

COMUNE DI MONZA

Viabilità' di collegamento autostrade e tangenziali di Milano con
asse stradale Monza - Brianza nord

Progetto esecutivo dello

"Svincolo a due livelli per il collegamento stradale tra il casello
autostradale Monza Est e le Vie Industria - Montesanto e Marconi"

- Aggiornamento finale -

GIUNTA REGIONALE DELLA LOMBARDIA
SETTORE TERRITORIO TRASPORTI MOBILITA'
VISTO
L'ASSESSORE: MO. R. MANCHIORE

SERVIZIO BENI AMBIENTALI
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE
ALLEGATO AL PROT. N. 39448/94
L'ISTITUTORE

Relazione geotecnica



Ing. Carlo Rigoli
via Accademia, 18 - Milano - tel 70630803

collaboratori
Ing. Ermanno Calcinati
Dott. Geol. Aldo Sbrana
via C. Balbo, 11 - Milano - tel. 58315373/83
via C. Balbo, 11 - Milano - tel. 58315373/83

milano, luglio 1994

class. 16 / 94

15149509

ALDO SBRANA

Geologo

20136 Milano - Via Cesare Balbo, 11
☎ 583.153.83-73 - Fax 583.153.90

COMUNE DI MONZA

Viabilità di collegamento autostrade e tangenziali di Milano con
asse stradale Monza-Brianza nord

Progetto esecutivo dello

"Svincolo a due livelli per il collegamento stradale tra il casello
autostradale Monza Est e le Vie Industria - Montesanto e Marconi"

relazione geotecnica



PREMessa

Nel periodo 5-11 novembre sono state eseguite alcune prove di campagna per la caratterizzazione lito-stratigrafica e geomeccanica degli strati che dovranno essere interessati alla posa delle fondazioni a sostegno del Progetto Esecutivo della Viabilità di collegamento tra il casello autostradale (Monza Est) e la viabilità ordinaria del Comune di Monza, in zona S.Rocco.

In particolare sono stati effettuati n° 4 sondaggi a scopo geognostico, a carotaggio continuo - senza prelievo di campioni in quanto il materiale estratto e' risultato incoerente e in buona parte grossolano - e nei fori di sondaggio si sono realizzati Standard Penetrometric Tests a diversa profondità.

Per completare le indagini in situ e integrare i dati geotecnici raccolti sono state opportunamente ubicate n° 21 prove penetrometriche dinamiche - con penetrometro pesante Paganì, talora usato con ulteriore appesantimento della massa battente fino a raggiungere un maglio di 75 kg - per disporre di ulteriori informazioni riferite alle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti, con particolare riguardo a quelli al di sotto del prospettato tracciato stradale ed alla prevista localizzazione delle pile di sostegno del viadotto. (vedi Planimetria allegata e relativa Tav. di sezione)

Tutto ciò in ottemperanza a quanto prescritto dai D.M. 21.1.81 e D.M. 11.3.88, nonché nella circ. applicativa del Ministero dei LL.PP. n° 30483/88.

TRACCIATO DI PROGETTO

Secondo il progetto, il tracciato stradale che e' stato fatto oggetto d'indagine si estende per circa 400 metri tra la sponda destra del fiume Lambro ed il collegamento con la via delle Industrie, oltre il depuratore di S. Rocco, nel Comune di Monza.

La viabilita' progettata si sviluppa in rilevato ed al di sopra di alcune aree del depuratore forma un viadotto di lunghezza intorno ai 200 metri e di altezza minima all'incirca pari a 5,50 metri dal piano di scorrimento stradale degli automezzi attivi nel depuratore medesimo.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

- Vista la limitata ampiezza territoriale della zona indagata, lo studio degli aspetti squisitamente geologici e di giacitura stratigrafica e strutturale ad ampio raggio e' risultato superfino.

Peraltro, i terreni interessati dall'intervento sono attribuibili alla formazione del cosiddetto Alluvium, con piu' probabilita' recente, ricoprente depositi costituenti l'orizzonte del Diluvium di origine fluvio-glaciale, che rappresenta l'esteso "livello principale della pianura". (Il riferimento e' al F.° 45-46 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000)

Nell'area di nostro interesse, quindi, era prevedibile - ed e' stato confermato dai sondaggi - riscontrare una netta prevalenza di zone a ghiaia e sabbia, in cui e' possibile riconoscere alcune stratificazioni, determinate da numerosi lenti a granulometria diversa, ma composte da elementi di dimensioni simili tra di loro.

Sono pure frequenti strati sabbiosi, di spessore variabile, sempre misti a ghiaietto e ciottoli, ma talora associati a materiale più fine di tipo limoso e raramente argilloso.

- Nella progettazione e costruzione di grandi opere stradali, pur se di limitata estensione lineare come nel nostro caso, i caratteri geomorfologici dell'area di intervento possono condizionare sensibilmente lo sviluppo planialtimetrico dei tracciati, il loro dimensionamento e la loro stabilità.

Nel caso specifico, gli aspetti morfologici rilevanti sono costituiti dalla incisione in cui scorre il Lambro e da quella, immediatamente vicina, in cui è posizionato l'impianto di depurazione di S. Rocco, del Consorzio per il risanamento dell'Alto Lambro.

Cio' ha imposto, insieme a motivi di ordine economico, la soluzione del rilevato e del viadotto di attraversamento di queste "depressioni" per il tracciato della strada, tanto più che l'andamento pianeggiante di tutta la zona adiacente garantisce dal rischio di instabilità potenziale o di dissesto dal punto di vista gravitativo.

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

I 4 sondaggi - e le relative SPT in foro (3 per sondaggio) - eseguiti nei punti accessibili dalle apparecchiature (non va dimenticato che la presenza delle diverse sezioni dell'impianto poteva condizionare il posizionamento dei mezzi) sono state ubicate tenendo conto della problematicità dell'intervento - vedi Planimetria - in modo da acquisire una sufficiente mole di informazioni sui parametri geotecnici dei terreni attraversati.

Questo al fine di un corretto dimensionamento delle opere di fondazione e di sostegno, che già dal progetto di massima risultavano impegnative ed imponenti.

I sondaggi hanno raggiunto una profondità di 20 m dal p.c. attuale, in ogni punto, mentre le prove penetrometriche dinamiche sono state spinte fino alla profondità del rifiuto alla penetrazione ($N > 100$ colpi/30 cm).

Le colonne litostatiche risultanti, insieme alla elaborazione numerica ed ai relativi grafici sono riportati in Allegato e la loro correlazione e' presentata nella Tav. 1.

VALUTAZIONI GEOTECNICHE

In generale, i dati di campo suggeriscono immediatamente valori di portanza dei terreni attraversati assolutamente soddisfacenti.

E' naturale che l'attenzione, nel corso dell'indagine, si sia concentrata nella parte di tracciato relativa al viadotto, ma anche per quanto riguarda la presenza di un rilevato di raccordo fino alla prima pila che si trova sulla sponda del f. Lambro, la Resistenza alla penetrazione degli strati meno profondi che si puo' ipotizzare per analogia con le prove penetrometriche viciniori, garantisce una buona stabilita' dello stesso, sia a monte che a valle .

Diventa percio' del tutto ragionevole supporre che in tutto il tratto di raccordo tra l'attuale p.c. e l'altezza del viadotto , il rilevato poggera' su strati prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, la cui capacita' portante risulta di estrema sicurezza per i carichi prevedibili ed in cui sembra corretto escludere comportamenti litotecnici differenziali.

Per quanto concerne i punti interessati alle pile di sostegno, risulta evidente che gli enormi carichi in gioco, statici e dinamici, impongono una valutazione precisa dei parametri geotecnici indicati dalle prove e dai sondaggi ed un attento esame dei tipi e delle modalita' delle fondazioni da realizzare.

I risultati dei test in foro e di quelli esterni hanno un diverso grado di attendibilita' a partire da una certa profondita'.

Infatti, a causa della forte Resistenza incontrata nel terreno (vedi tabelle e grafici allegati) , nelle prove da P1 a P21 si e' generalmente avuto un rifiuto alla penetrazione intorno ad una quota - assoluta- di 138 / 139 m sul l.m. (Variabile cioe' tra -4.50 m e -10.50 m dal p.c. di ogni prova e sondaggio)

Di conseguenza, al di sotto di quella quota possono essere valutati opportunamente solo i campioni estratti durante il carotaggio ed i valori risultanti dalle SPT effettuate alle diverse profondita'.

L'analisi accurata delle colonne stratigrafiche ricostruite con i sondaggi permette una "taratura" dei dati penetrometrici raccolti durante gli **SCPT** esterni.

Essa si basa sul confronto tra le caratteristiche geomeccaniche effettivamente rilevabili e/o calcolabili con gli SCPT ed i litotipi incontrati alle profondità corrispondenti : da quel punto, ogni omogeneità o variazione verticale della stratigrafia (in caratteristiche granulometriche , velocità di avanzamento del carotiere e quindi stato di addensamento del terreno, ecc.) permette, con buona approssimazione¹, di attribuire a questi strati più profondi valori di Rp riscontrati negli orizzonti superiori.

Cio' risulta tanto più attendibile , in quanto il Numero di colpi degli SPT in foro può essere rapportato, attraverso abaci opportuni, a quello delle prove con il penetrometro pesante.

Infine, la comparazione che abbiamo ipotizzato diventa corretta, dal momento che i diagrammi e le stratigrafie mostrano una sostanziale uniformità litologica e di giacitura dei terreni attraversati, sia in senso verticale che orizzontale : e questo supporta egregiamente l'analoga dei risultati ottenuti con prove diverse.

Nei sondaggi, sotto un orizzonte superficiale di terreno di riporto, si ha una successione di strati in cui il materiale granulare incoerente, con elementi di medie e grosse dimensioni - ghiaie e ciottoli - costituisce l'elemento di gran lunga più costante e frequente, a fronte di una matrice sabbiosa, presente soprattutto nei terreni attraversati dal sondaggio S3, che comunque resta sempre associata a ghiaietto e ciottoli.

Il materiale coesivo si ritrova solo in tracce, molto poco significative, tranne che verso la parte finale dei fori (mediamente intorno ai 19.00 m) dove peraltro è inglobato nella sabbia e nella ghiaia prevalenti.

¹ Nella zona presa in esame è stato possibile pure utilizzare, a conforto dei risultati così ottenuti, i dati di alcune prove penetrometriche riferentesi alla vicina area dei ponti sul Lambrò, che hanno raggiunto quote più basse partendo, più o meno, dal livello di scorrimento del fiume.

RISULTATI GEOTECNICI

Dal momento che i carichi esercitati sulle strutture di fondazione sono chiaramente molto alti, si e' subito presa in considerazione la necessita' di una fondazione profonda su pali.

Stante la delicatezza connessa al luogo di intervento, l'impianto di depurazione, sono da predere in esame soltanto pali trivellati e di conseguenza con attrito laterale ridotto.

1.

Pertanto, per il calcolo della portata abbiamo utilizzato, all'interno della formula di Cagnot-Kerisel, soltanto la componente di punta della portata del palo, anche se nel corso dell'esecuzione puo' essere prevista una modalita' che comporti un qualche effetto positivo di attrito laterale del palo stesso.

Occorre inoltre premettere che nella dimensione dei pali, che abbiamo valutato con due diametri diversi ($\varnothing = 100$ cm e $\varnothing = 120$ cm) sono stati sempre considerati valori di angolo di attrito $\varphi = 35^\circ$ decisamente cautelativi, che richiamano valori di N_q altrettanto prudentiali.

Infine, anche nel coefficiente di sicurezza finale, si e' preferito procedere ai calcoli sia utilizzando il coefficiente pari a 2.5 generalmente accettato per opere di questo tipo che quello pari a 3.0, che rappresenta una ulteriore cautela per il dato definitivo.

Di seguito viene presentata la tabella riassuntiva dei valori di portata trovati, in per valori diversi di h e D , partendo dalla formula semplificata di Cagnot-Kerisel, in modo da offrire un adeguato range di scelta al tecnico strutturista:

$$Q_b = \frac{1}{2} \pi \cdot D^2 \cdot h \cdot N_q$$

in cui D = diametro del palo
 h = altezza del palo
 N_q = costante funzione dell'angolo di attrito

2.

Una conferma alla validità, anche cautelativa, dei valori riportati nelle Tab. 1-2 e' data dalle capacità portanti che si possono calcolare utilizzando formule di altri autori, a partire dai risultati penetrometrici diretti, ad esempio delle SPT alle varie profondità:

Così, trascurando anche in questo caso la componente dovuta alla coesione, visti i litotipi presenti, si può utilizzare una relazione valida per terreni sabbiosi e facilmente drenabili, che dà:

$$Q_b = A_p (\gamma \cdot D \cdot N_q + 0.3 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma)$$

TAB. 2

con $\varphi = 35^\circ$ $N_q = 40$ e coeff. di sicurezza $f = 3.0$		
Q_b	$D = 1.00 \text{ m}$	$D = 1.20 \text{ m}$
$h = 10.0 \text{ m}$	100.0 t	120.0 t
$h = 12.0 \text{ m}$	120.5 t	145.0 t
$h = 14.0 \text{ m}$	145.0 t	170.0 t

TAB. 1

con $\varphi = 35^\circ$ $N_q = 40$ coeff. di sicurezza $f = 2.5$		
Q_b	$D = 1.00 \text{ m}$	$D = 1.20 \text{ m}$
$h = 10.0 \text{ m}$	120 t	142.5 t
$h = 12.0 \text{ m}$	144 t	173.3 t
$h = 14.0 \text{ m}$	170 t	203.6 t

dove :

Ap = sezione del Palo
B = diametro del palo
Nq, Nr = fattori funzione di φ
D = profondità o lunghezza del palo
 γ = peso di volume del terreno

Con questa relazione, il valore della capacità portante di ogni palo, di lunghezza D pari a 10.0 m viene calcolata in **220 t**.

3.

Infine, tenendo conto che con i pali trivellati si ha un rimaneggiamento ed in genere una decompressione del terreno vicino alla punta, si può determinare il carico ammissibile sopportato da ogni palo, con una relazione che mette direttamente a contatto il Numero dei colpi, riscontrato nella SPT ad una determinata profondità, con i valori della Rp, utilizzando un coeff. di sicurezza variabile da un minimo di 6 ad un massimo di 9, in funzione delle condizioni litostatiche del terreno interessato.

Poiché nel nostro caso queste condizioni appaiono soddisfacenti, si può ritenere adeguato un coefficiente pari a 9, da cui si deduce un valore della **capacità portante di 225 t/mq**, in tutto analogo a quelli trovati con gli altri metodi.

Un'ultima e rapida considerazione riguarda il problema dei **cedimenti possibili**.

Dalle stratigrafie e' possibile dedurre una scarsa presenza di materiale coesivo e quindi compressibile a tutte le profondità. Anche il già accennato straterello di materiale limoso risulta scarsamente significativo a questo fine, sia per la sua profondità, ma ancor di più per essere sempre inglobato all'interno di orizzonti sabbiosi e ricchi di ghiaietto e ciottoli.

Inoltre, la sostanziale omogeneità litologica e geomecanica riscontrata in tutte le prove, dovrebbe far diventare trascurabili anche cedimenti differenziali all'interno dell'area di appoggio delle strutture complesse di fondazione.

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

- L'influenza della vicinanza di diversi pali può avere effetti riduttivi sulla capacità portante dei singoli pali.

Per limitare questo effetto negativo è necessario che la distanza tra gli assi dei pali sia opportuna, anche per bilanciare l'effetto già ricordato di decompressione e rimaneggiamento del terreno profondo nel corso della trivellazione.

Dalle considerazioni finora espresse si ritiene che sia sufficiente che questa distanza $d \geq 2.5 D$;

- Nel corso della esecuzione della palificata occorre verificare la uniformità verticale ed areale dei terreni, segnalata dai rilievi di campagna finora fatti.

La portata trovata con le relazioni precedenti tiene già in debito conto la riduzione delle possibili eccentricità dei carichi e dei sovraccarichi, così come ci sono stati forniti, che dovranno comunque essere ben valutati all'atto della formazione dei pali e della rigidità della struttura di collegamento delle teste dei pali stessi ;

- Nel caso, che pensiamo molto probabile, in cui la struttura litostatica indicata venga confermata, dai calcoli fatti viene suggerita una lunghezza dei pali intorno a - 12.0 m dal p.c., che appare ovunque la quota di massima sicurezza e consente una portata totale intorno a 3000 tonnellate per una dimensione basale ipotizzata di 8x20 mq

Naturalmente andrà considerata, con la conoscenza dei valori reali dei carichi effettivamente esercitati, l'opportunità di una maggiore lunghezza di ognuno, nel caso in cui il basamento necessario a collegare i singoli pali risulti eccessivamente esteso ; oppure la possibilità di avere lunghezze diverse, ad esempio più ridotte al centro, dove sono meno sensibili gli effetti dei momenti flettenti di tutta la struttura ;

- E' possibile , anche prima della conclusione di ogni palificata, eseguire prove di carico che , opportunamente scelte, confermino la corretta esecuzione e la tenuta di ogni palo.

Nel nostro caso è ovvio che, trattandosi di pali costruiti in opera, il tempo necessario alla maturazione del calcestruzzo è elemento fondamentale di interpretazione dei risultati della eventuale prova.

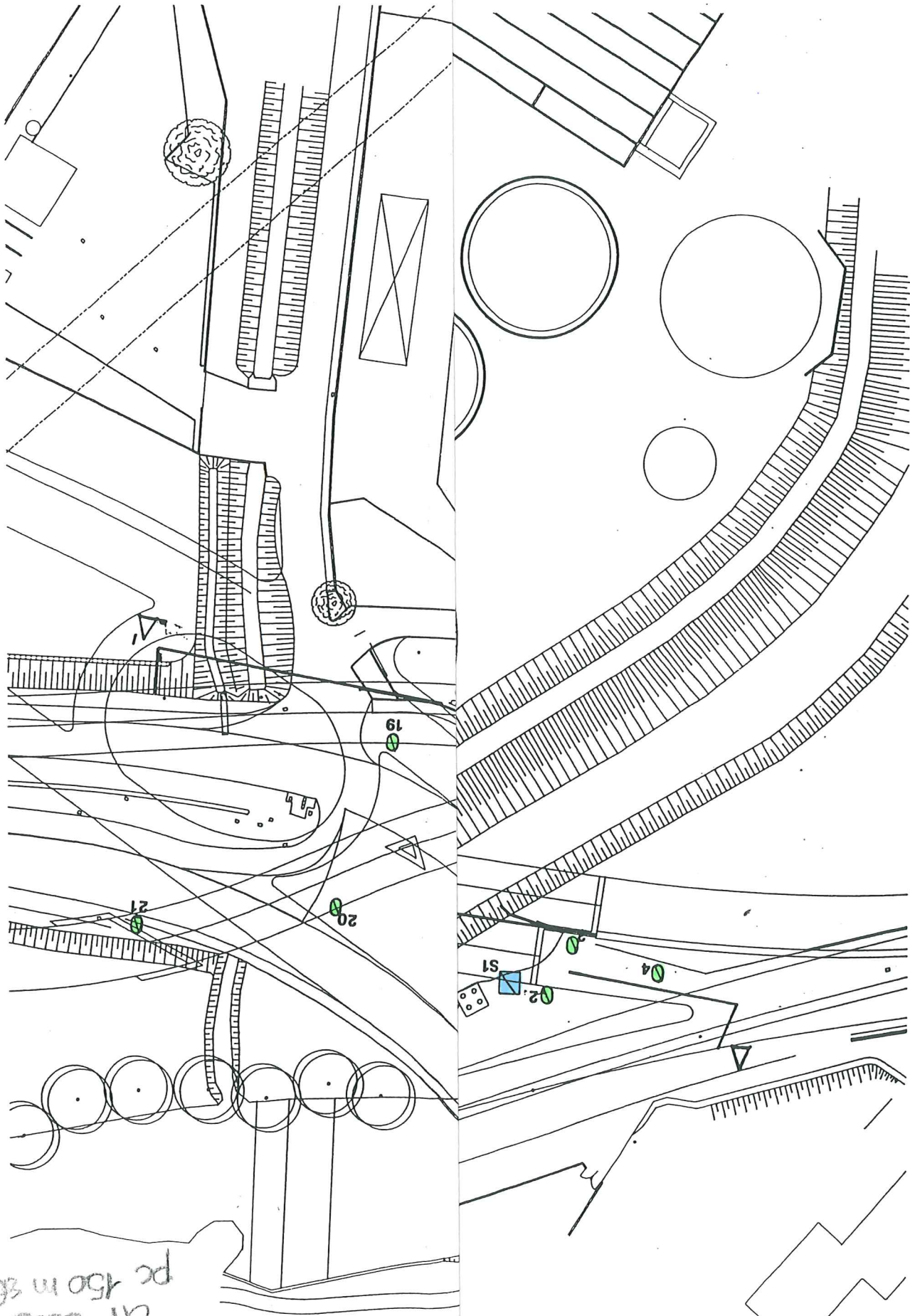
Planimetria

traccia sez.

scala 1:1000

ctr BSCS

pc 150 m slm



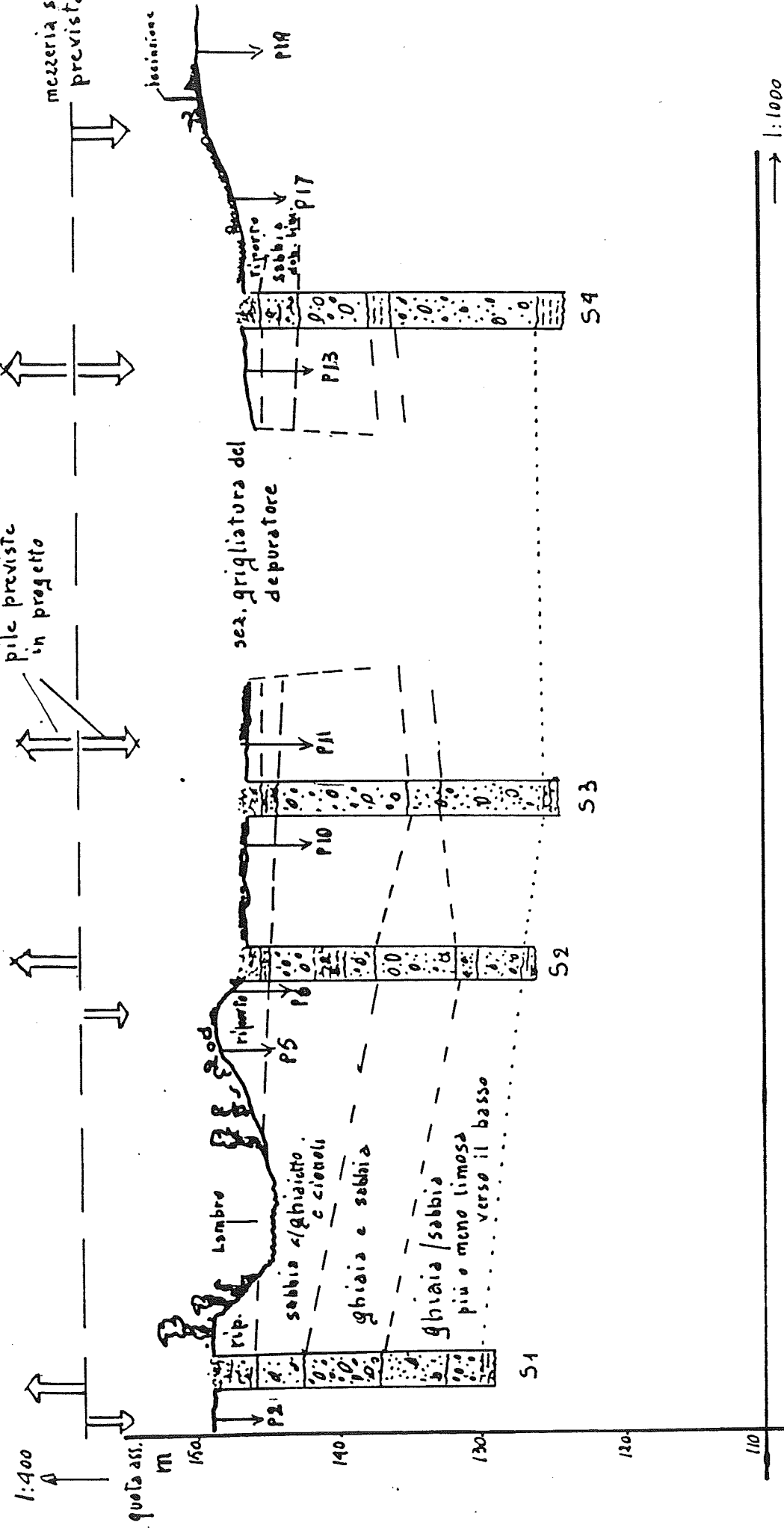
azione
 pen
 con

SEZ. AA'

1:400

ubicazione
pile previste
in progetto

mezzeria strad
prevista



S = sondaggi

P = penetrometric

quota: F4 punta F5 punta F6 punta F7. rlv. rlv. rlv.

12.11.92

06.11.92

06.11.92

prof.

0,00

0,30

0,60

0,90

1,20

1,50

1,80

2,10

2,40

2,70

3,00

3,30

3,60

3,90

4,20

4,50

4,80

5,10

5,40

5,70

6,00

6,30

6,60

6,90

7,20

7,50

7,80

8,10

8,40

8,70

9,00

9,30

9,60

9,90

10,20

10,50

10,80

11,10

11,40

11,70

12,00

12,30

12,60

12,90

100

73

44

33

48

41

34

34

17

12

7

5

8

10

11

11

7

4

3

12

10

3

2

1

3

5

4

5

100

97

73

65

60

58

21

21

16

4

6

7

6

6

8

7

9

7

8

10

14

8

3

4

0

0

2

50

45

37

24

25

22

18

14

14

9

9

11

10

9

8

7

15

13

9

3

0

0

0

100

70

36

36

11

13

16

10

17

15

12

8

3

5

0

40

47

34

28

26

27

19

14

12

8

8

8

3

0

12,90

12,60

12,30

12,00

11,70

11,40

11,10

10,80

10,50

10,20

9,90

9,60

9,30

9,00

8,70

8,40

8,10

7,80

7,50

7,20

6,90

6,60

6,30

6,00

5,70

5,40

5,10

4,80

4,50

4,20

3,90

3,60

3,30

3,00

2,70

2,40

2,10

1,80

1,50

1,20

0,90

0,60

0,30

0,00

Prof.

P7 punta rlv. P8 punta rlv. P9 punta rlv.

quota:

06.11.92

06.11.92

06.11.92

Prof.

0,00
0,30
0,60
0,90
1,20
1,50
1,80
2,10
2,40
2,70
3,00
3,30
3,60
3,90
4,20
4,50
4,80
5,10
5,40
5,70
6,00
6,30
6,60
6,90
7,20
7,50
7,80
8,10
8,40
8,70
9,00
9,30
9,60
9,90
10,20
10,50
10,80
11,10
11,40
11,70
12,00
12,30
12,60
12,90

5
10
4
2
11
18
7
5
6
9
17
15
22
43
26
100

0
0
4
5
7
9
12
13
17
15
22
38
41

5
5
5
5
6
7
12
6
7
14
25
22
46
44
71
100

0
2
0
4
3
8
12
12
11
15
25
24
26
20
21
25
35

5
5
7
9
9
7
12
9
7
5
8
4
12
27
45
100

0
0
3
5
5
7
12
12
9
5
17
10
15
21

0,00
0,30
0,60
0,90
1,20
1,50
1,80
2,10
2,40
2,70
3,00
3,30
3,60
3,90
4,20
4,50
4,80
5,10
5,40
5,70
6,00
6,30
6,60
6,90
7,20
7,50
7,80
8,10
8,40
8,70
9,00
9,30
9,60
9,90
10,20
10,50
10,80
11,10
11,40
11,70
12,00
12,30
12,60
12,90

Prof.

COMMITTENTE:

Dr. SPRANA

CANTIERE: MONZA - ALTO LAMBRO

OPERATORE:

ELABORAZIONE DATI: STUDIO GEOPLAN

P10 punta rlv. P11 punta rlv. P12 punta rlv.

Quota:

06.11.92

06.11.92

06.11.92

Prof.

0,00

0,30

0,60

0,90

1,20

1,50

1,80

2,10

2,40

2,70

3,00

3,30

3,60

3,90

4,20

4,50

4,80

5,10

5,40

5,70

6,00

6,30

6,60

6,90

7,20

7,50

7,80

8,10

8,40

8,70

9,00

9,30

9,60

9,90

10,20

10,50

10,80

11,10

11,40

11,70

12,00

12,30

12,60

12,90

100

66

42

11

5

5

7

5

23

16

3

6

3

5

0

5

22

13

10

12

13

7

12

15

17

13

44

73

100

100

73

44

19

17

15

13

12

15

14

16

18

19

21

24

25

30

23

27

28

44

35

45

100

21

19

18

16

14

13

12

15

14

16

18

19

21

24

25

30

23

27

28

44

35

45

100

100

45

35

44

28

27

24

23

18

17

15

18

22

25

35

35

25

22

18

17

15

18

22

25

35

0,00

0,30

0,60

0,90

1,20

1,50

1,80

2,10

2,40

2,70

3,00

3,30

3,60

3,90

4,20

4,50

4,80

5,10

5,40

5,70

6,00

6,30

6,60

6,90

7,20

7,50

7,80

8,10

8,40

8,70

9,00

9,30

9,60

9,90

10,20

10,50

10,80

11,10

11,40

11,70

12,00

12,30

12,60

12,90

568F92

DR. GERARD

CANTIERE: MONZA - ALTO LAMPO

OPERATORE:

LABORAZIONE DATI: STUDIO GEPLAN

P19 punta rlv. P20 punta rlv. P21 punta rlv.

quota:

07.11.92

11.11.92

11.11.92

prof.

0,00	2	0	5	1	2
0,30	25	2	12	5	4
0,60	25	2	12	5	4
0,90	43	21	25	14	10
1,20	26	14	14	11	4
1,50	8	15	15	13	5
1,80	8	16	16	13	5
2,10	4	14	13	11	2
2,40	8	12	8	8	7
2,70	12	17	15	8	10
3,00	17	15	13	7	9
3,30	25	15	12	8	11
3,60	9	19	14	9	13
3,90	27	23	22	9	10
4,20	42	24	22	10	13
4,50	25	22	16	18	17
4,80	21	16	8	12	17
5,10	26	17	28		
5,40	33	30	13		
5,70	41	34	10		
6,00	46	31	8		
6,30	42	16	7		
6,60	18	23	30		
6,90	32	28	63		
7,20	31	27	79		
7,50	32		75		
7,80	32		100		
8,10	78				
8,40	175				
8,70	99				
9,00				100	
9,30				51	
9,60				48	
9,90				41	
10,20				51	
10,50				42	
10,80				36	
11,10				25	
11,40				33	
11,70				31	
12,00				25	
12,30				18	
12,60				13	
12,90				14	

[illegible]

[illegible]

**QUOTA DA
P.C.**

58505 4645292

DR. SBRANA

REPORT: 568R92

568R92

ALLEGATO:

PROVINCIA: MILANO

COMUNE: MONZA

LOCALITA': CONSORZIO ALTO LAMBRO

QUOTA: P.C. 146.5 m

DATA: 12.11.92

ASS. CANTIERE: Dr. Resnati
LIVELLO FALDA: m da p.c.

Terrano vegetale

Ghiaccio • sabbia con ciottoli • max > 10cm

Sabbia media nocciola con rari ciottoli
 Ø max 2 cm

Ghiola e sabbia con ciottoli $\varnothing > 10$ cm

Sabbia media con ghiaia e ciottoli

Ծանալի թույլ ժլտոտե լք ընդհանրապես սոս
 ան 5 8 լլլլլլլ լլլ սոս ժլտոտե 8 ժլլլլլ

[illegible]

Sabbia media con ghiaietto e ghiaia più sabbiosa e limosa verso il basso

57

● punto
○ comp.

PROF.	N
-------	---

LSN

POCKET

VAVE TEST

8.0	0
8	41
R	(cm)

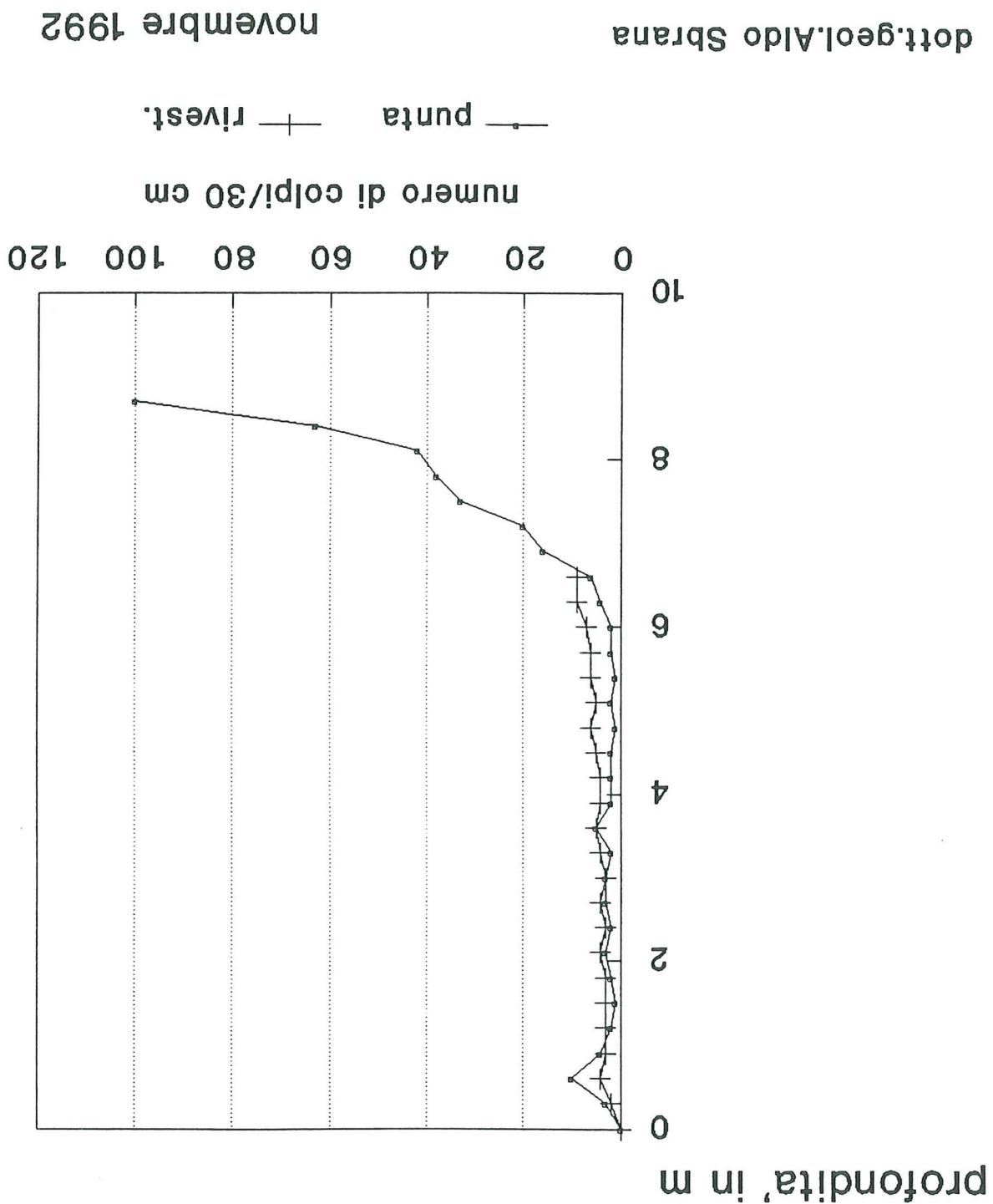
15.0	O	(12cm)
	R	

SONDAGGIO GEOTECNICO N. 3		COMMITTENTE Dr. SBRANA		585C541825345	
RAPPORTO: 568R92		PROVINCIA: MILANO		LOCALITA': CONSORZIO ALTO LAMBRO	
ALLEGATO:		COMUNE: MONZA		QUOTA: p.c. 145.2 m	
ATTREZZO PERF.		QUOTA DA P.C.		INDAGGO	
PROFILO STRATIGRAFICO		DATA: 12.11.92 ASS. CANTIERE: Dr. Resnati LIVELLO FALDA: m da p.c.		Terreno vegetale Sabbia debolmente limosa con rari ciottoli Ghiala con sabbia e ciottoli Ø max 8 cm Sabbia media e fine grigio-nocciola talora limosa con raro ghiaietto Ghiala e sabbia con passate di ghiaietto Sabbia media e fine con frequenti passate di ghiala e ciottoli Ø > 10 cm specie oltre i 15 m	
PROF. M		SPT		13.5	
O comp.		O punto		0	
N _{SPT}		N		39	
POCKET		N		27	
VANE TEST		N		13	
				5.0	
				0	
				13.5	
				0	
				47	
				36	
				22	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	
				27	
				39	
				27	
				13	

[illegible]

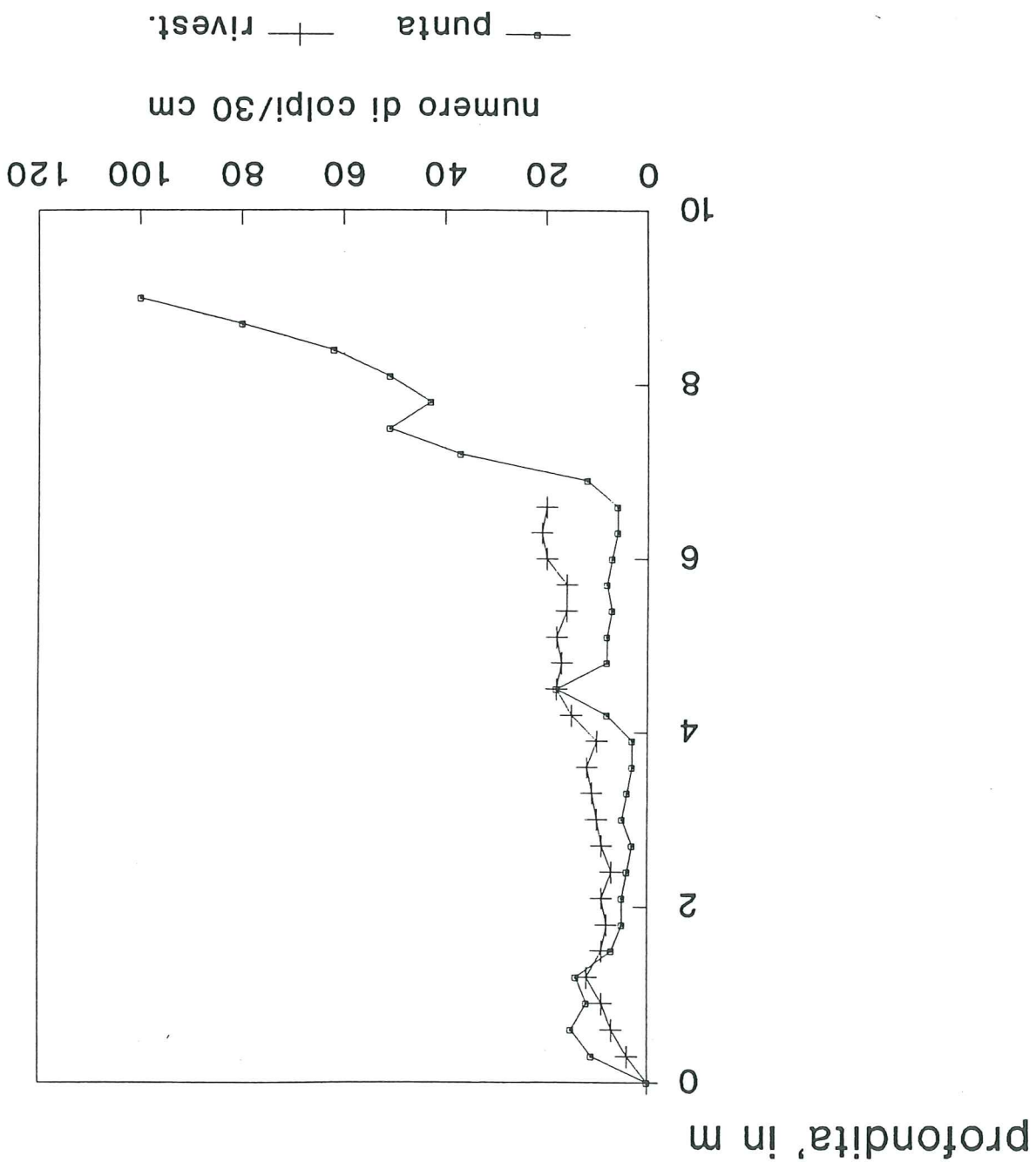
DB5C5/0965291

PROVA PENETROMETRICA n. 1
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



DB5C510845272

PROVA PENETROMETRICA n. 2
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

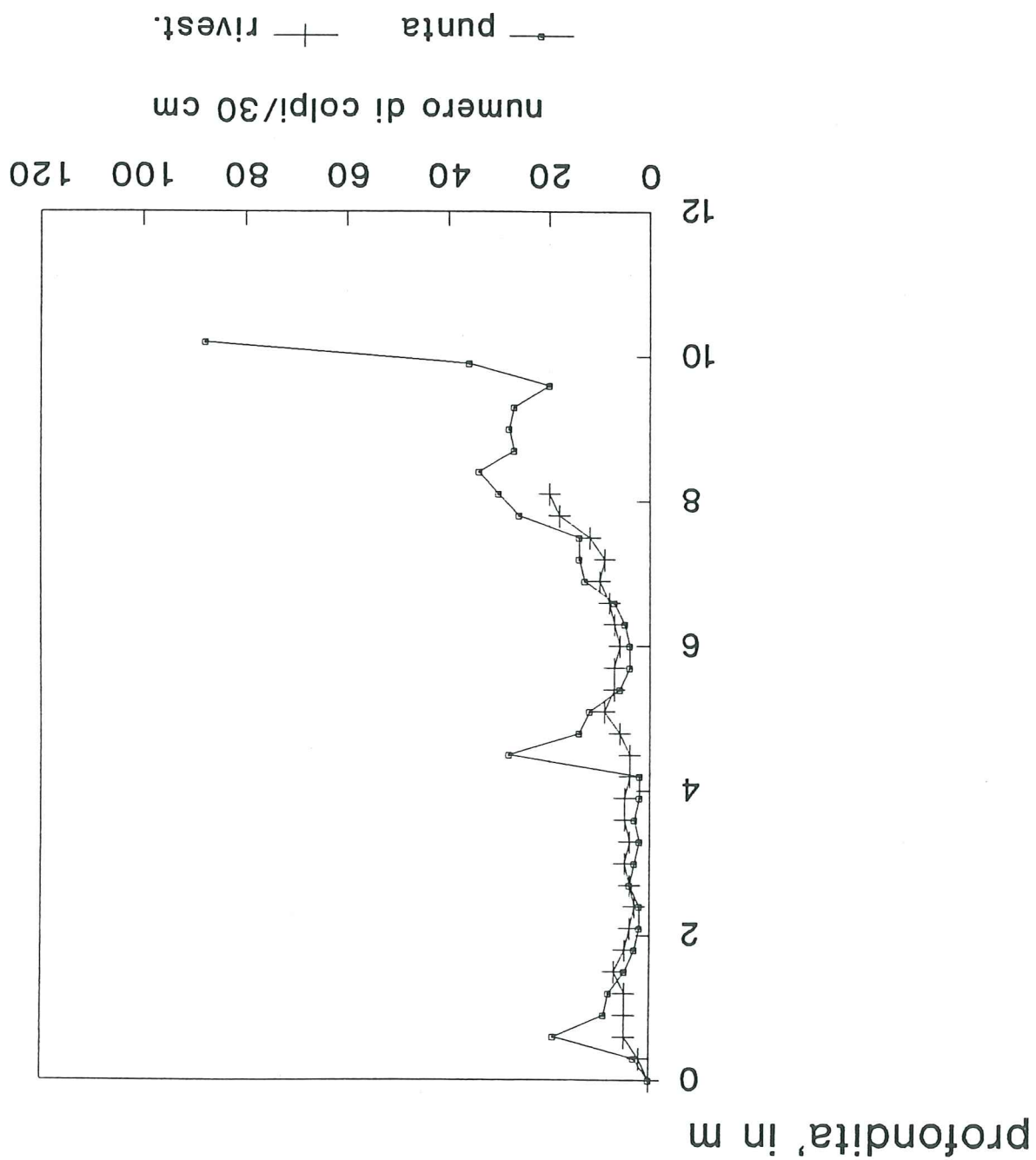


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C510815260

PROVA PENETROMETRICA n. 3
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

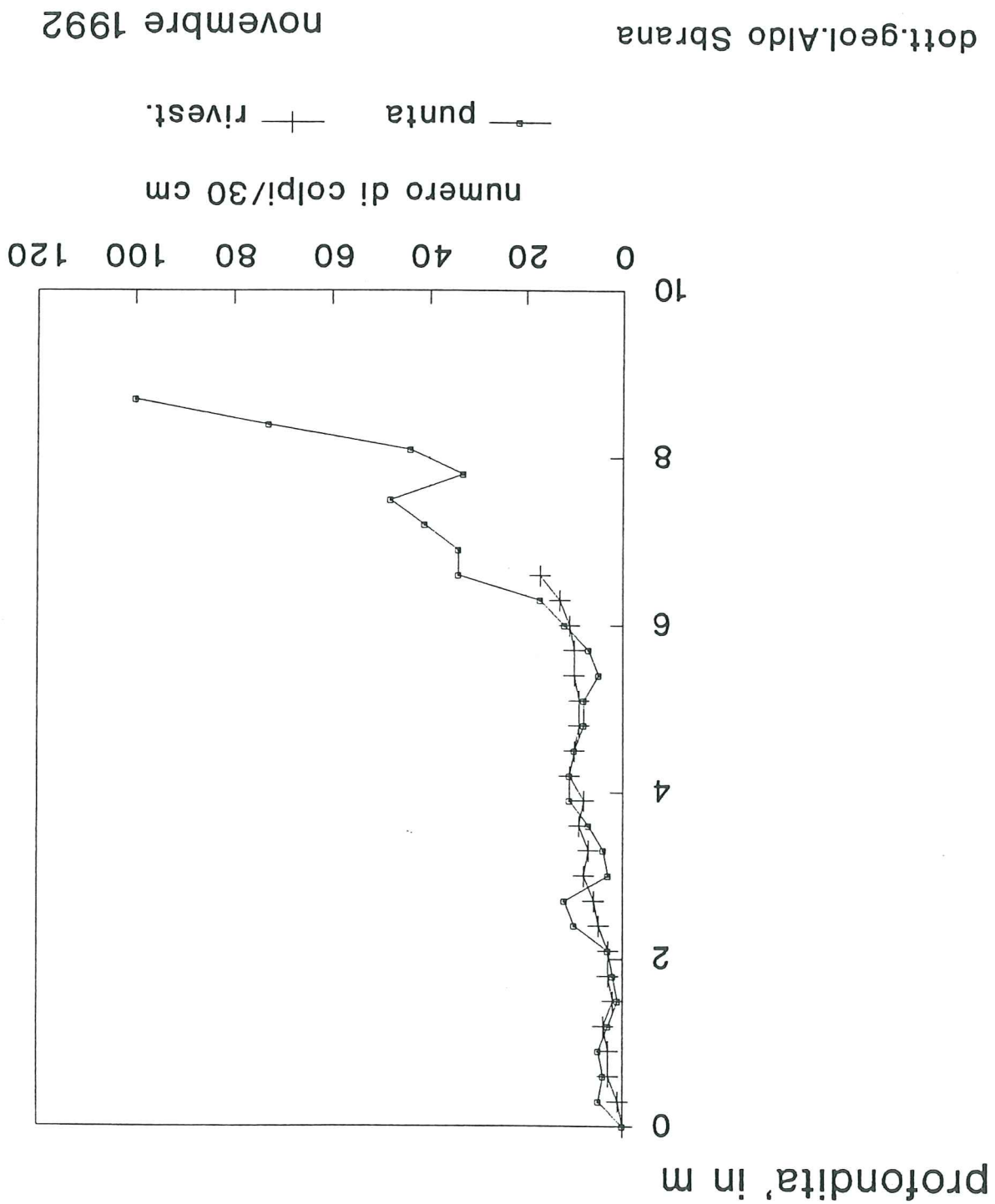


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

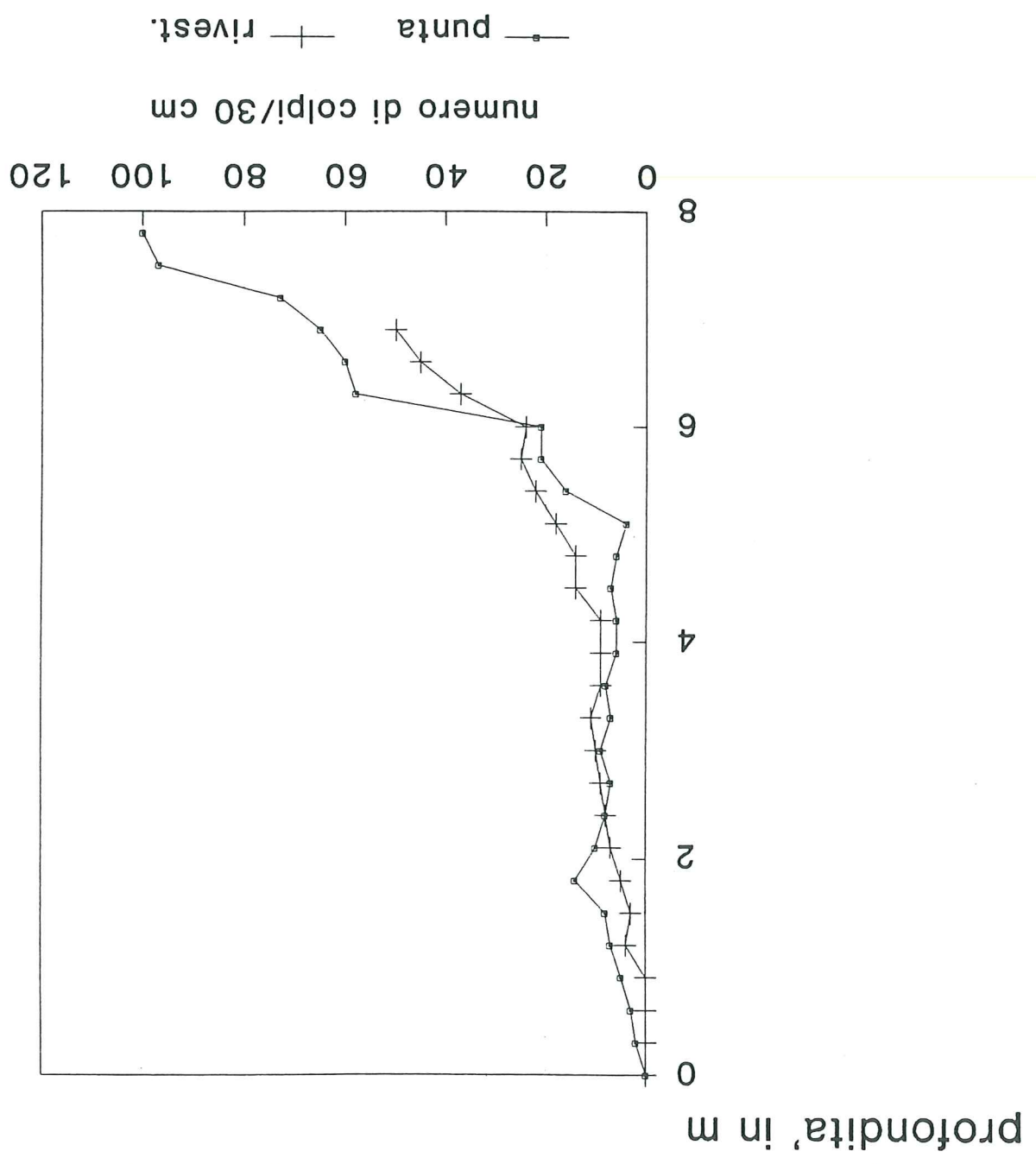
DB5C5/0675254

PROVA PENETROMETRICA n. 4
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



DB5C541515307

PROVA PENETROMETRICA n. 5
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

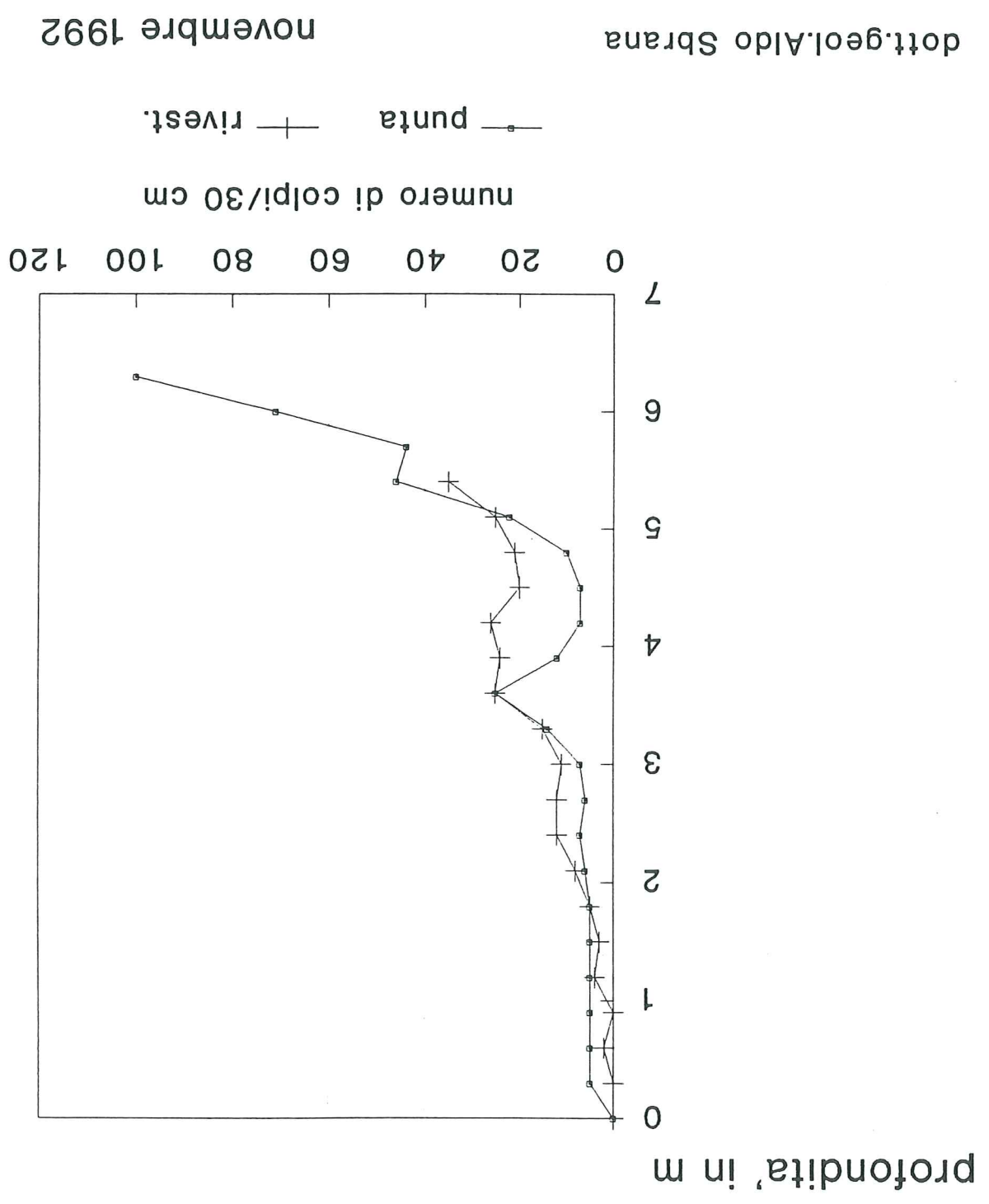


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C511595325

PROVA PENETROMETRICA n. 8
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

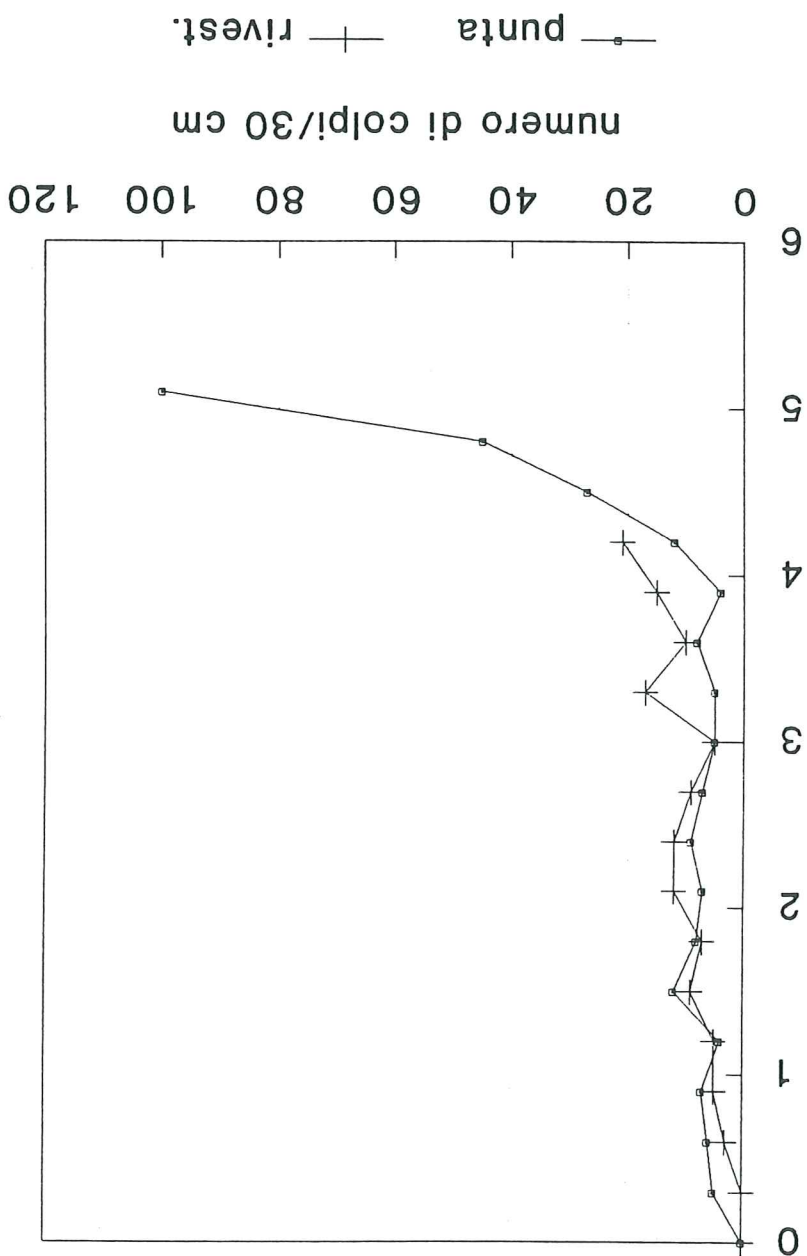


DB5C5 11705318

PROVA PENETROMETRICA n. 9

cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

profondita' in m

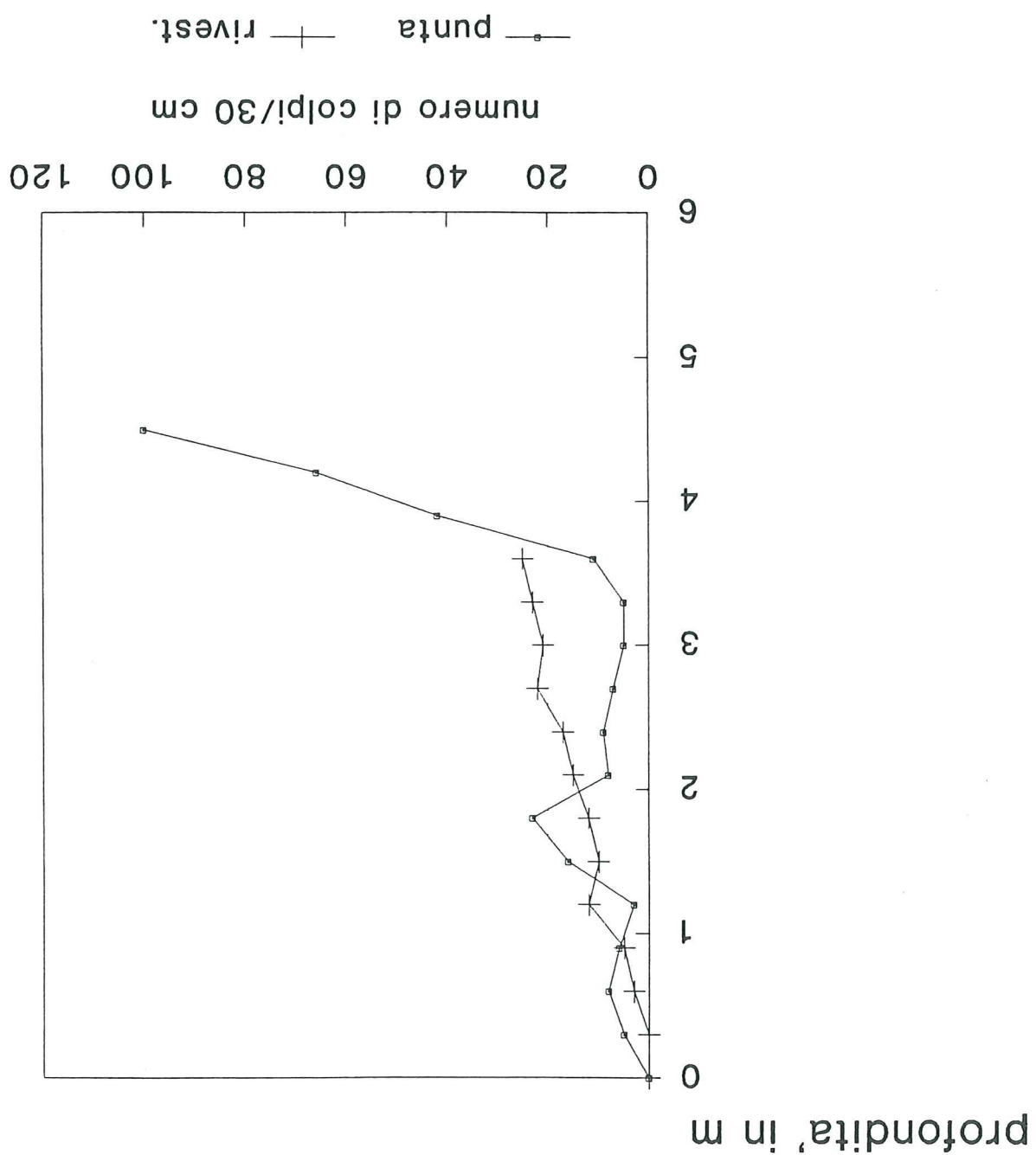


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C54705308

PROVA PENETROMETRICA n. 10
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

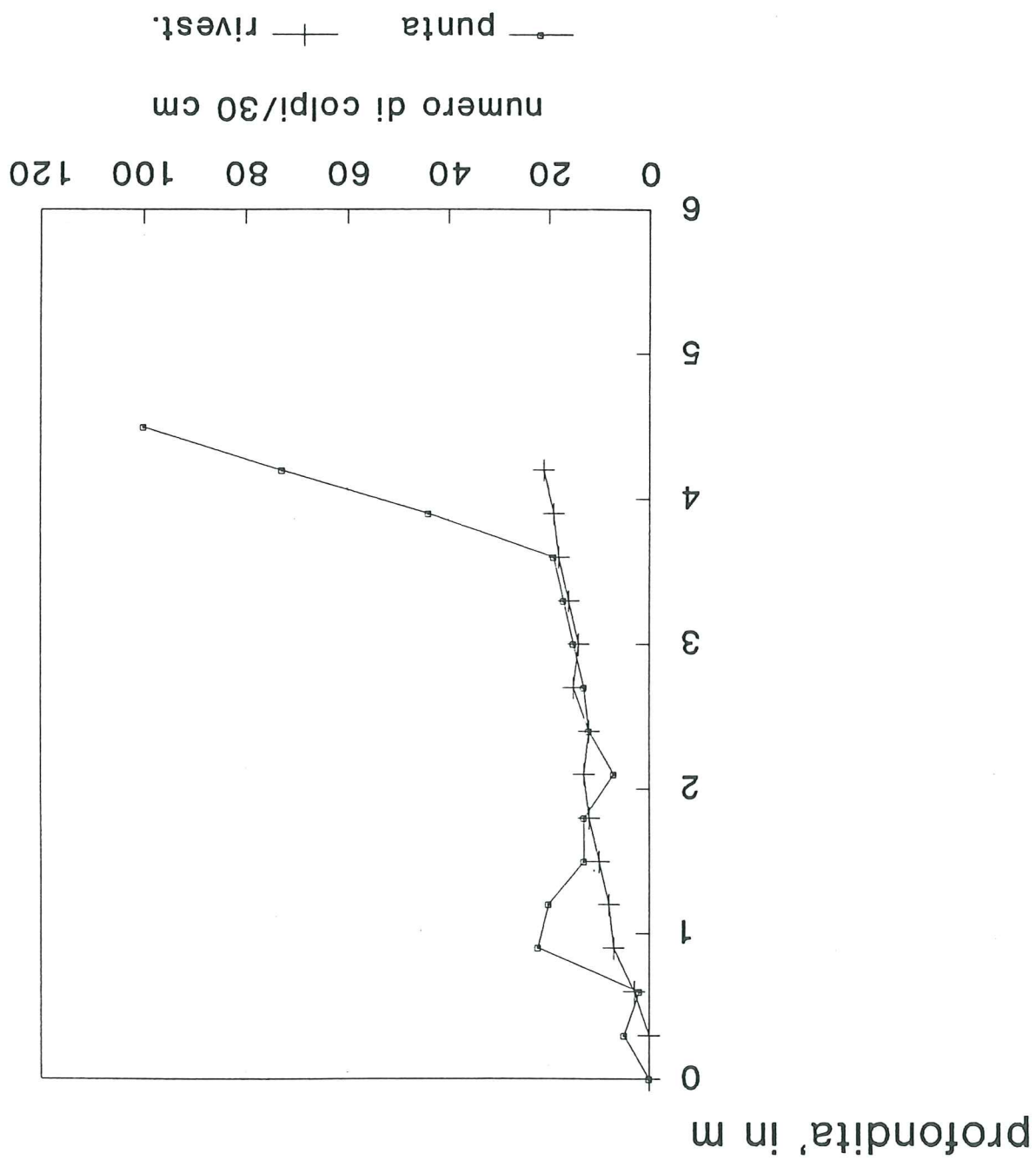


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C5 11925309

PROVA PENETROMETRICA n. 11
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



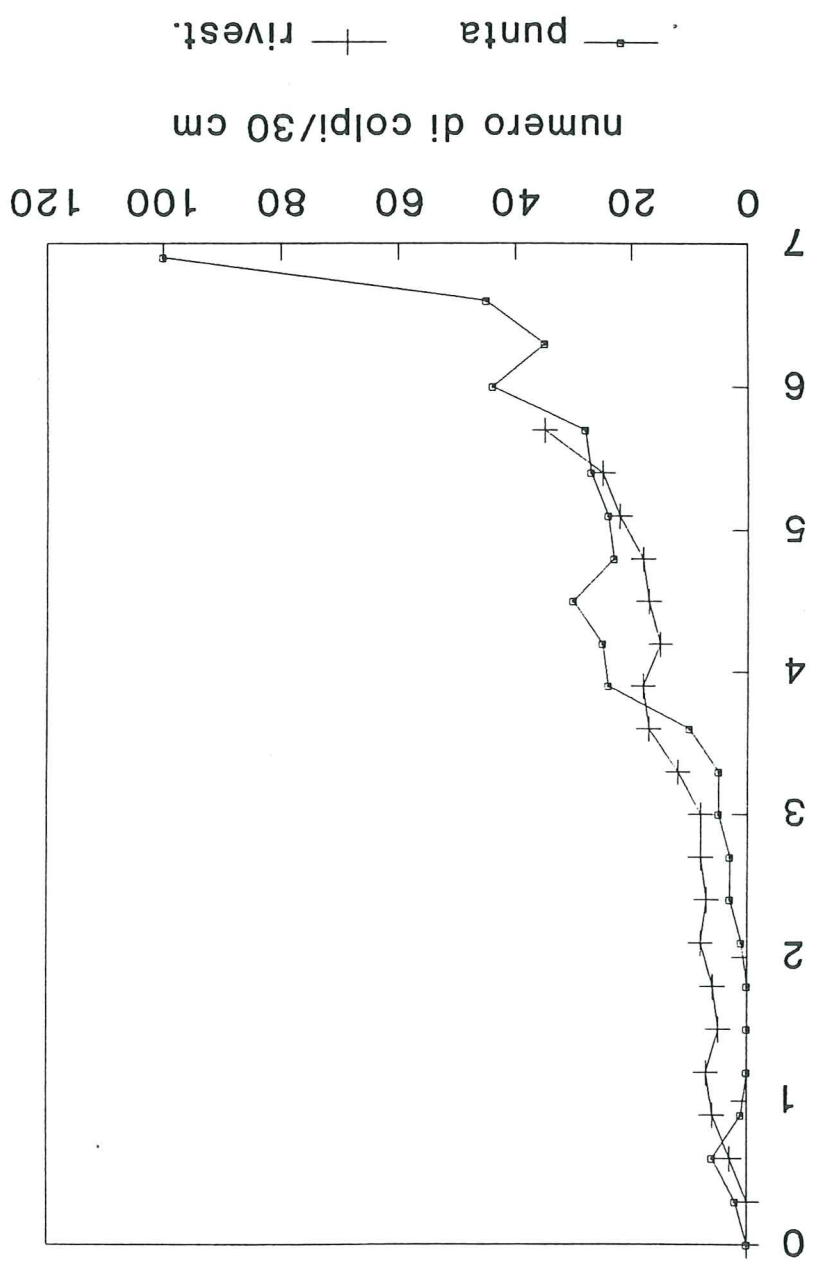
dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C512085323

PROVA PENETROMETRICA n. 12
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

profondita' in m



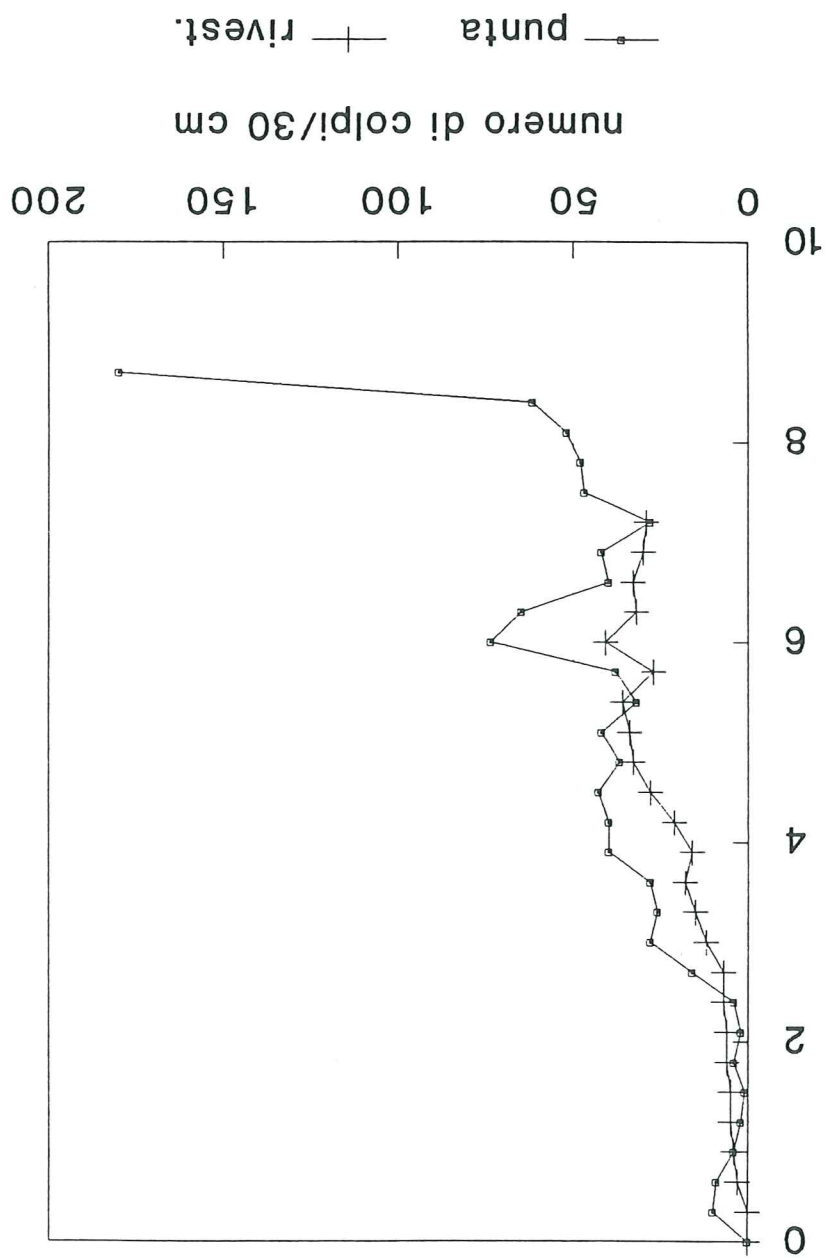
dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C5/12535339

PROVA PENETROMETRICA n. 13
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

profondita' in m

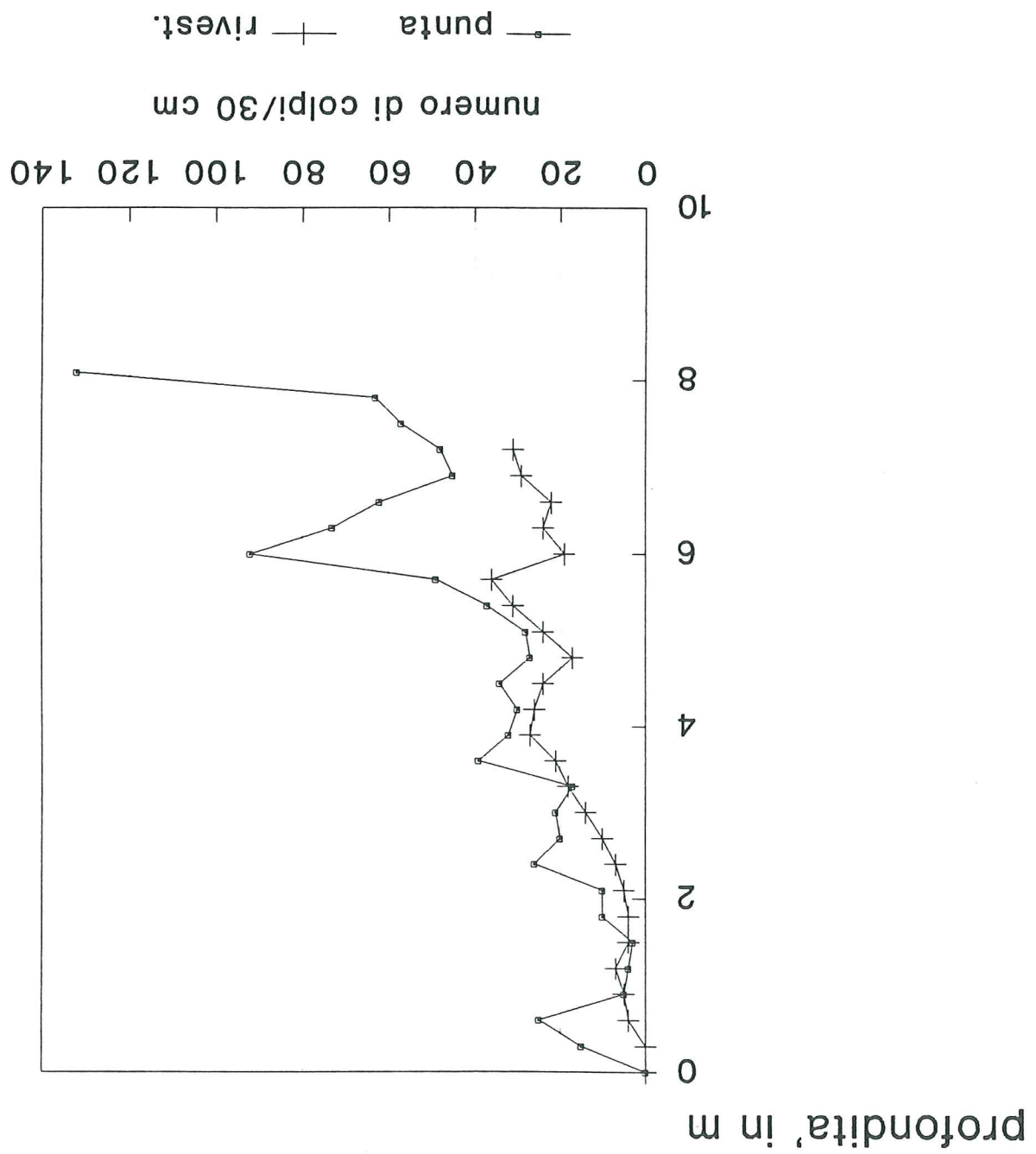


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C5 12655323

PROVA PENETROMETRICA n. 14
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



dott.geol.Aldo Sbrana

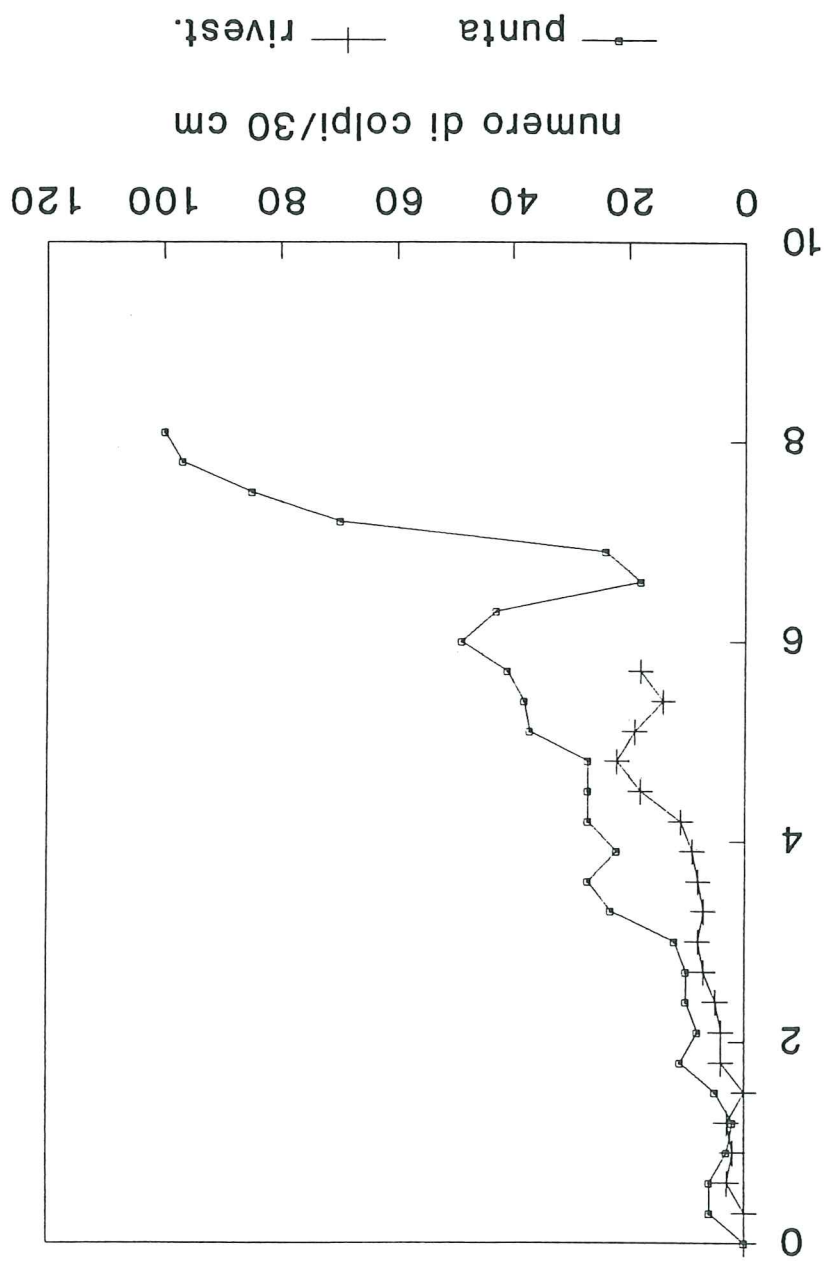
novembre 1992

DB5C512705313

PROVA PENETROMETRICA n.15

cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

profondita' in m

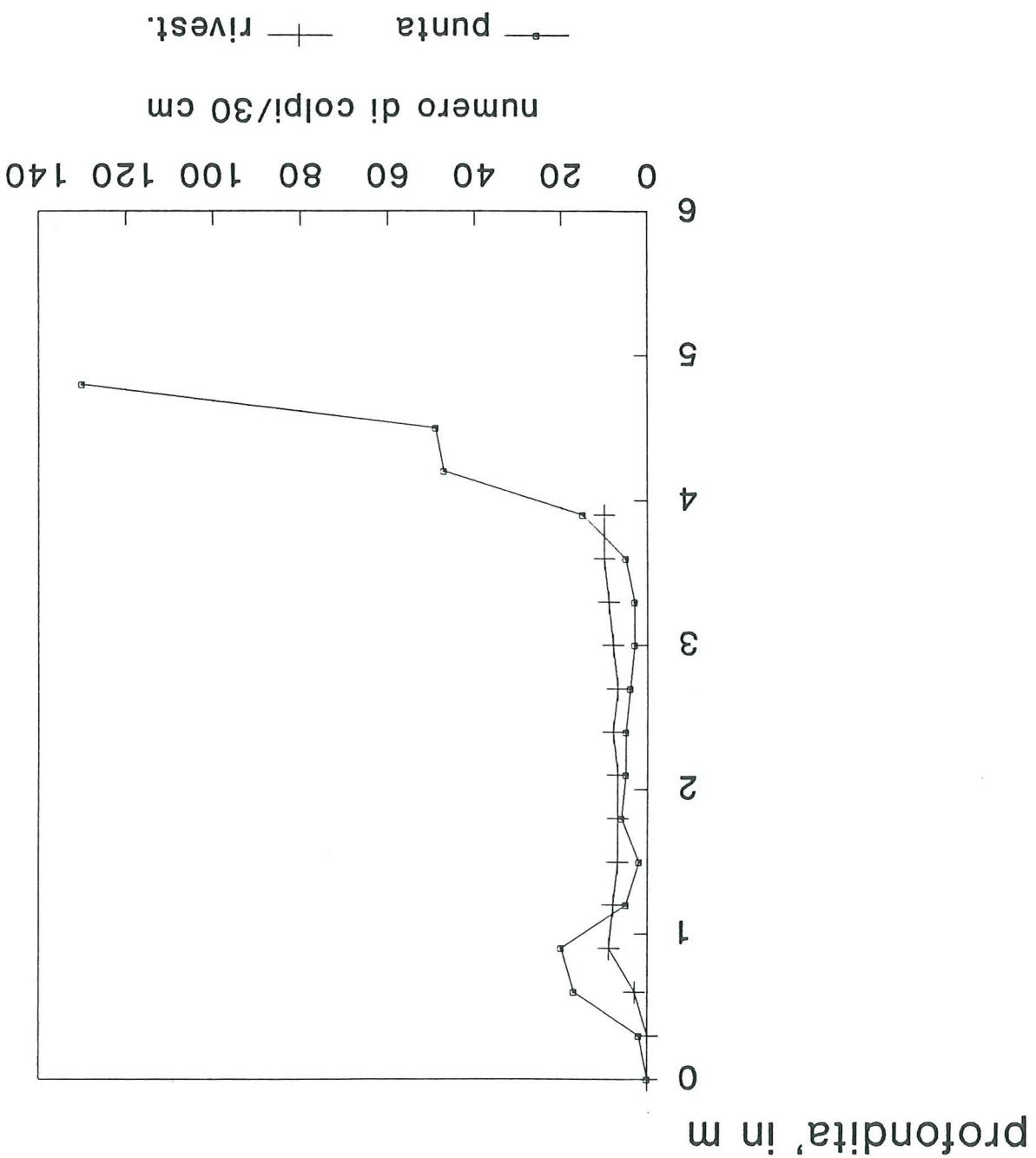


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C512785340

PROVA PENETROMETRICA n. 16
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



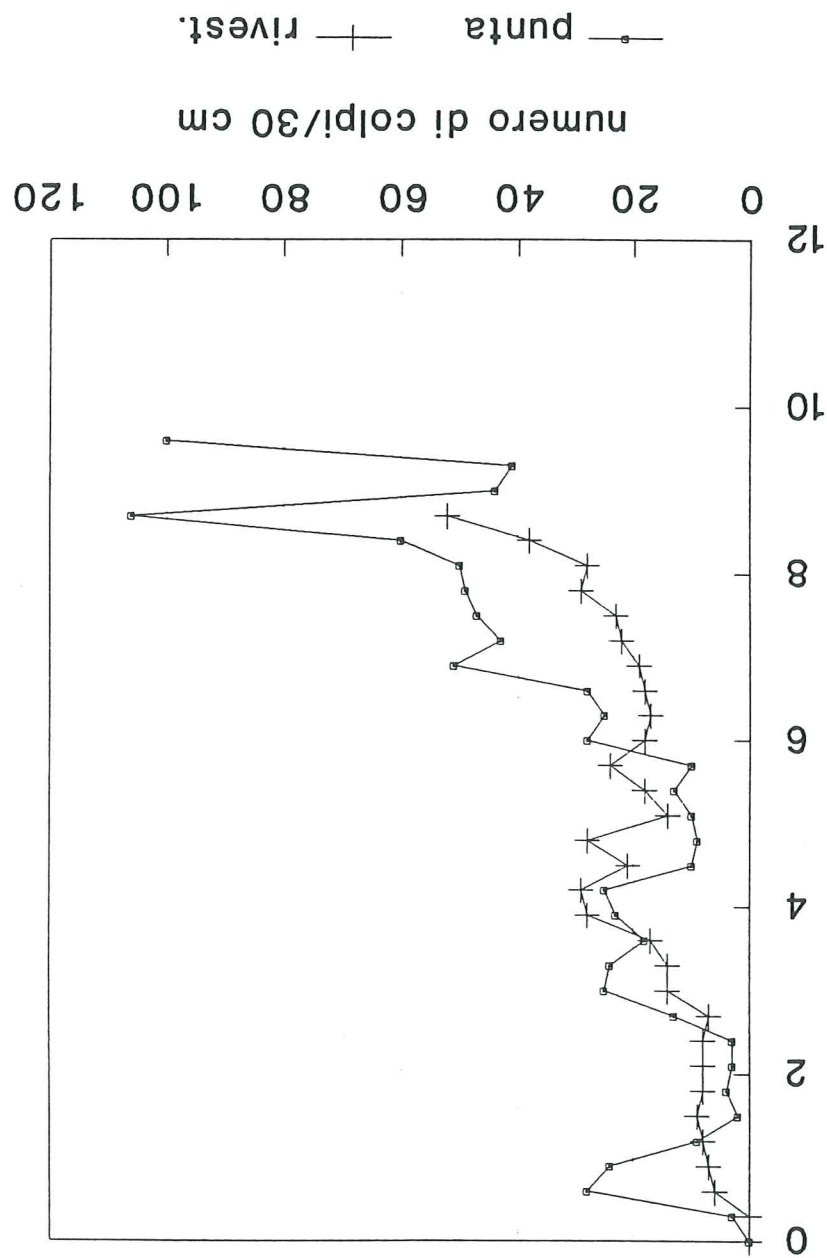
dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

DB5C512955335

PROVA PENETROMETRICA n. 17
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro

profondita' in m

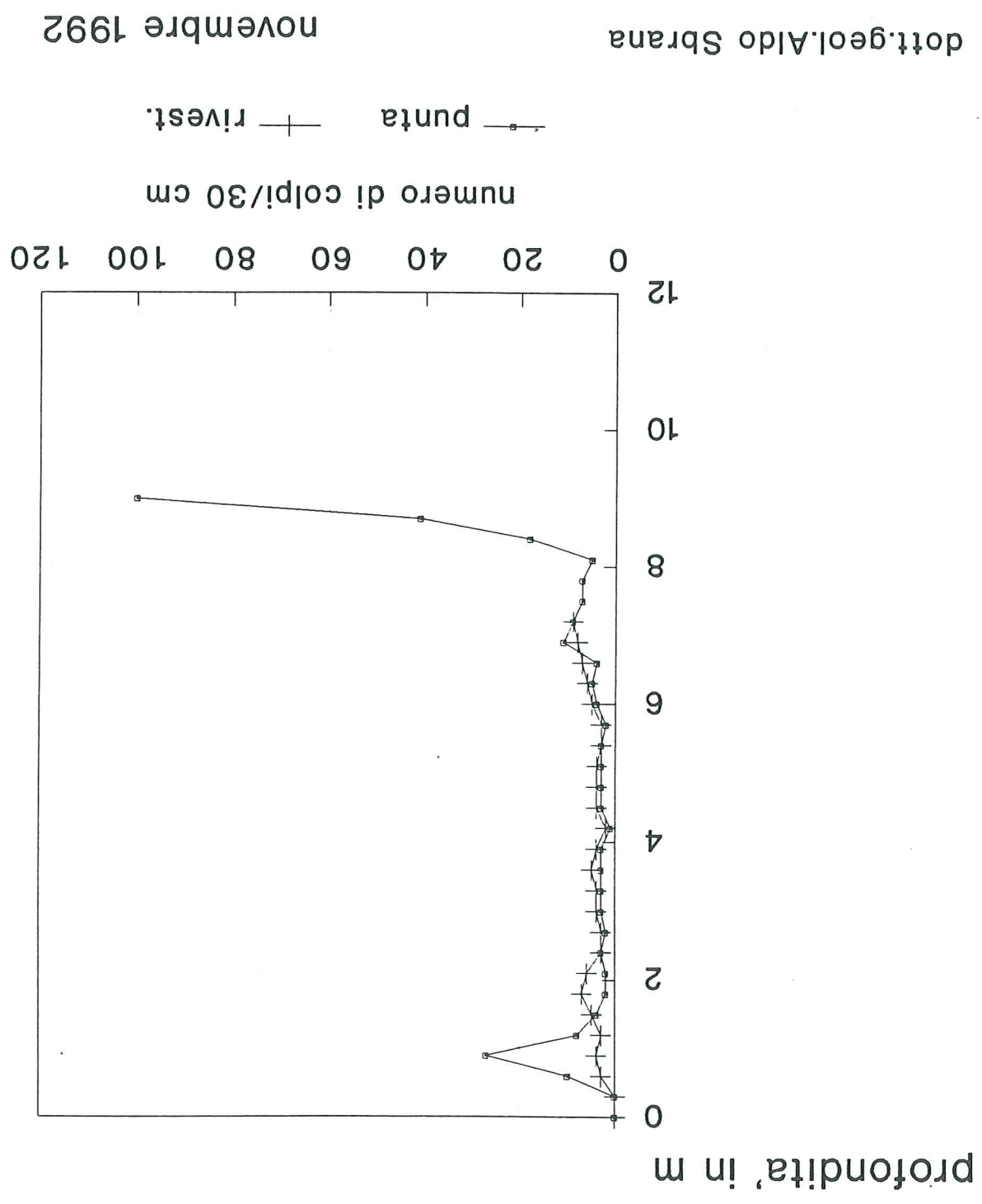


dott.geol.Aldo Sbrana

novembre 1992

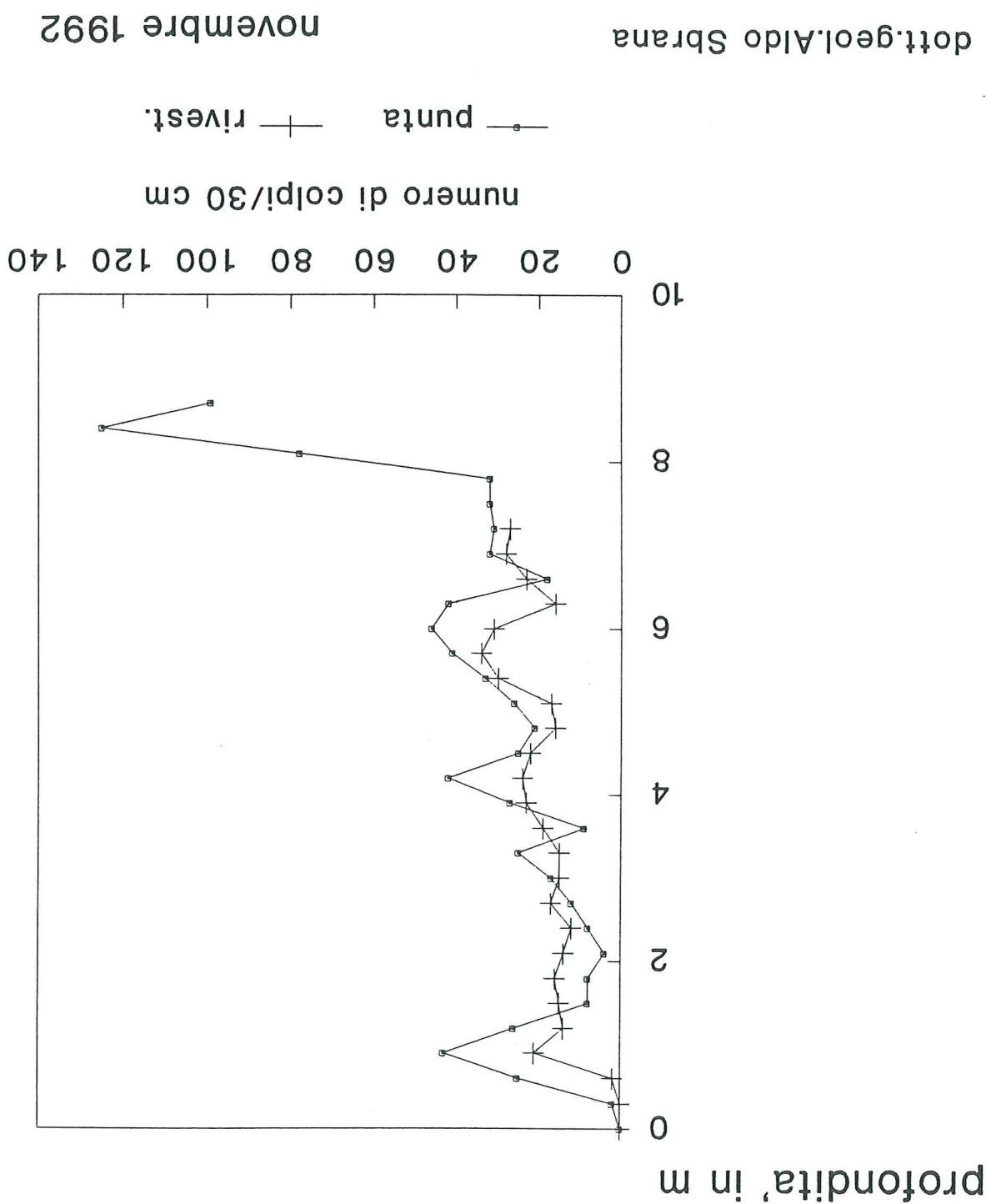
DB5C512795388

PROVA PENETROMETRICA n. 18
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



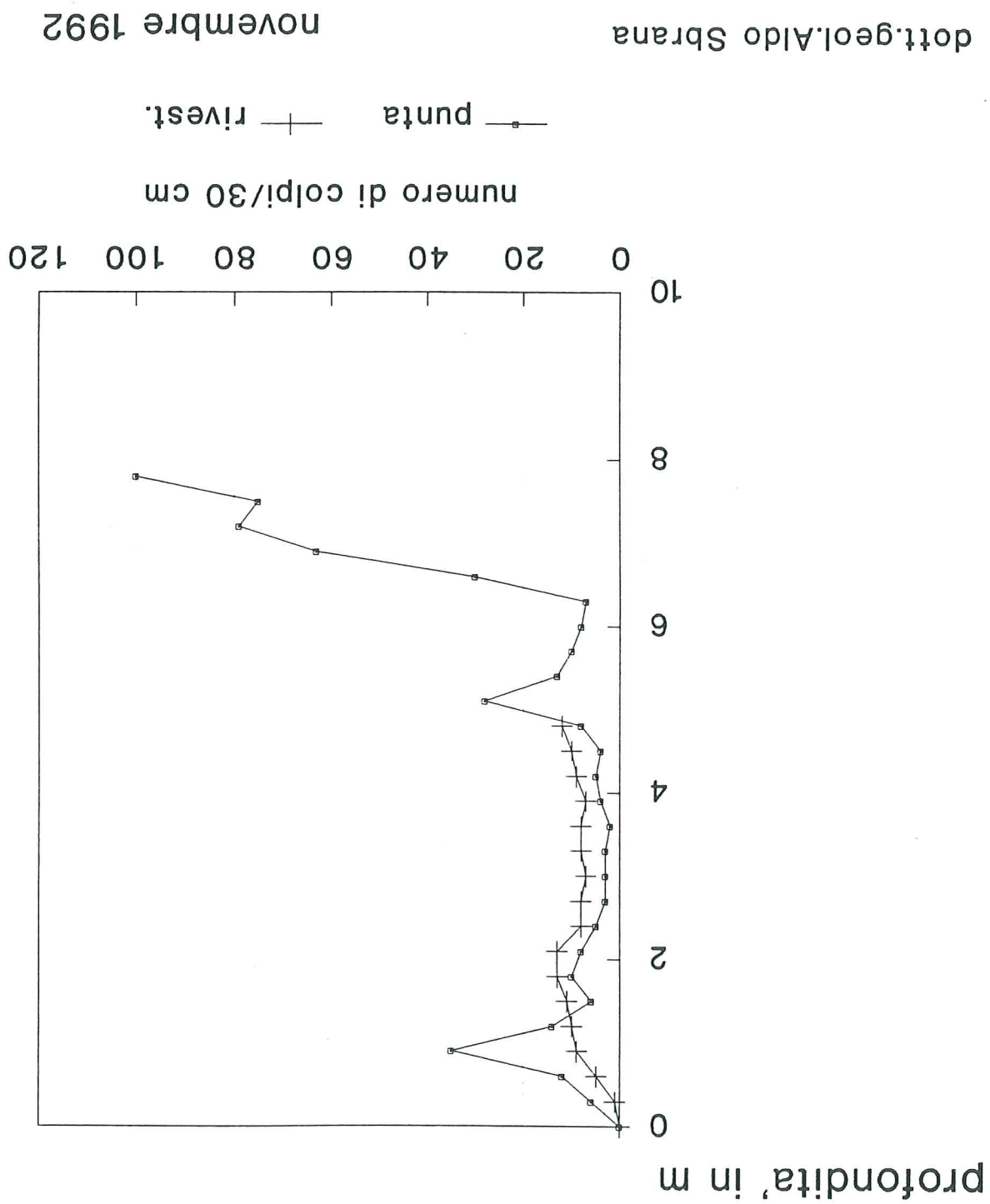
DB5C512985376

PROVA PENETROMETRICA n. 19
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



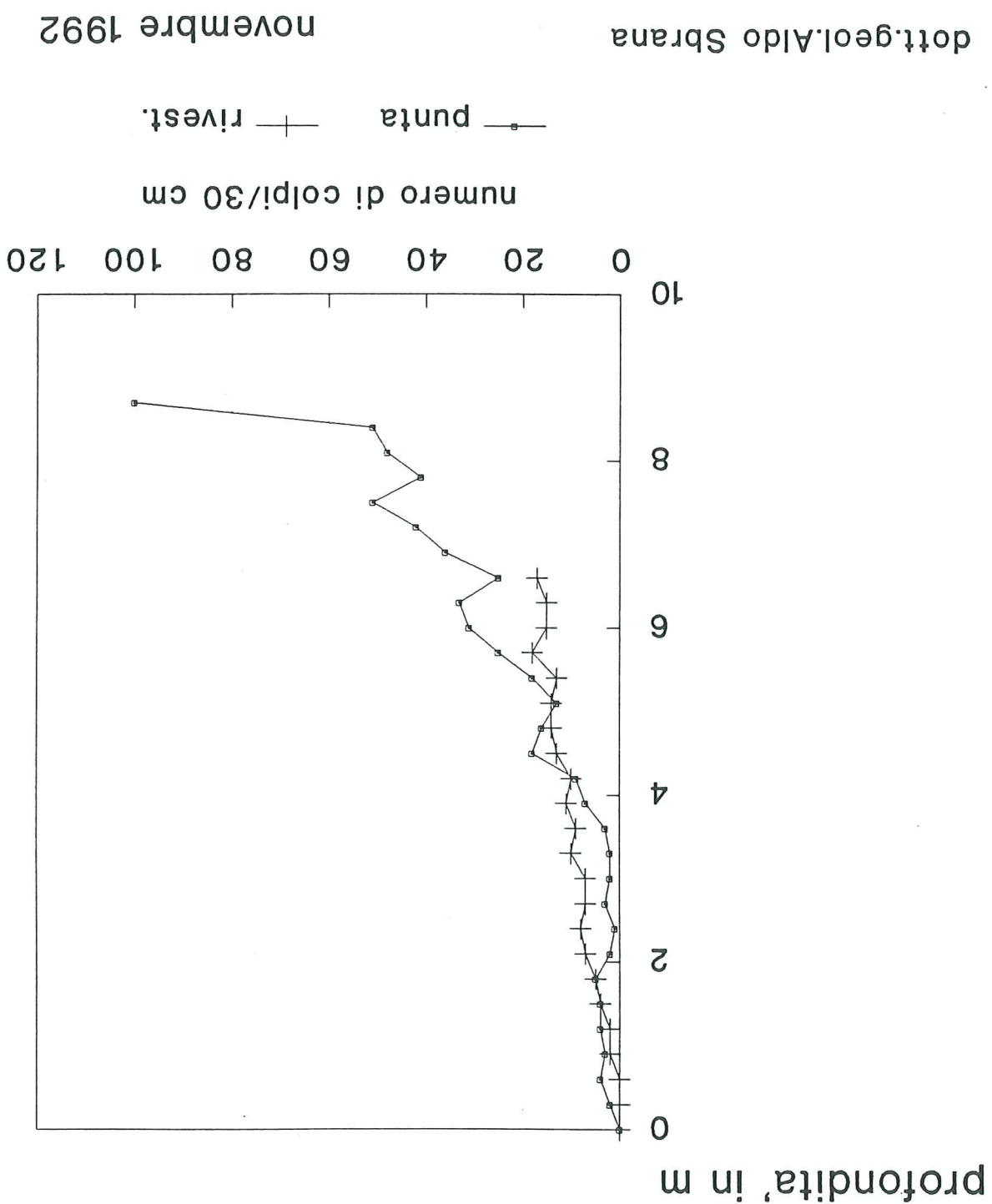
DB5C512995412

PROVA PENETROMETRICA n. 20
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



DB5C513355427

PROVA PENETROMETRICA n. 21
cantiere : MONZA - Depuratore Alto Lambro



NOTE AGGIUNTIVE ED INTEGRATIVE

Successivamente alla redazione della Relazione e secondo quanto auspicato nelle osservazioni conclusive della stessa, gli elementi progettuali e costruttivi dell'opera da realizzare si sono ulteriormente precisati. In particolare, sono stati meglio individuati i carichi totali d'esercizio e ciò permette di meglio determinare le caratteristiche della palificazione.

Così, ad esempio, è possibile inserire nelle equazioni, con valore positivo, anche la componente laterale portata del palo, in quanto le modalità di esecuzione previste garantiscono una diminuzione dei vuoti nel terreno all'intorno, facilitando un ancoraggio agli strati attraversati. Inoltre viene ridotto l'effetto dovuto alla decompressione ed al rimaneggiamento del terreno nel corso della posa in opera, perché la distanza tra gli assi dei singoli pali viene portata a 3D (diametro dei pali), che rende praticamente nulla l'influenza delle operazioni di trivellazione di un palo sull'altro.

In queste nuove condizioni, abbiamo proceduto al calcolo della portanza totale, prendendo in esame un diametro del palo di 1500 mm ed una sua lunghezza di 16.00 m.

In realtà, la lunghezza totale considerata nei calcoli è di 19.50 m, in quanto le modalità costruttive delle fondazioni prevedono che anche la scatola di contenimento dei quattro pali ed i plinti (rispettivamente per 2.00 m di spessore e 1.50 m di altezza) siano interrati. Inoltre, è previsto che un tratto sommitale di 5 metri di ogni palo sia incamiciato.

Adottando, quindi, la stessa equazione utilizzata per i calcoli precedenti, si ottiene - mantenendo un ϕ (angolo di attrito) pari a 35° e quindi il valore di $Nq = 40$; ed un valore cautelativo del peso di volume del terreno γ pari a 1.1 t/m^3 - i seguenti valori :

PORTATA ALLA PUNTA : $P_p = 1516 \text{ t}$

PORTATA LATERALE : $P_l = 450 \text{ t}$, da cui si ha

PORTATA TOTALE : $P_t = 1516 \text{ t} + 450 \text{ t} = 1966 \text{ t}$

Anche in questo caso, si può utilizzare un coefficiente di sicurezza pari a 2,5, che fornisce il dato finale di portata totale pari a 786 t ; mentre, adottando un coefficiente ancor più cautelativo, come per i calcoli precedenti, pari a 3, si ottiene un valore di portata totale di 655,5 t.

Restando ferme tutte le verifiche già segnalate, da realizzare in corso d'opera (prima tra tutte la prova di carico ripetuta , a conferma della corretta esecuzione e perfetta tenuta di ogni palo) occorre sottolineare un'ultima considerazione relativa agli strati attraversati e individuati con le prove di campo eseguite.

Aviamo, infatti, evidenziato che (in particolare nel sondaggio S_g) la perforazione aveva incontrato un orizzonte di materiale più fine, immerso in matrice sabbioso-ghiaiosa, proprio intorno a 19.00 m dal piano campagna.

Tuttavia, ci pare di poter affermare che, sia gli esiti degli SPT in foro che le caratteristiche litostatiche di questo strato, garantiscono un buon comportamento geomeccanico del livello considerato.

L'unica raccomandazione aggiuntiva che riteniamo necessaria, quindi, è una attenta verifica in campo dei possibili cedimenti (o un'analisi specifica di laboratorio su un campione prelevato a quella profondità, all'atto della perforazione), anche perché i sondaggi realizzati non hanno raggiunto profondità di molto maggiori delle quote cui arriverà il piede dei pali.

Nel caso in cui, nel corso dei lavori, dovessero manifestarsi situazioni diverse da quelle desunte dai risultati ottenuti con le prove di campo, occorrerà valutare tempestivamente gli effetti geotecnici delle eventuali nuove condizioni litologiche. Ed a questo ci rendiamo perfettamente disponibili.

Milano, 20 luglio 1994