

COMUNE DI TOANO

Provincia di Reggio Emilia

Indagine Geologica a supporto di un Piano Particolareggiato riguardante l'area produttiva di "Fora di Cavola" di Toano (RE), anche in riferimento alla verifica di compatibilità rispetto le condizioni di dissesto d'area di cui all'art. 9 comma 6 bis del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).



COMMITTENTE:

SOFISER S.r.l.

Via Filangieri n. 15
42100 Reggio Emilia

A CURA DI:

Dott. Geol. Giorgio Gasparini

dello Studio Geologico Ambientale ARKIGEO
Via San Martino n. 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)

Collaboratori ARKIGEO:

dott. geol. Marco Capitani
dott. geol. Paolo Bessi

Marzo 2007

INDICE RELAZIONE

1. PREMESSA.....	1
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI PIANO PARTICOLAREGGIATO E DELLE ATTUALI DIFESE IDRAULICHE	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO.....	4
3.1. <i>Geologia</i>	4
3.1.1. <i>Stratigrafia.....</i>	4
3.1.1.1. <i>Formazione di Ranzano (Eocene sup.-Oligocene med.?).....</i>	5
3.1.1.2. <i>Formazione di Antognola (Oligocene sup.-Miocene inf.).....</i>	6
3.1.2. <i>Coperture superficiali</i>	6
3.1.3. <i>Assetto strutturale</i>	6
3.2. <i>Geomorfologia.....</i>	7
3.3. <i>Idrogeologia</i>	8
3.4. <i>Sismicità.....</i>	8
4. INQUADRAMENTO URBANISTICO	9
4.1. <i>Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).....</i>	9
4.2. <i>Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).....</i>	10
4.3. <i>Piano Provinciale per le attività Estrattive</i>	12
4.4. <i>Piano Regolatore Comunale (PRG)</i>	12
5. SINTESI DEGLI STUDI ESISTENTI.....	12
6. ANALISI GEOMORFOLOGICA E SEDIMENTOLOGICA	17
6.1. <i>Dinamica geomorfologica fluviale e bilancio di trasporto solido.....</i>	17
6.2. <i>Condizioni di stabilità.....</i>	23
7. ESAME DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	27
7.1. <i>Indagini geognostiche da bibliografia.....</i>	27
7.1.1. <i>Sondaggi Elettrici Verticali (SEV).....</i>	27
7.2. <i>Standard Cone Penetration Test (SCPT).....</i>	28
7.3. <i>Indagini geognostiche di recente realizzazione.....</i>	28
7.3.1. <i>Prove penetrometriche dinamiche superpesanti</i>	28
7.3.2. <i>Stendimenti sismici a rifrazione</i>	30
8. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	32
9. COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO	36

STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE
ARKIGEO
di Gasparini Dott. Geol. Giorgio
Via S. Martino 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)
Tel. /Fax : 059 – 815262
e-mail : «arkige00@arkigeo.191.it»
C.F.: GSP GRG 54M14 A959S P. I.V.A.: 02350330367

ELENCO ALLEGATI

- ALLEGATO N. 1 - Planimetria di progetto
- ALLEGATO N. 2 - Ubicazione foto ed indagini
- ALLEGATO N. 3 - Documentazione fotografica
- ALLEGATO N. 4 - Estratto Norme P.T.C.P.: *Articolo 11*
- ALLEGATO N. 5 - S.E.V. – Sondaggi Elettrici Verticali (*da bibliografia*)
- ALLEGATO N. 6 - Standard Cone Penetration Test (*da bibliografia*)
- ALLEGATO N. 7 - D.P.M. – Prove penetrometriche dinamiche medie (*da bibliografia*)
- ALLEGATO N. 8 - D.P.S.H. – Dati e diagrammi delle prove penetrometriche
dinamiche super pesanti
- ALLEGATO N. 9 - Dati e diagrammi degli stendimenti sismici a rifrazione

STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE

ARKIGEO

di Gasparini Dott. Geol. Giorgio

Via S. Martino 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)

Tel. /Fax : 059 – 815262

e-mail : «arkigeo00@arkigeo.191.it»

C.F.: GSP GRG 54M14 A959S P. I.V.A.: 02350330367

INDAGINE GEOLOGICA A SUPPORTO DI UN PIANO PARTICOLAREGGIATO RIGUARDANTE L'AREA PRODUTTIVA DI "FORA DI CAVOLA" DI TOANO (RE), ANCHE IN RIFERIMENTO ALLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ RISPETTO LE CONDIZIONI DI DISSESTO D'AREA DI CUI ALL'ART. 9 COMMA 6 BIS DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).

1. PREMESSA

Su incarico della SOFISER S.r.l. di Reggio Emilia, e d'intesa con l'Arch. M. L. Livierato della Comunità Montana dell'Appennino Reggiano, si è provveduto alla stesura della presente relazione inerente l'indagine geologica a supporto di un Piano Particolareggiato riguardante l'area produttiva di "Fora di Cavola" di Toano (RE), anche in riferimento alla verifica di compatibilità rispetto le condizioni di dissesto d'area di cui all'art. 9 comma 6 bis del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

In riferimento ai commi 1 e 2 dell'art. 41 della L.R. 20/2000 si è operato in relazione a quanto previsto dall'art. 49, lett. o, della L.R. 07.12.1978 n. 47, della Circolare n. 3891 del 21.03.1994 e della Circolare Regionale n. 1288 del 11.02.1983; si è considerato inoltre quanto previsto dai: DM 14.09.2005 Testo Unico "Norme tecniche per le costruzioni"; Delibera di Giunta Regionale n. 1677 del 24.10.2005 «Prime indicazioni applicative in merito al DM 14 Settembre 2005 (G.U. n. 222 del 23.09.2005, S.O. n. 159) recante "Norme tecniche per le costruzioni"; DM 11.03.1988; PTCP vigente; PAI vigente.

L'area in esame ricade nel medio Appennino Reggiano e più precisamente nell'alta valle del F. Secchia alla confluenza nel medesimo fiume del suo affluente di destra, il Torrente Secchiello (Figura 1).

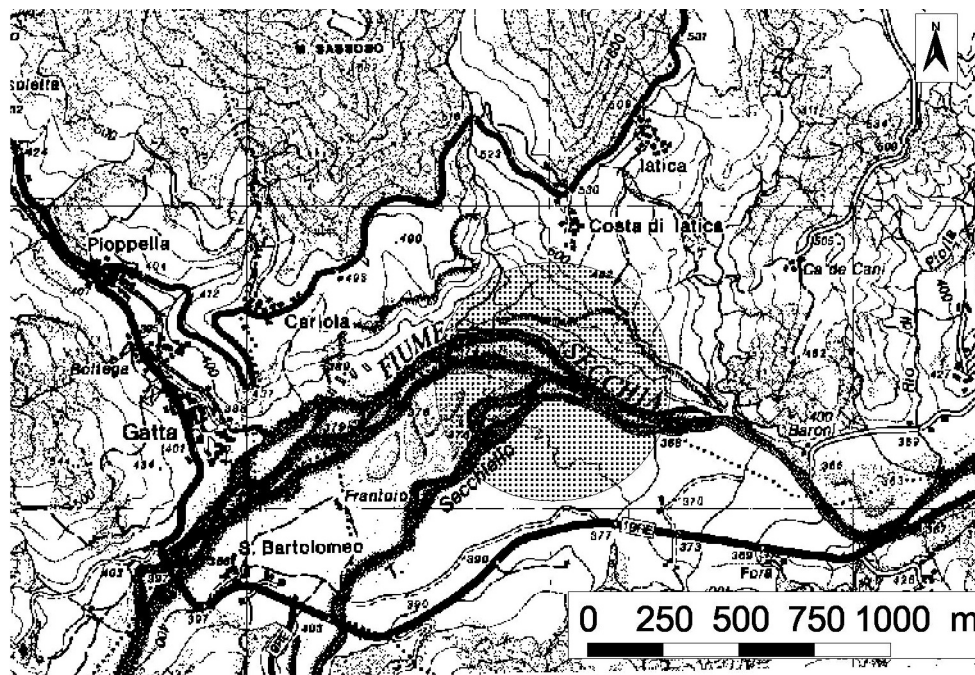


Figura 1 - Inquadramento topografico (Base Topografica: Estratto da Carta Topografica Regionale, Tav. 218SO).

Le quote sul livello del mare si attestano all'incirca sui 375 m. L'area interessata dall'intervento è subpianeggiante e si colloca in destra Secchiello e Secchia nelle aree terrazzate adiacenti la zona di confluenza del T. Secchiello nel Secchia.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI PIANO PARTICOLAREGGIATO E DELLE ATTUALI DIFESE IDRAULICHE

Sulla planimetria allegata (All. n. 1) sono rappresentati:

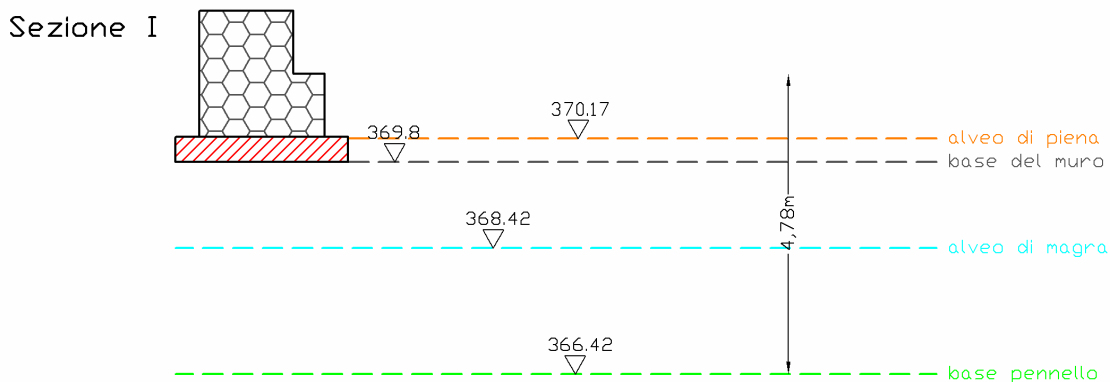
- Il comparto esistente costituito da n. 13 lotti;
- Il comparto di progetto (superficie totale 159.110 m²) è costituito da 8 lotti (7 privati e 1 pubblico), per una superficie fondiaria totale di 81.800 m² dove è prevista la costruzione di fabbricati costituiti da piano terra ed in alcuni casi di piano primo.

Interna alla perimetrazione di Piano Particolareggiato lato fiume è presente un'area non edificabile di rispetto ed un'area di verde di riqualificazione.

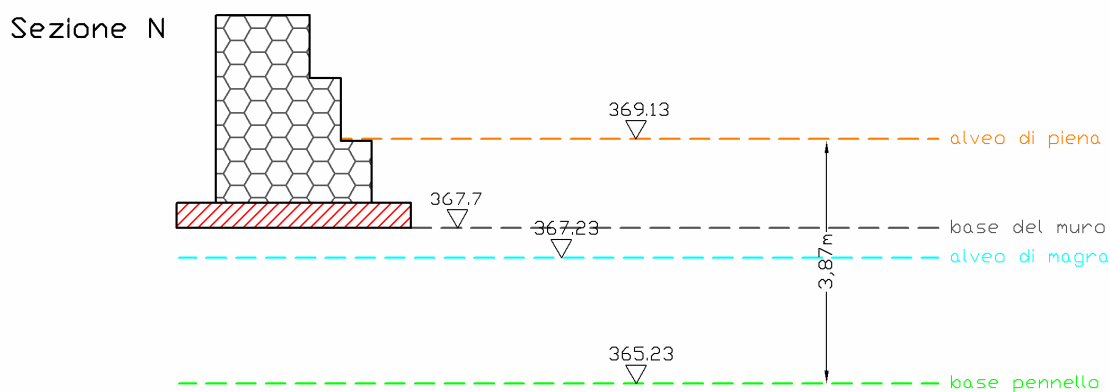
Le difese idrauliche esistenti sono costituite da n. 2 traverse presenti a valle del ponte sul torrente Secchiello in loc. San Bartolomeo (All. nn. 2 e 3 foto nn. 10 e 11) e da un muro in gabbioni posto nell'alveo, prima del T. Secchiello e poi del F. Secchia (dopo la confluenza), a ridosso del limite nord dell'attuale area industriale e del comparto di completamento (All. nn. 2 e 3 foto nn. 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 9).

Il muro ha una lunghezza complessiva di circa 1,5 km; in testa è largo 1,5 m ed alla base da 2 m (per altezze di 2 m + fondazione di 40 cm dalla sezione E alla sezione I – All. n. 2) a 2,5 m (per altezze di 3 m + fondazione di 40 cm dalla sezione N alla sezione P – All. n. 2).

Dalla sezione I alla sezione P (dopo la confluenza quando il corso del F. Secchia tende ad a raddrizzarsi) è stata valutata la differenza di quota tra la base del muro e quella dell'alveo di magra.

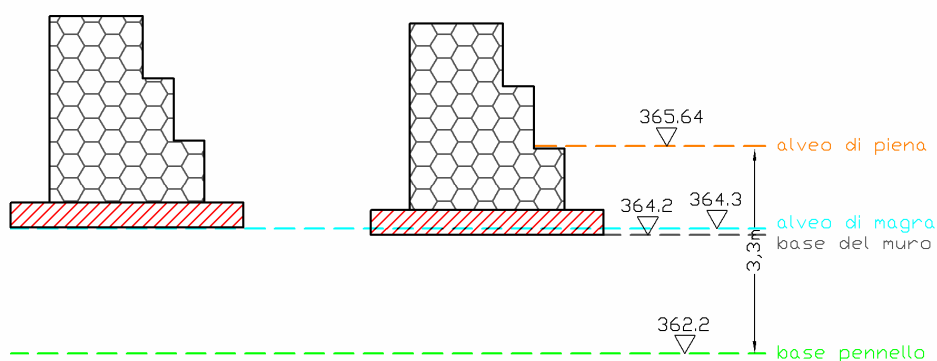


Nella sezione I l'alveo di magra risulta più basso della base del muro di circa 1,4m.



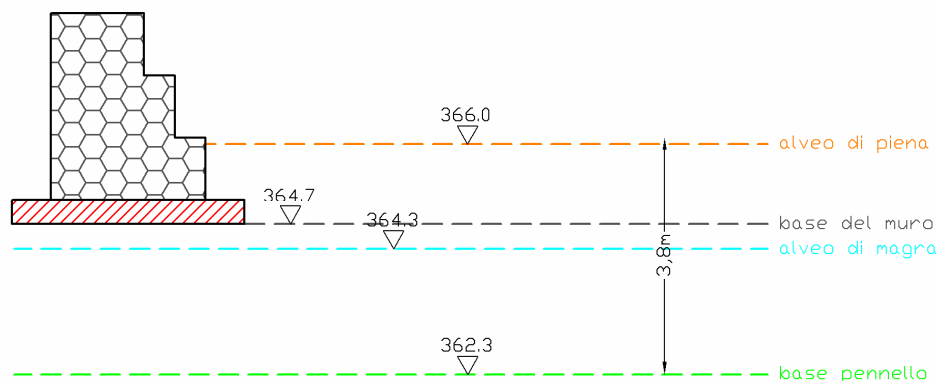
Nella sezione N l'alveo di magra risulta più basso della base del muro di circa 0,5m.

Sezione □



Nella sezione O l'alveo di magra risulta coincidente con la base del muro.

Sezione P



Nella sezione P l'alveo di magra risulta più basso della base del muro di circa 0,4m.

In tutti i casi l'alveo di magra non si trova nelle sezioni considerate sopra la base di fondazione con un certo margine di sicurezza nei confronti dell'erosione combinata di fondo e di sponda che potrebbe portare allo scalzamento al piede del muro. In tutte le sezioni è indicata l'ipotetica profondità necessaria ad un repellente (pennello) per garantire le condizioni di stabilità nel lungo periodo nell'eventualità di una erosione di sponda molto aggressiva e prolungata nel tempo.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

3.1. Geologia

3.1.1. Stratigrafia

Il settore in esame ricade in una zona dell'Appennino Reggiano caratterizzata dalla presenza di rocce riferibili alla Successione Epiligure (Figura 2).

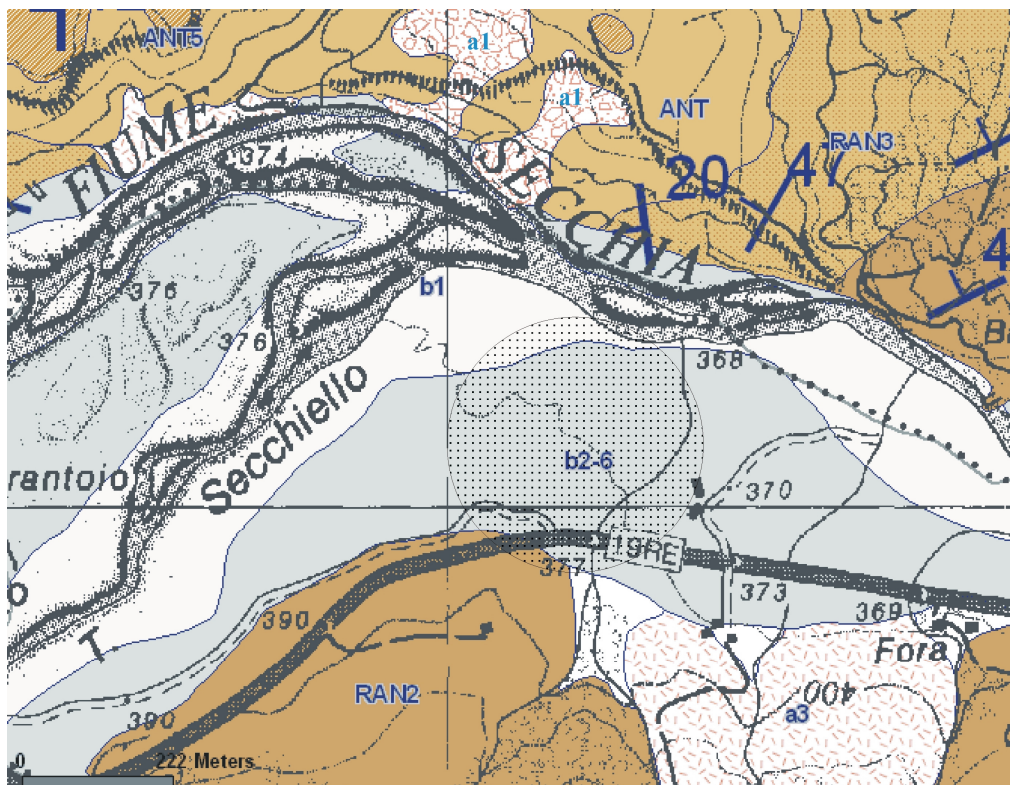


Figura 2 - Carta Geologica del settore adiacente la confluenza del T. Secchiello nel F. Secchia. (Fonte dato: Sito Web del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna). LEGENDA: RAN2-Formazione di Ranzano (Membro della Val Pessola), RAN3-Formazione di Ranzano (Membro di Varano dei Melegari); ANT-Formazione di Antognola; ANT5-Formazione di Antognola (Membro di Iatica); a1-frana in evoluzione; a3-Detrito di versante s.l.; b1-Depositi alluvionali in evoluzione.

I versanti della valle del Secchia sono in quest'area formati da litotipi appartenenti alle Formazioni di Ranzano e di Antognola (Figura 2).

3.1.1.1. *Formazione di Ranzano (Eocene sup.-Oligocene med.?)*

La Formazione di Ranzano è un'unità torbiditica prevalentemente arenacea suddivisa in varie litozone o membri. Nell'area in esame affiorano prevalentemente il Membro della Val Pessola ed il Membro di Varano dei Melegari.

Il Membro della Val Pessola (denominato nella Carta Geologica Regionale a scala 1:10.000 edizione 1989 come Litozona arenaceo-pelitica) è formato da torbiditi arenaceo-pelitiche in strati da sottili a spessi, con rapporto Arenarie/Peliti generalmente inferiore o uguale a uno.

Il membro di Varano dei Melegari (indicato nella Carta Geologica Regionale a scala 1:10.000 edizione 1989 come Litozona pelitica) è dato da torbiditi a prevalente componente pelitica in strati generalmente centimetrici.

3.1.1.2. Formazione di Antognola (Oligocene sup.-Miocene inf.)

La Formazione di Antognola è un'unità litologicamente eterogenea suddivisa in vari membri. Le classiche Marne di Antognola sono marne e marne argillose grigio verdognole a stratificazione in genere mal distinguibile, prive di macrofossili. Oltre al membro delle Marne di Antognola in area affiora anche il membro di Iatica (indicato nella Carta Geologica Regionale a scala 1:10.000 edizione 1989 come Unità delle arenarie di Iatica e Scaluccia) che è formato da banchi e strati di arenarie risedimentate intercalati a radi strati pelitici.

3.1.2. Coperture superficiali

A completamento del quadro stratigrafico locale occorre ricordare le coperture superficiali quaternarie (Figure 2 e 3).

Si tratta di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi e ciottolosi, terrazzati che costituiscono un potente materasso di materiali grossolani¹ che si estende per tutta la larghezza del fondovalle Secchia dove il substrato pre-Quaternario non è mai affiorante.

Lungo i versanti possono essere presenti coperture di origine gravitativa (accumuli di frane) e depositi di versante indifferenziati di natura eluviale e/o colluviale. Da sottolineare come l'estensione delle coperture superficiali sia sui versanti prospicienti l'area di intervento alquanto subordinata, mentre prevalgono gli affioramenti di roccia del substrato pre-Quaternario, soprattutto sul versante in sinistra idrografica (Figure 2 e 3).

3.1.3. Assetto strutturale

L'assetto delle stratificazioni nell'intorno dell'area in esame è tendenzialmente diretto verso il quadrante settentrionale. Gli strati infatti presentano, soprattutto sulla sinistra idrografica del Secchia, inclinazioni dell'ordine dei 20°-50° dirette verso N-NO.

Nella Sezione geologica allegata alla Sezione 218140 della Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo (edizione 1986) viene ipotizzata l'esistenza di una faglia inversa a direzione all'incirca parallela al corso fluviale ed inclinata verso sud che determinerebbe il sollevamento del blocco meridionale rispetto quello settentrionale.

¹ Alcune indagini geognostiche eseguite in area indicherebbero spessori che localmente superano i 10-15 m.

3.2. Geomorfologia

L'area di intervento è compresa in una zona a terrazzi fluviali e presenta pertanto una morfologia subpianeggiante (Figure 2 e 3). Il terrazzo di secondo ordine è delimitato da una scarpata verso fiume di altezza variabile da alcuni decimetri a 1-2 metri.

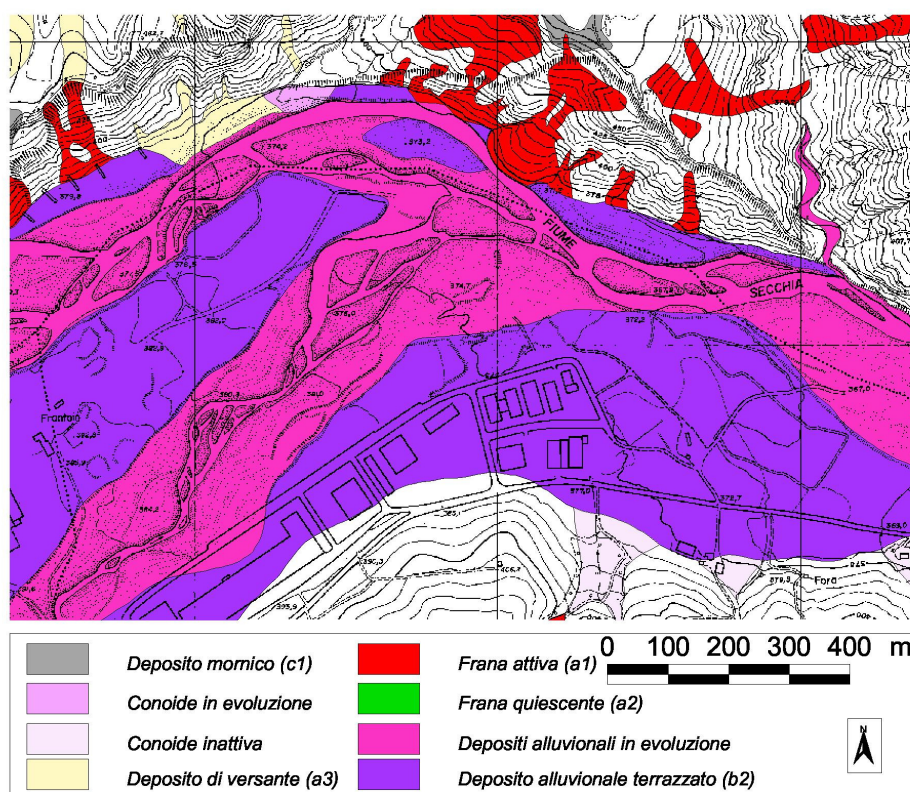


Figura 3 - Inventario del dissesto della Regione Emilia Romagna (Del. G. R. 803/2004).

A valle della confluenza del T. Secchiello il Secchia mostra una generale tendenza a depositare materiale in conseguenza della minore pendenza. Da sottolineare come l'affluente possieda in alcuni tratti pendenze anche dell'ordine del 2% che ne implementano l'efficienza di trasporto solido e la competenza. Nei pressi della confluenza l'alveo presenta una struttura sia per il Secchia che per il Secchiello di tipo a canali intrecciati nei periodi di morbida, mentre in magra il flusso si concentra entro un unico canale principale. Con le piene l'acqua tende a scorrere su una superficie più ampia occupando tutto l'alveo che in questo settore è piuttosto ampio con valori dell'ordine di 50 m (Secchiello prima della confluenza), 120 m (Secchia prima della confluenza) e 70-100 m dopo la confluenza in Secchia del Secchiello.

Sebbene si riscontri nel tratto tra Fora e Cerredolo una tendenza a depositare il carico solido, nel tratto fluviale prospiciente l'area di intervento si notano processi erosivi in atto da parte del fiume. Questi sembrano concentrarsi principalmente lungo le sponde (tendenzialmente la destra nel tratto adiacente l'area di intervento) mentre l'erosione basale, sebbene meno evidente, è verificabile sulla scala dei decenni attraverso il raffronto dei parametri topografici rilevati in tempi diversi (cfr. più oltre).

L'attività di versante è limitata ad alcuni corpi franosi in sinistra idrografica (Figura 3).

3.3. Idrogeologia

Come descritto in precedenza il primo sottosuolo è formato da materiali di origine alluvionale da grossolani a molto grossolani che, pertanto, presentano elevata permeabilità e capacità di immagazzinamento di acqua. Gli equilibri della falda freatica che si instaura all'interno di tali terreni dipendono principalmente dal regime e dalle altezze idriche presenti nell'alveo del T. Secchiello. La falda freatica è infatti direttamente connessa al torrente dal quale viene generalmente alimentata anche se non si escludono possibili effetti locali di drenanza e apporti idrici per infiltrazione dalla superficie in occasione dei periodi di pioggia.

Misure della soggiacenza eseguite all'interno di due piezometri realizzati sulla destra idraulica del T. Secchiello hanno fornito valori di soggiacenza pari rispettivamente a -3,70 m e -4,1 m rispetto il piano campagna. Da una verifica dei livelli nel Torrente si è potuto appurare che tali valori corrispondevano e che pertanto il livello della falda coincide sostanzialmente con il livello dell'acqua nel Secchiello, dimostrando così l'ipotizzata connessione diretta tra fiume e falda.

Tale condizione, sebbene non vi siano misure dirette, è per similitudine estensibile al Secchia a valle della confluenza dell'affluente Secchiello. Nell'area di intervento si può ipotizzare la presenza di una falda freatica in equilibrio con il Fiume che la alimenta.

3.4. Sismicità

Il Comune di Toano è classificato sismico in zona 2 ed era già classificato sismico di seconda categoria prima dell'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003. Si rammenta inoltre che la fase di applicazione transitoria di detta ordinanza è terminata il 23 ottobre 2005 in seguito alla pubblicazione del DM 14 settembre 2005. Tuttavia, sulla base di quanto si evince

dalla lettura della Del. di G. R. n. 1677/2005 si deve ritenere che a decorrere dal 23 ottobre 2005 continui a trovare applicazione la classificazione sismica di tutti i Comuni della Regione, stabilita in via di prima applicazione, ai sensi del punto 3, dell'Allegato 1 della citata Ordinanza n. 3274/2003. Pertanto il Comune di Toano è da ritenere sismico classificato in zona 2. Il vicino Comune di Carpineti² è invece classificato in zona 3.

4. INQUADRAMENTO URBANISTICO

4.1. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il PAI del Bacino del Fiume Po è stato adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 2001. Successivamente sono state adottate dal Comitato Istituzionale alcune varianti di modifica ed integrazione spesso facenti riferimento a localizzazioni geografiche specifiche all'interno del bacino del Fiume Po.

L'alveo del Fiume Secchia e del Torrente Secchiello, sul quale insiste un piccola porzione dell'area di intervento, è classificato come zona (Ee) a rischio molto elevato di allagamento (Figure 4), mentre gran parte del terrazzo fluviale sul quale insiste la gran parte dell'area di intervento non rientra in aree zonizzate dal PAI così come si può vedere sulla cartografia consultabile nell'area *webgis* del sito *web* dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (Figura 4).

Riguardo alla classificazione dei terrazzi fluviali in relazione al rischio di allagabilità occorre ricordare che la Deliberazione di Giunta Regionale n. 126 del 4 febbraio 2002 prevedeva che fossero le Provincie a provvedere in tal senso. In prima istanza si suggeriva di adottare il criterio morfologico assoggettando le aree dei terrazzi di secondo ordine b2 alle aree con pericolosità (*Zone Eb- aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata*). La Provincia di Reggio-Emilia dopo l'approvazione da parte della Regione Emilia-Romagna della nuova versione della Carta Inventario dei Dissesti (Del. G.R. 803/2004), ha provveduto a classificare, solo su base morfologica, tutti i terrazzi di ordine 2 come zone Eb senza tuttavia provvedere all'esecuzione di verifiche idrauliche, così come previsto dalla citata Deliberazione di G.R. 126/2002.

² Il confine comunale scorre sostanzialmente a cavallo dell'alveo fluviale.

Esondazione-Pericolo molto elevato Zona Ee

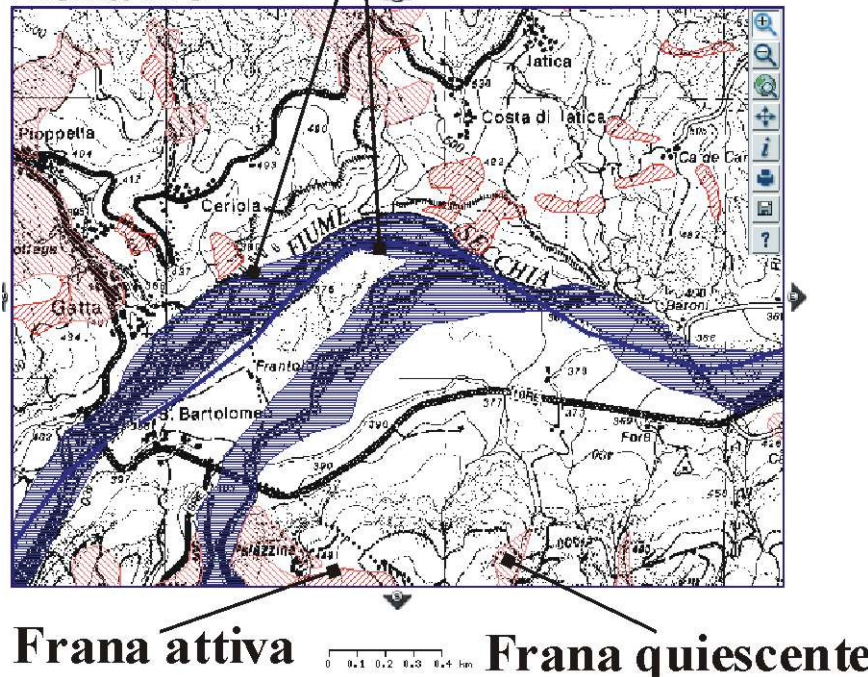


Figura 4 - PAI Cartografia dei dissesti come da consultazione tramite webgis disponibile sul sito web dell'Autorità di Bacino del F. PO (con lievi modifiche per l'inserimento delle voci di legenda).

Su iniziativa del Comune di Toano è stata promossa la redazione di uno studio idraulico, realizzato dall'Ing. A. Bizzarri (*Verifiche idrauliche in condizioni di piena del Fiume Secchiello e del Fiume Secchia in località Fora di Cavola*) datato Gennaio 2005. Lo scopo del lavoro era riclassificare alcune aree ora classificate come terrazzi b1 e b2 come terrazzi di ordine 3 (b3). In conseguenza a tale procedura le aree interessate dagli interventi verranno classificate come di tipo Em, secondo la classificazione del PAI (art. 9 delle norme), e cioè *aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media*.

L'iter di approvazione della variante al PRG di recepimento del PAI è ancora in corso.

4.2. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il PTCP della Provincia di Reggio Emilia è stato Adottato con Deliberazioni del C.P.n.8782/11324 del 21/04/97 e n.21779/11324 del 13/10/97 e approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n.769 del 25/05/99.

Il settore interessato dagli interventi ricade per gran parte entro aree classificate come Laghi, Corsi d'acqua ed acque sotterranee - Zone di tutela ordinaria soggette

alla disciplina di cui all'art. 11 b delle norme di Attuazione del PTCP della Provincia di Reggio Emilia (Figure 5 e 6). Il testo dell'art. 11 delle norme del PTCP è riportato per estratto nell'Allegato. n. 4.

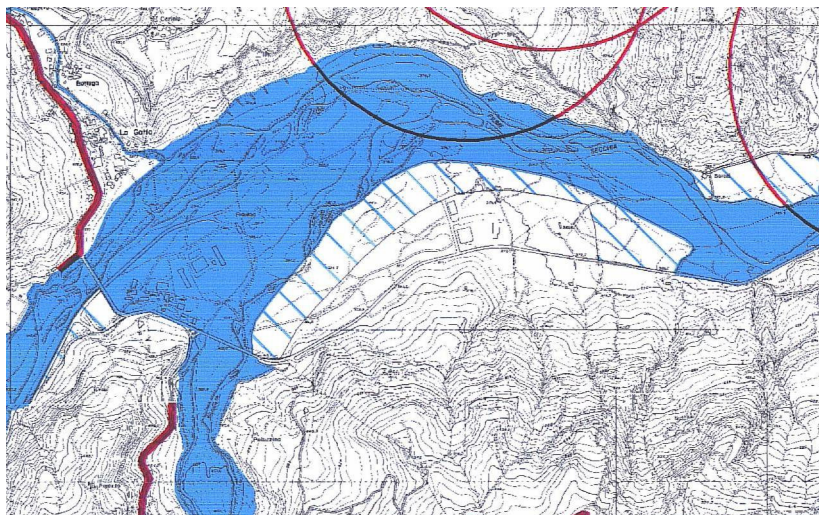


Figura 5 - Estratto da *PTCP- Sistemi, zone ed elementi soggetti alla tutela paesaggistica-Tavola 218SE* (Scala 1:25.000). Per la Legenda cfr. Figura 6.

LAGHI, CORSI D'ACQUA ED ACQUE SOTTERRANEE

Zone di tutela dei caratteri ambientali
di laghi, bacini e corsi d'acqua (art.11)



Zone di tutela assoluta (art. 11a)



Zone di tutela ordinaria (art. 11b)



Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (art.12)



Insediamenti urbani storici (art. 17)



Viabilità storica (art.20 b)

Figura 6 - Legenda della Figura 5.

4.3. Piano Provinciale per le attività Estrattive

Il settore interessato dagli interventi non è compreso all'interno di aree perimetrate o zonizzate dallo strumento provinciale per la pianificazione delle attività estrattive. Verso ovest, a poco meno di un chilometro sorge uno stabilimento per la trasformazione di materiali litici (frantoio) individuato nella cartografia del PIAE nei pressi del quale il piano provinciale prevede estrazione di ghiaia di fiume (nel territorio del Comune di Villa Minozzo).

4.4. Piano Regolatore Comunale (PRG)

Riguardo al Piano Regolatore del Comune di Toano si è già accennato nel paragrafo riguardante il PAI. L'iter di approvazione della variante specifica di recepimento del PAI è allo stato attuale ancora in fase di realizzazione.

5. SINTESI DEGLI STUDI ESISTENTI

Sono state acquisite, anche grazie al Comune di Toano (RE) ed alla Comunità Montana dell'Appennino Reggiano, le copie di alcuni studi riguardanti l'area di interesse del presente lavoro, esposti di seguito in ordine cronologico:

- 1) 1970 – L. MORATTI – M. PELLEGRINI *“Caratteristiche delle alluvioni e dei dissesti verificatisi nei bacini dei fiumi Secchia e Panaro (province di Modena e Reggio Emilia) nel settembre 1972”*.
- 2) 1994 – E. SCHENETTI *“Relazione geologica e geotecnica”*.
- 3) 1994 – L. ZAROTTI *“Studio geologico e idrologico dell'area di Fora di Cavola – Comune di Toano – Prov. di Reggio Emilia”*.
- 4) 1995 – F. GEMELLI *“Indagine geotecnica e idrogeologica”*.
- 5) 1996 – L. MORATTI *“Relazione Idraulica e parere di fattibilità – Variante Parziale al P.R.G. - Zona industriale e artigianale di Fora di Cavola - proposta di ampliamento”*.
- 6) 2002 – A. GIUSTI *“Pratica Edilizia n° 19/02 – variante a Concessione Edilizia n° 155/01”*.
- 7) 2002 – F. GEMELLI *“Determinazione della piena ordinaria del T. Secchiello in corrispondenza dello stabilimento”*.
- 8) 2005 – A. BIZZARRI *“Verifiche idrauliche in condizioni di piena del fiume Secchiello e del Fiume Secchia in località Fora di Cavola”*.

Gli studi, 2), 4), 6) e 7) contengono informazioni e dati specifici mentre gli studi 1), 3), 5) e 8) affrontano le problematiche generali d'area pertinenti alla valutazione della compatibilità del progetto con le condizioni del dissesto presente.

Riportiamo quindi di seguito una sintesi di questi ultimi in quanto utile premessa al presente lavoro.

1) 1970 – L. MORATTI – M. PELLEGRINI “*Caratteristiche delle alluvioni e dei dissesti verificatisi nei bacini dei fiumi Secchia e Panaro (province di Modena e Reggio Emilia) nel settembre 1972*”

Il 10-11 Settembre 1972 un'ondata di piena del fiume Secchia provoca per erosione di fondo “gravi lesioni (cedimento di una pila per scalzamento) del ponte di Gatta sulla strada collegante Villa Minozzo a Gatta e Carpineti”.

Tale fenomeno di intensa erosione nell'areale di Ponte Gatta è poi accompagnato dal conseguente fenomeno di deposito dei materiali esportati che sono stati sedimentati a valle di Ponte Cavola ed in particolare nei pressi di Colombaia di Carpineti.

Non vengono invece segnalati fenomeni franosi di rilievo nell'area di Fora di Cavola ed in particolare non vengono segnalate rimobilitazioni dei corpi franosi presenti sul versante in sinistra idraulica del Secchia nonostante la segnalazione di fenomeni erosivi di sponda alla base del medesimo versante.

3) 1994 – L. ZAROTTI “*Studio geologico e idrologico dell'area di Fora di Cavola – Comune di Toano – Prov. di Reggio Emilia*”

In fase di analisi lo studio recita, in riferimento alla stabilità complessiva d'area:

“Sulla base delle osservazioni dirette e dei rilievi eseguiti, la zona in esame risulta essere il fondo valle di un'ampia apertura del F. Secchia”.

“Per avere un grado ottimale di stabilità dovranno essere realizzate alcune opere di difesa idraulica (traverse e difese di sponda)”.

“In conclusione, l'area in esame è da ritenersi idonea all'uso proposto (insediamenti produttivi -n.d.r.-) a condizione che venga dotata delle opere idrauliche di protezione necessarie, per quanto riguarda il lato direttamente a contatto con l'alveo”.

Per quanto concerne i fenomeni erosivi presenti in sponda sinistra si legge:

“La sponda in sinistra idraulica, ossia quella opposta all'area d'intervento, non presenta terrazzi di depositi di inerti, se non di modeste dimensioni e limitata ampiezza, in quanto direttamente esposti a fenomeni erosivi; questi producono lo scalzamento al piede del versante roccioso in oggetto innescando movimenti gravitativi

e fenomeni evolutivi su pareti già ripide e caratterizzate litologicamente da marne appartenenti alla Formazione di Antognola”.

Lo studio in oggetto conclude la propria analisi nel seguente modo:

“In merito al problema del rischio idraulico esistente per alcune porzioni del comparto, si ribadisce che il parere di fattibilità edificatoria è strettamente condizionato dalla realizzazione di opere idrauliche di protezione. Tali prescrizioni consistono in realtà nel completamento di opere già in parte esistenti, come la briglia posta subito a valle del ponte sul T. Secchiello. Infatti dovranno essere realizzate altre due traverse: una ubicata prima della confluenza del T. Secchiello nel F. Secchia della lunghezza di un centinaio di metri, l'altra posta a valle della confluenza suddetta e avente lunghezza di almeno 150m (cfr. planimetria allegata riportata su base C.T.R. -Figura 7-). Inoltre dovrà essere creato un manufatto di difesa lungo tutto il fronte dell'area lambito dall'alveo. Detta opera, simile a quella posta in corrispondenza della traversa esistente, si dovrà raccordare con la base del ponte sul T. Secchiello e dovrà essere prolungata di almeno 100m oltre la traversa posta a valle della confluenza tra i due citati corsi d'acqua.

In conclusione, si può affermare di non aver riscontrato problematiche di carattere prettamente geologico, mentre il parere di idoneità e di fattibilità geoidrologica per l'ampliamento richiesto è condizionato dalle prescrizioni sopra riferite che richiedono il completamento delle opere di difesa idraulica già previste nel primo intervento di lottizzazione”.

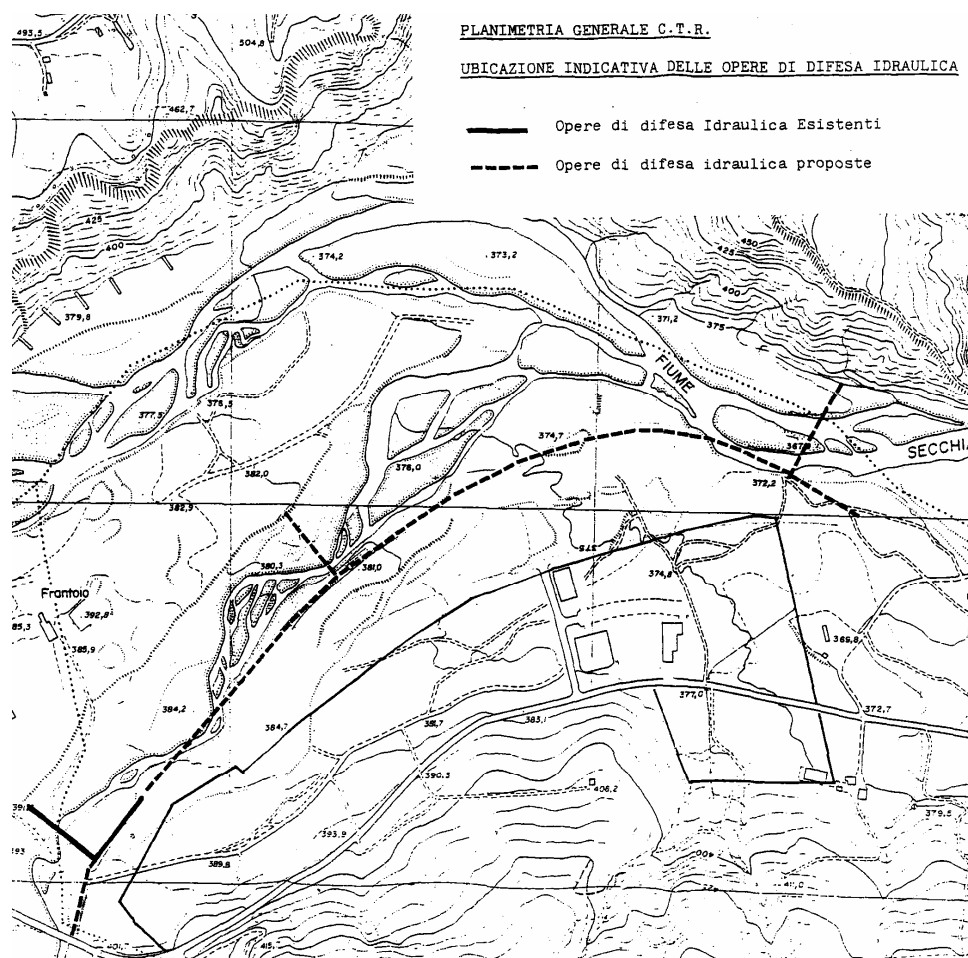


Figura 7 - Planimetria Generale CTR con ubicazione indicativa delle opere di difesa idraulica.

5) 1996 – L. MORATTI “Relazione Idraulica e parere di fattibilità – Variante Parziale al P.R.G. - Zona industriale e artigianale di Fora di Cavola - proposta di ampliamento”

Tale relazione descrive sinteticamente, nella prima parte, due progetti elaborati, per la difesa dell'area industriale di Fora di Cavola, da parte dei seguenti Enti:

- 1) Ufficio del Genio Civile di Reggio Emilia del 1980;
- 2) Servizio Provinciale Difesa del Suolo Risorse Idriche e Forestali di Reggio Emilia del 1995.

1) Ufficio del Genio Civile di Reggio Emilia dal 1980

“L'individuazione urbanistica di un'area a sviluppo industriale in località Fora di Cavola in Comune di Toano, comporta la difesa della stessa area dai rischi derivanti dalle erosioni e dalle piene dei corsi d'acqua Secchiello e Secchia, in fregio ai quali essa si estende”.

“Più specificatamente il progetto contemplava la costruzione di due traverse nel torrente Secchiello (dando atto che una di queste, la prima a monte, era già realizzata) e di una traversa nel fiume Secchia, a valle della confluenza del Secchiello, nonché di una difesa elastica longitudinale in blocchi di calcestruzzo articolati poggianti su una platea in “gabbioni” di filo di ferro zincato riempiti con ciottoli”.

2) Servizio Provinciale Difesa del Suolo Risorse Idriche e Forestali di Reggio Emilia del 1995

“Da questa risulta come l'Ufficio della Regione si prefiggesse di conseguire i medesimi risultati per i quali era stato redatto il primo elaborato (vedi Ufficio Genio Civile 1980) ed inoltre di difendere con un modesto argine la lingua di terreno, compresa fra i due corsi d'acqua nella zona di confluenza, ove si trova l'area artigianale di S. Bartolomeo, proponendosi nell'insieme di indirizzare più a valle le acque del Secchiello, che tende ora ad investire quasi ortogonalmente, in condizioni di piena, l'opposta sponda sinistra del Secchia, in corrispondenza di “un vasto movimento franoso che può coinvolgere l'abitato di Costa Latica”.

Particolarmente interessanti sono alcune parti delle conclusioni del lavoro che riportiamo di seguito:

“L'area industriale di Fora di Cavola, sia per la parte occupata dagli insediamenti già costruiti, sia per la parte proposta per l'ampliamento, allo stato attuale dei luoghi è da considerarsi, sotto l'aspetto idraulico, a “rischio”.

“I problemi da affrontare, come primo approccio, sono due:

- a) la delimitazione di una linea di sponda compatibile con le esigenze idrauliche;*
- b) la sua difesa con opere sicure ma di modesto impatto ambientale.*

A entrambi i problemi si ritiene dia una prima soddisfacente risposta la progettazione eseguita in due tempi (nel 1980 e nel 1995) dagli stessi uffici regionali che hanno istituzionalmente competenza in proposito, con alcune integrazioni”.

“La sponda dovrà essere difesa con opere idonee “ “difesa spondale in pietrame con talee”.

“La scogliera sarà stabile se il profilo longitudinale verrà regolato dalle traverse previste nel progetto datato 1980 dell’Ufficio del Genio Civile, avendo presente che la prima di esse, a partire da monte, è già stata realizzata e che è di maggiore importanza quella a valle della confluenza del torrente Secchiello nel fiume Secchia. L’approfondimento progettuale, di cui si è detto, potrebbe escludere la necessità della costruzione della traversa intermedia, trattandosi di alvei stabili, tendenti all’alluvionamento e non all’erosione di fondo”.

“Per quanto concerne specificatamente l’area di Fora, in aggiunta a quanto si è detto in precedenza ed al fine di meglio definire le condizioni da osservare perché non sussista “rischio idraulico”, nell’ambito e coi limiti di tutte le considerazioni svolte nell’apposito paragrafo, si suggerisce l’adozione dei seguenti vincoli:

- ◆ *mantenimento di una distanza di rispetto assoluta dalla sommità della sponda, difesa come si è detto, non inferiore a m. 20;*
- ◆ *conferimento al terreno sovrastante la sommità delle opere di difesa, per quanto possibile, di una consistente acclività, con il duplice scopo di garantire lo sgrondo a fiume delle acque superficiali e di contenere eventuali oscillazioni del pelo d’acqua derivanti da eventi eccezionali di piena che provocassero il superamento di “franco” di sicurezza stabilito che, in tal modo, verrebbe funzionalmente consolidato;*
- ◆ *destinazione delle superfici topografiche meno elevate in quota a deposito di merci, viabilità di servizio e parcheggi;*
- ◆ *adozione di ogni necessario accorgimento atto ad evitare la formazione e, a maggior ragione, la utilizzazione di zone intercluse che abbiano, nelle varie sezioni, quote inferiori a quelle delle difese spondali aumentate del franco, se non adeguatamente attrezzate per garantire un completo e rapido esaurimento delle acque”.*

8) 2005 – A. BIZZARRI “Verifiche idrauliche in condizioni di piena del fiume Secchiello e del Fiume Secchia in località Fora di Cavola ”

“A monte della confluenza la portata di ricorrenza bisecolare del torrente Secchiello non invade le aree urbanizzate, non supera o al più lambisce il coronamento dei muri e delle gabbionate realizzate lungo la sponda destra; i franchi sono ovunque superiori al metro ed assicurano buone condizioni di sicurezza idraulica sul terrazzo destro anche in caso di possibili variazioni della morfologia del greto, favorite dalla ubicazione del tratto in esame, a ridotto di una confluenza, nonché dal forte trasporto solido al fondo. E’ opportuno verificare le condizioni locali di saldatura delle difese in sponda destra con i muri d’ala della briglia ubicata nella sezione B-B, in modo che sia scongiurato ogni eventuale rischio di aggiramento del manufatto da parte della corrente di piena. Anche a valle della confluenza, il profilo della piena secolare è inferiore o lambisce la sommità delle gabbionate, ed il franco è superiore al metro, con la sola eccezione della sezione O, ove il franco si riduce a circa 70 cm; il perimetro delle aree urbanizzate invade invece l’alveo di piena:

ovviamente, nella fascia esondabile di limitata ampiezza non dovranno essere realizzati né fabbricati, né opere di urbanizzazione, essendo compatibile con il rischio idraulico esclusivamente la destinazione a verde. Si raccomanda che in presenza di segni evidenti di evoluzione morfologica dell'alveo, si proceda alla ripetizione del monitoraggio e del rilievo topografico dell'alveo ed all'aggiornamento della mappa del rischio idraulico".

6. ANALISI GEOMORFOLOGICA E SEDIMENTOLOGICA

6.1. Dinamica geomorfologica fluviale e bilancio di trasporto solido

La sovrapposizione dell'alveo attuale (2004) con la base cartografica I.G.M. (1935) mette in evidenza che attualmente l'area di P.P. occupa il terrazzo formato dai sedimenti del T. Secchiello che già nel 1935 occupava il settore centrale ed occidentale dell'area d'intervento (Figura 8).

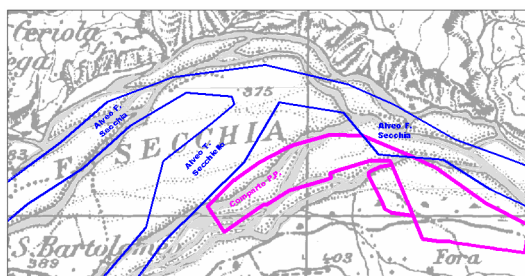


Figura 8 - Sovrapposizione dell'alveo attuale (2004) con IGM (1935) (Scala 1:25.000).

L'abbandono di questo terrazzo ha comportato lo spostamento della confluenza tra F. Secchia e T. Secchiello verso monte approssimativamente di 380 m. Le restanti parti del fiume, anche in riferimento alla base C.T.R. (1976), non hanno subito significativi spostamenti d'alveo nel tempo, ma solo spostamenti dei canali principali di scorrimento che hanno divagato tra la sponda nord e quella sud.



Foto 1

Al fine di verificare l'eventuale effetto erosivo dei corsi d'acqua rispetto alla loro quota di fondo alveo, sono state considerate tre sezioni di progetto: una a monte

della confluenza tra F. Secchia e T. Secchiello (E), una in corrispondenza della confluenza (H) ed una a valle della confluenza (P) (Figura 9).

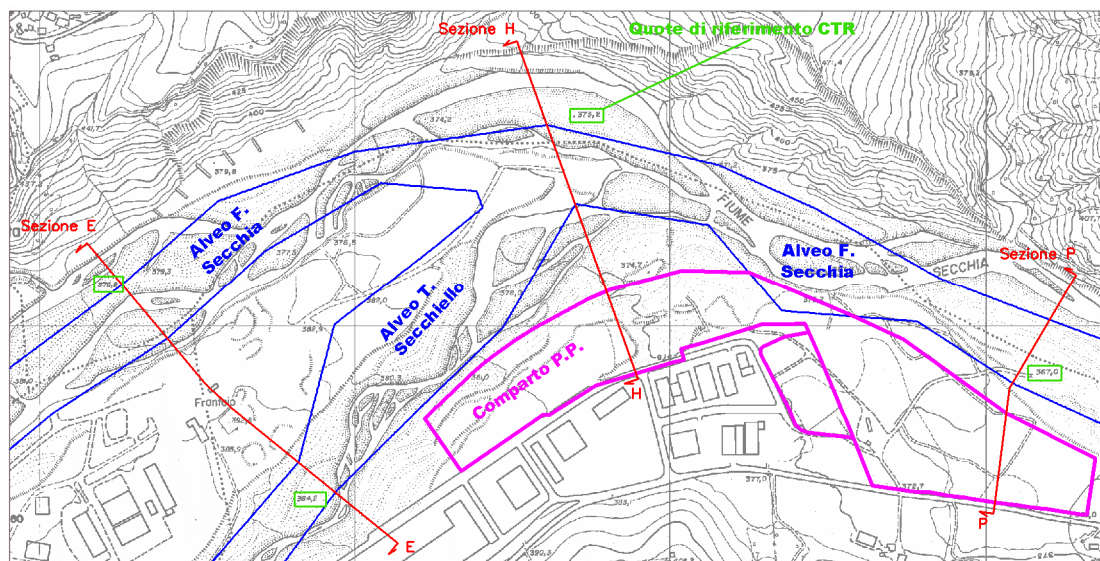


Figura 9 - Ubicazione delle sezioni di riferimento su base CTR (scala 1:12.000).

In corrispondenza delle sezioni sono stati considerate le quote dell'attuale alveo dei due corsi d'acqua e la media di queste è stata confrontata con la quota di CTR più prossima alla rispettiva sezione. Di seguito viene riportato un quadro riepilogativo dei dati considerati ed elaborati.

Dist. Rel.	Sez E	Sez E	Sez H	Sez P	
	0	0	650	1390	m
q1	378,33	382,6	373,45	365,47	m slm
q2	378,41	382,77	373,67	365,8	m slm
q3	378,21	381,83	373,17	366	m slm
q4	378,66	382,16	372,46	366,03	m slm
q5	379,08	381,8	371,93	365,91	m slm
q6	378,4	381,96	372,73	365,72	m slm
q7	377,98		372,89	366,71	m slm
q8	379,45		372,16	366,54	m slm
q9	379,34		372,5	366,6	m slm
q10	378,32		371,91	366,01	m slm
q11	378,38		373,11	365,89	m slm
F. Secchia ε	378,6		372,7	366,1	m slm
T. Secchiello attuale		382,2			m slm
CTR	379,9	384,2	373,2	367	m slm
Differenze	-1,3	-2,0	-0,5	-0,9	m

} MEDIE ALVEO
ATTUALE

Riepilogo dei dati utilizzati ai fini delle elaborazioni

I dati mediati dette tre sezioni sono poi stati utilizzati per ricostruire il profilo longitudinale di fondo alveo riportati, a fini esplicativi, nei grafici seguenti.

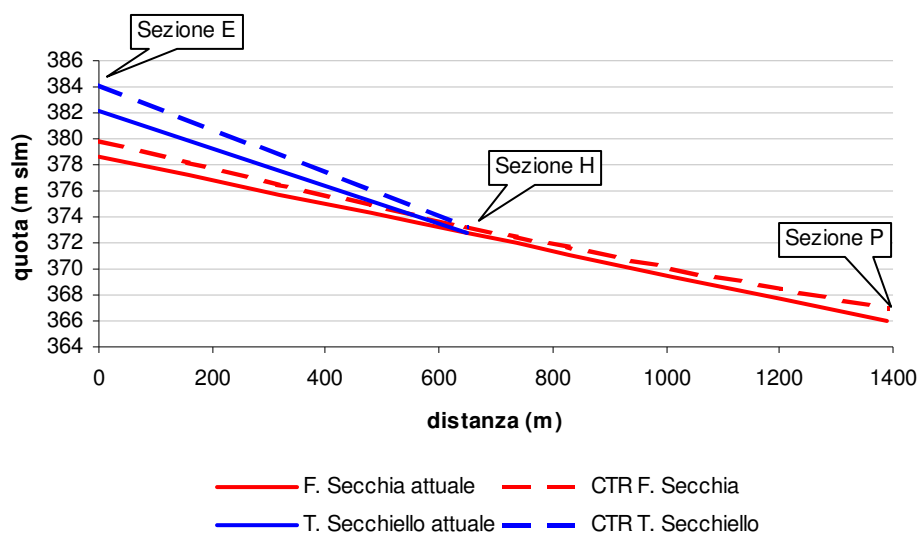


Grafico 1 - Andamento longitudinale delle quote in corrispondenza delle tre sezioni di riferimento.

Il grafico, rappresentante l'andamento longitudinale delle quote d'alveo in corrispondenza delle tre sezioni di riferimento, mette in evidenza i seguenti aspetti:

- Le quote della CTR risultano più elevate delle attuali quote medie d'alveo e tale differenza è più marcata nella sezione di monte ed in particolare su quella relativa al T. Secchiello;
- Attualmente la pendenza media del F. Secchia è dello 0,9%, mentre quella del Secchiello a monte della confluenza è del 1,4%;
- Attualmente la quota media d'alveo del F. Secchia, a monte della confluenza, è di 378,6 m slm, mentre quella del T. Secchiello di 382,2 m slm. Questo significa che il F. Secchia si trova, nella sezione E, mediamente ad una quota ribassata di 3,6 m rispetto al T. Secchiello.

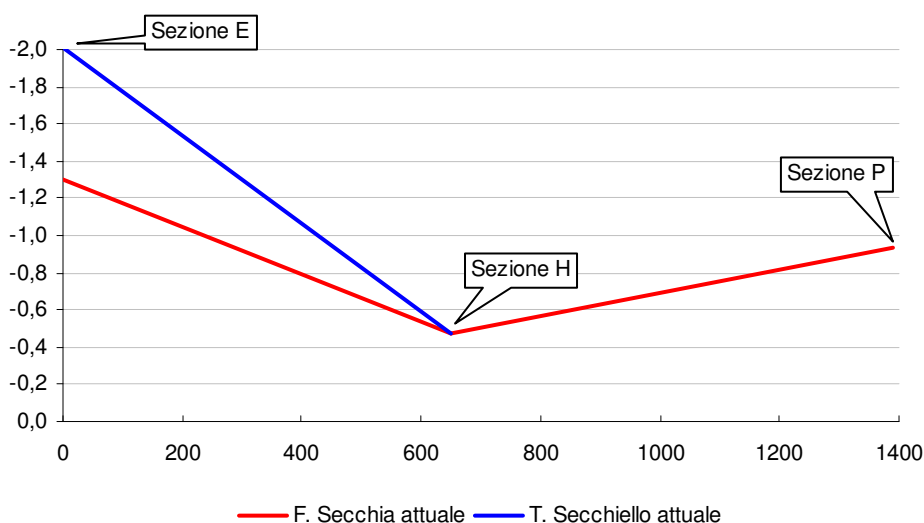


Grafico 2 - Andamento longitudinale dei valori di abbassamento medio (dal 1976 al 2004) in corrispondenza delle tre sezioni di riferimento.

Il grafico, rappresentante l'andamento longitudinale dei valori di abbassamento medio in corrispondenza delle tre sezioni di riferimento, mette in evidenza i seguenti aspetti:

- Nella sezione di monte (E) l'abbassamento del T. Secchiello (-2m in circa 30 anni) è superiore a quello del F. Secchia (-1,3m);
- In corrispondenza della confluenza (H) si registra in valore minimo che si attesta a -0,5m;
- Nella sezione di valle (P) il valore tende ad aumentare attestandosi a -0,9m e quindi al di sotto di quello registrato a monte.

In seguito ad un'analisi speditiva è stata ricostruita una curva granulometrica puramente indicativa (vedi grafico seguente) dei sedimenti fluviali in affioramento ed è stata confrontata con la media di analoghe determinazioni effettuate a valle in località Muraglione di Baiso.

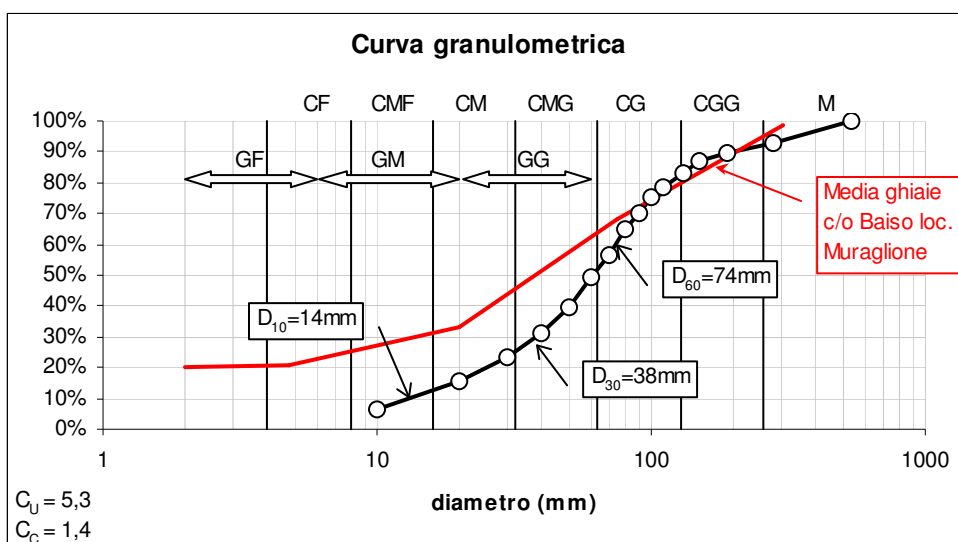


Grafico 3

Nella curva sono riportate delle sigle che fanno riferimento alle seguenti classificazioni:

- A.G.I.
 - GF ghiaia fine
 - GM ghiaia media
 - GG ghiaia grossa
- Uden-Wentworth
 - CF ciottolo fine
 - CMF ciottolo medio-fine
 - CM ciottolo medio
 - CMG ciottolo medio-grossolano
 - CG ciottolo-grossolano
 - CGG ciottolo molto grossolano
 - M masso

	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₆₀ mm	C _U	C _C
Ghiaie di Fora	14	38	74	5,3	1,4
Ghiaie di Baiso	<2	16	62	>31	>2,1

Il confronto delle due curve granulometriche mette in evidenza che da monte (Toano) verso valle (Baiso):

- le componenti granulometriche più grossolane ($\varnothing \geq 90$ mm) risultano paragonabili e con una percentuale intorno al 30%;
- con il diminuire del diametro la curva rappresentante le ghiaie di valle tende a spostarsi verso l'alto. Questo sta a significare che a parità di diametro la percentuale di passante aumenta; ad esempio il passante ai 2 mm (passaggio tra ghiaie medie e ghiaie grosse) passa dal 15,4% al 33,3%; diminuisce la componente grossolana della ghiaia a favore di quelle media e fine. Una conseguenza di questo è che tutti i diametri indice (D₁₀, D₃₀ e D₆₀) tendono a diminuire e questo divario aumenta al diminuire del diametro;
- la curva granulometrica tende a diminuire la sua pendenza con un aumento dell'indice di uniformità (C_u) e di quello di curvatura (C_c) testimonianza di un aumento della disomogeneità granulometrica.

Come ci si poteva aspettare le alluvioni ghiaiose di Fora sono meno “mature” di quelle di Muraglione e per questo granulometricamente “più grossolane”.

In corrispondenza della sezione H (posta immediatamente a valle della confluenza) è stato stimato il valore limite della forza di trascinamento (τ), dei materiali di fondo da parte della corrente, nel caso di piena bicentenaria mediante la seguente formula:

$$\tau = \gamma r i$$

dove:

γ peso acqua

r raggio idraulico (**A**rea bagnata / **P**erimetro bagnato)

i pendenza

Successivamente è stato calcolato il diametro (d) al di sotto del quale si ha trascinamento con la seguente formula:

$$\tau = c (\gamma_s - \gamma) d \rightarrow d = \tau / c (\gamma_s - \gamma)$$

dove:

c coefficiente variabile tra 0,045 e 0,076

γ_s peso specifico del materiale

Infine è stato calcolato il profilo di equilibrio (o pendenza di compensazione, i_c) con la seguente formula:

$$i_c = 0,093 d / r$$

Di seguito viene riportato il tabulato di calcolo.

A	550,78 m ²	area bagnata	
P	343,37 m	perimetro bagnato	
R	1,60 m	raggio idraulico	
i	0,9%	pendenza media attuale	
τ	14,44 kg/m ²	forza di trascinamento	
c	0,076	coeff. variabile tra 0,045 e 0,076	
d	112 mm	diametro massimo di trascinamento	
i_c	0,6%	pendenza di compensazione	
D ₁₀	14 mm		
D ₃₀	38 mm		
D ₆₀	74 mm		
D ₈₀	116 mm		

Come si può notare il diametro massimo di trascinamento nelle condizioni attuali si pone poco al di sotto del D₈₀ (Grafico 4); questo sta a significare che un evento di piena della portata considerata è potenzialmente in grado di trascinare circa l'80% dei diametri presenti nel materiale di fondo. Tale situazione potenzialmente erosiva si giustifica anche in corrispondenza della pendenza del teorico profilo di equilibrio pari al 6‰ contro l'attuale 9‰ medio del F. Secchia ed il 14‰ del T. Secchiello a monte della confluenza.

Di seguito viene riportato un grafico che rappresenta l'andamento del diametro di trascinamento in funzione della pendenza a parità di raggio idraulico.

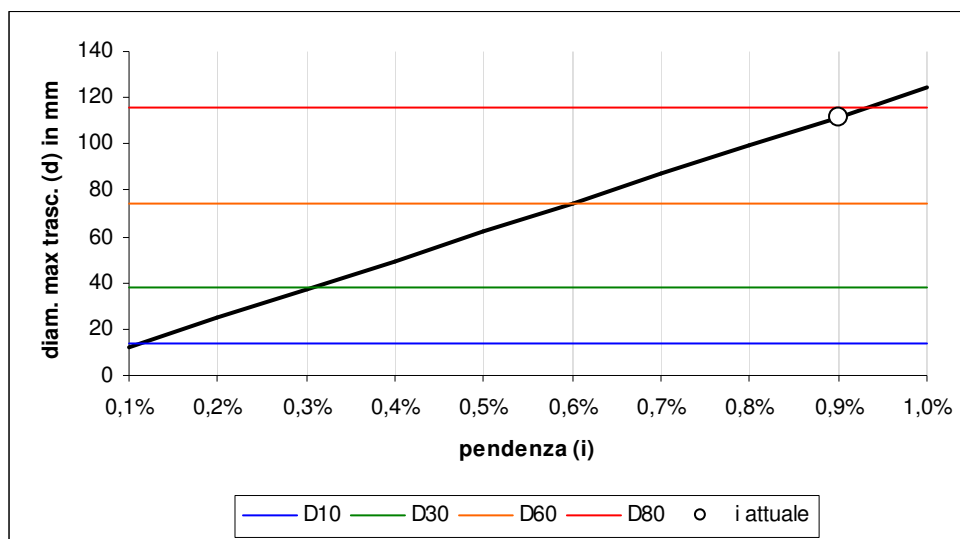


Grafico 4 - Andamento del diametro di trascinamento in funzione della pendenza a parità di raggio idraulico.

I corsi d'acqua in oggetto (Secchia e Secchiello) **non hanno quindi raggiunto il loro profilo di equilibrio** e questo trova riscontro negli abbassamenti medi stimati in precedenza. Tali abbassamenti non possono essere dovuti al ringiovanimento geologico per la presenza di soglie fisse (traverse) che hanno in pratica scollegato l'evoluzione morfologica d'alveo di monte rispetto quella a valle. Le cause sono quindi da ricercare nel bilancio tra materiali depositati e materiali asportati. Il leggero sbilanciamento a favore di questi ultimi può essere imputato prevalentemente alla ricerca del profilo di equilibrio da parte dei corsi d'acqua, e secondariamente a cause antropiche locali.

6.2. Condizioni di stabilità

Come descritto nel capitolo relativo alla geologia nel tratto qui considerato i versanti che delimitano la valle del Secchia sono formati da litotipi appartenenti alle Formazioni di Ranzano e di Antognola.

Più in particolare si tratta di rocce marnose, arenarie o di alternanze tra strati pelitico-marnosi e arenarie.

L'assetto della stratificazione è generalmente diretto verso il quadrante settentrionale o verso quello nord occidentale e pertanto risulta a traverpoggio o a reggipoggio sul versante in sinistra idrografica e generalmente a traverpoggio sul versante in destra idrografica.

I dissesti di versante vengono quindi a localizzarsi soprattutto lungo i pendii esposti ad occidente oppure in corrispondenza dei settori di versante che sono raggiunti, o sono stati raggiunti in passato, dalla corrente fluviale (Figura 10).

Nel primo caso infatti l'assetto della stratificazione viene ad essere a franapoggio e si verifica lungo le vallecole formate da fossi minori.

Del secondo caso si hanno solo alcuni esempi lungo la riva sinistra del Secchia che tende a erodere al piede i versanti in roccia.

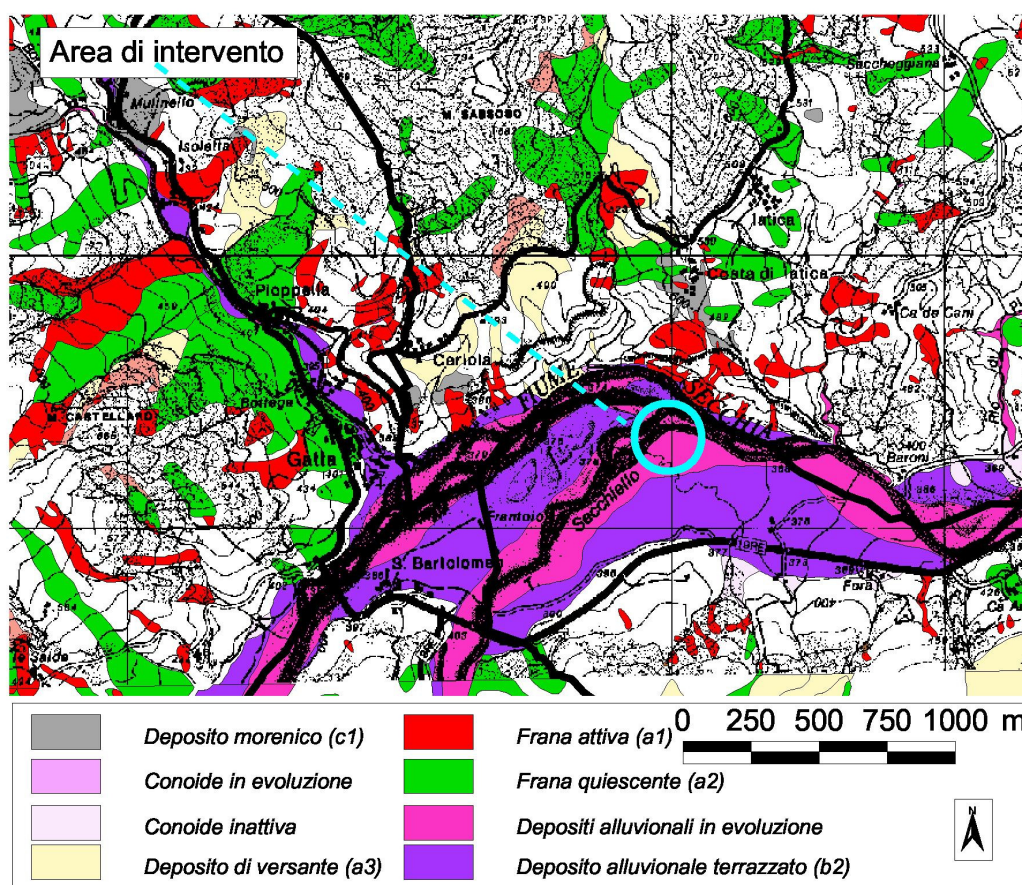
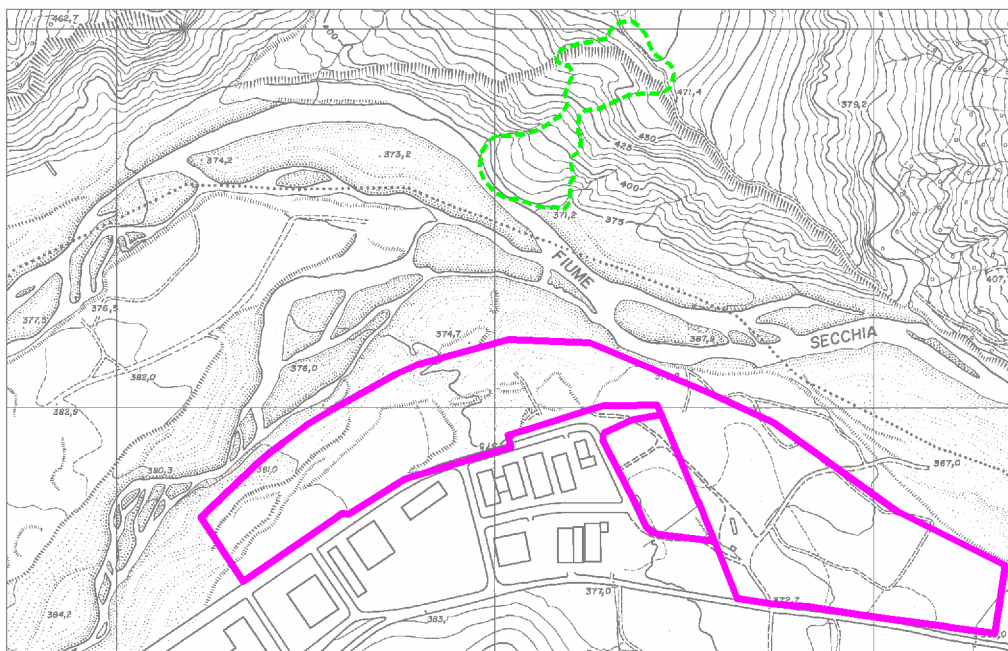


Figura 10 - Quadro generale dei dissesti della Val del Secchia in corrispondenza della confluenza del T. Secchiello. (Estratto da Inventario Regionale dei Dissesti di Versante, Del. G.R. 803/2004).

La maggiore concentrazione di fenomeni attivi la si ha infatti lungo la riva sinistra, quella opposta a dove sono previsti gli interventi di urbanizzazione, laddove affiorano le facies pelitico-arenacee della Formazione di Ranzano e dove il F. Secchia giunge a lambire, ed in alcuni casi, ad erodere al piede il versante che presenta elevati gradienti di pendio favoriti dall'assetto a traverspoggio della stratificazione. Sulla base dell'analisi storica delle diverse cartografie (dal quella dell'IGM risalente a quasi 70 anni fa alla CTR vecchia di circa 30 anni ai più recenti ortofotopiani) si può verificare come i fenomeni franosi si siano in questo settore evoluti probabilmente in aree subcalanchive dove dapprima si sono instaurati fenomeni erosivi diffusi. Con il passare del tempo e l'asportazione della cotica superficiale pedogenizzata e, probabilmente, ricoperta da vegetazione erbaceo-arbustiva se non anche boschiva, si sono innescati dapprima i fenomeni di alterazione delle rocce pelitiche che con il passare del tempo hanno perso resistenza e sono infine franate verso fiume formando alcuni corpi di accumulo per colata di fango e detriti.

A nord del comparto d'intervento è stata individuata una frana attiva la cui ubicazione è riportata nella figura 11.



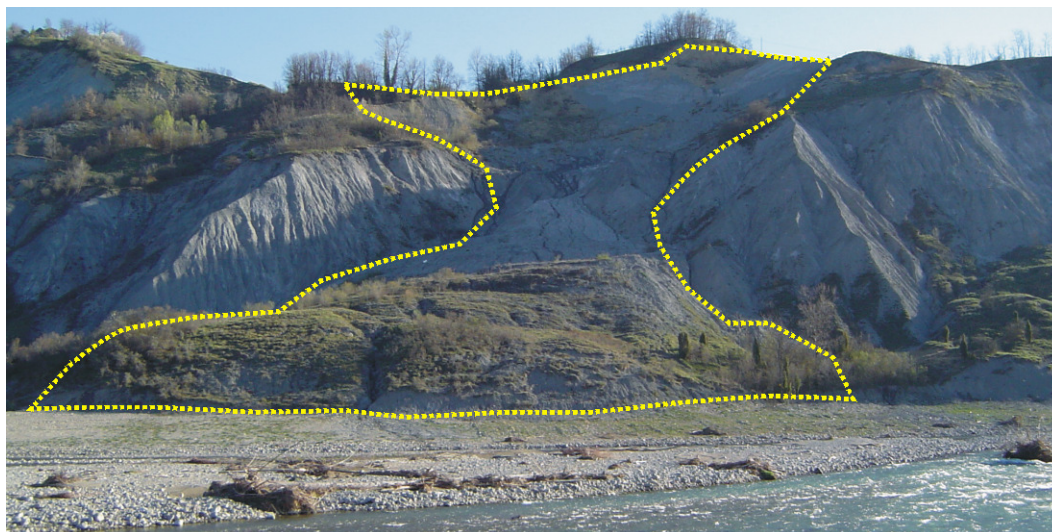


Foto 2 - Vista frontale della frana (aprile '06).

Al fine di valutare l'entità degli spostamenti del corpo di frana questo è stato individuato su basi cartografiche a partire dal 1935 sino al 2003 (vedi figura 12).

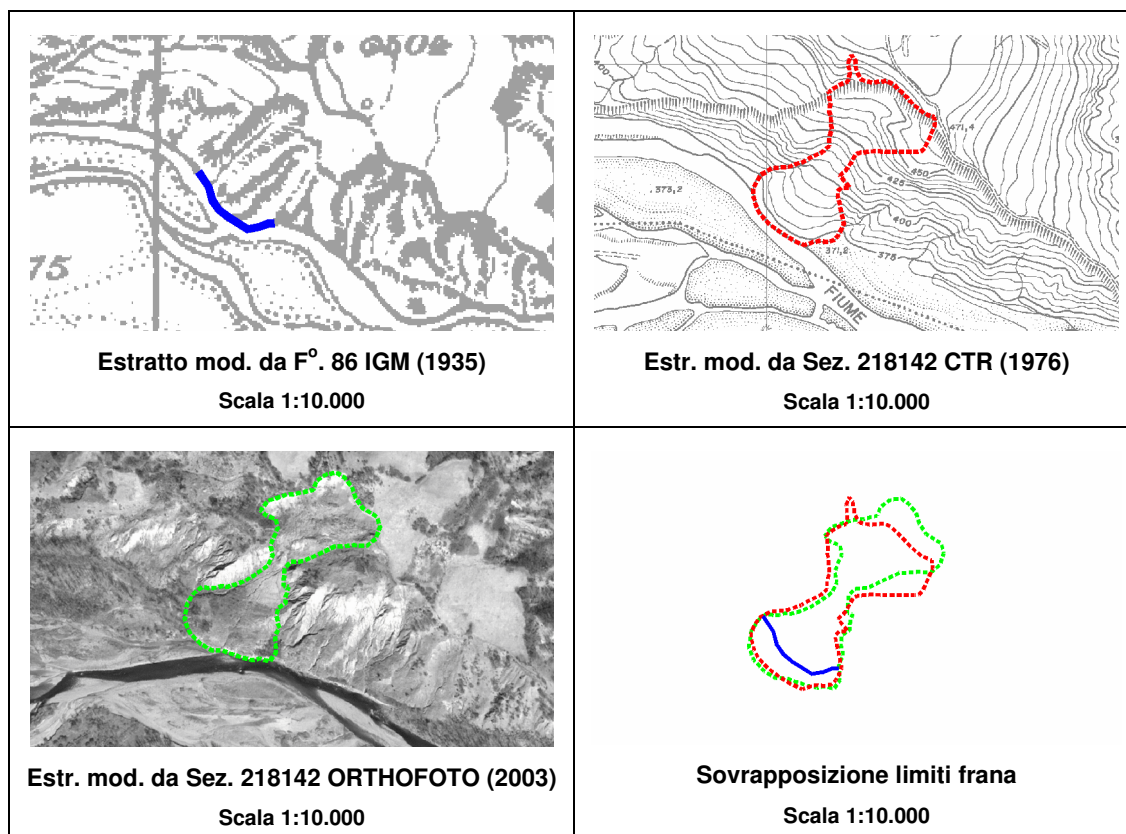


Figura 12

La frana prende origine dal collasso di almeno due calanchi che in base alla carta IGM già nel 1935 lambivano la sponda sinistra del fiume Secchia. A distanza di circa 40 anni (CTR 1976) il corpo di frana è ben definito.

In questo arco di tempo l'originaria base del calanco, evolutasi nel piede di frana, ha subito un avanzamento di circa 20 m influenzando conseguentemente il corso del fiume.

Nel successivi 27 anni (Orthofoto 2003) il fronte di frana non è avanzato anche per la saltuaria erosione di sponda del fiume. Il piede di frana ha subito un rigonfiamento frontale con conseguente diminuzione delle pendenze, mentre la corona di distacco è arretrata.

Per il raggiungimento della stabilizzazione dell'intero corpo di frana intorno a 12° (angolo residuo) l'attuale fronte dovrebbe avanzare di circa 20 m. Tale eventualità è legata alla riattivazione della frana per scalzamento al piede da parte del fiume e/o per il rammollimento dovuto ad intense precipitazioni. L'eventuale concomitanza dei due eventi, legati principalmente a condizioni climatiche eccezionalmente sfavorevoli, rappresenta pertanto un'ipotesi estremamente pessimistica. Tale ipotetico avanzamento del fronte di frana costringerebbe nel lungo periodo il graduale spostamento dell'alveo verso sud determinando, nel peggiore dei casi, una parziale occlusione, in sezione, dell'attuale alveo di piena bicentenaria pari a circa 32 m^2 che distribuiti sulla restante lama d'acqua (circa 320 m) comporterebbe un aumento medio del livello di piena nel breve periodo di circa 10 cm, che si tradurrebbe in un aumento dell'altezza idrometrica media (1,6 m) del 6,25%. Tale valore rientra nel franco di sicurezza tra il previsto livello di piena bicentenaria e il piano di lottizzazione pari a circa 1 m.

7. ESAME DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

7.1. Indagini geognostiche da bibliografia

7.1.1. Sondaggi Elettrici Verticali (SEV)

In occasione dello *studio geologico e idrologico dell'area di Fora di Cavola [...]* (Zarotti L., 1994) è stata effettuata un'indagine geofisica mediante l'esecuzione di n. 7 sondaggi elettrici verticali (All. n. 5) con il seguente esito: *“sulla scorta dei dati ottenuti [...] si può ipotizzare [...] la presenza di due strati litologici e precisamente:*

- *un primo strato avente spessore compreso fra 6,5 m (SEV n. 3) e 20 m (SEV n. 6), costituito da materiali grossolani (ghiaie e ghiaie con ciottoli) [...];*
- *uno strato di base avente valori [...] tipici di materiali argillosi”.*

I sondaggi sono ubicati in Allegato n. 2 con la seguente dicitura “SEV1 sondaggio elettrico verticale da bibliografia”.

7.2. Standard Cone Penetration Test (SCPT)

In occasione della *indagine geotecnica e idrogeologica [...]* (Gemelli F., 1995) è stata effettuata un'indagine geognostica mediante l'esecuzione di n. 10 sondaggi SCPT (All. n. 6), spinti ad una profondità di 6÷9 m senza mai raggiungere la base delle ghiaie, con il seguente esito: *“i dati raccolti confermano la presenza di un materasso ghiaioso [...] che però a ridosso della scarpata relativa alla strada provinciale (Sond. 9, 8 e 7), alla quota di 4,5 m di profondità, risulta intercalato da una lente di materiale argilloso-sabbioso di media consistenza che, nel Sond. n. 9, raggiunge uno spessore dell'ordine di 3 m”.* I sondaggi sono ubicati in Allegato n. 2 con la seguente dicitura “P1 prova penetrometrica da bibliografia”.

In occasione della *variante a concessione edilizia [...]* (Giusti A., 2002) è stata effettuata un'indagine geognostica mediante l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche (All. n. 7) spinte sino al rifiuto strumentale (1,6÷2 m da p.c.). Tali prove hanno evidenziato la presenza di *ghiaie e sabbie in matrice pelitica*. I sondaggi sono ubicati in Allegato n. 2 con la seguente dicitura “D1 prova penetrometrica da bibliografia”.

7.3. Indagini geognostiche di recente realizzazione

7.3.1. Prove penetrometriche dinamiche superpesanti

Al fine di caratterizzare i terreni di fondazione sono state realizzate n. 8 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH, All. n. 8), ubicate come da Allegato n. 2. Le prove sono state spinte ad una profondità massima di 8 m da p.c.; in corrispondenza delle prove nn. 2, 4 e 7 si è raggiunto il rifiuto strumentale dopo poche decine di centimetri e per questo è stato necessario il loro riposizionamento, che ha permesso di raggiungere profondità utili allo scopo. Di seguito vengono riportate delle tabelle riepilogative inerenti i principali parametri geotecnici stimati.

Prova n°	Strato n°	Litologia	Consistenza- Addensamento	Falda m	Tetto m	Base m	Spess ore	N(20) m	Nspt 1,521	Rp _d kg/cm ²	Rp _s kg/cm ²	Vs m/s	G ₀ kPa	Dr	Peso naturale kg/m ³	σ _v kg/m ²	σ' _v kg/m ²	Ed kg/cm ²	φ
DIN1	1	Terreno incoerente	Medio	4,0	0,0	1,2	1,2	10,5	16,0	74,5	44,7	133	33029	0,46	1862	1117	1117	112	36,5
	2	Terreno incoerente	Medio	4,0	1,2	3,0	1,8	22,2	33,8	142,6	85,5	181	62352	0,64	1902	3946	3946	214	41,0
	3	Terreno incoerente	Molto denso	4,0	3,0	6,6	3,6	38,1	58,0	206,4	123,9	215	90761	0,88	1962	9190	8390	310	47,0
	4	Terreno incoerente	Medio	4,0	6,6	8,0	1,4	10,9	16,5	51,7	31,0	194	70407	0,47	1863	14027	10727	78	36,6
DIN2 bis	1	Terreno incoerente	Denso	4,0	0,0	1,4	1,4	33,0	50,2	231,2	138,7	156	47181	0,80	1942	1359	1359	347	45,0
	2	Terreno incoerente	Medio	4,0	1,4	5,8	4,4	20,5	31,2	119,5	71,7	197	73518	0,61	1896	6889	6889	179	40,3
	3	Terreno incoerente	Denso	4,0	5,8	7,0	1,2	34,7	52,7	169,3	101,6	217	91654	0,83	1949	12228	9828	254	45,7
DIN3	1	Terreno incoerente	Denso	4,0	0,0	2,2	2,2	33,2	50,5	227,5	136,5	169	55684	0,80	1943	2137	2137	341	45,1
	2	Terreno incoerente	Denso	4,0	2,2	3,8	1,6	23,9	36,3	145,0	87,0	195	72346	0,66	1908	5900	5800	218	41,6
	3	Terreno incoerente	Molto denso	4,0	3,8	4,0	0,2	60,0	91,3	333,0	199,8	218	98229	1,21	2060	7532	7532	500	55,3
DIN4 ter	1	Terreno incoerente	Medio	4,0	0,0	0,4	0,4	8,0	12,2	58,5	35,1	105	20561	0,42	1854	371	371	88	35,5
	2	Terreno incoerente	Denso	4,0	0,4	4,0	3,6	27,4	41,7	174,6	104,8	187	67141	0,72	1921	4199	4199	262	42,9
	3	Terreno incoerente	Medio	4,0	4,0	6,4	2,4	12,2	18,5	64,1	38,5	192	68666	0,49	1868	9897	8697	96	37,1
	4	Terreno incoerente	Denso	4,0	6,4	7,6	1,2	24,2	36,8	116,0	69,6	211	84812	0,67	1909	13283	10283	174	41,7
	5	Terreno incoerente	Molto denso	4,0	7,6	8,0	0,4	50,5	76,8	232,0	139,2	227	103551	1,07	2016	14832	11032	348	51,7
DIN5	1	Terreno incoerente	Medio	4,0	0,0	1,0	1,0	16,8	25,5	120,8	72,5	136	34947	0,55	1883	941	941	181	38,9
	2	Terreno incoerente	Sciolti	4,0	1,0	2,4	1,4	2,7	4,1	17,7	10,6	137	34029	0,20	1814	3152	3152	27	30,1
	3	Terreno incoerente	Denso	4,0	2,4	4,8	2,4	29,8	45,2	171,1	102,7	203	79757	0,75	1929	6737	6737	257	43,8
	4	Terreno incoerente	Medio	4,0	4,8	7,4	2,6	15,2	23,0	76,1	45,6	198	73774	0,53	1877	11493	9393	114	38,3
	5	Terreno incoerente	Molto denso	4,0	7,4	8,0	0,6	45,7	69,5	210,3	126,2	224	100352	0,99	1994	14532	10832	316	49,9
DIN6	1	Terreno incoerente	Medio	4,0	0,0	1,0	1,0	16,8	25,5	120,8	72,5	136	34947	0,55	1883	941	941	181	38,9
	2	Terreno incoerente	Sciolti	4,0	1,0	2,4	1,4	2,7	4,1	17,7	10,6	137	34029	0,20	1814	3152	3152	27	30,1
	3	Terreno incoerente	Denso	4,0	2,4	5,0	2,6	29,0	44,1	166,0	99,6	204	79985	0,74	1927	6926	6926	249	43,5
	4	Terreno incoerente	Medio	4,0	5,0	6,8	1,8	14,2	21,6	72,6	43,5	197	72392	0,52	1874	11118	9218	109	37,9
DIN7 bis	1	Terreno incoerente	Denso	4,0	0,0	2,0	2,0	25,9	39,4	178,1	106,9	162	50265	0,69	1915	1915	1915	267	42,3
	2	Terreno incoerente	Medio	4,0	2,0	3,6	1,6	12,3	18,6	75,6	45,4	179	59539	0,49	1868	5324	5324	113	37,2
	3	Terreno incoerente	Denso	4,0	3,6	7,0	3,4	30,1	45,8	158,5	95,1	212	86491	0,76	1931	10101	8801	238	44,0
	4	Terreno incoerente	Medio	4,0	7,0	8,0	1,0	16,8	25,6	78,2	46,9	204	78342	0,56	1883	14324	10824	117	38,9
DIN8	1	Terreno incoerente	Medio	4,0	0,0	2,6	2,6	8,5	13,0	58,2	34,9	149	41450	0,43	1856	2413	2413	87	35,7
	2	Terreno incoerente	Medio	4,0	2,6	6,8	4,2	16,9	25,7	91,9	55,1	197	73099	0,56	1883	8780	8080	138	38,9
	3	Terreno incoerente	Molto denso	4,0	6,8	7,0	0,2	60,0	91,3	282,0	169,2	226	104959	1,21	2060	12941	10041	423	55,3

LEGENDA:

N	Numero di colpi per avamzamenti di 10 o 20 o 30 cm
Nspt	Numero di colpi corrispondenti alla Standard Penetration Test
Rp_d	Resistenza dinamica alla punta
Rp_s	Resistenza statica alla punta ($0,6 \times R_{p\ d}$)
Vs	Velocità onde "S"
G₀	Modulo di taglio iniziale
Ic	Indice di consistenza
Dr	Densità relativa
s_v	Tensione totale verticale a metà strato
s'_v	Tensione efficace verticale a metà strato
Ed	Modulo di compressibilità
Cu	Coesione non drenata
φ	Angolo d'attrito interno

Le prove mettono in evidenza la presenza di terreni incoerenti (ghiaie e sabbie) generalmente mediamente addensate ($0,42 \leq Dr \leq 0,64$ e $35^\circ \leq \phi \leq 41^\circ$) intercalati da livelli densi ($0,66 \leq Dr \leq 0,83$ e $42^\circ \leq \phi \leq 46^\circ$), localmente molto densi ($0,88 \leq Dr \leq 1,21$ e $47^\circ \leq \phi \leq 55^\circ$). Solo in corrispondenza delle prove nn. 5 e 6 è stata riscontrata, a debole profondità, la presenza di livelli sciolti ($Dr \cong 0,20$ e $\phi \cong 30^\circ$) dello spessore di circa 1,5 m. In riferimento alla probabile profondità di posa delle fondazioni superficiali (0,8÷1 m da p.c.) e dello spessore interessato dai cunei di portanza, al di sotto delle stesse, si mette in evidenza che in questo intervallo (compreso approssimativamente entro i 2 m di profondità) si collocano terreni da mediamente densi a densi; in corrispondenza delle prove nn. 5 e 6 in questo intervallo ricadono proprio i terreni sciolti sopra descritti. Nei fori di sondaggio non è stato possibile verificare la presenza di falda per il carattere incoerente dei depositi che all'estrazione delle aste richiudevano in buco istantaneamente. Ai fini del calcolo della pressione efficace è stato considerato il livello di saturazione (circa 4 m da p.c.) evidenziato nell'ambito dei rilievi sismici a onde P.

7.3.2. Stendimenti sismici a rifrazione

I quattro stendimenti a onde di taglio (s) (All. n. 9), ubicati come da Allegato n. 2, hanno permesso di misurare la velocità media delle onde "s" nei primi 30 m di stratigrafia (V_{s30}). I risultati sono riepilogati nella tabella e nel grafico seguenti.

	SHOT B - T2	SHOT C - T3	SHOT D - T4	MEDIA	DEV.ST	u.m.
STEND1	685,8	560,3	507,7	585	92	m/s
STEND2	677,9	652,8	604,6	645	37	m/s
STEND3	602,9	567,4	588,7	586	18	m/s
STEND4	581,9	572,7	575,9	577	5	m/s
				598	38	m/s

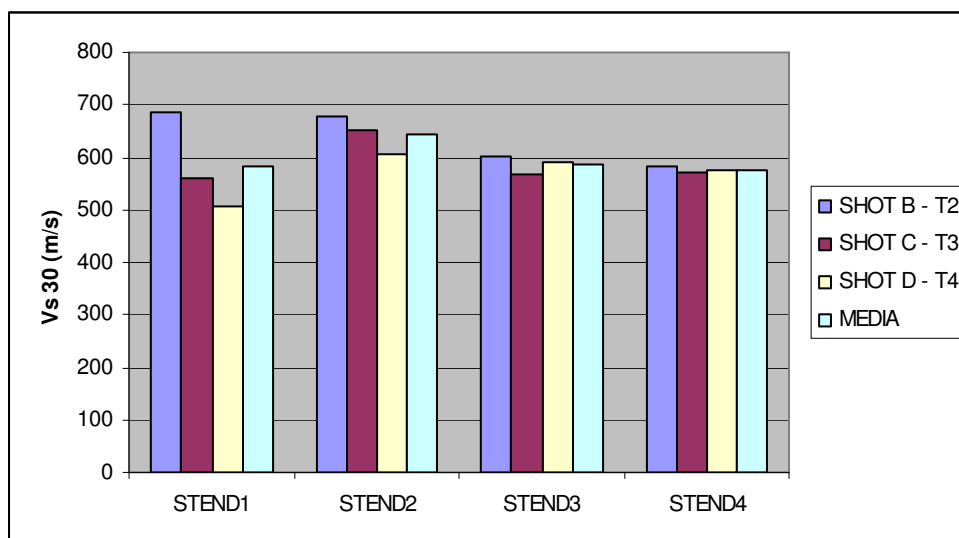


Grafico 6 – Andamento dei valori di Vs30 in corrispondenza dei 4 stendimenti.

Nell'ambito dei 30 m indagati non è stata riscontrata la presenza di terreni aventi una velocità media delle onde S superiore a 800 m/s. In virtù di questo è considerata la Vs 30 media compresa nell'intervallo 360÷800 m/s, i terreni rientrano nella categoria B di cui al D.M. 14 settembre 2005.

Gli stendimenti a onde di compressione (p) (All. nn. 2 e 9), paralleli a quelli ad onde s, hanno permesso di ricostruire le sismostratigrafie mediante l'evidenziazione dei principali *rifrattori*.

Il primo di questi è posto ad una profondità variabile tra 4 e 4,5 m da p.c. con V_p di 644 ± 41 m/s e rappresenta il passaggio tra i depositi ghiaiosi insaturi e quelli saturi.

Rifr. 1	SHOT B - T2	SHOT C - T3	SHOT D - T4	MEDIA	DEV.ST	u.m.
STEND1	473	537	484	498	34	m/s
STEND2	731	856	728	772	73	m/s
STEND3	657	636	582	625	39	m/s
STEND4	661	687	694	681	17	m/s
				644	41	m/s

Il secondo è posto ad una profondità variabile tra 4 e 20 m da p.c. con V_p di 1935 ± 171 m/s e rappresenta il passaggio tra i depositi ghiaiosi saturi ed il substrato litologico.

Rifr. 2	SHOT B - T2	SHOT C - T3	SHOT D - T4	MEDIA	DEV.ST	u.m.
STEND1	1848	1492	1821	1720	198	m/s
STEND2	2015	1733	1851	1866	142	m/s
STEND3	1605	1768	1847	1740	123	m/s
STEND4	2668	2293	2276	2412	222	m/s
				1935	171	m/s

8. MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

Nell'area indagata è presente un *materasso* alluvionale ghiaioso di spessore variabile posto sopra ad una formazione rocciosa arenacea (Ranzano) o marnosa (Antognola).

In particolare le alluvioni sono costituite da terreni incoerenti (ghiaie e sabbie) generalmente mediamente addensati ($0,42 \leq Dr \leq 0,64$ e $35^\circ \leq \phi \leq 41^\circ$) intercalati da livelli densi ($0,66 \leq Dr \leq 0,83$ e $42^\circ \leq \phi \leq 46^\circ$), localmente molto densi ($0,88 \leq Dr \leq 1,21$ e $47^\circ \leq \phi \leq 55^\circ$). Localmente è stata riscontrata, a debole profondità, la presenza di livelli sciolti ($Dr \cong 0,20$ e $\phi \cong 30^\circ$) dello spessore di circa 1,5 m.

Le verifiche preliminari di capacità portante **in condizioni statiche** (Grafico n. 7) evidenziano i seguenti aspetti:

- nel settore parallelo al T. Secchiello, sino alla confluenza con il F. Secchia, si hanno valori generalmente $\geq 2 \text{ kg/cm}^2$;
- nel settore parallelo al F. Secchia, dopo la confluenza con in T. Secchiello, si riscontrano valori generalmente compresi tra 1 e $1,5 \text{ kg/cm}^2$, che localmente scendono a $0,8 \text{ kg/cm}^2$ (in riferimento al limite critico). Per far fronte a questa accertata disomogeneità, in fase esecutiva dovranno essere previsti, almeno per questo settore, approfondimenti geognostici tali da definire, per i casi specifici, eventuali anomalie stratigrafiche e geotecniche che possano comportare cedimenti differenziali non compatibili con i progetti.

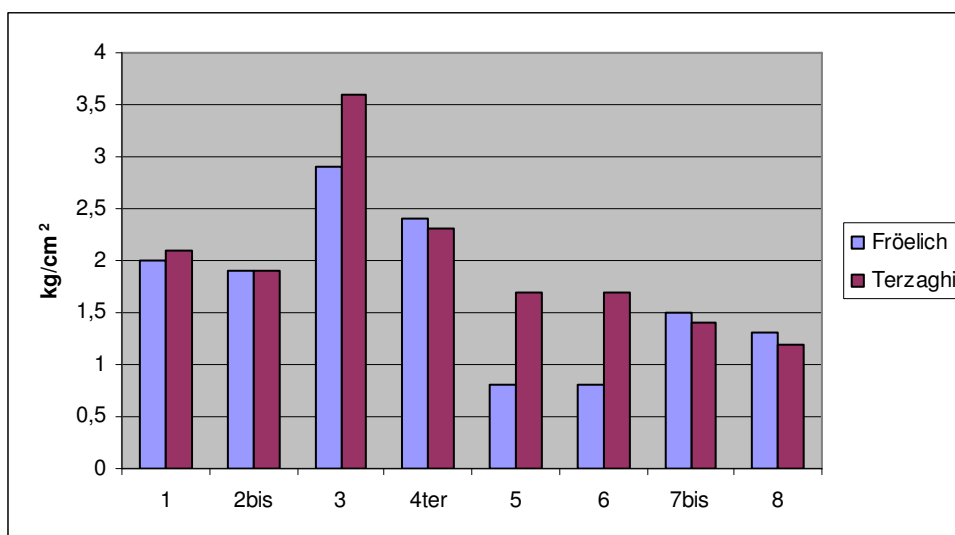


Grafico 7 – Andamento dei valori di pressione ammissibile calcolati a partire dal limite ultimo (Terzaghi, Fs 3) e limite critico (Frøelich, Fs 1) per una fondazioni superficiale a plinto di 2x2m posta ad 1m da p.c.

La ricostruzione dell'andamento del tetto del substrato roccioso (Fig. 13) mette in evidenza i seguenti aspetti, che andranno verificati in fase operativa con degli approfondimenti geognostici:

- nel settore parallelo al T. Secchiello, sino alla confluenza con il F. Secchia, si hanno profondità decrescenti da SW verso NE con valori variabili tra 12 e 6,5 m da p.c.;
- nel settore parallelo al F. Secchia, dopo la confluenza con in T. Secchiello, si hanno profondità decrescenti da monte (sud) verso valle (nord) con valori variabili tra 18 e 6,5 m da p.c.. In particolare è da segnalare il repentino approfondimento in corrispondenza della strada e cioè in corrispondenza delle prove P7 e P8 e dello stendimento S4.

Tale andamento è da ricondurre alla conformazione morfologica dell'area che vede la presenza di due ordini di terrazzi caratterizzati da spessori alluvionali decrescenti verso l'alveo.

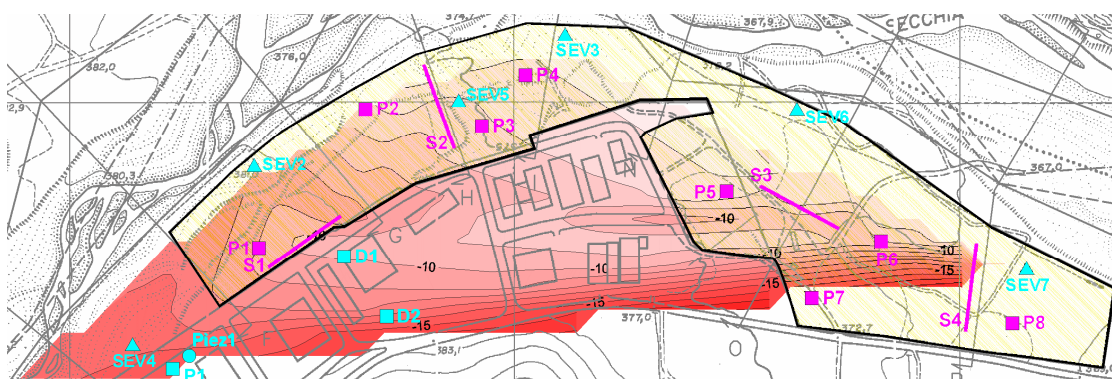


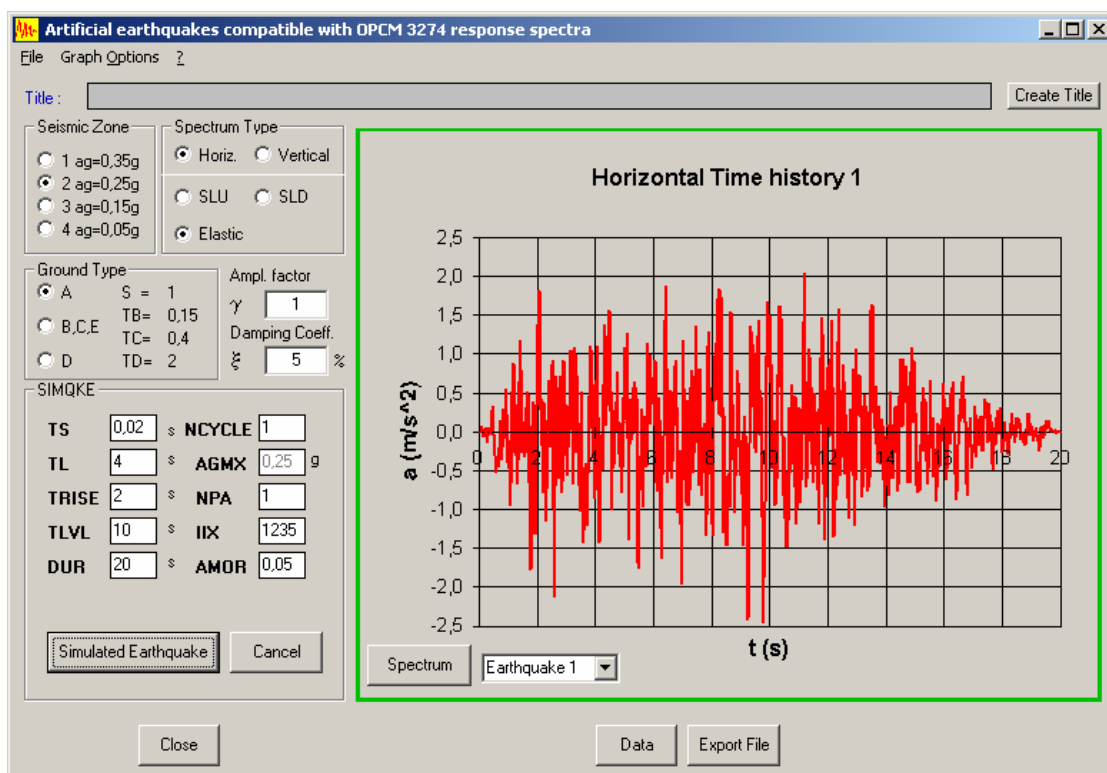
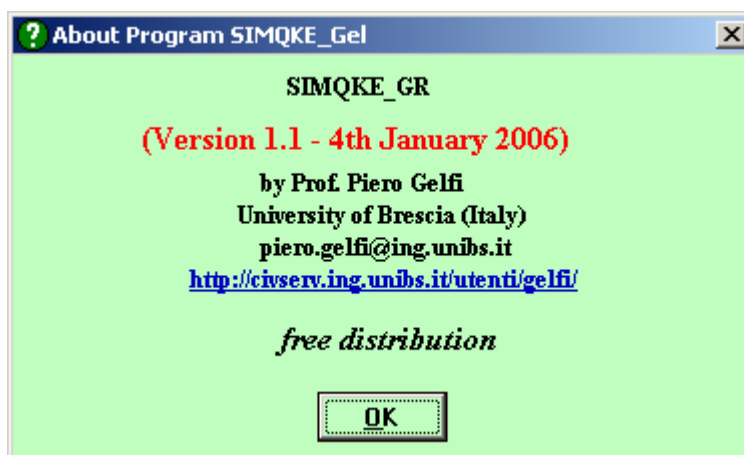
Figura 13 – Andamento delle isobate del tetto del substrato roccioso.

La valutazione della *risposta sismica locale*, ed in particolare della previsione dei fenomeni di amplificazione, è stata effettuata con un *metodo numerico*. Questo mediante opportuni *codici di calcolo* simula la propagazione di onde sismiche entro un deposito di terreno, dalla sottostante formazione rocciosa fino alla superficie.

L'analisi numerica si è sviluppata attraverso 3 fasi:

- **definizione del modello geometrico e geotecnico del sottosuolo;** monodimensionale con deposito di terreno con superficie orizzontale uniforme e stratificato orizzontalmente (livello insaturo di 4,2 m con V_s pari a 391 m/s e peso di 19 kN/m³; livello saturo con spessore variabile tra 1,9 e 15,3 m con V_s pari a 540 m/s e peso di 21 kN/m³), poggiante su un basamento roccioso anch'esso a superficie orizzontale (analisi puntuali). Nel caso specifico viene assunto come *bedrock* la roccia sottostante le ghiaie avente una V_s di 697 m/s e peso di 23 kN/m³;

- **definizione delle azioni sismiche di ingresso al basamento;** l'azione sismica di ingresso è rappresentata da un accelerogramma artificiale compatibile con lo spettro di risposta dell'accelerazione attesa su roccia ai sensi del D.M. 14 settembre 2005.



- **scelta di un codice di calcolo e tipo di risultati ottenuti;** Il codice di calcolo utilizzato, denominato EERA³ (*Equivalent-linear Earthquake site Respons Analyses*), opera in *tensioni totali* utilizzando un modello *lineare equivalente* (SHAKE91). I risultati dell'elaborazione sono riepilogati di seguito (Grafico 8). Sono state calcolate le accelerazioni massime ed il fattore di amplificazione in corrispondenza dei 15 punti utilizzati per la ricostruzione dell'andamento del substrato roccioso.

³ Distribuito gratuitamente da: University of southern California – Department of civil engineering, by J.P.Bardet, Kichill, and C.H.Lin, August 2000.

L'accelerazione massima riscontrata è risultata pari a 0,322 m/s e quella minima a 0,292 m/s corrispondenti rispettivamente a dei fattori di amplificazione pari a 1,29 ed 1,17 (si tenga presente che il fattore di amplificazione di legge per i suoli di categoria B è pari a 1,25).

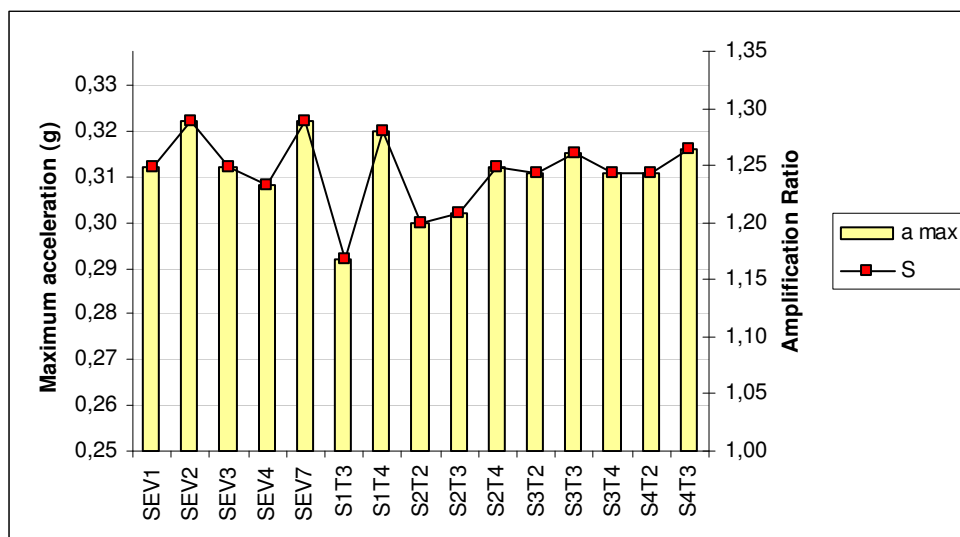


Grafico 7 – Andamento dei valori di accelerazione massima (a max) e del fattore di amplificazione (S).

Sulla base dei risultati ottenuti è stata elaborata una carta delle accelerazioni attese in superficie (Figura 14).

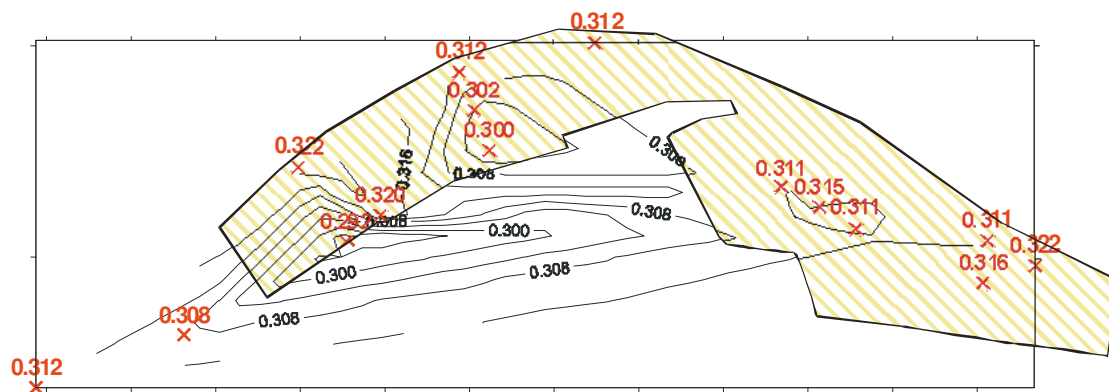


Figura 14 – Carta delle accelerazioni attese in superficie (g).

Infine è stato elaborato un grafico comparativo degli spettri di risposta elastici orizzontali relativi al casi di amplificazione massima e minima calcolate ed a quello di legge previsto per la zona 2, suolo di categoria B. Come si può notare per periodi superiori a 0,3 s lo spettro di legge è più cautelativo rispetto a quelli calcolati.

Horizontal Elastic spectrum

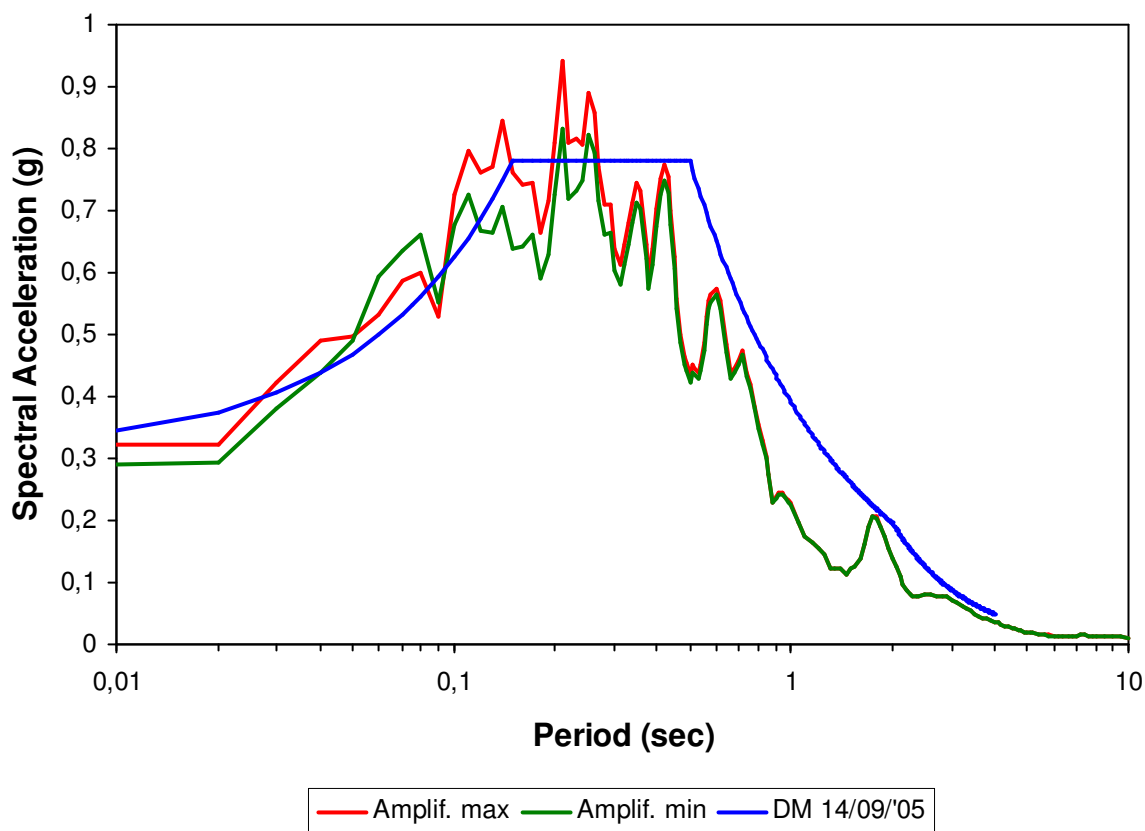


Grafico 8 – Grafico comparativo degli spettri di risposta elastici orizzontali.

9. COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO

In considerazione delle indagini svolte, ipotesi e considerazioni fatte è stata verificata preliminarmente la fattibilità geologico-geotecnica sotto gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, sismici e geotecnici del Piano Particolareggiato in esame, così come richiesto dal D.M. 11.03.1988 e dalla Circolare R.E.R. n.3891/AT.SU del 21.03.1974 e L.R. 07.12.1978 n. 47.

In base a queste considerazioni si considera fattibile la realizzazione di fondazioni superficiali, avendo verificato gli scenari preliminari, fatti ipotizzando un carico variabile tra 0,8 e 3,6 kg/cm² in condizioni statiche.

Per tenere conto degli effetti di un sisma (incremento ed eccentricità dei carichi) tali valori andranno ridotti di un fattore correttivo funzione del periodo (T) e delle caratteristiche strutturali (q) degli edifici in progetto.

Rimane comunque necessario eseguire le verifiche previste dal D.M. 11.03.1988 in fase esecutiva, sulla base dei progetti definitivi degli edifici, ciò anche in ottemperanza a quanto prescritto dalle indicazioni tecniche previste dalla nuova normativa antisismica.

Nel settore parallelo al F. Secchia, dopo la confluenza con in T. Secchiello, si riscontrano valori di portanza generalmente compresi tra 1 e 1,5 kg/cm², che localmente scendono a 0,8 kg/cm² (in riferimento al limite critico).

Per far fronte a questa accertata disomogeneità, in fase esecutiva dovranno essere previsti, almeno per questo settore, approfondimenti geognostici tali da definire, per i casi specifici, eventuali anomalie stratigrafiche e geotecniche che possano comportare cedimenti differenziali non compatibili con i progetti.

Inoltre viste le considerazioni di cui ai punti 2 e 6 ed in riferimento all'Allegato n. 2 si propone:

- la verifica delle attuali difese di sponda (muro) nei confronti del livello di piena con tempo di ritorno di 500 anni (che risulta di poco più alto di quello con tempo di ritorno di 200 anni) e l'eventuale innalzamento, dove necessario, con arginelli in terra per il mantenimento degli opportuni franchi di sicurezza;
- l'istituzione di un periodico monitoraggio topografico-geomorfologico tale da segnalare in tempi utili condizioni di criticità che necessitino la realizzazione di eventuali interventi di difesa. Questo potrà avere indicativamente le seguenti caratteristiche:
 - 1) tracciamento di almeno n. 3 sezioni idrauliche trasversali nel tratto compreso tra la confluenza Secchiello-Secchia ed il limite di comparto a valle della stessa e almeno 2 sezioni trasversali al Secchiello nel tratto fra la confluenza in Secchia e la 1° briglia di monte;
 - 2) rilievi plani-altimetrici delle sezioni con frequenza di 6 mesi o 1 anno e trasmissione dei dati agli Enti Pubblici competenti;
- la realizzazione di una serie di n. 5 pennelli della lunghezza indicativa di 15 m e distanziati tra loro indicativamente 45 m, in corrispondenza del tratto finale del muro dove attualmente la corrente è in erosione di sponda (All. n. 3 foto nn. 5 e 7). Tale geometria corrisponde indicativamente a quella dei pennelli presenti in sponda sinistra del F. Secchia a monte della confluenza con il T. Secchiello.

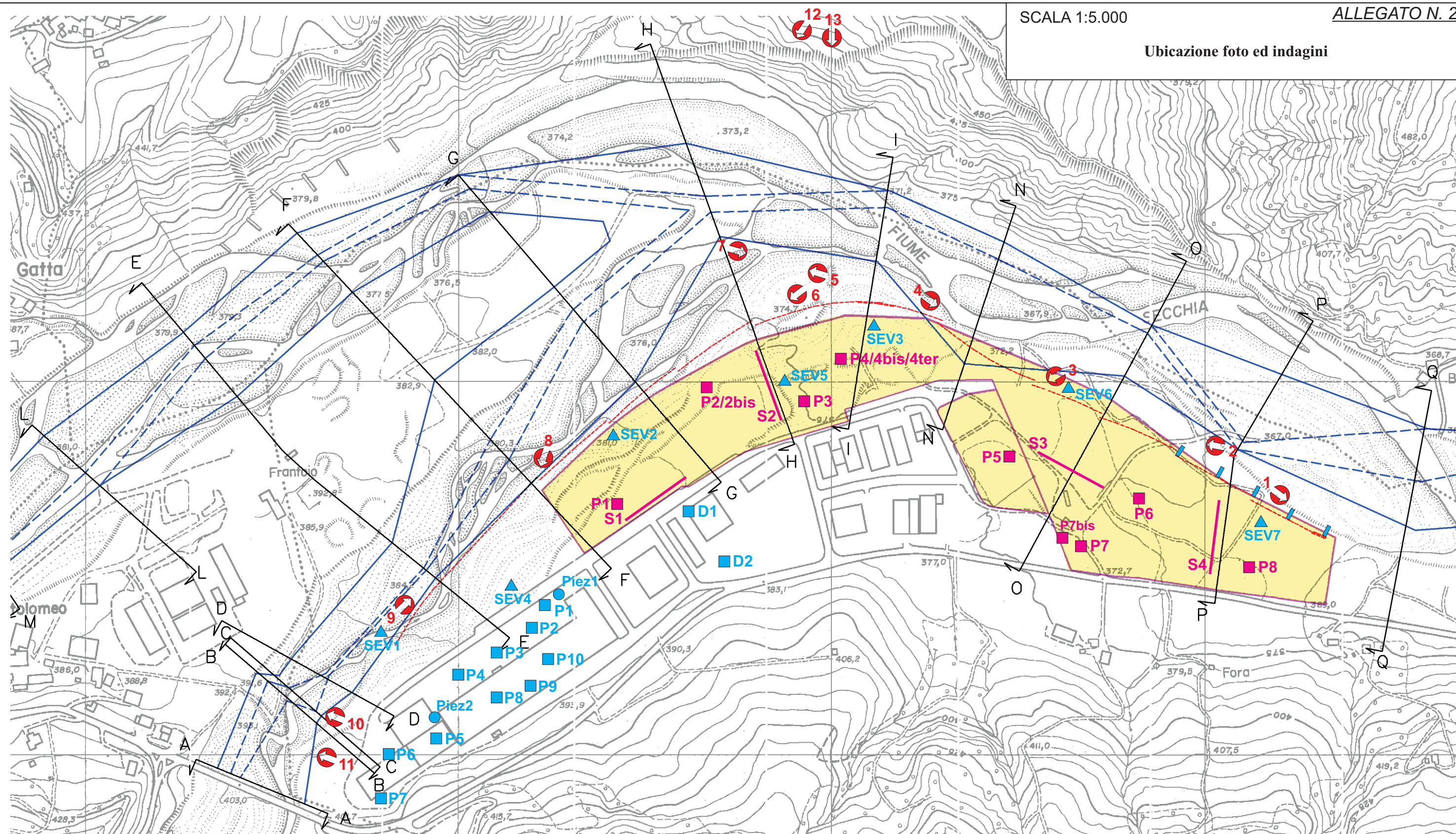
La parte sommitale dei pennelli potrà avere la quota dell'ultima "pedata" del muro (attualmente sotto il livello del terrazzo) ed una profondità di circa 4 m tale da attestare la base circa 2 m al di sotto dell'attuale quota d'alveo di magra.

Bastiglia, lì 19.03.2007

Dott. Geol. Giorgio Gasparini

ALLEGATI





Area d'intervento



Muro di protezione



Pennelli proposti



Scatto fotografico



Piez1
Piezometro da bibliografia



P2
Prova piezometrica da bibliografia



SEV4
Sondaggio elettrico verticale da bibliografia



P2
Prova piezometrica di nuova realizzazione



S1
Doppio stendimento sismico di nuova realizzazione

A A Traccia sezione idraulica



Documentazione fotografica



Estratto Norme P.T.C.P.:
Articolo 11

Si riporta qui di seguito per estratto il testo dell'Articolo 11 delle Norme del PTCP:

Art. 11- Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, invasi e corsi d'acqua

1. Il presente piano intende tutelare i caratteri naturali, storici, paesistici ed idraulico-territoriali che si sono consolidati ed affermati attorno ai laghi, bacini e corsi d'acqua presenti nel territorio provinciale.
2. Per i fini di cui al comma precedente le zone di tutela del presente articolo sono articolate nel seguente modo:
 - a. zone di tutela assoluta
 - b. zone di tutela ordinaria
3. Le disposizioni del presente articolo secondo l'articolazione del precedente 2° comma si applicano nelle aree espressamente individuate come tali nelle Tavole di cui alle lett. c) del 1° comma del precedente articolo 3); le predette individuazioni attuano e specificano inoltre i disposti del 1° comma dell'art. 34 delle Norme del Piano Territoriale Paesistico Regionale.
4. Nelle zone di cui alla lett. a) del precedente 2° comma valgono le seguenti prescrizioni: sono ammesse esclusivamente:
 - a. l'utilizzazione agricola del suolo, compresa la realizzazione di strade poderali ed interpoderali con larghezza non superiore a 4 mt;
 - b. la realizzazione di infrastrutture tecniche di bonifica montana e di difesa del suolo, di canalizzazioni di opere di difesa idraulica e simili, nonché l'attività di esercizio e di manutenzione delle stesse;
 - c. la pubblica fruizione delle aree a fini ricreativo-escursionistici e naturalistici, anche attraverso la realizzazione degli interventi di ricostruzione e riqualificazione degli apparati vegetazionali e forestali;
 - d. l'attività estrattiva entro i limiti e secondo le modalità di cui al 2° comma del successivo art. 31;
5. Nelle zone di cui alla lettera b) del precedente 2° comma valgono le prescrizioni di cui ai successivi sesto, settimo, ottavo, nono, decimo, undicesimo, dodicesimo e tredicesimo comma.
6. Le seguenti infrastrutture ed attrezzature:
 - a. linee di comunicazione viaria, ferroviaria anche di tipo metropolitano ed idroviaria;
 - b. impianti atti alla trasmissione di segnali radiotelevisivi e di collegamento nonché impianti a rete e puntuali per le telecomunicazioni;
 - c. Invasi ad usi plurimi
 - d. impianti per l'approvvigionamento idrico nonché quelli a rete per lo scolo delle acque e opere di captazione e distribuzione delle acque ad usi irrigui;
 - e. sistemi tecnologici per il trasporto dell'energia e delle materie prime e/o dei semilavorati;
 - f. approdi, porti e attrezzature per la navigazione interna, nonché gli insediamenti funzionali e collegati, purché ricompresi nel perimetro dell'area portuale, individuata negli strumenti di settore vigenti, nel rispetto delle disposizioni del Piano di Bacino;
 - g. aree attrezzabili per la balneazione;
 - h. opere temporanee per attività di ricerca nel sottosuolo che abbiano carattere geognostico;sono ammesse nelle aree di cui alla lettera b) del precedente 2° comma qualora siano previste in strumenti di pianificazione nazionali, regionali o provinciali. I progetti di tali opere dovranno verificarne oltre alla fattibilità tecnica ed economica, la compatibilità rispetto alle caratteristiche ambientali e paesaggistiche del territorio interessato direttamente o indirettamente dall'opera stessa, con riferimento ad un tratto significativo del corso d'acqua e ad un adeguato intorno, anche in rapporto alle possibili alternative. Detti progetti dovranno essere sottoposti alla valutazione di impatto ambientale, qualora prescritta da disposizioni comunitarie, nazionali o regionali.
7. La subordinazione alla eventuale previsione mediante gli strumenti di pianificazione di cui al sesto comma non si applica alle strade e agli impianti ed opere di cui alle lettere b), d), e), g) ed h) del precedente sesto comma, che abbiano rilevanza meramente locale, in quanto al servizio della popolazione di non più di un Comune, ovvero di parti della popolazione di due Comuni confinanti. Nella definizione dei progetti di realizzazione, di ampliamento e di

rifacimento delle infrastrutture lineari e degli impianti di cui al presente comma, si deve comunque evitare che essi corrano parallelamente ai corsi d'acqua, salvo i casi in cui ne sia dimostrata l'impossibilità di alternativa in conseguenza delle verifiche di cui al precedente 6° comma. Resta comunque ferma la sottoposizione a valutazione di impatto ambientale delle opere per le quali essa sia richiesta da disposizioni comunitarie, nazionali o regionali.

8. La pianificazione comunale od intercomunale, sempre alle condizioni e nei limiti derivanti dal rispetto delle altre disposizioni del presente Piano, può localizzare nelle aree di cui alla lettera b) del precedente comma:

- a. parchi le cui attrezzature siano amovibili e/o precarie, con l'esclusione di ogni opera comportante impermeabilizzazione di suoli e comunque che non impedisca il normale deflusso delle acque meteoriche nel sottosuolo;
- b. percorsi e spazi di sosta pedonali per mezzi di trasporto non motorizzati;
- c. corridoi ecologici e sistemazioni a verde destinabili ad attività di tempo libero;
- d. chioschi e costruzioni amovibili e/o precarie per la balneazione, nonché depositi di materiali e di attrezzi necessari per la manutenzione di tali attrezzature, esclusivamente nelle aree di cui alla lettera g) del sesto comma del presente articolo;
- e. infrastrutture ed attrezzature aventi le caratteristiche di cui al precedente settimo comma

9. Nelle aree di cui alla lettera b) del precedente 2° comma, fermo restando quanto specificato ai commi sesto, settimo e ottavo, sono comunque consentiti:

- a. qualsiasi intervento sui manufatti edilizi esistenti, qualora definito ammissibile dal piano regolatore generale in conformità alla L.R. 7 dicembre 1978, n° 47;
- b. gli interventi nei complessi turistici all'aperto eventualmente esistenti, che siano rivolti ad adeguarli ai requisiti minimi richiesti;
- c. il completamento delle opere pubbliche in corso, purché interamente approvate alla data di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale;
- d. l'ordinaria utilizzazione agricola del suolo e l'attività di allevamento, quest'ultima esclusivamente in forma non intensiva qualora di nuovo impianto, nonché la realizzazione di strade poderali ed interpoderali di larghezza non superiore a 4 metri lineari, di annessi rustici aziendali ed interaziendali e di altre strutture strettamente connesse alla conduzione del fondo e alle esigenze abitative di soggetti aventi i requisiti di imprenditori agricoli a titolo principale ai sensi delle vigenti leggi regionali, ovvero di dipendenti di aziende agricole e dei loro nuclei familiari;
- e. la realizzazione di infrastrutture tecniche di bonifica montana, e di difesa del suolo, di canalizzazioni, di opere di difesa idraulica e simili, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle stesse;
- f. la realizzazione di impianti tecnici di modesta entità, quali cabine elettriche, cabine di decompressione per il gas, impianti di pompaggio per l'approvvigionamento idrico, irriguo e civile, e simili, di modeste piste di esbosco e di servizio forestale, di larghezza non superiore a 3,5 metri lineari, strettamente motivate dalla necessità di migliorare la gestione e la tutela dei beni forestali interessati, di punti di riserva d'acqua per lo spegnimento degli incendi, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle predette opere.

10. Le opere di cui alle lettere e) ed f) del precedente comma 9, nonché le strade poderali ed interpoderali di cui alla lettera d) dello stesso comma, non devono in ogni caso avere caratteristiche, dimensioni e densità tali per cui la loro realizzazione possa alterare negativamente l'assetto idrogeologico, paesaggistico, naturalistico e geomorfologico degli ambiti territoriali interessati. In particolare le piste di esbosco e di servizio forestale, qualora interessino proprietà assoggettate a piani economici ed a piani di coltura e conservazione, ai sensi della L.R. 4 settembre 1981, n° 30, possono essere realizzate soltanto ove previste in tali piani regolarmente approvati.

11. Nelle aree esondabili e comunque per una fascia di 10 metri lineari dal limite degli invasi ed alvei di piena ordinaria dei laghi, bacini e corsi d'acqua naturali, nonché dei canali artificiali interessati da appositi progetti di tutela, recupero e valorizzazione individuati dal presente P.T.C.P. ai sensi dell'art. 29, sono vietate la nuova edificazione dei manufatti edilizi di cui alle lettere d) ed f) del settimo comma, l'utilizzazione agricola del suolo, i rimboschimenti a scopo produttivo e gli impianti per l'arboricoltura da legno, al fine di favorire il riformarsi della vegetazione spontanea e la costituzione di corridoi ecologici, nonché di consentire gli accessi tecnici di vigilanza, manutenzione ed esercizio delle opere di bonifica, irrigazione e difesa del suolo.

12. Sui complessi industriali e sulle loro pertinenze funzionali, ove i detti complessi ricadano, anche parzialmente, nelle aree di cui alla lettera b) del precedente 2° comma, e fossero già insediati in data antecedente al 29 giugno 1989, data di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale, sono consentiti interventi di ammodernamento, di ampliamento e/o di riassetto organico, sulla base di specifici programmi di qualificazione e sviluppo aziendale, riferiti ad una dimensione temporale di medio termine. Tali programmi specificano gli interventi previsti di trasformazione strutturale e di processo, ivi compresi quelli volti ad adempiere a disposizioni e/o ad obiettivi di tutela dell'ambiente, nonchè i conseguenti adeguamenti di natura urbanistica ed edilizia, facendo riferimento ad ambiti circostanti gli impianti esistenti. Previa approvazione da parte del Consiglio Comunale dei suddetti programmi, il Sindaco ha facoltà di rilasciare i relativi provvedimenti abilitativi in conformità alla disciplina urbanistica ed edilizia comunale ed in coerenza con i medesimi suddetti programmi.

13. Nelle zone di cui alla lettera b) del precedente 2° comma, gli strumenti di pianificazione dei Comuni come meno di 5.000 abitanti possono, previo parere favorevole della Provincia, prevedere ampliamenti degli insediamenti esistenti limitatamente all'ambito collinare e montano, ove si dimostri l'esistenza di un fabbisogno locale non altrimenti soddisfacibile e l'assenza di rischio idraulico, purché le nuove previsioni non compromettano elementi naturali di rilevante valore, risultino organicamente coerenti con gli insediamenti esistenti, e siano armonicamente inseriti a livello paesaggistico e architettonico.

14. I Comuni, mediante i propri strumenti di pianificazione, nel rispetto delle eventuali indicazioni degli strumenti di pianificazione infraregionale individuano:

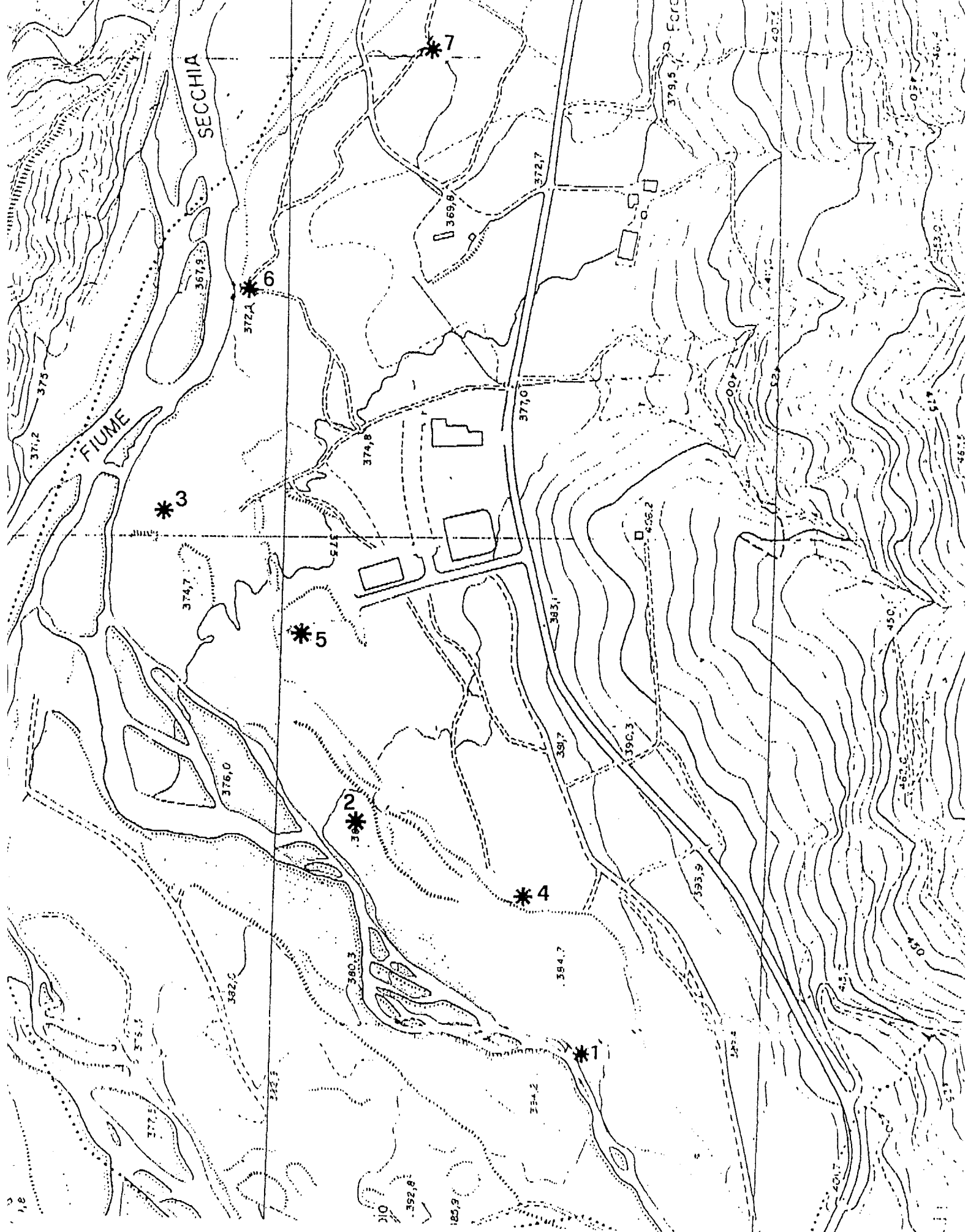
- a. i complessi turistici all'aperto, insistenti entro le zone di cui al 2° comma del presente articolo, che devono essere trasferiti in aree esterne a tali zone, essendo comunque tali quelli insistenti su aree esondabili, o soggette a fenomeni erosivi;
- b. le aree idonee per la nuova localizzazione dei complessi turistici all'aperto di cui alla precedente lettera a. potendosi, se del caso, procedere ai sensi dell'articolo 24 della L.R. 7 dicembre 1978, n° 47, e successive modificazioni ed integrazioni;
- c. i complessi turistici all'aperto, insistenti entro le zone di cui al 2° comma del presente articolo, che, in conseguenza dell'insussistenza di aree idonee alla loro rilocalizzazione, possono permanere dentro le predette zone di cui al secondo comma, subordinatamente ad interventi di riassetto;
- d. gli interventi volti a perseguire la massima compatibilizzazione dei complessi turistici all'aperto di cui alla precedente lettera c) con gli obiettivi di tutela delle zone cui ineriscono, dovendo essere in ogni caso previsti: il massimo distanziamento dalla sponda delle aree comunque interessate dai predetti complessi, e, al loro interno, delle attrezzature di base e dei servizi; l'esclusione dalle aree interessate dai predetti complessi degli elementi di naturalità, anche relitti, eventualmente esistenti; il divieto della nuova realizzazione, o del mantenimento, di manufatti che non abbiano il carattere di precarietà, e/o che comportino l'impermeabilizzazione del terreno, se non nei casi tassativamente stabiliti dalle vigenti disposizioni di legge;
- e. gli interventi, da effettuarsi contestualmente ai trasferimenti, od ai riassetti, di cui alle precedenti lettere, di sistemazione delle aree liberate, e volti alla loro rinaturalizzazione;
- f. le caratteristiche dimensionali, morfologiche e tipologiche, sia dei complessi turistici all'aperto do nuova localizzazione ai sensi delle precedenti lettere a) e) b), che di quelli sottoposti a riassetto ai sensi delle precedenti lettere c) e) d);
- g. i tempi entro i quali devono aver luogo le operazioni di trasferimento, ovvero quelle di riassetto, fermo restando che essi:
- h. non devono eccedere i cinque anni dall'entrata in vigore delle indicazioni comunali, salva concessione da parte dei Comuni di un'ulteriore periodo di proroga, non superiore a due anni, in relazione all'entità di eventuali investimenti effettuati per l'adeguamento dei complessi in questione ai requisiti minimi obbligatori richiesti dalla relativa disciplina, per i complessi insistenti in aree facenti parte del demanio o del patrimonio indisponibile dello Stato, della Regione, della Provincia o del Comune;
- i. sono definiti, non dovendo comunque eccedere i dieci anni, tramite specifiche convenzioni, da definirsi contestualmente alle indicazioni comunali, e da stipularsi tra i Comuni ed i soggetti titolari dei complessi per i complessi insistenti su aree diverse da quelle di cui sopra.

15. Dalla data di entrata in vigore del Piano Territoriale Paesistico Regionale a quella di entrata in vigore delle disposizioni comunali di cui al precedente comma, nei complessi turistici all'aperto, insistenti entro le zone di cui al 2° comma del presente articolo, sono consentiti esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, nonchè quelli volti ad adeguare i complessi stessi ai requisiti minimi obbligatori richiesti dalla relativa disciplina.

16. Non sono soggetti alle disposizioni di cui al presente articolo, ancorchè ricadenti nelle zone di cui al precedente 2° comma, le previsioni dei P.R.G. vigenti alla data di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale, ricomprese nei seguenti casi:

- a. le aree ricadenti nell'ambito del territorio urbanizzato, come tale perimetrato ai sensi del numero 3 del secondo comma dell'articolo 13 della L.R. 7 dicembre 1978, n° 47; i Comuni, ove non siano dotati di tale perimetrazione, possono definirla con specifica propria deliberazione alla quale si applicano i disposti di cui all'art. 14 della L.R. 7 dicembre 1978, n° 47, e successive modificazioni ed integrazioni;
- b. le aree incluse dagli strumenti urbanistici generali in zone di completamento, nonchè in zone aventi le caratteristiche proprie delle zone C o D ai sensi del quarto comma dell'articolo 13 della L.R. 7 dicembre 1978, n° 47, e/o ai sensi dell'articolo 2 del D.M. 2 aprile 1968, n° 1444, che siano ricomprese in programmi pluriennali di attuazione alla data di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale;
- c. le aree incluse dagli strumenti urbanistici generali, vigenti alla data di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale, in zone aventi le caratteristiche proprie delle zone F o G ai sensi del quarto comma dell'articolo 13 della L.R. 7 dicembre 1978, n° 47, e/o in zone F ai sensi dell'articolo 2 del D.M. 2 aprile 1968, n° 1444;
- d. le aree ricadenti in piani particolareggiati di iniziativa pubblica, o in piani per l'edilizia economica e popolare, o in piani delle aree da destinare ad insediamenti produttivi, o in piani di recupero di iniziativa pubblica, vigenti alla data di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale;
- e. le aree ricadenti in piani di recupero di iniziativa privata, vigenti alla data di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale;
- f. le aree ricadenti in piani particolareggiati di iniziativa privata ai sensi dell'articolo 25 della L.R. 7 dicembre 1978, n° 47, e/o in piani di lottizzazione ai sensi della Legge 6 agosto 1967, n° 765, e successive modificazioni ed integrazioni, ove la stipula delle relative convenzioni sia intercorsa in data antecedente a quella di adozione del Piano Territoriale Paesistico Regionale

S.E.V. - Sondaggi Elettrici Verticali
da bibliografia



CANTIERE: FORA DI CAVOLA (TOANO) RE
COMM.TE : C/O DR. ZAROTTI

* UBICAZIONE SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI

SONDAGGIO ELETTRICO

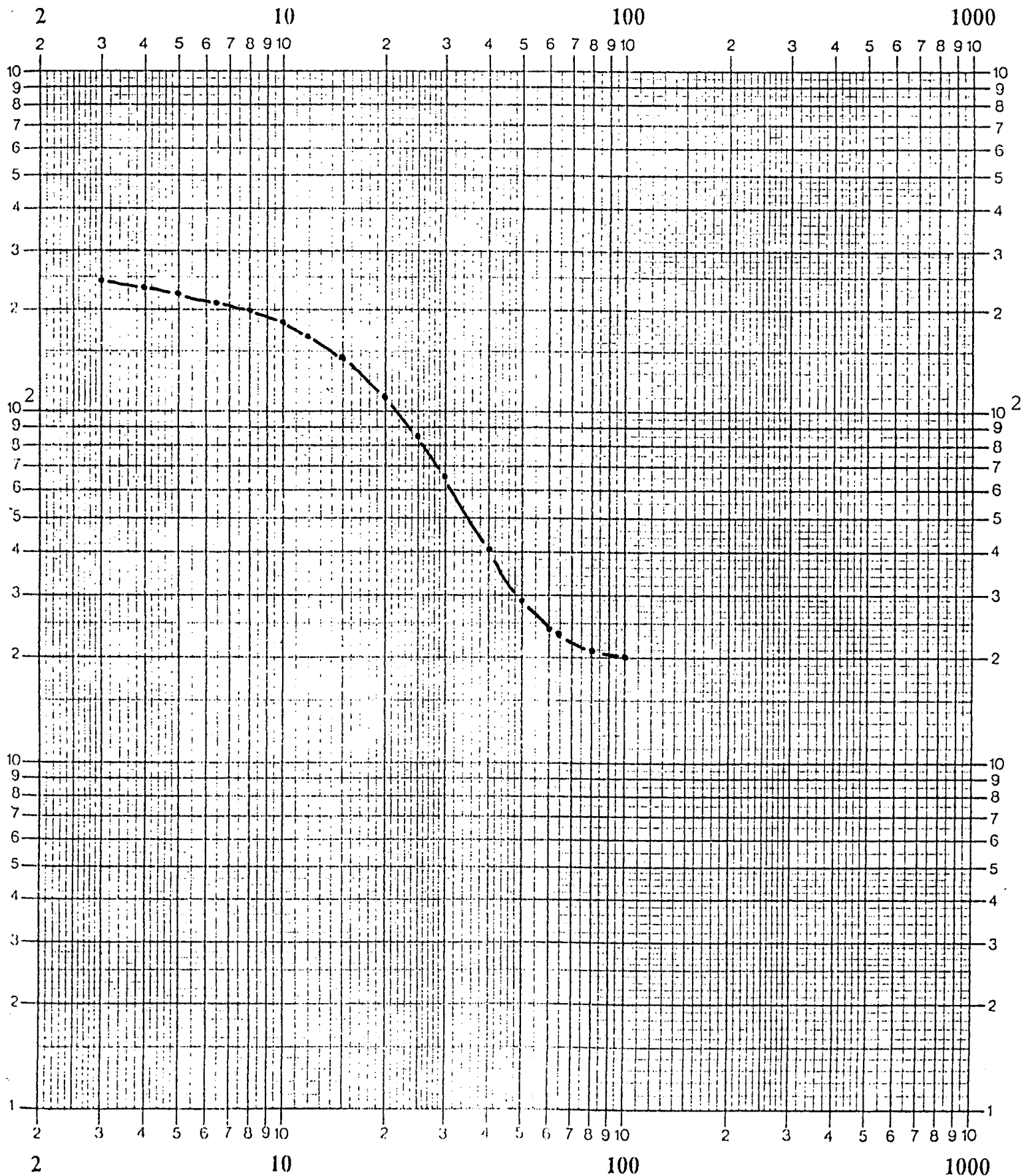
N. 1

Località FORA DI CAVOLA (TOANO) RE

Posizione
centro

Quota P.C.

Azimut 100



AB/2, semidistanza elettroica (m)

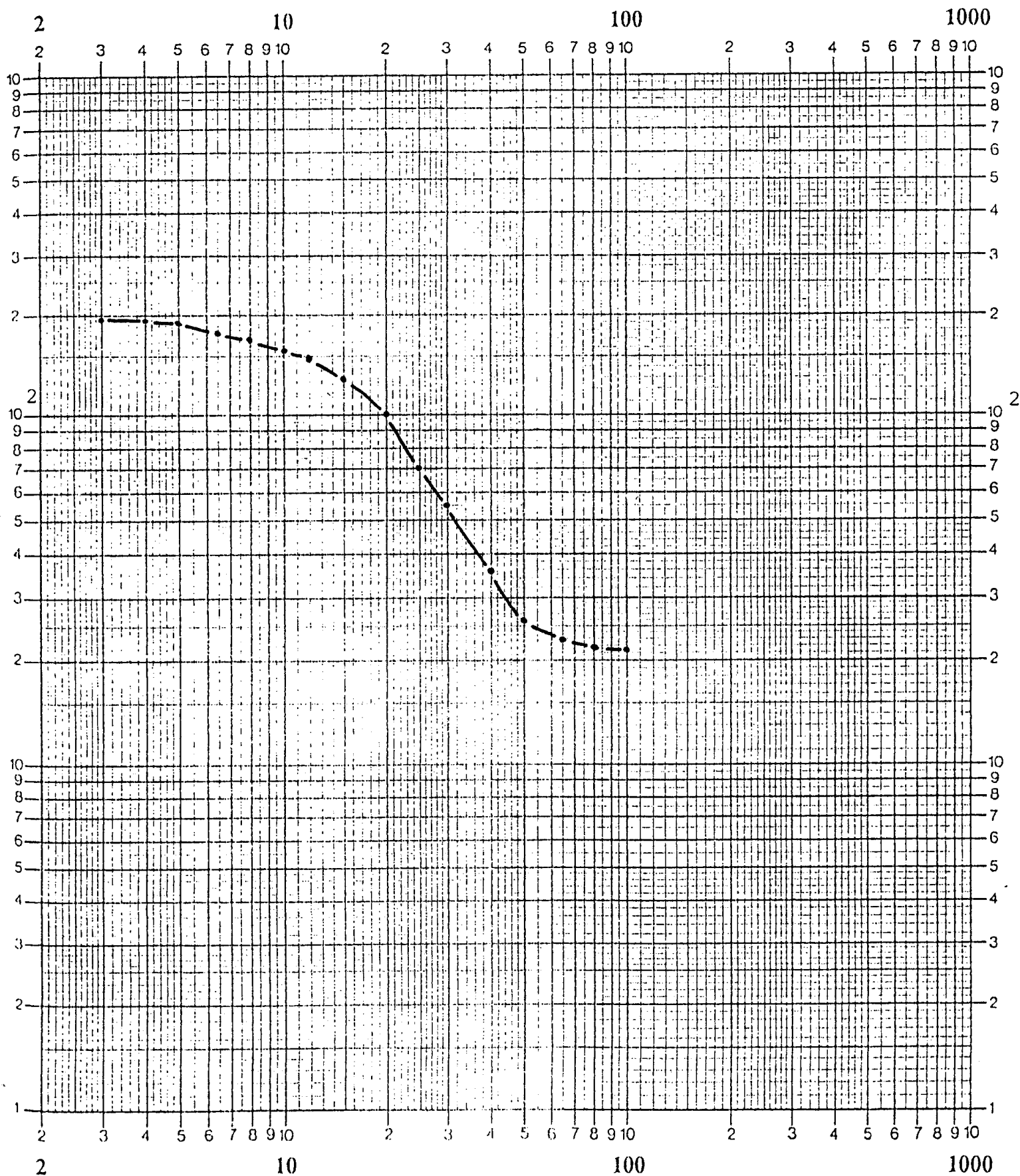
SONDAGGIO ELETTRICO

N. 2

Località FORA DI CAVOLA (TOANO) RE

Posizione
centro

Quota P.C. Azimut 80



AB/2, semidistanza elettrodica (m)

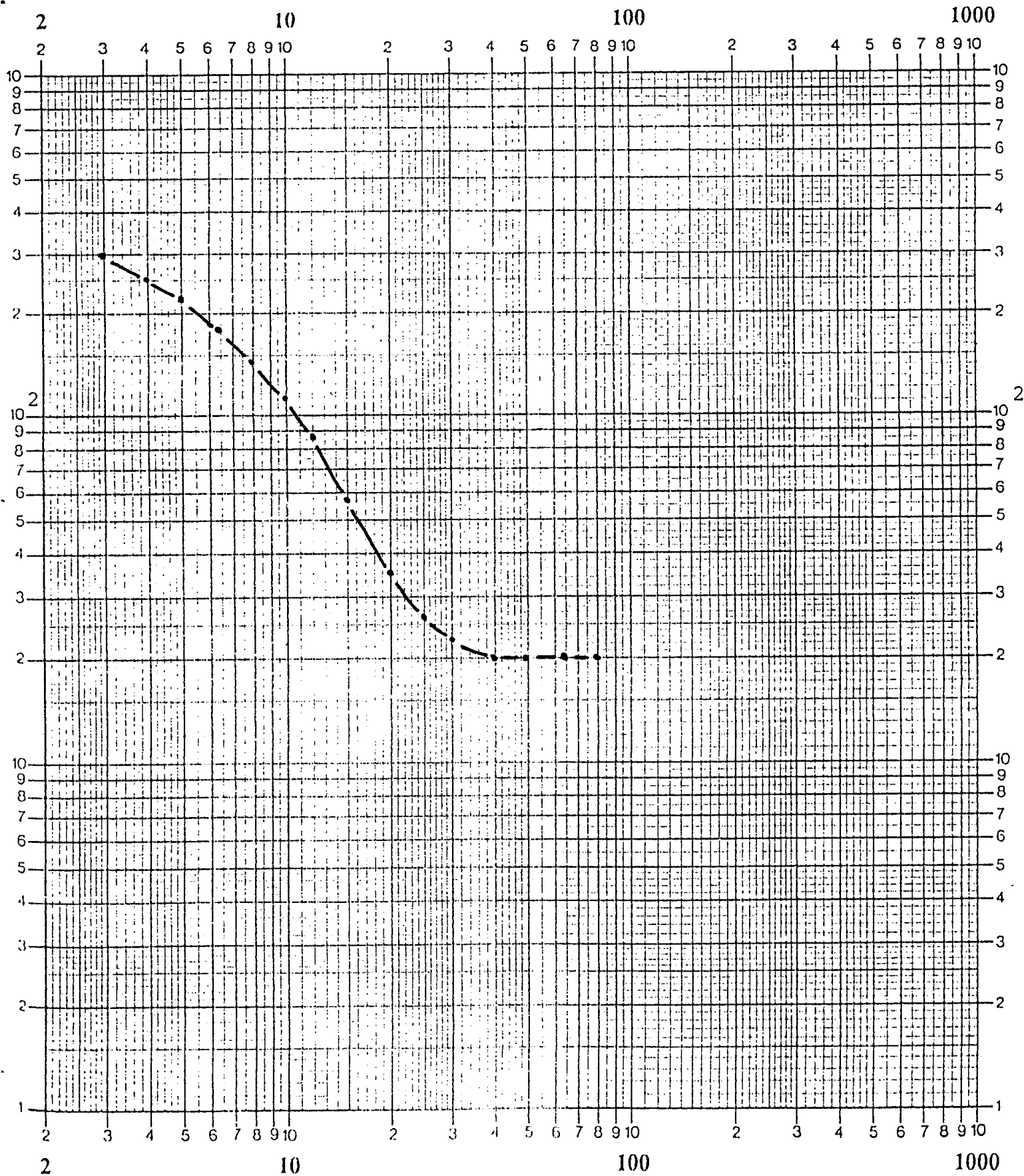
SONDAGGIO ELETTRICO

N. 3

Località FORA DI CAVOLA (TOANO) RE

Posizione
centro

Quota P.C. Azimut 75



$AB/2$, semidistanza elettroica (m)

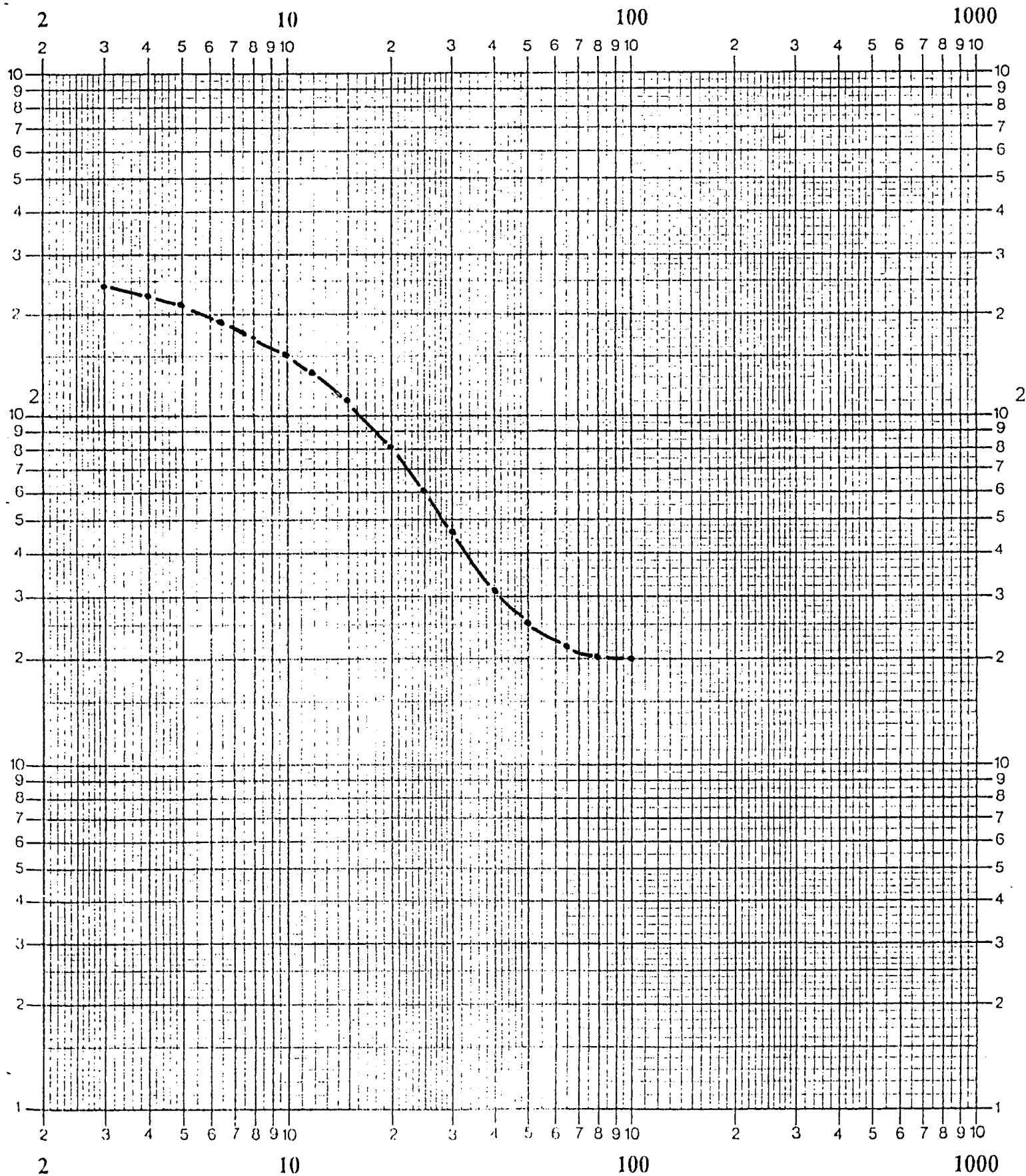
SONDAGGIO ELETTRICO

N. 4

Località FORA DI CABOLA (TOANO) RE

Posizione
centro

Quota P.C. Azimut 60



$AB/2$, semidistanza elettrodica (m)

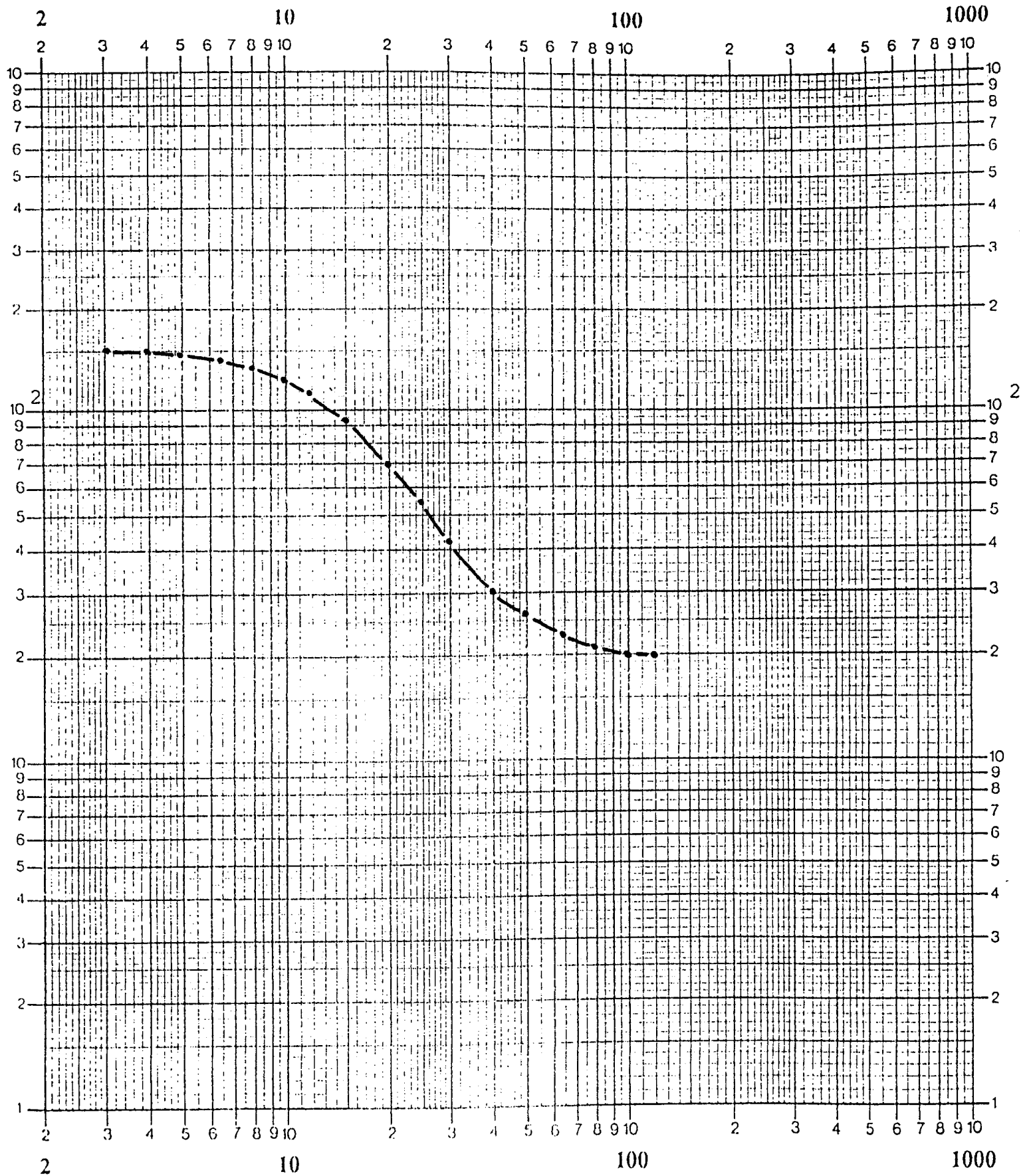
SONDAGGIO ELETTRICO

N. 5

Località FORA DI CAVOLA (TOANO) RE

Posizione
centro

Quota P.C. Azimut 60



AB/2, semidistanza elettrodica (m)

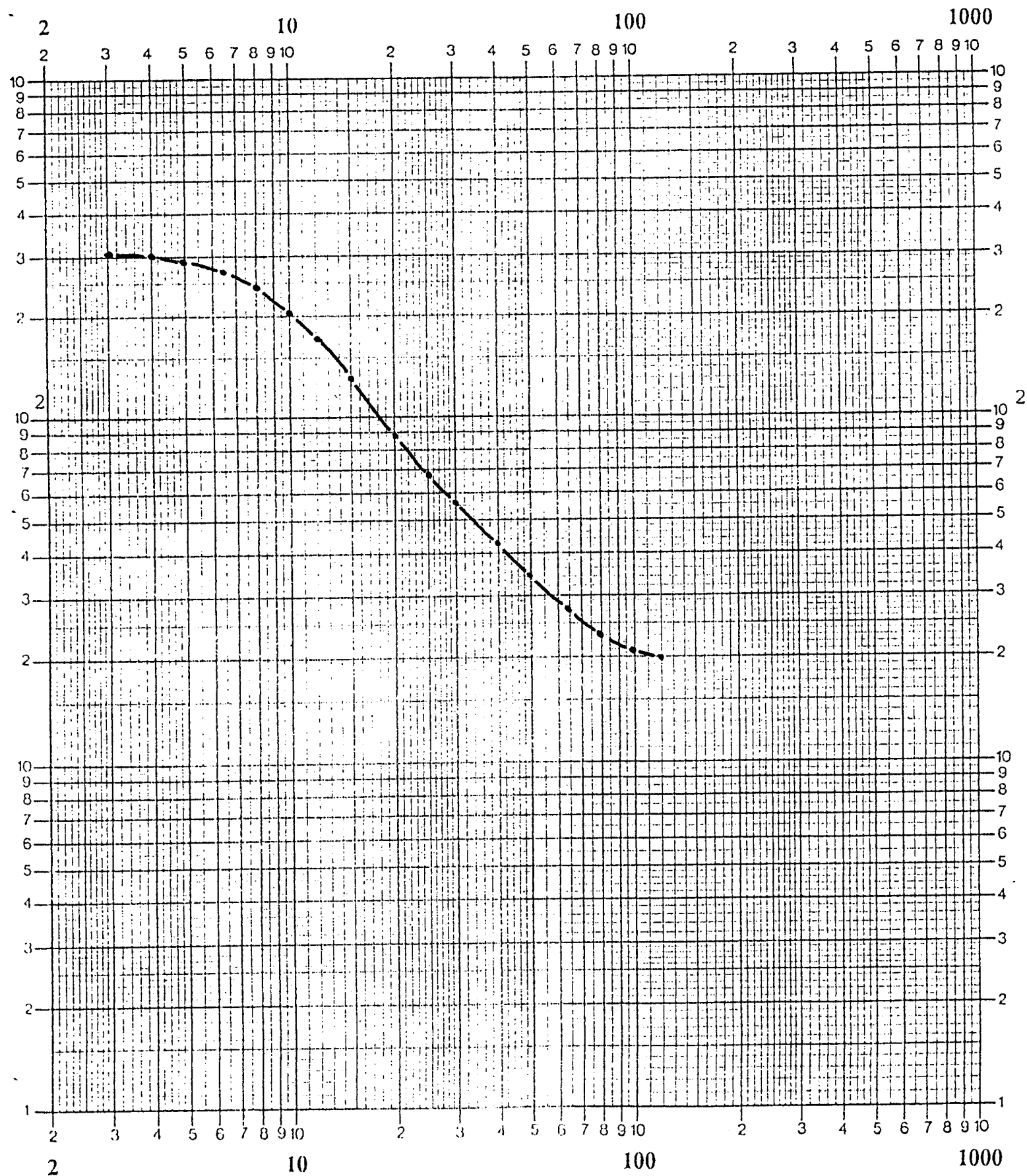
SONDAGGIO ELETTRICO

N. 6

Località FORA DI CAVOLA (TOANO) RE

Posizione
centro

Quota P.C. Azimut 80



AB/2, semidistanza elettrodica (m)

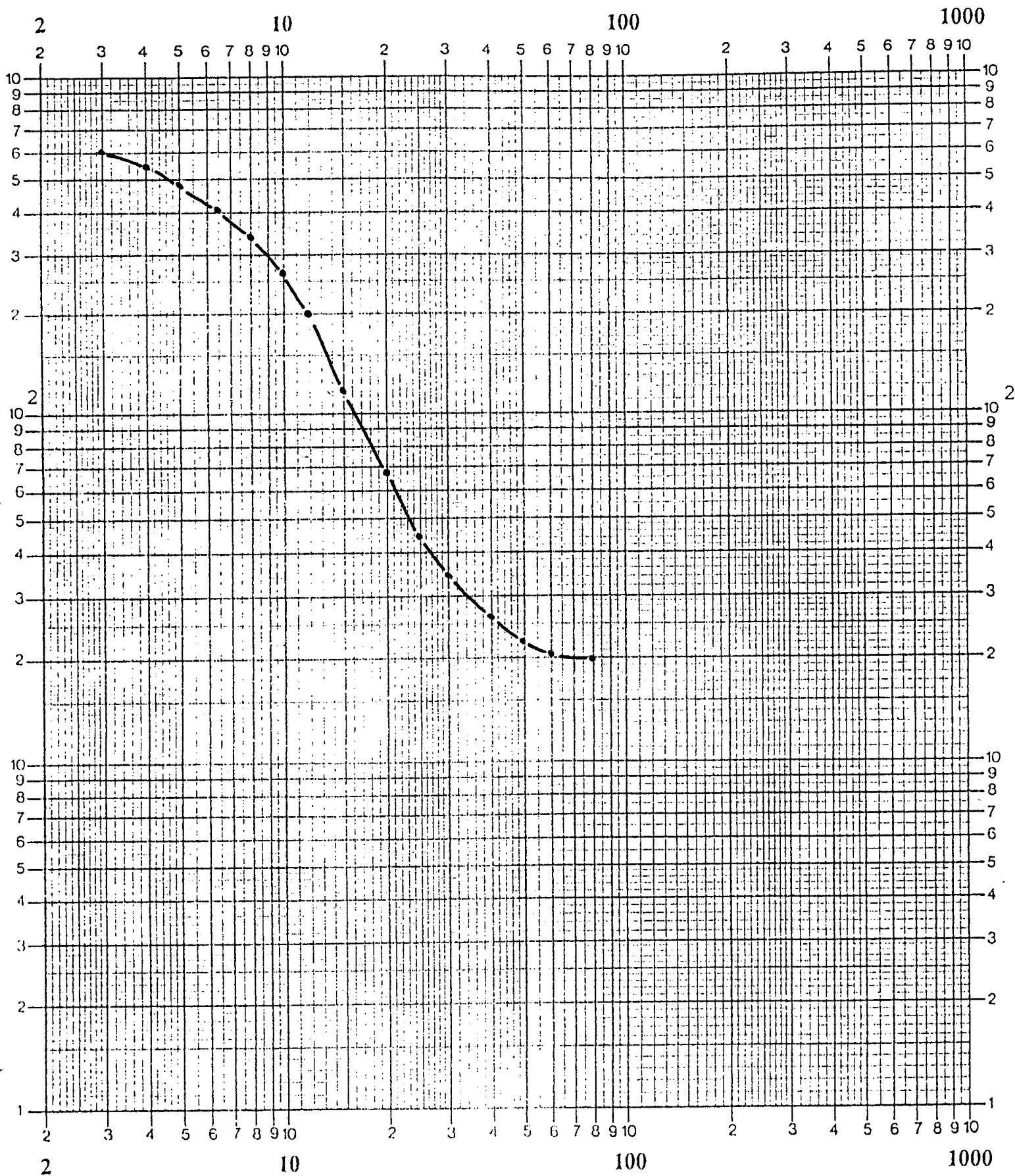
SONDAGGIO ELETTRICO

N. 7

Località FORA DI CAVOLA (TOANO) RE

Posizione
centro

Quota P.C. Azimut 80

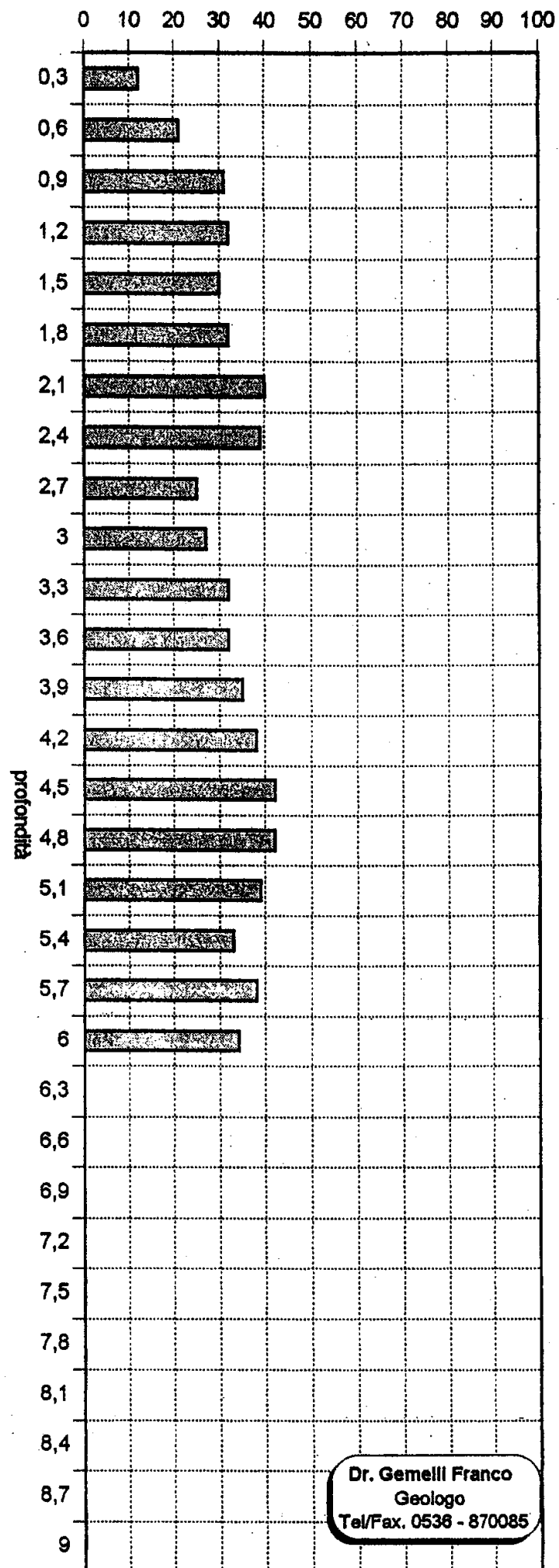


$AB/2$, semidistanza elettrodica (m)

S.C.P.T. - Standard Cone Penetration Test
da bibliografia

N30

SCPT1

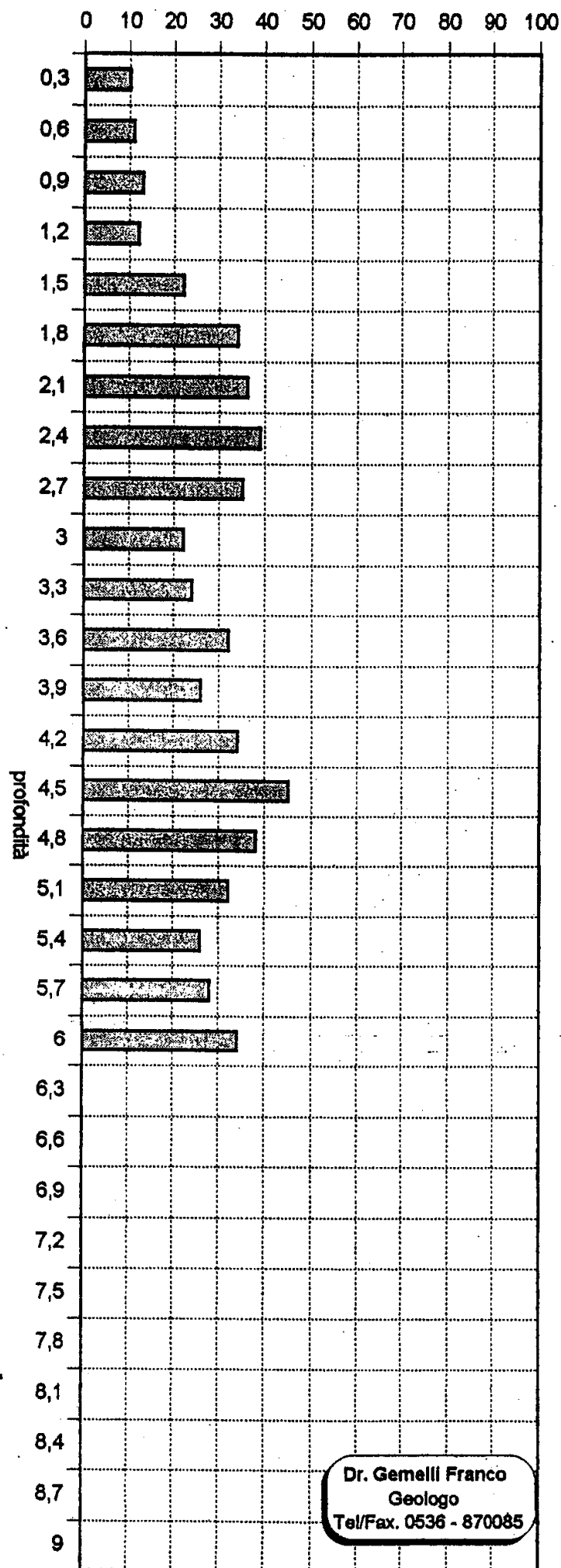


Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

N30

SCPT2

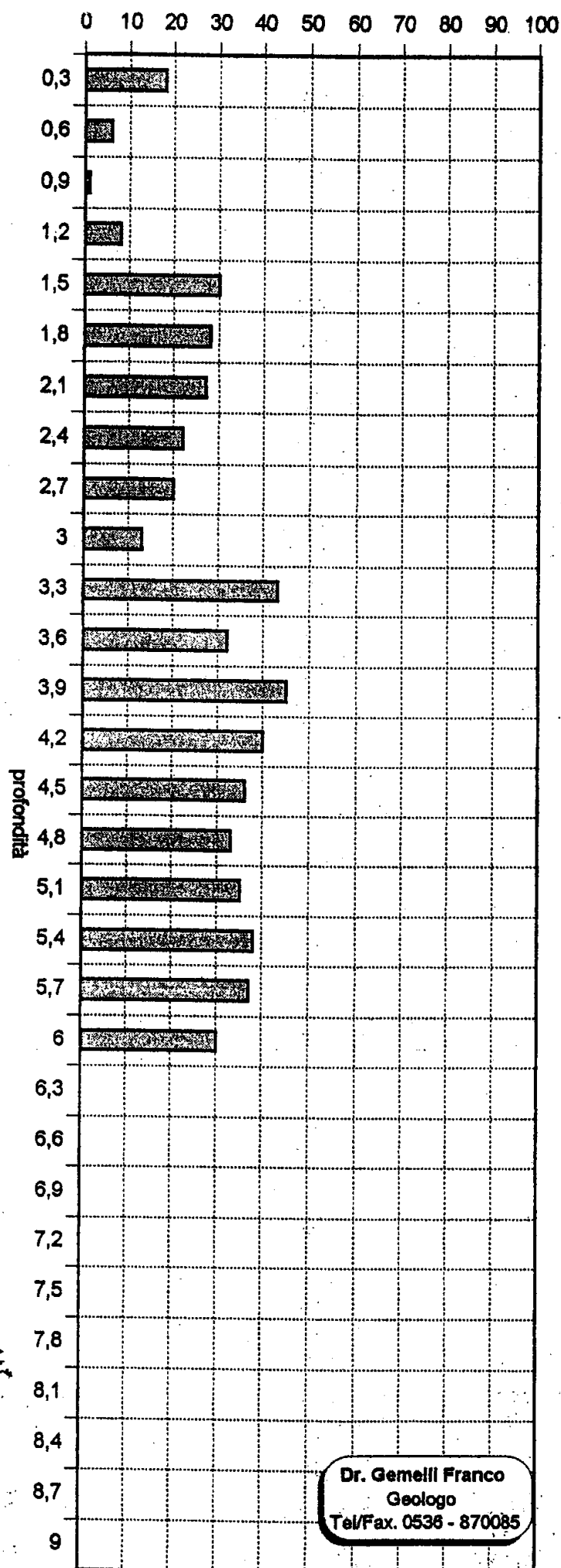


Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

N30

SCPT3

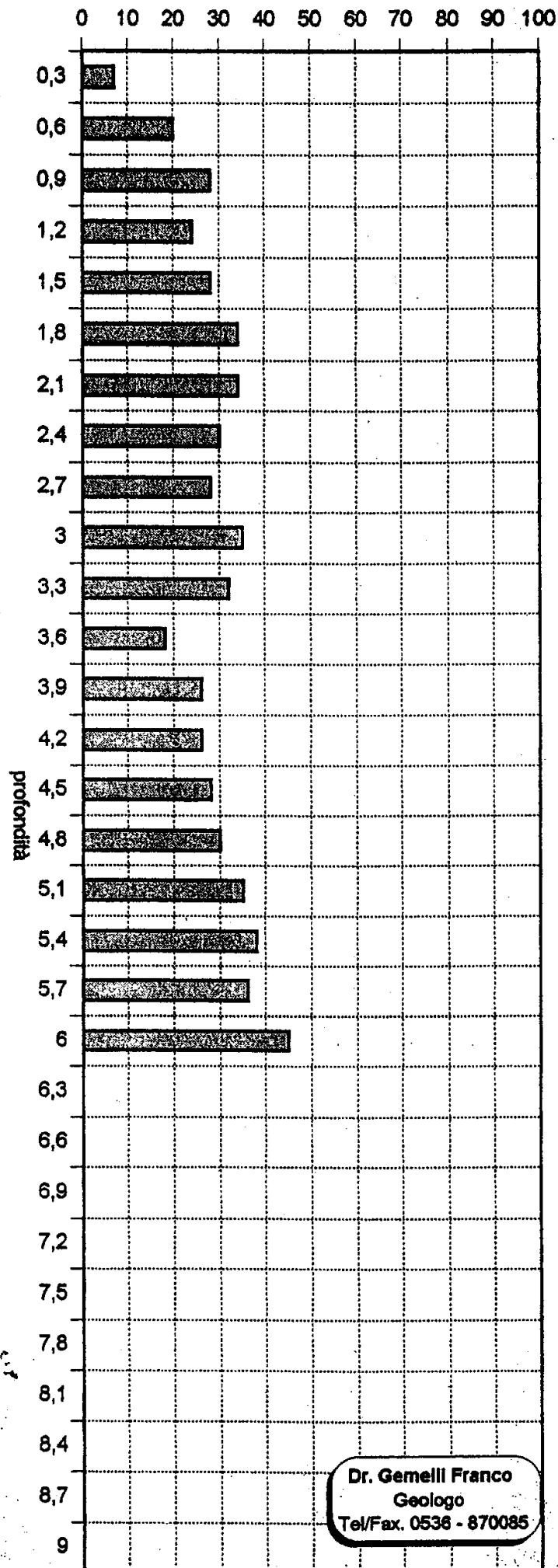


Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

N30

SCPT4



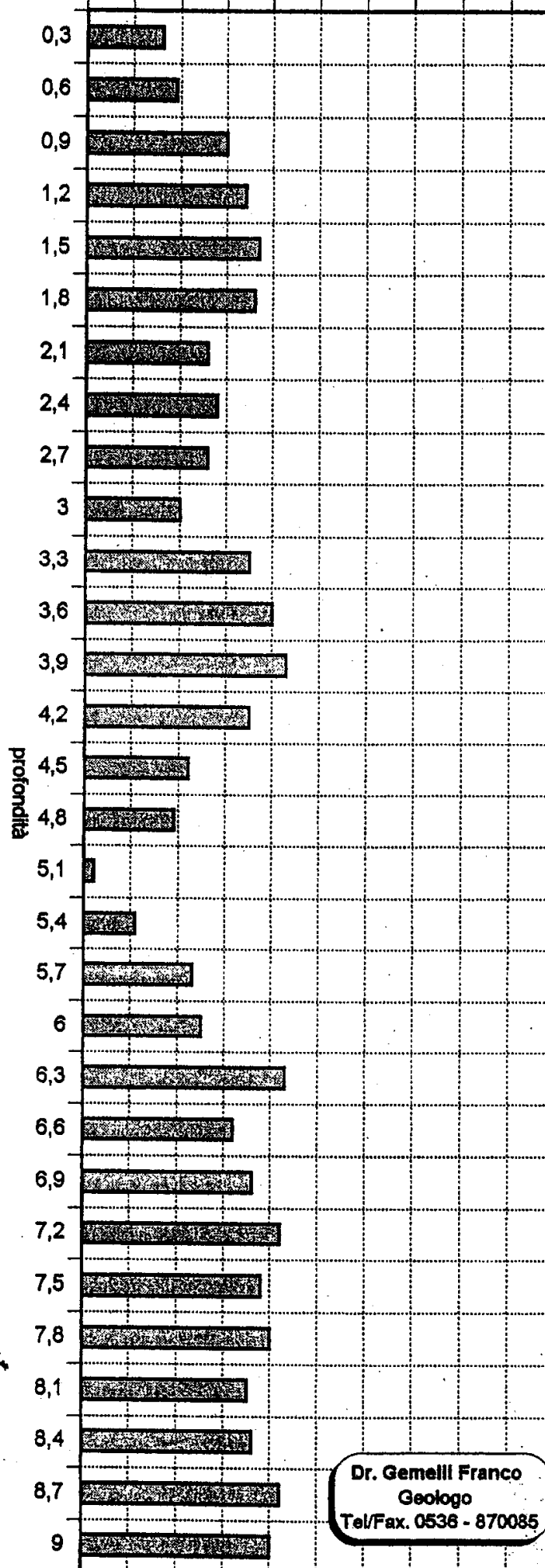
Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

N30

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

SCPT5



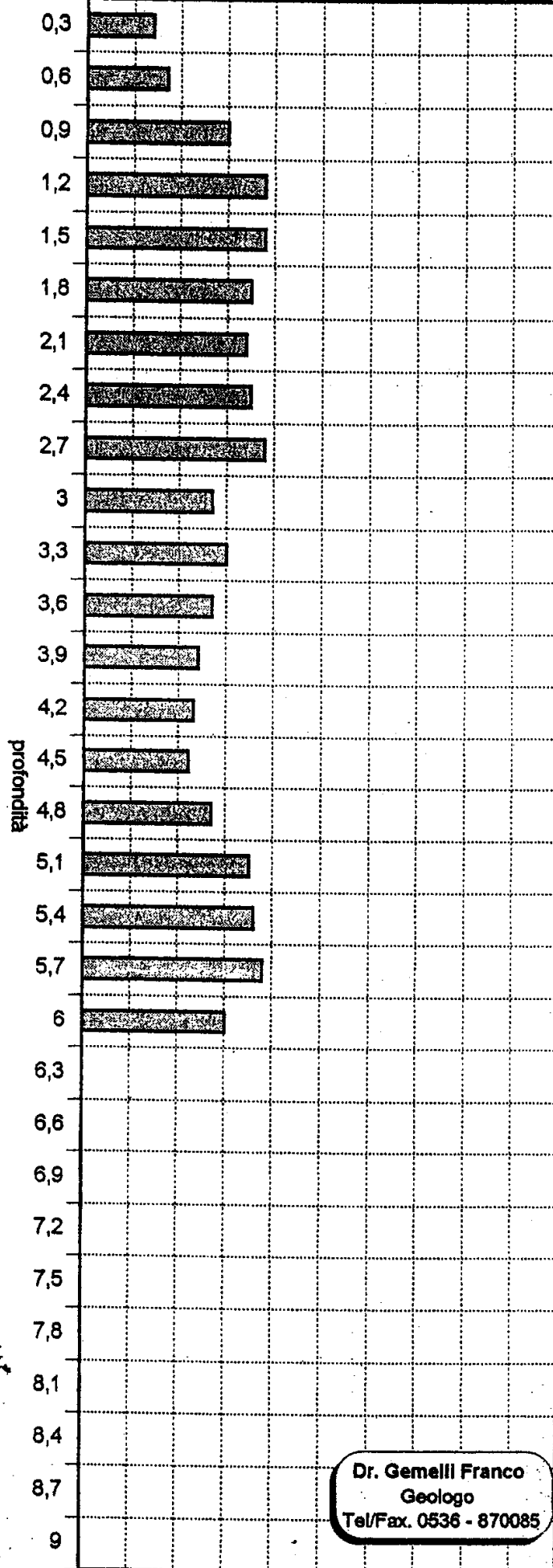
Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

N30

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

SCPT6

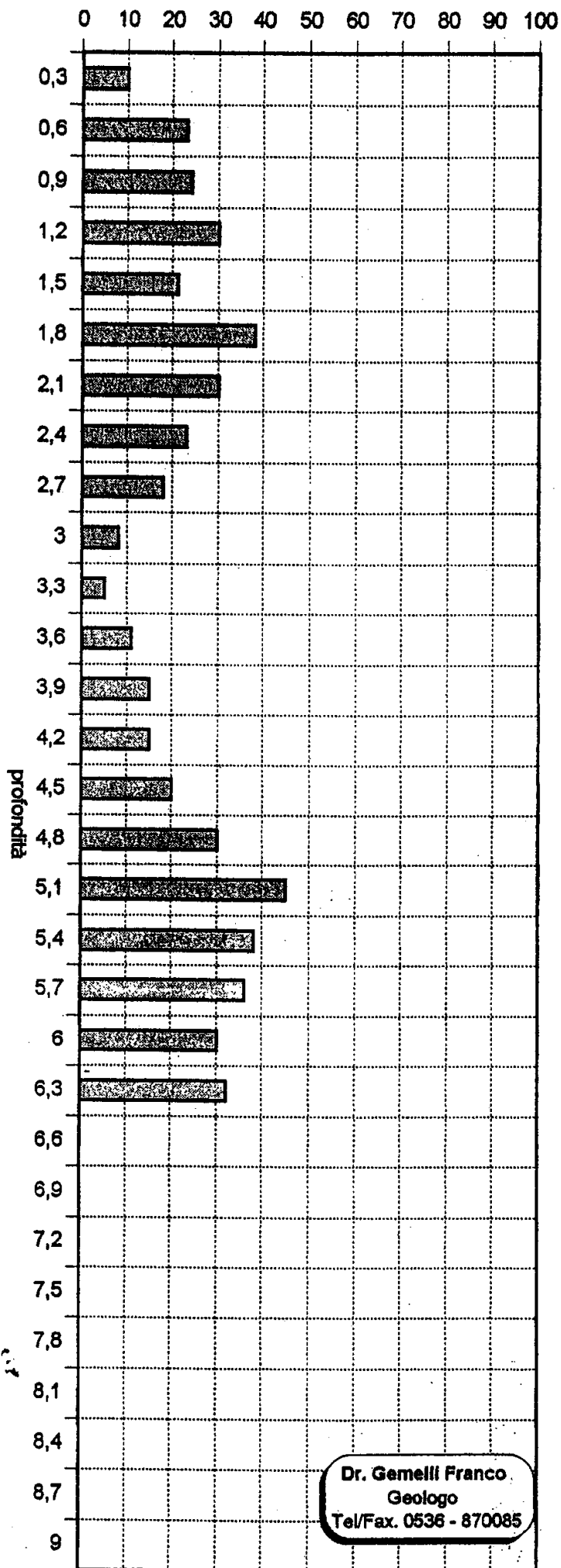


Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora DI Cavola, Comune di Toano (RE)

N30

SCPT7



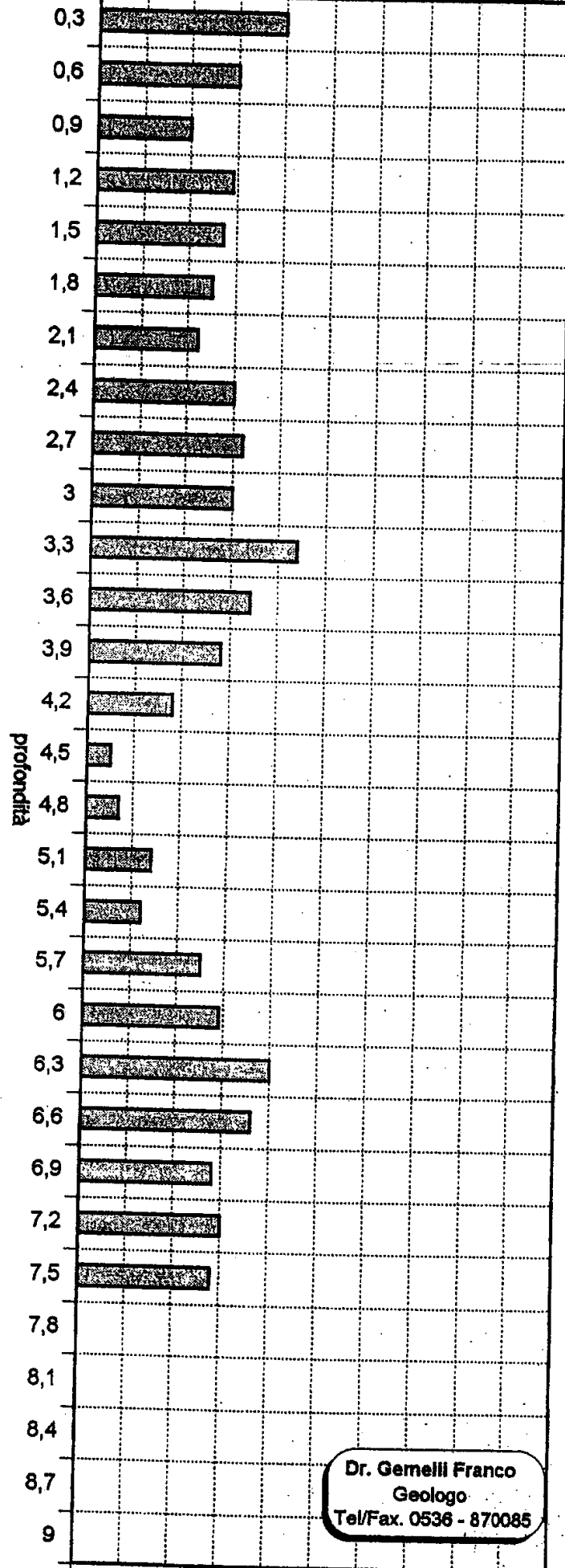
Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

N30

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

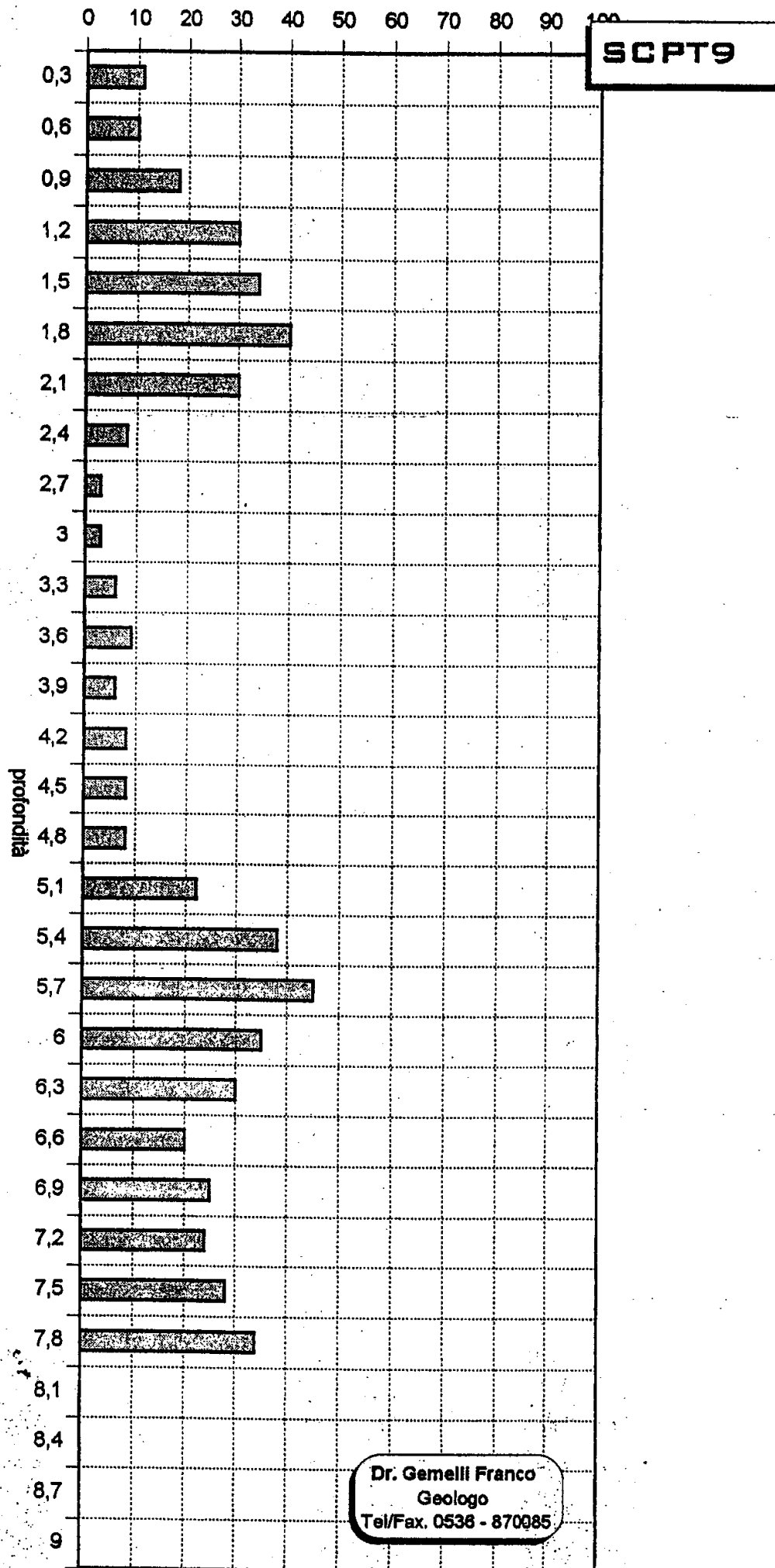
SCPT8



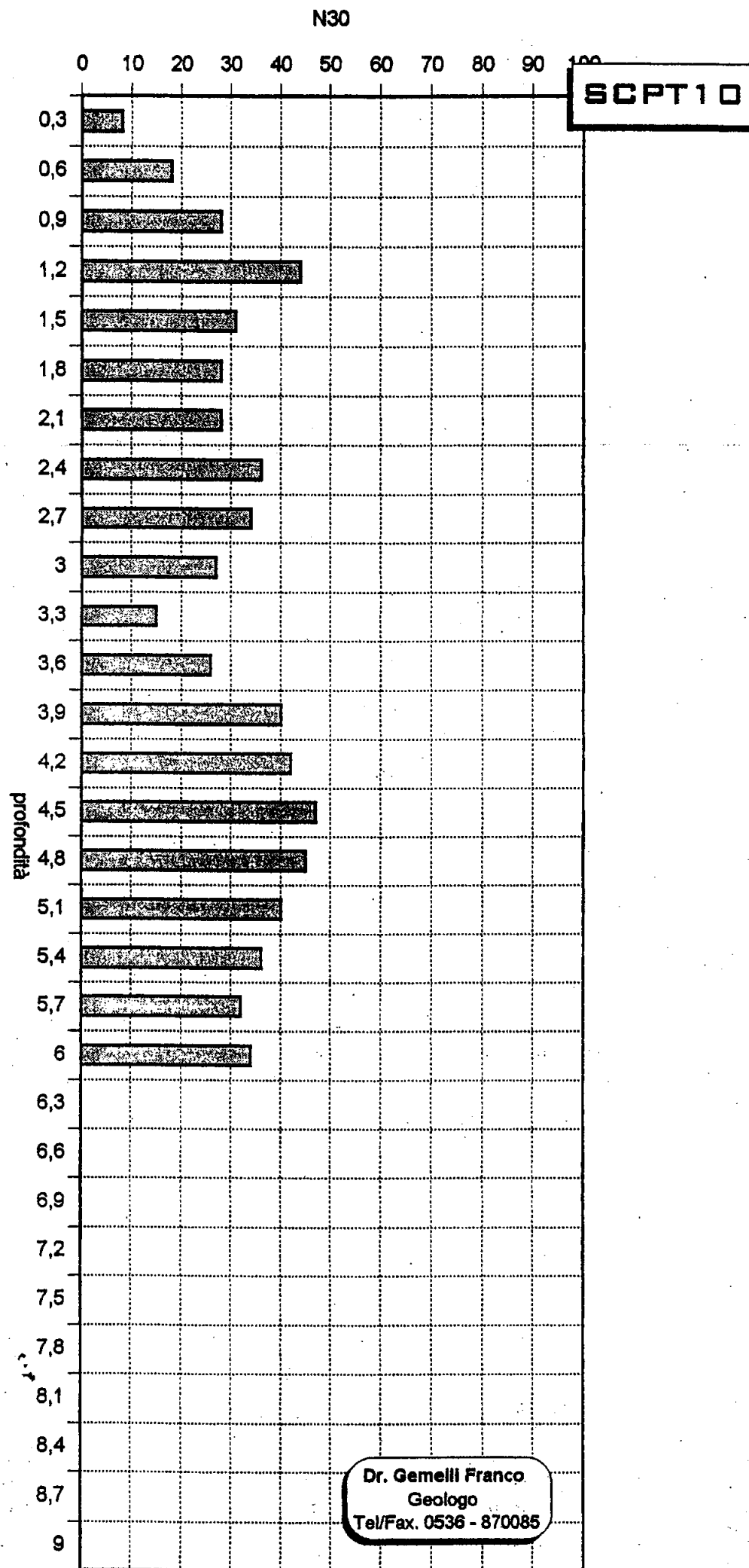
Dr. Gemelli Franco
Geologo
Tel/Fax. 0536 - 870085

Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

N30



Ceramica PANARIA. Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)



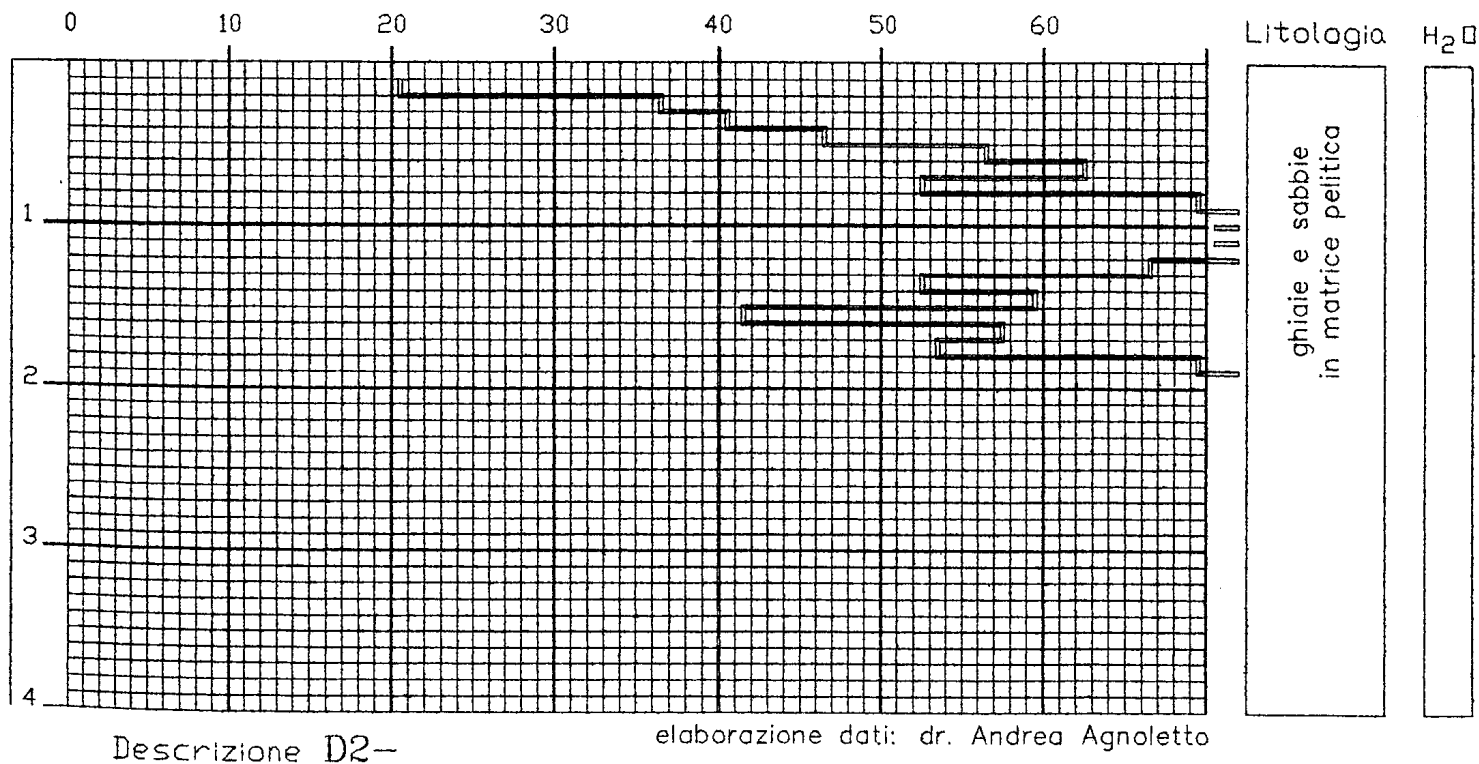
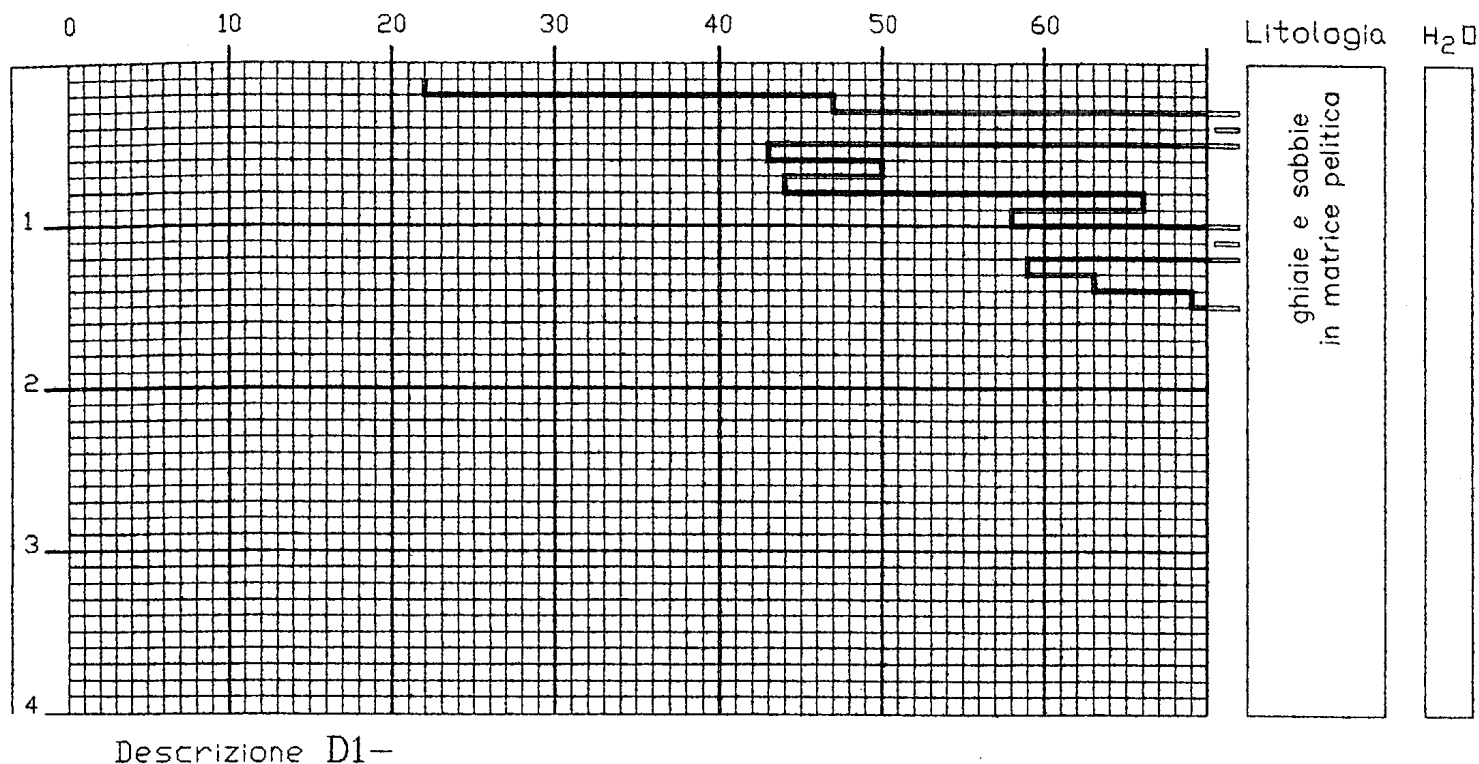
Ceramica PANARIA, Località Fora Di Cavola, Comune di Toano (RE)

D.P.M. - Prove penetrometriche dinamiche medie
da bibliografia

R_p DL030s ➡

N DL030 ➡

DYNAMIC-PENETROMETER TEST



- D.P.S.H. -
Dati e diagrammi delle prove penetrometriche
dinamiche super pesanti

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPSH (S. Heavy)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 0,0020 m ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO

	Q = (MH)/(A δ) = 1,17 MPa	(prova SPT : Qspt = 0,77 MPa)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$	(teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm ² = 0.098067 MPa $\approx$ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P1

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -0.8 m; ultime 3 aste umide

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	5	3,6	1	4,00 - 4,20	51	28,3	5
0,20 - 0,40	11	8,0	1	4,20 - 4,40	77	42,7	5
0,40 - 0,60	8	5,8	1	4,40 - 4,60	37	20,5	5
0,60 - 0,80	18	13,1	1	4,60 - 4,80	25	13,9	5
0,80 - 1,00	10	6,8	2	4,80 - 5,00	26	13,6	6
1,00 - 1,20	11	7,4	2	5,00 - 5,20	44	23,0	6
1,20 - 1,40	31	21,0	2	5,20 - 5,40	39	20,4	6
1,40 - 1,60	18	12,2	2	5,40 - 5,60	42	22,0	6
1,60 - 1,80	20	13,5	2	5,60 - 5,80	34	17,8	6
1,80 - 2,00	18	11,4	3	5,80 - 6,00	23	11,4	7
2,00 - 2,20	24	15,1	3	6,00 - 6,20	34	16,9	7
2,20 - 2,40	17	10,7	3	6,20 - 6,40	46	22,8	7
2,40 - 2,60	21	13,2	3	6,40 - 6,60	28	13,9	7
2,60 - 2,80	27	17,0	3	6,60 - 6,80	21	10,4	7
2,80 - 3,00	24	14,2	4	6,80 - 7,00	16	7,5	8
3,00 - 3,20	41	24,2	4	7,00 - 7,20	14	6,6	8
3,20 - 3,40	37	21,8	4	7,20 - 7,40	11	5,2	8
3,40 - 3,60	26	15,3	4	7,40 - 7,60	4	1,9	8
3,60 - 3,80	25	14,8	4	7,60 - 7,80	5	2,4	8
3,80 - 4,00	51	28,3	5	7,80 - 8,00	5	2,2	9

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P1

Scala 1: 50

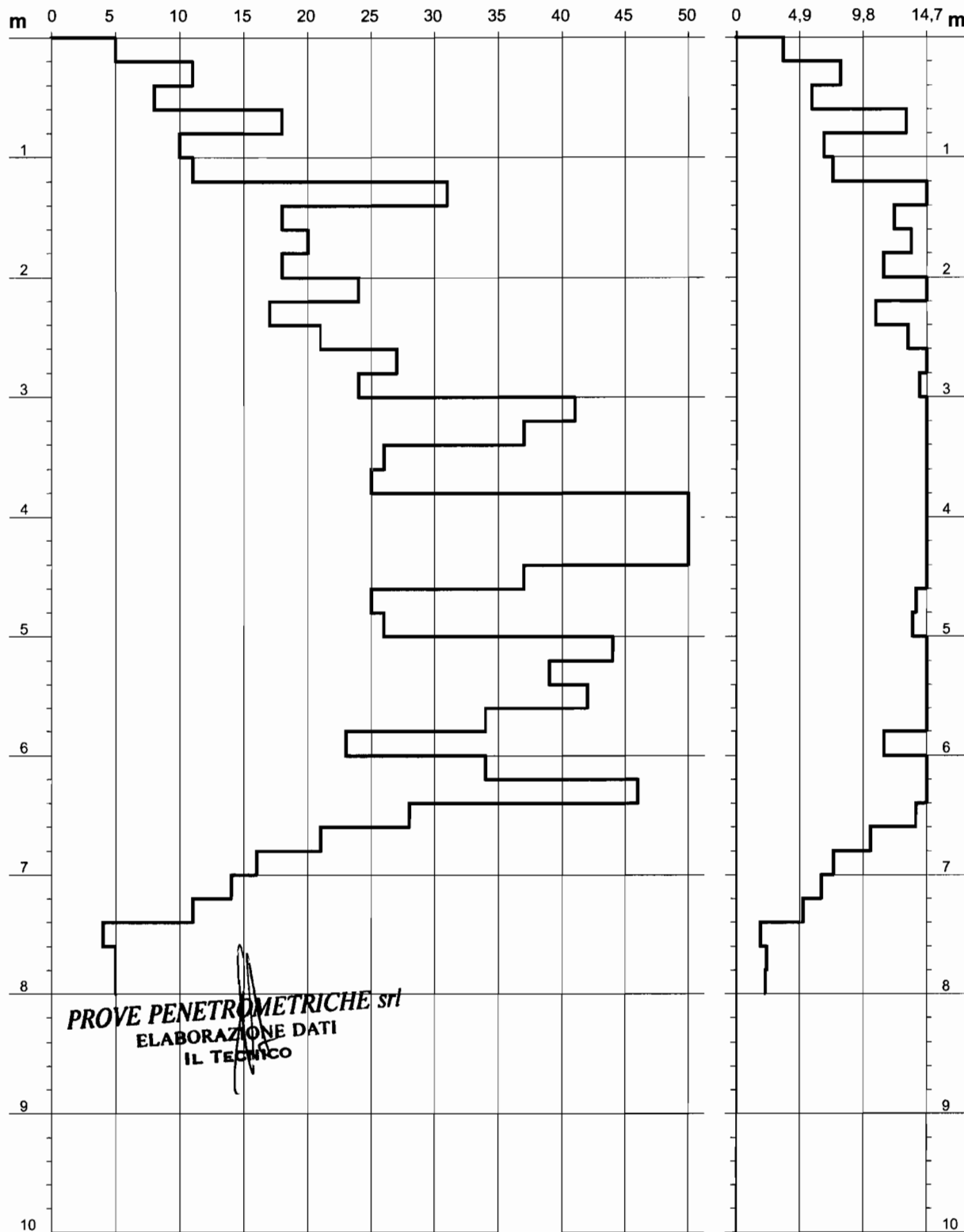
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note : Foro chiuso a -0.8 m; ultime 3 aste umide

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P2

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	12	8,8	1	0,20 - 0,40	60	43,8	1

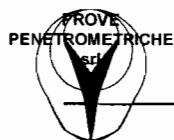
PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **S1**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P2

Scala 1: 50

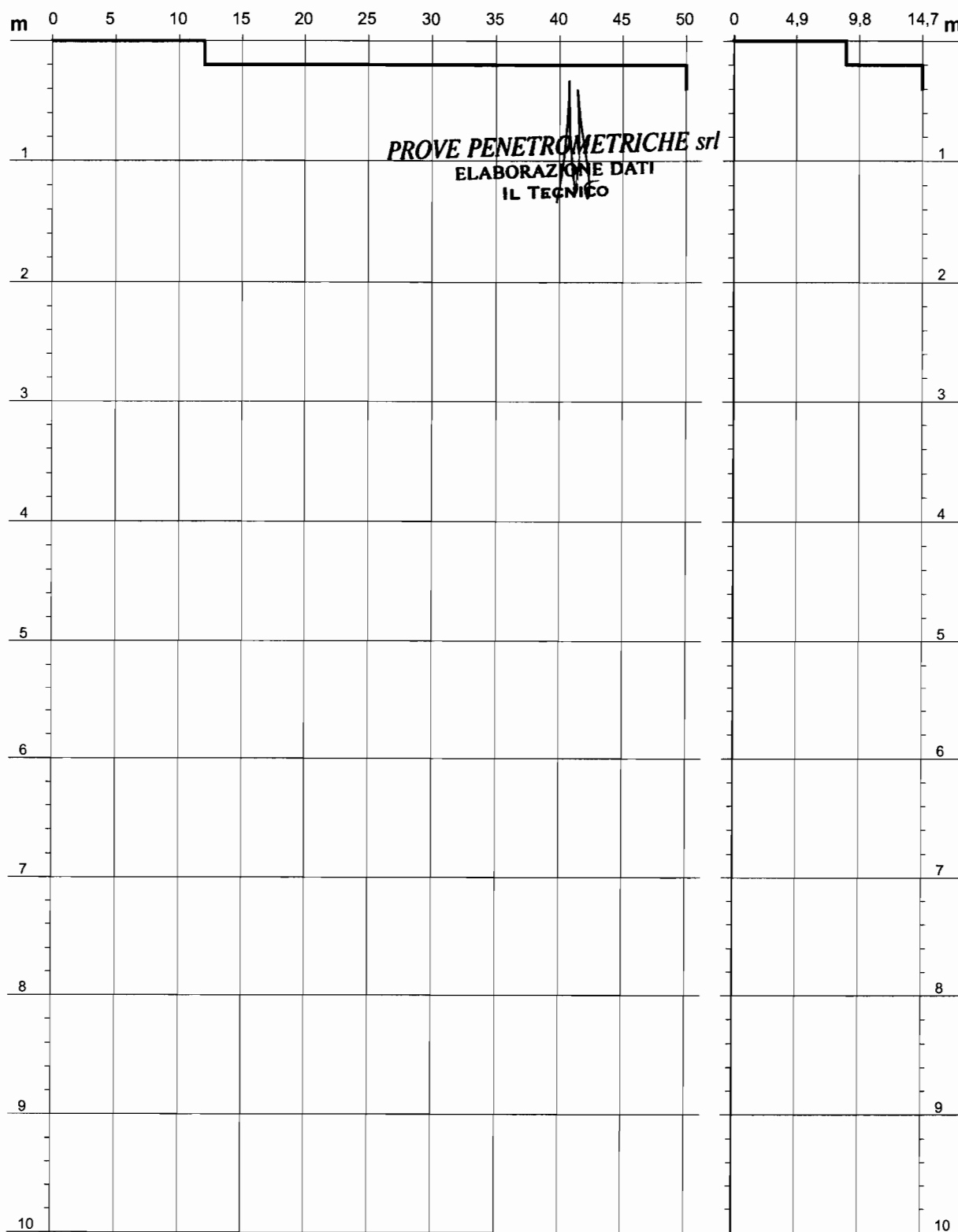
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n°: 2/2

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P2bis

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -3.6 m; ultime 2 aste umide

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	---	---	1	3,60 - 3,80	21	12,4	4
0,20 - 0,40	23	16,8	1	3,80 - 4,00	16	8,9	5
0,40 - 0,60	18	13,1	1	4,00 - 4,20	18	10,0	5
0,60 - 0,80	50	36,5	1	4,20 - 4,40	19	10,5	5
0,80 - 1,00	45	30,4	2	4,40 - 4,60	17	9,4	5
1,00 - 1,20	34	23,0	2	4,60 - 4,80	24	13,3	5
1,20 - 1,40	28	18,9	2	4,80 - 5,00	29	15,2	6
1,40 - 1,60	20	13,5	2	5,00 - 5,20	22	11,5	6
1,60 - 1,80	24	16,2	2	5,20 - 5,40	25	13,1	6
1,80 - 2,00	21	13,2	3	5,40 - 5,60	20	10,5	6
2,00 - 2,20	17	10,7	3	5,60 - 5,80	18	9,4	6
2,20 - 2,40	30	18,9	3	5,80 - 6,00	38	18,8	7
2,40 - 2,60	16	10,1	3	6,00 - 6,20	26	12,9	7
2,60 - 2,80	13	8,2	3	6,20 - 6,40	30	14,9	7
2,80 - 3,00	20	11,8	4	6,40 - 6,60	23	11,4	7
3,00 - 3,20	16	9,4	4	6,60 - 6,80	31	15,4	7
3,20 - 3,40	21	12,4	4	6,80 - 7,00	60	28,2	8
3,40 - 3,60	24	14,2	4				

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P2bis

Scala 1: 50

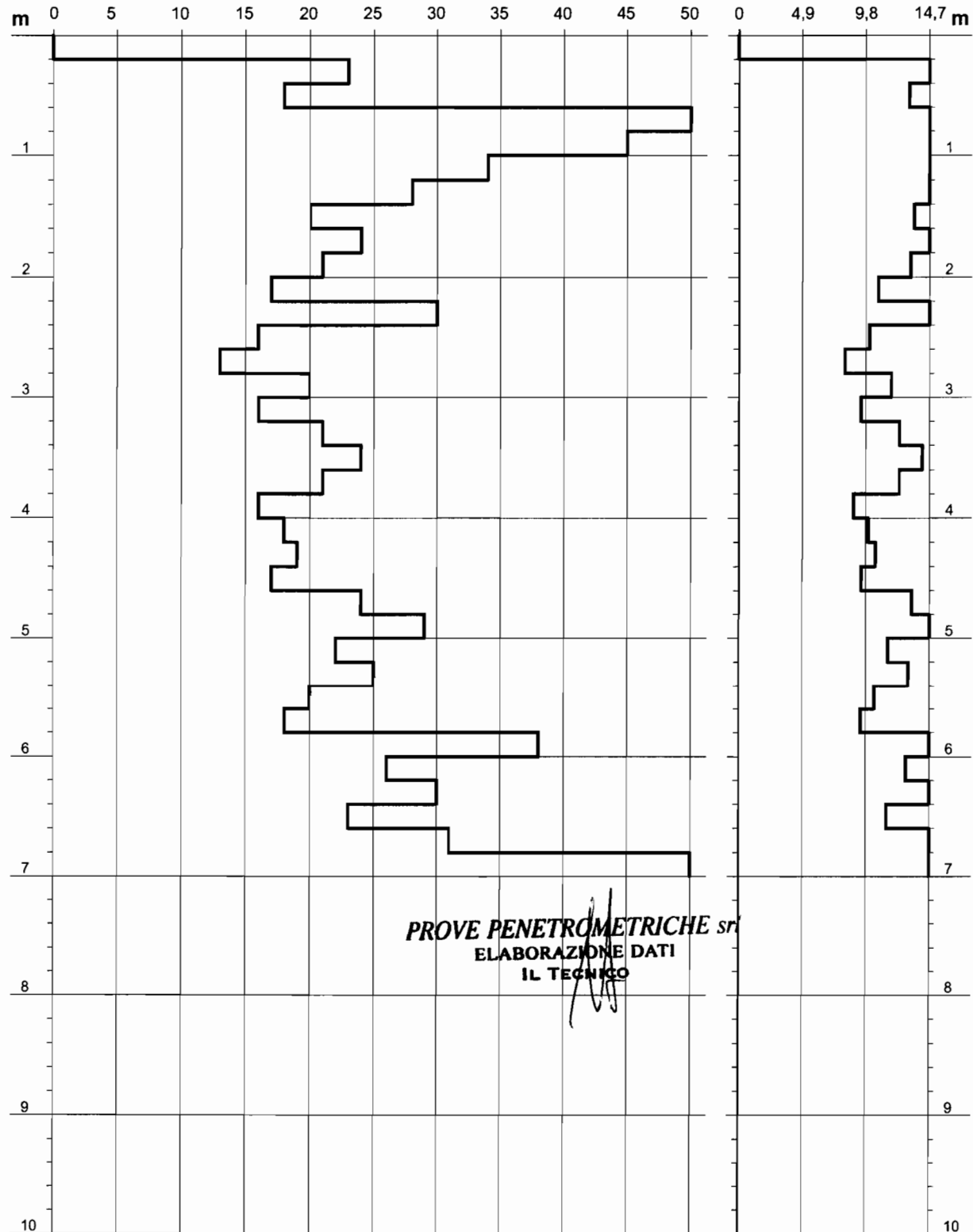
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note : Foro chiuso a -3.6 m; ultime 2 aste umide

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)



PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P3

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n°: 1/2

- note : Foro chiuso a -2.7 m; aste asciutte

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	12	8,8	1	2,00 - 2,20	36	22,7	3
0,20 - 0,40	39	28,5	1	2,20 - 2,40	27	17,0	3
0,40 - 0,60	40	29,2	1	2,40 - 2,60	25	15,8	3
0,60 - 0,80	30	21,9	1	2,60 - 2,80	28	17,7	3
0,80 - 1,00	27	18,3	2	2,80 - 3,00	23	13,6	4
1,00 - 1,20	28	18,9	2	3,00 - 3,20	18	10,6	4
1,20 - 1,40	49	33,2	2	3,20 - 3,40	18	10,6	4
1,40 - 1,60	36	24,4	2	3,40 - 3,60	30	17,7	4
1,60 - 1,80	32	21,7	2	3,60 - 3,80	22	13,0	4
1,80 - 2,00	36	22,7	3	3,80 - 4,00	60	33,3	5

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P3

Scala 1: 50

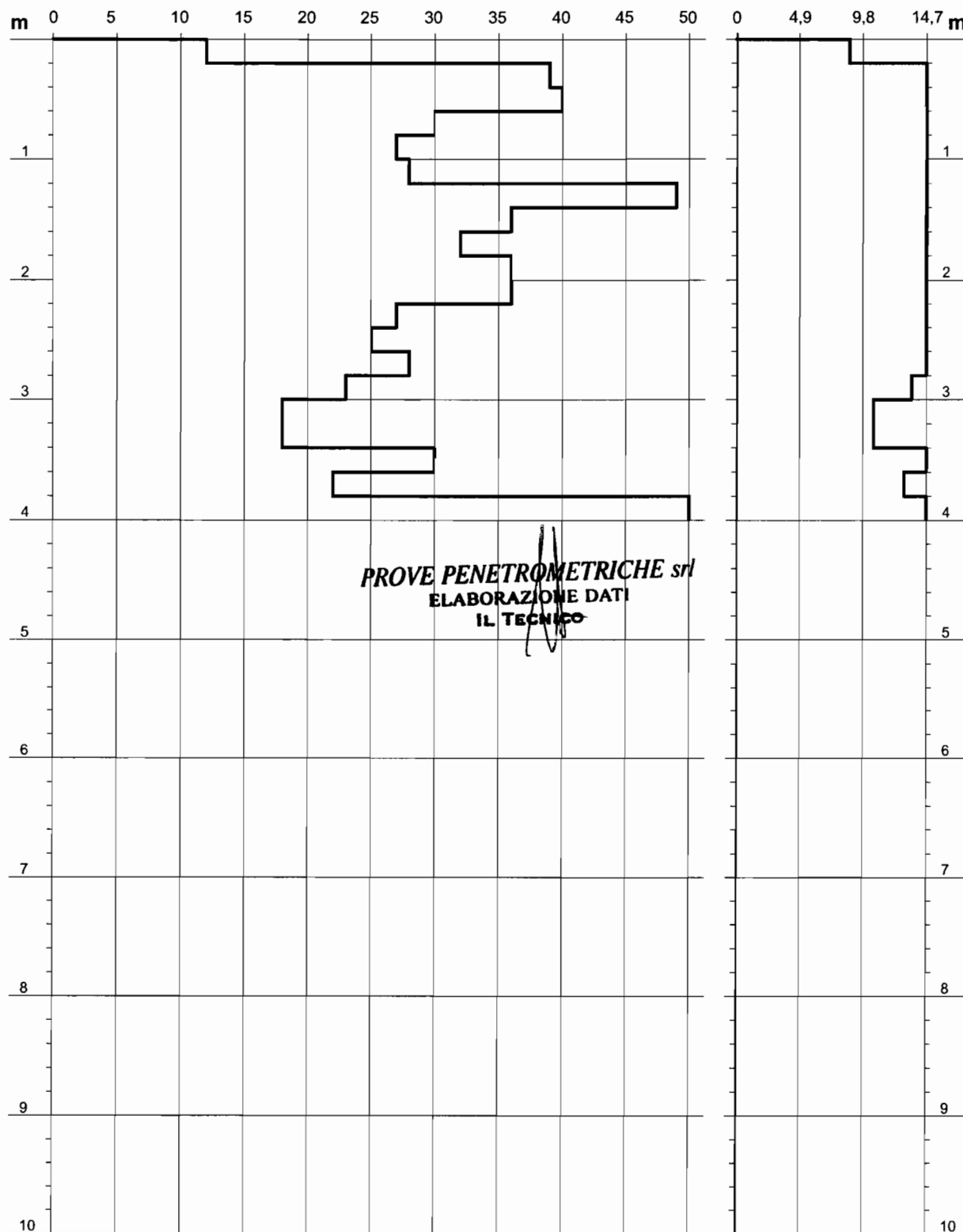
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n°: 2/2

- note : Foro chiuso a -2.7 m; aste asciutte

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P4

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	---	---	1	0,40 - 0,60	60	43,8	1
0,20 - 0,40	37	27,0	1				

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P4

Scala 1: 50

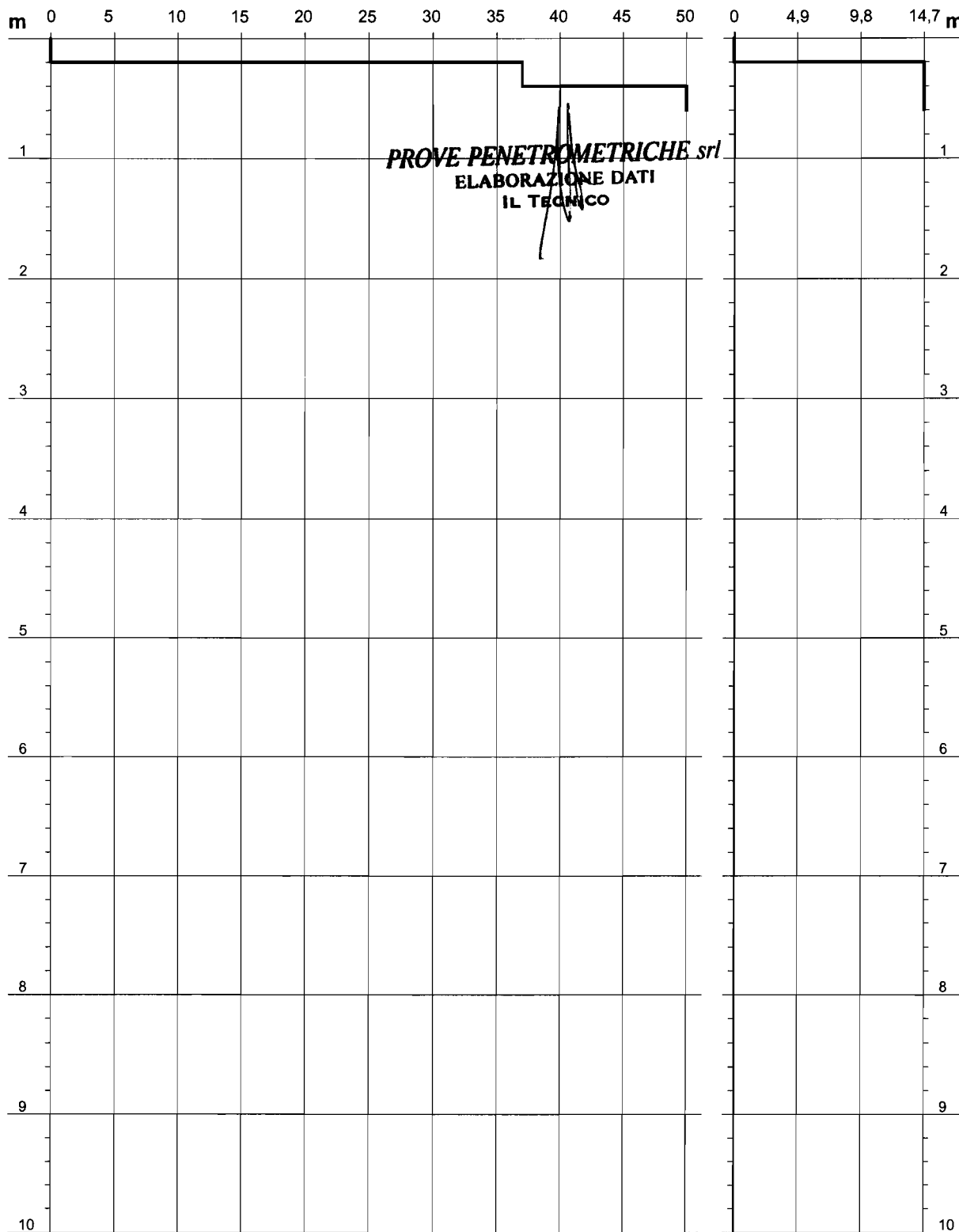
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P4bis

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	7	5,1	1	0,20 - 0,40	60	43,8	1

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P4bis

Scala 1: 50

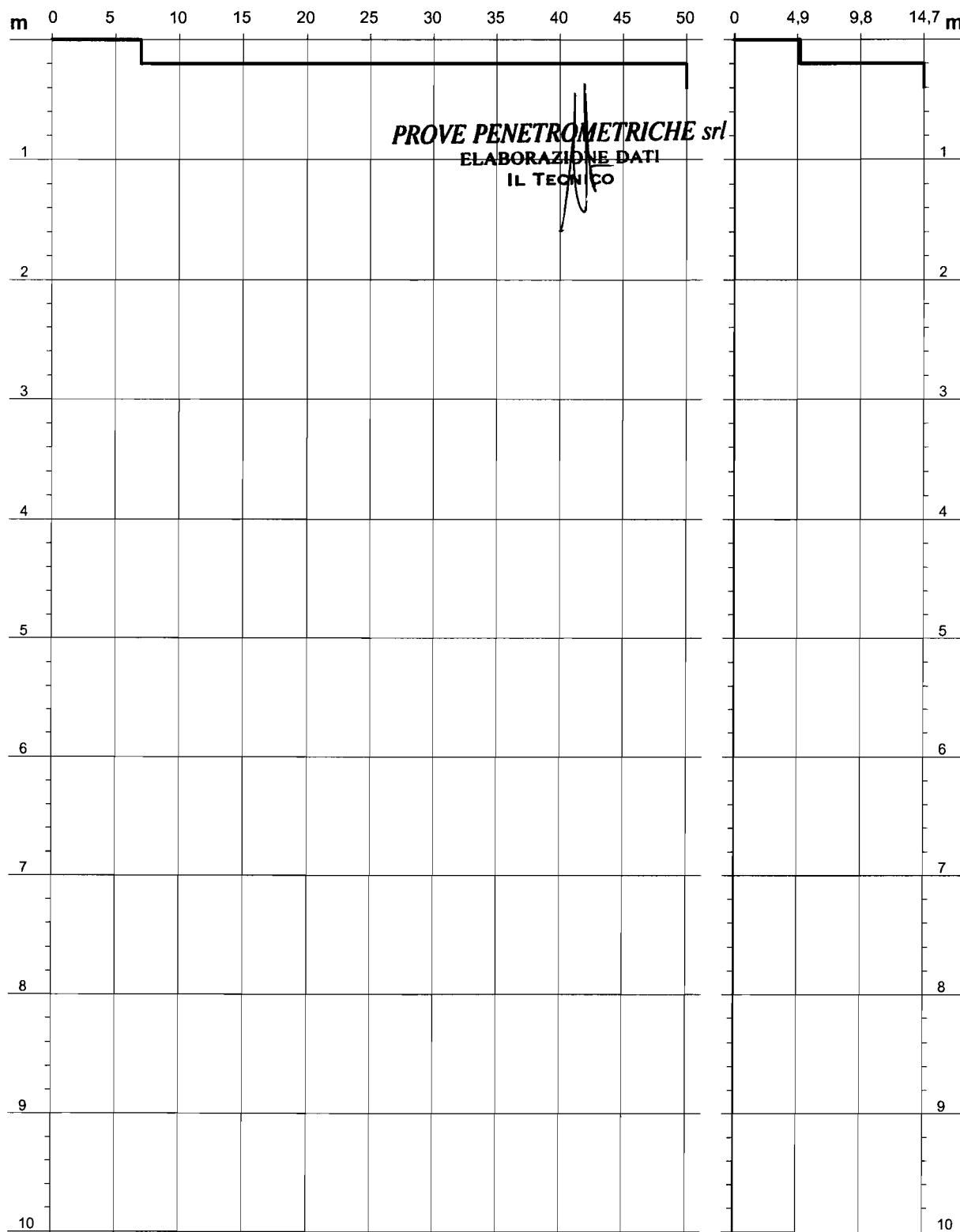
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P4ter

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -0.4m; ultime 3 aste umide

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	6	4,4	1	4,00 - 4,20	16	8,9	5
0,20 - 0,40	10	7,3	1	4,20 - 4,40	17	9,4	5
0,40 - 0,60	31	22,6	1	4,40 - 4,60	13	7,2	5
0,60 - 0,80	24	17,5	1	4,60 - 4,80	8	4,4	5
0,80 - 1,00	26	17,6	2	4,80 - 5,00	8	4,2	6
1,00 - 1,20	35	23,7	2	5,00 - 5,20	9	4,7	6
1,20 - 1,40	30	20,3	2	5,20 - 5,40	11	5,8	6
1,40 - 1,60	22	14,9	2	5,40 - 5,60	14	7,3	6
1,60 - 1,80	22	14,9	2	5,60 - 5,80	9	4,7	6
1,80 - 2,00	24	15,1	3	5,80 - 6,00	11	5,5	7
2,00 - 2,20	23	14,5	3	6,00 - 6,20	15	7,4	7
2,20 - 2,40	27	17,0	3	6,20 - 6,40	15	7,4	7
2,40 - 2,60	22	13,9	3	6,40 - 6,60	24	11,9	7
2,60 - 2,80	23	14,5	3	6,60 - 6,80	36	17,8	7
2,80 - 3,00	27	15,9	4	6,80 - 7,00	36	16,9	8
3,00 - 3,20	26	15,3	4	7,00 - 7,20	22	10,3	8
3,20 - 3,40	40	23,6	4	7,20 - 7,40	16	7,5	8
3,40 - 3,60	12	7,1	4	7,40 - 7,60	11	5,2	8
3,60 - 3,80	42	24,8	4	7,60 - 7,80	49	23,1	8
3,80 - 4,00	38	21,1	5	7,80 - 8,00	52	23,3	9

PROVE PENETROMETRICHE S.p.A.
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **S1**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P4ter

Scala 1: 50

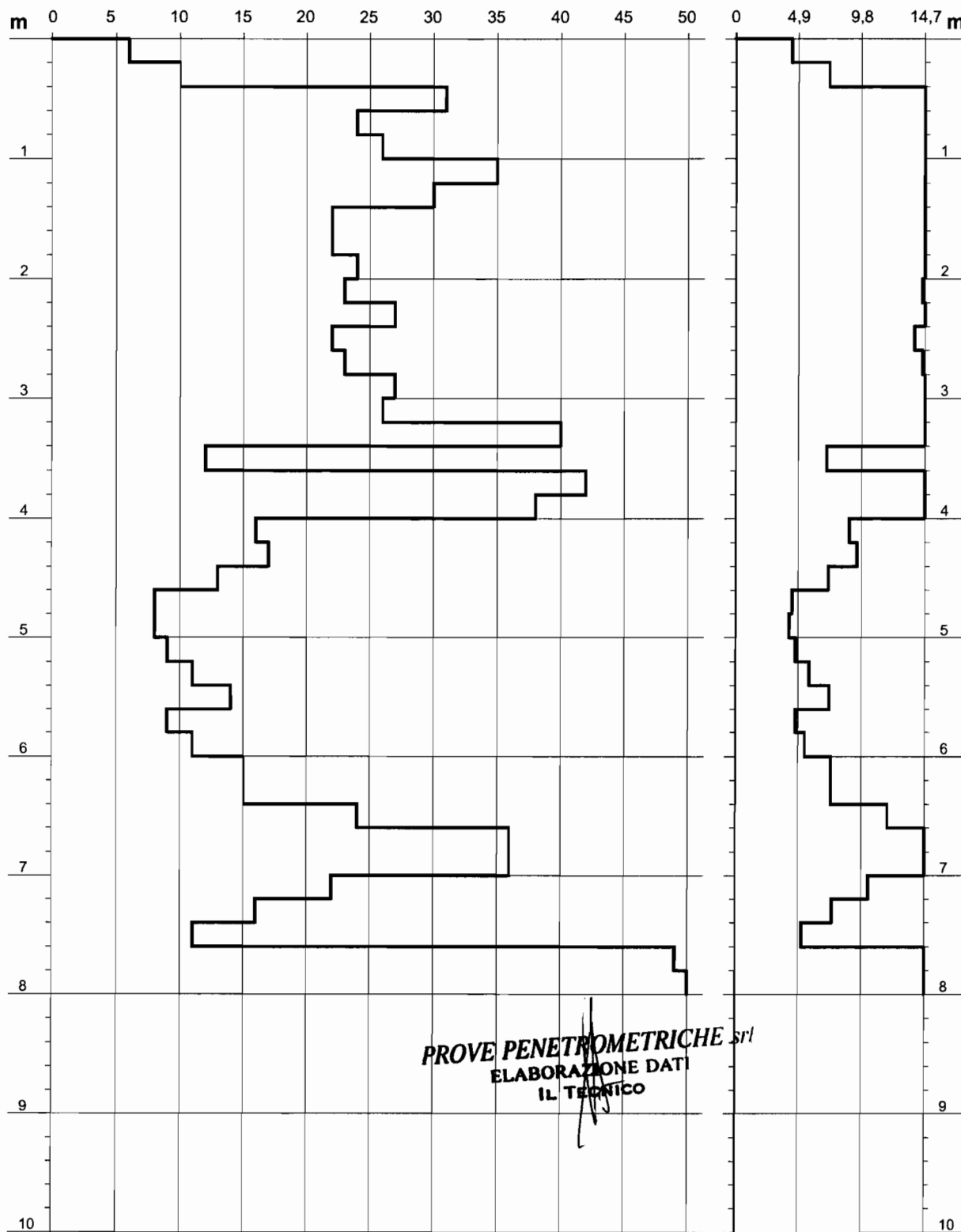
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n°: 2/2

- note : Foro chiuso a -0.4m; ultime 3 aste umide

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)



PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P5

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -5.7 m; ultime 3 aste umide

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	----	----	1	4,00 - 4,20	37	20,5	5
0,20 - 0,40	18	13,1	1	4,20 - 4,40	46	25,5	5
0,40 - 0,60	21	15,3	1	4,40 - 4,60	50	27,8	5
0,60 - 0,80	18	13,1	1	4,60 - 4,80	33	18,3	5
0,80 - 1,00	10	6,8	2	4,80 - 5,00	20	10,5	6
1,00 - 1,20	5	3,4	2	5,00 - 5,20	12	6,3	6
1,20 - 1,40	1	0,7	2	5,20 - 5,40	21	11,0	6
1,40 - 1,60	----	----	2	5,40 - 5,60	18	9,4	6
1,60 - 1,80	3	2,0	2	5,60 - 5,80	18	9,4	6
1,80 - 2,00	4	2,5	3	5,80 - 6,00	12	5,9	7
2,00 - 2,20	2	1,3	3	6,00 - 6,20	14	6,9	7
2,20 - 2,40	4	2,5	3	6,20 - 6,40	10	5,0	7
2,40 - 2,60	20	12,6	3	6,40 - 6,60	14	6,9	7
2,60 - 2,80	16	10,1	3	6,60 - 6,80	9	4,5	7
2,80 - 3,00	22	13,0	4	6,80 - 7,00	17	8,0	8
3,00 - 3,20	31	18,3	4	7,00 - 7,20	14	6,6	8
3,20 - 3,40	33	19,5	4	7,20 - 7,40	18	8,5	8
3,40 - 3,60	19	11,2	4	7,40 - 7,60	31	14,6	8
3,60 - 3,80	22	13,0	4	7,60 - 7,80	46	21,6	8
3,80 - 4,00	28	15,5	5	7,80 - 8,00	60	26,9	9

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P5

Scala 1: 50

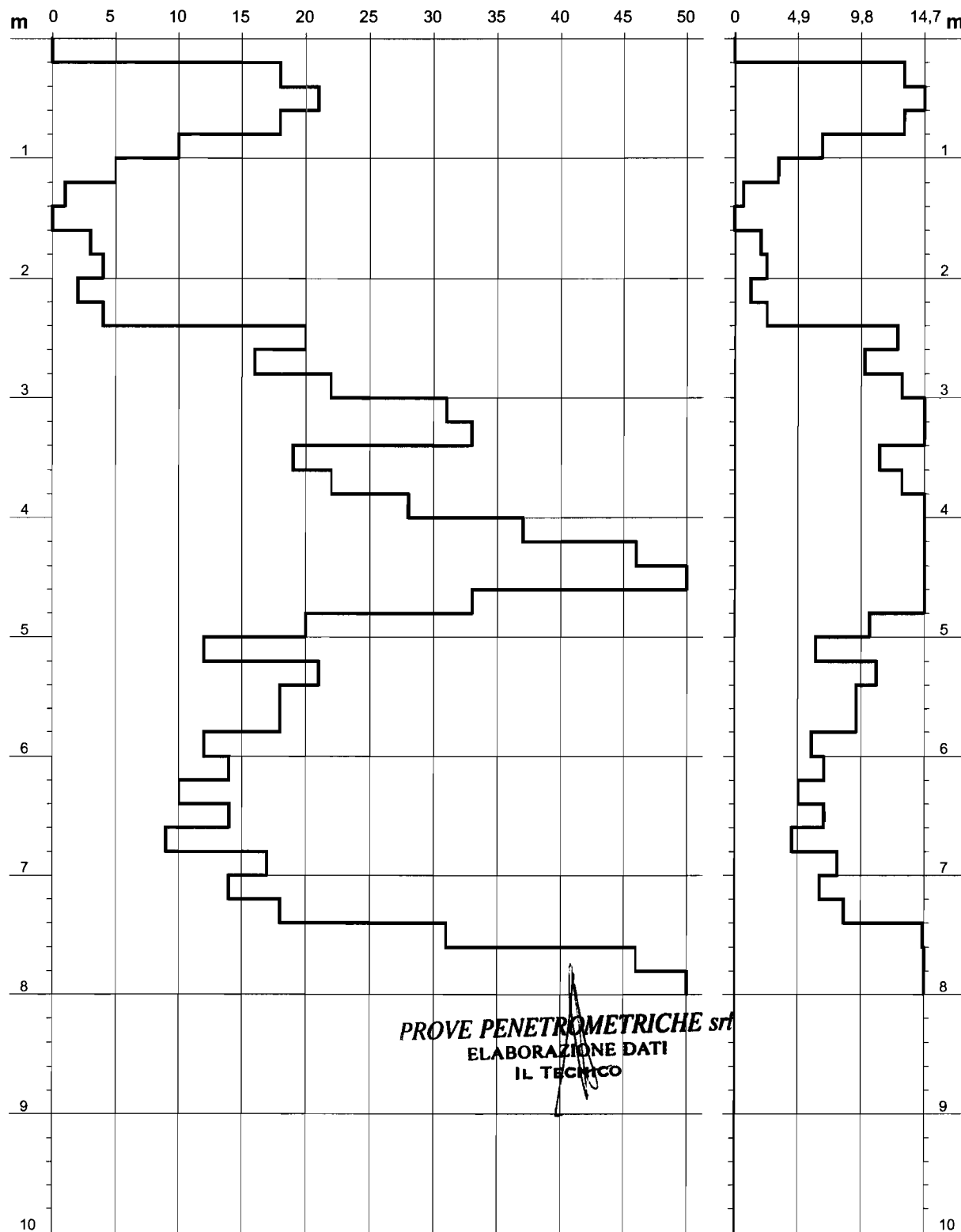
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 05/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 06/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note : Foro chiuso a -5.7 m; ultime 3 aste umide

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P6

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -0.3 m; aste asciutte

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	----	----	1	3,40 - 3,60	19	11,2	4
0,20 - 0,40	18	13,1	1	3,60 - 3,80	22	13,0	4
0,40 - 0,60	21	15,3	1	3,80 - 4,00	28	15,5	5
0,60 - 0,80	18	13,1	1	4,00 - 4,20	37	20,5	5
0,80 - 1,00	10	6,8	2	4,20 - 4,40	46	25,5	5
1,00 - 1,20	5	3,4	2	4,40 - 4,60	50	27,8	5
1,20 - 1,40	1	0,7	2	4,60 - 4,80	33	18,3	5
1,40 - 1,60	----	----	2	4,80 - 5,00	20	10,5	6
1,60 - 1,80	3	2,0	2	5,00 - 5,20	12	6,3	6
1,80 - 2,00	4	2,5	3	5,20 - 5,40	21	11,0	6
2,00 - 2,20	2	1,3	3	5,40 - 5,60	18	9,4	6
2,20 - 2,40	4	2,5	3	5,60 - 5,80	18	9,4	6
2,40 - 2,60	20	12,6	3	5,80 - 6,00	12	5,9	7
2,60 - 2,80	16	10,1	3	6,00 - 6,20	14	6,9	7
2,80 - 3,00	22	13,0	4	6,20 - 6,40	10	5,0	7
3,00 - 3,20	31	18,3	4	6,40 - 6,60	14	6,9	7
3,20 - 3,40	33	19,5	4	6,60 - 6,80	9	4,5	7

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P6

Scala 1: 50

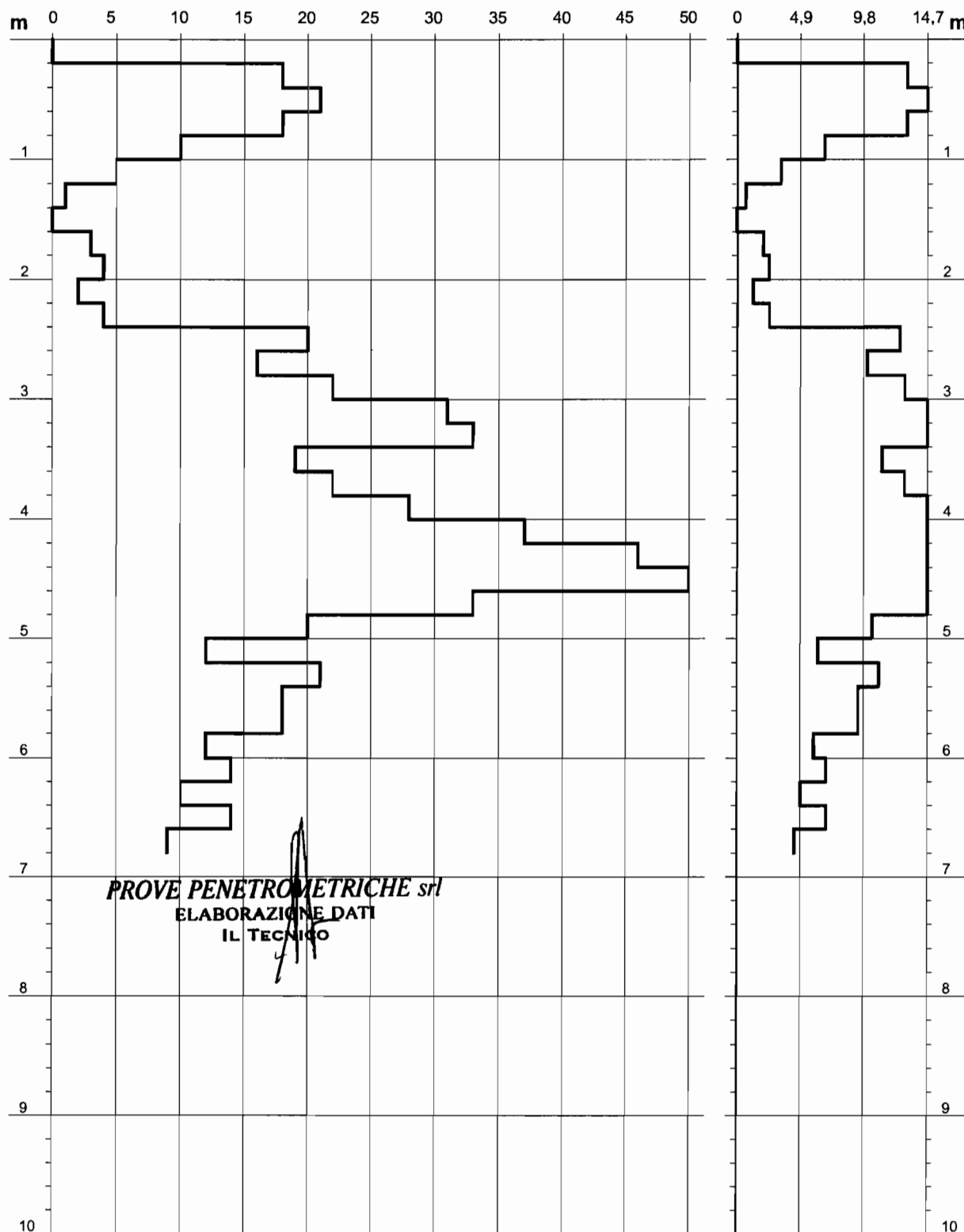
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note : Foro chiuso a -0.3 m; aste asciutte

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P7

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -0.2 m; aste asciutte

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	2	1,5	1	0,80 - 1,00	27	18,3	2
0,20 - 0,40	8	5,8	1	1,00 - 1,20	41	27,7	2
0,40 - 0,60	15	10,9	1	1,20 - 1,40	34	23,0	2
0,60 - 0,80	18	13,1	1	1,40 - 1,60	60	40,6	2

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P7

Scala 1: 50

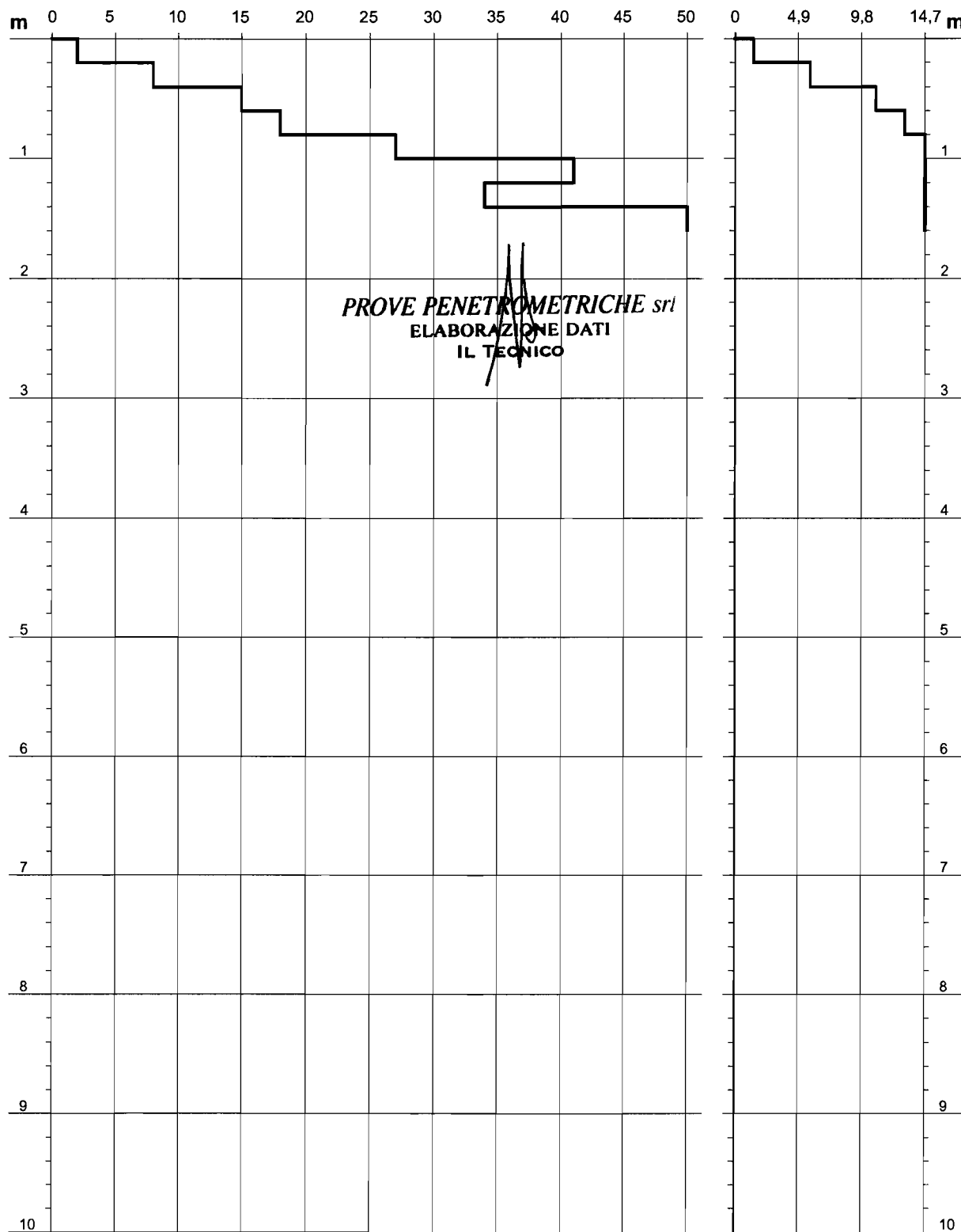
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note : Foro chiuso a -0.2 m; aste asciutte

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P7bis

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -0.4 m; aste asciutte

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	2	1,5	1	4,00 - 4,20	37	20,5	5
0,20 - 0,40	18	13,1	1	4,20 - 4,40	38	21,1	5
0,40 - 0,60	30	21,9	1	4,40 - 4,60	40	22,2	5
0,60 - 0,80	30	21,9	1	4,60 - 4,80	36	20,0	5
0,80 - 1,00	26	17,6	2	4,80 - 5,00	36	18,9	6
1,00 - 1,20	35	23,7	2	5,00 - 5,20	27	14,1	6
1,20 - 1,40	33	22,3	2	5,20 - 5,40	22	11,5	6
1,40 - 1,60	26	17,6	2	5,40 - 5,60	21	11,0	6
1,60 - 1,80	27	18,3	2	5,60 - 5,80	23	12,0	6
1,80 - 2,00	32	20,2	3	5,80 - 6,00	44	21,8	7
2,00 - 2,20	19	12,0	3	6,00 - 6,20	30	14,9	7
2,20 - 2,40	18	11,4	3	6,20 - 6,40	27	13,4	7
2,40 - 2,60	13	8,2	3	6,40 - 6,60	25	12,4	7
2,60 - 2,80	12	7,6	3	6,60 - 6,80	31	15,4	7
2,80 - 3,00	4	2,4	4	6,80 - 7,00	28	13,2	8
3,00 - 3,20	7	4,1	4	7,00 - 7,20	21	9,9	8
3,20 - 3,40	12	7,1	4	7,20 - 7,40	22	10,3	8
3,40 - 3,60	13	7,7	4	7,40 - 7,60	12	5,6	8
3,60 - 3,80	27	15,9	4	7,60 - 7,80	11	5,2	8
3,80 - 4,00	20	11,1	5	7,80 - 8,00	18	8,1	9

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P7bis

Scala 1: 50

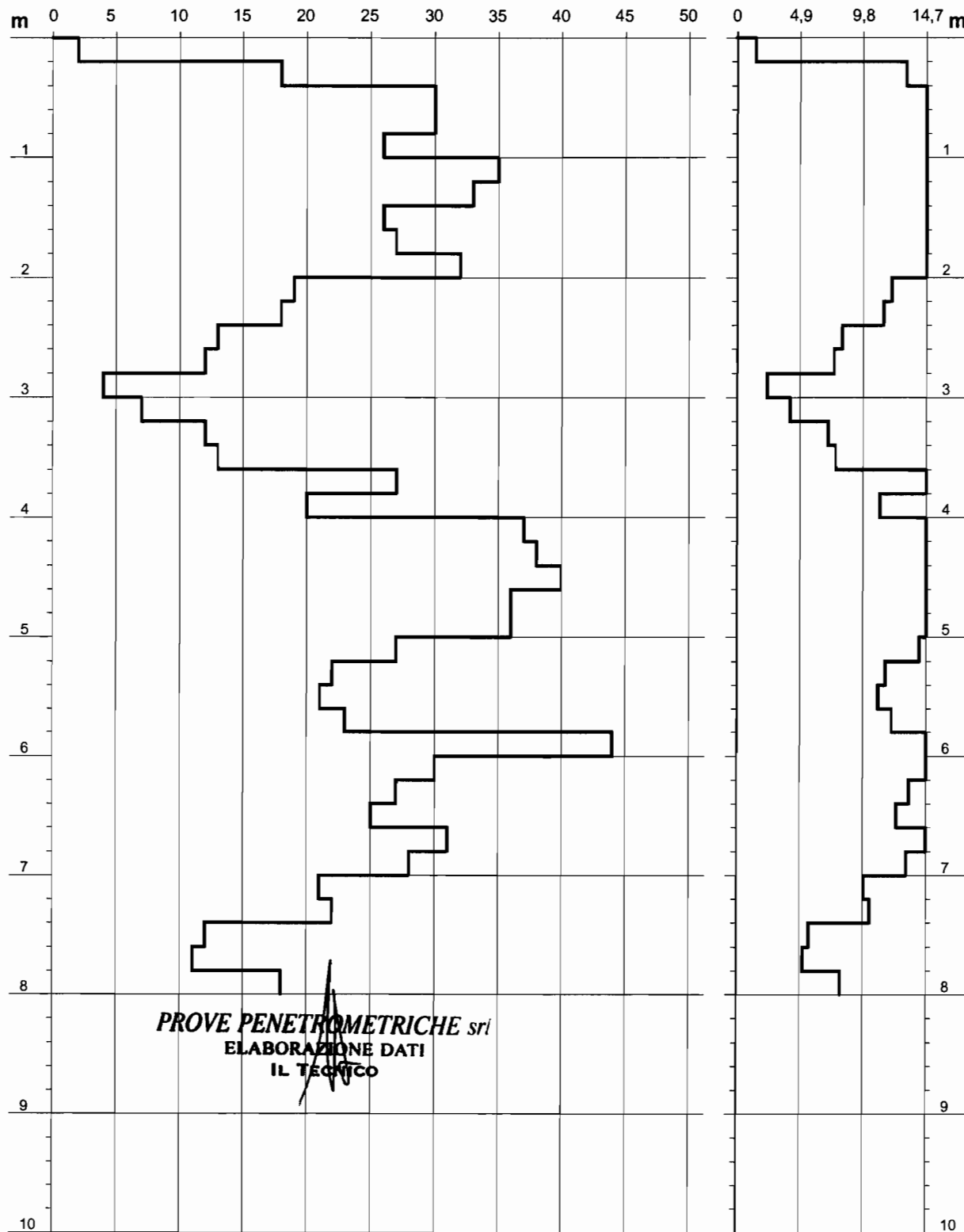
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note : Foro chiuso a -0.4 m; aste asciutte

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

Rpd (MPa)



PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN P8

- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 1/2

- note : Foro chiuso a -0.4 m; aste asciutte

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	5	3,6	1	3,60 - 3,80	13	7,7	4
0,20 - 0,40	11	8,0	1	3,80 - 4,00	17	9,4	5
0,40 - 0,60	15	10,9	1	4,00 - 4,20	18	10,0	5
0,60 - 0,80	10	7,3	1	4,20 - 4,40	22	12,2	5
0,80 - 1,00	4	2,7	2	4,40 - 4,60	22	12,2	5
1,00 - 1,20	4	2,7	2	4,60 - 4,80	19	10,5	5
1,20 - 1,40	7	4,7	2	4,80 - 5,00	18	9,4	6
1,40 - 1,60	13	8,8	2	5,00 - 5,20	20	10,5	6
1,60 - 1,80	12	8,1	2	5,20 - 5,40	20	10,5	6
1,80 - 2,00	11	6,9	3	5,40 - 5,60	20	10,5	6
2,00 - 2,20	8	5,0	3	5,60 - 5,80	15	7,9	6
2,20 - 2,40	5	3,2	3	5,80 - 6,00	11	5,5	7
2,40 - 2,60	6	3,8	3	6,00 - 6,20	18	8,9	7
2,60 - 2,80	11	6,9	3	6,20 - 6,40	15	7,4	7
2,80 - 3,00	14	8,3	4	6,40 - 6,60	17	8,4	7
3,00 - 3,20	14	8,3	4	6,60 - 6,80	17	8,4	7
3,20 - 3,40	21	12,4	4	6,80 - 7,00	60	28,2	8
3,40 - 3,60	13	7,7	4				

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN P8

Scala 1: 50

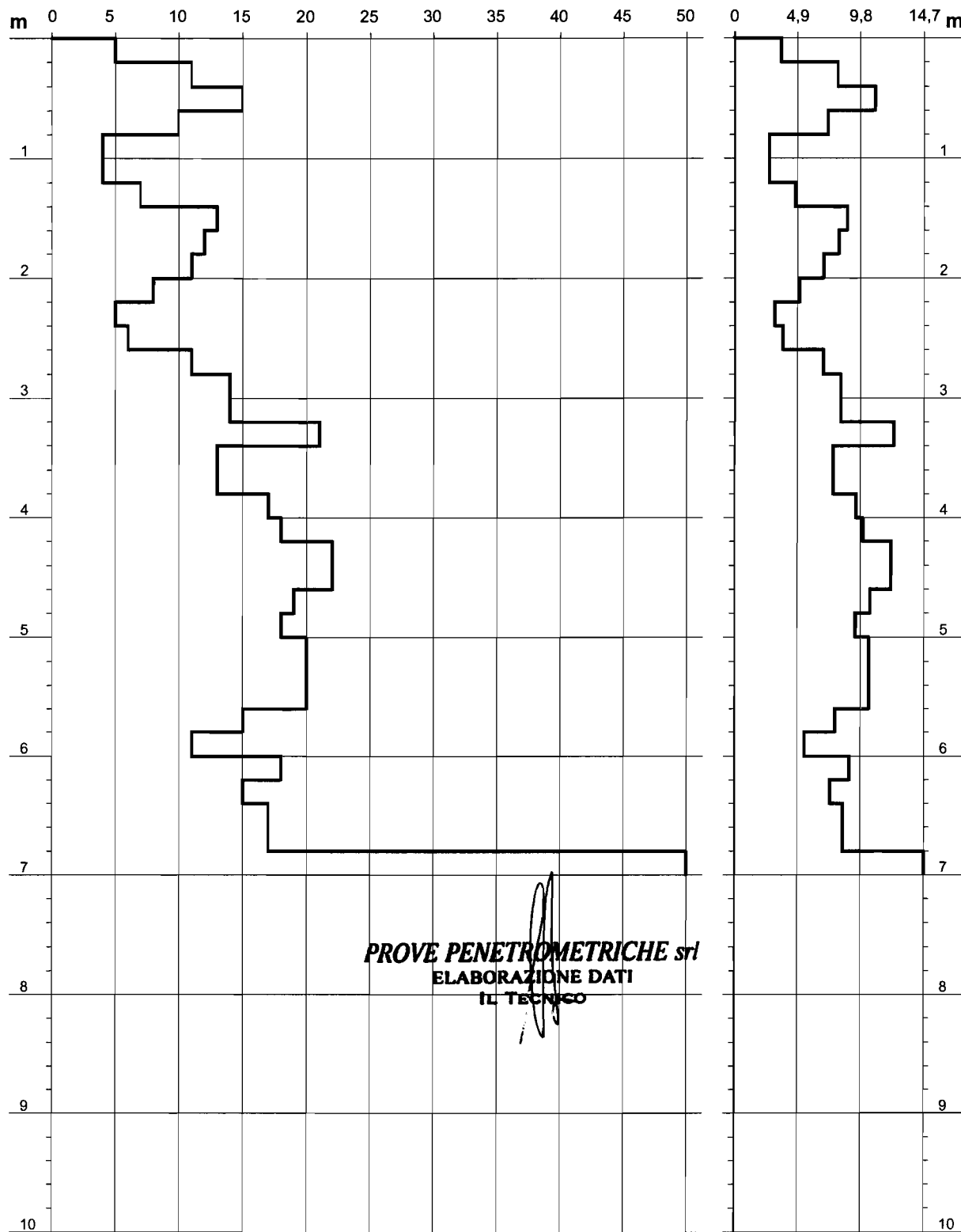
- committente : Comunità Montana Appennino Reggiano
- lavoro : Studio terreno
- località : Fora di Cavola (RE)
- sperimentatore : Dott. Fabrizio Vecchi

- data prova : 09/06/2006
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 09/06/2006
- pagina n° : 2/2

- note : Foro chiuso a -0.4 m; aste asciutte

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 0,20$ m

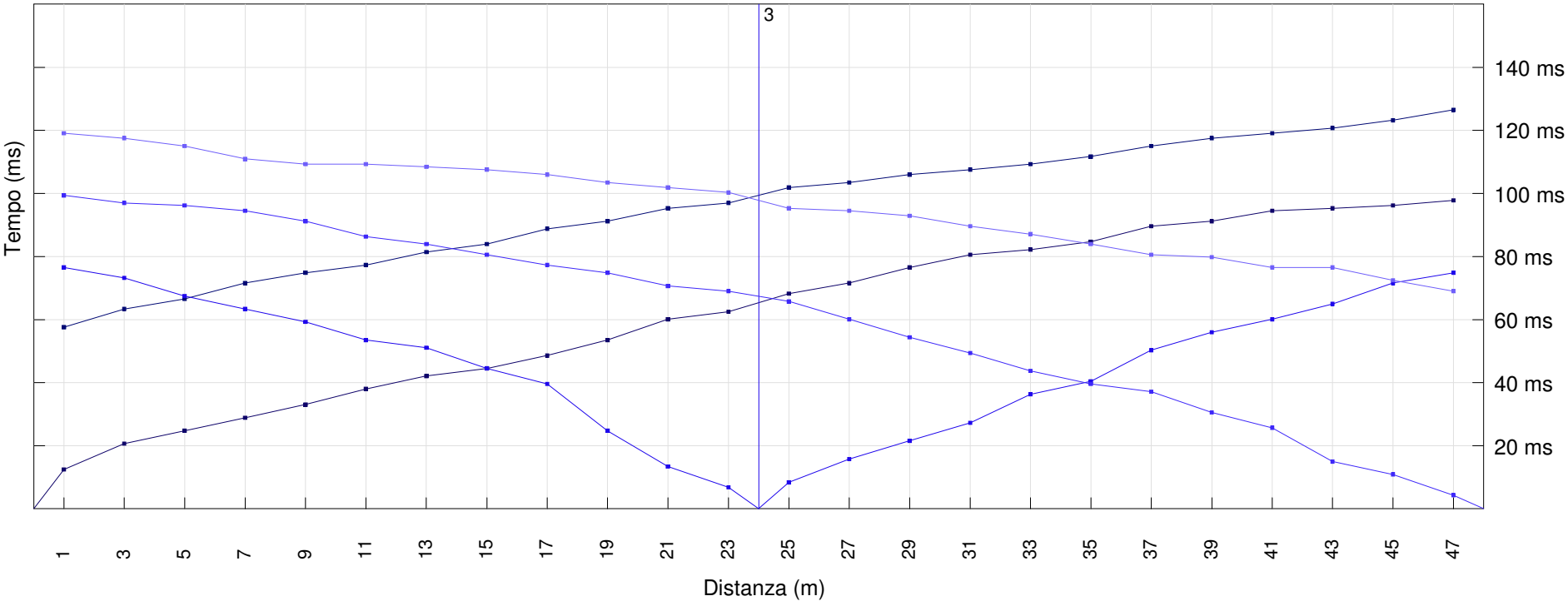
Rpd (MPa)



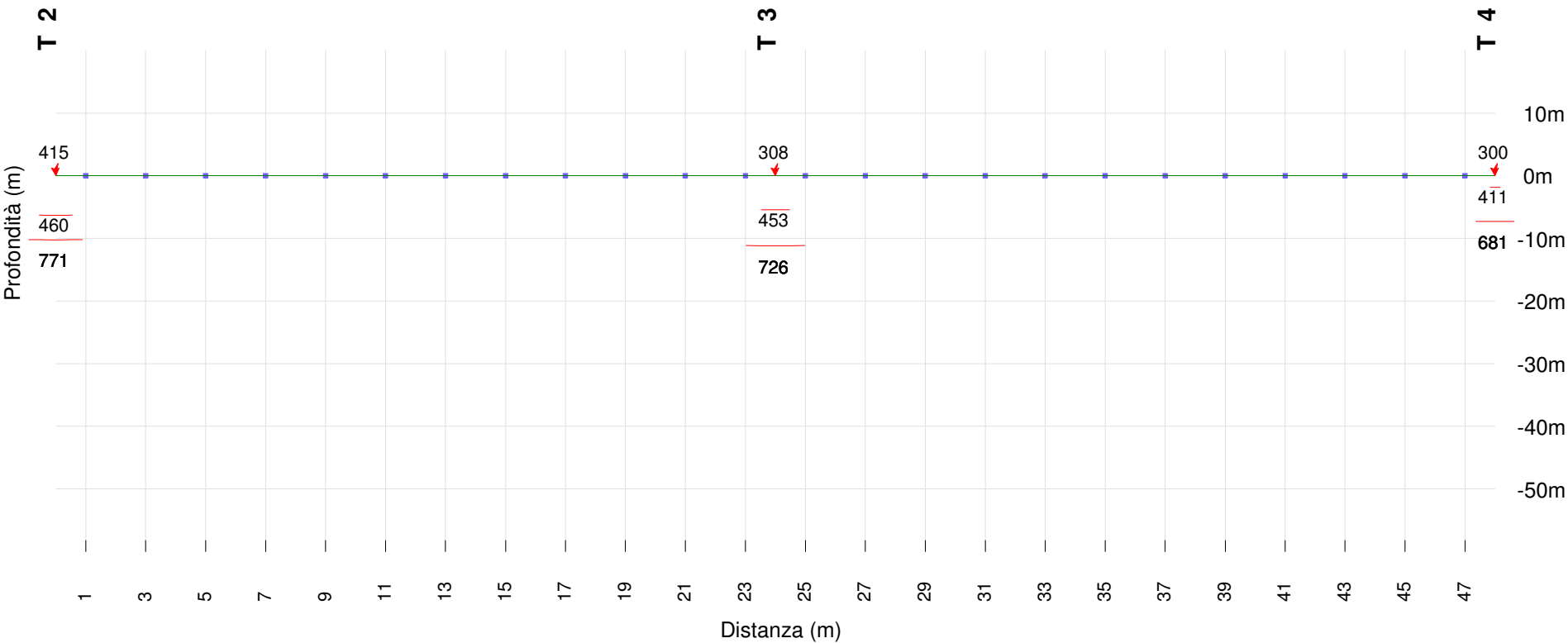
PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

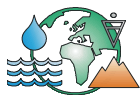
Dati e diagrammi degli stendimenti sismici a rifrazione

Profilo FORA1VS30



Profilo FORA1VS30





Dott. Stefano Righetti Geologo

via G. Giacosa, 7 - 42100 Reggio nell'Emilia

tel.: +39 0522 322516 - +39 340 8063931

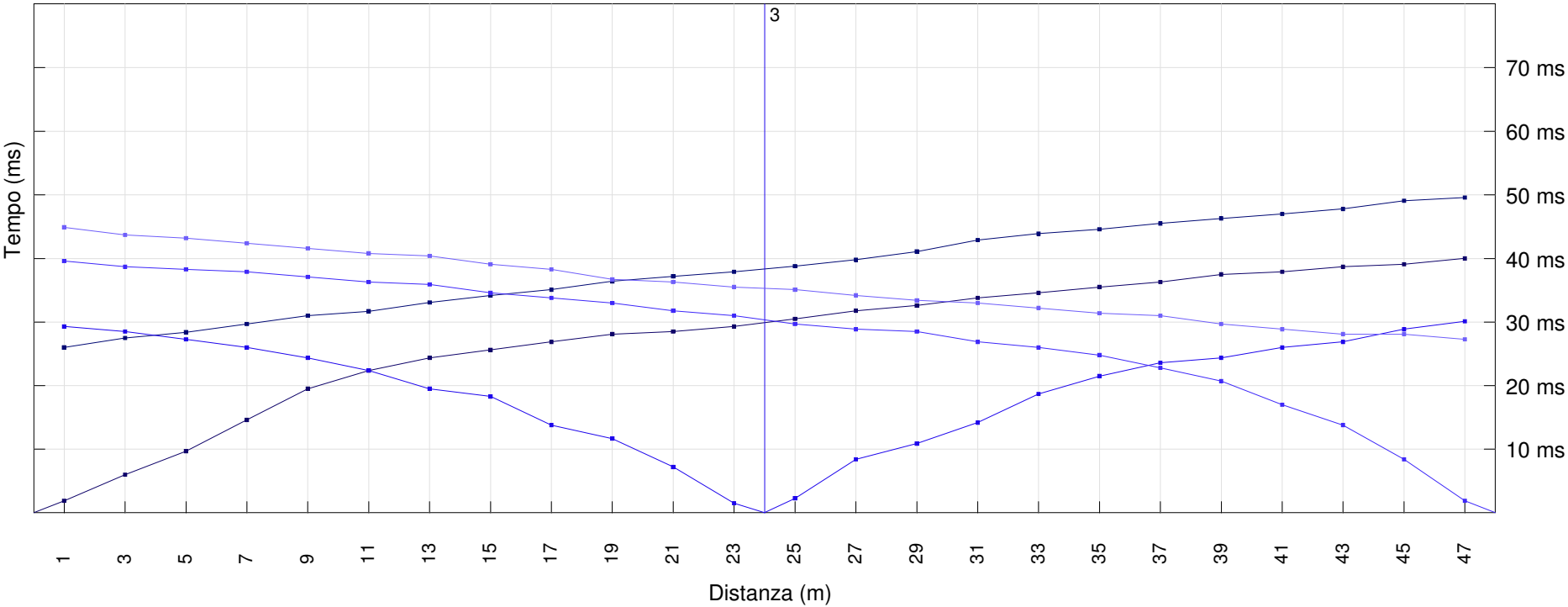
C. Fisc. RGH SFN 62T22 H294N - P.IVA 01824240350

Località:	Fora di Cavola - Toano (RE)		data:	08/06/06		
Committente:	Comunità Montana Appennino RE		Cantiere:			
Tipo di prova:	Determinazione Vs30 con sismica a rifrazione		Stendimento n°	FORA1Vs30		
	SHOT B - T2		SHOT C - T3		SHOT D - T4	
	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]
		Vs_i		Vs_i		Vs_i
Base Strato 1	4.15	415	4.13	308	4.35	300
Base Strato 2	4.4	460	9.55	453	11.6	411
Base Strato 3	30	771	30	726	30	681
	h_i		h_i		h_i	
Spessore Strato 1	4.15		4.13		4.35	
Spessore Strato 2	0.25		5.42		7.25	
Spessore Strato 3	25.6		20.45		18.4	
Vs30 [m/s]		685.8		560.3		507.1

Formula per il calcolo della Vs30

$$V_{s_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Profilo FORA1STRAT



Stendimento sismostratigrafico FORA1STRAT - ABC method depth computation

Località: Fora di Cavola - Toano (RE)

Receiver number

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Receiver elevation

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Receiver distances

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Layer 1 thickness

4.15	4.16	4.16	4.14	4.15	4.15	4.15	4.13	4.13	4.13	4.14	4.11	4.17	4.18	4.21	4.22	4.25	4.26	4.27	4.29	4.3	4.32	4.33	4.35
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------

Layer 2 thickness

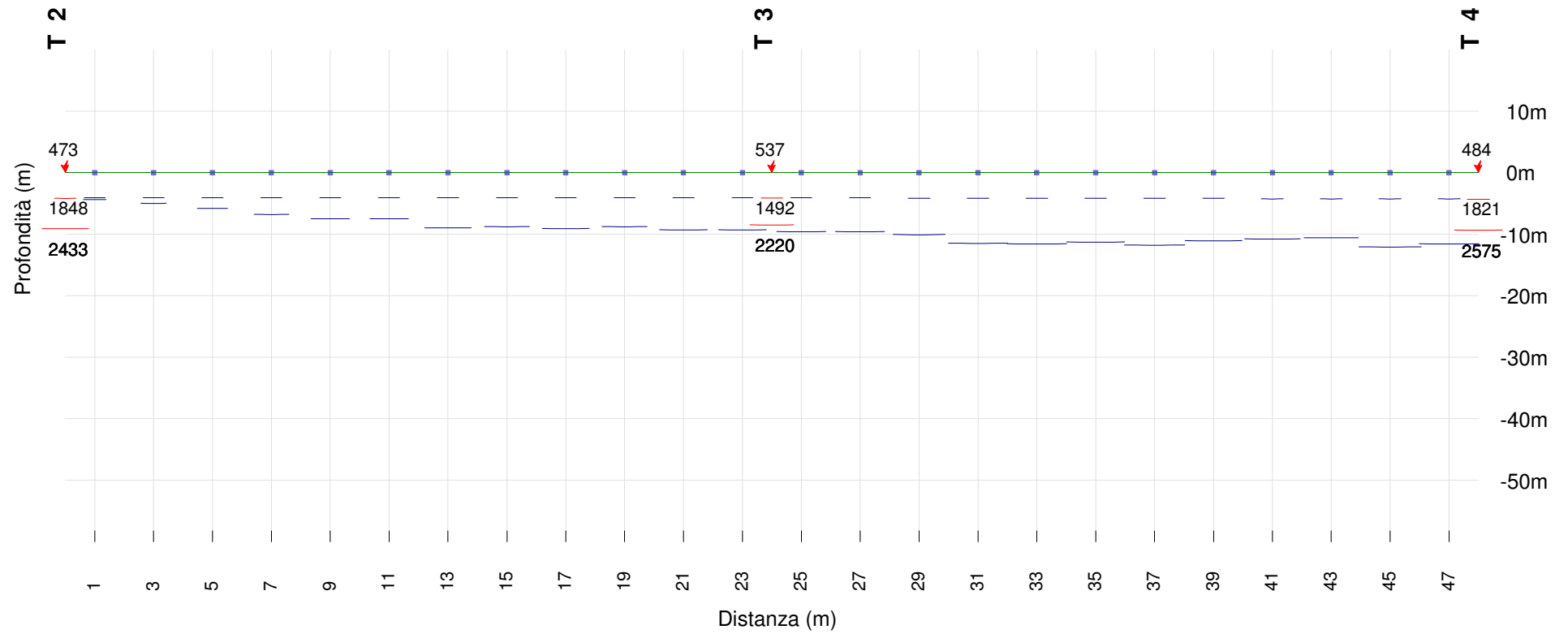
0.25	0.94	1.64	2.66	3.45	3.45	4.85	4.77	4.97	4.77	5.26	5.29	5.53	5.52	5.89	7.28	7.35	7.14	7.63	6.91	6.6	6.38	7.87	7.25
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------

Bed rock depth

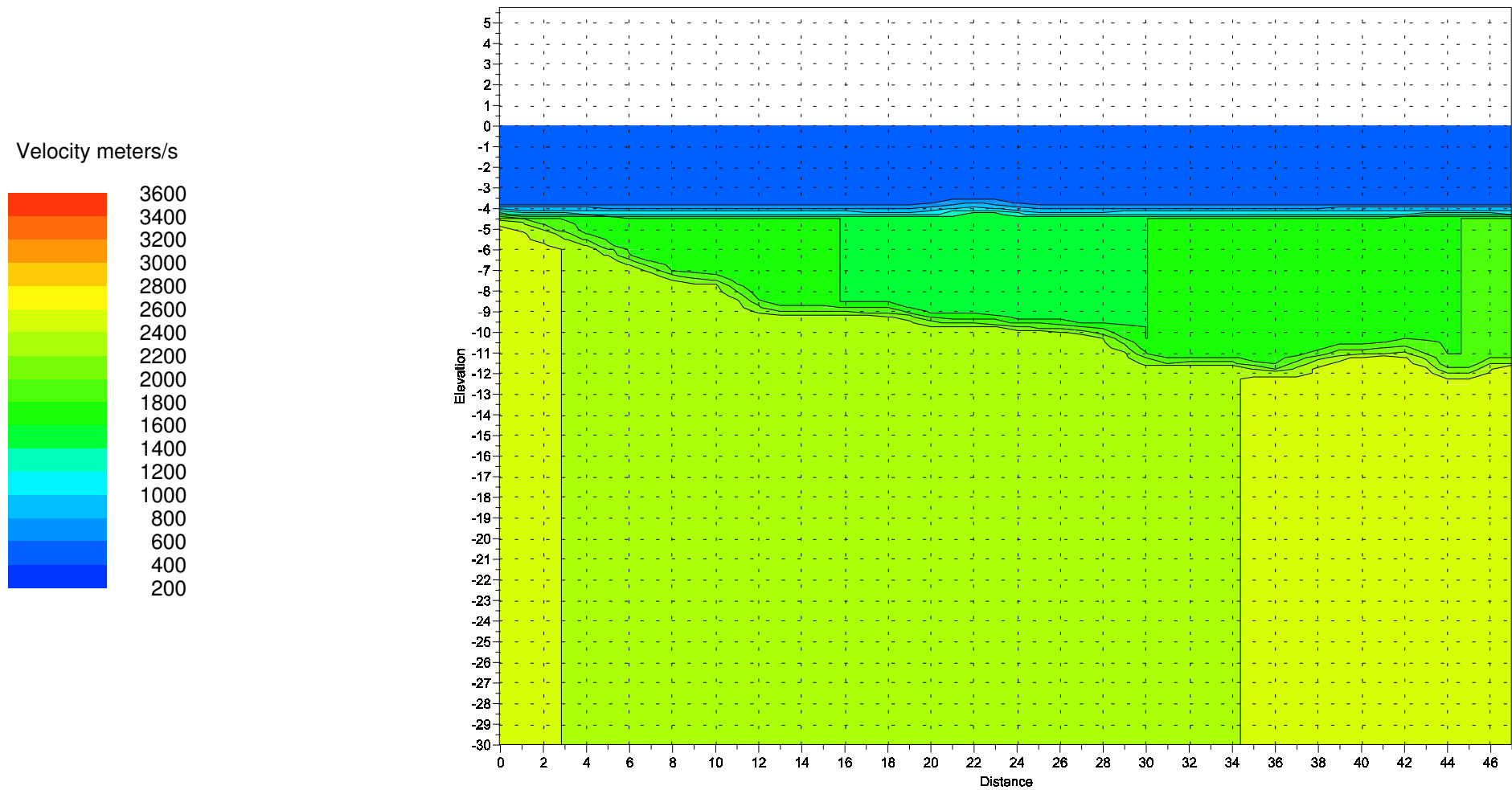
4.4	5.1	5.8	6.8	7.6	7.6	9	8.9	9.1	8.9	9.4	9.4	9.7	9.7	10.1	11.5	11.6	11.4	11.9	11.2	10.9	10.7	12.2	11.6
-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006

Profilo FORA1STRAT

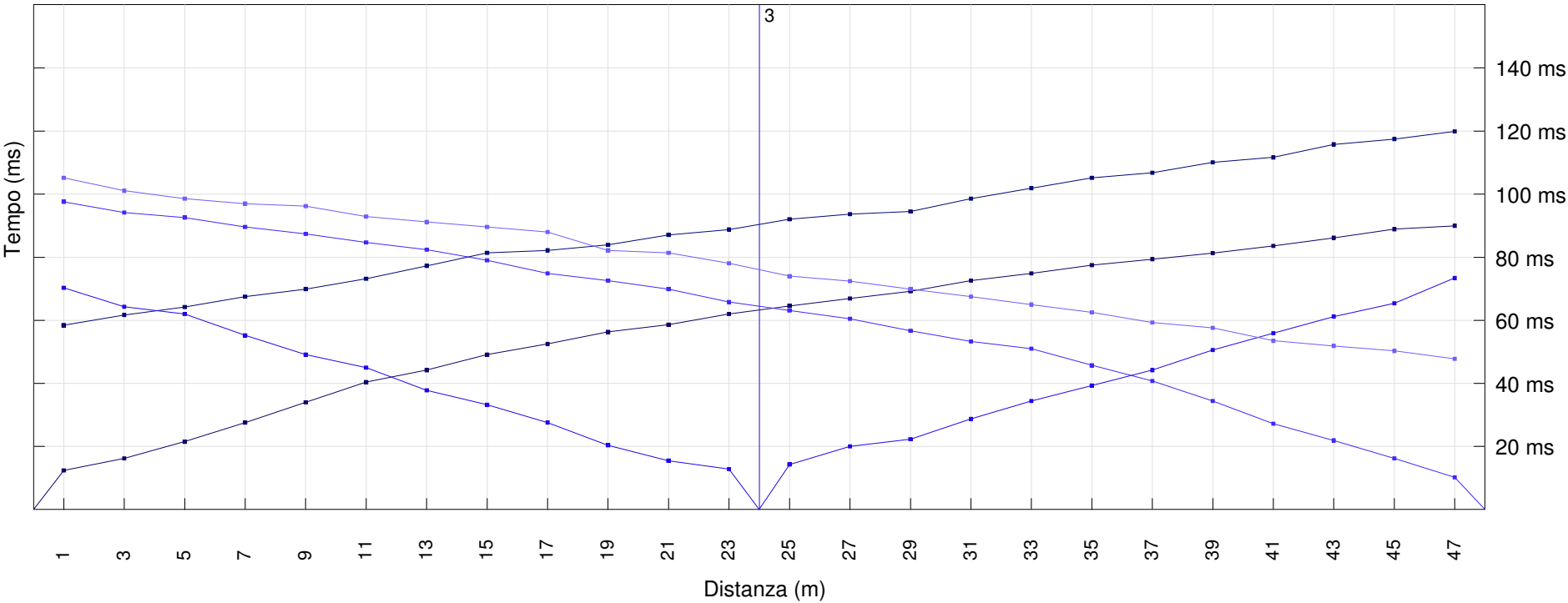


Stendimento sismostratigrafico FORA1STRAT - ABC method depth computation
Località: Fora di Cavola - Toano (RE)

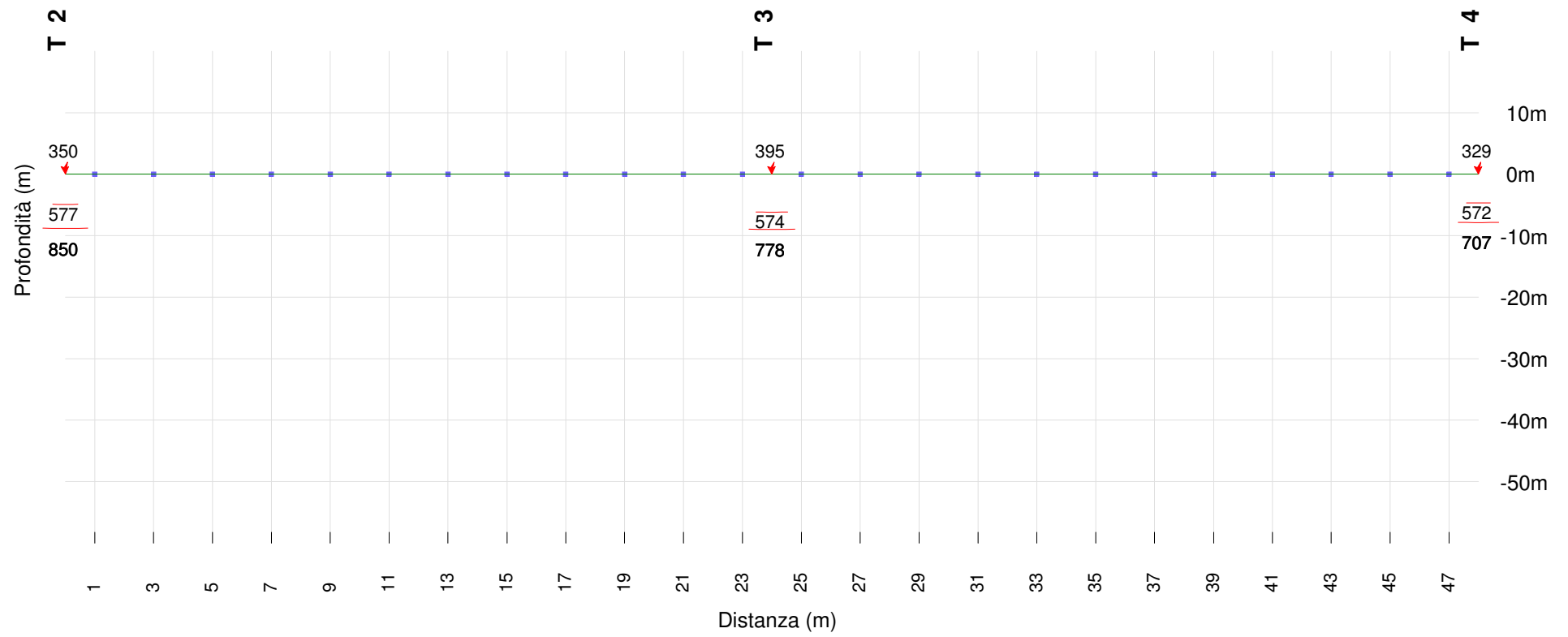


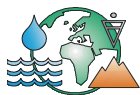
Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006

Profilo FORA2VS30



Profilo FORA2VS30





Dott. Stefano Righetti Geologo

via G. Giacosa, 7 - 42100 Reggio nell'Emilia

tel.: +39 0522 322516 - +39 340 8063931

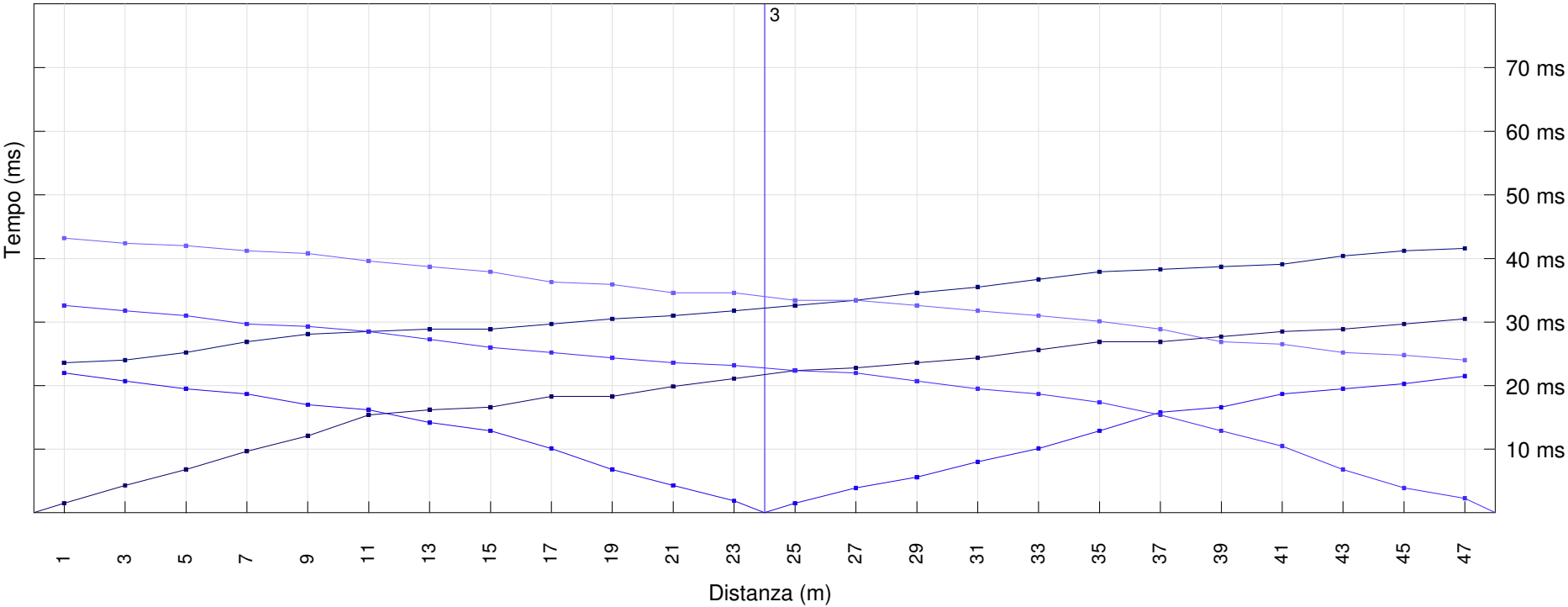
C. Fisc. RGH SFN 62T22 H294N - P.IVA 01824240350

Località:	Fora di Cavola - Toano (RE)		data:	08/06/06		
Committente:	Comunità Montana Appennino RE		Cantiere:			
Tipo di prova:	Determinazione Vs30 con sismica a rifrazione		Stendimento n°	FORA2Vs30		
	SHOT B - T2		SHOT C - T3		SHOT D - T4	
	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]
		Vs_i		Vs_i		Vs_i
Base Strato 1	3.71	350	4.45	395	3.99	329
Base Strato 2	8.6	577	8.5	574	6.1	572
Base Strato 3	30	850	30	778	30	707
	h_i		h_i		h_i	
Spessore Strato 1	3.71		4.45		3.99	
Spessore Strato 2	4.89		4.05		2.11	
Spessore Strato 3	21.4		21.5		23.9	
Vs30 [m/s]		677.9		652.8		604.6

Formula per il calcolo della Vs30

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{Vs_i}}$$

Profilo FORA2STRAT



Stendimento sismostratigrafico FORA2STRAT - ABC method depth computation

Località: Fora di Cavola - Toano (RE)

Receiver number

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Receiver elevation

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Receiver distances

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Layer 1 thickness

3.71	3.74	3.77	3.8	3.82	3.86	3.88	3.91	3.94	3.97	4	4.03	4.05	4.07	4.04	4.07	4.04	4.05	4.03	4.04	4	4.02	3.98	3.99
------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------

Layer 2 thickness

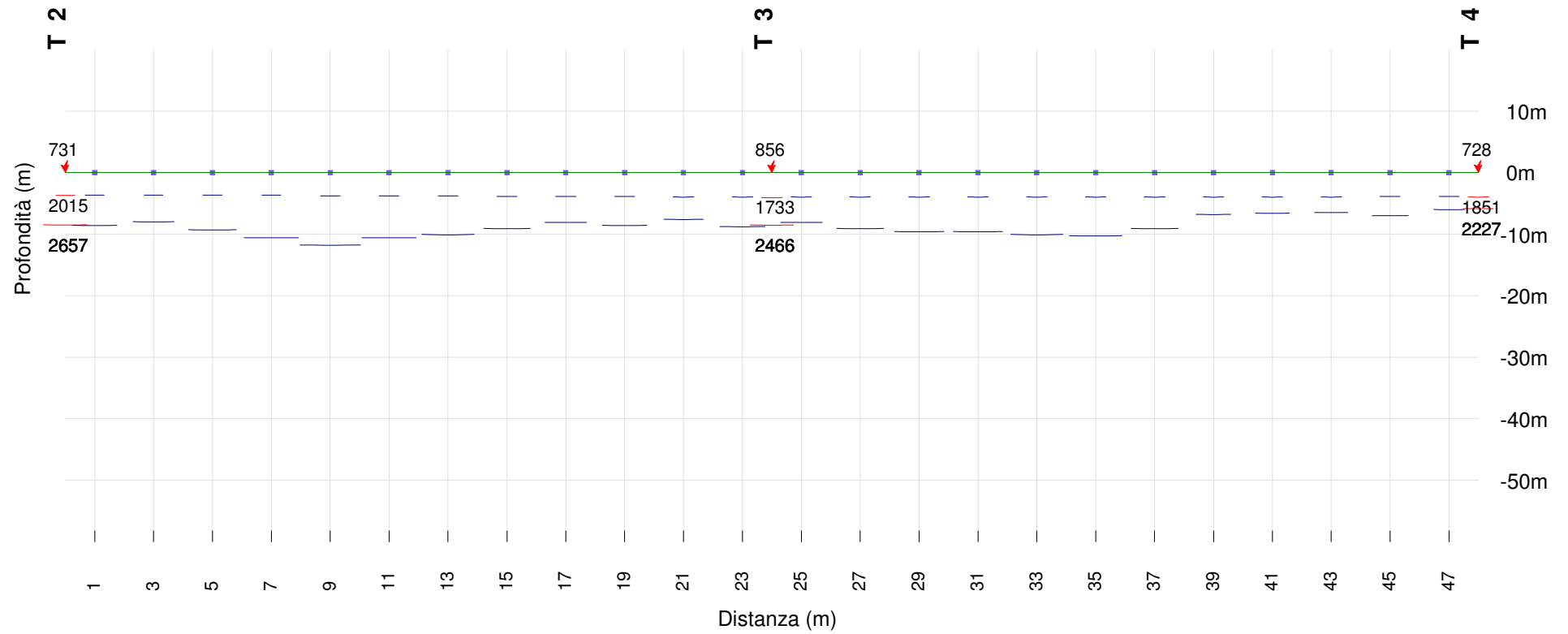
4.89	4.26	5.53	6.9	7.98	6.84	6.22	5.19	4.16	4.73	3.7	4.77	4.15	5.03	5.56	5.53	6.06	6.35	5.17	2.76	2.7	2.48	3.02	2.11
------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------

Bed rock depth

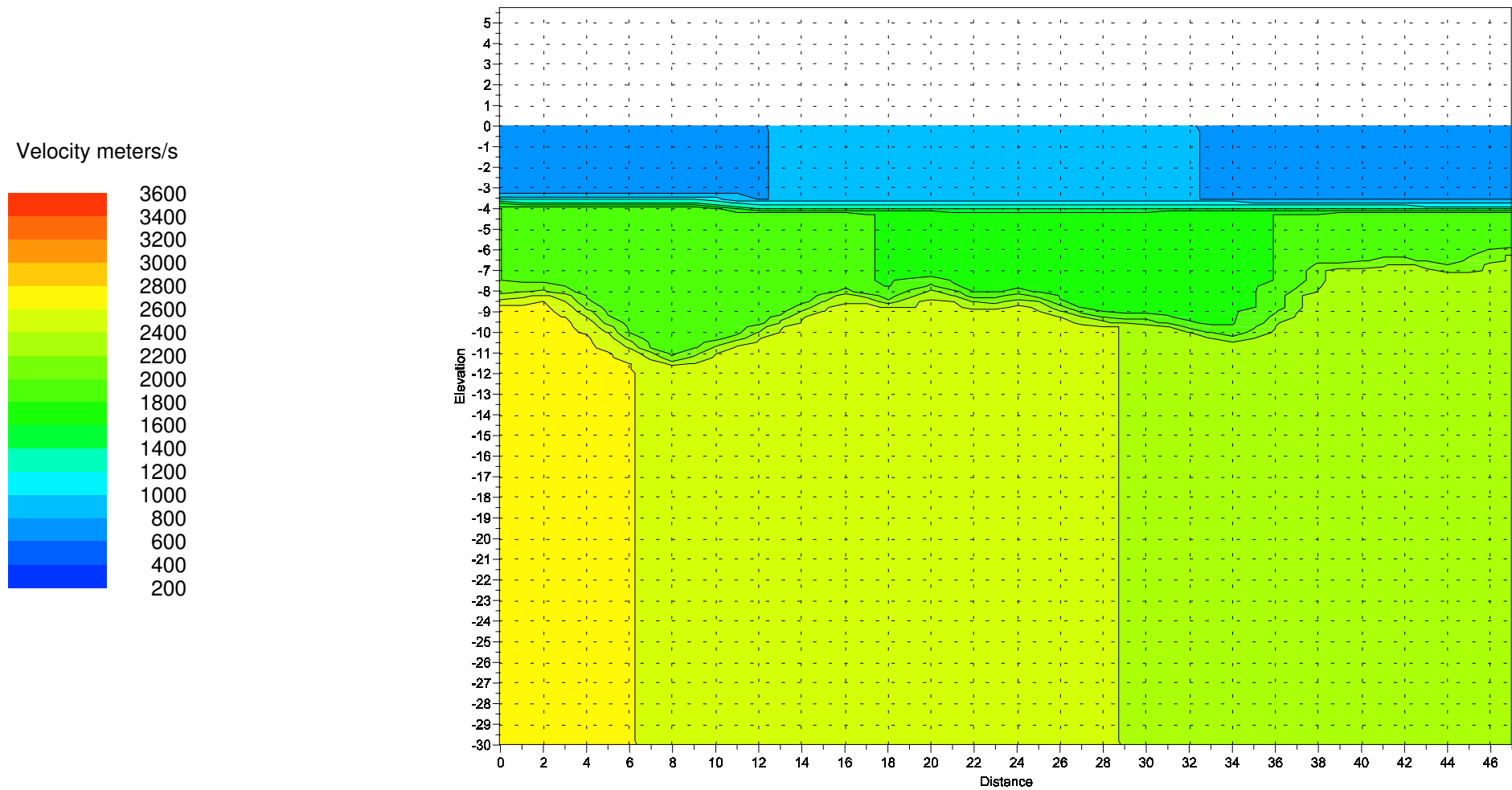
8.6	8	9.3	10.7	11.8	10.7	10.1	9.1	8.1	8.7	7.7	8.8	8.2	9.1	9.6	9.6	10.1	10.4	9.2	6.8	6.7	6.5	7	6.1
-----	---	-----	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	---	-----

Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006

Profilo FORA2STRAT

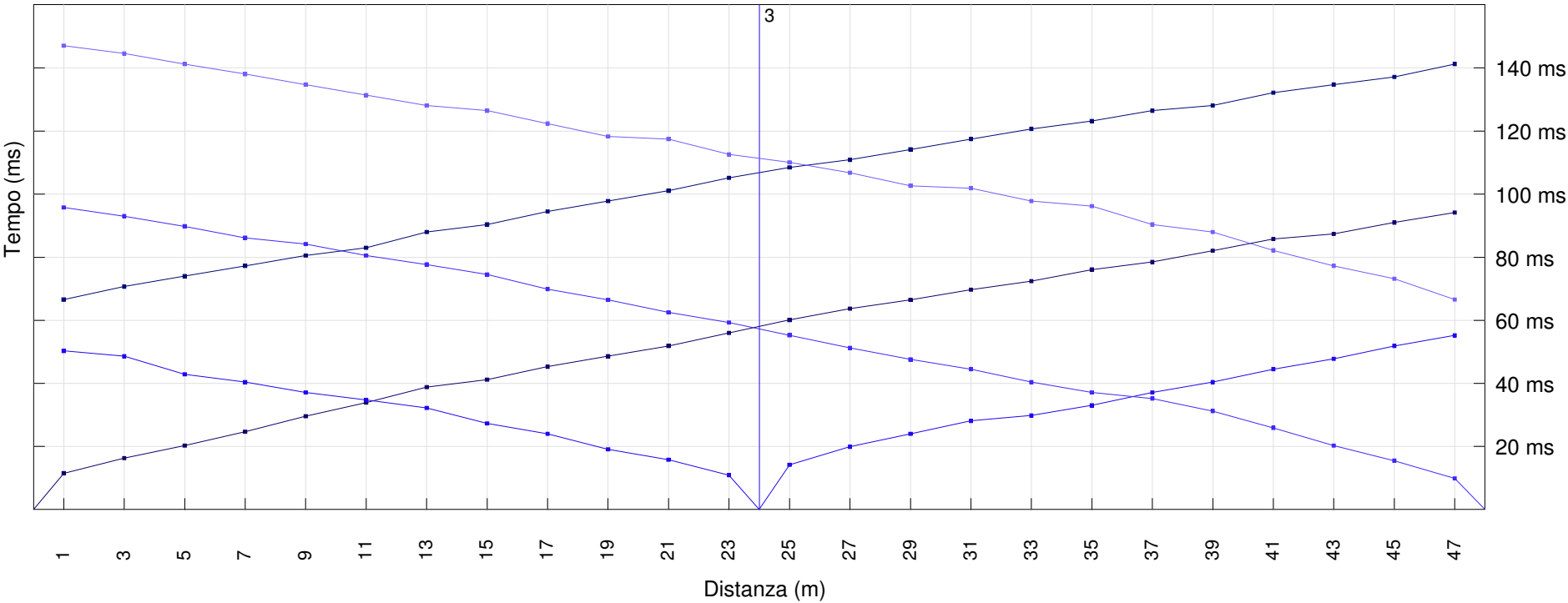


Stendimento sismostratigrafico FORA2STRAT - ABC method depth computation
Località: Fora di Cavola - Toano (RE)

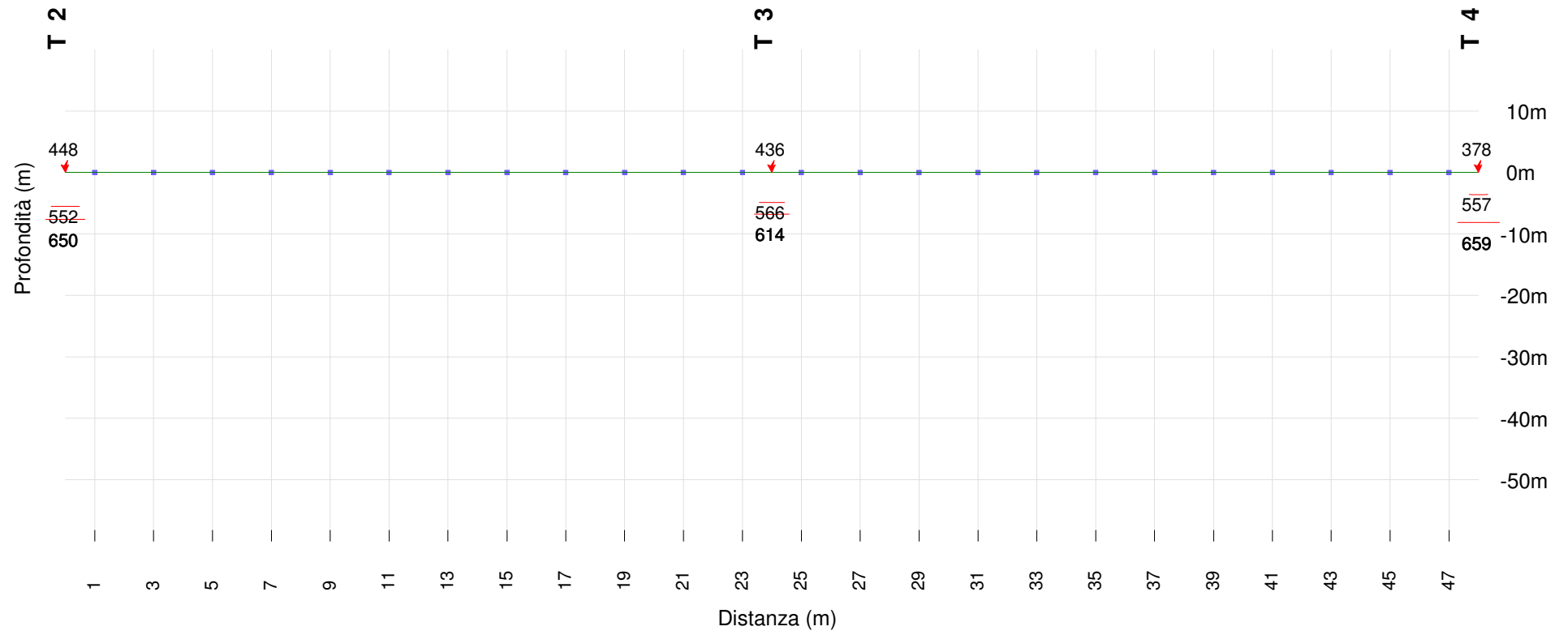


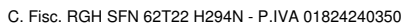
Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006

Profilo FORA3VS30

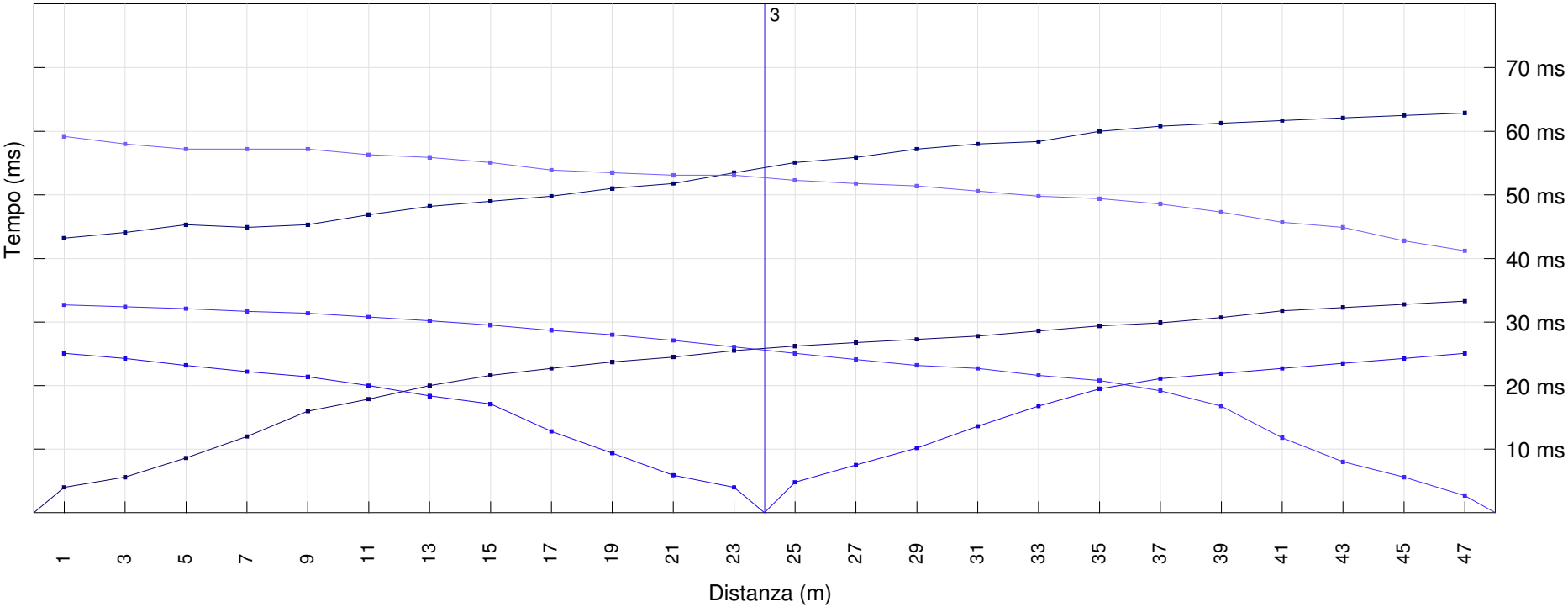


Profilo FORA3VS30




$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

Profilo FORA3STRAT



Stendimento sismostratigrafico FORA3STRAT - ABC method depth computation

Località: Fora di Cavola - Toano (RE)

Receiver number

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Receiver elevation

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Receiver distances

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Layer 1 thickness

4.16	4.21	4.26	4.32	4.4	4.45	4.5	4.55	4.63	4.68	4.73	4.78	4.72	4.65	4.57	4.5	4.43	4.36	4.29	4.22	4.15	4.08	4.01	3.94
------	------	------	------	-----	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------

Layer 2 thickness

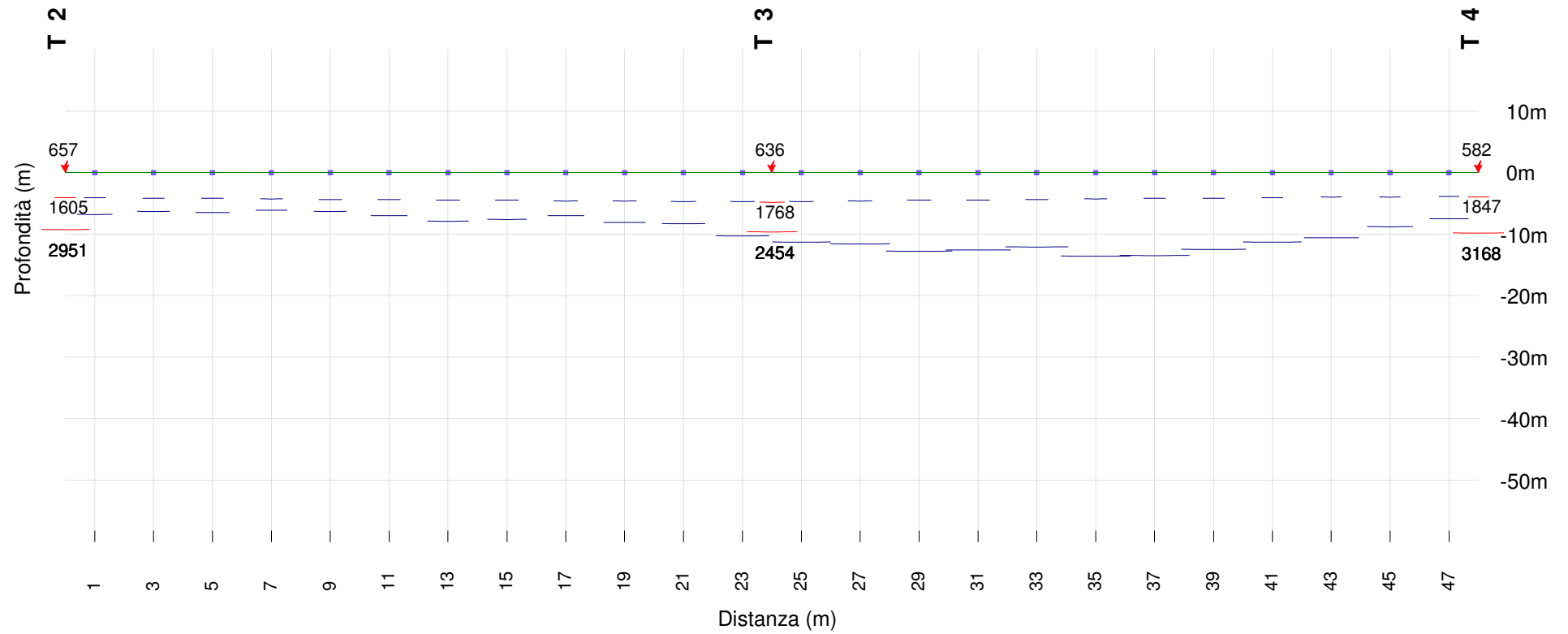
2.64	2.09	2.34	1.88	1.9	2.55	3.4	3.15	2.47	3.42	3.57	5.62	6.58	6.95	8.23	8.1	7.67	9.24	9.21	8.28	7.15	6.62	4.79	3.56
------	------	------	------	-----	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------

Bed rock depth

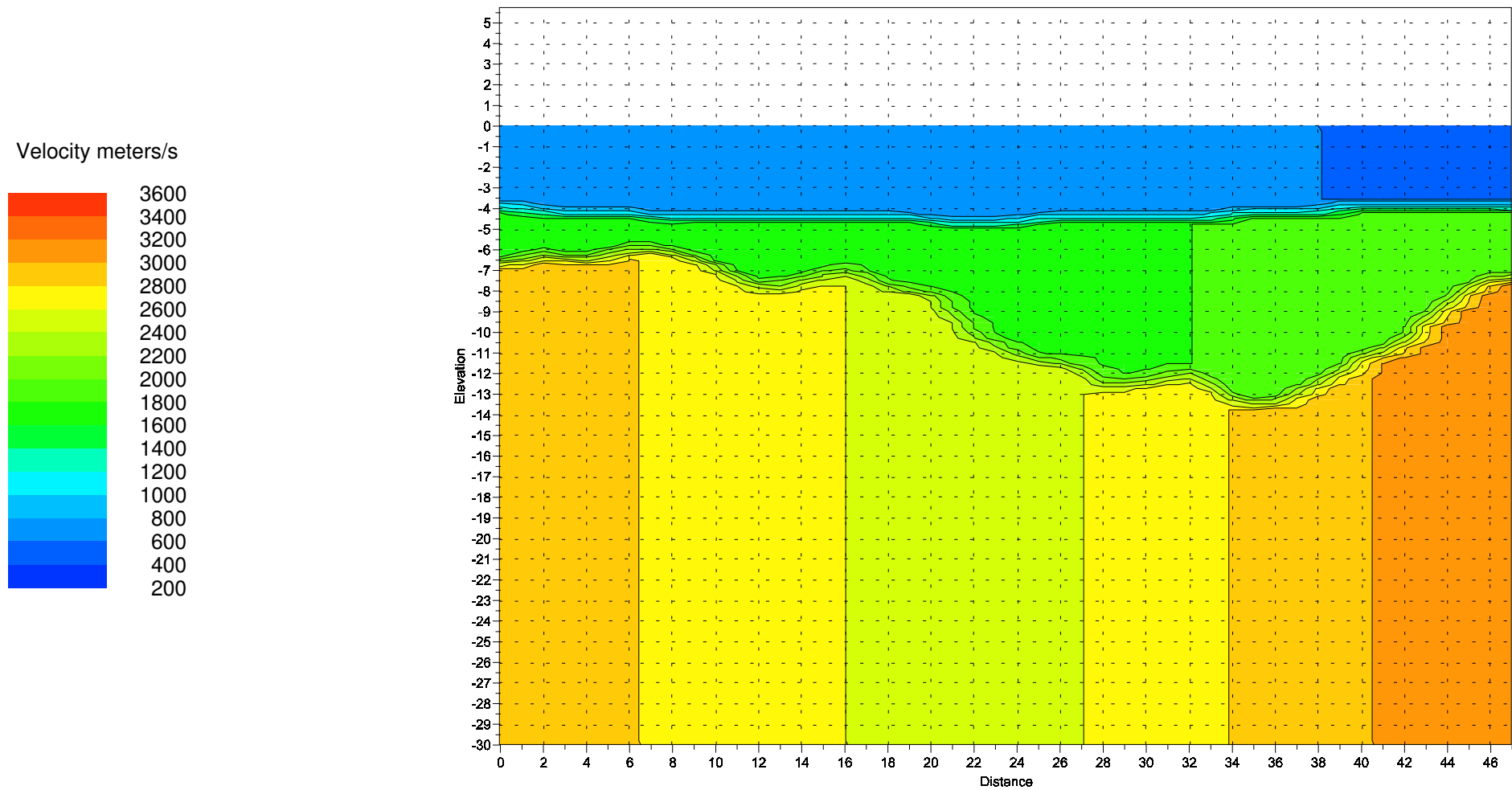
6.8	6.3	6.6	6.2	6.3	7	7.9	7.7	7.1	8.1	8.3	10.4	11.3	11.6	12.8	12.6	12.1	13.6	13.5	12.5	11.3	10.7	8.8	7.5
-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----

Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006

Profilo FORA3STRAT

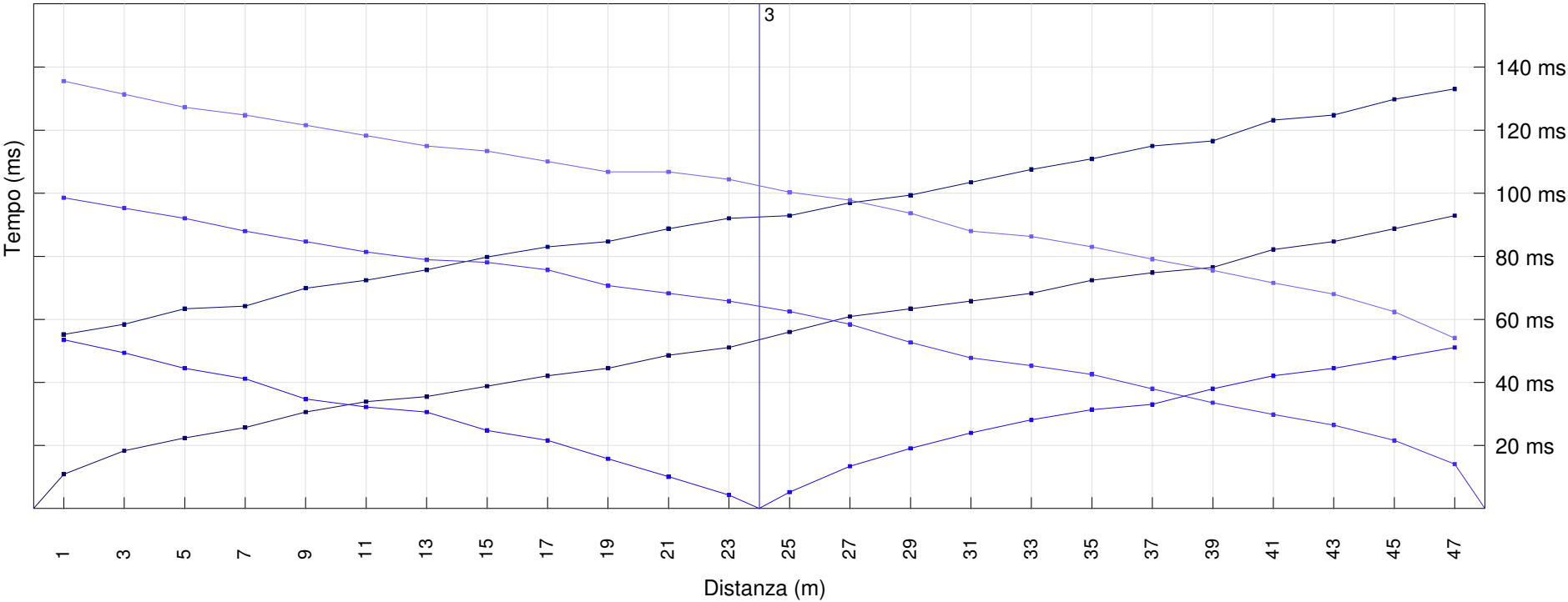


Stendimento sismostratigrafico FORA3STRAT - ABC method depth computation
Località: Fora di Cavola - Toano (RE)

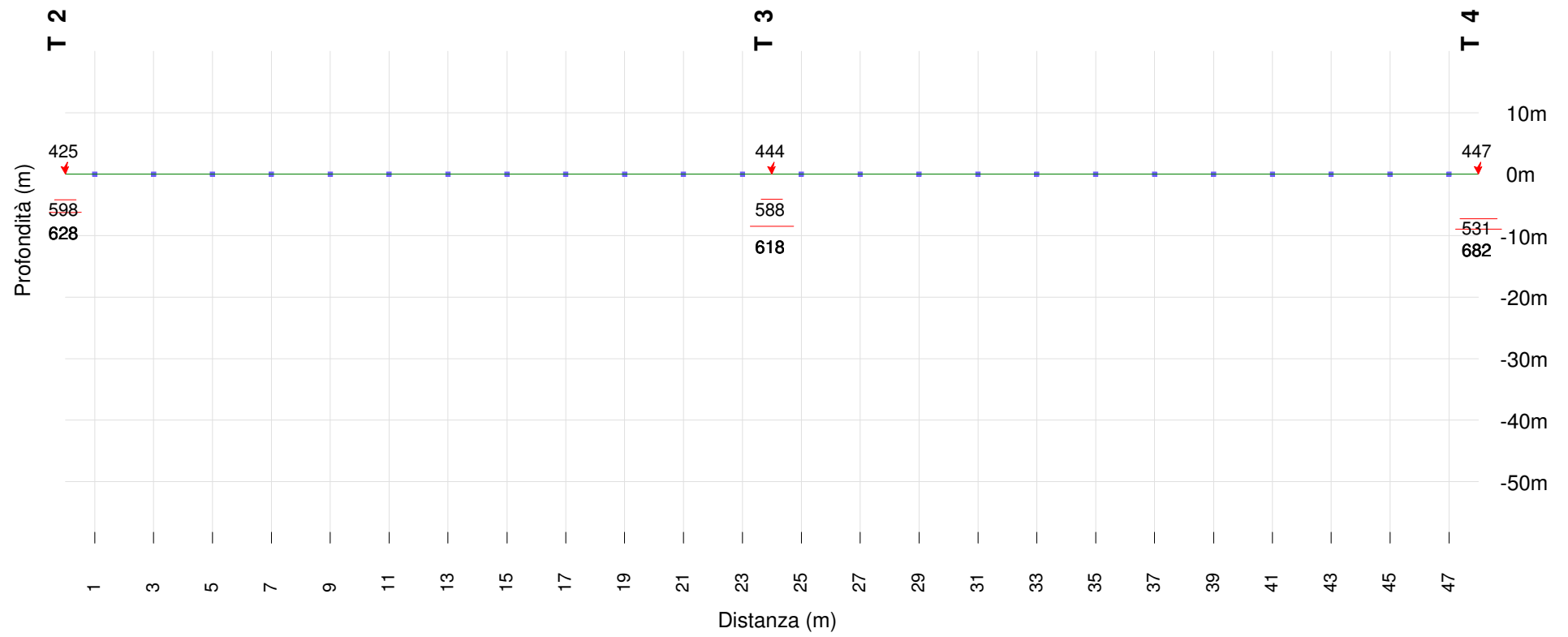


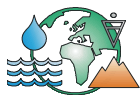
Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006

Profilo FORA4VS30



Profilo FORA4VS30





Dott. Stefano Righetti Geologo

via G. Giacosa, 7 - 42100 Reggio nell'Emilia

tel.: +39 0522 322516 - +39 340 8063931

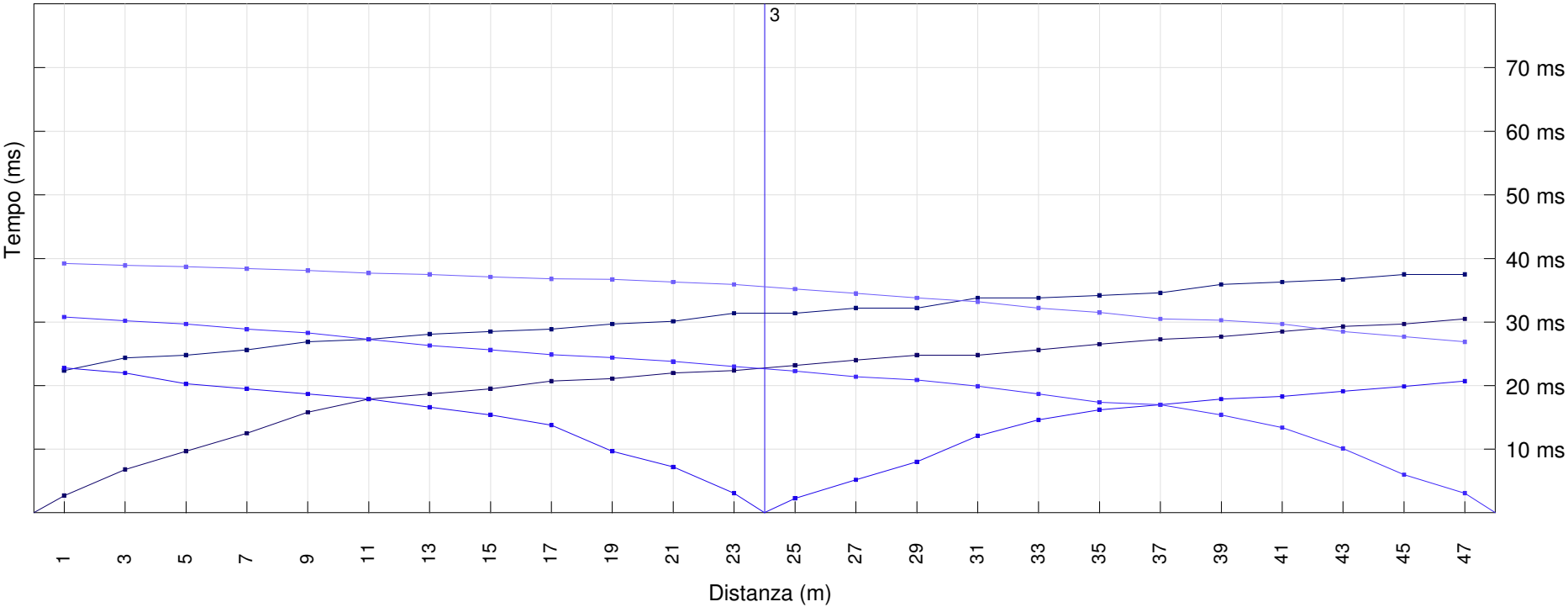
C. Fisc. RGH SFN 62T22 H294N - P.IVA 01824240350

Località:	Fora di Cavola - Toano (RE)		data:	08/06/06		
Committente:	Comunità Montana Appennino RE		Cantiere:			
Tipo di prova:	Determinazione Vs30 con sismica a rifrazione		Stendimento n°	FORA4Vs30		
	SHOT B - T2		SHOT C - T3		SHOT D - T4	
	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]
		Vs_i		Vs_i		Vs_i
Base Strato 1	4.64	425	4.05	444	4.36	447
Base Strato 2	7.8	598	19.5	588	15.8	531
Base Strato 3	30	628	30	618	30	682
	h_i		h_i		h_i	
Spessore Strato 1	4.64		4.05		4.36	
Spessore Strato 2	3.16		15.45		11.44	
Spessore Strato 3	22.2		10.5		14.2	
Vs30 [m/s]		581.9		572.7		575.6

Formula per il calcolo della Vs30

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{Vs_i}}$$

Profilo FORA4STRAT



Stendimento sismostratigrafico FORA4STRAT - ABC method depth computation

Località: Fora di Cavola - Toano (RE)

Receiver number

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Receiver elevation

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Receiver distances

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Layer 1 thickness

4.64	4.6	4.55	4.5	4.45	4.4	4.32	4.27	4.22	4.17	4.11	4.03	4.08	4.12	4.16	4.16	4.2	4.24	4.24	4.28	4.28	4.32	4.36	4.36
------	-----	------	-----	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------

Layer 2 thickness

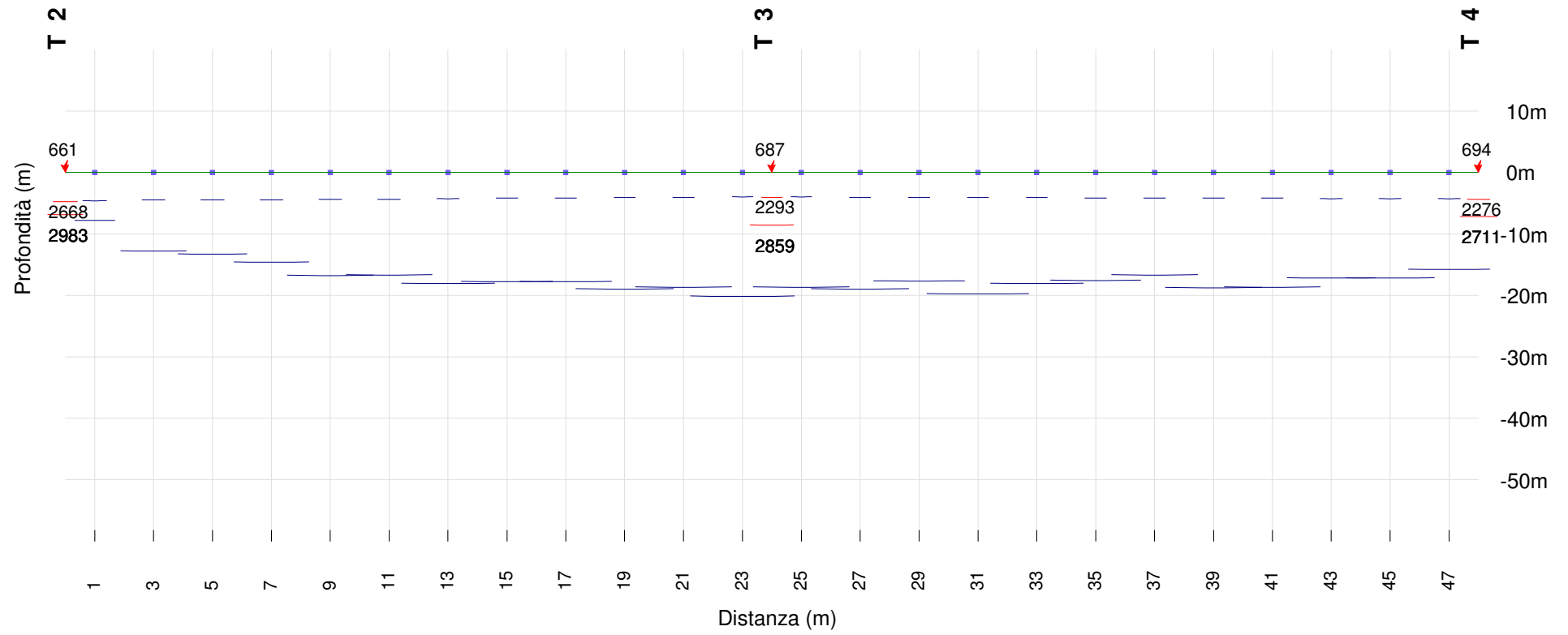
3.16	8.2	8.85	10.1	12.5	12.4	13.8	13.6	13.7	14.8	14.7	16.3	14.7	14.9	13.6	15.7	13.9	13.4	12.5	14.6	14.4	12.9	12.9	11.4
------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Bed rock depth

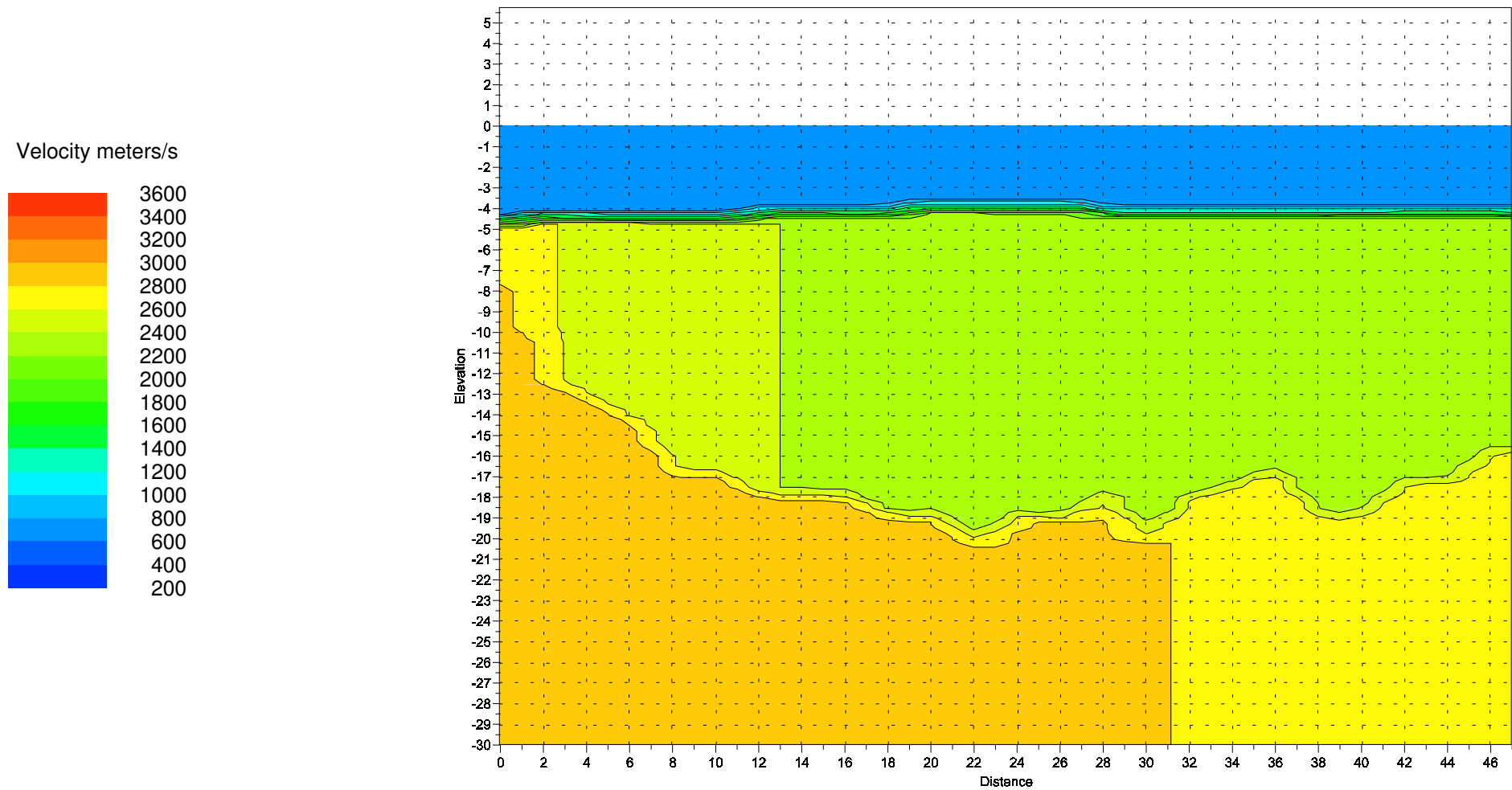
7.8	12	13.4	14.6	16.9	16.8	18.1	17.9	17.9	19	18.8	20.3	18.8	19	17.8	19.9	18.1	17.6	16.7	18.9	18.7	17.2	17.3	15.8
-----	----	------	------	------	------	------	------	------	----	------	------	------	----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006

Profilo FORA4STRAT



Stendimento sismostratigrafico FORA4STRAT - ABC method depth computation
Località: Fora di Cavola - Toano (RE)



Committente: Comunità Montana dell'Appennino Reggiano - Data: 8 giugno 2006