

Visto si esprime parere come da nota n. 12

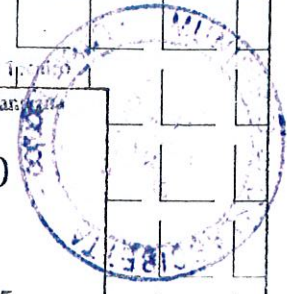
21/UT

del 23-02-93

Il Dirigente Ing. M. Mar...  
Ing. M. Mar...

DOTT. FONTANAZZA GAETANO  
GEOLOGO

VIA S. BIAGIO N° 11 TEL . 0935/500725  
94.100 ENNA



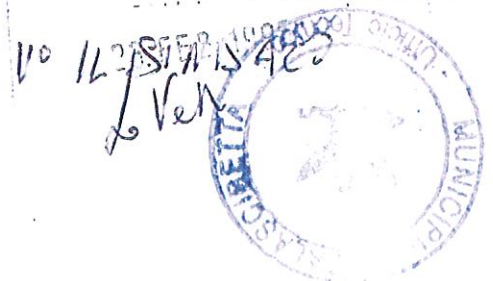
Oggetto : studio geologico a supporto della  
progettazione per il ripristino  
della viabilità della strada co-  
munale " Foresta ", nel Comune  
di Calascibetta.

Ditta : ING. BUSCEMI CALOGERO

Data : Gennaio 1994



*Fontanazza Gaetano*



## PREMESSA

Nell'ambito della progettazione per il ripristino della viabilità della strada comunale " Foresta " nel Comune di Calascibetta, è stato eseguito uno studio geologico e geotecnico dei terreni interessati dall'opera in progetto.

Detto studio ha avuto lo scopo di analizzare le caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche e fisico meccaniche dei terreni oggetto del nostro studio.

Le indagini sono state sviluppate integrando il rilevamento di superficie con i dati ricavati dall'esecuzione di tre prove penetrometriche dinamiche (come evidenziato nell'allegata sezione litostratigrafica), mediante l'utilizzo del penetrometro dinamico DL 030 Sunda.

## CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

Dal punto di vista geolitologico la successione stratigrafica dei terreni affioranti nell'area studiata è caratterizzata da litotipi di origine sedimentaria in regolare successione , appartenenti alla nota formazione delle Calcareniti e Sabbie gialle. Tale formazione è ricoperta, nei punti in cui sono stati effettuati i sondaggi e in cui dovranno essere costruiti i muri di sostegno, da una coltre detritica sabbiosa avente spessori variabili, come evidenziato nelle allegate sezioni litostratigrafiche.

La formazione delle calcareniti e sabbie che rappresenta la locale formazione di base, è caratterizzata da frequenti variazioni di facies e di spessori.

Prevalente è la facies data da alternanze irregolari di livelli arenaceo sabbiosi più o meno addensati e livelli calcarenitici compatti, aventi spessori variabili.

## CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE

L'andamento morfologico dell'area è fondamentalmente condizionato dalle caratteristiche litologiche e giaciture dei terreni affioranti, che in modo schematico possono essere distinti in terreni compatti e terreni sciolti, nonché dall'intensa azione antropica esplicata mediante la costruzione di fabbricati, strade e addirittura la messa in opera di una discarica in corrispondenza del vallone Carcarello.

La zona d'intervento si trova a sud del vallone ed è caratterizzata da pendenze variabili; 49% in corrispondenza della sez. A-B, 60% in corrispondenza della sez. C-D, 51% in corrispondenza della sez. E-F.

Nelle zone d'intervento la strada in oggetto decorre a mezzacosta, quindi considerate le pendenze notevoli si ritiene opportuno costruire adeguati muri di sostegno con drenaggi opportunamente dimensionati, a stabilità della stessa.

## CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Il deflusso idrico superficiale, nelle immediate vicinanze delle zone interessate dalla messa in opera dei muri di sostegno non è incanalato in corsi d'acqua ben precisi; ad ogni modo, le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti unite all'acclività dell'intera area, permettono il libero deflusso delle acque verso i numerosi impluvi naturali della zona.

E' opportuno dotare le future opere di sostegno di adeguati drenaggi, in modo da favorire lo smaltimento delle acque verso le depressioni naturali e, nello stesso tempo, evitare l'accumulo di sovrappressioni idrostatiche a tergo dei muri.

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI OGGETTO DELLO STUDIO

Al fine di caratterizzare geotecnicamente i terreni interessati dal presente studio, sono state effettuate tre prove penetrometriche dinamiche mediante l'utilizzo del penetrometro dinamico DL 030 della Sunda.

Dette prove hanno permesso di risalire alle caratteristiche geofisiche dei litotipi affioranti nell'area in esame, nonché di determinare lo spessore della coltre detritica sabbiosa che ricopre la locale formazione di base costituita dalle calcareniti e sabbie gialle.

I tre sondaggi sono stati spinti alle profondità rispettive di mt. 1.30 l'S<sub>1</sub>; mt. 1.30 l'S<sub>2</sub>; mt. 1.20 l'S<sub>3</sub>.

In corrispondenza dei suddetti sondaggi si è appurato lo spessore della coltre detritica sabbiosa che è di circa mt. 1.20; quindi le future opere di sostegno dovranno insistere interamente con la loro base sulle calcareniti e sabbie

gialle, da metri 1.20 in poi.

Si è quindi provveduto a determinare i parametri geofisici della formazione di base e della coltre detritica; essi sono i seguenti:

da mt. 0.50 a mt. 1.20 : coltre detritica sabbiosa i cui parametri sono i seguenti:

$$\gamma \approx 1.7 \text{ gr/cm}^3; c' \approx 0 \text{ Kg/cm}^2; \varphi' \approx 24^\circ;$$

da mt. 1.20 a mt. 1.30 : calcareniti e sabbie gialle i cui parametri sono:

$$\gamma \approx 1.9 \text{ gr/cm}^3; c' \approx 0 \text{ Kg/cm}^2; \varphi' \approx 35^\circ.$$

Dei suddetti parametri bisognerà tener conto nel calcolo delle spinte del terreno sui muri di sostegno e nel calcolo della capacità portante della formazione di base.

## CONSIDERAZIONI FINALI

Sulla base degli elementi raccolti si ritiene di poter affermare quanto segue:

- 1) nell'area oggetto dello studio affiora una formazione costituita dalle calcareniti e sabbie gialle di età riferibile al Miocene medio-sup. Tale formazione è ricoperta da una coltre detritica sabbiosa il cui spessore, in corrispondenza dei sondaggi, è di circa 1.20 mt;
- 2) occorre dotare i muri di sostegno di opportuni dreni, in modo da favorire lo smaltimento delle acque meteoriche verso gli impluvi naturali;
- 3) i parametri geofisici dei terreni interessati sono i seguenti:

coltre detritica sabbiosa:  $\gamma \approx 1.7 \text{ gr/cm}^3$ ;  $c' \approx 0 \text{ Kg/cm}^2$ ;  $\varphi' \approx 24^\circ$ ;

calcareniti e sabbie:  $\gamma \approx 1.9 \text{ gr/cm}^3$ ;  $c' \approx 0 \text{ Kg/cm}^2$ ;  $\varphi' \approx 35^\circ$ .

Data, Gen. 1994

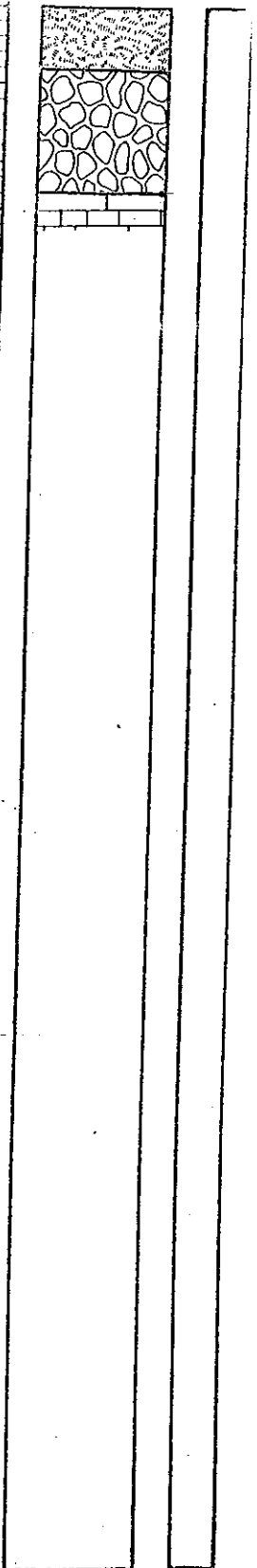
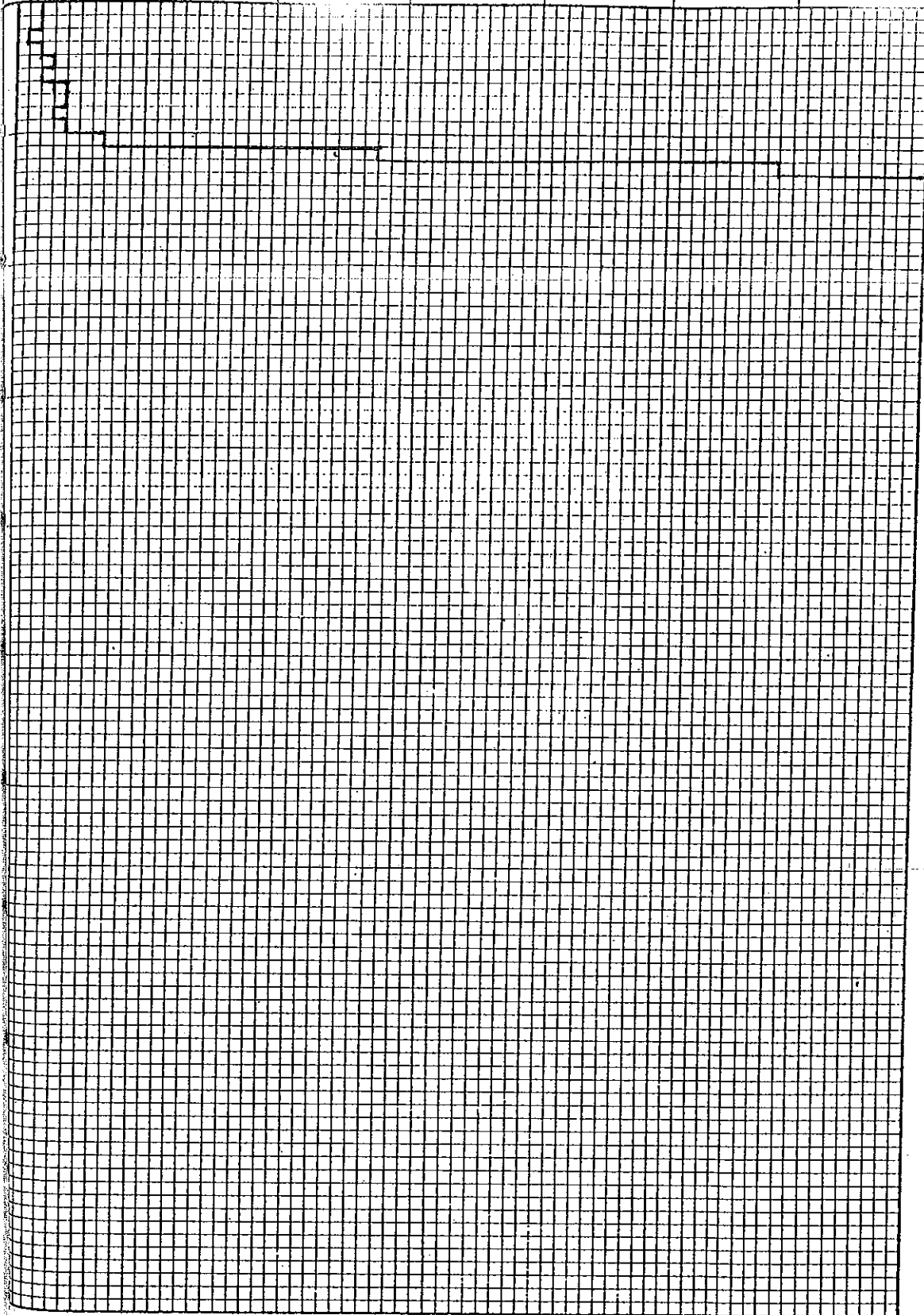


DYNAMIC-PENETROMETER TEST

N DL030 ↗

0 10 20 30 40 50 60

Litologia H<sub>2</sub>O



Descrizione:



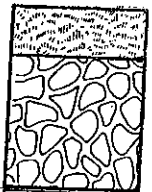
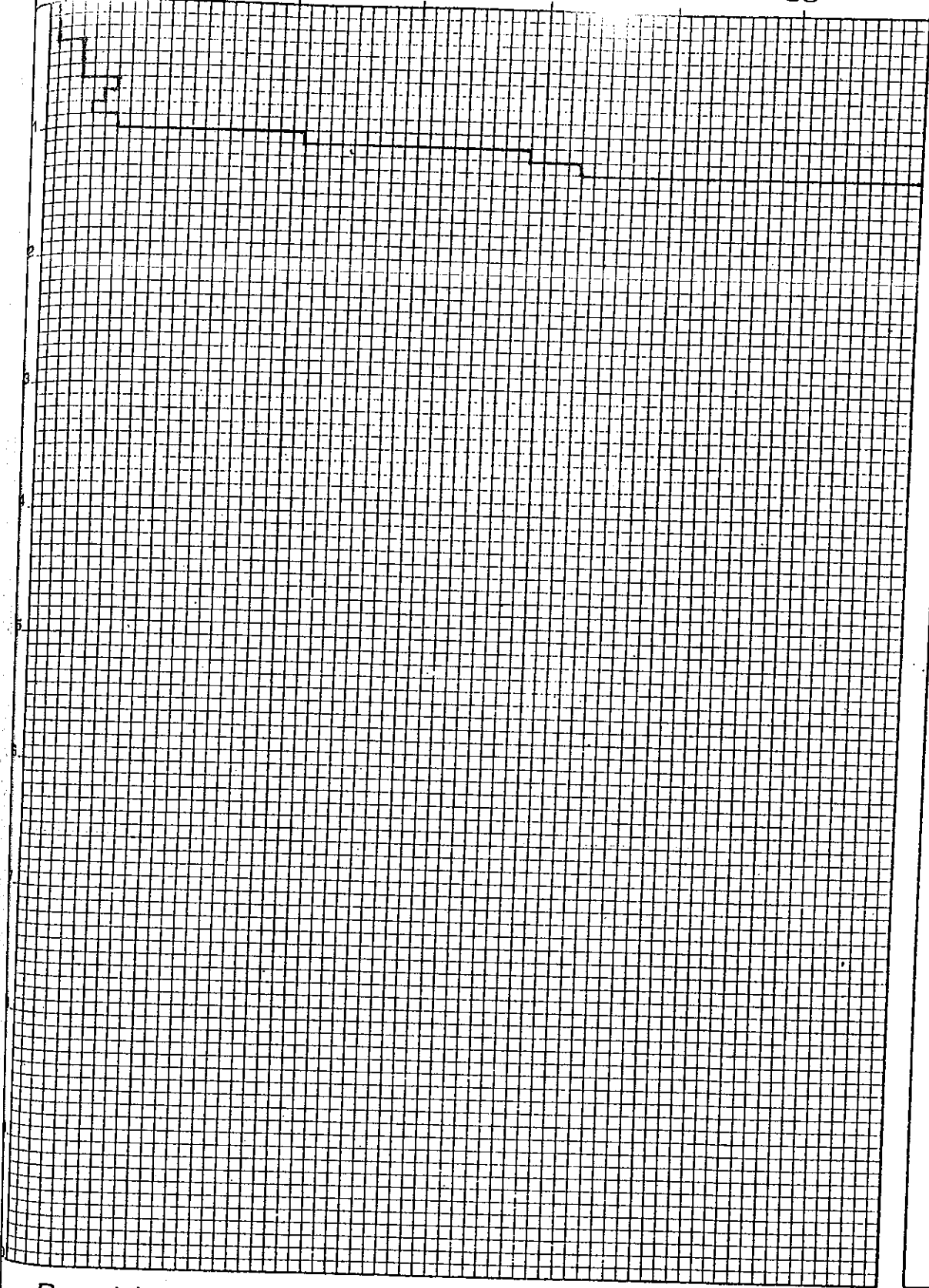
SONDAGGIO N° I  
Strada Comunale " FORESTA "

N. DL030 →

# DYNAMIC-PENETROMETER TEST

0 10 20 30 40 50 60

Litologia H<sub>m</sub>



Descrizione:



SONDAGGIO N° 2  
Strada Comunale " FORESTA "

N DLO30

# DYNAMIC-PENETROMETER TEST

10

20

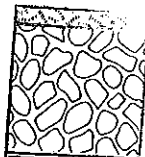
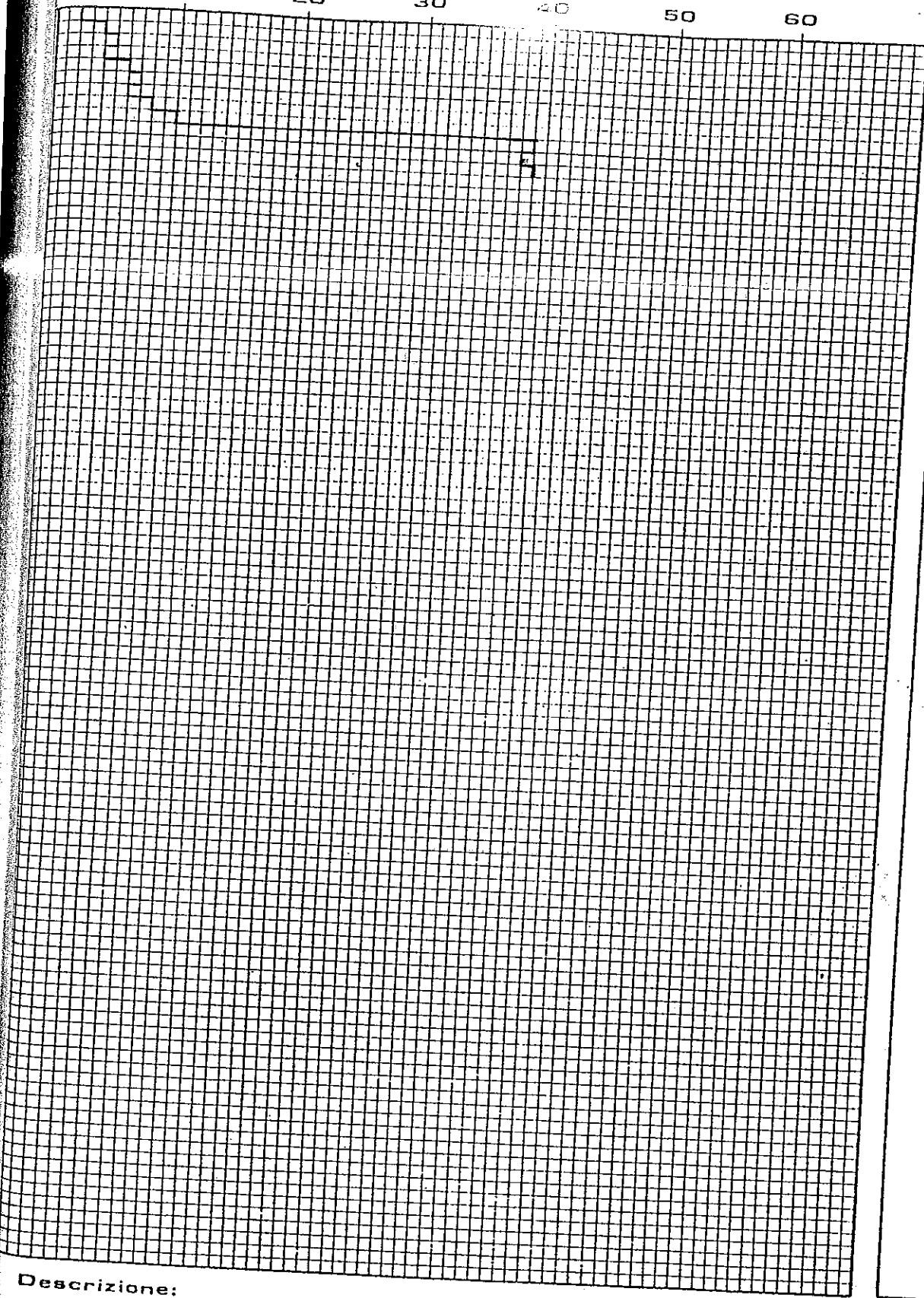
30

40

50

60

Litologia



Descrizione:




**SUNDA**<sup>®</sup>  
PIACENZA ITALY

SONDAGGIO N° 3

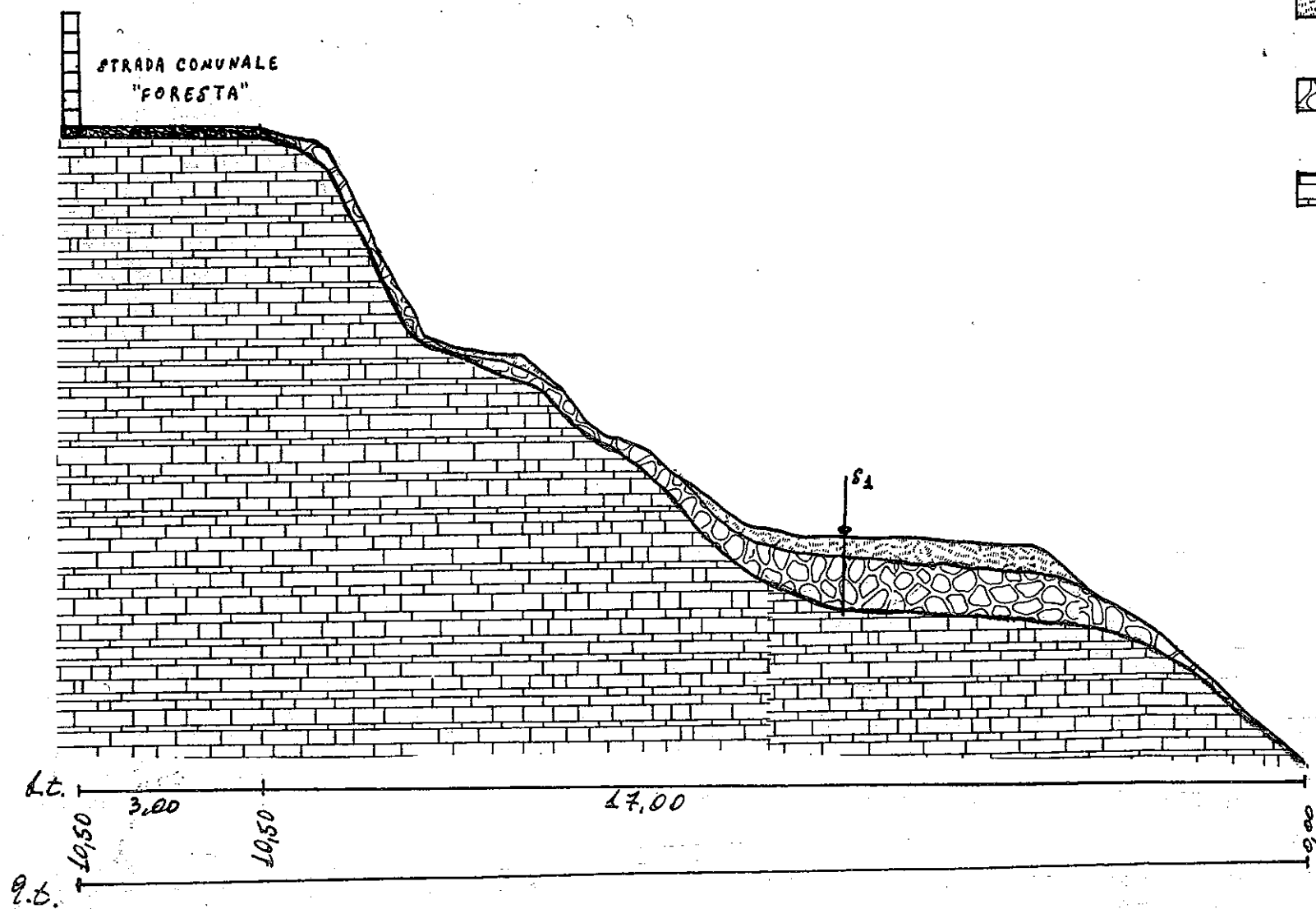

Strada Comunale " FORESTA "

# SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A-B


## LEGENDA

-  TERRENO SUPERF. ALTERATO
-  COLTAE DETRITICA SABBIOSA ALTERATA
-  CALCARENITI E SABBIE

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO







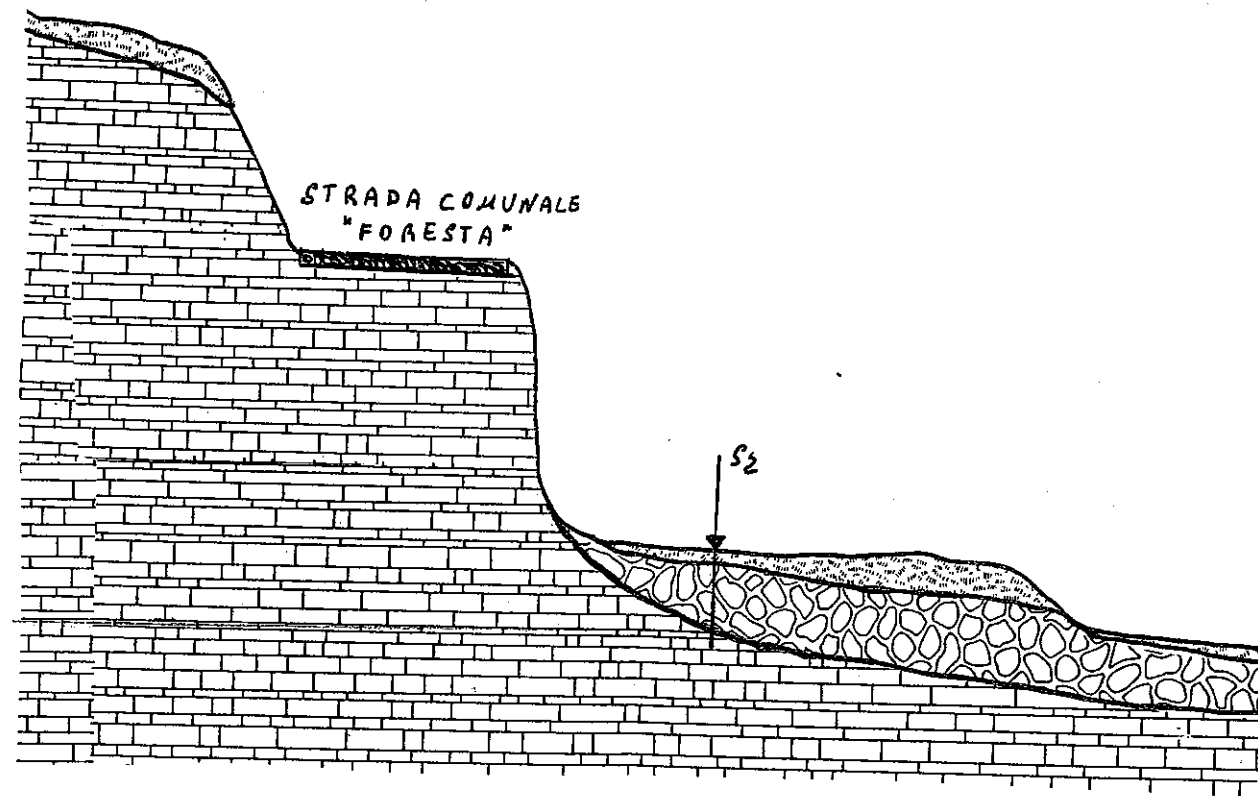
SCALA 1:100 500M.



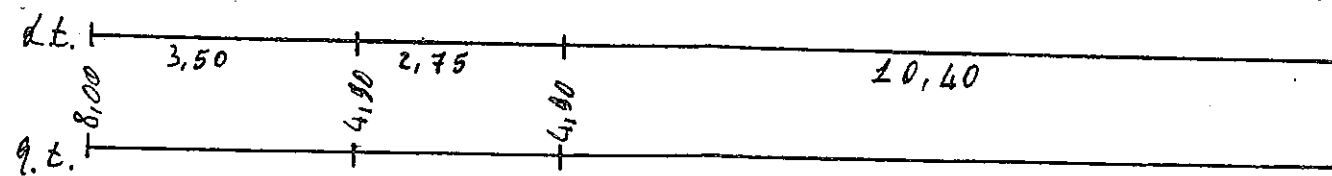
# SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA. CHD

## LEGENDA

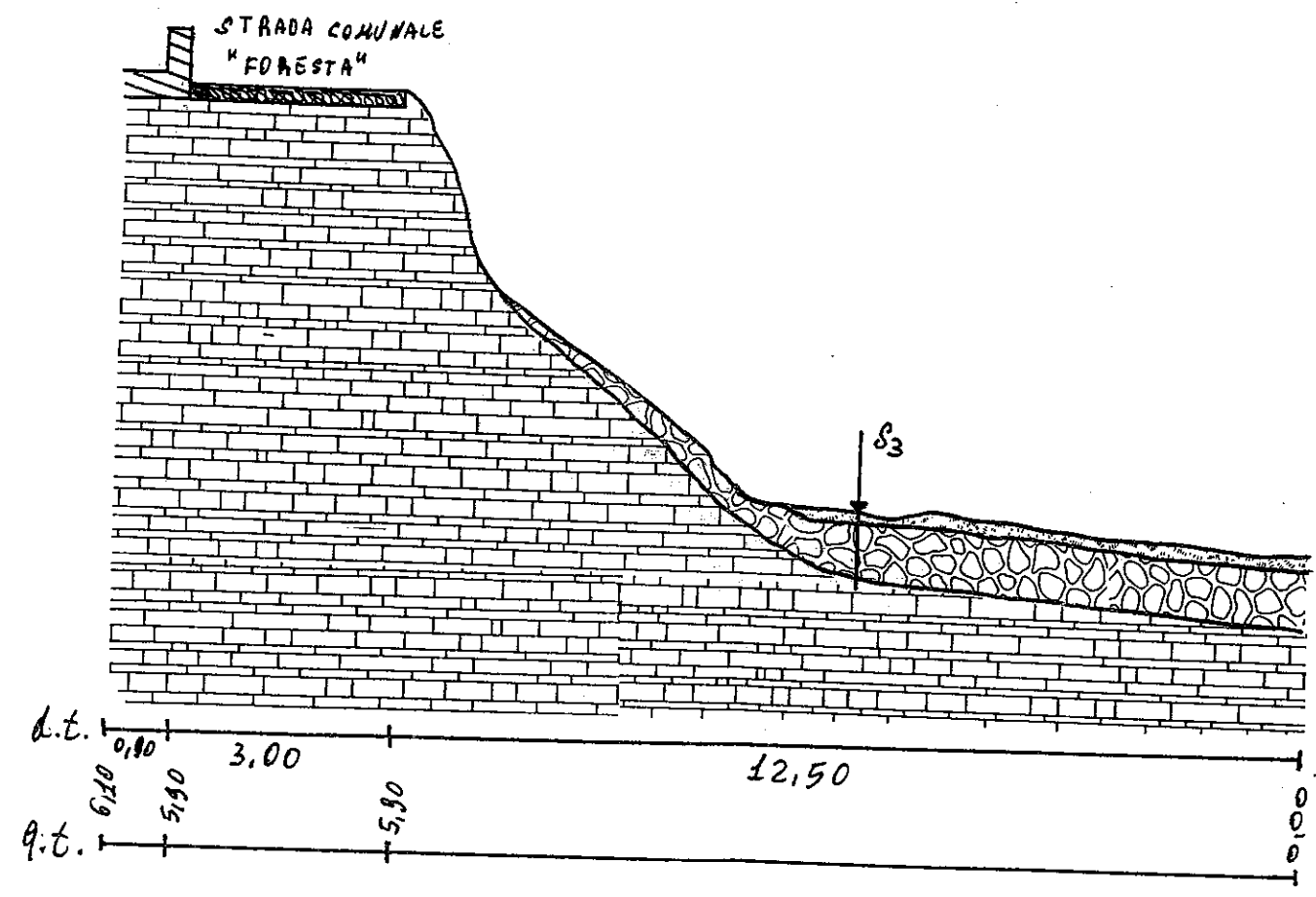
-  TERRENO SUPERF. ALTERATO
-  COLTAE DETRITICA SABBIOSA ALTERATA
-  CALCARENITI E SABBIE
-  SONDAGEI PER METRI DYNAMICI




0 SCALA 1:100 500 M.

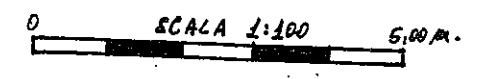


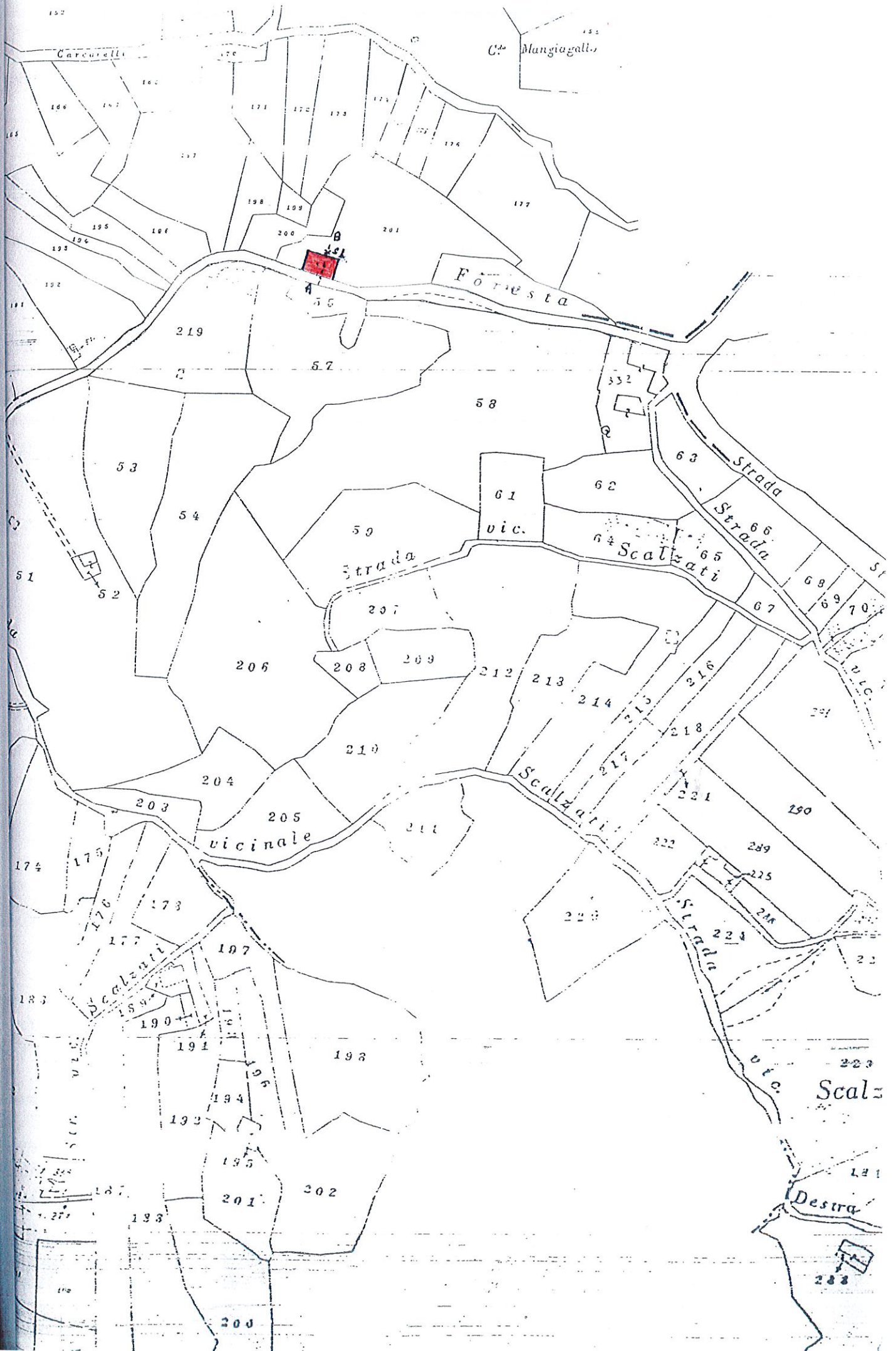
# SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA EMF



## LEGENDA

-  TERRENO SUPERF. ALTERATO
-  COLTRE DEBITICA SABBIOSA ALTERATA
-  CALCARENITI E SABBIE
-  SONDAGGI PENETROMETRICI DINAMICI

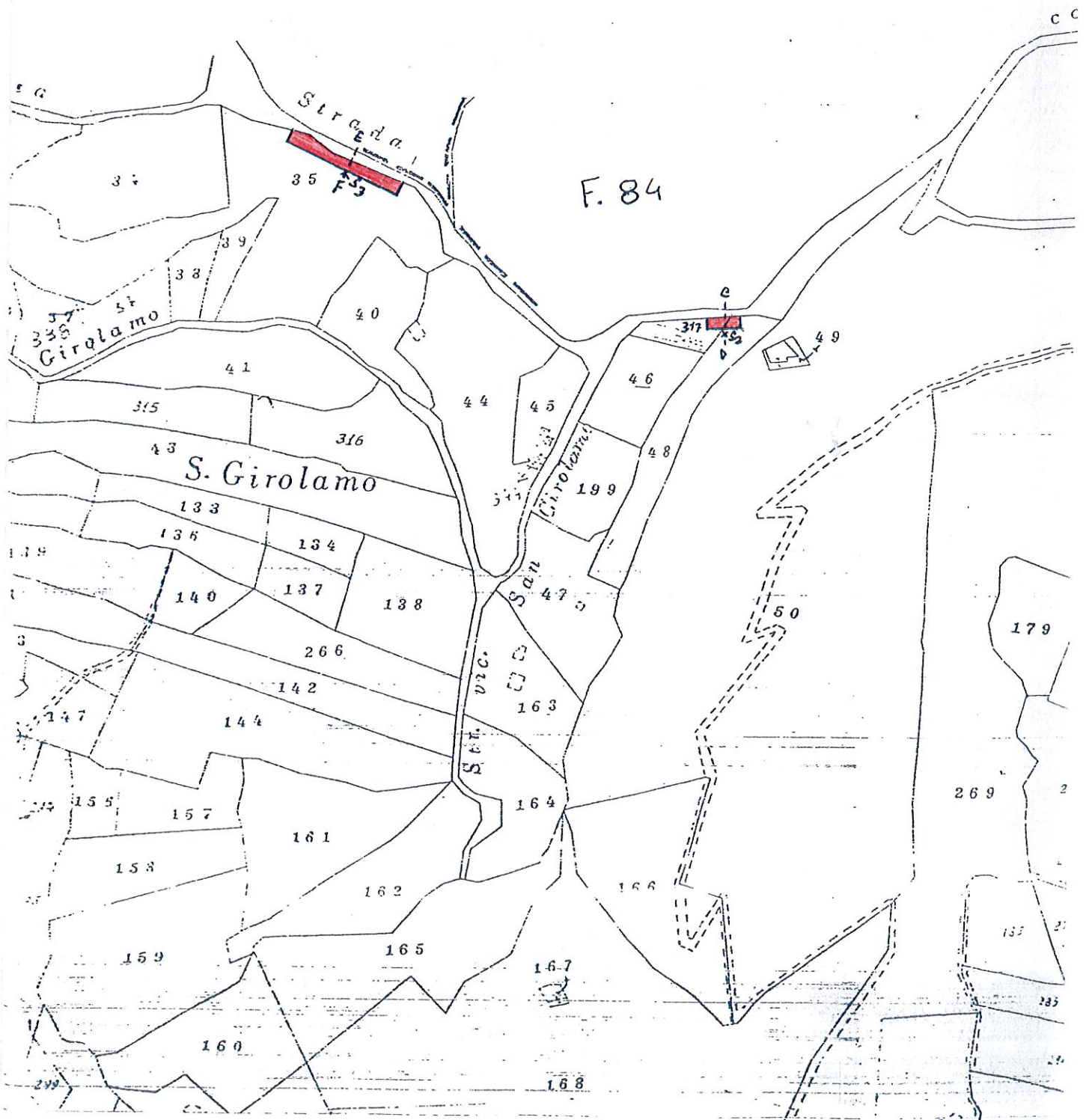




COMUNE DI CALASCIBETTA

SCALA 1:2000

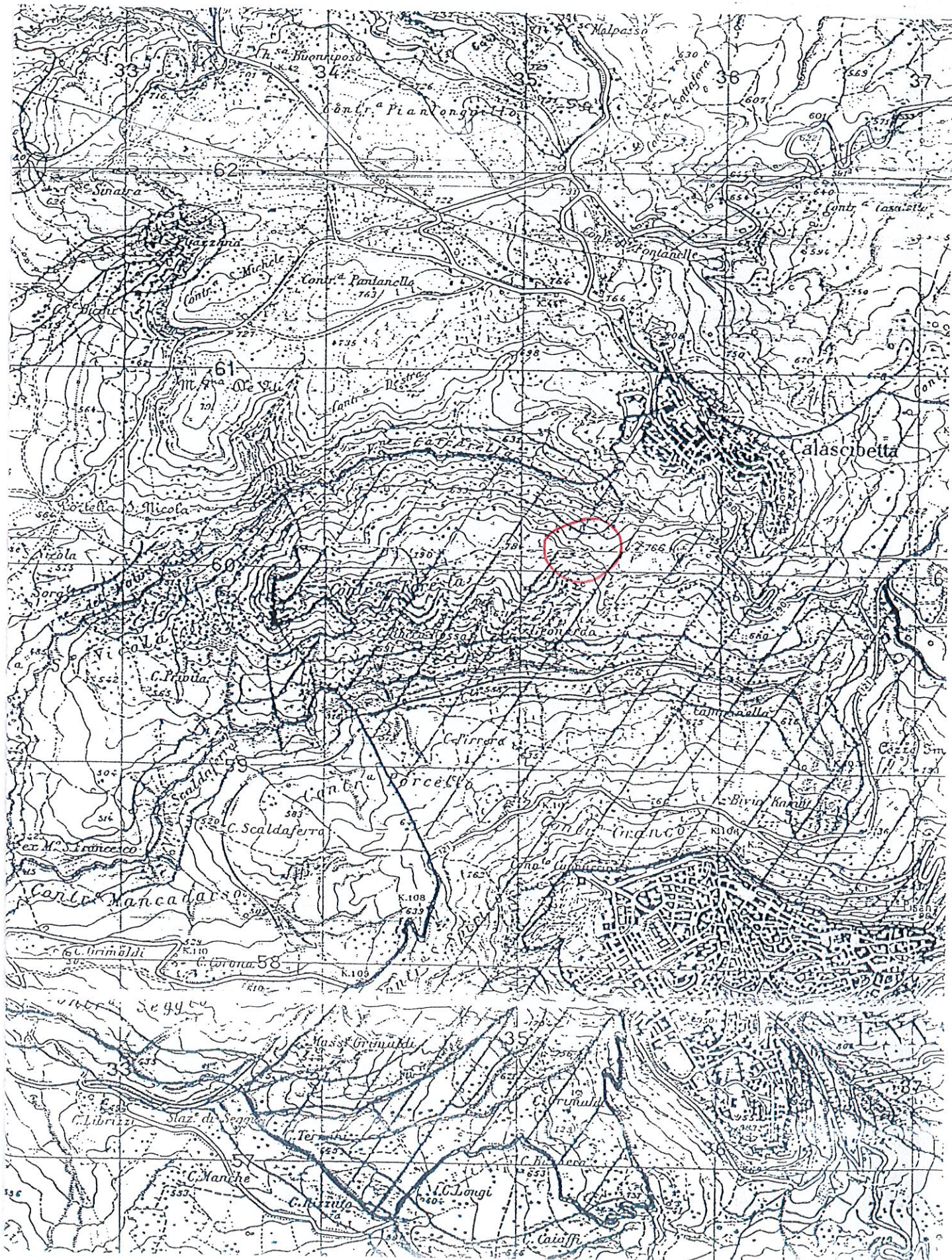
ZONE D'INTERVENTO



COROGRAFIA

SCALA 1:25000

ZONA DI INTERVENTO



## COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

**ELABORATI INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE**

LOCALITA' - LOCATION

strada comunale "FORESTA" - Calascibetta (EN)

OGGETTO - SUBJECT

Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"



DATA INDAGINE - SURVEY DATE

**Novembre 2011**

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE

**Dicembre 2011**

DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY

**Dicembre 2011**

<b>0</b>	<b>EMISSIONE - ISSUE</b>	<b>DIRETTORE TECNICO</b>	<b>DIRETTORE CANTIERE</b>	<b>TECNICO DI CANTIERE</b>	<b>N° DOCUMENTO</b>	<b>18/11</b>
		Sp. ANTONIO FURIA	Dot. Geol. FILIPPO CARMENI	Dot. Geol. FILIPPO CARMENI	<b>SCALA - SCALE</b>	<b>PAGINA - SHEET</b>
<b>REV.</b>	<b>DESCRIZIONE - DESCRIPTION</b>				<b>N.A.</b>	<b>1/70</b>
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' ME.TE.RO S.r.l. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF M.T.R. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW				<b>SOSTITUISCE IL - REPLACES</b>		
				<b>SOSTITUITO DA - REPLACES</b>		



## COMUNE DI CALASCIBETTA

- PROVINCIA DI ENNA -

**indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta".**

### 1.0. PREMESSA

---

A seguito di cottimo-appalto, esperito in data 12/04/2011, l'Amministrazione Comunale di Calascibetta ha affidato alla scrivente impresa i lavori relativi all'esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche atte a ripristinare la viabilità nella strada comunale denominata Foresta.

L'ubicazione, la denominazione, il numero, la profondità e le modalità tecnico-esecutive delle indagini sono state impartite dal progettista e direttore dei lavori dott. geol. Salvatore Palillo. L'aspetto tecnico e amministrativo è stato coordinato dal RUP ing. M. Mantegna.

Le indagini sono state eseguite lungo il tracciato della strada comunale. L'ubicazione dei punti investigati è riportata nell'allegata planimetria a scala 1:10.000.

Qui di seguito si riportano, in modo schematico, le indagini eseguite:

- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, di lunghezza variabile;
- n. 1 traversa sismica tipo MASW;
- n. 1 traversa sismica a rifrazione;
- n. 6 prove penetrometriche leggere DL 030;
- prove geotecniche di laboratorio.



## Sondaggi meccanici a carotaggio continuo

---

In corrispondenza dei siti investigati sono stati eseguiti complessivamente n° **3** sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo, per uno sviluppo lineare complessivo di metri **37,00**.

Per l'esecuzione delle perforazioni è stata utilizzata una sonda oleodinamica del tipo **ELLETTARI** assemblata su cingoli, con coppia massima di 600 Kgm e velocità di rotazione di 75:258 r/min.

Il metodo di avanzamento adottato è quello della conservazione del nucleo per tutto lo spessore investigato. A tale scopo, è stato utilizzato un carotiere di tipo semplice ( $\varnothing 101$  mm) che ha permesso (compatibilmente ai litotipi attraversati), una soddisfacente campionatura dei terreni. La percentuale di carotaggio stimata varia dall' 80% al 100%.

Si è provveduto a rivestire il foro per evitare restringimenti o franamenti; ove necessario, la colonna di rivestimento ( $\varnothing 127$  mm) ha seguito la perforazione fino a profondità tale da scongiurare tale eventualità.

Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in legno, con scomparti divisorii a coperchio incernierato, con l'indicazione della denominazione del sondaggio e del numero della cassetta. Complessivamente sono state utilizzate n° **8** cassette catalogatrici.

---



## Prove geotecniche di laboratorio

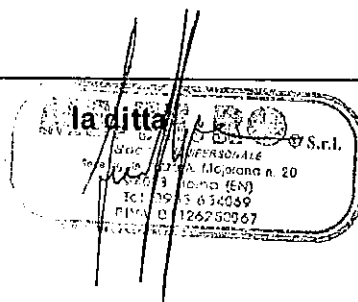
I campioni prelevati, nel corso della perforazione, una volta paraffinati e sigillati, sono stati trasportati in laboratorio per essere sottoposti a prove geotecniche.

Il laboratorio *Meccanica Terre e Rocce*, con sede in Troina, ha eseguito le analisi geotecniche. Le prove di laboratorio sono state eseguite in conformità alle specifiche tecniche più ricorrenti. In particolare, si è tenuto conto delle norme UNI, ASTM e BS.

Sono qui di seguito riportati i principali valori geotecnici dei terreni analizzati :

CAMPIONE	W (%)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$	Sr (%)	c' (KN/m <sup>2</sup> )	$\phi'$ (°)	c.u. (KN/m <sup>2</sup> )
S2 C1 4,40 - 4,70	21	1,97	2,69	86	38	23	111,50
S3 C2 11,80-12,15	19	1,94	2,71	77	23	26	124,00

17/12/2011

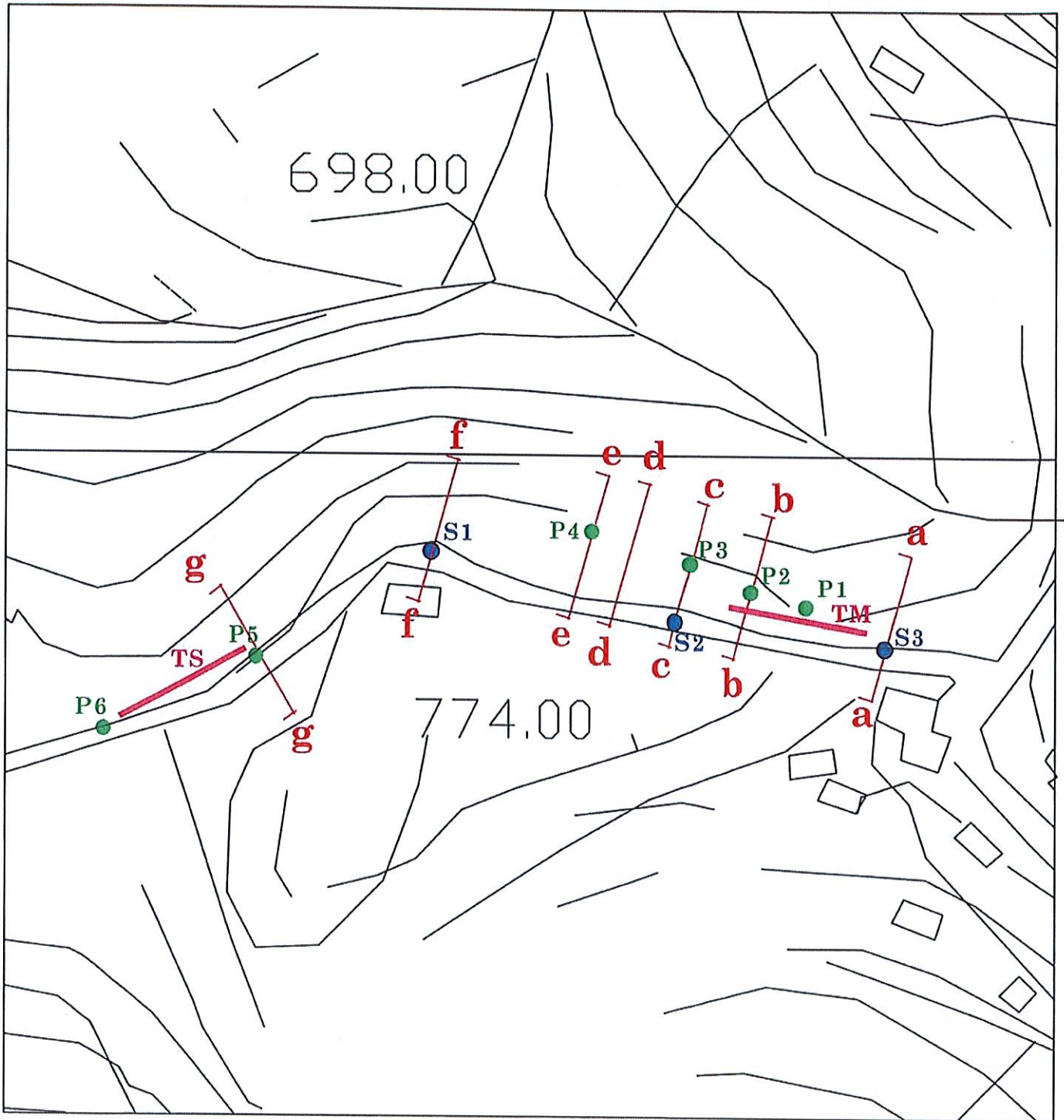


# PLANIMETRIA INDAGINI

Scala 1:2.000

## COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

Strada comunale "Foresta"



**e — e** traccia sezioni geologiche

**● S2** sondaggi a carotaggio continuo

**● P2** sondaggi penetrometrici

**TS** INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

**TM** INDAGINE GEOFISICA TIPO M.A.S.W.



**COMMITTENTE:** COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

**LAVORO :** Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"

FORO ATTREZZATO:		Sondaggio <b>S1</b>		DATA INIZ.: 28/11/2011	DIAMETRO DI PERF.: 101 mm		
				DATA FIN.: 28/11/2011	SONDA: ELLETTARI		
					CAMPIONI INDISTURBATI (Q1): n -		
					CAMPIONI DISTURBATI (Q2): n -		
PROFONDITA'	LOG STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO	FALDA (m) p.c.	N S.P.T.	PRELIEVO CAMPIONI	
0.50		ghiaia immersa in sabbia carbonatica (terreno di riporto)	25 50 75				
1.10		sabbia medio fine di colore giallo ocre con presenza di fossili (bivalvi) a grado di addensamento medio					
1.30		biocalcareneite					
1.70		sabbia medio fine di colore giallo-ocra					
4.50		biocalcareneite di colore giallo-ocra, con livelli centimetrici sabbiosi, da molto fratturata a fratturata					
8.20		sabbia debolmente limosa di colore giallo ocre con spezzoni centimetrici di calcareniti dello stesso colore addensata					
8.50		livello di biocalcareneite					
10.00		sabbia debolmente limosa di colore giallo ocre con spezzoni centimetrici di calcareniti dello stesso colore addensata					

Cassette catalogatrici N°2

NOTE:



Postazione sondaggio  
S1



Sondaggio S1 Cassetta 1  
da m. 0,00 a m. 5,20

Sondaggio S1 Cassetta 2  
da m. 5,20 a m. 10,00





**COMMITTENTE:** COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

**LAVORO :** Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"

FORO ATTREZZATO:		Sondaggio <b>S2</b>		DATA INIZ.: 28/11/2011	DIAMETRO DI PERF.: 101 mm		
				DATA FIN.: 28/11/2011	SONDA: ELLETTARI		
					CAMPIONI INDISTURBATI (Q1): n 1		
					CAMPIONI DISTURBATI (Q2): n —		
PROFONDITA'	LOG STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO	FALDA (m) p.c.	N S.P.T.	PRELIEVO CAMPIONI	
0,15		Cunetta in c.l.s.	25 50 75				
3,30		sabbia fine limosa di colore bruno, talora con livelli centimetrici debolmente cementati, da poco a mediamente addensata					
7,00		Limo sabbioso, argilloso, di colore grigio con sporadici livelli cementati e presenza di fossili (bivalvi), a buona consistenza				4.40  4.70 S2C1	

Cassette catalogatrici N°2 NOTE:



Postazione sondaggio  
S2



Sondaggio S2 Cassetta 1  
da m. 0,00 a m. 5,00

Sondaggio S2 Cassetta 2  
da m. 5,00 a m. 7,00



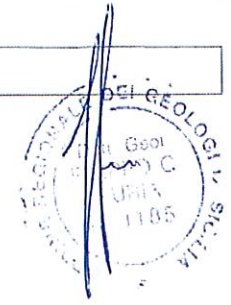


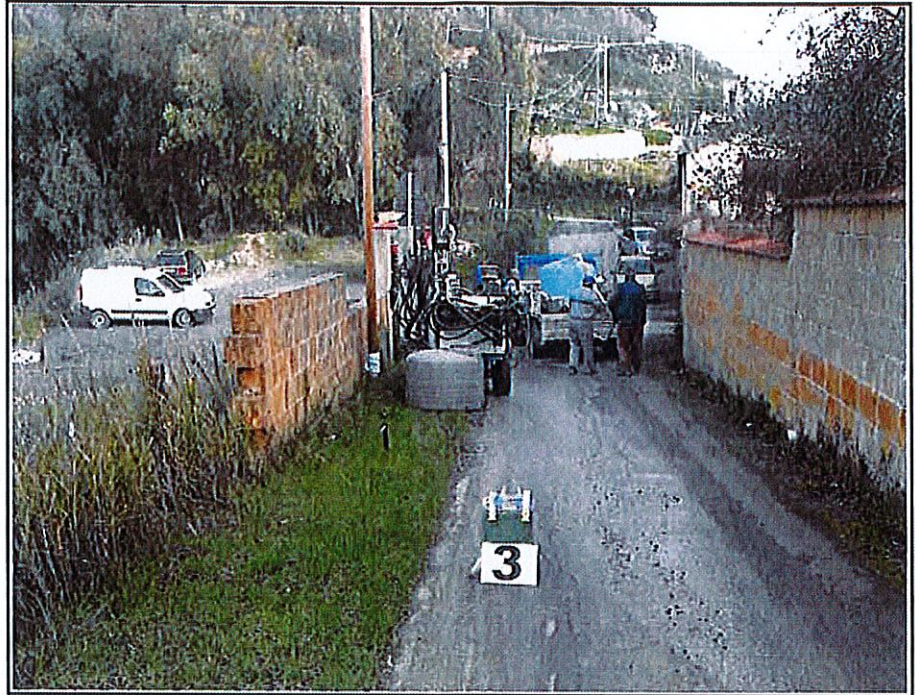
**COMMITTENTE:** COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

**LAVORO :** Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"

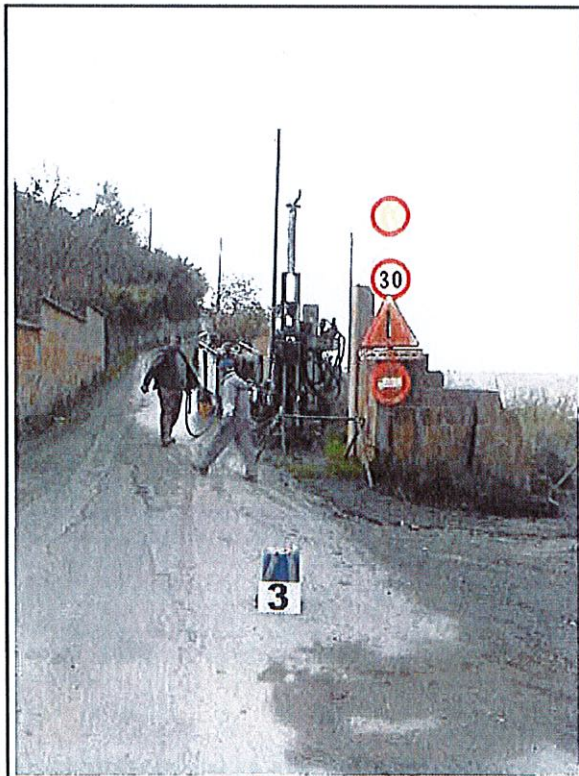
FORO ATTREZZATO:		Sondaggio <b>S3</b>	DATA INIZ.: 28/11/2011 DATA FIN.: 29/11/2011	DIAMETRO DI PERF.: 101 mm	SONDA: ELLETTARI	CAMPIONI INDISTURBATI (Q1): n <b>2</b>	CAMPIONI DISTURBATI (Q2): n <b>-</b>
PROFONDITA'	LOG STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO 25 50 75	FALDA (m) p.c.	N S.P.T.	PRELIEVO CAMPIONI	
0,60		Ghiaia immersa in sabbia carbonatica (terreno di riporto)					
5,60		sabbia fine, a tratti limosa, di colore giallo ocra mediamente addensata con tracce di fossili (bivalvi)				3.30  3.70 S3C1	
20,00		Limo sabbioso di colore grigio con sporadici livelli cementati e tracce di fossili (bivalvi), a buona consistenza, verso la aumenta la frazione limo-argillosa				11.80  12.15 S3C2	

Cassette catalogatrici N°4 NOTE:





Postazione sondaggio  
S3

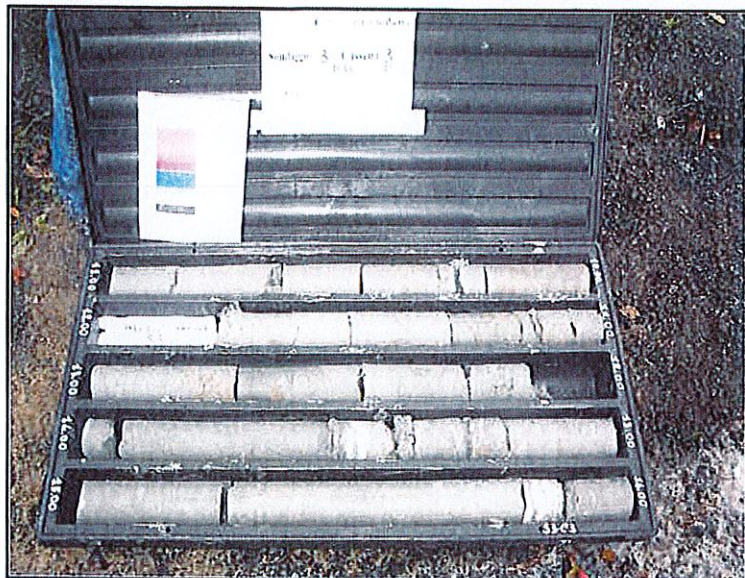


Sondaggio S3 Cassetta 1  
da m. 0,00 a m. 5,00



Sondaggio S1 Cassetta 2  
da m. 5,00 a m. 10,00

Sondaggio S3 Cassetta 3  
da m. 10,00 a m. 15,00



Sondaggio S3 Cassetta 4  
da m. 15,00 a m. 20,00

# ME.TE.RO. S.r.l.

*società unipersonale*

Sede legale: p.zza A. Majorana n.20  
94018 Troina (EN)  
P.IVA 01126250867

tel. 0935/657178 fax 0395/657433 email [metero@tiscali.it](mailto:metero@tiscali.it)

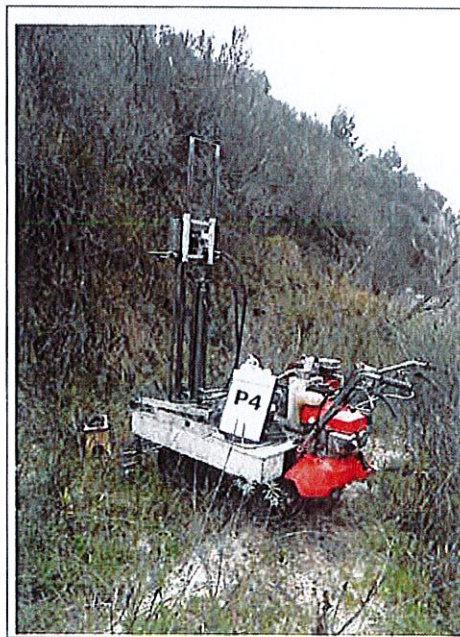
## indagini penetrometriche

LOCALITA' - LOCATION

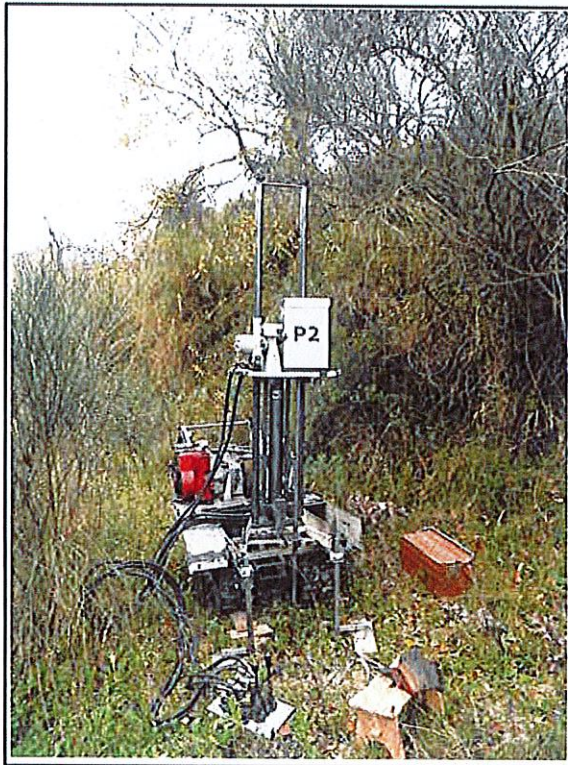
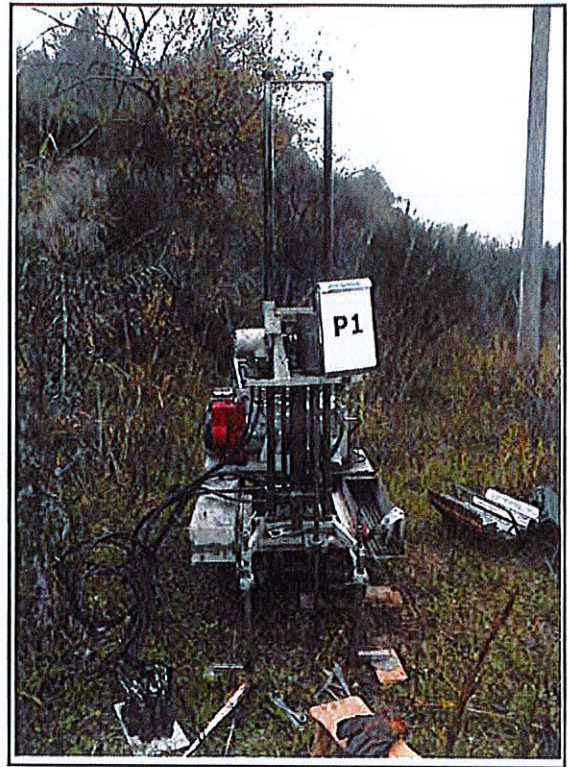
strada comunale "FORESTA" - Calascibetta (EN)

OGGETTO - SUBJECT

Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"

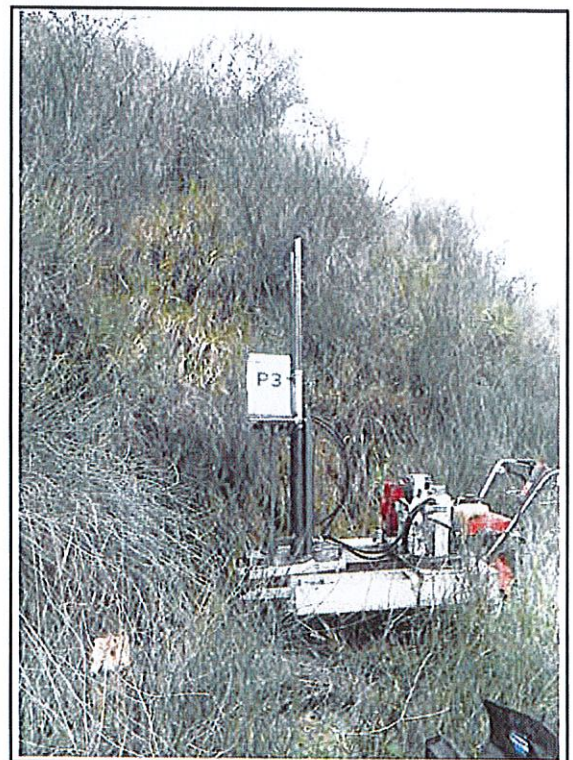


**Prova Penetrometrica  
P1**



**Prova Penetrometrica  
P2**

**Prova Penetrometrica  
P3**



**Prova Penetrometrica  
P4**



**Prova Penetrometrica  
P5**

**Prova Penetrometrica  
P6**

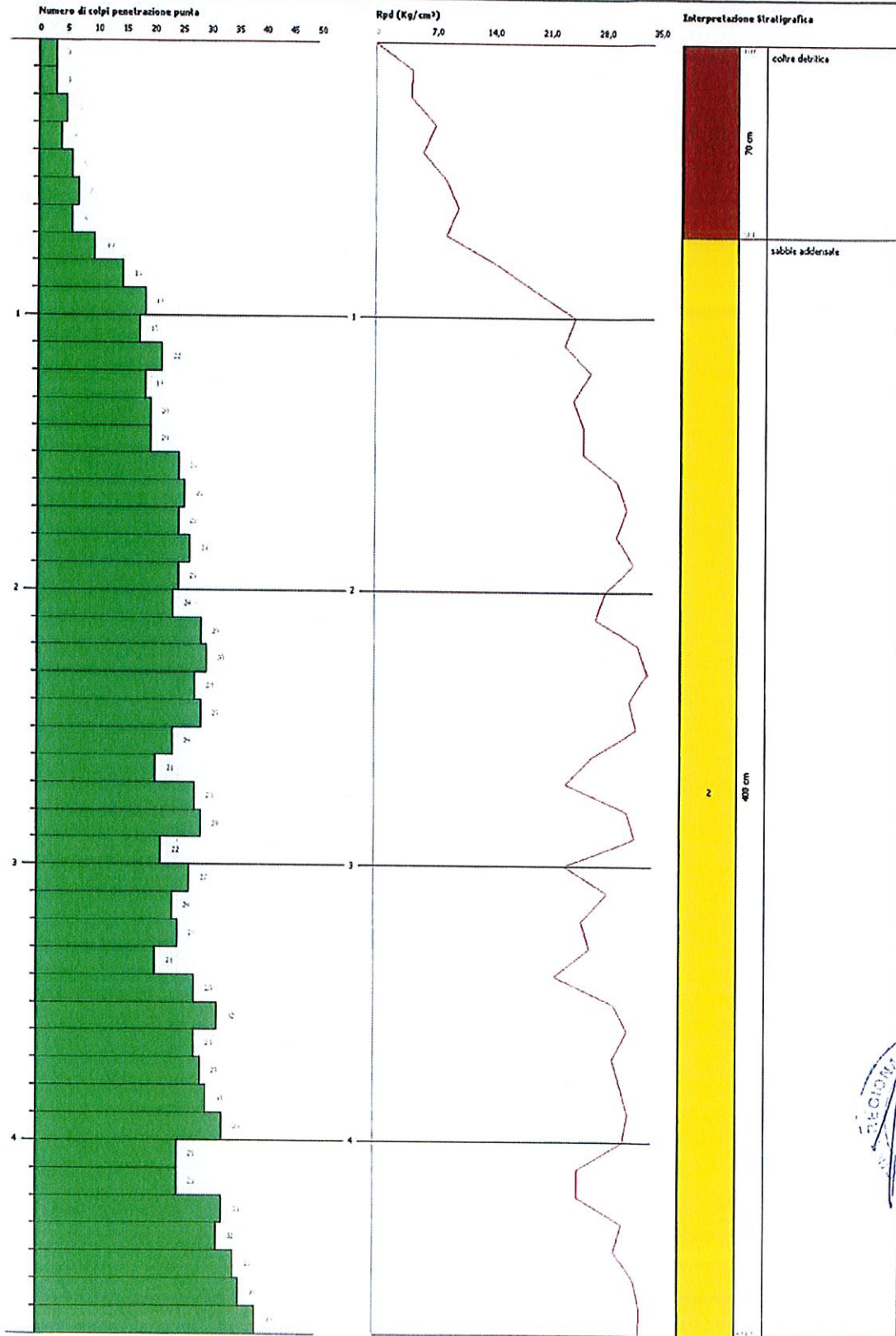


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
Strumento utilizzato... Sunda DL030  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente: Comune di Calascabeta  
Cantiere 1  
Località 1 Strada Foresta

Data: 29/11/2011

Scala 1:21

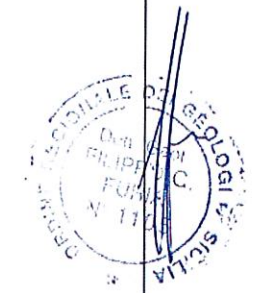
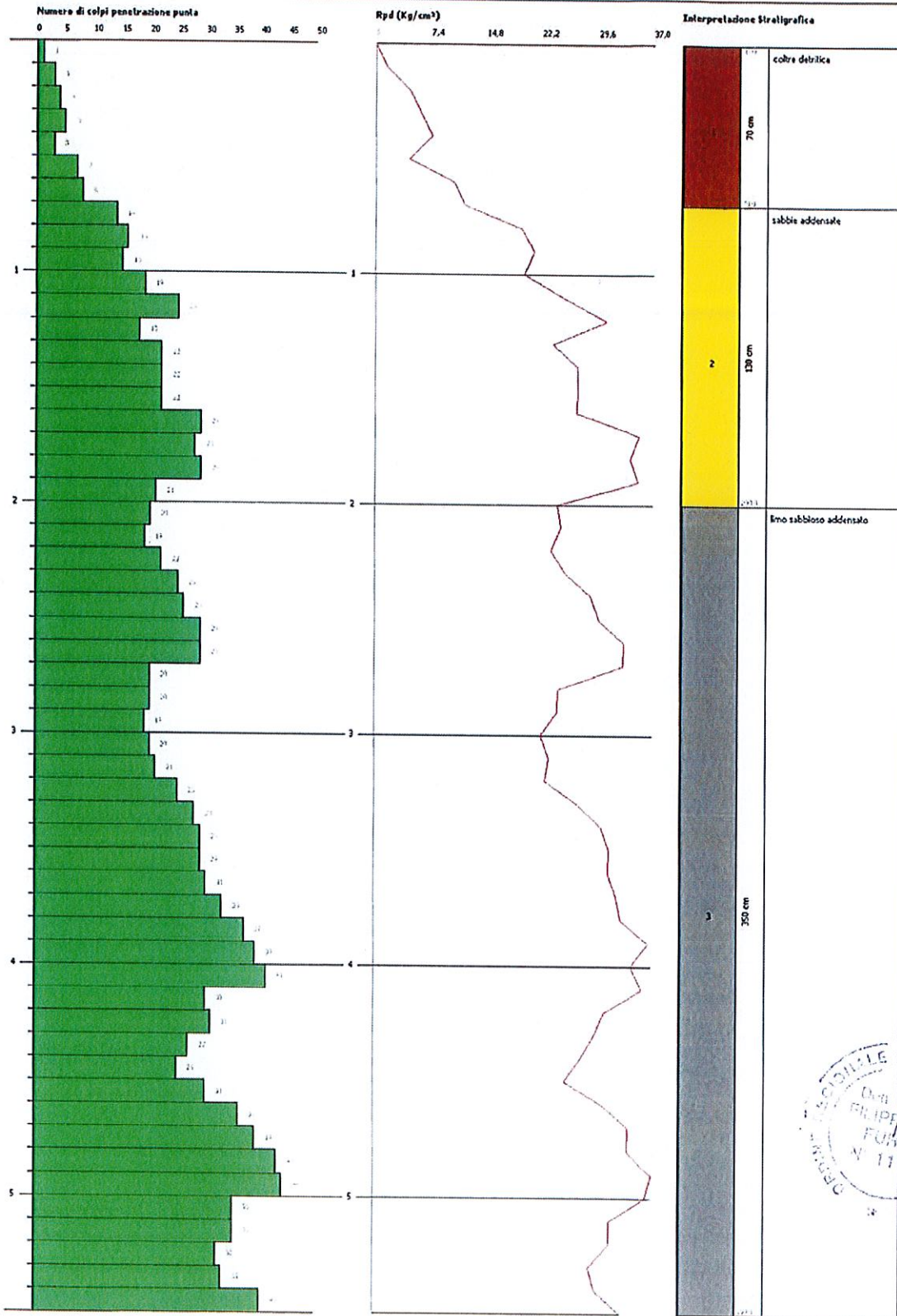


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2**  
Strumento utilizzato... Sonda DL030  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente: Comune di Cava di Mare  
Cantiera: Strada Foresta

Data: 29/11/2011

Scala: 1:25

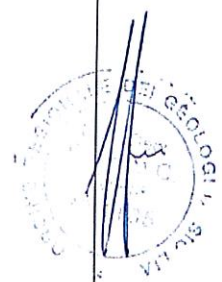
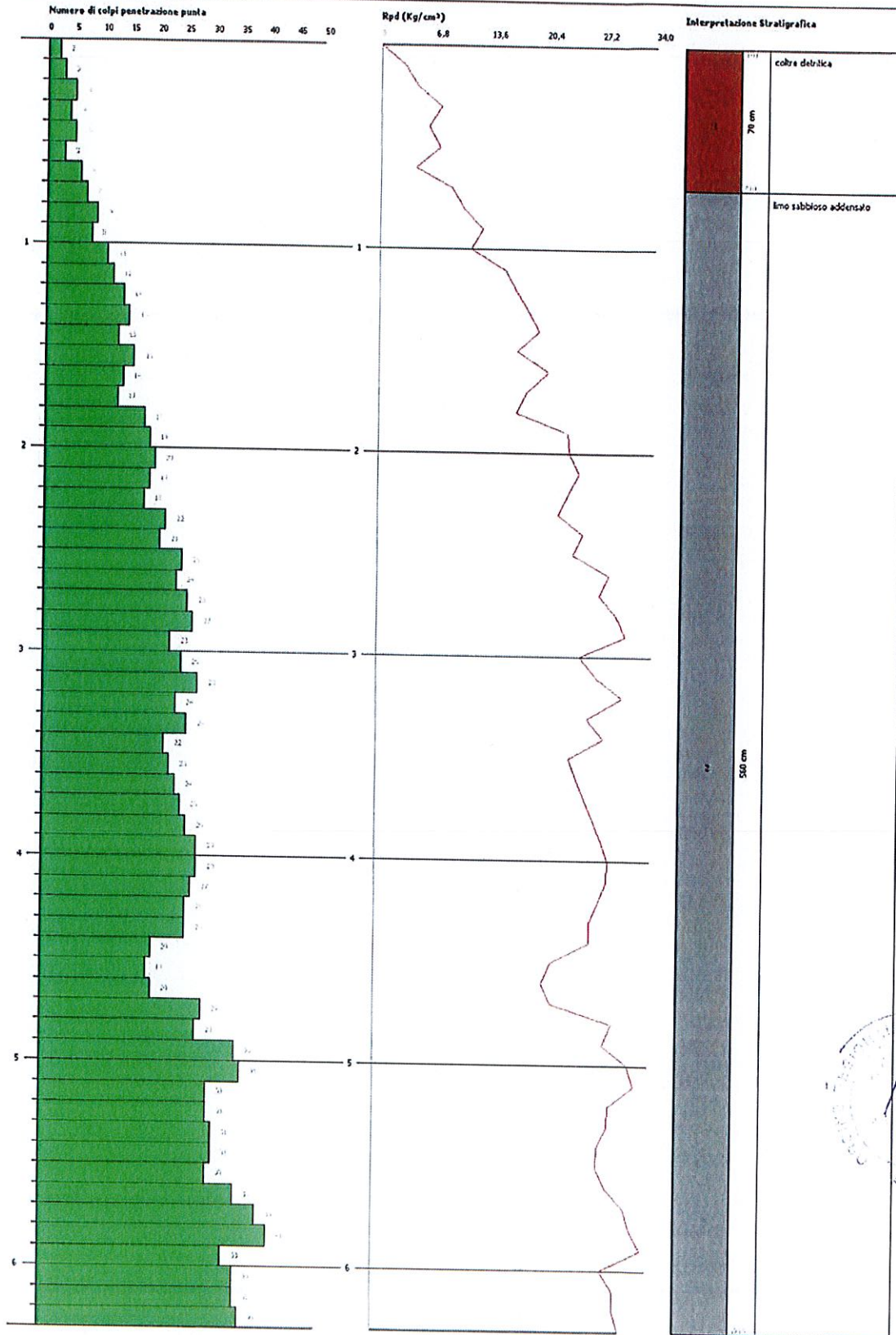


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3**  
Strumento utilizzato... Sonda DLO30  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente: Comune di Calascibetta  
Cantiera: Strada Foresta

Data: 29/11/2011

Scala 1:25

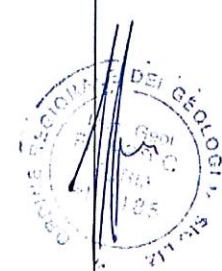
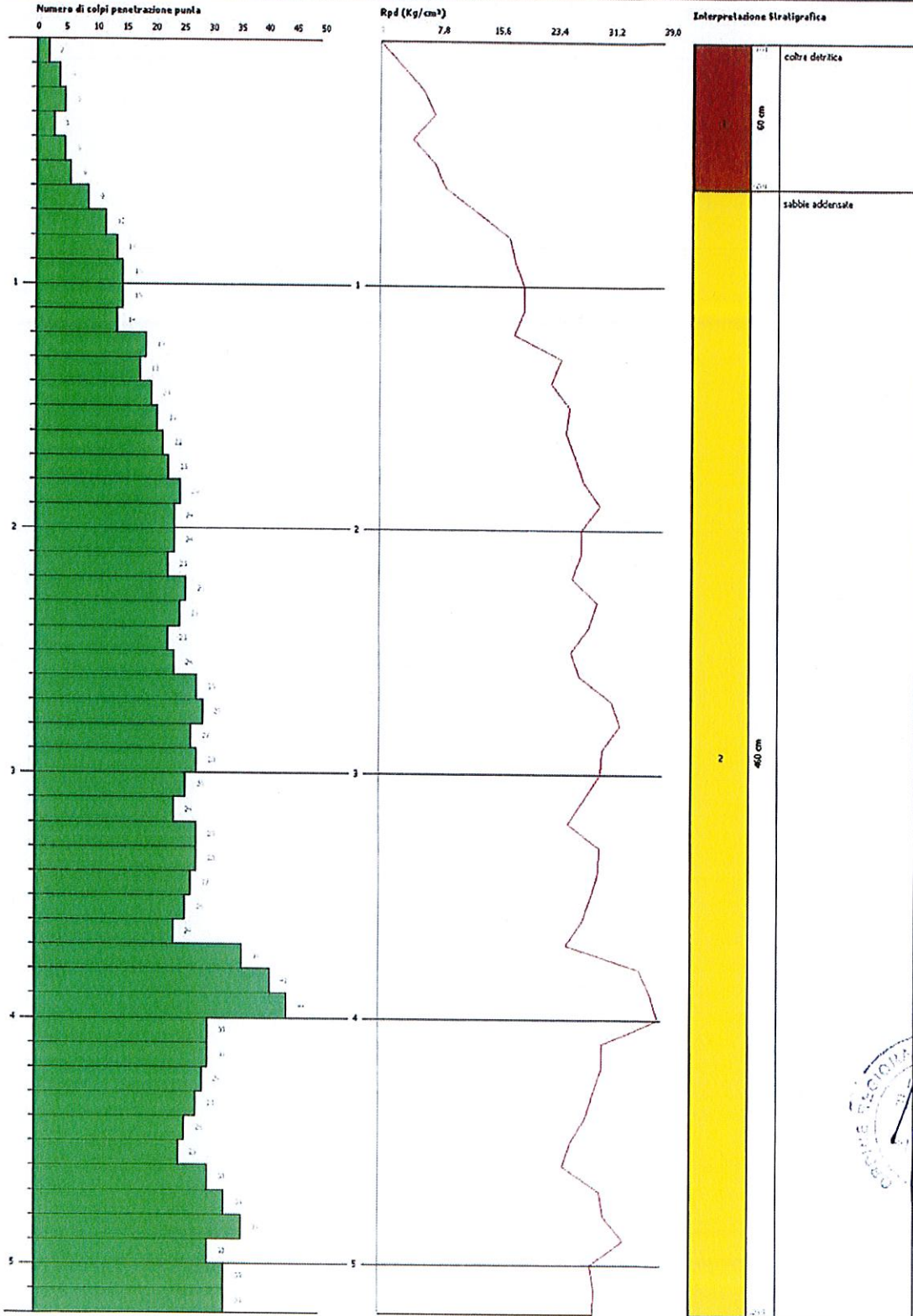


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4**  
 Strumento utilizzato... Sonda DL030  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente: Comune di Caltascibetta  
 Cantiere: Strada Foresta

Data: 29/11/2011

Scala 1:24

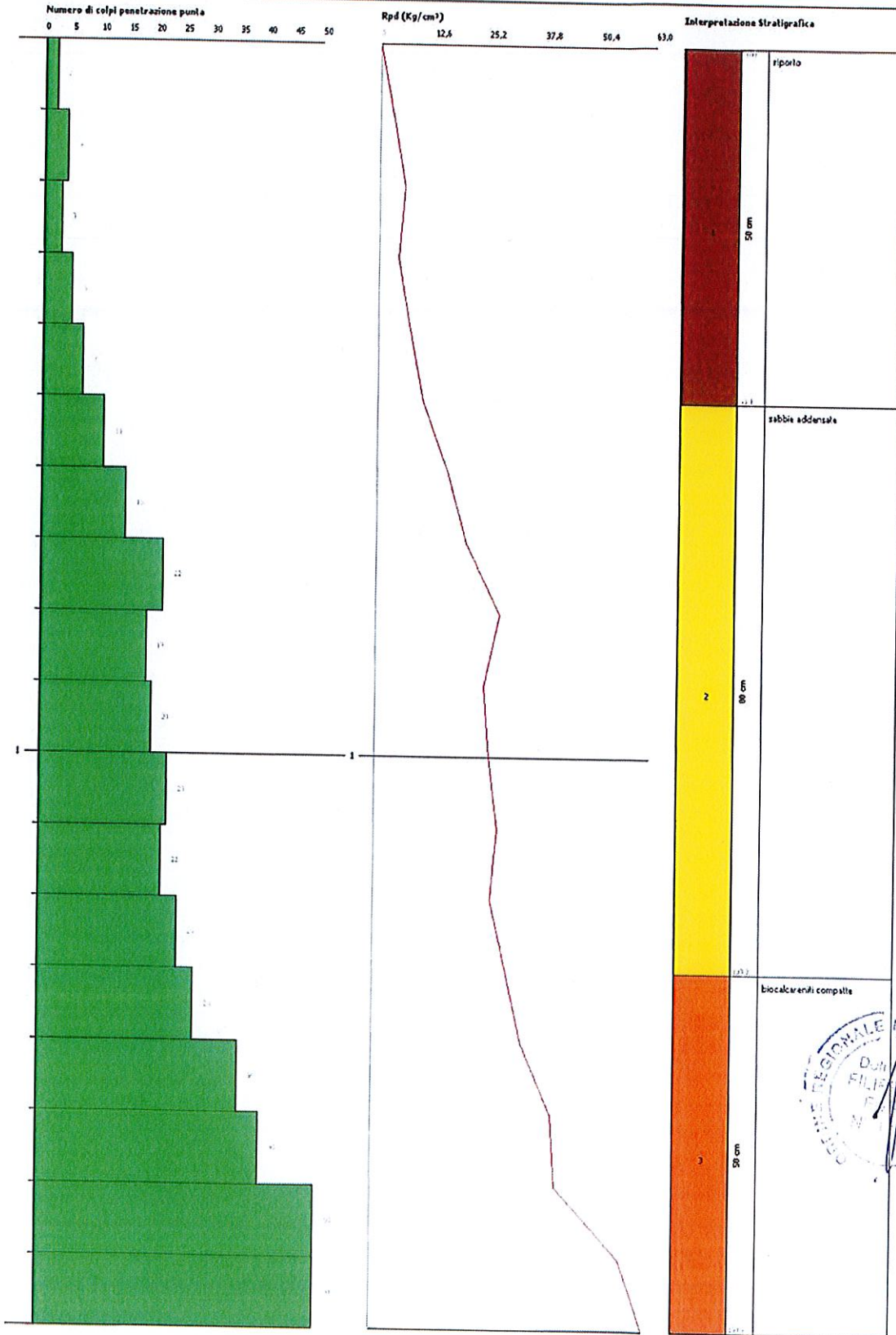


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P5**  
Strumento utilizzato... Sunda DL030  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Comune: Comune di Calascibetta  
Località: Strada Foresta

Data: 29/11/2011

Scala: 1:8

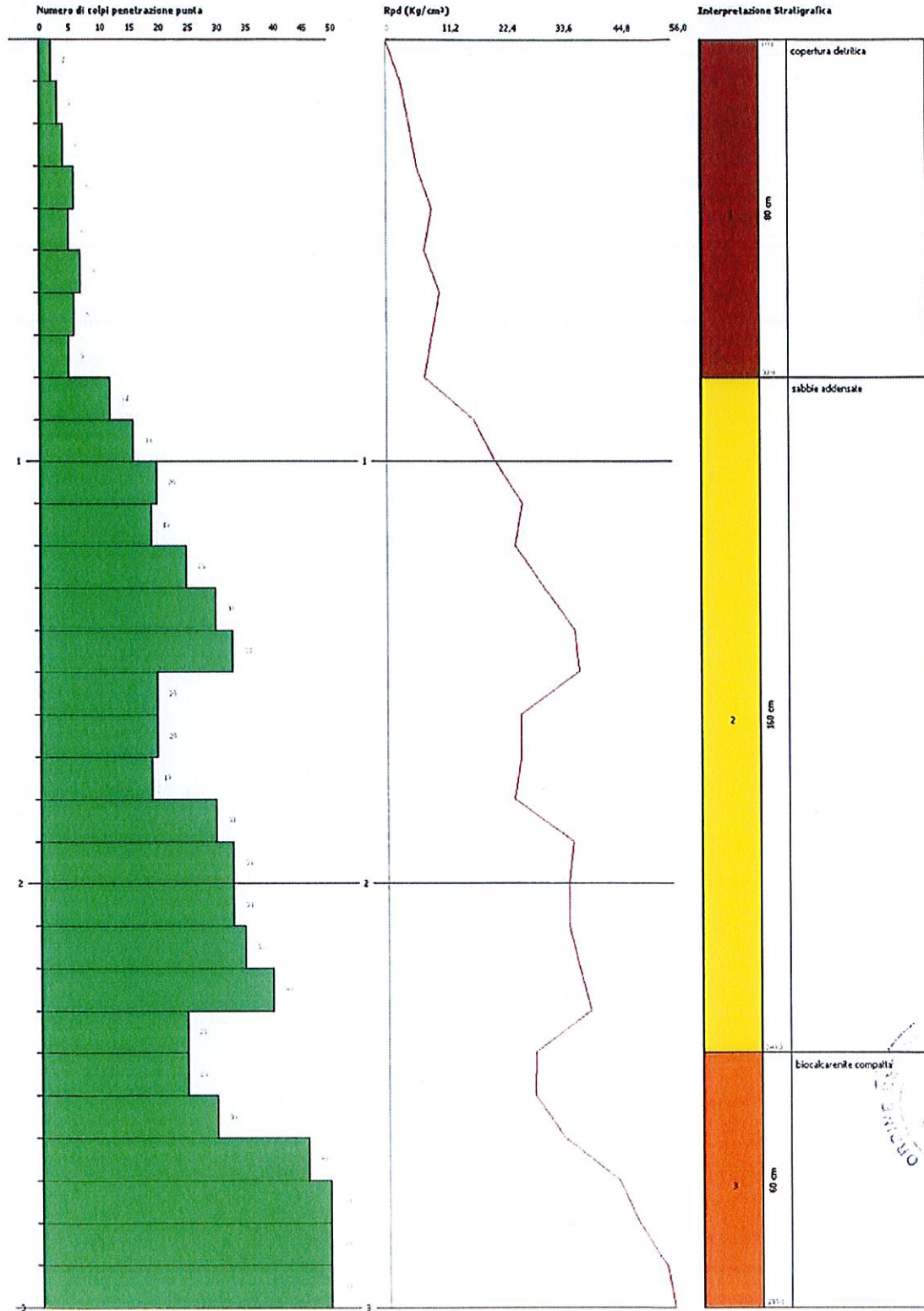


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P6**  
Strumento utilizzato... Sonda DL030  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Comune: Comune di Calascibetta  
Cantieri: Strada Foresta  
Località:

Data: 29/11/2011

Scala 1:14



**METEORO** S.r.l.

*società unipersonale*

Sede legale: p.zza A. Majorana n.20

94018 Troina (EN)

P.IVA 01126250867

tel. 0935/657178 fax 0395/657433 email [metero@tiscali.it](mailto:metero@tiscali.it)

## indagine geofisica

LOCALITA' - LOCATION

strada comunale "FORESTA" - Calascibetta (EN)

OGGETTO - SUBJECT

Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"



## Premessa

Su incarico del Comune di Calascibetta è stata eseguita una prospezione sismica sui terreni che sono interessati dal ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta".

Tale prospezione sismica è stata condotta con la finalità di accertare le caratteristiche sismiche dei terreni cercando di rispondere da quanto prescritto dal D.M 18/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Per ottenere un quadro generale soddisfacente della situazione sismostratigrafica del sottosuolo si è eseguita un'indagine di tipo MASW a 24 canali con lunghezze così ripartite:

Masw – 48,00 e 50,00m.

E' stata scelta la traccia sismica riferita allo stendimento di 50,00m perché più leggibile.

Per ottenere un quadro generale soddisfacente della situazione del sottosuolo si è stabilito di eseguire anche n°1 sondaggio sismico a rifrazione con lunghezza così ripartita:

Base sismica T1 – 26,00m;

## PROVA SISMICA A RIFRAZIONE

Per il sondaggio sismico a rifrazione comprensivo di dromocrone di andata e di ritorno, tra geofoni successivi è stata scelta una spaziatura di 2,00 metri ed sono stati eseguiti cinque scoppi: tre scoppi intermedi e due esterni alla linea dei geofoni, in modo da ottenere un dettaglio adeguato rispetto alla superficie da indagare;

Il sondaggio è stato eseguito usando lo stesso sismografo per l'analisi MASW, vale a dire il modello PASI Mod.16S24-U con PC portatile.

Le funzionalità principali del software di gestione dello strumento sono:

*Acquisire in seguito a Trigger;*

*Analisi rumore ambientale;*

*Autotracesize;*

*Filtraggi;*

*Enhancement;*

*Inversione della polarità;*

*Amplificazione manuale e automatica per ciascun canale;*

*Visualizzare acquisizioni memorizzate e prima analisi con marker;*

*Conversione acquisizioni nel formato SEG2.*

I geofoni utilizzati sono del tipo verticale a 4,5 Hz "MARK". L'energizzazione è stata ottenuta tramite mazza di 9 kg dotata di starter piezoelettrico.

Per l'elaborazione dei dati, effettuata a posteriori in studio, ci si è avvalsi dell'ausilio dell'elaboratore elettronico e del programma interpretativo "INTERSISM".

Il sottosuolo delle fasce studiate è stato esplorato per una profondità massima di 10m.

Il sondaggio sismico ha permesso la determinazione di un parametro fisico (Velocità) dei vari strati unitamente ai loro spessori, e il riconoscimento della loro natura litologica in base ai parametri fisici ricavati dalla prospezione geofisica prescelta.

I metodi sismici consistono nella misurazione delle velocità di propagazione di onde sismiche.

Con le apparecchiature usate è stato possibile ottenere i primi impulsi sufficientemente netti anche quando i rumori di fondo erano elevati. Questo per il fatto che si poteva costantemente osservare la registrazione in quanto veniva immagazzinata da una memoria elettronica e successivamente tracciata su monitor del P C portatile con la possibilità di memorizzare le tracce sismiche.

Le misure rilevate ci hanno consentito di costruire le curve tempi distanze (Dromocrone) e determinare gli spessori dei vari strati.

Il metodo sismico a rifrazione sfrutta la propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo. Condizione necessaria perchè si abbia rifrazione delle onde elastiche è una variazione della velocità delle medesime con la profondità in modo uniforme o discontinuo.

L'aumento discontinuo è particolarmente significativo per individuare le superfici limite fra due unità litologiche differenti.

#### Analisi dei risultati

Per l'interpretazione del sondaggio, si sono riportati nei diagrammi i tempi di percorrenza (ordinate) impiegati dai fronti d'onda sulle distanze (ascisse) dal punto d'impatto ai geofoni.

Le curve così ottenute sono diverse in dipendenza dello spessore dei terreni di copertura e della natura dei materiali attraversati. I dati ottenuti hanno permesso di diagnosticare i parametri sismodinamici rappresentati nell'allegata tabella riassuntiva e dalla sezione sismostratigrafica allegata e di escludere qualsiasi presenza di struttura tettonica riconducibile a presenza di faglie.

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE  
 Base sismica a rifrazione  
 Comune di Calascibetta  
 Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"  
 POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	0.00	rifr001.dat
7.00	0.70	rifr002.dat
13.00	1.30	rifr003.dat
19.00	2.00	rifr004.dat
26.00	3.00	rifr005.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0 [ms]	FBP da 7 [ms]	FBP da 13 [ms]	FBP da 19 [ms]	FBP da 26 [ms]
1	2.00	0.20	6.88	13.09	16.38	19.63	26.75
2	4.00	0.40	16.38	11.04	15.88	18.63	26.00
3	6.00	0.60	18.63	2.00	14.88	17.63	24.50
4	8.00	0.80	20.00	2.13	11.63	15.50	22.25
5	10.00	1.00	22.88	11.14	10.25	13.63	20.13
6	12.00	1.20	24.88	13.29	2.50	11.38	18.63
7	14.00	1.40	25.88	14.63	2.75	8.63	17.75
8	16.00	1.60	27.13	16.13	10.25	7.04	15.88
9	18.00	1.80	28.00	17.59	11.88	1.13	14.38
10	20.00	2.20	29.38	19.64	13.13	1.88	12.88
11	22.00	2.50	30.63	21.30	14.13	10.88	11.00
12	24.00	2.80	31.50	22.96	14.75	12.88	4.88

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

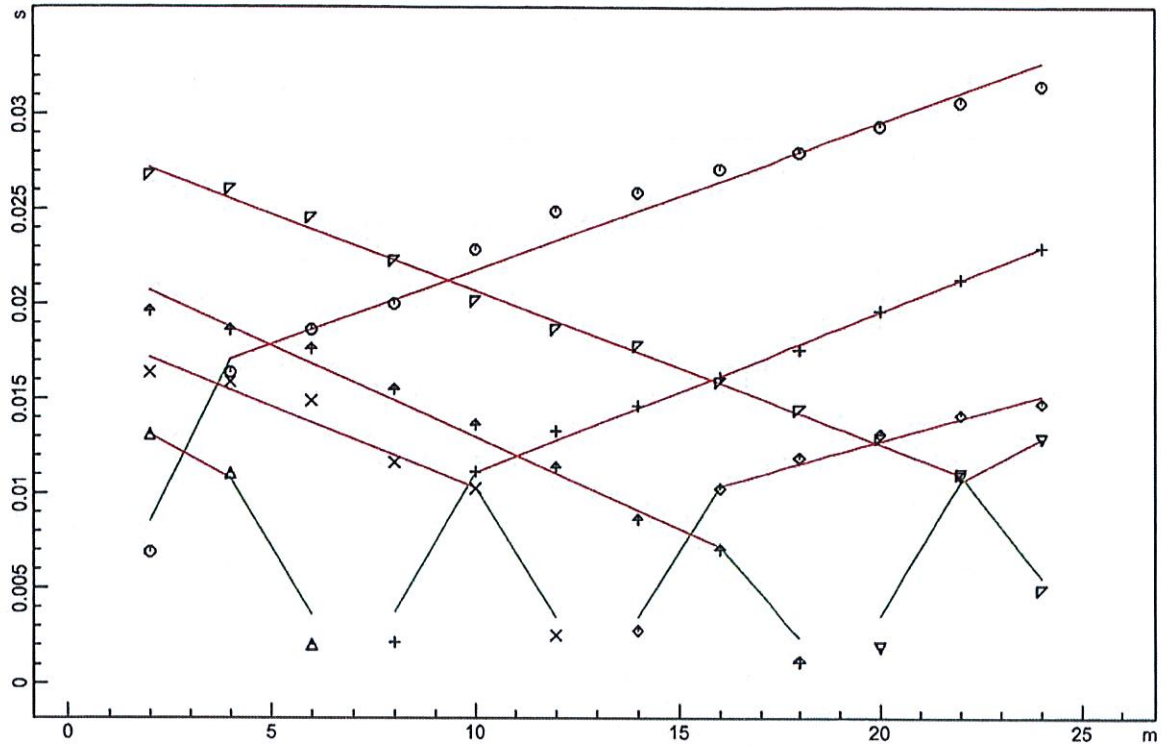
N. Geof.	Dist. Refr. 1 [m]
1	1.7
2	1.7
3	1.9
4	1.7
5	1.7
6	1.7
7	1.6
8	1.5
9	1.6
10	1.7
11	1.7
12	1.7

VELOCITA' DEGLI STRATI

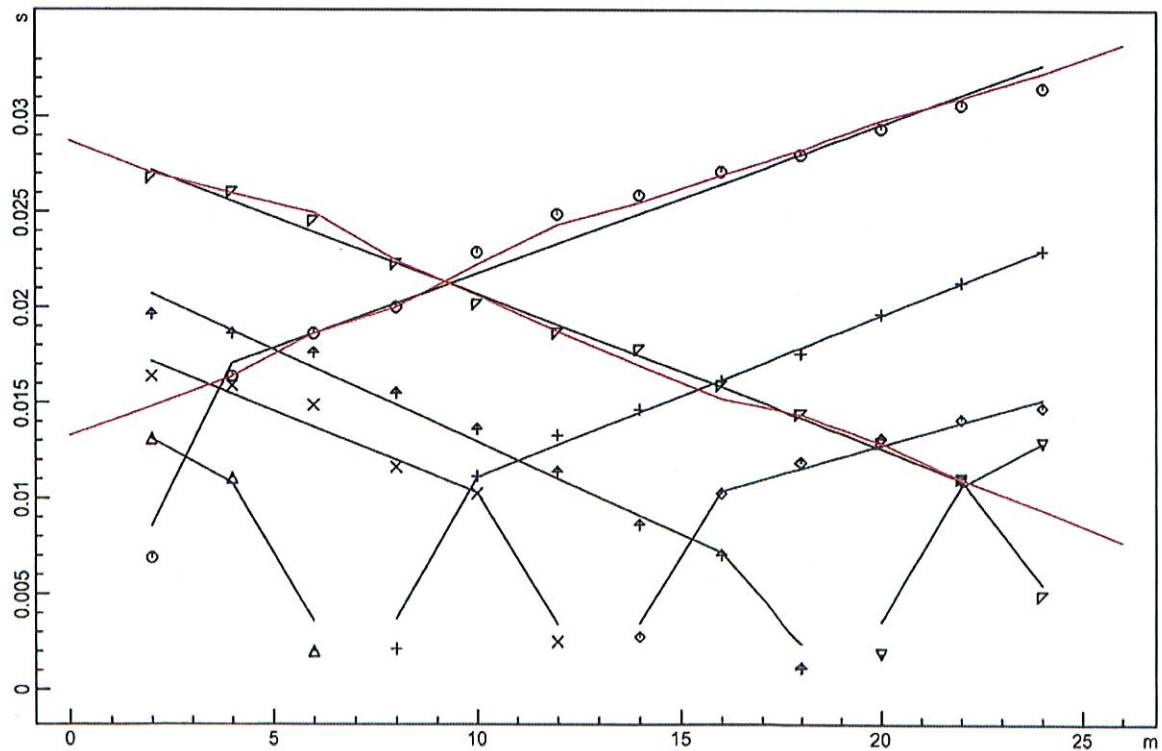
N. Strato	Velocità [m/s]
1	295.2
2	1241.7

Base sismica a rifrazione  
Comune di Calascibetta  
Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"

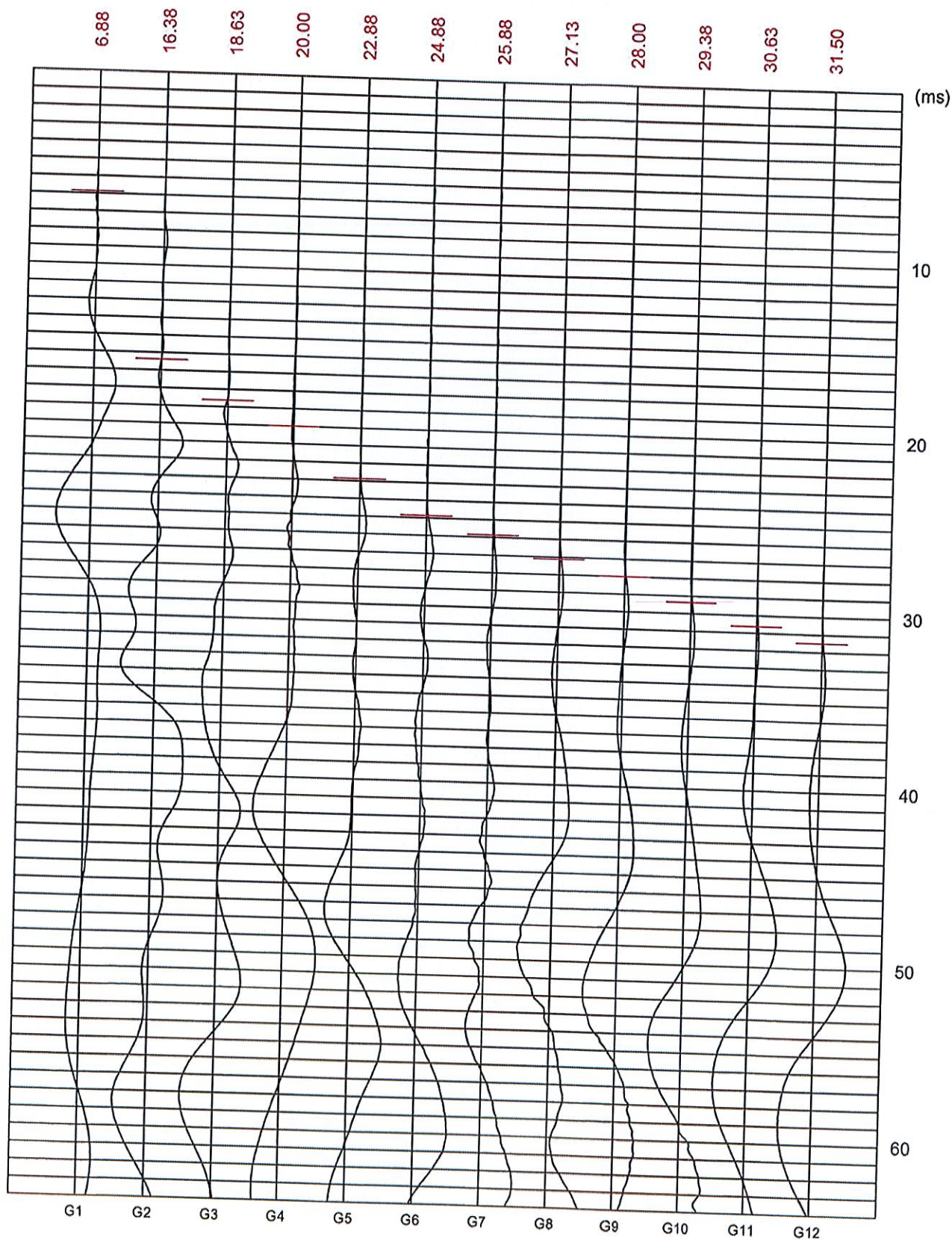
DROMOCRONE ORIGINALI



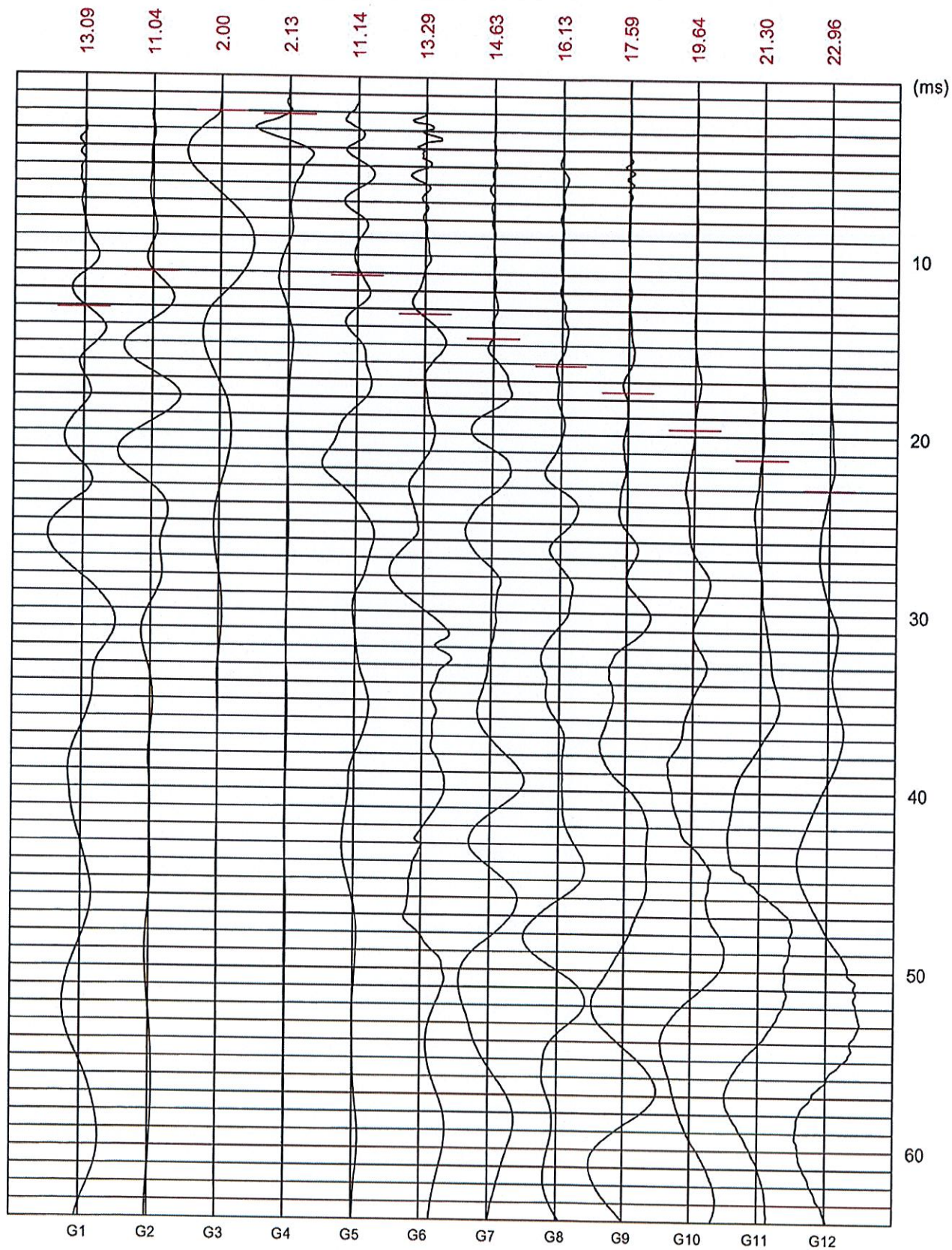
DROMOCRONE TRASLATE



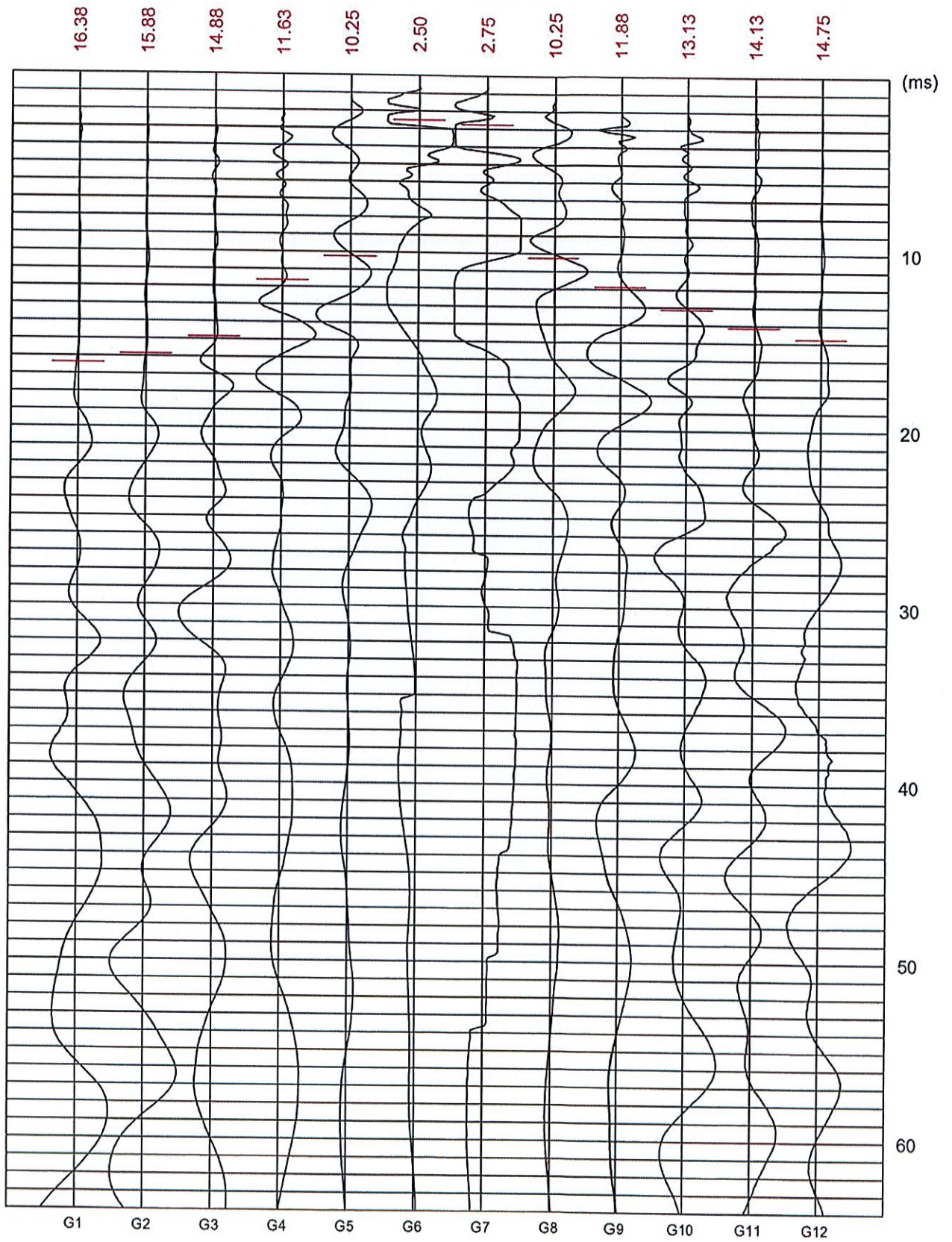
Base sismica a rifrazione  
Comune di Calascibetta  
Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"



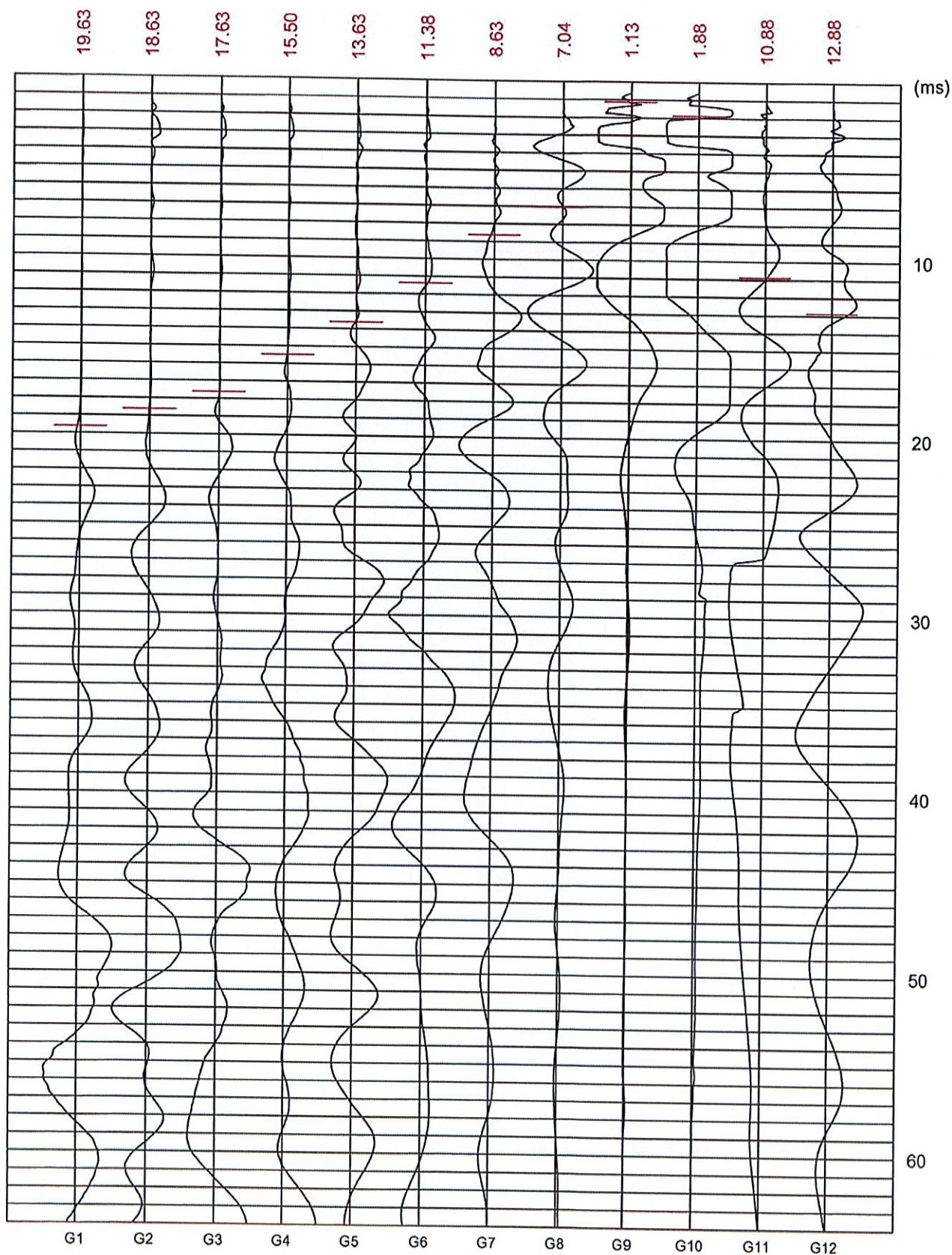
Base sismica a rifrazione  
Comune di Calascibetta  
Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"



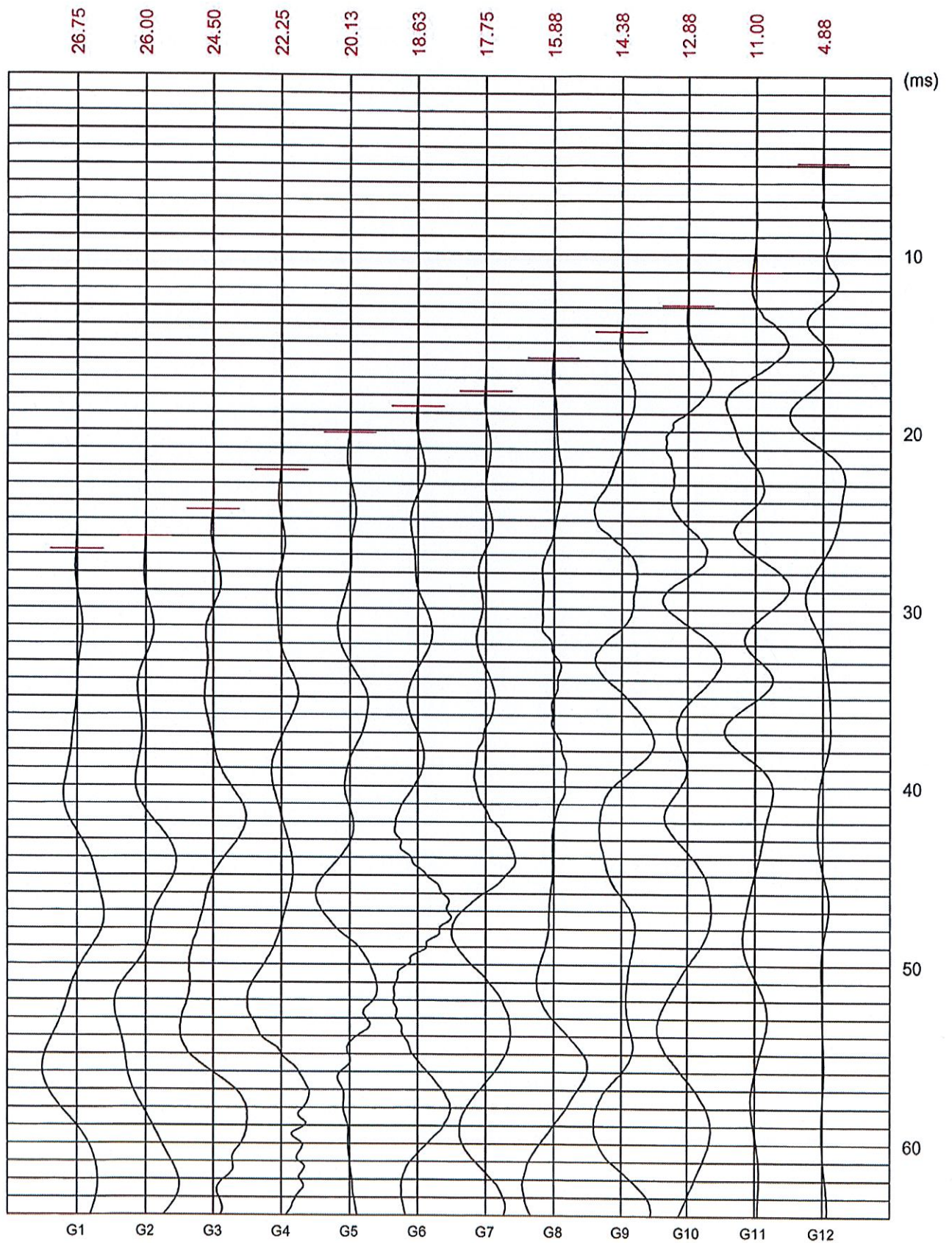
Base sismica a rifrazione  
Comune di Calascibetta  
Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"



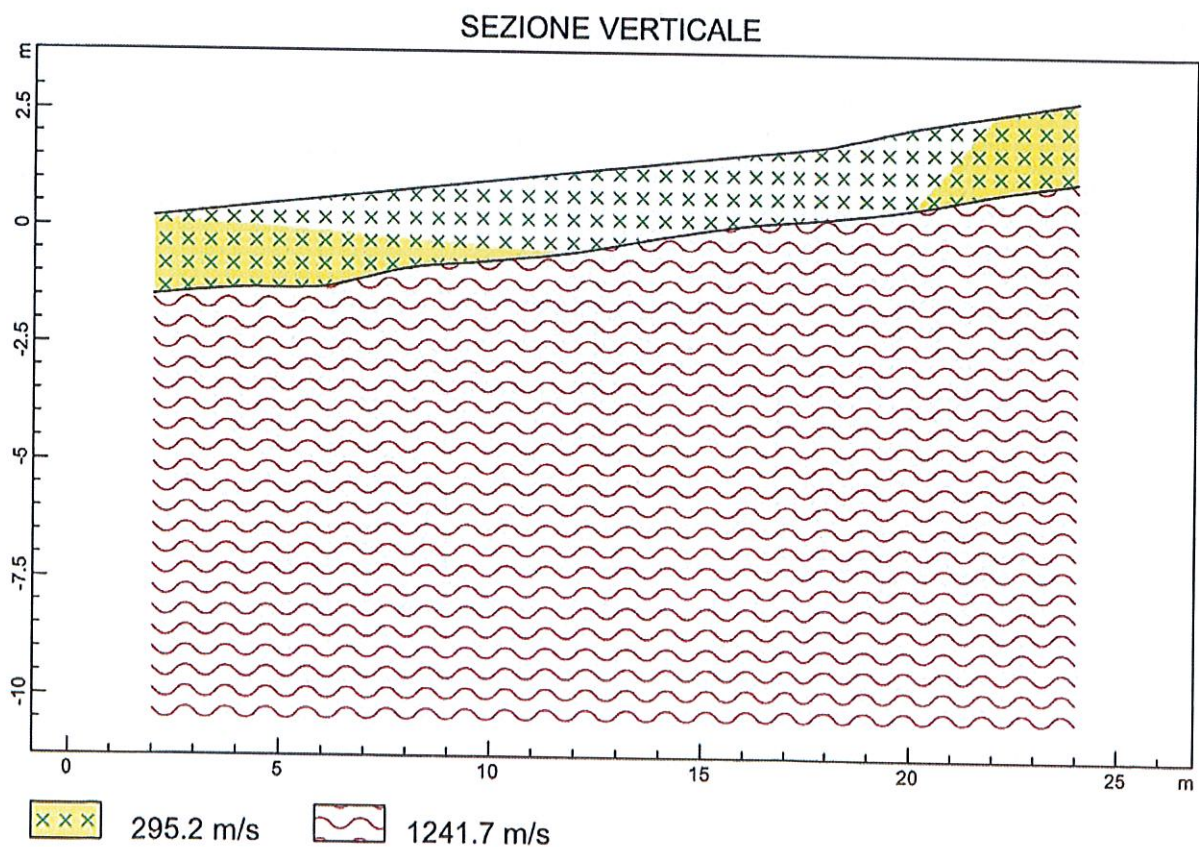
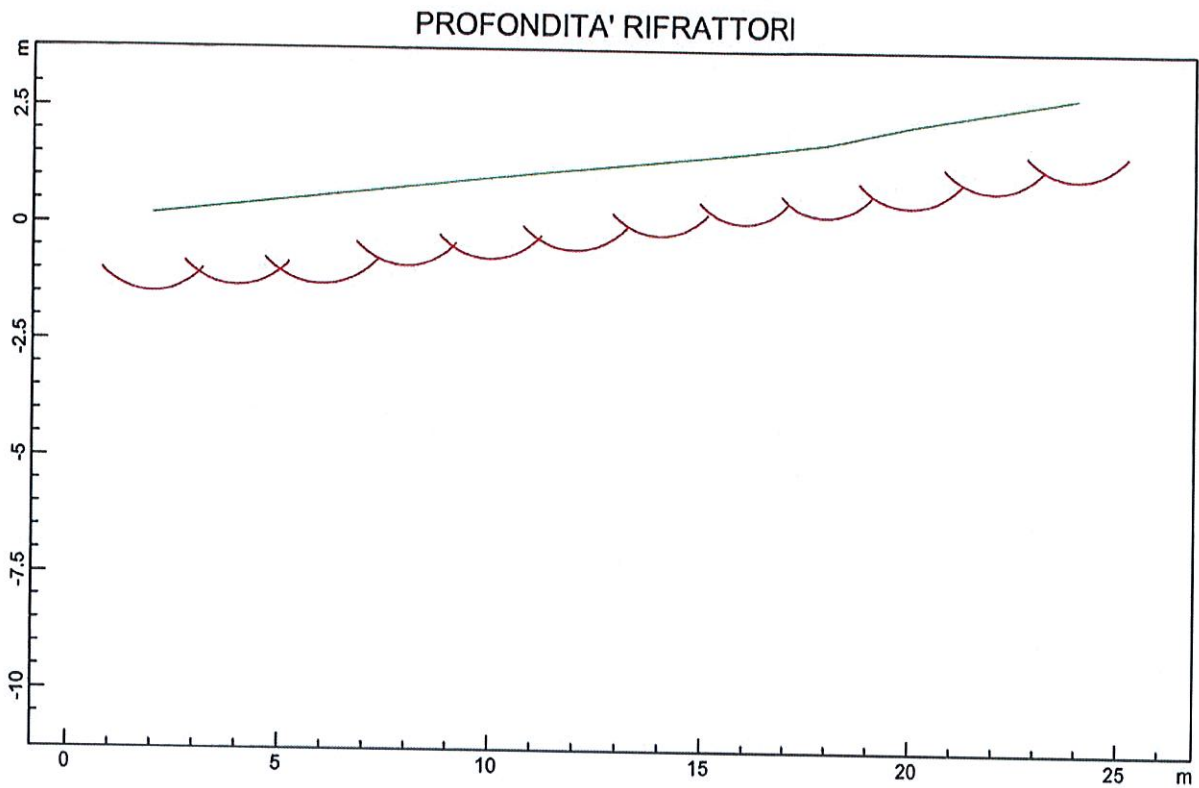
Base sismica a rifrazione  
Comune di Calascibetta  
Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"



Base sismica a rifrazione  
Comune di Calascibetta  
Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"



Base sismica a ritrazione  
Comune di Calascibetta  
Ripristino viabilità strada comunale "Foresta"



## **ALLEGATI BASE SISMICA A RIFRAZIONE**

- DROMOCRONE
- SCOPPIO ANDATA
- SCOPPIO 3°-4° GEOFONO
- SCOPPIO 6°-7° GEOFONO
- SCOPPIO 9°-10° GEOFONO
- SCOPPIO RITORNO
- SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

## PROVA SISMICA MULTICANALE MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla registrazione delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda che si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza

La prova MASW consiste, quindi, nella ricerca della velocità e delle frequenze con cui si propagano le onde sismiche generate da un sorgente sismica.

Strumentazione e configurazione geometrica utilizzata.

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale PASI Mod.16S24-U, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

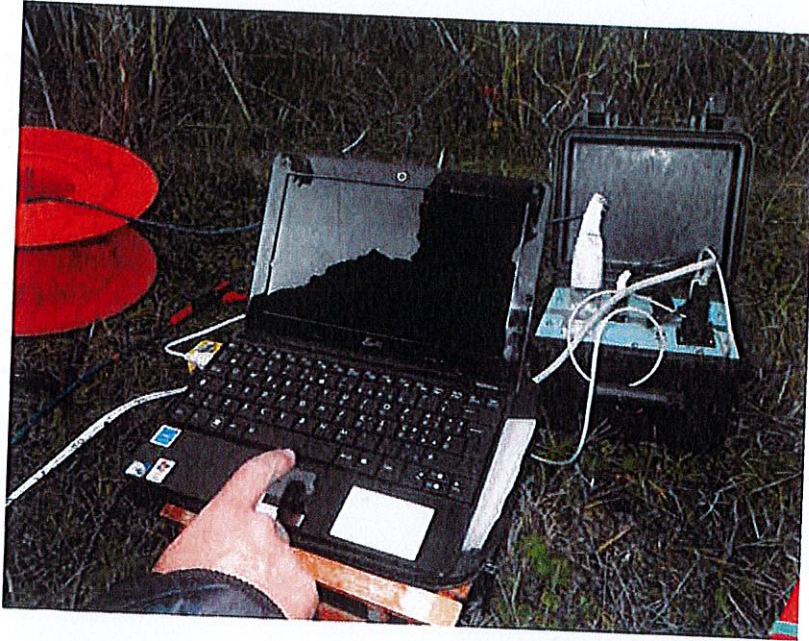
- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- "Automatic Gain Control"
- convertitore A/D a 24 bit
- geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 9 Kg.

La configurazione spaziale in sito è equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea". In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

- 24 geofoni con interspazio ( $G_x$ ) – 2,00 metri
- n. 2 energizzazioni ad offset ( $S_x$ ) multiplo il  $G_x$  (2,00m e 4,00m);
- passo di campionatura pari a 1000 Hz;
- lunghezza delle tracce sismiche pari a 2.048 sec.

Tali configurazione ha consentito di mitigare gli effetti near-field dovuti alle onde di volume ed ha altresì consentito di avere le adeguate risoluzioni spazio-temporale.

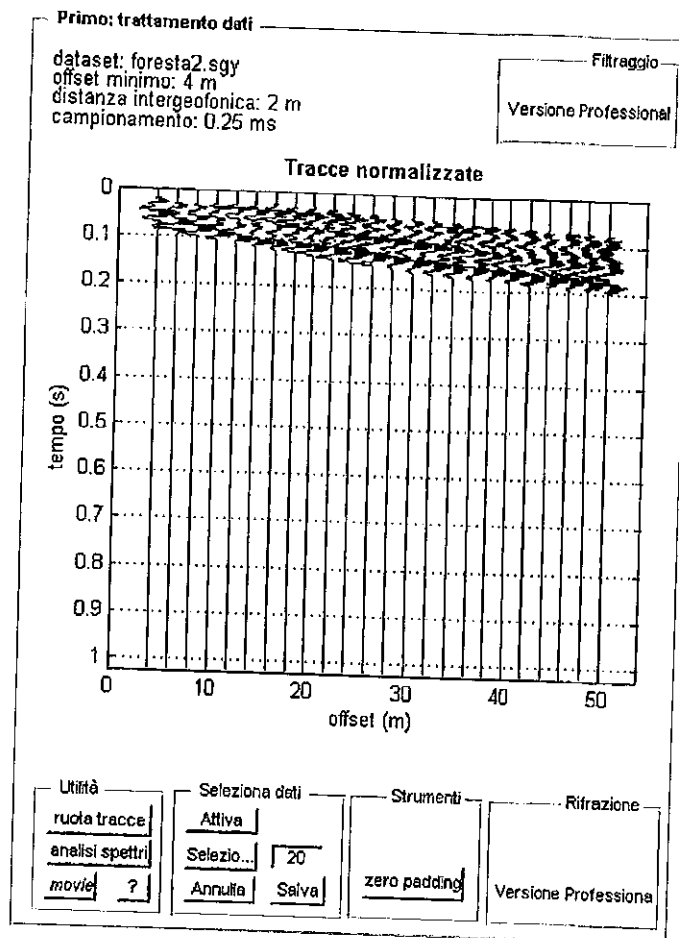
Si riportano di seguito alcuni momenti dell'acquisizione dei dati



### *Elaborazione dati*

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi:

- la **prima fase** prevede la trasformazione delle serie temporali nel dominio frequenza  $f$  – numero d'onda  $K$  ;



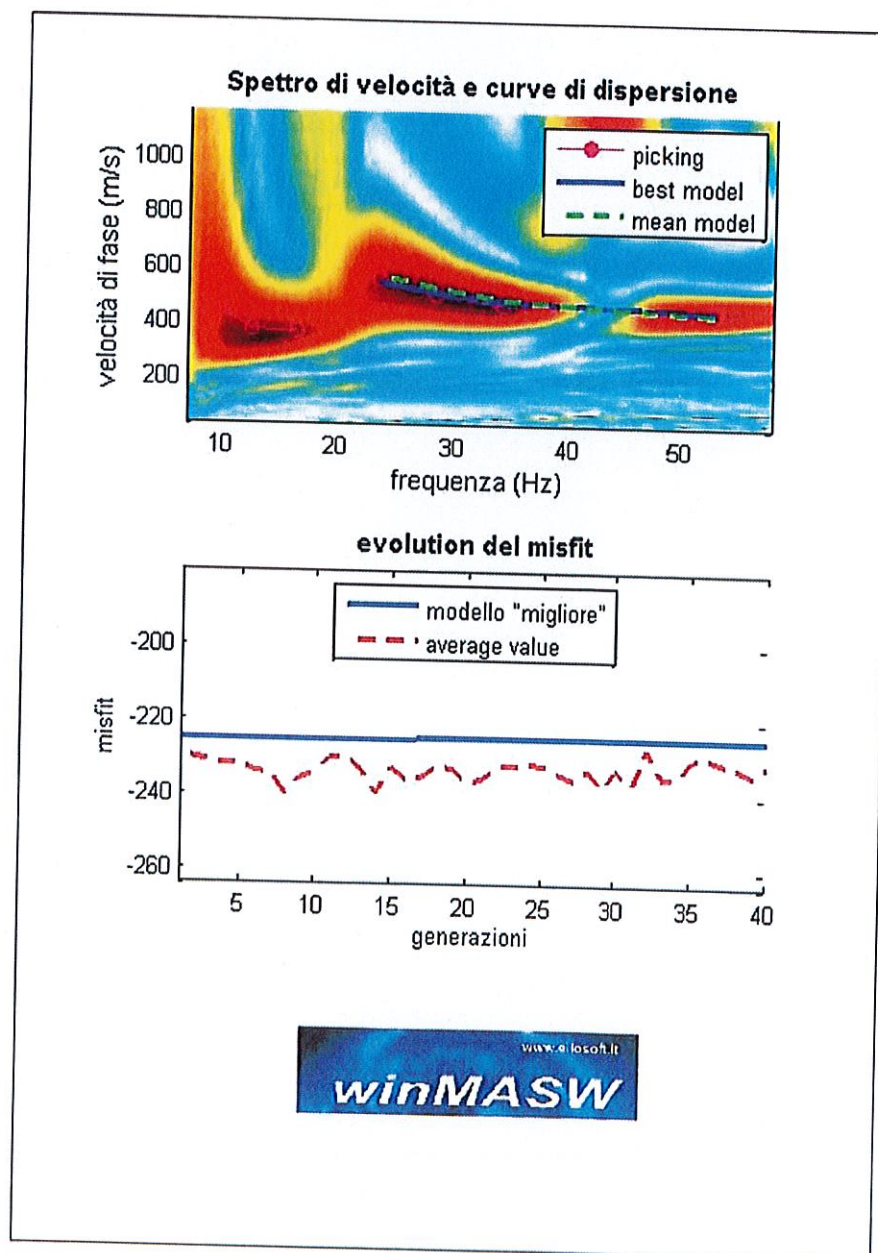
- la **seconda fase** consiste nella individuazione delle coppie f-k cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano  $V_{fase}$  (m/sec) – frequenza (Hz);
- la **terza fase** consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ ;
- la **quarta ed ultima fase** consiste nella modifica della curva teorica: cioè si variano opportunamente lo spessore H, la velocità delle onde di taglio  $V_s$  e la densità di massa  $\rho$ , degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino al raggiungimento di una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo .

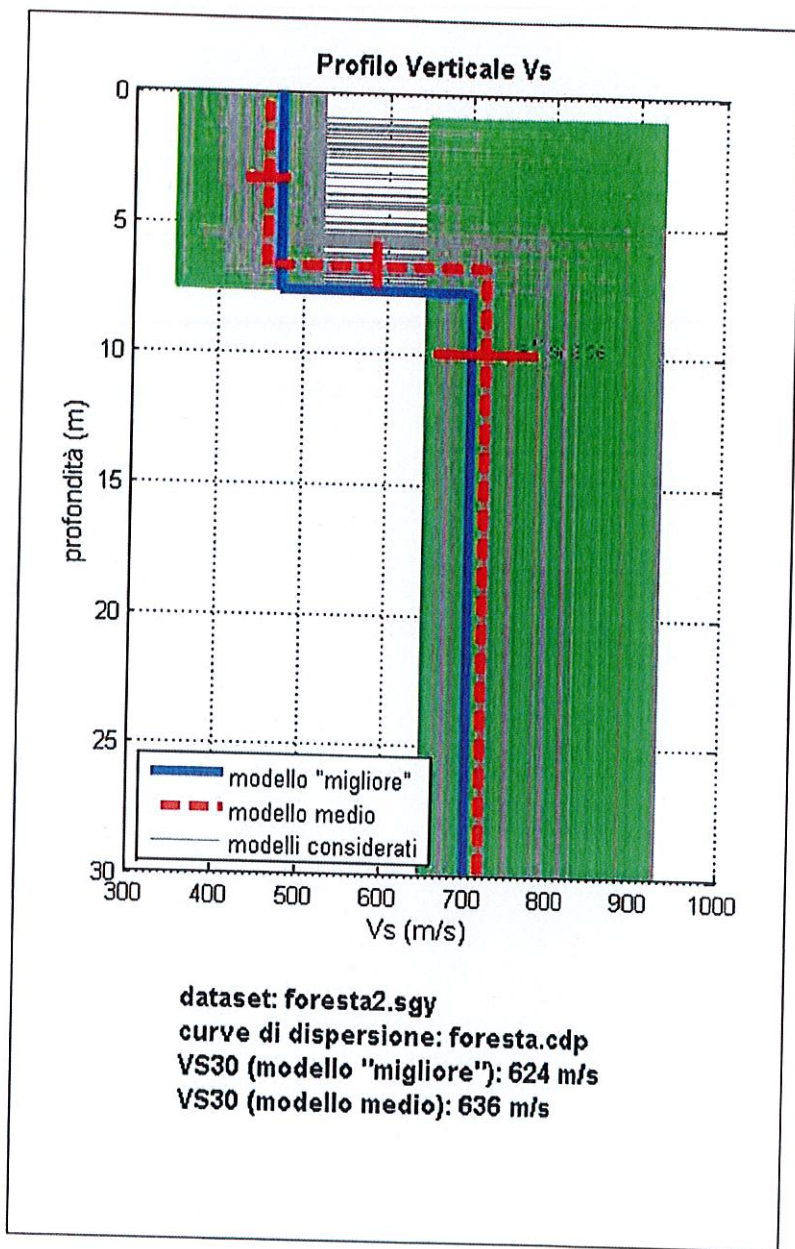
I risultati di seguito riportati consistono nel calcolo della curva di dispersione, nella

restituzione del modello di velocità finale, nella comparazione della curva teorica con la curva sperimentale e nella caratterizzazione del suolo tipo.

Nella diagrafia allegata sono evidenti i risultati della MASW eseguita in base alla quale si è definito il tipo di suolo.

### Risultati winMASW 4.0 Standard: principali dati





**Modello medio**

Vs (m/s): 457, 716  
Deviazioni Standard (m/s): 25, 60  
Spessori (m): 6.6  
Deviazioni Standard (m): 0.9

**Tipo di analisi: onde di Rayleigh**

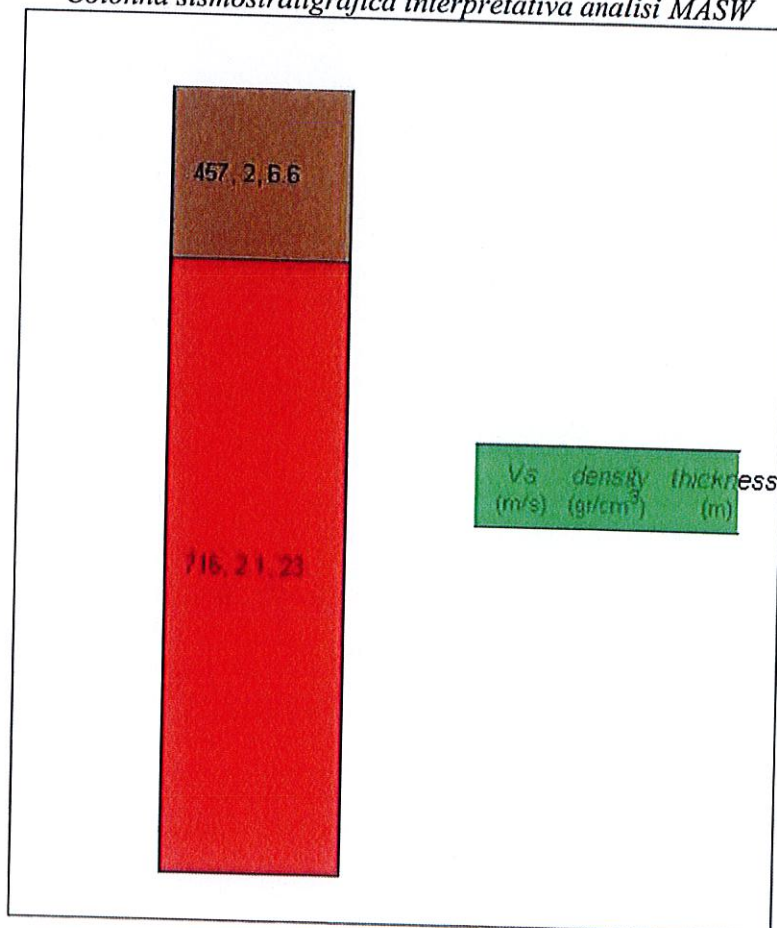
Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima VP (m/s): 951, 1340  
Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 2.04, 2.12  
Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.30  
Stima modulo di taglio (MPa): 426, 1089  
Stima modulo di compress (MPa): 1278, 2363  
Stima modulo di Young (MPa): 1151, 2833  
Stima modulo di Lamé (MPa): 994, 1637

**Vs30 (m/s): 636**

**Possibile Tipo di Suolo: B**

*Colonna sismostratigrafica interpretativa analisi MASW*



## DEFINIZIONE SUOLO TIPO SUOLO TIPO

La nuova normativa sismica italiana OPCM, così come il nuovo DM 14/01/2008 "Testo Unico sulle Costruzioni" definiscono l'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l'opera. La norma suddivide il territorio nazionale fino in 4 zone sismiche, contraddistinte dal valore  $a_g$  dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità. I valori convenzionali di  $a_g$  assegnati nelle 4 zone sismiche fanno riferimento all'accelerazione di picco in superficie per suolo di tipo A, cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido, per il quale il moto sismico al bedrock non subisce variazioni sostanziali.

**Tabella 5: "Range"  $V_{s30}$  da normativa DM 14/01/2008.**

Suolo	Descrizione geotecnica	$V_{s30}$ (m/s)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m	$> 800$
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate e argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s	360-800 ( $N_{spt} > 50$ ) ( $C_u > 250$ kPa)
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s	180-360 ( $15 < N_{spt} < 50$ ) ( $70 < C_u < 250$ kPa)
D	Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s	$< 180$ ( $N_{spt} < 15$ ) ( $C_u < 70$ kPa)
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di $V_s$ simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5m e 20m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_s > 800$ m/s	
S.1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille-lim di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s	$< 100$ ( $IG < C_u < 20$ kPa)
S.2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	

In presenza di suoli di tipo B, C, D E, S1, S2 il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

In assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D E la normativa introduce un fattore di amplificazione S e i periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%. In presenza di suoli speciali di tipo S1 e S2 la normativa impone uno studio specifico per determinare gli effetti di amplificazione sismica locale. La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30m di profondità:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove

$V_i$  e  $h_i$  sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato  $i$ -esimo.

*VS30 (m/s): 636*  
**Tipo di Suolo: B**

I valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali sono i seguenti:

Categoria suolo	S	TB	TC	TD
<b>B</b>	<b>1.25</b>	<b>0,15</b>	<b>0,50</b>	<b>2,00</b>

**Il Tecnico**





COMMITTENTE: COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

LAVORO : Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"

FORO ATTREZZATO:		Sondaggio <b>S1</b>		DATA INIZ.: 28/11/2011	DIAMETRO DI PERF.: 101 mm		
				DATA FIN.: 28/11/2011	SONDA: ELLETTARI		
					CAMPIONI INDISTURBATI (Q1): n -		
					CAMPIONI DISTURBATI (Q2): n -		
PROFONDITA'	LOG STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO	FALDA (m) p.c.	N S.P.T.	PRELIEVO CAMPIONI	
0,50		ghiaia immersa in sabbia carbonatica (terreno di riporto)	25 50 75				
1,10		sabbia medio fine di colore giallo ocra con presenza di fossili (bivalvi) a grado di addensamento medio					
1,30		blocco di biocalcarenite					
1,70		sabbia medio fine di colore giallo-ocra					
4,50		biocalcarenite di colore giallo-ocra, con livelli centimetrici sabbiosi, da molto fratturata a fratturata					
8,20		sabbia debolmente limosa di colore giallo ocra con spezzoni centimetrici di calcareniti dello stesso colore addensata					
8,50		blocco di biocalcarenite					
10,00		sabbia debolmente limosa di colore giallo ocra con spezzoni centimetrici di calcareniti dello stesso colore addensata					

Cassette catalogatrici N°2 NOTE:



**COMMITTENTE:** COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

**LAVORO :** Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"

FORO ATTREZZATO:		Sondaggio <b>S2</b>		DATA INIZ.: 28/11/2011	DIAMETRO DI PERF.: 101 mm		
				DATA FIN.: 28/11/2011	SONDA: ELLETTARI		
					CAMPIONI INDISTURBATI (Q1): n -		
					CAMPIONI DISTURBATI (Q2): n -		
PROFONDITA'	LOG STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO	FALDA (m) p.c.	N S.P.T.	PRELIEVO CAMPIONI	
0,15		Cunetta in c.l.s.	25 50 75				
3,30		sabbia fine limosa di colore bruno, talora con livelli centimetrici debolmente cementati, da poco a mediamente addensata					
7,00		Limo sabbioso di colore grigio con sporadici livelli cementati e tracce di fossili (bivalvi), a buona consistenza					

Cassette catalogatrici N°2 NOTE:



**COMMITTENTE:** COMUNE DI CALASCIBETTA (EN)

**LAVORO :** Indagini geognostiche finalizzate al ripristino della viabilità della strada comunale "Foresta"

FORO ATTREZZATO:		Sondaggio	DATA INIZ.: 28/11/2011		DIAMETRO DI PERF.: 101 mm	
		<b>S3</b>	DATA FIN.: 29/11/2011		SONDA: ELLETTARI	
					CAMPIONI INDISTURBATI (Q1): n <b>2</b>	
					CAMPIONI DISTURBATI (Q2): n <b>-</b>	
PROFONDITA'	LOG STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO	FALDA (m) p.c.	N S.P.T.	PRELIEVO CAMPIONI
0,60		Ghiaia immersa in sabbia carbonatica (terreno di riporto)	25 50 75			
5,60		sabbia fine, a tratti limosa, di colore giallo ocra da mediamente addensata con tracce di fossili (bivalvi)				3.30  3.70 <b>S3C1</b>
20,00		Limo sabbioso di colore grigio con sporadici livelli cementati e tracce di fossili (bivalvi), a buona consistenza, verso la aumenta la frazione limo-argillosa				11.80  12.15 <b>S3C2</b>

Cassette catalogatrici N°2

NOTE: