



# COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

COMITATO TECNICO REGIONALE  
SEZIONE PROVINCIALE - AVELLINO

Esaminato nell'adunanza del Comitato in  
data 27 MAG. 2003

Voto n. 5567  
IL SEGRETARIO

IL SEGRETARIO C.T.R.  
Avv. Antonio Mauriello



ALLEGATI

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE  
AVELLINO  
SERVIZIO ORGANISTICA  
PIANI GENERALI

VISTO con riferimento alla deliberazione  
di C. P. n. 140 del 26/1/03  
e al D.P.A.P. n. 21 del 13 GEN. 2004

DIRIGENTE  
*Liliana Monaco*

## PIANO REGOLATORE GENERALE

Integrazione INDAGINE GEOLOGICO TECNICA  
come da parere n. 4830 del 31/10/97 del  
CTR SEZ. PROV. DI AVELLINO

- Rilievi fotografici
- Stratigrafie
- Prove di Laboratorio
- Prospezioni sismiche

COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA  
Provincia di Avellino

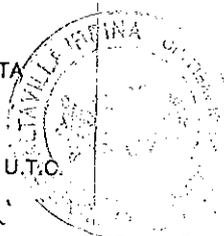
Copia conforme all'originale esistente  
agli atti di quest'Ufficio ed adottato con  
deliberazione del Commissario ad  
acta n. 1 del 22/04/2002, esecutiva  
a norma di legge e modificata a  
seguito delle osservazioni accolte con  
deliberazione del Commissario ad  
acta n. 2 del 6/2/2003 e successiva  
n. 3 del 07/03/2003, esecutive a  
norma di legge.

IL SEGRETARIO COMUNALE  
Dott.ssa Angiola Loffredo

VISTO: IL COMMISSARIO AD ACTA  
Ing. Liliana Monaco

VISTO: IL RESPONSABILE DELL' U.T.C.

Arch. Nicola Tiralli  
*Nicola Tiralli*

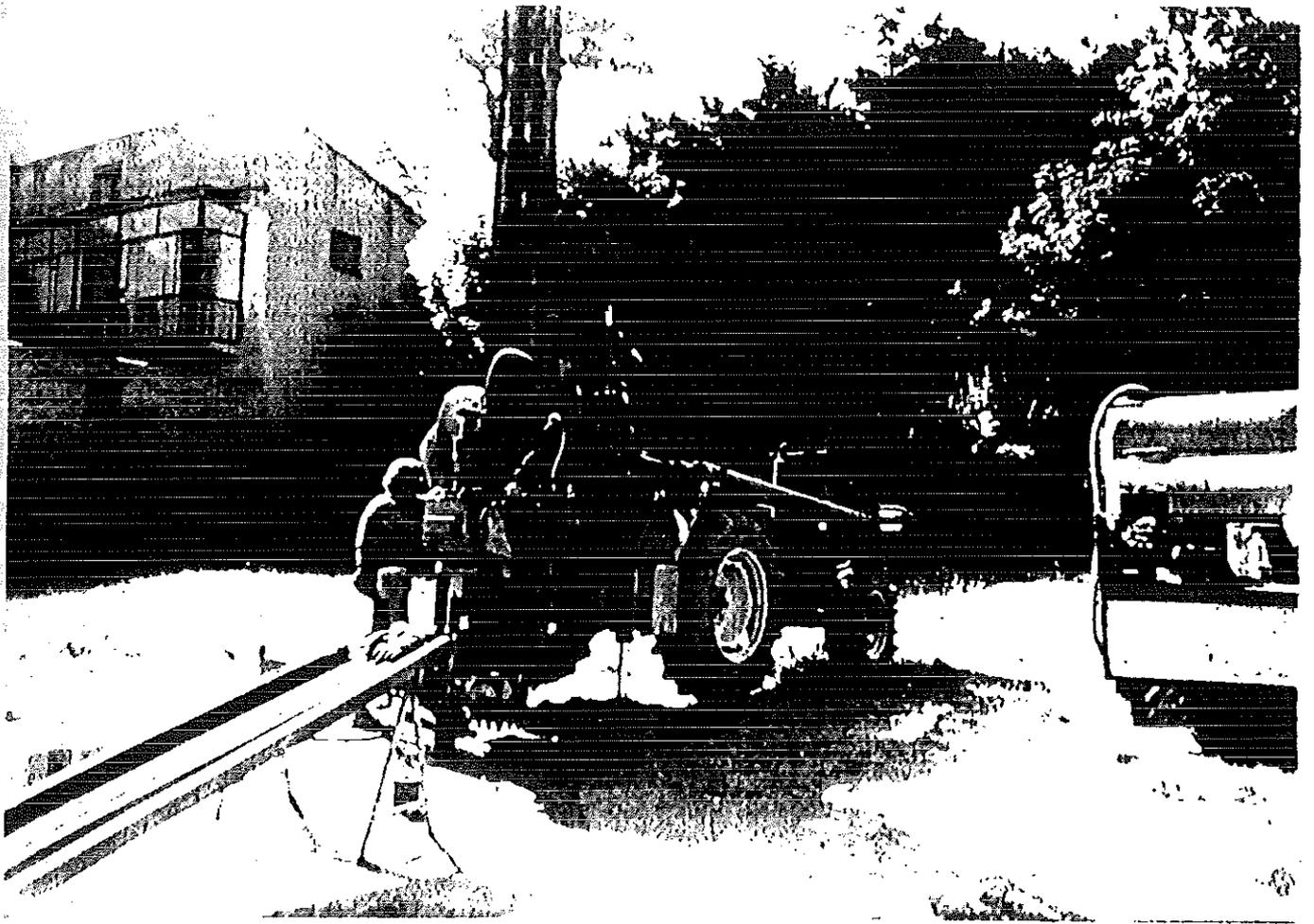


## IL CONSULENTE GEOLOGO

Dott. Costantino Severino



Questo elaborato può essere utilizzato solo al fine di cui in intestazione. Ogni altro uso, per intero od in parte, anche in fotocopia, deve essere preventivamente autorizzato dai consulenti.



UBICAZIONE SONDAGGIO S1 LUGLIO 1998

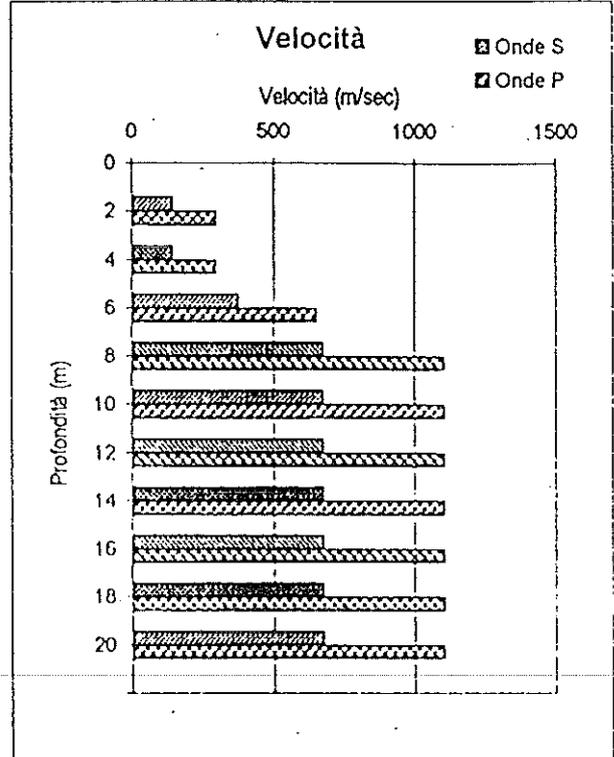
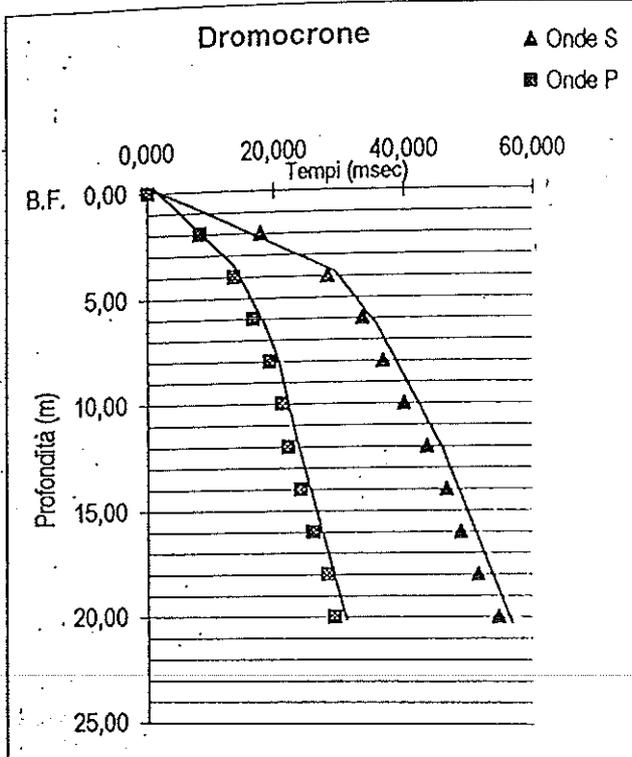


UBICAZIONE SONDAGGIO S2 LUGLIO 1998



**Prospezioni Sismiche Down Hole  
con rilevamento delle onde P e onde S**

Committente: Amministrazione Comunale  
 Cantiere: Integrazione indagine geognostica P.R.G.  
 Comune: Altavilla Irpina (AV)  
 Sondaggio : S2



**INDIVIDUAZIONE DEI SISMOSTRATI**

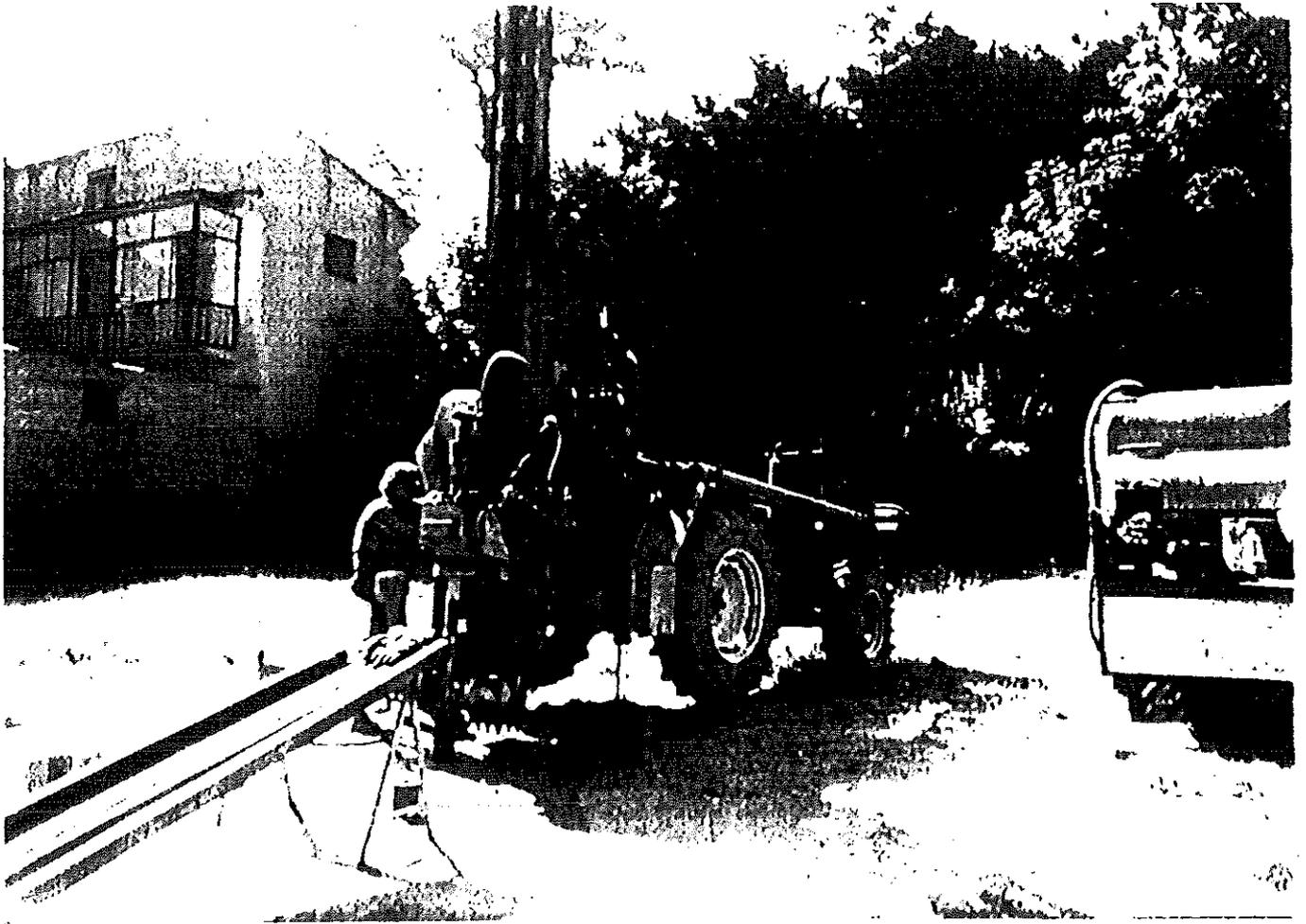
Profondità (ml)	Tempi corretti (msec)		Velocità (m/sec)		Moduli dinamici			
	onde P	Onde S	onde P	Onde S	Poisson	E/densità	m/densità	k/densità
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00E+00	0,00	0,00
4,00	13,6	28,4	293,1	140,9	0,35	2,32E+05	85908,3	257240,5
6,00	16,7	33,7	650,0	373,9	0,25	1,06E+06	422465,1	713493,0
20,00	29,4	54,5	1104,5	674,4	0,20	2,93E+06	1219849,0	1645629,2

**Note:**

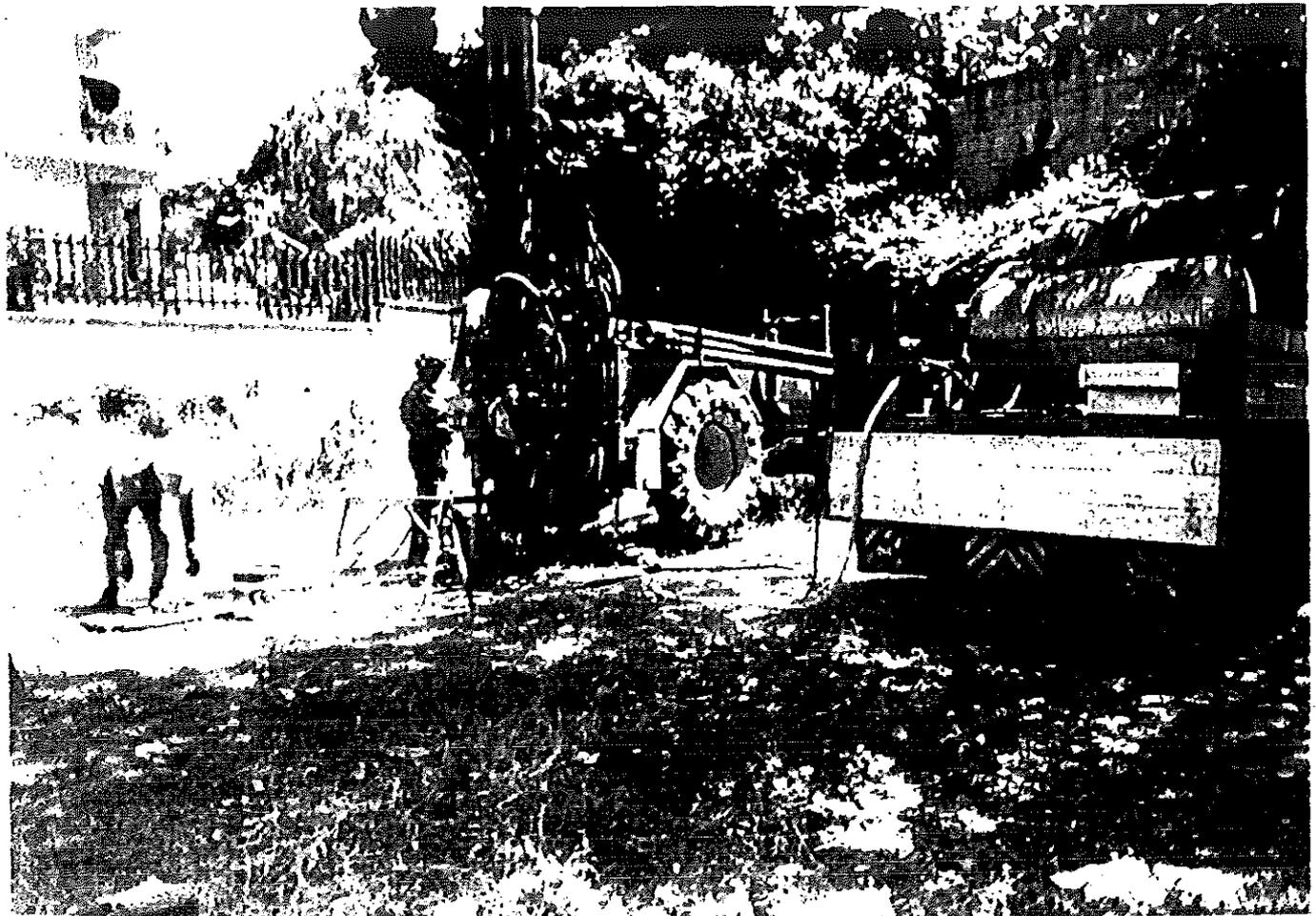
I parametri dinamici qui riportati sono :

- Coefficiente di Poisson
- Modulo di Young (E Kg/cm<sup>2</sup>)
- Modulo di taglio (m Kg/cm<sup>2</sup>)
- Coefficiente di incompressibilità (k Kg/cm<sup>2</sup>)

Gli ultimi tre parametri sono espressi in funzione della densità  $\gamma$  del mezzo.



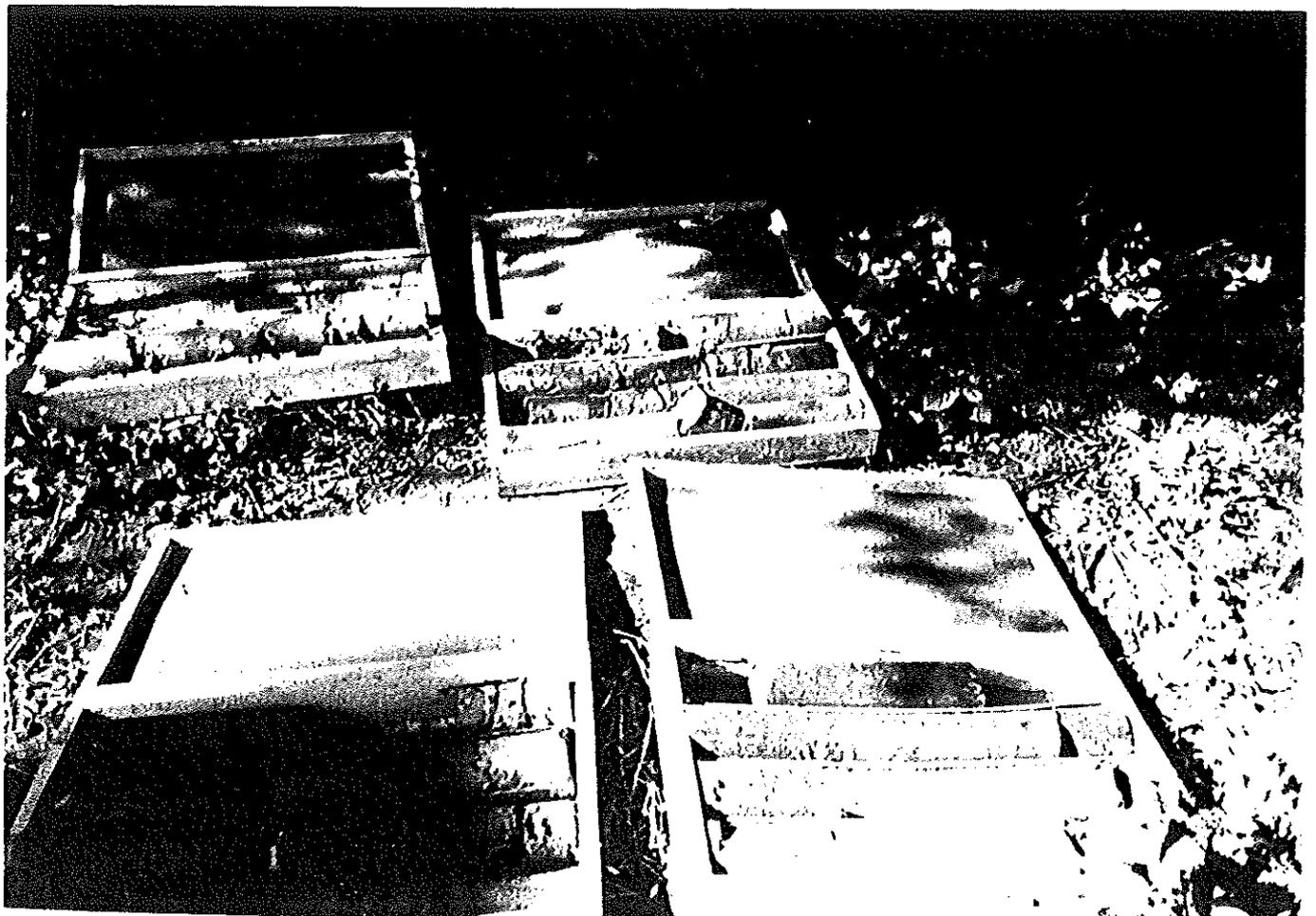
UBICAZIONE SONDAGGIO S1 LUGLIO 1998



UBICAZIONE SONDAGGIO S2 LUGLIO 1998

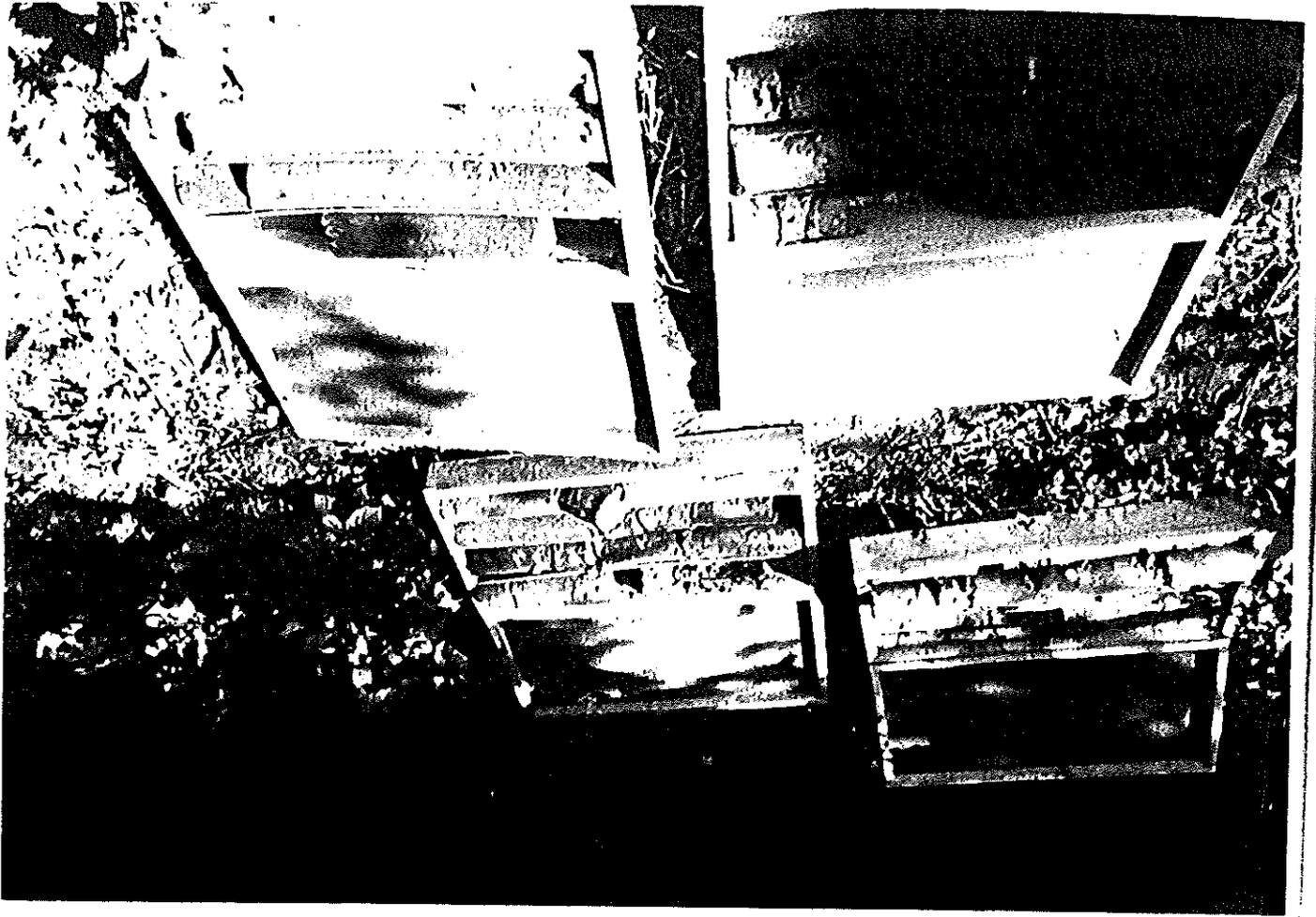


**PARTICOLARE DELLE CAROTE DEL SONDAGGIO S1  
SONO EVIDENTI LE SUCCESSIONI CONGLOMERATICO - PUDDINGOIDI**

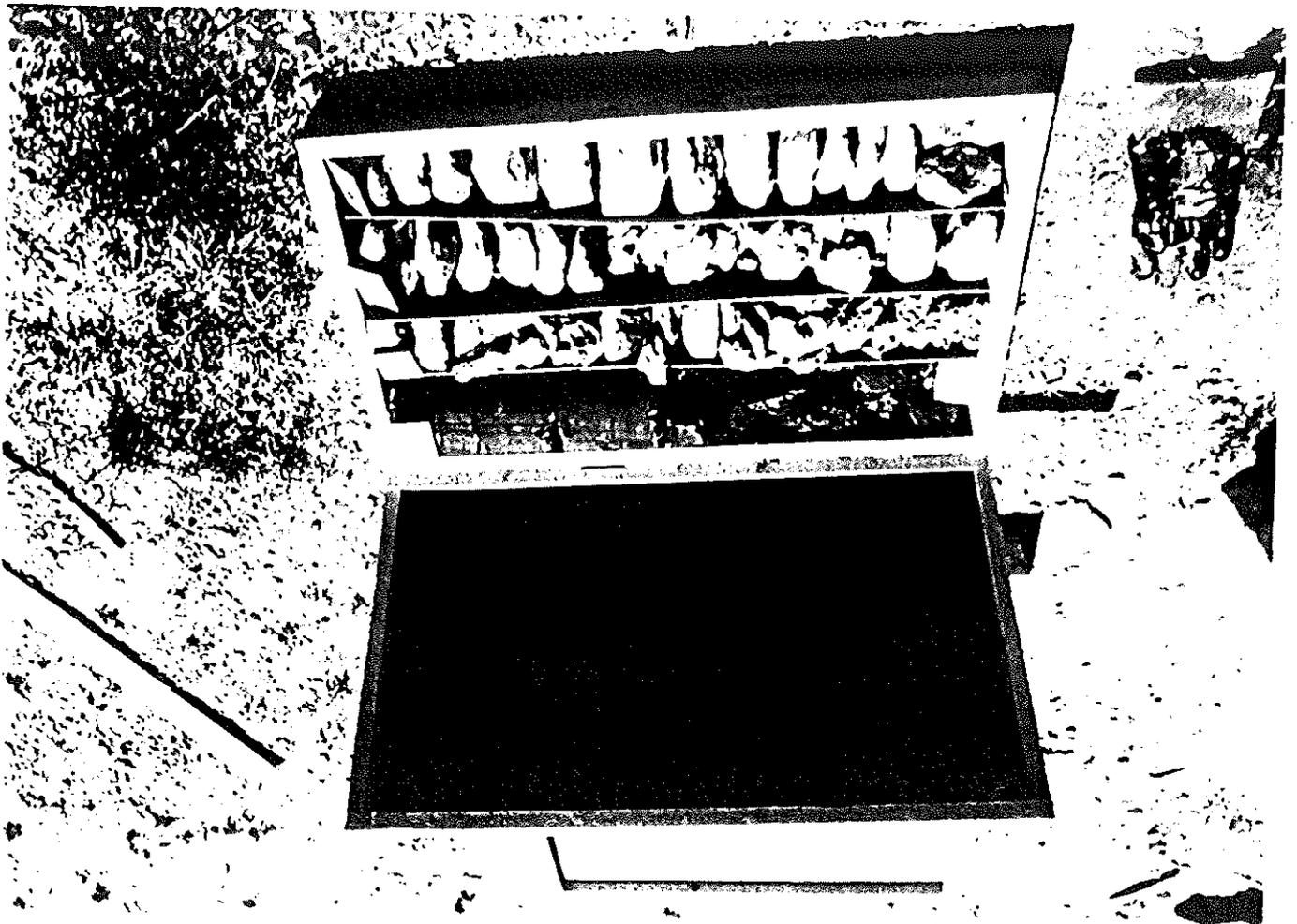


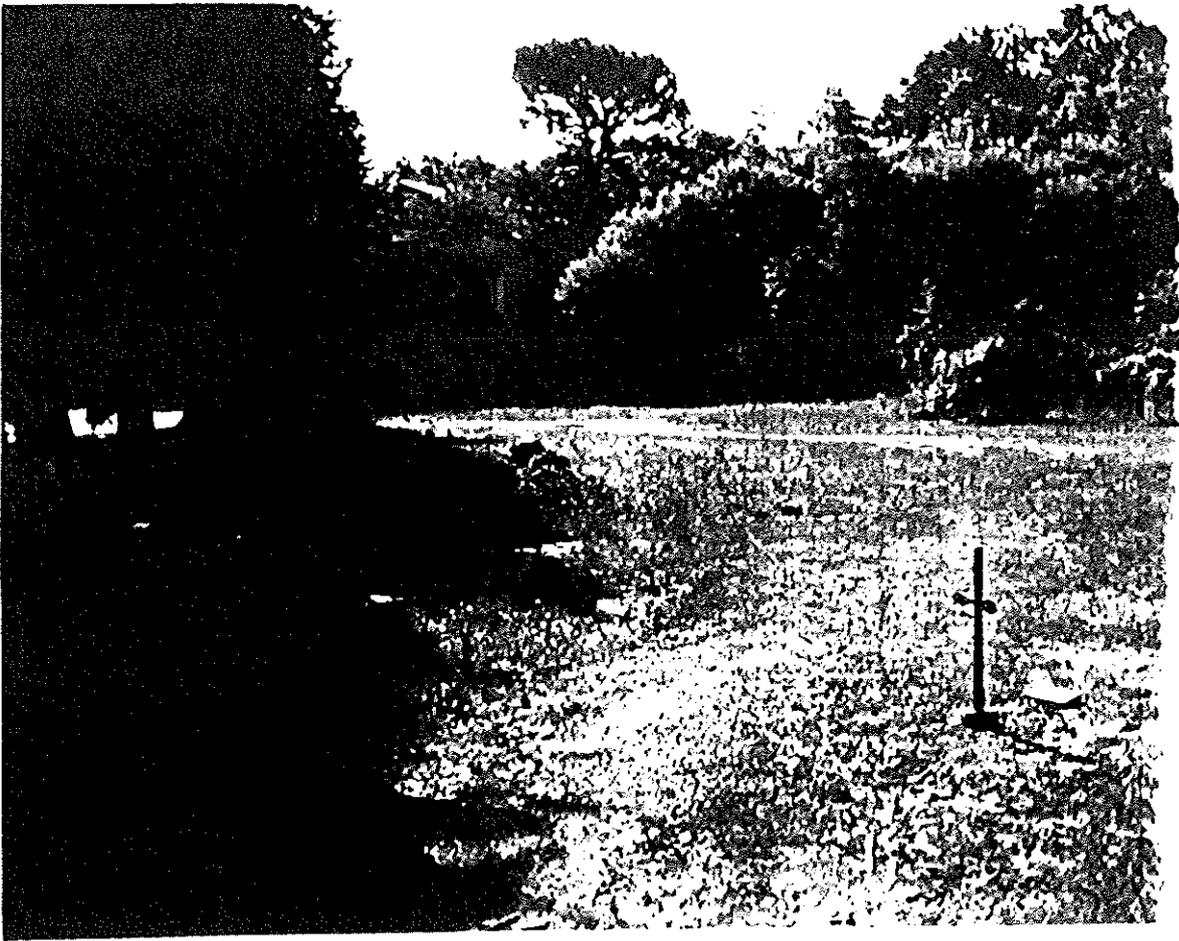
**PARTICOLARE DELLE CAROTE DEL SONDAGGIO S2  
SONO EVIDENTI LE SUCCESSIONI LIMOSO - ARGILLOSE**

SONO EVIDENTI LE SUCCESSIONI CONGLOMERATICO - PUDDINGOIDI



PARTICOLARE DELLE CAROTE DEL SONDAGGIO S1 SONO EVIDENTI LE SUCCESSIONI CONGLOMERATICO - PUDDINGOIDI





UBICAZIONE PROSPEZIONE SISMICA LUGLIO 1998



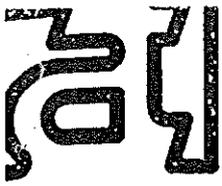
UBICAZIONE DOWN HOLE LUGLIO 1998



Oggetto: Integrazione Indagine geognostica PRG	data d'inizio perforazione : 04/07/98	data di fine perforazione : 04/07/98
	proL : SPLPDH/LUG98/36	committente : dott. C. Severino
	cantiere : Altavilla Irp. (AV)	

Sondaggio : S1	quota boccaforo (s.l.m.) : *****	inclinazione (deg.) : 0
macchina perforatrice : CMV 700 S	geologo resp. di cantiere : dott. R. Ierrobino	
perforatore responsabile : Mario Papa		
note e osservazioni : *****		

Profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	simbologia	STRATIGRAFIA descrizione litologica	CAMPIONI			FALDA ACQ.		% DI CAROTAGGIO 50%	CONSISTENZA	S.P.T. (m) n. colpi	CONTENIMENTO	Ø del foro (mm)	metodo di perf.	note
				profondità di prelievo (m)	campione	tipo di prelievo	prof. di rim.	prof. di stab.							
1,00	1,00		Terroni di spondo												
19,00			Conglomerato poligenico, ben cementato, fratturato con intercalati, a varie altezze, spesso livelli arenacei molto cementati										101 mm	A carotaggio continuo, cantiere semplice e circolazione di liquido inversa	



Oggetto: Integrazione indagine geognostica PRG	data d'inizio perforazione : 04/07/98	data di fine perforazione : 04/07/98
	prot. : SPLPOH/LUG98/36	committente : dott. C. Severino
	cantiere : Altavilla Irp. (AV)	

indagine : S2	quota boccaforo (s.l.m.) : *****	inclinazione (deg.) : 0
macchina perforatrice : CMV 700 S	geologo resp. di cantiere : dott. R. Ierrobino	
perforatore responsabile : Mario Papa		
note e osservazioni : *****		

dal p.c. (M)	potenza (m)	simbologia	STRATIGRAFIA descrizione litologica	CAMPIONI			FALDA ACQ.		% DI CAROTAGGIO 50%	CONSISTENZA	S.P.T. (m) n. colpi	CONTENIMENTO	Ø del foro (mm)	metodo di perf.	note
				profondità di prelievo (m)	composizione	tipo di prelievo	prof. di rif. (mm)	prof. di stab.							
	1,50		Terreni di riporto												
	1,50		Limo sabbioso di colore bruno, di origine preclastica												
	4,50		Limo argilloso giallastro, consistente, con intercali sottili livelli talchiosi micacei e noduli arenacei	S1C1  4,0/4,5											
	12,50		Argilla grigio-azzurra, plastica, passante gradualmente ad argilla grigio-plumbea molto consistente, scagliosa, con superfici di frattura traslucide	S1C2  8,5/9,0											

Questo elaborato può essere utilizzato solo ai fini di cui in intestazione. Ogni altro suo uso, per intero o in parte, anche in fotocopia, deve essere preventivamente autorizzato da "Ambiente & Territorio".

servizi e consulenze  
viale italia, 28  
83100 - avellino  
tel. 0825.24445

• • • software di r. de masi  
tutti i diritti riservati

-----

protocollo n.	:	SPLPSDH/LUG98/36
committente	:	Dr. C. Severino
cantiere	:	Integrazione P.R.G.-Altavilla Irp. (AV)
sondaggio	:	S2
campione	:	C1
quota	:	4.50/5.00
tipo di campione	:	indisturbato

-----

### Caratteristiche Generali

GAMMAG	: peso spec. dei granuli (gr/cm <sup>3</sup> )	=	2.7094
GAMMA	: peso di volume (gr/cm <sup>3</sup> )	=	1.8700
Wn	: contenuto naturale in acqua (%)	=	21.1655
GAMMAS	: peso di volume secco (gr/cm <sup>3</sup> )	=	1.5433
e	: indice dei vuoti	=	0.7555
n	: porosità (%)	=	43.0374
Sr	: saturazione (%)	=	75.9004

Osservazioni : -----

- laboratorio di geotecnica
- software © r.d.m. - versione 1.51
- elaborazione eseguita su computer apple macintosh

ambiente e territorio s.n.c.

servizi consulenze

viale italia, 28

83100 - avellino

tel. 0825.24445

• • • software di r. de masi  
tutti i diritti riservati

-----

protocollo n.	:	SPLPSDH/LUG98/36
committente	:	Dr. C. Severino
cantiere	:	Integrazione P.R.G.-Altavilla Irp. (AV)
sondaggio	:	S2
campione	:	C1
quota	:	4.50/5.00
tipo di campione	:	indisturbato

-----

Prova granulometrica ( fase setacciatura )

Peso iniziale (g) : 60

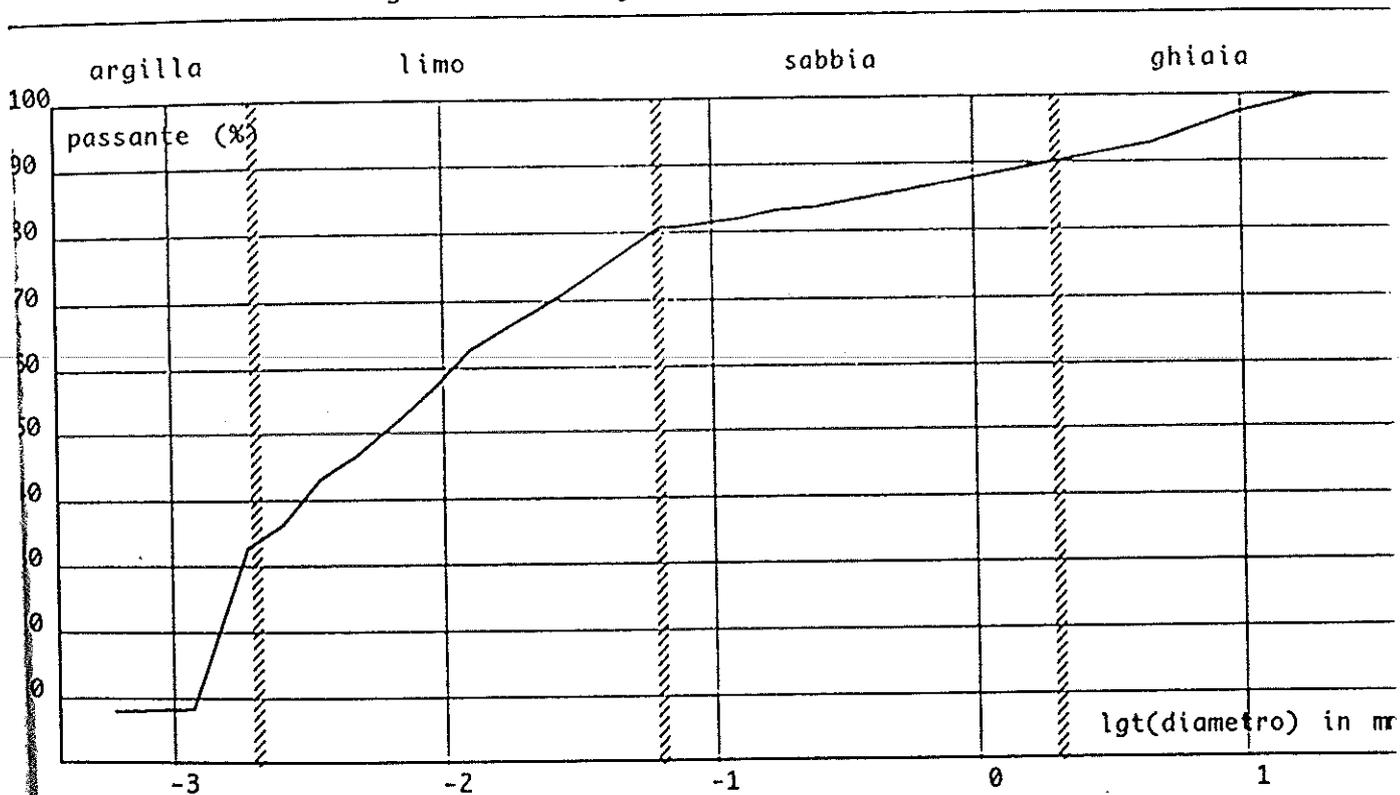
setaccio	residuo		passante	
	g	%	g	%
ASTM 3/4	0.000	0.000	60.000	100.000
ASTM 3/8	1.740	2.900	58.260	97.100
ASTM 4	2.720	4.533	55.540	92.567
ASTM 10	1.650	2.750	53.890	89.817
ASTM 20	1.760	2.933	52.130	86.883
ASTM 40	1.130	1.883	51.000	85.000
ASTM 60	0.900	1.500	50.100	83.500
ASTM 80	0.370	0.617	49.730	82.883
ASTM 120	0.700	1.167	49.030	81.717
ASTM 140	0.200	0.333	48.830	81.383
ASTM 170	0.220	0.367	48.610	81.017
ASTM 200	0.250	0.417	48.360	80.600
ASTM 230	0.050	0.083	48.310	80.517

Fondo (g) : 48.31 pari all' 80.5167 %

Prova granulometrica ( fase areometria )

diam (mm) :	0.03408	passante (%) :	73.15000
diam (mm) :	0.01761	passante (%) :	66.15000
diam (mm) :	0.00947	passante (%) :	57.40000
diam (mm) :	0.00496	passante (%) :	46.90000
diam (mm) :	0.00259	passante (%) :	36.40000
diam (mm) :	0.00116	passante (%) :	8.40000

diagramma granulometrico



elaborazione eseguita su computer Apple Macintosh

Frazioni granulometriche :

ghiaia (%)	:	10.1833
sabbia (%)	:	9.3000
limo (%)	:	46.9522
argilla (%)	:	33.5645

Definizione granulometrica :

[ Limo con argilla deb. ghiaioso deb. sabbioso ] (A.G.I.)

Analisi eseguita per setacciatura ed areometria secondo le norme A.S.T.M.

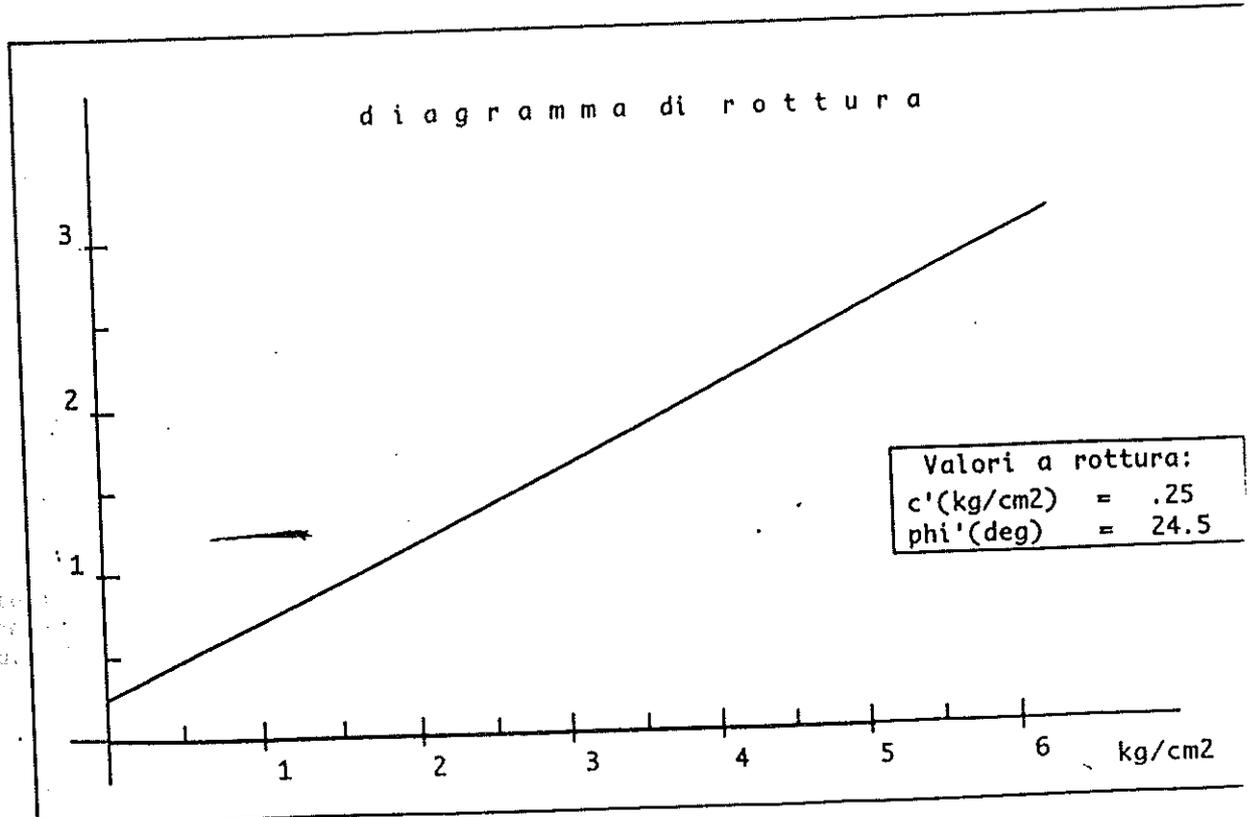
servizi e consulenze  
viale italia, 28  
3100 - avellino  
tel. 0825.24445

... software di r. de masi  
tutti i diritti riservati

protocollo n.	:	SPLPSDH/LUG98/36
mittente	:	Dr. C. Severino
antiera	:	Integrazione P.R.G.-Altavilla Irp. (AV)
ondaggio	:	S2
campione	:	C1
quota	:	4,50/5,00
tipo di campione	:	indisturbato

Prova di taglio diretto all'app. di Casagrande

carico verticale (kg/cm <sup>2</sup> )	:	4	3	2
tempo di consolidazione (h)	:	18	18	18
cedimento finale (mm)	:	2,91	2,16	1,25
-----				
def. trasversale (mm)	:	3,70	3,81	3,94
vel. di deform. (mm/min)	:	0,00653	0,00653	0,00653
cont. acqua iniziale (%)	:	=	=	=
cont. acqua finale (%)	:	=	=	=



ambiente e territorio s.n.c.

servizi e consulenze

viale Italia, 28

3100 - avellino .

tel. 0825.24445

• • • software di r. de masi  
tutti i diritti riservati

-----

protocollo n.	:	SPLPSDH/LUG98/36
mittente	:	Dr. C. Severino
antiera	:	Integrazione P.R.G.-Altavilla Irp. (AV)
ondaggio	:	S2
ampione	:	C2
uota	:	8.60/9.00
ipo di campione	:	indisturbato

-----

Caratteristiche Generali

GAMMAG	: peso spec. dei granuli (gr/cm <sup>3</sup> )	=	2.7829
GAMMA	: peso di volume (gr/cm <sup>3</sup> )	=	1.8900
n <sub>n</sub>	: contenuto naturale in acqua (%)	=	18.3544
GAMMAS	: peso di volume secco (gr/cm <sup>3</sup> )	=	1.5969
e	: indice dei vuoti	=	0.7427
n	: porosità (%)	=	42.6180
Sr	: saturazione (%)	=	68.7740

Osservazioni : -----

- laboratorio di geotecnica
- software © r.d.m. - versione 1.51
- elaborazione eseguita su computer apple macintosh

servizi e consulenze

Viale Italia, 28

83100 - Avellino

tel. 0825.24445

• • • software di r. de masi  
tutti i diritti riservati

-----

protocollo n. : SPLPSDH/LUG98/36  
 committente : Dr. C. Severino  
 cantiere : Integrazione P.R.G.-Altavilla Irp. (AV)  
 sondaggio : S2  
 campione : C2  
 quota : 8.60/9.00  
 tipo di campione : indisturbato

-----

Prova granulometrica ( fase setacciatura )

Peso iniziale (g) : 60

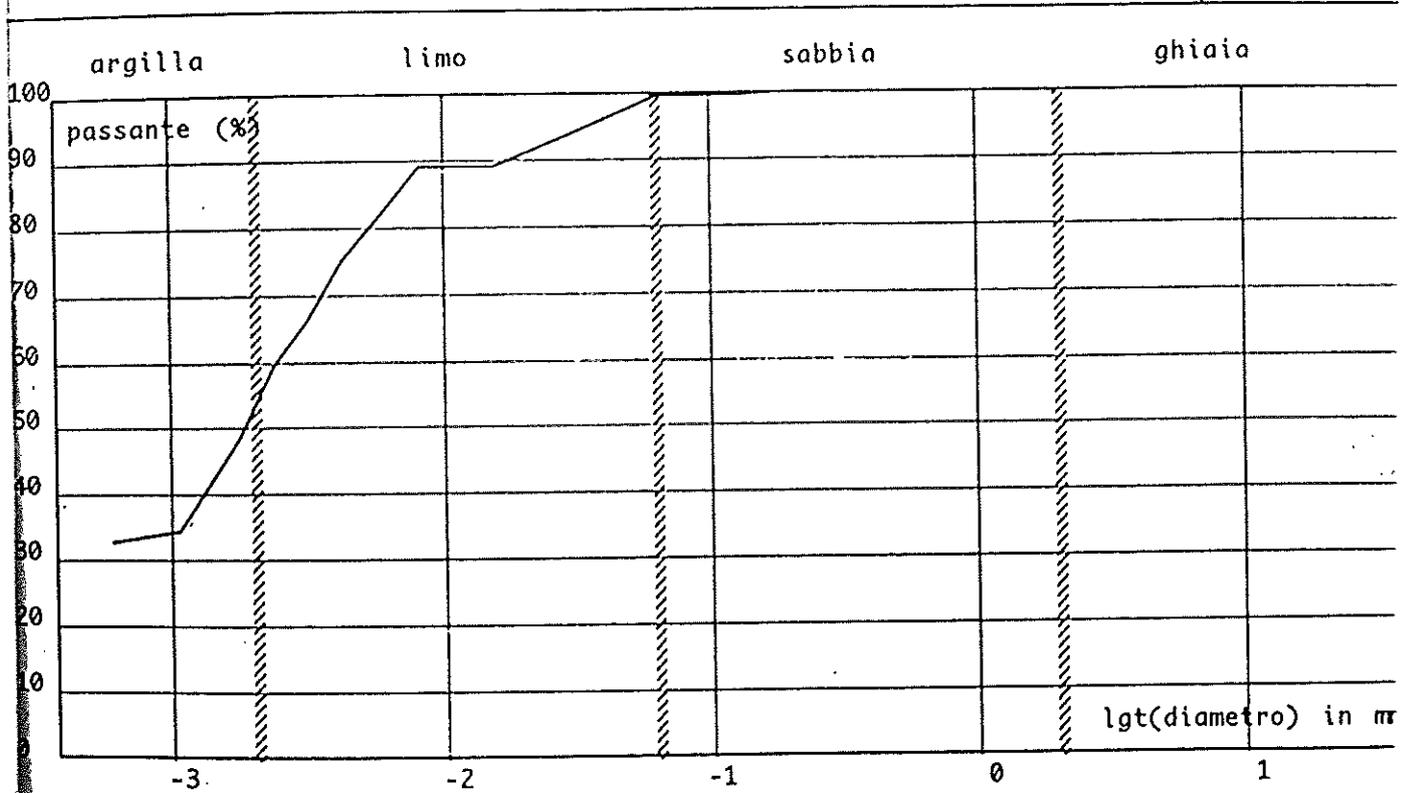
setaccio	residuo		passante	
	g	%	g	%
STM 3/4	0.000	0.000	60.000	100.000
STM 3/8	0.000	0.000	60.000	100.000
STM 4	0.000	0.000	60.000	100.000
STM 10	0.000	0.000	60.000	100.000
STM 20	0.140	0.233	60.000	100.000
STM 40	0.050	0.083	59.860	99.767
STM 60	0.080	0.133	59.810	99.683
STM 80	0.010	0.017	59.730	99.550
STM 120	0.050	0.083	59.720	99.533
STM 140	0.010	0.017	59.670	99.450
STM 170	0.040	0.067	59.660	99.433
STM 200	0.030	0.050	59.620	99.367
STM 230	0.010	0.017	59.590	99.317
			59.580	99.300

Fondo (g) : 59.58 pari al 99.3 %

Prova granulometrica ( fase areometria )

diam (mm) :	0.01563	passante (%) :	88.90000
diam (mm) :	0.01105	passante (%) :	88.90000
diam (mm) :	0.00807	passante (%) :	88.90000
diam (mm) :	0.00590	passante (%) :	81.90000
diam (mm) :	0.00435	passante (%) :	74.90000
diam (mm) :	0.00322	passante (%) :	66.15000
diam (mm) :	0.00236	passante (%) :	59.15000
diam (mm) :	0.00175	passante (%) :	48.65000
diam (mm) :	0.00107	passante (%) :	34.65000

diagramma granulometrico



elaborazione eseguita su computer Apple Macintosh

Frazioni granulometriche :

ghiaia (%) :	0.0000
sabbia (%) :	0.7000
limo (%) :	46.2984
argilla (%) :	53.0016

Definizione granulometrica :

[ Argilla con limo ] (A.G.I.)

Analisi eseguita per setacciatura ed areometria secondo le norme A.S.T.M.

servizi e consulenze  
 S.p.A. Italia, 28  
 100 - avellino  
 tel. 0825.24445

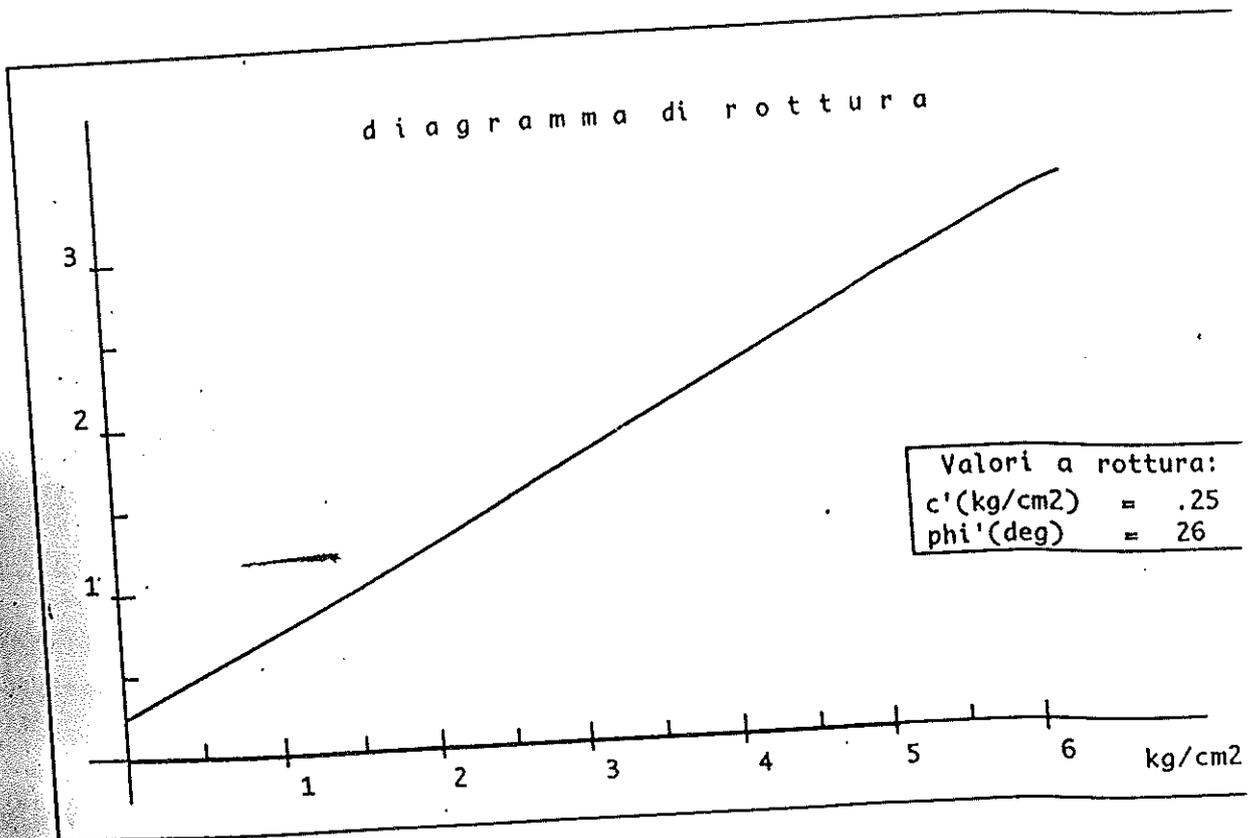
... software di r. de masi  
 tutti i diritti, riservati

protocollo n. ....  
 mittente .....  
 cantiere .....  
 indagine .....  
 campione .....  
 data .....  
 tipo di campione .....

SPLPSDH/LUG98/36  
 Dr. C. Severino  
 Integrazione P.R.G.-Altavilla Isp. (AV)  
 S2  
 C2  
 8.60/9.00  
 indisturbato

Prova di taglio diretto all'app. di Casagrande

carico verticale (kg/cm <sup>2</sup> )	4	3	2
tempo di consolidazione (h)	18	18	18
spessore finale (mm)	2,61	2,05	1,18
coefficiente di deformazione laterale (mm)	3,30	3,50	3,60
velocità di deformazione (mm/min)	0,00653	0,00653	0,00653
umidità iniziale (%)	=	=	=
umidità finale (%)	=	=	=



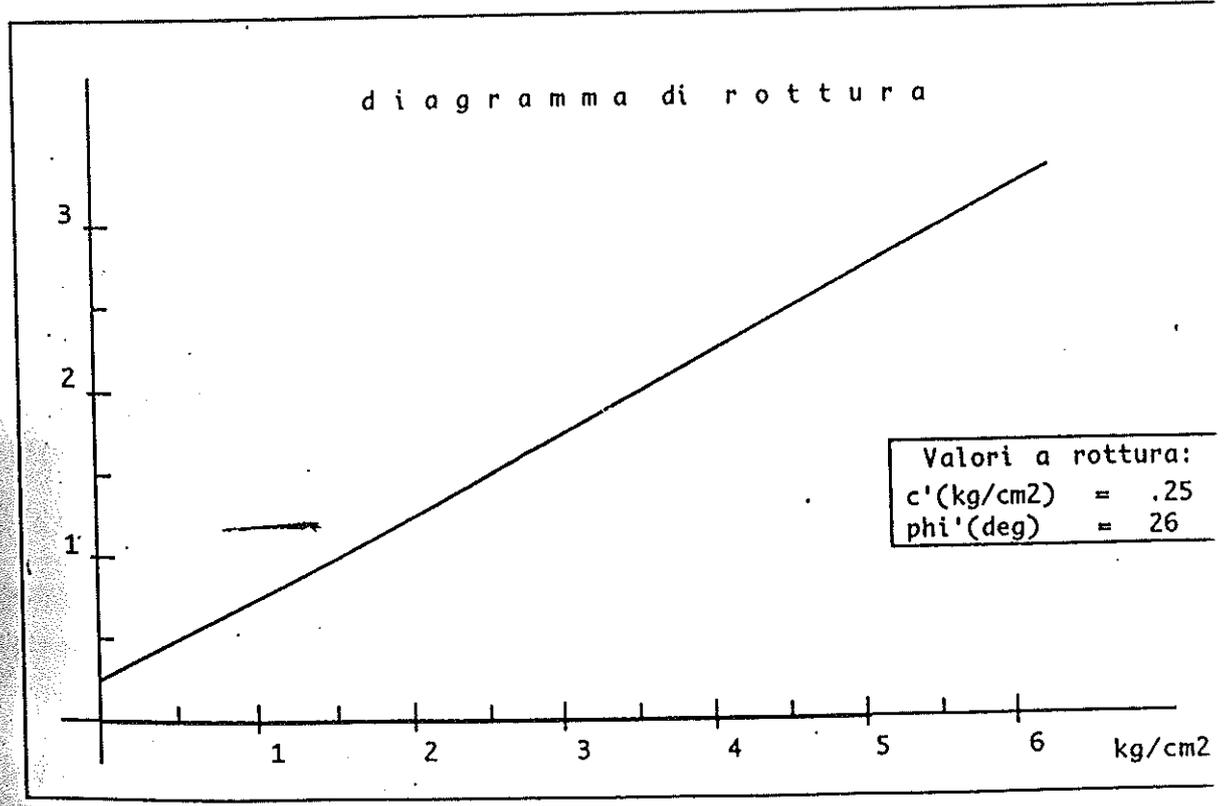
rizie consulenze  
 ale italia, 28  
 100 - avellino  
 l. 0825.24445

••• software di r. de masi  
 tutti i diritti, riservati

otocollo n. : SPLPSDH/LUG98/36  
 mittente : Dr. C. Severino  
 tiere : Integrazione P.R.G.-Altavilla Irp. (AV)  
 ndaggio : S2  
 mpione : C2  
 ota : 8.60/9.00  
 o di campione : indisturbato

Prova di taglio diretto all'app. di Casagrande

ricco verticale (kg/cm <sup>2</sup> )	:	4	3	2
mpo di consolidazione (h)	:	18	18	18
dimento finale (mm)	:	2,61	2,05	1,18
-----				
f. trasversale (mm)	:	3,30	3,50	3,60
l. di deform. (mm/min)	:	0,00653	0,00653	0,00653
nt. acqua iniziale (%)	:	=	=	=
nt. acqua finale (%)	:	=	=	=



RELAZIONE ESPLICATIVA  
SULLE  
PROSPEZIONI SISMICHE

SOMMARIO

Principi fondamentali e tipologia delle indagini sismiche .....	1
Metodologia di esecuzione delle indagini.....	2
Metodologie d'interpretazione.....	5
Tecniche di rilevamento.....	6
Restituzione dei risultati.....	7
Appendice - Parametri dinamici .....	i

## Relazione esplicativa

### Principi fondamentali e tipologia delle indagini sismiche

#### a) Analisi del fenomeno.

Se in un punto di un terreno si provoca una eccitazione meccanica [colpo prodotto da una massa battente, scoppio, urto tra due corpi di cui uno almeno appoggiato al suolo] si determina una perturbazione di tipo meccanico-acustico che si propaga nel mezzo secondo superfici che nel caso più semplice [mezzo omogeneo ed isotropo] sono rappresentate da superfici emisferiche.

La velocità di tali onde [o più precisamente treni d'onda], come la distanza alla quale tali perturbazioni possono essere avvertite, dipende da diversi fattori, quali omogeneità, isotropia e rigidità del mezzo nelle tre dimensioni, presenza di falda acquifera, morfologia, profondità, dal p.c., dell'ipocentro, disturbo dovuto a rumore di fondo.

Si può, genericamente, affermare che il tempo necessario perché l'impulso iniziale sia attinto o registrato da dispositivi di registrazione da esso diversamente distanti, è funzione della natura e della disposizione delle formazioni geologiche.

La prospezione sismica si pone appunto la finalità di riconoscere le strutture geologiche di una successione stratigrafica utilizzando opportunamente tali valori di ritardo.

#### b) Differenti tipi d'onda determinati da una perturbazione.

Una eccitazione [che da questo momento chiameremo scoppio, in analogia a quanto viene eseguito nelle condizioni ideali di esecuzione] si traduce in una emissione di onde di deformazione, ed onde elastiche in cui è possibile distinguere:

a) Onde di Rayleigh, che si propagano solamente lungo la superficie del suolo;

b) Onde longitudinali, od onde di compressione e dilatazione;

c) Le onde trasversali, od onde di taglio [la deformazione del terreno è perpendicolare alla direzione di propagazione]

La velocità di propagazione delle onde trasversali è variabile nell'ambito di 1/3- 1/2 di quella delle onde longitudinali.

Le onde di Rayleigh sono ancora più lente.

Il tipo d'onda più importante, su cui si basa essenzialmente la sismica a rifrazione, è quello longitudinale.

Ad esso, a meno di non essere altrimenti specificato, ci si riferirà quando si parlerà di onde o treni d'onda

c) Definizione di onda sismica e meccanica.

Tutti i punti del suolo, che iniziano a vibrare simultaneamente a seguito di uno scoppio, individuano superfici d'onda che, nel caso più semplice, abbiamo visto essere emisferi concentrici nel punto di scoppio.

I raggi di tali emisferi sono definiti raggi sismici, privi di significato fisico, ma utili per le successive implicazioni teoriche cui di seguito si farà riferimento.

A contatto di due mezzi a velocità differenti  $V_1$  e  $V_2$ , i raggi sismici si rifrangono e riflettono secondo precise leggi [analoghe a quelle dell'ottica] e così riassumibili:

- i raggi rifratti e riflessi sono situati nel piano definito dal raggio incidente e dalla normale al contatto al punto d'incidenza;

- l'angolo di riflessione è eguale all'angolo d'incidenza;

- l'angolo di rifrazione "R" è legato all'angolo d'incidenza "I" dalla relazione generale:

$$\text{sen } I / \text{sen } R = V_1 / V_2$$

Metodologia di esecuzione delle indagini.

Il più semplice dispositivo di sismica a rifrazione è rappresentato da una centralina registratrice, di un mezzo atto a provocare uno sparo o comunque una eccitazione nel terreno e

di uno o più dispositivi di ricezione del segnale, disposti ordinatamente a terra a distanze conosciute e generalmente lungo una retta.

In caso di terreno omogeneo, i ritardi d'arrivo del segnale ai ricettori [geofoni] disposti lungo un raggio dell'emisfero d'onda saranno ovviamente proporzionali alla distanza da esso, ed ancora legati da una costante di proporzionalità che rappresenta appunto la velocità caratteristica della formazione attraversata.

Premesso che le onde di Rayleigh sono estremamente deboli e quelle trasversali lente e di esigua capacità di trasmissione, i tempi progressivi d'arrivo ai geofoni saranno, ovviamente, da riferire alle onde longitudinali

Se però ci troviamo di fronte a due terreni sovrapposti con  $V_1 < V_2$  i geofoni potranno rilevare anche onde non provenienti dalla semplice trasmissione lungo lo strato superiore.

In effetti è possibile che, ad una certa distanza dallo scoppio, la perturbazione raggiunga i geofoni più rapidamente attraversando il primo strato, rifrangendosi, propagandosi lungo quello sottostante [ $V_2 > V_1$ ] ed emergendo più rapidamente delle semplici onde trasmesse attraverso lo strato superficiale.

Ciò è possibile, evidentemente, in funzione degli spessori delle coltri, della distanza di sparo, delle caratteristiche delle rispettive velocità longitudinali; inoltre appare evidente come condizioni di non parallelismo degli strati concorrono in maniera determinante a modificare i tempi d'arrivo ai geofoni.

Per semplicità non verrà qui riportata la effettiva dimostrazione matematica dei principi di distribuzione e sviluppo nel semispazio dei treni d'onda generati dagli scoppi per la quale si rimanda alla bibliografia specializzata.

Il metodo della sismica a rifrazione parte però da due presupposti essenziali:

- la velocità della coltre "n" è superiore a quella della coltre "n - 1", in tal modo sarà possibile avere rifrazione totale o, più semplicemente, esistono i presupposti perché le onde percorrenti strati inferiori possano, con adeguate distanze di sparo, attingere i dispositivi di registrazione prima delle onde trasmesse attraverso la coltre superficiale.

Tale condizione si verifica quasi sempre, essendo generalmente le velocità proporzionali alla profondità. In ogni caso, comunque, in certe condizioni, la presenza di terreni a velocità minore di quelli soggiacenti determina particolari tipologie di registrazione.

I tempi registrati, da cui discendono le dromocrone, corrispondono alle onde effettivamente rilevate dagli apparati di registrazione. Ciò è tanto più vero in considerazione del fatto che l'analisi di tali arrivi consente le effettive interpretazioni [generalmente stratigrafiche] richieste ad indagini di tal tipo.

## Metodologie d'interpretazione.

Per ciò che riguarda il metodo di interpretazione, si rimanda alla bibliografia specializzata, precisando che si è utilizzato il metodo reciproco di Hawkins<sup>(\*)</sup>, riconosciuto come il più valido ed aggiornato per ricerche a piccola e media profondità e per l'individuazione di superfici di discontinuità non piane.

L'apparecchiatura utilizzata in campagna consiste in una base sismica principale a 12 canali incrementali con memorizzazione dei dati.

Trattasi di dispositivo supportante 12 canali collegati ad altrettanti geofoni allineati secondo intervalli massimi di 10 m.

L'apparecchiatura, dotata di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria, consente la visione simultanea dei dati su schermo grafico C R T. Inoltre è possibile verificare il livello di rumori generati da sorgenti estranee [echi lontani, generalmente dovuti a mezzi meccanici, vento, rumori di origine naturale, quali ad esempio, acque circolanti a piccola profondità ecc.].

Il tempo di scoppio [ $T_0$ ], vale a dire il momento relativo di eccitazione del terreno è ottenuto mediante un interruttore di starting [time break] posto nell'immediata prossimità del punto di scoppio stesso.

I ricettori sono costituiti da geofoni verticali, il cui principio di funzionamento è rappresentato da una bobina ed un magnete oscillante coassiali, equipaggiati con dispositivi meccanici per la eliminazione dei moti composti.

I geofoni vengono infissi nel terreno alla profondità di 3-6 cm e, comunque, ad esso saldamente ancorati.

Il metodo ottimale per determinare l'eccitazione, è rappresentato dalla brillatura di una piccola carica esplosiva, posta a modesta profondità, tale metodo possiede i più elevati vantaggi, determinando treni d'onda netti, dotati di notevole energia, ed attingenti, pertanto a notevoli distanze ed elevate profondità.

A tali vantaggi si contrappone la scarsa utilizzabilità del metodo in prossimità di centri abitati; precise norme di prudenza [dove non sono precedute da quelle di legge] limitano l'uso di tali metodi, altrimenti ottimali e di insostituibile efficacia,

Alternativa a tale metodo, di efficacia comunque più ridotta, è rappresentata dall'uso di un esploditore che fa opportunamente deflagrare una cartuccia od un petardo in un foro all'uopo

(\*) (Hawkins L.V., 1961 - *The reciprocal method of seismic refraction interpretation.* - Geoph., v.26, n°6)

predisposto. L'energia trasmessa al terreno è, inevitabilmente, più modesta, ed i problemi evidenziati in precedenza vanno accuratamente valutati, ed opportunamente ridotti tramite i dispositivi della centralina.

Un ulteriore metodo è rappresentato dalla caduta di una mazza battente (nel caso specifico è quello da noi utilizzato), del peso di 8 Kg, lasciata cadere su una piastra metallica appoggiata a terra o, addirittura, su una grossa roccia affiorante.

### Tecniche di rilevamento

Alla sismica a rifrazione sono applicabili molteplici tecniche di rilevamento che prevedono diverse disposizioni geometriche dei rilevatori di superficie (geofoni) che consentono il rilevamento di ulteriori informazioni utili all'interpretazione e alla risoluzione di varie problematiche.

Oltre allo stendimento rettilineo con esecuzione di un profilo diretto ed uno coniugato per il rilevamento delle onde P, più comunemente utilizzato, che consente la ricostruzione della sezione sismostratigrafica del sito e la determinazione delle velocità di ogni singolo strato riconosciuto sono, infatti, eseguibili stendimenti ugualmente rettilinei ma con rilevamento dei tempi sia delle onde P che S mediante l'utilizzo di ricettori specifici.

Tale tecnica di rilevamento consente la determinazione dei parametri necessari per il calcolo dei principali moduli elastici dinamici secondo le relazioni successivamente riportate(\*\*).

E' ancora possibile eseguire stendimenti ad arco o a ventaglio per mettere in evidenza corpi o strutture di forma geometrica più o meno regolare immersi in corpi litologici caratterizzati da proprietà elastiche spiccatamente diverse.

La tecnica consiste nel disporre i geofoni lungo un arco a distanza costante dal punto di energizzazione. In corrispondenza dei percorsi che attraversano le strutture incassate si registrano tempi di percorrenza (e quindi velocità di propagazione delle onde P) nettamente differenziati da quelli rilevati lungo le direttrici adiacenti, maggiori o minori a seconda delle caratteristiche elastiche dei mezzi attraversati. Nei casi più frequenti tali tecniche d'indagine vengono impiegate per la individuazione di cavità sotterranee anche parzialmente o totalmente interrato, in corrispondenza delle quali si registrano, generalmente, bruschi decrementi delle velocità di propagazione delle onde P.

---

(\*\*) Vedi appendice "Determinazione dei Moduli elastici dinamici"

## Prospezioni sismiche in foro con il metodo Down - Hole

Il metodo "Down - Hole" prevede che una sorgente energizzante venga disposta in superficie, mentre all'interno del perforo siano posizionati appositi sensori idonei alla ricezione delle onde longitudinali e di quelle trasversali.

Energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo del primo impulso ai geofoni, si ha possibilità di determinare la velocità verticale dei litotipi riscontrati nella perforazione ed i loro moduli elastici.

Spesso, per motivi logistici e per evitare che le perturbazioni si propaghino lungo i materiali di condizionamento del foro, l'energizzazione viene eseguita ad una distanza "d" dall'asse del foro stesso denominata "offset".

In tal caso, se "z" è la profondità di misura, sarà necessario apportare una correzione ai tempi d'arrivo rilevati:

$$t_v = t \cos a$$

dove

"t" è il tempo di ricezione rilevato e  $a = \arctan d/z$

La rilevazione dei tempi si ottiene mediante un particolare geofono composto da tre rilevatori disposti ortogonalmente nelle tre direzioni dello spazio, così da poter intercettare sia le onde di compressione (prime o P) che quelle di taglio (secondo o S) che si propagano nel piano ortogonale alle prime.

Dai dati ottenuti con questo tipo di prospezione è dunque, possibile risalire alle caratteristiche elastiche del mezzo indagato (vedi appendice "calcolo dei moduli dinamici") rilevando anche gli strati che non rispettano il principio della densità crescente del mezzo con la profondità, fondamentale per l'interpretazione delle sismiche a rifrazione di superficie.

### Restituzione dei risultati.

L'analisi dei risultati di campagna e la relativa elaborazione è affidata ad un Personal Computer IBM

La scheda di restituzione dei risultati si differenzia a seconda del tipo di indagine condotta.

Generalmente essa riporta i dati identificativi del sito indagato, oltre allo scopo delle indagini, al tipo di tecnica di rilevamento utilizzata e all'identificativo dello stendimento cui ci si riferisce.

Profilo  
topografico  
20,00  
20,00  
20,00  
20,00  
20,00  
20,00  
20,00  
20,00

Comm.: Anas compartimento di Potenza  
Cantiere S.S. delle Calabrie indagini  
per la sistemazione di un tratto in frana  
Comune: Lagonegro (Pz)  
Prospezione sismica a rifrazione,  
rilevamento onde P  
Profilo n°: 4

Seguono le informazioni relative alle dimensioni dello stendimento

Dati dimensionali dello stendimento	
	(ml)
Offset	5
Dist. Intergeof.	10
N° geofoni	6
Lunghezza	60

Nel caso di prospezioni sismiche di superficie con stendimenti lineari (sia con rilevamento delle sole onde P che delle onde P ed S) la scheda di restituzione riporta un quadro sinottico che riassume: le distanze progressive tra i geofoni e i punti di energizzazione ((A) e (B)) i tempi rilevati in corrispondenza di ogni geofono, sia per il profilo diretto che per quello coniugato, nonché le profondità calcolate sotto ogni punto di rilevamento per ogni rifratore individuato e le quote topografiche dello stendimento sotto ogni geofono.

Relazione esplicativa  
.....

n° Geof.	Distanze	Tempi Dir.	Tempi Con.	Profondità		Profilo topografico
				I rifrat.	II rifrat.	
A	0	0				20,00
1	5	15	175	1,65		20,00
2	15	70	144	4,12		20,00
3	25	98	118	4,33		20,00
4	35	121	95	4,33		20,00
5	45	151	70	4,85		20,00
6	55	173	19	1,86		20,00
B	60		0			20,00

Comm.:  
Cantiere

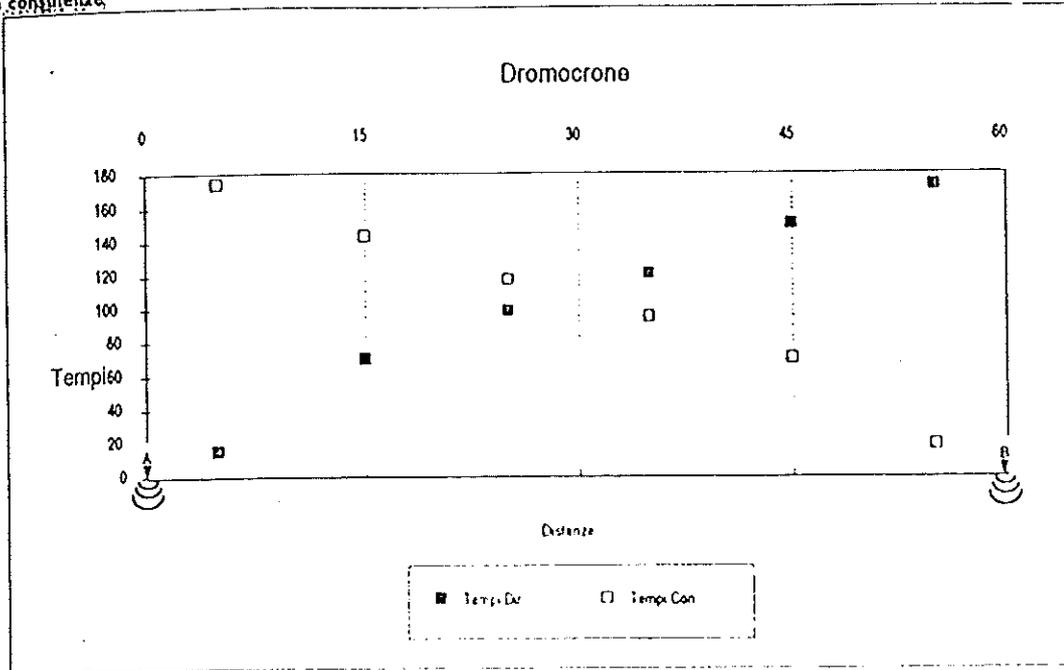
Comune:  
Prospezioni  
rilevamenti  
Profilo n°:

I dati di impostazione utilizzati sia per l'identificazione dei rifrattori che per il calcolo delle velocità sono indicate nelle sezioni denominate "punti di ginocchio" e "geofoni reciproci"

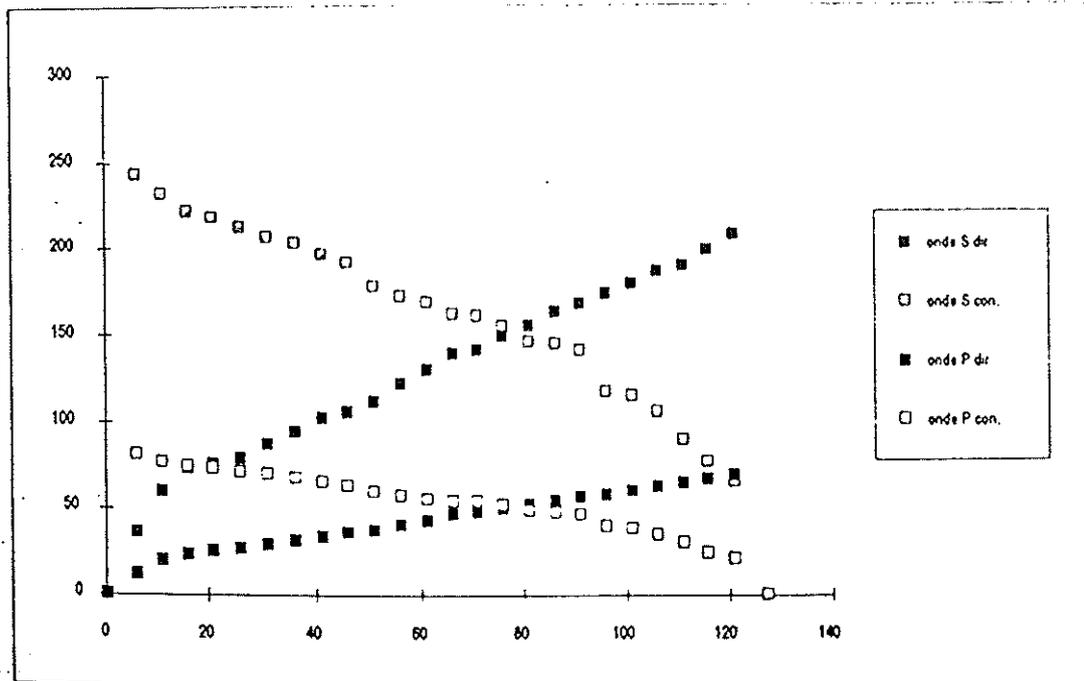
Punti di ginocchio	P diretto	P coning
	2	5

Geofoni reciproci		
strato 2	3	4
strato 3		

e si riferiscono ai grafici delle dromocroni (grafici sovrapposti nel caso di prospezioni con rilevamento delle onde P ed S).



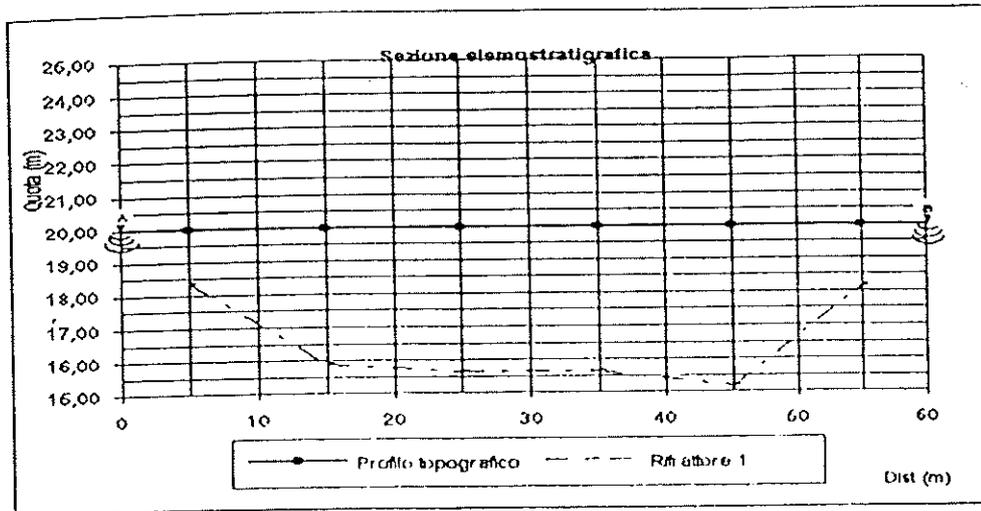
Dromocrone relativa ad una prospezione con rilevamento delle sole onde P



Dromocrone relativa ad una prospezione con rilevamento delle onde P ed S

di seguito, infine, vengono riportate le velocità di propagazione delle onde elastiche e la sezione litostratigrafica lungo lo stendimento, identificata in base alle stesse velocità [VI].

n° strato	I	II	III
(m/sec)		(m/sec)	(m/sec)
Vel. strato	254,2	431,8	-



Nel caso di stendimenti sismici con rilevamento delle onde P ed S in un'ulteriore sezione della scheda di restituzione vengono riportate oltre alle velocità i valori assunti dai diversi Moduli elastici dinamici calcolati in funzione delle velocità rilevate.

Strato	I	II	III
Velocità	(m/sec)	(m/sec)	(m/sec)
onde P	416,5	2328,8	-
onde S	136,2	803,7	-

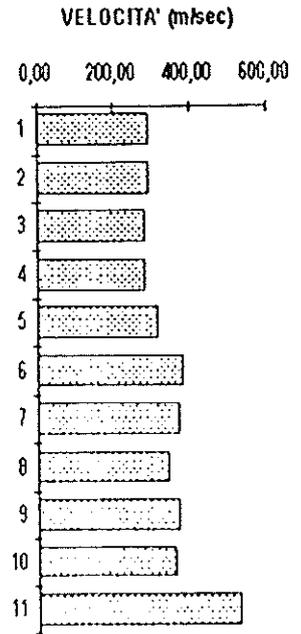
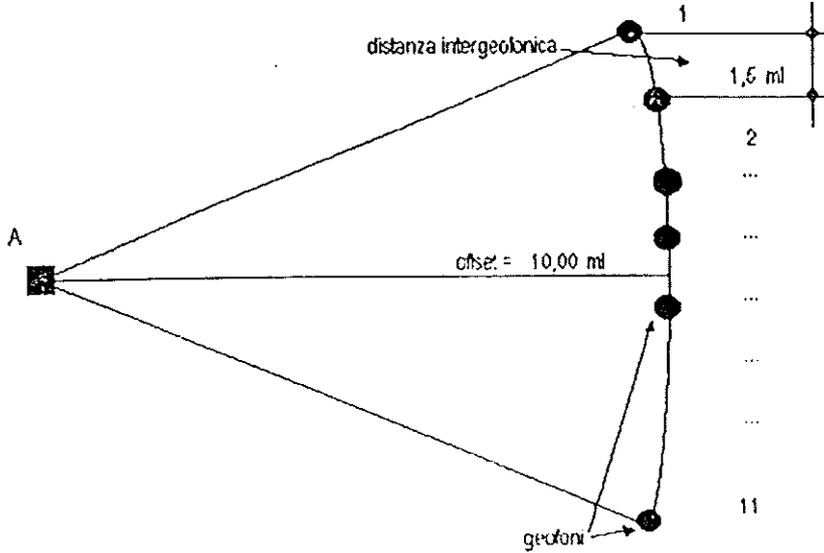
Strato	I	II	III
Poisson	0,4401385	0,432386	-
E/dens	534257688	1,851E+10	-
G/dens	185488298	6,46E+09	-
K/dens	1,487E+09	4,562E+10	-

Pesi nat. dei terreni in sito	
Strato 1	Kg/cm <sup>3</sup>
Strato 2	Kg/cm <sup>3</sup>
Strato 3	Kg/cm <sup>3</sup>

Essendo generalmente incogniti i pesi di volume dei terreni indagati i moduli di Young di Taglio e di Incompressibilità risultano espressi in funzione di tale parametro in unità di misura pari a Kg/cm. Qualora la densità del mezzo fosse nota il software di elaborazione consente l'introduzione del valore assunto da tale parametro in corrispondenza di ogni strato individuato, e opera in maniera consueta il calcolo dei moduli elastici precedentemente citati ( espressi in Kg/cm<sup>2</sup>).

Nel caso in cui le prospezioni siano state eseguite secondo le modalità del rilievo ad arco o a ventaglio (fan shooting), i settori dell'elaborato di restituzione relativi alla dromocrona e alla sezione sismostratigrafica sono sostituiti da un grafico esemplificativo della geometria dello stendimento cui è affiancato un istogramma che rappresenta la distribuzione delle velocità in prossimità di ogni punto di rilevamento.

Schema di esecuzione della prospezione



I sismogrammi, rilevati in campagna sono stampati su carta termica per ogni tipo di stendimento sismico condotto. Questi stampati sono conservati, per 3 mesi, nel nostro archivio e successivamente, senza ulteriore avviso, distrutti.

Avellino, .

AMBIENTE E TERRITORIO sac  
Via M. S. Angelo 10 - 83100 AVELLINO  
Tel. 081/261111 - 264444  
C.B. 411742001  
P.I. 0134 02002840047

## Parametri dinamici

Esiste la seguente relazione tra il modulo di Young "E" e le velocità delle onde sismiche longitudinali "Vp" e trasversali "Vs" è la seguente:

$$E = \gamma V_s^2 \left[ \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2} \right] \quad [x]$$

dove

$\gamma$  = densità del mezzo

Il coefficiente di Poisson corrisponde al rapporto tra la contrazione laterale e la estensione longitudinale di un cilindro sottoposto a tensione assiale ed è uguale a:

$$\mu = \frac{0,5 [(V_p/V_s)^2 - 1]}{[(V_p/V_s)^2 - 1]}$$

Il valore della velocità delle onde longitudinali è correntemente rilevabile in sismica a rifrazione. Per quanto riguarda le onde trasversali esse si propagano con velocità inferiori ed è molto difficile distinguerle su registrazioni già perturbate dall'arrivo di onde longitudinali.

Tuttavia, come nel caso specifico, è però possibile ottenerne separatamente il rilievo utilizzando appositi geofoni di superficie.

In funzione delle velocità delle onde di taglio così determinate è possibile anche calcolare:

- il modulo di taglio G

$$G = V_s^2 \gamma$$

- il modulo di incompressibilità K

$$K = \gamma V_s^2 \left[ \frac{V_p^2}{V_s^2} - \frac{4}{3} \right]$$

Misurando dunque la densità del mezzo e note le velocità sismiche è applicabile la relazione [x].



PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE CON RILEVAMENTO ONDE P

Comm.: Dr. C. Severino  
 Cantiere Integrazione indagine geognostica P.R.G.

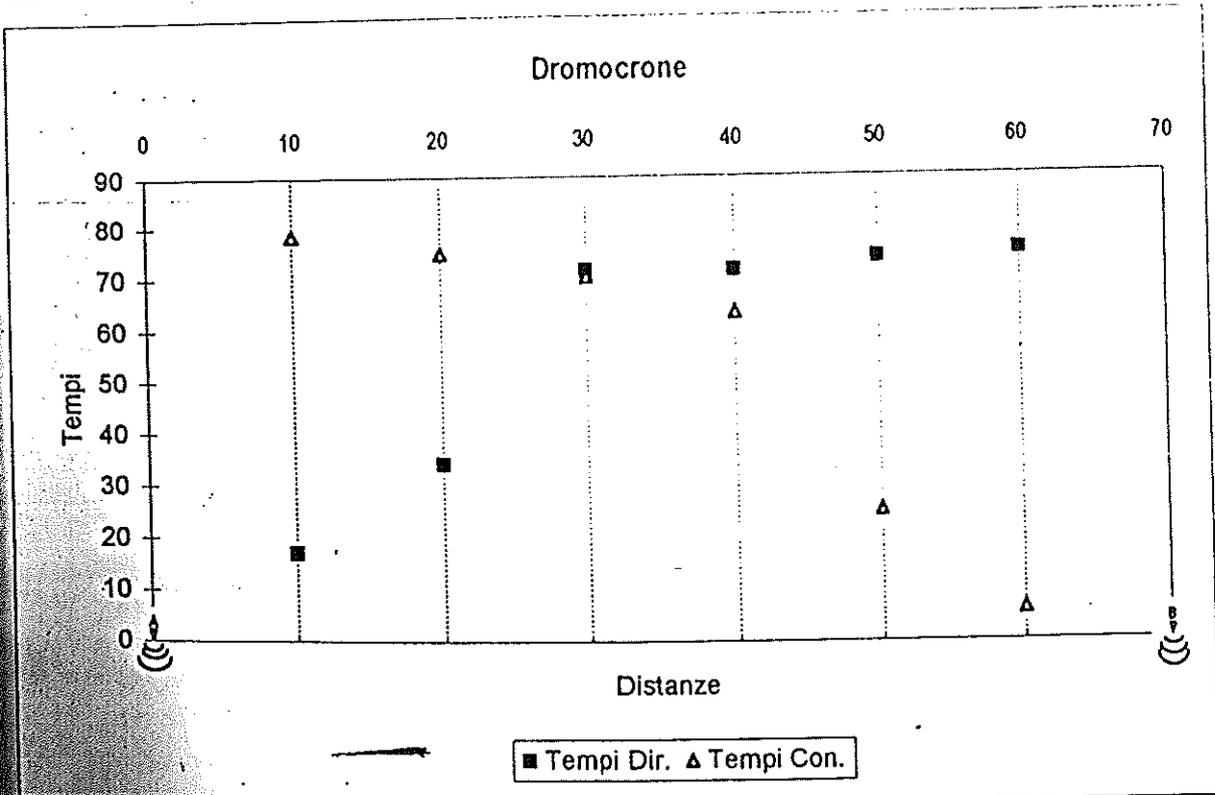
Comune: Altavilla Irp. (AV)  
 prot.: SPLPSDHLUG98/36  
 Profilo n°: 1

n° Geof	Distanze	Tempi Dir.	Tempi Con.	Profondità		Profilo topografico
				I rifratt.	II rifratt.	
A	0	0				500,00
1	10	17	78,4	5,59		500,00
2	20	34,2	74,8	9,64		500,00
3	30	71,5	70,4	19,45		500,00
4	40	71,5	63,5	17,39		500,00
5	50	73,7	25	6,57		500,00
6	60	74,9	6	1,27		500,00
B	70		0			500,00

Dati dimensionali dello stendimento		(ml)
Offset		10
Dist. Intergeof		10
N° geofoni		6
Lunghezza		70

Punti di ginocchio	P. dirett	P. coniug.
	3	5

Geofoni reciproci		
strato 2	3	4
strato 3		



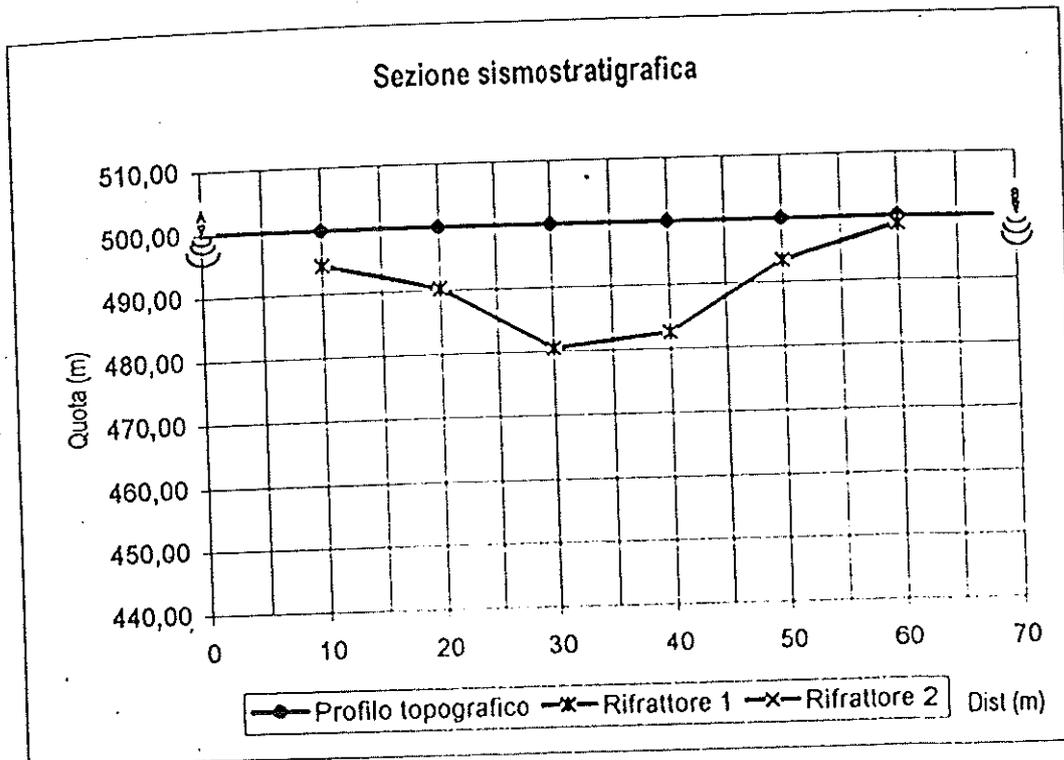


# PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE CON RILEVAMENTO ONDE P

Comm.: Dr. C. Severino  
Cantiere Integrazione indagine geognostica P.R.G.

Comune: Altavilla Irp. (AV)  
Prot.: SPLPSDH/LUG98/36  
Profilo n°: 1

n° strato	I	II	III
(m/sec)			
Vel. strato	609,8	2898,6	.



Prospezione sismica a rifrazione eseguita con attrezzatura di rilevamento Pasi LCM 12 e geofoni da 10 Hz Mark LTD Houston TX  
Elaborazione eseguita con software originale sviluppato sul metodo dei percorsi reciproci (Palmer D. 1980)

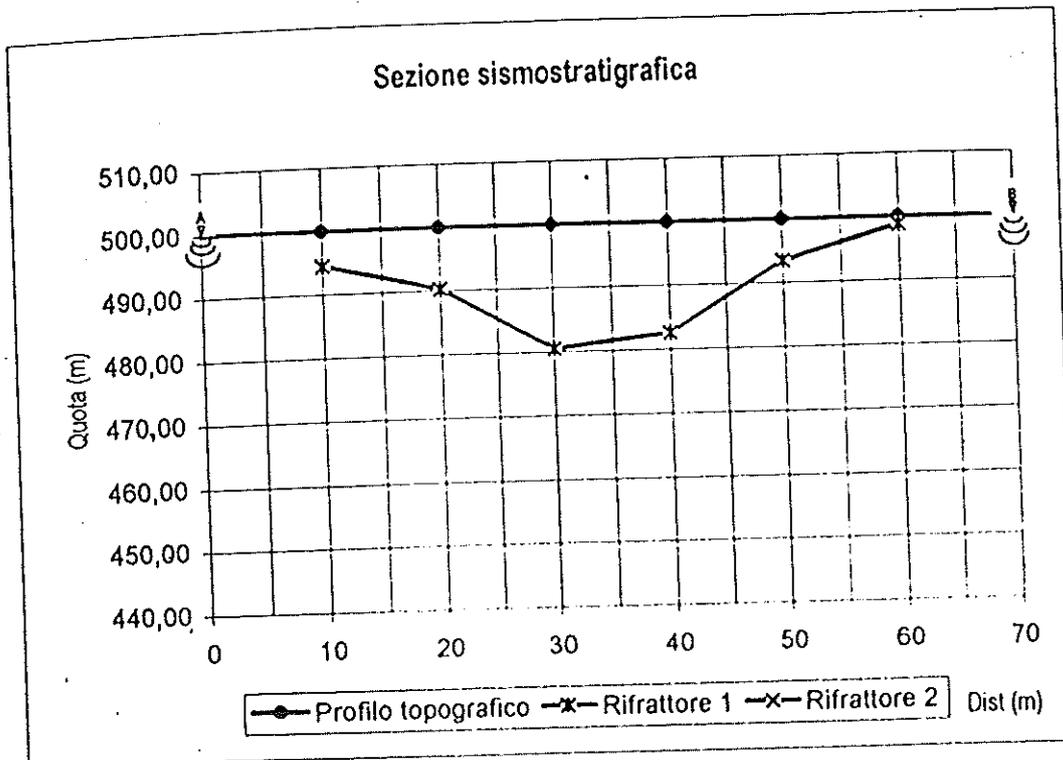


# PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE CON RILEVAMENTO ONDE P

Comm.: Dr. C. Severino  
Cantiere Integrazione indagine geognostica P.R.G.

Comune: Altavilla Irp. (AV)  
Prot.: SPLPSDH/LUG98/36  
Profilo n°: 1

n° strato	I	II	III
(m/sec)			
Vel. strato	609,8	2898,6	-



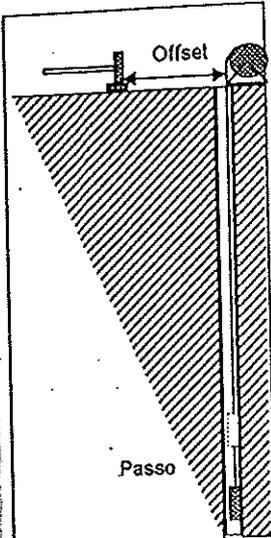
Prospezione sismica a rifrazione eseguita con attrezzatura di rilevamento Pasi LCM 12 e geofoni da 10 Hz Mark LTD Houston TX  
Elaborazione eseguita con software originale sviluppato sul metodo dei percorsi reciproci (Palmer D. 1980)



Prospezioni Sismiche Down Hole  
con rilevamento delle onde P e onde S

Committente: Amministrazione Comunale  
 Cantliere: Integrazione indagine geognostica P.R.G.  
 Comune: Altavilla Irpina (AV)  
 Sondaggio: S2  
 Prot.: SPLPSDHLUG98/36

Passo:	2	ml
Offset:	5	ml



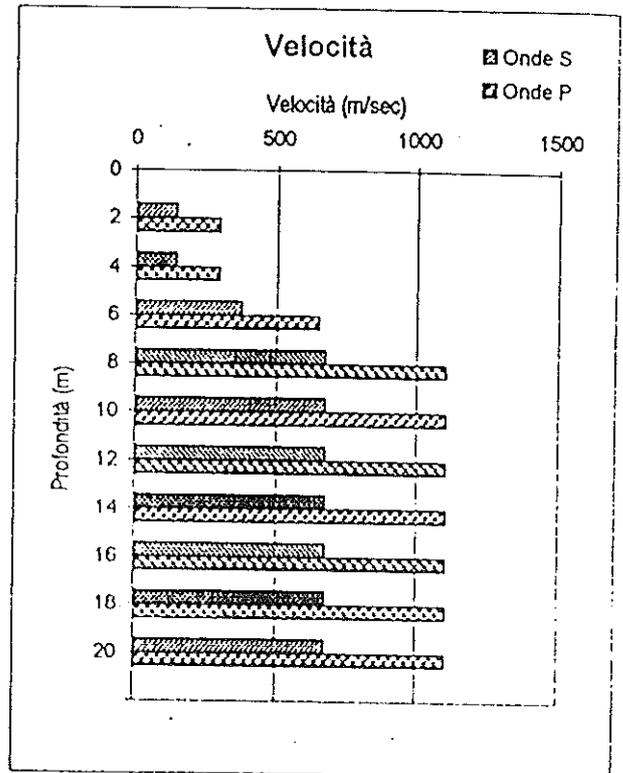
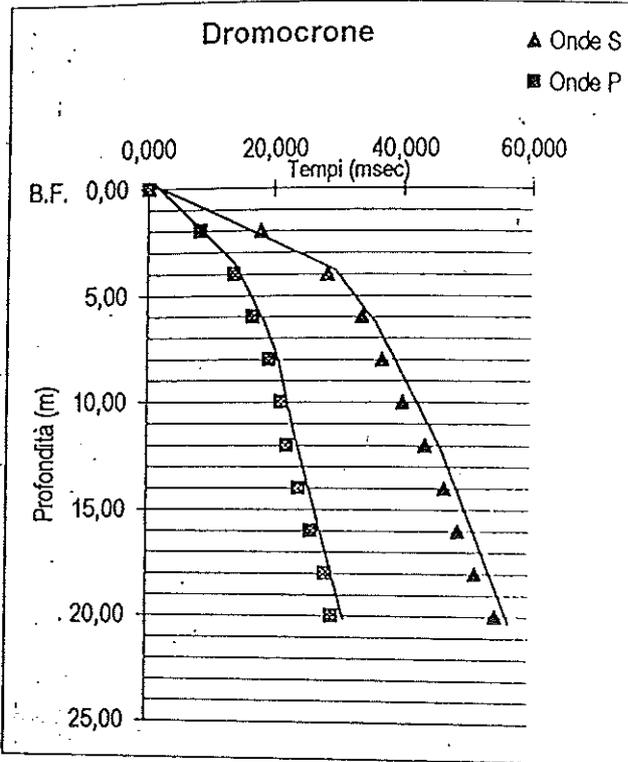
Prof. (ml)	Tempi (msec)			Tempi corretti (msec)	
	Onde P	Onde S1	Onde S2	onde P	Onde S
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,00	18,2	39,8	40,2	8,1	17,9
4,00	19,3	39,5	40,8	13,6	28,4
6,00	20,1	40,2	40,9	16,7	33,7
8,00	22,9	45,0	41,8	19,4	36,8
10,00	23,8	42,3	47,1	21,3	40,0
12,00	24,2	51,6	42,7	22,3	43,5
14,00	25,7	55,8	43,0	24,2	46,5
16,00	27,3	54,8	47,3	26,1	48,7
18,00	29,5	46,8	59,7	28,4	51,3
20,00	30,3	49,2	63,2	29,4	54,5

Profondità  
 (ml)  
 0,00  
 2,00  
 4,00  
 6,00  
 8,00  
 10,00



**Prospezioni Sismiche Down Hole  
con rilevamento delle onde P e onde S**

Committente: Amministrazione Comunale  
 Cantiere: Integrazione indagine geognostica P.R.G.  
 Comune: Altavilla Irpina (AV)  
 Sondaggio: S2



**INDIVIDUAZIONE DEI SIMOSTRATI**

Profondità (m)	Tempi corretti (msec)		Velocità (m/sec)		Moduli dinamici			
	onde P	Onde S	onde P	Onde S	Poisson	E/densità	m/densità	k/densità
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00E+00	0,00	0,00
4,00	13,6	28,4	293,1	140,9	0,35	2,32E+05	85908,3	257240,5
6,00	16,7	33,7	650,0	373,9	0,25	1,06E+06	422465,1	713493,0
20,00	29,4	54,5	1104,5	674,4	0,20	2,93E+06	1219849,0	1645629,2

**Note:**  
 I parametri dinamici qui riportati sono :  
 Coefficiente di Poisson  
 Modulo di Young (E Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Modulo di taglio (m Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Coefficiente di incompressibilità (k Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Gli ultimi tre parametri sono espressi in funzione della densità  $\gamma$  e del mezzo.