

A. AM. P. S.

Azienda Ambientale di Pubblico Servizio
S.p.A.

Via G. Bandi, 15 – 57121 – LIVORNO

DISCARICA DI VALLIN DELL'AQUILA

**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE
E DI BONIFICA ai sensi del D.M. 471/99
RIELABORATO ED AGGIORNATO
ai sensi del D.Lgs. 152/06 PARTE QUARTA TITOLO V**

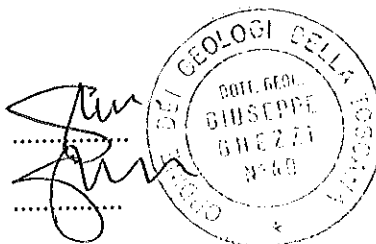
INTERVENTI DI BONIFICA LOTTO 1

PROGETTO ESECUTIVO DIAFRAMMI STRALCIO 1 VALLIN DELL'AQUILA – TRATTO H-R 1 - RELAZIONE GEOLOGICA

Novembre 2010

Emesso da: Dr. Giuseppe Ghezzi

Rivisto da: Dr. Giuseppe Ghezzi



INDICE

	Pagina
1. - PREMESSA	4
2. - QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO	5
3. - QUADRO IDROGEOLOGICO	8
3.1. - Il modello idrogeologico	8
3.2. - Parametri idrogeologici degli acquiferi	9
4. - QUADRO GEOTECNICO	12
4.1. - Note generali	12
4.2. - Quadro parametrico	13
5. - PROBLEMATICHE LUNGO IL TRACCIATO	16
5.1. - Chimismo dei terreni	16
5.2. - Problematiche geologiche e qualitative	17
Certificati del laboratorio geotecnico	20

N° 5 Tabelle nel testo

N° 26 Figure nel testo

ELENCO DELLE TAVOLE

	Scala
TAV. 1 - A e B: PIANI QUOTATI LUNGO L'ASSE STRADA; C: SCHEMA DEI SETTORI DI DISCARICA SU BASE GEOLOGICA	Varie
TAV. 2 - SETTORE VALLIN DELL'AQUILA: SEZIONE IDROGEOLOGICA LUNGO L'ASSE STRADA	1 : 500
TAV. 3 - SETTORE PIAN DEI PINOLI: SEZIONE IDROGEOLOGICA LUNGO L'ASSE STRADA	1 : 500

Ha collaborato:

Dr. Cosma Damiano Porsia

1. - PREMESSA

Nel 2005 la Conferenza dei Servizi ha approvato un progetto preliminare dei diaframmi¹ che prevedeva interventi sui due tratti dove, in base al modello concettuale dell'inquinamento, si verificherebbero le maggiori perdite di percolato dalla discarica. I due tratti sono localizzati uno sul fianco nord di Vallin dell'Aquila, con prolungamento verso ovest e verso est; il secondo sul fianco nord di Pian dei Pinoli.

Per procedere alla progettazione definitiva è stata eseguita un'indagine geologica per integrare il quadro conoscitivo litologico, idrogeologico, geotecnico e qualitativo già noto ed utilizzato per la progettazione preliminare.

Il progetto definitivo, comprensivo della relazione geologica generale, è stato presentato nel 2006 e, a seguito di un documento di valutazione degli effetti dell'Analisi di Rischio sul progetto complessivo di bonifica, oggetto di una rivalutazione nel corso di una conferenza dei servizi del 16 febbraio 2010.

La conferenza dei servizi ha approvato un crono programma degli interventi di bonifica a partire da una suddivisione in stralci della diaframmatura prevista. Gli stralci esecutivi che sono stati individuati sono:

Stralcio 1 Vallin dell'Aquila – Tratto H-R

Stralcio 2 Pian de Pinoli

Stralcio 3 Vallin dell'Aquila – Tratto A-H

La presente relazione geologica, richiamata senza modifiche dal progetto definitivo, comprende elementi che riguardano tutti e tre gli stralci consentendo un quadro conoscitivo completo e costituendo, dunque, un riferimento tecnico esaustivo anche per la progettazione e la realizzazione dei singoli stralci.

¹ AAMPS – Discarica Vallin dell'Aquila – Progetto preliminare di bonifica – Lotto 1.
Getas Petrogeo srl. Aprile 2005

2. - QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO

L'area di intervento (Tav. 1) si colloca nei settori di discarica di Vallin dell'Aquila e di Pian dei Pinoli, più precisamente lungo i fianchi Ovest e Nord-Nord/Est del primo e lungo il fianco Nord del secondo.

Il tracciato si sviluppa lungo la viabilità perimetrale che costeggia il fronte dei rifiuti stoccati tal quali e ricoperti con terra, secondo una morfologia a gradoni d'altezza e ampiezza variabile. Il percorso stradale è per la maggior parte pianeggiante e solo a tratti presenta pendenze; il dislivello massimo interessato dal tracciato è di qualche metro.

Pur sottoposti a naturali fenomeni di assestamento per maturazione e compattazione nel tempo, dato oramai l'età più che decennale di messa a dimora, i rifiuti non sembrano essere interessati da fenomeni di instabilità. A conferma di ciò sono l'evidente regolarità del profilo dei versanti e la presenza di una folta copertura vegetale che riduce ai minimi termini l'erosione superficiale per scorrimento di acque meteoriche.

Anche i terreni in posto in scarpata lungo il fianco Ovest Vallin dell'Aquila, coperti da vegetazione spontanea e macchia mediterranea, non presentano segni di instabilità e o tracce di erosione diffusa.

Da un punto di vista geologico lungo il tracciato gli affioramenti sono sempre coperti dal macadam o dall'asfalto stradale ma in base ai sondaggi eseguiti è stata appurata la presenza nel sottosuolo di formazioni riconducibili al "Complesso Neoautoctono", costituente Le Colline Livornesi (Tav. 1). Esse sono:

- formazione pleistocenica delle "Sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci" che ha spessore in genere sull'ordine dei 7-15 metri;
- formazione pliocenica delle "Argille azzurre" che dai dati bibliografici ha spessore di alcune centinaia di metri.

Il deposito quaternario ha giacitura suborizzontale e si trova in discordanza sulla serie pliocenica sottostante che in affioramento si presenta con pendenze di 15° ed immersione verso nord.

Per integrare e affinare il quadro lito-stratigrafico conoscitivo lungo il tracciato, sono state eseguite quattro nuove perforazioni spinte fino alla profondità massima di 25 metri, una (Pz37) ubicata sul fianco Nord di Pian dei Pinoli e le altre tre (Pz38, Pz39 e Pz40) sul tratto di Vallin dell'Aquila. L'ubicazione dei piezometri è riportata in Tav. 1, mentre tutte le stratigrafie dei sondaggi utilizzati sono riportate nelle Figg. 1÷14. Le perforazioni sono state realizzate a carotaggio continuo, a secco, utilizzando un carotiere di tipo *split barrel*, con rivestimento provvisorio delle pareti in avanzamento e completate a piezometro.

In seguito al ritrovamento di RSU fra 2.5 e 7.4 metri di profondità in Pz40, sul fianco Ovest di Vallin dell'Aquila sono stati realizzati 5 saggi con escavatore per controllare l'estensione dei rifiuti che, in effetti, si sviluppano per circa 70/80 metri di lunghezza e pochi metri di spessore.

Il dettaglio degli scavi è riassunto in Tab. 1 e riportato nella sezione geologica.

Le sezioni geologiche delle Tavv. 2 e 3 illustrano il quadro geostratigrafico del sottosuolo le cui caratteristiche, sotto il riporto stradale, sono le seguenti:

- formazione quaternaria ("Sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci"):
 - nella sezione di Vallin dell'Aquila prevale la presenza del litotipo sabbioso in matrice limosa e/o argillosa a scapito di quello argilloso;
 - nella sezione di Pian dei Pinoli la litologia è più eterogenea e caratterizzata da alternanze fra i due litotipi; ma in generale le argille intercalate non costituiscono necessariamente un livello continuo;
- formazione pliocenica: è caratterizzata da una alternanza di orizzonti argillosi e di livelli sabbiosi, con prevalenza dei primi; inoltre le sabbie, i cui spessori sono per lo più decimetrici fino ad un metro max, hanno spesso matrice limosa.
Il Pliocene è piegato e fagliato ed ha uno spessore di diverse centinaia di metri: questa caratteristica rende impossibile correlare gli orizzonti litologicamente simili anche tra sondaggi contigui e vicini.

TABELLA 1

Saggi con escavatore eseguiti in data 15/09/2005				
Saggio (n°)	Ubicazione	Dimensioni scavo in pianta (m)	Altezza scavo (m)	Note
1	sezione 29	2,5x3,8	4.3	riporto tra 0,0 e 1,0 m sabbia in matrice limosa fra 1,0 e 4,3 m
2	sezione 28	2,3x5,8	4.3	riporto fra 0,0 e 0,8 m rifiuti tra 0,8 e 1,6 m sabbia in matrice limoso-argillosa fra 1,6 e 4,3 m
3	fra sezione 26 e sezione 27	2,5x5,5	4.5	riporto tra 0,0 e 1,6 m scorie tra 1,6 e 3,0 m rifiuti e scorie tra 3,0 e 4,3 m
4	fra sezione 23 e sezione 24	3,0x4,0	4.2	riporto fra 0,0 e 2,1 m rifiuti con terra tra 2,1 e 3,9 m rifiuti tra 3,9 e 4,2
5	sezione 32	3,0x1,8	3.9	riporto tra 0,0 e 0,7 fanghi tra 0,7 e 1,7 m scorie con terra tra 2,3 e 3,1 m scorie tra 3,1 e 3,9

3. - QUADRO IDROGEOLOGICO

3.1 - Il modello idrogeologico nel sottosuolo della discarica è caratterizzato dalla presenza di tre acquiferi legati a tre formazioni geologiche di età diversa:

acquifero pleistocenico
acquifero pliocenico
acquifero miocenico.

Il tracciato dei diaframmi interessa solo i primi due le cui caratteristiche sono:

a) Acquifero pleistocenico

E' legato alle formazioni pleistoceniche terrazzate (q6 e q9), ha spessore medio di una decina di metri con punta massima di 17 metri in PZ40.

Caratterizzato da porosità primaria, alle prove di recupero dopo svuotamento ha dato valori di permeabilità medio-bassa (E -06 m/s), con locali punte più elevate.

Pur risultando numericamente la migliore permeabilità misurata tra quelle degli altri acquiferi, non regge una prova di portata classica per scarsità di alimentazione idrica.

Classificabile come acquifero freatico, è ricaricato direttamente dalle precipitazioni ed interferisce con i corsi d'acqua e con gli altri due acquiferi

b) Acquifero pliocenico

Nell'area in esame si identificano con questo acquifero le sottili intercalazioni sabbiose presenti nel più diffuso complesso argilloso che caratterizza la formazione.

Lo spessore della formazione argillosa è riportato in bibliografia e stimato sull'ordine di alcune centinaia di metri. Gli scarsi affioramenti dell'area in esame non consentono misure dirette per cui gli unici dati disponibili sono forniti dai sondaggi eseguiti.

La sezione massima attraversata in perforazione non supera la ventina di metri ed è praticamente impossibile correlare gli spezzoni di carote recuperati per le ragioni sopra spiegate. Pertanto l'unico dato certo è che la circolazione idrica sotterranea è confinata nei livelli sabbiosi intercalati che hanno spessore mediamente decimetrico con punte massime di circa 1 metro.

La permeabilità delle intercalazioni sabbiose plioceniche è primaria ed i valori ottenuti solo da prove di recupero dopo svuotamento sono generalmente bassi e presentano un campo di variabilità molto ampio, compreso tra E-05 ed E-08 m/s: una permeabilità largamente giustificata dalle caratteristiche litologiche della formazione.

Poco ricaricato localmente dagli scarsi affioramenti, trae la sua alimentazione principalmente dalla copertura quaternaria con la quale, almeno nella zona in esame, è quasi ovunque in contatto.

Una ricarica discontinua perché, avendo perforato a secco, con carotiere e colonna di rivestimento in avanzamento, si è potuto accertare che anche sotto falda non tutti i livelli sabbiosi sono saturi. Ciò dipenderebbe dalle condizioni di giacitura degli strati pliocenici le cui testate sabbiose vengono ricaricate dal soprastante acquifero pleistocenico solo quando quest'ultimo è a sua volta sabbioso.

Un insieme di situazioni che si traducono in una scarsa alimentazione ed in una produttività idrica generalmente molto bassa.

I livelli acquiferi sono di tipo confinato e risaliente.

3.2. – Parametri idrogeologici degli acquiferi

Nei piezometri ubicati in prossimità del tracciato i parametri idrogeologici sono stati ottenuti da prove di recupero del livello dopo svuotamento, non essendo stato possibile eseguire prove di portata se non con pompa di qualche litro/minuto primo.

Le prove sono state condotte con pompa sommersa determinando un abbassamento del livello ad una velocità sufficientemente elevata da far ritenere trascurabile il contributo della falda durante lo svuotamento.

Al termine dello svuotamento sono stati controllati i tempi di recupero del livello da utilizzare per l'interpretazione della permeabilità con i metodi canonici.

Per il calcolo delle permeabilità dei terreni si è fatto ricorso al metodo interpretativo U.S. Navy Bureau of Yards and Docks (US NBYD) ed al metodo AGI: il primo più idoneo per interpretazioni di falde confinate ed il secondo per falde freatiche. Appurato con la perforazione dei piezometri che nella maggior parte dei casi gli acquiferi attivati sono di tipo multiacquifero (pleistocenico e pliocenico), tutte le prove sono state interpretate coi due metodi ed i risultati sono riportati in Tab. 1 dove si osserva che i valori ottenuti differiscono mediamente di un ciclo e che il metodo AGI è sempre più basso dell'altro metodo.

Le prove Lefranc in foro sono sempre state eseguite su tratti di un solo acquifero e di spessore ridotto mentre quelle di svuotamento danno valori medi di tutti i livelli permeabili saturi attivati nel piezometro.

In Tab. 2 sono sintetizzati tutti i dati di permeabilità disponibili.

TABELLA 2. – DATI DI PERMEABILITÀ OTTENUTI DA PROVE DI SVUOTAMENTO O LEFRANC

<u>Tratto</u>	<u>Piezometro</u>	<u>Permeabilità (m/s)</u>			<u>Acquifero</u>
		AGI	US NBYD	Lefranc	
P. dei Pinoli	S1A	1.7E-07	6.4E-06		Pleistocene
	PZ5		nessun dato		Pleist+Plioc
	PZ37	4.1E-07	7.5E-06		Pleistocene
			9.9E-06		Pliocene
	PZ27	4.1E-07	1.9E-05		Pleist+Plioc
	PZ6	9.4E-07	3.5E-05		Pleist+Plioc
	Sg7			3.0E-06	Pleistocene
				0.3÷5.1E-06	Pleistocene
Vallin Aquila	PZ3	5.4E-08	2.4E-06		Pleist+Plioc
				5.0E-06	Pleistocene
	PZ40	4.2E-06	6.9E-05		Pleist+Plioc
	PZ1	5.2E-08	1.6E-06		Pliocene
	PZ25		nessun dato		Pleist+Plioc
	PZ39	6.1E-07	1.2E-06		Pleist+Plioc
	PZ30		asciutto		Pleistocene
	PZ38	8.1E-07	9.4E-06		Pleist+Plioc
			2.6E-06		Pliocene

Durante la perforazione dei due sondaggi PZ37 e PZ38 sono state eseguite due prove di risalita in corrispondenza di alcuni livelli sabbiosi pliocenici, isolati mediante la colonna di servizio in avanzamento. I dati ottenuti sono riportati in tabella nella colonna delle prove US.NBYD:

I risultati, nel loro complesso possono essere commentati come segue:

- si dispone di dati relativi a 14 prove eseguite in 10 piezometri o sondaggi: 11 prove di svuotamento e 3 di tipo Lefranc. Cinque prove interessano il solo acquifero pleistocenico, tre prove il solo acquifero pliocenico e sei i due acquiferi insieme. L'unico parametro calcolato è la permeabilità;
- il campo di variabilità della permeabilità nel suo insieme copre l'arco di due cicli. Nell'attribuzione del valore più attendibile si può seguire il criterio di considerare il dato AGI quando il piezometro attiva l'acquifero pleistocenico; il dato US NBYD quando attiva l'acquifero Pliocenico e la media tra i due quando attiva entrambi gli acquiferi. In questo ultimo caso non è possibile valutare quale sia il contributo di ciascuno dei due acquiferi attivati: la difficoltà riguarda soprattutto il Pliocene perché i suoi strati sono inclinati e ricaricati dal soprastante Pleistocene solo sulla superficie delle testate degli strati;

- al termine dello svuotamento in tutti i piezometri la ripresa del livello è stata lenta, in accordo coi valori di K che sono stati ottenuti in fase di interpretazione.
- Il quadro parametrico risultante è indice di una circolazione sotterranea scarsa e lenta, che si svolge in livelli sabbiosi che sono più sviluppati nelle formazioni quaternarie rispetto a quelle plioceniche, anche se queste ultime hanno in certi piezometri uno spessore saturo maggiore.

I livelli statici riportati nelle sezioni idrogeologiche di Tavv. 2 e 3 sono stati misurati nel dicembre 2005 (Fig. 15) e non riflettono le condizioni di saturazione degli acquiferi al momento delle prove che sono state eseguite in tempi diversi ed in condizioni stagionali diversi.

Comunque l'oscillazione stagionale massima osservata nella rete di monitoraggio in due anni consecutivi è stata di poco più di due metri.

4. - QUADRO GEOTECNICO

4.1. - Note generali

Per la caratterizzazione del quadro geotecnico locale si è fatto riferimento ad accertamenti geognostici eseguiti sul sito di Pian dei Pinoli ed a dati di studi già effettuati, sia a carattere generale sull'area della discarica sia locale, in relazione alle varie fasi di gestione della discarica.

Sono state eseguite 3 penetrometrie dinamiche pesanti DPSH e due sondaggi a carotaggio continuo sul fianco sud di Pian dei Pinoli.

Le prove penetrometriche hanno raggiunto profondità variabili dai 10 ai 15 metri, mentre i due sondaggi S1 e S2 hanno rispettivamente raggiunto le profondità di 24 e 9 metri.

Durante la perforazione dei sondaggi, eseguiti a secco, sono stati prelevati due campioni indisturbati entro intervalli argillosi della formazione pliocenica delle *Argille azzurre*. Gli stessi sono stati successivamente sottoposti a prove di laboratorio geotecnico.

In particolare sono state eseguite:

- Prove di caratterizzazione fisica:

- Umidità naturale (CNR – UNI 10008);
- Peso di Volume naturale (Boll. Uff. CNR n°40);
- Limiti di Atterberg (ASTM D 4318-84).

- Prove di caratterizzazione geotecnica:

- Prova di taglio consolidata drenata tipo CD (ASTM D3080/72);
- Prove di taglio residuo (ASTM D3080/72);
- Prova di espansione laterale libera (ASTM D 2166/85).

Durante la perforazione dei sondaggi, in corrispondenza delle sabbie pleistoceniche di Case Poggio ai Lecci sono state altresì eseguite prove SPT a punta chiusa, per verificare lo stato di addensamento della formazione.

Plasticità **IP** = 22-24 ed un Indice di Consistenza **IC** = 0.8-0.9. Tali valori confermano la bassa plasticità ed un'elevata consistenza.

Le prove di taglio confermano discreti valori di resistenza non drenata ($C_u \cong 1.1 \div 1.6 \text{ Kg/cm}^2$).

L'orizzonte è costituito da una alternanza di argille limose prevalenti da grigie a nocciola, compatte e sabbie medio fini limose. Tenuto conto dei risultati delle prove di laboratorio e dell'andamento delle prove penetrometriche, a questi terreni si possono attribuire i seguenti parametri:

$$\mathbf{IP} = 22 \div 24$$

$$\mathbf{IC} = 0.8-0.9$$

$$\mathbf{C_u} > 1.1 \text{ Kg/cm}^2$$

Orizzonte E: da -22.0 a <-24.0 m *Argille limose azzurre plioceniche.*

Il sottostante *Orizzonte E* argilloso si mostra ancora più consistente e compatto ($N > 25$ e $R_d > 2.5 \text{ kg/cm}^2$).

E' costituito da argille e/o argille limose grigio azzurre scure, in cui non sono rare intercalazioni di sabbie da gialle a grigio verdastre, talora limose. Cautelativamente, tenuto conto dei risultati delle prove di laboratorio sui campioni dell'orizzonte D, dei valori noti da precedenti indagini sulla stessa formazione e nella stessa discarica e, in particolare, dell'andamento delle prove penetrometriche sul sito, a questi terreni si possono attribuire i seguenti parametri:

$$\mathbf{IP} \cong 15 \div 20$$

$$\mathbf{IC} \cong 1.0$$

$$\mathbf{C_u} \gg 1 \text{ Kg/cm}^2$$

I parametri geotecnici, riportati nella Tabella 3, integrati dalle caratteristiche idrogeologiche di cui si è trattato in precedenza, consentono una buona classificazione delle formazioni che si attraverseranno per la realizzazione dei diaframmi.

TABELLA 3 – PARAMETRI GEOTECNICI

LOCALITA': Pian dei Pinoli, discarica di Vallin dell'Aquila - Livorno

CAMPIONE	SIC1	S2C1
Profondità metri	16.0 - 16.5	6.0 - 6.5
Prova di taglio C.D.		
Cp (kg/cmq)	0.50	0.04
ϕ_p (kg/cmq)	19.6	34.0
Cr (kg/cmq)	0.06	0.01
ϕ_r (kg/cmq)	12.5	33.8
Prova E.L.L.		
Cu (kg/cmq)	1.61	1.17
Eti (kg/cmq)	224.2	101.1
Parametri fisici		
Peso vol. nat. (gr/cmc)	1.99	2.02
Peso vol. secco (gr/cmc)	1.61	1.65
Limiti di Atterberg		
Umidità naturale (%)	22.76	20.33
Limite liquido (%)	46.7	39.3
Limite plastico (%)	20.5	17.5
Indice plastico (%)	26.1	21.8
Indice di consistenza	0.91	0.87
Classificaz. Casagrande	CL	CL

5. - PROBLEMATICHE LUNGO IL TRACCIATO

5.1. - Chimismo dei terreni

Al termine delle perforazioni dei sondaggi integrativi (PZ37÷PZ40) sono stati prelevati spezzoni di carote a diverse profondità che sono stati analizzati in laboratorio chimico AAMPS.

I risultati, riportati in Tabb.4 e 5 , dimostrano la totale assenza di parametri inquinanti fuori limiti, come era già noto da tutte le indagini svolte in precedenza sui campioni di terreno prelevati a diverse profondità in tutto il circondario della discarica.

**TABELLA 4 - ANALISI CHIMICHE DELLE CAROTE DEI PIEZOMETRI PZ37 E PZ38
A DIVERSE PROFONDITÀ**

Parametro	Unità di misura mg/kg s.s.	Pz37 5,85-6,79 m	Pz 37 9,70 m	Pz 37 12,10-12,50 m	Pz38 16,00-16,10 m	Limiti sec. 471/99
Residuo 105°C	%	89,9	90,8	93,3	96,3	\\
Cromo VI	mg/kg s.s.	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	15
Berillio	mg/kg s.s.	< 7,0	< 7,08	< 7,07	< 6,5	10
Cadmio	mg/kg s.s.	< 1,4	< 1,42	< 1,41	< 1,3	15
Cobalto	mg/kg s.s.	9,72	8,98	9,91	< 6,5	250
Cromo tot	mg/kg s.s.	65,9	99,3	99,8	93,4	800
Nichel	mg/kg s.s.	58,8	50,36	54,3	42,3	500
Piombo	mg/kg s.s.	12,9	11,96	11,7	7,55	1000
Rame	mg/kg s.s.	14,28	12,03	11,17	7,5	600
Selenio	mg/kg s.s.	< 3,5	< 3,54	< 3,53	< 3,25	15
Stagno	mg/kg s.s.	< 7,0	< 7,08	< 7,07	< 6,5	350
Tallio	mg/kg s.s.	< 7,0	< 7,08	< 7,07	< 6,5	10
Vanadio	mg/kg s.s.	48,83	49,9	48,1	30,8	250
Zinco	mg/kg s.s.	47,8	54,2	50,9	35,08	1500
Arsenico	mg/kg s.s.	4,78	< 3,54	4,33	< 3,25	50
Antimonio	mg/kg s.s.	< 3,5	< 3,54	< 3,53	< 3,25	30
Mercurio	mg/kg s.s.	< 3,5	< 3,54	< 3,53	< 3,25	5
Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	250
Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	750

**TABELLA 5 - ANALISI CHIMICHE DELLE CAROTE DEI PIEZOMETRI PZ39 E PZ40
DIVERSE PROFONDITÀ**

Parametro	Unità di misura mg/kg s.s.	Pz39 7,15-7,60 m	Pz 39 12,70-13,20 m	Pz 40 13,80-14,2 m	Limiti sec. 471/99
Residuo 105°C	%	10	13,5	4,5	\\
Cromo VI	mg/kg s.s.	< 2,7	< 2,8	< 2,6	15
Berillio	mg/kg s.s.	< 3,01	< 3,04	< 2,94	10
Cadmio	mg/kg s.s.	< 1,20	< 1,22	< 1,17	15
Cobalto	mg/kg s.s.	12,7	11,06	16,5	250
Cromo tot	mg/kg s.s.	117,4	102,3	208,8	800
Nichel	mg/kg s.s.	73,1	64	115,3	500
Piombo	mg/kg s.s.	16	12	13,2	1000
Rame	mg/kg s.s.	26	13,5	17,5	600
Selenio	mg/kg s.s.	< 3,01	< 3,04	< 2,94	15
Stagno	mg/kg s.s.	4,08	4,3	< 2,94	350
Tallio	mg/kg s.s.	< 6,02	< 6,08	< 5,88	10
Vanadio	mg/kg s.s.	73,5	59,6	47,9	250
Zinco	mg/kg s.s.	71,9	62	46,5	1500
Arsenico	mg/kg s.s.	5,7	4,33	6,91	50
Antimonio	mg/kg s.s.	< 3,01	< 3,04	< 2,94	30
Mercurio	mg/kg s.s.	< 3,01	< 3,04	< 2,94	5
Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	< 2	< 2	< 2	250
Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	<10	< 10	< 10	750

5.2. - Problematiche geologiche e qualitative

Le previsioni sulla natura dei terreni che saranno attraversati lungo i due tracciati sono riportate nelle due sezioni geologiche di TAV 2 e 3 dove le condizioni litologiche puntuali rinvenute nei sondaggi sono estrapolate nei tratti intermedi.

La correlazione tra sondaggi contigui è comunque necessariamente lineare e ciò non esclude che lungo il tracciato si possano attraversare situazioni diverse da quelle indicate. Le ragioni possono essere diverse: presenza di faglie che possono dislocare il Pliocene sotto il Pleistocene con variazioni della profondità del tetto del Pliocene; andamento non lineare del paleosuolo prequaternario con aree di spessore maggiore delle sabbie pleistoceniche: si dovrebbe trattare di variazioni locali dell'ordine di qualche metro.

Non si esclude l'attraversamento di zone fratturate al tetto del Pliocene con modifiche delle caratteristiche fisico-meccaniche rispetto ai valori medi riportati nel capitolo precedente per i terreni integri.

Un altro punto di incertezza è l'inizio e la fine dei rifiuti messi in evidenza lungo il tracciato nel settore ovest di Vallin dell'Aquila con spessore variabile tra uno e otto metri dal piano campagna.

In merito all'idrogeologia si è già detto nell'apposito capitolo che le profondità del tetto della falda varieranno in funzione del periodo in cui saranno realizzati i diaframmi: le variazioni non supereranno l'oscillazione stagionale nota.

Nei sondaggi eseguiti lungo i tracciati non si sono mai verificate venute di acque risalenti e le portate della falda sono sempre state modeste (qualche decina di litri/minuto).

L'interpretazione del sottosuolo si può ritenere attendibile nel suo insieme ed eventuali variazioni potrebbero essere limitate a brevi tratti del percorso: in fase di progetto quindi non si ravvisano condizioni particolarmente delicate che richiedono soluzioni impegnative e diverse dallo standard per la tipologia dell'opera.

Poiché i due segmenti di diaframma non chiudono mai un perimetro ma si svolgono solo su tratti aperti, i quattro tratti terminali, due per settore, meritano una valutazione più attenta:

a) il segmento di Vallin dell'Aquila non presenta problemi costruttivi perché tutto il fianco est non incontra rifiuti e termina dopo PZ38 su un percorso sempre pianeggiante, senza necessità di ancorarsi a qualcosa di definito nel sottosuolo ed attraversando sempre le stesse formazioni. Analoga situazione sul fianco ovest perché dopo aver attraversato il tratto con rifiuti tra PZ40 ed il saggio 5 incontra le sabbie pleistoceniche di PZ3 in prossimità del quale si arresta, prima di toccare il fronte dei rifiuti conferiti nella vasca Cossu.

Su questo ultimo tratto però il progetto si consideri che PZ3 anche nelle campagne di monitoraggio del 2005 ha evidenziato tenori di As fuori norma, di probabile provenienza dai vicini rifiuti (20-30 metri) incontrati anche nel saggio 5 e conferiti prima del 1985 direttamente sulle sabbie del Pleistocene.

b) il segmento di Pian dei Pinoli presenta due situazioni diverse sui due tratti terminali:

- Tratto terminale ovest: in prossimità del piazzale denominato "anfiteatro" termina il tratto pianeggiante e si scende con un dislivello di circa sei-sette metri (Fig. 17) nel piazzale sottostante. Dagli elementi acquisiti in fase di Piano di Caratterizzazione è stato accertato che il piezometro S1A è inquinato e che la contaminazione ha origine dai vicini rifiuti messi in opera nel settore ovest di Pian dei Pinoli, sotto quelli del 1993-1994, e stoccati direttamente sulle sabbie pleistoceniche. E' opportuno che il progetto tenga conto di questa situazione anche se il quadro sembra presentare sintomi di miglioramento.
- Tratto terminale est: al termine del tratto pianeggiante e quasi rettilineo, cioè dopo PZ6, la strada curva quasi a 180° e scende verso il fosso, allontanandosi dal margine dei rifiuti. Sempre in prossimità della curva parte il dreno che collette il percolato che si forma sul fronte dei rifiuti e lo convoglia nelle vasche, previste dagli interventi di messa in sicurezza realizzati nel 2001, ubicate sul fianco sud di Pian dei Pinoli. Il dreno è superficiale ed a maggiore profondità è possibile un passaggio di percolato verso il margine est, come dimostra la presenza di inquinanti nel PZ2, che dista un centinaio di metri dai rifiuti ma il cui livello piezometrico

più basso di circa 1.40 metri rispetto al vicino ed inquinato PZ6 (Fig. 15). E' quindi opportuno prevedere in fase di progetto di prolungare il diaframma anche su parte della curva, comunque quanto basti per impedire la diffusione del percolato anche verso est.

GETAS-PETROGEO s.r.l.

Campione: SICI	Profondità: 16.0 - 16.5 m
----------------	---------------------------

LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318/84)

Data inizio prova: 12/04/04

Data fine prova: 15/04/04

Umidità naturale (Wn) = 22.76%

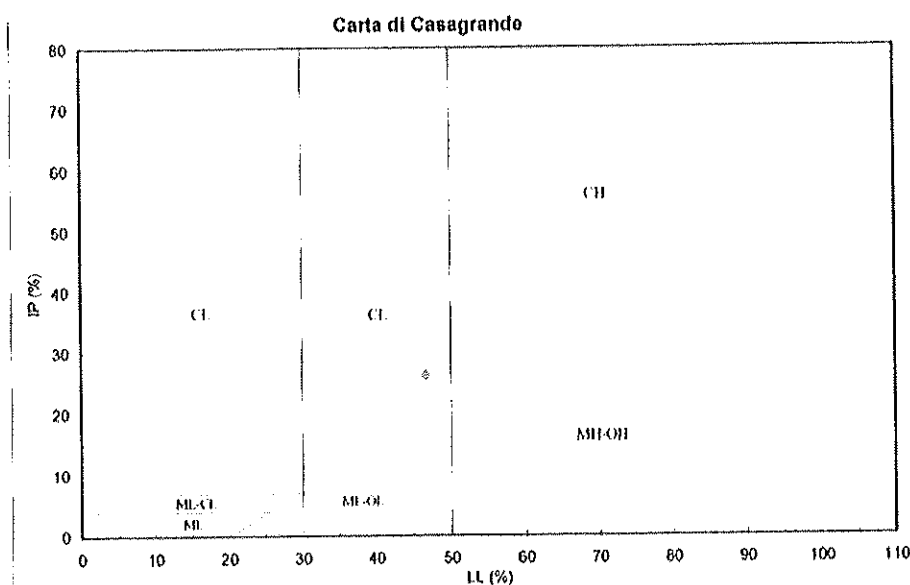
Limite di liquidità (L.L.) = 46.7%

Limite di plasticità (L.P.) = 20.5%

Indice di plasticità (I.P.) = 26.1%

Indice di consistenza (Ic) = 0.91

c.f. indice marginale di
consistenza (Ic)



IGETECMA s.n.s. - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax : 055/7320415
LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I.

Campione: SIC1	Profondità: 16,0 - 16,5 m
----------------	---------------------------

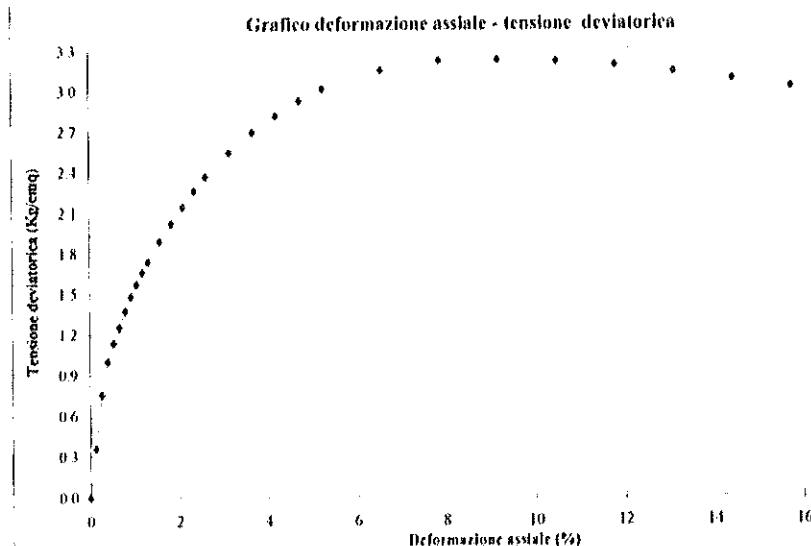
PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D 2166/85)

Data inizio prova: 15/04/04

Data fine prova: 16/04/04

Peso volume naturale (gr/cm ³)	1.97
Peso volume secco (gr/cm ³)	1.60
Contenuto d'acqua (%)	23.43
Vel. def. (mm/min)	1.27
Sigma a rottura (Kg/cm ²)	3.223
Coesione non drenata (Kg/cm ²)	1.61
Modulo elastico	
tangente iniziale (kg/cm ²)	224.2

ϵ (%)	σ (kg/cm ²)	ϵ (%)	σ (kg/cm ²)	ϵ (%)	σ (kg/cm ²)
0.13	0.361	2.10	2.143	11.82	3.183
0.26	0.757	2.36	2.261	13.13	3.132
0.39	1.001	2.63	2.363	14.45	3.077
0.53	1.138	3.15	2.541	15.76	3.013
0.66	1.254	3.68	2.691		
0.79	1.375	4.20	2.813		
0.92	1.479	4.73	2.923		
1.05	1.571	5.25	3.010		
1.18	1.659	6.57	3.149		
1.31	1.739	7.88	3.219		
1.58	1.890	9.19	3.223		
1.84	2.021	10.51	3.212		



IGETECMA s.p.a. - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax: 055/7320415
LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I.

Campione: SICI	Profondità: 16,0 - 16,5 m
----------------	---------------------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA (ASTM D 3080/72)

Data inizio prova: 06/04/04

Data fine prova: 15/04/04

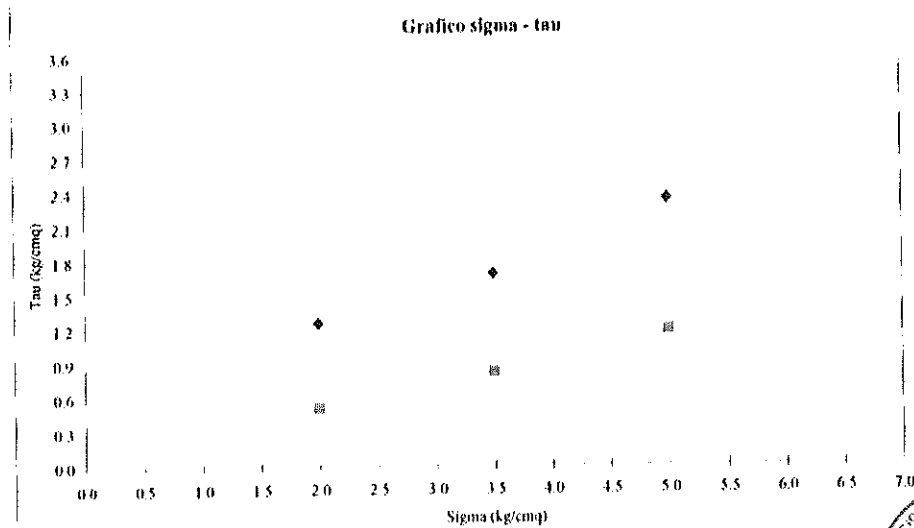
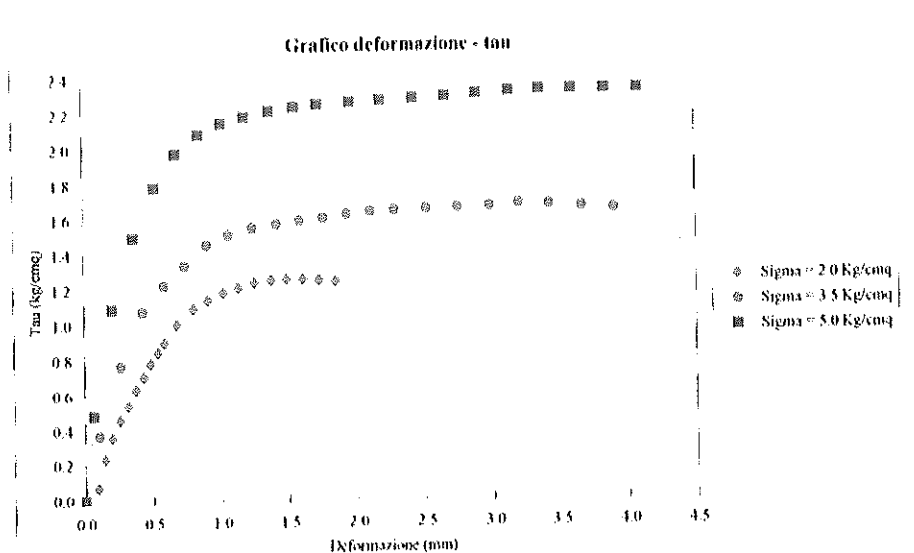
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (gr/cm ³)	2.01	1.98	1.99
Peso di volume naturale finale (gr/cm ³)	2.14	2.15	2.19
Peso di volume secco iniziale (gr/cm ³)	1.63	1.60	1.60
Peso di volume secco finale (gr/cm ³)	1.70	1.71	1.74
Contenuto d'acqua iniziale (%)	22.88	23.61	24.43
Contenuto d'acqua finale (%)	25.75	26.01	25.61
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.001	0.004	0.004
Sigma (kg/cm ²)	2.0	3.5	5.0
Tau a rottura (kg/cm ²)	1.254	1.679	2.325
Tau residuo (kg/cm ²)	0.507	0.815	1.172

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)
0.10	0.068	0.11	0.370	0.07	0.486
0.16	0.232	0.28	0.767	0.22	1.089
0.21	0.356	0.44	1.076	0.38	1.494
0.27	0.459	0.60	1.223	0.53	1.782
0.33	0.541	0.75	1.336	0.69	1.975
0.39	0.630	0.91	1.453	0.86	2.084
0.44	0.705	1.07	1.508	1.03	2.146
0.49	0.781	1.25	1.549	1.20	2.181
0.55	0.842	1.43	1.570	1.38	2.215
0.60	0.897	1.60	1.590	1.57	2.236
0.69	1.000	1.77	1.604	1.74	2.249
0.81	1.089	1.95	1.624	1.98	2.263
0.92	1.137	2.12	1.638	2.20	2.270
1.03	1.178	2.29	1.645	2.44	2.280
1.14	1.206	2.53	1.652	2.67	2.291
1.26	1.233	2.76	1.659	2.90	2.304
1.39	1.247	2.99	1.666	3.14	2.318
1.50	1.254	3.21	1.679	3.37	2.325
1.62	1.254	3.44	1.672	3.61	2.325
1.74	1.247	3.68	1.659	3.85	2.325
1.86	1.240	3.91	1.645	4.09	2.325

IGETECMA s.a.s - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax : 055/7320415
 LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I.



Campione: SIC1	Profondità: 16.0 - 16.5 m
----------------	---------------------------



IGETECMA s.p.a. - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax : 055/7320415
LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I.

Campione: S2C1	Profondità: 6.0 - 6.5 m
----------------	-------------------------

LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318/84)

Data inizio prova: 12/04/04
Data fine prova: 15/04/04

Umidità naturale (W_n) = 20.33%

Limite di liquidità (L.L.) = 39.3%

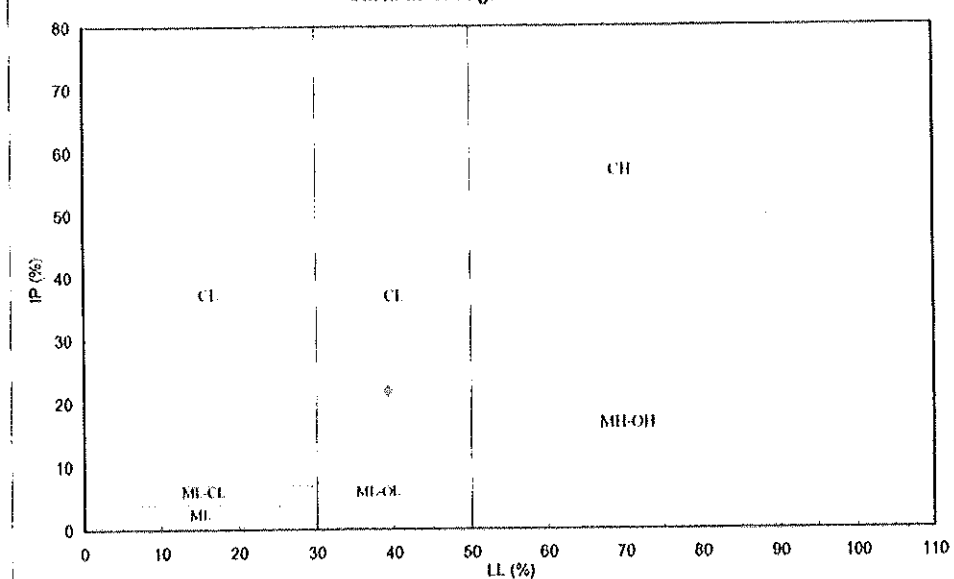
Limite di plasticità (I.P.) = 17.5%

Indice di plasticità (IP) = 21.8%

Indice di consistenza (I_c) = 0.87

4.1 - anche inorganiche di media plasticità

Carta di Casagrande



IGETECMA s.r.l. - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax : 055/7320415
LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I.

Campione: S2C1

Profondità: 6.0 - 6.5 m

PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D 2166/85)

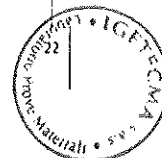
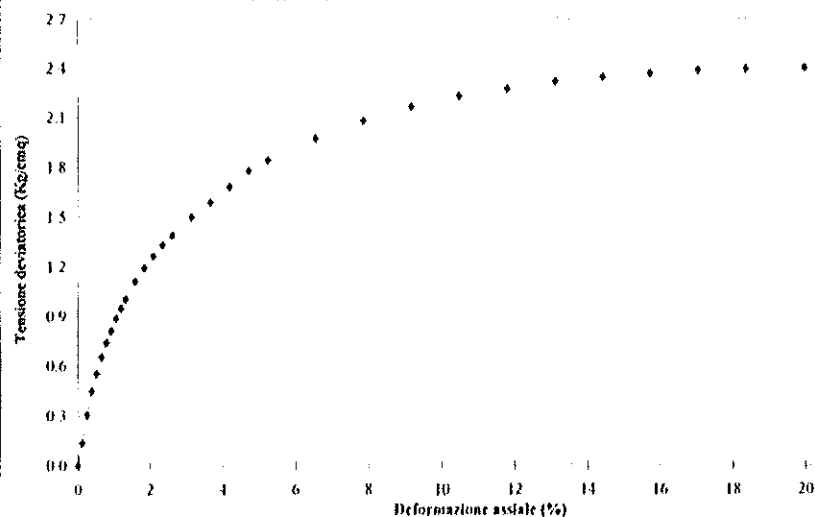
Data inizio prova: 15/04/04

Data fine prova: 16/04/04

Peso volume naturale (gr/cmc) 2.09
 Peso volume secco (gr/cmc) 1.74
 Contenuto d'acqua (%) 20.11
 Vel. def. (mm/min) 1.27
 Sigma a rottura (Kg/cmq) 2.343
 Coesione non drenata (Kg/cmq) 1.17
 Modulo elastico
 tangente iniziale (kg/cmq) 101.1

ϵ (%)	σ (kg/cmq)	ϵ (%)	σ (kg/cmq)	ϵ (%)	σ (kg/cmq)
0.13	0.138	2.10	1.266	11.81	2.272
0.26	0.307	2.36	1.333	13.13	2.315
0.39	0.448	2.63	1.391	14.44	2.343
0.53	0.554	3.15	1.502		
0.66	0.655	3.68	1.591		
0.79	0.740	4.20	1.686		
0.92	0.814	4.73	1.779		
1.05	0.887	5.25	1.842		
1.18	0.950	6.56	1.974		
1.31	1.005	7.88	2.079		
1.58	1.111	9.19	2.166		
1.84	1.194	10.50	2.229		

Grafico deformazione assiale - tensione deviatorica



IGETECMA s.a.s. - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax: 055/7320415
 LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I.

Campione: S2CI	Profondità: 6.0 - 6.5 m
----------------	-------------------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA (ASTM D 3080/72)

Data inizio prova: 06/04/04

Data fine prova: 15/04/04

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (gr/cm ³)	1.98	2.02	1.98
Peso di volume naturale finale (gr/cm ³)	2.08	2.15	2.19
Peso di volume secco iniziale (gr/cm ³)	1.62	1.65	1.61
Peso di volume secco finale (gr/cm ³)	1.68	1.76	1.71
Contenuto d'acqua iniziale (%)	22.84	21.86	23.01
Contenuto d'acqua finale (%)	23.38	22.72	27.59
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.004	0.004	0.004
Sigma (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Tau a rottura (kg/cm ²)	0.377	0.716	1.052
Tau residuo (kg/cm ²)	0.343	0.670	1.014

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)
0.09	0.097	0.15	0.206	0.07	0.143
0.16	0.123	0.23	0.255	0.34	0.355
0.24	0.149	0.55	0.421	0.62	0.517
0.32	0.164	0.82	0.513	0.90	0.595
0.40	0.181	1.11	0.572	1.18	0.675
0.48	0.197	1.43	0.602	1.49	0.735
0.77	0.251	1.72	0.627	1.79	0.777
1.05	0.296	2.00	0.647	2.07	0.827
1.36	0.312	2.32	0.660	2.37	0.866
1.67	0.343	2.63	0.672	2.68	0.899
1.95	0.355	2.91	0.681	2.97	0.920
2.25	0.362	3.22	0.686	3.27	0.941
2.58	0.368	3.53	0.691	3.58	0.962
2.86	0.372	3.82	0.694	3.88	0.983
3.15	0.374	4.11	0.698	4.17	0.989
3.47	0.375	4.43	0.703	4.49	1.003
3.77	0.376	4.73	0.705	4.79	1.019
3.98	0.377	5.02	0.708	5.09	1.028
4.28	0.377	5.33	0.712	5.39	1.037
4.53	0.375	5.64	0.714	5.70	1.046
4.75	0.373	6.00	0.716	6.00	1.052



IGETECMA s.p.a. - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax : 055/7320415
LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I.

Campione: S2C1 Profondità: 6.0 - 6.5 m

Grafico deformazione - tau

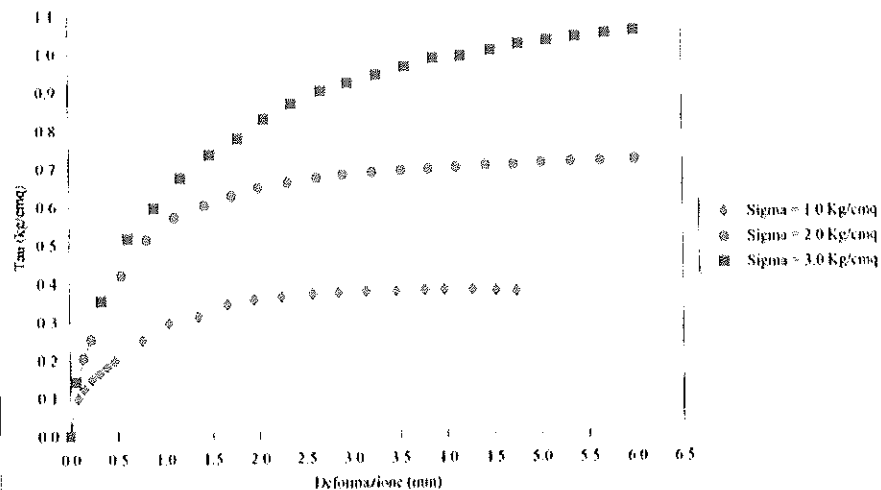
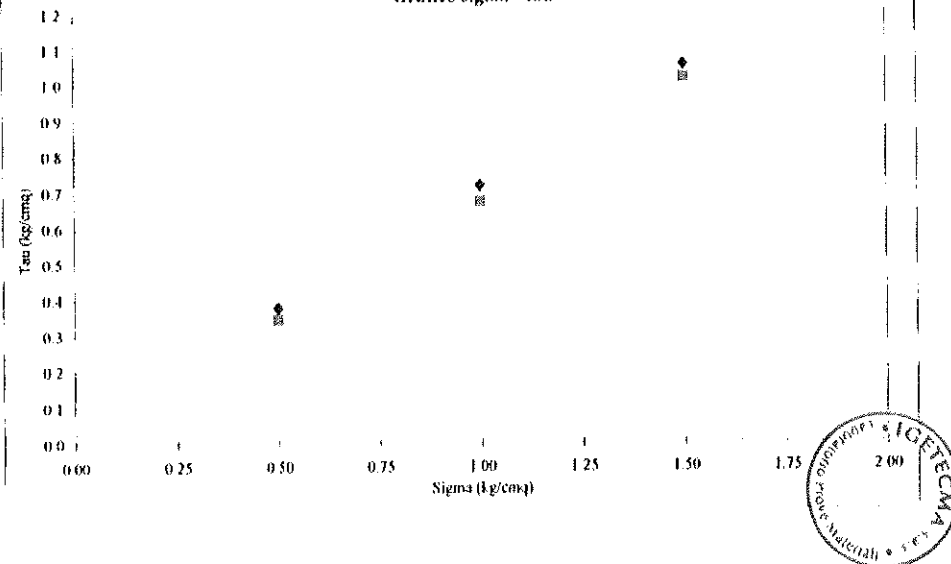


Grafico sigma - tau



IGETECMA s.a.s - Via di Ugnano, 41 - 50142 Firenze - Tel. 055/780705 - Fax : 055/7320415
LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I.

FIGURE

Fig. 1 – Settore Pian dei Pinoli. Sondaggio S2A. Stratigrafia

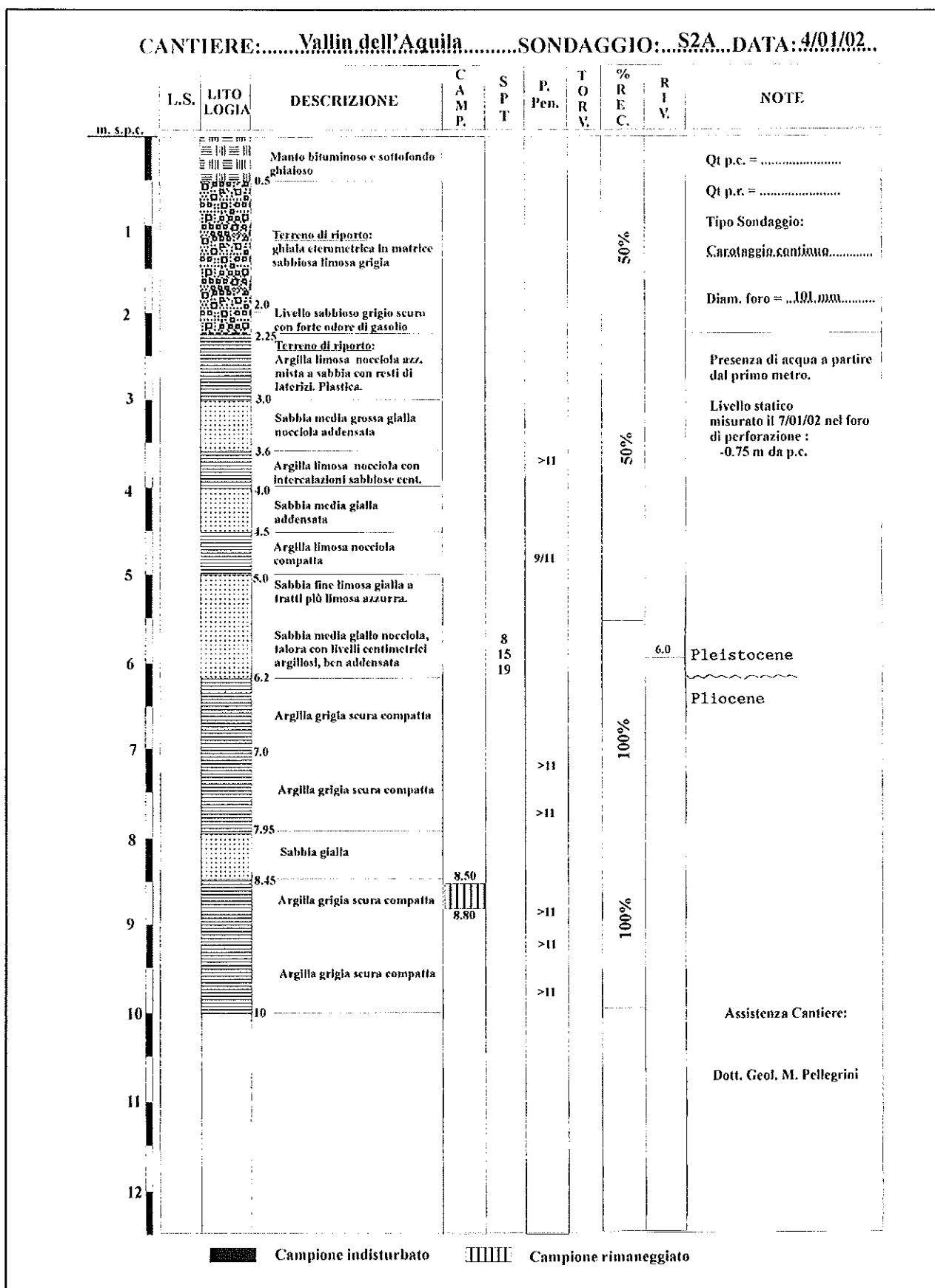


Fig. 2A – Settore Pian dei Pinoli. Piezometro S1A. Stratigrafia e schema di completamento

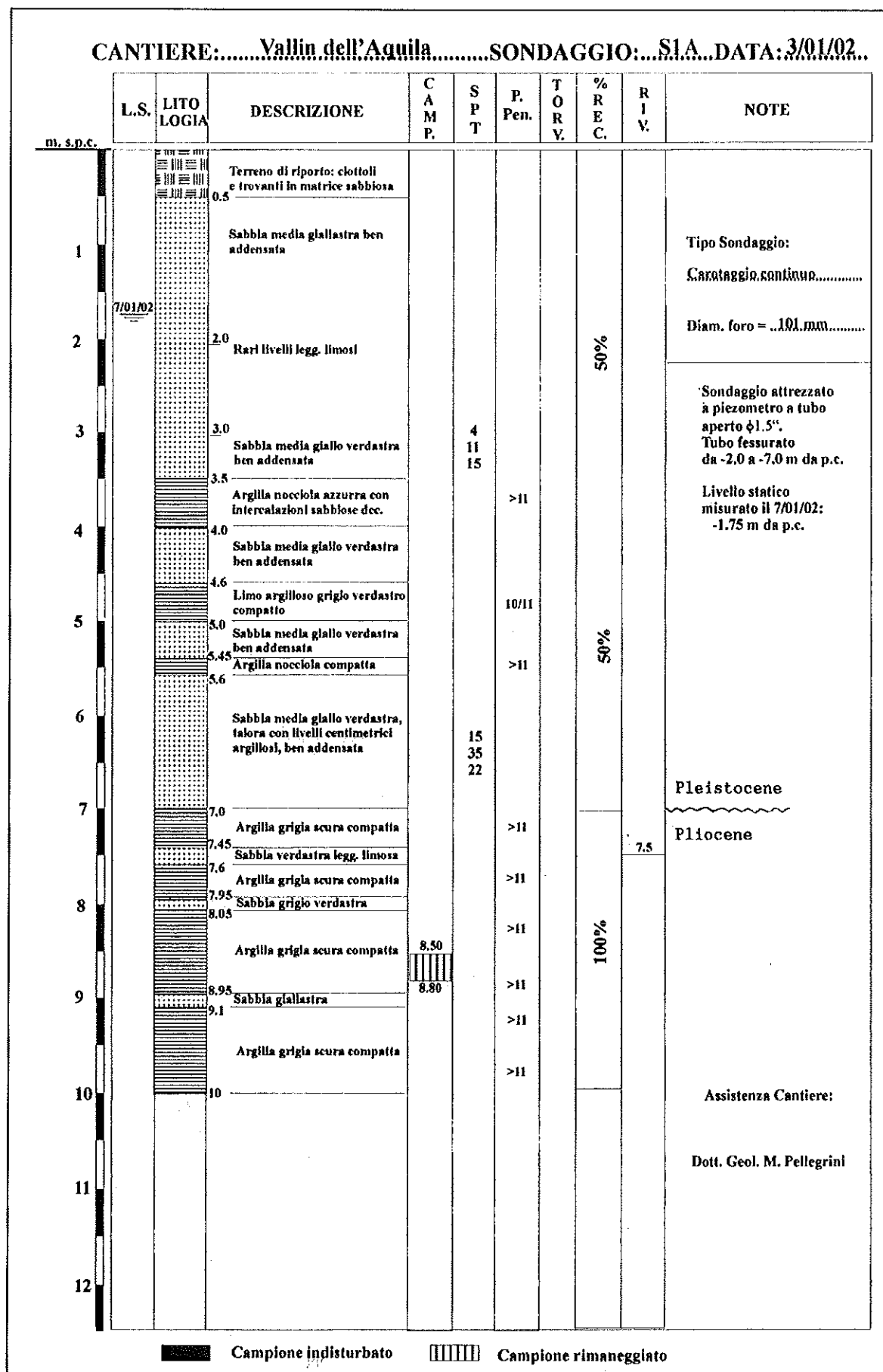


Fig. 2B – Settore Pian dei Pinoli. Piezometro S1A. Prova di svuotamento

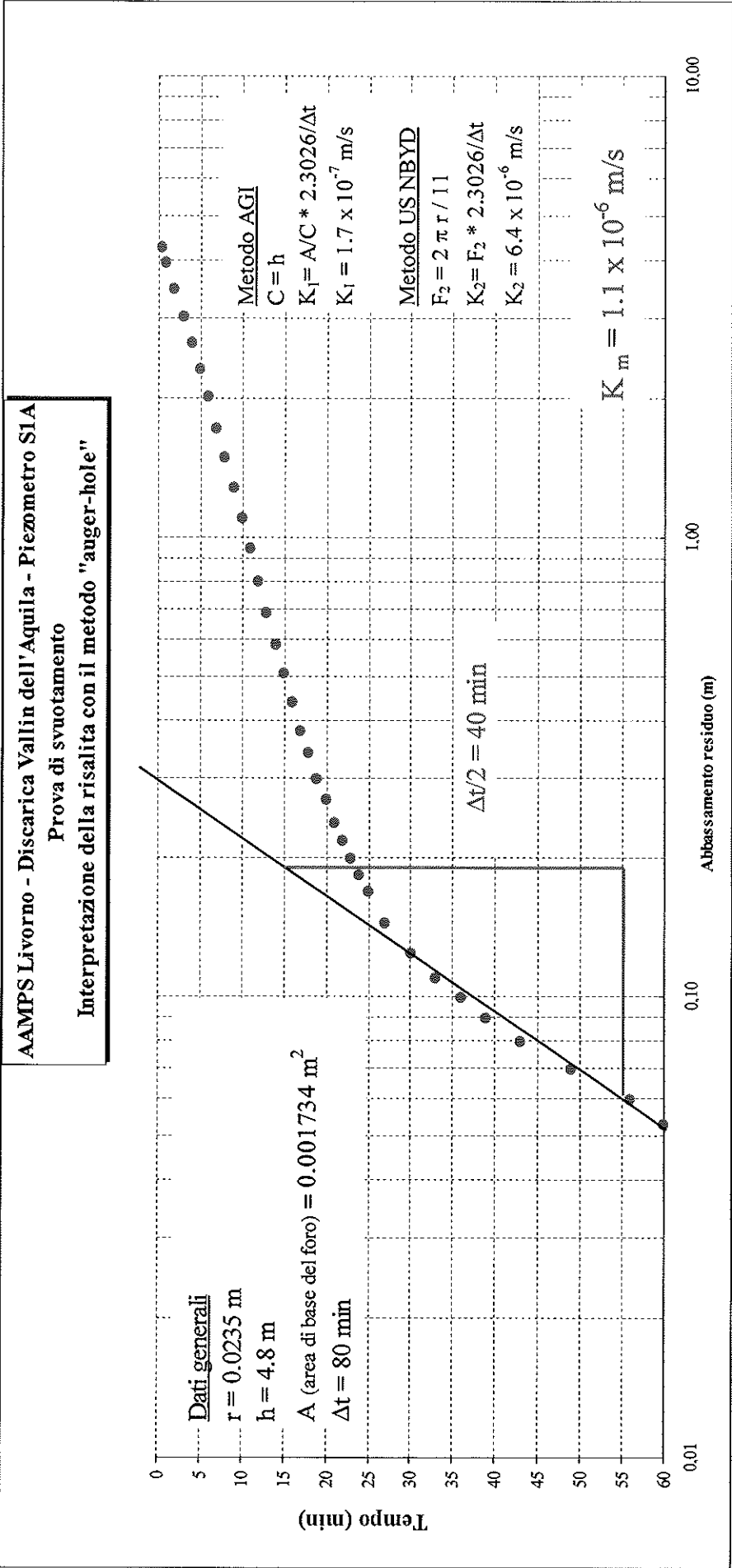


Fig. 3 – Settore Pian dei Pinoli. Piezometro Pz5. Stratigrafia

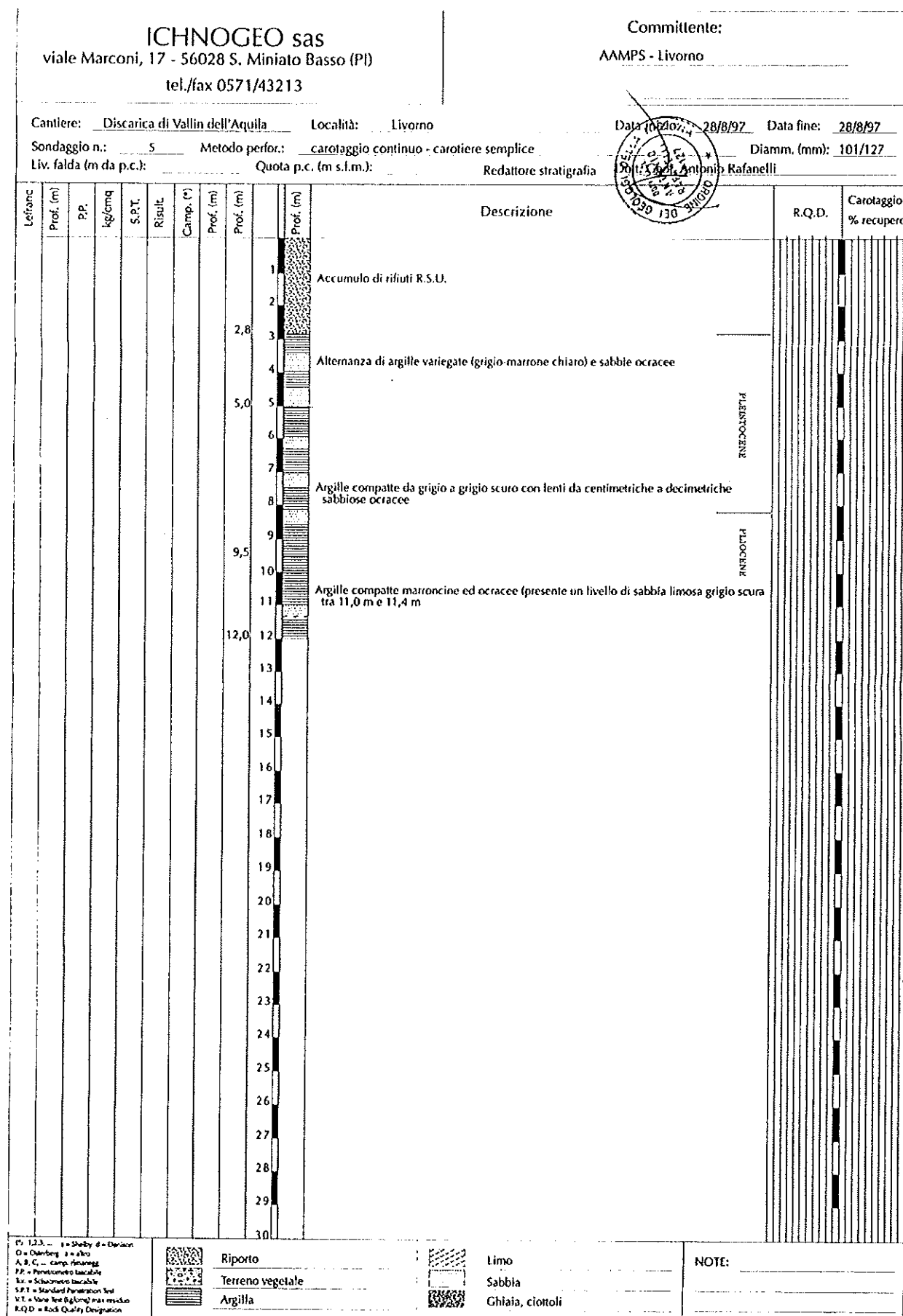


Fig. 4A - Settore Pian dei Pinoli. Piezometro PZ37

Committente AAMPS LIVORNO
 Contiere Discarica di Vallin dell'aquila
 Responsabile Dott. Geol. Giuseppe Ghezzi
 Assistenza Geologica Dott.ssa Chiara Beconcini
 Operatore Geotecnica Pisana Srl

Tipo di carotaggio Continuo con perforazione a secco
 Quota 54.67 m, slm
 Data inizio lavori 01/08/05
 Data fine lavori 04/08/05

STRATIGRAFIA	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA	SPESSORE	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campione terreno	Permeabilità (cm/s)	PRESENZA ACQUA			LIVELLO FALDA m dal p.c.	COMPLETAMENTO
							Profondità (m)	Temperatura (°C)	Conduttività (µS/cm)		
Pleistocene	1		0.50	Terrano di riporto: sabbia e ghiaia con clasti, grigio-rossiccio, asciutto.							
	1		0.80	Limo sabbioso-argilloso, marrone, asciutto.							
	2										
	3		3.90	Argilla limosa con sabbia, consistente, screziata a lenticelle grigi-rossicci-neri carboniosi, asciutta. Sporadiche leni ghiaioso-sabbiose, centimetriche, discontinue, asciutte.							
	4										
	5		0.65	Alternanza di livelli sabbiosi e argillosi screziati decimetrici, asciutti.							
	6		0.85	Sabbia fine argillosa, marrone-verdastro, addensata, debolmente umida (odore percolato).							
	7		0.70	Sabbia e argille screziate, asciutte (odore percolato).							
	8		0.60	Argilla screziata, alternata a livelli centimetrici sabbiosi, con evidenza di passaggio percolato, molto umida.							
	9		1.10	Alternanze di livelli sabbiosi e argillosi screziati decimetrici, asciutti (odore percolato).							
Pliocene	10		0.70	Argilla, screziata, con livelli millimetrici-centimetrici sabbiosi, consistente, debolmente umida.							
	10		1.05	Alternanze di livelli sabbiosi e argillosi screziati decimetrici, asciutti (odore percolato).							
	11		0.75	Alternanze di livelli sabbiosi e argille grigie (P), debolmente umide (odore percolato).							
	12		0.60	Argilla grigia, screziata, consistente.							
	13										
	14		2.50	Alternanza di livelli sabbiosi e argille grigie, umide (odore percolato).							
	15										
	16		1.30	Argilla grigia consistente (P) con poche intercalazioni sabbiose.							
	17		0.60	Alternanze di livelli sabbiosi e argille grigie, umide.							
	17		0.80	Argilla grigia, consistente.							
	18		1.35	Alternanze di livelli sabbiosi e argille grigie, umide.							
	19		1.55	Argilla grigia, consistente con poche intercalazioni sabbiose.							
	20										
	21		0.55	Alternanze di livelli sabbiosi e argille grigie, umide.							
	21		0.55	Sabbia medio-fine debolmente argillosa, nocciola, moderatamente addensata, satura.							
	22		0.45	Argilla grigia, consistente.							
	22		0.55	Alternanza di livelli sabbiosi e argille grigie, umide.							
	23		0.50	Sabbia fine argillosa, grigia, addensata, umida.							
	23		0.65	Argilla grigia, consistente.							
	24		0.50	Sabbia e argille grigie, umide.							
	24		0.70	Sabbia fine argillosa, grigia, sciolta, umida.							
	25		0.15	Argilla grigia, consistente.							
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										

*: Campione di terreno prelevato in contraddittorio con ARPAT (10/08/05).

*: Misure effettuate durante la perforazione. Queste temperature possono essere alterate.

Livello statico=-7.10 m dal p.c. (08/08/05)

Percentuale di recupero carotaggio: 100%

Carotiere tipo "split barrel".

Alasaggio con rivestimento $\phi=127$ mm.

Completamento del foro:

Tubo PVC $\phi=82$ mm con fondello, cieco tra p.c. e 5 m, fessurato tra 5 e 12 m.
 Riempimento con bentonite granulata tra 1 e 4.5 m e tra 12 e 25 m, con ghiaio tra 4.5 m e 12 m (pezzatura 1.5-5mm).
 Cementazione da p.c. a 1 m.

AAMPS Livorno - Discarica Vallin dell'Aquila - Piezometro P237
 Prova di svuotamento
 Interpretazione della risalita con il metodo "auger-hole"

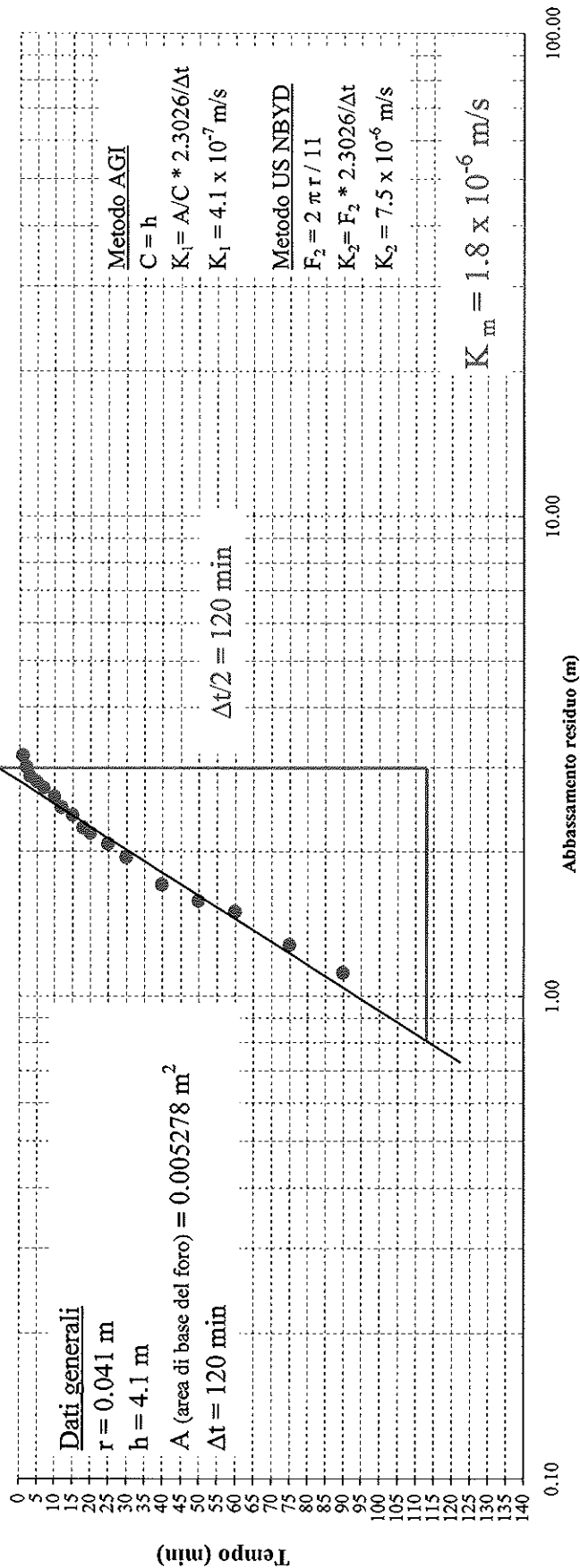


Fig. 4B

Fig. 5A - Settore Pian dei Pinoli. Piezometro Pz27. Stratigrafia e schema di completamento

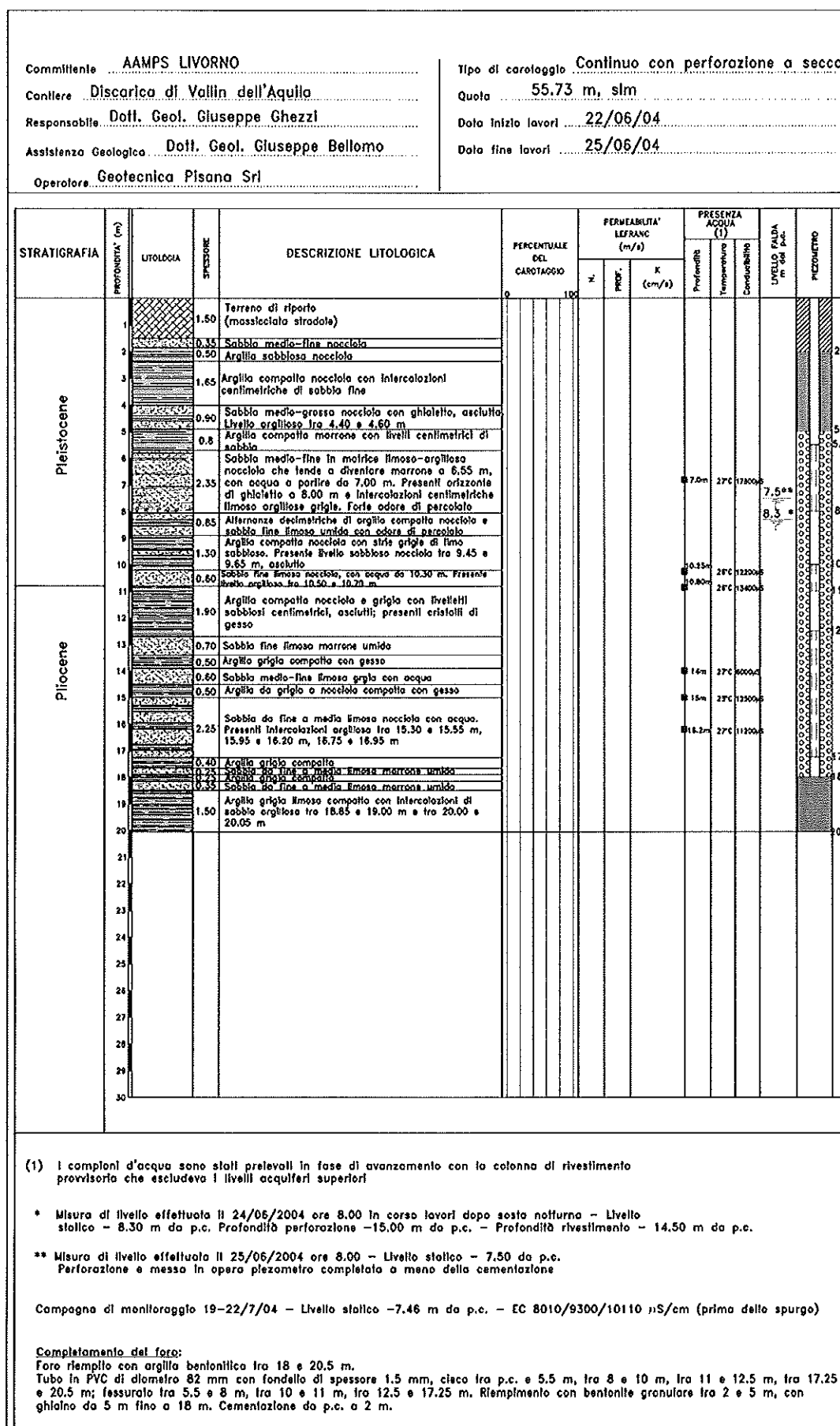


Fig. 5B – Settore Pian dei Pinoli. Piezometro Pz27. Prova di svuotamento

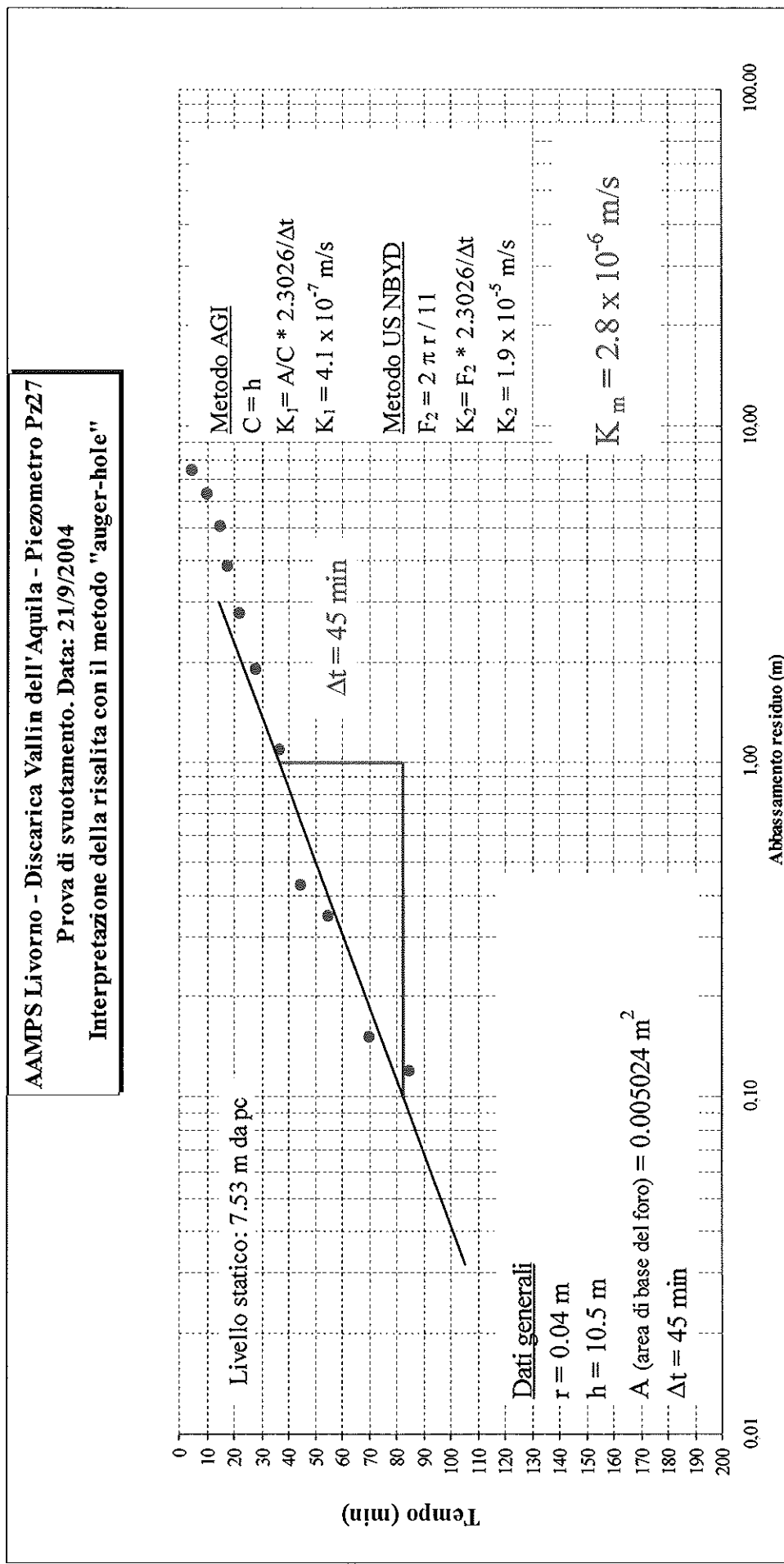


Fig. 6A - Settore Pian dei Pinoli. Piezometro Pz6. Stratigrafia

ICHNOGEO sas viale Marconi, 17 - 56028 S. Miniato Basso (PI) tel./fax 0571/43213										Committente: AAMPS - Livorno	
Cantiere: <u>Discarica di Vallin dell'Aquila</u>			Località: <u>Livorno</u>			Data inizio: <u>28/8/97</u>		Data fine: <u>28/8/97</u>			
Sondaggio n.: <u>6</u>			Metodo perfor.: <u>carotaggio continuo - carotiere semplice</u>			Diamm. (mm): <u>101/127</u>					
Liv. falda (m da p.c.): _____			Quota p.c. (m s.l.m.): _____			Redattore stratigrafia: <u>Dott. Roberto Rafanelli</u>					

Lefranc	Prof. (m)	P.P.	kg/cmq	S.P.T.	Risult.	Camp. (*)	Prof. (m)	Prof. (m)	Descrizione	PLEISTOCENE	PLOCENE	R.Q.D.	Carotaggio % recupero
							1,2	1	Massicciata stradale				
							2,2	2	Suolo argillo-sabbioso con ciottoli marrone scuro				
							3,2	3	Argilla compatta marrone scura, alla base satura e con ciottoli				
							4						
	4,5						5						
	5,0						6		Sabbia fine limosa ocrea, con intercalazioni di argilla limosa marrone alla base ed al tetto				
							7						
							8						
							9						
							9,8						
							10						
							11		Argille più o meno limose scure (quasi nere) con variegature marrone chiaro, con intercalazioni decimetriche di sabbie medie limose marrone scuro				
							12						
							13,2						
							14						
							15		Argille compatte grigio scuro con livelli subcentimetrici debolmente sabbiosi (presente un livello di sabbia limosa marrone chiaro tra 14,0 m e 14,5 m)				
							16,0						
							17						
							18						
							19						
							20						
							21						
							22						
							23						
							24						
							25						
							26						
							27						
							28						
							29						
							30						

PI 12,3... = Shelby d = Denison O = Osterberg s = alzo A, B, C... = Camp. rinverg. P.P. = Pericostoreo bacabile For = Sismometro bacabile S.P.T. = Standard Penetration Test V.T. = Vane Test (Rigoni) anal. medio R.Q.D. = Rock Quality Designation	<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Riporto</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Terreno vegetale</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Argilla</td> </tr> </table>		Riporto		Terreno vegetale		Argilla	<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Limo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sabbia</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ghiaia, ciottoli</td> </tr> </table>		Limo		Sabbia		Ghiaia, ciottoli	NOTE: _____ _____ _____
	Riporto														
	Terreno vegetale														
	Argilla														
	Limo														
	Sabbia														
	Ghiaia, ciottoli														

Fig. 6B – Settore Pian dei Pinoli. Piezometro Pz6. Prova di svuotamento

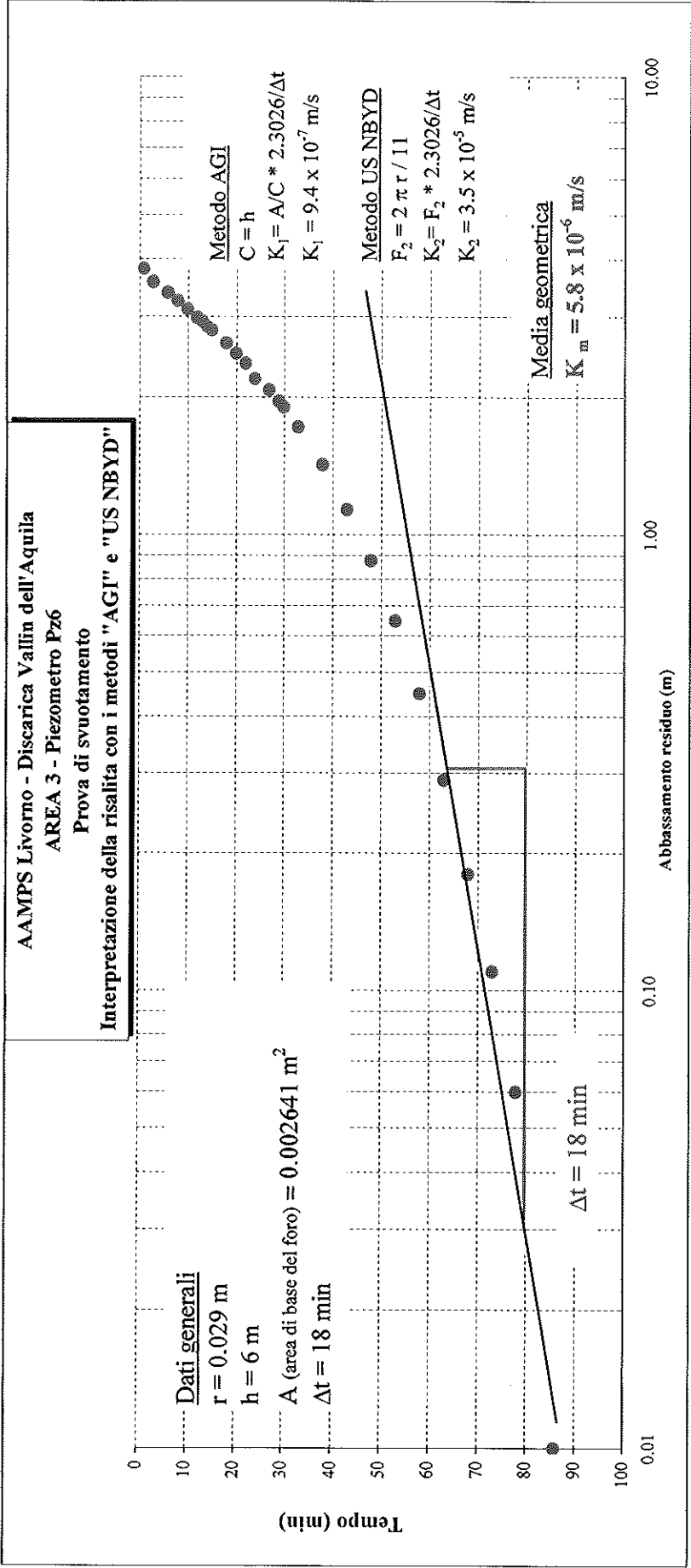


Fig. 7 – Settore Pian dei Pinoli. Sondaggio Sg7. Stratigrafia

		Locality: _____
SCALE: 	Date: 	Soudaghor n. Sg7

Attrezzatura e metodo di perforazione: ☐ Campione rimangiato ☒ Campione a percussione ☐ LEFRANC ☒ Campione S.P.T. ☒ Campione ind. a pressione Prova di permeabilità* ☒ Campione da Vasa Test ☐ Campione ind. rotativo ☐ TUELOM			LIVELLI ACQUA					
			PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
			Rivelat.	Foro	Data	H	Data	H

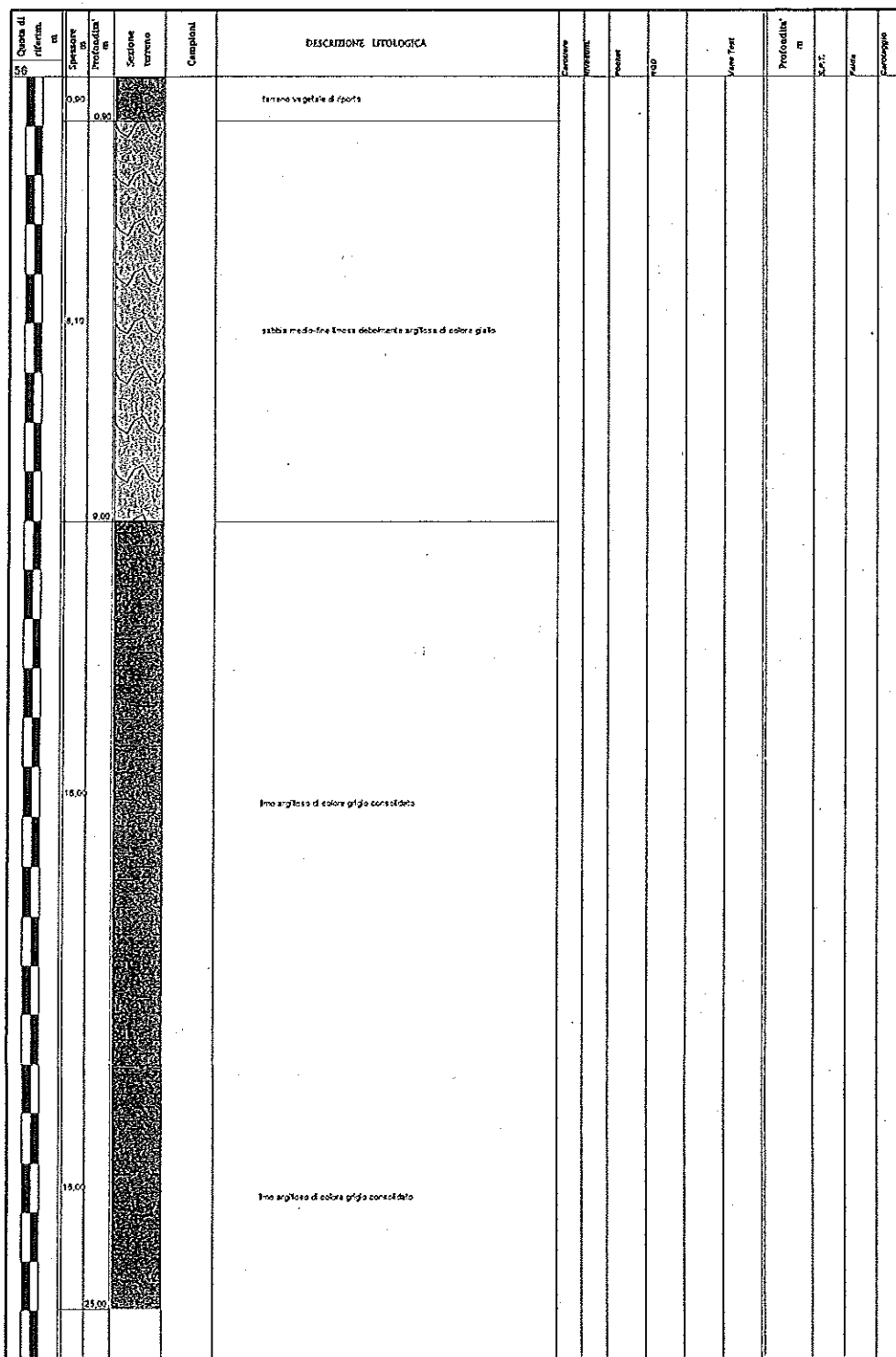


Fig. 8A – Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro Pz3. Stratigrafia

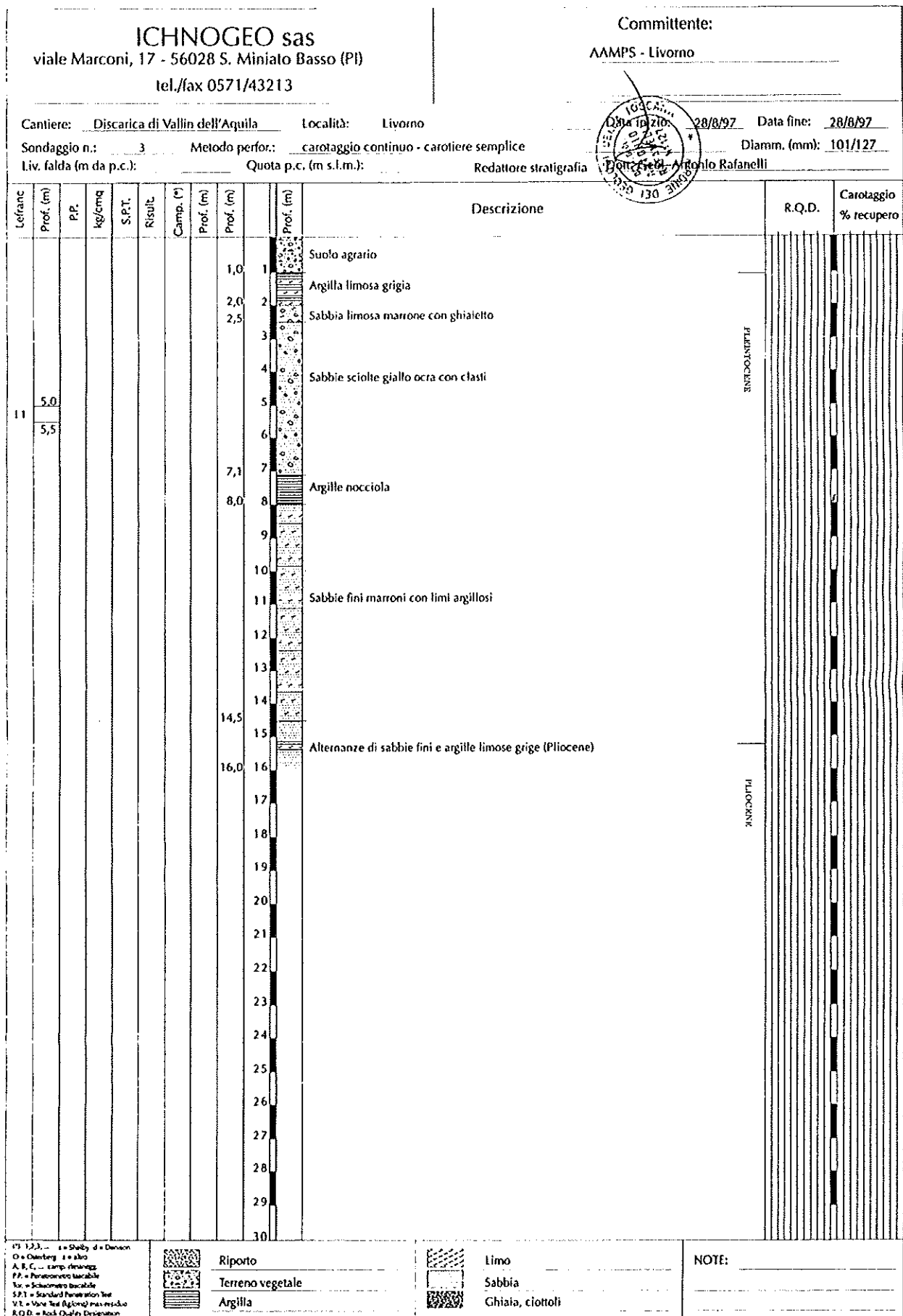


Fig. 8B – Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro Pz3. Prova di svuotamento

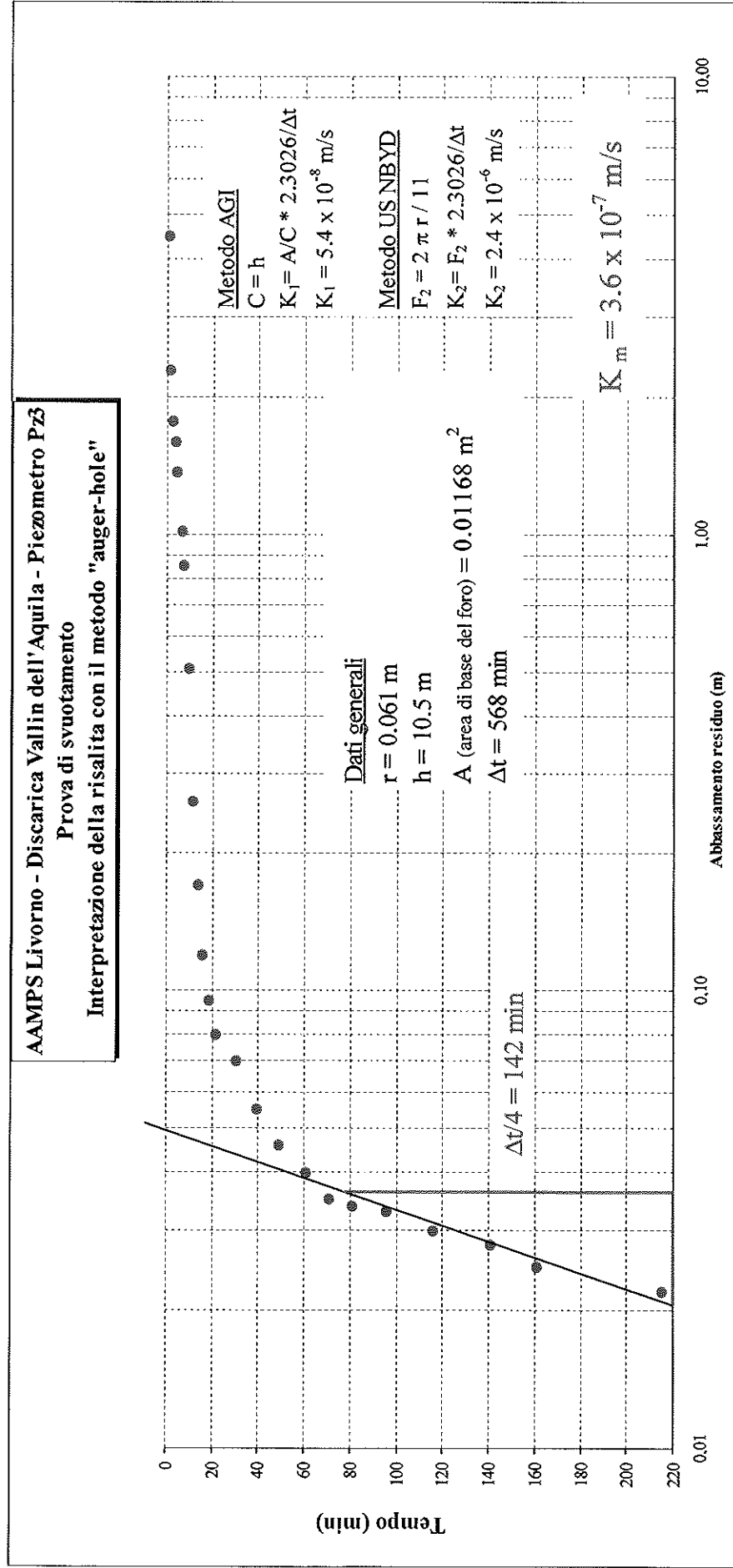


Fig. 9A -Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro PZ40

Committente AAMPS LIVORNO
 Cantiere Discarica di Vallin dell'aquila
 Responsabile Dott. Geol. Giuseppe Ghezzi
 Assistenza Geologica Dott.ssa Chiara Beconcini
 Operatore Geotecnica Pisana Srl

Tipo di carotaggio Continuo con perforazione a secco
 Quota 48.28 m, slm
 Data inizio lavori 16/08/05
 Data fine lavori 19/08/05

STRATIGRAFIA	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA	SPESORE	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campi terreno	Permeabilità (cm/s)	PRESENZA ACQUA			LIVELLO FALDA m dal p.c.	COMPLETAMENTO
							Profondità (m)	Temperatura (°C)	Conducibilità (µS/cm)		
Pleistocene	1		2.50	Terreno di riporto: sabbia, limo, scarsa ghiaia e laterizi, asciutto.							1
	2										
	3										
	4		4.90	RSU: a granulometria medio-fine in matrice sabbioso-ghialosa, neri, scarsamente addensati.							
	5			Debolmente umidi-asciutti (2.65-6.5 m); umidi (6.5-7.0 m); molto umidi (7.0-7.4 m).							
	6										
	7										
	8		1.30	Terreno di riporto: sabbia eterogranulare limoso-argillosa con ghiaia, marrone, addensata, debolmente umida (odore percolato).							
	9										
	10										
	11		5.10	Sabbia medio-fine argillosa, verdastro screziata grigio-rossiccio, evidenze di passaggio percolato (venature nere 8.70-10.0 m), mediamente addensata, debolmente umida-umida (oltre 11,5 m) (odore percolato).							12
	12										
	13										
	14										14
Pliocene	15		2.60	Sabbia medio-fine debolmente limosa, nocciola verdastro, sciolti-debolmente addensata, asciutta (13.8-14.4 m); umida (14.4-16.0 m); molto umida (16.0-16.4 m) (odore percolato).			13.0				
	16						16.0	30.6°	5840		
	17		0.35	Sabbia medio-grossolana con ghiaia e ciottoli in scarsa matrice argillosa, grigia, sciolti-scars. addensata, satura (odore percolato).			16.5	22.8	5760		
	18		0.45	Argilla screziata, consistente.							
	19		0.85	Sabbia medio fine debolmente argillosa, addensata, molto umida (odore percolato).							
	20		1.05	Alternanze di livelli sabbiosi e argille grigie (P), sature.			18.0	26.0°	5100		
	21		0.85	Argilla grigia, consistente.			19.5				
	22		0.90	Sabbia medio-fine limosa, nocciola verdastro, satura (odore percolato).			20.0				
	23						21.5	24.7°	8250		
	24		3.15	Argilla grigia, consistente.							21
	25										
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										

*: Misure effettuate durante la perforazione.
 Queste temperature possono essere alterate.

Livello statico=-16.20 m dal p.c. (19/08/05)

Percentuale di recupero carotaggio: 100%
 Carotiere tipo 'split barrel'.
 Alisaggio con rivestimento $\phi=127$ mm.

Completamento del foro:

Tubo PVC $\phi=82$ mm con fondello, cleco tra p.c. e 14 m, fessurato tra 14 e 21 m.
 Riempimento con bentonite granulare tra 1 e 12 m e tra 21 e 24 m, con ghiaio tra 12 m e 21 m (pezzatura 1.5-5mm).
 Cementazione da p.c. a 1 m.

AAMPS Livorno - Discarica Vallin dell'Aquila - Piezometro Pz40
 Prova di svuotamento
 Interpretazione della risalita con il metodo "auger-hole"

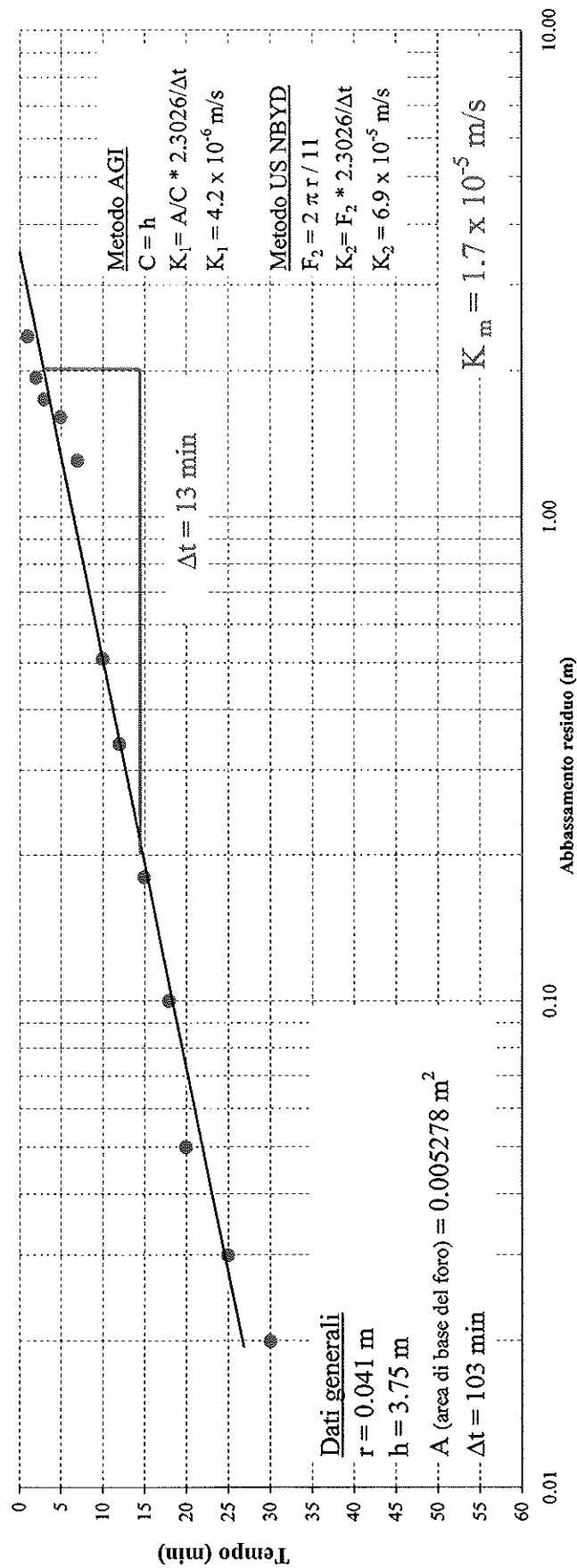


Fig. 9B

Fig. 10A - Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro Pz1. Stratigrafia

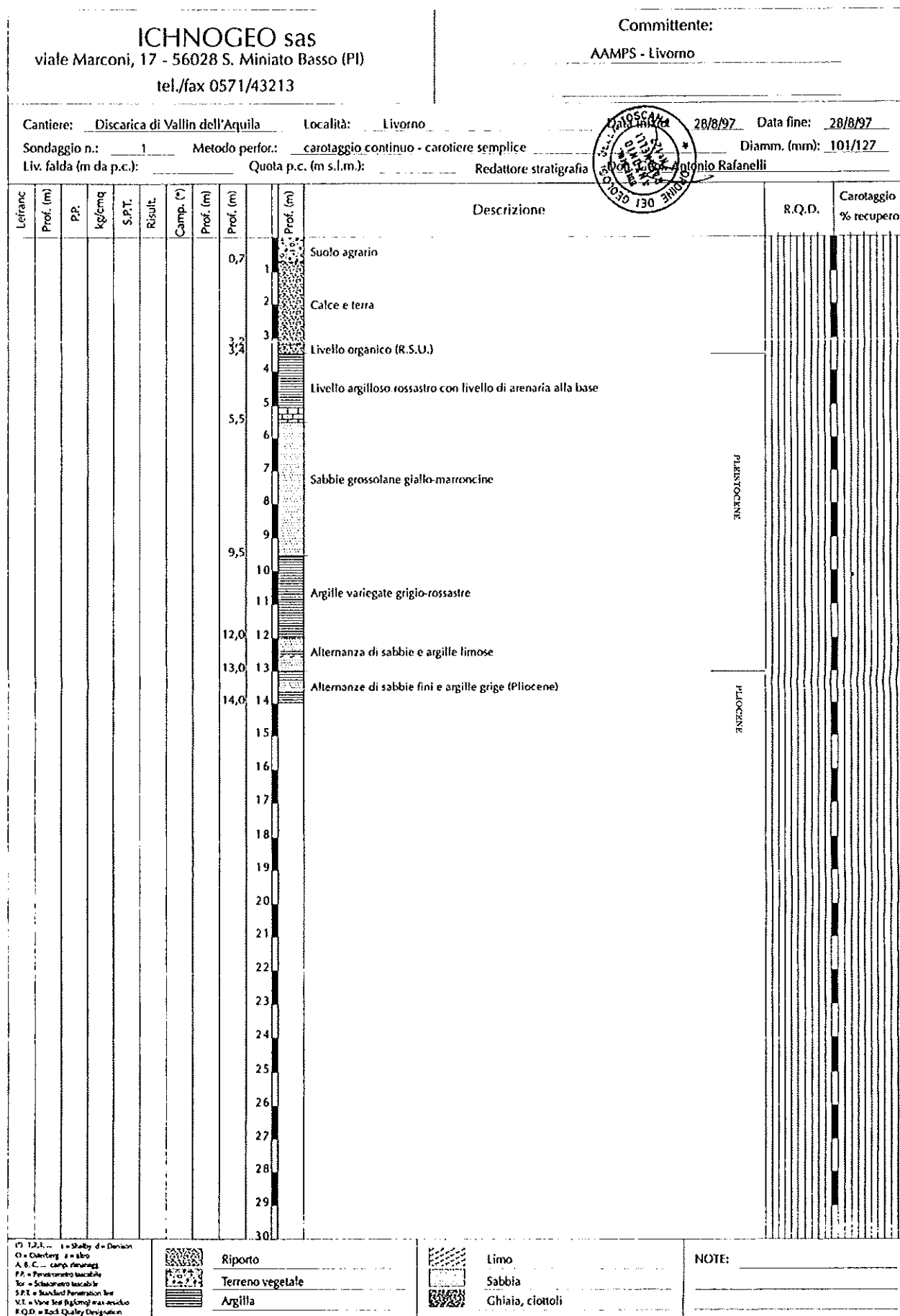


Fig. 10B – Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro Pz1. Prova di svuotamento

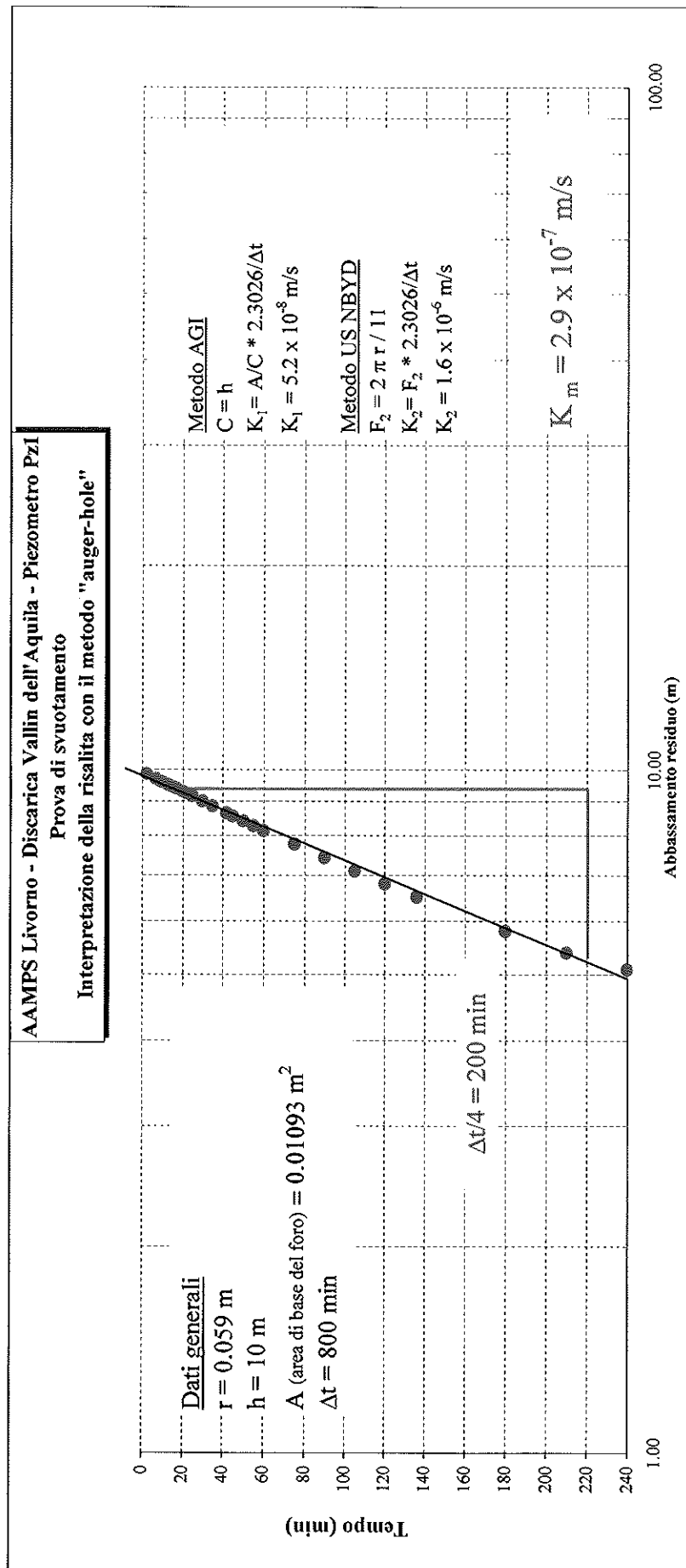


Fig. 11 – Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro Pz25. Stratigrafia

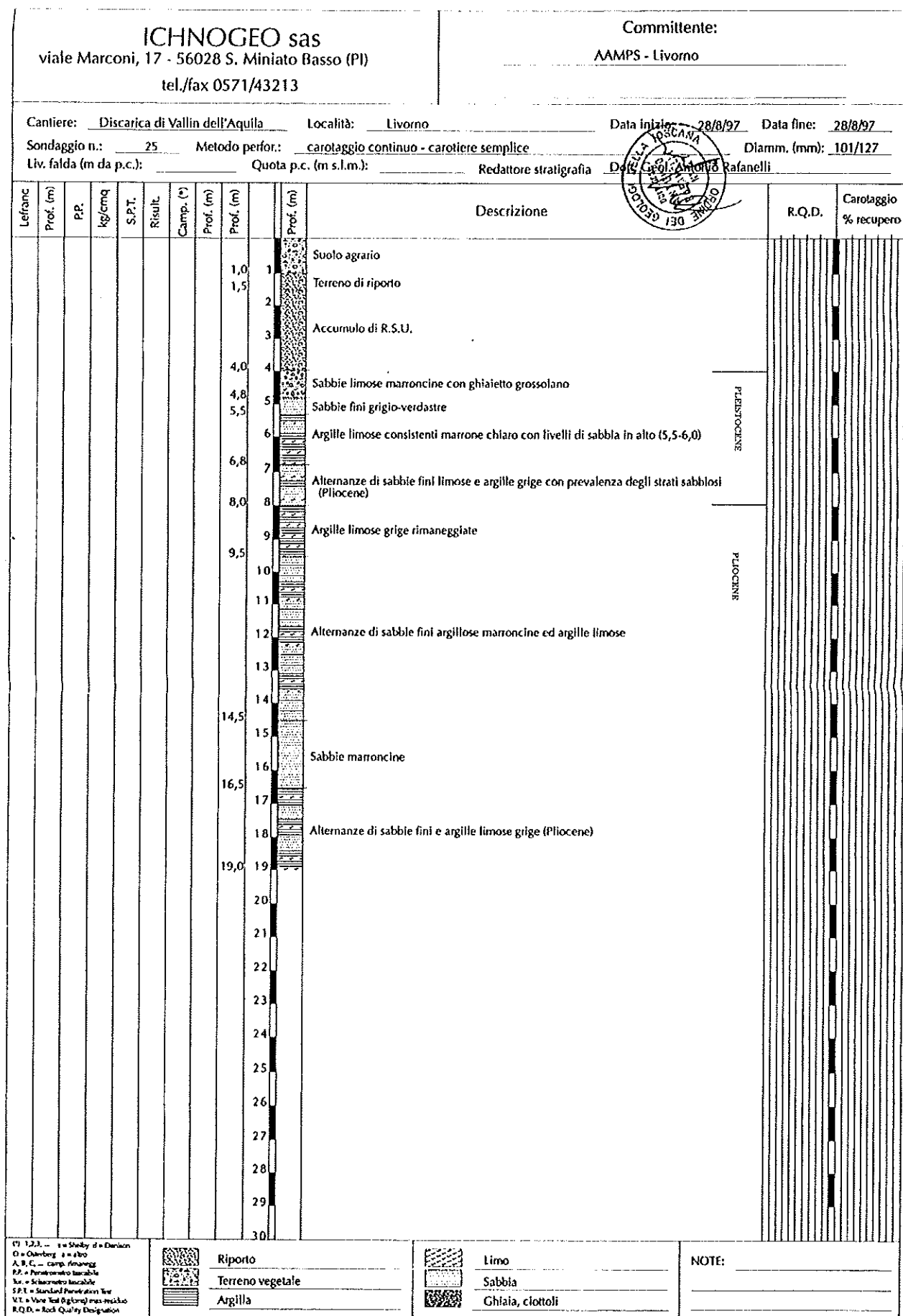


Fig. 12A - Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro PZ39

Committente AAMPS LIVORNO
 Cantiere Discarica di Vallin dell'aquila
 Responsabile Dott. Geol. Giuseppe Chezzi
 Assistenza Geologica Dott. ssa Chiara Beconcini
 Operatore Geotecnica Pisana Srl

Tipo di carotaggio Continuo con perforazione a secco
 Quota 47.31 m, slm
 Data inizio lavori 10/08/05
 Data fine lavori 12/08/05

STRATIGRAFIA	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA	SPESORE	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni terreno	Permeabilità (cm/s)	PRESENZA ACQUA			LIVELLO FALDA m dal p.c.	COMPLETAMENTO
							Profondità (m)	Temperatura (°C)	Conducibilità (µS/cm)		
Pleistocene	1		0.60	Terreno di riporto: sabbia, limo e argilla, asciutto.	5					7.30	
	2		1.90	Sabbia e ghiaia eterogranulare in matrice limoso-argillosa, marrone, con livelletti carboniosi, addensata, asciutta.							
	3		0.90	Argilla sabbiosa, screziata a livelletti grigi-rossicci-neri carboniosi, molto consistente, asciutta.							
	4		2.50	Sabbia e ghiaia eterogranulare in matrice limoso-argillosa, marrone, con livelletti carboniosi, asciutta (odore percolato da 5 m).							
	5		1.25	Argilla screziata, livelli di sabbia satura (6.3-6.4m e 6.80-6.82m).							
	6		1.85	Alternanze di livelli decimetrici sabbiosi e argille screziate, sature (odore percolato).			7.5	28.04	3420		
	7		0.70	Argilla screziata, con livelletti di sabbia (odore percolato).			9.5				
	8		1.35	Alternanze di livelli sabbiosi e argillosi screziati decimetrici, saturi.			10.5	25.81	6430		
	9		1.65	Argilla grigia consistente (P); livelli limoso-sabbiosi (11.45-12.15m).			12.0	29.11	4630		
	10		0.50	Sabbia medio-fine debolmente limosa, nocciola, scarsamente addensata, satura.			12.7	22.31	3970		
Pliocene	11		0.70	Argilla grigia, consistente.	6		13.5	25.41	4050	14.5	
	12		0.75	Sabbia medio-fine debolmente argillosa, nocciola, scarsamente addensata, satura.			15.0	27.71	4015		
	13		3.65	Argilla grigia consistente con livelli sabbiosi saturi fossiliferi.			16.5	29.61	4450		
	14		1.70	Alternanze di livelli sabbiosi e argillosi screziati decimetrici, saturi.			18.5	28.51	3500		
	15						19.5	24.21	1890		
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										
	21										
	22										
	23										
	24										
	25										
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										

*: Misure effettuate durante la perforazione.
 Queste temperature possono essere alterate.

Livello statico=-7.30 m dal p.c. (16/08/05)

Percentuale di recupero carotaggio: 100%

Carotiere tipo 'split barrel'.

Alisaggio con rivestimento $\phi=127$ mm.

Completamento del foro:

Tubo PVC $\phi=82$ mm con fondello, cieco tra p.c. e 7 m, fessurato tra 7 e 14.5 m.

Riempimento con bentonite granulare tra 1 e 5 m e tra 14.5 e 20 m, con ghiaio tra 5 m e 14.5 m (pezzatura 1.5-5mm).

Cementazione da p.c. a 1 m.

AAMPS Livorno - Discarica Valin dell'Aquila - Piezometro Pz39
 Prova di svuotamento
 Interpretazione della risalita con il metodo "auger-hole"

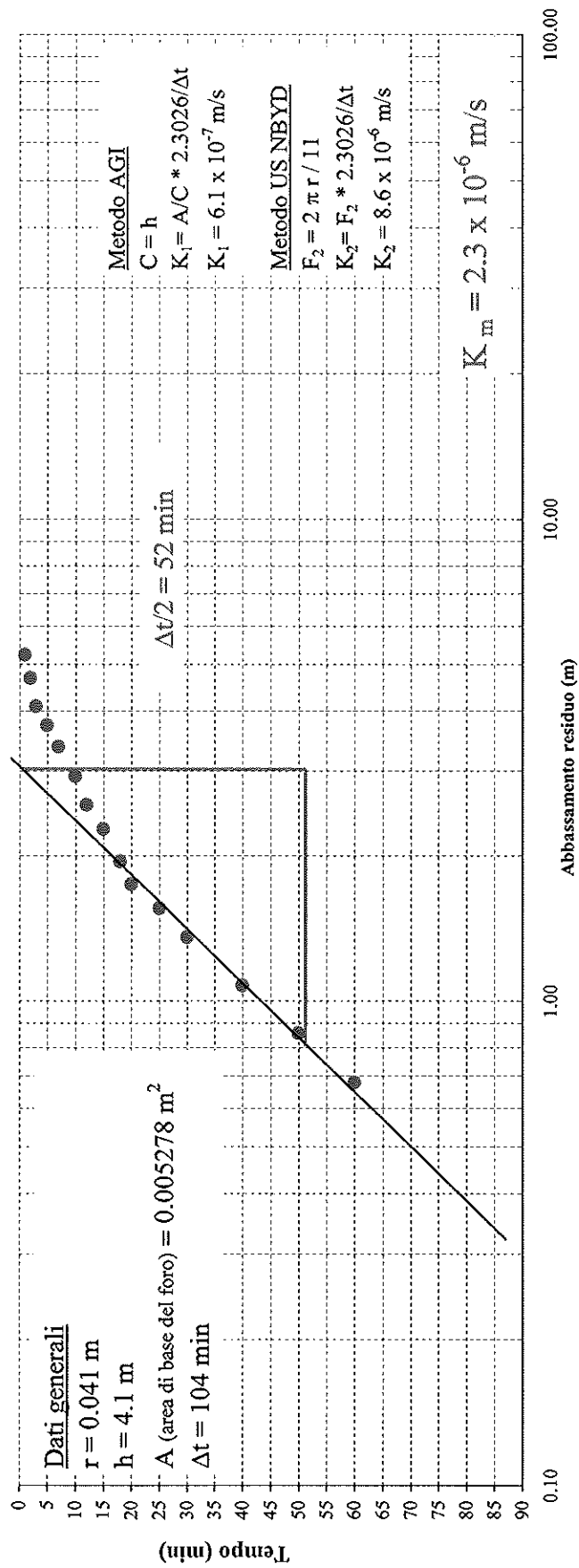


Fig. 12B

Comittente		AAMPS LIVORNO		Tipo di carotaggio		Continuo con perforazione a secco							
Caniliere		Discarica di Vallin dell'Aquila		Quota		49.03 m, slm							
Responsabile		Dott. Geol. Giuseppe Ghezzi		Data inizio lavori		15/06/04							
Assistenza Geologica		Dott. Geol. Giuseppe Bellomo		Data fine lavori		16/06/04							
Operatore		Geotecnica Pisana Srl											
STRATIGRAFIA	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PERCENTUALE DEL CAROTAGGIO	PERMEABILITA' LEFRANC (m/s)			PRESENZA ACQUA			LIVELLO FALDA m sul p.c.	PIEZOMETRO	
					N	PROF.	K (cm/s)	Profondità	Temperatura	Conducibilità			
Pleistocene	0.20		Terrano di riporto	0	100								
	1.05		Sabbia fine limosa marrone con resti vegetali										
	1.45		Ghiola e sabbia in matrice limosa-argillosa con forte odore di percolato, asciutta										
	0.80		Limo argilloso grigio con livellati centimetrici sabbiosi										
	0.10		Sabbia in matrice limosa-argillosa, asciutta										
	0.40		Sabbia fine limosa nocciola asciutta										
	2.30		Limo argilloso sabbioso marrone										
	1.80		Sabbia da grossolana a medio-fine limosa marrone con ghiaietto tra 7.80 e 8.10 m. Asciutta										
	0.40		Argilla marrone con livellati centimetrici di sabbia										
	0.50		Sabbia limosa marrone asciutta										
Pliocene	0.70		Limo argilloso marrone										
	0.80		Sabbia medio-fine limosa asciutta										
	0.70		Argilla limosa marrone										
	0.50		Sabbia medio-fine limosa asciutta										
	2.05		Argilla limosa da marrone a grigio con intercalazioni sabbiose asciutte tra 11.75 e 11.90 m e tra 12.60 e 12.90 m										
	14												
	15												
	16												
	17												
	18												
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

Compagno di monitoraggio 19-22/7/04 - Asclutto

Completamento del foro:

Tubo in PVC di diametro 82 mm con fondello di spessore 1,5 mm, cieco tra p.c. e 6,3 m e tra 11,2 e 13,25 m, fessurato fra 6,3 e 13,25 m. Riempimento con bentonite granulare fra 2,5 e 6,3 m, con ghialino da 6,3 m fino a fondo pozzo. Cementazione da p.c. a 2,5 m.

Fig. 14A - Settore Vallin dell'Aquila. Piezometro PZ38

Committente AAMPS LIVORNO

Contratto Discarica di Vallin dell'Aquila

Responsabile Dott. Geol. Giuseppe Ghezzi

Assistenza Geologica Dott. ssa Chiara Beconcini

Operatore Geotecnica Pisana Srl

Tipo di carotaggio Continuo con perforazione a secco

Quota 48.06 m, sim

Data inizio lavori 05/08/05

Data fine lavori 09/08/05

STRATIGRAFIA	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA	SPESORE	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campione terreno	Permeabilità (cm/s)	PRESENZA ACQUA			LIVELLO FALDA m dal p.c.	COMPLETAMENTO
							Profondità (m)	Temperatura (°C)	Conducibilità (µS/cm)		
Pleistocene			0.40	Terreno di riporto: sabbia e ghiaia con ciottoli grigi, asciutto.							
	1		1.45	Limbo sabbioso, debolmente argilloso, marrone, asciutto.							
	2		1.15	Sabbia argilloso-limoso, con ghiaia screziata, addensata, asciutta.							
	3										
	4		2.90	Argilla sabbiosa, screziata a livelli di grigi-rossicci-neri carboniosi, molto consistente, asciutta; livello sabbioso tra 5.85 e 5.90 m.							
	5										
	6										
	7										
	8		4.60	Sabbia medio-grossolana con scarsi limo e ghiaia fine, moderatamente addensata, asciutta (odore percolato).							
	9										
Pliocene	10						10.0				
	11		0.50	Argilla grigia, consistente (P).			10.5	19.3	4380		
	12		0.60	Sabbia fine debolmente argillosa, nocciola, sciolta, satura.			11.0				
	13		1.10	Argilla debolmente sabbiosa, consistente, umida.			12.0	26.4*	3420		
	14		1.00	Sabbia medio-fine limosa, nocciola, debolmente umida.			12.5	26.6*	3540		
	15		0.80	Argilla grigia, consistente.			13.5	26.4*	2930		
	16		1.45	Alternanze di livelli sabbiosi e argille grigie, sature.			15.0	18.7	1914		
	17						18.5				
	18		4.05	Argilla grigia, consistente; livello sabbioso tra 19.55 e 19.80 m.			18.0				
	19						20.0	26.6*	3300		
	20										
	21										
	22										
	23										
	24										
	25										
	26										
	27										
	28										
	29										
	30										

*: Campione di terreno prelevato in contraddittorio con ARPAT (10/08/05).

*: Misure effettuate durante la perforazione. Queste temperature possono essere alterate.

Livello statico = -10.70 m dal p.c. (11/08/05)

Percentuale di recupero carotaggio: 100%

Carotiere tipo 'split barrel'.

Alasaggio con rivestimento $\phi=127$ mm.

Completamento del foro:

Tubo PVC $\phi=82$ mm con fondello, cieco tra p.c. e 10 m, fessurato tra 10 e 17 m.

Riempimento con bentonite granulare tra 1 e 8 m e tra 17 e 20 m, con ghiaia tra 8 m e 17 m (pezzatura 1.5-5mm).

Cementazione da p.c. a 1 m.

AAMPS Livorno - Discarica Valin dell'Aquila - Piezometro Pz38
 Prova di svuotamento
 Interpretazione della risalita con il metodo "auger-hole"

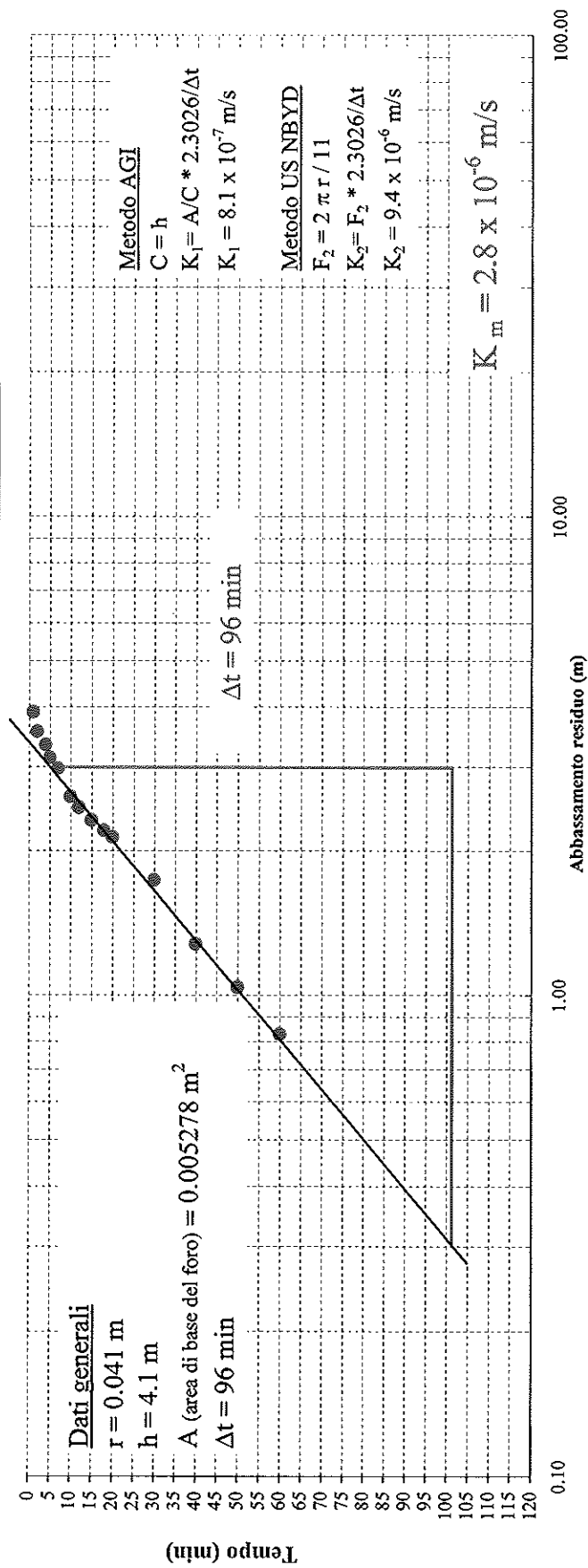
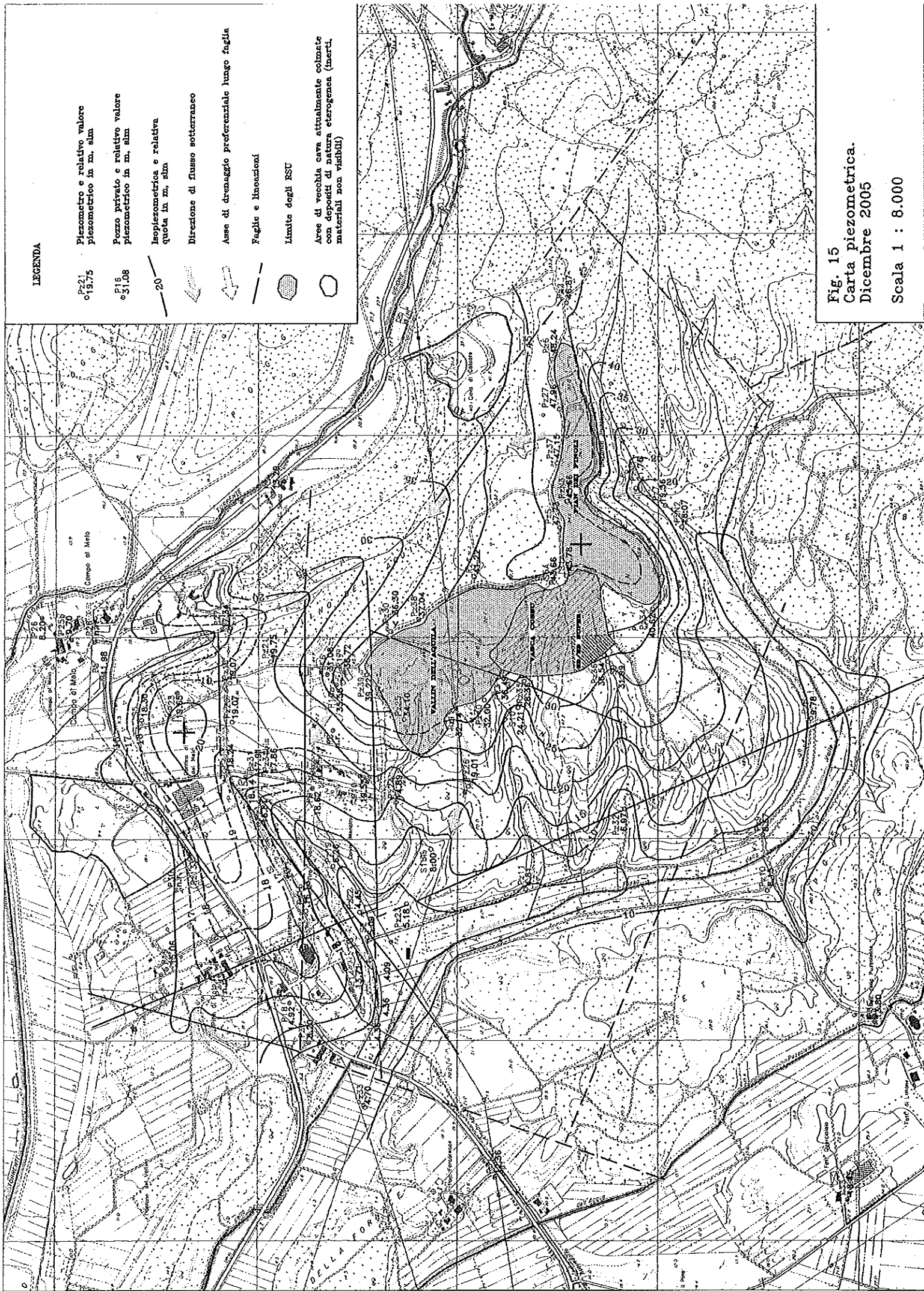
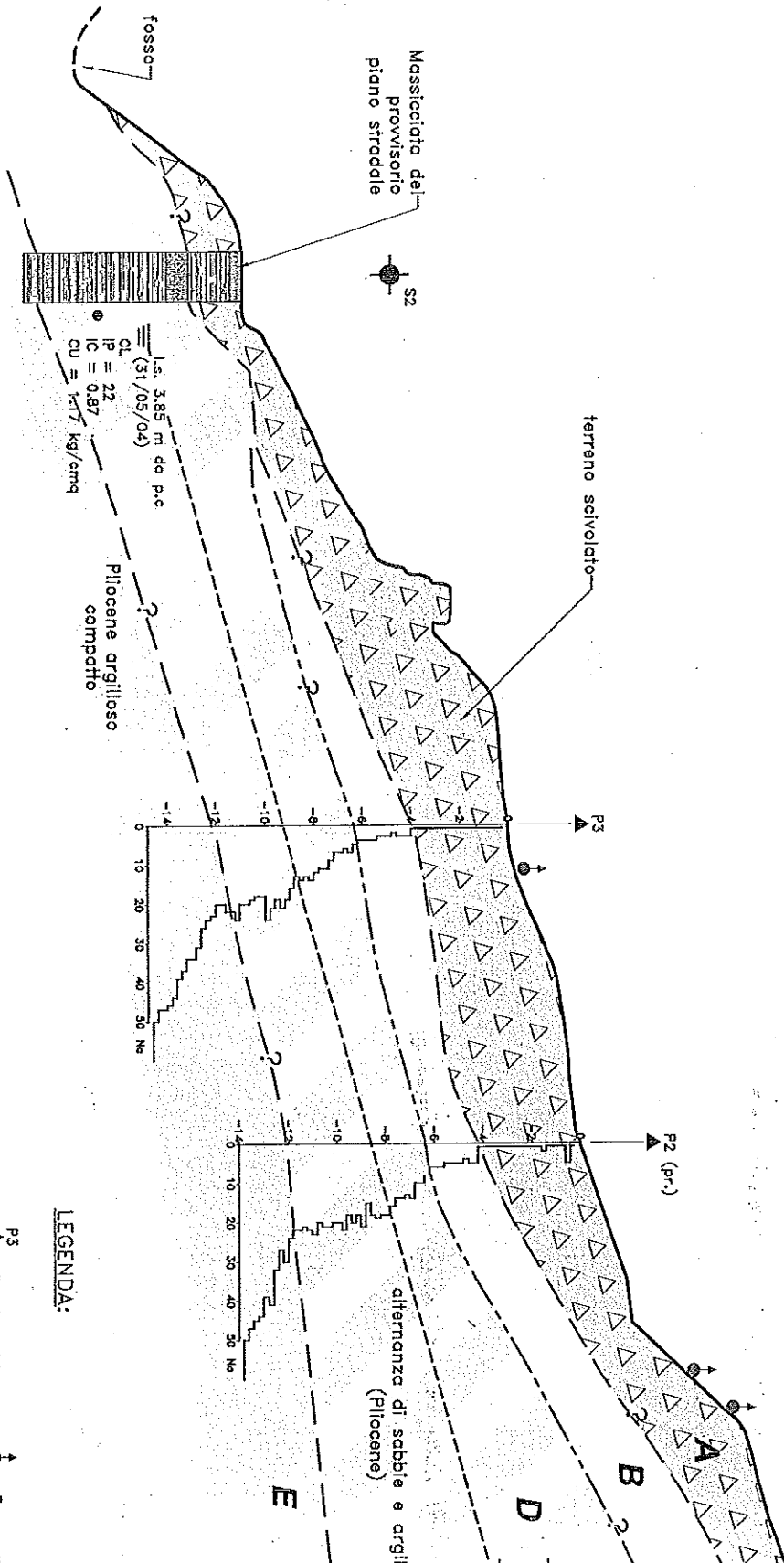


Fig. 14B



Quota (m, s.l.m.)

64
62
60
58
56
54
52
50
48
46
44
42
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18



LEGENDA:

- P3 ▲ Pannometri
- S2 ● Sondaggi
- ↑ Emergenz

O

E

S2A
(-13.7)

S1A

l.s. 43.78 m.slm.

?

?

$K_{sv}=6.4E-06$ m/s (metodo US NBYD)

Fig. 17 - Sezione terminale
Pian dei Pinoli Ovest

SCALA 1 : 250