

geologo  
Dott. Vincenzo Tanzarella

Fasano, 21/11/2012

Cordialmente

indagini geofisiche):

- Modello geologico e pericolosità sismica del sito (relazione geologica e risultanze

l'incarico in oggetto specificato, si trasmette la seguente documentazione:



In riferimento alla Determina di affidamento incarico n. 640 del 08/10/2012 riguardante

**OGGETTO: Incarico per la redazione del "Modello geologico e indagini geofisiche per edificazione nuovi lotti cimiteriali" – Trasmissione di elaborati progettuali.**

**COMUNE DI Ceglie M.**  
AREA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO  
Via E. De Nicola, 2  
72013 – Ceglie M. (BR)  
Alla c.a.: Ing. C. Cavallo

COMUNE DI  
CEGLIE MESSAPICA

Arrivo  
Prot. n. 0027325 del 21-11-2012  
Cat. 6 - Classe 5

81.11.12  
5 Valle

*Vincenzo Tanzarella*

www.geologiaesviluppo.it

72015 - Fasano (Brindisi)

Via Gravimella, 40

**Dott. Geologo Vincenzo TANZARELLA**

**GEOLOGIA & SVILUPPO**



Novembre 2012

**MODELLO GEOLOGICO E PERICOLOSITA'  
SISMICA DEL SITO (D.M. 14.01.2008)**

COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA  
Via E. De Nicola, 2 - 72013 - CEGLIE MESSAPICA (BR)  
C.F. e P.IVA: 81000180745

COMITENTE:

**"EDIFICAZIONE DI CAPPELLE GENTILIZIE  
SU NUOVI LOTTI CIMITERIALI  
PRESSO IL CIMITERO COMUNALE"**

**REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA DI BRINDISI  
COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA**

## PREMESSA

In relazione alla prossima edificazione di nuovi lotti cimiteriali (Lotti A-B-C-D e lotto per la realizzazione di cappelle gentilizie) previsti in corrispondenza del cimitero comunale di Ceglie Messapica - ubicato in direzione Nord-ovest rispetto al centro abitato e precisamente lungo la S.S. 581 Ceglie M.-Martina F. - è stata redatta la presente relazione geologica (modello geologico del sito) nel rispetto di quanto disciplinato dal D.M. 14.01.2008 recante "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni" e dalla Circolare Ministeriale n. 617 del 02.02.2009 recante "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Il presente studio è stato redatto su incarico ricevuto dall'Amministrazione comunale di Ceglie Messapica con Determina di affidamento n. 640 del 08/10/2012.

In particolare, essendo le soluzioni progettuali previste direttamente interferenti con il suolo e il sottosuolo si impone, ai sensi del D.M. 14.01.2008 (capitolo 6.2.1), la redazione del Modello Geologico del sito quale indagine di caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e litostratigrafica dell'area interessata, indispensabile ai fini della successiva fase di modellazione geotecnica.

Si è definito pertanto il modello geologico del sito di cui al D.M. sopra citato, orientato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici (profondità di rinvenimento della falda acquifera profonda e caratteri di permeabilità dell'acquifero), geomorfologici e più in generale, al concetto di "pericolosità geologica" del sito.

Inoltre, in relazione agli interventi previsti, si è resa opportuna una verifica della normativa vincolistica gravante sul sito (zonizzazione PAI, classificazione sismica).

## PROGRAMMA D'INDAGINE

Nel caso specifico le tipologie progettuali, così come previste e meglio rappresentate sugli elaborati grafici di progetto, possono essere considerate come "opere semplici" rientranti nella categoria CG1 ai sensi della classificazione di cui alla normativa dell'Eurocodice 7 pubblicata dall'UNI come norma europea sperimentale e utile supporto per la scelta dell'indagine più idonea in riferimento alla complessità degli interventi in progetto.

Alla valutazione del grado di fattibilità geologica del progetto concorrono, nel caso in specie, le problematiche legate al sistema litostratigrafico del sito, nonché quelle legate alla geomorfologia dei luoghi, all'assetto idrogeologico degli stessi (idrografia superficiale e sotterranea) e, più in generale, al concetto di "pericolosità geologica".

A tal fine è stato condotto un preliminare studio di inquadramento geologico, a cui ha fatto seguito una più accurata valutazione delle principali caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche e idrogeologiche dei luoghi:

In particolare si sono definite, attraverso una generale indagine conoscitiva, le litologie della successione stratigrafica, restituendo le prime informazioni riguardanti la risposta sismica locale del sito.





- In relazione alla zonizzazione di cui al PAI (Piano di Bacino - Stralcio per l'assetto idrogeologico) così come approvato dall'Autorità di Bacino della Puglia (AdB Puglia), l'area in esame non risulta compresa all'interno di alcuna delle aree classificate come "aree a pericolosità idraulica e/o geomorfologica" con livello di rischio (Vedasi planimetria allegata); in relazione alla carta idrogeomorfologica adottata ma non ancora approvata dall'Autorità di Bacino, si evidenzia la presenza di un breve tratto di reticolo idraulico che lambisce il cimitero comunale nella sua porzione più a ovest. Tuttavia la stessa carta non evidenzia, per il reticolo in parola, alcun corpo riceettore finale (vedasi planimetrie allegate ricavate da [www.adb.puglia.it](http://www.adb.puglia.it)).

- In relazione alla zonizzazione sismica emanata con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successiva Delibera di Giunta Regionale Puglia del 02.03.2004, n.153 e s.m.i., recante "individuazione delle zone sismiche del territorio regionale..." (BURP n.33 del 18.03.2004), l'intero ambito territoriale del comune di Ceglie Messapica è stato classificato come zona 4 ovvero con livello di pericolosità "molto basso";

- Per quanto riguarda il regime geologico vincolistico gravante sul sito si è resa opportuna la verifica di eventuali limitazioni imposte dalle principali normative di riferimento; detta verifica ha evidenziato quanto segue:  
Il sito indagato ricade all'interno del Foglio 203 - Brindisi - della carta geologica d'Italia (scala 1:100.000).

L'area in esame, come detto, risulta ubicata in territorio comunale di Ceglie Messapica - in corrispondenza del cimitero comunale.

## INQUADRAMENTO TERRITORIALE E NORMATIVA VINCOLISTICA

E' stato pertanto rappresentato il modello litostratigrafico dell'area, verificato sulla scorta dei dati esistenti associabili all'area in esame e di quanto desunto attraverso l'elaborazione dei dati sperimentali acquisiti in fase di indagine.

Sulla base delle indagini condotte è stata derivata la successione litostratigrafica dei terreni condizionanti il sottosuolo per ciascun profilo (sezioni sismostratigrafiche), restituendo alcuni dei valori dinamici delle litologie indagate (caratteristiche fisico-meccaniche).

Proprio al fine di conoscere la risposta sismica locale del sito, così come previsto dalla vigente normativa antisismica (D.M. 14.01.2008), sono state condotte specifiche prove geofisiche; in particolare sono stati condotti n. 6 profili di Sismica a Rifrazione di Superficie in onde P e n. 1 profilo sismico per il calcolo della VS30. Su richiesta dell'amministrazione comunale, le indagini sono state estese anche al di fuori dell'area cimiteriale in previsione di eventuali futuri ampliamenti.

Tale analisi è stata condotta attraverso l'esecuzione di indagini sperimentali in sito (stendimenti geofisici), attraverso l'ausilio della documentazione tecnica di letteratura riguardante il territorio locale e mediante l'osservazione diretta degli affioramenti calcarei evidenti lungo il margine della strada comunale che costeggia il lato est del cimitero comunale.

## CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

I lineamenti morfologici del territorio in esame sono strettamente correlati con la natura litologica del substrato e con l'assetto strutturale dell'area; a tal proposito si può affermare che i diversi cicli di sedimentazione succedutisi nel tempo e le dinamiche tettoniche hanno contribuito, in modo piuttosto evidente, a definire la struttura geologica del territorio, condizionandone profondamente la sua dinamica evolutiva.

In generale l'intero territorio locale risulta caratterizzato dalla presenza di una impalcatura di CALCARI cretacei di base; al di sopra dei calcari e in trasgressione su di essi si rinvengono a tratti, soprattutto nelle aree più depresse e spostandosi in direzione mare, depositi calcarenitici di età plio-pleistocenica e sabbie calcaree e argillose di epoca calabrianiana e post-calabrianiana.

Come bene si evidenzia dalla carta geologica allegata, l'area direttamente interessata dall'indagine in esame appare caratterizzata dalla presenza in affioramento di rocce calcaree e calcareo-dolomitiche di epoca mesozoica.

In particolare l'indagine sismica ha evidenziato, come meglio descritto nel seguito (sezioni sismografiche), la presenza di un primo livello sismografico, avente spessore medio pari a circa 1,00-1,50 mt dal piano campagna ( $V_{pm} = 500$  m/s), caratterizzato da un ammasso prevalentemente terroso correlabile a terreno e materiale di riporto frammito a pietrame calcareo, di un secondo livello sismografico ( $V_{pm} = 1775$  m/s) che fa ipotizzare la presenza di un ammasso prevalentemente roccioso correlabile a calcari notevolmente fratturati e carsificati con frequenti inclusioni di terra rossa e di un terzo livello sismografico ( $V_{pm} = 2800$  m/s) costituito presumibilmente da calcari piuttosto compatti e ben cementati, poco fratturati e carsificati.

### CALCARI (Senoniani)

Ci si riferisce alle litologie direttamente affioranti in corrispondenza dell'area in esame: si tratta di calcari dolomiti e dolomie grigio-occola, a frattura irregolare e calcari detritici organogeni a grana più o meno fine; essi risultano micritici, spesso laminari, ma anche a intralasti e a blocchi, generalmente di colore chiaro, a luoghi giallo-bruni, in strati generalmente suborizzontali o debolmente inclinati.

Alcuni livelli mostrano granulometria fine, buona compattezza e scarsa porosità, altri invece si presentano a grana più grossa e permeabili per fessurazione. Laddove alterati e modificati dai processi di dissoluzione carsica, i calcari appaiono in strati piuttosto incoerenti, costituiti in gran parte da ciottolame calcareo immerso in una matrice di terra rossa e materiale argilloso.

Il calcare di Altamura rappresenta, come detto, la formazione più giovane dell'intero complesso calcareo mesozoico, distinguendosi dalle formazioni più antiche soprattutto per la presenza di fossili quali i purtiti e Radiolarii; l'ambiente di deposizione può essere considerato piuttosto simile a quello di una piattaforma carbonatica attuale, di mare sottile, con eventuali episodi di emersione (livelli e breccie).





La falda acquifera è contenuta nel substrato calcareo mesozoico profondo; essa è sostenuta dall'acqua di mare che invade il continente ed ha come livello di base il livello medio marino. Essa circola a

Non esiste una vera e propria falda superficiale, ma soltanto possibili e isolate lenti d'acqua, la cui formazione dipende esclusivamente dalla presenza o meno di soglie di permeabilità dovute al diverso grado di fratturazione e/o dissoluzione carsica dei calcari.

sotterranei che consentono la circolazione idrica. fratture di origine tettonica e carsica; tali fratture determinano la formazione di una rete diffusa di canali mentre mostrano generalmente un'alta permeabilità "secondaria" direttamente collegata alla presenza di calcri cretacei risultano caratterizzati da permeabilità primaria bassissima laddove compatti e omogenei,

Per quanto riguarda i caratteri di permeabilità delle litologie presenti, è bene distinguere tra permeabilità primaria e secondaria: la prima è tipica di rocce porose come le calcareniti, la cui tessitura è caratterizzata soprattutto dalla presenza di spazi intergranulari tra loro comunicanti; la seconda, invece, è dovuta essenzialmente ai processi di fratturazione e fessurazione e al grado e all'intensità dei fenomeni carsici.

## CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA E PERMEABILITÀ

La valutazione del regime idrografico locale è stata condotta attraverso l'osservazione diretta in sito della morfologia superficiale e con l'ausilio delle cartografie del P.A.L. - Regione Puglia e di quelle del rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:5.000; a tal proposito non si riconosce, direttamente in corrispondenza dell'area in esame, la presenza di particolari evidenze geomorfologiche deputate alla funzionalità idraulica delle acque di scorrimento superficiale (assenza di lame e/o gravine); si ribadisce tuttavia che la carta idrogeomorfologica adottata ma non ancora approvata dall'Autorità di bacino della Puglia, evidenzia la presenza di un tratto di reticolo idrografico che lambisce la porzione esterna a ovest del cimitero per poi terminare poco più a valle dello stesso.

L'area in esame si sviluppa intorno a quote di circa 277 metri s.l.m. mostrando generalmente una morfologia sub-pianeggiante; risulta ubicata nella porzione nord occidentale del foglio "Brindisi" in corrispondenza dell'ultimo tratto delle Murge baresi.

Nel caso specifico particolari condizioni litostutturali e della stratigrafia dello strato fondale (eventuali cavità carsiche di rilievo), non immediatamente riscontrabili attraverso le indagini condotte e tali da condizionare la generale fattibilità degli interventi, dovranno essere accertate durante le operazioni di cantiere in fase di realizzazione delle opere.

Le cavità carsiche appaiono spesso con inclusioni di terra rossa, soprattutto in corrispondenza di fratture e fessure che rappresentano vie preferenziali per il deflusso superficiale e sotterraneo delle acque meteoriche; queste ultime aggrediscono chimicamente e meccanicamente le litologie calcaree modellando col tempo i solchi erosivi attraverso i quali saranno convogliate al mare.

L'intero territorio locale appare generalmente caratterizzato da una morfologia fortemente condizionata dalla natura carsica dello stesso, per la presenza in particolare di solchi di erosione più o meno estesi e profondi e di numerosi anfratti, che rappresentano la testimonianza di un'antica e/o attuale attività carsica.

## CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA E DELL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

leggermente in pressione, per la presenza di strati calcarei che, laddove compatti e omogenei, risultano poco o per nulla permeabili.

In conseguenza delle caratteristiche litologico-strutturali dell'acquifero profondo, le dinamiche di circolazione idrica non si esplicano in maniera uniforme, bensì risultano condizionate dalla maggiore o minore permeabilità litologica dovuta, come detto, al differente grado di fratturazione e/o dissoluzione carsica; pertanto la profondità della falda acquifera rispetto al piano campagna varia da una zona all'altra in conseguenza dell'eterogeneità strutturale dell'acquifero stesso.

Nel caso specifico la falda acquifera profonda si attesta approssimativamente a circa 273 metri di profondità dal piano campagna (informazioni ricavate dalle conoscenze di letteratura e dall'esperienza conoscitiva dello scrivente); la presenza di eventuali, quanto improbabili, sacche acquifere superficiali potrà essere verificata in fase di scavo.

## CARATTERIZZAZIONE TETTONICA

Le caratteristiche tettoniche e strutturali del territorio in esame evidenziano una certa corrispondenza tra morfologia e tettonica, per cui le aree aventi quote più elevate coincidono con gli affioramenti di calcare mesozoico (alti strutturali).

Più in generale si può affermare che i movimenti tettonici succeduti in epoche relativamente recenti siano stati prevalentemente di tipo disgiuntivo, con sviluppo soprattutto in direzione parallela e perpendicolare alla linea di costa.

I maggiori processi disgiuntivi non sono spesso osservabili in affioramento; si tratta infatti di fratture di faglia generalmente non direttamente visibili per la presenza di coperture sedimentarie e di terreno agrario, per cui non è possibile valutare l'angolo di rigetto mancando qualsiasi livello di riferimento.

Laddove visibili, le dinamiche disgiuntive sono documentate da breccie di frizione o da particolari anomalie nella giacitura degli strati.





- **Modulo di Poisson** 1° sismostrato: / - 2° sismostrato: **0,44**; 3° sismostrato: **0,27**
- **Modulo elastico statico** (Kg/cmq): 1° sismostrato: / - 2° sismostrato: **7600**; 3° sismostrato: **17700**
- **Peso di Volume** (g/cm): 1° sismostrato: / - 2° sismostrato: **2,1**; 3° sismostrato: **2,49**
- **Coesione efficace** (Kg/cmq): 1° sismostrato: / - 2° sismostrato: **0,02**; 3° sismostrato: **0,1**
- **Angolo di attrito** (°): 1° sismostrato: / - 2° sismostrato: **31**; 3° sismostrato: **40**

Si riportano nel seguito i valori derivati in fase d'indagine per ciascun sismostrato così come riportati dal tecnico rilevatore:

## CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

In particolare l'analisi sperimentale dei dati acquisiti e l'interpretazione degli stessi (elaborazione sismostratigrafica) ha evidenziato la presenza di uno strato superficiale molto lento, riconducibile presumibilmente a terreno e materiale di riporto (fino alla profondità media di circa 1,5 mt), immediatamente al di sotto di detto strato è stata rinvenuta una successione intermedia più veloce riconducibile presumibilmente a livelli calcarei notevolmente fratturati e carsificati con frequenti inclusioni di terre rosse (profondità media pari a circa 5 mt); ancora più in profondità la velocità delle onde P aumenta ulteriormente facendo ipotizzare la presenza di livelli calcarei, poco fratturati e decisamente più compatti e omogenei, con più rare inclusioni di terre rosse.

In base alle informazioni acquisite in fase d'indagine, confrontate anche con quelle derivate dalla letteratura scientifica, si è potuto definire un modello litostratigrafico rappresentativo dell'area in studio (di cui si riporta uno schema esemplificativo nella documentazione allegata) costituito essenzialmente da un primo livello di rocce calcaree notevolmente fratturate e carsificate, al di sotto del quale si evidenzia la presenza di livelli calcarei decisamente più compatti e omogenei; solo in corrispondenza dei profili 1-1' e 6-6' gli affioramenti calcarei sono risultati sin dai primi livelli poco fratturati e compatti.

Sono stati condotti n. 6 profili geofisici caratterizzati da una base sismica a rifrazione di superficie in onde P con distanza geofonica pari a 3 mt e n. 1 profilo con metodologia Re.Mi; i risultati sono stati rappresentati attraverso elaborazioni sismostratigrafiche (sismogrammi in onde P e dromocrone).

L'indagine è stata condotta dallo studio GEOPROVE S.A.S. a cura del Dott. Marcello De Donatis, con sede in Ruffano (LE) - Piazza della Libertà, 10; le risultanze sono state opportunamente rappresentate e argomentate con relazione tecnica esplicativa di cui si allega copia (risultati rappresentati attraverso elaborazioni sismostratigrafiche).

## FASE CONOSCITIVA E MODELLO LITOLOGICO DERIVATO

Al fine di definire la risposta sismica del sito (ai sensi del D.M. 14.01.2008), le sue caratteristiche geologiche, le strutture litologiche delle formazioni in esame e le principali proprietà geotecniche dei livelli affioranti, nonché la reale successione litostratigrafica dei terreni condizionanti il sottosuolo e di quelli comunque interessati dalle opere in progetto, si è resa necessaria l'esecuzione di specifiche indagini geofisiche.



- **Categoria di sottosuolo** (Tab. 3.2.II - D.M. 14.01.2008): **A** recante: "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m."
- **Categoria topografica** (Tab. 3.2.IV - D.M. 14.01.2008): **I1** recante: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ ".

Si riportano nel seguito alcuni dei parametri che definiscono la pericolosità sismica di base del sito in esame:

Pertanto, in base alle prescrizioni normative di cui al D.M. 14.01.2008 e ai dati sperimentali attualmente esistenti, si può attribuire la classificazione del sottosuolo indagato alla categoria A, così come descritta nella tabella 3.2.II del Decreto medesimo.

Il calcolo della VS30 effettuato con metodologia ReMi ha potuto accertare, per il sottosuolo indagato, una velocità delle onde S nei primi 30 metri di profondità pari a circa 984 m/s, come dimostra la relazione di seguito allegata a cura del tecnico rilevatore.

Le prime informazioni riguardanti la risposta sismica locale del sito sono state derivate, come detto, mediante profili di sismica a rifrazione in onde P e profili per il calcolo della VS30.

### Parametri sismici

VITA DI RIFERIMENTO	$(V_R = V_N * C_U)$	50 anni
COEFFICIENTE D'USO	$(C_U)$	1
CLASSE D'USO		II
VITA NOMINALE	$(V_N)$	$\geq 50$ anni
TIPO DI COSTRUZIONE		2
LONGITUDINE	(ED50)	17,501877
LATTUDINE	(ED50)	40,651914

Essendo gli interventi progettuali dislocati su lotti diversi, la pericolosità sismica del sito è stata calcolata in corrispondenza di più punti interni all'area d'indagine; pur avendo ovviamente riscontrato variazioni trascurabili tra un punto e l'altro, i valori di seguito riportati sono quelli relativi alla situazione peggiore riscontrata.

### PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE



I valori relativi ai parametri ed ai coefficienti sismici sopra rappresentati sono stati derivati mediante l'utilizzo di specifico software della geostru.

SLO: Stato limite di operatività - SLD: Stato limite di danno - SLV: Stato limite di salvaguardia della vita - SLC: Stato limite prevenzione collasso -  $S_p$ : Amplificazione stratigrafica -  $C_p$ : Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo -  $S_T$ : Amplificazione topografica

<b>SLO</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,200
<b>SLD</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,200
<b>SLV</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,200
<b>SLC</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,200
	$S_p$	$C_p$	$S_T(g)$	$k_h$	$k_v$	$A_{max}$	$Beta$

Si riportano di seguito i valori dei coefficienti sismici per ciascuno stato limite:

### Coefficienti sismici

SLO: Stato limite di operatività - SLD: Stato limite di danno - SLV: Stato limite di salvaguardia della vita - SLC: Stato limite prevenzione collasso -  $P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento -  $T_R$ : Periodo di riferimento -  $a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito -  $F_0$ : Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale -  $T_C$ : Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

<b>SLO</b>	81	30	0,020	2,424	0,212	
<b>SLD</b>	63	50	0,026	2,363	0,275	
<b>SLV</b>	10	475	0,054	2,746	0,419	
<b>SLC</b>	5	975	0,063	2,897	0,437	
	Probabilità di superamento	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_C$ (s)	

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione geologica (modello geologico del sito) è stata redatta in relazione alla prossima edificazione di nuovi lotti cimiteriali (Lotti A-B-C-D e lotto per la realizzazione di cappelle gentilizie) previsti in corrispondenza del cimitero comunale di Ceglie Messapica; detto studio è stato condotto nel rispetto di quanto disciplinato dal D.M. 14.01.2008 recante "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni" e dalla Circolare ministeriale n. 617 del 02.02.2009.

In particolare con la presente si è inteso illustrare il modello geologico del sito, al fine di verificare la generale compatibilità dello stesso con gli interventi progettuali previsti; in relazione alle ipotesi progettuali è stata condotta una valutazione del grado di compatibilità geologico-ambientale del sito, al fine di stimare il grado di pericolosità geologica generale dell'area.

L'indagine conoscitiva è stata condotta attraverso il rilevamento geologico generale dell'area, associando ad esso tutte le informazioni ritenute attendibili e derivanti da precedenti indagini condotte in aree limitrofe a quella in esame, oltre che dalla letteratura esistente; sono state inoltre condotte specifiche indagini dirette in sito mediante prove geofisiche (basi sismiche a rifrazione di superficie in onde P e con metodologia ReMi).

L'indagine effettuata ha potuto accertare, per le profondità indagate, la presenza di una successione litostratigrafica verticale costituita essenzialmente da (dall'alto verso il basso): terreno vegetale di copertura e materiale di riporto - calcari eterogenei notevolmente fratturati e carsificati con frequenti inclusioni di terre rosse - calcari piuttosto compatti, omogenei con limitate inclusioni di terre rosse; solo in corrispondenza dei profili 1-1' e 6-6' i livelli calcarei sottostanti le coperture vegetali sono risultati da subito compatti, omogenei e poco fratturati.

L'analisi idrogeologica del sito lascia ipotizzare la presenza di un acquifero rinvenibile alla profondità di circa 273 mt dal piano campagna; non si prefigura pertanto alcuna interferenza tra le opere in progetto e la falda acquifera profonda (a meno di isolate, quanto improbabili, sacche idriche superficiali, la cui presenza dovrà essere verificata in fase di scavo).

Il raffronto tra la prevista ubicazione degli interventi progettuali e la geomorfologia dei luoghi, al fine di verificare il reale grado di compatibilità del progetto in relazione allo stato morfologico degli stessi e ad un loro eventuale condizionamento, non ha evidenziato la presenza di morfologie superficiali associabili a particolari dinamiche di deflusso e assorbimento delle acque meteoriche, non prefigurandosi pertanto alcuna modificazione del regime idrografico superficiale e geomorfologico, anche in considerazione del fatto che gli interventi di che trattasi, essendo di ampliamento ad un cimitero esistente, rientrano in un contesto comunque già morfologicamente condizionato.

Per quanto riguarda infine la caratterizzazione tettonica dei luoghi non è emerso, in fase di sopralluogo, alcun elemento e/o evidenza morfologica riconducibile a fenomeni di dissesto tettonico in atto e/o in preparazione, né tanto meno si sono riscontrati segni distintivi e morfologie superficiali che possano ricondurre ad una eventuale attività carsica di rilievo.

Fasano, 9 novembre 2012



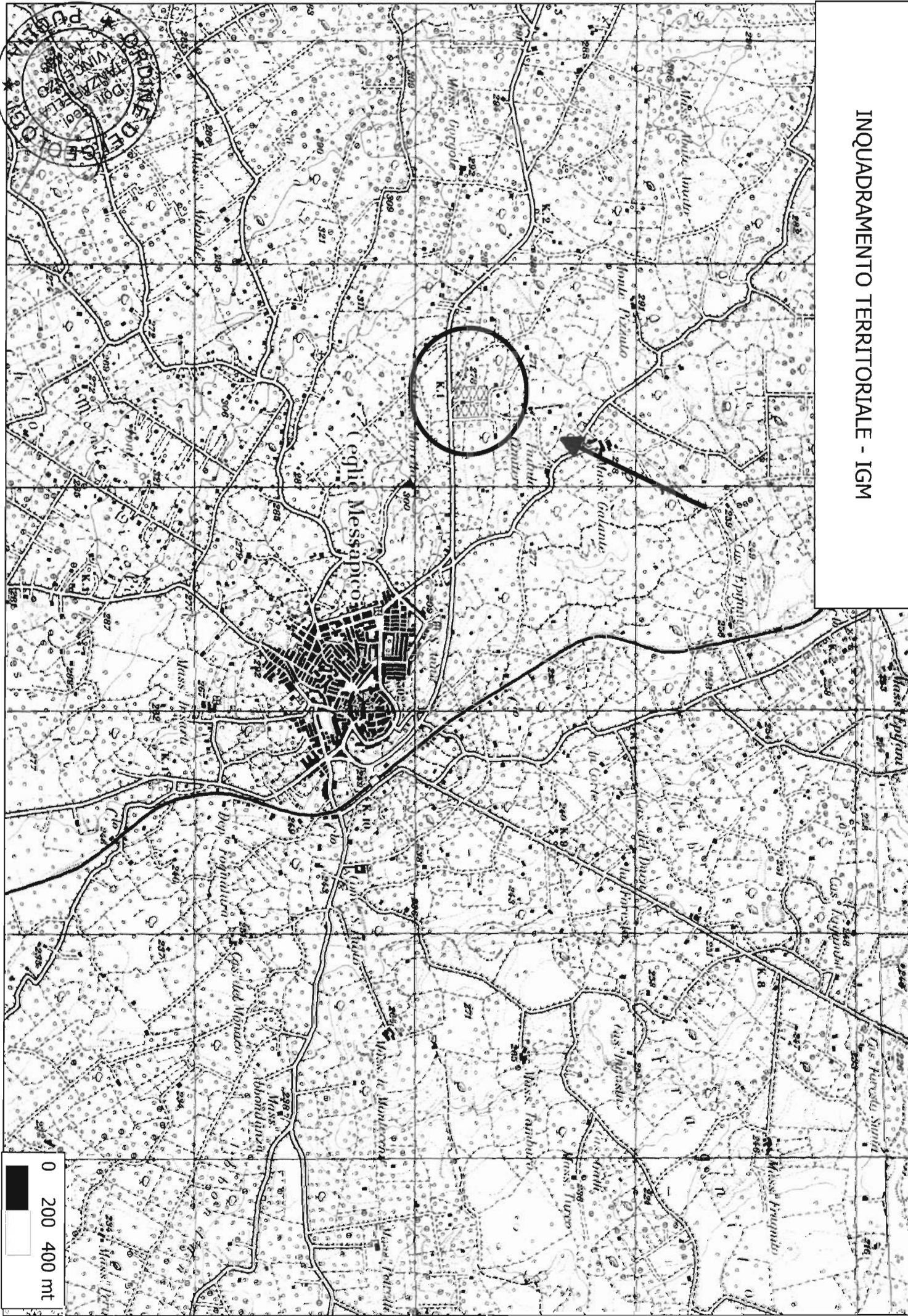
GEOLOGO  
dott. Vincenzo Tanzarella



- Inquadramento territoriale su IGM;
- Carta della pericolosità idraulica (AdB Puglia);
- Carta idrogeomorfologica (AdB Puglia);
- Stralcio di carta geologica;
- Colonna stratigrafica rappresentativa;

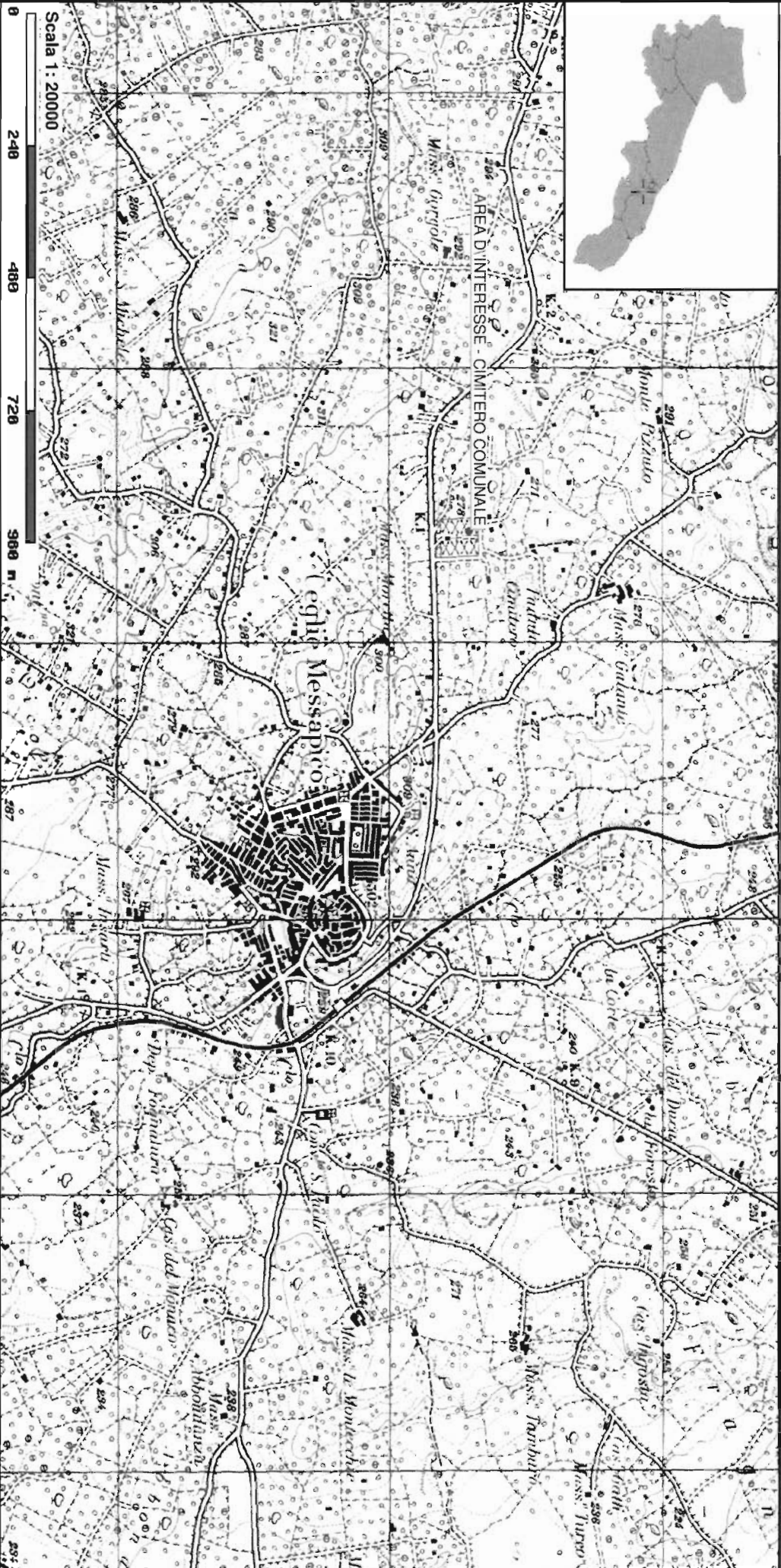
## ALLEGATI MODELLO GEOLOGICO:

INQUADRAMENTO TERRITORIALE - IGM



0 200 400 mt





**Pericolosità e Rischio**

- Peric. Geomorf.**
- media e moderata (PG1)
  - Peric. Idraulica
  - bassa (BP)

- elevata (PG2)
- media (MP)

- elevata (PG3)
- alta (AP)

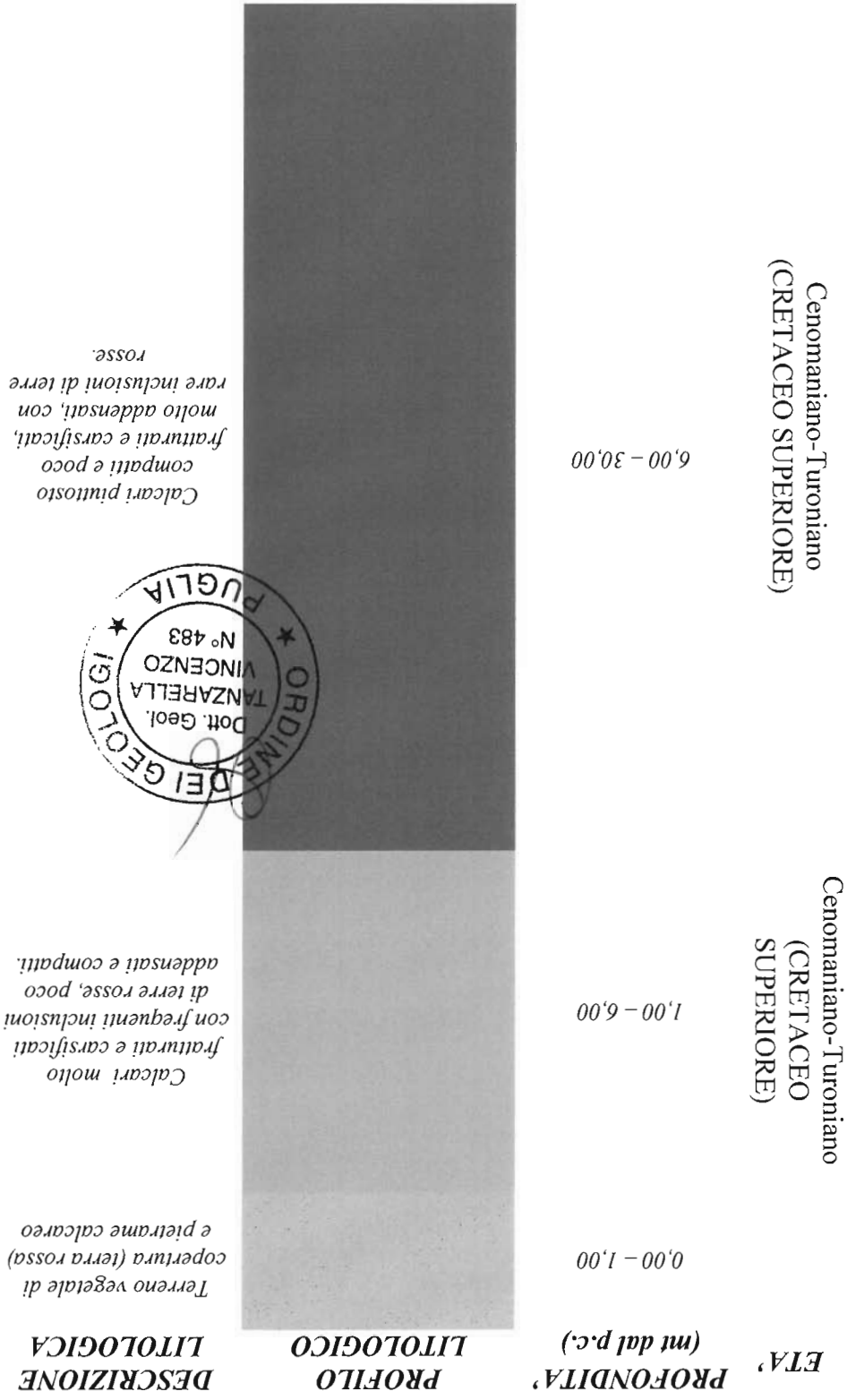






# COLONNA STRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA

(valori medi)

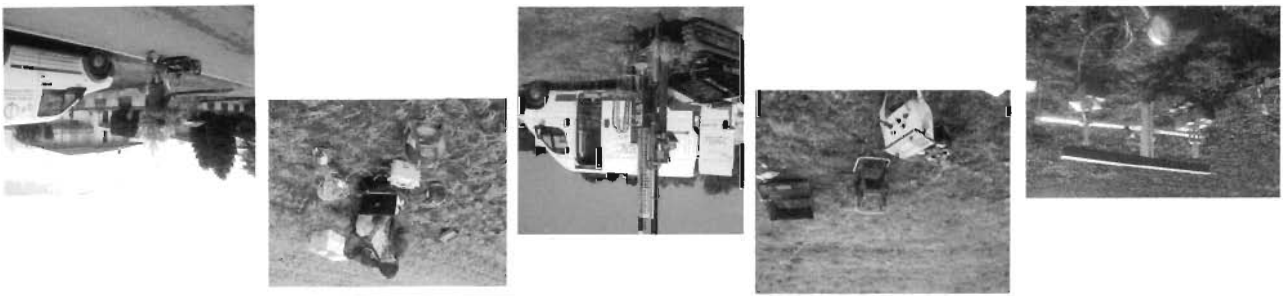


COMUNE DI  
CEGLIE MESSAPICA  
(Provincia di Brindisi)

INDAGINI GEOGNOSTICHE

AMPLIAMENTO DEL CIMITERO COMUNALE

COMMITTENTE: Dott. Vincenzo Tanzarella



Ruffano, ottobre 2012

IL GEOTOGO  
Dott. Marcello DE DONATIS



Geoprove s.a.s di Branca Loreta & C.  
• Analisi di Laboratorio  
• Sondaggi in Situ  
• Indagini Geotecniche

Sede legale: P.zza della Libertà, 10  
73049 Ruffano (Br)  
tel. 0833-692992 fax 0833-182073  
e-mail: [geoprovessus@libero.it](mailto:geoprovessus@libero.it)  
P.IVA 03940580750

Associazione  
Laboratori  
Geotecnici  
Italiani n° 125

MSCERT  
ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE  
SISTEMA DI GESTIONE PER LA QUALITÀ  
CERTIFICATO UNI EN ISO 9001 n° 362

## **PREMESSA**

Il sottoscritto geologo Dott. Marcello De Donatis, ha eseguito, su incarico del Dott. Vincenzo Tanzarella delle indagini geognostiche su un'area sita nel Cimitero Comunale di Ceglie Messapica (Br), dove è in progetto l'ampliamento.

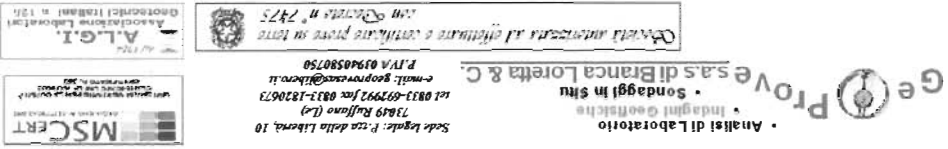
L'indagine è consistita in:

- n° 6 profili sismici a rifrazione;
- n° 1 profilo sismico passivo.

Lo scopo dell'indagine è quello di determinare le caratteristiche meccaniche e sismiche del terreno fondale.

Di seguito si relaziona:

- sulle metodologie delle indagini;
- sui risultati ottenuti;
- in allegato si riportano gli elaborati grafici delle prove.



## PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni, con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità ( $V_p$ ) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

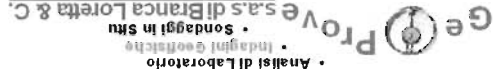
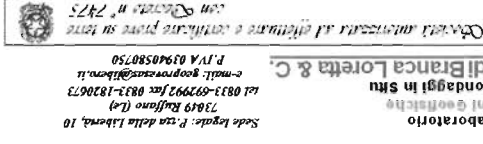
I dati così ottenuti si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

Per l'area di indagine sono stati eseguiti sei profili sismici coniugati, adottando una distanza tra i geofoni di 3 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una massa battente del peso di 5 kg ed una piastra rettangolare.

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod. Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

Per quanto riguarda l'interpretazione dei dati di campagna, essa è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.



Dal **profilo sismico n.1** eseguito si individua un modello stratigrafico

caratterizzato da due sismostri:

da 0.0 mt a 1.0 mt con Vp di 900 m/s terreno di riporto  
da 1.0 mt a 10.0 mt con Vp di 3000 m/s calcare poco fratt.

Dal **profilo sismico n.2** eseguito si individua un modello stratigrafico

caratterizzato da tre sismostri:

da 0.0 mt a 1.5 mt con Vp di 600 m/s terreno di riporto  
da 1.5 mt a 5.5 mt con Vp di 1800 m/s calcare framm. a terra e  
pietrame

da 5.5 mt a .... mt con Vp di 3000 m/s calcare poco fratturato

Dal **profilo sismico n.3** eseguito si individua un modello stratigrafico

caratterizzato da tre sismostri:

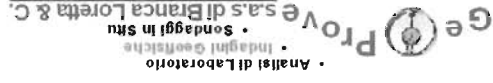
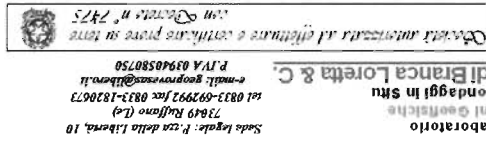
da 0.0 mt a 2.0 mt con Vp di 600 m/s terreno di riporto  
da 2.0 mt a 7.0 mt con Vp di 2200 m/s calcare fratturato  
da 7.0 mt a .... mt con Vp di 3000 m/s calcare poco fratturato

Dal **profilo sismico n.4** eseguito si individua un modello stratigrafico

caratterizzato da tre sismostri:

da 0.0 mt a 1.0 mt con Vp di 300 m/s terreno vegetale  
da 1.0 mt a 6.0 mt con Vp di 1600 m/s calcare framm. a terra e  
pietrame

da 6.0 mt a .... mt con Vp di 2800 m/s calcare poco fratturato



Dal **profilo sismico n.5** eseguito si individua un modello stratigrafico

caratterizzato da tre sismostati:

da 0.0 mt a 2.0 mt con Vp di 300 m/s terreno di riporto  
 da 2.0 mt a 6.0 mt con Vp di 1500 m/s calcare fratturato con  
 terra e pietrame  
 da 6.0 mt a .... mt con Vp di 2500 m/s calcare poco fratturato

Dal **profilo sismico n.6** eseguito si individua un modello stratigrafico

caratterizzato da due sismostati:

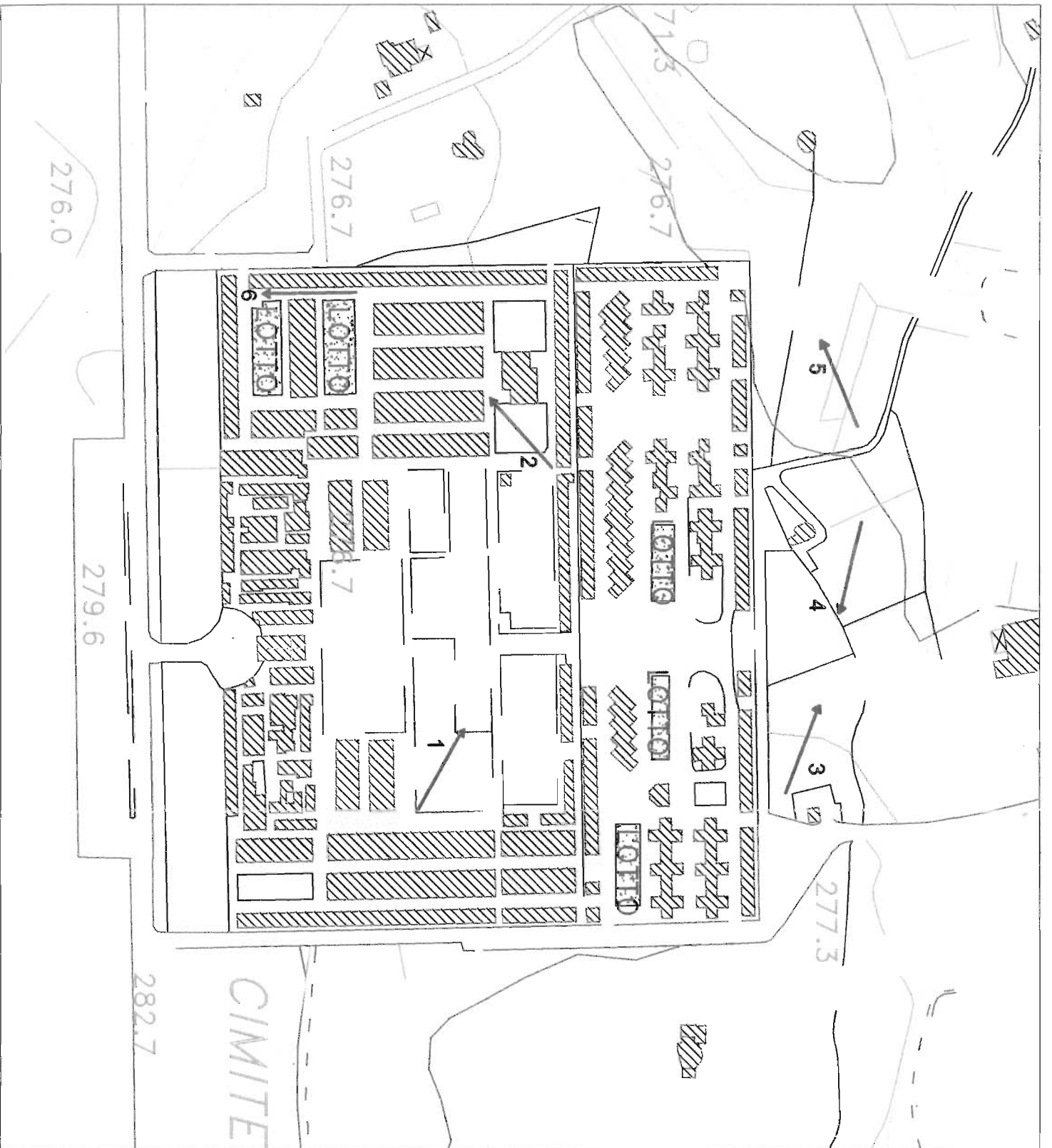
da 0.0 mt a 0.8 mt con Vp di 400 m/s terreno di riporto  
 da 0.8 mt a 10.0 mt con Vp di 2600 m/s calcare poco fratturato

## DETERMINAZIONE DEI MODULI ELASTICI DEI LITOTIPI INDAGATI E

### CARATTERIZZAZIONE

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	$\phi$ (°)	c (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	$\eta$
1	600	-	-	-	-	-	-
2	1800	581	31	0.02	2.1	7600	0.44
3	2800	1563	40	0.1	2.49	17700	0.27

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C = coesione efficace;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico;  $\eta$  = coefficiente di poisson



Posizione indagini sismiche

Legenda

2 ————— Indagini sismiche

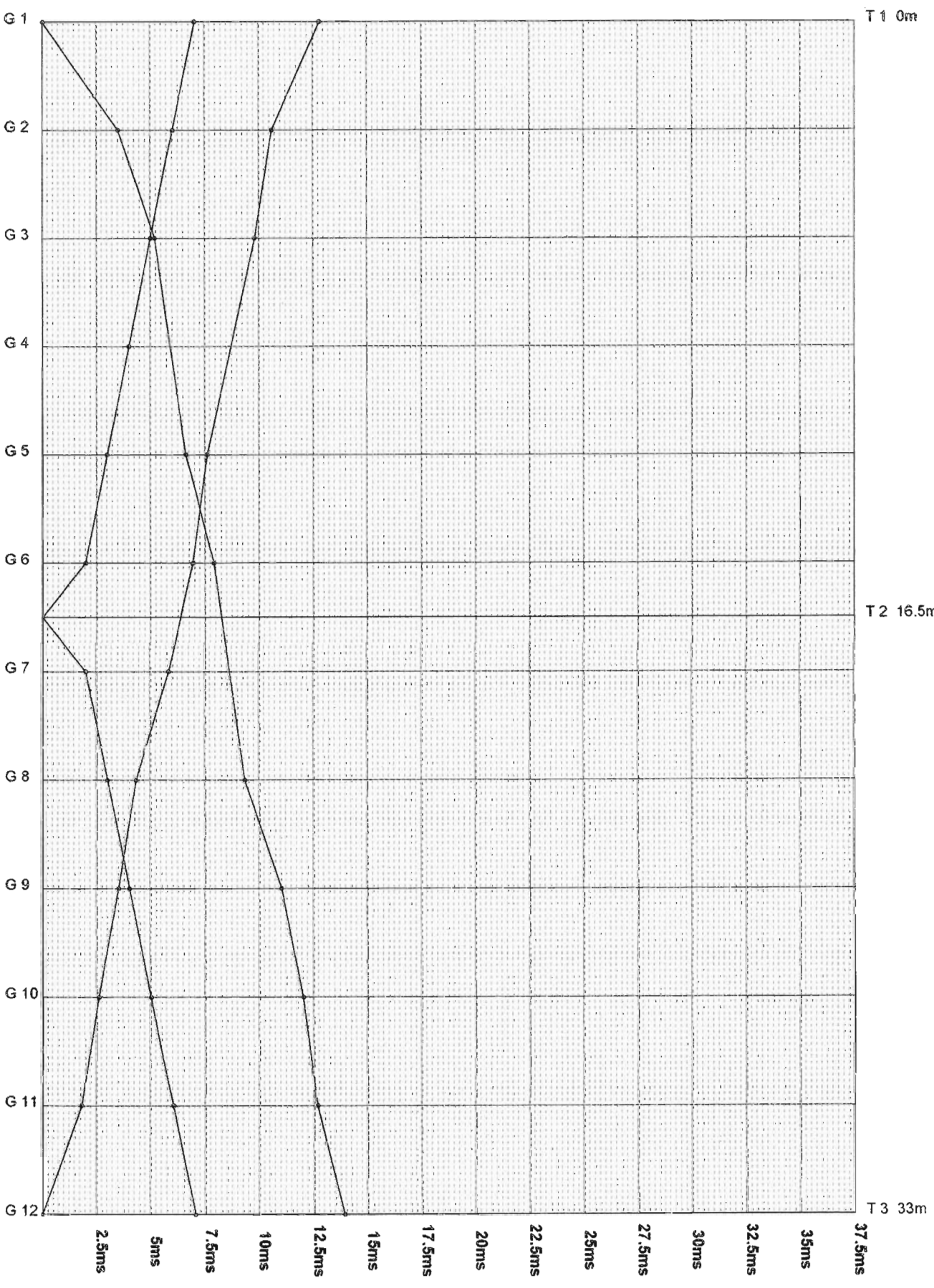
Scala 1:2000

- Esecuzione indagine sismica n.1

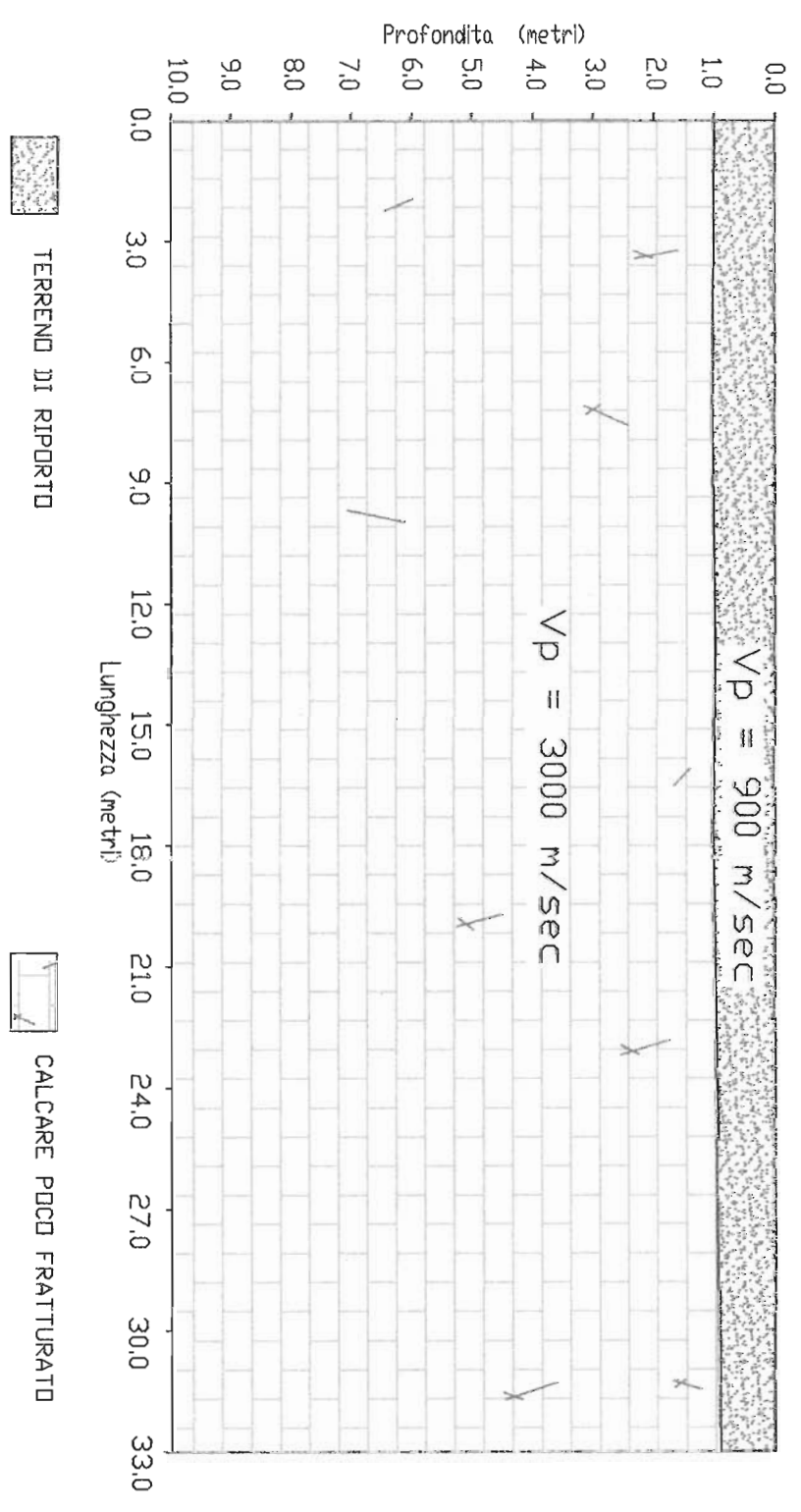


Profilo 1-1'; Località: Ceglie (Br);

DOTT. MARCELLO DE DONATIS



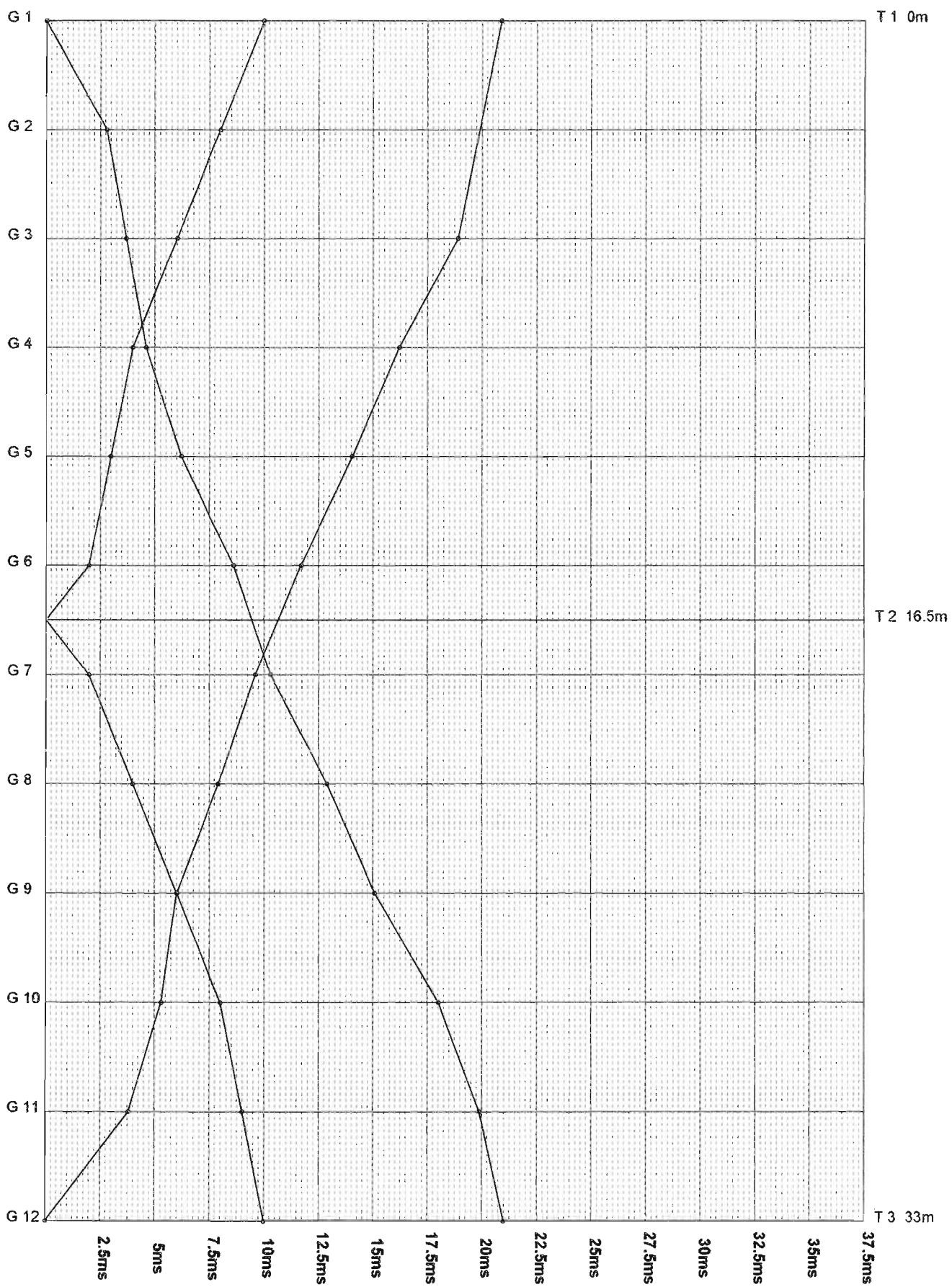
PROFILLO SISMICO A RIFRAZIONE 1-1'  
LOCALITA': COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA (BR)



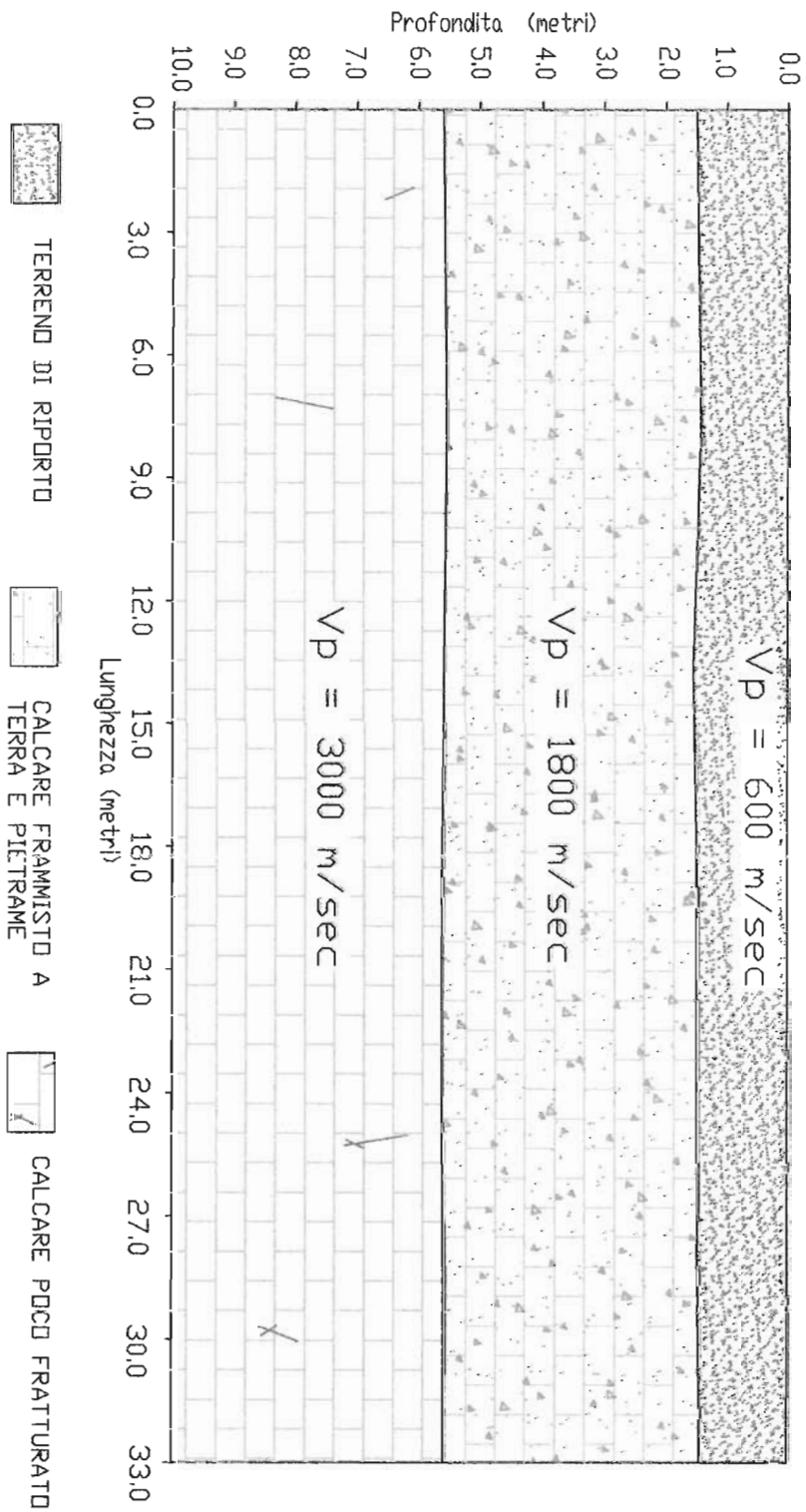


Profilo 2-2'; Località: Ceglie (Br);

DOTT. Marcello DE DONATIS



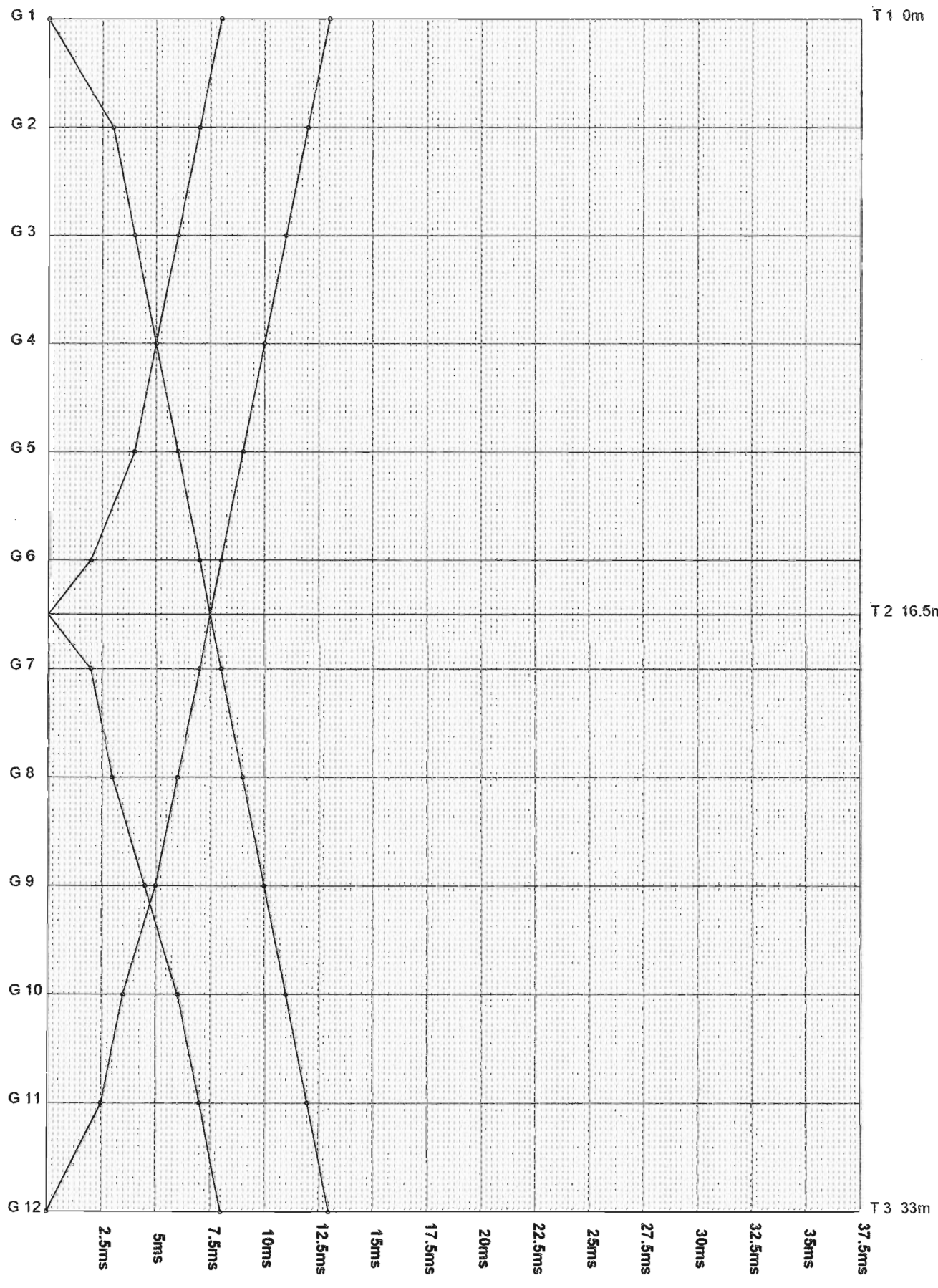
PROFILLO SISMICO A RIFRAZIONE 2-2'  
 LOCALITA': COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA (BR)



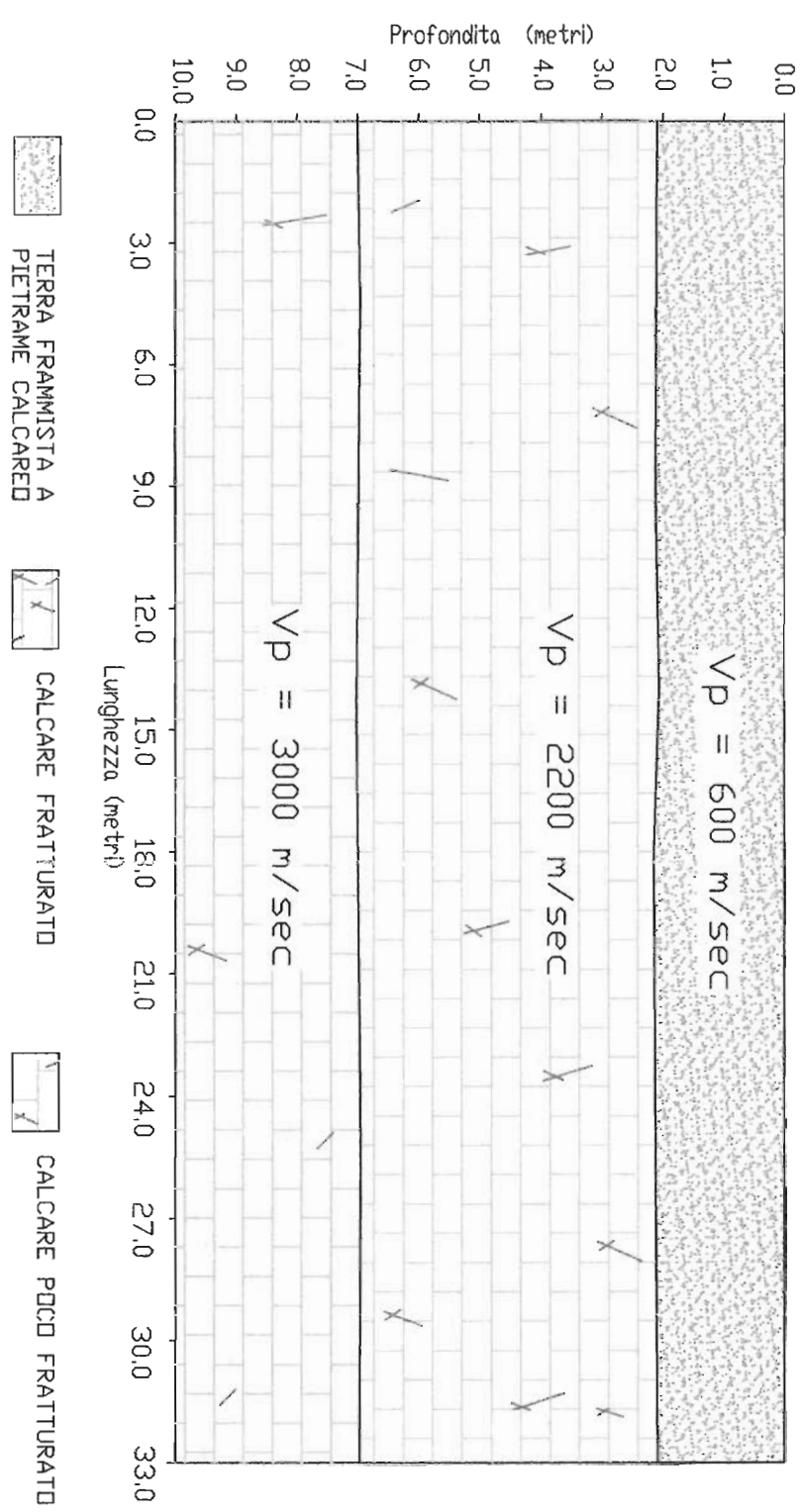


Profilo 3-3'; Località: Ceglie (Br);

DOTT. Marcello DE DONATIS



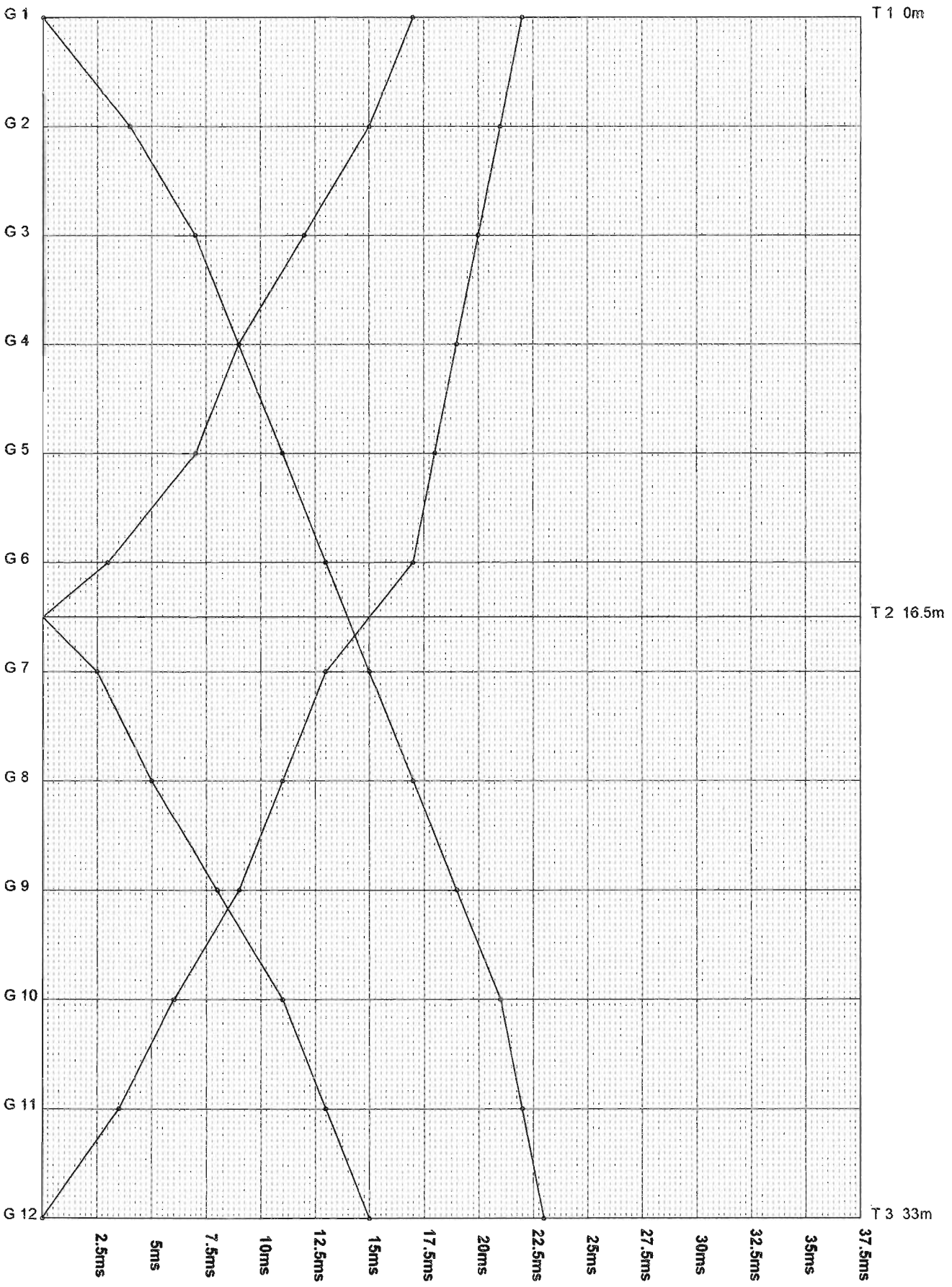
PROFILLO SISMICO A RIFRAZIONE 3-3'  
 LOCALITA': COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA (BR)



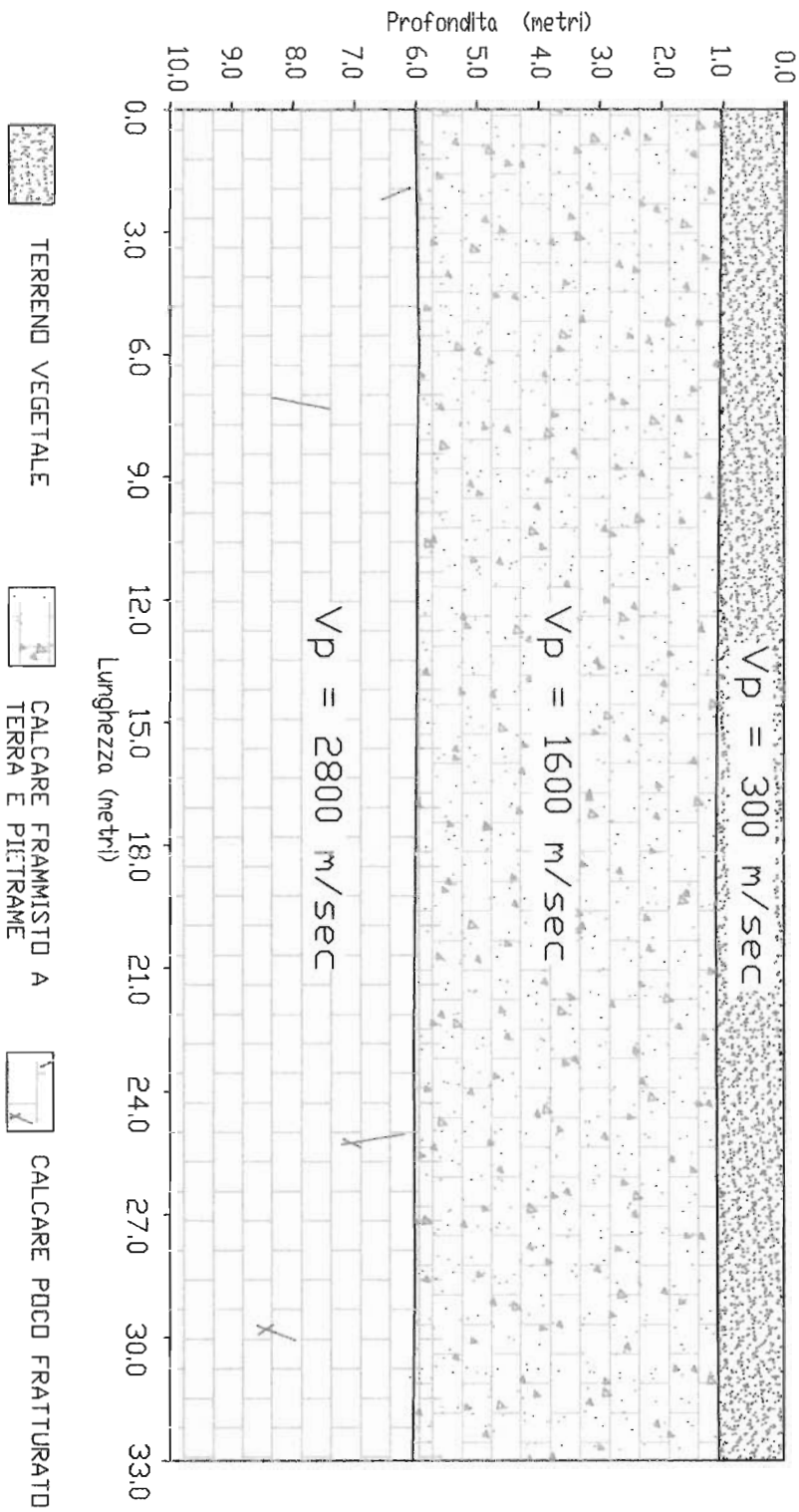


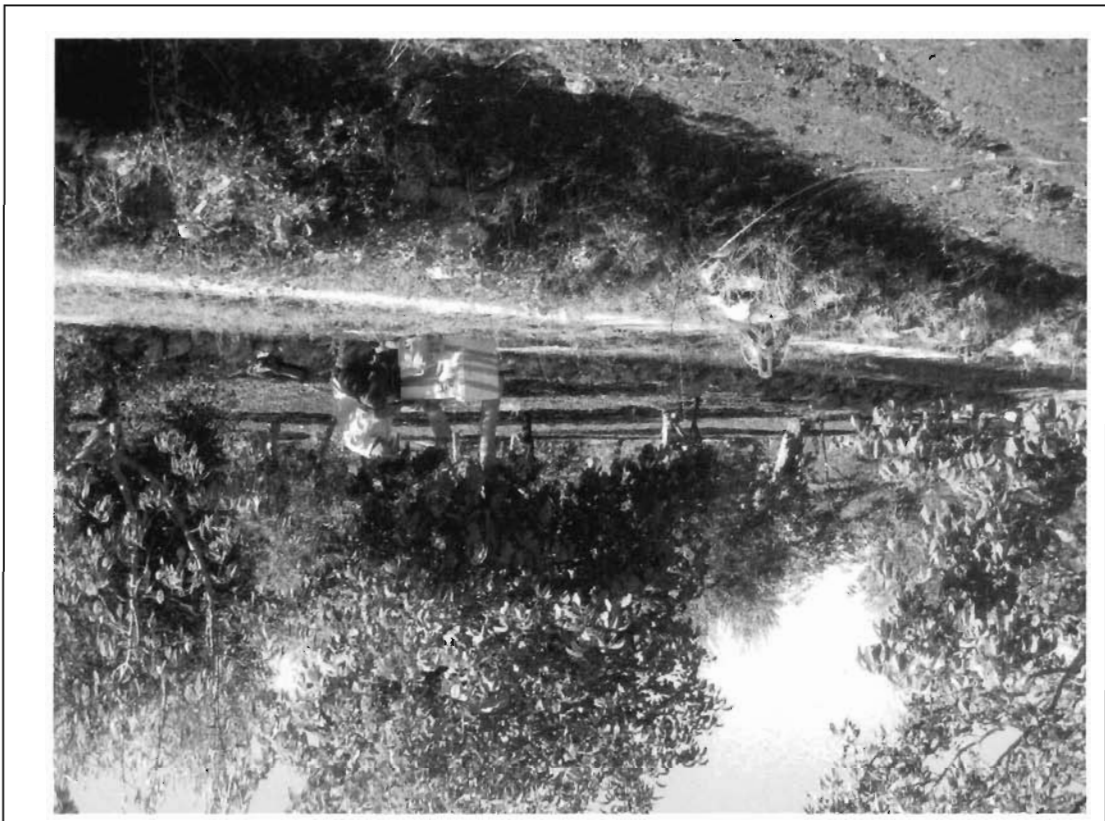
Profilo 4-4'; Località: Ceglie (Br);

DOTT. Marcello DE DONATIS



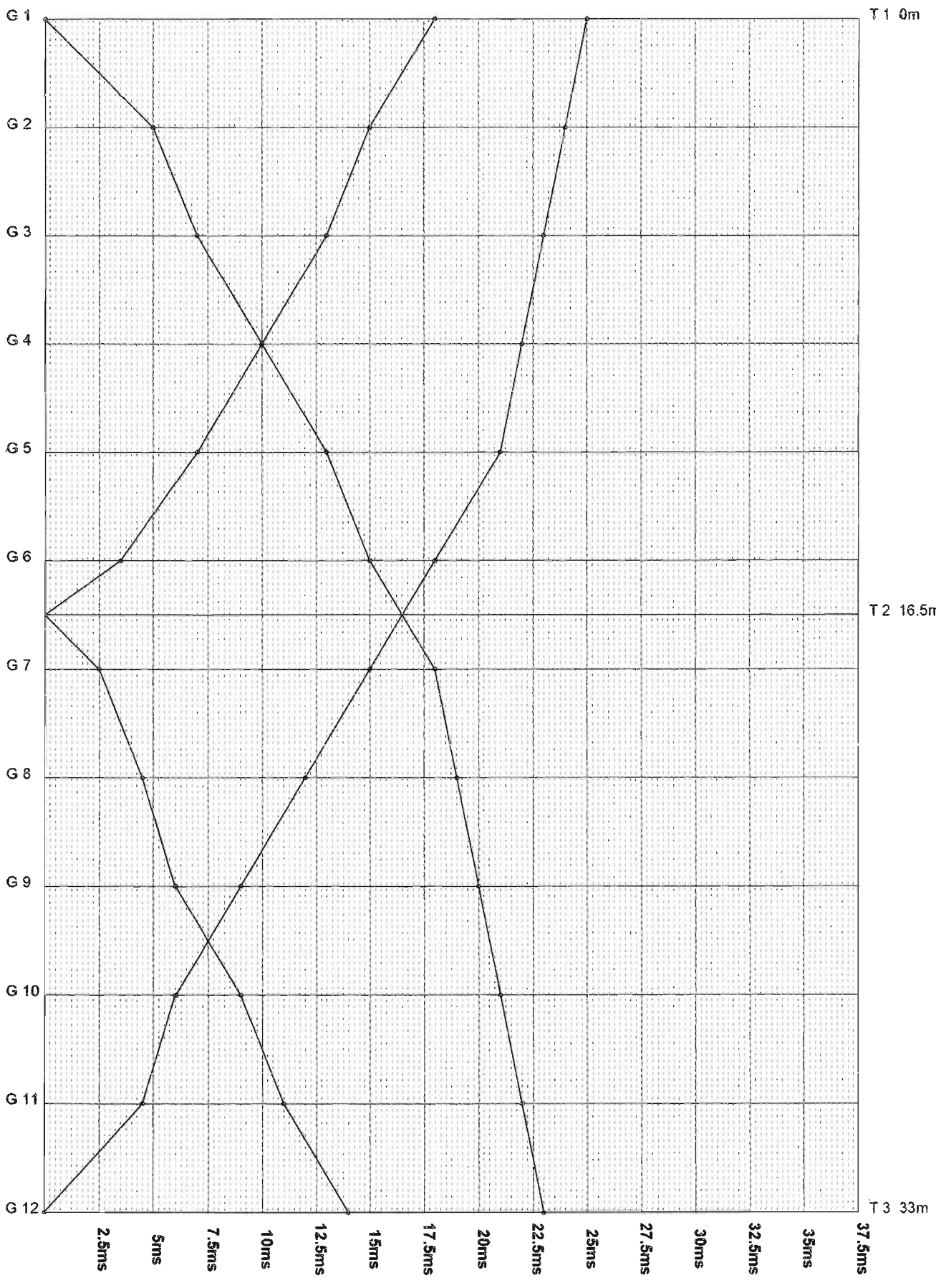
PROFILLO SISMICO A RIFRAZIONE 4-4'  
 LOCALITA': COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA (BR)



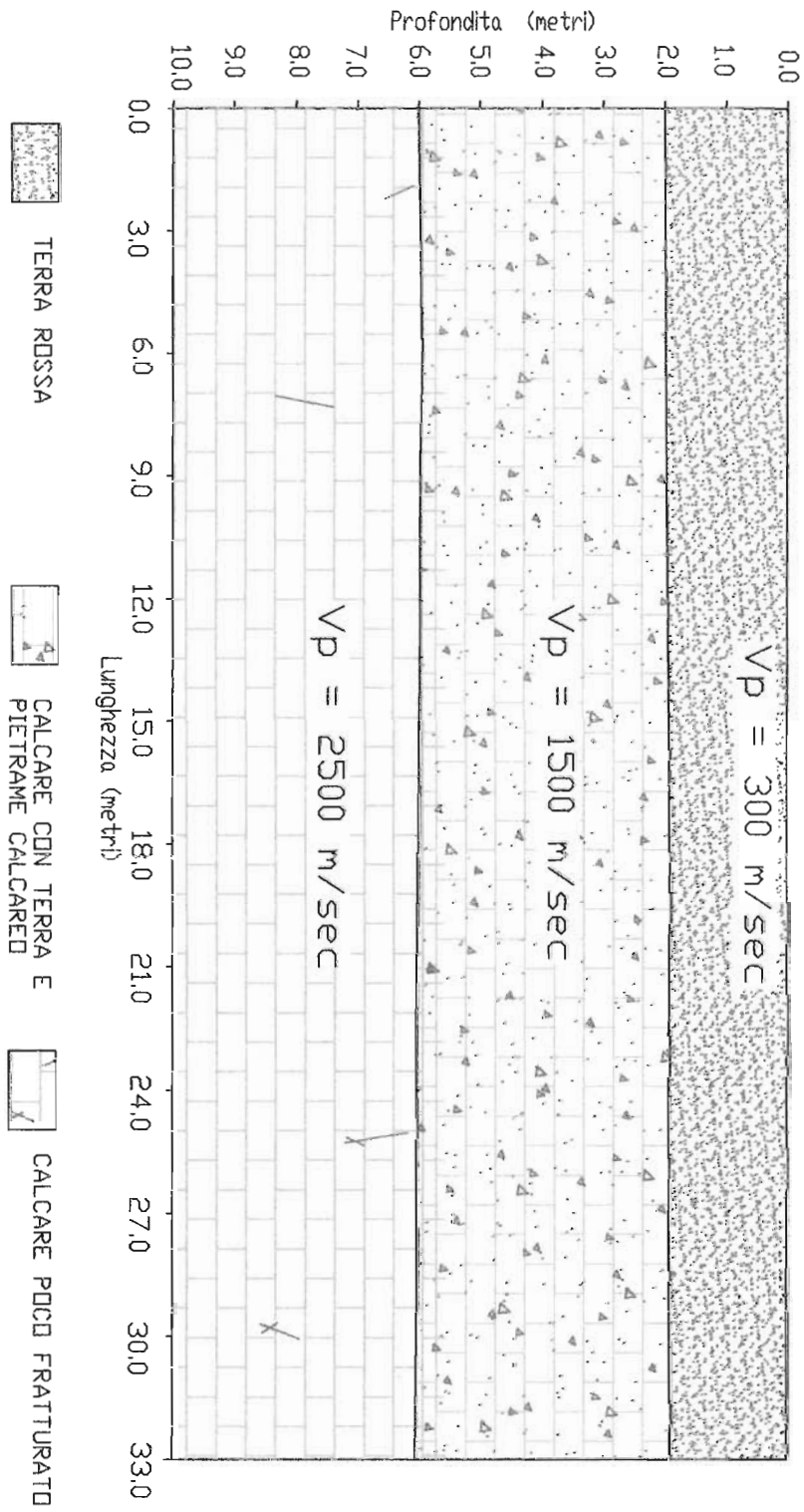


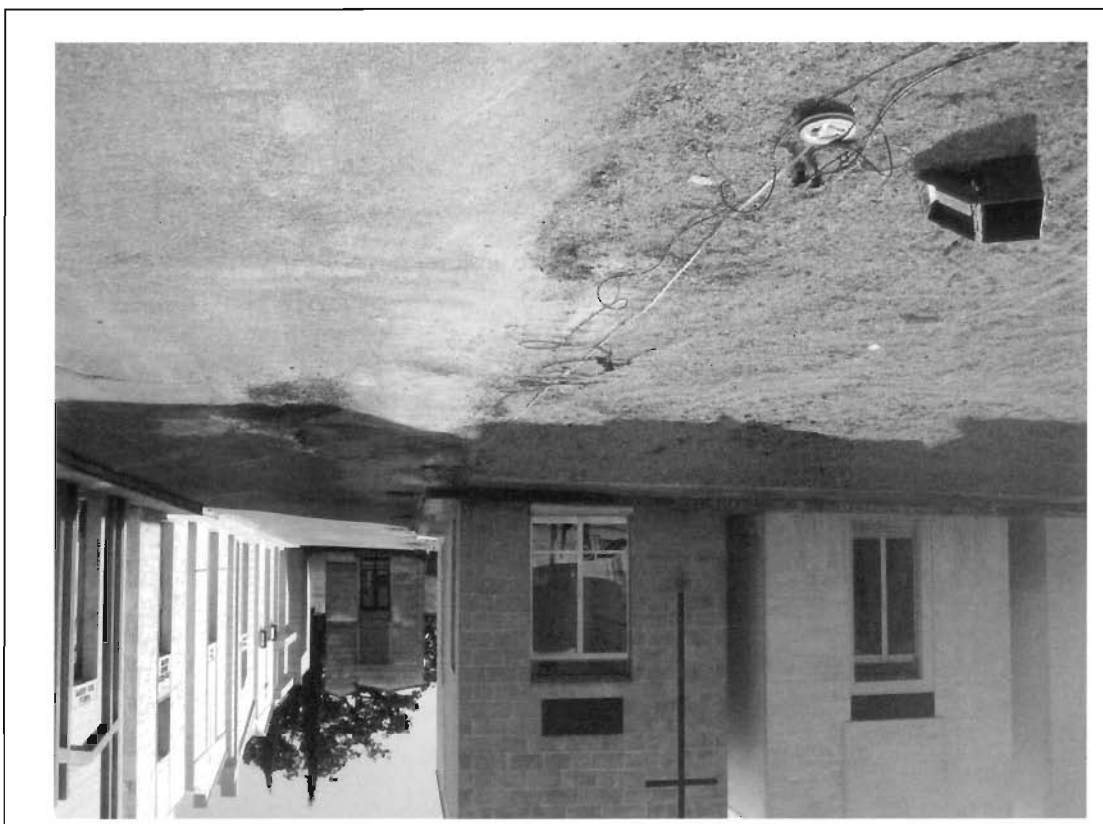
Profilo 5-5'; Località: Ceglie (Br);

DOTT. Marcello DE DONATIS



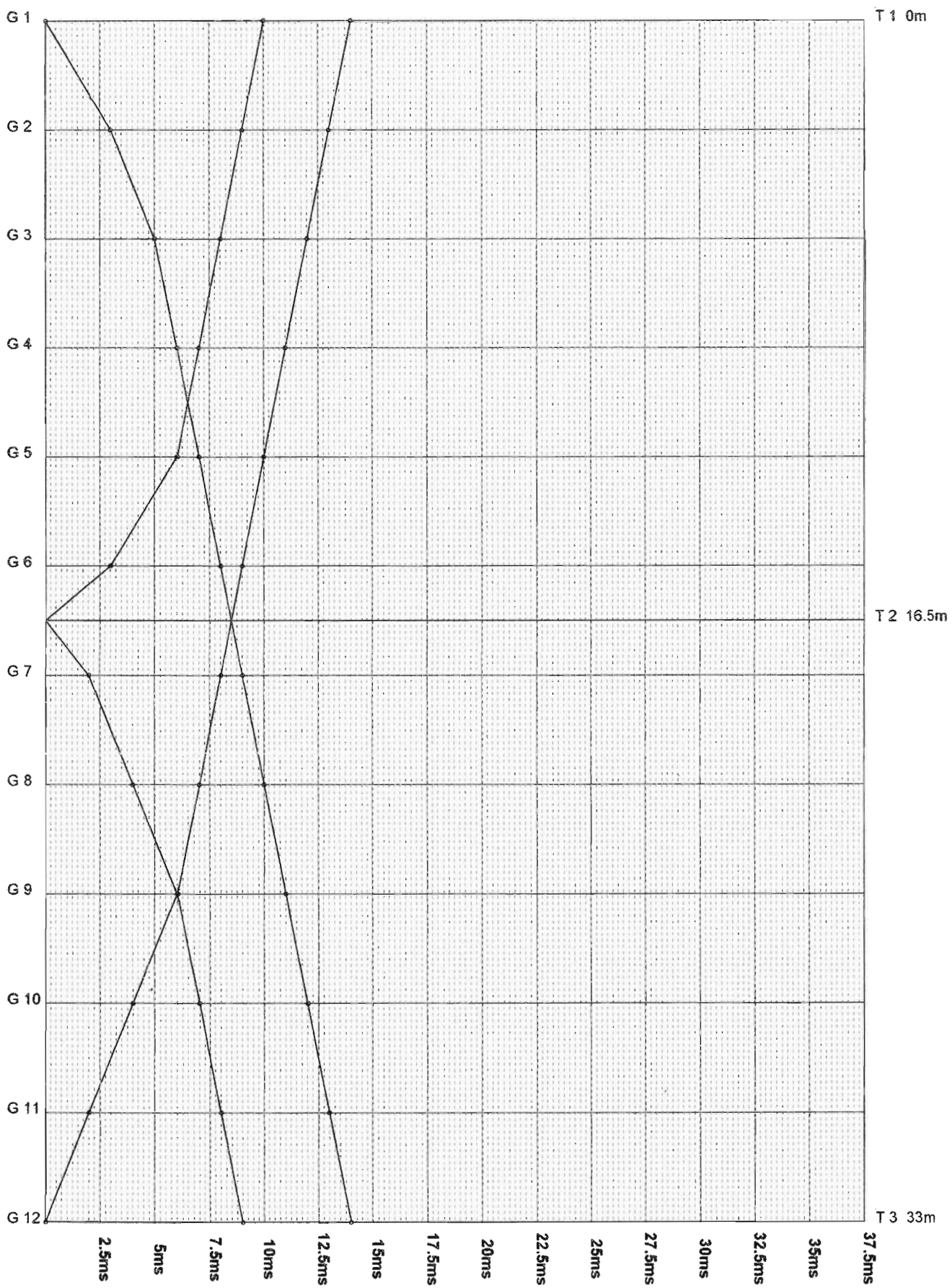
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE S-S'  
LOCALITA': COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA (BR)



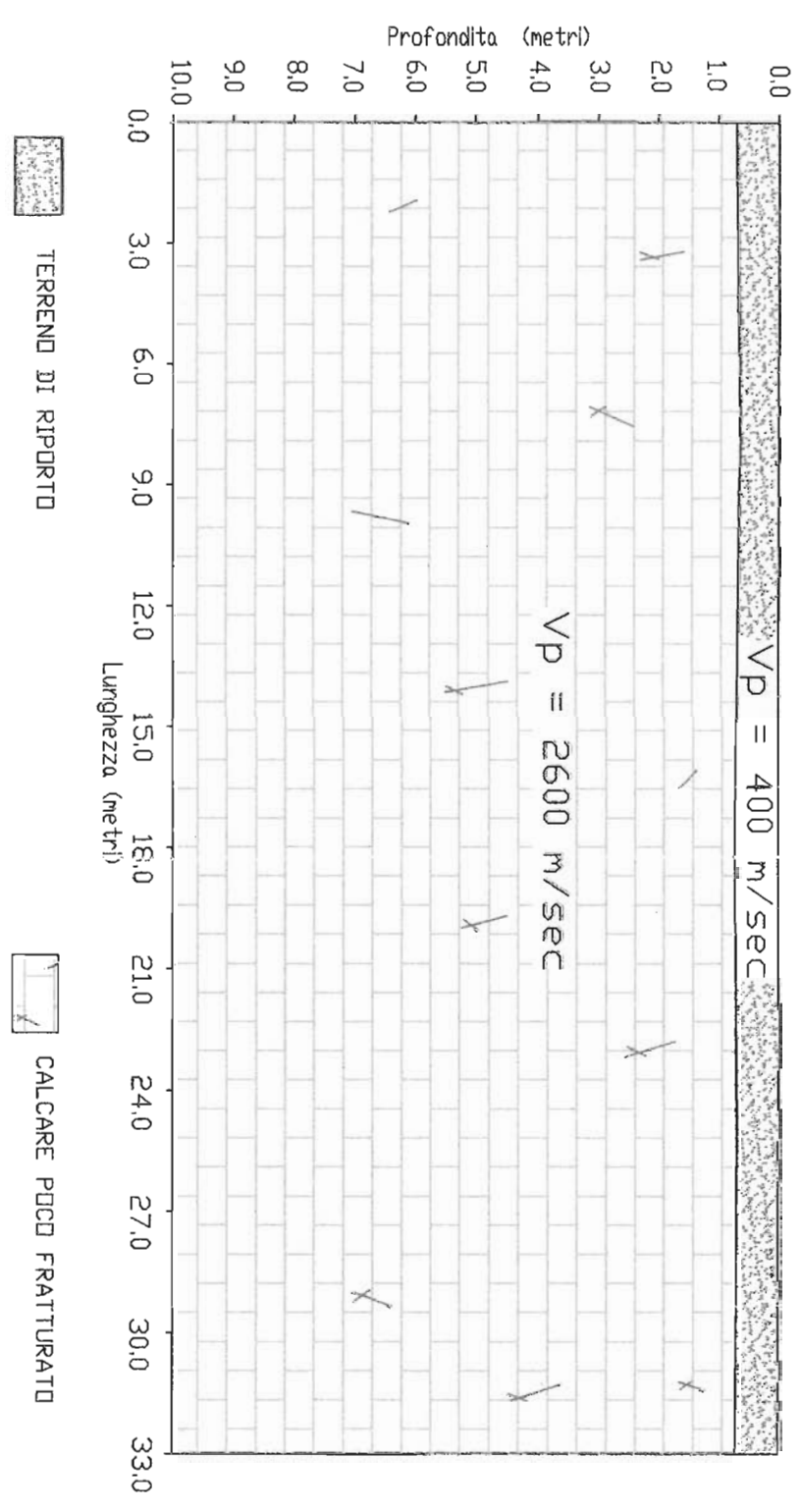


**Profilo 6-6'; Località: Ceglie (Br);**

**DOTT. Marcello DE DONATIS**



PROFILLO SISMICO A RIFRAZIONE 6-6'  
 LOCALITA': COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA (BR)



## SISMICA CON METODOLOGIA REMI (REFRACTION MICROREMOR)

La caratterizzazione sismica è stata eseguita mediante l'analisi dei microtremori, essa viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, a 12 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termine di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

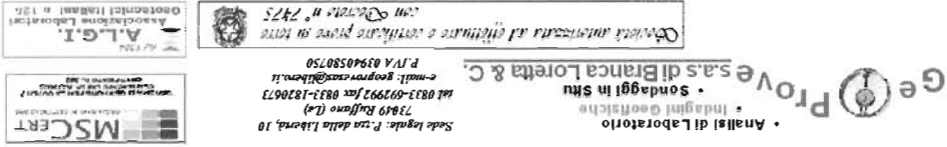
Si tratta di una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Per rilevare onde sismiche trasversali, anche la sorgente energizzante deve generare onde a prevalente componente di taglio.

Per tale motivo è stato utilizzato un sismografo della Geometrics "modello GEODE" con geofoni da 4.5 Hz.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica **ReMI** viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, ecc.





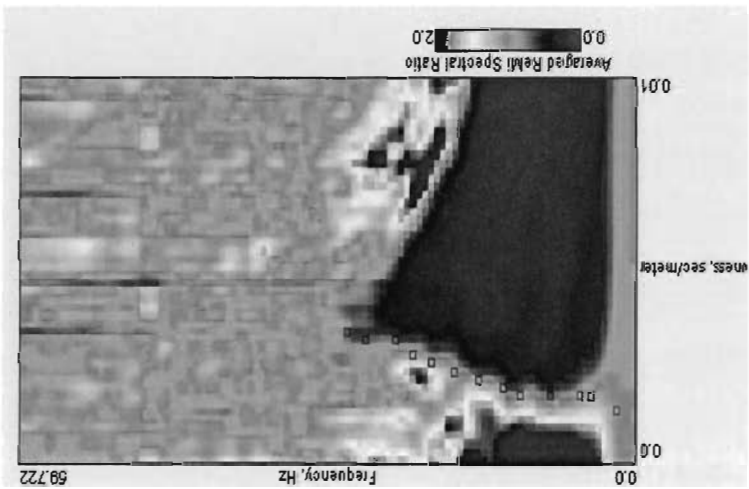
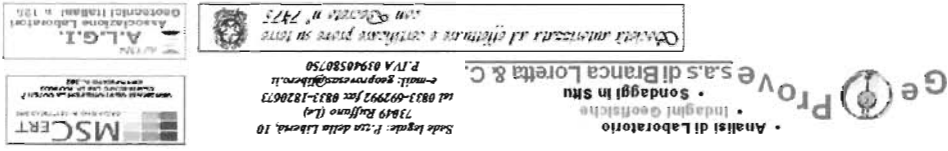


Fig. 2 Esempio di picking

Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati **ReMi**, consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

I dati selezionati dall'immagine p-f vengono plottati su un diagramma, nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità nel modello, la curva di dispersione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking (fig.3).



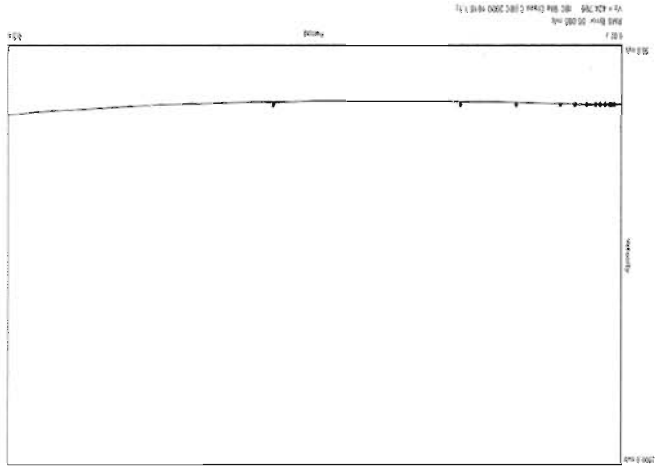


Fig. 3:

Modelizzazione diretta interviva:  
 curva di dispersione calcolata (grigio)  
 e curva sperimentale con picking  
 (puntinato rosso).

La curva di dispersione calcolata, approssimativamente coincidente con la curva sperimentale, viene associata ad un modello sintetico.

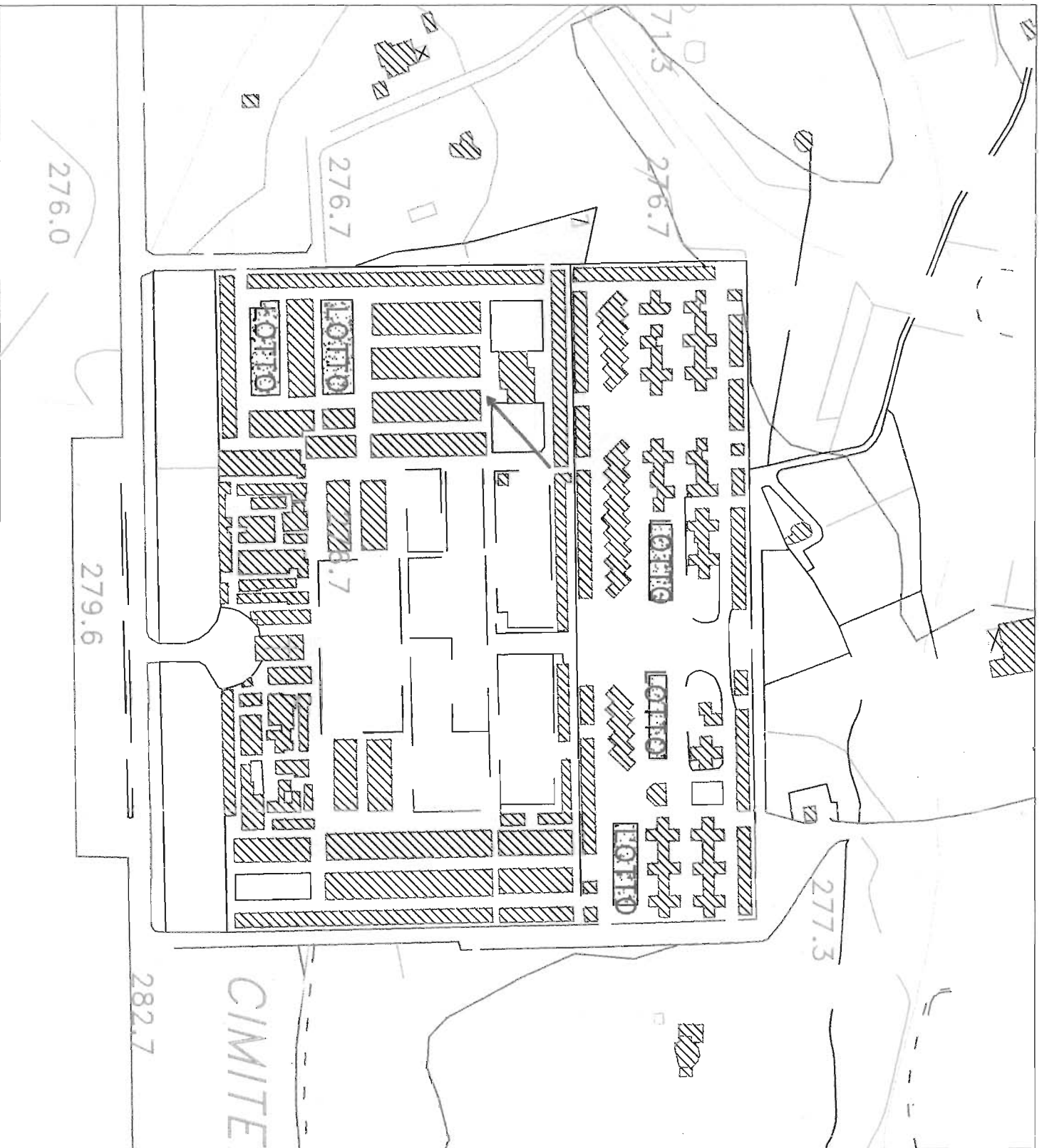
Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e dipendentemente dal software usato può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore.

La  $V_{s30}$  è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{\sum h_i/V_i}{30}$$

Da tale relazione è emerso un valore di  $V_{s30}$  di 984 m/sec.



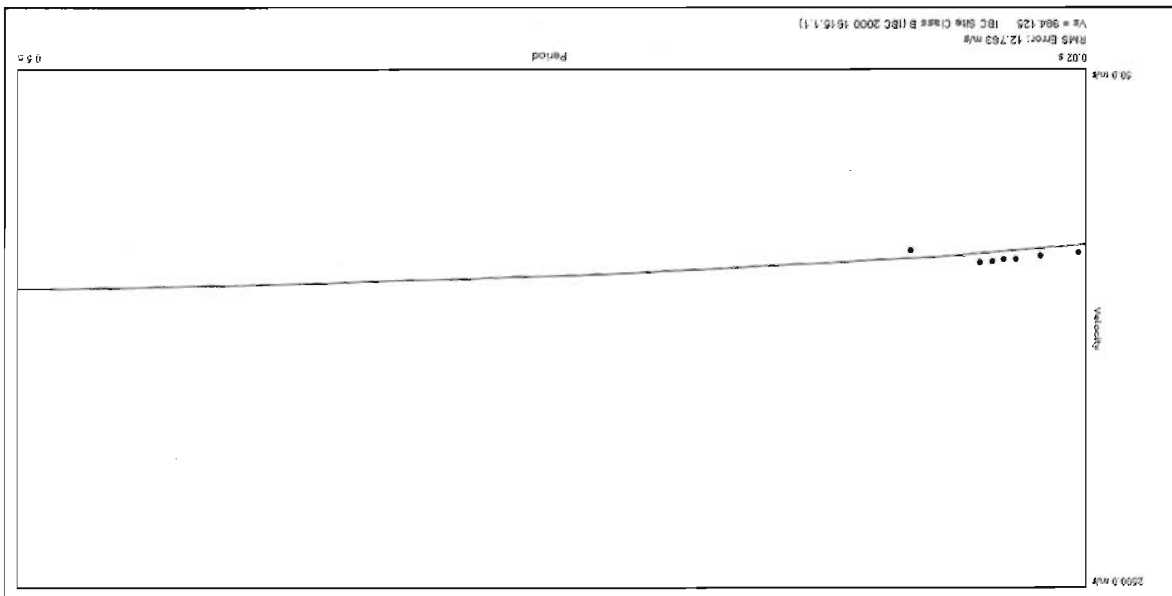
Posizione indagini sismiche

Legenda

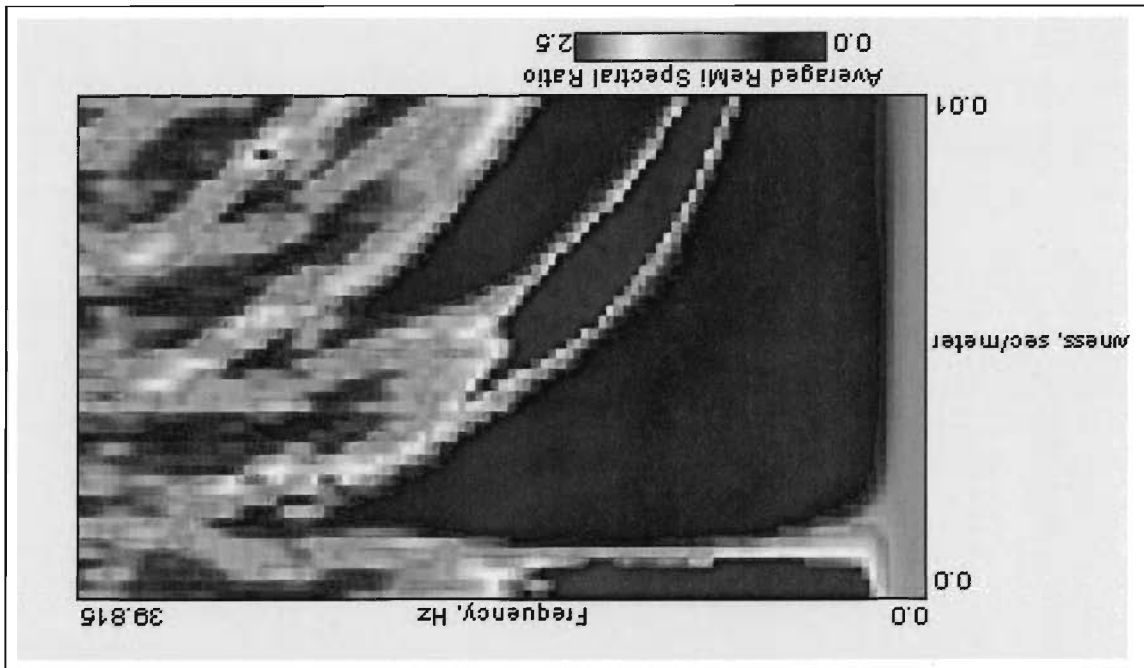
↑ Indagne sismica Re.MI

Scala 1:2000

### Indagine sismica passiva



Dispersion Curve Shwing Peaks and Fit



Pf image with Dispersion Modelling Picks

• Analisi di Laboratorio  
• Indagini Geotecniche  
• Sondaggi in Situ

Geoprosas di Branca Loreta & C.

Sede legale: P.zza della Libera, 10  
73019 Polignano (Br)  
tel. 0823-692993 fax 0823-1820673  
e-mail: [geoprosas@geoprosas.it](mailto:geoprosas@geoprosas.it)  
P.IVA 03940580750

Obiettivi: *adattarsi ad ottenere e certificare prove in terra*  
in O.C. n. 2475

MSCERT  
ACCREDITAMENTO  
CONFORME ALLE  
NORME UNI EN ISO 9001  
E UNI EN ISO 17025

A.L.G.T.  
Associazione Laboratori  
Geotecnici Italiani n. 120

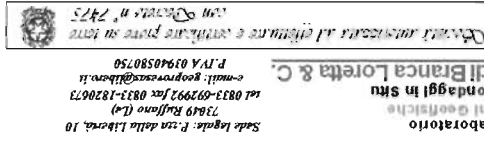
Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

A) **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;

B) **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina) ;

C) **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina);

D) **Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 70$  kPa nei terreni a grana fina)



E) **Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore**

**a 20 m**, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

Il suolo di fondazione rientra pertanto nella **categoria A** con valori di  $V_{30}$  superiori a 800 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi.

Ruffano, ottobre 2012

IL GEOLOGO

Dr. Marcello DE DONATIS



Analisi di Laboratorio  
• Indagini Geotecniche  
• Sondaggi in Snu  
Ge Prove s.a.s di Branca Loreta & C.

Obiezioni annullate al Tribunale di Bari in data 10/10/2012  
P.IVA 03940580750  
e-mail: geoprove@libero.it  
Tel. 0813-692992 fax: 0813-1820673  
73049 Ruffano (Br)

Associazione Nazionale Geologi  
A.N.G. - Associazione Nazionale Geologi  
Geotecniche e Geotecniche  
P.IVA 03940580750

MSCERT  
SISTEMI ELETTRICI E TELEFONICI  
SISTEMI ELETTRICI E TELEFONICI  
SISTEMI ELETTRICI E TELEFONICI