



**Comune di Rosignano Marittimo**

**Regolamento urbanistico**

**Approfondimenti del quadro  
conoscitivo**

***Studio geologico, idrogeologico e geotecnico  
finalizzato alla verifica delle condizioni di  
stabilità e progetto preliminare di sistemazione  
di un area caratterizzata da pericolosità  
geologica elevata per la presenza di frana  
quiescente (Art. 14 P.A.I.) nella frazione di  
Castelnuovo della Misericordia  
(B2.3)***

**Dr. Paolo Squarci  
Geologo**

**Luglio 2008**

## Indice

<b>1.Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Assetto geologico e caratterizzazione litotecnica .....</b>	<b>6</b>
<b>3.Assetto geomorfologico.....</b>	<b>8</b>
<b>4.La circolazione delle acque.....</b>	<b>9</b>
<b>5. Indicazioni per il progetto di stabilizzazione dell'area e per gli interventi di escavazione per la realizzazione delle opere di urbanizzazione e degli edifici. ....</b>	<b>10</b>
<b>6.Conclusioni .....</b>	<b>11</b>

### Tavole

Tavola 1: Ubicazione dei comparti

Tavola 2 : Carta geologica

Tavola 3 : Carta geomorfologica

Tavola 4: Carta geomorfologica

Tavola 5 : Ubicazione delle penetrometrie disponibili ( M. Melani -Gennaio 1994)

Tavola 6 : Spessore della copertura detritica

Tavola 7: Ricostruzione della morfologia della base della copertura detritica

Tavola 8 : Andamento del livello di falda dalle misure rilevate nel Gennaio 1993

Tavola 9 : Sezione geologico - tecnica

Tavola 10 : Indicazione degli interventi per la prevenzione di fenomeni di instabilità  
geomorfologica

### Allegato 1

Penetrometrie dinamiche leggere ( da M. Melani 1993)

## 1.Premessa

Con la presente nota vengono esaminate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche di un'area posta nella frazione di Castelnuovo della Misericordia dove sono presenti indizi della presenza di una frana quiescente. La delimitazione dell'area esaminata è data nelle varie tavole allegate.

L'area in oggetto, già classificata in pericolosità geologica elevata (G.3) nella cartografia del Regolamento Urbanistico adottato, essendo interessata da un fenomeno di frana quiescente ricade, secondo la normativa di Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino Regionale Toscana Costa (Art.14), nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.F.E.).

La normativa P.A.I. subordina la realizzazione di previsioni edificatorie in queste aree (P.F.E.) all'esito di studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza.

L'area di cui sopra interessa i **comparti 6-t15 e 6-t25** della figura 1 (vedi anche Tavola 1).

In questa relazione si analizzano le caratteristiche geologico - tecniche, idrogeologiche ed idrauliche dell'area che comprende ed interagisce con i due comparti e si danno elementi per la progettazione di opere di messa in sicurezza dell'area.

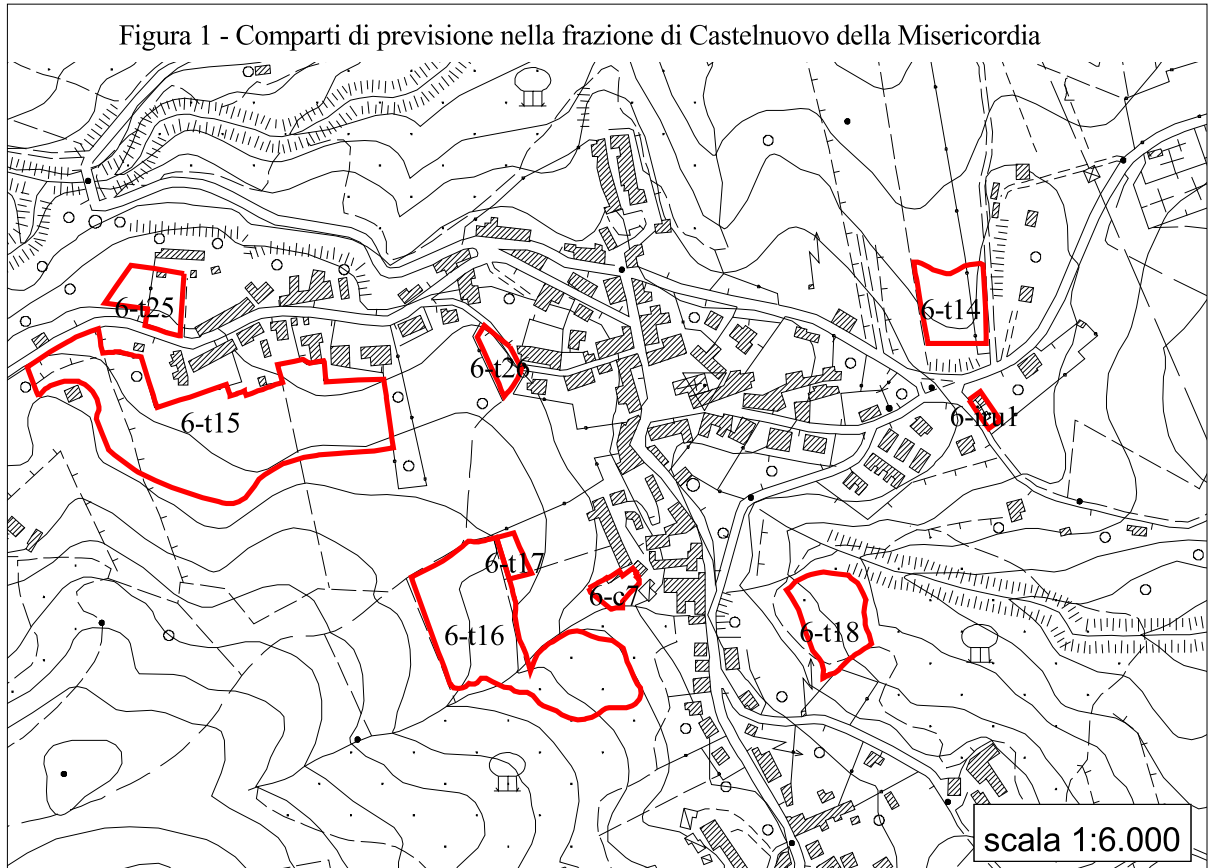
Su questa stessa area nel 1994, praticamente in corrispondenza del comparto **6-t15**, era stata condotta una indagine geologica di fattibilità per la lottizzazione "Il Campaccio" (Studio 3G – M.Melani, Gennaio 1994).

A seguito di questo studio le Autorità preposte dell'epoca avevano espresso i pareri di competenza che consentivano la lottizzazione.

Le indagini condotte, di cui abbiamo i risultati (vedi allegato 1 e Tav. 5) comprendono 20 penetrometrie dinamiche leggere ed il rilievo del livello di falda in 7 punti di controllo.

L'elaborazione di questi dati, congiuntamente alle osservazioni da foto aeree (Figura 2) e ai sopralluoghi di superficie (Figura 3), consente un'attendibile ricostruzione dei rapporti tra copertura detritica e substrato, una valutazione dello stato di stabilità del versante e di dare indicazioni per la progettazione preliminare di opere per migliorarne la stabilità e per la prevenzione di eventuali fenomeni di dissesto.

Figura 1 - Comparti di previsione nella frazione di Castelnuovo della Misericordia





**Fig. 2** Vista aerea generale dei comparti in esame



**Vista generale dell'area**



Fig. 3 Foto del comparto 6-t15

**Vista della parte più orientale dell'area**

## 2. Assetto geologico e caratterizzazione litotecnica

L'assetto geologico dell'area in esame ,unitamente alle caratteristiche litotecniche delle formazioni presenti , può essere così schematizzato ( Tavola 2 - Carta geologica e Tavola 9 – Sezione geologica) :

1. un substrato costituito dalla formazione degli “ Argilloscisti e calcari silicei” del Cretaceo inferiore (C2) . Si tratta di alternanze di litotipi lapidei ed argilliti strutturalmente caotiche con suoli derivati generalmente argillosi (Fig. 4).  
Ai livelli di argilliti interessati dalle penetrometrie si può attribuire un angolo di attrito interno di circa  $35^\circ$  (Tabella 1).



Fig. 4 - Affioramento della formazione degli “ Argilloscisti e calcari silicei” (in basso) con la copertura del suolo argilloso nella parte più superficiale .

Foto in un taglio fresco realizzato al margine Nord del comparto 6-t15.

2. Detriti generalmente limo- argillosi derivati dalla formazione C2. Si tratta di suoli potenzialmente instabili in zone acclivi. Dalla elaborazione dei dati della penetrometria maggiormente rappresentativa di questo suolo si ricavano valori di cui (coesione non drenata) mediamente di 17 kPa nei primi 3m per passare a 27 kPa sino a circa 6m e superiori a 40 kPa al di sotto(Tabella 1).

$\Phi$ °	cu kPa	Ysat	yd	da	a m
	17	1,86	1,37	0	3
	27	1,88	1,40	3	6
	44	1,90	1,45	6	8
37	177	2,08	1,77	8	9

Tabella 1 – Valori indicativi medi dei parametri ricavabili dalla interpretazione della penetrometria N°1

$\Phi$  ° angolo di attrito

cu kPa coesione non drenata

Ysat peso di volume saturo

Yd peso di volume secco

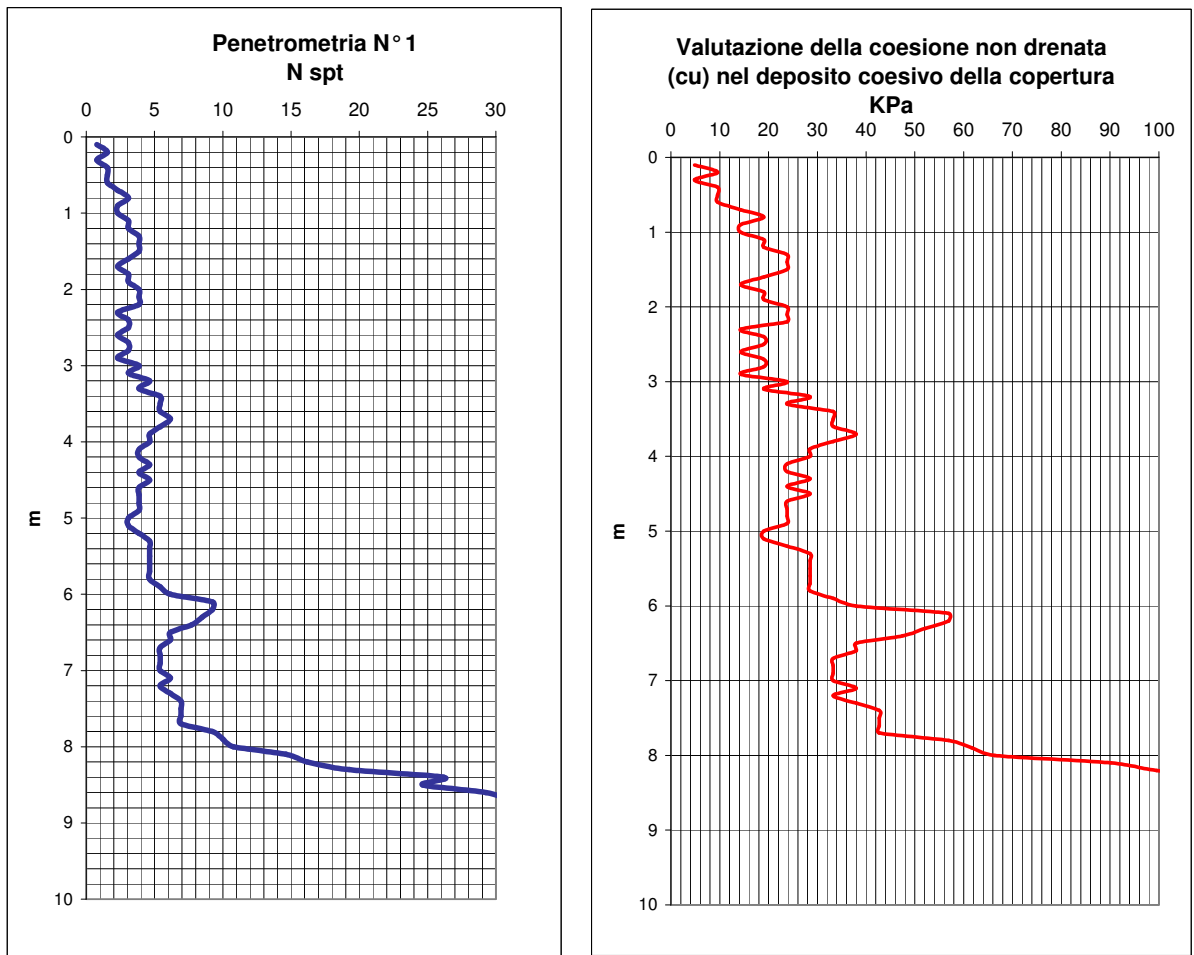


Figura 5 Penetrometria N°1 con la valutazione della coesione cu.

I dati sopra riportati, elaborati per una prima definizione delle caratteristiche geotecniche specialmente dell'area dove è presente la copertura detritica, debbono essere considerati



come indicativi e le eventuali operazioni di urbanizzazione dovranno prevedere verifiche puntuali per ogni singolo intervento.

### **3.Assetto geomorfologico**

Nella Tavola 3 vengono riportati i dati essenziali per la definizione dell'assetto geomorfologico dell'area in esame.

Immediatamente ad ovest delle zona dove sono compresi i due comparti esiste un' ampia area dove sono presenti segni di instabilità morfologica legati ad una frana di materiale detritico a componente principalmente argillosa derivante dalla formazione degli "Argilloscisti e calcari silicei". I botri ai margini presentano segni di erosione attiva.

L'area dei comparti 6-t15 ed 6-t25 è in parte interessata da una forma che è derivata dalla movimentazione di materiale prevalentemente argilloso limoso. Presenta bassa acclività e non sono presenti segni di movimenti gravitativi in atto (vedi foto di Figura 3)

Le penetrometrie hanno rilevato uno spessore massimo di 7 m di materiale argilloso-limoso con scarsi frammenti litoidi e le elaborazioni eseguite con tutti i dati rilevati (delineano la morfologia del substrato di questo deposito a forma di valle ampia a bassa acclività- Tavola 6 e 7)

Questi elementi fanno supporre che in passato siano avvenuti movimenti gravitativi di prodotti di alterazione superficiale della formazione delle argille e calcari che formano il substrato dell'area, facilitati dalla circolazione idrica sub-superficiale alimentata dal vasto bacino presente a monte. Parte del materiale può essere stato trasportato dalle acque di superficie che hanno costituito una specie di conoide a bassa acclività.

La causa principale del movimento e trasporto è stata ed è l'acqua di circolazione superficiale e di saturazione del suolo limo-argilloso e quindi di questo fattore si dovrà tener conto nelle opere di prevenzione di ulteriori movimenti e di bonifica e consolidamento dei suoli nella parte centrale del comparto 6-t15.

Le osservazioni sopra esposte confermano che l'area in esame debba essere considerata in classe G.3 a pericolosità geologica elevata corrispondente alla classe PFE del PAI ,in cui sono presenti fenomeni quiescenti.

## 4.La circolazione delle acque.

Le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni presenti nell'area in esame sono così riassumibili:

- le argille con calcari silicei sono praticamente impermeabili tranne nella parte superficiale alterata e fessurate. Modesta circolazione può svilupparsi attraverso zone intensamente fratturate ;
- il deposito detritico al di sopra del substrato, anche se prevalentemente a componente limo argillosa prevalente, può avere al suo interno, specialmente nella porzione più profonda, porzioni permeabili dove può svilupparsi una modesta circolazione. A conferma di questo sono due vecchi pozzi presenti nel comparto 6- t15. Anche in alcune delle penetrometrie è stato rilevato un livello di saturazione (Tabella 2): utilizzando questi ultimi dati si è realizzata la Tavola 8 che, con curve di livello, dà un'idea del possibile andamento del livello di falda e della direzione di scorrimento sotterraneo .

Per quanto si riferisce alle acque di superficie si deve notare che l'area in esame sottende un bacino piuttosto ampio nel quale confluisce una notevole quantità di acqua piovana. Questa viene parzialmente intercettata dalla canalizzazione esistente che però non è sufficiente ad assicurare il drenaggio necessario per evitare che l'eccessiva infiltrazione peggiori le caratteristiche di stabilità e portanza del suolo.

Tabella 2 – Livelli acqua rilevati nelle penetrometrie dotate canna piezometrica ( M. Melani -Novembre 1993)

y	Y	N°	Quota falda	Falda da p.c
1616987	4810956	1	non rilevato	
1617007	4810918	2	188.7	4.10
1617060	4810929	4	186.4	2.50
1617039	4810963	5	181.9	4.00
1617082	4810978	6	178.3	2.70
1616944	4810957	8	192.5	2.00
1617132	4810983	17	178.5	2.00
1617152	4810983	18	178.8	1.70

## **5. Indicazioni per il progetto di stabilizzazione dell'area e per gli interventi di escavazione per la realizzazione delle opere di urbanizzazione e degli edifici.**

Anche se attualmente nei due comparti non sono presenti evidenze di movimenti gravitativi in atto si rendono necessari interventi per assicurare una maggiore stabilità alla zona e delle aree immediatamente circostanti.

Date le caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche dell'area in esame si rende necessario:

1. il miglioramento del reticolo di drenaggio superficiale con canali di guardia a monte dei due comparti come indicato nella Tavola 10. La canalizzazione deve essere realizzata per smaltire le acque di pioggia per l'evento con T.R. 200 anni
2. piantumazione con apparato radicale ben sviluppato nella aree ai margini del comparto 6- t15 e nella parte monte, attualmente priva di vegetazione, anche al di fuori del comparto ( zona di probabile inizio di distacco e trasporto dei detriti)
3. messa a verde con della maggior superficie possibile anche all'interno dei due comparti
4. opere di drenaggio sotterranee delle aree dove è prevista la edificazione per migliorare le caratteristiche di stabilità e portanza dei suoli
5. sia le opere di urbanizzazione che gli interventi edificatori dovranno essere progettati in modo da seguire quanto più possibile la morfologia attuale senza escavazioni eccessive che possano provocare l'innesto di movimenti gravitativi
6. le scarpate non dovranno superare di norma 2m di altezza e dovranno essere eseguite opere di sostegno, con drenaggio a tergo, dimensionate per sostenere la spinta dei terreni interessati e fondate su terreni con provate caratteristiche di sufficiente stabilità e portanza
7. per ogni intervento, viste le scadenti caratteristiche delle formazioni affioranti, specialmente nella parte pianeggiante del comparto 6-t5 , dovranno essere considerate le caratteristiche dei suoli con prove geotecniche - geofisiche applicabili ai litotipi prevedibili e messe in opera fondazioni adeguate a superare le eventuali criticità riscontrate.

## **6. Conclusioni**

L'analisi degli elementi di geologia di superficie, congiuntamente a quella dei dati raccolti in precedenti studi sull'area in esame, consente di confermare la fattibilità condizionata delle previsioni urbanistiche per i comparti 6-t15 e 6t25.

Le indicazioni date nel paragrafo 5 dovranno far parte delle prescrizioni per il rilascio dei permessi a costruire e dovranno essere inserite nelle schede norma degli interventi 6t15 e 6-t25.

Gli interventi previsti per il miglioramento della stabilità dell'area e per la prevenzione di eventuali fenomeni di dissesto dovranno far parte, per ciascun comparto, di un programma di azioni comune ed unitario da concordare tra i soggetti interessati e realizzati preventivamente seguendo la normativa P.A.I. (Art.14).

Gli interventi di canalizzazione delle acque superficiali e di piantumazione, previsti anche al di fuori dei due comparti, potranno conferire una maggior stabilità a tutta l'area interessata dalla fenomenologia quiescente messa in rilievo nella carta geomorfologica, ivi compreso l'edificato e la viabilità esistente.

ALLEGATO 1

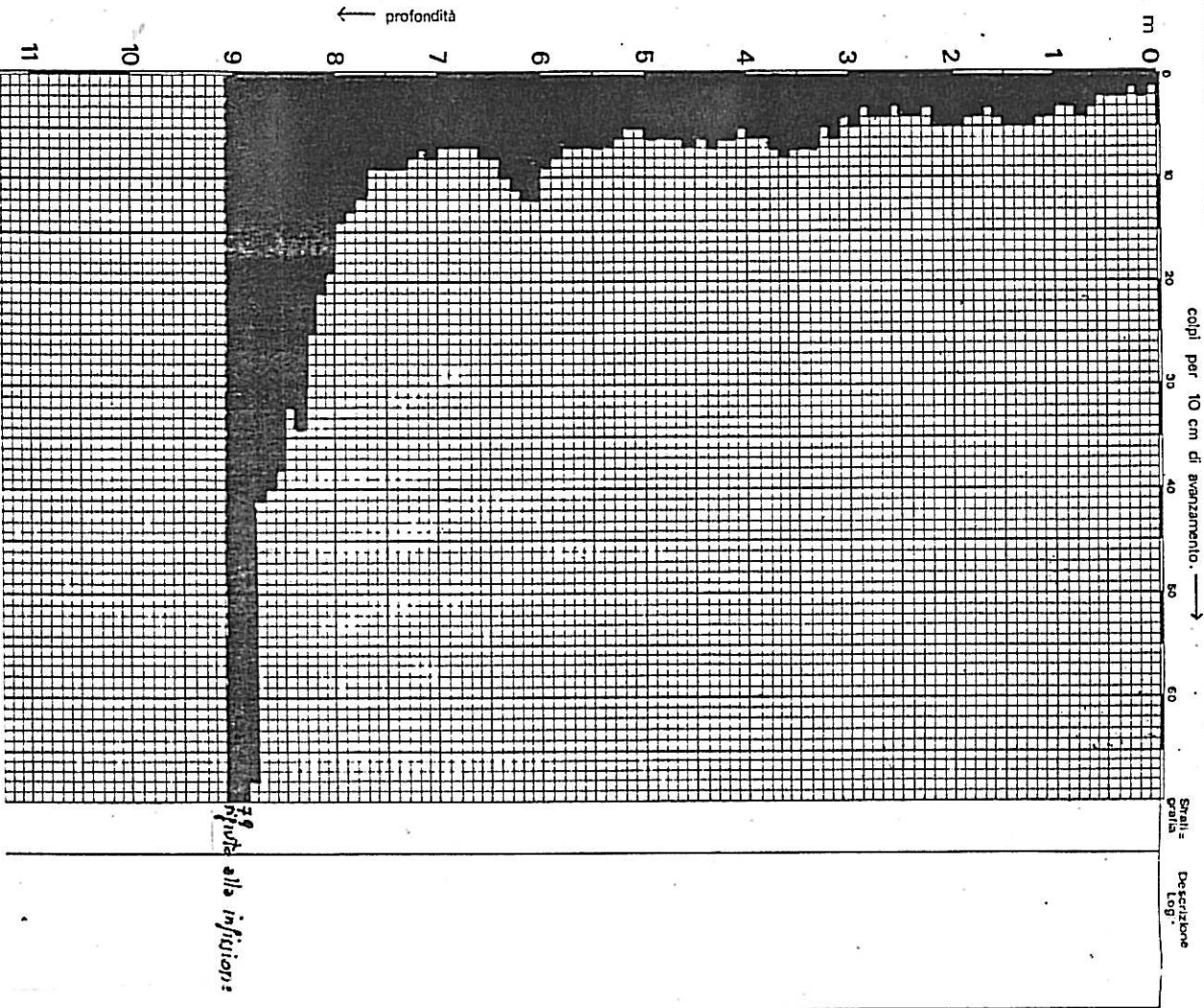
PENETROMETRIE DINAMICHE LEGGERE

(M. MELANI 1993)

committente capitano - Gariboldi della N. da  
 località 16-11-83  
 data P. S. Falda  
 quota essente

Penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 3,0 kg  
 altezza di caduta del maglio : 720 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

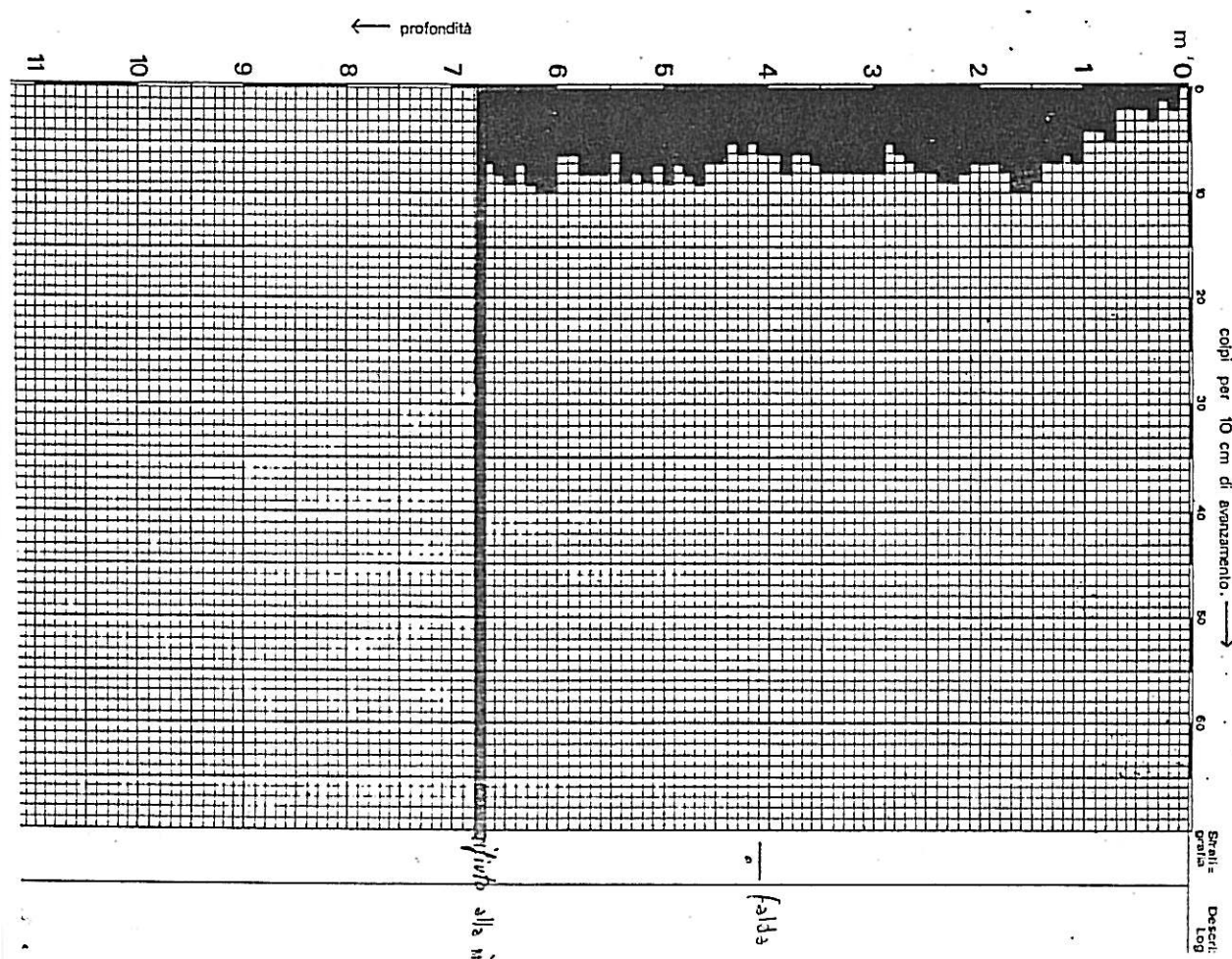
PENETROMETRIA N° 1



committente capitano - Gariboldi della N. da  
 località 16-11-83  
 data P. S. Falda  
 quota 4,40 m P. S.

Penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 3,0 kg  
 altezza di caduta del maglio : 2,0 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

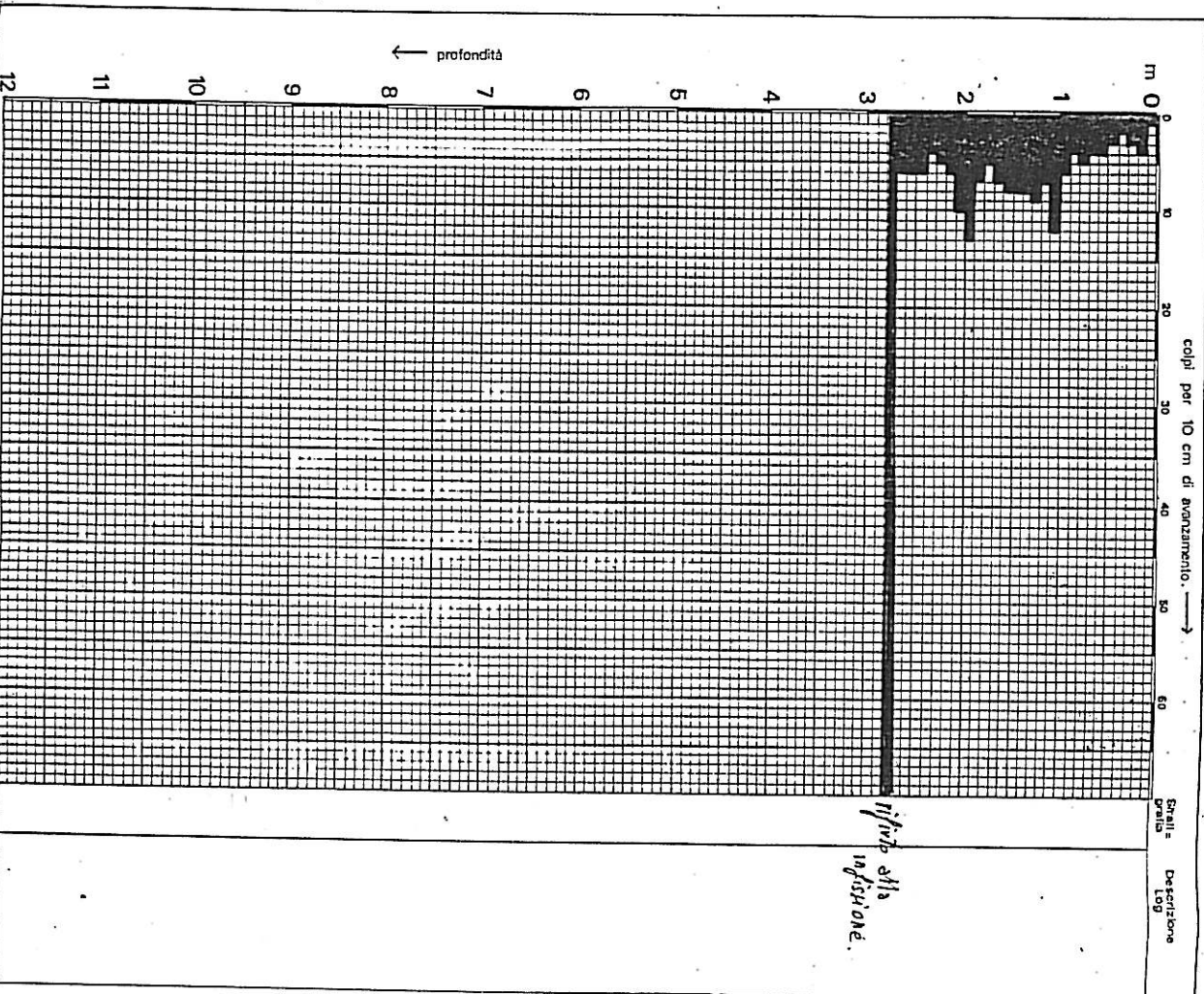
PENETROMETRIA N° 2



commentante IL CARPACCIO - GASTRINOVIC ALLA H. D. D.  
 località 16-11-83  
 data P.S. - faldia  
 quota P.S. - faldia

penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non flessile : 20 mm

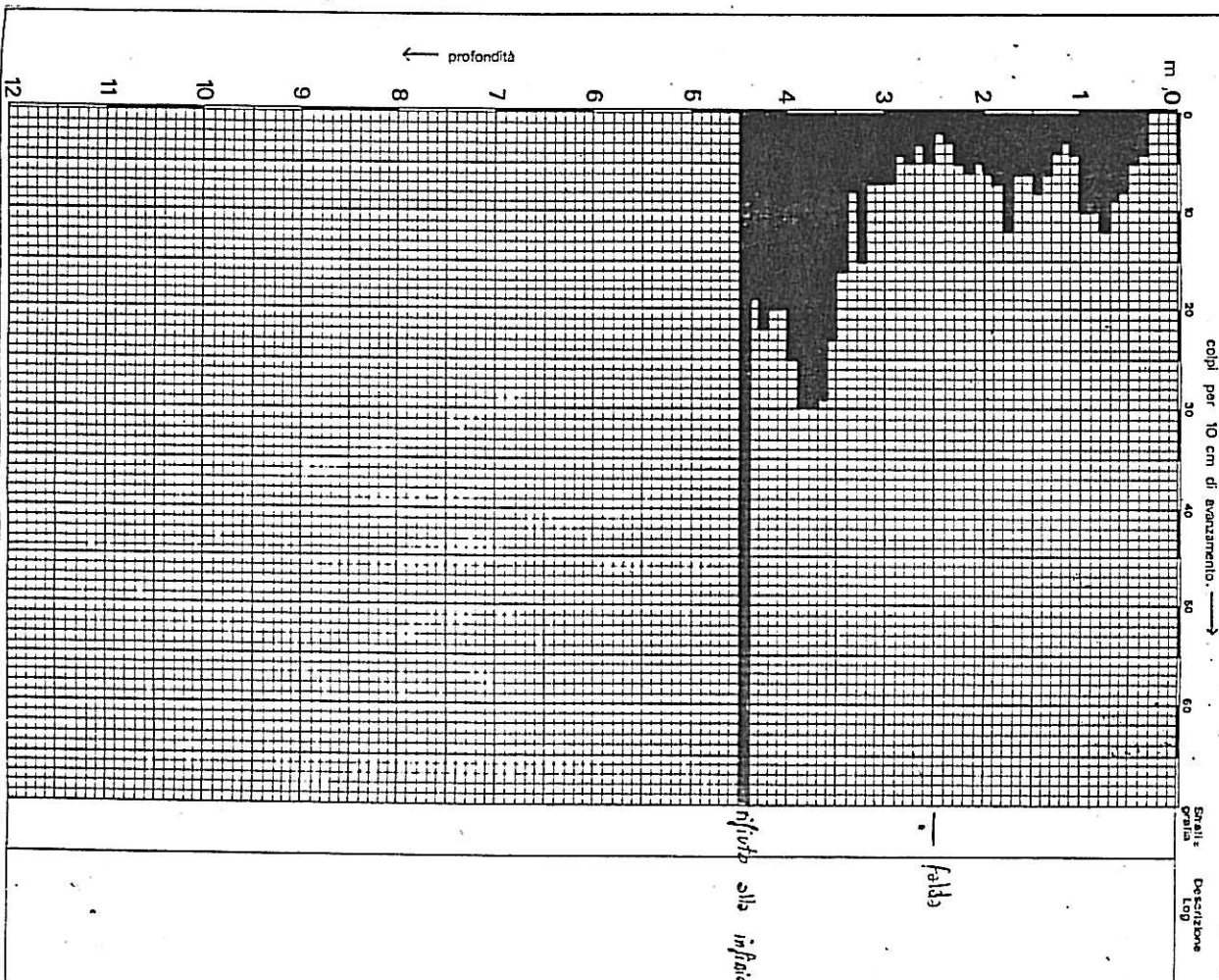
PENETROMETRIA N° 3



commentante IL CARPACCIO - GASTRINOVIC ALLA H. D. D.  
 località 16-11-83  
 data P.S. - faldia  
 quota P.S. - faldia

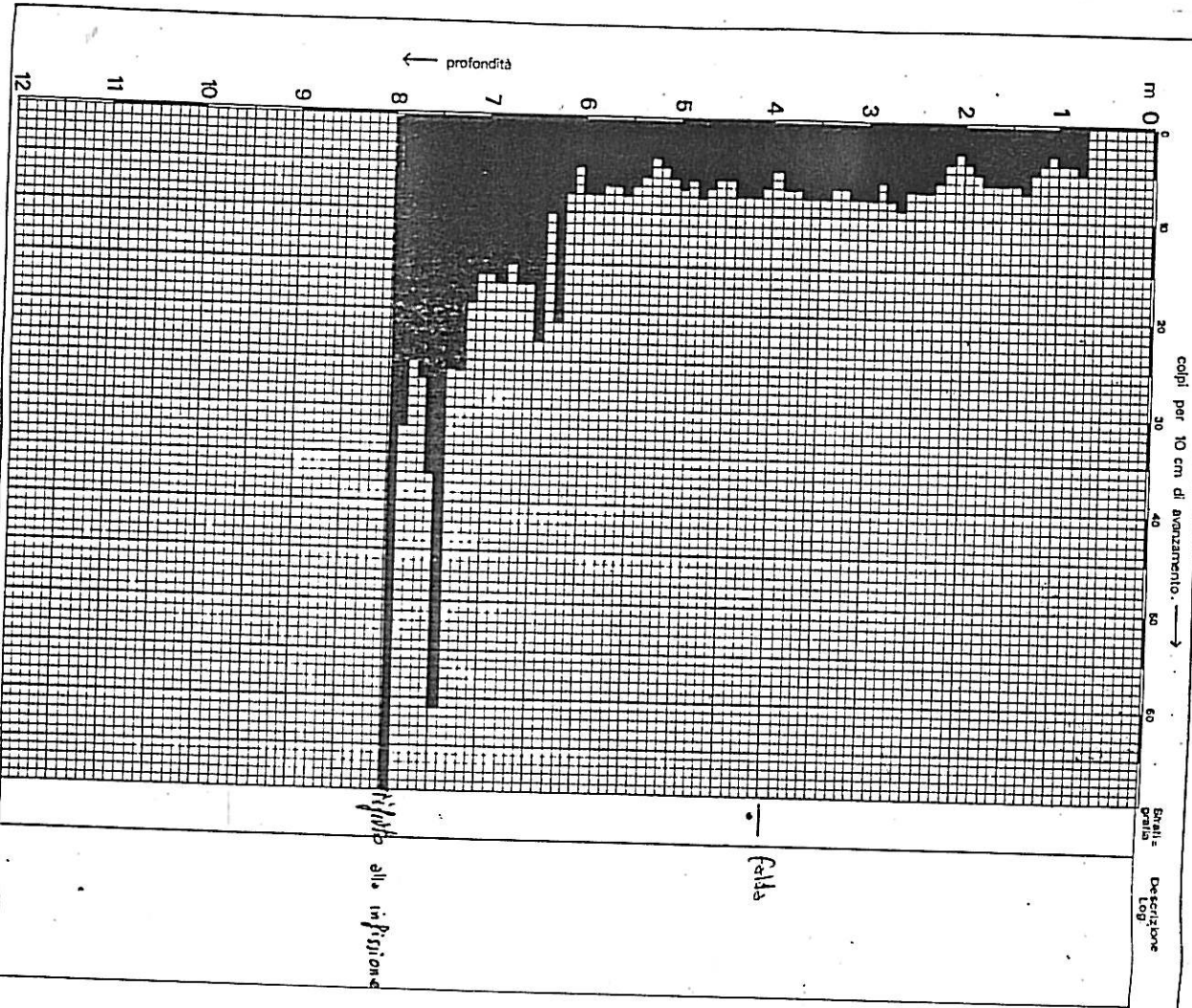
penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non flessile : 20 mm

PENETROMETRIA N° 4



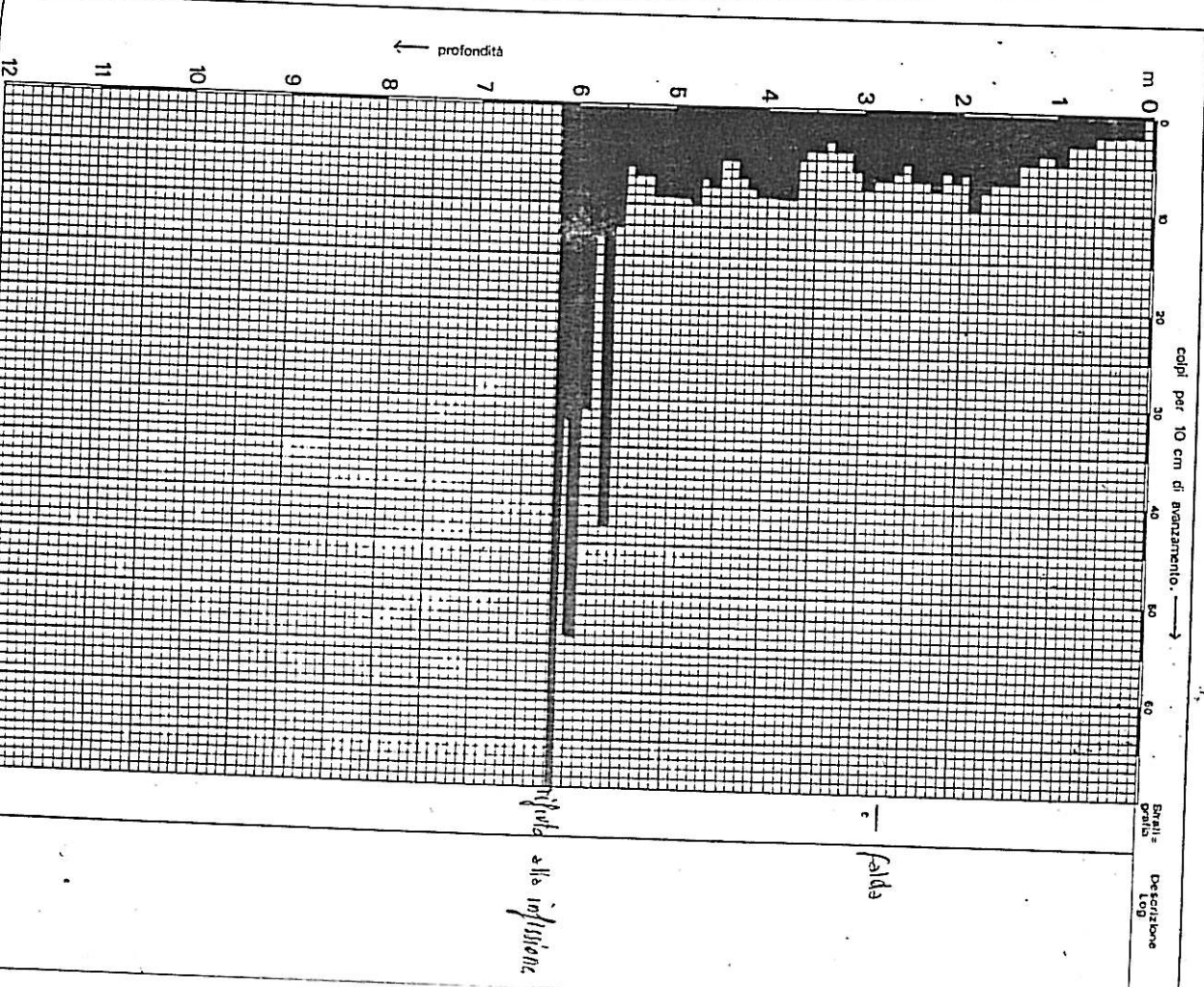
committente IL CAMPICIO - FESILINCOVA ALLA H. d. d.  
 località 76-11-93  
 data FALCIDE  
 quota 4.00 m p.c.  
**PENETROMETRIA N° 5**

penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 120 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro asta piena non flessibile : 20 mm



committente IL CAMPICIO - FESILINCOVA ALLA H. d. d.  
 località 76-11-93  
 data FALCIDE  
 quota 2.70 m p.c.  
**PENETROMETRIA N° 6**

penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 120 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro asta piena non flessibile : 20 mm

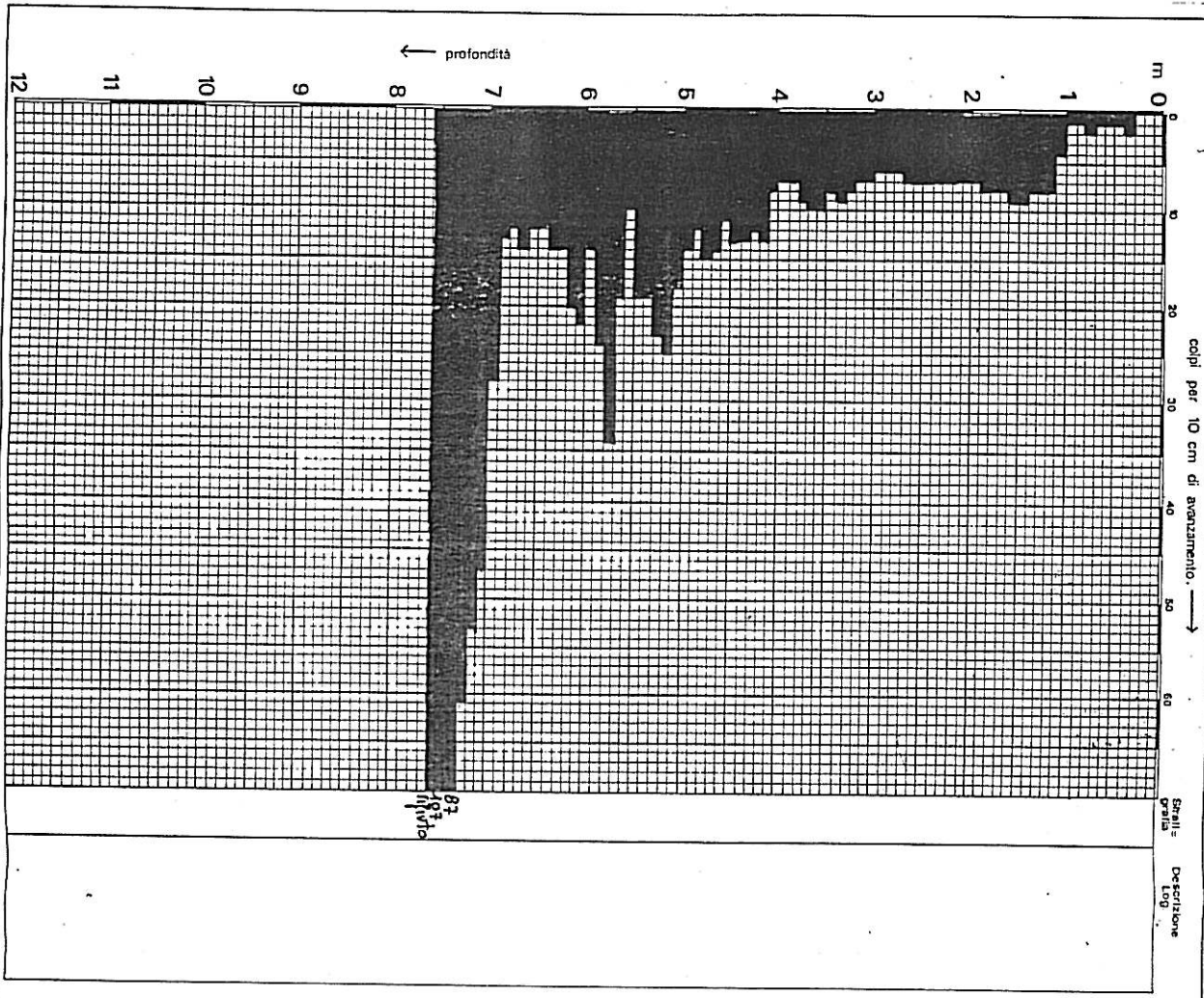




committente IL CIMENTO - SIBIRIAVO ALLA H.D.A.  
 località 16-11-93  
 data 16-11-93  
 quota P. c. Alda essate

penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

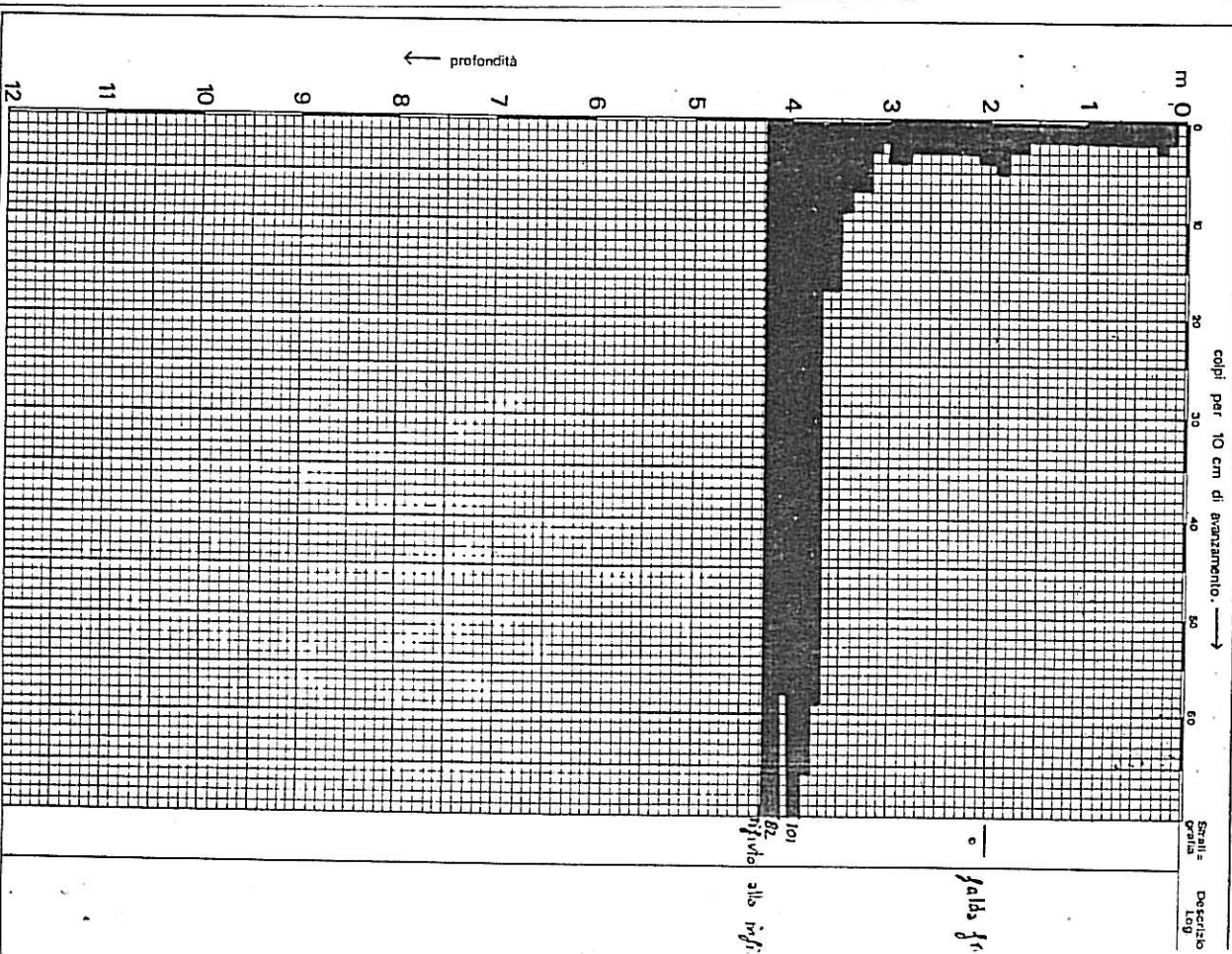
PENETROMETRIA N° 7



committente IL CIMENTO - DIBENKOV H.D.V.  
 località 15-12-93  
 data 15-12-93  
 quota P. c. Alda - 2.02 m P. c.

penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

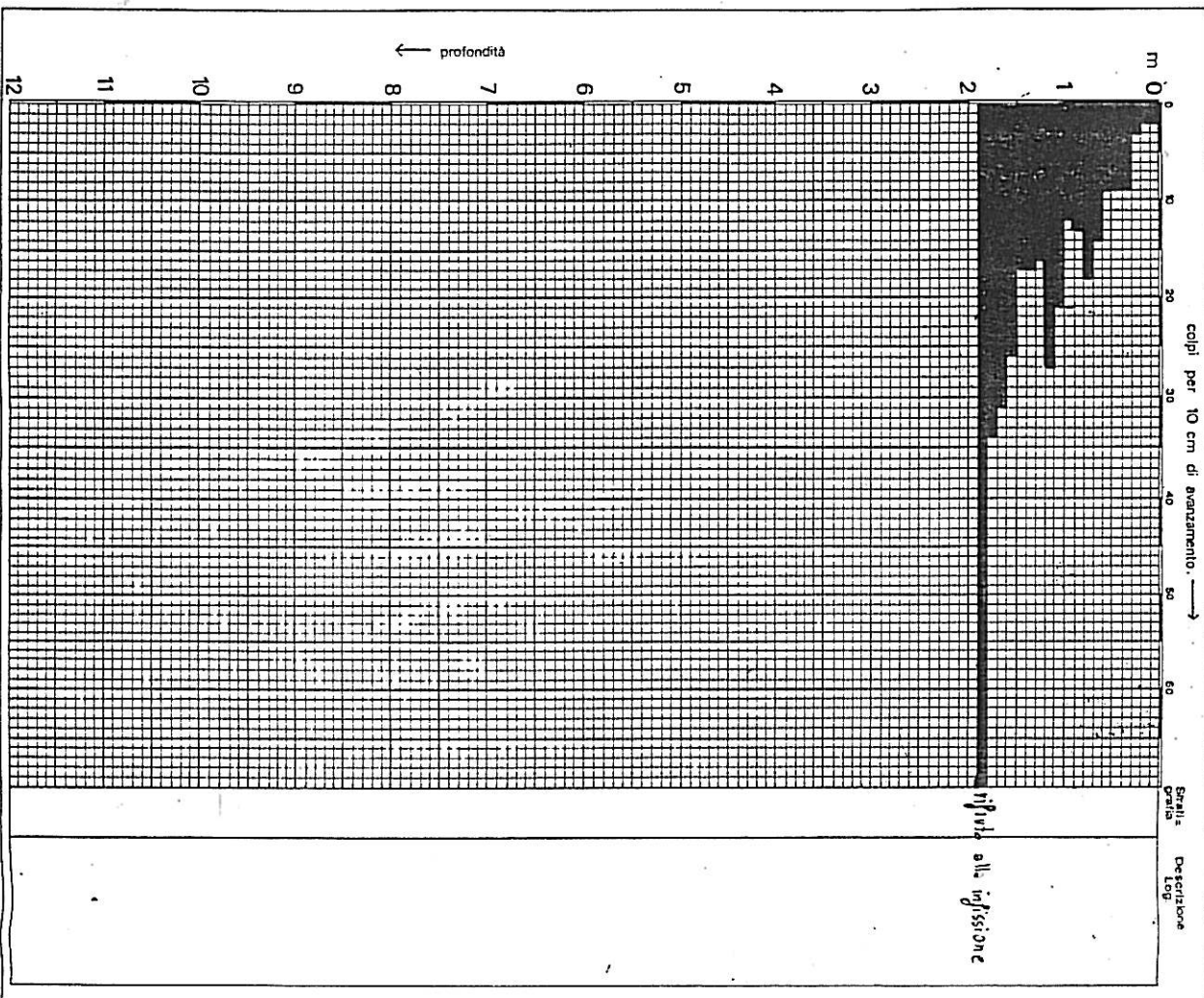
PENETROMETRIA N° 8



committente IL CARPACCIO - CAPELUCCIO n. DA  
 località 15-12-93  
 data faldia  
 quota essente

penetrometro dinamico leggero  
 peso del martello : 30 kg  
 altezza di caduta del martello : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

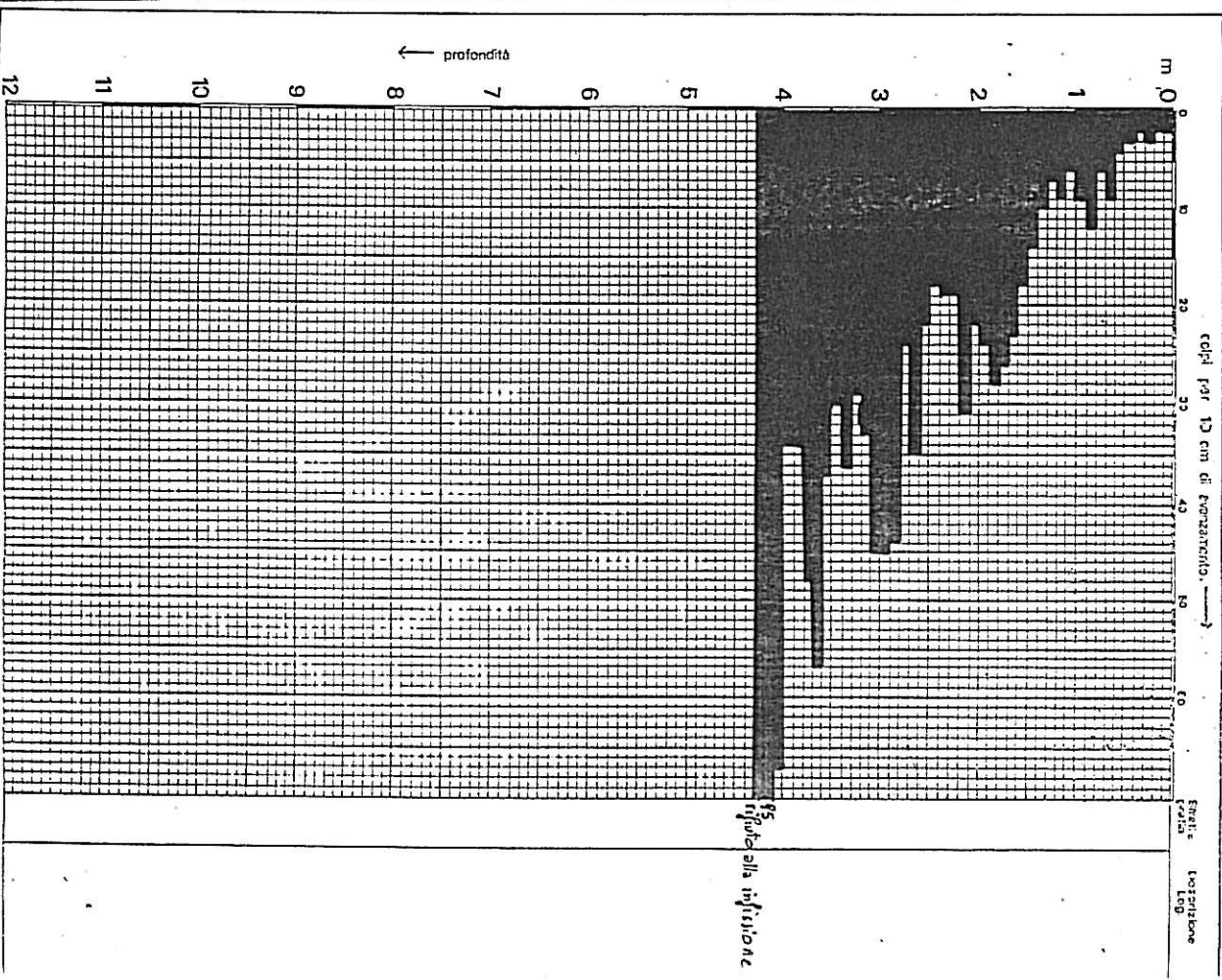
PENETROMETRIA N° 9



committente IL CARPACCIO - ALLEGRIANO n. DA  
 località 15-12-93  
 data faldia  
 quota essente

penetrometro dinamico leggero  
 peso del martello : 30 kg  
 altezza di caduta del martello : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

PENETROMETRIA N° 10

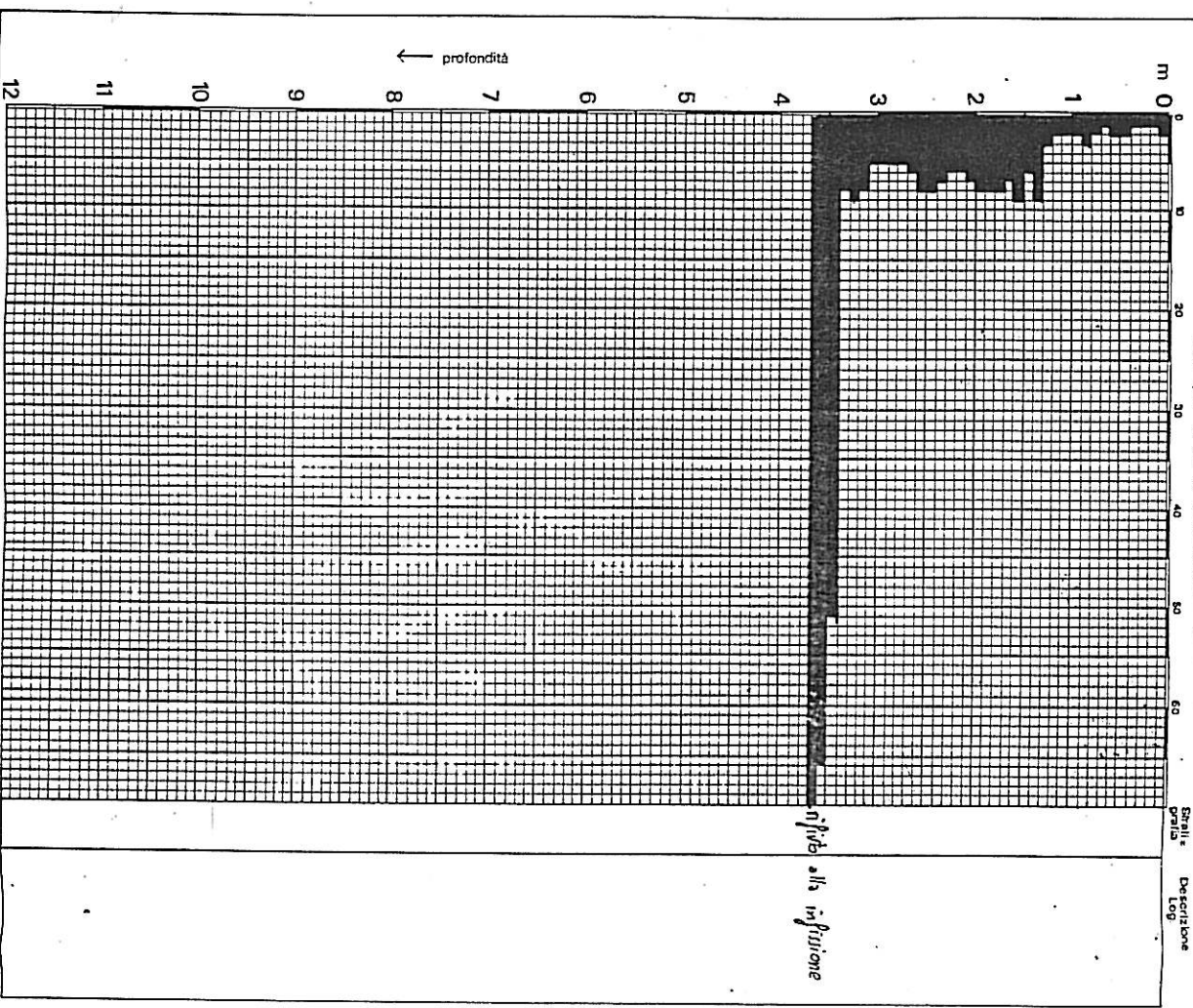


committente IL CARMINO - CUSTAZZANO H. O.A.  
 località 15-12-93  
 data 15-12-93  
 quota P.C. - Falda - Assente

Penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm<sup>2</sup>  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

PENETROMETRIA N° 11

colpi per 10 cm di avanzamento. →

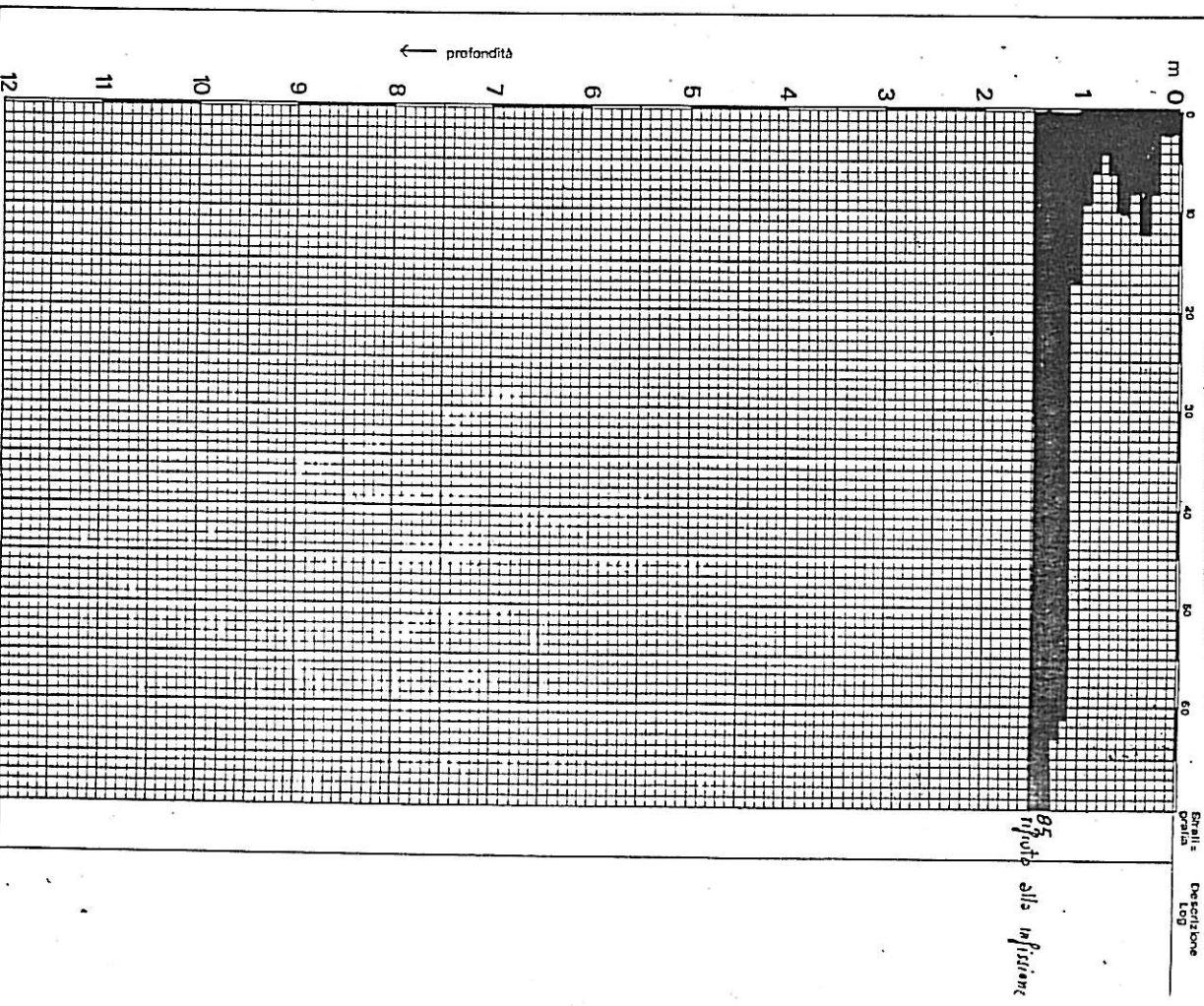


committente IL TAMPAIO - CUSTAZZANO H. O.A.  
 località 15-12-93  
 data 15-12-93  
 quota P.C. - Falda - Assente

Penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 sezione punta conica : 10 cm<sup>2</sup>  
 diametro aste piene non rivestite : 20 mm

PENETROMETRIA N° 12

colpi per 10 cm di avanzamento. →



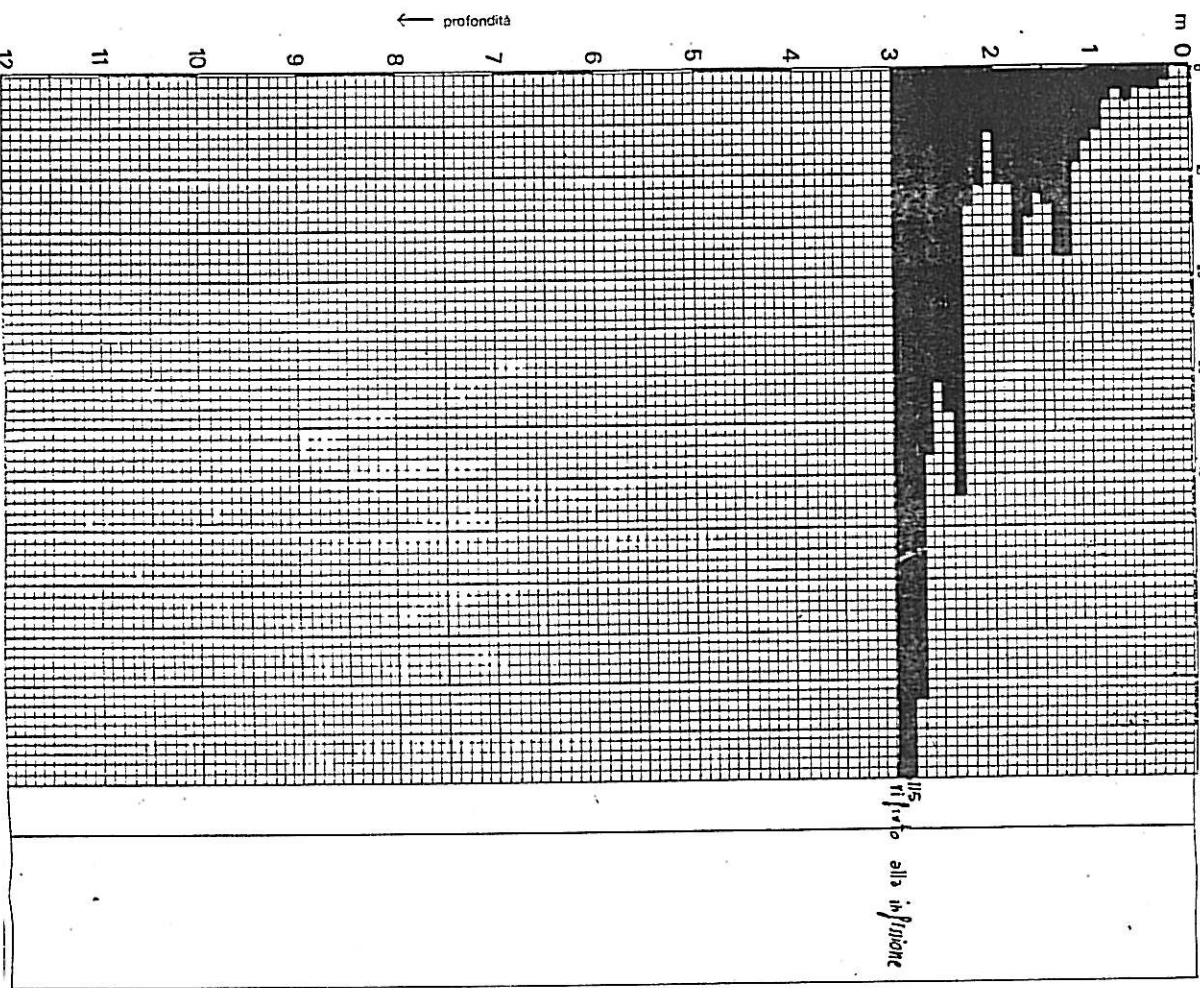
committente IL CARPACCIO - ALFREDINO H. DI  
 località 45-12-93  
 data 15-12-93  
 quota p.s. falda assente

penetrometro dinamico leggero  
 peso del martello : 30 kg  
 altezza di caduta del martello : 110 cm  
 spessore punta conica : 10 cm  
 diametro asta piena non fissile : 20 mm

PENETROMETRIA N° 43

colpi per 10 cm di avanzamento. →

Spilli:  
 scala  
 Descrizione  
 Leg.



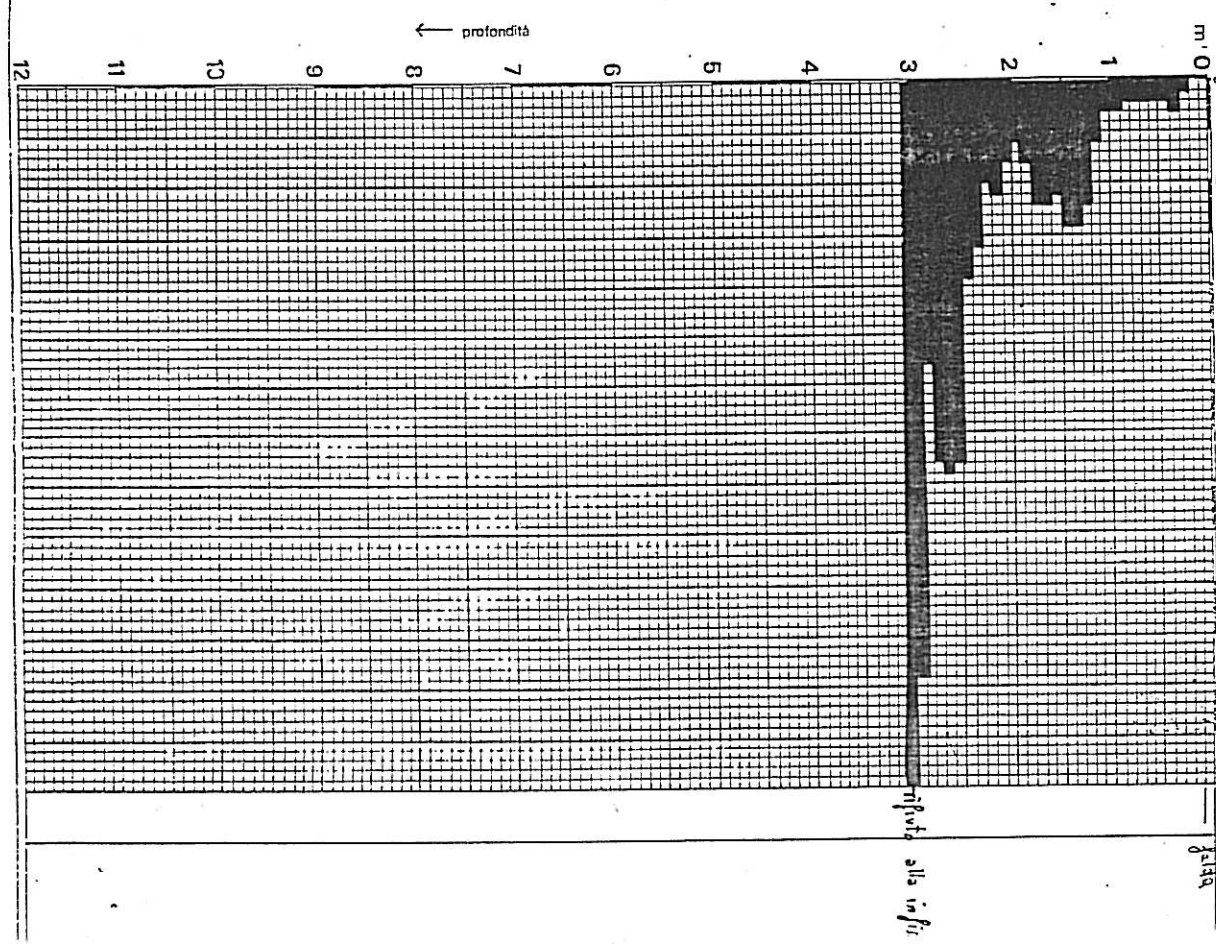
committente IL CARPACCIO - CASTELNUOVO H. DI  
 località 45-12-93  
 data 15-12-93  
 quota p.s. falda assente

penetrometro dinamico leggero  
 peso del martello : 30 kg  
 altezza di caduta del martello : 110 cm  
 spessore punta conica : 10 cm  
 diametro asta piena non fissile : 20 mm

PENETROMETRIA N° 44

colpi per 10 cm di avanzamento. →

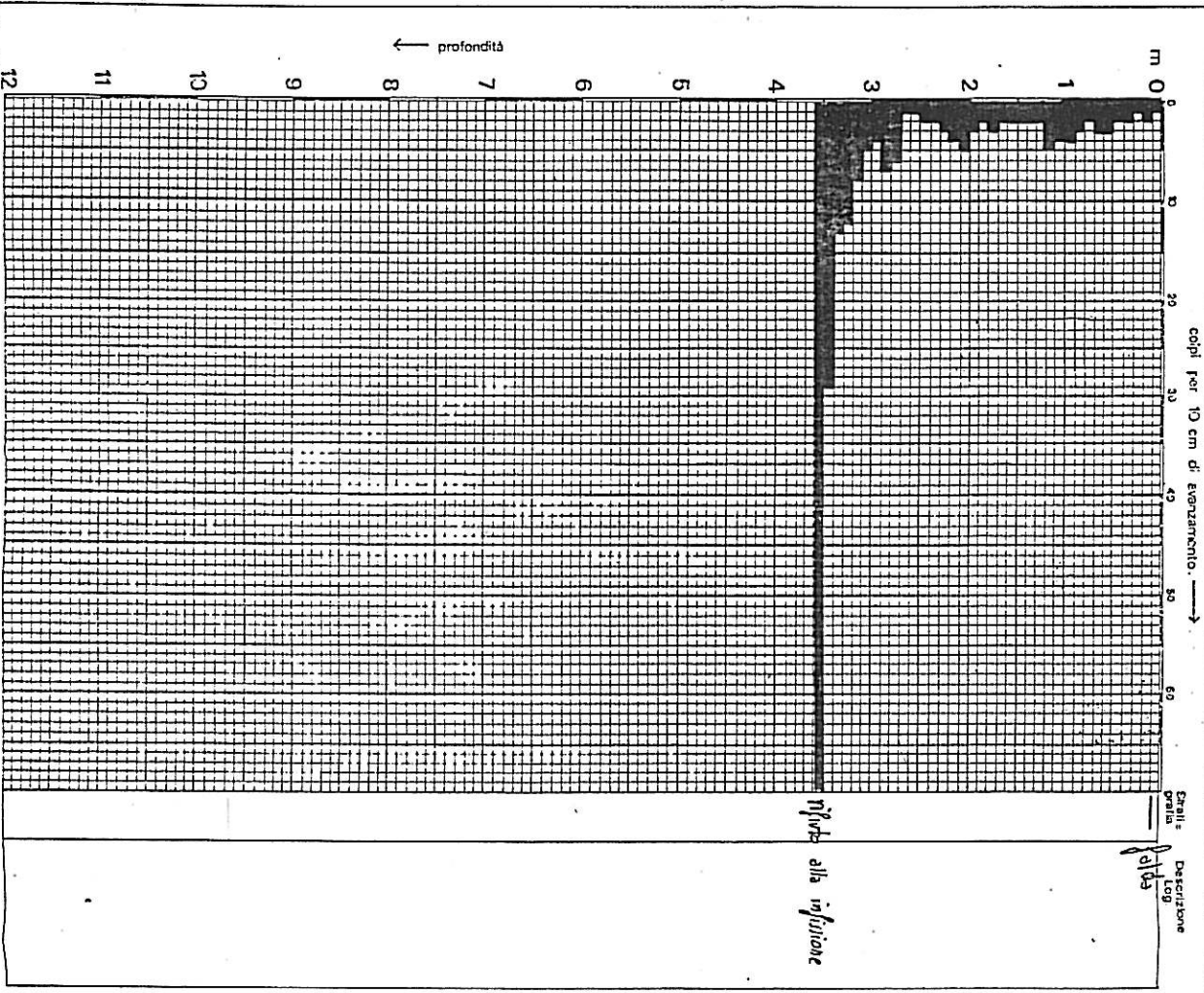
Spilli:  
 scala  
 Descrizione  
 Leg.



committente Il Genrale - ALENKOV N. DIA.  
 località 45-12-93  
 data 1951  
 quota P.C. falda art. 100 m. l.p.c.

Penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 estero punta conica : 10 cm  
 diametro este pieno non flessibile : 20 mm

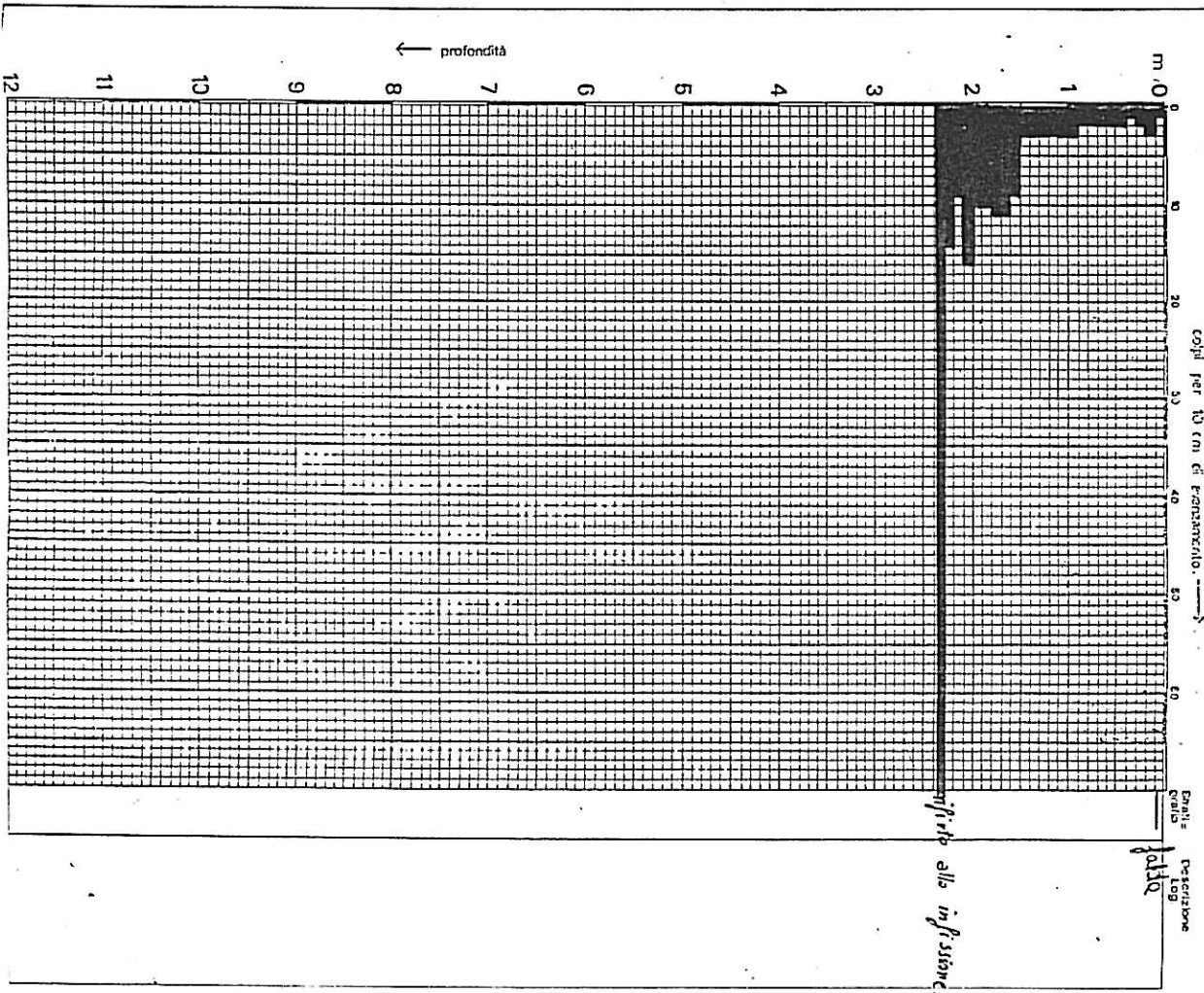
PENETROMETRIA N° 15



committente Il Genrale - ALENKOV N. DIA.  
 località 45-12-93  
 data 1951  
 quota P.C. falda art. 100 m. l.p.c.

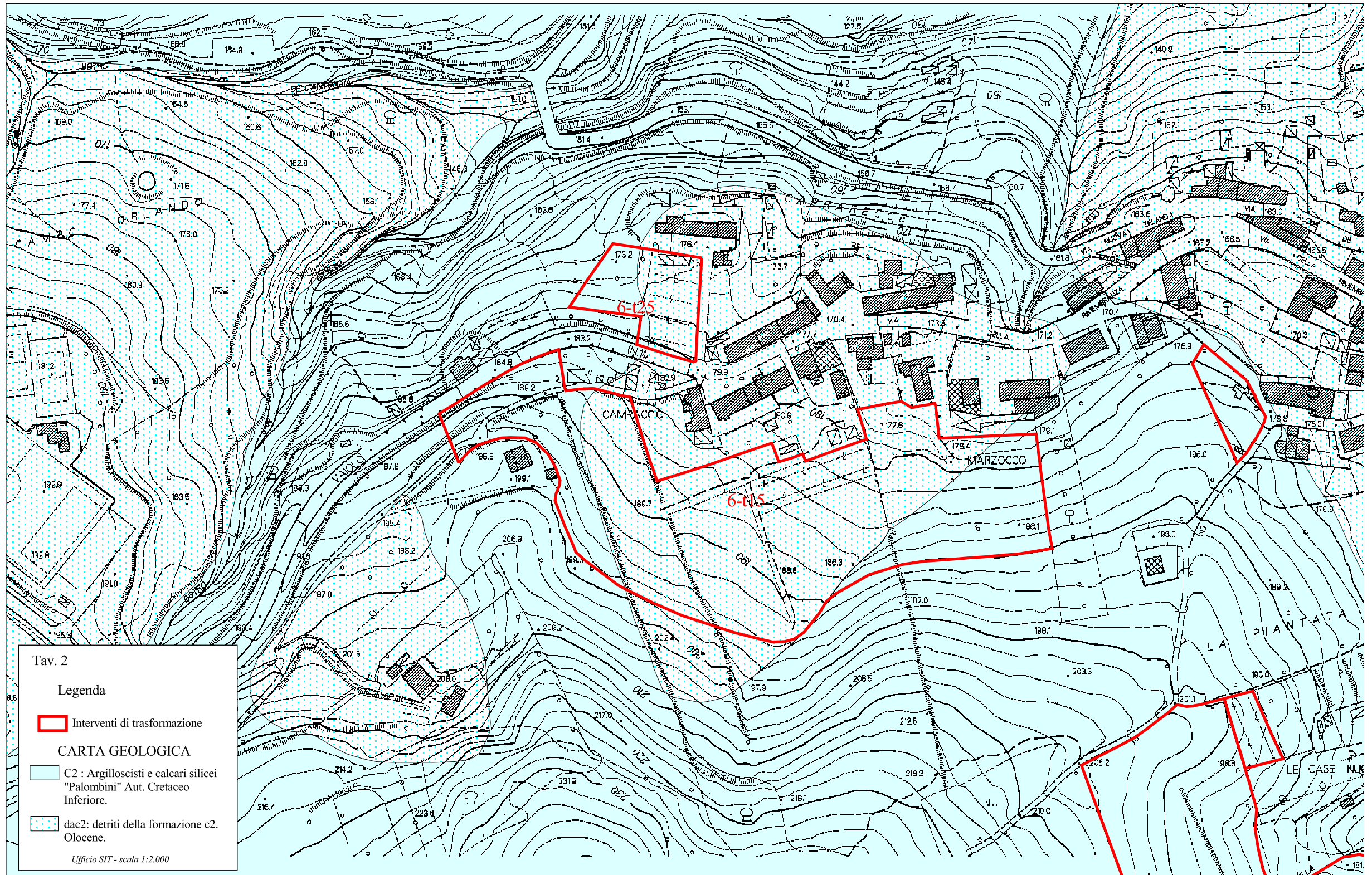
Penetrometro dinamico leggero  
 peso del maglio : 30 kg  
 altezza di caduta del maglio : 20 cm  
 estero punta conica : 10 cm  
 diametro este pieno non flessibile : 20 mm

PENETROMETRIA N° 16

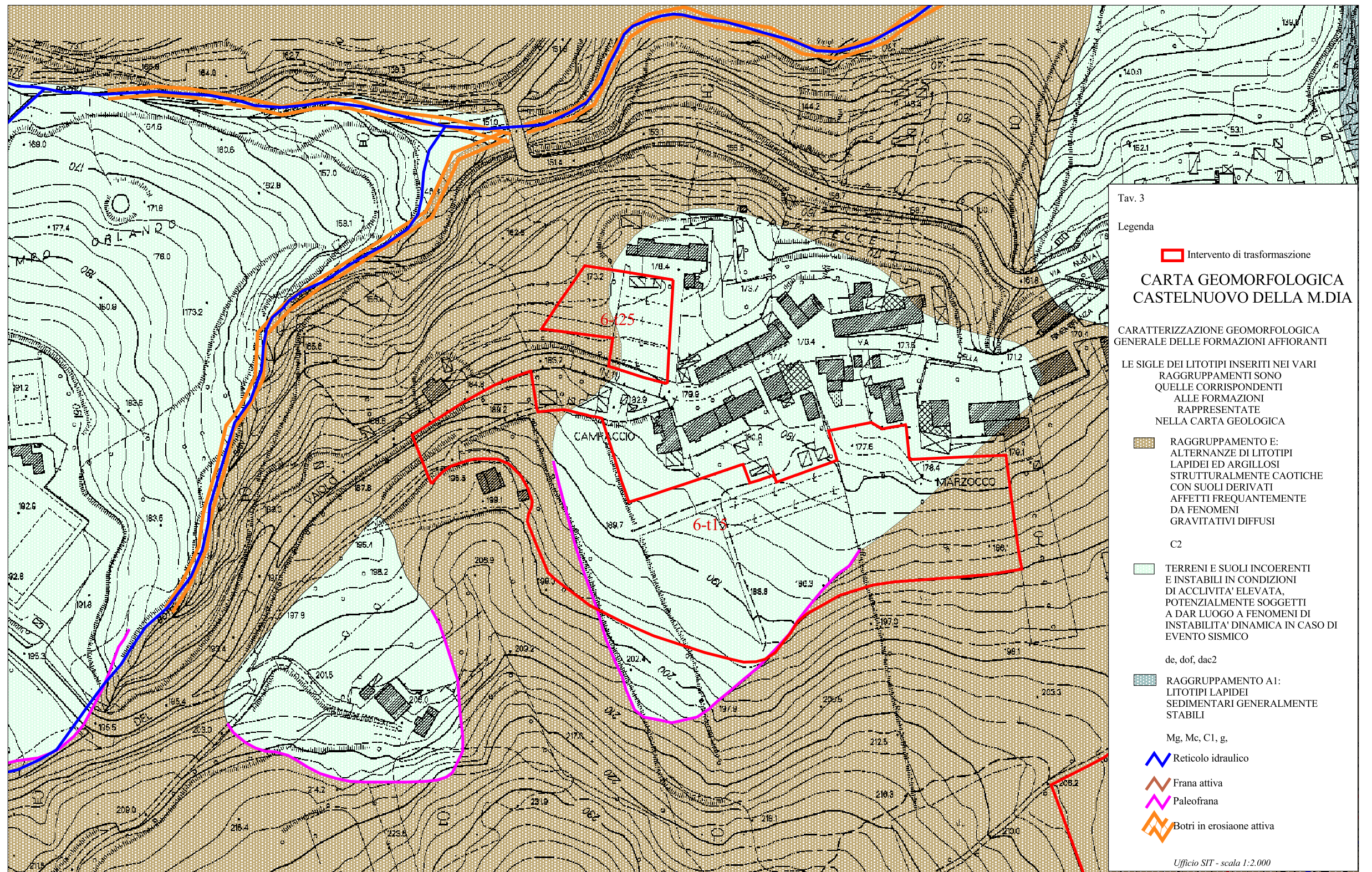


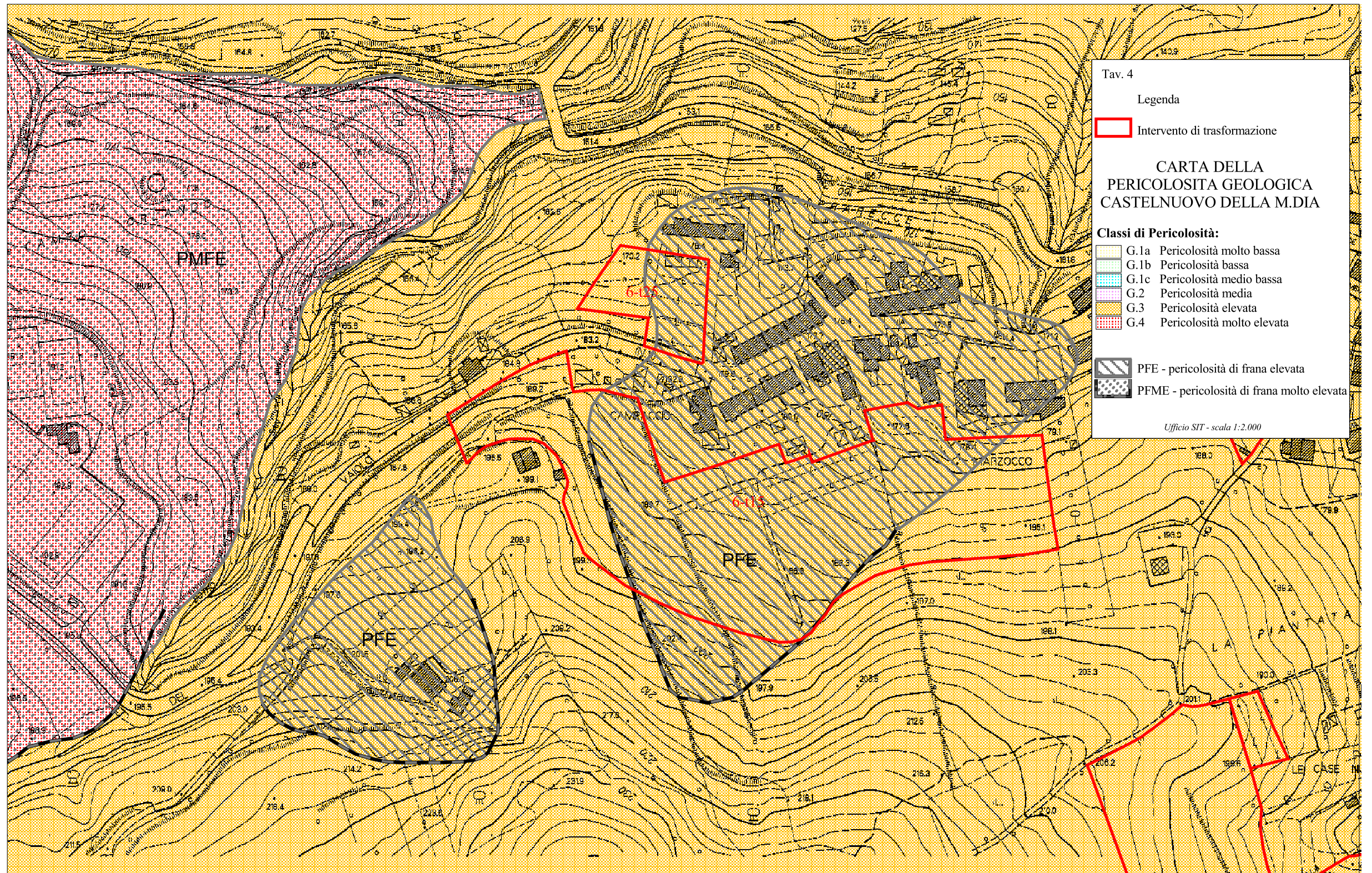






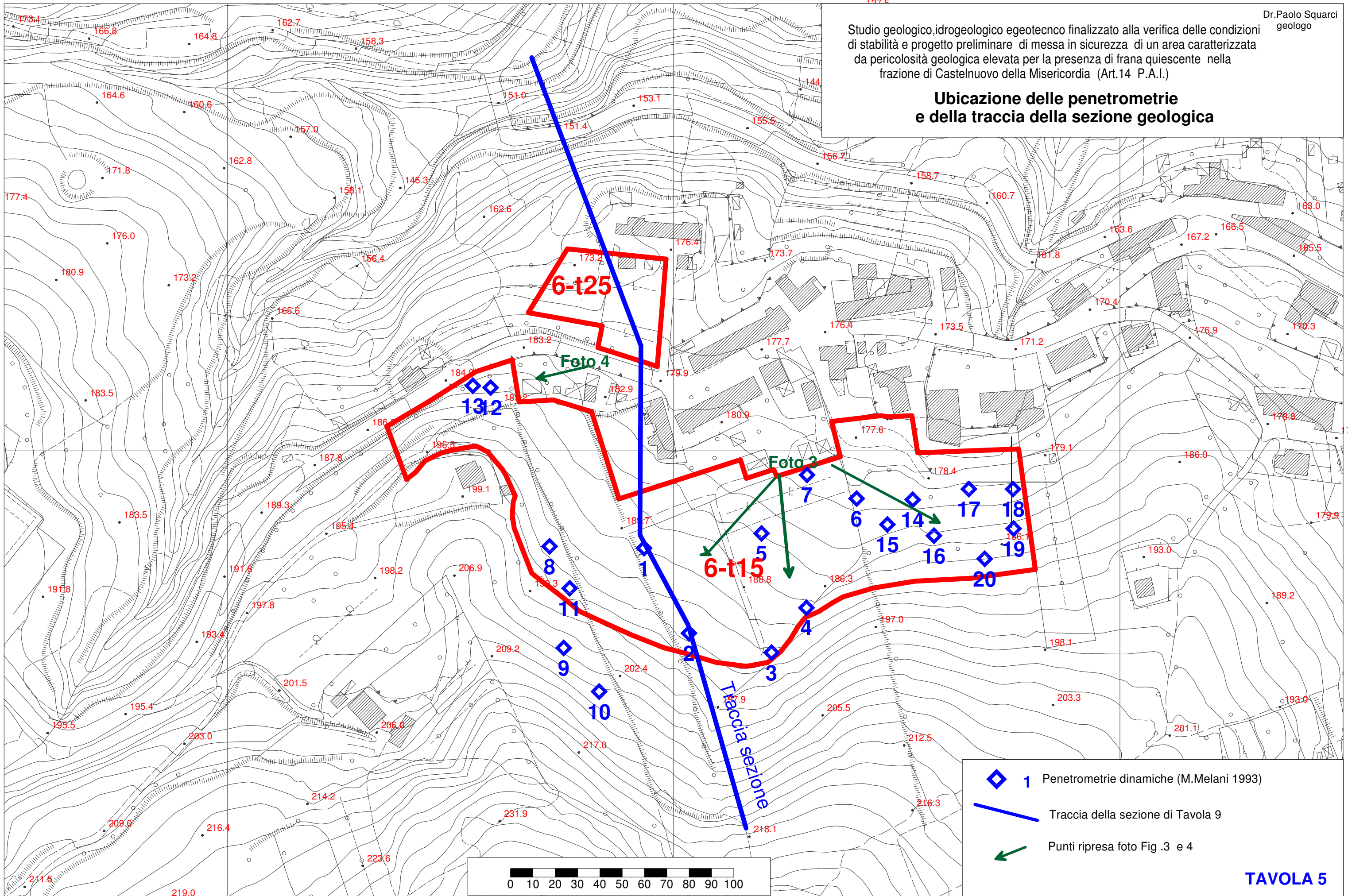






Studio geologico, idrogeologico e geotecnico finalizzato alla verifica delle condizioni di stabilità e progetto preliminare di messa in sicurezza di un'area caratterizzata da pericolosità geologica elevata per la presenza di frana quiescente nella frazione di Castelnuovo della Misericordia (Art. 14 P.A.I.)

### Ubicazione delle penetrometrie e della traccia della sezione geologica

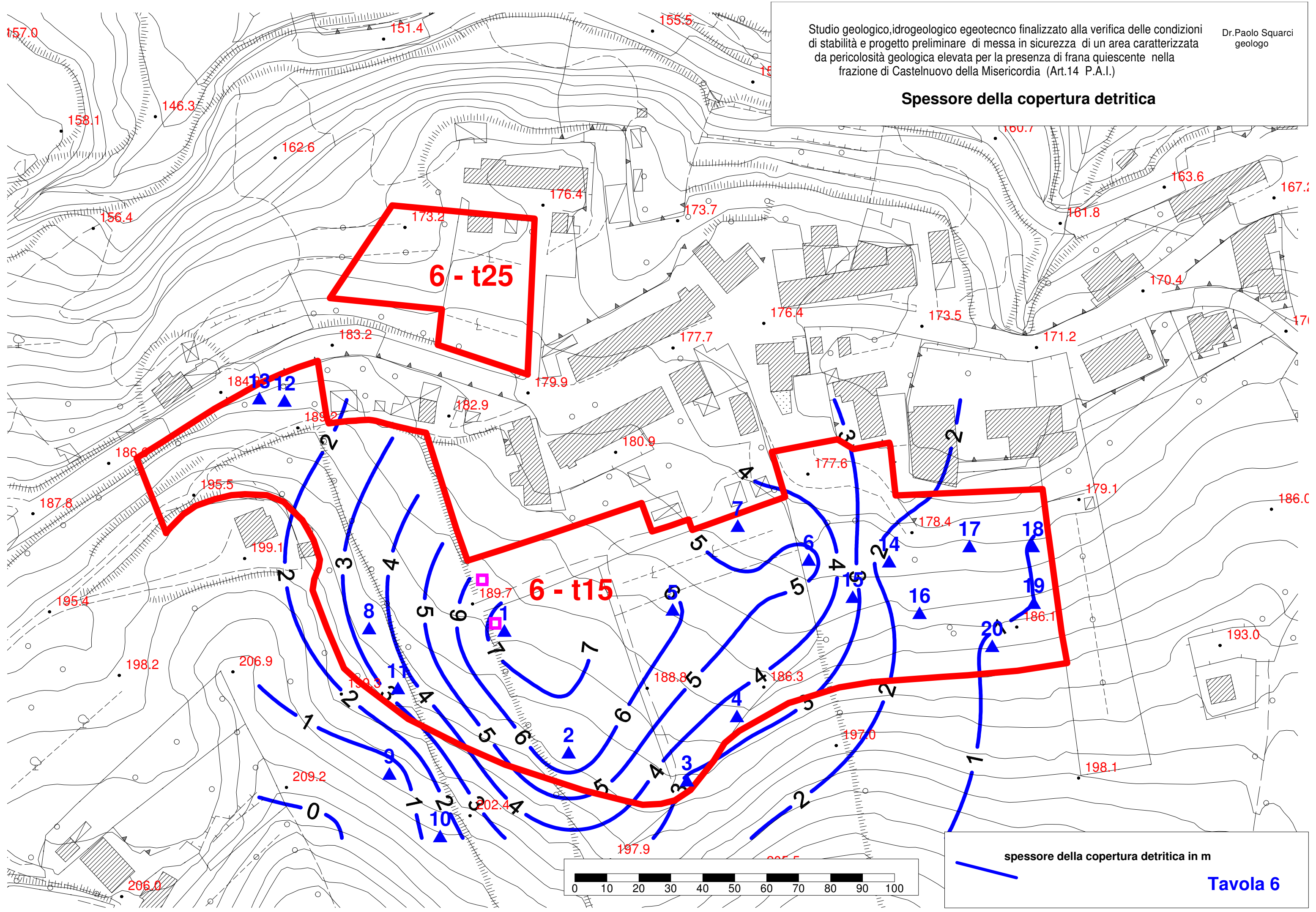


- 1 Penetrometrie dinamiche (M.Melani 1993)
  - Traccia della sezione di Tavola 9
  - Punti ripresa foto Fig .3 e 4
- TAVOLA 5**

Studio geologico, idrogeologico e geotecnico finalizzato alla verifica delle condizioni di stabilità e progetto preliminare di messa in sicurezza di un'area caratterizzata da pericolosità geologica elevata per la presenza di frana quiescente nella frazione di Castelnuovo della Misericordia (Art.14 P.A.I.)

Dr. Paolo Squarci  
geologo

### Spessore della copertura detritica

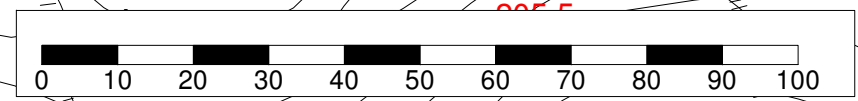
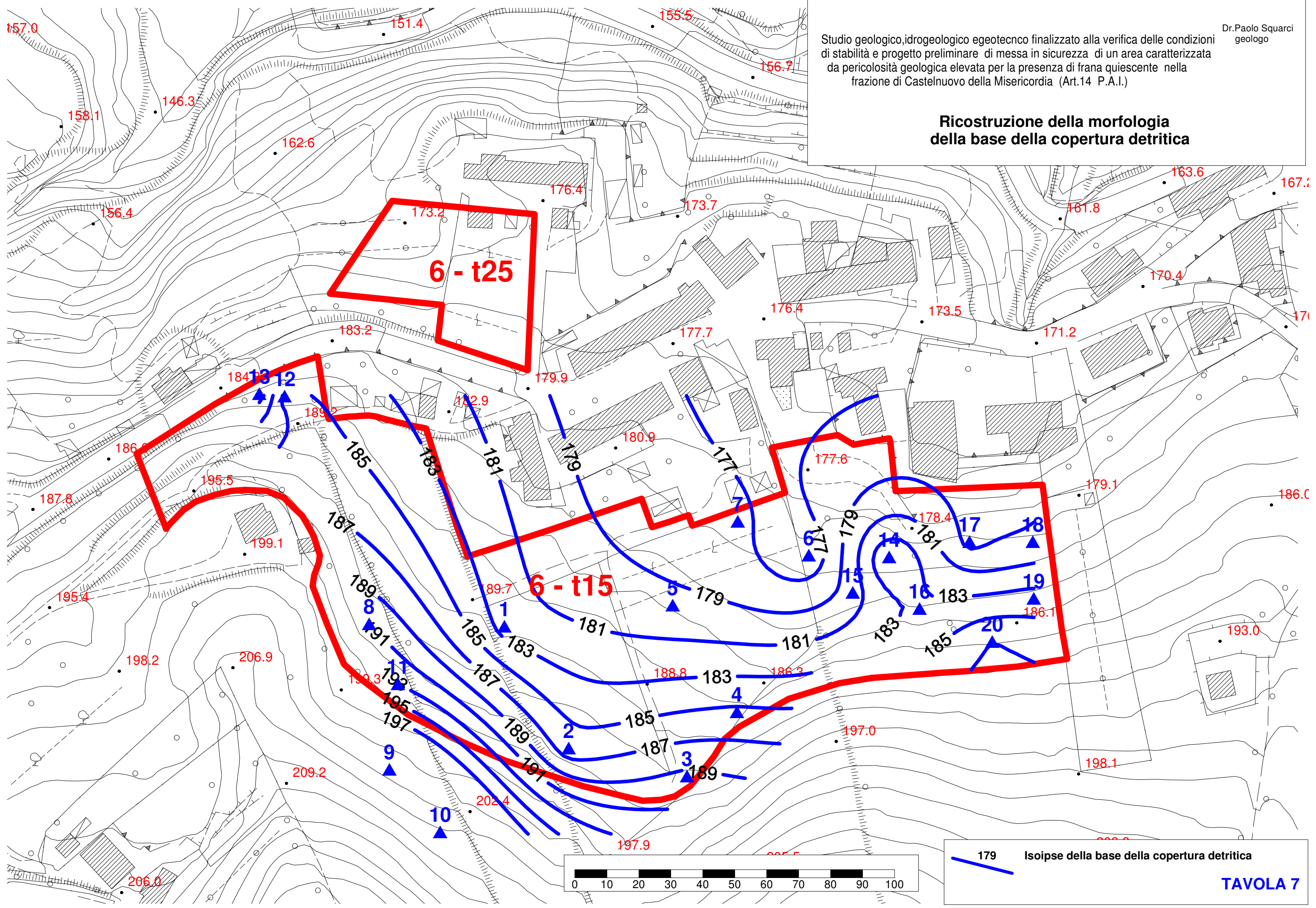


spessore della copertura detritica in m

**Tavola 6**

Studio geologico, idrogeologico e geotecnico finalizzato alla verifica delle condizioni di stabilità e progetto preliminare di messa in sicurezza di un'area caratterizzata da pericolosità geologica elevata per la presenza di frana quiescente nella frazione di Castelnuovo della Misericordia (Art. 14 P.A.I.)

### Ricostruzione della morfologia della base della copertura detritica



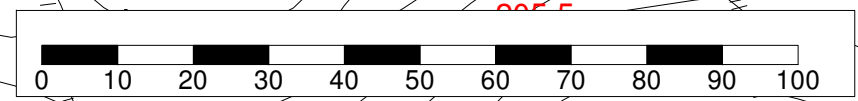
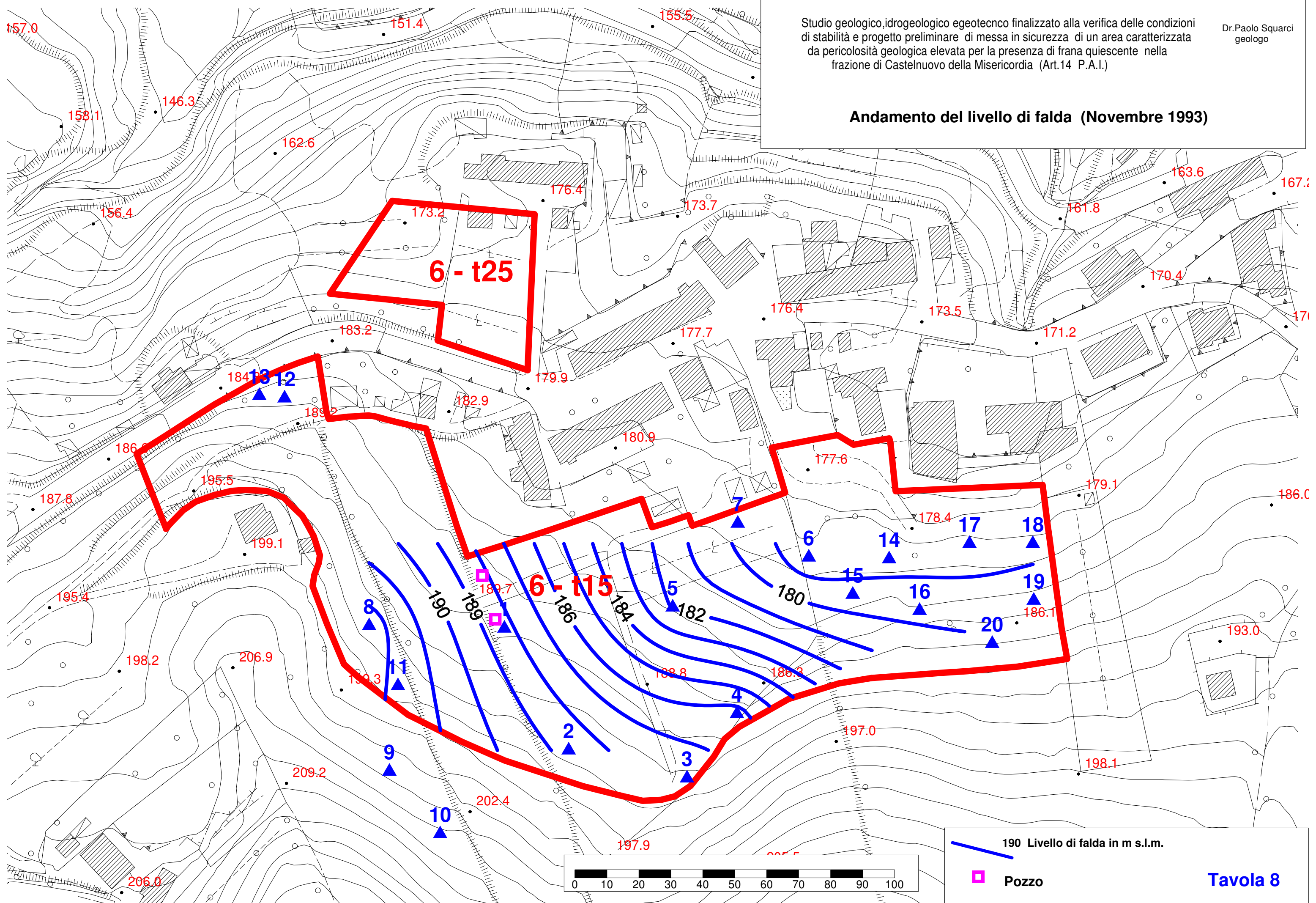
179 Isoipse della base della copertura detritica

**TAVOLA 7**

Studio geologico, idrogeologico e geotecnico finalizzato alla verifica delle condizioni di stabilità e progetto preliminare di messa in sicurezza di un'area caratterizzata da pericolosità geologica elevata per la presenza di frana quiescente nella frazione di Castelnuovo della Misericordia (Art.14 P.A.I.)

Dr. Paolo Squarci  
geologo

### Andamento del livello di falda (Novembre 1993)

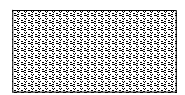
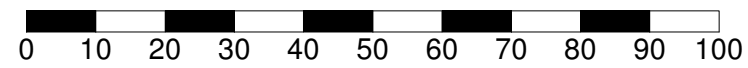
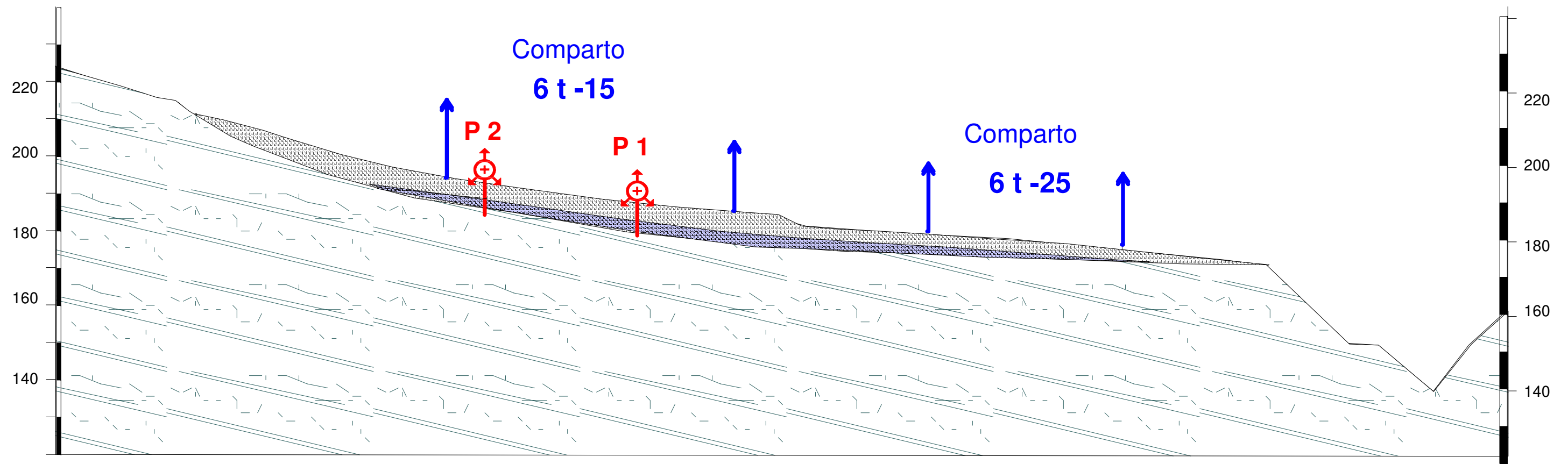


190 Livello di falda in m s.l.m.  
Pozzo  
**Tavola 8**

Dr. Paolo Squarci  
geologo

Studio geologico, idrogeologico e geotecnico finalizzato alla verifica delle condizioni di stabilità e progetto preliminare di messa in sicurezza di un'area caratterizzata da pericolosità geologica elevata per la presenza di frana quiescente nella frazione di Castelnuovo della Misericordia (Art. 14 P.A.I.)

**Sezione geologico tecnica**



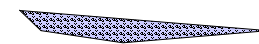
Copertura detritica argilloso - limosa generalmente coesiva



Substrato costituito dalla formazione degli argillocisti e calcari silicei (Cretaceo)



Penetrometria dinamica

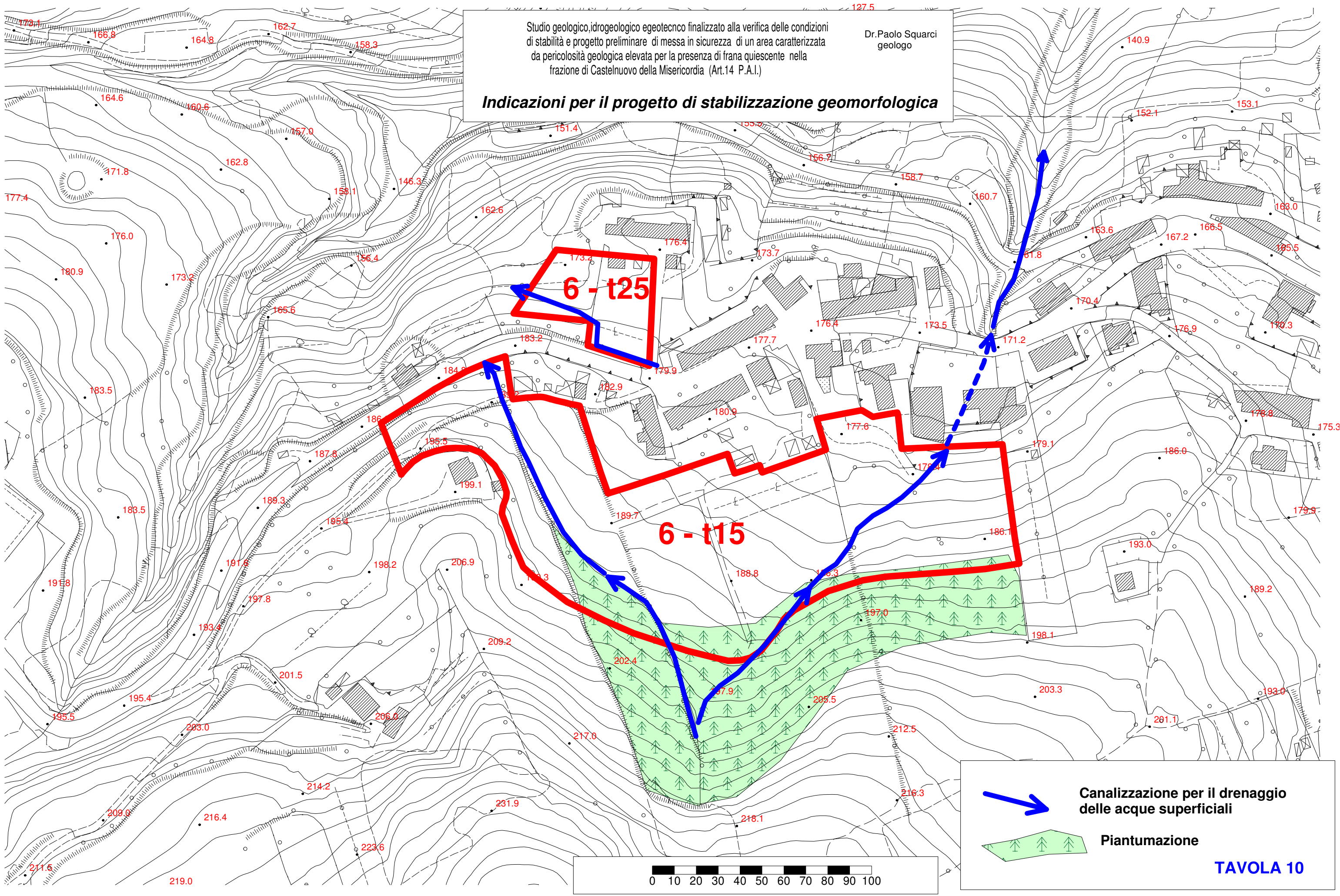



Copertura saturo

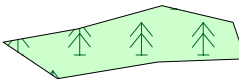
Studio geologico, idrogeologico e geotecnico finalizzato alla verifica delle condizioni di stabilità e progetto preliminare di messa in sicurezza di un'area caratterizzata da pericolosità geologica elevata per la presenza di frana quiescente nella frazione di Castelnuovo della Misericordia (Art.14 P.A.I.)

Dr. Paolo Squarci  
geologo

### Indicazioni per il progetto di stabilizzazione geomorfologica



 **Canalizzazione per il drenaggio delle acque superficiali**

 **Piantumazione**

**TAVOLA 10**