

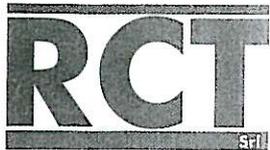
Titolo progetto	Comune di Cavaglià (BI)		
	Nuovo impianto di trattamento e recupero della frazione organica da raccolta differenziata (FORSU)		
Titolo documento	Indagine geognostica		
Verifica	P. Bottani		
Approvazione	P. Rossignoli		
Progettista			
Numero documento	Allegato E	Data	Luglio 2018
Codice documento interno	CAV-P03-GN-AA212-R00		

Tabella delle revisioni interne

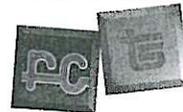
Revisione <i>Revision</i>	Data <i>Date</i>	Descrizione <i>Description</i>	Pagina <i>Page</i>	Redazione <i>Created by</i>
00	28.06.2018	Prima emissione	-	A. Serena

ALLEGATO E

“Ecodeco S.p.A. – Comune di Cavaglià – Nuovo impianto trattamento rifiuti – Indagine Geognostica – Prove di laboratorio” RCT (Radaelli Castellotti) - Marzo 2001



RADAELLI
CASTELLOTTI



TECNOSOL

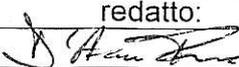
ECODECO S.p.A.
Giussago

Comune di Cavaglià
Nuovo impianto trattamento rifiuti

INDAGINE GEOGNOSTICA
PROVE DI LABORATORIO

Commessa n. 2053

Liscate 20/03/2001

redatto: 	controllato: 	verificato: 
---	---	--



SEDE:
2. Via G. Di Vittorio
20080 Liscate (MI)
Tel. 02/95350100 - Fax 02/95350318
E-Mail: rct@mi.nettuno.it

Data	Metodo di perforazione	Attrezzo di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Campioni	Profondita'	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio %				RQD				Manovra di carotaggio	Pocket Penetrometer	N° colpi SPT	Prof. SPT	Vane Test	Strumentazione installata	Filtri	Falda	Note
										20	40	60	80	20	40	60	80									
	ROTAZIONE	CAROTIERE SEMPLICE Ø 130	W	Ø 152		30.00			blocchi ciottoli (Ø max > 15 cm) ghiaia e ghiaietto poligenici subarrotondati in matrice sabbiosa grigia																	
							21																			
							22																			
							23																			
							24																			
							25																			
							26																			
							27																			
							28																			
							29																			
							30																			
							31																			
							32																			
							33																			
							34																			
							35																			
							36																			
							37																			
							38																			
							39																			
							40																			
							41																			
							42																			

R8 45 21.00
R4 48 24.00

Committente: ECODECO S.p.A.

Cantiere: Cavaglia' (VC)

Perforazione n° 3

Coordinate X=

Y=

Quota ass. p.c. =

Data inizio: 22/02/2001

Data ultimazione: 23/02/2001

Tipo di attrezzatura: Gelma 2

Operatore: F.Di Giulio

Responsabile: Dott. Geol. G.Cesana



SEDE:
2, Via G. Di Vittorio
20080 Liscate (MI)
Tel. 02/95350100 - Fax 02/95350316
E-Mail: rct@mi.nettuno.it

TECNOSOL

RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA		MATTINA	
		GG	H	GG	H
Q					

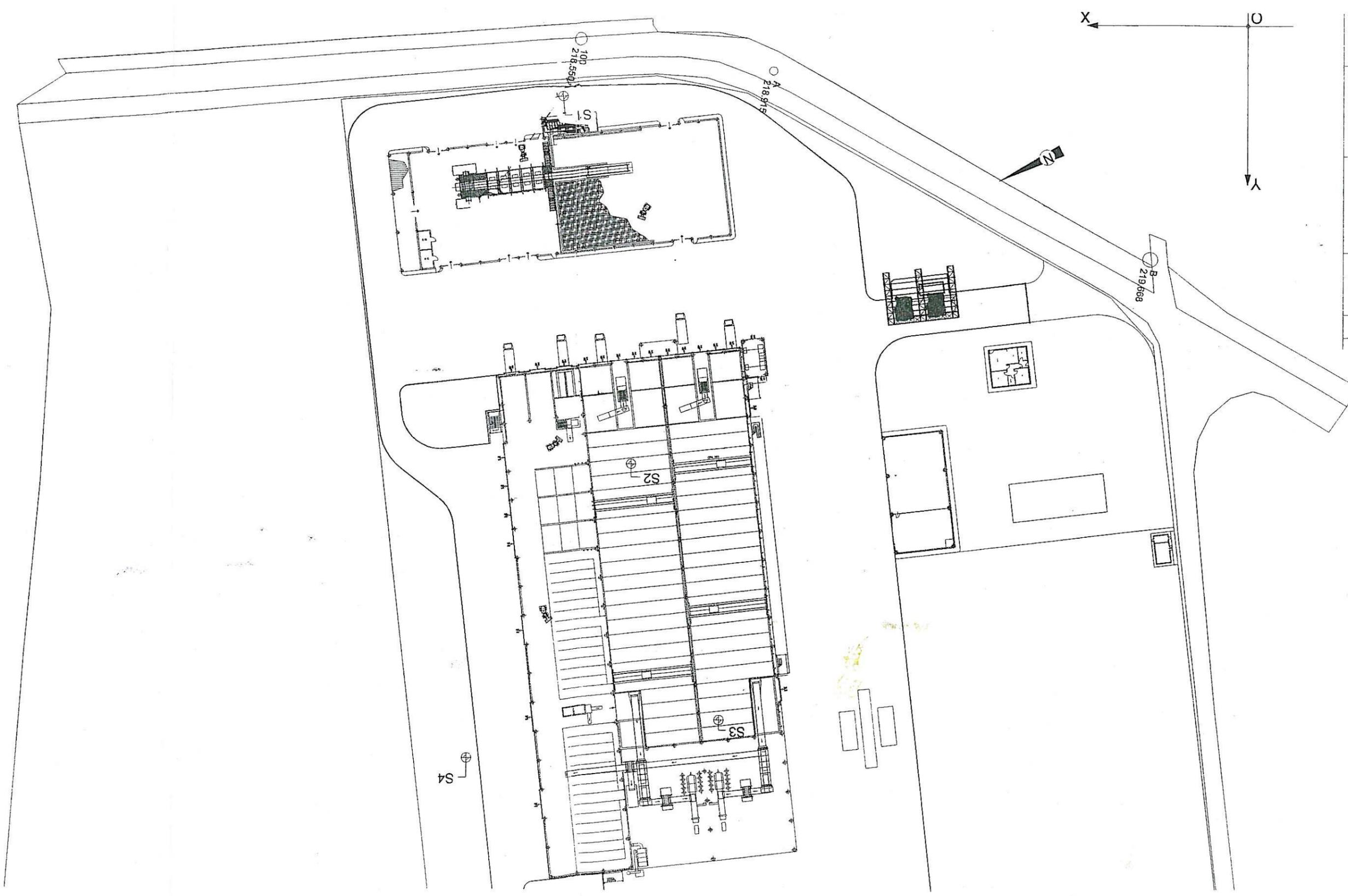
Qualità certificata ISO 9002

LEGENDA: 1,2,3 ... = camp. indisturbati
A,B,C ... = camp. rimaneggiati

s = Shelby
m = Mazier
o = Osterberg
p = percussione

DM: CORONA DIAMANTATA
W: CORONA WIDIA

Data	Metodo di perforazione	Attrezzo di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Campioni	Profondita'	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio %				RQD				Manovra di carotaggio	Pocket Penetrometer	N° colpi SPT	Prof. SPT	Vane Test	Strumentazione installata	Filtri	Falda	Note
										20	40	60	80	20	40	60	80									
	ROTAZIONE	CAROTIERE SEMPLICE Ø 130	W	Ø 152		0.20			ghiaia ghiaietto e ciottoli (Ø max > 13 cm) in matrice sabbiosa nocciola ciottoli (Ø max > 13 cm) ghiaia e ghiaietto poligenici subarrotondati in matrice sabbiosa loc. deb. limosa grigia																	
						6.00 A 6.30	1										46	32 R7	1.50							
							2										R10	38	3.00							
							3										48	37 R4	4.50							
							4										R7	34	6.00							
							5																			
							6																			
							7																			
							8										38	29 R8	7.50							
							9										44	34 R3	9.00							
							10																			
							11										46	38 R4	10.50							
							12										R9	36	12.00							
							13																			
							14										R11	42	13.50							
							15																			
							16										37	32 46	15.00							
							17										39	37 R7	16.50							
							18										R3	43	18.00							
							19																			
							20										47	41 R8	19.50							





PROVE PRESSIOMETRICHE

1	INTRODUZIONE.....	pag. 3
2	PRESSIOMETRO MENARD.....	pag. 4
2.1	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	pag. 4
2.1.1	SONDA STANDARD.....	pag. 4
2.1.2	DISPOSITIVO DI PRESSURIZZAZIONE.....	pag. 5
2.1.3	UNITÀ DI CONTROLLO DELLE MISURE.....	pag. 5
2.2	METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE PROVE.....	pag. 6
2.2.1	PREPARAZIONE.....	pag. 6
2.2.2	ACQUISIZIONE DEI DATI.....	pag. 6
2.3	ELABORAZIONE DEI DATI.....	pag. 7
2.3.1	TARATURE	pag. 7
2.3.2	ELABORAZIONE DEI DATI E RESTIT. DEI RISULTATI....	pag. 7
2.3.3	COMPENDIO DEI RISULTATI.....	pag. 9
3	ALLEGATI	pag.10

1 - INTRODUZIONE

Per conto di Ecodeco sono state eseguite a Cavaglià (VC), in data 01/03/2001, 3 prove pressiometriche in un foro di sondaggio.

Lo strumento utilizzato per l'esecuzione di tali prove è stato il pressimetro da foro *Apageo* tipo *Menard* dotato di sonda standard da 58 mm. La strumentazione utilizzata è idonea sia per terreni che per materiale lapideo intensamente fratturato.

La presente relazione è così articolata:

- Descrizione particolareggiata della strumentazione utilizzata e della metodologia di esecuzione delle prove (preparazione, acquisizione dei dati e restituzione dei risultati).
- Elaborazione dei dati. Per ciascuna prova pressiometrica sono state calcolate analiticamente le seguenti grandezze caratteristiche: la pressione e il volume iniziale, la pressione e volume finale o di scorrimento, il modulo pressiometrico ed il modulo di taglio riportando i grafici relativi alle deformazioni indotte.

2 - PRESSIOMETRO MENARD

2.1 - CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Il pressiometro di tipo *Menard* ha un campo d'applicazione particolarmente ampio essendo impiegabile in argille, sabbie da sciolte a cementate, terreni contenenti ghiaia da sciolti a parzialmente cementati ed in rocce fortemente alterate e/o intensamente fratturate (residuali, ecc.).

I valori dei parametri di deformazione del terreno vengono ricavati indirettamente tramite il controllo e la misura del fluido iniettato all'interno della membrana della sonda.



2.1.1 - SONDA STANDARD

E' di forma cilindrica con un diametro di 58 mm e lunghezza 60 cm; è costituita da un'anima d'acciaio rivestita da una sottile membrana di gomma, assicurata ad entrambe le estremità tramite manicotti in modo da garantire la tenuta dello strumento. Questa membrana è a sua volta rivestita da una guaina in gomma; tale guaina è scelta in funzione del tipo di

terreno oggetto delle indagini e può essere: "a grande inerzia", "a media inerzia" ed "a media inerzia lanternata".

La sonda comprende una cella centrale, posta tra due celle laterali (*di guardia*) non in comunicazione con esse.

La **cella centrale** è riempita di acqua distillata e collegata ad un serbatoio in superficie che funge da separatore aria-acqua. La pressione è fornita da gas neutro (azoto). Tramite la misurazione della variazione del volume dell'acqua iniettata nella cella si risale, indirettamente, al valore della variazione del raggio del foro.

Le **celle di guardia** sono anch'esse dotate di membrana elastica e possono essere espanse tramite l'iniezione di azoto attraverso un circuito indipendente da quello della cella centrale di misura. Esse hanno la funzione di impedire che la cella centrale si espanda in direzioni diverse da quelle radiali.

La pressione cui sono sottoposte le celle di guardia deve essere sempre di un bar inferiore a quella presente all'interno della cella centrale, per cui grande cura deve essere posta nella valutazione del carico idrostatico presente nella cella centrale.

2.1.2 - DISPOSITIVO DI PRESSURIZZAZIONE

La pressurizzazione della sonda pressiometrica viene eseguita tramite azoto; i massimi valori di pressione raggiungibili dallo strumento sono prossimi a 6 MPa.

Una bombola di azoto compresso viene collegata alla centralina posta in superficie che ne permette la regolazione in entrata tramite un manometro analogico; altri due manometri regolano la pressione in uscita (all'interno della sonda): uno è relativo al gas immesso nelle celle di guardia, l'altro all'acqua che alimenta la cella centrale.

Tubicini flessibili della lunghezza di 45 m costituiscono la connessione tra la centralina posta in superficie e la sonda pressiometrica.

2.1.3 - UNITA' DI CONTROLLO DELLE MISURE

Oltre ai manometri prima descritti, comprende il dispositivo di misura per variazioni di volume del foro costituito da un tubo capillare trasparente graduato, posto in parallelo con il serbatoio dell'acqua, sul quale vengono effettuate le letture.

Sono inoltre presenti valvole che permettono di cambiare il manometro di lettura (a seconda delle pressioni) una valvola di spurgo aria-acqua, una valvola per la regolazione della pressione differenziale all'interno della sonda, raccordi rapidi per i tubicini di

collegamento con la sonda e con la bombola ed infine una valvola per pressurizzare la sonda.

2.2 - METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLA PROVA

2.2.1 - PREPARAZIONE

Sia in fase di esecuzione della prova che in fase di elaborazione risultano di fondamentale importanza le modalità con le quali viene eseguita la tasca di prova in modo da garantire il minor disturbo possibile al materiale evitando scavarnamenti, franamenti, instabilità di qualsiasi tipo.

Questo implica notevole cura affinché la prova sia eseguita in un foro con un diametro che sia il più vicino possibile a quello nominale dello strumento, utilizzando l'attrezzatura di perforazione più appropriata; il foro deve essere mantenuto pulito per prevenire l'accumulo di sedimenti che possano inficiare la prova alterando le caratteristiche di elasticità misurate o costituire un rischio per la sonda stessa.

Per tutte le prove la tasca è stata effettuata con un carotiere semplice (diam. 66 mm) mantenendo una velocità di rotazione e di avanzamento lenta e costante.

2.2.2 - ACQUISIZIONE DEI DATI

Immediatamente dopo la perforazione della tasca di prova viene inserita nel foro la sonda pressiométrica e, prima di collegarla tramite tubicini alla centralina di misura, si calibra il dispositivo di pressurizzazione in modo da fornire una pressione differenziale alle celle di guardia in modo che venga contrastata la pressione idrostatica della cella centrale in relazione alla profondità del test.

Le prove vengono eseguite, in accordo con la Committenza con modalità *stress-controlled* incrementando il carico per gradi facendo le misure per ogni gradino di deformazione corrispondente ai tempi di 30 e 60 sec. dall'avvenuta imposizione del carico.

I punti di misura per tracciare con sufficiente approssimazione una curva pressiométrica devono essere in numero tale da evidenziare i tratti più importanti di tale curva:

- la pressione corrispondente alla fine del tratto iniziale di ricomprensione del terreno disturbato dalla perforazione
- la pressione corrispondente alla fine del tratto a comportamento elastico ed all'inizio del tratto di snervamento del terreno.

Nel corso della prova è necessario valutare correttamente i dati in acquisizione sia per identificare il volume V_0 corrispondente alla dimensione originale del foro sia per stimare se e quando si è raggiunta la pressione di scorrimento

2.3 - ELABORAZIONE DEI DATI

2.3.1 – TARATURE

La taratura è un'operazione essenziale per ottenere coppie di valori pressione-volume che tengano conto dei diversi fattori che possono influenzare i dati misurati rispetto a quelli effettivamente applicati al terreno.

Essa serve per prendere in giusta considerazione (in fase di elaborazione dei dati) l'influenza dei seguenti fattori:

- variazioni di volume o di raggio
- perdite di pressione

La taratura per l'elasticità dei tubi e del serbatoio aria-acqua si realizza inserendo la sonda pressiométrica in un tubo d'acciaio rigido e di grosso spessore; la membrana deve essere dilatata contro il tubo metallico indeformabile, aumentando la pressione per gradi fino ai valori presumibili delle successive prove in sito. Per i valori ottenuti si rimanda all'allegato T1.

La taratura della pressione viene eseguita facendo dilatare progressivamente la sonda pressiométrica senza contenimento (in aria libera) e misurando la pressione necessaria alle diverse deformazioni o volumi. Per i valori ottenuti si rimanda agli allegato TGI n° 1.

2.3.2 - ELABORAZIONE DEI DATI E RESTITUZIONE DEI RISULTATI

L'elaborazione dei dati viene condotta tramite software dedicato.

La prima operazione da effettuarsi in fase di elaborazione è rappresentata dalla correzione dei valori di pressione e di volume misurati in sito (V_{60} e P_1) tenendo conto di quanto detto nel precedente paragrafo.

Il volume corretto (V) si ottiene sottraendo (per ogni gradino di carico) la correzione di volume V_c (vedi T1) al corrispondente valore V_{60} (volume di lettura a 60 sec. dall'imposizione del carico).

La pressione corretta (P) si ottiene sommando alla pressione di lettura P_1 la pressione idrostatica esercitata dalla colonna d'acqua sulla cella di misura P_w e sottraendo il valore di correzione di pressione P_c (cfr. la taratura TGI n° 1).

Dalla serie di valori corretti si determinano le seguenti grandezze caratteristiche:

VOLUME e PRESSIONE INIZIALI $[V_0 \text{ e } P_0]$

Sono il volume e la pressione necessari per portare la sonda a contatto con la parete originale del foro recuperando anche l'eventuale volume dovuto al rigonfiamento del terreno; il punto avente per coordinate i valori V_0 e P_0 indica l'inizio del tratto a comportamento pseudo-elastico della curva pressiométrica.

VOLUME e PRESSIONE DI FLUAGE [V_f e P_f]

Pressione e volume corretti corrispondenti al termine del tratto a comportamento pseudo-elastico della curva sforzi-deformazioni; viene letta sul grafico della curva pressiometrica in corrispondenza della fine del tratto rettilineo: una conferma di tali valori può essere ottenuta comparando sullo stesso diagramma i volumi di scorrimento viscoso (*creep*) calcolati per ogni gradino di carico come differenza tra il volume a 60 secondi e quello a 30 secondi dall'imposizione del carico. Nel prove in esame, interamente svolte nel campo pseudo-elastico, vengono indicati come VOLUME e PRESSIONE FINALI.

MODULO DI TAGLIO [G]

Il modulo di taglio viene determinato nel tratto a comportamento elastico (rettilineo) della curva pressiometrica; la relazione è la seguente:

$$G = V_0 (\Delta P / \Delta V)$$

Con V_0 ricavato in funzione del volume iniziale della cavità, del volume iniziale di liquido immesso nella sonda, e del volume finale.

MODULO DI ELASTICITÀ [E]

Se si vuole esprimere il valore di deformazione attraverso il modulo di *Young* (di elasticità, o, meglio, *Modulo Pressiometrico*) si deve presupporre la conoscenza del coefficiente di *Poisson* (ν) in quanto:

$$E = 2G (1+\nu)$$

Per le prove eseguite è stato utilizzato un *coefficiente di Poisson* pari a 0,4.

2.3.3 - COMPENDIO DEI RISULTATI

Con l'esecuzione delle prove pressiometriche effettuate nel foro S1 si sono ottenuti i seguenti risultati:

SONDAGGIO [n. prova]	Prof. Prova m	LITOLOGIA	E (pressiom.) bar	G (taglio) bar
1	7.50	Ghiaie e sabbie con trovanti	1617	577.5
2	9.70	Ghiaie e sabbie con trovanti	873	311.8
3	12.40	Ghiaie e sabbie con trovanti	1312	468.6

I valori del modulo pressiometrico **E** e del modulo di taglio **G** sono stati calcolati utilizzando il valore di pressione corretta e di volume corretto corrispondenti all'ultimo gradino di misura di ogni prova, non potendo utilizzare i valori di pressione e di volume di scorrimento a causa dell'impossibilità di portare a rottura il terreno investigato.

Per tale motivo i valori calcolati devono essere considerati conservativi rispetto ai corrispettivi valori ottenibili portando a effettiva rottura il materiale, ma comunque indicativi delle caratteristiche meccaniche del materiale investigato.

La mancata rottura del terreno non ha consentito la determinazione della pressione limite i cui valori devono essere ritenuti, comunque, superiori ai valori di pressione massima raggiunti durante l'esecuzione delle corrispondenti prove.

3 - ALLEGATI

Per le prove pressiometriche sono riportati i seguenti allegati:

CERTIFICATO DI TARATURA DEI TUBICINI (T1)
CERTIFICATO DI TARATURA DELLE GUAINA (TGI n° 1)

Per ogni singola prova sono inoltre riportati i seguenti allegati:

- Descrizione dell'attrezzatura e delle modalità di prova
- Tabella e grafico dei valori di lettura
- Tabella e grafico dei valori corretti
- Grafico *Volume vs Creep*
- Parametri caratteristici

CAVAGLIA' (VC)

PROVE PRESSIOMETRICHE MENARD

ALLEGATI

prove pressiometriche
PRESSIOMETRO MENARD

elaborazioni

Procedura Tecnica di riferimento : **PT001 - 04**

DATI IDENTIFICATIVI DELLA PROVA

Committente **ECODECO**
Località **Cavaglià**
Operatore **Dr. Ruggero Passaro**
Sondaggio **S1**
Data **01/03/01**

Sigla prova **1**

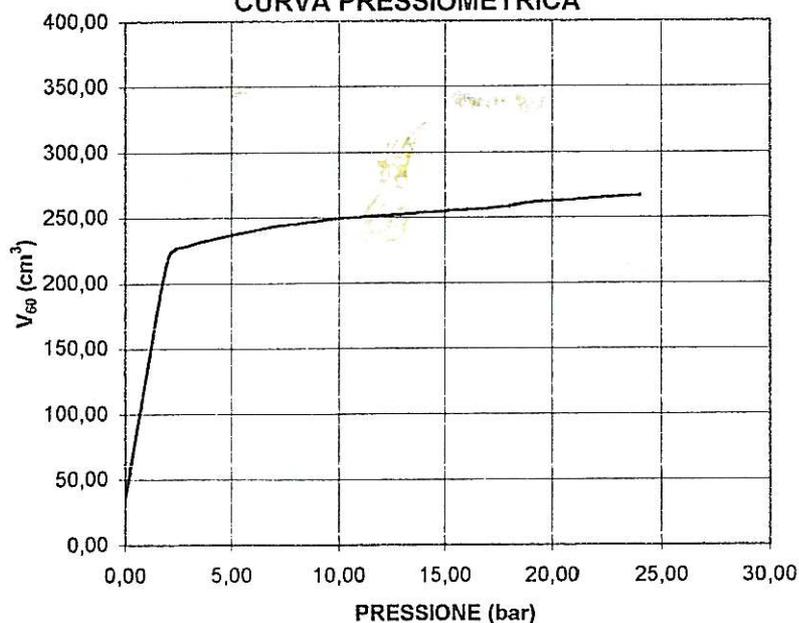
CARATTERISTICHE DEL SONDAGGIO

Profondità fluidi dal p.c. [m] **/**
Profondità del sondaggio [m] **7,8**
Metodo di perforazione tasca di prova **carotiere semplice**
Diam. della tasca di prova [mm] **66**

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA PRESSIOMETRICO

GUAINA					
n.	1	tipo	GRANDE INERZIA	taratura di pressione	TGI n°1
TUBICINI					
n.	1	lungh.	45 (m)	taratura di volume	T1
H manometro da p.c.	[m]	1		H tasca	[m] 0,8
Densità del liquido	[KN/m ³]	9,81		Volume sonda	[cm ³] 492

CURVA PRESSIOMETRICA



QUOTA DI PROVA

[m]
7,50

MODULO PRESSIOMETRICO

[E]
[bar]
1617

LITOLOGIA

**Ghiaie e sabbie con
trovanti**

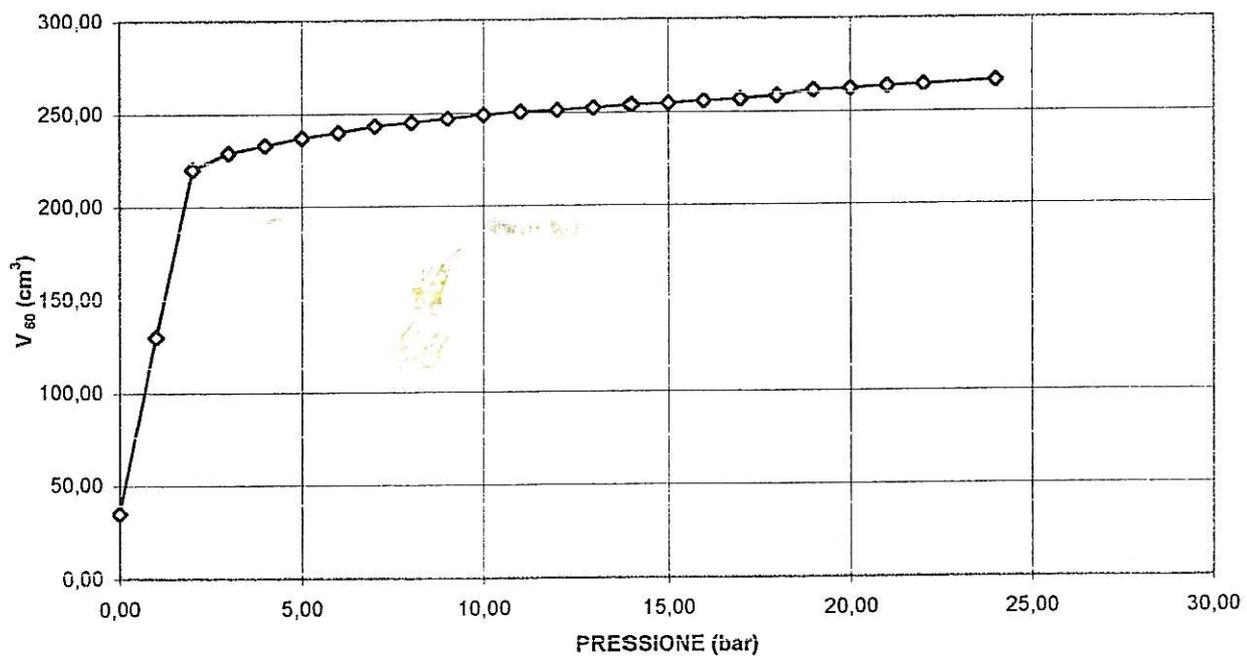
 Prova pressiométrica con pressimetro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

I

PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)	PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)	PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)
0,00	---	35,0	8,00	15	---	16,00	15	---
	---			30	245,0		30	256,0
	---			60	245,0		60	256,0
1,00	15	---	9,00	15	---	17,00	15	---
	30	96,0		30	247,0		30	257,0
	60	130,0		60	247,0		60	257,0
2,00	15	---	10,00	15	---	18,00	15	---
	30	197,0		30	249,0		30	258,0
	60	220,0		60	249,0		60	258,5
3,00	15	---	11,00	15	---	19,00	15	---
	30	227,0		30	250,5		30	260,0
	60	229,0		60	250,5		60	261,5
4,00	15	---	12,00	15	---	20,00	15	---
	30	231,0		30	251,5		30	262,5
	60	233,0		60	251,5		60	262,5
5,00	15	---	13,00	15	---	21,00	15	---
	30	236,0		30	252,5		30	263,5
	60	237,0		60	252,5		60	263,5
6,00	15	---	14,00	15	---	22,00	15	---
	30	239,0		30	254,0		30	264,5
	60	240,0		60	254,0		60	264,5
7,00	15	---	15,00	15	---	24,00	15	---
	30	243,0		30	255,0		30	266,0
	60	243,5		60	255,0		60	266,5

PRESSIONE vs DEFORMAZIONE (valori di lettura)



 Prova pressiométrica con pressiometro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

I

ELABORAZIONE DEI DATI

	P_1	V_{60}	$P_1 + P_w$	P_c	P	V_c	V	creep
	(bar)	(cm ³)	(bar)	(bar)	(bar)	(cm ³)	(cm ³)	(cm ³)
1	0,00	35,00	0,83	0,15	0,69	0,00	35,00	0,0
2	1,00	130,00	1,83	0,55	1,28	0,53	129,47	34,00
3	2,00	220,00	2,83	0,93	1,90	1,05	218,95	23,00
4	3,00	229,00	3,83	0,97	2,86	1,58	227,42	2,00
5	4,00	233,00	4,83	0,99	3,85	2,11	230,89	2,00
6	5,00	237,00	5,83	1,01	4,83	2,63	234,37	1,00
7	6,00	240,00	6,83	1,02	5,82	3,16	236,84	1,00
8	7,00	243,50	7,83	1,03	6,80	3,69	239,81	0,50
9	8,00	245,00	8,83	1,04	7,79	4,21	240,79	0,00
10	9,00	247,00	9,83	1,05	8,79	4,74	242,26	0,00
11	10,00	249,00	10,83	1,06	9,78	5,27	243,73	0,00
12	11,00	250,50	11,83	1,06	10,77	5,79	244,71	0,00
13	12,00	251,50	12,83	1,07	11,77	6,32	245,18	0,00
14	13,00	252,50	13,83	1,07	12,76	6,85	245,65	0,00
15	14,00	254,00	14,83	1,08	13,76	7,37	246,63	0,00
16	15,00	255,00	15,83	1,08	14,75	7,90	247,10	0,00
17	16,00	256,00	16,83	1,09	15,75	8,43	247,57	0,00
18	17,00	257,00	17,83	1,09	16,74	8,95	248,05	0,00
19	18,00	258,50	18,83	1,10	17,74	9,48	249,02	0,50
20	19,00	261,50	19,83	1,11	18,72	10,01	251,49	1,50
21	20,00	262,50	20,83	1,11	19,72	10,53	251,97	0,00
22	21,00	263,50	21,83	1,12	20,72	11,06	252,44	0,00
23	22,00	264,50	22,83	1,12	21,71	11,59	252,91	0,00
24	24,00	266,50	24,83	1,13	23,70	12,64	253,86	0,50

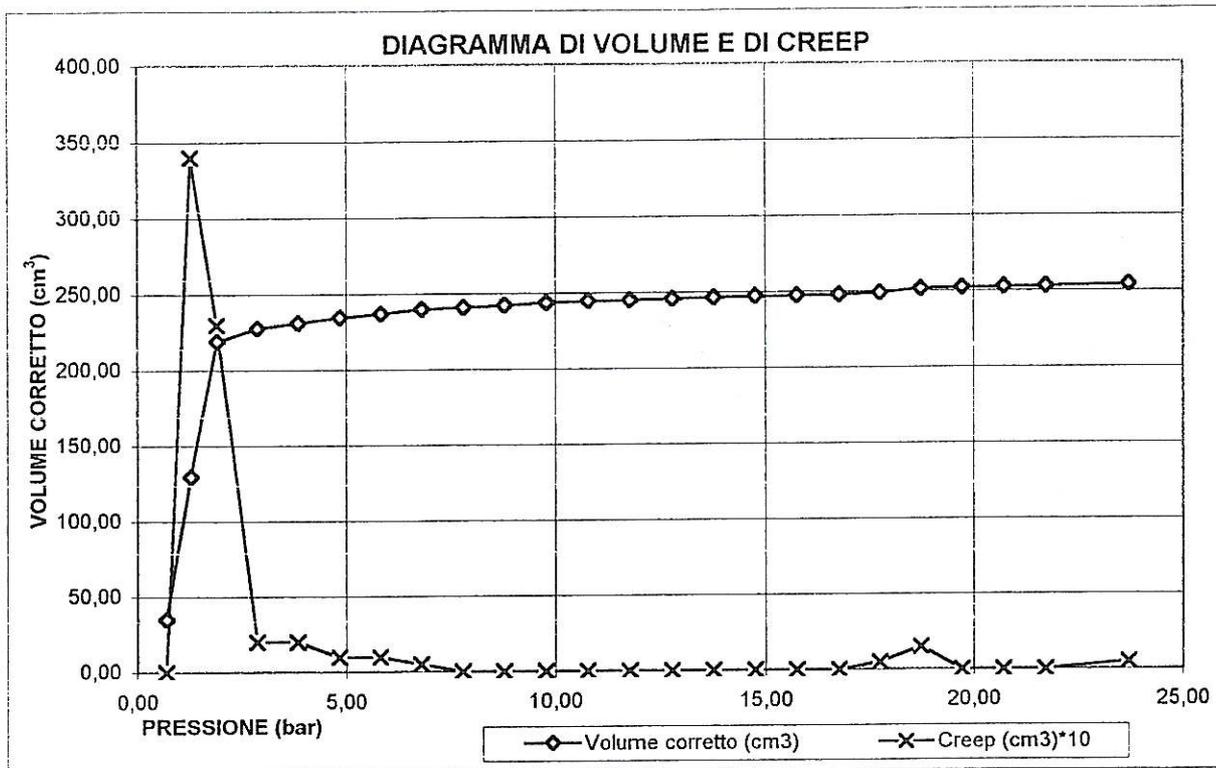
LEGENDA

 P_1 = Pressione di lettura al manometro V_{60} = Volume di lettura a 60 secondi P_w = Pressione del battente idraulico = $0,0981 H - h$ $(H = \text{distanza centro sonda-manometro}, h = \text{prof. fluidi in foro})$ P_c = Correzione di press. = V_{60}/a con a ricavato dal certif. TGI n°1 P = Pressione corretta ($P_1 + P_w - P_c$) V_c = Correzione di volume = $P_1 * A$ con A ricavato dal certif. T1 V = Volume corretto ($V = V_{60} - V_c$)Creep = $V_{60} - V_{30}$

Prova pressiometrica con pressimetro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

1



 Prova pressiométrica con pressiometro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

I

PARAMETRI CARATTERISTICI

P_0	=	Pressione iniziale (bar)	=	3,01
V_0	=	Volume iniziale (cm^3)	=	227,4
P_f	=	Pressione finale (bar)	=	23,85
V_f	=	Volume finale (cm^3)	=	253,9
V_i	=	Volume sonda ad altezza p.c. (cm^3)	=	492
P_{lim}	=	Pressione limite (bar)	=	...*
G	=	Modulo di taglio (bar)	=	577,5
		Vale: $G = [V_i + (V_f + V_0)/2](P_f - P_0)/(V_f - V_0)$		
E	=	Modulo pressiométrico (bar)	=	1617
		Vale: $E = 2G(1 + \nu)$ con $\nu = 0,4$		

* Il valore di pressione limite non è stato calcolato perché il materiale non è arrivato a rottura

prove pressiometriche
PRESSIOMETRO MENARD

elaborazioni

Procedura Tecnica di riferimento : **PT001 - 04**

DATI IDENTIFICATIVI DELLA PROVA

Committente **ECODECO**
Località **Cavaglià**
Operatore **Dr. Ruggero Passaro**
Sondaggio **S1**
Data **01/03/01**

Sigla prova **2**

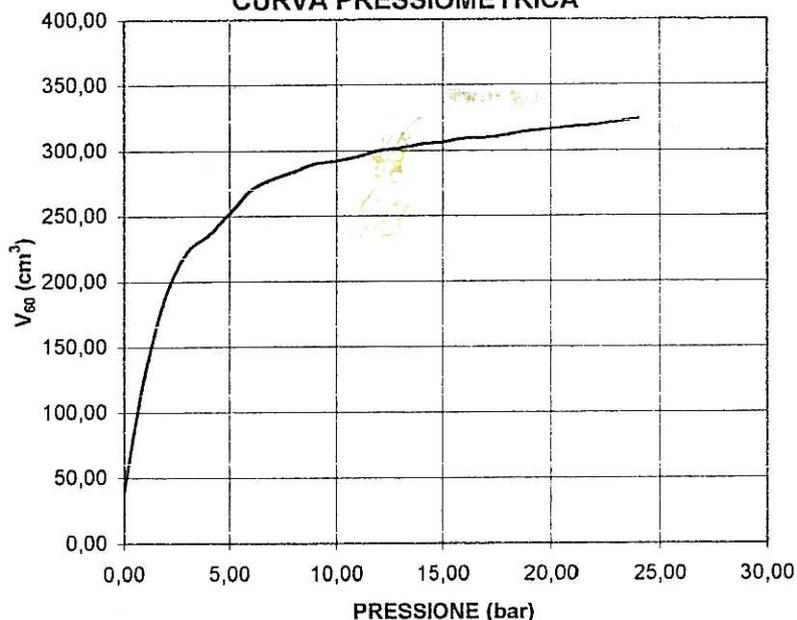
CARATTERISTICHE DEL SONDAGGIO

Profondità fluidi dal p.c. [m] /
Profondità del sondaggio [m] **10,0**
Metodo di perforazione tasca di prova **carotiere semplice**
Diam. della tasca di prova [mm] **66**

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA PRESSIOMETRICO

GUAINA					
n.	1	tipo	GRANDE INERZIA	taratura di pressione	TGI n°1
TUBICINI					
n.	1	lungh.	45 (m)	taratura di volume	T1
H manometro da p.c.	[m]	1		H tasca	[m] 0,8
Densità del liquido	[KN/m ³]	9,81		Volume sonda	[cm ³] 492

CURVA PRESSIOMETRICA



QUOTA DI PROVA

[m]

9,70

MODULO PRESSIOMETRICO

[E]

[bar]

873

LITOLOGIA

Ghiaie e sabbie con trovanti

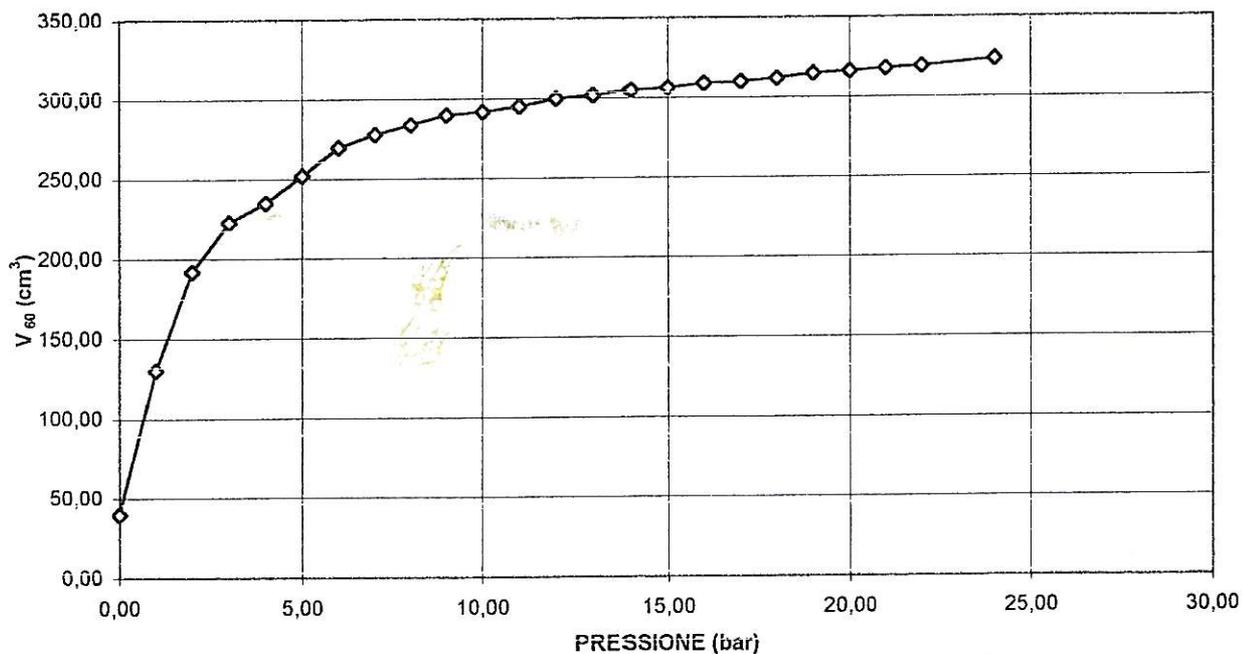
 Prova pressiométrica con pressiometro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

2

PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)	PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)	PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)
0,00	---	41,0	8,00	15	---	16,00	15	---
	---			30	283,0		30	308,5
	---			60	284,0		60	309,0
1,00	15	---	9,00	15	---	17,00	15	---
	30	125,0		30	289,0		30	310,0
	60	130,0		60	290,0		60	310,0
2,00	15	---	10,00	15	---	18,00	15	---
	30	180,0		30	291,5		30	312,0
	60	192,0		60	292,0		60	312,0
3,00	15	---	11,00	15	---	19,00	15	---
	30	218,0		30	295,0		30	315,0
	60	223,0		60	295,5		60	315,0
4,00	15	---	12,00	15	---	20,00	15	---
	30	232,0		30	299,5		30	316,5
	60	235,0		60	300,0		60	316,5
5,00	15	---	13,00	15	---	21,00	15	---
	30	249,0		30	301,5		30	318,0
	60	252,0		60	302,0		60	318,0
6,00	15	---	14,00	15	---	22,00	15	---
	30	269,0		30	304,5		30	319,5
	60	270,0		60	305,0		60	319,5
7,00	15	---	15,00	15	---	24,00	15	---
	30	277,0		30	306,0		30	323,5
	60	278,0		60	306,5		60	324,0

PRESSIONE vs DEFORMAZIONE (valori di lettura)



 Prova pressiométrica con pressiometro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

2

ELABORAZIONE DEI DATI

	P_1	V_{60}	$P_1 + P_w$	P_c	P	V_c	V	creep
	(bar)	(cm ³)	(bar)	(bar)	(bar)	(cm ³)	(cm ³)	(cm ³)
1	0,00	40,00	1,05	0,17	0,88	0,00	40,00	-1,0
2	1,00	130,00	2,05	0,55	1,50	0,53	129,47	5,00
3	2,00	192,00	3,05	0,81	2,23	1,05	190,95	12,00
4	3,00	223,00	4,05	0,95	3,10	1,58	221,42	5,00
5	4,00	235,00	5,05	1,00	4,05	2,11	232,89	3,00
6	5,00	252,00	6,05	1,07	4,98	2,63	249,37	3,00
7	6,00	270,00	7,05	1,15	5,90	3,16	266,84	1,00
8	7,00	278,00	8,05	1,18	6,87	3,69	274,31	1,00
9	8,00	284,00	9,05	1,21	7,84	4,21	279,79	1,00
10	9,00	290,00	10,05	1,23	8,82	4,74	285,26	1,00
11	10,00	292,00	11,05	1,24	9,81	5,27	286,73	0,50
12	11,00	295,50	12,05	1,25	10,80	5,79	289,71	0,50
13	12,00	300,00	13,05	1,27	11,78	6,32	293,68	0,50
14	13,00	302,00	14,05	1,28	12,77	6,85	295,15	0,50
15	14,00	305,00	15,05	1,29	13,76	7,37	297,63	0,50
16	15,00	306,50	16,05	1,30	14,75	7,90	298,60	0,50
17	16,00	309,00	17,05	1,31	15,74	8,43	300,57	0,50
18	17,00	310,00	18,05	1,32	16,73	8,95	301,05	0,00
19	18,00	312,00	19,05	1,32	17,73	9,48	302,52	0,00
20	19,00	315,00	20,05	1,34	18,71	10,01	304,99	0,00
21	20,00	316,50	21,05	1,34	19,71	10,53	305,97	0,00
22	21,00	318,00	22,05	1,35	20,70	11,06	306,94	0,00
23	22,00	319,50	23,05	1,36	21,69	11,59	307,91	0,00
24	24,00	324,00	25,05	1,37	23,67	12,64	311,36	0,50

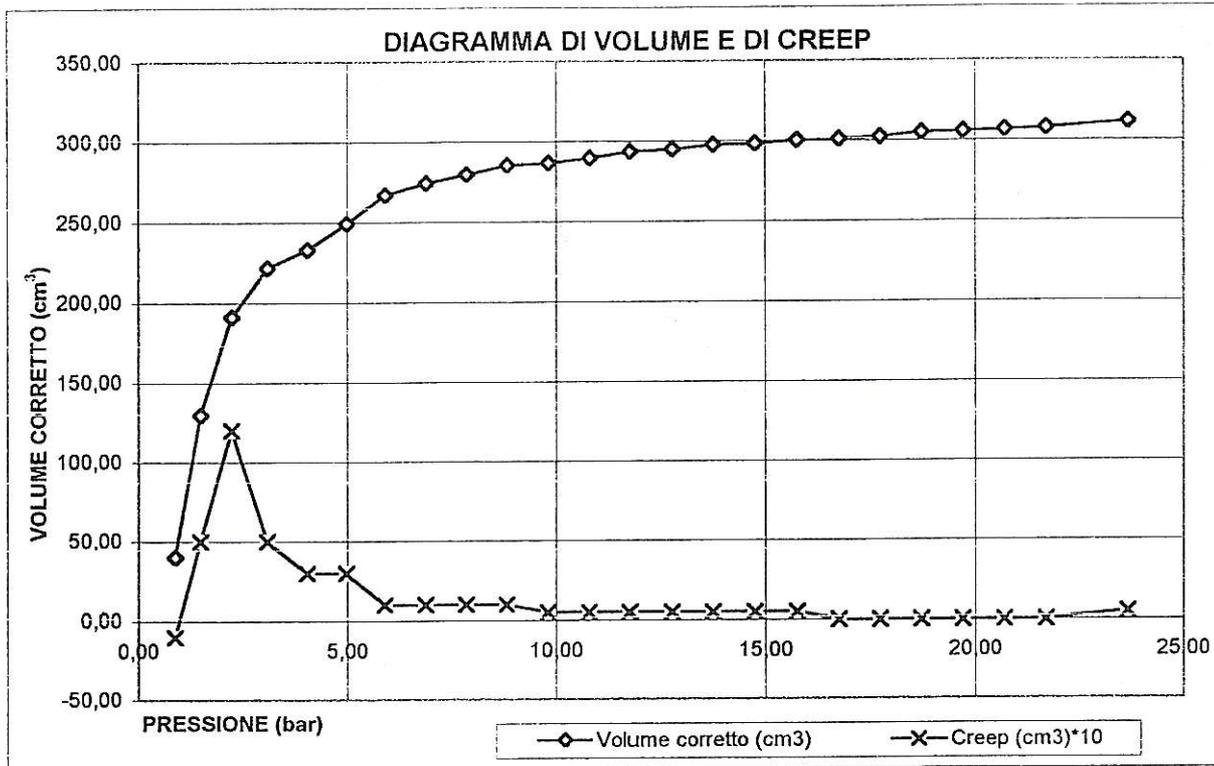
LEGENDA

 P_1 = Pressione di lettura al manometro V_{60} = Volume di lettura a 60 secondi P_w = Pressione del battente idraulico = $0,0981 H - h$ *(H = distanza centro sonda-manometro, h = prof. fluidi in foro)* P_c = Correzione di press. = V_{60}/a con a ricavato dal certif. TGI n°1 P = Pressione corretta ($P_1 + P_w - P_c$) V_c = Correzione di volume = $P_1 * A$ con A ricavato dal certif. T1 V = Volume corretto ($V = V_{60} - V_c$)Creep = $V_{60} - V_{30}$

Prova pressiometrica con pressiometro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

2



 Prova pressiométrica con pressimetro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

2

PARAMETRI CARATTERISTICI

P_0	=	Pressione iniziale (bar)	=	6,01
V_0	=	Volume iniziale (cm ³)	=	266,8
P_f	=	Pressione finale (bar)	=	23,78
V_f	=	Volume finale (cm ³)	=	311,4
V_i	=	Volume sonda ad altezza p.c. (cm ³)	=	492
P_{lim}	=	Pressione limite (bar)	=	...*
G	=	Modulo di taglio (bar)	=	311,8
		Vale: $G = [V_i + (V_f + V_0)/2](P_f - P_0)/(V_f - V_0)$		
E	=	Modulo pressiométrico (bar)	=	873
		Vale: $E = 2G(1 + \nu)$ con $\nu = 0,4$		

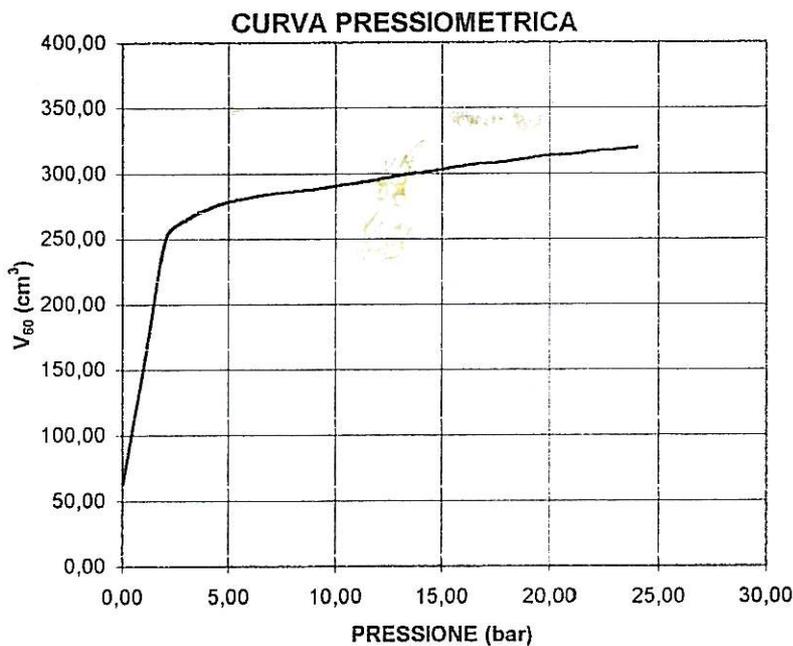
* Il valore di pressione limite non è stato calcolato perché il materiale non è arrivato a rottura

	prove pressiometriche PRESSIOMETRO MENARD	
<i>elaborazioni</i>		
Procedura Tecnica di riferimento : PT001 - 04		

DATI IDENTIFICATIVI DELLA PROVA	
Committente	ECODECO
Località	Cavaglià
Operatore	Dr. Ruggero Passaro
Sondaggio	S1
Data	01/03/01
Sigla prova	3

CARATTERISTICHE DEL SONDAGGIO	
Profondità fluidi dal p.c.	[m] /
Profondità del sondaggio	[m] 12,7
Metodo di perforazione tasca di prova	carotiere semplice
Diam. della tasca di prova	[mm] 66

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA PRESSIOMETRICO					
GUAINA					
n.	1	tipo	GRANDE INERZIA	taratura di pressione	TGI n°1
TUBICINI					
n.	1	lungh.	45 (m)	taratura di volume	T1
H manometro da p.c.	[m]	1	H tasca	[m]	0,8
Densità del liquido	[KN/m ³]	9,81	Volume sonda	[cm ³]	492



QUOTA DI PROVA [m] 12,40
--

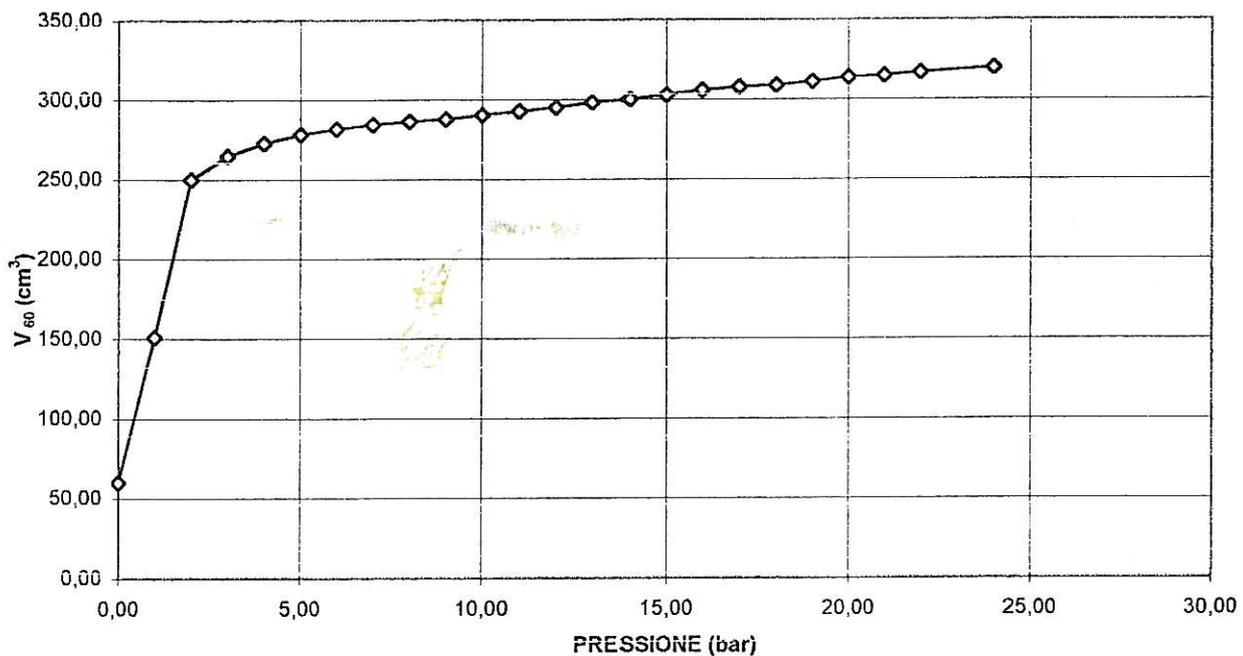
MODULO PRESSIOMETRICO [E] [bar] 1312

LITOLOGIA Ghiaie e sabbie con trovanti
--

Prova pressiometrica con pressimetro MENARD

PROVA PRESSIOMETRICA**3**

PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)	PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)	PI (bar)	t (sec)	V (cm ³)
0,00	---	60,0	8,00	15	---	16,00	15	---
	---			30	286,0		30	305,5
	---			60	286,5		60	306,0
1,00	15	---	9,00	15	---	17,00	15	---
	30	120,0		30	288,0		30	307,5
	60	151,0		60	288,0		60	308,0
2,00	15	---	10,00	15	---	18,00	15	---
	30	221,0		30	290,0		30	309,0
	60	250,0		60	290,5		60	309,0
3,00	15	---	11,00	15	---	19,00	15	---
	30	258,0		30	292,5		30	311,0
	60	265,0		60	293,0		60	311,5
4,00	15	---	12,00	15	---	20,00	15	---
	30	269,0		30	295,0		30	313,5
	60	273,0		60	295,5		60	314,0
5,00	15	---	13,00	15	---	21,00	15	---
	30	277,0		30	298,0		30	315,0
	60	278,5		60	298,5		60	315,0
6,00	15	---	14,00	15	---	22,00	15	---
	30	281,0		30	300,5		30	317,0
	60	282,0		60	300,5		60	317,0
7,00	15	---	15,00	15	---	24,00	15	---
	30	284,0		30	303,0		30	319,5
	60	284,5		60	303,0		60	320,0

PRESSIONE vs DEFORMAZIONE (valori di lettura)

 Prova pressiométrica con pressiometro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

3

ELABORAZIONE DEI DATI

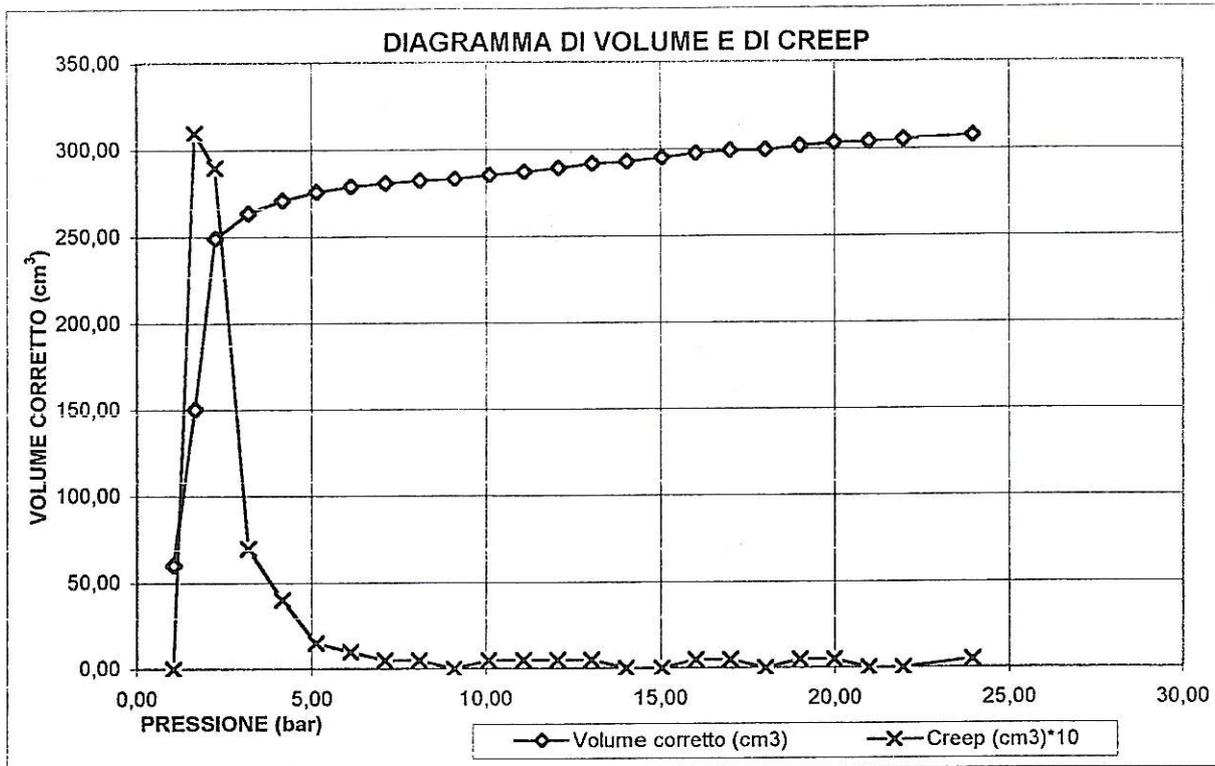
	P_1	V_{60}	$P_1 + P_w$	P_c	P	V_c	V	creep
	(bar)	(cm ³)	(bar)	(bar)	(bar)	(cm ³)	(cm ³)	(cm ³)
1	0,00	60,00	1,31	0,25	1,06	0,00	60,00	0,0
2	1,00	151,00	2,31	0,64	1,67	0,53	150,47	31,00
3	2,00	250,00	3,31	1,06	2,25	1,05	248,95	29,00
4	3,00	265,00	4,31	1,12	3,19	1,58	263,42	7,00
5	4,00	273,00	5,31	1,16	4,16	2,11	270,89	4,00
6	5,00	278,50	6,31	1,18	5,13	2,63	275,87	1,50
7	6,00	282,00	7,31	1,20	6,12	3,16	278,84	1,00
8	7,00	284,50	8,31	1,21	7,11	3,69	280,81	0,50
9	8,00	286,50	9,31	1,22	8,10	4,21	282,29	0,50
10	9,00	288,00	10,31	1,22	9,09	4,74	283,26	0,00
11	10,00	290,50	11,31	1,23	10,08	5,27	285,23	0,50
12	11,00	293,00	12,31	1,24	11,07	5,79	287,21	0,50
13	12,00	295,50	13,31	1,25	12,06	6,32	289,18	0,50
14	13,00	298,50	14,31	1,27	13,05	6,85	291,65	0,50
15	14,00	300,50	15,31	1,28	14,04	7,37	293,13	0,00
16	15,00	303,00	16,31	1,29	15,03	7,90	295,10	0,00
17	16,00	306,00	17,31	1,30	16,02	8,43	297,57	0,50
18	17,00	308,00	18,31	1,31	17,01	8,95	299,05	0,50
19	18,00	309,00	19,31	1,31	18,00	9,48	299,52	0,00
20	19,00	311,50	20,31	1,32	18,99	10,01	301,49	0,50
21	20,00	314,00	21,31	1,33	19,98	10,53	303,47	0,50
22	21,00	315,00	22,31	1,34	20,98	11,06	303,94	0,00
23	22,00	317,00	23,31	1,35	21,97	11,59	305,41	0,00
24	24,00	320,00	25,31	1,36	23,96	12,64	307,36	0,50

LEGENDA P_1 = Pressione di lettura al manometro V_{60} = Volume di lettura a 60 secondi P_w = Pressione del battente idraulico = $0,0981 H - h$ *(H = distanza centro sonda-manometro, h = prof. fluidi in foro)* P_c = Correzione di press. = V_{60}/a con a ricavato dal certif. TGI n°1 P = Pressione corretta ($P_1 + P_w - P_c$) V_c = Correzione di volume = $P_1 * A$ con A ricavato dal certif. T1 V = Volume corretto ($V = V_{60} - V_c$)Creep = $V_{60} - V_{30}$

Prova pressiometrica con pressimetro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

3



 Prova pressiométrica con pressiometro *MENARD*

PROVA PRESSIOMETRICA

3

PARAMETRI CARATTERISTICI

P_0	=	Pressione iniziale (bar)	=	5,13
V_0	=	Volume iniziale (cm^3)	=	275,9
P_f	=	Pressione finale (bar)	=	23,96
V_f	=	Volume finale (cm^3)	=	307,4
V_i	=	Volume sonda ad altezza p.c. (cm^3)	=	492
P_{lim}	=	Pressione limite (bar)	=	...*
G	=	Modulo di taglio (bar)	=	468,6
		Vale: $G = [V_i + (V_f + V_0)/2](P_f - P_0)/(V_f - V_0)$		
E	=	Modulo pressiométrico (bar)	=	1312
		Vale: $E = 2G(1 + \nu)$ con $\nu = 0,4$		

* Il valore di pressione limite non è stato calcolato perché il materiale non è arrivato a rottura

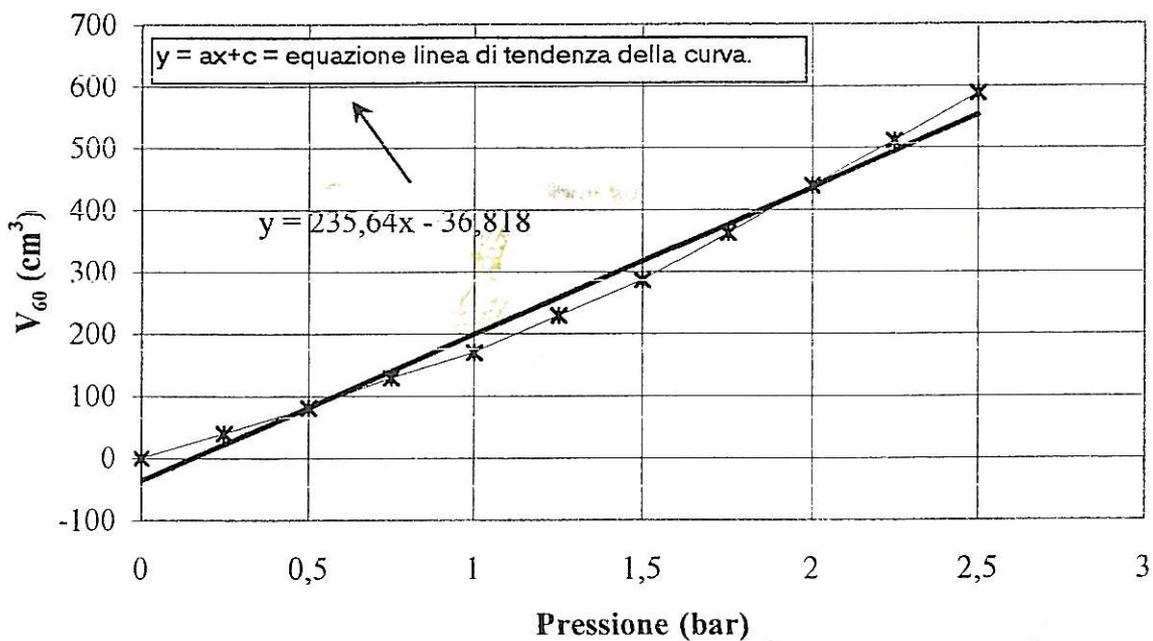
Prova pressiometrica con pressimetro *MENARD*

Certificato di TARATURA DELLE GUAINE: TGI n°1

DATA: 27/02/01
 LOCALITA': Calcinata BG
 OPERATORE: Dr. Luca Piazza

PI	t	V	PI	t	V	PI	t	V
(bar)	(sec)	(cm3)	(bar)	(sec)	(cm3)	(bar)	(sec)	(cm3)
0	15	---	1,5	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	0,0		60	286,0		60	---
0,25	15	---	1,75	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	40,0		60	362,0		60	---
0,5	15	---	2	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	81,0		60	439,0		60	---
0,75	15	---	2,25	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	129,0		60	511,0		60	---
1	15	---	2,5	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	170,0		60	588,0		60	---
1,25	15	---		15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	229,0		60	---		60	---

Deformazione del sistema guaine con sonda in aria libera



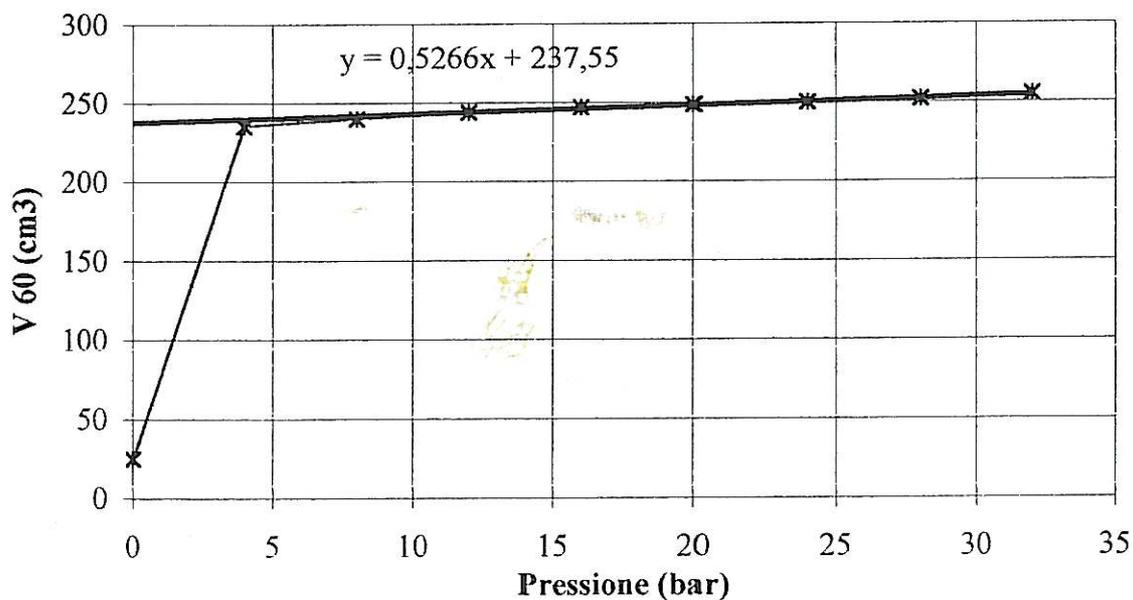
Prova pressiometrica con pressimetro *MENARD*

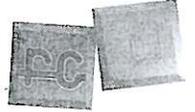
Certificato di taratura dei tubicini: T 1

DATA: 09/01/01
 LOCALITA': Calciate
 OPERATORE: dr. Andrea Zagato

PI (bar)	t (sec)	V (cm3)	PI (bar)	t (sec)	V (cm3)	PI (bar)	t (sec)	V (cm3)
0	15	---	24	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	250,0		60	250,0		60	---
4	15	---	28	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	235,0		60	252,0		60	---
8	15	---	32	15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	240,0		60	255,0		60	---
12	15	---		15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	244,0		60	---		60	---
16	15	---		15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	247,0		60	---		60	---
20	15	---		15	---		15	---
	30	---		30	---		30	---
	60	248,5		60	---		60	---

Deformazione del sistema sonda + tubicini in tubo calibratore



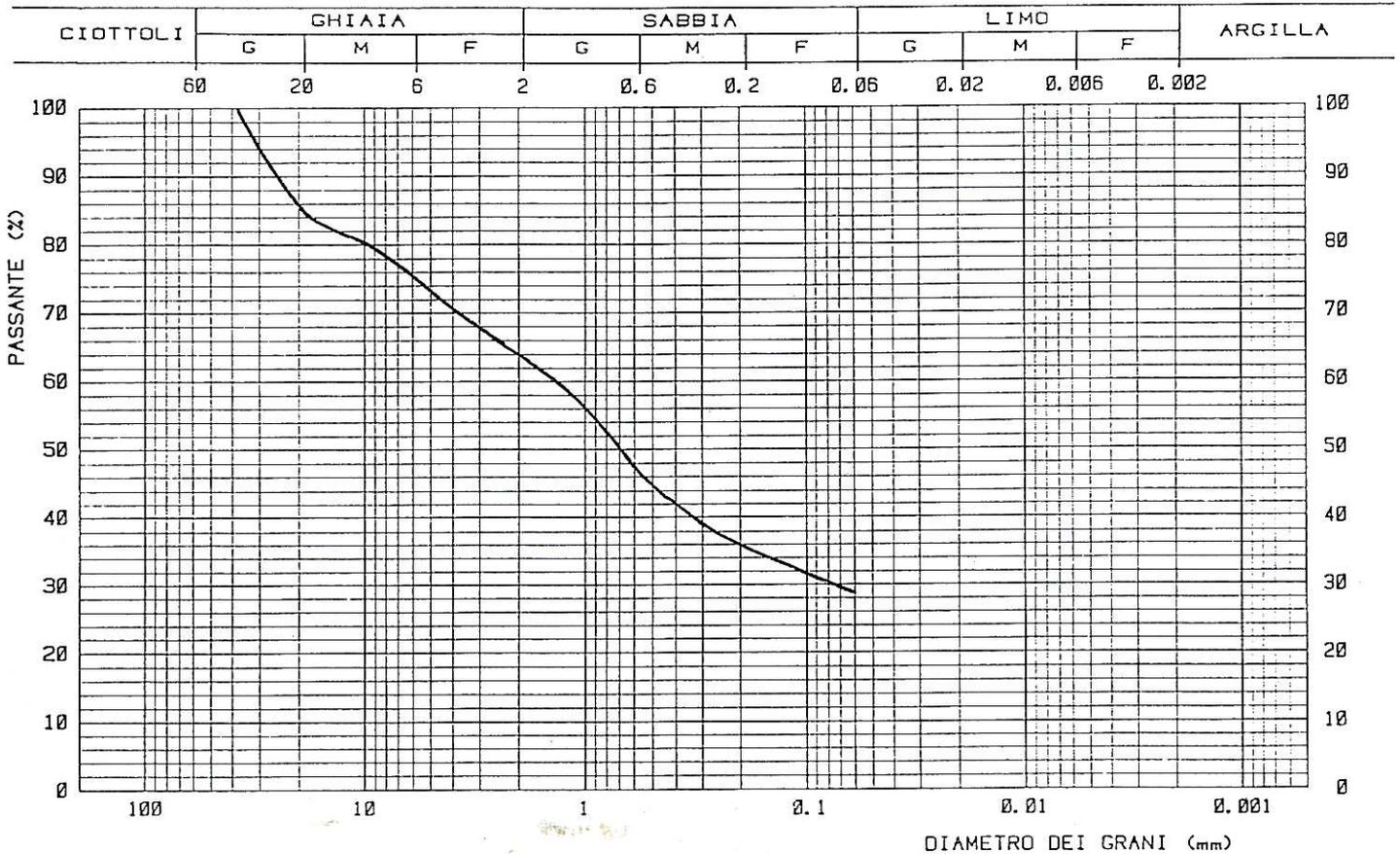


PROVE DI LABORATORIO

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : 1 CAMPIONE : A
 PROVA/E : PROF. : m 6.0±7.0
 DATA FINE PROVA/E : Marzo 01

Operatore: G. Magni



PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		6.0	7.0	Ghiaia e sabbia con limo.		36	35	29*		1.5		

NOTE

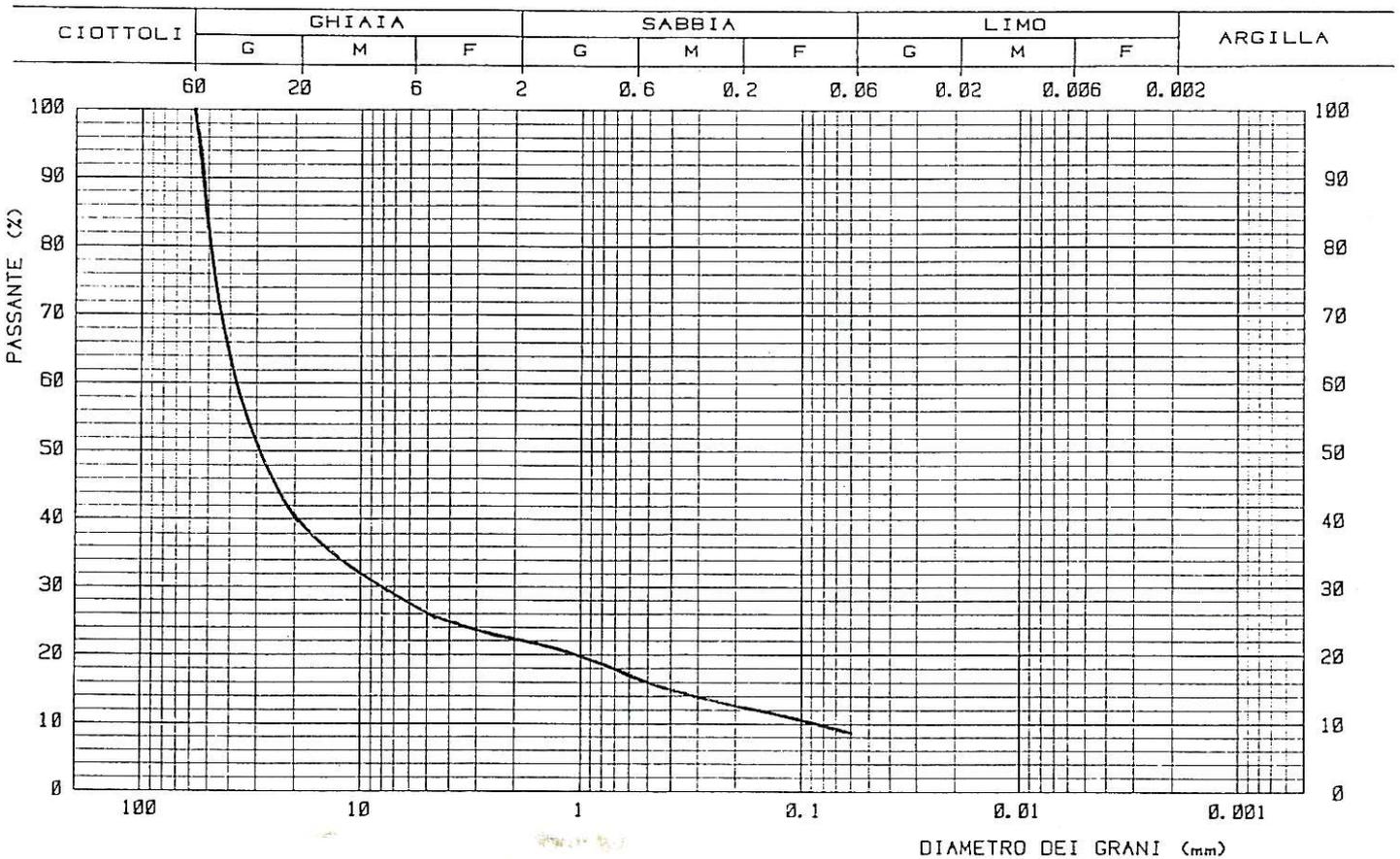
* Compresa la % di argilla.



ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : 1 CAMPIONE : B
 PROVA/E : PROF. : m 10,0±11,0
 DATA FINE PROVA/E : Marzo 01

Operatore: G. Magni



PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		10.0	11.0	Ghiaia sabbiosa, debolmente limosa.		78	13	9		38.0	0.084	452.4

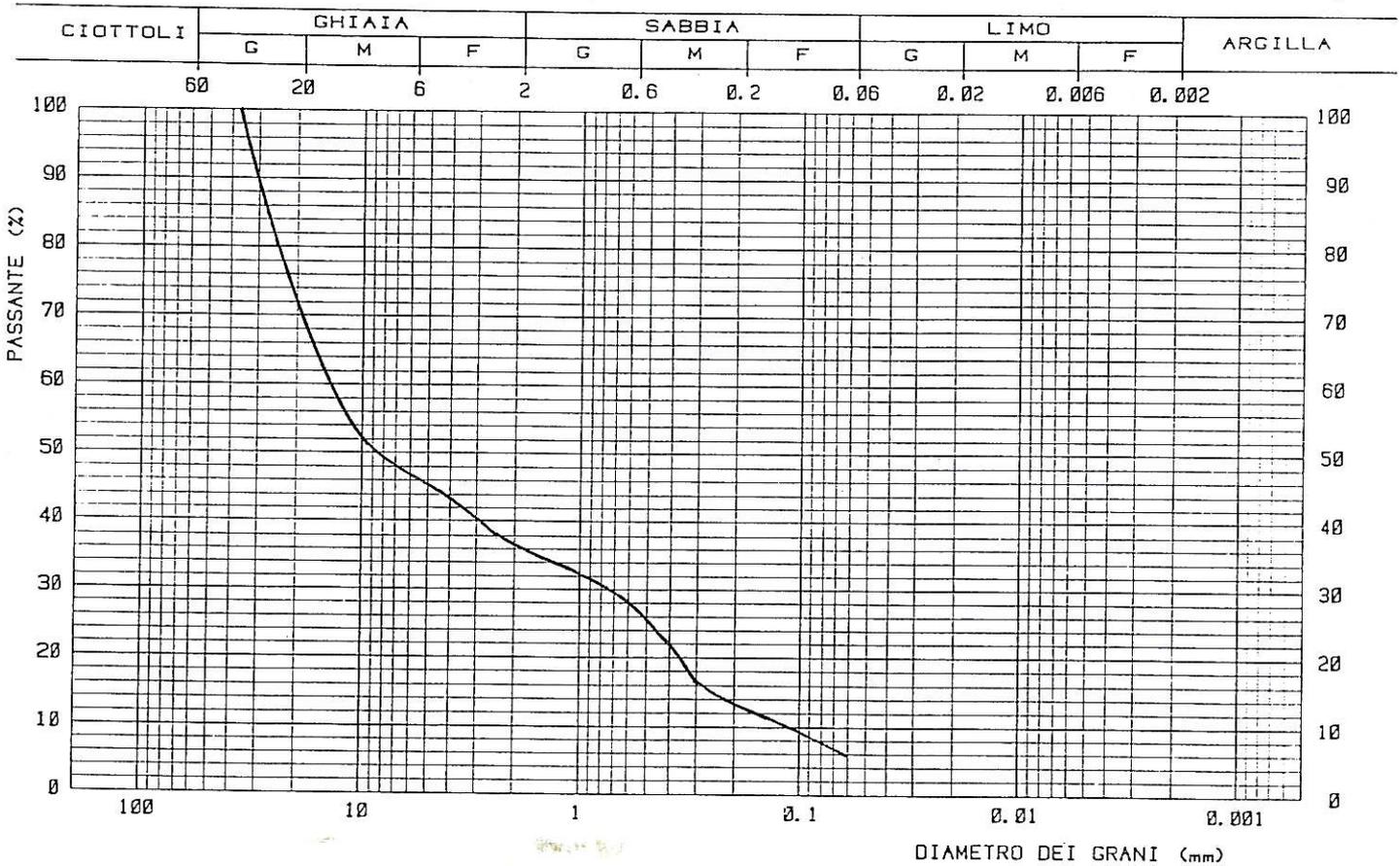
NOTE



ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : . ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : . . . 1 CAMPIONE : . . C
 PROVA/E : PROF. : m. 15.0±16.0
 DATA FINE PROVA/E : . Marzo 01

Operatore: G. Magni



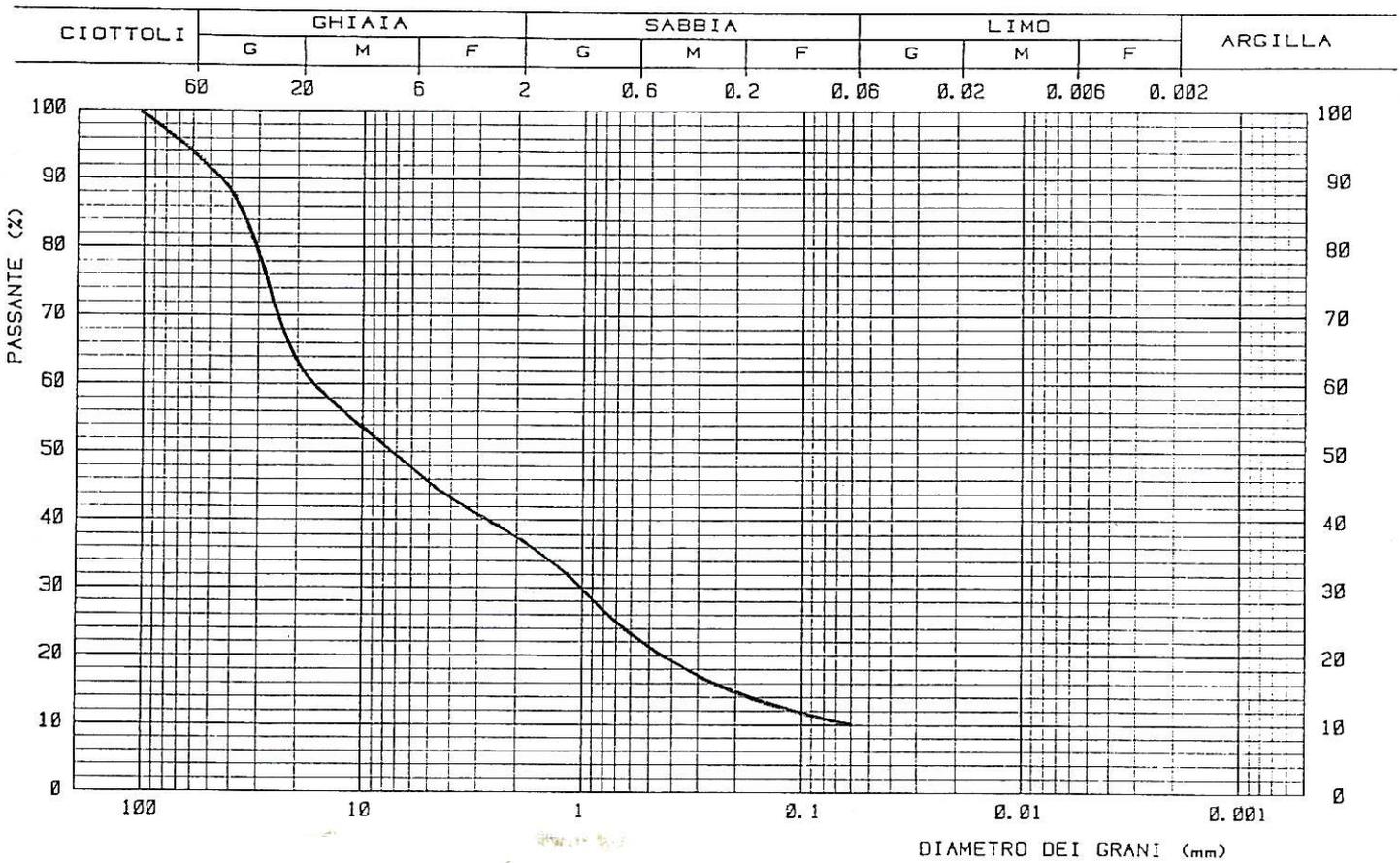
PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₅₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		15.0	16.0	Ghiaia con sabbia, debolmente limosa.		63	31	6		15.0	0.12	125.0

NOTE

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO
 CANTIERE : ... CAVAGLIA
 SONDAGGIO : ... 2 ... CAMPIONE : ... A ...
 PROVA/E : ... PROF. : m. 6.0±7.0
 DATA FINE PROVA/E : Marzo 01

Operatore: G. Magni



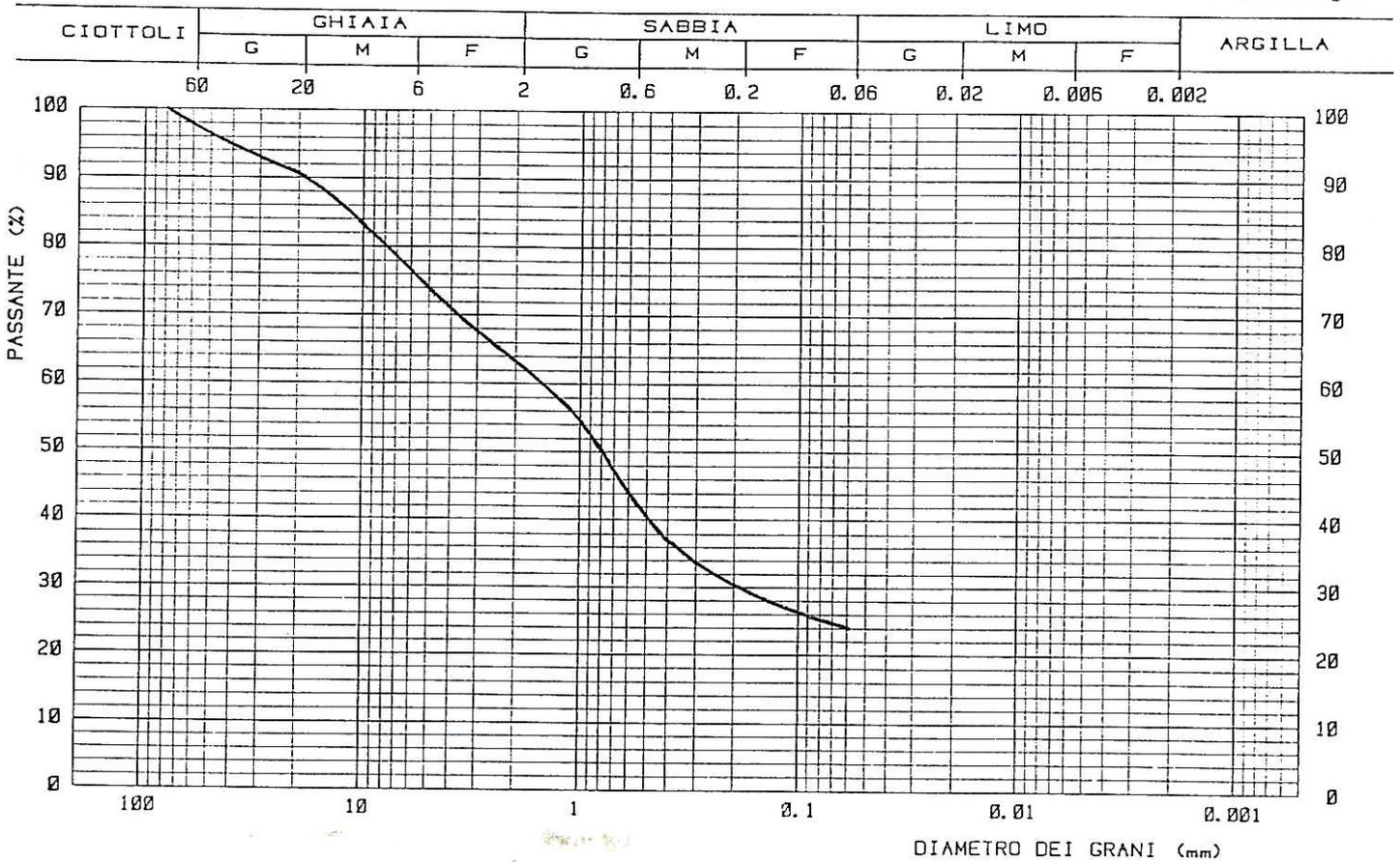
PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		6.0	7.0	Ghiaia con sabbia, debolmente limosa-debolmente ciottolosa.	6	56	28	10		17.0	0.06	283.3

NOTE

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : 2 CAMPIONE : B
 PROVA/E : PROF. : m. 10.0±11.0
 DATA FINE PROVA/E : Marzo 01

Operatore: G. Magni



PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		10.0	11.0	Sabbia con ghiaia, limosa con tracce di ciottoli.	2	34	40	24*		1.6		

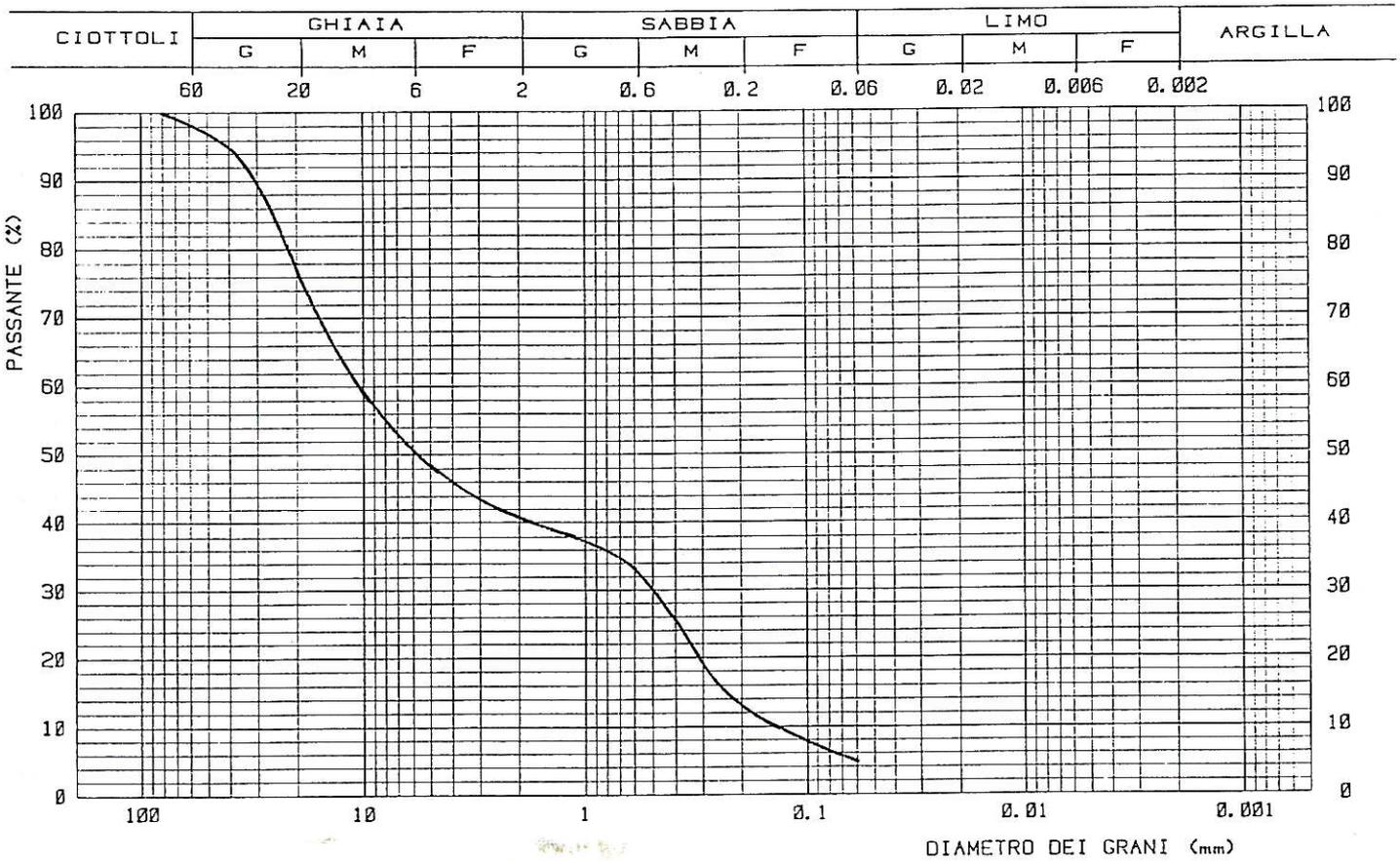
NOTE

* Compresa la % di argilla.

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : . ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : . . . 2 CAMPIONE : . . C
 PROVA/E : PROF. : m 15.0±16.0
 DATA FINE PROVA/E : . Marzo 01

Operatore:G.Magni



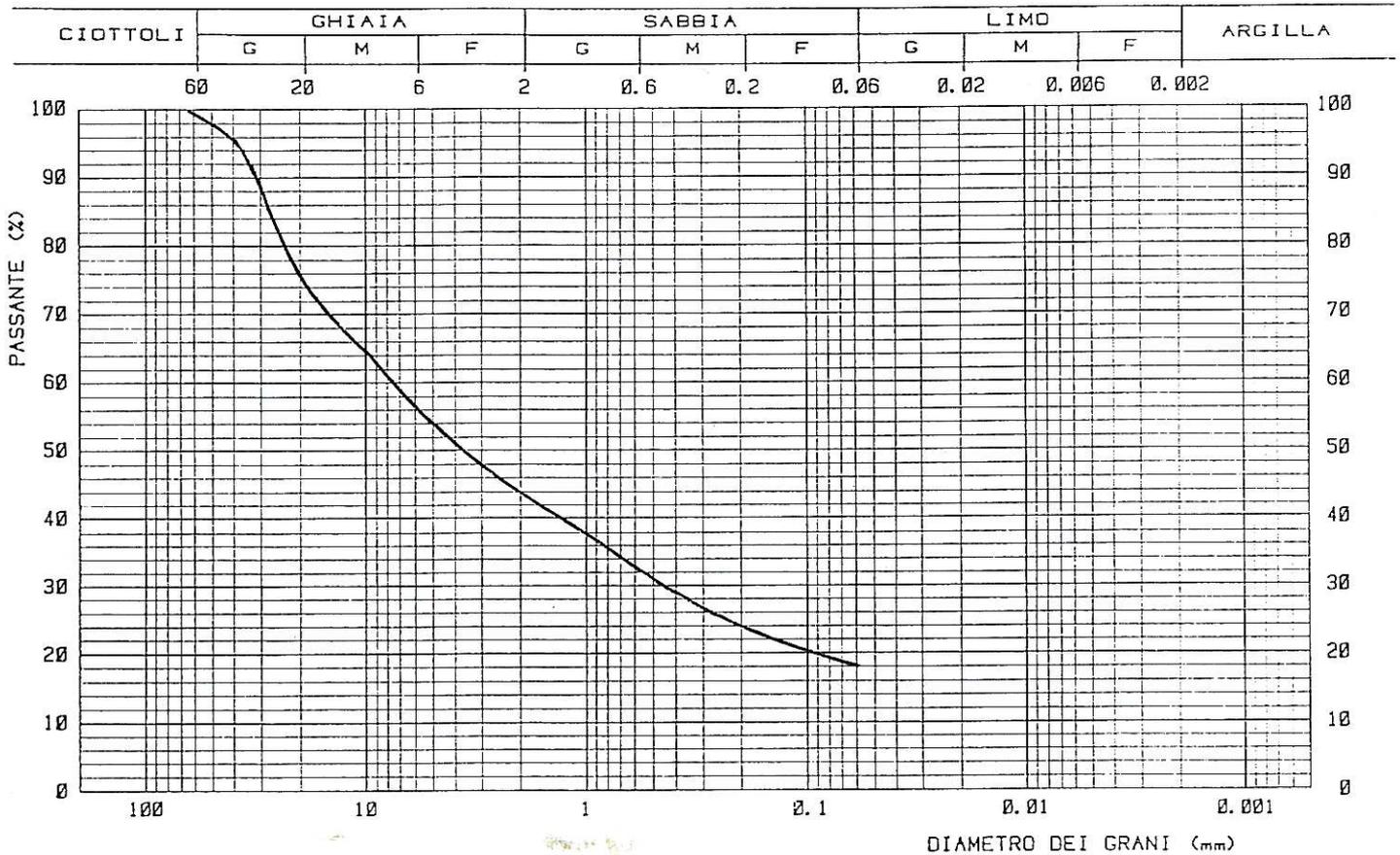
PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		15.0	16.0	Ghiaia con sabbia,debolmen- te limosa con tracce di ciottoli.	2	57	36	5		12.0	0.15	80.0

NOTE

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : 3 CAMPIONE : A
 PROVA/E : PROF. : m 6.0±7.0
 DATA FINE PROVA/E : Marzo 01

Operatore:G.Magni



PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		6.0	7.0	Ghiaia con sabbia, limosa.		56	26	18*		7.4		

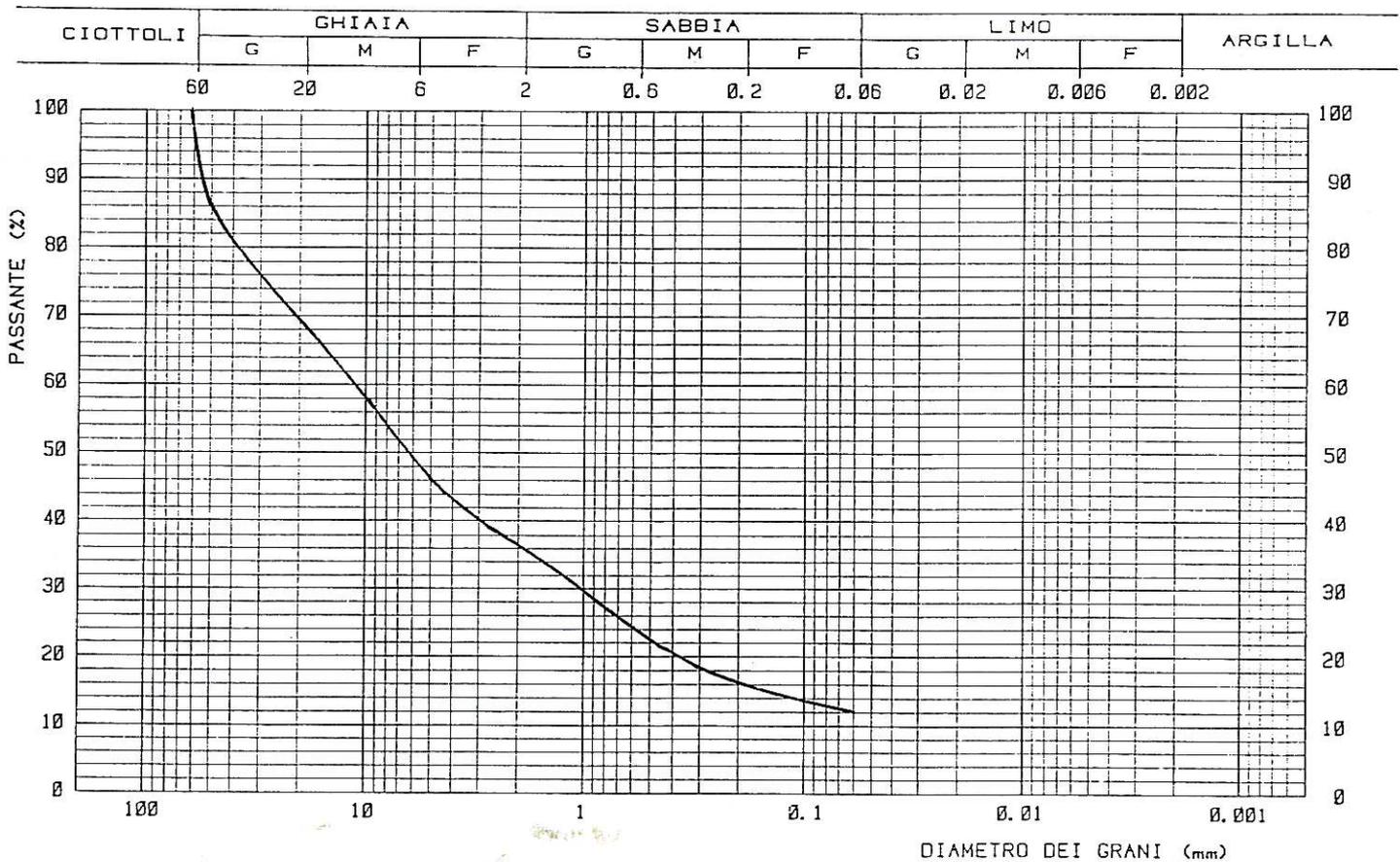
NOTE

* Compresa la % di argilla.

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : 3 CAMPIONE : B
 PROVA/E : PROF. : m 11.0÷12.0
 DATA FINE PROVA/E : Marzo 01

Operatore: G. Magni



PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		11.0	12.0	Ghiaia sabbiosa-limosa.		63	25	12*		12.0		

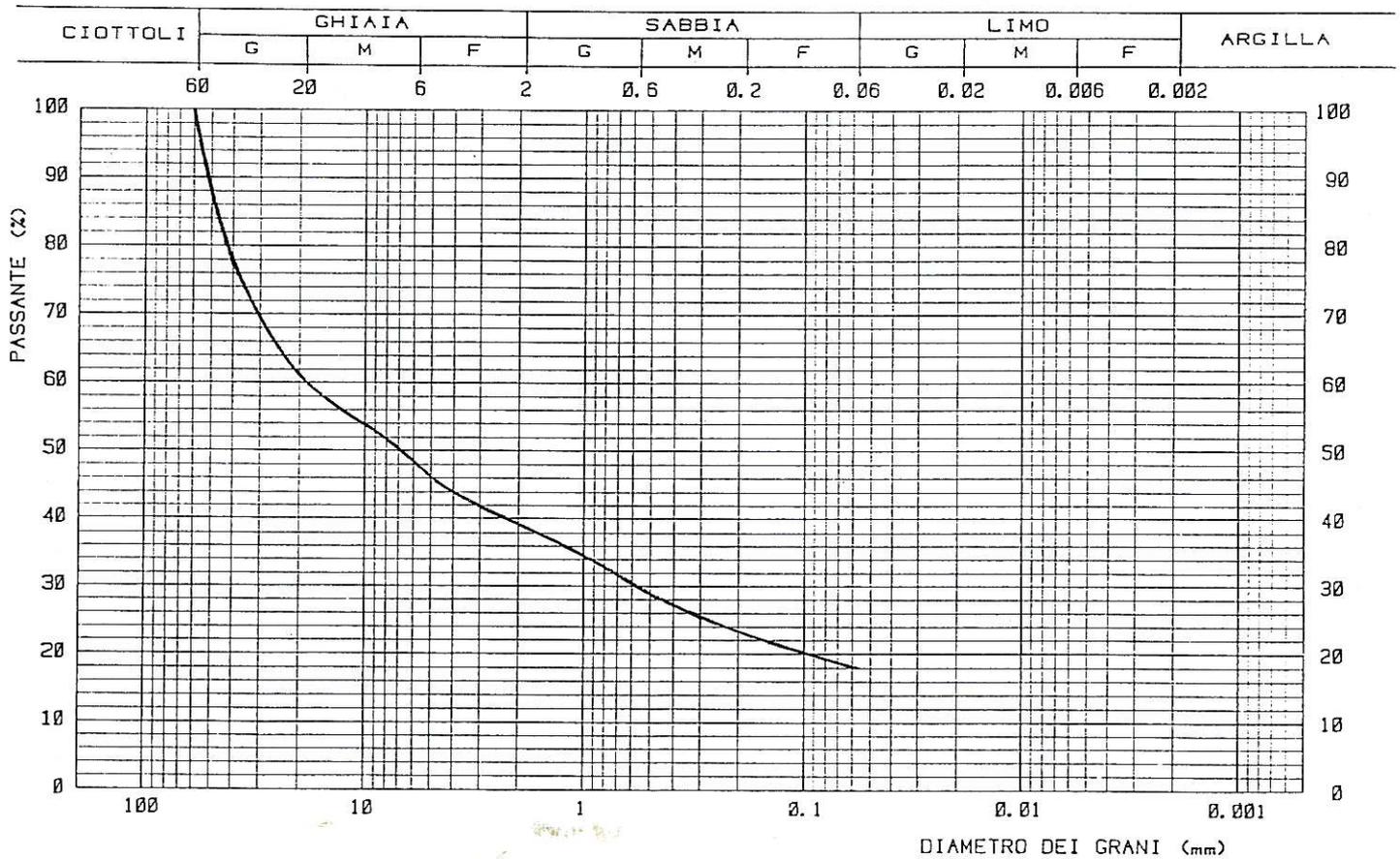
NOTE

* Compresa la % di argilla.

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO
 CANTIERE : CAVAGLIA
 SONDAGGIO : 4 CAMPIONE : A
 PROVA/E : PROF. : m. 7.0±8.0
 DATA FINE PROVA/E : Marzo.01

Operatore:G.Magni



PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		7.0	8.0	Ghiaia sabbiosa-limosa.		61	21	18*		18.0		

NOTE
* Compresa la % di argilla.

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE : ECODECO

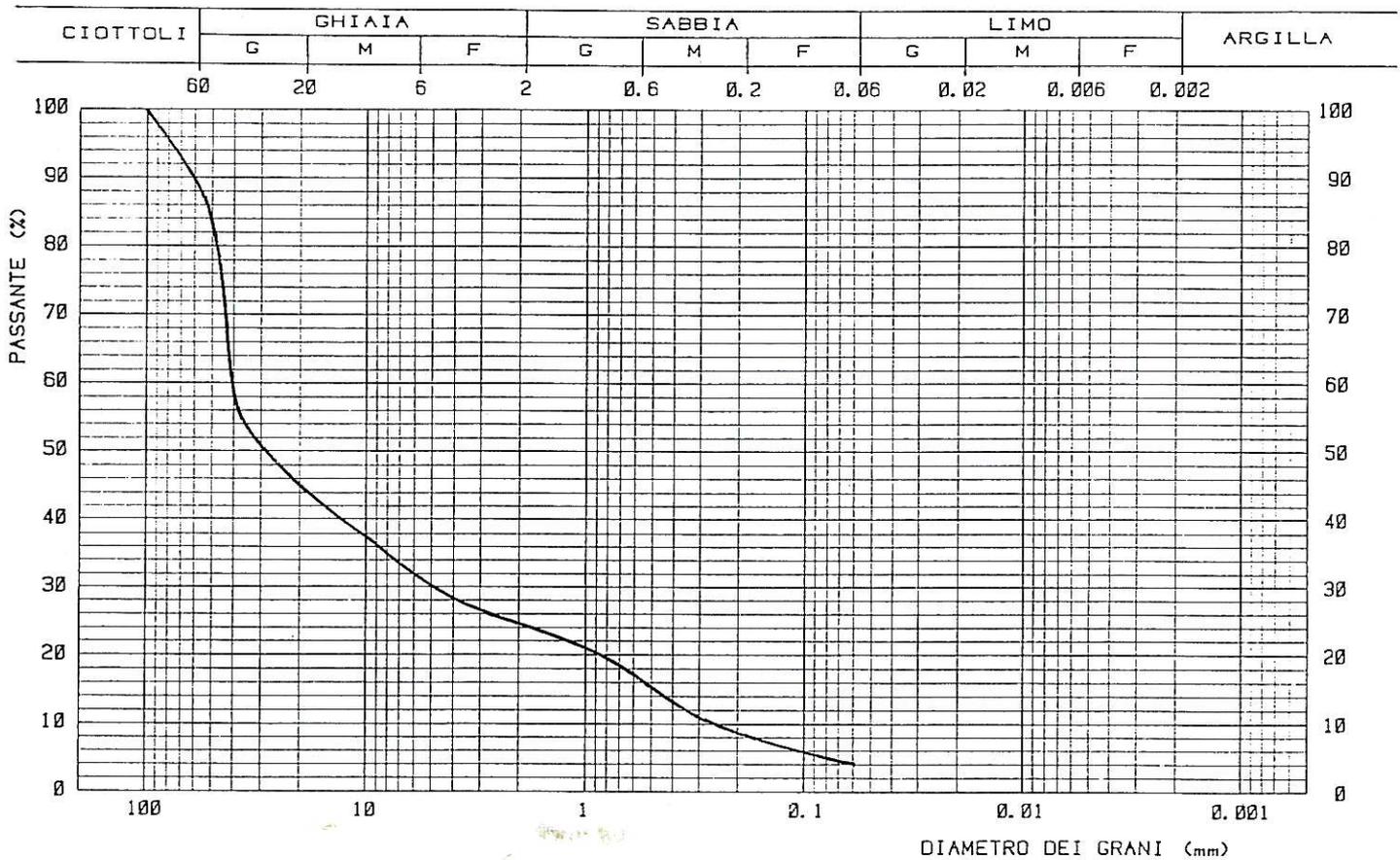
CANTIERE : CAVAGLIA

SONDAGGIO : 4 CAMPIONE : B

PROVA/E : PROF. : m. 15.0±16.0

DATA FINE PROVA/E : Marzo 01

Operatore:G.Magni



PROVA	SIMBOLO	PROFONDITA'		DESCRIZIONE	% CIOTT.	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D ₆₀	D ₁₀	U
		da m	a m									
		15.0	16.0	Ghiaia sabbiosa, debolmente ciottolosa con tracce di limo.	10	65	21	4		41.0	0.26	157.7

NOTE

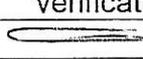
ECODECO S.p.A.
Giussago

Comune di Cavaglià
Nuovo impianto trattamento rifiuti

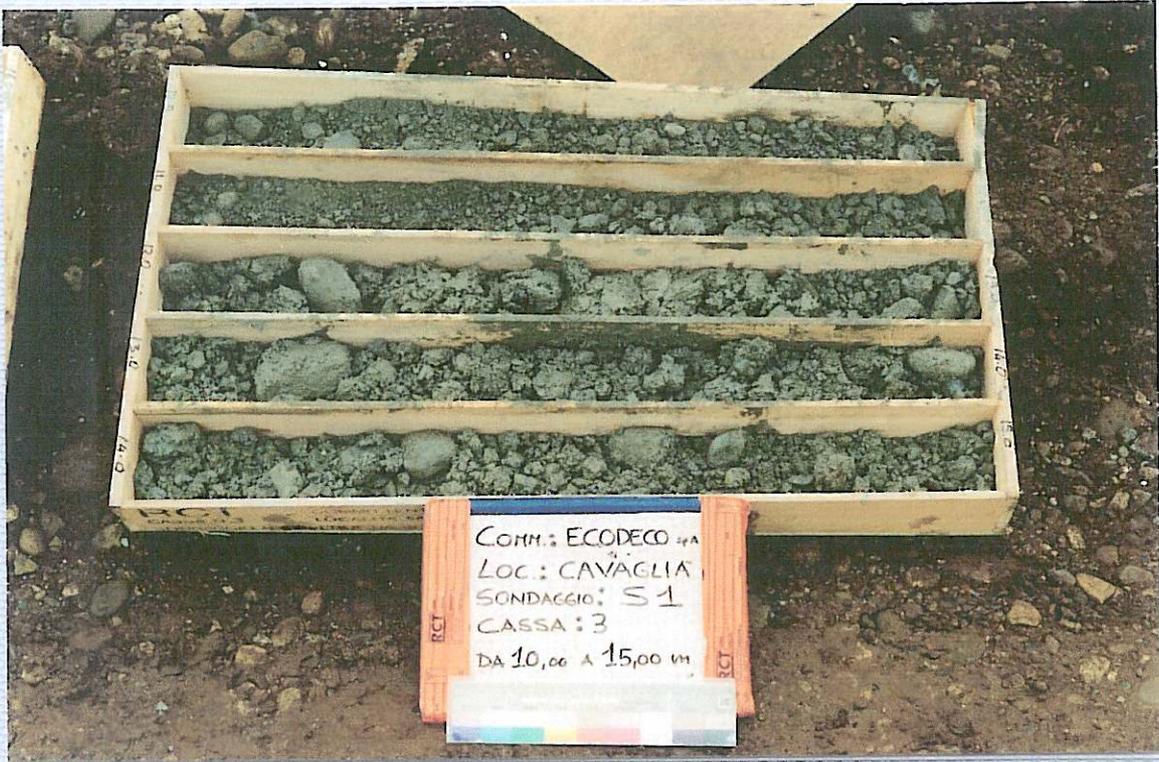
INDAGINE GEOGNOSTICA
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Commessa n. 2053

Liscate 20/03/2001

redatto:	controllato:	verificato:
		





COMM.: ECODECO s.p.a.
LOC.: CAVAGLIA
SONDAGGIO: S1
CASSA: 3
DA 10,00 A 15,00 m

RCT

RCT



COMM.: ECODECO s.p.a.
LOC.: CAVAGLIA
SONDAGGIO: S1
CASSA: 4
DA 15,00 A 20,00 m

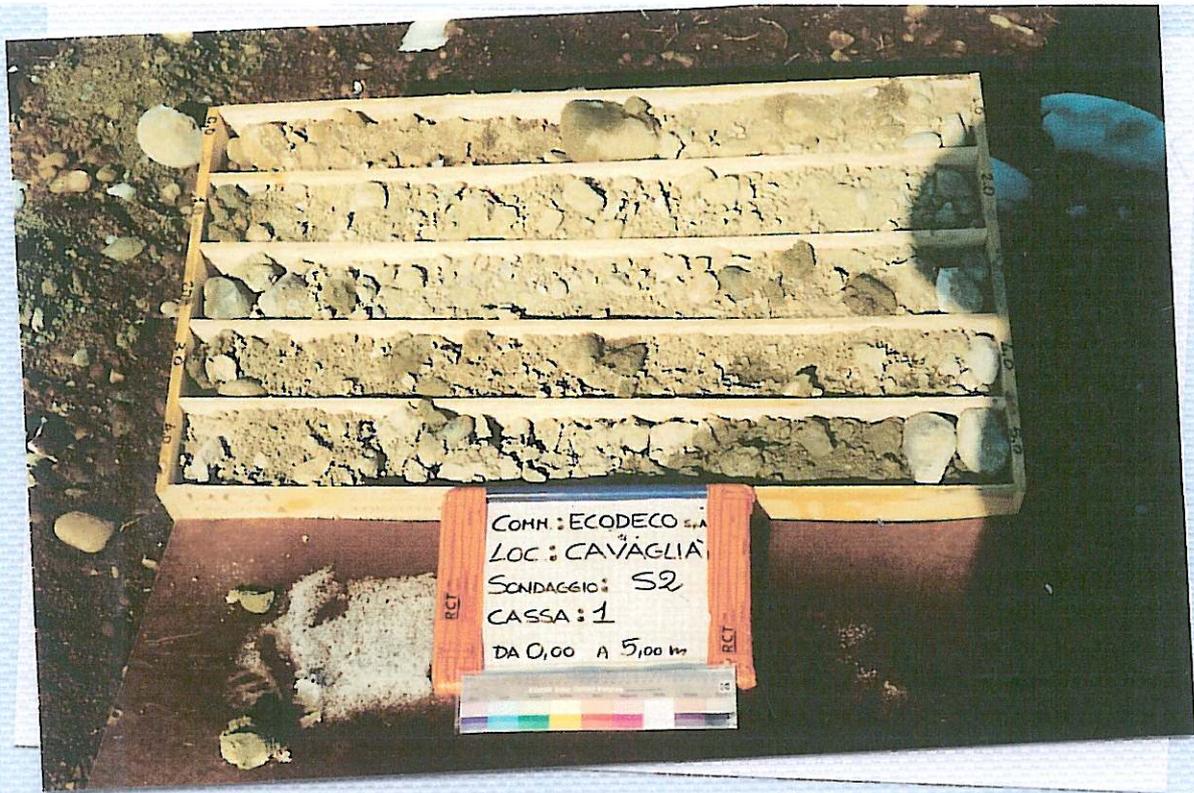
RCT

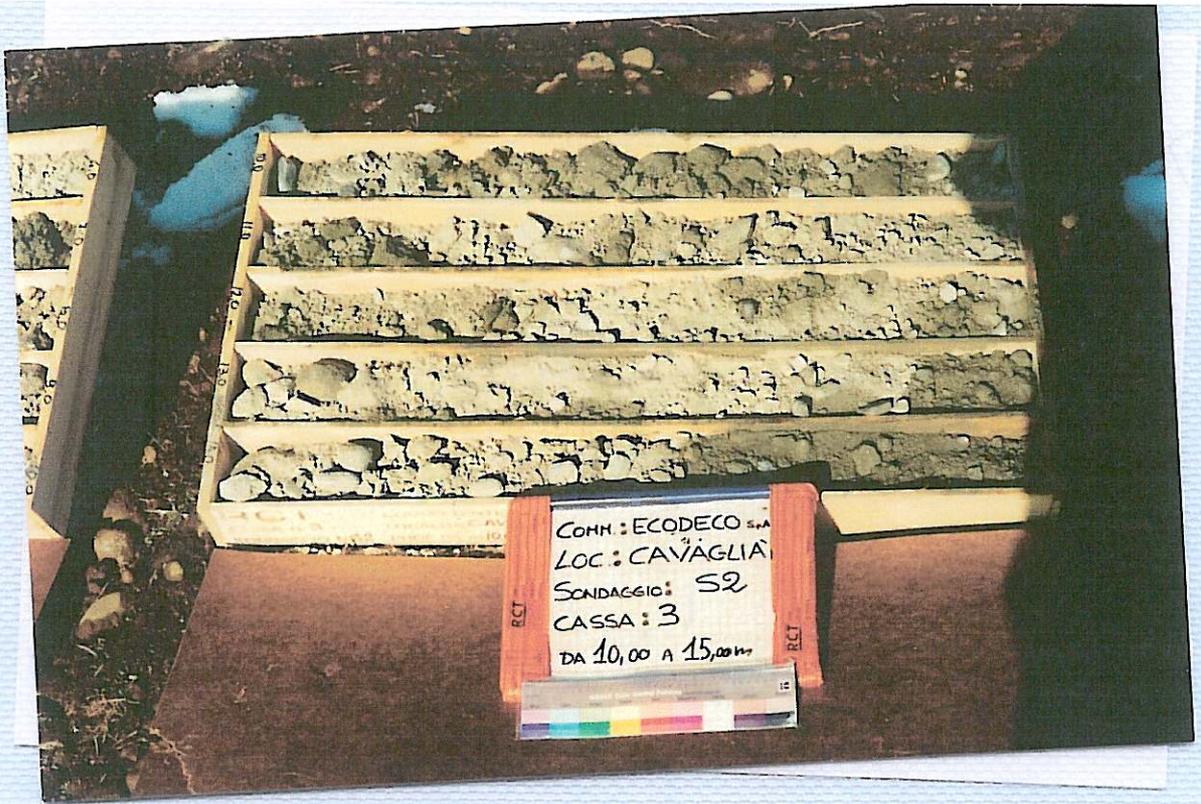
RCT



30 400 300

BANCA









SE 100 500 30

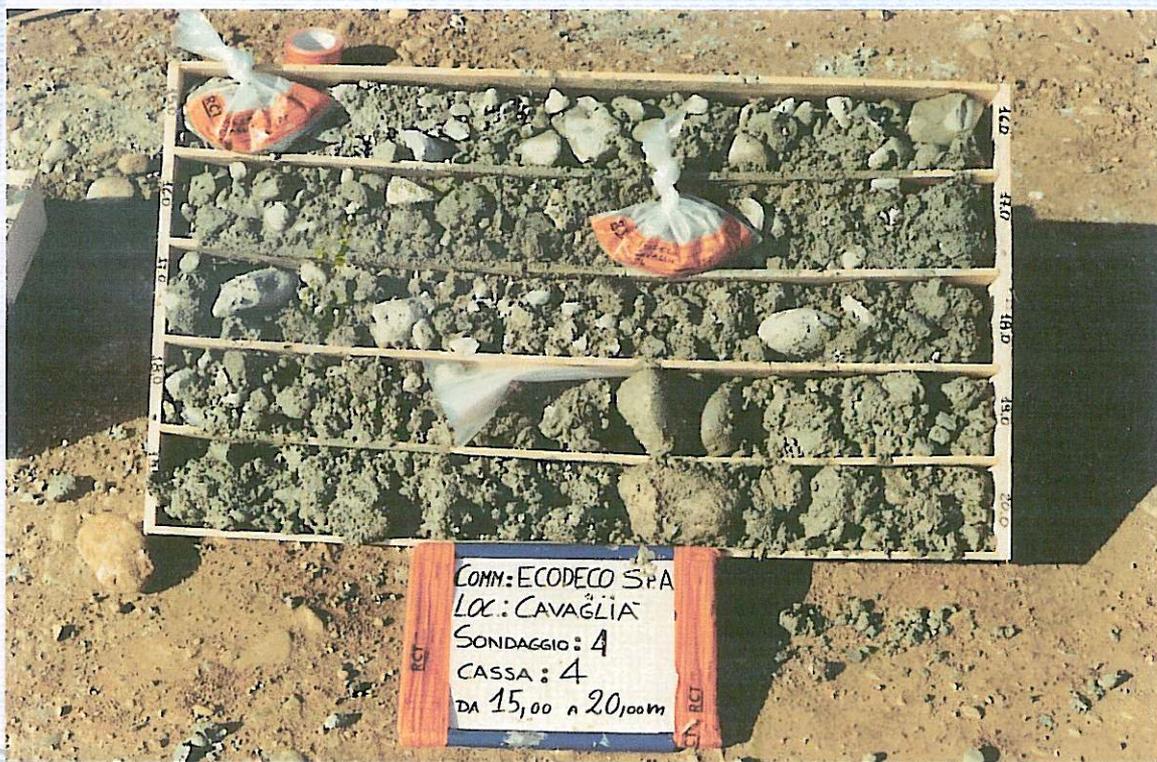
RCI



COM: ECODECO SPA
LOC: CAVAGLIA
SONDAGGIO: 4
CASSA: 1
DA m 0,00 A 5,00 m



COM: ECODECO SPA
LOC: CAVAGLIA
SONDAGGIO: 4
CASSA: 2
DA m 5,00 A 10,00 m



NOV 2004 28

BRUNO