



**Committente:** A.L.L.E.S. S.r.L.

Via della Pila 119  
Marghera - Venezia

**Oggetto:** Relazione geologico-geotecnica

**Progetto:** Definizione delle caratteristiche  
fisico meccaniche dei terreni  
di un'area utilizzata in passato  
come stazione multiraccolta

**Località:** Fusina (VE)  
Via dell'Elettronica



<i>S.G.M. geologia e ambiente Srl</i>	<i>Relazione geologico-tecnica</i>	<i>gen-05</i>
REDATTO	PROGETTO	DATA
Data: 25/01/05	Località: Ferrara	

S.G.M. Geologia e ambiente S.r.l.

Via Bologna, 292 - 44100 FERRARA Tel 0532/977899 – Fax 0532/906907 – C.F. e Partita Iva 01299560381  
e-mail: sgmpost@tin.it - cap. sociale € 31.000 i.v.

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	3
1.1 DOCUMENTAZIONE RACCOLTA E/O ELABORATA .....	4
2. ELEMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI .....	5
2.1 CARATTERI GEOLOGICI .....	5
2.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....	6
2.3 CARATTERI IDROGEOLOGICI .....	6
3. INDAGINI IN SITU .....	7
3.1 PROVE PENETROMETRICHE .....	7
3.1.1 Metodologia d'indagine .....	7
3.2.2 Elaborazione dati e prove penetrometriche .....	8
3.2 SONDAGGI GEOGNOSTICI .....	9
3.2.1 Metodologia d'indagine .....	9
4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE, GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE .....	11
4.1 ANALISI LITOSTRATIGRAFICA DEI TERRENI .....	11
4.2 FALDA FREATICA .....	14
4.3 CAPACITA' PORTANTE .....	15
5. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO EFFETTUATE SUI TERRENI .....	16
5.1 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO .....	16
5.2 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO .....	17
5.2.1 Prove edometriche .....	18
5.2.2 Prove triassiali (consolidata non drenata) .....	21
6. CONCLUSIONI .....	23







## 1. PREMESSA

Su incarico della Società A.L.L.E.S. S.r.L con sede a Mestre (VE), è stata eseguita un'indagine geologico-geotecnica finalizzata alla definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di un'area ubicata in Via dell'Elettronica a Fusina (VE) ed utilizzata in passato come stazione multiraccolta dall'AMAV di Venezia (Tav. 1).

L'indagine, eseguita in osservanza del D.M. 11/03/88, è stata così articolata:

- esecuzione di n. 3 prove penetrometriche statiche spinte fino ad un massimo di 11,6 metri di profondità dal piano campagna e rilievo piezometrico della falda idrica nei fori di prova (Tav. 6);
- esecuzione di n. 3 sondaggi meccanici a rotoperussione, per la ricostruzione litostratigrafica dei terreni indagati, spinti fino alla profondità massima di 6 metri dal piano campagna (Tav. 6);
- prelievo di n. 6 campioni indisturbati di terreno in corrispondenza dei tre sondaggi ed esecuzione di prove geotecniche di laboratorio certificato UNI EN ISO 9002 (All. 3);
- elaborazione dati.



### **1.1 Documentazione raccolta e/o elaborata**

Nella seguente tabella è riportato l'elenco della documentazione raccolta e/o elaborata ai fini dell'indagine in oggetto.

Documentazione cartografica		
N.	Estremi documento	Oggetto/osservazioni
Tav. 1	Carta corografica	Elaborato
Tav. 2	Carta idrogeologica	Elaborato
Tav. 3	Carta geolitologica e delle permeabilità dei terreni	Elaborato
Tav. 4	Carta geomorfologica	Elaborato
Tav. 5	Carta delle situazioni di rischio e di degrado fisico del territorio	Elaborato
Tav. 6	Carta ubicazione sondaggi e penetrometrie	Elaborato
Documentazione allegata		
All. 1	Grafici e tabelle relative alle prove penetrometriche	
All. 2	Schede stratigrafiche	
All. 3	Rapporti prove geotecniche	Elaborate da Elletipi S.r.l. di Ferrara
All. 4	Fotografie sondaggi	



## 2. ELEMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

### 2.1 Caratteri geologici

L'area indagata si trova nell'immediato entroterra della laguna veneta. Si tratta di un ambiente caratterizzato da una morfologia pianeggiante e percorso da numerosi canali. In seguito alle oscillazioni di marea alcune aree si trovano ad essere parzialmente sommerse dal mare.

Il sottosuolo in tale ambiente risulta generalmente molto eterogeneo con variazioni laterali continue e presenza di depositi argillosi (lagune e paludi) e di depositi sabbiosi (cordoni litoranei e canali). Inoltre si rinvencono livelli torbosi rappresentativi dei livelli di fondo di paludi e/o canali ora colmati.

Dall'analisi della "Carta geolitologica e della permeabilità dei terreni" (Tav. 3), l'area oggetto del presente studio è costituita da terreni prevalentemente limosi o limoso-argillosi e subordinatamente sabbiosi di fondo lagunare, artificialmente imboniti in seguito a colmate, tali terreni presentano una permeabilità bassa molto-bassa.

La geologia definita dai terreni intercettati dai sondaggi realizzati nell'area oggetto di studio e da ricerche storiche è costituita da depositi di tipo lagunare rappresentati da alternanze di sabbie e limi argillosi appartenenti a formazioni deposte durante il Quaternario ad opera di corsi d'acqua sfocianti nel mare Adriatico. L'area risente in maniera sensibile dell'attività antropica che ha bonificato l'ambiente, altrimenti soggetto a inondazioni periodiche, e ha regolarizzato la superficie topografica con riporto di materiale eterogeneo: Questa attività, che presso il sito ha interessato in particolare i primi 4 metri circa di profondità, fa sì che il sottosuolo sia molto eterogeneo.





## **2.2 Caratteri geomorfologici**

Dall'analisi della "Carta geomorfologica" (Tav. 4) e della "Carta delle situazioni di rischio e di degrado fisico del territorio" (Tav. 5) il sito è inserito in un' area denominata area d'imbonimento con rischio di degrado alto. Al confine Nord è presente il paleoalveo del ramo del Brenta, attualmente denominato "Naviglio Brenta" completamente arginato che si presenta poco evidenziato per i ripetuti interventi antropici.

Oggi, il fiume, nonostante l'importanza raccoglie ben poco delle acque meteoriche che ruscellano nel territorio meridionale.

## **2.3 Caratteri idrogeologici**

Dall'analisi della "Carta idrogeologica" (Tav. 2) si osserva che il sito si trova sotto la tutela del Consorzio di Bonifica "sinistra –medio Brenta".

In generale l'area industriale è caratterizzata dalla presenza di un sistema acquifero multistrato ad elementi sovrapposti ed idraulicamente ben definiti; in particolare, sono individuabili tre corpi acquiferi distinti: superficiale, primario e secondario e profondo (confinato). I livelli impermeabili continui separanti i corpi acquiferi sono costituiti da: livello impermeabile superiore, interposto tra acquifero superficiale (materiale di riporto) e acquifero primario sabbioso; livello impermeabile intermedio inferiore posto alla base dell'acquifero primario; livello impermeabile inferiore posto alla base dell'acquifero secondario.



### 3. INDAGINI IN SITU

Per poter caratterizzare i terreni di fondazione dell'area sono state eseguite le seguenti indagini:

- n. 3 prove penetrometriche statiche spinte fino ad un massimo di 11,6 metri di profondità dal piano campagna;
- n. 3 sondaggi meccanici a rotopercolazione, per la ricostruzione litostratigrafica dei terreni indagati, spinti fino alla profondità massima di 6 metri dal piano campagna.

Prima dell'esecuzione delle prove penetrometriche è stata effettuata una serie di prefiori tramite miniescavatore per facilitare l'ancoraggio della macchina operatrice:

Prova Penetrometrica	Profondità prefioro
CPT1	-1,6 metri da p.c.
CPT2	-1,2 metri da p.c.
CPT3	-1,6 metri da p.c.

L'ubicazione delle suddette prove, definita secondo le indicazioni fornite dalla Committenza, è visualizzata sull'allegata "Carta ubicazione sondaggi e penetrometrie" (Tav. 6).

#### 3.1 PROVE PENETROMETRICHE

##### 3.1.1 Metodologia d'indagine

La prova penetrometrica statica CPT consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm/sec} \pm 0.5 \text{ cm/sec}$ ).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta, che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave ed aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta.





Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotato di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "Begemann").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- |                              |               |                       |
|------------------------------|---------------|-----------------------|
| - diametro del cono          | $\varnothing$ | = 35.7 mm             |
| - area della punta conica    | $A_p$         | = 10 cm <sup>2</sup>  |
| - angolo apertura del cono   | B             | = 60°                 |
| - superf. laterale manicotto | $A_m$         | = 150 cm <sup>2</sup> |

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna durante l'infissione dello strumento):

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| - $R_p$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) | = resistenza alla punta (conica)   |
| - $R_L$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) | = resistenza laterale (manicotto)  |
| - $R_t$ (Kg)                  | = resistenza totale (aste esterne) |

(La resistenza alla punta  $R_p$  e la resistenza laterale  $R_L$  sono rilevate ad intervalli regolari di 20 cm).

### 3.2.2 Elaborazione dati e prove penetrometriche

Oltre all'elaborazione di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto  $R_p/R_L$  fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann, 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di  $R_p$  e del rapporto  $FR = (R_L/R_p)$  (esperienza di Schmertmann, 1978).

Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata  $C_u$ , angolo di attrito interno efficace  $\varnothing$ , densità relativa  $D_r$ , modulo edometrico  $M_o$ , moduli di deformazione non drenato  $E_u$  e drenato  $E'$ , peso di volume  $\gamma$ , ecc.), nonché valutazioni







riguardanti la capacità portante ed i cedimenti di fondazione. Questi vengono valutati in via approssimata con il metodo edometrico, nell'ipotesi di consolidazione monodimensionale del sottosuolo, sulla scorta di opportune correlazioni fra la resistenza alla punta  $R_p$  ed il modulo di deformazione edometrico  $M_o$ .

Le elaborazioni sopracitate (effettuate mediante un programma di calcolo automatico) fanno riferimento ad esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi Autori nonché a conoscenze personali da parte di chi scrive.

### **3.2 SONDAGGI GEOGNOSTICI**

#### **3.2.1 Metodologia d'indagine**

Il carotaggio continuo dei litotipi è stato eseguito mediante una sonda "Geoprobe" a rotopercussione, avente una fustella in pvc, interna al carotiere. Tale sonda presenta le seguenti caratteristiche:

- spinta 20 tonn.;
- martello 120 KN;
- frequenza 20 colpi al sec.;
- tiro max. 3.200 Kg;
- fustella in PVC da 1,25 metri e 50 mm. di diametro;
- sistema di estrazione: geoprobe system.

L'estrazione del campione avviene aprendo la fustella mediante una taglierina pertanto esclusivamente a secco, in modo da evitare il dilavamento dei terreni in fase di campionamento, e la percentuale di recupero rappresentativo dei litotipi attraversati è stata superiore al 90%.





Nel corso delle perforazioni sono state inoltre seguiti i seguenti accorgimenti:

- pulizia dell'impianto di perforazione prima dell'inizio del lavoro;
- rimozione di lubrificanti nelle zone filettate;
- pulizia di ogni asta prima dell'inizio del lavoro e dopo ogni manovra;
- uso di nuove fustelle prima di ogni manovra;
- pulizia di ogni strumento di misura inserito in foro e dopo inserimento;
- uso di rivestimenti o corone non verniciate.

In situ, sulle carote estratte, è stata eseguita come caratterizzazione una classificazione granulometrica speditiva dei litotipi, da parte di un geologo abilitato, presente a tempo pieno in cantiere.

La descrizione litostratigrafica dei terreni attraversati è stata restituita graficamente con sistema automatico su schede stratigrafiche (All. 2), completate con gli elementi relativi al prelievo di campioni e corredate dei seguenti dati: località di esecuzione del sondaggio, nome del cantiere, numero del sondaggio, data di inizio e di ultimazione, attrezzature di perforazione, sistema di perforazione, quote relative di prelievo dei campioni di terreno, rappresentazione stratigrafica dei litotipi attraversati alle diverse profondità.

Al termine delle operazioni ciascun foro di sondaggio è stato riempito con bentonite.



#### 4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE, GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE

##### 4.1 ANALISI LITOSTRATIGRAFICA DEI TERRENI

La sintesi analitica dei sondaggi e delle prove penetrometriche, ha permesso la ricostruzione di un modello litostratigrafico locale dei terreni che evidenzia una discreta omogeneità dei litotipi presenti nel sottosuolo (si ricorda che tutte le quote utilizzate per definire le profondità sono riferite al piano campagna d'indagine):

- la porzione più superficiale è caratterizzata da terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso limosa grigio nocciola; si estende dal piano campagna fino ad una profondità compresa tra 1,5 metri e 2 metri;
- lo strato sottostante è costituito da sedimenti aventi una granulometria eterogenea compresa tra le sabbie limose e i limi argillosi di colore grigio (sedimenti di barena e fondali di laguna) molto molli e privi di consistenza. Si estende dalla base del primo strato sino alla profondità d'investigazione pari a 8,0 metri e coincidente con il sondaggio CPT3.

Ad di sotto di questo banco la ricostruzione litostratigrafia è stata dedotta mediante l'interpolazione dei dati ricavati dalle prove penetrometriche che hanno messo in evidenza quanto segue:

- il terzo strato è costituito limi argillosi compatti ("caranto") e si estende dalla base del banco precedente fino a 10 metri alla base del quale si rilevano sabbie fino alla profondità massima investigata pari a 10,6 metri e coincidente con la prova penetrometrica CPT3.





Di seguito si riportano i parametri geotecnici appartenenti alle prove penetrometriche e ricavati indirettamente con l'ausilio di tabelle di confronto in cui il valore della resistenza alla punta o la natura litologica schematizzano così l'assetto geotecnico del sottosuolo:

#### prova penetrometrica CPT1

<i>Profondità (metri da p.c.)</i>	<i>Terreni</i>	<i>Resistenza alla punta media</i>	<i>Coesione del terreno media</i>	<i>Modulo edometrico medio</i>	<i>Angolo di attrito medio</i>
1,6-3,8	limo argilloso	3,7 kg/cm <sup>2</sup>	0,18 kg/cm <sup>2</sup>	15,6 kg/cm <sup>2</sup>	
3,8-5,8	limo	13,8 kg/cm <sup>2</sup>	0,57 kg/cm <sup>2</sup>	44,6 kg/cm <sup>2</sup>	
5,8-7,2	sabbia limosa	45,9 kg/cm <sup>2</sup>			38°

#### prova penetrometrica CPT2

<i>Profondità (metri da p.c.)</i>	<i>Terreni</i>	<i>Resistenza alla punta media</i>	<i>Coesione del terreno media</i>	<i>Modulo edometrico medio</i>	<i>Angolo di attrito medio</i>
1,2-6,4	limo argilloso	3,9 kg/cm <sup>2</sup>	0,20 kg/cm <sup>2</sup>	14,1 kg/cm <sup>2</sup>	
6,4-7,6	sabbia limosa	34,5 kg/cm <sup>2</sup>			38°
7,6-9,0	limo	12,7 kg/cm <sup>2</sup>	0,59 kg/cm <sup>2</sup>	46,1 kg/cm <sup>2</sup>	



### prova penetrometrica CPT3

<i>Profondità (metri da p.c.)</i>	<i>Terreni</i>	<i>Resistenza alla punta media</i>	<i>Coesione del terreno media</i>	<i>Modulo edometrico medio</i>	<i>Angolo di attrito medio</i>
1,6-6,8	limo argilloso	3,7 kg/cm <sup>2</sup>	0,18 kg/cm <sup>2</sup>	12,2 kg/cm <sup>2</sup>	
6,8-8,0	sabbia limosa	39,2 kg/cm <sup>2</sup>			38°
8,0-10,0	limo	13,7 kg/cm <sup>2</sup>	0,62 kg/cm <sup>2</sup>	47,8 kg/cm <sup>2</sup>	
10,0-10,6	sabbia	44,7 kg/cm <sup>2</sup>			39°





#### **4.2 FALDA FREATICA**

Nella programmazione territoriale massimo interesse assume la prima falda, normalmente indicata come “falda freatica”.

La conoscenza della profondità della falda superficiale, soprattutto nel massimo livello misurabile durante l’arco dell’anno, è necessaria per eseguire ogni tipo di programmazione sul territorio, sia per la zonizzazione agraria che per la difesa delle acque dell’inquinamento e soprattutto dell’analisi geotecnica per la penalizzazione delle aree edificabili.

Soprattutto per la difesa della stessa falda da inquinamenti è necessario conoscere il suo andamento, con la ricostruzione delle curve freatiche.

E’ possibile in tale maniera definire le aree di alimentazione della falda e le linee e direzioni principali di deflusso della stessa. Inoltre si viene ad analizzare il rapporto fra la falda freatica e la rete idrografica per poter giungere alla maggior efficienza di questa.

Al termine delle operazioni di cantiere sono state effettuate le misure del livello statico della falda freatica direttamente all’interno dei fori d’indagine; il valore della profondità della superficie freatica risulta:

Penetrometria	Data misurazione	Quota falda da p.c.
CPT1	17/12/04	-1,6 metri
CPT2	17/12/04	-1,6 metri
CPT3	17/12/04	-1,6 metri





#### **4.3 CAPACITA' PORTANTE**

Per lo studio della capacità portante viene di seguito proposta la soluzione di Terzaghi, che permette di determinare il valore sulla base della resistenza al taglio non drenata e cioè in condizioni di rottura a breve termine:

$$q_{amm} = q_{u \text{ netto}}/F$$

dove F è il fattore di sicurezza uguale a 3 per una fondazione superficiale e  $q_u$  netto (carico di rottura netto) è il prodotto tra il coefficiente di capacità portante e la coesione della terra. Pertanto i valori calcolati per ogni singola prova sono pari a:

<b>Penetrometria</b>	<b>Capacita' portante</b>
CPT1	0,30 kg/cm <sup>2</sup>
CPT2	0,34 kg/cm <sup>2</sup>
CPT3	0,30 kg/cm <sup>2</sup>

Dai dati sopra riportati si evince che la portanza dei terreni risulta scadente in relazione ad un banco fortemente comprimibile (limi argillosi molli) rilevato alla profondità compresa da un minimo di 1,6 metri ad un massimo di 6,8 metri dal piano campagna.





## 5. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO EFFETTUATE SUI TERRENI

### 5.1 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

Sono stati prelevati in totale n°6 campioni indisturbati di terreno al fine di analizzare i parametri geotecnici in corrispondenza degli strati coesivi più superficiali.

I campioni sono stati prelevati mediante una fustella a pareti sottili in PVC, di diametro pari a 50 mm. Tale fustella è stata infissa nel terreno utilizzando esclusivamente la spinta della macchina (senza rotazione e percussione) in modo che il campione risulti il più indisturbato possibile assimilandolo ad un campione prelevato con il campionatore Shelby.

A seguito del prelievo la fustella è stata inviata al laboratorio geotecnico Elletipi S.r.l. di Ferrara per la determinazione dei parametri geotecnici dopo che le estremità sono state opportunamente sigillate e che la fustella è stata contrassegnata, con etichette riportanti l'ubicazione del cantiere, la data del prelievo, il numero del sondaggio, il numero del campione e la profondità a cui è stato prelevato.

Per ogni sondaggio i relativi campioni indisturbati di terreno rappresentativi per analisi geotecnica sono:

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità da p.c.</b>
SG1	SH1	4,00-4,60 m
	SH2	4,60-5,00 m
SG2	SH1	2,00-2,40 m
	SH2	3,00-3,50 m
SG3	SH1	1,80-2,30 m
	SH2	3,00-3,50 m





## **5.2 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

I n°6 campioni indisturbati di terreno sono stati analizzati presso il laboratorio geotecnico Elletipi di Ferrara; in particolare, come richiesto dalla Committenza, sono stati determinati alcuni parametri geotecnici ed effettuate delle prove edometriche e triassiali, in particolare:

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità da p.c.</b>	<b>Tipologia di prova</b>
SG1	SH1	4,00-4,60 m	Prova edometrica
	SH2	4,60-5,00 m	Prova triassiale
SG2	SH1	2,00-2,40 m	Prova edometrica
	SH2	3,00-3,50 m	Prova triassiale
SG3	SH1	1,80-2,30 m	Prova triassiale
	SH2	3,00-3,50 m	Prova edometrica

- ✓ contenuto d'acqua (o umidità naturale)  $W$  (%): tramite essiccazione in forno a temperatura di  $105 \pm 5$  °C; il contenuto d'acqua è dato dalla relazione  $W(\%) = (P1 - P2) / P2 \times 100$  dove  $P1$  è il peso iniziale e  $P2$  è il peso secco;
- ✓ peso di volume  $\gamma_d$  ( $Mg/m^3$ ): viene determinando pesando un volume noto di campione, contenuto in una fustella; il peso di volume in condizioni di umidità naturale è dato da  $\gamma$  ( $kN/m^3$ ) =  $P/V$ , dove  $P$  è il peso del campione e  $V$  è il valore noto della fustella; il peso di volume secco è calcolato secondo la relazione  $\gamma_d$  ( $kN/m^3$ ) =  $\gamma / (1 + W)$ ;
- ✓ peso specifico  $\gamma_r$  (o massa volumica reale): definito come il valore medio del peso unitario delle particelle granulari che compongono il campione di terreno; un'aliquota del campione viene polverizzata ed essiccata in forno a 110 °C fino a massa costante; il campione viene poi pesato e introdotto in un picnometro con un po' d'acqua distillata e infine fatto bollire nel picnometro per un tempo stabilito, al termine del quale si aggiunge nuovamente acqua distillata e si pesa (norma C.N.R. B.U. N.64);





- ✓ porosità  $n$  (%): viene calcolato a partire dal valore del peso di volume secco ( $\gamma_d$ ) e dal valore del peso specifico ( $\gamma_r$ ) secondo la relazione  $n = 1 - (\gamma_d / \gamma_r)$ ;
- ✓ indice dei vuoti  $e$ : viene calcolato a partire dal valore del peso di volume secco ( $\gamma_d$ ) e dal valore del peso specifico ( $\gamma_r$ ) secondo la relazione  $e = (\gamma_r / \gamma_d) - 1$ ;
- ✓ grado di saturazione  $S$  (%): viene calcolato a partire dal valore del peso di volume secco ( $\gamma_d$ ) e dal valore del peso specifico ( $\gamma_r$ ) secondo la relazione  $S = [(\gamma_r \times \gamma_d) / (\gamma_r - \gamma_d)] \times W$ .

#### 5.2.1 Prove edometriche

Sui campioni di terreno con sigla **SH2** (prelevato dal sondaggio SG1), **SH2** (prelevato dal sondaggio SG2), **SH1** (prelevato dal sondaggio SG3), sono state eseguite delle prove edometriche, seguendo le Raccomandazioni A.G.I. 1994 e la norma ASTM D 2435 (metodo A). Tali prove consistono nell'applicare, ad un provino di terreno, una sequenza di carichi, ciascuno dei quali mantenuto costante per un periodo di tempo sufficiente a garantire la completa dissipazione delle sovrappressioni dell'acqua interstiziale generate dal carico stesso. Durante il processo di consolidazione viene rilevata l'altezza del provino di terreno a vari istanti di tempo; i dati ottenuti sono utilizzati per determinare i parametri di compressibilità e la velocità di consolidazione. Ad inizio e fine prova vengono rilevati i dati di umidità naturale, massa volumica e peso specifico del provino.





I parametri calcolati sono riportati nei certificati di prova, accompagnati da due elaborati grafici:

A) curva variazione di altezza del provino in funzione del tempo  $D_h$  (mm) –  $\log t$  (min);

B) curva indice dei vuoti in funzione del carico applicato  $E(\%) - \sigma_v$ .

La permeabilità viene calcolata per via indiretta tramite le grandezze misurate durante le prove edometriche, secondo la relazione

$$k = m_v \times \gamma_w \times C_v$$

dove  $m_v$  è la massa volumica (o coefficiente di compressibilità di volume),  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua e  $C_v$  è il coefficiente di consolidazione.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva in cui viene indicato, per ogni campione, la classificazione litologica, i limiti di plasticità (%) e le caratteristiche granulometriche (%):

Sondaggio	Campione	W (%)	LL (%)	LPL (%)	Granulometria (%)
SG1	<b>SH2</b> Limo debolmente argilloso grigio chiaro	27	29	20	0,0 ghiaia
					2 sabbia
					98 limo argilla
SG2	<b>SH2</b> Limo argilloso grigio chiaro	31	31	21	0,0 ghiaia
					1,9 sabbia
					98,1 limo argilla
SG3	<b>SH1</b> Limo debolmente argilloso grigio scuro	31	33	26	0,0 ghiaia
					4,5 sabbia
					95,5 limo argilla



Un riassunto della medie delle permeabilità riscontrate sui campioni prelevati è riportato nella tabella seguente:

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità da p.c.</b>	<b>Permeabilità K (cm/sec)</b>
SG1	SH2	4,6-5,0 m	9,68E-08
SG2	SH2	3,0-3,5 m	2,98E-08
SG3	SH1	1,8-2,3 m	5,69E-08

I valori di permeabilità determinati per i campioni sono tipici per le argille, come si può osservare dal confronto coi valori riportati in letteratura (vedi tabella seguente); da notare che la permeabilità ottenuta dalle prove edometriche ha come unità di misura centimetri al secondo, mentre nella tabella seguente viene utilizzata metri al secondo; per la conversione:  $1E^{-8}$  cm/sec corrispondono a  $1E^{-10}$  m/sec.

Alcune caratteristiche dei sedimenti sciolti. Da documenti dell'U.S. Geological Survey.

Tipi di sedimenti	$d_{50}$ mm	$n$ %	$n_e$ %	$K$ m/s
Ghiaia media	2,5	45	40	$3 \cdot 10^{-1}$
Sabbia grossa	0,250	38	34	$2 \cdot 10^{-3}$
Sabbia media	0,125	40	30	$6 \cdot 10^{-4}$
Sabbia fine	0,09	40	28	$7 \cdot 10^{-4}$
Sabbia molto fine	0,045	40	24	$2 \cdot 10^{-5}$
Sabbia siltosa	0,005	32	5	$1 \cdot 10^{-9}$
Silt	0,003	36	3	$3 \cdot 10^{-8}$
Silt argilloso	0,001	38	—	$*1 \cdot 10^{-9}$
Argilla	0,0002	47	—	$*5 \cdot 10^{-10}$

\* Valori calcolati

(Tabella tratta da Castany G., 1985, Idrogeologia. Dario Flaccovio Editore, pag 89)





Le schede generali con l'indicazione di tutti i parametri calcolati, i grafici dei coefficienti di consolidazione primario e secondario e quelli della deformazione verticale in funzione dell'incremento di carico, con i relativi metodi e norme utilizzati, sono riportate nell'Allegato 3.

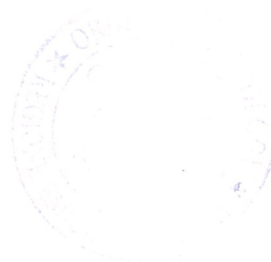
Dai dati riportati in allegato si ricavano mediante costruzioni geometrico-grafiche la **pressione di consolidazione** ed il **coefficiente di compressione**:

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità (m da p.c.)</b>	<b>Coefficiente consolidazione</b>	<b>Coefficiente di compressione</b>
SG1	SH2	4,6-5,0	85,56	0,18 kPa
SG2	SH2	3,0-3,5	80,27	0,18 kPa
SG3	SH1	1,8-2,3	55,93	0,14 kPa

#### **5.2.2 Prove triassiali (consolidata non drenata)**

Sui campioni di terreno con sigla **SH1** (prelevato dal sondaggio SG1), **SH1** (prelevato dal sondaggio SG2), **SH2** (prelevato dal sondaggio SG3), sono state eseguite delle prove triassiali (non drenate). Tali prove consistono nell'applicare, ad un provino di terreno cilindrico, prima una pressione isotropica e poi una pressione in direzione assiale fino ad arrivare alla rottura. Durante l'applicazione della pressione di contenimento viene permesso il drenaggio finchè il campione è completamente consolidato, mentre durante l'applicazione della pressione verticale non è permesso alcun drenaggio e si misura la pressione neutra.

I parametri calcolati sono riportati nei certificati di prova, accompagnati da una serie di elaborati grafici (All. 3).





Di seguito si riporta una tabella riassuntiva in cui viene indicato, per ogni campione, la classificazione litologica e, per i relativi provini, i valori di tensione deviatorica a rottura (kPa), tensione efficace a rottura  $s'$  (kPa) e la tensione efficace a rottura  $t'$  (kPa):

Sondaggio SG1			
Campione SH1			
<i>Limo con argilla grigio chiaro</i>			
	<b>tensione deviatorica a rottura</b>	<b>tensione efficace a rottura <math>s'</math></b>	<b>tensione efficace a rottura <math>t'</math></b>
Provino 1	74,5 kPa	69,9 kPa	37,3 kPa
Provino 2	136,3 kPa	144,3 kPa	68,2 kPa
Provino 3	221,5 kPa	275,3 kPa	110,7 kPa
Sondaggio SG2			
Campione SH1			
<i>Limo argilloso grigio marrone chiaro</i>			
Provino 1	88,3 kPa	85,4 kPa	44,1 kPa
Provino 2	181,8 kPa	179,0 kPa	90,9 kPa
Provino 3	253,4 kPa	283,3 kPa	126,7 kPa
Sondaggio SG3			
Campione SH2			
<i>Limo argilloso grigio scuro</i>			
Provino 1	55,1 kPa	60,4 kPa	27,5 kPa
Provino 2	134,9 kPa	134,0 kPa	67,5 kPa
Provino 3	261,1 kPa	299,4 kPa	130,5 kPa

Dai dati riportati in allegato si ricavano mediante costruzioni geometrico-grafiche la **coesione** e l'**angolo di attrito**:

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità (m da p.c.)</b>	<b>Coazione</b>	<b>Angolo di attrito</b>
SG1	SH1	4,0-4,6	15,28 kPa	21°
SG2	SH1	2,0-2,4	12,48 kPa	25°
SG3	SH2	3,0-3,5	6,23 kPa	25°



## 6. CONCLUSIONI

Su incarico della Società A.L.L.E.S. S.r.l con sede a Mestre (VE), è stata eseguita un'indagine geologico-geotecnica finalizzata alla definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di un'area ubicata in Via dell'Elettronica a Fusina (VE) ed utilizzata in passato come stazione multiraccolta dall'AMAV di Venezia.

La profondità della superficie freatica, al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche, è stata misurata a circa -1,6 metri dal piano campagna.

Dalla sintesi analitica dei sondaggi e dall'interpolazione dei dati ricavati dalle prove penetrometriche è emerso come, nell'area investigata, si abbia la presenza di un terreno caratterizzato da una discreta omogeneità dei litotipi presenti nel sottosuolo:

- la porzione più superficiale, fino ad una profondità compresa tra 1,5 metri e 2 metri, è caratterizzata da terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso limosa grigio nocciola;
- lo strato sottostante è costituito da sabbie limose e i limi argillosi di colore grigio molto molli e privi di consistenza, estendentesi sino alla profondità di 6,0 metri;
- il terzo strato è costituito da limi argillosi compatti fino ad un massimo di 10 metri passanti a sabbie fino a 10,6 metri.

Il risultato delle penetrometrie hanno evidenziato litotipi con una capacità portante (compresa tra 0,30-0,34 kg/cm<sup>2</sup>) scadente per la presenza di un banco fortemente comprimibile (limi argillosi molli).



Sono stati prelevati in totale n°6 campioni indisturbati di terreno a varie profondità ed in corrispondenza degli strati coesivi più superficiali, da cui, con una serie di prove trassiali ed edometriche, si ricavano mediante costruzioni geometrico-grafiche i seguenti parametri geotecnici:

**prova edometrica**

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità (m da p.c.)</b>	<b>Coefficiente consolidazione</b>	<b>Coefficiente di compressione</b>
SG1	SH2	4,6-5,0	85,56	0,18 kPa
SG2	SH2	3,0-3,5	80,27	0,18 kPa
SG3	SH1	1,8-2,3	55,93	0,14 kPa

**prova triassiale**

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità (m da p.c.)</b>	<b>Coesione</b>	<b>Angolo di attrito</b>
SG1	SH1	4,0-4,6	15,28 kPa	21°
SG2	SH1	2,0-2,4	12,48 kPa	25°
SG3	SH2	3,0-3,5	6,23 kPa	25°

Ferrara, 25/01/05

Dott. Giovanni Rossi



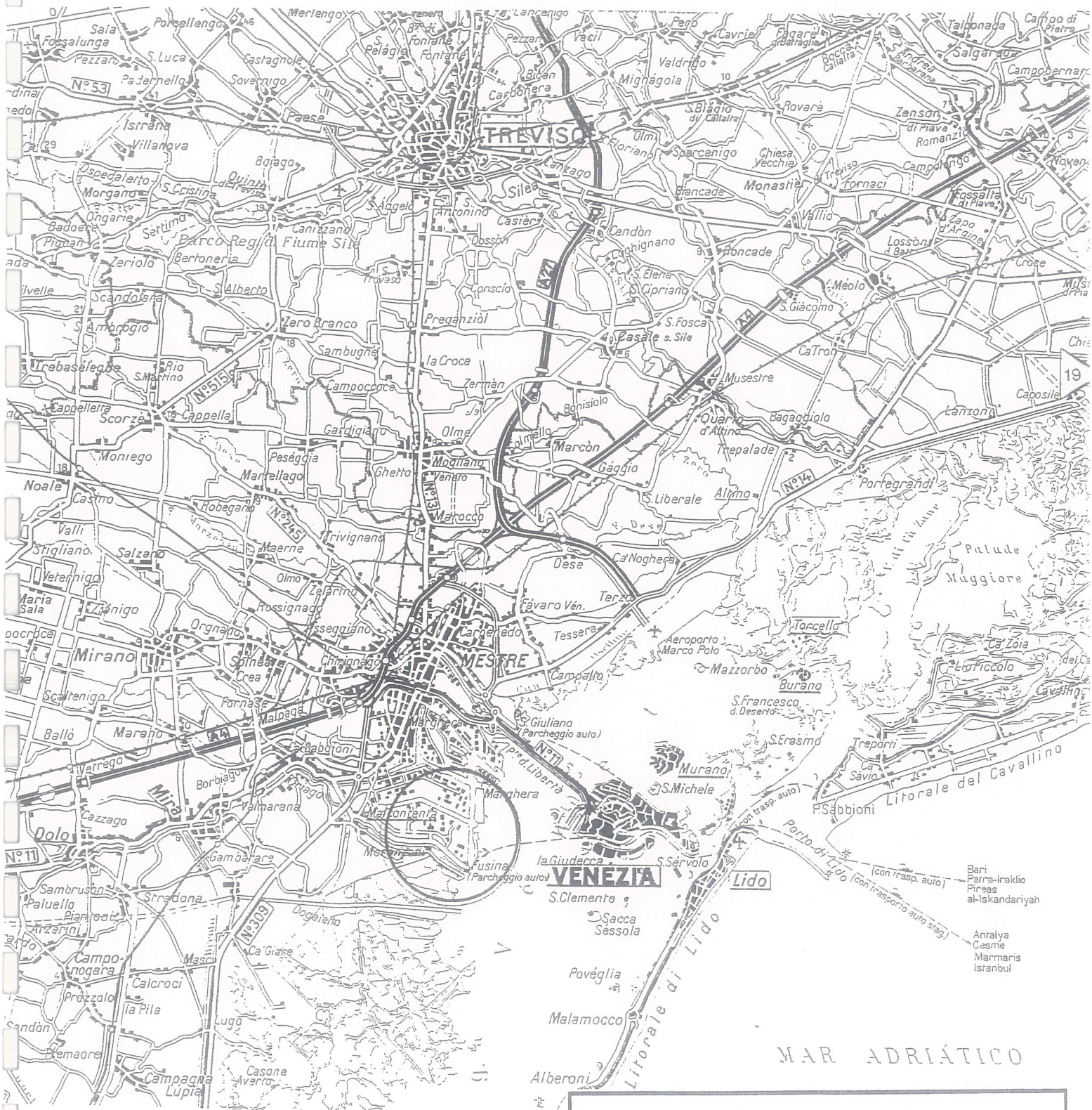
Dott. Geol. Graziella Fantin







## TAVOLE



**CARTA COROGRAFICA**

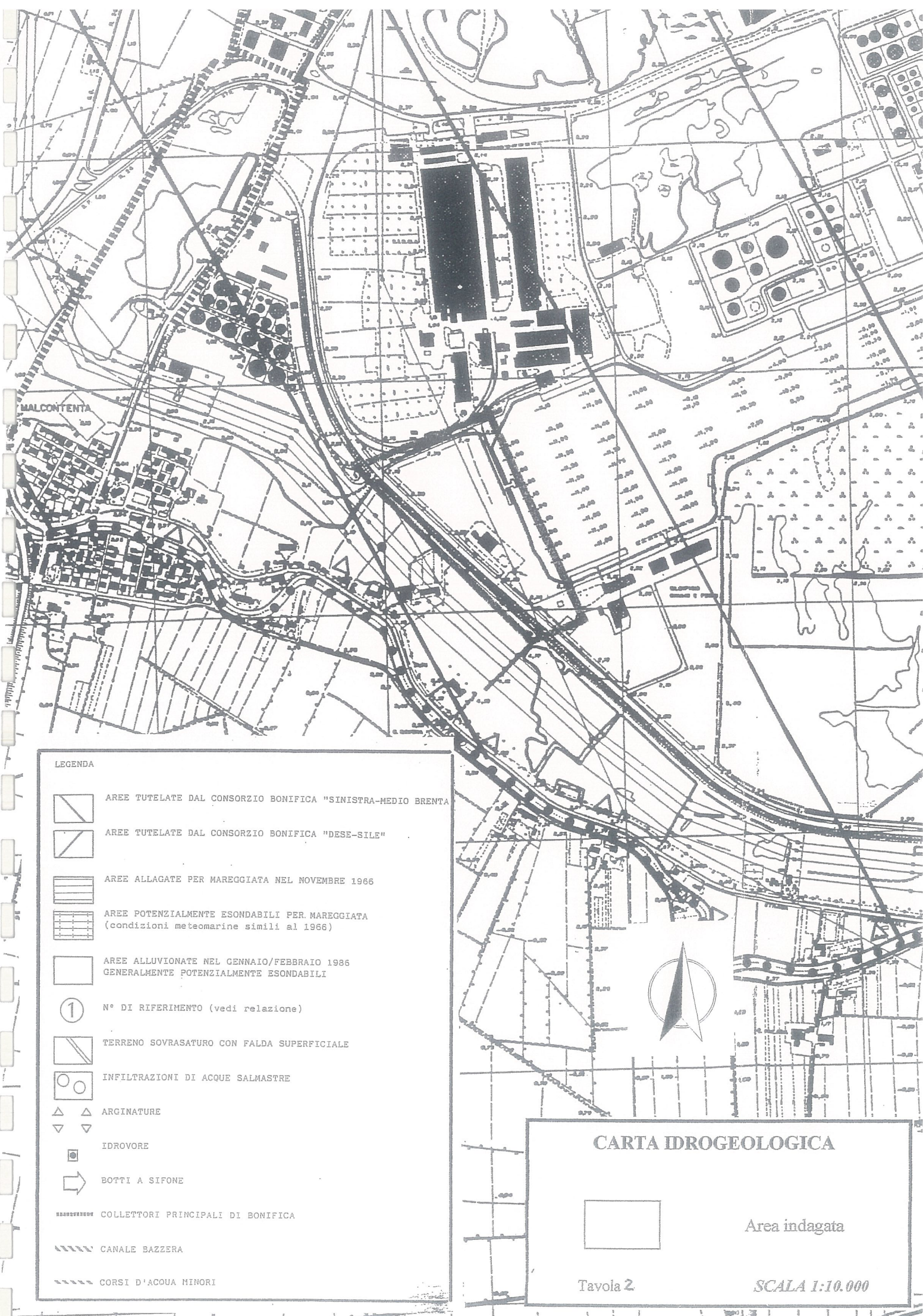


Localizzazione area

Tavola 1

SCALA 1:200.000





LEGENDA



AREE TULATE DAL CONSORZIO BONIFICA "SINISTRA-MEDIO BRENTA"



AREE TULATE DAL CONSORZIO BONIFICA "DEZE-SILE"



AREE ALLAGATE PER MAREGGIATA NEL NOVEMBRE 1966



AREE POTENZIALMENTE ESONDABILI PER MAREGGIATA  
(condizioni meteomarine simili al 1966)



AREE ALLUVIONATE NEL GENNAIO/FEBBRAIO 1986  
GENERALMENTE POTENZIALMENTE ESONDABILI



N° DI RIFERIMENTO (vedi relazione)



TERRENO SOVRASATURO CON FALDA SUPERFICIALE



INFILTRAZIONI DI ACQUE SALMASTRE



ARGINATURE



IDROVORE



BOTTI A SIFONE



COLLETTORI PRINCIPALI DI BONIFICA

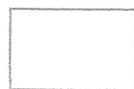


CANALE BAZZERA



CORSI D'ACQUA MINORI

CARTA IDROGEOLOGICA



Area indagata

Tavola 2

SCALA 1:10.000



# LEGENDA



TERRENI PREVALENTEMENTE SABBIOSI O SABBIOSO-LIMOSI DELL'ANTICA COSTRUZIONE ALLUVIONALE DEL BRENTA EVENTUALMENTE RIVESTITI (b) IN SUPERFICIE DA PIU' RECENTI SEDIMENTI. PRESENZA DI "CARANTO" IN PROFONDITA' CIRCA 1m DAL P.C. PERMEABILITA' MEDIO-BASSA



TERRENI PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSI CON LOCALI LIVELLI SABBIOSI DELL'ANTICA COSTRUZIONE ALLUVIONALE DEL BRENTA EVENTUALMENTE RIVESTITI (b) IN SUPERFICIE DA PIU' RECENTI SEDIMENTI. PRESENZA DI "CARANTO" IN PROFONDITA' CIRCA 1m DAL P.C. PERMEABILITA' MEDIO-BASSA



TERRENI PREVALENTEMENTE SABBIOSI O SABBIOSO-LIMOSI DEI PALEOALVEI PIU' ANTICHI. PERMEABILITA' MEDIA MEDIO-BASSA



TERRENI PREVALENTEMENTE ARGILLOSO-LIMOSI DI ANTICHI FONDI PALUSTRI CON DIFFUSA PRESENZA DI TORBA E DI MATERIALE ORGANICO VEGETALE IN PROFONDITA'. LOCALE PRESENZA DI RESTI DI CONCHIGLIE INDICE DI TEMPORANEA INGRESSIONE DI ACQUE SALMASTRE. FREQUENTI RIMANEGGIAMENTI SUPERFICIALI PER RECENTI ALLUVIONI E/O LAVORI DI BONIFICA FONDARIA. PERMEABILITA' MOLTO BASSA



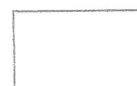
TERRENI PREVALENTEMENTE LIMOSI O LIMOSO-ARGILLOSI E SUBORDINATAMENTE SABBIOSI DI FONDO LAGUNARE, ARTIFICIALMENTE IMBONITI IN SEGUITO A COLMATE. PERMEABILITA' BASSA MOLTO-BASSA



TERRENI PREVALENTEMENTE LIMOSI O LIMOSO-ARGILLOSI E SUBORDINATAMENTE SABBIOSI DI FACIES LAGUNARE, ASSOCIATI A BARENE E VELME. PERMEABILITA' BASSA MOLTO-BASSA

80 N° DI RIFERIMENTO DELLE PROVE GEOGNOSTICHE (VEDI RELAZIONE)

## CARTA GEOLITOLOGICA E DELLE PERMEABILITA' DEI TERRENI












Area indagata

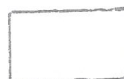




# LEGENDA

-  DIRETTRICI DI PALEOALVEI
-  ZONE DI IMBONIMENTO
-  LINEAZIONI ANTROPICHE (VIA ANNIA)
-  DISCARICHE DI R.S.U. O SPECIALI
-  AREE, DEPOSITI O DISCARICHE DEL COMPENSORIO DI PORTO MARGHERA
-  EX CAVE E/O IMBONIMENTI DI INERTI
-  SITI SEGHALATI SUI QUALI MANCANO RISCONTRI
-  N° DI RIFERIMENTO 'TERRAFERMA' (VEDI RELAZIONE)
-  LETTERA DI RIFERIMENTO 'COMPENSORIO PORTO MARGHERA' (VEDI RELAZIONE)

## CARTA GEOMORFOLOGICA

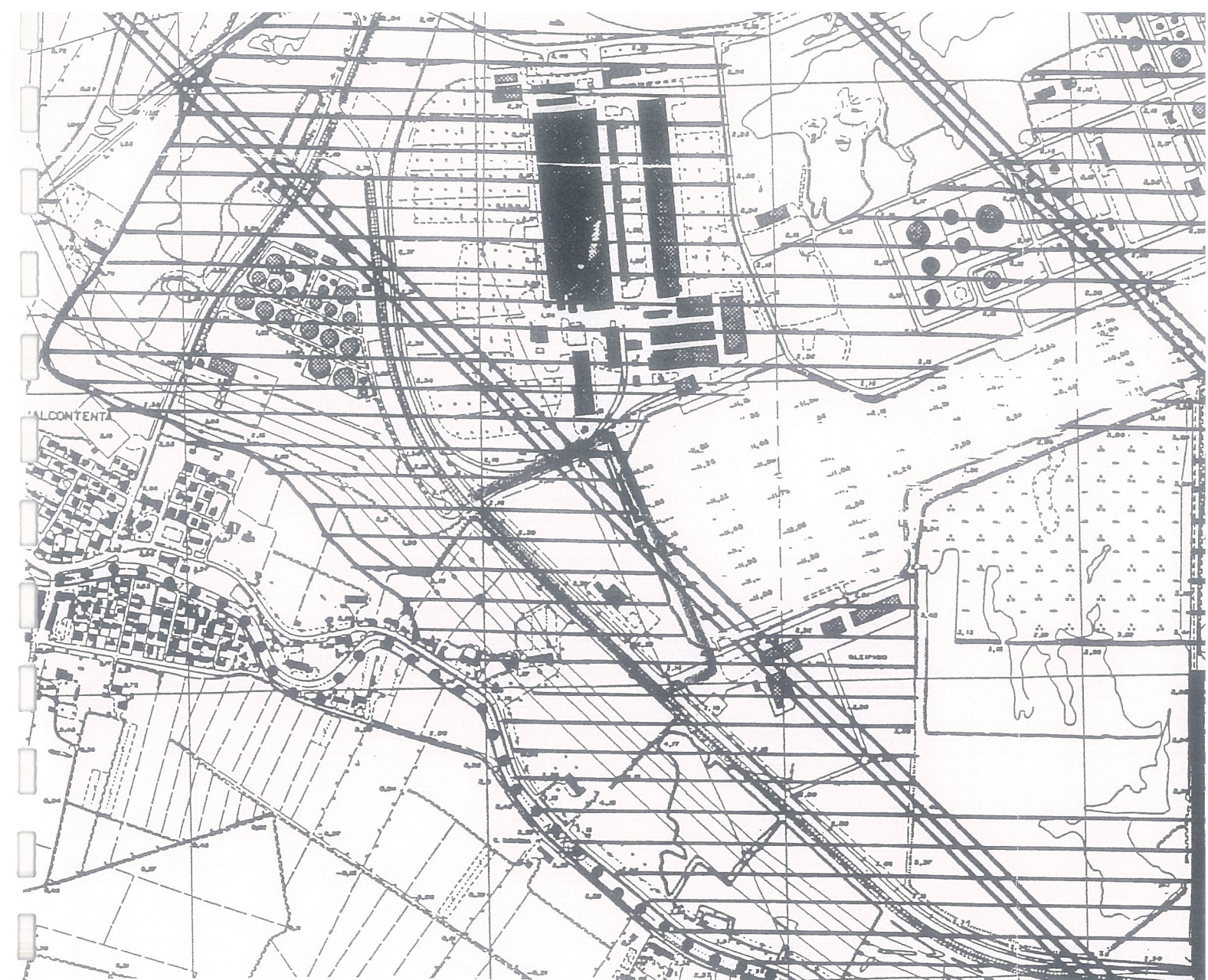


Area indagata

Tavola 4






SCALA 1:10.000





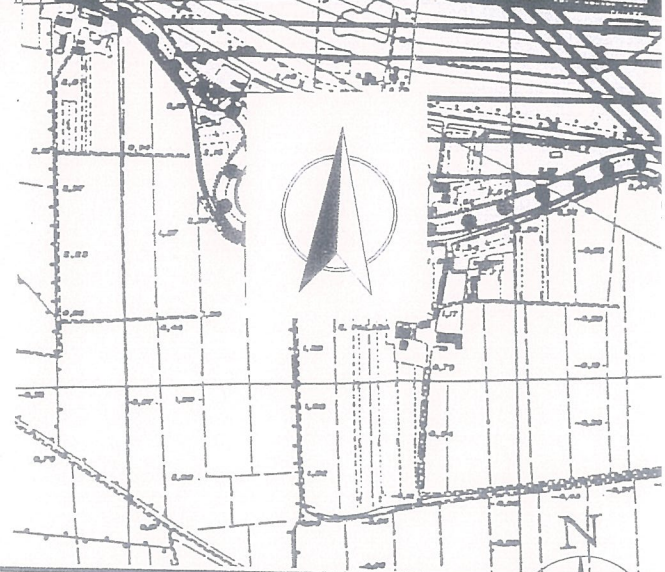
# LEGENDA

## DEGRADO

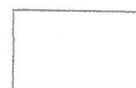
	ALTO	} CAVE/DISCARICHE/IMBONIMENTI
	MEDIO	
	BASSO	
	INFILTRAZIONI ACQUE SALMASTRE	
	AREE SOVRASATURE (falda superficia.e/cattivo drenaggio)	

## RISCHIO

	AREE AL DI SOTTO DEL LIVELLO MEDIO MARE
	AREE A SCOLO MECCANICO E/O INTERMITTENTE
	BASSURE
	AREE POTENZIALMENTE ESONDABILI PER MAREGGIATA
	AREE DI PROBABILE E RICORRENTE ESONDAZIONE
	DIREZIONE PREFERENZIALE ACQUE PER ROTTA DI FIUMI

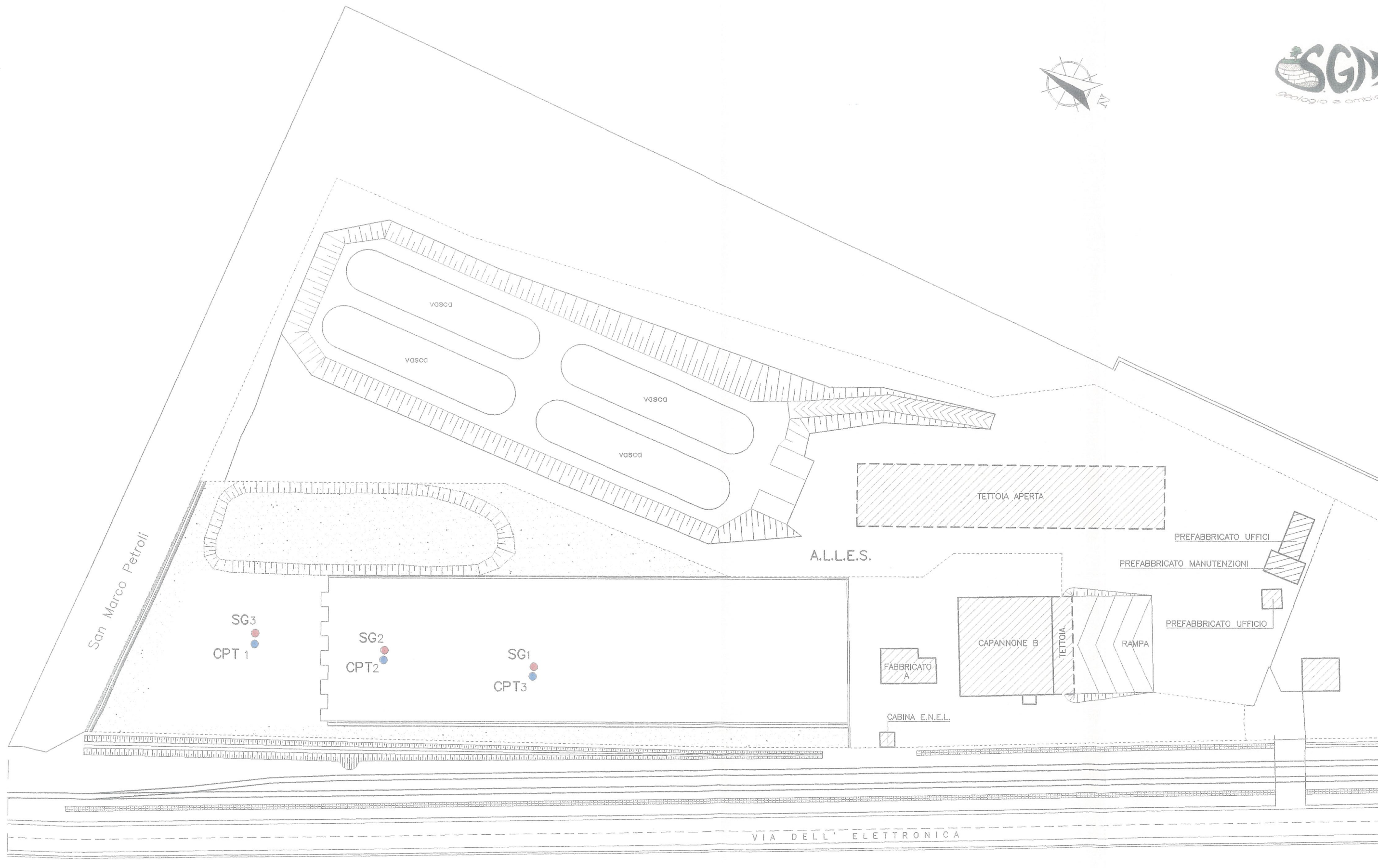


## CARTA DELLE SITUAZIONI DI RISCHIO E DI DEGRADO FISICO DEL TERRITORIO



Area indagata





**CARTA UBICAZIONE  
SONDAGGI E PENETROMETRIE**

- sondaggi
- penetrometrie

TAVOLA 6

scala 1:1000



## ALLEGATO 1

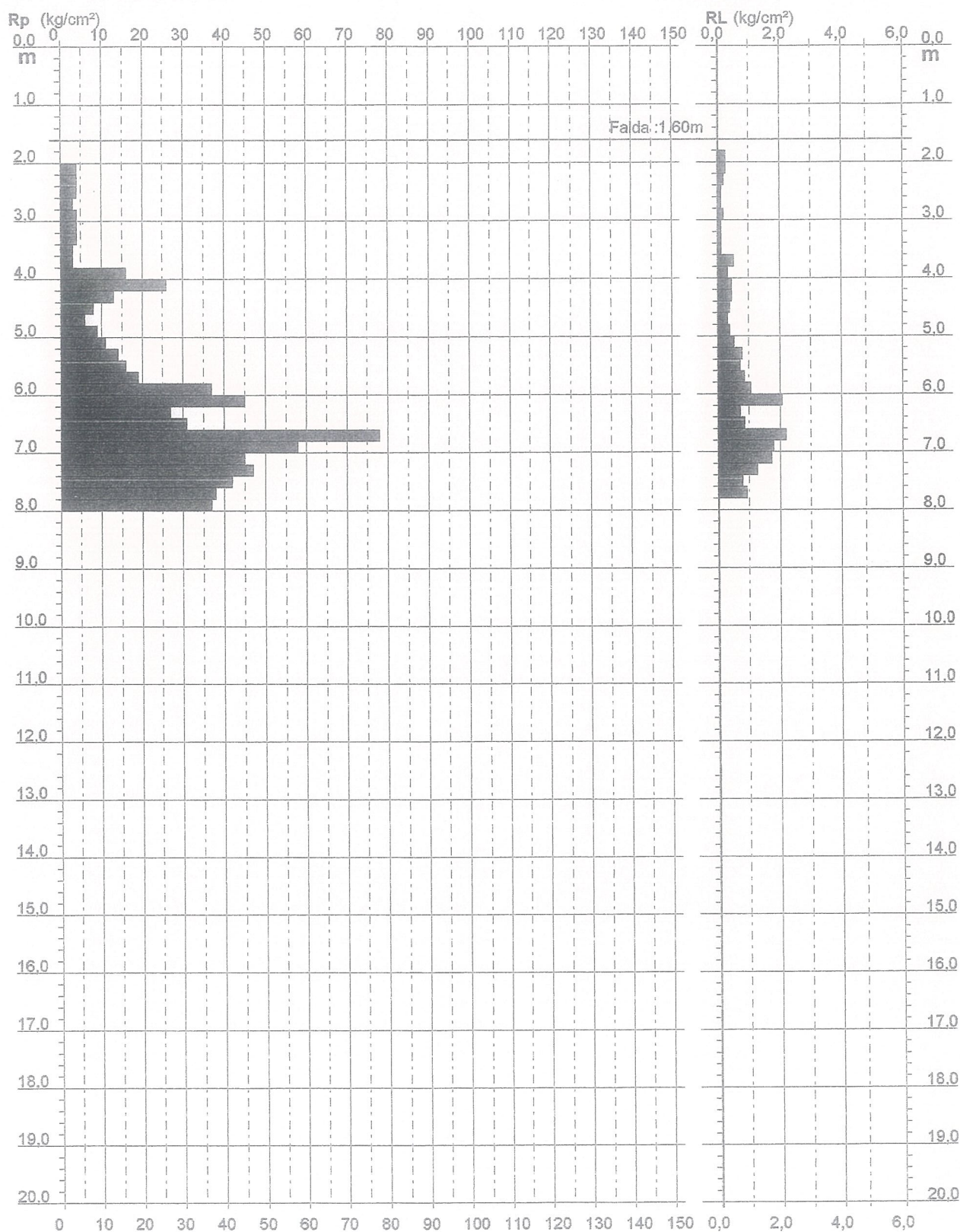
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
- lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
- località : Fusina (VE)  
- note : Preforo di -1.60 m

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100





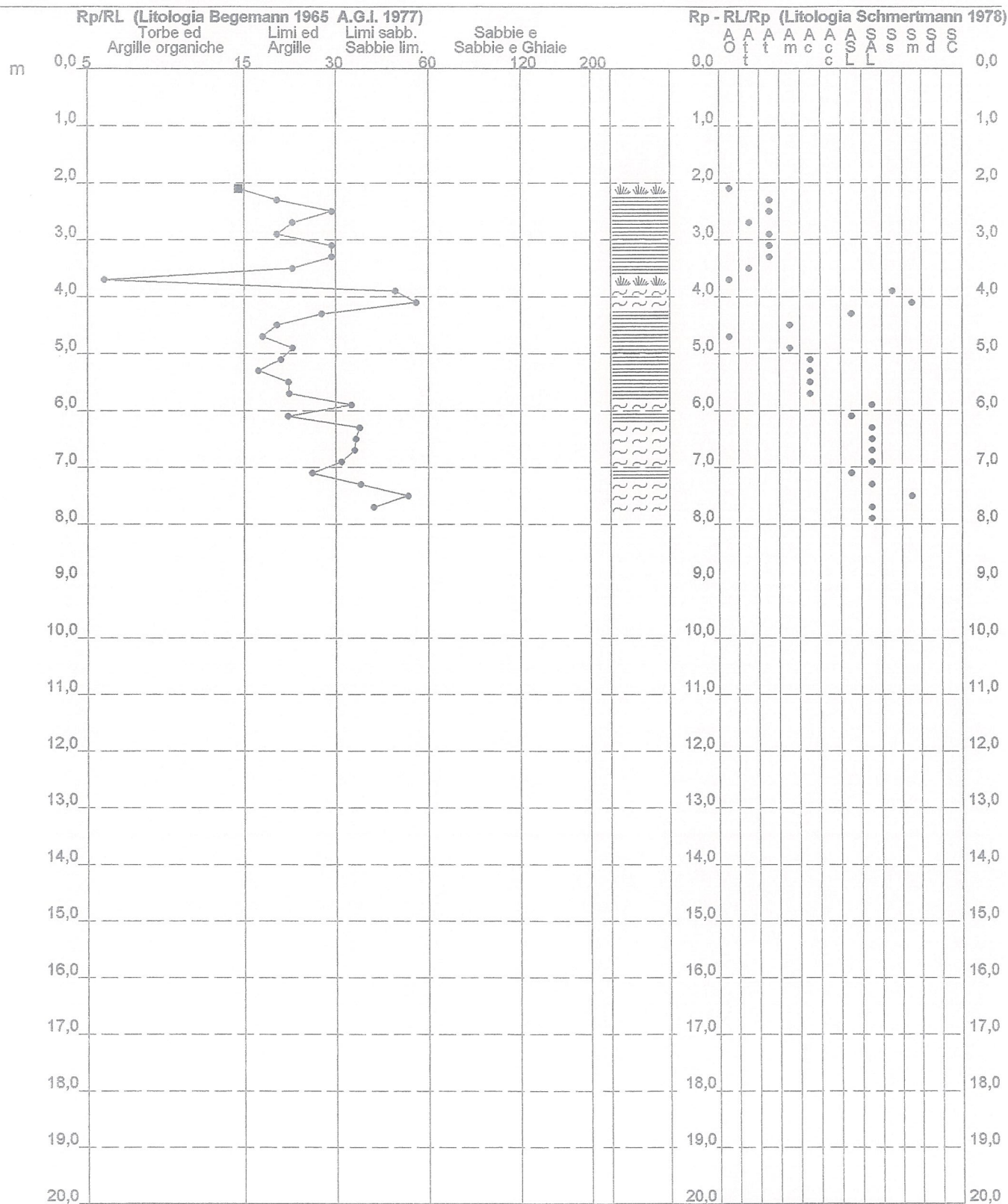
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1**

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
 - lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
 - località : Fusina (VE)  
 - note : Preforo di -1.60 m

- data : 17/12/2004  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
- lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
- località : Fusina (VE)  
- note : Preforo di -1.60 m

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	--	--	???	1,85	0,26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	--	--	???	0,85	0,28	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	--	--	???	0,85	0,29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	--	--	???	0,85	0,31	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	4	15	1***	0,46	0,32	0,20	3,5	17	26	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	4	20	2////	0,73	0,33	0,20	3,3	94	141	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	4	30	4/:	0,80	0,35	0,20	3,1	97	145	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
2,80	3	22	2////	0,76	0,37	0,15	2,1	84	125	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	4	20	2////	0,78	0,38	0,20	2,8	102	153	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	4	30	4/:	0,80	0,40	0,20	2,7	104	156	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
3,40	4	30	4/:	0,80	0,41	0,20	2,5	106	158	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
3,60	3	22	2////	0,76	0,43	0,15	1,7	86	129	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	3	6	1***	0,46	0,44	0,15	1,6	19	28	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	16	48	4/:	0,90	0,46	0,70	10,7	118	177	52	28	32	35	37	40	31	27	0,054	27	40	48
4,20	26	56	3:::	0,87	0,47	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	34	28	0,089	43	65	78
4,40	13	28	2////	0,93	0,49	0,60	8,1	118	176	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	8	20	2////	0,86	0,51	0,40	4,6	142	212	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	6	18	2////	0,82	0,53	0,30	3,1	145	218	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	9	22	2////	0,88	0,54	0,45	5,0	150	225	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	11	21	2////	0,91	0,56	0,54	5,9	149	223	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	14	17	2////	0,94	0,58	0,64	7,1	145	218	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	16	22	2////	0,96	0,60	0,70	7,6	146	219	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	19	22	2////	0,99	0,62	0,78	8,3	147	221	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	37	35	3:::	0,89	0,64	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	34	30	0,101	62	93	111
6,20	45	22	4/:	1,00	0,66	1,50	17,6	255	383	135	55	36	38	40	42	35	31	0,116	75	113	135
6,40	27	37	3:::	0,87	0,67	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	32	28	0,072	45	68	81
6,60	31	36	3:::	0,88	0,69	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	32	29	0,081	52	78	93
6,80	76	35	3:::	0,96	0,71	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	33	0,164	130	195	234
7,00	58	32	3:::	0,93	0,73	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	36	31	0,133	97	145	174
7,20	45	26	4/:	1,00	0,75	1,50	14,9	255	383	135	52	35	37	40	42	34	31	0,108	75	113	135
7,40	47	37	3:::	0,91	0,77	--	--	--	--	--	52	35	36	40	42	34	31	0,110	78	118	141
7,60	42	52	3:::	0,90	0,79	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	30	0,099	70	105	126
7,80	38	41	3:::	0,90	0,80	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	33	30	0,089	63	95	114
8,00	37	--	3:::	0,89	0,82	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	33	30	0,086	62	93	111



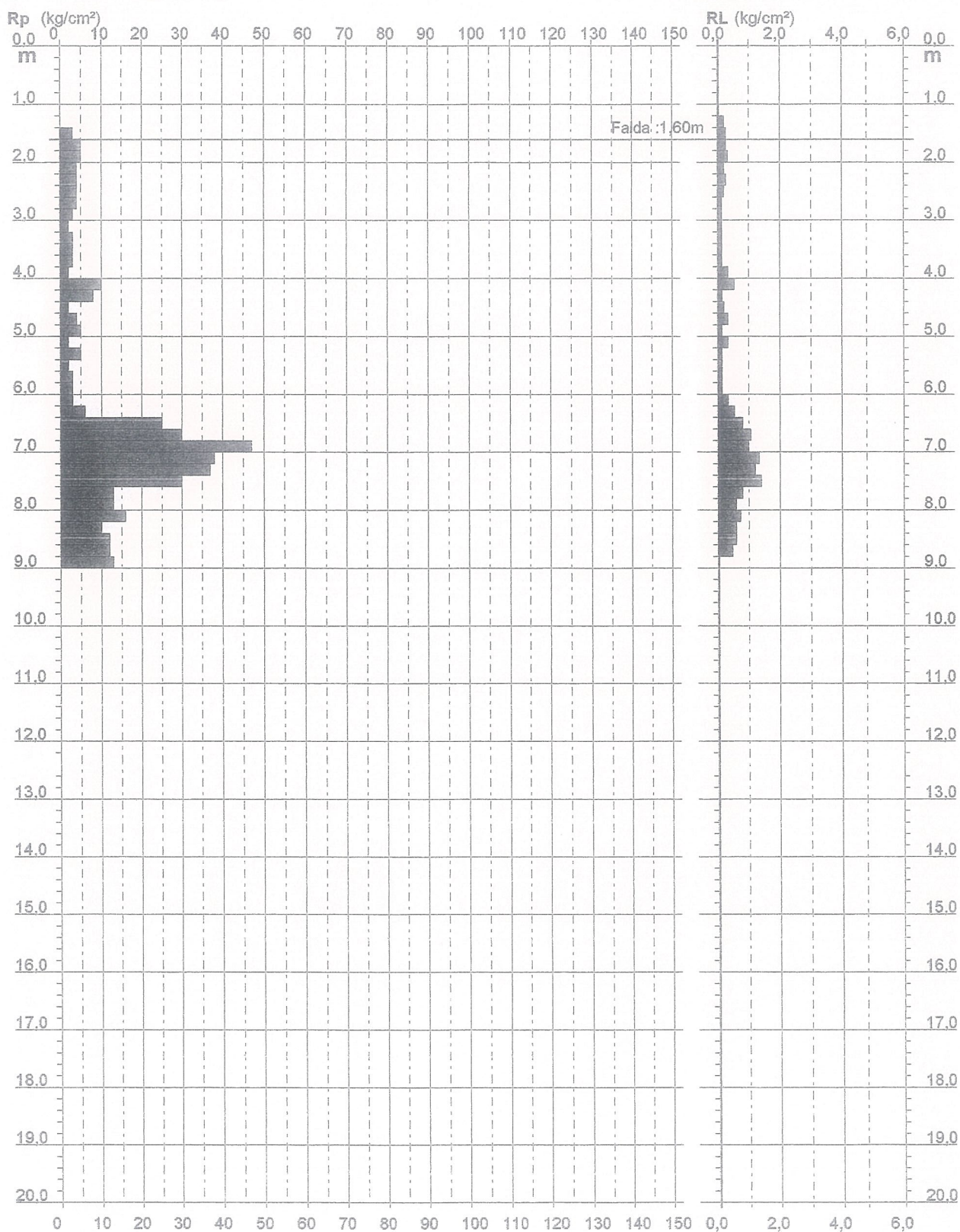
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
- lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
- località : Fusina (VE)  
- note : Preforo di -1.20 m

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100

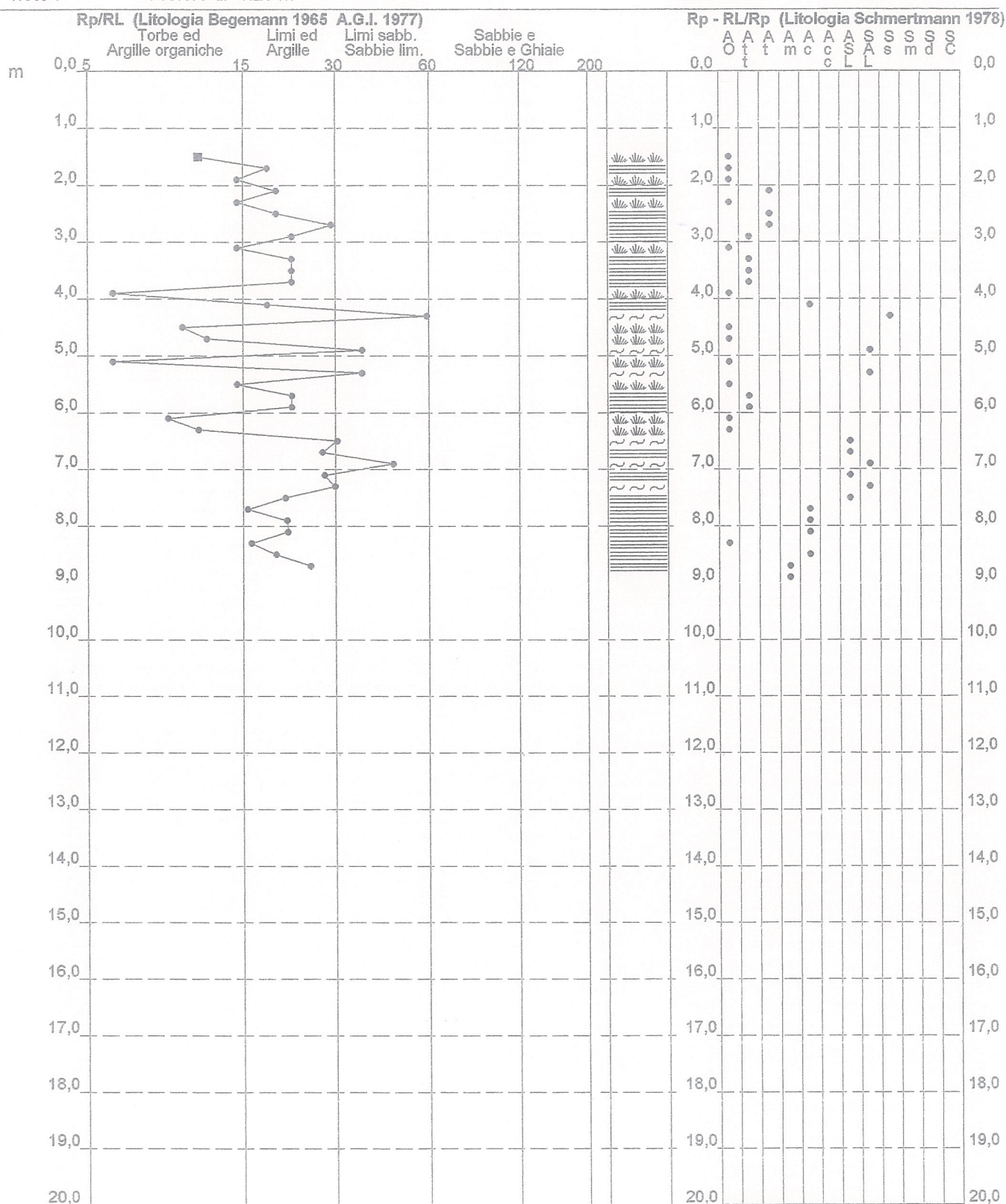




## CPT 2

2.010496-101

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
- lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
- località : Fusina (VE)  
- note : Preforo di -1.20 m

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	--	--	???	1,85	0,26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	3	11	1***	0,46	0,27	0,15	3,0	15	22	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	5	19	2/III	0,80	0,28	0,25	5,3	77	116	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	5	15	1***	0,46	0,29	0,25	5,1	15	23	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	4	20	2/III	0,78	0,31	0,20	3,6	87	131	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	4	15	1***	0,46	0,32	0,20	3,5	17	26	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	4	20	2/III	0,78	0,33	0,20	3,3	93	140	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	4	30	4/:	0,80	0,35	0,20	3,1	97	145	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
3,00	3	22	2/III	0,76	0,36	0,15	2,1	83	125	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	2	15	1***	0,46	0,37	0,10	1,2	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	3	22	2/III	0,76	0,39	0,15	1,9	85	127	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	3	22	2/III	0,76	0,40	0,15	1,8	85	128	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	3	22	2/III	0,76	0,42	0,15	1,7	86	129	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	2	6	1***	0,46	0,43	0,10	1,0	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	10	19	2/III	0,90	0,45	0,50	7,2	111	166	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	8	60	4/:	0,84	0,46	0,40	5,2	127	191	35	4	29	32	35	38	27	26	0,010	13	20	24
4,60	2	10	1***	0,46	0,47	0,10	0,9	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	4	12	1***	0,46	0,48	0,20	2,1	24	36	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	5	37	4/:	0,81	0,50	0,25	2,7	130	195	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15
5,20	2	6	1***	0,46	0,51	0,10	0,8	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	5	37	4/:	0,81	0,52	0,25	2,5	133	199	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15
5,60	2	15	1***	0,46	0,53	0,10	0,8	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	3	22	2/III	0,76	0,55	0,15	1,2	89	133	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	3	22	2/III	0,76	0,56	0,15	1,2	89	134	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	3	9	1***	0,46	0,57	0,15	1,2	19	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	6	11	1***	0,46	0,58	0,30	2,7	32	48	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	25	31	3:::	0,86	0,60	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	32	28	0,073	42	63	75
6,80	30	28	4/:	0,96	0,62	1,00	11,5	170	255	90	42	34	36	39	41	33	29	0,085	50	75	90
7,00	47	47	3:::	0,91	0,64	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	35	31	0,122	78	118	141
7,20	38	28	4/:	0,99	0,66	1,27	14,3	215	323	114	49	35	37	39	42	34	30	0,102	63	95	114
7,40	37	31	3:::	0,89	0,67	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	34	30	0,098	62	93	111
7,60	30	21	4/:	0,96	0,69	1,00	9,9	170	255	90	40	34	36	38	41	32	29	0,079	50	75	90
7,80	13	16	2/III	0,93	0,71	0,60	5,1	196	294	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	13	22	2/III	0,93	0,73	0,60	5,0	202	303	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	16	22	2/III	0,96	0,75	0,70	5,7	201	302	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	10	17	2/III	0,90	0,77	0,50	3,7	217	325	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	12	20	2/III	0,92	0,79	0,57	4,2	220	329	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	12	26	2/III	0,92	0,80	0,57	4,1	225	337	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	13	--	2/III	0,93	0,82	0,60	4,3	230	345	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



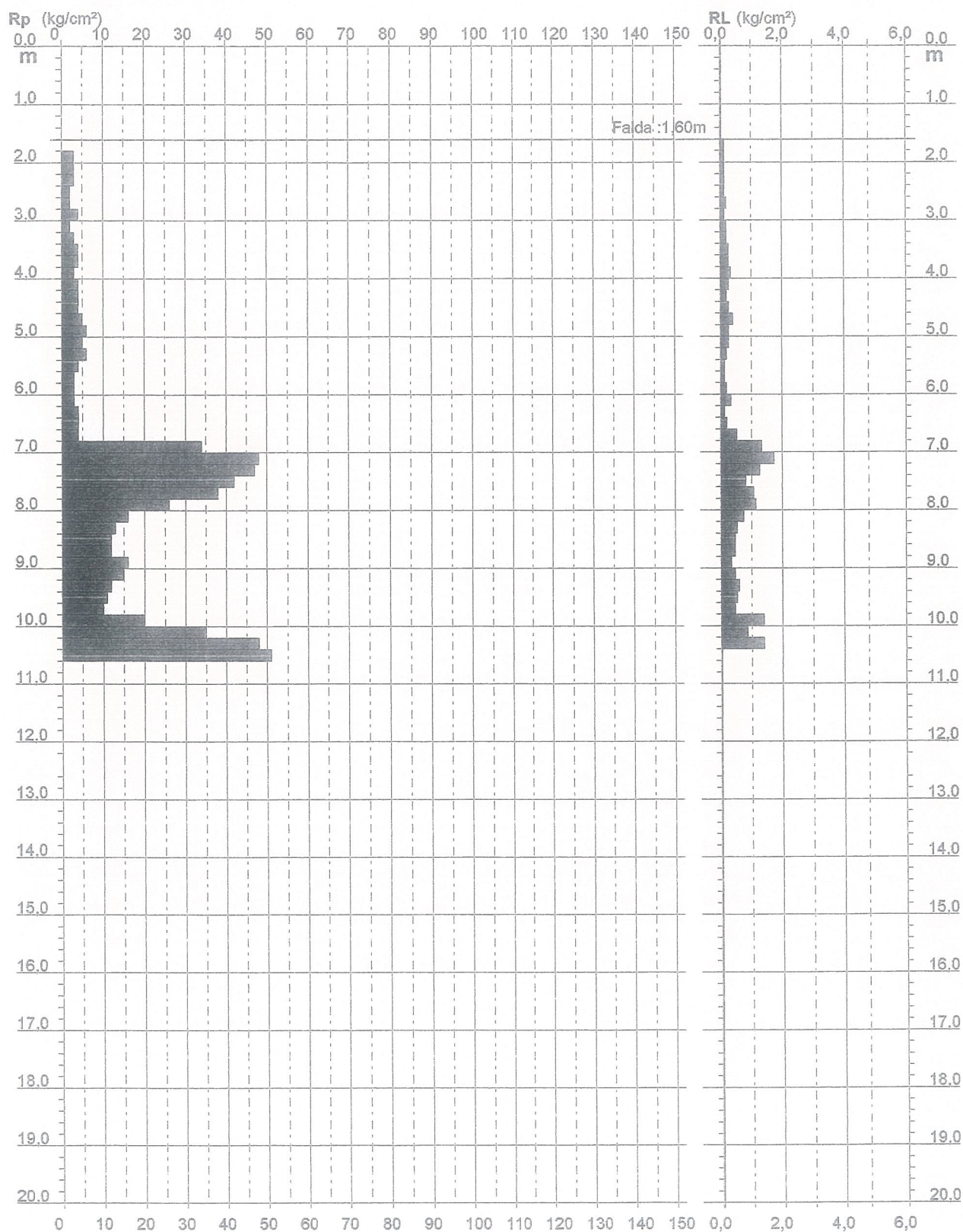
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
- lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
- località : Fusina (VE)  
- note : Preforo di -1.60 m

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100





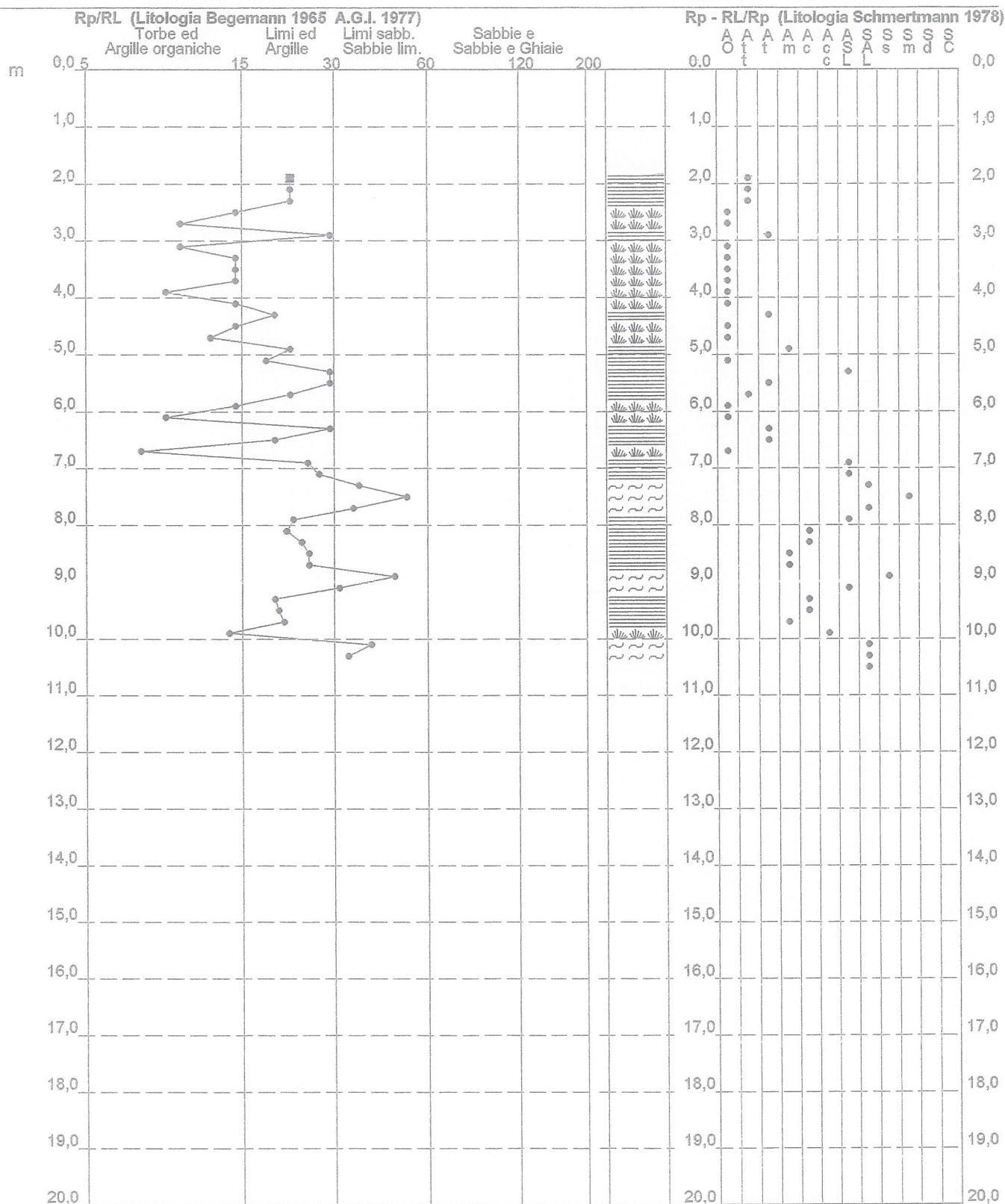
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
- lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
- località : Fusina (VE)  
- note : Preforo di -1.60 m

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.010496-101

- committente : A.L.L.E.S. S.r.l.  
- lavoro : Caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni  
- località : Fusina (VE)  
- note : Preforo di -1.60 m

- data : 17/12/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	--	--	???	1,85	0,26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	--	--	???	0,85	0,28	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	--	--	???	0,85	0,29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	3	22	2III	0,76	0,31	0,15	2,6	79	118	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	3	22	2III	0,76	0,32	0,15	2,4	80	121	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	3	22	2III	0,76	0,34	0,15	2,3	82	123	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	2	15	1***	0,46	0,35	0,10	1,3	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	2	10	1***	0,46	0,36	0,10	1,3	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	4	30	4I/:	0,80	0,37	0,20	2,9	101	151	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
3,20	2	10	1***	0,46	0,38	0,10	1,2	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	3	15	1***	0,46	0,39	0,15	1,9	18	27	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	4	15	1***	0,46	0,40	0,20	2,6	22	33	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	4	15	1***	0,46	0,41	0,20	2,6	22	33	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	3	9	1***	0,46	0,42	0,15	1,7	19	28	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	4	15	1***	0,46	0,43	0,20	2,4	23	34	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	4	20	2III	0,78	0,44	0,20	2,3	108	162	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	4	15	1***	0,46	0,45	0,20	2,3	23	35	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	5	12	1***	0,46	0,46	0,25	2,9	26	38	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	6	22	2III	0,82	0,48	0,30	3,5	135	202	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	5	19	2III	0,80	0,49	0,25	2,7	129	194	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	6	30	4I/:	0,82	0,51	0,30	3,2	142	213	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18
5,60	4	30	4I/:	0,80	0,53	0,20	1,9	113	170	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
5,80	3	22	2III	0,76	0,54	0,15	1,3	89	133	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	3	15	1***	0,46	0,55	0,15	1,2	19	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	3	9	1***	0,46	0,56	0,15	1,2	19	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	4	30	4I/:	0,80	0,58	0,20	1,7	115	173	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
6,60	4	20	2III	0,78	0,59	0,20	1,6	116	174	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	4	7	1***	0,46	0,60	0,20	1,6	25	38	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	34	25	4I/:	0,98	0,62	1,13	13,3	193	289	102	47	35	37	39	42	34	29	0,095	57	85	102
7,20	48	28	4I/:	1,01	0,64	1,60	19,7	272	408	144	58	36	38	40	43	35	31	0,124	80	120	144
7,40	47	37	3:::	0,91	0,66	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	35	31	0,120	78	118	141
7,60	42	52	3:::	0,90	0,68	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	34	30	0,108	70	105	126
7,80	38	36	3:::	0,90	0,69	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	34	30	0,098	63	95	114
8,00	26	23	4I/:	0,95	0,71	0,93	8,7	169	254	78	34	33	35	38	41	31	28	0,066	43	65	78
8,20	16	22	2III	0,96	0,73	0,70	5,9	195	293	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	13	24	2III	0,93	0,75	0,60	4,8	209	313	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	12	26	2III	0,92	0,77	0,57	4,3	215	323	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	12	26	2III	0,92	0,79	0,57	4,2	220	330	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	16	48	4I/:	0,90	0,81	0,70	5,2	221	331	52	14	30	33	36	39	28	27	0,028	27	40	48
9,20	15	32	4I/:	0,89	0,82	0,67	4,8	229	343	50	12	30	33	36	39	27	27	0,023	25	38	45
9,40	12	20	2III	0,92	0,84	0,57	3,9	237	355	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	11	21	2III	0,91	0,86	0,54	3,5	243	364	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	10	21	2III	0,90	0,88	0,50	3,1	243	364	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	20	14	4I/:	0,93	0,90	0,80	5,4	244	366	60	19	31	34	36	40	29	27	0,037	33	50	60
10,20	35	40	3:::	0,89	0,92	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	32	29	0,075	58	88	105
10,40	48	34	3:::	0,91	0,93	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	31	0,100	80	120	144
10,60	51	--	3:::	0,92	0,95	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	33	31	0,104	85	128	153



## **ALLEGATO 2**



Comittente	A.L.L.E.S. S.r.l.	Profondità raggiunta -6 m da p.c.	Note	Pagina 1
Operatore	Dott. Bignardi	Indagine indagine ambientale	Località Fusina (VE)	Data 14/12/04
Responsabile	Dott. Biavati D.	Sondaggio SG1	Tipo Carotaggio a rotopercolazione	Tipo Sonda GEOPROBE

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Numero campione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Piezometro (P)
				0 20 40 60 80 100							
		soletta in calcestruzzo	0.15		C						
1		terreno di riporto: sabbia fine con ghiaia e ciottoli			C						
			1.50								
		limo debolmente sabbioso e debolmente argilloso grigio	1.80		C						
2											
		sabbia limosa grigio			C						
3			3.60								
		limo sabbioso grigio	4.00		C						
4							4.00				
		limo argilloso grigio			C		S	SH1			
							4.60				
			5.00				S	SH2			
5		limo sabbioso	5.20		C						
		sabbia limosa grigia			C						
			6.00								
6											
7											
8											
9											
10											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici  
Carotaggio: a rotopercolazione

Sonda: GEOPROBE

Firma 1

Firma 2

Comittente	A.L.L.E.S. S.r.l.	Profondità raggiunta -5 m da p.c.	Note	Pagina 1
Operatore	Dott. Bignardi	Indagine indagine ambientale	Località Fusina (VE)	Data 14/12/04
Responsabile	Dott. Biavati D.	Sondaggio SG2	Tipo Carotaggio a rotopercolazione	Tipo Sonda GEOPROBE

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Numero campione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Piezometro (P)
				0 20 40 60 80 100							
		soletta in calcestruzzo	0.15		C						
1		terreno di riporto: sabbia fine con ghiaia e ciottoli			C						
			1.60								
		limo sabbioso grigio	2.00		C						
2		limo argilloso grigio marrone chiaro	2.40		C		2.00	S	SH1		
							2.40				
3		limo argilloso sabbioso grigio molle	3.40		C		3.00	S	SH2		
		limo argilloso sabbioso grigio con materiale organico	4.00		C		3.50				
4		sabbia medio fine nocciola	4.70		C						
5		limo argilloso compatto con materiale organico	5.00		C						
6											
7											
8											
9											
10											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici  
Carotaggio: a rotopercolazione

Sonda: GEOPROBE

Firma 1

Firma 2



Comittente	A.L.L.E.S.	Profondità raggiunta -5 m da p.c.	Note	Pagina 1
Operatore	Dott. Bignardi	Indagine indagine ambientale	Località Fusina (VE)	Data 14/12/04
Responsabile	Dott. Biavati D.	Sondaggio SG3	Tipo Carotaggio a rotopercolazione	Tipo Sonda GEOPROBE

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Numero campioni	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Piezometro (P)
				0 20 40 60 80 100							
1		terreno di riporto: stabilizzato poi sabbia fine con ghiaia e ciottoli			C						
			1.70		C			1.80			
2		limo sabbioso grigio	1.80		C			S	SH1		
		limo debolmente argilloso grigio	2.30		C			2.30			
					C			3.00			
3		limo argilloso sabbioso grigio molle	3.00		C			S	SH2		
		limo argilloso grigio scuro	3.50		C			3.50			
		limo argilloso sabbioso grigio	3.75		C						
4		limo argilloso debolmente sabbioso grigio	4.00		C						
		sabbia medio fine grigia	4.60		C						
5		limo sabbioso passante a limo argilloso compatto con sostanza organica	5.00		C						
6											
7											
8											
9											
10											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici  
Carotaggio: a rotopercolazione

Sonda: GEOPROBE

Firma 1

Firma 2



## ALLEGATO 3





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## LIMITI LIQUIDO E PLASTICO - NORMA ASTM D 4318

### CLASSIFICAZIONE UNI 10006

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG1 Sh2 - m 4,60 - 5,00**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 14 - 17/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0003/05 rev.0 del: 17/01/05

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

codice cucchiaino: 344-codice bilancia 480

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **limo debolmente argilloso grigio chiaro**

	limite liquido		limite plastico		W naturale
N° colpi	20	22			
tara (g)	2,39	2,21	2,22	2,23	2,4
massa umida+ tara (g)	32,75	33,21	12,21	14,51	105,88
massa secca+ tara (g)	25,83	26,09	10,50	12,45	83,76
risultati (%)	28,7	29,4	20,7	20,2	27,2

$$L.L. = W_i \cdot (N_i/25)^{\exp 0.121(\%)}$$

<b>LIMITE LIQUIDO (%):</b>	<b>29</b>
<b>LIMITE PLASTICO (%):</b>	<b>20</b>
<b>indice plastico (LL-LP) (%):</b>	<b>9</b>
<b>W naturale (%):</b>	<b>27</b>
<b>Indice di consistenza (LL-Wn)/IP :</b>	<b>0,2</b>
<b>Massa volumica apparente (Mg/m³):</b>	<b>1,84</b>

### GRANULOMETRIA

PASSANTE AL VAGLIO n° 10:	100,0	%	cod.292
PASSANTE AL VAGLIO n° 40:	100,0	%	cod.283
PASSANTE AL VAGLIO n° 200:	98,0	%	cod.287

<b>% ghiaia:</b>	<b>%sabbia:</b>	<b>%limo-argilla:</b>
<b>0,0</b>	<b>2,0</b>	<b>98,0</b>

Coefficienti di calcolo per indice di gruppo:

a	b	c	d
40	40	0	0

**INDICE DI GRUPPO: 8**

**CLASSIFICAZIONE UNI 10006:**

**A 4**

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

CAMPIONE: SG1 Sh2 - m 4,60 - 5,00

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 14 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0006/05 rev.0 del: 17/01/05

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

Dp(kPa)	DH(mm)	epsilon (%)	e	av (cmq/daN) De/Dp	mv (cmq/daN) av/(1+eo)	M (daN/cm <sup>2</sup> ) 1/mv
12,5	0,539	2,70	0,820			
25,0	0,640	3,20	0,810	0,075	0,040	24,83
50,0	0,890	4,45	0,787	0,094	0,050	19,97
100,0	1,173	5,87	0,760	0,053	0,028	35,30
200,0	1,493	7,47	0,730	0,030	0,016	62,58
400,0	1,925	9,62	0,690	0,020	0,011	92,68
800,0	2,392	11,96	0,646	0,011	0,006	171,23
1600,0	2,978	14,89	0,592	0,007	0,004	273,18
400,0	2,875	14,37	0,601			
100,0	2,780	13,90	0,610			

edometro n: 3

codice trasduttore: 525

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

limo debolmente argilloso grigio chiaro

massa volumica reale (Mg/m<sup>3</sup>)

2,70

massa volumica apparente ad inizio prova (Mg/m<sup>3</sup>):

1,84

massa volumica apparente a fine prova (Mg/m<sup>3</sup>):

2,05

umidità ad inizio prova (%):

27,16

umidità a fine prova (%):

22,31

indice dei vuoti ad inizio prova:

0,870

Cv (cmq/sec) media 2 determinazioni:

7,83E-03

Permeabilità k (cm/sec) media 2 determinazioni:

9,68E-08

Gradi di Saturazione %

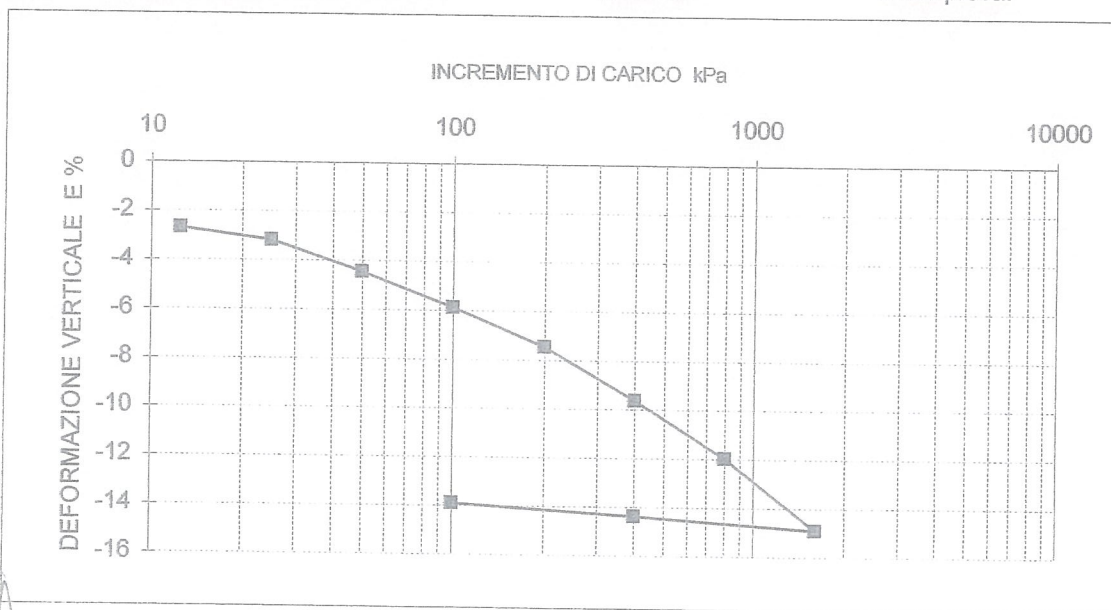
Iniziale: 84

Finale: 99

Massa volum. apparente  
secca (Mg/m<sup>3</sup>):

ad inizio prova: 1,44

a fine prova: 1,68



Io Spedimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott.geol. (Dottore di Ricerca): Gianluca Ferioli





elletipi s.r.l.

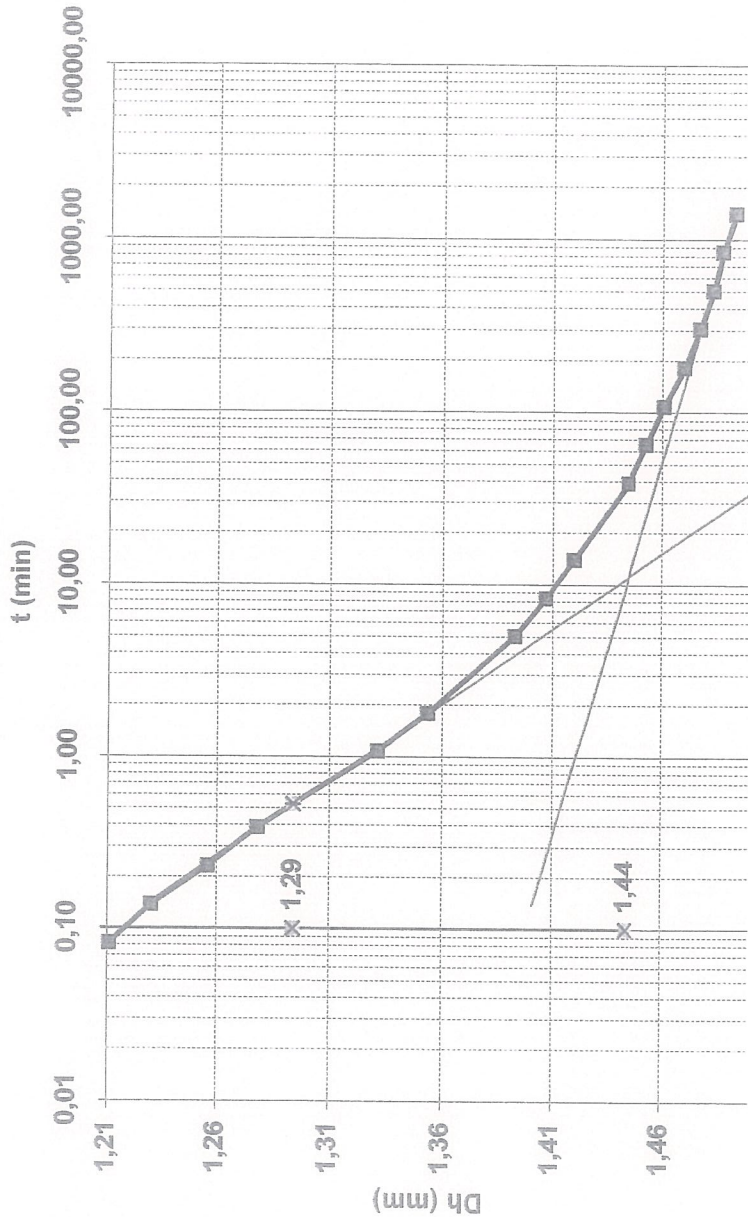
Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario  
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1,173
0,08	1,211
0,14	1,230
0,23	1,256
0,39	1,278
1,08	1,331
1,81	1,354
5,05	1,393
8,44	1,407
14,09	1,420
39,29	1,445
65,61	1,453
109,58	1,461
182,98	1,470
305,58	1,477
510,33	1,483
852,27	1,487
1423,30	1,493

t50 (min)	0,53
t50 (sec)	32
Cv (cmq/sec)	5,44E-03
C alfa	1,22E-03

Pressione

da (kPa)	100
a (kPa)	200

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara  
CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito  
CAMPIONE/PROFONDITA': SG1 Sh2 - m 4,60 - 5,00  
DATA DI CONSEGNA: 14/12/04  
DURATA DELLE PROVE DAL: 17/12/04  
AL: 18/12/04

Edometro num. 3

codice trasduttore LDVT: 525

bilancia cod. 480

Natura del Campione:  
limo debolmente argilloso grigio chiaro

COMMESSA: 2526/04  
VERBALE ACC.: 213/04  
CERTIFICATO n°: 0006/05  
rev.0 del: 18/10/2004

Lo Sperimentatore:

dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

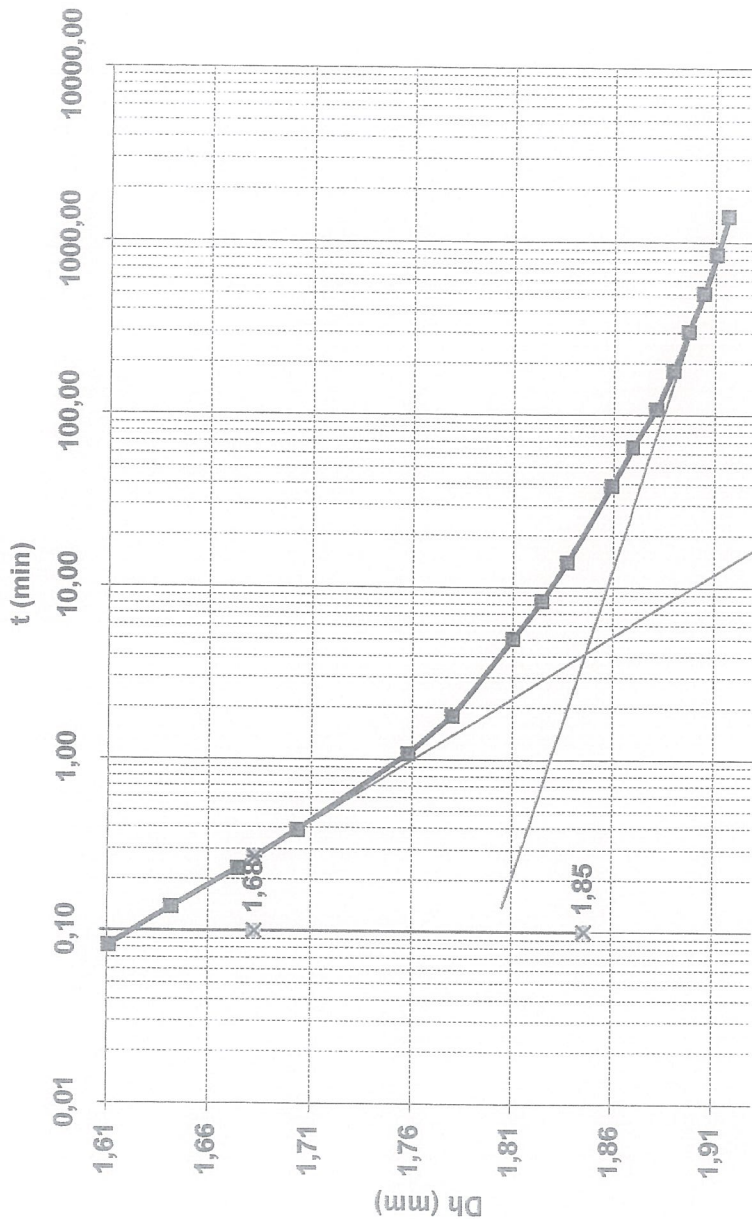
Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario  
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1,496
0,08	1,611
0,14	1,642
0,23	1,675
0,39	1,704
1,08	1,758
1,81	1,780
5,05	1,810
8,44	1,825
14,09	1,837
39,29	1,859
65,61	1,870
109,58	1,882
182,98	1,890
305,58	1,897
510,33	1,905
852,27	1,911
1423,30	1,917

t50 (min)	0,27
t50 (sec)	16
Cv (cmq/sec)	1,02E-02
C alfa	1,50E-03

Pressione	
da(kPa)	200
a (kPa)	400

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara  
CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito  
CAMPIONE/PROFONDITA': SG1 Sh2 - m 4,60 - 5,00  
DATA DI CONSEGNA: 14/12/04  
DURATA DELLE PROVE DAL: 18/12/04  
AL: 19/12/04

Edometro num. 3 codice trasduttore LDVT: 525

Lo Sperimentatore:

dott. Massimo Romagnoli

Natura del Campione:  
limo debolmente argilloso grigio chiaro

COMMESSA: 2526/04  
VERBALE ACC.: 213/04  
CERTIFICATO n°: 0006/05  
rev.0 del: 18/10/2004

bilancia cod. 480

Il Direttore del Laboratorio terre:  
~~dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli~~





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/58119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE:	S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara		
CANTIERE:	Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito		
CAMPIONE:	SG1 Sh1 - m 4,00 - 4,60		
COMMESSA:	2526/04	DURATA PROVE:	29/12/04 - 10/01/05
VERBALE ACC.:	213/04	DATA CONSEGNA:	14/12/04
CERTIFICATO n°:	0009/05	rev.0 del:	17/01/05

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 566; SG 537, manometri 531, 691; celle 1, 2 e 3; pressa 536.

Macchina:	CONTROLS Triax 50 Digital
Prova:	CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
Dimensioni provini:	$\phi \times h = 38,10 \times 76,20$ mm
Velocità prova:	0,005 mm

NATURA DEL CAMPIONE:	limo con argilla grigio chiaro
----------------------	--------------------------------

PROVINO 1 PROVINO 2 PROVINO 3

umidità iniziale (%)	28,4	33,7	32,9
massa volumica umida iniziale (Mg/m <sup>3</sup> )	1,82	1,79	1,81
massa volumica secca iniziale (Mg/m <sup>3</sup> )	1,42	1,34	1,36
umidità finale (%)	24,2	28,5	26,4
pressione in cella (kPa)	100	200	400
contropressione (kPa)	50	100	200
tempo saturazione e consolidazione (ore)	77,7	81,0	88,0
variazione di volume (cc)	3,4	4,6	5,5
tempo rottura (ore)	48,0	41,0	84,0
Skempton A	0,233	0,175	0,160
Skempton B	0,966	0,965	0,998
tensione deviatorica a rottura (kPa)	74,5	136,3	221,5
tensione efficace a rottura s' (kPa)	69,9	144,3	275,3
tensione efficace a rottura t' (kPa)	37,3	68,2	110,7

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU) raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG1 Sh1 - m 4,00 - 4,60**

COMMESSA: 2526/04

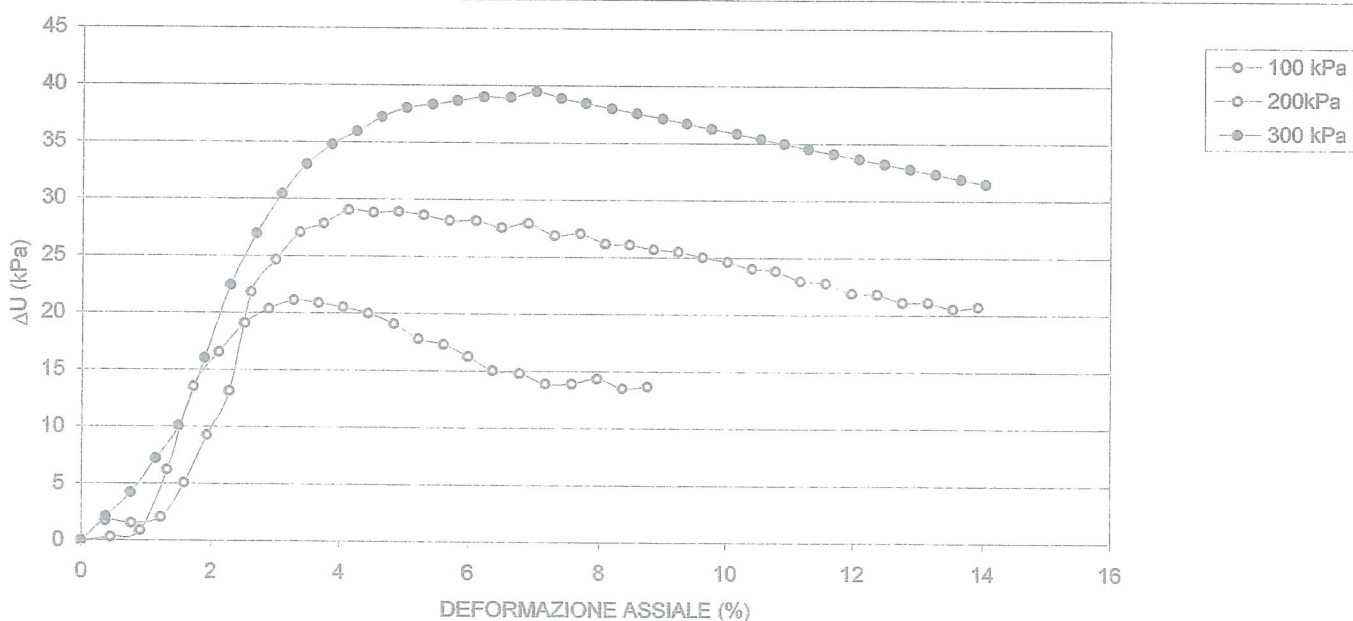
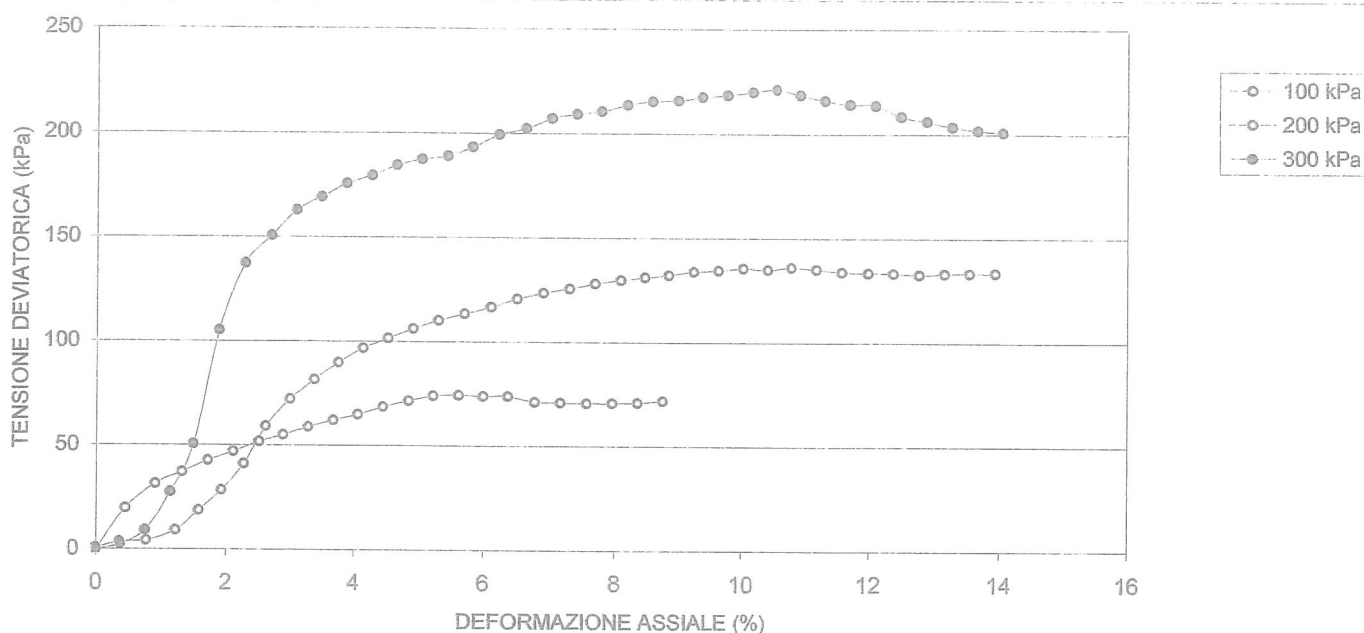
DURATA PROVE: 29/12/04 - 10/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0009/05

rev.0 del: 17/01/05



Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU) raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

CAMPIONE: SG1 Sh1 - m 4,00 - 4,60

COMMESSA: 2526/04

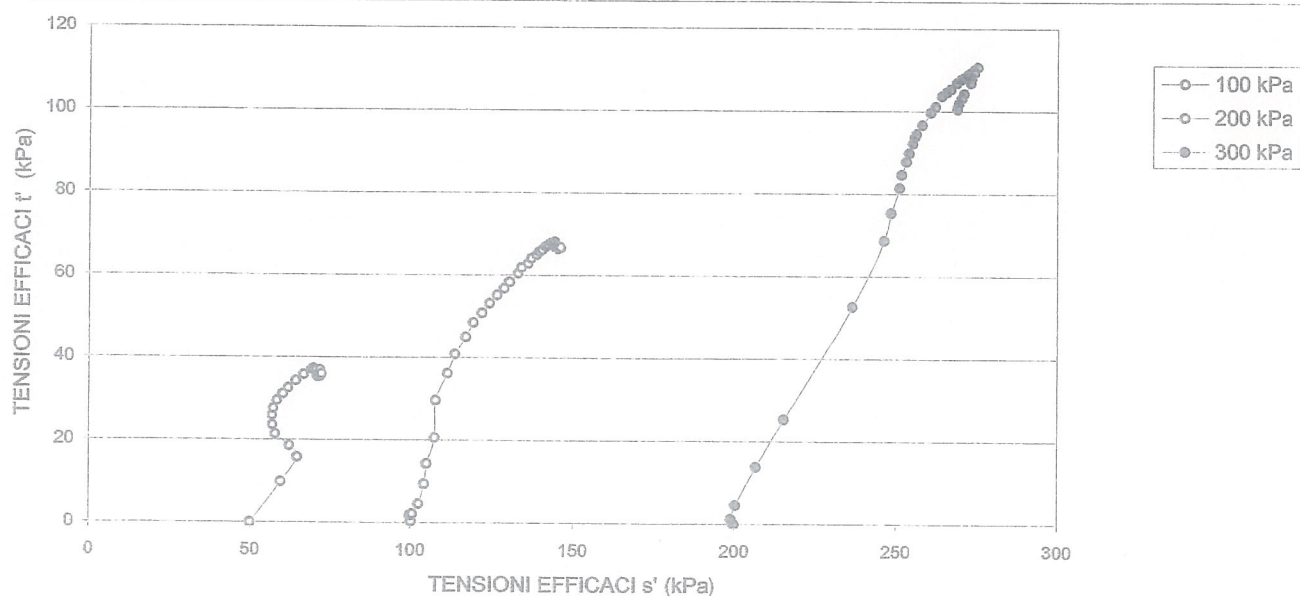
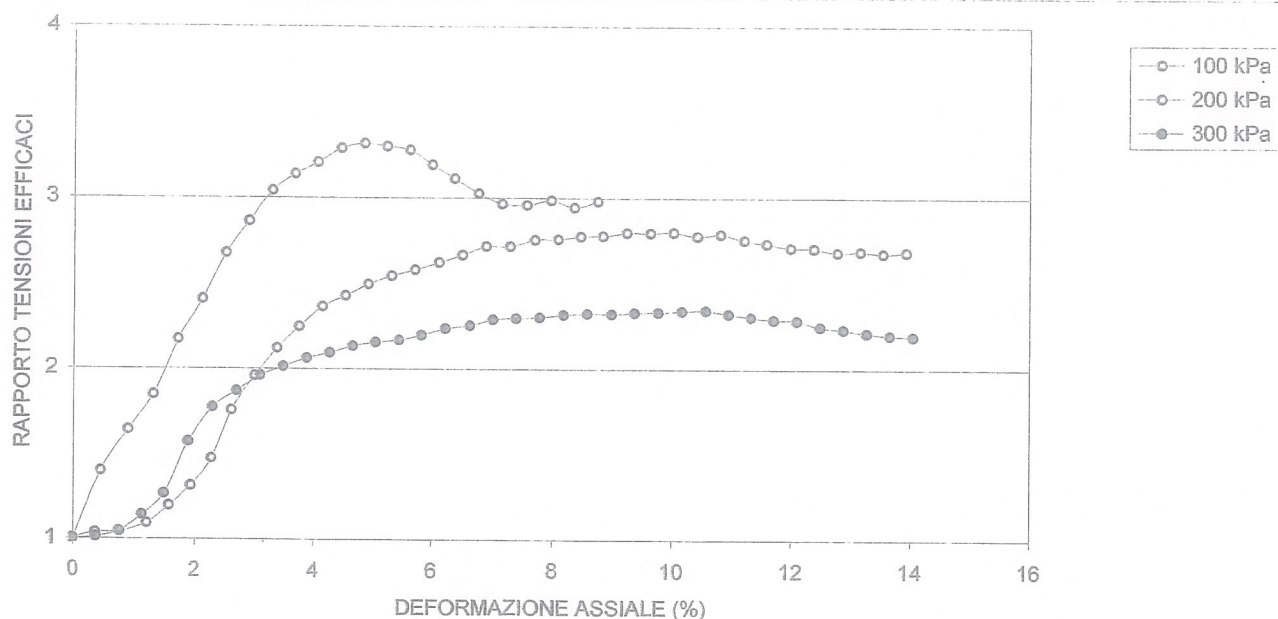
DURATA PROVE: 29/12/04 - 10/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0009/05

rev.0 del: 17/01/05



Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG1 Sh1 - m 4,00 - 4,60**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 29/12/04 - 10/01/05

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0009/05 rev.0 del: 17/01/05

**TENSIONE DEVIATORICA**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0,000	0,000	0,001	0,736	0,000	0,000
0,452	19,833	0,369	3,667	0,379	2,443
0,901	31,542	0,767	4,383	0,756	9,246
1,312	37,166	1,219	9,210	1,136	27,632
1,716	42,745	1,573	18,837	1,490	50,718
2,117	47,089	1,932	28,634	1,892	105,352
2,511	51,874	2,279	41,240	2,293	137,501
2,892	55,210	2,612	59,261	2,694	150,774
3,285	58,981	2,993	72,357	3,092	162,984
3,672	62,257	3,379	81,790	3,483	169,416
4,063	65,034	3,753	89,975	3,881	175,795
4,460	68,711	4,144	96,900	4,275	179,757
4,858	71,662	4,534	101,656	4,663	184,644
5,242	74,135	4,928	106,366	5,050	187,623
5,630	74,519	5,319	110,348	5,451	189,152
6,002	73,997	5,717	113,581	5,833	193,454
6,368	73,936	6,117	116,790	6,227	199,550
6,774	71,350	6,503	120,894	6,634	202,352
7,170	71,048	6,902	123,809	7,023	207,424
7,572	70,740	7,302	125,773	7,406	209,298
7,970	70,883	7,704	128,174	7,792	210,689
8,362	71,026	8,090	129,888	8,187	213,843
8,755	72,052	8,470	131,375	8,583	215,595
		8,845	132,405	8,993	215,971
		9,241	134,058	9,373	217,738
		9,634	134,802	9,768	218,560
		10,023	135,768	10,167	220,239
		10,413	135,180	10,553	221,489
		10,803	136,345	10,940	218,782
		11,195	135,308	11,321	216,104
		11,592	134,053	11,708	214,294
		11,984	133,674	12,092	213,793
		12,373	133,514	12,478	208,559
		12,760	132,925	12,868	206,347
		13,149	133,398	13,260	203,715
		13,531	133,449	13,649	201,968
		13,928	133,681	14,042	201,050

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG1 Sh1 - m 4,00 - 4,60**

COMMESSA: 2526/04

DURATA PROVE: 29/12/04 - 10/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0009/05

rev.0 del: 17/01/05

**PRESSIONE INTERSTIZIALE**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)	$\Delta U$ . (kPa)	Def. (%)	$\Delta U$ . (kPa)	Def. (%)	$\Delta U$ . (kPa)
0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
0,452	0,304	0,369	1,754	0,379	2,127
0,901	0,913	0,767	1,559	0,756	4,227
1,312	6,237	1,219	2,047	1,136	7,216
1,716	13,539	1,573	5,068	1,490	10,097
2,117	16,581	1,932	9,258	1,892	16,021
2,511	19,091	2,279	13,156	2,293	22,457
2,892	20,384	2,612	21,829	2,694	26,980
3,285	21,145	2,993	24,655	3,092	30,452
3,672	20,917	3,379	27,092	3,483	33,062
4,063	20,536	3,753	27,871	3,881	34,787
4,460	20,004	4,144	29,041	4,275	35,946
4,858	19,091	4,534	28,846	4,663	37,210
5,242	17,798	4,928	28,943	5,050	38,046
5,630	17,342	5,319	28,651	5,451	38,342
6,002	16,277	5,717	28,164	5,833	38,691
6,368	15,060	6,117	28,164	6,227	39,040
6,774	14,832	6,503	27,579	6,634	38,987
7,170	13,919	6,902	27,969	7,023	39,501
7,572	13,919	7,302	26,897	7,406	38,916
7,970	14,375	7,704	27,092	7,792	38,480
8,362	13,539	8,090	26,215	8,187	38,043
8,755	13,691	8,470	26,117	8,583	37,606
		8,845	25,727	8,993	37,170
		9,241	25,533	9,373	36,733
		9,634	25,045	9,768	36,296
		10,023	24,655	10,167	35,860
		10,413	24,071	10,553	35,423
		10,803	23,876	10,940	34,986
		11,195	22,999	11,321	34,549
		11,592	22,804	11,708	34,113
		11,984	21,927	12,092	33,676
		12,373	21,829	12,478	33,239
		12,760	21,147	12,868	32,802
		13,149	21,147	13,260	32,366
		13,531	20,562	13,649	31,929
		13,928	20,757	14,042	31,492

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG1 Sh1 - m 4,00 - 4,60**

COMMESSA: 2526/04

DURATA PROVE: 29/12/04 - 10/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0009/05

rev.0 del: 17/01/05

**RAPPORTO TENSIONI EFFICACI**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)		Def. (%)		Def. (%)	
0,000	1,000	0,001	1,007	0,000	1,000
0,452	1,399	0,369	1,037	0,379	1,012
0,901	1,643	0,767	1,045	0,756	1,047
1,312	1,849	1,219	1,094	1,136	1,143
1,716	2,172	1,573	1,198	1,490	1,267
2,117	2,409	1,932	1,316	1,892	1,573
2,511	2,678	2,279	1,475	2,293	1,774
2,892	2,864	2,612	1,758	2,694	1,871
3,285	3,044	2,993	1,960	3,092	1,961
3,672	3,141	3,379	2,122	3,483	2,015
4,063	3,207	3,753	2,247	3,881	2,064
4,460	3,291	4,144	2,366	4,275	2,096
4,858	3,318	4,534	2,429	4,663	2,134
5,242	3,302	4,928	2,497	5,050	2,158
5,630	3,282	5,319	2,547	5,451	2,170
6,002	3,194	5,717	2,581	5,833	2,199
6,368	3,116	6,117	2,626	6,227	2,240
6,774	3,029	6,503	2,669	6,634	2,257
7,170	2,969	6,902	2,719	7,023	2,292
7,572	2,961	7,302	2,720	7,406	2,299
7,970	2,990	7,704	2,758	7,792	2,304
8,362	2,948	8,090	2,760	8,187	2,320
8,755	2,984	8,470	2,778	8,583	2,328
		8,845	2,783	8,993	2,326
		9,241	2,800	9,373	2,334
		9,634	2,798	9,768	2,335
		10,023	2,802	10,167	2,342
		10,413	2,780	10,553	2,346
		10,803	2,791	10,940	2,326
		11,195	2,757	11,321	2,306
		11,592	2,737	11,708	2,292
		11,984	2,712	12,092	2,285
		12,373	2,708	12,478	2,251
		12,760	2,686	12,868	2,234
		13,149	2,692	13,260	2,215
		13,531	2,680	13,649	2,202
		13,928	2,687	14,042	2,193

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG1 Sh1 - m 4,00 - 4,60**

COMMESSA: 2526/04

DURATA PROVE: 29/12/04 - 10/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0009/05

rev.0 del: 17/01/05

**STRESS PATH**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
50,000	0,000	100,368	0,368	200,000	0,000
59,612	9,916	100,079	1,833	199,094	1,222
64,858	15,771	100,632	2,191	200,396	4,623
62,346	18,583	102,559	4,605	206,600	13,816
57,833	21,372	104,351	9,418	215,262	25,359
56,964	23,545	105,059	14,317	236,655	52,676
56,846	25,937	107,464	20,620	246,294	68,750
57,221	27,605	107,801	29,630	248,407	75,387
58,346	29,491	111,524	36,179	251,040	81,492
60,212	31,128	113,803	40,895	251,646	84,708
61,981	32,517	117,116	44,987	253,110	87,898
64,352	34,356	119,409	48,450	253,932	89,878
66,740	35,831	121,982	50,828	255,112	92,322
69,270	37,067	124,240	53,183	255,766	93,812
69,918	37,259	126,523	55,174	256,234	94,576
70,721	36,998	128,626	56,790	258,036	96,727
71,908	36,968	130,231	58,395	260,735	99,775
70,843	35,675	132,868	60,447	262,189	101,176
71,605	35,524	133,936	61,905	264,211	103,712
71,451	35,370	135,989	62,886	265,732	104,649
71,067	35,442	136,995	64,087	266,865	105,345
71,974	35,513	138,729	64,944	268,878	106,921
72,335	36,026	139,570	65,687	270,191	107,798
		140,475	66,202	270,816	107,985
		141,496	67,029	272,136	108,869
		142,356	67,401	272,984	109,280
		143,229	67,884	274,260	110,119
		143,519	67,590	275,322	110,745
		144,296	68,172	274,405	109,391
		144,655	67,654	273,503	108,052
		144,222	67,026	273,034	107,147
		144,910	66,837	273,221	106,896
		144,928	66,757	271,040	104,279
		145,315	66,462	270,371	103,173
		145,552	66,699	269,492	101,857
		146,163	66,725	269,055	100,984
		146,084	66,841	269,033	100,525

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**LIMITI LIQUIDO E PLASTICO - NORMA ASTM D 4318**

**CLASSIFICAZIONE UNI 10006**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG2 Sh2 - m 3,00 - 3,50**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 14 - 17/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0004/05 rev.0 del: 17/01/05

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

codice cucchiaino: 344-codice bilancia 480

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **limo argilloso grigio chiaro**

	limite liquido		limite plastico		W naturale
Nº colpi	24	25			
tara (g)	2,26	2,29	2,29	2,31	2,19
massa umida+ tara (g)	31,36	35,67	11,70	12,66	103,1
massa secca+ tara (g)	24,34	27,77	10,05	10,87	79,4
risultati (%)	31,6	31,0	21,3	20,9	30,7

$$L.L. = W_i * (N_i/25)^{exp 0.121} (%)$$

<b>LIMITE LIQUIDO (%):</b>	<b>31</b>
<b>LIMITE PLASTICO (%):</b>	<b>21</b>
<b>indice plastico (LL-LP) (%):</b>	<b>10</b>
<b>W naturale (%):</b>	<b>31</b>
<b>Indice di consistenza (LL-Wn)/IP :</b>	<b>0,1</b>
<b>Massa volumica apparente (Mg/m³):</b>	<b>1,91</b>

**GRANULOMETRIA**

PASSANTE AL VAGLIO n° 10: 100,0 % cod.292

PASSANTE AL VAGLIO n° 40: 100,0 % cod.283

PASSANTE AL VAGLIO n° 200: 98,1 % cod.287

<b>% ghiaia:</b>	<b>%sabbia:</b>	<b>%limo-argilla:</b>
<b>0,0</b>	<b>1,9</b>	<b>98,1</b>

Coefficienti di calcolo per indice di gruppo:

a	b	c	d
40	40	0	0

**INDICE DI GRUPPO: 8**

**CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A 4**

Lo Sperimentatore:

dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE:	<b>S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara</b>		
CANTIERE:	<b>Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito</b>		
CAMPIONE:	<b>SG2 Sh1 - m 2,00 - 2,40</b>		
COMMESSA:	2526/04	DURATA PROVE:	10 - 17/01/05
VERBALE ACC.:	213/04	DATA CONSEGNA:	14/12/04
CERTIFICATO n°:	0010/05	rev.0 del:	17/01/05

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 566; SG 537, manometri 531, 691; celle 1, 2 e 3; pressa 536.

Macchina:	CONTROLS Triax 50 Digital
Prova:	CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
Dimensioni provini:	$\phi \times h = 38,10 \times 76,20$ mm
Velocità prova:	0,005 mm

NATURA DEL CAMPIONE: limo argilloso grigio marrone chiaro

PROVINO 1 PROVINO 2 PROVINO 3

umidità iniziale (%)	29,0	26,0	26,7
massa volumica umida iniziale (Mg/m <sup>3</sup> )	1,95	1,95	1,96
massa volumica secca iniziale (Mg/m <sup>3</sup> )	1,51	1,55	1,55
umidità finale (%)	26,1	23,3	23,7
pressione in cella (kPa)	100	200	400
contropressione (kPa)	50	100	200
tempo saturazione e consolidazione (ore)	68,0	70,0	73,6
variazione di volume (cc)	2,6	2,2	2,6
tempo rottura (ore)	48,0	82,0	90,0
Skempton A	0,099	0,065	0,171
Skempton B	0,990	0,972	0,999
tensione deviatorica a rottura (kPa)	88,3	181,8	253,4
tensione efficace a rottura s' (kPa)	85,4	179,0	283,3
tensione efficace a rottura t' (kPa)	44,1	90,9	126,7

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

## PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

### raccomandazioni AGI 1994

**COMMITTENTE:** S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

**CANTIERE:** Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

**CAMPIONE:** SG2 Sh1 - m 2,00 - 2,40

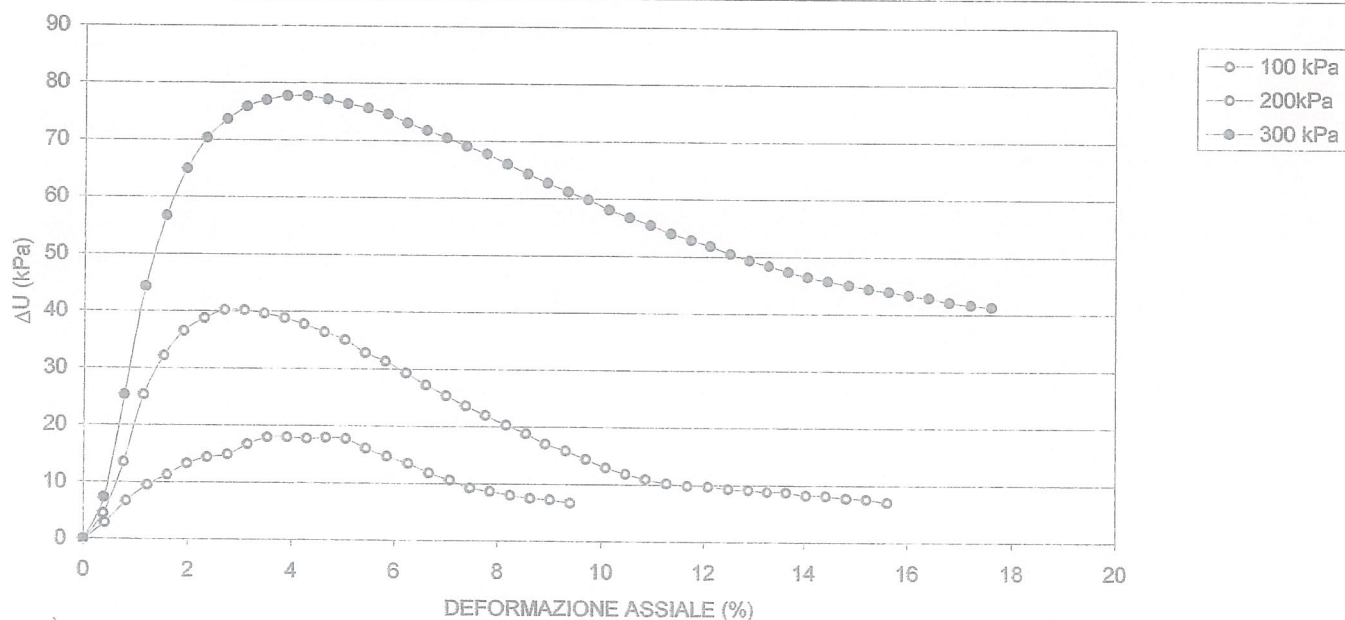
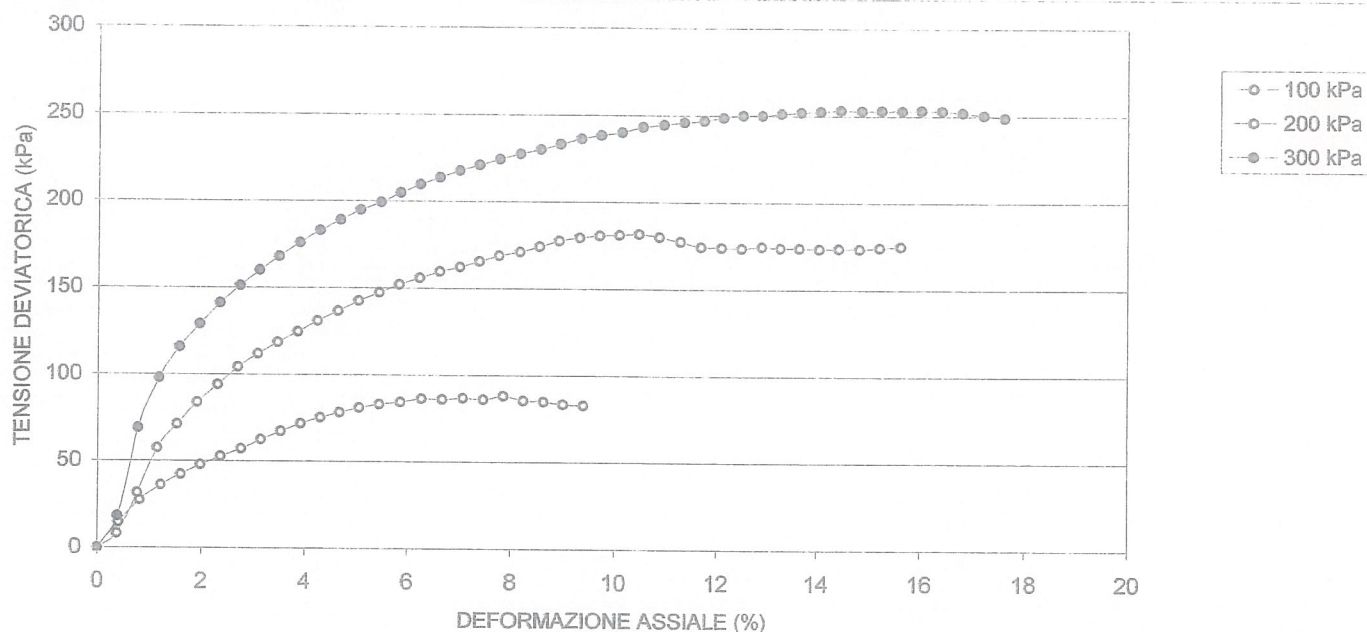
**COMMESSA:** 2526/04

**DURATA PROVE:** 10 - 17/01/05

**VERBALE ACC.:** 213/04

**DATA CONSEGNA:** 14/12/04

**CERTIFICATO n°:** 0010/05

**rev.0 del:** 17/01/05

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU) raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG2 Sh1 - m 2,00 - 2,40**

COMMESSA: 2526/04

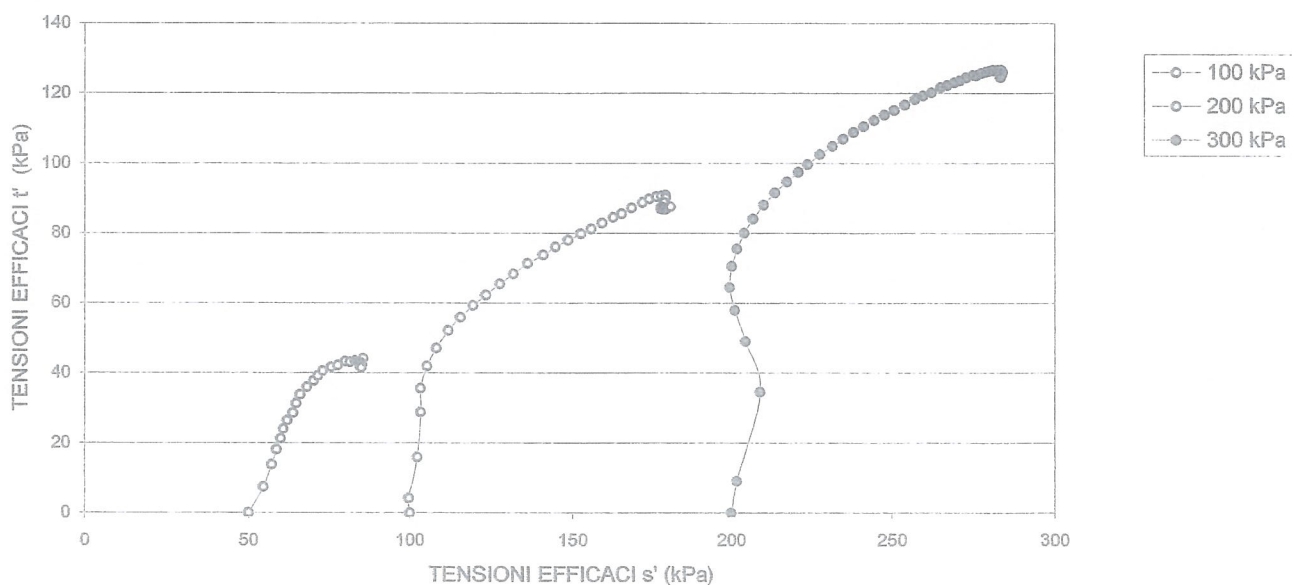
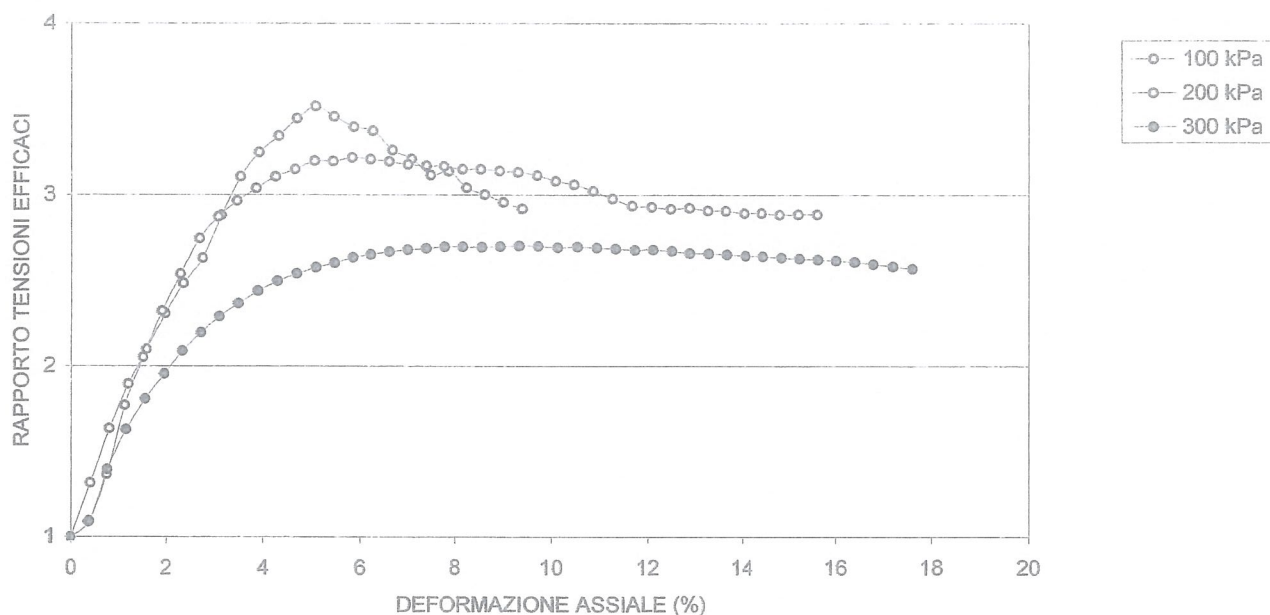
DURATA PROVE: 10 - 17/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0010/05

rev.0 del: 17/01/05



Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG2 Sh1 - m 2,00 - 2,40**

COMMESSA: 2526/04

DURATA PROVE: 10 - 17/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0010/05

rev.0 del: 17/01/05

**TENSIONE DEVIATORICA**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0,000	0,000	-0,003	0,001	0,000	0,000
0,409	14,907	0,379	8,391	0,389	18,276
0,816	27,536	0,763	31,762	0,776	69,220
1,211	36,250	1,135	57,575	1,167	98,055
1,598	42,522	1,522	71,332	1,567	115,959
1,977	48,038	1,909	84,026	1,959	128,986
2,365	52,797	2,302	94,273	2,342	141,219
2,760	57,280	2,693	104,437	2,729	151,221
3,149	62,661	3,080	111,952	3,111	160,220
3,536	67,534	3,466	118,707	3,497	168,204
3,920	71,904	3,857	124,703	3,896	176,093
4,309	75,535	4,246	131,112	4,290	183,219
4,685	78,464	4,644	136,761	4,688	189,368
5,067	81,124	5,049	142,805	5,081	195,003
5,457	83,304	5,442	147,674	5,471	199,448
5,862	84,540	5,829	152,288	5,852	205,006
6,266	86,661	6,222	156,163	6,230	209,841
6,678	86,280	6,611	159,780	6,614	213,947
7,084	87,027	7,004	162,469	7,000	217,775
7,478	86,211	7,388	165,806	7,389	221,110
7,867	88,298	7,771	169,120	7,783	224,627
8,246	85,718	8,163	171,271	8,171	227,667
8,633	85,135	8,544	174,525	8,568	230,219
9,017	83,678	8,931	177,727	8,956	233,414
9,403	83,104	9,320	179,591	9,346	236,569
		9,707	180,991	9,733	238,613
		10,090	181,307	10,136	240,373
		10,477	181,820	10,547	243,373
		10,864	180,175	10,945	244,658
		11,271	177,651	11,337	246,144
		11,676	174,713	11,732	247,181
		12,082	174,331	12,118	249,074
		12,487	173,951	12,512	250,277
		12,887	174,827	12,892	250,241
		13,270	174,058	13,286	251,415
		13,651	174,127	13,679	252,144
		14,044	173,747	14,066	252,675
		14,430	173,998	14,461	253,374
		14,825	173,811	14,863	253,007
		15,219	174,437	15,248	253,299
		15,615	175,248	15,633	253,158
				16,016	253,429
				16,405	253,066
				16,797	252,198
				17,209	250,667
				17,611	249,222

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG2 Sh1 - m 2,00 - 2,40**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 10 - 17/01/05

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0010/05 rev.0 del: 17/01/05

**PRESSIONE INTERSTIZIALE**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)
0,000	0,000	-0,003	0,000	0,000	0,000
0,409	2,890	0,379	4,483	0,389	7,324
0,816	6,693	0,763	13,546	0,776	25,346
1,211	9,508	1,135	25,338	1,167	44,374
1,598	11,333	1,522	32,160	1,567	56,724
1,977	13,311	1,909	36,545	1,959	64,981
2,365	14,452	2,302	38,787	2,342	70,367
2,760	14,908	2,693	40,248	2,729	73,670
3,149	16,734	3,080	40,248	3,111	75,895
3,536	17,951	3,466	39,664	3,497	77,044
3,920	18,027	3,857	38,884	3,896	77,762
4,309	17,798	4,246	37,812	4,290	77,762
4,685	17,951	4,644	36,448	4,688	77,188
5,067	17,798	5,049	35,083	5,081	76,398
5,457	16,125	5,442	32,842	5,471	75,680
5,862	14,756	5,829	31,380	5,852	74,675
6,266	13,539	6,222	29,334	6,230	73,167
6,678	11,866	6,611	27,287	6,614	71,874
7,084	10,649	7,004	25,435	7,000	70,582
7,478	9,279	7,388	23,681	7,389	69,146
7,867	8,747	7,771	22,025	7,783	67,782
8,246	8,063	8,163	20,368	8,171	66,058
8,633	7,530	8,544	18,906	8,568	64,335
9,017	7,302	8,931	17,054	8,956	62,755
9,403	6,769	9,320	15,885	9,346	61,248
		9,707	14,423	9,733	59,883
		10,090	12,961	10,136	58,160
		10,477	11,889	10,547	56,796
		10,864	11,012	10,945	55,503
		11,271	10,233	11,337	54,067
		11,676	9,843	11,732	52,918
		12,082	9,745	12,118	51,913
		12,487	9,355	12,512	50,549
		12,887	9,161	12,892	49,400
		13,270	8,868	13,286	48,467
		13,651	8,771	13,679	47,461
		14,044	8,283	14,066	46,528
		14,430	8,186	14,461	45,810
		14,825	7,796	14,863	45,164
		15,219	7,601	15,248	44,446
		15,615	7,114	15,633	44,015
				16,016	43,369
				16,405	42,938
				16,797	42,148
				17,209	41,717
				17,611	41,358

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG2 Sh1 - m 2,00 - 2,40**

COMMESSA: 2526/04

DURATA PROVE: 10 - 17/01/05

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0010/05

rev.0 del: 17/01/05

**RAPPORTO TENSIONI EFFICACI**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)		Def. (%)		Def. (%)	
0,000	1,000	-0,003	1,000	0,000	1,000
0,409	1,316	0,379	1,088	0,389	1,095
0,816	1,636	0,763	1,367	0,776	1,396
1,211	1,895	1,135	1,771	1,167	1,630
1,598	2,100	1,522	2,051	1,567	1,809
1,977	2,309	1,909	2,324	1,959	1,955
2,365	2,485	2,302	2,540	2,342	2,089
2,760	2,632	2,693	2,748	2,729	2,197
3,149	2,884	3,080	2,874	3,111	2,291
3,536	3,107	3,466	2,967	3,497	2,368
3,920	3,249	3,857	3,040	3,896	2,441
4,309	3,346	4,246	3,108	4,290	2,499
4,685	3,448	4,644	3,152	4,688	2,542
5,067	3,519	5,049	3,200	5,081	2,578
5,457	3,459	5,442	3,199	5,471	2,604
5,862	3,399	5,829	3,219	5,852	2,636
6,266	3,377	6,222	3,210	6,230	2,654
6,678	3,263	6,611	3,197	6,614	2,670
7,084	3,212	7,004	3,179	7,000	2,683
7,478	3,117	7,388	3,173	7,389	2,690
7,867	3,140	7,771	3,169	7,783	2,699
8,246	3,044	8,163	3,151	8,171	2,700
8,633	3,005	8,544	3,152	8,568	2,697
9,017	2,960	8,931	3,143	8,956	2,701
9,403	2,922	9,320	3,135	9,346	2,705
		9,707	3,115	9,733	2,703
		10,090	3,083	10,136	2,695
		10,477	3,064	10,547	2,699
		10,864	3,025	10,945	2,693
		11,271	2,979	11,337	2,687
		11,676	2,938	11,732	2,681
		12,082	2,932	12,118	2,682
		12,487	2,919	12,512	2,675
		12,887	2,925	12,892	2,662
		13,270	2,910	13,286	2,659
		13,651	2,909	13,679	2,653
		14,044	2,894	14,066	2,646
		14,430	2,895	14,461	2,643
		14,825	2,885	14,863	2,634
		15,219	2,888	15,248	2,628
		15,615	2,887	15,633	2,623
				16,016	2,618
				16,405	2,611
				16,797	2,598
				17,209	2,584
				17,611	2,571

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU) raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

CAMPIONE: SG2 Sh1 - m 2,00 - 2,40

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 10 - 17/01/05

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0010/05 rev.0 del: 17/01/05

### STRESS PATH

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
50,000	0,000	100,000	0,000	200,000	0,000
54,563	7,453	99,713	4,195	201,814	9,138
57,075	13,768	102,335	15,881	209,264	34,610
58,617	18,125	103,450	28,787	204,653	49,027
59,929	21,261	103,506	35,666	201,256	57,980
60,708	24,019	105,469	42,013	199,512	64,493
61,947	26,399	108,350	47,137	200,243	70,610
63,732	28,640	111,971	52,218	201,941	75,611
64,597	31,331	115,728	55,976	204,215	80,110
65,816	33,767	119,690	59,354	207,058	84,102
67,925	35,952	123,468	62,352	210,285	88,047
69,970	37,768	127,744	65,556	213,848	91,610
71,281	39,232	131,933	68,380	217,496	94,684
72,764	40,562	136,320	71,403	221,103	97,501
75,527	41,652	140,995	73,837	224,044	99,724
77,514	42,270	144,764	76,144	227,828	102,503
79,792	43,330	148,748	78,082	231,754	104,921
81,275	43,140	152,603	79,890	235,099	106,973
82,865	43,514	155,800	81,235	238,305	108,887
83,827	43,105	159,222	82,903	241,409	110,555
85,403	44,149	162,535	84,560	244,531	112,313
84,796	42,859	165,268	85,635	247,776	113,834
85,038	42,568	168,357	87,262	250,775	115,110
84,537	41,839	171,810	88,864	253,952	116,707
84,783	41,552	173,911	89,795	257,036	118,284
		176,073	90,496	259,424	119,307
		177,693	90,653	262,027	120,187
		179,021	90,910	264,890	121,686
		179,076	90,087	266,826	122,329
		178,593	88,826	269,005	123,072
		177,514	87,356	270,672	123,590
		177,421	87,166	272,624	124,537
		177,621	86,976	274,589	125,138
		178,253	87,413	275,720	125,120
		178,161	87,029	277,241	125,708
		178,293	87,063	278,611	126,072
		178,591	86,874	279,809	126,337
		178,813	86,999	280,877	126,687
		179,110	86,905	281,340	126,504
		179,618	87,219	282,203	126,649
		180,510	87,624	282,564	126,579
				283,346	126,715
				283,595	126,533
				283,951	126,099
				283,616	125,333
				283,253	124,611

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

### norma ASTM D 2435-method A

**COMMITTENTE:** S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

**CANTIERE:** Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

**CAMPIONE:** SG2 Sh2 - m 3,00 - 3,50

**COMMESSA:** 2526/04 **DURATA PROVE:** 14 - 29/12/04

**VERBALE ACC.:** 213/04 **DATA CONSEGNA:** 14/12/04

**CERTIFICATO n°:** 0007/05 **rev.0 del:** 17/01/05

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

Dp(kPa)	DH(mm)	epsilon (%)	e	av (cmq/daN) De/Dp	mv (cmq/daN) av/(1+eo)	M (daN/cm²) 1/mv
12,5	0,930	4,65	0,759			
25,0	1,099	5,49	0,744	0,125	0,068	14,80
50,0	1,323	6,62	0,723	0,083	0,045	22,30
100,0	1,747	8,73	0,684	0,078	0,042	23,62
200,0	2,268	11,34	0,636	0,048	0,026	38,34
400,0	2,755	13,77	0,591	0,022	0,012	82,19
800,0	3,331	16,66	0,538	0,013	0,007	138,82
1600,0	3,930	19,65	0,482	0,007	0,004	267,20
400,0	3,868	19,34	0,488			
100,0	3,755	18,78	0,499			

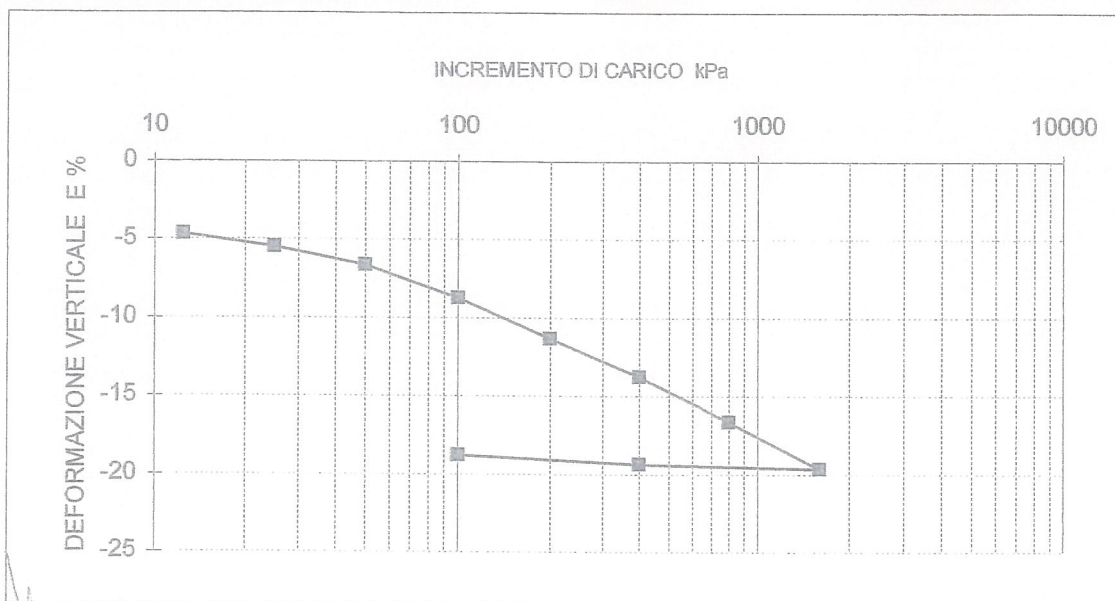
edometro n: 2

codice trasduttore: 526

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

**NATURA DEL CAMPIONE:**
**limo con argilla grigio chiaro**

massa volumica reale (Mg/m³)	2,70	
massa volumica apparente ad inizio prova (Mg/m³):	1,91	Gradi di Saturazione %
massa volumica apparente a fine prova (Mg/m³):	2,13	Iniziale: 99
umidità ad inizio prova (%):	30,85	Finale: 100
umidità a fine prova (%):	18,44	Massa volum. apparente secca (Mg/m³):
indice dei vuoti ad inizio prova:	0,845	ad inizio prova: 1,46
Cv (cmq/sec) media 2 determinazioni:	1,80E-03	a fine prova: 1,80
Permeabilità k (cm/sec) media 2 determinazioni:	2,98E-08	


**Io Sperimentatore:**  
dott. Massimo Romagnoli

**Il Direttore del Laboratorio terre:**  
dott.geol. (Dottore di Ricerca): Gianluca Ferioli





elletipi s.r.l.

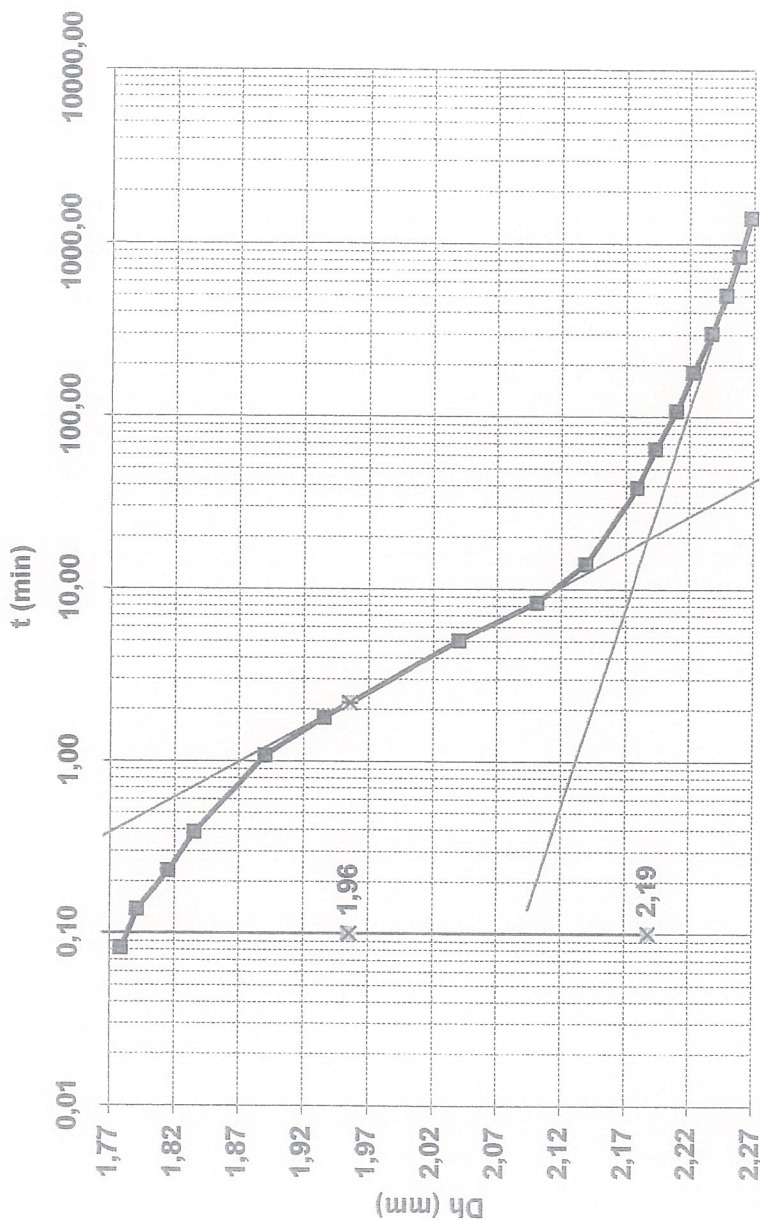
Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario  
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1,747
0,08	1,779
0,14	1,792
0,23	1,816
0,39	1,835
1,08	1,891
1,81	1,937
5,05	2,041
8,44	2,101
14,09	2,140
39,29	2,180
65,61	2,194
109,58	2,210
182,98	2,223
305,58	2,238
510,33	2,249
852,27	2,259
1423,30	2,268

t50 (min)	2,19
t50 (sec)	131
Cv (cmq/sec)	1,22E-03
C alfa	2,37E-03

Pressione

da (kPa)	100
a (kPa)	200

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara  
CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito  
CAMPIONE/PROFONDITA': SG2 Sh2 - m 3,00 - 3,50  
DATA DI CONSEGNA: 14/12/04  
DURATA DELLE PROVE DAL: 17/12/04  
AL: 18/12/04

Edometro num. 2

codice trasduttore LDVT: 526

bilancia cod. 480

Lo Sperimentatore:

dott. Massimo Romagnoli

Natura del Campione:  
limo con argilla grigio chiaro

COMMESSA: 2526/04  
VERBALE ACC.: 213/04  
CERTIFICATO n°: 0007/05  
rev.0 del: 18/10/2004

Il Direttore del Laboratorio terre:  
~~Il Direttore del Laboratorio~~  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



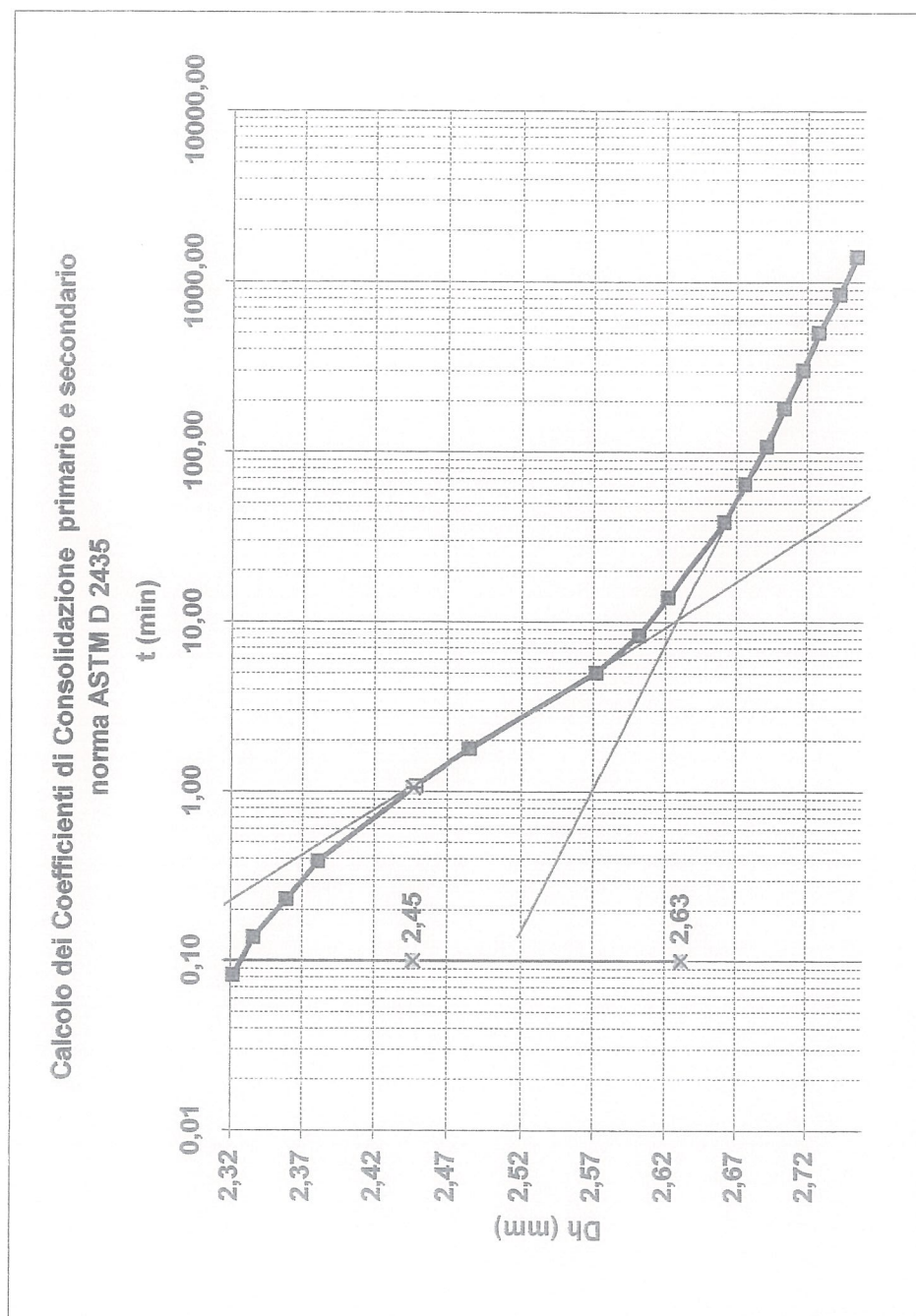
elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2,268
0,08	2,322
0,14	2,336
0,23	2,360
0,39	2,382
1,08	2,449
1,81	2,485
5,05	2,572
8,44	2,602
14,09	2,622
39,29	2,662
65,61	2,677
109,58	2,692
182,98	2,704
305,58	2,717
510,33	2,729
852,27	2,743
1423,30	2,755

t50 (min)	1,05
t50 (sec)	63
Cv (cmq/sec)	2,39E-03
C alfa	3,33E-03

Pressione	
da (kPa)	200
a (kPa)	400

COMMITTENTE:	S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara
CANTIERE:	Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito
CAMPIONE/PROFONDITA':	SG2 Sh2 - m 3,00 - 3,50
DATA DI CONSEGNA:	14/12/04
DURATA DELLE PROVE DAL:	18/12/04
AL:	19/12/04
Edometro num.	2
codice trasduttore LDVT:	526
bilancia cod.	480
rev.0 del:	18/10/2004
COMMESSA:	2526/04
VERBALE ACC.:	213/04
CERTIFICATO n°:	0007/05
Natura del Campione:	limo con argilla grigio chiaro

Lo Sperimentatore:

dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**LIMITI LIQUIDO E PLASTICO - NORMA ASTM D 4318**

**CLASSIFICAZIONE UNI 10006**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG3 Sh1 - m 1,80 - 2,30**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 14 - 17/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0005/05 rev.0 del: 17/01/05

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

codice cucchiaino: 344-codice bilancia 480

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **limo debolmente argilloso grigio scuro**

	limite liquido		limite plastico		W naturale
Nº colpi	22	21			
tara (g)	2,38	2,31	2,30	2,17	2,19
massa umida+ tara (g)	34,10	38,08	12,35	13,08	103,1
massa secca+ tara (g)	26,10	29,07	10,25	10,81	79,4
risultati (%)	33,2	33,0	26,4	26,3	30,7

$LL = W_i \cdot (Ni/25)^{exp 0.121} (\%)$

<b>LIMITE LIQUIDO (%):</b>	<b>33</b>
<b>LIMITE PLASTICO (%):</b>	<b>26</b>
<b>indice plastico (LL-LP) (%):</b>	<b>7</b>
<b>W naturale (%):</b>	<b>31</b>
<b>Indice di consistenza (LL-Wn)/IP :</b>	<b>0,4</b>
<b>Massa volumica apparente (Mg/m³):</b>	<b>1,87</b>

**GRANULOMETRIA**

PASSANTE AL VAGLIO n° 10: 100,0 % cod.292

PASSANTE AL VAGLIO n° 40: 100,0 % cod.283

PASSANTE AL VAGLIO n° 200: 95,5 % cod.287

<b>% ghiaia:</b>	<b>%sabbia:</b>	<b>%limo-argilla:</b>
<b>0,0</b>	<b>4,5</b>	<b>95,5</b>

Coefficienti di calcolo per indice di gruppo:

a	b	c	d
40	40	0	0

**INDICE DI GRUPPO: 8**

**CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A 4**

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600367

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

CAMPIONE: SG3 Sh1 - m 1,80 - 2,30

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 14 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0008/05 rev.0 del: 17/01/05

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

Dp(kPa)	DH(mm)	epsilon (%)	e	av (cmq/daN) De/Dp	mv (cmq/daN) av/(1+eo)	M (daN/cmq) 1/mv
12,5	0,770	3,85	0,812			
25,0	0,964	4,82	0,794	0,146	0,078	12,87
50,0	1,230	6,15	0,769	0,100	0,053	18,77
100,0	1,534	7,67	0,740	0,057	0,030	32,92
200,0	1,896	9,48	0,706	0,034	0,018	55,28
400,0	2,280	11,40	0,670	0,018	0,010	104,09
800,0	2,690	13,45	0,631	0,010	0,005	195,03
1600,0	3,146	15,73	0,588	0,005	0,003	351,42
400,0	3,077	15,38	0,595			
100,0	2,967	14,84	0,605			

edometro n: 1

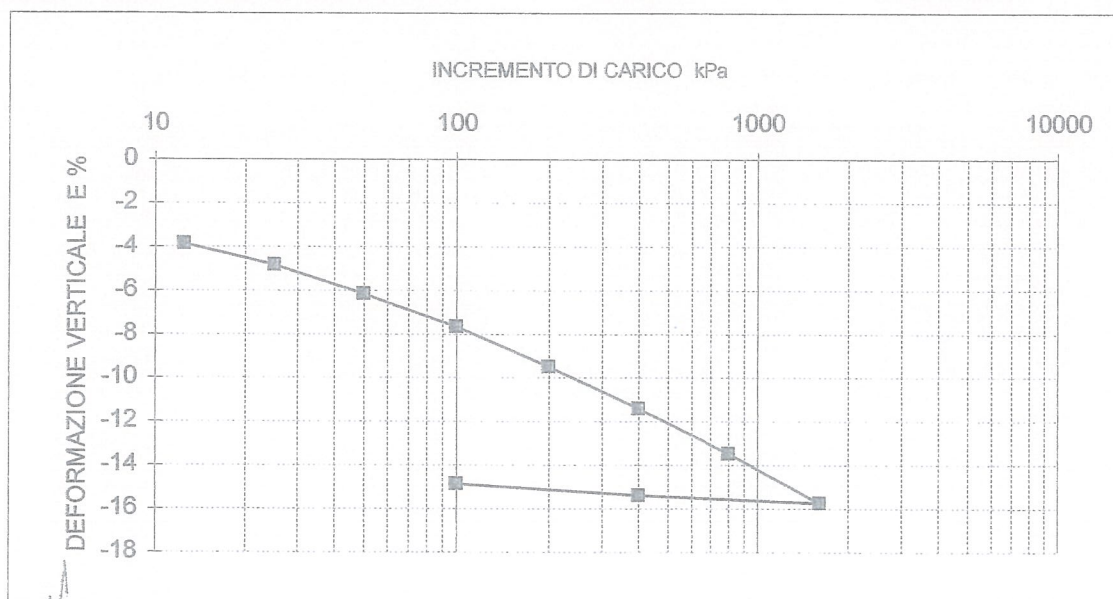
codice trasduttore: 530

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

limo debolmente argilloso grigio scuro

massa volumica reale (Mg/m <sup>3</sup> )	2,70	
massa volumica apparente ad inizio prova (Mg/m <sup>3</sup> ):	1,87	Gradi di Saturazione %
massa volumica apparente a fine prova (Mg/m <sup>3</sup> ):	2,05	Iniziale: 94
umidità ad inizio prova (%):	30,88	Finale: 99
umidità a fine prova (%):	22,17	Massa volum. apparente secca (Mg/m <sup>3</sup> ):
indice dei vuoti ad inizio prova:	0,885	ad inizio prova: 1,43
Cv (cmq/sec) media 2 determinazioni:	2,74E-03	a fine prova: 1,68
Permeabilità k (cm/sec) media 2 determinazioni:	5,96E-08	



Io Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott.geol. (Dottore di Ricerca): Gianluca Ferioli





elletipi s.r.l.

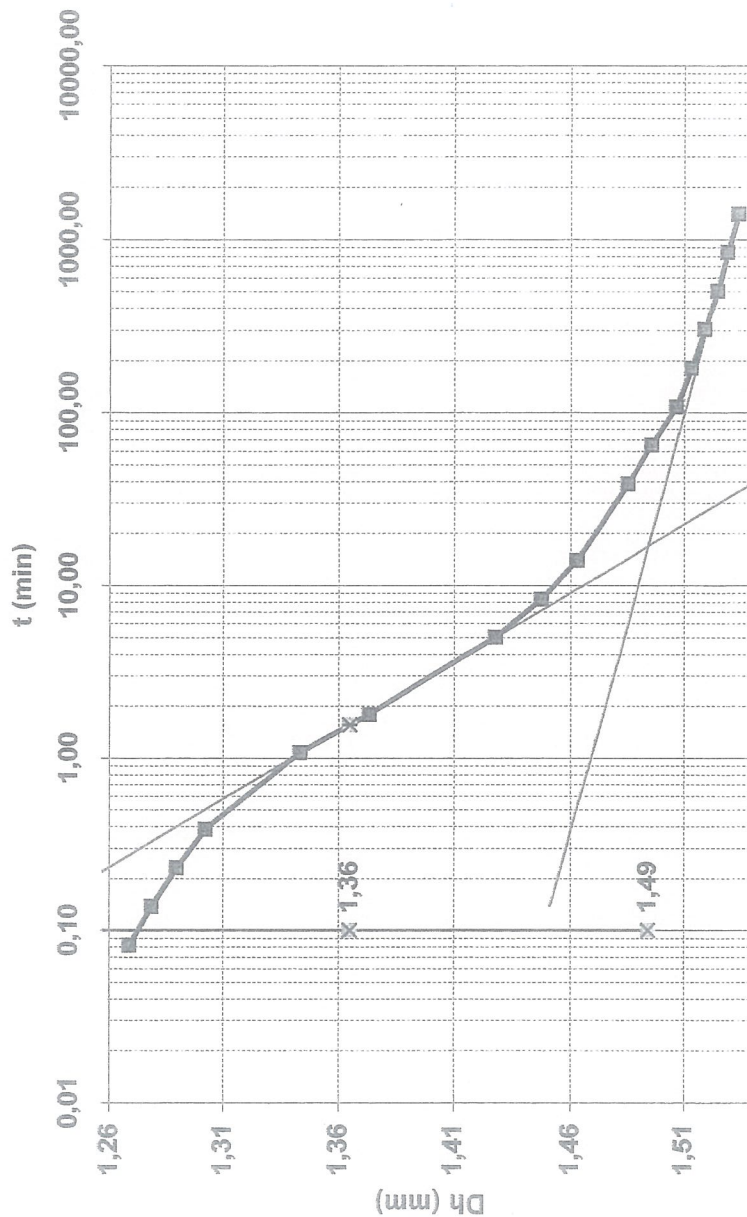
Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario  
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1,230
0,08	1,269
0,14	1,279
0,23	1,290
0,39	1,302
1,08	1,344
1,81	1,374
5,05	1,428
8,44	1,448
14,09	1,463
39,29	1,485
65,61	1,496
109,58	1,507
182,98	1,513
305,58	1,519
510,33	1,525
852,27	1,529
1423,30	1,534

t50 (min)	1,56
t50 (sec)	94
Cv (cmq/sec)	1,82E-03
C alfa	1,10E-03

Pressione  
da (kPa) 50  
a (kPa) 100

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara  
CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito  
CAMPIONE/PROFONDITA': SG3 Sh1 - m 1,80 - 2,30  
DATA DI CONSEGNA: 14/12/04  
DURATA DELLE PROVE DAL: 16/12/04  
AL: 17/12/04

Edometro num. 1 codice trasduttore LDVT: 530

Lo Sperimentatore:

dott. Massimo Romagnoli

Natura del Campione:  
limo debolmente argilloso grigio scuro

COMMESSA: 2526/04  
VERBALE ACC.: 213/04  
CERTIFICATO n°: 0008/05  
rev.0 del: 18/10/2004

bilancia cod. 480

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



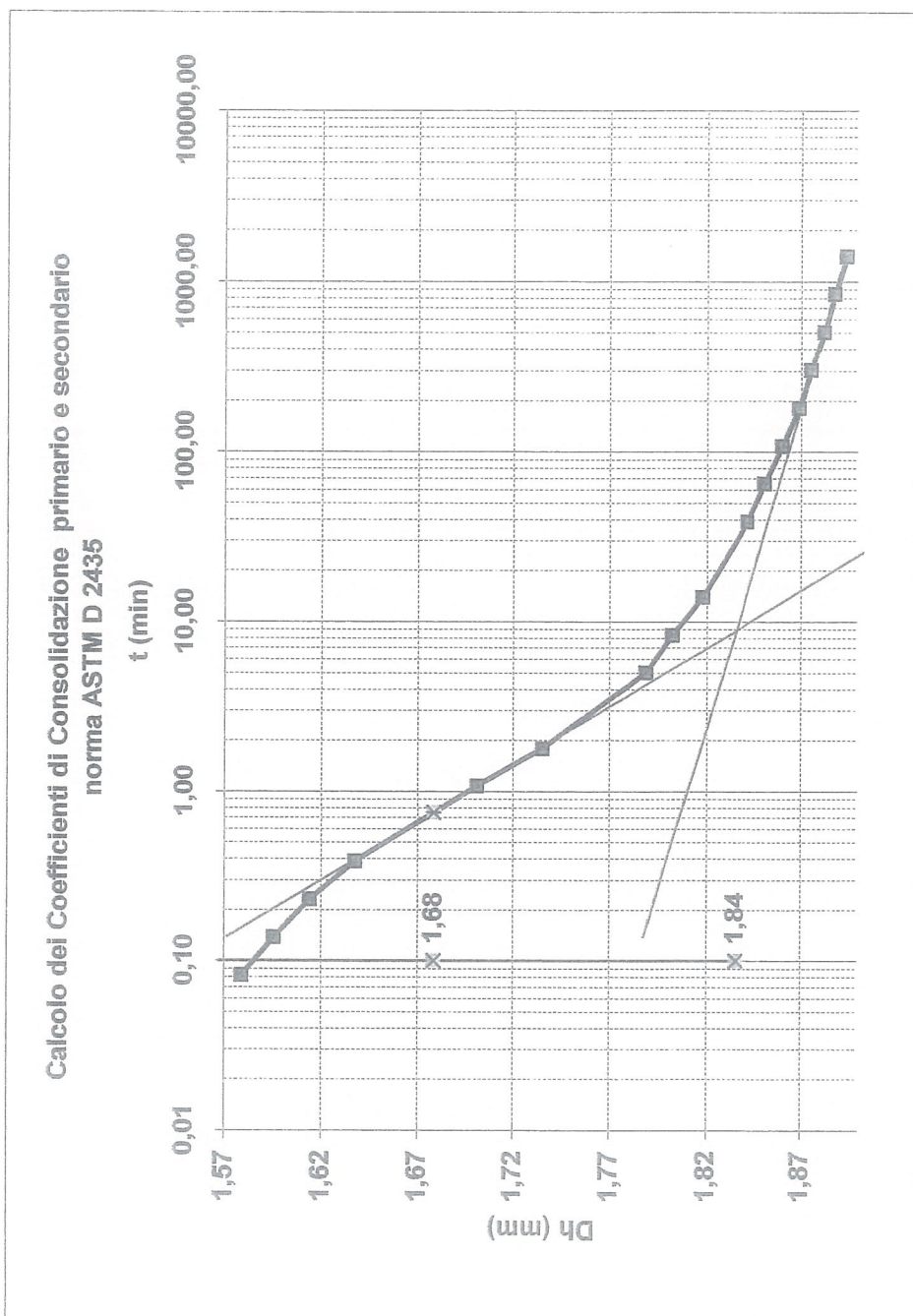
elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1,535
0,08	1,579
0,14	1,596
0,23	1,614
0,39	1,638
1,08	1,701
1,81	1,736
5,05	1,789
8,44	1,803
14,09	1,818
39,29	1,842
65,61	1,851
109,58	1,860
182,98	1,869
305,58	1,875
510,33	1,882
852,27	1,888
1423,30	1,894

t50 (min)	0,75
t50 (sec)	45
Cv (cmq/sec)	3,66E-03
C alfa	1,43E-03

Pressione	
da (kPa)	100
a (kPa)	200

COMMITTENTE:	S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara
CANTIERE:	Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito
CAMPIONE/PROFONDITA':	SG3 Sh1 - m 1,80 - 2,30
DATA DI CONSEGNA:	14/12/04
DURATA DELLE PROVE DAL:	17/12/04
AL:	18/12/04
Edometro num.	1
codice trasduttore LDVT:	530
bilancia cod.	480
COMMESSA:	2526/04
VERBALE ACC.:	213/04
CERTIFICATO n°:	0008/05
rev.0 del:	18/10/2004
Natura del Campione:	limo debolmente argilloso grigio scuro

Lo Sperimentatore:

dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG3 Sh2 - m 3,00 - 3,50**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 15 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0011/05 rev.0 del: 17/01/05

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 566; SG 537, manometri 531, 691; celle 1, 2 e 3; pressa 536.

Macchina: **CONTROLS Triax 50 Digital**  
Prova: **CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
Dimensioni provini:  $\phi \times h = 38,10 \times 76,20$  mm  
Velocità prova: **0,005 mm**

NATURA DEL CAMPIONE: **limo argilloso grigio scuro**

**PROVINO 1 PROVINO 2 PROVINO 3**

umidità iniziale (%)	32,7	31,1	31,0
massa volumica umida iniziale (Mg/m <sup>3</sup> )	1,86	1,89	1,85
massa volumica secca iniziale (Mg/m <sup>3</sup> )	1,40	1,44	1,42
umidità finale (%)	26,8	24,4	24,8
pressione in cella (kPa)	100	200	400
contropressione (kPa)	50	100	200
tempo saturazione e consolidazione (ore)	110,0	107,0	119,0
variazione di volume (cc)	5,1	5,9	5,4
tempo rottura (ore)	96,0	39,0	96,0
Skempton A	0,312	0,248	0,119
Skempton B	0,998	0,986	0,978
tensione deviatorica a rottura (kPa)	<b>55,1</b>	<b>134,9</b>	<b>261,1</b>
tensione efficace a rottura s' (kPa)	<b>60,4</b>	<b>134,0</b>	<b>299,4</b>
tensione efficace a rottura t' (kPa)	<b>27,5</b>	<b>67,5</b>	<b>130,5</b>

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU) raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

CAMPIONE: SG3 Sh2 - m 3,00 - 3,50

COMMESSA: 2526/04

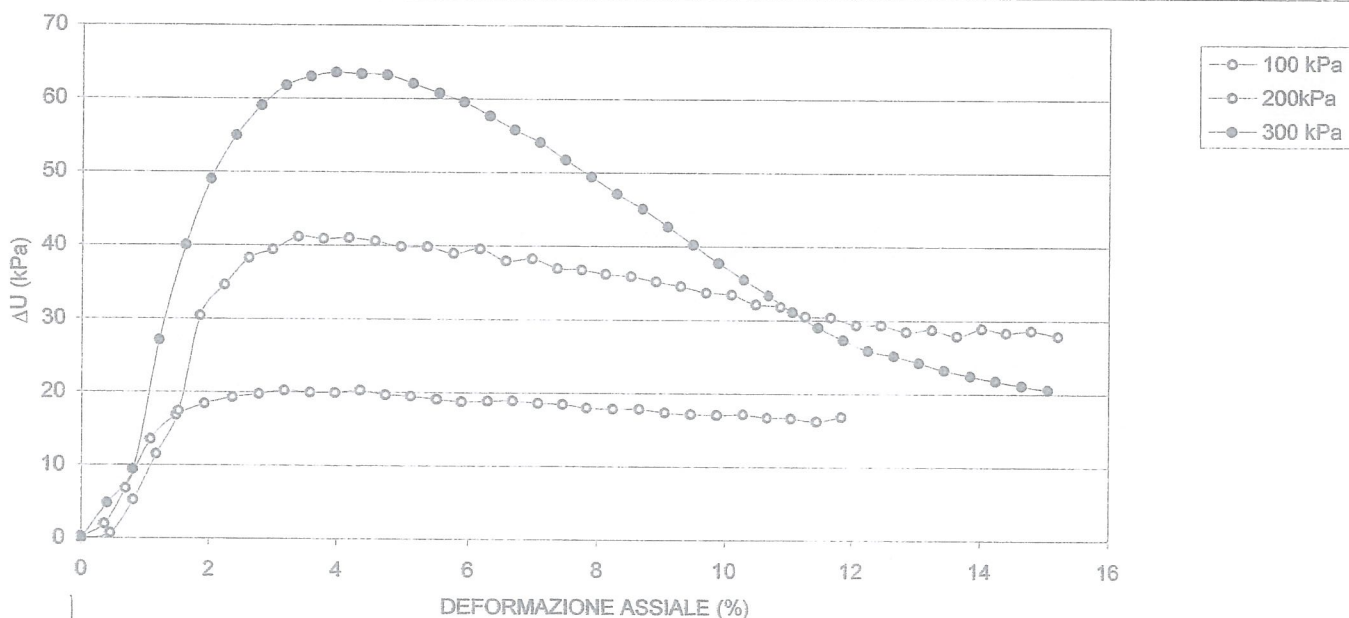
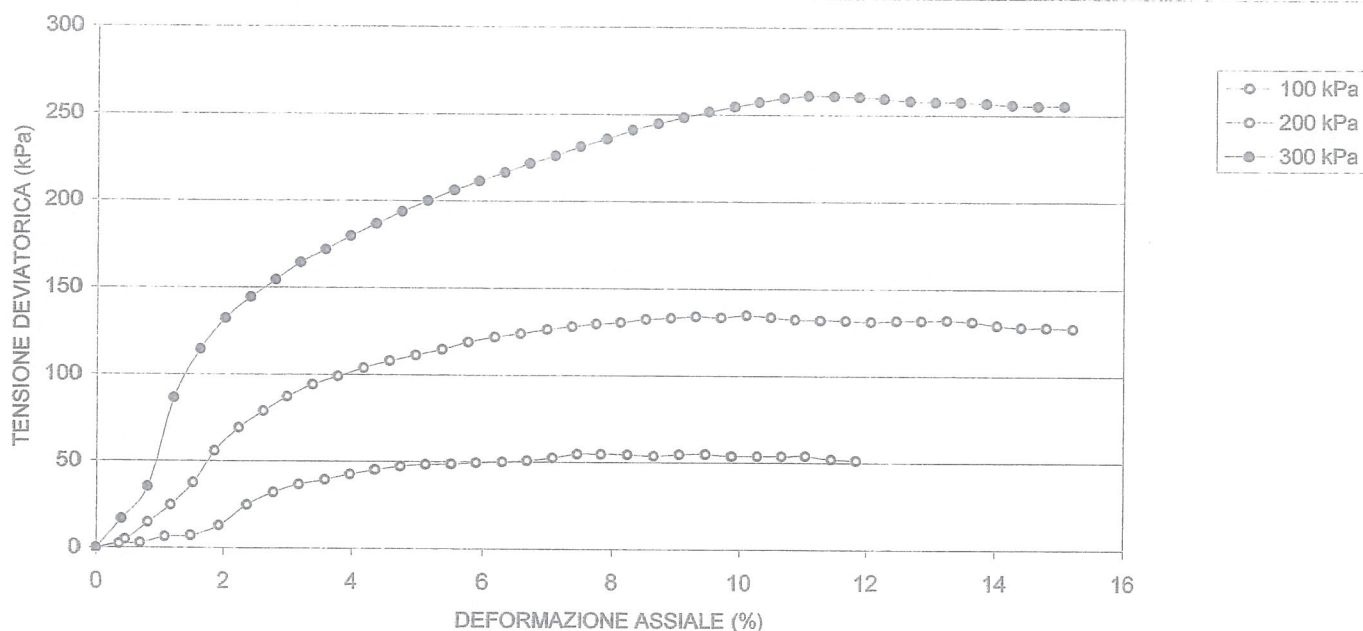
DURATA PROVE: 15 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0011/05

rev.0 del: 17/01/05



Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

## PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU) raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara

CANTIERE: Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito

CAMPIONE: SG3 Sh2 - m 3,00 - 3,50

COMMESSA: 2526/04

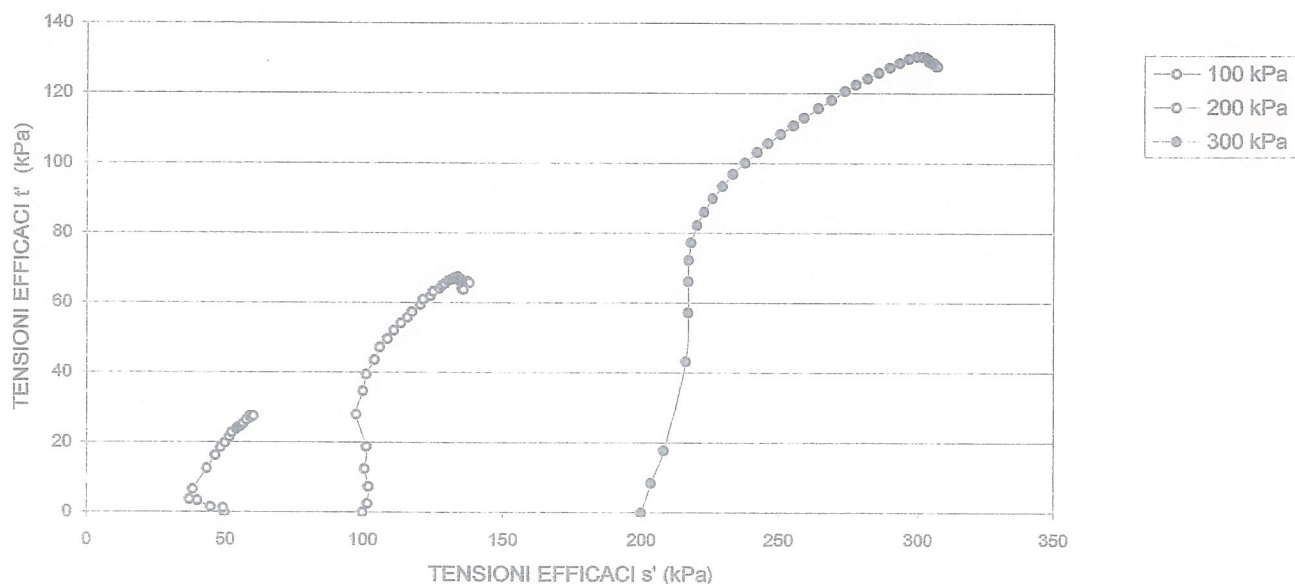
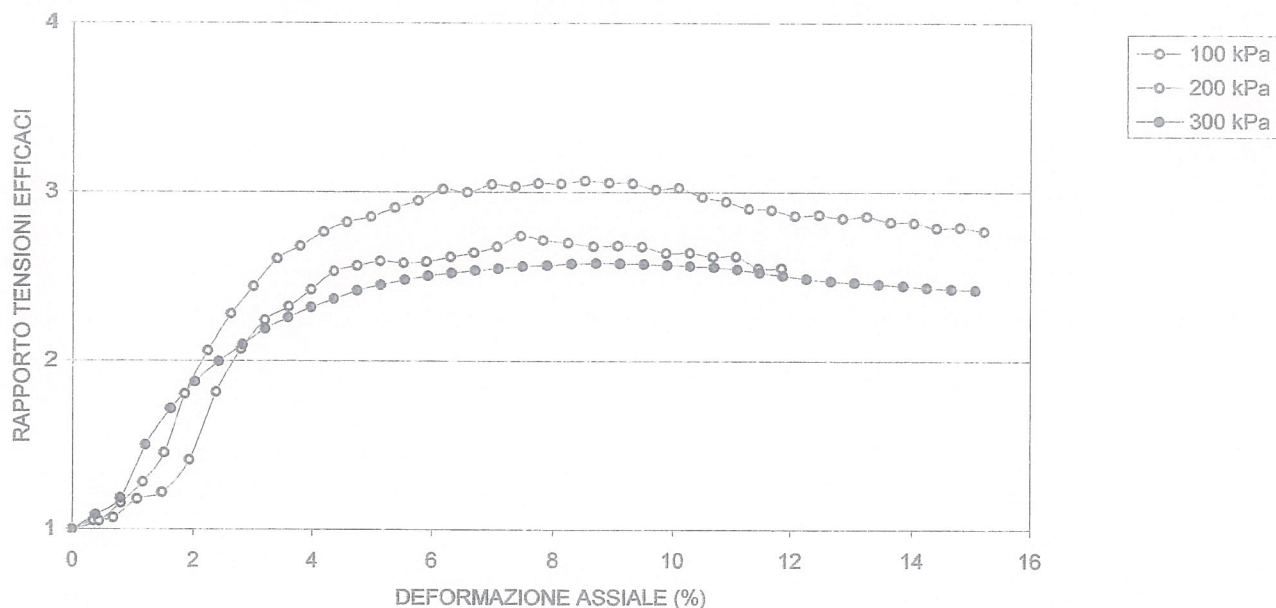
DURATA PROVE: 15 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0011/05

rev.0 del: 17/01/05



Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG3 Sh2 - m 3,00 - 3,50**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 15 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0011/05 rev.0 del: 17/01/05

**TENSIONE DEVIATORICA**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0,000	0,000	-0,004	0,004	0,000	0,000
0,356	2,455	0,451	4,942	0,394	16,957
0,687	2,936	0,807	14,766	0,803	35,446
1,075	6,581	1,168	24,762	1,212	86,580
1,484	7,282	1,518	37,621	1,624	114,577
1,927	13,048	1,853	55,995	2,020	132,449
2,373	25,015	2,237	69,355	2,421	144,569
2,791	32,334	2,625	78,982	2,816	154,631
3,191	36,970	3,002	87,338	3,201	164,623
3,593	39,668	3,396	94,411	3,586	172,091
3,976	42,822	3,788	99,275	3,972	179,824
4,363	45,478	4,185	104,092	4,361	186,829
4,750	47,406	4,578	108,167	4,752	193,935
5,142	48,613	4,979	111,479	5,153	200,310
5,526	48,881	5,381	114,767	5,548	206,323
5,903	49,614	5,770	118,966	5,928	211,520
6,299	50,329	6,171	121,955	6,316	216,649
6,684	51,041	6,575	123,974	6,703	221,726
7,071	52,661	6,979	126,440	7,091	226,128
7,461	54,948	7,368	128,204	7,490	231,551
7,833	54,954	7,750	129,736	7,901	236,113
8,248	54,707	8,127	130,803	8,302	241,266
8,663	54,010	8,526	132,506	8,707	244,971
9,068	54,890	8,921	133,282	9,108	248,492
9,474	55,091	9,314	134,284	9,503	251,835
9,878	53,957	9,706	133,704	9,897	254,839
10,288	53,933	10,098	134,909	10,293	257,345
10,680	53,917	10,494	133,871	10,694	259,813
11,067	54,122	10,893	132,610	11,086	261,067
11,461	52,355	11,288	132,243	11,480	260,957
11,847	51,475	11,679	132,098	11,870	260,548
		12,068	131,516	12,257	259,553
		12,461	132,016	12,656	258,225
		12,845	132,086	13,046	257,802
		13,245	132,341	13,442	257,796
		13,637	131,529	13,845	257,032
		14,025	129,443	14,245	256,128
		14,408	128,229	14,656	255,476
		14,801	128,063		
		15,211	127,658		

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG3 Sh2 - m 3,00 - 3,50**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 15 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0011/05 rev.0 del: 17/01/05

**PRESSIONE INTERSTIZIALE**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)	$\Delta U$ . (kPa)	Def. (%)	$\Delta U$ . (kPa)	Def. (%)	$\Delta U$ . (kPa)
0,000	0,220	-0,004	0,000	0,000	0,000
0,356	1,990	0,451	0,731	0,394	4,811
0,687	6,840	0,807	5,263	0,803	9,406
1,075	13,540	1,168	11,548	1,212	27,070
1,484	16,840	1,518	17,395	1,624	40,066
1,927	18,406	1,853	30,405	2,020	49,041
2,373	19,319	2,237	34,644	2,421	55,001
2,791	19,776	2,625	38,299	2,816	59,094
3,191	20,232	3,002	39,468	3,201	61,822
3,593	20,004	3,396	41,223	3,586	63,043
3,976	19,928	3,788	40,930	3,972	63,617
4,363	20,308	4,185	41,076	4,361	63,402
4,750	19,700	4,578	40,638	4,752	63,258
5,142	19,500	4,979	39,907	5,153	62,110
5,526	19,100	5,381	39,907	5,548	60,817
5,903	18,800	5,770	39,030	5,928	59,596
6,299	18,900	6,171	39,615	6,316	57,730
6,684	18,939	6,575	38,007	6,703	55,863
7,071	18,635	6,979	38,299	7,091	54,139
7,461	18,483	7,368	36,984	7,490	51,770
7,833	18,026	7,750	36,837	7,901	49,472
8,248	17,874	8,127	36,252	8,302	47,174
8,663	17,874	8,526	35,961	8,707	45,164
9,068	17,418	8,921	35,229	9,108	42,723
9,474	17,189	9,314	34,644	9,503	40,281
9,878	17,113	9,706	33,768	9,897	37,768
10,288	17,189	10,098	33,475	10,293	35,542
10,680	16,733	10,494	32,160	10,694	33,388
11,067	16,657	10,893	31,867	11,086	31,162
11,461	16,277	11,288	30,552	11,480	29,080
11,847	16,885	11,679	30,405	11,870	27,357
		12,068	29,382	12,257	25,921
		12,461	29,382	12,656	25,203
		12,845	28,504	13,046	24,269
		13,245	28,797	13,442	23,264
		13,637	27,921	13,845	22,474
		14,025	28,944	14,245	21,828
		14,408	28,359	14,656	21,182
		14,801	28,651		
		15,211	27,921		

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG3 Sh2 - m 3,00 - 3,50**

COMMESSA: 2526/04

DURATA PROVE: 15 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04

DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0011/05

rev.0 del: 17/01/05

**RAPPORTO TENSIONI EFFICACI**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
Def. (%)		Def. (%)		Def. (%)	
0,000	1,000	-0,004	1,000	0,000	1,000
0,356	1,051	0,451	1,050	0,394	1,087
0,687	1,068	0,807	1,156	0,803	1,186
1,075	1,181	1,168	1,280	1,212	1,501
1,484	1,220	1,518	1,455	1,624	1,716
1,927	1,413	1,853	1,805	2,020	1,877
2,373	1,815	2,237	2,061	2,421	1,997
2,791	2,070	2,625	2,280	2,816	2,097
3,191	2,242	3,002	2,443	3,201	2,191
3,593	2,322	3,396	2,606	3,586	2,257
3,976	2,424	3,788	2,681	3,972	2,319
4,363	2,532	4,185	2,767	4,361	2,368
4,750	2,565	4,578	2,822	4,752	2,418
5,142	2,594	4,979	2,855	5,153	2,453
5,526	2,582	5,381	2,910	5,548	2,482
5,903	2,590	5,770	2,951	5,928	2,507
6,299	2,618	6,171	3,020	6,316	2,523
6,684	2,643	6,575	3,000	6,703	2,538
7,071	2,679	6,979	3,049	7,091	2,550
7,461	2,743	7,368	3,034	7,490	2,562
7,833	2,719	7,750	3,054	7,901	2,569
8,248	2,703	8,127	3,052	8,302	2,579
8,663	2,681	8,526	3,069	8,707	2,582
9,068	2,685	8,921	3,058	9,108	2,580
9,474	2,679	9,314	3,055	9,503	2,577
9,878	2,641	9,706	3,019	9,897	2,571
10,288	2,644	10,098	3,028	10,293	2,565
10,680	2,621	10,494	2,973	10,694	2,559
11,067	2,623	10,893	2,946	11,086	2,546
11,461	2,552	11,288	2,904	11,480	2,527
11,847	2,554	11,679	2,898	11,870	2,509
		12,068	2,862	12,257	2,491
		12,461	2,869	12,656	2,477
		12,845	2,847	13,046	2,467
		13,245	2,859	13,442	2,459
		13,637	2,825	13,845	2,448
		14,025	2,822	14,245	2,438
		14,408	2,790	14,656	2,429
		14,801	2,795		
		15,211	2,771		

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli





**elletipi s.r.l.**

Sede legale: via Modena, 107/109; Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV  
UNI EN ISO 9001/2000  
UNI EN ISO 14001

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**  
**raccomandazioni AGI 1994**

COMMITTENTE: **S.G.M. S.r.l. - via Bologna 292, 44100 Ferrara**

CANTIERE: **Fusina (VE), Alles - Piazzale uso deposito**

CAMPIONE: **SG3 Sh2 - m 3,00 - 3,50**

COMMESSA: 2526/04 DURATA PROVE: 15 - 29/12/04

VERBALE ACC.: 213/04 DATA CONSEGNA: 14/12/04

CERTIFICATO n°: 0011/05 rev.0 del: 17/01/05

**STRESS PATH**

PROVINO 1 CELLA 100 kPa		PROVINO 2 CELLA 200 kPa		PROVINO 3 CELLA 400 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
49,780	0,000	100,002	0,002	200,000	0,000
49,238	1,228	101,740	2,471	203,668	8,478
44,628	1,468	102,120	7,383	208,317	17,723
39,751	3,291	100,833	12,381	216,221	43,290
36,801	3,641	101,415	18,811	217,223	57,288
38,118	6,524	97,593	27,998	217,184	66,225
43,189	12,508	100,034	34,678	217,284	72,284
46,391	16,167	101,192	39,491	218,222	77,316
48,253	18,485	104,201	43,669	220,490	82,312
49,830	19,834	105,983	47,206	223,003	86,045
51,483	21,411	108,708	49,638	226,295	89,912
52,431	22,739	110,970	52,046	230,013	93,414
54,003	23,703	113,446	54,083	233,710	96,968
54,806	24,306	115,832	55,739	238,045	100,155
55,341	24,441	117,476	57,383	242,345	103,162
56,007	24,807	120,453	59,483	246,164	105,760
56,264	25,164	121,363	60,977	250,595	108,324
56,581	25,520	123,980	61,987	255,000	110,863
57,696	26,331	124,921	63,220	258,925	113,064
58,991	27,474	127,118	64,102	264,006	115,776
59,451	27,477	128,031	64,868	268,585	118,057
59,479	27,353	129,150	65,401	273,460	120,633
59,131	27,005	130,292	66,253	277,322	122,486
60,027	27,445	131,412	66,641	281,523	124,246
60,357	27,546	132,499	67,142	285,637	125,917
59,866	26,979	133,084	66,852	289,652	127,419
59,778	26,967	133,979	67,454	293,131	128,673
60,225	26,958	134,776	66,936	296,519	129,906
60,404	27,061	134,438	66,305	299,372	130,533
59,900	26,177	135,570	66,121	301,399	130,478
58,853	25,738	135,644	66,049	302,917	130,274
		136,376	65,758	303,856	129,776
		136,626	66,008	303,910	129,113
		137,539	66,043	304,632	128,901
		137,374	66,171	305,634	128,898
		137,844	65,764	306,042	128,516
		135,778	64,722	306,236	128,064
		135,756	64,115	306,556	127,738
		135,380	64,031	307,165	127,772
		135,908	63,829		

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore del Laboratorio/terre:  
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

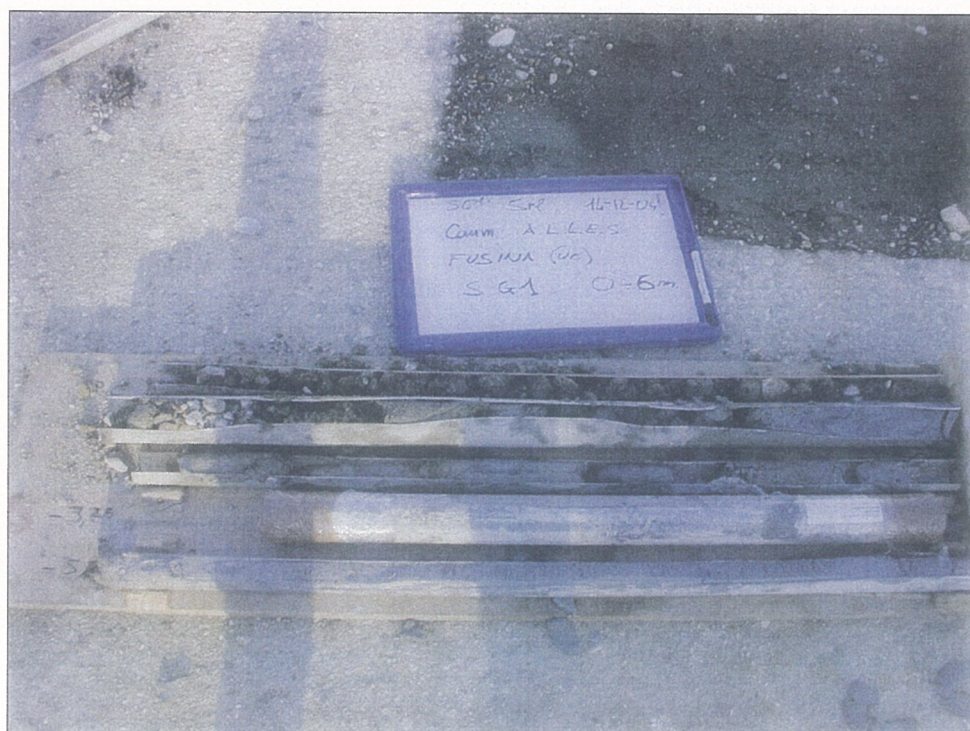


## **ALLEGATO 4**





**Fotografia 1: posizionamento sondaggio SG2**



**Fotografia 2: carotaggio del sondaggio SG1**





**Fotografia 3: carotaggio del sondaggio SG2**



**Fotografia 4: carotaggio del sondaggio SG3**