


**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA  
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA  
MAXI LOTTO 2**

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA  
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO  
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>CONTRAENTE GENERALE:</b> 	<i>Il responsabile del Contraente Generale:</i>  <i>Ing. Federico Montanari</i>	<i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i>  <i>Ing. Salvatore Lieto</i>
--	---	--

*PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese*  
*Mandataria:*

			
--	--	---	--

<i>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER I'ATI</i> <i>Ing. Antonio Grimaldi</i>  <i>GEOLOGO</i> <i>Dott. Geol. Fabrizio Pontoni</i>  <i>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</i> <i>Ing. Michele Curiale</i>			
---	---	--	---

<i>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</i>  <i>Ing. Giulio Petrizzelli</i>		
---	--	--

<b>2.1.2 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia  <b>GEOLOGIA E GEOTECNICA</b> Relazioni illustrative e indagini geognostiche in sito (Campagne 2002/2004/2006) - Elab. 1 di 2	<i>SCALA:</i>  <i>DATA:</i>  <i>Maggio 2017</i>
--	---

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Codice Elaborato:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
L 0 7 0 3	2 1 3	E	0 2	G E 0 0 0 0	R E L	0 6	A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto	Controllato	Approvato
A	Maggio 2017	EMISSIONE PER CONSEGNA	PROGIN F. Pontoni	F. Pontoni	A. Grimaldi



## CONSORZIO BONIFICA - RPA - ITALPROGETTI

Progetto definitivo per la realizzazione della strada Pedemontana

Fabriano - Muccia

Lotto 1

---

**Indagini geognostiche**

**Rapporto delle indagini**

---

Committente	Archivio	Commessa	Rev.	Documento		
BONIFICA SPA	Rel85_02	85_02	0.0			
Redazione del rapporto tecnico			Offerta	Ordine	Relazione	Data
Dott. Geol. Pasquale Manara			53_02	Lettera incarico Del 03-05-2002	Rel85_02	17 gennaio 2003

## INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	MODALITÀ ESECUTIVE PER LE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	6
3.	LINEAMENTI STRATIGRAFICI DELL'AREA.....	7
4.	PROVE DI PERMEABILITÀ LUGEON.....	9
5.	PROVE PRESSIOMETRICHE.....	12
	5.1 STRUMENTAZIONE.....	12
	5.2 MODALITÀ' OPERATIVE.....	13
	5.3 INTERPRETAZIONE TEORICO - SPERIMENTALE DEI RISUL TATI.....	14
	5.4 PRESENTAZIONE DEI RISUL TATI.....	15
6.	LIVELLO DI FALDA.....	17

### ALLEGATI:

- I Ubicazioni delle indagini
- II Stratigrafie sondaggi
- III Documentazione fotografica
- IV Schede geomeccaniche
- V Elaborati prove di permeabilità Lugeon
- VI Elaborati prove pressiometriche
- VII Elaborati laboratorio geotecnico

## 1. Premessa

Per incarico di **BONIFICA**, la scrivente si è occupata di effettuare il programma di indagini geognostiche finalizzati alla caratterizzazione dei terreni interessati dal progetto per la Pedemontana Fabriano – Muccia, lotto1 ed in particolare agli studi relativi alle gallerie "Mistranello" e "Seano", ed I viadotti "Bargatano", "Pagliano", "Ferrovia" e "Potenza".

Le indagini hanno previsto l'esecuzione delle seguenti attività :

- dieci sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo con messa in opera di due piezometri del tipo "Casagrande", quattro del tipo a "tubo aperto" ed uno attrezzato con tubi inclinometrici. Tali sondaggi sono stati spinti ad una profondità massima di 40,0 m e denominati S13, S15, S24, S25, S26, S28, S29, S30, S34 e S36..

Le gestione della commessa ha previsto l'attribuzione delle seguenti responsabilità :

- per le stratigrafie, il prelievo dei campioni e la logistica di cantiere il Dott. Geol. D. Vetrano
- per il coordinamento e la direzione tecnica Dott. Geol. P. Manara

Il riepilogo delle attività svolte è sintetizzato nelle tabelle sinottiche seguenti.



Tab.1 Riepilogo sondaggi geognostici

Opera	Denominazione	Profondità	SPT	Campioni	Prove eseguite
		raggiunta	N°	prelevati	
		m	N°	N°	
Viad. Bargatano	S13	29,0	1	8	
Viad. Pagliano	S15	30,0	1	8	
Gall.Mistrianello	S24	20,0	1	5	
Gall.Mistrianello	S25	40,0	1	9	3 Lugeon 3 Pressiom.
Gall.Mistrianello	S26	25,0	-	8	
Viad.Ferrovia	S28	30,0	2	7	
Viad.Ferrovia	S29	30,0	-	9	
Viad.Ferrovia	S30	30,0	1	8	
Gall.artif. Seano	S34	30,0	-	9	
Viad. Potenza	S36	29.5	1	7	

Le profondità di prelievo dei campioni, la modalità di prelievo e la litologia che li caratterizza sono ampiamente riportati nei log stratigrafici allegati e nei risultati delle prove di laboratorio.

Tab. 2 Coordinate dei sondaggi

Sondaggio	Coordinata x	Coordinata y	Quota(m.s.l.m)
S13	2356311.39	4795387.48	280
S15	2356587.04	4793093.55	330
S24	2357257.13	4789379.05	409
S25	2357823.77	4789222.16	430
S26	2358133.45	4789236.28	406
S28	2360596.78	4787709.28	328
S29	2660763.72	4787547.82	332
S30	2360916.14	4787261.55	320
S34	2361157.48	4785068.08	360
S36	2361117.32	4783928.04	305

Tab. 3 Riepilogo prove SPT

Sondaggio	Profondità	Nspt
S13	2.70 – 3.05	38
S15	3.00 – 3.45	13
S24	2.35 – 2.80	52
S25	4.00 – 4.45	40
S28	9,00 – 9.45	12
	12.00 – 12.45	23
S30	3.00 – 3.45	46
S36	3.00 – 3.45	62

Tab. 4 Piezometri ed inclinometri

Sondaggio	Tipo di piezometro	Profondità m	Tubo cieco da m a m	Tubo fessurato da m a m
S13	Casagrande	29.00	-	-
S15	Inclinometro	30.00	-	-
S24	Tubo aperto	20.00	0.0 – 3.0/17.0 – 20.0	3.0 – 17.0
S25	Tubo aperto	40.0	0.0 – 3.0/37.0 – 40.0	3.0 – 37.0
S29	Casagrande	29.00	-	-
S34	Tubo aperto	30.0	0.0 – 3.0/27.0 – 30.0	3.0 – 27.0
S36	Tubo aperto	30.0	0.0 – 3.0/27.0 – 30.0	3.0 – 27.0

## **2. Modalità esecutive per le indagini geognostiche**

Le prove in sito sono state eseguite secondo modalità sperimentali standardizzate (**raccomandazioni AGI, ASTM**) ed in conformità alle vigenti normative in materia geotecnica. In particolare, per la realizzazione dei sondaggi stratigrafici interessati dai terreni detritici di conoide, sono stati utilizzati rivestimenti metallici "a seguire" di diametro 127 mm.

Sono stati utilizzati carotieri semplici e doppi (tipo T2) al fine di ottimizzare la qualità dei carotaggi nonché la percentuale di recupero del terreno.

In alcune occasioni, nel corso della realizzazione dei sondaggi geognostici, al fine di facilitare la perforazione, di sostenere le pareti del foro e di favorire la fuoriuscita dei detriti, sono stati aggiunti particolari polimeri all'acqua di perforazione.

Sono stati eseguiti, laddove i terreni lo consentivano, complessivamente 8 SPT.

Inoltre sono stati prelevati complessivamente 77 campioni da utilizzare per eventuali determinazioni geotecniche, di questi, 7 campioni sono stati prelevati con campionatore Shelby e 70 con carotiere doppio.

### 3. Lineamenti stratigrafici dell'area

L'area in studio risulta essere interessata principalmente dalla formazione marnoso – arenacea che caratterizza il substrato di tutta l'area indagata.

Si tratta di una formazione caratterizzata principalmente da rocce da tenere a molto tenere, frequentemente laminate e con contenuto limoso – argilloso variabile ma frequentemente abbondante.

La presenza delle arenarie, più o meno marnose, rende la roccia dura ma, nell'area da noi indagata, risultano poco frequenti.

Prendendo in esame le singole opere possiamo osservare:

- **Viadotto Bargatano** – è stato indagato dal sondaggio S13. La formazione di base è stata intercettata a 5.00 m dal p.c ed è caratterizzata da rocce tenere e molto tenere, preceduta da un livello di alterazione della formazione stessa compresa tra 3,00 – 5,00 m. L'SPT ha fornito un valore di Nspt di 38. Il sondaggio è stato attrezzato con un piezometro di Casagrande.
- **Viadotto Pagliano** - è stato indagato dal sondaggio S15. Anche in questo caso, preceduto da un livello alterato che va da 4,60 – 5,00 m, è stata intercettata la formazione di base che è caratterizzata dalla roccia tenera delle marne limoso argillose fino a 7,50 m seguita dalle arenarie dure presenti fino a fondo foro. L'SPT ha fornito un valore di Nspt di 13 Il sondaggio è stato attrezzato con tubi inclinometrici.
- **Galleria Mistranello** – Il primo tratto è costituito da una galleria artificiale ed è stato indagato dal sondaggio S24, il substrato è stato intercettato a 5,00 m dal p.c, la copertura è principalmente costituita da una sabbia fina debolmente limoso – argillosa molto addensata. L'SPT ha fornito un valore di Nspt di 52. Il sondaggio è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto  
Il tratto di galleria naturale è stato indagato dai sondaggi S25 ed S26, il primo ha intercettato il substrato a 6.50 m dal p.c. La roccia risulta essere da tenera a molto tenera. L'SPT ha fornito un valore di Nspt di 38. Il sondaggio è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto.  
L'S26 ubicato in corrispondenza dell'imbocco sud ha intercettato il substrato a 7,00 m dal p.c.. La copertura è costituita per lo più da un limo debolmente sabbioso da molto consistente a duro.

- 
- **Viadotto Ferrovia** – Interessato dai sondaggi S28,S29 ed S30.Il substrato roccioso è stato rispettivamente intercettato a 15.30 m,7.00 m e a 10.0 m circa dal p.c..Le coperture sono generalmente costituite da limi più o meno consistenti e da sabbia addensate. L'SPT hanno fornito valori di Nspt compresi tra 12 e 46 Il sondaggio S29 è stato attrezzato con un piezometro di Casagrande.
- **Galleria artificiale Seano** – indagata dal sondaggio S34 che ha intercettato il substrato a 12,00 m circa.La copertura è costituita da limi argillosi da mediamente consistenti a duri.Installato piezometro a tubo aperto.
- **Viadotto Potenza** – Indagato dal sondaggio S36, ha intercettato il substrato roccioso a 4,00 m circa dal p.c. L'SPT ha fornito un valore di Nspt di 62 Installato piezometro a tubo aperto.



#### 4. Prove di permeabilità Lugeon

Sono state eseguite n°3 prove di permeabilità del tipo Lugeon, distribuite lungo la verticale del sondaggio S25.

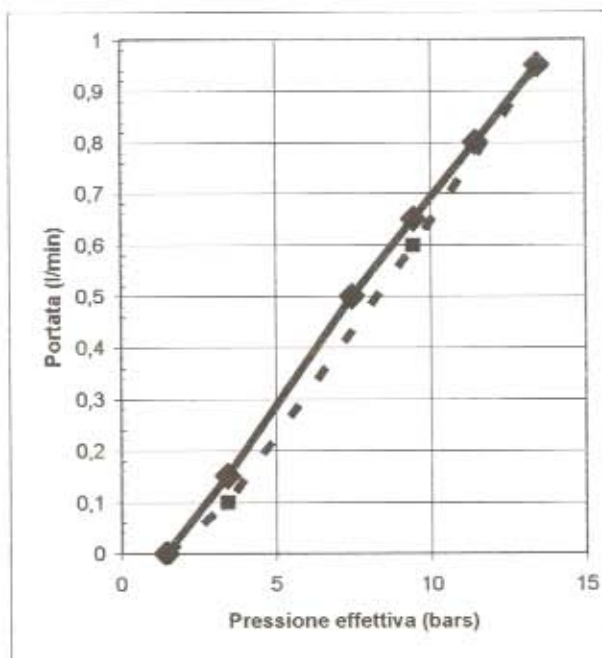
In realtà la prova n°2 è stata eseguita una seconda volta aumentando la lunghezza della camera di prova dati i bassi assorbimenti avuti nella prova precedente.

La seguente tabella ne riassume le caratteristiche principali.

Tab.4 Prove Lugeon

Prova n°	Profondità fondo foro (m)	Lunghezza tratto di prova (m)	Permeabilità media (m/sec)	Permeabilità media (U.L.)
1	15,00	2,00	1.93E-08	0.19
2	24,50	3,00	7.41E-08	0.74
2bis	24,50	5,00	1.61E-08	0.16
3	35,00	3,00	1.07E-08	0.11

L'elaborazione della prova n° 1 ha prodotto il seguente grafico

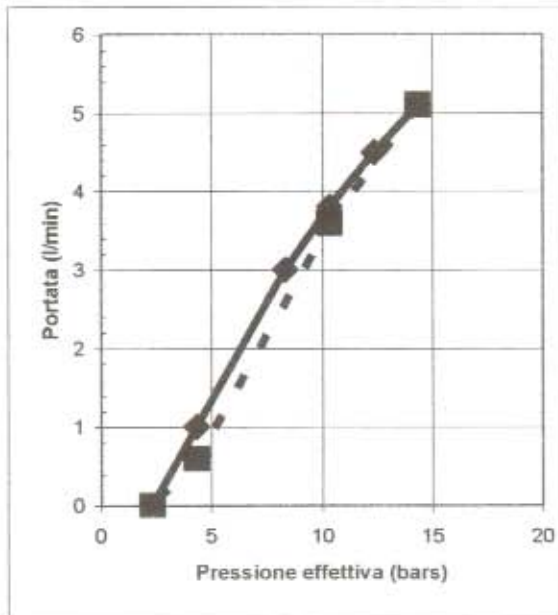


La curva non presenta nessun particolare orientamento della concavità indicando l'andamento del flusso a regime laminare.

L'assorbimento risulta essere molto basso a qualsiasi gradino di pressione indicando un grado di fatturazione estremamente limitato.

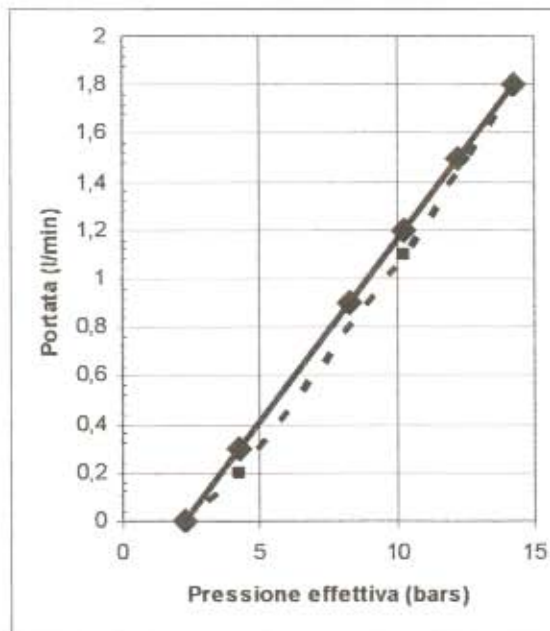


La prova n° 2 presenta il seguente andamento



In questo caso la curva presenta una debole concavità rivolta verso l'asse delle pressioni indicando una condizione di flusso in regime turbolento. Qui l'assorbimento risulta leggermente maggiore del caso precedente ad indicare un livello di fatturazione appena più elevato pur mantenendoci all'interno di valori di permeabilità decisamente bassi.

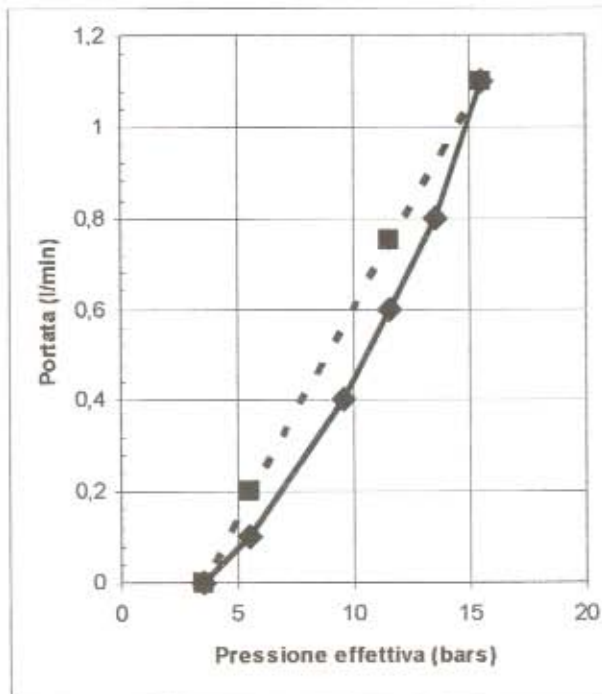
La prova n° 2 bis risulta come segue:



Il grafico, pur con valori di assorbimento maggiori, presenta un andamento simile a quello

della prova n°1, con un regime di flusso quindi di tipo laminare.

La quarta ed ultima prova presenta il seguente grafico:



La curva, in questo caso, presenta una concavità rivolta verso l'asse delle portate indicando un debole svuotamento delle fratture presenti. Le portate di assorbimento, come in tutti i casi presi in esame risultano estremamente limitate.

## 5. Prove pressiometriche

Durante la campagna di indagini geotecniche sono state eseguite n° 3 prove pressiometriche su roccia in foro di sondaggio sulla verticale di indagine S25 in corrispondenza della galleria Mistranello nei pressi di Matelica.

Tali prove sono state mirate essenzialmente alla misura della deformabilità in sito dei litotipi investigati mediante esecuzione di cicli di scarico-ricarico, al fine di contribuire al dimensionamento del rivestimento delle gallerie stradali in progetto.

Come richiesto dalla Direzione Lavori, durante l'esecuzione delle prove si è generalmente eseguito un ciclo di scarico-ricarico in corrispondenza del valore della tensione verticale in sito stimata ed un ciclo di scarico-ricarico a maggiori deformazioni.

### 5.1 STRUMENTAZIONE

La campagna di prove pressiometriche è stata eseguita mediante l'impiego della seguente strumentazione ed osservando come riferimenti le sottoriportate modalità operative:

Pressiometro: pressiometro da roccia volumetrico da 100 bars, con messa in pressione e regolazione di tipo pneumatico, dotato di cavi a bassa deformazione; produzione dicembre 1998.

Controllore Pressione -Volumi: manometri ad alta precisione da 6, 25, 60 e 100 bar di fondo scala e volumometro con lettura deformazioni in alta precisione ( sensibilità = 0,01 cmc).

Sonde Pressiometriche e carotiere: tricellulari e monocellulari di diametro nominale  $\phi = 70$  mm dotate di guaina esterna rinforzata lamellata e membrana interna in gomma tenera; Carotiere semplice  $\phi$  est = 76 mm

Energizzatore: bombola ad azoto in pressione 300 bar con rubinetto di mandata e manometro;

Procedure di riferimento per la esecuzione delle prove:

ASTM (D4719 -87)

MENARD Centre d'etudes geotechniques Menard D 60 (rev. 1988)

## 5.2 MODALITÀ' OPERATIVE

La prova pressiométrica MPM consiste nella immissione in foro di sondaggio di una sonda cilindrica tricellulare dilatabile collegata ad un controllore pressione - volume posto in superficie e collegato al sistema di energizzazione rappresentato da una bombola di azoto a 200 bar.

La deformazione del tratto di terreno sottoposto a prova viene ottenuta immettendo un liquido in pressione all'interno della cella di misura posta nella zona mediana della sonda pressiométrica; essa, durante la prova, si comporta come una cavità cilindrica in espansione la cui geometria è correttamente mantenuta dalle opportune pressioni applicate alle celle di guardia, poste superiormente ed inferiormente alla stessa cella di misura.

In tal modo si ottiene un tensore degli sforzi piano con sforzo principale orientato orizzontalmente, il cui valore, viene misurato in superficie mediante manometri di precisione a scale differenziate nonché corretto in funzione delle inerzie proprie del sistema di espansione e della profondità dell'eventuale acqua presente nel foro all'atto della prova.

La rilevazione della deformazione del terreno viene eseguita direttamente in superficie mediante sistema volumetrico dotato di sensibilità *normale* od in *alta precisione*; tale meccanismo si rende necessario in funzione delle diverse tipologie di prova (*prova su terreno* o *prova su roccia*), ed il valore ricavato viene successivamente depurato della dilatabilità propria dei tubi di immissione.

Applicando una serie di gradini di pressione, mantenuti costanti per determinati intervalli di tempo (*stress controlled*), e, rilevandone conseguentemente la deformazione, si ottiene una curva sforzo - deformazione in sito.



Durante il corso di ogni prova pressiométrica si è proceduto ad eseguire, come già citato in premessa, una coppia di cicli di scarico-ricarico ove determinare il modulo di elasticità in sito a sollecitazioni note.

Di particolare importanza per l'esecuzione di una corretta modalità di prova è stata l'esecuzione del foro che è avvenuta secondo tecnologie diversificate in funzione della litologia e sotto la diretta supervisione del tecnico strumentista: in tal modo è possibile effettuare prove pressiométriche con estrema versatilità, dai terreni poco consistenti sino alle rocce compatte caratterizzate da moduli di elasticità sino a 20.000 Mpa ( *Centre D'Etudes Geotechniques L. Menard*; 1988).

### 5.3 INTERPRETAZIONE TEORICO -SPERIMENTALE DEI RISULTATI

I principi teorici interpretativi sui quali si fonda l'analisi delle risultanze della prova pressiométrica sono riconducibili alla espansione di una cavità cilindrica secondo le seguenti assunzioni:

- .mezzo omogeneo -ortotropo di dimensioni illimitate;
- .espansione della cavità secondo simmetria assiale coincidente con l'asse del foro e deformazione piana;
- .espansione di tipo quasi statico con incrementi e decrementi di pressione sufficientemente lenti da rendere trascurabili gli *effetti* delle forze di inerzia;
- .comportamento del mezzo secondo una legge elasto -plastico lineare.

I parametri ottenibili dall'analisi della curva pressiométrica sono i seguenti:

Modulo pressiométrico  $E_m$ : trattasi di un modulo secante di deformabilità in condizioni di taglio puro, misurato in un campo di sforzo deviatorico corrispondente alla cosiddetta fase pseudoelastica (quasi linearità sforzi -deformazioni) del materiale avente come limite inferiore e superiore i valori di pressione-volume  $P_o-V_o$  e  $P_f-V_f$ ; questi ultimi corrispondono approssimativamente al termine del tratto di ricompressione iniziale ed all'inizio del campo di deformazione plastica del materiale;

$E_m = 2(1 + \nu) \cdot V_m \cdot DP/DV$  con

$\nu$  = indice di Poisson del terreno

$V_m$  = volume medio della cavità nell'intervallo di pressione  $D P$

$D P$  = intervallo di pressione nel campo pseudoelastico

$D V$  = intervallo di deformazione nel campo pseudoelastico

Il prodotto in ultima posizione della equazione sopraripotata è assimilabile al modulo di taglio  $G$  per cui:

$$G = V_m \cdot DP/DV$$

Modulo di Elasticità  $E_v$  da  $E_m$ :

la stima del modulo di deformabilità volumetrica assimilato al modulo di elasticità di Young o di compressione idrostatica può essere misurato direttamente in cicli di scarico-ricarico (procedura utilizzata in questa campagna) oppure direttamente dal modulo pressiométrico  $E_m$  tramite l'applicazione di un coefficiente reologico  $\alpha$  dipendente dalla modalità di prova, dalla litologia e dalla storia tensionale del sedimento o della roccia secondo la seguente relazione (ISSMFE- European Regional Committee no4-Pressuremeters, 1991):  $E_y = E_m / \alpha$

con

$E_y$  = modulo di Young stimato  $E_m$  = modulo pressiométrico

$\alpha$  = coefficiente reologico

#### **5.4 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

Le risultanze delle prove MPM su roccia eseguite, caratterizzate dalla ricostruzione della curva sforzo -deformazione a medio bassi livelli di deformazione, sono state riportate nei diagrammi sinottici allegati del tipo parametro vs profondità.

I materiali sottoposti a prova sono risultati appartenere alla Formazione Marnoso Arenacea locale e rappresentati da alternanze decimetriche e pluridecimetriche di marne argillose passanti a marne siltose, siltiti marnose e arenarie fini marnose, asciutte, compatte, poco fratturate e sovente folietate (marne argillose).

Le eterogeneità litologico-stratigrafiche caratteristiche di tali alternanze flischoidi, sono paragonabili alla scala dello strumento di prova (20 -40 cm) i parametri determinati sono



compresi tra i valori seguenti:

Modulo pressiométrico  $E_m = 76,85- 434,44$  MPa

Modulo di elasticità E I ciclo = 147/56- 617/69 MPa

Modulo di elasticità E II ciclo = 142/07- 655,76 Mpa

le prime due prove (eseguite a m 20,40 e m 30,60) hanno fornito parametri di deformabilità pressiométrica ( $E_m$  c.a. 80 - 140 Mpa) e di elasticità ( $E_y$  c.a. 145 Mpa) confrontabili e tipici di rocce molto tenere, di contro la prova a 39,70 m ha fornito valori significativamente superiori ( $E_m$  c.a. 434 e  $E_y$  c.a. 615 Mpa) tipici di rocce tenere:

## 6. Livello di falda

Complessivamente sono stati installati n° 5 piezometri

La seguente tabella ne riassume le caratteristiche principali:

**Tab. 5 Piezometri**

Sondaggio	Tipo di piezometro	Profondità m	Tubo cieco da m a m	Tubo fessurato da m a m
S13	Casagrande	29.00	-	-
S24	Tubo aperto	20.00	0.0 – 3.0/17.0 – 20.0	3.0 – 17.0
S25	Tubo aperto	40.0	0.0 – 3.0/37.0 – 40.0	3.0 – 37.0
S29	Casagrande	29.00	-	-
S34	Tubo aperto	30.0	0.0 – 3.0/27.0 – 30.0	3.0 – 27.0
S36	Tubo aperto	30.0	0.0 – 3.0/27.0 – 30.0	3.0 – 27.0

Le misure effettuate nei piezometri installati sono state eseguite con una certa regolarità nel corso di tutta la durata del cantiere.

E' stata utilizzata una sondina freaticometrica dotata di segnalatore sia acustico che ottico.

Tali letture hanno potuto verificare la progressiva stabilizzazione del livello freatico

Relativamente ai sondaggi S29,S34 e S36 il riferimento per la lettura è stato preso rispetto al bordo del tubo piezometrico stesso.

I sondaggi S24 e S25 che per motivi di viabilità sono stati protetti con chiusini carrabili,il riferimento di lettura è quello del piano campagna

Vengono qui di seguito riassunti in una tabella i dati di lettura dei piezometri installati.

Poiché il sondaggio S13 è stato eseguito in chiusura di cantiere non ci sono dati relativi a questo sondaggio.

**Tab. 6 Letture livello di falda**

Sondaggio	6/11/02	7/11/02	12/11/02	14/11/02	25/11/02	30/11/02	3/12/02
S24					1.33	1.27	1.38
S25						9.15	7.70
S29	6.64	4.83	1.85	1.51	0.90	0.74	0.72
S34			7.07	8.31	8.94	8.91	8.91
S36			1.48	1.35	1.20	1.35	1.35

## **ALLEGATO I**

### **UBICAZIONI DELLE INDAGINI Planimetria in scala 1:10.000**

**Tavola 1: S13 – S15**

**Tavola 2: S24**

**Tavola 3: S25 – S26 – S28 – S29 – S30**

**Tavola 4: S29 – S30 – S34**

**Tavola 5 : S36**



Tavola I

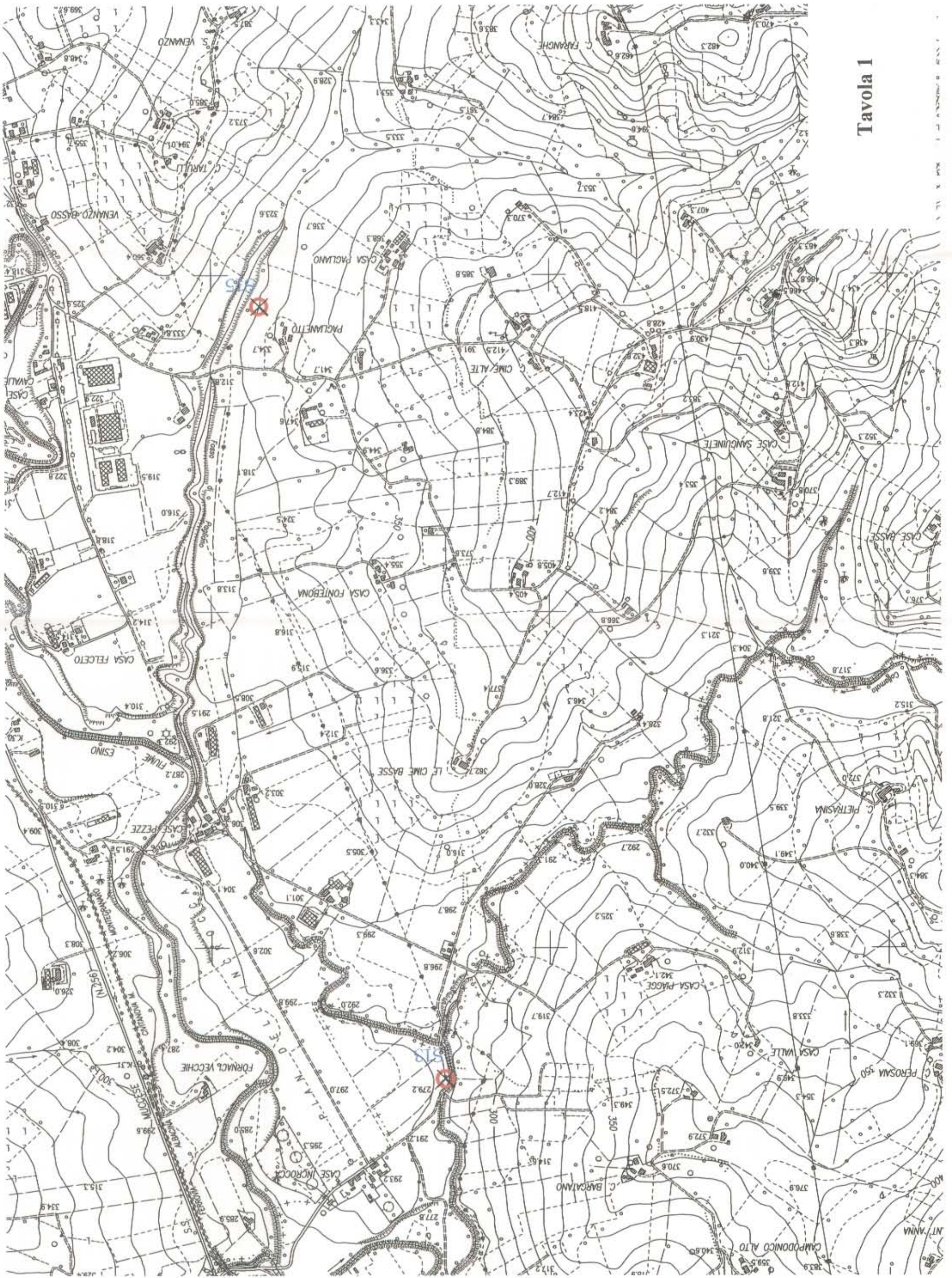
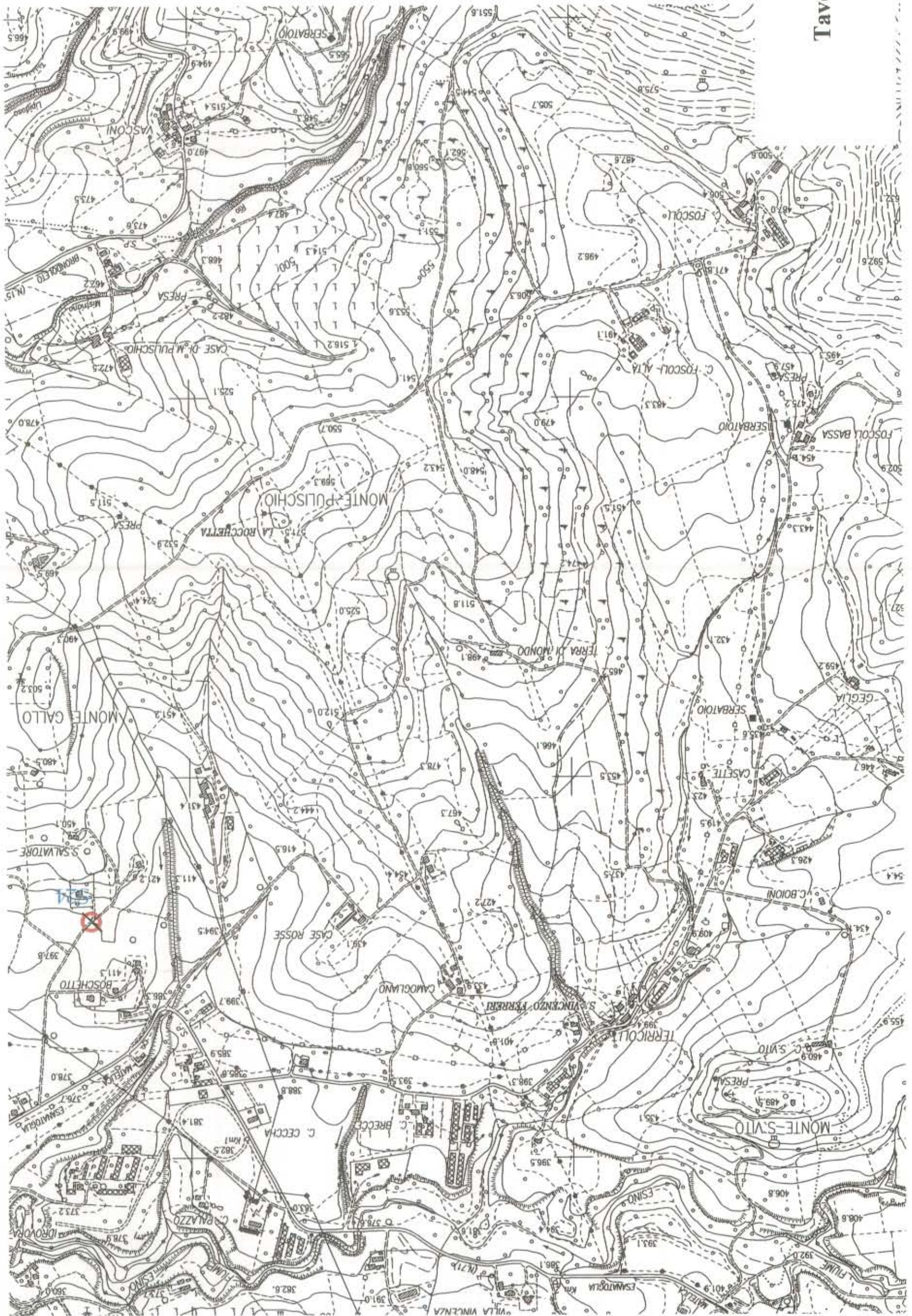




Tavola 2





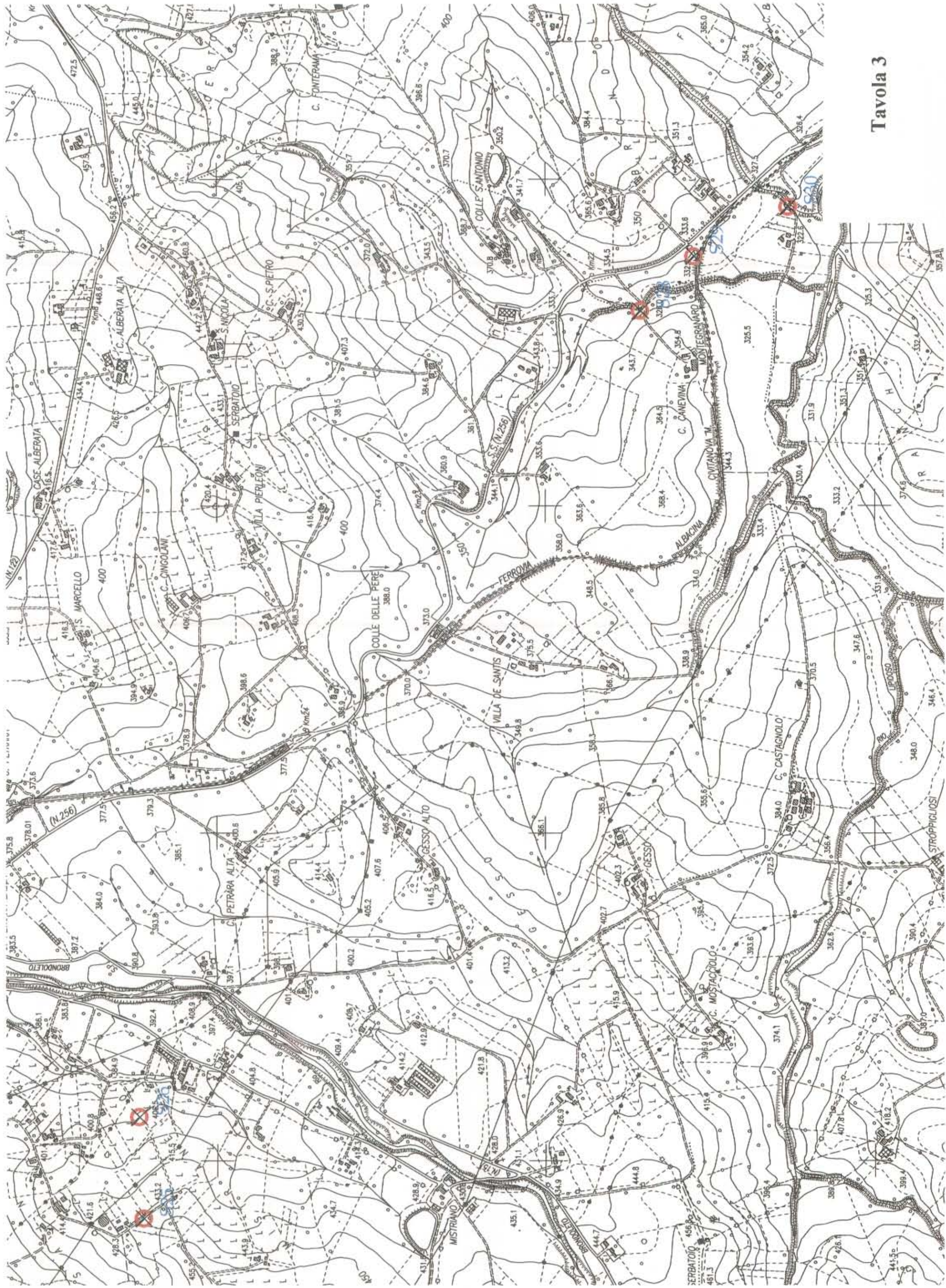


Tavola 3

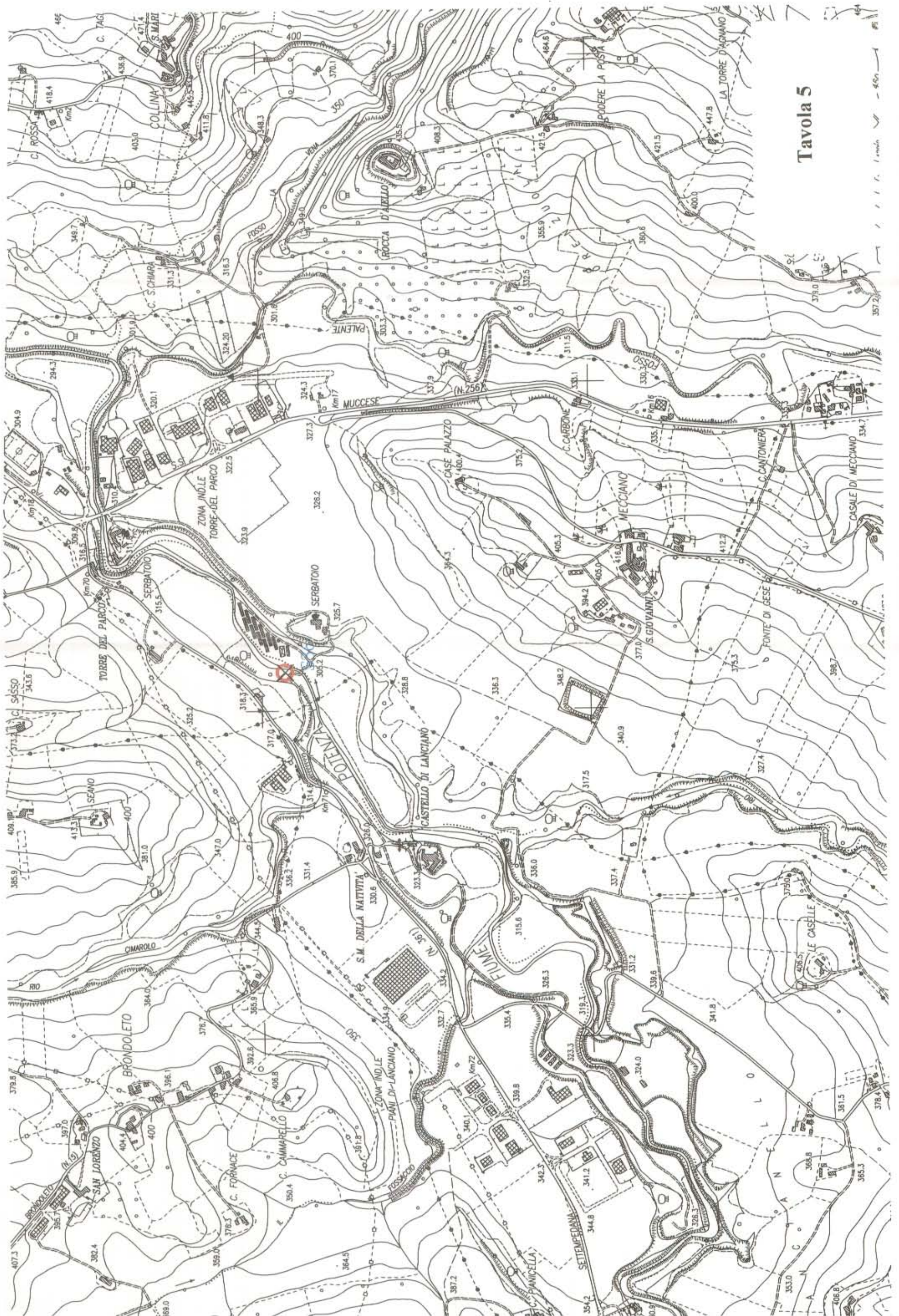




Tavola 4



Tavola 5



1 : 1 r. 1 m. 1 : 500



**ALLEGATO II**

**STRATIGRAFIE SONDAGGI**

<b>Opera</b>	<b>Denominazione</b>	<b>Profondità raggiunta m</b>
<b>Viad. Bargatano</b>	<b>S13</b>	29,0
<b>Viad. Pagliano</b>	<b>S15</b>	30,0
<b>Gall. Mistrianello</b>	<b>S24</b>	20,0
<b>Gall. Mistrianello</b>	<b>S25</b>	40,0
<b>Gall. Mistrianello</b>	<b>S26</b>	25,0
<b>Viad. Ferrovia</b>	<b>S28</b>	30,0
<b>Viad. Ferrovia</b>	<b>S29</b>	30,0
<b>Viad. Ferrovia</b>	<b>S30</b>	30,0
<b>Gall. artif. Seano</b>	<b>S34</b>	30,0
<b>Viad. Potenza</b>	<b>S36</b>	29.5

# GEOstudi srl

Sondaggio n. <b>S28</b>		Foglio 1 di 2		Comm. <b>85_02</b>	
Committente <b>Bonifica</b>		Data inizio/ fine carotaggio <b>5/11/02 - 6/11/02</b>		V.A. n <b>102</b>	
Progetto : <b>Pedemontana Fabriano - Muccia</b>		Quota boccafuro <b>-</b>		Cert. n. <b>1293</b>	
Località : <b>Castellralmondo</b>		Macchina operatrice <b>CMV 600</b>		data <b>13/1/03</b>	
Scala metrica	Profondità mt	Simbologia	Descrizione illustrativa-geotecnica	Vane Kyc/cm	Pocket Kyc/cm
0,0			Tenere argilla costituita da arenia limosa. Livelli continui sabbiosi. Presenza di piccoli ciassi. Colore marrone	1,80	
1,0	1,00		Limo argilloso e con argilla da medio consistente a duro a luoghi decisamente consistente. Talvolta debole presenza di sabbia. Frequente presenza di miridi ghiale calcarea. Colore marrone.	3,30	
2,0		1,87		5,00	
3,0		1,27		4,30	
4,0		2,70		2,70	
5,0	4,00		Limo argilloso da mediamente consistente a consistente plastico. Umido di colore grigio. Da 7,50 - 8,00 debole presenza di sabbia.	0,57	
6,0			Limo argilloso da mediamente consistente a consistente plastico. Umido di colore grigio. Da 7,50 - 8,00 debole presenza di sabbia.	1,80	
7,0				1,80	
8,0			Sabbia da con argilla ad argilloso limosa moderatamente addensata di colore grigio intercalata limosa argilloso mediamente consistente tra 11,00 - 11,30 m con livello organico. Livelli continui di coesivi. Tra 14,0 - 14,70 m debole presenza di ghiale	0,42	
9,0	8,00			2,80	
10,0				1,80	
11,0				1,00	
12,0			Sabbia da con argilla ad argilloso limosa moderatamente addensata di colore grigio intercalata limosa argilloso mediamente consistente tra 11,00 - 11,30 m con livello organico. Livelli continui di coesivi. Tra 14,0 - 14,70 m debole presenza di ghiale	0,08	
13,0				0,34	
14,0			Alterazione di livelli decimetrici di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con nerone e argille marcesse tenere. I livelli marcesci risultano prevalenti. Frequente presenza di sottili laminazioni debolmente inclinate di natura marcesca.	0,41	
15,0	15,30			0,40	
16,0			Alterazione di livelli decimetrici di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con nerone e argille marcesse tenere. I livelli marcesci risultano prevalenti. Frequente presenza di sottili laminazioni debolmente inclinate di natura marcesca.	0,30	
17,0				0,60	
18,0			Alterazione di livelli decimetrici di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con nerone e argille marcesse tenere. I livelli marcesci risultano prevalenti. Frequente presenza di sottili laminazioni debolmente inclinate di natura marcesca.	0,73	
19,0				1,70	
20,0					

Sequenza note:

LOGO SOTTOSCRIVITORE

GEOstudii srl - Roma

GEOstudi srl

Via Monte d'Oro 2 - 00040 Pomezia (Roma)

Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email geo.studi@tiscali.net.it

Sondaggio n.

**Bonifica**

Progetto : **Pedemontana Fabriano - Mucella**

Localita' : **Castelraimondo**

Data inizio/ fine carotaggio

5/11/02 - 6/11/02

Quota boccaforo

CMV 600

Macchina operatrice

13/1/03

Scala metrica	Profondita' mt	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Packet Kg/cmq	Vane Kg/cmq	Campioni prelevati	Numero di colpi	Prove SPT (Ry - pc)	Falda stabilizzata nel foro	Falda stabilizzata Casagrande	Falda rinvenuta	RDD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
20,0												08		21,10							20,0
21,0												95	5								21,0
22,0						22,00 Cr3						76		24,00							22,0
23,0						25,50 Cr3						84		27,00							23,0
24,0																					24,0
25,0						26,00 Cr5															25,0
26,0						29,20 Cr5															26,0
27,0						28,80															27,0
28,0																					28,0
29,0																					29,0
30,0																					30,0
31,0																					31,0
32,0																					32,0
33,0																					33,0
34,0																					34,0
35,0																					35,0
36,0																					36,0
37,0																					37,0
38,0																					38,0
39,0																					39,0
40,0																					40,0

Fondo foro

- Cr1: campionatore Shelby
- Cr2: campionatore Shelby
- Cr3: campione da doppio carotiere
- Cr4: campione da doppio carotiere
- Cr5: campione da doppio carotiere

note :

LO SPERIMENTATORE  
IL DIRETTORE  
DEL LABORATORIO

Sondaggio n.		Committente		Data inizio/ fine carotaggio		Quota boccaforo		Macchina operatrice		Sist. di perforazione		Rivestimento		Fluido di perforazione		Produzione		% carotaggio		Scala metrica	
S29		Bonifica		30/10/02 - 5/11/02		-		CMV 600		-		-		-		-		-		-	
Foglio 1 di 2		Pedemontana Fabriano - Muccia		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Sondaggio n.		Progetto :		Cassetta n.		ROD %		Profondità battute		Prof. rivestimento		-		-		-		-		-	
Committente		Località :		Prove SPT (Ry - pc)		-		-		-		-		-		-		-		-	
Via Monte d'Oro 2 - 00040 Pomezia (Roma)		Castelralmondo		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email geo.studi@iscitalinet.it		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Simbologia		Vane Kg/cmq		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Profondità mt		Pocket Kg/cmq		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Scala metrica		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
0.0	0.50	5.50	2.11																		
1.0		5.10	1.59																		
2.0		5.00	1.19																		
3.0		3.20	1.35																		
4.0		2.70	1.43																		
5.0		3.10																			
6.0	8.00	nr	0.78																		
7.0	8.30	nr																			
8.0	7.50	nr																			
9.0		nr																			
10.0		nr																			
11.0		10.15																			
12.0		Cl.1																			
13.0		10.00																			
14.0		Cl.2																			
15.0		11.20																			
16.0																					
17.0																					
18.0																					
19.0																					
20.0																					

Descrizione illustrativa-geotecnica

Terrano argilloso costituito da argilla limosa, livelli centimetrici sabbiosi. Presenza di piccoli ciottoli. Colore marrone.

Limi argillosi da molto consistenti a duri, plastici, poco univ. - Livelli centimetrici sabbiosi. Colore marrone.

Limo con sabbia fina molto consistente. Colore da marrone a marrone giallastro.

Limo argilloso sabbioso duro costituente il livello di alterazione della formazione di base.

Aumentano i livelli decimetrici di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con mattoni e argille marnose tenere. I livelli marnosi risultano prevalentemente. Frequente presenza di sottili laminazioni obliquamente inclinate di natura marnosa.

Scale: 10:4000 (Mettone) / 10:4000 (Laboratorio)

Seque note: Plezometro con cella di Casagrande installata a 30,00 m

31-08-02

GEOstudi srl - Roma



# GEOstudi srl

GEOstudi srl

Via Monte d'Oro 2 - 00040 Pomezia (Roma)

Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email geo.studi@iscallinet.it

Sondaggio n.

Committente

Progetto :

Località :

S29

Foglio 2 di 2

Bonifica

Pedemontana Fabriano - Muccia

Castelraimondo

Data inizio fine carotaggio

Quota boccaforo

Macchina operatrice

30/10/02 - 5/11/02

CMV 600

Comm.

V.A. n

Cert. n.

data

85\_02

102

1294

13/1/03

Scala metrica	Profondità mt	Simbologia	Descrizione illustratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cmq	Vane Kg/cmq	Campioni prelevati	Numero di colpi	Prove SPT (Ry - pc)	Falda stabilizzata nel foro	Falda stabilizzata Casagrande	Falda rinvenuta	RQD %	Cassetta n.	Profondità battute	Prot. rivestimento	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica	
20,0																				0	20,0	
21,0			Alternezza di livelli decimetrici di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con mattoni e argilla marino-se tenera. I livelli marinosi risultano prevalenti. Frequente presenza di sottili laminazioni debolmente inclinate di natura marino-se.																	50	21,0	
22,0																					75	22,0
23,0																					100	23,0
24,0																						24,0
25,0																						25,0
26,0																						26,0
27,0																					27,0	
28,0																					28,0	
29,0																					29,0	
30,0			Fondo foro																		30,0	
31,0			CL1: campione lapideo CL2: campione lapideo																		31,0	
32,0			CL1: campione Shelby CL2: campione da doppio carotiere CL3: campione da doppio carotiere																		32,0	
33,0																					33,0	
34,0																					34,0	
35,0																					35,0	
36,0																					36,0	
37,0																					37,0	
38,0																					38,0	
39,0																					39,0	
40,0																					40,0	

note :

LO SPERIMENTATORE

IL RISPETTORE

DEL LABORATORIO

GEOstudi srl - Roma

Sondaggio n.		S30		Foglio 1 di 2				Comm. 85_02												
Committente		Bonifica		28/10/02 - 30/10/02				V.A. n 102												
Progetto :		Pedemontana Fabritano - Muccia		Quota boccaloro				Cert. n. 1295												
Località :		Castelraimondo		Macchina operatrice				data 13/1/03												
Scala metrica	Profondità mt	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cmq	Vane Kg/cmq	Campioni prelevati	Numero di colpi	Prove SPT (Ry - pc)	Falda stabilizzata	Falda rinvenuta	RQD %	Cassetta n	Profondità batuta	Prof. rivestimento	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
0,0			Terreno di riporto costituente il fondo stradale																	0,0
1,0	0,30		Sabbia limosa addensata con frequente breccia calcarea. Colore marrone scuro										1,30							0,60
2,0							16	3,00					2,80							2,0
3,0	3,08		Sabbia debolmente limosa con ghiaia eterometrica ed eterogenea, addensata. Colore marrone chiaro, intervalata da livelli centimetrici costituiti da sabbie fini limose e argille limose molto consistenti.				20	3,45					3,00							3,0
4,0							20	3,45					3,70							4,0
5,0													4,50							5,0
6,0													5,00							6,0
7,0	7,00		Lim. sabbiosi debolmente argillosi, sciolta argillosi, consistenti. Livelli più francamente sabbiosi. Colore grigio.	1,20	0,08								0,80							7,0
8,0	8,00		Ghiaia eterometrica ed eterogenea in matrice sabbiosa più o meno abbondante. addensata. Colore marrone biancastro.	2,10	0,04								7,50							8,0
9,0													8,40							9,0
10,0													8,50							10,0
11,0													10,50							11,0
12,0													11,50							12,0
13,0													12,50							13,0
14,0	14,20		Argille marmose dure e marne argillose di colore grigio scuro.										14,20							14,0
15,0													16,50							15,0
16,0													16,50							16,0
17,0													18,00							17,0
18,0													18,00							18,0
19,0													18,00							19,0
20,0													18,00							20,0

Scale

Note

IL DIRETTORE  
ING. S. BELLINZAGHI  
ING. G. BIRLOTTI

GEOfacil srl - Roma

**GEOstudii srl**  
 Via Monte d'Oro 2 - 00040 Pomezia (Roma)  
 Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email: geo.studi@jisscalinet.it

**Committente** Bonifica  
**Progetto:** Pedemontana Fabriano - Muccia  
**Località:** Castelralmondo

**Sondaggio n.**  
**Descrizione litostatigrafica-geotecnica**

Scala metrica	Simbologia	Descrizione litostatigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cmq	Vane Kg/cmq	Campioni prelevati	Numero di colpi	Prove SPT (ry - pc)	Falda stabilizzata nel foro	Falda stabilizzata Casagrande	Falda rinvenuta	ROD %	Cassetta n.	Profondità battute	Macchina operatrice	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% cartaggio	Scala metrica
20,0		Alternae di livelli decimetri di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con mattoni e argille marnose tenere più frequentemente fratturate			20,70 C12 21,20						75								0 50 100	20,0
21,0											100	5	22,50							21,0
22,0											96									22,0
23,0					23,80 C85 23,90						77		34,50					29-08-02		23,0
24,0											100									24,0
25,0											100									25,0
26,0					27,80 C53 28,40						100		27,50							26,0
27,0																				27,0
28,0																				28,0
30,0		Fondo foro																		30,0
31,0		C1: campione da SPT C2: campione prelevato da cassetta C3: campione prelevato da cassetta C4: campione prelevato da cassetta C1: campione Shelby C2: campione da doppio carotiere C3: campione da doppio carotiere																		31,0
32,0																				32,0
33,0																				33,0
34,0																				34,0
35,0																				35,0
36,0																				36,0
37,0																				37,0
38,0																				38,0
39,0																				39,0
40,0																				40,0



# GEOstudi srl

## Foglio 1 di 2

S34

Sondaggio n.		S34		Foglio 1 di 2		Comm. n.		85_02														
Comititante		Bonifica		11/11/02 - 12/11/02		V.A. n		102														
Progetto		Pedemontana Fabriano - Mucella		Data inizio fine carotaggio		Cert. n.		1296														
Località		Castelframondo		Macchina operatrice		data		13/1/03														
Scala metrica	Profondità mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cmq	Varie Kg/cmq	Campioni	Numero di colpi	Prove SPT (Ry - pc)	Falda stabilizzata	Falda stabilizzata	Falda rinverita	RDD %	Cassetta n.	Profondità betulle	Prof. rivestimento	Sist. di perforazione	Rivestimento	fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica	
0.0	0.40		Ripinto stratidare costituito da sabbia e ghiaia. Colore marrone																	0.50	0.0	
1.0			Limo argilloso duro con frequente presenza di calcinelli. Talvolta sabbioso. Colore marrone chiaro.																		1.0	
2.0																					2.0	
3.0																					3.0	
4.0																					4.0	
5.0	4.80		Limo argilloso duro. Talvolta sabbioso. Colore marrone chiaro.																		5.0	
6.0	6.30		Limo argilloso da sabbioso a debolmente sabbioso consistente per tratti continenti mediamente consistente. Livelli calcinelliosi più trancamente sabbiosi. Marrone chiaro.	3.6 3.2 3.1 2.0 2.0 2.0 2.7 2.2 1.6 1.6 2.2 3.3	1.27 1.21 0.84 0.84 0.84 0.89 0.81 1.06 0.81 1.49 1.61	C10 C11 C12	0.30 0.70														6.0	
7.0																					7.0	
8.0																					8.0	
9.0																					9.0	
10.0																					10.0	
11.0																					11.0	
12.0	12.20																				12.0	
13.0			Rocce da tenere a molto tenere costituite da marne e marne argillose. Intervalli decimetrici costellati da arenarie dure. Frequenti laminazioni con inclinazione di 30° circa.	1.80 1.60 3.20 3.00 1.80	1.22 1.10 0.96 0.96 0.70	C13 C14 C15	10.60 11.00														13.0	
14.0																					14.0	
15.0																					15.0	
16.0																					16.0	
17.0																					17.0	
18.0																					18.0	
19.0																					19.0	
20.0																					20.0	

di Caltanissetta - Palermo

Il terreno più sottostante

La perforazione

note:



Sondaggio n.		Committente		Data inizio/fine carotaggio		V.A. n																
Via Monte d'Oro 2 - 00040 Pomezia (Roma)		Bonifica		11/11/02 - 12/11/02		102																
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email geo.studi@fiscalinet.it		Progetto : Pedemontana Fabriano - Muccia		Quota boccafuro 0		1296																
Localita' : Castelraimondo		Macchina operatrice		CMV 600		13/1/03																
Scala metrica	Profondita' mt	Simbologia	Descrizione illustrativa-geotecnica	Pocket Kycmq	Vane Kycmq	Campioni	Numero di colpi	Prove SPT (Ry - pc)	Falda stabilizzata	Falda stabilizzata	Tubo aperto	Falda rinvenuta	RDD %	Cassetta n.	Profondita' batina	Prof. rivestimento	Stat. di perforazione	Rivestimento	fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
20,0																					0	20,0
21,0																					50	21,0
22,0																					100	22,0
23,0							23,00															23,0
24,0							Cr4 23,50															24,0
25,0																						25,0
26,0							26,20															26,0
27,0							Cr5 26,60															27,0
28,0							26,10															28,0
29,0							Cr6 26,60															29,0
30,0	30,00																					30,0
31,0																						31,0
32,0																						32,0
33,0																						33,0
34,0																						34,0
35,0																						35,0
36,0																						36,0
37,0																						37,0
38,0																						38,0
39,0																						39,0
40,0																						40,0

Rocce da tenere a molto tenere costitite da marne e marne siliose. Intervall decimetrici costituiti da arenate dure. Frequenti laminazioni con inclinazione di 30° circa.

Fondo foro  
 C11: campionatore Shelby  
 C12: campionatore Shelby  
 Cr1: campione da doppio carotiere  
 Cr2: campione da doppio carotiere  
 Cr3: campione da doppio carotiere  
 Cr4: campione da doppio carotiere  
 Cr5: campione da doppio carotiere  
 Cr6: campione da doppio carotiere

*[Handwritten signature]*



Scala metrica	Profondità mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cm <sup>2</sup>	Vane Kg/cm <sup>2</sup>	Campioni prelevati	Numero di colpi	Prove SPT (Ry - ps)	Falda stabilizzata	Falda rinvenuta	ROD %	Cassetta n.	Profondità battute	Prof. investimento	Sist. di perforazione	Rivestimento	fluida di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
0,0			Terreno vegetale livoceo sabbioso con frequente presenza di ghiaia media. Colore marrone																	0,0
1,0	1,50		Ghiera elettronica da arrotondala in sabbia sabbiosa di colore biancastro. I ciassi risultano a contatto tra di loro.										1,50			127 mm				1,0
2,0	3,45		Ghiaia grossa oriva di matrice (foreccia). Presenza di ciottoli.				22	3,00					3,00							2,0
3,0	4,00		Sabbia media fine con presenza di ghiaia media. Colore marrone.				24	05					4,00	4,50						3,0
4,0	4,50		Atterramento di livelli decimetrici di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con mattoni e argille marmose tenere. I livelli marmosi risultano prevalenti. Frequente presenza di sottili lamine di debolmente inclinate di natura marmosa.	5,40			26	3,45					5,00							4,0
5,0			Tra 21,50 - 23,00 m e 27,00 - 27,50 m la mattoni risulta poco cementata.	C1 5,30									6,00							5,0
6,0													8,00							6,0
7,0													9,00							7,0
8,0													9,50							8,0
9,0													10,40							9,0
10,0													C2 11,00							10,0
11,0													12,10							11,0
12,0													14,20							12,0
13,0													C3 14,70							13,0
14,0													17,00							14,0
15,0													C4 17,70							15,0
16,0													18,00							16,0
17,0													18,00							17,0
18,0													18,00							18,0
19,0													18,00							19,0
20,0													18,00							20,0

LD SPERIMENTAZIONE

Senise  
note:

GEOstudi srl - Roma

**GEOstudi srl**  
 Via Monte d'Oro 2 - 00040 Pomezia (Roma)  
 Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email geo.studi@iscalinet.it

**Committente**  
 Bonifica  
 Pedemontana Fabriano - Muccia  
**Localita'**  
 Castelraimondo

**V.A. n**  
 102  
**Cert. n.**  
 1297  
**data**  
 13/1/03

Scala metrica	Profondita' mt	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cmq	Vane Kg/cmq	Campioni prelevati	Numero di colpi	Prove SPT (Ry - pc)	Falda stabilizzata nel foro	Falda stabilizzata Tubo aperto	Falda rinvenuta	ROD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica	
20,0			Astenze di livelli decimetrici di arenarie a cemento carbonatico, granulari, dure, poco fratturate con mattoni e argille marnose tenere. I livelli inferiori risultano prevalentemente. Frequente presenza di sottili lami di debolmente inclinate di natura minima. Tra 21,50 - 23,00 m e 27,00 - 27,50 m la mattoni risulta poco cementata.			20,50 C15 21,00						70		20,50							20,0	
21,0													53		21,50							21,0
22,0													100	5	22,00							22,0
23,0							23,20 C16 24,00						64									23,0
24,0																						24,0
25,0																						25,0
26,0																						26,0
27,0							27,50 C17 27,90						75	6	26,50							27,0
28,0															26,50							28,0
29,0													72									29,0
30,0																					30,0	
31,0																					31,0	
32,0																					32,0	
33,0																					33,0	
34,0																					34,0	
35,0																					35,0	
36,0																					36,0	
37,0																					37,0	
38,0																					38,0	
39,0																					39,0	
40,0																					40,0	

Fondo foro  
 C1: campione da doppio carotiere  
 C2: campione da doppio carotiere  
 C3: campione da doppio carotiere  
 C4: campione da doppio carotiere  
 C5: campione da doppio carotiere  
 C6: campione da doppio carotiere  
 C7: campione da doppio carotiere

**ALLEGATO III**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**





## Sondaggio S28



Cassetta n.1 da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n.2 da m 5.00 a m 10.00



Cassetta n.3 da m 10.00 a m 15.00



Cassetta n.4 da m 15.00 a m 20.00



Cassetta n.5 da m 20.00 a m 25.00



Cassetta n.6 da m 25.00 a m 29.00



## Sondaggio S28



S28





## Sondaggio S29



*Cassetta n.1 da m 0.00 a m 5.00*



*Cassetta n.2 da m 5.00 a m 10.00*



*Cassetta n.3 da m 10.00 a m 15.00*



*Cassetta n.4 da m 15.00 a m 20.00*



*Cassetta n.5 da m 20.00 a m 25.00*



*Cassetta n.6 da m 25.00 a m 30.00*



## Sondaggio S29



S29





## Sondaggio S30



*Cassetta n.1 da m 0.00 a m 5.00*



*Cassetta n.2 da m 5.00 a m 10.00*



*Cassetta n.3 da m 10.00 a m 15.00*



*Cassetta n.4 da m 15.00 a m 20.00*



*Cassetta n.5 da m 20.00 a m 25.00*



*Cassetta n.6 da m 25.00 a m 30.00*



GEOstudi srl

Laboratorio Geotecnico - Indagini Geognostiche e Strutturali - Topografia - Collaudi

## Sondaggio S30



S30





## Sondaggio S34



Cassetta n.1 da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n.2 da m 5.00 a m 10.00



Cassetta n.3 da m 10.00 a m 15.00



Cassetta n.4 da m 15.00 a m 20.00



Cassetta n.5 da m 20.00 a m 25.00



Cassetta n.6 da m 25.00 a m 30.0



GEOstudi srl

Laboratorio Geotecnico - Indagini Geognostiche e Strutturali - Topografia - Collaudi

## Sondaggio S34



S34





## Sondaggio S36



*Cassetta n.1 da m 0.00 a m 5.00*



*Cassetta n.2 da m 5.00 a m 10.00*



*Cassetta n.3 da m 10.00 a m 15.00*



*Cassetta n.4 da m 15.00 a m 20.00*



*Cassetta n.5 da m 20.00 a m 25.00*



*Cassetta n.6 da m 25.00 a m 29.5*



## Sondaggio S36



S36



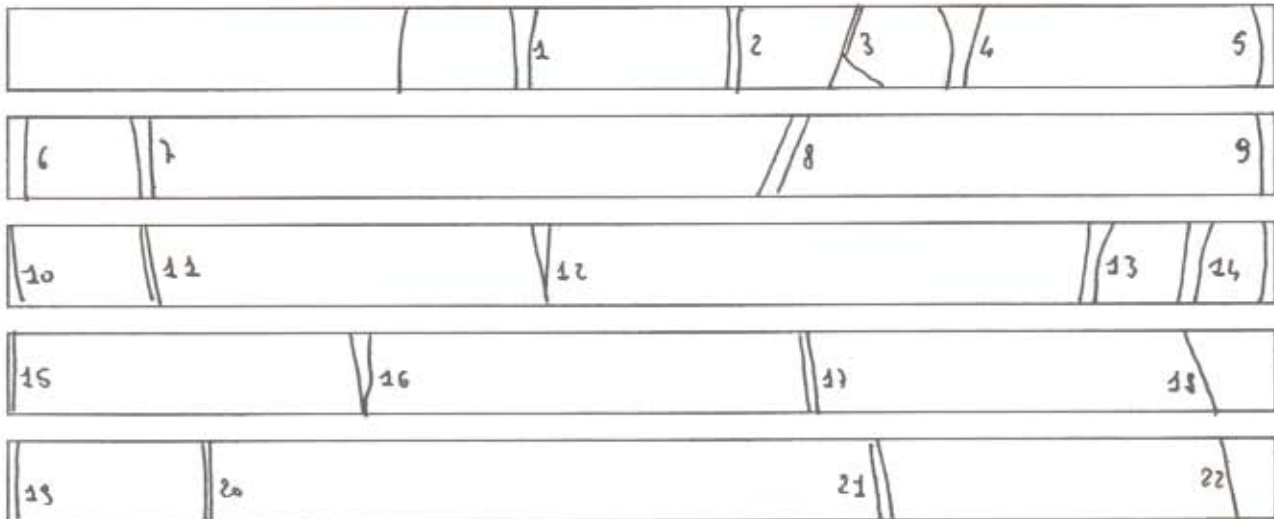
**ALLEGATO IV**  
**SCHEDE GEOMECCANICHE**

	1	2	3	4
A FORMA	Irregolare	Ondulata	Piana	
	Vedi schema successivo			
B SCABREZZA/RUGOSITÀ	<b>Vedi schema successivo</b>			
C APERTURA	assente (giunto)	debolmente aperta (apertura = 1mm)	aperta (apertura=1-10 moderatamente ossidato)	molto aperta (apertura>10 mm)
D OSSIDAZIONE	assente (giunto)	lievemente o debolmente ossidato		profondamente ossidato
E RIEMPIMENTO	assente			presente
F TIPO DI RIEMPIMENTO	roccia minutamente fratturata	materiale sabbioso	materiale limoso e/o argilloso	materiali secondari (quarzo, calcite, etc)



Tel. 06.50912242 - fax. 5090300	Commessa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	5-nov-02
Lgo Eleonre 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	6-nov-02

Dati identificativi	Codice sondaggio	S28
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	4
	Da m a m	15,00 - 20,00



sigla alfanumerica binaria

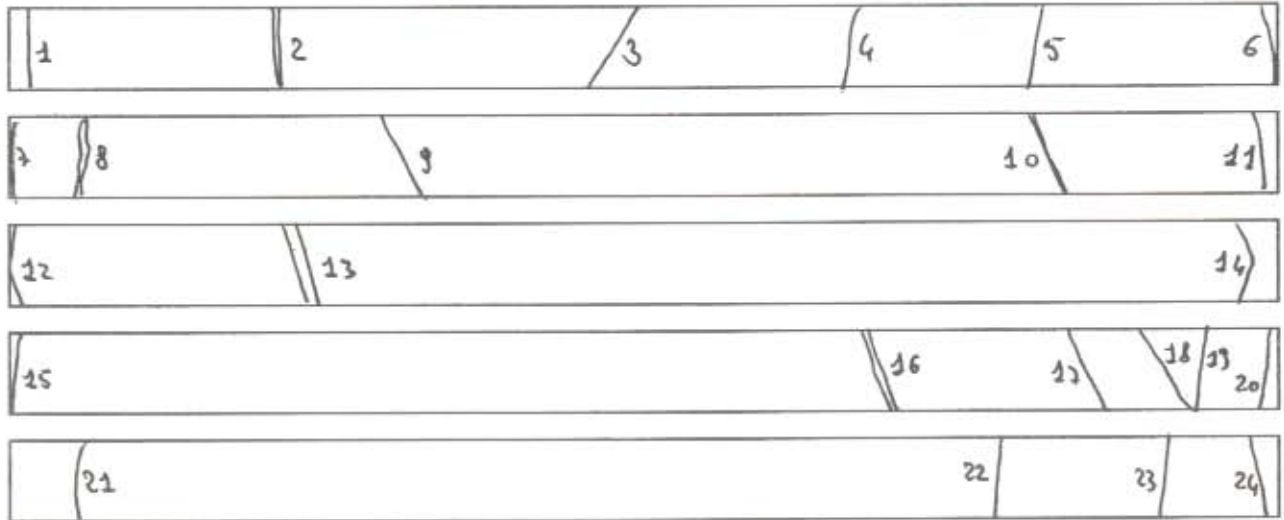
Modulo di discontinuità'			A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
n°	tipo	angolo *								
1	s	0	1	4	-	-	4	3	15,4	
2-4	m	irr	1	8	-	-	4	?	15,6 - 15,8	
5-6	s	0	1	4	-	-	4	3	16,4	
7	m	irr	1	8	-	-	4	3	16,5	
8	s	30	3	3	-	-	4	3	17,1	
9-10	m	irr	1	8	-	-	4	3	17,4	
11-12	s	30	3	3	-	-	4	3	17,5 - 17,9	
13-15	m	irr	1	8	-	-	4	3	18,2 - 18,3	
16-17	s	30	3	3	-	-	4	3	18,6 - 18,9	
18-19	m	irr	1	8	-	-	4	3	19,1	
20-21	s	0	3	2	-	-	4	3	19,3 - 19,8	
22	m	0	3	2	-	-	4	3	20,0	

- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore

Tel. 06 50912242 - fax. 5090300 <b>GEOstudi srl</b> L.go Bizante 3 - 00124 Roma	<b>Commissa</b> 85_02 <b>Committente</b> Bonifica <b>Cantiere</b> Pedemontana Fabriano - Muccia	<b>V.A.</b> 104 <b>Data inizio:</b> 5-nov-02 <b>Data fine:</b> 6-nov-02
---	---	---

<i>Dati identificativi</i>	Codice sondaggio	S28
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	5
	Da m a m	20,00 - 25,0



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuita'										
n°	tipo	angolo *	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1	m	0	3	3	-	-	4	3	20,0	
2	s	0	1	6	-	-	4	3	20,2	
3	s	40	-	-	1	-	-	-	20,5	
4	s	0	1	6	-	-	4	3	20,8	
6-8	m	0	3	3	-	-	4	3	20,5	
9	s	40	-	-	1	-	-	-	21,0	
10	m	20	1	7	-	-	4	3	21,3	
11-12	m	0	3	3	-	-	4	3	21,8	
13	s	20	2	5	-	-	4	3	22	
14-15	m	0	3	3	-	-	4	3	22,3	
16-19	s	20	2	5	-	-	4	3	23,0	
20-21	m	0	3	3	-	-	4	3	23,7 - 24,0	
22	s	0	3	2	-	-	4	3	24,8	
23-24	m	0	3	3	-	-	4	3	25,0	

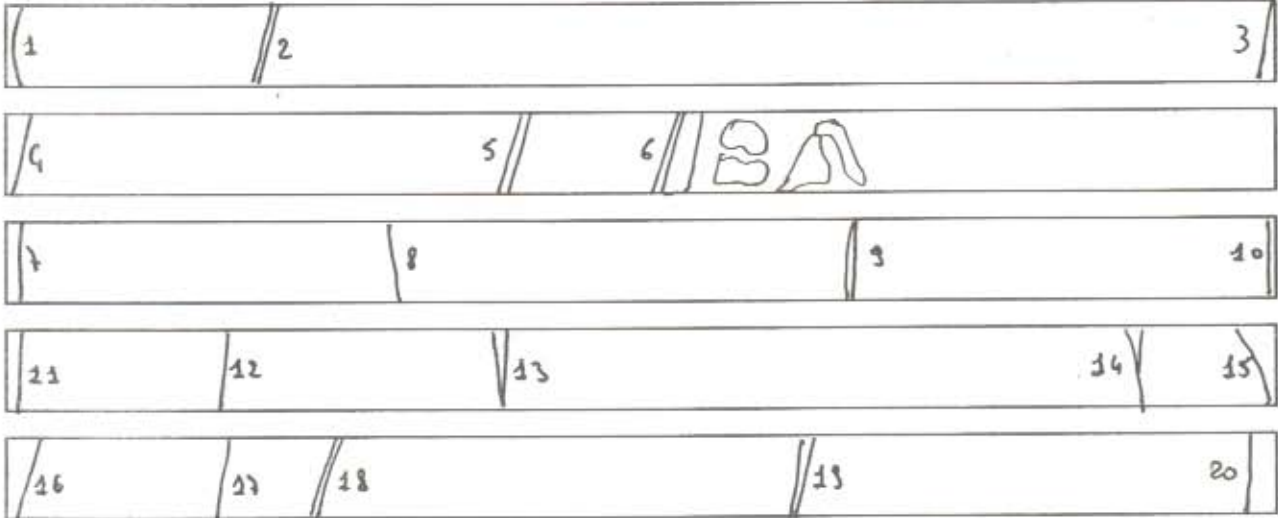
Legenda discontinuita':  
 a Forma  
 b Scabrezza  
 c Apertura  
 d Ossidazione  
 e Riempimento  
 f Tipo riempimento

*[Signature]*  
 L. sperimentatore



Tel. 06 50912342 - fax 50942300 <b>GEOstudi srl</b> Lgo Biancamano 3 - 00124 Roma	<b>Commissa</b> 85_02	<b>V.A.</b> 104
<b>Committente</b> Bonifica	<b>Data inizio:</b> 5-nov-02	<b>Data fine:</b> 6-nov-02
<b>Cantiere</b> Pedemontana Fabriano - Muccia		

<i>Dati identificativi</i>	Codice sondaggio	S28
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	6
	Da m a m	25,0 - 30,0



sigla alfanumerica binaria

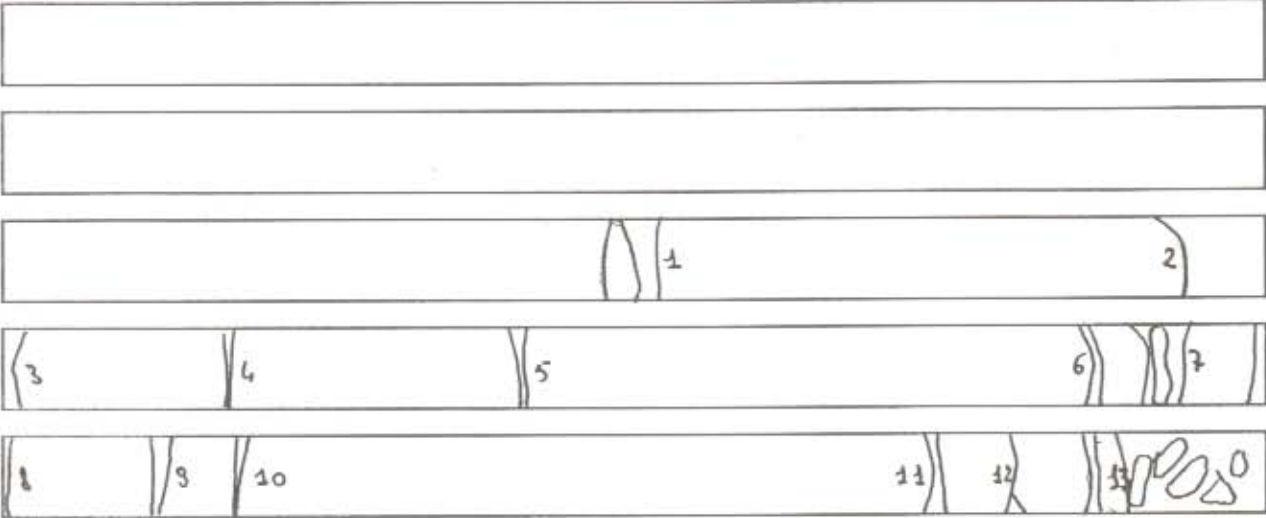
Modulo di discontinuità'										Prof	RQD
n°	tipo	angolo *	A	B	C	D	E	F			
1	m	0	1	3	-	-	4	3	25,0		
2	s	15	3	3	-	-	4	3	25,2		
3-4	m	0	1	3	-	-	4	3	26		
5-6	s	15	3	3	-	-	4	3	26,4 - 36,5		
7	m	0	1	3	-	-	4	3	27,0		
8	s	15	3	3	-	-	4	3	27,4		
9	m	irr	1	7	-	-	-	-	27,7		
10-14	s	15	3	3	-	-	4	3	28,0 - 28,9		
15-17	m	0	1	3	-	-	4	3	29,0 - 29,15		
18	s	irr	2	5	-	-	4	3	29,2		
19-20	m	0	1	3	-	-	4	3	29,7 - 30,0		

- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore

Tel. 06.50957342 - fax. 52993380	Commissa	85_02	V.A.	104
<b>GEOSTUDI srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	30-ott-02
Lgo Dante 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	4-nov-02

Dati identificativi	Codice sondaggio	S29
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	2
	Da m a m	5,00 - 10,00



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità											
n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD	
1-3	m	0	1	8	-	1	4	3	7,5 - 8,0		
4	s	30	3	3	2	1	4	3	8,2		
5-12	m	0	1	8	-	1	4	3	8,4 - 9,8		
13	m	irr	1	4	-	1	4	3	9,9		

Legenda discontinuità:

- a Forma
- b Scabrezza
- c Apertura
- d Ossidazione
- e Riempimento
- f Tipo riempimento

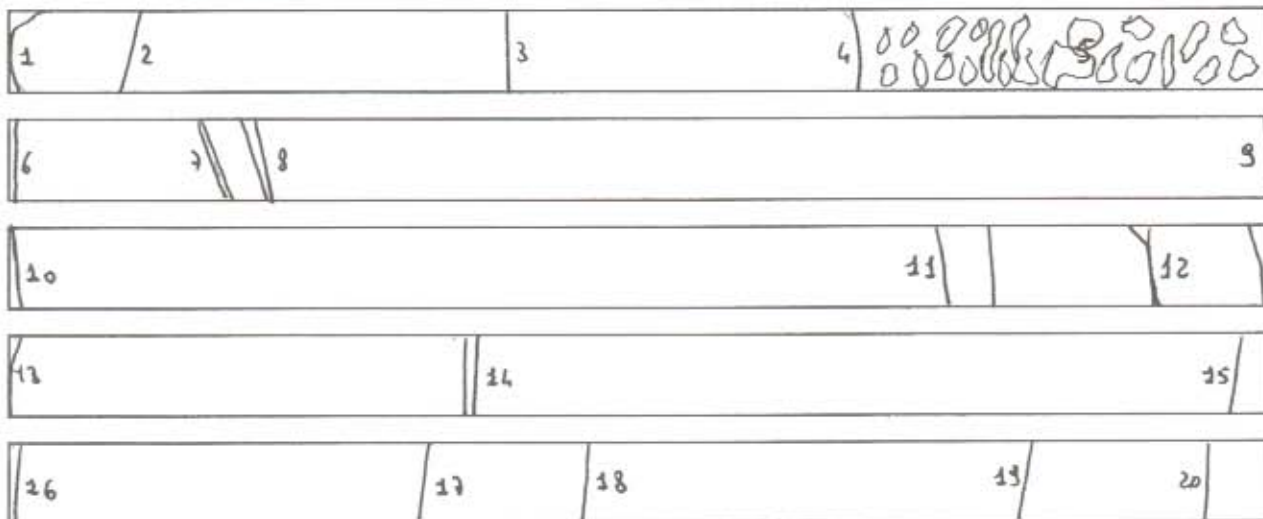
Lo sperimentatore





Tel. 06.50912242 - fax. 50993009 <b>GEOstudi srl</b> Ligo Blante 3 - 00124 Roma	Commissa Committente Cantiere	85_02 Bonifica Pedemontana Fabriano - Muccia	V.A. Data inizio: Data fine:	104 30-ott-02 4-nov-02
---	-------------------------------------	--	------------------------------------	------------------------------

Dati identificativi	Codice sondaggio	S29
	Quota boccaforo	
	Cassetta n	4
	Da m a m	15,00 - 20,00



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità			A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
n°	tipo	angolo °								
1	m	0	1	3	2	1	4	3	15,0	
2-3	s	10	3	4	1	1	4	3	15,05 - 15,4	
4	m	0	1	3	2	1	4	3	15,6	
5	rimaneggiato								15,8 - 16,0	
6	m	0	1	3	2	1	4	3	16,0	
7-16	s	10	3	4	1	1	4	3	16,2 - 19,0	
17-19	s	10	-	-	1	-	-	-	19,4 - 19,8	
20	m	0	1	3	2	1	4	3	20,0	

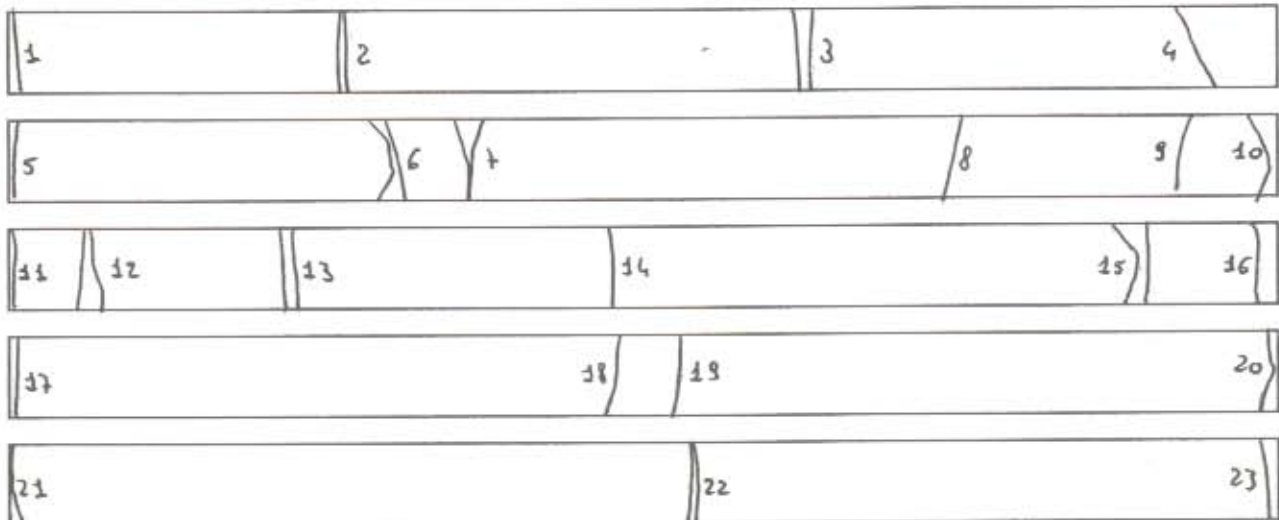
- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore



Tel. 06.50912242 - fax. 5090300 <b>GEOstudi srl</b> L.go Blante 3 - 00124 Roma	Commessa 85_02	V.A. 104
	Committente Bonifica	Data inizio: 30-ott-02
	Cantiere Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine: 4-nov-02

<i>Dati identificativi</i>	Codice sondaggio	S29
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	5
	Da m a m	20,00 - 25,00



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuita'			sigla alfanumerica binaria							Prof	RQD
n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F			
1	m	15	3	3	-	-	4	3	20,0		
2-3	s	0	3	3	2	-	4	3	20,3 - 20,6		
4-5	m	15	3	3	-	-	4	3	21,0		
6-7	m	irr	1	8	3	-	4	3	21,4		
8	m	10	1	4	2	-	4	3	21,7		
9-12	m	irr	1	8	-	-	4	3	21,9 - 22,1		
13-17	s	0	3	3	2	-	4	3	22,3 - 23,0		
18	s	15	-	-	1	-	-	-	23,5		
19-22	s	0	3	3	2	-	4	3	23,55 - 25,0		

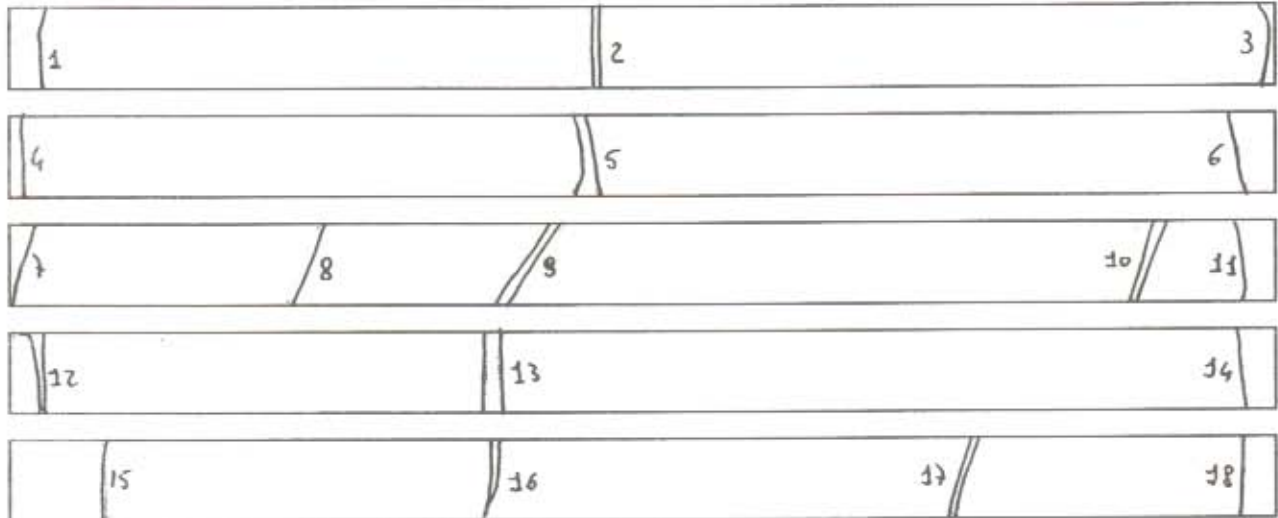
- Legenda discontinuita':
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento



Lo sperimentatore

Tel. 06.59913242 - Fax. 5090300	Commessa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	30-ott-02
Lgo Diavola 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	4-nov-02

<b>Dati identificativi</b>	Codice sondaggio	S29
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	6
	Da m a m	25,00 - 30,00



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità'			A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
n°	tipo	angolo °								
1-4	s	0	3	3	2	-	4	3	25,0 - 25,6	
5	s	15	3	4	1	-	4	3	26,5	
6-12	s	35	1	7	2	-	4	3	27,0 - 28,0	
13	s	15	3	4	1	-	4	3	28,4	
14-18	s	5	1	4	2	-	4	3	29,0 - 30,0	

- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

  
 Lo sperimentatore



Tel. 06.50912242 - Fax. 5092306	Commissa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	28-ott-02
Lgo Dante 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	30-ott-02

Dati identificativi	Codice sondaggio	S30
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	3
	Da m a m	10,00 - 15,20

2 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9

sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuita'

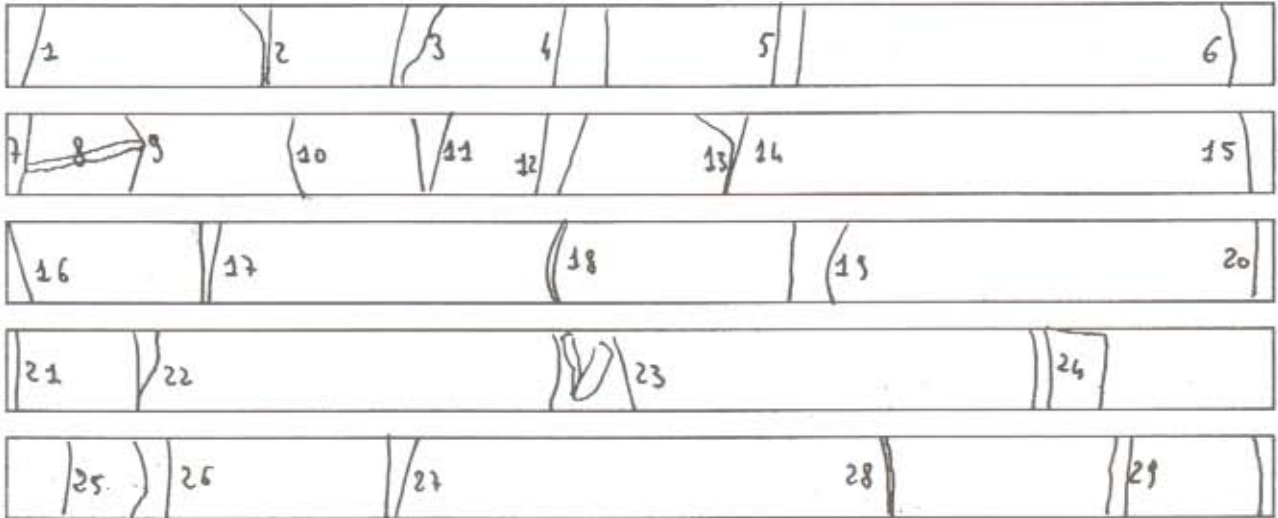
n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1	m	15	1	3	-	1	1	3	10,0	
2	m	10	1	4	-	1	1	3	10,2 - 10,4	
3	m	-	-	-	-	1	-	-	11,0	
4	m	10	1	3	-	1	4	-	11,6	
5	m	15	1	4	-	1	4	-	12,0	
6	m	10	1	3	-	1	4	-	12,1	
7	m	-	-	-	-	1	-	-	12,4	
8	m	15	1	6	-	1	1	3	12,5	
9	m	15	1	7	-	1	1	3	13,2	

- Legenda discontinuita':
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore 

Tel. 06.59912242 - fax 5090300	Commessa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	28-ott-02
Lgo Bionte 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	30-ott-02

Dati identificativi	Codice sondaggio	S30
	Quota boccaforno	
	Cassetta n.	4
	Da m a m	15,20 - 20,5



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità											
n°	tipo	angolo *	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD	
1	s	20	3	3	3	1	4	3	15,2		
2-3	s	irr	2	6	3	1	4	3	15,4 - 15,6		
4-5	fr	10	2	7	3	1	4	3	15,6 - 15,75		
6-7	m	10	1	5	-	1	1	-	16,4		
8	m	90	1	5	-	1	1	-	16,5		
10-13	s	irr	1	9	3	1	4	3	16,5 - 16,7		
14-15	fr	20	3	4	2	1	1	-	17,0 - 17,3		
16	s	irr	1	-	-	1	4	3	17,3		
17	s	20	3	4	3	1	1	-	17,5		
18	m	70	3	5	-	1	4	3	18,0		
19-29	s	10	1	3	1	1	4	3	18,0 - 20,5		

Legenda discontinuità:  
a Forma  
b Scabrezza  
c Apertura  
d Ossidazione  
e Riempimento  
f Tipo riempimento

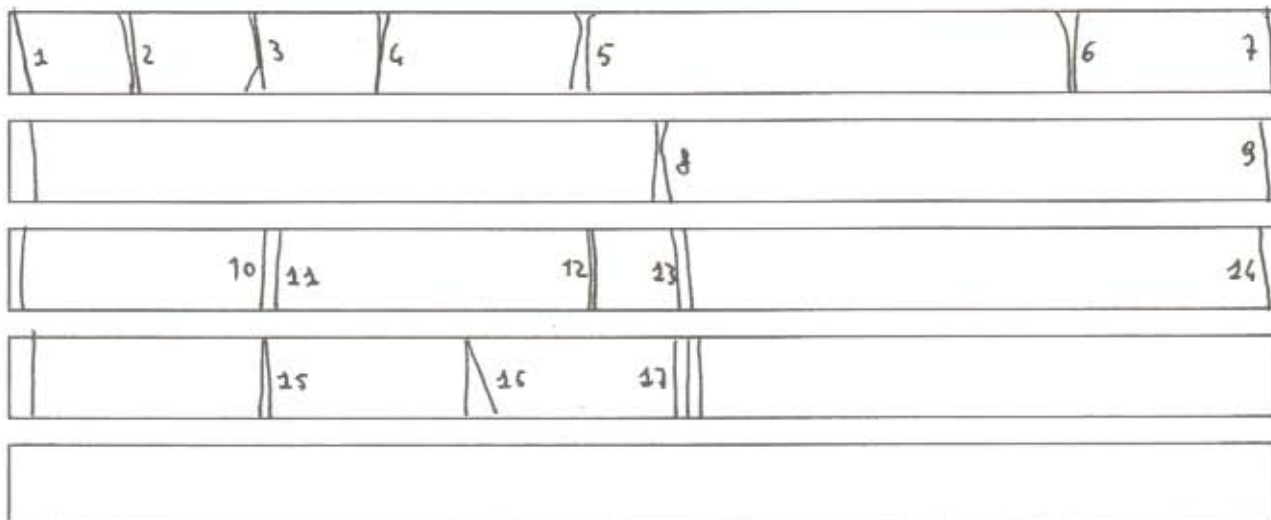
Lo sperimentatore





Tel. 06.50912242 - fax. 5096300	<b>Commessa</b>	85_02	<b>V.A.</b>	104
<b>GEOstudi srl</b>	<b>Committente</b>	Bonifica	<b>Data inizio:</b>	28-ott-02
Lgo Biante 3 - 00124 Roma	<b>Cantiere</b>	Pedemontana Fabriano - Muccia	<b>Data fine:</b>	30-ott-02

<b>Dati identificativi</b>	Codice sondaggio	S30
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	6
	Da m a m	25,2 - 30,0



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità										
n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1	s	15	3	5	-	1	4	3	25,2	
2-4	m	irr	1	4	-	1	-	-	25,4 - 25,6	
5-17	s	15	3	5	-	1	4	3	25,8 - 30,0	

- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore



Tel. 06.50612243 - fax. 5090300	<b>Commissa</b>	85_02	<b>V.A.</b>	104
<b>GEOstudi srl</b>	<b>Committente</b>	Bonifica	<b>Data inizio:</b>	11-nov-02
Lgo Biante 3 - 00124 Roma	<b>Cantiere</b>	Pedemontana Fabriano - Muccia	<b>Data fine:</b>	12-nov-02

<b>Dati identificativi</b>	Codice sondaggio	S34
	Quota boccaloro	
	Cassetta n.	3
	Da m a m	10,0 - 15,0

( 1 )
( 2 )
( 3 )

( 4 )
// 5
// 6
// 7
8
( 9 )

sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità\*

n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1	m	irr	1	7	-	-	-	-	13,5	
2	s	irr	1	3	-	-	4	3	13,6	
3-4	m	irr	1	5	-	-	4	3	14,0	
5-6	m	irr	1	5	-	-	4	3	14,2 - 14,7	
9	m	0	3	2	-	-	4	3	15,0	

Legenda discontinuità:

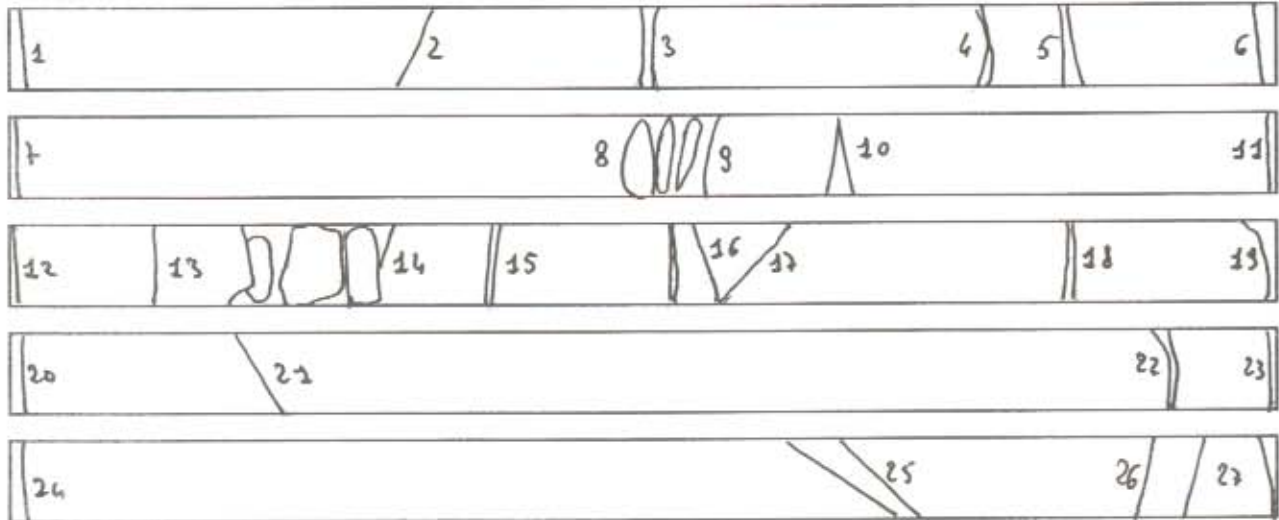
- a Forma
- b Scabrezza
- c Apertura
- d Ossidazione
- e Riempimento
- f Tipo riempimento

Lo sperimentatore



Tel. 06.29112343 - Fax 57553106	<b>Commessa</b>	85_02	<b>V.A.</b>	104
<b>GEOstudi srl</b>	<b>Committente</b>	Bonifica	<b>Data inizio:</b>	11-nov-02
Lgo Elante 3 - 00124 Roma	<b>Cantiere</b>	Pedemontana Fabriano - Muccia	<b>Data fine:</b>	12-nov-02

<b>Dati identificativi</b>	Codice sondaggio	S34
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	4
	Da m a m	15,0 - 20,0



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuita'										
n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1	m	0	3	2	-	-	4	3	15,00	
2	s	10	2	4	-	-	4	3	15,3	
3	m	0	3	2	-	-	4	3	15,5	
4	m	irr	1	7	-	-	4	3	15,8	
5	s	10	2	4	-	-	4	3	15,85	
6-7	m	0	3	2	-	-	4	3	16,0	
8	s	10	2	4	-	-	4	3	16,5	
9-10	m	irr	1	7	-	-	4	3	16,5 - 16,7	
11-12	m	0	3	2	-	-	4	3	17,0	
13	s	10	2	4	-	-	4	3	17,1	
14-16	m	irr	1	7	-	-	4	3	17,2 - 17,65	
17	s	45	3	2	-	-	4	3	17,7	
18	m	irr	1	7	-	-	4	3	17,85	
19-20	m	0	3	2	-	-	4	3	18,0	
21	s	45	3	2	-	-	4	3	18,3	
22-24	m	0	3	2	-	-	4	3	18,9 - 19,0	
25	m	70	1	-	-	-	4	3	19,6	
26-27	m	irr	1	7	-	-	4	3	19,9 - 20,0	

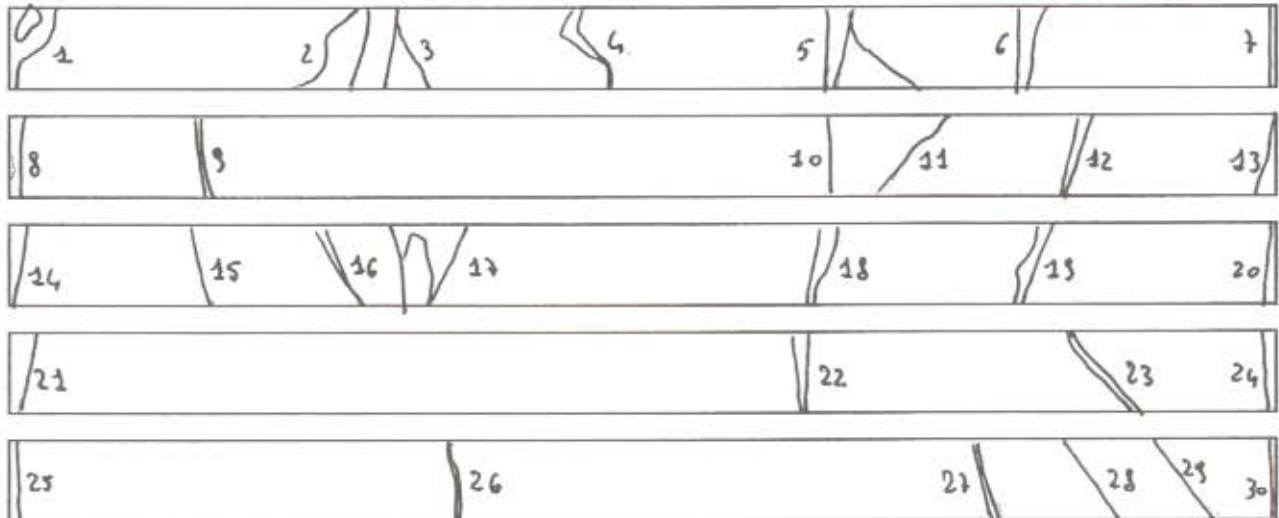
- Legenda discontinuita':
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore



Tel. 06.53912242 - fax. 5096300	Commessa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	11-nov-02
Lgo Bianda 3 - 00134 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	12-nov-02

<b>Dati identificativi</b>	Codice sondaggio	S34
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	5
	Da m a m	20,0 - 25,0



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuita'			A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
n°	tipo	angolo °								
1	m	irr	1	7	-	-	4	3	20,0	
2	m	irr	1	7	-	-	4	3	20,3	
3	s	10	3	2	-	-	4	3	20,4	
4	m	irr	1	7	-	-	4	3	20,5	
5	s	0	3	2	-	-	4	3	20,6	
6	m	irr	1	7	-	-	4	3	20,7	
7-9	m	irr	1	7	-	-	4	3	21,0 - 21,15	
10-14	m	irr	1	7	-	-	4	3	21,5 - 22,0	
15-17	s	30	3	3	-	-	4	3	22,15 - 22,4	
18	m	irr	1	7	-	-	4	3	22,5	
19-22	m	irr	1	7	-	-	4	3	22,8 - 23,6	
23	s	30	3	3	-	-	4	3	23,8	
24-25	m	irr	1	7	-	-	4	3	24,0	
26-27	m	irr	1	7	-	-	4	3	24,4 - 24,75	
28-29	s	30	3	3	-	-	4	3	24,8 - 24,9	
30	m	irr	1	7	-	-	4	3	25	

Legenda discontinuita':  
a Forma  
b Scabrezza  
c Apertura  
d Ossidazione  
e Riempimento  
f Tipo riempimento

Lo sperimentatore





Tel. 06.50912242 - fax. 50993300	Commissa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	7-nov-02
L.go Bianke 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	8-nov-02

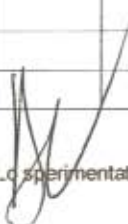
<i>Dati identificativi</i>	Codice sondaggio	S36
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	1
	Da m a m	0,00 - 5,00

( 1                          2 )
3 X 4

sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuita'										
n*	tipo	angolo *	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1-4	m	0	1	3	-	-	4	3	4,3 - 5,0	

- Legenda discontinuita':
- a     Forma
  - b     Scabrezza
  - c     Apertura
  - d     Ossidazione
  - e     Riempimento
  - f     Tipo riempimento

  
 Lo sperimentatore

Tel. 06.50912242 - fax. 5090300 <b>GEOstudi srl</b> Lgo Bianchi 3 - 00124 Roma	Commissa Committente Cantiere	85_02 Bonifica Pedemontana Fabriano - Muccia	V.A. Data inizio: Data fine:	104 7-nov-02 8-nov-02
--	-------------------------------------	--	------------------------------------	-----------------------------

Dati identificativi	Codice sondaggio	S36
	Quota boccaloro	
	Cassetta n.	2
	Da m a m	5,00 - 10,00

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	
20	21	22	23	24

sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità'			A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
n°	tipo	angolo *								
1	m	irr	1	4	-	-	4	3	5,0	
2-4	s	5	1	4	-	-	4	3	5,1 - 5,8	
5-6	m	irr	1	4	-	-	4	3	6,0	
7-8	s	10	3	2	-	-	4	3	6,4 - 6,7	
9	m	irr	1	4	-	-	4	3	6,8	
10-11	m	irr	1	4	-	-	4	3	7,0	
12	s	0	1	-	1	-	4	3	7,3	
13	s	0	3	2	-	-	4	3	7,4	
14	s	10	3	2	-	-	4	3	7,6	
15-16	m	irr	1	4	-	-	4	3	8,0	
17-22	s	15	3	2	-	-	4	3	8,5 - 9,5	
23-24	m	15	3	3	-	-	1	-	9,8 - 10,0	

Legenda discontinuità:

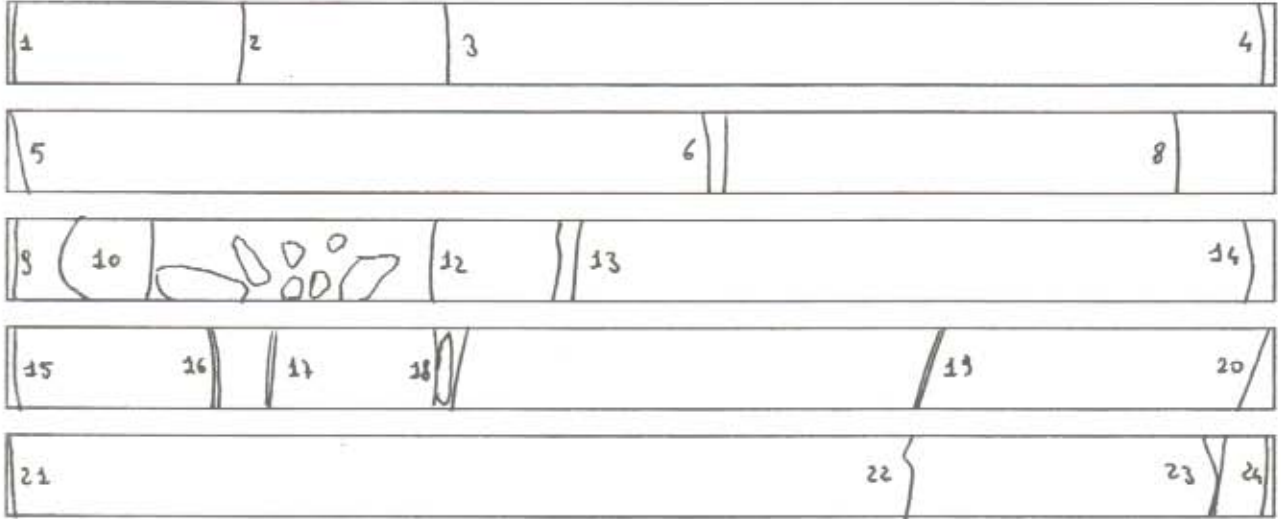
- a Forma
- b Scabrezza
- c Apertura
- d Ossidazione
- e Riempimento
- f Tipo riempimento

Lo sperimentatore



Tel. 06.50912342 - fax. 5090300 <b>GEOstudi srl</b> Lgo Dante 3 - 00124 Roma	<b>Commessa</b> 85_02	<b>Committente</b> Bonifica	<b>V.A.</b> 104
	<b>Cantiere</b> Pedemontana Fabriano - Muccia	<b>Data inizio:</b> 7-nov-02	<b>Data fine:</b> 8-nov-02

<b>Dati identificativi</b>	Codice sondaggio	S36
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	3
	Da m a m	10,00 - 15,00



sigla alfanumerica binaria

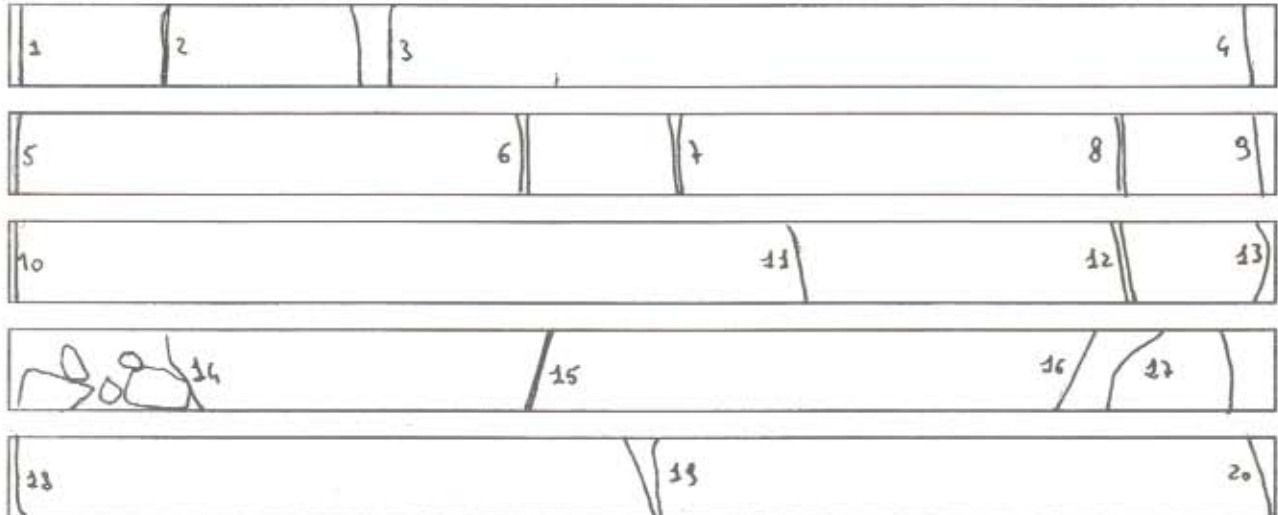
Modulo di discontinuità'											
n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD	
1	m	15	3	3	-	-	1	-	10,0		
2-3	s	0	3	2	-	-	4	3	10,2 - 10,4		
4-5	m	15	3	3	-	-	1	-	11,0		
6	s	15	3	2	-	-	4	3	11,6		
8-9	m	15	3	3	-	-	1	-	12,0		
10	m	70	3	5	-	-	4	3	12,1		
12	m	irr	1	8	-	-	4	3	12,4		
13	s	0	3	2	-	-	4	3	12,5		
14-15	m	15	3	3	-	-	1	-	13,2		
16-18	s	10	1	4	-	-	4	3	13,4 - 13,6		
19	s	15	3	2	-	-	4	3	13,9		
20-21	m	15	3	3	-	-	1	-	14,2		
22	s	irr	1	8	-	-	4	3	14,7		
23-24	m	15	3	3	-	-	1	-	14,9 - 15,0		

- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore 

Tel. 06.57012342 - fax. 3090300	Commessa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	7-nov-02
Lgo Bianchi 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	8-nov-02

<i>Dati identificativi</i>	Codice sondaggio	S36
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	4
	Da m a m	15,00 - 20,00



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità'

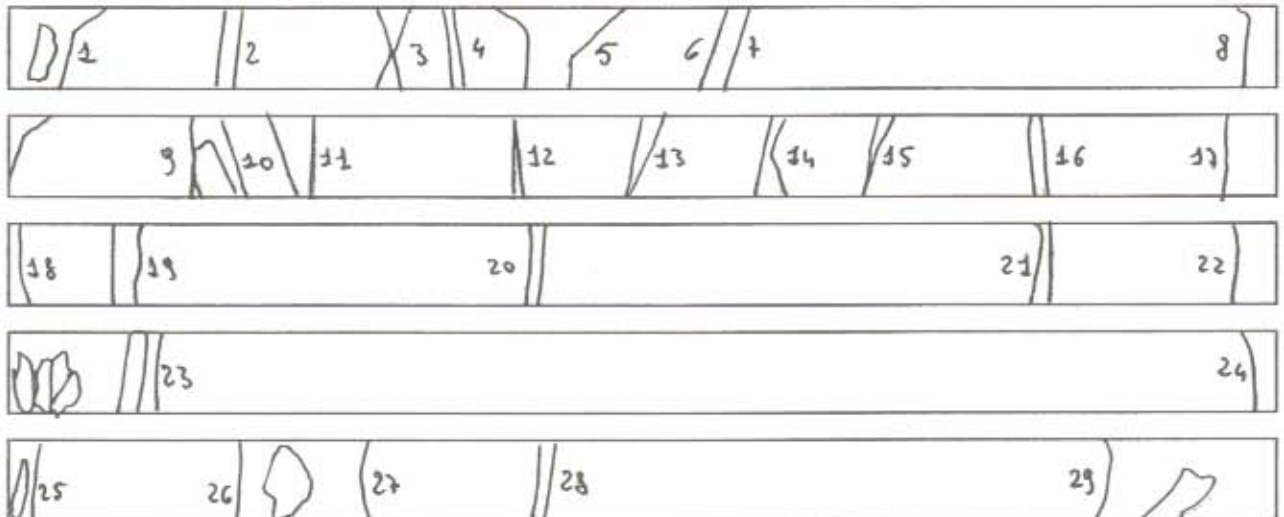
n°	tipo	angolo °	A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1	m	15	3	3	-	-	1	-	15,0	
2	m	0	2	4	-	-	4	3	15,2	
3	s	0	3	3	-	-	4	3	15,3	
4-5	m	15	3	3	-	-	1	-	16,0	
6-8	m	0	2	4	-	-	4	3	16,5 - 16,85	
9-10	m	15	3	3	-	-	1	-	17,0	
11-12	s	15	3	3	-	-	4	3	17,7 - 17,9	
14	m	irr	1	9	-	-	4	3	18,2	
15-16	s	20	3	3	-	-	4	3	18,5 - 18,9	
17-18	m	10	1	5	-	-	4	3	19,0	
19-20	m	10	1	5	-	-	4	3	19,5 - 20,0	

- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

*[Handwritten Signature]*  
 Lo sperimentatore

Tel. 06.50912242 - fax. 5096399	<b>Commessa</b>	85_02	<b>V.A.</b>	104
<b>GEOstudi srl</b>	<b>Committente</b>	Bonifica	<b>Data inizio:</b>	7-nov-02
Lgo Biante 3 - 00124 Roma	<b>Cantiere</b>	Pedemontana Fabriano - Muccia	<b>Data fine:</b>	8-nov-02

<b>Dati identificativi</b>	Codice sondaggio	S36
	Quota boccafioro	
	Cassetta n.	5
	Da m a m	20,00 - 25,00



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità			A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
1-6	m	ir	1	7	-	-	4	3	20,0 - 20,7	
7	s	40	3	2	-	-	4	3	20,75	
7-22	m	ir	1	7	-	-	4	3	21,0 - 23,0	
23-26	s	20	1	2	-	-	4	3	23,2 - 24,3	
27-29	m	D	1	5	-	-	4	3	24,4 - 25,0	

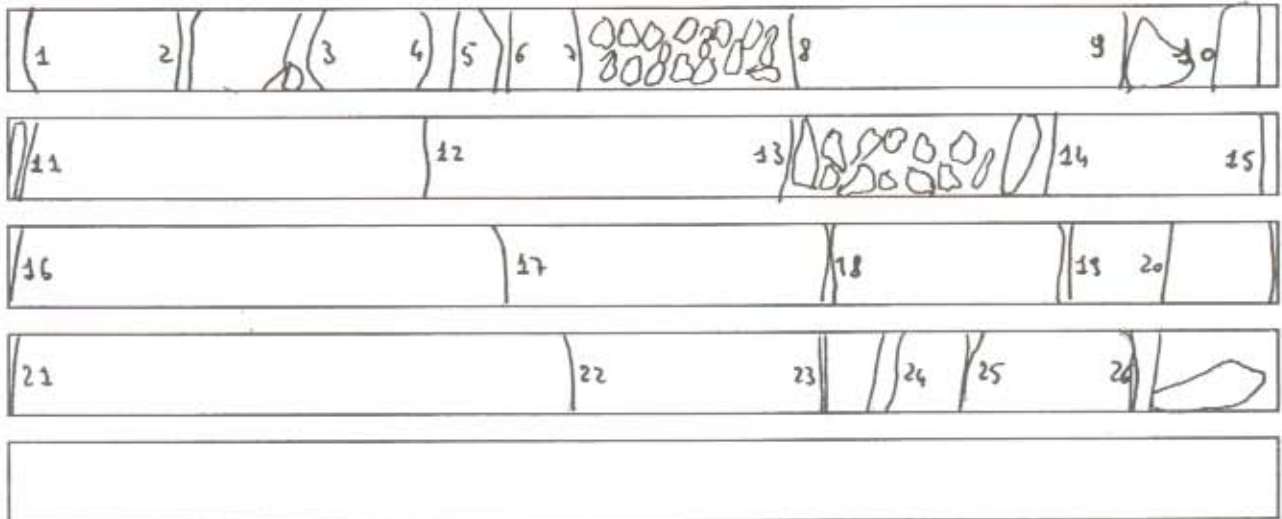
- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore 



Tel. 06.50112242 - fax. 5090300	Commissa	85_02	V.A.	104
<b>GEOstudi srl</b>	Committente	Bonifica	Data inizio:	7-nov-02
L.go Biante 3 - 00124 Roma	Cantiere	Pedemontana Fabriano - Muccia	Data fine:	8-nov-02

Dati identificativi	Codice sondaggio	S36
	Quota boccaforo	
	Cassetta n.	6
	Da m a m	25,00 - 30,00



sigla alfanumerica binaria

Modulo di discontinuità'			A	B	C	D	E	F	Prof	RQD
n°	tipo	angolo °								
1-11	m	irr	1	5	-	-	4	3	25,0 - 26,5	
12	s	2	3	2	-	-	4	3	26,80	
13-16	m	irr	1	7	-	-	4	3	27,0 - 27,5	
17-26	m	10	3	3	-	-	4	3	28,0 - 29,5	

- Legenda discontinuità:
- a Forma
  - b Scabrezza
  - c Apertura
  - d Ossidazione
  - e Riempimento
  - f Tipo riempimento

Lo sperimentatore



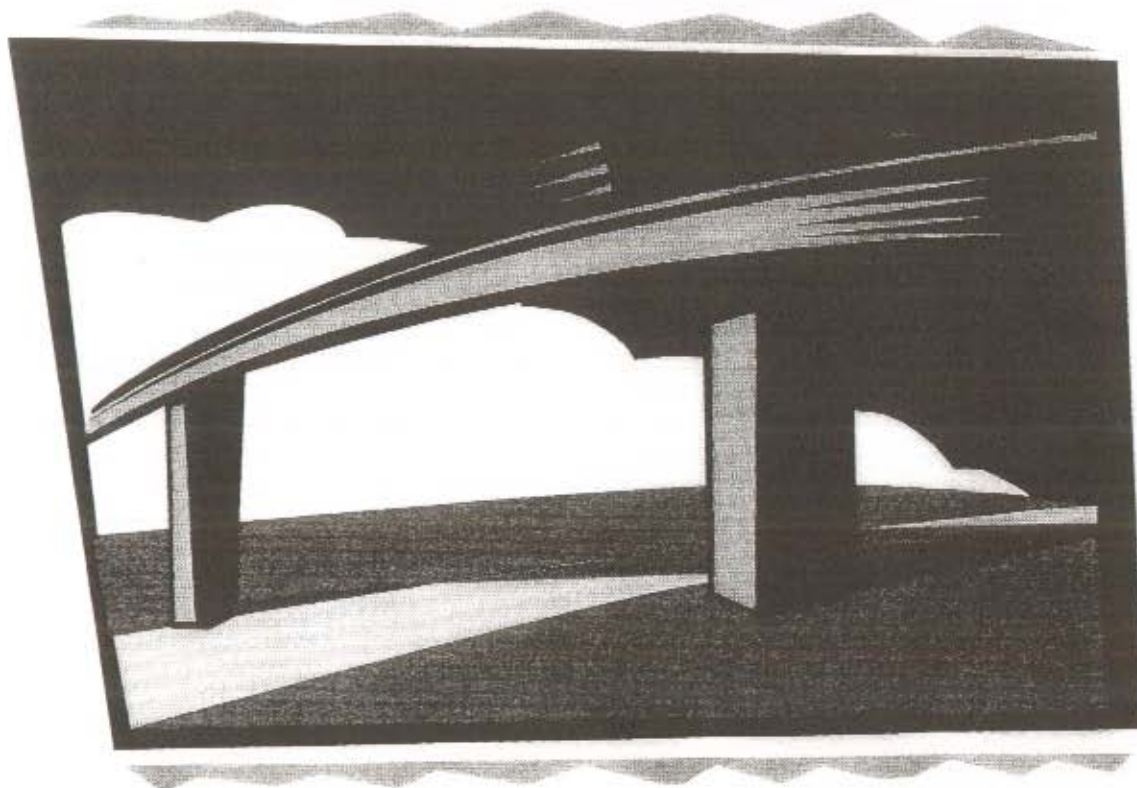
Regione  
**Marche**



**PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA E SIA  
DELLA STRADA PEDEMONTANA (FABRIANO – MUCCIA),  
PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL 1° LOTTO  
(FABRIANO – MATELICA)**

**PROGETTO PRELIMINARE**

**BONIFICA S. p. A. - ROMA**



**STRATIGRAFIE E PROVE S.P.T.**



**ALBANESE PERFORAZIONI**  
MICROPALI – PALI – TIRANTI – INDAGINI GEOGNOSTICHE  
E GEOFISICHE – RICERCHE IDRICHE  
**CAMPOBASSO**

**DIAGRAMMA DI PROVE - PENETROMETRO "S. P. T."**

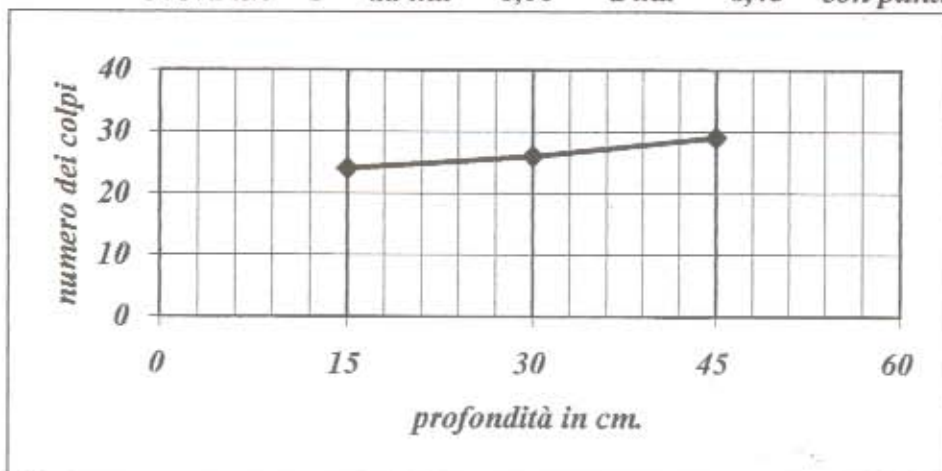
*Strada Pedemontana Fabriano - Muccia*

**SONDAGGIO 31 - Galleria Artificiale "FEGGIANO"**

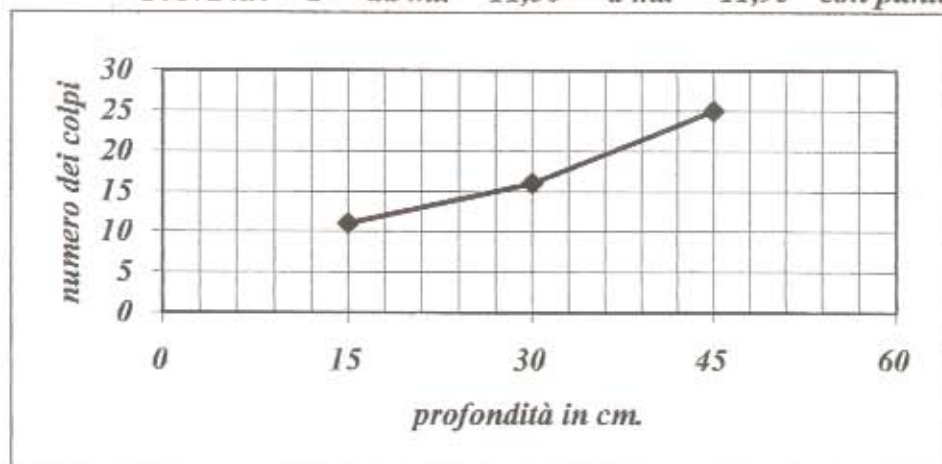
Peso massa battente 63,40 Kg

Altezza di caduta 75,00 cm.

*Prova nr. 1 da mt. 6,00 a mt. 6,45 con punta*

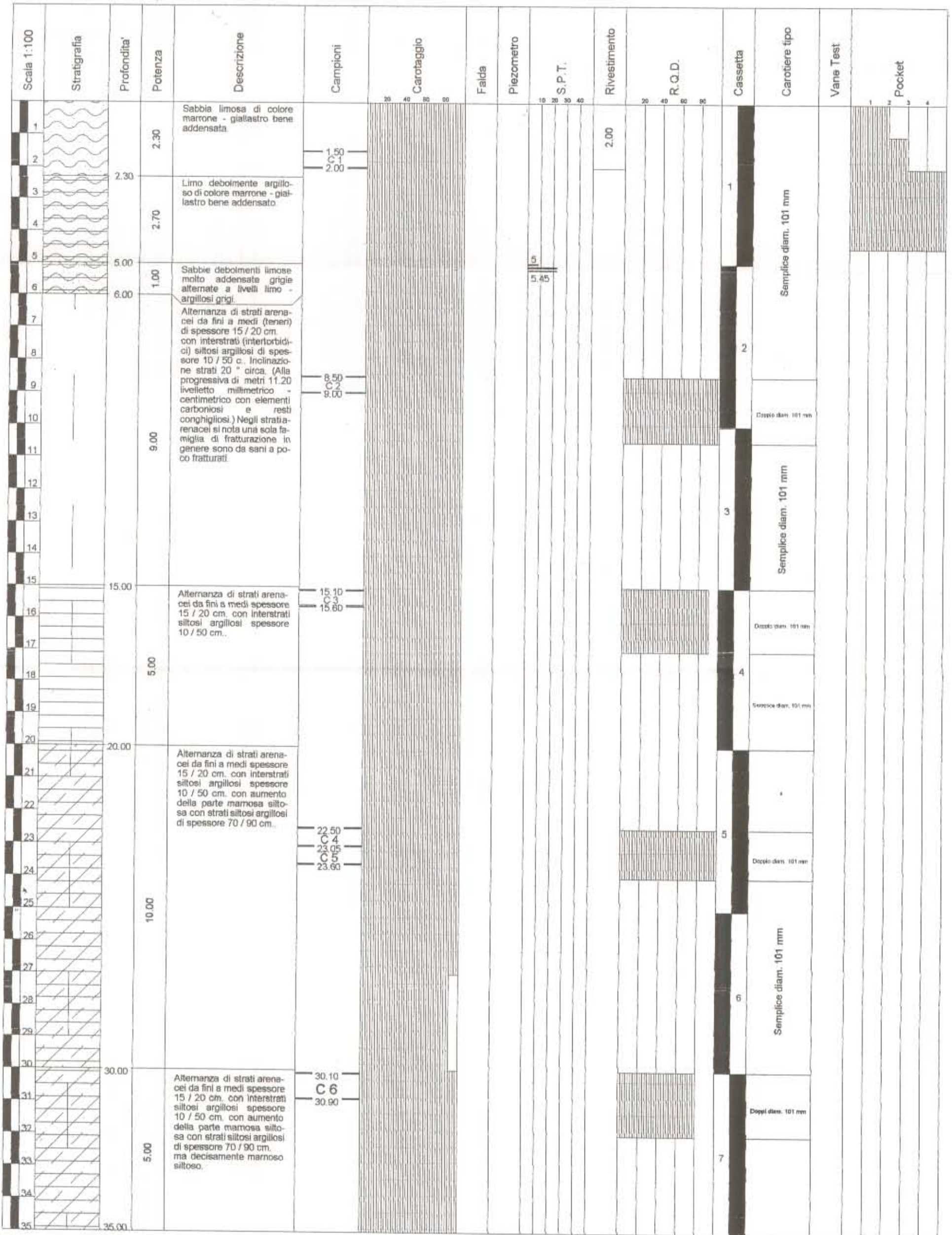


*Prova nr. 2 da mt. 11,50 a mt. 11,95 con punta*





Cantiere Strada Pedemontana - Fabriano - Muccia	N. sondaggio 32 - Viadotto Vallone
Committente BONIFICA S.p.A. - Roma	Scala sondaggio 1 : 100
Perforatore F. DE MARIA - D. PASQUALE	Geologo Dottor Domenico FAZIOLI
Coord. Geometra Antonio ARMAGNO	Quota (p.c.) \ 317,00
Metodo perf. a rotaz. e carot. cont. diam. 101 mm	Data ultimazione 24 ottobre 2002



S.P.T. : 1) mt. 5.00 = 8 / 23 / 23 con punta;  
 Note : Campioni indisturbati : nr. 1 con Shelby;  
 2 / 3 / 4 / 5 / 6 da doppio carotiere;  
 Livello di falda non presente

**DIAGRAMMA DI PROVE - PENETROMETRO "S. P. T."**

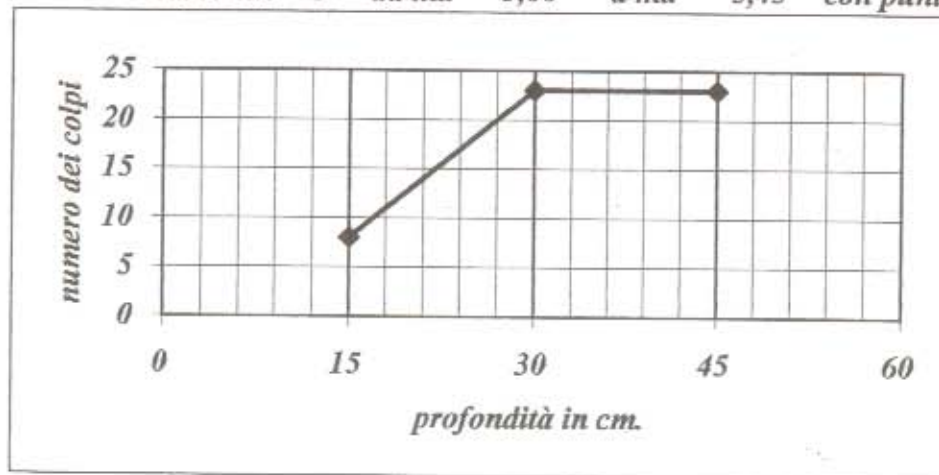
*Strada Pedemontana Fabriano - Muccia*

**SONDAGGIO 32 - Viadotto "VALLONE"**

Peso massa battente 63,40 Kg

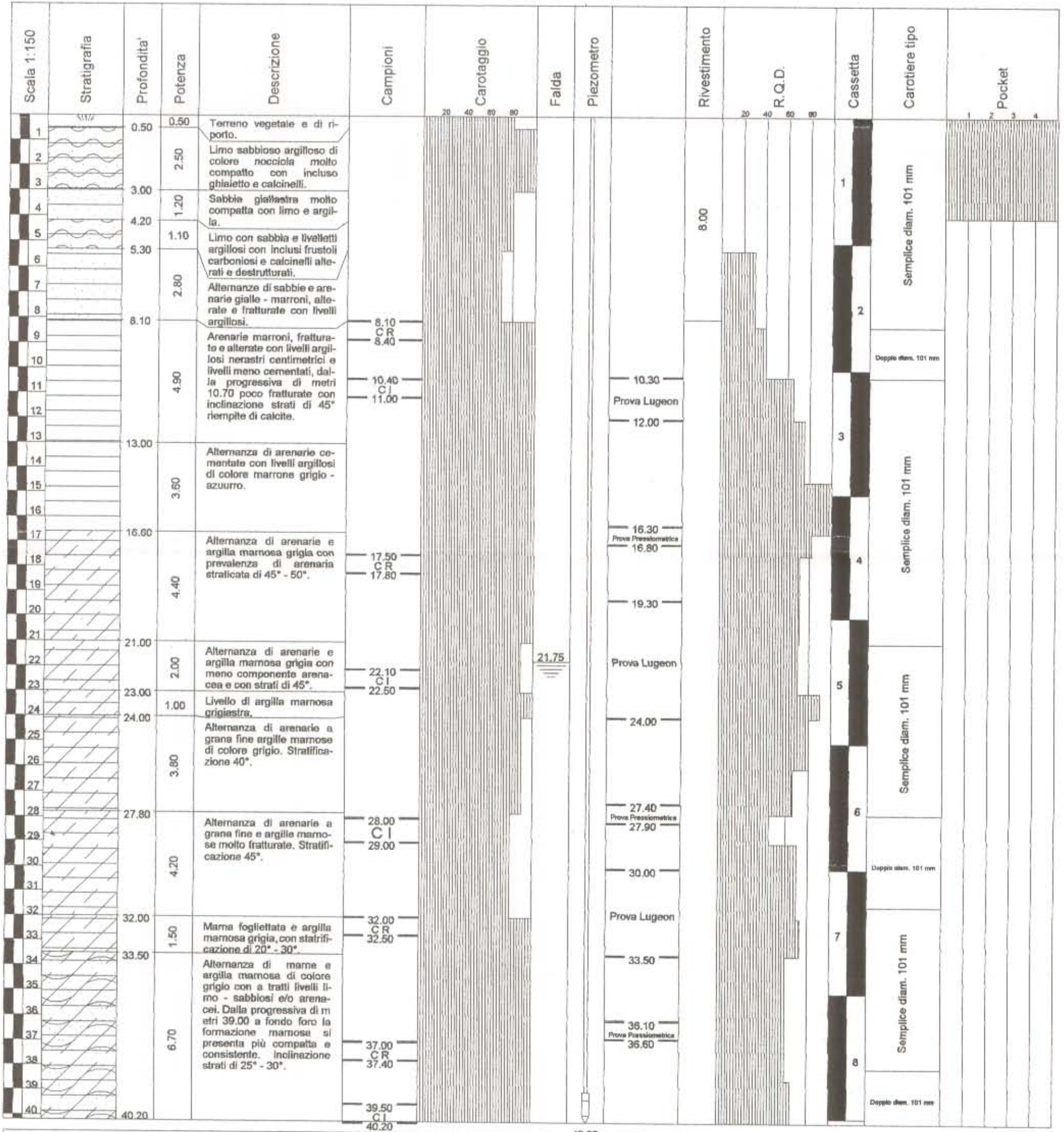
Altezza di caduta 75,00 cm.

*Prova nr. 1 da mt. 5,00 a mt. 5,45 con punta*





Cantiere Strada Pedemontana - Fabriano - Muccia	N. sondaggio 33 - Galleria Naturale "SANT'ANNA"
Committente BONIFICA S.p.A. - Roma	Scala sondaggio 1 : 150
Perforatore F. DE MARIA - D. PASQUALE	Geologo Dottor Domenico FAZIOLI
Coord. Geometra Antonio ARMAGNO	Quota (p.c.) \ 375,00
Metodo perf. a rotaz. e carot. cont. diam. 101 mm	Data ultimazione 08 novembre 2002



Note : Campioni indisturbati : nr. 1 / 2 / 3 da doppio carotiere;





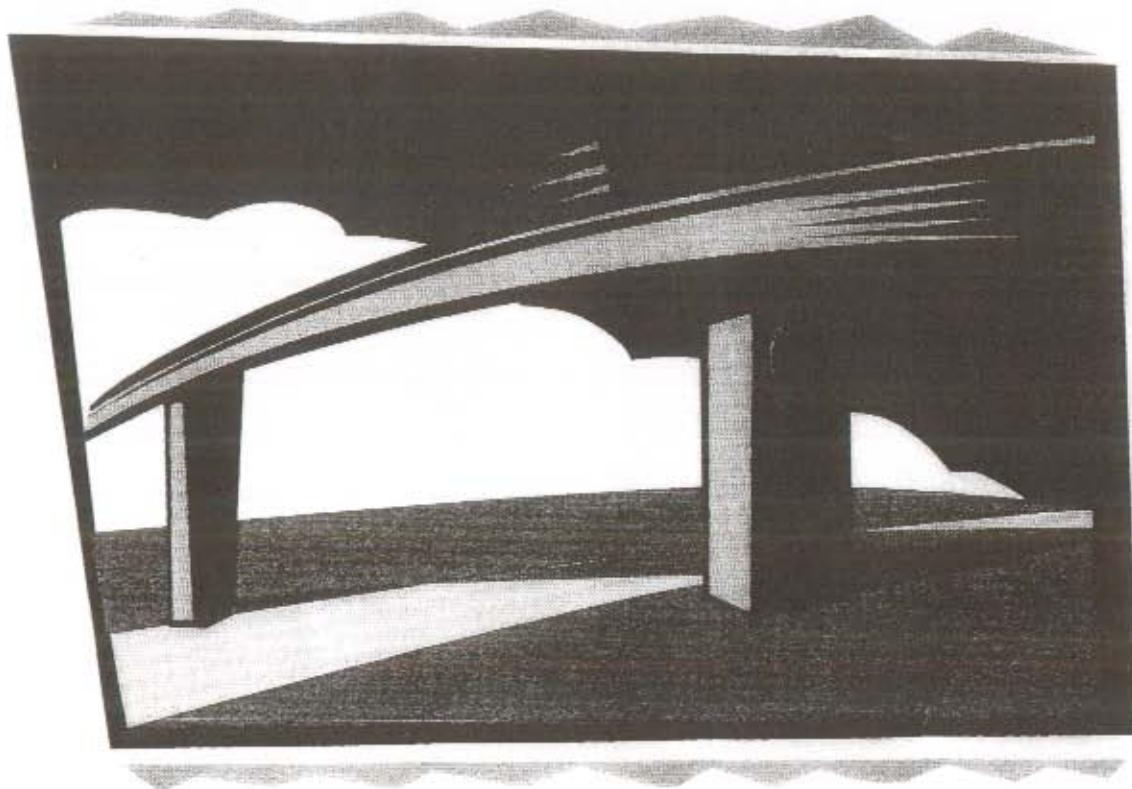
Regione  
**Marche**



**PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA E SIA  
DELLA STRADA PEDEMONTANA (FABRIANO – MUCCIA),  
PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL 1° LOTTO  
(FABRIANO – MATELICA)**

**PROGETTO PRELIMINARE**

**BONIFICA S. p. A. - ROMA**

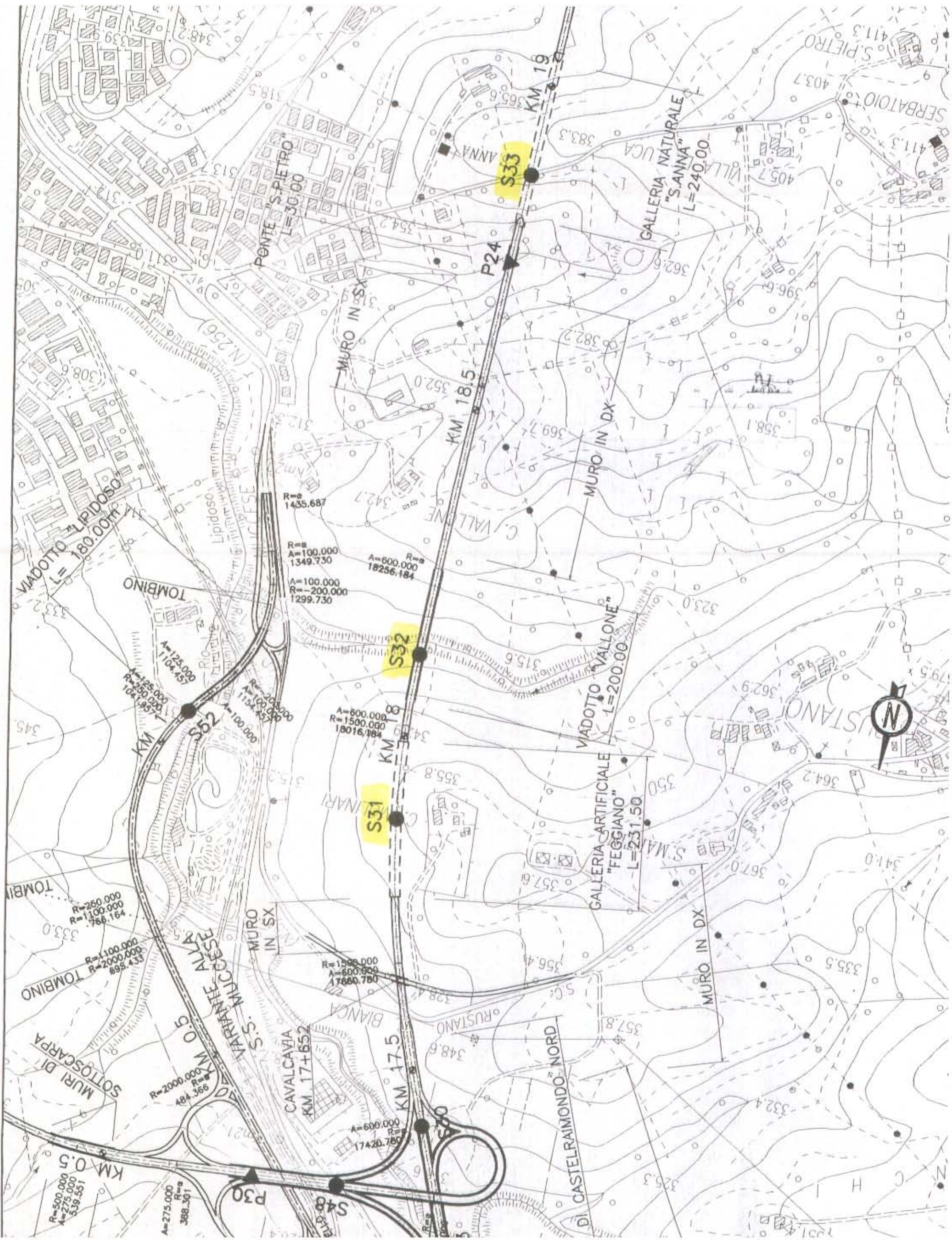


**PLANIMETRIE UBICAZIONE SONDAGGI**

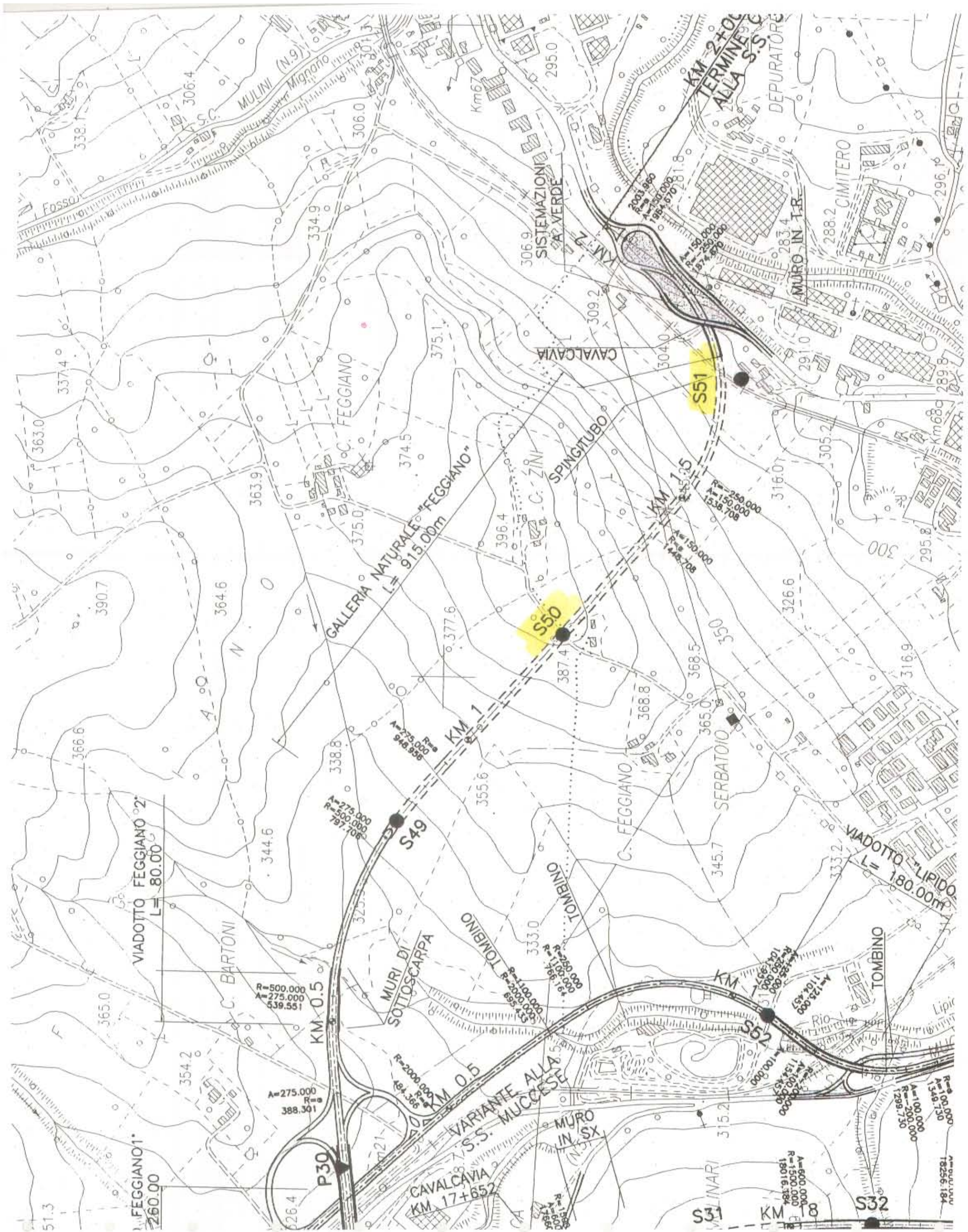


**ALBANESE PERFORAZIONI**  
MICROPALI – PALI – TIRANTI – INDAGINI GEOGNOSTICHE  
E GEOFISICHE – RICERCHE IDRICHE  
**CAMPOBASSO**

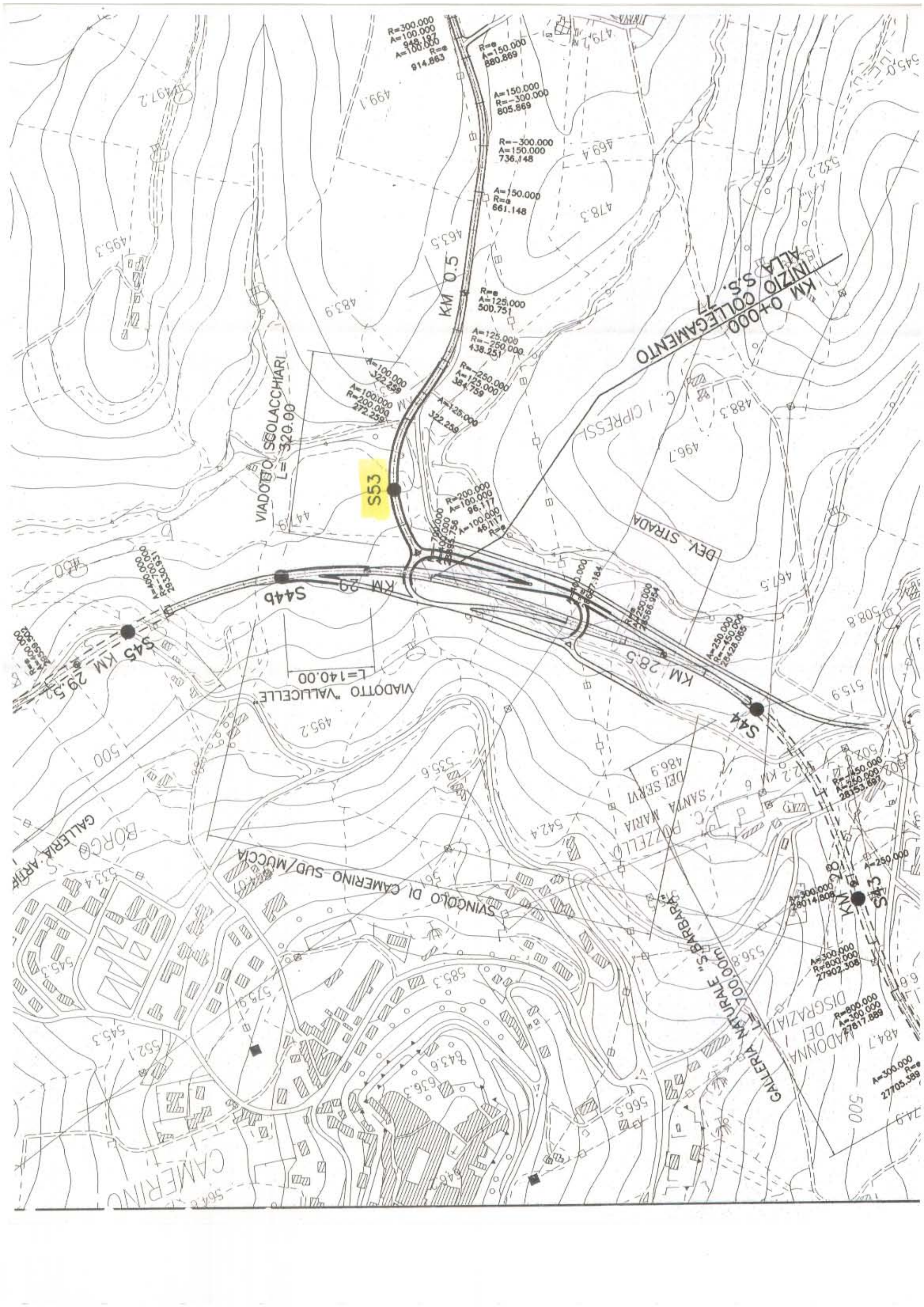
















Regione  
Marche



**PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA E SIA  
DELLA STRADA PEDEMONTANA (FABRIANO – MUCCIA),  
PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL 1° LOTTO  
(FABRIANO – MATELICA)**

**PROGETTO PRELIMINARE**

**BONIFICA S. p. A. - ROMA**



**PROVE “PRESSIOMETRICHE” E “LUGEON”**



**ALBANESE PERFORAZIONI**  
MICROPALI – PALI – TIRANTI – INDAGINI GEOGNOSTICHE  
E GEOFISICHE – RICERCHE IDRICHE

**CAMPOBASSO**



**PROVE PRESSIOMETRICHE M P M**





# Strada Pedemontana Fabriano - Muccia

Progetto definitivo

Prove Pressiometriche su roccia in foro di sondaggio novembre dicembre 2002

Relazione illustrativa

---

## INDICE

1.0 Premessa	Pag.	2
2.0 Strumentazione		2
3.0 Modalità' operative		3
4.0 Interpretazione teorico sperimentale dei risultati		4
5.0 Presentazione dei risultati		5

## ALLEGATI

Tablelle dati riassuntive dei risultati delle prove MPM

Diagrammi rappresentativi dei risultati delle prove MPM

Elaborati delle prove pressiometriche MPM

Tarature strumentali

# Strada Pedemontana Fabriano - Muccia

Progetto definitivo  
Prove Pressiometriche su roccia in foro di sondaggio novembre - dicembre 2002  
Relazione illustrativa

---

## 1.0 PREMESSA

Durante la campagna di indagini geotecniche eseguite dalla società ALBANESE PERFORAZIONI con sede in via Carducci, 85 - Campobasso, finalizzate al progetto definitivo per la realizzazione della strada Pedemontana Fabriano - Muccia redatto dalla società BONIFICA s.p.a. di Roma, sono state esperite dallo scrivente n° 6 prove pressiometriche su roccia in foro di sondaggio su N° 2 verticali di indagine (S33 ed S50).

Tali prove sono state mirate essenzialmente alla misura della deformabilità in sito dei litotipi investigati mediante esecuzione di cicli di scarico-ricarico, al fine di contribuire al dimensionamento del rivestimento delle gallerie stradali in progetto.

Come richiesto dalla Direzione Lavori, durante l'esecuzione delle prove si è generalmente eseguito un ciclo di scarico-ricarico in corrispondenza del valore della tensione verticale in sito stimata ed un ciclo di scarico-ricarico a maggiori deformazioni.

## 2.0 STRUMENTAZIONE

La campagna di prove pressiometriche è stata eseguita mediante l'impiego della seguente strumentazione ed osservando come riferimenti le sottoriportate modalità operative:

Pressiometro : pressiometro da roccia volumetrico da 100 bars, con messa in pressione e regolazione di tipo pneumatico, dotato di cavi a bassa deformazione; produzione dicembre 1998.

Controllore Pressione - Volumi: manometri ( fabbrica costruttrice: Blonduelle - Parigi ) ad alta precisione da 6, 25, 60 e 100 bar di fondo scala e volumetro con lettura deformazioni in alta precisione ( sensibilità = 0,02 cmc).

Sonde pressiometriche e carotiere: tricellulari e monocellulari di diametro nominale  $\phi = 60 - 70$  mm dotate di guaina esterna rinforzata lamellata e membrana interna in gomma tenera; Carotiere semplice  $\phi$  est = 65 76 mm

Energizzatore: bombola ad azoto in pressione 300 bar con rubinetto di mandata e manometro;

Procedure di riferimento per la esecuzione delle prove:



# Strada Pedemontana Fabriano - Muccia

Progetto definitivo

Prove Pressiometriche su roccia in foro di sondaggio novembre - dicembre 2002

Relazione illustrativa

---

ASTM (D4719 - 87)

MENARD Centre d'études géotechniques Menard D 60 (rev. 1988)

## 3.0 MODALITÀ' OPERATIVE

La prova pressiométrica MPM consiste nella immissione in foro di sondaggio di una sonda cilindrica tricellulare dilatabile collegata ad un controllore pressione - volume posto in superficie e collegato al sistema di energizzazione rappresentato da una bombola di azoto a 200 bar.

La deformazione del tratto di terreno sottoposto a prova viene ottenuta immettendo un liquido in pressione all'interno della cella di misura posta nella zona mediana della sonda pressiométrica; essa, durante la prova, si comporta come una cavità cilindrica in espansione la cui geometria è correttamente mantenuta dalle opportune pressioni applicate alle celle di guardia, poste superiormente ed inferiormente alla stessa cella di misura.

In tal modo si ottiene un tensore degli sforzi piano con sforzo principale orientato orizzontalmente, il cui valore, viene misurato in superficie mediante manometri di precisione a scale differenziate nonché corretto in funzione delle inerzie proprie del sistema di espansione e della profondità dell'eventuale acqua presente nel foro all'atto della prova.

La rilevazione della deformazione del terreno viene eseguita direttamente in superficie mediante sistema volumetrico dotato di sensibilità *normale* od in *alta precisione*; tale meccanismo si rende necessario in funzione delle diverse tipologie di prova (*prova su terreno* o *prova su roccia*), ed il valore ricavato viene successivamente depurato della dilatabilità propria dei tubi di immissione.

Applicando una serie di gradini di pressione, mantenuti costanti per determinati intervalli di tempo (*stress controlled*), e, rilevandone conseguentemente la deformazione, si ottiene una curva sforzo - deformazione in sito.

Durante il corso di ogni prova pressiométrica si è proceduto ad eseguire, come già citato in premessa, una coppia di cicli di scarico-ricarico ove determinare il modulo di elasticità in sito a sollecitazioni note.

Di particolare importanza per l'esecuzione di una corretta modalità di prova è stat l'esecuzione del foro che è avvenuta secondo tecnologie diversificate in funzione della litologia e sotto la diretta supervisione

# Strada Pedemontana Fabriano - Muccia

Progetto definitivo

Prove Pressiometriche su roccia in foro di sondaggio novembre - dicembre 2002

Relazione illustrativa

del tecnico strumentista; in tal modo è possibile effettuare prove pressiométriche con estrema versatilità, dai terreni poco consistenti sino alle rocce compatte caratterizzate da moduli di elasticità sino a 20.000 Mpa (*Centre D'Etudes Geotechniques L. Menard, 1988*).

## 4.0 INTERPRETAZIONE TEORICO - SPERIMENTALE DEI RISULTATI

I principi teorici interpretativi sui quali si fonda l'analisi delle risultanze della prova pressiométrica sono riconducibili alla espansione di una cavità cilindrica secondo le seguenti assunzioni:

- mezzo omogeneo - ortotropo di dimensioni illimitate;
- espansione della cavità secondo simmetria assiale coincidente con l'asse del foro e deformazione piana;
- espansione di tipo quasi statico con incrementi e decrementi di pressione sufficientemente lenti da rendere trascurabili gli effetti delle forze di inerzia;
- comportamento del mezzo secondo una legge elasto - plastico lineare.

I parametri ottenibili dall'analisi della curva pressiométrica sono i seguenti:

Modulo pressiométrico  $E_m$  : trattasi di un modulo secante di deformabilità in condizioni di taglio puro, misurato in un campo di sforzo deviatorico corrispondente alla cosiddetta fase pseudoelastica (quasi linearità sforzi - deformazioni) del materiale avente come limite inferiore e superiore i valori di pressione-volume  $P_o-V_o$  e  $P_f-V_f$ ; questi ultimi corrispondono approssimativamente al termine del tratto di ricompressione iniziale ed all'inizio del campo di deformazione plastica del materiale;

$$E_m = 2(1 + \nu) \cdot V_m \cdot DP/DV$$

con

$\nu$  = indice di Poisson del terreno

$V_m$  = volume medio della cavità nell'intervallo di pressione DP

DP = Intervallo di pressione nel campo pseudoelastico

DV = intervallo di deformazione nel campo pseudoelastico

Il prodotto in ultima posizione della equazione sopraripotata è assimilabile al modulo di taglio G per cui:

$$G = V_m \cdot DP/DV$$



# Strada Pedemontana Fabriano - Muccia

Progetto definitivo

Prove Pressiometriche su roccia in foro di sondaggio novembre - dicembre 2002

Relazione illustrativa

Modulo di Elasticità  $E_y$  da  $E_m$ :

la stima del modulo di deformabilità volumetrica assimilato al modulo di elasticità di Young o di compressione idrostatica può essere misurato direttamente in cicli di scarico-ricarico (*n.d.r.: procedura utilizzata in questa campagna*) oppure direttamente dal modulo pressiométrico  $E_m$  tramite l'applicazione di un coefficiente reologico  $\alpha$  (*n.d.r.: procedura non utilizzata*) dipendente dalla modalità di prova, dalla litologia e dalla storia tensionale del sedimento o della roccia secondo la seguente relazione (ISSMFE-European Regional Committee n°4-Pressuremeters, 1991):

$$E_y = E_m / \alpha$$

con

$E_y$  = modulo di Young stimato

$E_m$  = modulo pressiométrico

$\alpha$  = coefficiente reologico

## 5.0 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Le risultanze delle prove MPM su roccia eseguite, caratterizzate dalla ricostruzione della curva sforzo - deformazione a medio bassi livelli di deformazione, sono state riportate nei diagrammi sinottici allegati del tipo parametro *vs* profondità.

I materiali sottoposti a prova sono risultati appartenere alla Formazione Marnoso Arenacea locale e rappresentati da alternanze decimetriche e pluridecimetriche di marne argillose passanti a marne siltose, siltiti marnose e arenarie fini marnose, asciutte, compatte, poco fratturate e sovente foliettate (marne argillose).

Le eterogeneità litologico-stratigrafiche caratteristiche di tali alternanze flischoidi, sono paragonabili alla scala dello strumento di prova (20 - 40 cm), il quale ha rilevato comunque un materiale che nel suo complesso presenta una discreta omogeneità meccanica caratterizzato dai seguenti valori di deformabilità:

Modulo pressiométrico  $E_m$  = 171,75 - 381,19 MPa

Modulo di elasticità E I ciclo = 530,83 - 962,98 MPa

Modulo di elasticità E II ciclo = 732,29 - 1125,96 Mpa

Ostia Lido li 10 dicembre 2002

Il tecnico  
Dott. Geol. Valerio Manzon  
Ordine dei geologi del Lazio n. 860



5 di 7

dott. Geol. Valerio Manzon - Ordine dei geologi del Lazio n° 860  
archivio: MENRELFabriano-albanese

# **Strada Pedemontana Fabriano - Muccia**

Progetto definitivo

Prove Pressiometriche su roccia in foro di sondaggio novembre - dicembre 2002

Relazione illustrativa

---

## **ELABORATI ANALITICI DELLE PROVE PRESSIOMETRICHE MPM ESEGUITE**



**ALBANESE**  
**PERFORAZIONI**  
via G. Carducci, 85  
CampoBasso

Committente: BONIFICA s.p.a.

cantiere: Strada Pedemontana Fabriano-Muccia

opera: galleria

Tabella riassuntiva dei risultati delle prove pressiometriche MPM su roccia

pag 1

n°	Prova	Prof. m	codice	Litotipo	R.Q.D.	Po	G	Em	E I ciclo	E II ciclo	α
						kPa	MPa	MPa	MPa	MPa	I ciclo
1	S33P1	16,30	mpm818rock	arenaria fine grigia con interivelli argilloso marn	100	708	142,66	379,46	530,83	1125,96	0,71
2	S33P2	27,40	mpm819rock	argilla marnosa e arenaria fine grigia	70	592	64,57	171,75	749,20		0,23
3	S33P3	36,20	mpm820rock	alternanza di argilla marnosa con arenarie fini	90	883	91,56	243,55	897,63	934,66	0,27
4	S50P1	59,50	mpm821rock	marna argillosa siltosa grigia	70	1009	121,39	322,91	702,04	788,59	0,46
5	S50P2	71,20	mpm822rock	marna argillosa grigia	80	1221	136,99	364,4	717,63	732,29	0,51
6	S50P3	79,50	mpm823rock	marna con interivelli arenacei	80	1298	143,31	381,19	962,98	1100,29	0,40
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

I parametri sopraindicati sono riferiti a: pressione iniziale tratto pseudoelastico della curva pressiometrica (Po), modulo di elasticità pressiometrico (Em), modulo di elasticità calcolato in I ciclo di scarico-ricarico (E I ciclo) e II ciclo (E II ciclo), alfa coefficiente reologico sperimentale relativo al I ciclo.



il tecnico  
dott. geol. V. Manzoni

**ALBANESE**  
**PERFORAZIONI**

via G. Carducci, 85  
CampoBasso

Committente: BONIFICA s.p.a.

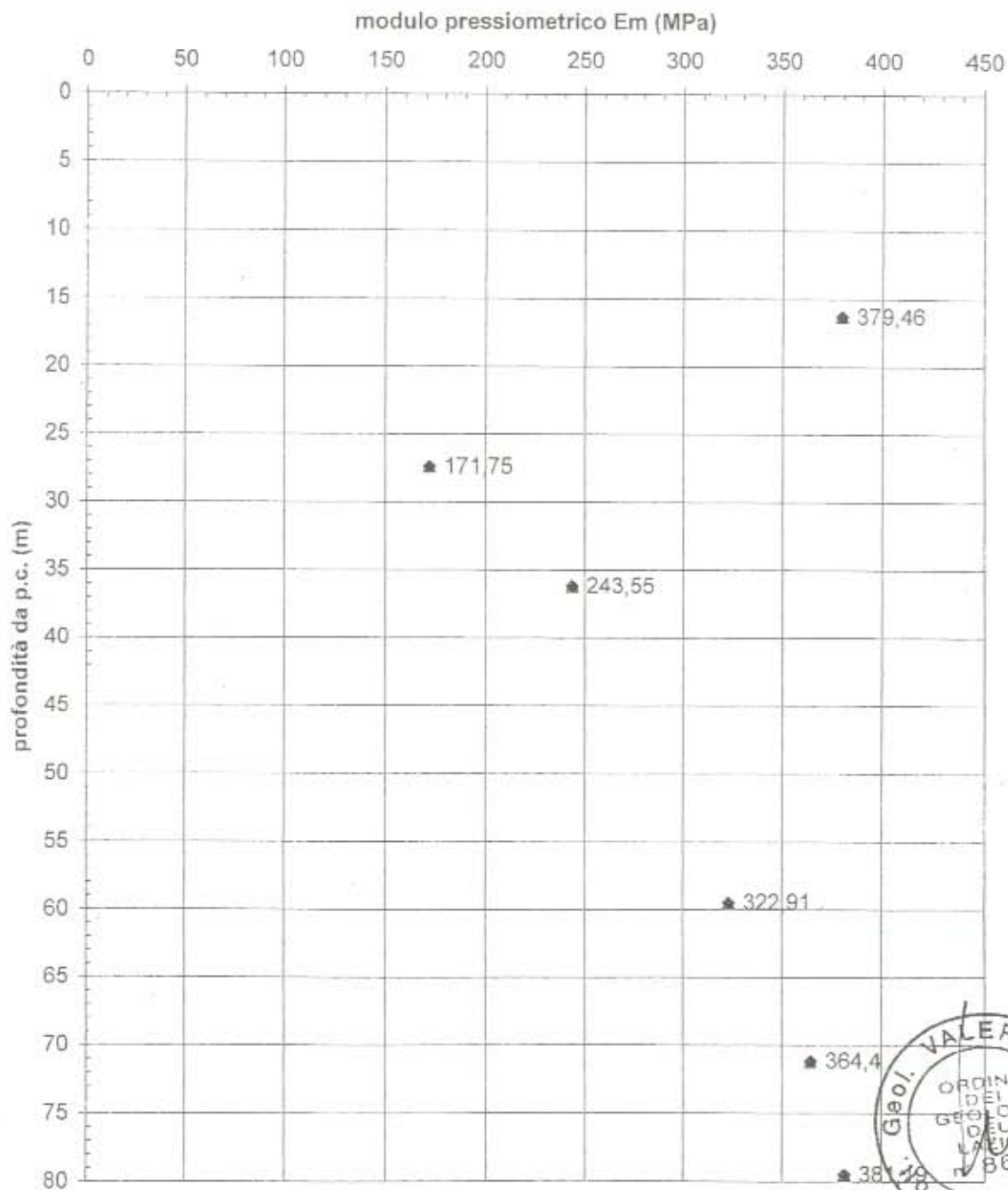
cantiere: Strada Pedemontana Fabriano-Muccia

opera: galleria

Tabella riassuntiva dei risultati delle prove pressiometriche MPM su roccia

pag 2

diagramma modulo pressiometrico Em - profondità da p.c.



il tecnico  
dott. geol. V. Manzon



**ALBANESE**

**PERFORAZIONI**

via G. Carducci, 85  
CampoBasso

Committente: BONIFICA s.p.a.

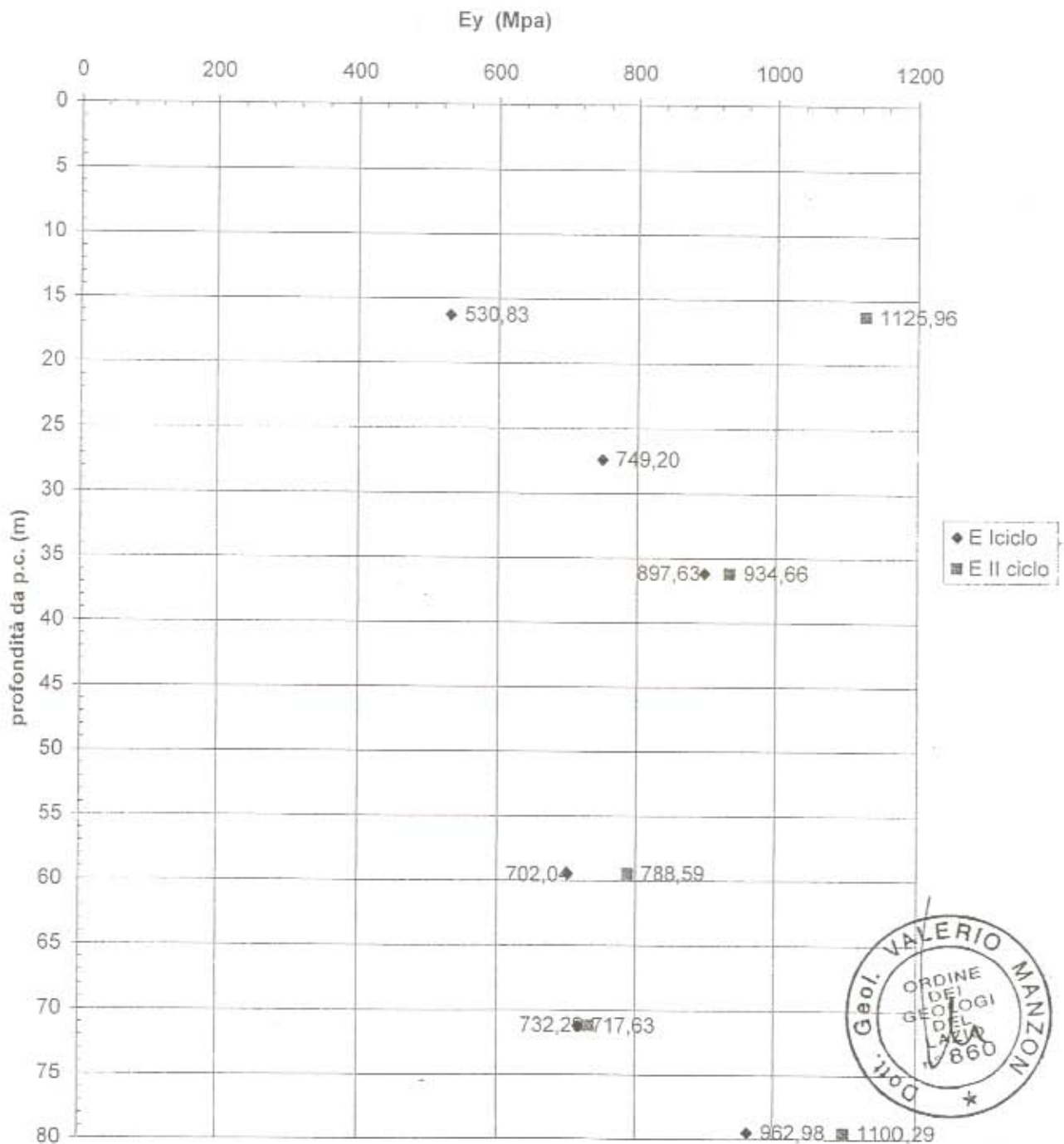
cantiere: Strada Pedemontana Fabriano-Muccia

opera: galleria

Tabella riassuntiva dei risultati delle prove pressiometriche MPM su roccia

pag 3

diagramma Modulo di elasticità  $E_y$  - profondità da p.c.



il tecnico

dot. geol. V. Manzoni

# ALBANESE PERFORAZIONI

via G. Carducci, 85  
CampoBasso

Committente :

BONIFICA s.p.a.

Cantiere :

Strada Fedemontana Fabriano - Muccia (MC)

Archivio 01818rock

data 6/11/02

Progetto:

definitivo

pag. 1.

## PROVA PRESSIOMETRICA SU ROCCIA S33 P1 a m 16,30

OPERA galleria Profondità m 16,30 falda stimata m > 16,30

acqua in foro (m) > 16,30 10,40 manometro da b.f. (m) 1,00

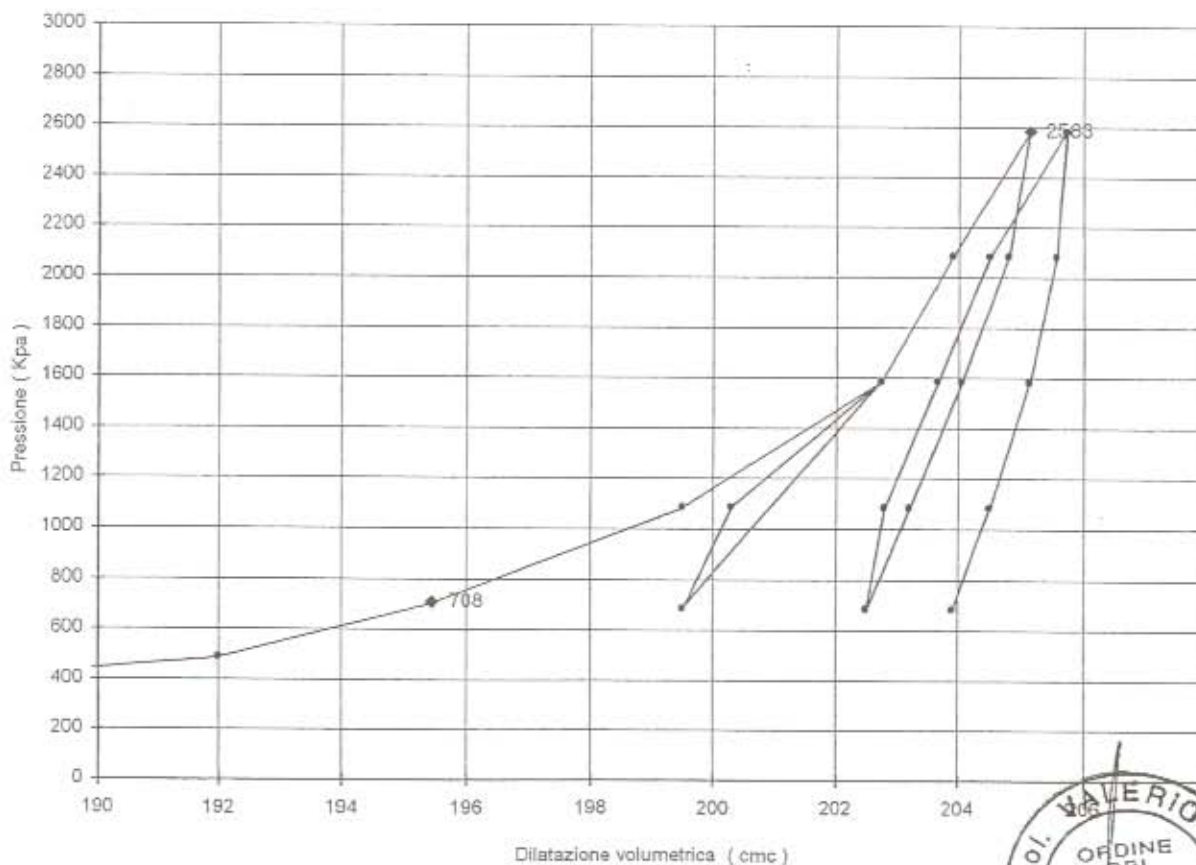
γn medio terreno 2,30 t/mc Pressiometro: da roccia volumetrico - sonda BX diam 60 mm

cv media stimata 368 kPa Installazione: perforazione con carotiere semplice 65 mm ed acqua

Litologia Arenaria fine grigia con interlivelli argillosi marnosi RQD 100 %

intervallo Pressioni (kpa)	708	2583	687	1585	686	2583	0	0
Modulo pressiométrico Em (Mpa)	379,46							
Modulo elasticità Er (Mpa)			530,83		1125,96			
resistenza a compres.qo (kPa)								

Diagrammi sforzo - deformazione





# ALBANESE PERFORAZIONI

via G. Carducci, 85  
CampoBasso

PROVA PRESSIOMETRICA S33 P1 a m 16,30 gmpm818rock

Committente : BONIFICA s.p.a.  
Cantiere: Strada Pedemontana Fabriano - Muccia (MC)  
Opera : galleria  
Profondità : 16,30 m

pag. 2

## ELABORAZIONE DATI

Punti caratteristici della curva pressiometrica:

tratto vergine	I ciclo	II ciclo	III ciclo		Volume sonda a riposo $V_0$	
Piniz. 708	687	686		kPa	Volume limite $V_l$	538 cmc
Viniz. 195,45	199,50	202,50		cmc	Volume iniziale $v_0$	929 cmc
Pfin. 2583	1585	2583		kPa	Inverso del Volume Limite	195 cmc
V.fin. 205,15	202,75	205,75		cmc	Indice di Poisson $\nu$	1,08 $10^{-3}$ cmc
						0,3

## PARAMETRI DI DEFORMABILITA'

	tratto vergine	I ciclo	II ciclo	III ciclo
Modulo di taglio G	142,66			
Modulo Pressiometrico $E_m$	379,46			
Modulo di elasticità da ciclo $E_{rl}$		530,83	1125,96	
Coeff. reologico sperimentale $\alpha$ ( $E_m/E_{rl}$ )		0,71	0,34	

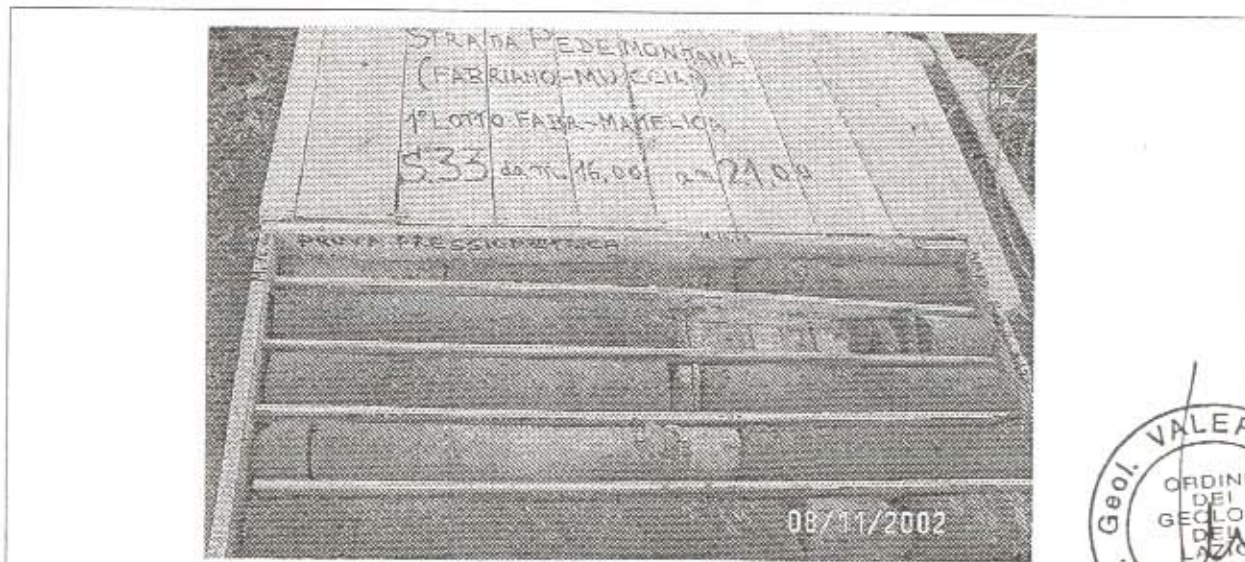
## PARAMETRI DI RESISTENZA

Pressione limite $P_l$		kPa
Pressione limite netta $P_l'$		kPa
coesione non drenata $c_u$		kPa
resistenza a compressione $q_0$		kPa

## TENSORE DEGLI SFORZI

Tensione orizzontale totale $\sigma_{ho}$		kPa
Tensione orizzontale efficace $\sigma'_{ho}$		kPa
$E_{mv}/P_l$		
grado di consistenza		

## LITOTIPO INVESTIGATO



**ALBANESE  
PERFORAZIONI**via G. Carducci, 85  
CampoBassoPROVA PRESSIOMETRICA S33 P1 a m 16,30<sup>m</sup>pm818rock  
Committente : BONIFICA s.p.a.  
Cantiere: Strada Pedemontana Fabriano - Muccia (MC)  
Opera : galleria  
Profondità : 16,30 m

pag. 3/

## TABELLE DATI

n°	Pres. letta bars	Pres. corr. kPa	Volume cmc	D. sonda (mm)	Dilataz. rad. ( mm )	1/V 1000/cmc	e c %	Modulo M MPa
1	0,00	0	0,00	57,10	-4,79	0,00	-14,36	0,00
2	0,50	182	84,88	61,45	-2,62	11,78	-7,85	3,23
3	1,10	208	169,73	65,50	-0,59	5,89	-1,77	0,54
4	2,00	292	184,50	66,18	-0,25	5,42	-0,75	10,63
5	3,00	391	187,25	66,31	-0,19	5,34	-0,56	67,67
6	4,00	490	192,00	66,52	-0,08	5,21	-0,24	39,10
7	6,20	708	195,45	66,68	0,00	5,12	0,00	120,49
8	10,00	1086	199,50	66,86	0,09	5,01	0,28	178,52
9	15,00	1585	202,75	67,01	0,17	4,93	0,50	294,61
10	6,00	687	199,50	66,86	0,09	5,01	0,28	530,83
11	10,00	1086	200,30	66,90	0,11	4,99	0,33	957,40
12	15,00	1585	202,75	67,01	0,17	4,93	0,50	391,24
13	20,00	2084	203,90	67,06	0,19	4,90	0,57	836,31
14	25,00	2583	205,15	67,12	0,22	4,87	0,66	770,60
15	20,00	2084	204,80	67,10	0,21	4,88	0,64	2755,54
16	15,00	1584	204,05	67,07	0,19	4,90	0,58	1284,61
17	10,00	1085	203,20	67,03	0,18	4,92	0,53	1132,17
18	6,00	686	202,50	67,00	0,16	4,94	0,48	1098,65
19	10,00	1085	202,80	67,01	0,17	4,93	0,50	2563,72
20	15,00	1584	203,65	67,05	0,19	4,91	0,56	1131,56
21	20,00	2084	204,50	67,09	0,21	4,89	0,62	1132,86
22	25,00	2583	205,75	67,15	0,23	4,86	0,70	771,23
23	20,00	2083	205,60	67,14	0,23	4,86	0,69	6436,57
24	15,00	1584	205,15	67,12	0,22	4,87	0,66	2144,20
25	10,00	1085	204,50	67,09	0,21	4,89	0,62	1483,14
26	6,00	685	203,90	67,06	0,19	4,90	0,57	1284,21
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								





PROVA PRESSIOMETRICA SU ROCCIA S33 P2 a m 27,40

OPERA galleria Profondità m 27,40 falda stimata m > 27,40

acqua in foro (m) > 27,40 10,40 manometro da b.f. (m) 0,80

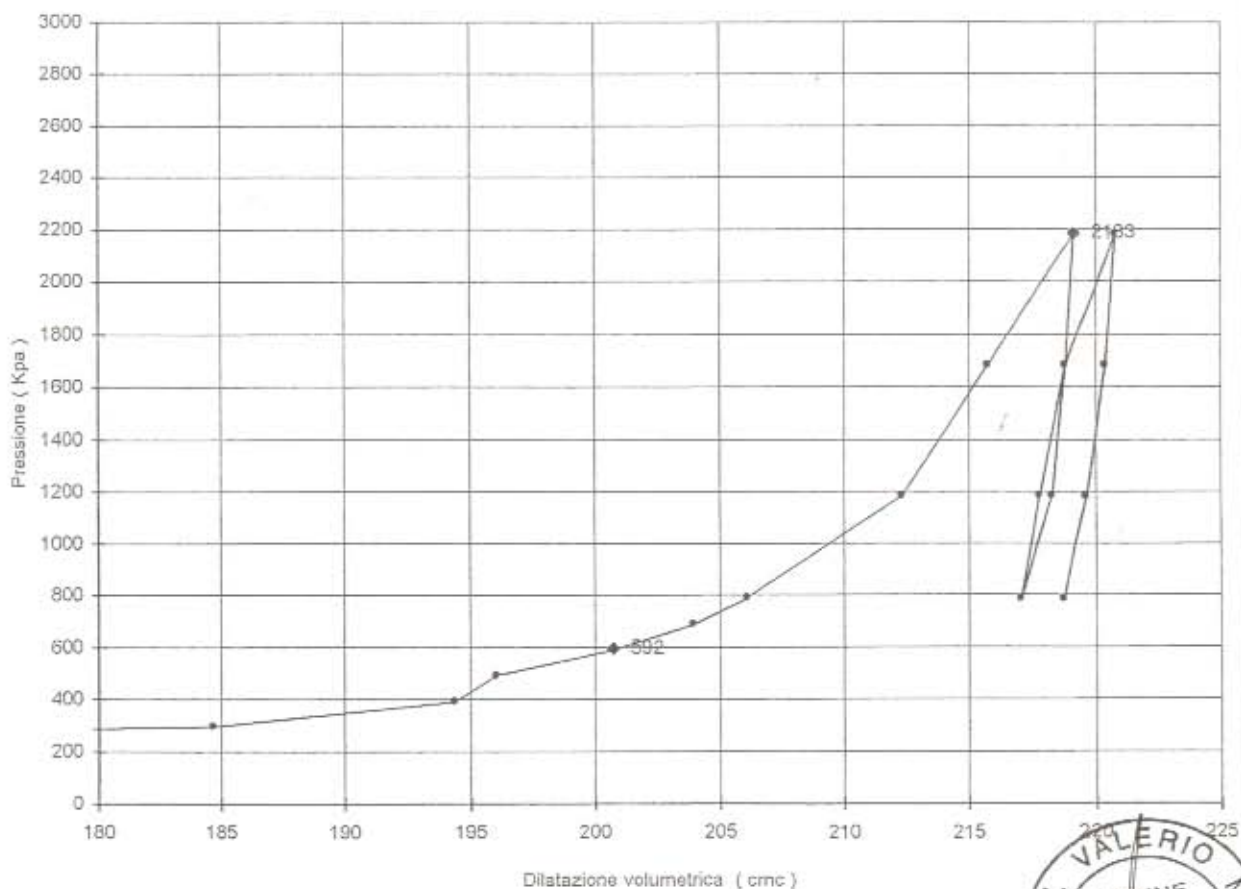
$\gamma_n$  medio terreno 2,30 t/mc Pressiometro: da roccia volumetrico - sonda BX diam 60 mm

cv media stimata 618 kPa Installazione: perforazione con carotiere semplice 65 mm ed acqua

Litologia Argilla marnosa e arenaria fine grigia in strati spessi circa 20 cm inclinati di 40° RQD 70 %

intervallo Pressioni (kpa)	592	2183	786	2183	1684	0	0	0
Modulo pressiométrico Em (Mpa)	171,76							
Modulo elasticità Erl (Mpa)			749,20					
resistenza a compres.qo (kPa)								

Diagrammi sforzo - deformazione



# ALBANESE PERFORAZIONI

via G. Carducci, 85  
CampoBasso

PROVA PRESSIOMETRICA S33 P2 a m 27,40 mpm819rock  
 Committente : BONIFICA s.p.a.  
 Cantiere: Strada Pedemontana Fabriano - Muccia (MC)  
 Opera : galleria  
 Profondità : 27,40 m

pag. 2/

## ELABORAZIONE DATI

Punti caratteristici della curva pressiométrica:

tratto vergine	I ciclo	II ciclo	III ciclo		Volume sonda a riposo $V_0$	538	cmc
Piniz. 592	786			kPa	Volume limite $V_l$	939	cmc
Viniz. 200,73	217,10			cmc	Volume iniziale $v_0$	201	cmc
Pfin. 2183	2183			kPa	Inverso del Volume Limite	1,06	$10^{-3}$ cmc
V.fin. 219,17	220,77			cmc	Indice di Poisson	$\nu$ 0,3	

## PARAMETRI DI DEFORMABILITA'

	tratto vergine	I ciclo	II ciclo	III ciclo
Modulo di taglio G	64,57			
Modulo Pressiometrico $E_m$	171,75			
Modulo di elasticità da ciclo $E_{ri}$		749,20		
Coeff. reologico sperimentale $\alpha$ ( $E_m/E_{ri}$ )		0,23		

## PARAMETRI DI RESISTENZA

Pressione limite $P_l$		kPa
Pressione limite netta $P_l'$		kPa
coesione non drenata $c_u$		kPa
resistenza a compressione $q_0$		kPa

## TENSORE DEGLI SFORZI

Tensione orizzontale totale $\sigma_{ho}$		kPa
Tensione orizzontale efficace $\sigma'_{ho}$		kPa
$E_m/P_l'$		
grado di consistenza		

## LITOTIPO INVESTIGATO





**ALBANESE  
PERFORAZIONI**via G. Carducci, 85  
CampoBasso

PROVA PRESSIOMETRICA S33 P2 a m 27,40 mpm819rock

Committente : BONIFICA s.p.a.  
Cantiere: Strada Pedemontana Fabriano - Muccia (MC)  
Opera : galleria  
Profondità : 27,40 m

pag. 3/7

## TABELLE DATI

n°	Pres. letta bars	Pres. corr. kPa	Volume cmc	D. sonda (mm)	Dilataz. rad. ( mm )	1/V 1000/cmc	s c %	Modulo M MPa
1	0,00	0	0,00	57,11	-4,91	0,00	-14,67	0,00
2	1,00	298	184,68	66,19	-0,37	5,41	-1,09	2,64
3	2,00	394	194,37	66,64	-0,14	5,14	-0,43	18,83
4	3,00	493	196,05	66,71	-0,11	5,10	-0,32	112,41
5	4,00	592	200,73	66,92	0,00	4,98	0,00	40,15
6	5,00	690	203,92	67,07	0,07	4,90	0,22	59,71
7	6,00	789	206,10	67,17	0,12	4,85	0,36	87,68
8	10,00	1187	212,34	67,45	0,26	4,71	0,78	123,82
9	15,00	1685	215,75	67,60	0,34	4,63	1,01	285,02
10	20,00	2183	219,17	67,75	0,42	4,56	1,24	286,32
11	15,00	1664	218,85	67,74	0,41	4,57	1,22	3092,80
12	10,00	1185	218,34	67,72	0,40	4,56	1,18	1896,72
13	6,00	786	217,10	67,66	0,37	4,61	1,10	635,33
14	10,00	1185	217,84	67,69	0,39	4,59	1,15	1068,12
15	15,00	1664	218,85	67,74	0,41	4,57	1,22	964,22
16	20,00	2183	220,77	67,83	0,45	4,53	1,35	512,39
17	15,00	1664	220,35	67,81	0,44	4,54	1,32	2357,07
18	10,00	1184	219,64	67,78	0,43	4,55	1,27	1370,53
19	6,00	785	216,80	67,74	0,41	4,57	1,22	942,18
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								



# ALBANESE PERFORAZIONI

via G. Carducci, 85  
CampoBasso

Committente :

BONIFICA s.p.a.

Cantiere :

Strada Pedemontana Fabriano - Muccia (MC)

Archivio: pm820rock

data 7/11/02

Progetto:

definitivo

pag. 1/3

## PROVA PRESSIOMETRICA SU ROCCIA S33 P3 a m 36,20

OPERA galleria Profondità m 36,20 falda stimata m > 36,20

acqua in foro (m) > 36,20 10,40 manometro da b.f. (m) 0,50

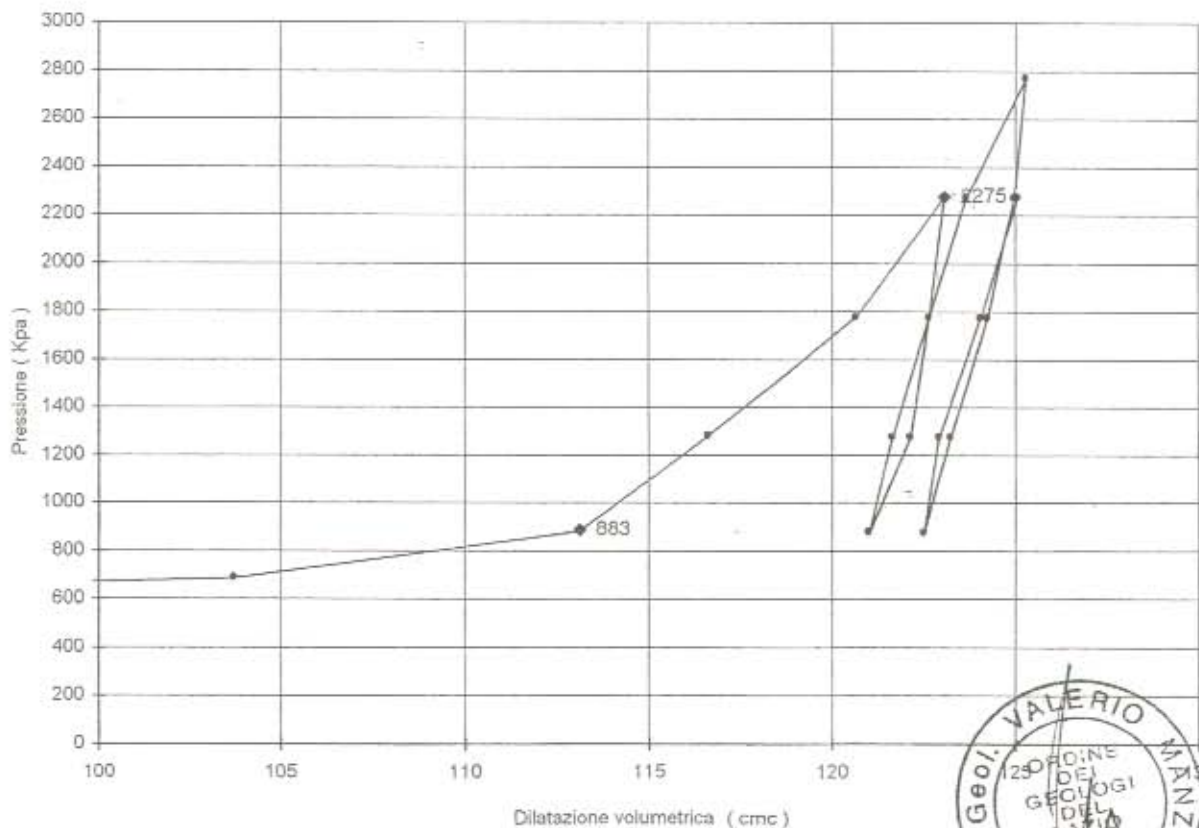
$\gamma_n$  medio terreno 2,30 t/mc Pressiometro: da roccia volumetrico - sonda BX diam 60 mm

$\sigma_v$  media stimata 817 kPa Installazione: perforazione con carotiere semplice 65 mm ed acqua

Litologia Alternanze di argilla marnosa con arenarie fini RQD 90 %

intervallo Pressioni (kpa)	883	2275	879	2274	878	2273
Modulo pressiométrico Em (Mpa)	243,55					
Modulo elasticità Er1 (Mpa)			897,53		934,66	
resistenza a compres.qo (kPa)						

Diagrammi sforzo - deformazione





# ALBANESE PERFORAZIONI

via G. Carducci, 85  
CampoBasso

PROVA PRESSIOMETRICA S33 P3 a m 36,20 mpm820rock

Committente : BONIFICA s.p.a.  
Cantiere: Strada Pedemontana Fabriano - Muccia (MC)  
Opera : galleria  
Profondità : 36,20 m

pag. 2/4

## ELABORAZIONE DATI

Punti caratteristici della curva pressiométrica:

	tratto vergine	I ciclo	II ciclo	III ciclo			
Piniz.	883	879	878		kPa	Volume sonda a riposo $V_0$	538 cmc
Viniz.	113,10	121,00	122,50		cmc	Volume limite $V_l$	764 cmc
Pfin.	2275	2274	2273		kPa	Volume iniziale $v_0$	113 cmc
V.fin	123,07	123,67	125,07		cmc	Inverso del Volume Limite	1,31 $10^{-3}$ cmc
						Indice di Poisson	$\nu$ 0,3

## PARAMETRI DI DEFORMABILITA'

	tratto vergine	I ciclo	II ciclo	III ciclo
Modulo di taglio G	91,56			
Modulo Pressiométrico $E_m$	243,55			
Modulo di elasticità da ciclo $E_{rl}$		897,63	934,66	
Coef. reologico sperimentale $\alpha$ ( $E_m/E_{rl}$ )		0,27	0,26	

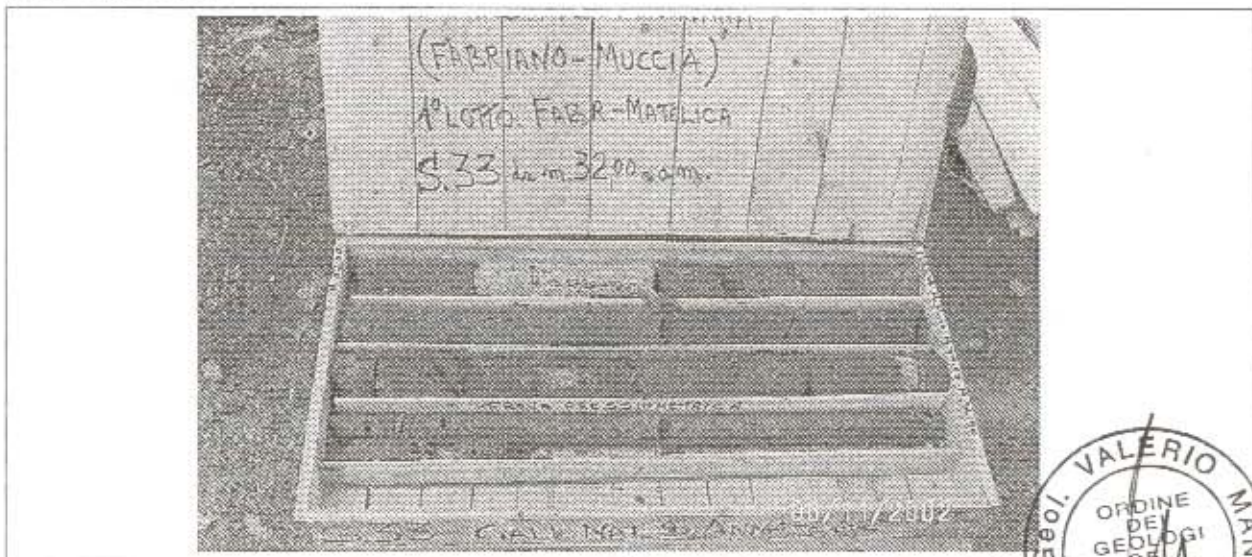
## PARAMETRI DI RESISTENZA

Pressione limite $P_l$		kPa
Pressione limite netta $P'_l$		kPa
coesione non drenata $c_u$		kPa
resistenza a compressione $q_0$		kPa

## TENSORE DEGLI SFORZI

Tensione orizzontale totale $\sigma_{ho}$		kPa
Tensione orizzontale efficace $\sigma'_{ho}$		kPa
$E_m/P'_l$		
grado di consistenza		

## LITOTIPO INVESTIGATO



**ALBANESE  
PERFORAZIONI**via G. Carducci, 85  
CampoBasso

PROVA PRESSIOMETRICA S33 P3 a m 36,20 mpm820rock

Committente : BONIFICA s.p.a.  
Cantiere: Strada Pedemontana Fabriano - Muccia (MC)  
Opera : galleria  
Profondità : 36,20 m

pag. 3/4

## TABELLE DATI

n°	Pres. letta bars	Pres. corr. kPa	Volume cmc	D. sonda (mm)	Dilataz. rad. ( mm )	1/V 1000/cmc	s c %	Modulo M MPa
1	0,00	0	0,00	57,12	-2,86	0,00	-9,10	0,00
2	1,00	435	34,68	58,93	-1,95	28,83	-5,22	18,12
3	2,00	518	59,37	60,19	-1,32	16,84	-4,22	5,12
4	3,00	604	81,05	61,27	-0,78	12,34	-2,49	6,24
5	4,00	689	103,73	62,38	-0,23	9,64	-0,72	6,18
6	6,00	883	113,10	62,84	0,00	8,84	0,00	34,78
7	10,00	1280	116,64	63,01	0,09	8,57	0,27	190,72
8	15,00	1777	120,65	63,20	0,18	8,29	0,58	211,04
9	20,00	2275	123,07	63,32	0,24	8,13	0,76	353,11
10	15,00	1776	122,65	63,30	0,23	8,15	0,73	2051,78
11	10,00	1277	122,14	63,27	0,22	8,19	0,69	1654,09
12	6,00	879	121,00	63,22	0,19	8,26	0,60	602,62
13	10,00	1277	121,64	63,25	0,21	8,22	0,65	1078,14
14	15,00	1776	122,65	63,30	0,23	8,15	0,73	840,62
15	20,00	2274	123,67	63,34	0,25	8,09	0,81	641,93
16	25,00	2772	125,29	63,42	0,29	7,98	0,93	530,35
17	20,00	2274	124,97	63,41	0,29	8,00	0,91	2707,18
18	15,00	1775	124,25	63,37	0,27	8,05	0,85	1196,90
19	10,00	1276	123,24	63,32	0,24	8,11	0,78	842,66
20	6,00	878	122,50	63,29	0,23	8,16	0,72	933,35
21	10,00	1277	122,94	63,31	0,24	8,13	0,75	1578,61
22	15,00	1775	124,05	63,36	0,26	8,06	0,84	766,89
23	20,00	2273	125,07	63,41	0,29	8,00	0,92	643,72
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								





PROVE DI PERMEABILITÀ IN SITO TIPO "LUGEON"

<b>ALBANESE PERFORAZIONI</b> Via G. Carducci, 85 Campobasso tel 0874 - 97676	Committente :	Sondaggio
	BONIFICA S.p.a.	S33
	Cantiere :	data
Strada Pedemontana Fabriano Muccia		nov-02

**PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LUGEON PLUG1**

Profondità tratto di prova m 10,30 12,00      livello statico falda (m da p.c.) 12,00

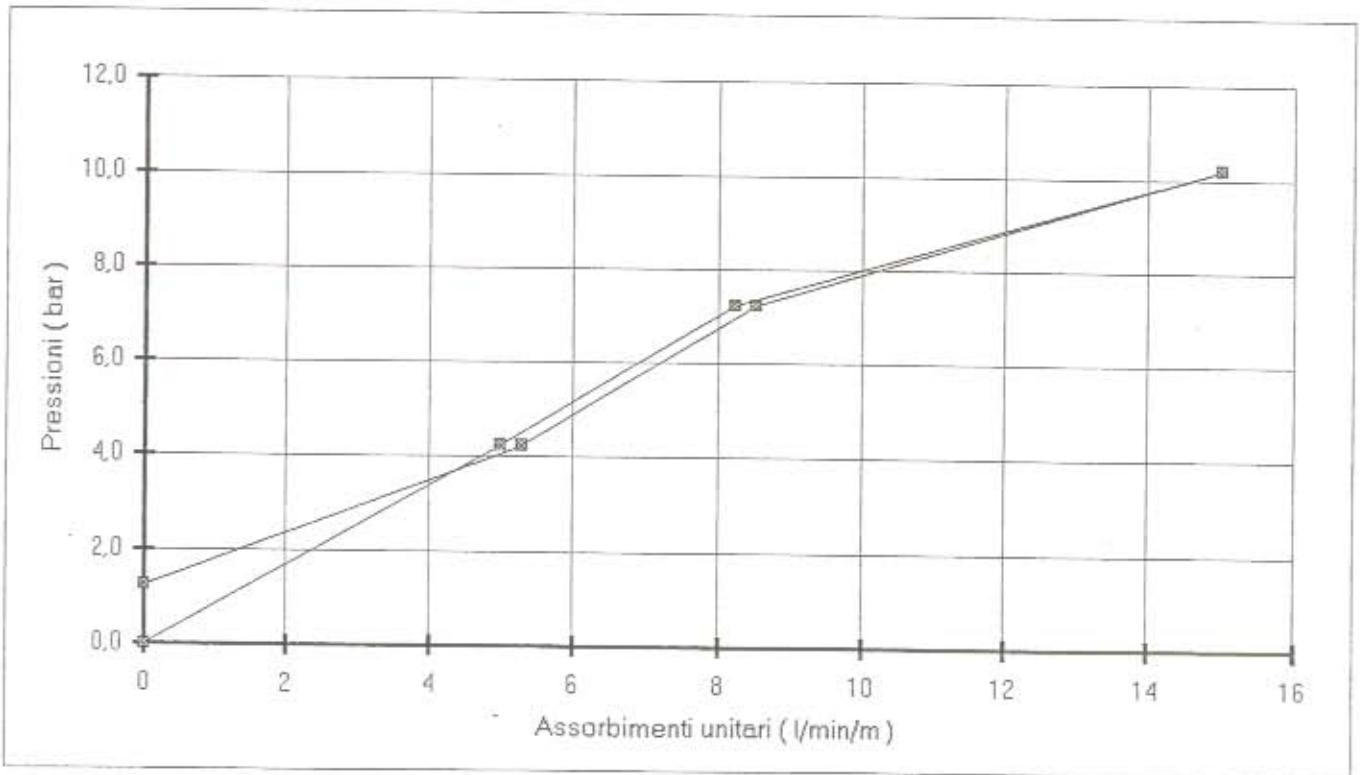
Litologia arenarie fini mamose giallastre      Formazione mamoso arenacea      RQD 50%

Rilevatore Manzon

Letture strumentali				
Gradini	Tempi	Pressione	assorb.	Portata
n°	min.	bar	litri per 10'	litri/min
0	10	0,0	0	0
1	10	3,0	85	8,5
2	10	6,0	140	14
3	10	9,0	255	25,5
4	10	6,0	145	14,5
5	10	3,0	90	9
6	10	0,0	0	0
7				
8				
9				
10				

Dati elaborati			
Press. eff.	Ass. unit.	Var. ass.	Permeab. K
bar	l/min x m	l/min/bar	cm/sec
0,00	0,00	0,00	0,00E+00
4,24	5,00	1,18	1,08E-04
7,23	8,24	1,08	1,04E-04
10,21	15,00	2,27	1,35E-04
7,23	8,53	-2,17	1,08E-04
4,23	5,29	-1,08	1,15E-04
1,24	0,00	-1,77	0,00E+00

stima permeabilità a 10 bar = **13,70** U.L.





**ALBANESE PERFORAZIONI**  
Via G. Carducci, 85  
Campobasso  
tel 0874 - 97676

Committente :  
**BONIFICA s.p.a.**  
Cantiere :  
Strada pedemontana Fabriano Muccia

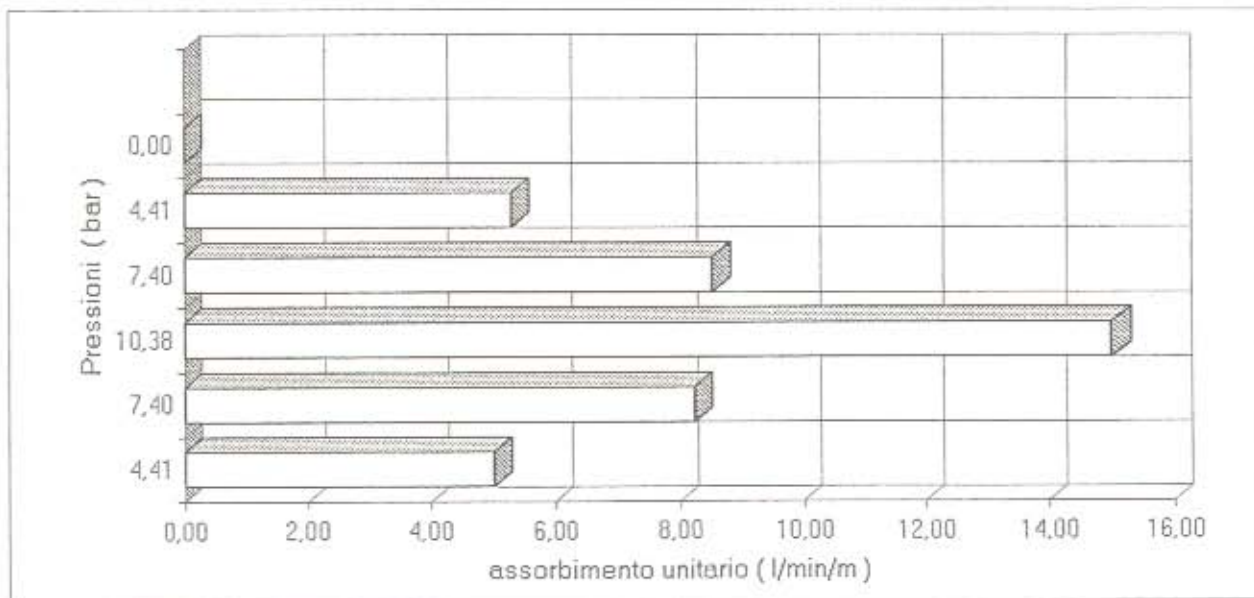
Sondaggio  
S33  
data  
nov-02

pag2/2

**PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LUGEON PLUG1**

lunghezza tasca di prova L (m)       diametro tasca D m       manometro (m da p.c.)   
 Livello statico falda (m da p.c.)       inclinazione tubazione °       diametro int. aste mm   
 Lunghezza flessibile  m      diametro int. fless.  mm      coefficiente di forma C =

LETTURE SPERIMENTALI						
P (bars)	Assorbimenti (litri) per intervalli di tempo ( min )					Recuperi
	0				10	litri
0,00	50				50	0
3,00	50				135	0
6,00	165				305	0
9,00	310				565	0
6,00	630				775	0
3,00	785				875	0
0,00	0				0	0



NOTE:

<b>ALBANESE PERFORAZIONI</b> Via G. Carducci , 85 Campobasso tel 0874 - 97676	Committente :	Sondaggio
	BONIFICA S.p.a.	S33
	Cantiere :	data
Strada Pedemontana Fabriano Muccia		nov-02

pag/ 2

## PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LUGEON PLUG2

Profondità tratto di prova m 19,30 24,00 livello statico falda (m da p.c.) 24,00

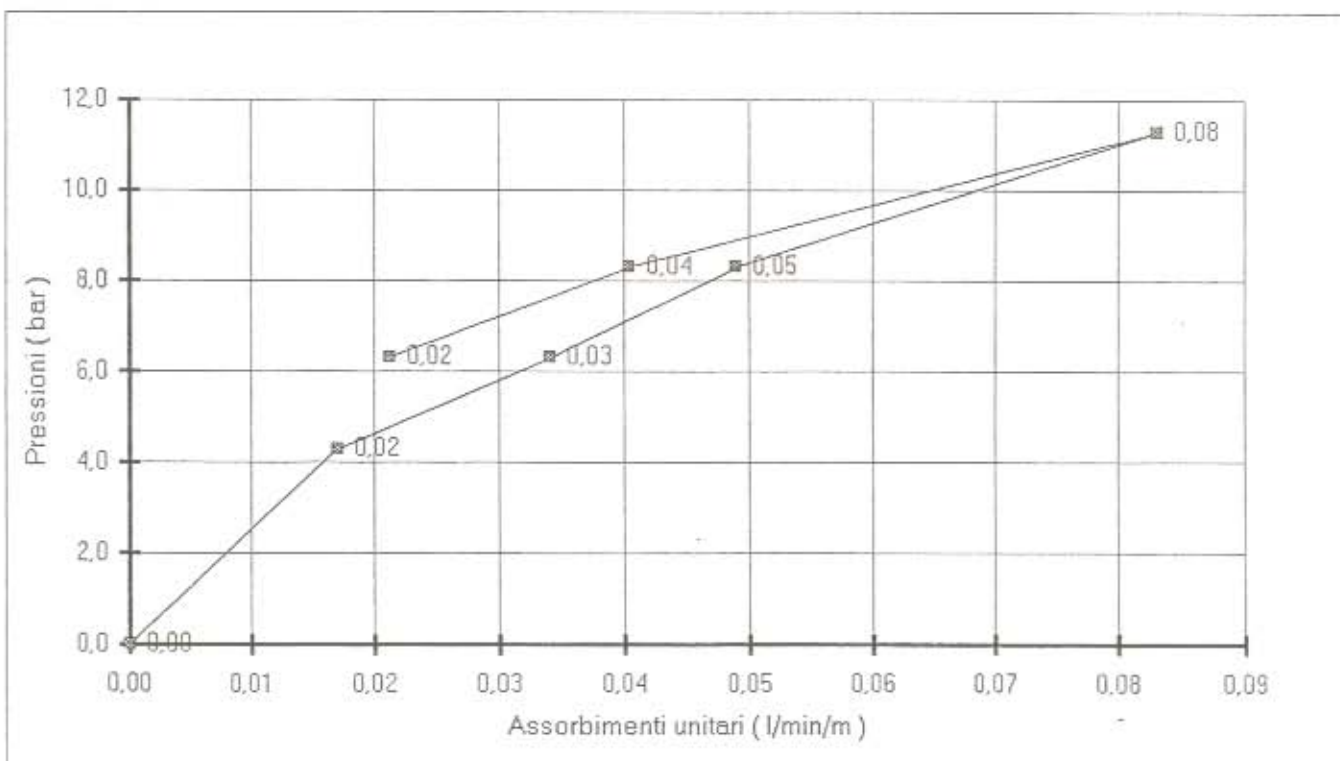
Litologia arenarie fini e marne grigie Formazione massoso arenacea RQD 80% stima

Rilevatore Manzon

Lecture strumentali				
Gradini	Tempi	Pressione	assorb.	Portata
n°	min.	bar	litri per 10'	litri/min
0	10	0,0	0	0
1	10	2,0	0,8	0,08
2	10	4,0	1,6	0,16
3	10	6,0	2,3	0,23
4	10	9,0	3,9	0,39
5	10	6,0	1,9	0,19
6	10	4,0	1	0,1
7	10	0,0	0	0
8				
9				
10				

Dati elaborati			
Press eff.	Ass. unit.	Var. ass.	Permeab. K
bar	l/min x m	l/min/bar	cm/sec
0,0000	0,0000	0,0000	0,0E+00
4,3089	0,0170	0,0040	4,7E-07
6,3089	0,0340	0,0085	6,4E-07
8,3089	0,0489	0,0074	6,9E-07
11,3089	0,0830	0,0113	8,7E-07
8,3089	0,0404	-0,0142	5,7E-07
6,3089	0,0213	-0,0096	0,0E+00
2,3089	0,0000	-0,0053	1,0E+00

stima permeabilità a 10 bar = **0,07** U.L.



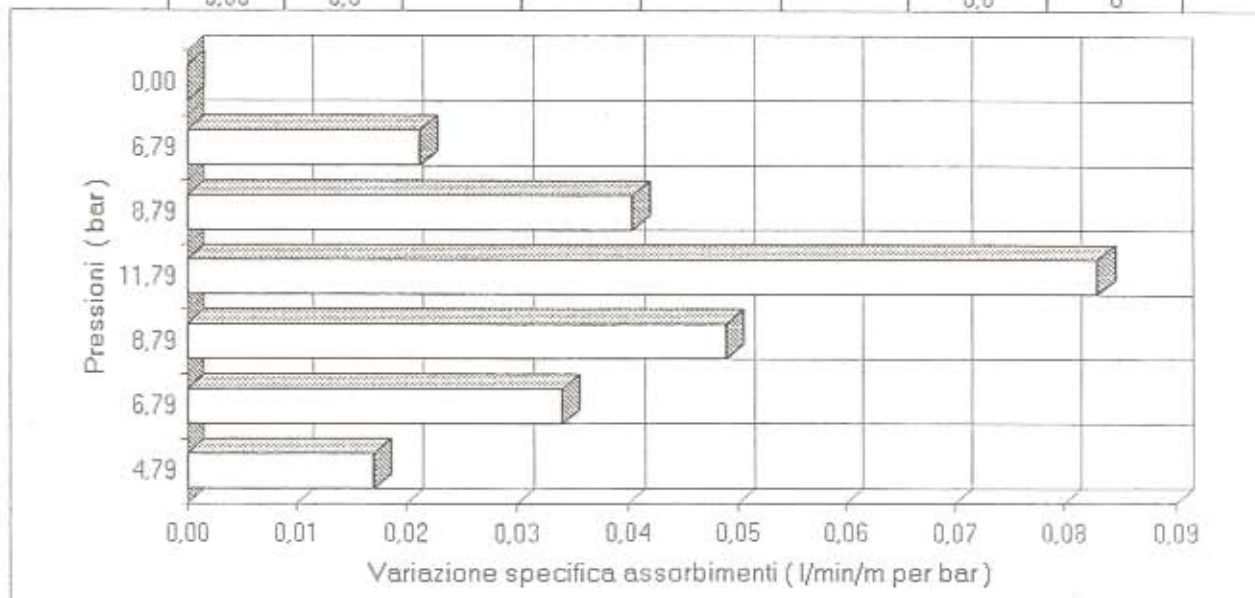
<b>ALBANESE PERFORAZIONI</b> Via G. Carducci, 85 Campobasso tel 0874 - 97676	Committente :	Sondaggio
	BONIFICA s.p.a.	S33
	Cantiere :	data
Strada pedemontana Fabriano Muccia		nov-02

pag2/2

## PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LUGEON PLUG2

lunghezza tasca di prova L (m)	<input type="text" value="4,70"/>	diametro tasca D m	<input type="text" value="0,101"/>	manometro (m da p.c.)	<input type="text" value="1,00"/>
Livello statico falda (m da p.c.)	<input type="text" value="24,00"/>	inclinazione tubazione °	<input type="text" value="0"/>	diametro int. aste mm	<input type="text" value="60"/>
Lunghezza flessibile	<input type="text" value="4,00"/> m	diametro int. fless.	<input type="text" value="19"/> mm	coefficiente di forma C =	<input type="text" value="6,51"/>

LETTURE SPERIMENTALI							
P (bars)	Assorbimenti (litri) per intervalli di tempo (min)						Recuperi litri
	0					10	
0,00	0,0					0,0	0
2,00	0,0					0,8	0
4,00	0,0					1,6	0
6,00	0,0					2,3	0
9,00	0,4					4,3	0
6,00	0,0					1,9	0
4,00	0,0					1,0	0
0,00	0,0					0,0	0



NOTE:



<b>ALBANESE PERFORAZIONI</b> Via G. Carducci, 85 Campobasso tel 0874 - 97676	Committente :	Sondaggio
	BONIFICA S.p.a.	S33
	Cantiere :	data
Strada Pedemontana Fabriano Muccia		nov-02

pag 1 / 2

## PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LUGEON PLUG3

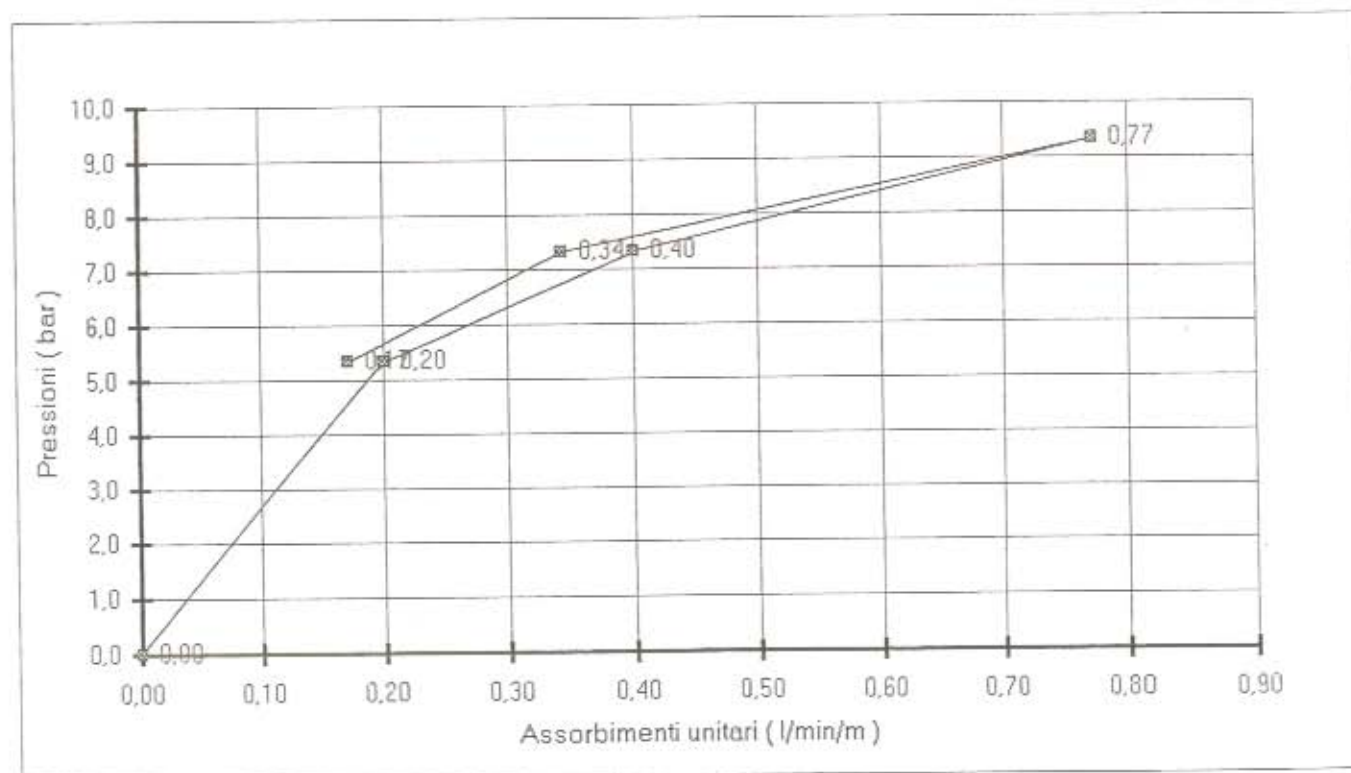
Profondità tratto di prova m 30,00 33,50      livello statico falda (m da p.c.) 33,50

Litologia marne e arenarie fini grigie      Formazione marnoso arenacea      RQD 90%

Lecture strumentali				
Gradini	Tempi	Pressione	assorb.	Portata
n°	min.	bar	litri per 10'	litri/min
0	10	0,0	0	0
1	10	2,0	7	0,7
2	10	4,0	14	1,4
3	10	6,0	27	2,7
4	10	4,0	12	1,2
5	10	2,0	6	0,6
6				
7				
8				
9				
10				

Dati elaborati			
Press. eff.	Ass. unit.	Var. ass.	Permeab. K
bar	l/min x m	l/min/bar	cm/sec
0,00	0,00	0,00	0,0E+00
5,34	0,20	0,04	4,1E-06
7,34	0,40	0,10	6,0E-06
9,34	0,77	0,19	9,1E-06
7,34	0,34	-0,21	5,2E-06
5,34	0,17	-0,09	3,5E-06

stima permeabilità a 10 bar = **0,80** U.L.



**BONIFICA S.p.A.  
RPA S.p.A. - ITALPROGETTI S.r.l.**

Oggetto:

**STRADA PEDEMONTANA  
"FABRIANO - MUCCIA"  
PROGETTAZIONE DEFINITIVA  
PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL  
1° LOTTO (FABRIANO - MATELICA)  
INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Impresa esecutrice:

**GEOTECNICA LAVORI S.r.l.**  
VIA DELLA SCIENZA, 50 - 06100 PONTE S.GIOVANNI (PG)

Assistenza geologica alle  
indagini per l'impresa:



Dott. Geol. Luciano Faralli - SGA

Data:

Dicembre 2002



Studio Geologi Associati  
Via XX Settembre, 76  
06124 PERUGIA  
Tel./Fax 075 5721231  
e-mail: sgagg@libero.it  
Ref Arch : 202-2002

**RAPPORTO TECNICO  
SULLE INDAGINI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
PROVE LUGEON  
MONITORAGGIO PIEZOMETRICO IN C.O.**

**RAPPORTO TECNICO SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE,  
INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO  
E PROVE IN SITU**

□ **PREMESSA**

Per incarico del RTI - [BONIFICA S.p.A.- RPA S.p.A. - ITALPROGETTI S.r.l.], è stata condotta una campagna di indagini geognostiche e geotecniche per la caratterizzazione dei terreni interessati dalla "STRADA PEDEMONTANA – 'FABRIANO-MUCCIA' - PROGETTAZIONE DEFINITIVA E PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL I° LOTTO (FABRIANO – MATELICA)".

Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche eseguite, sono state condotte una serie di prove geotecniche in situ (prove S.P.T., prove di permeabilità Lugeon e prove pressiometriche), ed il monitoraggio della strumentazione piezometrica installata.

La ditta esecutrice della campagna geognostica è stata la GEOTECNICA LAVORI S.R.L., con sede in Ponte S.Giovanni (PG).

L'assistenza geologica alle indagini per l'impresa esecutrice, durante il corso della campagna geognostica, è stata fornita e realizzata dall' SGA - STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI di Perugia, nella persona del Dott. Geologo Luciano Faralli (Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 294).



Nel presente rapporto sono riportate:

**INDAGINI GEOGNOSTICHE** (Pag. 3)

- modalità di esecuzione dei sondaggi geognostici;
- modalità di installazione e caratteristiche della strumentazione di monitoraggio piezometrico ed inclinometrico.

**PROVE DI PERMEABILITA' LUGEON** (Pag. 21)

- modalità di esecuzione delle prove di permeabilità Lugeon.

**MONITORAGGIO PIEZOMETRICO** (Pag. 23)

- modalità di esecuzione delle letture piezometriche effettuate in c.o..

**ALLEGATI** (Pag. 24)

- logs stratigrafici dei sondaggi;
- documentazione fotografica delle cassette catalogatrici relative alle carote di sondaggio raccolte;
- tabulati numerici ed elaborazioni grafiche delle prove Lugeon effettuate;
- tabulati delle letture piezometriche.

## □ INDAGINI GEOGNOSTICHE

### ▪ Modalità di esecuzione dei sondaggi geognostici

Durante tale fase sono stati condotti n° 8 sondaggi, realizzati con metodi di perforazione a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo (per la sola porzione compresa tra 0.00 e 50.00 m da p.c. del sondaggio S 38), ad andamento verticale, effettuati utilizzando due sonde a rotazione, SOIL MEC SM 400 e MAIT T 14, mediante operazioni di carotaggio che hanno previsto manovre di lunghezza variabile, in funzione delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati.

Il carotaggio continuo dei terreni attraversati è stato realizzato con tipologie differenti di carotiere:

- carotiere semplice, con assenza di circolazione di fluidi (terre) o con circolazione di fluidi di perforazione -acqua- (rocce);
- carotiere doppio, tipo T6 e T6S, con circolazione continua di fluido di perforazione, utilizzato nei tratti di attraversamento di materiali lapidei.

Durante il carotaggio continuo dei terreni attraversati, con l'uso di carotiere semplice sono state impiegate corone al widia mentre, con l'uso di carotiere doppio, sono state impiegate corone policristalline (PCD).

L'attraversamento dei terreni presenti, con metodologia a distruzione di nucleo, è stato realizzato con metodo wire-line, utilizzando un carotiere con punta trilama al widia e circolazione continua di fluidi.

Durante il corso dei sondaggi sono state eseguite prove in situ consistenti in prove penetrometriche tipo SPT (Standard Penetration Test), prove di permeabilità Lugeon e prove pressiometriche, nonché il prelievo di campioni indisturbati di terreno e spezzoni di carota.

Le carote di sondaggio estratte durante le perforazioni sono state deposte in apposite cassette catalogatrici e quotate, quindi, sulle stesse, dopo le valutazioni ed osservazioni atte alla caratterizzazione dei terreni indagati, sono state effettuate prove dirette speditive di campagna (prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer), e ne è stata effettuata la documentazione fotografica.

La valutazione dell'indice RQD, è stata effettuata preventivamente alla deposizione delle carote all'interno delle cassette catalogatrici.

Dall'osservazione delle carote di sondaggio sono state redatte le relative colonne stratigrafiche (logs stratigrafici), con riportate schematicamente le operazioni effettuate, le relative quote, le caratteristiche dei materiali rilevati, le quote ed i valori delle prove geotecniche effettuate *in situ*, le quote dei campioni prelevati, oltre a quanto in dettaglio in merito alla posa in opera delle strumentazioni installate (tubi piezometrici ed inclinometrici) ed ai livelli dell'acqua, rilevati all'interno delle perforazioni durante la realizzazione delle stesse.

Le perforazioni dei fori hanno raggiunto le profondità di seguito riportate:

- S 38 fino alla profondità di 72.20 m da p.c. ;
- S 39 fino alla profondità di 20.00 m da p.c. ;
- S 40 fino alla profondità di 30.00 m da p.c. ;
- S 41 fino alla profondità di 30.00 m da p.c. ;
- S 42 fino alla profondità di 25.00 m da p.c. ;
- S 43 fino alla profondità di 40.00 m da p.c. ;
- S 44b fino alla profondità di 30.00 m da p.c. ;
- S 45 fino alla profondità di 35.00 m da p.c. .



Nel dettaglio le perforazioni sono state condotte con le seguenti modalità:

**S 38** :

- macchina operatrice: SOIL MEC SM 400, cingolata;
- data inizio: 25.11.2002; data ultimazione: 06.12.2002;
- perforazione ad andamento verticale spinta fino alla profondità di 72.20 m da p.c.;
- perforazione a distruzione di nucleo: tratto 0.00 – 50.00 m da p.c.;
- perforazione a carotaggio continuo: tratto 50.00 – 72.20 m da p.c.;
- utilizzato, da m 0.00 a m 50.00, metodo wire-line con carotiere con punta trilama al widia, Ø 114 mm;
- utilizzo di carotiere doppio T6, Ø 101 mm, nei tratti: 50.00 – 55.20; 56.70 – 65.40; 66.60 – 72.20 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 76 mm, nei tratti 55.20 – 56.70; 65.40 – 66.60 m da p.c., per la realizzazione di "tasche" per l'esecuzione di prove pressiometriche;
- uso di rivestimento fino a 50.00 m da p.c., con camicia Ø 146 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nel tratto 50.00 – 72.20 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata durante la perforazione a partire da p.c.;
- prelievo di n° 7 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:
  - C1 50.15-51.00 m da p.c.;
  - C2 54.65-55.10 m da p.c.;
  - C3 60.70-61.35 m da p.c.;
  - C4 63.40-63.80 m da p.c.;
  - C5 66.60-67.00 m da p.c.;
  - C6 70.00-70.80 m da p.c.;
  - C7 71.45-72.00 m da p.c.;

- valutazione dell'indice RQD;
- esecuzione di n° 3 Prove di Permeabilità Lugeon del tipo *in avanzamento*, nei seguenti tratti di profondità in metri da p.c. :
  - PL1** 51.65 – 55.20 m da p.c.;
  - PL2** 58.10 – 62.40 m da p.c.;
  - PL3** 68.00 – 72.20 m da p.c.;
- esecuzione di n° 2 Prove Pressiometriche con pressimetro Menard alle seguenti profondità in metri da p.c. :
  - MPM1** 55.80 m da p.c.;
  - MPM2** 66.30 m da p.c.;
- il foro di sondaggio S 38 è stato strumentato con:
  - tubo piezometrico tipo tubo aperto Ø 2", fino alla profondità di 72.20 m da p.c.:
  - cieco nel tratto 0.00-12.20 m da p.c.,
  - microfessurato nel tratto 12.20-72.20 m da p.c..
- installazione di pozzetto di protezione di tipo carrabile;
- NOTE: cutting "sfilato", parzialmente rimaneggiato nel tratto 55.20 – 56.70 m da p.c..

**S 39 :**

- macchina operatrice: MAIT T 14, cingolata;
- data inizio: 22.10.2002; data ultimazione: 24.10.2002;
- perforazione ad andamento verticale, a carotaggio continuo, spinta fino alla profondità di 20.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 101 mm, con corona widia, nei tratti 0.00 – 7.50; 9.00 – 12.70 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere doppio T6, Ø 101 mm, nei tratti: 7.50 – 9.00; 12.70 – 20.00 m da p.c.;
- uso di rivestimento fino a 13.50 m da p.c., con camicia Ø 127 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nei tratti: 7.50 – 9.00; 12.70 – 20.00 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata in maniera continua durante la perforazione, a partire da c.ca 12.50 m p.c.;
- prelievo di n° 2 campioni indisturbati mediante campionatore Shelby:
  - C1a 3.30-3.55 m da p.c.;**
  - C1 5.00-5.50 m da p.c.;**
- prelievo di n° 3 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:
  - C2 14.70-15.50 m da p.c.;**
  - C3 16.00-17.00 m da p.c.;**
  - C4 19.10-19.90 m da p.c.;**
- esecuzione di n° 3 Prove Penetrometriche in foro tipo SPT (Standard Penetration Test) (peso massa battente 63.5 Kg, altezza caduta 76 cm, diametro aste Ø = 50.8 mm, angolo al vertice punta = 60°), alle seguente profondità in metri da p.c. :  
3.00-3.45 (A); 7.00-7.45 (C); 10.50-10.95 (C).  
(C) Punta chiusa; (A) Punta aperta con campione; (AN) Punta aperta senza campione
- esecuzione di prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163);



- valutazione dell'indice RQD;
- il foro di sondaggio S 39 non è stato strumentato;
- NOTE: n.n.

**S 40 :**

- macchina operatrice: MAIT T 14, cingolata;
- data inizio: 04.11.2002; data ultimazione: 06.11.2002;
- perforazione ad andamento verticale, a carotaggio continuo, spinta fino alla profondità di 30.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 101 mm, con corona widia, nei tratti 0.00 – 8.00; 9.00 – 10.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere doppio T6, Ø 101 mm, nei tratti: 8.00 – 9.00; 10.00 – 30.00 m da p.c.;
- uso di rivestimento fino a 7.50 m da p.c., con camicia Ø 127 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nei tratti: 8.00 – 9.00; 10.00 – 30.00 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata in maniera continua durante la perforazione, a partire da c.ca 8.00 m p.c.;
- prelievo di n° 4 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:
  - CA 3.10-3.40 m da p.c.;
  - C1 12.20-13.00 m da p.c.;
  - C2 16.30-17.10 m da p.c.;
  - C3 26.50-27.00 m da p.c.;
- esecuzione di n° 2 Prove Penetrometriche in foro tipo SPT (Standard Penetration Test) (peso massa battente 63.5 Kg, altezza caduta 76 cm, diametro aste Ø = 50.8 mm, angolo al vertice punta = 60°), alle seguente profondità in metri da p.c. :

2.50-2.95 (A); 5.50-5.95 (C);

(C) Punta chiusa; (A) Punta aperta con campione; (AN) Punta aperta senza campione.

- esecuzione di prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163);
- valutazione dell'indice RQD;
- il foro di sondaggio S 40 è stato strumentato con:
  - tubo piezometrico tipo tubo aperto Ø 2", fino alla profondità di 30.00 m da p.c.:
    - cieco nel tratto 0.00-3.00 m da p.c.,
    - microfessurato nel tratto 3.00-30.00 m da p.c..
- installazione di pozzetto di protezione metallico, provvisto di chiusura a lucchetto, con apposizione di palina bicolore di segnalazione;
- NOTE: n.n.

**S 41 :**

- macchina operatrice: MAIT T 14, cingolata;
- data inizio: 24.10.2002; data ultimazione: 28.10.2002;
- perforazione ad andamento verticale, a carotaggio continuo, spinta fino alla profondità di 30.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 101 mm, con corona widia, nei tratti 0.00 – 2.70 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere doppio T6, Ø 101 mm, nel tratto: 2.70 – 30.00 m da p.c.;
- uso di rivestimento fino a 3.00 m da p.c., con camicia Ø 127 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nel tratto: 2.70 – 30.00 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata in maniera continua durante la perforazione, a partire da c.ca 2.00 m p.c.;
- prelievo di n° 4 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:
  - C1 5.00-5.80 m da p.c.;
  - C2 12.00-12.90 m da p.c.;
  - C3 21.00-21.70 m da p.c.;
  - C4 27.00-27.80 m da p.c.;
- valutazione dell'indice RQD;
- il foro di sondaggio S 41 è stato strumentato con:
  - tubo piezometrico tipo tubo aperto Ø 2", fino alla profondità di 30.00 m da p.c.:
    - cieco nel tratto 0.00-3.00 m da p.c.,
    - microfessurato nel tratto 3.00-30.00 m da p.c..
- installazione di pozzetto di protezione metallico, provvisto di chiusura a lucchetto, con apposizione di palina bicolore di segnalazione;
- NOTE: n.n.



**S 42 :**

- macchina operatrice: MAIT T 14, cingolata;
- data inizio: 06.11.2002; data ultimazione: 08.11.2002;
- perforazione ad andamento verticale, a carotaggio continuo, spinta fino alla profondità di 25.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 101 mm, con corona widia, nei tratti 0.00 – 8.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere doppio T6, Ø 101 mm, nel tratto: 8.00 – 25.00 m da p.c.;
- uso di rivestimento fino a 9.00 m da p.c., con camicia Ø 127 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nel tratto: 8.00 – 25.00 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata in maniera continua durante la perforazione, a partire da c.ca 8.00 m p.c.;
- prelievo di n° 2 campioni indisturbati mediante campionatore Shelby:
  - C1 2.50-3.00 m da p.c.;**
  - C2 5.00-5.50 m da p.c.;**
- prelievo di n° 4 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:
  - C3 9.20-9.90 m da p.c.;**
  - C4 15.50-16.50 m da p.c.;**
  - C5 19.50-20.50 m da p.c.;**
  - C6 23.50-24.20 m da p.c.;**
- esecuzione di n° 2 Prove Penetrometriche in foro tipo SPT (Standard Penetration Test) (peso massa battente 63.5 Kg, altezza caduta 76 cm, diametro aste  $\varnothing = 50.8$  mm, angolo al vertice punta = 60°), alle seguente profondità in metri da p.c. :
  - 5.50-5.95 (A); 8.00-8.35 (A);

(C) Punta chiusa; (A) Punta aperta con campione; (AN) Punta aperta senza campione.
- esecuzione di prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163);

- valutazione dell'indice RQD;
- il foro di sondaggio S 42 è stato strumentato con:
  - tubo inclinometrico in alluminio, fino alla profondità di 24.50 m da p.c.;
- installazione di pozzetto di protezione metallico, provvisto di chiusura a lucchetto, con apposizione di palina bicolore di segnalazione;
- NOTE:
  - perdita significativa del fluido di perforazione nel tratto 4.00-4.50 m da p.c., c.ca;
  - impossibile il prelievo di spezzoni di carota significativi, nel tratto 10.0-15.0 m da p.c., causa l'elevato grado di fratturazione

**S 43 :**

- macchina operatrice: MAIT T 14, cingolata;
- data inizio: 14.11.2002; data ultimazione: 23.11.2002;
- perforazione ad andamento verticale, a carotaggio continuo, spinta fino alla profondità di 40.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 101 mm, con corona widia, nei tratti 0.00 – 6.00; 38.00 – 39.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 65 mm, nel tratto 14.00 – 15.80 m da p.c., per la realizzazione di "tasca" per l'esecuzione di una prova pressiométrica;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 76 mm, nei tratti 24.50 – 25.50; 30.70 – 32.15 m da p.c., per la realizzazione di "tasche" per l'esecuzione di prove pressiométriche;
- utilizzo di carotiere doppio T6 e T6S, Ø 101 mm, nei tratti: 6.00 – 14.00; 15.80 – 24.50; 25.50 – 30.70; 32.15 – 38.00; 39.00 – 40.00 m da p.c.;
- uso di rivestimento fino a 10.50 m da p.c., con camicia Ø 127 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nei tratti: 6.00 – 14.00; 15.80 – 24.50; 25.50 – 30.70; 32.15 – 38.00; 39.00 – 40.00 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata durante la perforazione a partire da c.ca 6.00 m da p.c.;
- prelievo di n° 1 campione indisturbato mediante campionatore Shelby:  
**C1 3.00-3.50 m da p.c.;**
- prelievo di n° 7 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:  
**C2 9.50-10.50 m da p.c.;**  
**C3 12.80-13.40 m da p.c.;**  
**C4 18.10-18.50 m da p.c.;**  
**C5 22.30-22.80 m da p.c.;**  
**C6 24.15-24.40 m da p.c.;**



**C7** 27.70-28.00 m da p.c.;

**C8** 33.00-33.70 m da p.c.;

- esecuzione di n° 1 Prova Penetrometrica in foro tipo SPT (Standard Penetration Test) (peso massa battente 63.5 Kg, altezza caduta 76 cm, diametro aste  $\varnothing = 50.8$  mm, angolo al vertice punta = 60°), alla seguente profondità in metri da p.c. :

4.50-4.95 (A);

(C) Punta chiusa; (A) Punta aperta con campione; (AN) Punta aperta senza campione.

- esecuzione di prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163);
- valutazione dell'indice RQD;
- esecuzione di n° 4 Prove di Permeabilità Lugeon del tipo *in avanzamento*, nei seguenti tratti di profondità in metri da p.c. :

**PL1** 8.90 – 12.50 m da p.c.;

**PL2** 19.40 – 21.30 m da p.c.;

**PL3** 24.00 – 28.00 m da p.c.;

**PL4** 28.40 – 33.00 m da p.c.;

- esecuzione di n° 3 Prove Pressiometriche con pressiometro Menard alle seguenti profondità in metri da p.c. :

**MPM1** 15.50 m da p.c.;

**MPM2** 25.00 m da p.c.;

**MPM3** 31.30 m da p.c.;

- il foro di sondaggio S 43 è stato strumentato con:
  - tubo piezometrico tipo tubo aperto  $\varnothing 2''$ , fino alla profondità di 72.20 m da p.c.:
  - cieco nel tratto 0.00-4.00 m da p.c.,
  - microfessurato nel tratto 4.00-40.00 m da p.c..
- installazione di pozzetto di protezione metallico, provvisto di chiusura a lucchetto, con apposizione di palina bicolore di segnalazione;

▪ NOTE:

- durante il carotaggio con carotiere doppio T6 nel tratto 35.00 – 38.00 m da p.c., i livelli marnosi risultano localmente in parte rimaneggiati;
- cutting sfilato nei tratti 34.80 – 36.00; 38.00 – 38.60 m da p.c.;
- impossibile il prelievo di spezzoni di carota significativi nel tratto oltre i 34.0 m da p.c. causa l'elevato grado di fratturazione;
- la prova Lugeon PL1, è stata annullata per continue risalite di acqua al di sopra dell'otturatore (packer), pur tentando la stessa su vari tratti (10.50 – 11.50; 9.90 – 11.50; 8.90 – 11.50; 11.50 – 12.50 m da p.c.), solo nel tratto 8.90 – 11.50 m da p.c., si è riusciti a completare il primo gradino della prova per una durata significativa;

**S 44b :**

- macchina operatrice: MAIT T 14, cingolata;
- data inizio: 29.10.2002; data ultimazione: 31.10.2002;
- perforazione ad andamento verticale, a carotaggio continuo, spinta fino alla profondità di 30.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 101 mm, con corona widia, nei tratti 0.00 – 8.80; 23.00 – 30.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere doppio T6, Ø 101 mm, nel tratto: 8.80 – 23.00 m da p.c.;
- uso di rivestimento fino a 9.00 m da p.c., con camicia Ø 127 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nel tratto: 8.80 – 23.00 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata durante la perforazione a partire da c.ca 8.50 m da p.c.;
- prelievo di n° 1 campione indisturbato mediante campionatore Shelby:  
**C1 5.00-5.50 m da p.c.;**
- prelievo di n° 3 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:  
**C2 9.40-10.30 m da p.c.;**  
**C3 18.20-19.00 m da p.c.;**  
**C4 22.20-22.90 m da p.c.;**
- esecuzione di n° 1 Prova Penetrometrica in foro tipo SPT (Standard Penetration Test) (peso massa battente 63.5 Kg, altezza caduta 76 cm, diametro aste  $\varnothing = 50.8$  mm, angolo al vertice punta = 60°), alla seguente profondità in metri da p.c. :  
5.50-5.95 (A);  
(C) Punta chiusa; (A) Punta aperta con campione; (AN) Punta aperta senza campione.
- esecuzione di prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163);
- valutazione dell'indice RQD;
- il foro di sondaggio S 44b è stato strumentato con:



- tubo piezometrico tipo tubo aperto Ø 2", fino alla profondità di 30.00 m da p.c.:
  - cieco nel tratto 0.00-3.00 m da p.c.,
  - microfessurato nel tratto 3.00-30.00 m da p.c..
- installazione di pozzetto di protezione metallico, provvisto di chiusura a lucchetto, con apposizione di palina bicolore di segnalazione;
- NOTE:
  - cutting parzialmente rimaneggiato nel tratto 24.50 – 27.00 m da p.c.;

**S 45 :**

- macchina operatrice: MAIT T 14, cingolata;
- data inizio: 09.11.2002; data ultimazione: 13.11.2002;
- perforazione ad andamento verticale, a carotaggio continuo, spinta fino alla profondità di 35.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere semplice, Ø 101 mm, con corona widia, nei tratti 0.00 – 11.00; 12.60 – 17.00 m da p.c.;
- utilizzo di carotiere doppio T6 e T6S, Ø 101 mm, nei tratti: 11.00 – 12.60; 17.00 – 35.00 m da p.c.;
- uso di rivestimento fino a 10.50 m da p.c., con camicia Ø 127 mm;
- utilizzo di corona policristallina (PCD), nei tratti: 11.00 – 12.60; 17.00 – 35.00 m da p.c.;
- circolazione d'acqua utilizzata durante la perforazione a partire da c.ca 10.50 m da p.c.;
- prelievo di n° 2 campioni indisturbati mediante campionatore Shelby:
  - C1 7.00-7.50 m da p.c.;
  - C2 10.50-11.00 m da p.c.;
- prelievo di n° 5 campioni semirimaneggiati o spezzoni di carota:
  - CA 3.50-3.80 m da p.c.;
  - CB 5.50-5.80 m da p.c.;
  - C3 13.60-13.80 m da p.c.;
  - C4 28.00-28.50 m da p.c.;
  - C5 33.20-33.50 m da p.c.;
- esecuzione di n° 1 Prova Penetrometrica in foro tipo SPT (Standard Penetration Test) (peso massa battente 63.5 Kg, altezza caduta 76 cm, diametro aste Ø = 50.8 mm, angolo al vertice punta = 60°), alla seguente profondità in metri da p.c. :

2.50-2.95 (AN);

(C) Punta chiusa; (A) Punta aperta con campione; (AN) Punta aperta senza campione.

- esecuzione di prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163);
- valutazione dell'indice RQD;
- il foro di sondaggio S 45 è stato strumentato con:
  - tubo piezometrico tipo tubo aperto Ø 2", fino alla profondità di 30.00 m da p.c.:
  - cieco nel tratto 0.00-3.00 m da p.c.,
  - microfessurato nel tratto 3.00-35.00 m da p.c..
- installazione di pozzetto di protezione metallico, provvisto di chiusura a lucchetto;
- NOTE: n.n.



▪ **Modalità di installazione e caratteristiche della strumentazione di monitoraggio piezometrico ed inclinometrico**

Durante il corso della campagna di indagini, sono state installate strumentazioni di monitoraggio consistenti in:

- *piezometri tipo tubo aperto*, costituiti da un tubo in PVC (con aste raccordabili di lunghezza max 3.00 m), con  $\varnothing = 2''$  ( 50.8 mm), con sezione di misura microfessurata, circondata da dreno costituito da ghiaietto pulito isolato superiormente da un tampone impermeabile, realizzato con palle di bentonite, compattato, e sezione cieca, circondata da idoneo materiale di riempimento, provvista di cementazione del tratto superficiale;
- *inclinometri in alluminio*, costituiti da aste di lunghezza di 3.00 m con 4 guide di misura poste a 90°, con manicotti di giunzione in alluminio, provvisti di rivettatura e sigillati con silicone e nastro adesivo, installati con rabbocco interno di acqua e cementati partendo dal basso, mediante miscela cementizia passante da un tubo posto fino a fondo foro, sino a refluisce in superficie della stessa;

Le strumentazioni di monitoraggio installate sono provviste di idoneo pozzetto di protezione metallico, carrabile o con coperchio e chiusura con lucchetto.

Quant'altro, relativamente alla posa in opera delle strumentazioni di monitoraggio, è stato realizzato seguendo le prescrizioni riportate in "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - A.G.I., 1977".

**□ PROVE DI PERMEABILITÀ LUGEON****▪ Modalità di esecuzione delle prove di permeabilità Lugeon**

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, sono state condotte una serie di prove di permeabilità in situ, del tipo Prove Lugeon in avanzamento, eseguite mediante immissione di acqua sotto pressione nei fori di sondaggio, in tratti significativi degli stessi.

L'attuazione della prova ha previsto, al termine del carotaggio delle porzioni di sondaggio individuate per l'esecuzione, l'apposizione nel foro di una tubazione per l'adduzione dell'acqua, in polietilene con  $\varnothing$  24 mm interno, per le prove eseguite nel foro di sondaggio S 43, ed in acciaio con aste raccordabili di lunghezza 3.00 m, con  $\varnothing$  22 mm interno, per le prove eseguite nel foro di sondaggio S 38.

Le due tubazioni di immissione erano munite di otturatore ad espansione semplice (packer), per l'isolamento del tratto di foro di prova, gonfiato ad azoto con pressioni comprese tra 24 – 30 bar.

Collegata alla tubazione di immissione, nel tratto compreso tra boccaforo e la pompa "a portata costante" per l'immissione dell'acqua, è stata posizionata la strumentazione di misura, costituita da un manometro tarato per la misura della pressione di iniezione, un contatore volumetrico, con precisione di 0.05 l, utilizzabile fino a 16 bar di pressione, per la misura della portata immessa ed uno scarico con saracinesca, interposto nel circuito di alimentazione tra la pompa ed il contatore volumetrico.

Le prove sono state eseguite per almeno 5 valori della pressione di iniezione, tre per pressioni crescenti e due in analoghe condizioni decrescenti, con tempi di durata compresi tra 14' e 20', con intervalli di misura di 2', con inizio dopo il raggiungimento delle condizioni di equilibrio, controllando l'eventuale

fuoriuscita di acqua a seguito di perdite attraverso l'otturatore, mediante segnalatore acustico (freatimetro) in foro.

All'inizio ed al termine delle prove, è stata effettuata una misurazione dell'altezza dell'acqua all'interno del foro di perforazione, successivamente comparata con il livello piezometrico misurato nei giorni successivi, all'interno delle strumentazioni installate nelle singole perforazioni (piezometri tubo aperto), livello peraltro considerato come livello stabile della falda, utilizzato durante l'elaborazione delle prove per la misura o estrapolazione della portata d'acqua in litri al minuto, assorbita da un tratto di foro di lunghezza di 1.0 m, alla pressione "effettiva" di 10 atm (U.L. = Unità Lugeon).

Nel dettaglio, le prove Lugeon sono state eseguite nei fori di sondaggio ed alle profondità di seguito riportate:

SONDAGGIO	S 38	S 43
PROVE LUGEON	PL1 (8.90 – 11.50)	PL1 (51.65 – 55.20)
(prof. metri da p.c.)	PL2 (19.40 – 21.30)	PL2 (58.10 – 62.40)
	PL3 (24.00 – 28.00)	PL3 (68.00 – 72.00)
	PL4 (28.40 – 33.00)	



□ **MONITORAGGIO PIEZOMETRICO**

- **Modalità di esecuzione e tabulati numerici delle letture piezometriche effettuate in c.o.**

Il sistema di acquisizione utilizzato, è costituito da un freatometro elettrico Mod. SEBA Electric – KLL che, mediante apposito sensore collegato ad indicatori acustici e luminosi tramite una fettuccia centimetrata, permette il rilevamento della profondità del livello della falda presente all'interno della tubazione piezometrica installata.

Relativamente alle risultanze delle letture effettuate, è stata prodotta la tabella di seguito allegata, nella quale viene dettagliata la profondità dei singoli tubi piezometrici, il tipo di piezometro, l'altezza del boccaforo ed il livello statico rilevato.

Tutte le misure sono state effettuate con quota di riferimento, corrispondente al boccaforo del pozzetto di protezione della strumentazione piezometrica.

In merito alle misurazioni del livello dell'acqua all'interno dei fori di sondaggio, rilevate in corso d'opera durante l'esecuzione delle stesse, si rimanda alle stratigrafie dei singoli sondaggi, nelle quali vengono riportate.

Nelle pagine che seguono vengono allegati:

- **Logs stratigrafici dei sondaggi geognostici**
- **Documentazione fotografica delle cassette catalogatrici**
- **Tabulati numerici ed elaborazioni grafiche delle prove Lugeon effettuate**
- **Tabulati delle letture piezometriche in c.o.**

LOGS STRATIGRAFICI  
DEI  
SONDAGGI GEOGNOSTICI



- Sondaggio S38, cassetta catalogatrice n. 1 (da 50.00 m a 54.00 m)



- Sondaggio S38, cassetta catalogatrice n. 2 (da 54.00 m a 58.00 m)





- Sondaggio S38, cassetta catalogatrice n. 3 (da 58.00 m a 62.00 m)



- Sondaggio S38, cassetta catalogatrice n. 4 (da 62.00 m a 66.00 m)



- Sondaggio S38, cassetta catalogatrice n. 5 (da 66.00 m a 70.00 m)



- Sondaggio S38, cassetta catalogatrice n. 6 (da 70.00 m a 72.20 m)





- Sondaggio S39, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 5.00 m)



- Sondaggio S39, cassetta catalogatrice n. 2 (da 5.00 m a 9.00 m)





- Sondaggio S39, cassetta catalogatrice n. 5 (da 16.00 m a 20.00 m)



- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 3.80 m)



- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 2 (da 3.80 m a 8.00 m)





- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 3 (da 8.00 m a 12.00 m)



- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 4 (da 12.00 m a 16.00 m)





- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 5 (da 16.00 m a 20.00 m)



- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 6 (da 20.00 m a 23.70 m)



- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 7 (da 23.70 m a 27.40 m)



- Sondaggio S40, cassetta catalogatrice n. 8 (da 27.40 m a 30.00 m)





- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 4.00 m)



- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 2 (da 4.00 m a 8.00 m)





- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 3 (da 8.00 m a 12.00 m)



- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 4 (da 12.00 m a 16.00 m)



- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 5 (da 16.00 m a 20.00 m)



- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 6 (da 20.00 m a 24.00 m)





- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 7 (da 24.00 m a 28.00 m)



- Sondaggio S41, cassetta catalogatrice n. 8 (da 28.00 m a 30.00 m)





- Sondaggio S42, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 3.50 m)



- Sondaggio S42, cassetta catalogatrice n. 2 (da 3.50 m a 8.00 m)



- Sondaggio S42, cassetta catalogatrice n. 3 (da 8.00 m a 12.00 m)



- Sondaggio S42, cassetta catalogatrice n. 4 (da 12.00 m a 16.50 m)





- Sondaggio S42, cassetta catalogatrice n. 5 (da 16.50 m a 20.50 m)



- Sondaggio S42, cassetta catalogatrice n. 6 (da 20.50 m a 25.00 m)





- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 4.00 m)



- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 2 (da 4.00 m a 8.00 m)



- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 3 (da 8.00 m a 11.50 m)



- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 4 (da 11.50 m a 15.80 m)





- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 5 (da 15.80 m a 19.50 m)



- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 6 (da 19.50 m a 23.50 m)





- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 7 (da 23.50 m a 27.50 m)



- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 8 (da 27.50 m a 31.50 m)



- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 9 (da 31.50 m a 36.00 m)



- Sondaggio S43, cassetta catalogatrice n. 10 (da 36.00 m a 40.00 m)





- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 3.50 m)



- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 2 (da 3.50 m a 8.00 m)





- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 3 (da 8.00 m a 12.00 m)



- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 4 (da 12.00 m a 16.00 m)



- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 5 (da 16.00 m a 20.00 m)



- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 6 (da 20.00 m a 24.00 m)





- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 7 (da 24.00 m a 28.00 m)



- Sondaggio S44b, cassetta catalogatrice n. 8 (da 28.00 m a 30.00 m)





Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 3.80 m)



- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 2 (da 3.80 m a 7.50 m)



- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.00 m a 3.80 m)



- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 2 (da 3.80 m a 7.50 m)





- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 3 (da 7.50 m a 12.00 m)



- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 4 (da 12.00 m a 16.50 m)





- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 5 (da 16.50 m a 20.00 m)



- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 6 (da 20.00 m a 24.00 m)



- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 7 (da 24.00 m a 28.00 m)



- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 8 (da 28.00 m a 32.00 m)





- Sondaggio S45, cassetta catalogatrice n. 9 (da 32.00 m a 35.00 m)