



CITTA' DI TORINO

Allegato n°

alla DC

DIVISIONE URBANISTICA E TERRITORIO
AREA URBANISTICA E QUALITA' DELL' AMBIENTE COSTRUITO
PROGETTO SPECIALE PIANO REGOLATORE
VIA MEUCCI N°4



PROPOSTA TECNICA DEL PROGETTO PRELIMINARE

(AI SENSI DELL'ARTT. 14 E 15 DELLA LUR N. 56/1977 E SM)

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

ai sensi di art.14 comma 2 lettera b)

**RELATIVA ALLE AREE INTERESSATE DA NUOVI INSEDIAMENTI O DA
OPERE PUBBLICHE DI PARTICOLARE IMPORTANZA:
PASSANTE FERROVIARIO**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. Rosa GILARDI

(documento firmato digitalmente ai sensi art. 20 e ss. Del D.lgs 82/2005 e s.m.i.)

GRUPPO DI COORDINAMENTO

Arch. Donato GUGLIOTTA Arch. Giacomo LEONARDI Arch. Liliana MAZZA Ing. Labeled WASSEL

CON I COMPONENTI L'UFFICIO DEL PIANO

Torino, Maggio 2020

COMMITTENTE:

RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.



A.T.I.:
ASTALDI S.p.A. (Capogruppo mandataria)
VIANINI LAVORI S.p.A.
IMPRESA DI COSTRUZIONI ROSSO S.p.A.
DI VINCENZO DINO & C. S.p.A.
TURNER & TOWNSEND GROUP LIMITED

PROGETTAZIONE:

ASTALDI S.p.A.
TURNER & TOWNSEND GROUP LIMITED

DIREZIONE LAVORI:

ITALFERR S.p.A.
Società con socio unico, soggetta
all'attività di direzione e coordinamento
di Ferrovie dello Stato S.p.A.



PROGETTO ESECUTIVO

NODO DI TORINO

QUADRUPLICAMENTO PORTA SUSA – STURA CON SOTTOATTRAVERSAMENTO FIUME DORA

RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE

	Verificato	Data	Approvato	Data	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

T D R 2 1 0 E Z Z R B G E 0 0 0 X I 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE	Sabatinielli	15-12-05	Capata	15-12-05			

File: TDR2_10_E_ZZ_RB_GE000X_I01_A

R01

n. Elab.: 001-1

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. STUDIO GEOLOGICO	6
3.1 Aspetti geologici – morfologici	6
3.1.1 stratigrafia	6
3.2 Idrogeologia	7
3.2.1 Livello massimo falda di riferimento	7
3.2.2 Livello massimo falda di progetto	7
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE	8
4.1 Indagini pregresse	8
4.2 Indagini integrative finalizzate al progetto esecutivo	10
4.3 Prove in sito eseguite nel corso della Campagna Geognostica Integrativa del Progetto Esecutivo (2005)	12
5. ANALISI DEI DATI PROVENIENTI DALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	12
5.1 Letture piezometriche	12
5.2 Prove penetrometriche dinamiche (SPT)	13
5.3 Prove di carico su piastra eseguite in pozzo	17
5.4 Prove di permeabilità (Lefranc)	18
5.5 Indagini geofisiche	22
5.5.1 Down-hole campagna geognostica 2003	22
5.5.2 Sondaggi sismici “ReMi”	29
5.6 Diagrafie	30
5.7 Prova pressiometrica di tipo Menard	38
5.8 Prove di laboratorio	52
5.8.1 Prova triassiale CID	53
6. DESCRIZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	54
6.1 Riconoscimento delle Unità geotecniche – tratto Porta Susa – Corso Grosseto con riferimento al Progetto Definitivo	54
6.2 Materiale di riporto (R)	56
6.3 Terreni sabbioso-limosi (SLg)	56
6.3.1 Unità SLg – Elaborazione dati nuove indagini	57
6.4 Terreni ghiaiosi – sabbiosi con livelli cementati (GSL-CGL)	62

6.5	Terreni ghiaiosi – sabbiosi senza livelli cementati (GSL)	63
6.5.1	Unità GSL – Elaborazione dati nuove indagini	64
7.	PARAMETRI DI PROGETTO	70
8.	BIBLIOGRAFIA	71
9.	ALLEGATI	72

1. INTRODUZIONE

La seguente Relazione illustra lo studio geotecnico legato al Progetto Esecutivo del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino, nel tratto Corso Vittorio Emanuele II – corso Grosseto, congiuntamente alle tavole dei profili geotecnici (TDR2 10_E_ZZ FZ GE000X I01.B, TDR2 10 E ZZ FZ GE000X I02.B, TDR2 10 E ZZ FZ GE000X.I03.B e TDR2 10 E ZZ FZ GE000X.I04.B) che, in seguito, verranno definiti genericamente “**Profilo Geotecnico**”.

Tale studio nasce come un’elaborazione di maggior dettaglio, in seguito a nuove indagini geotecniche eseguite, della Relazione Geotecnica Generale del Progetto Definitivo (tratto Porta Susa – Stura), della quale sono stati utilizzati per la caratterizzazione geotecnica dei terreni tutti i dati provenienti dalle precedenti campagne geognostiche.

Verranno in seguito discussi ed evidenziati i risultati delle varie indagini, in particolare, di quelle più recenti (**Campagna Geognostica Integrativa 2005**), così come verrà illustrata la caratterizzazione della diverse Unità geotecniche riconosciute nel sottosuolo torinese.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 11/03/1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;

Circ. Dir. Centr. Tecn. n. 97/81 “Istruzioni relative alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;

D.M. 16/01/1996 “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;

Circ. Min. LL.PP. 04/07/1996 n. 156 AA.GG./STC “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche relativi ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996”;

3. STUDIO GEOLOGICO

3.1 *Aspetti geologici – morfologici*

L'area di progetto ricade nel Foglio 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 del Servizio Geologico Nazionale.

Il territorio di Torino si estende sul margine occidentale della pianura del Po per circa 130 km² ed è compreso tra l'arco alpino a Ovest e la Collina di Torino a Est.

Gran parte del territorio (circa l'80%) è pianeggiante ed è costituito dalle conoidi fluvioglaciali della Dora Riparia e della Stura di Lanzo, successivamente rimodellate ed alluvionate dai corsi d'acqua dell'attuale reticolo Idrografico (Dora Riparia, Stura di Lanzo, Sangone, Po). Il restante 20% è costituito dai rilievi collinari adiacenti il Po e posti a Est della città di Torino.

Dal punto di vista morfologico, il territorio di pianura digrada lievemente da Ovest (testata delle conoidi, al limite dell'anfiteatro morenico di Rivoli) verso Est (corso del Po, al limite con i rilievi collinari), con quote che vanno da circa 260-270 m s.l.m. a circa 220 m s.l.m.

A grandi linee, si possono distinguere, da Ovest verso Est, quattro settori:

- i rilievi dell'arco alpino (da Pinerolo verso Lanzo);
- gli anfiteatri morenici del Pleistocene medio-superiore, allo sbocco delle valli alpine della Dora Riparia e della Dora Baltea;
- l'area di pianura alluvionale, compresa tra i fiumi Po, Sangone e Stura;
- l'arca collinare, costituita da una serie anticlinale di origine marina di età miocenica (marne, arenarie, conglomerati e calcari).

3.1.1 *stratigrafia*

L'assetto geologico del territorio torinese è noto soprattutto sulla base delle risultanze delle numerose perforazioni eseguite sia per approvvigionamento idrico (pozzi agricoli, idropotabili, industriali) sia per scopi geognostici.

I dati in possesso hanno permesso di suddividere il sottosuolo di torinese nel tratto Porta Susa-Stura, in complessi che mostrano caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche omogenee, procedendo dall'altro verso il basso:

1. depositi alluvionali indifferenziati (Pleistocene sup. – Olocene): ghiaie e sabbie più o meno grossolane, talora cementate, costituenti le fasce di meandrizzazione della dora Riparia e della Stura di Lanzo, caratterizzate da uno spessore generalmente compreso tra 20 e 40÷50m;
2. depositi fluvioglaciali (Pleistocene medio-sup.); ghiaie e sabbie, talora fortemente cementate. Con subordinati livelli limoso-argillosi, che possono arrivare a profondità di circa 70 m dal p.c.;

3. depositi fluvio-palustri in facies "Villafranchiana" (Pliocene sup.-Pleistocene inf.): alternanze di sedimenti di ambiente fluviale (ghiaie e sabbie) e di ambiente lacustre-palustre (limi e argille, con resti vegetali). Nei depositi grossolani e ben permeabili è contenuto un complesso di falde idriche in pressione, confinate dai livelli limoso-argillosi che funzionano da setti impermeabili;
4. depositi marini Pliocenici: sabbie giallastre fossilifere, discretamente permeabili soprattutto per l'omogeneità granulometrica (facies "Astiana"), passanti verso il basso a depositi argillosi fossiliferi di colore azzurro (facies "Piacenziana"), che si comportano come un diaframma impermeabile.

Dal punto di vista geomorfologico, data l'estrema urbanizzazione dell'area comunale, si possono distinguere solamente le scarpate di origine fluviale legate al reticolo idrografico attuale. In particolare le scarpate della zona di "Basse di Stura" (a Nord di Corso Grosseto) e della Dora Riparia.

3.2 Idrogeologia

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici ed idrologici, si rimanda alla *Relazione Idrogeologica* e alla *Relazione di monitoraggio caratterizzazione idrologica acque di falda ante/post operam*.

3.2.1 Livello massimo falda di riferimento

Con tale termine si intende indicare il livello di falda da assumere nelle verifiche geotecniche strutturali di tutte le opere provvisorie nonché di quelle definitive, limitatamente alle fasi di costruzione.

Tale quota di falda è valutata pari a **225** m s.l.m.

3.2.2 Livello massimo falda di progetto

Si definisce falda di progetto il livello da assumere in fase di progettazione per le opere in esercizio, ad avvenuto completamento di entrambe le macrofasi. In questo caso, la quota assoluta di **229** m s.l.m. rappresenta il massimo livello piezometrico nell'area ipotizzabile, corrispondente a condizioni idrologiche eccezionali.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

In considerazione delle caratteristiche dei terreni interessati dalle opere in progetto, nelle fasi progettuali precedenti all'attuale sono state principalmente effettuate delle indagini in sito, limitando le determinazioni di laboratorio alle analisi granulometriche ed agli indici di classificazione dei livelli con maggiore percentuale della frazione fine.

Oltre alle indagini appositamente eseguite di recente, secondo il programma previsto nel Progetto Esecutivo, si è ritenuto opportuno utilizzare i risultati di altre campagne di indagini effettuate in passato nell'area.

L'ubicazione di tutte le indagini è illustrata nelle Planimetrie Geotecniche; i risultati delle indagini, riportati in dettaglio nel seguito, sono sinteticamente illustrati nel **Profilo Geotecnico** in asse al tracciato

4.1 *Indagini pregresse*

Così come riportato nelle Planimetrie Geotecniche del Progetto Esecutivo, per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del tracciato sono state utilizzate anche le stratigrafie delle seguenti indagini:

- sondaggi geognostici e pozzi per prove di carico su piastra eseguiti nel 1995 per il tratto di Passante Ferroviario in esame, da Porta Susa a Corso Grosseto e nel 1997 nella zona di Stazione Stura (Tabelle 2.1 e 2.2);
- sondaggi geognostici eseguiti in passato per il collettore delle acque bianche di Corso Principe Oddone, per il Passante Ferroviario tratta Lingotto-Porta Susa e per le linee metropolitane 3 e 4 (Tabella 2.3);
- pozzi per acqua ad uso industriale (Tabella 2.4).

I dati delle sopra citate indagini, hanno permesso la suddivisione del sottosuolo torinese secondo le unità litostratigrafiche prima esaminate.

I sondaggi geognostici, eseguiti nel passato, sono stati spinti generalmente alla profondità di 20 m, ad eccezione di quelli eseguiti nel tratto Porta Susa – Piazza Statuto e nel tratto Piazza Statuto – Corso Regina Margherita.

I pozzi eseguiti per effettuare le prove di carico su piastra non sono mai stati spinti a profondità superiori ai 20 m e rispecchiano abbastanza fedelmente, dal punto di vista stratigrafico, i dati riscontrati in corrispondenza dei sondaggi geognostici limitrofi.

I pozzi per acqua hanno invece profondità variabili tra 30 e 170 m ed hanno attraversato, a seconda della loro ubicazione, tutti i complessi stratigrafici prima elencati, consentendo una ricostruzione di dettaglio del sottosuolo in corrispondenza dell'opera in progetto. La stratigrafia dei pozzi è riportata in sintesi nella Tabella 2.5, dove si sono indicate sia le principali unità litostratigrafiche che le corrispondenti unità idrogeologiche.

Tutti questi dati sono stati successivamente integrati, nel corso del Progetto Esecutivo – Quadruplicamento Porta Susa – Stura, dalla progressiva 5+500 alla progressiva 7+800 e nel parco ferroviario di Torino Valdocco (2000÷2001), da:

- 22 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (ϕ 101 mm), spinti fino a profondità di 20÷25 metri, (da S2 a S19 e A-B-C-D-E-F-G e FS9)
- prove penetrometriche dinamiche tipo Standard Penetration Test
- 4 tubi piezometrici.
- 17 prove sismiche in foro del tipo down-hole

per lo più finalizzati al riconoscimento del grado di cementazione delle formazioni ghiaio-sabbiose, e in seguito, nel corso del Progetto di Sottoattraversamento in sub-alveo della Dora Riparia (2002÷2003) da:

- 10 sondaggi a carotaggio continuo, denominati SI, spinti a profondità comprese tra i 30 e i 50 metri, nei quali sono state eseguite prove SPT, prove di permeabilità Lefranc e installati piezometri sia a tubo aperto che celle di Casagrande per le misure del livello di falda e prove sismiche di tipo down-hole.

Sulla base della suddivisione litostratigrafica e dell'assetto geologico sono state pertanto individuate, nel tratto da Stazione Porta Susa a Corso Grosseto, le 4 differenti zone di seguito riportate:

- zona 1: da inizio lotto a progressiva 6+600 L.L.¹ prevalgono i depositi fluvioglaciali. con prevalenza dei depositi grossolani (GSL). A profondità variabile tra 5 e 10 m dal piano campagna è presente un orizzonte, di spessore da 5 a 20 m, con presenza di livelli cementati;
- zona 2: da progressiva 6+600 L.L. a progressiva 7+150 L.L. circa è presente il primo tratto dei depositi alluvionali e fluvioglaciali indifferenziati della Dora Riparia. caratterizzato da una potente coltre di terreni di riporto in corrispondenza della scarpata morfologica evidenziata dalle indagini. L'orizzonte con i livelli cementati ha potenza compresa di 1-10 m;
- zona 3: da progressiva 7+150 L.L. a progressiva 8+300 L.L. circa, in corrispondenza della zona morfologicamente più bassa, è presente il secondo tratto dei depositi alluvionali e fluvioglaciali della Dora Riparia, caratterizzato da terreni ghiaio-sabbiosi. L'orizzonte con i livelli cementati ha spessore limitato (1-5 m);
- zona 4: da progressiva 8+300 L.L. a Corso Grosseto, riprendono i depositi fluvioglaciali caratterizzati dai terreni a grana grossolana (GSL). In tale tratto l'orizzonte con i livelli cementati, dove presente, raggiunge una potenza di circa 5-10 m.

¹ Le progressive indicate nel testo per individuare le zone di interesse fanno riferimento a quelle della linea lenta (L.L.).

L'utilizzo di tutta la documentazione ha permesso una caratterizzazione degli aspetti geologico – geotecnici del sottosuolo torinese e alla realizzazione di elaborati specifici nelle fasi progettuali definitive, quale, ad esempio, il **Profilo Geotecnico** lungo il tracciato, nel quale vengono riportate tutte le informazioni in possesso.

Sebbene i dati sopracitati forniscano una buona conoscenza della geologia locale dall'esame degli stessi, in fase di progettazione esecutiva è comunque emersa la necessità di acquisire ulteriori informazioni e dati puntuali nel settore compreso tra il fiume Dora e l'area di corso Grosseto. Al fine di valutare tutte le problematiche progettuali ed esecutive si è dato corso all'esecuzione di una campagna indagini integrativa, qui di seguito descritta.

4.2 Indagini integrative finalizzate al progetto esecutivo

Nel periodo giugno - agosto del 2005, è stata eseguita una **Campagna Geognostica Integrativa**, indirizzata allo studio di dettaglio del settore compreso tra la Dora e Corso Grosseto.

Tale indagine ha consentito un affinamento del grado di conoscenza dei terreni in termini di ricostruzione stratigrafica e una più accurata analisi delle unità geotecniche già definite nelle fasi precedenti; inoltre, su richiesta del Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria del Territorio e dell'Ambiente e delle Geotecnologie, sono state eseguite perforazioni nelle aree limitorfe all'opera, finalizzate espressamente allo studio idrogeologico di dettaglio del tracciato in progetto.

Pertanto l'indagine integrativa ha permesso di:

- Caratterizzare i terreni interessati dall'opera con la determinazione dei parametri fisici e meccanici (deformabilità e resistenza);
- Verificare i dati progettuali di prima fase circa la situazione idrogeologica e le caratteristiche della falda (posizione, oscillazioni periodiche e permeabilità dei terreni);
- Valutare i terreni in rapporto alle tecnologie di scavo scelte.

Al fine di disporre informazioni il più complete possibili e in analogia a quanto già effettuato nelle fasi progettuali antecedenti, si è fatto ricorso a diverse modalità geognostiche.

Oltre a sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, con cui si sono potuti ricostruire con maggior accuratezza i rapporti stratigrafici all'interno del sedime, l'esecuzione di sondaggi a distruzione di nucleo con registrazione continua dei parametri di perforazione (diagrafie) ha reso possibile una più dettagliata analisi delle resistenze dei terreni in rapporto alle tecnologie di scavo previste.

Nelle tabelle seguenti vengono elencate le indagini in sito eseguite lungo il tracciato

Tabella BIS 1: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo eseguiti nel corso della Campagna Geognostica Integrativa Progetto Esecutivo (2005)

N°	Codice sondaggio	Progr.	L (m)	Piezometro (t.a.)*	Prove Lefranc	Prove pressiometriche	SPT (n° prove)
1	SA1	7+900	45	Fondo foro			3
2	SA2	8+030	45	Fondo foro		2	5
3	SA3	8+260	50	Fondo foro	2		5
4	SA4	8+580	45	Fondo foro		3	5
5	SA5	8+835	35	Fondo foro	2		4
6	SA6	9+045	35	Fondo foro		3	3
7	SA7	9+250	25	Fondo foro			5
8	SA8	9+385	25	Fondo foro	2	3	3
9	SA9	9+545	20	Fondo foro			
10	SA10	9+820	20	Fondo foro	2	3	
11	SA11 (*)	-	25	Fondo foro	1		
12	SA12 (*)	-	25	Fondo foro	1		
13	SA13 (*)	-	28.40	Fondo foro	2		
14	SA14 (*)	-	29.50	Fondo foro	1		
15	SA15 (*)	-	25.70	Fondo foro	2		
16	SA16 (*)	-	24	Fondo foro	1		
17	SA1 BIS	7+850	45	Fondo foro	2		5
18	SA3 BIS	8+250	50	Fondo foro	2		3
19	SA5 BIS	8+995	35	Fondo foro	2		3

(*) sondaggi finalizzati allo studio della falda, eseguiti su indicazione del Politecnico di Torino

Tabella BIS 2: Sondaggi a distruzione di nucleo per la registrazione continua dei parametri di perforazione, eseguiti nel corso della Campagna Geognostica Integrativa Progetto Esecutivo (2005)

N°	Codice sondaggio	Progr.	L (m)	Prove pressiometriche	Piezometro (t.a.)*
1	DA1	7+903	45		Fondo foro
2	DA2	8+029	45		Fondo foro
3	DA3	8+580	45		Fondo foro
4	DA4	8+832	35		Fondo foro
5	DA5	9+045	35		Fondo foro
6	DA6	9+387	25		Fondo foro
7	DA7	9+543	20		Fondo foro
8	DA8	9+695	20	1	Fondo foro

In definitiva le indagini puntuali della campagna integrativa del 2005 sono state le seguenti:

- 19 sondaggi geognostici a carotaggio continuo aventi diametro ϕ 101 mm e profondità comprese tra 20 e 50 m. con esecuzione di 44 prove penetrometriche in foro (*Standard Penetration Test*), 22 prove di permeabilità di tipo Lefranc,; 14 prove pressiometriche di tipo Menard e installazione di 19 piezometri a tubo aperto.
- 8 sondaggi a distruzione di nucleo con registrazione in continuo dei parametri di perforazione, aventi profondità comprese tra i 20 e i 45 m, con installazione di 8 piezometri a tubo aperto, 1 prova pressiometrica di tipo Menard.

4.3 Prove in sito eseguite nel corso della Campagna Geognostica Integrativa del Progetto Esecutivo (2005)

Come già accennato in precedenza, nel corso dell'Indagine Integrativa sono state eseguite prove in sito di diverso tipo.

Tali prove sono consistite in:

1. Misure del livello idraulico mediante Piezometri a tubo aperto;
2. Prove Penetrometriche dinamiche del tipo SPT (*Standard Penetration Test*);
3. Prove di permeabilità di tipo Lefranc;
4. Prove Pressiometriche con cella di Menard.

Le prove hanno integrato le informazioni provenienti dalla stratigrafia e permesso di ricavare, attraverso le loro interpretazioni, i parametri geotecnici necessari per l'individuazione e zonazione delle **Unità Geotecniche** riconosciute lungo il tracciato.

5. ANALISI DEI DATI PROVENIENTI DALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

5.1 Letture piezometriche

Le letture piezometriche eseguite nel corso dell'indagine integrativa hanno consentito di valutare la piezometria esistente nel sottosuolo del tracciato di progetto e di valutarne le oscillazioni stagionali. Le misure eseguite, a partire da giugno 2005 e tutt'ora in corso, hanno confermato quanto stabilito nelle precedenti fasi progettuali e di definire le quote assolute massime e minime nelle quali si trova ad oscillare il piano di falda. Lo studio dei dati e le conclusioni progettuali alle quali hanno condotto le elaborazioni degli stessi sono contenuti nelle Relazioni: TDR2.10.E.ZZ.RG.ID000X.I02 (Relazione monitoraggio falda), TDR2.10.E.ZZ.RI.GE000X.I01 (Relazione idrogeologica) e nell'elaborato TDR2.10.E.ZZ.P6.ID000X.I03 (Planimetria di monitoraggio falda).

5.2 Prove penetrometriche dinamiche (SPT)

La prova penetrometrica SPT consiste nell'infiggere nel terreno alla base del sondaggio, un campionatore chiuso a punta conica, adatto ai terreni grossolani presenti nell'area di indagine, con colpi di maglio di peso pari a 63.5 kg e corsa di 76.2 cm, per tre tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm, misurando il numero di colpi (N) necessario per l'avanzamento appunto di 15 cm.

Il valore N_{SPT} è il risultato della somma dei colpi ottenuti per il secondo e terzo tratto.

Nel caso in cui dopo 50 colpi non si è ottenuta una penetrazione di 15 cm, la prova viene sospesa e annotati i centimetri di penetrazione.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi geognostici relativi alle precedenti campagne di indagini sono state eseguite delle prove penetrometriche dinamiche tipo Standard Penetration Test (SPT) in avanzamento, in tutto il tratto di interesse. Una serie di tali prove è stata pure condotta nelle perforazioni di sondaggio eseguite nel giugno 1997 nella zona di Stazione Stura.

I risultati ottenuti sono riepilogati nelle Tabelle 2.9 e 2.10

Per le interpretazioni delle prove SPT, sulla base delle caratteristiche deposizionali dei materiali in esame, nelle elaborazioni eseguite nelle fasi progettuali precedenti all'attuale, è stato ipotizzato che i terreni siano normal consolidati, fermo restando le correzioni da eseguire nel caso di presenza di ciottoli che sovrastimano le caratteristiche del terreno.

Lo stato di addensamento iniziale del terreno, definito dalla densità relativa D_r , è stato stimato in accordo con quanto indicato da Skempton (1986). I valori di densità relativa ottenuti sono riportati, accanto all'andamento dei valori N_{SPT} nelle figure 2.125÷2.129 in calce.

Si osserva che.

- Il grado di addensamento del terreno non varia significativamente con la profondità;
- I valori relativi al materiale di riporto superficiale risultano dispersi con valori minimi pari a 30-40%;
- Il terreno naturale presenta un elevato grado di addensamento, generalmente superiore all'80%, con valori minimi pari al 60%;

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA AL TAGLIO

Per le caratteristiche di resistenza al taglio si sono utilizzate delle correlazioni che fanno riferimento all'inviluppo di rottura curvilineo di Baligh (1976), che caratterizza materiali incoerenti quali quello in esame:

$$\tau = \sigma \left[\tan \phi'_0 + \tan \alpha \left(\frac{1}{23} - \log \frac{\sigma'}{\sigma'_0} \right) \right]$$

in cui:

- σ'_0 tensione arbitraria di riferimento, posta pari a $P_a = 98.1$ kPa;
 α parametro che individua la curvatura dell'involuppo.

L'angolo ϕ_0 è stato stimato con riferimento a quanto proposto da Bolton (1986):

$$\phi'_0 = \phi'_{cv} + m \times DI$$

con:

- m costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalenti esaminate;
 DI costante empirica dipendente dalla densità relativa e dalla tensione efficace verticale in sito.

In assenza di valori sperimentali, l'angolo di attrito ϕ_{cv} (angolo di attrito a volume costante) è stato stimato sulla base di quanto indicato da Stroud (1988) e Youd (1972) in funzione delle caratteristiche delle particelle costituenti il terreno, ottenendo valori variabili da 30 a 33°.

Il valore dell'angolo α è stato ricavato secondo quanto indicato da Jamiolkowski et al. (1988).

Nel caso di utilizzo di un involucro lineare, l'angolo di attrito di picco potrà essere determinato in funzione della tensione normale prevista sul piano di rottura. In considerazione dei livelli tensionali prevedibili per le opere in progetto, l'angolo ϕ_0 è comunque indicativo del valore dell'angolo di attrito di picco del terreno.

I risultati ottenuti raggruppando i dati di ogni zona sono riportati nelle figure 2.130÷2.134.

Dall'esame dei risultati si può osservare che gli angoli di resistenza al taglio ϕ'_0 sono elevati anche nei materiali di riporto. Nel terreno naturale sono stati riscontrati valori minimi di 28-32°, in corrispondenza degli orizzonti con maggior contenuto di frazione fine, e di 34° negli orizzonti a frazione grossolana prevalente; il valore medio risultante dalle prove risulta comunque superiore a 40°. Le prove non indicano una variabilità dell'angolo in funzione della profondità.

L'angolo α nelle zone 1, 2, 3 e 4 risulta dell'ordine di 9-12° per il terreno naturale fino a circa -10 m dal piano campagna e di 6-9° per profondità maggiori.

CONDIZIONI DI DEFORMABILITÀ

La definizione dei parametri di deformabilità (E – Modulo di Young) a partire dai valori delle prove SPT è piuttosto complessa, e discende da numerosi parametri tra i quali, non ultimo, la storia tensionale del deposito sedimentario e il livello tensionale medio.

Per le litologie presenti nell'area della città di Torino, ghiaie e sabbie prevalentemente, si è fatto riferimento, nell'elaborazione dei dati provenienti dalle indagini pregresse a tre correlazioni, quella proposta da da Jamiolkowski et. al. (1988)

$$E_{25} = (1.05 - 0.35 \times D_R) \times N_{SPT} \text{ (espressa in MPa)}$$

Con E_{25} = modulo di Young secante cui corrisponde un grado di mobilitazione della resistenza ultima pari al 25%

quella di D'Apollonia et. al. (1968-1970), dove:

$$E' = 0.73 \times N_{SPT} + 16.20 \text{ (in MPa)}$$

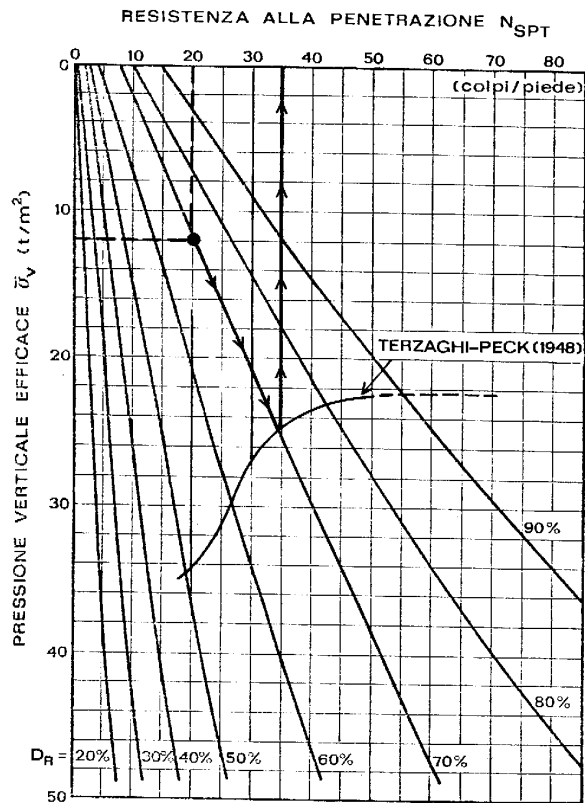
E, infine quella di Stroud (1988).

I risultati ottenuti applicando le diverse correlazioni e raggruppando i dati per zone sono riportati nelle Figure 2.135+2.139. Il modulo di Young stimato presenta una maggiore dispersione rispetto agli altri parametri e risulta mediamente dell'ordine di 60-70 MPa nelle zone 1, 3 e 4 e di 50-60 MPa nella zona 2. Si osserva un lieve aumento del modulo con la profondità nelle zone 1, 2, 3 e 4.

La variabilità dei valori di modulo ottenuti nella zona di Stazione Stura è superiore alle zone precedenti ed in generale i valori di modulo sono inferiori a quelli della tratta cittadina. In particolare tra i 4 ed i 10 m di profondità i valori del modulo variano tra 10 e 50 MPa, escludendo i valori derivati dalle prove a rifiuto. Al di sotto di tale profondità il valore si attesta tra i 40 e 70 MPa, salvo le ultime prove intorno ai 14-15 m che presentano moduli di 30 MPa.

Le Figure 2.140+2.144 riportano infine i valori della velocità delle onde di taglio e del modulo di taglio a piccole deformazioni secondo quanto indicato da Ohta e Goto (1978).

Per i dati ottenuti dalle prove SPT della Campagna Geognostica del Progetto Esecutivo, si è proceduto come sopra per la determinazione delle caratteristiche di deformabilità, mentre per valutare lo stato di addensamento del materiale in sito, si è utilizzata, la correlazione di Gibbs e Holtz (1957), desunta da prove sperimentali.



TAV. 4.4 : CORRELAZIONE $D_R = f(\bar{\sigma}_v \text{ E } N_{SPT})$ BASATA SUI RISULTATI DI GIBBS E HOLTZ (1957)

ESEMPIO DI CORREZIONE DI N_{SPT} (SI VEDA ALPAN CAP.7)

$$N_{SPT} = 20 \text{ E } \bar{\sigma}_v = 12 \text{ t/m}^2$$

$$N_{SPT} \text{ corretto} = 35$$

Figura BIS 1

Un'altra espressione molto utilizzata, è quella proposta da Terzaghi e Peck del 1948 e modificata da Skempton nel 1986. va precisato che tale correlazione viene, però utilizzata solitamente con terreni sabbiosi:

$$D_r = \sqrt{\frac{N_{1.60}}{60}}$$

con

$$N_{1.60} = \frac{ER \times N_{SPT}}{60 \times \sqrt{\sigma'_{VO}}}$$

dove:

$N_{1.60}$ = resistenza penetrometrica dinamica normalizzata tenuto conto sia della pressione del terreno sovrastante che del rendimento del sistema di infissione;

ER = rendimento medio misurato del sistema di infissione;

σ'_{VO} = pressione verticale effettiva geostatica (espressa in kg/cm^2).

In terreni grossolani, come quelli presenti nel sottosuolo torinese, con percentuali di ghiaia pari talvolta al 50%, si può ricorrere all'espressione proposta da Yoshida, Kokusho e Ikemi (1988):

$$D_r = 25 \times N_{SPT}^{0.44} \times (\sigma'_{v0})^{-0.13}$$

nella quale la pressione verticale è espressa in kPa.

Nella descrizione delle Unità geotecniche verranno illustrati i risultati delle elaborazioni eseguite.

5.3 Prove di carico su piastra eseguite in pozzo

La prova di carico su piastra è stata utilizzata nelle campagne geognostiche pregresse per valutare la risposta deformativa di un volume sufficientemente rappresentativo di terreno nelle condizioni di carico previste per le opere di sostegno degli scavi. I cicli di carico e scarico adottati durante la prova sono stati definiti in modo da indagare il comportamento del terreno in un campo di tensioni prossime o superiori a quelle cui lo stesso sarà sottoposto in fase di esercizio della struttura.

La prova eseguita ha previsto l'utilizzo di una piastra rigida per il trasferimento del carico al terreno; le misure di spostamento sono state effettuate solo in superficie, senza l'installazione di un estensimetro multibase in foro, al di sotto dell'area di carico.

Il programma di prove ha previsto l'esecuzione di 23 prove (Tabella 2.11). le prove sono state effettuate applicando al terreno 2 cicli di carico e scarico.

Per ogni gradino di carico sono state eseguite almeno 4 letture e, prima di procedere all'incremento di carico successivo, è stato verificato che la differenza media tra le letture successive fosse inferiore a 0.05 mm.

La valutazione del modulo di compressibilità del terreno è stata effettuata in accordo a quanto suggerito dalle norme svizzere SNV 670317:

$$M_E = \frac{\Delta q}{\Delta \delta} D$$

dove:

- M_E modulo di compressibilità;
- Δq variazione di pressione applicata;
- D diametro della piastra;
- Δ variazione dell'abbassamento medio della piastra.

La valutazione del modulo di deformabilità del terreno è stata effettuata in accordo a quanto suggerito dalle norme ASTM D4394-84 che, nel caso in esame, con l'ipotesi che lo spostamento al di sotto della piastra sia costante, prevedono:

$$E_d = \frac{\pi \cdot (1 - \nu^2) \cdot a}{2 \cdot \Delta\delta} \cdot \Delta q$$

dove:

E_d	modulo di deformabilità del terreno;
Δq	variazione di pressione applicata;
ν	rapporto di Poisson del terreno (posto pari a 0.3);
a	raggio della piastra;
$\Delta\delta$	variazione dell'abbassamento della piastra.

I vari moduli sono stati valutati sia come moduli secante, riferendosi in fase di carico al punto iniziale di ogni ciclo ed in fase di scarico al punto finale, che come moduli tangente, calcolati per ciascun singolo gradino di incremento (o decremento) di carico.

I valori più significativi dei moduli di deformabilità calcolati sono illustrati nelle figure 2.145÷2.167. Nelle tabelle 2.12 e 2.13 sono riportati i valori del modulo di compressibilità e di deformabilità secante, calcolati per ogni fase di carico e scarico.

Nelle tabelle 2.14÷2.18 sono riportati i valori del modulo di deformabilità secante raggruppati per litotipi e per fasce di profondità, elaborate nelle precedenti campagne di indagine.

5.4 Prove di permeabilità (Lefranc)

Consistono nel misurare la portata necessaria a mantenere costante il livello dell'acqua immessa nel tubo di rivestimento nei sondaggi attrezzati, superiore a quello stabilizzato dalla falda freatica.

Le formule normalmente utilizzate per il calcolo della permeabilità sono le seguenti:

coefficiente di forma:

$$\frac{3\pi L}{\ln \left[1.5 \frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{1.5L}{D} \right)^2} \right]}$$

prova a carico costante:

$$K = \frac{Q}{F \times h \cdot D}$$

prova a carico variabile:

$$K = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

dove:

L= lunghezza tasca di prova;

D= diametro;

Q= portata immessa (m³/sec);

F= coefficiente di forma;

h= differenza di carico idraulico che genera il flusso;

h_2 e h_1 = variazione del carico idraulico nell'intervallo t_1 e t_2 .

Le prove della campagna indagini del 1995 e del 1997 (nella tabella 2.19 è riportato il programma delle prove effettuate) sono state eseguite sia a carico costante che a carico variabile. I risultati ottenuti della citata campagna indagini sono riportati nella tabella 2.20. stessa modalità esecutiva è stata utilizzata nel corso dell'**Indagine Geognostica Integrativa del Progetto Esecutivo (2005)**, nella quale sono state effettuate 22 ulteriori prove Lefranc, sia a carico variabile che a carico costante (cfr. "Stratigrafie sondaggi e prove in sito" doc. TDR2.10.E.ZZ.RG.GE000X.I08). Le prove sono state eseguite nei SA3, SA5, SA8, SA10, SA11, SA12, SA13, SA14, SA15, SA16, SA1BIS, SA3BIS e SA5BIS, ed i risultati delle elaborazioni, congiuntamente con il monitoraggio piezometrico e il relativo studio della falda, sono riportati negli elaborati del Progetto Esecutivo "Relazione idrogeologica" (TDR2.10.E.ZZ.RI.GE000X.I01) e "Relazione di monitoraggio falda" (TDR2.10.E.ZZ.RG.ID.000X.I02).

I rilievi piezometrici fino ad oggi effettuati misurano una falda mediamente intorno a quota 224÷225.00 m.s.l.m..

Per quanto riguarda il valore del livello della falda massima in esercizio si farà riferimento alla quota 229 m s.l.m. così come già detto e come riportata anche nel Progetto Esecutivo nel lotto Stazione Susa – Fiume Dora

Dall'analisi dei dati a disposizione si può ragionevolmente stabilire che, nei metri di terreno del sottosuolo torinese interessati dalle opere in progetto, sono da attendersi, data la natura granulare dei terreni, dei coefficienti di permeabilità medio-elevati con un trend in diminuzione procedendo dall'alto verso il basso.

Il diagramma seguente si riferisce alle prove Lefranc eseguite nei sondaggi della **Campagna Geognostica di Dettaglio** (2002÷2003). I valori variano da 1×10^{-5} a 1.1×10^{-6} m/sec.

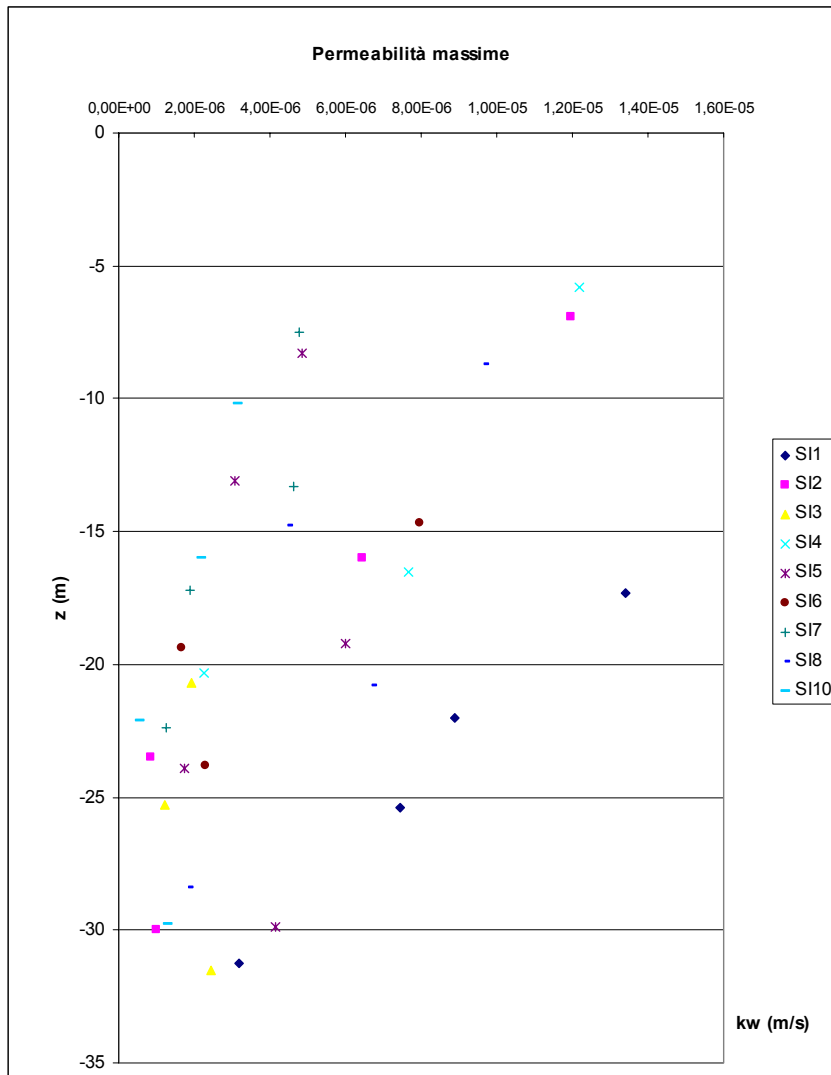


Figura BIS 2: Andamento della permeabilità in funzione della profondità

La seguente tabella mostra i valori di conducibilità idraulica ricavate dalle prove Lefranc eseguite nella **Campagna Geognostica Integrativa del Progetto Esecutivo (2005)**.

Sond.	Prof.	k (m/sec)
SA3	11,30	1,40E-05
	20,20	6,60E-06
SA5	7,25	4,00E-05
	19,20	1,58E-06
SA8	7,20	1,81E-05
	16,10	3,30E-06
SA10	7,50	4,30E-06
	17,60	1,00E-06
SA11	10,60	2,65E-06
	21,15	8,50E-07
SA12	12,00	1,12E-06
	21,10	3,74E-06
SA13	16,50	6,00E-05
	22,50	7,55E-05
SA14	7,50	3,11E-06
	13,10	2,42E-06
SA15	6,10	4,42E-06
	19,55	5,30E-05
SA16	6,15	5,67E-06
	18,15	1,47E-06
SA1 BIS	12,00	2,58E-04
	24,40	2,91E-05
SA3 BIS	16,70	8,65E-06
	25,60	6,43E-07
SA5 BIS	15,00	4,88E-05
	28,50	5,42E-05

Tabella BIS 3

5.5 Indagini geofisiche

Nelle indagini pregresse sono state svolte le seguenti indagini:

- 8 prove sismiche in foro del tipo down-hole (Tabella 2.28);
- 4 stendimenti per un totale di 1100 m di prove sismiche a riflessione ad alta risoluzione (Tabella 2.29);
- 1600 m di prospezioni georadar (Tabella 2.30).

I risultati delle indagini in foro (down-hole) sono illustrati nelle figure 2.176 e 2.177, mentre nelle figure 2.178 e 2.179 vengono riportati i valori dei moduli di elasticità e dei coefficienti di Poisson.

- 17 prove sismiche in foro del tipo down-hole eseguite nel Progetto Esecutivo – Quadruplicamento Porta Susa – Stura, (2000÷2001);
- 4 prove sismiche in foro del tipo down-hole eseguite nel Progetto di Sottoattraversamento in sub-alveo della Dora Riparia (2002÷2003);
- Indagine sismica di tipo Refraction Microtremor nell'attuale fase progettuale

5.5.1 Down-hole campagna geognostica 2003

Le verticali di 4 sondaggi della campagna geognostica di variante (2003) sono state predisposte in modo da poter eseguire delle prove sismiche in foro con tecnica Down - hole. Le misure, hanno interessato i sondaggi SI2, SI4, SI6 e SI10.

Queste prove hanno consentito di ricostruire l'andamento verticale delle velocità sismiche in prossimità dei sondaggi geognostici, e di valutare le caratteristiche elastomeccaniche dei terreni.

La generazione istantanea di energia nel terreno produce un sistema di onde sismiche di compressione (longitudinali, onde prime) e di taglio (trasversali, onde seconde).

Nel loro complesso le onde sismiche creano sollecitazioni e conseguenti deformazioni che generalmente sono contenute nel campo elastico del mezzo attraversato. La velocità di propagazione delle onde sismiche dipende dalle costanti elastiche del mezzo e dalla densità, e pertanto risulta variabile al variare delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche del terreno o delle rocce. In genere la velocità di propagazione aumenta con la profondità nell'ambito dello stesso litotipo e può variare per eterogeneità litologiche e/o tessiturali.

L'elaborazione dati consiste nella determinazione della velocità di propagazione delle onde sismiche P ed S. Tale velocità si ottiene conoscendo il tempo di arrivo dei treni d'onda generati, la distanza tra il punto di energizzazione ed il sensore posto in foro. In dettaglio, i tempi di viaggio (t), misurati lungo il percorso sorgente (S) ricevitore (G), vengono corretti per tener conto dell'inclinazione del percorso delle onde.

Se d è la distanza della sorgente energizzante S dall'asse del perforo, z è la profondità cui è fissato il sistema di rilevazione G ed α è l'angolo tra la congiungente G-S e la

verticale (corrispondente all'asse del perforo), il tempo verticale o corretto t_v , cioè il tempo di propagazione dell'onda elastica secondo l'asse del perforo, è uguale a:

$$t_v = t \cos \alpha$$

dove α è dato da:

$$\alpha = \arctan d/z$$

I tempi corretti t_v sono diagrammati rispetto alla profondità z in modo da individuare le dromocrone relative ai litotipi incontrati nella perforazione, determinandone le velocità e gli spessori. La velocità media in strati omogenei di terreno è descritta dall'inclinazione rispetto all'asse dei tempi di segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali. Un'ulteriore possibilità consiste nel misurare la pendenza delle linee di connessione tra coppie di punti consecutivi ed ottenere la velocità di intervallo. Quest'ultima consente, rispetto alla velocità media, una migliore definizione del profilo di velocità e una migliore valutazione del grado di disomogeneità dei sismostrati riscontrati nella perforazione.

Dalle misure sperimentali eseguite è derivata la caratterizzazione dei terreni di seguito esposta. I parametri più importanti, sintetizzati in tabella e visualizzati in grafici, sono:

- velocità onde longitudinali;
- velocità onde trasversali;
- modulo di taglio, G ;
- modulo di Young dinamico, E .

Il coefficiente di Poisson (ν) che indica il rapporto tra le deformazioni trasversali e quelle longitudinali varia da 0.2 a 0.3 per le rocce compatte; da 0.3 a 0.5 per le sabbie; e da 0.4 a 0.5 per le argille. È legato alla velocità delle onde di taglio e di compressione dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{0.5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}$$

esso permette la classificazione più rapida dei terreni indagati e di comprendere se il comportamento dei terreni in questione è granulare o coesivo e di intuire il grado di addensamento o di consistenza e plasticità. In questo caso è stato assunto a priori, non essendo state fornite nelle prove Down Hole la velocità delle onde di taglio in accordo con la formula:

$$\nu = \frac{k_0}{1 + k_0} = 0.34$$

valida per i materiali incoerenti.

Per le altre caratteristiche elastomeccaniche sono state utilizzate le seguenti espressioni:

- G (modulo di rigidità o di taglio) dà una misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo tangenziale ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere al cambiamento di forma e non di volume.

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

- E (modulo d'elasticità) esprime la resistenza alla deformazione lineare quando si sottopone un corpo ad uno sforzo di dilatazione o di compressione

$$E = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu) = \rho \cdot V_s^2 \cdot [(3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2)]$$

E' importante sottolineare che in campo dinamico si parla di modulo elastico dinamico (e non statico), ricavandosi tale modulo da prove dinamiche o sismiche.

I parametri ricavati per via dinamica hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche in laboratorio proprio per il diverso campo di sollecitazione applicata e deformazione raggiunta.

Il modulo di Young statico può derivarsi in prima approssimazione da quello dinamico attraverso la relazione di Rzhevsky e Novik (1971):

$$E_{\text{din}} = 8.3 \cdot E_{\text{stat}} + 0.97$$

Nelle figure seguenti vengono mostrati i valori di E e G elaborati dalle prove down-hole eseguite nei sondaggi **SI** della **Campagna Geognostica di Dettaglio del 2002-2003**

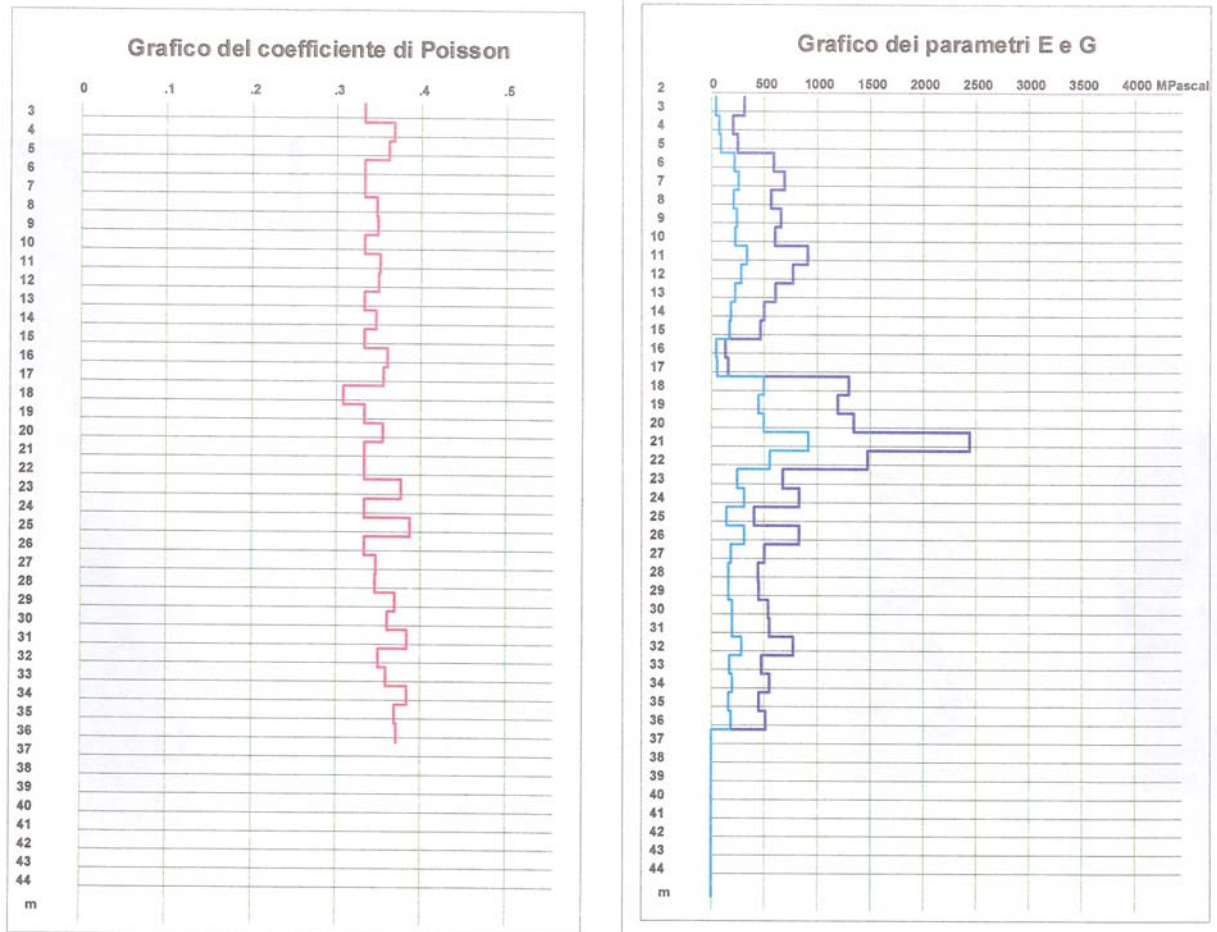


Figura BIS 3 - Sondaggio SI2

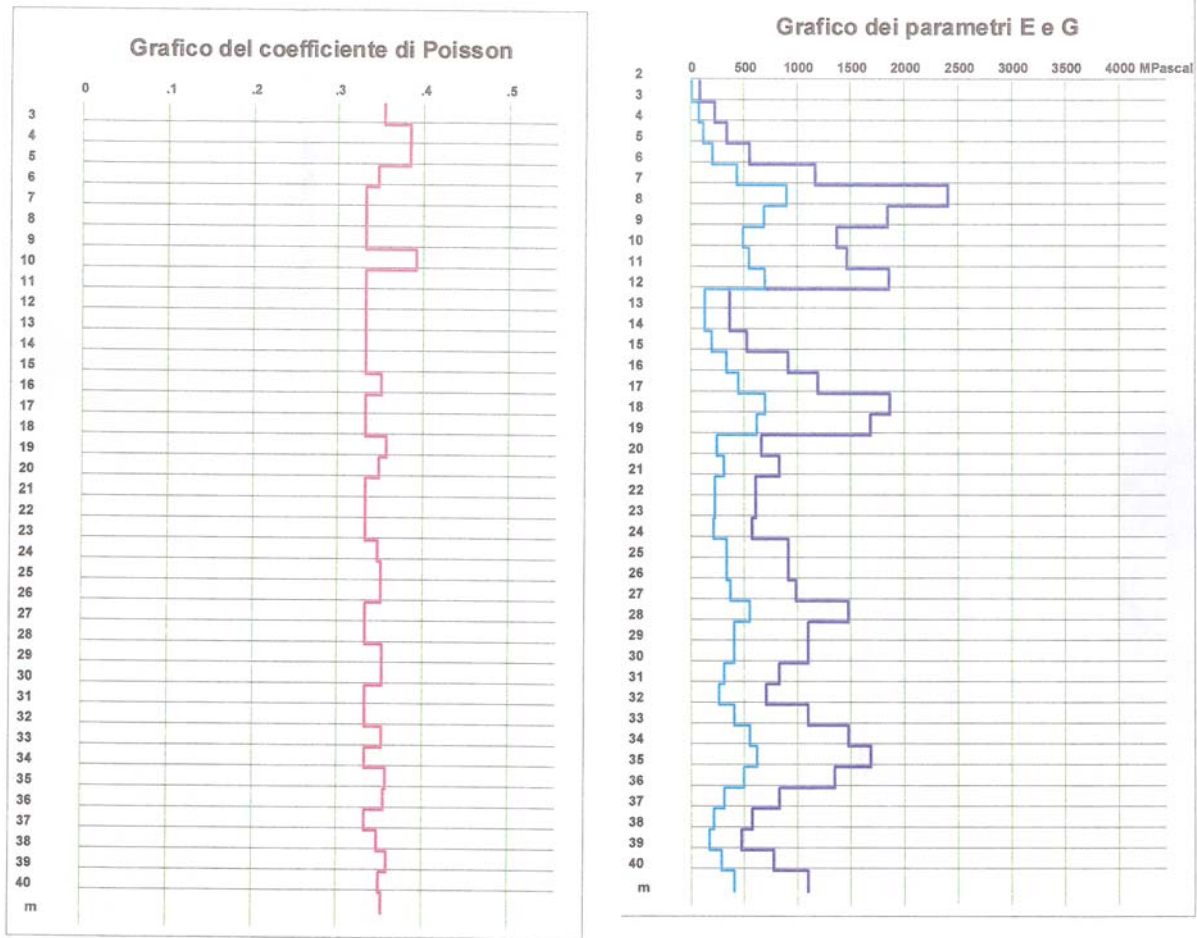


Figura BIS 4 - Sondaggio SI4

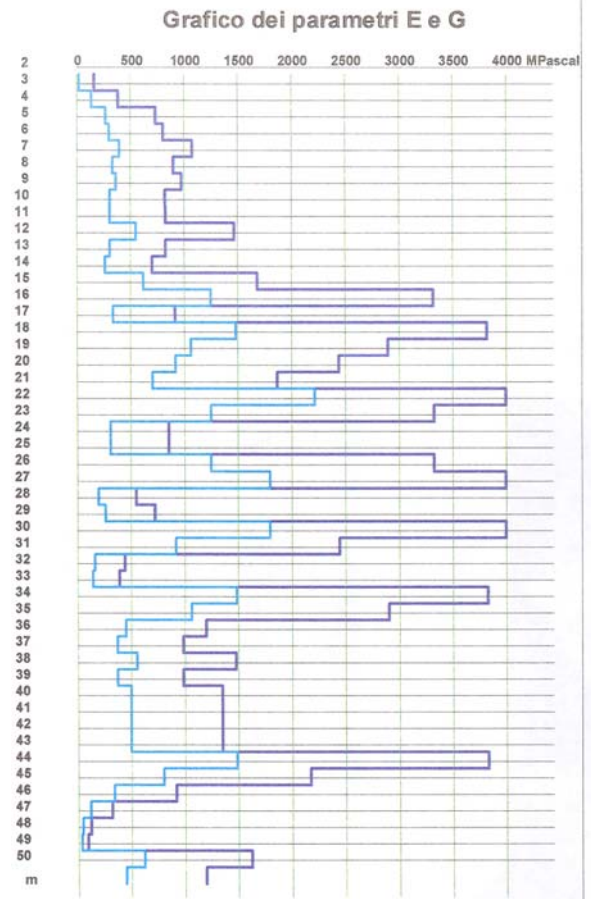
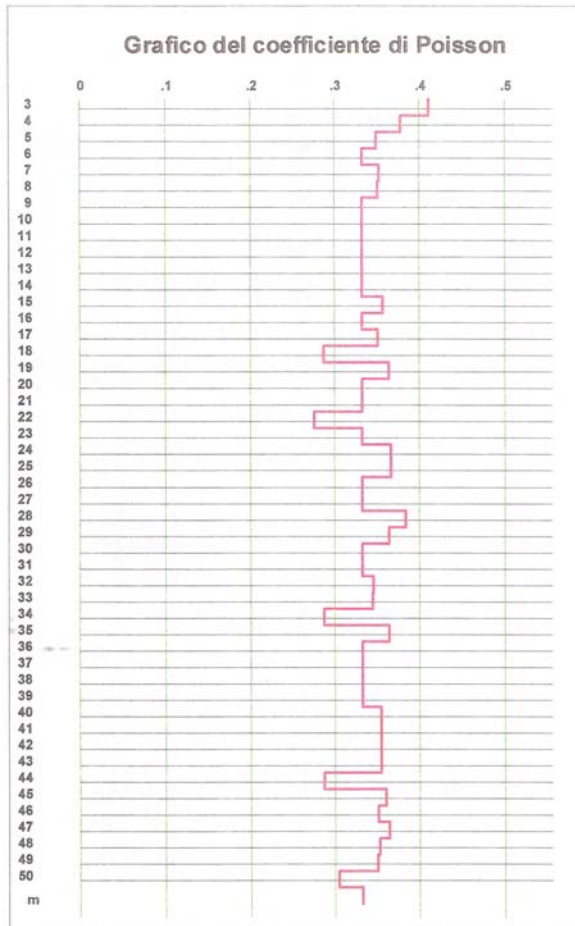


Figura BIS 5 - Sondaggio SI6

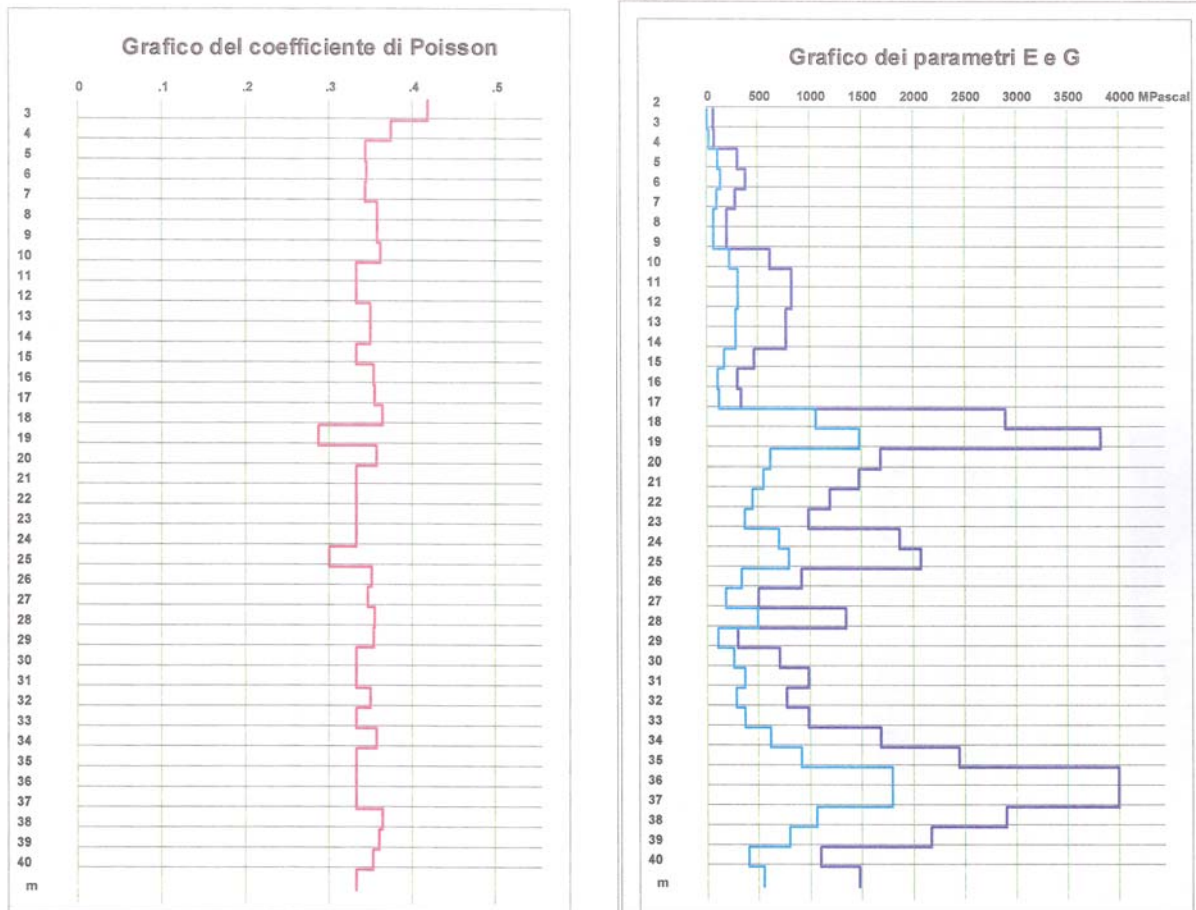


Figura BIS 6 - Sondaggio SI10

Per consentire un confronto con le prove Down-hole eseguite in precedenza, si è ricavata la velocità delle onde di compressione da quelle di taglio, considerando i rapporti di velocità prossimi a 2, simili a quelli rilevati in precedenza.

Per le elaborazioni eseguite è stato stimato un peso di volume costante con la profondità pari a 20 kN/m^3 .

All'interno del sondaggio SI2 tra i 17 m e i 22 m da p.c. si segnala la presenza di un livello cementato, mentre il sondaggio SI4 mostra la presenza di più livelli posti da -7 a -12 m tra -17 e -19 ed un ultimo livello tra -33 metri e -36 (livello arenaceo all'interno delle unità sabbiose). Per il sondaggio SI6, una fitta successione di livelli cementati si incontra tra -15 m e -35, con un livello (anche esso nelle sabbie) a circa -44 metri.

Nell'ultimo sondaggio, ovvero SI10 si individuano 3 fasce di probabile cementazione: tra -17 e -20, tra -23 e -25 e infine tra -33 e -39.

La perdita di cementazione in fase di carotaggio indica comunque, nell'area di Valdocco, un grado di cementazione piuttosto modesto e inoltre che nell'ammasso sono presenti più strati cementati ma di modesti spessori (decimetri).

5.5.2 Sondaggi sismici "ReMi"

Nel corso delle **Indagini Integrative del Progetto Esecutivo 2005**, è stata eseguita una indagine geofisica finalizzata alla costruzione di un "modello" di distribuzione delle onde di taglio (S), nel sottosuolo di Torino. La presenza di elementi perturbatori quali: cantiere, traffico urbano e quant'altro, ha sconsigliato l'utilizzo di indagini standard, normalmente utilizzate e quindi proprio per questo si è scelto di utilizzare la tecnica di indagine sismica del "Refraction Microtremor" che, appunto utilizza come sorgente energizzante, proprio i microtremori generati dai "rumori" ambientali.

Complessivamente sono stati realizzati 12 "sondaggi sismici ReMi" distribuiti lungo due sezioni, A-A' e B-B' (la prima lungo Corso Principe Oddone, tra via Urbino e la Stazione Dora, l'altra lungo corso Venezia, tra via Villar e via Breglio).

Negli allegati delle prove in sito del **Progetto Esecutivo 2005** vengono illustrate le modalità esecutive dell'indagine e i risultati conseguiti, dove negli elaborati, oltre ai diagrammi di velocità delle onde S, vengono riportate le stratigrafie dei sondaggi geognostici utilizzati per le correlazioni litostratigrafiche. In sintesi i risultati mostrano:

- Ai materiali di riporto e/o ai materiali più fini di natura sabbioso-limosa viene associata l'Unità sismica a velocità medio – bassa ($V_s < 350 \text{ m/sec}$);
- Ai terreni di natura prevalente sabbiosa addensata e/o a materiali ghiaiosi – sabbiosi mediamente addensati viene associata l'Unità sismica a velocità medio-alta ($350 \text{ m/sec} < V_s < 500 \text{ m/sec}$);
- Ai terreni ghiaio-sabbiosi molto addensati si associa l'Unità ad elevate velocità ($V_s > 500 \text{ m/sec}$).

Nell'allegato delle indagini in sito vengono esaminate in dettaglio le sezioni A-A' e B-B' e viene definito il modello delle distribuzioni delle velocità sismiche di taglio (onde S) nell'area utilizzata per la costruzione del suddetto modello.

5.6 Diagrafie

La D.A.C. (diagrafia continua automatica) consiste nella registrazione continua di alcuni parametri di perforazione. Normalmente la diagrafia viene abbinata a perforazioni a distruzione di nucleo in alternativa al carotaggio continuo e come integrazione dello stesso in aree a stratigrafia nota.

Attraverso una centralina, per mezzo di sensori e trasduttori alloggiati nella sonda di perforazione, vengono registrati con step centimetrici i seguenti parametri:

- Velocità di avanzamento;
- Pressione del circuito di perforazione;
- Velocità di rotazione;
- Pressione della coppia di rotazione;
- Pressione del fluido di circolazione.

Sulla base delle grandezze registrate, viene calcolato, su intervalli di qualche centimetro di profondità, il valore dell'energia specifica intesa come quantità di lavoro che deve essere spesa per la perforazione nell'unità di volume.

Sono stati utilizzati i dati relativi alle seguenti indagini:

- Diagrafie continue dei parametri di perforazione con la cosiddetta tecnica PA.PE.RO. (Parametri Perforazione Rodio) messa a punto dalla società Rodio, relative alle campagne indagini per il Passante Ferroviario di Torino, Lotto Lingotto-Porta Susa, eseguite nel 1987; tali diagrafie riguardano anche un tratto del presente lotto, fino alla Pk 6+980 L.L. circa;
- Diagrafie automatiche continue dei parametri di perforazione con la cosiddetta tecnica (DAC Test) messa a punto dalla Società ISMES, relative alla nuova campagna di indagini eseguita nel 1995;

L'ubicazione delle diagrafie eseguite sono indicate nelle tabelle 2.6 e 2.7

- Diagrafie eseguite nel corso della Campagna Geognostica Integrativa del Progetto Esecutivo (2005), i cui risultati sono riportati nel documento "Stratigrafie sondaggi e prove in sito", eseguite secondo la tecnica messa a punto dalla Società ISMES.

Nel **Profilo Geotecnico**, vengono riportate tutte le informazioni ricavate dall'insieme di prove.

VARIAZIONE DELL'ENERGIA SPECIFICA CON LA PROFONDITÀ

Il primo esame compiuto sui dati rilevati durante le perforazioni strumentate ha riguardato la determinazione dell'esistenza o meno di una correlazione tra l'energia specifica calcolata con i due differenti metodi (ISMES e Rodio) e tra l'energia specifica e la profondità. Nelle Figure 2.1-4-2.8 sono invece riportati i diagrammi con i valori medi dell'energia specifica alle varie profondità, ottenuti per l'insieme dei dati e per i dati raggruppati secondo le zone sopra riconosciute, nonché le relative rette interpolanti. Si può osservare che:

- i valori dell'energia specifica ottenuti con le due differenti tecniche risultano diversi, avendo ottenuto valori di energia specifica superiori per la tecnica tipo PA.PE.RO 2
- considerando l'insieme dei dati, le indagini apparentemente non evidenziano una dipendenza del valore dell'energia specifica dalla profondità; questo è dovuto al fatto che nelle zone 1, 3 e 4, ad una profondità variabile da 15 a 25 m, si osserva una variazione litologica o del grado di addensamento dei depositi, che determina una diminuzione dell'energia specifica rispetto ai terreni soprastanti;
- in generale, le perforazioni evidenziano, a parità di altre condizioni (litologia, grado di addensamento, ecc.), un aumento del valore dell'energia specifica con la profondità; si ritiene quindi che l'adozione di una relazione tra energia specifica e profondità esprimibile per mezzo di un'equazione lineare, per litotipo e per differente grado di addensamento, risulti appropriata.

Al fine di poter estendere alle indagini DAC Test le correlazioni tra l'energia specifica ed alcune caratteristiche del terreno, quali la scavabilità con benna e la presenza di strati cementati, ricavate con i precedenti fori delle indagini Rodio, si è cercato di verificare l'esistenza di una correlazione tra il valore dell'energia specifica calcolato con le due differenti tecniche.

Il raffronto è stato limitato ai dati relativi alle sole zone 1 e 2, ove sono disponibili dati di entrambe le campagne di indagine. Considerata l'influenza delle variazioni litologiche, si sono dapprima ricercate delle fasce di profondità in cui l'andamento dell'energia specifica (E) con la profondità (z) risultasse uniforme. Si sono pertanto individuati i seguenti tratti con energia specifica omogenei:

- da 0 e 5 m di profondità
- da 5 a 20 m di profondità (ove nella zona 1 sono presenti i livelli cementati)
- da 20 a 30 m di profondità (ove nella zona 1 non sono stati rinvenuti livelli cementati).

² Si ritiene che la differenza di valori riscontrata sia addebitabile ad una diversa taratura delle attrezzature utilizzate nelle due campagne di indagini.

Si è quindi operato un raffronto tra i valori delle rette interpolanti ottenuti per le zone 1 e 2, secondo le due tecniche di indagine (figure 2.9÷2.20), i cui risultati sono riportati nella tabella 2.8. Si osserva una buona corrispondenza tra i valori del rapporto dell'energia specifica con i due metodi, in particolare nella zona 2. si ritiene quindi appropriato assumere che i valori di energia misurati con i due differenti metodi siano confrontabili a condizione di introdurre un fattore di riduzione pari a 7.05 tra il valore ricavato con il metodo PA.PE.RO. e quello ricavato con il metodo DAC Test.

CORRELAZIONE TRA ENERGIA SPECIFICA E GRANULOMETRIA DEI DEPOSITI

Come già evidenziato, esiste una correlazione tra la granulometria dei depositi ed i valori dell'energia specifica; infatti i diagrammi dell'energia specifica al variare della profondità, ottenuti elaborando i dati delle perforazioni eseguite nella zona 1 (ove sono prevalenti i depositi ghiaioso-sabbiosi) e nella zona 2 (ove sono presenti terreni con elevata frazione di fini), come illustrato nel Profilo Geotecnico, mostrano per la zona 2 valori inferiori dell'energia specifica.

Si sono quindi individuate 4 classi di energia specifica a cui sono associate differenti caratteristiche granulometriche dei depositi:

Classe	Energia specifica (MJ/m ³) ()	Granulometria dei depositi
" A	< 350/50	limi da argillosi a sabbiosi
B	350/50 - 800/115	da sabbie limose a sabbie ghiaiose molto addensate
C	800/115 - 800+36-z/125+4-z	da ghiaie sabbiose a ghiaie con ciottoli e piccoli trovanti, da moderatamente a molto addensate
D	>800+36-z/125+4-z	orizzonti cementati o grossi trovanti

dove z è. la profondità espressa in metri.

In considerazione dell'importanza che può assumere la presenza di orizzonti cementati ai fini della caratterizzazione del terreno, nelle Figure 2.21÷2.63 sono riportati i diagrammi con l'indicazione dei tratti aventi energia specifica pari a quella della classe D sopra citata. Si può osservare che:

- la presenza di strati cementati è evidente e significativa nelle perforazioni della zona 1; diventa in generale meno rilevante nelle perforazioni delle zone 2 e 3; si ripresenta significativa su alcune perforazioni della zona 4;
- la persistenza degli strati tende ad aumentare con la profondità, fino ad una profondità di circa 15-20 m anche se la potenza dei singoli strati non risulta comunque elevata, ad eccezione di alcune perforazioni della zona 1;

- non è evidente una continuità orizzontale degli strati, in particolare per quelli aventi potenza superiore al metro, che sono i più significativi ai fini della caratterizzazione geotecnica; nella zona 1. è comunque presente una elevata percentuale di livelli cementati nella quasi totalità delle perforazioni.

CORRELAZIONE TRA ENERGIA SPECIFICA E GRANULOMETRIA DEI DEPOSITI

Nel corso degli scavi del tratto Lingotto – Porta Susa del Passante Ferroviario si è accertato che valori di energia specifica superiori a 1000 MJ/m^3 (ottenuti con la tecnica PA.PE.RO., equivalenti secondo la correlazione proposta a 142 MJ/m^3 per i dati ottenuti con la tecnica del DAC Test) rendono impossibile lo scavo dei diaframmi con benna mordente; infatti, oltre agli strati cementati, anche le ghiaie addensate possono rendere molto difficile lo scavo del terreno.

Nelle figure 2.64-2.106 sono quindi riportati i diagrammi in cui sono evidenziati i tratti di perforazione con valori di E specifica superiori al limite indicato.

Un'ulteriore conferma è data dall'esame dei diagrammi della frequenza cumulativa riportati nelle Figure 2.107÷2.124, in cui i valori di energia specifica delle diverse perforazioni sono elaborati per zone e per fasce di profondità. Si può osservare che:

- nella zona 1 la frequenza cumulativa cui corrisponde il valore limite di scavabilità (1000 MJ/m^3 per le indagini PA.PE.RO. e 142 MJ/m^3 per le indagini DAC Test) è pari al 30-50%; il 50-70% del terreno risulta quindi, prescindendo dalla persistenza, non scavabile con benna. È da notare che mentre nella fascia tra 0 e 5 m solo il 20% dei dati supera il valore limite, nelle fasce più profonde tale percentuale sale sino al 90%;
- nella zona 2 la frequenza cumulativa cui corrisponde il valore limite è pari all'80-70%; solo il 20-30% del terreno risulta quindi, prescindendo dalla persistenza, non scavabile con benna. In questo caso gli orizzonti che hanno richiesto maggiore energia specifica sono generalmente posti a profondità superiori a 20 m;
- nelle zone 3 e 4 la frequenza cui corrisponde il valore limite è rispettivamente pari ai 70% ed all'80%; nella fascia tra 5 e 20 m, ove sono presenti la maggior parte degli strati con elevati livelli di energia specifica, la percentuale di terreno non scavabile risulta rispettivamente pari a 35% e 50%.

Di seguito vengono riportati i diagrammi delle elaborazioni dei parametri di perforazione provenienti dall'ultima campagna di indagini geognostiche (2005). Secondo il rapporto Energia specifica (espressa in KJ/m^3) in funzione della profondità. Tali prove sono state eseguite nelle zone 3 e 4.

Dai risultati ottenuti si possono fare le seguenti osservazioni:

- nella zona 1 sono stati ottenuti valori più elevati, in particolare nella fascia compresa tra 6 e 30 m di profondità (ad eccezione della perforazione T30); i tratti “non scavabili con benna” risultano avere elevata continuità sia verticalmente che orizzontalmente;
- nella zona 2 sono stati ottenuti valori ridotti di energia specifica, in particolare nelle perforazioni T24 e D8; i tratti “non scavabili con benna” risultano avere ridotta incidenza e persistenza;
- nelle zone 3 e 4, nel tratto tra 5 e 15 m di profondità, sono presenti valori dell'energia specifica intermedi tra quelli delle zone 1 e 2; i tratti “non scavabili con benna” presentano in alcune perforazioni potenza superiore al metro, ma la persistenza e la continuità orizzontale degli strati è comunque inferiore alla zona 1.

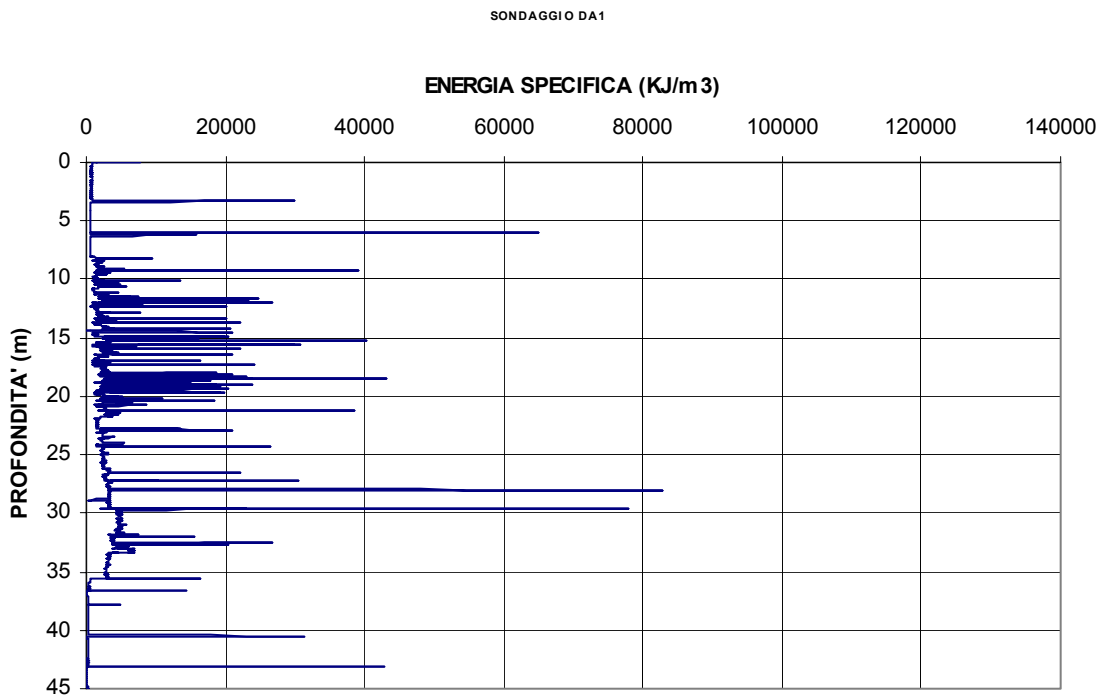


Figura BIS 7 – sondaggio DA1

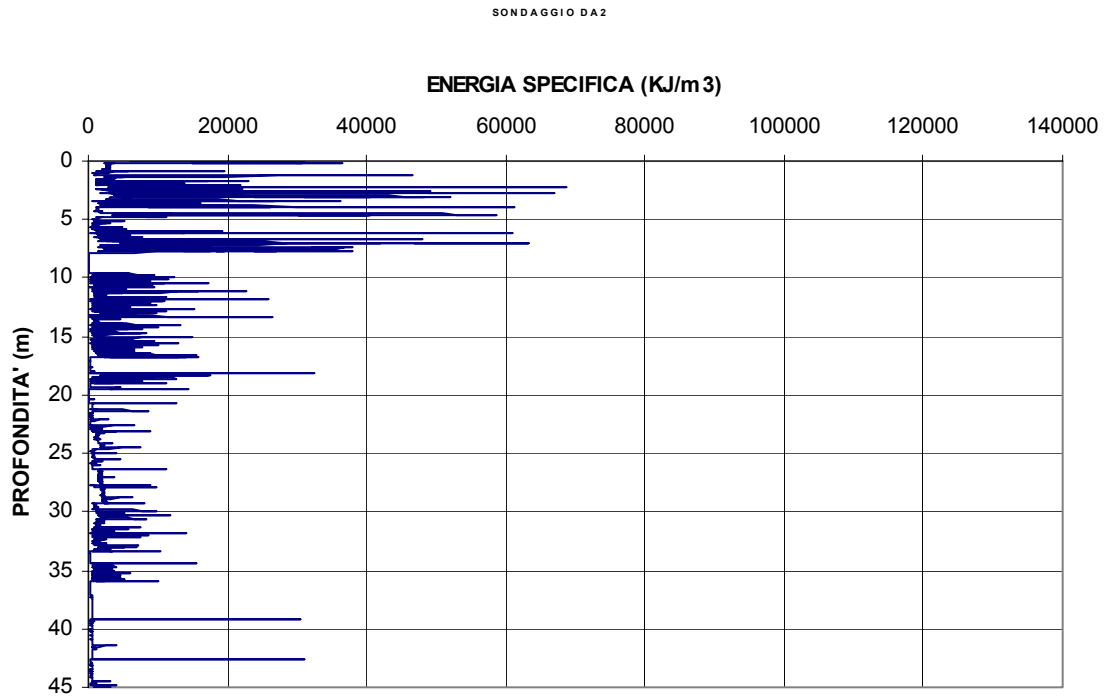


Figura BIS 8 - sondaggio DA2

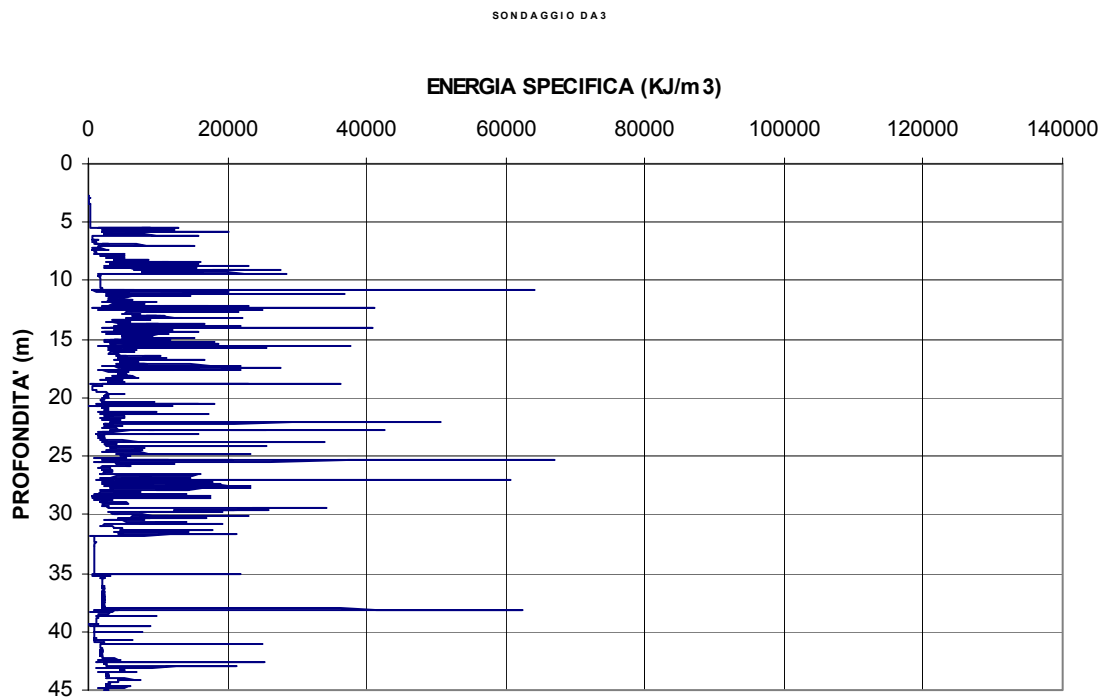


Figura BIS 9 - sondaggio DA3

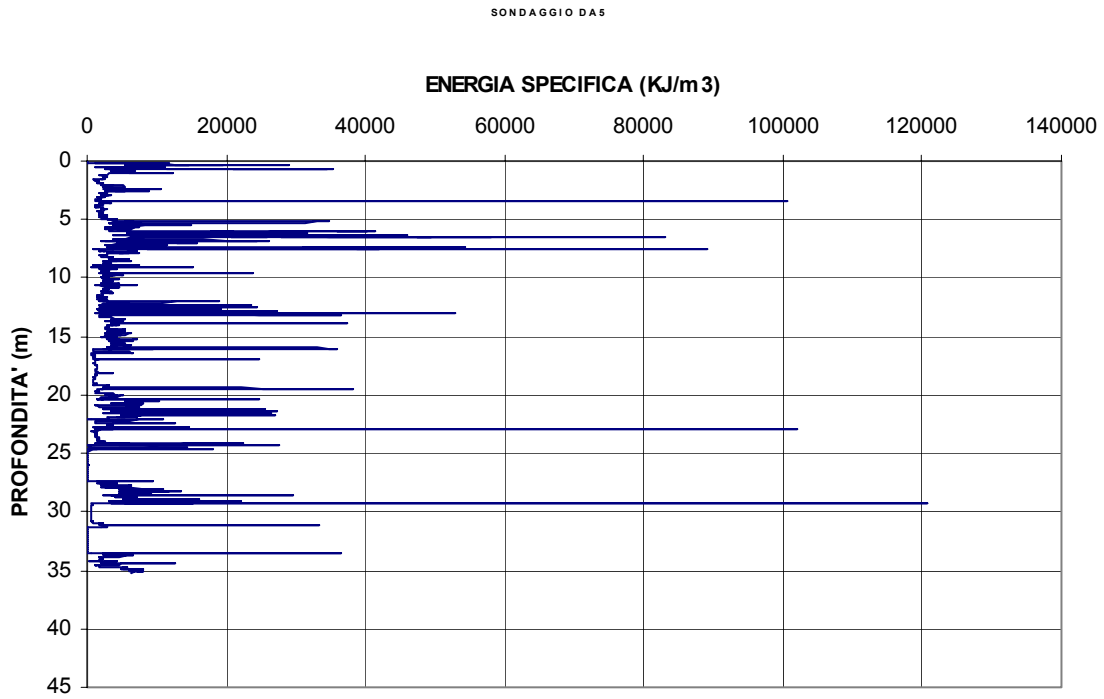


Figura BIS 10 - sondaggio DA5

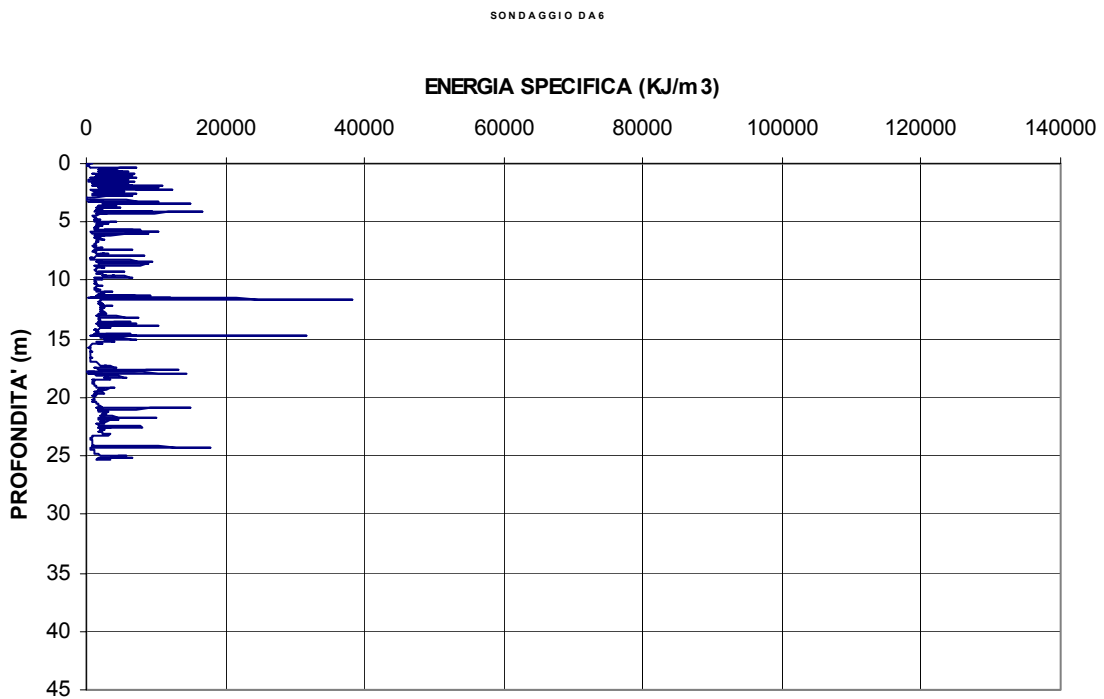


Figura BIS 11 - sondaggio DA6

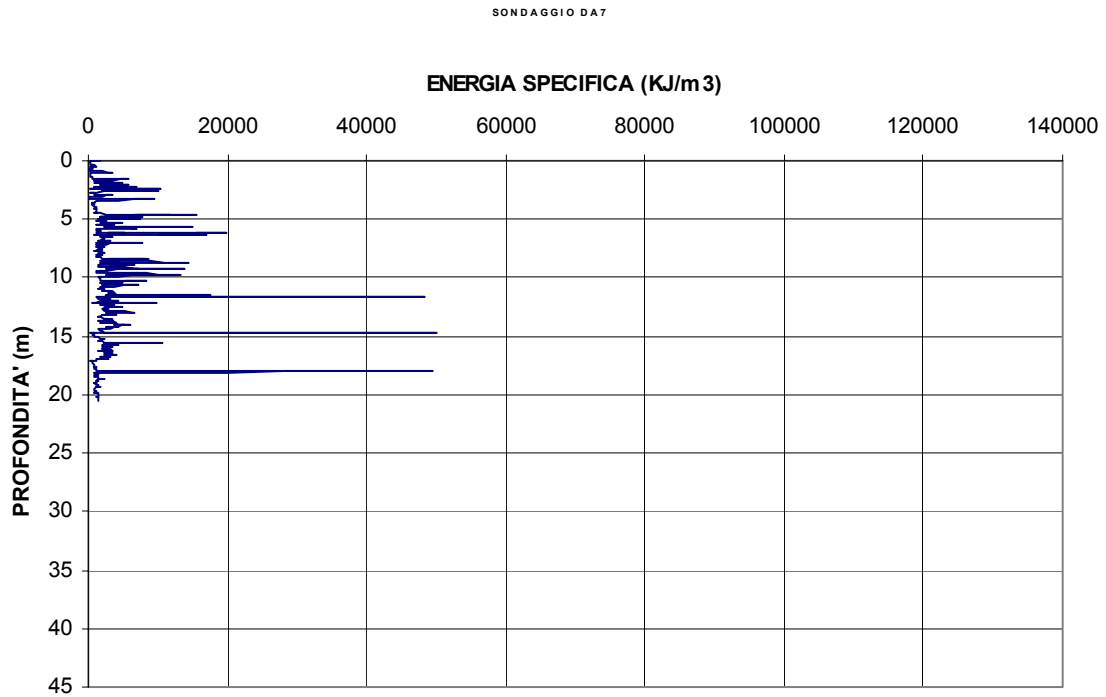


Figura BIS 12 - sondaggio DA7

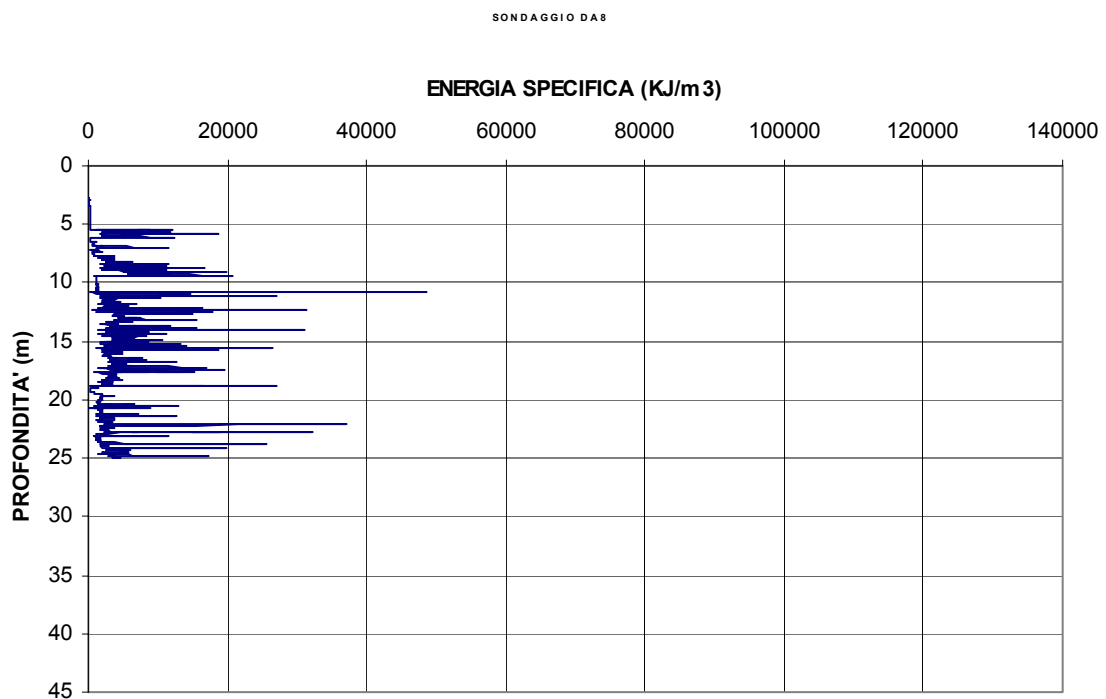


Figura BIS 13 - sondaggio DA8

5.7 Prova pressiométrica di tipo Menard

Tali prove in sito sono state eseguite nel corso della campagna geognostica integrativa del 2005.

La prova pressiométrica tipo Menard consiste nell'introdurre in un foro di sondaggio una sonda cilindrica e nel farla espandere radialmente contro le pareti del foro, misurando la conseguente deformazione volumetrica del terreno.

La prova viene eseguita in controllo di carico misurando la deformazione volumetrica corrispondente ad ogni incremento di carico.

Perché i risultati della prova siano attendibili, è indispensabile che il disturbo del terreno circostante il foro del sondaggio sia ridotto al minimo.

Le prove vengono eseguite in avanzamento.

Si raccomandano almeno 10 incrementi di carico; i valori di ciascun incremento solitamente vengono stabiliti in accordo al progetto delle indagini o definiti nel corso della prova stessa. La prova potrà essere conclusa quando l'espansione della cella nel corso di un incremento di carico diventa maggiore di circa $\frac{1}{4}$ dell'originale volume della cella di misura oppure, come nel caso di prove in roccia, quando viene raggiunto il fondo scala della pressione applicabile.

Le letture relative alle variazioni di volume della sonda (e quindi del terreno) vengono effettuate dopo 30" e dopo 60" dall'inizio della applicazione di ogni incremento di carico.

Le misure vengono registrate con una precisione pari allo 0.2% del volume della cella di misura (in condizioni di pressione atmosferica) e quelle di pressione con una precisione pari a circa il 5% del valore della pressione limite.

Solitamente si esegue un ciclo di scarico-ricarico in corrispondenza della fase pseudoelastica della prova. Il ciclo di scarico-ricarico inizia al termine del tratto pseudoelastico della prova (quando gli incrementi nelle deformazioni diventano più che proporzionali rispetto agli incrementi di pressione).

Il modulo pressiométrico viene calcolato in accordo alla seguente espressione:

$$E_p = 2 (1 + \nu) (V_0 + V_m) \Delta P / \Delta V$$

dove: E_p = modulo pressiométrico

ν = rapporto di Poisson

V_0 = volume della cella di misura alla pressione atmosferica

V_m = volume corretto nella parte centrale dell'incremento ΔV ; $V = V_r - V_c$, per V_r = volume da lettura a manometro e V_c = correzione volumetrica alla pressione corrispondente in base alla curva di calibrazione

ΔP = incremento di pressione (corretta) nella parte centrale della porzione rettilinea della curva pressione-volume

ΔV = incremento di volume nella parte centrale della porzione rettilinea della curva pressione-volume, corrispondente all'incremento di pressione ΔP

Nel corso della campagna di indagini integrative del Progetto Esecutivo (2005) sono state eseguite alcune prove pressiometriche nei fori e nelle quantità riportate in tabella. Vengono indicate anche le prove (generalmente eseguite nell'unità SLg) che non hanno fornito risultati validi.

Prova	Profondità	P.f..	PI (bar)	Ep (bar)
SA2-1	21.10	n.d.	n.d.	n.d.
SA2-2	31.20	n.d.	n.d.	n.d.
SA4-2	5.70	22.49	108.31	154.07
SA4-2	17.80	7.68	15.89	65.40
SA4-3	30.70	n.d.	n.d.	n.d.
SA6-1	4.80	n.d.	n.d.	n.d.
SA6-2	12.10	18.44	59.23	319.39
SA6-3	21.90	n.d.	n.d.	n.d.
SA8-1	4.40	37.46	77.46	267.77
SA8-2	8.30	n.d.	n.d.	92.69
SA8-3	18.20	3.46	7.66	19.61
SA10-1	6.70	n.d.	n.d.	65.28
SA10-2	11.00	26.99	57.42	322.02
SA10-3	15.30	22.37	30.35	291.29
SDA8-1	5.70	n.d.	n.d.	239.67
SDA8-2	11.30	20.63	76.19	353.40
SDA8-3	15.80	n.d.	n.d.	95.65

Tabella BIS 4

Nelle figure seguenti, vengono riportati i grafici delle curve pressiometriche ed i valori dei moduli ricavati.

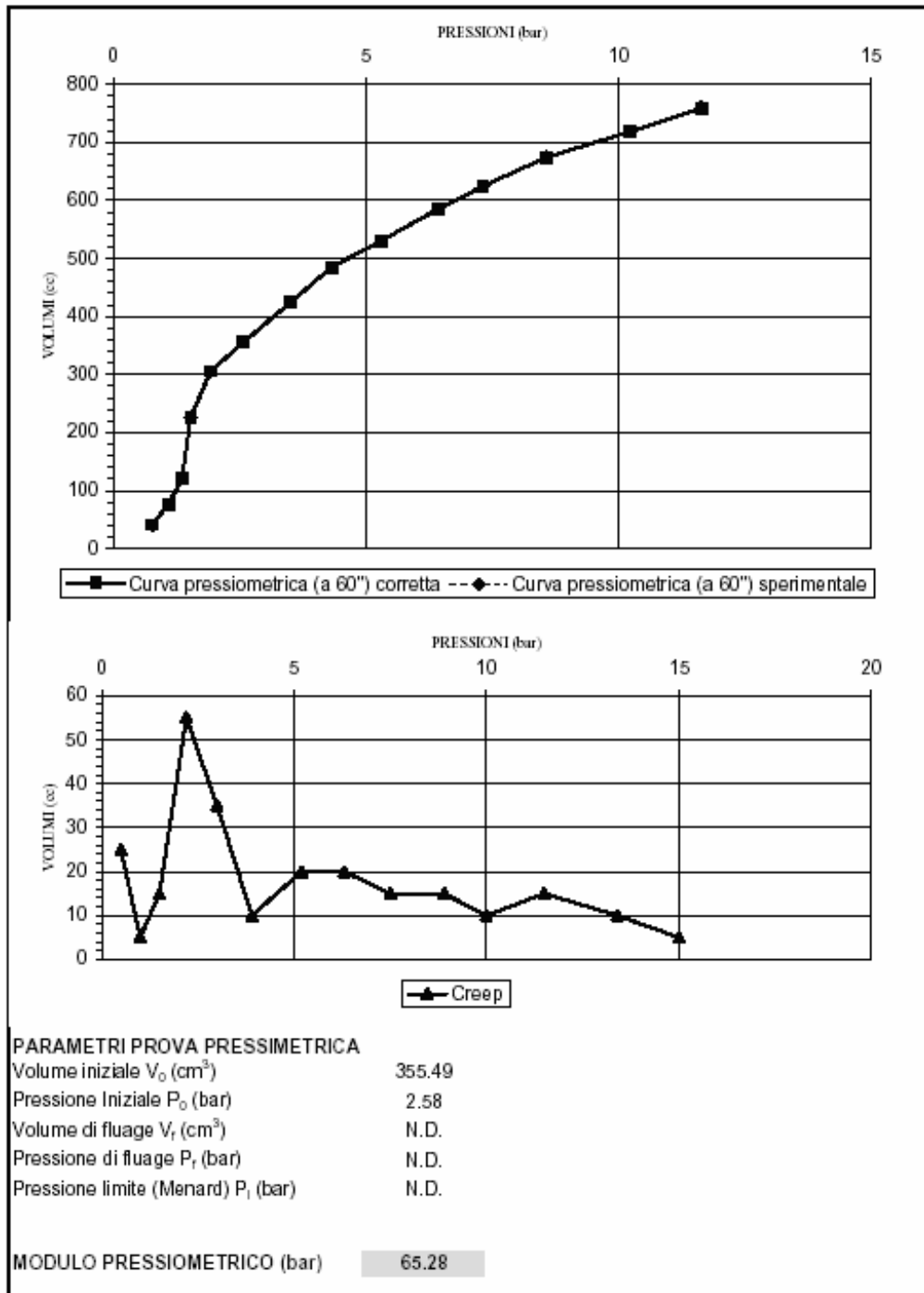


Figura BIS 14 – sondaggio SA10 prova n° 1

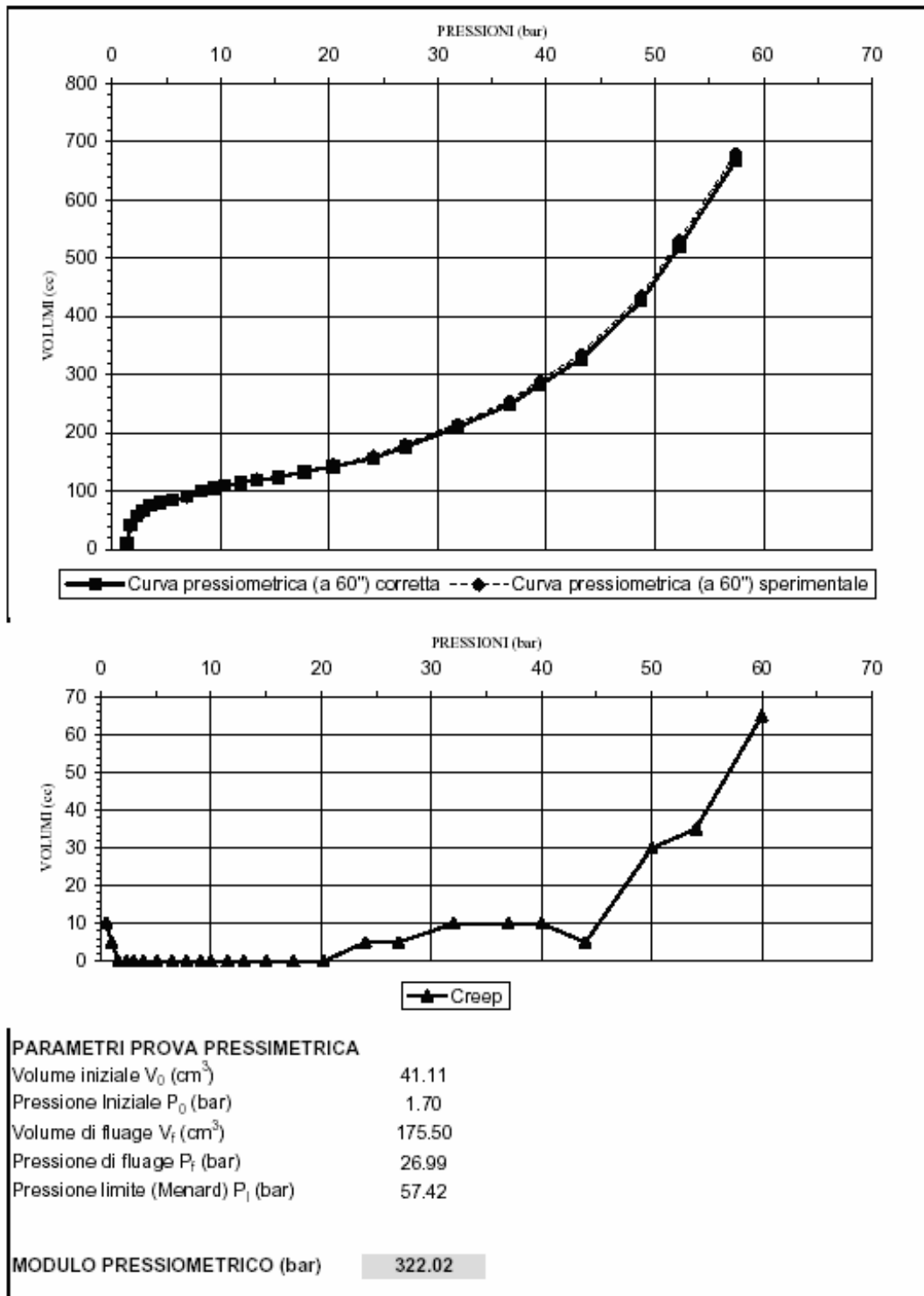


Figura BIS 15 - sondaggio SA10 prova n° 2

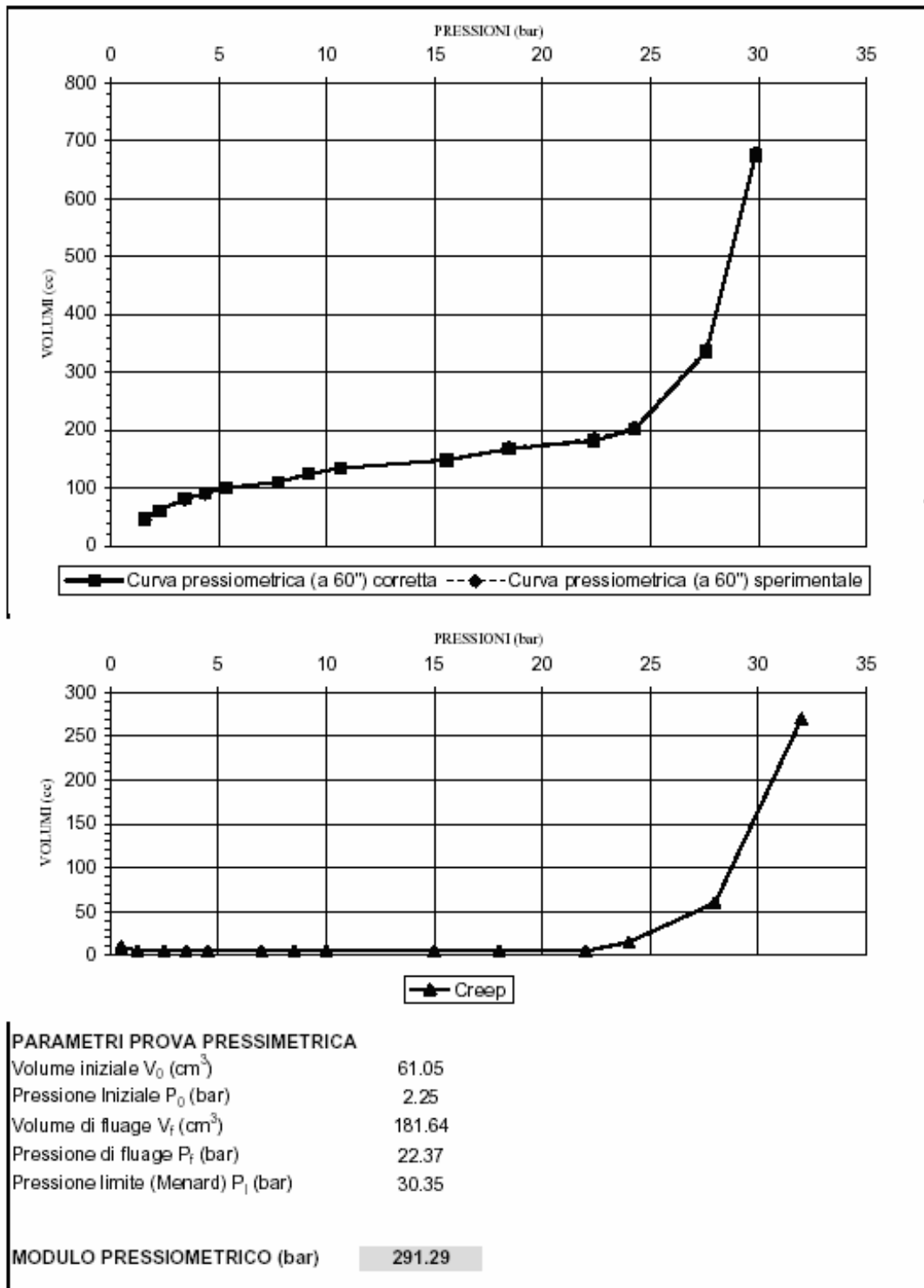


Figura BIS 16 - sondaggio SA10 prova n° 3

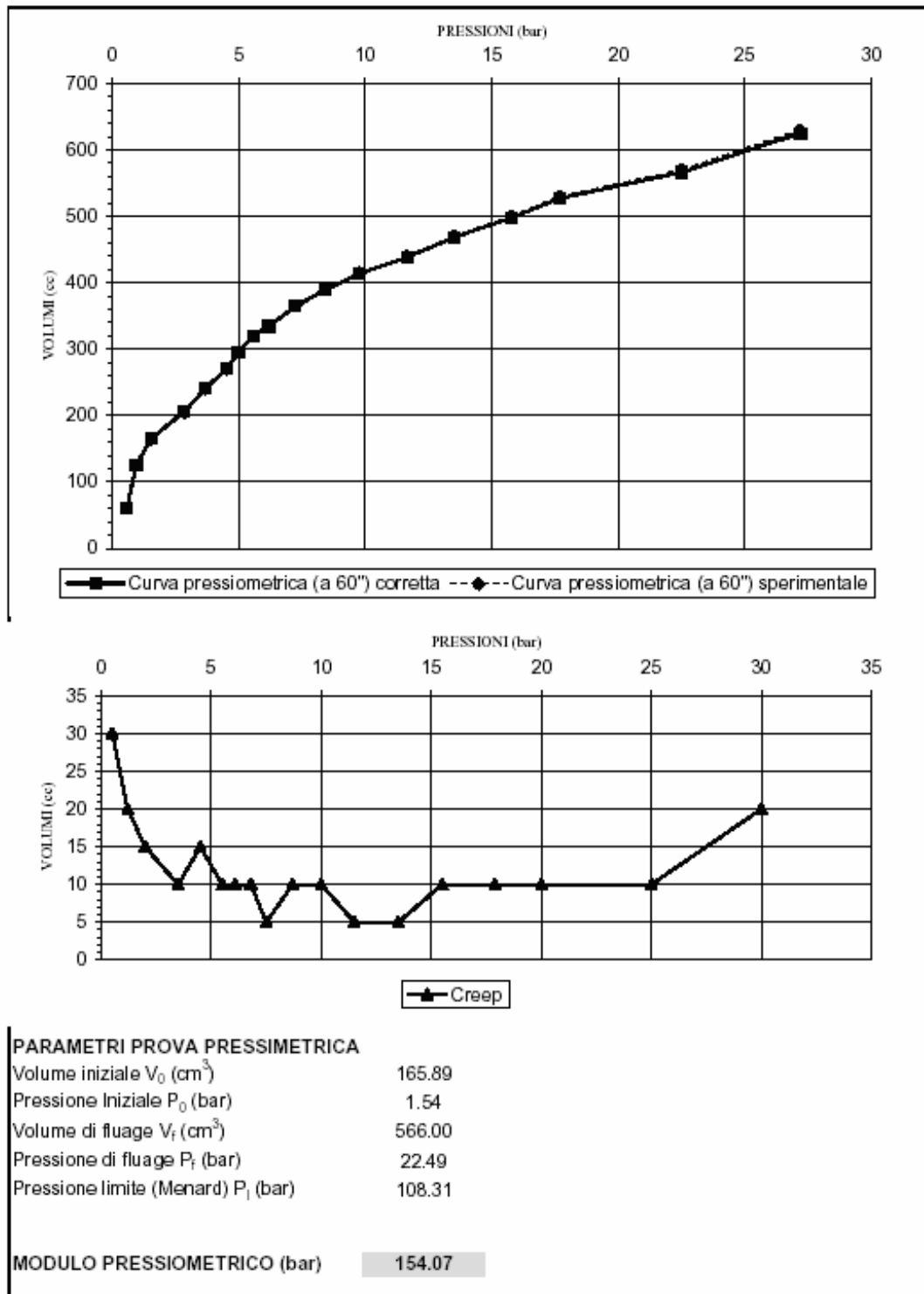


Figura BIS 17 - sondaggio SA4 prova n° 1

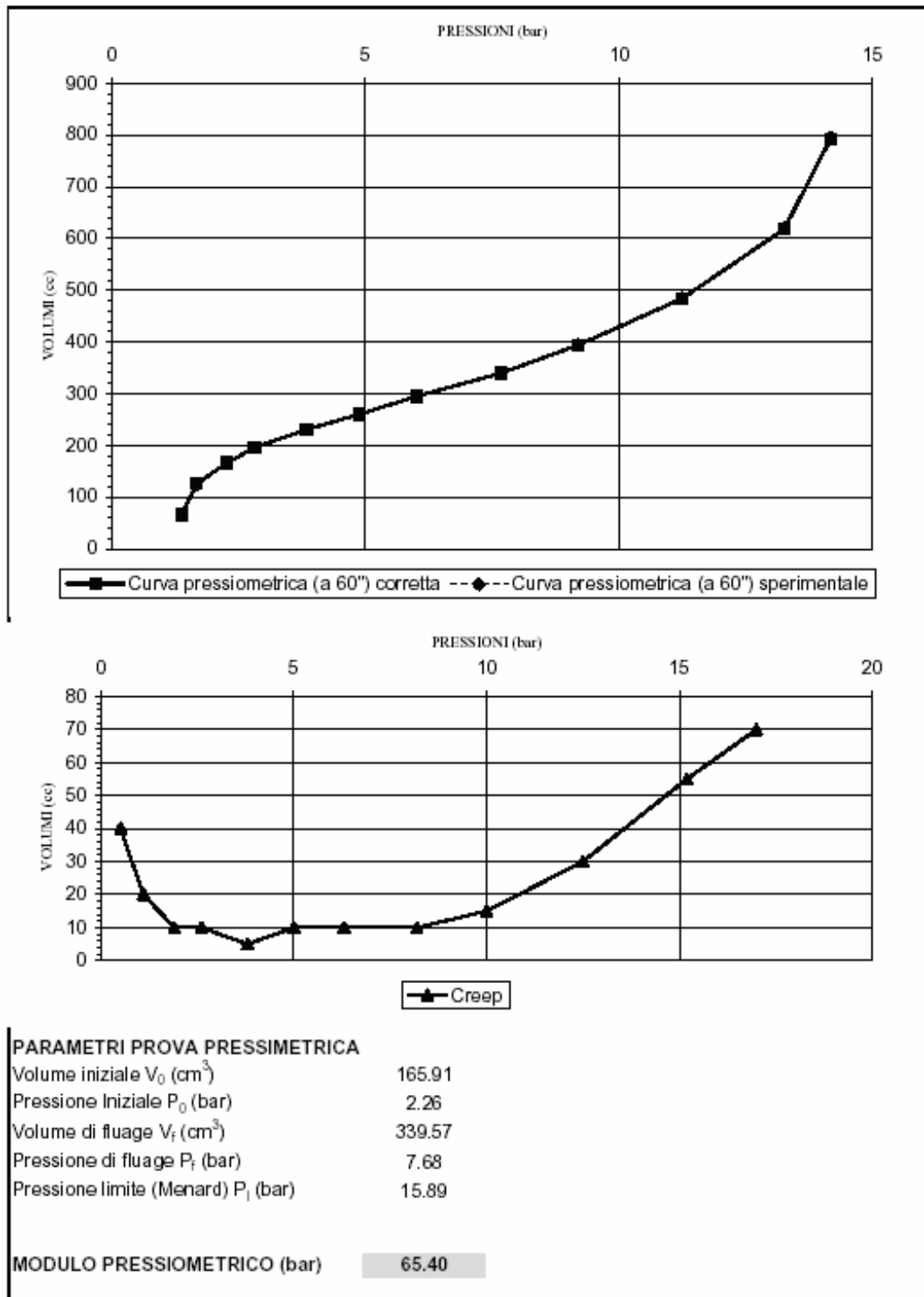


Figura BIS 18 - sondaggio SA4 prova n° 2

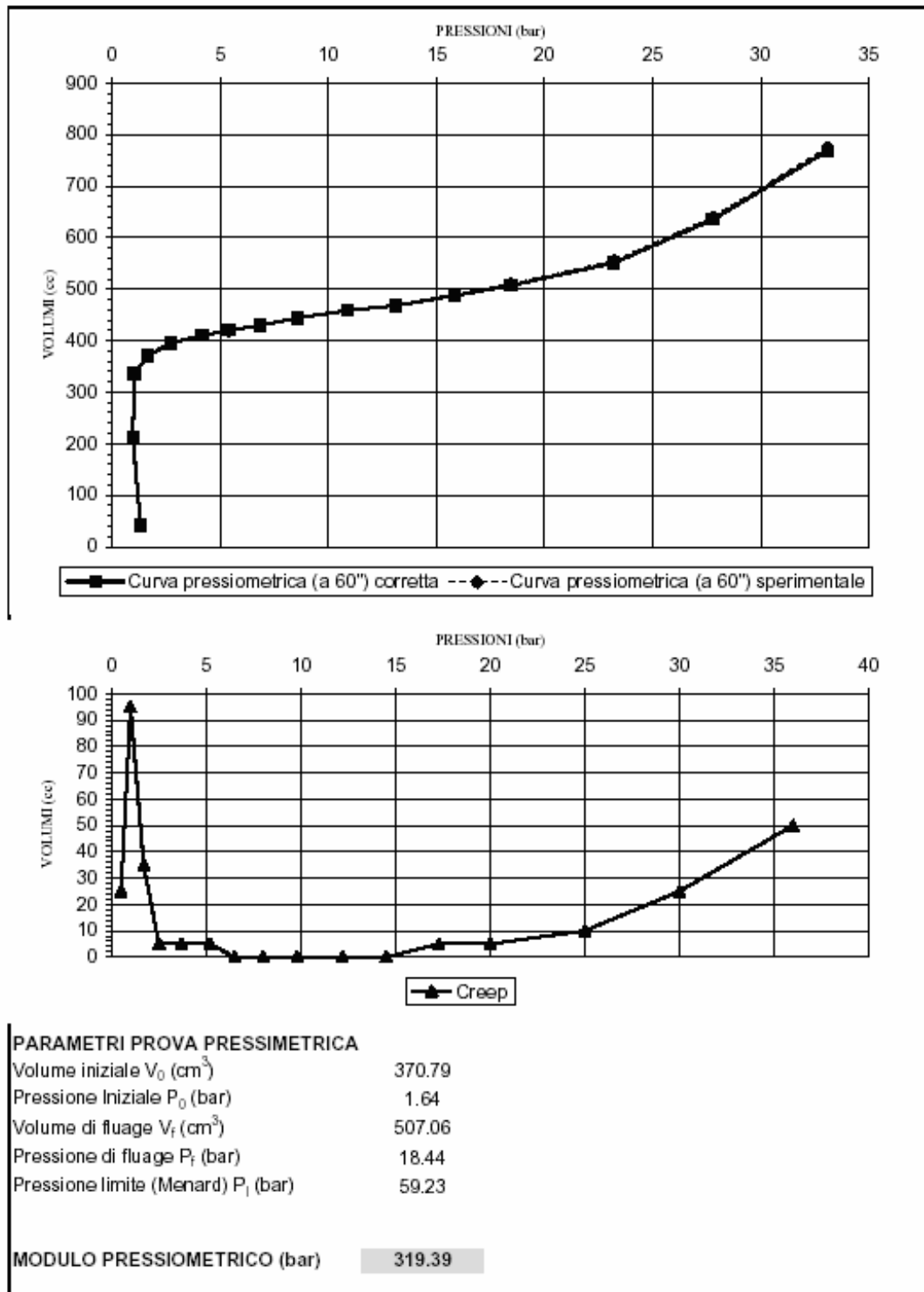


Figura BIS 19 - sondaggio SA6 prova n° 2

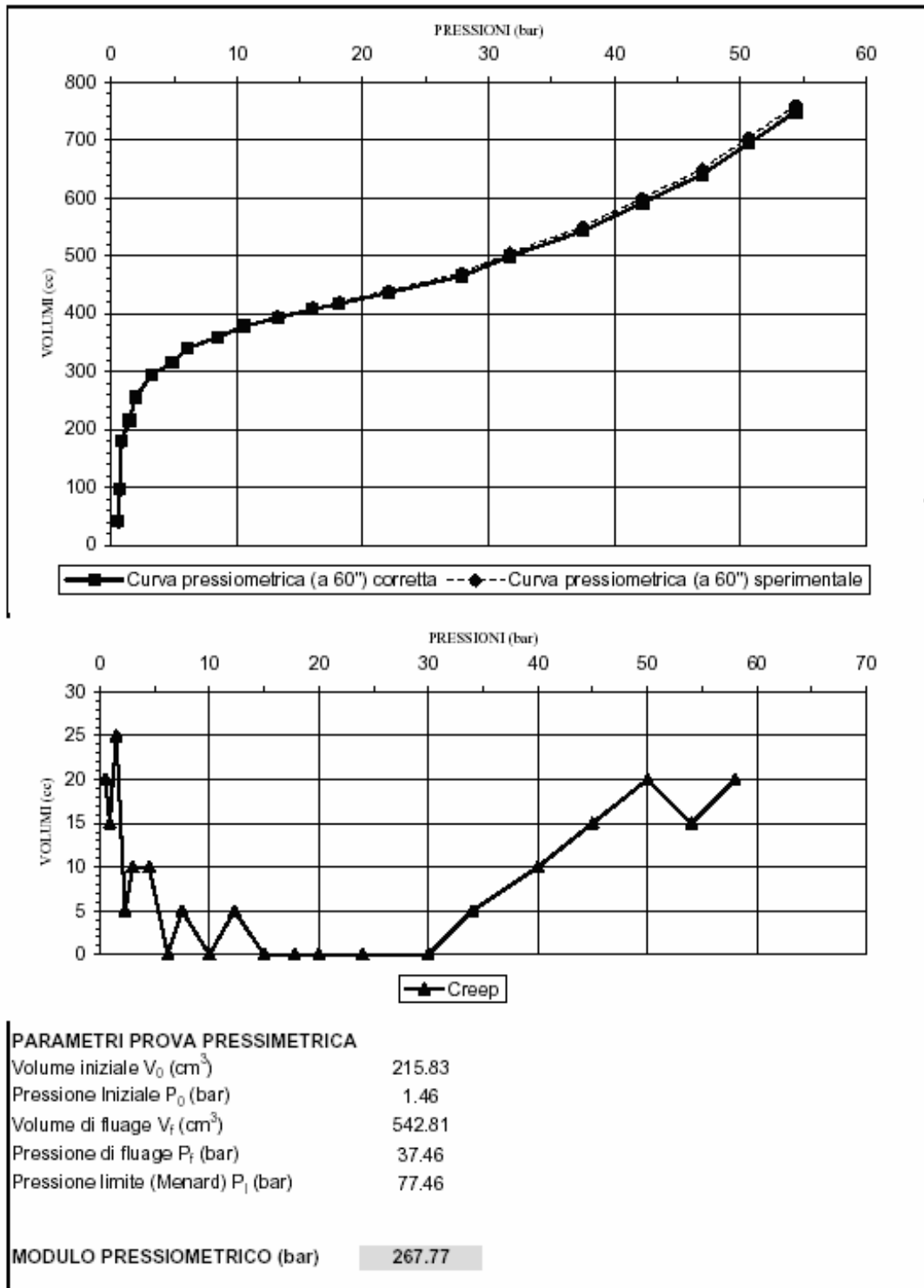


Figura BIS 20 - sondaggio SA8 prova n° 1

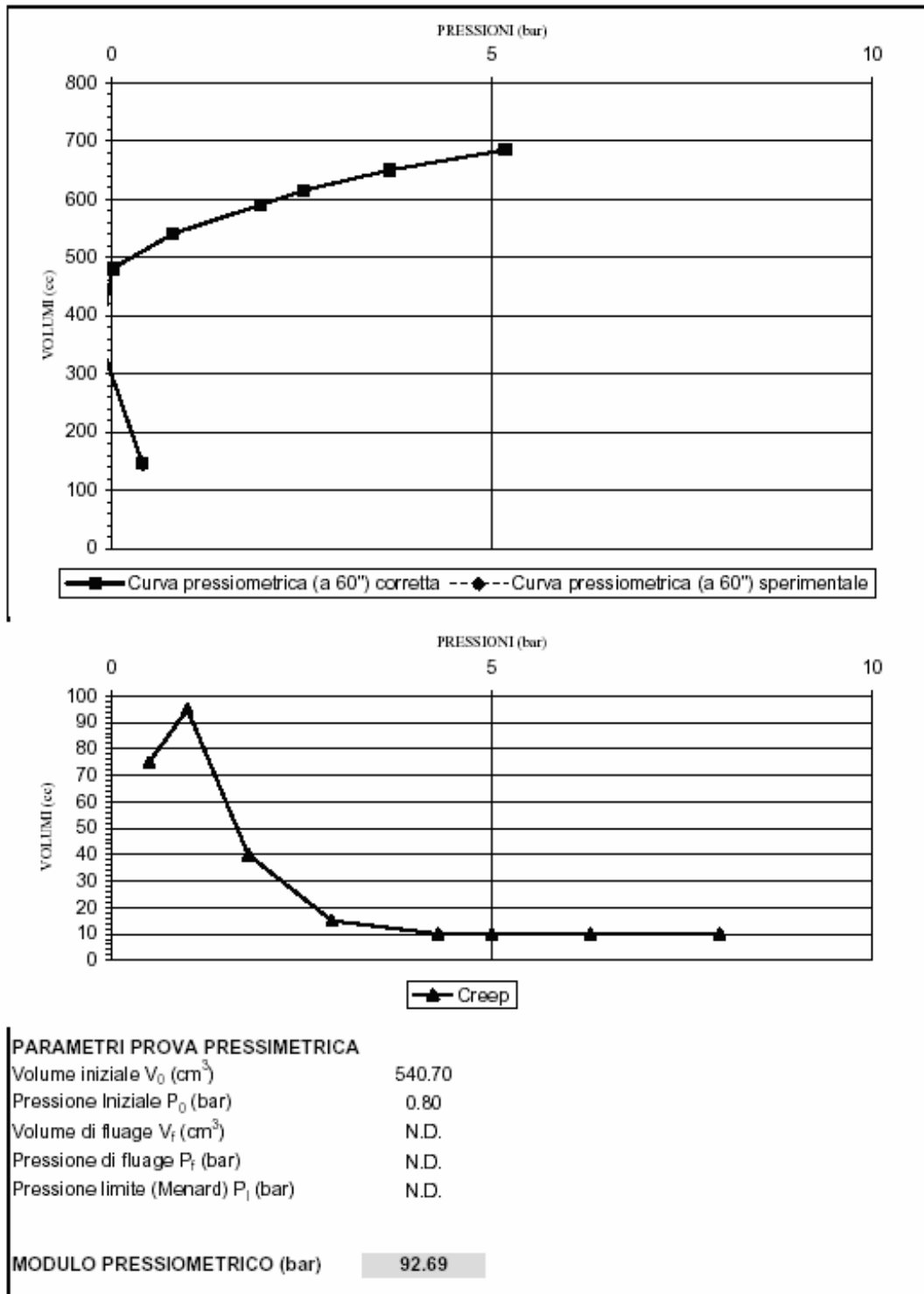


Figura BIS 21 - - sondaggio SA8 prova n° 2

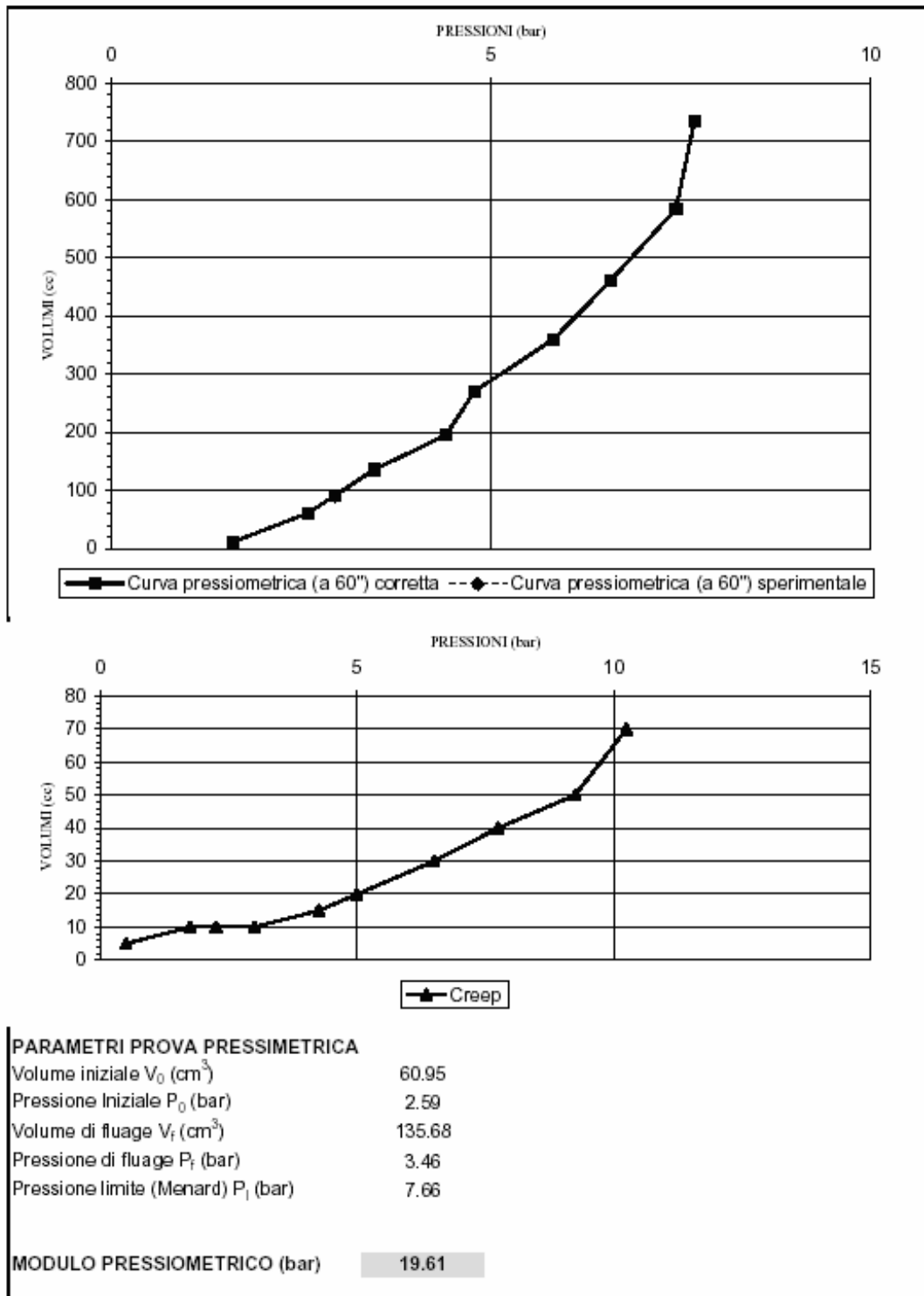


Figura BIS 22 - sondaggio SA8 prova n° 3

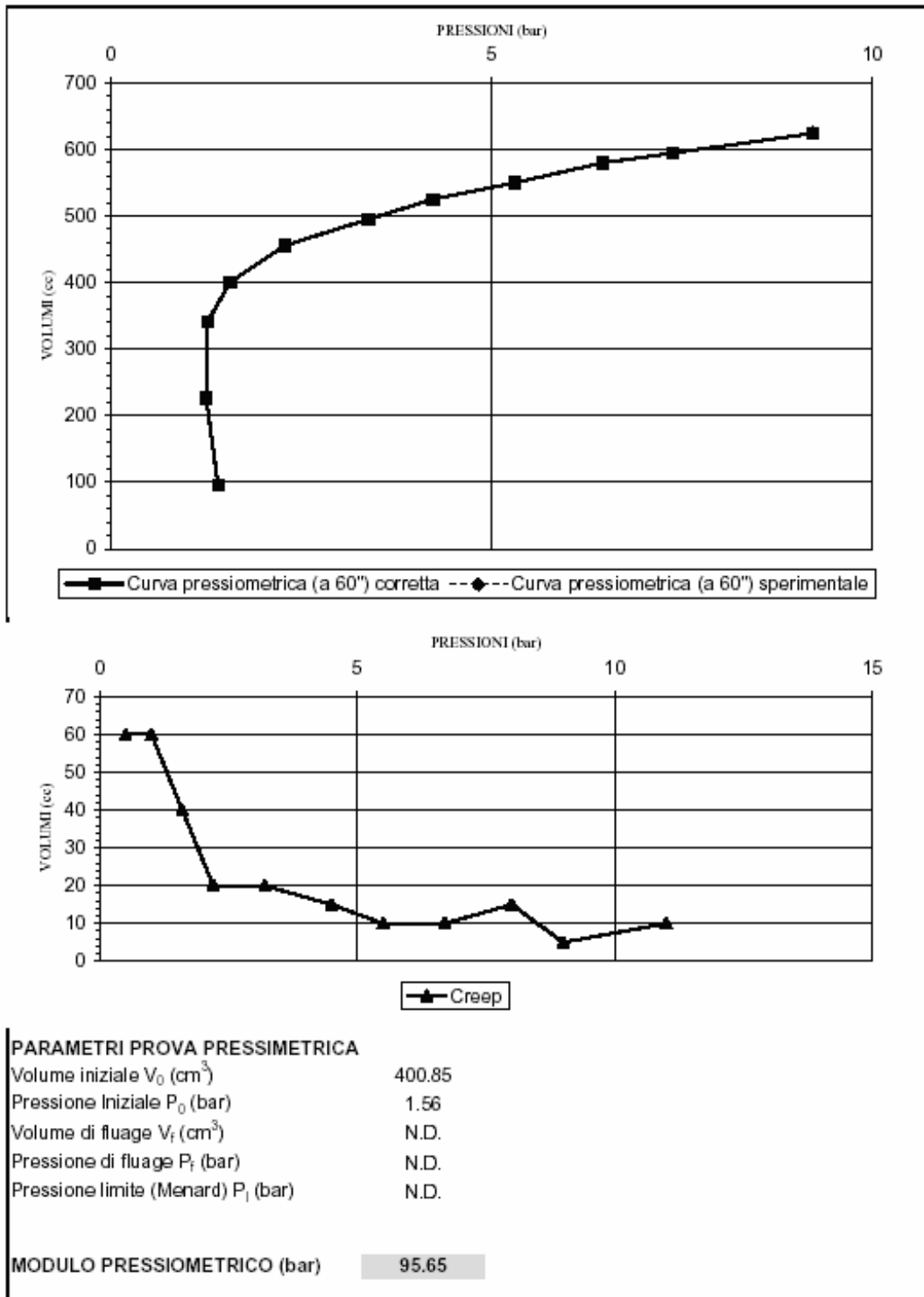


Figura BIS 23 - sondaggio DA8 prova n° 3

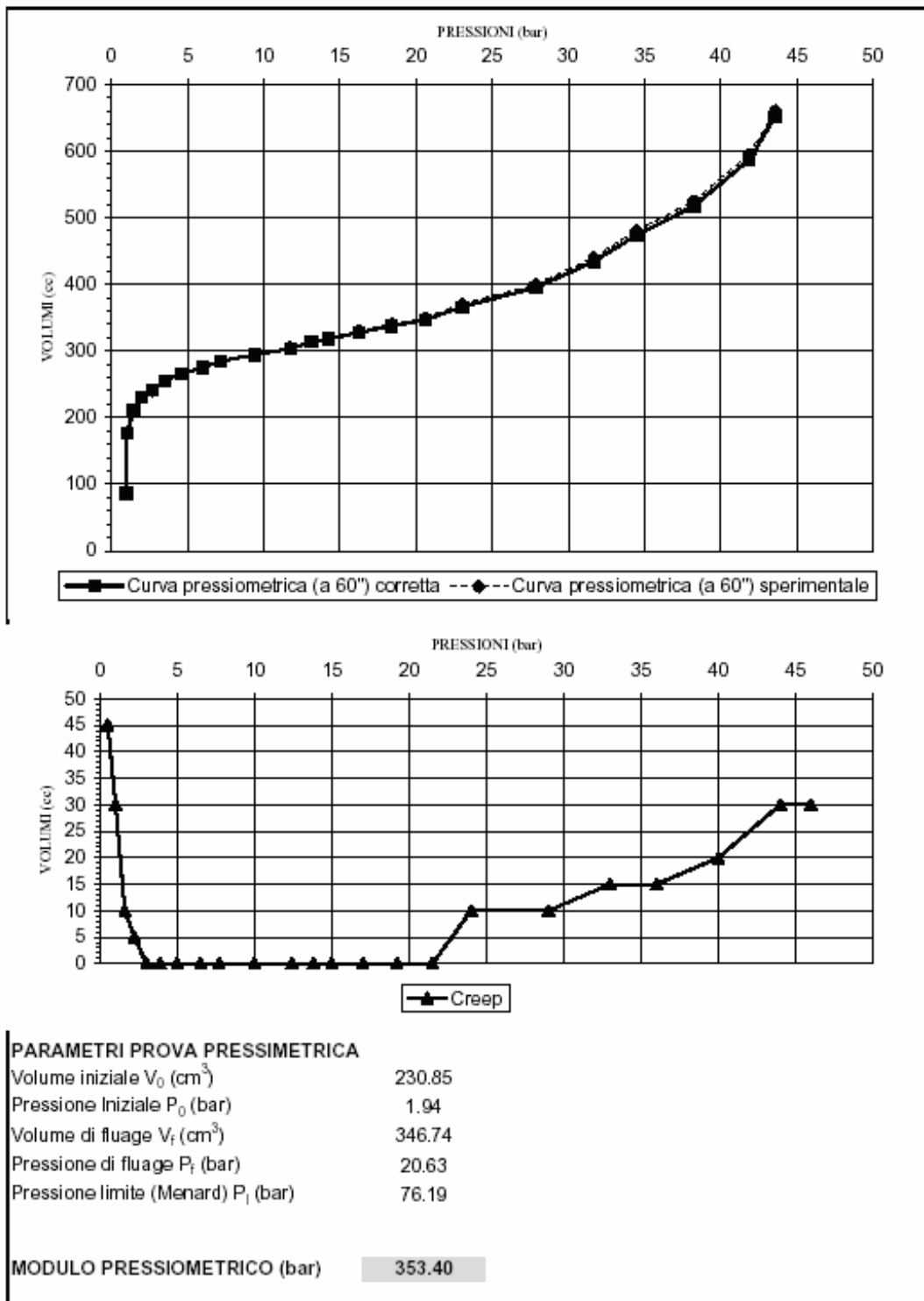


Figura BIS 24 - sondaggio DA8 prova n° 2

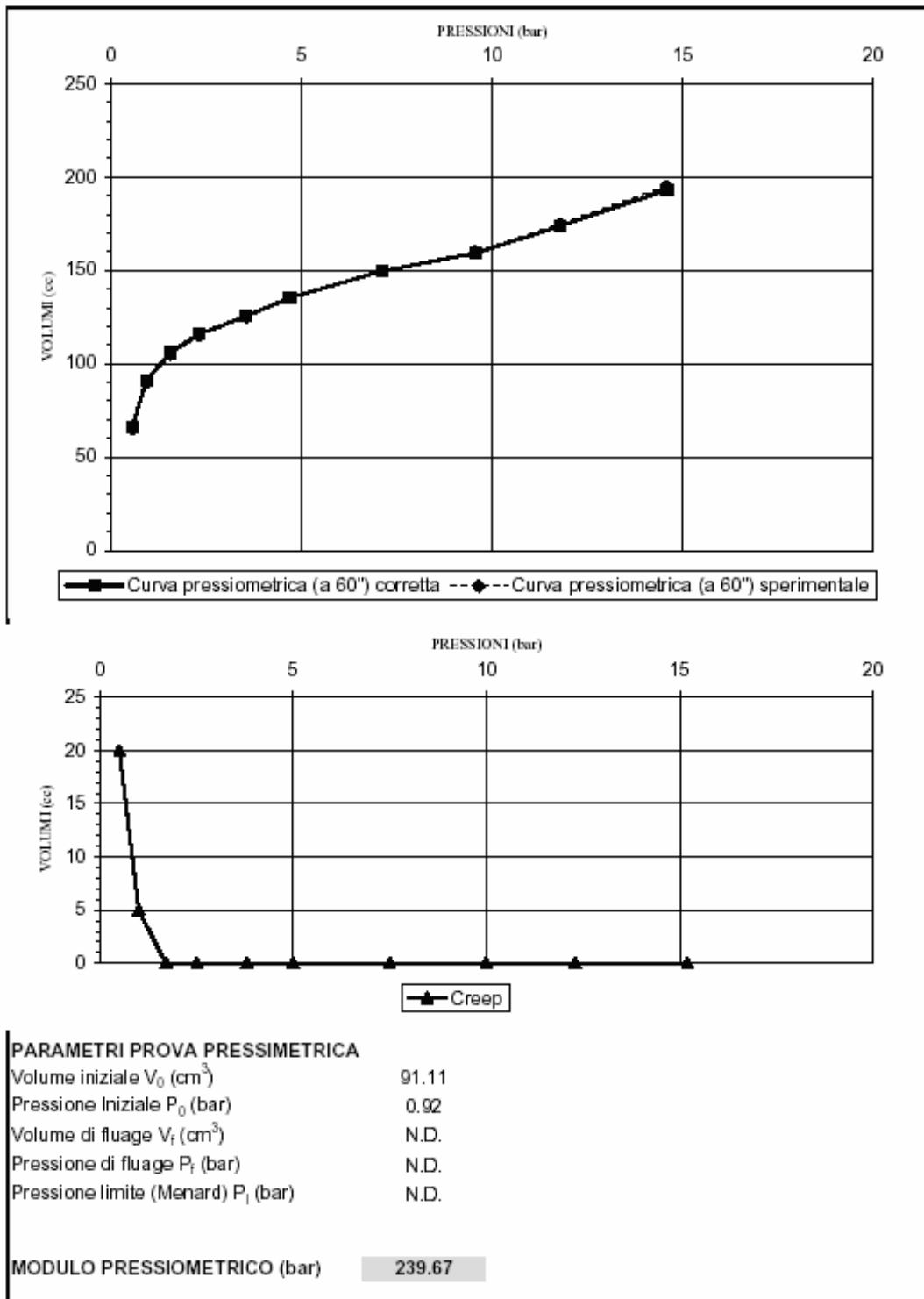


Figura BIS 25 - sondaggio DA8 prova n° 1

5.8 Prove di laboratorio

I risultati delle prove di laboratorio effettuate nelle campagna geognostica del 1995-1997 sono illustrati nelle tabelle 2.23÷2.27. Queste si limitano ad analisi granulometriche e alla stima di parametri indice.

Nell'ultima Campagna di Indagini del Progetto Esecutivo l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo, ha consentito il prelievo sia di carote che di campioni indisturbati. Il materiale è stato sottoposto successivamente a prove di laboratorio, va puntualizzato che data la natura delle litologie incontrate, prevalentemente a granulometria grossolana, il prelievo di materiale indisturbato è stato possibile solo nel litotipo sabbioso-limoso. In ogni caso si sono utilizzati campioni rappresentativi alle quote progettuali di maggiore interesse prelevando carote dal materiale terebrato. Tali campioni sono stati sottoposti ad analisi di routine quali: determinazione del contenuto d'acqua, granulometrie per via umida e aerometrie e, dove è stato possibile, compatibilmente alla natura delle terre, alla determinazione dei parametri indice.

In terre appartenenti alle unità SLg, il prelievo di campioni indisturbati, ha permesso l'esecuzione di prove di taglio diretto con scatola di Casagrande.

Nella tabella che segue vengono elencati i campioni, le profondità di prelievo e le prove di laboratorio eseguite.

Camp. Id	prof m	γ (kN/mc)	w (%)	Gs	LL	Lp	ip	ciottoli %	ghiaia %	sabbia %	limo o L+A %	argilla %	taglio CD		triax CID		class USCS	k m/sec
													c'(kN/mq)	ϕ	c'(kN/mq)	ϕ' (°)		
SA1_CR1	4,00								44,9	34	21,1						GM	
SA1_CR3	8,00								47,9	35,1	17						GM	
SA1_CR4	29,00								0	59,9	40,1						SM	
SA1BIS_C1	21,60	18,95	24,2						0	76,1	23,9						SM	
SA1BIS_C2	28,40	19,45	22						0,2	85,3	14,5		16,5	33,1			SM	
SA1BIS_C3	38,20	18,95	21						0	69	31						SM	
SA2_CR1	8,00								26,8	45,4	27,8						SM	
SA2_CR2	15,00								25,4	50,9	23,7						SM	
SA2_CR3	22,00	20,17	23,91	2,77					3,1	68,1	28,8				25,8	35,2	SM	
SA2_CR4	30,00								0	64,9	35,1						SM	
SA2_CR5	33,00	19,52	26,08	2,75					0	64,8	35,2				29,8	39,6	SM	
SA3_CR1	6,00								50,5	35,5	14						GM	
SA3_CR2	9,00								45,5	36,3	18,2						GM	
SA3_CR3	17,00	21,48	14,73	2,72					27,6	49,3	23,1				14,7	41,1	SM	
SA3_CR4	30,00								0	78,2	21,8						SM	
SA3_C1	32,00	20,24	22,88						0	82,8	17,2		20,2	33			SM	
SA3BIS_C1	21,50	19,38	24,8						0,2	78,5	21,3		21,8	31,5			SM	
SA3BIS_C2	29,00	19,42	27,2						0	93,1	6,9		9	35,1			SP-SM	
SA4_CR1	4,00								41,1	38,3	20,6						GM	
SA4_CR2	10,00								51	29,8	19,2						GM	
SA4_CR3	17,00	21,48	10,1	2,738					11,5	61,5	27				34,3	40,3	SM	
SA4_CR4	29,00								0,7	67,3	32						SM	
SA5_CR1	4,00								40,4	37,2	22,4						GM	
SA5_CR2	10,00	22,92	6,2	2,74					47,1	33,8	19,1				45,5	46,4	GM	
SA5_CR3	22,50	22,67	9,2	2,702	23,6				33	45,9	21,1						SM	
SA5_CR4	30,00								53,4	33	13,6						GM	
SA5BIS_C1	15,00	20,98	17,1	2,723	21,8				0,6	51,3	34	14,1	30,6	30,9			SM	
SA5BIS_C2	21,50	19,24	27,4	2,677	33,9	23,6	10,3		0	6,4	77,9	15,7	35,7	26,1			CL	
SA7_CR1	4,00								45,6	38,3	16,1						GM	
SA7_CR2	9,00	22,72	6,5	2,714					27,8	43,3	28,9				41	46	SM	
SA7_CR3	22,50	21,43	11,2	2,703	23	19,3	3,7		12,5	52,6	34,9				23,6	40,5	SM	
SA14_C1	25,30	16,7	11,9						0,5	93,3	6,2		0	38,7			SP	
SA15_CR1	8,00								40,7	41,9	17,4						SM	
SA15_CR2	15,00								36,1	39,9	24						SM	
SA15_CR3	20,00								9,4	57,5	33,1						SM	
SA16_CR1	4,50								35,5	49,8	14,7						SM	
SA16_CR2	10,00								46,9	45,8	7,3						GP-GM	
SA16_CR3	20,00								0	60,2	39,8						SM	
SA6_C1	3,00							4	53	28	12	3						
SA6_C2	5,00							3	54	35	8							
SA6_C3	11,00							0	49	36	13	2						
SA6_C4	26,00							0	45	42	13							
SA8_C1	3,00							10	40	34	14	2						
SA8_C2	7,00							6	54	28	12				29	37		
SA8_C3	15,00							0	62	27	11				11	48		1,10E-05
SA8_C4	20,00							0	16	60	20	4						
SA9_C1	9,00							23	47	22	8							
SA9_C2	12,00							12	57	22	9				25	37		
SA9_C3	18,00							0	0	37	46	17						
SA10_C2	10,00							4	64	23	9				11	38		
SA10_C3	14,00							6	47	34	11	2						
SA10_C4	18,00							0	3	39	54	4						
SA11_C1	9,00							7	59	25	9							
SA11_C2	20,00							7	52	25	14	2						
SA12_C1	10,00							1	57	28	14							
SA12_C2	15,00							0	45	33	19	3						
SA12_C3	20,00							0	1	77	21	1						
SA14_C1	3,00							0	1	70	27	2						
SA14_C2	10,00							21	43	26	10							
SA14_C3	26,00							0	0	6	75	19						

Tabella BIS 5– Campioni prelevati e prove di laboratorio.
Campagna Geognostica Progetto Esecutivo 2005

In totale sono state eseguite 60 analisi granulometriche per vagliatura; 14 analisi granulometriche per sedimentazione; 11 prove triassiali; 7 prove di taglio diretto e una prova di permeabilità.

5.8.1 Prova triassiale CID

Nel corso della campagna geognostica del 2005, al fine di poter acquisire utili indicazioni circa il contributo in termini di coesione efficace che la percentuale di frazione fine (limo più argilla), sempre presente nelle litologie più grossolane (GSL), come sistematicamente

evidenziato dalle numerose analisi granulometriche, trasmette all'ammasso, si è ritenuto di procedere mediante prove triassiali condotte in celle di grosso diametro (100 mm) previa vagliatura (setaccio $\frac{3}{4}$ ") e ricostituzione di provini cilindrici per compattazione a condizioni di addensamento prossime a quelle in sito. In particolare si è proceduto come segue:

- realizzazione di provini di D=101.6 mm e H= 203.2mm, confezionati mediante fustella uso Proctor Modificata; costipati secondo 5 strati con un numero di colpi a strato pari a 40, al fine di applicare una energia specifica proporzionale a quella richiesta dalla norma ASTM D 1557.
- saturazione dei campioni durante la fase di consolidazione
- rottura dei provini in condizioni drenate.

6. DESCRIZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Ai fini della caratterizzazione geotecnica dei terreni che interesseranno le diverse opere presenti lungo il tracciato, sono state utilizzate le risultanze delle indagini in sito e in laboratorio condotte nelle varie fasi progettuali e riassunte nella Relazione Geotecnica del Progetto Definitivo.

Nel presente documento, ci si soffermerà in particolare sui nuovi dati ottenuti mediante le campagne geognostiche successive (Progetto di Dettaglio 2001 – Campagna Geotecnica Integrativa aerea Scalo di Valdocco, 2002-2003) ed, in particolare sui dati ottenuti nella **Campagna Geognostica Del Progetto Esecutivo** (2005).

Vengono ora riportati e illustrati i criteri adottati e i risultati ottenuti per la caratterizzazione geotecnica dei terreni individuati lungo il tracciato, nel range delle profondità di interesse, raggruppando terreni aventi caratteristiche geotecniche omogenee e l'assegnazione dei relativi parametri di resistenza e di deformabilità. I risultati della caratterizzazione vengono illustrati nel Profilo Geotecnico, con definizione delle Unità Geotecniche in asse al tracciato.

6.1 Riconoscimento delle Unità geotecniche – tratto Porta Susa – Corso Grosseto con riferimento al Progetto Definitivo

I terreni in sito sono stati classificati avendo da prima distinto i materiali con proprietà geotecniche simili. Poiché nel sottosuolo di Torino il terreno naturale ha una notevole eterogeneità di facies con transizioni sia laterali che verticali, non risulta possibile individuare strati di terreno omogenei per genesi e caratteristiche di granulometria, i materiali sono pertanto stati suddivisi secondo criteri "ingegneristici" piuttosto che litologici.

Si è quindi cercato di individuare i terreni con comportamento meccanico simile (unità geotecnica) e di utilizzare per essi caratteristiche rappresentative di una situazione “media” piuttosto che di una precisa situazione locale.

Un primo criterio per la definizione delle unità è stato definito sulla base delle differenze deposizionali e/o granulometriche. Si è pertanto distinto il terreno di riporto superficiale dal terreno naturale; per il terreno naturale sono inoltre state definite diverse unità caratterizzate da differenti caratteristiche di granulometria. Si sono quindi considerati i seguenti terreni:

- Terreni di riporto, identificati con la sigla R, comprendenti i terreni di riporto a grana fine o grossolana;
- Terreni a prevalente matrice fine, identificati con la sigla SLg, comprendenti: limo argilloso con sabbia, limo sabbioso con ghiaia subordinata, sabbia limosa con ghiaia subordinata e limo;
- Terreni a grana grossolana, identificati con la sigla GSL, comprendenti: sabbia, sabbia ghiaiosa, sabbia con ghiaia e ciottoli, ghiaia, ghiaia in matrice limoso-sabbiosa, ghiaia in matrice sabbioso-limosa, ghiaia in matrice sabbiosa, ghiaia e ciottoli in matrice limosa, ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa, ciottoli e ciottoli in matrice sabbiosa;
- Terreni a grana grossolana tipo GLS con locali episodi di cementazione (CGL), identificati con la sigla GSL-CGL³.

Successivamente si è operata una distinzione sulla base del differente grado di addensamento e/o cementazione risultante dalle indagini in sito (sondaggi geognostici, diagrafie dei parametri di perforazione e prove penetrometriche dinamiche). In particolare, i risultati delle diagrafie dei parametri di perforazione hanno consentito di individuare, all'interno del terreno naturale con locali episodi di cementazione (GSL-CGL), dei tratti ove la presenza degli orizzonti conglomeratici risulta significativa e dei tratti in cui gli orizzonti conglomeratici presentano persistenza e/o continuità laterale molto ridotta.

Un ulteriore elemento di distinzione tra le unità è stato basato sull'assetto geologico, definito dalla Relazione Geologica, e nel paragrafo 3.1 del presente rapporto, che ha comportato la differenziazione delle unità appartenenti alle 4 zone individuate lungo il tracciato da Porta Susa a corso Grosseto, aventi caratteristiche omogenee. Si sono successivamente individuate, così come riportate nel Profilo Geotecnico, 21 differenti unità contraddistinte da sigle indicanti: le litologie prevalenti, le zone in cui le unità sono situate e una lettera, crescente (a, b,c) indicante unità con uguali caratteristiche litologiche ma ubicate in posizioni stratigrafiche differenti.

³ terreni GSL-CGL sono stati indicati come un orizzonte indifferenziato caratterizzato dalla locale presenza di livelli cementati, senza indicare i singoli livelli cementati riconosciuti dai sondaggi, i quali hanno generalmente spessori di ordine decimetrico e grado di cementazione ed estensione molto variabili.

6.2 *Materiale di riporto (R)*

Il materiale di riporto superficiale rinvenuto nel corso dei sondaggi si presenta molto eterogeneo; oltre a livelli di materiale incoerente con notevole frazione grossolana, sono stati rinvenuti livelli più o meno potenti di materiale fine coesivo plastico.

Le analisi granulometriche svolte su alcuni campioni, confermano questa estrema variabilità nella composizione granulometrica; si passa infatti da orizzonti grossolani, nei quali la frazione di fine è inferiore al 15%, ai depositi più fini dove la frazione limoso-argillosa va dal 50 al 70%.

Le prove penetrometriche condotte all'interno dei terreni di riporto hanno fornito valori di NSPT variabili da 6, in materiale limo argilloso, ad 87 nei materiali più grossolani. I valori dell'angolo di resistenza sono risultati conseguentemente variabili tra 33° e oltre 40°.

La prova di carico su piastra PZ2-P1, condotta all'interno dell'unità R1a, ha fornito valori anomali nella prima parte del ciclo di ricarica; riferendosi solo all'ultima parte si è ottenuto un modulo di circa 50 MPa. Per i terreni con maggiore percentuale di frazione fine, con riferimento ai valori delle correlazioni con le prove penetrometriche sono stati stimati valori di 15 MPa.

Alla luce della tormentata storia di interventi antropici nell'area di interesse, considerata l'impossibilità di definire una precisa stratigrafia dei materiali di riporto, si è assunto di procedere alla loro caratterizzazione in modo prudentiale, adottando parametri significativi per le componenti più fini. È risultato pertanto, con riferimento alla suddivisione in unità riportata nel Profilo Geotecnico

- Ria, R2a, R3a e R4a
 - γ = peso di volume naturale = 19 kN/m³;
 - ϕ = angolo di resistenza al taglio = 32°;
 - E' = modulo di deformabilità = 15 MPa.

6.3 *Terreni sabbioso-limosi (SLg)*

Laddove i livelli sabbioso-limosi risultano di maggiore spessore ed estensione laterale ed i risultati delle diagrafie dei parametri di perforazione confermano la variazione delle caratteristiche dei terreni, sono state considerate delle unità di terreni sabbioso-limosi.

La presenza di livelli sabbioso-limosi risulta significativa in parte della zona 3 e nella zona 4, per profondità superiori a 15 – 20 metri dal piano campagna, con potenze di circa 5-10 m, ove sono state individuate le unità SLg3a e SLg4a. All'interno di tali zone le diagrafie presentano ridotti valori di energia specifica e forti velocità di avanzamento.

Con riferimento alla suddivisione in unità riportata nel Profilo Geotecnico, le unità sono state caratterizzate nel modo seguente:

- SLg3a – SLg4a
 - γ = peso di volume naturale = 20 kN/m³;

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 35°;

E' = modulo di deformabilità = 50 MPa.

6.3.1 Unità SLg – Elaborazione dati nuove indagini

I campioni prelevati nel corso dell'esecuzione dell'ultima campagna di indagini integrative del Progetto Esecutivo, sono stati sottoposti ad alcune determinazioni di laboratorio. Tra queste, le analisi granulometriche hanno rivestito particolare importanza nello stabilire le caratteristiche granulometriche dei terreni coinvolti nelle opere di progetto.

I dati ottenuti dalle analisi granulometriche delle unità SLg, mostrano il seguente fuso

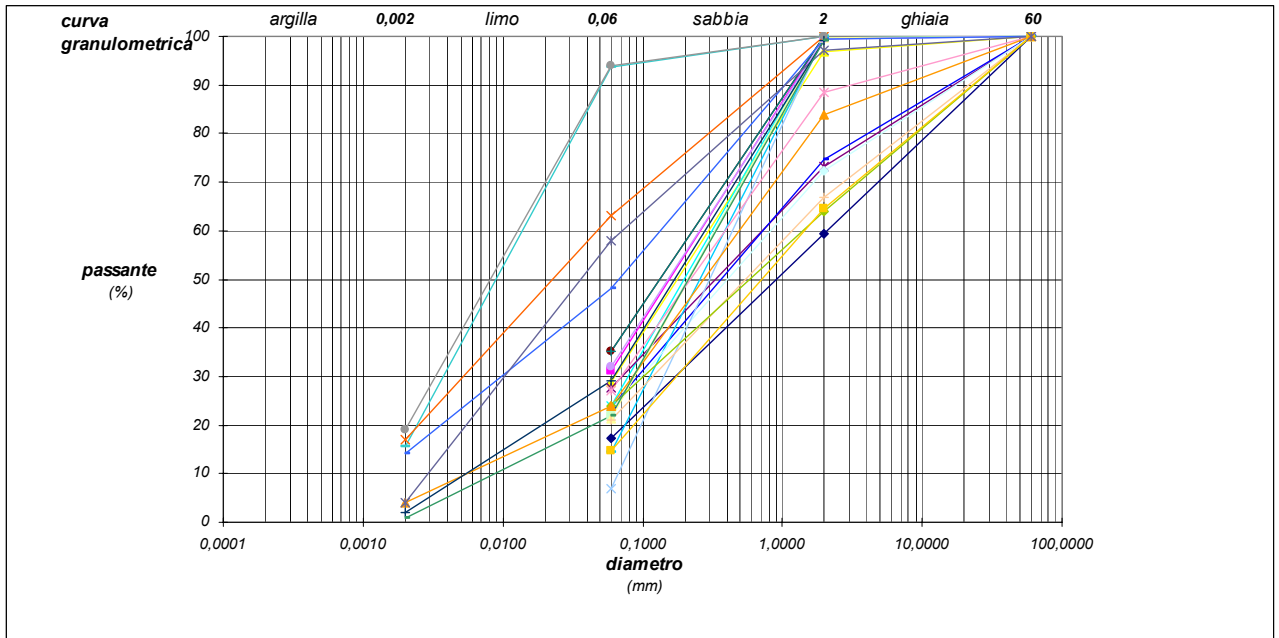


Figura BIS 26

La variabilità della percentuale della frazione fine (limo più argilla) evidenzia come, all'interno del litotipo, la presenza di limi argillosi, più o meno consistenti, sia tutt'altro che subordinata, ma mediamente rappresenta il 35%. L'importanza del dato risiede nel contributo che la matrice all'interno dello scheletro sabbioso, trasferisce in termini di coesione.

Come già citato precedentemente, i dati provenienti dalle prove di Standard Penetration Test eseguite negli orizzonti SLg hanno portato alle seguenti elaborazioni, illustrate nel grafico seguente

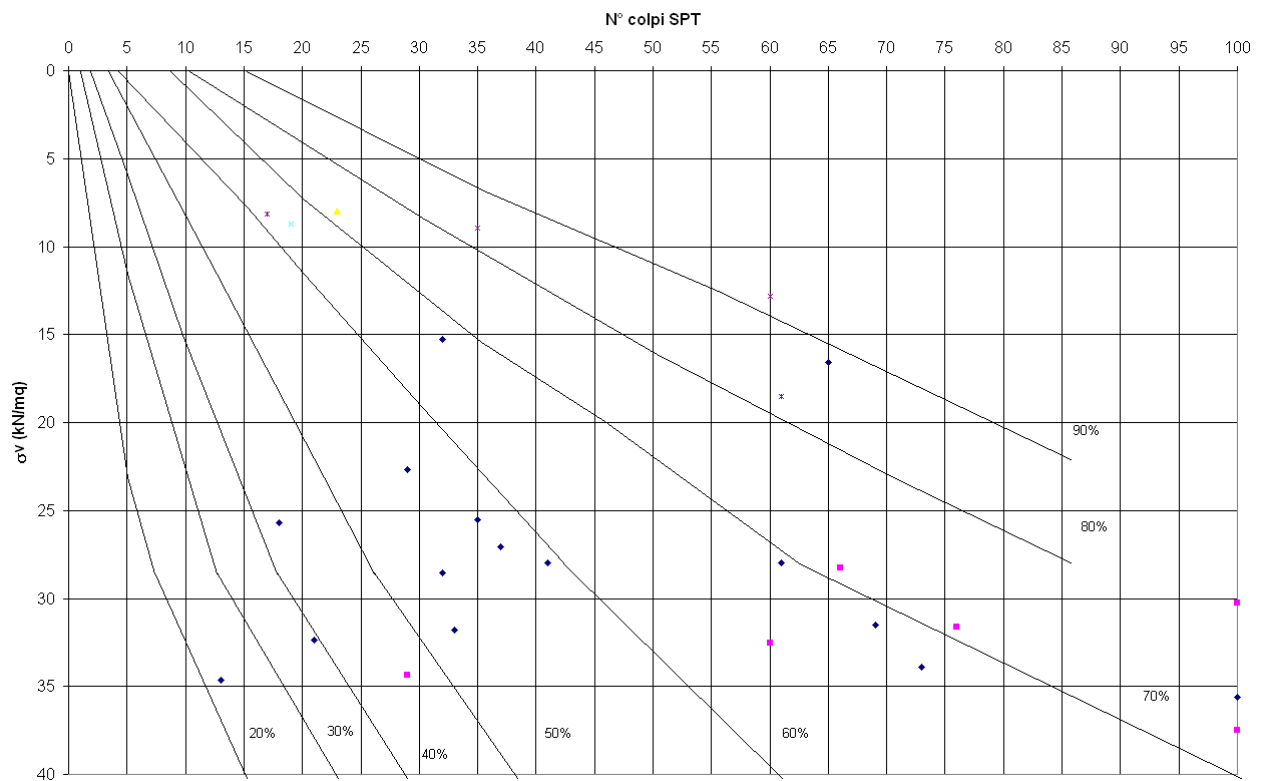


Figura BIS 27: Correlazione tra pressione verticale efficace e resistenza alla penetrazione (Gibbs & Holtz) – Unità SLg

Ovviamente I valori a rifiuto si riferiscono a locale presenza di ghiaia contenuta, frequentemente nell'unità, mentre i valori minori sono da attribuire agli intervalli limo-argillosi talora con un grado medio-basso di consistenza per la intercalazione di livelli torbosi. Tali livelli raggiungono raramente lo spessore di un metro e si rinvencono per lo più lungo un orizzonte (paleosuolo?) posto a circa -20 m dal p.c. Comunque le analisi di laboratorio effettuate dai campioni indisturbati prelevati, mostrano per le frazioni argillose un Indice di Plasticità piuttosto modesto (IP medio= 7).

Come si evince dal grafico precedente ad una profondità di circa 20 metri, il valore medio di N_{SPT} è pari a 38-40 colpi, che porta a determinare una D_R media del 60%.

Le prove di taglio diretto eseguite in laboratorio su campioni totalmente indisturbati e le prove triassiali condotte sui materiali appartenenti all'unità SLg rimaneggiati mostrano i seguenti risultati:

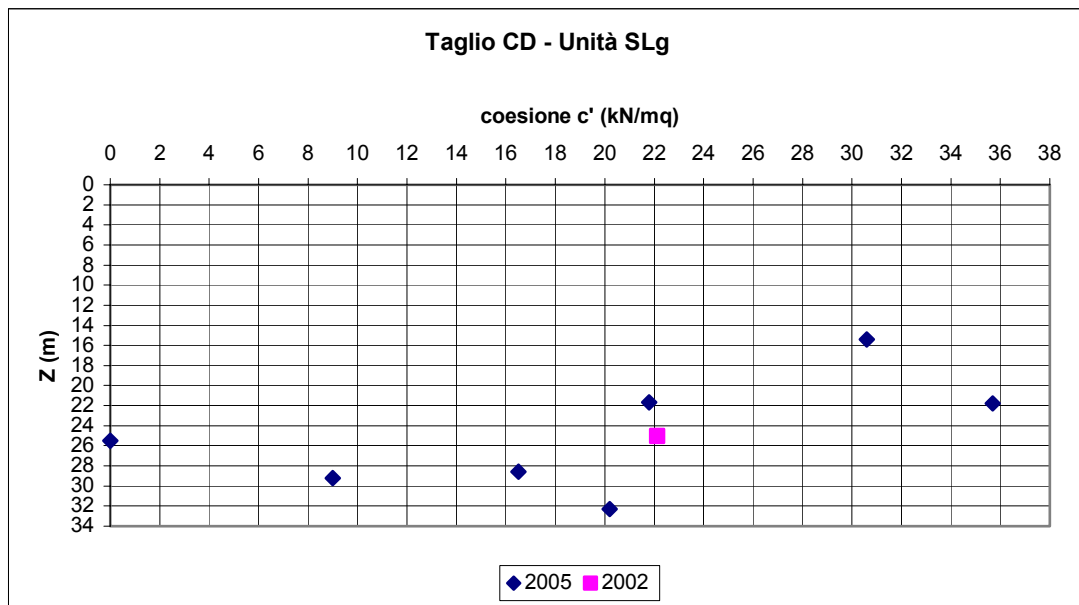


Figura BIS 28– Taglio diretto – dati campagne geognostiche 2001-2002/2005

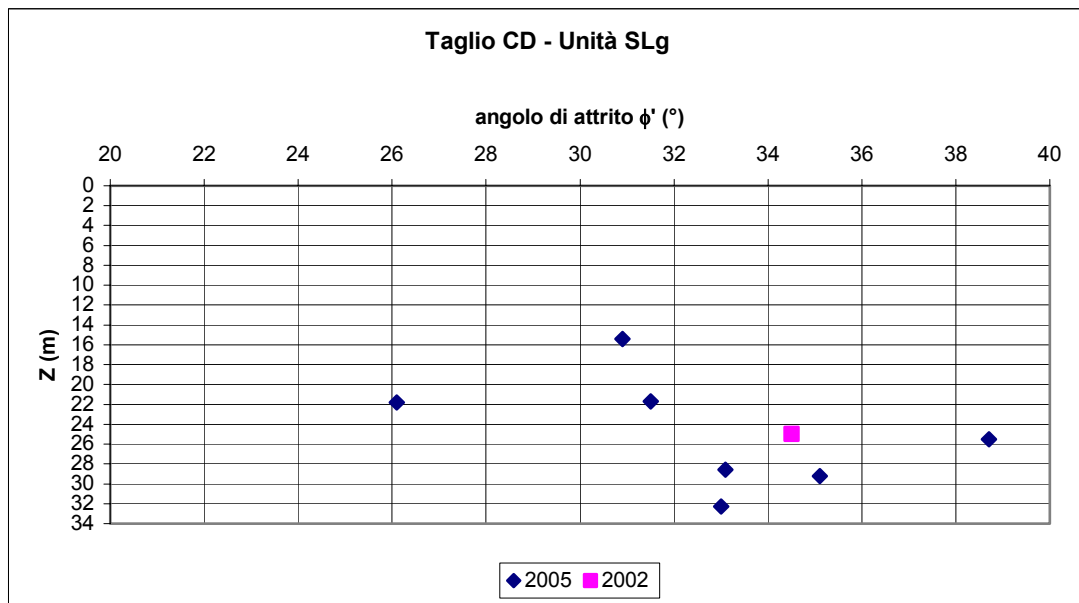


Figura BIS 29– Taglio diretto – dati campagne geognostiche 2001-2002/2005

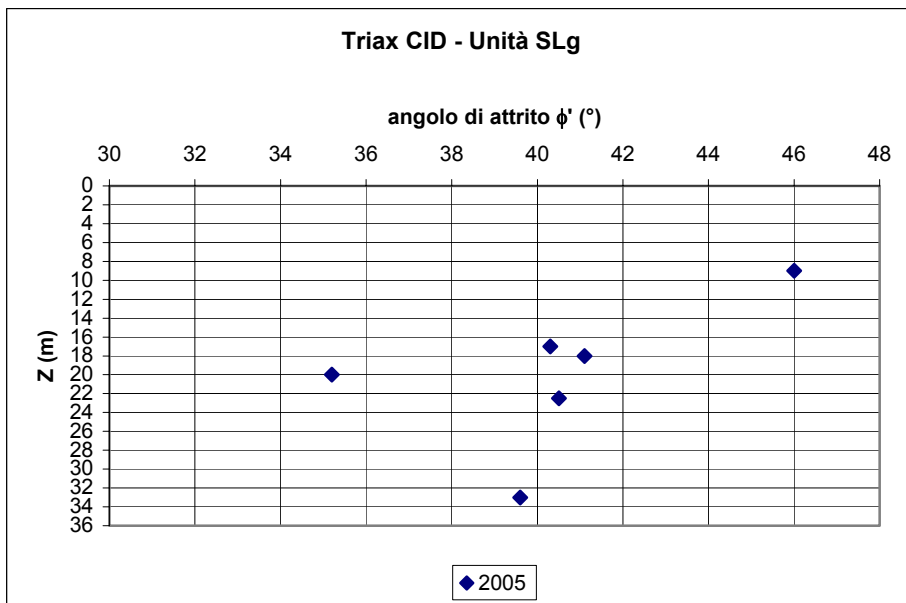


Figura BIS 30– Prova Triassiale su materiale ricostituito - CID

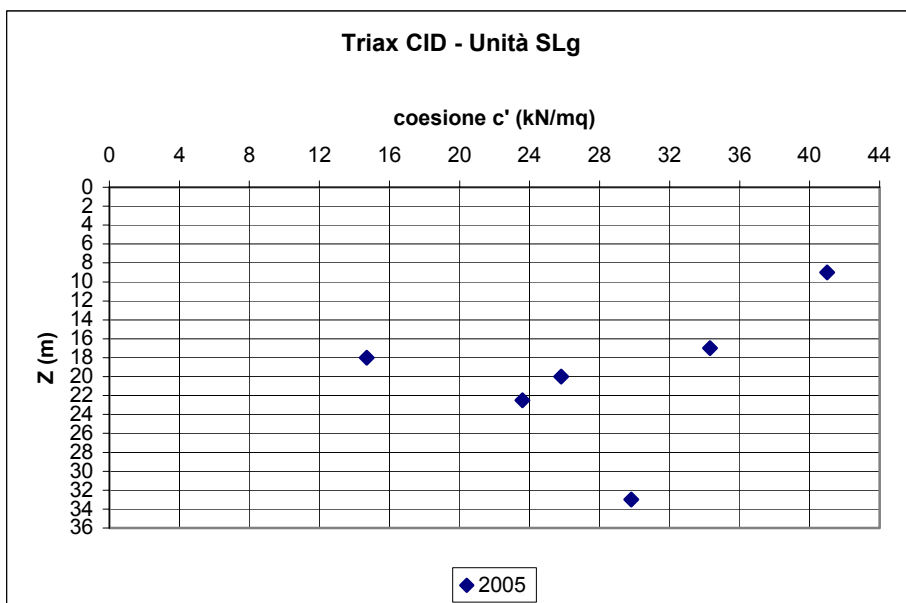


Figura BIS 31– Prova Triassiale su materiale ricostituito - CID

Da ciò si possono definire i valori di angolo di attrito e coesione efficace, rappresentativi dell'ammasso SLg (tali determinazioni valgono per tutta l'unità definita SLg quindi sia per SLg3a che SLg4a).

Quindi considerando i valori medi derivanti dalle prove di laboratorio si hanno, per le differenti modalità di prova:

Taglio diretto:

$$\phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 32^\circ;$$

$$c' = \text{coesione efficace} = 19 \text{ kN/m}^2$$

Prove triassiali:

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 40° ;

c' = coesione efficace = 28 kN/m^2

Da questi risultati discende che è ragionevole attribuire ai materiali appartenenti all'unità SLg i seguenti parametri:

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 35° ;

$9 \text{ kN/m}^2 < c' = \text{coesione efficace} < 20 \text{ kN/m}^2$

Le prove di permeabilità di tipo Lefranc eseguite nel corso dell'ultima campagna di indagini (2005), hanno riportato i seguenti valori di permeabilità:

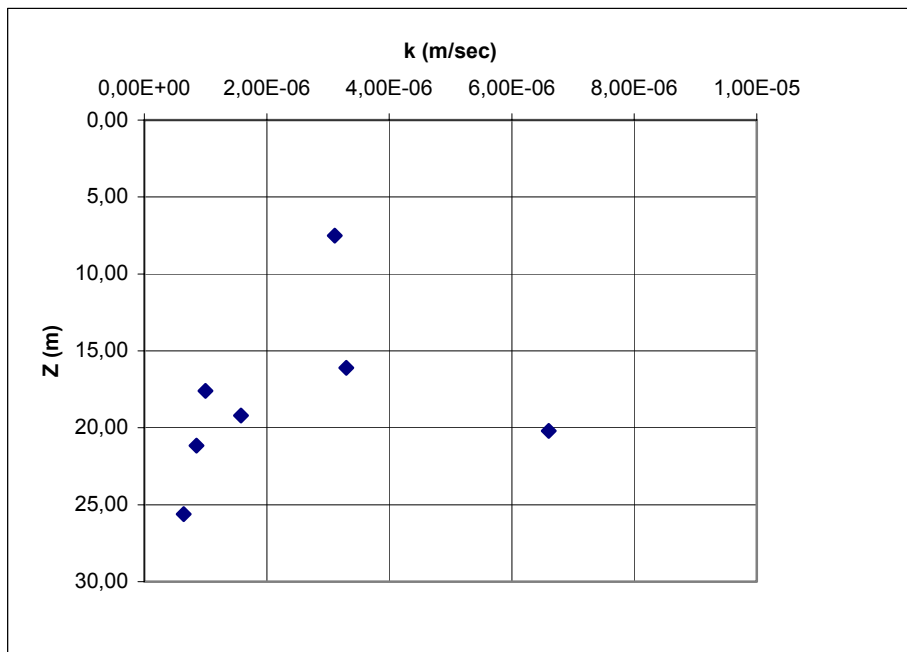


Figura BIS 32– Prove di permeabilità Lefranc:.

La permeabilità media per questa Unità è risultata pari a $2.5 \times 10^{-6} \text{ m/sec}$, e mostra una tendenza alla diminuzione procedendo verso il basso. Anche in questo caso, si può considerare ragionevole, vista la variabilità granulometrica del materiale, definire un valore di conducibilità idraulico compreso tra

$$8 \cdot 10^{-7} < k < 7 \cdot 10^{-6} \text{ m/sec}$$

6.4 Terreni ghiaiosi – sabbiosi con livelli cementati (GSL-CGL)

I terreni ghiaioso – sabbiosi rappresentano la maggior parte del terreno attraversato dall'opera in progetto. La presenza dei livelli cementati è stata evidenziata nel corso dei sondaggi geognostici; i risultati delle diagrafie dei parametri di perforazione hanno consentito di confermare tali indicazioni e di valutare la continuità degli strati. Le stesse diagrafie, le prove SPT e le prove di carico su piastra sono state infine utilizzate per valutare il grado di cementazione dei terreni e le caratteristiche di deformabilità e resistenza.

Come già evidenziato, la presenza degli strati cementati è significativa nella zona 1, diventa in genere meno rilevante nelle zone 2 e 3 e si ripresenta solo su alcune perforazioni della zona 4 (i sondaggi della campagna integrativa del Progetto Esecutivo – 2005, hanno raramente attraversato strati con un apprezzabile livello di cementazione), anche se non è evidente una continuità tra i singoli livelli cementati. Ai fini della caratterizzazione geotecnica delle unità la presenza della cementazione, in termini di coesione nel criterio di resistenza al taglio, potrà essere considerata solo per la zona 1, ove la continuità e la persistenza dei livelli cementati è tale da ritenere plausibile il rinvenimento di tali livelli sull'intera lunghezza dell'opera. Il valore di coesione rappresentativo dell'unità GSL-CGL1a (II) ⁴ è stato determinato con delle analisi a ritroso⁴ su paratie eseguite sul lotto precedente tra Lingotto e Porta Susa.

Le prove SPT, condotte all'interno degli orizzonti GSL-CGL, hanno confermato che i valori misurati sono rappresentativi di materiali molto addensati. I dati relativi alle singole zone, eliminando i valori di N_{spt} a rifiuto attribuiti alla presenza di ciottoli, indicano che l'angolo di resistenza di picco risultante dalle correlazioni è praticamente identico per tutte le zone, con valori medi di 40-42° e valori minimi 36-38°. Considerato che la caratterizzazione dei terreni è finalizzata all'esecuzione di analisi statiche di paratie e che la mobilitazione della spinta passiva richiede elevati spostamenti, con conseguente riduzione delle caratteristiche di resistenza rispetto ai valori di picco, nella caratterizzazione si è fatto riferimento ai valori minimi rilevati.

Per il modulo di deformabilità si è fatto riferimento ai valori risultanti dalle prove di carico su piastra. Il valore risultante nelle unità GSL-CGL è stato assegnato solo nella zona 1, ove maggiore è la continuità dei livelli conglomeratici, mentre per le altre zone si è prudenzialmente fatto riferimento al valore dei terreni ghiaioso-sabbiosi.

⁴ Tale valore deve essere considerato come una coesione equivalente dell'intero massa di terreno, costituita dall'alternanza di lenti di terreno non cementato e di lenti conglomeratiche, e non come un valore caratteristico delle lenti di terreno cementato.

Il materiale ghiaioso-sabbioso con livelli cementati è stato quindi caratterizzato nel modo seguente:

γ = peso di volume naturale = 20 kN/m³;

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 38°;

c' = coesione = 20 kPa.

E' = modulo di deformabilità = 360 MPa

GSL-CGL2a – GSL-CGL3a e GSL-CGL4a

γ = peso di volume naturale = 20 kN/m³;

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 38°;

c' = coesione = 0 kPa.

E' = modulo di deformabilità = 240 MPa

6.5 Terreni ghiaiosi – sabbiosi senza livelli cementati (GSL)

Anche per i terreni ghiaioso-sabbiosi in cui la presenza dei livelli cementati non è risultata significativa, le prove in sito, costituite dalle diagrafie dei paramentre di perforazione, dalle prove penetrometriche, dalle prove di carico su piastra e dalle prove pressiometriche tipo Menard, sono state utilizzate per valutare il grado di addensamento dei terreni e le caratteristiche di deformabilità e resistenza.

Il grado di addensamento dei terreni ghiaioso-sabbiosi è risultato variabile nelle diverse zone. Per la valutazione dei parametri di resistenza si è fatto riferimento ai dati delle prove penetrometriche e da alcune prove di laboratorio, come verrà discusso in seguito, eseguite nella campagna geognostica 2005, integrando i risultati con quelli delle diagrafie dei parametri di perforazione.

I risultati delle prove penetrometriche delle campagne geognostiche utilizzate nella stesura del progetto definitivo, interpretate in termini di angolo di resistenza al taglio, mostrano come le diverse unità possono essere raggruppate in 3 gruppi:

- Un primo gruppo, in cui tutte le prove hanno dato elevati valori (superiori a 40°) dell'angolo di attrito (unità GSL1a e GSL4b);
- Un secondo gruppo, in cui le prove hanno evidenziato valori mediamente elevati, con valori minimi pari a 38-39° (unità GSL3a);
- Un terzo gruppo, in cui le prove hanno indicato valori mediamente pari a 36-38° con valori minimi pari a 34-35° (unità GSL2a, GSL2b e GSL2c).

Per le caratteristiche di deformabilità, nelle prime fasi progettuali, per le unità direttamente interessate dalle prove, ai valori delle prove di carico su piastra.

I risultati delle diagrafie dei parametri di perforazione sono stati utilizzati sia per confermare i dati delle altre prove sia per estrapolare tali dati alle unità nelle quali non erano stati effettuati altri tipi di prove.

Il materiale ghiaioso-sabbioso senza livelli cementati è stato quindi caratterizzato nel modo seguente:

GSL1a

γ = peso di volume naturale = 20 kN/m³;

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 40°;

E' = modulo di deformabilità = 240 MPa

GSL1b, GSL2c; GSL3b, GSL4a e GSL4b

γ = peso di volume naturale = 20 kN/m³;

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 38°;

E' = modulo di deformabilità = 240 MPa

GSL1c, GSL2beGSL3a

γ = peso di volume naturale = 20 kN/m³;

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 36°;

E' = modulo di deformabilità = 150 MPa

GSL2a

γ = peso di volume naturale = 20 kN/m³;

ϕ = angolo di resistenza al taglio = 35°;

E' = modulo di deformabilità = 50 MPa

6.5.1 Unità GSL – Elaborazione dati nuove indagini

Nel corso dell'ultima campagna geognostica, i terreni ghiaio-sabbiosi sono stati oggetto di un'approfondita analisi, sia mediante prove in sito (prove Pressiometriche), sia mediante test di laboratorio. Ad esempio i dati ottenuti dalle analisi granulometriche, che mostrano il fuso granulometrico nella figura che segue, evidenziano una presenza di percentuale media di frazione fine (limo + argilla) pari mediamente al 20%. L'esistenza di questa percentuale di materiale coesivo presente in tutti i campioni esaminati, conferisce a

queste terre un minimo di coesione, come vedremo in seguito con maggior dettaglio, da non trascurare almeno nelle fasi esecutive a breve termine.

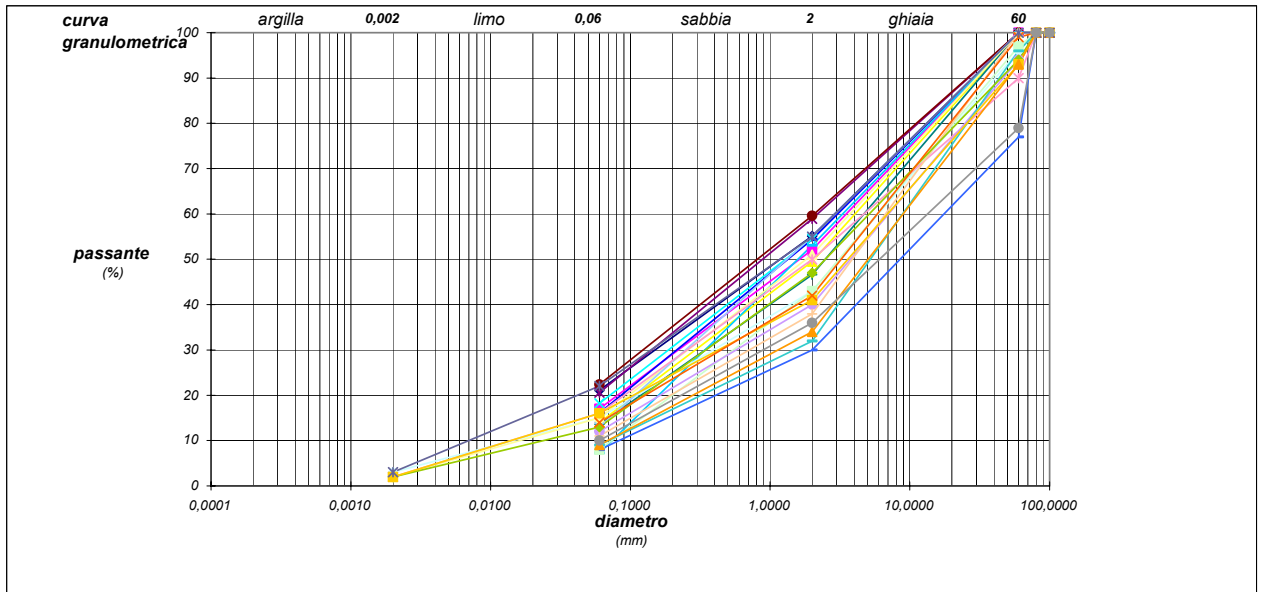


Figura BIS 33– Fusi rappresentativi delle Unità GSL

Analogamente a quanto fatto per le unità SLg si è proceduto all'elaborazione delle prove di Standard Penetration Test effettuate, in particolare si è analizzato il numero di colpi in rapporto alla pressione litostatica (a tal proposito, nelle elaborazioni, si è considerata una quota media del piano campagna pari a 235 m s.l.m., con un peso di unità di volume medio pari a 19 kN/m^2 , che risulta essere il valore medio, e una quota di falda media pari a 225 m s.l.m., che è quella assunta come quota di riferimento). I risultati sono i seguenti:

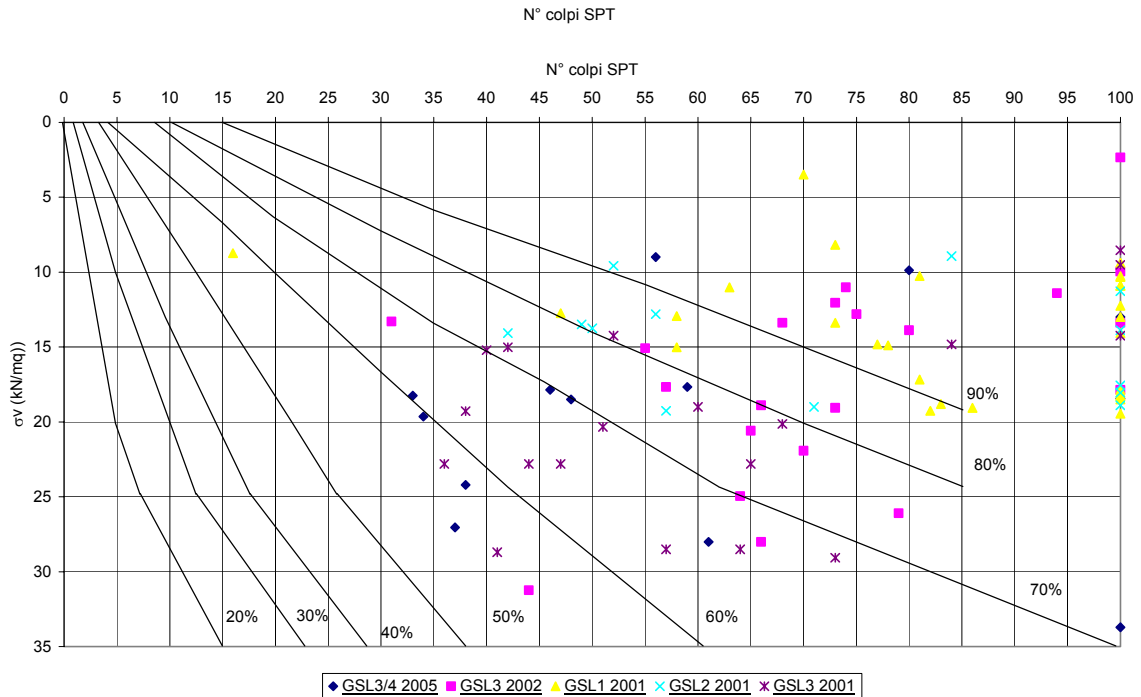


Figura BIS 34: Correlazione tra pressione verticale efficace e resistenza alla penetrazione (Gibbs & Holtz) – Unità GSL

Il grafico mostra che, dall'elaborazione dei dati provenienti dalle nuove indagini (2001 – 2002/03 e 2005). In prima analisi risulta una sostanziale omogeneità nel litotipo GSL all'interno delle varie unità (GSL1-GSL2-GSL3 e GSL4). Tralasciando i valori a rifiuto (trovanti e livelli cementati) e i bassi valori di N_{SPT} (intercalazioni decimetriche sabbio-limose all'interno dell'unità), il numero di colpi medio N_{SPT} è pari a circa 60-65, e conduce ad una densità media D_R del 70-80%, in accordo con quanto desunto dalle elaborazioni eseguite nelle campagne di indagini antecedenti l'attuale.

Sempre nel corso dell'ultima campagna di indagini, sono state eseguite, in analogia a quanto effettuato per le unità SLg, delle prove triassiali di tipo CID, su provini di grande diametro; tali prove, proprio per la natura dei materiali coinvolti forniscono i seguenti risultati:

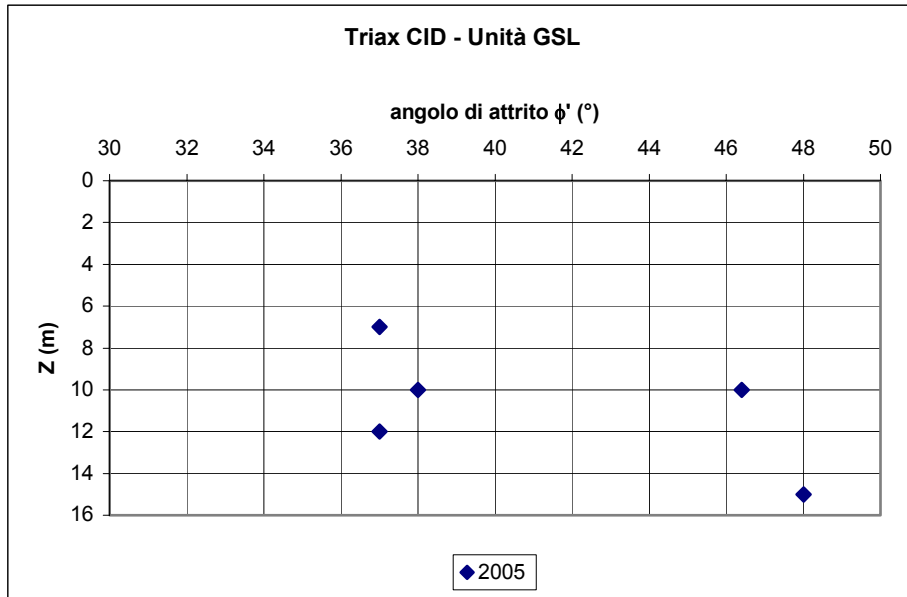


Figura BIS 35– Prova Triassiale su materiale ricostituito - CID

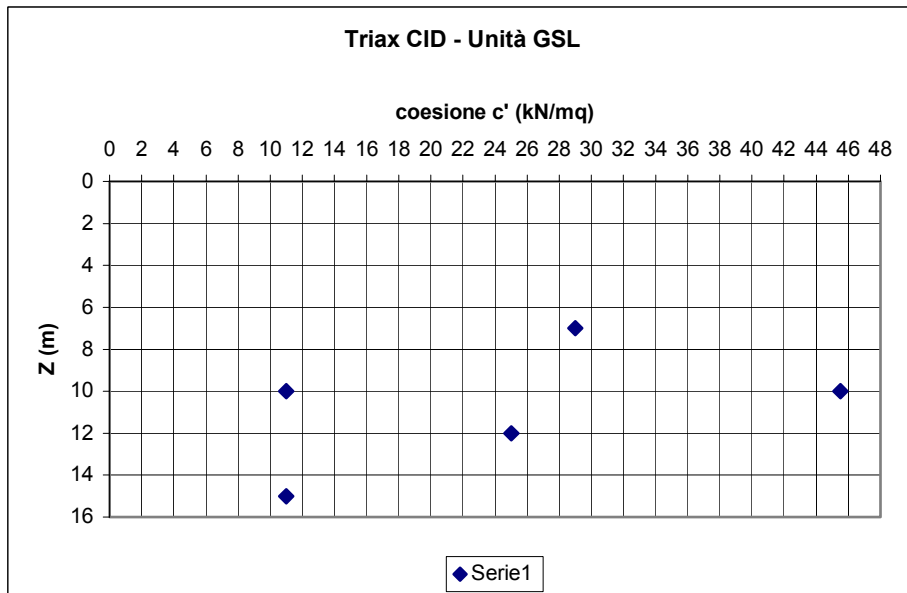


Figura BIS 36– Prova Triassiale su materiale ricostituito - CID

Come si evince dai grafici, i valori, sebbene risultino alquanto dispersivi, permettono di formulare seguenti considerazioni:

gli angoli di attrito mostrano valori medi, in accordo a quanto già desunto nelle varie fasi progettuali, valori compresi tra i 40° e i 36° ;

le frazioni presenti di materiale fine, in accordo a quanto mostrato dalle curve granulometriche, trasferiscono al materiale coesione, con un c' da un minimo di 9 kN/m^2 ad un massimo di 45 kN/m^2 .

Analogamente a quanto stimato per le unità SLg, si può ritenere che il materiale presentiu' aliquota di coesione almeno pari ad un valore dell'ordine di 10 KN/ m^2

Le prove di permeabilità di tipo Lefranc eseguite nel corso dell'ultima campagna di indagini (2005), hanno riportato i seguenti coefficienti di permeabilità:

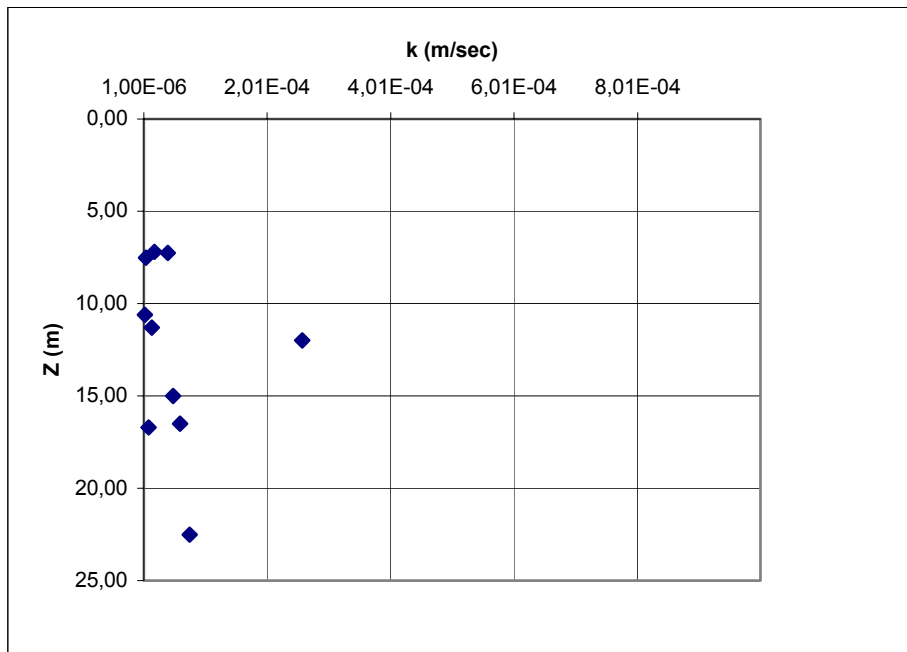


Figura BIS 37– Prove di permeabilità Lefranc

La permeabilità media per questa Unità può essere compresa tra:

$$2 \cdot 10^{-6} < k < 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/sec}$$

Le prove pressiometriche di tipo Menard eseguite, forniscono i valori di modulo seguenti.

I valori sperimentali sono stati rapportati con la profondità:

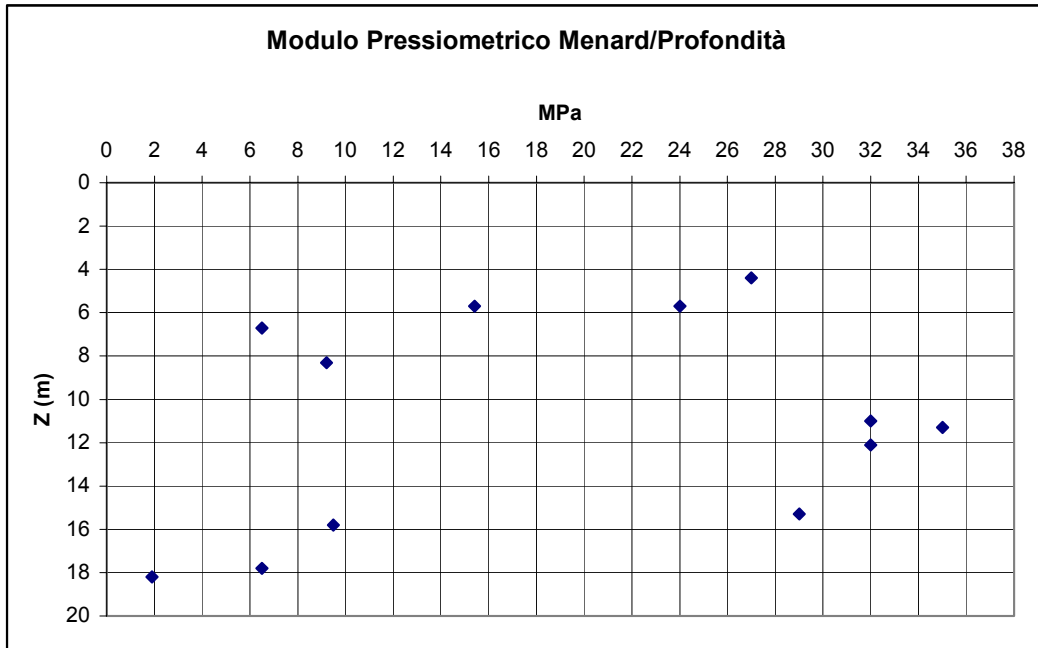


Figura BIS 38

La figura mette in evidenza la dispersione dei valori ottenuti all'interno della macro unità GSL (in particolare GSL3 e GSL4), imputabile alla presenza frazioni granulometriche difformi e a stati diversi di addensamento. I valori elevati presenti nei primi metri di terreno indagato, sono ragionevolmente riconducibili a livelli cementati, non riconosciuti nelle terebrazioni. Comunque la presenza di eventuali intercalazioni cementate non alterano sostanzialmente i risultati che mostrano, sempre un buon grado di addensamento.

7. PARAMETRI DI PROGETTO

Dalle elaborazioni dei dati eseguite si possono, pertanto definire i seguenti parametri geotecnici progettuali:

		? kN/m ²	F	C' kPa	C kPa*	E' MPa	K _a (F)	K _a (c)	d	K _p (F)	K _p (c)	F'	d	K _{1p} (F)	K _{1p} (c)	K ₀
A	R1 _a R2 _a R3 _a R4 _a	19	32°	0	0	13	0.307	–	10.7	4.536	–	26.5	8.8	3.230	–	0.470
B	GSL2 _a SLg3 _a SLg4 _a	20	35°	0	10	50	0.271	–	11.7	5.331	–	29	9.7	3.785	–	0.426
C	GSL1c GSL2b GSL – CGL2 _a GSL3 _a	20	36°	0	10	150	0.260	–	12	5.841	–	30	10	4.040	–	0.412
D	GSL1b GSL2c GSL3b GSL – CGL3 _a GSL4 _a GSL4b GSL – CGL4 _a	20	38°	0	10	240	0.238	–	12.7	6.704	–	32	10.7	4.536	–	0.384
E	GSL – CGL1 _a	20	38°	20	20	360	0.238	0.975	12.7	6.704	5.178	32	10.7	4.536	3.549	0.384
F	GSL1 _a	20	40°	0	10	240	0.217	–	13.3	7.570	–	33	11.0	4.813	–	0.357

(*) Valore di coesione efficace desunta da prove di laboratorio

- Valore di coesione efficace valida ai fini progettuali in condizioni finali di esercizio

Tali parametri sono conformi a quanto assunto nelle fasi progettuali antecedenti.

Si distingue un'aliquota di coesione che sia i risultati delle prove di laboratorio ,specificatamente condotte nella presente fase di progettazione, sia in particolare il comportamento delle strutture osservato durante il monitoraggio in fase esecutiva e tutt'ora in corso consentono di attribuire ai materiali almeno nel breve termine. E' il caso di precisare infatti che il regime di deformazioni e conseguente sollecitazione registrato nei diaframmi nelle condizioni più gravose di scavo, ovvero prima della posa in opera del solettone di fondo, sono risultate sempre inferiori, anche del 50 % ,ai valori teorici attesi a conferma delle minori effettive condizioni di spinta.

8. BIBLIOGRAFIA

- Bowles, J.E. (1991). "Fondazioni. Progetto e analisi", McGraw-Hill.
- Brindi Hansen J. (1961). "A General Formula for Bearing Capacity". The Danish Geotechnical Institute, Bull. N. 11, Copenhagen.
- Burland, J.B. e Burbidge, M.C. (1984). "Settlement of Foundations on Sand and Gravel". Glasgow and West of Scotland Association Centenary Lecture.
- Bustamante M., Doix B. (1985). "Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés". Bull. Liason Labo., P. et Ch., Rif. 3047.
- Christian, J.T. e Carrier, W.D. (1978). "Janbu, N. Bjerrum, L., Kjaemli's Chart Reinterpreted". Can. Geotech. J. V. 15, N. 1, p. 124=128.
- ORIA, Construction Industry Research and Information Association, "Design of laterally-loaded piles" Report 103 -1994.
- Parry, R.H.G. (1971). "A simple Driven Piezometer". Geotechnique. V. 2.
- Terzaghi, K. (1954). "Anchored Bulkheads". Trans. Am. Soc. Civil Eng. 119, pp. 1243-1280.
- Yoshida, I e Yoshinaka R. (1972). "A Method to Estimate Modulus of Horizontal Subgrade Reaction for a Pile", Soils and Foundations, Tokio, Voi. 12, N. 3, settembre, pp. 1-17.

9. ALLEGATI

TABELLA 2.1

Campagna d'indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)
Sondaggi geognostici Ø 101 mm

Ubicazione	Indagine	Profondità Indagata (m)	Strumentazione	Livello Piezometrico dal p.c. (m)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	40.00	Piezometro tubo aperto	18.79
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	40.00	Piezometro tubo aperto	18.76
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	40.00	-	22.00
Piazza Statuto	SN4	40.00	Piezometro tubo aperto	21.91
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	30.00	Piezometro tubo aperto	15.66
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	30.00	Down hole	14.25
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	SN7	22.00	Down hole	8.70
Scalo Valdocco (Altezza C. Ciriè)	SN8	20.00	Down hole	7.70
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	20.00	Piezometro tubo aperto	6.61
Scalo Valdocco (Altezza S. Fortino)	SN10	20.00	Down hole	8.20
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	20.00	Piezometro tubo aperto	8.61
Corso P. Oddone (Ang. F. Dora R.)	SN12	20.00	-	7.40
Stazione Dora	SN13	20.00	Piezometro tubo aperto	9.20
Corso Venezia (Ang. V. Valprato)	SN14	20.00	Piezometro tubo aperto	13.94
Scalo Barca (Ang. V. Ticino)	SN15	21.00	Down hole	13.50
Corso Venezia (Ang. V. Gulli)	SN16	20.00	Piezometro tubo aperto	13.32
Scalo Barca (Ang. V. Gulli)	SN17	20.00	Down hole	13.50
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	20.00	Piezometro tubo aperto	13.09
Parco Sempione (Ferm. Rebaudengo)	SN19	20.00	Piezometro tubo aperto	13.45

- segue -

TABELLA 2.1 - segue

Campagna d'indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)
Sondaggi geognostici Ø 101 mm

Ubicazione	Indagine	Profondità Indagata (m)	Strumentazione	Livello Piezometrico dal p.c. (m)
Parco Sempione (Ang. C. Grosseto)	SN20	20.00	Piezometro tubo aperto	16.85
Corso P. Oddone (Ang. V. S. Chiara)	SN21	30.00	Down hole	18.30
Corso P. Oddone (Ang. V. Miglietti)	SN22	20.00	Down hole	18.34
Strada Abbadia di Stura (pilastro A4)	ST1	10.00	-	6.67
Strada Abbadia di Stura (cabina stazione)	ST2	15.00	Piezometro a tubo aperto	5.84
Stazione Stura (piazzale container)	ST3	15.00	-	5.80
Stazione Stura (piazzale container)	ST4	10.00	-	5.55

TABELLA 2.2

Campagna d'indagine 1995
Pozzi per prove di carico su piastra

Ubicazione	Pozzo	Profondità Pozzo (m)	Profondità finestre da p.c. (m)
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	P1	17.00	-3.90 -8.00 -10.60 -14.60
Piazza Statuto	P2	20.00	-3.60 -8.20 -15.20 -19.00
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	P3	8.70	-5.00 -7.80
Scalo Valdocco (Altezza S. Fortino)	P4	8.30	-4.10 -7.00
Scalo Barca (Ang. V. Ticino)	P5	13.00	-3.80 -8.50 -11.50
Corso Bolzano (Ang. C. Vittorio E. II)	P6	17.00	-5.00 -8.70 -11.70 -13.00

TABELLA 2.3

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
Perforazioni di sondaggio Ø 101 mm

Sondaggio	Ubicazione	Profondità (m)
Collettore Acque Bianche Principe Oddone		
S1	accesso carraio scalo Valdocco	8
S2	Piazza Statuto, tra Corso Francia e Via Cibrario	20
S3	a metà scalo Valdocco	14
S4	a fine scalo Valdocco	9
Passante Ferroviario		
R31	Corso Inghilterra	20
R24	Corso Inghilterra - Via Principessa Jolanda	20
R25	Piazza Statuto, aiuola centrale	20
C4	Corso Principe Oddone - con Via Avet	16.15
R14	Corso Regina angolo Corso Principe Oddone lato Est	20
R17	Via Don Bosco angolo Corso Principe Oddone lato Ovest	5
R18	Corso Principe Oddone - Lungodora Agrigento	20
R19	Corso Principe Oddone angolo Via Stradella	20
R26	Corso Venezia	20
R20	Corso Venezia	20
R21	Corso Venezia	20
R12	Corso Grosseto	20
R28	Stazione Stura	10
Linea Metropolitana Leggera 3		
S5ML	Corso Regina angolo Corso Principe Oddone lato Ovest	13
Linea Metropolitana Leggera 4		
S1ML	Piazza Statuto	30

TABELLA 2.4

Pozzi per acqua censiti

N. pozzo	Ubicazione	Anno Costr.	Prof. (m)	Livello Statico originario (m)	Data rilievo
5762	V. Chambery 119	1972	150.00	40.00	29/12/72
5259	V. Trecate (Silea)	1962	52.00	34.00	18/06/62
5507	C.so Francia/Str. del Lionetto	-	63.00	29.00	-
5340	Lato W C. Trapani	-	58.00	29.50	-
5445	C. Peschiera 221 (ISOBER)	1964	54.00	-	-
P3	V. Rivalta Materferro	1979	170.00	28.50	30/03/79
5482	V. M. Cristina (Microtecnica)	1964	40.00	18.70	20/11/64
5430	V. Saluzzo	1964	35.00	9.20	02/04/64
5538	V. Verdi (RAI)	1966	40.00	7.00	26/09/66
5646	V. Garibaldi	1959	40.00	22.50	15/03/59
5298	V. S. Donato (PAM)	1963	57.00	-	-
5494	V. Massari (C. Grosseto)	1965	46.00	14.00	18/01/65
5533	V. Livorno 57 (Michelin)	1965	30.30	18.00	-
5639	V. Cigna	1967	33.00	16.00	24/04/67
5179	V. Tollegno (Lavazza)	1958	31.00	16.00	27/03/58
5315	V. Leoncavallo	1963	41.00	16.00	31/07/63
5474	C. G. Cesare	-	25.68	5.00	-
5904	V. Tanaro 19	1982	29.00	6.00	20/04/82

TABELLA 2.5

Sintesi della stratigrafia dei pozzi per acqua

Pozzo	Profondità (m)	Stratigrafia	Unità Litologica	Unità Idrogeologica
5256	0-10	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10-14	conglomerato		
	14-27	ghiaia		
	27-34	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclude
	34-36	ghiaia	pliocene marino	acquifero artesiano
	36-46	argilla grigia		acquiclude
5259	0-10.5	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10.5-21	conglomerato		
	21-51	ghiaia e sabbia		
	51-52	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclude
5298	0-31	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	31-45	argilla gialla e grigia	fluviolacustre	acquiclude
	45-57	ghiaia e sabbia		acquifero artesiano
5315	0-6	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	6-9	argilla sabbiosa		
	9-26	ghiaia		
	26-41	argilla gialla e grigia	fluviolacustre	acquiclude
5340	0-6	riporto	fluvioglaciale	acquifero freatico
	6-6.4	conglomerato		
	6.4-14.5	ghiaia e sabbia		
	14.5-35.5	conglomerato e ghiaia		
	35.5-50.5	sabbia e ghiaia	fluviolacustre	acquiclude
	50.5-58	argilla		
5762	0-21	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	21-39.5	conglomerato		
	39.5-57	ghiaia e sabbia		
	57-62	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclude
	69-82	argilla gialla e blu		acquifero artesiano
	82-84	ghiaia		acquiclude
	84-135	argilla gialla e blu		acquifero artesiano
	135-140	sabbia		acquiclude
	140-150	argilla blu con fossili		pliocene marino

- segue -

TABELLA 2.5 - segue

Sintesi della stratigrafia dei pozzi per acqua

Pozzo	Profondità (m)	Stratigrafia	Unità Litologica	Unità Idrogeologica
P3	0-18	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	18-33	conglomerato		
	33-34	argilla		
	34-43	ghiaia		
	43-72	argilla	fluviolacustre	acquiclude
	72-88	sabbia e ghiaia		acquifero multifalda artesiano
	88-121	argilla sabbiosa con lignite		
	121-124	sabbia		
	124-127	argilla		
	127-143	sabbia e ghiaia		acquiclude
143-170	argilla con lignite			
5533	0-22.2	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	22.2-23.4	argilla gialla con ciottoli	fluviolacustre	acquiclude
	23.4-30.3	argilla blu		
5538	0-10	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10-20	conglomerato		
	20-22	ghiaia		
	22-28	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclude
	28-30	ghiaia		acquifero artesiano
	30-40	argilla blu		acquiclude
5639	0-20	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	20-24	argilla	fluviolacustre	acquiclude
	24-27	ghiaia		acquifero artesiano
	27-33	argilla		acquiclude
5646	0-14	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	14-18	conglomerato		
	18-30	ghiaia e sabbia		
	30-32	argille	fluviolacustre	acquiclude
	32-35	ghiaia		acquifero artesiano
	35-40	argilla		acquiclude
5904	0-23	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	23-29	argilla con fossili	pliocene marino	acquiclude

- segue -

TABELLA 2.5 - segue

Sintesi della stratigrafia dei pozzi per acqua

Pozzo	Profondità (m)	Stratigrafia	Unità Litologica	Unità Idrogeologica
5430	0-8	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	8-10	conglomerato		
	10-27	ghiaia e sabbia		
	27-35	argilla	fluviolacustre (?)	acquiclide
5445	0-8	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	8-29	conglomerato		
	29-48.7	ghiaia e sabbia		
	48.7-54	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclide
5474	0-20	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	20-25.68	argilla grigia	pliocene marino (?)	acquiclide
5482	0-20	ghiaia e conglomerato	fluvioglaciale	acquifero freatico
	20-36	ghiaia e sabbia		
	36-40	argilla blu con fossili	pliocene marino	acquiclide
5494	0-27	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	27-30	conglomerato		
	30-46	argilla blu con fossili	pliocene marino	acquiclide
5507	0-10	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10-28	conglomerato		
	28-55	ghiaia e sabbia		
	55-63	argilla	fluviolacustre	acquiclide

TABELLA 2.6

Campagna d'indagine 1995
Diagrafie continue del tipo DAC Test

Ubicazione	Indagine	Profondità Indagata (m)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	D1	40.50
Corso Bolzano (Ang. Via Grattoni)	D2	40.00
Corso Inghilterra (Ang. Via R. Paciotto)	D3	40.50
Corso Inghilterra (Ang. Via Somis)	D4	40.50
Piazza Statuto	D5	40.50
Corso P. Oddone (Ang. Via P. Clotilde)	D6	30.10
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	D7	30.00
Scalo Valdocco (Ang. Via Savigliano)	D8	20.50
Scalo Valdocco (Ang. C. Ciriè)	D9	20.00
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	D10	20.30
Scalo Valdocco (Ang. S. Fortino)	D11	20.40
Scalo Valdocco (Ang. L. Dora Agrigento)	D12	20.10
Stazione Dora	D13	20.15
L. Dora Agrigento (Ang. C. P. Oddone)	D14	20.50
Stazione Dora	D15	20.50
Piazza Baldissera	D16	20.50
Via Stradella (Ang. C. Venezia)	D17	20.20
Corso Venezia (Ang. Via Cervino)	D18	20.50
Corso Venezia (Ang. Via Vibò)	D19	20.00
Corso Venezia (Ang. Via Valprato)	D20	20.10
Corso Venezia (Ang. Via Villar)	D21	30.20
Scalo Barca (Ang. Via Ticino)	D22	20.20
Corso Venezia (Ang. Via Gulli)	D23	30.10
Scalo Barca (Ang. Via Gulli)	D24	20.30
Corso Venezia (Ang. Via Breglio)	D25	20.40
Via Fossata (Ang. Scalo Barca)	D26	20.30
Parco Sempione (Fermata Rebaudengo)	D27	20.40
Via Boccherini	D28	20.40
Parco Sempione (Ang. C. Grosseto)	D29	20.50

TABELLA 2.7

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
Perforazioni a distruzione di nucleo strumentate
tipo PA.PE.RO.

Perforazione	Ubicazione	Profondità (m)
I1	Corso Inghilterra - Terminal Autobus	30
T17	Corso Inghilterra - Via Avigliana	27
T30	Corso Inghilterra - Via Susa	27
I2	Corso Inghilterra - Via Susa	27
T18	Corso Inghilterra - Via Grassi	26.5
I3	Corso Inghilterra - Via Juarra	30
O4	Corso Principe Oddone Est - Via S. Domenico	30
T22	Corso Principe Oddone Ovest - Via Miglietti	18
T26	Corso Principe Oddone Ovest - Via Balbis	18
T21	Corso Principe Oddone Ovest - Via Pinelli	18
T10	Corso Principe Oddone Est - Via Pinelli	18
T11	Corso Principe Oddone Est - Via Principessa Clotilde	14.5
T24	Corso Principe Oddone - Corso Regina Margherita	21
T25	Corso Principe Oddone - Corso Regina Margherita	20

TABELLA 2.8

Rapporti tra i valori dell'energia specifica ottenuti con la tecnica PA.PE.RO. e con la tecnica DAC Test

Zona 1 z=1	126.16	29.80	4.23
Zona 1 z=5-	1048.32	177.28	5.91
Zona 1 z=5+	780.29	221.44	3.52
Zona 1 z=20-	1658.69	274.09	6.05
Zona 1 z=20+	1742.19	229.31	7.60
Zona 1 z=30	1841.29	183.81	10.02
Zona 2 z=1	143.46	18.07	7.94
Zona 2 z=5-	404.90	47.63	8.50
Zona 2 z=5+	468.71	62.24	7.53
Zona 2 z=20-	1116.41	130.34	8.57
Zona 2 z=20+	819.58	130.26	6.29
Zona 2 z=30	1452.28	177.36	8.19
Valore medio dei rapporti tra le En. Spec.			7.03
Deviazione Standard dei rapporti tra le En. Spec.			1.80

TABELLA 2.9

Campagna d'indagine 1997 (Stazione Stura)
Risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT

Sigla	Profondità (m)	N1	N2	N3	N _{SPT}
ST1	1.50-1.95	33	30	23	53
	3.05-3.50	15	31	37	68
	4.50-4.95	47	86	14 (8 cm)	R
	6.10-6.55	12	5	7	12
ST1	7.50-7.95	30	44	30	74
	9.00-9.45	15	27	34	61
ST2	1.50-1.95	7	19	20	39
	3.10-3.55	28	29	42	71
	4.50-4.95	47	60	38	98
	6.00-6.45	12	11	7	18
	7.60-8.05	23	83	18 (7 cm)	R
	9.20-9.65	10	18	21	39
	10.50-10.95	13	28	34	62
	11.95-12.40	6	34	40	74
ST3	13.25-13.70	32	79	22 (4 cm)	R
	1.75-2.20	33	39	31	70
	3.10-3.55	26	57	43 (6 cm)	R
	4.60-5.05	13	10	11	21
	6.10-6.55	6	6	8	14
	7.70-8.15	6	9	7	16
	9.10-9.55	1	2	0	2
	10.50-10.95	26	32	37	69
	12.25-12.70	34	66	35 (10 cm)	R
	13.85-14.30	9	19	24	43
ST4	14.50-14.95	4	7	24	31
	1.50-1.95	35	63	37 (8 cm)	R
	3.05-3.50	26	39	44	83
	4.60-5.05	21	35	37	72
	6.00-6.45	16	21	25	46
	7.50-7.95	7	15	19	34
	8.90-9.35	13	15	19	34

TABELLA 2.10

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
Risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT

Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}
S2	5.0	78	S4ML	10.5	R	R24	12.0	85
	10.0	R		13.0	84		13.5	83
	11.5	R	R17	3.0	43		15.0	R
	13.0	R		4.5	51		16.5	77
	14.5	R	S3	3.0	6		18.0	73
	16.0	67		6.0	85	19.5	R	
	17.5	R		9.0	R	R26	3.0	70
	19.0	R	12.0	44	4.5		R	
R25	3.0	34	R18	3.0	R		6.0	R
	4.5	39		4.5	87		7.5	94
	6.0	76		6.0	R		9.0	76
	7.5	R		7.5	76	10.5	R	
	9.0	84		9.0	67	12.0	74	
	10.5	76		10.5	59	13.5	75	
	12.0	R		12.0	55	15.0	R	
	13.5	90		13.5	64	16.5	68	
	15.0	69		15.0	53	18.0	97	
	16.5	R		16.5	65	19.5	90	
	18.0	85		18.0	70	R21	3.0	56
19.5	90	19.5	R	4.5	67			
S1ML	11.0	42	S4	3.0	11		7.5	90
	14.5	47		4.5	R		9.0	61
	18.0	51		6.0	R		10.5	98
	21.5	57		7.5	R	13.5	74	
	25.0	62		9.0	61	15.0	74	
C4	2.5	11	R12	3.0	53	R20	16.5	63
	4.0	22		4.5	68		19.5	52
	5.5	R		7.5	80		3.0	77
	7.0	R		9.0	87		4.5	R
	8.5	R		10.5	92		6.0	81
	10.0	R		12.0	73	7.5	99	
	11.5	76		15.0	74	9.0	75	
	13.0	R		16.5	71	10.5	69	
	14.5	R		18.0	92	12.0	R	
16.0	R	19.5	58	13.5	73			
R14	3.0	R	R31	3.0	49	15.0	R	
	4.5	59		4.5	47	16.5	72	
	6.0	6		6.0	58	18.0	45	
	7.5	37		9.0	70	19.5	69	

- segue -

TABELLA 2.10 - segue

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
Risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT

Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}
R14	9.0	46	R31	10.5	72	R19	4.5	77
	10.5	55		13.5	66		6.0	90
	12.0	44		15.0	81		9.0	74
	13.5	60		16.5	55		10.5	67
	15.0	50		18.0	82		12.0	78
	16.5	40	R24	3.0	83		15.0	61
	18.0	58		4.5	R		16.5	60
	19.5	50		6.0	72		18.0	73
S4ML	2.5	53		7.5	86		19.5	78
	5.0	65		9.0	66			
	8.0	82		10.5	R			

TABELLA 2.11

Campagna d'indagine 1995
 Prove di carico su piastra

Ubicazione	Indagine	Profondità Pozzo (m)	Profondità Finestre (m)	Prova Orizzontale n°	Prova Verticale n°
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	P1	16.90	-3.90	1	-
			-8.00	1	-
			-10.60	1	-
			-14.60	1	-
			16.90	-	1
Piazza Statuto	P2	20.00	-3.60	1	-
			-8.20	1	-
			-15.20	1	-
			-19.00	1	-
			-20.00	-	1
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	P3	8.70	-5.00	1	-
			-7.80	1	-
Scalo Valdocco (Altezza S. Fortino)	P4	8.30	-4.10	1	-
			-7.00	1	-
Scalo Barca (Ang. V. Ticino)	P5	13.50	-3.80	1	-
			-8.50	1	-
			-11.50	1	-
			-13.50	-	1
Corso Bolzano (Ang. C. Vittorio E. II)	P6	16.70	-5.00	1	-
			-8.70	1	-
			-11.70	1	-
			-13.40	1	-
			-16.70	-	1

TABELLA 2.12

Prove di carico su piastra
Elaborazione ASTM sui dati di tutte le prove - Modulo secante

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_b (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-P1	3.90	0.074	0.028	44	409	307	433
PZ1-P2	8.00	0.152	0.058	38	511	367	583
PZ1-P3	10.60	0.201	0.077	147	454	307	425
PZ1-P4	14.60	0.277	0.107	48	503	322	432
PZ1-P1V	16.80	0.319	0.123	83	458	236	363
PZ2-P1	3.40	0.065	0.025	13	-	-	195
PZ2-P2	8.20	0.156	0.060	33	1704	263	473
PZ2-P3	15.20	0.289	0.111	86	1882	676	889
PZ2-P4	19.00	0.361	0.139	93	488	270	818
PZ2-P1V	20.00	0.380	0.146	204	803	549	536
PZ3-P1	5.00	0.095	0.036	18	183	55	69
PZ3-P2	7.80	0.148	0.057	94	288	255	141
PZ4-P1	4.10	0.078	0.030	22	893	394	128
PZ4-P2	7.00	0.133	0.051	10	138	108	130
PZ5-P1	3.80	0.072	0.028	79	248	234	313
PZ5-P2	8.50	0.162	0.062	46	253	183	250
PZ5-P3	11.50	0.219	0.084	54	314	207	288
PZ5-P1V	13.50	0.257	0.098	23	253	119	254
PZ6-P1	5.00	0.095	0.036	88	458	269	417
PZ6-P2	8.70	0.165	0.063	38	270	168	259
PZ6-P3	11.70	0.222	0.085	84	683	449	454
PZ6-P4	13.40	0.255	0.098	144	804	543	635
PZ6-P1V	16.70	0.317	0.122	78	2403	473	2678
Valore medio				68.1	654.5	306.9	485.4
Scarto quadratico medio				48.2	593.2	155.8	522.5

TABELLA 2.13

Prove di carico su piastra
Elaborazione SNV sui dati di tutte le prove - Modulo secante

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$M_{s1carico}$ (MPa)	$M_{s1scarico}$ (MPa)	$M_{s2carico}$ (MPa)	$M_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-P1	3.90	0.074	0.028	62	572	429	605
PZ1-P2	8.00	0.152	0.058	54	715	513	816
PZ1-P3	10.60	0.201	0.077	205	635	429	595
PZ1-P4	14.60	0.277	0.107	68	704	450	604
PZ1-P1V	16.80	0.319	0.123	117	641	330	508
PZ2-P1	3.40	0.065	0.025	17	-	-	273
PZ2-P2	8.20	0.156	0.060	47	2384	368	661
PZ2-P3	15.20	0.289	0.111	120	2633	946	1244
PZ2-P4	19.00	0.361	0.139	131	682	378	1144
PZ2-P1V	20.00	0.380	0.146	286	1123	768	750
PZ3-P1	5.00	0.095	0.036	24	255	77	97
PZ3-P2	7.80	0.148	0.057	132	403	357	197
PZ4-P1	4.10	0.078	0.030	30	1250	552	180
PZ4-P2	7.00	0.133	0.051	14	192	150	182
PZ5-P1	3.80	0.072	0.028	111	346	328	438
PZ5-P2	8.50	0.162	0.062	64	354	257	350
PZ5-P3	11.50	0.219	0.084	76	440	289	403
PZ5-P1V	13.50	0.257	0.098	31	354	167	356
PZ6-P1	5.00	0.095	0.036	122	641	377	583
PZ6-P2	8.70	0.165	0.063	52	378	236	363
PZ6-P3	11.70	0.222	0.085	118	956	628	635
PZ6-P4	13.40	0.255	0.098	202	1125	759	888
PZ6-P1V	16.70	0.317	0.122	110	3361	661	3747
Valore medio				95.3	915.8	429.4	679.1
Scarto quadratico medio				67.5	830.0	218.1	731.0

TABELLA 2.14

Prove di carico su piastra
Elaborazione ASTM sui dati dei litotipi senza cementazione

Terreno ghiaioso-sabbioso naturale - Prove in direzione orizzontale

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s1\text{scarico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{scarico}}$ (MPa)
PZ1-P1	3.90	0.074	0.028	44	409	307	433
PZ1-P2	8.00	0.152	0.058	38	511	367	583
PZ1-P4	14.60	0.277	0.107	48	503	322	432
PZ2-P2	8.20	0.156	0.060	33	1704	263	473
PZ4-P1	4.10	0.078	0.030	22	893	394	128
PZ5-P2	8.50	0.162	0.062	46	253	183	250
PZ5-P3	11.50	0.219	0.084	54	314	207	288
PZ6-P2	8.70	0.165	0.063	38	270	168	259
Valore medio				40.4	607.3	276.4	355.7

Terreno sabbioso-limoso di riporto - Prove in direzione orizzontale

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s1\text{scarico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{scarico}}$ (MPa)
PZ2-P1	3.40	0.065	0.025	13	-	-	195

Terreno ghiaioso-sabbioso naturale - Prove in direzione verticale

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s1\text{scarico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{scarico}}$ (MPa)
PZ2-P1V	20.00	0.380	0.146	204	803	549	536
PZ5-P1V	13.50	0.257	0.098	23	253	119	254
Valore medio				113.3	527.9	334.2	395.0

TABELLA 2.15

Prove di carico su piastra
Elaborazione ASTM sui dati dei litotipi con cementazione

Tratto di prova interamente cementato - Prove in direzione orizzontale

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s1\text{scarico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{scarico}}$ (MPa)
PZ1-P3	10.60	0.201	0.077	147	454	307	425
PZ2-P3	15.20	0.289	0.111	86	1882	676	889
PZ2-P4	19.00	0.361	0.139	93	488	270	818
PZ6-P1	5.00	0.095	0.036	88	458	269	417
PZ6-P3	11.70	0.222	0.085	84	683	449	454
PZ6-P4	13.40	0.255	0.098	144	804	543	635
Valore medio				106.9	794.9	418.9	606.3

Tratto di prova parzialmente cementato - Prove in direzione orizzontale

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s1\text{scarico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{scarico}}$ (MPa)
PZ3-P1	5.00	0.095	0.036	18	183	55	69
PZ3-P2	7.80	0.148	0.057	94	288	255	141
PZ4-P2	7.00	0.133	0.051	10	138	108	130
PZ5-P1	3.80	0.072	0.028	79	248	234	313
Valore medio				50.2	214.0	162.9	163.3

Tratto di prova interamente cementato - Prove in direzione verticale

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s1\text{scarico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{carico}}$ (MPa)	$E_{s2\text{scarico}}$ (MPa)
PZ1-P1V	16.80	0.319	0.123	83	458	236	363
PZ6-P1V	16.70	0.317	0.122	78	2403	473	2678
Valore medio				80.8	1430.4	354.2	1520.8

TABELLA 2.16

Prove di carico su piastra
Elaborazione ASTM sui dati delle prove in direzione orizzontale

Profondità tratto di prova compresa tra 0 e 5 m

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-P1	3.90	0.074	0.028	44	409	307	433
PZ2-P1	3.40	0.065	0.025	13	-	-	195
PZ3-P1	5.00	0.095	0.036	18	183	55	69
PZ4-P1	4.10	0.078	0.030	22	893	394	128
PZ5-P1	3.80	0.072	0.028	79	248	234	313
PZ6-P1	5.00	0.095	0.036	88	458	269	417
Valore medio				43.8	438.2	251.8	259.2

Profondità tratto di prova compresa tra 5 e 10 m

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-P2	8.00	0.152	0.058	38	511	367	583
PZ2-P2	8.20	0.156	0.060	33	1704	263	473
PZ3-P1	5.00	0.095	0.036	18	183	55	69
PZ3-P2	7.80	0.148	0.057	94	288	255	141
PZ4-P2	7.00	0.133	0.051	10	138	108	130
PZ5-P2	8.50	0.162	0.062	46	253	183	250
PZ6-P1	5.00	0.095	0.036	88	458	269	417
PZ6-P2	8.70	0.165	0.063	38	270	168	259
Valore medio				45.5	475.6	208.5	290.2

Profondità tratto di prova compresa tra 10 e 15 m

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-P3	10.60	0.201	0.077	147	454	307	425
PZ1-P4	14.60	0.277	0.107	48	503	322	432
PZ5-P3	11.50	0.219	0.084	54	314	207	288
PZ6-P3	11.70	0.222	0.085	84	683	449	454
PZ6-P4	13.40	0.255	0.098	144	804	543	635
Valore medio				95.5	551.8	365.3	446.8

Profondità tratto di prova compresa tra 15 e 20 m

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ2-P3	15.20	0.289	0.111	86	1882	676	889
PZ2-P4	19.00	0.361	0.139	93	488	270	818
Valore medio				89.6	1184.6	472.9	853.3

TABELLA 2.17

Prove di carico su piastra
Elaborazione ASTM sui dati delle prove in direzione verticale

Profondità tratto di prova compresa tra 10 e 15 m

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ5-PIV	13.50	0.257	0.098	23	253	119	254

Profondità tratto di prova compresa tra 15 e 20 m

PROVA	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-PIV	16.80	0.319	0.123	83	458	236	363
PZ2-PIV	20.00	0.380	0.146	204	803	549	536
PZ6-PIV	16.70	0.317	0.122	78	2403	473	2678
Valore medio				121.9	1221.1	419.2	1192.5

TABELLA 2.18

Prove di carico su piastra
Elaborazione ASTM - Modulo secante

Unità R1a

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ2-P1	3.40	0.065	0.025	13	-	-	195

Unità GSL3a

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ3-P1	5.00	0.095	0.036	18	183	55	69
PZ3-P2	7.80	0.148	0.057	94	288	255	141
Valore medio				55.8	235.4	155.0	105.0

Unità GSL1a, GSL-CGL3a, GSL3b, GSL-CGL4a

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-P1	3.90	0.074	0.028	44	409	307	433
PZ4-P1	4.10	0.078	0.030	22	893	394	128
PZ4-P2	7.00	0.133	0.051	10	138	108	130
PZ5-P1	3.80	0.072	0.028	79	248	234	313
PZ5-P2	8.50	0.162	0.062	46	253	183	250
PZ5-P3	11.50	0.219	0.084	54	314	207	288
Valore medio				42.5	375.8	238.8	257.1

Unità CGL-GSL1a

Prova	Prof. (m)	σ_v (MPa)	σ_h (MPa)	$E_{s1carico}$ (MPa)	$E_{s1scarico}$ (MPa)	$E_{s2carico}$ (MPa)	$E_{s2scarico}$ (MPa)
PZ1-P2	8.00	0.152	0.058	38	511	367	583
PZ1-P3	10.60	0.201	0.077	147	454	307	425
PZ1-P4	14.60	0.277	0.107	48	503	322	432
PZ2-P2	8.20	0.156	0.060	33	1704	263	473
PZ2-P3	15.20	0.289	0.111	86	1882	676	889
PZ2-P4	19.00	0.361	0.139	93	488	270	818
PZ6-P1	5.00	0.095	0.036	88	458	269	417
PZ6-P2	8.70	0.165	0.063	38	270	168	259
PZ6-P3	11.70	0.222	0.085	84	683	449	454
PZ6-P4	13.40	0.255	0.098	144	804	543	635
Valore medio				79.9	775.8	363.3	538.4

TABELLA 2.19

Campagna d'indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)
 Prove di permeabilità tipo Lefranc

Ubicazione	Indagine	Profondità Prova (fondo foro) (m)	Prove Carico Costante n°	Prove Carico Variabile n°
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	33.50	-	1
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	21.45	1	1
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	30.00	1	1
Piazza Statuto	SN4	28.45	1	1
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	29.87	1	1
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	18.00 26.80	1 1	1 1
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	SN7	16.40	1	1
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	15.07	1	1
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	11.25	1	1
Stazione Dora	SN13	15.80	1	1
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	15.10	-	1
Strada Abbazia di Stura (pilastro A4)	ST1	9.70	1	1
Strada Abbazia di Stura (cabina stazione)	ST2	15.00	1	1
Stazione Stura (piazze container)	ST3	15.00	1	1
Stazione Stura (piazze container)	ST4	10.00	1	1

TABELLA 2.20

Campagna di indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)
Risultati prove di permeabilità tipo Lefranc

Ubicazione	Indagine	Profondità Prova (fondo foro) (m)	k (Permeabilità) Prove Carico Costante (m/s)	K (Permeabilità) Prove Carico Variabile (m/s)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	33.50	$> 5.82 \cdot 10^{-5}$	-
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	21.45	$6.44 \cdot 10^{-5}$	$4.83 \cdot 10^{-5}$
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	30.00	$3.96 \cdot 10^{-5}$	$3.2 \cdot 10^{-5}$
Piazza Statuto	SN4	28.45	$3.87 \cdot 10^{-6}$	$8.35 \cdot 10^{-7}$
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	29.87	$5.23 \cdot 10^{-5}$	$4.32 \cdot 10^{-5}$
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	18.00 26.80	$5.28 \cdot 10^{-5}$ $4.49 \cdot 10^{-5}$	$8.74 \cdot 10^{-6}$ $1.43 \cdot 10^{-5}$
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	SN7	16.40	$7.51 \cdot 10^{-5}$	$7.39 \cdot 10^{-5}$
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	15.07	$1.9 \cdot 10^{-5}$	$5.32 \cdot 10^{-6}$
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	11.25	$4.01 \cdot 10^{-5}$	$3.14 \cdot 10^{-5}$
Stazione Dora	SN13	15.80	$3.27 \cdot 10^{-5}$	$1.48 \cdot 10^{-5}$
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	15.10	$> 5.82 \cdot 10^{-5}$	-
Strada Abbazia di Stura (pilastro A4)	ST1	9.70	$3.2 \cdot 10^{-7}$	$3.9 \cdot 10^{-7}$
Strada Abbazia di Stura (cabina stazione)	ST2	15.00	$9.6 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$
Stazione Stura (piazzale container)	ST3	15.00	$3.1 \cdot 10^{-7}$	$8.7 \cdot 10^{-8}$
Stazione Stura (piazzale container)	ST4	10.00	$9.9 \cdot 10^{-6}$	$2.1 \cdot 10^{-5}$

TABELLA 2.21

Campagna d'indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)
Piezometri a tubo aperto installati

Ubicazione	Indagine	Profondità Piezometro (m)	Livello Piezometrico dal p.c. (m)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	40	18.79
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	40	18.76
Piazza Statuto	SN4	40	21.91
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	30	15.66
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	20	6.61
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	20	8.61
Stazione Dora	SN13	20	9.20
Corso Venezia (Ang. V. Valprato)	SN14	20	13.94
Corso Venezia (Ang. V. Gulli)	SN16	20	13.32
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	20	13.09
Parco Sempione (Ferm. Rebaudengo)	SN19	20	13.45
Parco Sempione (Ang. C. Grosseto)	SN20	20	16.85
Strada Abbazia di Stura (cabina stazione)	ST2	15	5.84

TABELLA 2.22

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
Piezometri a tubo aperto installati nell'area di interesse

Denominazione	Ubicazione
Comune di Torino	
S3	metà scalo Valdocco
ATM	
PS1	Corso Regina Margherita di fronte al numero 173
PS2	Corso Regina Margherita di fronte al numero 153
PZ7	parcheggio di Corso Bolzano presso il cavalcaferrovia
PZ8	Piazza Bemini - Centro Addestramento Nuoto
FF.SS	comprensorio FF.SS. di Porta Susa
VITT	aiuola monumento di Vittorio Emanuele II, Corso Vittorio Emanuele II angolo Corso Galileo Ferraris
PS3	Corso Regina Margherita di fronte al numero 128
PS4	Corso Regina Margherita di fronte al numero 105a
PS5	Corso Regina Margherita di fronte al numero 81
PZ6	Via Loria angolo via Chisone
PZ5	Comprensorio FFSS stazione di Porta Nuova
PZ4	Stazione di Porta Nuova nel parcheggio P.S.
PZ3	Via T. Rossi di Montelera di fronte alla Rinascente
CAST	P.za Castello tra via P. Micca e via G. Garibaldi
XI FEB	Corso XI Febbraio 929 ang. via G.A. Bazzi
PZ2	Giardino G.B. Schiapparelli in Corso XI Febbraio
PZ1	Lungodora Firenze nelle adiacenze del ponte Mosca
ORBAS	Largo Orbassano di fronte al numero 64
LEGNAN	Via Legnano di fronte al numero 5
CAST1	Piazza Castello di fronte al parcheggio ACI
REP	Piazza della Repubblica a sinistra di Corso G. Cesare
AUOL	Corso G. Cesare ang. Via Porpora e via Boccherini
DERNA	Piazza Dema
CESAR	Corso G. Cesare quasi all'imbocco dell'autostrada
CRISPI	Piazza Crispi di fronte al numero 53

TABELLA 2.23

Campagna d'indagine 1995
Prove di laboratorio eseguite

Ubicazione	Indagine	Campione	Profondità Granulometria (m)	Profondità Limiti di Atterberg (m)
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	P1	P1-5	4.75	-
		P1-6	5.65	-
		P1-7	7.60	-
		P1-14	14.70	-
Piazza Statuto	P2	P2-3	3.85	3.70-4.00
		P2-5	5.15	-
		P2-12	13.00	-
		P2-14	14.85	-
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	P3	P3-3	5.00	-
		P3-7	7.80	-
Scalo Barca (Ang. V. Ticino)	P5	P5-2	0.95	-
		P5-6	6.15	-
		P5-8	8.35	-
		P5-10	10.25	-
		P5-11	11.80	-
		P5-12	12.90	-
Corso Bolzano (Ang. C. Vittorio E. II)	P6	P6-11	8.65	-
		P6-12	9.65	-
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	SN3-1	37.15	-
		SN3-2	38.15	-
Piazza Statuto	SN4	SN4-1	39.55	39.40-39.70
C. P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	SN6-1	21.50	21.40-21.80
		SN6-2	23-20	23.05-23.35
(Corso Venezia) (Ang. V. Gulli)	SN16	SN16-1	16.15	16.00-16.30
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	SN18-1	16.50	16.40-16.60
		SN18-2	18.20	18.10-18.30

TABELLA 2.24

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
 Risultati delle prove di laboratorio
 Percentuali di materiale trattenuto per ciascuna classe
 granulometrica

Sondaggio	Profondità (m)	Prova	Granulometria (%)				
			C	G	S	L	A
S2	3.4	A	-	16	17	56	11
	6.3	A	-	34	25	24	17
	12.5	A	-	20	17	52	10
	17.1	G	-	33	30	37	
R25	3.0	A	-	20	30	40	10
	5.0	G	10	50	24	16	
	7.5	G	-	58	31	11	
	11.0	G	-	43	51	6	
	12.0	G	-	56	28	16	
	16.5	G	-	48	32	20	
SIML	10.75	G	-	76	12	12	
	14.25	G	-	76	12	12	
	17.75	G	-	84	10	6	
	21.25	G	-	66	21	13	
	24.75	G	-	66	21	13	
R14	5.5	A	-	17	25	52	6
	6.75	A	-	3	13	72	12
	8.0	A	-	36	26	29	9
	10.5	G	-	54	24	22	
	11.5	A	-	34	40	22	4
	14.0	G	-	24	56	20	
	18.0	G	-	56	39	5	
R17	3.0	G	-	44	47	9	
	4.5	G	-	32	52	16	
S1	2.4	A	-	19	24	39	16
	5.2	A	-	28	14	42	16
S3	4.4	A	-	1	19	68	12
	7.15	G	-	43	19	38	
	9.45	A	-	22	30	30	18
R18	4.5	A	-	42	23	27	8
	8.0	G	-	49	35	16	
	10.5	G	-	37	41	22	
	13.5	G	-	34	46	20	
	14.0	G	-	44	33	23	
S4	2.75	G	-	59	12	29	
	4.05	G	-	9	65	26	
	6.65	G	-	45	15	40	
R12	4.5	G	-	52	36	12	
	7.0	G	-	59	31	10	
	10.5	G	-	54	30	16	
	15.0	G	-	52	34	14	

- segue -

TABELLA 2.24 - segue

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
 Risultati delle prove di laboratorio
 Percentuali di materiale trattenuto per ciascuna classe
 granulometrica

Sondaggio	Profondità (m)	Prova	Granulometria (%)				
			C	G	S	L	A
R31	5.0	G	-	63	23	14	
	6.0	G	-	48	33	19	
	14.0	G	-	72	18	10	
	16.0	A	-	39	31	25	5
	18.0	G	-	53	28	19	
R24	3.0	G	-	54	35	11	
	7.5	G	-	64	28	8	
	12.0	G	-	66	26	8	
	15.0	G	-	68	23	9	
	18.0	G	-	67	22	11	
R26	3.0	A	-	39	28	28	5
	7.5	G	-	52	31	17	
	10.5	G	-	56	30	14	
	16.0	A	-	11	52	31	6
	17.0	A	-	15	45	37	3
	18.0	A	-	43	31	22	4
R21	7.0	G	-	54	33	13	
	8.0	G	-	49	42	9	
	11.0	G	-	64	25	11	
	16.8	G	-	61	23	16	
	19.0	A	-	12	61	23	4
R20	3.0	G	-	44	36	20	
	6.0	G	-	50	35	15	
	13.3	G	-	49	40	11	
	16.0	G	-	29	49	22	
	17.3	A	-	8	28	57	7
R19	7	G	13	54	22	11	
	7.5	G	-	65	25	10	
	10.8	G	-	57	32	11	
	15.0	G	-	45	37	18	
	18.0	G	-	56	37	7	

LEGENDA:

Tipo di prova: A areometria
 G granulometria per via umida

Classi granulometriche:

C ciottoli $d > 76 \text{ mm}$
 G ghiaia $76 > d > 2 \text{ mm}$
 S sabbia $2 > d > 0.07 \text{ mm}$
 L limo $0.07 > d > 0.005 \text{ mm}$
 A argilla $d < 0.005 \text{ mm}$

TABELLA 2.25

Campagna d'indagine 1995
 Risultati delle prove di laboratorio
 Percentuali di materiale trattenuto per ciascuna classe
 granulometrica.

Sondaggio	Profondità (m)	Prova	Granulometria (%)				
			C	G	S	L	A
P1	4.75	G	24	58	14	4	
	5.65	G	-	39	59	2	
	7.60	G	14	67	17	2	
	14.70	G	10	74	12	4	
P2	3.85	A	-	9	27	56	8
	5.15	G	21	50	21	8	
	13.00	G	-	64	35	1	
	14.85	G	-	64	31	5	
P3	5.00	G	29	35	29	7	
	7.80	G	24	46	26	4	
P5	0.95	A	15	42	15	22	6
	6.15	G	19	63	16	2	
	8.95	G	-	71	28	1	
	10.25	G	8	68	19	5	
	11.80	G	8	78	11	3	
	12.90	G	7	53	34	6	
P6	8.65	G	11	75	12	2	
	9.65	G	31	56	11	2	
SN3	37.15	A	-	-	57	35	8
	38.15	A	-	-	68	27	5
SN4	39.55	A	-	-	15	73	12
SN6	21.60	A	-	-	48	37	15
	23.20	A	-	-	46	42	12
SN16	16.15	A	-	3	26	55	16
SN18	16.50	A	-	-	45	39	16
	18.20	A	-	1	23	56	20

LEGENDA:

Tipo di prova: A areometria
 G granulometria per via umida

Classi granulometriche:

C	ciottoli	$d > 76 \text{ mm}$
G	ghiaia	$76 > d > 2 \text{ mm}$
S	sabbia	$2 > d > 0.07 \text{ mm}$
L	limo	$0.07 > d > 0.005 \text{ mm}$
A	argilla	$d < 0.005 \text{ mm}$

TABELLA 2.26

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
 Risultati delle prove di laboratorio
 Coefficienti di uniformità

Sondaggio	Profondità (m)	D ₆₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	Coefficiente di uniformità
S2	3.4	0.04	0.004	10
	6.3	1.3	0.0017	765
	12.5	0.045	0.005	9
	17.1	1.3		-
R25	3.0	0.18	0.002	90
	5.0	11.0	0.015	733
	7.5	6.5	0.04	163
	11.0	2.8	0.2	14
	12.0	6.5	0.015	433
	16.5	3.0	0.008	375
SIML	10.75	38.0	0.04	950
	14.75	26.0	0.07	371
	17.75	51.0	0.3	170
	21.25	12.5	0.03	417
	24.75	15.5	0.03	517
R14	5.5	0.07	0.003	23
	6.75	0.035	0.0016	22
	8.0	1.2	0.0023	522
	10.0	6.0	0.002	3000
	11.5	1.3	0.01	130
	14.0	0.9	0.01	90
	18.0	4.5	0.2	23
R17	3.0	2.5	0.08	31
	4.5	1.0	0.02	50
S1	2.4	0.12	0.001	120
	5.2	0.22	0.0015	147
S3	4.4	0.03	0.003	10
	7.45	2.0		-
	9.45	0.4	0.001	400
R18	4.5	2.5	0.003	833
	8.0	4.0	0.02	200
	10.5	1.5	0.008	188
	13.5	1.5	0.008	188
	14.0	3.0	0.01	300

- segue -

TABELLA 2.26 - segue

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
Risultati delle prove di laboratorio
Coefficienti di uniformità

Sondaggio	Profondità (m)	D ₆₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	Coefficiente di uniformità
S4	2.75	17.0		-
	4.05	0.52		-
	6.65	6.0		-
R12	4.5	4.0	0.06	67
	7.0	8.0	0.05	160
	10.5	5.5	0.016	344
	15.0	5.0	0.016	313
R31	5.0	10.0	0.015	667
	6.0	3.0	0.01	300
	14.0	16.0	0.06	267
	16.0	2.0	0.0065	308
	18.0	5.0	0.006	833
R24	3.0	4.5	0.05	90
	7.5	6.5	0.12	54
	12.0	7.0	0.12	58
	15.0	12.0	0.08	150
	18.0	10.0	0.04	250
R26	3.0	1.9	0.006	317
	7.5	3.7	0.015	247
	10.5	6.0	0.015	400
	16.0	0.26	0.005	52
	17.0	0.17	0.012	14
	18.0	2.8	0.009	311
R21	7.0	4.5	0.03	150
	8.0	3.2	0.08	40
	11.0	10.0	0.05	200
	16.8	7.0	0.017	412
	19.0	0.26	0.009	29
R20	3.0	2.6	0.012	217
	6.0	3.6	0.015	240
	13.3	5.0	0.05	100
	16.0	0.8	0.014	57
	17.3	0.057	0.003	19

- segue -

TABELLA 2.26 - segue

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
 Risultati delle prove di laboratorio
 Coefficienti di uniformità

Sondaggio	Profondità (m)	D ₆₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	Coefficiente di uniformità
R19	7	17.5	0.06	292
	7.5	9.0	0.06	150
	10.8	6.0	0.06	100
	15.0	2.8	0.019	147
	18.0	5.0	0.14	36

TABELLA 2.27

Campagna d'indagine 1995
Risultati delle prove di laboratorio
Coefficienti di uniformità

Sondaggio	Profondità (m)	D ₆₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	Coefficiente di uniformità
P1	4.75	26.0	0.7	37
	5.65	1.75	0.28	6
	7.60	24.0	0.57	42
	14.70	21.0	0.42	50
P2	3.85	0.054	0.0026	21
	5.15	24.0	0.1	240
	13.00	13.5	0.58	23
	14.85	9.0	0.24	38
P3	5.00	26.0	0.4	65
	7.80	31.0	0.31	100
P5	0.95	13.0	0.005	2600
	6.15	32.0	0.52	62
	8.95	14.0	0.46	30
	10.25	11.5	0.26	44
	11.80	19.0	0.65	29
	12.90	7.0	0.16	44
P6	8.65	27.0	0.85	32
	9.65	36.0	0.85	42
SN3	37.15	0.15	0.0033	45
	38.15	0.3	0.005	60
SN4	39.55	0.03	0.0015	20
SN6	21.60	0.09	-	-
	23.20	0.078	0.0014	56
SN16	16.15	0.042	-	-
SN18	16.50	0.08	-	-
	18.20	0.04	-	-

TABELLA 2.28

Campagna d'indagine 1995
 Prove sismiche in foro del tipo down-hole

Ubicazione	Indagine	Profondità Tubo p.v.c. (m)	Registrazione (Vp) (m)	Registrazione (Vt) (m)
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	30.00	30.00	30.00
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	SN7	22.00	22.00	22.00
Scalo Valdocco (Altezza C. Ciriè)	SN8	20.00	20.00	20.00
Scalo Valdocco (Altezza S. Fortino)	SN10	20.00	20.00	20.00
Scalo Barca (Ang. V. Ticino)	SN15	21.00	21.00	21.00
Scalo Barca (Ang. V. Gulli)	SN17	20.00	20.30	20.30
Corso P. Oddone (Ang. V. S. Chiara)	SN21	30.00	30.00	30.00
Corso P. Oddone (Ang. V. Miglietti)	SN22	20.00	20.00	20.00

TABELLA 2.29

Campagna d'indagine 1995
Prove sismiche a riflessione

Ubicazione	Lunghezza Complessiva (m)
Scalo Valdocco	300
Scalo Barca	300
Scalo Valdocco-C. Regina Margherita	180
C. Regina Margherita-Inizio Piazza Statuto	170
Corso Principe Oddone	150

TABELLA 2.30

Campagna d'indagine 1995 Prospezioni Georadar

Ubicazione	Lunghezza Complessiva (m)
Stazione Porta Susa	609
Oltre Galleria di Piazza Statuto	609
Sottopasso Corso Regina M.	192
Stazione Porta Susa (antenna 900 Hz)	200

TABELLA 4.1

Valori dei coefficienti di spinta a riposo, di spinta attiva e di spinta a resistenza passiva

PARAMETRI GEOTECNICI															
UNITA'	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c' (kPa)	E'	δ (°)	$K_n(\phi)$ (-)	$K_n(c)$ (-)	δ (°)	$K_p(\phi)$ (-)	$K_p(c)$ (-)	ϕ (°)	δ (°)	$K_{1p}(\phi)$ (-)	$K_{1p}(c)$ (-)	K_0 (-)
R1a, R2a, R3a, R4a	19	32	0	15	0	0.307	-	10.7	4.536	-	26.5	8.8	3.230	-	0.470
GSL2a, SLG3a, SLG4a	20	35	0	50	0	0.271	-	11.7	5.331	-	29	9.7	3.785	-	0.426
GSL1c, GSL2b, GSL3a	20	36	0	150	0	0.260	-	12	5.841	-	30	10	4.040	-	0.412
GSL1b, GSL2c, GSL-CGL2a	20	38	0	240	0	0.238	-	12.7	6.704	-	32	10.7	4.536	-	0.384
GSL3b, GSL-GCL3a, GSL4a, GSL4b, GSL-CGL4a, GSL4c	20	38	20	360	0	0.238	0.975	12.7	6.704	5.178	32	10.7	4.536	3.549	0.384
GSL-CGL1a	20	40	0	240	0	0.217	-	13.3	7.570	-	33	11.0	4.813	-	0.357

γ peso di volume naturale;

ϕ angolo di attrito;

c' coesione;

E' modulo di deformabilità;

δ angolo di attrito muro-terreno;

$K_a(\phi)$ coefficiente di spinta attiva da applicare alla coesione, pari a $2 \cdot \sqrt{K_a(\phi)}$, nell'applicazione di questo termine si deve evitare che i valori di spinta attiva ottenuti dalla differenza tra il termine legato all'attrito ed il termine legato alla coesione diventino negativi, in tale caso la spinta attiva deve essere posta uguale a zero,

$K_a(c)$ coefficiente di spinta attiva da applicare alla coesione, pari a $2 \cdot \sqrt{K_a(\phi)}$, nell'applicazione di questo termine si deve evitare che i valori di spinta attiva ottenuti dalla differenza tra il termine legato all'attrito ed il termine legato alla coesione diventino negativi, in tale caso la spinta attiva deve essere posta uguale a zero,

$K_p(\phi)$ coefficiente di spinta passiva da applicare alla sollecitazione verticale efficace;

$K_p(c)$ coefficiente di spinta passiva da applicare alla coesione, pari a $2 \cdot \sqrt{K_p(\phi)}$;

ϕ angolo calcolato come $\arctan(\tan(\phi)/F)$, con $F=1.25$;

$K_{1p}(\phi)$ coefficiente di spinta passiva da applicare alla sollecitazione verticale efficace, calcolato per ϕ e per $\delta = \phi/3$, da utilizzare nel caso di pareti a sbalzo o con il solo contrasto della soletta di fondo;

$K_{1p}(c)$ coefficiente di spinta passiva da applicare alla coesione, pari a $2 \cdot \sqrt{K_{1p}(\phi)}/F$, con F solo contrasto della soletta di fondo;

K_0 coefficiente di spinta a riposo.

FIGURE

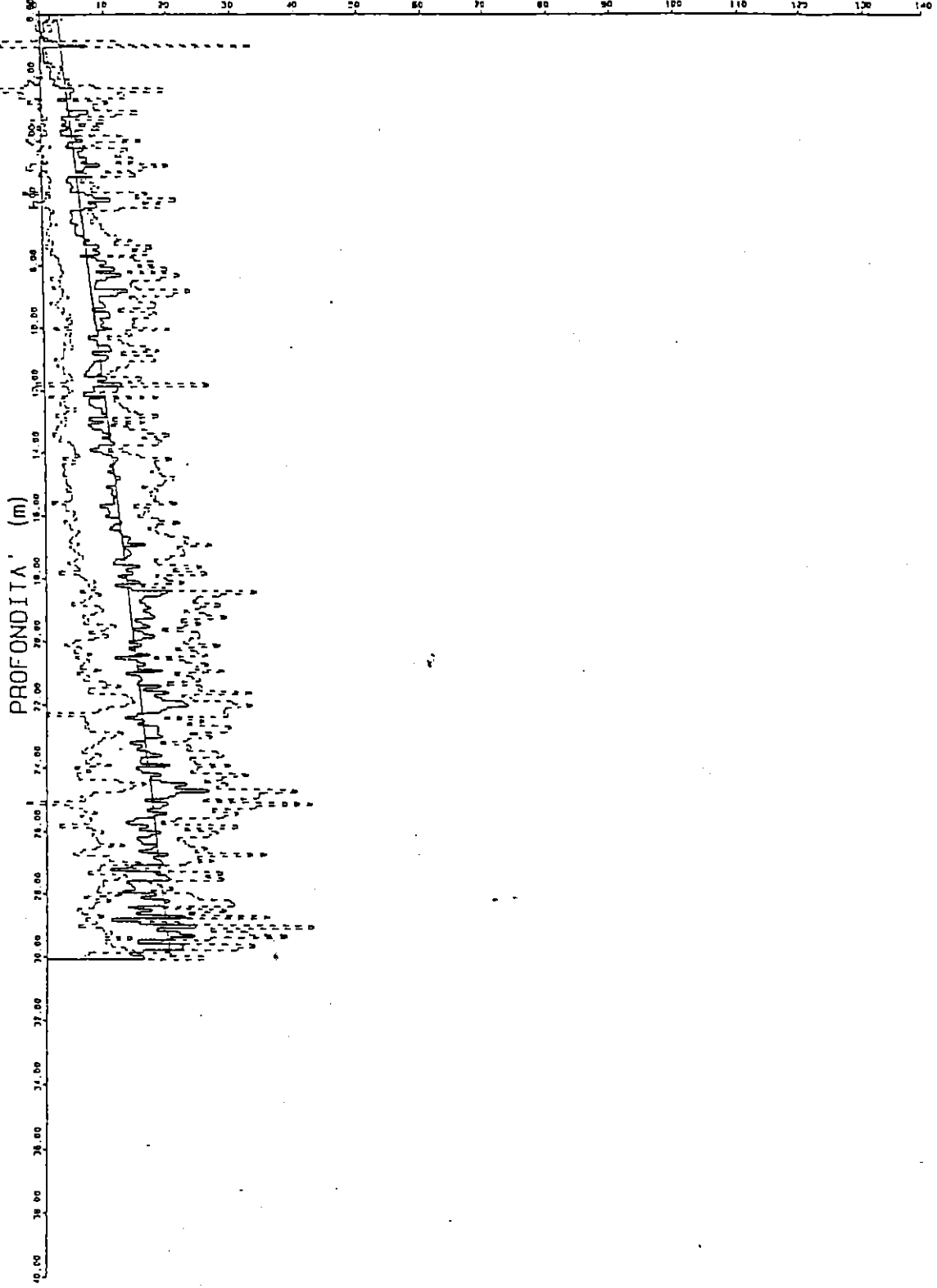
PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

RETTA INTERPOLANTE: $55.81 * x + 273.14$

ENERGIA SPEC. (MJ/m**3) $* 10^2$



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

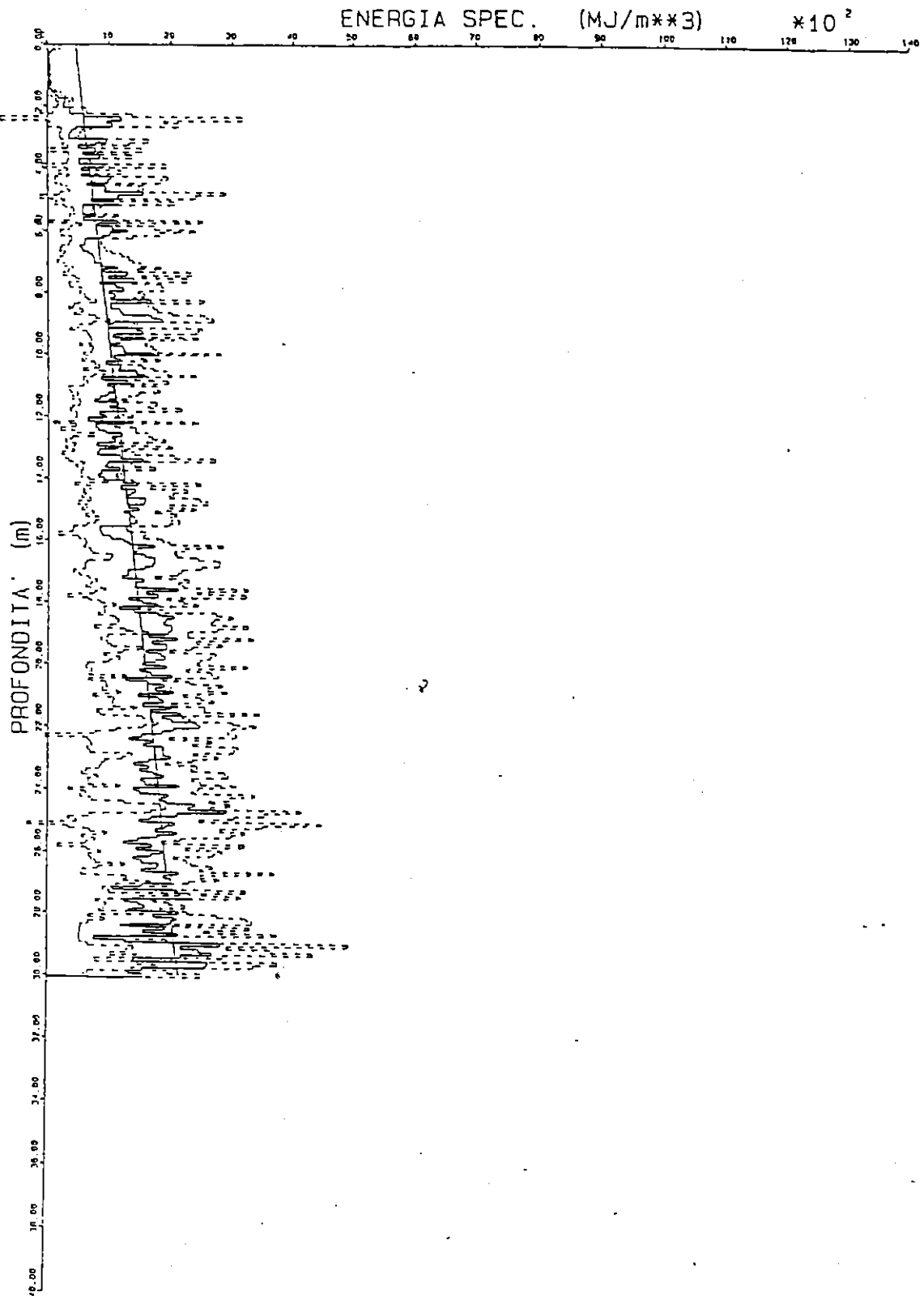
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ZONA 1 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

RETTA INTERPOLANTE: $54.74 * z + 454.74$



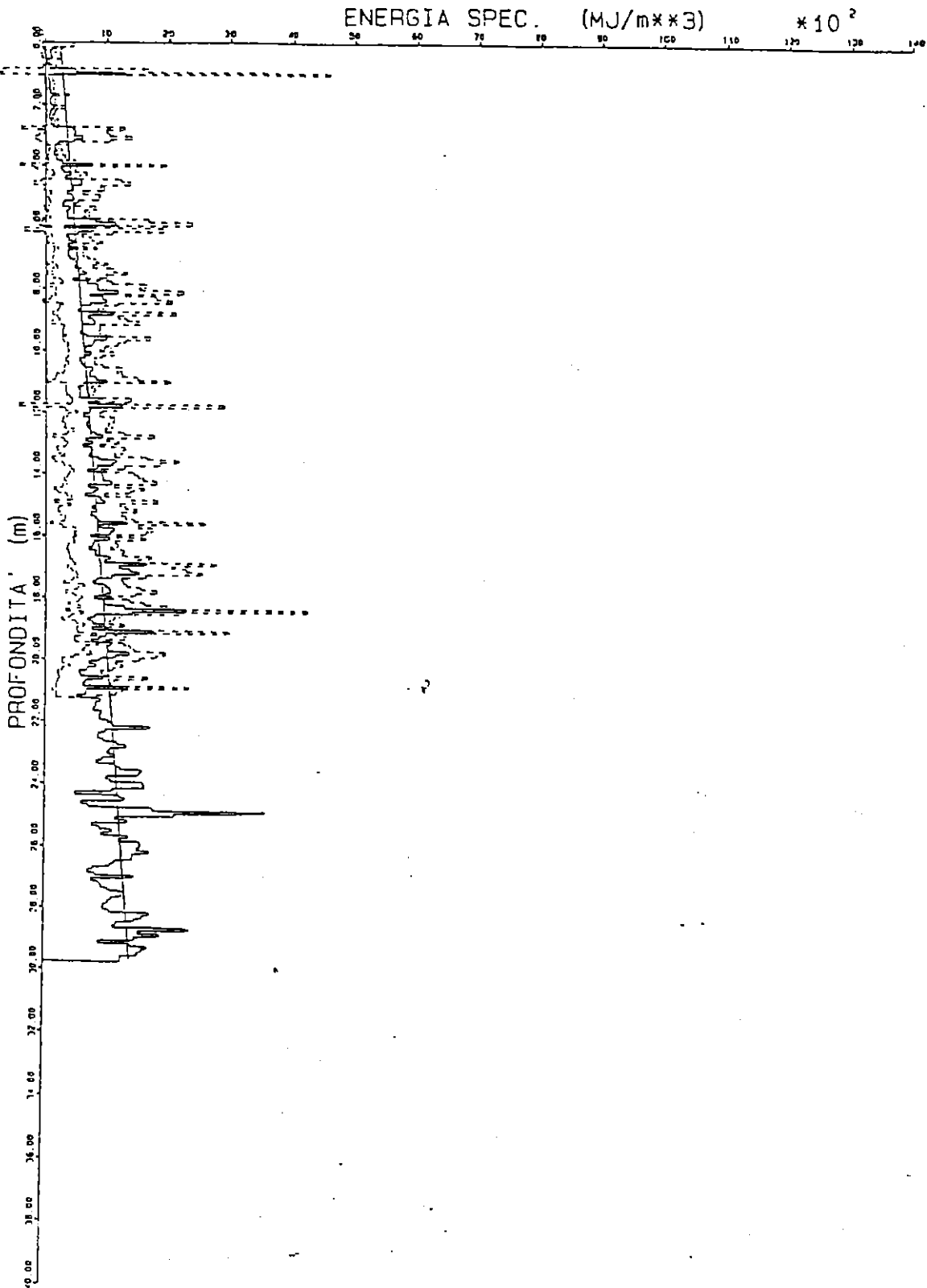
ATA
C
1/97
DATI
V
OP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

RETTA INTERPOLANTE: $38.45 * z + 238.14$



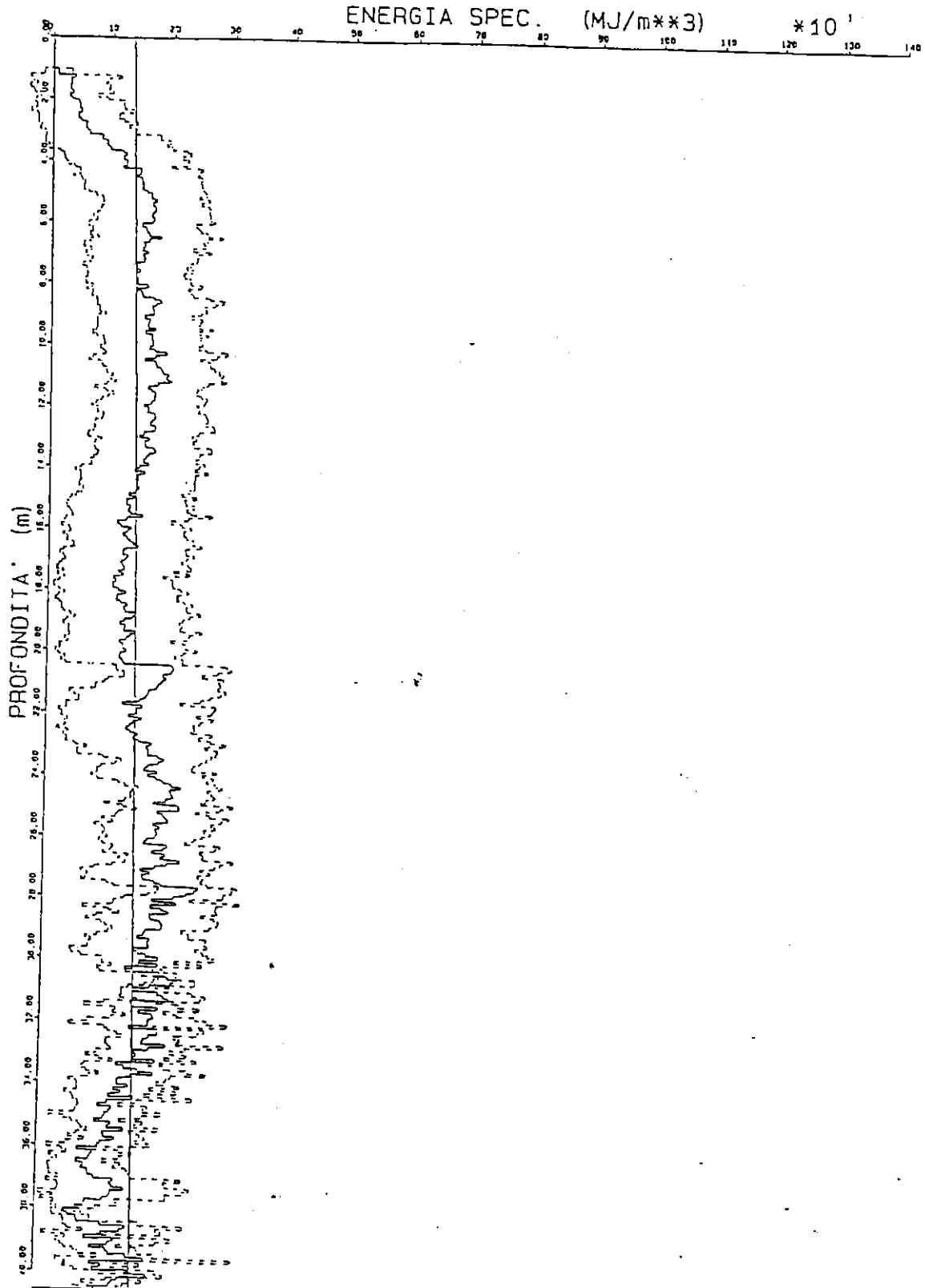
COMMESSA SOULI
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DF

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

RETTA INTERPOLANTE: $0.57 \times z + 134.25$



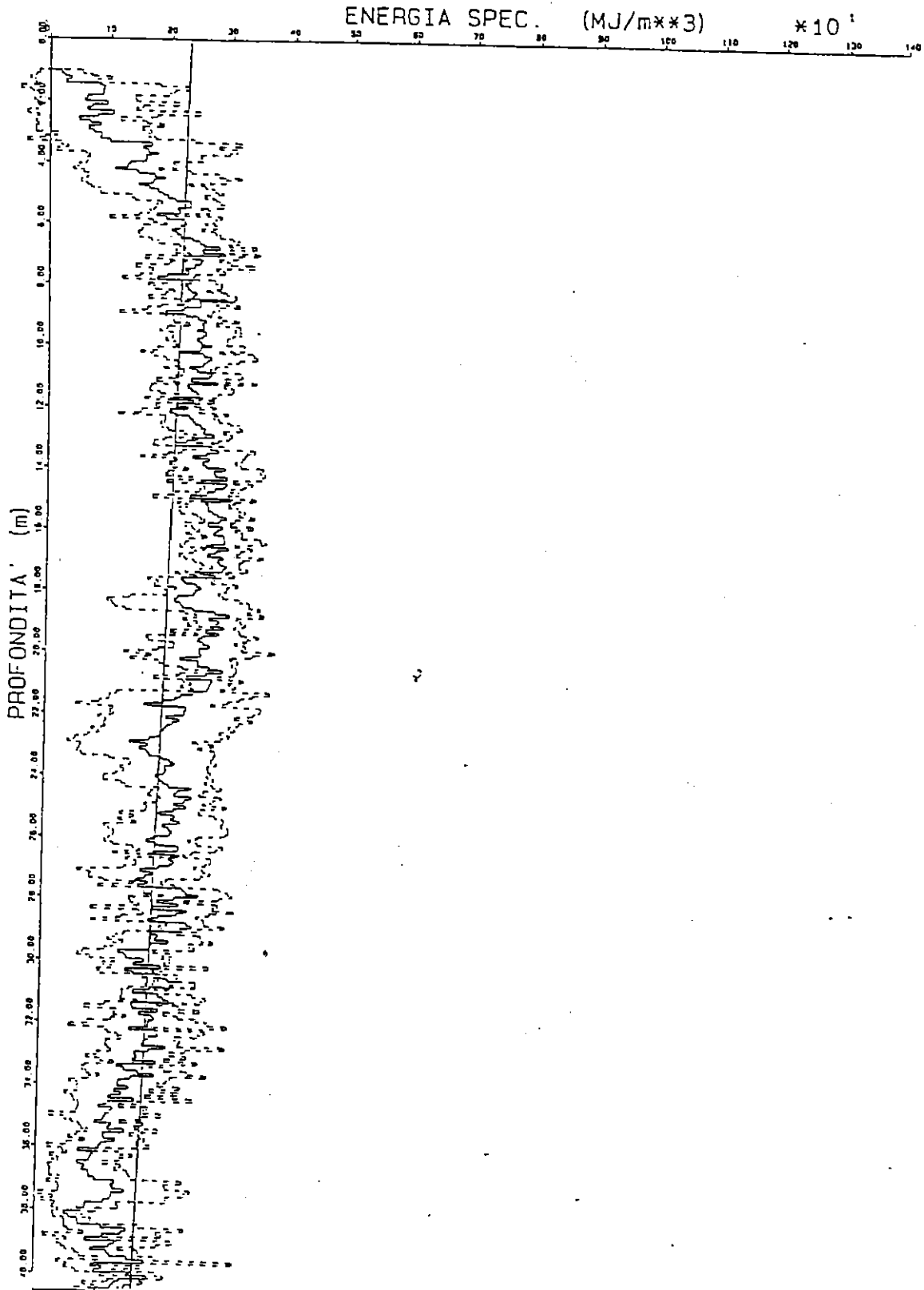
PRODOTTORE: SVA
DATA: 4/91
VIS: ILV
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 1

RETTA INTERPOLANTE: $-1.75 * z + 229.23$



COMPRESSA 980119

DATA 04/97

VISTO LV

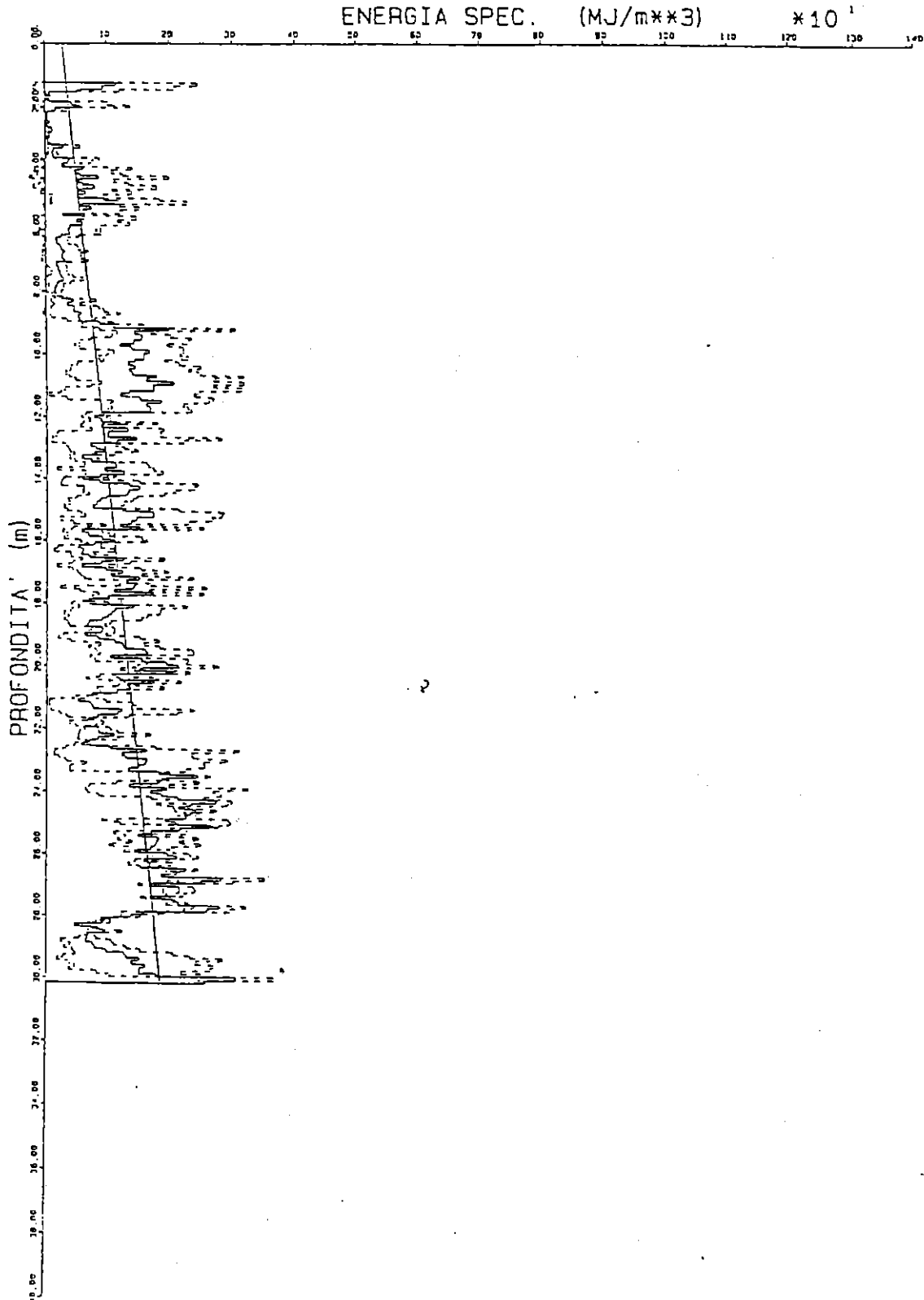
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 2

RETTA INTERPOLANTE: $5.05 * z + 29.17$



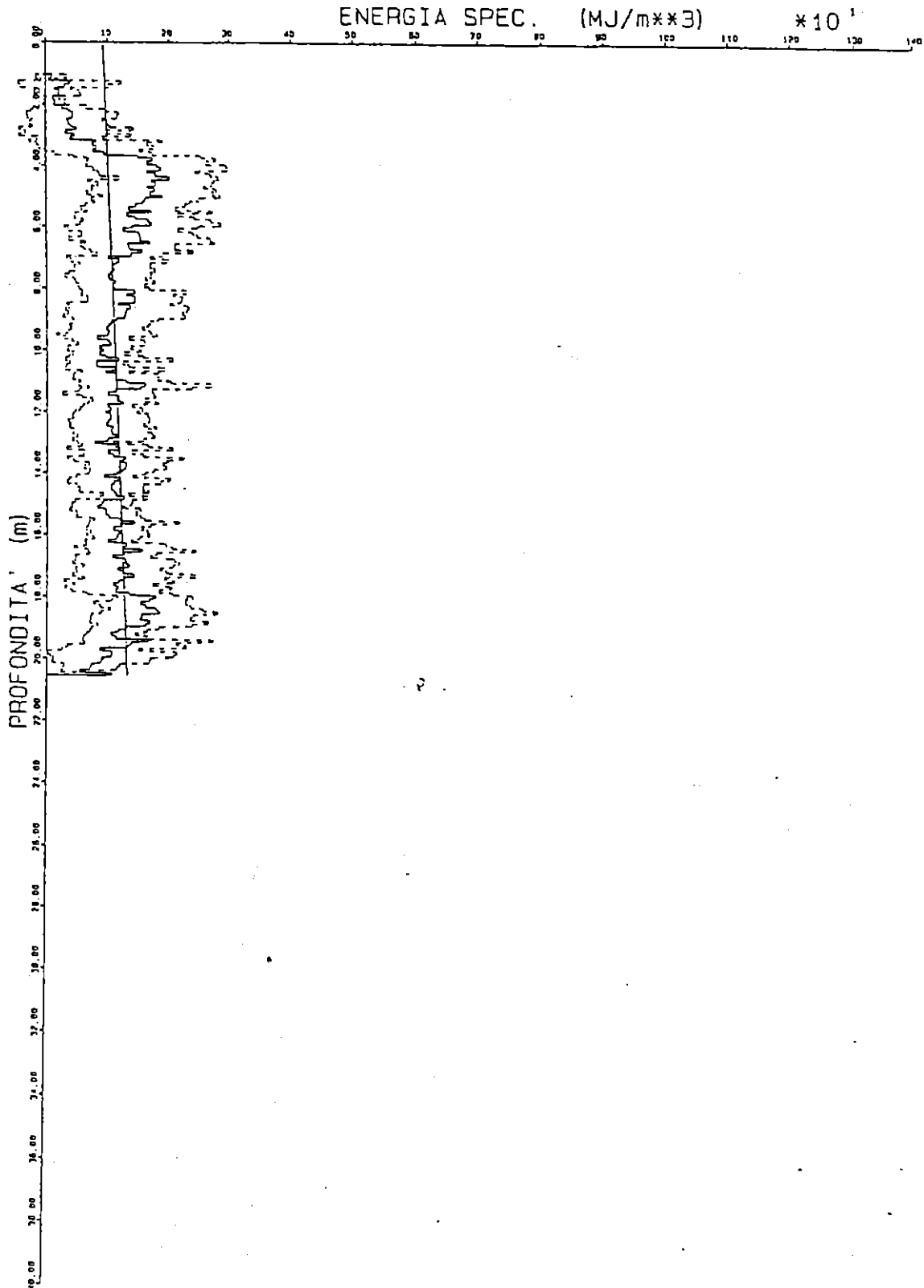
REPARTO, TP, ISTIC, IV, DATA, 797, CC, 112

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 3

RETTA INTERPOLANTE: $1.80 * z + 92.91$



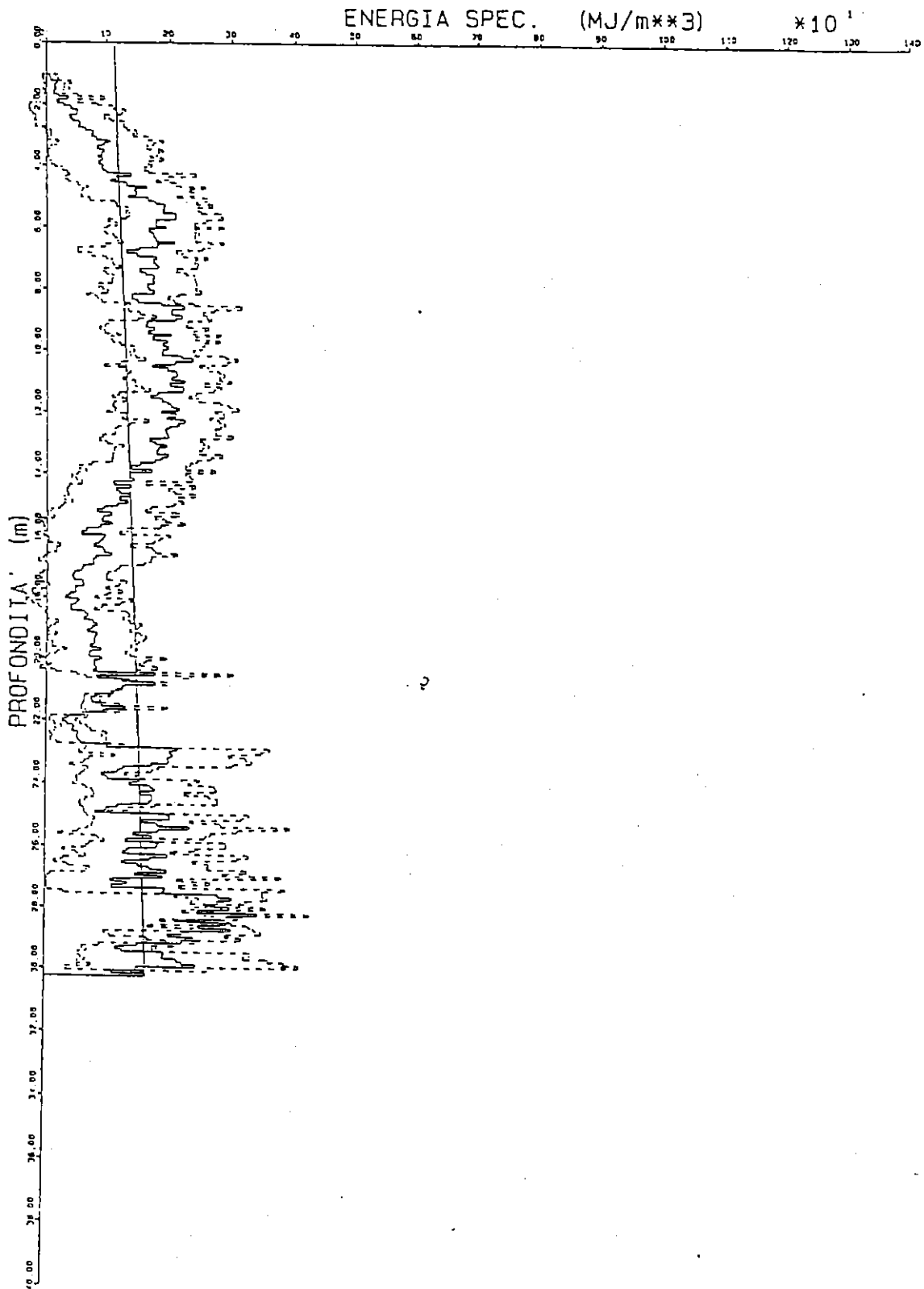
REDATTO DP VISTO LV DATA 04/97 LUMMESSA SQUILIA

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 4

RETTA INTERPOLANTE: $1.69 \times z + 111.64$



DATA 1797
VISTO
DIP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

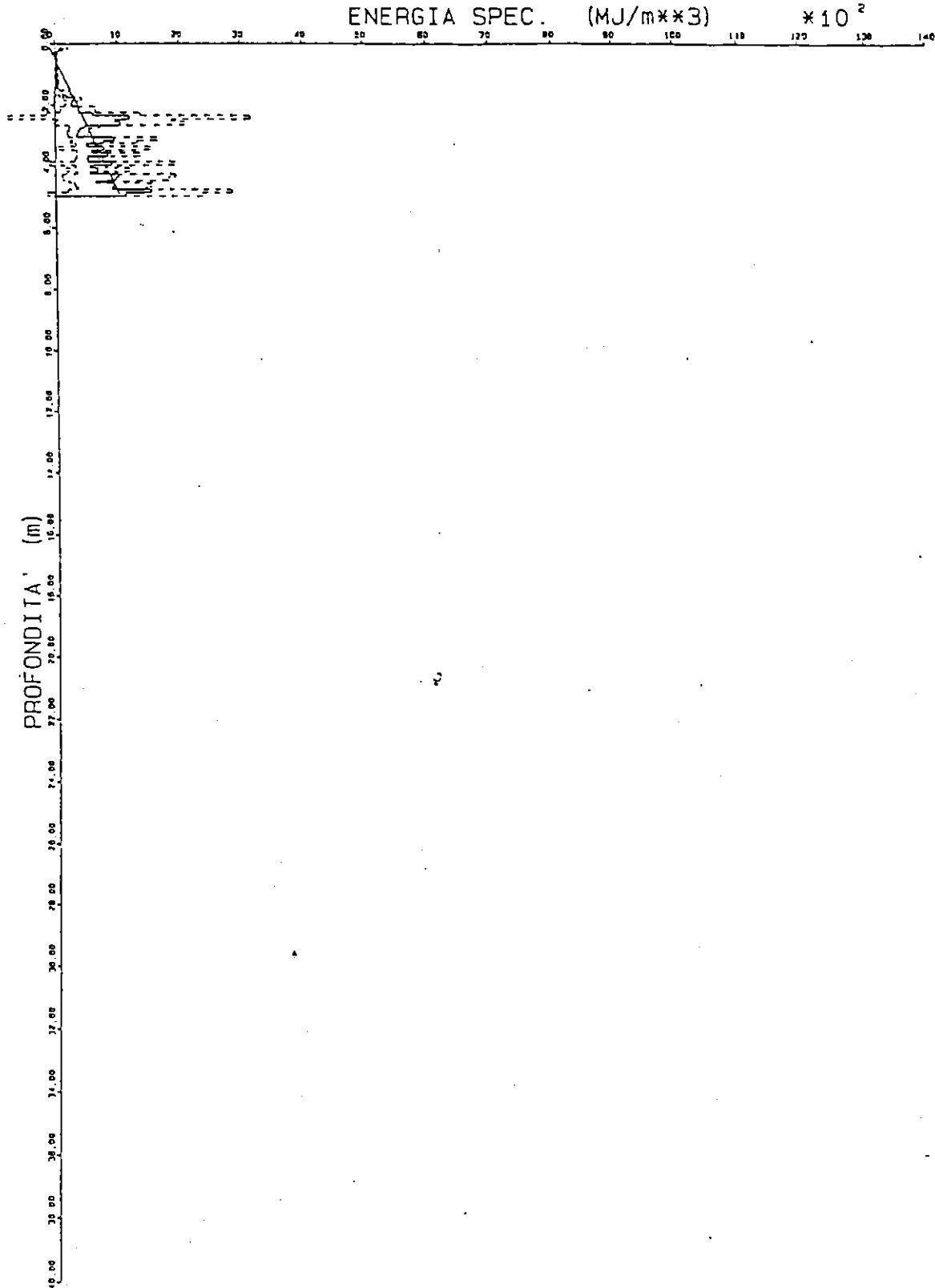
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 1 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 0-5 m

RETTA INTERPOLANTE: $230.54 * z + -104.38$



REDAZIONE DP
VISIO LV
DATA 04/97

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

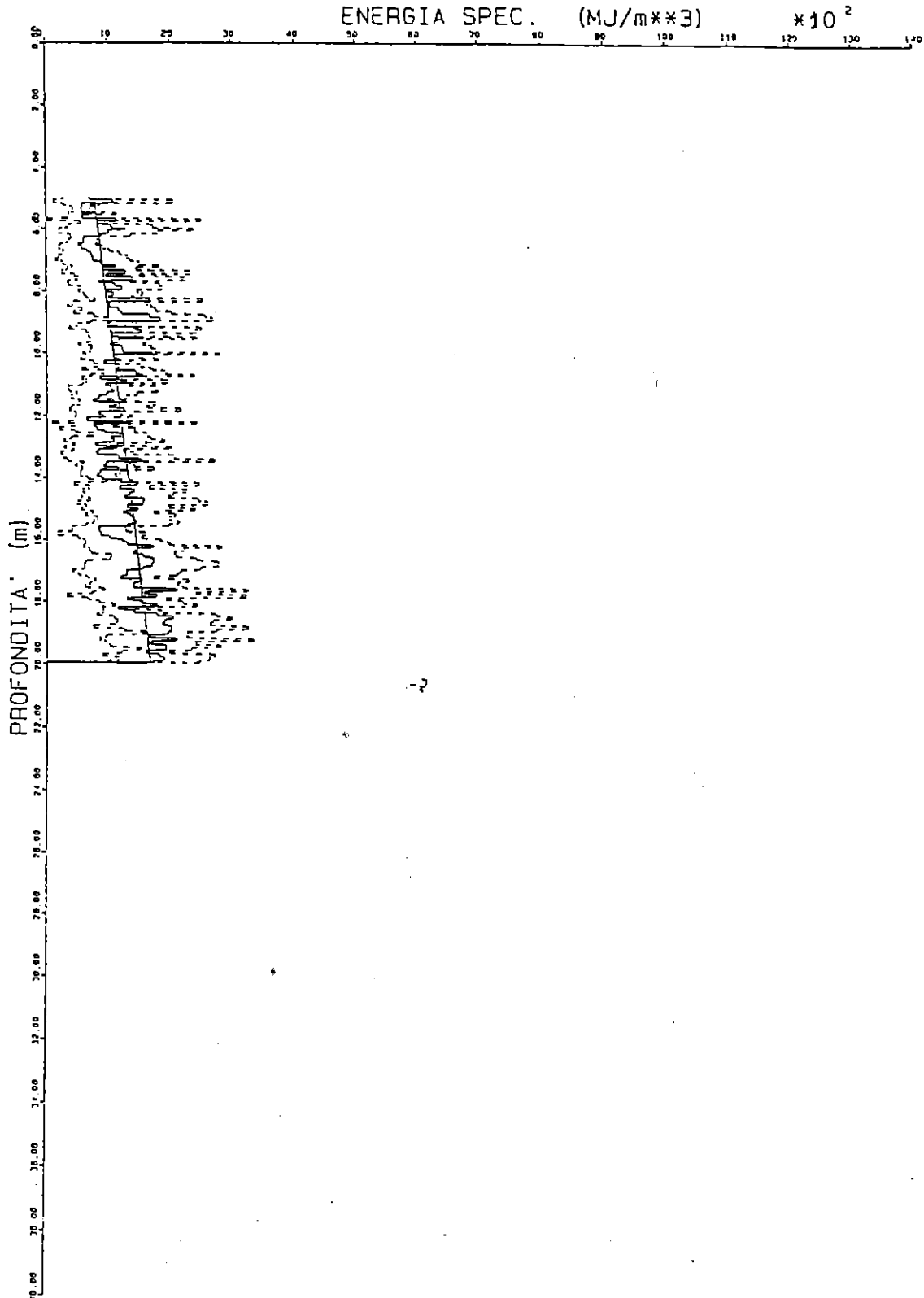
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 1 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 5-20 m

RETTA INTERPOLANTE: $58.56 * z + 487.50$



11/97
DATA
ISTE
3P
ATC

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

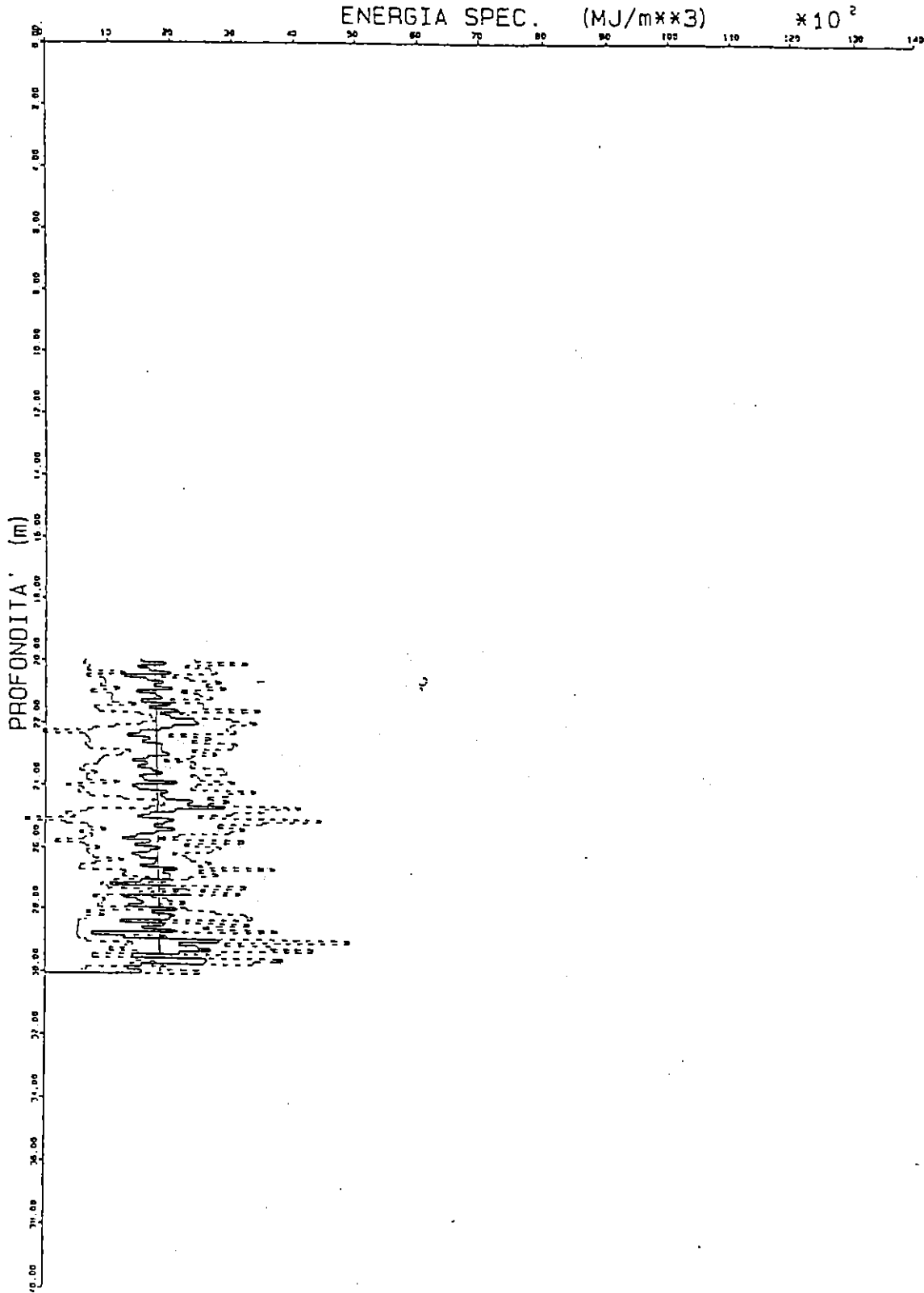
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE - PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 1 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 20-50 m

RETTA INTERPOLANTE: $9.91 * z + 1543.94$



56019
CUMMESSA
DATA 04/97
VISIU LV
MUR110 UN

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

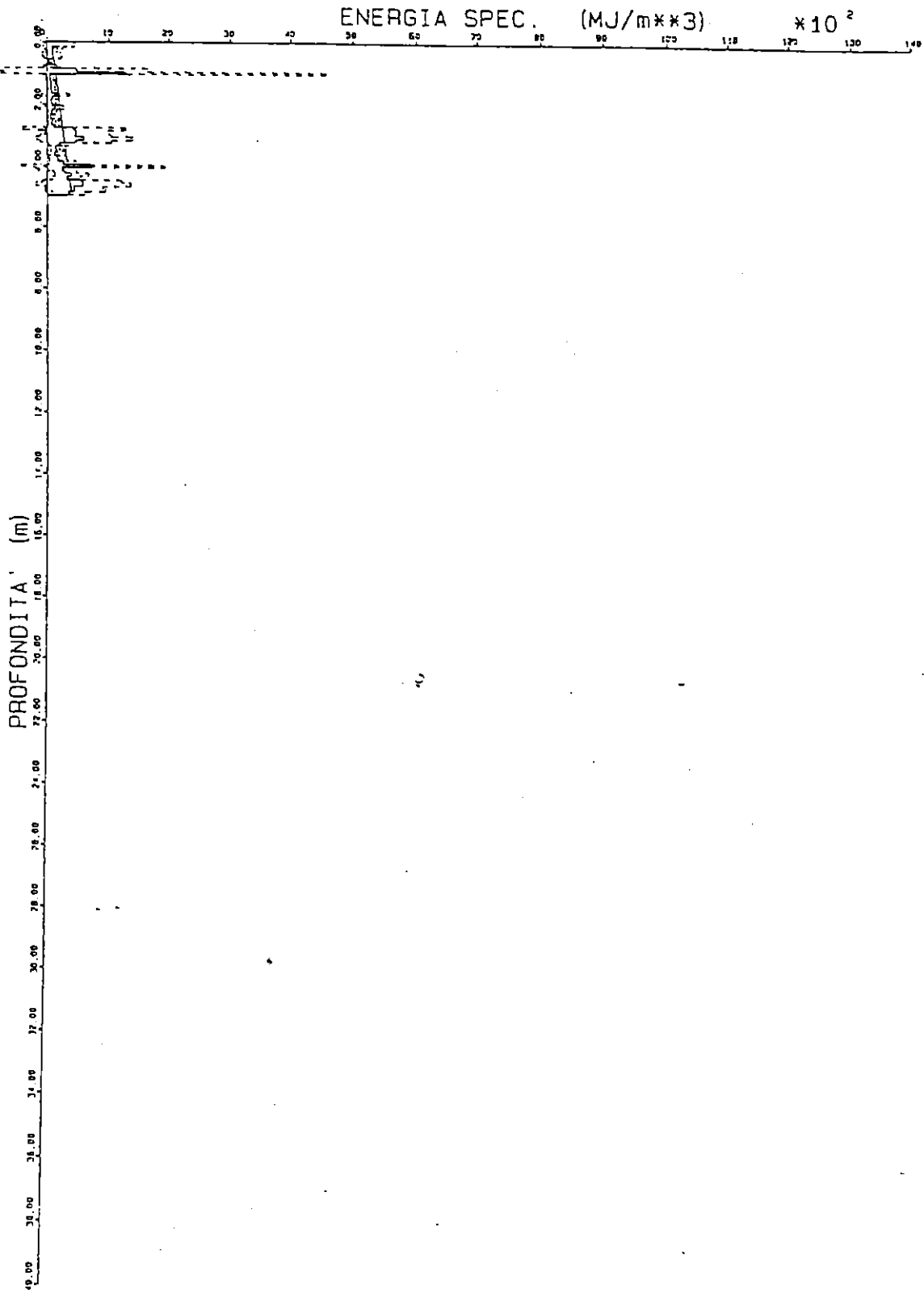
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 0-5 m

RETTA INTERPOLANTE: $65.36 * x + 78.10$



TO P 1510 TATA 07

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

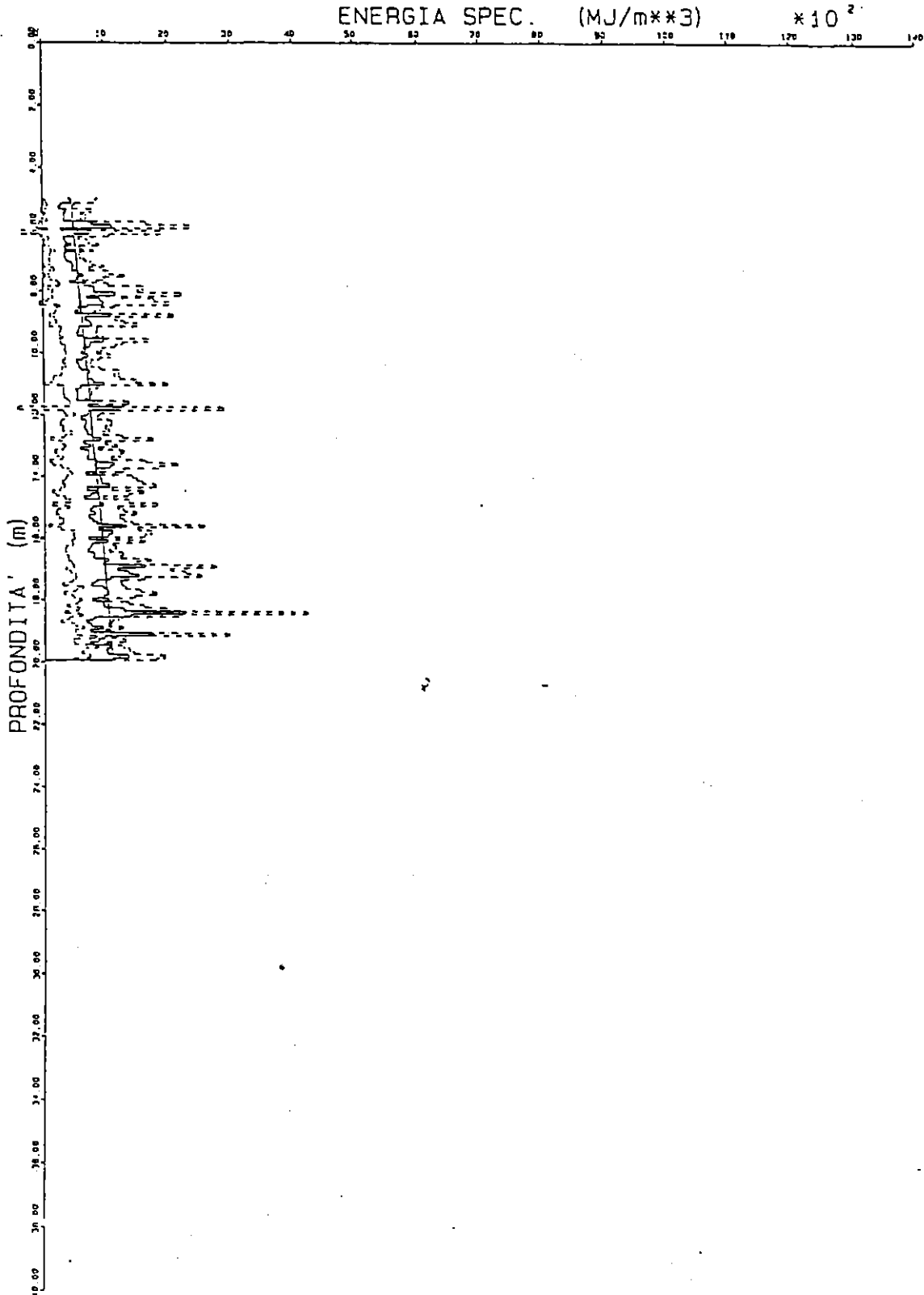
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (ROOIO)

ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 5-20 m

RETTA INTERPOLANTE: $43.18 * z + 252.82$



ETNA
LUMINOSITÀ
DATA 04/97
VISTO LV
MEDIANO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

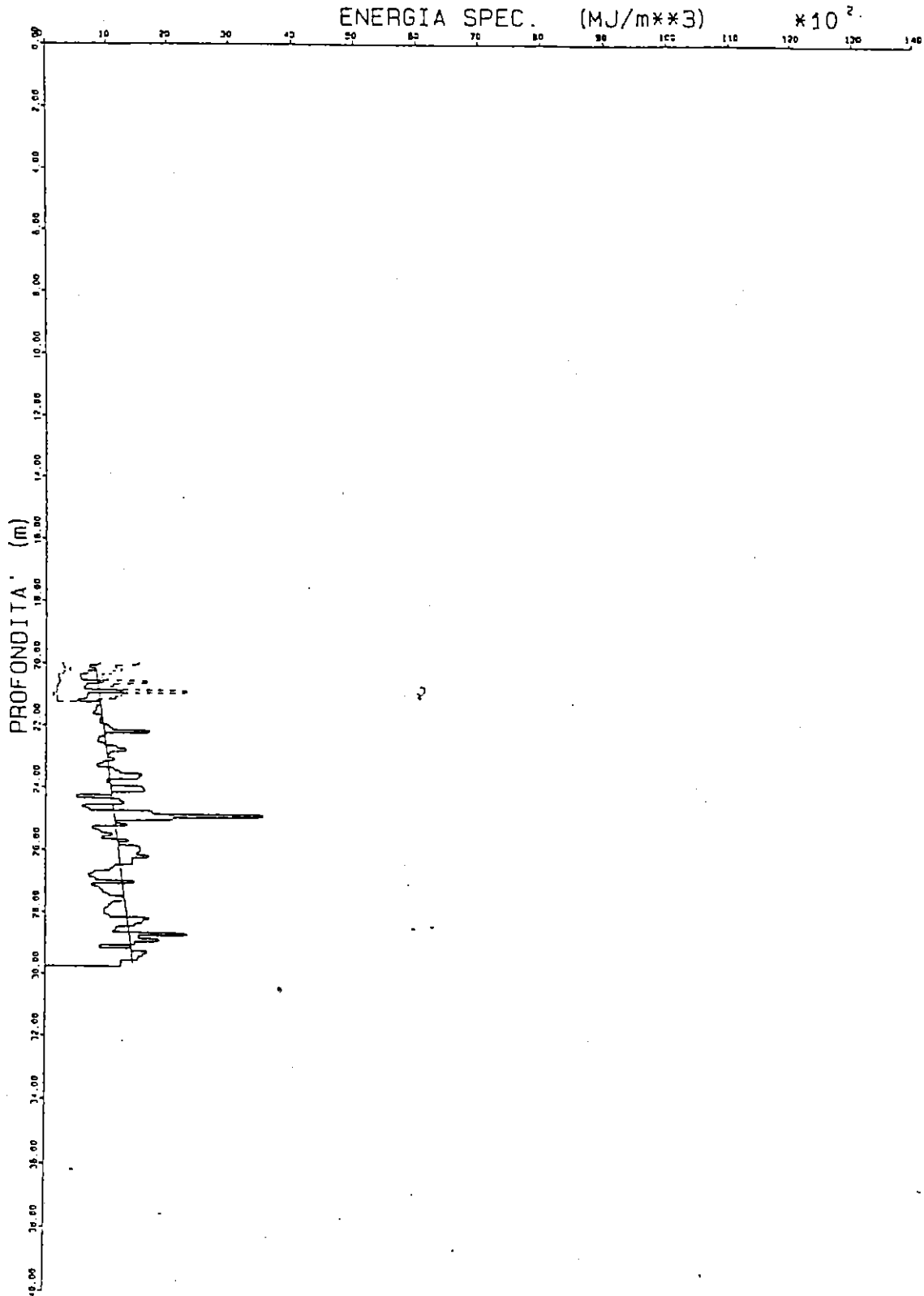
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 20-50 m

RETTA INTERPOLANTE: $63.27 \times z + -445.78$



STO
VSS
DA 10/4/87
LV
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

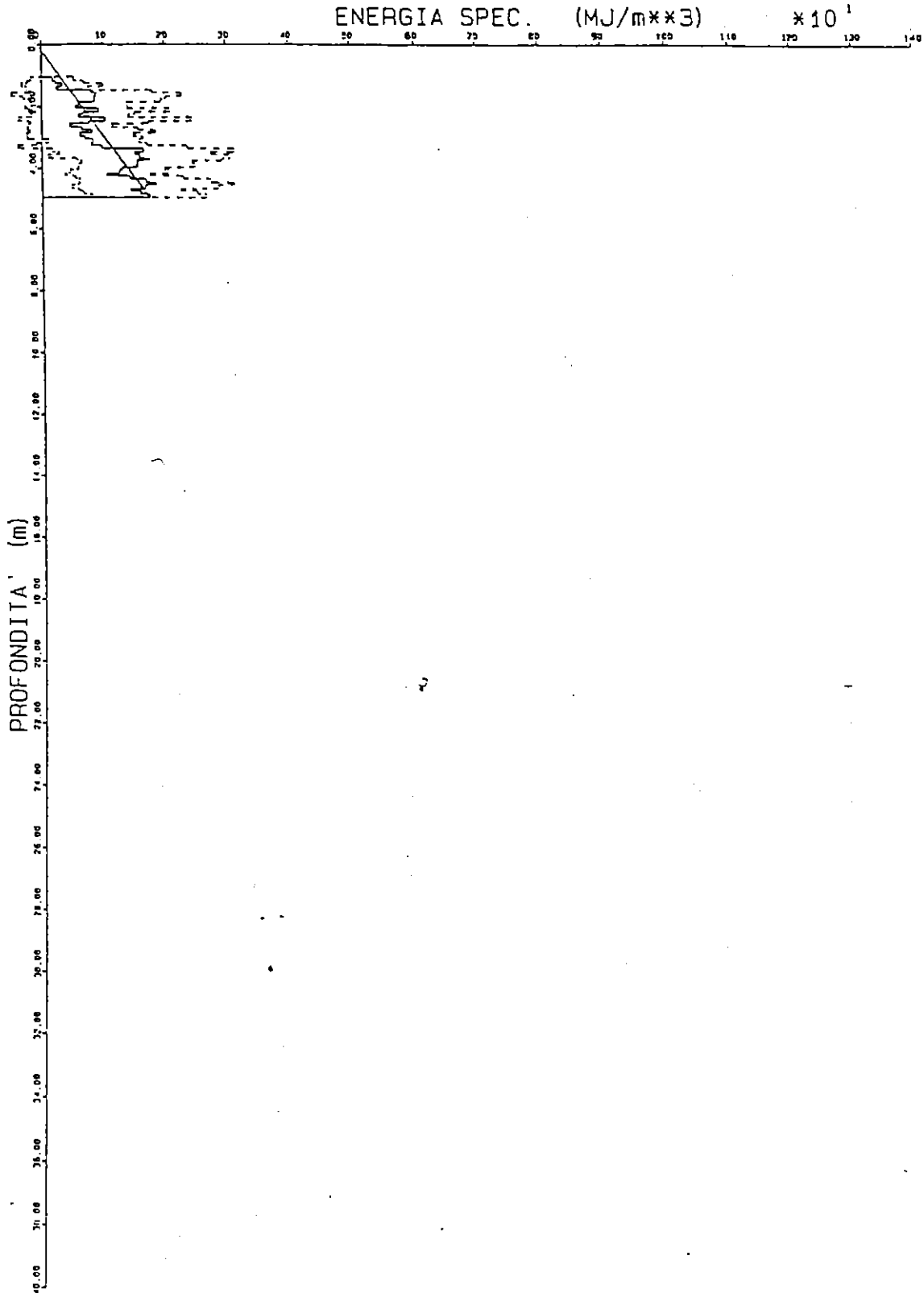
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 1

PROFONDITA' 0-5 m

RETTA INTERPOLANTE: $36.87 * z + -7.07$



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

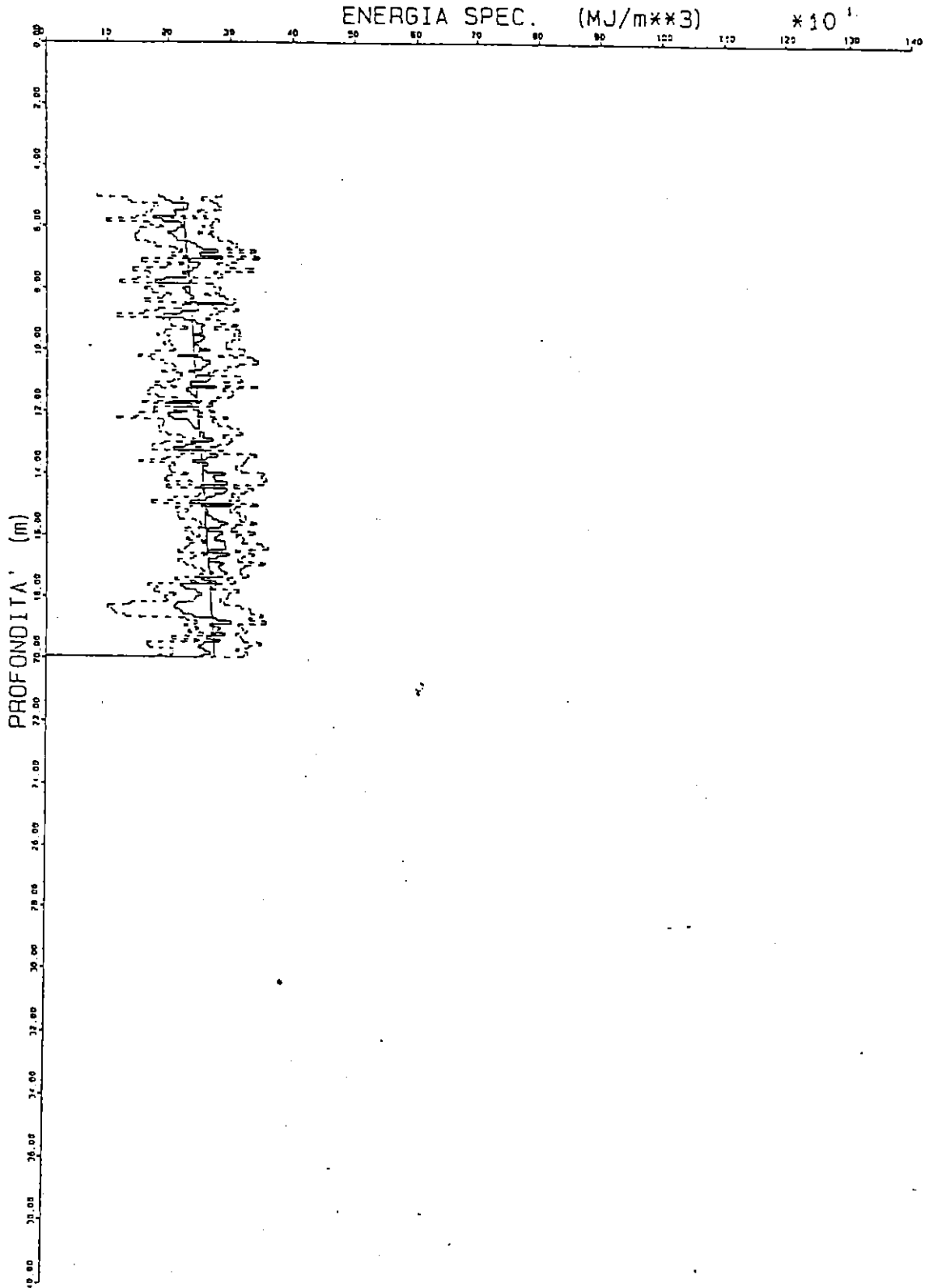
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 1

PROFONDITA' 5-20 m

RETTA INTERPOLANTE: $3.51 * z + 203.89$



04/97
LV
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

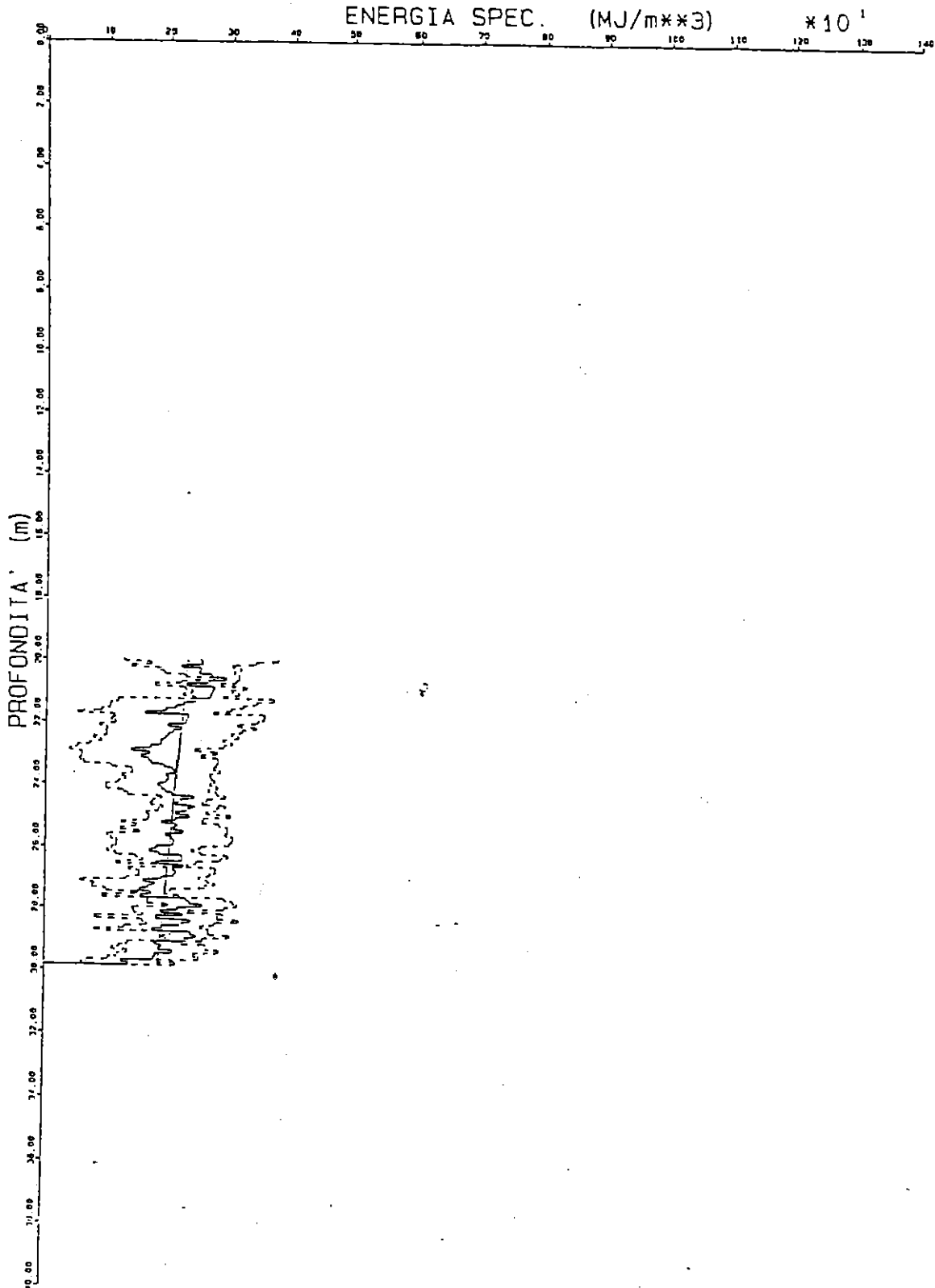
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DELLA ZONA 1

PROFONDITA' 20-30 m

RETTA INTERPOLANTE: $-4.55 \times z + 320.30$



LUMINOSITA'

DATA 04/9/

VISTO LV

REDATTO DP

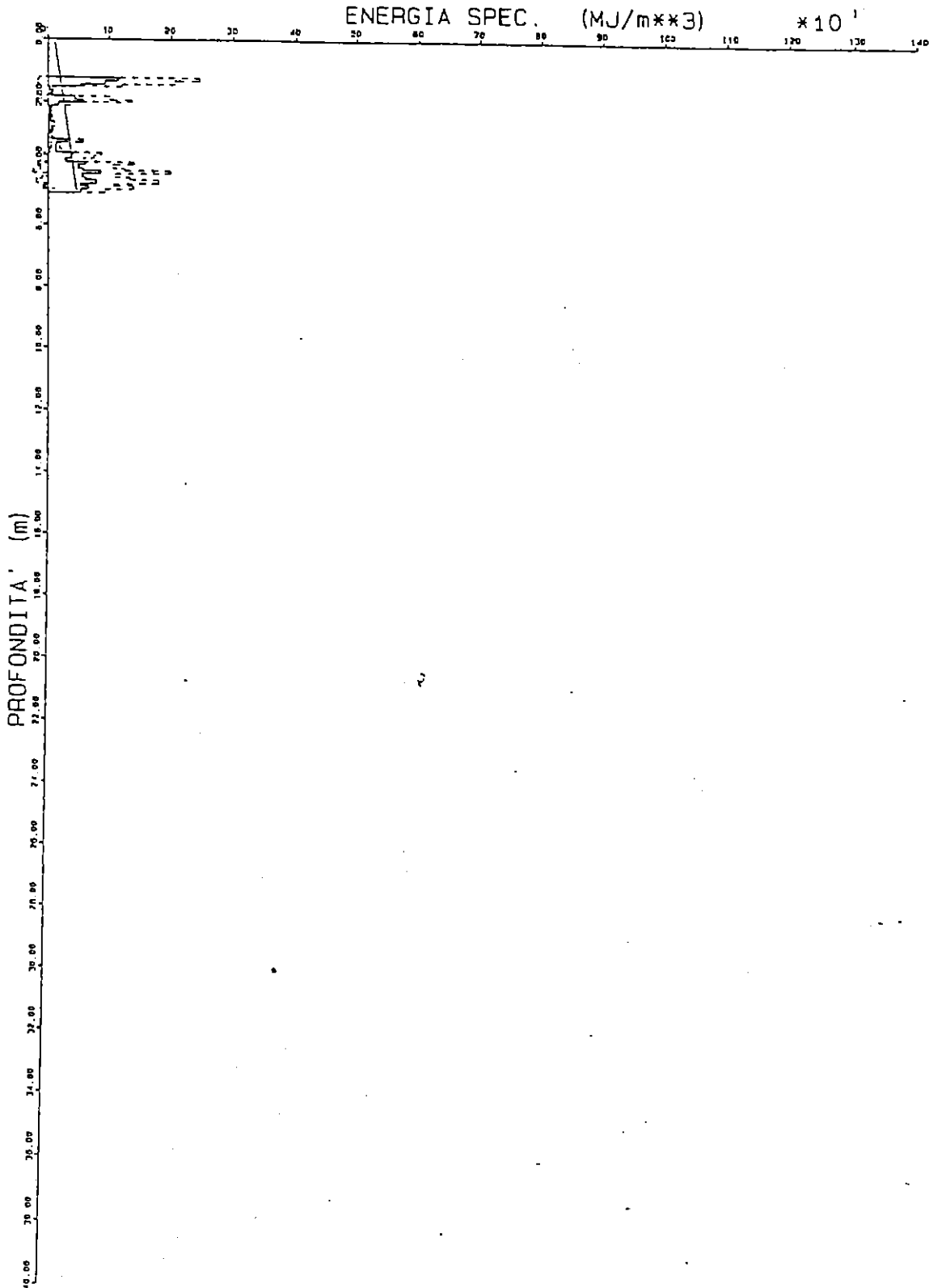
PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 2

PROFONDITA' 0-5 m

RETTA INTERPOLANTE: $7.39 \times 2 + 10.68$



RTI
C.M.M. SA
DATA 14/97
V
VIST
DP
RTI

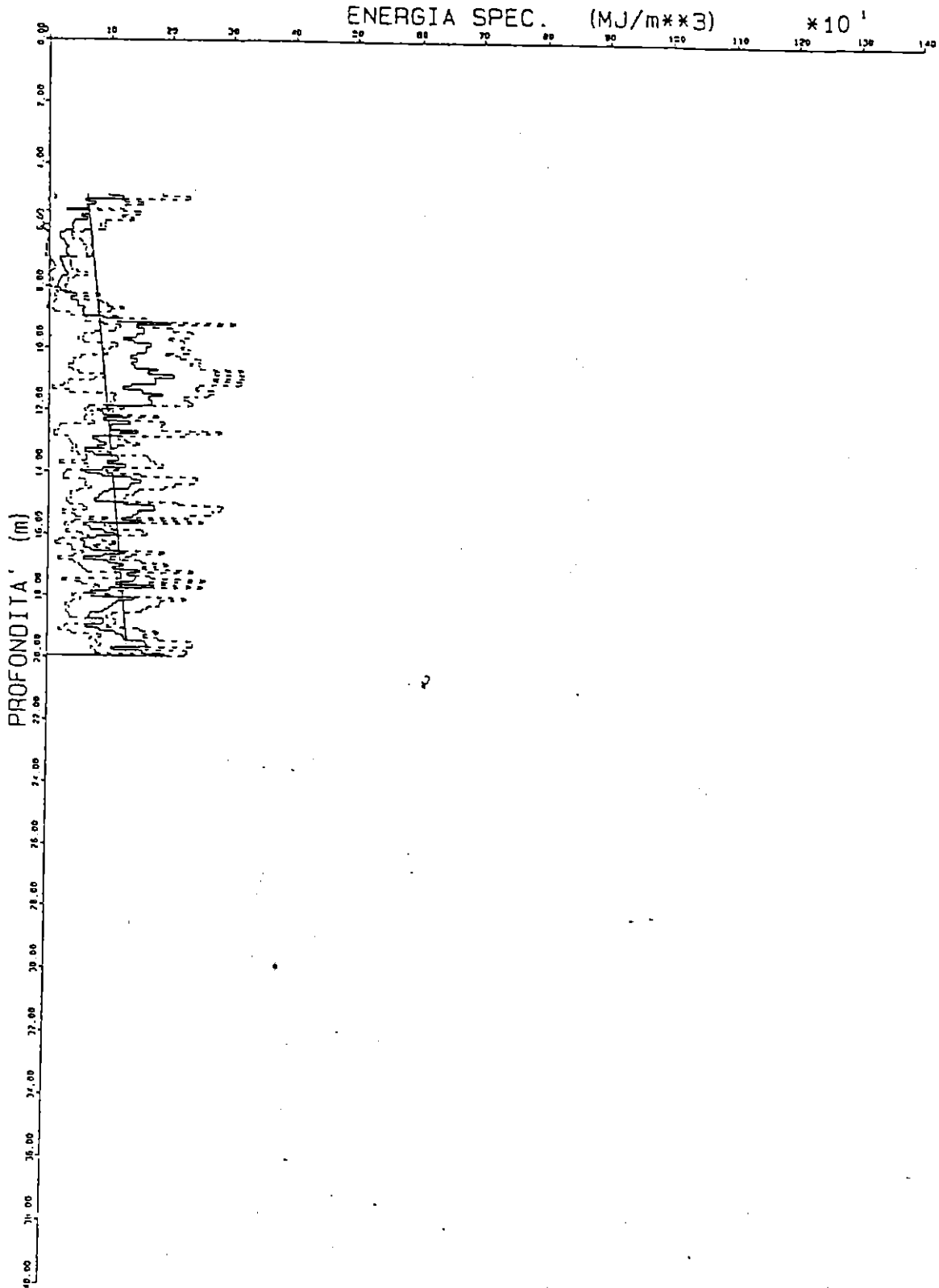
PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 2

PROFONDITA' 5-20 m

RETTA INTERPOLANTE: $4.54 \times z + 39.54$



COMMESSA 96019
DATA 04/97
VISTO LV
REGATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

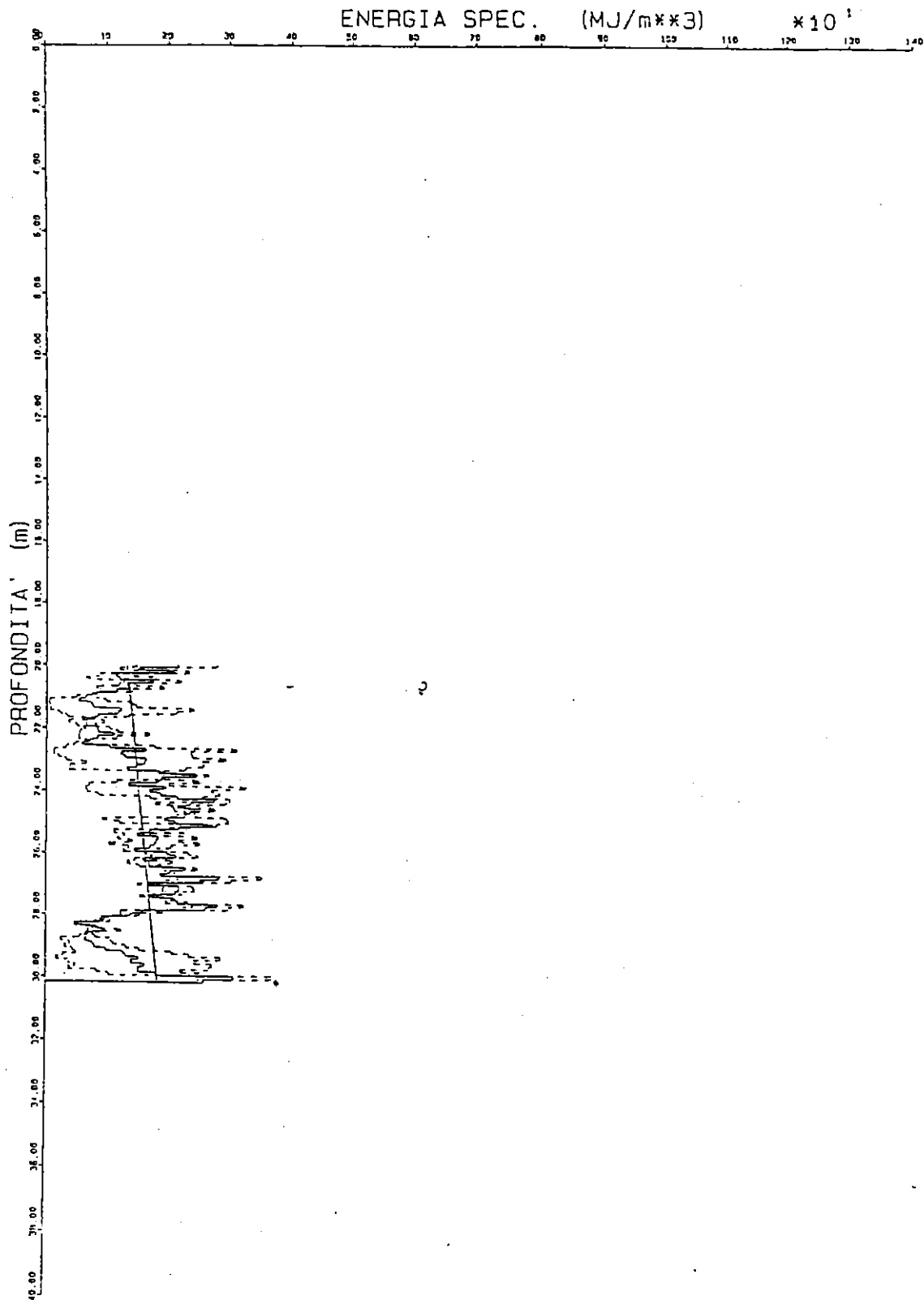
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 2

PROFONDITA' 20-50 m

RETTA INTERPOLANTE: $4.71 * z + 36.06$

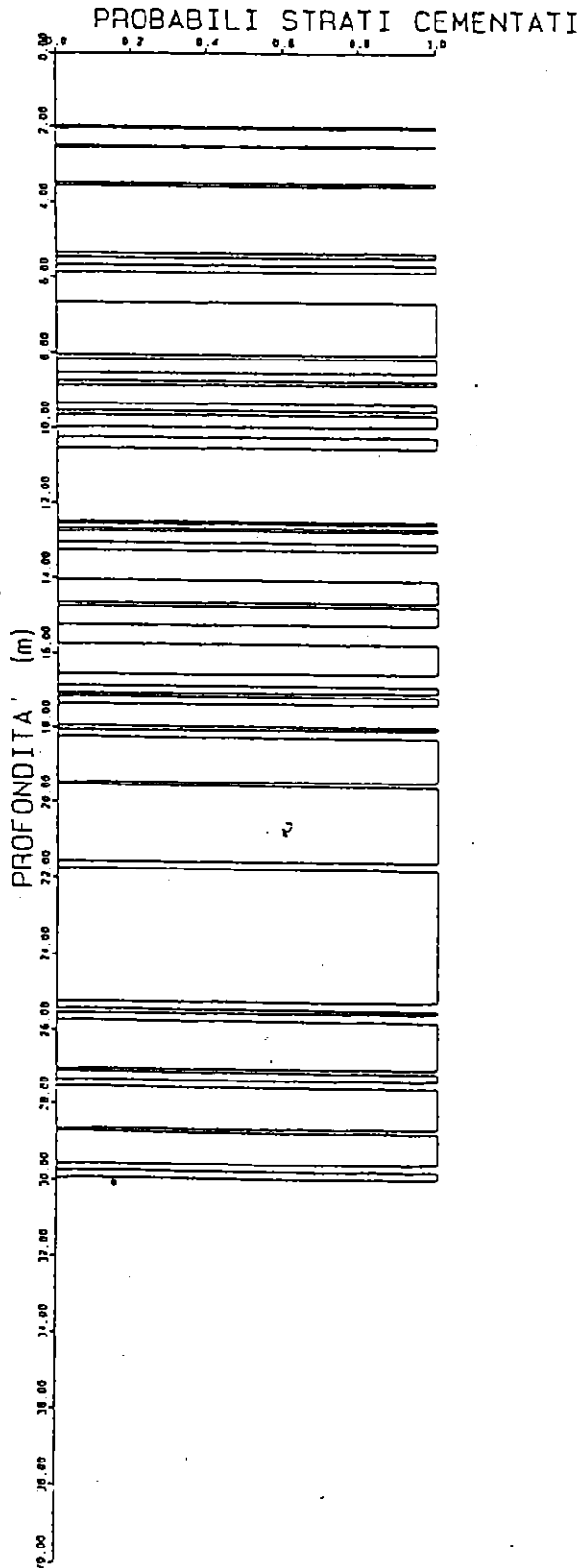


019
SA
C
14/91
DAT
LV
VIS
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO 11 - 01/09/87



COMMESSA 96019

DATA 04/97

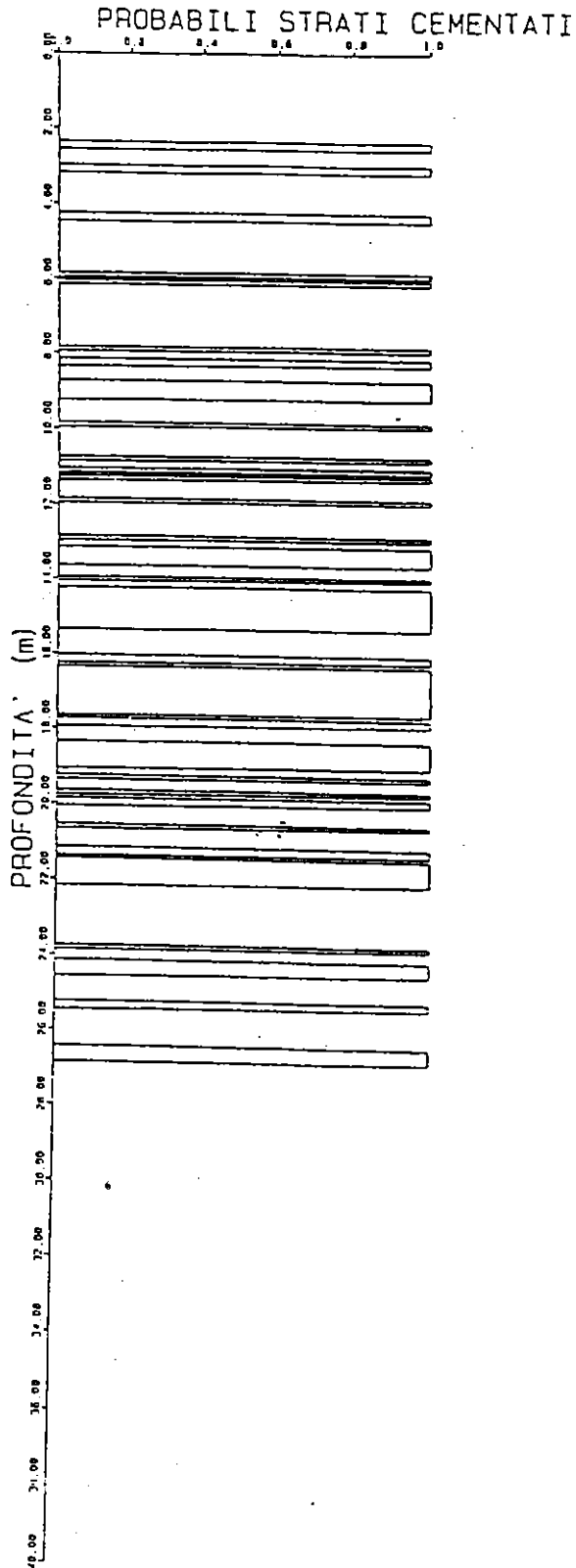
VISTO LV

PIEDINTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T17 - 04/02/88



019

SA

24/9

DAT

LV

VIS

DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

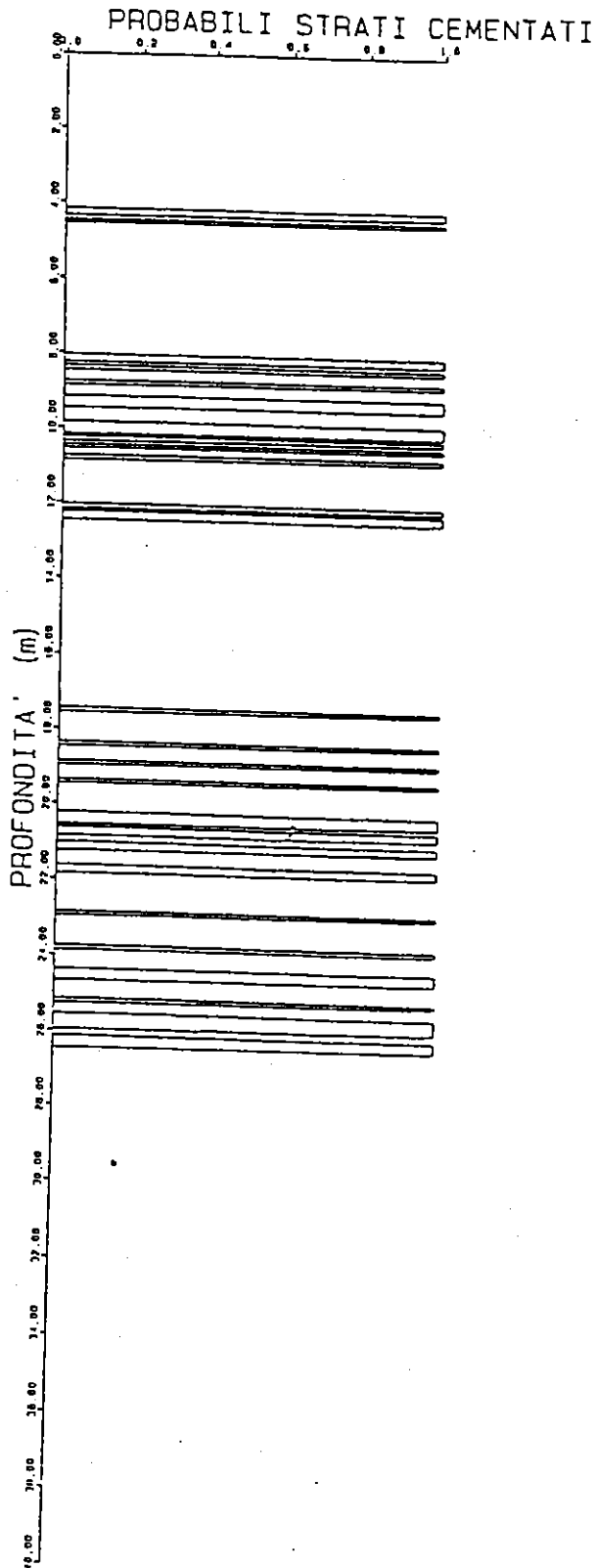
INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T30 - 22/04/88

COMMESSA 58013

DATA 04/91

VISIO LV

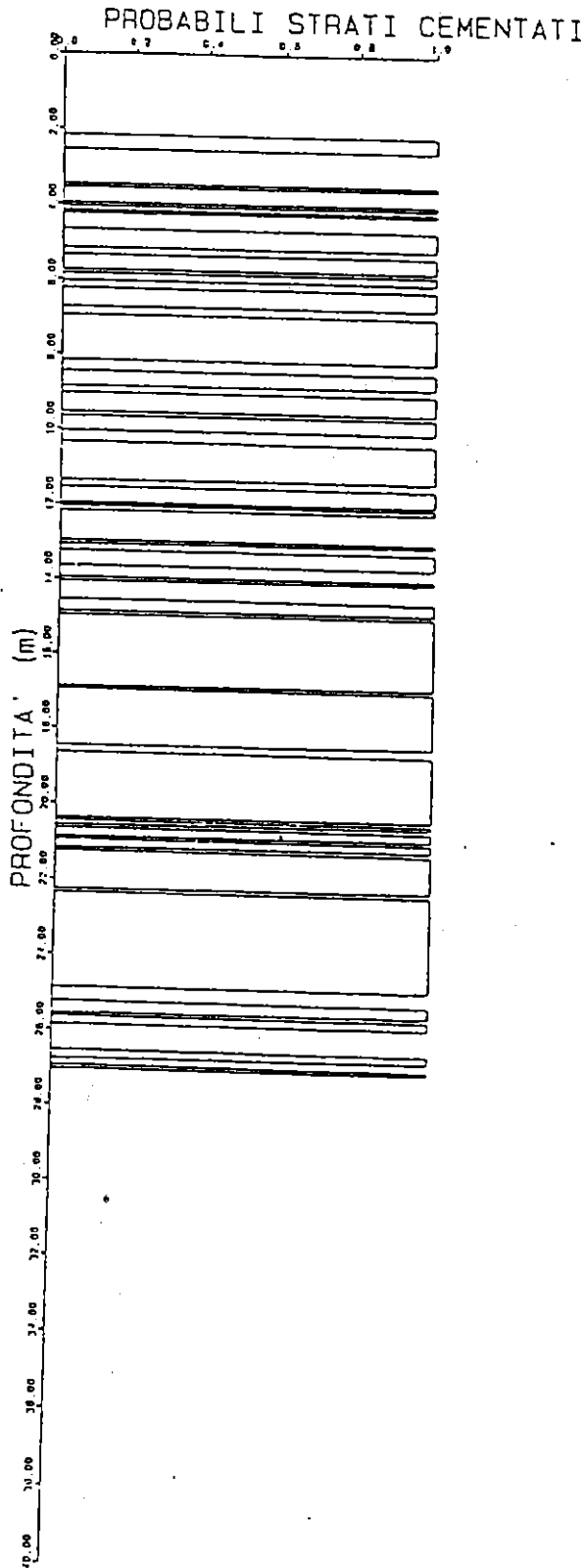
PRODOTTO 511



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO 12 - 01/09/87



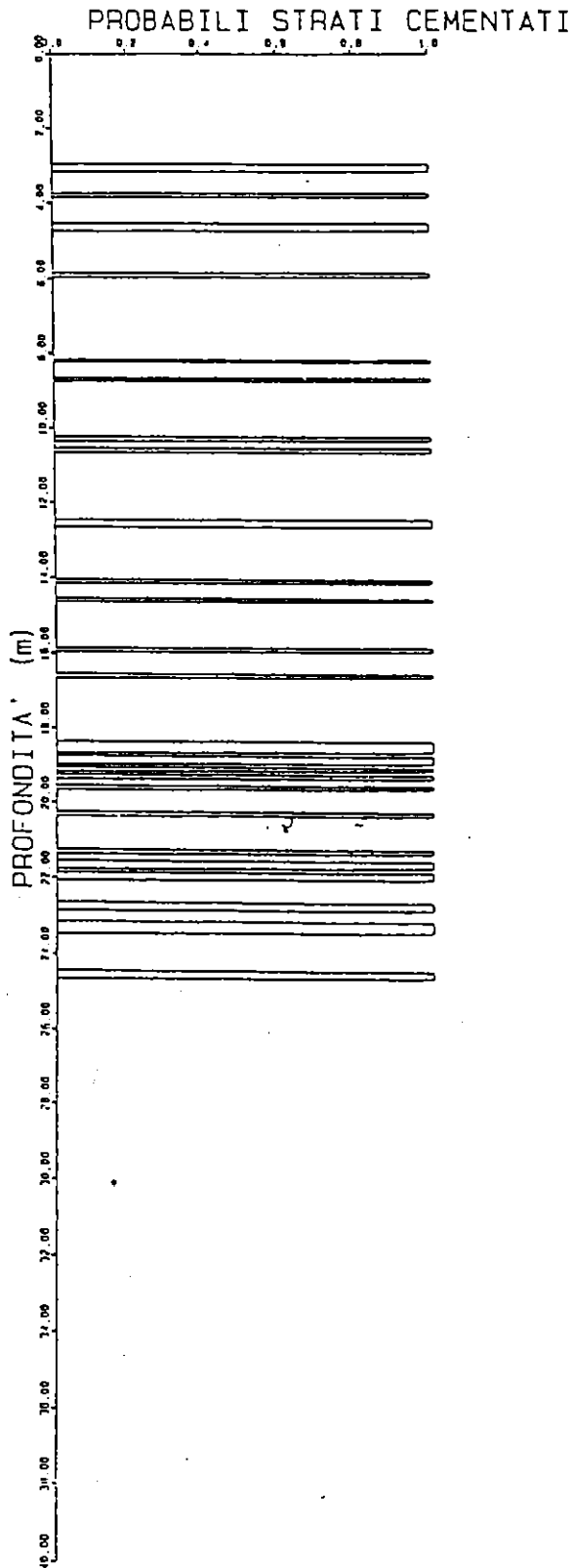
BUJ
SSA
04/07
VIA
LY
D
PEDI

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T1B - 05/02/88

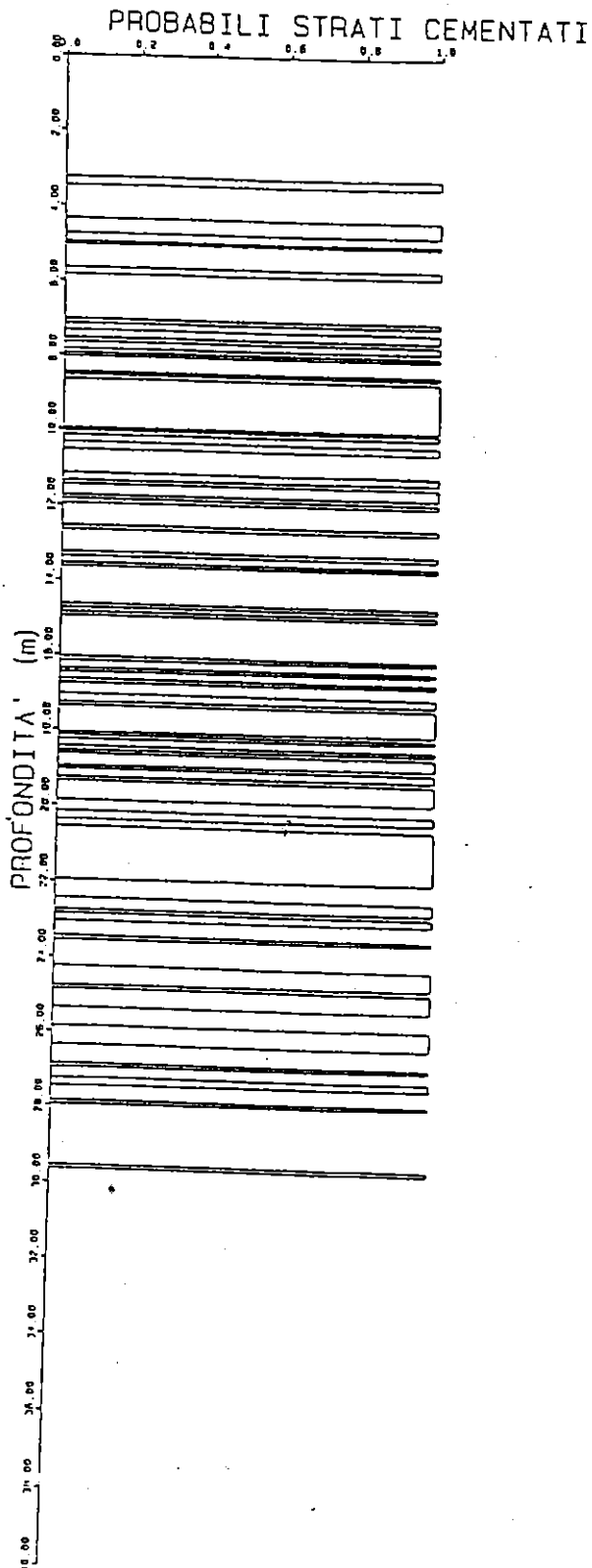


MEUA110 DP VISTO LV DATA 04/97 CUMME SSA 90117

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO 13 - 01/09/87



COM. S.S.

DATA 01/09/87

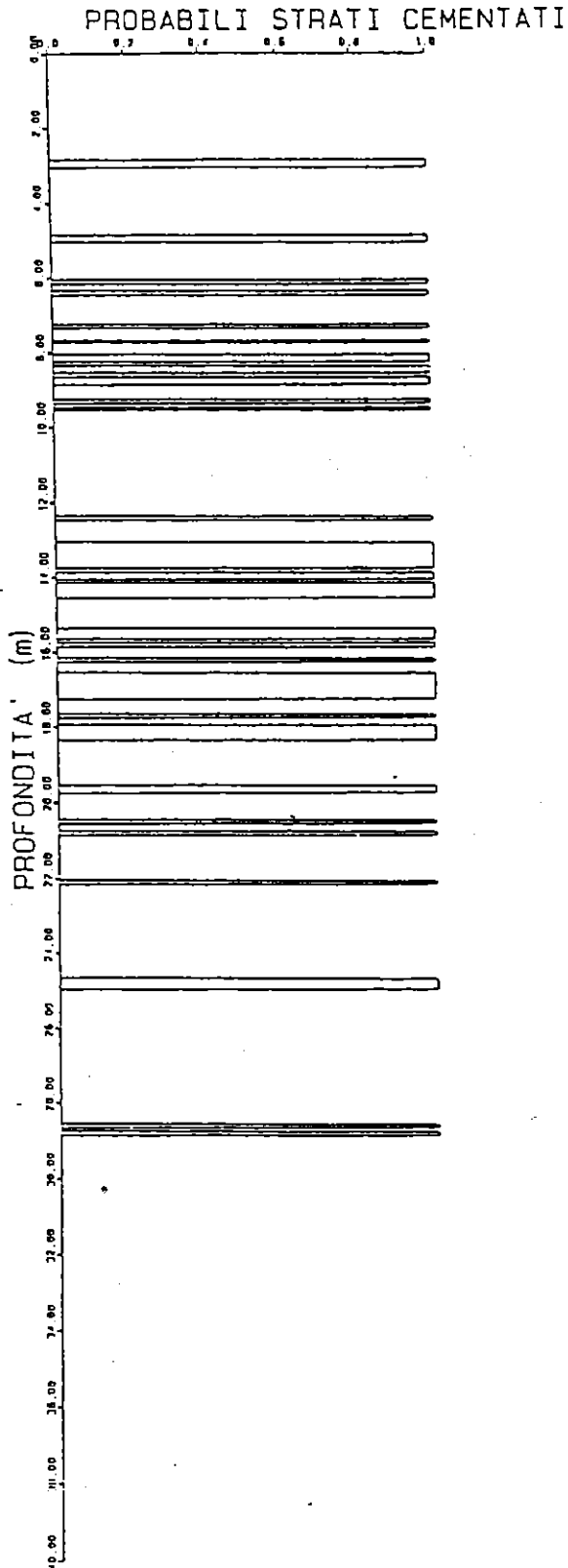
VISTO LV

UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO 04 - 01/09/87



DATA 04/97

VISTO LV

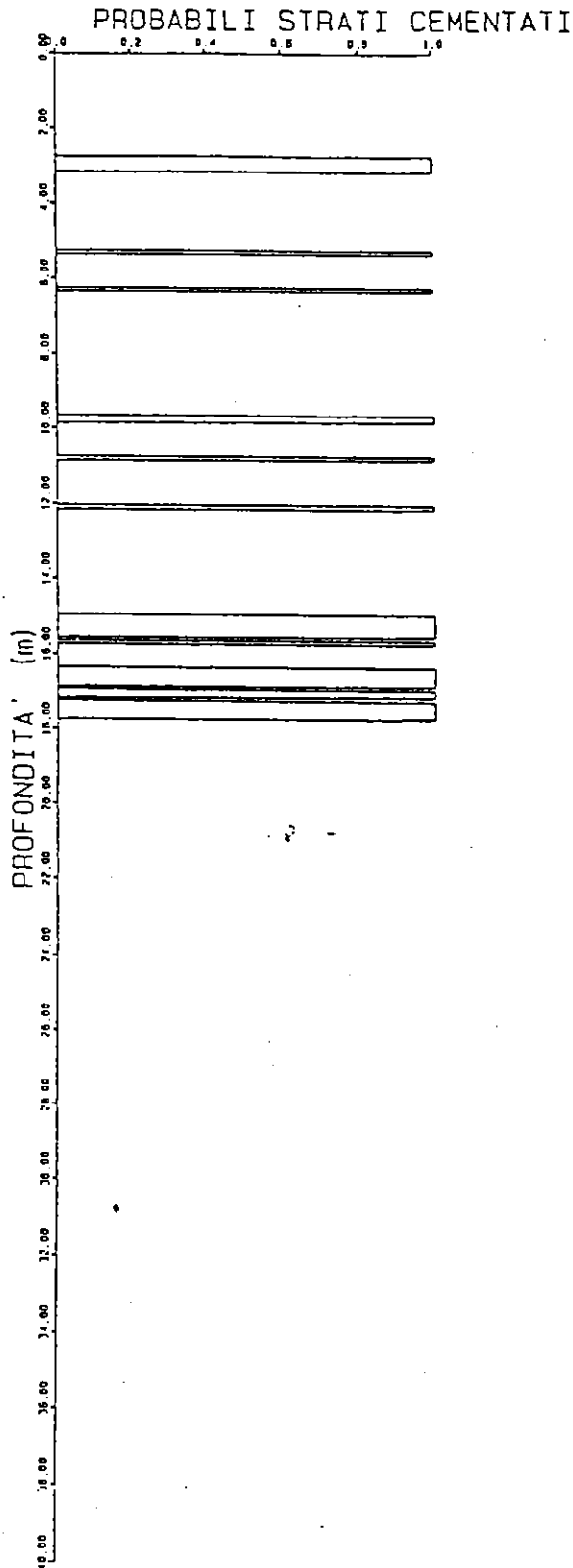
REDATTO OP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T22 - 26/02/88

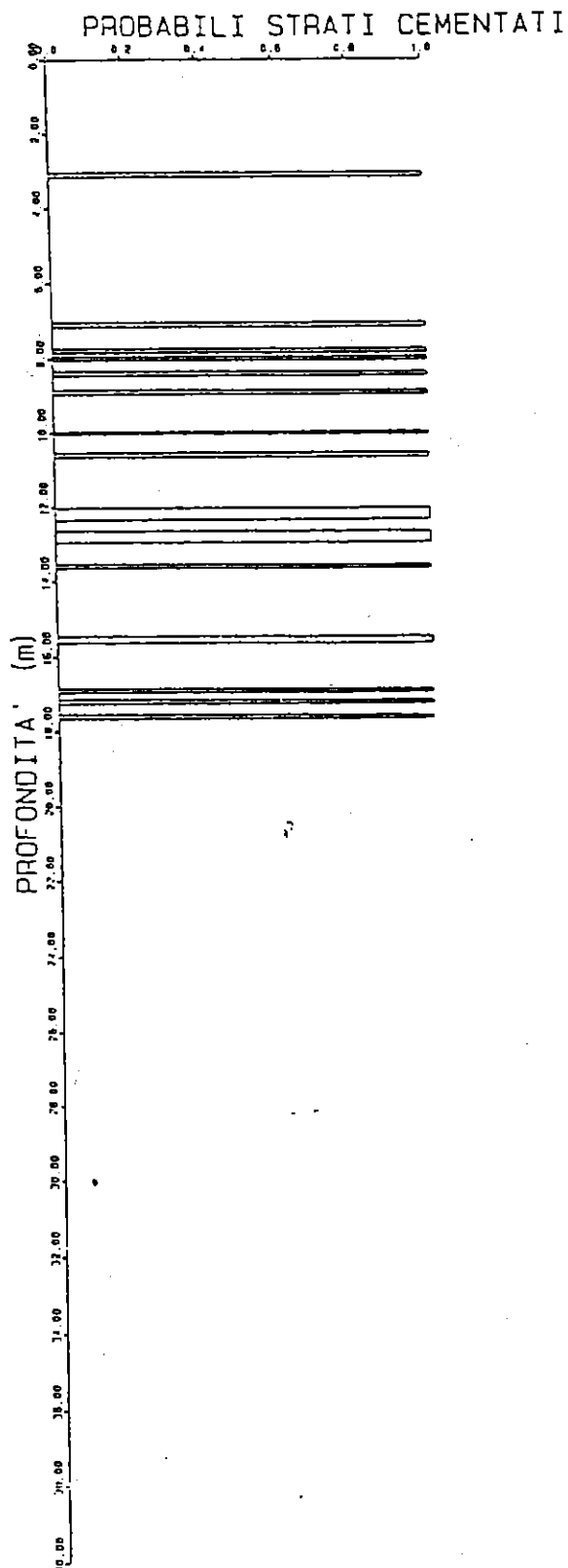


EDATA DF VISTO LV DATA 04/91 SU MEDIA

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T26 - 24/03/88



COMMESSA 90119

DATA 04/97

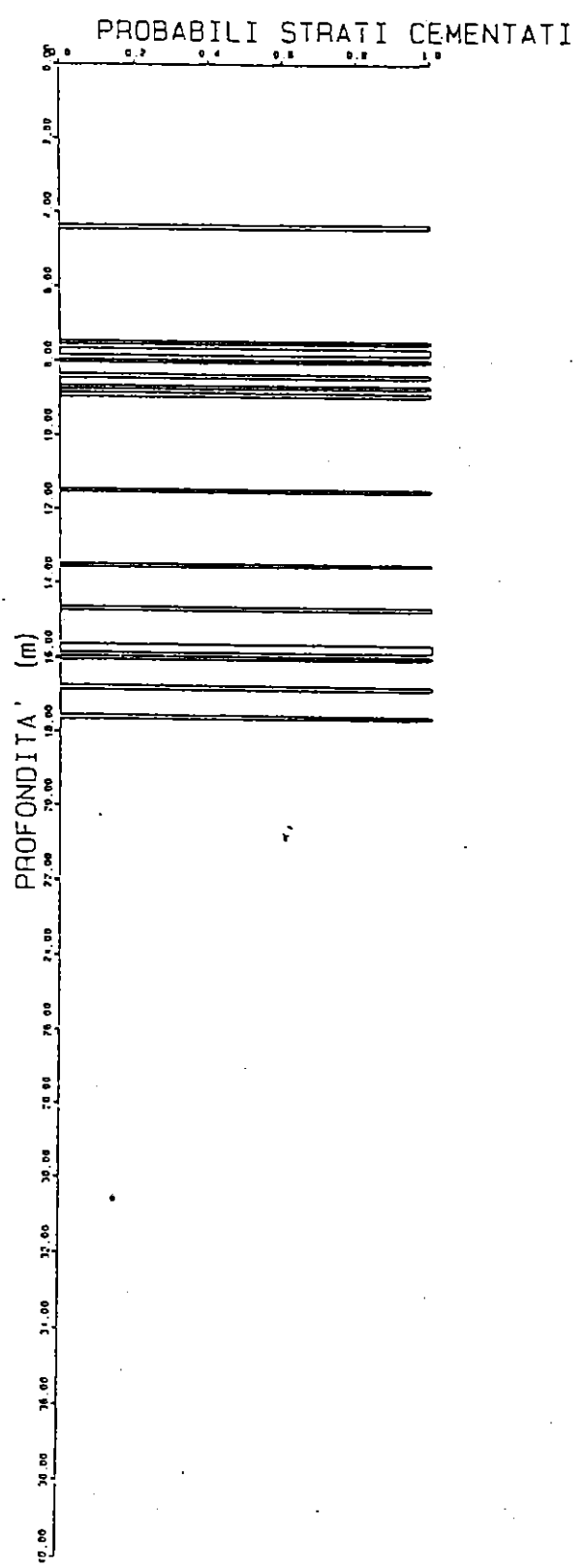
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T21 - 25/02/68



1001

VSS

104/C

DA

LV

VI

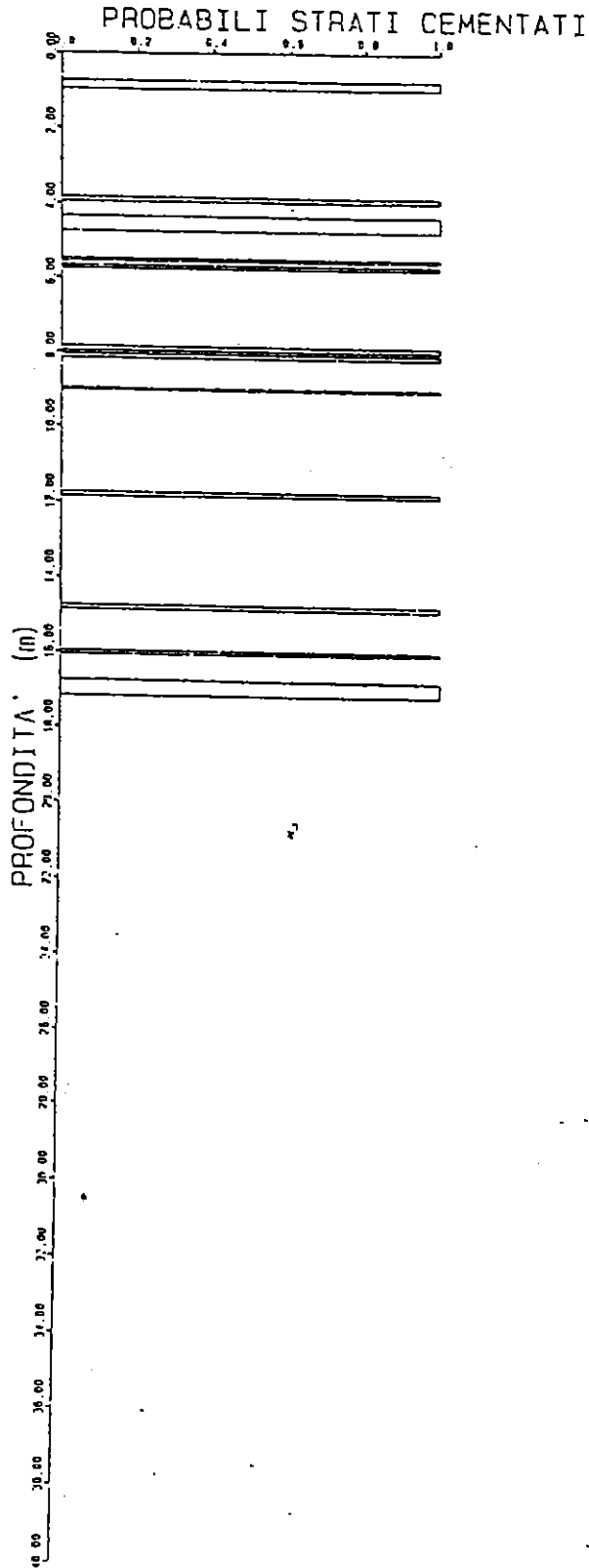
DP

EDAT

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T10 - 01/02/88

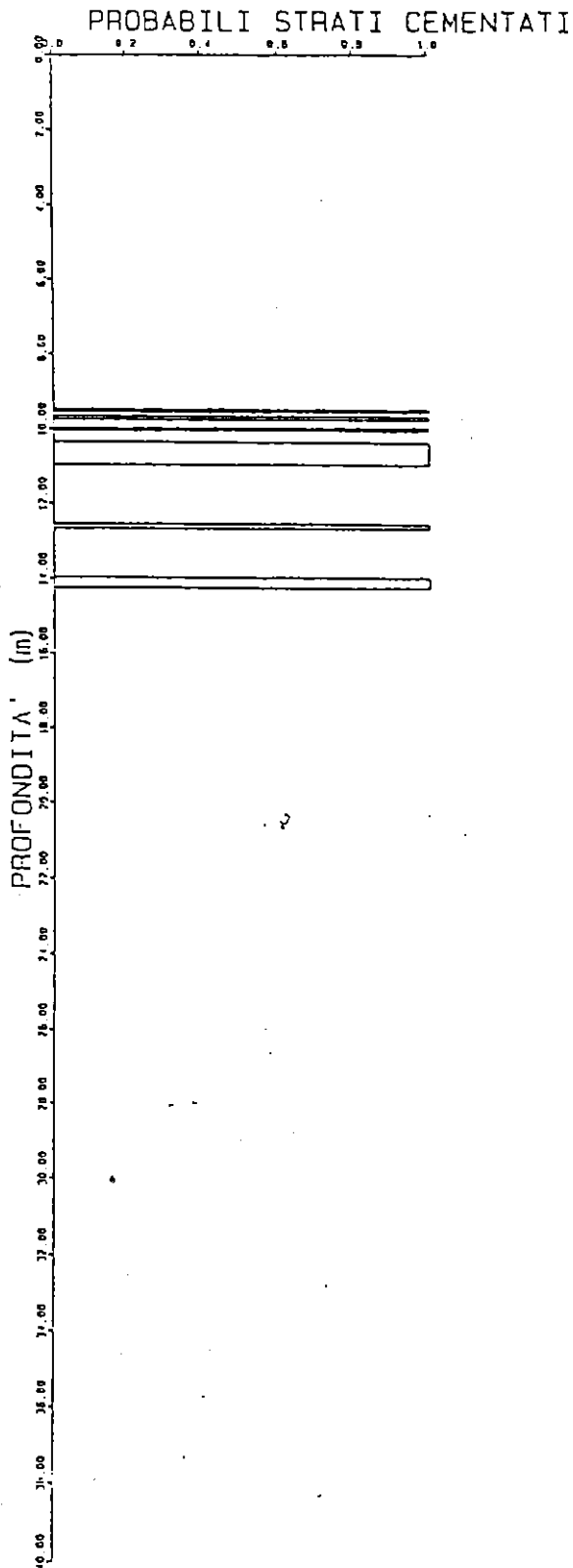


REDATTO DP VISTO L.V. DATA 04/97 COMMESSA 50019

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T11 - 01/02/88



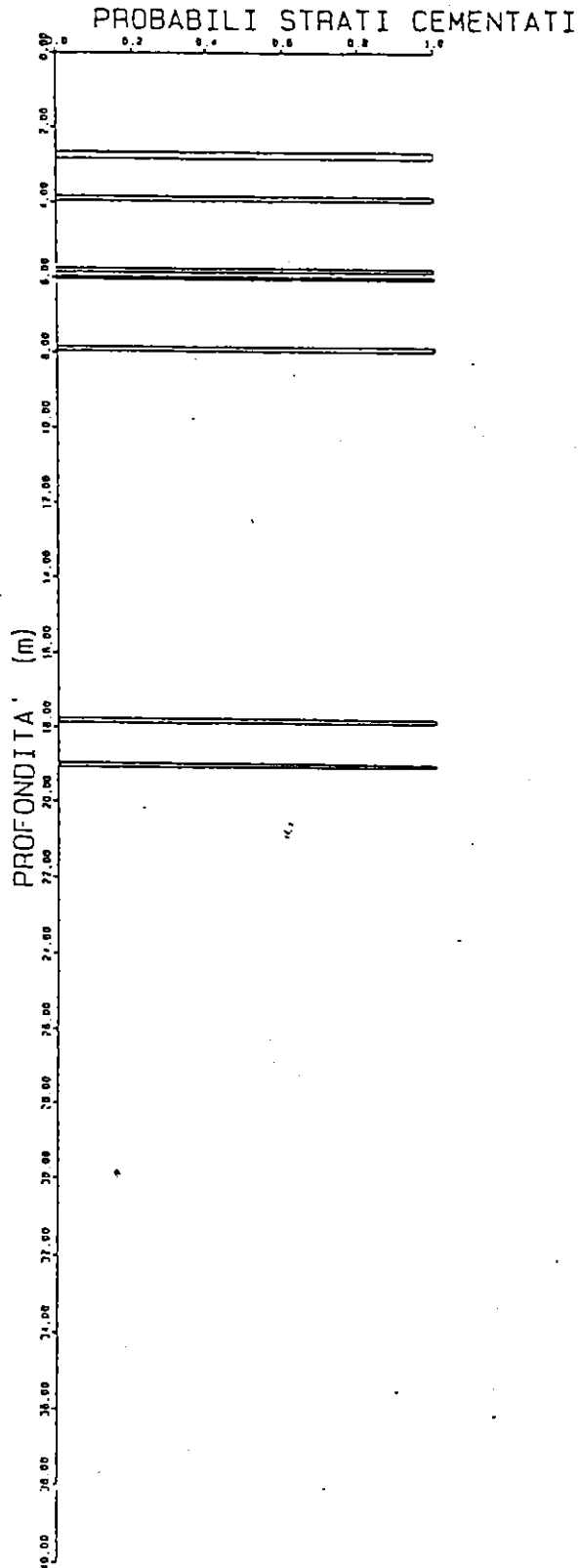
0019
SA
1/97
DATI
V
VIS
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T24 - 17/03/88

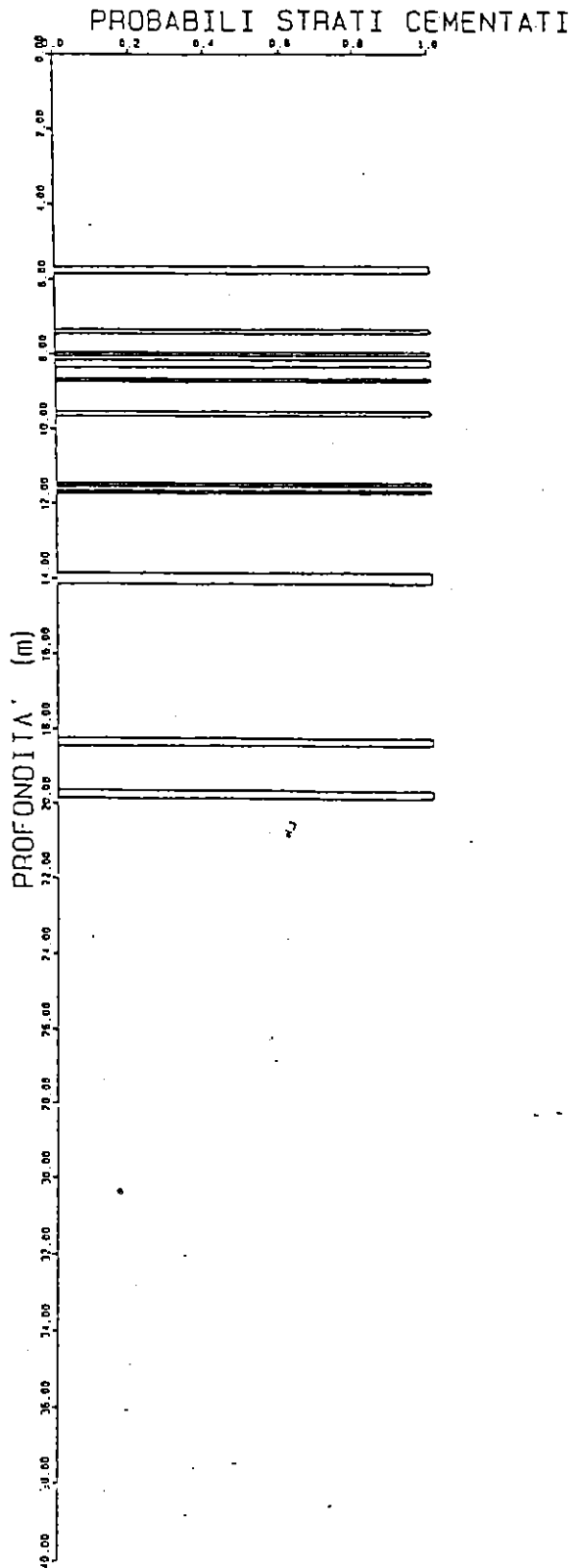


REDAITTO DP VISTO LV DATA 04/91 LUMINOSA 50012

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T25 - 17/03/88



PROFONDITA' (m)
0.00
2.00
4.00
6.00
8.00
10.00
12.00
14.00
16.00
18.00
20.00
22.00
24.00
26.00
28.00
30.00
32.00
34.00
36.00
38.00

PROBABILI STRATI CEMENTATI

0.00 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

DATA 03/87

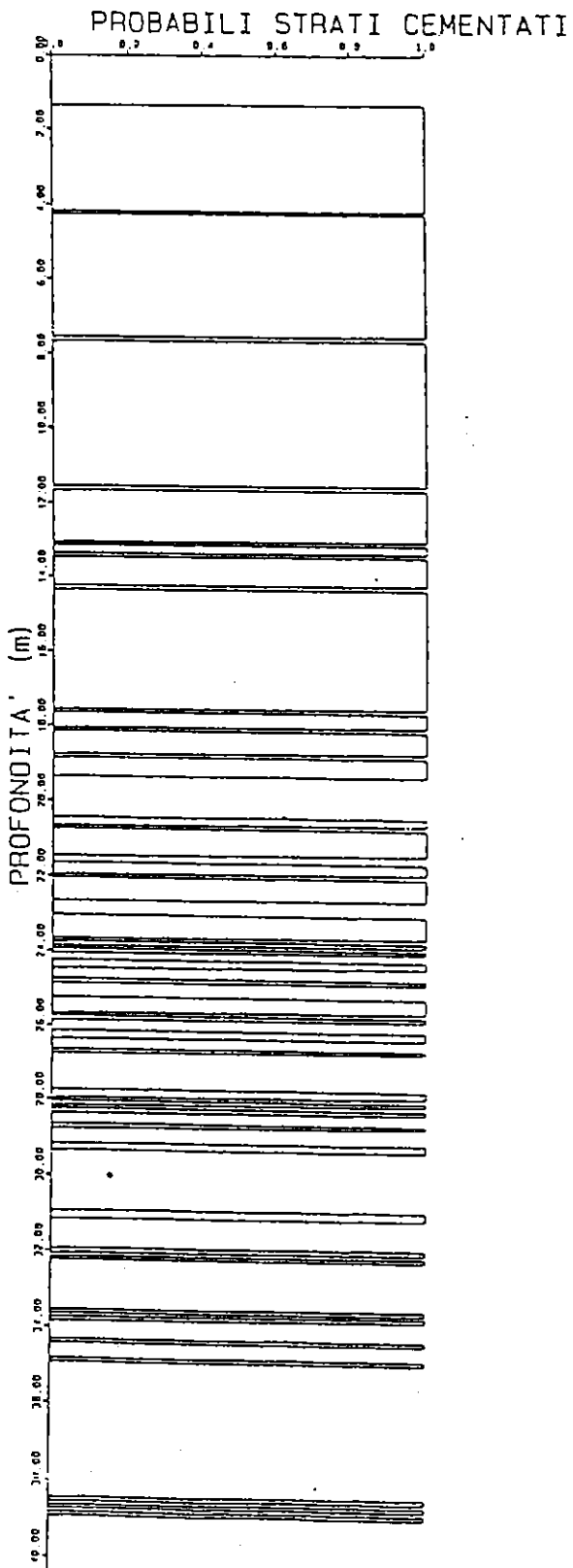
VISTO LV

UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D1



DATA

04/97

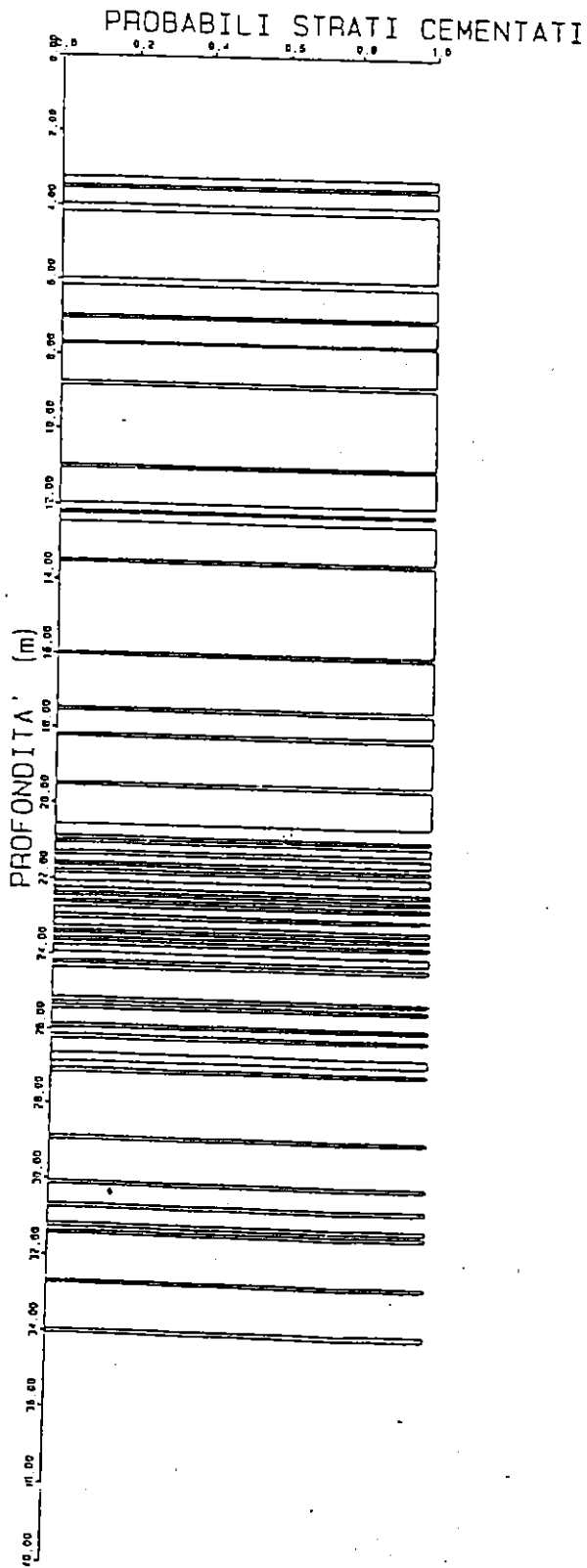
VISTO LV

REGIATO UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D2

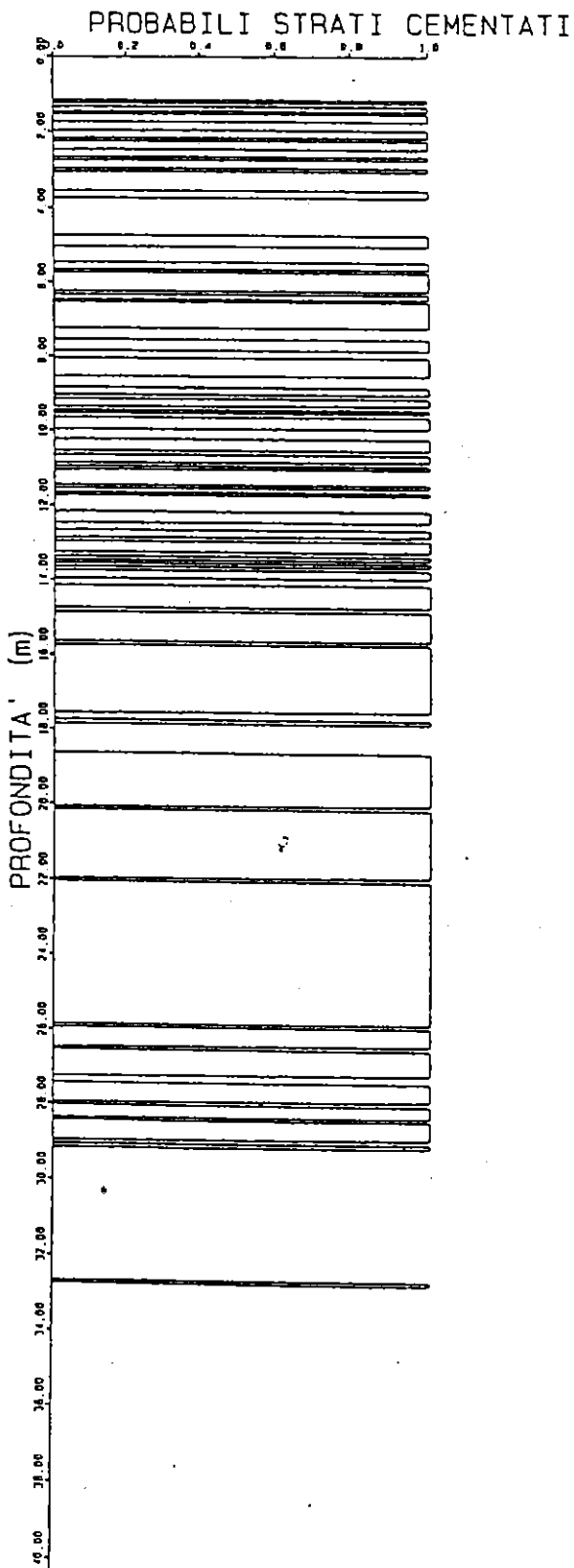


RTVIA
TIM-SSA
DATA 07/97
LV
VISTO
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D3

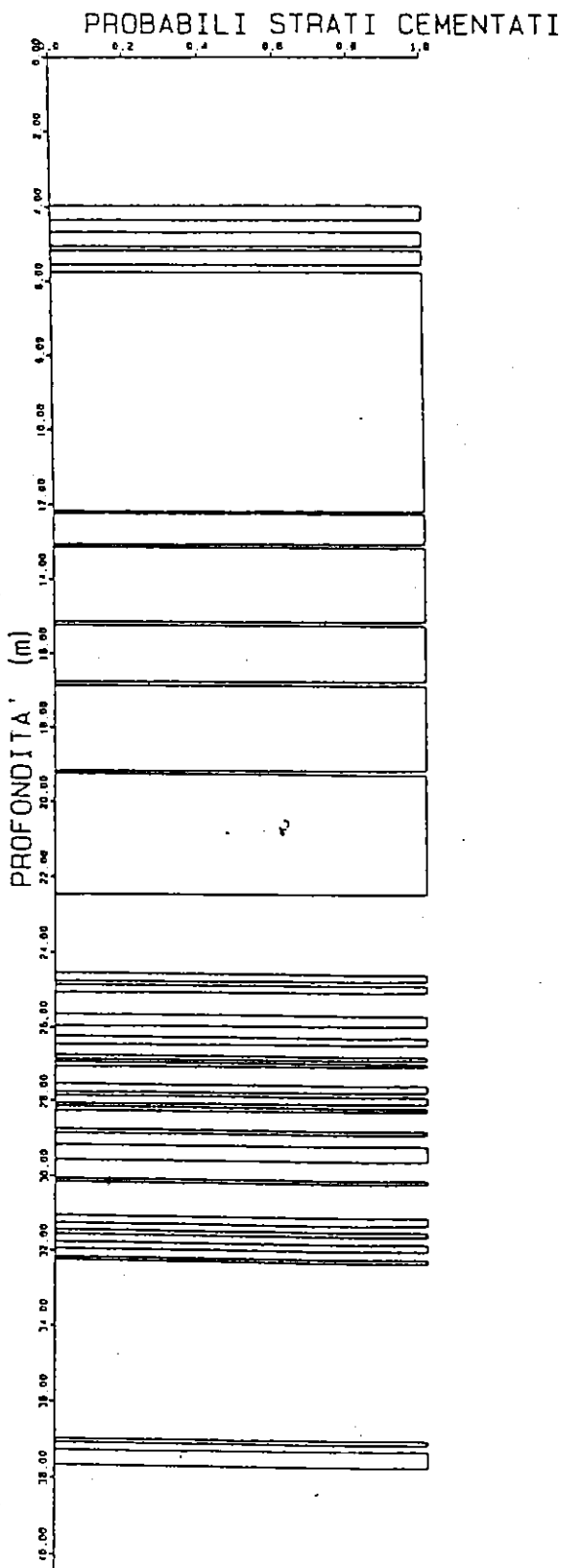


COMMESSA 96019
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D4



nr 019

DATA 1/97

LV

VIS

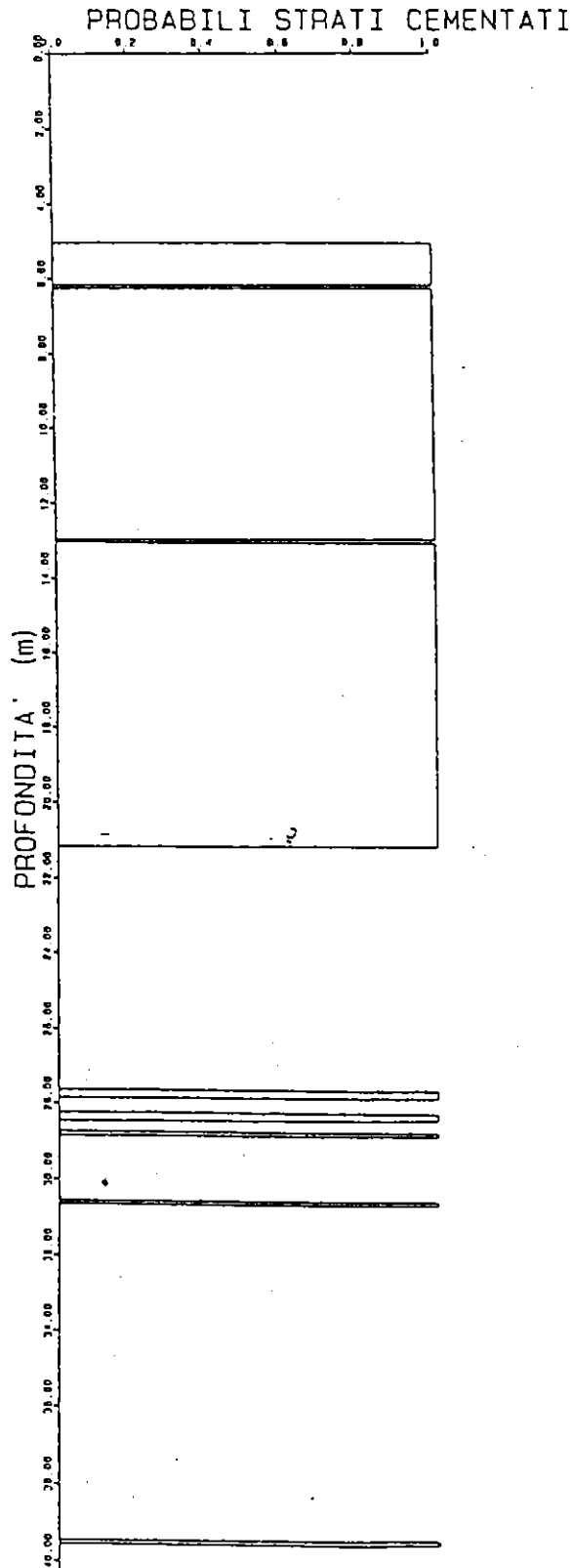
DP

DATA

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D5

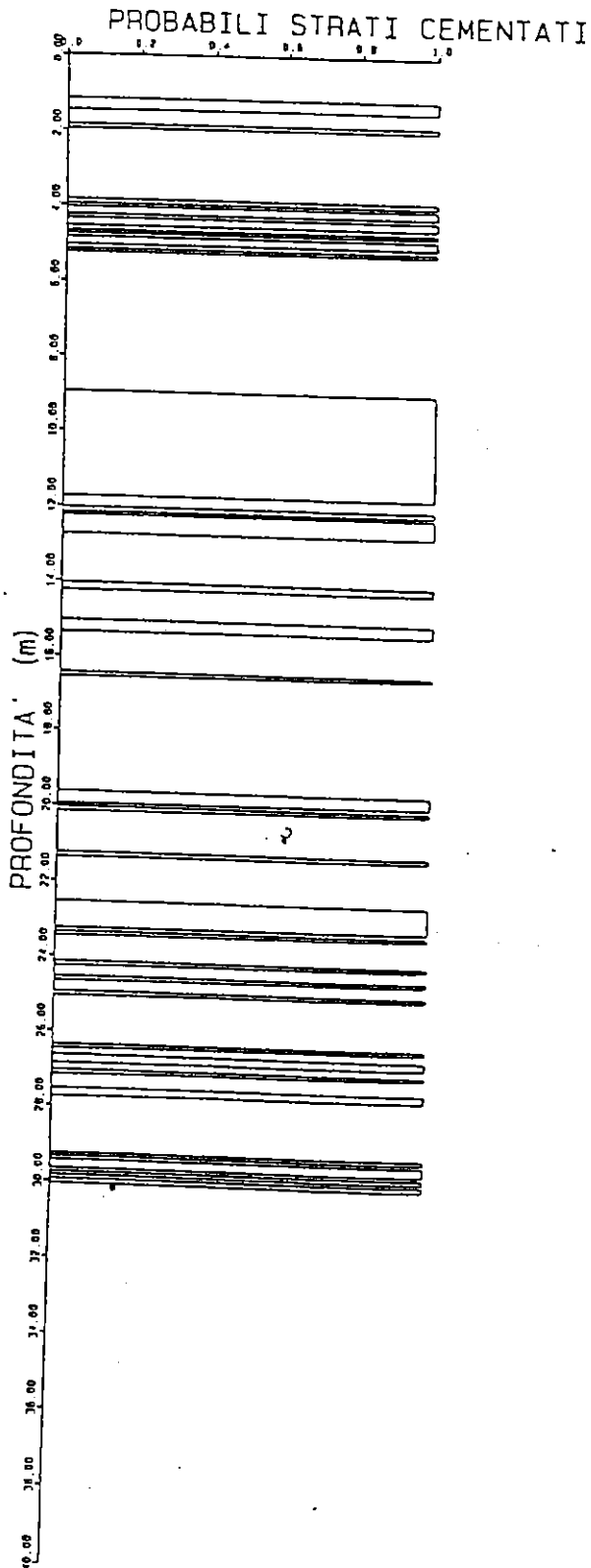


96019
COMMESSA
DATA 04/97
VISTO LY
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D6



RTI
LIMB-SSA

DATA 1/17/97

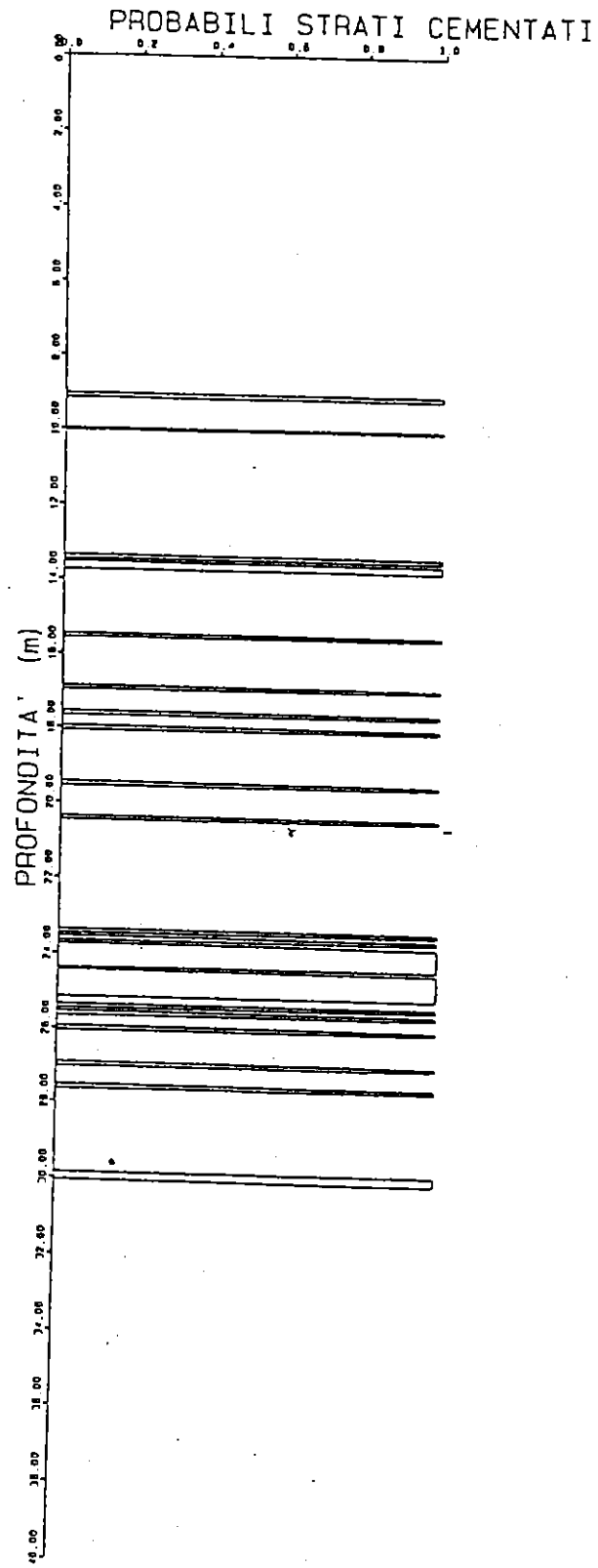
LV

YID

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D7

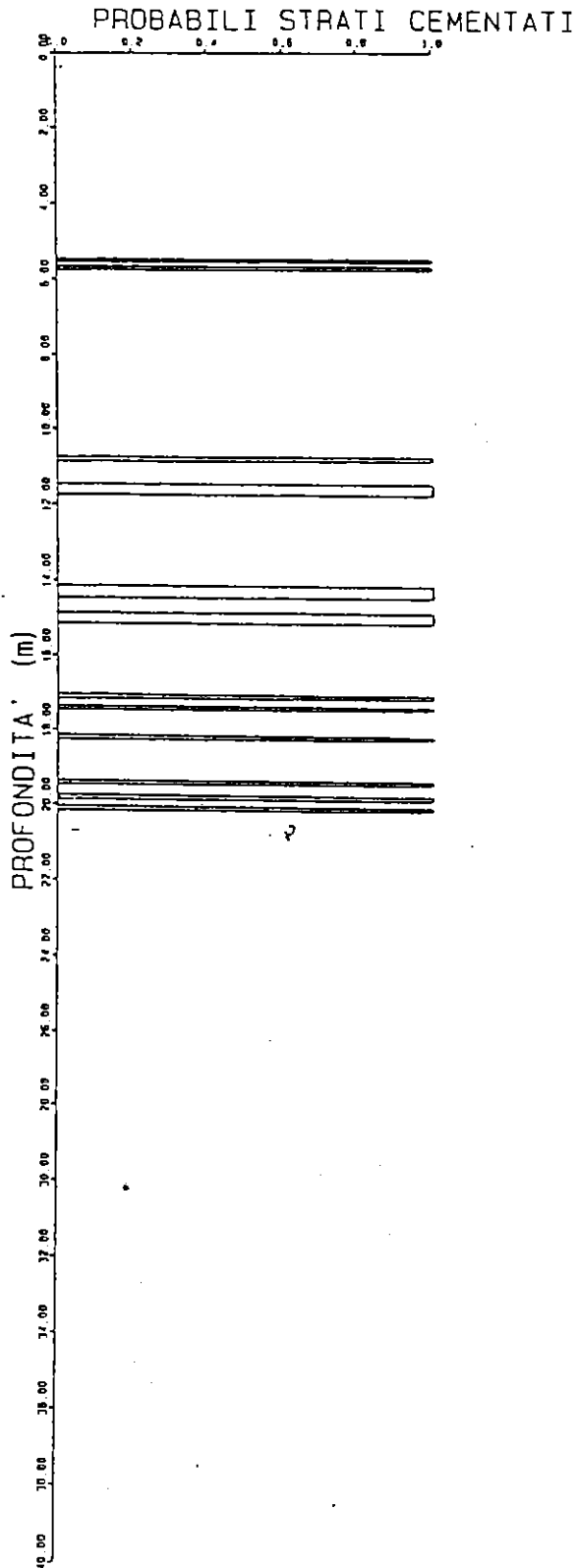


ETNOME
CUMMESA
VIA
VISIU
HEOATTO

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO 08



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

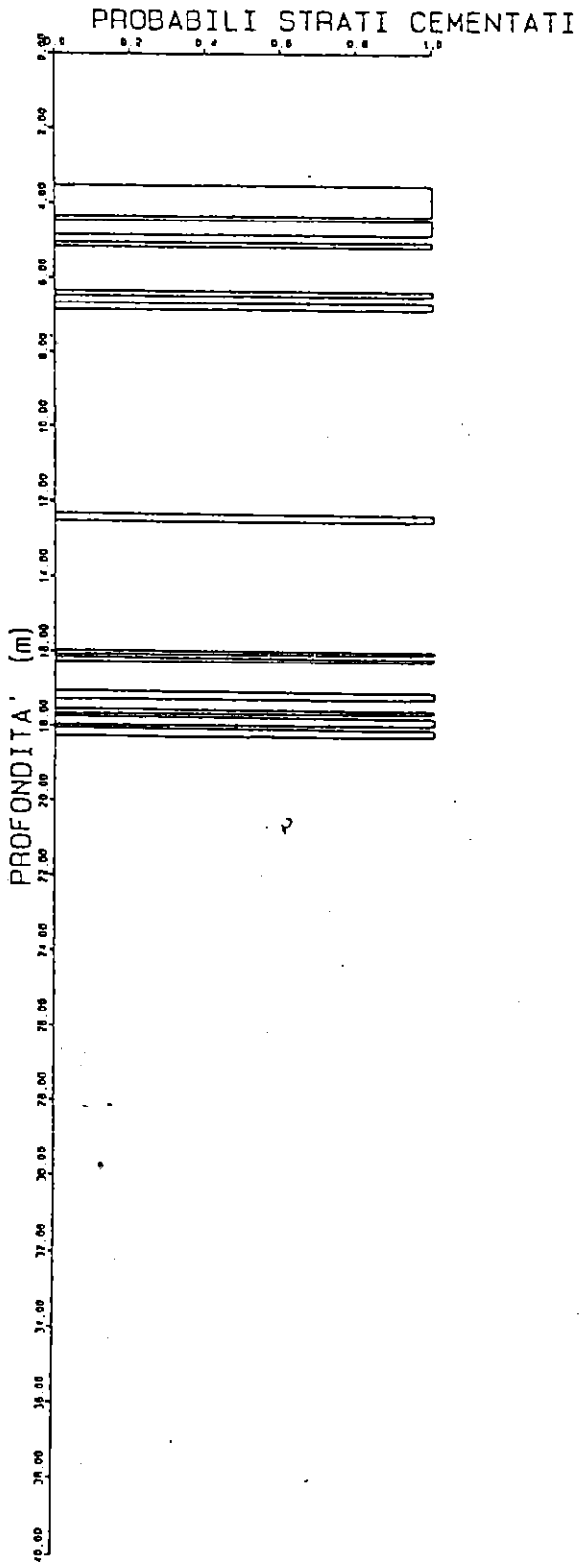
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO 09

COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

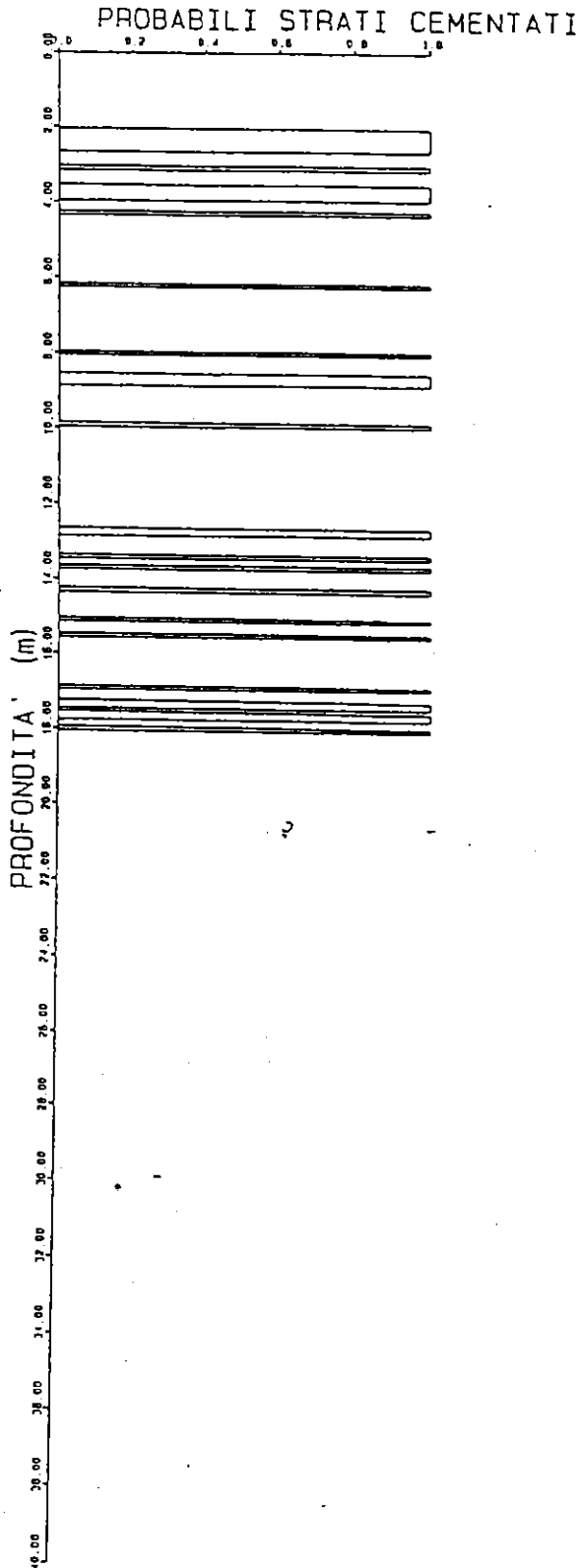
REDATTO DP



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

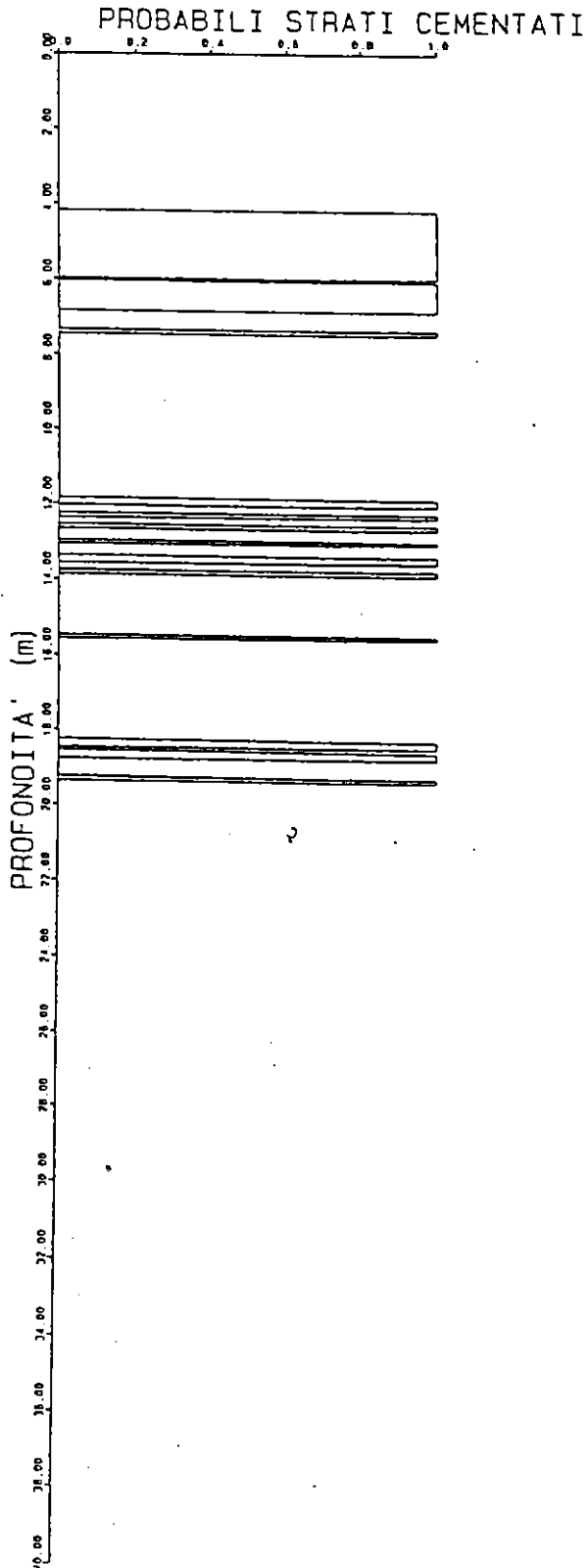
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D10



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D11



LUMINOSA

DATA 04/97

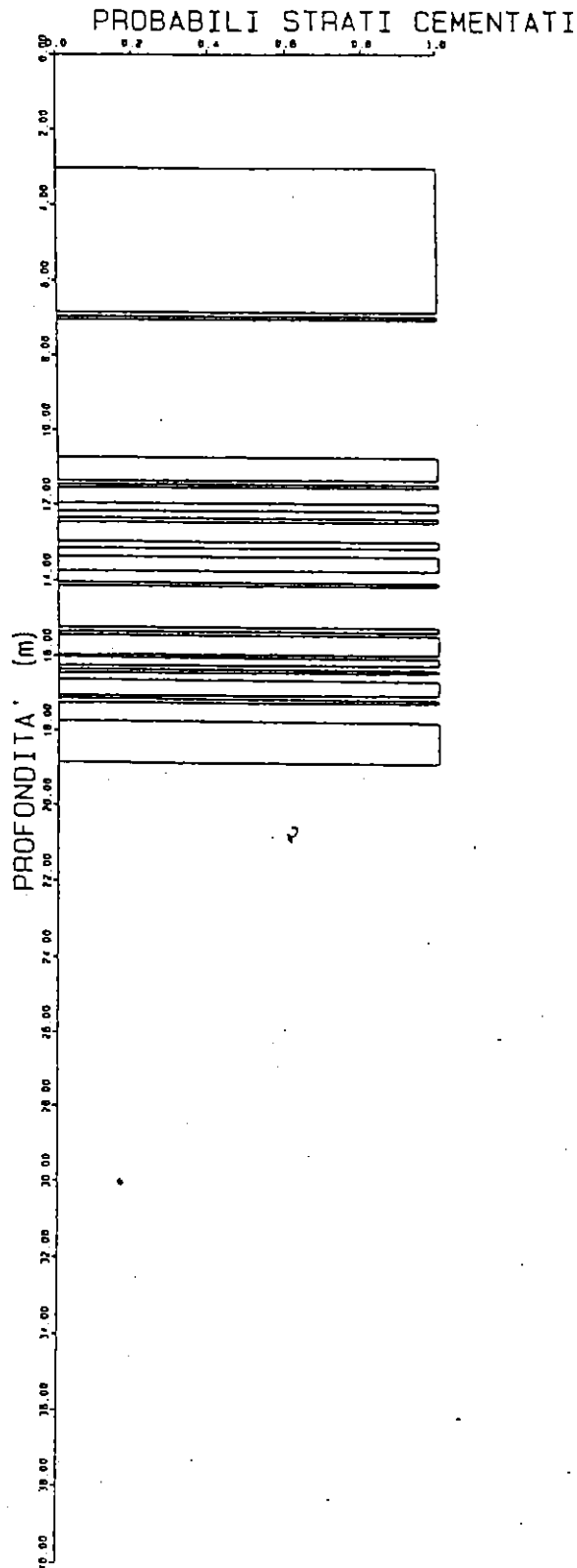
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

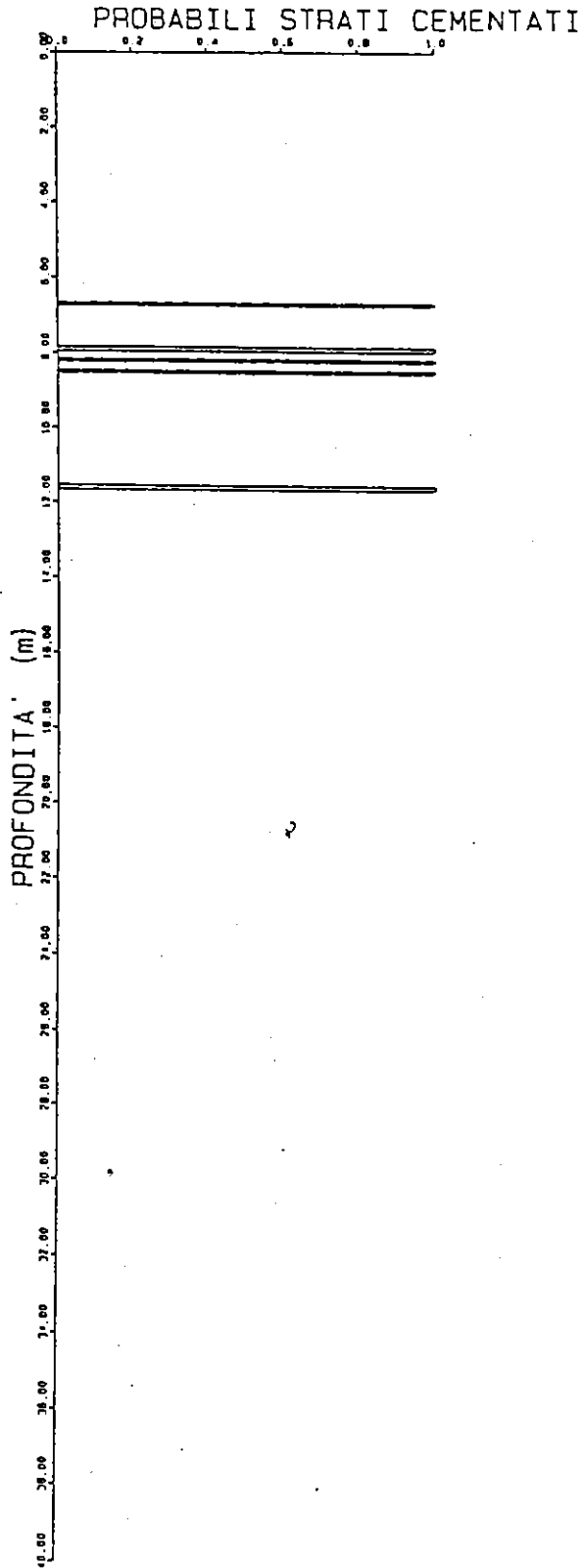
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D12



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D13



COMMESSA 96019

DATA 04/97

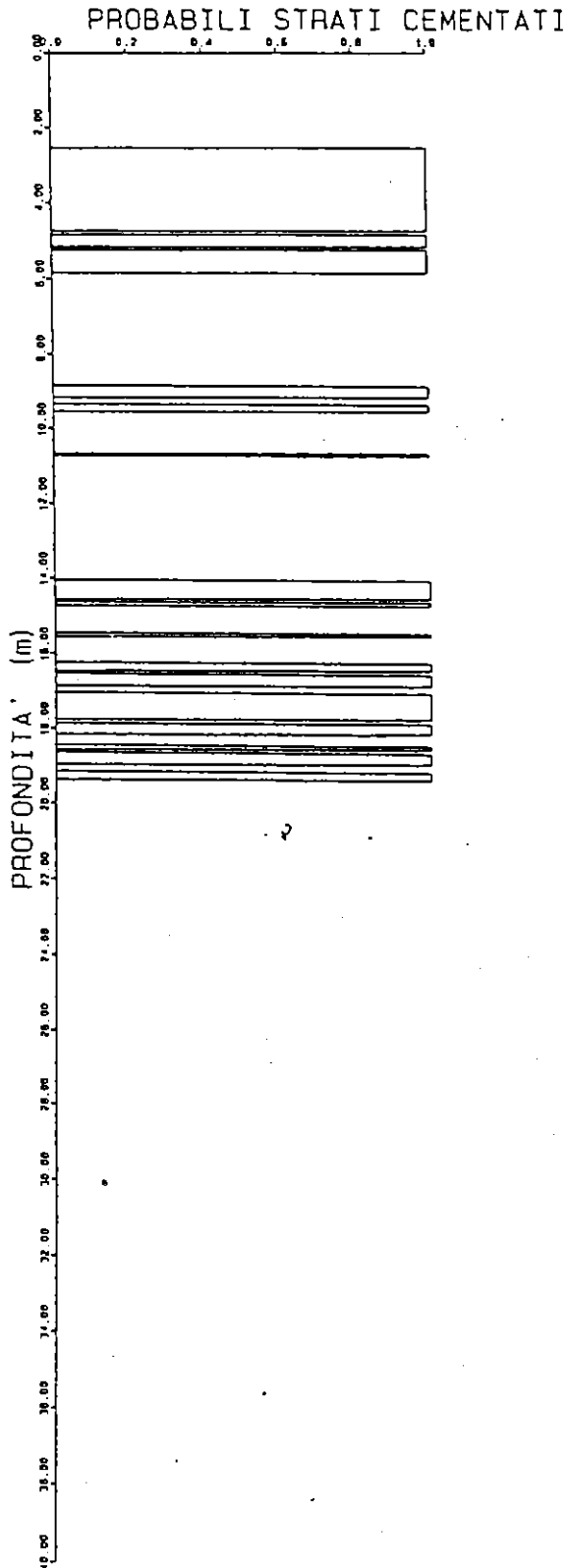
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D14

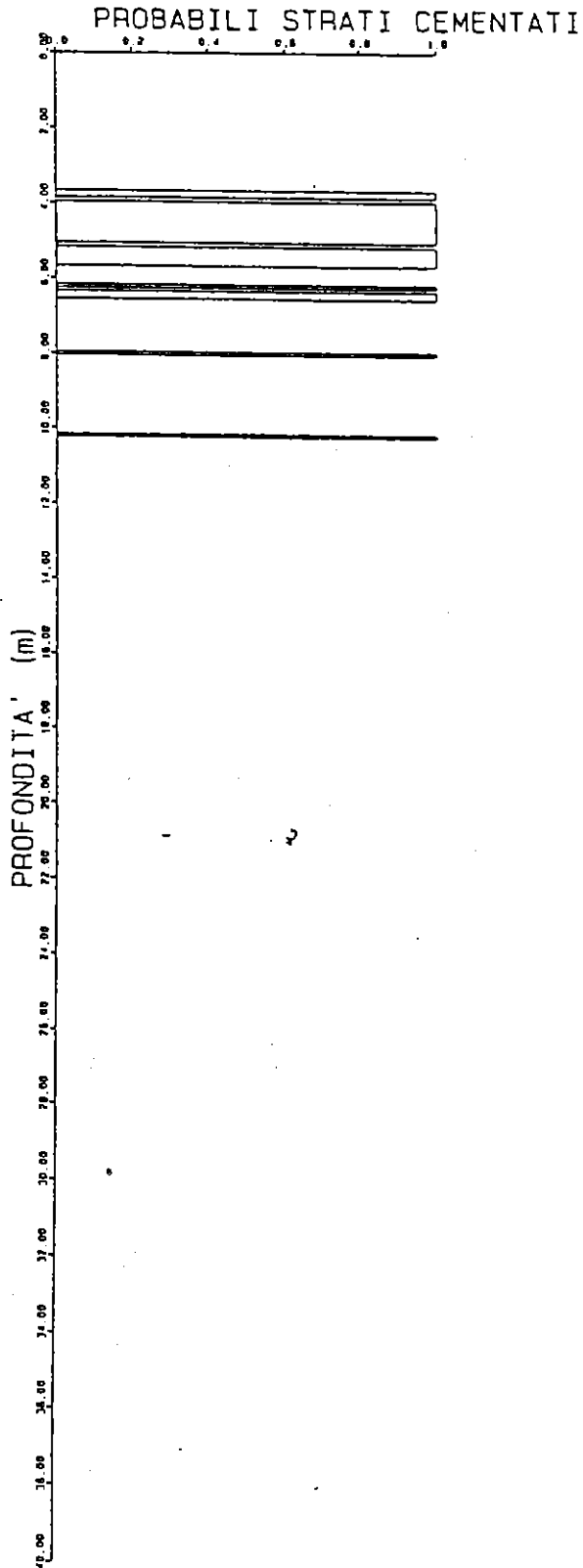


DP VIS LV DATI 4/97

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D15

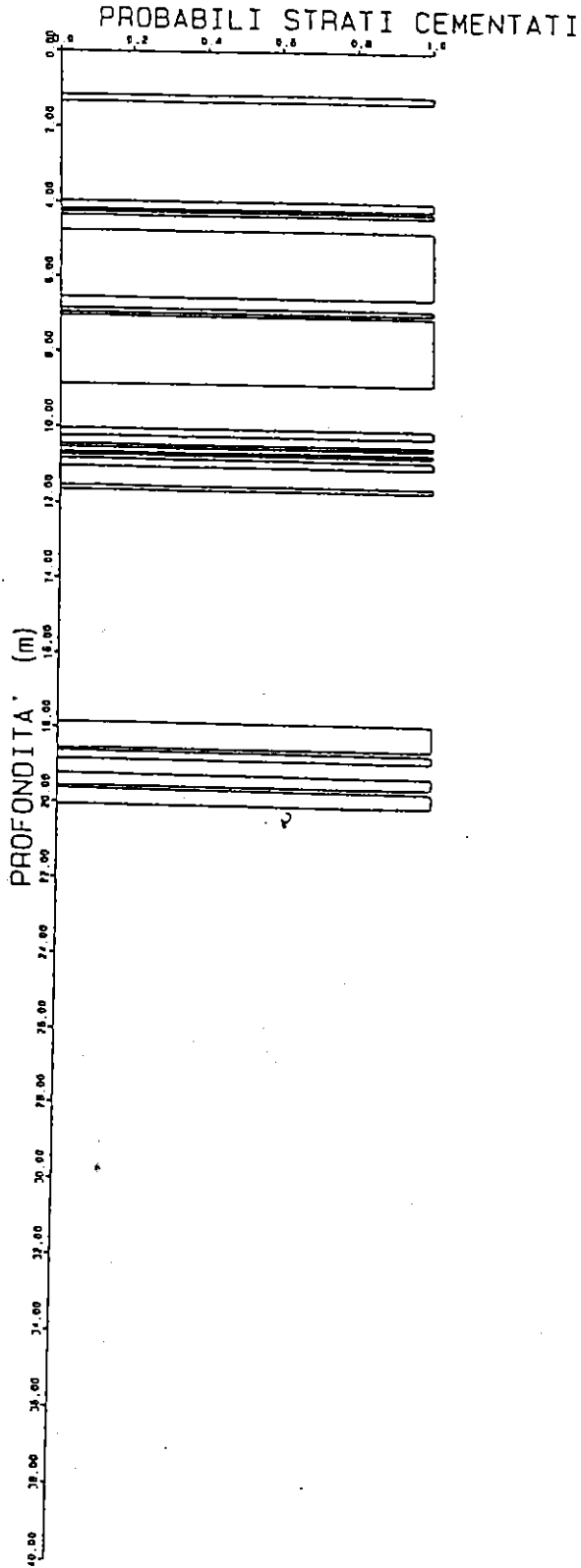


COMMESSA 95019
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

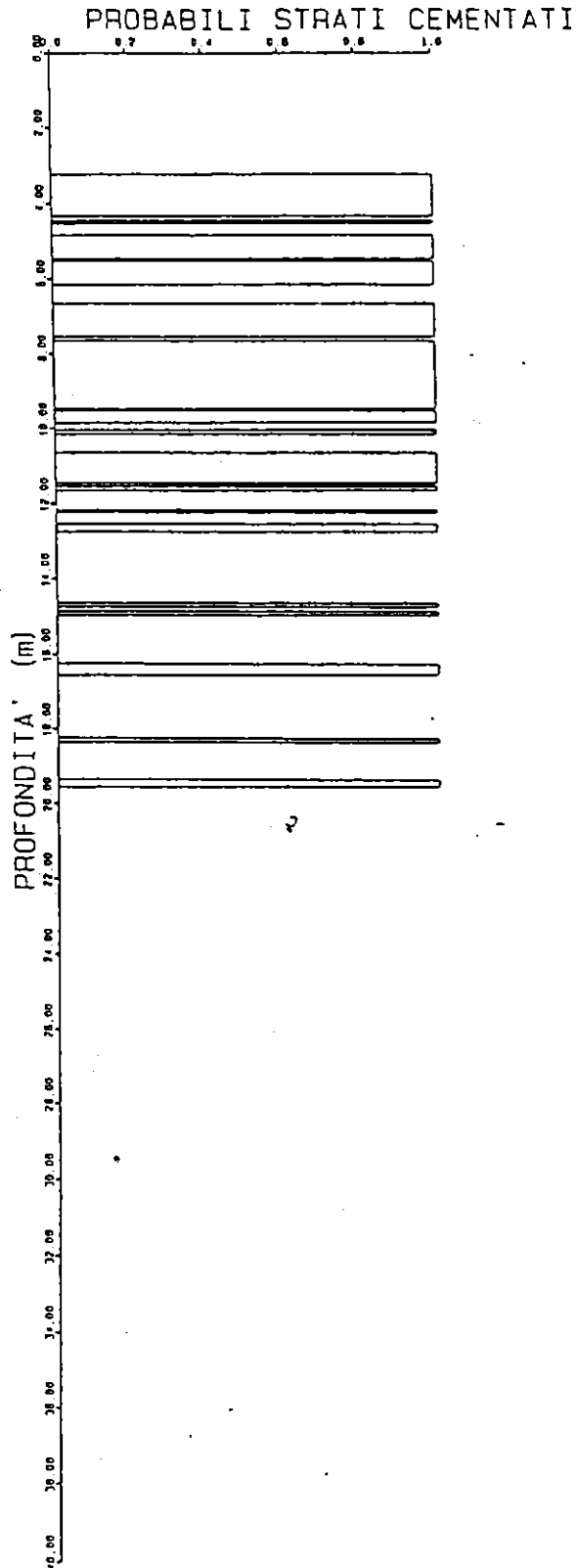
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D16



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D17



PROV. TORINO

DATA 04/97

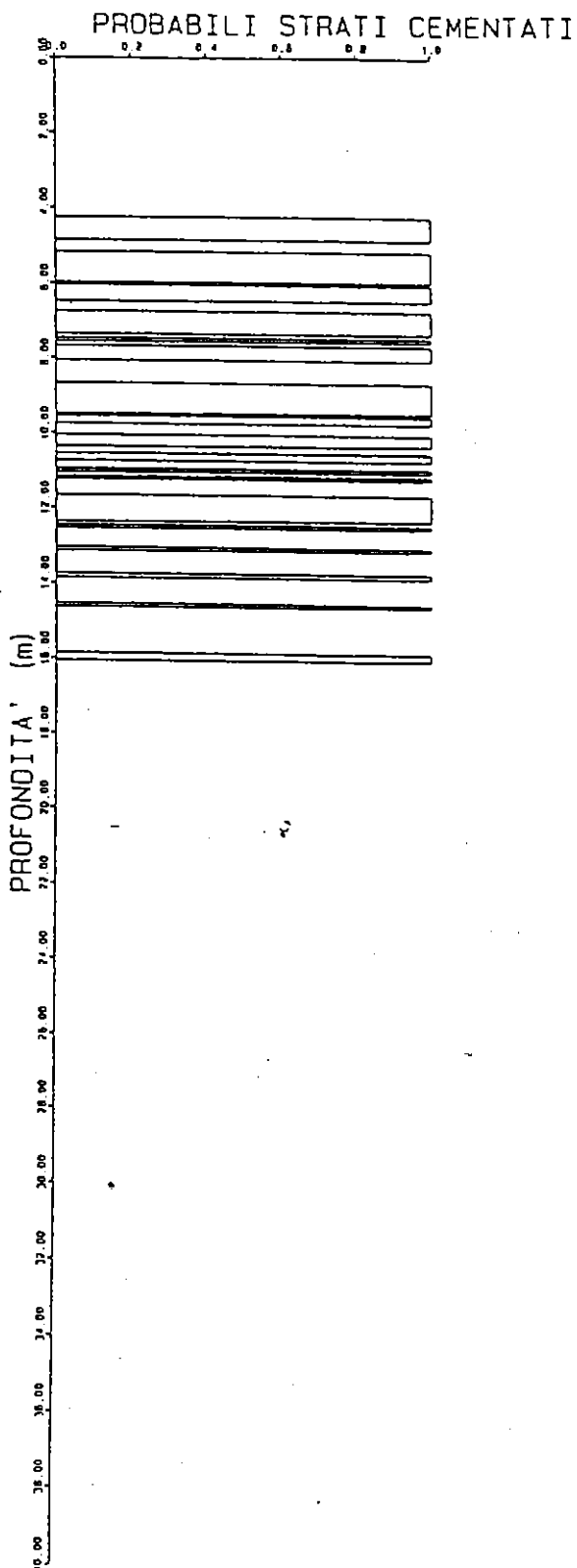
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO 018

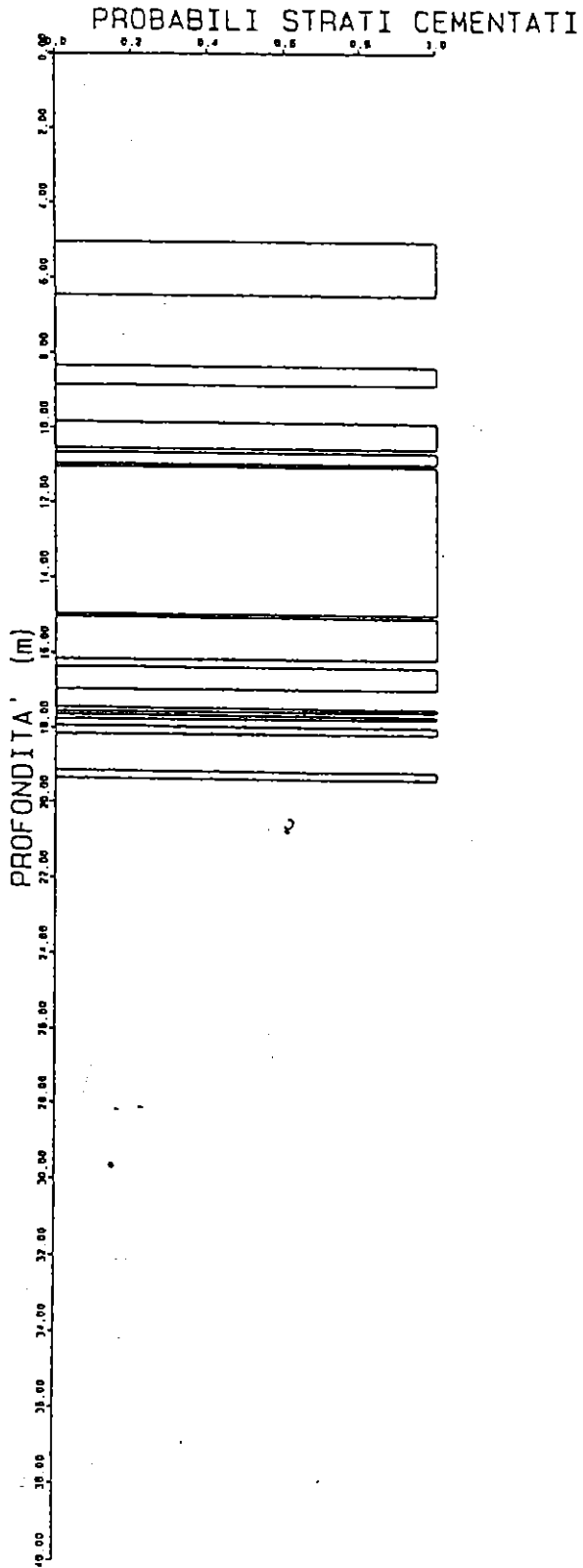


OP. 019
CANTIERE
DAT. 17/97
VIST. IV
OP.

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D19

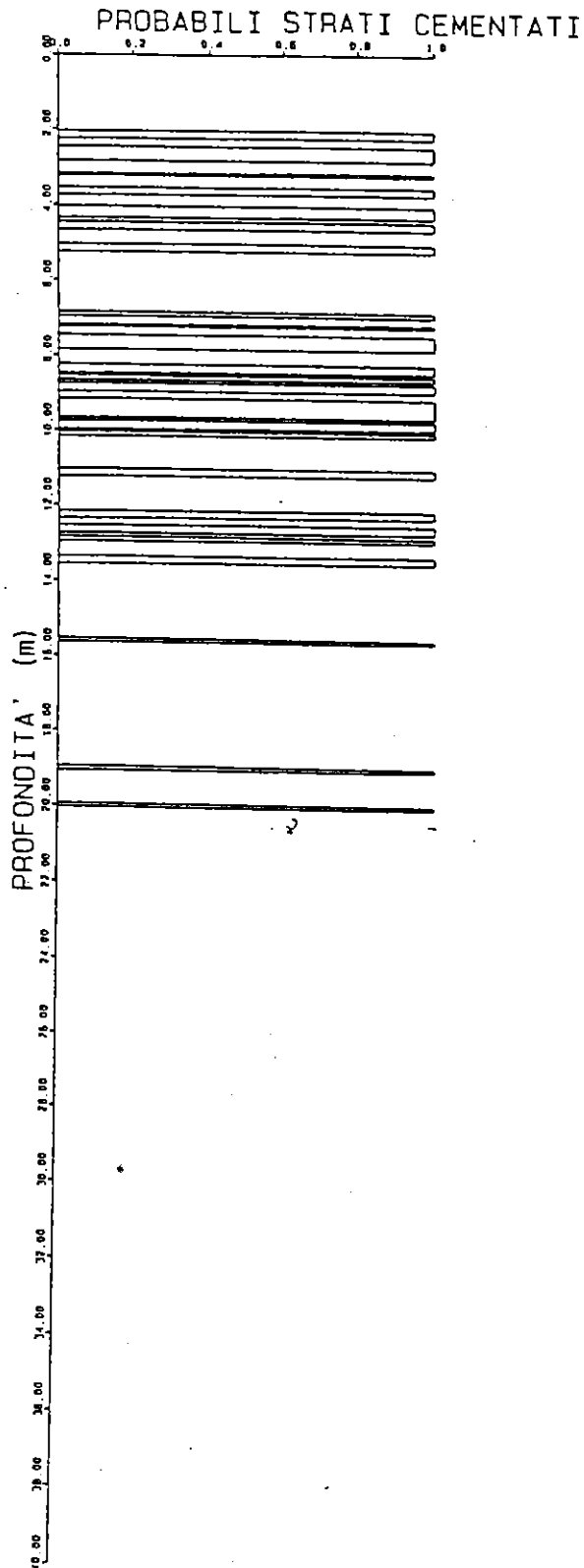


RTOR
LUMMESSA
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

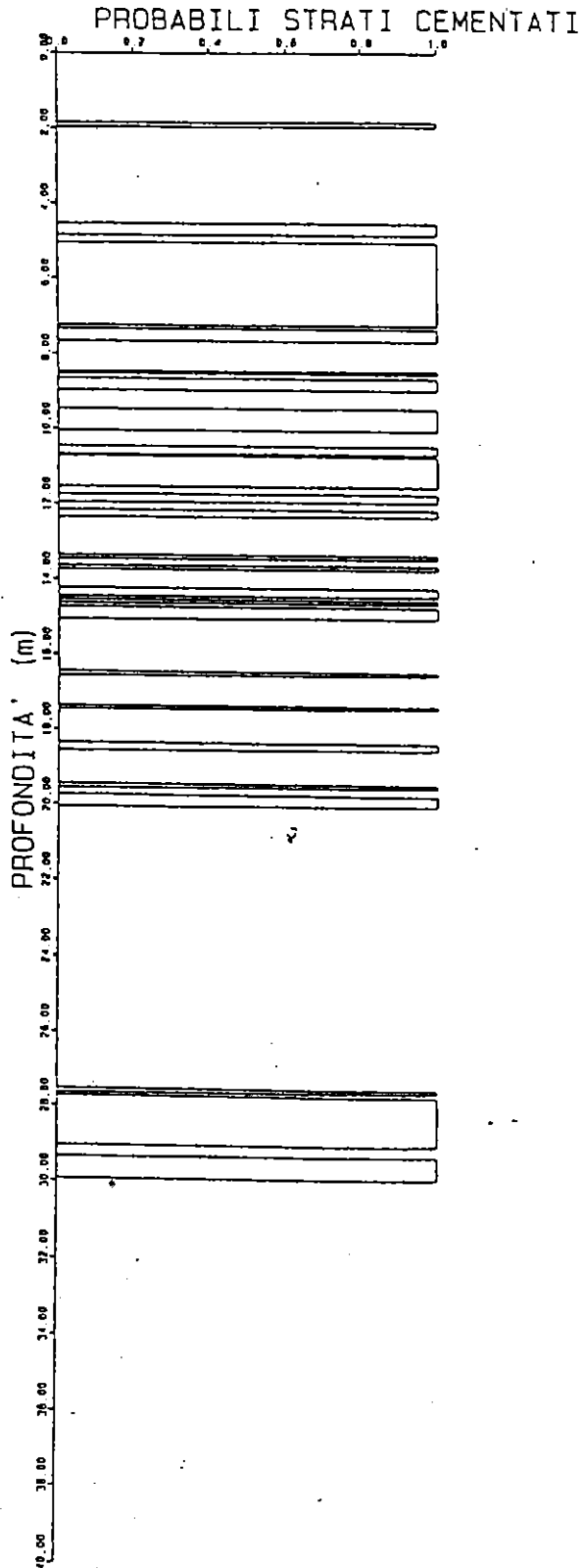
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D20.



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D21



CUMMESSA 96019

DATA 04/97

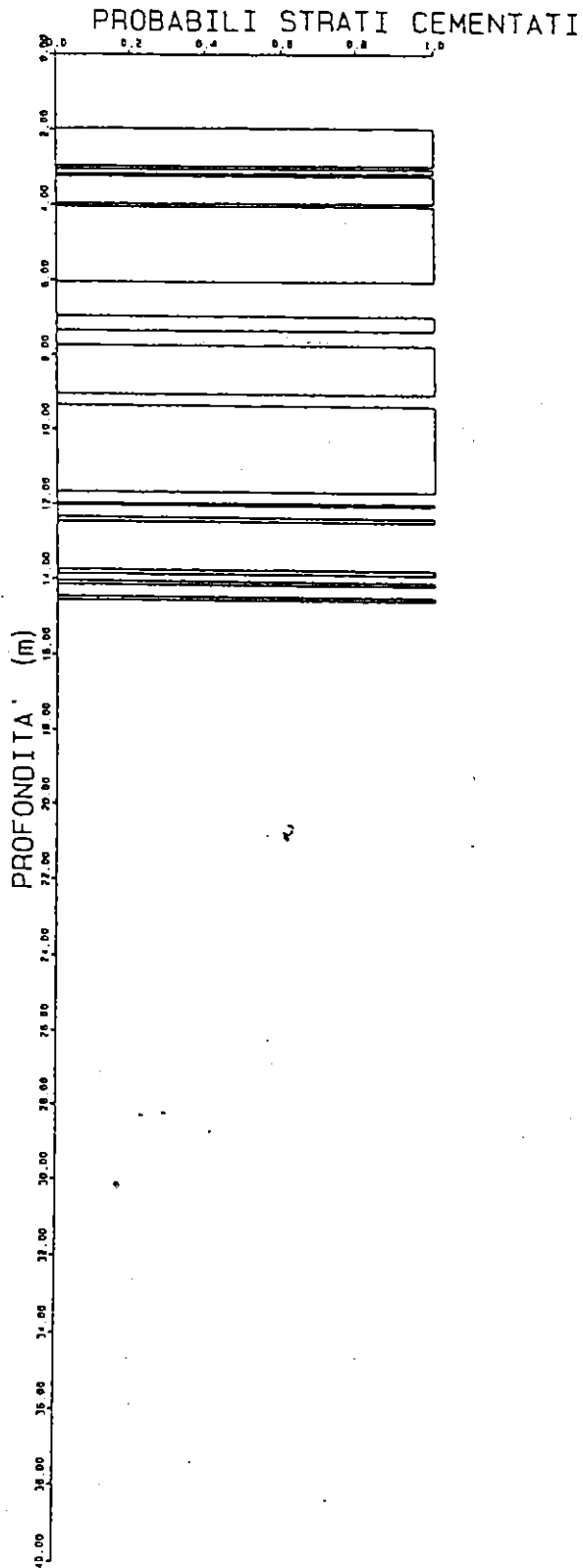
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D22

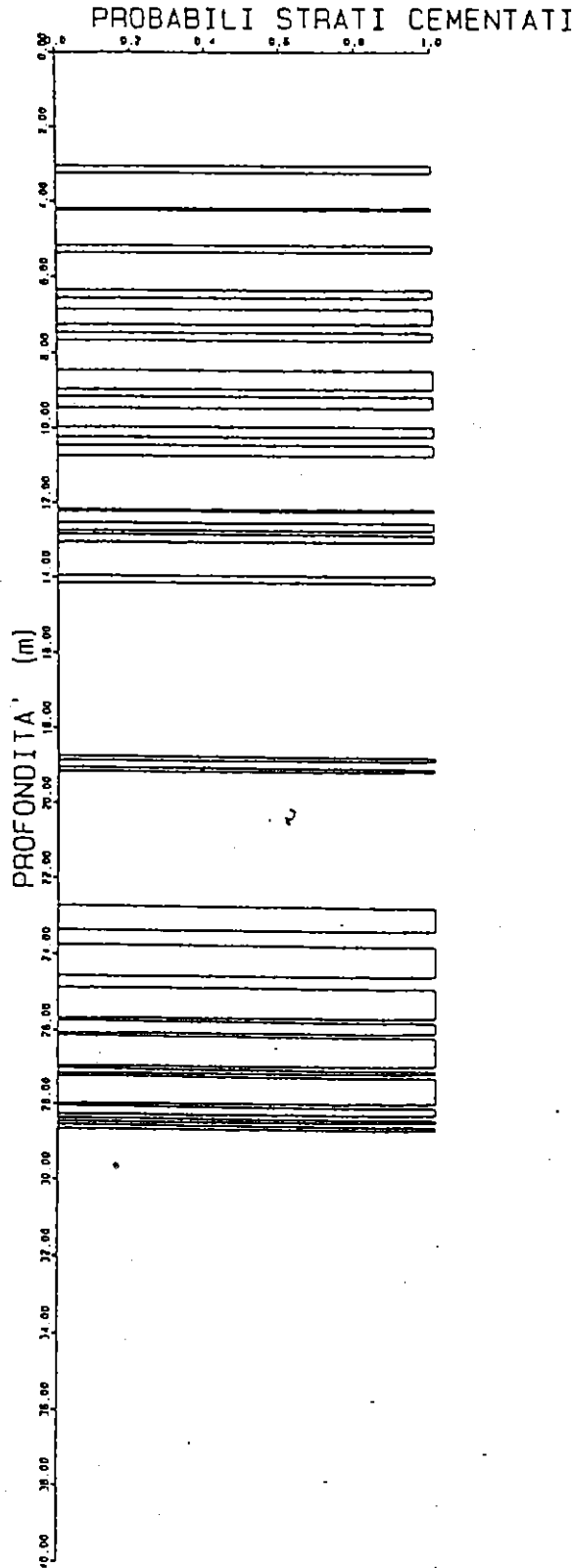


019
SA
DAT 2/97
VIS
UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D23

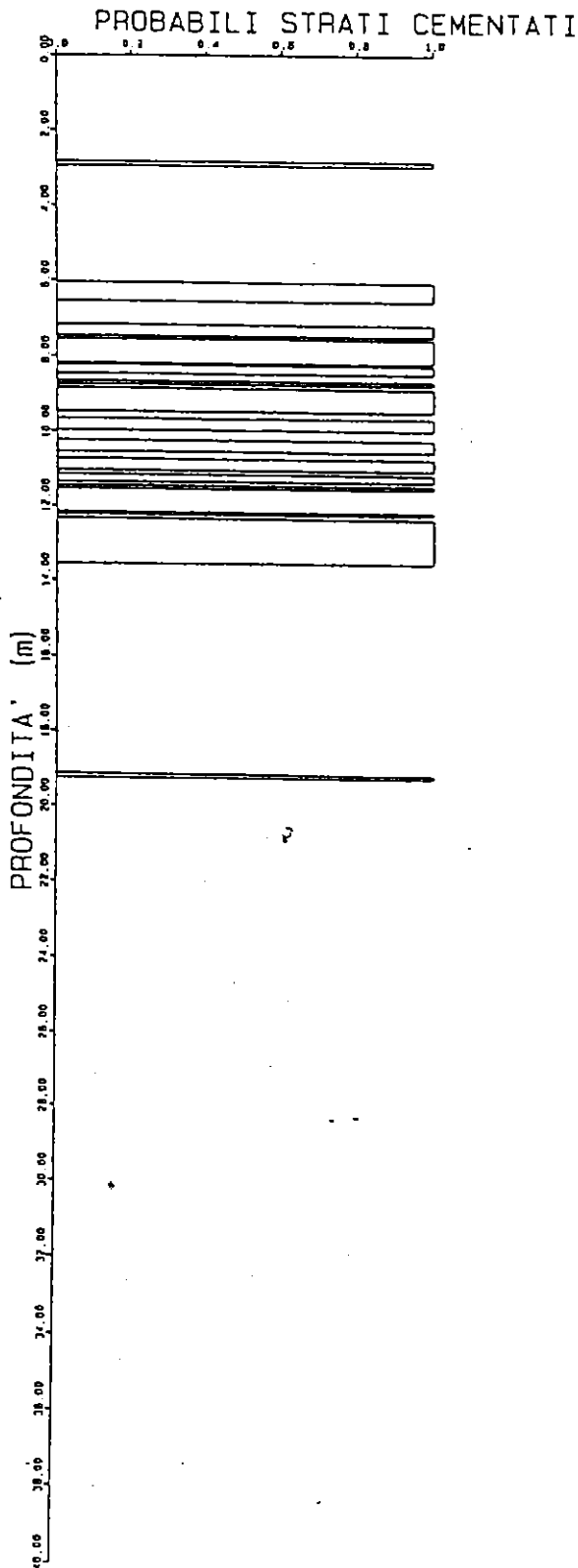


30/12
LUMESSA
DATA 04/97
VISIO LY
MEDATTO UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D24

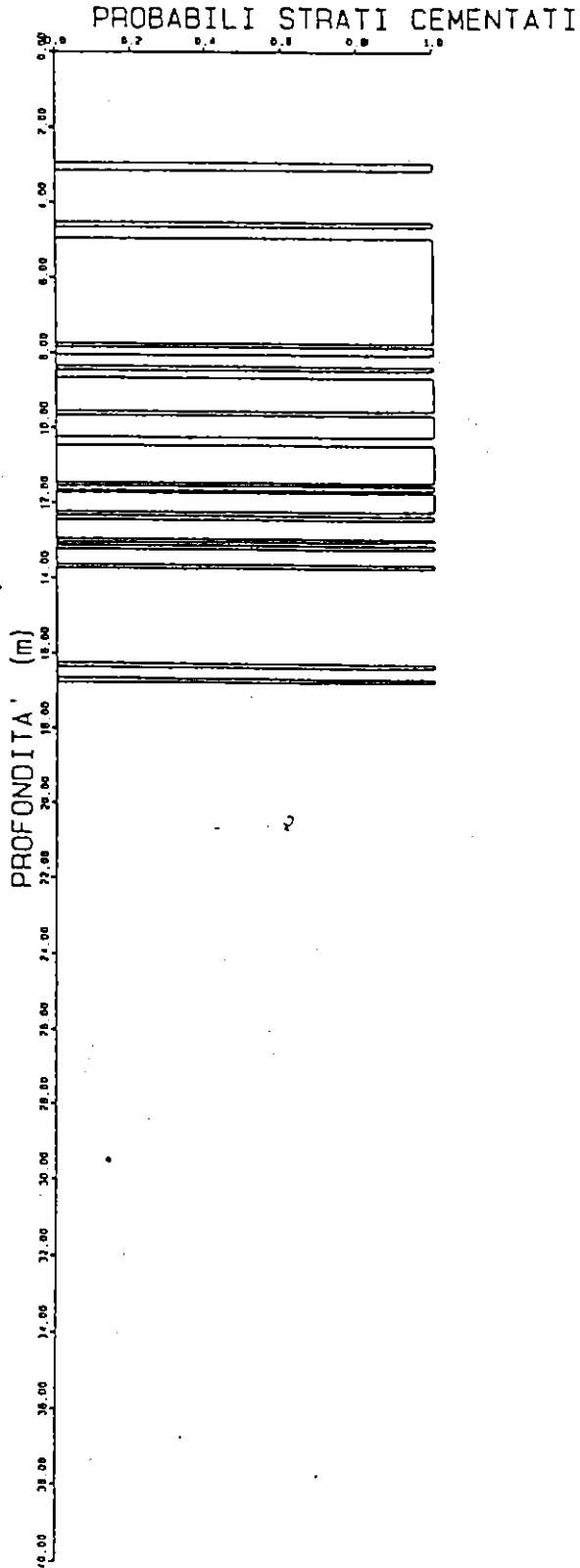


019
SA
C
4/97
DAT
LY
VIS
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D25



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDAITTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

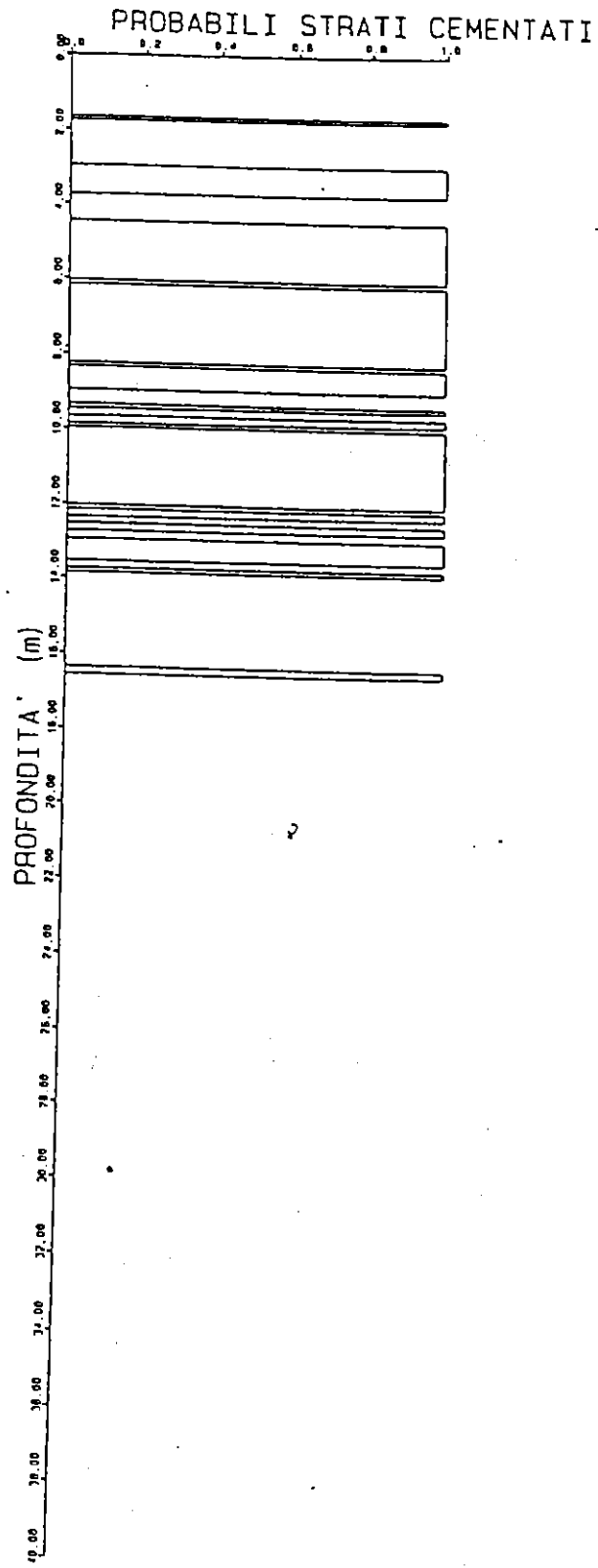
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D27

COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

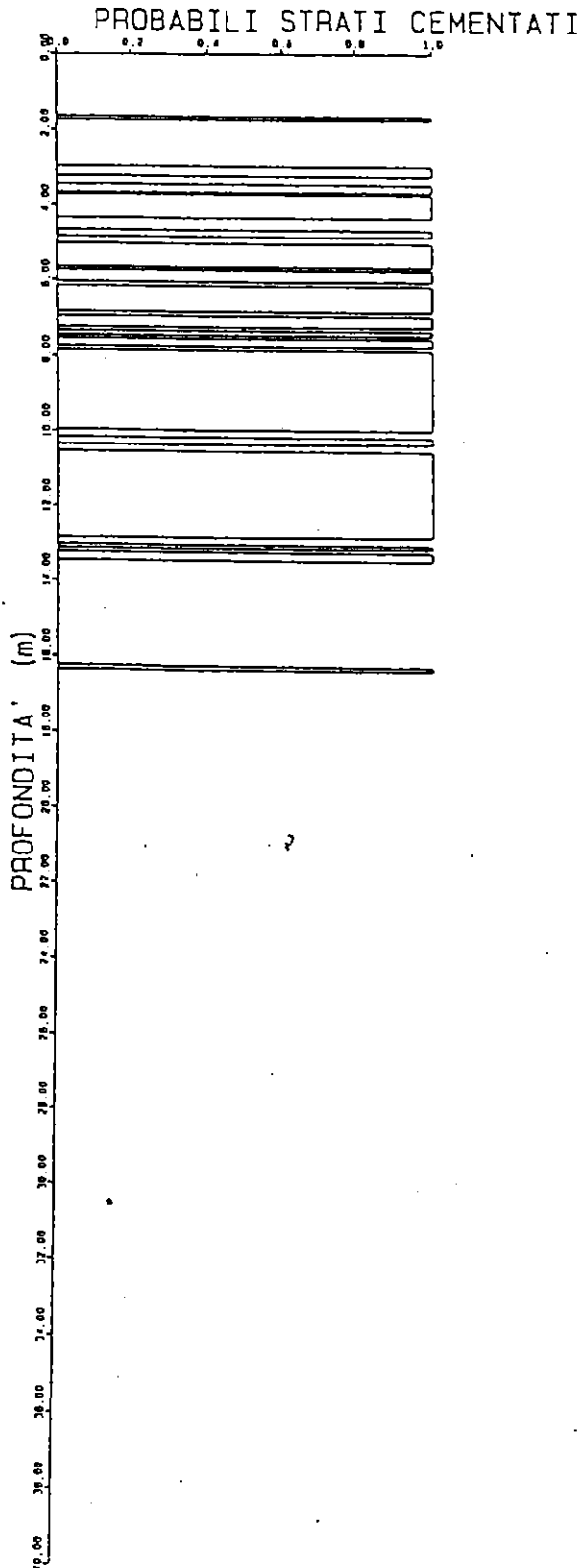
REDATTO UP



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D28



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

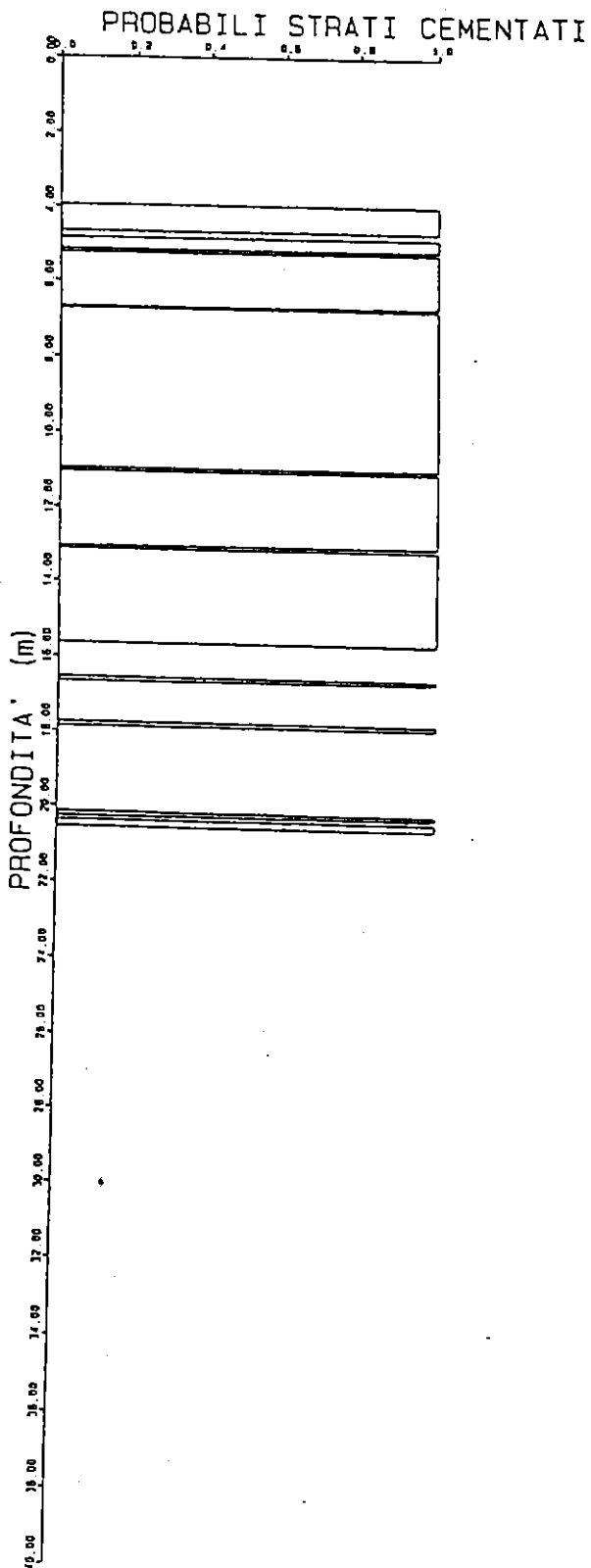
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D29

COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RD. (RODIO)

ELABORAZIONE SU SONDAGGIO 11 - 01/09/87

LIVELLI CON E MAGGIORE DI 1 GJ/m**3

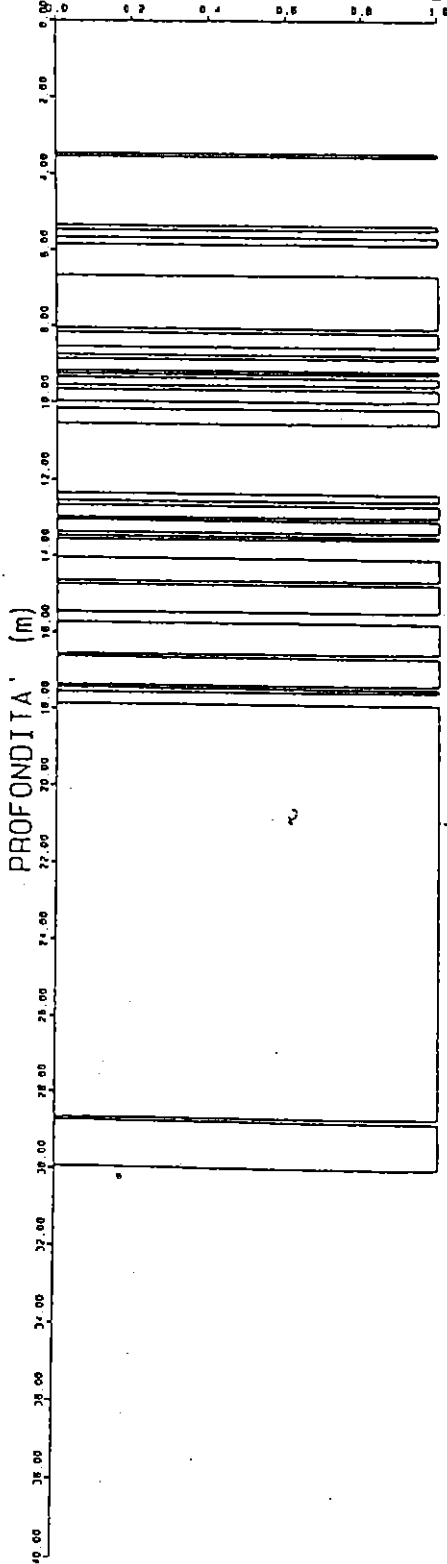
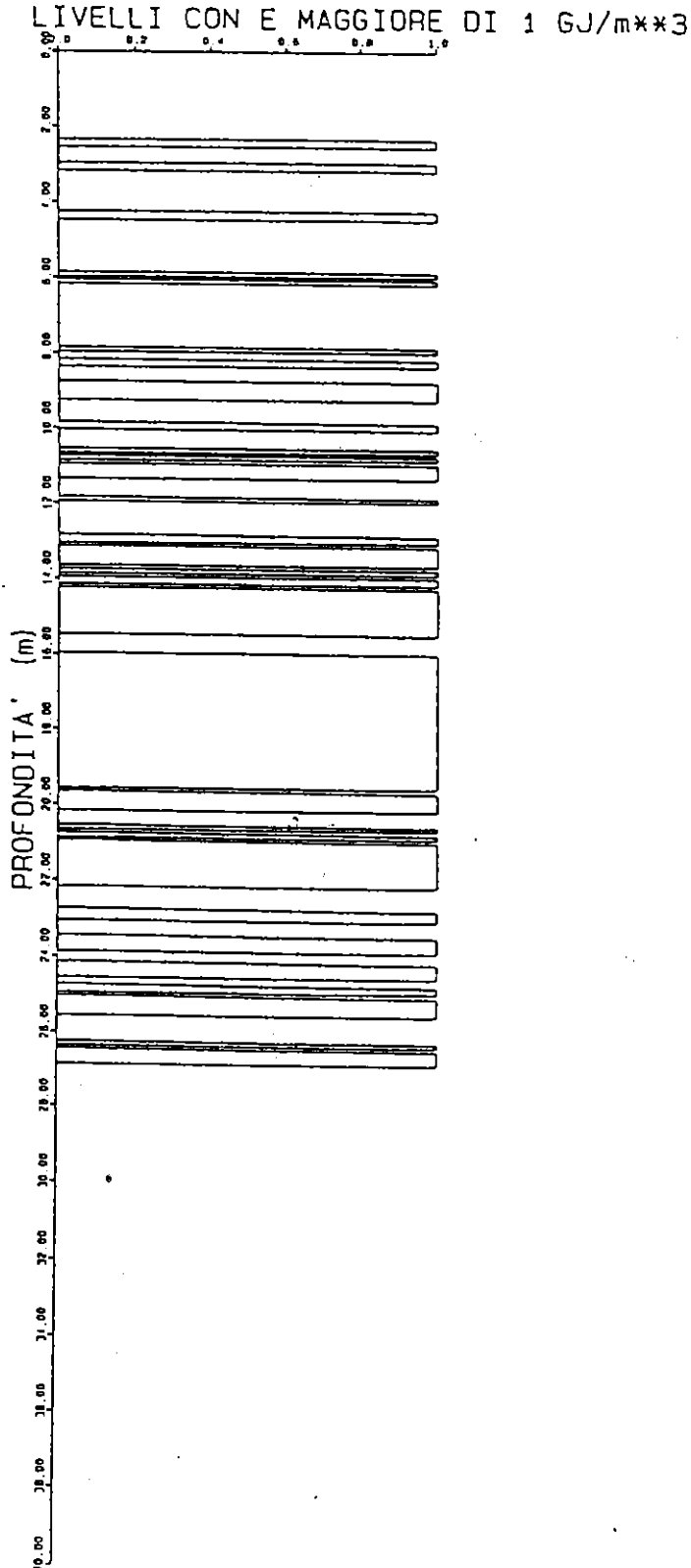


FIG. 2.64
M.C. 11/87
DAT. 14/87
VISTO LV
UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T17 - 04/02/88



LUMINOSA

DATA 04/97

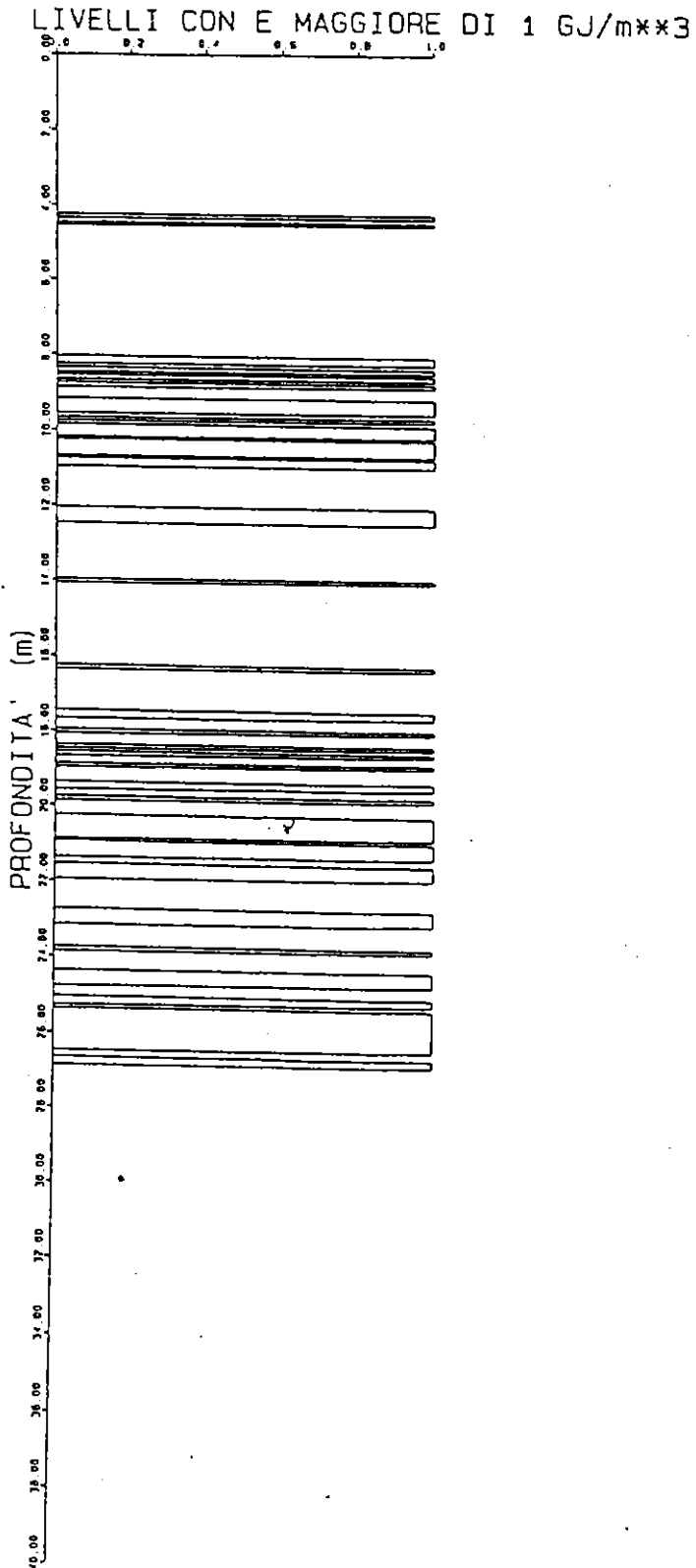
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

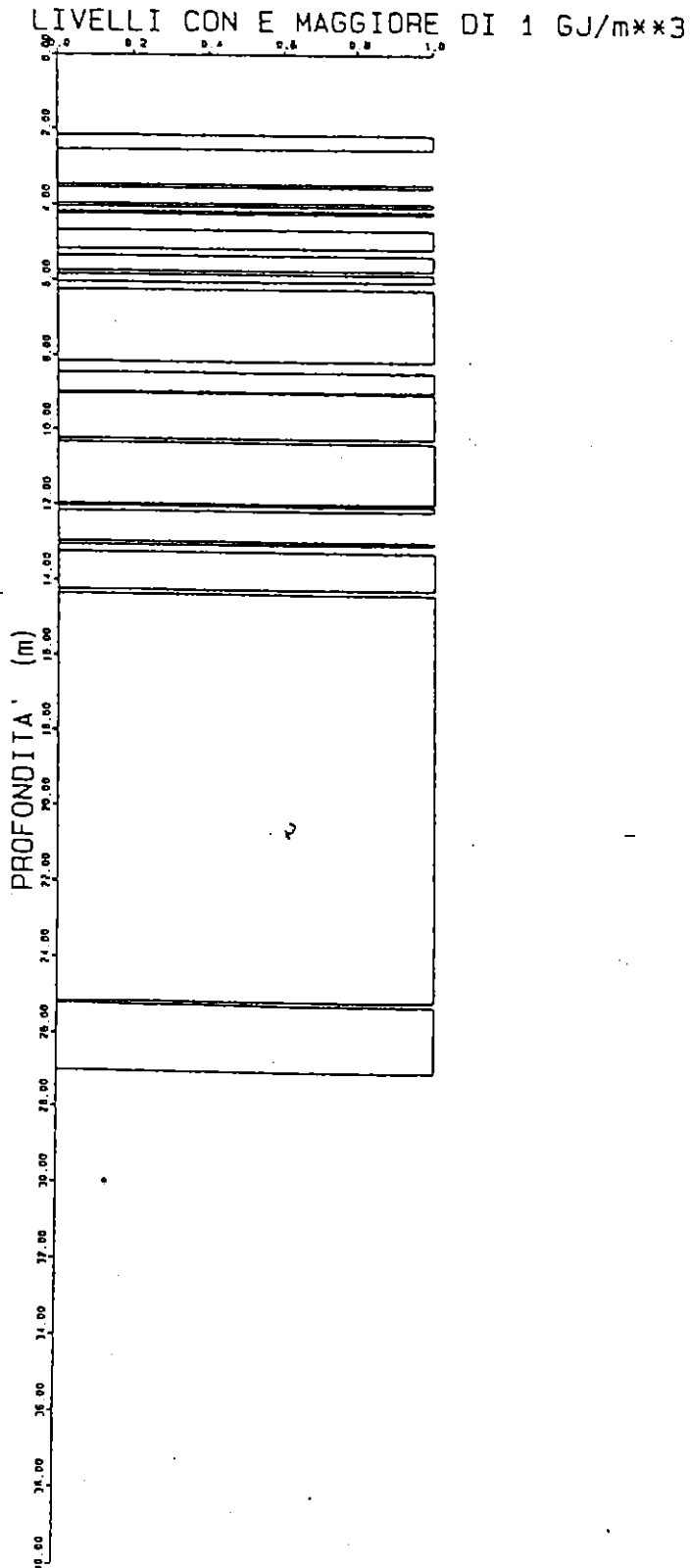
INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T30 - 22/04/88



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO I2 - 01/09/87



COMMESSA 96014

DATA 04/97

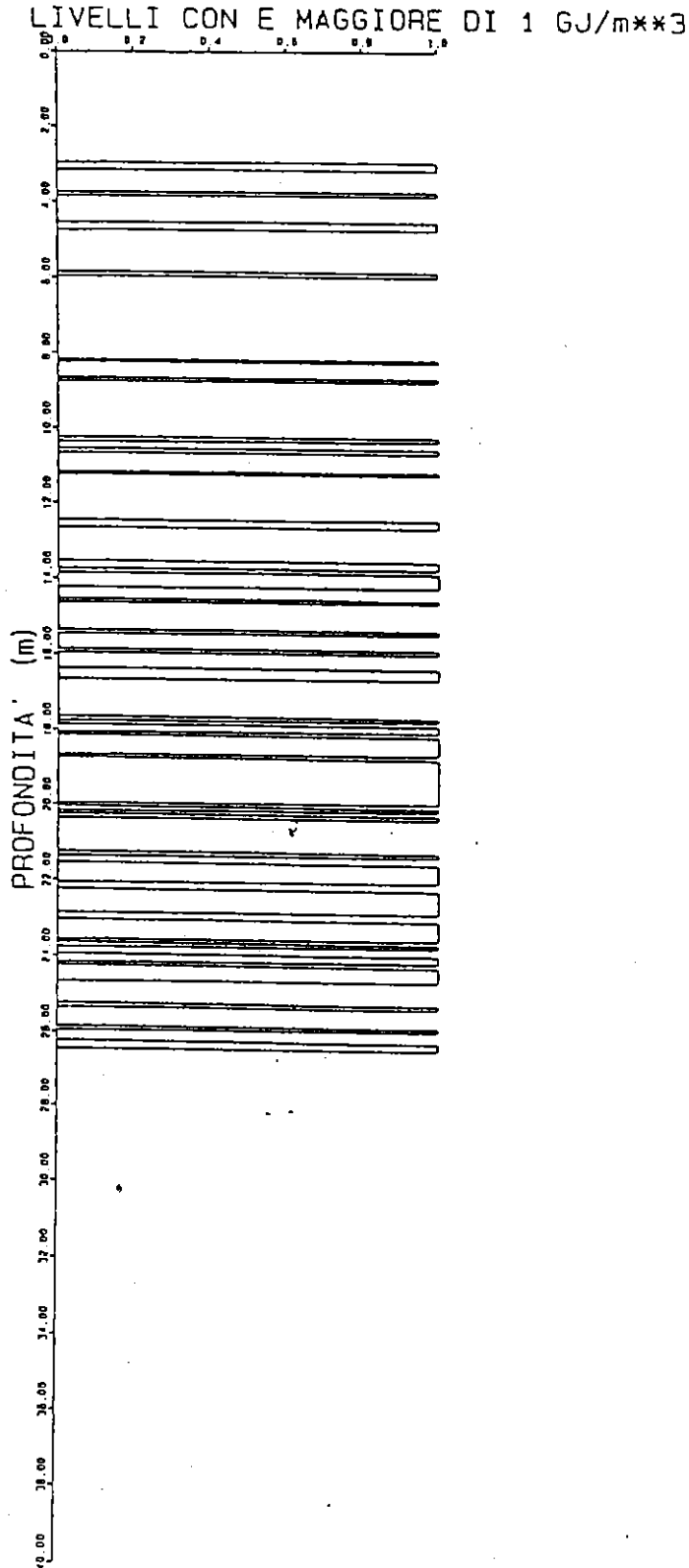
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RD. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T18 - 05/02/88



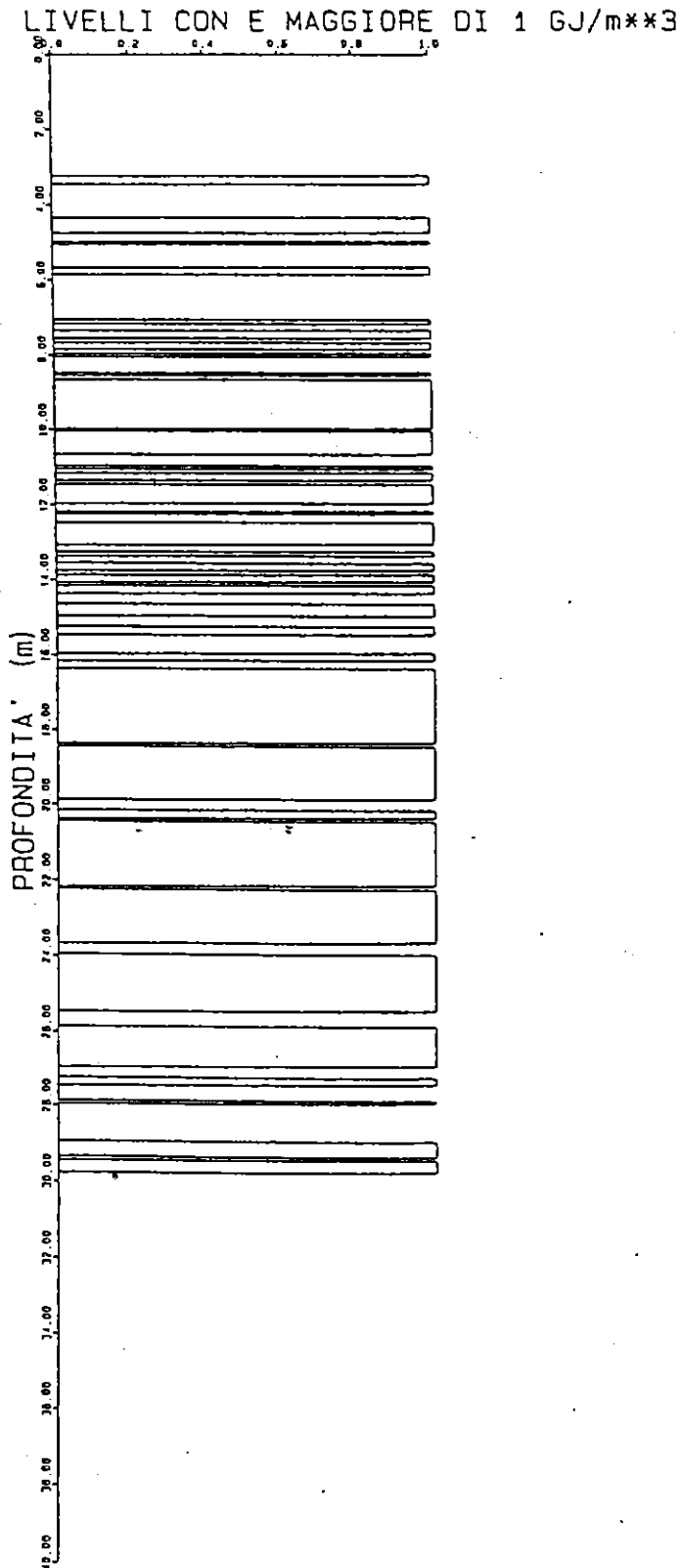
RECUPERO
VISTO
LV
DAT. 04/97

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ELABORAZIONE SU SONDAGGIO I3 - 01/09/87

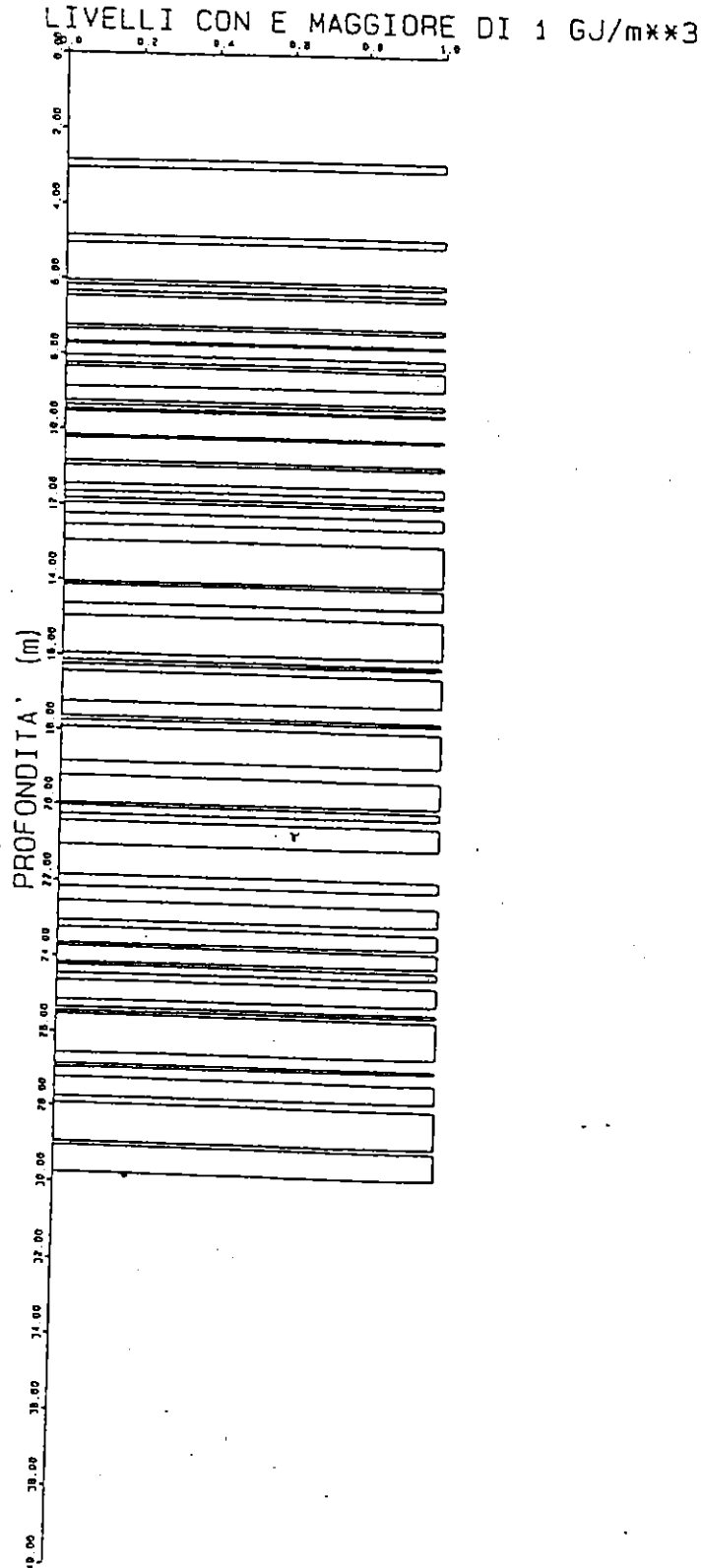


NUMERO 20012
LUNEDÌ 30
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO 04 - 01/09/87

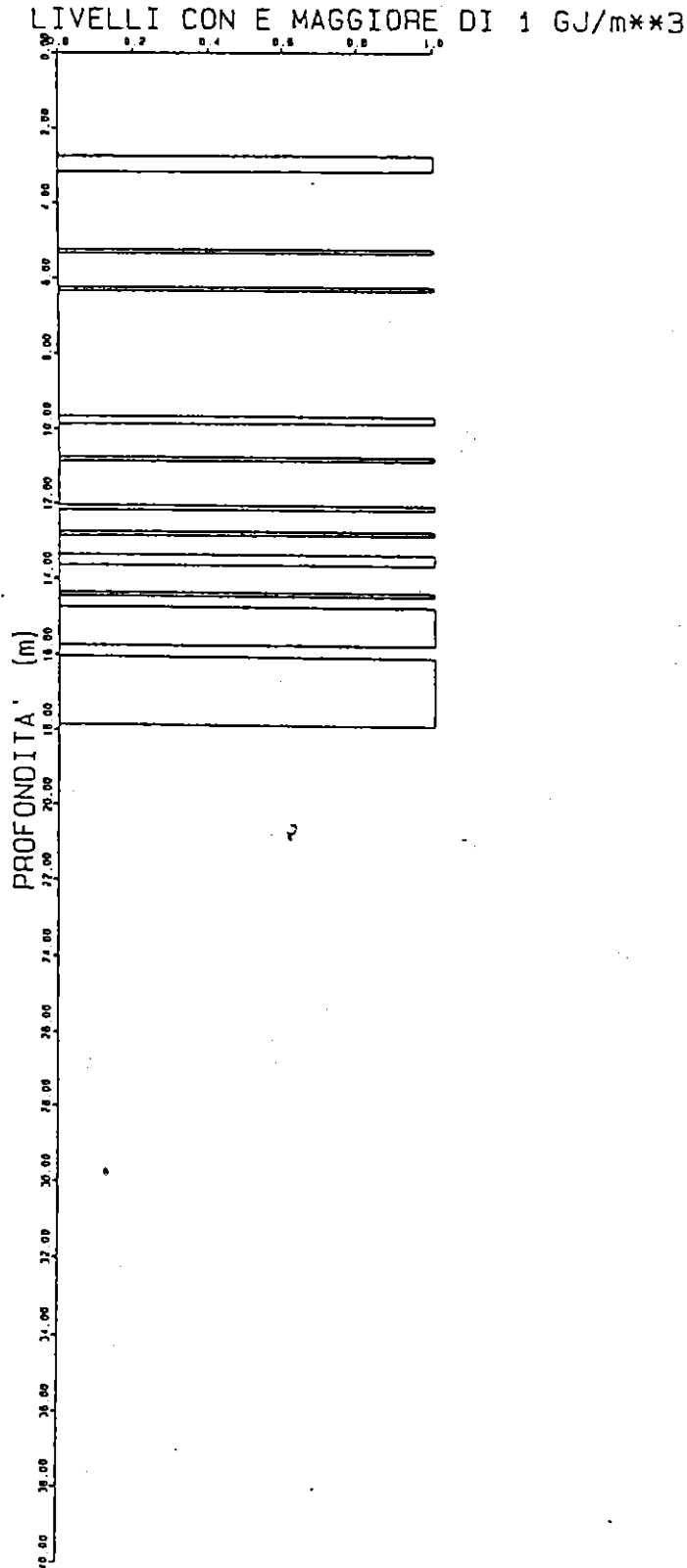


PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T22 - 26/02/88

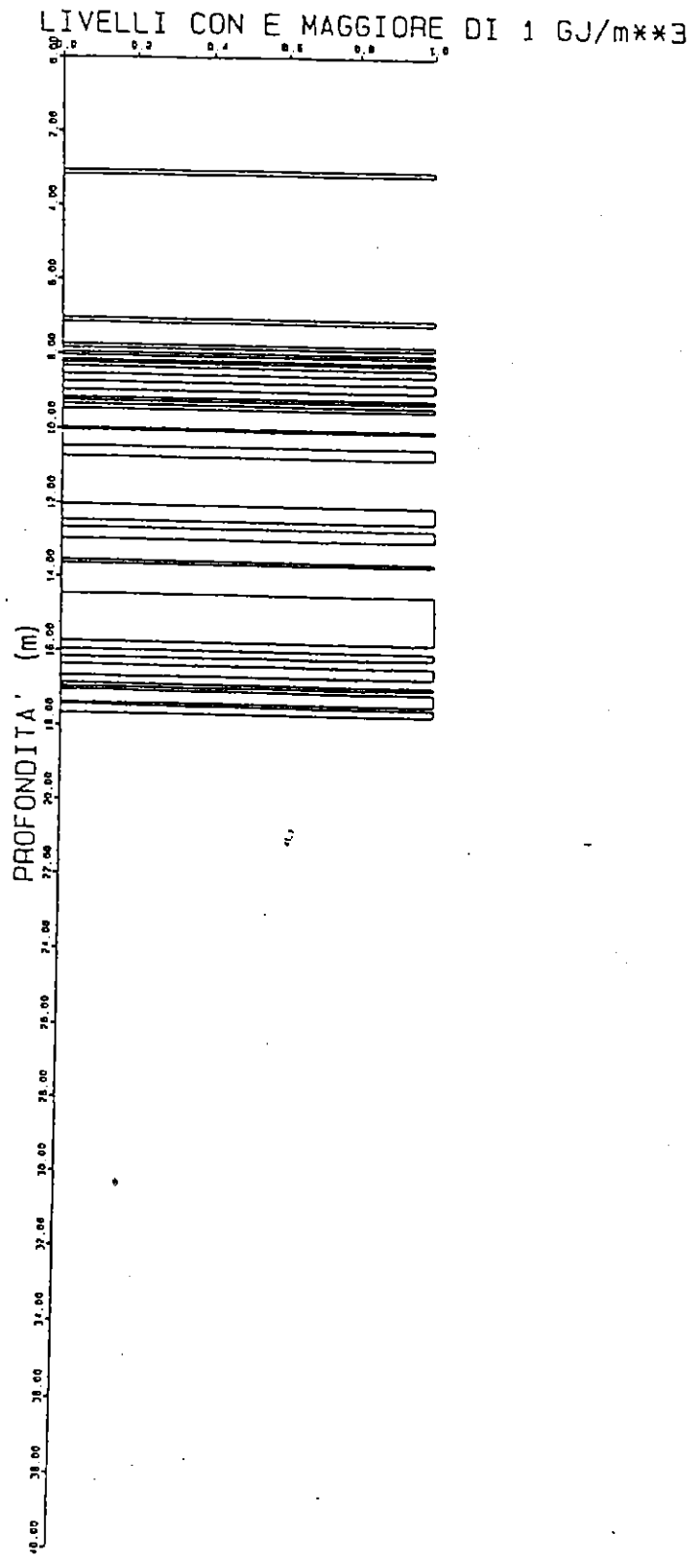


COMMESSA 96019
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RD. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T26 - 24/03/88

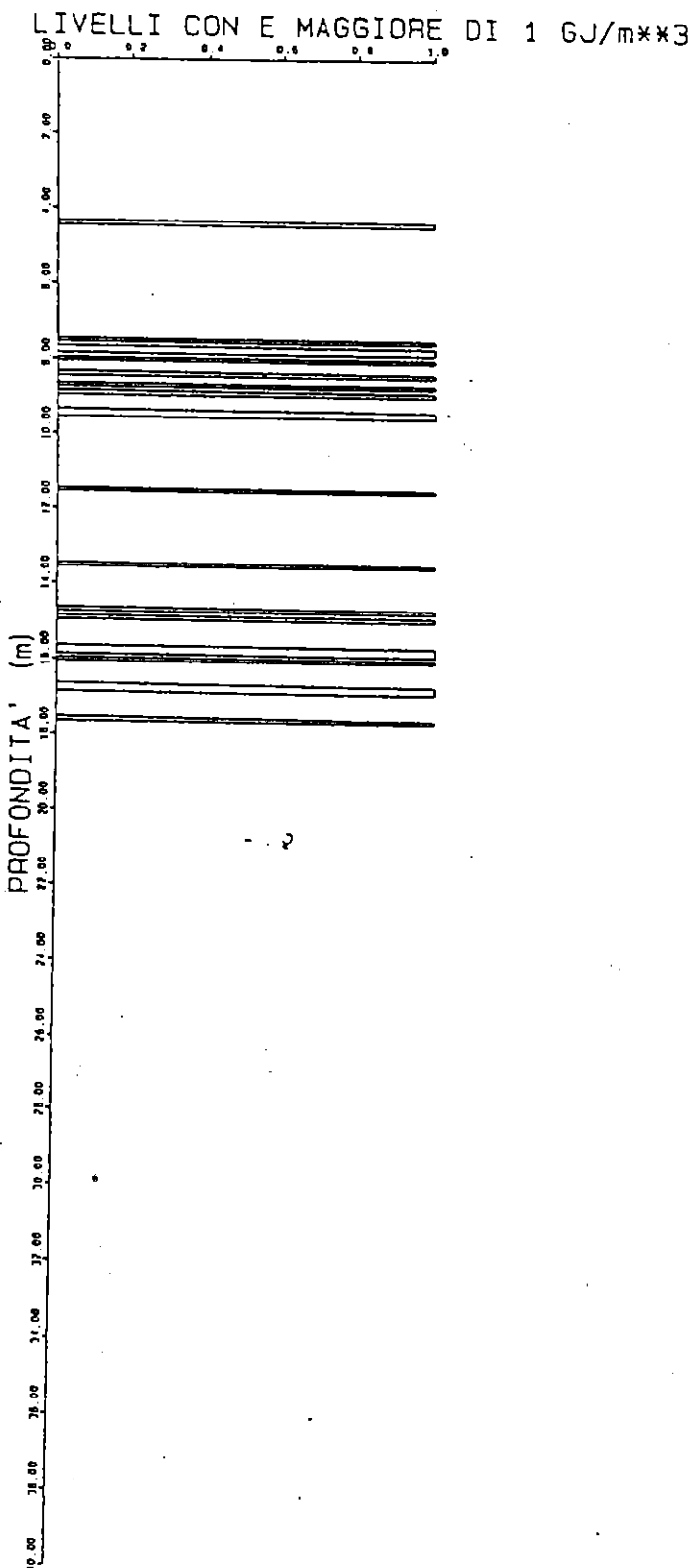


155A
 04/9
 LV
 DP
 HEUATIN

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T21 - 25/02/88



96019

COMMESSA

DATA 04/97

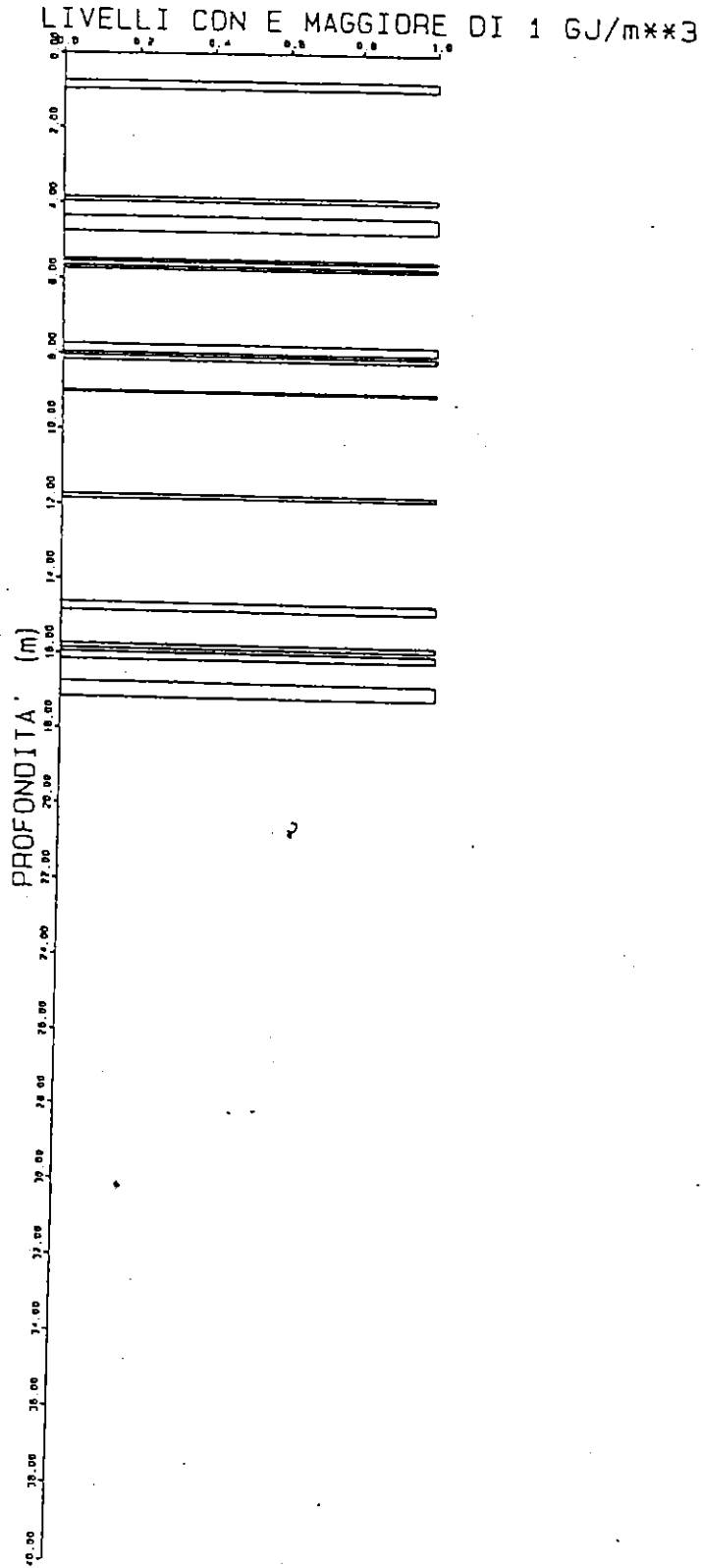
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T10 - 01/02/88



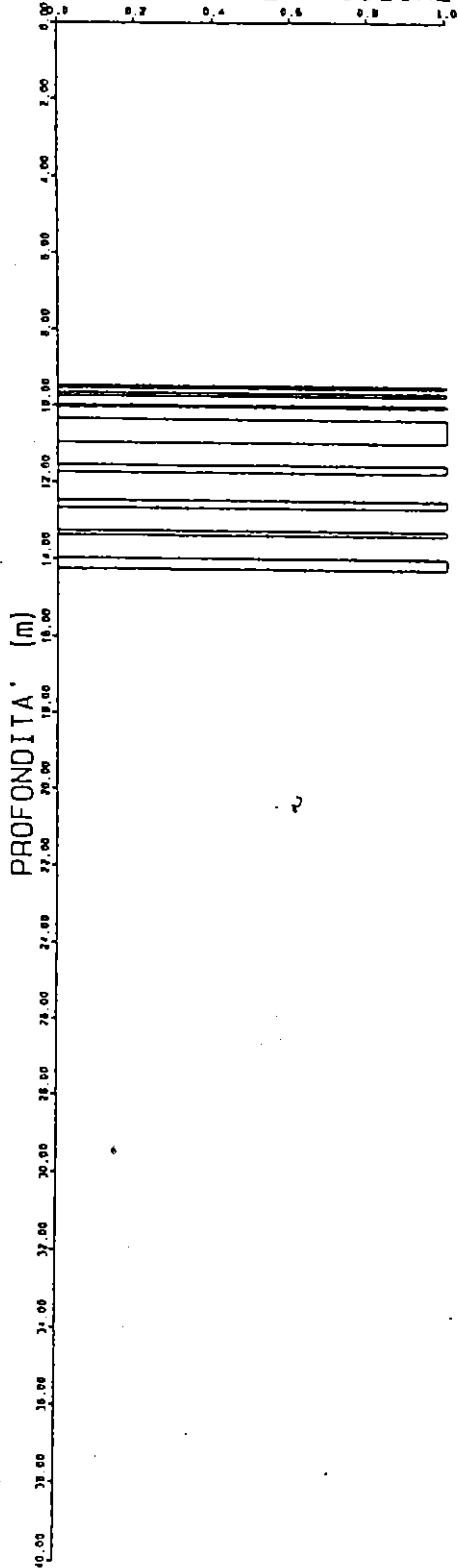
ETNA
VCL
LIMA
DATA 2/2/97
LV
VIS
UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T11 - 01/02/88

LIVELLI CON E MAGGIORE DI 1 GJ/m**3

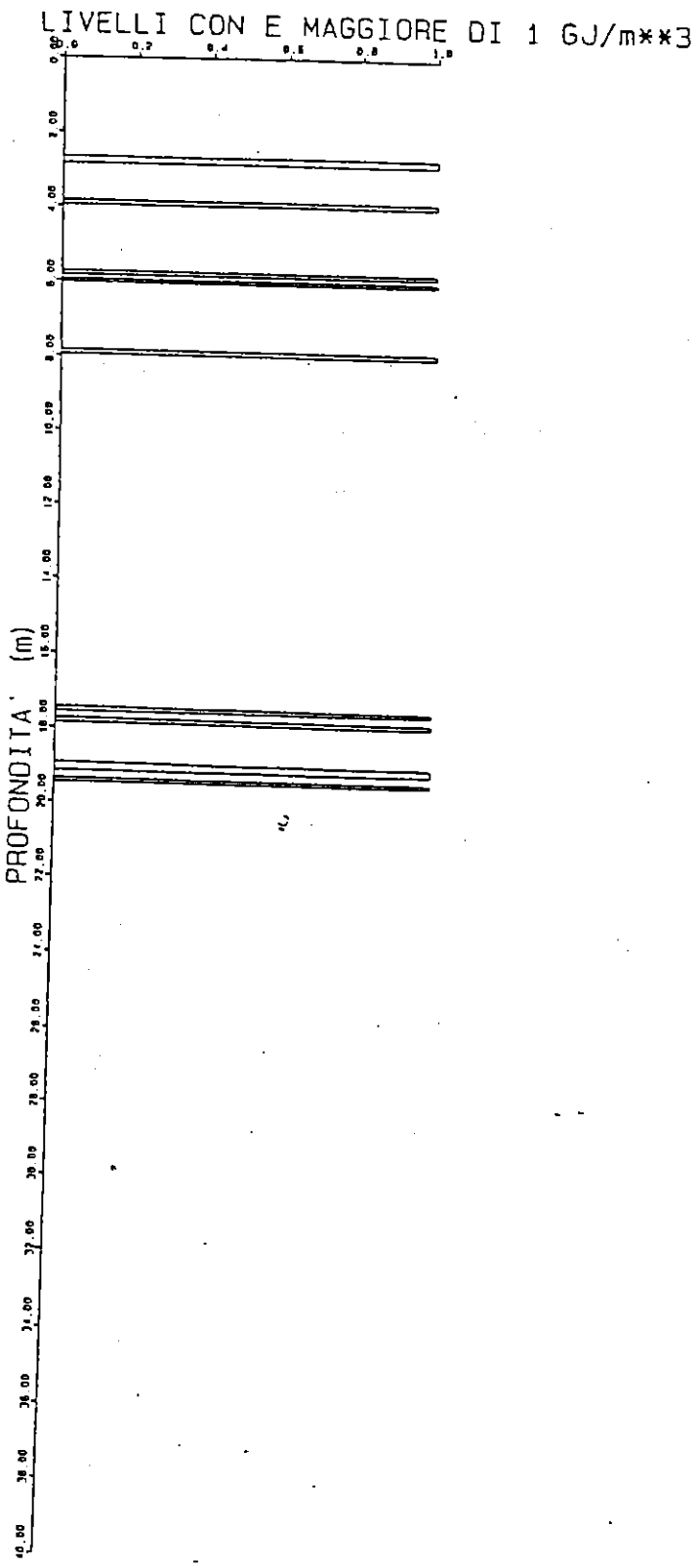


VEDUTA COMMESSA 96019
DATA 04/97
VISTO LV
HEAD 10 DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T24 - 17/03/88



LUMME 20K

DATA 4/7/88

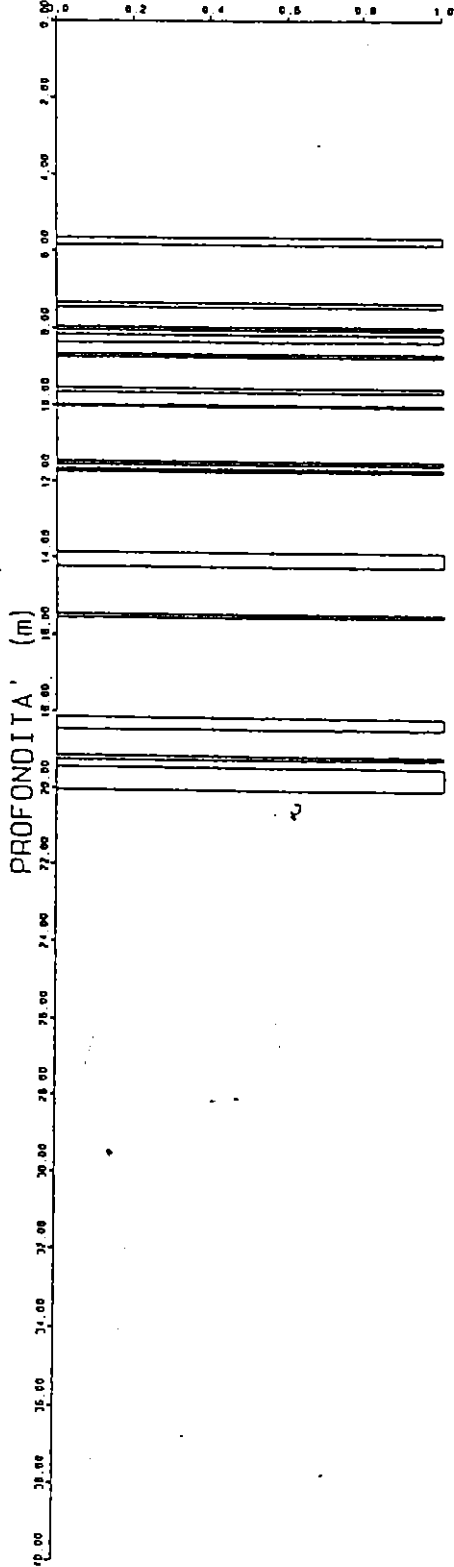
WISIN

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
ELABORAZIONE SU SONDAGGIO T25 - 17/03/88

LIVELLI CON E MAGGIORE DI 1 GJ/m**3



COMMESSA 96019

DATA 04/97

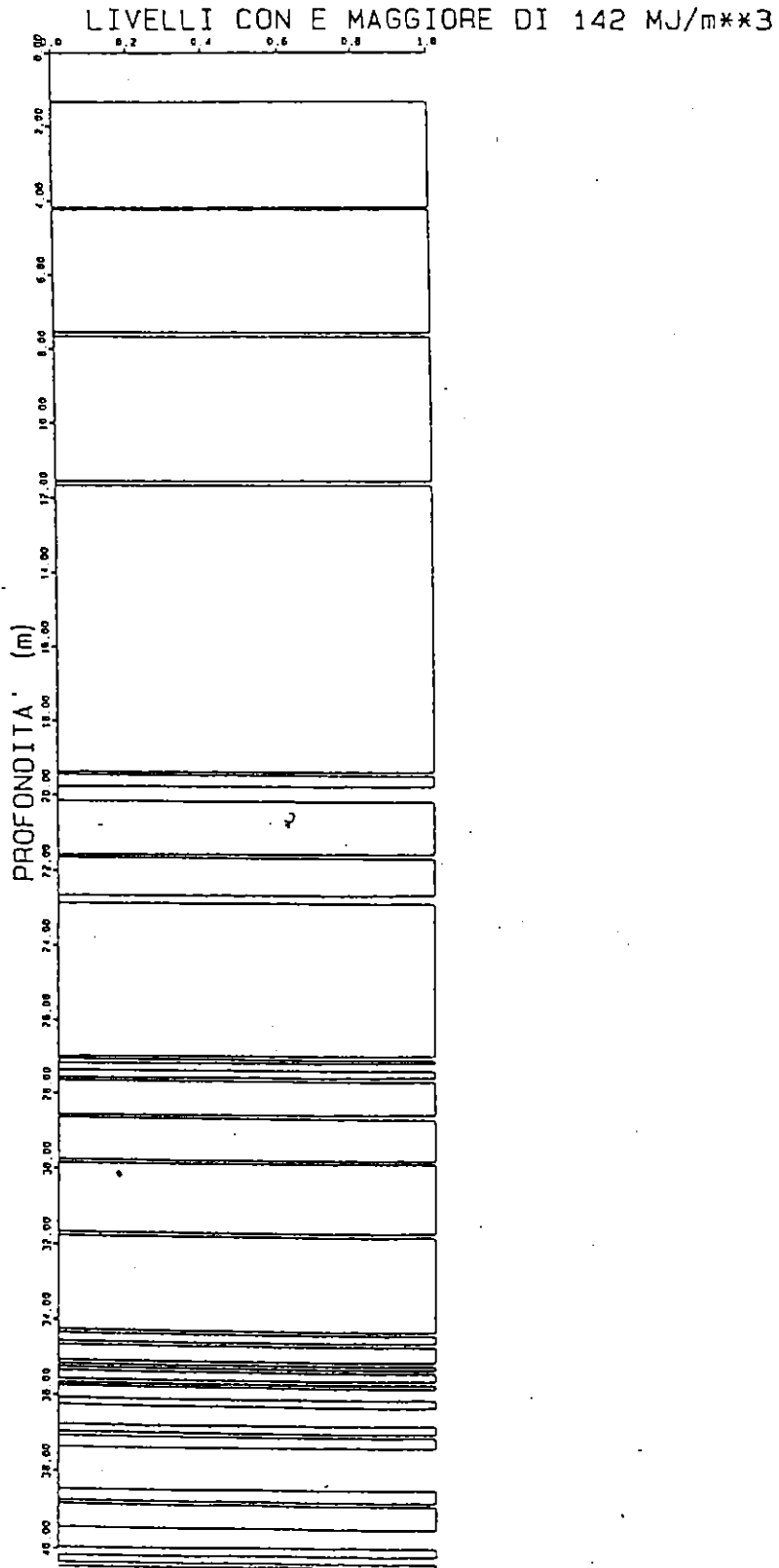
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D1

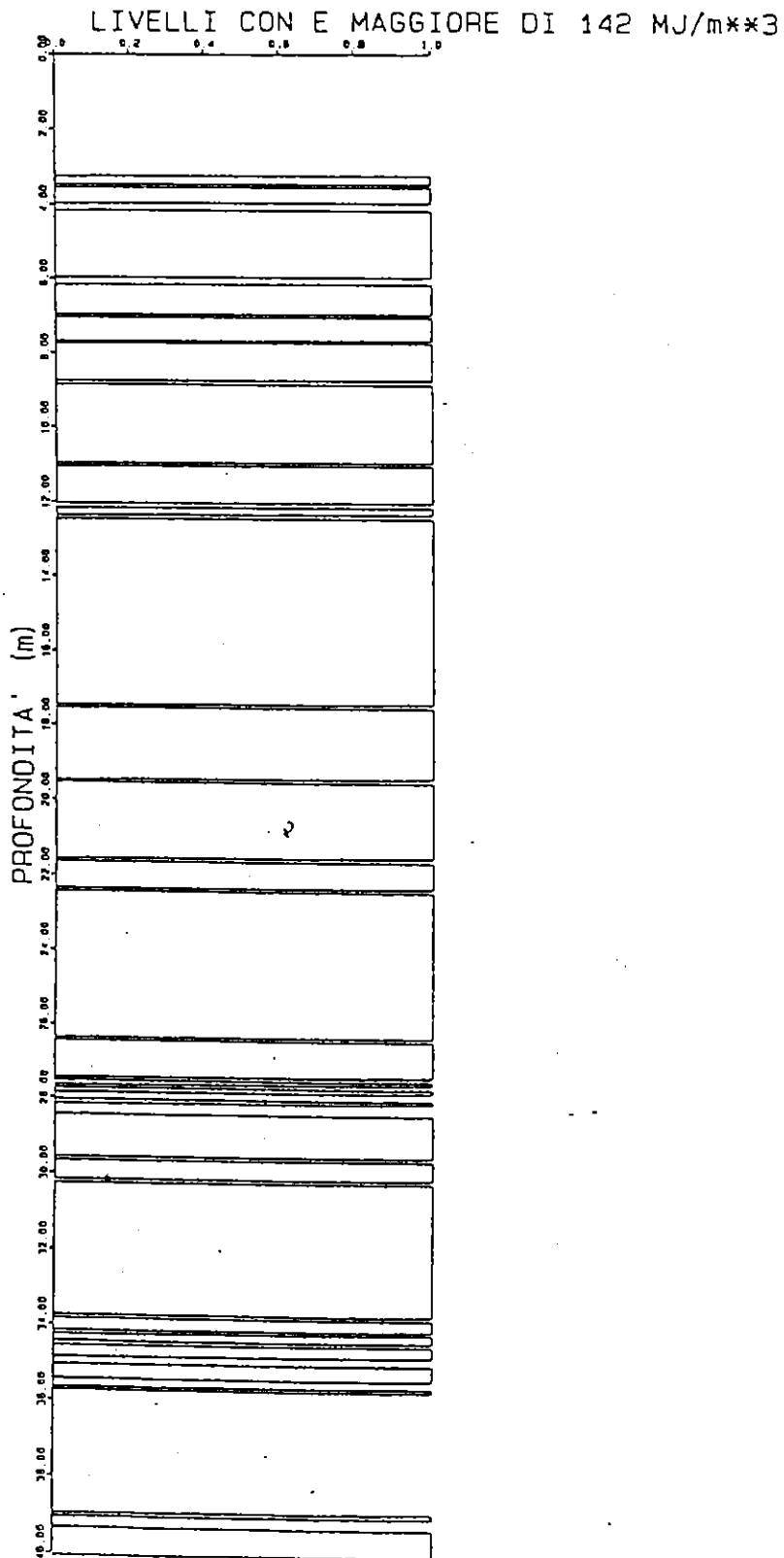


RT088
LUMINOSITA'
DATA 14/97
LV
VISTO
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO 02



COMMESSA 56019

DATA 04/97

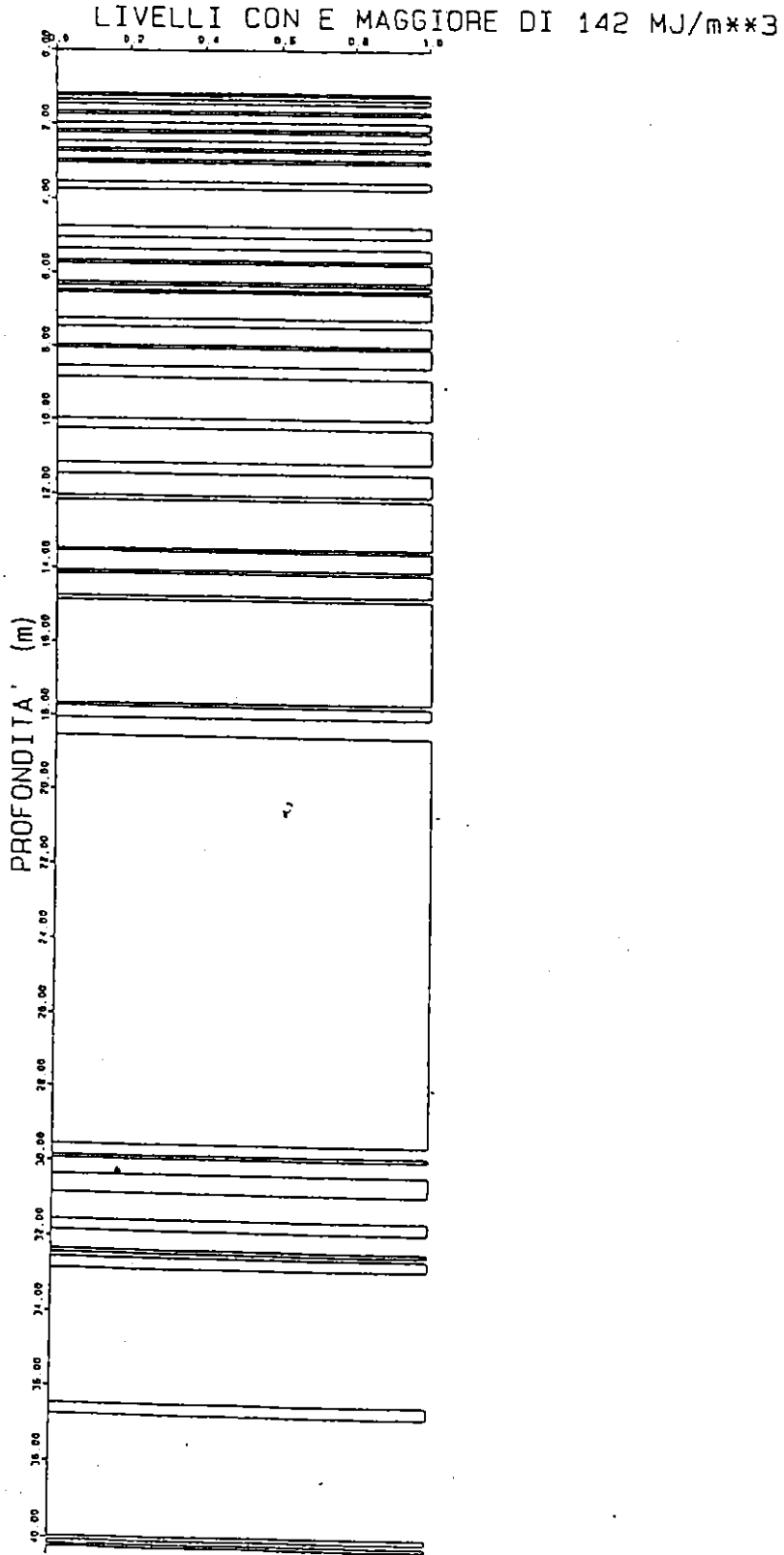
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D3

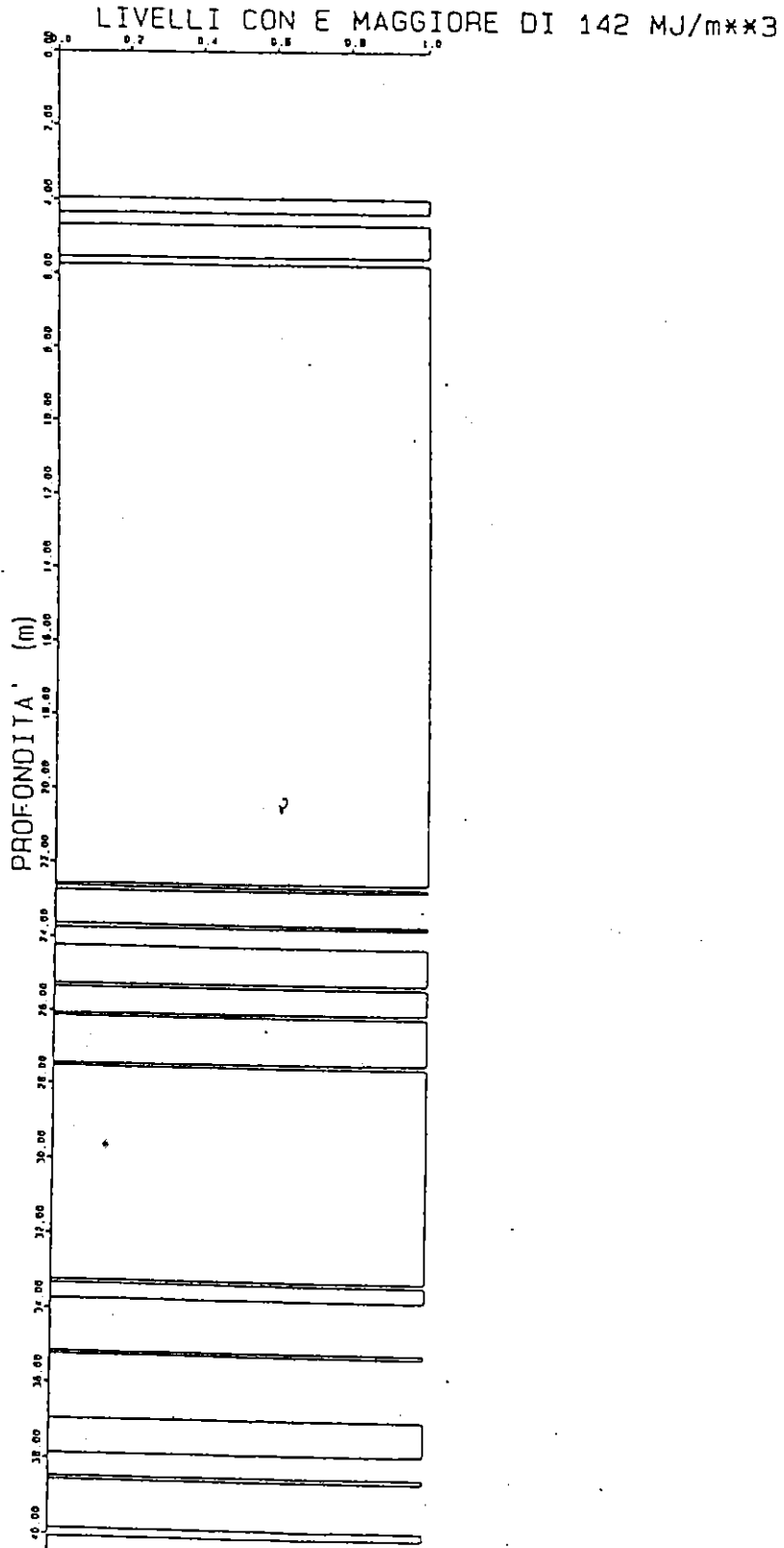


50019
LUM. 333A
DATA 04/79
LV
07

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D4

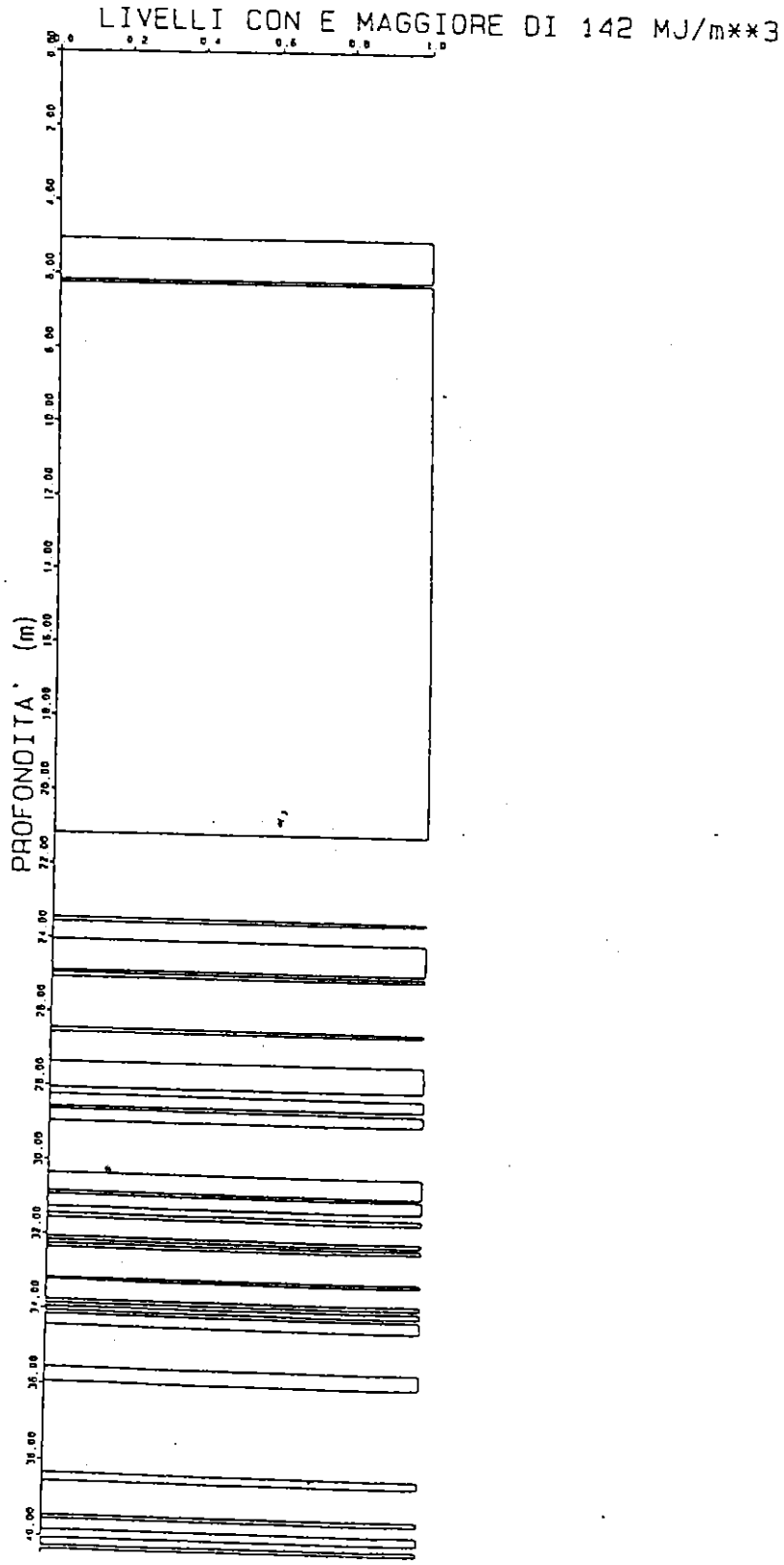


COMMESSA 96/14
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D5

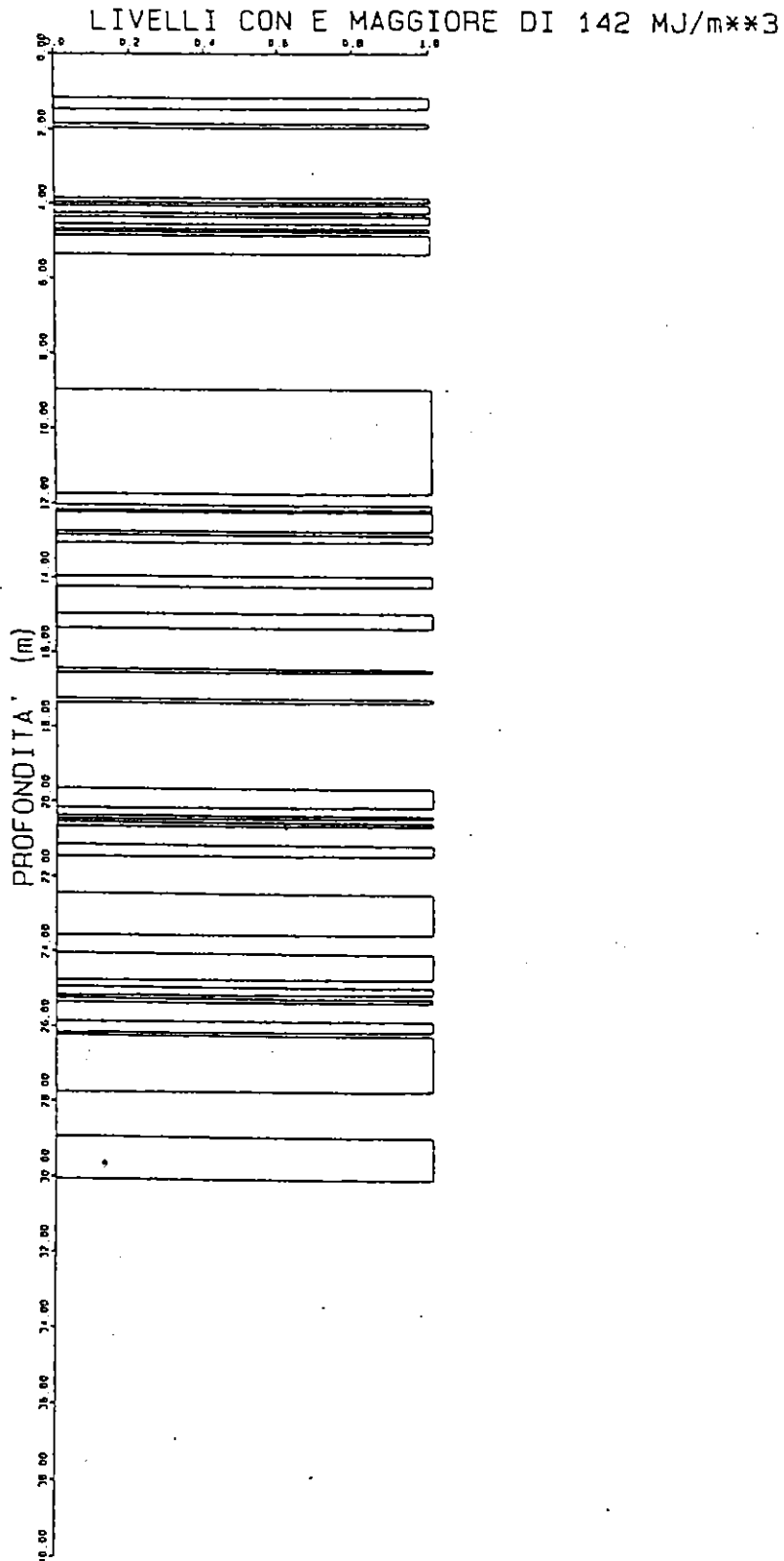


15019
55A
04/97
LV
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D6

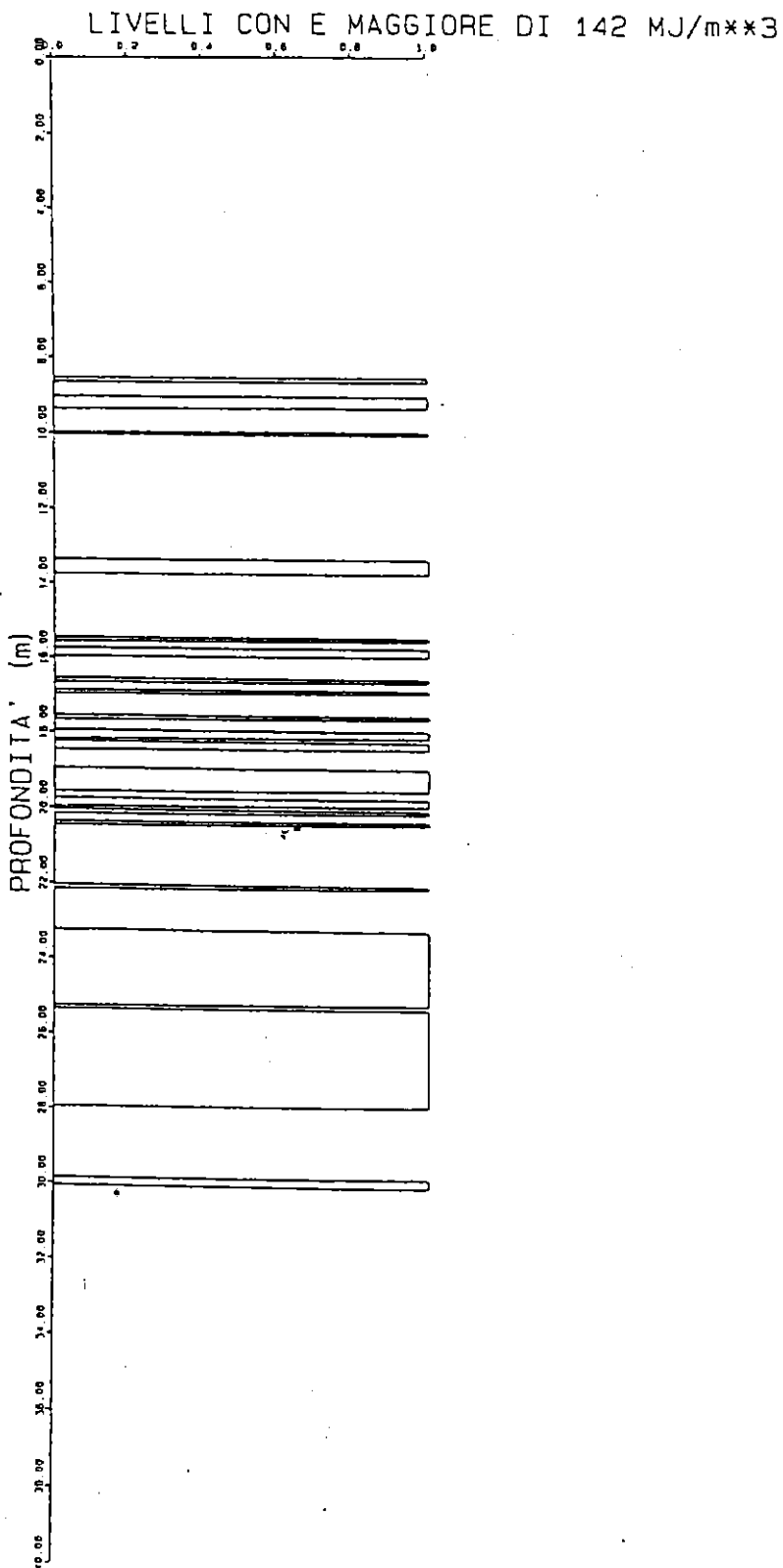


COMMESSA 90012
DATA 04/97
VISTO LY
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO 07

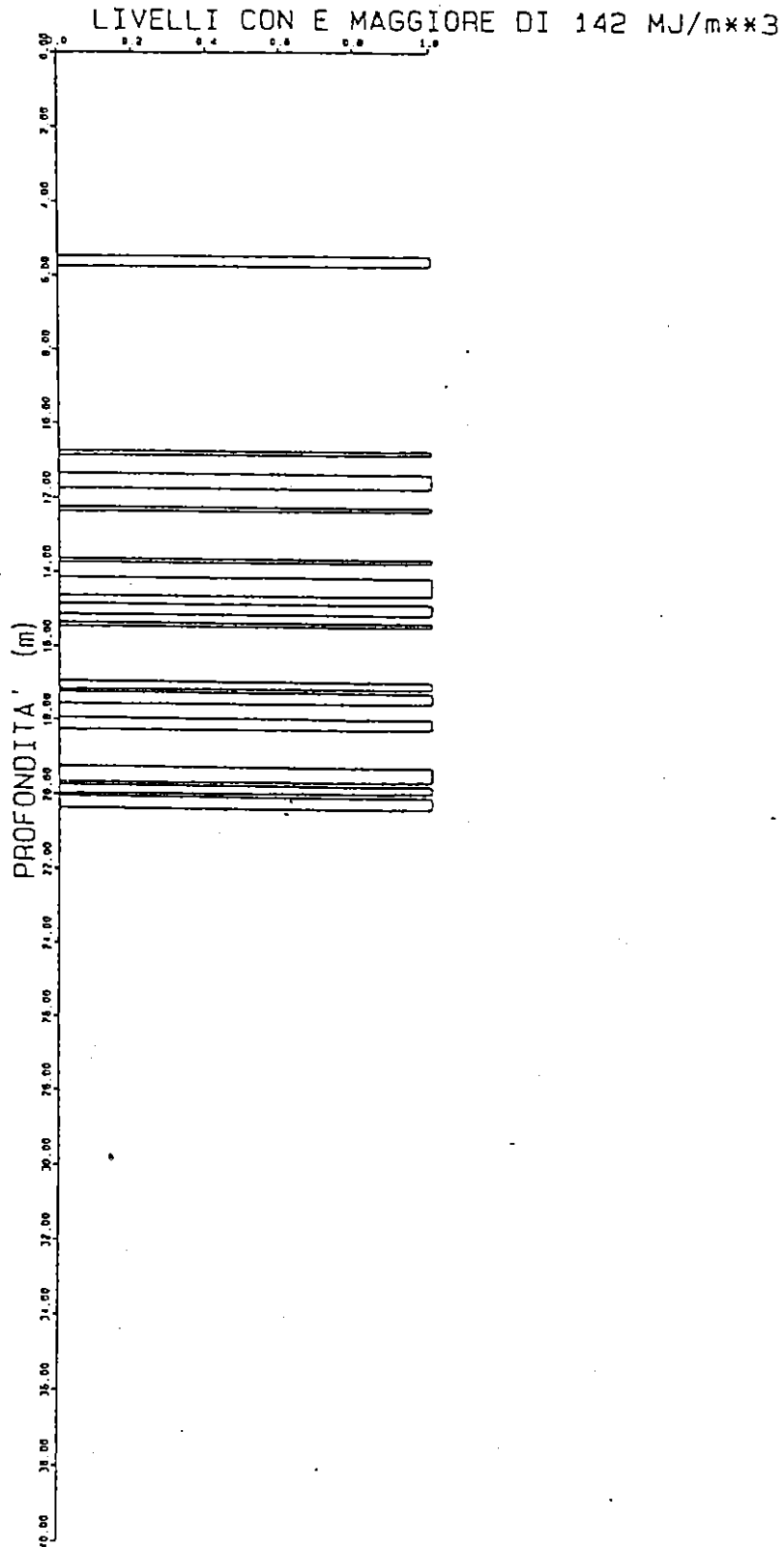


90013
CUMI.033A
03/97
DATA
LV
VISTO
UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO DB

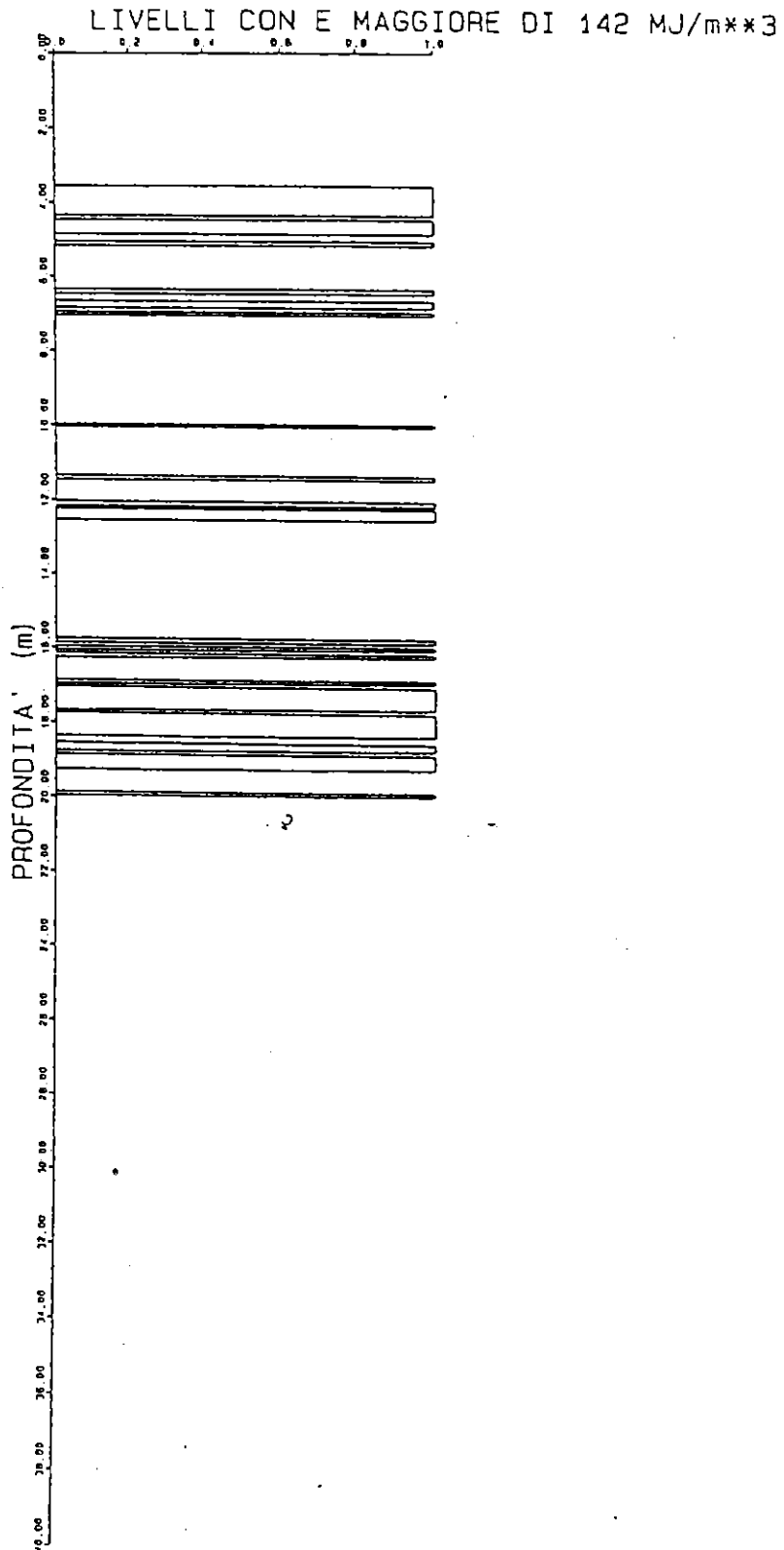


UBUII
L'OMMESSA
DATA 04/97
VISTO LV
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO 09

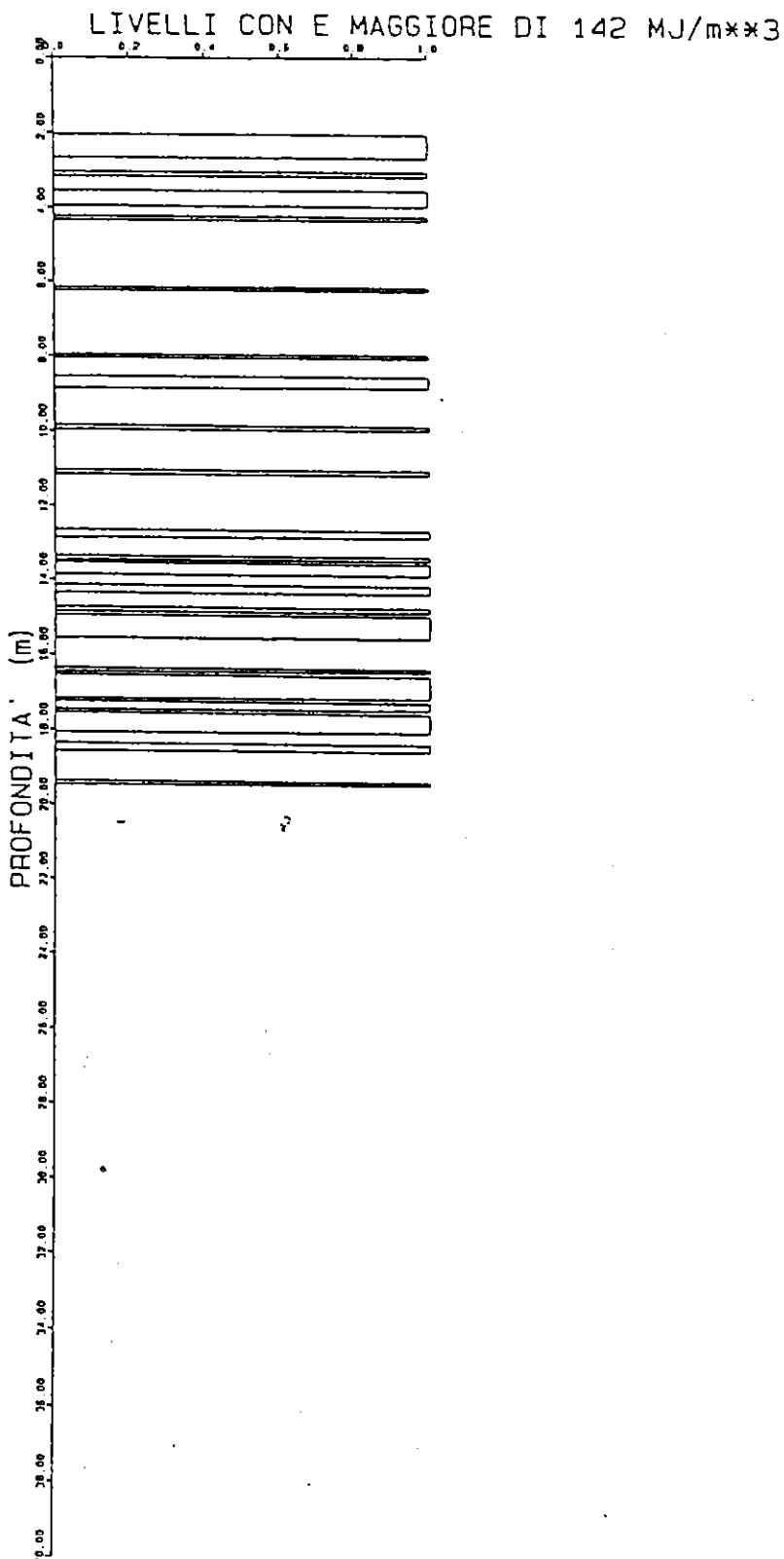


PROFONDITA' (m)

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D10

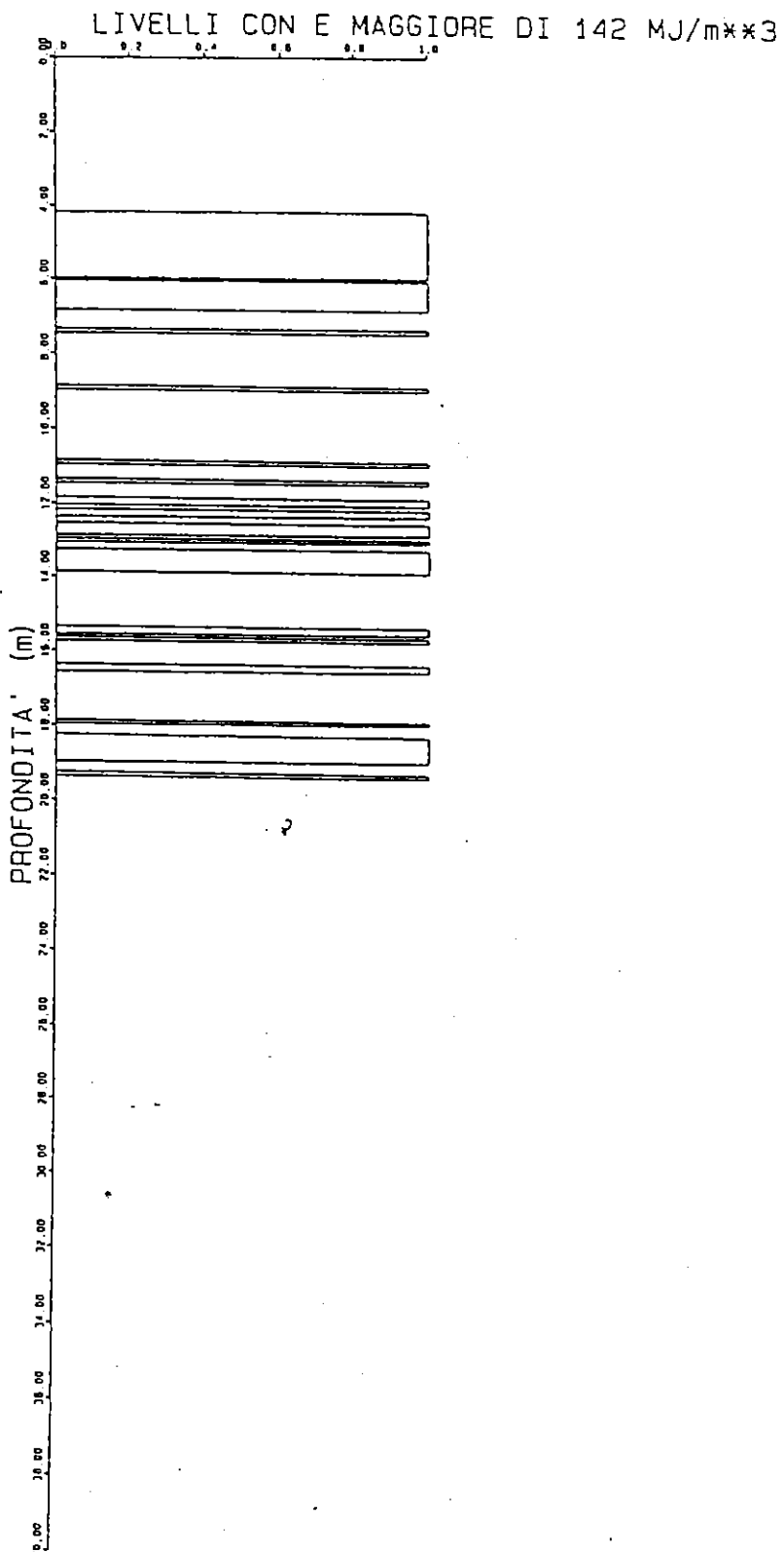


REDATTO DP
VISTO LV
DATA 04/97
COMMESSA 96/114

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D11

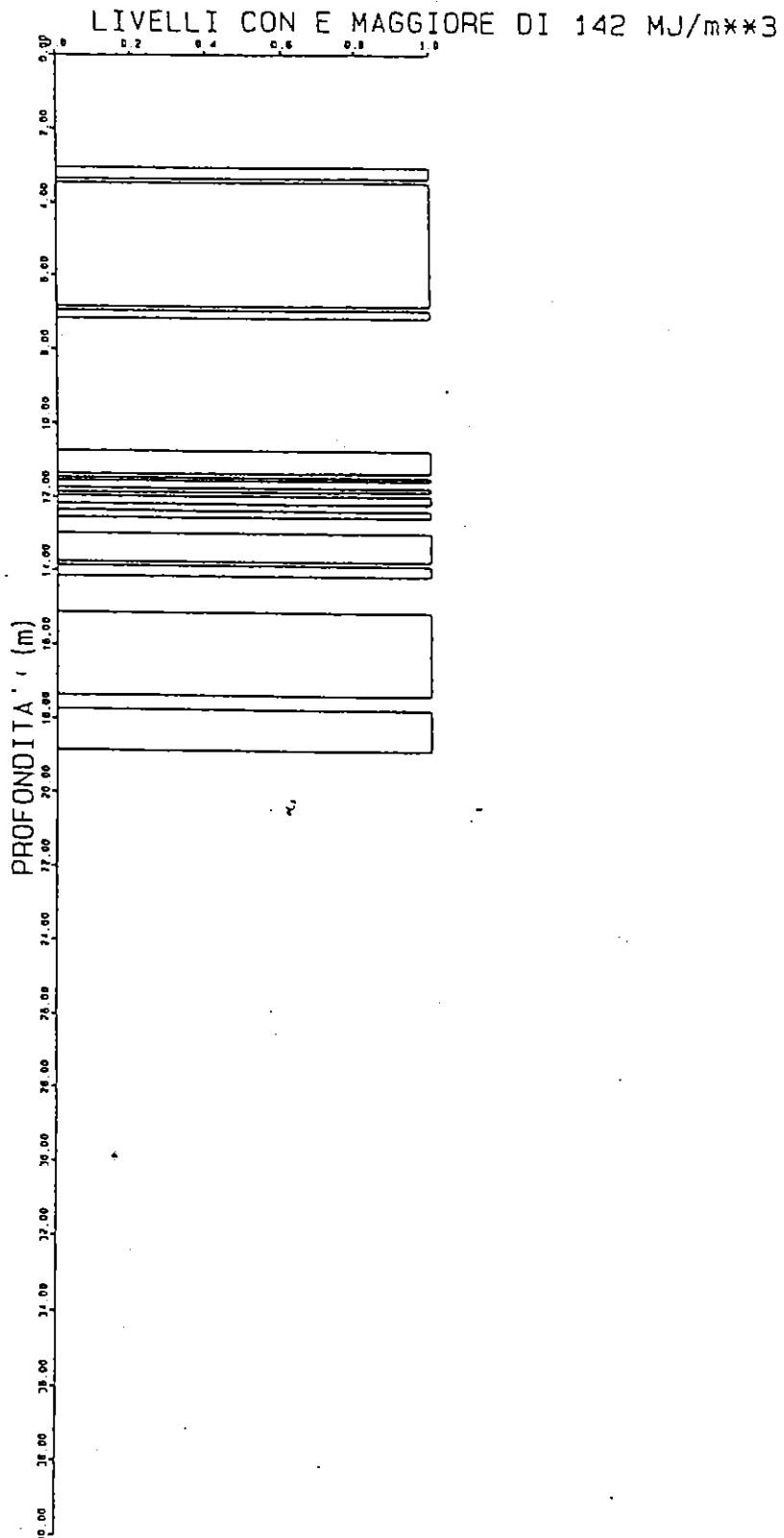


16011
ESSA
104/
DA
LV
VI
DF
EDA

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D12

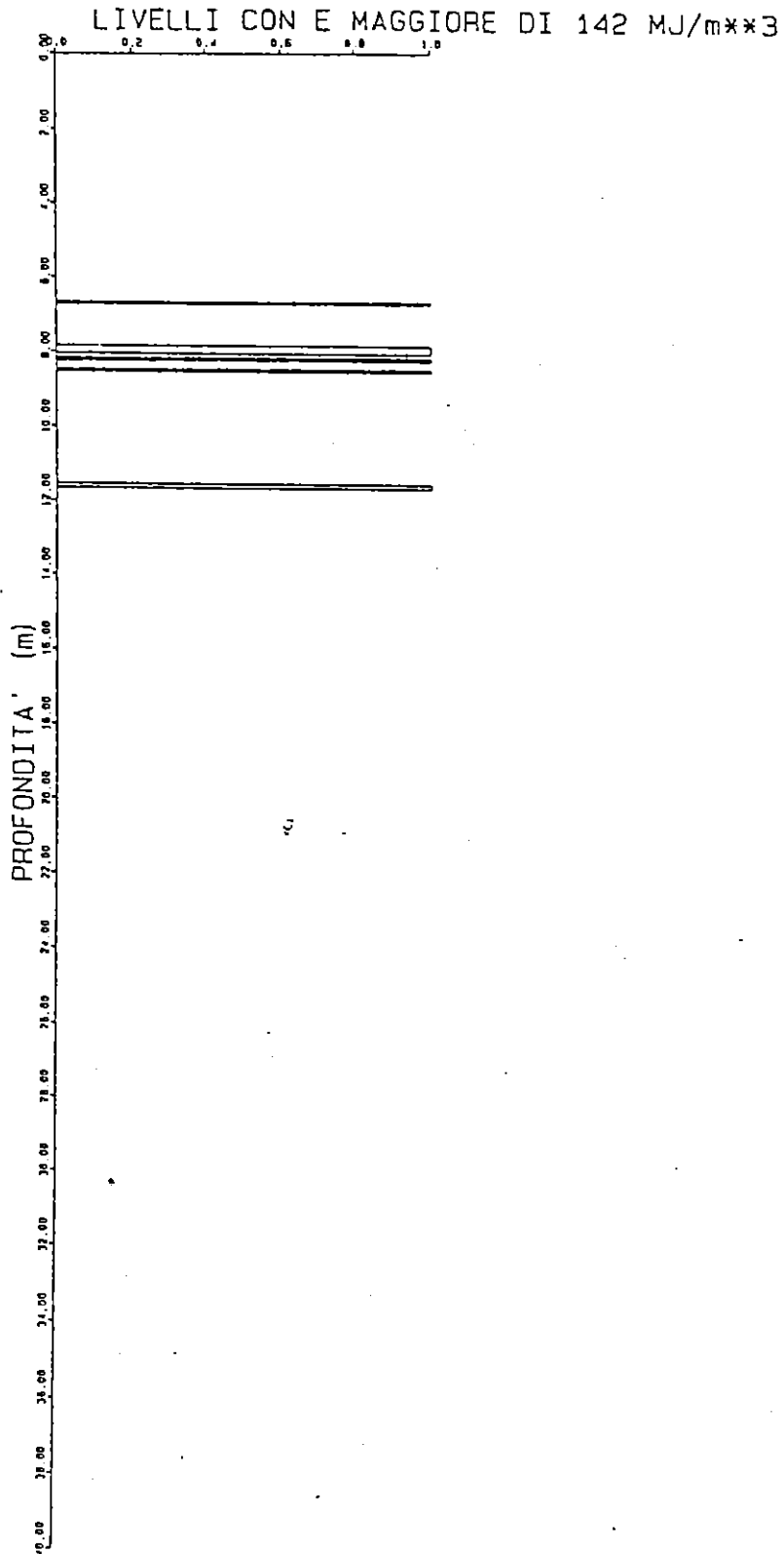


PROV. TORINO
LUMMECJA
DATA 04/97
VISTO LV
MEDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D13

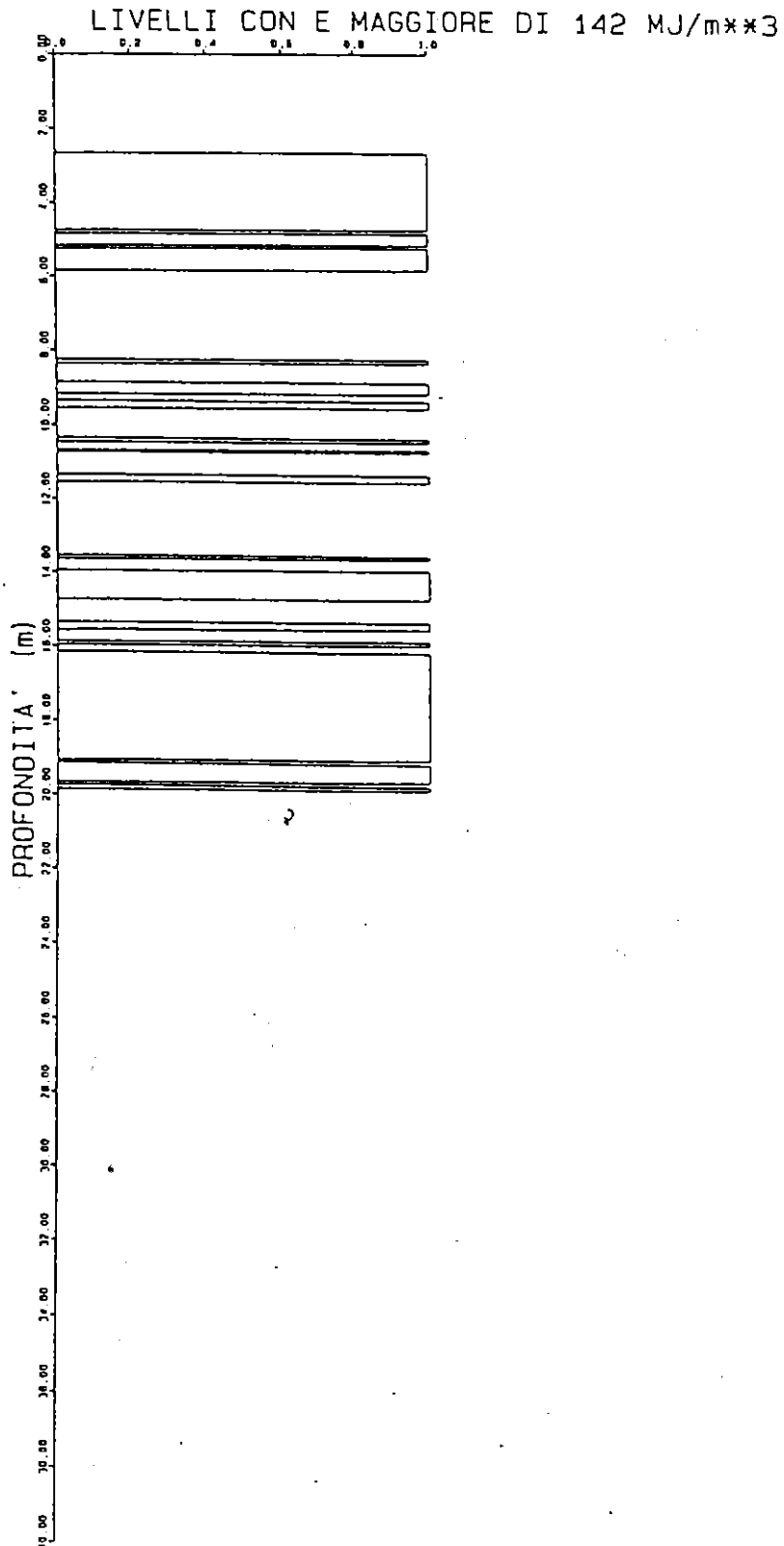


PROFONDITA' (m)
DP
LV
VIS
DAT
02797

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D14



COMPRESSA 96019

DATA 04/97

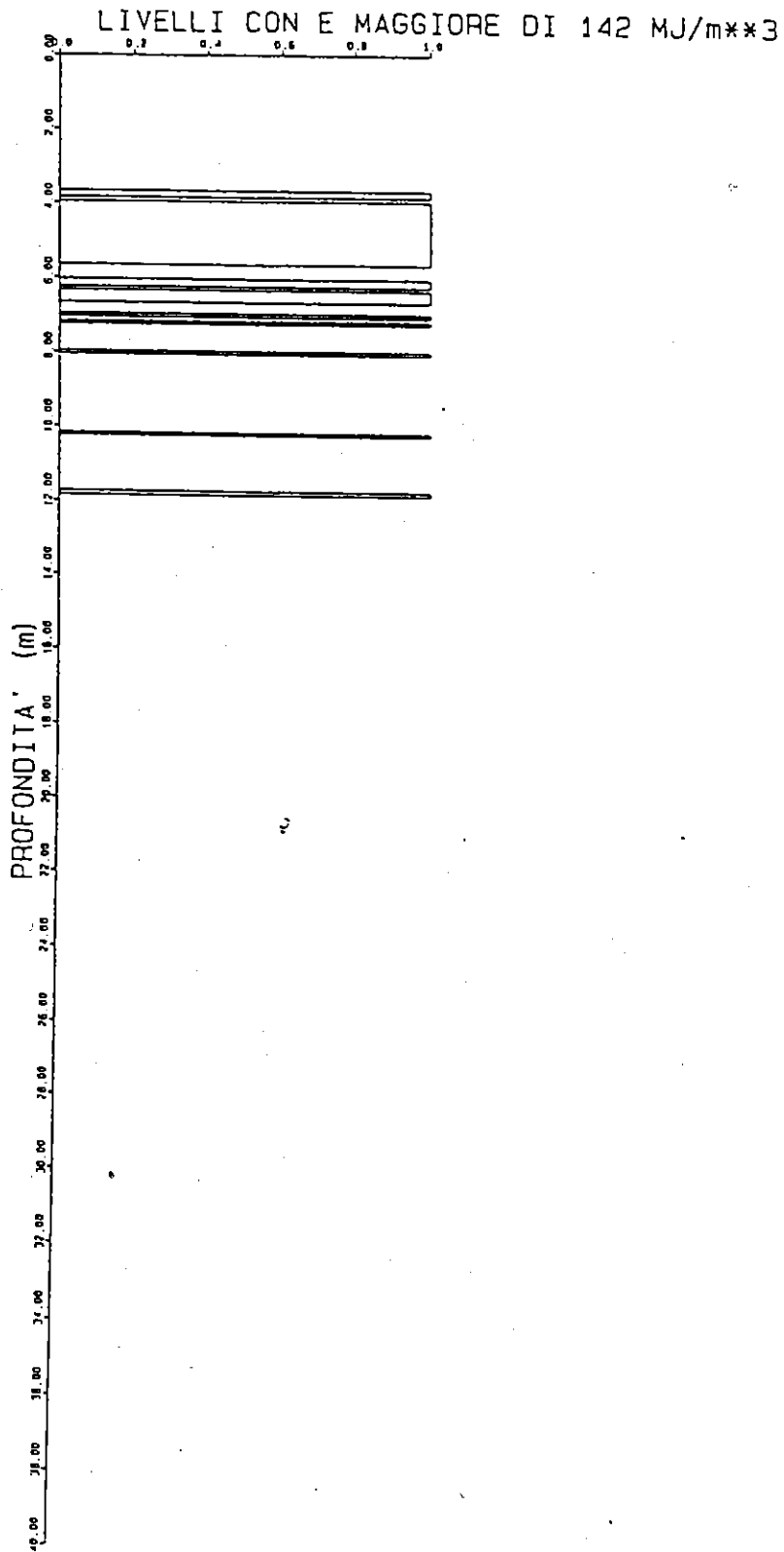
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D15

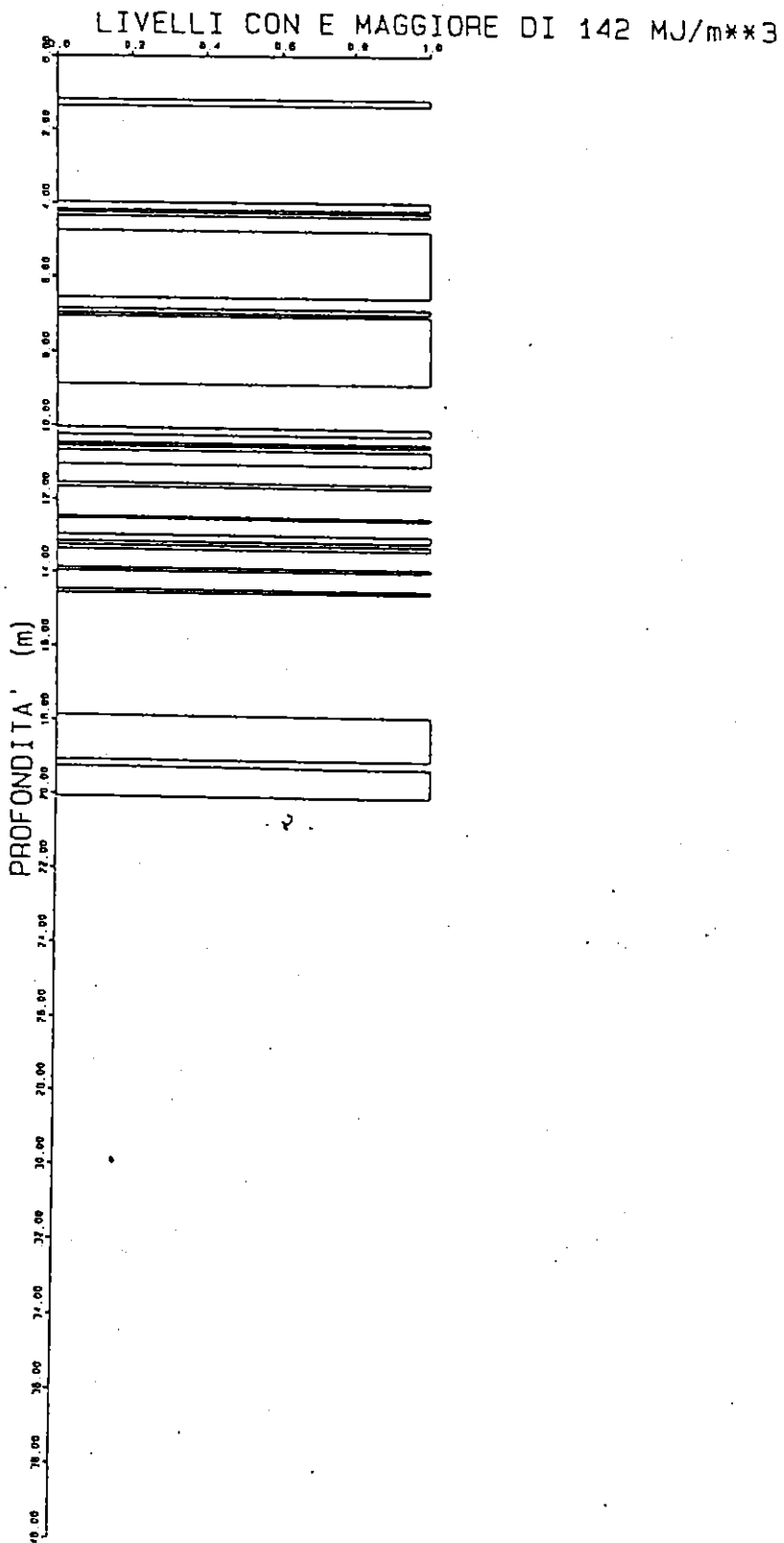


PROFONDITA' (m)
VISTO LV.
DAT. 27/97
CANT. SSA
19019

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D16

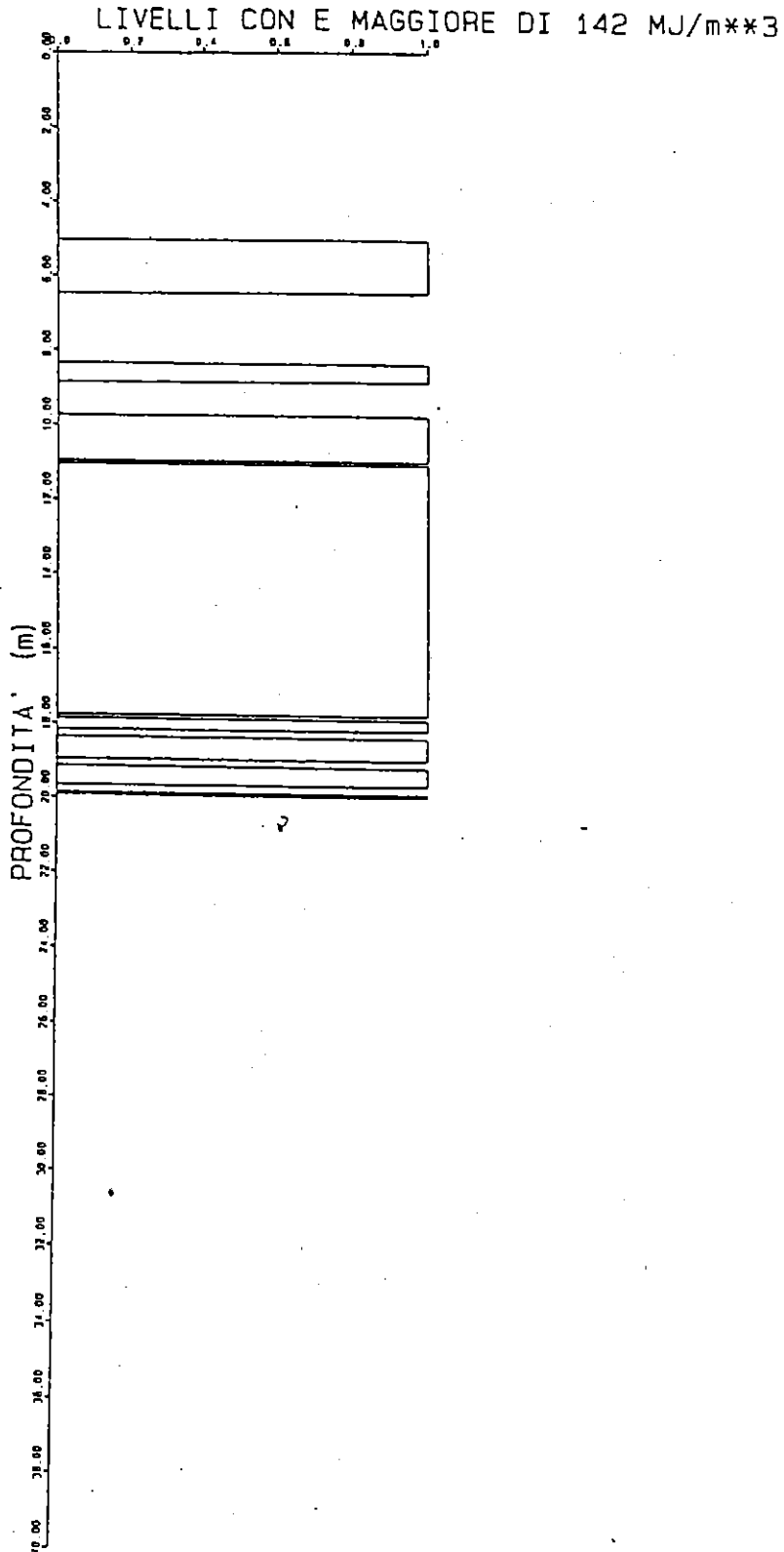


UNITA' DI MISURA: DATA: 04/51: VISIO: UP: MEDATTO

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D19

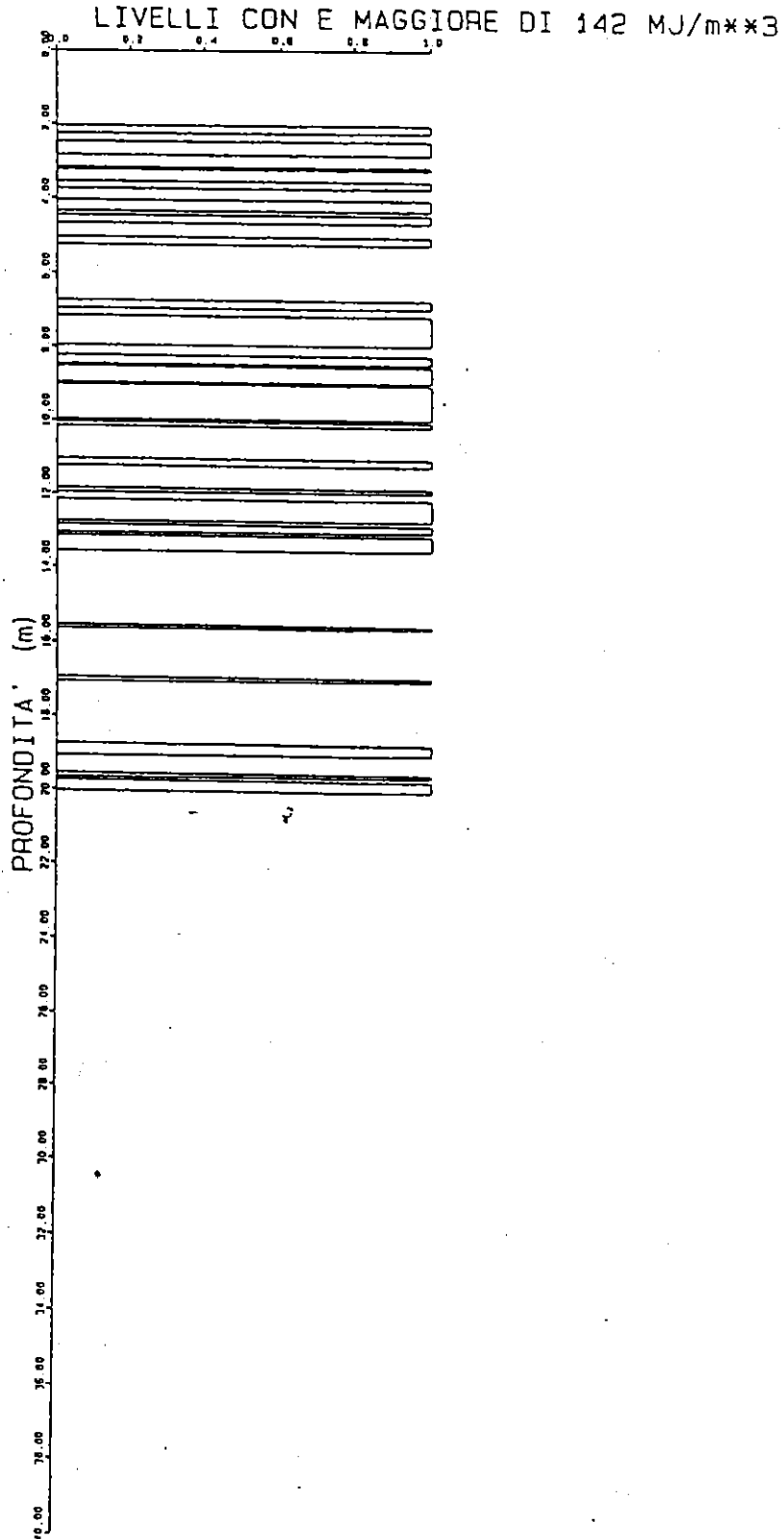


96017
CONFESSA
DATA 04/07
VISTO LY
DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D20



50/113

COMPLESSA

DATA 04/97

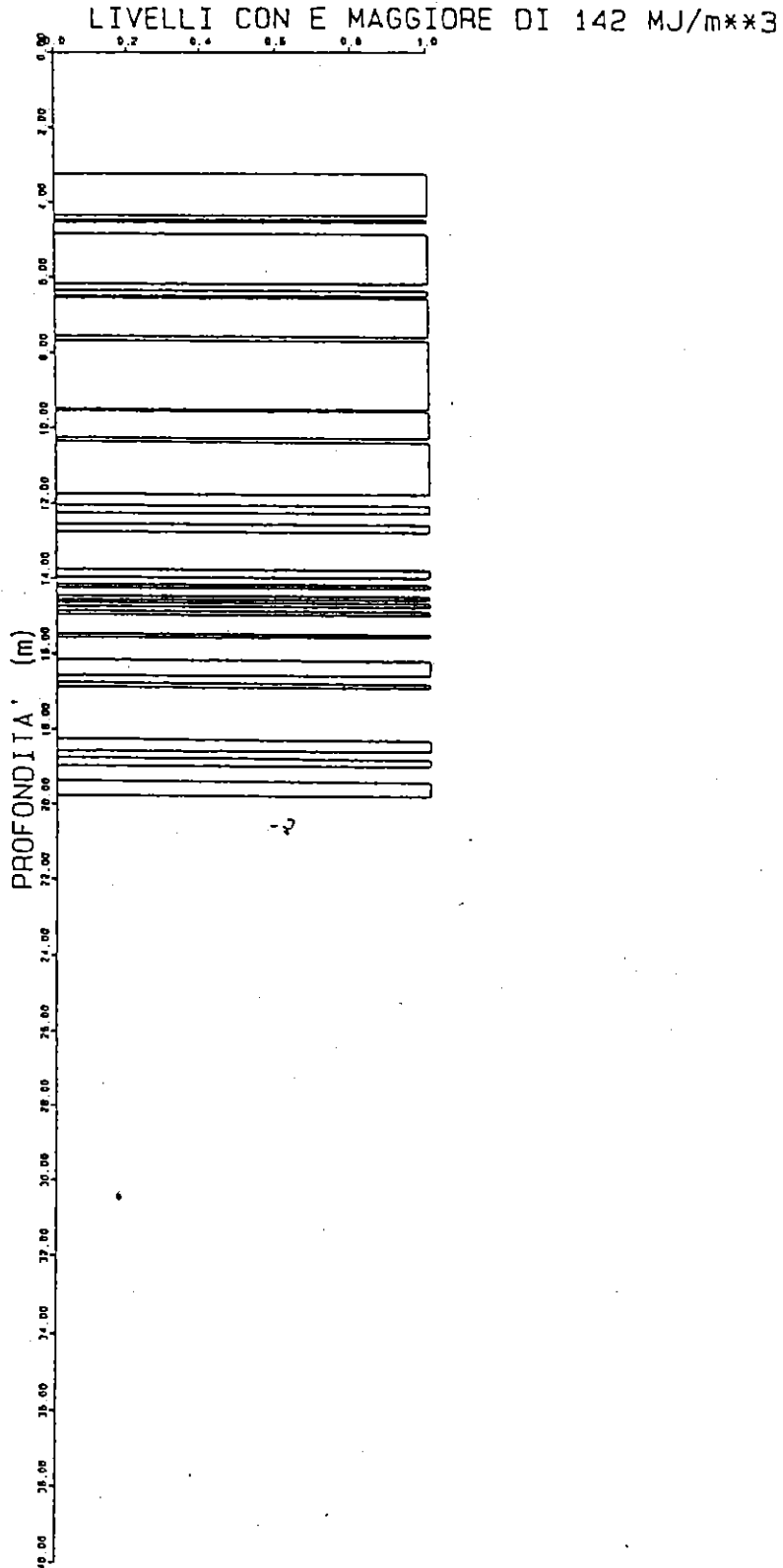
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

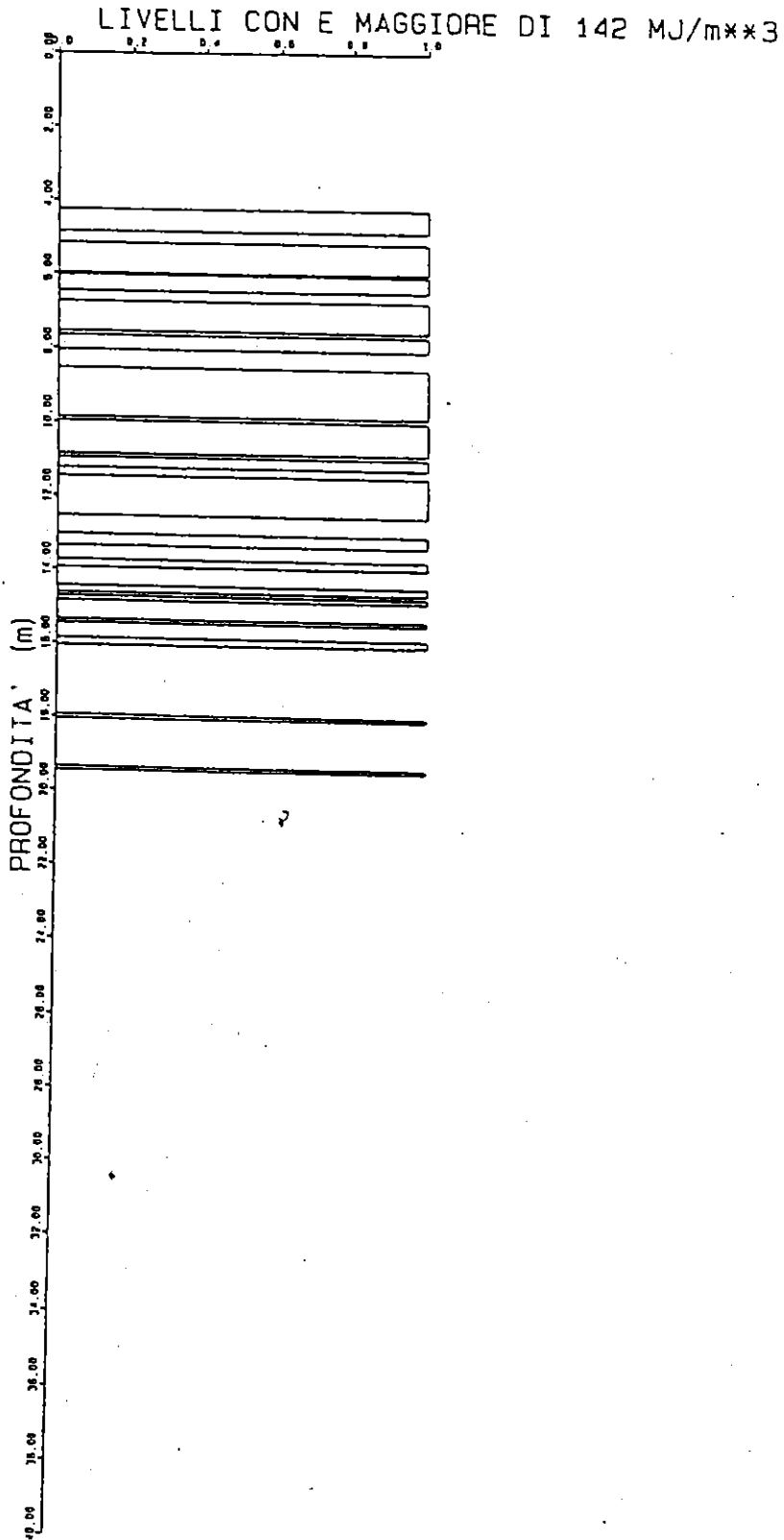
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D17



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

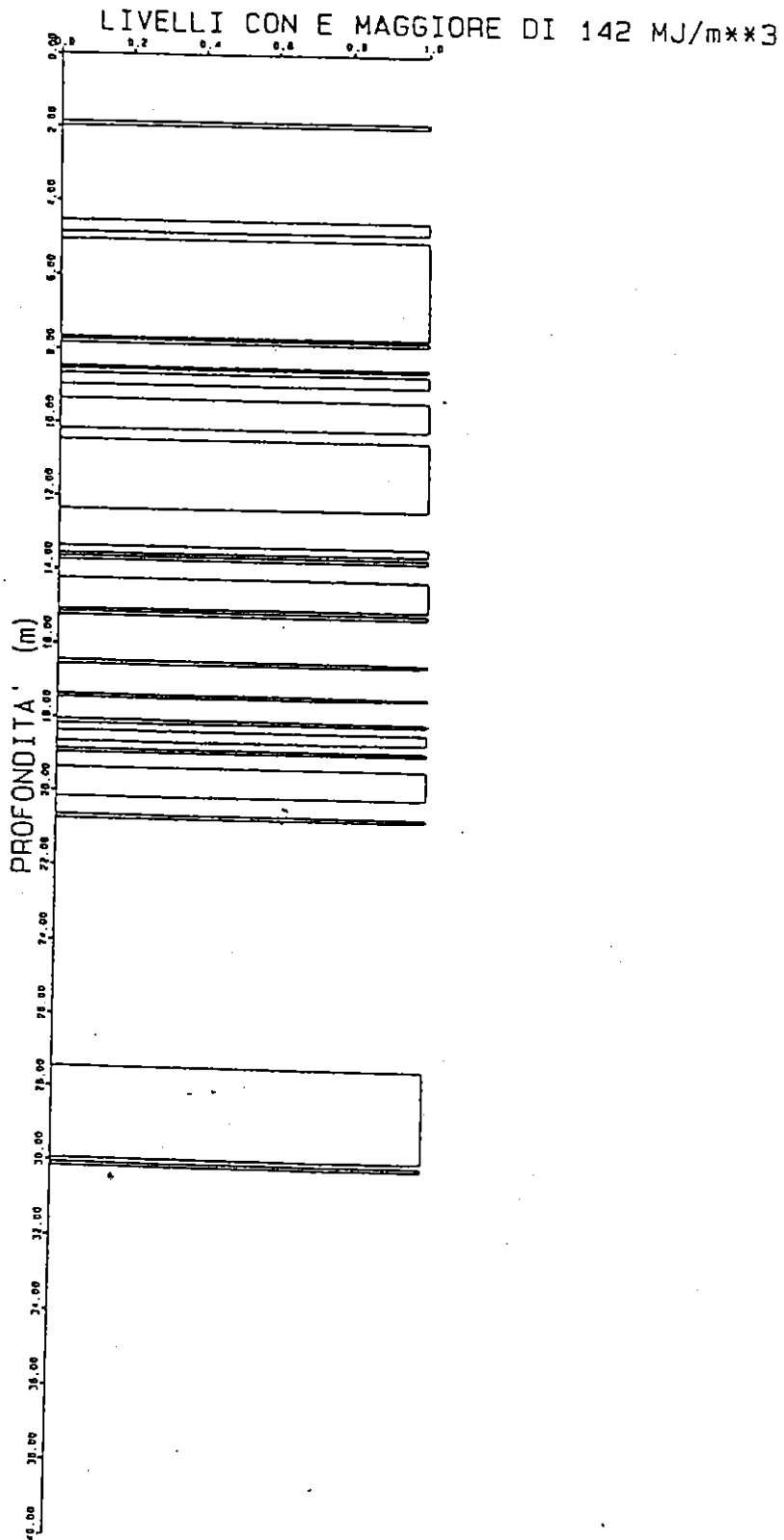
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D18



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D21

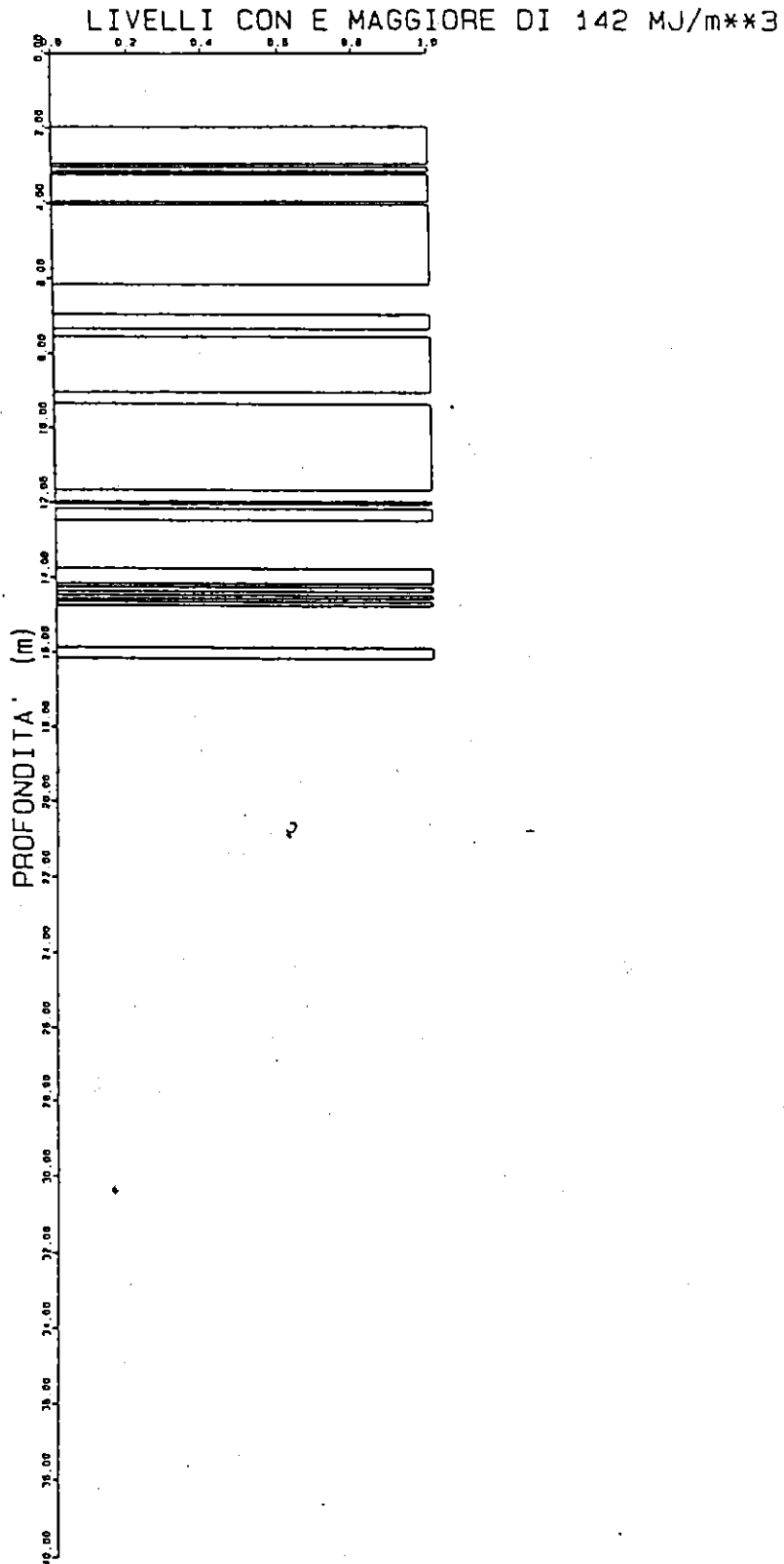


46014
7004 655A
DATA 07/97
VIRIN LV
HEADLINE UP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D22



LUMINOSITÀ

VELOCITÀ

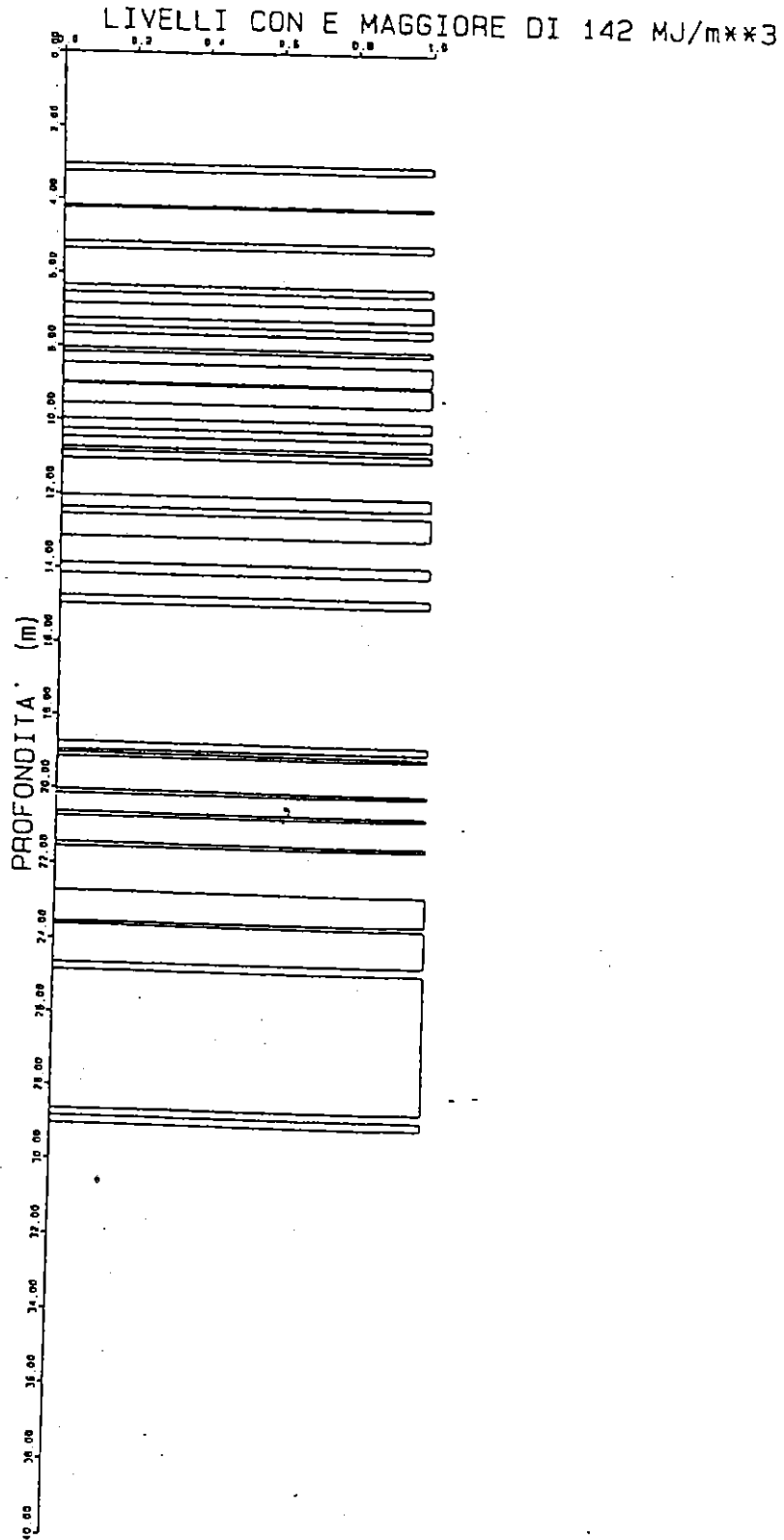
VISUALITÀ

REATTIVITÀ

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D23

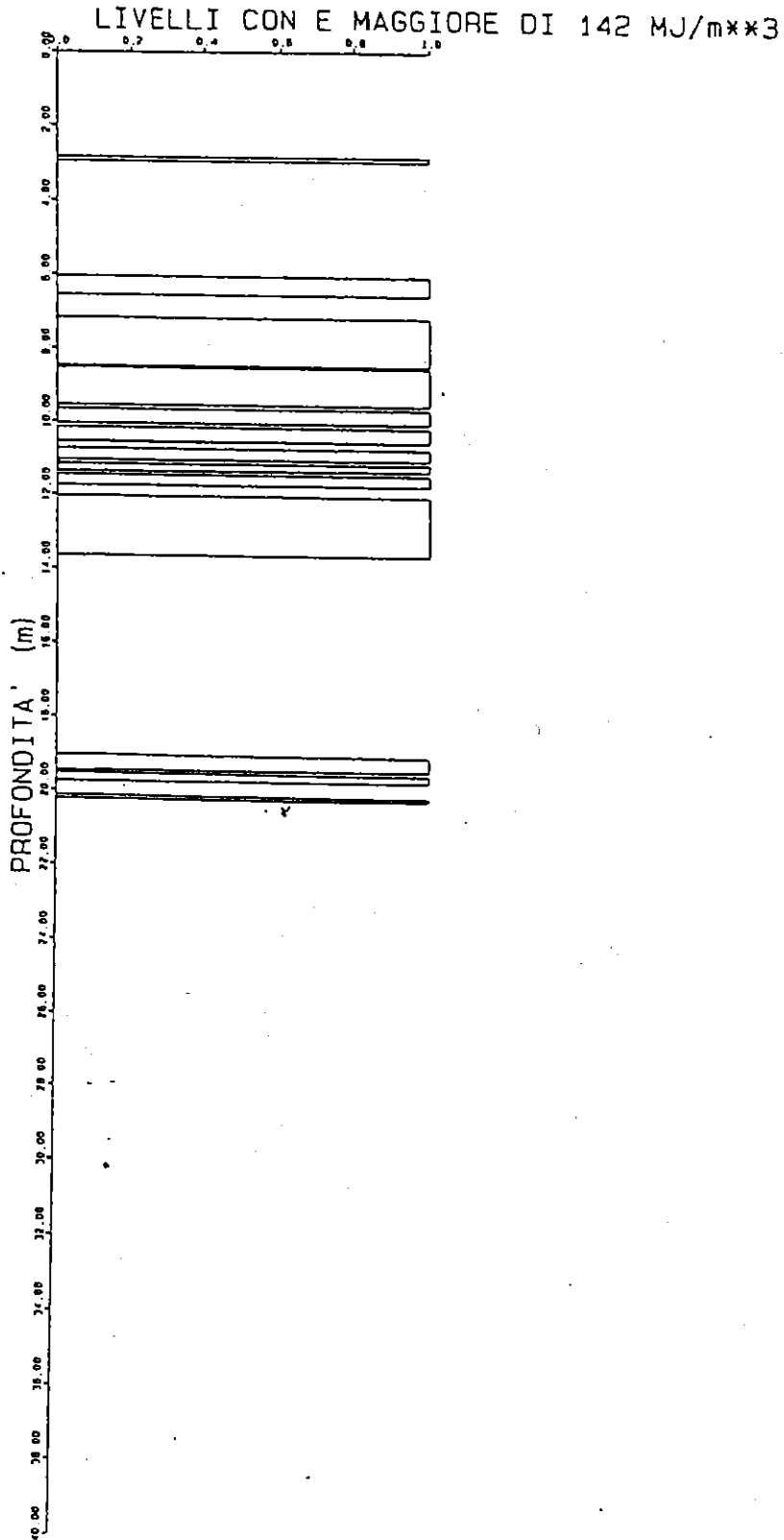


EDAT DE VI LV DA DA 04/ 55A 6011

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D24



COMMESSA 96012

DATA 04/97

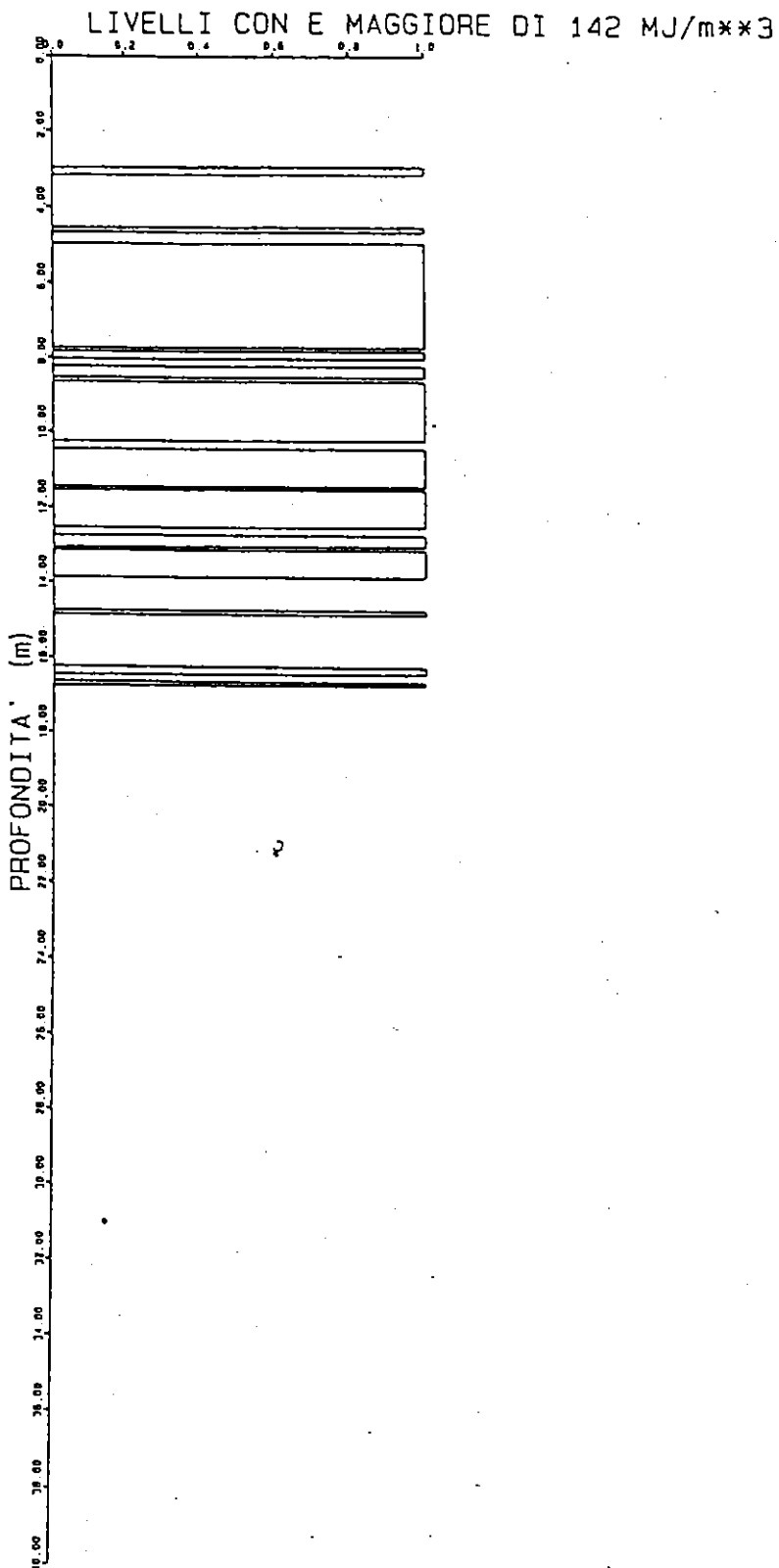
VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO 025



960
MES

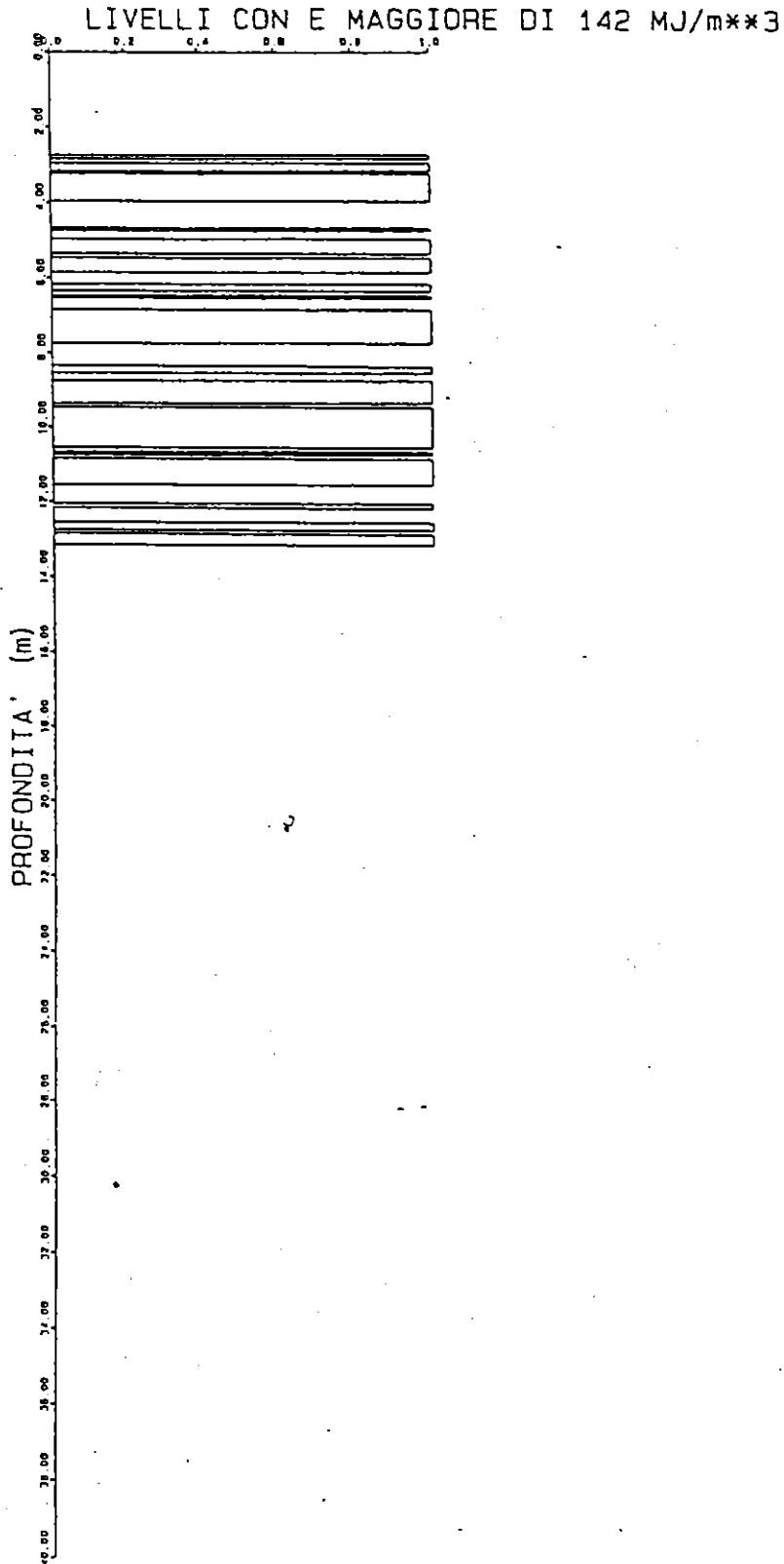
04

RED

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D26



DATA 20/03/01

VISIO LY

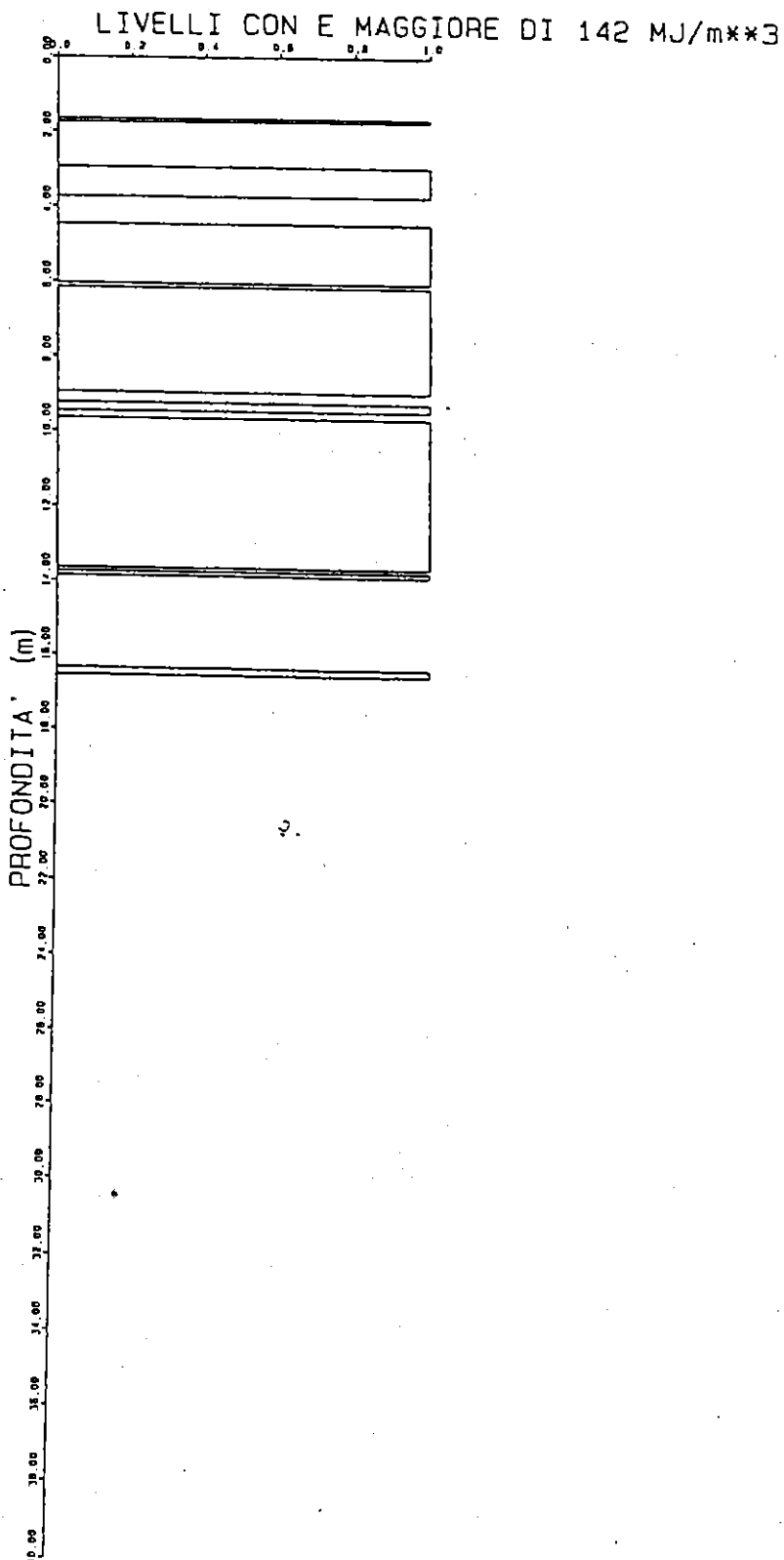
UP

REDAITTO

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

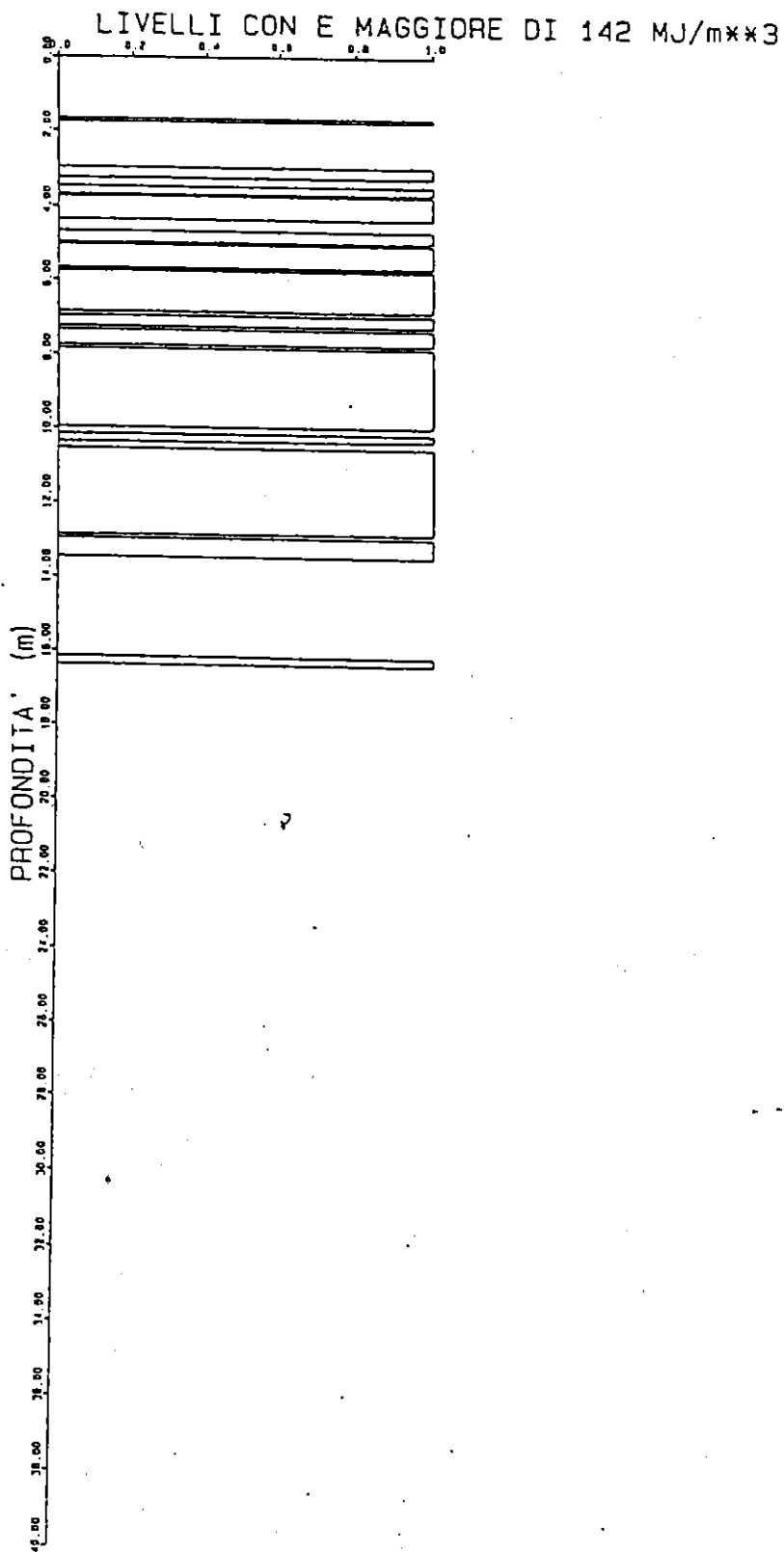
DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D27



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D28



REDAZIONE DP

VISIO LY

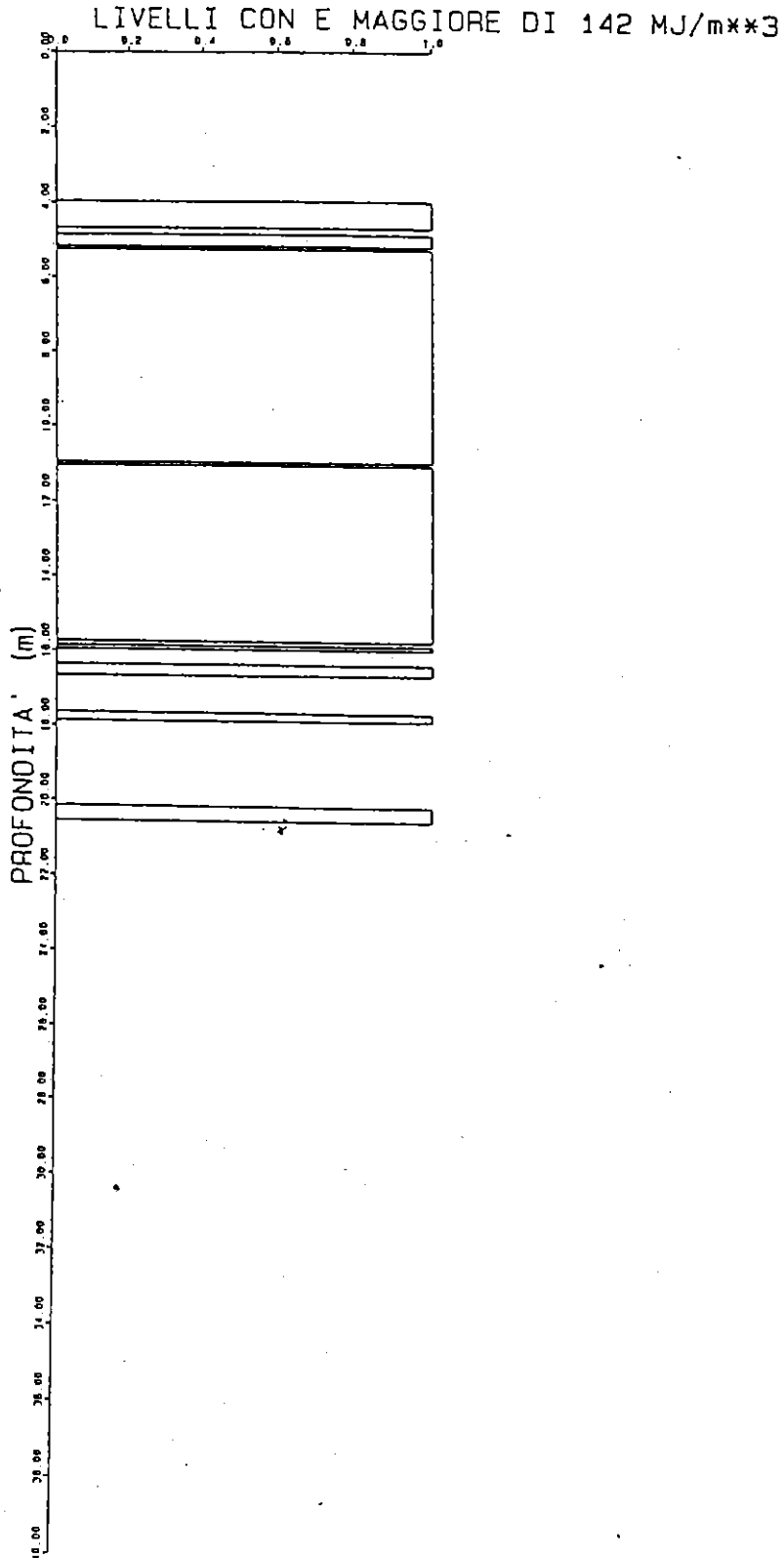
DATA 04/97

00000000

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
SONDAGGIO D29



96019
CON.FSSA

DATA 04/97

VISIO LV

MEURIO - UE

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

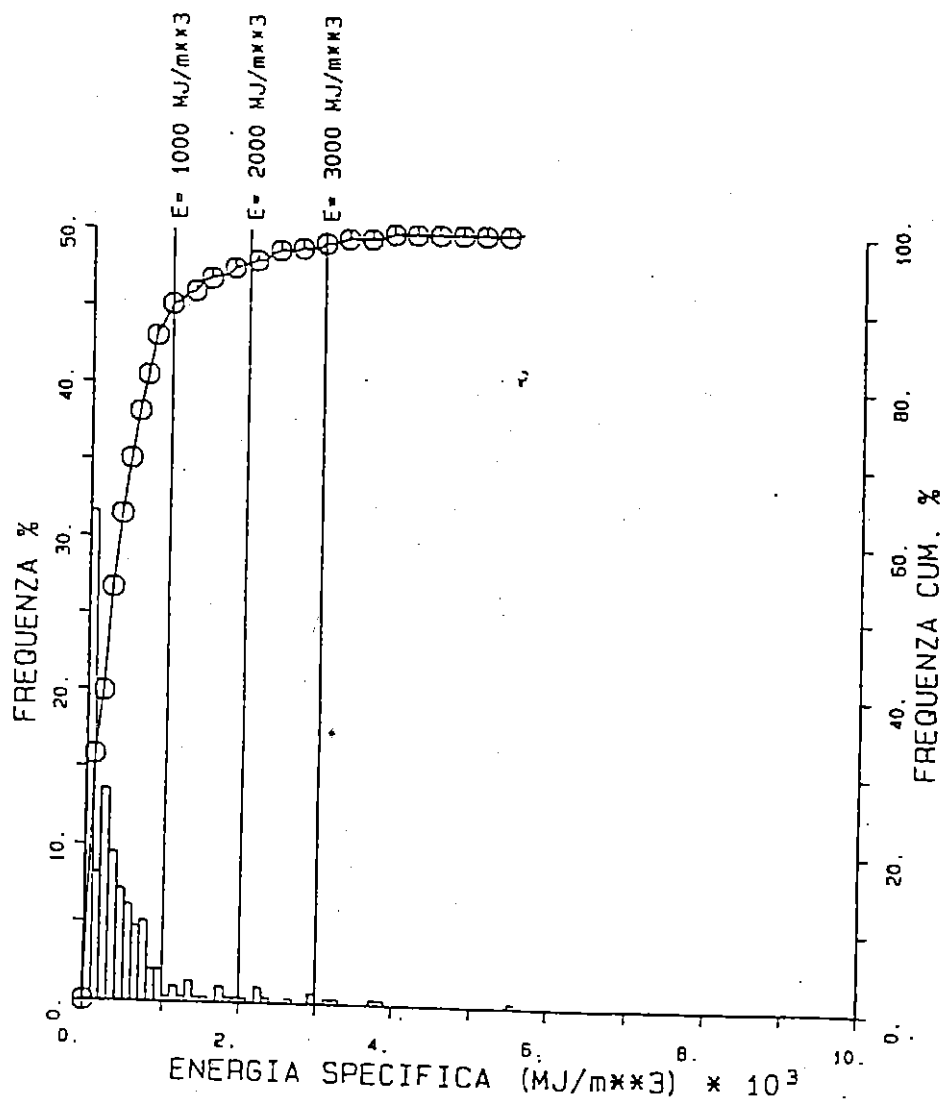
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 1 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 0-5 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



COMMESSA

DATA 10/96

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

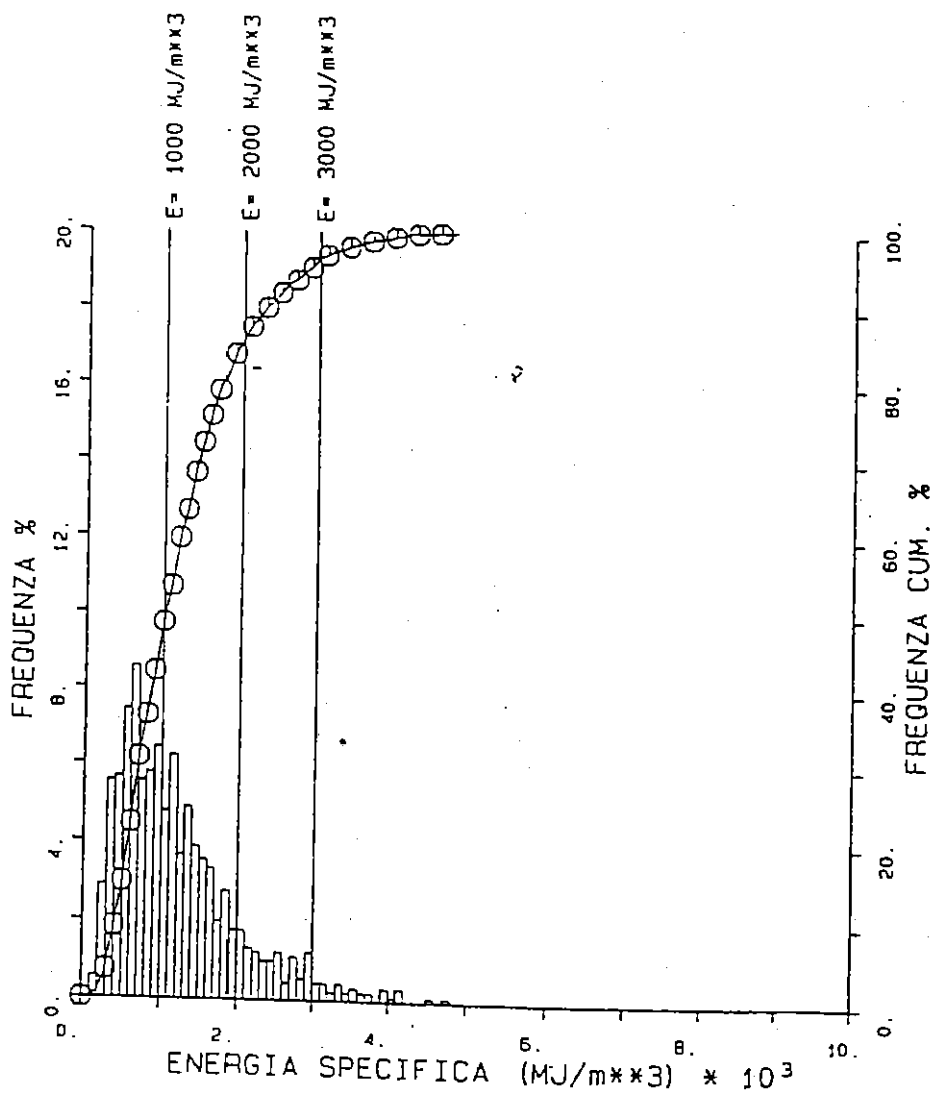
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 1 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 5-20 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

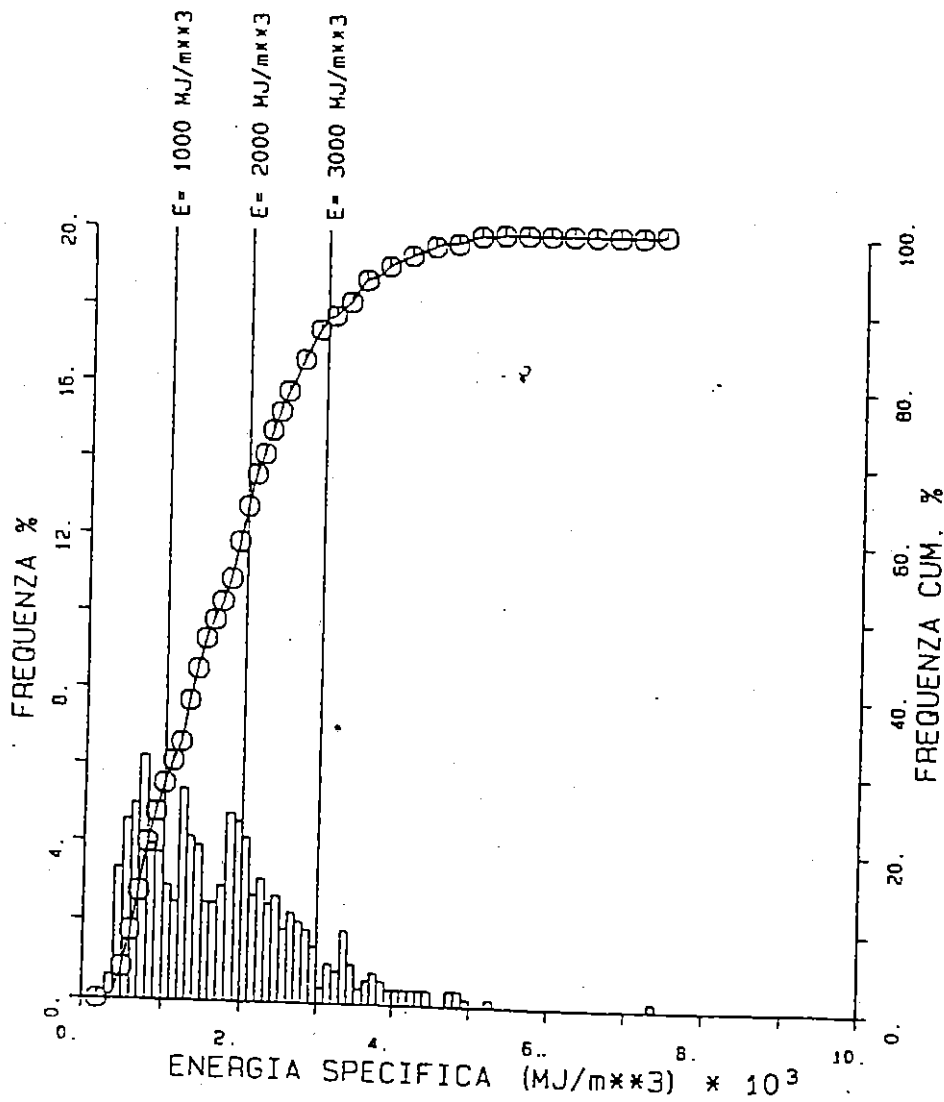
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 1 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 20-50 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



CUMMESSA 30/11

DATA 10/98

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

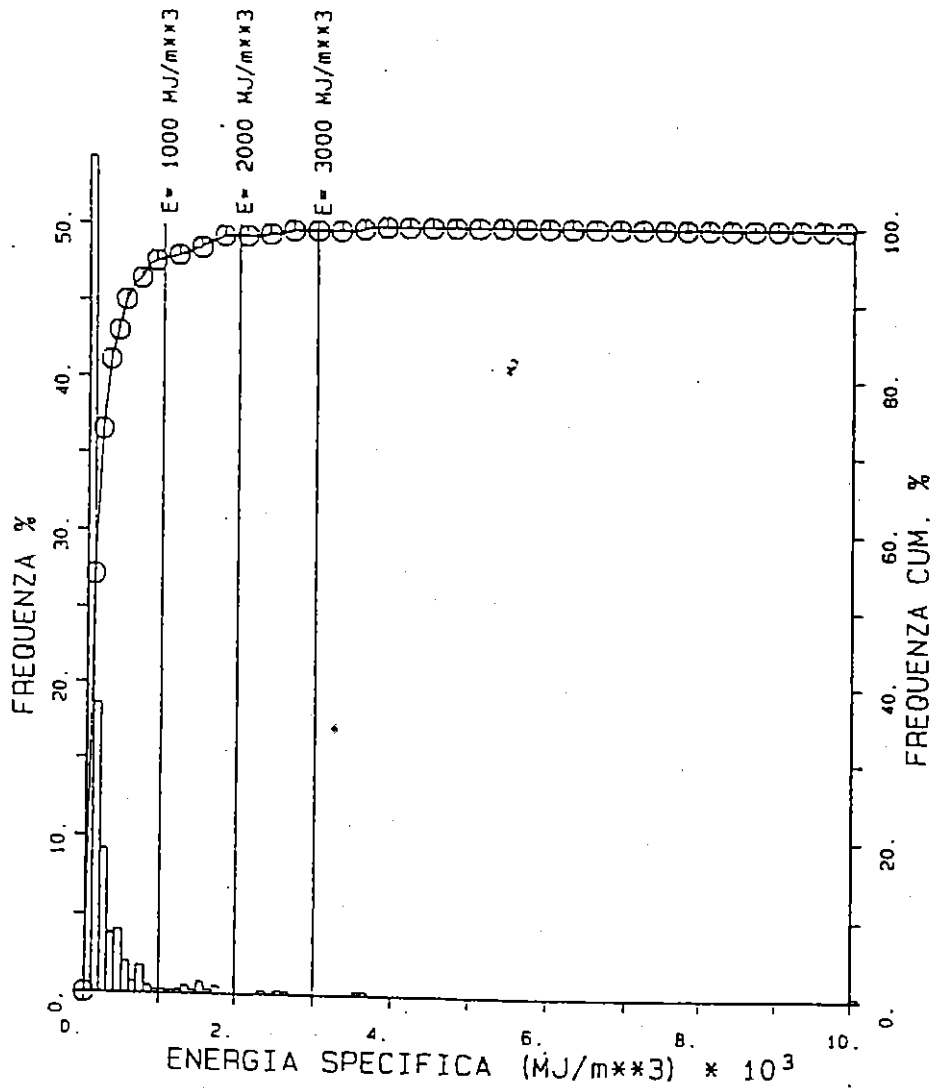
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 0-5 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

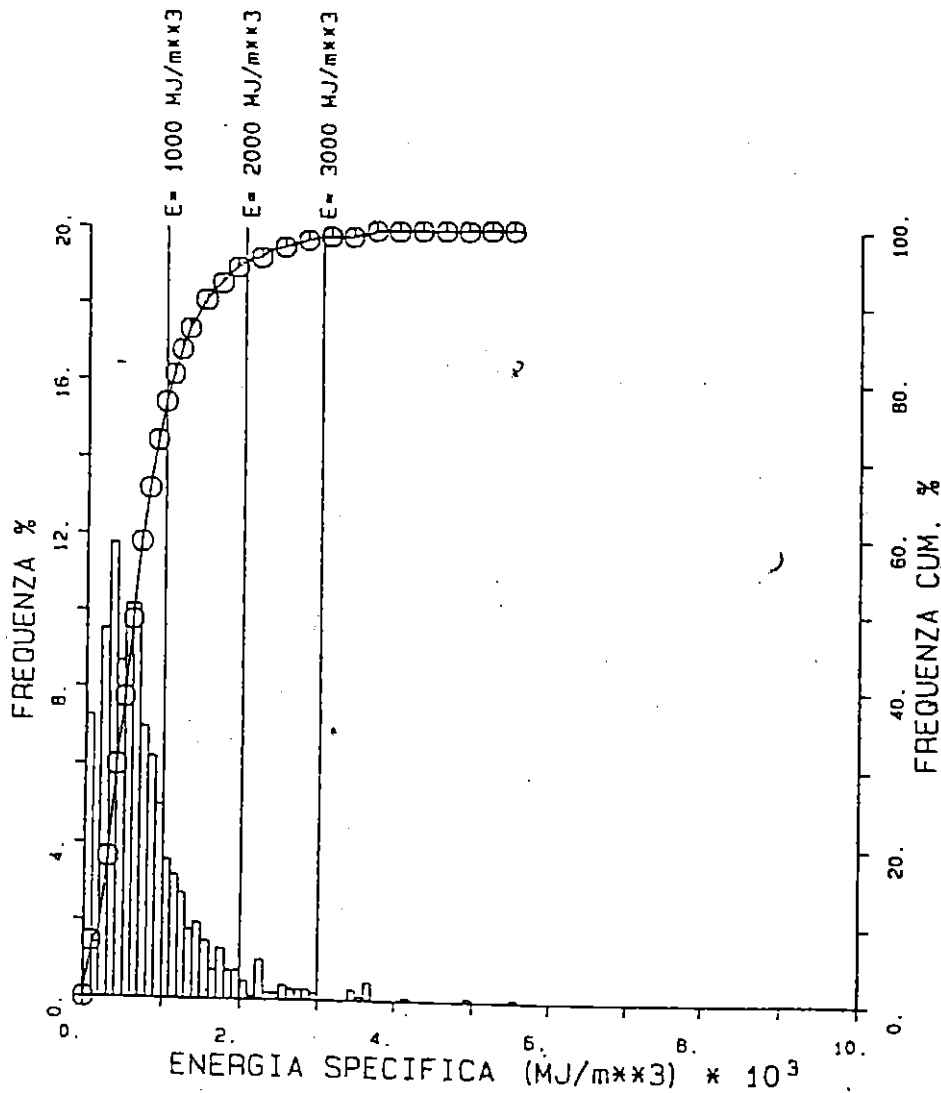
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RD. (RODIO)

ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 5-20 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



COMMESSA 96019

DATA 10/96

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

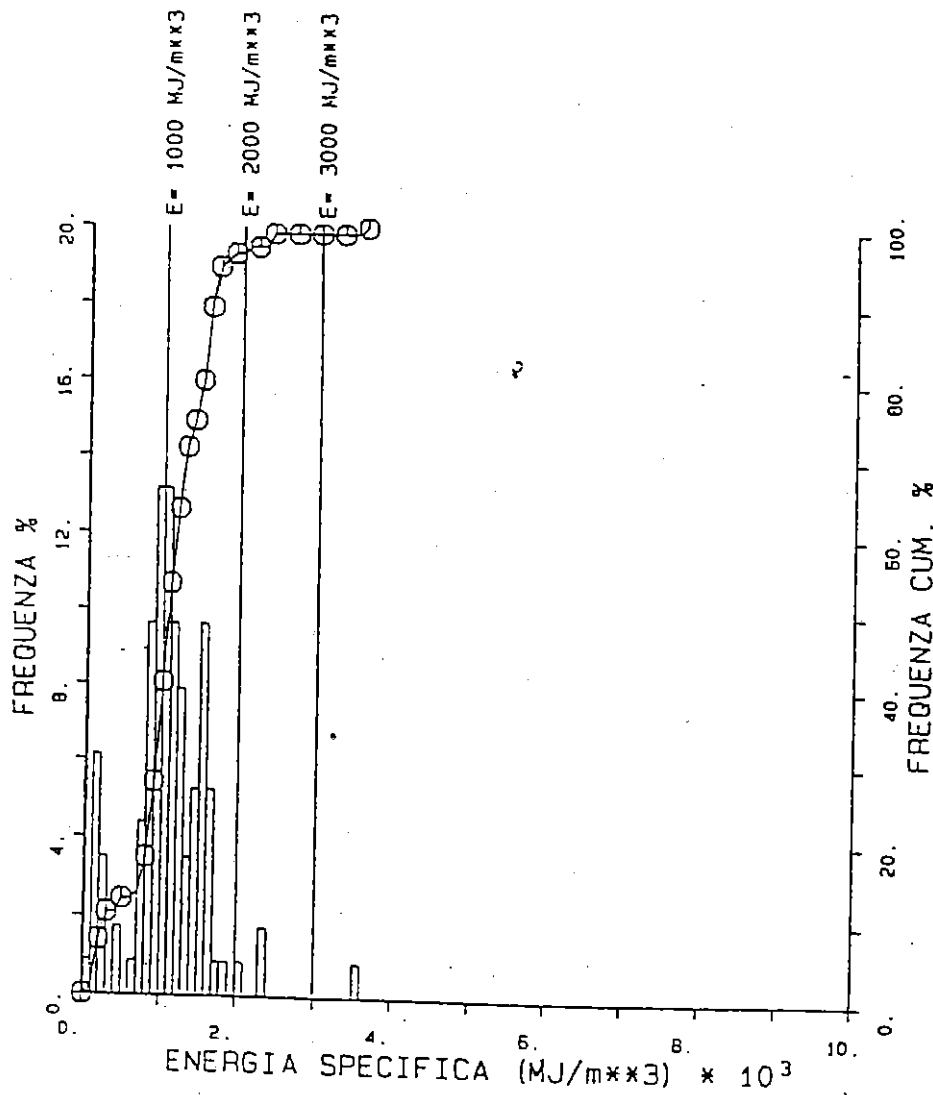
TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)

ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI

PROFONDITA' 20-50 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA

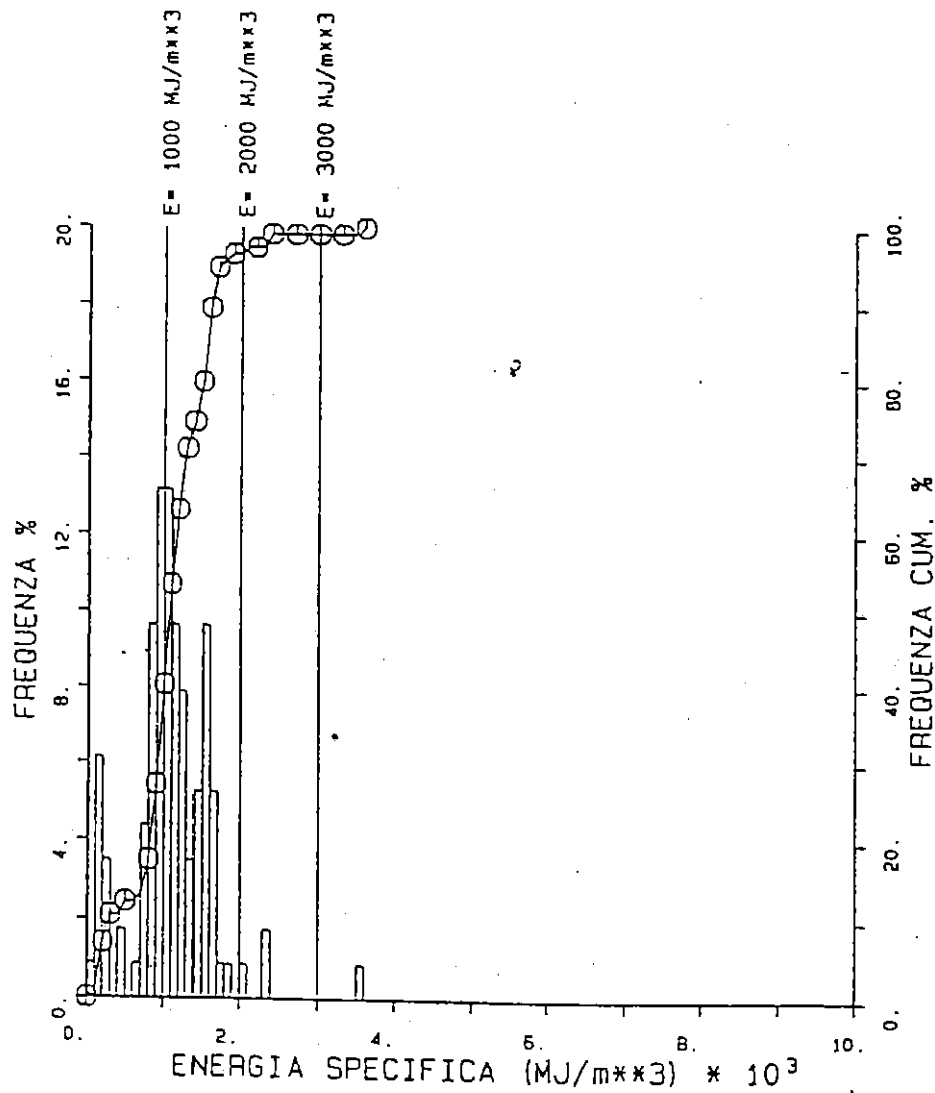


PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE CON PERFORAZIONI STRUMENTATE PA.PE.RO. (RODIO)
 ZONA 2 - ELABORAZIONE SUI DATI GLOBALI
 PROFONDITA' 20-50 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

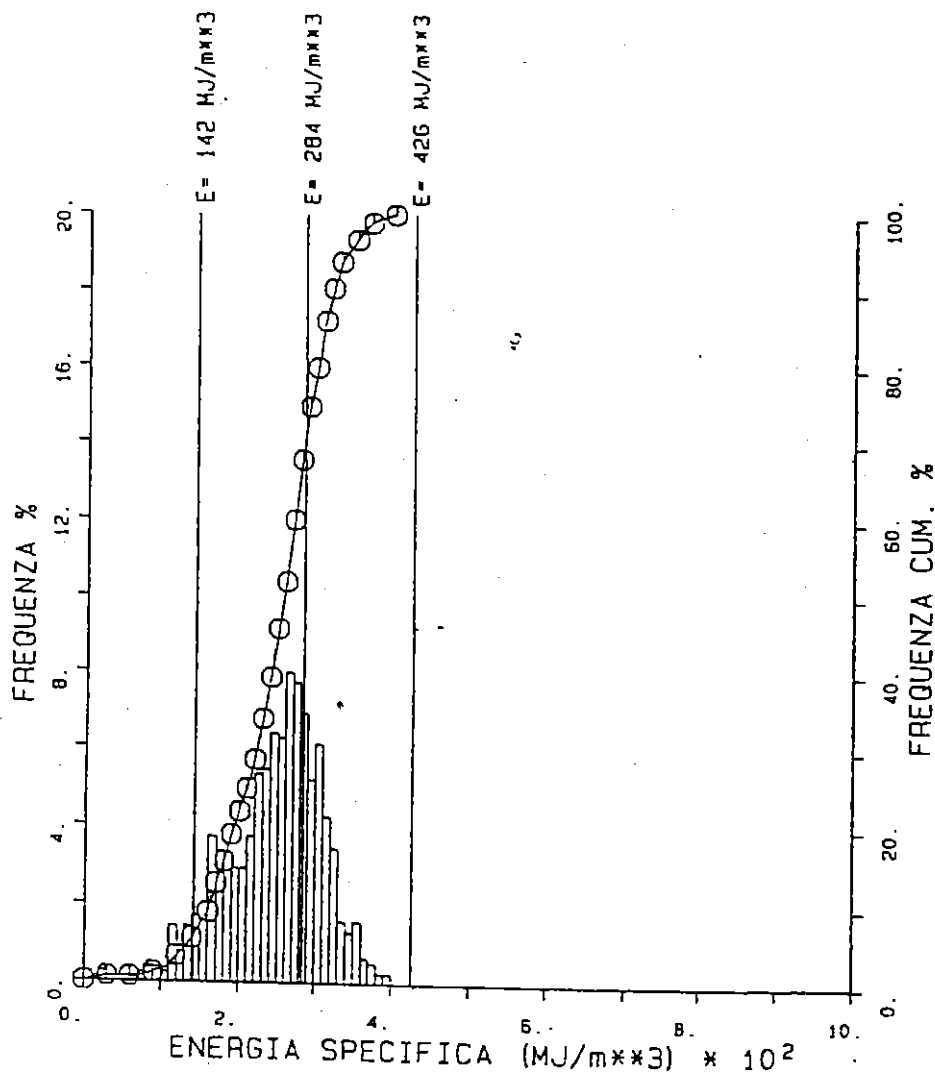
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 1

PROFONDITA' 5-20 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

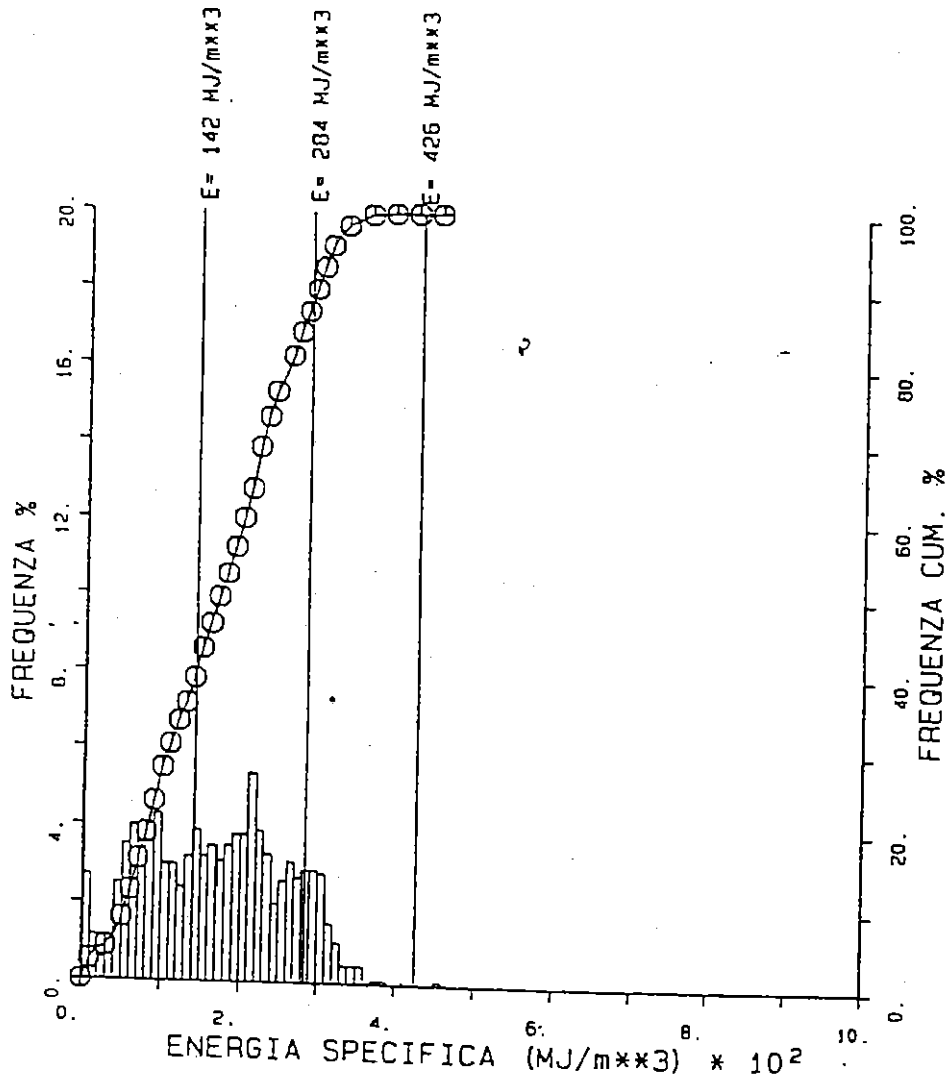
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 1

PROFONDITA' 20-50 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



COMPRESSA

DATA 10/96

VISTO LV

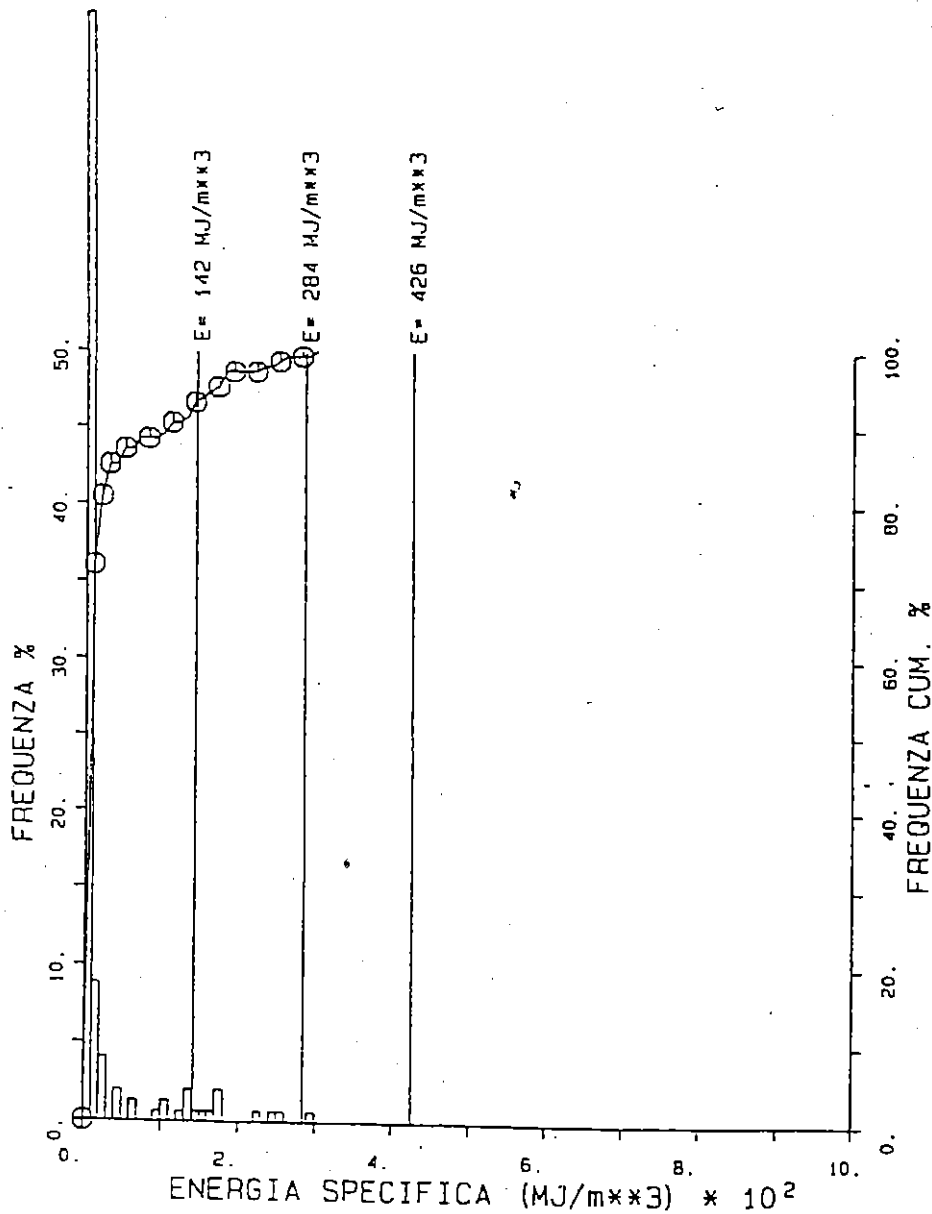
REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
 ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 2
 PROFONDITA' 0-5 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

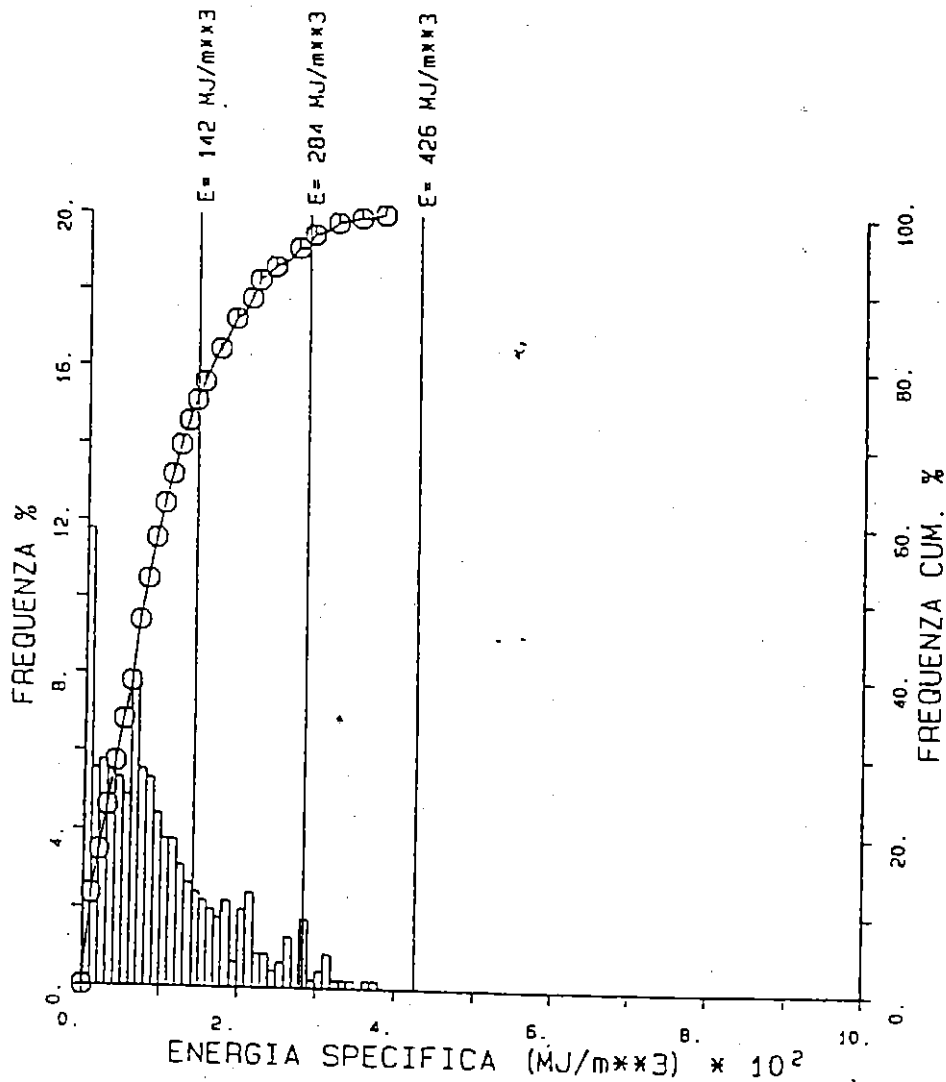
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 2

PROFONDITA' 5-20 m

⊙ FREQUENZA CUMULATIVA



REDAITTO UP

VISIU LV

DATA IV/80

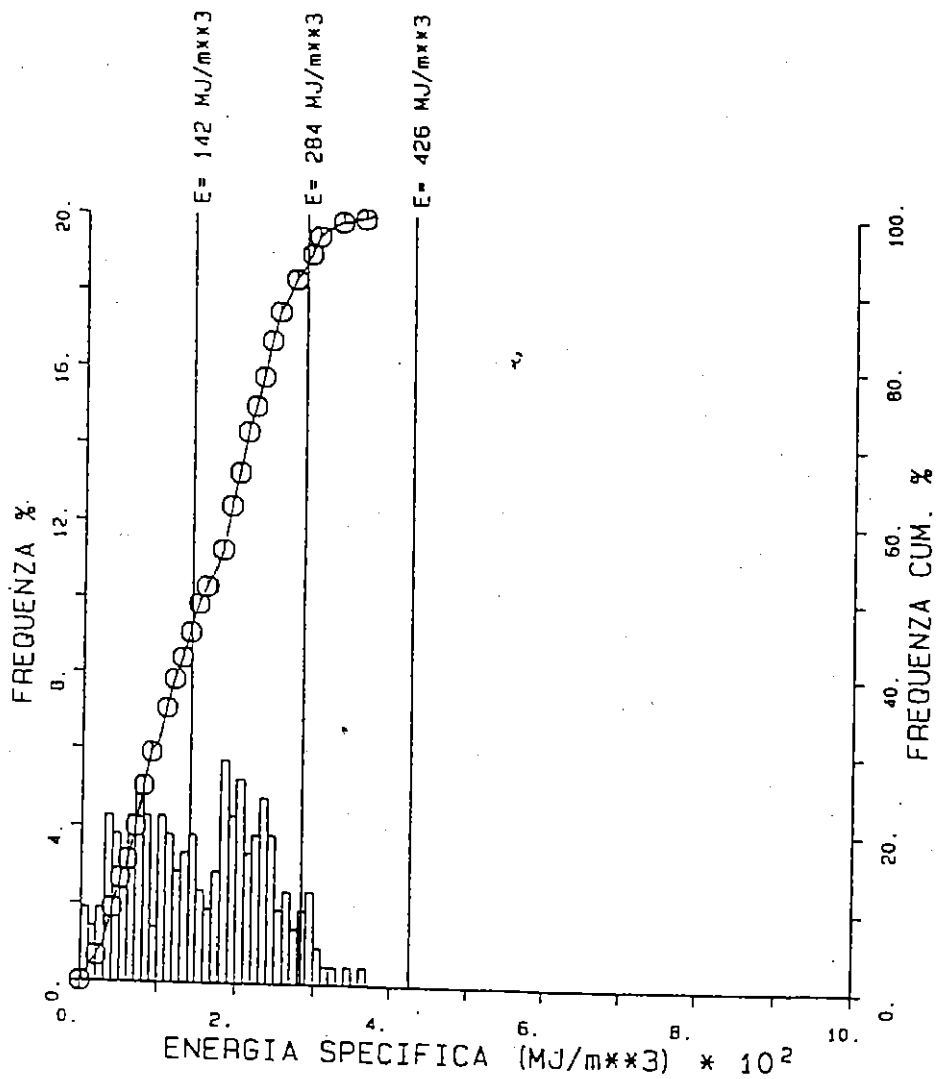
UNIFIL 300

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
 ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 2
 PROFONDITA' 20-50 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA

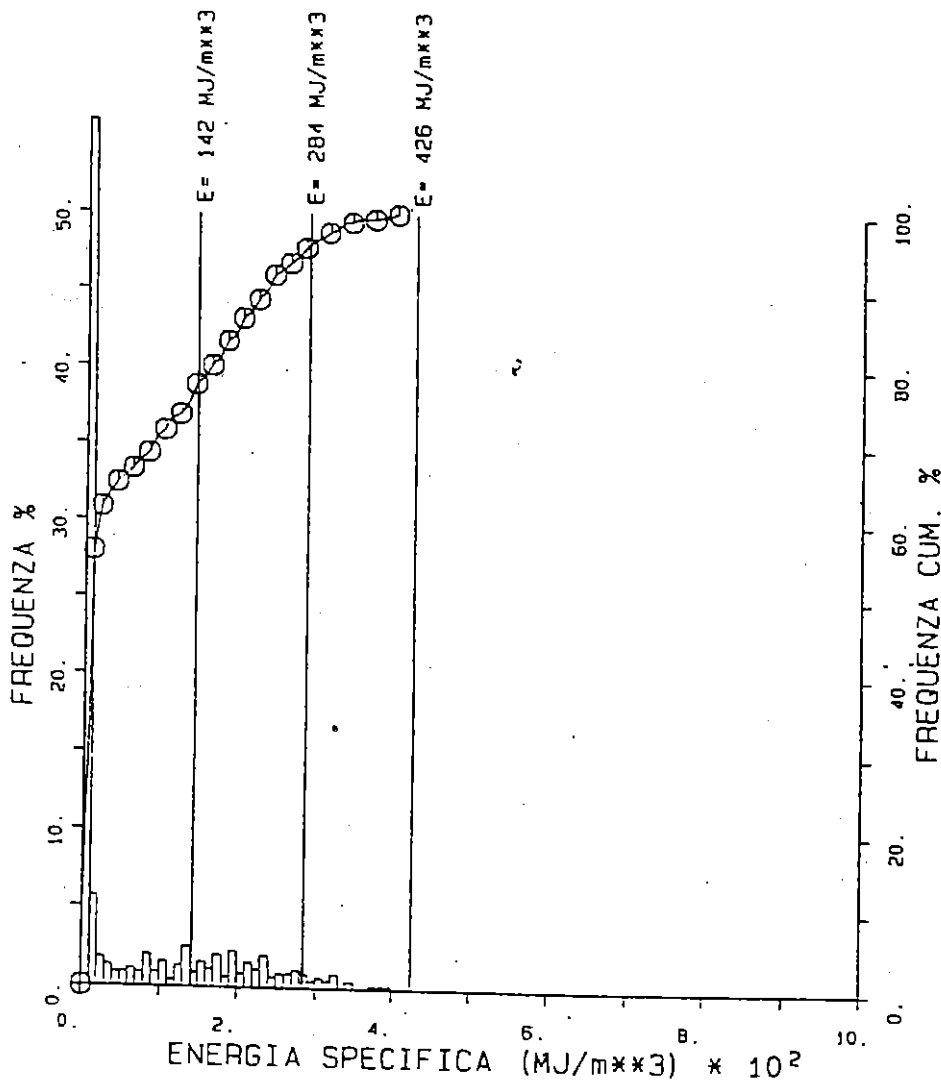


PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
 ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 3
 PROFONDITA' 0-5 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



REDATTO DP
 VISTO LV
 DATA 10/96
 LUMRE SSA
 30013

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

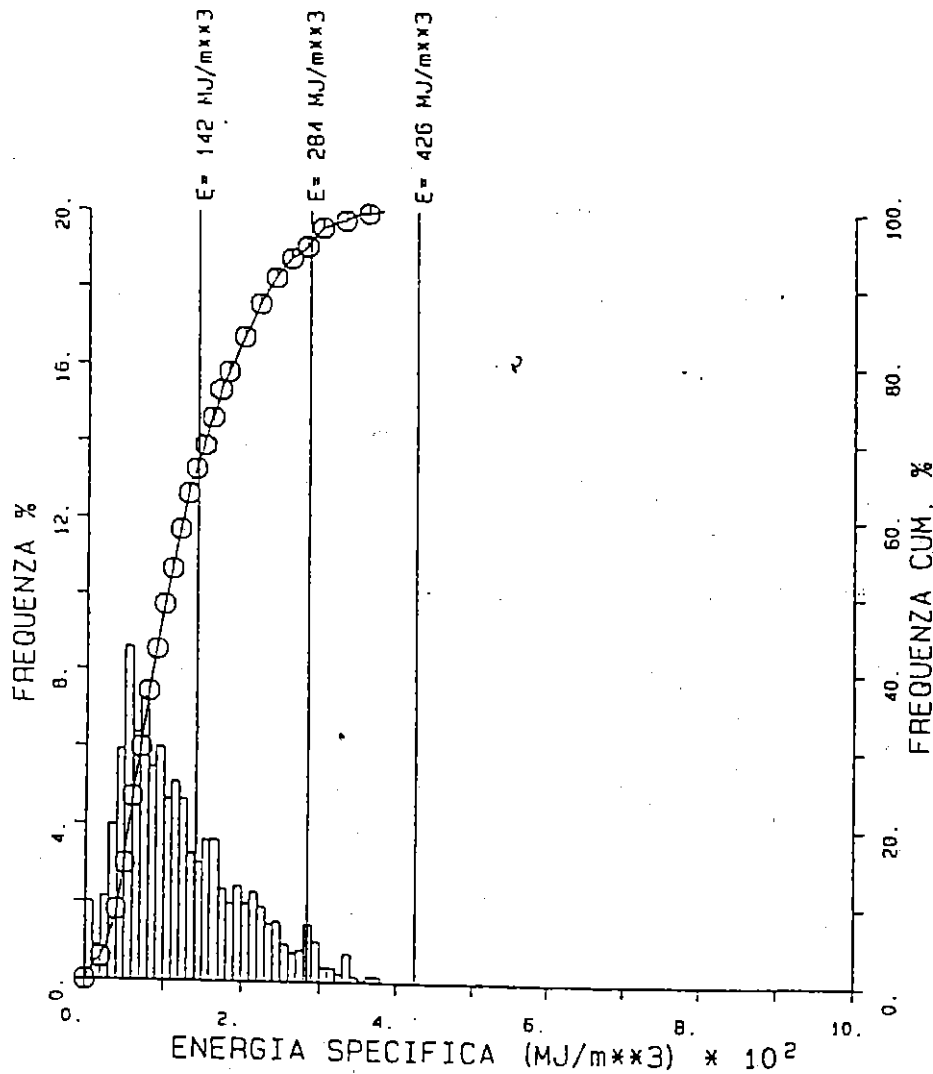
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 3

PROFONDITA' 5-20 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA

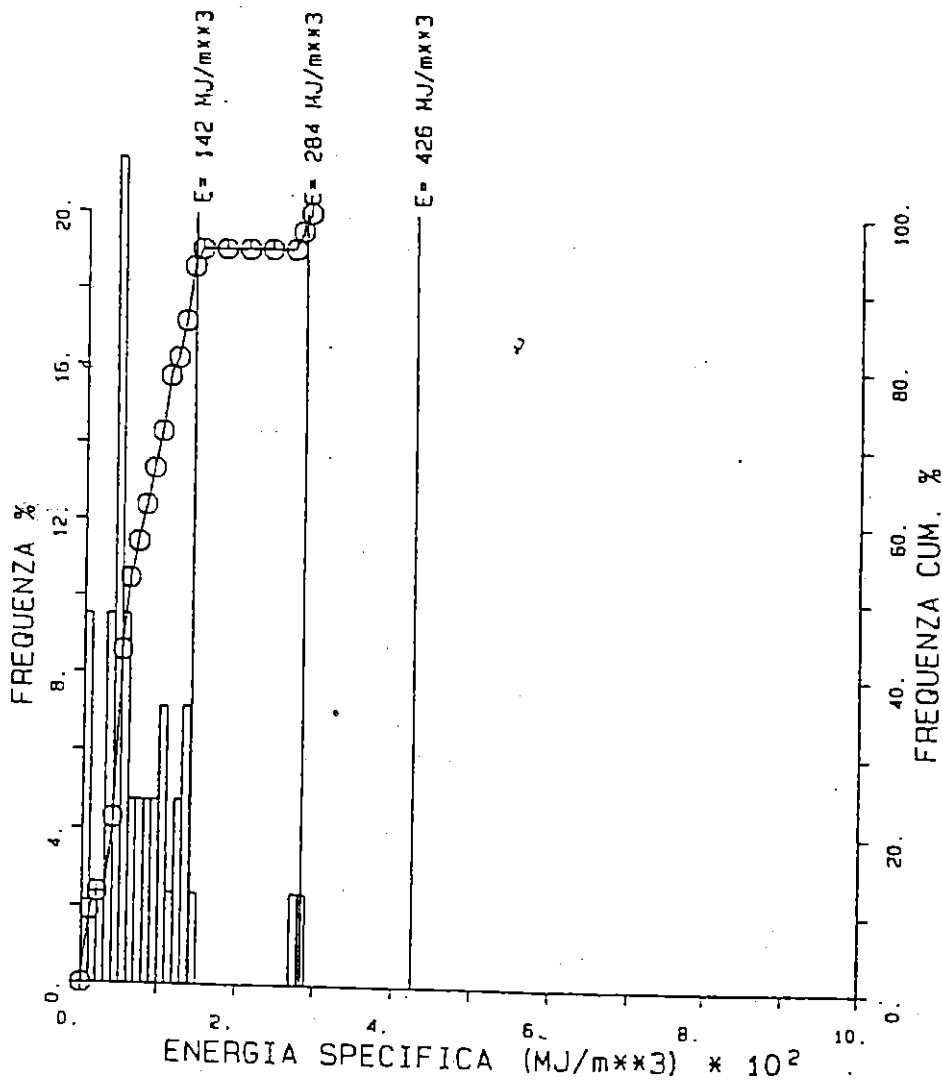


PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE
 ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 3
 PROFONDITA' 20-50 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



REDATTO DP

VISTO LV

DATA 10/96

COMPRESSA 96019

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

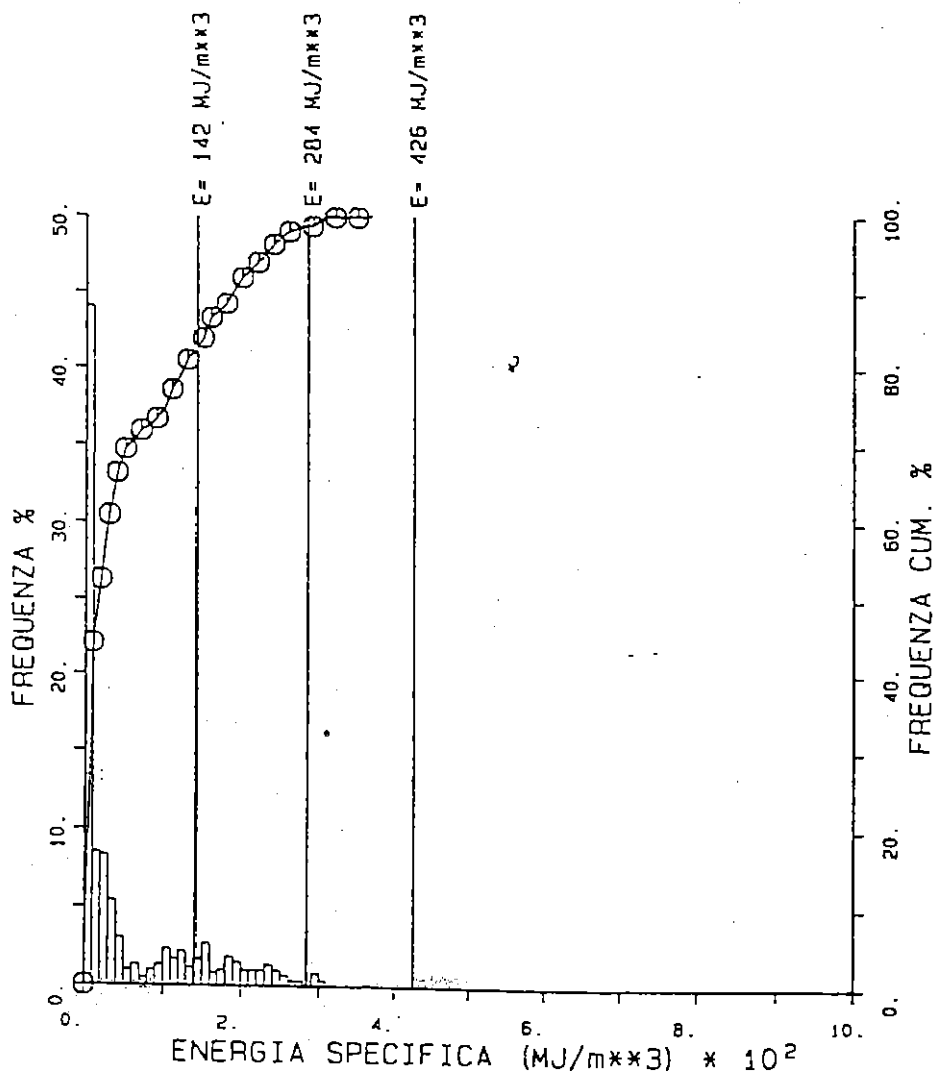
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 4

PROFONDITA' 0-5 m

○ FREQUENZA CUMULATIVA



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

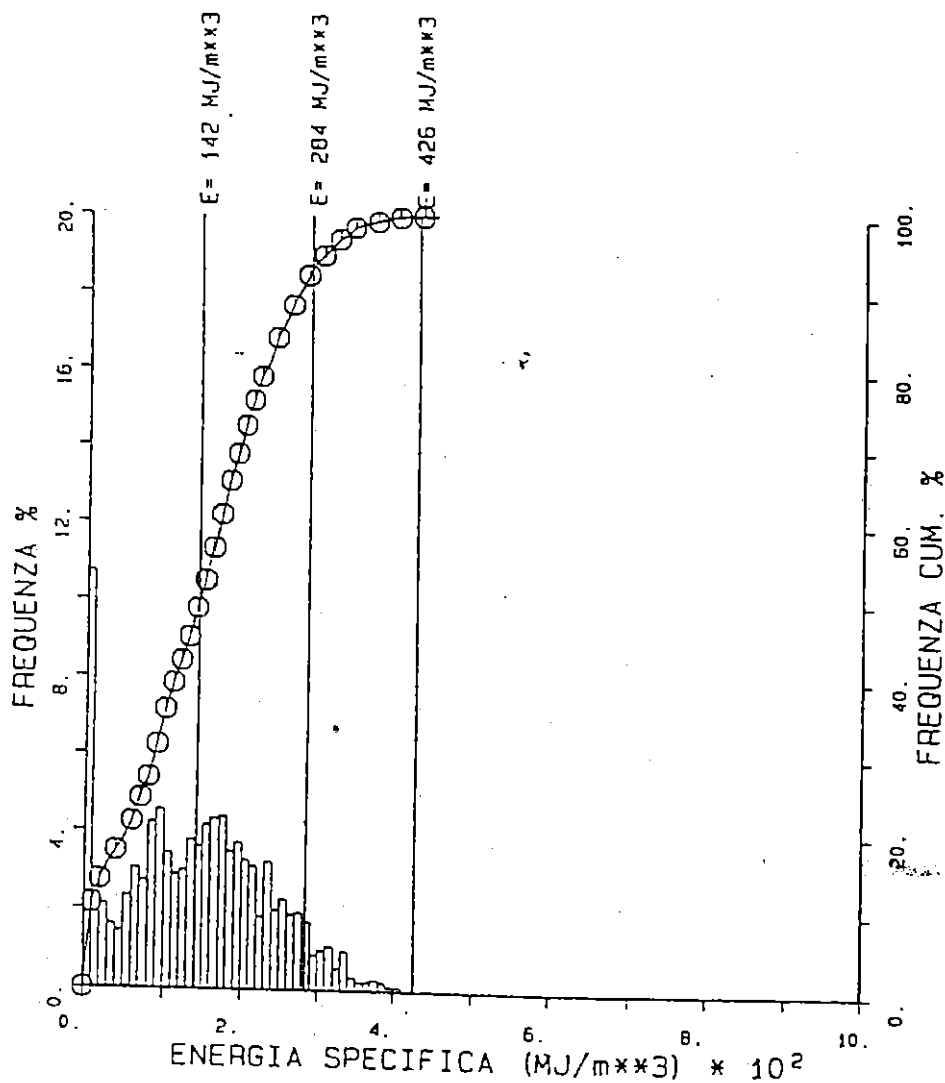
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 4

PROFONDITA' 5-20 m

⊙ FREQUENZA CUMULATIVA



REDAITTO DP VISTO LV DATA 10/96 COMMESSA 96019

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

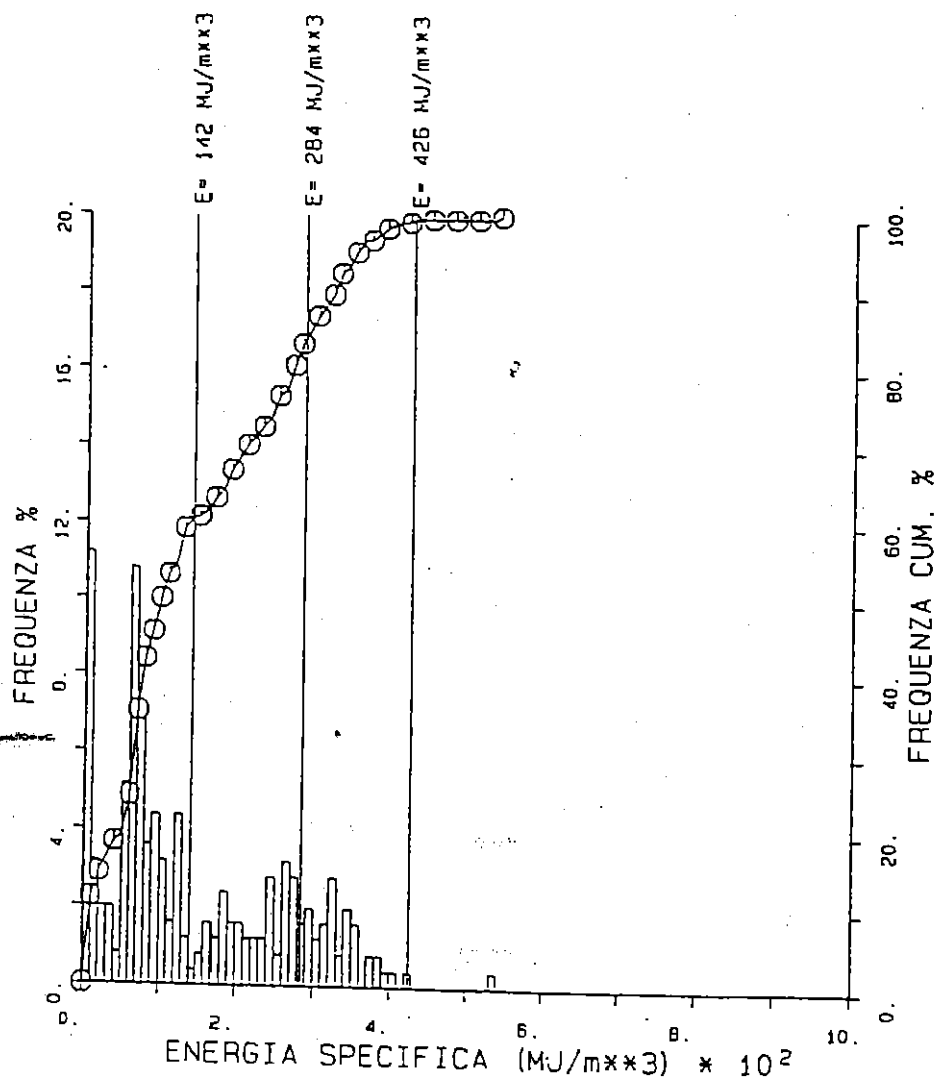
TRATTO PORTA SUSA-STURA

DIAGRAFIA AUTOMATICA COMPUTERIZZATA DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE

ELABORAZIONE SUI DATI DELLA ZONA 4

PROFONDITA' 20-50 m

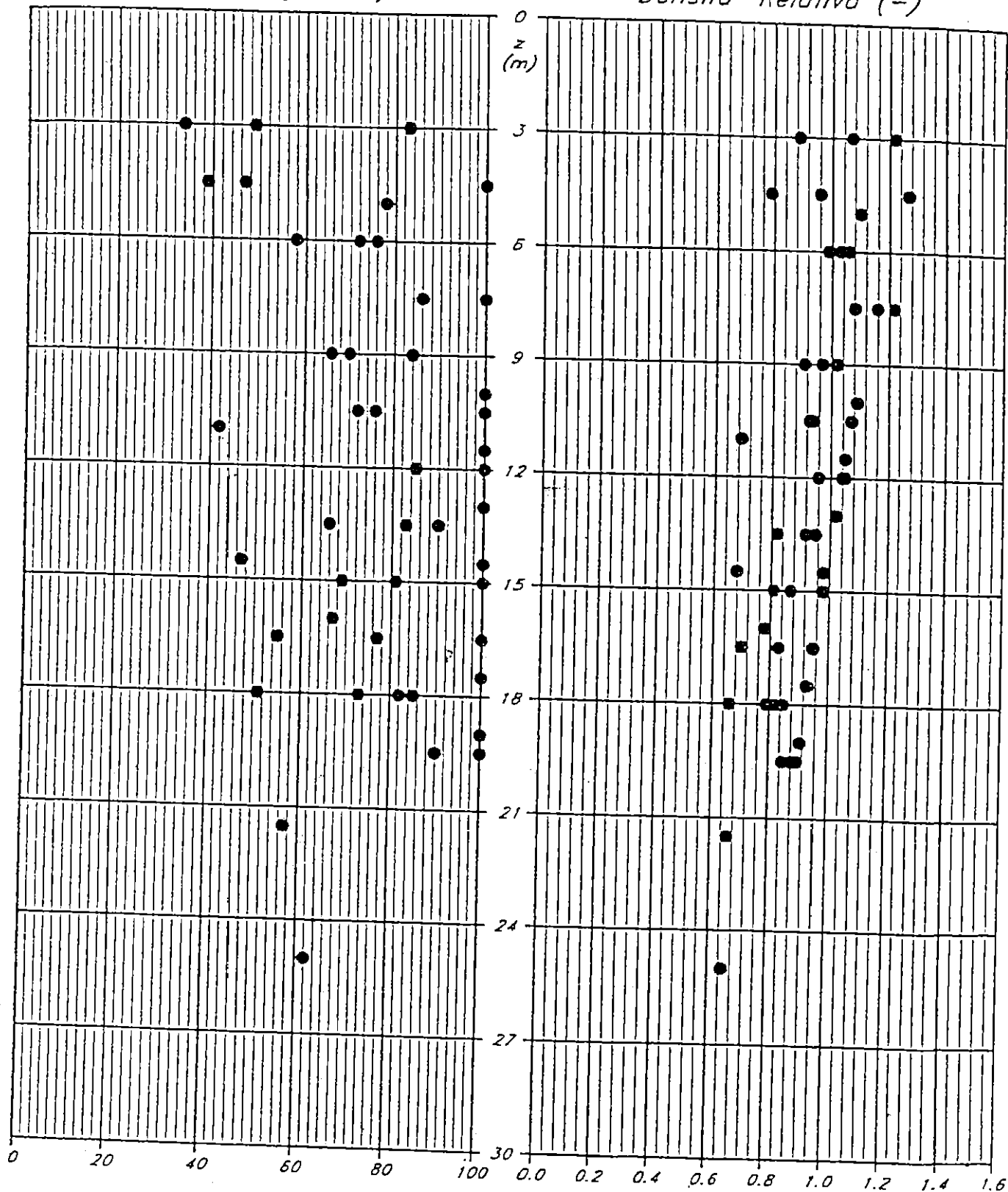
⊙ FREQUENZA CUMULATIVA



PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA 1 - SONDAGGI R31, R24, S2, R25, S1ML

Nspt (Colpi/30cm)

Densita' Relativa (-)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

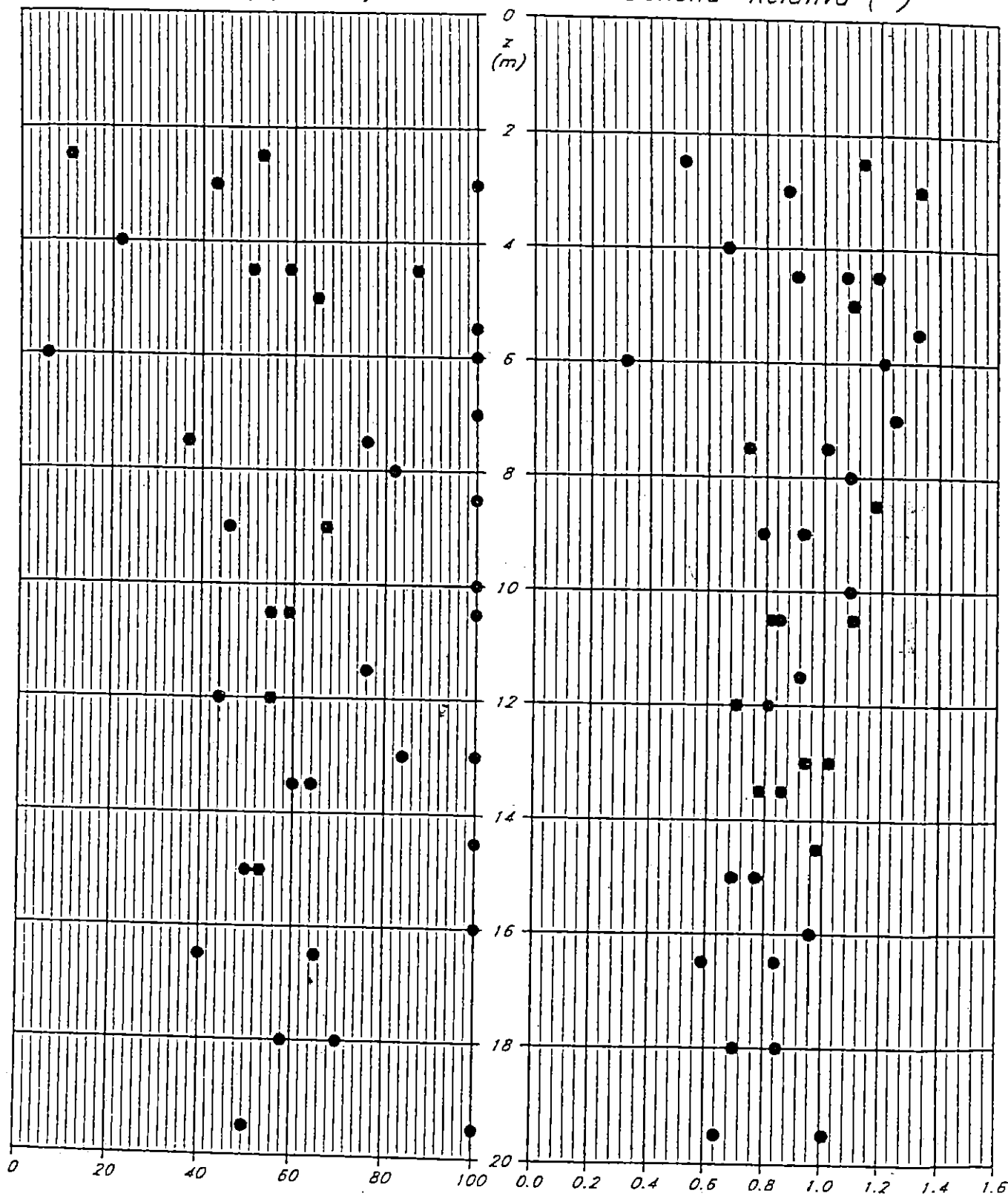
VISTO DP

REDATTO CC

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA 2 - SONDAGGI C4, R14, S4ML, R17, R18

Nspt (Colpi/30cm)

Densita' Relativa (-)



19
COM
97
TA
TO

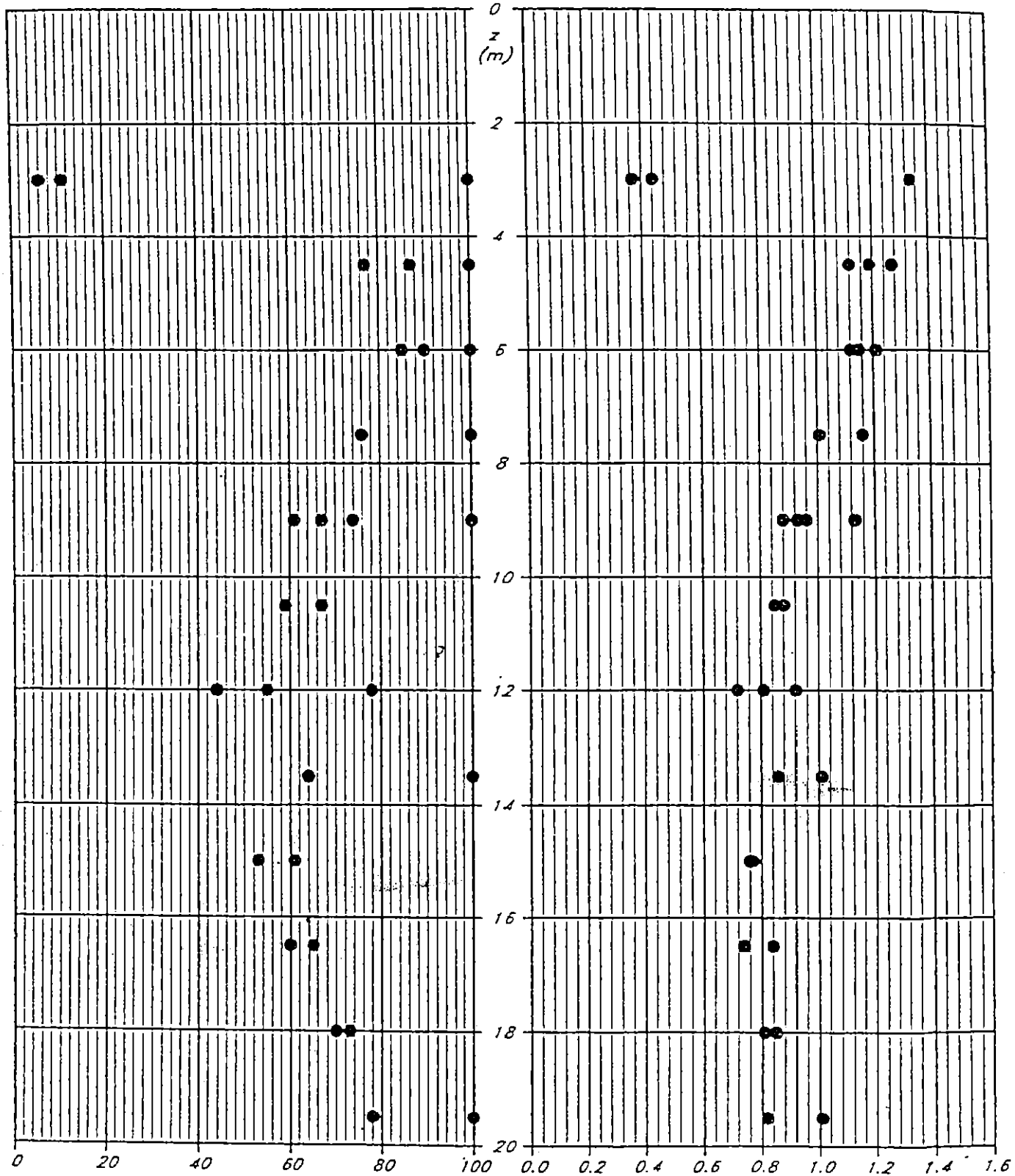
PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

TRATTO P. SUSA - STURA

ZONA 3 - SONDAGGI S3, S4, R18, R19

Nspt (Colpi/30cm)

Densita' Relativa (-)



COMMESSA 90017

DATA 04/97

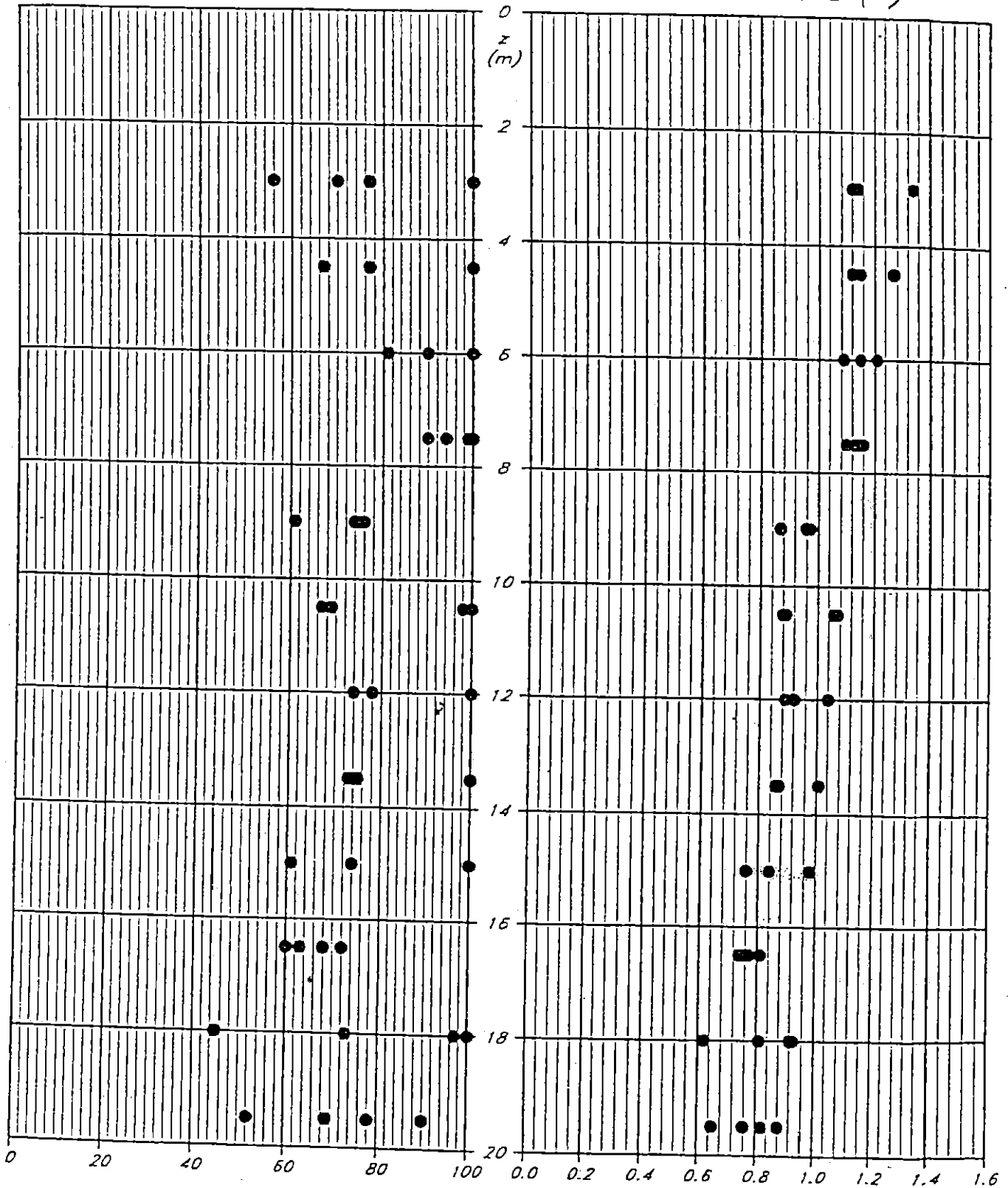
VISTO DP

REDATTO CC

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA 4 - SONDAGGI R26, R20, R21, R12

Nspt (Colpi/30cm)

Densita' Relativa (-)



19
 SA
 CO
 /97
 ATA
 STO
 C
 ATIC

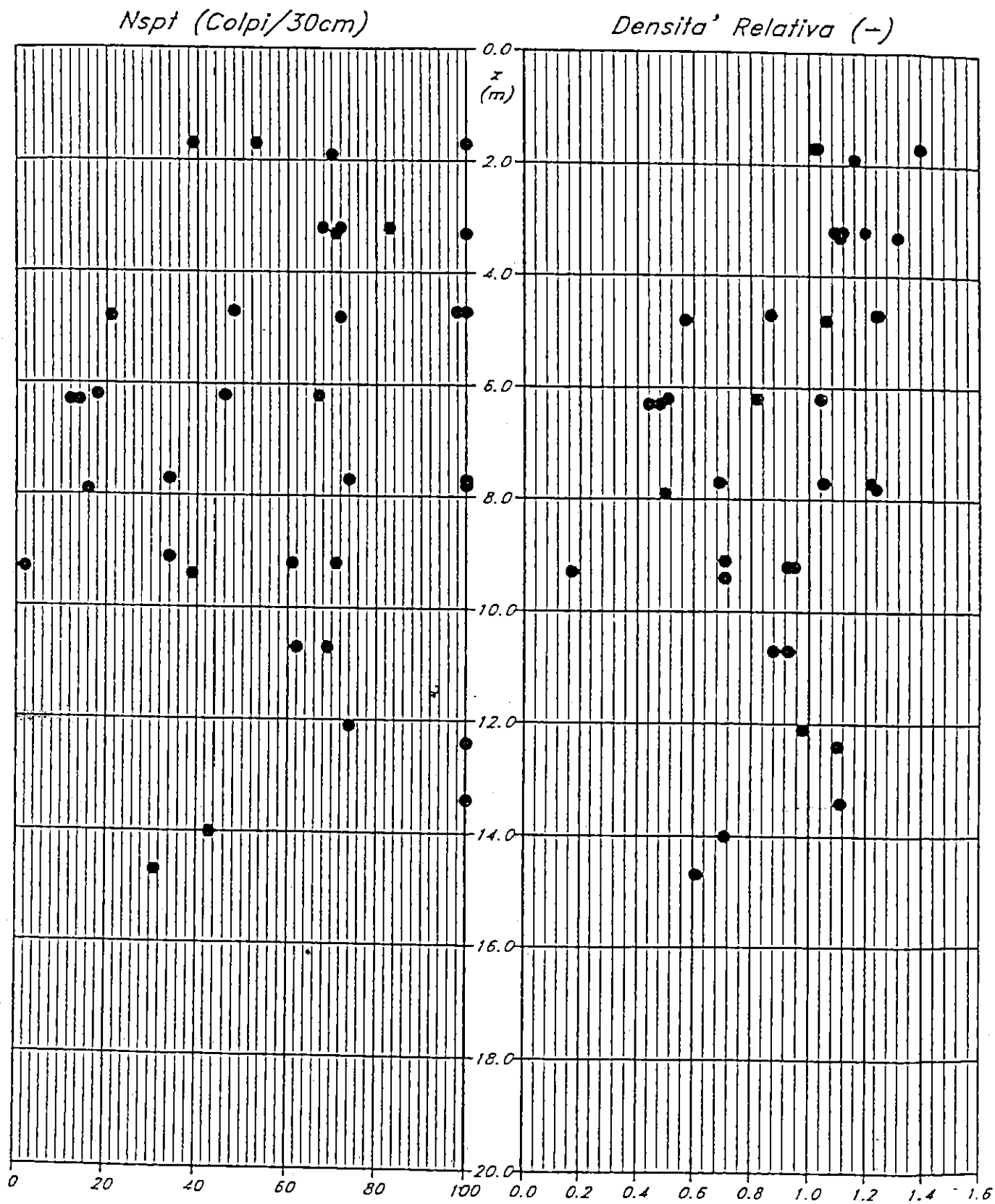
PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA STAZIONE STURA - SONDAGGI ST1, ST2, ST3, ST4, R28

COMMESSA 28012

DATA 04/97

VISTO DP

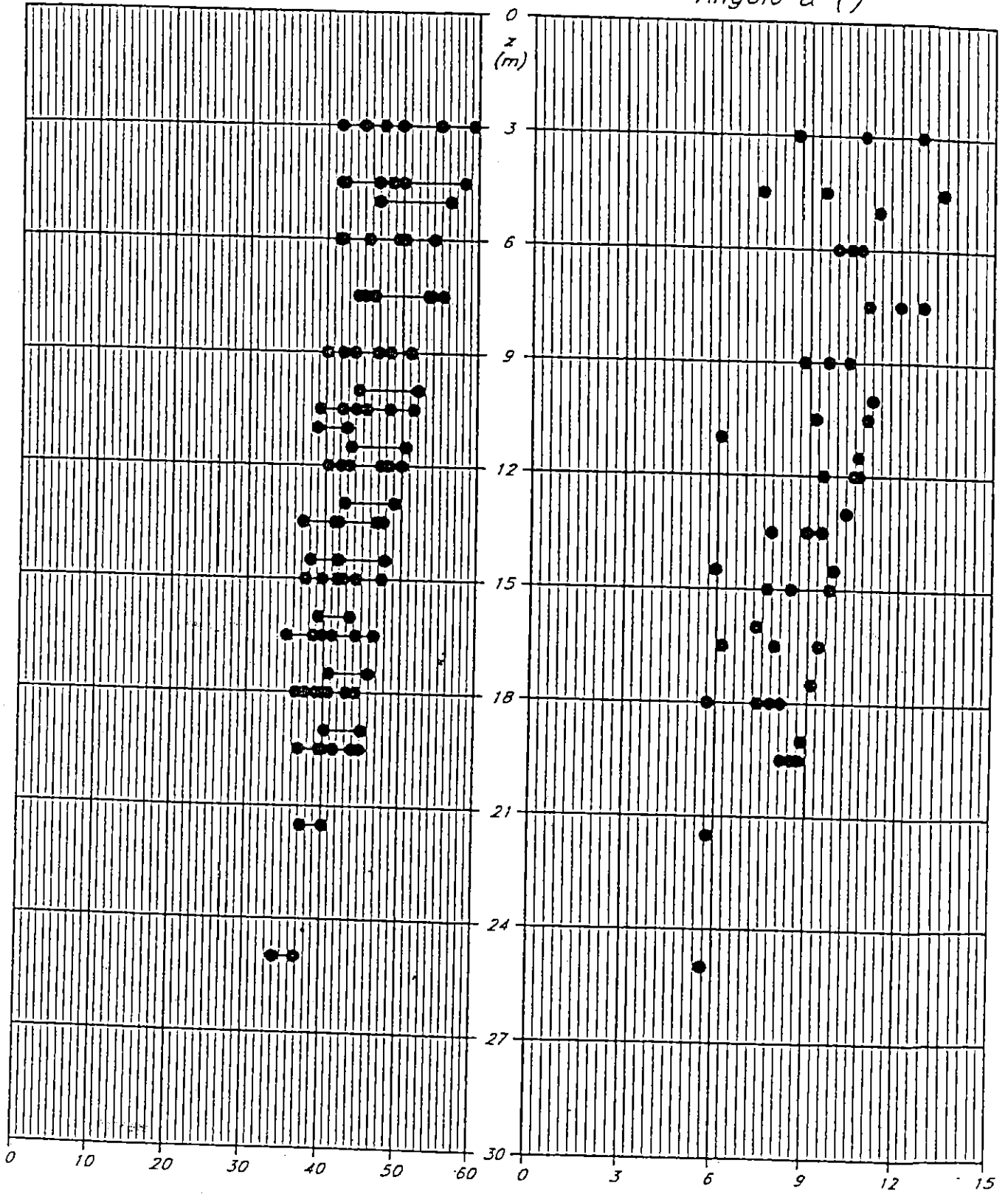
REDATTO CC



PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA 1 - SONDAGGI R31, R24, S2, R25, S1ML

Angolo di Resistenza al Taglio
 ϕ_0 (°)

Angolo α (°)

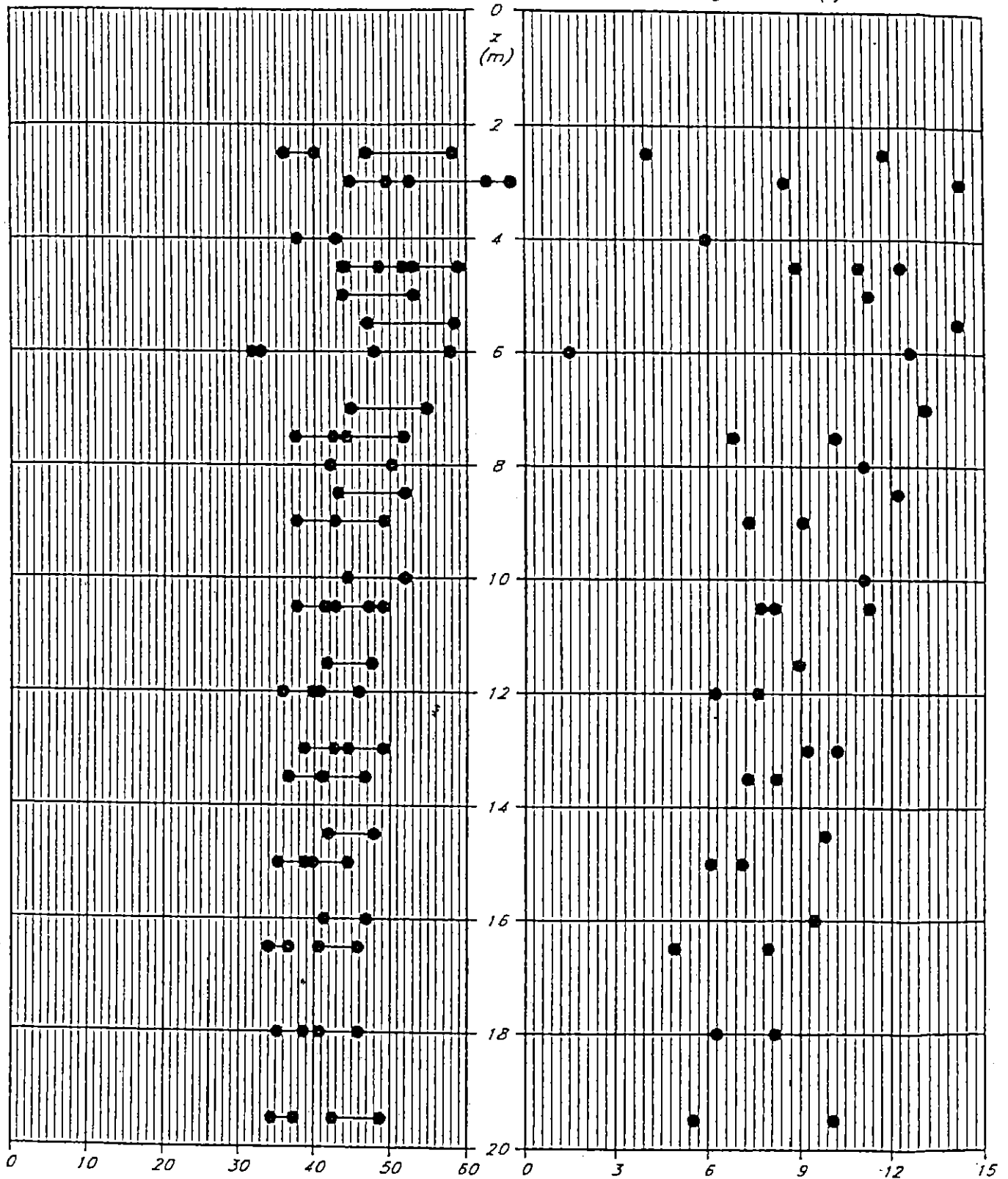


019
55A
CC
ATA
/97
ISTO
2
C

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA 2 - SONDAGGI C4, R14, S4ML, R17, R18

Angolo di Resistenza al Taglio
 ϕ_0 (°)

Angolo α (°)

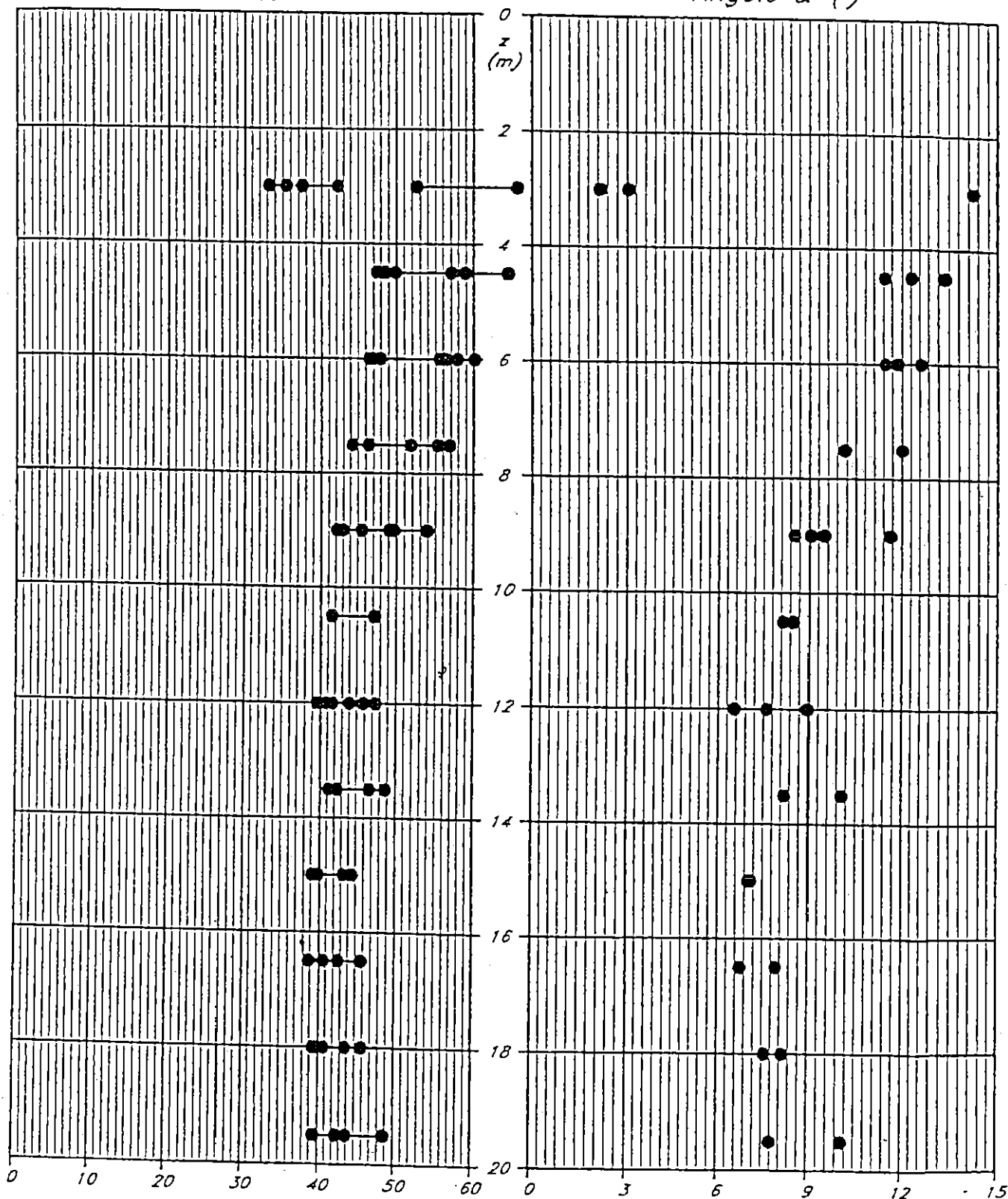


COMMESSA 96019
 DATA 04/97
 VISTO DP
 REDATTO CC

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA 3 - SONDAGGI S3, S4, R18, R19

Angolo di Resistenza al Taglio
 ϕ_0 (°)

Angolo α (°)

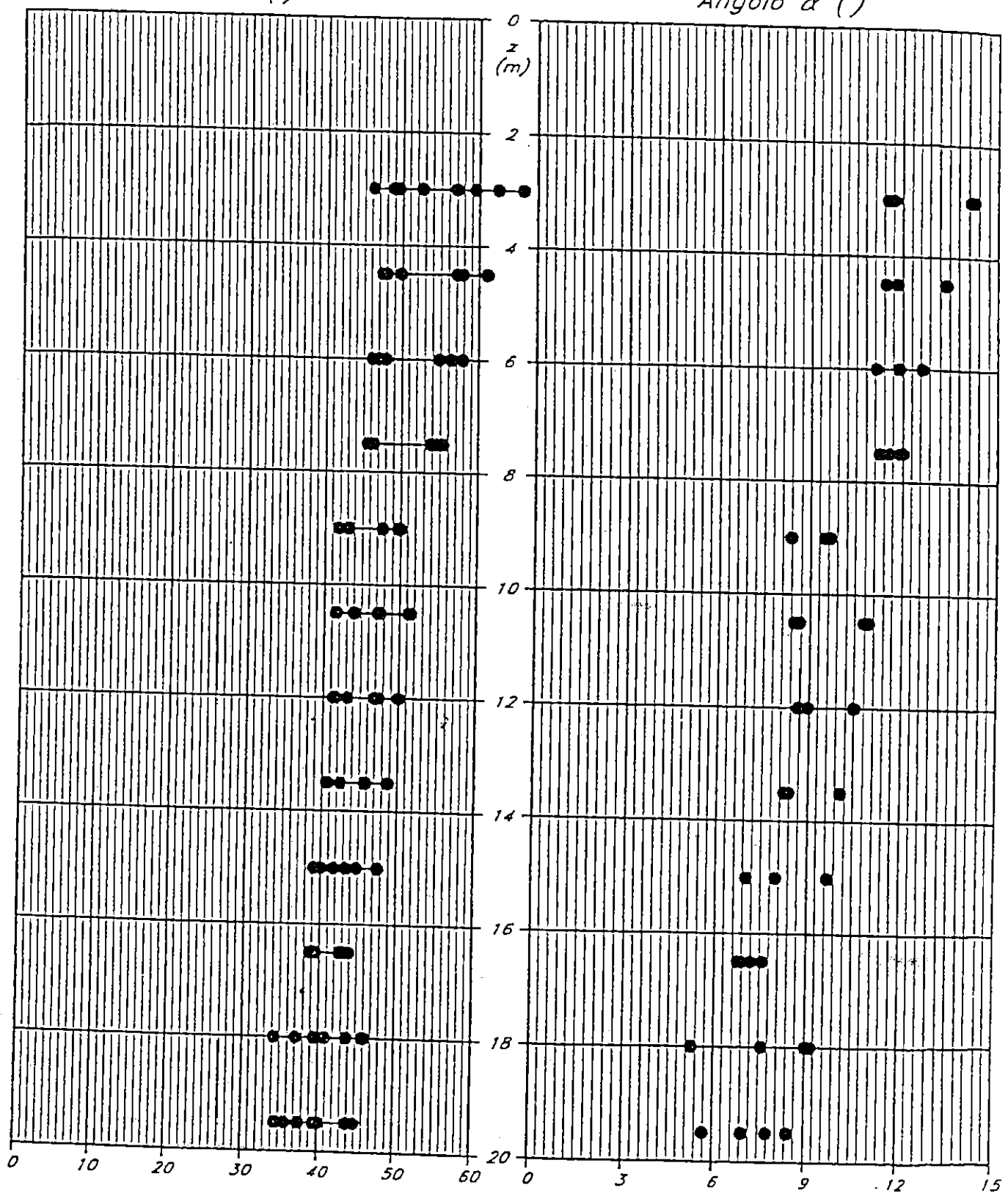


CC 35A - 219
 ATA / 97
 STOL
 C
 ATIQ C

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA 4 - SONDAGGI R26, R20, R21, R12

Angolo di Resistenza al Taglio
 ϕ_0 (°)

Angolo α (°)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

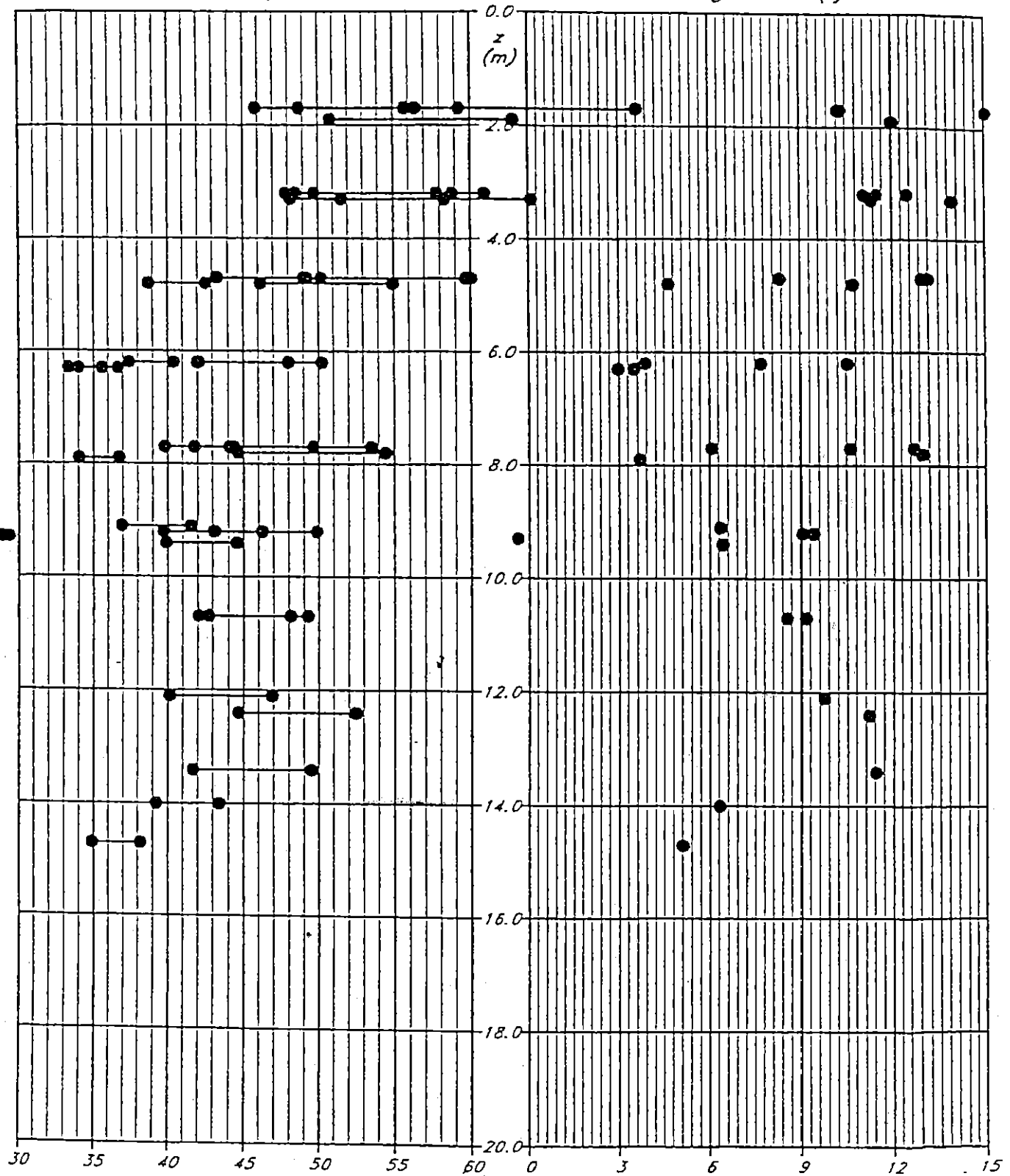
VISTO DP

REDATTO CC

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA STAZIONE STURA - SONDAGGI ST1, ST2, ST3, ST4, R28

Angolo di Resistenza al Taglio
 ϕ_0 (°)

Angolo α (°)



C
 SSA
 101F
 DATI
 1/9
 P
 DIST
 DC
 DATI

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA 1 - SONDAGGI R31, R24, S2, R25, S1ML

COMMESSA 96019

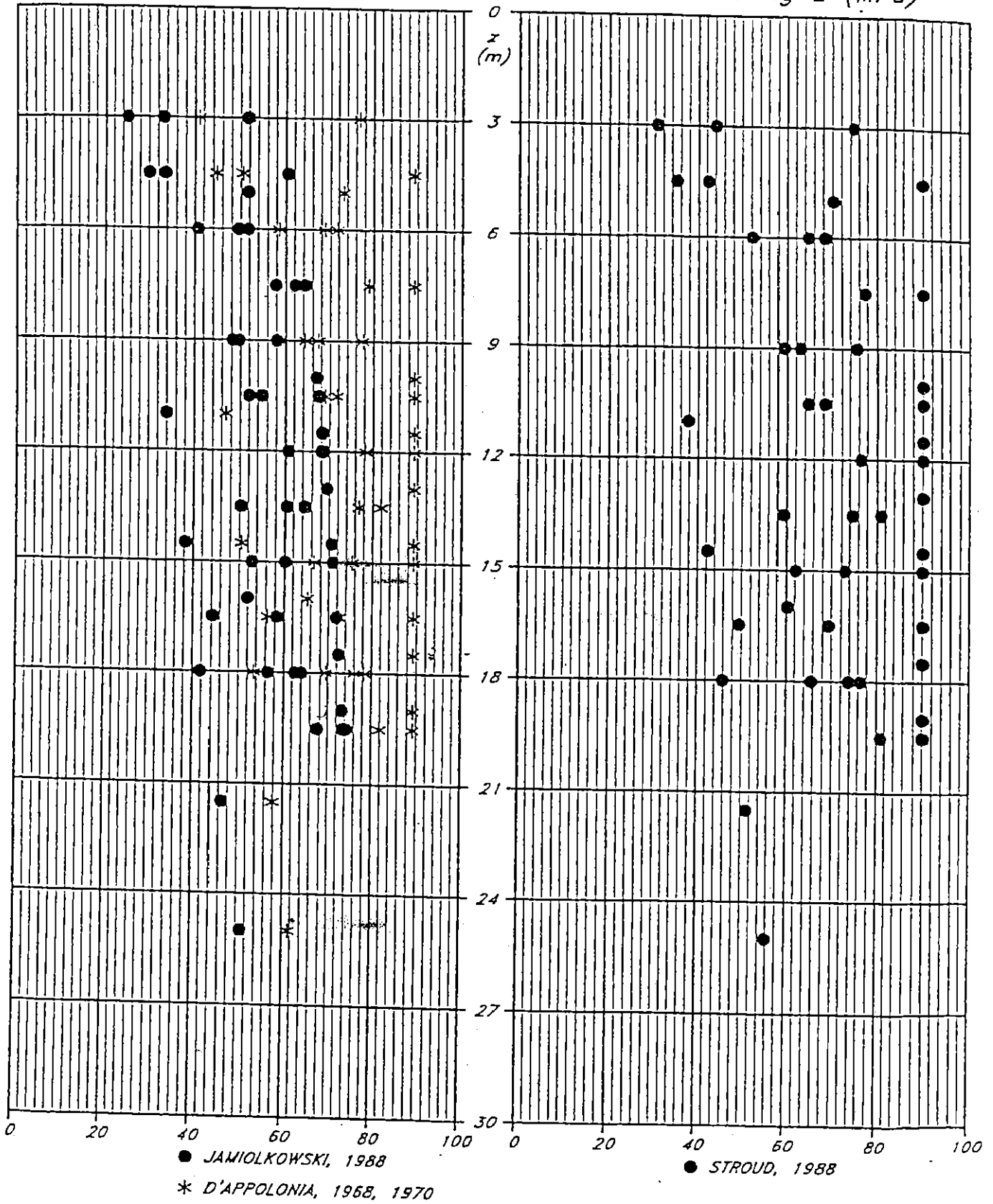
DATA 04/97

VISTO DP

REDATTO CC

Modulo di Young \bar{E} (MPa)

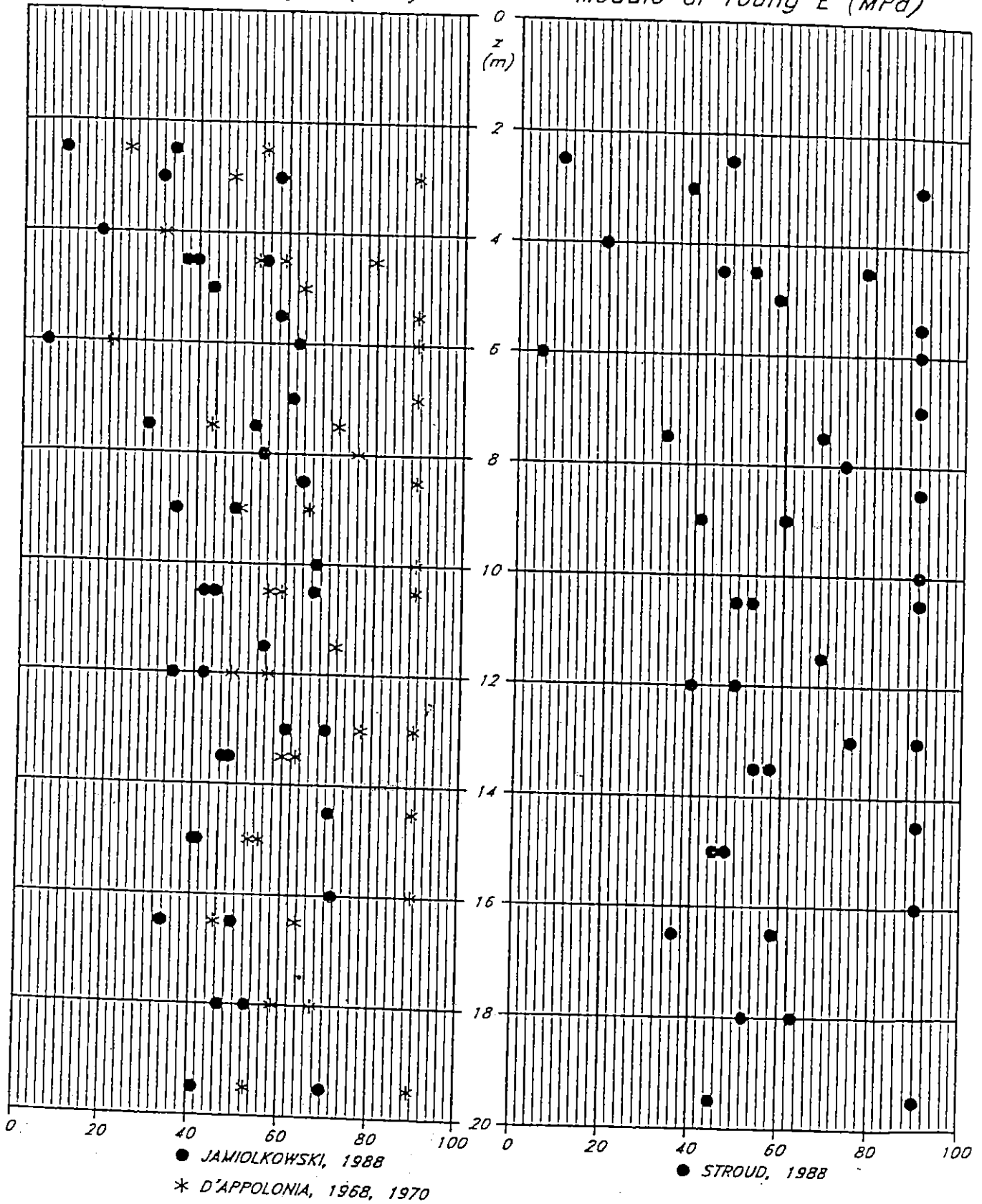
Modulo di Young \bar{E} (MPa)



REL. 0000 - FIGURA 2.100
 PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA 2 - SONDAGGI C4, R14, S4ML, R17, R18

Modulo di Young \bar{E} (MPa)

Modulo di Young \bar{E} (MPa)

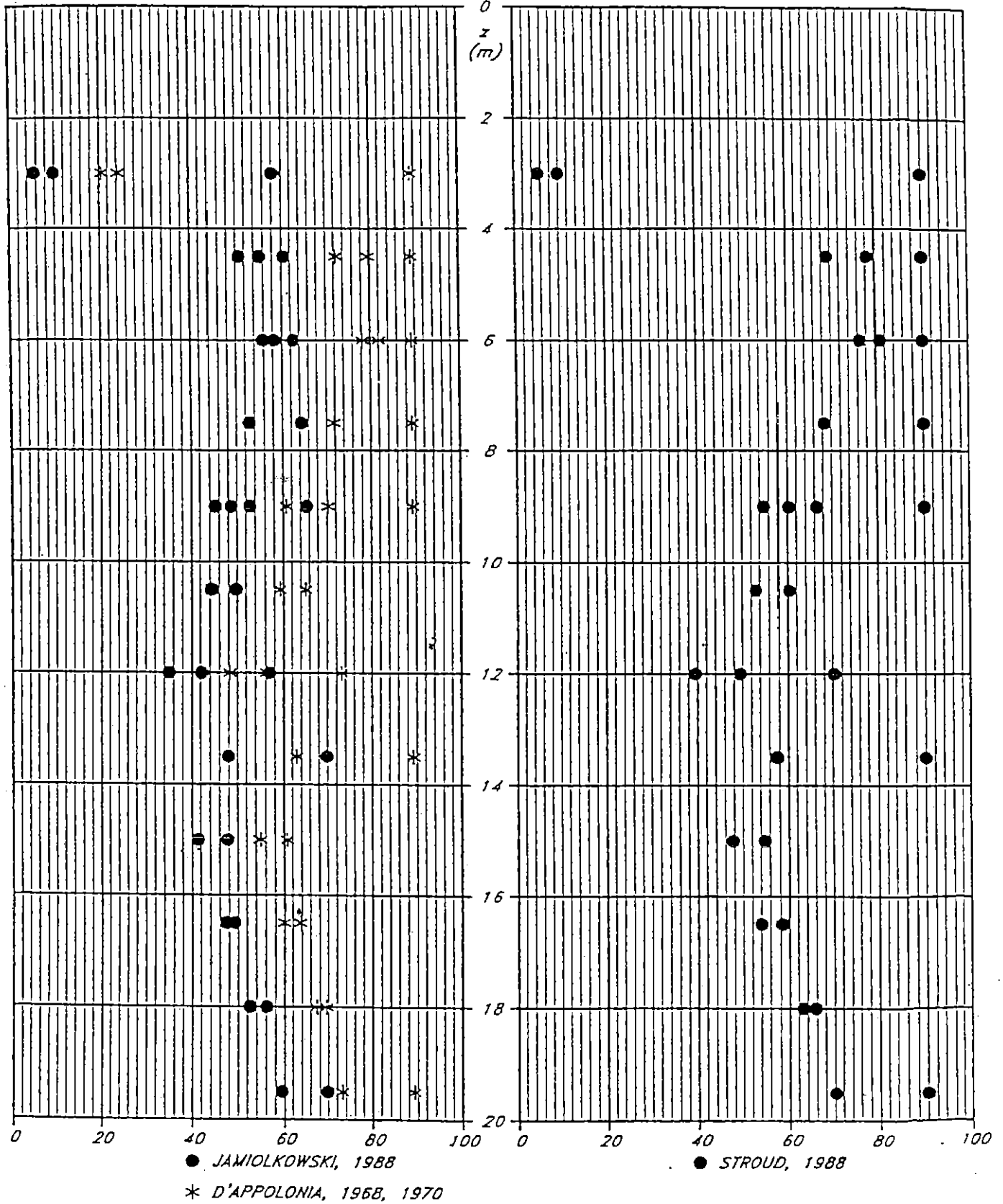


FOAT
 CC
 VIS
 DP
 DAT
 04/1
 ESS
 001

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA 3 - SONDAGGI S3, S4, R18, R19

Modulo di Young \bar{E} (MPa)

Modulo di Young \bar{E} (MPa)

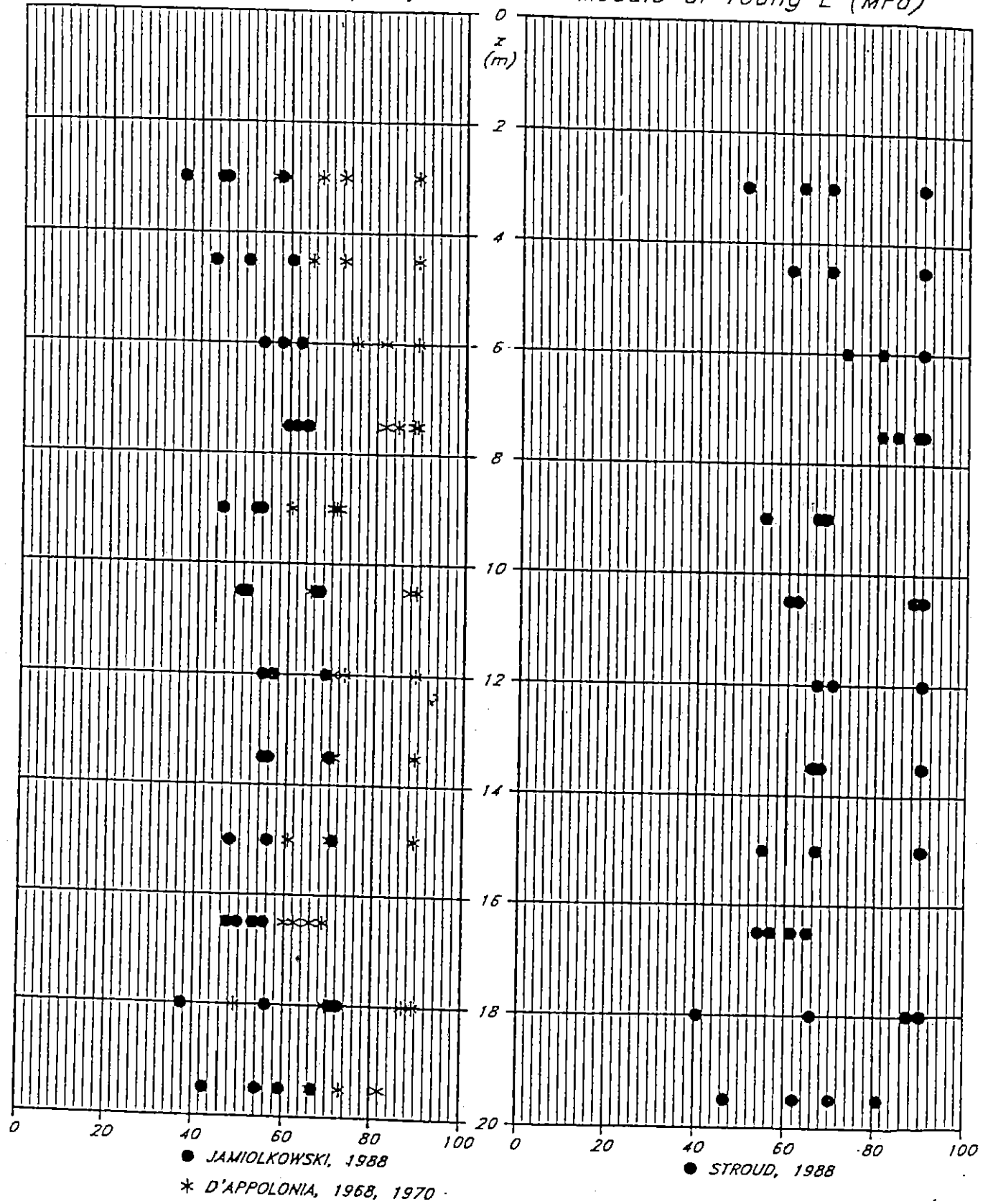


COMMESSA 96019
 DATA 04/97
 VISTO DP
 REDATTO CC

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSÀ - STURA
 ZONA 4 - SONDAGGI R26, R20, R21, R12

Modulo di Young \bar{E} (MPa)

Modulo di Young \bar{E} (MPa)



MATIC C
 ISTO
 DATA 1/97
 CC
 ISA
 219

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 TRATTO P. SUSA - STURA
 ZONA STAZIONE STURA - SONDAGGI ST1, ST2, ST3, ST4, R28

COMMESSA 96019

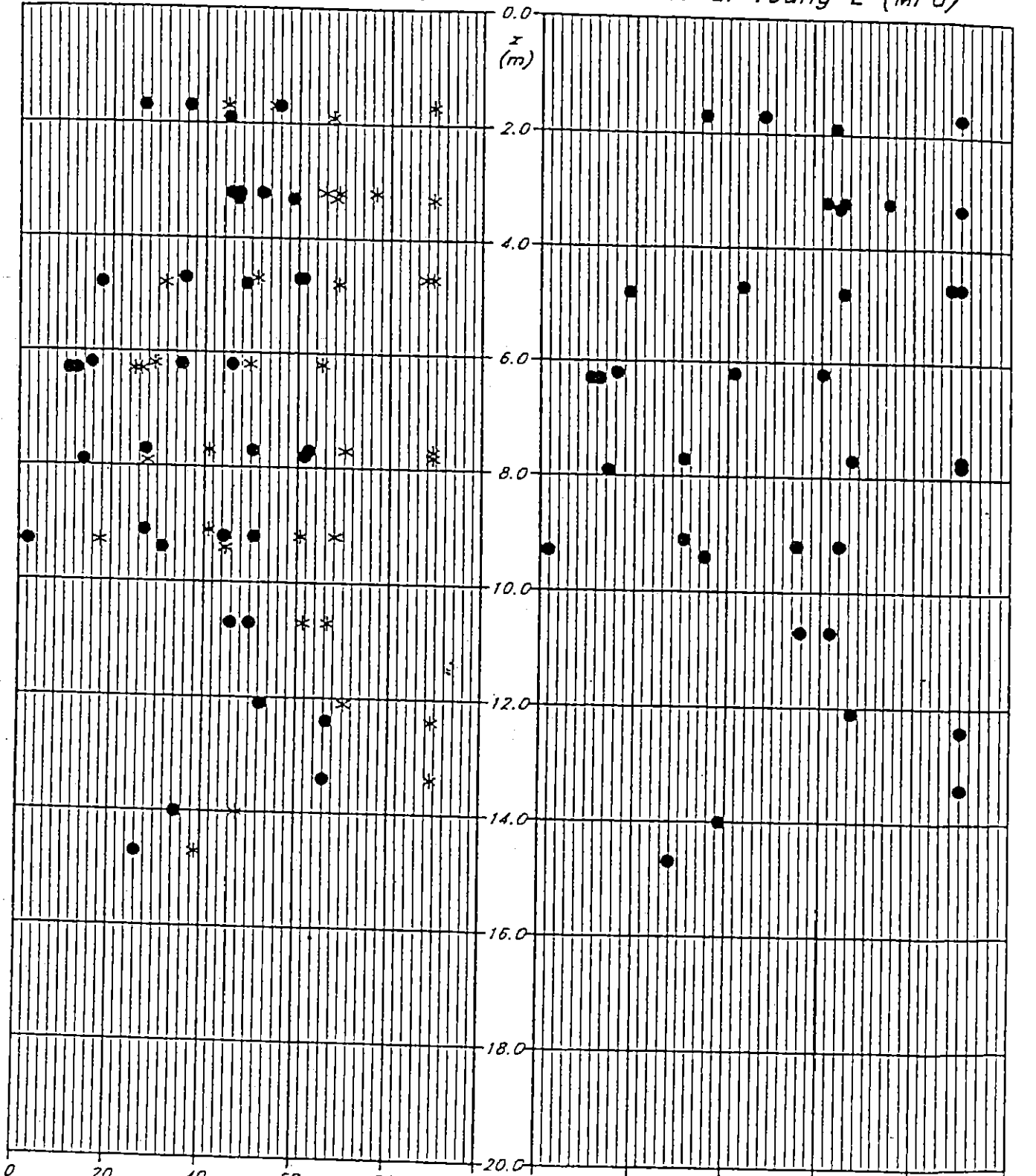
DATA 04/97

VISTO DP

REDATTO CC

Modulo di Young \bar{E} (MPa)

Modulo di Young \bar{E} (MPa)



● JAMIOLKOWSKI, 1988

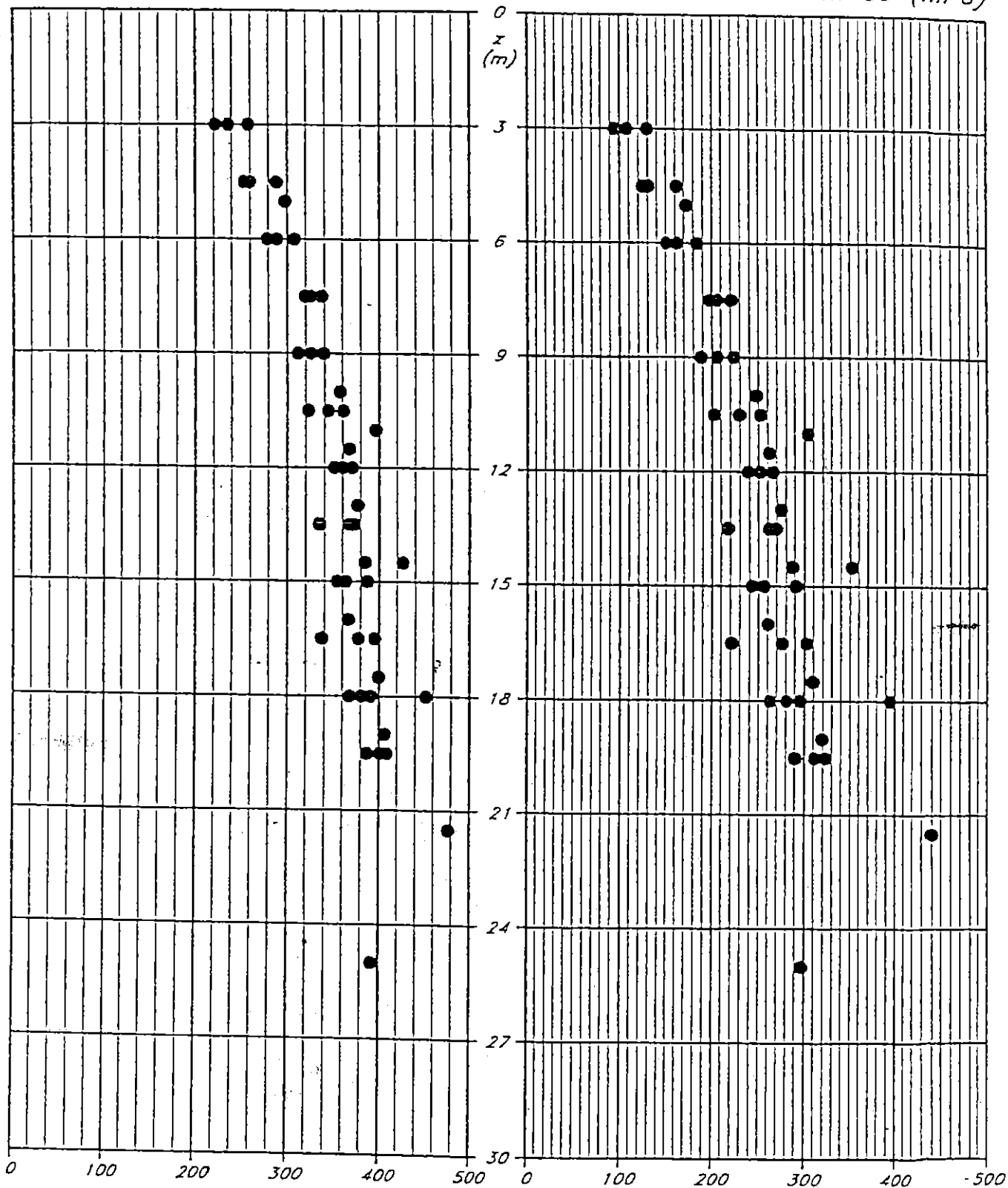
* D'APPOLONIA, 1968, 1970

● STROUD, 1988

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA 1 - SONDAGGI R31, R24, S2, R25, S1ML

Velocita' Onde di Taglio
 v_o (m/s)

Modulo di Taglio
a Piccole Deformazioni G_o (MPa)

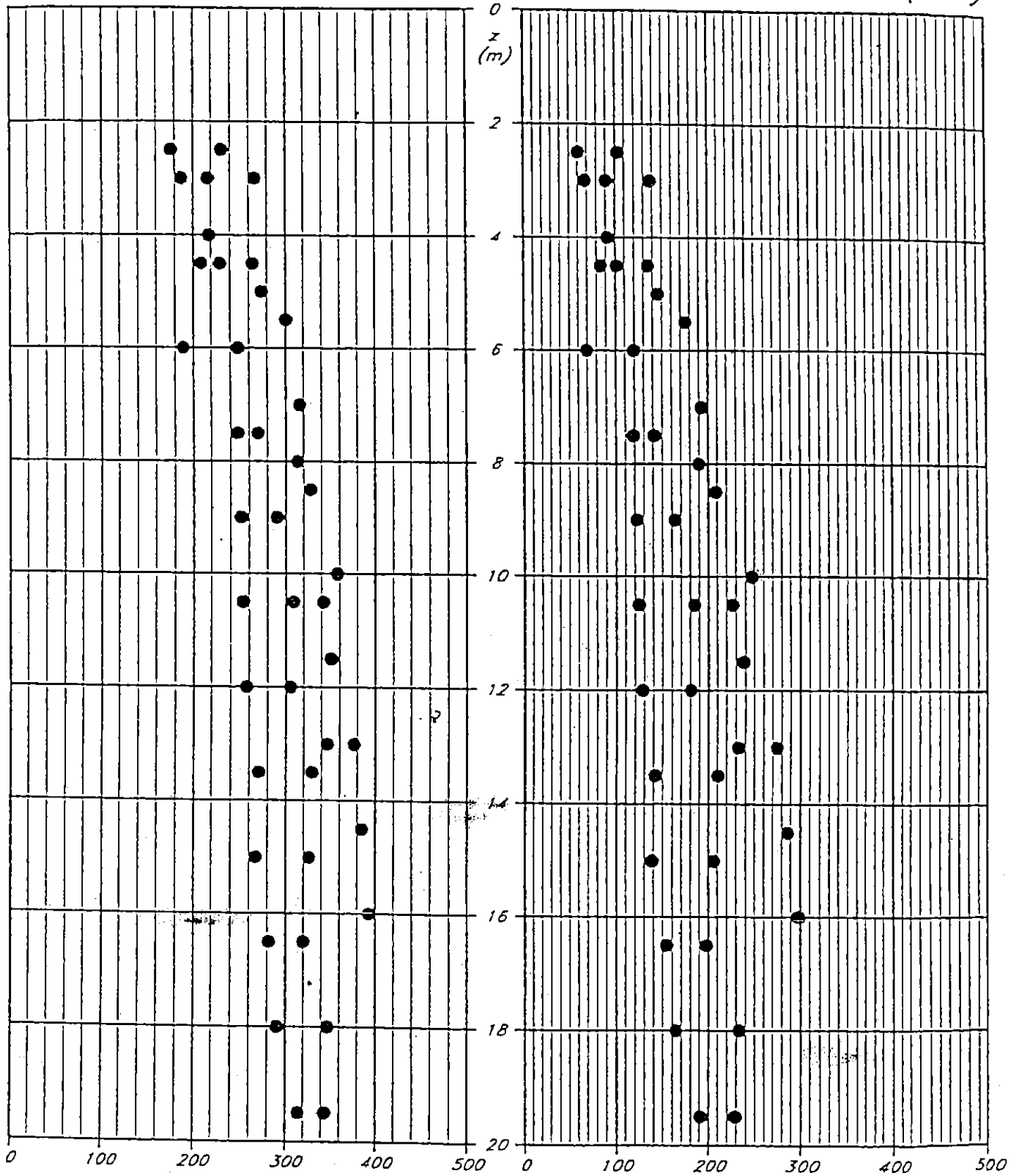


SSA 501
C
4/9
DATI
P
MISTO
P
DATI EC

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA 2 - SONDAGGI C4, R14, S4ML, R17, R18

Velocita' Onde di Taglio
 v_o (m/s)

Modulo di Taglio
a Piccole Deformazioni G_0 (MPa)



COMMESSA 95019
DATA 04/97
VISTO DP
REDATTO CC

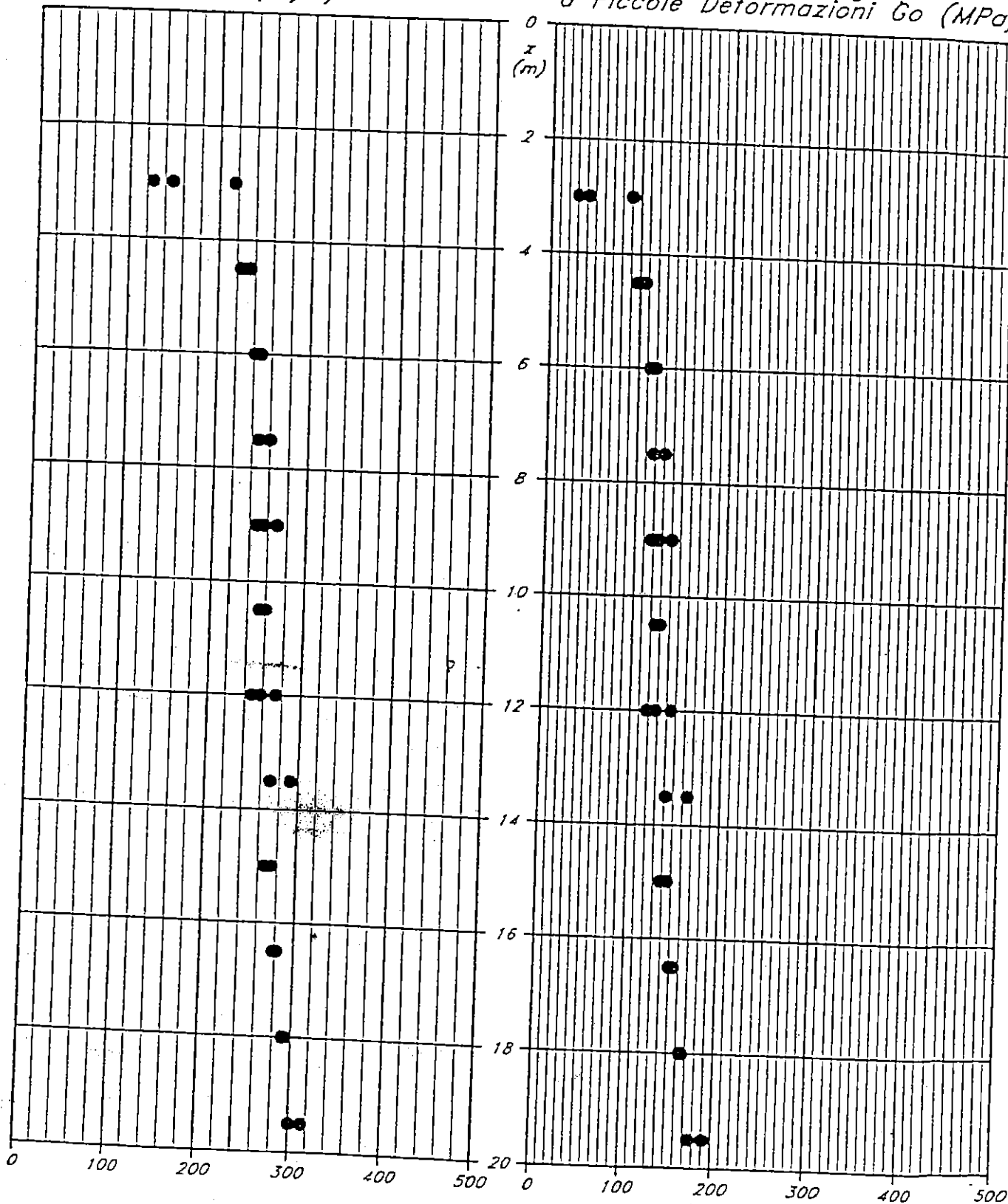
PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

TRATTO P. SUSA - STURA

ZONA 3 - SONDAGGI S3, S4, R18, R19

Velocita' Onde di Taglio
 v_o (m/s)

Modulo di Taglio
a Piccole Deformazioni G_0 (MPa)

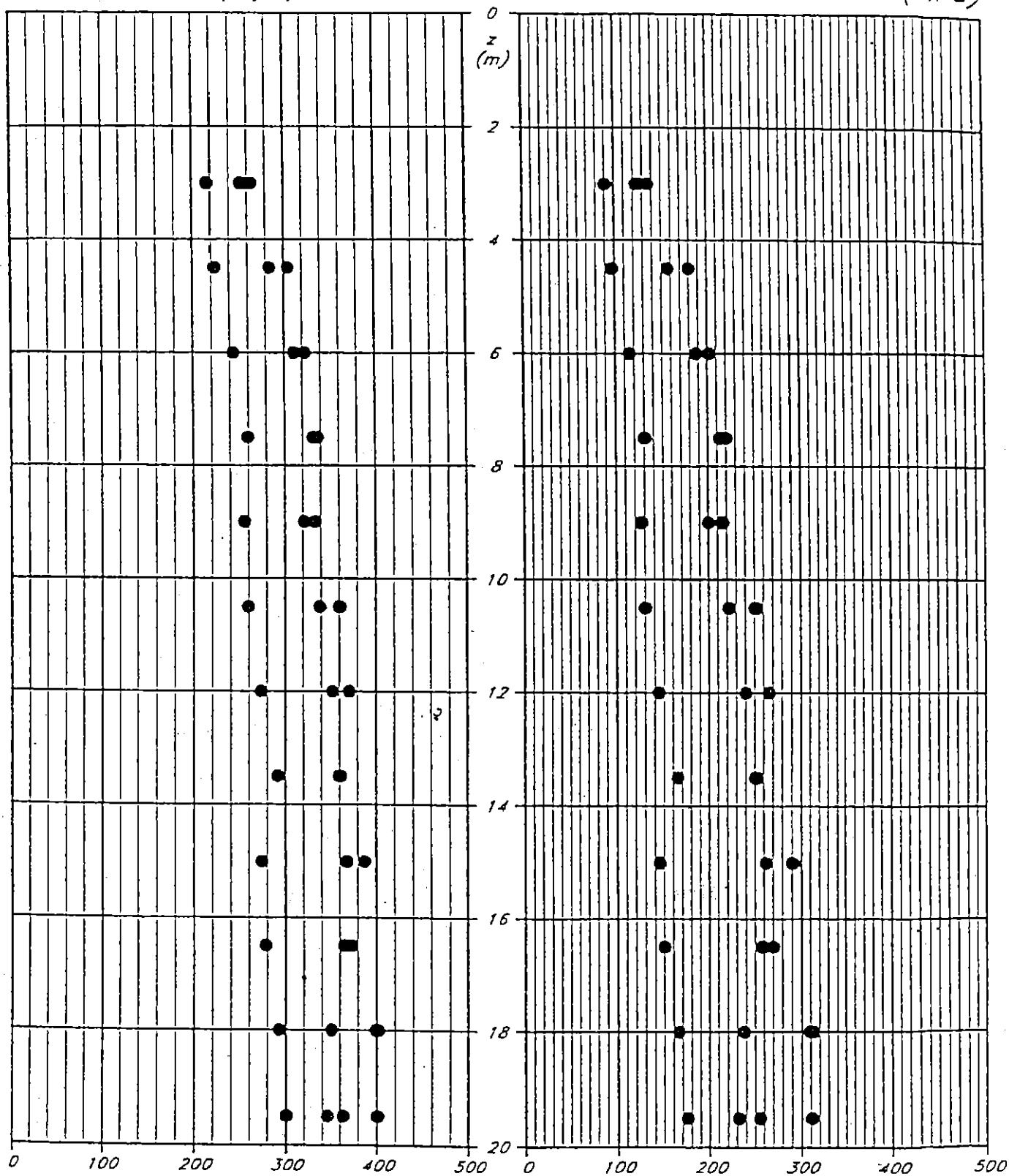


C. SSA 019
DATA 1/9
P
HISTO
PATTI 20

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA 4 - SONDAGGI R26, R20, R21, R12

Velocita' Onde di Taglio
 v_o (m/s)

Modulo di Taglio
a Piccole Deformazioni G_o (MPa)

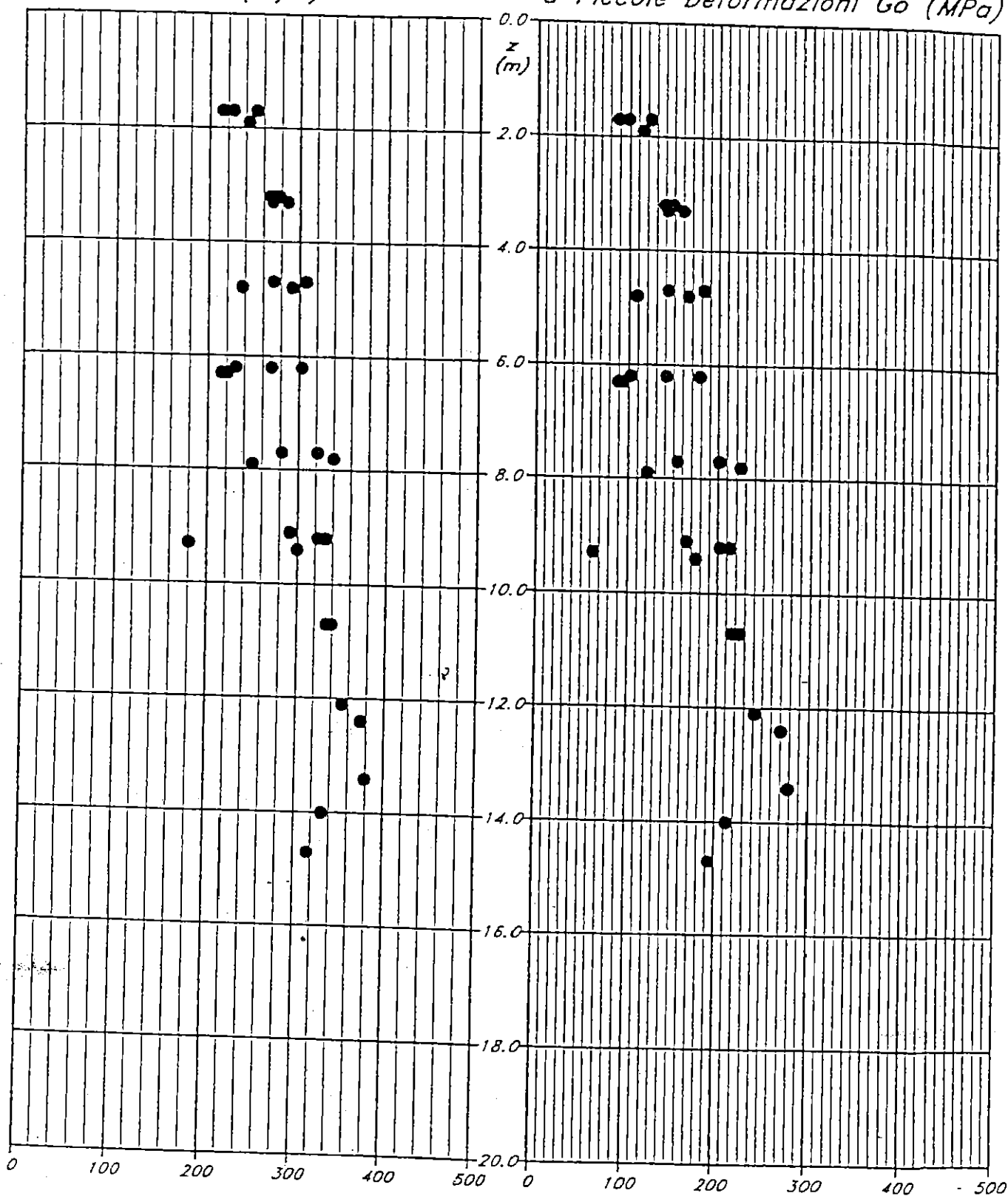


COMMESSA 96019
DATA 04/97
VISTO DP
REDATTO CC

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
TRATTO P. SUSA - STURA
ZONA STAZIONE STURA - SONDAGGI ST1, ST2, ST3, ST4, R28

Velocita' Onde di Taglio
 v_o (m/s)

Modulo di Taglio
a Piccole Deformazioni G_o (MPa)



015
35A
CL
DATA
9
STC
C

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

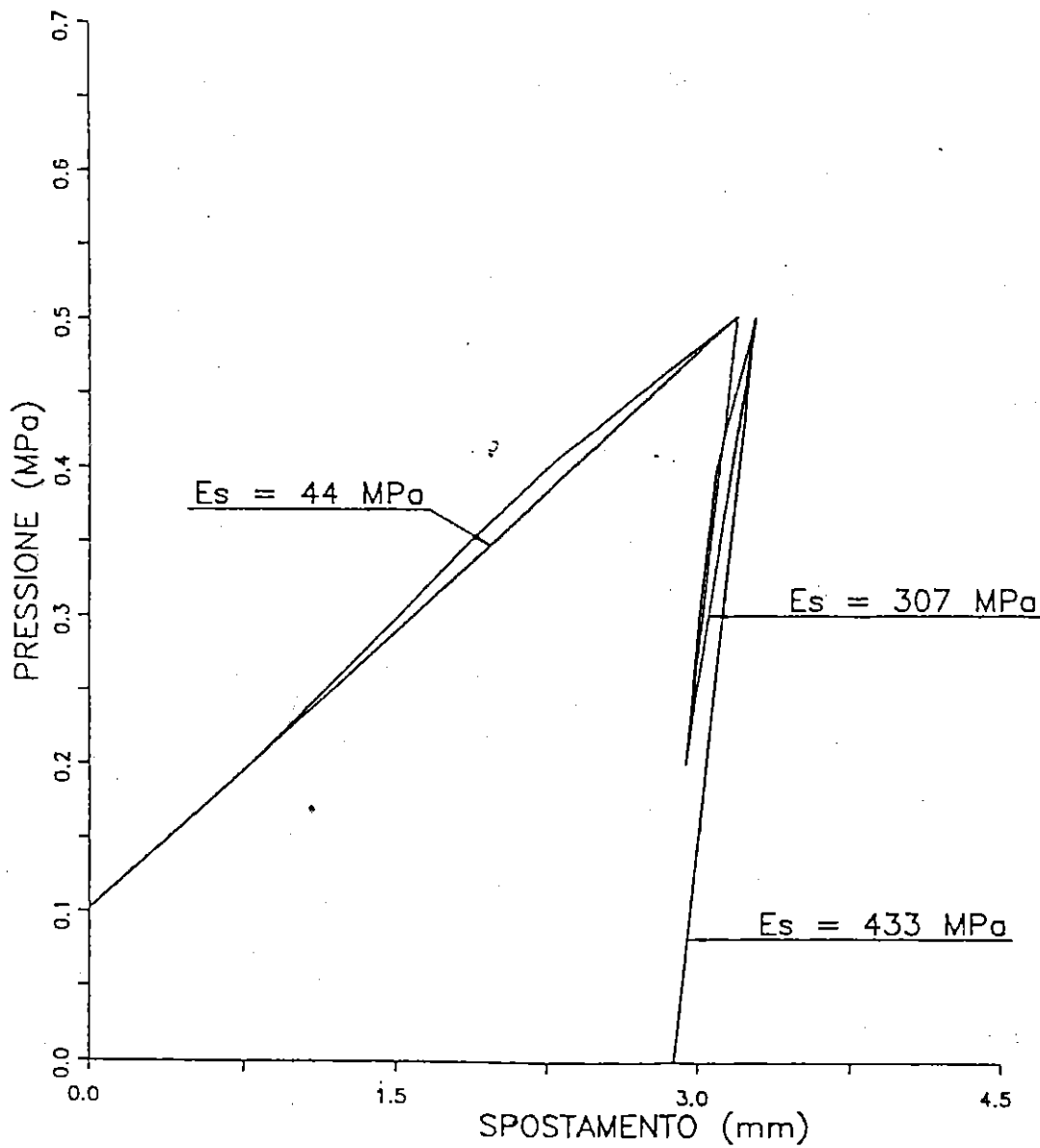
TRATTO PORTA SUSA-STURA

PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ1 - P1 ORIZZONTALE

05/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 3.90 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

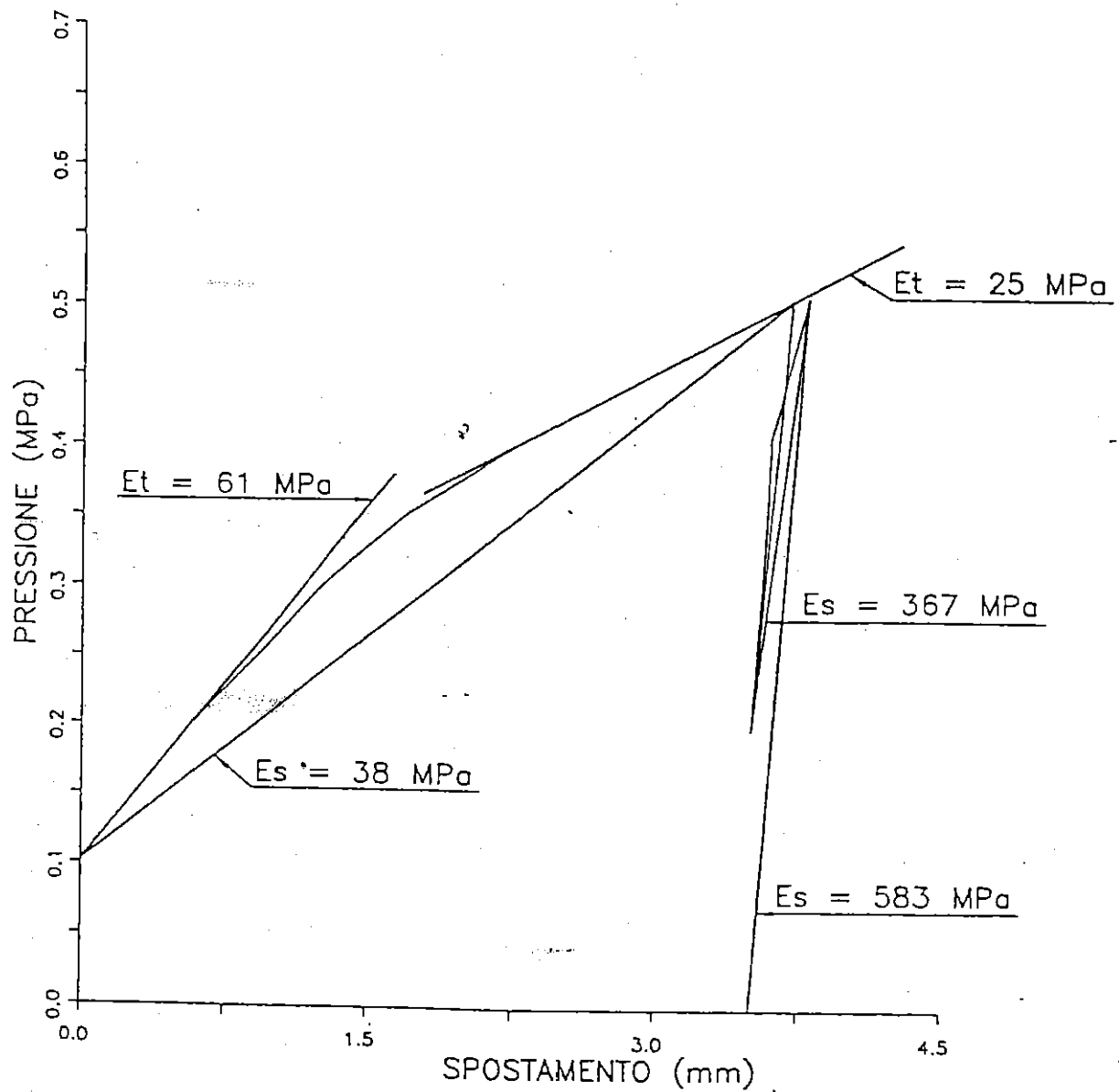
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ1 - P2 ORIZZONTALE

04/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 8.00 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

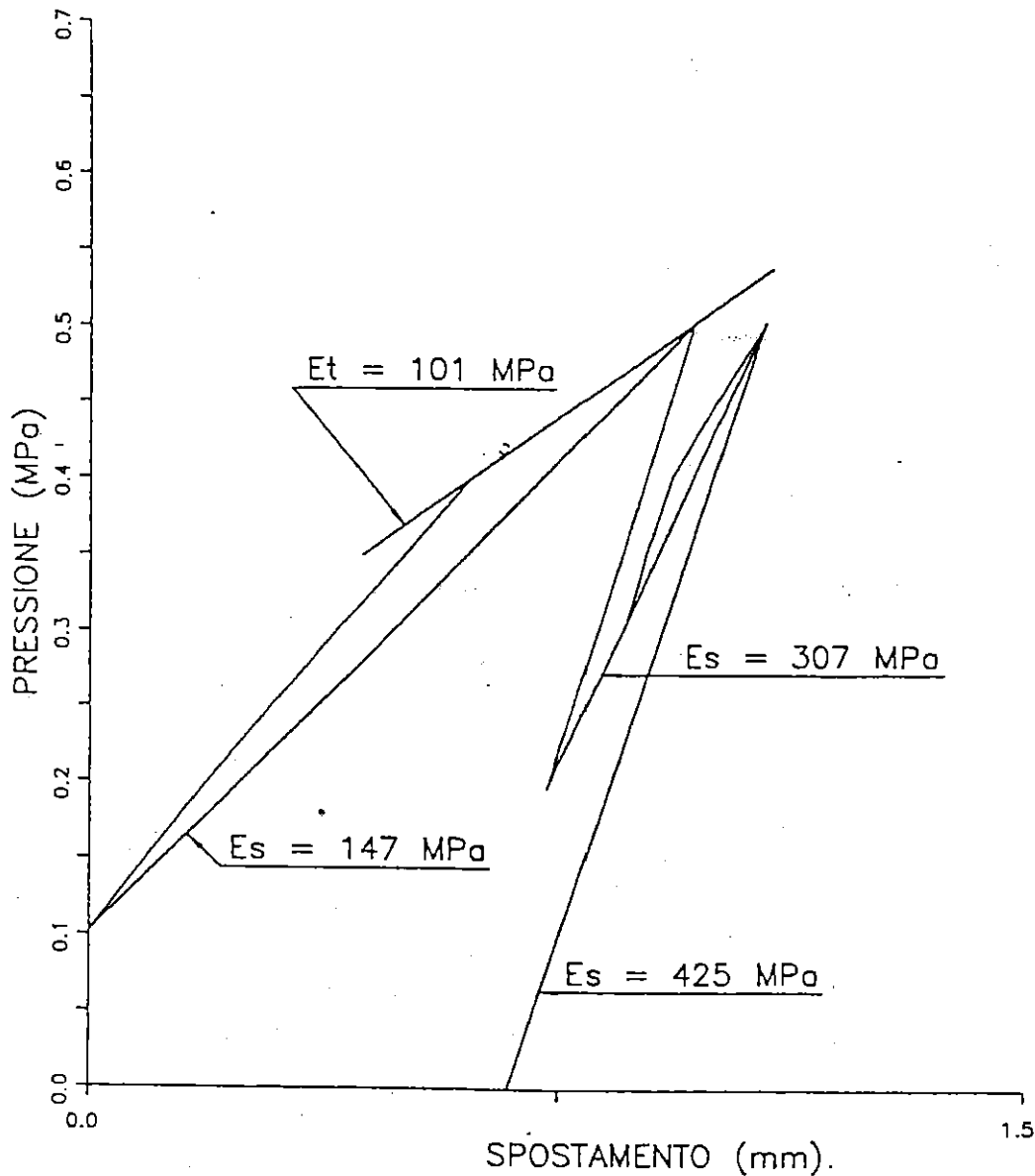
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ1 - P3 ORIZZONTALE

03/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 10.60 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

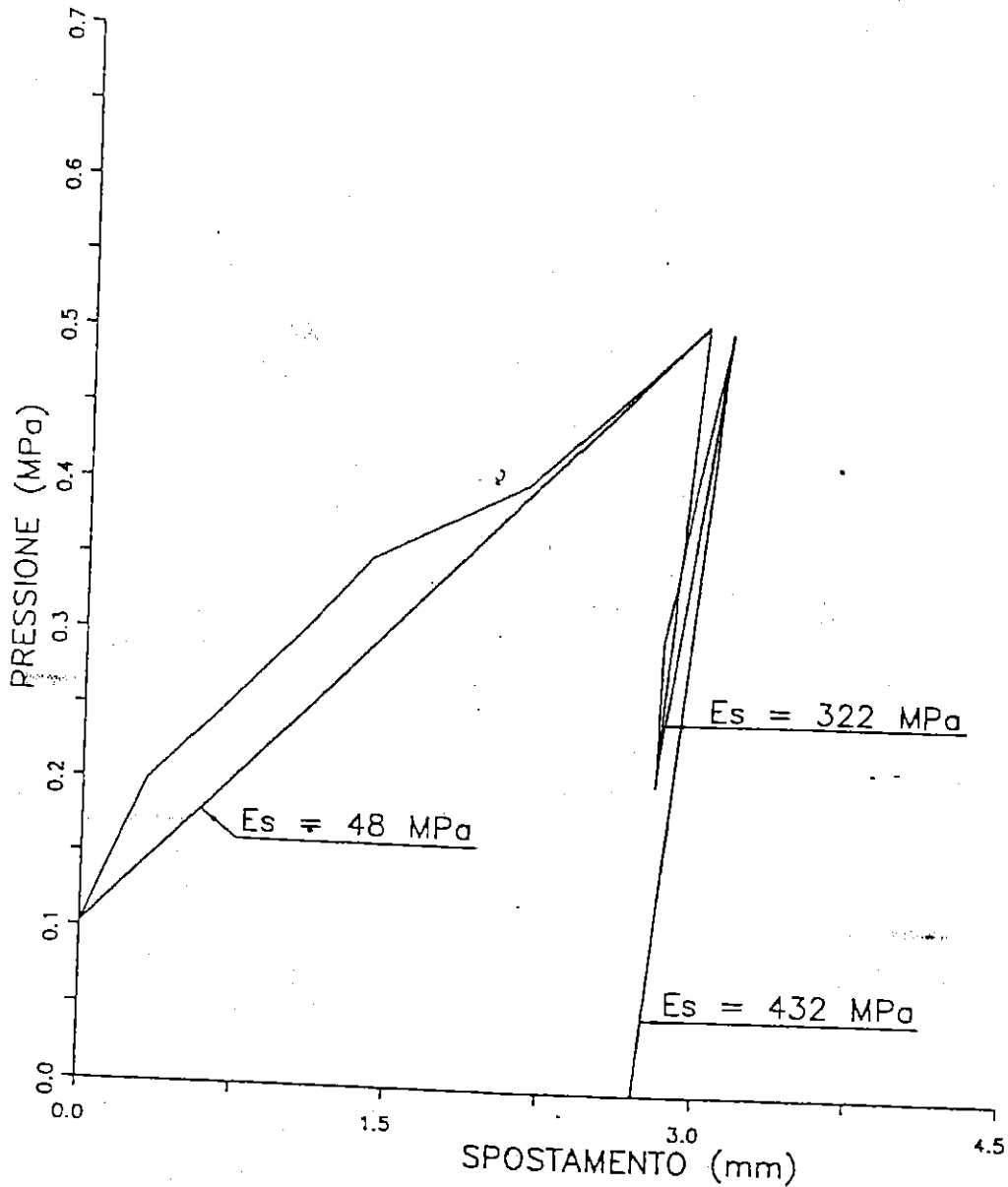
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ1 - P4 ORIZZONTALE

28/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 14.60 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

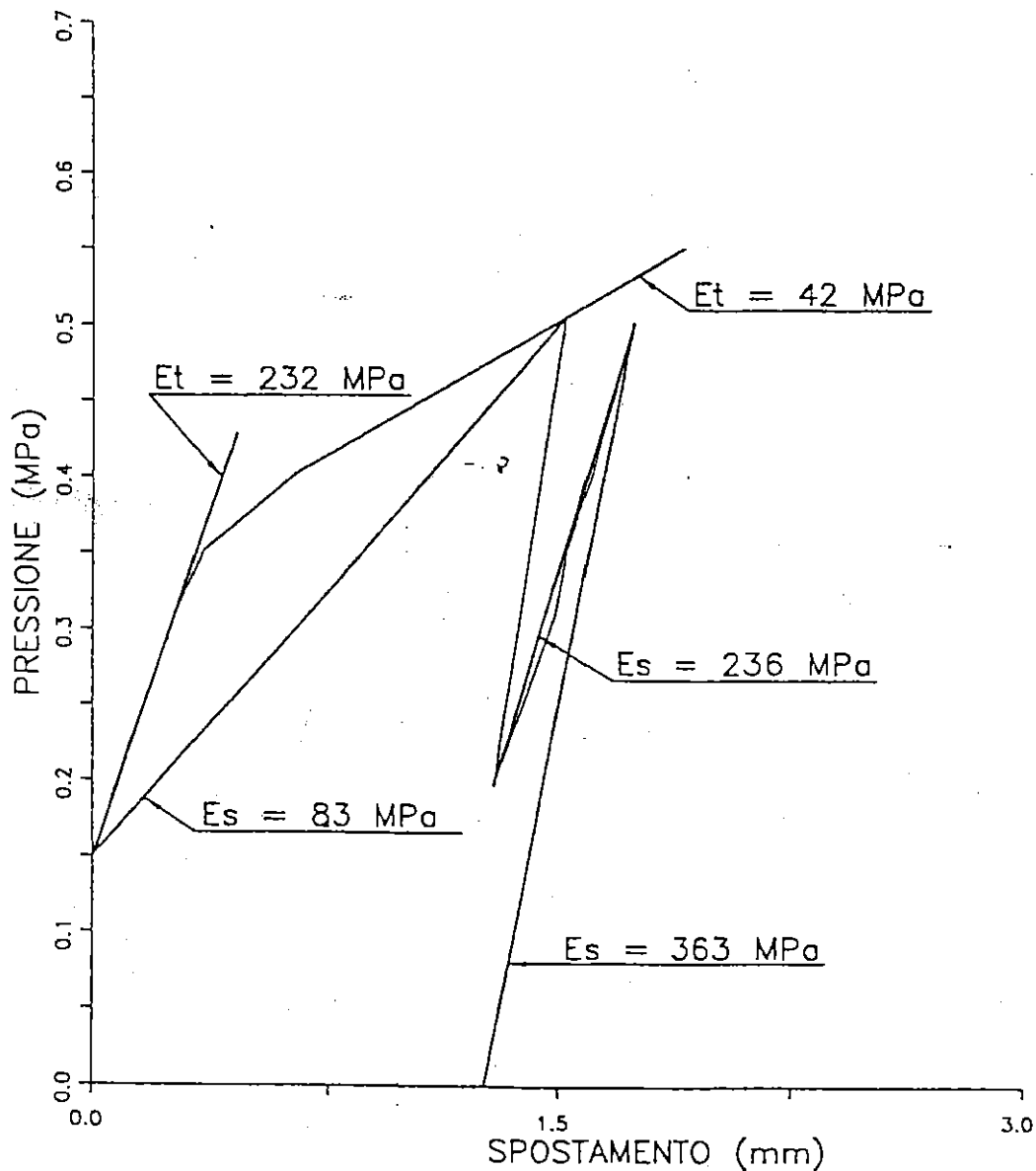
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ1 - P1 VERTICALE

02/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 16.80 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

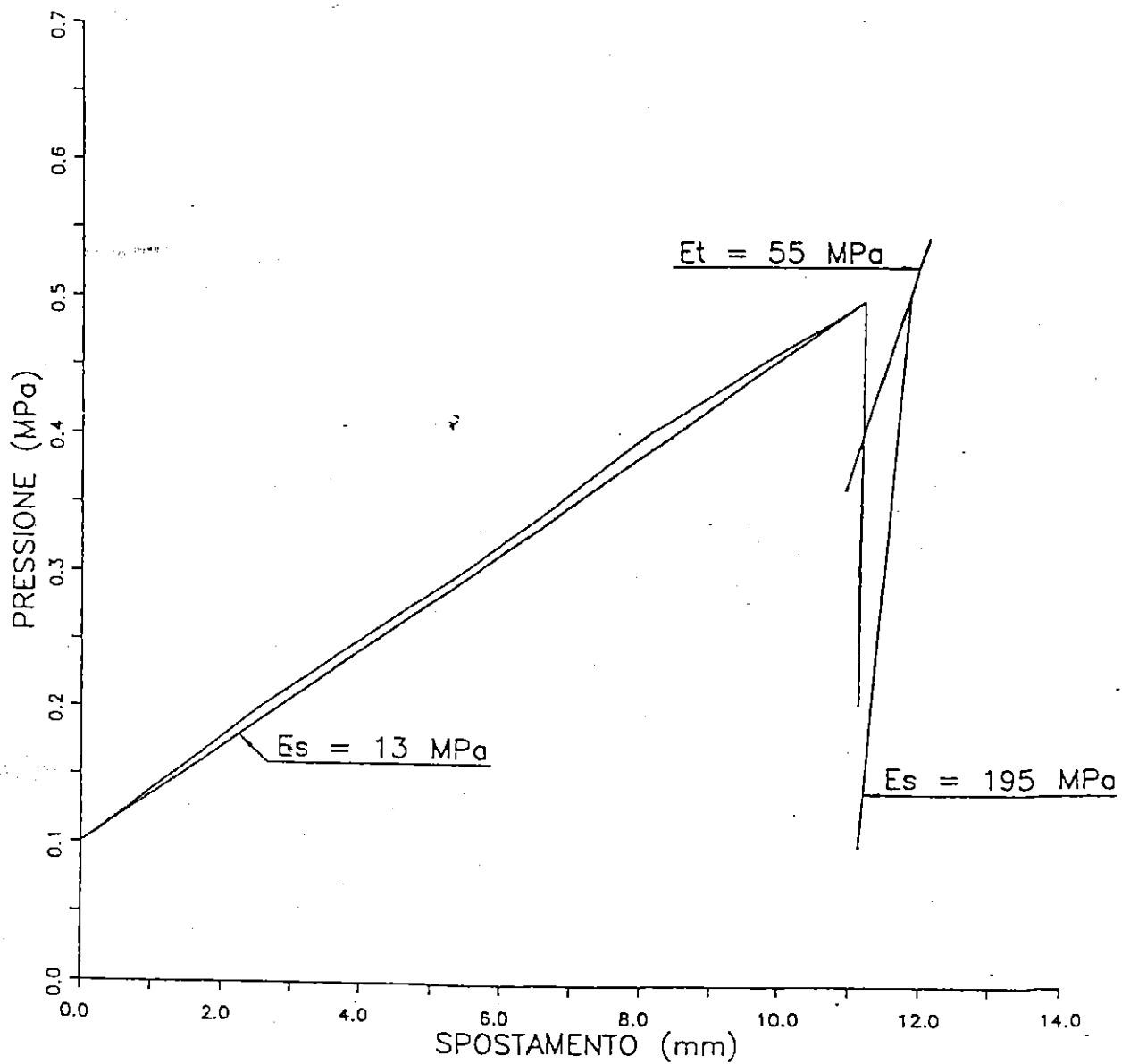
TRATTO PORTA SUSA-STURA

PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ2 - P1 ORIZZONTALE

23/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 3.40 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

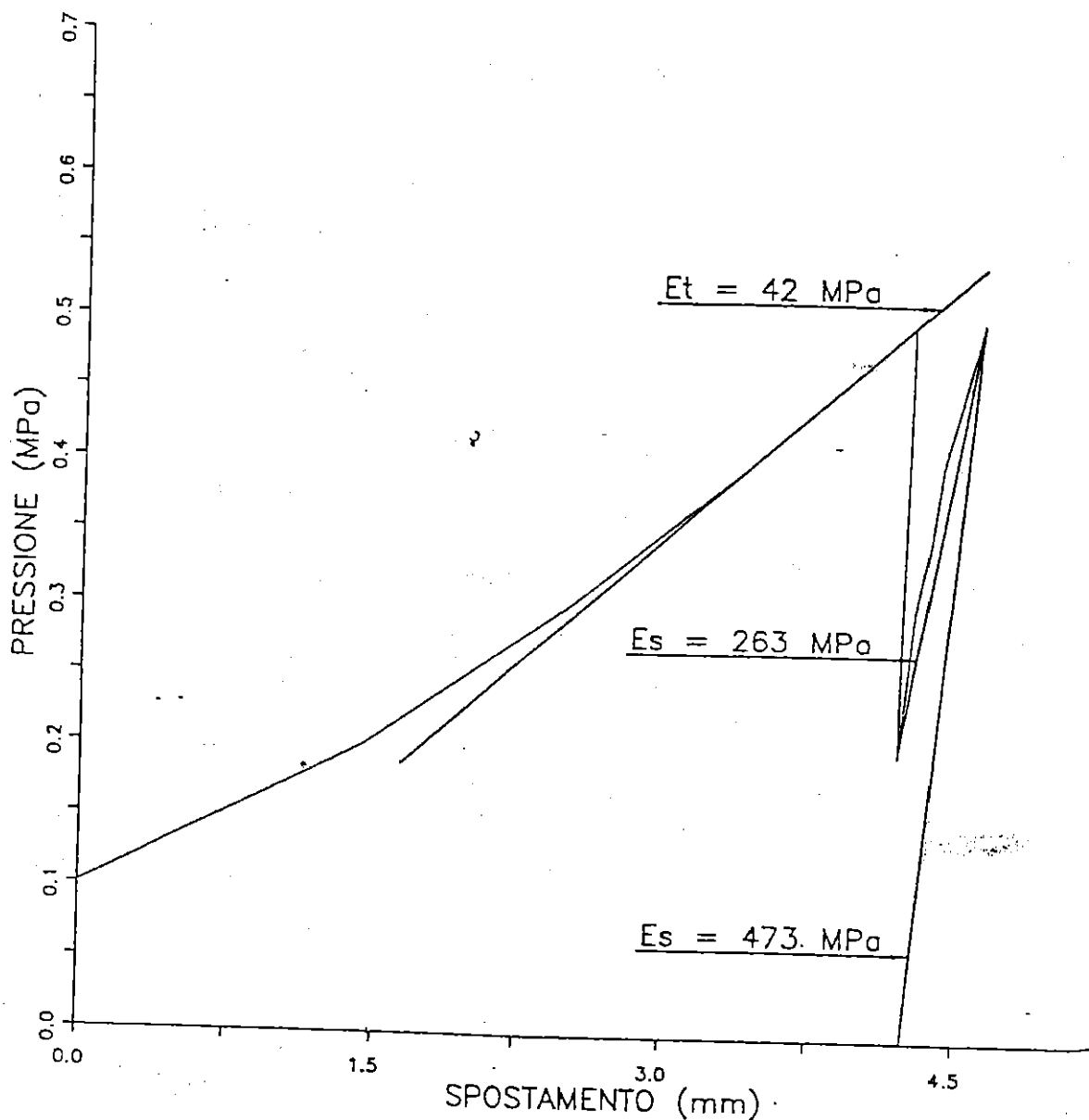
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA P22 - P2 ORIZZONTALE

22/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 8.20 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

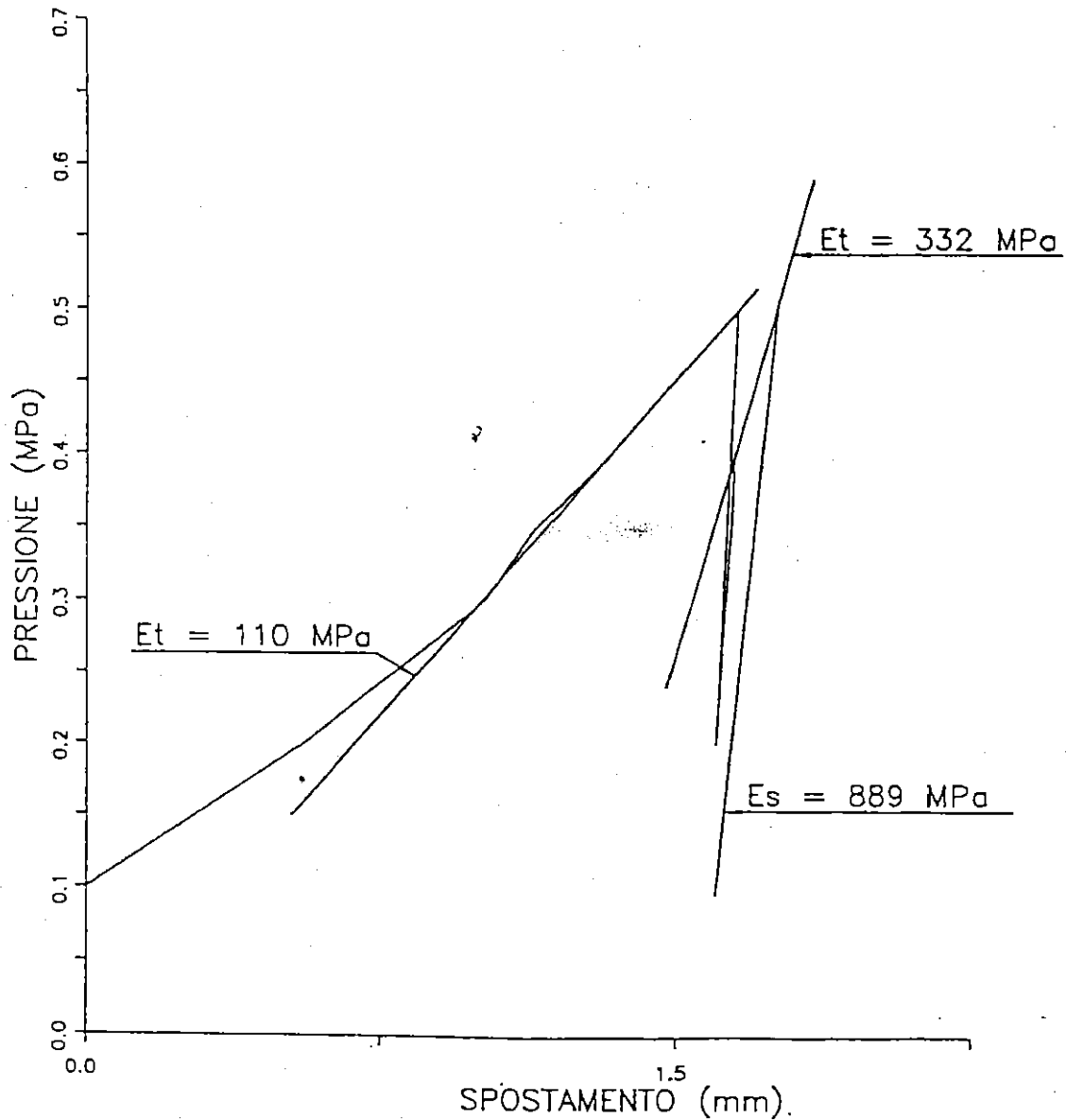
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ2 - P3 ORIZZONTALE

24/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 15.20 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



C 019
 SSSA
 C
 DATI 4/9
 DATI
 V
 MIST
 DP
 DATI

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

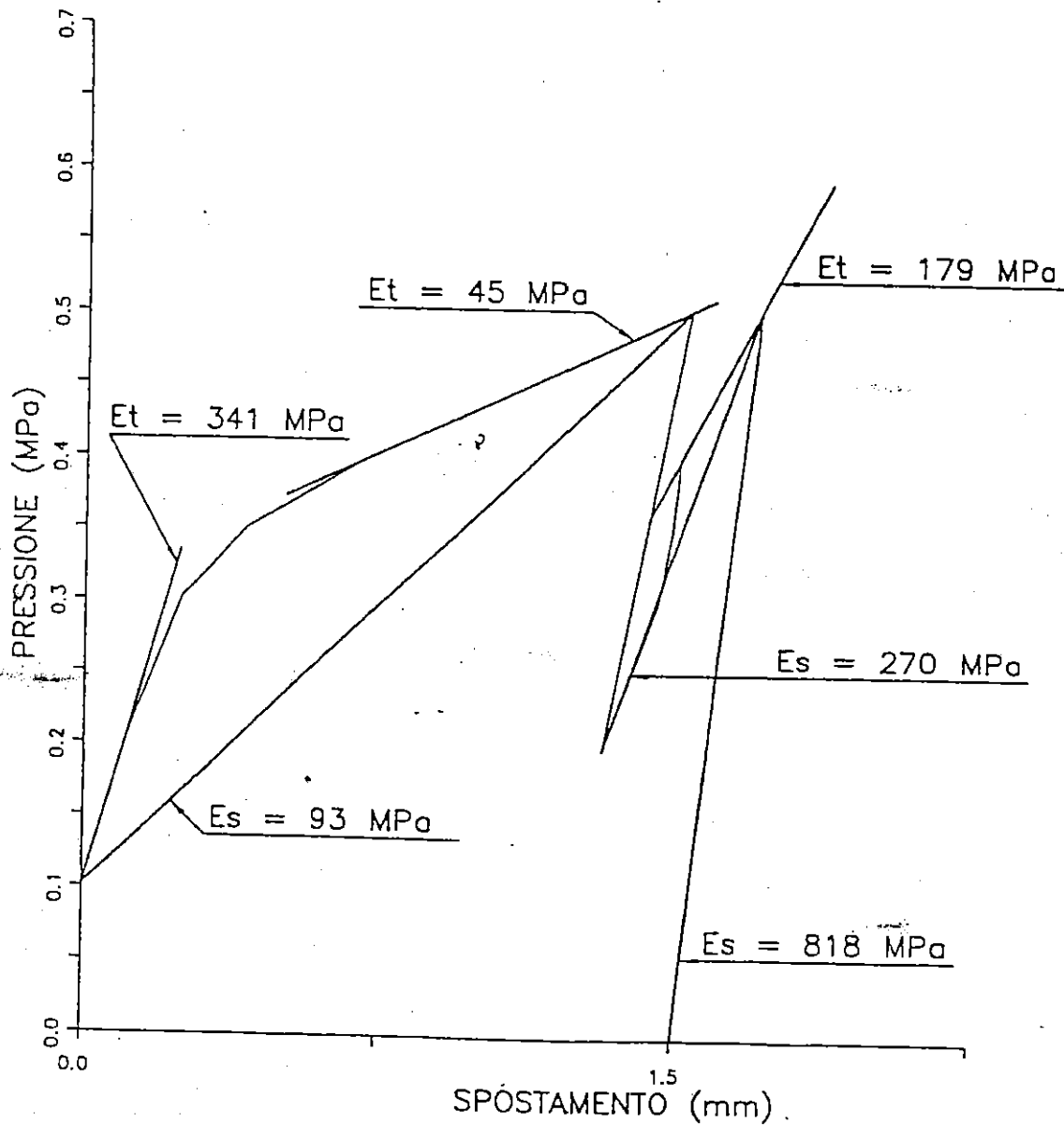
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ2 - P4 ORIZZONTALE

25/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 19.00 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

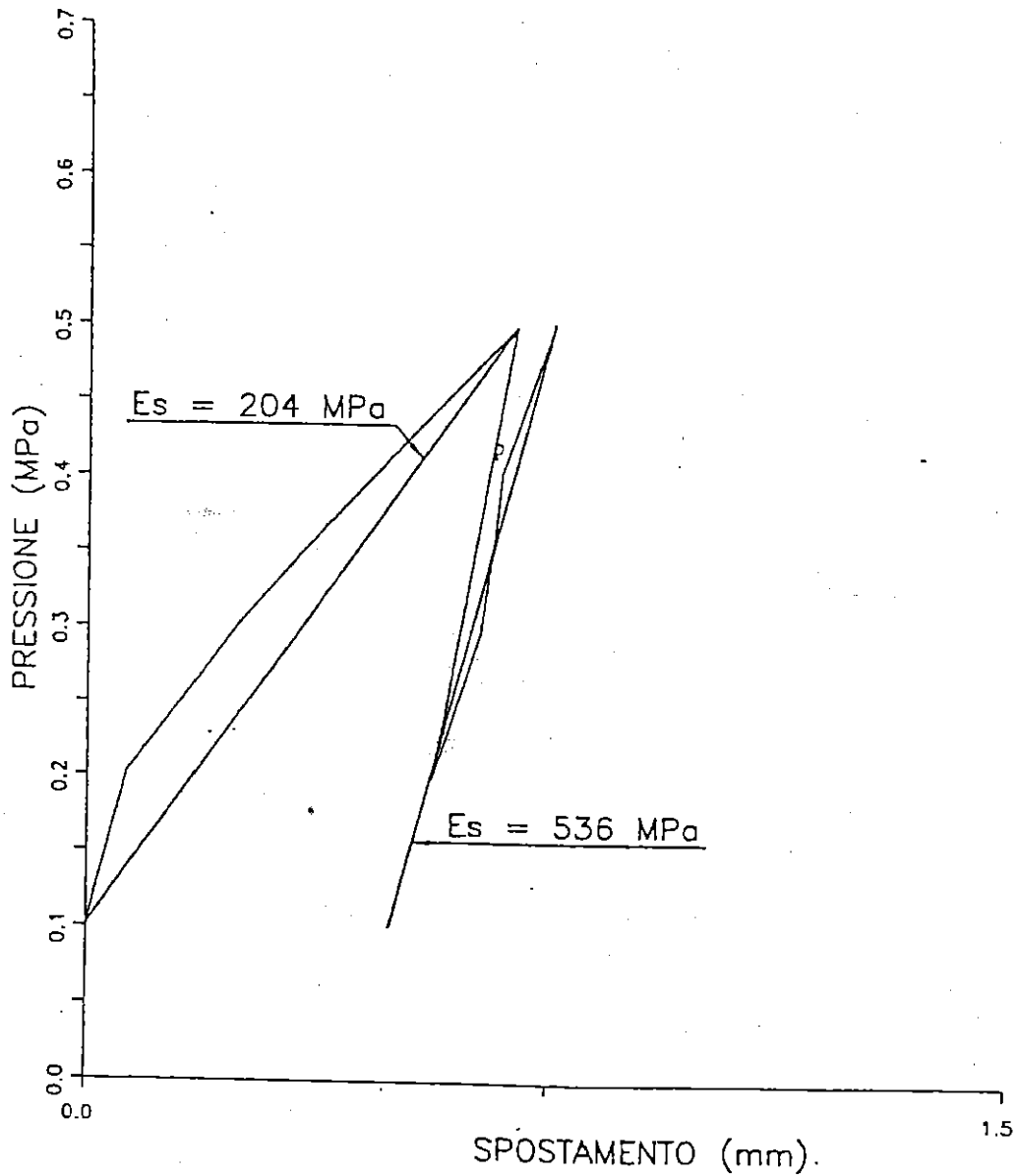
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ2 - P1 VERTICALE

24/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 20.00 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

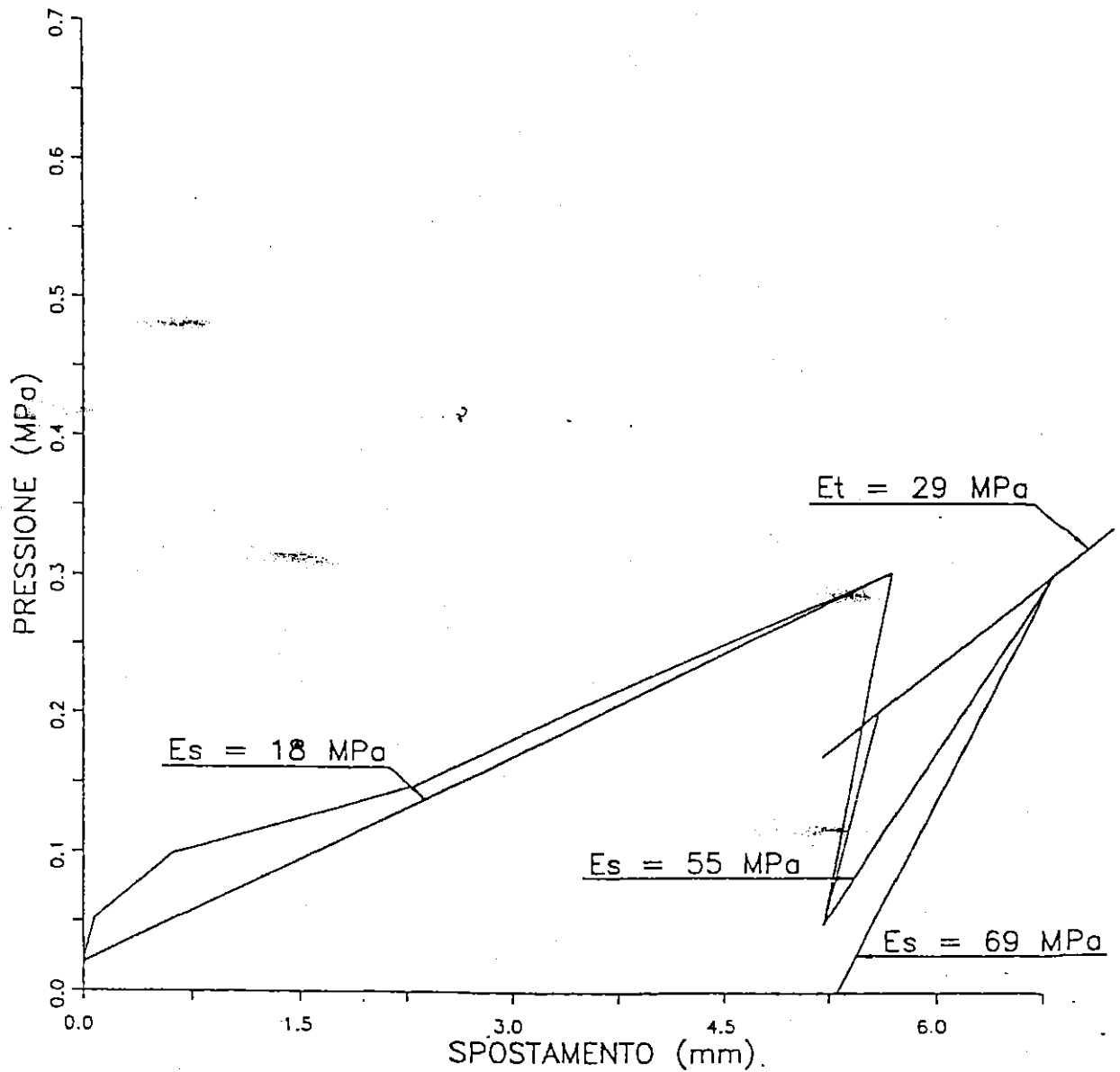
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ3 - P1 ORIZZONTALE

14/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 5.00 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



COMMESSA 96019
 DATA 04/97
 VISTO LV
 REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

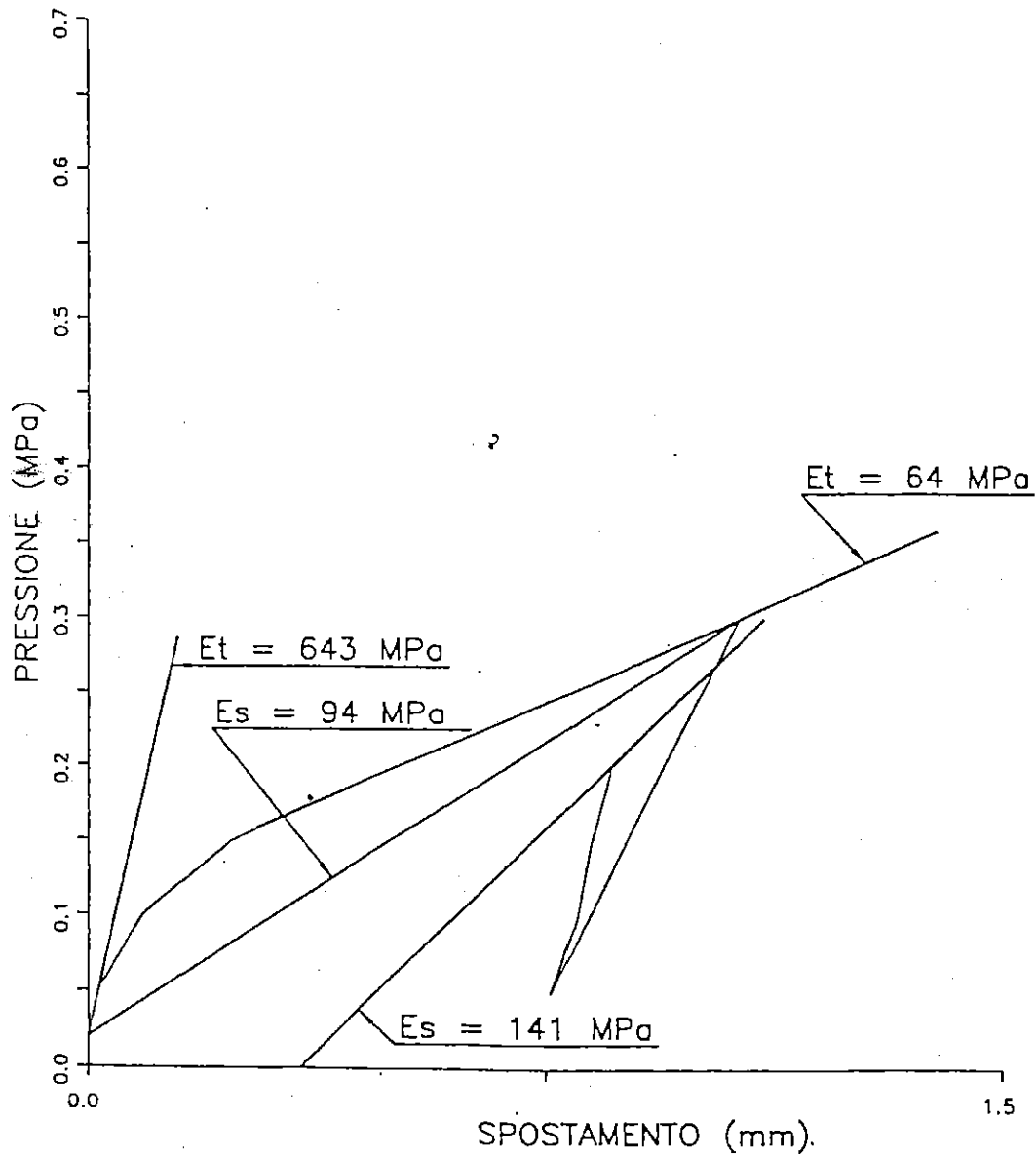
TRATTO PORTA SUSA-STURA

PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ3 - P2 ORIZZONTALE

13/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 7.80 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

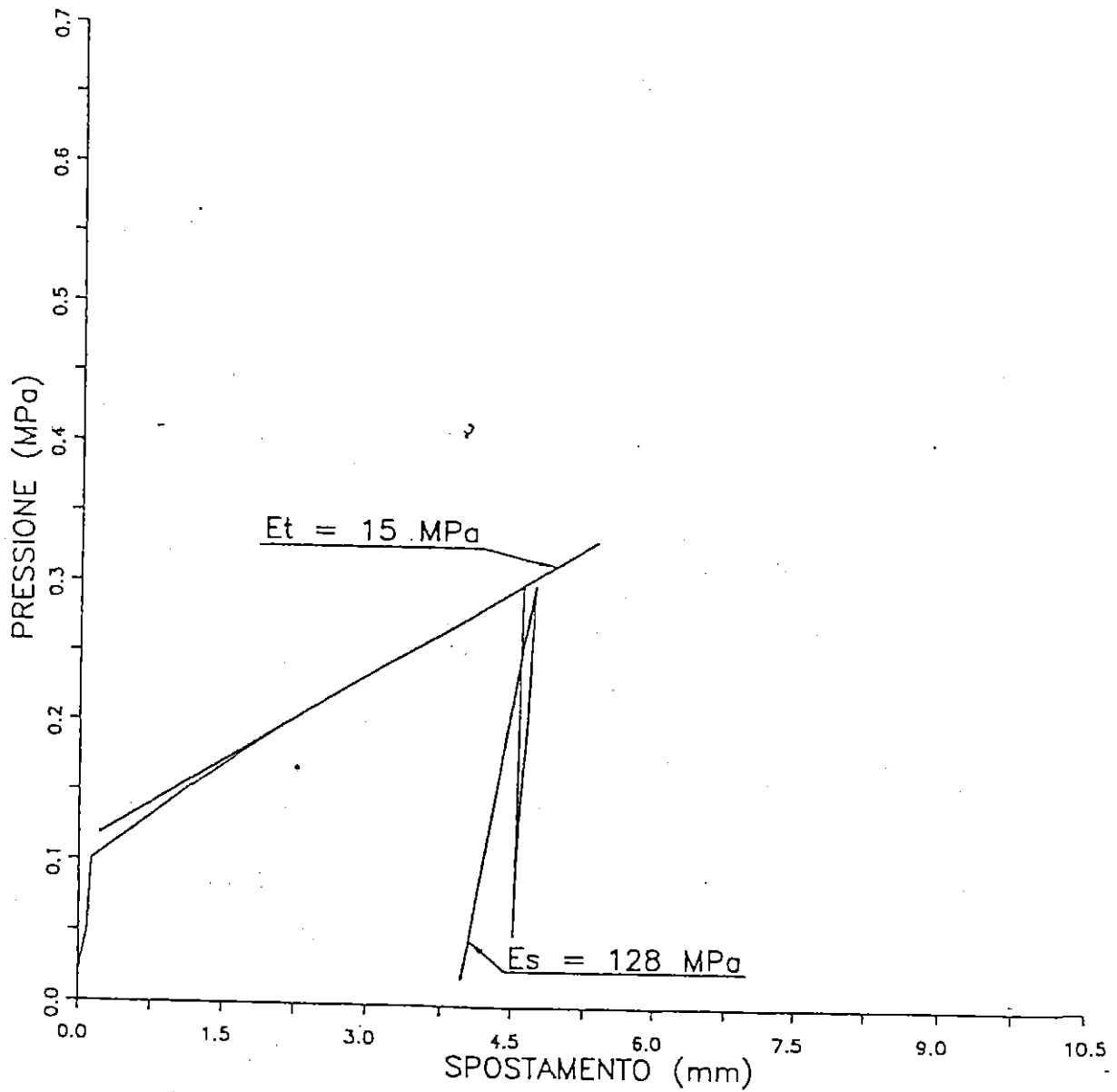
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ4 - P1 ORIZZONTALE

11/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 4.10 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



CUMMESSA 90119

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

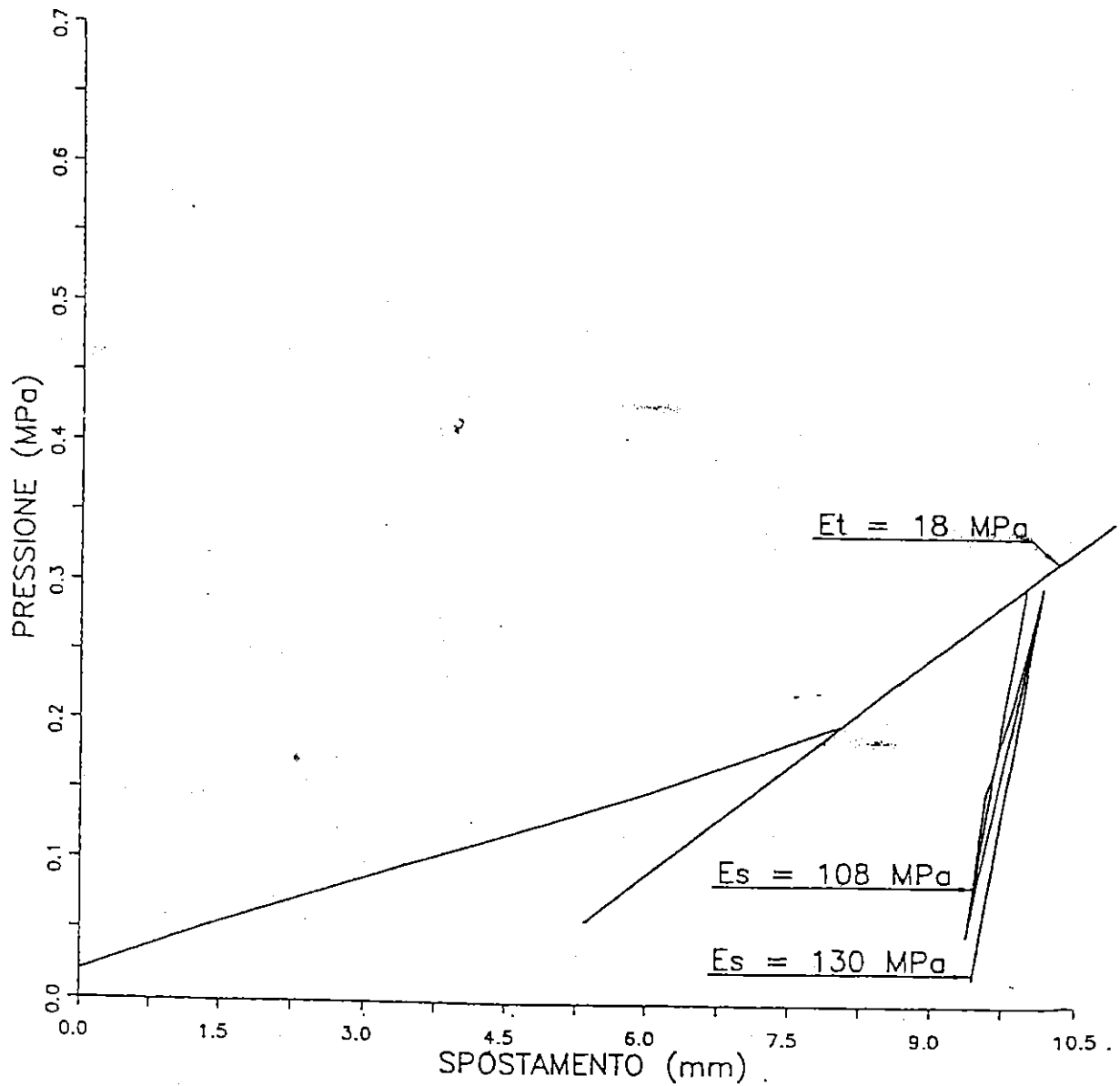
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA P24 - P2 ORIZZONTALE

10/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 7.00 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

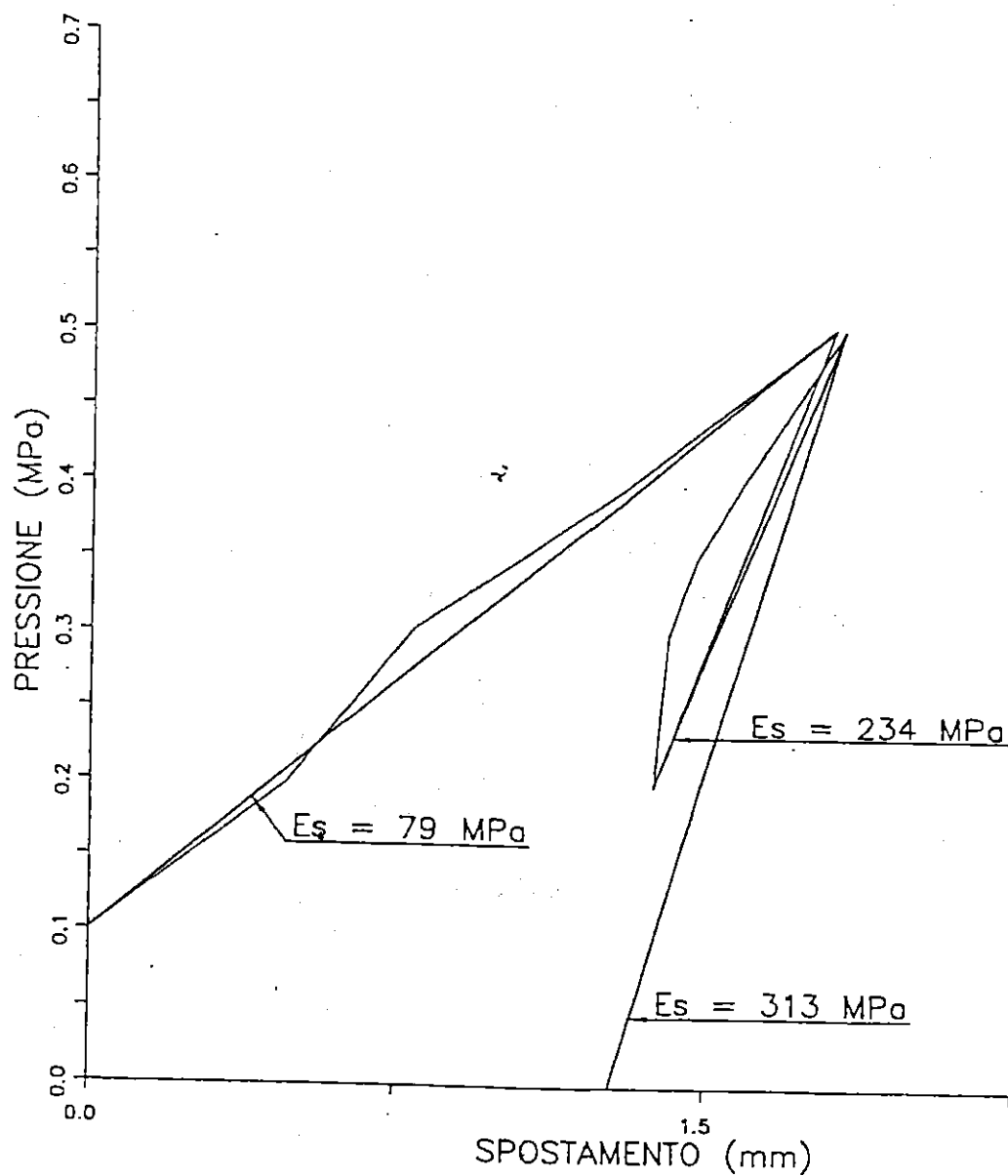
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ5 - P1 ORIZZONTALE

11/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 3.80 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

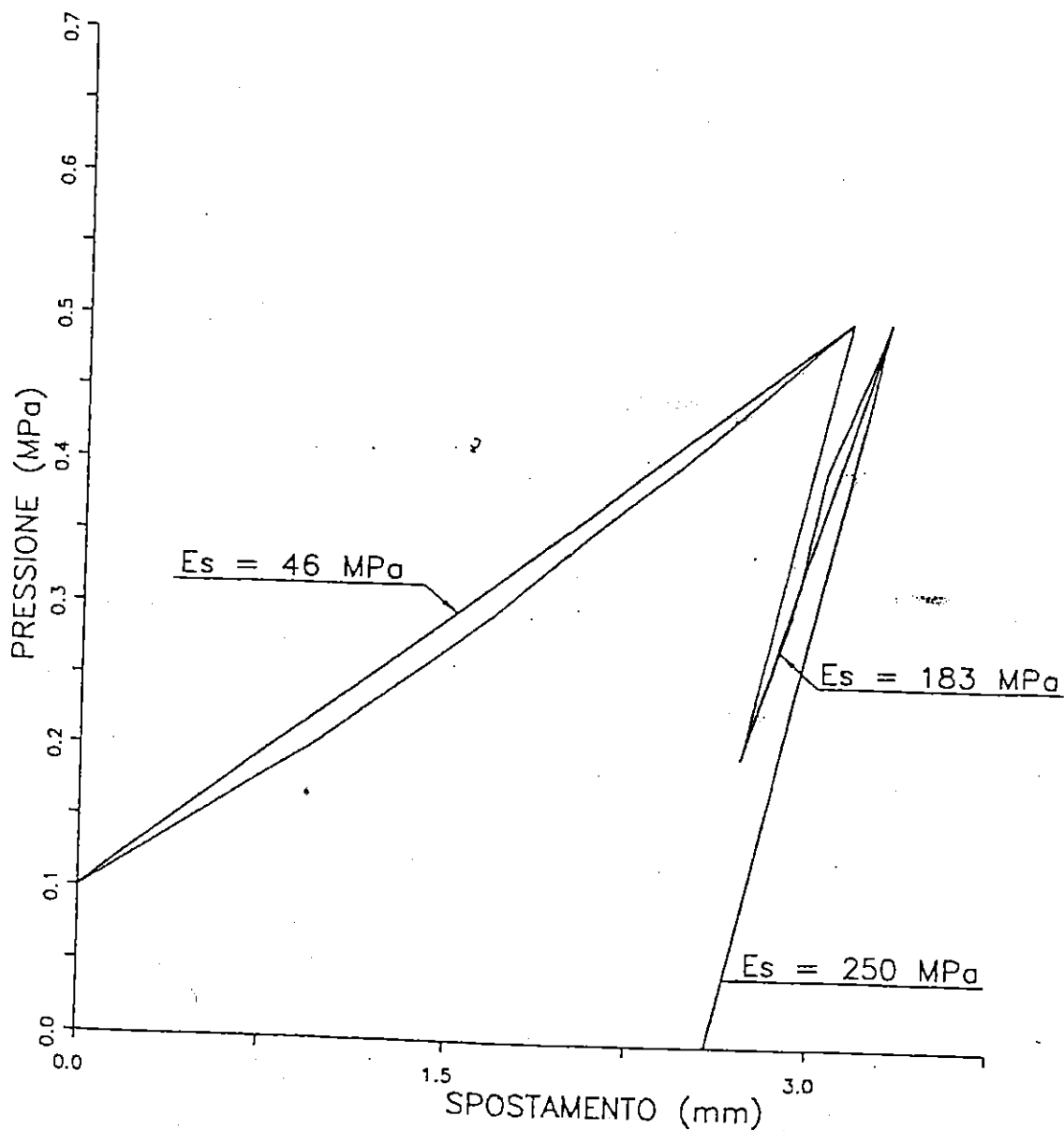
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ5 - P2 ORIZZONTALE

10/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 8.50 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

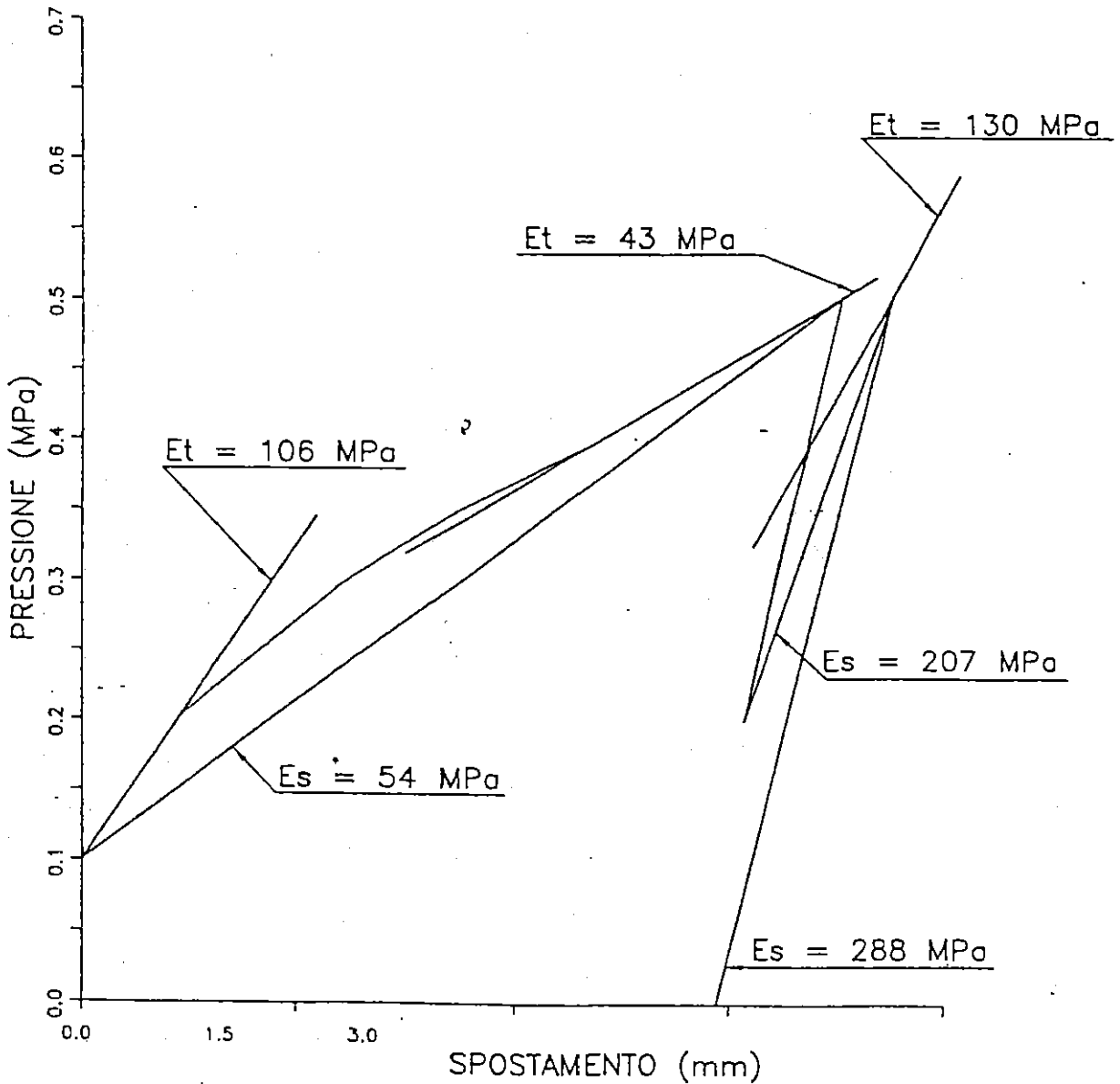
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ5 - P3 ORIZZONTALE

09/05/95

PROFONDITA' DA P.C. 11.50 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

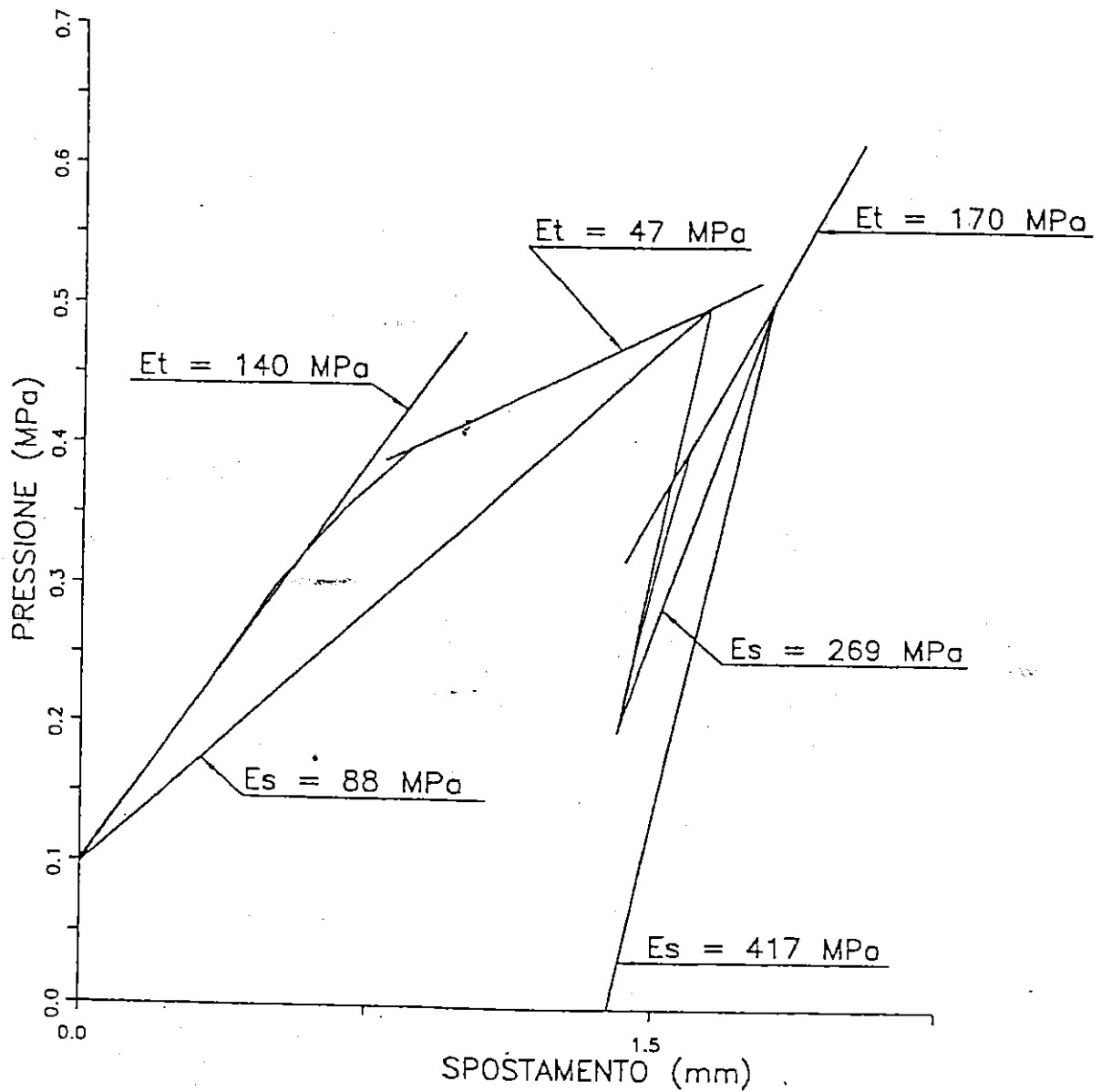
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ6 - P1 ORIZZONTALE

28/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 5.00 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

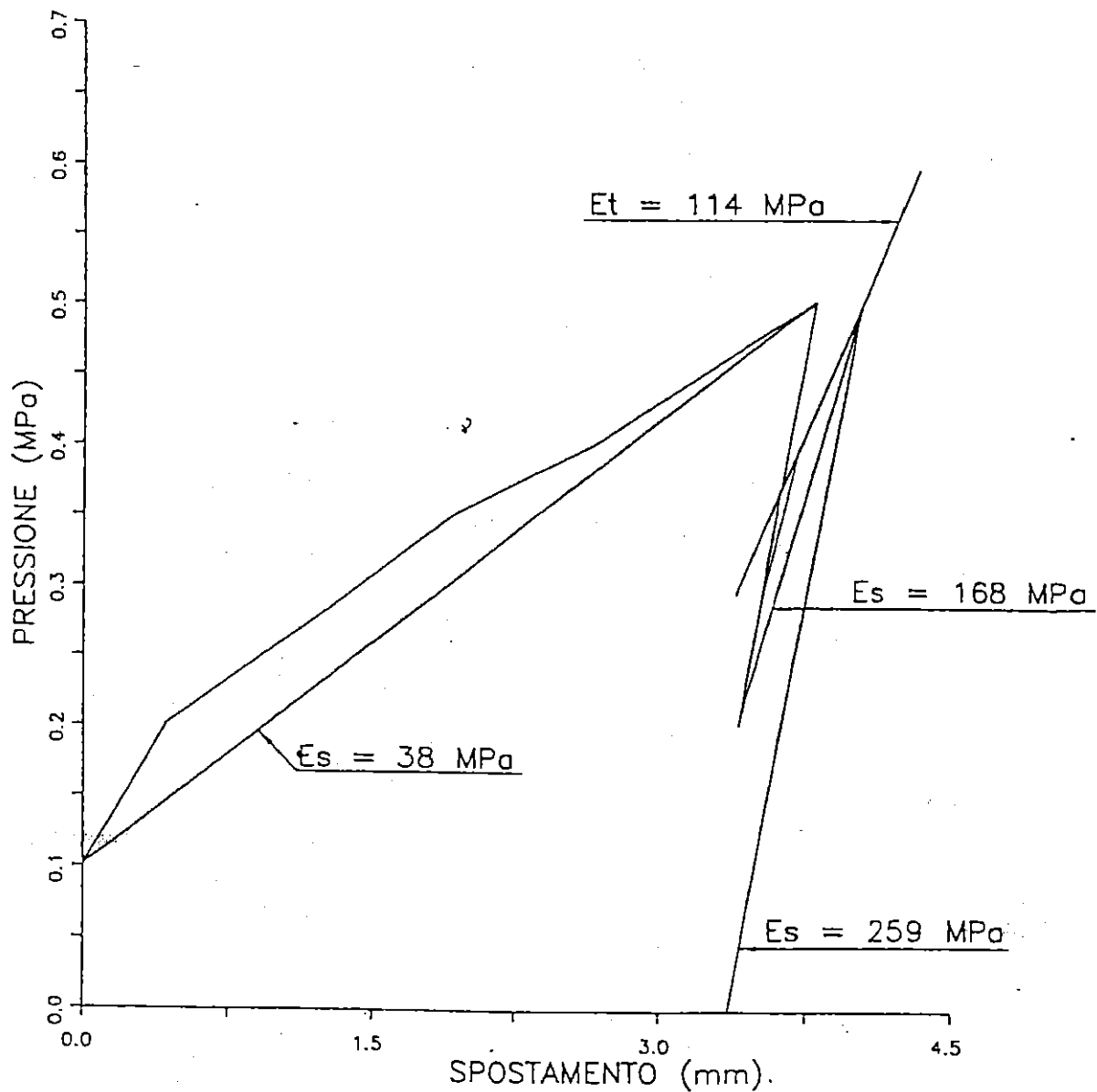
TRATTO PORTA SUSA-STURA

PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ6 - P2 ORIZZONTALE

26/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 8.70 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

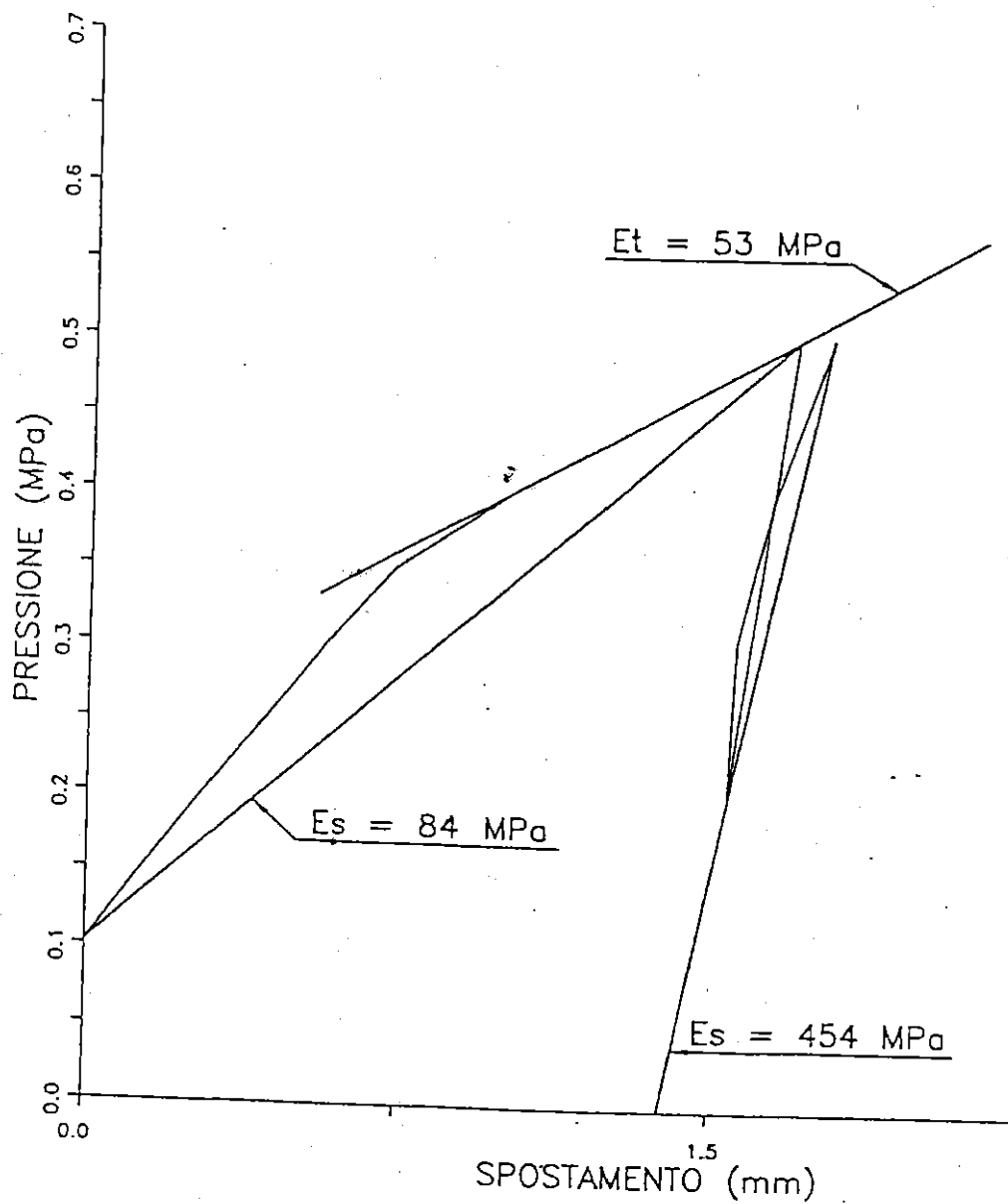
TRATTO PORTA SUSA-STURA

PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ6 - P3 ORIZZONTALE

20/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 11.70 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

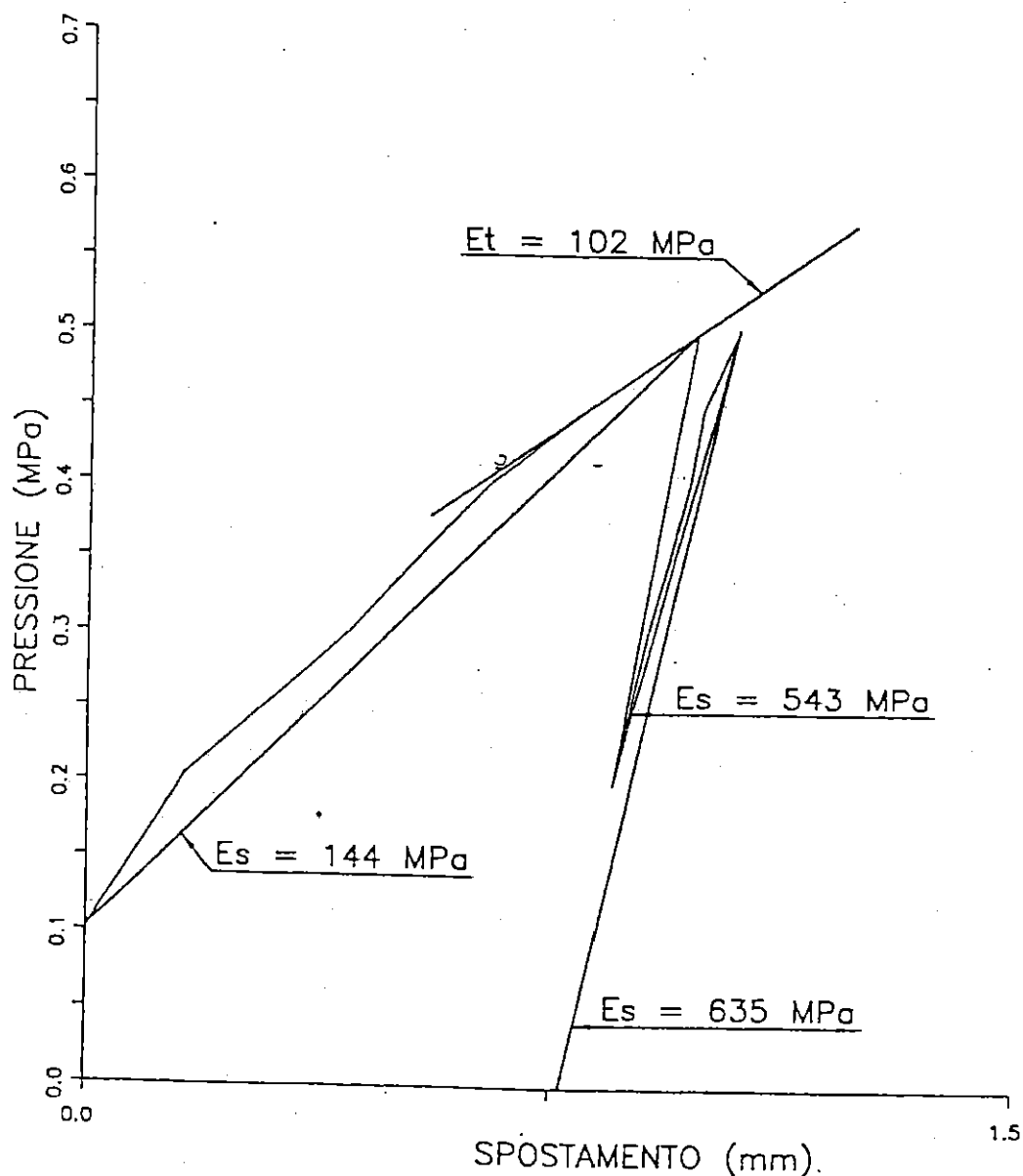
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ6 - P4 ORIZZONTALE

19/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 13.40 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)



COMMESSA 96019

DATA 04/97

VISTO LV

REDATTO DP

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

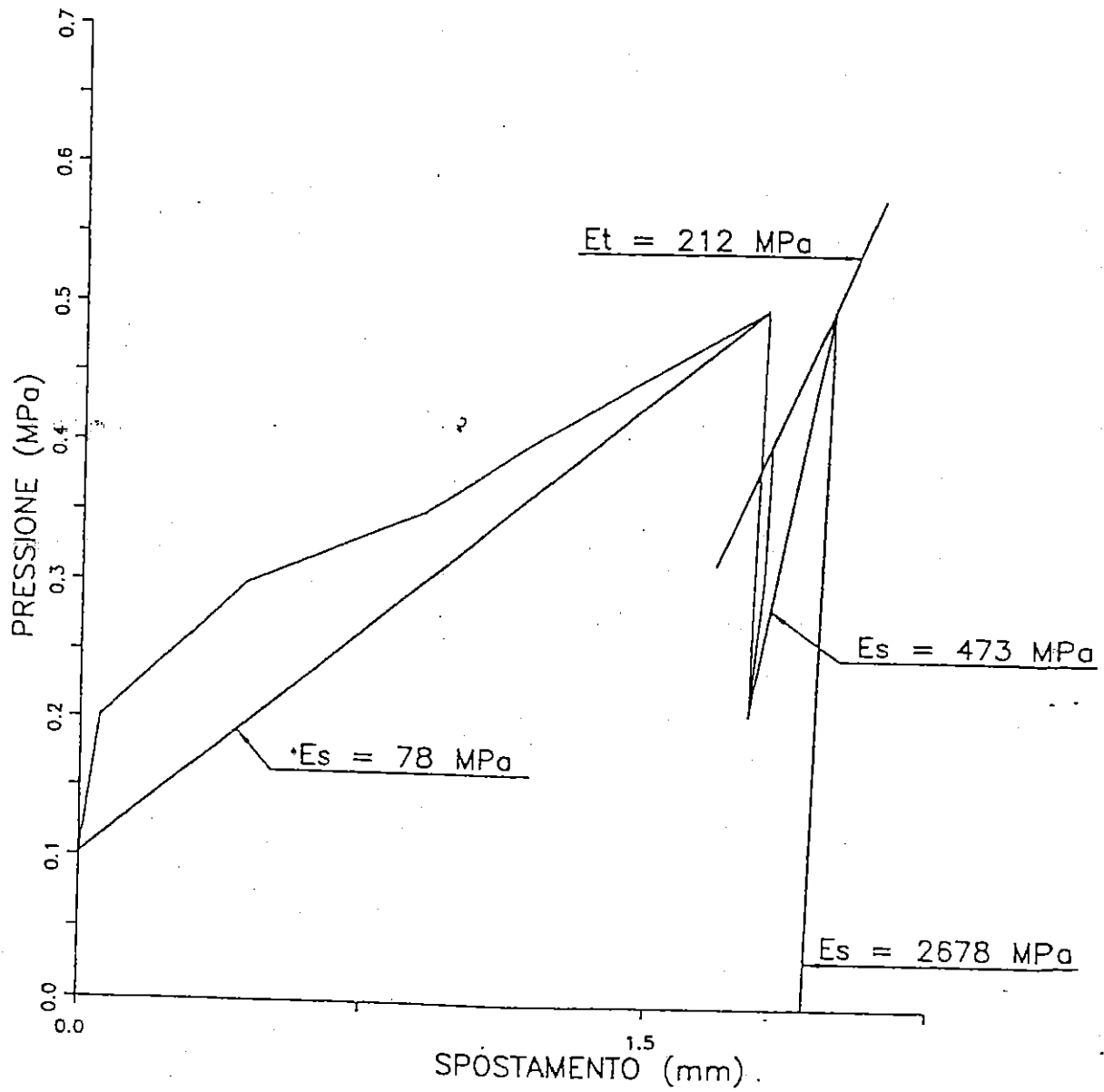
PROVA DI CARICO SU PIASTRA ENTRO POZZO

PROVA PZ6 - P1 VERTICALE

21/04/95

PROFONDITA' DA P.C. 16.70 m

VALORI CARATTERISTICI DEL MODULO DI DEFORMABILITA'
(ELABORAZIONE ASTM D4394-84)

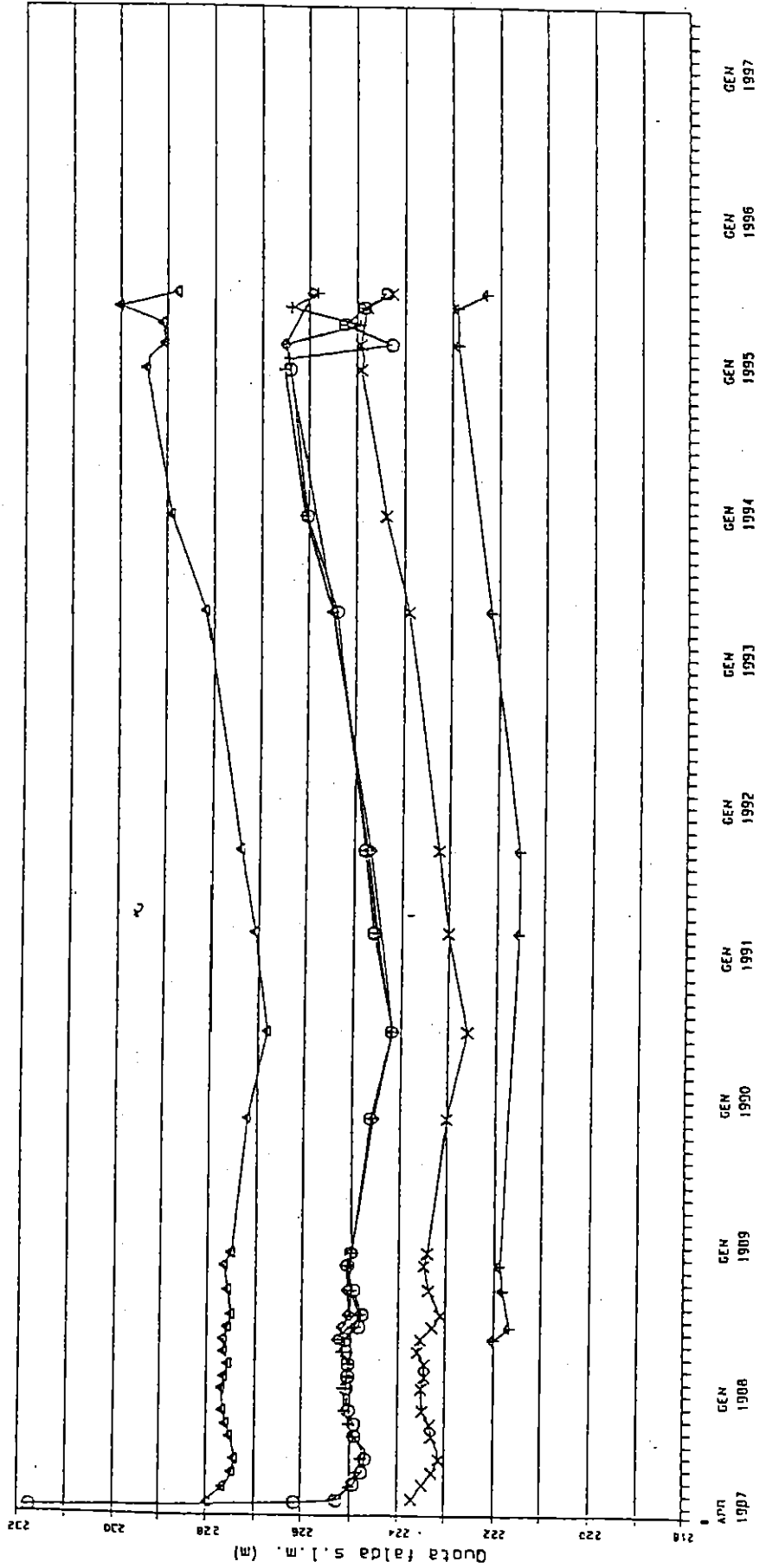


PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

PIEZOMETRI INSTALLATI DALL' A.T.H.

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI TRA PORTA SUSA E LARGO ORBASSANO

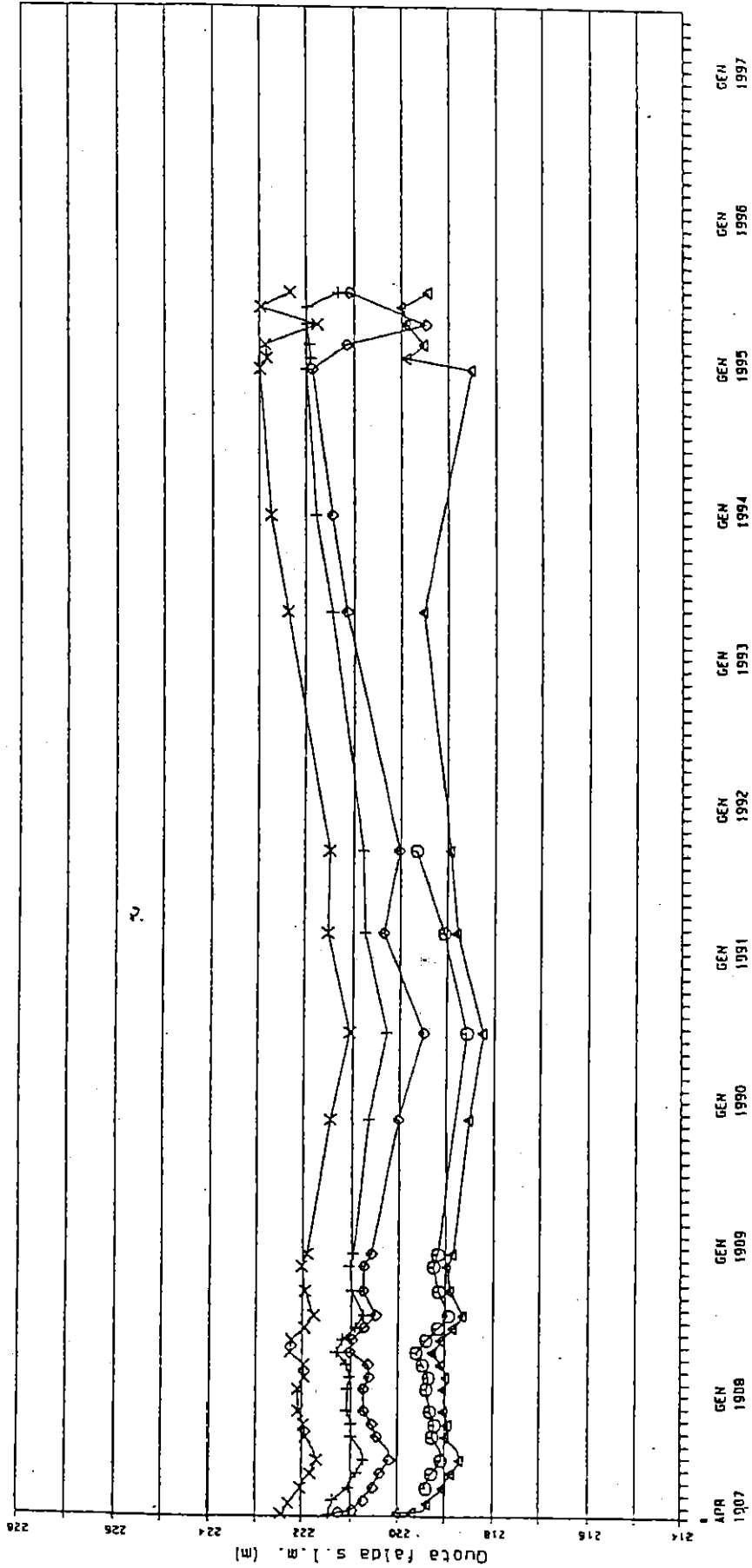
- C. Balzano - PZ7
- △ P. Bernini - PZ8
- + Compensorio FFSS P. Suso - FFSS
- X Monumento Vittorio Emanuele II - VIII
- ◇ L. Orbassano 64 - ORDAS
- ⊕ V. Legnano - LEGHAM



PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO PIEZOMETRI INSTALLATI DALL' A.T.M.

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI NELLA ZONA CENTRALE DELLA CITTA'

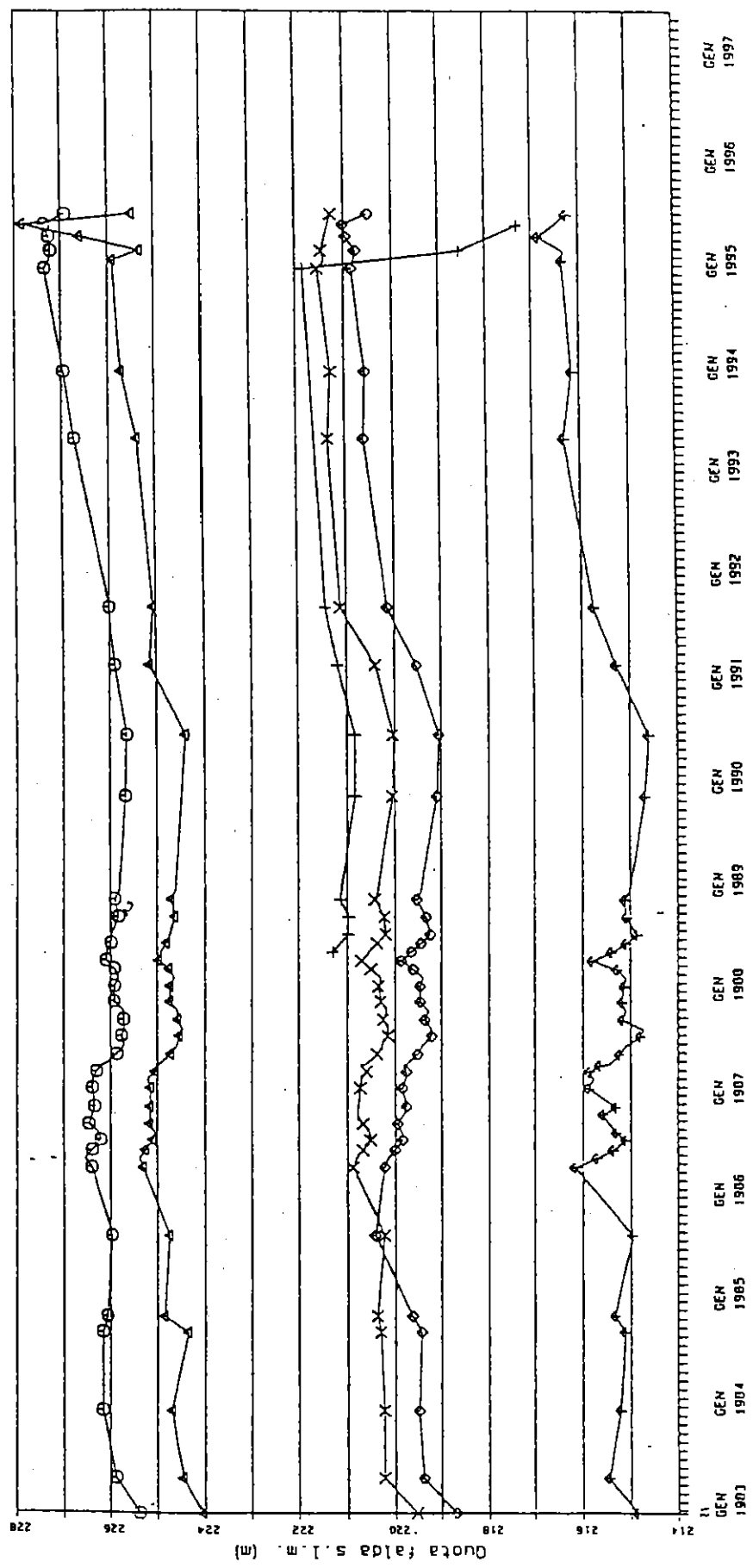
- O P. Castello - CAST
- △ V. Rossi di Montelera - P23
- + Porta Nuova - P24
- X Compensorio FFSS P. Nuova - P25
- o V. Loria - P26



DATA LVI VISI GB DAT 5/9/ SSA C 019

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
 PIEZOMETRI INSTALLATI DALL' A.T.M.

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI LUNGO CORSO REGINA MARGHERITA



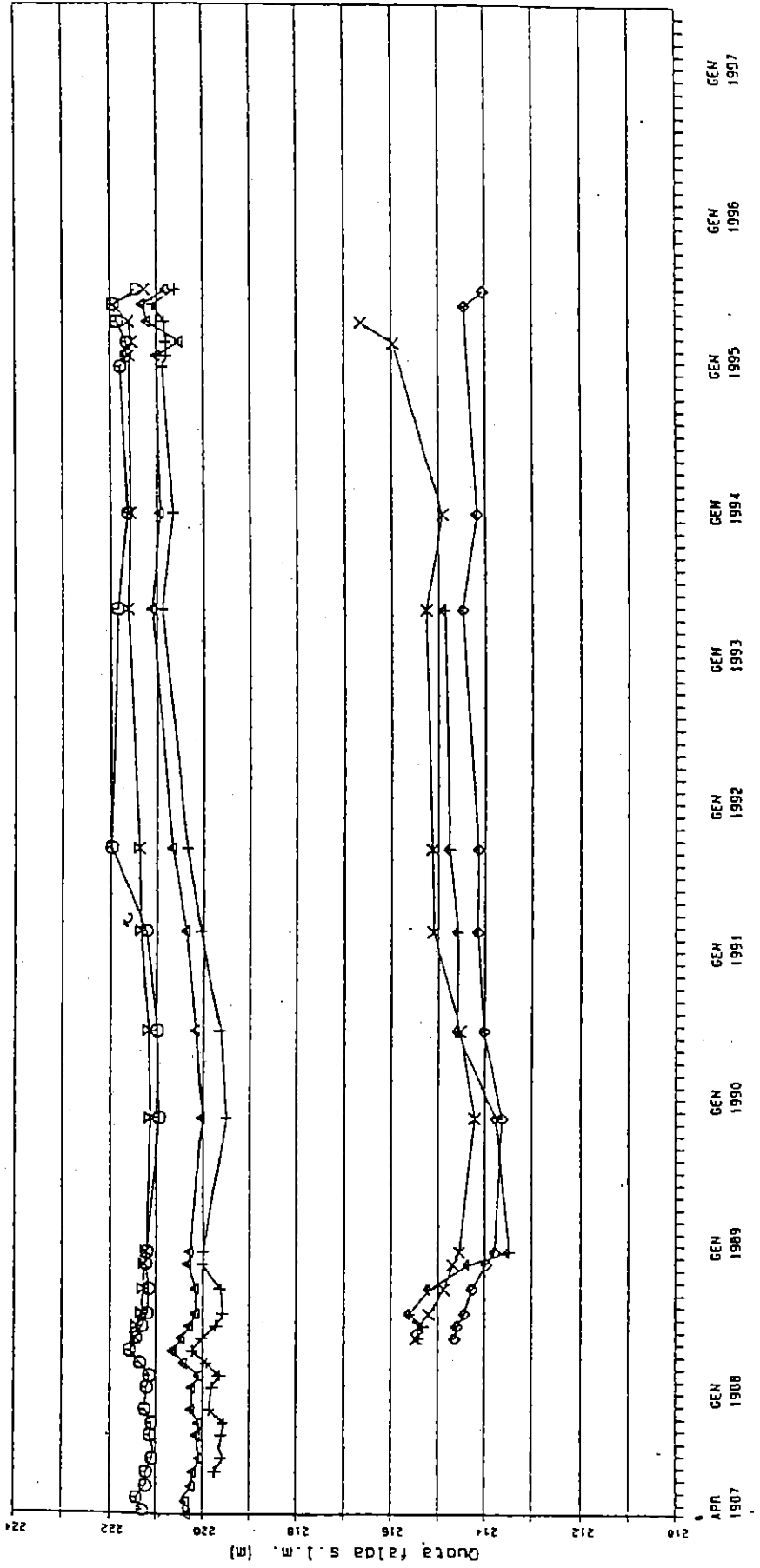
- O C. Regina 173 - PS1
- A C. Regina sede Regione - PS2
- + P. Repubblica - NEP
- X C. Regina 128 - PS3
- ◇ C. Regina 105 - PS4
- ↑ C. Regina 81 - PS5

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

PIEZOMETRI INSTALLATI DALL' A.T.M.

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI LUNGO LA DORA E VERSO STURA

- Lungodora Firenze - PZI
- △ Giordano Schiapparelli - PZZ
- + C. XI febbraio - XIFEB
- X C. Giulio Cesare - AIUOL
- ◇ Piazza Ocrus - OEDNA
- ♣ C. Giulio Cesare - CESAR
- × P. Crispi - CRISPI



COMMESSA 96019

DATA 05/97

VISTO GB

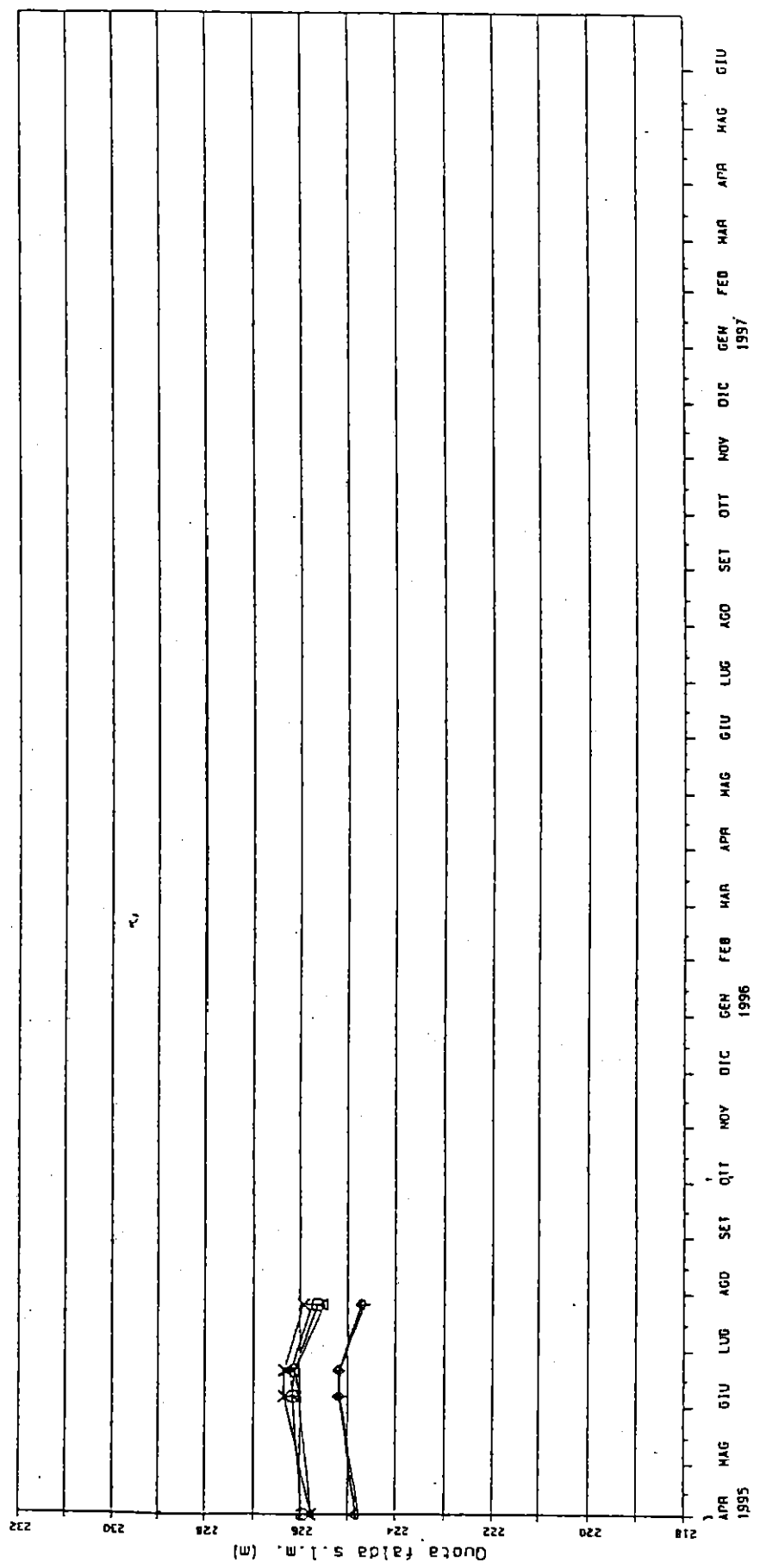
REDATTO LV

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

PIEZOMETRI INSTALLATI DA FFSS

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI DA PORTA SUSA e STAZIONE DORA

- O Stazione Porta Susa - SH1
- A Stazione Porta Susa - SH2
- + P.18 Statuto - SH4
- X C.50 Principe Oddone est - SH5
- o C.50 Cirj - SH9
- † Stazione Dora - SH11



DATA LV VISI GB DATI 5/97

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

PIEZOMETRI INSTALLATI DA FFSS

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI 68 STAZIONE DORA e CORSO GROSSELO

- O Stazione Dora - SM13
- △ C.so Venezia est - SM14
- + C.so Venezia ovest - SM16
- X Cavalcaterr. V. Dreglio - SM10
- ◊ Parco Sempione - SM19
- † Parco Sempione - SM20

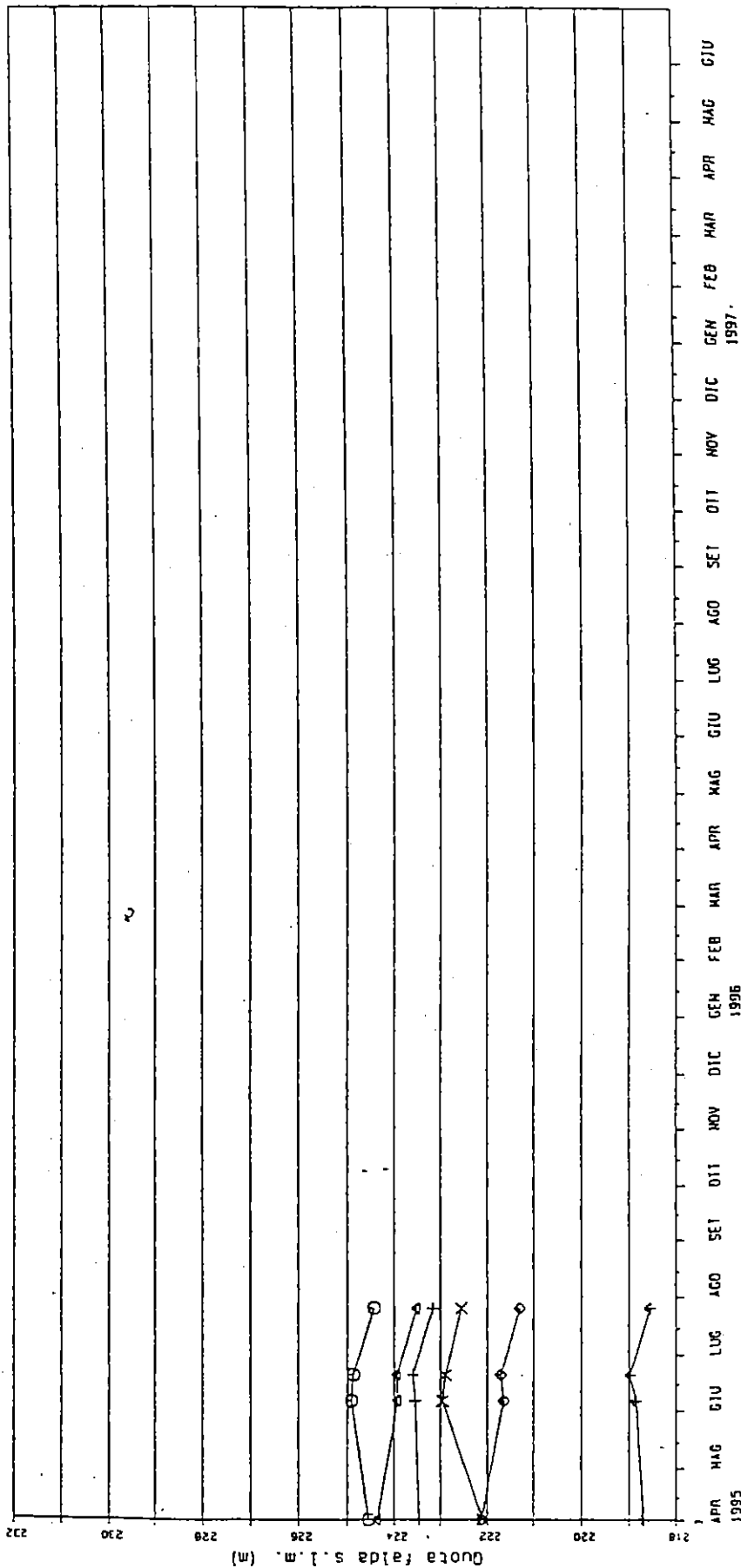


DIAGRAMMA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA - STURA

CAMPIONI DEL MATERIALE DI RIPOSTO

POZZO P2

96019
CONHESSA

DATA 03/97

VISTO LY

REDATTO DP

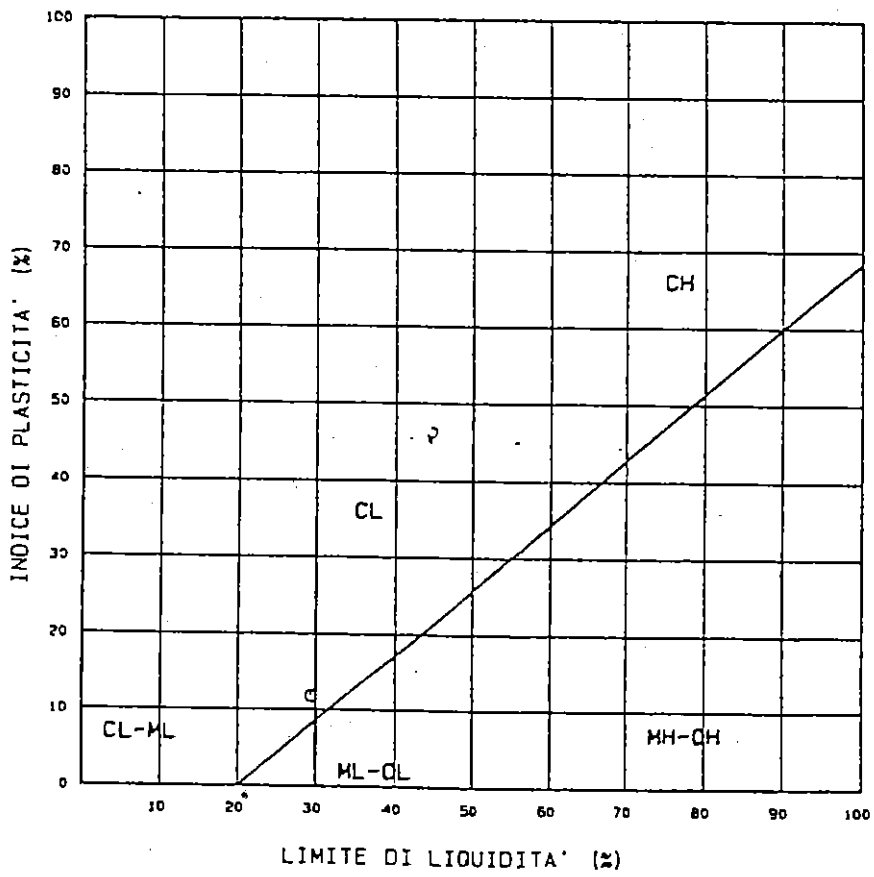


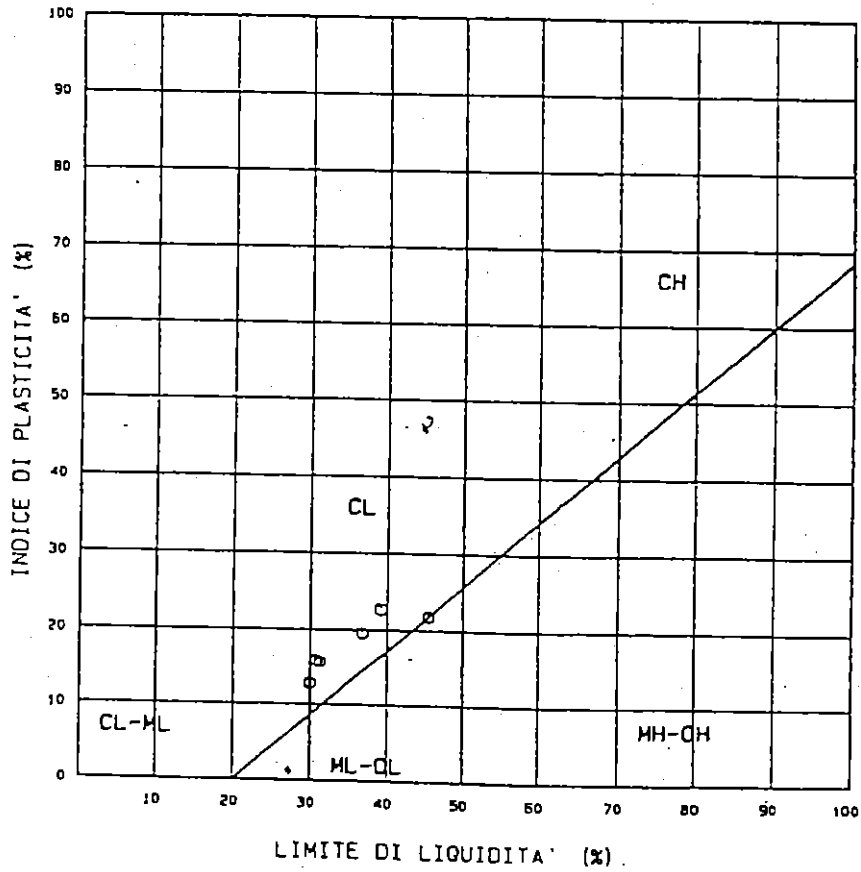
DIAGRAMMA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

PASSANTE FERROVIARIO - TORINO

TRATTO PORTA SUSA - STURA

CAMPIONI DEL TERRENO NATURALE

SONDAGGI SN4, SN6, SN16 E SN18



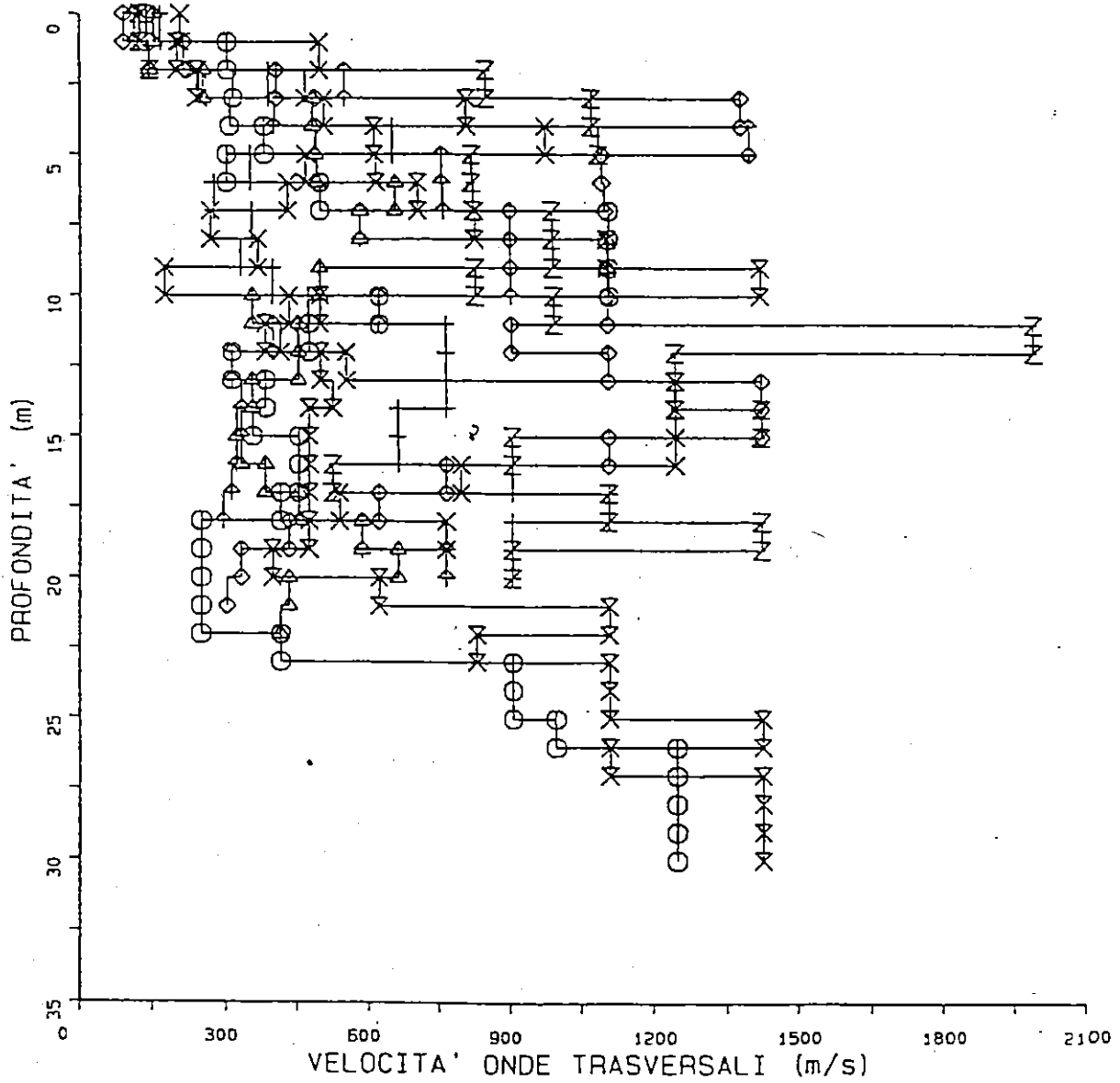
PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE SISMICHE TIPO DOWN-HOLE

ANDAMENTO DELLA VELOCITA' DELLE ONDE TRASVERSALI

- DH1
- △ DH2
- + DH3
- × DH4
- ◇ DH5
- ⊕ DH6
- ⊗ DH7
- z DH8



REDATTO DP
 VISTO LV
 DATA 04/97
 COMMESSA 96019

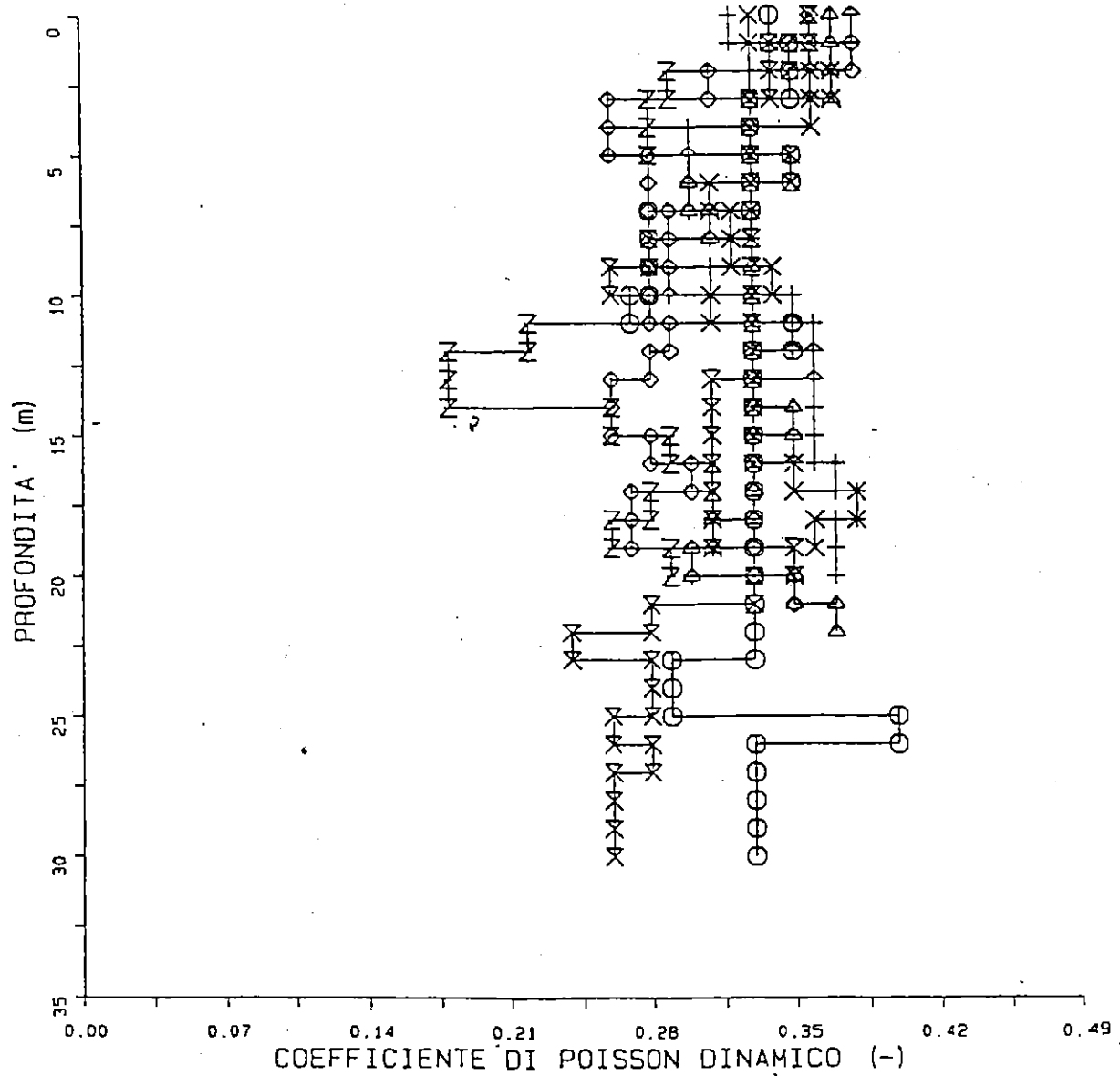
PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

TRATTO PORTA SUSA-STURA

INDAGINE SISMICHE TIPO DOWN-HOLE

ANDAMENTO DEL COEFFICIENTE DI POISSON DINAMICO

- DH1
- △ DH2
- + DH3
- X DH4
- ◇ DH5
- ↑ DH6
- X DH7
- Z DH8



REDATTO DP VISTO LV DATA 04/97 LUMPE 334

COMMITTENTE:

RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.



A.T.I.:

ASTALDI S.p.A. (Capogruppo mandataria)
VIANINI LAVORI S.p.A.
IMPRESA DI COSTRUZIONI ROSSO S.p.A.
DI VINCENZO DINO & C. S.p.A.
TURNER & TOWNSEND GROUP LIMITED

PROGETTAZIONE:

ASTALDI S.p.A.
TURNER & TOWNSEND GROUP LIMITED

DIREZIONE LAVORI:

ITALFERR S.p.A.
Società con socio unico, soggetta
all'attività di direzione e coordinamento
di Ferrovie dello Stato S.p.A.



PROGETTO ESECUTIVO

NODO DI TORINO

QUADRUPPLICAMENTO PORTA SUSA – STURA CON SOTTOATTRAVERSAMENTO FIUME DORA

RELAZIONE GEOLOGICA TRATTO FIUME DORA - C.SO GROSSETO -

	Verificato	Data	Approvato	Data	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

TDR2 10 E ZZ RG GE000X I15 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE	Sabatinielli	15-12-05	Capata	15-12-05			

File: TDR2_10_E_ZZ_RG_GE000X_I15_A

R01

n. Elab.: 001-1

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	5
3.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA	6
3.1	Geologia e geomorfologia	6
3.2	Indagini geognostiche	7
3.2.1	Indagini finalizzate al progetto esecutivo	8
3.3	Sezioni geologiche interpretative	11
3.3.1	Sezione A-A'	11
3.3.2	Sezione B-B'	13
3.4	PROFILO GEOLOGICO IN ASSE AL TRACCIATO	14
3.4.1	Materiale di riporto	15
3.4.2	Depositi alluvionali e fluvio-glaciali (Pleistocene medio-Olocene)	15
3.5	Sezioni geologiche trasversali	18
3.5.1	Sezioni da prog. 7+954 L.L. e 114 prog. 8+108 L.L.	18
3.5.2	Sezione da prog. 8+218 L.L.	18
3.5.3	Sezione da prog. 8+288 L.L.	19
3.5.4	Sezione prog. 8+568 L.L.	19
3.5.5	Sezione prog. 8+753 L.L.	19
3.5.6	Sezione prog. 9+003 L.L.	20
3.5.7	Sezione prog. 9+225 L.L.	20
3.5.8	Sezione prog. 9+485 L.L.	20
3.5.9	Sezione prog. 9+839 L.L.	21
4.	CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	21
4.1	Inquadramento idrogeologico generale	21
4.2	Modello idrogeologico	23
4.2.1	Sezione A-A'	23
4.2.2	Sezione B-B'	24
4.3	Carta delle isopiezometriche	24
4.4	Prove d'acqua in fori di sondaggio (Prove Lefranc)	25
4.4.1	Prove di immissione a carico costante	25
4.4.2	Prove a carico variabile	26
5.	BIBLIOGRAFIA	28

1. INTRODUZIONE

La presente Relazione Geologica è stata redatta nell'ambito del Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino, nel tratto Porta Susa-Stura, con particolare attenzione al 2° lotto esecutivo Fiume Dora - Stura.

Al fine di caratterizzare, dal punto di vista geologico-stratigrafico nonché geotecnico, il sottosuolo di Torino nel tratto in esame, sono state eseguite apposite serie di indagini nel periodo Marzo-Giugno 1995 e Giugno 1997, consistenti in:

- 26 sondaggi a carotaggio continuo (ϕ 101 mm), spinti fino a profondità comprese tra 20 e 40 m dal piano campagna (Tabella 1.1);
- 6 pozzi per eseguire prove di carico su piastra (ϕ di scavo 150 cm, profondità raggiunte da 7.50 a 20.00 m) (Tabella 1.2);
- 29 diagrafie continue del tipo DAC test (Tabella 1.3);
- 8 prove sismiche in foro del tipo down-hole (Tabella 1.4);
- 1100 m di prove sismiche a riflessione ad alta risoluzione (Tabella 1.5);
- 1600 m di prospezioni georadar (Tabella 1.6);
- 23 prove di carico su piastra in pozzo (Tabella 1.7);
- 16 prove di permeabilità tipo Lefranc a carico costante ed a carico variabile eseguite in foro (Tabella 1.8);
- installazione di 13 piezometri a tubo aperto per misure del livello di falda (Tabella 1.9);
- misure del pelo libero della Dora Riparia eseguite su tutti i ponti a partire dal Corso Principe Oddone sino alla confluenza con il Po (Tabella 1.10);
- 31 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT (Tabella 1.11);
- 26 analisi granulometriche e 7 determinazioni dei limiti di Atterberg (Tabella 1.12).

La documentazione disponibile e le indagini eseguite in precedenza, cui si è anche fatto riferimento, sono le seguenti:

- documentazione bibliografica relativa alle condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area urbana di Torino e più in generale della Provincia di Torino;
- 18 sondaggi a rotazione con carotaggio continuo (ϕ 101 mm), spinti fino a profondità comprese tra 8 e 30 m dal piano campagna (Tabella 1.13);
- 18 pozzi per acqua censiti dalla Regione Piemonte e per i quali risulta disponibile la stratigrafia (Tabella 1.14);
- 159 prove SPT (Standard Penetration Test) svolte nei sondaggi di cui sopra (Tabella 1.15);
- 58 analisi granulometriche (per via umida e per areometria) di campioni rimaneggiati prelevati durante le perforazioni di cui sopra (Tabella 1.16);
- 14 diagrafie continue del tipo PA.PE.RO (Tabella 1.17);
- 5 prove di permeabilità tipo Lefranc a carico costante eseguite in foro;

- 26 piezometri a tubo aperto o attrezzati con cella di Casagrande e relative misure della posizione della falda dal 1987-88 al gennaio 1994, nonché misure del pelo libero della Dora Riparia eseguite su tutti i ponti a partire dal Corso Principe Oddone sino alla confluenza con il Po (Tabella 1.18).

Tutti questi dati sono stati successivamente integrati, nel corso del Progetto Esecutivo – Quadruplicamento Porta Susa – Stura, dalla progressiva 5+500 alla progressiva 7+800 e nel parco ferroviario di Torino Valdocco (2000÷2001), da:

- 22 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (ϕ 101 mm), spinti fino a profondità di 20÷25 metri, (da S2 a S19 e A-B-C-D-E-F-G e FS9)
- prove penetrometriche dinamiche tipo Standard Penetration Test
- 4 tubi piezometrici.
- 17 prove sismiche in foro del tipo down-hole

per lo più finalizzati al riconoscimento del grado di cementazione delle formazioni ghiaio-sabbiose, e in seguito, nel corso del Progetto di Sottoattraversamento in sub-alveo della Dora Riparia (2002÷2003) da:

- 10 sondaggi a carotaggio continuo, denominati SI, spinti a profondità comprese tra i 30 e i 50 metri, nei quali sono state eseguite prove SPT, prove di permeabilità Lefranc e installati piezometri sia a tubo aperto che celle di Casagrande per le misure del livello di falda e prove sismiche di tipo down-hole.

Tenuto conto della documentazione di cui sopra e con riferimento al tracciato previsto per l'opera in esame, nella presente relazione sono affrontati i seguenti aspetti:

- inquadramento geologico generale;
- caratterizzazione geologica e geomorfologica;
- caratterizzazione idrogeologica.

Gli elaborati predisposti a corredo della relazione, sono:

- Carta geologica-geomorfologica con ubicazione delle indagini, scala 1:2000 (Doc. T2E2 00 C IF G6 GEX 00 001 0 Fogli 01-04 di 04 – Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);
- Zona Stazione di Stura. Carta geologica-geomorfologica con ubicazione delle indagini, scala 1:1000 (Doc. T2E2 00 C IF G7 GEX 00 002 0 Foglio 01 di 01 - Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);
- Sezioni geologiche A-A' e B-B', scala 1:25000/1250 (Doc. T2E2 00 C IF Z3 GEX 00 001 0 Foglio 01 di 01 - Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);
- Profilo geologico ed idrogeologico con ubicazione delle indagini, scala 1:2000/200 (Doc. T2E2 00 C IF F6 GEX 00 001 1 Fogli 01-03 di 03 - Progetto esecutivo Cantierabile

Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);

- Zona Stazione di Stura. Profilo geologico ed idrogeologico con ubicazione delle indagini, scala 1:1000/100 (Doc. T2E2 00 C IF F7 GEX 00 002 0 Foglio 01 di 01 - Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);
- Sezioni geologiche trasversali, scala 1:200 (Doc. T2E2 00 C IF W9 GEX 00 001 0 Foglio 01-03 di 03 - Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);
- Sezioni idrogeologiche A-A' e B-B', scala 1:25000/1250 (Doc. T2E2 00 C IF Z3 GEX 00 002 0 Foglio 01 di 01 - Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);
- Carta generale delle isopiezometriche aggiornate al Giugno 1995, scala 1:15000 (Doc. T2E2 00 C IF GZ GEX 00 003 1 Foglio 01 di 01 - Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura);
- Carta delle isopiezometriche aggiornate al Giugno 1995, scala 1:2000 (Doc. T2E2 00 C IF G6 GEX 00 004 0 Fogli 014-04 di 04 - Progetto esecutivo Cantierabile Nodo di Torino Quadruplicamento Porta Susa - Stura).
- Planimetria geologica con ubicazione delle indagini, scala 1:2000 (TDR2 10 E ZZ E6 GE000X I03 B e TDR2 10 E ZZ E6 GE000X I04 B – Progetto Esecutivo 2005)

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio di Torino si estende sul margine occidentale della pianura del Po per circa 130 km² ed è compreso tra l'arco alpino a Ovest e la Collina di Torino a Est (Figura 2.1).

Gran parte del territorio (circa l'80%) è pianeggiante ed è costituito dalle conoidi fluvio-glaciali della Dora Riparia e della Stura di Lanzo, successivamente rimodellate ed alluvionate dai corsi d'acqua dell'attuale reticolo idrografico (Dora Riparia, Stura di Lanzo, Sangone, Po). Il restante 20% è costituito dai rilievi collinari adiacenti il Po e posti a Est della città di Torino.

Dal punto di vista morfologico, il territorio di pianura digrada lievemente da Ovest (testata delle conoidi, al limite dell'anfiteatro morenico di Rivoli) verso Est (corso del Po, al limite con i rilievi collinari), con quote che vanno da circa 260-270 m s.l.m. a circa 220 m s.l.m. .

A grandi linee, secondo quanto riportato nello schema di Figura 2.1, si possono distinguere, da Ovest verso Est, quattro settori:

- i rilievi dell'arco alpino (da Pinerolo verso Lanzo);
- gli anfiteatri morenici del Pleistocene medio-supcriore, allo sbocco delle valli alpine della Dora Riparia e della Dora Baltea;
- l'area di pianura alluvionale, compresa tra i fiumi Po, Sangone e Stura;

- l'arca collinare, costituita da una serie anticlinalej-di origine marina di età miocenica (marne, arenarie, conglomerati e calcari).

L'assetto geologico del territorio torinese è noto soprattutto sulla base delle risultanze delle numerose perforazioni eseguite sia per approvvigionamento idrico (pozzi agricoli, idropotabili, industriali) sia per scopi geognostici. In sintesi, il sottosuolo della città di Torino è caratterizzato da una successione di tre complessi distinti:

- un orizzonte superficiale di alluvioni prevalentemente grossolane (ghiaia e sabbia), di spessore variabile tra 20 e 50 m, legato prevalentemente ai depositi fluvioglaciali e fluviali della Dora Riparia e della Stura di Lanzo (corrispondente ai depositi del Pleistocene medio - Olocene di Figura 2.1);
- un complesso di depositi lacustri e fluviolacustri, costituito da un'alternanza di livelli argillosi e sabbioso-ghiaiosi in facies "Villafranchiana" (Pliocene sup.-Pleistocene inf.);
- una serie terziaria di origine marina, caratterizzata da depositi sabbiosi e argillosi del Pliocene.

3. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

La caratterizzazione geologica della porzione di territorio comunale di Torino lungo la tratta del Passante Ferroviario fra Porta Susa e Torino Stura è stata ottenuta utilizzando i dati provenienti dalle indagini eseguite nel 1995, nel 2000÷2001 e nel 2002÷2003 ed i dati di sondaggi geognostici e di pozzi per acqua eseguiti in passato.

Mentre le indagini eseguite per il Progetto Esecutivo (2005) sono state concentrate in corrispondenza del tratto Fiume Dora e Corso Grosseto (tranne il sondaggio stratigrafico SA1 bis, ricadente nel limite del settore in esame), i sondaggi geognostici precedenti, la cui stratigrafia è stata reperita presso il nostro archivio, si riferiscono alle seguenti opere: a) tratta del Passante Ferroviario tra Lingotto e Stura; b) collettore fognario profondo; c) nuovo Palazzo di Giustizia; d) parcheggi sotterranei; e) sondaggi per la metropolitana di Torino; f) Indagine Progetto di Dettaglio 2001; g) Indagine Integrativa di Variante 2003.

L'ubicazione e la stratigrafia dei pozzi per acqua è stata reperita invece presso la Regione Piemonte (Assessorato alla Pianificazione Territoriale).

L'assetto geomorfologico è stato definito mediante interpretazione delle foto aeree del volo 1990 (strisciate 8-9-10-15), reperite presso l'Ufficio Cartografico della Provincia di Torino.

3.1 Geologia e geomorfologia

I risultati del rilievo fotointerpretativo e del rilievo geologico' di superficie sono stati riportati sulle Carte Gcologiche-geomorfologiche (Doc. T2E2 00 C IF G6 GEX 00 001 0 e Doc. T2E2 00 C IF G7 GEX 00 002 0 del Progetto Esecutivo Cantierabile del quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino).

Sono stati distinti i seguenti complessi lito-stratigrafici:

1) Depositi alluvionali indifferenziati (Pleistocene sup. - Olocene) della Dora Riparia e della Stura di Lanzo (Alluvioni antiche, Alluvioni medio-recenti e Alluvioni recenti), costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie più o meno grossolane con lenti sabbioso-argillose, con livelli cementati. Queste alluvioni formano una serie di depositi permeabili terrazzati, di età olocenica decrescente dai più rilevati a quelli di quota minore. I depositi alluvionali della Dora Riparia affiorano all'interno di una fascia di meandrazione che, in corrispondenza dell'opera in progetto, va circa da Corso Regina Margherita a Corso Mortara-Vigevano. I depositi alluvionali della Stura di Lanzo sono invece affioranti nella zona di Basse di Stura, a Nord di Corso Grosseto e nella zona di Stazione Stura. A causa dell'elevata permeabilità, sono sede di una falda freatica, la cui profondità, variabile stagionalmente, è in connessione con il regime dei corsi d'acqua con cui è collegata.

2) Depositi fluvioglaciali (Pleistocene medio-sup.), costituiti da prevalenti ghiaie e sabbie con interlivelli limosi ed estesi orizzonti cementati, presenti in modo più o meno continuo su tutto il sottosuolo urbano torinese. Sono stati incisi dal reticolo idrografico attuale e quindi ricoperti dai depositi alluvionali. Attribuiti al periodo glaciale Riss del Pleistocene medio (Foglio 56-Torino della Carta Geologica d'Italia), I depositi fluvioglaciali costituiscono, nel tratto urbano torinese, le vaste conoidi della Dora Riparia e della Stura di Lanzo. Questi depositi risultano molto rilevati rispetto al reticolato idrografico, che costituisce il livello di base. Per questo motivo la falda idrica ha soggiacenza variabile in funzione del contesto morfo-altimetrico: da una profondità di oltre 40 m rispetto al p.c. nell'area di alta pianura, passa progressivamente a valori minori nella parte medio-bassa, fino a raccordarsi con la falda idrica dei depositi alluvionali più recenti, fiancheggiando la Dora Riparia e la Stura di Lanzo.

Dal punto di vista geomorfologico, data l'estrema urbanizzazione dell'area comunale, è stato possibile distinguere solamente le scarpate di origine fluviale legate al reticolo idrografico attuale. In particolare, sono state riportate le scarpate della zona di "Basse di Stura" (a Nord di Corso Grosseto) e della Dora Riparia.

3.2 Indagini geognostiche

Come riportato sulle planimetrie geologiche sono state utilizzate le stratigrafie delle seguenti indagini:

- sondaggi geognostici e pozzi per prove di carico su piastra della campagna di indagine 1995;
- sondaggi geognostici eseguiti in passato;
- pozzi per acqua ad uso industriale (Tabella 3.1).

Tutti questi dati sono stati successivamente integrati, nel corso del Progetto Esecutivo – Quadruplicamento Porta Susa – Stura, dalla progressiva 5+500 alla progressiva 7+800 e

nel parco ferroviario di Torino Valdocco (2000÷2001), da:

- sondaggi geognostici a carotaggio continuo ($\phi 101$ mm), spinti fino a profondità di 20÷25 metri,

per lo più finalizzati al riconoscimento del grado di cementazione delle formazioni ghiaio-sabbiose, e in seguito, nel corso del Progetto di Sottoattraversamento in sub-alveo della Dora Riparia (2002÷2003) da:

- sondaggi a carotaggio continuo, denominati SI, spinti a profondità comprese tra i 30 e i 50 metri.

3.2.1 Indagini finalizzate al progetto esecutivo

Nel periodo giugno - agosto del 2005, è stata eseguita una **Campagna Geognostica Integrativa**, indirizzata allo studio di dettaglio del settore compreso settore tra la Dora e Corso Grosseto.

Tale indagine ha consentito un affinamento del grado di conoscenza dei terreni in termini di ricostruzione stratigrafica e una più accurata analisi delle unità geotecniche già definite nelle fasi precedenti; inoltre, su richiesta del Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria del Territorio e dell'Ambiente e delle Geotecnologie, sono state eseguite perforazioni nelle aree limitorfe all'opera, finalizzate espressamente allo studio idrogeologico di dettaglio del tracciato in progetto.

Pertanto l'indagine integrativa ha permesso di:

- Caratterizzare i terreni interessati dall'opera con la determinazione dei parametri fisici e meccanici (deformabilità e resistenza);
- Verificare i dati progettuali di prima fase circa la situazione idrogeologica e le caratteristiche della falda (posizione, oscillazioni periodiche e permeabilità dei terreni);
- Valutare i terreni in rapporto alle tecnologie di scavo scelte.

Al fine di disporre informazioni il più complete possibili e in analogia a quanto già effettuato nelle fasi progettuali antecedenti, si è fatto ricorso a diverse modalità geognostiche.

Oltre a sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, con cui si sono potuti ricostruire con maggior accuratezza i rapporti stratigrafici all'interno del sedime, l'esecuzione di sondaggi a distruzione di nucleo con registrazione continua dei parametri di perforazione (diagrafie) ha reso possibile una più dettagliata analisi delle resistenze dei terreni in rapporto alle tecnologie di scavo previste.

Nelle tabelle seguenti vengono elencate le indagini in sito eseguite lungo il tracciato

Tabella BIS 1: Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo eseguiti nel corso della Campagna Geognostica Integrativa Progetto Esecutivo (2005)

N°	Codice sondaggio	Progr.	L (m)	Piezometro (t.a.)*	Prove Lefranc	Prove pressiometriche	SPT (n° prove)
1	SA1	7+900	45	Fondo foro			3
2	SA2	8+030	45	Fondo foro		2	5
3	SA3	8+260	50	Fondo foro	2		5
4	SA4	8+580	45	Fondo foro		3	5
5	SA5	8+835	35	Fondo foro	2		4
6	SA6	9+045	35	Fondo foro		3	3
7	SA7	9+250	25	Fondo foro			5
8	SA8	9+385	25	Fondo foro	2	3	3
9	SA9	9+545	20	Fondo foro			
10	SA10	9+820	20	Fondo foro	2	3	
11	SA11 (*)	-	25	Fondo foro	1		
12	SA12 (*)	-	25	Fondo foro	1		
13	SA13 (*)	-	28.40	Fondo foro	2		
14	SA14 (*)	-	29.50	Fondo foro	1		
15	SA15 (*)	-	25.70	Fondo foro	2		
16	SA16 (*)	-	24	Fondo foro	1		
17	SA1 BIS	7+850	45	Fondo foro	2		5
18	SA3 BIS	8+250	50	Fondo foro	2		3
19	SA5 BIS	8+995	35	Fondo foro	2		3

(*) sondaggi finalizzati allo studio della falda, eseguiti su indicazione del Politecnico di Torino

Tabella BIS 2: Sondaggi a distruzione di nucleo per la registrazione continua dei parametri di perforazione, eseguiti nel corso della Campagna Geognostica Integrativa Progetto Esecutivo (2005)

N°	Codice sondaggio	Progr.	L (m)	Prove pressiometriche	Piezometro (t.a.)*
1	DA1	7+903	45		Fondo foro
2	DA2	8+029	45		Fondo foro
3	DA3	8+580	45		Fondo foro
4	DA4	8+832	35		Fondo foro
5	DA5	9+045	35		Fondo foro
6	DA6	9+387	25		Fondo foro
7	DA7	9+543	20		Fondo foro
8	DA8	9+695	20	1	Fondo foro

In definitiva le indagini puntuali della campagna integrativa del 2005 sono state le seguenti:

- 19 sondaggi geognostici a carotaggio continuo aventi diametro ϕ 101 mm e profondità comprese tra 20 e 50 m. con esecuzione di 44 prove penetrometriche in foro (*Standard Penetration Test*), 22 prove di permeabilità di tipo Lefranc,; 14 prove pressiometriche di tipo Menard e installazione di 19 piezometri a tubo aperto.
- 8 sondaggi a distruzione di nucleo con registrazione in continuo dei parametri di perforazione, aventi profondità comprese tra i 20 e i 45 m, con installazione di 8 piezometri a tubo aperto, 1 prova pressiometrica di tipo Menard.

I dati delle sopra citate indagini hanno permesso di suddividere il sottosuolo torinese, nel tratto Porta Susa - Stura, in complessi che mostrano caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche omogenee, dall'alto verso il basso:

- 1) Depositi alluvionali indifferenziati (Pleistocene sup. - Olocene): ghiaie e sabbie più o meno grossolane, talora cementate, costituenti le fasce di meandrazione della Dora Riparia e della Stura di Lanzo caratterizzate da uno spessore generalmente compreso tra 20 e 40-50 m.
- 2) Depositi fluvioglaciali (Pleistocene medio-sup.): ghiaie e sabbie, talora fortemente cementate, con subordinati livelli limoso-argillose che possono arrivare a profondità di circa 70 -m dal p.c.
- 3) Depositi fluvio-lacustri in facies "Villafranchiana" (Pliocene sup.- Pleistocene inf.): alternanze di sedimenti di ambiente fluviale (ghiaie e sabbie) e di ambiente lacustre-palustre (limi e argille, con resti vegetali). Nei depositi grossolani e ben permeabili è contenuto un complesso di falde idriche in pressione, confinate dai livelli limoso-argillosi che funzionano da setti impermeabili.
- 4) Depositi marini Pliocenici: sabbie giallastre fossilifere, discretamente permeabili soprattutto per l'omogeneità granulometrica (facies "astiana"), passanti verso il basso a depositi argillosi fossiliferi di colore azzurro (facies "piacenziana") che si comportano come un diaframma impermeabile.

I sondaggi geognostici della campagna indagini 1995 si spingono generalmente alla profondità di 20 m ad eccezione di quelli eseguiti nel tratto Porta Susa - Piazza Statuto (SN1, SN2, SN3, SN4: 40 m) e nel tratto Piazza Statuto - Corso Regina Margherita (SNS, SN6 e SN21, S1ML: 30 m). Pertanto le indagini interessano quasi esclusivamente i depositi fluviali e fluvioglaciali superficiali (ghiaia e sabbia con livelli limosi) e solo raramente sono stati incontrati livelli limoso argillosi (SN10, SN15, SN16 e SN18) probabilmente appartenenti al Complesso dei depositi fluvio-lacustri in facies "Villafranchiana" .

I pozzi eseguiti per effettuare le prove di carico su piastra non sono mai stati spinti a profondità superiori ai 20 m e rispecchiano abbastanza fedelmente, dal punto di vista stratigrafico, i dati riscontrati in corrispondenza dei sondaggi geognostici limitrofi.

I pozzi per acqua hanno invece profondità variabili tra 30 e 170 m (Tabella 1.14) ed hanno attraversato, a seconda della loro ubicazione, tutti i complessi stratigrafici prima elencati, consentendo una ricostruzione di dettaglio del sottosuolo in corrispondenza dell'opera in progetto. La stratigrafia dei pozzi è riportata in sintesi in Tabella 3.1, dove si sono indicate sia le principali unità litostratigrafiche sia le corrispondenti unità idrogeologiche.

3.3 Sezioni geologiche interpretative

Per meglio definire le condizioni geologiche del sottosuolo sono state tracciate due sezioni geologiche interpretative tra loro trasversali, illustrate nel Doc. T2E2 00 C IF Z3 GEX 00 001 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino, di cui una circa parallela al tracciato dell'opera (sezione A-A', tra Corso Orbassano e la Stura di Lanzo) e l'altra circa trasversale (sezione B-B', passante per Piazza Marmolada). Per meglio evidenziare le variazioni litologiche verticali, si è adottato un rapporto tra le distanze orizzontali e verticali di 20 a 1 (1:25000/1250). Di seguito si commentano i risultati ottenuti.

3.3.1 Sezione A-A'

La sezione A-A', tracciata circa parallelamente all'asse del Passante Ferroviario in direzione Nord-Sud, è stata ricostruita sulla base dei seguenti pozzi per acqua (si veda Tabella 3.3): pozzo P3 (in Piazza Marmolada, alla Fiat Materiali Ferroviari), pozzo 5298 (ubicato al supermercato PAM di via San Donato), pozzo 5533 (ubicato alla Michelin di via Livorno), pozzo 5639 (ubicato in via Cigna), pozzo 5494 (ubicato in via Massari), pozzo 5474 (ubicato in corso G. Cesare) e pozzo 5904 (ubicato in via Tanaro).

Come illustrato nella sezione, sono stati riconosciuti i seguenti tre complessi litostratigrafici:

- i depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-Olocene;
- i depositi lacustri e fluviolacustri del Pliocene sup.-Pleistocene inf. (Villafranchiano Auct.);
- i depositi marini del Pliocene.

Più in particolare, procedendo dall'alto verso il basso stratigrafico, si possono formulare le

seguenti osservazioni.

- 1) I depositi alluvionali hanno uno spessore che va da un massimo di 43 m (pozzo P3) a un minimo di 27 m (pozzo 5494), e tendono ad assottigliarsi verso Nord. Tali depositi, in contatto erosionale con i sottostanti depositi lacustri, sono costituiti da depositi fluvioglaciali incisi e alluvionati dai corsi d'acqua attuali (Dora Riparia e Stura di Lanzo). I depositi della Dora si sovrappongono ai depositi fluvioglaciali e probabilmente, in qualche tratto, ai depositi fluvio-lacustri in facies "Villafranchiana" (pozzo 5533). I depositi della Stura, la quale possiede un'attività erosiva e deposizionale più intensa (infatti oltre ad aver inciso, ha anche probabilmente asportato in modo completo i depositi fluvioglaciali), si sono depositati al di sopra del substrato pliocenico marino, determinando una sorta di "gradino" sepolto del basamento. Sia i depositi fluvioglaciali che i depositi alluvionali sono costituiti essenzialmente da ghiaia e sabbia, talora mediamente o debolmente cementati, con interlivelli limosi (legati a fenomeni di esondazione fluviale o di riempimento di lanche morte e meandri abbandonati).
- 2) Nel settore meridionale (a Sud della Dora) è stata individuata la presenza, a partire da una profondità di circa 10-20 m, di un orizzonte potente circa 20 m a livelli fortemente cementati ("conglomerato", non corrispondente al conglomerato del Gunz-Mindel del Foglio 56-Torino della Carta Geologica d'Italia) avente estensione e grado di cementazione quanto mai variabili (per tale motivo è stato indicato sulla sezione con numerosi punti interrogativi). Tale orizzonte sembra comunque sfumare in corrispondenza dell'attuale corso della Dora Riparia (salvo sporadici ritrovamenti a quote comprese nei primi dieci metri di profondità) per poi scomparire quasi completamente in corrispondenza delle alluvioni attuali della Stura. La sua cementazione è legata all'elevata durezza delle acque provenienti dalla Val di Susa (Dora Riparia, oltre 400 mg/l di CaCO₃ disciolto) che, in particolari condizioni geochimiche (essenzialmente variazioni di pH), tende a far precipitare carbonato di calcio e magnesio.

Nella Tabella 3.2 sono riassunti, per ogni sondaggio eseguito di recente, i dati riguardanti la potenza totale dei tratti interessati dalla cementazione, la distribuzione dei principali livelli cementati ed il grado di cementazione relativo.

- 3) Sottostanti i depositi fluvioglaciali sono stati rinvenuti i depositi fluviolacustri del Villafranchiano che, con massimo spessore in corrispondenza del pozzo P3 di Piazza Marmolada (oltre 140 m), tendono a sfumare (fino a scomparire) verso Nord (zona "basse" di Stura). Più in dettaglio, sono stati riconosciuti i seguenti livelli:
 - a) un livello superficiale di argilla gialla di origine lacustre (di spessore pari a circa 30 m in corrispondenza del pozzo P3, sfuma fino a scomparire verso la Stura);
 - b) un livello intermedio di depositi fluviali (ghiaie e sabbie) frammisti a livelli limoso-

argillosi (fenomeni di esondazione fluviale o depositi lacustri/palustri), con depocentro in corrispondenza del pozzo P3;

c) un livello argilloso palustre/lacustre (con numerosi resti vegetali e livelli torbosi) direttamente a contatto, o in eteropia di facies, con i depositi marini sabbioso-argillosi del Pliocene.

Il forte accumulo di depositi fluviolacustri nella zona Sud del tracciato è legato alla presenza di un "basso" strutturale collegato al sollevamento differenziale della Collina di Torino. L'andamento ondulato del basamento pliocenico (con fosse di accumulo dei depositi villafranchiani) è peraltro noto dalle perforazioni petrolifere a San Benigno Torinese (a Nord della Stura) e a Robassomero (pozzi della ex Liquichimica) dove si è rinvenuto un cospicuo spessore di depositi villafranchiani. Tale caratteristica deposizionale ha importanti riflessi sull'assetto idrogeologico del sottosuolo di Torino, come meglio specificato nel capitolo successivo.

4) Chiudono la serie stratigrafica i depositi marini del Pliocene (noti in letteratura come facies "Piacenziana") costituiti da argille e sabbie grigio-azzurre con fossili (essenzialmente gasteropodi e lamellibranchi). Tali depositi, generalmente in eteropia di facies con la base del Villafranchiano, sono stati rinvenuti solo nel settore settentrionale (al di sotto dei depositi del Pleistocene sup.-Olocene della Stura di Lanzo) in corrispondenza dell'alto strutturale prima citato. Il ritrovamento di Pliocene marino in pozzi per acqua è comunque noto in alcuni settori urbani torinesi, in tutto il settore precollinare di Torino e, in alcuni casi, in affioramento (cave di ghiaia di La Loggia, a Sud di Torino).

3.3.2 Sezione B-B'

La sezione B-B', tracciata circa trasversalmente alla sezione A-A' e passante per Piazza Marmolada (pozzo P3) in direzione circa Ovest-Est, è stata ricostruita sulla base dei seguenti pozzi per acqua (si veda anche Tabelle 1.13 e 1.14): pozzo 5762 (in via Chambery) pozzo P3 e pozzo 5482 (ubicato alla Microtecnica di via Madama Cristina). Rispetto alla precedente, questa sezione mette in evidenza che:

- 1) i depositi alluvionali hanno uno spessore decrescente da Ovest verso Est (in questo caso da 60 a 36 m);
- 2) il livello di argilla gialla alla base dei depositi alluvionali ha spessore circa costante e andamento rettilineo tra i pozzi 5762 e P3 (25-27 m), per poi sfumare fino a scomparire prima del pozzo 5482 (dove, al di sotto dei depositi alluvionali, si è rinvenuto direttamente il Pliocene marino);
- 3) i depositi fluviolacustri sono caratterizzati da un accumulo di depositi ghiaioso-sabbiosi in corrispondenza del pozzo P3, mentre verso Ovest tendono ad assottigliarsi con prevalenza dei depositi argilloso/limosi di origine lacustre. Tale assetto stratigrafico conferma l'ipotesi del "basso" strutturale definito per la sezione A-A'.

3.4 PROFILO GEOLOGICO IN ASSE AL TRACCIATO

Per definire in dettaglio le condizioni litostratigrafiche lungo l'asse dell'opera in progetto è stato tracciato un profilo a scala 1:2000/200 (Doc. NT02 00 C IF F6 GEX 00 001 0 Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino). Tale profilo è stato ricostruito sulla base dei sondaggi geognostici e pozzi della recente campagna di indagini (Tabelle 1.1 e 1.2) e delle campagne eseguite in passato per il collettore delle acque bianche di Corso P. Oddone, per il Passante Ferroviario Lingotto-Porta Susa e per la Metropolitana, linee 3 e 4 (Tabella 1.12). Sul profilo, oltre alle stratigrafie dei suddetti sondaggi, sono riportate le opere in progetto ed il livello di falda rilevato nel mese di Giugno 1995.

Nel profilo sono riportati esclusivamente il materiale di riporto e i depositi fluvioglaciali e fluviali superficiali del Pleistocene medio - Olocene, che rappresentano i termini stratigrafici presenti entro le profondità di interesse delle opere.

Nelle stratigrafie dei sondaggi sono state operate numerose suddivisioni, basate esclusivamente sulle differenze granulometriche valutate sia qualitativamente sia quantitativamente (attraverso analisi granulometriche). Le numerose suddivisioni indicate nei sondaggi sono state quindi riunite in gruppi omogenei, secondo il seguente schema:

terreni di riporto, identificati con la sigla R, comprendenti i terreni di riporto a grana fine (R) o grossolana (Rg);

terreni a prevalente matrice fine, identificati con la sigla SL(g), comprendenti: limo argilloso con sabbia (LA), limo sabbioso con ghiaia subordinata LS(g), o sabbia limosa con ghiaia subordinata SL(g); e limo (L);

terreni a grana grossolana, identificati con la sigla GSL, comprendenti: sabbia (S), sabbia ghiaiosa (SG), sabbia con ghiaia e ciottoli (SC), ghiaia (G), ghiaia in matrice limoso-sabbiosa (GLS), ghiaia in matrice sabbioso-limosa (GSL), ghiaia in matrice sabbiosa (GS), ghiaia e ciottoli in matrice limosa (GCL), ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa (GCS), ciottoli (C) e ciottoli in matrice sabbiosa (CS);

terreni a grana grossolana tipo GLS con locali episodi di cementazione (CGL), identificati con la sigla GSL-CGL. I livelli cementati, noti dalle perforazioni di sondaggio, hanno spessori di ordine da decimetrico a pluridecimetrico, grado di cementazione ed estensione molto variabili. Per tale motivo, nella sezione geologica i terreni GSL-CGL sono stati indicati dubitativamente come un orizzonte indifferenziato di probabile presenza di livelli cementati, senza indicare i singoli livelli cementati riconosciuti dai sondaggi.

Sulla base delle suddivisioni litostratigrafiche suindicate, e per quanto noto dall'assetto geologico descritto in precedenza, la situazione geologica risulta caratterizzata dalle unità litologiche descritte nel seguito.

3.4.1 Materiale di riporto

Il materiale di riporto, costituito in prevalenza da ghiaie, sabbie, ciottoli, limi argillosi e diffusi clementi di laterizi, è rappresentato mediamente da uno spessore variabile da 1+2 m circa nella zona di Porta Susa e Stazione Stura, a 3+4 metri circa nella zona di Corso Venezia.

Esistono, tuttavia, delle zone dove il materiale di riporto raggiunge spessori notevoli come ad esempio in Corso Principe Oddone, quasi all'altezza di Corso Regina Margherita (SNS e SN6), dove si raggiungono spessori di 8.00 e 8.80 m ed in corrispondenza di Piazza Statuto (P2 e SN4), Stazione Dora (SN11) e Corso Venezia (SN16) dove il materiale di riporto raggiunge uno spessore di 5 metri circa.

Lo spessore elevato di materiale di riporto ritrovato in Corso Principe Oddone è legato sia allo scavo per la costruzione di una vecchia condotta, o canale, attraversata col sondaggio SN5, sia alla presunta esistenza di un salto morfologico ubicato poco a Sud di Corso Regina Margherita che è stato raccordato, durante la messa in opera dell'attuale linea ferroviaria (o in tempi precedenti), utilizzando materiale di riporto.

3.4.2 Depositi alluvionali e fluvioglaciali (Pleistocene medio-Olocene)

Al di sotto del materiale di riporto sono presenti depositi ghiaiosi-sabbiosi di origine alluvionale e fluvioglaciale di potenza variabile. Dal punto di vista litologico i depositi alluvionali indifferenziati della Dora Riparia sono molto simili a quelli più antichi e di origine fluvioglaciale che ricoprono la maggior parte dell'area urbana torinese. Infatti, i sondaggi eseguiti non permettono di distinguere questi depositi da quelli fluvioglaciali più antichi, per l'analogia fra le caratteristiche litologiche e per la presenza di una diffusa cementazione in entrambi i complessi, all'interno dei quali sono anche presenti livelli di limi sabbiosi di esigua potenza (qualche metro).

All'interno dei depositi alluvionali della Stura di Lanzo non è stata riconosciuta traccia di cementazione.

I depositi alluvionali sono verosimilmente ubicati in corrispondenza delle zone di "Basso" morfologico (zona di erosione fluviale) presenti nelle aree limitrofe i corsi fluviali della Dora Riparia e della Stura di Lanzo (vedi Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F. 56-Torino).

I depositi fluvioglaciali di tipo ghiaioso-sabbioso sono diffusi in tutto l'areale comunale nelle zone non interessate da depressioni morfologiche legate ai corsi d'acqua (Po, Dora Riparia, Stura e Sangone).

In particolare procedendo da Sud verso Nord si possono osservare le variazioni di seguito elencate.

1) Nel primo tratto (circa compreso tra inizio lotto e la progressiva 6+740 L.L. (le progressive indicate nel testo fanno riferimento a quelle della linea lenta – L.L.) sono

presenti i depositi fluvioglaciali sovrastanti il substrato fluviolacustre argilloso. I depositi fluvioglaciali sono costituiti prevalentemente da terreni a grana grossolana (ghiaia con sabbia e, talora, limo) identificati con la sigla GSL, con subordinati livelli a grana fine (sabbia limosa con, talora, ghiaia) identificati con la sigla SL(g). All'interno dei depositi fluvioglaciali a grana grossolana è stato distinto un orizzonte ad andamento irregolare e di potenza compresa tra 3 e 20 m, identificato con la sigla GSL-CGL, costituito dall'alternanza di livelli sciolti e di livelli anche metrici cementati. La cementazione non è continua ma risulta distribuita in livelli lenticolari di potenza variabile da 20 a 50 cm, aventi interasse in direzione verticale pari a 30-100 cm. I livelli cementati non hanno elevata continuità laterale; tuttavia, la loro ripetitività verticale, riscontrata in tutti i sondaggi, è tale da poter considerare l'orizzonte GSL-CGL con caratteristiche geotecniche omogenee in tutto il tratto in esame. I tratti cementati sono molto ben visibili in corrispondenza dei pozzi eseguiti (P1, P2 e P6). In particolare si possono distinguere differenti spessori dei livelli cementati e differenti gradi di cementazione mano a mano che da Porta Susa ci si sposta verso Corso Regina Margherita. Infatti nei pozzi P1, P2 e P6 sono stati riscontrati livelli fortemente cementati, molto più potenti e diffusi rispetto a quanto evidenziato nel tratto successivo. Questi livelli hanno mostrato una notevole resistenza durante le operazioni di perforazione e di scavo dei pozzi, soprattutto alle profondità comprese fra 10 e 20 metri. I tratti cementati ed il grado di cementazione degli stessi sono richiamati nella Tabella 3.2 per i recenti sondaggi.

Durante le perforazioni della nuova campagna di indagine è stata riscontrata, soprattutto a profondità superiori rispetto ai tratti cementati, la presenza di livelli alterati, con ciottoli e matrice sfaldabili manualmente, e ossidati ovvero caratterizzati da una tipica colorazione ros.so-brunastra. Le zone più alterate e ossidate sono state osservate in corrispondenza Piazza Statuto (SN3, SN4).

Il tetto dei depositi fluviolacustri, costituiti da argilla giallastra, è posto ad una profondità compresa tra 30 e 35 m (pozzo 5298).

Nel tratto relativo alla zona d'alveo della Dora Riparia, compreso tra le progressive 6+740c 8+330 L.L., sono presenti i depositi alluvionali e fluvioglaciali indifferenziati della Dora, direttamente sovrastanti il substrato fluviolacustre. I depositi alluvionali e fluvioglaciali sono costituiti in prevalenza da materiali a grana grossolana (sabbie e ghiaie con matrice limosa, GSL) a cui si possono associare rari livelli di terreni a grana fine (sabbia limosa con rara ghiaia, SLg) sul lato destro della Dora, come indicato dalle stratigrafie dei sondaggi R14 e R17. I terreni a grana grossolana (GSL), sono caratterizzati dalla presenza di livelli cementati in un orizzonte abbastanza continuo di spessore pari a 1-5 m tra i sondaggi SN5 (Corso Regina Margherita) e SN13 (Stazione Dora), ovvero nella zona morfologicamente più bassa, e pari a 10-15 m nelle zone di scarpata morfologica ovvero in Corso Principe Oddone (tra Piazza Statuto e Corso

Regina Margherita, SN21 e SN22) e Via Stradella-Stazione Dora (SN13).

In questo settore i tratti cementati (GSL-CGL) sono molto meno potenti e con un grado di cementazione minore (grado medio) rispetto alla zona precedente, come verificato nei pozzi P3 e P4.

A quote inferiori, rispetto al tratto cementato, sono diffusi in modo abbastanza costante i livelli alterati e ossidati.

Nel sondaggio SNIO, interrotto alla profondità di circa 20.00 m, alla quota 18.50 m è stata riscontrata la presenza di materiale limoso-argilloso che può rappresentare i depositi fluviolacustri del Pliocene sup. - Pleistocene Inf..

- 3) Nel tratto dalla progressiva 8+330 L.L. fino a Corso Grosseto, sono stati attraversati depositi fluvioglaciali costituiti da terreni a grana grossolana (GSL), anche in questo caso direttamente sovrastanti i depositi argillosi fluviolacustri, posti ad una profondità di circa 16-20 m (SN15, SN18 e pozzo 5639). Rispetto alla zona precedente ("basso" morfologico della Dora Riparia) i depositi fluvioglaciali mostrano uno strato molto più potente interessato da livelli cementati (circa 10 m) che tende a diminuire leggermente verso Corso Grosseto (SN19). il grado di cementazione varia, tuttavia, da medio-alto a basso. Il grado di addensamento dei depositi grossolani appare generalmente minore rispetto ai precedenti tratti ed inoltre sono molto meno diffusi i livelli alterati e ossidati. Questi ultimi sono ubicati a profondità superiori rispetto ai livelli cementati e tendono a scomparire spostandosi in direzione di Corso Grosseto.
- 4) Nel tratto relativo alla zona di Stazione di Stura sono presenti i depositi alluvionali della Stura di Danio, direttamente sovrastanti il substrato fluviolacustre. I depositi alluvionali sono costituiti in prevalenza da materiali a grana grossolana (sabbie e ghiaie con matrice limosa, GSD) a cui sono associati frequenti livelli di terreni a grana fine (sabbia limosa con rara ghiaia, SLg), come indicato dalle stratigrafie dei sondaggi eseguiti in zona.

Relativamente allo scavo dell'opera in progetto sino a Corso Grosseto, per quanto sopra detto si evince quanto segue.

- 1) La porzione superficiale è costituita lungo tutta la tratta da terreni di riporto ed ha potenza di 2-5 m, con l'eccezione in corrispondenza di Corso Principe Oddone, tra Via S. Chiara e Corso Regina Margherita, dove lo spessore risulta superiore ad 8 m.
- 2) Nel primo tratto (fino alla progressiva 6+600 L.L.), lo scavo interessa perlopiù terreni grossolani tipo GSL-CGL caratterizzati dalla diffusa presenza di orizzonti fortemente cementati e consistenti, posti a profondità variabili dai 3 ai 20 m (Tabella 3.2).
- 3) Nel secondo tratto, lo scavo è in parte (tra le progressive 6+600 e 7+120 L.L.) in terreni caratterizzati da una grana grossolana (ghiaie e sabbie, GCS), alternati a materiali a grana fine (sabbie debolmente ghiaiose, SG) e in parte in terreni grossolani mediamente cementati (tra le progressive 7+120 e 7+670 L.L.). Rispetto al tratto precedente si

prevede una presenza di livelli cementati inferiore, limitata peraltro ad un orizzonte di spessore compreso tra 2 e 10 m. Il resto del tracciato fino alla fine del 1° lotto esecutivo e poi sino alla progressiva 8+170 L.L. risulta eseguito in terreno di riporto.

4) Nel terzo tratto (dalla progressiva 8+170 fino a Corso Grosseto), lo scavo avviene in materiali grossolani ghiaioso-sabbiosi del tipo GSL e GCL-CGL. La possibilità di intercettare livelli cementati risulta essere elevata, anche se il grado di cementazione dei terreni è più variabile rispetto alle zone precedenti.

Le opere previste nella zona di Stazione Stura interessano i terreni di riporto, il cui spessore è in genere ridotto, ed i terreni alluvionali ghiaioso-sabbiosi,

3.5 Sezioni geologiche trasversali

Al fine di definire localmente le condizioni litostratigrafiche in corrispondenza dell'opera in progetto sono state tracciate una serie di sezioni geologiche trasversali alla scala 1:200 (Doc. T2E2 00 C IF W9 GEX 00 001 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino). Le sezioni trasversali riguardano esclusivamente il 2° lotto esecutivo dal Fiume Dora alla Stazione Stura.

La simbologia litostratigrafica usata è la stessa utilizzata nei profili geologici in asse al tracciato.

3.5.1 Sezioni da prog. 7+954 L.L. e 114 prog. 8+108 L.L.

- Materiale di riporto

La potenza della coltre di materiale di riporto si aggira intorno ai 5 m in tutta la sezione. Si tratta di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con scarsi elementi di laterizi.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Sono costituiti da ghiaie sabbiose con ciottoli, con orizzonti cementati più o meno continui, compresi a profondità tra i 5 e i 9 m. Le ghiaie passano intorno ai 9 m di profondità a materiali con granulometria prevalentemente sabbiosa.

3.5.2 Sezione da prog. 8+218 L.L.

- Materiale di riporto

La potenza della coltre di materiale di riporto varia lungo la sezione tra i 2 ed i 5 m. Si tratta di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Sono costituiti da ghiaie sabbiose con ciottoli, con un potente orizzonte cementato (10 m di potenza) che si trova a profondità da 6 a 16 m. Le ghiaie passano intorno ai 16 m di profondità a materiali con granulometria più fine, sebbene questo passaggio sembra approfondirsi nella parte Est della sezione.

3.5.3 Sezione da prog. 8+288 L.L.

- Materiale di riporto

La potenza della coltre di materiale di riporto si aggira intorno ai 3 m in tutta la sezione. Si tratta di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con elementi di laterizi.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Sono costituiti da ghiaie sabbiose con ciottoli, con un potente orizzonte cementato (10 m di potenza) che si trova a profondità da 8 a 18 m. Le ghiaie passano intorno ai 21 m di profondità a materiali con granulometria più fine, secondo quanto accertato con indagini nelle sezioni limitrofe.

3.5.4 Sezione prog. 8+568 L.L.

- Materiale di riporto

La potenza della coltre di materiale di riporto è pari a 4.5 m sul lato Ovest della sezione, mentre si riduce intorno ai 2 m sul lato Est. In tutta la sezione si tratta di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con elementi di laterizi.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Sono costituiti da ghiaie sabbiose con ciottoli, localmente passanti a sabbie ghiaiose. Le recenti indagini hanno messo in evidenza la presenza di un orizzonte cementato, potente 10 m, che si trova a una profondità di 5 m dal piano campagna. Al di sotto di questo si osservano dei depositi a granulometria più fine, presenti sia ad Est sia ad Ovest nella sezione in esame.

3.5.5 Sezione prog. 8+753 L.L.

- Materiale di riporto

La potenza della coltre di materiale di riporto è stata rilevata all'interno dello scalo Barca ed è pari a 2 m circa. Sul lato Ovest della sezione tale potenza è superiore ed in base alle indagini svolte nelle sezioni limitrofe, può essere stimata intorno ai 3-4 m. In tutta la sezione si tratta di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con elementi di laterizi.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Al di sotto della coltre di riporto, si trovano delle ghiaie sabbiose con ciottoli, localmente passanti a sabbie ghiaiose, che si estendono per circa 13-14 m in profondità e che contengono un orizzonte cementato, potente circa 11 m. Al di sotto si osservano dei depositi a granulometria più fine, per lo più sabbiosi, con locali livelli di limi argillosi la cui potenza rilevata è pari a 2 m.

3.5.6 Sezione prog. 9+003 L.L.

- Materiale di riporto

Lo spessore della coltre di materiale di riporto, costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con elementi di laterizi, varia da 3 a 5 m circa, andando da Est ad Ovest nella sezione in esame.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Nella parte Ovest della sezione si sono osservati, al di sotto del riporto, depositi ghiaioso sabbiosi cementati per una potenza di circa 9 m, mentre nella zona Est i depositi hanno granulometria più fine, per lo più sabbiosa, e la cementazione risulta evidente per una potenza di soli 5 m, tra i 4 ed i 9 m di profondità.

Seguono quindi dei depositi sabbioso-limosi, talora limoso-argillosi, passanti nuovamente a ghiaie sabbiose intorno ai 19 m di profondità.

3.5.7 Sezione prog. 9+225 L.L.

- Materiale di riporto

Lo spessore della coltre di materiale di riporto, costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con elementi di laterizi, è stato verificato in prossimità delle pile del cavalcaferrovia, lato C.so Venezia ed è risultato pari a circa 4 m. È possibile che tale spessore sia legato alla costruzione delle fondazioni del cavalcaferrovia stesso e che nel resto della sezione, tale potenza risulti minore.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Si tratta di un primo orizzonte ghiaioso-sabbioso della potenza di circa 9 m, contenente uno strato cementato della potenza di 7 m circa. Segue poi un orizzonte a granulometria più fine, per lo più sabbiosa, con locali livelli limosi o limoso-argillosi.

3.5.8 Sezione prog. 9+485 L.L.

- Materiale di riporto

Lo spessore della coltre di materiale di riporto, costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con elementi di laterizi, risulta abbastanza contenuto (2 m circa).

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Al di sotto del riporto è stato individuato un orizzonte cementato di 5 m di potenza; seguono poi ghiaie sabbiose o ciottoli in matrice sabbiosa sino ai 14 m di profondità. Si osserva quindi un livello sabbioso limoso di circa 4 m e poi nuovamente ghiaie sabbiose.

3.5.9 Sezione prog. 9+839 L.L.

- Materiale di riporto

Lo spessore della coltre di materiale di riporto è pari a circa 3 m e questo è costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, con elementi di laterizi.

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali

Sono costituiti da un orizzonte di ghiaie sabbiose o ciottoli in matrice sabbiosa potente circa 15 m, seguito da depositi a granulometria più fine, per lo più sabbiosa.

4. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

La caratterizzazione idrogeologica del sottosuolo di Torino è stata dapprima definita con riferimento ai numerosi studi eseguiti in passato (Bortolami et al., 1980, 1985 e 1990; Bottino e Civita, 1986; Di Molfetta e Verga, 1982; Franceri et al., 1980). Successivamente, con riferimento all'opera in progetto, sono stati definiti:

- il modello idrogeologico, basato sulle sezioni geologiche A-A' e B-B' descritte nel paragrafo 3.3 (Doc. NT02 00 C IF Z3 GEX 00 001 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino);
- la carta delle isopiezometriche generale (Doc. NT02 00 C IF GZ GEX 00 002 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino), la carta delle isopiezometriche di dettaglio lungo il tracciato dell'opera (Doc. NT02 00 C IF G6 GEX 00 003 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino) ed i diagrammi di escursione della falda nell'ultimo decennio, basati su misure effettuate in vari piezometri ed aggiornate al Giugno 1995 (piezometri ATM, ora TT, eseguiti, nel 1983 e nel 1987, piezometri installati dal Comune di Torino, nel 1991 e nel 1994, piezometri installati nella campagna di indagini, marzo e maggio 1995; l'ubicazione è riportata in Doc. NT02 00 C IF G6 GEX 00 001 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino)

4.1 Inquadramento idrogeologico generale

Con riferimento all'assetto geologico descritto nel capitolo precedente, dal punto di vista idrogeologico si possono distinguere:

- un acquifero superficiale di tipo freatico, ospitato all'interno dei depositi fluvioglaciali e fluviali del Pleistocene sup. - Olocene, legato al reticolo idrografico;
- un acquifero profondo, caratterizzato da un sistema multifalda in pressione, ospitato all'interno del complesso plio-pleistocenico (depositi fluviolacustri con alternanza di depositi permeabili e impermeabili). Il limite con il soprastante acquifero freatico è

raccontato da un livello continuo di argilla lacustre.

L'acquifero superficiale ha caratteristiche di trasmissività fortemente influenzate, oltre che dagli spessori della zona satura (digradanti da Ovest verso Est e da Sud verso Nord), dalla presenza di materiale fine. Generalmente la migliore produttività dei pozzi si verifica nei depositi alluvionali recenti, dove minore è la matrice fine. I depositi fluvioglaciali mostrano invece caratteristiche di trasmissività molto variabili, essendo influenzate, oltre che dalla matrice fine, anche dalla presenza degli orizzonti conglomeratici.

I sondaggi geognostici recentemente eseguiti sono stati spinti fino a raggiungere esclusivamente questa falda superficiale. I dati riguardanti il livello piezometrico, sono, riassunti nella Tabella 1.1.

La piezometrica relativa alla falda superficiale è condizionata dai seguenti elementi morfologici e geologici principali:

- l'acquifero superficiale è confinato ad Ovest dal bordo perialpino, mentre a Est è confinato dai rilievi della collina;
- il fiume Po, che costeggia i rilievi collinari nell'area urbana, agisce da livello di base locale della falda, mentre gli altri corsi d'acqua (Dora Riparia e Stura di Lanzo) generalmente alimentano la falda;
- l'andamento delle isopjeze (indicato nella Figura 4.1, relativamente all'andamento della piezometrica nel marzo 1986) è parallelo al bordo alpino e ai rilievi collinari, con linee di deflusso grossomodo da Ovest verso Est.

L'acquifero profondo è costituito da un sistema multifalda in pressione, con livelli ghiaioso-sabbiosi (acquiferi) separati da setti limoso-argillosi. L'estensione e gli spessori dei setti argillosi sono comunque assai variabili, tali da permettere la comunicazione parziale o totale delle varie falde. Analogamente, si può ipotizzare una comunicazione idraulica con l'acquifero superficiale per la discontinuità areale del livello argilloso alla base delle ghiaie sabbiose superficiali.

Come già spiegato in precedenza, i depositi fluviolacustri (sede dell'acquifero superficiale) hanno spessori molto variabili, essendo collegati a fenomeni tettonici con maggiori accumuli nelle zone di "basso" strutturale. Ciò fa sì che in alcune zone si abbia una buona produttività dei pozzi, legata all'elevata trasmissività dei livelli permeabili produttivi, mentre in altre zone la produttività sia molto bassa o nulla.

L'andamento della falda artesianica profonda non è noto, in quanto le uniche misure eventualmente disponibili si riferiscono a pozzi profondi ad uso industriale o idropotabile che captano (o captavano, essendo in gran parte dismessi) entrambe le falde, impedendo di fatto una separazione tra i due livelli. Recenti misure effettuate nel pozzo P3 nell'area Fiat Materiali Ferroviari hanno evidenziato come la falda artesianica abbia un livello statico lievemente inferiore (circa 1 m) a quello della falda freatica. Appare comunque evidente che, data la possibilità di interscambio idraulico tra le due falde, i livelli piezometrici siano

abbastanza simili.

Nell'attuale fase di progettazione sono stati realizzati dal Politecnico di Torino, dei nuovi studi sulla falda e sviluppati modelli in base ai nuovi dati disponibili (doc. TDR2.10.E.ZZ.R.IGE000X.I01 e TDR2.10.E.ZZ.R.IGE000X.I02 e l'elaborato grafico TDR2.10.E.ZZ.P6.ID000X.I03, ai quali si rimanda).

4.2 Modello idrogeologico

Per definire il modello idrogeologico locale della zona in esame sono state utilizzate le sezioni geologiche A-A' e B-B', dove sono stati indicati i principali lineamenti idrogeologici (Doc. NT02 00 C IF Z3 GEX 00 002 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino). Come per le sezioni geologiche, si è adottato un rapporto tra la scala orizzontale e verticale di 20 a 1, per cui le pendenze dei contatti geologici risultano essere esasperate.

4.2.1 Sezione A-A'

La sezione A-A', circa parallela all'asse del tracciato, evidenzia la situazione idrogeologica che risulta caratterizzata dai seguenti fattori principali:

- 1) I depositi alluvionali superficiali (di spessore compreso tra i 20 e 40 m) ospitano una falda freatica con diversione di flusso a grande scala verso E-NE. Nella zona a Sud e immediatamente a Nord della Dora Riparia il livello, impermeabile (acquiclude) è costituito da uno strato continuo di argilla gialla (depositi fluviolacustri); in corrispondenza della Stura di Lanzo le alluvioni recenti poggiano invece direttamente sul substrato pliocenico.
- 2) Sottostante il primo livello impermeabile vi è una sequenza di livelli ghiaioso-sabbiosi e argilloso-limosi che ospita il sistema multifalda in pressione. Il livello impermeabile alla base del sistema acquifero è definito generalmente dai livelli argillosi con torba posti alla base del Villafranchiano lacustre, in eteropia di facies con il Pliocene marino. Come detto nel paragrafo 3.3, il massimo spessore dell'acquifero multifalda è stato riscontrato circa in corrispondenza del pozzo P3, che può considerarsi come depocentro locale del bacino fluviolacustre subsidente per cause tettoniche ("basso" strutturale).
- 3) Il livello di falda superficiale (posto, sulla base dei rilievi del Giugno 1995, a circa quota 225-226 m.s.l.) mostra una debole inclinazione (0.1-0.2%) verso Nord (verso la Stura), essendo il suo deflusso a grande scala verso E-NE. In corrispondenza delle alluvioni della Stura, il livello piezometrico è verosimilmente più basso (sulla base di rilievi storici tratti dalla bibliografia risulta essere posto a circa 5-6 m dal piano campagna).

- 4) Immediatamente a Sud della Stura di Lanzo, al contatto tra i relativi depositi alluvionali e depositi fluvioglaciali si osserva un gradino morfologico sepolto che mette verosimilmente in contatto la falda superficiale con la falda profonda.

4.2.2 Sezione B-B'

La sezione B-B', trasversale alla precedente, evidenzia gli stessi motivi idrogeologici. Si osserva, in particolare, un più accentuato gradiente della falda, con deflusso da Ovest verso Est (gradiente idraulico pari a circa 0.5 %). Più in dettaglio:

- 1) l'acquifero superficiale ha uno spessore decrescente da Ovest verso Est; il livello impermeabile di base è costituito dalle argille gialle al tetto della sequenza fluviolacustre (facies "Villafranchiana,);
- 2) il sistema multifalda è confinato sia superiormente (dal livello di argilla gialla) sia lateralmente, verso Est, dai rilievi collinari.

4.3 Carta delle isopiezometriche

La carta generale delle isopiezometriche (Doc. T2E2 00 C IF GZ GEX 00 003 1 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino) è stata tracciata sulla base delle misure effettuate nel Giugno 1995 (piezometri FFSS, piezometri ATM e piezometri del Comune di Torino, elencati nelle Tabelle 1.9 e 1.18). Si può osservare che, a grande scala:

- le isopiezometriche sono circa parallele al corso fluviale del Po (direzione circa Nord-Sud);
- la direzione di deflusso è circa da Ovest verso Est-Nord Est;
- è evidente che il fiume Po agisce come livello di base della falda, mentre più complesso è il comportamento della Dora Riparia che alimenta o viene alimentata dalla falda in maniera variabile nel tempo e lungo la sua asta fluviale cittadina. Nel periodo in esame, l'andamento delle isopiezometriche in prossimità del tracciato ferroviario mostra che il fiume alimenta la falda sia in sinistra che in destra idrografica, sebbene con un gradiente decisamente basso;
- il gradiente piezometrico, secondo il tracciato dell'opera rimane nullo o pressoché nullo nel tratto tra C.so Vittorio Emanuele e C.so Regina Margherita, poi inizia a crescere dapprima lentamente nel tratto tra C.so Regina Margherita e Via Sempione e poi più decisamente tra Via Sempione e fine tratto.

Con riferimento particolare al tracciato dell'opera, si nota che attualmente la quota piezometrica è compresa tra 225 m.s.l.m. (corso Inghilterra) e 218 m s.l.m. (corso Grosse-to) (Doc. T2E2 00 C IF G6 GEX 00 004 0 - Progetto Esecutivo Cantierabile del Quadruplicamento del Passante Ferroviario di Torino).

Vale poi osservare, con riferimento all'opera e, più in generale, all'area urbana, la tendenza ad un sensibile- innalzamento del livello della falda freatica, in particolare nella

zona meridionale. I piezometri compresi tra Porta Susa e Largo Orbassano hanno infatti subito, nel periodo che va dal 1987 al 1995, un progressivo innalzamento del livello, a partire dal 1991, di circa 2 m (Figure 4.2-4.4). Al contrario, i piezometri più settentrionali non mostrano variazioni significative (Figura 4.5). L'innalzamento del livello di falda è legato sostanzialmente alla delocalizzazione delle industrie in ambito urbano e/o alla modificazione dei cicli produttivi, che hanno così ridotto in modo consistente i prelievi di acqua ad uso industriale.

In merito a questa tendenza evolutiva, sono scarse le informazioni circa il livello massimo che la stessa falda potrebbe raggiungere nel lungo termine. Le uniche indicazioni sono fornite da alcuni pozzi di epoca ottocentesca ubicati nella zona di Porta Susa, in base ai quali è stata ricavata una quota del livello piezometrico storico pari a 230 m s.l.m., cioè circa 3.50 m superiore alla quota attuale. Si può quindi ipotizzare che, a seguito di una ulteriore riduzione dei prelievi idrici in ambito urbano, il livello di falda possa subire, nella zona di Porta Susa, un innalzamento massimo paragonabile alla situazione preindustriale (fine ottocento). Non esistono invece dati che permettano di trarre conclusioni circa le condizioni di lungo termine nella zona compresa tra la Dora e la Stura.

Nella zona di Stazione Stura, estesa alla carta delle isopiezometriche, la quota piezometrica è situata intorno ai 6 m dal piano campagna, con un modesto gradiente diretto verso Est-SudEst. Non si dispone di misure continue in tale zona per determinare le variazioni stagionali e/o di lungo termine della quota piezometrica.

4.4 Prove d'acqua in fori di sondaggio (Prove Lefranc)

Le prove d'acqua tipo Lefranc permettono di determinare la conducibilità idraulica (permeabilità) di terreni al fondo di fori di sondaggio; la prova deve essere eseguita al di sotto del livello della falda o previa saturazione della zona di terreno interessato.

Le prove sono state condotte durante le perforazioni dei fori e solo nel foro SN6 sono state eseguite due prove a quote differenti.

Per l'esecuzione è necessario che le pareti del foro siano rivestite con una tubazione per tutto il tratto non direttamente interessato dalla prova; il tratto di fondo foro rimane quindi scoperto per permettere l'assorbimento dell'acqua immessa dall'alto.

Sono state eseguite sia prove a carico costante sia prove a carico variabile i cui risultati sono riassunti nella Tabella 4.1; nell'Appendice 1 sono invece riportati i dati delle prove e le relative elaborazioni.

4.4.1 Prove di immissione a carico costante

La prova consiste nell'immissione di acqua all'interno del foro e nella misura della portata necessaria per mantenere costante il livello dell'acqua nel foro, ad una quota superiore a quella della falda.

Le prove sono state eseguite mantenendo il livello d'acqua nel foro alla quota della testa

del tubo; è stato pertanto sufficiente controllare la costanza del livello d'acqua al boccaforo, mentre la portata è stata misurata con un contaltri di precisione inserito sulla mandata della pompa.

Le prove sono durate da 10 a 30 minuti in relazione alla permeabilità ed alla granulometria del materiale presente nel tratto indagato.

Per le prove a carico costante il coefficiente di permeabilità k è stato valutato con la seguente relazione:

$$k = \frac{Q}{C_F \times h \times d}$$

dove:

Q = portata immessa (m³/s)

C_F = coefficiente di forma, pari a 2.85

h = differenza di altezza del livello dell'acqua nel foro provocato dall'immissione (m)

d = diametro del foro (m).

Il coefficiente di permeabilità k è generalmente di circa $5 \cdot 10^{-5}$ m/s, con valori minimi di circa $3.1 \cdot 10^{-6}$ m/s nel sondaggio ST3 (Tabella 4.1). Si osserva che i valori di permeabilità ottenuti nella zona di Stazione Stura risultano inferiori a quelli ottenuti nelle zone urbane più centrali, a testimonianza della maggior presenza di orizzonti a granulometria medio-fine in tale area.

4.4.2 Prove a carico variabile

La prova consiste nel misurare la velocità di riequilibrio del livello dell'acqua nel foro dopo averlo alterato mediante immissione o emungimento. L'intero tratto in prova deve essere ubicato al di sotto del livello piezometrico statico; inoltre, il livello statico della falda deve essere misurato prima dell'inizio della prova.

Nel caso in esame si è innalzato il livello d'acqua nel foro fino a boccaforo. All'istante in cui si sospende l'immissione d'acqua, si misura l'altezza del livello (h_0) e si fa partire il contatore di secondi. Si eseguono letture del livello (h) a frequenti intervalli di tempo (t) annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura. Vengono inoltre annotate le seguenti informazioni:

- diametro (D) del foro (non rivestito) nel tratto di prova, nonché il diametro interno D_r del rivestimento;
- profondità del foro da testa tubo rivestimento;
- profondità della scarpa di rivestimento da testa tubo;
- data, ora minuto di inizio delle letture del livello;
- letture dei livelli d'acqua da testa tubo e tempi corrispondenti;
- altezza della testa tubo sopra il piano campagna;

- livello statico (di equilibrio) della falda rispetto a testa tubo.

Il valore del coefficiente di permeabilità k è stato calcolato mediante la seguente espressione:

$$k = \frac{A}{F \times T}$$

dove:

A = area della sezione trasversale del rivestimento in cui avvengono le misure del livello (m²)

F = fattore di forma (m), calcolato in base alla seguente espressione:

$$F = \frac{2\pi L}{\log_c \left[\frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{D}\right)^2} \right]}$$

con

L = lunghezza tratto di prova

D = diametro del foro

T = tempo di riequilibrio (basic time-lag) (s).

il tempo di riequilibrio T viene calcolato come segue:

- si diagrammano i valori del rapporto h/h_0 in scala logaritmica in funzione dei corrispondenti valori del tempo (t) ($t=0$ all'inizio della prova quando $h/h_0=1$);
- si traccia la retta che meglio interpola i punti sperimentali trascurando i punti iniziali se non risultano ben allineati;
- si traccia una retta, parallela alla precedente, passante per l'origine ($h/h_0=1$; $t=0$);
- il valore del tempo (t), letto sulla retta passante per l'origine, corrispondente al valore:

$$\frac{h}{h_0} = 0.37$$

è il tempo di riequilibrio (T).

Il coefficiente di permeabilità k è risultato generalmente in buon accordo con i valori ottenuti con le prove a carico costante (Tabella 4.1).

5. BIBLIOGRAFIA

- Bortolami G., Maffeo B., Maradeo V., Ricci B., Sorzana F.. "Lineamenti di litologia e geoidrologia del settore piemontese della pianura padana". Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, 1976, 28(1), pp. 3-37.
- Bortolami G., Di Molfetta A., Lachello F.. "Interazione fra attività antropiche e risorse idriche sotterranee nella Provincia di Torino". Provincia di Torino, Assessorato Ecologia, Servizio Protezione Ambiente, 1985.
- Bortolami G., De Luca D., Filippini G.. "Le acque sotterranee della pianura di Torino. Aspetti e problemi". Provincia di Torino, Assessorato ecologia, 1990.
- Bottino G., Civita M.. "Engineering geologica! features and mapping of subsurface in the metropolitan area of Turin, North Italy". Proc. 51 International Congress International Association of Engineering Geology, Buenos Aires, Ottobre 1986, pp. 1741-1753.
- Di Molfetta A., Verga G.: "Rapporti tra le falde acquifere e attività estrattive: studio dell'arca La Loggia-Carignano". Boll. Ass. Mineraria Subalpina, Anno -XIX,.n. 1-2, mar-zo-giugno 1982, Torino.
- Franceri E., Bortolami G.* Ricci B.: "Lineamenti geoidrologici della Provincia di Torino con riferimento allo stato idrogeochimico delle falde del sottosuolo dell'area ecologica torinese". Provincia di Torino, Assessorato Ecologia Servizio Protezione e Ambiente, Torino, 1980.

TABELLA 1.1

Sondaggi geognostici Ø 101 mm
Campagna d'indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)

Ubicazione	Indagine	Profondità Indagata (m)	Strumentazione	Livello Piezometrico dal p.c. (m)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	40.00	Piezometro tubo aperto	18.79
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	40.00	Piezometro tubo aperto	18.76
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	40.00	-	22.00
Piazza Statuto	SN4	40.00	Piezometro tubo aperto	21.91
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	30.00	Piezometro tubo aperto	15.66
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	30.00	Down hole	14.25
Scala Valdlocco (Ang. V. Savigliano)	SN7	22.00	Down hole	8.70
Scala Valdlocco (Altezza C. Ciriè)	SN8	20.00	Down hole	7.70
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	20.00	Piezometro tubo aperto	6.61
Scala Valdlocco (Altezza S. Fortino)	SN10	20.00	Down hole	8.20
Stazione Dora (Ang. C. Mottara)	SN11	20.00	Piezometro tubo aperto	8.61
Corso P. Oddone (Ang. F. Dora R.)	SN12	20.00	-	7.40
Stazione Dora	SN13	20.00	Piezometro tubo aperto	9.20
Corso Venezia (Ang. V. Valprato)	SN14	20.00	Piezometro tubo aperto	13.94
Scala Barca (Ang. V. Ticino)	SN15	21.00	Down hole	13.50
Corso Venezia (Ang. V. Gulli)	SN16	20.00	Piezometro tubo aperto	13.32
Scala Barca (Ang. V. Gulli)	SN17	20.00	Down hole	13.50
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	20.00	Piezometro tubo aperto	13.09
Parco Sempione (Ferm. Rebaudengo)	SN19	20.00	Piezometro tubo aperto	13.45

- segue -

TABELLA 1.2

Pozzi per prove di carico su piastra
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione	Pozzo	Profondità Pozzo (m)	Profondità finestre da p.c. (m)
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	P1	17.00	-3.90 -8.00 -10.60 -14.60
Piazza Statuto	P2	20.00	-3.60 -8.20 -15.20 -19.00
Scala Valdoceo (Ang. V. Savigliano)	P3	8.70	-5.00 -7.80
Scala Valdoceo (Altezza S. Fortino)	P4	8.50	-4.10 -7.00
Scala Barca (Ang. V. Ticino)	P5	13.00	-3.80 -8.50 -11.50
Corso Bolzano (Ang. C. Vittorio E. II)	P6	17.00	-5.00 -8.70 -11.70 -13.00

TABELLA 1.3

Diagrafie continue del tipo DAC Test
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione	Indagine	Profondità Indagata (m)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	D1	40.50
Corso Bolzano (Ang. Via Grattoni)	D2	40.00
Corso Inghilterra (Ang. Via R. Paciotto)	D3	40.50
Corso Inghilterra (Ang. Via Somis)	D4	40.50
Piazza Statuto	D5	40.50
Corso P. Oddone (Ang. Via P. Clotilde)	D6	30.10
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	D7	30.00
Scalo Valdocco (Ang. Via Savigliano)	D8	20.50
Scalo Valdocco (Ang. C. Ciriè)	D9	20.00
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	D10	20.30
Scalo Valdocco (Ang. S. Fortino)	D11	20.40
Scalo Valdocco (Ang. L. Dora Agrigento)	D12	20.10
Stazione Dora	D13	20.15
L. Dora Agrigento (Ang. C. P. Oddone)	D14	20.50
Stazione Dora	D15	20.50
Piazza Baldissera	D16	20.50
Via Stradella (Ang. C. Venezia)	D17	20.20
Corso Venezia (Ang. Via Cervino)	D18	20.50
Corso Venezia (Ang. Via Vibò)	D19	20.00
Corso Venezia (Ang. Via Valprato)	D20	20.10
Corso Venezia (Ang. Via Villar)	D21	30.20
Scalo Barca (Ang. Via Ticino)	D22	20.20
Corso Venezia (Ang. Via Gulli)	D23	30.10
Scalo Barca (Ang. Via Gulli)	D24	20.30
Corso Venezia (Ang. Via Breglio)	D25	20.40
Via Fossata (Ang. Scalo Barca)	D26	20.30
Parco Sempione (Fermata Rebaudengo)	D27	20.40
Via Baccherini	D28	20.40
Parco Sempione (Ang. C. Grosseto)	D29	20.50

TABELLA 1.4

Prove sismiche in foro del tipo down-hole
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione	Indagine	Profondità Tubo p.v.c. (m)	Registrazione (Vp) (m)	Registrazione (Vt) (m)
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	30.00	30.00	30.00
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	SN7	22.00	22.00	22.00
Scalo Valdocco (Altezza C. Ciriè)	SN8	20.00	20.00	20.00
Scalo Valdocco (Altezza S. Fortino)	SN10	20.00	20.00	20.00
Scalo Barca (Ang. V. Ticino)	SN15	21.00	21.00	21.00
Scalo Barca (Ang. V. Gulli)	SN17	20.00	20.30	20.30
Corso P. Oddone (Ang. V. S. Chiara)	SN21	30.00	30.00	30.00
Corso P. Oddone (Ang. V. Miglietti)	SN22	20.00	20.00	20.00

TABELLA 1.5

Prove sismiche a riflessione
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione	Lunghezza Complessiva (m)
Scalo Valdocco	300
Scalo Barca	300
Scalo Valdocco-C. Regina Margherita	180
C. Regina Margherita-Inizio Piazza Statuto	170
Corso Principe Oddone	150

TABELLA 1.6

Prospezioni Georadar
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione	Lunghezza Complessiva (m)
Stazione Porta Susa	609
Oltre Galleria di Piazza Statuto	609
Sottopasso Corso Regina M.	192
Stazione Porta Susa (antenna 900 Hz)	200

TABELLA 1.7

Prove di carico su piastra
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione	Indagine	Profondità Pozzo (m)	Profondità Finestre (m)	Prova Orizzontale n°	Prova Verticale n°
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	P1	16.90	-3.90	1	-
			-8.00	1	-
			-10.60	1	-
			-14.60	1	-
			16.90	-	1
Piazza Statuto	P2	20.00	-3.60	1	-
			-8.20	1	-
			-15.20	1	-
			-19.00	1	-
			-20.00	-	1
Scala Valdocco (Ang. V. Savigliano)	P3	8.70	-5.00	1	-
			-7.80	1	-
Scala Valdocco (Altezza S. Fortino)	P4	8.50	-4.10	1	-
			-7.00	1	-
Scala Darea (Ang. V. Ticino)	P5	13.50	-3.80	1	-
			-8.50	1	-
			-11.50	1	-
			-13.50	-	1
Corso Bolzano (Ang. C. Vittorio E. II)	P6	16.70	-5.00	1	-
			-8.70	1	-
			-11.70	1	-
			-13.40	1	-
			-16.70	-	1

TABELLA 1.8

Prove di permeabilità tipo Lefranc
Campagna d'indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)

Ubicazione	Indagine	Profondità Prova (fondo foro) (m)	Prove Carico Costante n°	Prove Carico Variabile n°
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	33.50	-	1
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	21.45	1	1
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	30.00	1	1
Piazza Statuto	SN4	28.45	1	1
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	29.57	1	1
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	18.00 26.80	1 1	1 1
Scala Valdoceo (Ang. V. Savigliano)	SN7	16.40	1	1
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	15.07	1	1
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	11.25	1	1
Stazione Dora	SN13	15.80	1	1
Corso Venezia (Ang. V. Dreglio)	SN18	15.10	-	1
Strada Abbazia di Stura (pilastro A4)	ST1	9.70	1	1
Strada Abbazia di Stura (cabina stazione)	ST2	15.00	1	1
Stazione Stura (piazzale container)	ST3	15.00	1	1
Stazione Stura (piazzale container)	ST4	10.00	1	1

TABELLA 1.9

Piezometri a tubo aperto
Campagna d'indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)

Ubicazione	Indagine	Profondità Piezometro (m)	Livello Piezometrico dal p.c. (m)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	40	18.79
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	40	18.76
Piazza Statuto	SN4	40	21.91
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	30	15.66
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	20	6.61
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	20	8.61
Stazione Dora	SN13	20	9.20
Corso Venezia (Ang. V. Valprato)	SN14	20	13.94
Corso Venezia (Ang. V. Gulli)	SN16	20	13.32
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	20	13.09
Parco Sempione (Ferm. Rebaudengo)	SN19	20	15.45
Parco Sempione (Ang. C. Grosseto)	SN20	20	16.85
Strada Abbazia di Stura (cabina stazione)	ST2	15	5.84

TABELLA 1.10

Ponti della Dora Riparia indagati
e numero di misure eseguite
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione Ponte	Misure eseguite n°
Re Umberto del Belgio (Corso P. Oddone)	6
Duca degli Abruzzi (Via Cigna)	4
Principessa Clotilde di Savoia (Corso Vercelli)	4
Mosca (Corso Giulio Cesare)	5
Bologna (Via Bologna)	5
Briglia (Via Bologna)	2
Regio Parco (Corso Regio Parco)	5
Rossini (Via Rossini)	4
Carlo Emanuele (Corso Tortona-Corso Novara)	4
Fontanesi (Via Fontanesi)	4
Washington (Corso Brianza)	4

TABELLA 1.11

Risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT
Campagna d'indagine 1997 (Stazione Stura)

Sigla	Profondità (m)	N1	N2	N3	N _{SPT}
ST1	1.50-1.95	33	30	23	53
	3.05-3.50	15	31	37	68
	4.50-4.95	47	86	14 (8 cm)	R
	6.10-6.55	12	5	7	12
ST1	7.50-7.95	30	44	30	74
	9.00-9.45	15	27	34	61
ST2	1.50-1.95	7	19	20	39
	3.10-3.55	28	29	42	71
	4.50-4.95	47	60	38	98
	6.00-6.45	12	11	7	18
	7.60-8.05	23	83	18 (7 cm)	R
	9.20-9.65	10	18	21	39
	10.50-10.95	13	28	34	62
	11.95-12.40	6	34	40	74
	13.25-13.70	32	79	22 (4 cm)	R
ST3	1.75-2.20	33	39	31	70
	3.10-3.55	26	57	43 (6 cm)	R
	4.60-5.05	13	10	11	21
	6.10-6.55	6	6	8	14
	7.70-8.15	6	9	7	16
	9.10-9.55	1	2	0	2
	10.50-10.95	26	32	37	69
	12.25-12.70	34	66	35 (10 cm)	R
	13.85-14.30	9	19	24	43
	14.50-14.95	4	7	24	31
ST4	1.50-1.95	35	63	37 (8 cm)	R
	3.05-3.50	26	39	44	85
	4.60-5.05	21	35	37	72
	6.00-6.45	16	21	25	46
	7.50-7.95	7	15	19	34
	8.90-9.35	13	15	19	34

TABELLA 1.12

Prove di laboratorio
Campagna d'indagine 1995

Ubicazione	Indagine	Campione	Profondità Granulometria (m)	Profondità Limiti di Atterberg (m)
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	P1	P1-5	4.75	-
		P1-6	5.65	-
		P1-7	7.60	-
		P1-14	14.70	-
Piazza Statuto	P2	P2-3	3.85	3.70-4.00
		P2-5	5.15	-
		P2-12	13.00	-
		P2-14	14.85	-
Scalo Valdocco (Ang. V. Savigliano)	P3	P3-3	5.00	-
		P3-7	7.80	-
Scalo Barca (Ang. V. Ticino)	P5	P5-2	0.95	-
		P5-6	6.15	-
		P5-8	8.35	-
		P5-10	10.25	-
		P5-11	11.80	-
Corso Bolzano (Ang. C. Vittorio E. II)	P6	P6-11	8.65	-
		P6-12	9.65	-
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	SN3-1	37.15	-
		SN3-2	38.15	-
Piazza Statuto	SN4	SN4-1	39.55	39.40-39.70
C. P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	SN6-1	21.50	21.40-21.80
		SN6-2	23.20	23.05-23.35
(Corso Venezia) (Ang. V. Gulli)	SN16	SN16-1	16.15	16.00-16.30
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	SN18-1	16.50	16.40-16.60
		SN18-2	18.20	18.10-18.30

TABELLA 1.13

Perforazioni di sondaggio Ø 101 mm
Indagini geognostiche eseguite in precedenza

Sondaggio	Ubicazione	Profondità (m)
Collettore Acque Bianche Principe Oddone		
S1	accesso carraio scalo Valdocco	8
S2	Piazza Statuto, tra Corso Francia e Via Cibrario	20
S3	a metà scalo Valdocco	14
S4	a fine scalo Valdocco	9
Passante Ferroviario		
R31	Corso Inghilterra	20
R24	Corso Inghilterra - Via Principessa Jolanda	20
R25	Piazza Statuto, aiuola centrale	20
C4	Corso Principe Oddone - con Via Avet	16.15
R14	Corso Regina angolo Corso Principe Oddone lato Est	20
R17	Via Don Bosco angolo Corso Principe Oddone lato Ovest	5
R18	Corso Principe Oddone - Lungodora Agrigento	20
R19	Corso Principe Oddone angolo Via Stradella	20
R26	Corso Venezia	20
R20	Corso Venezia	20
R21	Corso Venezia	20
R12	Corso Grosseto	20
R28	Stazione Sura	10
Linea Metropolitana Leggera 3		
S5ML	Corso Regina angolo Corso Principe Oddone lato Ovest	13
Linea Metropolitana Leggera 4		
S1ML	Piazza Statuto	30

TABELLA 1.14

Pozzi per acqua censiti

N. pozzo	Ubicazione	Anno Costr.	Prof. (m)	Livello Statico originario (m)	Data rilievo
5762	V. Chambery 119	1972	150.00	40.00	29/12/72
5259	V. Trecate (Silca)	1962	52.00	34.00	18/06/62
5507	C.so Francia/Str. del Lionetto	-	63.00	29.00	-
5340	Lato W.C. Trapani	-	58.00	29.50	-
5445	C. Peschiera 221 (ISOBER)	1964	54.00	-	-
15	V. Rivalta Materferro	1979	170.00	28.50	30/03/79
5482	V. M. Cristina (Microtecnica)	1964	40.00	18.70	20/11/64
5430	V. Saluzzo	1964	35.00	9.20	02/04/64
5538	V. Verdi (RAI)	1966	40.00	7.00	26/09/66
5646	V. Garibaldi	1959	40.00	22.50	15/03/59
5298	V. S. Donato (PAM)	1963	57.00	-	-
5494	V. Massari (C. Grosseto)	1965	46.00	14.00	18/01/65
5533	V. Livorno 57 (Michelin)	1965	30.30	18.00	-
5639	V. Cigna	1967	33.00	16.00	24/04/67
5179	V. Tollegno (Lavazza)	1958	31.00	16.00	27/03/58
5315	V. Leoncavallo	1963	41.00	16.00	31/07/63
5474	C. G. Cesare	-	25.68	5.00	-
5904	V. Tanaro 19	1982	29.00	6.00	20/04/82

TABELLA 1.15

Risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT
Indagini geognostiche eseguite in precedenza

Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	
S2	5.0	78	S4ML	10.5	R	R24	12.0	85	
	10.0	R		13.0	84		13.5	83	
	11.5	R	R17	3.0	45		15.0	R	
	13.0	R		4.5	51		16.5	77	
	14.5	R	S3	3.0	6		18.0	73	
	16.0	67		6.0	85		19.5	R	
	17.5	R		9.0	R		R26	3.0	70
	19.0	R		12.0	44			4.5	R
R25	3.0	34	R18	3.0	R	6.0		R	
	4.5	39		4.5	87	7.5		91	
	6.0	76		6.0	R	9.0	76		
	7.5	R		7.5	76	10.5	R		
	9.0	84		9.0	67	12.0	74		
	10.5	76		10.5	59	13.5	75		
	12.0	R		12.0	55	15.0	R		
	13.5	90		13.5	64	16.5	68		
	15.0	69		15.0	53	18.0	97		
	16.5	R		16.5	65	19.5	90		
	18.0	85		18.0	70	R21	3.0	56	
19.5	90	19.5	R	4.5	67				
SIML	11.0	42	S4	3.0	11		7.5	90	
	14.5	47		4.5	R		9.0	61	
	18.0	51		6.0	R		10.5	98	
	21.5	57		7.5	R		13.5	74	
	25.0	62		9.0	61		15.0	74	
C4	2.5	11	R12	3.0	53		R20	16.5	63
	4.0	22		4.5	68	19.5		52	
	5.5	R		7.5	80	3.0		77	
	7.0	R		9.0	87	4.5		R	
	8.5	R		10.5	92	6.0		81	
	10.0	R		12.0	73	7.5		99	
	11.5	76		15.0	74	9.0		75	
	13.0	R		16.5	71	10.5		69	
	14.5	R		18.0	92	12.0	R		
	16.0	R		19.5	58	13.5	73		
R14	3.0	R	R31	3.0	49	15.0	R		
	4.5	59		4.5	47	16.5	72		
	6.0	6		6.0	58	18.0	45		
	7.5	37		9.0	70	19.5	69		

- segue -

TABELLA 1.15 - segue

Risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT
Indagini geognostiche eseguite in precedenza

Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}	Sondaggio	Profondità (m)	N _{SPT}
R14	9.0	46	R31	10.5	72	R19	4.5	77
	10.5	55		13.5	66		6.0	90
	12.0	44		15.0	81		9.0	74
	13.5	60		16.5	55		10.5	67
	15.0	50		18.0	82		12.0	78
	16.5	40		R24	3.0		83	15.0
	18.0	58	4.5		R		16.5	60
	19.5	50	6.0		72		18.0	73
S-ML	2.5	53	7.5	86	19.5	78		
	5.0	65	9.0	66				
	8.0	82	10.5	R				

TABELLA 1.16

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
 Risultati delle prove di laboratorio
 Percentuali di materiale trattenuto per ciascuna classe
 granulometrica

Sondaggio	Profondità (m)	Prova	Granulometria (%)				
			C	G	S	L	A
S2	3.4	A	-	16	17	56	11
	6.3	A	-	34	25	24	17
	12.5	A	-	20	17	52	10
	17.1	G	-	33	30	37	
R25	3.0	A	-	20	30	40	10
	5.0	G	10	50	24	16	
	7.5	G	-	58	31	11	
	11.0	G	-	43	51	6	
	12.0	G	-	56	28	16	
	16.5	G	-	48	32	20	
SIML	10.75	G	-	76	12	12	
	14.25	G	-	75	12	12	
	17.75	G	-	84	10	6	
	21.25	G	-	66	21	13	
	24.75	G	-	66	21	13	
R14	5.5	A	-	17	25	52	6
	6.75	A	-	3	13	72	12
	8.0	A	-	36	26	29	9
	10.5	G	-	54	24	22	
	11.5	A	-	34	40	22	4
	14.0	G	-	24	56	20	
	18.0	G	-	56	39	5	
R17	3.0	G	-	44	47	9	
	4.5	G	-	32	52	16	
S1	2.4	A	-	19	24	39	16
	5.2	A	-	28	14	42	16
S3	4.4	A	-	1	19	68	12
	7.15	G	-	43	19	38	
	9.45	A	-	22	30	30	18
R18	4.5	A	-	42	23	27	8
	8.0	G	-	49	35	16	
	10.5	G	-	37	41	22	
	13.5	G	-	34	46	20	
	14.0	G	-	44	33	23	
S4	2.75	G	-	59	12	29	
	4.05	G	-	9	65	26	
	6.65	G	-	45	15	40	
R12	4.5	G	-	52	36	12	
	7.0	G	-	59	31	10	
	10.5	G	-	54	30	16	
	15.0	G	-	52	34	14	

- segue -

TABELLA 1.16 - segue

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
 Risultati delle prove di laboratorio
 Percentuali di materiale trattenuto per ciascuna classe
 granulometrica

Sondaggio	Profondità (m)	Prova	Granulometria (%)				
			C	G	S	L	A
R31	5.0	G	-	63	23	14	
	6.0	G	-	48	33	19	
	14.0	G	-	72	18	10	
	16.0	A	-	39	31	25	5
	18.0	G	-	53	28	19	
R24	3.0	G	-	54	35	11	
	7.5	G	-	64	28	8	
	12.0	G	-	66	26	8	
	15.0	G	-	68	23	9	
	18.0	G	-	67	22	11	
R26	3.0	A	-	39	28	28	5
	7.5	G	-	52	31	17	
	10.5	G	-	56	30	14	
	16.0	A	-	11	52	31	6
	17.0	A	-	15	45	37	3
	18.0	A	-	43	31	22	4
R21	7.0	G	-	54	33	13	
	8.0	G	-	49	42	9	
	11.0	G	-	64	25	11	
	16.8	G	-	61	23	16	
	19.0	A	-	12	61	23	4
R20	3.0	G	-	44	36	20	
	6.0	G	-	50	35	15	
	13.3	G	-	49	40	11	
	16.0	G	-	29	49	22	
	17.3	A	-	8	28	57	7
R19	7	G	13	54	22	11	
	7.5	G	-	65	25	10	
	10.8	G	-	57	32	11	
	15.0	G	-	45	37	18	
	18.0	G	-	55	37	7	

LEGENDA:

Tipo di prova: A argometria
 G granulometria per via umida

Classi granulometriche:
 C ciottoli $d > 76$ mm
 G ghiaia $76 > d > 2$ mm
 S sabbia $2 > d > 0.07$ mm
 L limo $0.07 > d > 0.005$ mm
 A argilla $d < 0.005$ mm

TABELLA 1.17

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
 Perforazioni a distruzione di nucleo strumentate
 tipo PA.PE.RO.

Perforazione	Ubicazione	Profondità (m)
H	Corso Inghilterra - Terminal Autobus	30
T17	Corso Inghilterra - Via Avigliana	27
T30	Corso Inghilterra - Via Susa	27
12	Corso Inghilterra - Via Susa	27
T18	Corso Inghilterra - Via Grassi	26.5
13	Corso Inghilterra - Via Juarra	30
O4	Corso Principe Oddone Est - Via S. Domenico	30
T22	Corso Principe Oddone Ovest - Via Miglietti	18
T26	Corso Principe Oddone Ovest - Via Balbis	18
T21	Corso Principe Oddone Ovest - Via Pinelli	18
T10	Corso Principe Oddone Est - Via Pinelli	18
T11	Corso Principe Oddone Est - Via Principessa Clotilde	14.5
T24	Corso Principe Oddone - Corso Regina Margherita	21
T25	Corso Principe Oddone - Corso Regina Margherita	20

TABELLA 1.18

Indagini geognostiche eseguite in precedenza
Piezometri a tubo aperto installati nell'area di interesse

Denominazione	Ubicazione
Comune di Torino	
S3	metà scalo Valdocco
ATM	
PS1	Corso Regina Margherita di fronte al numero 173
PS2	Corso Regina Margherita di fronte al numero 153
PZ7	parcheggio di Corso Bolzano presso il cavalcaferrovia
PZ8	Piazza Bernini - Centro Addestramento Nuoto
FF.SS	comprensorio FF.SS. di Porta Susa
VITT	aiuola monumento di Vittorio Emanuele II, Corso Vittorio Emanuele II angolo Corso Galileo Ferraris
PS3	Corso Regina Margherita di fronte al numero 128
PS4	Corso Regina Margherita di fronte al numero 105a
PS5	Corso Regina Margherita di fronte al numero 81
PZ6	Via Lorin angolo via Chisone
PZ5	Comprensorio FFSS stazione di Porta Nuova
PZ4	Stazione di Porta Nuova nel parcheggio P.S.
PZ3	Via T. Rossi di Montelera di fronte alla Rinascete
CAST	Piza Castello tra via P. Micca e via G. Garibaldi
XI FEB	Corso XI Febbraio 1929 ang. via G.A. Bazzi
PZ2	Giardino G.B. Schiapparelli in Corso XI Febbraio
PZ1	Lungodora Firenze nelle adiacenze del ponte Mosca
ORBAS	Largo Orbassano di fronte al numero 64
LEGNAN	Via Legnano di fronte al numero 5
CAST1	Piazza Castello di fronte al parcheggio ACI
REP	Piazza della Repubblica a sinistra di Corso G. Cesare
AIUOL	Corso G. Cesare ang. via Porpora e via Boccherini
DERNA	Piazza Derna
CESAR	Corso G. Cesare quasi all'imbocco dell'autostrada
CRISPI	Piazza Crispi di fronte al numero 53

TABELLA 3.1

Sintesi della stratigrafia dei pozzi per acqua

Pozzo	Profondità (m)	Stratigrafia	Unità Litologica	Unità Idrogeologica
5256	0-10	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10-14	conglomerato		
	14-27	ghiaia		
	27-34	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclude
	34-36	ghiaia		acquifero artesiano
	36-46	argilla grigia	pliocene marino	acquiclude
5259	0-10.5	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10.5-21	conglomerato		
	21-51	ghiaia e sabbia		
	51-52	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclude
5298	0-31	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	31-45	argilla gialla e grigia	fluviolacustre	acquiclude
	45-57	ghiaia e sabbia		acquifero artesiano
5315	0-6	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	6-9	argilla sabbiosa		
	9-26	ghiaia		
	26-41	argilla gialla e grigia	fluviolacustre	acquiclude
5340	0-6	riporto	fluvioglaciale	acquifero freatico
	6-6.4	conglomerato		
	6.4-14.5	ghiaia e sabbia		
	14.5-35.5	conglomerato e ghiaia		
	35.5-50.5	sabbia e ghiaia		
	50.5-58	argilla	fluviolacustre	acquiclude
5762	0-21	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	21-39.5	conglomerato		
	39.5-57	ghiaia e sabbia		
	57-62	argilla gialla	fluviolacustre	acquiclude
	69-82	argilla gialla e blu		
	82-84	ghiaia		
	84-135	argilla gialla e blu		acquifero artesiano
	135-140	sabbia		acquiclude
	140-150	argilla blu con fossili		pliocene marino

- segue -

TABELLA 3.1 - segue

Sintesi della stratigrafia dei pozzi per acqua

Pozzo	Profondità (m)	Stratigrafia	Unità Litologica	Unità Idrogeologica
P3	0-18	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	18-33	conglomerato		
	33-34	argilla		
	34-43	ghiaia		
	43-72	argilla	fluvio lacustre	acquiclude
	72-88	sabbia e ghiaia		acquifero multifalda artesiano
	88-121	argilla sabbiosa con lignite		
	121-124	sabbia		
	124-127	argilla		
	127-143	sabbia e ghiaia		
143-170	argilla con lignite	acquiclude		
5533	0-22.2	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	22.2-23.4	argilla gialla con ciottoli	fluvio lacustre	acquiclude
	23.4-30.3	argilla blu		
5538	0-10	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10-20	conglomerato		
	20-22	ghiaia		
	22-28	argilla gialla	fluvio lacustre	acquiclude
	28-30	ghiaia		acquifero artesiano
30-40	argilla blu	acquiclude		
5639	0-20	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	20-24	argilla	fluvio lacustre	acquiclude
	24-27	ghiaia		acquifero artesiano
	27-33	argilla		acquiclude
5646	0-14	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	14-18	conglomerato		
	18-30	ghiaia e sabbia		
	30-32	argilla	fluvio lacustre	acquiclude
	32-35	ghiaia		acquifero artesiano
	35-40	argilla		acquiclude
5904	0-23	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	23-29	argilla con fossili	pliocene marino	acquiclude

- segue -

TABELLA 3.1 - segue

Sintesi della stratigrafia dei pozzi per acqua

Pozzo	Profondità (m)	Stratigrafia	Unità Litologica	Unità Idrogeologica
5430	0-8	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	8-10	conglomerato		
	10-27	ghiaia e sabbia		
	27-35	argilla	fluvio lacustre (?)	acquicluda
5445	0-8	ghiaia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	8-29	conglomerato		
	29-48.7	ghiaia e sabbia		
	48.7-54	argilla gialla	fluvio lacustre	acquicluda
5474	0-20	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	20-25.68	argilla grigia	pliocene marino (?)	acquicluda
5482	0-20	ghiaia e conglomerato	fluvioglaciale	acquifero freatico
	20-36	ghiaia e sabbia		
	36-40	argilla blu con fossili	pliocene marino	acquicluda
5494	0-27	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	27-30	conglomerato		
	30-46	argilla blu con fossili	pliocene marino	acquicluda
5507	0-10	ghiaia e sabbia	fluvioglaciale	acquifero freatico
	10-28	conglomerato		
	28-55	ghiaia e sabbia		
	55-63	argilla	fluvio lacustre	acquicluda

TABELLA 3.2

Ubicazione e distribuzione dei livelli cementati
Campagna di indagine 1995

Ubicazione	Indagine	Potenza Totale Tratti Interessati dalla cementazione (m)	Distribuzione Principali Livelli Cementati Quote riferite al p.c. (m)	Grado di cementazione (*)
Corso Bolzano (Ang. C. Vittorio E. II)	P6	13.30	da 3.50 a 16.80	E
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	15.50	da 3.50 a 10.50 da 10.50 a 19.00	B M-E
Corso Bolzano (Ang. C. Grattoni)	P1	10.00 (14.00)	da 3.00 a 5.00 da 9.00 a 17.00	M-E E
Corso Bolzano (Ang. C. Grattoni)	SN2	18.05 (19.20)	da 2.80 a 4.50 da 5.00 a 12.20 da 12.85 a 22.00	B E E
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	18.40	da 3.10 a 21.50	M
Piazza Statuto	P2	13.60	da 6.40 a 9.60 da 9.60 a 9.80 da 9.80 a 14.00 da 14.00 a 14.50 da 14.50 a 19.00 da 19.00 a 20.00	M-B E M-B E M-B E
Piazza Statuto	SN4	14.00	da 6.00 a 20.00	M-E
Corso P. Oddone (Ang. V. S. Chiara)	SN21	9.20	da 2.00 a 5.00 da 5.00 a 11.20	M-E M-B
Corso P. Oddone (Ang. V. Miglietti)	SN22	11.70 (13.30)	da 2.60 a 7.00 da 7.00 a 9.20 da 10.50 a 15.90	E M-B M-B
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	2.50	da 10.50 a 13.00	M-B
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	2.00	da 8.00 a 8.50 da 8.50 a 10.00	E M
Scala Valdocco (Ang. V. Savigliano)	P3	5.30	da 3.00 a 8.30	M-E
Scala Valdocco (Ang. V. Savigliano)	SN7	3.85	da 3.00 a 6.85	M-E

- segue -

TABELLA 3.2 - segue

Ubicazione e distribuzione dei livelli cementati
Campagna di indagine 1995

Ubicazione	Indagine	Potenza Totale Tratti Interessati dalla cementazione (m)	Distribuzione Principali Livelli Cementati Quote riferite al p.c. (m)	Grado di cementazione (*)
Scalo Valdocco (Altezza C. Ciriè)	SNS	3.50	da 3.00 a 6.50	E
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	4.60	da 2.40 a 7.00	M
Scalo Valdocco (Altezza S. Fortino)	P4	2.30	da 6.00 a 8.30	M
Scalo Valdocco (Altezza S. Fortino)	SN10	2.80	da 4.70 a 7.50	M
Corso P. Oddone (Ang. E. Dora R.)	SN12	3.30	da 2.30 a 5.00 da 5.00 a 5.60	B M-B
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	2.00	da 6.00 a 8.00	M-B
Stazione Dora	SN13	8.90 (10.40)	da 3.60 a 5.00 da 6.00 a 10.50 da 11.00 a 14.00	M M M
Corso Venezia (Ang. V. Valprato)	SN14	9.90	da 4.50 a 11.00 da 11.00 a 14.00 da 14.00 a 14.40	M M-B E
Scalo Barea (Ang. V. Ticino)	P5	8.00	da 5.00 a 7.00 da 7.00 a 10.00 da 10.00 a 13.00	M B M
Scalo Barea (Ang. V. Ticino)	SN15	11.40	da 3.30 a 7.00 da 7.00 a 14.70	M M
Corso Venezia (Ang. V. Gulli)	SN16	9.20	da 4.80 a 14.00	B
Scalo Barea (Ang. V. Gulli)	SN17	5.30	da 4.20 a 9.50	M
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	7.00	da 4.50 a 11.50	M
Parco Sempione Fermata Rebaudengo)	SN19	4.30	da 1.70 a 6.00	B
Parco Sempione (Ang. C. Grosseto)	SN20	8.10	da 2.40 a 5.00 da 5.00 a 10.50	B M

(*)

E = Elevato grado di cementazione
M = Medio grado di cementazione
B = Basso grado di cementazione

TABELLA 4.1

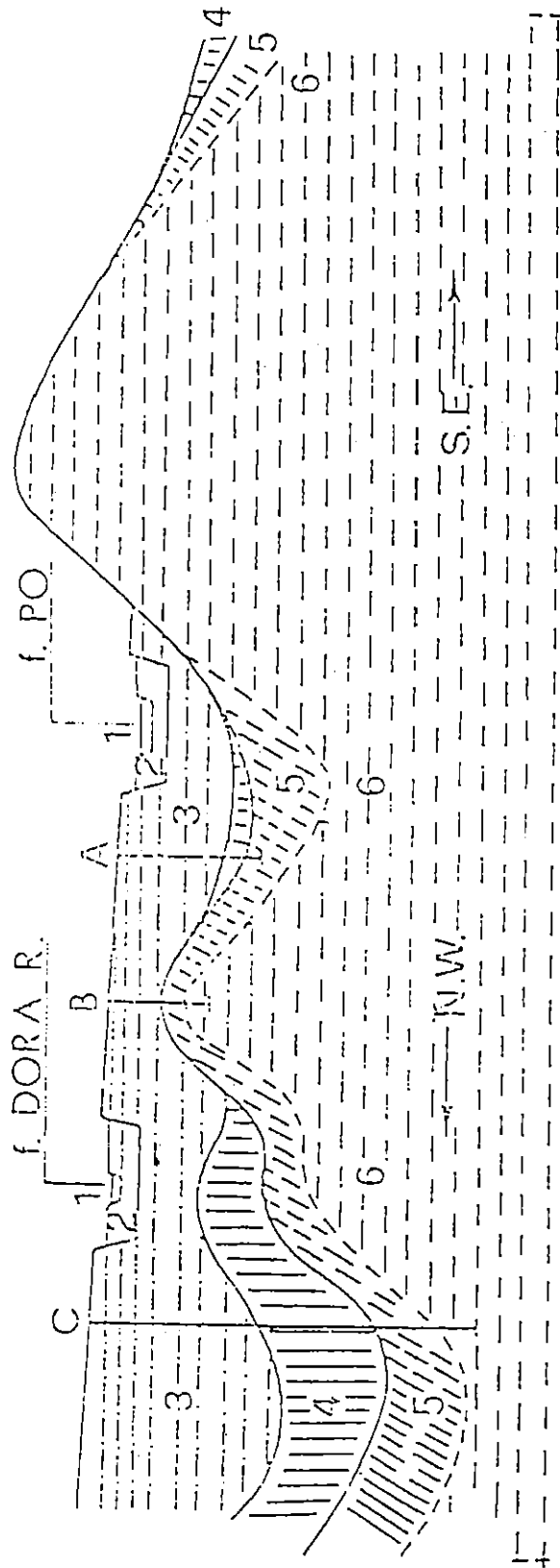
Risultati prove di permeabilità tipo Lefranc
Campagna di indagine 1995 e 1997 (Stazione Stura)

Ubicazione	Indagine	Profondità Prova (fondo foro) (m)	k (Permeabilità) Prove Carico Costante (m/s)	K (Permeabilità) Prove Carico Variabile (m/s)
Corso Bolzano (Ang. C. Matteotti)	SN1	33.50	$> 5.82 \cdot 10^{-3}$	-
Corso Bolzano (Ang. V. Grattoni)	SN2	21.45	$6.44 \cdot 10^{-3}$	$4.83 \cdot 10^{-3}$
Corso Inghilterra (Ang. V. Somis)	SN3	30.00	$3.96 \cdot 10^{-3}$	$3.2 \cdot 10^{-3}$
Piazza Statuto	SN4	28.45	$3.87 \cdot 10^{-3}$	$8.35 \cdot 10^{-3}$
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN5	29.87	$5.23 \cdot 10^{-3}$	$4.32 \cdot 10^{-3}$
Corso P. Oddone (Ang. C. Regina M.)	SN6	18.00 26.80	$5.28 \cdot 10^{-3}$ $4.49 \cdot 10^{-3}$	$8.74 \cdot 10^{-3}$ $1.43 \cdot 10^{-3}$
Scalo Valdoiceo (Ang. V. Savigliano)	SN7	16.40	$7.51 \cdot 10^{-3}$	$7.39 \cdot 10^{-3}$
Corso P. Oddone (Ang. C. Ciriè)	SN9	15.07	$1.9 \cdot 10^{-3}$	$5.32 \cdot 10^{-3}$
Stazione Dora (Ang. C. Mortara)	SN11	11.25	$4.01 \cdot 10^{-3}$	$3.14 \cdot 10^{-3}$
Stazione Dora	SN13	15.80	$3.27 \cdot 10^{-3}$	$1.48 \cdot 10^{-3}$
Corso Venezia (Ang. V. Breglio)	SN18	15.10	$> 5.82 \cdot 10^{-3}$	-
Strada Abbazia di Stura (pilastro A4)	ST1	9.70	$3.2 \cdot 10^{-3}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$
Strada Abbazia di Stura (cabina stazione)	ST2	15.00	$9.6 \cdot 10^{-3}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$
Stazione Stura (piazzale container)	ST3	15.00	$3.1 \cdot 10^{-3}$	$8.7 \cdot 10^{-3}$
Stazione Stura (piazzale container)	ST4	10.00	$9.9 \cdot 10^{-3}$	$2.1 \cdot 10^{-3}$

FIGURE

SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA SCHEMATICA DELLA ZONA TRA I FIUMI DORA RIPARIA E PO NELL'AREA URBANA TORINESE

Ripreso da Bottino e Civito "Engineering geological features and mapping of subsurface in the metropolitan area of Turin, North Italy". 1986

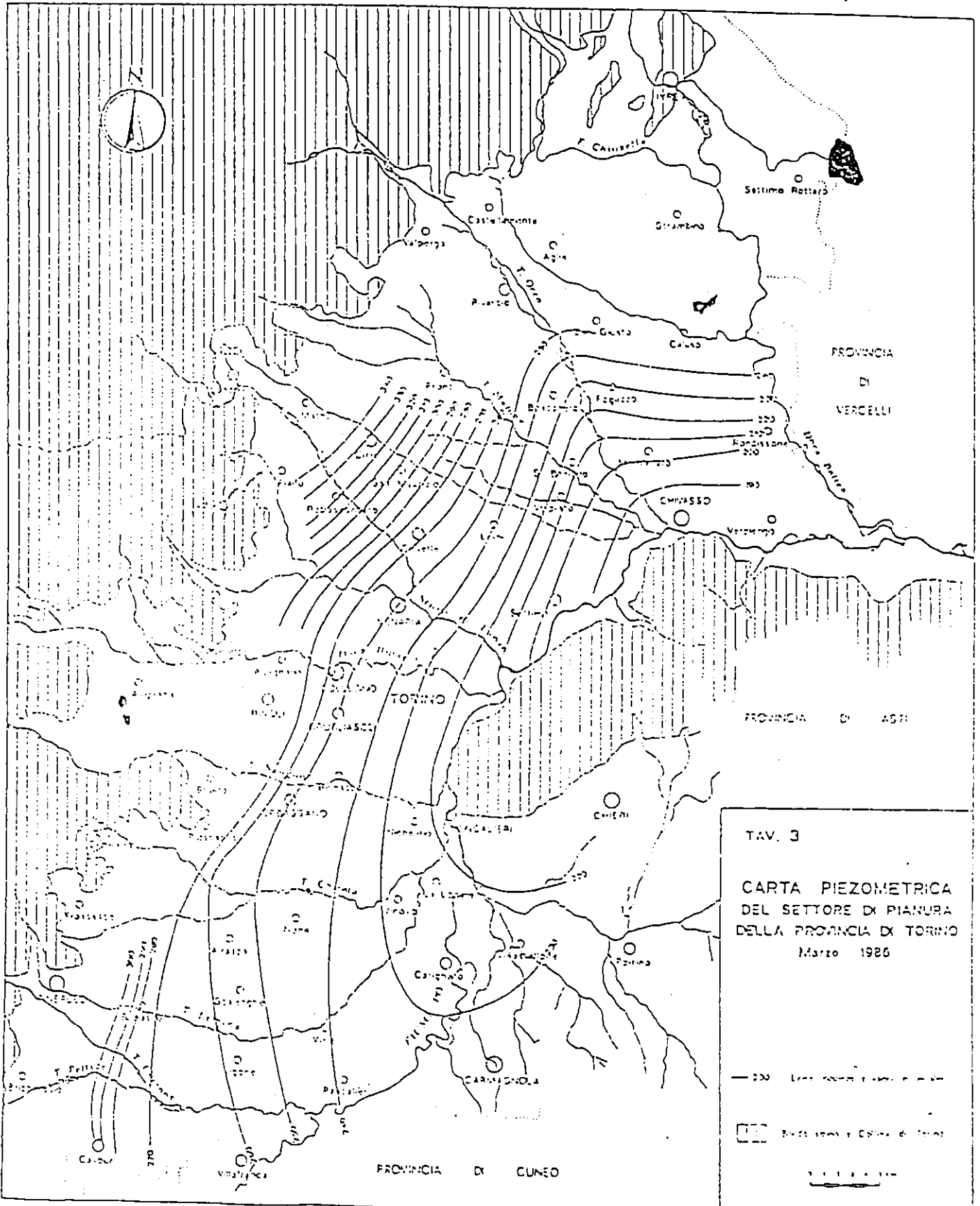


1 = Alluvioni alluviali; 2 = Alluvioni recenti; 3 = Alluvioni argillosi; 4 = Depositi onici; 5 = Depositi piocenzoni, prevalentemente sabbiosi; 6 = Marna ed arenarie mioceniche.

PROVA 1000
 COI 5A
 19

CARTA DELLE ISOPIEZOMETRICHE NELLA PIANURA DI TORINO - MARZO 1986

Ripreso da Bortolami et al. "Le acque sotterranee della pianura di Torino. Aspetti e problemi", 1990



TAV. 3

CARTA PIEZOMETRICA
DEL SETTORE DI PIANURA
DELLA PROVINCIA DI TORINO
Marzo 1986

— 200 — Linea sottomarina

▭ Area urbanizzata e industriale

0 100 200 300

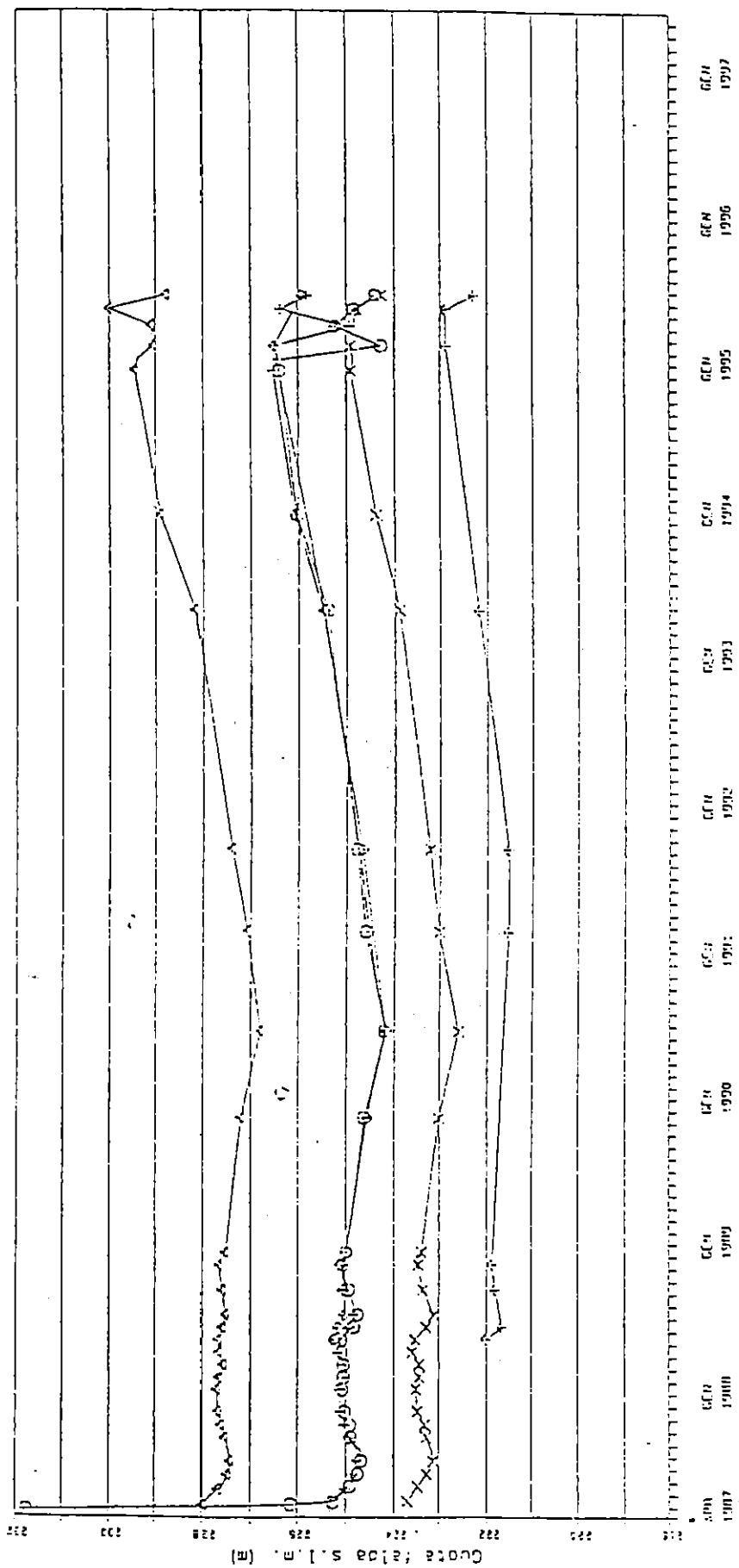
9
OMI
97
RE

1019

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO PIEZOME TRIE INSTALLATI DALL' A.T.M.

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI INA FONIA SUSA E
LARGO ORNASSEMO

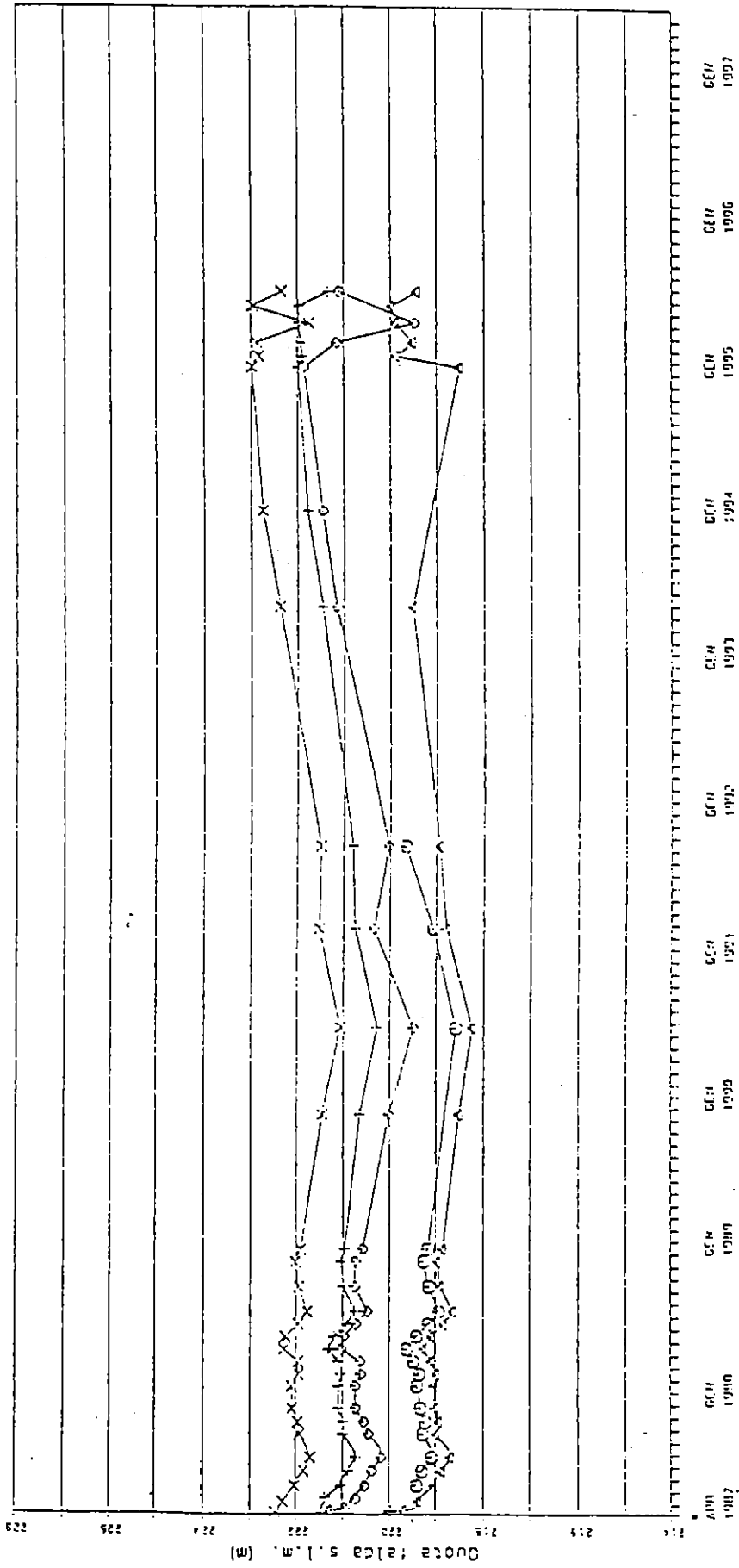
- C. Holtzsch - P17
- △ P. Bernini - P18
- × Compensatore EFSS P. Susa - EFSS
- ◇ Monumento Vittorio Emanuele II - VIII
- L. Orbasiano 04 - OMBAS
- △ V. Legnani - LEGNAN



PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
PIEZOMETRI INSTALLATI DALL' A.T.R.

MISURE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI NELLA ZONA CENTRALE DELLA CITEA

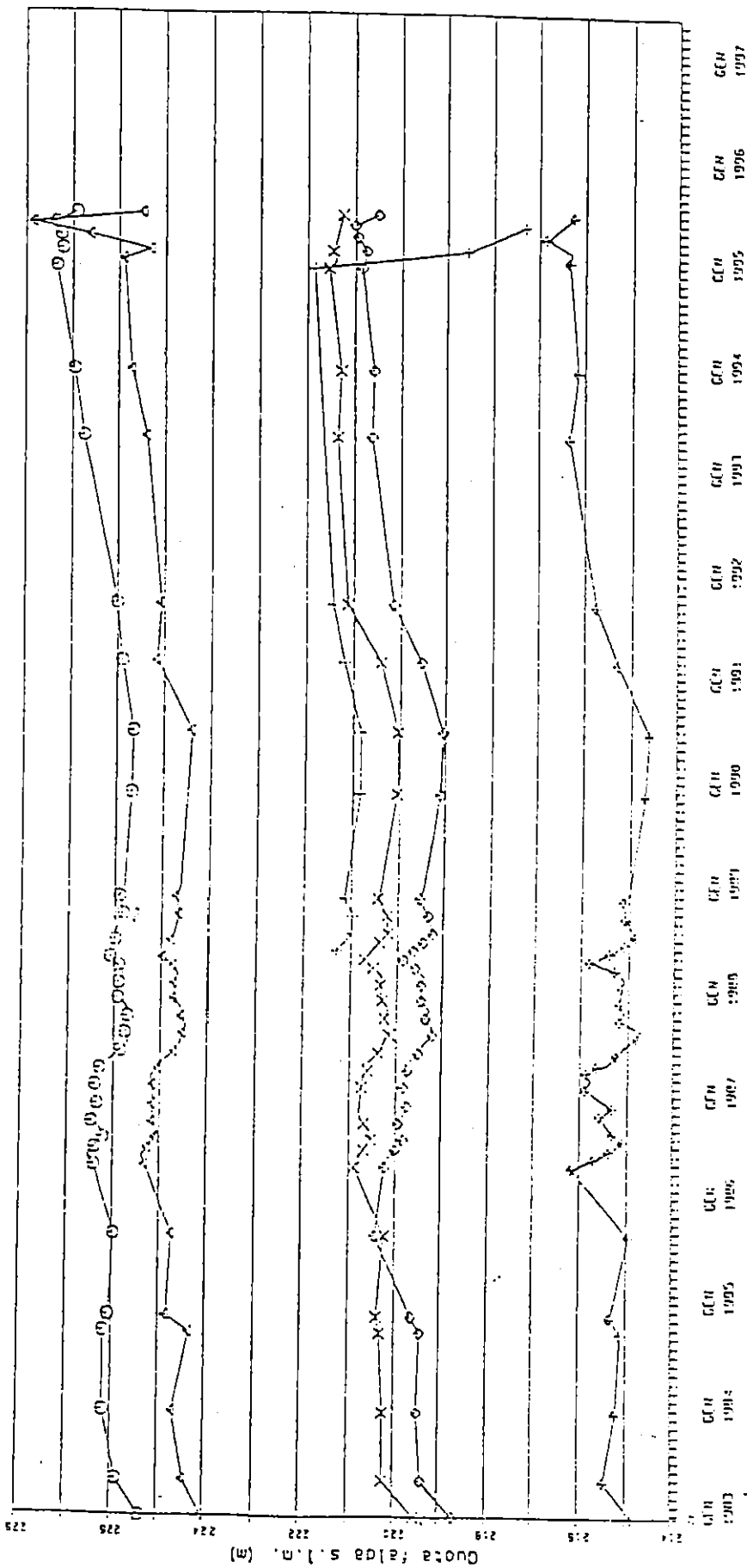
- O P. Castello - CASE
- △ V. Nasso di Montelera - P13
- + Maria Nuova - P14
- × Camporotondo FISSO N. Nuova - P15
- V. Loria - P16



PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO
PIEZOMETRI INSTALLATI DALL' A.T.M.

ALCUNE PIEZOMETRICHE NEI PIEZOMETRI LUNGO CORSO REGINA MARGHERITA

- Regione 173 - PS1
- Regione 174 - PS2
- Regione 175 - PS3
- Regione 176 - PS4
- Regione 177 - PS5



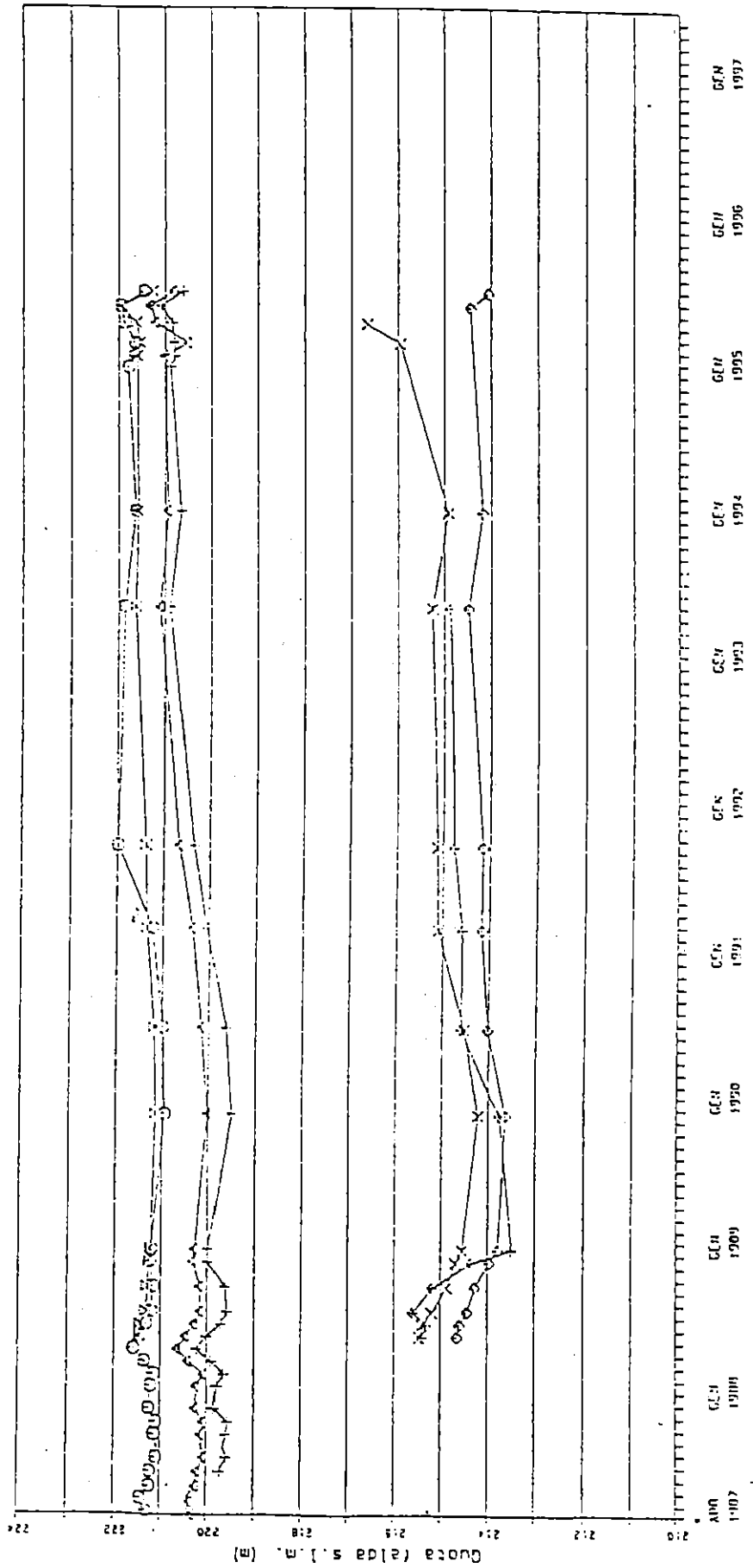
SSA 1019

PASSANTE FERROVIARIO DI TORINO

PICCOLE INI INSTALLATI DALL' A.T.M.

MISURE PICCOMETRICHE NEI PICCOLE INI LUNGO LA LINEA C. PERVO STURA

- DATA 1/87
- C Longosera Firenze - P71
 - o Giacinto Schiapparelli - P22
 - + C. P. Fenucci - XIPO
 - x C. Giulio Cesare - XIPO
 - o Piazza Garibaldi - DERIV
 - + C. Giulio Cesare - CESAN
 - o P. Cristofari - CRIDDI



UNIVERSITA' DI TORINO - FACOLTA' DI INGEGNERIA - CORSO DUCA DI SABAUDIA, 53 - 10129 TORINO - ITALY

APPENDICE 1

PROVE DI PERMEABILITÀ TIPO
LEFRANC. DATI DI PROVA E
RISULTATI INTERPRETATIVI

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	x		Foglio	1
	Carico Variabile	x			
	Pompaggio				

Data:

Sito: Passante Ferroviario	Rilevatore: MC	
Sondaggio: SN2	Prova N.: 1	
φ Foro: 0.127 m	Fondo foro: 21.45 m	
φ Tratto di prova: 0.101 m	Lungh. tratto di prova: 0.55 m	
Area base foro: 0.008 m ²	Fattore di forma F: 1.442 m	
Livello statico dal p.c.: 18.97 m	Carico idr. oltre p.c.: 0.10 m	
Carico idraulico H ₀ : 19.07 m	Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.10 m	

t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)
0	0	19.07	1
10	1.70	17.37	0.91
20	3.20	15.87	0.83
30	4.75	14.32	0.75
60	7.70	11.37	0.60
80	9.75	9.32	0.49
100	11.10	7.97	0.42
120	12.30	6.77	0.36
140	13.15	5.92	0.31
160	13.88	5.19	0.27
180	14.55	4.52	0.24
210	15.70	3.37	0.18
270	16.80	2.27	0.12
300	17.52	1.55	0.08
330	18.00	1.07	0.06
360	18.38	0.69	0.04
390	18.45	0.62	0.03
420	18.55	0.52	0.03
450	18.67	0.40	0.02
480	18.72	0.35	0.02
510	18.75	0.32	0.02
540	18.78	0.29	0.02
570	18.75	0.32	0.02
600	18.83	0.24	0.01
630	18.88	0.19	0.01
720	18.90	0.17	0.01
780	18.92	0.15	0.01
840	18.93	0.14	0.01
900	18.94	0.13	0.01
960	18.94	0.13	0.01
1030	18.95	0.12	0.01
1200	18.95	0.12	0.01
1500	18.96	0.11	0.01
1800	18.96	0.11	0.01

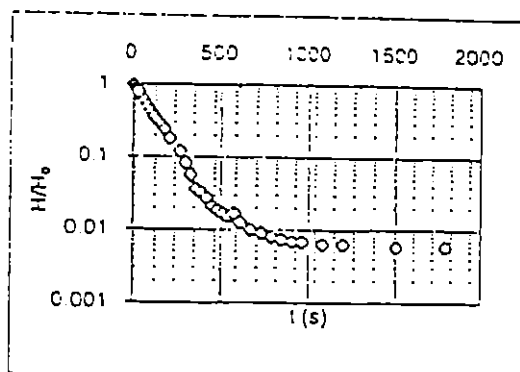
Prova a carico costante:

$$Q = 0.00177 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K = 6.44E-05 \text{ m/s}$$

Prova a carico variabile:

$$K = 4.83E-05 \text{ m/s}$$



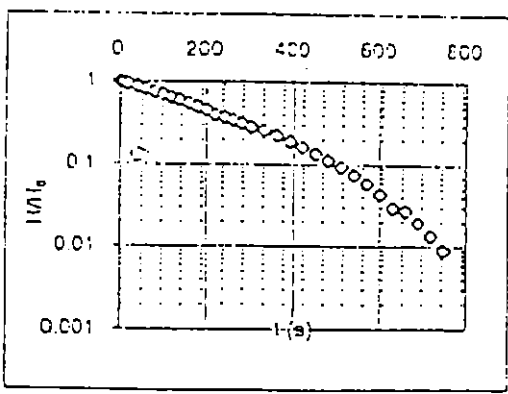
PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	x	
	Carico Variabile	x	
	Pompaggio	x	
			Foglio 1

Data:

Sito: Passante Ferroviario	Rilevatore: MC
Sondaggio: SN3	Prova N.: 1
φ Foro: 0.127 m	Fondo foro: 30.00 m
φ Tratto di prova: 0.101 m	Lungh. tratto di prova: 0.55 m
Area base foro: 0.008 m ²	Fattore di forma F: 1.042 m
Livello statico dal p.c.: 21.90 m	Carico idr. oltre p.c.: 0.30 m
Carico idraulico H ₀ : 22.20 m	Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.30 m

t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)	
0	0	22.2	1	Prova a carico costante: Q = 0.000917 m ³ /s K = 3.96E-05 m/s
10	0.70	21.50	0.97	
20	1.40	20.50	0.94	
30	2.90	19.30	0.87	
60	4.25	17.95	0.81	
80	5.60	16.60	0.75	
100	6.70	15.50	0.70	
120	7.85	14.35	0.65	
140	8.90	13.30	0.60	
160	9.95	12.25	0.55	
180	11.15	11.05	0.50	Prova a carico variabile: K = 3.2E-05 m/s
200	12.05	10.15	0.46	
220	13.40	8.80	0.40	
240	14.00	8.20	0.37	
260	14.65	7.55	0.34	
280	15.30	6.90	0.31	
300	15.95	6.25	0.28	
330	16.50	5.70	0.26	
360	17.25	4.95	0.22	
390	18.00	4.20	0.19	
420	18.60	3.60	0.16	
450	19.20	3.00	0.14	
480	19.70	2.50	0.11	
510	20.15	2.05	0.09	
540	20.55	1.65	0.07	
570	20.90	1.30	0.06	
600	21.25	0.95	0.04	
630	21.55	0.65	0.03	
660	21.60	0.60	0.03	
690	21.77	0.45	0.02	
720	21.90	0.30	0.01	
750	22.00	0.20	0.01	
810	22.10	0.10	0.00	
870	22.15	0.05	0.00	
930	22.15	0.05	0.00	
1050	22.15	0.05	0.00	
1350	22.15	0.05	0.00	



PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

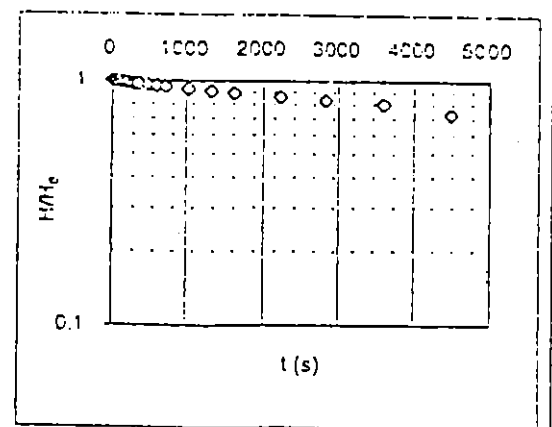
TIPO DI TEST	Carico Costante	x		Foglio	1
	Carico Variabile	x			
	Pompaggio	x			
				Data:	

Sito: Passante Ferroviario	Rilevatore: MC
Sondaggio: SN4	Prova N.: 1
φ Foro: 0.127 m	Fondo foro: 28.45 m
φ Tratto di prova: 0.101 m	Lungh. tratto di prova: 0.25 m
Area base foro: 0.008 m ²	Fattore di forma F: 0.959 m
Livello statico dal p.c.: 22.15 m	Carico idr. oltre p.c.: 0.30 m
Carico idraulico H ₃ : 22.45 m	Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.30 m

t	Prof. Livello	H	H/H ₀
(s)	(m)	(m)	(m)
0	0	22.45	1
10	0.07	22.38	1.00
20	0.09	22.36	1.00
60	0.12	22.33	0.99
80	0.15	22.30	0.99
100	0.17	22.28	0.99
120	0.20	22.25	0.99
140	0.25	22.20	0.99
160	0.31	22.14	0.99
180	0.37	22.08	0.98
200	0.40	22.05	0.98
220	0.44	22.01	0.98
240	0.47	21.98	0.98
270	0.53	21.92	0.98
300	0.59	21.86	0.97
330	0.65	21.80	0.97
360	0.71	21.74	0.97
480	0.92	21.53	0.96
600	1.12	21.33	0.95
720	1.31	21.14	0.94
1020	1.74	20.71	0.92
1320	2.15	20.30	0.90
1620	2.51	19.94	0.89
2220	3.18	19.27	0.86
2820	3.78	18.67	0.83
3600	4.45	18.00	0.80
4500	6.15	16.30	0.73

Prova a carico costante:
$Q = 8.33E-05 \text{ m}^3/\text{s}$
$K = 3.87E-06 \text{ m/s}$

Prova a carico variabile:
$K = 8.35E-07 \text{ m/s}$



PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

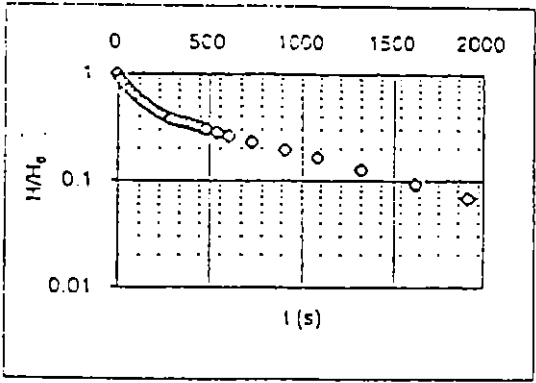
TIPO DI TEST		Carico Costante	x	Foglio 1
		Carico Variabile	x	
		Pompaggio		
				Data:
Sito: Passante Ferroviario		Rilevatore: MC		
Sondaggio: SN5		Prova N.: 1		
φ Foro:	0.127 m	Fondo foro: 29.87 m		
φ Tratto di prova:	0.101 m	Lungh. tratto di prova: 0.18 m		
Area base foro:	0.008 m ²	Fattore di forma F: 0.843 m		
Livello statico dal p.c.:	15.94 m	Carico idr. oltre p.c.: 0.31 m		
Carico idraulico H ₀ :	16.25 m	Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.31 m		
t	Prof. Livello	H	H/H ₀	
(s)	(m)	(m)	(m)	
0.1	0	16.25	1	Prova a carico costante: $Q = 0.000717 \text{ m}^3/\text{s}$ $K = 5.23E-05 \text{ m/s}$
20	1.30	14.95	0.92	
40	2.52	13.73	0.84	
60	3.60	12.65	0.78	
80	4.60	11.65	0.72	
100	5.50	10.75	0.66	
120	6.40	9.85	0.61	
140	7.20	9.05	0.56	
160	8.05	8.20	0.50	
180	8.70	7.55	0.46	
200	9.48	6.77	0.42	Prova a carico variabile: $K = 4.32E-05 \text{ m/s}$
220	10.10	6.15	0.38	
240	10.65	5.60	0.34	
260	11.15	5.10	0.31	
280	11.65	4.60	0.28	
300	12.15	4.10	0.25	
320	12.55	3.70	0.23	
340	12.90	3.35	0.21	
360	13.30	2.95	0.18	
380	13.60	2.65	0.16	
400	13.90	2.35	0.14	
420	14.15	2.10	0.13	
440	14.40	1.85	0.11	
460	14.65	1.60	0.10	
480	14.85	1.40	0.09	
540	15.30	0.95	0.06	
600	15.65	0.60	0.04	
660	15.85	0.40	0.02	
720	16.00	0.25	0.02	
840	16.11	0.14	0.01	
960	16.14	0.11	0.01	
1140	16.15	0.10	0.01	
1320	16.15	0.10	0.01	
1500	16.15	0.10	0.01	

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	x		Foglio	1
	Carico Variabile	x			
	Pompaggio			Date:	

Sito: Passante Ferroviario	Rilvatore: MC	
Sondaggio: SN6	Prova N.: 1	
Ø Foro: 0.127 m	Fondo foro: 18.00 m	
Ø Tratto di prova: 0.101 m	Lungh. tratto di prova: 0.30 m	
Area base foro: 0.008 m ²	Fattore di forma F: 1.042 m	
Livello statico dal p.c.: 14.25 m	Carico idr. oltre p.c.: 0.30 m	
Carico idraulico H ₀ : 14.55 m	Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.30 m	

t	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)	
0	0	14.55	1	Prova a carico costante: Q = 0.0008 m ³ /s K = 5.28E-05 m/s
10	1.50	13.05	0.90	
20	2.20	12.35	0.85	
40	3.00	11.55	0.79	
60	4.10	10.45	0.72	
80	4.90	9.65	0.66	
100	5.55	9.00	0.62	
120	6.31	8.24	0.57	
140	6.63	7.92	0.54	
160	7.05	7.50	0.52	
180	7.50	7.05	0.48	Prova a carico variabile: K = 8.74E-06 m/s
200	7.90	6.65	0.46	
220	8.20	6.35	0.44	
240	8.50	6.05	0.42	
260	8.75	5.80	0.40	
280	8.93	5.62	0.39	
300	9.15	5.40	0.37	
330	9.31	5.24	0.36	
360	9.42	5.13	0.35	
390	9.61	4.94	0.34	
420	9.75	4.77	0.33	
450	9.95	4.60	0.32	
480	10.12	4.43	0.30	
540	10.43	4.12	0.28	
600	10.75	3.80	0.26	
720	11.21	3.34	0.23	
900	11.74	2.81	0.19	
1080	12.15	2.40	0.16	
1320	12.71	1.84	0.13	
1620	13.20	1.35	0.09	
1920	13.56	0.99	0.07	
2320	14.00	0.55	0.04	
3720	14.28	0.27	0.02	
4620	14.45	0.10	0.01	
5520	14.49	0.06	0.00	

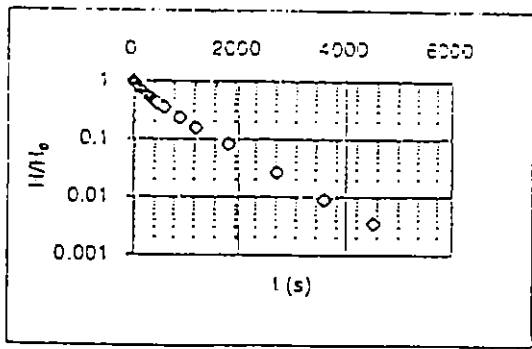


PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

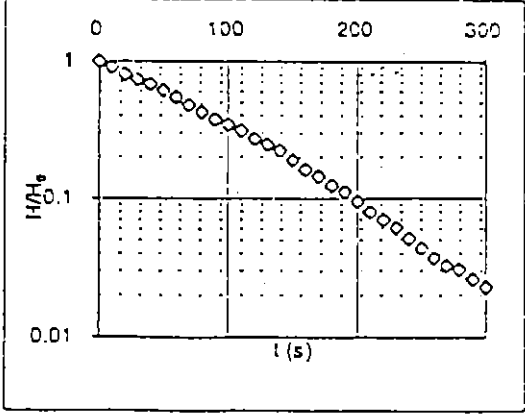
TIPO DI TEST	Carico Costante	x	
	Carico Variabile	x	
	Pompaggio		
			Foglio 1
			Data:

Sito: Passante Ferroviario	Rilevatore: MC
Sondaggio: SN6	Prova N.: 2
φ Foro: 0.127 m	Fondo foro: 26.80 m
φ Tratto di prova: 0.101 m	Lungh. tratto di prova: 0.10 m
Area base foro: 0.008 m ²	Fattore di forma F: 0.718 m
Livello statico dal p.c.: 14.20 m	Carico idr. oltre p.c.: 0.30 m
Carico idraulico H ₀ : 14.50 m	Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.30 m

t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)	
0	0	14.5	1	Prova a carico costante: $Q = 0.000467 \text{ m}^3/\text{s}$ $K = 4.49\text{E-}05 \text{ m/s}$
10	0.54	13.96	0.96	
20	0.94	13.56	0.94	
30	1.77	12.73	0.88	
60	2.32	12.18	0.84	
80	2.81	11.69	0.81	
100	3.27	11.23	0.77	
120	3.71	10.79	0.74	
140	4.11	10.39	0.72	
160	4.47	10.03	0.69	
180	4.82	9.68	0.67	Prova a carico variabile: $K = 1.43\text{E-}05 \text{ m/s}$
200	5.20	9.30	0.64	
220	5.53	8.97	0.62	
240	5.83	8.67	0.60	
260	6.14	8.36	0.58	
280	6.41	8.09	0.56	
300	6.70	7.80	0.54	
330	7.03	7.45	0.51	
360	7.33	7.15	0.49	
390	7.68	6.82	0.47	
420	8.01	6.49	0.45	
480	8.55	5.95	0.41	
600	9.46	5.04	0.35	
900	11.14	3.36	0.23	
1200	12.23	2.27	0.16	
1800	13.31	1.19	0.08	
2700	14.12	0.38	0.03	
3600	14.37	0.13	0.01	
4500	14.45	0.05	0.00	
5400	14.50	0.00	0.00	



PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST		Carico Costante	x	Foglio	1
		Carico Variabile	x		
		Pompaggio		Data:	
Sito: Passante Ferroviario		Rilevatore: MC			
Sondaggio: SN7		Prova N.: 1			
φ Foro:	0.127 m	Fondo foro:	16.40 m		
φ Tratto di prova:	0.101 m	Lungh. tratto di prova:	0.40 m		
Area base foro:	0.008 m ²	Fattore di forma F:	1.205 m		
Livello statico dal p.c.:	8.70 m	Carico idr. oltre p.c.:	0.50 m		
Carico idraulico H ₀ :	9.20 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	0.50 m		
t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)		
0	0	9.20	1	Prova a carico costante:	
10	0.86	8.34	0.91	Q = 0.000333 m ³ /s	
20	1.53	7.57	0.80		
30	2.47	6.73	0.73		
40	2.97	6.23	0.68		
50	3.60	5.60	0.61	K = 7.51E-05 m/s	
60	4.20	5.00	0.54		
70	4.82	4.38	0.48		
80	5.30	3.90	0.42		
90	5.75	3.45	0.38		
100	6.05	3.15	0.34		
110	6.35	2.85	0.31		
120	6.70	2.50	0.27	Prova a carico variabile:	
130	6.94	2.26	0.25	K = 7.39E-05 m/s	
140	7.15	2.05	0.22		
150	7.46	1.74	0.19		
160	7.71	1.49	0.16		
170	7.87	1.33	0.14		
180	8.06	1.14	0.12		
190	8.17	1.03	0.11		
200	8.33	0.87	0.09		
210	8.47	0.73	0.08		
220	8.56	0.64	0.07		
230	8.64	0.56	0.06		
240	8.73	0.47	0.05		
250	8.80	0.40	0.04		
260	8.86	0.34	0.04		
270	8.90	0.30	0.03		
280	8.92	0.28	0.03		
290	8.96	0.24	0.03		
300	8.99	0.21	0.02		
310	9.01	0.19	0.02		

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST		Carico Costante	<input checked="" type="checkbox"/>	Foglio 1
		Carico Variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Pompaggio	<input type="checkbox"/>	
				Data:
Sito: Passante Ferroviario		Rilevatore: MC		
Sondaggio: SN7		Prova N.: 1		
φ Foro:	0.127 m	Fondo foro:	16.40 m	
φ Tratto di prova:	0.101 m	Lungh. tratto di prova:	0.40 m	
Area base foro:	0.008 m ²	Fattore di forma F:	1.205 m	
Livello statico dal p.c.:	8.70 m	Carico idr. oltre p.c.:	0.50 m	
Carico idraulico H ₀ :	9.20 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	0.50 m	
t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)	
320	9.04	0.16	0.02	
330	9.06	0.14	0.02	
340	9.07	0.13	0.01	
350	9.08	0.12	0.01	
360	9.09	0.11	0.01	
390	9.10	0.10	0.01	
400	9.11	0.09	0.01	
420	9.12	0.08	0.01	
440	9.12	0.08	0.01	
460	9.12	0.08	0.01	
480	9.12	0.08	0.01	
510	9.13	0.07	0.01	
530	9.13	0.07	0.01	
600	9.13	0.07	0.01	
630	9.13	0.07	0.01	

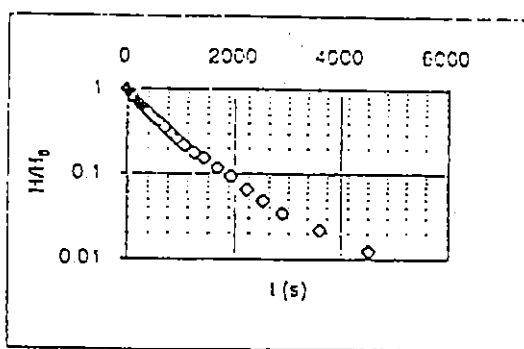
PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	x	Foglio 1
	Carico Variabile	x	
	Pompaggio		

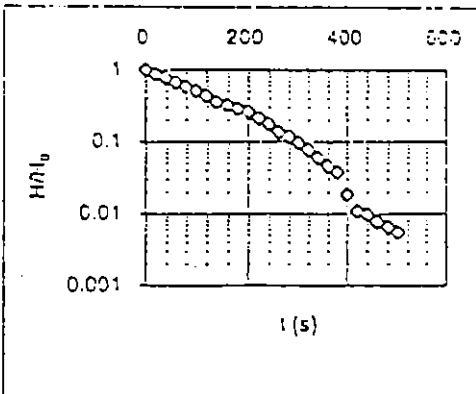
Data: _____

Sito: Passante Ferroviario	Rilevatore: MC
Sondaggio: SN9	Prova N.: 1
φ Foro: 0.127 m	Fondo foro: 15.07 m
φ Tratto di prova: 0.101 m	Lungh. tratto di prova: 0.40 m
Area base foro: 0.008 m²	Fattore di forma F: 1.205 m
Livello statico dal p.c.: 6.97 m	Carico idr. oltre p.c.: 0.33 m
Carico idraulico H ₀ : 7.30 m	Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.33 m

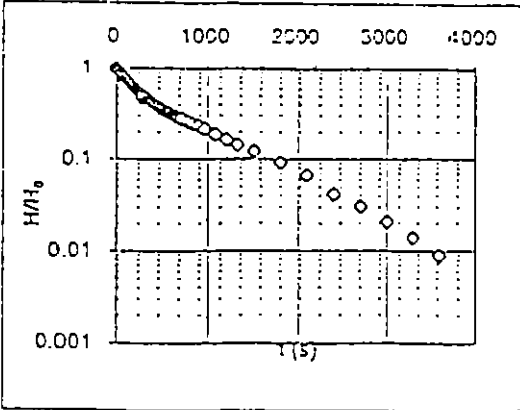
t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)	
0	0	7.3	1	Prova a carico costante: Q = 0.000167 m ³ /s K = 1.9E-05 m/s
10	0.10	7.20	0.99	
20	0.25	7.05	0.97	
60	0.80	6.50	0.89	
80	1.00	6.30	0.86	
100	1.25	6.05	0.83	
120	1.50	5.80	0.79	
140	1.75	5.57	0.76	
160	1.90	5.40	0.74	
180	2.10	5.20	0.71	
200	2.24	5.06	0.69	Prova a carico variabile: K = 5.32E-06 m/s
220	2.38	4.92	0.67	
240	2.50	4.80	0.66	
270	2.67	4.63	0.63	
300	2.82	4.48	0.61	
330	3.00	4.30	0.59	
360	3.17	4.13	0.57	
390	3.32	3.98	0.55	
420	3.48	3.82	0.52	
480	3.77	3.53	0.48	
540	4.03	3.27	0.45	
600	4.25	3.05	0.42	
660	4.45	2.85	0.39	
720	4.71	2.59	0.35	
840	5.11	2.19	0.30	
960	5.42	1.88	0.26	
1080	5.68	1.62	0.22	
1260	6.00	1.30	0.18	
1440	6.18	1.12	0.15	
1680	6.45	0.85	0.12	
1920	6.63	0.67	0.09	
2220	6.83	0.47	0.06	
2520	6.95	0.35	0.05	
2880	7.05	0.25	0.03	
3600	7.14	0.16	0.02	
4500	7.21	0.09	0.01	
5400	7.27	0.03	0.00	



PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	<input checked="" type="checkbox"/>		Foglio	1
	Carico Variabile	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Pompaggio	<input type="checkbox"/>			
			Data:		
Sito: Passante Ferroviario		Rilevatore: MC			
Sondaggio: SN11		Prova N.: 1			
φ Foro:	0.127 m	Fondo foro:	11.25 m		
φ Tratto di prova:	0.101 m	Lungh. tratto di prova:	0.85 m		
Area base foro:	0.008 m ²	Fattore di forma F:	1.559 m		
Livello statico dal p.c.:	9.00 m	Carico idr. oltre p.c.:	0.25 m		
Carico idraulico H ₀ :	9.25 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	0.25 m		
t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)		
0	0	9.25	1	Prova a carico costante:	
20	1.30	7.95	0.86	Q = 0.0507 m ³ /s	
40	2.10	7.15	0.77		
60	3.10	6.15	0.66		
80	3.85	5.40	0.58		
100	4.50	4.75	0.51	K = 4.01E-05 m/s	
120	5.20	4.05	0.44		
140	6.00	3.25	0.35		
160	6.30	2.95	0.32		
180	6.60	2.65	0.29		
200	6.84	2.41	0.26		
220	7.30	1.95	0.21		
240	7.61	1.64	0.18	Prova a carico variabile:	
260	7.98	1.27	0.14	K = 3.14E-05 m/s	
280	8.14	1.11	0.12		
300	8.35	0.90	0.10		
320	8.54	0.71	0.08		
340	8.70	0.55	0.06		
360	8.85	0.42	0.05		
380	8.90	0.35	0.04		
400	9.05	0.17	0.02		
420	9.15	0.10	0.01		
440	9.16	0.09	0.01		
460	9.15	0.07	0.01		
480	9.19	0.06	0.01		
500	9.20	0.05	0.01		
520	9.22	0.03	0.00		
540	9.23	0.02	0.00		
560	9.24	0.01	0.00		
580	9.24	0.01	0.00		
600	9.25	0.00	0.00		
620	9.25	0.00	0.00		
640	9.25	0.00	0.00		
660	9.25	0.00	0.00		

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST		Carico Costante	<input checked="" type="checkbox"/>	Foglio 1	
		Carico Variabile	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Pompaggio	<input type="checkbox"/>	Data:	
Sito: Passante Ferroviario		Rilevatore: MC			
Sondaggio: SN13		Prova N.: 1			
φ Foro: 0.127 m		Fondo foro: 15.80 m			
φ Tratto di prova: 0.101 m		Lungh. tratto di prova: 0.40 m			
Area base foro: 0.008 m ²		Fattore di forma F: 1.205 m			
Livello statico dal p.c.: 9.50 m		Carico idr. oltre p.c.: 0.64 m			
Carico idraulico H ₀ : 10.14 m		Sporgenza rivest. dal p.c.: 0.64 m			
t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)		
0	0	10.14	1	Prova a carico costante:	
20	0.65	9.49	0.94	Q = 0.0004 m ³ /s	
40	1.12	9.02	0.89		
60	1.56	8.58	0.85		
80	1.97	8.17	0.81		
100	2.36	7.78	0.77	K = 3.27E-05 m/s	
120	2.69	7.45	0.73		
140	3.03	7.06	0.70		
160	3.40	6.74	0.66		
180	3.72	6.42	0.63		
200	4.01	6.13	0.60		
220	4.29	5.85	0.58		
240	4.52	5.62	0.55	Prova a carico variabile:	
260	4.74	5.40	0.53	K = 1.48E-05 m/s	
280	4.95	5.19	0.51		
300	5.15	4.99	0.49		
320	5.33	4.81	0.47		
340	5.51	4.63	0.46		
360	5.66	4.48	0.44		
380	5.80	4.34	0.43		
400	5.96	4.18	0.41		
420	6.09	4.05	0.40		
440	6.21	3.93	0.39		
460	6.33	3.81	0.38		
480	6.44	3.70	0.36		
500	6.56	3.58	0.35		
520	6.66	3.48	0.34		
540	6.75	3.39	0.33		
560	6.83	3.31	0.33		
580	6.90	3.24	0.32		
600	6.96	3.18	0.31		
620	7.03	3.11	0.31		
640	7.09	3.05	0.30		
660	7.17	2.97	0.29		
680	7.24	2.90	0.29		

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	x		Foglio	1
	Carico Variabile	x			
	Pompaggio	x			
			Data:		
Sito: Passante Ferroviario		Rilevatore: MC			
Sondaggio: SN13		Prova N.: 1			
φ Foro:	0.127 m	Fondo foro:		15.80 m	
δ Tratto di prova:	0.101 m	Lungh. tratto di prova:		0.40 m	
Area base foro:	0.008 m ²	Fattore di forma F:		1.205 m	
Livello statico dal p.c.:	9.50 m	Carico idr. oltre p.c.:		0.64 m	
Carico idraulico H ₃ :	10.14 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:		0.64 m	
t	Prof. Livello	H	H/H ₃		
(s)	(m)	(m)	(m)		
700	7.30	2.84	0.28		
720	7.35	2.79	0.28		
780	7.51	2.63	0.26		
840	7.66	2.48	0.24		
900	7.75	2.35	0.23		
960	7.95	2.19	0.22		
1080	8.25	1.89	0.19		
1200	8.49	1.65	0.16		
1320	8.69	1.45	0.14		
1500	8.90	1.24	0.12		
1800	9.21	0.93	0.09		
2100	9.46	0.68	0.07		
2400	9.72	0.42	0.04		
2700	9.83	0.31	0.03		
3000	9.93	0.21	0.02		
3300	10.00	0.14	0.01		
3600	10.05	0.09	0.01		
3900	10.09	0.05	0.00		
4500	10.12	0.02	0.00		
5100	10.14	0.00	0.00		

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	x	Foglio	1/1
	Carico Variabile	x		
	Pompaggio	x	Data:	giu-97
Sito:	Torino-Stura	Rilevatore:	MM	
Sondaggio:	ST1	Prova N.:	LePI	
φ Foro:	0.101 m	Fondo foro:	9.70 m	
φ Tratto di prova:	0.108 m	Lungh. tratto di prova:	0.60 m	
Area base foro:	0.009 m ²	Fattore di forma F:	1.560	
Livello statico dal p.c.:	6.67 m	Carico idr. oltre p.c.:	m	
Carico idraulico H ₃ :	6.77 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	0.10 m	
t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)	
0	0	6.77	1	
10	0.005	6.77	1.00	
20	0.010	6.76	1.00	
40	0.015	6.76	1.00	
60	0.020	6.75	1.00	
80	0.025	6.75	1.00	
100	0.030	6.74	1.00	
120	0.034	6.74	0.99	
140	0.040	6.73	0.99	
160	0.042	6.73	0.99	
180	0.046	6.72	0.99	
200	0.052	6.72	0.99	
220	0.060	6.71	0.99	
240	0.066	6.70	0.99	
260	0.073	6.70	0.99	
280	0.079	6.69	0.99	
300	0.085	6.69	0.99	
330	0.095	6.68	0.99	
360	0.109	6.66	0.98	
390	0.116	6.65	0.98	
420	0.124	6.65	0.98	
450	0.134	6.64	0.98	
480	0.146	6.62	0.98	
510	0.152	6.62	0.98	
540	0.156	6.61	0.98	
570	0.170	6.60	0.97	
600	0.182	6.59	0.97	
630	0.190	6.58	0.97	
660	0.199	6.57	0.97	
690	0.210	6.56	0.97	
720	0.215	6.56	0.97	
750	0.220	6.55	0.97	
810	0.242	6.55	0.96	
870	0.260	6.51	0.96	

Prova a carico costante:

Q = 3.416E-06 m³/s

k = 3.2336E-07 m/s

Prova a carico variabile:

k = 3.9119E-07 m/s

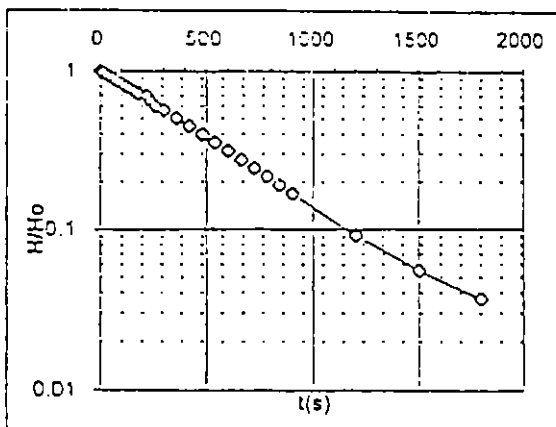
t(s)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST		Carico Costante	<input checked="" type="checkbox"/>	Foglio	1/1
		Carico Variabile	<input checked="" type="checkbox"/>		Data:
		Pompaggio	<input type="checkbox"/>		
Sito:		Torino-Stura	Rilevatore:	MMI	
Sondaggio:		ST1	Prova N.:	Lefl	
φ Foro:		0.101 m	Fondo foro:	9.70 m	
φ Tratto di prova:		0.108 m	Lungh. tratto di prova:	0.60 m	
Area base foro:		0.009 m ²	Fattore di forma F:	1.560	
Livello statico dal p.c.:		6.67 m	Carico idr. oltre p.c.:	m	
Carico idraulico H ₀ :		6.77 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	0.10 m	
t	Prof. Livello	H	H/H ₀		
(s)	(m)	(m)	(m)		
930	0.282	6.49	0.96		
1050	0.319	6.45	0.95		
1350	0.415	6.36	0.94		
1650	0.491	6.28	0.93		
1950	0.583	6.19	0.91		

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST	Carico Costante	<input checked="" type="checkbox"/>	Foglio	1/1
	Carico Variabile	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Pompaggio	<input type="checkbox"/>		
			Data:	giu-97
Sito:	Torino-Stura	Rilevatore:	MM	
Sondaggio:	ST2	Prova N.:	LeFI	
φ Foro:	0.101 m	Fondo foro:	15.00 m	
φ Tratto di prova:	0.108 m	Lungh. tratto di prova:	0.60 m	
Area base foro:	0.009 m ²	Fattore di forma F:	1.560	
Livello statico dal p.c.:	5.84 m	Carico idr. oltre p.c.:	m	
Carico idraulico H ₀ :	6.54 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	0.70 m	
t	Prof. Livello	H	H/H ₀	
(s)	(m)	(m)	(m)	
0	0	6.54	1	Prova a carico costante: Q = 0.00009833 m ³ /s k = 9.6353E-06 m/s
10	0.110	6.43	0.98	
20	0.220	6.32	0.97	
40	0.450	6.09	0.93	
60	0.670	5.87	0.90	
80	0.890	5.65	0.86	
100	1.100	5.44	0.83	
120	1.310	5.23	0.80	
140	1.490	5.05	0.77	
160	1.670	4.87	0.74	
180	1.850	4.69	0.72	Prova a carico variabile: k = 1.2231E-05 m/s
220	2.000	4.54	0.69	
240	2.380	4.16	0.64	
260	2.620	3.92	0.60	
300	2.840	3.70	0.57	
360	3.240	3.30	0.50	
420	3.610	2.93	0.45	
480	3.940	2.60	0.40	
540	4.250	2.31	0.35	
600	4.490	2.05	0.31	
660	4.740	1.80	0.28	
720	4.950	1.59	0.24	
780	5.130	1.41	0.22	
840	5.300	1.24	0.19	
900	5.440	1.10	0.17	
1200	5.940	0.60	0.09	
1500	6.180	0.36	0.06	
1800	6.300	0.24	0.04	



PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST		Carico Costante <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Foglio	1/1
		Carico Variabile <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Pompaggio <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Data:	giu-97
Sito:	Torino-Stura	Rilevatore:	MM		
Sondaggio:	ST3	Prova N.:	Lcfl		
φ Foro:	0.101 m	Fondo foro:	15.00 m		
φ Tratto di prova:	0.108 m	Lungh. tratto di prova:	0.50 m		
Area base foro:	0.009 m ²	Fattore di forma F:	1.404		
Livello statico dal p.c.:	5.80 m	Carico idr. oltre p.c.:	m		
Carico idraulico H ₀ :	6.40 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	0.60 m		
t (s)	Prof. Livello (m)	H (m)	H/H ₀ (m)		
0	0	6.4	1	Prova a carico costante:	
10	0.002	6.40	1.00	Q = 0.00000275 m ³ /s	
120	0.011	6.39	1.00		
240	0.026	6.37	1.00		
300	0.027	6.37	1.00		
480	0.033	6.37	0.99	k = 3.0595E-07 m/s	
600	0.041	6.36	0.99		
900	0.053	6.35	0.99		
1200	0.065	6.34	0.99		
1800	0.095	6.31	0.99		
				Prova a carico variabile:	
				k = 8.7135E-08 m/s	

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

TIPO DI TEST		Carico Costante	<input checked="" type="checkbox"/>	Foglio	1/1
		Carico Variabile	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Pompaggio	<input type="checkbox"/>	Data:	giu-97
Sito:	Torino-Stura	Rilevatore:	MM		
Sondaggio:	ST4	Prova N.:	LePI		
φ Foro:	0.127 m	Fondo foro:	10.00 m		
φ Tratto di prova:	0.127 m	Lungh. tratto di prova:	0.50 m		
Area base foro:	0.013 m ²	Fattore di forma F:	1.511		
Livello statico dal p.c.:	5.55 m	Carico idr. oltre p.c.:	m		
Carico idraulico H ₀ :	6.70 m	Sporgenza rivest. dal p.c.:	1.15 m		
t	Prof. Livello	H	H/H ₀		
(s)	(m)	(m)	(m)		
0	0	6.7	1	Prova a carico costante:	
10	0.140	6.56	0.98	Q = 1.008E-04 m ³ /s	
20	0.290	6.41	0.96		
40	0.560	6.14	0.92		
60	0.830	5.87	0.88		
80	1.080	5.62	0.84	k = 9.9606E-06 m/s	
100	1.330	5.37	0.80		
120	1.560	5.14	0.77		
140	1.790	4.91	0.73		
160	2.020	4.68	0.70		
180	2.230	4.47	0.67		
200	2.420	4.28	0.64	Prova a carico variabile:	
220	2.620	4.08	0.61		
240	2.820	3.88	0.58	k = 2.1495E-05 m/s	
260	3.000	3.70	0.55		
280	3.170	3.53	0.53		
300	3.330	3.37	0.50		
330	3.560	3.14	0.47		
360	3.800	2.90	0.43		
390	4.010	2.69	0.40		
420	4.210	2.49	0.37		
450	4.410	2.29	0.34		
480	4.580	2.12	0.32		
510	4.760	1.94	0.29		
540	4.930	1.77	0.26		
570	5.070	1.63	0.24		
600	5.210	1.49	0.22		
660	5.470	1.23	0.18		
720	5.680	1.02	0.15		
780	5.880	0.82	0.12		
840	6.030	0.67	0.10		
900	6.150	0.55	0.08		
1200	6.460	0.24	0.04		
1500	6.500	0.20	0.03		
1800	6.520	0.18	0.03		

