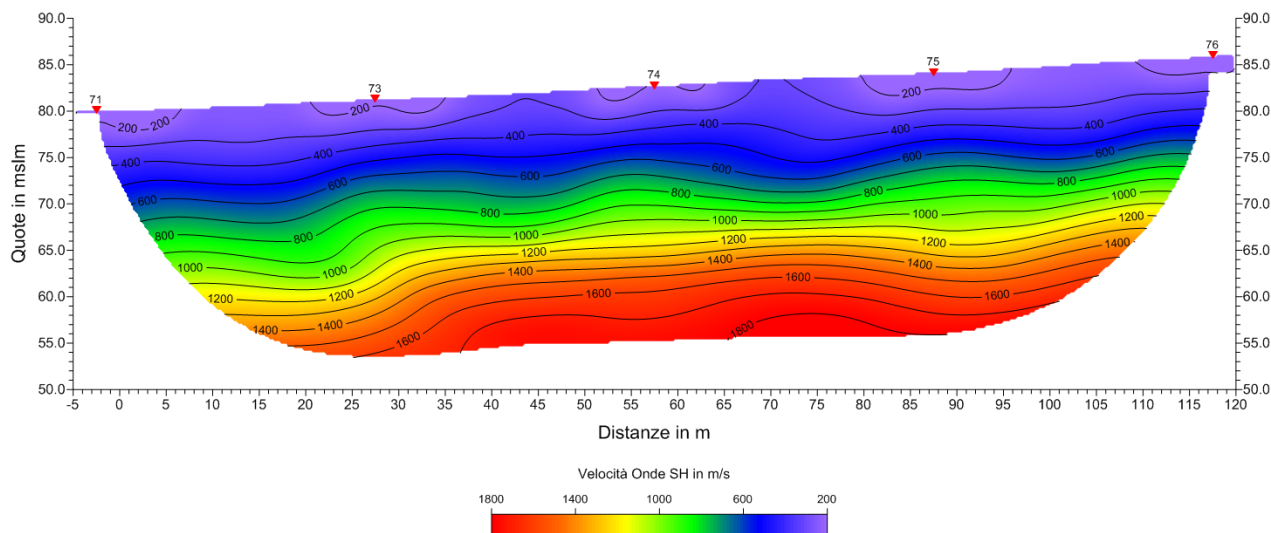
La **Sezione ST8**, effettuata in direzione SO-NE, è stata elaborata seguendo le informazioni del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.

I due rifrattori mostrano un andamento che segue mediamente la morfologia di superficie, in particolare, lo strato più superficiale presenta spessori maggiori in corrispondenza dei tratti iniziale e finale della sezione, mentre il rifrattore profondo, mostra delle lievi ondulazioni. Le lievi discordanze evidenziate tra le due sezioni elaborate possono essere anche imputabili al grado di saturazione dei materiali, che influenza il comportamento delle onde P, le quali mediamente mostrano un rifrattore principale a profondità inferiori rispetto alle onde SH.

L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH in accordo con i risultati del GRM mostra materiali più superficiali con spessori maggiori sul tratto iniziale e finale, inoltre nella



tomo in onde S il rifrattore profondo evidenziato da un raffittimento delle curve di isovelocità, mostra più ondulazioni, invece per le onde P il passaggio è più regolare e netto.



Le velocità del substrato roccioso per le onde P sono omogenee ed oscillano intorno a 2800/2900 m/s mentre per le onde Sh tendono a incrementare mediamente lungo la sezione passando da 1390 m/s (onde P) e 1600 m/s.

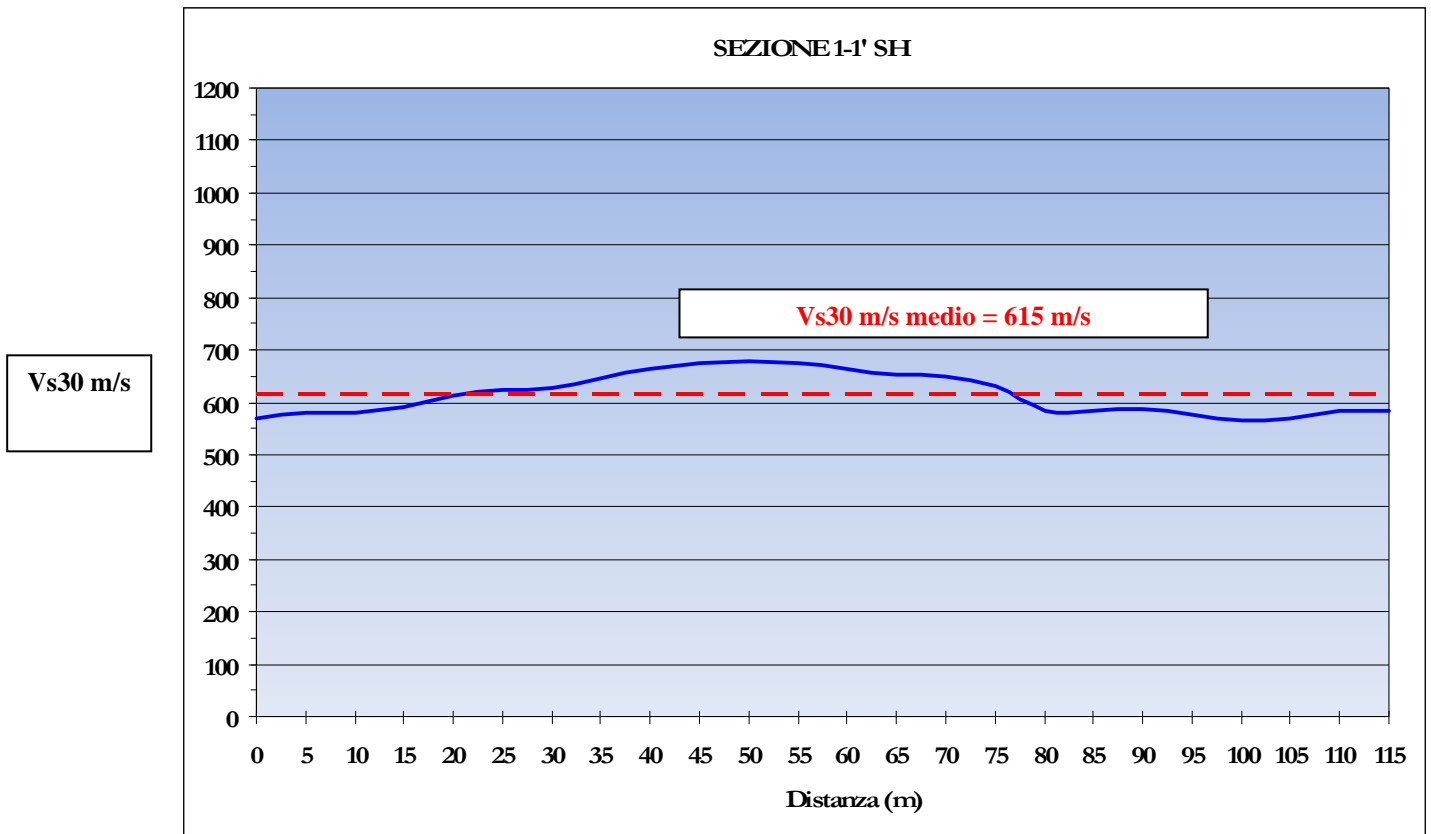
## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette **Vs30**), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. Le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione   |
|-----------|---|
| A         | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.   |
| B         | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{107,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).      |
| C         | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{107,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D         | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{107,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).                 |
| E         | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).   |
| S1        | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{v,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.   |
| S2        | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensibili o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.  |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di **Vs30** medio per la sezione ST8:

**Vs30 media= 615 m/s**



## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondità di un'area, posta in **LOC. CAPANNACCIA, SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sbbiosi) ed il livello intermedio, costituito da limi argillosi e tra quest'ultimo ed il substrato roccioso.

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>LINEA SISMICA ST8 - LOCALITÀ VILLA LA CAPANNACCIA</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 11 di 13            |

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 1.00 m e 3.30 m (onde P ed onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità medie pari a ca. 10.30/11.30 m da p.c. con profondità comprese tra 8.20 m e 12.30 m (onde P ed SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 2.10 m e ca.10.50 m;
- Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 315 e 355 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 145-180 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale limi argillosi, che presenta velocità comprese tra 910-990 m/s (onde P) e tra 400-500 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato roccioso, che presenta velocità comprese tra 2.925 e 2.985 m/s (onde P) e tra 1.400-1.600 m/s (onde SH);
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una  $V_{s30}$  mediata sui primi 30 m, pari a **615 m/s**.

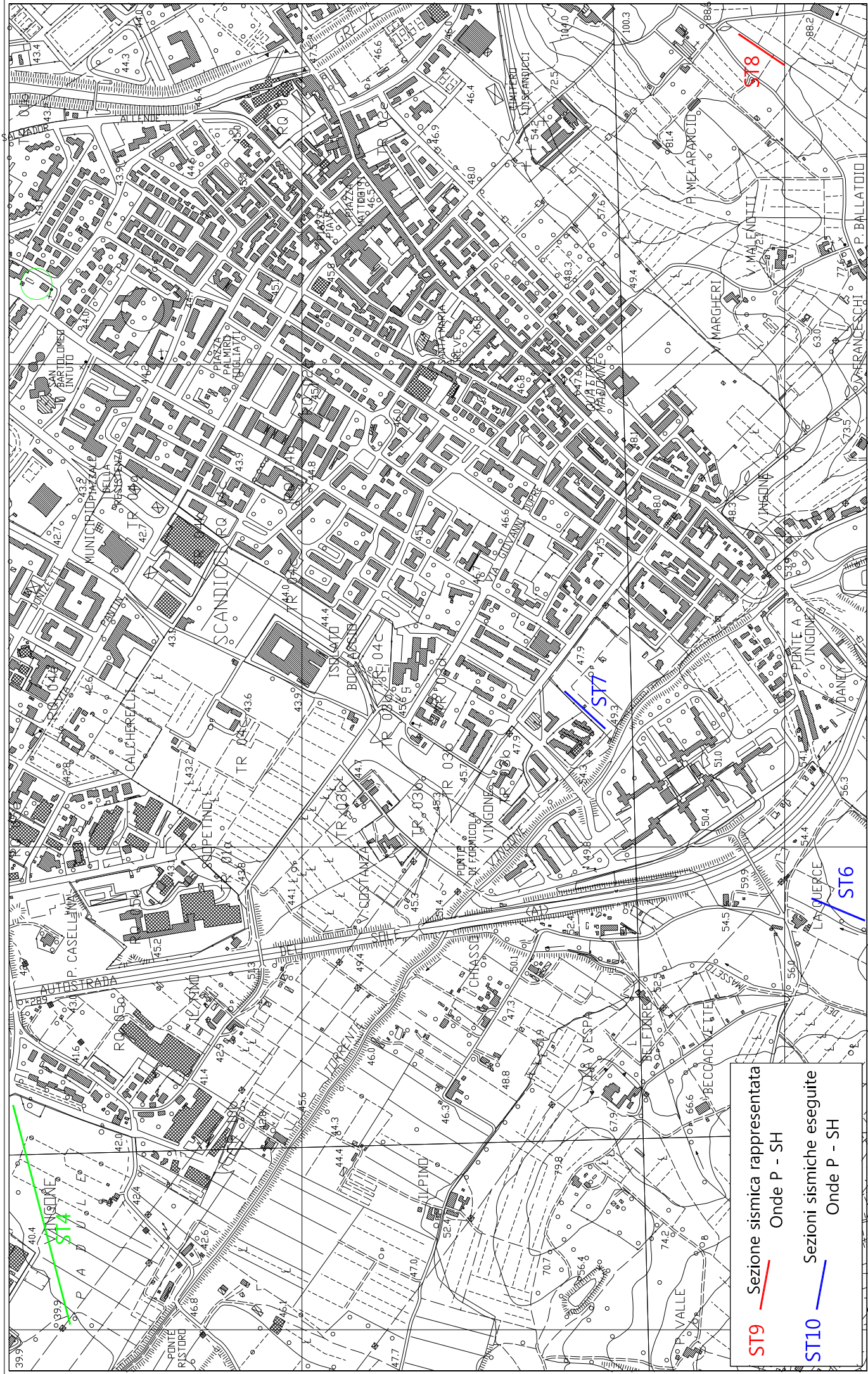
---



Firenze, lì 23/02/2012

TRIGEO SNC



## ALLEGATI



**ST9**  Sezione sismica rappresentata  
 Onde P - SH  
**ST10**  Sezioni sismiche eseguite  
 Onde P - SH

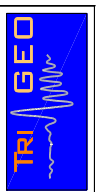
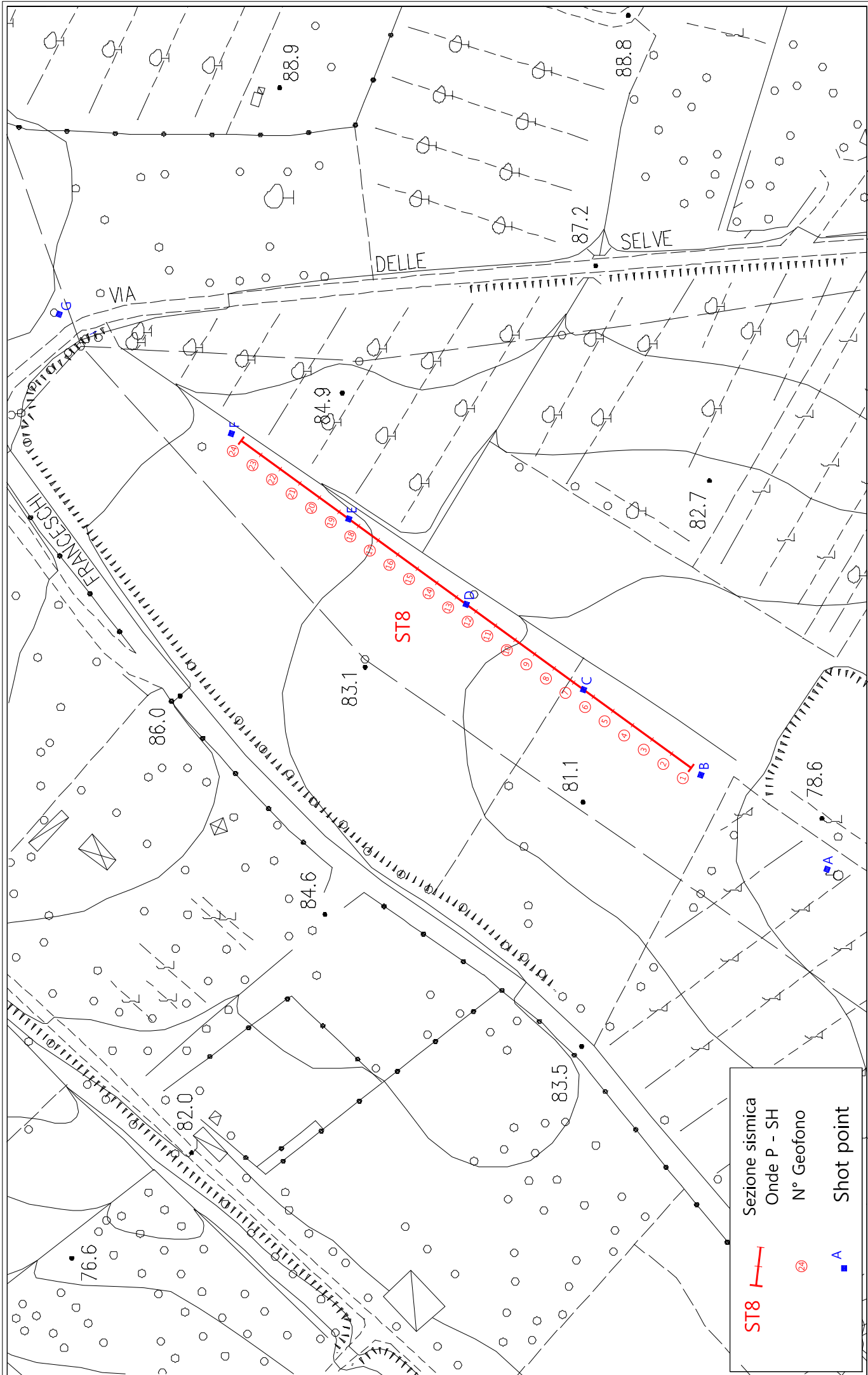


Tavola 01 - Planimetria generale - ST8 - Capannaccia

Febbraio 2012

Scala 1: 10000





|            |                 |
|------------|-----------------|
| <b>ST8</b> | Sezione sismica |
|            | Onde P - SH     |
|            | N° Geofono      |
|            | Shot point      |

Tavola 02 - Planimetria di dettaglio - ST8 - Capannaccia

Febbraio 2012

Scala 1: 1000

# Dromocrone

- Shot Point (-35m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+45m)

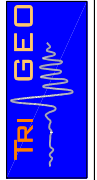
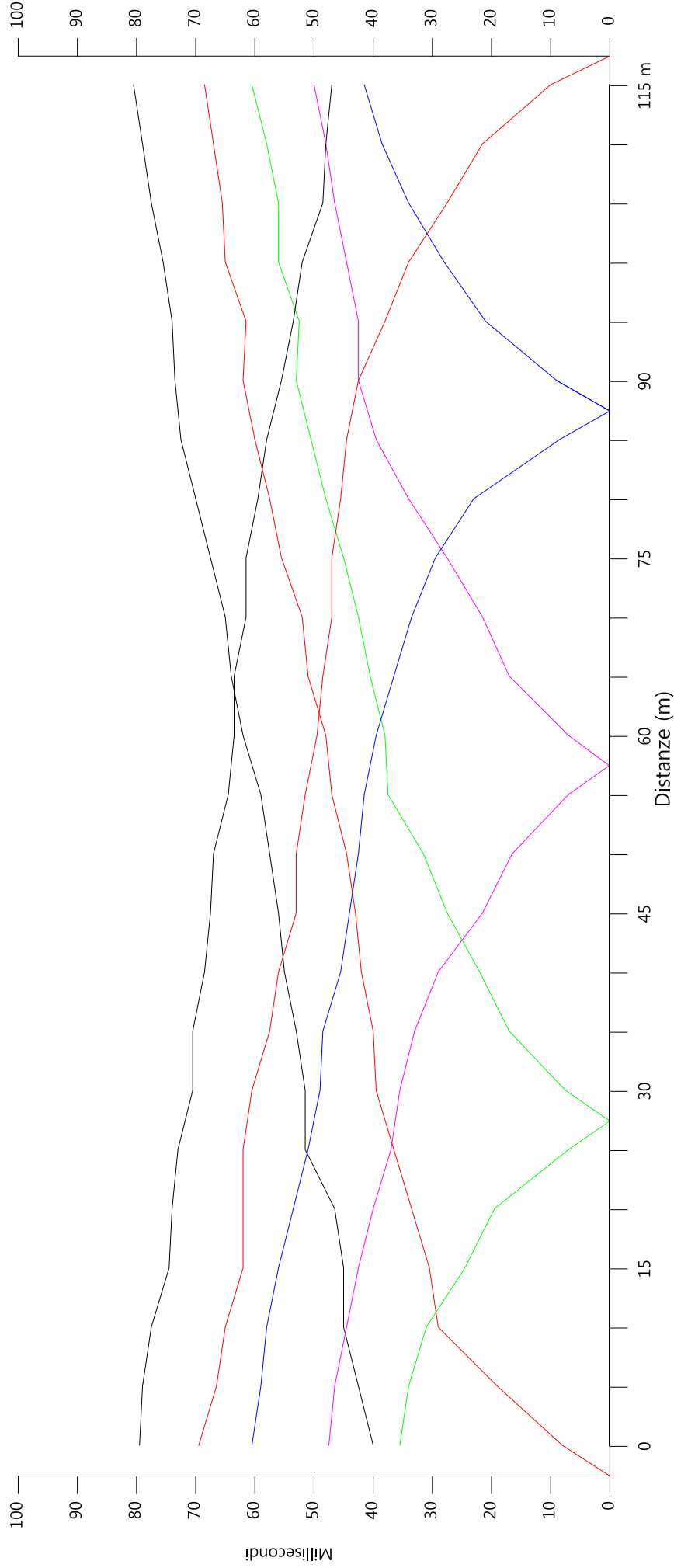
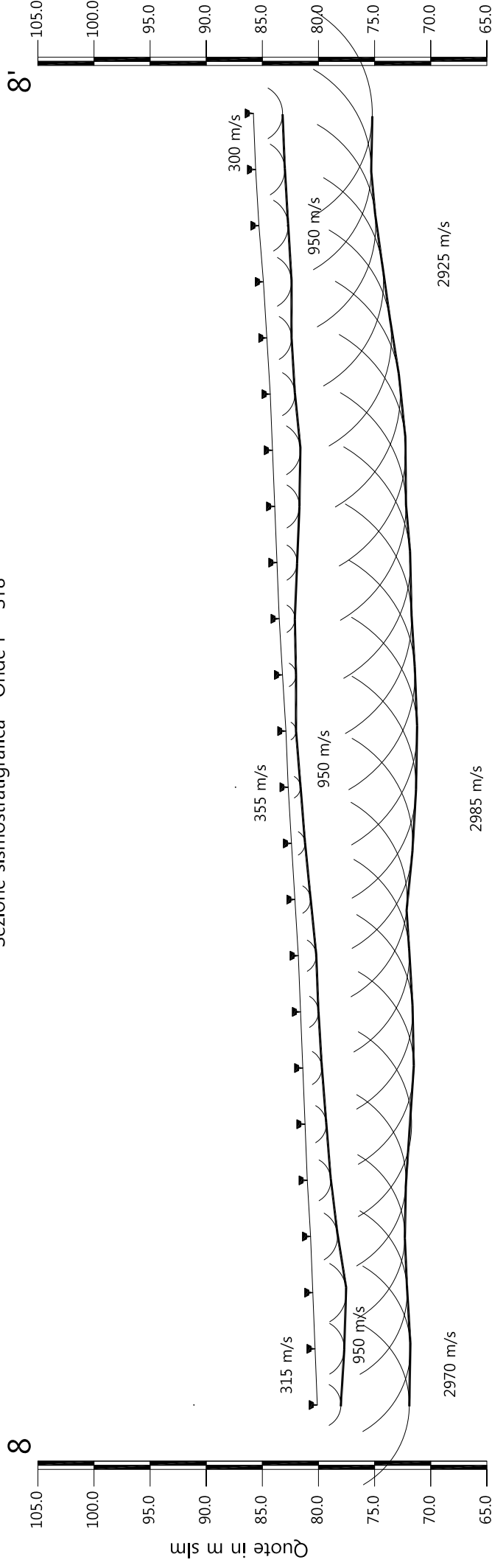


Tavola 03 - Dromocrone - Onde P - ST8

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST8



| Numero geofono | Distanza (m) | Quote in m slm | Profondità da p.c. Livello 1 (m) | Profondità da p.c. Livello 2 (m) |
|----------------|--------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0              | 80.10        | 2.40           | 80.10                            | 8.20                             |
| 1              | 80.30        | 2.40           | 80.30                            | 8.50                             |
| 2              | 80.50        | 2.50           | 80.50                            | 8.40                             |
| 3              | 80.70        | 2.20           | 80.70                            | 8.40                             |
| 4              | 80.70        | 2.20           | 80.70                            | 8.40                             |
| 5              | 81.00        | 2.10           | 81.00                            | 8.80                             |
| 6              | 81.20        | 1.90           | 81.20                            | 9.50                             |
| 7              | 81.40        | 1.70           | 81.40                            | 9.90                             |
| 8              | 81.60        | 1.50           | 81.60                            | 10.00                            |
| 9              | 81.80        | 1.80           | 81.80                            | 9.90                             |
| 10             | 82.10        | 1.60           | 82.10                            | 10.00                            |
| 11             | 82.40        | 1.40           | 82.40                            | 10.80                            |
| 12             | 82.70        | 1.20           | 82.70                            | 11.40                            |
| 13             | 82.90        | 1.00           | 82.90                            | 11.70                            |
| 14             | 83.20        | 1.30           | 83.20                            | 11.80                            |
| 15             | 83.50        | 1.50           | 83.50                            | 11.80                            |
| 16             | 83.70        | 1.90           | 83.70                            | 11.90                            |
| 17             | 83.90        | 2.30           | 83.90                            | 11.70                            |
| 18             | 84.10        | 2.60           | 84.10                            | 11.90                            |
| 19             | 84.30        | 2.30           | 84.30                            | 11.60                            |
| 20             | 84.60        | 2.30           | 84.60                            | 11.10                            |
| 21             | 84.90        | 2.60           | 84.90                            | 10.70                            |
| 22             | 85.30        | 2.70           | 85.30                            | 10.40                            |
| 23             | 85.60        | 2.70           | 85.60                            | 10.30                            |
| 24             | 85.80        | 2.70           | 85.80                            | 10.60                            |

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

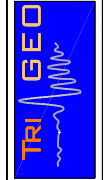


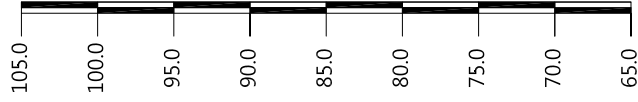
Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST8

Febbraio 2012

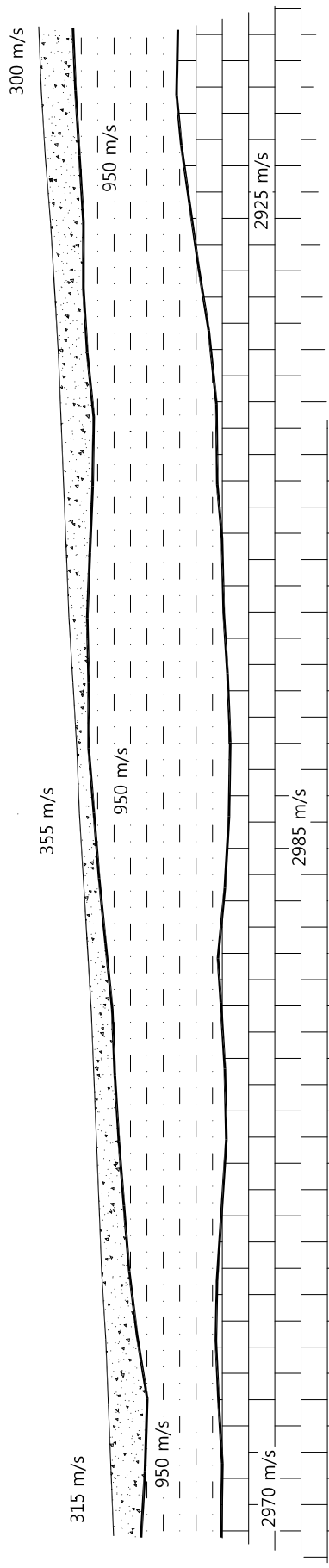
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde P - ST8

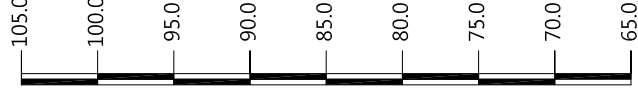
8







Quote in m slm



8'



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio limi argillosi
-  Substrato roccioso  
Formazione di Monte Morello (MLL)



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 04 - Sezione litostratigrafica - Onde P - ST8

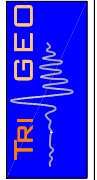
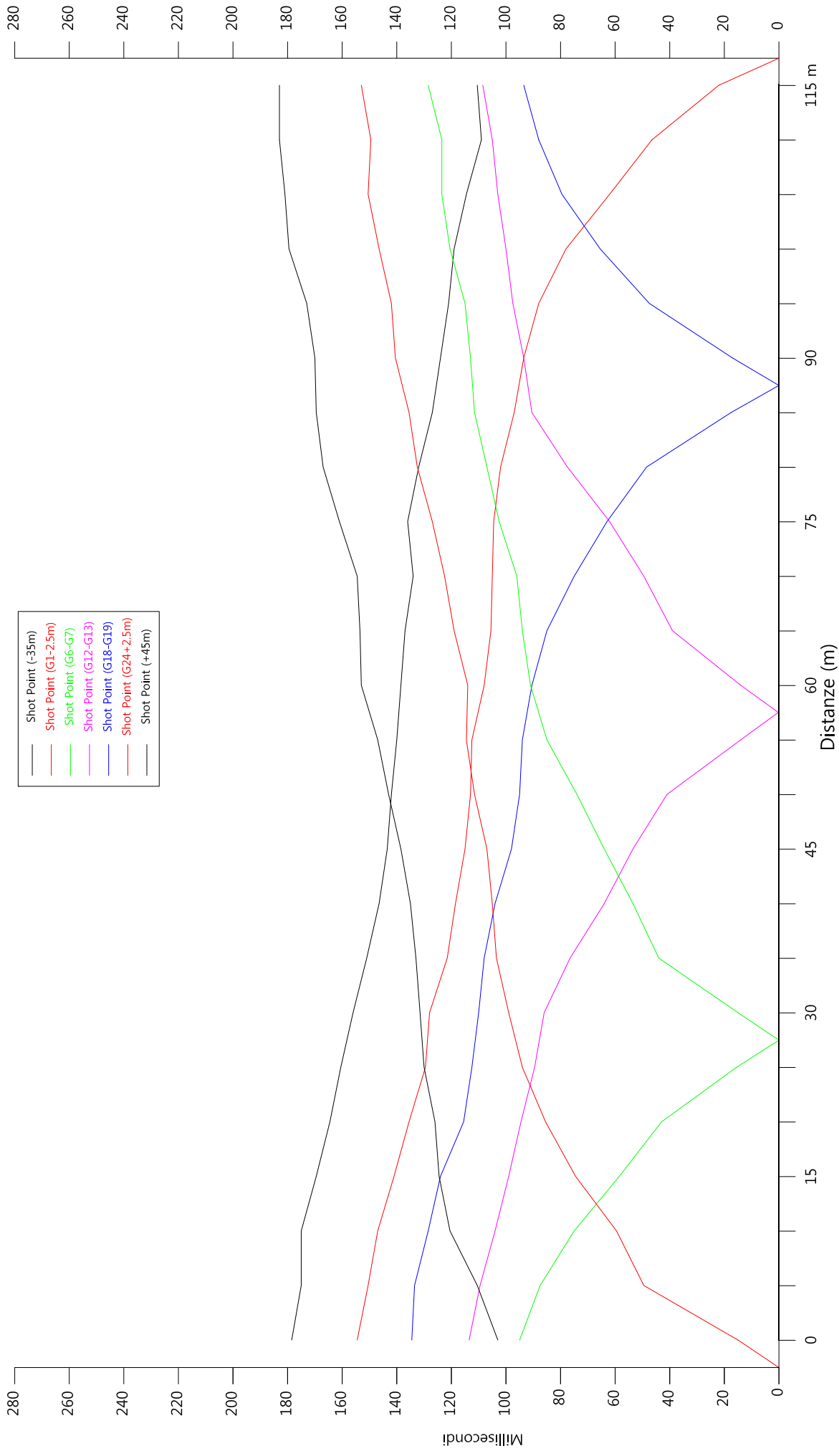
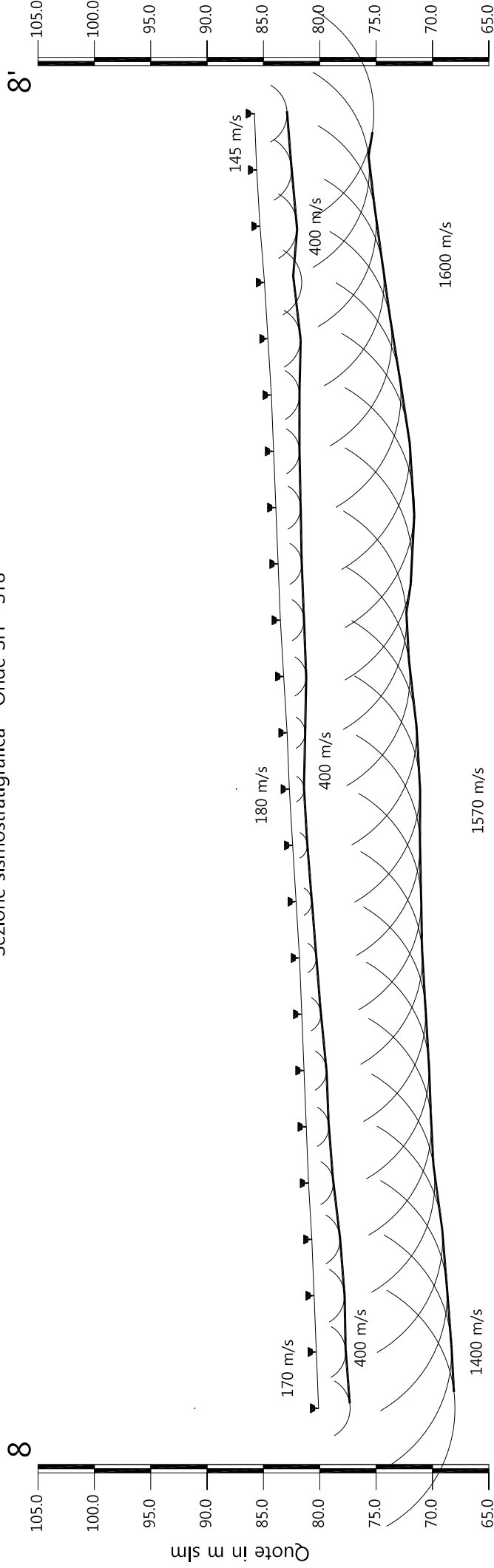


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST8

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST8



| Numero geofono | Distanza (m) | Quote in m slm | Profondità da p.c. Livello 1 (m) | Profondità da p.c. Livello 2 (m) |
|----------------|--------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1              | 80.10        | 2.80           | 12.10                            | 12.10                            |
| 2              | 80.30        | 2.60           | 12.00                            | 12.00                            |
| 3              | 80.50        | 2.70           | 11.80                            | 11.80                            |
| 4              | 80.70        | 2.50           | 11.60                            | 11.60                            |
| 5              | 81.00        | 2.20           | 11.20                            | 11.20                            |
| 6              | 81.20        | 2.00           | 11.10                            | 11.10                            |
| 7              | 81.40        | 2.00           | 11.10                            | 11.10                            |
| 8              | 81.60        | 1.70           | 11.00                            | 11.00                            |
| 9              | 81.80        | 1.50           | 10.90                            | 10.90                            |
| 10             | 82.10        | 1.40           | 11.10                            | 11.10                            |
| 11             | 82.40        | 1.30           | 11.30                            | 11.30                            |
| 12             | 82.70        | 1.30           | 11.60                            | 11.60                            |
| 13             | 82.90        | 1.60           | 11.50                            | 11.50                            |
| 14             | 83.20        | 2.00           | 11.20                            | 11.20                            |
| 15             | 83.50        | 2.10           | 11.20                            | 11.20                            |
| 16             | 83.70        | 2.10           | 11.90                            | 11.90                            |
| 17             | 83.90        | 2.20           | 12.30                            | 12.30                            |
| 18             | 84.10        | 2.30           | 12.10                            | 12.10                            |
| 19             | 84.30        | 2.50           | 11.50                            | 11.50                            |
| 20             | 84.60        | 2.90           | 11.00                            | 11.00                            |
| 21             | 84.90        | 3.30           | 10.60                            | 10.60                            |
| 22             | 85.30        | 3.30           | 10.30                            | 10.30                            |
| 23             | 85.60        | 3.10           | 10.00                            | 10.00                            |
| 24             | 85.80        | 2.90           | 10.60                            | 10.60                            |

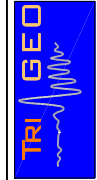
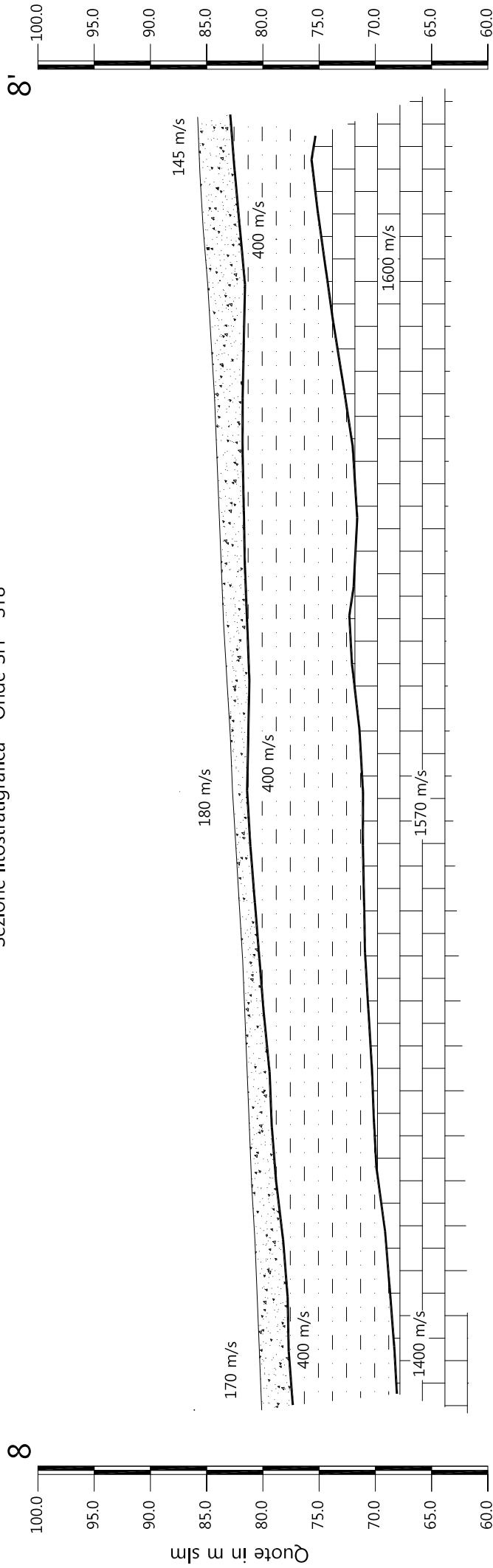


Tavola 07 - Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST8





Febbraio 2012

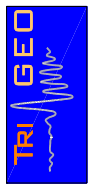
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST8



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Livello intermedio limi argillosi
-  Substrato roccioso Formazione di Monte Morello (MLL)



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 08 - Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST8

Sezione tomografica - Onde P - ST8

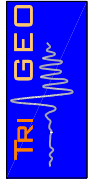
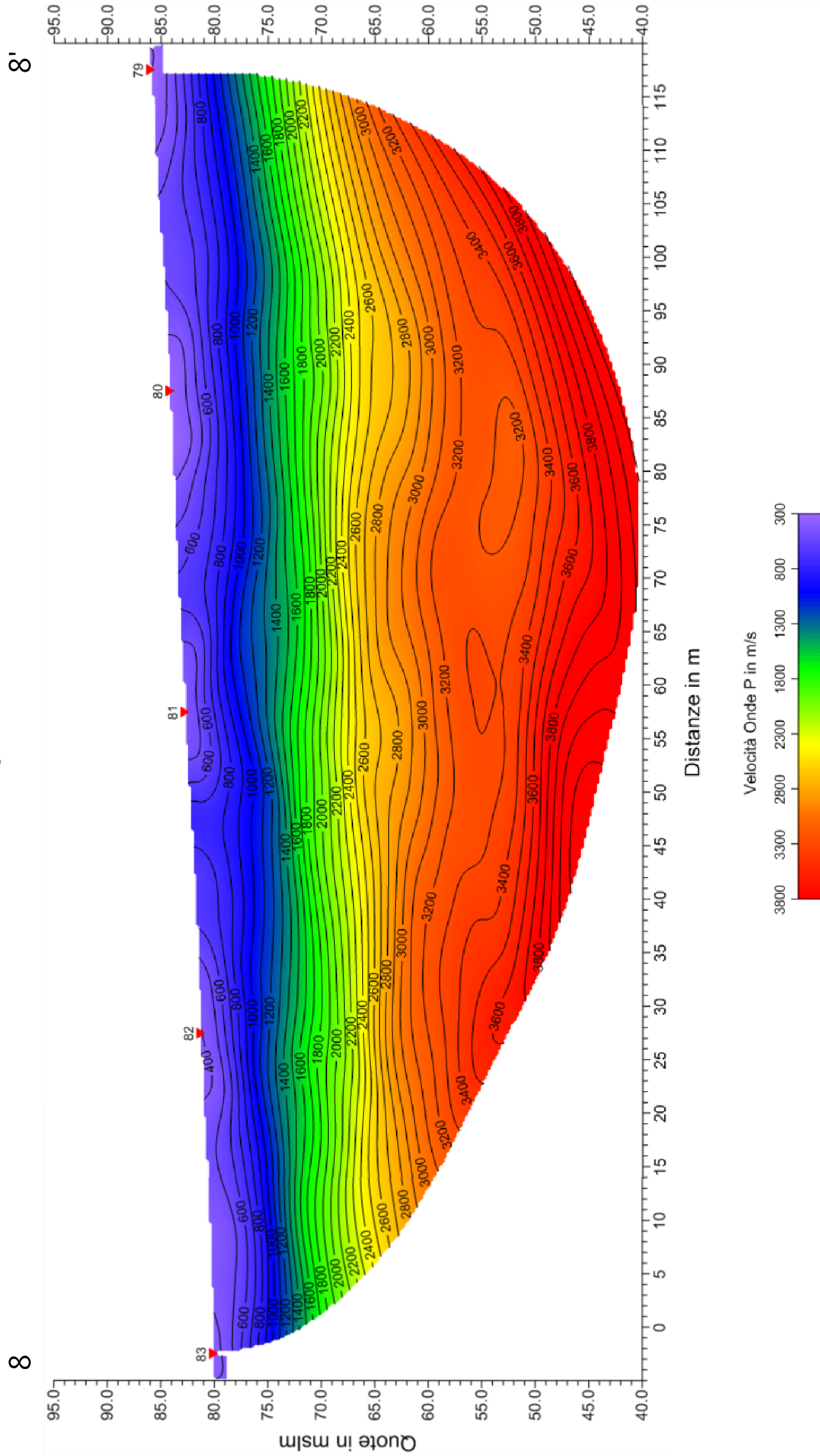


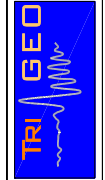
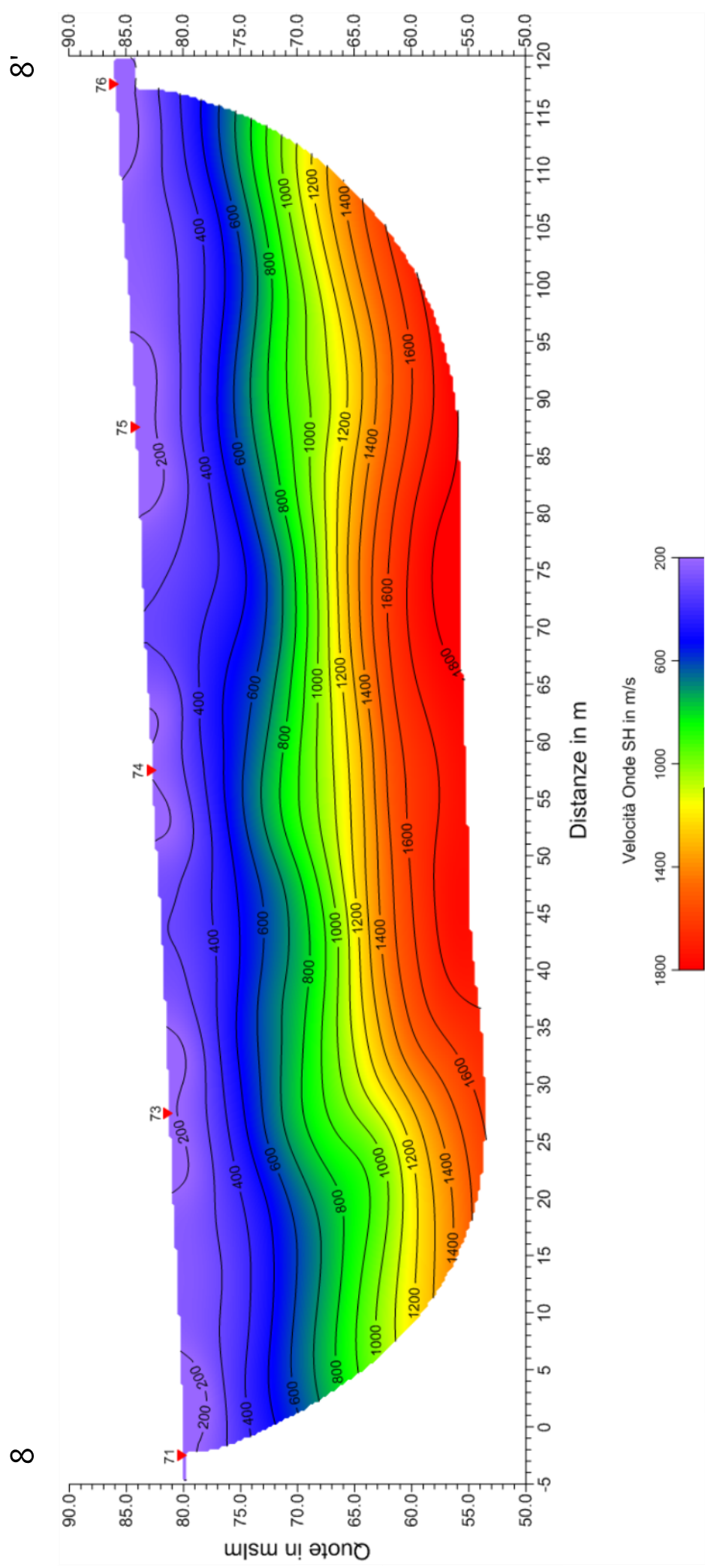
Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST8

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500



Sezione tomografica - Onde SH - ST8



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST8



Vista generale della sezione ST8 da G1 verso G24.



Shot Point B - onde SH – ST8



Shot Point A - onde SH – ST8



Vista generale della sezione ST8 dal colpo G



Shot Point F - onde SH – ST8



Shot Point D - onde P – ST8



Shot Point C - onde P – ST8

**SCHEMA DELLA LINEA SISMICA ST8 – CAPANNACCIA – SCANDICCI (FI)**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA (m) | DISTANZA<br>INTERGEOFONICA<br>(m) | QUOTA (in mslm) |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1          | 0                           | 0.0                               | 80.10           |
| 2          | 5                           | 5.0                               | 80.30           |
| 3          | 10                          | 5.0                               | 80.50           |
| 4          | 15                          | 5.0                               | 80.70           |
| 5          | 20                          | 5.0                               | 81.00           |
| 6          | 25                          | 5.0                               | 81.20           |
| 7          | 30                          | 5.0                               | 81.40           |
| 8          | 35                          | 5.0                               | 81.60           |
| 9          | 40                          | 5.0                               | 81.80           |
| 10         | 45                          | 5.0                               | 82.10           |
| 11         | 50                          | 5.0                               | 82.40           |
| 12         | 55                          | 5.0                               | 82.70           |
| 13         | 60                          | 5.0                               | 82.90           |
| 14         | 65                          | 5.0                               | 83.20           |
| 15         | 70                          | 5.0                               | 83.50           |
| 16         | 75                          | 5.0                               | 83.70           |
| 17         | 80                          | 5.0                               | 83.90           |
| 18         | 85                          | 5.0                               | 84.10           |
| 19         | 90                          | 5.0                               | 84.30           |
| 20         | 95                          | 5.0                               | 84.60           |
| 21         | 100                         | 5.0                               | 84.90           |
| 22         | 105                         | 5.0                               | 85.30           |
| 23         | 110                         | 5.0                               | 85.60           |
| 24         | 115                         | 5.0                               | 85.80           |

**COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24**

| COORDINATE | GEOFONO 1  | GEOFONO 24 |
|------------|------------|------------|
| X(m)       | 1676614,70 | 1676685    |
| Y(m)       | 4846004,29 | 4846101,00 |

**PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT – ST8 – CAPANNACCIA**

| SHOT POINT               | POSIZIONE DA G1 (m) | QUOTA (m) |
|--------------------------|---------------------|-----------|
| <b>A - ESTERNO SX</b>    | -35.0               | 79.00     |
| <b>B - ESTREMO SX</b>    | - 2.50              | 80.00     |
| <b>C - INTERMEDIO SX</b> | 27.50               | 81.40     |
| <b>D - CENTRALE</b>      | 57.50               | 82.80     |
| <b>E - INTERMEDIO DX</b> | 87.50               | 84.40     |
| <b>F - ESTREMO DX</b>    | 117.50              | 85.80     |
| <b>G - ESTREMO DX</b>    | 160.00              | 88.00     |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST8 – CAPANNACCIA – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 2.40                                | 8.20                                |
| 2                 | 5                                       | 2.40                                | 8.50                                |
| 3                 | 10                                      | 2.50                                | 8.40                                |
| 4                 | 15                                      | 2.20                                | 8.40                                |
| 5                 | 20                                      | 2.10                                | 8.80                                |
| 6                 | 25                                      | 1.90                                | 9.50                                |
| 7                 | 30                                      | 1.70                                | 9.90                                |
| 8                 | 35                                      | 1.50                                | 10.00                               |
| 9                 | 40                                      | 1.80                                | 9.90                                |
| 10                | 45                                      | 1.60                                | 10.00                               |
| 11                | 50                                      | 1.40                                | 10.80                               |
| 12                | 55                                      | 1.20                                | 11.40                               |
| 13                | 60                                      | 1.00                                | 11.70                               |
| 14                | 65                                      | 1.30                                | 11.80                               |
| 15                | 70                                      | 1.50                                | 11.80                               |
| 16                | 75                                      | 1.90                                | 11.90                               |
| 17                | 80                                      | 2.30                                | 11.70                               |
| 18                | 85                                      | 2.60                                | 11.90                               |
| 19                | 90                                      | 2.30                                | 11.60                               |
| 20                | 95                                      | 2.30                                | 11.10                               |
| 21                | 100                                     | 2.60                                | 10.70                               |
| 22                | 105                                     | 2.70                                | 10.40                               |
| 23                | 110                                     | 2.70                                | 10.30                               |
| 24                | 115                                     | 2.70                                | 10.60                               |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST8 – CAPANNACCIA – ONDE SH**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 2.80                                | 12.10                               |
| 2                 | 5                                       | 2.60                                | 12.00                               |
| 3                 | 10                                      | 2.70                                | 11.80                               |
| 4                 | 15                                      | 2.50                                | 11.60                               |
| 5                 | 20                                      | 2.20                                | 11.20                               |
| 6                 | 25                                      | 2.00                                | 11.10                               |
| 7                 | 30                                      | 2.00                                | 11.10                               |
| 8                 | 35                                      | 1.70                                | 11.00                               |
| 9                 | 40                                      | 1.50                                | 10.90                               |
| 10                | 45                                      | 1.40                                | 11.10                               |
| 11                | 50                                      | 1.30                                | 11.30                               |
| 12                | 55                                      | 1.30                                | 11.60                               |
| 13                | 60                                      | 1.60                                | 11.50                               |
| 14                | 65                                      | 2.00                                | 11.20                               |
| 15                | 70                                      | 2.10                                | 11.20                               |
| 16                | 75                                      | 2.10                                | 11.90                               |
| 17                | 80                                      | 2.20                                | 12.30                               |
| 18                | 85                                      | 2.30                                | 12.10                               |
| 19                | 90                                      | 2.50                                | 11.50                               |
| 20                | 95                                      | 2.90                                | 11.00                               |
| 21                | 100                                     | 3.30                                | 10.60                               |
| 22                | 105                                     | 3.30                                | 10.30                               |
| 23                | 110                                     | 3.10                                | 10.00                               |
| 24                | 115                                     | 2.90                                | 10.60                               |



**TEMPI ONDE P – ST8 - CAPANNACCIA**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 36.00   | 8.00  | 35.50   | 47.50   | 60.50   | 69.50   | 79.50   | 80.10                        |
| 2                     | 5                       | 38.50   | 19.00   | 34.00   | 46.50   | 59.00   | 66.50   | 79.00   | 80.30                        |
| 3                     | 10                      | 41.00   | 29.00   | 31.00   | 44.50   | 58.00   | 65.00   | 77.50   | 80.50                        |
| 4                     | 15                      | 41.00   | 30.50   | 24.50   | 42.50   | 56.00   | 62.00   | 74.50   | 80.70                        |
| 5                     | 20                      | 42.50   | 33.50   | 19.50   | 40.00   | 53.50   | 62.00   | 74.00   | 81.00                        |
| 6                     | 25                      | 45.50   | 36.50   | 7.00  | 37.00   | 51.00   | 62.00   | 73.00   | 81.20                        |
| 7                     | 30                      | 47.50   | 39.50   | 7.50  | 35.50   | 49.00   | 60.50   | 70.50   | 81.40                        |
| 8                     | 35                      | 49.00   | 40.00   | 17.00   | 33.00   | 48.50   | 57.50   | 70.50   | 81.60                        |
| 9                     | 40                      | 49.00   | 42.00   | 22.00   | 29.00   | 45.50   | 56.00   | 68.50   | 81.80                        |
| 10                    | 45                      | 52.00   | 43.00   | 27.50   | 21.50   | 44.00   | 53.00   | 67.50   | 82.10                        |
| 11                    | 50                      | 53.50   | 44.50   | 31.50   | 16.50   | 42.50   | 53.00   | 67.00   | 82.40                        |
| 12                    | 55                      | 55.00   | 47.00   | 37.50   | 7.00  | 41.50   | 51.50   | 64.50   | 82.70                        |
| 13                    | 60                      | 57.50   | 48.00   | 38.00   | 7.00  | 39.50   | 49.50   | 63.50   | 82.90                        |
| 14                    | 65                      | 59.00   | 51.00   | 40.50   | 17.00   | 36.50   | 48.50   | 63.50   | 83.20                        |
| 15                    | 70                      | 60.00   | 52.00   | 42.50   | 21.50   | 33.50   | 47.00   | 61.50   | 83.50                        |
| 16                    | 75                      | 62.50   | 55.50   | 45.00   | 27.50   | 29.50   | 47.00   | 61.50   | 83.70                        |
| 17                    | 80                      | 62.50   | 57.50   | 48.00   | 34.00   | 23.00   | 45.50   | 59.50   | 83.90                        |
| 18                    | 85                      | 67.50   | 60.00   | 50.50   | 39.50   | 8.50  | 44.50   | 58.00   | 84.10                        |
| 19                    | 90                      | 68.50   | 62.00   | 53.00   | 42.50   | 9.00  | 42.50   | 55.50   | 84.30                        |
| 20                    | 95                      | 69.00   | 61.50   | 52.50   | 42.50   | 21.00   | 38.00   | 53.50   | 84.60                        |
| 21                    | 100                     | 70.50   | 65.00   | 56.00   | 44.50   | 28.00   | 34.00   | 52.00   | 84.90                        |
| 22                    | 105                     | 72.50   | 65.50   | 56.00   | 46.50   | 34.00   | 27.50   | 48.50   | 85.30                        |
| 23                    | 110                     | 74.00   | 67.00   | 58.00   | 48.00   | 38.50   | 21.50   | 48.00   | 85.60                        |
| 24                    | 115                     | 75.50   | 68.50   | 60.50   | 50.00   | 41.50   | 10.00   | 47.00   | 85.80                        |

**TEMPI ONDE SH – ST8 - CAPANNACCIA**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 103.00  | 15.00   | 95.00   | 113.50  | 134.50  | 154.50  | 178.50  | 80.10                        |
| 2                     | 5                       | 110.50  | 49.50   | 87.50   | 109.50  | 133.50  | 150.50  | 175.00  | 80.30                        |
| 3                     | 10                      | 120.50  | 59.50   | 75.00   | 104.00  | 128.50  | 147.00  | 175.00  | 80.50                        |
| 4                     | 15                      | 124.50  | 74.50   | 58.50   | 99.00   | 124.00  | 141.00  | 169.50  | 80.70                        |
| 5                     | 20                      | 126.00  | 85.50   | 43.00   | 94.50   | 115.50  | 135.50  | 164.50  | 81.00                        |
| 6                     | 25                      | 130.00  | 94.00   | 15.50   | 89.50   | 112.50  | 129.50  | 160.50  | 81.20                        |
| 7                     | 30                      | 131.50  | 99.00   | 15.00   | 86.00   | 110.00  | 128.00  | 156.00  | 81.40                        |
| 8                     | 35                      | 133.00  | 103.50  | 44.00   | 76.50   | 108.00  | 121.50  | 151.00  | 81.60                        |
| 9                     | 40                      | 135.00  | 105.00  | 53.50   | 64.00   | 104.00  | 118.50  | 146.50  | 81.80                        |
| 10                    | 45                      | 138.50  | 107.00  | 64.00   | 53.50   | 98.00   | 115.00  | 143.50  | 82.10                        |
| 11                    | 50                      | 143.00  | 111.50  | 74.00   | 41.00   | 95.00   | 113.00  | 142.00  | 82.40                        |
| 12                    | 55                      | 147.00  | 114.50  | 85.00   | 14.00   | 94.00   | 112.50  | 140.00  | 82.70                        |
| 13                    | 60                      | 153.00  | 114.00  | 91.00   | 14.00   | 90.50   | 108.00  | 138.50  | 82.90                        |
| 14                    | 65                      | 153.50  | 119.00  | 94.00   | 39.00   | 85.00   | 105.50  | 137.00  | 83.20                        |
| 15                    | 70                      | 154.50  | 122.50  | 96.00   | 49.50   | 75.00   | 105.00  | 134.00  | 83.50                        |
| 16                    | 75                      | 161.00  | 127.00  | 102.50  | 62.00   | 63.00   | 104.50  | 136.00  | 83.70                        |
| 17                    | 80                      | 167.00  | 132.50  | 107.00  | 77.50   | 48.50   | 102.00  | 132.00  | 83.90                        |
| 18                    | 85                      | 169.50  | 135.50  | 111.50  | 90.50   | 17.50   | 97.00   | 127.00  | 84.10                        |
| 19                    | 90                      | 170.00  | 140.50  | 113.00  | 93.50   | 17.00   | 93.50   | 124.00  | 84.30                        |
| 20                    | 95                      | 173.00  | 142.00  | 115.00  | 97.50   | 47.50   | 88.00   | 121.00  | 84.60                        |
| 21                    | 100                     | 179.50  | 146.50  | 120.50  | 100.00  | 65.50   | 78.00   | 119.00  | 84.90                        |
| 22                    | 105                     | 181.00  | 150.50  | 123.50  | 103.00  | 79.50   | 62.00   | 114.50  | 85.30                        |
| 23                    | 110                     | 183.00  | 149.50  | 123.50  | 105.00  | 88.00   | 46.50   | 109.00  | 85.60                        |
| 24                    | 115                     | 183.00  | 153.00  | 128.50  | 108.50  | 93.50   | 22.00   | 110.50  | 85.80                        |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST8 - CAPANNACCIA – ONDE P**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 315   | 950   | 2966  |
| 2          | 5                              | 367   | 943   | 2965  |
| 3          | 10                             | 334   | 925   | 2965  |
| 4          | 15                             | 381   | 908   | 2964  |
| 5          | 20                             | 379   | 991   | 2966  |
| 6          | 25                             | 370   | 974   | 2970  |
| 7          | 30                             | 353   | 956   | 2974  |
| 8          | 35                             | 350   | 939   | 2976  |
| 9          | 40                             | 351   | 922   | 2975  |
| 10         | 45                             | 353   | 905   | 2984  |
| 11         | 50                             | 354   | 987   | 2996  |
| 12         | 55                             | 355   | 970   | 3007  |
| 13         | 60                             | 356   | 905   | 3001  |
| 14         | 65                             | 358   | 940   | 2985  |
| 15         | 70                             | 359   | 975   | 2965  |
| 16         | 75                             | 300   | 910   | 2954  |
| 17         | 80                             | 300   | 945   | 2950  |
| 18         | 85                             | 300   | 980   | 2951  |
| 19         | 90                             | 300   | 915   | 2944  |
| 20         | 95                             | 320   | 950   | 2930  |
| 21         | 100                            | 310   | 985   | 2913  |
| 22         | 105                            | 320   | 920   | 2902  |
| 23         | 110                            | 330   | 955   | 2898  |
| 24         | 115                            | 330   | 990   | 2897  |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST8 - CAPANNACCIA – ONDE SH**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 170   | 410   | 1389  |
| 2          | 5                              | 178   | 407   | 1390  |
| 3          | 10                             | 176   | 405   | 1390  |
| 4          | 15                             | 174   | 402   | 1390  |
| 5          | 20                             | 171   | 499   | 1392  |
| 6          | 25                             | 179   | 496   | 1401  |
| 7          | 30                             | 177   | 494   | 1422  |
| 8          | 35                             | 175   | 491   | 1451  |
| 9          | 40                             | 176   | 488   | 1487  |
| 10         | 45                             | 176   | 485   | 1526  |
| 11         | 50                             | 177   | 483   | 1563  |
| 12         | 55                             | 178   | 480   | 1587  |
| 13         | 60                             | 188   | 484   | 1594  |
| 14         | 65                             | 189   | 488   | 1594  |
| 15         | 70                             | 189   | 493   | 1600  |
| 16         | 75                             | 180   | 497   | 1610  |
| 17         | 80                             | 186   | 401   | 1617  |
| 18         | 85                             | 183   | 405   | 1617  |
| 19         | 90                             | 189   | 409   | 1610  |
| 20         | 95                             | 185   | 413   | 1602  |
| 21         | 100                            | 141   | 418   | 1593  |
| 22         | 105                            | 148   | 422   | 1586  |
| 23         | 110                            | 144   | 426   | 1584  |
| 24         | 115                            | 150   | 430   | 1584  |

# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

## TITOLO:

### **-STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI-**

**“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $v_{s30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST9  
IN LOCALITÀ FABBRICA NOZZOLI – SAN VINCENZO A TORRI - SCANDICCI (FI)”**

## COMMITTENTE:

**COMUNE DI SCANDICCI**

## OGGETTO:


**RELAZIONE TECNICA**



DATA:  
08 Febbraio 2012

### ***TRIGEO S.N.C.***

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>LINEA SISMICA ST9</i><br><i>IN LOC. FABBRICA NOZZOLI – SAN VINCENZO A TORRI</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 1 di 13             |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI.....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA.....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>  | <b>12</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Gennaio 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, nei pressi di un'area posta in località **FABBRICA NOZZOLI – SAN VINCENZO A TORRI, SCANDICCI (FI)** (Fig. 1).



**Figura 1:** Particolare del tratto centrale della sezione ST9: Shot point C – Onde SH.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei

terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di "energizzazioni" (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un'ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L'acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{S30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico ST9 eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:10.000) con ubicazione del profilo sismico ST9 eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d'arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:5000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

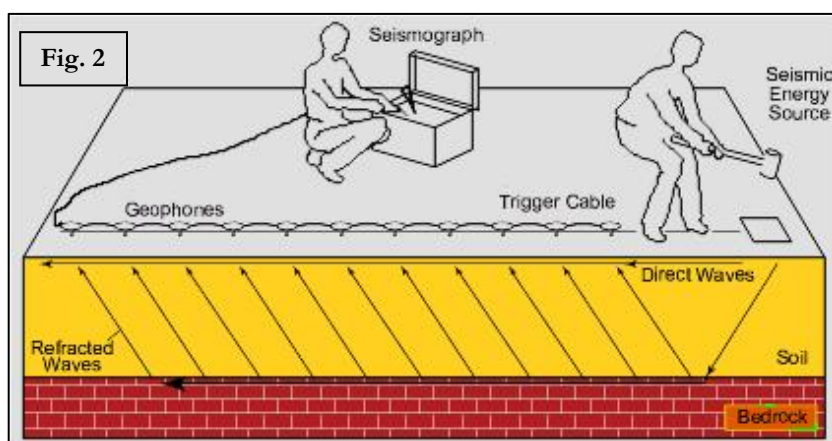
## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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 (**Fig. 2**) 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 PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz,



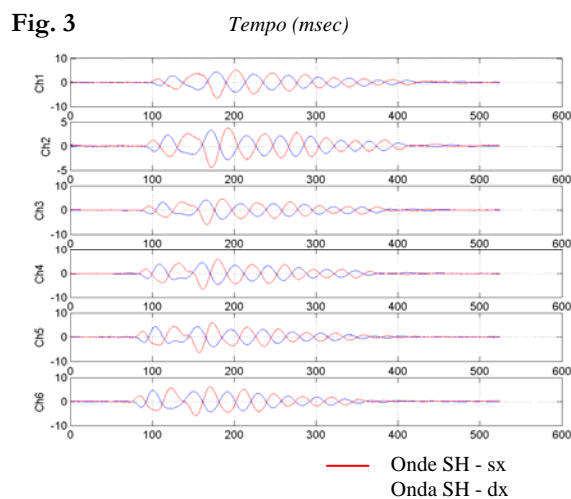


accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel, ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang; nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (Fig. 3). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk 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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma 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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'inviluppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'inviluppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

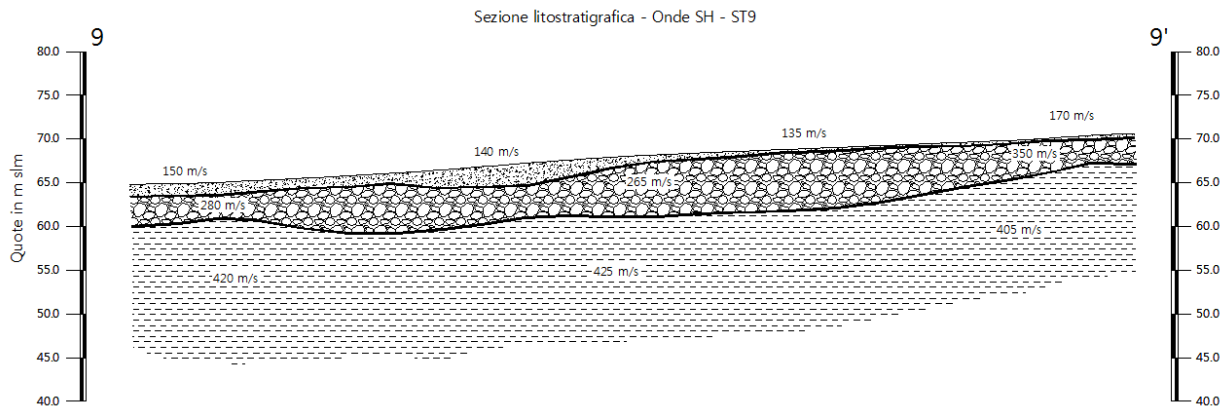
#### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.50 m e 3.00 m (onde P) e tra 0.20 m e 2.60 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 4.10 m e 6.50 m (onde P) e tra 3.30 e 7.00 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.40 m e ca. 5.50 m.

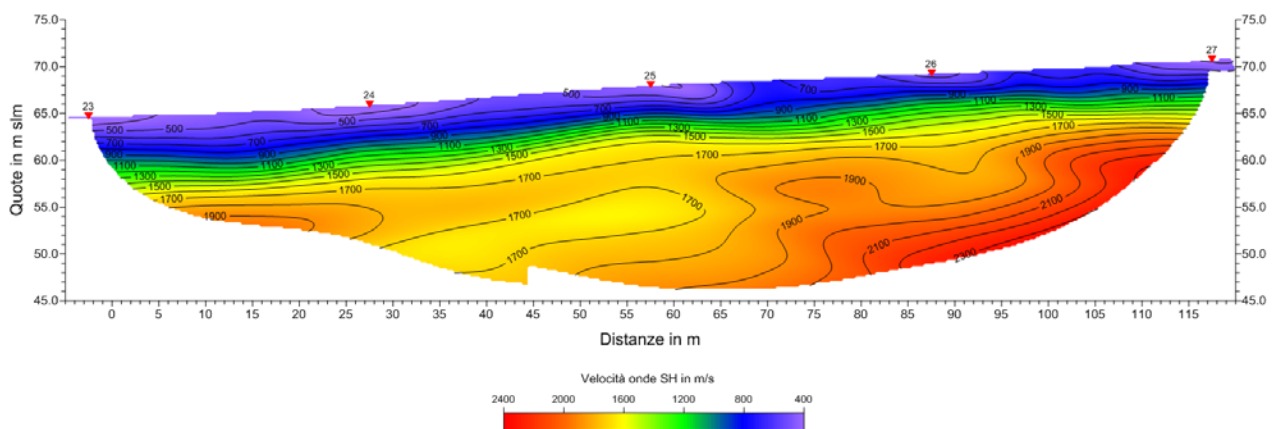
Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 295 e 400 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 150-170 m/s, con il

livello intermedio, costituito da materiale da ghiaie in matrice limo-sabbiosa, che presenta velocità comprese tra 940-1365 m/s (onde P) e tra 280-350 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato pliocenico, che presenta velocità comprese tra 1.660 e 1.880 m/s (onde P) e tra 405-425 m/s (onde SH).

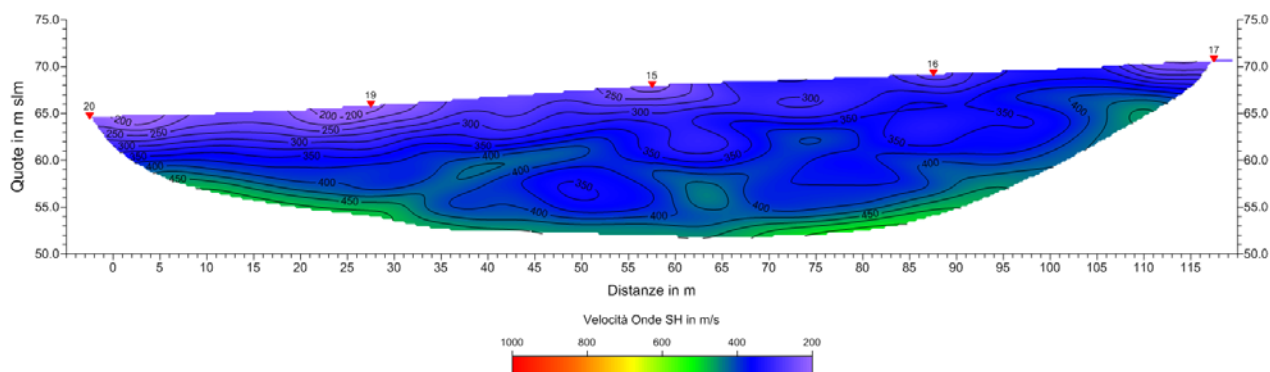
La **Sezione ST9**, effettuata in direzione SO-NE, è stata elaborata seguendo le informazioni del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.



Il rifrattore più superficiale mostra un andamento, con una tendenza a risalire lungo la sezione con profondità che passano da ca. 1.50/2.00 m (tratto iniziale/centrale) a ca. 0.50 m (tratto finale). Il rifrattore principale, che individua il passaggio al substrato pliocenico, mostra mediamente una tendenza ad approfondirsi nel tratto centrale ed a risalire nei tratti iniziale e finale, con profondità mediamente comprese tra 4.00 e 6.50 m. L'elaborazione con onde P mostra un andamento più irregolare, ma mediamente concorde con quanto già evidenziato dalle onde SH.



L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH mostra materiali più superficiali con spessori maggiori nel tratto iniziale e centrale ed inferiori nella parte finale. Il passaggio dal livello intermedio al substrato pliocenico risulta più evidente nella sezione elaborata con onde P, dove il netto raffittimento delle curve di isovelocità (a partire da quella dei 1.000 m/s) indica tale limite; le onde SH invece mostrano una sezione tomografica sostanzialmente più omogenea,



molto probabilmente per la presenza di abbondante matrice limo-sabbiosa all'interno del livello intermedio. Le ghiaie in virtù della presenza di abbondante matrice mostrano velocità simili al substrato pliocenico costituito principalmente da argille e limi.

Le discordanze evidenziate tra le due sezioni elaborate possono essere anche imputabili al grado di saturazione dei materiali, che influenza il comportamento delle onde P, le quali mediamente mostrano un rifrattore principale a profondità inferiori rispetto alle onde SH.

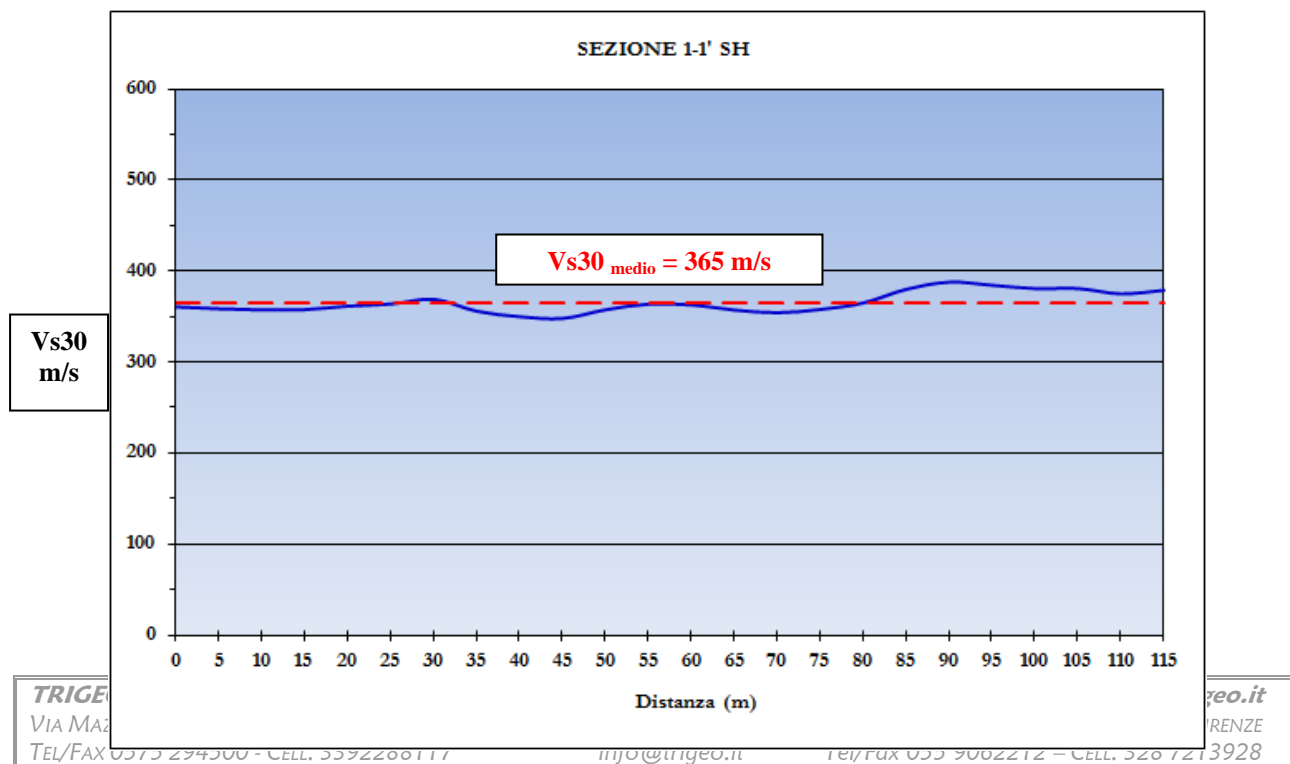
Le velocità del substrato pliocenico risultano mediamente comprese tra 1.660 e 1.880 m/s per le onde P e prossimi a 420 m/s per le onde SH. Le onde P mostrano valori crescenti lungo lo stendimento, mentre le onde SH risultano più costanti. Il livello intermedio presenta velocità comprese tra 940 e 1.365 (onde P) e tra 280-350 m/s (onde SH), crescenti lungo lo stendimento. Per quanto riguarda i materiali più superficiali si osservano velocità comprese tra 295 e 400 m/s (onde P) e prossime a 140 m/s (onde SH), con i valori maggiori osservati lungo la parte finale.


## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette **Vs30**), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. Le “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni” definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione   |
|-----------|---|
| A         | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.   |
| B         | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).      |
| C         | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D         | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).                 |
| E         | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_1 > 800$ m/s).   |
| S1        | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.   |
| S2        | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.  |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di **Vs30** medio per la sezione ST9:



|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
|  | STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI<br>LINEA SISMICA ST9<br>IN LOC. FABBRICA NOZZOLI – SAN VINCENZO A TORRI | Febbraio 2012            |
|   |   | Comune di Scandicci (FI) |
|   |   | Pag. 11 di 13            |

s

**Vs30 = 365 m/s**

## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondità di un'area, posta in località **FABBRICA NOZZOLI – SAN VINCENZO A TORRI, SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sbbiosi) ed il livello intermedio, costituito da ghiaie in matrice limo-sabbiosa e tra quest'ultimo ed il substrato pliocenico.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.50 m e 3.00 m (onde P) e tra 0.20 m e 2.60 m (onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 4.10 m e 6.50 m (onde P) e tra 3.30 e 7.00 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.40 m e ca. 5.50 m;
- nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 295 e 400 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 150-170 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale da ghiaie in matrice limo-sabbiosa, che presenta velocità comprese tra 940-1365 m/s (onde P) e tra 280-350 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato pliocenico, che presenta velocità comprese tra 1.660 e 1.880 m/s (onde P) e tra 405-425 m/s (onde SH);
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una Vs30 mediata sui primi 30 m, pari a **365 m/s**.

Firenze, lì 08/02/2012

TRIGEO SNC

|  |   |
|--|---|
| <b>TRIGEO SNC</b><br>VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)<br>TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117 | <a href="http://www.trigeo.it">www.trigeo.it</a><br>VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE<br>info@trigeo.it Tel/Fax 055 9062212 – CELL. 328 7213928 |
|--|---|



*STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI  
LINEA SISMICA ST9  
IN LOC. FABBRICA NOZZOLI – SAN VINCENZO A TORRI*

Febbraio 2012

Comune di Scandicci (FI)

Pag. 12 di 13

## **ALLEGATI**

**TRIGEO SNC**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)

TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117

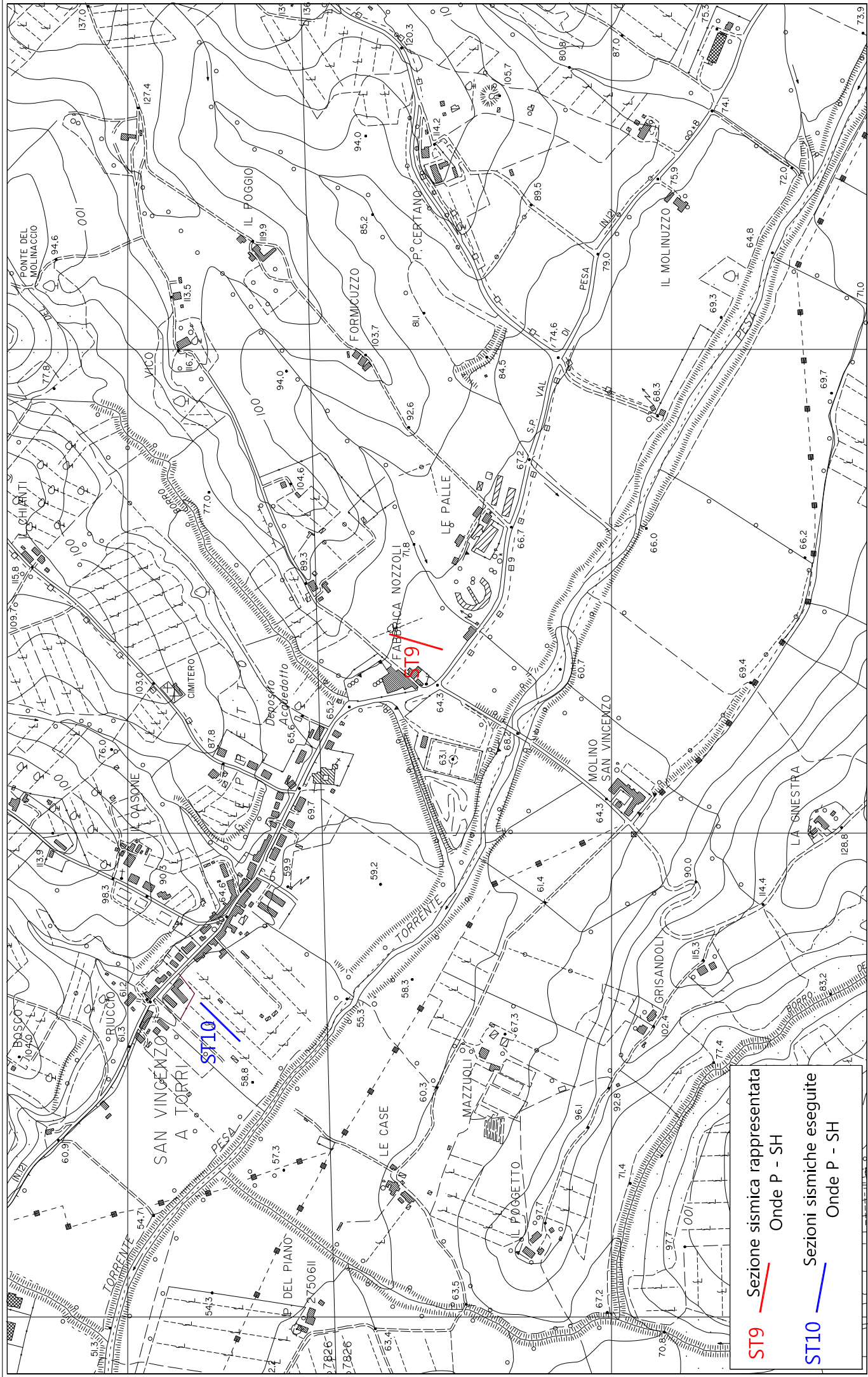
info@trigeo.it

**[www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)**

VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE

Tel/Fax 055 9062212 – CELL. 328 7213928



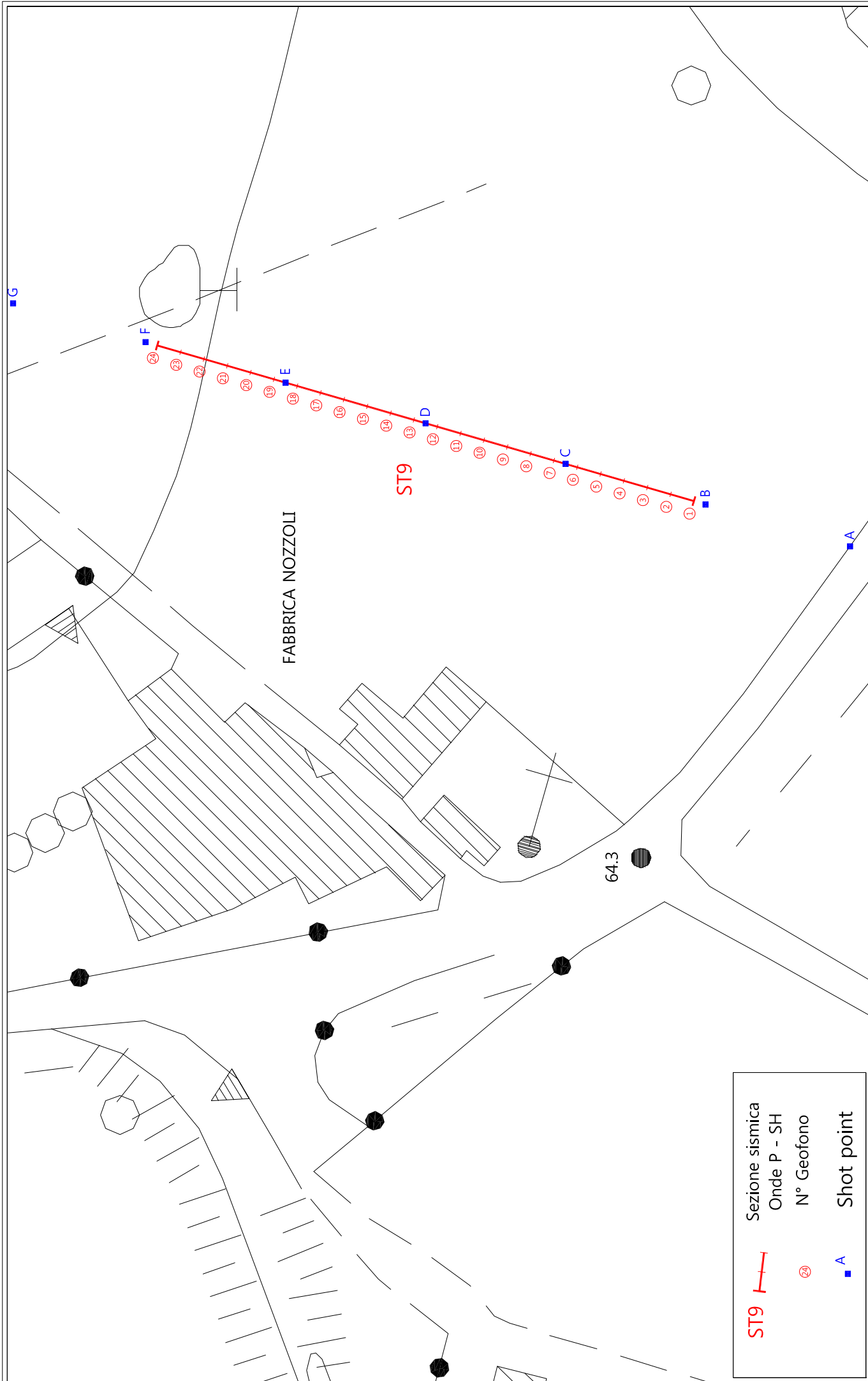


**ST9** — Sezione sismica rappresentata  
 Onde P - SH  
**ST10** — Sezioni sismiche eseguite  
 Onde P - SH

Tavola 01 - Planimetria generale - ST9 - San Vincenzo a Torri

Febbraio 2012

Scala 1: 10000



|            |                 |
|------------|-----------------|
| <b>ST9</b> | Sezione sismica |
|            | Onde P - SH     |
|            | N° Geofono      |
|            | Shot point      |

# Dromocrone

- Shot Point (-30m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+30m)

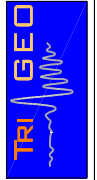
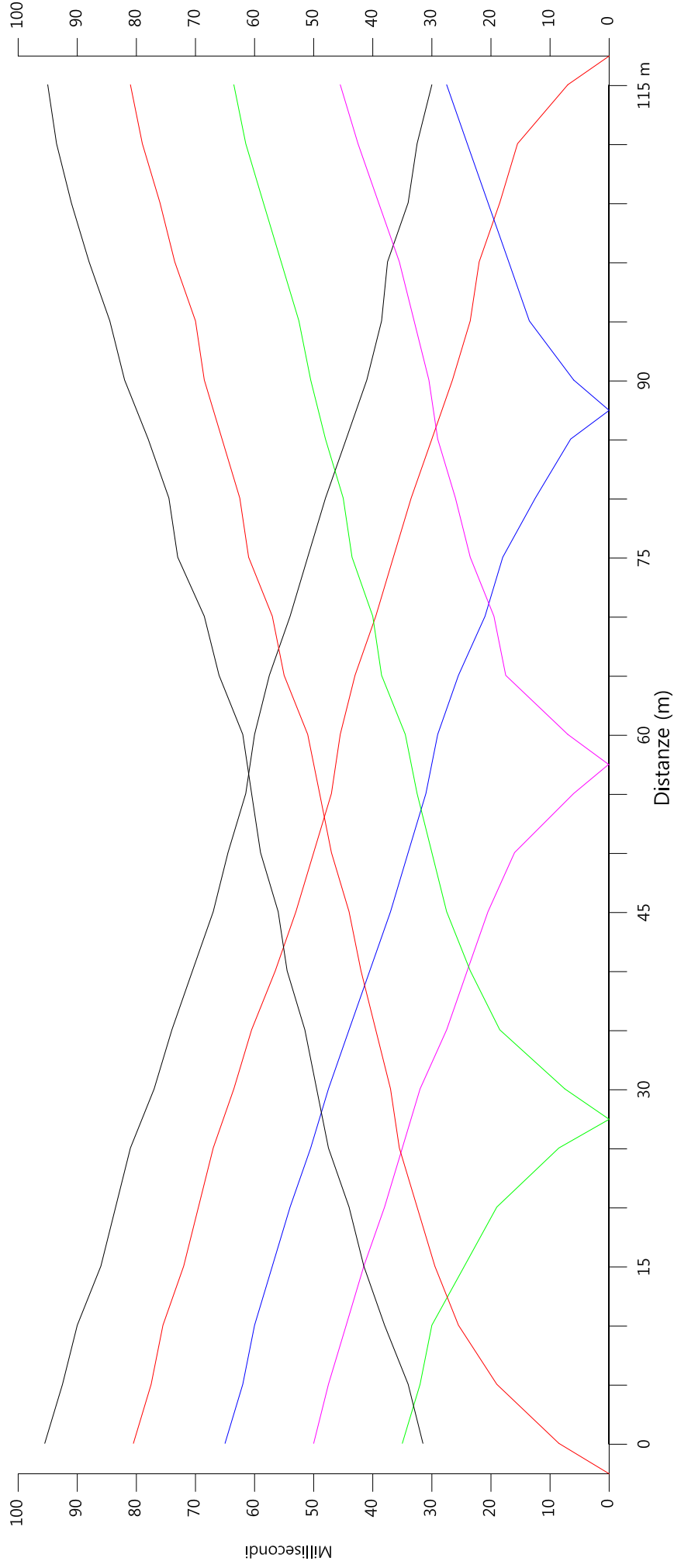
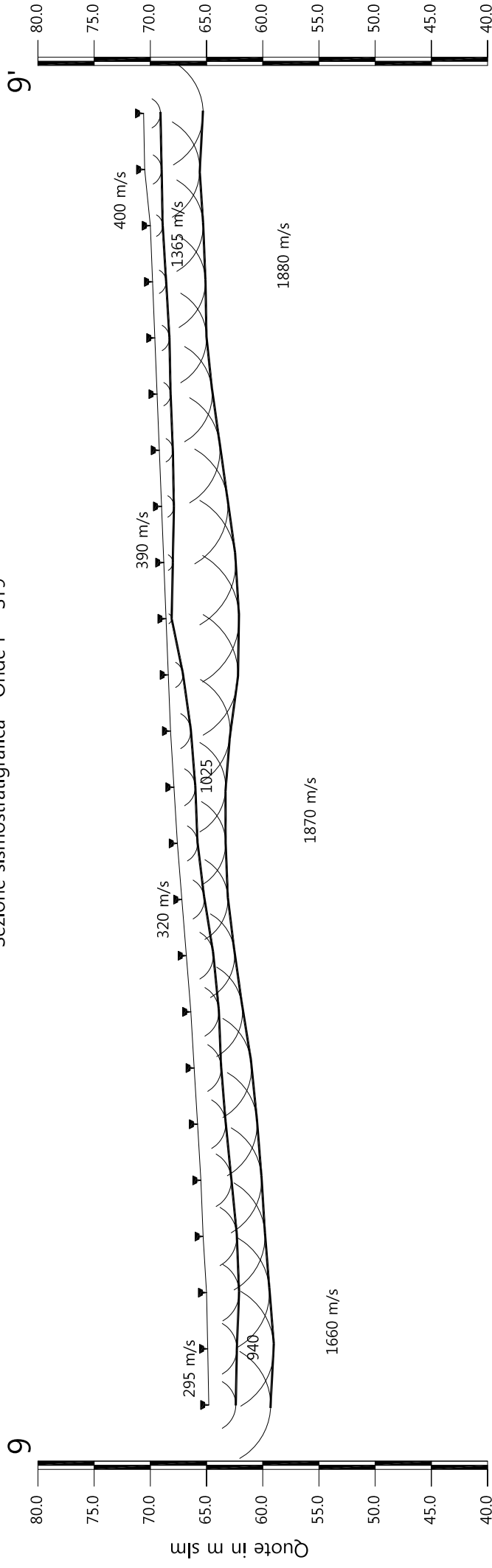


Tavola 03 - Dromocrone - Onde P - ST9

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST9



| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |     |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Distanze (m)                     | 64.80 | 64.90 | 65.00 | 65.30 | 65.50 | 65.80 | 66.10 | 66.40 | 66.80 | 67.20 | 67.60 | 67.90 | 68.20 | 68.40 | 68.60 | 68.80 | 69.00 | 69.20 | 69.40 | 69.60 | 69.80 | 70.00 | 70.50 | 70.60 | 115   |     |
| Quote in m slm                   | 2.40  | 2.60  | 2.90  | 3.00  | 2.70  | 2.50  | 2.40  | 2.50  | 2.40  | 2.00  | 1.80  | 1.90  | 1.80  | 1.30  | 0.50  | 0.80  | 1.10  | 1.20  | 1.20  | 1.30  | 1.20  | 1.10  | 1.50  | 1.50  | 70.60 | 115 |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 2.40  | 2.60  | 2.90  | 3.00  | 2.70  | 2.50  | 2.40  | 2.50  | 2.40  | 2.00  | 1.80  | 1.90  | 1.80  | 1.30  | 0.50  | 0.80  | 1.10  | 1.20  | 1.20  | 1.30  | 1.20  | 1.10  | 1.50  | 1.50  | 70.60 | 115 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 2.40  | 2.60  | 2.90  | 3.00  | 2.70  | 2.50  | 2.40  | 2.50  | 2.40  | 2.00  | 1.80  | 1.90  | 1.80  | 1.30  | 0.50  | 0.80  | 1.10  | 1.20  | 1.20  | 1.30  | 1.20  | 1.10  | 1.50  | 1.50  | 70.60 | 115 |

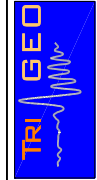
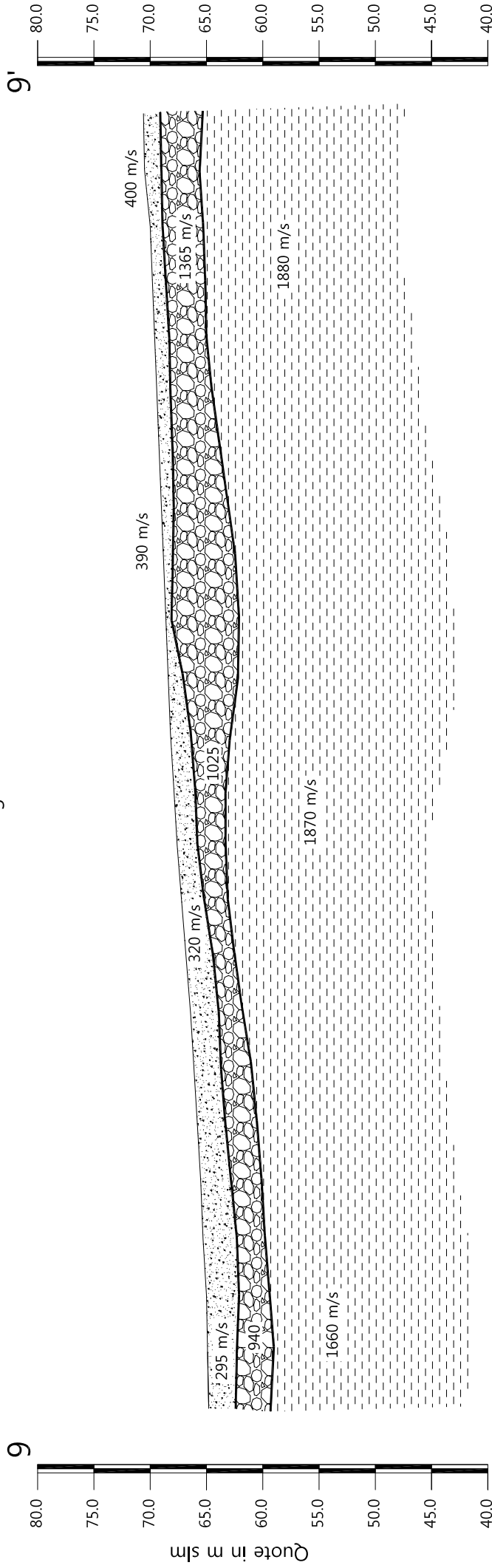


Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST9





Febbraio 2012

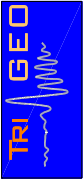
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

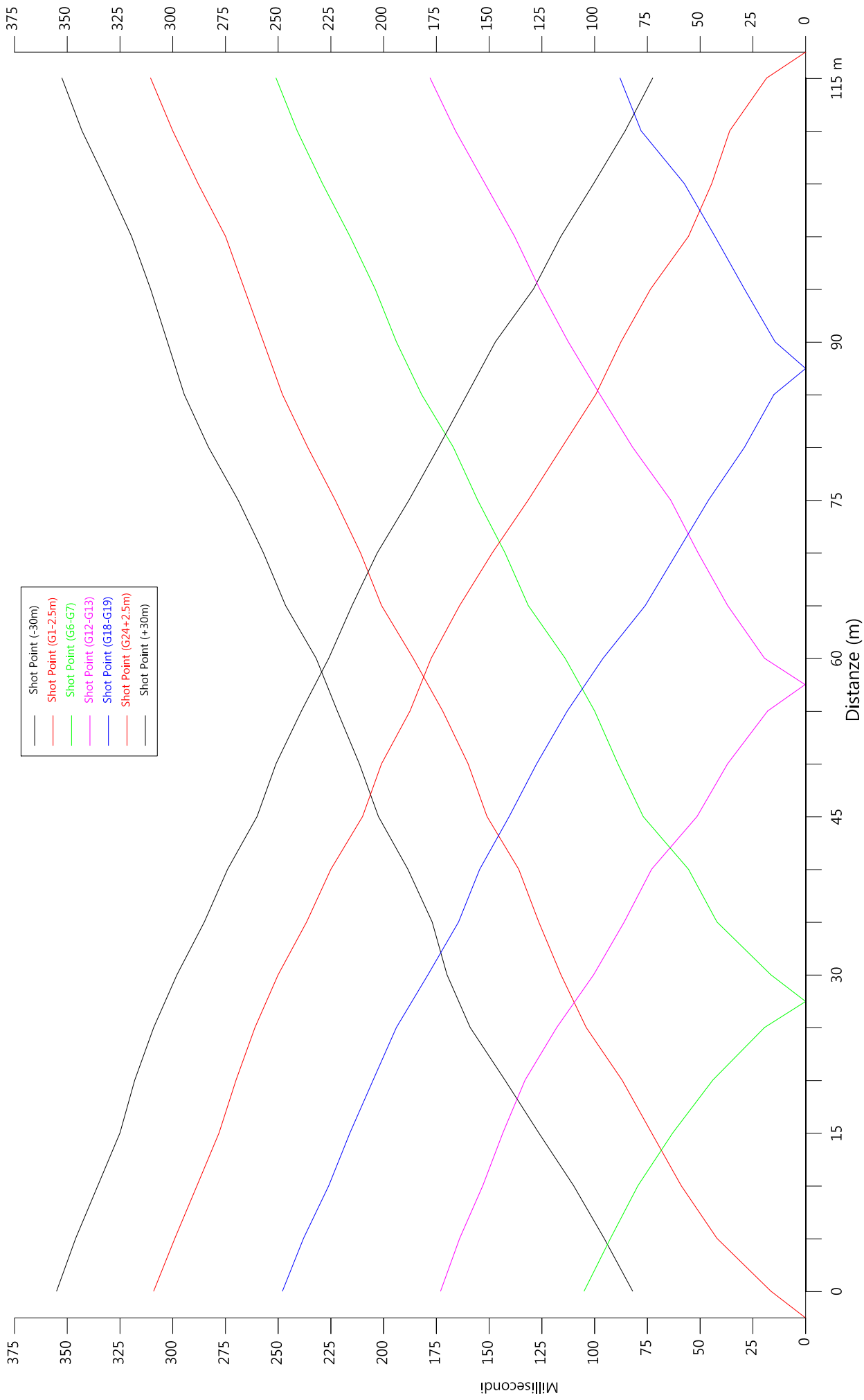
Sezione litostratigrafica - Onde P - ST9



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Ghiaie in matrice limo-sabbiosa
-  Substrato pliocenico





- Shot Point (-30m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+30m)

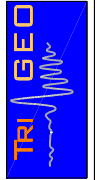
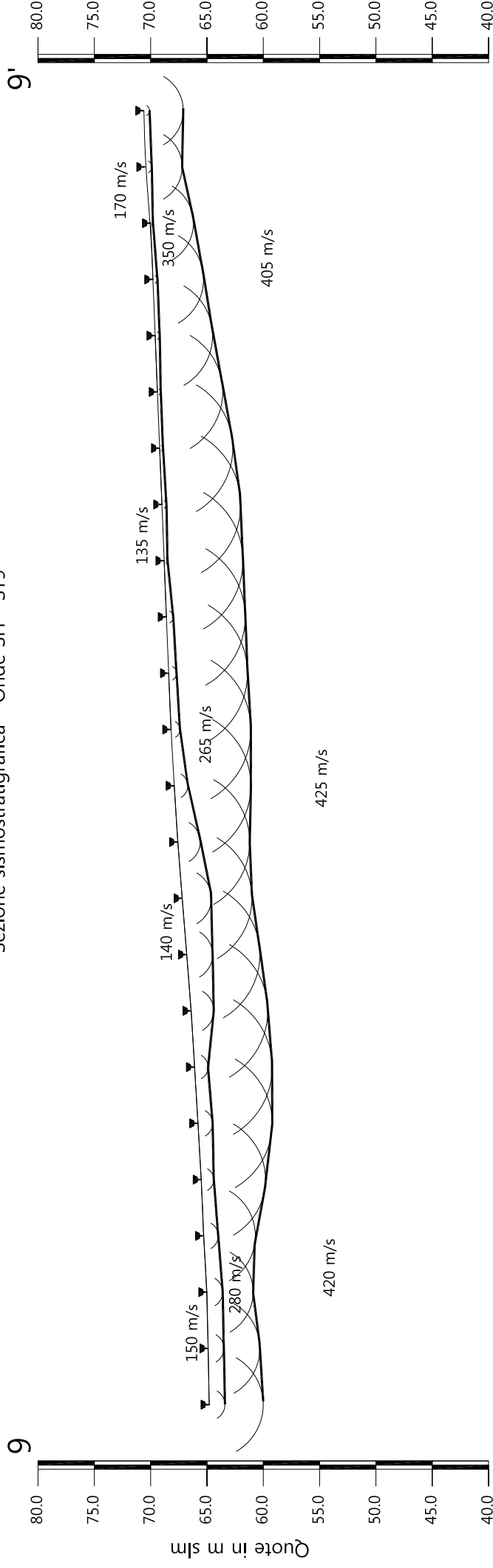


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST9

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

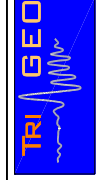
Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST9



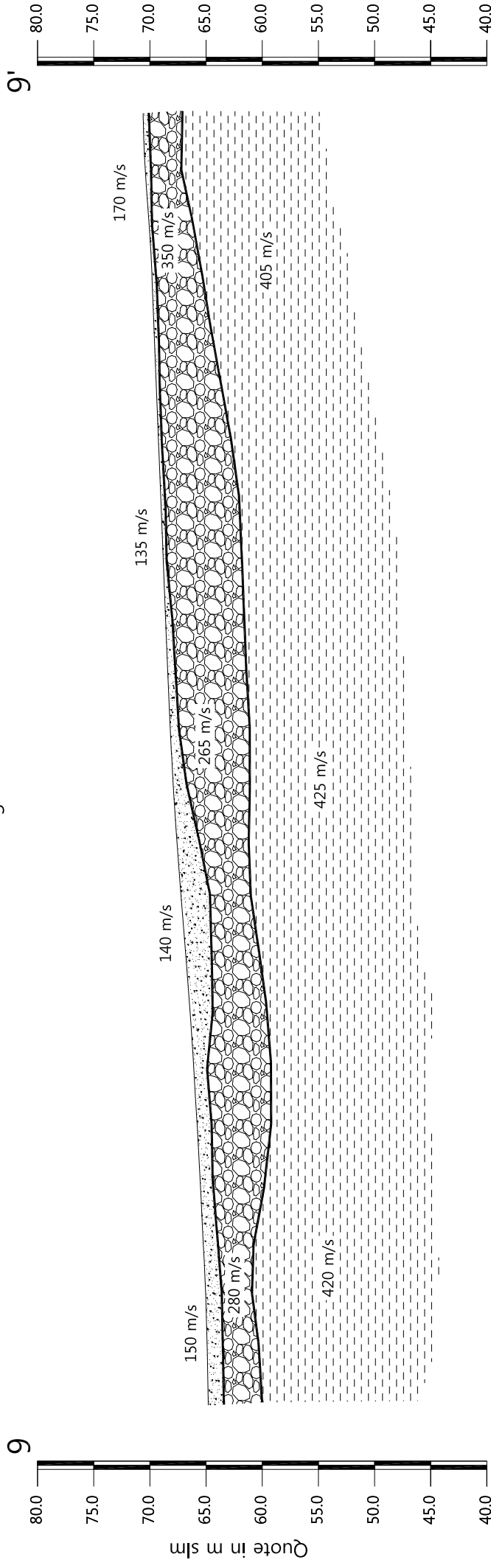
|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24   |
| Distanze (m)                     | 64.80 | 64.90 | 65.00 | 65.30 | 65.50 | 65.80 | 66.10 | 66.40 | 66.80 | 67.20 | 67.60 | 67.90 | 68.20 | 68.40 | 68.60 | 68.80 | 69.00 | 69.20 | 69.40 | 69.60 | 69.80 | 70.00 | 70.50 | 70.60 | 115  |
| Quote in m slm                   | 1.40  | 1.40  | 1.40  | 1.30  | 1.10  | 1.30  | 1.20  | 2.00  | 2.00  | 2.30  | 2.60  | 2.00  | 1.20  | 2.00  | 6.80  | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 5.80  | 5.10  | 4.50  | 3.80  | 3.30  | 3.50  | 0.50 |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 1.40  | 1.40  | 1.40  | 1.30  | 1.10  | 1.30  | 1.20  | 2.00  | 2.00  | 2.30  | 2.60  | 2.00  | 1.20  | 2.00  | 6.80  | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 5.80  | 5.10  | 4.50  | 3.80  | 3.30  | 3.50  | 0.50 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 1.40  | 1.40  | 1.40  | 1.30  | 1.10  | 1.30  | 1.20  | 2.00  | 2.00  | 2.30  | 2.60  | 2.00  | 1.20  | 2.00  | 6.80  | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 5.80  | 5.10  | 4.50  | 3.80  | 3.30  | 3.50  | 0.50 |

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





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



Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST9



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Ghiaie in matrice limo-sabbiosa
-  Substrato pliocenico

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 08 - Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST9





Sezione tomografica - Onde P - ST9

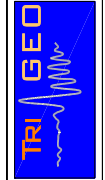
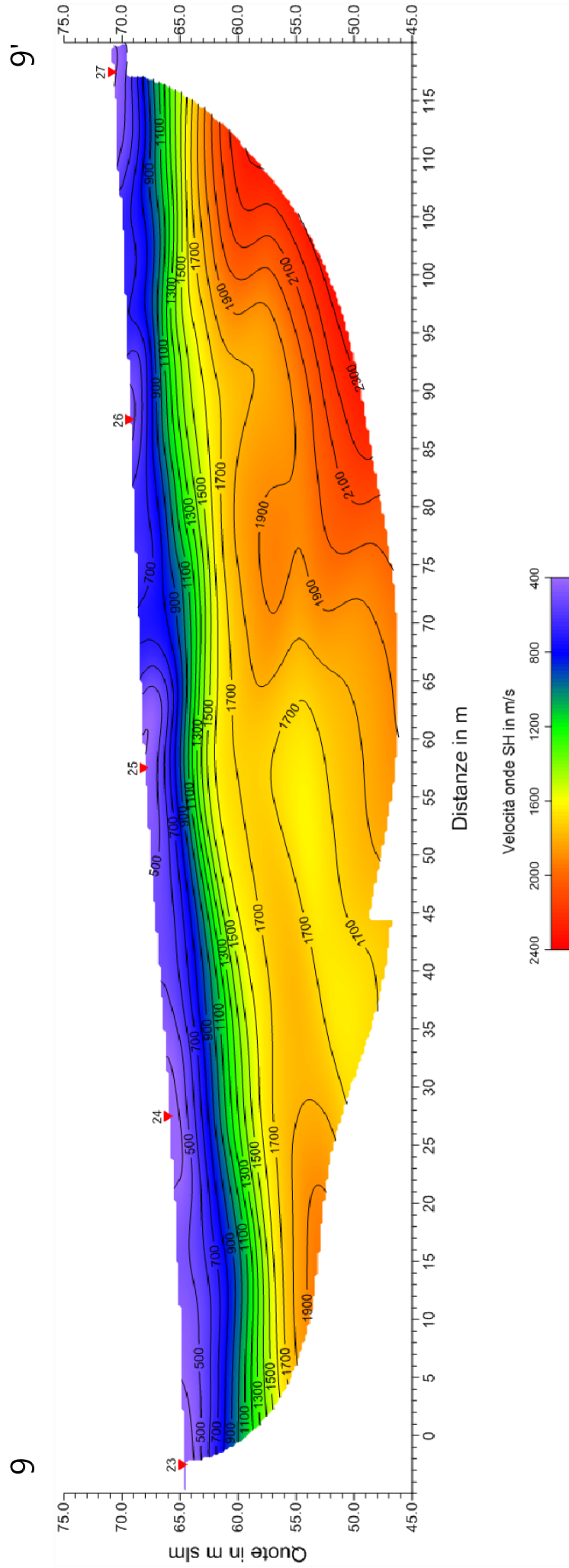
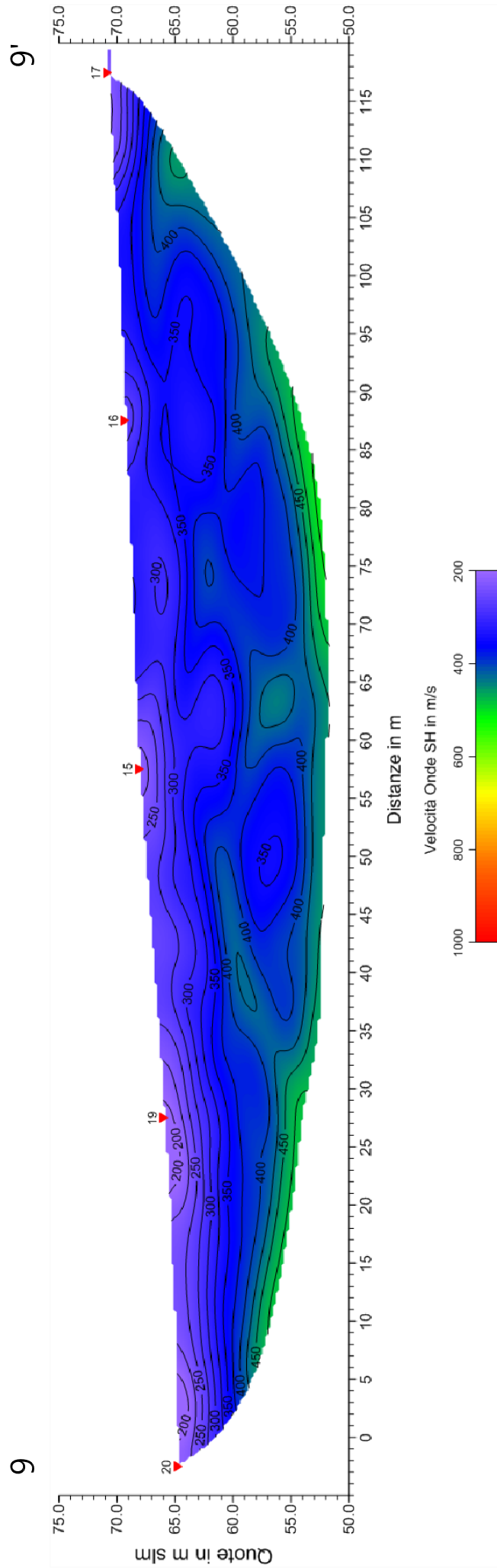


Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST9

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

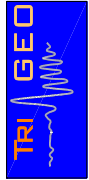
Sezione tomografica - Onde SH - ST9



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

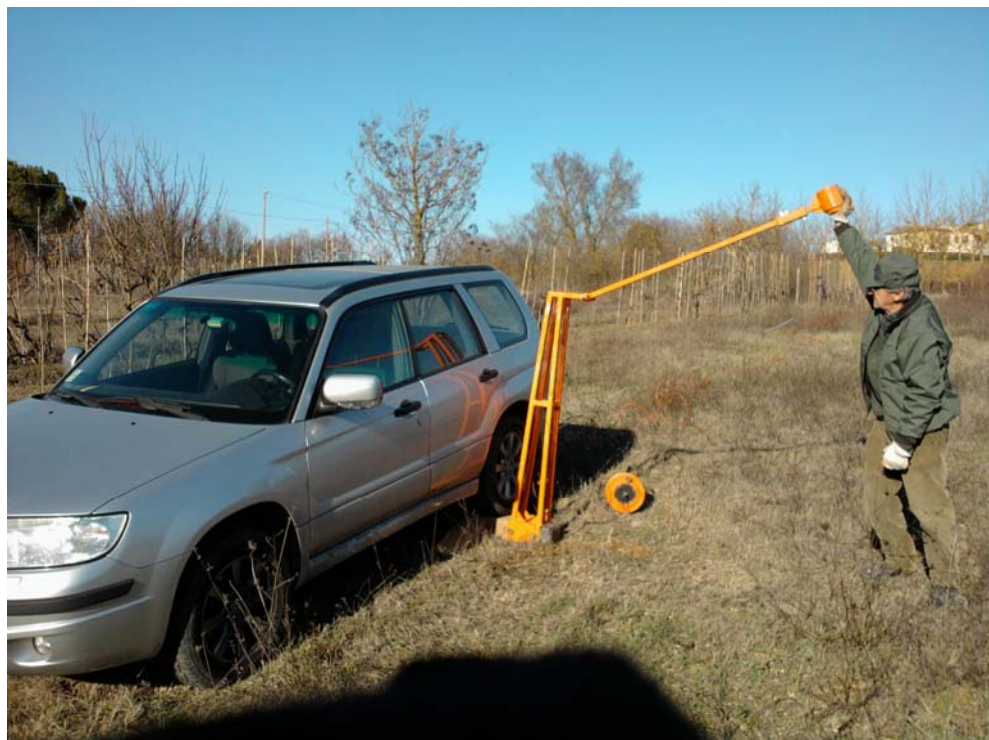
Febbraio 2012

Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST9





Vista generale della sezione ST9 da G1 verso G24.



Shot Point B - onde SH – ST9



Shot Point C - onde SH – ST9



Shot Point D - onde SH – ST9



Shot Point E - onde SH – ST9



Shot Point D - onde P – ST9

### SCHEMA DELLA LINEA SISMICA ST9 – SAN VINCENZO A TORRI – SCANDICCI (FI)

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA (m) | DISTANZA<br>INTERGEOFONICA<br>(m) | QUOTA (in mslm) |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1          | 0                           | 0.0                               | 64.80           |
| 2          | 5                           | 5.0                               | 64.90           |
| 3          | 10                          | 5.0                               | 65.00           |
| 4          | 15                          | 5.0                               | 65.30           |
| 5          | 20                          | 5.0                               | 65.50           |
| 6          | 25                          | 5.0                               | 65.80           |
| 7          | 30                          | 5.0                               | 66.10           |
| 8          | 35                          | 5.0                               | 66.40           |
| 9          | 40                          | 5.0                               | 66.80           |
| 10         | 45                          | 5.0                               | 67.20           |
| 11         | 50                          | 5.0                               | 67.60           |
| 12         | 55                          | 5.0                               | 67.90           |
| 13         | 60                          | 5.0                               | 68.20           |
| 14         | 65                          | 5.0                               | 68.40           |
| 15         | 70                          | 5.0                               | 68.60           |
| 16         | 75                          | 5.0                               | 68.80           |
| 17         | 80                          | 5.0                               | 69.00           |
| 18         | 85                          | 5.0                               | 69.20           |
| 19         | 90                          | 5.0                               | 69.40           |
| 20         | 95                          | 5.0                               | 69.60           |
| 21         | 100                         | 5.0                               | 69.80           |
| 22         | 105                         | 5.0                               | 70.00           |
| 23         | 110                         | 5.0                               | 70.50           |
| 24         | 115                         | 5.0                               | 70.60           |

### COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24

| COORDINATE | GEOFONO 1  | GEOFONO 24 |
|------------|------------|------------|
| X(m)       | 1669380.44 | 1669412.34 |
| Y(m)       | 4840359.00 | 4840469.49 |

### PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT – ST9 – SAN VINCENZO A TORRI

| SHOT POINT        | POSIZIONE DA G1 (m) | QUOTA (m) |
|-------------------|---------------------|-----------|
| A - ESTERNO SX    | -30.0               | 64.60     |
| B - ESTREMO SX    | - 2.50              | 64.80     |
| C - INTERMEDIO SX | 27.50               | 66.00     |
| D - CENTRALE      | 57.50               | 68.00     |
| E - INTERMEDIO DX | 87.50               | 69.30     |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <i>SCHEMA DELLA LINEA – ST9 – SAN VINCENZO A TORRI</i> | Febbraio 2012            |
|  | Comune di Scandicci (FI) |

|                       |        |       |
|-----------------------|--------|-------|
| <b>F - ESTREMO DX</b> | 117.50 | 70.70 |
| <b>G - ESTREMO DX</b> | 140.00 | 72.50 |

---

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST9 – SAN VINCENZO A TORRI – ONDE P**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 2.40                                | 5.50                                |
| 2                 | 5                                       | 2.60                                | 5.90                                |
| 3                 | 10                                      | 2.90                                | 5.60                                |
| 4                 | 15                                      | 3.00                                | 5.50                                |
| 5                 | 20                                      | 2.70                                | 5.40                                |
| 6                 | 25                                      | 2.50                                | 5.30                                |
| 7                 | 30                                      | 2.40                                | 5.10                                |
| 8                 | 35                                      | 2.50                                | 4.60                                |
| 9                 | 40                                      | 2.40                                | 4.30                                |
| 10                | 45                                      | 2.00                                | 4.10                                |
| 11                | 50                                      | 1.80                                | 4.30                                |
| 12                | 55                                      | 1.90                                | 4.60                                |
| 13                | 60                                      | 1.80                                | 5.30                                |
| 14                | 65                                      | 1.30                                | 6.20                                |
| 15                | 70                                      | 0.50                                | 6.50                                |
| 16                | 75                                      | 0.80                                | 6.40                                |
| 17                | 80                                      | 1.10                                | 5.90                                |
| 18                | 85                                      | 1.20                                | 5.40                                |
| 19                | 90                                      | 1.20                                | 4.90                                |
| 20                | 95                                      | 1.30                                | 4.60                                |
| 21                | 100                                     | 1.20                                | 4.70                                |
| 22                | 105                                     | 1.10                                | 4.70                                |
| 23                | 110                                     | 1.50                                | 4.90                                |
| 24                | 115                                     | 1.50                                | 5.30                                |

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST9 – SAN VINCENZO A TORRI – ONDE  
SH**



| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.40                                | 4.80                                |
| 2                 | 5                                       | 1.40                                | 4.60                                |
| 3                 | 10                                      | 1.40                                | 4.10                                |
| 4                 | 15                                      | 1.30                                | 4.60                                |
| 5                 | 20                                      | 1.10                                | 5.70                                |
| 6                 | 25                                      | 1.30                                | 6.60                                |
| 7                 | 30                                      | 1.20                                | 6.90                                |
| 8                 | 35                                      | 2.00                                | 6.80                                |
| 9                 | 40                                      | 2.30                                | 6.50                                |
| 10                | 45                                      | 2.60                                | 6.20                                |
| 11                | 50                                      | 2.00                                | 6.40                                |
| 12                | 55                                      | 1.20                                | 6.80                                |
| 13                | 60                                      | 0.80                                | 7.10                                |
| 14                | 65                                      | 0.70                                | 7.00                                |
| 15                | 70                                      | 0.60                                | 7.00                                |
| 16                | 75                                      | 0.30                                | 7.00                                |
| 17                | 80                                      | 0.40                                | 7.00                                |
| 18                | 85                                      | 0.30                                | 6.50                                |
| 19                | 90                                      | 0.30                                | 5.80                                |
| 20                | 95                                      | 0.40                                | 5.10                                |
| 21                | 100                                     | 0.40                                | 4.50                                |
| 22                | 105                                     | 0.20                                | 3.80                                |
| 23                | 110                                     | 0.60                                | 3.30                                |
| 24                | 115                                     | 0.50                                | 3.50                                |

**TEMPI ONDE P – ST9 - San Vincenzo a Torri**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| <b>1</b>              | <b>0</b>                | 31.50   | 8.50  | 35.00   | 50.00   | 65.00   | 80.50   | 95.50   | 64.80                        |
| <b>2</b>              | <b>5</b>                | 34.00   | 19.00   | 32.00   | 47.50   | 62.00   | 77.50   | 92.50   | 64.90                        |
| <b>3</b>              | <b>10</b>               | 38.00   | 25.50   | 30.00   | 44.50   | 60.00   | 75.50   | 90.00   | 65.00                        |
| <b>4</b>              | <b>15</b>               | 41.50   | 29.50   | 24.50   | 41.50   | 57.00   | 72.00   | 86.00   | 65.30                        |
| <b>5</b>              | <b>20</b>               | 44.00   | 32.50   | 19.00   | 38.00   | 54.00   | 69.50   | 83.50   | 65.50                        |
| <b>6</b>              | <b>25</b>               | 47.50   | 35.50   | 8.50  | 35.00   | 50.50   | 67.00   | 81.00   | 65.80                        |
| <b>7</b>              | <b>30</b>               | 49.50   | 37.00   | 7.50  | 32.00   | 47.50   | 63.50   | 77.00   | 66.10                        |
| <b>8</b>              | <b>35</b>               | 51.50   | 39.50   | 18.50   | 27.50   | 44.00   | 60.50   | 74.00   | 66.40                        |
| <b>9</b>              | <b>40</b>               | 54.50   | 42.00   | 23.50   | 24.00   | 40.50   | 56.50   | 70.50   | 66.80                        |
| <b>10</b>             | <b>45</b>               | 56.00   | 44.00   | 27.50   | 20.50   | 37.00   | 53.00   | 67.00   | 67.20                        |
| <b>11</b>             | <b>50</b>               | 59.00   | 47.00   | 30.00   | 16.00   | 34.00   | 50.00   | 64.50   | 67.60                        |
| <b>12</b>             | <b>55</b>               | 60.50   | 49.00   | 32.50   | 6.00  | 31.00   | 47.00   | 61.50   | 67.90                        |
| <b>13</b>             | <b>60</b>               | 62.00   | 51.00   | 34.50   | 7.00  | 29.00   | 45.50   | 60.00   | 68.20                        |
| <b>14</b>             | <b>65</b>               | 66.00   | 55.00   | 38.50   | 17.50   | 25.50   | 43.00   | 57.50   | 68.40                        |
| <b>15</b>             | <b>70</b>               | 68.50   | 57.00   | 40.00   | 19.50   | 21.00   | 39.50   | 54.00   | 68.60                        |
| <b>16</b>             | <b>75</b>               | 73.00   | 61.00   | 43.50   | 23.50   | 18.00   | 36.50   | 51.00   | 68.80                        |
| <b>17</b>             | <b>80</b>               | 74.50   | 62.50   | 45.00   | 26.00   | 12.50   | 33.50   | 48.00   | 69.00                        |
| <b>18</b>             | <b>85</b>               | 78.00   | 65.50   | 48.00   | 29.00   | 6.50  | 30.00   | 44.50   | 69.20                        |
| <b>19</b>             | <b>90</b>               | 82.00   | 68.50   | 50.50   | 30.50   | 6.00  | 26.50   | 41.00   | 69.40                        |
| <b>20</b>             | <b>95</b>               | 84.50   | 70.00   | 52.50   | 33.00   | 13.50   | 23.50   | 38.50   | 69.60                        |
| <b>21</b>             | <b>100</b>              | 88.00   | 73.50   | 55.50   | 35.50   | 17.00   | 22.00   | 37.50   | 69.80                        |
| <b>22</b>             | <b>105</b>              | 91.00   | 76.00   | 58.50   | 39.00   | 20.50   | 18.50   | 34.00   | 70.00                        |
| <b>23</b>             | <b>110</b>              | 93.50   | 79.00   | 61.50   | 42.50   | 24.00   | 15.50   | 32.50   | 70.50                        |
| <b>24</b>             | <b>115</b>              | 95.00   | 81.00   | 63.50   | 45.50   | 27.50   | 7.00  | 30.00   | 70.60                        |

**TEMPI ONDE SH – ST9 - San Vincenzo a Torri**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| <b>1</b>              | <b>0</b>                | 82.00   | 16.50   | 105.00  | 173.00  | 248.00  | 309.00  | 355.00  | 64.80                        |
| <b>2</b>              | <b>5</b>                | 95.50   | 42.00   | 92.50   | 164.00  | 238.00  | 299.00  | 346.00  | 64.90                        |
| <b>3</b>              | <b>10</b>               | 110.00  | 59.00   | 79.50   | 153.00  | 226.00  | 288.50  | 335.50  | 65.00                        |
| <b>4</b>              | <b>15</b>               | 126.50  | 73.00   | 63.00   | 143.50  | 216.00  | 278.00  | 325.00  | 65.30                        |
| <b>5</b>              | <b>20</b>               | 142.50  | 87.00   | 44.00   | 133.00  | 205.00  | 270.00  | 318.00  | 65.50                        |
| <b>6</b>              | <b>25</b>               | 159.00  | 104.00  | 19.50   | 118.00  | 194.00  | 261.00  | 309.00  | 65.80                        |
| <b>7</b>              | <b>30</b>               | 170.00  | 116.00  | 16.50   | 100.50  | 179.00  | 250.00  | 298.00  | 66.10                        |
| <b>8</b>              | <b>35</b>               | 177.00  | 126.50  | 42.00   | 86.00   | 164.50  | 236.50  | 285.00  | 66.40                        |
| <b>9</b>              | <b>40</b>               | 188.50  | 136.00  | 55.50   | 73.00   | 154.50  | 225.00  | 274.00  | 66.80                        |
| <b>10</b>             | <b>45</b>               | 202.50  | 151.00  | 77.00   | 51.50   | 140.50  | 210.00  | 260.00  | 67.20                        |
| <b>11</b>             | <b>50</b>               | 211.50  | 160.00  | 89.00   | 37.00   | 127.50  | 201.00  | 251.00  | 67.60                        |
| <b>12</b>             | <b>55</b>               | 222.00  | 172.00  | 100.00  | 18.00   | 113.00  | 187.50  | 239.00  | 67.90                        |
| <b>13</b>             | <b>60</b>               | 232.00  | 186.00  | 114.00  | 19.50   | 96.00   | 177.50  | 226.00  | 68.20                        |
| <b>14</b>             | <b>65</b>               | 246.50  | 201.00  | 131.50  | 37.00   | 76.00   | 164.00  | 215.00  | 68.40                        |
| <b>15</b>             | <b>70</b>               | 257.00  | 211.00  | 142.50  | 51.00   | 61.00   | 148.50  | 203.00  | 68.60                        |
| <b>16</b>             | <b>75</b>               | 269.00  | 223.00  | 155.50  | 64.00   | 46.00   | 131.50  | 188.00  | 68.80                        |
| <b>17</b>             | <b>80</b>               | 283.00  | 236.00  | 167.00  | 82.00   | 29.00   | 115.50  | 174.00  | 69.00                        |
| <b>18</b>             | <b>85</b>               | 294.50  | 248.00  | 182.00  | 97.50   | 15.00   | 99.50   | 160.50  | 69.20                        |
| <b>19</b>             | <b>90</b>               | 302.50  | 257.00  | 194.00  | 112.50  | 14.50   | 87.50   | 147.00  | 69.40                        |
| <b>20</b>             | <b>95</b>               | 310.50  | 266.00  | 204.00  | 126.00  | 29.00   | 73.50   | 129.00  | 69.60                        |
| <b>21</b>             | <b>100</b>              | 319.50  | 275.00  | 216.00  | 138.00  | 43.00   | 55.50   | 116.00  | 69.80                        |
| <b>22</b>             | <b>105</b>              | 331.00  | 288.00  | 229.00  | 152.00  | 57.50   | 44.50   | 100.50  | 70.00                        |
| <b>23</b>             | <b>110</b>              | 343.00  | 300.00  | 241.00  | 166.00  | 78.00   | 36.00   | 85.50   | 70.50                        |
| <b>24</b>             | <b>115</b>              | 352.50  | 310.50  | 251.00  | 178.00  | 88.00   | 18.50   | 72.50   | 70.60                        |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST9 – ONDE P**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 295   | 940   | 1584  |
| 2          | 5                              | 299   | 948   | 1570  |
| 3          | 10                             | 302   | 955   | 1572  |
| 4          | 15                             | 306   | 963   | 1616  |
| 5          | 20                             | 309   | 971   | 1686  |
| 6          | 25                             | 313   | 979   | 1729  |
| 7          | 30                             | 316   | 986   | 1753  |
| 8          | 35                             | 320   | 994   | 1760  |
| 9          | 40                             | 329   | 1002  | 1807  |
| 10         | 45                             | 338   | 1010  | 1946  |
| 11         | 50                             | 346   | 1017  | 2088  |
| 12         | 55                             | 355   | 1025  | 2157  |
| 13         | 60                             | 364   | 1053  | 1997  |
| 14         | 65                             | 373   | 1082  | 1782  |
| 15         | 70                             | 381   | 1110  | 1613  |
| 16         | 75                             | 390   | 1138  | 1547  |
| 17         | 80                             | 391   | 1167  | 1513  |
| 18         | 85                             | 393   | 1195  | 1576  |
| 19         | 90                             | 394   | 1223  | 1687  |
| 20         | 95                             | 395   | 1252  | 1813  |
| 21         | 100                            | 396   | 1280  | 1936  |
| 22         | 105                            | 398   | 1308  | 2039  |
| 23         | 110                            | 399   | 1337  | 2173  |
| 24         | 115                            | 400   | 1365  | 2290  |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST9 – ONDE SH**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 150   | 280   | 409   |
| 2          | 5                              | 149   | 279   | 405   |
| 3          | 10                             | 147   | 277   | 401   |
| 4          | 15                             | 146   | 276   | 403   |
| 5          | 20                             | 144   | 275   | 415   |
| 6          | 25                             | 143   | 273   | 434   |
| 7          | 30                             | 141   | 272   | 446   |
| 8          | 35                             | 140   | 270   | 444   |
| 9          | 40                             | 139   | 269   | 439   |
| 10         | 45                             | 139   | 268   | 441   |
| 11         | 50                             | 138   | 266   | 446   |
| 12         | 55                             | 138   | 265   | 441   |
| 13         | 60                             | 137   | 272   | 427   |
| 14         | 65                             | 136   | 279   | 409   |
| 15         | 70                             | 136   | 286   | 398   |
| 16         | 75                             | 135   | 293   | 392   |
| 17         | 80                             | 139   | 300   | 401   |
| 18         | 85                             | 141   | 307   | 415   |
| 19         | 90                             | 142   | 315   | 420   |
| 20         | 95                             | 143   | 322   | 411   |
| 21         | 100                            | 144   | 329   | 402   |
| 22         | 105                            | 146   | 336   | 393   |
| 23         | 110                            | 147   | 343   | 393   |
| 24         | 115                            | 170   | 350   | 392   |

# COMUNE DI SCANDICCI PROVINCIA DI FIRENZE

## TITOLO:

### STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI

“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)  
CALCOLO  $v_{S30}$  - D.M. 14/01/2008 – LINEA SISMICA ST10  
IN LOCALITÀ SAN VINCENZO A TORRI - SCANDICCI (FI)”

## COMMITTENTE:

COMUNE DI SCANDICCI

## OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA



DATA:  
08 Febbraio 2012

### **TRIGEO S.N.C.**

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)  
VIA BOLOGNESE, 289 – 50139 LA LASTRA - FIRENZE  
TEL/FAX 0575 294500 – CELL. 3392288117  
TEL/FAX 055 9062212 – 3287213928  
P.IVA 02024110518  
E-MAIL: [info@trigeo.it](mailto:info@trigeo.it) - [www.trigeo.it](http://www.trigeo.it)

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><i>LINEA SISMICA ST10</i><br><i>IN LOCALITÀ SAN VINCENZO A TORRI</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 1 di 12             |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.0 SCHEMA OPERATIVO.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI.....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA.....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>  | <b>11</b> |

## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Gennaio 2012, per conto del **COMUNE DI SCANDICCI**, nei pressi di un'area posta in località **SAN VINCENZO A TORRI, SCANDICCI (FI)** (Fig. 1).




**Figura 1:** Particolare della sezione ST10: Shot point A–Onde SH.

L'indagine sismica, si inserisce nell'ambito dell'attività di revisione del vigente Regolamento Urbanistico, per il quale il comune sta effettuando le indagini geologico-tecniche previste in base all'art. 62 della Legge Regionale Toscana n. 1/2005 (Norme per il governo del territorio).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di "energizzazioni" (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un'ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L'acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|  | <i>STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI SCANDICCI</i><br><b>LINEA SISMICA ST10</b><br><i>IN LOCALITÀ SAN VINCENZO A TORRI</i> | Febbraio 2012            |
|   |  | Comune di Scandicci (FI) |
|   |  | Pag. 3 di 12             |

- **Tavola 01:** Planimetria generale del profilo sismico ST10 eseguito, scala 1:10.000 (da CTR 1:10.000);
- **Tavola 02:** Planimetria di dettaglio scala 1:1.000 (da CTR 1:10.000) con ubicazione del profilo sismico ST10 eseguito, posizionamento dei geofoni e delle energizzazioni effettuate;
- Schema dettagliato della linea sismica con posizionamento relativo dei geofoni (quote-distanze), coordinate in Gauss-Boaga dei geofoni iniziale e finale e punti di energizzazioni (quote-distanze);
- Tabelle Tempi di arrivo Onde P e SH relativi ai vari scoppi, con riportati posizione, tempo di arrivo e quota di ciascun geofono;
- **Tavole 03-06:** Diagrammi Tempi d'arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH, scala 1:500;
- Tabelle Profondità calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- Tabelle Velocità sismiche calcolate per i rifrattori individuati Onde P e SH;
- **Tavole 04-07:** Grafici delle profondità dei rifrattori individuati (sezione sismostratigrafica) e tabelle Distanze-Profondità Onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 05-08:** Sezioni litostratigrafiche interpretative onde P-SH, scala 1:500;
- **Tavole 09-10:** Sezioni tomografiche onde P-SH, scala 1:500;
- Documentazione fotografica della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

Nella **Tavola 01**, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000 con inserita la sezione sismica eseguita. Nella **Tavola 02**, viene riportato un inquadramento corografico di dettaglio in scala 1:1000, con inserita la sezione sismica eseguita, la posizione di ogni singolo geofono e l'ubicazione di ogni punto di energizzazione (shot point).

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 5 m per la sezione eseguita sia

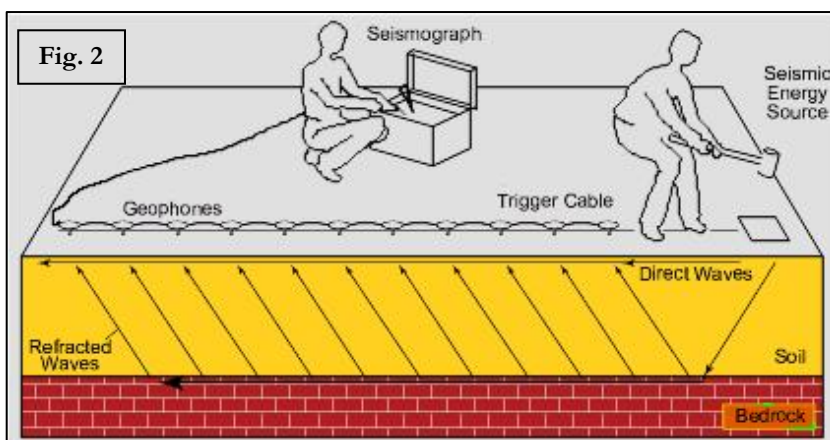


con Onde P che con Onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in due basi ciascuna di **115 ml** (onde P-SH).

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; 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 (Fig. 2) in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori

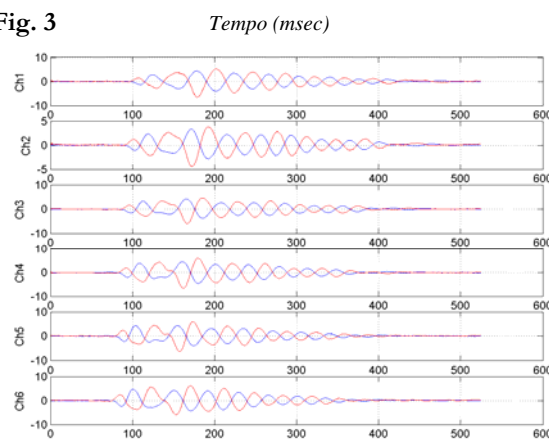


A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza  $\pm 0.01\%$ , trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel, ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel

Fig. 3



caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang; nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, 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 (**Fig. 3**). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk 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 rifratore, 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. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

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 un'ulteriore ottimizzazione 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 d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, 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 che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008 e dall'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

### 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-06** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma 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.

Nelle **Tavole 04-07**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH), al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-08** sono riportate le sezioni interpretate (sezioni litostratigrafiche) sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dal tecnico incaricato.

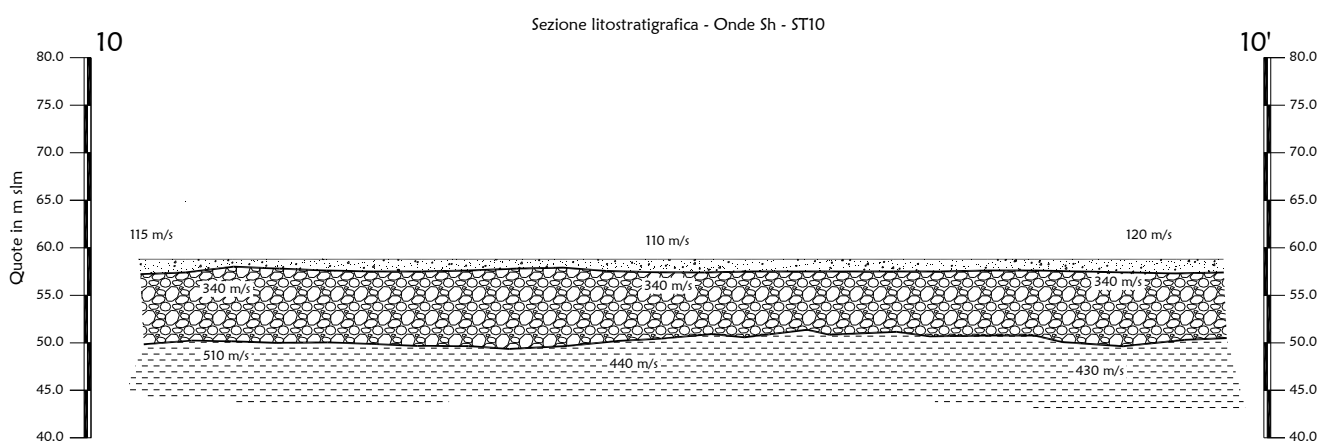
Infine nelle **Tavole 09-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la “WET Tomography” con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all’interno della sezione.

Le sezioni litostratigrafiche interpretate assieme alle sezioni tomografiche, rappresentano il risultato conclusivo dell’analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

#### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL’INDAGINE EFFETTUATA

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita rispettivamente con Onde P ed Onde SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.50 m e 1.90 m (onde P ed onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 6.40 m e 7.15 m (onde P) e tra 7.40 e 9.50 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.10 m e ca. 7.50 m.

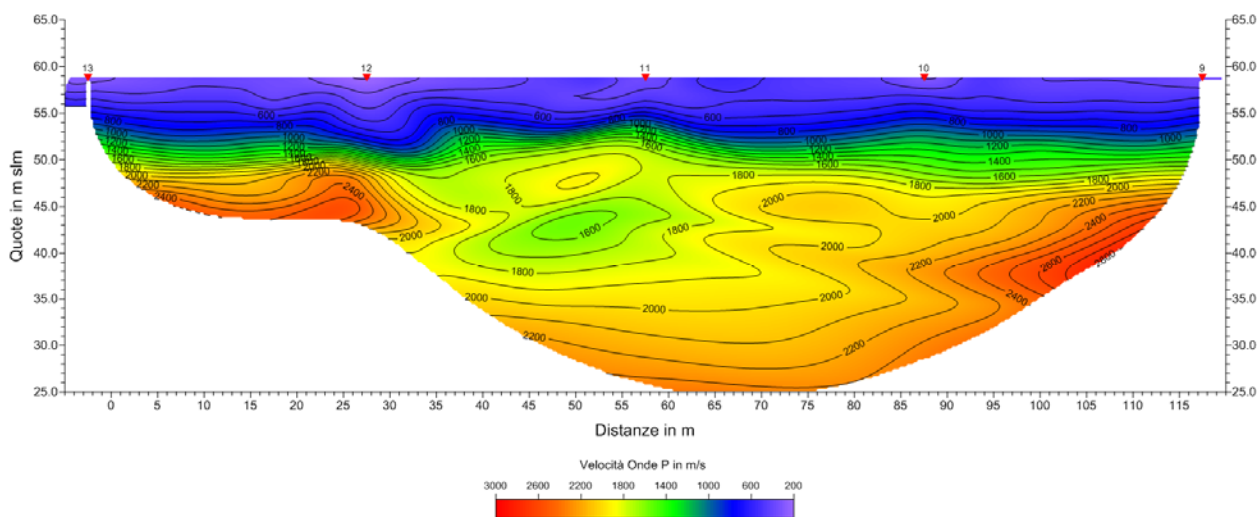
Nella zona d’intervento il rifratore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 265 e 300 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 110-120 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale da ghiaie in matrice limo-sabbiosa, che presenta velocità comprese tra 490-580 m/s (onde P) e tra 315-380 m/s (onde SH). Il rifratore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato pliocenico, che presenta velocità comprese tra 1.760 e 1.970 m/s (onde P) e tra 430-520 m/s (onde SH).



La **Sezione ST10**, effettuata in direzione SO-NE, è stata elaborata seguendo le informazioni del GRM, che hanno permesso di ricostruire l'andamento dei due rifrattori.

I due rifrattori mostrano un andamento orizzontale, tipico di questi ambienti di sedimentazione, il rifrattore più profondo, mostra una tendenza a risalire lungo la sezione allontanandosi dal corso del fiume, mostrando la tendenza ad una riduzione dell'orizzonte intermedio di ghiaie in matrice, dati confermati anche da precedenti indagini con altre metodologie (tomografia elettrica). Le discordanze evidenziate tra le due sezione elaborate possono essere anche imputabili al grado di saturazione dei materiali, che influenza il comportamento delle onde P, le quali mediamente mostrano un rifrattore principale a profondità inferiori rispetto alle onde SH.

L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che con onde SH in accordo con i risultati del GRM mostra materiali più superficiali con spessori omogenei ed il passaggio dal livello intermedio al substrato pliocenico risulta più evidente nella sezione elaborata con onde P, dove il netto raffittimento delle curve di isovelocità (a partire da quella dei 7/800 m/s) indica tale limite; le onde SH invece mostrano una sezione tomografica sostanzialmente più omogenea, molto probabilmente per la presenza di abbondante matrice limo-sabbiosa all'interno del livello intermedio. Le ghiaie in virtù della presenza di abbondante matrice mostrano velocità simili al substrato pliocenico costituito principalmente da argille e limi.



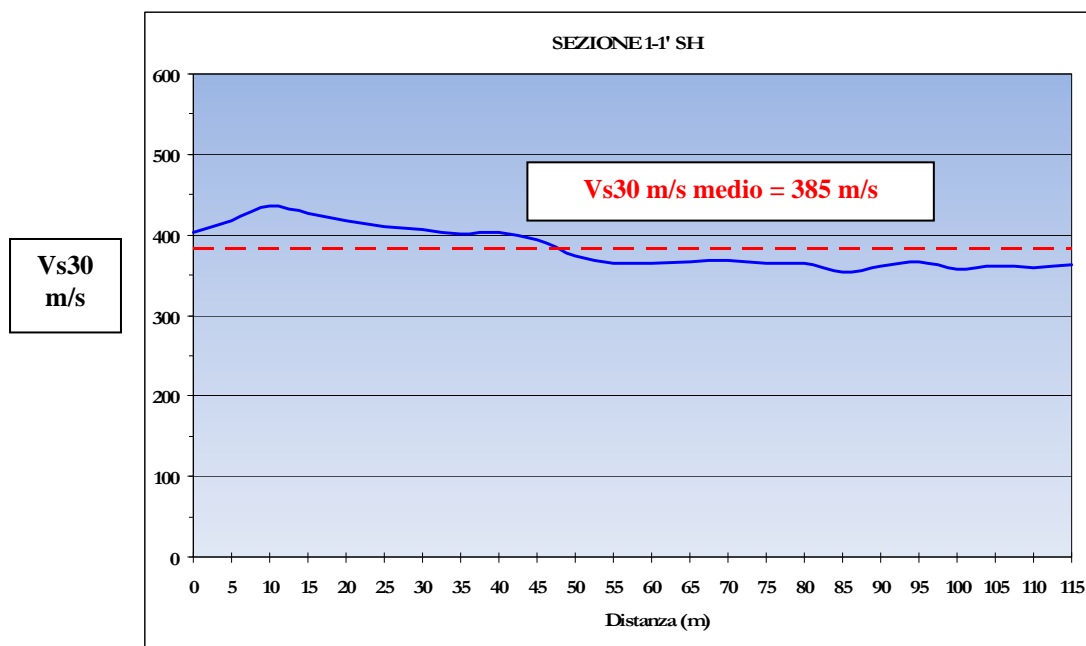
Le velocità del substrato pliocenico tendono sia per le onde P che SH a diminuire lungo la sezione passando da 1.900 m/s (onde P) e 520 m/s (onde SH) ai rispettivi 1.760 m/s (P) e 430 m/s (SH).

## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI $V_{s30}$

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s30}$ ), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. Le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| Categoria | Descrizione  |
|-----------|--|
| A         | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.   |
| B         | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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 (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).      |
| C         | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D         | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).                 |
| E         | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_i > 800$ m/s).  |
| S1        | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.  |
| S2        | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.   |

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di  $V_{s30}$  medio per la sezione ST10:



## 6.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondità di un'area, posta in località **SAN VINCENZO A TORRI, SCANDICCI (FI)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e depositi limo-sabbiosi) ed il livello intermedio, costituito da ghiaie in matrice limo-sabbiosa e tra quest'ultimo ed il substrato pliocenico.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state ricostruite due superfici rifrangenti principali: la prima si localizza a profondità comprese tra 0.50 m e 1.90 m (onde P ed onde SH); mentre la seconda si colloca a profondità comprese tra 6.40 m e 7.15 m (onde P) e tra 7.40 e 9.50 m (Onde SH). I valori medi di profondità delle due superfici individuate, rispetto al p.c., sono rispettivamente di ca. 1.10 m e ca. 7.50 m;
- nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto il terreno vegetale ed i depositi limo-sabbiosi superficiali, caratterizzati da velocità delle onde sismiche compressionali comprese tra 265 e 300 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) comprese tra 110-120 m/s, con il livello intermedio, costituito da materiale da ghiaie in matrice limo-sabbiosa, che presenta velocità comprese tra 490-580 m/s (onde P) e tra 315-380 m/s (onde SH). Il rifrattore più profondo mette in contatto il livello intermedio con il substrato pliocenico, che presenta velocità comprese tra 1.760 e 1.970 m/s (onde P) e tra 430-520 m/s (onde SH);
- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una  $V_{s30}$  mediata sui primi 30 m, pari a **385 m/s**.

---

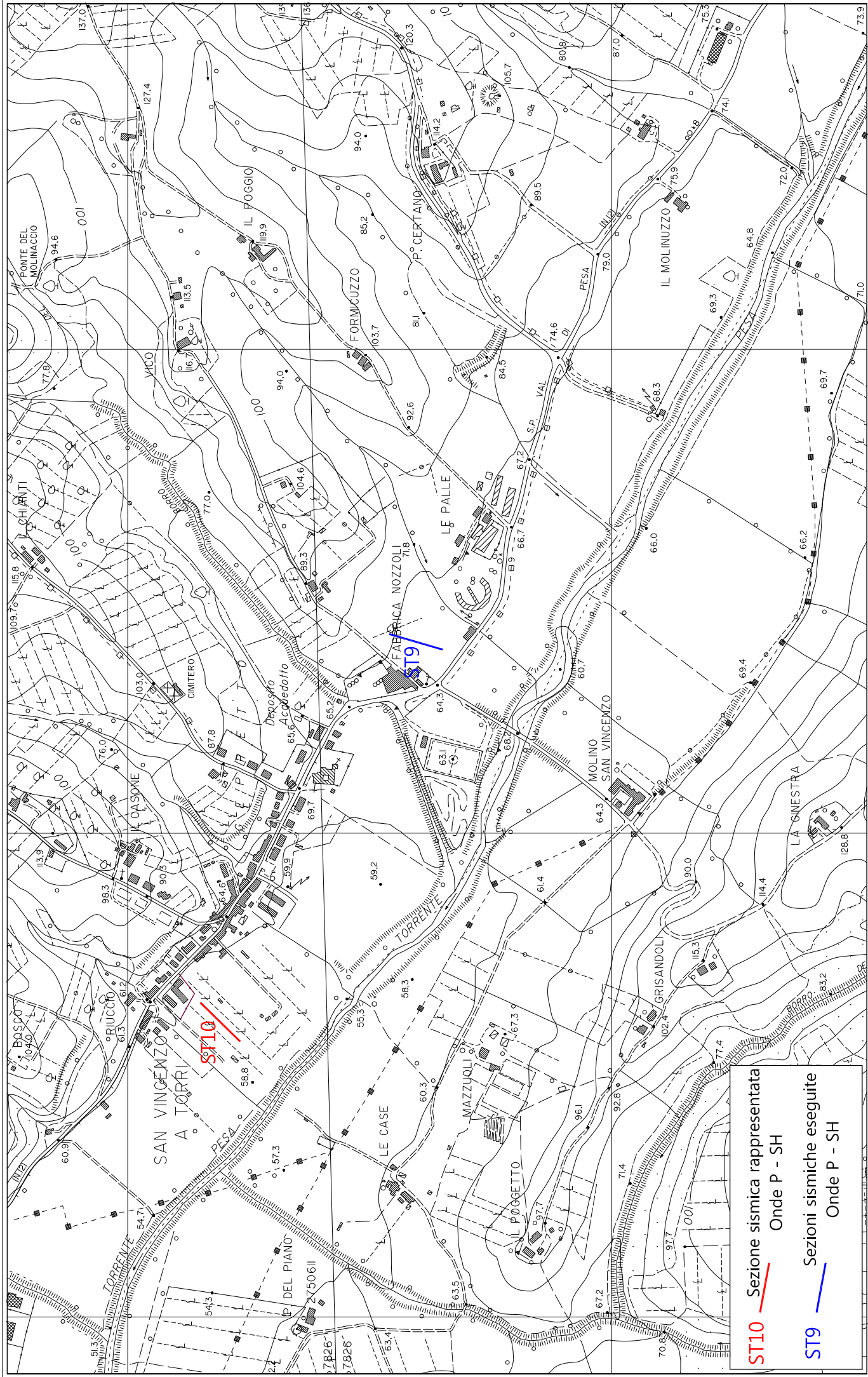
Firenze, lì 08/02/2012

TRIGEO SNC



## **ALLEGATI**





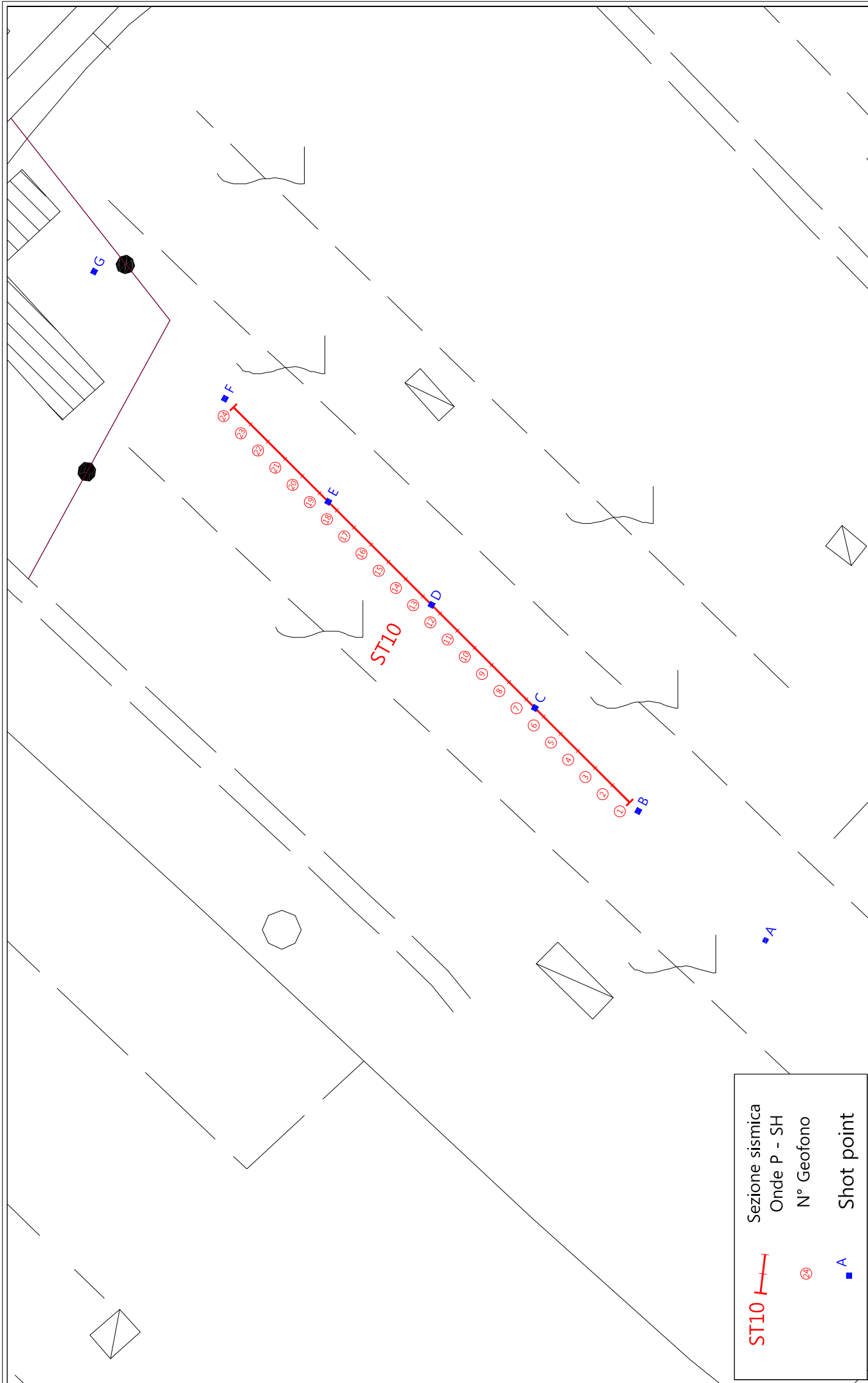
**ST10** — Sezione sismica rappresentata  
Onde P - SH




**ST9** — Sezioni sismiche eseguite  
Onde P - SH

Tavola 01 - Planimetria generale - ST10 - San Vincenzo a Torri

Febbraio 2012

Scala 1: 10.000



|   |                 |
|---|-----------------|
|  | Sezione sismica |
|   | Onde P - SH     |
|  | N° Geofono      |
|  | Shot point      |

# Dromocrone

- Shot Point (-40m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+40m)

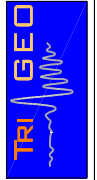
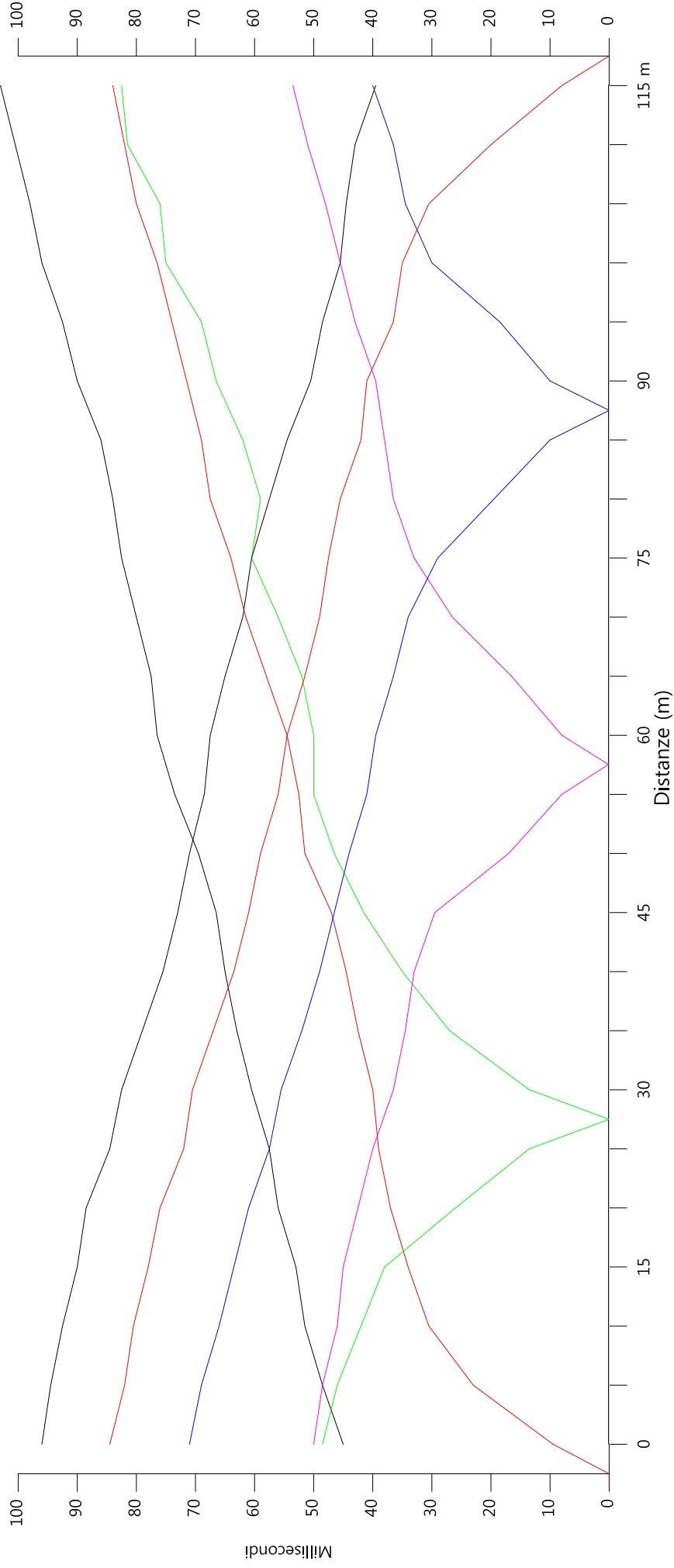
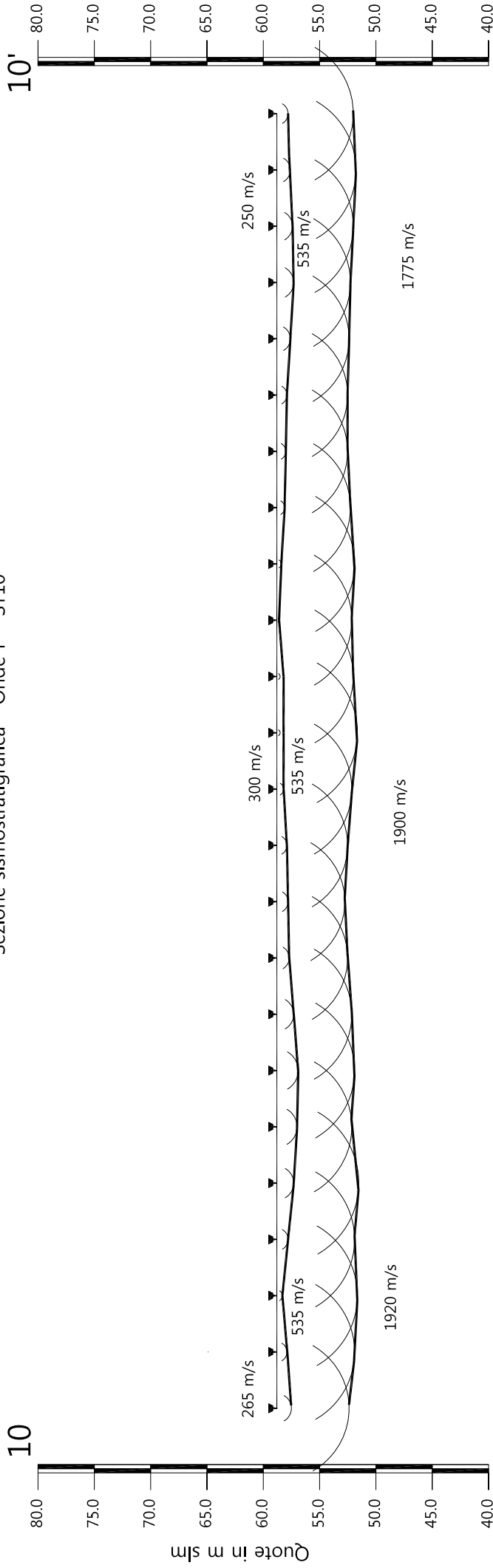


Tavola 03 - Dromocrone - Onde P - ST10

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST10



|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |
| Distanze (m)                     | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 |
| Quote in m slm                   | 1.30  | 0.90  | 0.50  | 1.00  | 1.50  | 1.80  | 1.90  | 1.50  | 1.10  | 1.00  | 0.90  | 0.60  | 0.30  | 0.30  | 0.30  | 0.20  | 0.40  | 0.70  | 0.80  | 0.90  | 1.20  | 1.50  | 1.40  | 1.20  | 1.00  |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 1.30  | 0.90  | 0.50  | 1.00  | 1.50  | 1.80  | 1.90  | 1.50  | 1.10  | 1.00  | 0.90  | 0.60  | 0.30  | 0.30  | 0.30  | 0.20  | 0.40  | 0.70  | 0.80  | 0.90  | 1.20  | 1.50  | 1.40  | 1.20  | 1.00  |

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

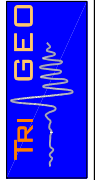
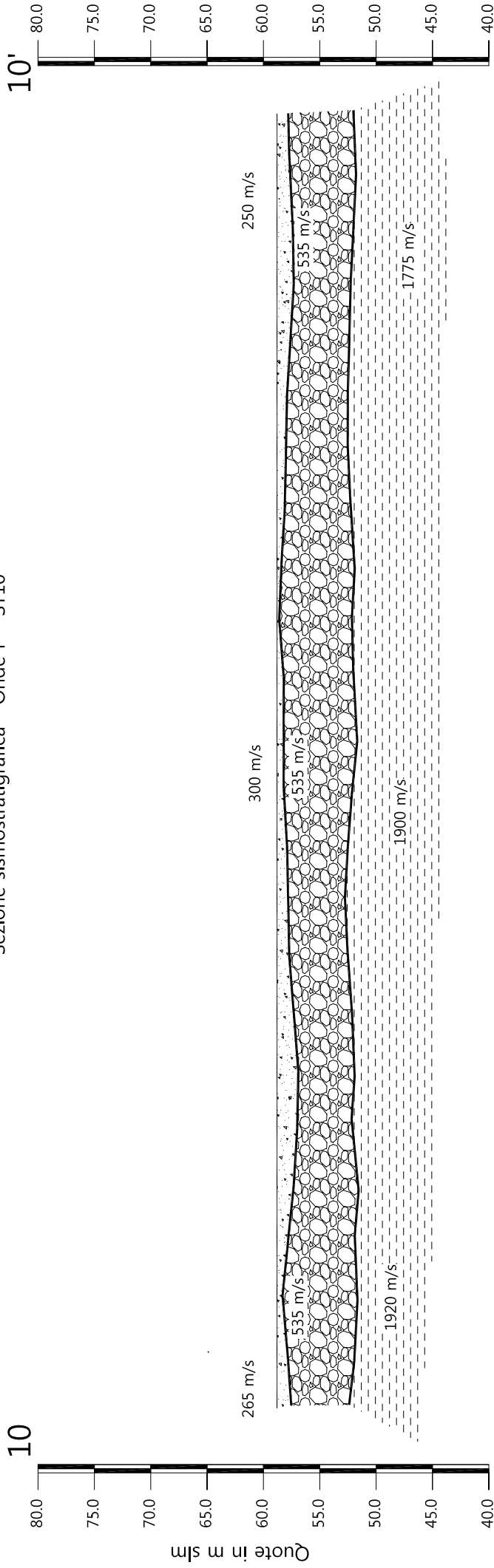


Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST10





Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde P - ST10



Legenda

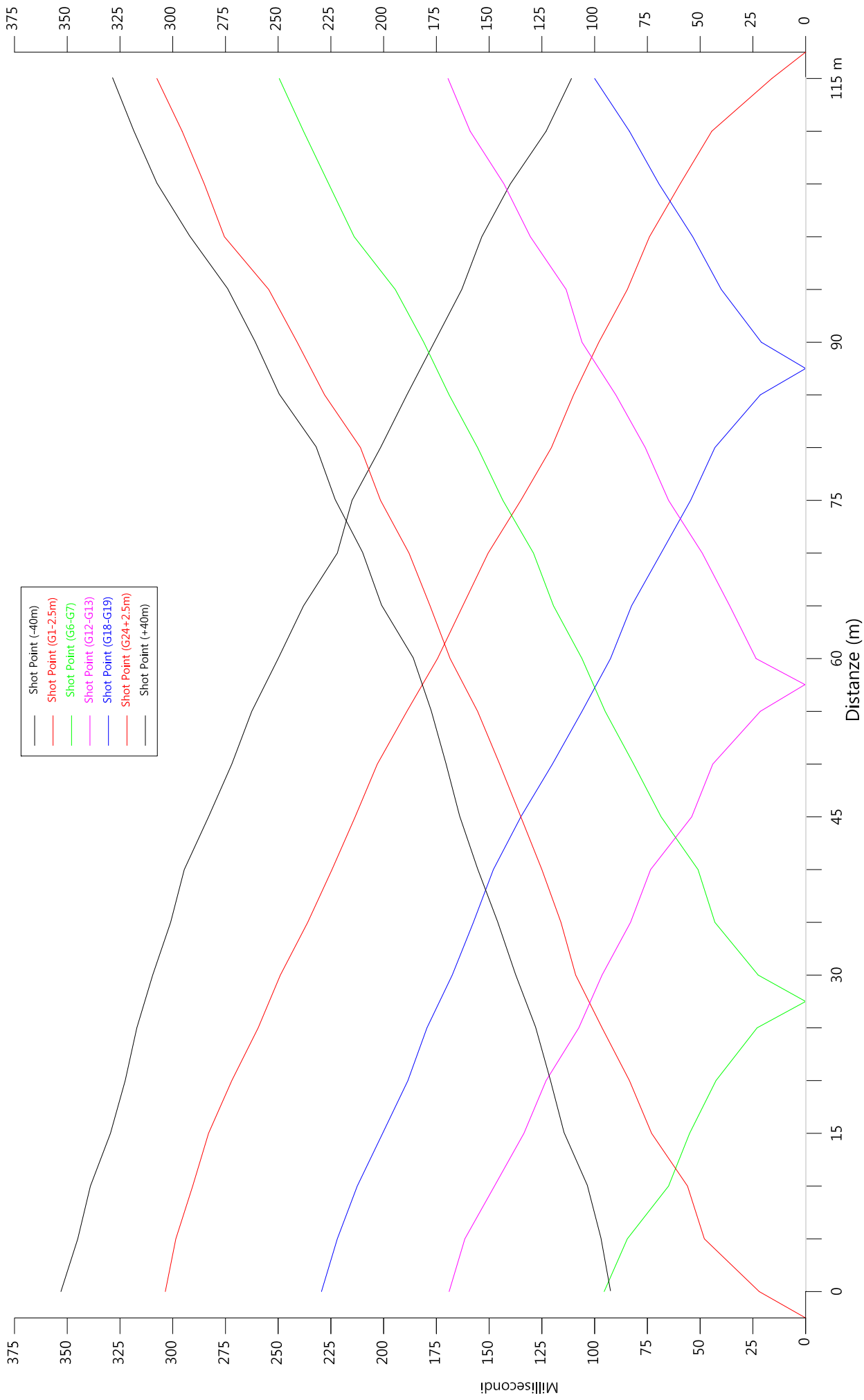
-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Ghiaie in matrice limo-sabbiosa
-  Substrato pliocenico

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 05 - Sezione litostratigrafica - Onde P - ST10





- Shot Point (-40m)
- Shot Point (G1-2.5m)
- Shot Point (G6-G7)
- Shot Point (G12-G13)
- Shot Point (G18-G19)
- Shot Point (G24+2.5m)
- Shot Point (+40m)

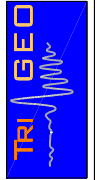
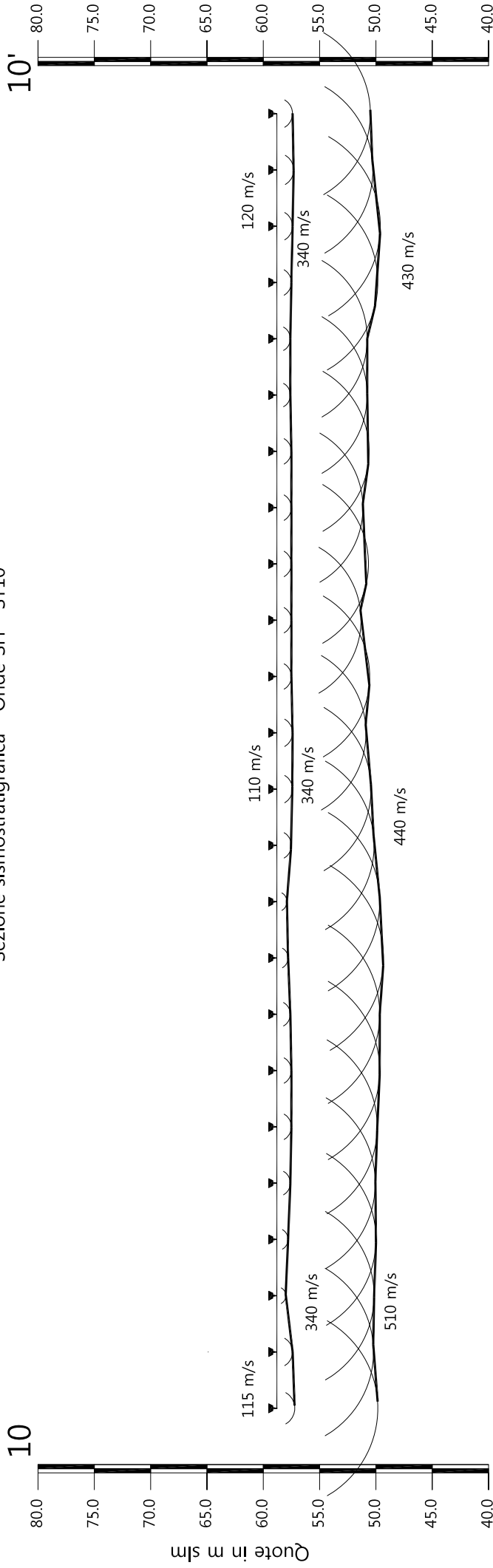


Tavola 06 - Dromocrone - Onde SH - ST10

Febbraio 2012

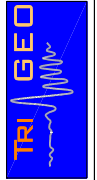
Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Sezione sismostratigrafica - Onde SH - ST10

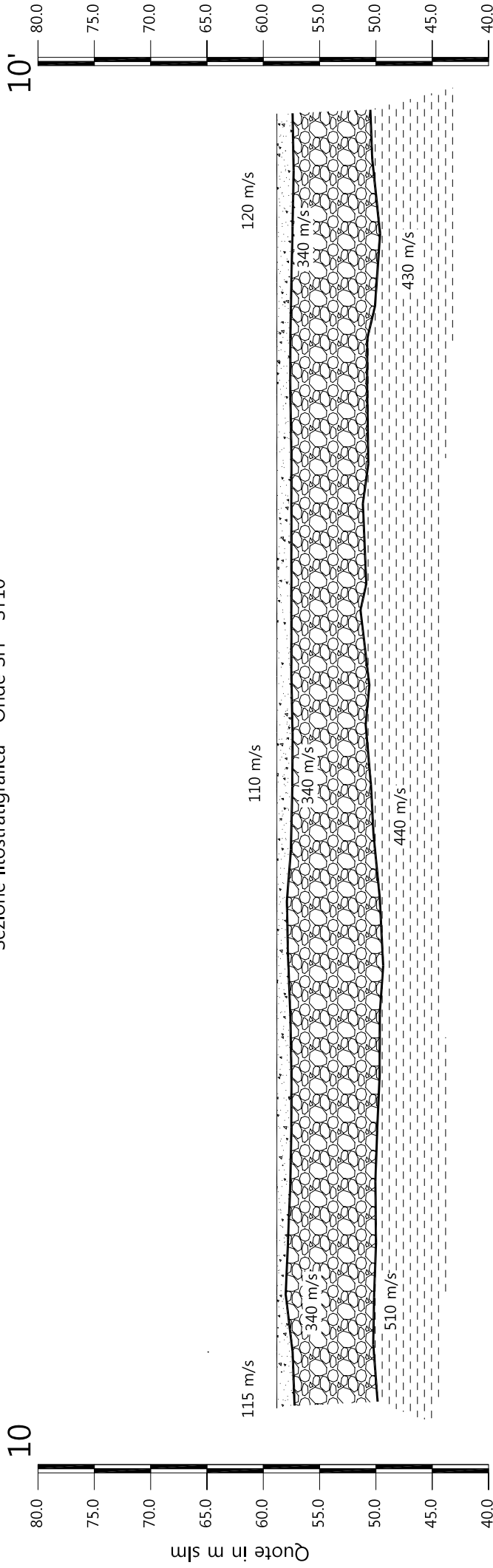


|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Numero geofono                   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |
| Distanze (m)                     | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 |
| Quote in m slm                   | 1.60  | 1.40  | 1.40  | 0.80  | 1.00  | 1.20  | 1.30  | 1.30  | 1.20  | 1.00  | 0.90  | 1.30  | 1.40  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.20  | 1.20  | 1.30  | 1.40  | 1.50  | 1.40  |
| Profondità da p.c. Livello 1 (m) | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 | 58.80 |
| Profondità da p.c. Livello 2 (m) | 1.60  | 1.40  | 1.40  | 0.80  | 1.00  | 1.20  | 1.30  | 1.30  | 1.20  | 1.00  | 0.90  | 1.30  | 1.40  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.30  | 1.20  | 1.20  | 1.30  | 1.40  | 1.50  | 1.40  |





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



Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST10



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Depositi limo sabbiosi
-  Ghiaie in matrice limo-sabbiosa
-  Substrato pliocenico

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 08 - Sezione litostratigrafica - Onde SH - ST10

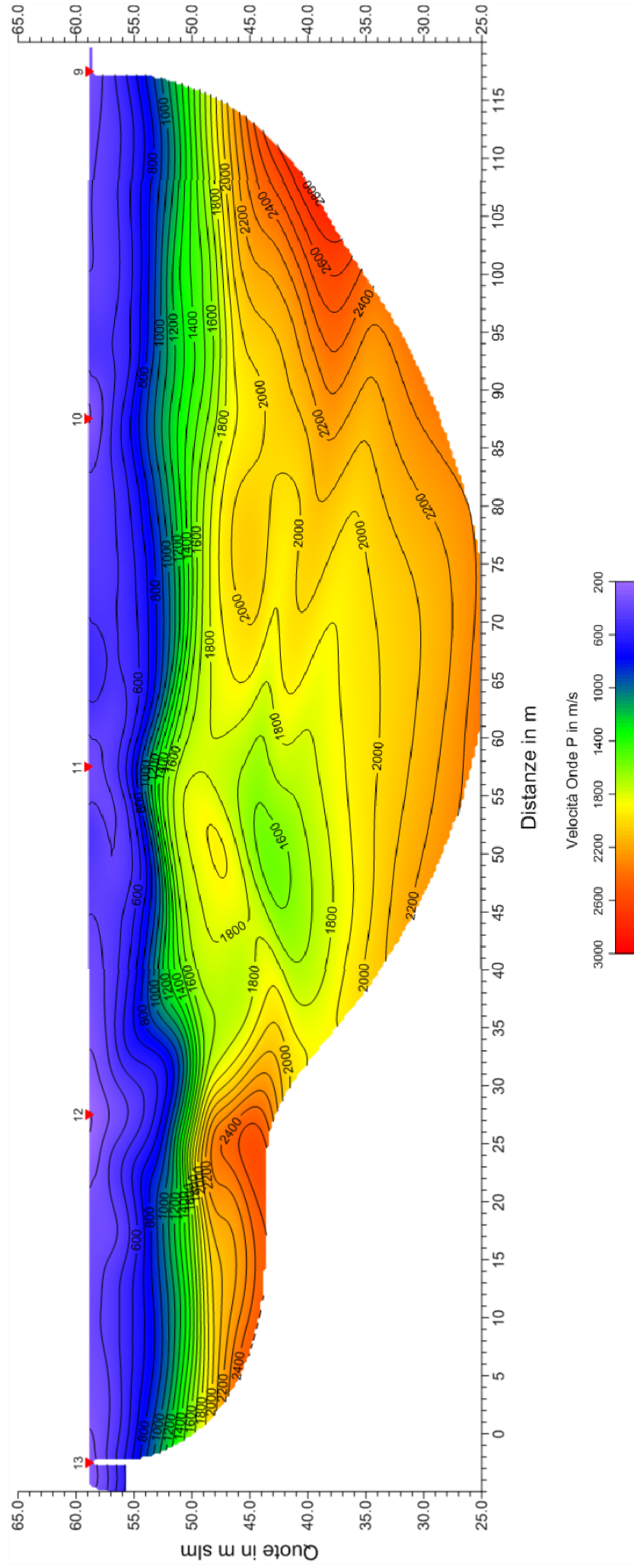




Sezione tomografica - Onde P - ST10

10

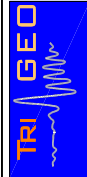
10'



Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500

Febbraio 2012

Tavola 09 - Sezione tomografica - Onde P - ST10



Sezione tomografica - Onde SH - ST10

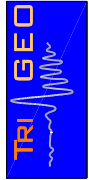
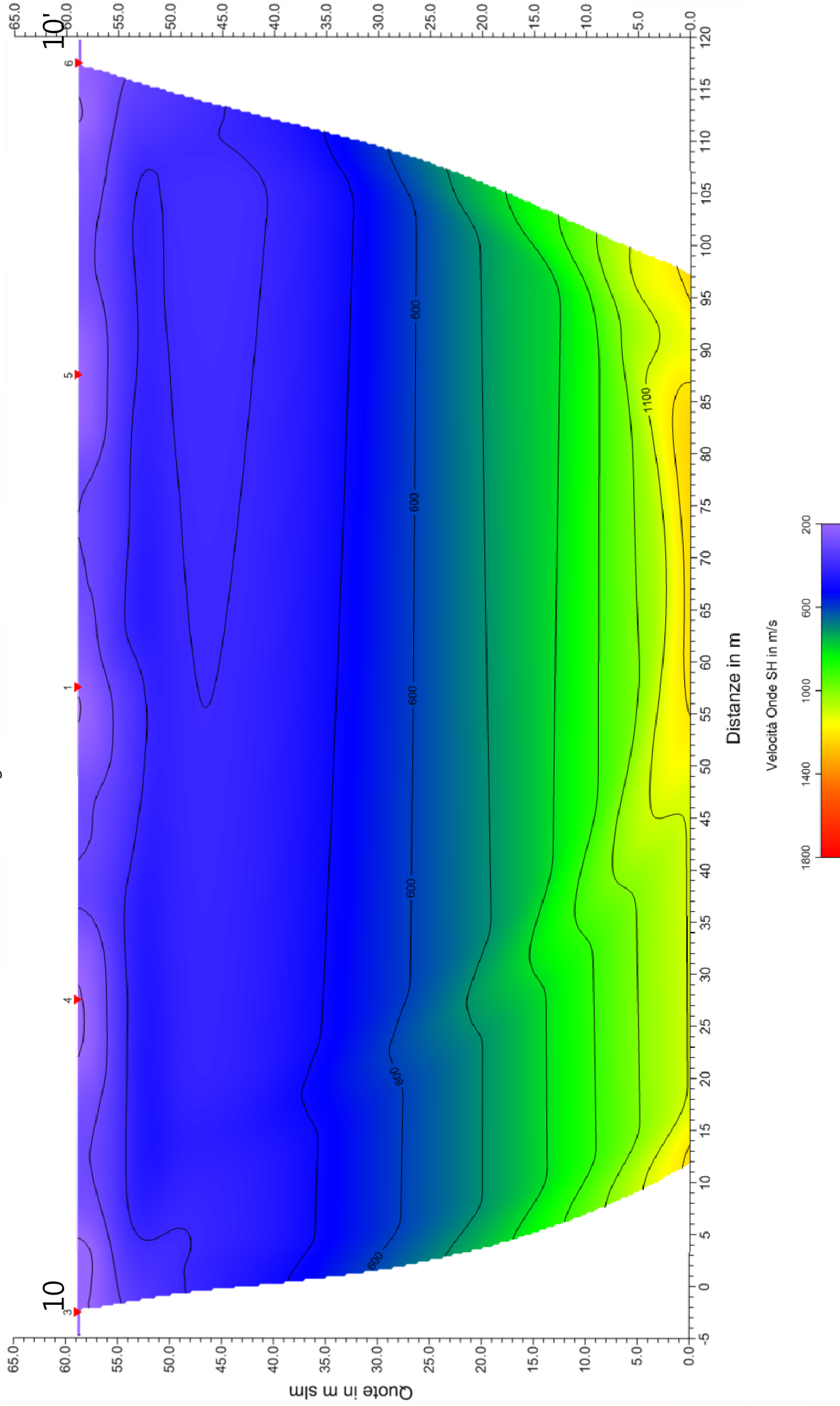


Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH - ST10

Febbraio 2012

Scala Verticale 1:500  
Scala Orizzontale 1:500



Vista generale della sezione ST10 da G1 verso G24.



Vista generale della sezione ST10 da G24 verso G1.



Shot Point A dx- onde SH – ST10



Shot Point A sx - onde SH – ST10



Shot Point G - onde SH – ST10



Shot Point A - onde P – ST10

**SEZIONE SISMICA ST10 – SAN VINCENZO A TORRI – SCANDICCI (FI)****SCHEMA DELLA PROSPEZIONE SISMICA**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA (m) | DISTANZA<br>INTERGEOFONICA<br>(m) | QUOTA (in mslm) |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1          | 0                           | 0.0                               | 58.80           |
| 2          | 5                           | 5.0                               | 58.80           |
| 3          | 10                          | 5.0                               | 58.80           |
| 4          | 15                          | 5.0                               | 58.80           |
| 5          | 20                          | 5.0                               | 58.80           |
| 6          | 25                          | 5.0                               | 58.80           |
| 7          | 30                          | 5.0                               | 58.80           |
| 8          | 35                          | 5.0                               | 58.80           |
| 9          | 40                          | 5.0                               | 58.80           |
| 10         | 45                          | 5.0                               | 58.80           |
| 11         | 50                          | 5.0                               | 58.80           |
| 12         | 55                          | 5.0                               | 58.80           |
| 13         | 60                          | 5.0                               | 58.80           |
| 14         | 65                          | 5.0                               | 58.80           |
| 15         | 70                          | 5.0                               | 58.80           |
| 16         | 75                          | 5.0                               | 58.80           |
| 17         | 80                          | 5.0                               | 58.80           |
| 18         | 85                          | 5.0                               | 58.80           |
| 19         | 90                          | 5.0                               | 58.80           |
| 20         | 95                          | 5.0                               | 58.80           |
| 21         | 100                         | 5.0                               | 58.80           |
| 22         | 105                         | 5.0                               | 58.80           |
| 23         | 110                         | 5.0                               | 58.80           |
| 24         | 115                         | 5.0                               | 58.80           |

**COORDINATE GAUSS-BOAGA DEI GEOFONI 1 E 24**

|      | GEOFONO 1  | GEOFONO 24 |
|------|------------|------------|
| X(m) | 1668570.48 | 1668650,69 |
| Y(m) | 4840777.72 | 4840860.00 |

**PUNTI DI ENERGIZZAZIONE – SHOT POINT – ST10 – SAN VINCENZO A****TORRI**

| TIRI            | POSIZIONE DA G1 (m) | QUOTA (m) |
|-----------------|---------------------|-----------|
| A ESTERNO SX    | -40.0               | 58.80     |
| B ESTREMO SX    | - 2.50              | 58.80     |
| C INTERMEDIO SX | 27.50               | 58.80     |
| D CENTRALE      | 57.50               | 58.80     |
| E INTERMEDIO DX | 87.50               | 58.80     |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <i>SCHEMA DELLA LINEA – ST10– SAN VINCENZO A TORRI</i> | Febbraio 2012            |
|  | Comune di Scandicci (FI) |

|                     |        |              |
|---------------------|--------|--------------|
| <b>F ESTREMO DX</b> | 117.50 | <b>58.80</b> |
| <b>G ESTREMO DX</b> | 147.50 | <b>58.80</b> |

---

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST10 – SAN VINCENZO A TORRI – ONDE**

| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.30                                | 6.42                                |
| 2                 | 5                                       | 0.90                                | 6.91                                |
| 3                 | 10                                      | 0.50                                | 7.16                                |
| 4                 | 15                                      | 1.00                                | 6.91                                |
| 5                 | 20                                      | 1.50                                | 7.28                                |
| 6                 | 25                                      | 1.80                                | 6.66                                |
| 7                 | 30                                      | 1.90                                | 6.91                                |
| 8                 | 35                                      | 1.50                                | 6.66                                |
| 9                 | 40                                      | 1.10                                | 6.29                                |
| 10                | 45                                      | 1.00                                | 6.04                                |
| 11                | 50                                      | 0.90                                | 6.29                                |
| 12                | 55                                      | 0.60                                | 6.66                                |
| 13                | 60                                      | 0.30                                | 7.16                                |
| 14                | 65                                      | 0.00                                | 6.79                                |
| 15                | 70                                      | 0.20                                | 6.66                                |
| 16                | 75                                      | 0.40                                | 6.91                                |
| 17                | 80                                      | 0.70                                | 6.54                                |
| 18                | 85                                      | 0.80                                | 6.29                                |
| 19                | 90                                      | 0.90                                | 6.29                                |
| 20                | 95                                      | 1.20                                | 6.42                                |
| 21                | 100                                     | 1.50                                | 6.54                                |
| 22                | 105                                     | 1.40                                | 6.79                                |
| 23                | 110                                     | 1.20                                | 7.03                                |
| 24                | 115                                     | 1.00                                | 6.79                                |

**P**

**PROFONDITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST10 – SAN VINCENZO A TORRI – ONDE**

**SH**



| <b>GEOFONI N°</b> | <b>DISTANZA<br/>PROGRESSIVA<br/>(m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 1 (m)</b> | <b>PROFONDITÀ<br/>LIVELLO 2 (m)</b> |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 0                                       | 1.60                                | 8.97                                |
| 2                 | 5                                       | 1.40                                | 8.59                                |
| 3                 | 10                                      | 0.80                                | 8.64                                |
| 4                 | 15                                      | 1.00                                | 8.81                                |
| 5                 | 20                                      | 1.20                                | 8.75                                |
| 6                 | 25                                      | 1.30                                | 8.92                                |
| 7                 | 30                                      | 1.30                                | 9.14                                |
| 8                 | 35                                      | 1.20                                | 9.14                                |
| 9                 | 40                                      | 1.00                                | 9.47                                |
| 10                | 45                                      | 0.90                                | 9.14                                |
| 11                | 50                                      | 1.30                                | 8.64                                |
| 12                | 55                                      | 1.40                                | 8.37                                |
| 13                | 60                                      | 1.40                                | 7.92                                |
| 14                | 65                                      | 1.30                                | 8.25                                |
| 15                | 70                                      | 1.30                                | 7.48                                |
| 16                | 75                                      | 1.30                                | 8.14                                |
| 17                | 80                                      | 1.30                                | 7.65                                |
| 18                | 85                                      | 1.30                                | 8.20                                |
| 19                | 90                                      | 1.20                                | 8.03                                |
| 20                | 95                                      | 1.20                                | 8.03                                |
| 21                | 100                                     | 1.30                                | 8.97                                |
| 22                | 105                                     | 1.40                                | 9.19                                |
| 23                | 110                                     | 1.50                                | 8.53                                |
| 24                | 115                                     | 1.40                                | 8.31                                |

**TEMPI ONDE P – ST10 - San Vincenzo a Torri**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 1                     | 0                       | 45.00   | 9.50  | 48.50   | 50.00   | 71.00   | 84.50   | 96.00   | 58.8                         |
| 2                     | 5                       | 48.50   | 23.00   | 46.00   | 48.50   | 69.00   | 82.00   | 94.50   | 58.8                         |
| 3                     | 10                      | 51.50   | 30.50   | 42.00   | 46.00   | 66.00   | 80.50   | 92.50   | 58.8                         |
| 4                     | 15                      | 53.00   | 34.00   | 38.00   | 45.00   | 63.50   | 78.00   | 90.00   | 58.8                         |
| 5                     | 20                      | 56.00   | 37.00   | 26.00   | 42.50   | 61.00   | 76.00   | 88.50   | 58.8                         |
| 6                     | 25                      | 57.50   | 39.00   | 13.50   | 40.00   | 57.50   | 72.00   | 84.50   | 58.8                         |
| 7                     | 30                      | 60.50   | 40.00   | 13.50   | 36.50   | 55.50   | 70.50   | 82.50   | 58.8                         |
| 8                     | 35                      | 63.00   | 42.50   | 27.00   | 34.50   | 52.00   | 67.00   | 79.00   | 58.8                         |
| 9                     | 40                      | 65.00   | 44.50   | 35.00   | 33.00   | 49.00   | 63.50   | 75.50   | 58.8                         |
| 10                    | 45                      | 66.50   | 47.00   | 41.50   | 29.50   | 46.50   | 61.00   | 73.00   | 58.8                         |
| 11                    | 50                      | 69.50   | 51.50   | 46.50   | 17.00   | 44.00   | 59.00   | 71.00   | 58.8                         |
| 12                    | 55                      | 73.50   | 52.50   | 50.00   | 8.00  | 41.00   | 56.00   | 68.50   | 58.8                         |
| 13                    | 60                      | 76.50   | 54.50   | 50.00   | 8.00  | 39.50   | 54.50   | 67.50   | 58.8                         |
| 14                    | 65                      | 77.50   | 58.00   | 52.00   | 16.50   | 36.50   | 51.50   | 65.00   | 58.8                         |
| 15                    | 70                      | 80.00   | 61.50   | 56.00   | 26.50   | 34.00   | 49.00   | 62.00   | 58.8                         |
| 16                    | 75                      | 82.50   | 64.00   | 60.50   | 33.00   | 29.00   | 47.50   | 60.50   | 58.8                         |
| 17                    | 80                      | 84.00   | 67.50   | 59.00   | 36.50   | 19.50   | 45.50   | 57.50   | 58.8                         |
| 18                    | 85                      | 86.00   | 69.00   | 62.00   | 38.00   | 10.00   | 42.00   | 54.50   | 58.8                         |
| 19                    | 90                      | 90.00   | 71.50   | 66.50   | 39.50   | 10.00   | 41.00   | 50.50   | 58.8                         |
| 20                    | 95                      | 92.50   | 74.00   | 69.00   | 43.00   | 18.50   | 36.50   | 48.50   | 58.8                         |
| 21                    | 100                     | 96.00   | 76.50   | 75.00   | 45.50   | 30.00   | 35.00   | 45.50   | 58.8                         |
| 22                    | 105                     | 98.00   | 80.00   | 76.00   | 48.00   | 34.50   | 30.50   | 44.50   | 58.8                         |
| 23                    | 110                     | 100.50  | 82.00   | 81.50   | 51.00   | 36.50   | 20.00   | 43.00   | 58.8                         |
| 24                    | 115                     | 103.00  | 84.00   | 82.50   | 53.50   | 40.00   | 8.00  | 39.50   | 58.8                         |

**TEMPI ONDE SH – ST10 - San Vincenzo a Torri**

| <b>GEOFONI<br/>N°</b> | <b>DISTANZA<br/>(M)</b> | <b>SHOT<br/>POINT A<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT B<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT C<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT D<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT E<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT F<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>SHOT<br/>POINT G<br/>TEMPO<br/>DI<br/>ARRIVO<br/>IN msec</b> | <b>QUOTA<br/>IN<br/>mslm</b> |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| <b>1</b>              | <b>0</b>                | 92.50   | 22.00   | 95.50   | 175.50  | 229.50  | 303.50  | 353.00  | 58.8                         |
| <b>2</b>              | <b>5</b>                | 97.00   | 48.00   | 84.50   | 166.00  | 222.00  | 298.50  | 345.00  | 58.8                         |
| <b>3</b>              | <b>10</b>               | 103.50  | 56.00   | 65.00   | 147.50  | 212.50  | 290.50  | 339.00  | 58.8                         |
| <b>4</b>              | <b>15</b>               | 114.50  | 73.00   | 55.00   | 133.50  | 200.50  | 283.00  | 329.50  | 58.8                         |
| <b>5</b>              | <b>20</b>               | 121.00  | 83.50   | 42.50   | 123.00  | 188.50  | 272.00  | 322.50  | 58.8                         |
| <b>6</b>              | <b>25</b>               | 128.00  | 96.50   | 23.00   | 107.50  | 179.50  | 259.50  | 317.00  | 58.8                         |
| <b>7</b>              | <b>30</b>               | 137.50  | 109.00  | 22.50   | 96.50   | 167.50  | 249.00  | 309.50  | 58.8                         |
| <b>8</b>              | <b>35</b>               | 146.00  | 116.00  | 43.00   | 83.00   | 157.50  | 236.00  | 301.00  | 58.8                         |
| <b>9</b>              | <b>40</b>               | 155.50  | 125.00  | 51.00   | 73.50   | 148.00  | 224.50  | 294.50  | 58.8                         |
| <b>10</b>             | <b>45</b>               | 164.00  | 135.00  | 68.50   | 54.00   | 135.00  | 213.50  | 283.00  | 58.8                         |
| <b>11</b>             | <b>50</b>               | 170.50  | 145.00  | 81.50   | 44.00   | 120.00  | 203.00  | 272.00  | 58.8                         |
| <b>12</b>             | <b>55</b>               | 177.50  | 155.50  | 95.00   | 21.50   | 106.00  | 189.00  | 262.50  | 58.8                         |
| <b>13</b>             | <b>60</b>               | 186.00  | 168.50  | 106.00  | 23.50   | 92.50   | 174.50  | 250.00  | 58.8                         |
| <b>14</b>             | <b>65</b>               | 201.00  | 178.00  | 119.50  | 36.00   | 82.50   | 162.50  | 238.00  | 58.8                         |
| <b>15</b>             | <b>70</b>               | 210.00  | 188.00  | 129.00  | 49.00   | 68.50   | 150.50  | 222.00  | 58.8                         |
| <b>16</b>             | <b>75</b>               | 223.00  | 201.50  | 143.50  | 65.00   | 54.50   | 135.00  | 215.00  | 58.8                         |
| <b>17</b>             | <b>80</b>               | 232.00  | 211.00  | 155.50  | 76.00   | 43.00   | 120.50  | 201.50  | 58.8                         |
| <b>18</b>             | <b>85</b>               | 249.50  | 228.00  | 169.00  | 90.00   | 21.50   | 110.00  | 189.00  | 58.8                         |
| <b>19</b>             | <b>90</b>               | 261.00  | 241.00  | 181.00  | 106.00  | 21.00   | 98.00   | 176.00  | 58.8                         |
| <b>20</b>             | <b>95</b>               | 274.00  | 254.50  | 194.50  | 113.50  | 40.00   | 84.50   | 163.00  | 58.8                         |
| <b>21</b>             | <b>100</b>              | 292.00  | 275.50  | 214.00  | 130.50  | 53.50   | 74.00   | 153.50  | 58.8                         |
| <b>22</b>             | <b>105</b>              | 307.50  | 285.00  | 226.00  | 143.00  | 69.50   | 59.50   | 140.00  | 58.8                         |
| <b>23</b>             | <b>110</b>              | 318.50  | 295.50  | 238.00  | 159.00  | 83.50   | 44.50   | 123.00  | 58.8                         |
| <b>24</b>             | <b>115</b>              | 328.50  | 307.50  | 249.50  | 169.50  | 100.00  | 16.00   | 111.00  | 58.8                         |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST10 – ONDE P**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 265   | 540   | 1902  |
| 2          | 5                              | 269   | 545   | 1902  |
| 3          | 10                             | 282   | 550   | 1903  |
| 4          | 15                             | 296   | 560   | 1904  |
| 5          | 20                             | 299   | 540   | 1909  |
| 6          | 25                             | 300   | 543   | 1923  |
| 7          | 30                             | 285   | 586   | 1945  |
| 8          | 35                             | 300   | 494   | 1963  |
| 9          | 40                             | 319   | 502   | 1972  |
| 10         | 45                             | 328   | 510   | 1964  |
| 11         | 50                             | 320   | 537   | 1942  |
| 12         | 55                             | 300   | 525   | 1910  |
| 13         | 60                             | 290   | 543   | 1878  |
| 14         | 65                             | 285   | 582   | 1856  |
| 15         | 70                             | 281   | 510   | 1843  |
| 16         | 75                             | 290   | 538   | 1830  |
| 17         | 80                             | 291   | 567   | 1812  |
| 18         | 85                             | 280   | 595   | 1791  |
| 19         | 90                             | 275   | 523   | 1774  |
| 20         | 95                             | 260   | 552   | 1765  |
| 21         | 100                            | 258   | 580   | 1764  |
| 22         | 105                            | 259   | 508   | 1764  |
| 23         | 110                            | 255   | 537   | 1764  |
| 24         | 115                            | 250   | 565   | 1764  |

**VELOCITÀ LIVELLI INDIVIDUATI – ST10 – ONDE SH**

| GEOFONI N° | DISTANZA<br>PROGRESSIVA<br>(m) | VELOCITÀ V <sub>1</sub><br>LIVELLO 1<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>2</sub><br>LIVELLO 2<br>(m/s) | VELOCITÀ V <sub>3</sub><br>LIVELLO 3<br>(m/s) |
|------------|--------------------------------|---|---|---|
| 1          | 0                              | 110   | 380   | 519   |
| 2          | 5                              | 119   | 379   | 519   |
| 3          | 10                             | 117   | 377   | 519   |
| 4          | 15                             | 116   | 376   | 520   |
| 5          | 20                             | 114   | 375   | 518   |
| 6          | 25                             | 113   | 373   | 511   |
| 7          | 30                             | 121   | 372   | 499   |
| 8          | 35                             | 120   | 370   | 483   |
| 9          | 40                             | 129   | 369   | 469   |
| 10         | 45                             | 119   | 358   | 458   |
| 11         | 50                             | 108   | 356   | 448   |
| 12         | 55                             | 108   | 345   | 439   |
| 13         | 60                             | 117   | 342   | 432   |
| 14         | 65                             | 116   | 349   | 427   |
| 15         | 70                             | 116   | 356   | 425   |
| 16         | 75                             | 125   | 333   | 425   |
| 17         | 80                             | 129   | 320   | 425   |
| 18         | 85                             | 111   | 317   | 426   |
| 19         | 90                             | 122   | 315   | 427   |
| 20         | 95                             | 133   | 322   | 427   |
| 21         | 100                            | 114   | 329   | 427   |
| 22         | 105                            | 126   | 336   | 427   |
| 23         | 110                            | 117   | 343   | 427   |
| 24         | 115                            | 120   | 340   | 427   |